

# Utjecaj brzine kretanja na mogućnosti nastanka prometnih nesreća

---

**Grubišić, Ela**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2024**

*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:119:938110>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-31**



*Repository / Repozitorij:*

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



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

**DIPLOMSKI RAD**

**UTJECAJ BRZINE KRETANJA VOZILA NA MOGUĆNOSTI NASTANKA  
PROMETNIH NESREĆA**

**THE INFLUENCE OF VEHICLE SPEED ON THE POSSIBILITY OF TRAFFIC  
ACCIDENTS**

Mentor: izv. prof. dr. sc. Željko Šarić

Studentica: Ela Grubišić

JMBAG: 0083204671

Zagreb, rujan 2024.

Zagreb, 11. lipnja 2024.

Zavod: **Zavod za prometno-tehnička vještačenja**  
Predmet: **Prometno tehničke ekspertize i sigurnost**

## DIPLOMSKI ZADATAK br. 7532

Pristupnik: **Ela Grubišić (0083204671)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Utjecaj brzine kretanja namogućnosti nastanka prometnih nesreća**

### Opis zadatka:

U radu je potrebno objasniti čimbenike sigurnosti cestovnog prometa. Prikazati zakonsku regulativu vezanu uz ograničenja brzine te analizirati utjecaj brzine na nastanak prometnih nesreća. Odabrati ceste za ispitivanje te istražiti, koristeći relevantne statističke metode, korelaciju između brzine vozila i nastanka prometnih nesreća. Temeljem provedenog istraživanja, predložiti mjere za prevenciju nastanka prometnih nesreća.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

---

izv. prof. dr. sc. Željko Šarić

# UTJECAJ BRZINE KRETANJA VOZILA NA MOGUĆNOSTI NASTANKA PROMETNIH NESREĆA

## Sažetak

Tema sigurnosti cestovnog prometa iznimno je važna kako u svjetskom kontekstu tako i u Republici Hrvatskoj. Prisutnost prometnih nesreća i njihovih tragičnih posljedica zahtijeva sustavni pristup u rješavanju problema. Jedan od ključnih faktora koji doprinose prometnim nesrećama je nepropisna i neprilagođena brzina. Ona ostaje uzrok većine nesreća i smrtno stradalih osoba na cestama. Svako vozilo ima sposobnost postizanja određene brzine, koja često nije u skladu s propisima ili uvjetima na cesti, što može rezultirati prometnim nesrećama. Nesreće uzrokovane prekomjernom brzinom često imaju ozbiljne posljedice, stoga je nužno provesti detaljnu analizu tih događaja. U sklopu analize prometne sigurnosti, posebna pažnja se posvećuje brzini vozila kao ključnom čimbeniku u nastanku nesreća. Ovaj rad analizira ulogu brzine vozila u prometnim nesrećama s naglaskom na kontekst Republike Hrvatske. Svrha ovog rada je dublje razumijevanje uzroka prometnih nesreća uzrokovanih nepropisnom ili neprilagođenom brzinom vožnje. Stoga je imperativno da svi relevantni subjekti koji su zaduženi za sigurnost cestovnog prometa djeluju sustavno i zajednički kako bi se riješile negativne posljedice tog problema i sveli ih na minimum. Kroz kontinuirano educiranje vozača, strožu primjenu propisa, poboljšanje infrastrukture te primjenu novih tehnologija poput sustava nadzora brzine, moguće je postići daljnje poboljšanje sigurnosti u cestovnom prometu. Međutim, ključno je da se ovi napori nastave i da se nastavi podizati svijest o važnosti sigurne vožnje kako bi se smanjio broj nesreća i stradalih osoba na cestama, kako u Republici Hrvatskoj tako i širom svijeta.

**KLJUČNE RIJEČI:** Sigurnost u prometu, Brzina, Prometna nesreća, Korelacija, Državna cesta.

# THE INFLUENCE OF VEHICLE SPEED ON THE POSSIBILITY OF TRAFFIC ACCIDENTS

## Summary

The topic of road traffic safety is extremely important both globally and in the Republic of Croatia. The presence of traffic accidents and their tragic consequences requires a systematic approach to addressing the issue. One of the key factors contributing to traffic accidents is speeding, which remains the cause of the majority of accidents and fatalities on roads. Each vehicle has the capability of reaching a certain speed, often not in accordance with regulations or road conditions, which can result in traffic accidents. Accidents caused by excessive speed often have serious consequences, thus it is necessary to conduct a detailed analysis of these events. As part of the traffic safety analysis, special attention is given to vehicle speed as a key factor in the occurrence of accidents. This paper analyzes the role of vehicle speed in traffic accidents with a focus on the context of the Republic of Croatia. The purpose of this paper is to gain a deeper understanding of the causes of traffic accidents caused by speeding or inappropriate driving speed. Therefore, it is imperative that all relevant stakeholders responsible for road traffic safety act systematically and collectively to address the negative consequences of this issue and minimize them. Through continuous driver education, stricter enforcement of regulations, infrastructure improvements, and the implementation of new technologies such as speed monitoring systems, further improvements in road traffic safety can be achieved. However, it is crucial that these efforts continue and that awareness of the importance of safe driving is continuously raised to reduce the number of accidents and fatalities on roads, both in the Republic of Croatia and worldwide.

**KEY WORDS:** Traffic Safety, Speed, Traffic Accident, Correlation, State Road.

## SADRŽAJ

1.	UVOD .....	1
2.	ČIMBENICI SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA .....	3
2.1.	Čovjek kao vozač u prometnom sustavu .....	4
2.2.	Vozilo u prometnom sustavu .....	7
2.3.	Cesta u prometnom sustavu .....	9
2.4.	Incidentni čimbenik .....	13
2.5.	Uzroci nastanka prometnih nesreća .....	13
2.5.1.	Pojmovno definiranje prometne nesreće .....	14
2.5.2.	Vrste prometnih nesreća .....	15
2.6.	Identifikacija opasnih mjesta .....	17
3.	ZAKONSKA REGULATIVA U PODRUČJU ODREĐIVANJA BRZINA KRETANJA VOZILA .....	22
3.1.	Ograničenja brzine u cestovnom prometu .....	24
3.2.	Nacionalni plan sigurnosti cestovnog prometa Republike Hrvatske za razdoblje od 2021. do 2030. ....	27
4.	BRZINA KAO UZROČNIK NASTANKA PROMETNIH NESREĆA .....	29
4.1.	Značajke brzine u cestovnom prometu .....	29
4.2.	Nepropisna i neprilagođena brzina .....	31
5.	ISPITIVANJE KORELACIJE IZMEĐU BRZINE I NASTANKA PROMETNIH NESREĆA .....	36
5.1.	Statistički pokazatelji o prometnim nesrećama na državnoj cesti DC1 .....	36
5.2.	Ispitivanje korelacije pomoću Pearsonovog koeficijenta .....	43
6.	ANALIZA DOBIVENIH REZULTATA I PRIJEDLOG MJERA ZA PREVENCIJU NASTANKA PROMETNIH NESREĆA .....	46
6.1.	Korelacije između brzine i mogućnosti nastanka prometnih nesreća pri ograničenju brzine od 50 km/h .....	46
6.2.	Korelacije između brzine i mogućnosti nastanka prometnih nesreća pri ograničenju brzine od 60 km/h .....	47
6.3.	Korelacije između brzine i mogućnosti nastanka prometnih nesreća pri ograničenju brzine od 70 km/h .....	49
6.4.	Korelacije između brzine i mogućnosti nastanka prometnih nesreća pri ograničenju brzine od 80 km/h .....	49

6.5. Korelacije između brzine i mogućnosti nastanka prometnih nesreća pri ograničenju brzine od 90 km/h.....	50
6.6. Analiza dobivenih rezultata.....	51
7. ZAKLJUČAK.....	46
LITERATURA .....	54
POPIS SLIKA .....	56
POPIS TABLICA.....	56
POPIS GRAFIKONA.....	57

## 1. UVOD

Sigurnost sudionika u prometu na cestama postaje sve važnija za sve društvene slojeve. Kroz sve detaljnije i češće analize, postalo je očito da incidentni događaji u prometu, poput prometnih nesreća, donose znatne gubitke društvu u cjelini. Brz razvoj motornih vozila rezultira povećanjem broja vozila u svijetu, što stvara sve veće rizike za nastanak prometnih nesreća i time smanjuje sigurnost cestovnog prometa. Alarmantno je što u prometnim nesrećama širom svijeta, prosječno svake godine, smrtno strada oko milijun ljudi, dok još veći broj biva ozlijeđen. To pokazuje veličinu i značaj problema sigurnosti u prometu. Generalna skupština Ujedinjenih naroda proglasila je razdoblje od 2011. do 2020. „desetljećem akcije cestovne sigurnosti“, što dodatno potvrđuje ozbiljnost situacije.

Republika Hrvatska, kao članica Ujedinjenih naroda, aktivno sudjeluje u tom projektu i putem Nacionalnog programa sigurnosti cestovnog prometa nastoji smanjiti broj poginulih za pedeset posto u navedenom razdoblju, čime bi se znatno poboljšala sigurnost prometa u zemlji. Razina sigurnosti prometa na cestama odražava kvalitetu prometnog sustava, što je rezultat mnogobrojnih faktora, uključujući čimbenike poput sudionika u prometu, stanja cesta te tehničke ispravnosti vozila. Ključni preduvjet za smanjenje broja prometnih nesreća i osiguranje sigurnosti u prometu leži u odgovornom korištenju modernih i tehnički ispravnih vozila.

Cilj diplomskog rada je identificirati specifičnosti ovih nesreća te analizirati njihove karakteristike kako bi se moglo provesti kvalitetno istraživanje i utvrditi pouzdane zaključke. U Republici Hrvatskoj, kao i u mnogim drugim zemljama, brzina vozila često je glavni uzrok prometnih nesreća. Npropisna brzina ili neprilagođena vožnja uvjetima na cesti mogu dovesti do ozbiljnih posljedica, uključujući ozljede i smrt sudionika u prometu. Naslov diplomskog rada jest: Utjecaj brzine kretanja vozila na mogućnosti nastanka prometnih nesreća.

Rad je podijeljen u sedam poglavlja:

1. Uvod
2. Čimbenici sigurnosti cestovnog prometa
3. Zakonska regulativa u području određivanja brzina kretanja vozila
4. Brzina kao uzročnik nastanka prometnih nesreća
5. Ispitivanje korelacije između brzine i nastanka prometnih nesreća
6. Analiza dobivenih rezultata i prijedlog mjera za prevenciju nastanka prometnih nesreća
7. Zaključak

U drugom poglavlju razmatraju se ključni čimbenici koji utječu na sigurnost u prometu, uključujući vozača, vozilo i cestu. Svaka od podsekcija (čovjek, vozilo, cesta) koristi se za pružanje uvida u ulogu svakog od tih elemenata u prevenciji prometnih nesreća.



Treće poglavlje istražuje zakonodavstvo koje regulira brzinu kretanja vozila, s naglaskom na mjere i nacionalne programe sigurnosti.

U četvrtom poglavlju fokus je na brzini kao faktoru koji doprinosi prometnim nesrećama. Opisuju se karakteristike brzine i njezina povezanost s nesrećama.

U petom poglavlju ispituje se korelacija između brzine i mogućnosti nastanka prometnih nesreća, to jest u ovom dijelu provodi se analiza statističke povezanosti između brzine i učestalosti prometnih nesreća, koristeći se Pearsonovim koeficijentom.

U šestom poglavlju rezultati istraživanja se prezentiraju i analiziraju kako bi se dobili zaključci.

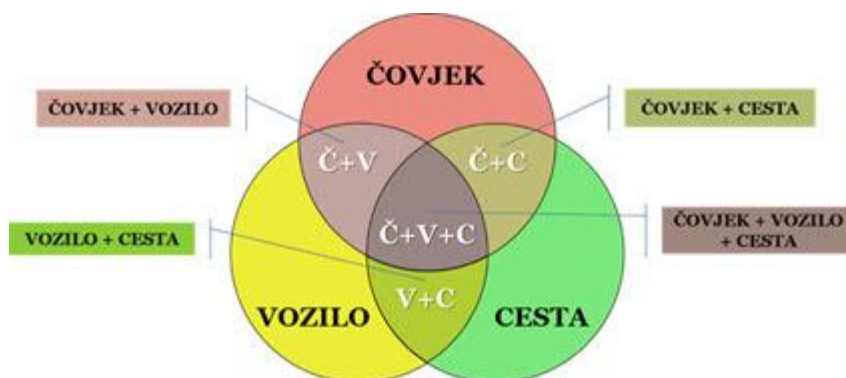
U zaključku se sumiraju ključni rezultati istraživanja i izvode zaključci o vezi između brzine i prometnih nesreća. Na kraju je popis korištene literature i izvora.

## 2. ČIMBENICI SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA

Cestovni promet predstavlja vitalnu komponentu suvremenog društva, čiji se značaj i kompleksnost neprestano razvijaju. Kroz napredak prometnih sustava, svijet postaje sve povezaniji, olakšavajući putovanja i potičući ekonomski razvoj. Svaki dan, sve veći broj korisnika pridružuje se mreži cestovnog prometa, privučen njegovom praktičnošću i dostupnošću. U prometu sudjeluje raznolika skupina vozača, svaki sa svojim jedinstvenim karakteristikama, iskustvom i obrazovanjem. Osim toga, brojne vrste vozila kreću se različitim cestovnim površinama pod različitim atmosferskim uvjetima, dodatno doprinoseći kompleksnosti prometnog sustava.

Znanost o prometu teži razumjeti i analizirati ove mnogobrojne čimbenike koji utječu na sigurnost i učinkovitost prometa. Kroz svoj pristup, ističe tri ključna podsustava koji čine srž cestovnog prometa: čovjeka, vozilo i cestu. Čovjek, kao vozač, predstavlja vitalnu kariku u prometnom sustavu. Njegove psihofizičke sposobnosti, obrazovanje i iskustvo igraju ključnu ulogu u sigurnosti i učinkovitosti prometa. Vozači se razlikuju po svojim voznim navikama, stavovima i reakcijskim vještinama, što čini važan faktor u analizi prometne sigurnosti. Vozilo, kao drugi ključni element, također utječe na prometni sustav [1].

Tehničko stanje vozila, njegova pouzdanost i performanse imaju izravan utjecaj na sigurnost prometa. Kvaliteta održavanja i primjena sigurnosnih sustava igraju ključnu ulogu u smanjenju rizika na cestama. Naposljetku, cesta predstavlja prostorni okvir unutar kojeg se odvija promet. Kvaliteta cestovne infrastrukture, signalizacija i pravila prometovanja igraju ključnu ulogu u osiguravanju sigurnosti i fluidnosti prometa. Međusobno djelovanje ovih triju podsustava može se najlakše prikazati kroz Vennov dijagram, naglašavajući njihovu međuovisnost i kompleksnost koji je prikazan na slici 1 [2].



Slika 1. Vennov dijagram zavisnosti čimbenika čovjek-vozilo-cesta, [2]

Vennov dijagram pruža zanimljiv uvid u strukturu cestovnog prometa, razdvajajući ga na mehanički sustav, koji uključuje vezu „vozilo-cesta“, i biomehanički sustav, koji uključuje veze „čovjek-cesta“ i „čovjek-vozilo“. U pogledu sigurnosti cestovnog prometa, prostor u kojem se

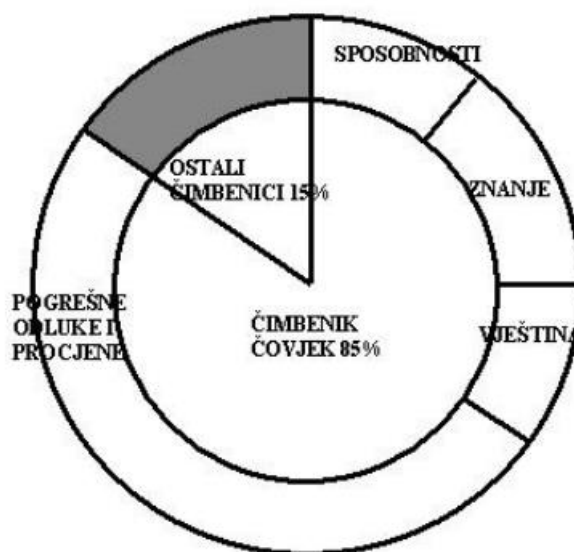
svi ovi podsustavi preklapaju pokazuje se kao najznačajniji. To sugerira da unapređenje samo jednog od elemenata neće značajno poboljšati sigurnost; umjesto toga, napredak zahtijeva kolektivno poboljšanje svih podsustava. Gledajući na ove podsustave kao skupove elemenata koji su međusobno povezani, možemo zaključiti da vozač u ovom sustavu obavlja funkciju upravljanja.

On upravlja vozilom, koje je objekt upravljanja, dok cesta djeluje kao izvor informacija na temelju kojih se definira stanje sustava. Tijekom vožnje, vozač prima informacije od vozila i okoline putem ceste. Te informacije obrađuje, procjenjuje i na temelju njih donosi odluke. Nakon što donese odluku, vozač počinje reagirati putem odgovarajućih komandnih uređaja u vozilu, kao što su upravljač, kočnice ili gas. Na primjer, preklapanje između skupa elemenata „čovjek“ i „vozilo“ može predstavljati aspekte kao što su vozačeva svijest o sigurnosnim značajkama vozila ili utjecaj vozačevih osobnih karakteristika na način vožnje.

Vozač aktivno utječe na vozilo i njegovo kretanje, stvarajući ciklus koji se ponavlja jer svaka nova situacija na cesti pruža vozaču nove informacije. Ovaj kružni proces naglašava stalnu interakciju između vozača i vozila tijekom vožnje. Osim osnovnih čimbenika sigurnosti cestovnog prometa - čovjeka, vozila i ceste, važno je razmotriti i dva dodatna čimbenika: promet na cesti i incidentne čimbenike. Ti dodatni čimbenici su bitni jer osnovni podsustavi ne obuhvaćaju sve faktore koji mogu utjecati na cjelokupni prometni sustav, poput upravljanja prometom ili nepredvidivih atmosferskih uvjeta. Stoga, umjesto tri, sigurnost cestovnog prometa postaje funkcija pet čimbenika koji tvore cjeloviti sustav cesta, čovjek, vozilo, incidentni čimbenici, promet na cesti.

## **2.1. Čovjek kao vozač u prometnom sustavu**

Čovjek promatran kao vozač u prometu koristi svoja osjetila kako bi primio informacije o stanju na cesti, te uzimajući u obzir svoje vozilo i prometne propise, određuje način vožnje. Među svim faktorima koji utječu na sigurnost u prometu, uloga čovjeka je najznačajnija. Čovjekova uloga u prometnim nesrećama, prema dosadašnjim procjenama, iznosi čak 85%, a uzroci koji dovode do takvih događaja povezani su s različitim faktorima koji utječu na ljudsko ponašanje u prometu [3].



Slika 2. Uloga čovjeka kao vozač u prometnom sustavu, [3]

Postoje značajne varijacije u ponašanju vozača u različitim situacijama, a ta ponašanja ovise o različitim faktorima kao što su stupanj obrazovanja, zdravstveno stanje, starost, temperament, moralni principi, osjećaji, inteligencija i drugi slični čimbenici. Način vožnje i reakcije vozača uvelike ovise o [3]:

**a) Osobnim karakteristikama vozača, kao što su iskustvo u vožnji, navike, stavovi prema sigurnosti i odgovornost prema drugim sudionicima u prometu.**

Osobnost predstavlja kompleksnu cjelinu svih osobina, svojstava i ponašanja koja čine jedinstvenu individualnost svakog pojedinca unutar određene društvene zajednice. Psihički stabilna i skladno razvijena osoba ključni je preduvjet za uspješno i sigurno sudjelovanje u prometu. Sposobnosti su kombinacija prirodnih i stečenih uvjeta koji omogućuju izvođenje određenih aktivnosti. Kod vozača, sposobnosti se manifestiraju kroz brzo reagiranje, uočavanje situacija u okolini, efikasno rješavanje problema i sl. Stajališta vozača prema vožnji rezultat su odgoja u obitelji, školi, društvu i drugim okolnostima. Mogu biti privremena ili trajna i oblikovana su kroz životna iskustva.

Temperament je urođena osobina koja određuje način mobilizacije psihičke energije kojom osoba raspolaže. Razlikujemo koleričan, sangvinik, melankoličan i flegmatičan temperament. Za profesionalne vozače nisu pogodni kolerici ni flegmatični tipovi. Osobne crte su specifične karakteristike pojedinca zbog kojih reagira na različite situacije na sličan način. Neki od znakovitih crta uključuju samopouzdanje, samokritičnost, agresivnost, dominacija, upornost i marljivost. Znanje se očituje u moralu pojedinca i njegovom odnosu prema ljudima te poštivanju društvenih normi i radu. Oblikuje se pod utjecajem odgoja i životnog iskustva. Sve

spособnosti čovjeka uglavnom se razvijaju do 18. godine, a do 30. ostaju uglavnom nepromijenjene.

Nakon toga, dolazi do blagog pada sposobnosti, koji se ubrzava od 50. godine života. Smatra se da je donja granica sigurne vožnje oko 65. godine. Proces starenja i njegove posljedice od velike su važnosti za sigurnost u prometu, budući da se smanjuju mentalne i fizičke sposobnosti, što može utjecati na sposobnost vožnje i reakcije u prometnim situacijama.

**b) Psihofizičkim osobinama čovjeka, uključujući reakcijsko vrijeme, koncentraciju, sposobnost procjene situacija i brzine, kao i emocionalnu stabilnost.**

Psihofizičke osobine vozača igraju ključnu ulogu u tome kako se nosimo s tim izazovima i kako utječemo na sigurnost prometa. Kroz funkcije naših osjetila - vida, sluha, ravnoteže, mirisa i mišića - oblikuje se naša percepcija okoline i naše sposobnosti da reagiramo na situacije u vožnji. Osjet vida, s pravom smatran najvažnijim za vozača, omogućuje nam da razlikujemo boje semafora, prepoznamo prometne znakove ili uočimo pješake na pločniku. Više od 95% odluka koje donosimo tijekom vožnje proizlazi iz vizualnih informacija. Uz to, sposobnost prilagodbe na različite razine osvjetljenja ili razlikovanje boja u prometnoj situaciji može biti presudna u izbjegavanju nesreća.

Osjet sluha, iako manje važan od vida, ima svoju ulogu u vožnji. Zvukovi kočenja ili trube drugih vozila mogu biti upozorenje na opasnost, a sposobnost prepoznavanja tih zvukova može pomoći u donošenju brzih i ispravnih odluka tijekom vožnje. Osjet ravnoteže, posebno važan za vozače motocikala, omogućuje nam da održimo stabilnost vozila u različitim uvjetima vožnje. Mogućnost prepoznavanja nagiba ceste ili osjećaj ubrzanja i usporavanja ključni su za sigurno manevriranje vozilom. Mišićni osjet pruža nam informacije o vanjskim silama koje djeluju na vozilo, poput pritiska na kočnicu ili ubrzanja [3].

To nam omogućuje da prilagodimo svoje ponašanje u vožnji i održimo kontrolu nad vozilom u različitim situacijama. Osjet mirisa, iako rijetko koristi u vožnji, može biti koristan u otkrivanju problema s vozilom, poput pregrijavanja motora ili istrošenih kočnica. Sigurnost u prometu ovisi o mnogim čimbenicima, a jedan od najvažnijih su psihofizičke i mentalne sposobnosti vozača. Ovi aspekti vozačeve osobnosti imaju ključnu ulogu u njegovoj sposobnosti da upravlja vozilom na siguran i odgovoran način. Psihofizičke sposobnosti vozača obuhvaćaju funkcije organa osjeta, psihomotoričke sposobnosti i mentalne sposobnosti. Organi osjeta, kao što su vid, sluh, ravnoteža i mišićni osjet, omogućuju vozaču da percipira okolinu i brzo reagira na promjene u prometnom okruženju. Brzina reagiranja, brzina izvođenja pokreta te sklad pokreta i opažanja su ključne psihomotoričke sposobnosti koje utječu na sposobnost vozača da kontrolira vozilo u različitim prometnim situacijama.

**c) Mentalne sposobnosti, poput mišljenja, pamćenja, inteligencije i učenja, omogućuju vozaču da donosi brze i pravilne odluke u prometu.**

Važno je istaknuti da su ove sposobnosti podložne promjenama tijekom života. Na primjer, brzina reagiranja može se smanjiti s godinama, dok obrazovanje i iskustvo mogu poboljšati

mentalne sposobnosti vozača. Stoga je kontinuirana edukacija i svjesnost o važnosti psihofizičkih i mentalnih sposobnosti ključna za sigurnost u prometu.

**d) Obrazovanju i kulturi, jer obrazovanje može utjecati na razumijevanje prometnih pravila i propisa, dok kultura može oblikovati stavove prema sigurnosti u prometu i oblikovati ponašanje u različitim prometnim situacijama.**

Obrazovanje i kultura također igraju značajnu ulogu u prometu. Vozači koji su educirani i imaju razvijenu svijest o prometnim propisima i pravilima ponašanja, poštuju pravila ceste i odgovorno se ponašaju prema drugim sudionicima u prometu. Obrazovanjem se stječe znanje o prometnim propisima, pravilnom kretanju vozila i vlastitim sposobnostima, što doprinosi sigurnosti u vožnji.

## **2.2. Vozilo u prometnom sustavu**

Sigurnost u prometu predstavlja kompleksan skup faktora među kojima igraju ključnu ulogu i tehničke karakteristike samih vozila. Iako se često podcjenjuje, tehnički nedostaci vozila često su uzrok prometnih nesreća. Prema statističkim podacima, za 3 do 5% prometnih nesreća smatra se da su uzrokovane tehničkim nedostacima na vozilima. No, taj postotak može biti i veći, budući da se pri očevidu nakon prometne nesreće uvijek ne mogu u potpunosti odrediti specifični parametri vozila koji su uzrokovali nesreću. Elementi vozila koji imaju ključnu ulogu u sigurnosti mogu se podijeliti na aktivne i pasivne.

**a) Aktivni elementi sigurnosti vozila su ona tehnička rješenja čija je zadaća smanjiti mogućnost nastanka prometnih nesreća.**

Ovi elementi djeluju preventivno, sprječavajući situacije koje bi mogle dovesti do nesreće ili ozljeda. Među njih spadaju:

- Kočnice: Efikasne kočnice su ključne za brzo zaustavljanje vozila i kontrolu brzine, čime se smanjuje rizik od sudara.
- Upravljački mehanizam: Precizan i osjetljiv upravljač omogućuje vozaču lako manevriranje vozilom i brzo reagiranje na prometne situacije.
- Pneumatici: Kvalitetni pneumatici s pravilnim tlakom osiguravaju optimalno prianjanje na cestu, što je ključno za kontrolu vozila u svim uvjetima vožnje.
- Svjetlosni i sigurnosni uređaji: Ispravni svjetlosni sustavi osiguravaju dobru vidljivost i signalizaciju drugim sudionicima u prometu, smanjujući rizik od sudara.
- Uređaji koji povećavaju vidno polje vozača: Ogledala, kamere za vožnju unatrag i sustavi upozorenja na mrtve kutove poboljšavaju preglednost okoline i smanjuju rizik od sudara.
- Konstrukcija sjedala: Ergonomski dizajnirana sjedala pružaju udobnost i podršku vozaču tijekom vožnje, smanjujući umor i povećavajući koncentraciju.

- Usmjerivači zraka: Usmjeravanje zraka unutar vozila može poboljšati kvalitetu zraka u kabini, smanjujući umor i povećavajući udobnost vozača.
- Uređaji za grijanje, hlađenje i provjetravanje unutrašnjosti vozila: Osiguravaju ugodnu temperaturu u vozilu, što doprinosi udobnosti i koncentraciji vozača.
- Vibracije i buka: Pravilno upravljane vibracije i buka mogu pomoći u upozorenju vozača na opasnosti ili promjene u prometnoj situaciji.

Svi ovi aktivni elementi zajedno doprinose sigurnosti vozača i ostalih sudionika u prometu tako što omogućuju bolju kontrolu nad vozilom i smanjuju rizik od nesreća. Kvalitetna konstrukcija i održavanje ovih elemenata ključni su za osiguravanje sigurnosti u prometu i zaštite života i imovine. Stoga je važno redovito održavati vozilo i provjeravati ispravnost svih aktivnih elemenata sigurnosti kako bi se smanjio rizik od nezgoda i osigurala sigurna vožnja za sve sudionike u prometu [3].

Osim navedenih, u aktivne elemente sigurnosti mogu se svrstati i napredni sustavi za pomoć u vožnji (Advanced Driver Assistance Systems-ADAS), u koje spadaju [4]:

- Automatska duga svjetla
- Sustav praćenja mrtvog kuta
- Sustav upozorenja u slučaju umora ili smanjene koncentracije
- Automatski sustav kočenja u nuždi
- Pomoć za zadržavanje vozila u prometnom traku
- Inteligentna pomoć za kontrolu brzine
- Sustav za pomoć prilikom vožnje unatrag
- Signal za kočenje u nuždi

#### **b) Pasivni elementi sigurnosti vozila igraju ključnu ulogu u zaštiti života i smanjenju ozljeda putnika u slučaju prometnih nesreća.**

Ovi elementi su dizajnirani da apsorbiraju energiju sudara i osiguraju što manju štetu u slučaju nezgode. Među njih spadaju [3]:

- Karoserija vozila: Karoserija je osnovna struktura vozila koja pruža zaštitu putnicima. Nova vozila često imaju samostalnu konstrukciju karoserije s namjerom da se energija sudara raspodijeli na različite dijelove vozila, čime se smanjuju ozljede putnika. Prednji, srednji i stražnji dio karoserije imaju različite funkcije i strukture kako bi se osigurala maksimalna sigurnost.
- Vrata: Vrata moraju biti čvrsta i dizajnirana tako da sprječavaju savijanje karoserije u slučaju sudara. Također, trebaju imati sustav blokiranja koji sprječava otvaranje vrata tijekom sudara, ali omogućava brzo otvaranje u slučaju potrebe za spašavanjem putnika.

- Sigurnosni pojasevi: Sigurnosni pojasevi su ključni za sprječavanje ozljeda tijekom sudara. Oni zadržavaju putnike na mjestu i sprječavaju udar glave i prsnog koša u unutrašnjost vozila. Korištenje sigurnosnih pojaseva smanjuje broj teških ozljeda i smrtnih slučajeva u prometnim nesrećama.
- Nasloni za glavu: Nasloni za glavu su dizajnirani da podrže glavu i vrat putnika tijekom sudara, sprječavajući ozljede vratnih kralježaka.
- Vjetrobranska stakla i ogledala: Vjetrobranska stakla i ogledala trebaju biti dizajnirani tako da smanje rizik od ozljeda glave i lica u slučaju sudara. Koriste se posebni materijali i tehnologije kako bi se osigurala čvrstoća i sigurnost ovih komponenti.
- Položaj motora, spremnika goriva, rezervnog kotača i akumulatora: Položaj ovih komponenti utječe na raspodjelu energije sudara i sigurnost putnika. Motor se često smješta u prednji dio vozila kako bi apsorbirao energiju sudara, dok se spremnik goriva mora čvrsto pričvrstiti i biti odvojen od putničkog prostora.
- Odbojnici: Odbojnici su dizajnirani da apsorbiraju energiju sudara i smanje štetu na vozilu i putnicima. Koriste se posebni materijali i tehnologije kako bi se osigurala maksimalna učinkovitost ovih komponenti.
- Sigurnosni zračni jastuk: Sigurnosni zračni jastuk automatski se aktivira tijekom sudara i pruža dodatnu zaštitu putnicima. On je dizajniran da apsorbira energiju sudara i smanji ozljede glave i vrata.

### 2.3. Cesta u prometnom sustavu

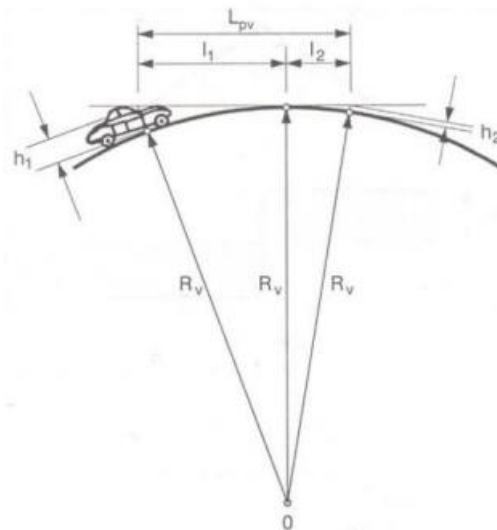
Prema statistikama o prometnim nesrećama u Hrvatskoj, ceste su odgovorne za 7 do 9% nesreća, često zbog tehničkih nedostataka koji proizlaze iz lošeg projektiranja i izgradnje cesta. Greške u dimenzioniranju i konstrukciji ceste tijekom projektiranja mogu biti ključni uzroci nesreća. Elementi koji čine cestu kao čimbenik sigurnosti prometa uključuju trasu ceste, tehničke elemente ceste, stanje kolnika, opremu ceste, cestovnu rasvjetu, raskrižja, bočne zapreke te održavanje ceste. Pri planiranju trase ceste, ključno je uzeti u obzir smjer i visinski položaj ceste kako bi se osigurala potpuna sigurnost tijekom vožnje [5]. Trasa se sastoji od različitih elemenata poput pravaca, zavoja i prijelaznih krivina, koji moraju biti pažljivo odabrani kako bi vozačima pružili stabilno iskustvo vožnje.

Nagla promjena brzine može dovesti do nesreća, stoga je važno da trasa omogućí jednoličnu brzinu kretanja vozila. Kod projektiranja zavoja, treba voditi računa da zavoji malog polumjera ne dolaze neposredno nakon dugih pravaca, jer takvi neočekivani zavoji mogu iznenaditi vozače i pridonijeti prometnim nesrećama. Duljine pravaca i zavoja trebaju biti uravnotežene, a prijelazne krivine se koriste kako bi se postupno prešlo s pravca na zavoj, smanjujući time silu koja djeluje na vozilo i vozače [5]. Psihološka sigurnost vozača također je



bitan faktor i ovisi o tome kako okolina utječe na vozača. Pravilno oblikovanje terena duž trase ceste, uključujući kosine, nasipe, zasjekline i sadnju raslinja, može doprinijeti osjećaju sigurnosti vozača.

Tehnički elementi ceste, poput širine kolnika, broja traka, nagiba ceste te horizontalne i vertikalne preglednosti, također igraju ključnu ulogu u sigurnosti prometa. Idealno, ceste s odvojenim smjerovima i četiri prometne trake pružaju najveću sigurnost, ali se često izvode ceste sa po dva prometna traka. Važnost širine kolnika je neosporna, jer premali kolnici mogu uzrokovati probleme tijekom mimoilaženja, posebno s teškim vozilima [6]. Nagibi ceste trebaju biti pažljivo projektirani kako bi se izbjegle nagla ubrzanja ili usporavanja vozila. Pravocrtni pravci mogu imati negativan utjecaj na sigurnost, izazivajući umor vozača, otežavajući ocjenjivanje udaljenosti između vozila te povećavajući osjećaj nesigurnosti, posebno na nizbrdicama.



Slika 3. Vertikalna preglednost kod konveksnog prijeloma, [5]

Horizontalna i vertikalna preglednost ključni su elementi sigurnosti u cestovnom prometu. Preglednost u zavojima ovisi o promjeru zavoja i prisutnim zaprekama, dok vertikalna preglednost ovisi o vrsti zaobljenja, pri čemu je konkavno zaobljenje sigurnije jer vozaču omogućuje bolji pregled ceste ispred sebe. Promjene preglednosti, posebno tijekom noći, mogu predstavljati rizik, stoga je važno prilagoditi vožnju cesti i osvjetljenju kako bi se održala sigurnost tijekom svih uvjeta vožnje. Stanje kolnika ima izuzetan utjecaj na sigurnost prometa jer je koeficijent trenja između površine ceste i kotača ključan za stabilnost vozila. Oštećenja ili rupe na kolniku smanjuju ovaj koeficijent, povećavajući rizik od klizanja vozila, što rezultira većim brojem prometnih nesreća. Faktori poput kiše, snijega, neravnina i nagiba ceste dodatno mogu smanjiti koeficijent trenja, čime se dodatno povećava opasnost na cesti [3].

Tablica 1. Odnos koeficijenta trenja i broja prometnih nesreća

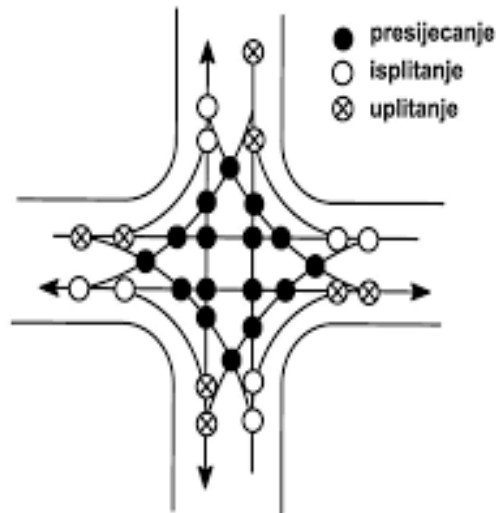
Koeficijent trenja	Prometne nesreće koje nastaju zbog klizanja po čistom i mokrom kolniku
0,80	Nema prometnih nesreća
0,75 - 0,80	Nezgode su rijetke, a nastaju samo zbog greške vozača ili teže greške na vozilu
0,70 - 0,75	Češće nesreće zbog grešaka na vozilu (istrošene gume) ili greške vozača
Manje od 0,70	Uzroci nesreće teško se mogu utvrditi, bilo da su nastale zbog greške na vozilu ili zbog greške vozača

Izvor: [3]

Održavanje optimalne razine koeficijenta trenja ključno je kako bi se spriječile nesreće. Kiša i snijeg posebno mogu uzrokovati opasne uvjete jer stvaraju skliske površine na cesti. Prilikom prvih kiša, prašina i blato se miješaju s vodom, stvarajući iznimno skliski sloj koji značajno smanjuje koeficijent trenja između kotača i ceste. Vozači se moraju prilagoditi tim uvjetima kako bi smanjili rizik od nesreća. Oprema ceste igra ključnu ulogu u sigurnosti prometa, pružajući vozačima važne informacije i upozorenja o stanju na cesti. Bitno je da su prometni znakovi jasno postavljeni kako ne bi zbunjivali vozače i da odražavaju stvarno stanje na cesti [7].

Osim prometnih znakova, oprema ceste uključuje i druge elemente kao što su kolobrani, ograde, živice, smjerokazi, kilometarske oznake, snjegobrani i vjetrobriani, svi s ciljem povećanja sigurnosti prometa. Noću, vidljivost na cesti znatno opada, što predstavlja povećani rizik za sve sudionike u prometu, uključujući pješake i bicikliste. Nedostatak adekvatne rasvjete može rezultirati teškoćama u uočavanju pješaka ili biciklista, što vozačima otežava reakciju na vrijeme i može dovesti do nesreća. Stoga je kvalitetna ulična rasvjeta izuzetno važna jer dokazano smanjuje broj prometnih nesreća za 30 do 35 posto u usporedbi s cestama s lošom ili bez rasvjete. Iako rasvjeta na cestama izvan naselja obično nije potrebna, važno je postaviti je na kritičnim mjestima poput pješačkih prijelaza i raskrižja.

Dobra rasvjeta treba osigurati sigurnu vožnju za sve sudionike u prometu te doprinosti udobnosti vožnje, smanjenju umora vozača i ravnomjernom raspoređivanju prometa tijekom 24 sata. Raskrižja su ključne točke u cestovnoj mreži gdje se različiti prometni tokovi spajaju, razdvajaju, križaju ili prepliću. Budući da su raskrižja mjesta s visokim rizikom od nesreća, važno je osigurati dobru preglednost. Idealno rješenje su raskrižja u razini ili više razina, ali često takva rješenja nisu izvediva zbog financijskih ograničenja ili tehničkih poteškoća [6]. U tim situacijama važno je planirati raskrižja s minimalnim brojem konfliktnih točaka.



Slika 4. Konfliktne točke četverokrakog raskrižja, [8]

Na primjer, u klasičnom četverokrakom raskrižju postoji 32 točke konflikta, pri čemu posebnu opasnost predstavljaju vozila koja skreću lijevo. Stoga je važno odvojiti trake za lijevo skretanje kako bi se smanjio rizik od nesreća [8]. Postavljanje bočnih zapreka blizu ruba kolnika može imati negativan utjecaj na sigurnost prometa. Osim što smanjuju preglednost u zavojima, mogu izazvati i psihološki stres kod vozača, posebno kada se približe ili pređu u suprotni trak. Veliki broj nesreća događa se kada vozila udare izravno u takve zapreke koje se nalaze u neposrednoj blizini ruba kolnika. Čak trećina takvih sudara rezultira ozljedama ili smrću sudionika.

Istraživanja su pokazala da je broj nesreća znatno veći kada su zapreke smještene na udaljenosti od 0,3 do 1,5 metara od ruba kolnika, a još veći ako su bliže od 0,3 metra. Na bankinama stoga ne bi trebalo postavljati stalne ili privremene zapreke poput ograda, drveća, telefonskih stupova ili reklamnih ploča. U pogledu održavanja cesta, organizirane su specijalizirane službe kako bi se osiguralo nesmetano odvijanje prometa. Njihova je zadaća očuvati i održavati postojeće ceste u takvom stanju da promet može teći sigurno i bez prekida. Održavanje cesta može se podijeliti na redovito i izvanredno. Redovito održavanje obuhvaća kontinuirane aktivnosti tijekom cijele godine, dok se izvanredno održavanje odnosi na veće projekte koji se dugoročno planiraju ili na intervencije izazvane neočekivanim događajima poput odrona ili klizišta. Aktivnosti redovitog održavanja uključuju radove na kolniku, donjem ustroju ceste, odvodnji, vegetaciji, opremi ceste, mostovima i tunelima te potpornim i obložnim zidovima. Osim toga, održavanje ceste zimi također je bitan dio redovitih aktivnosti kako bi se osigurala sigurnost prometa u svim vremenskim uvjetima.

## **2.4. Incidentni čimbenik**

Incidentni čimbenici su oni koji se pojavljuju na neočekivan i nesustavan način. Dok se osnovni čimbenici ponašaju u skladu s predvidljivim pravilima, za potpunu analizu međusobnog utjecaja čimbenika na sigurnost cestovnog prometa važno je uzeti u obzir i incidentne čimbenike. Pod incidentnim čimbenicima mogu se ubrojiti atmosferske prilike, nečistoće na cesti, divljač i slično. Ovi čimbenici mogu značajno utjecati na sigurnost prometa. Atmosferske prilike poput magle, vjetra, kiše, snijega, poledice, promjenjivog atmosferskog tlaka, visokih temperatura i utjecaja sunca mogu imati velik utjecaj na sigurnost prometa. Pod njihovim utjecajem, vidljivost na cesti može biti smanjena, prijanjanje između pneumatika i kolnika može se smanjiti, što rezultira produljenjem zaustavnog puta vozila te stvaranjem drugih opasnosti koje mogu pridonijeti nastanku prometnih nesreća.

## **2.5. Uzroci nastanka prometnih nesreća**

Analizirajući dostupne podatke, najčešći uzroci prometnih nesreća su pogreške koje čine sudionici u prometu, što ukazuje na ljudski faktor kao glavni uzrok. Većina tih pogrešaka pripisuje se vozačima, dok se zatim javljaju i pješaci kao izvor nesreća, dok manji broj nesreća proizlazi iz neočekivanih opasnosti ili iznenadnih kvarova vozila. Najčešće pogreške vozača uključuju neprilagođenu brzinu uvjetima, nepoštivanje prava prednosti, nepropisno kretanje unatrag te nedovoljno držanje razmaka. Stoga je ključno posvetiti posebnu pažnju razumijevanju uzroka tih pogrešaka i sustavno tražiti rješenja kako bi se smanjio broj takvih slučajeva na najmanju moguću mjeru.

Tablica 2. Prometne nesreće nastale zbog pogreške vozača, pješaka ili ostalih uzroka u 2022. godini, [9]

Pogreške		Prometne nesreće					
		ukupno	%	s poginulima	%	s ozlijeđenima	%
Pogreške vozača	Nepropisna brzina	745	2,3	12	4,9	348	3,6
	Brzina neprimjerena uvjetima	6.189	19,0	97	39,9	2.776	28,4
	Vožnja na nedovoljnoj udaljenosti	2.076	6,4			732	7,5
	Zakašnjelo uočavanje opasnosti	208	0,6	3	1,2	97	1,0
	Nepropisno pretjecanje	656	2,0	13	5,3	246	2,5
	Nepropisno obilaženje	587	1,8			58	0,6
	Nepropisno mimoilaženje	570	1,8			52	0,5
	Nepropisno uključanje u promet	1.423	4,4	2	0,8	405	4,1
	Nepropisno skretanje	1.429	4,4	5	2,1	346	3,5
	Nepropisno okretanje	182	0,6			32	0,3
	Nepropisna vožnja unazad	2.996	9,2	3	1,2	184	1,9
	Nepropisno prestrojavanje	701	2,2	1	0,4	114	1,2
	Nepoštivanje prednosti prolaza	4.005	12,3	12	4,9	1.627	16,7
	Nepropisno parkiranje	176	0,5			3	0,0
	Naglo usporavanje-kočenje	47	0,1			24	0,2
	Nepoštivanje svjetlosnog znaka	482	1,5	6	2,5	171	1,8
	Neosiguran teret na vozilu	77	0,2			6	0,1
	Nemarno postupanje s vozilom	706	2,2	2	0,8	104	1,1
	Ostale pogreške vozača	2.993	9,2	21	8,6	696	7,1
	Nepropisno kretanje vozila na kolniku	3.952	12,1	52	21,4	1.158	11,9
<b>UKUPNO</b>	<b>30.200</b>	<b>92,7</b>	<b>229</b>	<b>94,2</b>	<b>9.179</b>	<b>94,0</b>	
Pogreške pješaka	Nepoštivanje svjetlosnog znaka	136	0,4			72	0,7
	Nekorište.obilježenog pješ.prijel.	74	0,2	2	0,8	61	0,6
	Nekorištenje pothodnika	2	0,0			1	0,0
	Ostale pogreške pješaka	128	0,4	3	1,2	115	1,2
	<b>UKUPNO</b>	<b>340</b>	<b>1,0</b>	<b>5</b>	<b>2,1</b>	<b>249</b>	<b>2,6</b>
Ostali uzroci	Neočekivana pojava opasnosti	601	1,8	1	0,4	53	0,5
	Iznenadni kvar vozila	44	0,1			12	0,1
	Ostalo	1.376	4,2	8	3,3	269	2,8
	<b>UKUPNO</b>	<b>2.021</b>	<b>6,2</b>	<b>9</b>	<b>3,7</b>	<b>334</b>	<b>3,4</b>
<b>SVEUKUPNO</b>		<b>32.561</b>	<b>100,0</b>	<b>243</b>	<b>100,0</b>	<b>9.762</b>	<b>100,0</b>

### 2.5.1. Pojmovno definiranje prometne nesreće

Prometna nesreća je događaj na cesti koji uključuje barem jedno vozilo u pokretu i rezultira barem jednom ozlijeđenom ili poginulom osobom ili uzrokuje materijalnu štetu, ili je rezultiralo smrću unutar 30 dana od nesreće. Ne smatra se prometnom nesrećom kada radno vozilo, radni stroj, motokultivator, traktor ili zaprežno vozilo, krećući se po nerazvrstanoj cesti ili pri obavljanju radova u pokretu, sleti s nerazvrstane ceste, prevrne se ili udari u prirodnu prepreku, a pri tome nema sudjelovanja drugog vozila ili pješaka, te kada to ne prouzrokuje

štetu drugoj osobi [10]. Definicija smrtno stradalih u prometnim nesrećama varira od zemlje do zemlje.

Prema Bečkoj konvenciji o cestovnom prometu (1968.), smrtno stradalom osobom u prometu smatra se osoba koja je ozlijeđena u prometnoj nesreći i umrla je od posljedica te nesreće u roku od najviše 30 dana od njenog nastanka. Međutim, neke zemlje koriste druge definicije. Prometna kultura i obrazovanje igraju ključnu ulogu u smanjenju broja prometnih nesreća te stvaranju sigurnijeg prometnog okruženja za sve sudionike u prometu. Primjerice, u Hrvatskoj, Njemačkoj, Nizozemskoj, Švicarskoj i Velikoj Britaniji, osoba se smatra poginulom u prometnoj nesreći ako umre „na licu mjesta“ ili unutar 30 dana od posljedica nesreće.

Francuska i Italija uključuju u statistiku osobe koje umru unutar jednog tjedna, Austrija unutar tri dana, dok Španjolska uzima vremenski period od jednog dana. U Belgiji i Portugalu, statistički se registriju kao poginule osobe samo one koje umru na mjestu nesreće ili pri prijevozu u bolnicu, dok u SAD-u sve osobe koje umru tijekom jedne godine nakon nastanka nesreće ulaze u statistiku. Prema Bečkoj konvenciji, prometna nesreća s ozlijeđenim osobama je slučaj u kojem sudjeluje vozilo u pokretu na javnoj cesti, a u kojoj je ozlijeđen sudionik u prometu (ljudsko biće ili životinja).

Međutim, razlike u tumačenju ovog pojma postoje među zemljama. Na primjer, u Kini se prometnom nesrećom ne smatra incident na pružnom prijelazu (gdje je uključeno šinsko vozilo), dok u Meksiku statistika obuhvaća samo prometne nesreće na državnim cestama, što čini samo 30% ukupnog broja smrtno stradalih u cestovnom prometu u toj zemlji. Usklađivanje ovih definicija i statistika među zemljama ključno je za dobivanje objektivnih i usporedivih podataka o prometnim nesrećama i njihovim posljedicama. To bi omogućilo bolje razumijevanje problema te razvoj učinkovitijih mjera prevencije i sigurnosti u cestovnom prometu.

### **2.5.2. Vrste prometnih nesreća**

Prometne nesreće su kompleksni i opsežni događaji na cestama koji se mogu podijeliti prema različitim kriterijima. Te podjele mogu obuhvatiti lokaciju gdje su se dogodile, vrijeme kada su se dogodile (danju ili noću), posljedice koje su proizašle iz njih, način na koji su se dogodile, uzrok njihovog nastanka i karakteristike same ceste. Prometne nesreće se mogu podijeliti u dvije osnovne kategorije prema mjestu njihovog događanja: unutar naseljenih područja i izvan njih. Naseljena područja su definirana kao prostori uz cestu gdje su smještene zgrade s obje strane, stvarajući izgled ulice, a granice su označene prometnim znakovima.

Prometna nesreća se smatra nesrećom ako rezultira štetom, koja može biti materijalne prirode ili uključivati i ozljede ili smrt sudionika [10]. Materijalna šteta obuhvaća oštećenja vozila i infrastrukture poput prometnih znakova ili opreme na cesti. Oštećenja mogu biti manjih

ili većih razmjera, pri čemu se veća šteta definira kao imovinska šteta preko određenog iznosa, dok su manje štete one ispod tog iznosa. Iako se prema Zakonu o sigurnosti prometa na cestama svi događaji na cesti definiraju kao prometne nesreće, neki stručnjaci iz područja prometa nazivaju događaje u kojima je šteta samo materijalne prirode „prometnim nezgodama“, a ne „prometnim nesrećama“.

Pravi smisao riječi „prometna nesreća“ odnosi se na događaje na cesti u kojima sudionik u prometu trpi ozljede, bilo da su one lake, teške ili smrtonosne. Sudska medicina razlikuje lake tjelesne ozljede kao površinska oštećenja koja se obično tretiraju ambulantno i ne ostavljaju trajne posljedice, kao što su površinske rane, nagnječenja mekih tkiva ili uganuća zglobova. Teške tjelesne ozljede obuhvaćaju značajnija oštećenja koja zahtijevaju bolničko liječenje i mogu ostaviti trajne posljedice, bilo estetske ili u pogledu radne sposobnosti, kao što su prijelomi kostiju, otvorena iščašenja zglobova, ozljede mozga ili drugih vitalnih organa, ozbiljne opekline te unutarnja i vanjska krvarenja koja mogu ugroziti život. Smrtonosne ozljede su one koje rezultiraju neposrednom smrću na mjestu prometne nesreće ili, prema preporukama Svjetske zdravstvene organizacije, najkasnije unutar trideset dana nakon nesreće. Nakon tog vremenskog razdoblja, smatra se da je smrt uzrokovana nekom drugom bolešću. U sudsko-medicinskom kontekstu, smrt u prometnoj nesreći je kompleksan fenomen koji se analizira s obzirom na različite okolnosti i uvjete pod kojima se dogodila. Razumijevanje ovih razlika ključno je za pravilno vrednovanje uzroka i posljedica prometnih nesreća.

Jedan od osnovnih načina klasifikacije smrti u prometnim nesrećama je prema mjestu i vremenu njenog nastanka. Smrt na mjestu prometne nesreće označava trenutačni gubitak života koji se dogodio tijekom same nesreće ili neposredno nakon nje, dok su sudionici još uvijek na lokaciji događaja. Ova vrsta smrti često je povezana s iznenadnim i teškim ozljedama koje su nekompatibilne s daljnjim životom. Smrt u transportu odnosi se na slučajeve u kojima ozlijeđena osoba umre tijekom prevoženja s mjesta nesreće do zdravstvene ustanove gdje bi trebalo biti pruženo liječenje. Ovaj scenarij može ukazivati na ozbiljnost ozljeda koje su pretrpljene u nesreći, kao i na moguće poteškoće u pružanju hitne medicinske skrbi.

Nadalje, smrt u bolnici obuhvaća situacije u kojima ozlijeđena osoba umre tijekom ili nakon što je primljena u bolnicu radi liječenja. Ova kategorija uključuje slučajeve u kojima su ozljede bile toliko teške da su dovele do komplikacija ili višestrukih organa otkazivanja, unatoč naporima medicinskog osoblja da ih stabiliziraju i liječe. Raznolikost prometnih nesreća obuhvaća širok spektar situacija i okolnosti koje mogu rezultirati sudarima i incidentima na cestama. Prometne nesreće se ne mogu ograničiti na jedan specifičan obrazac, već su podložne različitim uzrocima i mehanizmima koji dovode do njihovog nastanka.

Jedan od ključnih aspekata klasifikacije prometnih nesreća je njihov smjer kretanja vozila ili više vozila uključenih u incident. Ova klasifikacija omogućuje bolje razumijevanje dinamike nesreća i posljedica koje mogu proizaći iz različitih situacija na cesti. Na primjer, sudari vozila koja se kreću iz suprotnih smjerova često su povezani s brzinom, neprilagođenom vožnjom ili kršenjem prometnih pravila, što može rezultirati ozbiljnim ozljedama ili čak smrtnim

ishodom. S druge strane, bočni sudari često se događaju na raskrižjima ili prilikom promjene trake, a mogu biti uzrokovani nedostatkom pažnje ili nepropisnim prolaskom.

Sudari prilikom vožnje u slijedu, unatrag ili usporedne vožnje također su česti na cestama, a mogu biti rezultat nedostatka koncentracije, vožnje pod utjecajem alkohola ili droga, ili nepoštivanja pravila prioritarnog prolaska. Sudar vozila s parkiranim vozilom ili udar u objekt na cesti ukazuje na različite situacije u kojima se vozači mogu naći, poput pogrešnog procjenjivanja prostora ili neprilagođene brzine. Naleti na bicikliste, pješake, motocikliste ili mopede često su povezani s nedostatkom pažnje ili nepravilnom vožnjom, a posljedice mogu biti vrlo ozbiljne.

## **2.6. Identifikacija opasnih mjesta**

Da bi se identificirala opasna mjesta na cestovnoj mreži, koristi se statistička analiza podataka o prometnim nesrećama. Ova analiza omogućuje da se lociraju lokacije s većom učestalosti prometnih nesreća od prosjeka na dionicama ili raskrižjima. Ključno je da se usporedu lokacije koje su tehnički slične kako bi se dobili relevantni rezultati. Ove lokacije, koje se nazivaju opasnim mjestima ili crnim točkama, su ključne za sigurnost prometa, a njihovo identificiranje i upravljanje ima dugu tradiciju u prometnom inženjerstvu diljem svijeta. Iako ne postoji standardna definicija opasnog mjesta, može se teoretski definirati kao lokacija s statistički većim brojem prometnih nesreća u usporedbi s lokacijama sličnih prometno-tehničkih karakteristika.

Ova definicija pomaže fokusirati napore na mjesta gdje su intervencije najpotrebnije radi poboljšanja sigurnosti prometa. Opasna mjesta u prometu predstavljaju lokacije na cesti ili dijelovima cesta gdje se događa veći broj prometnih nesreća nego što je prosjek. Ovaj koncept, iako nije jasno definiran zakonom, bitan je za razumijevanje i poboljšanje sigurnosti u prometu. U domaćoj literaturi, takva mjesta često se nazivaju opasne cestovne lokacije ili „crne točke“ prometa [11]. Opasna mjesta mogu se interpretirati na različite načine. Neki autori definiraju ih kao dijelove ceste gdje se događa više prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama i većom materijalnom štetom.

Drugi naglašavaju da su opasne cestovne lokacije mjesta gdje je rizik od prometnih nesreća statistički značajno veći nego na drugim lokacijama. Unatoč raznolikim definicijama, cilj je isti: identificirati i riješiti probleme na ovim opasnim mjestima radi poboljšanja sigurnosti cestovnog prometa. To može uključivati poboljšanje infrastrukture, promjene u regulaciji prometa, edukaciju vozača i druge preventivne mjere. Upravljanje opasnim lokacijama uključuje niz mjera kako bi se smanjio rizik od prometnih nesreća, uključujući poboljšanje infrastrukture, promjene u regulaciji prometa, edukaciju vozača i slično. Postoje različite definicije i pristupi u identifikaciji ovih opasnih mjesta, a svaki od njih nosi sa sobom svoje specifičnosti i izazove.



Jedna od najjednostavnijih metoda identifikacije opasnih mjesta je kroz brojčane definicije. Ovaj pristup temelji se na postavljanju fiksnog kriterija broja prometnih nesreća. Kada se ovaj kriterij premaši, određena lokacija se smatra opasnim mjestom. Ova metoda je jednostavna za primjenu, ali može biti nedovoljno osjetljiva na kontekstualne varijable i specifičnosti pojedinih lokacija. Statističke definicije predstavljaju drugi pristup u identifikaciji opasnih mjesta. Ova metodologija analizira statističke podatke o prometnim nesrećama kako bi identificirala lokacije s većom učestalošću nesreća u odnosu na prosjek ili referentnu vrijednost. Treći pristup, definicije temeljene na predviđanju prometnih nesreća, koriste razne modele predviđanja prometnih nesreća kako bi se procijenio rizik od prometnih nesreća na određenim lokacijama [11].

Ovi modeli uzimaju u obzir različite čimbenike kao što su prometno opterećenje, geometrija ceste, sigurnosne mjere i druge varijable kako bi predvidjeli potencijalne opasnosti. Ova metoda omogućuje preventivno djelovanje, ali zahtijeva složenije analitičke alate i podatke za izradu pouzdanih predikcija. U stvarnosti, kombinacija ovih pristupa često se koristi kako bi se dobila što preciznija slika opasnih mjesta na cestama. Integracija brojčanih definicija, statističke analize i prediktivnih modela omogućuje bolje razumijevanje prometnih rizika i usmjeravanje resursa prema prioritetnim područjima.

Uzimajući u obzir kompleksnost cestovnog prometa i različite varijable koje utječu na sigurnost, važno je kontinuirano razvijati i poboljšavati metodologije identifikacije opasnih mjesta. Ovo će omogućiti efikasnije upravljanje prometnom sigurnošću i smanjenje broja prometnih nesreća, što je ključni cilj svakog prometnog sustava. Drugi primjer definicije temelji se na stopi prometnih nesreća, koja bi mogla glasniti: „Opasno mjesto je bilo koja lokacija, raskrižje, dionica ili zavoj, gdje broj nesreća s ozlijeđenima, na milijun vozila ili kilometar vozila, u periodu od četiri godine, prelazi vrijednost od, na primjer, 0.5“.

Ova definicija uzima u obzir stopu prometnih nesreća u odnosu na prometno opterećenje ili duljinu ceste, pružajući tako kontekstualniji pogled na sigurnosne izazove na određenim lokacijama. Ova metoda identifikacije opasnih mjesta ima svoje ograničenje. Ne uzima u obzir prometno opterećenje lokacije niti uspoređuje promatrane lokacije s drugima sličnih karakteristika kroz statističku analizu kritične razine prometnih nesreća. Također, linearni odnos između prometnog opterećenja i broja prometnih nesreća pretpostavljen u izračunu stope prometnih nesreća ne odražava uvijek stvarnost, budući da je odnos često nelinearan. Ova metoda može biti pristrana prema dionicama manje duljine i s manjim prometnim opterećenjem.

Tvrtka Hrvatske ceste d.o.o. koristi sličnu metodologiju identifikacije opasnih mjesta na svim državnim cestama Republike Hrvatske. Unatoč tome, potrebno je kontinuirano unaprjeđivati metode identifikacije kako bi se povećala njihova preciznost. To bi omogućilo bolje razumijevanje uzroka prometnih nesreća i usmjeravanje resursa na adekvatne mjere za poboljšanje sigurnosti cestovnog prometa. Statistička definicija opasnih mjesta oslanja se na usporedbu registriranog broja prometnih nesreća s očekivanim brojem za određenu lokaciju.

Primjerice, određena lokacija bit će klasificirana kao opasno mjesto ako je broj prometnih nesreća na toj lokaciji veći od kritične razine koja se dobiva statističkim ispitivanjem.

Kritična vrijednost nastanka prometnih nesreća određuje se analizom svake lokacije u usporedbi s drugim lokacijama sličnih karakteristika. Opasno mjesto se identificira ako stopa prometnih nesreća, koja uzima u obzir prometno opterećenje, duljinu lokacije i vremenski period, prelazi definiranu kritičnu razinu. Definicije opasnih mjesta na temelju predviđanja koriste različite modele za procjenu vjerojatnosti nastanka prometnih nesreća. Ovi modeli zahtijevaju velik broj podataka o karakteristikama lokacija koje se promatraju, te se na temelju očekivanog broja nesreća pokušavaju identificirati opasna mjesta. Primjena ovih metoda omogućuje bolje razumijevanje uzroka prometnih nesreća i pravovremeno prepoznavanje lokacija s povećanim rizikom od nesreća.

Upravljanje opasnim mjestima temeljeno na statističkim definicijama i predviđanjima omogućuje preventivne mjere kako bi se smanjio rizik od prometnih nesreća. To može uključivati poboljšanje infrastrukture, primjenu sigurnosnih mjera, promjene u regulaciji prometa te edukaciju vozača. Kroz kontinuirano praćenje i analizu podataka, mogu se identificirati trendovi i donositi informirane odluke za unaprjeđenje sigurnosti prometa na cestama. Empirijska Bayes metoda smatra se jednom od pouzdanijih metoda za predviđanje opasnih mjesta u cestovnom prometu. Ova metoda zahtijeva obilje podataka koji moraju biti potpuno točni kako bi se osigurala zadovoljavajuća točnost predviđanja. Na taj način, kvalitetni podaci ključni su za uspješnu primjenu empirijske Bayes metode u identifikaciji opasnih mjesta [11].

Razmatrajući različite definicije i pristupe identifikaciji opasnih mjesta, moguće je promatrati njihovu kronološku progresiju kao stupnjeve identifikacije opasnih mjesta. Većina zemalja počinje s najjednostavnijim pristupom, poput brojčanih definicija ili metoda, te postupno napreduje kroz složenije pristupe kako se provode sanacije i unaprjeđuju sigurnosne mjere na identificiranim opasnim mjestima. Početak s brojčanim definicijama ili metodama omogućava brzu identifikaciju potencijalno opasnih lokacija na temelju jednostavnih kriterija, poput broja prometnih nesreća. Nakon što se ove lokacije identificiraju, prelazak na statističke definicije ili metode omogućuje dublju analizu prometnih uzoraka i uzroka koji pridonose opasnosti na tim lokacijama. Konačno, implementacija metoda predviđanja opasnih mjesta, poput empirijske Bayes metode, označava napredak u pristupu sigurnosti cestovnog prometa. Ove metode omogućuju proaktivno djelovanje u prepoznavanju i adresiranju potencijalnih opasnih mjesta prije nego što se dogode prometne nesreće.

Kroz ovu kronološku progresiju, zemlje mogu kontinuirano unaprjeđivati svoje strategije za identifikaciju i upravljanje opasnim mjestima te tako poboljšati sigurnost cestovnog prometa za sve sudionike u prometu. Promatrajući postojeću metodologiju koja se koristi za identifikaciju opasnih mjesta na državnim cestama u Republici Hrvatskoj te uzimajući u obzir podatak da su Hrvatske ceste u proteklom desetljeću intervenirale na više od 250 opasnih mjesta, možemo zaključiti da postojeća brojčana metoda identifikacije pokazuje svoju

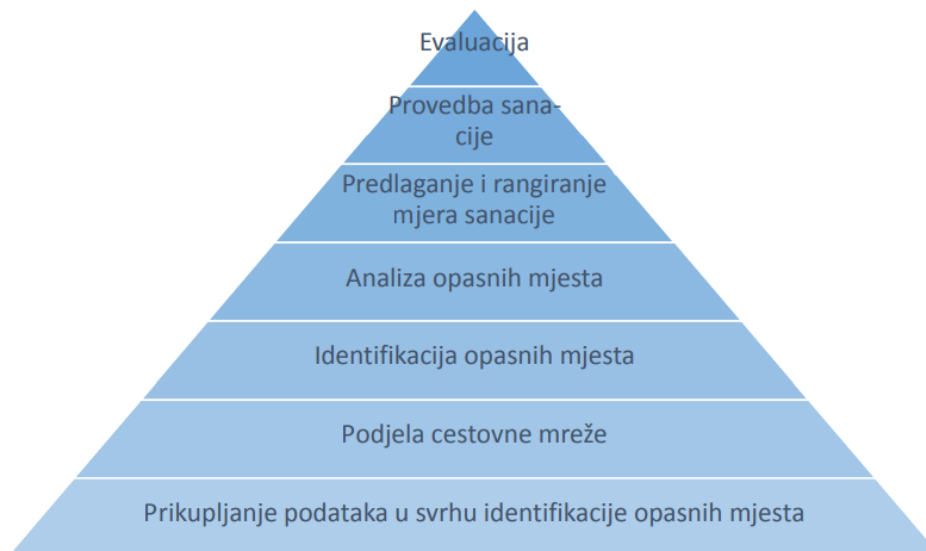
učinkovitost. Međutim, razmatranjem međunarodnih iskustava, jasno je da minimalni broj prometnih nesreća ne može biti standardiziran jer ovisi o različitim elementima kao što su vrsta prometnih nesreća, duljina dionice, vremenski period i drugi.

Većina istraživanja ističe da je nemoguće postaviti jedinstveni minimalni broj prometnih nesreća te da ga je potrebno promatrati u kontekstu općeg stanja sigurnosti cestovnog prometa. Osim toga, minimalni broj prometnih nesreća treba uzeti u obzir u usporedbi s prometnim nesrećama na sličnim lokacijama. U skladu s tim, preporučuje se definiranje modela identifikacije opasnih mjesta koji neće koristiti fiksni kriterij broja prometnih nesreća, već će kritična granica za identifikaciju opasnih mjesta biti varijabilna, ovisno o prometno-tehničkim karakteristikama ceste na kojoj se provodi identifikacija.

Ova prilagodljiva metodologija omogućila bi bolju procjenu rizika na cestama i učinkovitije upravljanje opasnim mjestima. Metodologija za identifikaciju opasnih mjesta u cestovnoj prometnoj mreži mora biti dinamička i prilagodljiva kako bi se mogla uspješno koristiti prema potrebama korisnika, uzimajući u obzir sve dostupne parametre koji su relevantni za identifikaciju opasnih mjesta. Jedna od najpouzdanijih metoda koja zadovoljava ove zahtjeve je metoda Rate Quality Control (RQC), koju koristi mnogo institucija diljem svijeta koje se bave problematikom opasnih mjesta [11].

RQC metoda pokazuje visoku točnost jer se temelji na statističkom testiranju opasnosti svake lokacije u usporedbi s drugim lokacijama sličnih karakteristika. Ova metoda provodi statističko ispitivanje svake lokacije prema pretpostavci da su prometne nesreće rijetki događaji čija se vjerojatnost pojavljivanja može aproksimirati prema Poissonovoj distribuciji [10]. Dinamičko funkcioniranje modela omogućuje identifikaciju opasnih mjesta ne samo prema učestalosti prometnih nesreća, već i prema drugim parametrima, poput opasnih mjesta za teretna vozila, ukoliko su relevantni podaci dostupni u bazi podataka.

Implementacija RQC metode omogućila bi bolju analizu i identifikaciju opasnih mjesta na cestama, uzimajući u obzir različite parametre i dinamično prilagođavajući se potrebama korisnika. Ova metodologija omogućuje preciznije razumijevanje rizika i potencijalnih uzroka prometnih nesreća, što bi rezultiralo učinkovitijim mjerama za poboljšanje sigurnosti cestovnog prometa.



Slika 5. Faze procesa upravljanja opasnim mjestima, [11]

Rate Quality Control (RQC) metoda predstavlja jedan od naprednijih pristupa identifikaciji opasnih mjesta u cestovnom prometu. Ova metoda provodi analizu broja prometnih nesreća i prometnog opterećenja na promatranim lokacijama kako bi odredila kritičnu razinu nastanka prometnih nesreća. Ako stopa prometnih nesreća premaši definiranu kritičnu razinu, to se smatra indikacijom da prometne nesreće na toj lokaciji nisu rezultat slučajnosti, već upućuju na identificirano opasno mjesto. Ovakav pristup modeliranju temelji se na statističkom ispitivanju lokacija prometnih nesreća, što predstavlja logičan korak u razvoju metodologije identifikacije opasnih mjesta. Također, RQC metoda predstavlja prirodan nastavak dosadašnjih brojčanih definicija i metoda koje su se koristile u Republici Hrvatskoj, te se slaže s preporukama i iskustvima međunarodnih istraživanja [11]. U procesu upravljanja opasnim mjestima, identifikacija igra ključnu ulogu, a međunarodne preporuke predlažu proces koji se sastoji od više faza.

Svaka zemlja može prilagoditi ovaj proces vlastitim potrebama i razviti svoj model identifikacije, uzimajući u obzir prikazane korake. U skladu s međunarodnim preporukama, predložen je model identifikacije opasnih mjesta primjenjiv za Republiku Hrvatsku. Početak sustavnog upravljanja opasnim mjestima temelji se na prikupljenim podacima o prometnim nesrećama kako bi se na relevantan način utvrdile lokacije s lokalnim faktorom rizika. Osim toga, prikupljaju se i ostali podaci o karakteristikama lokacija na kojima se događaju prometne nesreće kako bi se pružila cjelovita slika o opasnim mjestima na cestama Republike Hrvatske.

### **3. ZAKONSKA REGULATIVA U PODRUČJU ODREĐIVANJA BRZINE KRETANJA VOZILA**

Promet na cestama predstavlja kompleksan sustav koji zahtijeva pažljivo reguliranje kako bi se osigurala sigurnost svih sudionika. Zakon o sigurnosti prometa na cestama, kroz svoja temeljna načela, uspostavlja okvir za međusobne odnose, ponašanje sudionika i uvjete koje moraju zadovoljiti ceste i vozila radi osiguranja sigurnosti u prometu. Prvo temeljno načelo koje Zakon promovira jest međusobno poštovanje i suradnja sudionika u prometu, članak 1. To uključuje poštovanje prometnih pravila, pridržavanje ograničenja brzine, pružanje prednosti onima koji to zaslužuju te općenito uvažavanje prava i sigurnosti svih ostalih sudionika. Ova međusobna solidarnost ključna je za održavanje stabilnog i sigurnog prometnog okruženja [12].

Drugo, Zakon propisuje osnovne uvjete koje ceste moraju ispuniti radi osiguranja sigurnosti prometa. To uključuje održavanje adekvatne vidljivosti, ispravno označavanje prometnih znakova i signalizaciju, te redovito održavanje cestovne infrastrukture kako bi se spriječile opasnosti poput oštećenja kolnika ili neispravnih semafora. Pravila prometa na cestama su također ključna komponenta Zakona. Ona reguliraju ponašanje sudionika u prometu, uključujući pravila vožnje, pretjecanja, zaustavljanja i parkiranja vozila. Kroz jasna pravila, Zakon omogućuje predvidljivost u prometu, smanjujući rizik od sudara i nesreća.

Sustav prometnih znakova i znakova koje daju ovlaštene osobe također igra važnu ulogu u osiguravanju sigurnosti prometa. Oni pružaju važne informacije i upute sudionicima, pomažući im da se snađu u prometnom okruženju i pravilno reagiraju na situacije na cesti. Dužnosti u slučaju prometne nesreće predstavljaju još jedan ključan aspekt Zakona. Ova pravila propisuju postupke koje sudionici trebaju slijediti u slučaju nesreće, uključujući obavezno zaustavljanje vozila, pružanje pomoći ozlijeđenima i suradnju s nadležnim tijelima u istrazi nesreće. Kroz ove dužnosti, Zakon promiče odgovorno ponašanje i brigu za sigurnost svih sudionika [12].

Nadalje, Zakon regulira osposobljavanje kandidata za vozače i polaganje vozačkog ispita kako bi se osiguralo da vozači posjeduju potrebno znanje i vještine za sigurno sudjelovanje u prometu. Također postavlja uvjete za stjecanje prava na upravljanje vozilima, osiguravajući da samo kvalificirani pojedinci mogu voziti na cestama. Kroz propise o vuči vozila, uređajima i opremi koje moraju imati vozila, te dimenzijama i masama vozila, Zakon osigurava da vozila koja sudjeluju u prometu udovoljavaju određenim standardima sigurnosti. Ovi propisi su ključni za sprečavanje nezgoda uzrokovanih neispravnim vozilima ili preopterećenjem. Nadalje, Članak 51. Zakona o sigurnosti prometa na cestama detaljno propisuje obveze vozača u vezi s prilagođavanjem brzine kretanja vozila različitim uvjetima na cesti. Vozač je dužan prilagoditi brzinu kretanja vozila različitim čimbenicima kao što su stanje ceste, vidljivost, atmosferske prilike, stanje vozila i tereta te gustoća prometa [12].

Ova odredba naglašava potrebu vozača da voze sigurno, omogućavajući im da pravodobno reagiraju na bilo kakve zapreke ili prometne znakove. Vozač ne smije voziti tako sporo da bitno usporava prometni tok ili ugrožava druge sudionike u prometu. Ova odredba sprječava situacije u kojima vozači nepotrebno ometaju protok prometa svojim sporim kretanjem. Kada se vozač kreće brzinom koja je manja od najveće dopuštene brzine na cesti i stvara kolonu vozila koja ga ne može sigurno preteći, vozač se mora na prvom pogodnom mjestu isključiti iz prometa i propustiti kolonu iza sebe. Ovo osigurava glatki protok prometa i sprječava stvaranje opasnih situacija.

Vozač koji vozi brzinom koja je manja od polovice najveće dopuštene brzine na cesti mora uključiti sve pokazivače smjera, osim ako koristi žuto rotacijsko svjetlo. Ovo osigurava jasnu signalizaciju drugim sudionicima u prometu o namjerama vozača s sporijim kretanjem. Također propisuje se minimalna brzina kretanja vozila na cesti uz normalne prometne uvjete, koja ne smije biti ograničena ispod 30 km/h. Ova odredba osigurava da se promet ne uspori prekomjerno, što bi moglo izazvati opasnost ili stvaranje gužvi. Za nepoštivanje propisanih obveza vozača vezanih uz prilagodbu brzine, propisana je novčana kazna u iznosu od 30,00 eura [12].

To služi kao poticaj vozačima da se pridržavaju propisanih pravila i brinu o sigurnosti u prometu. Članak 53. Zakona o sigurnosti prometa na cestama detaljno regulira brzinu kretanja vozila u naselju, što je od vitalnog značaja za sigurnost stanovnika i sudionika u prometu unutar naseljenih područja. Prema stavku 1., vozač se ne smije vozilom kretati brzinom većom od 50 km/h u naselju, osim ako je postavljenim prometnim znakom dopuštena veća brzina ili ako prometno-tehnički elementi to omogućuju. Dok stavak 2. dopušta veću brzinu kretanja vozila u naselju samo ako prometno-tehnički i sigurnosni elementi to omogućuju, kao što su pješački pothodnici, nathodnici, dodatne trake za skretanje i drugi prometni uređaji. U takvim slučajevima, prometnim znakom može se dopustiti kretanje brzinom do 80 km/h. Stavci od 3. do 7. propisuju visinu novčanih kazni za vozače koji prekrše ograničenje brzine u naselju i to za vozače koji se kreću brzinom većom od 50 km/h većom od dopuštene ili označene prometnim znakom, propisana je kazna od 1320 do 1650 eura ili kazna zatvora do 60 dana. Za prekršaje gdje je brzina veća od 30 do 50 km/h od dopuštene, kazna je 390 do 920 eura. Za brzinu veću od 20 do 30 km/h od dopuštene, kazna je 130 eura. Za prekršaje gdje je brzina veća od 10 do 20 km/h od dopuštene, kazna je 60 eura. Za prekršaje gdje je brzina do 10 km/h veća od dopuštene, kazna je 30 eura [12].

Članak 54. Zakona o sigurnosti prometa na cestama propisuje ograničenja brzine kretanja vozila izvan naselja te kaznene odredbe za prekršaje u vezi s prekoračenjem tih ograničenja. Autoceste imaju najveću dopuštenu brzinu od 130 km/h. Ceste namijenjene isključivo za motorna vozila i brze ceste imaju najveću dopuštenu brzinu od 110 km/h. Na ostalim cestama najveća dopuštena brzina je 90 km/h. Kazne za prekoračenje brzine su stroge: Prekoračenje brzine za više od 50 km/h kažnjava se novčanom kaznom od 660 do 1990 eura. Prekoračenje brzine za 30 do 50 km/h kažnjava se novčanom kaznom od 260 eura. Prekoračenje brzine za 10 do 30 km/h kažnjava se novčanom kaznom od 60 eura [12].

Članak 55. Zakona o sigurnosti prometa na cestama regulira brzinu kretanja određenih vozila na cestama namijenjenim isključivo za promet motornih vozila i brzost cesti te propisuje kaznene odredbe za prekoračenje tih ograničenja: autobusi, teška vozila, i vozila koja vuku priključno vozilo bez kočnica ograničena na 80 km/h. Autobusi koji prevoze djecu ograničeni su na 80 km/h, zglobni autobusi bez mjesta za stajanje na 70 km/h, a motorna vozila i vozila s priključnim vozilom koja prevoze osobe u tovarnom prostoru, te autobusi s mjestima za stajanje ograničeni su na 50 km/h. Vozila koja vuku neispravna vozila i traktori ograničeni su na 40 km/h, dok je turistički vlak ograničen na 20 km/h [12].

Brzina kretanja pojedinih vozila na autocestama dodatno se ograničava na: autobusi, osim onih koji prevoze djecu, ograničeni su na 100 km/h. Vozila teška više od 3,5 tona i sva vozila koja vuku priključno vozilo bez kočnica ograničena su na 90 km/h. Novčanu kaznu od 60 eura za prekoračenje brzine limita vozila za više od 10 km/h, bez obzira na dopuštenu ili prometnim znakom ograničenu brzinu. Novčanu kaznu od 30 eura za prekoračenje brzine limita vozila do 10 km/h, bez obzira na dopuštenu ili prometnim znakom ograničenu brzinu [12].

### **3.1. Ograničenja brzine u cestovnom prometu**

Brzina često se navodi kao uzrok prometnih nesreća u Hrvatskoj, ali i diljem svijeta. Različite strategije i akcije provode se kako bi se smanjio utjecaj brzine na nastanak prometnih nesreća. Mnoge ceste i ulice dizajnirane su na način koji potiče vozače na prebrzu vožnju, ali sama prisutnost prometnih znakova često nije dovoljna da bi se održala sigurna brzina.

Države koje žele unaprijediti sigurnost cestovnog prometa trebale bi provoditi kako preventivne, tako i represivne mjere. Preventivne mjere uključuju ulaganja u poboljšanje cestovne infrastrukture, dok represivne mjere obuhvaćaju češće i učinkovitije nadzore te mjerenje brzine u prometu.

Primarna strategija za smirivanje prometa leži u poboljšanju prometne infrastrukture, posebno kroz izgradnju sigurnijih prometnica. Ovo se najučinkovitije primjenjuje u urbanim područjima, dok na otvorenim cestama nije tako praktično jer bi moglo doći do zagušenja, narušavajući funkcionalnost cesta. Različite tehnike, poput ograničavanja brzine, posebno su učinkovite u urbanim sredinama s ograničenjem brzine od 30 do 50 km/h, te na dionicama s čestim križanjima ili blizu škola i mjesta gdje se okuplja puno djece. Proširenje nogostupa u odnosu na kolnik može stvoriti suženje za vozače, što ih prisiljava na sporiju vožnju, dok istovremeno povećava sigurnost pješaka.

Jedna od strategija za smirivanje prometa je izbjegavanje pravolinijskog vođenja ceste, već namjerno stvaranje „loma“ ili zavoja [13]. Ovo prisiljava vozače na sporiju vožnju jer moraju izvoditi „slalomsku vožnju“. Također, kombinacija izbočina na kolniku i organiziranih

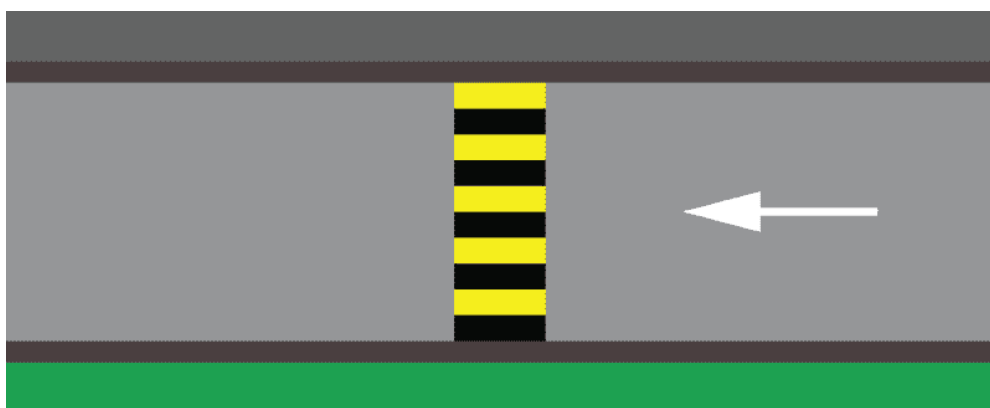
parkirališnih prostora može dodatno usporiti promet. Parkirana vozila služe kao dodatna prepreka, što potiče vozače da voze sporije.

Prometni otoci za usmjeravanje vozila i kružna raskrižja, posebno manja s promjerom ispod 35 metara, su pokazali visoku učinkovitost u smirivanju prometa u gradovima. Rekonstrukcije raskrižja također igraju važnu ulogu u ovoj strategiji [14].



Slika 6. Prijedlog kružnog raskrižja za smirivanje prometa u gradovima, [14]

Međutim, uzdignuća kolnika su jedan od najefikasnijih infrastrukturnih izuma za smirivanje prometa. Ova uzdignuća, često izrađena od asfalta ili betona, obično se protežu preko cijele širine kolnika, jasno označena prometnim znakovima i opremom te bojom koja se razlikuje od okolne površine. Ležeci policajci, umjetne izbočine na kolniku, također se koriste za prisiljavanje vozača na smanjenje brzine [15]. Kamene kocke na cesti ili dijelovima ceste, zajedno s vibracijskim trakama na prijelazima, također pomažu smanjiti brzinu vozila stvaranjem neugodnih vibracija za vozače.



Slika 7. Uzdignuća na kolniku za smirivanje prometa, [15]

Dodatne mjere uključuju uporabu različitih boja u prometnim oznakama i uređajima za mjerenje brzine vožnje. Zakonodavstvo Republike Hrvatske koristi represivne mjere kako bi smanjilo brzinu vožnje i osiguralo sigurnost u cestovnom prometu. Prema Zakonu o sigurnosti



prometa na cestama, policijski službenici Ministarstva unutarnjih poslova RH ovlaštteni su koristiti odgovarajuće uređaje za mjerenje brzine vozila i provoditi nadzor na temelju tih mjerenja. Za provođenje nadzora, policija najčešće koristi radare, a sve češće i laserske mjerace brzine, poznate kao „laseri“.

Radar je elektronički uređaj koji koristi refleksiju elektromagnetskih valova kako bi odredio udaljenost, azimut, elevaciju i brzinu objekta. Brzina vozila se utvrđuje putem Dopplerovog efekta, koji bilježi promjenu frekvencije odraženog signala u odnosu na izvorni signal. Prikupljeni podaci se zatim digitaliziraju, obrađuju računalno i prikazuju na zaslonu kako bi policija mogla provesti daljnji nadzor ili poduzeti odgovarajuće mjere. Ministarstvo unutarnjih poslova RH koristi nekoliko radarskih uređaja za nadzor brzine, među kojima su Komar, Multanova 6F i Travimo.

Komar je radar koji se prepoznaje po svom bijelom kvadratnom senzoru, obično postavljenom na haubu policijskog vozila ili na poseban stalak. Ovi radari su starije generacije i sve manje se koriste, jer im je domet ograničen na udaljenost do maksimalno 150-200 metara prije nego što vozilo stigne do radara. Multanova 6F je napredniji radarski sustav s mnogim mogućnostima, uključujući prijenos podataka na računalo i obradu rezultata. Sastoji se od stalka s konusnom radarskom antenom, elektronike i akumulatora za napajanje. Ovi uređaji rade na frekvenciji od 34.3 GHz i emitiraju stalni radarski snop pod kutom od 21 stupanj.

Kada automobil uđe u taj radarski snop i izađe iz njega, uređaj mjeri vrijeme koje je automobil proveo unutar snopa i na temelju toga izračunava brzinu. Ako je brzina vozila prekršila ograničenje, uređaj može snimiti sliku vozila pomoću fotoaparata. Maksimalna udaljenost od uređaja do ruba snopa iznosi oko 130-150 metara.



Slika 6. Prikaz Multanova 6F, [16]

Travimo je sustav koji se instalira u operativna policijska vozila, obično bez oznaka (poznat kao „presretači“). Ovaj sustav se sastoji od prednje i zadnje kamere te centralne jedinice opremljene printerom i sustavom za snimanje na video traku koji prati vozilo. Najčešće se koristi na autocestama i brzim cestama. U vozilu su najmanje dvije osobe, od kojih jedna sjedi na mjestu suvozača i prati zaslon na kojem se prikazuju sve relevantne informacije o praćenom

vozilu. Video kamera u policijskom vozilu snima automobil koji se nalazi iza njih. Da bi sustav ispravno funkcionirao, potrebno je voziti najmanje 200 metara.

Tijekom praćenja, vozilo koje se prati fotografira se četiri puta. Na svakoj fotografiji prikazane su informacije poput brzine kretanja vozila, točnog vremena i prijeđenog puta od trenutka početka snimanja ili nadgledanja. Ovaj sustav omogućuje policiji da dokumentira prekršaje brzine i osigura poštivanje prometnih pravila na cestama. Policija sve češće koristi laserske mjerače brzine zbog njihove praktičnosti i visoke točnosti. Ovi uređaji rade na valnoj dužini od 904 nm i emitiraju kratke, snažne svjetlosne zrake.

U roku od pola sekunde, koliko traje mjerenje, uređaj može poslati od 50 do 250 zraka, ovisno o modelu. Kada se ove zrake reflektiraju od vozila, dio se vraća u uređaj. Na temelju vremena koje je potrebno da se laserska zraka vrati, moguće je odrediti udaljenost do vozila, a razlika u udaljenostima omogućuje izračun brzine. Laseri koji se često koriste od strane djelatnika MUP-a RH su Robot TraffiPatrol i Famalaser III. Ovi uređaji omogućuju precizno mjerenje brzine vozila i doprinose efikasnom nadzoru prometa.

### **3.2. Nacionalni plan sigurnosti cestovnog prometa Republike Hrvatske za razdoblje od 2021. do 2030. godine**

Sigurnost cestovnog prometa u Republici Hrvatskoj prema statističkim pokazateljima iz godine u godinu bilježi trend poboljšanja. Smrtnost sudionika cestovnog prometa u prometnim nesrećama 2019. godine, u kojoj je poginulo 297 osoba, najmanja je do sada od samostalnosti Republike Hrvatske. Rezultat je to dijelom i provedbe mjera petog Nacionalnog programa sigurnosti cestovnog prometa, koji je Vlada Republike Hrvatske donijela za razdoblje 2011. – 2020. godine. Iako osnovni cilj od 213 smrtno stradalih na cestama u tom razdoblju nije ostvaren, trend smanjenja broja prometnih nesreća i smrtnosti pokazuje da se Republika Hrvatska približila osnovnom cilju, odnosno 50% smanjenju smrtnosti.

U skladu s tendencijom daljnjeg smanjenja smrtnosti na našim cestama izrađen je šesti Nacionalni plan sigurnosti cestovnog prometa za razdoblje 2021. – 2030. godine. Donijela ga je Vlada Republike Hrvatske 29. srpnja 2021. godine te je s tim datumom i stupio na snagu.

Ovaj plan usklađen je sa svjetskim i europskim smjernicama zakonske regulative iz područja sigurnosti cestovnog prometa. Prilikom izrade ovog Nacionalnog plana sigurnosti cestovnog prometa usvojena su dobra iskustva tijekom provedbe prethodnog nacionalnog programa te pozitivne svjetske i europske smjernice, a posebno smjernice definirane Deklaracijom iz Vallette, Okvirne politike EU za sigurnost na cestama, Ususret 12 dragovoljnih globalnih ciljeva za sigurnost na cestama i Deklaracija o sigurnosti prometa iz Stockholma. Zajedničko svim navedenim smjernicama je poboljšanje sigurnosti prometa na cestama u dostizanju cilja -50% smrtnog stradavanja i teškog ozljeđivanja sudionika u prometu do 2030. godine.

Polazeći od usvojenih smjernica te iskustava i rezultata provedbe dosadašnjih nacionalnih programa sigurnosti cestovnog prometa u prethodnim razdobljima, provedba Nacionalnog plana sigurnosti cestovnog prometa za razdoblje 2021. – 2030. temelji se na broju „teških prometnih nesreća“, koje obuhvaćaju nesreće u kojima je bilo poginulih ili teško ozlijeđenih osoba. Na osnovu tako utvrđenog kriterija definirani su kvantitativni ciljevi za predstojeće razdoblje provedbe. Opći cilj Nacionalnog plana sigurnosti cestovnog prometa do 2030. godine usmjeren je na ostvarenje 50% smanjenja broja osoba poginulih u prometnim nesrećama i broja teških prometnih nesreća u cestovnom prometu.

Tako koncipiran, Nacionalni plan sigurnosti cestovnog prometa predstavlja strateški dokument Republike Hrvatske, kojemu je cilj podizanje razine sigurnosti cestovnog prometa do 2030. godine. U Drugom desetljeću sigurnosti planirano je više od 200 aktivnosti koje su kategorizirane u 13 područja djelovanja [17]:

- Sigurna brzina
- Vožnja bez utjecaja alkohola, droga i lijekova
- Sigurna vožnja
- Prevencija distrakcije vozača
- Sigurnost aktivnih oblika prometovanja
- Sigurnost motociklista i mopedista
- Sigurnost profesionalnih vozača
- Zaštita u vozilu
- Sigurna infrastruktura
- Sigurna vozila
- Brze i učinkovite hitne službe
- Jačanje kapaciteta prometne policije i inspeksijskih službi
- Baza podataka i prikupljanje podataka

Aktivnosti su generalno svrstane u tri osnovne kategorije (edukacijske, inženjerske i zakonske) te više od 35 mjera. Sukladno cilju, naglasak Plana, pa tako i aktivnosti, je na edukaciji, tj. podjeli odgovornosti između korisnika, kreatora i upravitelja cestovne infrastrukture.

Za provođenje Nacionalnog plana zadužena je Radna skupina određena od strane ministra nadležnog za unutarnje poslove. Financiranje ili sufinanciranje provođenja mjera i aktivnosti predviđeno je iz više izvora [17]:

- Sredstvima iz fondova Europske unije
- Sredstvima stručnih organizacija utvrđenih posebnim ugovorom s MUP
- Sredstvima osiguravajućih društava utvrđenih posebnim ugovorom s MUP
- Sredstvima prikupljenim od donacija

## 4. BRZINA KAO UZROČNIK NASTANKA PROMETNE NESREĆE

### 4.1. Značajke brzine u cestovnom prometu

Brzina je fundamentalna fizikalna veličina koja kvantificira odnos između puta koji objekt prijeđe i vremena potrebnog za prijeđeni put. U kontekstu prometa, brzina je ključni faktor koji utječe na sigurnost i učinkovitost cestovnog sustava. Pri planiranju i projektiranju cesta, određivanje prikladne brzine postaje presudno za osiguranje sigurnosti svih sudionika u prometu. Koncept mjerodavnih brzina postaje temeljni element prilikom definiranja karakteristika ceste. Mjerodavne brzine uključuju nekoliko ključnih parametara:

#### a) Projektna brzina

To je brzina koja se planira za određeni segment ceste, uzimajući u obzir različite faktore poput topografije, geometrije ceste, gustoće prometa i sigurnosnih standarda. Projektna brzina ima za cilj osigurati siguran i učinkovit protok prometa na određenoj dionici ceste. Projektna brzina ( $V_p$ ) predstavlja maksimalnu brzinu kretanja vozila za koju je zajamčena potpuna sigurnost vožnje u slobodnom prometnom toku na određenoj dionici ceste, pod optimalnim uvjetima i uz dobro održavanje ceste [5]. Ova brzina odražava razinu građevinsko-prometnih svojstava ceste i određuje se u fazi planiranja i projektiranja ceste, često kao početni parametar u analizama i studijama.

Praktično gledano, projektna brzina se koristi kao referentna vrijednost tijekom različitih faza projektiranja ceste, uključujući studijske analize, idejno modeliranje i planiranje trase. Ona služi kao smjernica za određivanje ključnih karakteristika ceste koje će osigurati sigurnost i učinkovitost prometa. U procesu određivanja projektnih brzina, važno je uzeti u obzir nekoliko ključnih čimbenika [5]:

- Zadaća prema razredu ceste: Različite vrste cesta imaju različite zahtjeve i standarde u pogledu brzine. Primjerice, autoceste će imati veće projektne brzine u usporedbi s lokalnim cestama.
- Terenska konfiguracija i prostorna ograničenja: Topografija i fizičke karakteristike okoline, poput prisutnosti naselja ili prirodnih prepreka, mogu ograničiti mogućnosti projektiranja ceste i utjecati na određivanje projektnih brzina.
- Najveće dopuštene brzine prema zakonu: Zakonski propisi često postavljaju ograničenja brzine koje treba uzeti u obzir prilikom određivanja projektnih brzina.

Projektna brzina određuje ključne parametre ceste kao što su minimalni polumjer horizontalnih zavoja, maksimalni uzdužni nagib i poprečni presjek. Ovi parametri osiguravaju da cesta bude dizajnirana na način koji omogućuje sigurno i učinkovito kretanje vozila,

uzimajući u obzir različite uvjete vožnje i potrebe prometnog sustava. U pravilu, ista vrijednost projektne brzine određuje se za cijeli potez trase. Međutim, u slučajevima kada konfiguracija terena znatno varira ili se očekuju značajne promjene u načinu vođenja linije ceste, potrebno je prilagoditi vrijednost projektne brzine.

Ova prilagodba se provodi na mjestima gdje se očekuje bitna promjena, postupno i na dovoljno dugom dijelu trase kako bi se osigurala glatka vožnja i sigurnost prometa. Ovaj postupak definiran je Pravilnikom o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/2001) [13]. Prema [5] određivanje projektne brzine provodi se temeljem projektnog zadatka, uzimajući u obzir odnos između računске brzine i najmanjeg polumjera horizontalnog zavoja prema formuli (1):

$$\frac{V_r}{R_{min}} \quad (1)$$

Ovaj proces omogućuje precizno prilagođavanje brzine cesti kako bi se osigurala sigurnost i učinkovitost prometa u različitim uvjetima i na različitim dijelovima trase.

#### **b) Računska brzina**

Ova brzina se određuje na temelju tehničkih parametara ceste, kao što su krivine, nagibi, preglednost, te se koristi za procjenu sigurnosti i učinkovitosti prometa na toj dionici. Računska brzina pruža smjernice za planiranje i projektiranje ceste kako bi se osigurala prikladna brzina kretanja vozila. Računska brzina ( $V_r$ ) predstavlja maksimalnu očekivanu brzinu koju vozilo može postići u slobodnom prometnom toku na određenom dijelu ceste, uz osiguranu sigurnost vožnje [5]. Ova brzina se utvrđuje na temelju prihvaćenog modela koji uzima u obzir različite faktore, poput geometrijskih karakteristika trase, i služi kao osnova za određivanje pojedinih geometrijskih elemenata ceste.

Treba napomenuti da računška brzina ( $V_r$ ) ne smije biti manja od projektne brzine ( $V_p$ ), a isto tako ne smije premašiti najveću dozvoljenu brzinu zakonom propisanu za određeni razred ceste ( $V_{dop}$ ). Prema [5] odnos između projektne brzine, računске brzine i najveće dopuštene brzine propisan je jednakosti (2):

$$V_p \leq V_r \leq V_{dop} \quad (2)$$

Na temelju računске brzine određuju se specifični geometrijski elementi trase ceste kako bi se osigurala sigurna vožnja. To uključuje poprečni nagib kolnika u zavojima, duljine preglednosti, polumjere vertikalnih zavoja te najmanje polumjere horizontalnih zavoja s

suprotnim poprečnim nagibom kolnika. Mjerodavna računaska brzina ( $V_r$ ) za određeno mjesto trase određuje se kao manja vrijednost između dviju gore navedenih veličina, pri čemu se moraju poštovati zakonski propisane brzine za odgovarajući razred ceste.

Također, važno je da računaska brzina ima ujednačene vrijednosti na što duljim dionicama trase, kako bi se osigurala dosljedna sigurnost vožnje. Postupak određivanja računaska brzine provodi se na temelju parametara kao što su minimalni polumjer horizontalnog zavoja ( $R_{min}$ ) i maksimalni primijenjeni uzdužni nagib ( $S_{max}$ ). Za ceste nižeg ranga, poput cesta 3., 4. i 5. razreda, projektna brzina ujedno je i računaska brzina [5].

Tablica 3. Prikaz zavisnosti računaska brzine i minimalnog polumjera horizontalnog zavoja

$V_r$	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
$R_{min}$	25	45	75	120	175	250	350	450	600	750	850

Izvor: [5]

Određivanje računaska brzine od vitalnog je značaja za osiguranje sigurnosti prometa na cestama, te je ključno provesti analize i prilagodbe kako bi se osigurala prikladna brzina vožnje u skladu s prometnim uvjetima i karakteristikama ceste. Brzina označena prometnim znakovima (najveća dozvoljena brzina): ova brzina je propisana zakonskim propisima i označena prometnim znakovima na cesti. Ona predstavlja maksimalnu dozvoljenu brzinu kojom vozači smiju voziti na određenoj dionici ceste, uzimajući u obzir sigurnosne i regulatorne standarde.

## 4.2. Npropisna i neprilagođena brzina

Vozači su dužni poštivati dopuštenu ili prometnim znakom ograničenu brzinu kretanja vozila, te je prilagoditi osobinama i stanju ceste, vidljivosti, preglednosti, atmosferskim prilikama, stanju vozila i tereta te gustoći prometa kako bi mogli pravodobno zaustaviti vozilo pred svakom zaprekom koju mogu predvidjeti ili postupiti prema prometnom pravilu ili znaku. Prometni znakovi i pravila određuju se unaprijed za idealne situacije s određenim sigurnosnim odstupanjima, no nemoguće je predvidjeti posebne okolnosti koje će vladati na određenom mjestu u određeno vrijeme.

Zbog te činjenice, zakonodavac mora uzeti u obzir mogućnost da je u određenim uvjetima unaprijed određena brzina prevelika i preopasna. Na primjer, moguće je navesti ograničenje brzine na autocesti koja je prometnim pravilom ograničena na 130 km/h. Ovakva ograničenja su nužna kako bi se osigurala sigurnost svih sudionika u prometu, te kako bi se smanjio rizik od

nastanka prometnih nesreća. Upravljanje vozilom je kompleksan proces koji zahtijeva pažnju i odgovornost svakog vozača. Pravilno prilagođavanje brzine uvjetima na cesti ključno je za sprječavanje nezgoda i zaštitu života i imovine. Vozači trebaju biti svjesni svoje odgovornosti i vožnju prilagoditi uvjetima ceste i okoline kako bi osigurali sigurnost za sebe i druge sudionike u prometu.

U konačnici, poštivanje prometnih pravila i ograničenja brzine ključno je za stvaranje sigurnijeg prometnog okruženja za sve. Posebne izvanredne situacije poput kolnika koji je zaleđen na autocesti, postaje očito da bi vožnja brzinama od 130 km/h bila iznimno opasna, te je stoga potrebno prilagoditi brzinu trenutnim uvjetima na cesti. Brzina vožnje znatno povećava vjerojatnost prometnih nesreća i utječe na ozbiljnost ozljeda u slučaju nesreće. U Hrvatskoj, kao i diljem svijeta, brzina se smatra jednim od glavnih uzroka prometnih nesreća, pa se provode različite metode i radnje kako bi se smanjio njezin utjecaj na nastanak nesreća.

Mnoge ceste i ulice imaju oblik koji potiče vozače na brzu vožnju, ali sam znak s ograničenjem brzine nije dovoljan za održavanje brzine na željenoj razini. Studije pokazuju da postavljanje znaka smanjenja brzine za 10 km/h bez dodatnih mjera rezultira tek stvarnim smanjenjem brzine od 1 do 3 km/h. Stoga je potrebno poduzeti dodatne mjere kako bi se vozače potaknulo na pridržavanje ograničenja brzine. Osim postavljanja prometnih znakova, važno je provoditi i druge mjere poput postavljanja ležećih policajaca, korištenja sustava nadzora brzine, edukacije vozača o važnosti prilagodbe brzine uvjetima na cesti te provođenja strožih kazni za prekoračenje brzine.

Takve mjere mogu pomoći u smanjenju utjecaja brzine kao uzroka prometnih nesreća i doprinijeti stvaranju sigurnijeg prometnog okruženja za sve sudionike u prometu

Čak i manja prekoračenja brzine mogu značajno utjecati na sigurnost u prometu i posljedice u slučaju iznenadnih situacija poput prelaska pješaka preko ceste. Pridržavanje ograničenja brzine nije samo zakonska obveza, već i ključni faktor zaštite života i sigurnosti svih sudionika u prometu. Bez obzira na ograničenje brzine, brzina vozila mora biti prilagođena uvjetima na cesti. U slučaju skliskog kolnika (pod utjecajem atmosferskih uvjeta), koeficijent prijanjanja između pneumatika i ceste može se značajno smanjiti, što rezultira povećanjem zaustavnog puta vozila.

Detaljnije, u 2022. godini samo zbog nepropisne i neprilagođene brzine stradalo je 120 osoba, 1.035 osoba je bilo teško ozlijeđeno, a 3.349 osoba lakše ozlijeđeno. Ti su podaci zabrinjavajući, stoga su sve mjere i akcije svih odgovornih subjekata koji sudjeluju u osiguranju sigurnosti u prometu usmjerene ponajviše na smanjenje tih negativnih brojki [9].

Tablica 4. Nastradale osobe zbog pogrešaka vozača, pješaka i ostalih uzroka u 2022. godini,  
[9]

Pogreške		Nastradale osobe					
		poginule	%	teško ozlijeđene	%	lakše ozlijeđene	%
Pogreške vozača	Nepropisna brzina	13	4,7	109	3,7	351	3,4
	Brzina neprimjerena uvjetima	107	38,9	926	31,8	2.998	28,8
	Vožnja na nedovoljnoj udaljenosti			97	3,3	969	9,3
	Zakašnjelo uočavanje opasnosti	3	1,1	32	1,1	68	0,7
	Nepropisno pretjecanje	15	5,5	109	3,7	299	2,9
	Nepropisno obilaženje			27	0,9	35	0,3
	Nepropisno mimoilaženje			7	0,2	68	0,7
	Nepropisno uključenje u promet	2	0,7	107	3,7	383	3,7
	Nepropisno skretanje	5	1,8	85	2,9	343	3,3
	Nepropisno okretanje			8	0,3	34	0,3
	Nepropisna vožnja unazad	3	1,1	61	2,1	131	1,3
	Nepropisno prestrojavanje	1	0,4	26	0,9	128	1,2
	Nepoštivanje prednosti prolaza	14	5,1	361	12,4	1.983	19,0
	Nepropisno parkiranje			0		3	0,0
	Naglo usporavanje-kočenje			7	0,2	17	0,2
	Nepoštivanje svjetlosnog znaka	6	2,2	42	1,4	222	2,1
	Neosiguran teret na vozilu			0		8	0,1
	Nemarno postupanje s vozilom	2	0,7	26	0,9	90	0,9
	Ostale pogreške vozača	24	8,7	233	8,0	592	5,7
	Nepropisno kretanje vozila na kolovozu	66	24,0	447	15,4	1.225	11,8
<b>UKUPNO</b>	<b>261</b>	<b>94,9</b>	<b>2.710</b>	<b>93,1</b>	<b>9.947</b>	<b>95,5</b>	
Pogreške pješaka	Nepoštivanje svjetlosnog znaka			18	0,6	81	0,8
	Nekorištenje obilježnog pješ.prijel.	2	0,7	19	0,7	45	0,4
	Nekorištenje pothodnika					1	0,0
	Ostale pogreške pješaka	3	1,1	47	1,6	75	0,7
	<b>UKUPNO</b>	<b>5</b>	<b>1,8</b>	<b>84</b>	<b>2,9</b>	<b>202</b>	<b>1,9</b>
Ostali uzroci	Neočekivana pojava opasnosti	1	0,4	15	0,5	43	0,4
	Iznenadni kvar vozila			3	0,1	12	0,1
	Ostalo	8	2,9	98	35,6	215	78,2
	<b>UKUPNO</b>	<b>9</b>	<b>3,3</b>	<b>116</b>	<b>4,0</b>	<b>270</b>	<b>2,6</b>
<b>SVEUKUPNO</b>		<b>275</b>	<b>100,0</b>	<b>2.910</b>	<b>100,0</b>	<b>10.419</b>	<b>100,0</b>

U tom području postoji mnogo prostora za napredak i usavršavanje postojećih stanja različitim metodama kojima se djeluje na svijest vozača da se pridržavaju ograničenja brzine i prilagođavaju svoju vožnju uvjetima na cestama. Prema broju prekršaja u prometu, brzina je i ovdje u samom vrhu.



Tablica 5. Vrsta prekršaja utvrđena u nadzoru prometa za 2021. i 2022. godinu, [9]

Vrsta prekršaja	Broj prekršaja		
	2021.	2022.	Trend u %
Nepropisna brzina	280.531	<b>250.192</b>	-10,8
- u naselju - više od 50 km/h veća od dopuštene	1.820	<b>1.629</b>	-10,5
- u naselju - 30 - 50 km/h veća od dopuštene	29.907	<b>30.040</b>	+0,4
- u naselju - 20 - 30 km/h veća od dopuštene	75.583	<b>71.210</b>	-5,8
- u naselju - 10 - 20 km/h veća od dopuštene	101.865	<b>87.638</b>	-14,0
- u naselju, do 10 km/h veća od dopuštene	7.149	<b>5.158</b>	-27,9
- izvan naselja - više od 50 km/h veća od dopuštene	1.785	<b>1.288</b>	-27,8
- izvan naselja - 30 - 50 km/h veća od dopuštene	18.239	<b>16.638</b>	-8,8
- izvan naselja - 10 - 30 km/h veća od dopuštene	43.860	<b>36.207</b>	-17,4
- limit vozila	323	<b>384</b>	+18,9
Crveno svjetlo	3.826	<b>3.834</b>	+0,2
Nepropisno pretjecanje i obilaženje	2.447	<b>2.434</b>	-0,5
Nepoštivanje prednosti prolaza	622	<b>646</b>	+3,9
Nepropisno mimolaženje	126	<b>123</b>	-2,4
Neustupanje prednosti pješacima	4.026	<b>3.688</b>	-8,4
Upravljanje vozilom pod utjec.alkohola	32.022	<b>36.259</b>	+13,2
- do 0,50 g/kg alkohola	2.196	<b>2.543</b>	+15,8
-od 0,51 do 1,00 g/kg alkohola	11.352	<b>13.243</b>	+16,7
-od 1,01 do 1,50 g/kg alkohola	7.548	<b>8.532</b>	+13,0
- preko 1,50 g/kg alkohola	6.107	<b>7.010</b>	+14,8
- droga i lijekovi	164	<b>165</b>	+0,6
- vozač bicikla ili zaprežnog vozila	2.463	<b>2.372</b>	-3,7
- nepodvrgavanje ispitivanju/lij.pregledu	2.192	<b>2.394</b>	+9,2
Nepropisno parkiranje	40.532	<b>44.115</b>	+8,8
Nep.skret.,okret.i vožnja unazad	5.340	<b>4.830</b>	-9,6
Vožnja bez položenog ispita	6.573	<b>5.792</b>	-11,9
Strana i smjer kretanja	4.046	<b>3.986</b>	-1,5
Tehnički neispravno vozilo	4.562	<b>4.819</b>	+5,6
Vožnja bez svjetla na vozilu	8.217	<b>8.190</b>	-0,3
Nereg.i tehn.nepregledano vozilo	16.123	<b>15.446</b>	-4,2
Prekršaji pješaka u prometu	4.027	<b>3.920</b>	-2,7
Sigurnosni pojas	77.833	<b>73.880</b>	-5,1
Zaštitna kaciga	4.115	<b>5.108</b>	+24,1
Nepoštivanje promet.znaka	57.664	<b>53.507</b>	-7,2
Korištenje mobitela za vrijeme vožnje	46.251	<b>40.091</b>	-13,3
Uprav.voz.kad je voz.doz.odu.	3.471	<b>3.132</b>	-9,8
Ostali prekršaji	91.314	<b>92.015</b>	+0,8
<b>UKUPNO</b>	<b>693.668</b>	<b>656.007</b>	-5,4

U tablici su prikazani svi prekršaji u cestovnom prometu te njihov broj. Jasno je vidljivo da je najviše bilo prekršaja s nepropisnom brzinom, što je jedna četvrtina svih evidentiranih prekršaja koja su napravili sudionici u prometu. Unatoč naporima svih institucija broj prometnih prekršaja nepropisne brzine u porastu je za razliku od 2021. godine za 5,9%, a broj prometnih nesreća zbog brzine za 1,8%. Jasno, policija ne može obavljati nadzor brzina u prometu u svako vrijeme i na svakom mjestu, zbog čega su „tamne brojke“ prekršaja brzine sigurno velike. Vozači znaju da se samo manji broj prekršitelja sankcionira, što kod većine vozača stvara dojam o društveno prihvatljivom postupanju. Zbog nedovoljnog učinka represivnih mjera potrebno je planirati dodatne mjere i radnje kako bi se utjecalo na smanjenje brzine kretanja vozila.

Tablica 6. Odnos prometnih nesreća i prekršaja u nadzoru prometa kojima je uzrok brzina prema županijama za 2021. i 2022. godinu, [9]

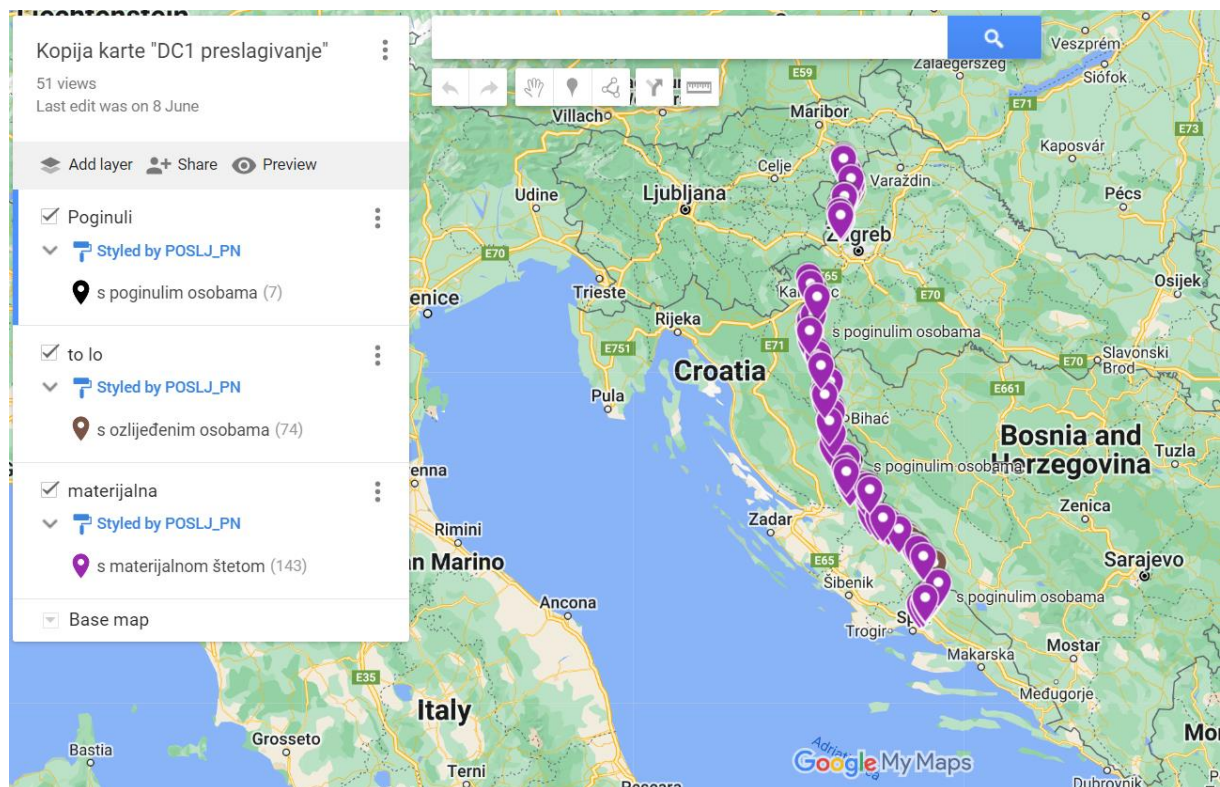
Policijska uprava	Prekršajne prijave		
	2021.	2022.	Trend u %
zagrebačka	124.233	<b>119.559</b>	-3,8
splitsko-dalmatinska	84.366	<b>73.977</b>	-12,3
primorsko-goranska	44.245	<b>39.870</b>	-9,9
osječko-baranjska	40.530	<b>42.535</b>	+4,9
istarska	35.982	<b>34.750</b>	-3,4
dubrovačko-neretvanska	37.024	<b>37.387</b>	+1,0
karlovačka	43.763	<b>40.401</b>	-7,7
sislačko-moslavačka	34.874	<b>33.900</b>	-2,8
šibensko-kninska	20.375	<b>18.852</b>	-7,5
vukovarsko-srijemska	29.039	<b>24.477</b>	-15,7
zadarska	27.138	<b>29.089</b>	+7,2
bjelovarsko-bilogorska	22.079	<b>19.352</b>	-12,4
brodsko-posavska	23.068	<b>23.391</b>	+1,4
koprivničko-križevačka	23.034	<b>19.430</b>	-15,6
krapinsko-zagorska	13.095	<b>13.223</b>	+1,0
ličko-senjska	16.673	<b>17.609</b>	+5,6
međimurska	11.917	<b>9.708</b>	-18,5
požeško-slavonska	15.001	<b>14.133</b>	-5,8
varaždinska	22.257	<b>21.045</b>	-5,4
virovitičko-podravska	15.693	<b>16.176</b>	+3,1
Mobilna jedinica - sjedište	9.282	<b>7.143</b>	-23,0
<b>UKUPNO</b>	<b>693.668</b>	<b>656.007</b>	-5,4

## 5. ISPITIVANJE KOLERACIJE IZMEĐU BRZINE I NASTANKA PROMETNIH NESREĆA

### 5.1. Statistički pokazatelji o prometnim nesrećama na državnoj cesti DC1

Brzina je čest uzrok prometnih nesreća. Razlikuju se nepropisna brzina, koja uključuje nepoštivanje ograničenja brzine iz prometnih znakova ili pravila, te neprilagođena brzina, koja se odnosi na situaciju kada vozačeva brzina nije prilagođena uvjetima na cesti, karakteristikama prometnice, gustoći prometa i slično. Za potrebe ovog rada, ispitivanje korelacije između brzine i mogućnosti nastanka prometnih nesreća pomoću Pearsonovog koeficijenta, provedeno je na državnoj cesti DC1.

DC1 je jedna od najznačajnijih državnih cesta, te se proteže od graničnog prijelaza Macelj sa Republikom Slovenijom, preko Krapine, Zagreba, Karlovca, Gračaca, Knina, Sinja do Splita. Dugačka je 421,2 km (slika 9).



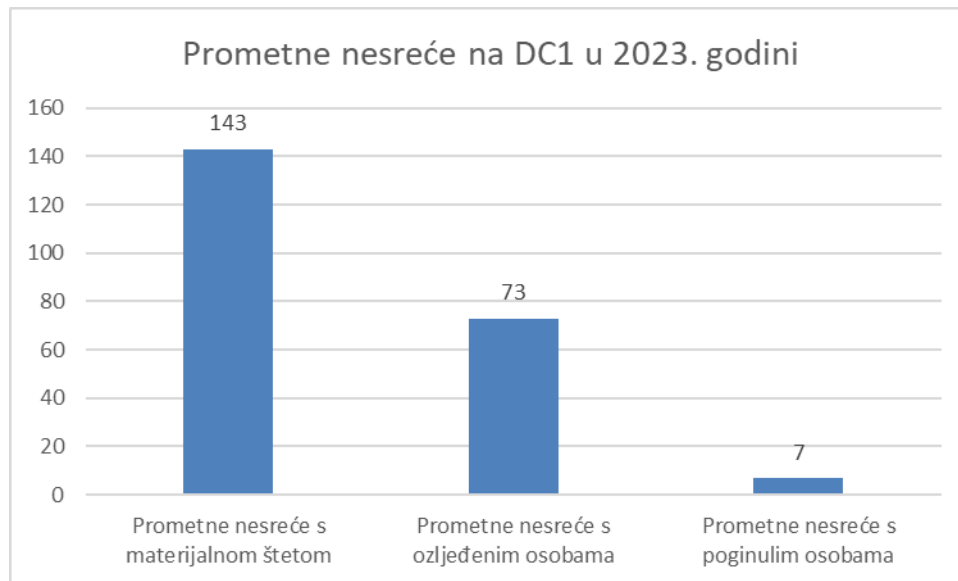
Slika 9. Prikaz državne ceste DC1

Vremensko razdoblje tijekom kojeg su se promatrale prometne nesreće je 2023. godina. Tijekom 2023. godine ukupno su se na državnoj cesti DC1 dogodile 223 prometne nesreće.

Prevladavaju prometne nesreće sa materijalnom štetom kojih je 143. 73 prometnih nesreća je sa ozlijeđenim osobama, te je zabilježeno 7 prometnih nesreća sa poginulim osobama.

Na grafikonu 1. se nalaze podaci za DC1 o broju nesreća koje su podijeljene s obzirom na ishod nesreća na:

- prometne nesreće s materijalnom štetom,
- prometne nesreće s ozlijeđenim osobama,
- prometne nesreće s poginulim osobama.



Graf 1. Prikaz podataka o broju prometnih nesreća na DC1

Nakon prikupljanja i obrade podataka o vrstama prometnih nesreća koje su se dogodile na državnoj cesti DC1 tijekom 2023. godine najviše je registrirano prometnih nesreća tijekom slijetanja vozila sa ceste gdje je jedna osoba poginula, 19 ozlijeđeno te 41 prometnih nesreća sa materijalnom štetom. Sa podjednakim brojem slijede prometne nesreće sa bočnim sudarima te prometne nesreće iz suprotnih smjerova ( tablica 7).

Tablica 7. Prometne nesreće na državnoj cesti DC1 prema vrsti prometne nesreće

Vrsta prometne nesreće	Poginuli		Ozlijeđeni		Materijalna šteta	
	Broj	%	Broj	%	Broj	%
slijetanje vozila s ceste	1	14.3	19	26.0	41	28.7
udar vozila u objekt kraj ceste	0	0.0	4	5.5	13	9.1
vožnja u slijedu	0	0.0	20	27.4	25	17.5
bočni sudar	1	14.3	15	20.5	16	11.2
nalet na životinju	0	0.0	0	0.0	12	8.4
ostalo	0	0.0	0	0.0	6	4.2
iz suprotnih smjerova	5	71.4	11	15.1	16	11.2
usporedna vožnja	0	0.0	2	2.7	5	3.5
udar vozila u parkirano vozilo	0	0.0	1	1.4	4	2.8
udar vozila u objekt na cesti	0	0.0	1	1.4	5	3.5
<b>Σ</b>	<b>7</b>	<b>100%</b>	<b>73</b>	<b>100%</b>	<b>143</b>	<b>100%</b>

Obradom podataka prema okolnostima usred kojih su se dogodile prometne nesreće na državnoj cesti DC1 identificirano je najviše prometnih nesreća zbog brzine neprimjerene uvjetima gdje je jedna osoba poginula, 25 ozlijeđeno i 37 sa materijalnom štetom. Zastupljene su i prometne nesreće zbog nepropisnog kretanja vozila na kolniku te vožnje na nedovoljnoj udaljenosti (tablica 8).

Tablica 8. Prometne nesreće na državnoj cesti DC1 prema okolnostima

Okolnosti	Poginuli		Ozlijeđeni		Materijalna šteta	
	Broj	%	Broj	%	Broj	%
nepropisno kretanje vozila na kolniku	3	42.9	15	20.5	25	18.1
brzina neprimjerena uvjetima	1	14.3	25	34.2	37	26.8
vožnja na nedovoljnoj udaljenosti	0	0.0	7	9.6	15	10.9
nepoštivanje prednosti prolaska	0	0.0	12	16.4	8	5.8
neočekivana pojava opasnosti na cesti	0	0.0	0	0.0	12	8.7
nepropisna brzina	0	0.0	1	1.4	6	4.3
nepropisno mimoilaženje	0	0.0	0	0.0	5	3.6
nepropisno pretjecanje	2	28.6	3	4.1	6	4.3
nepropisno prestrojavanje	1	14.3	1	1.4	5	3.6
iznenadni kvar vozila	0	0.0	0	0.0	1	0.7
ostale greške vozača	0	0.0	3	4.1	7	5.1
nepropisno skretanje	0	0.0	0	0.0	1	0.7
nepropisna vožnja unatrag	0	0.0	0	0.0	2	1.4
nepropisno parkiranje	0	0.0	0	0.0	1	0.7
ostale greške propusti	0	0.0	2	2.7	1	0.7
nepoštivanje svjetlosnog znaka	0	0.0	1	1.4	2	1.4
nemarno postupanje s vozilom	0	0.0	0	0.0	2	1.4
nepropisno obilaženje	0	0.0	0	0.0	2	1.4
zakašnjelo uočavanje pješaka	0	0.0	1	1.4	0	0.0
nepropisno okretanje	0	0.0	2	2.7	0	0.0
<b>Σ</b>	<b>7</b>	<b>100%</b>	<b>73</b>	<b>100%</b>	<b>138</b>	<b>100%</b>

Prema podacima iz tablice 9. vidljivo je da se najviše prometnih nesreća dogodilo na ravnim cestovnim potezima (jer vozila razvijaju velike brzine) i u zavojima. Promatrajući vrste raskrižja na kojima su se dogodile prometne nesreće, najveći broj je prouzročen na T-raskrižjima (tablica 9).

Tablica 9. Prometne nesreće na državnoj cesti DC1 prema vrsti raskrižja ili ceste

Karakteristika ceste	Poginuli		Ozlijeđeni		Materijalna šteta	
	Broj	%	Broj	%	Broj	%
ravni cestovni potez	3	42.9	20	27.4	56	39.2
zavoj	4	57.1	27	37.0	48	33.6
Četverokrako raskrižje	0	0.0	8	11.0	5	3.5
tunel	0	0.0	1	1.4	5	3.5
kružni tok	0	0.0	5	6.8	8	5.6
ostalo	0	0.0	2	2.7	4	2.8
T-raskrižje	0	0.0	8	11.0	10	7.0
parkiralište	0	0.0	0	0.0	3	2.1
Y-raskrižje	0	0.0	1	1.4	2	1.4
most	0	0.0	1	1.4	2	1.4
<b>Σ</b>	<b>7</b>	<b>100%</b>	<b>73</b>	<b>100%</b>	<b>143</b>	<b>100%</b>

Tablica 50. prikazuje koliko se dogodilo prometnih nesreća sa poginulim osobama, ozlijeđenim te sa materijalnom štetom, s obzirom na stanje kolnika. Prevladavaju prometne nesreće koje su se dogodile na suhom kolniku (tablica 10).

Tablica 50. Prometne nesreće na državnoj cesti DC1 prema stanju kolnika

Stanje kolnika	Poginuli		Ozlijeđeni		Materijalna šteta	
	Broj	%	Broj	%	Broj	%
mokar	2	28.6	25	34.2	32	22.4
suh-čist	5	71.4	47	64.4	106	74.1
snijeg - nije razgrnut	0	0.0	1	1.4	5	3.5
<b>Σ</b>	<b>7</b>	<b>100%</b>	<b>73</b>	<b>100%</b>	<b>143</b>	<b>100%</b>

Prikupljanjem podataka o broju prometnih nesreća na DC1 prema vrsti prometne regulacije evidentno je da se najviše prometnih nesreća dogodilo tijekom regulacije prometa pomoću prometnih znakova. Dok kod regulacije prometa upravljane sa semaforima zabilježeno je znatno manje prometnih nesreća, što pokazuje da je ista mnogo sigurnija za odvijanje prometa (tablica 11).

Tablica 11. Prometne nesreće na državnoj cesti DC1 prema vrsti prometne regulacije

Prometna regulacija	Poginuli		Ozlijeđeni		Materijalna šteta	
	Broj	%	Broj	%	Broj	%
pravila prometa	2	28.6	31	42.5	50	35.0
prometni znakovi	4	57.1	39	53.4	89	62.2
semafor	0	0.0	3	4.1	4	2.8
ovlaštena službena osoba	1	14.3	0	0.0	0	0.0
<b>Σ</b>	<b>7</b>	<b>100%</b>	<b>73</b>	<b>100%</b>	<b>143</b>	<b>100%</b>

Tablica 12. prikazuje podatke o broju prometnih nesreća sa poginulim, ozlijeđenim i sa materijalnom štetom prema održavanosti okoliša. Vidljivo je da se najveći broj prometnih nesreća dogodio kod održavanog okoliša (tablica 12).

Tablica 52. Prometne nesreće na državnoj cesti DC1 prema održavanosti okoliša

Održavanost okoliša	Poginuli		Ozlijeđeni		Materijalna šteta	
	Broj	%	Broj	%	Broj	%
okoliš slabo održavan	1	14.3	9	12.3	31	21.7
izraziti nedostaci u okoliši	0	0.0	0	0.0	2	1.4
okoliš uređen	0	0.0	63	86.3	110	76.9
izraziti nedostaci u okolišu	0	0.0	1	1.4	0	0.0
<b>Σ</b>	<b>1</b>	<b>14%</b>	<b>73</b>	<b>100%</b>	<b>143</b>	<b>100%</b>

Prikupljanjem i obradom podataka o broju prometnih nesreća na državnoj cesti DC1 prema javnoj rasvjeti najveći broj prometnih nesreća se dogodio na mjestima nepostojeće javne rasvjete. Zatim je najveći broj prometnih nesreća na mjestima gdje javna rasvjeta nije u funkciji (tablica 13). Podaci pokazuju da kvalitetna i održavana javna rasvjeta ima utjecaj na nastanak prometnih nesreća.

Tablica 53. Prometne nesreće na državnoj cesti DC1 prema javnoj rasvjeti

Javna rasvjeta	Poginuli		Ozlijeđeni		Materijalna šteta	
	Broj	%	Broj	%	Broj	%
javna rasvjeta u funkciji	0	0,0	9	12,3	21	14,7
javne rasvjete nema	6	85,7	28	38,4	89	62,2
javna rasvjeta nije u funkciji	1	14,3	29	39,7	27	18,9
-	0	0,0	7	9,6	6	4,2
<b>Σ</b>	<b>7</b>	<b>100%</b>	<b>73</b>	<b>100%</b>	<b>143</b>	<b>100%</b>

U nastavku ovog poglavlja tablica 14. prikazuje podatke o ograničenju brzine i broju svih prometnih nesreća na mjernim mjestima državne ceste DC1, s obzirom na ishod koje su se dogodile u 2023. godini. Najviše prometnih nesreća zamijećeno je u Ličko-senjskoj te Krapinsko-zagorskoj županiji.

Tablica 14. Prikaz podataka o broju prometnih nesreća na mjernim mjestima državne ceste DC1 u 2023. godini

Oznaka ceste	Oznaka	Ime	Max.dop. brzina	Broj prom. nesr. s obzirom na ishod			
				Poginuli	Ozlijeđeni	Materijalna šteta	Uk. broj prom. nesr.
DC1	1101	Macelj	60	0	0	0	0
DC1	1104	Đurmanec	60	1	10	15	26
DC1	1122	Čveki	50	0	7	16	23
DC1	1146	Sveti Križ Začretje	50	0	11	11	22
DC1	1935	Gornji Stupnik	50	0	0	0	0
DC1	1929	Klinča Sela	50	0	0	0	0
DC1	1928	Izimje	50	0	0	0	0

DC1	1954	Lug - jug	50	0	0	0	0
DC1	3114	Karlovac (smjer Slunj)	70	0	2	5	7
DC1	3114	Karlovac (smjer Jastrebarsko)	70	1	0	2	3
DC1	3105	Blagaj	80	0	0	0	0
DC1	3106	Slunj	60	1	6	20	27
DC1	4313	Sadilovac	40	0	0	0	0
DC1	4308	Prijeboj - sjeveroistok	80	0	0	0	0
DC1	4302	Prijeboj-jug	90	0	0	0	0
DC1	4309	Korenica	90	0	4	18	22
DC1	4304	Jošan	80	0	0	0	0
DC1	4901	Mutilić (Udbina)	80	2	5	28	35
DC1	5002	Pađene	90	0	0	0	0
DC1	5010	Stara Straža	90	0	0	0	0
DC1	5418	Kijevo	60	0	4	7	11
DC1	5524	Sinj	50	0	4	7	11
DC1	5504	Brnaze	50	0	0	0	0
DC1	5526	Dicmo	60	1	1	0	2
DC1	5523	Dugopolje (smjer Split)	90	1	8	4	13
DC1	5523	Dugopolje (smjer A1)	90	0	5	1	6
DC1	5441	Dračevac (smjer Split)	50	0	4	4	8
DC1	5441	Dračevac (smjer Dugopolje)	80	0	2	5	7

Tablica 15. prikazuje podatke o ograničenju brzine na svim mjernim mjestima državne ceste DC1, te brzinu koja je dosegnuta od 85% vozila (85 percentilna brzina). Shodno tome, također su prikazana odstupanja s obzirom na maksimalno dopuštenu brzinu (tablica 15).

Tablica 15. Prikaz podataka o ograničenju brzine i 85-percentilnoj brzini ( $V_{85}$ )

Oznaka ceste	Oznaka	Ime	Max.dop. brzina	$V_{85}$	Uk. broj prom. nesr.	Odstupanje s obzirom na ograničenje brzine
DC1	1101	Macelj	60	92	0	35%
DC1	1104	Đurmanec	60	92	26	35%
DC1	1122	Čveki	50	73	23	32%
DC1	1146	Sveti Križ Začretje	50	77	22	35%



DC1	1935	Gornji Stupnik	50	86	0	42%
DC1	1929	Klinča Sela	50	73	0	32%
DC1	1928	Izimje	50	82	0	39%
DC1	1954	Lug - jug	50	80	0	38%
DC1	3114	Karlovac (smjer Slunj)	70	84	7	17%
DC1	3114	Karlovac (smjer Jastrebarsko)	70	84	3	17%
DC1	3105	Blagaj	80	92	0	13%
DC1	3106	Slunj	60	80	27	25%
DC1	4313	Sadilovac	40	88	0	55%
DC1	4308	Prijeboj - sjeveroistok	80	120	0	33%
DC1	4302	Prijeboj-jug	90	100	0	10%
DC1	4309	Korenica	90	77	22	vozi se ispod ograničenja
DC1	4304	Jošan	80	106	0	25%
DC1	4901	Mutilić (Udbina)	80	112	35	29%
DC1	5002	Pađene	90	106	0	15%
DC1	5010	Stara Straža	90	113	0	20%
DC1	5418	Kijevo	60	95	11	37%
DC1	5524	Sinj	50	83	11	40%
DC1	5504	Brnaze	50	71	0	30%
DC1	5526	Dicmo	60	80	2	25%
DC1	5523	Dugopolje (smjer Split)	90	116	13	22%
DC1	5523	Dugopolje (smjer A1)	90	117	6	23%
DC1	5441	Dračevac (smjer Split)	50	63	8	21%
DC1	5441	Dračevac (smjer Dugopolje)	80	90	7	11%

Važno je napomenuti da pojedinim mjernim mjestima su pridružene približne lokacije koje su evidentirane pod istim mjernim mjestom, te na kojima su zabilježene prometne nesreće (tablica 16).

Tablica 16. Prikaz podataka o broju prometnih nesreća na svim lokacijama DC1

Oznaka ceste	Oznaka	Ime	Max.dop. brzina	Broj prom. nesr. s obzirom na ishod			
				Poginuli	Ozlijeđeni	Materijalna šteta	Uk. broj prom. nesr.
DC1	1101	Macelj	60	0	0	0	0
DC1	1104	Đurmanec	60	1	10	15	26
DC1	1104	- Đurmanec	60	0	0	4	4
DC1	1104	- Oroslavje	60	0	4	7	11
DC1	1104	- Jakovlje	60	1	3	4	8
DC1	1104	- Luka	60	0	1	0	1
DC1	1104	- Bistra	60	0	2	0	2
DC1	1122	Čveki	50	0	7	16	23
DC1	1122	- Zaprešić	50	0	7	14	21
DC1	1122	- Bistra	50	0	0	2	2
DC1	1146	Sveti Križ Začretje	50	0	11	11	22
DC1	1146	- Sveti Križ Začretje	50	0	7	6	13
DC1	1146	- Krapina	50	0	2	4	6
DC1	1146	- Zabok	50	0	2	1	3
DC1	1935	Gornji Stupnik	50	0	0	0	0
DC1	1929	Klinča Sela	50	0	0	0	0
DC1	1928	Izimje	50	0	0	0	0
DC1	1954	Lug – jug	50	0	0	0	0
DC1	3114	Karlovac (smjer Slunj)	70	0	2	5	7
DC1	3114	Karlovac (smjer Jastrebarsko)	70	1	0	2	3
DC1	3105	Blagaj	80	0	0	0	0
DC1	3106	Slunj	60	1	6	20	27
DC1	3016	- Slunj	60	1	4	18	23
DC1	3106	- Rakovica	60	0	2	2	4
DC1	4313	Sadilovac	40	0	0	0	0
DC1	4308	Prijeboj – sjeveroistok	80	0	0	0	0
DC1	4302	Prijeboj-jug	90	0	0	0	0
DC1	4309	Korenica	90	0	4	18	22
DC1	4309	- Plitvička Jezera	90	0	4	18	22
DC1	4304	Jošan	80	0	0	0	0

DC1	4901	Mutilić (Udbina)	80	2	5	28	35
DC1	4901	- Udbina	80	0	1	13	14
DC1	4901	- Gračac	80	2	4	15	21
DC1	5002	Pađene	90	0	0	0	0
DC1	5010	Stara Straža	90	0	0	0	0
DC1	5418	Kijevo	60	0	4	7	11
DC1	5418	- Knin	60	0	2	6	8
DC1	5418	- Ervenik	60	0	0	1	1
DC1	5418	- Civljane	60	0	2	0	2
DC1	5524	Sinj	50	0	4	7	11
DC1	5524	- Sinj	50	0	0	2	2
DC1	5524	- Hrvace	50	0	2	0	2
DC1	5524	- Vrlika	50	0	2	5	7
DC1	5504	Brnaze	50	0	0	0	0
DC1	5526	Dicmo	60	1	1	0	2
DC1	5523	Dugopolje (smjer Split)	90	1	8	4	13
DC1	5523	Dugopolje (smjer A1)	90	0	5	1	6
DC1	5441	Dračevac (smjer Split)	50	0	4	4	8
DC1	5441	Dračevac (smjer Dugopolje)	80	0	2	5	7

## 5.2. Ispitivanje korelacije pomoću Pearsonovog koeficijenta

Korelacija je statistički postupak za izračunavanje povezanosti dviju varijabli, odnosno utvrđivanje postojanja i jačine statističke veze među pojavama. Za dvije pojave predočene kvantitativnim varijablama jačina veze se mjeri koeficijentom korelacije. Ako su pojave predočene varijablama linearne, stupanj statističke povezanosti se mjeri koeficijentom korelacije. Varijable moraju biti numeričke, izražene barem na intervalnoj skali.

Pearsonov koeficijent korelacije koristi se u slučajevima kada između varijabli promatranog modela postoji linearna povezanost i neprekidna normalna distribucija. Vrijednost Pearsonovog koeficijenta korelacije kreće se od +1 (savršena pozitivna korelacija) do -1 (savršena negativna korelacija). Predznak koeficijenta nas upućuje na smjer korelacije – je li pozitivna ili negativna, ali nas ne upućuje na snagu korelacije. Pearsonov koeficijent korelacije ( $r$ ) bazira se na usporedbi stvarnog utjecaja promatranih varijabli jedne na drugu u odnosu na

maksimalni mogući utjecaj dviju varijabli. **Pogreška! Izvor reference nije pronađen.** Tablica 17. prikazuje stupanj jakosti korelacije.

Tablica 57. Stupnjevi jakosti korelacije, [18]

Vrijednost [r]	Jakost korelacije
-1	Funkcionalna negativna veza
$-1 < r < -0,8$	Jaka negativna veza
$-0,8 \leq r < -0,5$	Srednje negativna veza
$-0,5 \leq r < 0$	Slaba negativna veza
0	Veza ne postoji
$0 < r \leq 0,5$	Slaba pozitivna veza
$0,5 < r \leq 0,8$	Srednja pozitivna veza
$0,8 < r < 1$	Jaka pozitivna veza
1	Funkcionalna pozitivna veza

Korelacija se najčešće koristi za predviđanje vrijednosti jedne varijable ovisno o promjeni vrijednosti druge varijable, u slučaju ako su te dvije varijable u korelaciji. Saznanje o korelaciji između dvije varijable omogućuje da se sa većom sigurnošću može predvidjeti na koji način će se mijenjati vrijednost jedne varijable ukoliko se promijeni vrijednost druge varijable.

Prema [18] formula za izračun Pearsonovog koeficijenta korelacije jest (3):

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_n)(y_i - \bar{y}_n)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_n)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_n)^2}} \quad (3)$$

gdje je:

- $r$  - Pearsonov koeficijent korelacije,
- $x$  - varijabla  $x$ ,
- $y$  - varijabla  $y$ ,
- $n$  - broj promatranih jedinica

## 6. ANALIZA DOBIVENIH REZULTATA I PRIJEDLOG MJERA ZA PREVENCIJU NASTANKA PROMETNIH NESREĆA

Na temelju podataka o broju prometnih nesreća na svim lokacijama mjernih mjesta DC1 i ograničenja brzine na istim lokacijama, za potrebe ovog rada ispitana je korelacija između navedenih parametara pomoću Pearsonovog koeficijenta. Podaci su grupirani s obzirom na različita ograničenja brzine od 50 km/h, 60 km/h, 70 km/h, 80 km/h i 90 km/h.

### 6.1. Korelacije između brzine i mogućnosti nastanka prometnih nesreća pri ograničenju brzine od 50 km/h

Nakon ispitivanja korelacije Pearsonovim koeficijentom između brzine pri ograničenju od 50 km/h i broja prometnih nesreća na lokacijama mjernog mjesta Čveki izračuni te su rezultati prikazani u tablici 18. Dobiveni koeficijenti imaju vrijednost od 0,8 do 1,0 te prema stupnju jakosti korelacije to je jako pozitivna korelacija ili savršeno pozitivna korelacija (vrijednost 1,0). To pokazuje da je značajan utjecaj ograničenja brzine na mogućnosti nastanka prometnih nesreća.

Tablica 18. Koeficijenti korelacije na lokacijama pri mjernom mjestu Čveki

Korelacija	Ukupan broj prometnih nesreća s poginulim osobama	Ukupan broj prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama	Ukupan broj prometnih nesreća s materijalnom štetom	Ukupan broj prometnih nesreća
Zaprešić, max. dop. brzine 50 km/h (r)	0,000	0,968	0,992	0,985
Bistra, max. dop. brzine 50 km/h (r)	0,000	0,000	1,000	0,858

Tablica 19. prikazuje dobivene koeficijente korelacije na lokacijama pri mjernom mjestu Sveti Križ Začretje. Dobiveni koeficijenti imaju vrijednost od 0,8 do 1,0 što je jako pozitivna ili savršeno pozitivna korelacija.

Tablica 19. Koeficijenti korelacije na lokacijama mjernog mjesta Sveti Križ Začretje

Korelacija	Ukupan broj prometnih nesreća s poginulim osobama	Ukupan broj prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama	Ukupan broj prometnih nesreća s materijalnom štetom	Ukupan broj prometnih nesreća
Sveti Križ Začretje, max. dop. brzine 50 km/h (r)	0,000	0,978	0,971	0,975
Krapina, max. dop. brzine 50 km/h (r)	0,000	0,907	0,974	0,946
Zabok, max. dop. brzine 50 km/h (r)	0,000	0,955	0,849	0,897

Ispitivanjem korelacije pomoću Pearsonovog koeficijenta između brzine pri ograničenju od 50 km/h i broja prometnih nesreća na lokacijama mjernog mjesta Sinj i mjerno mjesto Dračevac (smjer Split), dobiveni su podaci koji su prikazani u tablici 20.

Tablica 20. Koeficijenti korelacije na lokacijama mjernog mjesta Sinj i mjerno mjesto Dračevac

Korelacija	Ukupan broj prometnih nesreća s poginulim osobama	Ukupan broj prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama	Ukupan broj prometnih nesreća s materijalnom štetom	Ukupan broj prometnih nesreća
Sinj, max. dop. brzine 50 km/h (r)	0,000	0,000	1,000	0,858
Hrvace, max. dop. brzine 50 km/h (r)	0,000	1,000	0,000	0,858
Vrlika, max. dop. brzine 50 km/h (r)	0,000	0,900	0,982	0,954
Dračevac, max. dop. brzine 50 km/h (r)	0,000	0,961	0,961	0,959

## 6.2. Korelacije između brzine i mogućnosti nastanka prometnih nesreća pri ograničenju brzine od 60 km/h

Prema podacima iz tablice 21. vidljivo je da ograničenje brzine od 60 km/h ima utjecaj na mogućnost nastanka prometnih nesreća. Porastom broja prometnih nesreća i stupanj jakosti korelacije ima veću vrijednost. Tablica 21. prikazuje koeficijente korelacije ispitane usporedbom parametara ograničenja brzine od 60 km/h i broja prometnih nesreća na lokacijama mjernog mjesta Đurmanec.

Tablica 21. Koeficijenti korelacije na lokacijama mjernog mjesta Đurmanec

Korelacija	Ukupan broj prometnih nesreća s poginulim osobama	Ukupan broj prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama	Ukupan broj prometnih nesreća s materijalnom štetom	Ukupan broj prometnih nesreća
Đurmanec, max. dop. brzine 60 km/h (r)	0,000	0,000	1,000	0,922
Oroslavje, max. dop. brzine 60 km/h (r)	0,000	0,950	0,983	0,970
Jakovlje, max. dop. brzine 60 km/h (r)	0,795	0,937	0,961	0,957
Luka, max. dop. Brzine 60 km/h (r)	0,000	1,000	0,000	0,761
Bistra, max. dop. brzine 60 km/h (r)	0,000	1,000	0,000	0,856

Podaci tablično prikazani u nastavku ovog poglavlja također pokazuju korelaciju između brzine i nastanka prometnih nesreća. Tablica 22. prikazuje Pearsonove koeficijente korelacije provedene na lokacijama mjernog mjesta Slunj kod ograničenja brzine 60 km/h.

Tablica 22. Koeficijenti korelacije na lokacijama mjernog mjesta Slunj

Korelacija	Ukupan broj prometnih nesreća s poginulim osobama	Ukupan broj prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama	Ukupan broj prometnih nesreća s materijalnom štetom	Ukupan broj prometnih nesreća
Slunj, max. dop. brzine 60 km/h (r)	0,774	0,935	0,996	0,984
Rakovica, max. dop. brzine 60 km/h (r)	0,000	0,931	0,931	0,919

U tablici 23. prikazani su podaci o izračunima koeficijenata korelacije kod mjernog mjesta Kijevo i mjerno mjesto Dicmo. Ispitane su korelacije na lokacijama Knin, Ervenik i Civljane za mjerno mjesto Kijevo, te na mjernom mjestu Dicmo (tablica 23).

Tablica 23. Koeficijenti korelacije na lokacijama mjernog mjesta Kijevo i mjerno mjesto Dicmo

Korelacija	Ukupan broj prometnih nesreća s poginulim osobama	Ukupan broj prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama	Ukupan broj prometnih nesreća s materijalnom štetom	Ukupan broj prometnih nesreća
Knin, max. dop. brzine 60 km/h (r)	0,000	0,895	0,987	0,957
Ervenik, max. dop. brzine 60 km/h (r)	0,000	0,000	1,000	0,761
Civljane, max. dop. brzine 60 km/h (r)	0,000	1,000	0,000	0,856
Dicmo, max. dop. brzine 60 km/h (r)	0,889	0,889	0,000	0,856

### 6.3. Korelacije između brzine i mogućnosti nastanka prometnih nesreća pri ograničenju brzine od 70 km/h

U tablici 24. prikazani su koeficijenti korelacije koji su ispitani na mjernom mjestu Karlovac u smjeru Slunja i Jastrebarskog.

Tablica 24. Koeficijenti korelacije na mjernom mjestu Karlovac

Korelacija	Ukupan broj prometnih nesreća s poginulim osobama	Ukupan broj prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama	Ukupan broj prometnih nesreća s materijalnom štetom	Ukupan broj prometnih nesreća
Karlovac (smjer Slunj), max. dop. brzine 70 km/h (r)	0,000	0,900	0,982	0,951
Karlovac (smjer Jastrebarsko), max. dop. brzine 70 km/h (r)	0,849	0,000	0,955	0,897



#### 6.4. Korelacije između brzine i mogućnosti nastanka prometnih nesreća pri ograničenju brzine od 80 km/h

Prema podacima iz tablice 25. vidljivo je da je jako pozitivna korelacija između parametara ograničenja brzine od 80 km/h i broja prometnih nesreća na lokacijama mjernog mjesta Mutilić (Udbina) i mjerno mjesto Dračevac (smjer Dugopolje).

Tablica 25. Koeficijenti korelacije na mjernom mjestu Udbina i Dračevac

Korelacija	Ukupan broj prometnih nesreća s poginulim osobama	Ukupan broj prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama	Ukupan broj prometnih nesreća s materijalnom štetom	Ukupan broj prometnih nesreća
Udbina, max. dop. brzine 80 km/h (r)	0,000	0,781	0,998	0,974
Gračac, max. dop. brzine 80 km/h (r)	0,872	0,936	0,993	0,982
Dračevac (smjer Dugopolje), max. dop. brzine 80 km/h (r)	0,000	0,900	0,982	0,951

#### 6.5. Korelacije između brzine i mogućnosti nastanka prometnih nesreća pri ograničenju brzine od 90 km/h

U tablici 26. prikazani su podaci Pearsonovog koeficijenta korelacije pri usporedbi parametara ograničenja brzine od 90 km/h i broja prometnih nesreća na lokaciji Plitvička Jezera mjernog mjesta Korenica, te na mjernim mjestima Dugopolje (smjer Split i A1).

Tablica 26. Koeficijenti korelacije na mjernom mjestu Korenica i Dugopolje

Korelacija	Ukupan broj prometnih nesreća s poginulim osobama	Ukupan broj prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama	Ukupan broj prometnih nesreća s materijalnom štetom	Ukupan broj prometnih nesreća
Plitvička Jezera, max. dop. brzine 90 km/h (r)	0,000	0,935	0,997	0,983
Dugopolje (smjer Split), max. dop. brzine 90 km/h (r)	0,783	0,984	0,946	0,972
Dugopolje (smjer A1), max. dop. brzine 90 km/h (r)	0,000	0,989	0,806	0,944

## 6.6. Analiza dobivenih rezultata

S obzirom na analizirane podatke i izvedene Pearsonove koeficijente, vidljiva je značajna korelacija između maksimalno dopuštene brzine i mogućnosti nastanka prometnih nesreća na lokacijama državne ceste DC1. Prikazani podaci imaju vrijednosti koeficijenata u rasponu od 0,8 do 1,0 što pokazuje da je prema stupnju jakosti korelacije to jako pozitivna ili savršeno pozitivna korelacija (vrijednost 1,0). Ovako visoki rezultati korelacije mogu ukazivati i na određene nekonzistentnosti jer odnos između nastanka prometne nesreće i brzine ograničenja može biti analiziran, ali to ne znači nužno da je taj odnos linearan, tj. povezanost postoji ali taj odnos nije uvijek linearan što može negativno utjecati na rezultate analize pomoću Pearsonovog koeficijenta. Linearna veza bi značila da se s povećanjem ili smanjenjem brzine ograničenja proporcionalno mijenja vjerojatnost prometne nesreće. Međutim to nije tako jednostavno jer puno više faktora utječe na nastanak prometnih nesreća. U prilog tome ide i činjenica da na nekim cestama s nižim ograničenjima brzine može doći do više nesreća zbog gustog prometa i drugih specifičnih uvjeta ili npr. na autocestama gdje su brzine ograničenja više, nesreće mogu biti rjeđe, ali teže. Brzina svakako može utjecati na rizik i težinu nesreće, ali mnogi drugi faktori su također važni, čineći ovaj odnos složenim i često nelinearnim. Sukladno navedenom za analizu takvog odnosa, bolje bi bilo koristiti modele koji mogu uzeti u obzir više faktora i potencijalne nelinearnosti, poput regresijskih analiza ili logističkih modela. Isto tako, iz dobivene analize 85 percentilne brzine ( $V_{85}$ ), brzina koja je dosegnuta od 85% vozila, može se zaključiti da na pojedinim lokacijama su evidentirane prometne nesreće unatoč tome što vozači voze ispod ograničenja. To može ukazivati da je potrebno na tim lokacijama ili smanjiti ograničenje brzine ili postoji utjecaj raznih čimbenika poput vrste prometnice na kojoj se dogodila prometna nesreća, vrste raskrižja, utjecaj atmosferskih prilika itd.

Samo uz poštivanje ograničenja brzine, te vožnju brzinom prilagođenom uvjetima na cesti može se izbjeći ili smanjiti posljedice prometnih nesreća. Stoga uz konstantnu edukaciju vozača o važnosti utjecaja brzine na mogućnosti nastanka prometnih nesreća, a time i na posljedice prometnih nesreća, prijedlozi za prevenciju prometnih nesreća su sljedeći:

- **Ograničenje brzine i bolja kontrola brzine**
  - Smanjenje dozvoljene brzine na kritičnim dionicama i uvođenje kamera za nadzor brzine može smanjiti broj nesreća uzrokovanih neprilagođenom brzinom.
- **Uvođenje javne rasvjete i popravak nefunkcionalne**
  - Uvođenje adekvatne javne rasvjete na slabo osvijetljenim cestama te redovito održavanje i popravak nefunkcionalne rasvjete može značajno poboljšati vidljivost za vozače, posebno tijekom noći. Ovo smanjuje rizik od sudara s objektima na cesti ili izlijetanja s ceste zbog loše vidljivosti.

- **Poboljšanje horizontalne i vertikalne signalizacije**
  - Postavljanje jasnijih horizontalnih oznaka na cesti, kao i vertikalnih znakova, može poboljšati svijest vozača o položaju na cesti i smanjiti rizik sudara.
- **Postavljanje zaštitnih barijera**
  - Postavljanje zaštitnih barijera poput metalnih ograda ili betonskih barijera uz cestu, može spriječiti vozila da slete s ceste ili udare u objekte uz cestu.
- **Postavljanje reflektirajućih oznaka i noćne rasvjete**
  - Reflektirajuće oznake i dobra noćna rasvjeta mogu pomoći vozačima da na vrijeme uoče prepreke na cesti.
- **Postavljanje zaštitnih mreža i drugih prepreka za životinje**
  - Uvođenje zaštitnih mreža uz prometnice u područjima gdje su česti naleti na životinje može smanjiti ovaj tip nesreća.
- **Uvođenje pješačkih zona i smirivanje prometa u urbanim područjima**
  - Uvođenje pješačkih zona u urbanim zonama trebalo bi usporiti promet i smanjiti broj nesreća.

## 7. ZAKLJUČAK

Brzina često predstavlja glavni uzrok prometnih nesreća te stoga zahtijeva dublju analizu. Promjenom ponašanja i postupaka u prometu možemo direktno utjecati na vlastitu sigurnost i sigurnost drugih sudionika. Prema podacima iz Biltena o sigurnosti cestovnog prometa 2019., te statističkog pregleda temeljnih sigurnosnih pokazatelja i rezultata rada u 2020. zabilježeno je da do najvećeg broja prometnih nesreća dolazi zbog brzine neprimjerene uvjetima, te zbog vožnje na nedovoljnoj udaljenosti. Broj prometnih nesreća nastalih zbog brzine koja nije primjerena uvjetima bilo je najviše u 2002. godini i to 22.463 nesreće.

Od 2019. do 2020. godine prisutan je trend smanjivanja broja prometnih nesreća uzrokovanih neprimjerenom brzinom vožnje i to za 73%. Stradavanje u prometu i prometnim nesrećama su jedan od glavnih uzroka smrti na globalnoj razini. Osnovni indikatori za sigurnost na prometnoj mreži su broj prometnih nesreća i njihove posljedice. Na cestovnoj mreži prometne nesreće nisu ravnomjerno raspoređene, postoje određena mjesta gdje je koncentracija prometnih nesreća veća nego na ostalim dijelovima dionice ili promatranog područja. Ta mjesta zovu se opasna mjesta ili crne točke, i u pravilu su to raskrižja.

Cilj ovog rada je bio ispitati utjecaj brzine na mogućnosti nastanka prometnih nesreća pomoću Pearsonovog koeficijenta. Analiza dobivenih rezultata pokazuje neosporan utjecaj brzine na nastanak prometnih nesreća. Međutim, treba uzeti u obzir da su moguća značajna odstupanja kod dobivenih rezultata zbog nelinearnog odnosa broja prometnih nesreća i ograničenja brzine te mogućeg utjecaja niza drugih čimbenika na nastanak prometnih nesreća. Sukladno navedenom za analizu takvog odnosa, bolje bi bilo koristiti modele koji mogu uzeti u obzir više faktora i potencijalne nelinearnosti, poput regresijskih analiza ili logističkih modela. Bez obzira na rezultate ove analize, dužnost svakog sudionika u prometu je da se pridržava prometnih pravila i vozi odgovorno. Radi povećanja sigurnosti i smanjenja broja nesreća, potrebno je provesti različite aktivnosti koje su već u tijeku ili se planiraju provesti u budućnosti. Povećanje broja registriranih vozila i proširenje cestovnih prometnica neprekidno mijenjaju sigurnosnu razinu cestovnog prometa, što zahtijeva stalno praćenje prometne situacije i problematike. Republika Hrvatska kroz Nacionalni program sigurnosti cestovnog prometa prati stanje sigurnosti i nastoji postići zadane ciljeve kako bi se smanjila brojka smrtno stradanih u prometu. Prema podacima Ministarstva unutarnjih poslova, svake godine u prometu smrtno strada nešto više od 300 osoba, što je visok broj s obzirom na veličinu hrvatskog stanovništva, posebno s obzirom na obitelji stradanih. Osiguranje svijesti vozača moguće je samo kroz zajedničke analize i aktivnosti svih društvenih struktura. Provođenje infrastrukturnih mjera za smirivanje prometa, uz češći i rigorozniji nadzor brzine kretanja vozila, direktno će doprinijeti sigurnosti cestovnog prometa.

## LITERATURA

- [1] Šimunović Lj, Ćosić M. Sigurnost cestovnog i gradskog prometa 2 LoMI, Zagreb, 2019.
- [2] Web izvor: Dostupno na: <http://sigurno-voziti.net/razmisljanja/razmisljanja27.html> [Pristupljeno 08.06.2024.]
- [3] Cerovac V. Tehnika i sigurnost prometa. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2001.
- [4] Web izvor: Dostupno na: <https://www.oryx-asistencija.hr/savjeti-za-vozače/aktualno/napredni-sustavi-za-pomoc-u-voznji-14275> [Pristupljeno 27.08.2024.]
- [5] Legac I. Cestovne prometnice I. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti, 2006.
- [6] Legac I. i koautori: Gradske prometnice, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2011.
- [7] Babić D. Nastavni materijali iz kolegija Prometna signalizacija, ak. god. 2023./2024.
- [8] Hozjan D. Nastavni materijali iz kolegija Cestovne prometnice II, ak. god. 2022./2023.
- [9] Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2022. Dostupno na: [https://mup.gov.hr/UserDocsImages/statistika/2023/6/Bilten\\_o\\_sigurnosti\\_cestovnog\\_prometa\\_2022.pDF](https://mup.gov.hr/UserDocsImages/statistika/2023/6/Bilten_o_sigurnosti_cestovnog_prometa_2022.pDF) [Pristupljeno 08.06.2024.]
- [10] Šarić Ž. Nastavni materijali iz kolegija Prometno-tehničke ekspertize, ak. god. 2022./2023.
- [11] Šarić Ž. i suradnici: Metodologija za identifikaciju opasnih mjesta u cestovnoj prometnoj mreži, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, studeni 2016. [Pristupljeno 22.06.2024.]
- [12] Web izvor: Dostupno na: <https://www.zakon.hr/z/78/Zakon-o-sigurnosti-prometa-na-cestama> [Pristupljeno 22.06.2024.]
- [13] Web izvor: Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa, NN 110/2001. Dostupno na: <https://www.zakon.hr/cms.htm?id=53179> [Pristupljeno 30.06.2024.]
- [14] Web izvor: <https://revijahak.hr/2018/12/29/nema-dvojbi-rotori-spasavaju-zivote/> [Pristupljeno 29.08.2024.]

[15] Web izvor: <https://autoskola-ispiti.com/prometni-znakovi/oznake-na-kolniku-i-drugim-povrsinama/prometne-povrine-za-posebne-namjene-oznake-za-obiljeavanje-naprava-za-smirivanje-prometa-980> [Pristupljeno 30.06.2024]

[16] Web izvor: <https://pt.kompass.com/p/micotec-electronica-lda/pt046082/seguranca-rodoviaria-radar-multanova-6f-tripe/d9a83c4e-9e27-4c71-bf89-7d3d1756f2d6/>  
[Pristupljeno 30.06.2024.]

[17] Nacionalni plan sigurnosti cestovnog prometa Republike Hrvatske za razdoblje od 2021. – 2030. godine. Vlada Republike Hrvatske; 2021.

[18] Web izvor: <https://www.scribbr.com/statistics/pearson-correlation-coefficient/>  
[Pristupljeno 08.06.2024.]

## POPIS SLIKA

Slika 1. Vennov dijagram zavisnost čimbenika čovjek-vozilo-cesta .....	3
Slika 2. Uloga čovjeka kao vozač u prometnom sustavu .....	5
Slika 3. Vertikalna preglednost kod koneveksnog prijeloma .....	10
Slika 4. Konfliktne točke četverokrakog raskrižja .....	12
Slika 5. Faze procesa upravljanja opasnim mjestima .....	21
Slika 6. Prijedlog kružnog raskrižja za smirivanje prometa u gradovima .....	25
Slika 7. Uzdignuća na kolniku za smirivanje prometa .....	25
Slika 8. Prikaz Multanova 6F .....	26
Slika 9. Prikaz državne ceste DC1 .....	36

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Odnos koeficijenta trenja i broja prometnih nesreća .....	10
Tablica 2. Prometne nesreće nastale zbog pogreške vozača, pješaka i ostalih uzroka u 2022. godini .....	14
Tablica 3. Prikaz zavisnosti računске brzine i minimalnog polumjera horizontalnog zavoja ....	31
Tablica 4. Nastradale osobe zbog pogrešaka vozača, pješaka i ostalih uzroka u 2022. god.....	33
Tablica 5. Vrsta prekršaja utvrđena u nadzoru prometa za 2021 i 2022 godinu .....	34
Tablica 6. Odnos prometnih nesreća i prekršaja u nadzoru prometa kojima je uzrok brzina prema županijama za 2021. i 2022. godinu .....	35
Tablica 7. Prometne nesreće na državnoj cesti DC1 prema vrsti prometne nesreće.....	37
Tablica 8. Prometne nesreće na državnoj cesti DC1 prema okolnostima.....	38
Tablica 9. Prometne nesreće na državnoj cesti DC1 prema vrsti raskrižja ili ceste.....	39
Tablica 10. Prometne nesreće na državnoj cesti DC1 prema stanju kolnika.....	39
Tablica 11. Prometne nesreće na državnoj cesti DC1 prema vrsti prometne regulacije.....	39

Tablica 12. Prometne nesreće na državnoj cesti DC1 prema održavanosti okoliša.....	40
Tablica 13. Prometne nesreće na državnoj cesti DC 1 prema javnoj rasvjeti.....	40
Tablica 14. Prikaz podataka o broju prometnih nesreća na mjernim mjestima državne ceste DC1 u 2023. godini.....	40
Tablica 15. Prikaz podataka o ograničenju brzine i 85-percentilnoj brzini ( $V_{85}$ ).....	41
Tablica 16. Prikaz podataka o broju prometnih nesreća na svim lokacijama DC1.....	43
Tablica 17. Stupnjevi jakosti korelacije.....	45
Tablica 18. Koeficijenti korelacije na lokacijama pri mjernom mjestu Čveki.....	46
Tablica 19. Koeficijenti korelacije na lokacijama mjernog mjesta Sveti Križ Začretje.....	47
Tablica 20. Koeficijenti korelacije na lokacijama mjernog mjesta Sinj i mjerno mjesto Dračevac.....	47
Tablica 21. Koeficijenti korelacije na lokacijama mjernog mjesta Đurmanec.....	48
Tablica 22. Koeficijenti korelacije na lokacijama mjernog mjesta Slunj.....	48
Tablica 23. Koeficijenti korelacije na lokacijama mjernog mjesta Kijevo i mjerno mjesto Dicmo.....	49
Tablica 24. Koeficijenti korelacije na mjernom mjestu Karlovac.....	49
Tablica 25. Koeficijenti korelacije na mjernom mjestu Udbina i mjerno mjesto Dračevac.....	50
Tablica 26. Koeficijenti korelacije na mjernom mjestu Korenica i Dugopolje.....	50

## POPIS GARFIKONA

Graf 1. Prikaz podataka o broju prometnih nesreća na DC1.....	37
---	----



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je \_\_\_\_\_ **diplomski rad** \_\_\_\_\_  
(vrsta rada)

isključivo rezultat mojega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog/diplomskog rada pod naslovom **\_\_Utjecaj brzine kretanja vozila na mogućnosti nastanka prometnih nesreća\_\_**, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ica:

U Zagrebu, **\_03.07.2024.\_**

  
\_\_\_\_\_  
(ime i prezime, *potpis*)