

# Utjecaj elemenata projektiranja prometnih površina na sigurnost cestovnog prometa

---

**Bobić, Ante**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2021**

*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:119:097021>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-15**



*Repository / Repozitorij:*

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



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

**ZAVRŠNI RAD**

**UTJECAJ ELEMENATA PROJEKTIRANJA  
PROMETNIH POVRŠINA NA SIGURNOST  
CESTOVNOG PROMETA**

**INFLUENCE OF DESIGN ELEMENTS OF  
TRAFFIC AREAS ON ROAD SAFETY**

**Mentor:** prof. dr. sc Grgo Luburić

**Student:** Ante Bobić

JMBAG: 0135247924

**Zagreb, rujan 2021.**

Zagreb, 5. svibnja 2021.

Zavod: **Zavod za cestovni promet**  
Predmet: **Sigurnost cestovnog i gradskog prometa I**

## ZAVRŠNI ZADATAK br. 6161

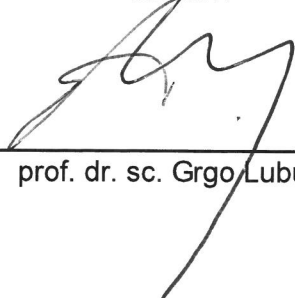
Pristupnik: **Ante Bobić (0135247924)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Utjecaj elemenata projektiranja prometnih površina na sigurnost cestovnog prometa**

### Opis zadatka:

U radu je potrebno navesti obilježja ceste kao i ostale čimbenike i njihova obilježja u cestovnom prometu, objasniti na koji način i u kojoj mjeri oni utječu na sigurnosti u cestovnom prometu. Obrazložiti važnost projektiranja cestovne površine. Analizirati podjelu cestovne i ulične mreže. Analizirati statističke podatke o nesrećama po kategorijama i značajkama cesta. U radu je također bitno prikazati način na koji se određuje vrsta ceste i njezini tehnički elementi prema prometnim potrebama odnosno eksploatacijskim značajkama, terenskim uvjetima i prema propisima o tehničkim normativima Republike Hrvatske kojim moraju udovoljavati iz perspektive sigurnosti u prometu. Potrebno je navesti i analizirati osnovne elemente projektiranja cesta i autocesta, gradske ulične mreže i prometnih čvorišta. S obzirom na prethodnu analizu, predložiti prijedloge poboljšanja cestovne prometne površine prilikom projektiranja u vidu povećanja stupnja sigurnosti uz zadržavanje njezine funkcionalnosti.

Mentor:



---

prof. dr. sc. Grgo Luburić

Predsjednik povjerenstva za  
završni ispit:

---

# UTJECAJ ELEMENATA PROJEKTIRANJA PROMETNIH POVRŠINA NA SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA

## SAŽETAK

Projektiranje elemenata cestovnih prometnih površina ima veliki utjecaj na sigurnost cestovnog prometnog sustava. Čimbenici cesta, vozilo, čovjek, incidentni čimbenik i promet na cesti kao funkcija zajedno djeluju na sigurnost cestovnog prometnog sustava. Cesta kao čimbenik na sigurnost utječe svojim tehničkim nedostacima koje je prilikom projektiranja, izvedbe i izgradnje njezinih konstruktivnih elemenata potrebno izbjeći odnosno ukloniti u slučaju rekonstrukcije. Povećanje broja prometnih nesreća naglašava važnost projektiranja elemenata cestovnih prometnih površina u vidu povećanja sigurnosti. Elementi projektiranja cestovnih prometnih površina se dijele na elemente cesta i autocesta, gradske ulične mreže i prometnih čvorišta. Tlocrtni element zatim poprečni i uzdužni elementi presjeka ceste odnosno cestovne prometne površine se određuju prema pravilnicima Republike Hrvatske.

**KLJUČNE RIJEČI:** čimbenici u sigurnosti; prometne nesreće; konstruktivni elementi ceste; projektiranje cestovnih prometnih površina

## SUMMARY

The design of the elements of road traffic areas has a great impact on the safety of the road traffic system. Road factors, vehicle, man, incident factor and road traffic as a function together act on the safety of the road traffic system. The road as a factor on safety affects as technical shortcomings which during the design, execution and construction of its structural elements must be avoided, or removed in case of reconstruction. Increase number of traffic accidents emphasizes the importance of designing road traffic elements in certain safety increases. Elements of designing road traffic areas are divided into elements of roads and highways, city street networks and traffic hubs. The floor plan element, then the cross-section and longitudinal cross-section elements of the road, in the road traffic area are determined according to the regulations of the Republic of Croatia.

**KEY WORDS:** safety factors; traffic accidents; road structural elements; road traffic areas design

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. ČIMBENICI SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA.....	2
2.1. Čovjek kao čimbenik sigurnosti cestovnog prometa .....	2
2.1.1. Osobne značajke čovjeka .....	3
2.1.2. Psihofizičke osobine čovjeka .....	3
2.1.3. Psihofizičke osobine čovjeka .....	4
2.1.4. Obrazovanje i kultura .....	4
2.2. Vozilo kao čimbenik sigurnosti prometa .....	4
2.2.1. Aktivni elementi.....	5
2.2.2. Pasivni elementi.....	5
2.3. Čimbenik “promet na cesti“ .....	5
2.4. Incidentni čimbenik .....	5
3. CESTA KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA.....	6
3.1. Trasa ceste.....	6
3.2. Tehnički elementi ceste .....	6
3.3. Stanje kolnika .....	9
3.4. Oprema i zaštita ceste.....	9
3.5. Rasvjeta cesta .....	10
3.6. Križanja .....	10
3.7. Utjecaj bočne zapreke .....	10
3.8. Održavanje ceste.....	11
4. VAŽNOST PROJEKTIRANJA PROMETNIH POVRŠINA ZA SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA .....	12
4.1. Podjela javnih cesta.....	12
4.2. Statistička analiza prometnih nesreća .....	14
4.2.1. Prometne nesreće po kategorijama cesta.....	14
4.2.2. Prometne nesreće po značajkama cesta .....	15
5. ELEMENTI PROJEKTIRANJA PROMETNIH POVRŠINA .....	17
5.1. Elementi projektiranja cesta i autocesta .....	17
5.1.1. Tlocrtni elementi ceste .....	17
5.1.2. Elementi poprečnog presjeka ceste .....	21
5.1.3. Elementi uzdužnog presjeka ceste .....	24
5.2. Elementi projektiranja gradske ulične .....	25
5.3. Elementi projektiranja prometni čvorišta .....	25
5.3.1. Cestovna čvorišta u istoj razini.....	25
5.3.2. Cestovna čvorišta u različitim razinama .....	27
6. PRIMJER OPASNE DIONICE I PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA ELEMENATA PROJEKTIRANJA PROMETNE POVRŠINE.....	28
6.1. Primjer opasne dionice ceste D-503.....	28
6.2. Prijedlog za poboljšanje elemenata projektiranja opasne dionice ceste D-503 .....	30
7. ZAKLJUČAK .....	32
LITERATURA .....	33
POPIS SLIKA .....	34
POPIS TABLICA.....	34
POPIS GRAFIKONA.....	35

# 1. UVOD

Od samih početaka razvijanja prvih svjetskih civilizacija, kopneni putevi su imali veliku ulogu o širenju gospodarstva, trgovine, kulture, znanja i informacija pa tako i danas. Stoljećima kopneni putevi koji su u početku bili građeni od kamena i zemlje, a namijenjeni za promet zaprežnih vozila i prilagođavani njima kao i urbanim sredinama, odredili su veliki dio suvremene cestovne prometne mreže. Akumulacijom problema izazvanih zagušenjem prometne mreže početkom 20.st, pojavila se je znanstvena disciplina prometna tehnika. Novonastala znanstvena disciplina u svojoj poddomeni sadrži projektiranje cestovnih površina kao i njihovo planiranje u cilju smanjenja zagušenja prometne mreže i smanjenja broja prometnih nesreća koje su nastale kao posljedica stupnjevito porasta broja vozila u odnosu na neizgrađenost infrastrukture. U ovom radu je cilj istražiti na koji način cesta kao čimbenik utječe na sigurnost u cestovnom prometu, te na koji način se projektiranjem može postići zadovoljavajući stupanj sigurnosti, što je obrazloženo u 7 cjelina.

U drugoj cjelini se definiraju čimbenici sigurnosti u prometu te se opisuje njihova zajednička funkcija djelovanja, čije je razumijevanje bitno u daljnjoj razradi rada ali i u praksi projektiranja.

U trećoj cjelini posebno se kao predmet ovog rada opisuje cesta kao čimbenik sigurnosti, njezina obilježja kao čimbenika te ovisnost njezinih elemenata o broju prometnih nesreća.

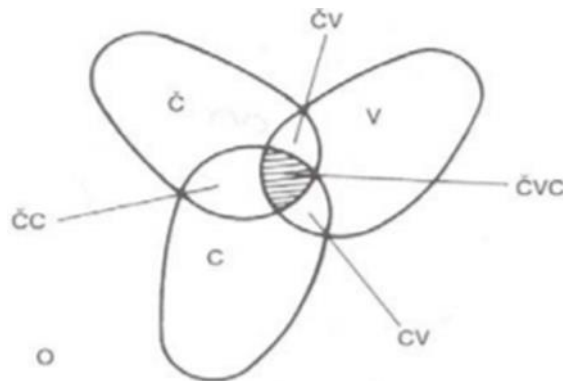
U četvrtoj cjelini se povijesnim i statističkim podacima o prometnim nesrećama argumentira važnost projektiranja cestovnih površina u ovisnosti o kategoriji i značajkama ceste.

U petoj cjelini se analiziraju elementi projektiranja cestovnih prometnih površina kao što su ceste i autoceste, gradska ulična mreža te prometna čvorišta. Također sadrži kriterije, načine i zakone o projektiranju prema Republici Hrvatskoj.

U šestom poglavlju su prikazani i analizirani realni problemi odnosno nedostaci postojećih cestovnih prometnih površina te su predložene mjere poboljšanja u cilju povećanja stupnja sigurnosti i smanjenju broja prometnih nesreća na prikazanoj dionici.

## 2. ČIMBENICI SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA

Promet je vrlo složena pojava pri kojoj dolazi do mnogobrojnih konfliktnih situacija. Opasnosti od prometnih nesreća, koje nastaju pri kretanju vozila i pješaka, mogu se prikazati stanjem u sustavu čimbenika koji se pri tom pojavljuju. Analizirajući moguće uzroke cestovni promet se može pojednostavljeno promatrati kroz tri osnovna podsustava: čovjek, vozilo i cesta. Djelovanje tih triju podsustava na sigurnosti prometa se može predočiti Vennovim dijagramom.



Slika 1. Vennov dijagram, [1]

Vennovim dijagramom (slika 1), opisuje se zavisnost podsustava čovjek (Č), vozilo (V), cesta (C), okolica (O). Može se uočiti mehanički sustav koji se sastoji od veze "vozilo-cesta", i biomehanički sustav, koji se sastoji od veze "čovjek-vozilo" i "čovjek-cesta". Čimbenici "čovjek", "vozilo" i "cesta" ne obuhvaćaju sve elemente koji mogu utjecati na stanje sustava, te je potrebno izdvajanje čimbenika "promet na cesti" i "incidentni čimbenik". Tako opasnost od nastanka prometnih nesreća postaje funkcija pet čimbenika koji čine sustav. To su:

- Čovjek
- Vozilo
- Cesta
- Promet na cesti
- Incidentni čimbenik.[1]

### 2.1. Čovjek kao čimbenik sigurnosti cestovnog prometa

Čovjek kao vozač u prometu svojim osjetilima prima obavijesti vezane za prilike na cesti te uzevši u obzir vozilo i prometne propise, određuje način kretanja vozila. Utjecaj čimbenika "čovjek" je najvažniji. Na ponašanje čovjeka kao čimbenika sigurnosti u prometu utječu:

- osobne značajke vozača
- psihofizička svojstva
- obrazovanje i kultura.

### **2.1.1. Osobne značajke čovjeka**

Osobnost je organizirana cjelina svih osobina, svojstava i ponašanja kojima se svaka ljudska individualnost izdvaja od svih drugih pojedinaca društvene zajednice. Psihički i skladno razvijena osoba je preduvjet uspješnog i sigurnog odvijanja prometa. Pojmom osobe u užem smislu mogu se obuhvatiti psihičke osobine:

- sposobnost
- stajališta
- temperament
- osobne crte
- značaj (karakter).

Sposobnost je skup prirodnih i stečenih, uvjeta koji omogućuju obavljanje neke aktivnosti. Stajališta vozača prema vožnji rezultat su odgoja u školi i obitelji, društva i učenja. Mogu biti privremena i stalna.

Temperament je urođena osobina koja se očituje u načinu mobiliziranja psihičke energije kojom određena osoba raspolaže. Prema temperamentu ljudi se mogu podijeliti na kolerike, melankolike i flegmatike.

Osobne crte su specifične strukture pojedinca zbog kojih on u različitim situacijama reagira na isti način.

Značaj (karakter) očituje se u moralu čovjeka i njegovu odnosu prema ljudima te prema poštivanju društvenih normi i radu.

### **2.1.2. Psihofizičke osobine čovjeka**

Psihofizičke osobine vozača znatno utječu na sigurnost prometa. Pri upravljanju vozilom dolaze posebno do izražaja psihofizičke osobine:

- funkcije organa osjeta
- psihomotoričke sposobnosti
- mentalne sposobnosti.

S pomoću organa osjeta koji podražuju živčani sustav nastaje osjet vida, sluha, ravnoteže i mirisa. Zamjećivanje okoline omogućuju organi osjeta koji putem fizikalnih i kemijskih procesa obavješćuju o vanjskom svijetu i promjenama unutar tijela. Za upravljanjem vozilom važni su osjeti : vida, sluha, ravnoteže, mirisa i mišićni osjet.[2]

Psihomotoričke sposobnosti su sposobnosti koje omogućuju uspješno izvođenje pokreta koji zahtijevaju brzinu, preciznost i usklađen rad raznih mišića. Pri upravljanju vozilom važne su psihomotoričke sposobnosti: brzina reagiranja, brzina izvođenja pokreta rukom, sklad pokreta i opažanja.

Mentalne sposobnosti su mišljenje, pamćenje, inteligencija, učenje i sl. Osoba s razvijenim mentalnim sposobnostima bolje upoznaje svoju okolicu i uspješno se prilagođuje okolnostima. Mentalno ne razvijenu osobu obilježuje pasivnost svih psihičkih procesa, a time i nemogućnost prilagođavanja uvjetima prometa.[1]



### **2.1.3. Psihofizičke osobine čovjeka**

Psihofizičke osobine vozača znatno utječu na sigurnost prometa. Pri upravljanju vozilom dolaze posebno do izražaja psihofizičke osobine:

- funkcije organa osjeta
- psihomotoričke sposobnosti
- mentalne sposobnosti.

S pomoću organa osjeta koji podražuju živčani sustav nastaje osjet vida, sluha, ravnoteže i mirisa. Zamjećivanje okoline omogućuju organi osjeta koji putem fizikalnih i kemijskih procesa obavješćuju o vanjskom svijetu i promjenama unutar tijela. Za upravljanjem vozilom važni su osjeti : vida, sluha, ravnoteže, mirisa i mišićni osjet.[2]

Psihomotoričke sposobnosti su sposobnosti koje omogućuju uspješno izvođenje pokreta koji zahtijevaju brzinu, preciznost i usklađen rad raznih mišića. Pri upravljanju vozilom važne su psihomotoričke sposobnosti: brzina reagiranja, brzina izvođenja pokreta rukom, sklad pokreta i opažanja.

Mentalne sposobnosti su mišljenje, pamćenje, inteligencija, učenje i sl. Osoba s razvijenim mentalnim sposobnostima bolje upoznaje svoju okolicu i uspješno se prilagođuje okolnostima. Mentalno ne razvijenu osobu obilježuje pasivnost svih psihičkih procesa, a time i nemogućnost prilagođavanja uvjetima prometa.[1]

### **2.1.4. Obrazovanje i kultura**

Obrazovanje i kultura važni su čimbenici u međuljudskim odnosima u prometu. Vozač koji je stekao određeno obrazovanje poštuje prometne propise i odnosi se ozbiljno prema ostalim sudjelovateljima u prometu. Učenjem se postiže znanje koje je nužno za normalno odvijanje prometa. Tu se može ubrojiti :

- poznavanje znakova i propisa o reguliranju prometa
- poznavanje kretanja vozila
- poznavanje vlastitih sposobnosti.

Poznavanje zakona i propisa o reguliranju prometa nužno je da bi se mogla dobiti vozačka dozvola, a provjerava se s pomoću prometnih testova.

Poznavanje zakonitosti kretanja vozila sastoji se u tome da se vozač upozna s otporima koji se suprotstavljaju kretanju vozila, duljinom puta kočenja, djelovanjem centrifugalne sile i sl.

Poznavanje vlastitih sposobnosti ima važnu ulogu u sigurnosti prometa. Vozač koji poznaje svoje sposobnosti i prema njima prilagodi vožnju ne ugrožava druge sudionike u prometu.

## **2.2. Vozilo kao čimbenik sigurnosti prometa**

Vozilo svojom konstrukcijom i značajkama utječe u velikoj mjeri na sigurnost u prometu. Prema statističkim podacima, za 3-5 posto prometnih nesreća smatra se da

im je uzrok tehnički nedostatak na vozilu. Elementi vozila koja koji utječu na sigurnost prometa mogu se podijeliti na aktivne i pasivne elemente.

### **2.2.1. Aktivni elementi**

U aktivne elemente mogu se ubrojiti ona tehnička rješenja vozila čija je zadaća smanjiti mogućnost nastanka prometne nesreće, a to su:

- kočnice
- upravljački mehanizam
- gume.
- svjetlosni i signalni uređaji
- uređaji koji povećavaju vidno polje vozača.
- konstrukcija sjedala
- usmjerivači zraka (spojleri)
- uređaji za grijanje, hlađenje i provjetravanje unutrašnjosti vozila
- vibracije vozila
- buka.[1]

### **2.2.2. Pasivni elementi**

U pasivne elemente se mogu ubrojiti rješenja vozila koja imaju zadaću, u slučaju nastanka prometne nesreće, ublažiti njezine posljedice. A to su:

- školjka (karoserija)
- vrata
- sigurnosni pojasevi
- nasloni za glavu
- vjetrobranska stakla i zrcala
- položaj motora, spremnika, rezervnoga kotača i akumulatora
- odbojnik
- sigurnosni zračni jastuk.

## **2.3. Čimbenik “promet na cesti“**

Čimbenik “promet na cesti“ obuhvaća podčimbenike: organizacija, upravljanje i kontrola prometa. Organizacija prometa obuhvaća prometne propise i tehnička sredstva za organizaciju prometa. Upravljanje prometom obuhvaća način i tehniku upravljanja cestovnim prometom. Kontrola prometa obuhvaća načine kontrole prometa te ispitivanje i statistiku prometnih nesreća.

## **2.4. Incidentni čimbenik**

Incidentni čimbenik je čimbenik čije se djelovanje pojavljuje na neočekivan i nesustavan način. Obuhvaća atmosfere prilike, tragove ulja, nečistoću, divljač i slično.[1]

### 3. CESTA KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA

Tehnički nedostaci ceste često su uzrok prometnih nesreća, a oni mogu nastati pri projektiranju i pri njihovoj izvedbi. Utjecaj konstruktivnih elemenata na sigurnost prometa dolazi do izražaja pri oblikovanju te pri utvrđivanju dimenzija i konstruktivnih obilježja ceste. Cestu kao čimbenik sigurnosti obilježuju:

- trasa ceste
- tehnički elementi ceste
- stanje kolnika
- oprema ceste
- rasvjeta ceste
- križanja
- utjecaj bočne zapreke
- održavanje ceste.[1]

#### 3.1. Trasa ceste

Trasom ceste se određuje smjer i visinski položaj ceste. Trasa ceste se sastoji od pravaca, zavoja i prijelaznih krivulja, a ti elementi trebaju biti izabrani tako da omogućuju sigurno kretanje vozila pri određenoj računskoj brzini. Trasa mora biti homogena i omogućavati jednoličnu brzinu kretanja vozila. Osim tehničke sigurnosti, potrebno je osigurati i psihološku sigurnost, koja ovisi o tome kako na vozača djeluje okolni teren.[2] Psihološka sigurnost se može postići pravilnim vođenjem trase, oblikovanjem kosina usjeka, zasjeka i nasipa te sadnjom raslinja. Isto tako pri optičkom vođenju stvara se vizualan dojam koji upućuje na daljnji tok kolnika tamo gdje on nije jasno uočljiv. Optičko vođenje postiže se rubnim trakovima, rubnim crtama, zaštitnim ogradama i sl.

#### 3.2. Tehnički elementi ceste

Tehnički elementi ceste važni su čimbenici sigurnosti cestovnog prometa. Istraživanja su pokazala da se povećanjem širine prometnih trakova broj nesreća smanjuje (tablica 1).

Tablica 1. Broj prometnih nesreća u ovisnosti o širini kolnika s dva prometna traka na kojima se odvija promet u oba smjera.

Širina kolnika s dva traka (m)	4,5-5,5	5,5-6,5	6,5-7,5	7,5-8,5	>8,5
Broj nesreća na milijun prijeđenih kilometara	7,40	5,70	4,84	3,80	2,45

Izvor: [1]

Na cestama za mješoviti promet gdje u prometu sudjeluje veliki broj biciklista nužno je predvidjeti biciklističke staze. Da bi se smanjio broj prometnih nesreća,

potrebno je odvojiti biciklističke i pješачke staze od kolnika zaštitnim trakom ili nadvišenjem.

Rubni trakovi omogućuju bolje iskorištenje površine kolnika. Mogu poslužiti za zaustavljanje vozila u slučaju kvara. Ako nije moguće izvesti rubne trakove, treba označiti rubne crte.

Širina bankine isto tako utječe na sigurnost prometa. Povećanjem njezine širine povećava se i sigurnost (tablica 2).

Tablica 2. Broj prometnih nesreća u ovisnosti o širini bankina

Širina bankine (m)	0	0,6-0,9	1,2-1,5	1,8-2,1	>2,4
Broj nesreća na milijun prijeđenih kilometara	2,14	1,56	1,12	1,12	1,03

Izvor: [1]

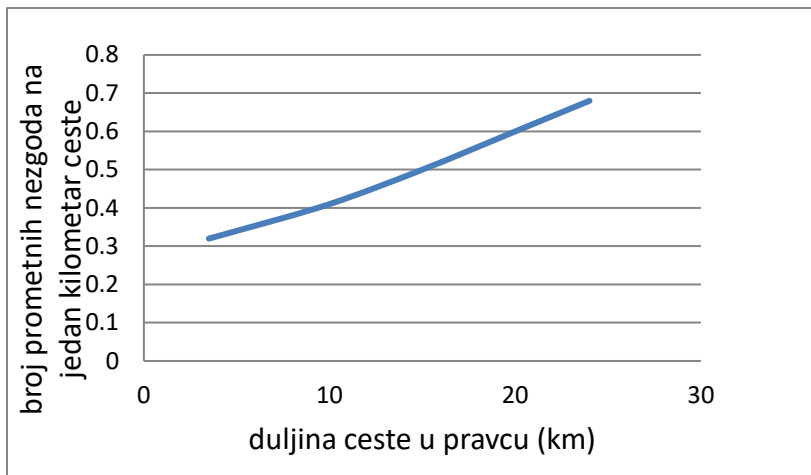
Na većim usponima (koji prelaze 4%) teška teretna vozila gube brzinu i tako ometaju normalno odvijanje prometa. Izradbom trakova za spora teretna vozila smanjuje se broj prometnih nesreća (tablica 3).[1]

Tablica 3. Broj nesreća na prijeđenih milijun kilometara u ovisnosti o postotku udjela teretnih vozila

Postotak udjela teretnih vozila	13,0	21,0	22,6	24,3	27,0	28,5	32,5	44,5
Broj prometnih nesreća na milijun prijeđenih kilometara	0,43	0,97	1,42	1,18	1,45	1,84	1,95	2,60

Izvor: [1]

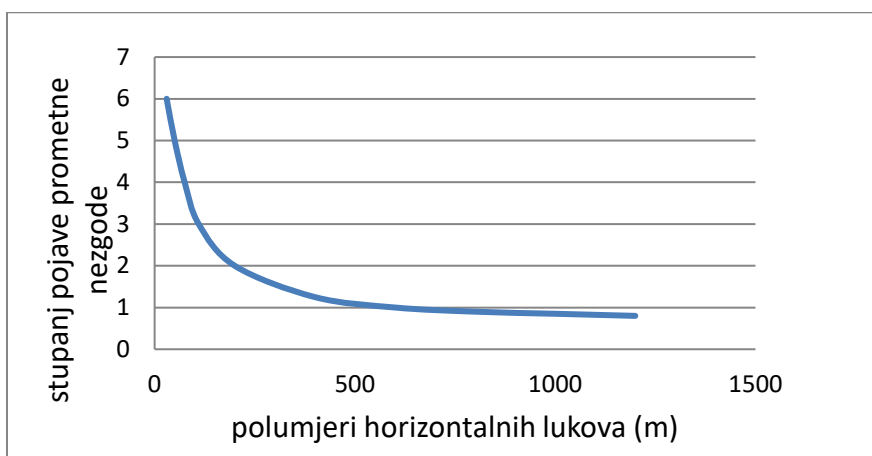
Pravocrtno pružanje pravaca ima svoje prednosti, koje se očituju u mogućnosti odmora vozača, u većoj mogućnosti pretjecanja i sl. Međutim dugačak pravocrtan pravac ima i nedostatke koji se očituju u monotonij vožnji koja u dužem periodu umara vozača pa tako i produljuje vrijeme reagiranja, otežana je procjena u udaljenosti između vozila, potiče vozača na povećanje brzine i sl. Iz grafikona 1 vidljiva je ovisnost broja prometnih nesreća o duljine ceste u pravcu.



Grafikon 1. Broj prometnih nesreća u ovisnosti o duljine ceste u pravcu

Izvor: [1]

Između pravca i zavoja izvode se prijelazne krivulje. Pravilno oblikovanje prijelaznih krivulja ima veliku važnost u sigurnosti prometa. Duljina prijelazne krivulje određuje se na temelju vozno-dinamičkih, vizualnih i estetskih uvjeta. Oštri zavoji također utječu na sigurnost u prometu (grafikon 2). Zavoje treba projektirati što većim polumjerom i ne smije se dopustiti neposredno nizanje jer vožnja postaje nesigurna.[1]



Grafikon 2. Stupanj pojave prometne nesreće ovisno o polumjeru horizontalnih lukova

Izvor: [1]

Horizontalna preglednost ovisi o polumjeru zavoja i o zaprekama koje se nalaze uz slobodni profil. Duljina preglednosti izračunava se za slučaj sigurnog kočenja vozila na dvosmjernom kolniku. Vertikalna preglednost ovisi o polumjeru vertikalnog zaobljenja kod konveksnog prijeloma nivelete, a njena duljina se također izračunava za slučaj sigurnog kočenja. U tablici 4. Prikazana je ovisnost broja prometnih nesreća ovisno o duljini preglednosti.[1]

Tablica 4. Ovisnost broja prometnih nesreća na milijun prijeđenih kilometara o duljini preglednosti.

Preglednost $L_p$ (m)	<240	240-450	450-750	>750
Broj prometnih nesreća na milijun kilometara	1,49	1,18	0,93	0,68

Izvor: [1]

### 3.3. Stanje kolnika

Velik broj prometnih nesreća nastaje zbog smanjenog koeficijenta trenja između kotača i kolnika te zbog oštećenja gornjeg dijela kolničke konstrukcije. Dobrim prljanje sprečava se klizanje vozila, bilo u uzdužnom ili poprečnom smjeru. Na smanjenje prljanja znatno utječu: mokr zastor, vodeni klin, onečišćen i blatan zastor, neravnine na zastoru i sl.[2]

Oštećenje kolnika ("udarne rupe") nastaju zbog dotrajalog zastora, njegove slabe kvalitete, lošeg održavanja, kvaliteti ugrađenog materijala i klimatskim uvjetima (slika 2).[1]



Slika 2. "Udarne rupe", [3]

### 3.4. Oprema i zaštita ceste

Opremu i zaštitu ceste čine svi uređaji i sredstva koji omogućuju sigurno kretanje vozila i obavještanje vozača o uvjetima odvijanja prometa. Zbog toga se na cestama postavljaju razni uređaji kojih je zadatak da povećaju sigurnost. To je naročito potrebno na prometnicama gustog prometa te na cestama na kojima se razvijaju velike brzine.[4] Opremu ceste čine:

- prometni znakovi i signalizacije
- kolobrani
- živice
- smjerkazni stupići

- snjegobrani i vjetrobrani
- kilometarske oznake.

### 3.5. Rasvjeta cesta

Dobra rasvjeta nužan je preduvjet za siguran promet jer se velik dio prometa odvija noću. Rasvjeta smanjuje mogućnost prometnih nesreća 30 do 35 posto u odnosu na prometnice koje nisu osvijetljene. Ceste izvan naselja ne treba rasvijetljivati, osim kritičnih mjesta kao što su pješački prijelazi, križanja i sl. Dobra rasvjeta povećava udobnost vožnje noću i smanjuje umor vozača.[1] Prema mjestu kojeg osvjetljuje, rasvjetu možemo podijeliti na:

- cestovna rasvjeta (čvorišta, vijadukti, mostovi, cesta)
- tunelska rasvjeta
- rasvjeta građevina (naplatne kućice, granični prijelazi).

### 3.6. Križanja

Raskrižja se mogu opisati kao točke u cestovnoj mreži u kojima se povezuje dvije ili više cesta, a prometni tokovi se spajaju, razdvajaju ili prepliću. Zbog prometnih radnji i mogućih konflikata, koji se ne pojavljuju na otvorenim potezima ceste, na raskrižjima su izrazito naglašeni problemi sigurnosti i propusnosti prometa.[5] Broj prometnih nesreća na križanjima u gradu iznosi 40 do 50 posto ukupnog broj nesreća. Čest problem križanja je slaba preglednost, zbog toga je potrebno izvoditi križanja u dvije ili više razina. Gdje to nije moguće, treba osigurati dobru preglednost, postaviti odgovarajuće znakove i pažnju posvetiti dobroj regulaciji. Posebna opasnost na križanjima su vozila koja skreću ulijevo, te ih pri reguliranju treba posebno odvojiti.[1]

### 3.7. Utjecaj bočne zapreke

Stalne ili povremene zapreke u blizini ruba kolnika nepovoljno utječu na sigurnost prometa. Prema ispitivanjima u Engleskoj, otprilike trećina vozača pogine zbog udara u stalne zapreke koje se nalaze na bankinama ili neposredno uz bankine. Zbog toga se stalne ili povremene zapreke kao što su ograde, drveće, telefonski stupovi, reklamne ploče ne smiju postavljati na bankine.

Tablica 5. Udaljenost unutarnjeg ruba zaštitne ograde ovisno o širini prometnog traka

Širina prometnog traka (m)	Udaljenost unutarnjeg ruba
3,50	0,90
3,25	0,80
3,00	0,65
2,75	0,50

Izvor: [6]

Udaljenost unutarnjeg ruba zaštitne ograde uz zaustavni trak iznosi 0,70 m. Na cestama koje nemaju zaštitnoga traka udaljenost unutarnjeg ruba zaštitne ograde od prometnog traka ovisi o širini prometnih trakova (tablica 5). Drvoredi kraj ceste su također opasni jer su prometne nesreće na takvim dijelovima ceste s vrlo teškim posljedicama.[1]

### **3.8. Održavanje ceste**

Za nesmetano i sigurno odvijanje prometa ceste moraju biti na propisanoj tehničkoj i uporabnoj razini. Vrste održavanja su redovito i izvanredno. U redovito održavanje cesta spadaju skupine radova:

- na kolniku
- na bočnim dijelovima ceste
- na uređajima za odvodnju
- na održavanju vegetacije
- održavanje opreme
- održavanje građevina
- održavanje cesta i građevina zimi.

U izvanredno održavanje pripadaju radovi većeg opsega, koji se dugoročnije planiraju te radovi koji su nastali kao posljedica ne predviđenih događaja. Prema tome u izvanredne radove spadaju:

- obnova istrošenog zastora
- hrapavljenje glatkih površina
- sanacija odrona i klizišta
- popravak tehničkih elemenata ceste (na mjestima čestih prometnih nesreća)
- zamjena postojeće signalizacije (zbog promjene režima prometa ili propisa)
- uređenje raskrižja (preglednosti, signalizacija i oprema)
- uređenja stajališta, odmorišta, pješačkih staza i prijelaza u naseljima.[7]



## 4. VAŽNOST PROJEKTIRANJA PROMETNIH POVRŠINA ZA SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA

Važnost projektiranja prometnih površina za sigurnost cestovnog prometa se očituje u tehničkim nedostacima ceste, što uzrokuje prometne nesreće, a posljedice su demografski i ekonomskim gubitci. Problem povećanja broja prometnih nesreća datira od dvadesetih godina prošlog stoljeća, a bio je prepoznat u Sjedinjenim Američkim Državama, gdje je bilo zamjetno zagušenje cestovne mreže. Razlog tome je nerazmjerni porast broja motornih vozila u odnosu na razvoj cestovne infrastrukture. Potreba za što učinkovitijim iskorištavanjem prednosti motornog prometa i suzbijanjem njegovih štetnih posljedica uvjetovala je pojavu nove tehničke discipline-prometne tehnike. U Europi je do znatnijeg razvoja prometne tehnike došlo tek nakon Drugog svjetskog rata i njezina primarna zadaća je bila kontrola i reguliranje prometa, a zatim planiranje i projektiranje.[1] Projektiranje cesta je složen stručno-istraživački proces koji se provodi iterativnim postupkom, a za cilj ima pronalaženje optimalnog rješenja pomoću studija prometnog, ekonomskog i društvenog značenja kako bi cesta odgovarala svrsi i namjeni. Pri projektiranju za gradnju novih i rekonstrukciju postojećih cesta treba težiti primjeni pogodnijih elemenata što su predviđeni propisima sa stajališta sigurnosti prometa.[4]

### 4.1. Podjela javnih cesta

Podjela ili razvrstavanje cesta ima cilj svrstati ceste u ograničen broj jasno definiranih tipova, kako bi se omogućila kvalitetna komunikacija između struke, administracije i javnosti. Budući da postoje razlike u načinu građenja, namjeni i prometnim značajkama, postoji isto tako raznolikost u funkciji, društvenom i gospodarskom značenju te vrsti i opsegu prometa. Javne ceste se po svojoj temeljnoj svrsi i okvirima društveno-teritorijalnog ustroja mogu razvrstati po funkcionalnoj klasifikaciji na daljinske odnosno vezne, sabirne i pristupne ceste. Prema položaju i prostoru se mogu podijeliti na javne ceste izvan naselja i gradske prometne površine. Javne ceste se mogu razvrstati po još više osnova, a to su:

- a) društveno gospodarskom značenju:
  - autoceste (AC)
  - državne ceste (D-ceste)
  - županijske ceste (Ž-ceste)
  - lokalne ceste (L-ceste).
- b) prema vrsti prometa:
  - ceste za motorni promet
  - ceste za mješoviti promet.

Prema veličini i vrsti prometnih tokova te prema brzini, udobnosti i sigurnosti prometa mogu se podijeliti na:

- autoceste (AC) i brze ceste (BC)

- ostale ceste za motorni promet (C).[7]
- c) prema veličini motornog prometa (tablica 6):

Tablica 6. Podjela cesta prema veličini motornog prometa i društveno gospodarskom značenju, izraženog prosječnim godišnjim dnevnim prometom (PGDP)

Kategorija ceste	Veličina motornog prometa (PGDP) vozila/dan	Društveno gospodarsko značenje
AC	Više od 14000	Državna
1. kategorija	Više od 12000	Državna
2. kategorija	Od 7000 do 12000	Državna
3. kategorija	Od 3000 do 7000	Državna, županijska
4. kategorija	Od 1000 do 3000	Županijska, lokalna
5. kategorija	Do 1000	Lokalna

Izvor:[8]

- d) prema vrsti terena odnosno prema stupnju ograničenja za trasu:

- ceste u nizinskom terenu (bez terenskih ograničenja)
- ceste u brežuljkastom terenu (umjerena ograničenja)
- ceste u brdskom terenu (znatna ograničenja)
- ceste u planinskom terenu (velika ograničenja).

PROMETNO -TEHNIČKO RAZVRSTAVANJE		PROJEKTNNA BRZINA $V_p$ (km/h) / NAGIB $s_{max}$ (%)							
KAT.	Razina usluge	120	100	90	80	70	60	50	40
		a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.
AC	C/D	$\geq 120/4^\circ$	100/5*	90/5.5**	80/6***				
1. kat.	D		100/5.5°	90/5.5*	80/6**	70/7***			
2. kat.	D		100/5.5°	90/5.5*	80/6*	70/7**	60/8***		
3. kat.	E				80/7°	70/7*	60/8**	50/9***	
4. kat.	E					70/8°	60/9*	50/10**	40/11***
5. kat.	E						60/10°	50/11*	40/12** 40(30)/12***

OZNAKE: ° BEZ OGRANIČENJA BO  
 \* UMJERENA OGRANIČENJA UO  
 \*\* ZNATNA OGRANIČENJA ZO  
 \*\*\* VELIKA OGRANIČENJA VO

Slika 3. Tablica prometno-tehničkih razvrstavanja cesta, [9]

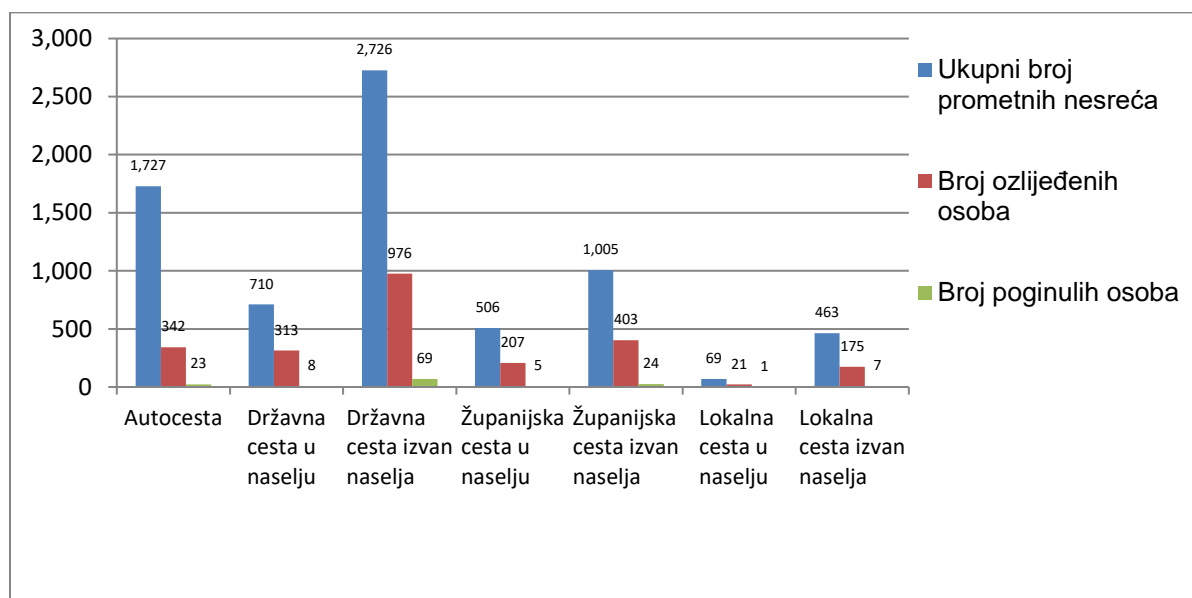
Razred i stupanj ograničenja propisuju se projektnim zadatkom naručitelja odnosno investitora. Na osnovi kategorije ceste i stupnja ograničenja određuju se projektna brzina i dopušteni uzdužni nagib ceste (Slika 3).[7]

## 4.2. Statistička analiza prometnih nesreća

U Republici Hrvatskoj praćenjem trendova i promjena sigurnosti cestovnog prometa bavi se Ministarstvo unutarnjih poslova. Statistički podaci i informacije se daju na uvid putem "Biltena o sigurnosti prometa" stručnoj i široj javnosti kako bi svi društveni subjekti mjerodavni za sigurnost prometa i svi sudionici u prometu dobili cjelovit uvid u stanje sigurnosti cestovnog prometa. [10]

### 4.2.1. Prometne nesreće po kategorijama cesta

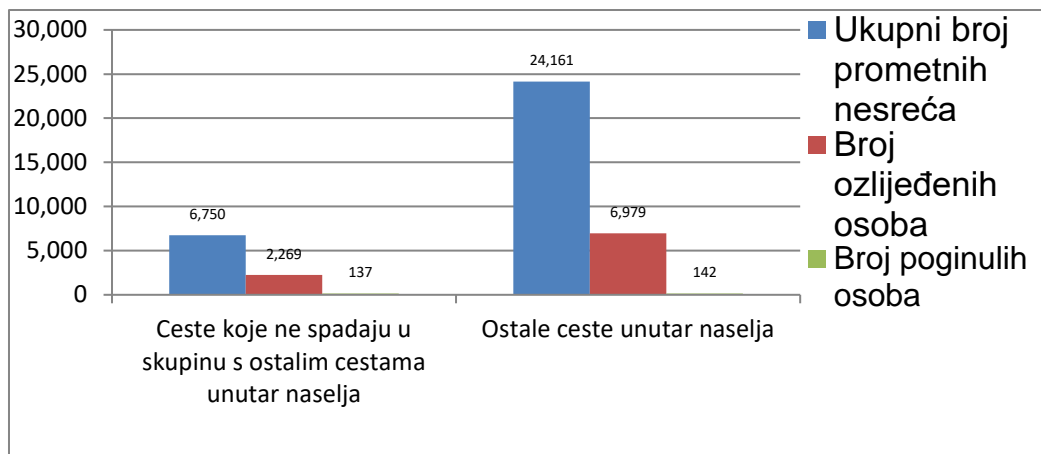
Budući da se kategorije odnosno društveno gospodarsko značenje cesta razlikuje s razinom usluge (slika 3), razlikuju se i stupnjem sigurnosti, koji je jedan od osnovnih elemenata razine usluge.[7]



Grafikon 3. Broj prometnih nesreća po kategorijama cesta u Republici Hrvatskoj 2019. Godine

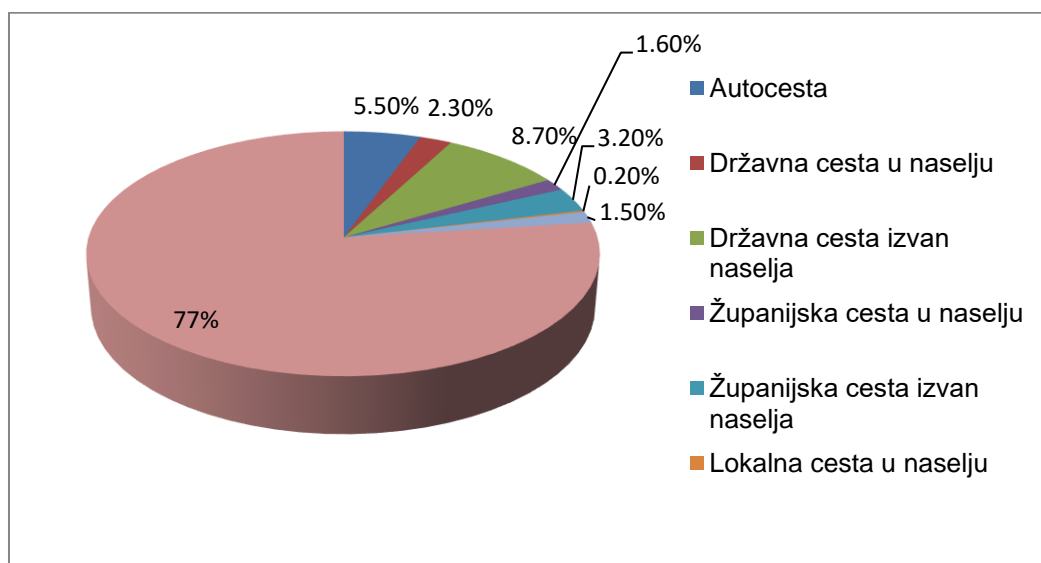
Izvor: [11]

Iz grafikona 3 je vidljivo da je među navedenim cestama, na državnim cestama izvan naselja broj prometnih nesreća najveći. Međutim, najveći dio prometnih nesreća se događa na ostalim cestama unutar naselja, što je vidljivo na grafikonu 4.



Grafikon 4. Broj prometnih nesreća za ceste koje ne spadaju u kategoriju ostalih cesta unutar naselja i ostalih cesta unutar naselja u Republici Hrvatskoj 2019. Godine  
Izvor: [11]

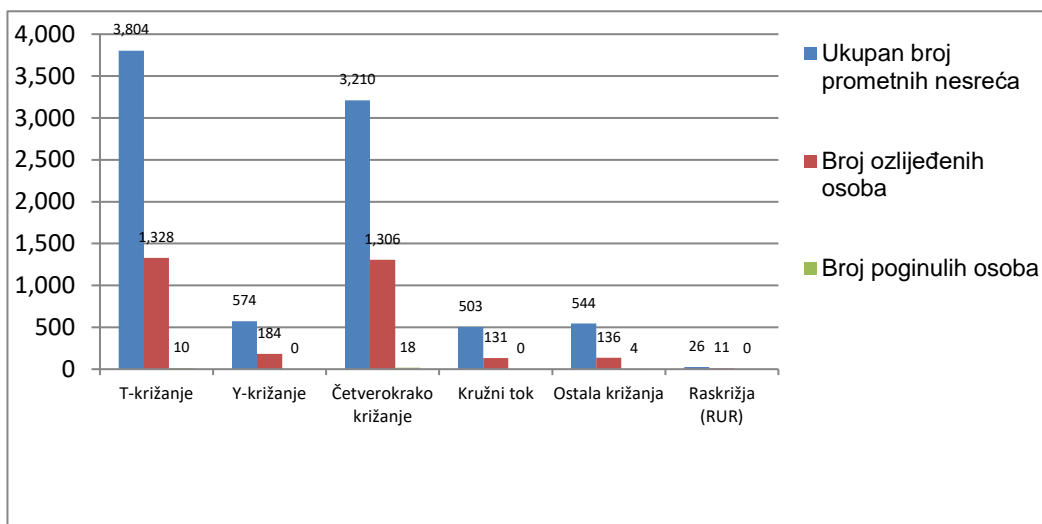
Prema grafikonu 5 se može vidjeti koliki je udio u postotcima, broja prometnih nesreća na ostalim cestama unutar naselja u odnosu na ostatak cestovne prometne mreže.



Grafikon 5. Udio prometnih nesreća prema kategoriji cesta izražen u postocima u Republici Hrvatskoj 2019. Godine  
Izvor: [11]

#### 4.2.2. Prometne nesreće po značajkama cesta

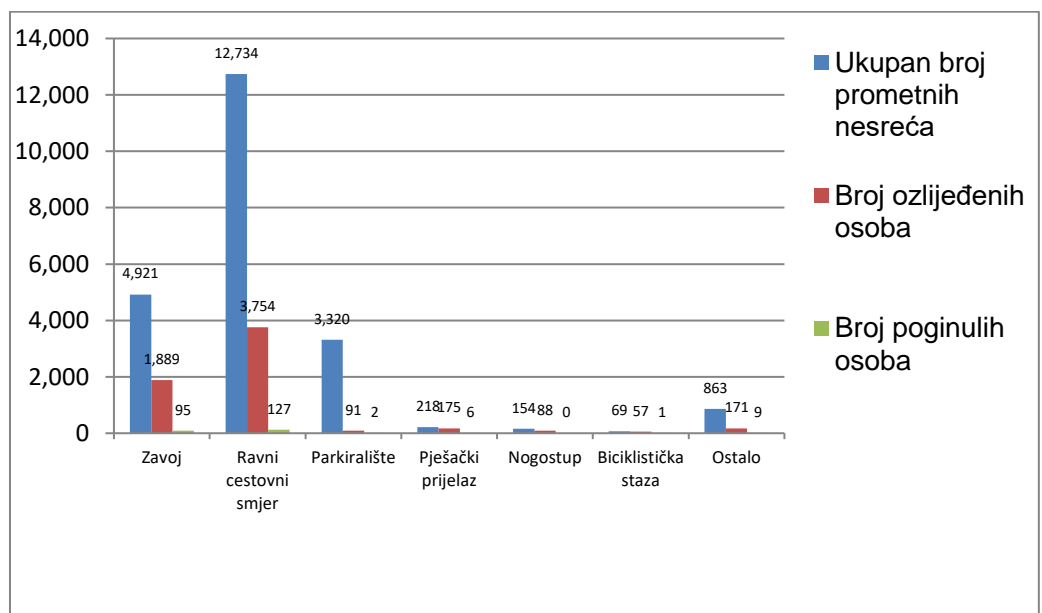
Broj prometnih nesreća po značajkama ceste je statistički podatak koji se odnosi na prometne nesreće koje se zbivaju na određenim dijelovima ceste i cestovnim površinama (zavoj, ravni cestovni smjer, parkiralište, nogostup i sl.), križanjima, prijelazima preko željezničkih pruga i građevinama (tunel, podvožnjak, nadvožnjak, most).



Grafikon 6. Broj prometnih nesreća prema vrsti križanja u Republici Hrvatskoj 2019. godine.

Izvor: [11]

Prema grafikonu 6 je vidljivo da se najveći broj prometnih nesreća zbiva na T-križanjima te na četverokrakim križanjima. Razlog tome je veći broj konfliktnih točaka nego na raskrižjima u više razina i kružnom toku.[7]



Grafikon 7. Broj prometnih nesreća prema dijelovima ceste i cestovnih površina u Republici Hrvatskoj 2019. godine.

Izvor: [11]

Na grafikonu 7 se uočava veliki broj prometnih nesreća na ravnom cestovnom smjeru u odnosu na ostale djelove ili površine ceste, zato što se na tim dijelovima ceste razvijaju veće brzine.

## 5. ELEMENTI PROJEKTIRANJA PROMETNIH POVRŠINA

Elemente projektiranja prometnih površina možemo podijeliti na elemente cesta i autocesta, gradske ulične mreže te elemente projektiranja prometnih čvorišta. Od svih navedenih prometnih površina se zahtjeva ugodnost vožnje, brzina vožnje, kraće vrijeme putovanja, što manje troškove eksploatacije te najbitnije, maksimalni mogući stupanj sigurnosti koji se može postići njihovim oblikovanjem.

### 5.1. Elementi projektiranja cesta i autocesta

Elemente projektiranja prometne površine možemo podijeliti na elemente u tlocrtu i elemente u poprečnom i uzdužnom presjeku ceste. Njihove dimenzije se izračunavaju pomoću mjerodavnih brzina odnosno projektne i računске brzine.[11] Projektna brzina ( $V_p$ ) je najveća brzina za koju je zajamčena potpuna sigurnost vožnje u slobodnom prometnom toku duž cijele trase. Određuje se pomoću: kategorije ceste, konfiguracije terena i najveće zakonom dozvoljene brzine, a služi za određivanje:

- minimalnog polumjera horizontalnog zavoja
- maksimalnog uzdužnog nagiba
- poprečni presjek ceste s prometnim trakovima.

Računska brzina ( $V_r$ ) je najveća očekivana brzina koju vozilo u slobodnom prometnom toku može ostvariti uz dovoljnu sigurnost vožnje na određenom dijelu trase. Određuje se na temelju najmanjeg primijenjenog polumjera horizontalnih zavoja, najvećeg uzdužnog. Pomoću računске brzine se određuju:

- poprečni nagiba kolnika
- potrebne duljine preglednosti
- polumjer vertikalnih zaobljena trase
- najmanji polumjer horizontalnih zavoja sa suprotnim poprečnim nagibom kolnika.[7]

Računska brzina ne može biti manja od projektne brzine, a najveća vrijednost ne smije biti veća od zakonom dopuštene brzine za određenu kategoriju ceste. Načinom vođenja linije i odabirom pojedinih elemenata treba težiti da računška brzina ima ujednačene vrijednosti, za autoceste i ceste 1. kategorije na dionicama dužim od 10 km, a na cestama 2.–5. kategorije na dionicama dužim od 5 km. Za ceste 3., 4. i 5. kategorije projektna brzina predstavlja ujedno i računsku brzinu, a za ceste 1. i 2. kategorije te za autoceste, treba se ispunjavati uvjet (1):[4]

$$V_r - V_{pr} \leq 20 \text{ km/h} \quad (1)$$

#### 5.1.1. Tlocrtni elementi ceste

Tlocrtni elementi ceste su pravci, kružni lukovi i prijelaznice, pri čemu kružni lukovi i prijelaznice čine tlocrtnu zavoje. Za ceste namijenjene brzom prometu

poželjna je ispružena cestovna linija, koja se sastoji od duljih pravaca, duljih prijelaznih zavoja i kružnih lukova velikog polumjera zakrivljenosti.[7]

#### 5.1.1.1. Pravac

Vođenje linije ceste u dugim pravcima ima više nedostataka pretežito zbog prometnih i subjektivnih razloga vozača. Hrvatski tehnički propisi nalažu primjenu pravca samo u posebnim uvjetima. Preporuke ograničavaju duljinu međupravca između dva protusmjerna zavoja prema (2):

$$2 V_r \leq L_{pr} \leq 20 V_{pr} \text{ [m]} \quad (2)$$

Isto tako ograničavaju duljinu pravca između istosmjernih zavoja prema (3):

$$4 V_r \leq L_{pr} \leq 20 V_{pr} \text{ [m]} \quad (3)$$

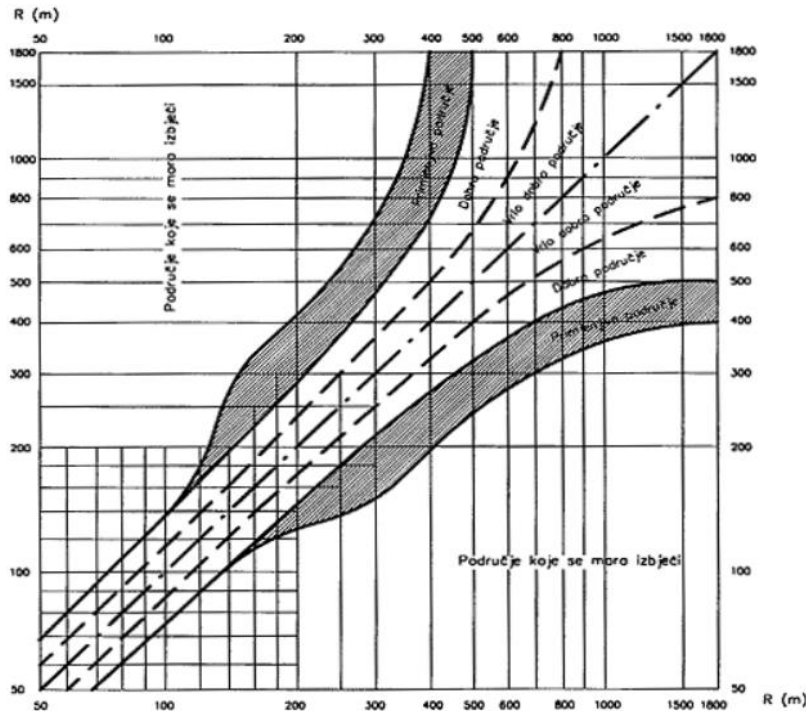
Gdje oznake imaju sljedeće značenje:

- $V_r$  – računaska brzina
- $V_{pr}$  – projektna brzina
- $L_{pr}$  –duljina međupravca.

Poprečni nagib kolnika primjenjuje se skoro isključivo radi odvodnje površinske vode. U poprečnom smislu kolnik u pravilu može biti jednostrani, dvostrani, dvostrani sa zaobljenom trećinom i parabolični nagib (slika 4).[7] Poprečni nagib kolnika u pravcu iznosi od 2.5% kod suvremenih kolnika do 4% kod makadama, dok je najveći poprečni nagib 7%. U zavoju se izvodi jednostrani poprečni nagib na unutaraju stranu zavoja.[2]

#### 5.1.1.2. Kružni luk

Zavoji utječu na odvijanje prometa i propusnu moć ceste te ih treba projektirati sa što većim polumjerima. Pri pružanju ceste poželjno je da se na lijevi zavoj nastavlja desni ili obrnuto jer se na taj način postiže dobra preglednost ceste. Pri projektiranju ne smije se dopustiti neposredno nizanje zavoja velikih i malih polumjera, stoga je potrebno da polumjeri uzastopnih zavoja u odnosu kako je prikazano na dijagramu (slika 5).[4]



Slika 4. Preporučive vrijednosti polumjera susjednih zavoja  
Izvor: [11]

Najmanji polumjer kružnog luka za projektnu brzinu ovisi o dopuštenim veličinama radijalnog koeficijenta otpora klizanja i od najvećeg dopuštenog poprečnog nagiba kolnika u kružnom luku prema (4):

$$R_{\min} = \frac{V_p^2}{127 \cdot (f_{Rdop} + q_{\max})} \quad [m] \quad (4)$$

Gdje oznake imaju sljedeće značenje:

- $R_{\min}$  – najmanji polumjer kružnog luka
- $V_p$  – projektna brzina
- $f_{Rdop}$  – dopušteni radijalni koeficijent otpora klizanja
- $q_{\max}$  – najveći dopušteni poprečni nagib.[9]

Za pojedine projektne brzine najmanji i granični polumjer zavoja imaju vrijednosti prema tablici 7. U zavoju se izvodi jednostrani poprečni nagib na unutarnju stranu zavoja. Maksimalan dopušteni nagib iznosi 7%, a minimalni 2,5%. U serpentinama može biti i veći od 7% ali ne veći od 9%

Tablica 7. minimalan polumjer ( $R_{\min}$ ) i graničan polumjer ( $R_G$ ) za pojedine projektne brzine

$V_p$	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
$R_{\min}$	25	45	75	120	175	250	350	450	600	750	850
$R_G$	110	220	350	535	800	1100	1450	1900	2350	2950	3400

Izvor: [9]



### 5.1.1.3. Prijelaznica

Neposrednim prolaskom u kružni luk trenutačno se pojavljuje djelovanje centrifugalne sile koje vozilo i putnici osjećaju kao trzaj ili bočni udar. Kako bi se bočni udar smanjio odnosno njegov porast u vremenu ograničio, između pravca i kružnog luka se umeće prijelaznica. Njezina se zakrivljenost postupno mijenja na način koji ovisi o odabranoj krivulji klotoide. Slučaj klotoide je prikazan u parametarskom obliku prema (5):

$$A^2 = R \cdot L \quad [m] \quad (5)$$

Gdje oznake imaju sljedeće značenje:

- A – parametar klotoide
- R – polumjer kružnog luka
- L – duljina luka klotoide.[7]

Duljina prijelaznice se određuje prema vozno-dinamičkim, estetsko-vizualnim i konstruktivnim zahtjevima.

Prema vozno dinamičkim uvjetima, duljina prijelaznice određena je dopustivim bočnim udarom (X) pa je minimalna duljina prijelaznice pri najmanjem polumjeru zavoja određena je formulom (6):

$$L_{\min} = \frac{V^2}{3.6^2 \cdot R_{\min} \cdot s} = \frac{2,725 \cdot f_r \cdot V}{X} \quad [m] \quad (6)$$

Gdje oznake imaju sljedeće značenje:

- $L_{\min}$  – centrifugalno ubrzanje [ $m/s^2$ ]
- X – bočni udar [ $m/s^3$ ]
- $f_r$  – radijalno prijanjanje
- $R_{\min}$  – minimalni polumjer zavoja [m].

Nagib kosine vitoperenja na duljini prijelaznice mora udovoljavati konstruktivnim zahtjevima odnosno vrijednostima nagiba rampe vitoperenja prema tablici 8.

Tablica 8. Odnos nagiba  $\Delta S_{max}$  i računске brzine  $V_r$

$V_r$ [km/h]	$\leq 40$	60	$\geq 80$
$\Delta S_{max}$ [%]	1,50	1,00	0,75

Izvor: [7]

Na duljini prijelaznice obavlja se promjena poprečnog nagiba kolnika od nagiba u pravcu do nagiba u zavoju. To vitoperenje se obavlja oko osi ili unutarnjeg ruba kolnika. S obzirom na ograničen nagib prijelazne rampe, duljina prijelaznice može biti mjerodavna i prema zahtjevu (8) za vitoperenje oko ruba kolnika te za vitoperenje oko osi kolnika (9):

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{R_{\min} \cdot s \cdot q_{\max}}{\Delta S_{\max}}} \quad [m] \quad (8)$$

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{R_{\min} \cdot \dot{\varphi} \cdot q_{\max}}{2 \cdot \Delta S_{\max}}} [m] \quad (9)$$

Gdje oznake imaju sljedeće značenje:

- $A_{\min}$  – minimalni parametar klotoide
- $R_{\min}$  – minimalni polumjer zavoja
- $\dot{\varphi}$  – duljina luka klotoide
- $q_{\max}$  – maksimalan poprečni nagib
- $\Delta S_{\max}$  – nagib rampe vitoperenja.

Estetsko vizualni zahtjevi prijelaznice upućuju na ublažavanje dojma oštine zavoja s položaja vozača. Duljina prijelaznih krivina koje se mogu odabirati u zavojima minimalnog polumjera su određene prema tablici 9.[7]

Tablica 9. Duljine prijelaznice za granične vozno-dinamičke uvjete

$V_r [km/h]$	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
$X [m/s^3]$	0,87	0,80	0,72	0,65	0,57	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
$L_{\min} [m]$	25	34	35	45	50	60	65	75	85	95
$A_{\min} [-]$	25	37	51	73	94	122	150	184	226	267
$R_{\min} [m]$	25	45	75	120	180	250	350	450	600	750

Izvor: [7]

### 5.1.2. Elementi poprečnog presjeka ceste

Autocestama se smatra javna cesta namijenjena isključivo motornom prometu s najmanje četiri prometna traka i s križanjima izvedenim u različitim razinama. Karakteristike autoceste su sigurnost, udobnost, protok velikog broja vozila te mogućnost razvijanja većih brzina budući da nema velikih nagiba i oštih zavoja. Osnovni elementi poprečnog presjeka su:

- bankine na obje strane kolnika širine 1,50 m
- dva vanjska rubna traka širine 0,50 m
- dva vanjska zaustavna traka širine 2,50 m
- dva kolnička traka (s dvije prometne trake) širine 7,50 m
- razdjelni pojas širine 4,00 m.[1]

Poprečni presjek ceste se utvrđuje prema prometnim potrebama, a ovisi o rangu ceste, eksploatacijskim značajkama i terenskim uvjetima.[12] Osnovni elementi poprečnog presjeka ceste su:

- prometni trak kao dio kolnika
- rubni trak
- bankina, berma, rigol
- trak za zaustavljanje

- trak za spora vozila
- razdjelni pojas
- biciklističke i pješačke staze.

#### 5.1.2.1. Prometni trak

Ukupna širina kolnika ovisi o broju prometnih trakova od kojih se sastoji. Broj trakova se određuje prema značenju ceste, gustoći prometa, i zahtijevanoj propusnoj moći ceste.[4] Kolnici s jednim prometnim trakom rijetko se izvode, uglavnom na poljodjelskim cestama i cestama u teškom planinskom terenu. Najčešće se izvode kolnici s dva prometna traka, a sa stajališta sigurnosti prometa najpogodniji su kolnici s četiri traka i odvojenim smjerovima razdjelnim pojasom. Širina prometnih trakova se određuje prema propisima o tehničkim normativima i osnovnim uvjetima. Propise za širinu prometnih traka, prema kojima javna dvotračna cesta izvan naselja u Republici Hrvatskoj treba ispunjavati prikazano je u tablici 10.[1]

Tablica 10. Ovisnost širine prometnog traka o računskoj brzini ( $V_r$ ) i konfiguraciji terena

$V_r$ [km/h]	Širina prometnog traka na cesti kategorije [m]				
	1	2	3	4	5
100	I i II 3,50	I 3,50			
80	III 3,25	II 3,25	I 3,25		
70	IV	III 3,00	II 3,00	I 3,00	
60		IV	III 3,00	II 3,00	I 3,00
50			IV	III 2,75	II 2,75
40				IV	III i IV 2,75

Izvor: [1]

#### 5.1.2.2. Rubni trak

Rubni trak je učvršćen dio cestovnog presjeka koji se nalazi između bankine i kolnika, ili između bankine i staze za bicikliste i pješake. Širina rubnog traka ovisi o širini prometnog traka prema tablici 11. Rubni trak može biti izveden kao posebni element ili kao proširenje kolničke konstrukcije uz označavanje rubnom crtom.[7]

Tablica 11. Ovisnost širine rubnog traka o širini prometnog traka

Širina prometnog traka [m]	Širina bankine [m]
3,75	0,50
3,50	0,35
3,25 i 3,00	0,30
2,75	0,20

Izvor: [7]

### 5.1.2.3. Bankina, berma

Bankina je element poprečnog profila ceste koji se nalazi uz rub kolnika. Služi za postavljanje znakova i zaustavljanje vozila u kvaru te kao potporni element bočne strane konstrukcije kolnika.[13] Širina bankine se prema hrvatskim propisima određuje na temelju širine prometnog traka prema tablici 11.[4]

Tablica 12. Ovisnost širine bankine o širini prometnog traka

Širina prometnog traka [m]	Širina bankine [m]
3,75 i 3,50	1,50
3,25	1,20
3,00 i 2,75	1,00

Izvor: [1]

Obje bankine se na nasipu izvode s nagibom na vanjsku stranu. Viša ima nagib od 4%, a niža kao kolnik ali ne manje od 4% ako je stabilizirana, ako nije stabilizirana onda je nagib 7%. U usjecima bankina se izvodi kao berma, neposredno uz rigol. Nagib berme u iznosu od 5-6% usmjeren je prema rigolu.

### 5.1.2.4. Trak za zaustavljanje

Trakove za zaustavljanje vozila potrebno je predvidjeti na autocestama, a prema potrebi na cestama 1. kategorije i to za oba smjera vožnje. Izvode se zbog zaustavljanja vozila zbog kvara, radi brisanja vjetrobrana ili zbog slabosti vozača. U pravilu su neprekinuti, osim u tunelima ili na dugim mostovima. Širina traka za zaustavljanje je 2,50 m iznimno na brzim cestama ili cestama 1. kategorije s četiri prometna traka može biti 1,75. Poprečni nagib traka je istog smjera kao i kolnik, iznimno mogu biti suprotnog nagiba u krajevima s jakim snježnim oborinama.

### 5.1.2.5. Trak za spora vozila

Na većim usponima teža vozila gube na brzini i ometaju ostali promet. Zbog smanjenja brzine tih vozila, ako nije omogućeno pretjecanje, moraju i ostala vozila usporiti brzinu, čime se smanjuje sigurnost i propusna moć ceste. Iz tog razloga se uz vanjski prometni trak izvodi trak za spora vozila se uz kolnike na području duljih i većih uspona na autocestama i cestama 1. i 2. kategorije izvode trakovi za sporu vožnju. Širina traka iznosi 3,0-3,5 m a poprečni nagib je jednak kao i na prometnim trakovima.

### 5.1.2.6. Razdjelni pojas

Na autocestama i cestama s dva kolnika predviđa se razdjelni pojas. Uz osnovnu svrhu razdvajanja nasuprotnih prometnih tokova, te sprječava skretanje vozila na kolnik kojim se kreću vozila iz suprotnog smjera. kolnik sadrži razdjelne

ograde, uređaje za odvodnju, te stupove rasvjete i signalizacije. Osim navedenog razdjelni trak sprječava zasljepljivanje vozača vozilima iz suprotnog smjera.

#### 5.1.2.7. Biciklističke i pješačke staze

Biciklističke staze se od kolnika odvajaju visinski ili iznimno razdjelnim trakom. Grade se samo na cestama namijenjene za mješoviti promet, a . Širina prometnog traka za jedan red bicikla iznosi 1 m, a za dva reda 1,80 m uz potrebnu visinu prometnog profila od 2,25 m.[7] Pješačke staze se gradi u naselju i prilazima naselja, a širina prometnog profila za jednog pješačkog traka iznosi 0,80 m te za dva pješačka traka 1,60 m uz potrebnu visinu 2,25 m. Ako biciklistička i pješačka staza grade uz kolnik, trebaju biti odvojene nadvišenjem, a biciklističke staze u razini kolnika. Sa stajališta sigurnosti u prometu je najpogodnije ako su obje staze fizički odvojene od kolnika.[1]

#### 5.1.3. Elementi uzdužnog presjeka ceste

Visinski tok trase se utvrđuje s linijskim projekcijama u bočnoj i vertikalnoj ravnini. U oblikovanju uzdužnog izgleda trase bitnu ulogu imaju niveleta, vertikalna zaobljenja i poprečni nagibi. Kao i kod tlocrtne projekcije, granične vrijednosti se izračunavaju prema skladu kategorije ceste, konfiguraciji terena te prometno-uporabnim i konstruktivnim mjerilima. Uzdužni presjek je prilog koji prikazuje niveletu ceste i liniju terena u pravokutnom koordinatnom sustavu pomoću kota nadmorskih visina i stacionarnih točaka trase ceste.

##### 5.1.3.1. Niveleta

Uzdužni nagib nivelete se sastoji od uspona i padova trase te kružnica na mjestima prijeloma. Nagib se izražava u postotku odnosno visinskom razlikom na 100 metara duljine trase, a polumjeri vertikalnih zaobljenja  $R_v$  u metrima. Maksimalni uzdužni nagib iznosi 12%, a ovisi o projektnoj brzini ceste odnosno kategoriji te konfiguraciji terena.

##### 5.1.3.2. Vertikalna zaobljenja

S obzirom na način prijeloma, niveleta može biti konveksnog ili konkavnog prijeloma. Kod određivanja konveksnog prijeloma najmanjeg polumjera, uzima se mjerodavna duljina preglednosti odnosno zaustavni put. Da vozilo ne udari u zapreku, vozač je mora primijetiti na duljini zaustavne preglednosti, odnosno na udaljenosti prema formuli (10) :

$$P_2 = d_1 + d_2 = \sqrt{(R + h_1)^2 - R^2} + \sqrt{(R + h_2)^2 - R^2} \quad (10)$$

Gdje oznake imaju sljedeća značenja:

- $P_2$  – daljina osigurane preglednosti za polumjer zakrivljenosti  $R$
- $R$  – polumjer zakrivljenosti
- $h_1$  – visina oka vozača, iznosi 1,20 m iznad površine kolnika

- $h_2$  – visina nepomične zapreke, iznosi 0,10 m iznad površine kolnika.

Za konkavna zaobljenja su mjerodavna mjerila udobnosti odnosno ubrzanje centrifugalne sile ( $c = 1,0 \text{ m/s}^2$ ) i bočni udar ( $c = 0,5 \text{ m/s}^3$ ) te vidljivosti pri noćnoj vožnji.[7]

## 5.2. Elementi projektiranja gradske ulične

Gradsku uličnu mrežu prema funkcionalnom obilježju možemo podijeliti na gradske, brze, magistralne, zbirne i stambene ceste te prometne površine namijenjene za pješake i bicikliste. O njihovoj funkcionalnoj podjeli ovise i širine prometnih traka te računске brzine kretanja. Glavni elementi gradskih ulica u poprečnom presjeku su:

- kolnici
- pješačke i biciklističke staze
- zeleni pojasevi
- tramvajske pruge
- stajališta autobusa.[1]

## 5.3. Elementi projektiranja prometni čvorišta

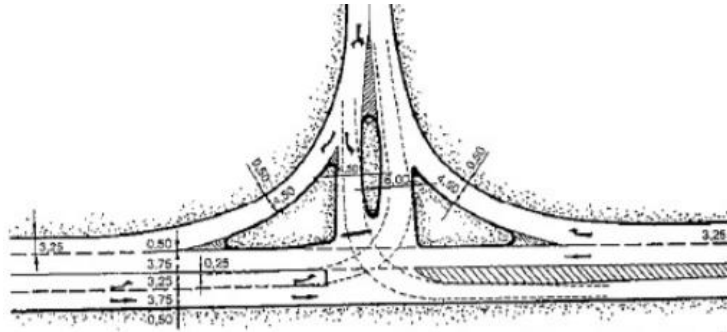
Prometna čvorišta su mjesta gdje se spajaju dvije ili više prometnica. Glavni kriteriji koji se uzimaju prilikom izgradnje čvorišta su: sigurnost, estetski izgled, propusna moć te ekonomičnost. U elemente projektiranja prometnih čvorišta se ubrajaju:

- preglednost
- vozni trakovi
- trakovi za usporavanje i ubrzavanje
- trakovi za lijevo i desno skretanje
- prometni otoci i pješačke ograde
- nagibi i polumjeri zavoja.

Čvorovi u cestovnoj mreži su točke funkcioniranja čitavog sustava, a rješenje čvorišta može biti u istoj ili različitoj razini. Sa stajališta sigurnosti u prometu treba nastojati da se prometni tokovi što manje sukobljuju, odnosno smanjiti broj konfliktnih točaka.[1]

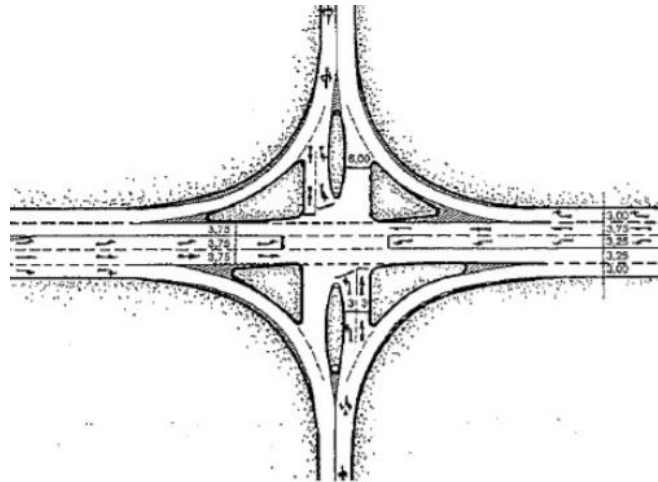
### 5.3.1. Cestovna čvorišta u istoj razini

Cestovna čvorišta odnosno križanja u razini su najbrojnije zastupljena u cestovnoj mreži javnih cesta. Čine ih klasična rješenja križanja poput "T" – križanja, pravokutna križanja i kružna križanja.[5] "T" – križanja se izvode na križanjima prometnica nižeg reda gdje su manje brzine, a promet se usmjeruje posebnim trakovima (slika 5).



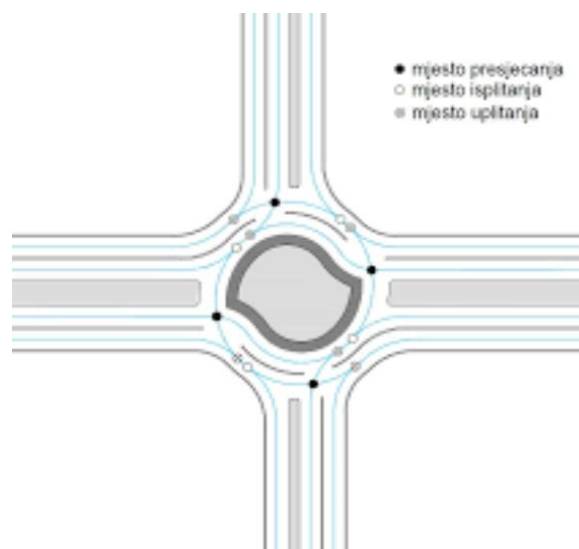
Slika 5. "T" – križanja, [1]

Pravokutna križanja su znatno povoljnija od "T" – križanja. Ovakva križanja se izvode gdje su manje brzine ali se promet ne usmjeruje posebnim trakovima (slika 6).



Slika 6. Pravokutno križanje, [1]

Kružna križanja se izvode na mjestima gdje je intenzitet prometa takav da bi svako drugo križanje osim križanja izvan razine uzrokovalo smetnje u prometu. Mogu biti s tangencijalnim i radijalnim ulijevanjem (slika 7). [1]



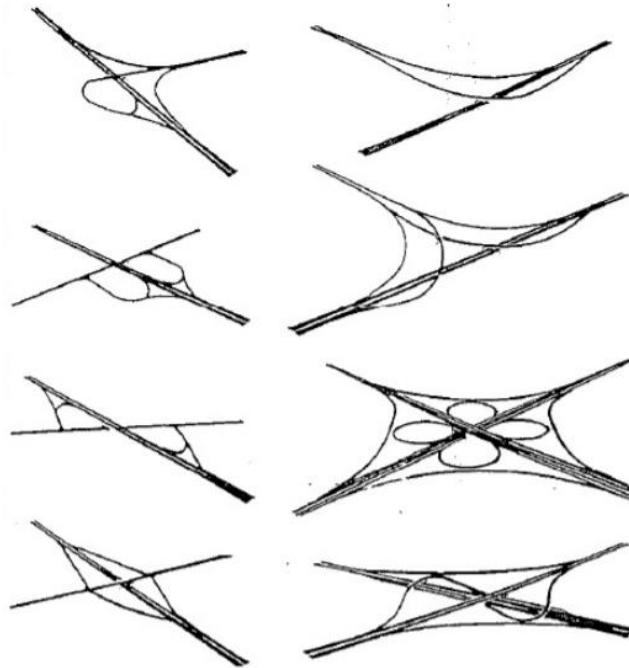
Slika 7. Kružno raskrižje, [14]

### 5.3.2. Cestovna čvorišta u različitim razinama

Raskrižja izvan razine su prometne građevine koje omogućuju povezivanje konfliktnih tokova uz najviši stupanj sigurnosti i protočnosti. Takva raskrižja zauzimaju velike površine, cijena izvedbe je visoka ali su nužna ako se preko manjih raskrižja ne može riješiti naraslo prometno opterećenje.[5] Osnovni elementi koji obilježavaju takvo raskrižje su:

- trakovi za usporavanje
- trakovi za ubrzavanje
- trakovi za preplitanje
- priključne rampe.

Najmanja visinska razlika kod čvorišta treba biti 5,50 u čemu je i debljina konstrukcije, za svladavanje te visinske razlike potrebna je priključna rampa duljine 180-200 m, a kod čvorišta u tri razine priključna rampa iznosi 300 m. Na slici 9 su prikazana neka osnovna rješenja čvorišta u razini.[1]



Slika 8. Riješenja raskrižja u više razina  
Izvor: [1]



## 6. PRIMJER OPASNE DIONICE I PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA ELEMENATA PROJEKTIRANJA PROMETNE POVRŠINE

Utvrđivanje opasnih mjesta ili dionica je osnovica za njihovo otklanjanje, a radi se po principu da se ustanovi u kojoj mjeri utječe cesta, prometna signalizacija i njezina okolica. Na takvim mjestima se događa veći broj prometnih nesreća s materijalnom štetom ili s ljudskim žrtvama. Učestalost prometnih nesreća ovisi o njezinim nedostacima na određenoj dionici kao što su:

- mjesta s naglim promjenama uvjeta vožnje
- mjesta gdje dolazi do naglog smanjenje brzine zbog smanjenja preglednosti
- ceste koje se pružaju u jednolikom krajoliku pa se razvijaju velike brzine
- mjesta gdje se križaju prometni tokovi
- gdje može doći do iznenadne pojave pješaka, biciklista ili životinja.[1]

### 6.1. Primjer opasne dionice ceste D-503

Prema navedenom će se prikazati neki od realnih primjera na dionicama u okolici Biograda na Moru uz predložene mjere poboljšanja.



Slika 9. Mikro i makro lokacija opasne dionice ceste D-503

Izvor: [izradio autor]

Na slici 9 je prikazana mikro i makro lokacija opasne dionice D-503. Ovom dionicom prometuje stanovništvo manjih sela koja gravitiraju Biogradu na Moru te služi kao povezna cesta s trećim najvećim gospodarskim središtem Zadarske županije, grada Benkovca. Isto tako, ova cesta ima velik značaj za teretni promet i trpi veliko opterećenje za vrijeme turističke sezone jer se priključuje na autocestu A1. Brojevi 1 i 3 označavaju ravne cestovne pravce na kojima vozači redovito postižu velike brzine. Brojevi 2 i 4 označavaju mjesta gdje dolazi do velikog broja prometnih nesreća uslijed potrebnog naglog smanjenja brzine. Specifičnosti ove dionice iz koje proizlaze opasnosti su naglašene na slici 10 i 11. Situacija je prikazana u obliku slijeda slika iz perspektive vozača prilikom kretanja iz smjera juga prema sjeveru i iz smjera sjevera prema jugu.



Slika 10. Slijed slika dionice ceste D-503 jug-sjever  
Izvor: [izradio autor]

Slika 10 sadržava trenutke u kojima se vozilo približava mjestu opasnosti ravnim cestovnim pravcem, ulaskom, zatim izlaskom u sljedeći ravni cestovni pravac te ponovnim ulaskom u sljedeći dio opasne dionice. Takva situacija je prikazana i za vozilo koje se kreće iz smjera sjevera prema jugu na slici 11.



Slika 11. Slijed slika dionice ceste D-503 sjever-jug  
Izvor: [izradio autor]

Najveću opasnost na ovoj dionici predstavljaju oštar zavoj na mjestu "2" te nagle promjene smjera vožnje na mjestu "4". Dodatan problem stvara činjenica da se oba mjesta nalaze na samoj građevini. Iz tog razloga je jako loša horizontalna preglednost dok je na mjestu "2" isto tako loša i vertikalna preglednost zbog pregiba koji se nalazi na prepustu. U trenutku kad se dva vozila mimoilaze na ovim

građevinama osjetan je nedostatak širine kolnika. Budući da ovim mjestima prethode ravni cestovni smjerovi na kojima vozači postižu velike brzine, unatoč ograničenjima, pojedinci ne stignu smanjiti brzinu zbog loše procjene ili čak ne žele. Osim toga znakovi koji upućuju na opasnost krivine nisu dovoljno istaknuti, a znak opasnosti i izričite naredbe o ograničenju brzine nisu na dovoljnoj udaljenosti od opasnog mjesta kao što je vidljivo na isječku "3" slike 11, što osobito otežava procjenu udaljenosti u uvjetima slabije vidljivosti. Sljedeći nedostatak ove dionice je istrošen zastor i mnoštvo neravnina na cesti.

Tablica 13. Broj prometnih nesreća u razdoblju od 2016. do 2020. Godine na dionici ceste D-503

<b>Broj nesreća</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
S materijalnom štetom	0	1	0	0	0
S ozlijeđenima	2	2	0	0	1
S poginulima	0	0	0	0	1
<b>Broj nastradalih osoba</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
Lako ozlijeđenih	3	3	0	0	1
Teško ozlijeđenih	0	1	0	0	0
Smrtno stradalih	0	0	0	0	2

Izvor:[15]

Prema podacima ureda za statistiku prometnih nesreća policijske uprave "Zadar" napravljena je tablica broja prometnih nesreća s nastalim posljedicama za razdoblje od 2016. do 2020. godine (tablica 11) na .

## **6.2. Prijedlog za poboljšanje elemenata projektiranja opasne dionice ceste D-503**

Za poboljšanje postojećeg stanja nužna je kvalitetnija vertikalna signalizacija koja će pravovremeno upozoravati na blizinu opasnog mjesta, uz to samo opasno mjesto "2" označiti s prometnim znakovima s ugrađenim svjetlosnim elementima koji su uočljiviji s većih udaljenosti i u uvjetima slabije vidljivosti (slika 12).



Slika 12. Prometni znak K-10 s ugrađenim svjetlosnim elementima, [16]

Prema pravilniku Republike Hrvatske o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cesti moguće je na djelovima ceste gdje se postižu veće brzine postaviti više znakova opasnosti s dopunskim pločama o udaljenosti opasnog mjesta kako vozač nebi naišao nepripremljen na opasno mjesto. [9]

Osim postavljanja kvalitetnije i razumljivije vertikalne signalizacije povećati horizontalnu preglednost redovitim održavanjem raslinja oko prepusta. Rekonstrukcijom građevine na mjestu "2" poboljšati vertikalnu preglednost odnosno ukloniti pregib na prepustu koji onemogućava pravovremeno uočavanje vozila iz suprotnog smjera. Isto tako potrebno je izvršiti zamjenu istrošenog zastora te proširenje prometnih trakova u krivinama na prepustima koji će zadovoljavati vrijednosti potrebene za prometovanje autobusa i teretnih vozila prema formuli (11).

$$\Delta s = \frac{32}{R} [m] \quad (11)$$

Proširenje kolnika u zavoju se izvodi na njegovoj unutarnjoj strani, i to uzduž prijelaznice do pune vrijednosti u kružnom luku. [7]

## 7. ZAKLJUČAK

Prometni inženjeri se danas susreću s brojnim problemima suvremenih cestovnih površina, samim time imaju i posebne odgovornosti sa stajališta sigurnosti prilikom projektiranja cesta. Osim suradnje sa stručnjacima iz inženjerstva potrebna je suradnja i sa stručnjacima iz drugih područja. Čovjek je nepredvidiva jedinka, koja u trenutku na cesti može izazvati stradavanje njegove okoline, kao i njega samoga. Prilikom projektiranja cestovne površine, osim fizičkih veličina koje se uzimaju za izračune stabilnosti vozila prilikom kretanja, trebalo bi davati i puno veću pozornosti ljudskom faktoru donošenju odluka kao i njegovim psihofizičkim osobinama, kulturi i obrazovanju prilikom prilagođavanja projektnih elemenata. Svijet se iz dana u dan mijenja, čovjek danas živi ubrzanim životom, a ta činjenica je prilikom projektiranja ponekad izostavljena.

Prema statističkim podacima iz 2019. godine, u Republici Hrvatskoj se prema značajkama cesta najveći broj prometnih nesreća dogodio na ravnim cestovnim smjerovima a zatim u zavojima. Dugački ravni cestovni smjerovi izazivaju kod vozača potrebu za razvijanjem velikih brzina, a s vremenom se kod vozača se zbog monotonosti kretanja javljaju dekoncentracija i umor te dolazi do pogreške, osobito prilikom ulaska u zavoj gdje dolazi do naglog smanjenja brzine. Takva mjesta nazivamo opasnim mjestima. Kako bi korektivnim mjerama otklonili opasna mjesta potrebno je pravce i zavoje osigurati potrebnom signalizacijom koja će pravovremeno i dovoljno jasno upozoriti vozača na opasnosti te samu cestu označiti tako da osigura potrebni psihološki učinak i optičku vodljivost. Prema potrebama korisnika i situacije napraviti rekonstrukciju površine u skladu s zakonima odnosno prema vozno-dinamičkim, vizualnim i estetskim uvjetima. Kod projektiranja novih cestovnih površina, uz fizičke veličine koje su suvremenom odnosno budućem prometu potrebne, treba se osigurati i homogenost trase ceste kako bi se izbjegla pojava opasnih mjesta i njihova rekonstrukcija.

Na cestama unutar naselja je potrebno više obratiti pozornosti kod osiguranja preglednosti raskrižja tako da se otklanjaju bočne zapreke, kao i drvoredi neposredno uz samu cestu. Vozač je zaštićen raznim pasivnim elementima vozila, dok je bicikliste i pješake potrebno zaštititi na načine da se površine njihovog prometa fizički odvajaju od prometnih površina na kojima prometuju vozila te da se na mjestima njihovog nužnog prijelaza osigura kvalitetna svjetlosna, horizontalna i vertikalna signalizacija.

## LITERATURA

- [1] Cerovac, V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001.
- [2] Luburić, G.: Sigurnost cestovnog i gradskog prometa 1-radni materijal za predavanja, Fakultet prometnih znanosti
- [3] HAK, Preuzeto sa: <https://revijahak.hr/2019/01/10/kako-nastaju-ostecenja-na-cesti-samo-u-zagrebu-na-krpanje-udarnih-rupa-utrosena-je-1581-tona-asfalta-prosle-godine/>
- [4] Božičević, J.;Legac, I.:Cestovne prometnice, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001.
- [5] Legac, I.:Cestovne prometnice II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008.
- [6] Prometna zona, Preuzeto sa: <https://www.prometna-zona.com/bankine-rigoli-i-berme/>
- [7] Legac, I.:Cestovne prometnice I, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006.
- [8] Cestovne prometnice 1-materijal za predavanja
- [9] Narodne novine, Preuzeto sa: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2001\\_12\\_110\\_1829.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2001_12_110_1829.html)
- [10] Billten o sigurnosti cestovnog prometa za 2019. godinu.
- [11] Propisi Republike Hrvatske: Preuzeto sa: <http://www.propisi.hr/print.php?id=7519>
- [12] Božičević, J.;Topolnik,D.:Infrastruktura cestovnog prometa I i II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1996.
- [13] ASSHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), "A Policy on Geometric Design of Highways and Streets", Washington, DC, 1994.
- [14] Hrvatske ceste, Preuzeto sa: [https://hrvatske-ceste.hr/uploads/documents/attachment\\_file/file/107/SMJERNICE\\_TURBO\\_KRU%C5%BDNA\\_RASKRI%C5%BDJA-HRVATSKE\\_CESTE.pdf](https://hrvatske-ceste.hr/uploads/documents/attachment_file/file/107/SMJERNICE_TURBO_KRU%C5%BDNA_RASKRI%C5%BDJA-HRVATSKE_CESTE.pdf)
- [15] Obrazac za identifikaciju opasnih mjesta na državnim cestama u Republici Hrvatskoj
- [16] Signal, Preuzeto sa: <https://www.signal.hr/hr/proizvodi-usluge/svjetlosna-signalizacija-62/svjetlosne-ploce-za-naglasavanje-zavoja-86>

## POPIS SLIKA

Slika 1. Vennov dijagram .....	2
Slika 2. "Udarna rupa" .....	9
Slika 3. Tablica prometno-tehničkih razvrstavanja cesta .....	13
Slika 4. Preporučive vrijednosti polumjera susjednih zavoja.....	19
Slika 5. "T" – križanja .....	26
Slika 6. Pravokutno križanje .....	26
Slika 7. Kružno raskrižje .....	26
Slika 8. Riješenja raskrižja u više razina.....	27
Slika 9. Mikro i makro lokacija opasne dionice ceste D-503 .....	28
Slika 10. Slijed slika dionice ceste D-503 jug-sjever .....	29
Slika 11. Slijed slika dionice ceste D-503 sjever-jug.....	29
Slika 12. Prometni znak K-10 s ugrađenim svjetlosnim elementima.....	30

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Broj prometnih nesreća u ovisnosti o širini kolnika s dva prometna traka na kojima se odvija promet u oba smjera. ....	6
Tablica 2. Broj prometnih nesreća u ovisnosti o širini bankina .....	7
Tablica 3. Broj nesreća na prijeđenih milijun kilometara u ovisnosti o postotku udjela teretnih vozila .....	7
Tablica 4. Ovisnost broja prometnih nesreća na milijun prijeđenih kilometara o duljini preglednosti. ....	9
Tablica 5. Udaljenost unutarnjeg ruba zaštitne ograde ovisno o širini prometnog traka .....	10
Tablica 6. Podjela cesta prema veličini motornog prometa i društveno gospodarskom značenju, izraženog prosječnim godišnjim dnevnom prometom (PGDP) .....	13
Tablica 7. minimalan polumjer ( $R_{min}$ ) i graničan polumjer ( $R_G$ ) za pojedine projektne brzine.....	19
Tablica 8. Odnos nagiba $\Delta S_{max}$ i računske brzine $V_r$ .....	20
Tablica 9. Duljine prijelaznice za granične vozno-dinamičke uvjete .....	21
Tablica 10. Ovisnost širine prometnog traka o računskoj brzini ( $V_r$ ) i konfiguraciji terena .....	22
Tablica 11. Ovisnost širine rubnog traka o širini prometnog traka .....	22
Tablica 12. Ovisnost širine bankine o širini prometnog traka.....	23
Tablica 13. Broj prometnih nesreća u razdoblju od 2016. do 2020. Godine na dionici D-503.....	30

## POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Broj prometnih nesreća u ovisnosti o duljine ceste u pravcu.....	8
Grafikon 2. Stupanj pojave prometne nesreće ovisno o polumjeru horizontalnih lukova.....	8
Grafikon 3. Broj prometnih nesreća po kategorijama cesta u Republici Hrvatskoj 2019. Godine .....	14
Grafikon 4. Broj prometnih nesreća za ceste koje nepadaju u kategoriju ostalih cesta unutar naselja i ostalih cesta unutar naselja u Republici Hrvatskoj 2019. Godine ....	15
Grafikon 5. Udio prometnih nesreća prema kategoriji cesta izražen u postocima u Republici Hrvatskoj 2019. Godine .....	15
Grafikon 6. Broj prometnih nesreća prema vrsti križanja u Republici Hrvatskoj 2019. godine.....	16
Grafikon 7. Broj prometnih nesreća prema dijelovima ceste i cestovnih površina u Republici Hrvatskoj 2019. godine. ....	16





Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
10000 Zagreb  
Vukelićeva 4

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj \_\_\_\_\_ završni rad

isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

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

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

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu \_\_\_\_\_ završnog rada  
pod naslovom \_\_\_\_\_

utjecaj elemenata projektiranja prometnih površina na sigurnost cestovnog prometa

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

U Zagrebu, 30.8.2021

Student/ica:

*Ante Šošić*

(potpis)