

# Prometno-tehnološko projektiranje u funkciji cestovne sigurnosti

---

**Topolovec, Slavica**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

*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:119:385931>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-27**



*Repository / Repozitorij:*

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Slavica Topolovec**

**PROMETNO-TEHNOLOŠKO PROJEKTIRANJE U FUNKCIJI  
CESTOVNE SIGURNOSTI**

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2022.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**DIPLOMSKI RAD**

**PROMETNO-TEHNOLOŠKO PROJEKTIRANJE U FUNKCIJI  
CESTOVNE SIGURNOSTI**

**TRAFFIC-TECHNOLOGICAL DESIGN IN THE FUNCTION  
OF ROAD SAFETY**

**Mentor:** izv. prof. doc. dr. sc. Marko Šoštarić  
**Komentator:** dr. sc. Marijan Jakovljević

**Studentica:** Slavica Topolovec  
**JMBAG:** 0135 242 517

**Zagreb, rujan 2022.**

Zagreb, 27. travnja 2022.

Zavod: **Zavod za prometno planiranje**  
Predmet: **Prometno tehnološko projektiranje**

## DIPLOMSKI ZADATAK br. 6710

Pristupnik: **Slavica Topolovec (0135242517)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Cestovni promet**

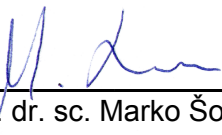
Zadatak: **Prometno-tehnološko projektiranje u funkciji cestovne sigurnosti**

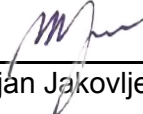
### Opis zadatka:

U sklopu rada provest će se analiza cestovne infrastrukture kao čimbenika sigurnosti cestovnog prometa u Republici Hrvatskoj i svijetu. Nakon analize cestovne infrastrukture kao čimbenika sigurnosti provest će se analiza uloge prometno-tehnološkog projektiranja u funkciji povećanja sigurnosti cestovnog prometa s naglaskom na postojeće stanje u Republici Hrvatskoj i svijetu. Sukladno utvrđenim zaključcima predložiti će se mjere za unaprjeđenje procesa prometno-tehnološkog projektiranja, a u funkciji povećanja cestovne sigurnosti.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

  
\_\_\_\_\_  
izv. prof. dr. sc. Marko Šošarić

  
\_\_\_\_\_  
dr. sc. Marijan Jakovljević (komentor)

## SAŽETAK

Promet je brzorastuća grana sama po sebi, no kada se tome pribroji brzi razvitak tehnologija, dobije se strmi rast. Svakim je danom većina ljudske populacije primorana koristiti barem jedan vid prometa. Potražnja raste uz nemogućnost ostvarivanja brze ponude. Velika potražnja = velik broj vozila = velik broj korisnika = velik broj potencijalnih opasnih situacija u prometu, to su problemi s kojima se svakodnevno susreće inženjer prometa. Njihova je odgovornost da njihovi sugrađani stignu sigurni od točke A do točke B. Posao im se može olakšati detaljnim i kvalitetnim zakonima i pravilnicima za projektiranje prometnica, koje Republika Hrvatska trenutno nema.

Ovim radom, usporediti će se svjetska praksa projektiranja prometnica s hrvatskom, te će se na temelju usporedbe navesti prijedlozi unaprjeđenja hrvatskih zakona i pravilnika. Zbog ljudskog faktora koji je prisutan u cestovnom prometu, nije moguće svesti broj prometnih nesreća na nulu. Ono što je moguće jest smanjiti težinu ozljeda ukoliko do prometne nesreće dođe., a u čemu ključnu ulogu ima upravo prometna infrastruktura

**KLJUČNE RIJEČI:** sigurnost cestovnog prometa, projektiranje prometnica, prijedlozi unaprjeđenja

## SUMMARY

Traffic is a fast-growing industry in itself, but when You add to thtad the increasingly rapid development of technology, the result is even steeper traffic growth. Every day, the majority of the human population is forced to use at least one type of transport. Paralel with the constant and rapid growth of traffic demand also grows the impossibility of achievning a fast enough offer. High demand = high number of vehicles = high number of users = high number of potential dangerous traffic situations, these are the problems that traffic engineers face every day. It is engineers responsibility that their fellow citizens arrive safely from point A to point B. Their work can be made easier by detailed and high-quality laws and rules for road design, which the Republic of Croatia certainly does not have.

This master's thesis will compare the world practice of road design with the Croatian practice, and based on that comparison, proposals for improving Croatian laws and guides will be presented. Due to the human factor present in road traffic, it is not possible to reduce the number of traffic accidents to a complete zero. What is possible is to reduce the severity of injuries if a traffic accident occurs.

**KEY WORDS:** road traffic safety, road design, improvement proposals

## SADRŽAJ:

1. UVOD.....	2
2. PROMETNO-TEHNOLOŠKO PROJEKTIRANJE .....	4
3. CESTA KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI .....	6
3.1. Svjetska praksa .....	9
3.1.1. Europska unija.....	9
3.1.2. Austrija .....	10
3.1.3. Australija .....	12
3.1. Republika Hrvatska .....	16
4. SIGURNO PROJEKTIRANJE CESTOVNE INFRASTRUKTURE – POSTOJEĆE STANJE .....	20
4.1. Svjetska praksa .....	20
4.1.1. Priručnik za projektiranje prometnica 3 – Projektiranje tlocrtnih elemenata.....	21
4.1.2. Priručnik za projektiranje prometnica 4 – Raskrižja .....	23
4.1.3. Priručnik za projektiranje prometnica 5 – Odvodnja .....	27
4.1.4. Priručnik za projektiranje prometnica 6 – Cestovno okruženje, sigurnost i zaštitne ograde .....	28
4.1.5. Priručnik za projektiranje prometnica 7 – Novi zahvati saniranja i zahvati u nastajanju.....	32
4.2. Republika Hrvatska .....	33
4.2.1. Zakon o cestama.....	33
4.2.2. Zakon o sigurnosti prometa na cestama .....	34
4.2.3. Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa .....	35
4.2.4. Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama.....	35
4.2.5. Pravilnik o minimalnim sigurnosnim zahtjevima za tunele .....	36
4.2.6. Pravilnik o biciklističkoj infrastrukturi .....	36
4.2.7. Pravilnik o autobusnim stajalištima .....	37

5. SIGURNO PROJEKIRANJE CESTOVNE INFRASTRUKTURE – PRIJEDLOZI UNAPRIJEĐENJA .....	39
6. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA.....	42
LITERATURA.....	44
POPIS SLIKA .....	47
POPIS TABLICA.....	48
OPIS GRAFOVA.....	49
POPIS KRATICA .....	50

# 1. UVOD

Projektiranje prometnica predstavlja ključnu ulogu u svim segmentima upravljanja cestama. Projektanti odabiru značajke kao i dimenzije njezinih elemenata na temelju tehničkih uputa, vlastitog iskustva i procjene. Prilikom projektiranja cesta, posebice pod ograničenjima važna je procjena no i izračun, što rezultira kompromisom između sukobljenih ciljeva. Iskustvo pomaže inženjeru postizanje ravnoteže gdje se to ne može pomoću matematičkih pravila. Stoga je potrebno da se zakonima i pravilnicima za projektiranje prometnica inženjerima ostavlja prostor za razumnu fleksibilnost pri rješavanju određenih problema. Svaki projekt je jedinstven i ne može se precizno ponoviti. Ne postoje 'gotova' rješenja koja će u potpunosti odgovarati svim situacijama, a strogo držanje tablica, grafova i slika neće dovesti do uspješnog projekta. Projektiranje prometnica prema načelima svjetske prakse, konkretno prema pravilnicima Austroads-a (čiji su se pravilnici obrađivati u ovom diplomskom radu), nije isto što i projektiranje prometnica prema jednostavnim i šturim pravilnicima kakve posjeduje Republika Hrvatska. Ovim diplomskim radom je opisano kako cesta utječe na sigurnost cestovnog prometa te kakvim se pravilnicima služe zemlje svijeta pri projektiranju prometnica, a s ciljem povećanja cestovne sigurnosti. Shodno tome biti će navedeni prijedlozi unaprijeđena hrvatskih pravilnika, te zaključno razmatranje. Diplomski rad sastoji se od šest cjelina:

1. Uvod,
2. Prometno-tehnološko projektiranje,
3. Cesta kao čimbenik sigurnosti,
4. Sigurno projektiranje cestovne infrastrukture – postojeće stanje,
5. Sigurno projektiranje cestovne infrastrukture – prijedlozi unaprijeđena,
6. Zaključna razmatranja.

Drugim poglavljem objašnjeno je što predstavlja prometno-tehnološko projektiranje, kojim sve problemima se susreće projektant, te koji sve čimbenici utječu na sigurnost cestovnog prometa.

Treće poglavlje daje uvid u prometne nesreće iz svijeta, ali i Hrvatske. Velik broj prometnih nesreća završava teškim ili smrtnim posljedicama. Ovim poglavljem prikazani su podaci o broju prometnih nesreća s teškim i smrtnim posljedicama, mjestima prometnih nesreća, te koji sudionici prometa najčešće stradavaju.



Četvrto poglavlje detaljno opisuje Hrvatsku i svjetsku praksu projektiranja prometnica. Dok Hrvatski zakon predstavlja jedan pravilnik za projektiranje cesta, Australija i Novi Zeland nude pregršt savjeta, situacija, ali i pravila kako pristupiti projektiranju, i problemima koji se javljaju tim procesom. Spomenute situacije i problemi opisani su četvrtim poglavljem.

Petim poglavljem predstavljaju se prijedlozi unaprijeđena Hrvatskih pravilnika na temelju zaključaka proizašlih uz analize svjetske prakse. Hrvatski zakoni projektiranja cesta zastarjeli su i sažeti, tj. nisu usmjereni prema sigurnom projektiranju prema konceptu sigurnog pristupa. Ovo poglavlje također daje smjernice kako poboljšati hrvatski standard sigurnog projektiranja prometnica.

Prvo i posljednje poglavlje predstavljaju uvod i zaključna razmatranja.

## 2. PROMETNO-TEHNOLOŠKO PROJEKTIRANJE

Kako bi se bolje shvatio i definirao pojam i značenje prometno-tehnološkog projektiranja potrebno je definirati pojmove koji ga opisuju:

- projekt,
- projektiranje,
- tehnologija,
- promet [1].

Projekt u Hrvatskoj ima dvostruko značenje, u širem i užem značenju. Postoji nekoliko definicija za projekt u širem smislu. Jedna od definicija glasi, projekt je bilo koji niz aktivnosti i zadaća koje imaju određeni cilj, koji treba ispuniti određene specifikacije, imaju definiran početak i kraj, ograničena financijska sredstva, troše resurse ljudske i tehničke, te su višefunkcionalne. Usprkos više vrsta definicija, svaka od njih naglašava da su osnovne karakteristike projekta vijek trajanja, i poduzimanje određenih aktivnosti u svrhu postizanja cilja. Stoga se projekt u širem značenju odnosi na aktivnost ili niz aktivnosti čija je svrha postizanje određenog cilja (npr. izgradnja mosta Pelješac s pristupnim cestama). Projekt u užem smislu je zapravo sinonim za projektnu dokumentaciju, odnosno određeni dokument koji je sastavni dio projektne dokumentacije nekog projekta, npr. Idejno rješenje čvorišta Bosiljevo. Projektna dokumentacija, odnosno projekt u užem smislu je definiran kao skup međusobno usklađenih skica, nacрта, analiza, proračuna, opisa i drugih elemenata kojima se daje funkcionalno i tehničko rješenje predmeta koji se obrađuje projektom. Projekt u ovom značenju predstavlja tiskan i uvezan dokument (knjigu), ili u novije doba digitalan zapis u formi knjige ili sličnog dokumenta [1].

Pojam projektiranja može se definirati kao proces pretvaranja određene zamisli u konkretnu vidljivu formu, odnosno kao proces kreiranja rješenja od osnovne zamisli do potpunog definiranja funkcionalnog rješenja koje zadovoljava postavljene zahtjeve. Prometno tehnološko projektiranje kao inženjersko projektiranje je proces zasnivanja komponente, sustava ili procesa usklađenog s željenim potrebama. Predstavlja proces donošenja odluka u kojem se matematika, tehničke i prirodne znanosti primjenjuju za optimalnu pretvorbu zaliha u skladu s postavljenim zahtjevima. Jednostavnija definicija bi glasila, projektiranje je interaktivni proces baziran na pokušajima i pogreškama gdje konačni proizvod mora zadovoljavati određene zahtjeve. No

kada se govori o projektiranju kao definiciji koja proizlazi iz pojma projekta, može se navesti da je projektiranje proces izrade projektne dokumentacije [1].

Tehnologija predstavlja znanstveno područje koje proučava mehaničke, kemijske, termokemijske, biokemijske, elektrokemijske toplinske i slične procese, istražuje nove mogućnosti takvih procesa i proučava mogućnost projektiranja njihova uvođenja u proizvodnju. Na temelju te definicije, tehnologija prometa može se definirati kao znanost o načinima, procesima i postupcima proizvodnje prometnih usluga. Kako bi se naglasila razlika između tehnike i tehnologije, te da bi se jednostavnije shvatio pojam tehnologije, potrebno je definirati i pojam tehnike [1].

Tehnika je skup metoda, ili iskustveno ili znanstveno formuliranih rješenja za primjenu i provođenje znanstveni definiranih, ili u praksi otkrivenih spoznaja pri zadovoljavanju zahtjeva i potreba zbiljskog života, u gospodarskoj razmjeni i proizvodnji, u znanosti, znanstvenoj zaštiti, medicini, umjetničkim ostvarenjima, u domaćinstvima ili pri organiziranju osobnog života i sl. Odnosno, tehnika je sredstvo ili pojedinačni postupak u okviru određene tehnologije. Stoga, tehnologija je širi pojam od tehnike, dok se određena tehnologija sastoji od više tehnika [1].

Promet je proces i sustav čija je svrha obavljanje prijenosa i/ili prijevoza transportnih entiteta (ljudi, roba, informacije) u odgovarajućim prometnim entitetima (cestovna vozila, brodovi, željeznička vozila, bitovi, itd.) zauzimanjem dijela kapaciteta prometnica prema utvrđenim protokolima i pravilima [1].

Nakon analize navedenih pojmova, definicija prometno tehnološkog projektiranja glasi, ***prometno tehnološko projektiranje je kreiranje rješenja i postupaka izrade projektne dokumentacije za realizaciju određenog projekta iz područja tehnologije prometa*** [1].

### 3. CESTA KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI

Kako bi se uspješno obavljale radnje prometno-tehnološkog projektiranja nužno je poznavati proces planiranja prometa, razvitak prometne mreže, problematike kapaciteta te ostalih projektnih metoda i postupaka za regulaciju i kontrolu prometa [1]. Međutim, lokalni uvjeti i okolnosti ponekad mogu zahtijevati inovativne ili jedinstvene pristupe projektiranju. Većina se zahvata može prilagoditi pravilniku za projektiranje cesta, no postoje situacije zbog kojih bi se trebale razviti i objaviti dopunske smjernice i priručnici koji pokrivaju specifične slučajeve projektiranja. Projektiranje prometnica trebalo bi se temeljiti na karakteristikama i performansama vozila, no i na ponašanju, sposobnosti i mogućnosti svih sudionika u prometu, uključujući bicikliste i pješake [2]. Slika 1. grafički prikazuje četiri stupa koji zajedno čine sigurnosni sustav. Kako bi spomenuti sustav funkcionirao stupovi moraju biti u međuovisnosti. Cilj sigurnosnog sustava nije samo osigurati sigurnost na cestama, već i podupiranje planiranja projektiranja te upravljanje infrastrukturom. Sustavnim i proaktivnim pristupima smanjuje se broj teških ozljeda i smrtnih slučajeva, čemu se teži [3]. Sigurnosni sustav sastoji se od sljedećih čimbenika:

- čimbenik cesta,
- čimbenik brzina,
- čimbenik čovjek,
- čimbenik vozilo [2].



Slika 1. Grafički prikaz četiri stupa sigurnosnog sustava

Izvor: [2]

**Brzina** kao jedan od čimbenika sigurnosnog sustava je ujedno i ključan čimbenik odvijanja sigurnog i učinkovitog prometa. Upravljanje brzinom na prometnicama zahtjeva puno više od

zakonskih ograničenja brzine i znakova. Brzina mora biti adekvatna kako bi bila ugodna, udobna i sigurna za sve korisnike ceste, vozila ali i za njezino okruženje. Protok, troškovi korisnika, emisije štetnih plinova su još neki od parametara koji ovise o brzini. Kvalitetnim projektiranjem infrastrukture postiže se učinkovito upravljanje brzinom [4].

**Čovjek** je najvažniji čimbenik sigurnosnog sustava. Ponašanje i reakcije čovjeka u prometu ovise o starosti, psihofizičkim svojstvima, zdravstvenom stanju, obrazovanju i kulturi, itd [5]. Stoga prometnica mora biti projektirana na način da sudionici prometa primaju informacije pravovremeno kako bi ih stigli protumačiti i shodno njima djelovati. Informacije mogu biti eksplicitne (horizontalna i vertikalna signalizacija) i implicitni (širina prometnog traka) [6].

**Vozilo** je jedan od stupova sigurnosnog sustava. Prilikom projektiranja prometnica potrebno je uzeti u obzir vrste vozila, jer se ona bitno razlikuju. Vozila imaju različite karakteristike, samim time se razlikuje njihova sposobnost. Stoga različita vozila imaju različit radijus okretanja, vidljivost, kočionu moć, itd. Tehnologija smanjuje vjerojatnost i ozbiljnost prometne nesreće sa ranjivim sudionicima prometa (pješaci, biciklisti). Autoindustrija ulaže napore u dizajniranje vozila koja smanjuju vjerojatnost smrtonosne ili teške ozljede sudionika prometa. Vozila se opremaju tehnologijama koja služe kao asistent vozaču. Zadržavanje kontrole nad vozilom, ponovno preuzimanje kontrole ili čak kontrola nad vozilom ukoliko vozač to ne učini su samo neke od asistencija kojima se opremaju nova vozila [7].

**Cesta** kao čimbenik prometne sigurnosti jedan je od četiri stupa sigurnosnog sustava. Njezini tehnički nedostaci imaju značajan utjecaj na nastanak prometnih nesreća, a samim time imaju utjecaj i na posljedice koje prometne nesreće izazivaju. Nedostaci prometnica se mogu eliminirati pravilnim projektiranjem prometnica. Cestu kao čimbenik sigurnosti prometa definiraju:

- trasa ceste,
- tehnički elementi ceste,
- stanje kolnika,
- oprema ceste,
- raskrižja,
- utjecaj bočne zapreke,
- održavanje ceste [8].

Smjer i visinski položaj ceste određuje se trasiranjem. Trasa ceste sastoji se od pravaca, zavoja i prijelaznica. Navedeni elementi trebaju biti definirani tako da omogućuju sigurno kretanje vozila pri određenoj brzini. Kako bi se ceste pružale sigurnost njezinim korisnicima, jedan od uvjeta je da trasa treba biti homogena, odnosno da omogućuje jednoličnu brzinu kretanja. Nagle promjene brzine predstavljaju rizik od prometnih nesreća, kao i horizontalni zavoji minimalnog polumjera nakon dugih pravaca. Stoga je potrebno međusobno uskladiti duljine pravaca i zavoja. Psihološka sigurnost je također važan čimbenik sigurnosti. To se postiže jasnim vođenjem i označavanjem trase kolnika, te njezinih rubnih dijelova [8].

Tehnički elementi ceste kao što su širina prometnog traka, broj traka, rubne trake, bankina, horizontalna i vertikalna preglednost, prijelaznice, uzdužni i poprečni nagib uvelike utječu na sigurnost. Pogrešnim projektiranjem navedenih elemenata smanjuje se sigurnost, a povećava rizik od prometnih nesreća [8].

Stanje kolnika u smislu oštećenje zastora, odnosno pojava udarnih rupa, smanjen koeficijent trenja smanjuju sigurnost korisnika ceste. Koeficijent trenja podloge veoma je bitan čimbenik kako ne bi došlo do klizanja vozila u horizontalnom ili vertikalnom smjeru. Na prijanjanje kolnika dodatno utječe moker zastor, snijeg, led, visoka temperatura, itd [8].

Oprema ceste, odnosno prometni znakovi, rasvjeta i zaštitne ograde služe kako bi se sigurnost povećala. Prometni znakovi moraju biti postavljeni tako da budu vidljivi i jasni, te da prenose ozbiljnost s kojom se korisnici suočavaju tijekom vožnje. Rasvjeta pruža dobru vidljivost noću. Dok se gradske ceste osvijetljaju po cijeloj dužini, to na cestama izvan naselja nije potrebno. Tamo je potrebno osvijetliti pješačke prijelaze i raskrižja kako bi korisnik ceste dobio informaciju da im se približava [8].

Zbog velikog broja nesreća na raskrižjima, sve više se uvode kružna raskrižja zbog malog broja konfliktnih točaka. Broj konfliktnih točaka u kružnom raskrižju iznosi 8, dok klasično četverokrako raskrižje ima 32 konfliktna točke. Danas na urbanim dijelovima dolazi do improviziranih raskrižja gdje se kombinira četverokrako raskrižje sa kružim vođenjem prometa [8].

Utjecaj bočne zapreke odnosi se na privremene ili stalne zapreke u blizini kolnika koje nepovoljno utječu na sigurnost. Bankine bi trebale biti čiste površine, gdje nema reklamnih ploča, drveća, stupova, itd.

Održavanje cesta može biti redovito i investicijsko. U redovito održavanje cesta ubrajaju se popravci bankina, košnja, promjena dotrajale signalizacije, uređuju kosine, čisti snijeg. Dok se financijskim održavanjem rekonstruiraju opasna mjesta, tehnički elementi ceste, obnavlja se zastor, itd [5].

Unaprjeđenjem u projektiranju, izgradnji i održavanju cestovne infrastrukture može se značajno povećati sigurnost na cestama. Pametno dizajnirana mreža cestovnih prometnica koja sugerira razumnu vožnju smanjuje broj prometnih nesreća [9]. Svaka država posjeduje vlastiti pravilnik za projektiranje prometnica. Pravilnikom se osigurava da se svaki element projektira na siguran način što je produkt sigurne cestovne mreže. Opširnost i kvaliteta pravilnika razlikuju se među država.

### **3.1. Svjetska praksa**

Sve agencije za ceste, bilo na lokalnoj, državnoj ili nacionalnoj razini zahtijevaju sveobuhvatne programe za prepoznavanje i tretiranje lokacija koje imaju visoku rizik od prometnih nesreća, a to podrazumijeva koordinaciju različitih razina vlasti. Važno je pokazati važnosti problema cestovne sigurnosti u smislu prometnih nesreća sa teškim ili smrtnim posljedicama prilikom osnivanja takvih programa. No također je i važno pokazati da se problemi mogu riješiti na isplativ način. Prilikom prometnih nesreća definiraju se različite težine sudara:

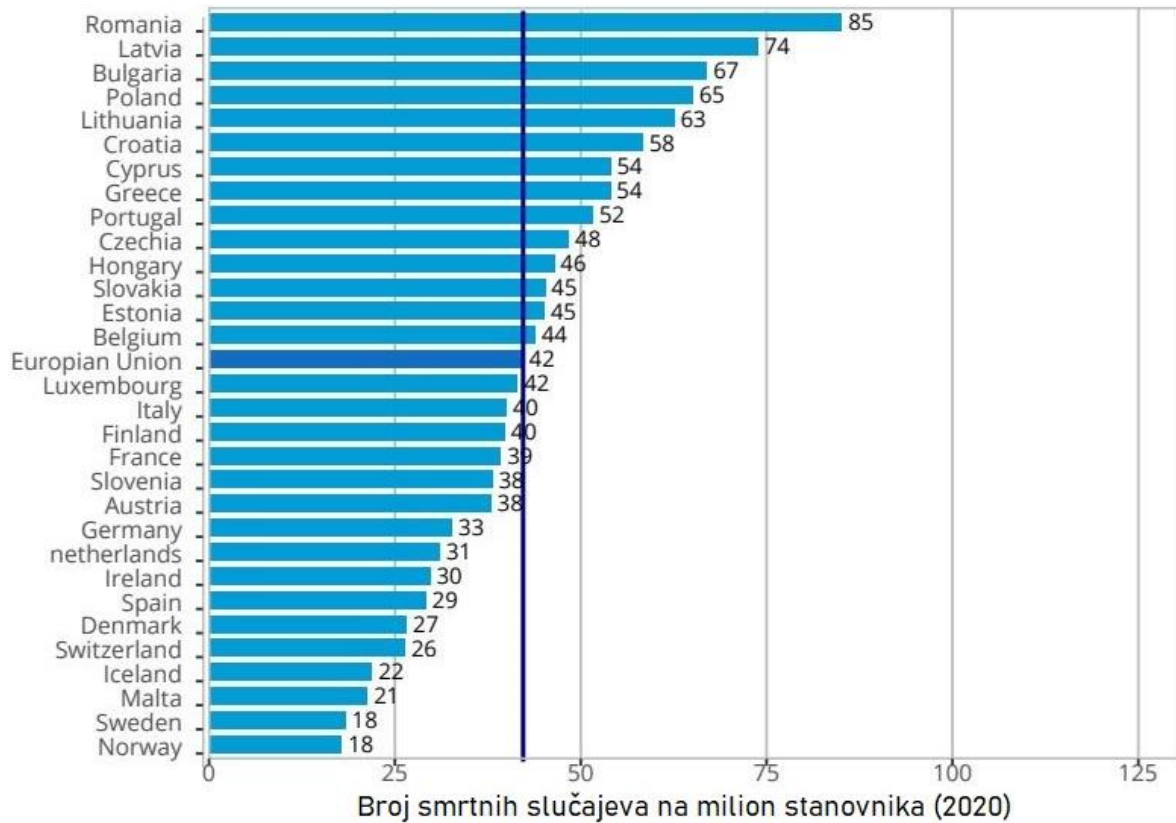
- smrtonosne nesreće – kada sudionik nesreće premine unutar 30 dana,
- nesreće s teškim ozljedama – kada je sudionik nesreće ozlijeđen do te mjere da je potrebna hitna pomoć (npr. prijelomi, unutarnja krvarenja, itd.)
- nesreće s lakšim ozljedama – kada sudionik nesreće nije ozlijeđen to de mjere da je potreban odlazak u bolnicu, već samo medicinska pomoć (npr. ogrebotine)
- nesreće bez ozljeda [8].

#### *3.1.1. Europska unija*

Europska unija je pokrenula globalni plan za svoje članice po nazivom 'Vizija nula – nula smrtnih slučajeva i teških ozljeda do 2050. godine'. Naziv plana govori već sve u svom naslovu, a to je težnja ka tome da se broj smrtnih slučajeva zbog posljedica prometnih nesreća. Europa je vodeći kontinent po pitanju sigurnosti na cestama, no sve dok dolazi do smrtnih slučajeva prometnice nisu sigurne dovoljno. Graf 1. prikazuje broj smrtnih

slučajeva na milion stanovnika u zemljama članica Europske unije. Hrvatska je od 30 zemalja tek 24 po redu, što dovoljno govori o visini broja smrtno stradalih osoba. Na prvom mjestu nalazi se Norveška sa 18 osoba na milion stanovnika, dok nam je susjedna Slovenija na 12. mjestu sa 38 smrtnih slučajeva na milion stanovnika [10].

Graf 1. Prikaz broja smrtno stradalih osoba na milion stanovnika na području Europske Unije



Izvor: [10]

### 3.1.2. Austrija

Austrija se nalazi u donjoj polovici grafa 1. iz prethodnog poglavlja kada se uzima u obzir broj smrtno stradalih osoba na milion stanovnika. Hrvatska zasigurno teži ka tome da dosegne uređenost spomenute države, kako u svemu tako i u prometu. Zadovoljiti se smije samo sa 0 smrtnih slučajeva, no definitivno se treba ugledati na države sa manjim brojem smrtnih slučajeva od nas. Tablica 1. prikazuje troškove koje je Austrija pretrpila kroz prometne nesreće u 2016. godine. Svaka država ima vlastitu procjenu vrijednosti života svojih građana. Živa osoba pridonosi državnim blagajnama, stoga je država na gubitku kada osoba pretrpi teške tjelesne ozljede prilikom prometne nesreće, a kamoli kada su posljedice nesreća smrtni ishodi [11].



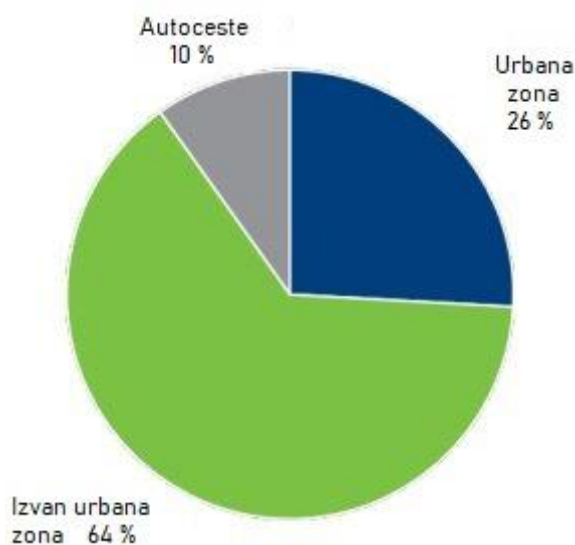
Tablica 1. Prikaz troškova prometnih nesreća (2016)

	Jedinični tročak (EUR)	Ukupno (EUR)
Smrtni slučajevi	3 316 309	1.4 billion
Teške ozljede	429 517	3.3 billion
Lakše ozljede	30 575	1.3 billion
Materijalna šteta	5 481	3.8 billion
<b>Ukupno</b>		<b>9.7 billion</b>

Izvor: [11]

Graf 2. prikazuje broj smrtnih slučajeva u postocima ovisno o tipu prometnice. Izvan urbana zona je uzela najviše života, čak 64 %. Autocesta je na trećem mjestu sa najmanje oduzetih života, 10 %, dok se u sredini nalazi urbana zona na kojoj je 26 % sudionika prometa izgubilo život [11].

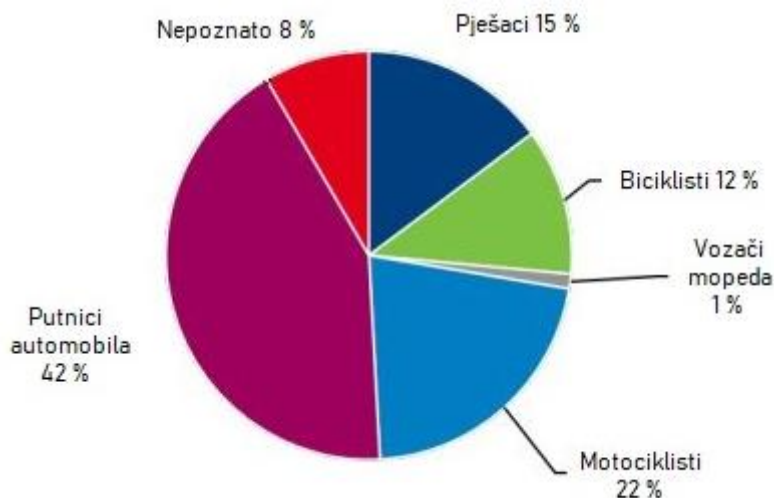
Graf 2. Broj smrtnih slučajeva ovisno o tipu ceste (2020)



Izvor: [11]

Grafom 3. je prikazano je koji je udio sudionika prometa poginuo na prometnicama. U najvećem postotku, sa 42 % su to putnici automobila. Velik broj smrtno stradalih osoba bili su motociklisti (22 %), dok treće mjesto zauzimaju pješaci sa 15 %. Najmanji broj poginulih osoba u prometu bili su korisnici mopeda, 1 %. Biciklisti su na četvrtom mjestu sa 15 % smrtnih slučajeva, dok za 8 % slučajeva nije poznato koju su ulogu u prometu imali [11].

Graf 3. Prikaz broja smrtnih slučajeva ovisno o ulozi u prometu (2020)

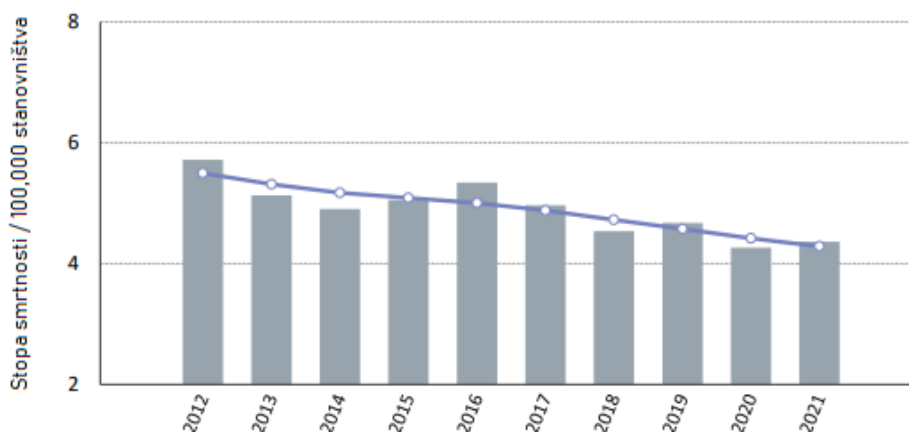


Izvor: [11]

### 3.1.3. Australija

Vlada Australije objavila je podatke iz 2021. godine sa smrtni stradanim sudionicima prometnih nesreća. Graf 4. prikazuje broj smrtno stradalih osoba u prometnim nesrećama na populaciju od 100.000 stanovnika za 2021. godinu. Kroz godine trend se smanjuje. Iako je 2020. godina bila uspješnija godina za prometnice Australije, to može biti posljedica korona virusa, i smanjenog broja putovanja. Prošle godine Australija je imala oko 4,3 preminule osobe/100 000 stanovnika. Usporedivši spomenuti grad, sa grafom 4. gdje se uzima populacija na milion ljudi, dobiju se vrijednosti od 42 preminule osobe/milion stanovnika, što bi Australiju smjestilo na sredinu tablice [12].

Graf 4. Prikaz stope smrtnosti na 100.000 stanovnika po godinama



Izvor: [12]

Tablica 2. prikazuje broj smrtno stradalih osoba ovisno o vrsti sudara i mjestu prometne nesreće. Najveći broj smrtno stradalih osoba dogodio se na regionalnim cestama, gdje je smrtno stradalo 606 osoba. Dok je najveći broj preminulih osoba bio prometnom nesrećom u kojem je sudjelovalo samo jedno vozilo. Broj smrtnih slučajeva je u padnu, no on je i dalje velik. No treba uzeti u obzir i činjenicu da u Australiji živi oko 25.690.000 stanovnika [12].

Tablica 2. Prikaz smrtno stradalih osoba 2020

	2008-2010	2020	Postotak smanjenja
Broj smrtnih slučajeva pri frontalnim sudarima	266	186	-30,1%
Broj smrtnih slučajeva kod sudara jednog vozila	657	492	-25,1%
Broj smrtnih slučajeva pri sudarima na raskrižju	300	242	-19,3%
Broj smrtnih slučajeva pri sudarima na gradskim cestama	513	378	-26,3%
Broj smrtnih slučajeva na regionalnim cestama	765	606	-20,8%
Broj smrtnih slučajeva na brzim cestama	136	107	-21,3%

Izvor: [12]

Tablica 3. prikazuje broj smrtno stradalih osoba ovisno o ulozi koju su imali u prometu. Prema tablici može se primijetiti kako je 2012. godina bila godina sa najviše smrtnih slučajeva. Zadnje četiri godine broj smrtno stradalih varira između 1.100-1.200. Vozači cestovnih vozila prema navedenoj tablici najviše stradavaju, dok u najmanjoj mjeri umiru biciklisti. U velikoj mjeri dolazi do smrtnih slučajeva i kod motociklista [12].

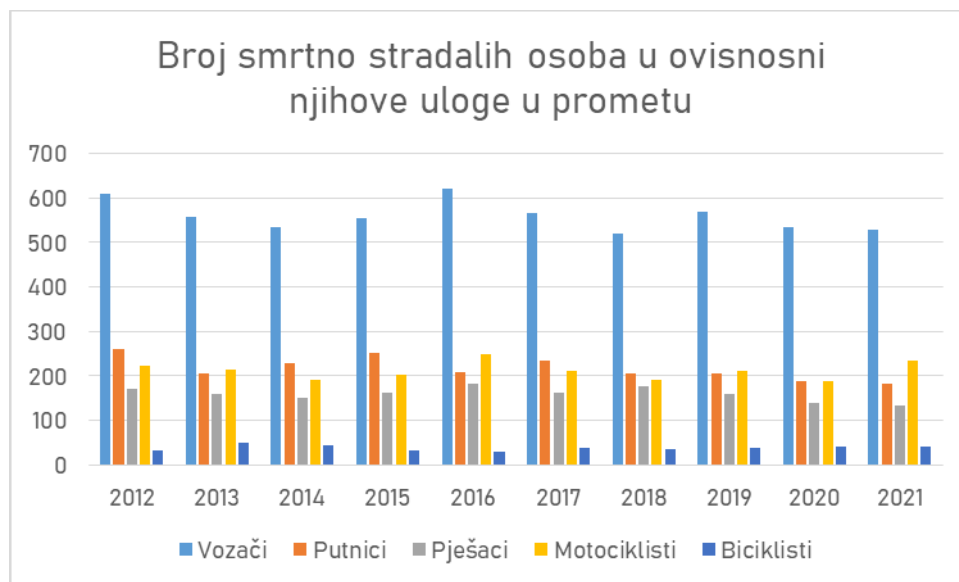
Tablica 3. Prikaz broja smrtno stradalih osoba

	Smrtni slučajevi					
	Vozači	Putnici	Pješaci	Motociklisti	Biciklisti	Ukupno
2012	610	260	170	223	33	1.300
2013	557	204	158	213	50	1.187
2014	533	228	151	191	45	1.151
2015	555	251	161	203	31	1.204
2016	622	208	182	249	29	1.292
2017	566	235	161	211	39	1.222
2018	521	204	177	191	35	1.134
2019	570	205	159	210	39	1.186
2020	534	189	138	188	41	1.095
2021	528	181	132	235	40	1.123

Izvor: [12]

Graf 5. grafički prikazuje podatke iz tablice 3., kako bi se moglo lakše uvidjeti vrijednosti. Vidljivo je kako najveći broj smrtno stradalih osoba ima ulogu vozača u prometu. Vrijednosti motociklista su također velike [12].

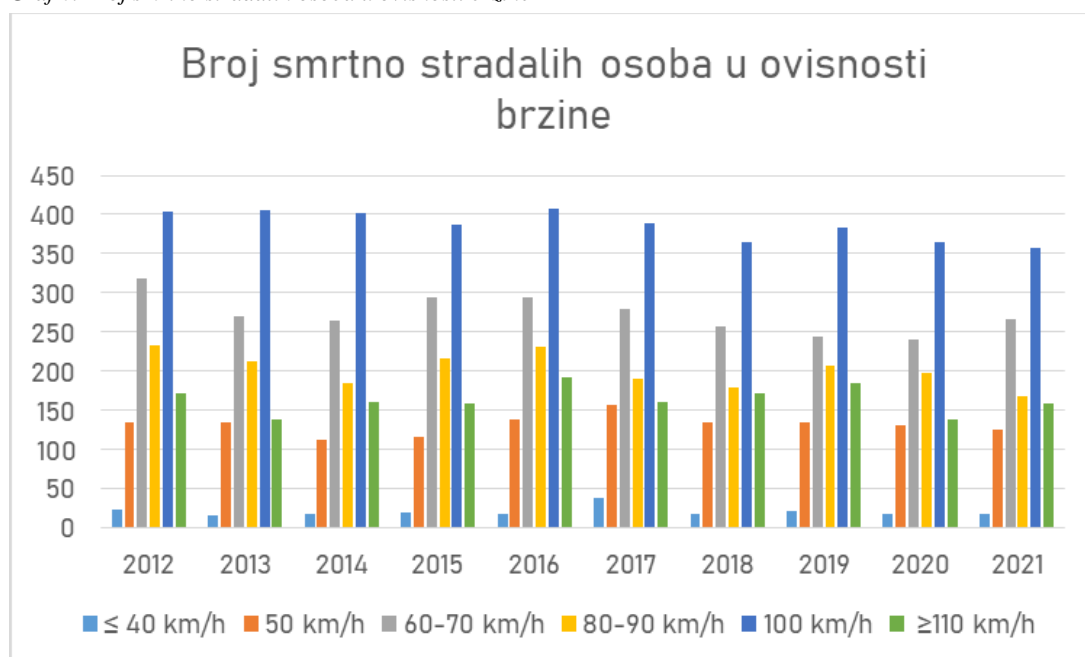
Graf 5. Prikaz broja smrtno stradalih osoba u ovisnosti njihovih uloga u prometu



Izvor: [12]

Graf 6. prikazuje broj smrtno stradalih osoba u ovisnosti brzine. Brzina od 100 km/h uzima najviše života. No ono što je zanimljivo u ovom grafu je to da su brzine od 60-70 km/h brzine koje su nakon 100 km/h uzele najviše života. To predstavlja još jedan u nizu razloga zašto je potrebno brzine shvatiti ozbiljno [12].

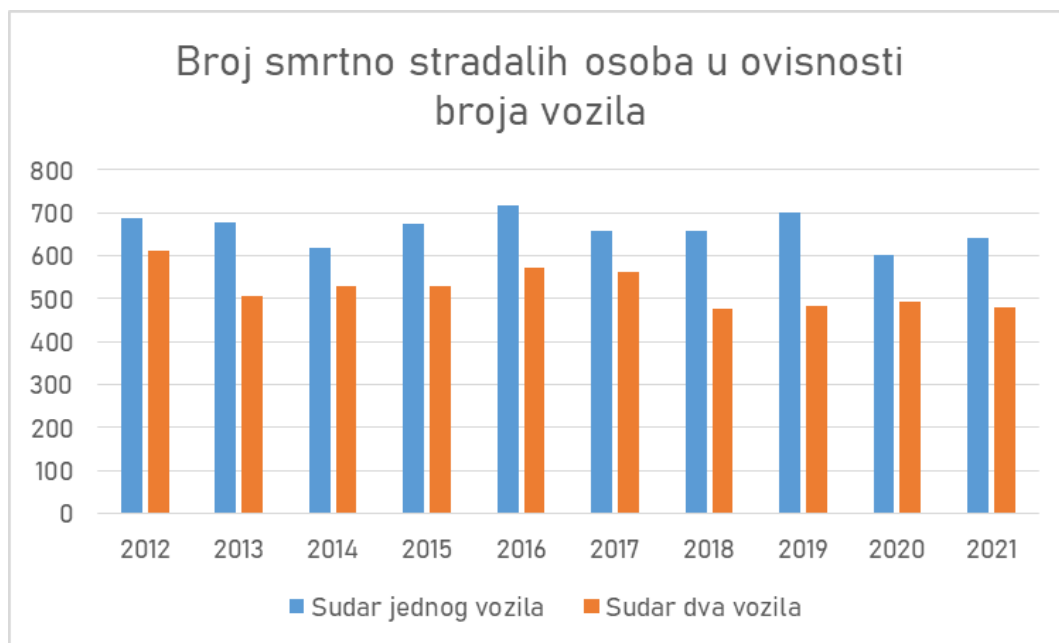
Graf 6. Broj smrtno stradalih osoba u ovisnosti brzine



Izvor: [12]

Graf 7. prikazuje broj smrtno stradalih osoba u ovisnosti broja vozila koja su sudjelovala u prometnoj nesreći. Tijekom godina, uvijek je broj stradalih osoba bio veći kada je u prometnoj nesreći sudjelovalo jedno vozilo [12].

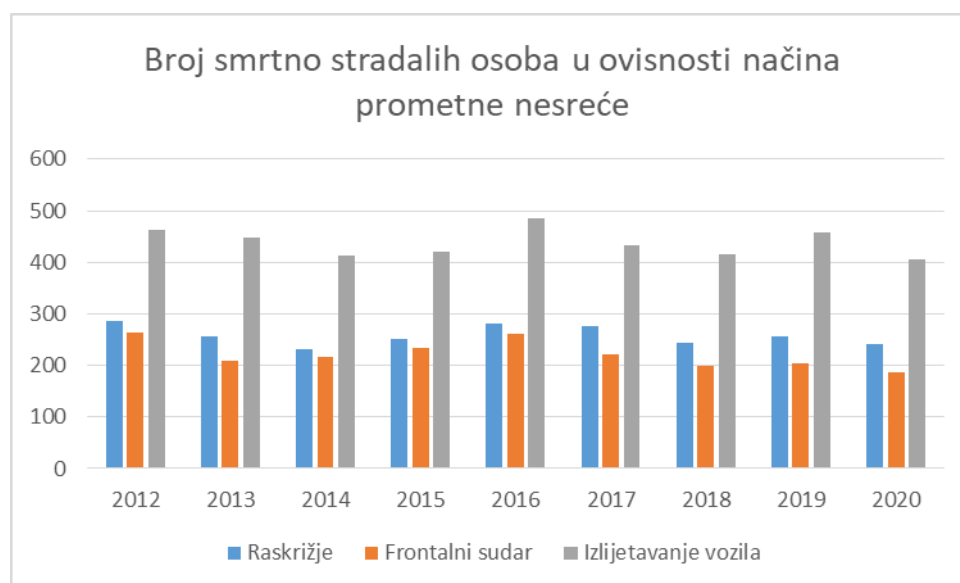
Graf 7. Broj smrtno stradalih osoba u ovisnosti broja vozila



Izvor: [12]

Graf 8. prikazuje broj smrtno stradalih osoba u ovisnosti načina prometne nesreće. Najveći broj smrtno stradalih osoba nastaje prilikom izlijetanja vozila. Prema navedenoj činjenici može se zaključiti kako treba povećati pozornost na cestovno okruženje [12].

Graf 8. Broj smrtno stradalih osoba u ovisnosti načina prometne nesreće

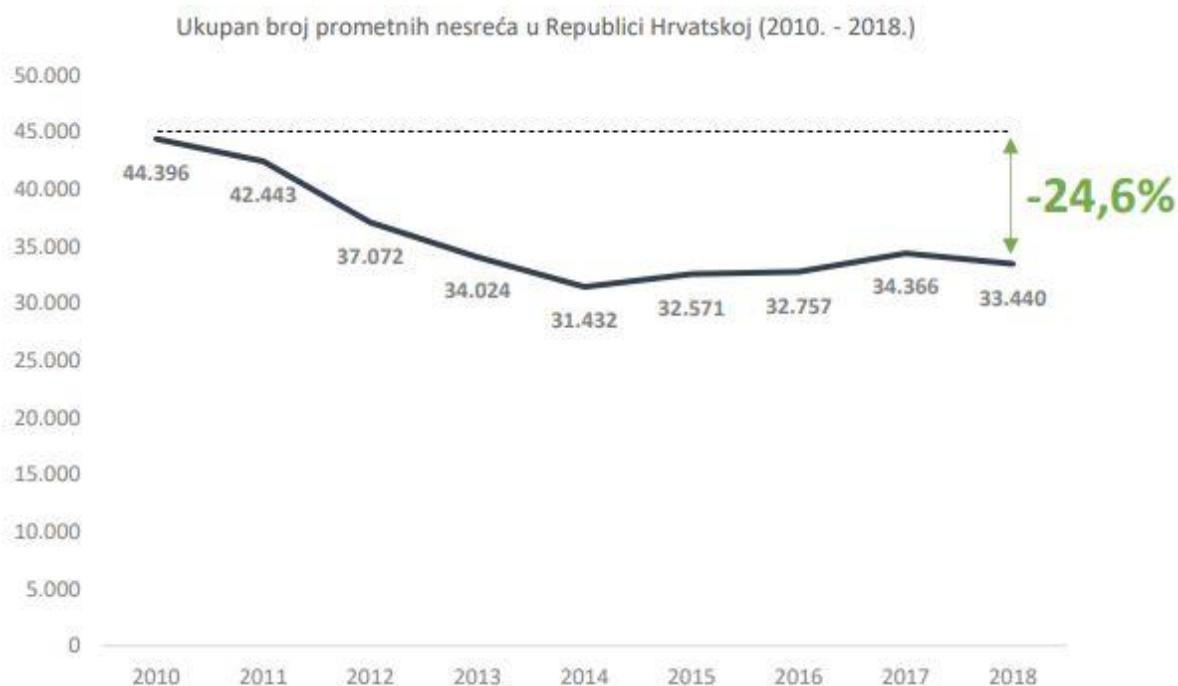


Izvor: [13]

### 3.1.Republika Hrvatska

Prema grafu 5., osim što se može uvidjeti da je 2018. godine broj prometnih nesreća iznosio 33.440, može se i uvidjeti to da je broj prometnih nesreća pao za 24.6 % u odnosu na 2010. godinu kada je broj prometnih nesreća bio 44.396 [13].

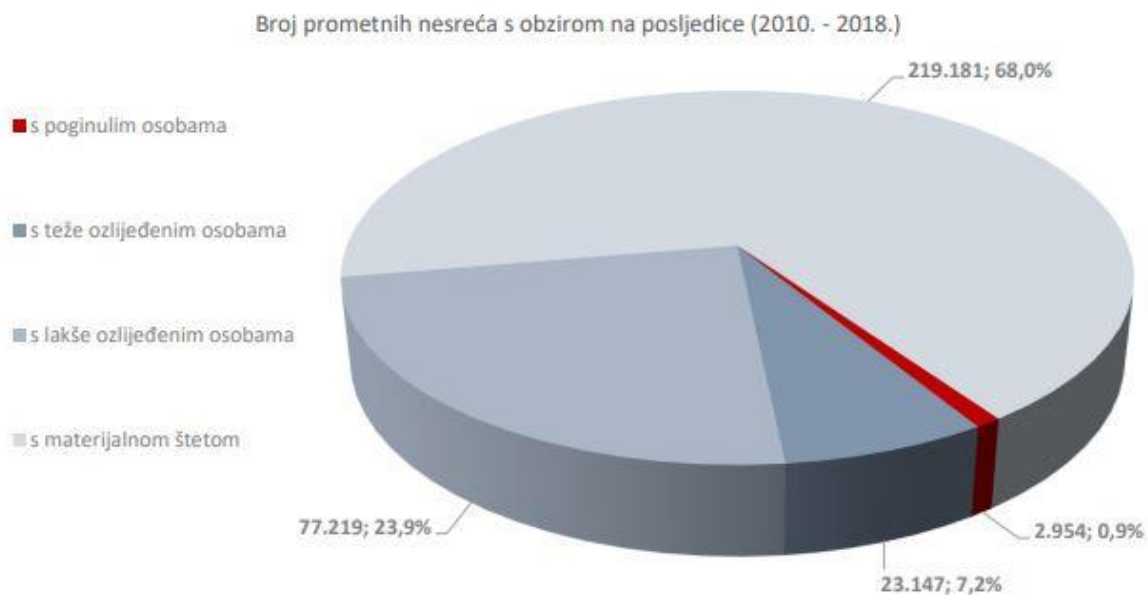
Graf 9. Ukupan broj prometnih nesreća u Republici Hrvatskoj



Izvor: [13]

Grafom 6. prikazan je broj prometnih nesreća s obzirom na posljedice. Najveći broj prometnih nesreća imao je za posljedice materijalnu štetu, čak 68,0 %, odnosno 219.181 prometna nesreća. No broj nesreća sa teškim posljedicama iznosi 7,2 % (23.174), dok sa smrtno stradalim osobama iznosi 0,9 %, tj. 2.954 prometne nesreće. To je broj na koji treba staviti fokus. U odnosu na ostale vrijednosti, taj broj se čini malim, no teške tjelesne ozljede ostavljaju značajne i dugotrajne posljedice. Iako se broj smrtno stradalih i teško ozlijeđenih osoba smanjio za 14,2 % treba težiti da se taj broj dodatno smanji [13].

Graf 10. Broj prometnih nesreća s obzirom na posljedice

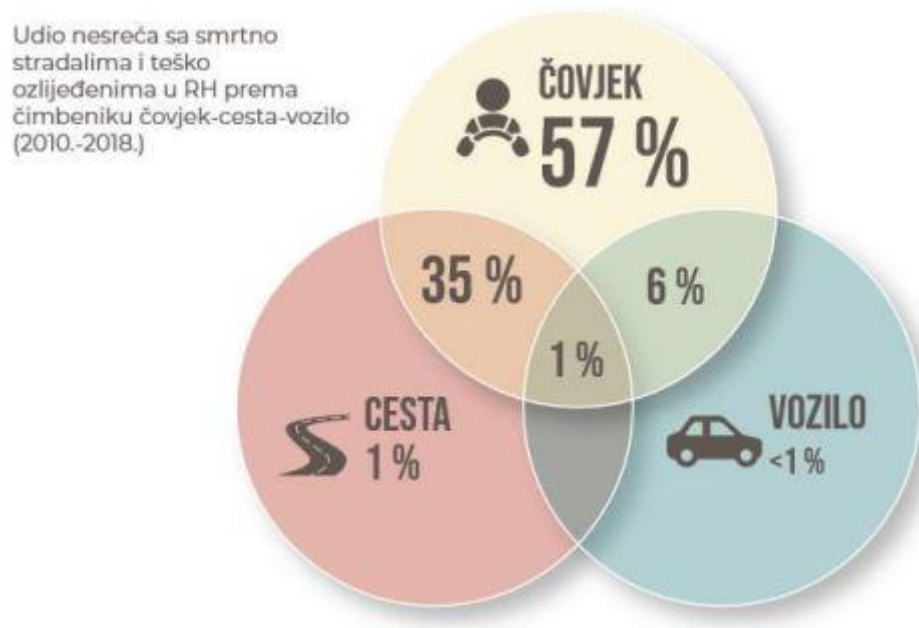


Izvor: [13]

Slika 2. prikazuje odnos čimbenika čovjek-vozilo-cesta. Prema navedenoj slici utvrđeno je da je čovjek potencijalni uzrok 57 % teških nesreća u Republici Hrvatskoj, dok je u kombinaciji sa cestom čovjek potencijalni uzrok 35 %. Kako bi se navedeni brojevi smanjili, jedan od ključnih koraka je definiranje pravih mjera za takve nesreće. Shodno tome predložena je metodologija za izradu Nacionalnog programa sigurnosti cestovnog prometa. Predmet ovog istraživanja su sljedeći koraci:

1. Svjesnost važnosti rada na povećanju sigurnosti cestovnog prometa
2. Analiza postojećih i potencijalnih problema
3. Budućnost sigurnosti cestovnog prometa ovisno o prihvaćenom scenariju
4. Vizija i ciljevi
5. Ključni pokazatelji uspješnosti i ciljane vrijednosti (ciljane vrijednosti prema svjetskim i europskim preporukama)
6. Mjere za ispunjavanje postavljenih ciljeva (izrada kataloga mjera kao temelja za odabir optimalnog seta mjera)
7. Plan provedbe i praćenja učinkovitosti (prijedlog plana praćenja učinkovitosti) [13].

Slika 2. Udio smrtno stradalih i teško ozlijeđenih u RH prema čimbeniku čovjek - vozilo - cesta

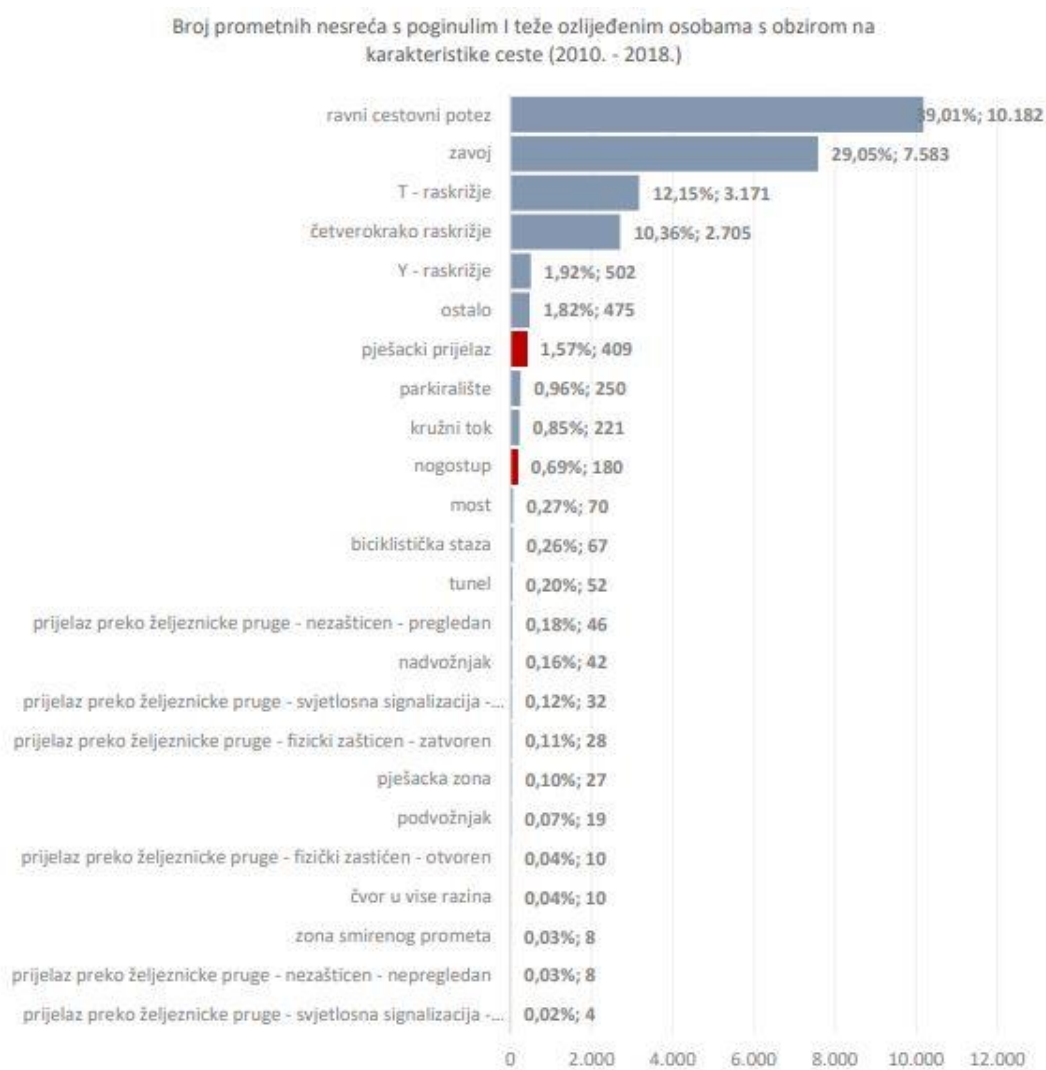


Izvor: [13]

Broj prometnih nesreća s poginulim i teže ozlijeđenim osobama s obzirom na karakteristike ceste predstavlja graf 7. Najviše života odnijeli su ravni cestovni potezi. Naizgled najbezazlenije dionice uzimaju najviše života, njih čak 39,01 %, odnosno 10.182 života u razdoblju od 2010. - 2018. godine. Odmah nakon ravnih cestovnih poteza, zavoji su ti koji su na drugom mjestu po broju oduzetih života, 29,05 %, što u brojevima predstavlja 7.583 smrtna slučaja. Velik broj života odnijelo je T – raskrižje (12,15 %, odnosno 3.171 život) i četverokrako raskrižje (10,36 %, 2.705 smrtnih slučajeva) [19]. Ove četiri lokacije iskaču na grafu 7. kao lokacije koje uzimaju mnogo života, stoga ih treba shvatiti ozbiljno. Svaka lokacija koja uzima ljudski život mora biti ozbiljno shvaćena. Iako je prema slici 2. čovjek krivac za najveći postotak prometnih nesreća, prometnice moraju biti projektirane tako da se ljudska pogreška očekuje. Ljudska greška ne smije biti posljedica smrti. Cestovna mreža i njezini elementi moraju biti projektirani tako da ukoliko dođe do prometne nesreće, ona ne smije rezultirati teškim i smrtnim posljedicama. Treba podići svijest i sigurnom projektiranju prometnica kako bi se smanjile ljudske žrtve.



Graf 11. Broj prometnih nesreća s poginulim i teže ozlijeđenim osobama s obzirom na karakteristike ceste



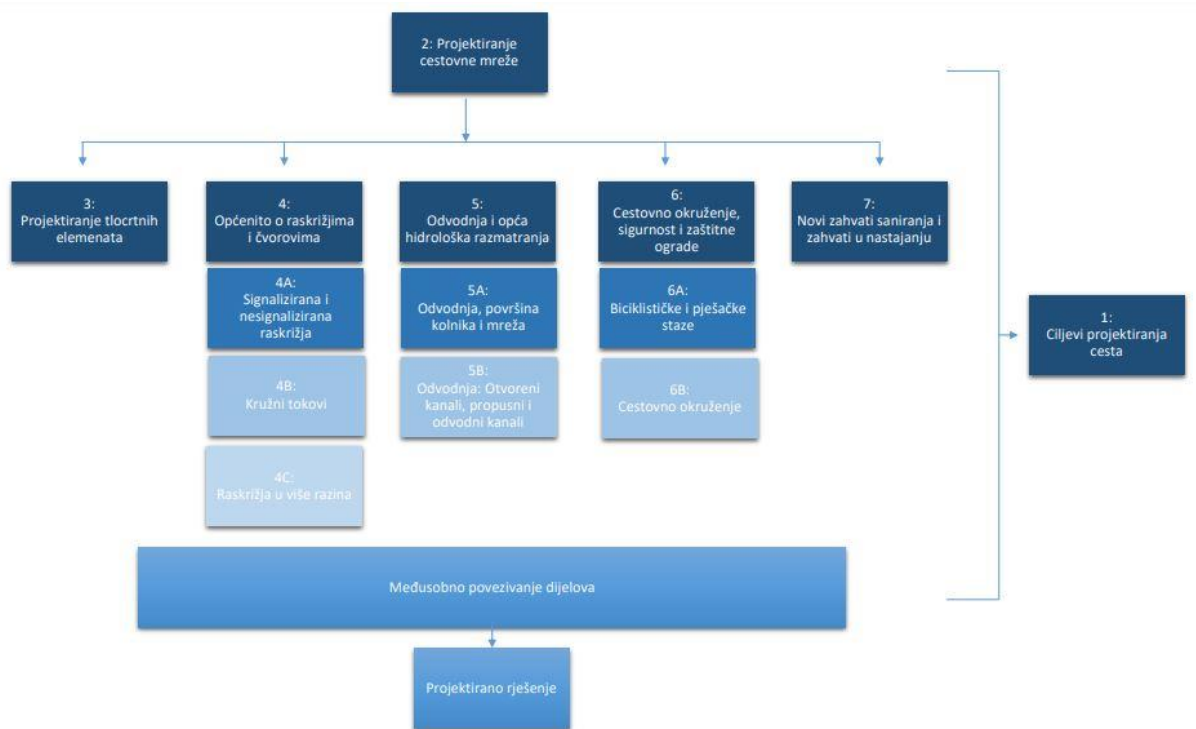
Izvor: [13]

## 4. SIGURNO PROJEKTIRANJE CESTOVNE INFRASTRUKTURE – POSTOJEĆE STANJE

Sigurno projektiranje cestovne infrastrukture ima cilj osigurati izbjegavanje prometnih nesreća, no ukoliko do njih dođe da sile sudara ne prelaze prag ljudske tolerancije. Stoga je potrebno nastojati smanjiti broj prometnih nesreća, posebice nesreća sa teškim i smrtnim ishodom. Prometnica mora biti projektirana na način da zadovoljava sposobnost svih njezinih korisnika [2].

### 4.1.Svjetska praksa

Analizom priručnika za projektiranje prometnica različitih država svijeta, odabrana je Australija i Novi Zeland. Razlog je taj što australski priručnici pružaju visokokvalitetne, opširne i detaljne smjernice za projektiranje prometa. Stalnim ažuriranjem priručnika prate suvremene standarde, tehnologiju i zahvate. Austroad-s priručnici su detaljno analizirani kroz rad. Priručnik se sastoji od sedam dijelova koji su prikazani slikom 3 (drugi dio pravilnika je u izradi, stoga nije dostupan). Svaki priručnik je obrađen, te su njegovi bitni detalji analizirani u nastavku.



Slika 3. Hijerarhijski prikaz Priručnika za projektiranje

Izvor: [2]

#### 4.1.1. Priručnik za projektiranje prometnica 3 – Projektiranje tlocrtnih elemenata

Temeljni cilj projektiranja prometnica je osigurati da cestovna mreža i njezino okruženje pridonosi prevenciji sudara posebice onih sa teškim i smrtnim posljedicama. Jedan od faktora koji pridonosi težini sudara svakako je brzina. Shodno tome, potrebno je osigurati geometriju prometnice koja je prikladna brzinama kojima vozači odlučuju upravljati. Na brzinu utječe promjena vremena, karakteristike ceste, ponašanje vozača, vozilo, itd. Potrebno je odrediti projektnu brzinu, jer ona utječe na glavne parametre koji se koriste u projektiraju:

- preglednost
- zaustavni put
- kota kolnika,
- polumjer horizontalnih zavija
- širina prometne trake [14].

Prema priručniku Austroads-a, postoje nekoliko vrsta brzina:

- a) radna brzina,
- b) željena brzina
- c) projektirana brzina
- d) brzina vozila na cestama [14].

Radna brzina (85-percentilna brzina) je vrijeme kada je gustoća prometa niska, stoga vozači imaju izbor kolikom brzinom će se njihovo vozilo kretati. Ova brzina predstavlja brzinu pri kojoj ili ispod koje se 85 % vozila kreće u uvjetima slobodnog prometnog toka [14].

Željena brzina predstavlja brzinu kojom se vozači želje služiti. Na nju utječu cestovno okruženje, karakteristike prometnice, ograničenje brzine i funkcija ceste. Na njezinu vrijednost utječu raskrižja, kruži tokovi, dodatni trakovi za pretjecanje, itd [14].

Projektirana brzina je fiksna brzina kojom se projektiraju tlocrtni elementi prometnice. Ona ne smije biti manja od 85-postotne brzine [14].

U svrhu projektiranja prometnica, koristiti će se četiri vrste brzine za urbana, ali i van urbana područja:

- velika brzina: 90 km/h ili više
- srednja brzina: 70 – 89 km/h

- mala brzina: 31 – 69 km/h
- vrlo mala brzina: 30 km/h [14].

## **RADNA BRZINA NA URBANIM PROMETNICAMA**

Na većini urbanih prometnica ograničenja brzina regulirana su tlocrtnim elementima ceste. No ostala vozila, uređaji za vođenje prometa, vibracijske trake i slične stvari utječu na radnu brzinu. Tijekom vršnih opterećenja, ili u mjesecima kada je turistička sezona traje dolazi do zagušenja prometne mreže. Također mnogi korisnici cestovne prometne mreže izazvani adrenalinom riskiraju sigurnost kako bi pokazali svoju 'sposobnost'. Zbog navedenih problema nijedan model za određivanje radne brzine nije službeno potvrđen za područje Australije i Novog Zelanda. Kako bi se postiglo bolje razumijevanje radne brzine, provode se nizovi istraživanja na tu temu, te bi se projektanti trebali konzultirati sa agencijama koje provode istraživanje glede operativnih brzina. VicRoads, tvrtka sa područja Australije, provela je nekoliko godina istraživanja i zaključili sljedeće:

- radna brzina na gradskoj mreži u Melburnu se učinkovito stabilizirala, te je vrlo blizu postavljenoj brzini ograničenja, te je usvajanje radne brzine za projektiranje gradskih magistralnih cesta prihvatljivo,
- prilikom projektiranja metropolitanske autoceste potrebno je koristiti radnu brzinu km/h veću od ograničenja brzine,
- u glavnim cestama u većim gradovima može se usvojiti radna brzina jednaka ograničenju brzine
- radna brzina koja je za 10 km/h veća od brzine ograničenja treba usvojiti za ruralne autoceste i brze ceste [14].

Kod autocesta željena brzina biti će jednaka radnoj brzini, i obično je veća za cca. 10 km/h od brzine ograničenja. Kod priključnih rampi, odnosno na horizontalnim zavojima rampa, radna brzina blizu je ili je jednaka brzini ograničenja. Kod brzih gradskih cesta i gradskih prometnica željena brzina varira u ovisnosti gustoće prometa, no kada korisnik prometnice ima priliku voziti će se željenom brzinom. Stoga je na ovim vrstama prometnica, željena brzina jednaka radnoj, i 10 km/h veća od brzine ograničenja. Na prometnicama gdje je ograničenje brzine 80 km/h ili manje, potrebno je odrediti radnju brzinu, samim time i projektiranu uz pomoć modela operativne brzine [14].

## RADNA BRZINA NA IZVAN URBANIM PROMETNICAMA

Zanemarujući funkcionalnu klasifikaciju, izvan urbane prometnice u smislu brzine dijele se na:

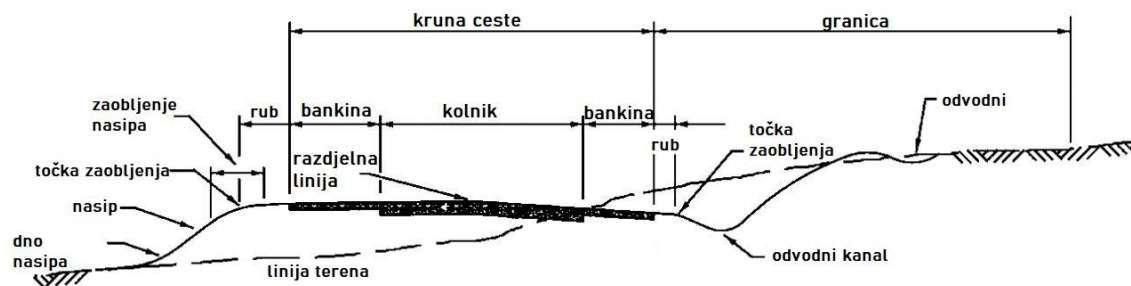
- brze izvan urbane ceste,
- seoske ceste srednje brzine,
- izvan urbane ceste male brzine [14].

Brze izvan urbane ceste projektirane su za brzine veće od 90 km/h. Na ovim prometnicama željena brzina biti će jednaka radnoj [14].

Seoske ceste srednjih brzina gdje se brzina kreće od 70-90 km/h vozači će često ubrzati kada im se za to ukaže prilika. Minimalna radna brzina ograničena je tlocrtnim elementima [14].

Izvan urbane ceste malih brzina svojim tlocrtnim elementima radnu brzinu ograničavaju na 50-70 km/h [14].

Slika 4. Poprečni presjek ceste



Izvor: [14]

Slika 4. prikazuje poprečni presjek prometnice sa njezinim elementima. Svaki od elemenata i njegove vrijednosti opisani su u ovome priručniku [14].

### 4.1.2. Priručnik za projektiranje prometnica 4 – Raskrižja

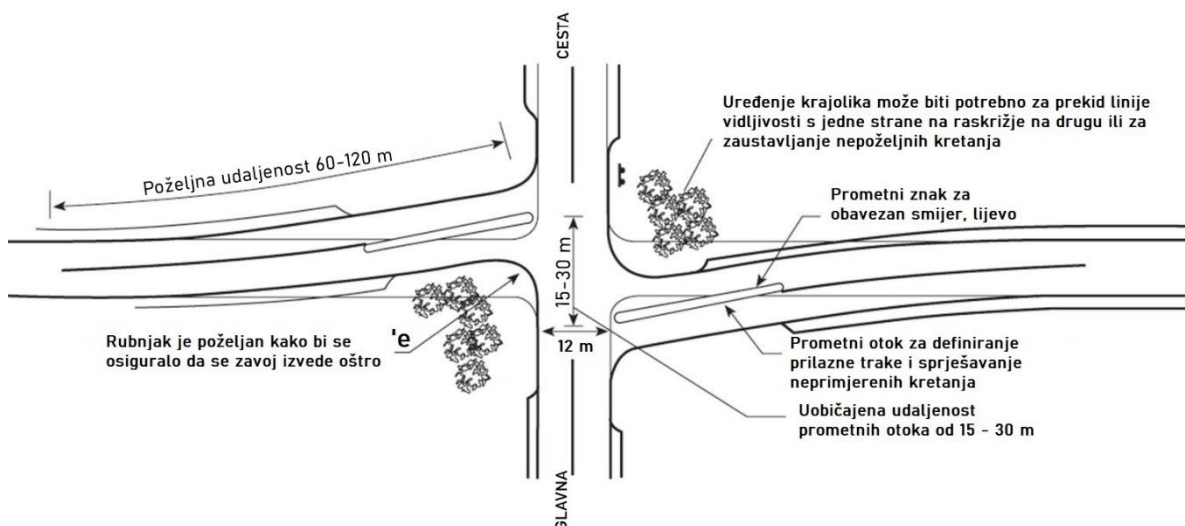
Četvrti priručnik Austroads-a govori o raskrižjima. Podijeljen je na četiri dijela. Prvi dio govori općenito o čvorištima, drugi dio govori o signaliziranim i nesignaliziranim raskrižjima, treći dio govori o kružnim raskrižjima, dok četvrti dio govori o raskrižjima u više razina. Tvrtka Austroads nudi još jedan priručnik koji se povezuje zajedno s ovim, Priručnik za upravljanje

prometom 6 – Raskrižja, čvorovi koji govori o tome koji tip raskrižja osigurati pri razmatranju projektiranja određenih značajki [15].

Ovaj dio priručnika pruža smjernice o projektiranju tlocrtnih elemenata raskrižja. Daje specifične detalje koji se odnose na principe tlocrtnog projektiranja i njihovu primjenu koji će biti relevantni za projektiranje cesta na prolazima kroz raskrižja i prilazima. Sigurnosni sustav priznaje kako su sudionici prometa podložni greškama, no ne bi trebali biti kažnjeni ozbiljnim ozljedama ili smrću. Raskrižja koja su u skladu s ciljevima sigurnosnog sustava su kružni okovi i niža ograničenja brzine u blizini raskrižja ili na raskrižjima. Navedeni primjeri dani priručnikom variraju ovisno o okruženju ali i tome koliko je teško postići učinkovito 'samoobjašnjavajuće' upravljanje brzinom [15].

Zbog velikog broja prometnih nesreća na raskrižjima, primjena odgovarajućih tipova raskrižja i primjena najbolje prakse u projektiranju raskrižja mogu značajno doprinijeti smanjenju prometnih nesreća na raskrižjima. Različiti tipovi raskrižja nude različite sigurnosne performanse, stoga se time treba voditi prilikom odabira tipa raskrižja [15].

Priručnik o signaliziranim i nesignaliziranim raskrižjima projektantima pruža smjernice za detaljno projektiranje raskrižja u razini (osim kružnih raskrižja). Odnosno daje informacije o vrstama signaliziranim i nesignaliziranim raskrižja i njihovoj upotrebi, proces projektiranja tlocrtnih elemenata raskrižja i čimbenike koje treba uzeti u obzir, te detaljni tlocrtni zahtjevi za projektiranje različitih vrsta raskrižja. Priručnikom se definiraju tako zvane greenfield i



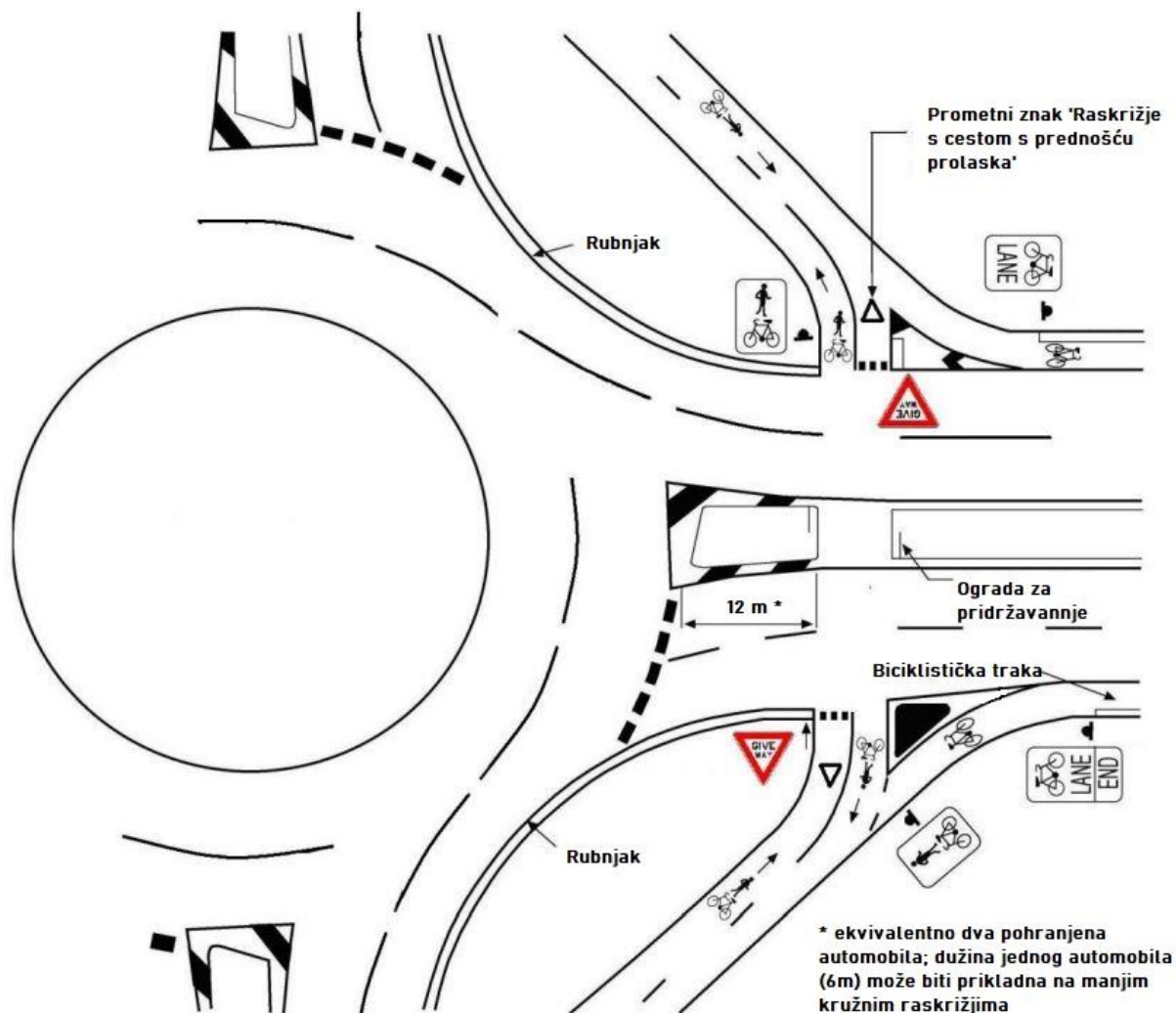
Slika 5. Prikaz izvan urbanih nesignaliziranih raskrižja

Izvor: [16]

brownfield<sup>1</sup> lokacije u kontekstu projektiranja, te da će u većini slučajeva primjena vrijednosti normalne projektne domene biti prikladna za obje situacija [16]. Normalna projektna domena u Australiji i Novom Zelandu predstavlja raspon projektiranih vrijednosti koje definiraju normalne granice za vrijednosti parametra odabranih za nove prometnice [16].

No treba uzeti u obzir da se ovdje govori i projektiranju raskrižja, ne svih elemenata ceste. No, u situacijama kada nije praktično koristiti vrijednosti iz normalne projektne domene, treba razmotriti korištenje vrijednosti van domene. Slika 5. prikazuje prijedlog izvedbe dva T raskrižja u neposrednoj blizini. Napomena: slika je preuzeta sa područja gdje se vozi lijevom stranom ceste [18]. Priručnik o kružnim vođenjem prometa daje smjernice za njihovo projektiranje, konkretno postupak projektiranja, smjernice i najboljoj praksi za detaljno

Izvor: [24]



Slika 6. Detalj kružnog toka sa biciklističkom stazom

<sup>1</sup> Eng. Greenfield predstavlja naziv koji se koristi za područje koje nije izgrađeno, tj. izvan urbanu zonu, dok eng. brownfield označava izgrađeno područje, odnosno urbano



projektiranje i konkretne informacije kose se odnose na smještaj biciklističkih i pješačkih staza, uređenje okoliša, označavanje kolnika i rasvjeta. Dobro projektira kružni tok je najsigurniji oblik upravljanja prometnim raskrižjima. Raskrižja s kružnim vođenjem prometa imaju najmanji broj prometnih

nesreća sa žrtvama. Nažalost, ova statistika se ne odnosi na bicikliste i pješake, stoga potrebno posvetiti posebnu pozornost. Slika 6. prikazuje detalj raskrižja s kružnim vođenjem prometa sa biciklističkom stazom. Napomena: slika je preuzeta sa područja gdje se vozi lijevom stranom ceste [17].

Posljednji dio priručnika o raskrižjima je priručnik o raskrižjima u više razina. Njime se pružaju informacije o projektiranju elemenata čvorova na autocestama ili brzim gradskim cestama. Pokriva projektiranje svih elemenata čvorišta uključujući:

- presijecanje autocesta i brzih gradskih cesta,
- dviju autocesta,
- dviju brzih gradskih cesta [18].

Priručnikom se zahtjeva da ceste i rubnjaci budu projektirani da smanje rizik od nesreće, te ozbiljnost nesreće ukoliko do nje dođe. Raskrižja u više razina povećavaju sigurnost uklanjanjem konfliktnih točaka. Sudionici prometa suočavaju se samo s prometom koji se odvaja ili spaja. Analiza prometa ima važnu ulogu u projektiranju jer određuje broj i raspored traka, te rampe kako bi se osigurala odgovarajuća razina usluge. Postoje šest razina usluge (A



*Slika 7. Prikaz raskrižja autoceste sa željeznicom i brzim gradskom cestom*



Izvor: [18]

do F). Poželjno je da se čvorišta projektiraju da se postigne LOS<sup>2</sup> B i LOC C u projektnoj godini. Slika 7. prikazuje raskrižje izvan razine između autoceste i brze gradske ceste [18].

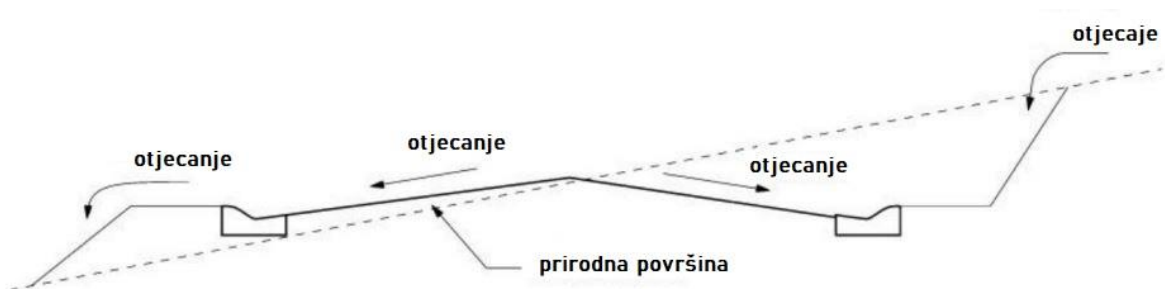
#### 4.1.3. Priručnik za projektiranje prometnica 5 – Odvodnja

Priručnik pod rednim brojem pet, govori o važnosti sustava odvodnje odnosno hidrauličkim projektiranjem sustava površinske odvodnje unutar krune ceste. Podijeljen je na tri dijela, prvi govori o općenitosti hidroloških razmatranja, drugi dio govori o odvodnji sa cestovne mreže, dok se treći dio priručnika bavi otvorenim kanalima, i sl. [19].

Principi odvodnje su minimaliziranje poplava na prometnicama, okolini i zajednici, povećavanje sigurnosti cestovnog prometa za sve sudionike, zaštita cestovne infrastrukture, ublažavanje štetnih utjecaja na okoliš [19].

Prilikom projektiranja sustava odvodnje potrebno je obratiti pažnju da voda koja se prenosi preko krune ceste, odnosno njezino ispuštanje ne uzrokuje smetnje ili štetu vlasnicima susjednog zemljišta [19].

Svrha drugog dijela priručnika je pružiti projektantima smjernice o zahtjevima za procjenu površinske odvodnje velikih i malih tokova, te projektiranje jama, cijevi i kanala, te pregled podzemne odvodnje kako bi se pravilno upravljalo odvodnjom. Slika 8. prikazuje poprečni presjek prometnice sa nalaskom na sustav odvodnje vode s kolnika. Pravilnikom se također pružaju metode analize i kriterije usmjerene na prepoznavanje i smanjenje potencijalnog vodenog klina [20].



Slika 8. Odvodnja vode na dvokanalnom kolniku.

Izvor: [20]

<sup>2</sup> Eng. LOS – Level of service, razina usluge

Treći posljednji dio petog priručnika projektantima pruža smjernice o zahvatima za projektiranje otvorenih kanala i odvodnih kanala, ali i za detaljno projektiranje sustava odvodnje. Kanali mogu biti otvoreni ili zatvoreni, a njihov odabir ovisi o kapacitetu, eroziji i održavanju. Protoke i vodene tokove na koje utječu građevinski radovi treba zaštititi i omogućiti da se kanal nastavi ponašati na ekološki i hidraulički način sličan onom neometanom prirodnom toku. Ukoliko su kanali otvorenog tipa, potrebno je obraditi na nagib, kako ne bi došlo do prevrtanja zalutalog vozila. Slika 9. prikazuje otvoreni odvodni kanal. [21].



*Slika 9. Prikaz zemljanog otvorenog odvodnog kanala*

Izvor: [21]

#### *4.1.4. Priručnik za projektiranje prometnica 6 – Cestovno okruženje, sigurnost i zaštitne ograde*

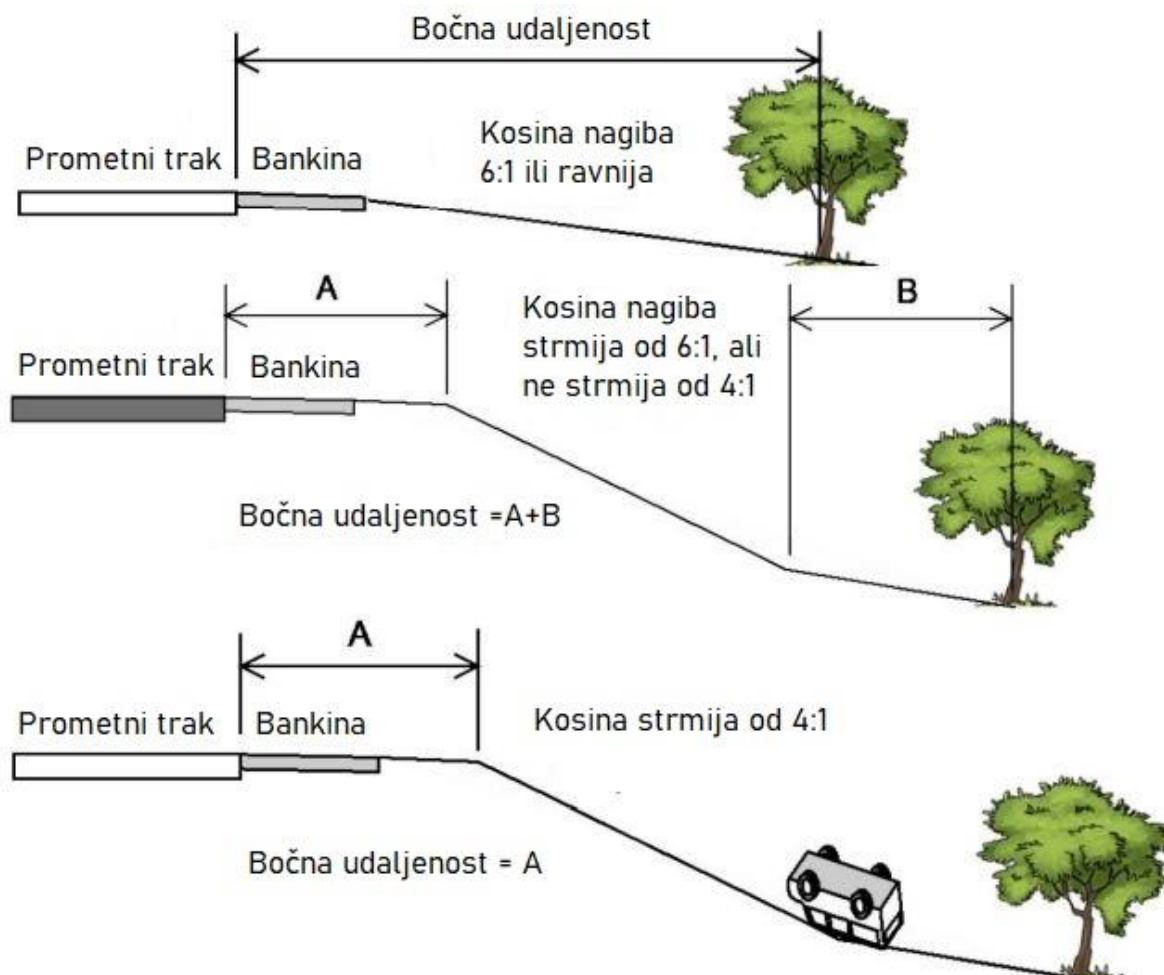
Šesti dio priručnika za projektiranje podijeljen je na tri dijela. Prvi dio donosi nam smjernice za projektiranje cestovnog okruženja, sigurnosti i zaštitne ograde, drugi dio govori o pješačkim i biciklističkim stazama, dok treći dio govori o cestovnom okruženju [22].

Sigurna prometnica ne zahtijeva nužno široke kolnike i trase projektirane za velike brzine, već ona na kojoj elementi na prometnici i uz prometnicu jasno prikazuju daljnji tijek trase. Prometnice se unutar topografije smještaju na troškovno učinkovit način, što zahtijeva

prilagodbu projektirane brzine i poprečnog presjeka kako bi odgovarali funkciji prometnice, njezinim karakteristikama ali i topografiji. Ovim pravilnikom se pružaju:

- smjernice o obrazloženju pogrešnog upravljanja brzinom,
- smjernice za procjenu i postupanje s opasnostima na cesti,
- smjernice o odabiru i lokaciji sigurnosnih zaštitnih ograda,
- proces projektiranja ceste koji implementira upravljanje pogrešnim vozilima i načela upravljanja rizikom [22].

Dok se određena pozornost pridaje kamionima, motociklistima, biciklistima i pješacima s obzirom na sigurnosne zaštitne ograde, no procesi ublažavanja opasnosti o kojima priručnik govori se u velikoj mjeri odnosi na putnike u automobilima. No također i o procjenama rizika izlijetanja vozila i udarima u objekte uz cestu. Slika 10. upravo prikazuje jednu takvu situaciju, te i sanaciju problema [22].

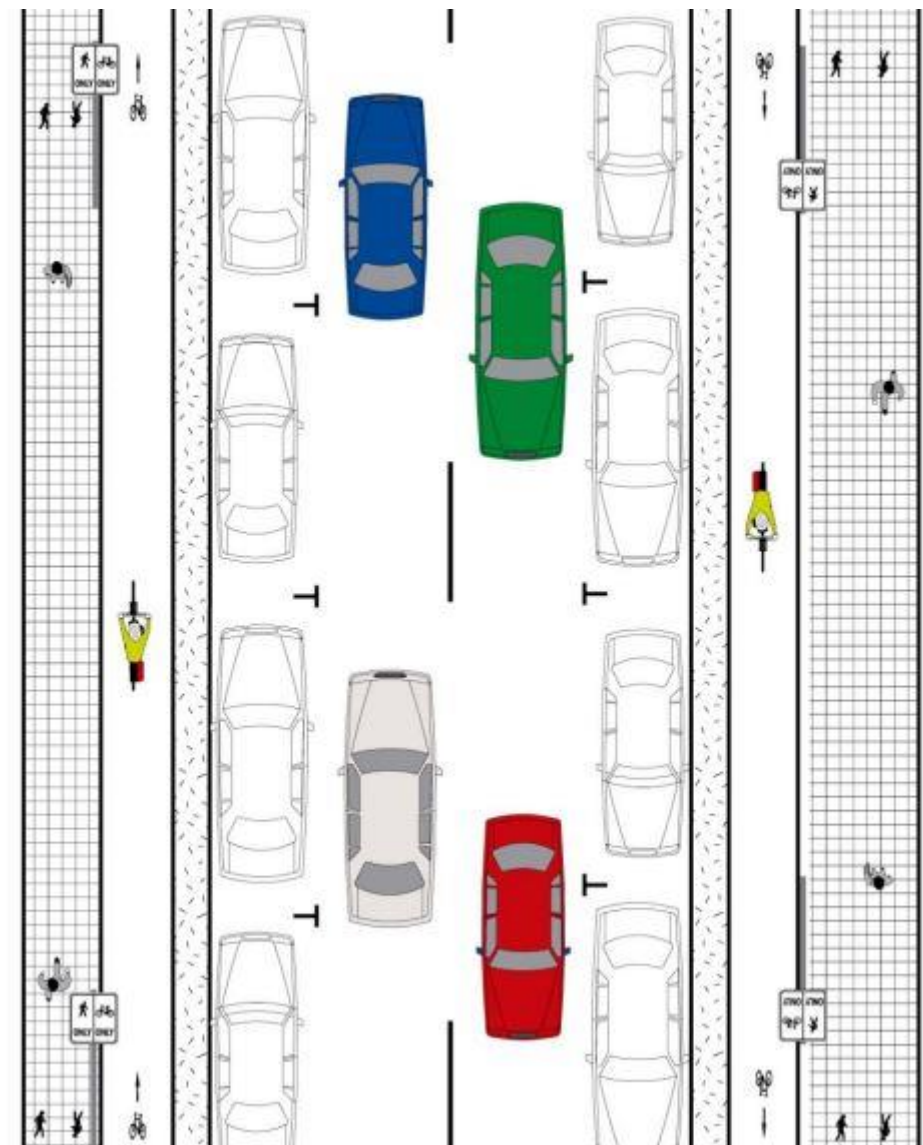


Slika 10. Prikaz dobro i loše izvedenog nagiba okolnog terena ceste

Izvor: [22]

Drugi dio priručnika nudi smjernice za projektiranje biciklističkih i pješačkih staza. Takve staze mogu se nalaziti u parkovima prirode, uz rijeke, ili obale, a ne samo uz prometnice. Također pružaju informacije o slobodnim profilima pješaka i biciklista te potrebnim širinama i udaljenostima. Širina staza ovisi o namjeni i ulozi. Slika 11. prikazuje primjer izvedbe biciklističke i pješačke staze na gradskoj prometnici. Staze se mogu izvesti kao:

- pješačke staze,
- biciklističke staze i puteve,
- zajedničke staze,
- odvojene staze [23].



Slika 11. Prikaz izvedbe pješačke i biciklističke staze

Izvor: [23]



Posljednji dio šestog dijela priručnika o projektiranju prometnica pruža smjernice projektantima o cestovnom okruženju i objektima koje bi možda trebalo smjestiti uz cestu. Učinkovito projektiranje cestovnog okruženja zahtijeva koordinirani pristup koji istovremeno podržava funkcionalne zahtjeve ceste o poboljšava okoliš uz cestu, umjesto da jednostavno umanjuje utjecaje na okoliš. Priručnikom se naglašava potreba za ispunjavanjem ekološki održivog razvoja u odnosu na oborinsko otjecanje i upravljanje faunom te su dane smjernice za prijelaz faune i kontrolu buke. Raspravlja se o važnosti planiranja i projektiranja prometnica u skladu s ciljevima urbanog i izvan urbanog dizajna kako bi se stvorilo vizualno ugodno iskustvo za korisnike prometnica, te se daju opće smjernice o uređenju krajolika i upravljanjem vegetacije. Slika 12. prikazuje rješenje za siguran prolaz faune ispod autoceste [24].

Značaja pitanja koja se razmatraju:

- upravljanje vegetacijom,
- upravljanje faunom,
- kvaliteta zraka,
- kvaliteta vode,
- upravljanje bukom,
- kontrola erozije,
- kulturna baština,
- gospodarenje otpadom [24].



*Slika 12. Izdignuta površina za prolaz divljih životinja*

Izvor: [24]

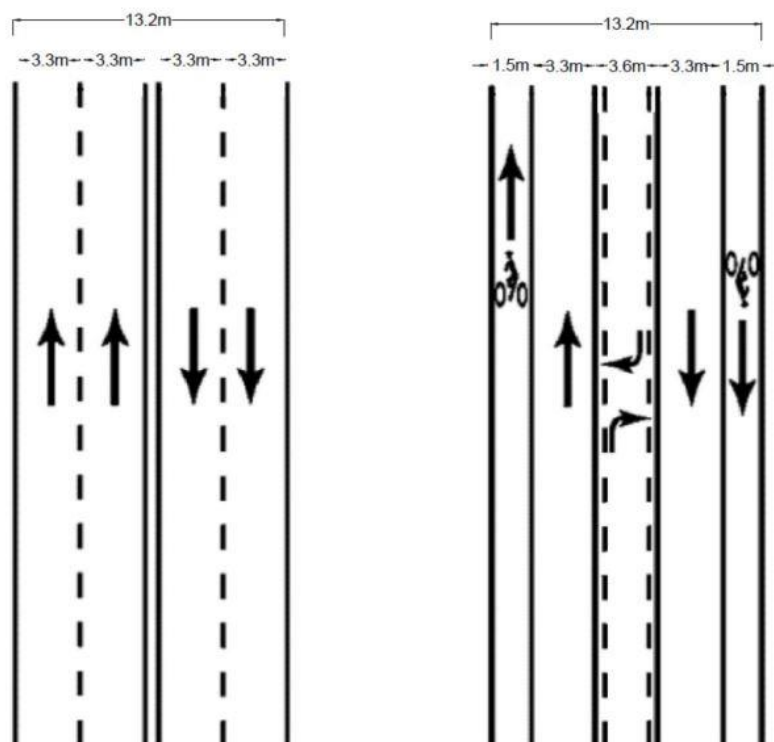
#### *4.1.5. Priručnik za projektiranje prometnica 7 – Novi zahvati saniranja i zahvati u nastajanju*

Iako lokalni uvjeti i okolnosti ponekad mogu zahtijevati inovativne ili jedinstvene pristupe pri projektiranju, ovim priručnikom se može većina radova dobro prilagoditi navedenim pristupom. Vrste zahvata saniranja podijeljeni su u sljedeće odjeljke:

- zahvati presjeka,
- prometni otoci,
- zahvati autocesta,
- postupanje sa pješacima,
- ostali tretmani [25].

Iako možda postoje informacije u vezi s mogućim dostupnim zahvatima sanacija, izazov je osigurati potrebne naloge, kriterije i dimenzionalne smjernice za podršku svim situacijama donošenja odlukama, scenarijima i opcijama za projektante. Zahvate je potrebno procijeniti i primijeniti u odgovarajuće vrijednosti kako bi se osigurao bolji ishod za sve sudionike prometa bez negativnog utjecaja na bilo kojeg sudionika prometa. Slika 13. prikazuje pretvorbu četverotračne prometnice u trotračnu sa biciklističkom stazom, gdje srednja traka služi u ovom slučaju za desne skretače (jer se na području Australije i Novog Zelanda vozi lijevom stranom). Te se za takve pretvorbe preporuča na mjestima sa sljedećom količinom prometa:

- manje od 10 000 vozila/dan – najvjerojatnije neće utjecati na kapacitet,
- 10 000 – 15 000 vozila/dan – trebalo bi razmotriti analize raskrižja i promijeniti faze na signaliziranim raskrižjima,
- 15 000 – 20 000 vozila/dan – može utjecati na kapacitet, ovisno o uvjetima, stoga je potrebno provesti analizu koridora,
- više od 20 000 vozila/dan – potrebno je napraviti studiju izvedivosti kako bi se utvrdilo da li je lokacija dobar kandidat za implementaciju ove vrste vođenja prometa, iako je zabilježen određeni uspjeh na brzim cestama [25].



Slika 13.. Prikaz sanacije problema biciklističke staze

Izvor: [25]

## 4.2.Republika Hrvatska

Prilikom projektiranja prometnica u Republici Hrvatskoj koristi se nekoliko službenih zakona i pravilnika:

- Zakon o cestama,
- Zakon o sigurnosti prometa na cestama,
- Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa,
- Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama,
- Pravilnik o minimalnim sigurnosnim zahtjevima za tunele,
- Pravilnik o biciklističkoj infrastrukturi,
- Pravilnik o autobusnim stajalištima [26].

### 4.2.1. Zakon o cestama

Zakonom o cestama definirani su pravni statusi javnih cesta. Odnosno ovim zakonom propisani su dijelovi javne ceste: cestovna infrastruktura, građevine za odvodnju ceste, cestovno

zemljište i građevine na cestovnom zemljištu, infrastruktura za bicikliste i pješake, stabilni uređaji i objekti za nadzor vozila i sl [27].

Ovaj Zakon također propisuje razvrstavanje javnih cesta na autoceste, državne ceste, županijske ceste, lokalne ceste [27].

Ukoliko želji, Vlada može donijeti odluku u uvođenju naplate cestarine, što predstavlja naknadu za korištenje autoceste ili pojedinog cestovnog objekta. Cestarina obuhvaća i pristojbu za vanjske troškove kao i infrastrukturnu pristojbu. Troškovi vanjske pristojbe se odnose na onečišćenje zraka, dok se troškovi infrastrukturne pristojbe odnose na troškove održavanja, izgradnje i upravljanja [27].

Zakonom je propisan način planiranja, projektiranja, izvedbe i rekonstrukcije javnih cesta. Te kojim zakonima i pravilnicima se treba voditi prilikom naduvenih radnji [27].

#### *4.2.2. Zakon o sigurnosti prometa na cestama*

Zakonom o sigurnosti na cestama propisani pojmovi i njihovo značenje koji na određeni način imaju veze sa cestama. Tako se u ovom Zakonu mogu naći pojmovi što je to cesta, brza cesta, županijska cesta, ali i pojmovi kao što su prometna traka, biciklistička staza, zona smirenog prometa, vatrogasno vozilo, masa vozila, mladi vozač, i sl. [28].

Zakonom su navedena ovlaštenja za nadzor i uređenje prometa. Zakonom su određeni i pravilnici za prometne znakove i opreme:

- znakovi opasnosti, izričitih naredbi i obavijesti,
- prometna svjetla svjetlosne oznake,
- oznake na kolniku
- obilježavanje prijelaza ceste preko željezničke pruge,
- znaci koje daju ovlaštene osobe [28].

Sudionici u prometu dužni su postupati u skladu sa propisanim prometnim pravilima te se trebaju u prometu ponašati i kretati vozilom, upravljati brzinom, uključivati u promet sukladno pravilima donesenim ovim Zakonom. Upravljanje vozilom u zavoju, mimoilaženje, pretjecanje, propuštanje, ponašanje u raskrižju i druge radnje u prometu propisane su Zakonom o sigurnosti prometa na cestama [28].



Cijeli proces osposobljavanja kandidata za vozačku dozvolu nalazi se u ovome zakonu. Kao i pravila za obavljanje tehničkog pregleda vozila i njihove registracije, no i kazneni postupak zbog prekršaja [28].

#### *4.2.3. Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa*

Kako bi se omogućila kvalitetna komunikacija između administracije, struke i javnosti, podjela cesta ciljano svrstava ceste u ograničen broj jasno definiranih kategorija. No ceste se ne mogu razvrstati po jedinstvenoj klasifikaciji. Postoji velika raznolikost u funkciji, vrsti, opsegu prometa te društvenom i gospodarskom značenju. Javne ceste se mogu razvrstati po više osnova, što je definirano ovim Pravilnikom [29].

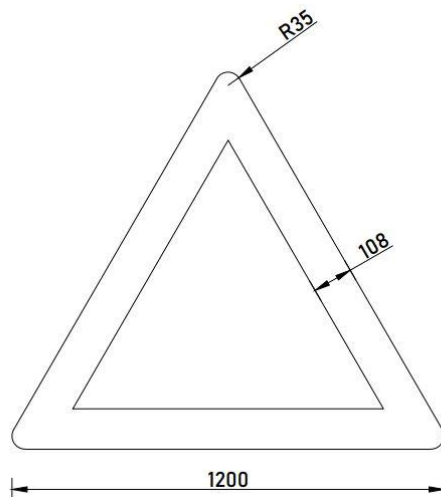
Određivanje kategorije ceste je osnovni podatak prema kojem se u daljnjem postupku utvrđuje projektna brzina, a preko nje i osnovni elementi tlocrta i nivelete. No u obzir se mora uzeti i prethodni kriteriji za podjelu ceste [29].

Projektna i računska brzina su osnovni mjeritelji temeljne postavke vođenja linije ceste, odnosno oblikovanja ceste (nagib, otpore, zaustavni put, preglednost, itd.) uz uvažanje propusne moći, prometnog značaja, sigurnosti i ekonomičnosti [29].

#### *4.2.4. Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama*

Zakon o cestama, te Zakon o sigurnosti prometa o cestama propisuju Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama. Prema ovom Pravilniku propisuje se što sve čini prometne znakove, signalizaciju i opremu na cestama [30].

Izrada, projektiranje, izvedba horizontalne i vertikalne signalizacije propisano je ovim zakonom, odnosno njihova namjena, dimenzije te materijal izrade i razina retrorefleksije. Slika 14. predstavlja prikazuje znak čiji oblik se koristi za znakove opasnosti, a dimenzije koje su vidljive na slici predstavljaju dimenzije koje se koriste za prometne znakove na autocestama. Ovisno o vrsti znaka, određuje se mjesto njegovog postavljanja. Tako se znakovi opasnosti postavljaju na udaljenosti 150 – 250 m ispred opasnog dijela na cesti. Znakovi izričitih naredbi postavljaju se naporedno na mjesta na kojima počinje obveza postupanja po naredbi izraženoj prometnim znakom. Znakovi obavijesti postavljaju se tako da sudionicima prometa pružaju prethodne obavijesti o prestrojavanju, skretanju, itd [30].



Slika 14. Prometni znak za autoceste

Izvor: [30]

#### 4.2.5. Pravilnik o minimalnim sigurnosnim zahtjevima za tunele

Pravilnikom o minimalnim sigurnosnim zahtjevima za tunele koji se nalaze na transeuropskoj cestovnoj mreži, a čija duljina prelazi 500 m propisuju temeljne parametre za tunele [31].

Ukoliko elementi odstupaju od vrijednosti parametra koji su utvrđeni ovim Pravilnikom, provodi se analiza rizika. Spomenutom analizom procjenjuje se utjecaj odstupanja od vrijednosti parametra na razinu sigurnosti tunela, te se utvrđuju dopunske mjere kojima se rizik smanjuje [31].

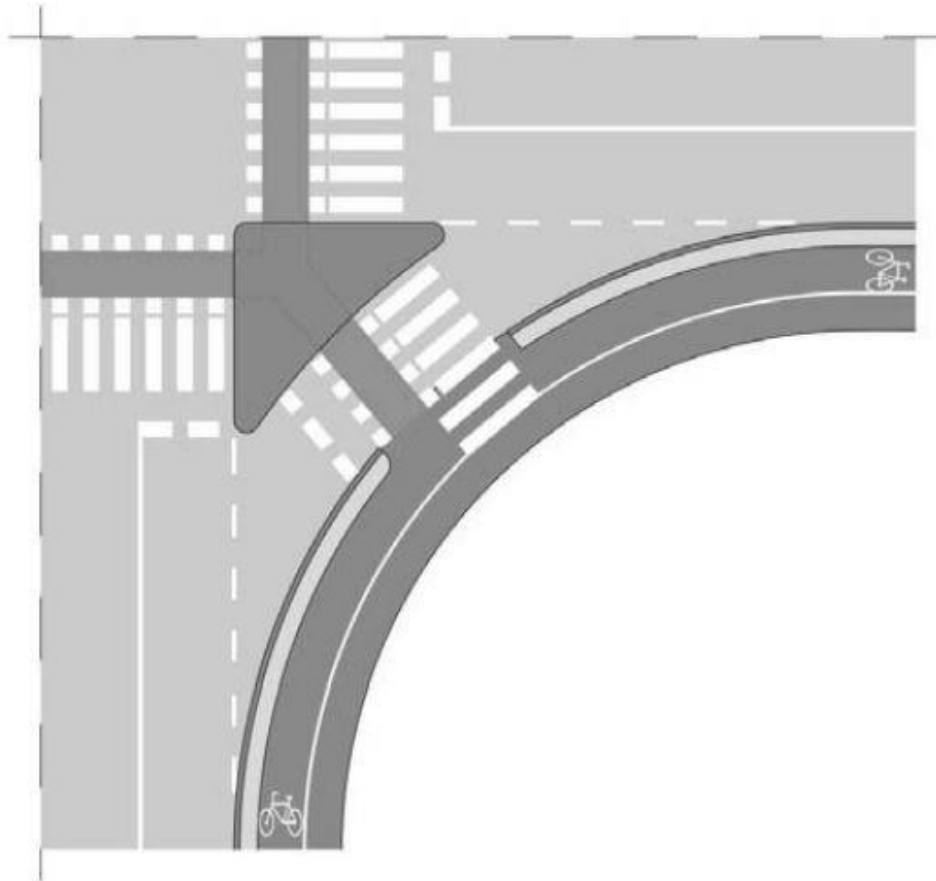
#### 4.2.6. Pravilnik o biciklističkoj infrastrukturi

Prema navedenom Pravilniku, propisano su dijelovi biciklističke infrastrukture [32].

Odabir biciklističke prometnice ovisi o vršnom satnom prometu i maksimalnoj dozvoljenoj brzini motornih vozila na predmetnoj prometnici. Širina staze ovisi o namjeni, i načinu izvedbe. Biciklistička staza može se izvesti na jednoj strani prometnice, te može biti izvedena za jedan red biciklističkog prometa, no može i za dva, no može se odvojiti po trakovima, te tako jedan smjer kretanja sa jedne strane, dok je drugi smjer kretanja s druge strane. Vrijednosti navedenih širina mogu se pronaći u Pravilniku o biciklističkoj infrastrukturi [32].

Vođenje biciklističkih staza mora biti izvedeno sa stajališta sigurnosti pješaka, biciklista ali i motornog prometa. Pravilnikom je prikazano nekoliko situacija u prometu, konkretno na

raskrižjima, gdje je sigurnost ranjivih sudionika prometa smanjena. Jedan takav primjer prikazan je na slici 15., gdje je prikazano vođenje biciklističke staze preko razdjelnih otoka [32].



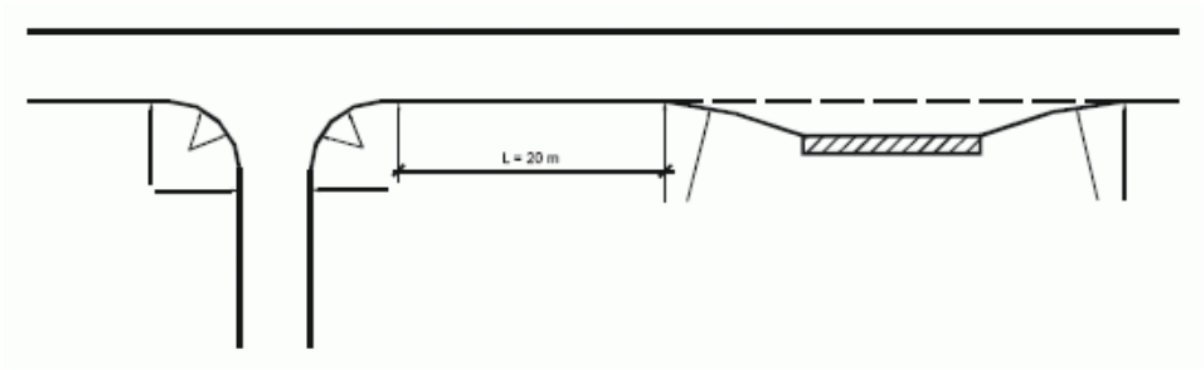
Slika 15. Prikaz zajedničkog vođenja biciklističkog i pješačkog prometa preko razdjelnih otoka

Izvor: [32]

#### 4.2.7. Pravilnik o autobusnim stajalištima

Ovim Pravilnikom utvrđuje se opravdanost zahtjeva za smještajem autobusnog stajališta na javnoj cesti. Kako bi se opravdanost stekla, potrebno je provesti analizu propisanu ovim Pravilnikom [33].

Smještaj autobusnog ugibališta na trasi ovisi o mnogo stvari. Tako se stanica ne smije nalaziti u blizini tunela ili mostova. U području raskrižja, autobusne stanice izvode se 20 m nakon raskrižja u smjeru vožnje, kao što je prikazano na slici 16. Pravilnikom se propisuju najmanje dimenzije autobusnog stajališta na javnoj cesti, te odvodnja sa stajališta. Okruženje autobusnih stanica potrebno je redovito održavati. Ostala pravila i dimenzije mogu se pronaći u Pravilniku o autobusnim stajalištima [33].



*Slika 16. Minimalna udaljenost autobusne stanice od raskrižja*

Izvor [33]

## **5. SIGURNO PROJEKIRANJE CESTOVNE INFRASTRUKTURE – PRIJEDLOZI UNAPRIJEĐENJA**

Republika Hrvatska je na početku što se tiče projektiranja sigurnih cesta. Mnogo toga se mora promijeniti kako bi hrvatske prometnice bile sigurnije, prvenstveno pristup. Hrvatski pravilnici osmišljeni su kao mnoštvo tablica sa vrijednostima za elemente prometnica. Nakon što se odredi brzina, vrijednosti elemenata samo se iščitavaju iz tablica. To se pokazalo kao loš način projektiranja prometnica, jer ne pružaju zadovoljavajuću razinu sigurnosti. U nastavku se navode neki prijedlozi unaprijeđena sigurnosnog projektiranja cestovne infrastrukture.

Hrvatskim pravilnikom trasa ceste se projektira na temelju projektne brzine. Očitavanjem vrijednosti elemenata trase ceste (koji ovise i projektnoj brzini) rezultira izvedba prometnice na kojoj se mogu osigurati mnogo veće brzine od planiranog. Stoga se postavljaju znakovi ograničenja brzine na mjestima gdje cesta dopušta mnogo veće brzine od ograničenja. Austroads priručnik za projektiranje trase ceste mnogo pozornosti stavlja upravo na brzinu. Oni se služe još radnom i željenom brzinom (opisano u poglavlju 4.1.1.). Na taj način projektanti upravljaju brzinom korisnika ceste. Odnosno trasa ceste neće dozvoliti, tj. omogućiti korisniku ceste kretanje većom brzinom, što dovodi do veće sigurnosti na prometnicama. Također, se redovito provodi analizom prometnih nesreća, te se na temelju dokaza i zaključaka ažuriraju vrijednosti elemenata trase koji nisu zadovoljavali sa stajališta sigurnosti.

Raskrižja su mjesta u prometu koja odnose mnogo života. Hrvatska ne posjeduje zakone o njihovom projektiranju, stoga to predstavlja veliki nedostatak. Australija i Novi Zeland posjeduju četiri priručnika gdje se zasebno govori o: raskrižjima kao mjestima na cestovnoj mreži, signaliziranim i nesignaliziranim četverokrakim raskrižjima, raskrižjima s kružnim tokom prometa, i raskrižjima u više razina. Iako priručnici govore o različitim tipovima raskrižja, njihova je tematika ista. Objašnjavaju prednosti svakog raskrižja, te naglašavaju njihove nedostatke, i obrazlože područje primjene. Potom prikazu raskrižje, objasne nedostatke te prelože sanacijski tretman kojima bi se riješili problemi raskrižja. Na taj način se unaprijed mogu predvidjeti nedostaci odabrane vrste raskrižja, te se odmah mogu primijeniti sanacijski tretmani, ili se može odabrati drugi tip raskrižja ukoliko se odabrani tip po smjernicama sigurnosti ne uklapa u odabrano područje.

Problem koji nije riješen zakonima Republike Hrvatske, a za sudionike prometa predstavljaju veliku opasnost je odvodnja. Voda smanjuje sigurnost prometnice na način da smanjuje

koeficijent prianjanja, trenja te izaziva proklizivanje i vodeni klin. Osim toga, prekomjerna izloženost zastora oborinskim vodama smanjuje njegov vijek i kvalitetu. Odvodni kanali su česta mjesta gdje se vozilo zaustavi prilikom izlijetanja. Ukoliko su nepropisno izvedeni ili zakon nije dobro propisan, takva mjesta mogu biti izrazito opasna. Priručnici Austroads-a objašnjavaju važnost sustava odvodnje oborinskih voda s kolnika na različitim kategorijama cesta. Isto tako pružaju se smjernice za sigurno projektiranje odvodnih kanala, te njihov tip i mjesto primjene.

Cilj sigurnog cestovnog okruženja je oporavak za vozila koja su izgubila kontrolu. Kako bi to bilo moguće potrebno je osigurati takozvane čiste zone, odnosno prostor uz prometnicu koji ne posjeduje krute prepreke kao stupove, stabla, prometne znakove, itd. Kada to nije moguće potrebno je aplicirati sustav zaštitnih ograda. No zaštitne ograde ne služe samo tome. One se postavljaju na mjesta gdje je strm nagib cestovnog okruženja, te prilikom izlijetanja vozila može doći do prevrtanja. Upravo o tome govori jedan od Austroads-ovih priručnika. Propisna zaštitna ograda povećava sigurnost u prometu, no potrebno je znati razlike između ograda, te njihove prednosti i mane. Spomenute karakteristike zaštitnih ograda opisane su jednim od priručnika, kao i njihova primjena. Hrvatska literatura, odnosno pravilnici šturo opisuju primjenu zaštitnih ograda, te bi na temelju novih istraživanja trebalo ažurirati vrijednosti koji uvjetuju postavljanje zaštitnih ograda. Za cestovno okruženje u hrvatskih pravilnicima nema propisanih pravila. Na većini prometnica u urbanim zonama nije moguće osigurati čiste zone stoga je potrebno razmišljati kako umanjiti posljedice izlijetanja s kolnika. U čistim zonama urbanih prometnica nalaze se stupovi rasvjete i prometni znakovi. Kako bi se smanjila posljedica sudara vozila sa stupovima prometne opreme, potrebne su nove tehnologije izvedbe stupova. Obarajući stupovi, te stupovi sa kliznom bazom su nove tehnologije koje su se pokazale učinkovitim. Ne pružaju otpor sudarajućem vozilu, već ublažavaju udarac.

Austroads-ovi priručnici tako pokrivaju svaki element prometnice i njezinog okruženja. Svakom elementu posvećuje se jednaka pažnja. Iako se broj smrtnih slučajeva smanjuje, te s obzirom na broj stanovnika imaju mali broj prometnih nesreća sa smrtnim slučajevima, njihova analiza ceste kao čimbenika sigurnosti ne staje. Sve dok prometnice oduzimaju životu postoje bolja konstruktivna rješenja. To je ono čemu treba težiti i Republika Hrvatska. Sigurnost cestovnog prometa ozbiljna je tema, stoga joj se na taj način treba pristupiti. Potrebne su konstantne analize prometnih nesreća kako bi se sigurnost povećala. Kada se broj prometnih nesreća sa smrtnim posljedicama smanji, analize ne smiju stati, te se sa novim brojkama ne smije zadovoljiti. Stoga su potrebna stalna ažuriranja postojećih pravilnika, kao i izrada

dodatnih literatura kojima bi se pokrio što veći broj situacija koja se etiketiraju kao opasna mjesta na cestovnoj mreži.

## 6. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Kako bi cestovna mreža postigla visoku razinu sigurnosti, sigurnost je potrebno promatrati kroz četiri čimbenika, te je jedan od njih cesta. Nažalost cestovna mreža i dalje oduzima velik broj ljudskih žrtva svake godine diljem svijeta. Kako bi se broj smanjio potrebno je poduzeti određene mjere. Prije svega potrebno je voditi statistiku o prometnim nesrećama. Kvalitetno vođenje statistike omogućava inženjerima cestovnog prometa provođenje analize o prometnim nesrećama. Na taj način mogu se ustvrditi opasna mjesta na cestovnoj prometnici, te zaključiti koja mjesta na prometnicama zahtijevaju rekonstrukciju. No ono najbitnije što analiza prometnih nesreća nudi je bolje shvaćanje prometnica, na temelju čega se može zaključiti da li je Pravilniku koji je na snazi potrebna izmjena. Hrvatske prometnice uzimaju mnogo života. Kada se gledaju zemlje članice Europske Unije, Hrvatska se nalazi na samom začelju tablice broja prometnih nesreća sa smrtnim slučajevima.

Kako bi se smanjio broj smrtnih slučajeva potrebno je projektirati prometnice sa stajališta sigurnosti. Australija i Novi Zeland vrlo ozbiljno shvaćaju sigurnost cestovnog prometa. Rezultat toga je velik broj priručnika za projektiranje prometa. Priručnici pružaju visokokvalitetne i detaljne smjernice za projektiranje, koji su potkrijepljeni primjerima iz prakse. Time se postiže bolje razumijevanje problematike prilikom projektiranja. Hrvatska s druge strane posjeduje nekoliko zakona i pravilnika, od kojih se ističe Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa.

Hrvatskim pravilnicima ne pruža se adekvatna sigurnost korisnicima prometa, te je potrebno poduzeti određene mjere. Mjesta za poboljšanje hrvatskih zakona i pravilnika ima mnogo. Kako bi zakoni štitili korisnika prometa, potrebno je ostati u korak s tehnologijom i vremenom. Suvremena tehnologija i nova saznanja čuvaju ljudske živote.

Prilikom projektiranja cesta u naselju projektanti su prepušteni sami sebi, odnosno oslanjaju se na vlastito iskustvo. Razlog tome je što hrvatski zakoni ne posjeduju zakone ili pravilnike za sigurno projektiranje cesta u naselju. To nikako ne može biti dobro za sigurnost korisnika prometa. Osim toga projektiraju se rješenja koja će minimalno koštati, a koja će biti u okviru zakonskih regulativa. Iako zakoni i pravilnici Republike Hrvatske posjeduju smjernice za projektiranje cesta izvan naselja, one nisu određene s aspekta sigurnosti prometa. Pravilnik se sastoji od slijepog iščitavanja vrijednosti jednom kada se odredi projektna brzina.



To malo zakona i pravilnika što posjeduje Republika Hrvatska, nisu dobro konstruirani. Mnogi elementi nisu definirani. Prije svega potrebno je ažurirati vrijednosti shodno novim saznanjima i tehnologijom. Potom je potrebno analizom svjetske prakse definirati nedostajuće elemente. Raskrižja, sustav zaštitnih ograda, prometne opreme, odvodnje i cestovno okruženje ne spominje nijedna zakonska regulativa. Pravilnici moraju pokrivati svaki element cestovne mreže kako bi ona pružala visoku razinu sigurnosti.

Kao dodatnu literaturu pravilnicima, potrebno je napisati priručnike/smjernice koji bi se sastojali od primjera iz prakse. Na taj način mogu se opisati mnoge situacije koje su se izvele prema pravilnicima, no nisu pružale adekvatnu sigurnost korisnicima sa stajališta korištenja ceste. Mnogo situacija u prometu jednostavno ne može biti definirano zakonskom regulativom jer cestovna mreža gotovo ne posjeduje dvije iste situacije. Što se više prometnih situacija obradi priručnikom, to se povećava kvaliteta projektiranja te iskustvo i znanje projektanta, ali i upravitelja cestovne ifrastrukture. Priručnici služe kao podsjetnik za opasnosti koje mogu izbjeći, a nisu definirane pravilnikom.

Radom na taj način podići će se svijest o važnosti ceste kao čimbenika sigurnosti na višu razinu, te poduzeti mjere kako bi Republika Hrvatska učinila korak prema naprijed za sigurnije prometnice.

## LITERATURA

1. Dadić I, Anžek M, Kos G, Brlek P, Šošarić M. Prometno-tehnološko projektiranje [Predavanje] Prometno-tehnološko projektiranje. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu; 2009.
2. O'Callaghan N, McHugh B, Marshall K. Guide to Road Design Part 1: Objectives of Road Design. Australia; 2021.
3. Hologate J, Beer K, Robertson J, Nguyen T, Zafar F, Tan T, Beer T. Guide to Road Safety Part 2: Safe Roads. Australia; 2021.
4. Hologate J, Beer K, Robertson J, Nguyen T, Zafar F, Tan T, Beer T. Guide to Road Safety Part 2: Safe Speed. Australia; 2021.
5. Cerovac V. Tehnika i sigurnost prometa. Zagreb; 2001.
6. Hologate J, Zafar F, Tan T, Beer T. Guide to Road Safety Part 2: Safe People. Australia; 2021.
7. Hologate J, Beer K, Robertson J, Zafar F, Tan T, Beer T. Guide to Road Safety Part 2: Safe Vehicles. Australia; 2021.
8. Hologate J, Beer K, Robertson J, Nguyen T, Zafar F, Tan T, Beer T. Guide to Road Safety Part 2: Safe Roads. Australia; 2021.
9. Road safety facts.eu. What role do road users and infrastructure play in improving safety?. Preuzeto s: <https://roadsafetyfacts.eu/what-role-do-road-users-and-infrastructure-play-in-improving-safety/> [Pristupljeno: 1. rujna 2022.]
10. Nuyttens F. European Road Safety Observatory Facts and Figures - Cyclists – 2020. Brussels; 2020. Preuzeto s: [https://road-safety.transport.ec.europa.eu/system/files/2021-07/facts\\_figures\\_cyclists\\_final\\_20210323.pdf](https://road-safety.transport.ec.europa.eu/system/files/2021-07/facts_figures_cyclists_final_20210323.pdf) [Pristupljeno: 2. rujna 2022.]
11. Road safety report 2021. Preuzeto s: <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/austria-road-safety.pdf> [Pristupljeno: 2. rujna 2022.]
12. Australian government. Road Trauma Australia—Annual Summaries. Preuzeto s: [https://www.bitre.gov.au/sites/default/files/documents/road\\_trauma\\_2021.pdf](https://www.bitre.gov.au/sites/default/files/documents/road_trauma_2021.pdf) [Pristupljeno: 3. rujna 2022.]
13. Ševrović M, Šošarić M, Horvat R, Jakovljević M, Krmpotić I, Švajda M, Perković Blašković A, Uravić M, Leš S. Analiza kritičnih čimbenika nastanka prometnih nesreća. Zagreb; 2020.

14. Department of Main Roads. Road Planning and Design Manual. Design Philosophy. 2005
15. Aumann P, Whitehead M. Guide to Road Design Part 4: Intersections and Crossings: General. Australia; 2021.
16. Aumann P, Whitehead M. Guide to Road Design Part 4: Unsignalised and Signalised Intersections. Australia; 2021.
17. Aumann P, Whitehead M. Guide to Road Safety Part 4B: Roundabouts. Australia; 2021.
18. Aumann P, Whitehead M. Guide to Road Safety Part 4C: Interchange. Australia; 2021.
19. Fanning R. Guide to Road Safety part 5: Drainage – General and Hydrology Considerations. Australia; 2021.
20. Fanning R. Guide to Road Safety Part 5A: Drainage – Road Surface, Networks, Basins and Subsurface. Australia; 2021.
21. Fanning R. Guide to Road Safety Part 5B: Open Channels, Culverts and Floodways. Australia; 2021.
22. Ellis P, Fanning R. Guide to Road Safety 6: Roadside Design, Safety and Barriers. Australia; 2021.
23. Kernich G, Aumann P, Arnold T. Guide to Road Safety 6A: Paths for Walking and Cycling. Australia; 2021.
24. O'Callaghan N, DPTI SA, Aumann P, Chia S. Guide to Road Safety 6B: Roadside Environment. Australia; 2021.
25. Bobbermen D, Mak M, McHeim B, Amber. Guide to Road Safety 7: New and Emerging Treatments. Australia; 2021.
26. Hrvatska komora arhitekata. Popis zakona i propisa po područjima. Promet. Preuzeto s: <https://arhitekti-hka.hr/hr/zakoni-propisi/popis/promet/cestovni-promet/> [Pristupljeno: 2. rujna 2022.]
27. Republika Hrvatska. Zakon o cestama. Izdanje: 021. Zagreb; Narodne novine: 2022.
28. Republika Hrvatska. Zakon o sigurnosti prometa na cestama. Izdanje: 022. Zagreb; Narodne novine: 2022.
29. Republika Hrvatska. Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa. Izdanje: 001. Zagreb; Narodne novine: 2022.
30. Republika Hrvatska. Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama. Izdanje: 019. Zagreb: Narodne novine; 2022.
31. Republika Hrvatska. Pravilnik o minimalnim sigurnosnim zahtjevima za tunele. Izdanje: 013. Zagreb: Narodne novine; 2022.

32. Republika Hrvatska. Pravilnik o biciklističkoj infrastrukturi. Izdanje: 016. Zagreb: Narodne novine; 2022.
33. Republika Hrvatska. Pravilnik o autobusnim stajalištima. Izdanje: 007. Zagreb: Narodne novine; 2022.

## POPIS SLIKA

Slika 1. Grafički prikaz četiri stupa sigurnosnog sustava .....	6
Slika 2. Udio smrtno stradalih i teško ozlijeđenih u RH prema čimbeniku čovjek - vozilo - cesta .....	18
Slika 3. Hijerarhijski prikaz Priručnika za projektiranje .....	20
Slika 4. Poprečni presjek ceste .....	23
Slika 5. Prikaz izvan urbanih nesignaliziranih raskrižja .....	24
Slika 6. Detalj kružnog toka sa biciklističkom stazom .....	25
Slika 7. Prikaz raskrižja autoceste sa željeznicom i brzom gradskom cestom.....	26
Slika 8. Odvodnja vode na dvokanalnom kolniku. ....	27
Slika 9. Prikaz zemljanog otvorenog odvodnog kanala .....	28
Slika 10. Prikaz dobro i loše izvedenog nagiba okolnog terena ceste.....	29
Slika 11. Prikaz izvedbe pješačke i biciklističke staze.....	30
Slika 12. Izdignuta površina za prolaz divljih životinja.....	31
Slika 13.. Prikaz sanacije problema biciklističke staze .....	33
Slika 14. Prometni znak za autoceste .....	36
Slika 15. Prikaz zajedničkog vođenja biciklističkog i pješačkog prometa preko razdjelnih otoka .....	37
Slika 16. Minimalna udaljenost autobusne stanice od raskrižja.....	38

## **POPIS TABLICA**

Tablica 1. Prikaz troškova prometnih nesreća (2016).....	11
Tablica 2. Prikaz smrtno stradalih osoba 2020 .....	13
Tablica 3. Prikaz broja smrtno stradalih osoba .....	13

## OPIS GRAFOVA

Graf 1. Prikaz broja smrtno stradalih osoba na milion stanovnika na području Europske Unije .....	10
Graf 2. Broj smrtnih slučajeva ovisno o tipu ceste (2020).....	11
Graf 3. Prikaz broja smrtnih slučajeva ovisno o ulozi u prometu (2020) .....	12
Graf 4. Prikaz stope smrtnosti na 100.000 stanovnika po godinama .....	12
Graf 5. Prikaz broja smrtno stradalih osoba u ovisnosti njihovih uloga u prometu .....	14
Graf 6. Broj smrtno stradalih osoba u ovisnosti brzine.....	14
Graf 7. Broj smrtno stradalih osoba u ovisnosti broja vozila.....	15
Graf 8. Broj smrtno stradalih osoba u ovisnosti načina prometne nesreće .....	15
Graf 9. Ukupan broj prometnih nesreća u Republici Hrvatskoj.....	16
Graf 10. Broj prometnih nesreća s obzirom na posljedice .....	17
Graf 11. Broj prometnih nesreća s poginulim i teže ozlijeđenim osobama s obzirom na karakteristike ceste .....	19

## **POPIS KRATICA**

KEMM-X - The Kinetic Energy Management Model

LOS – Level of service



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 mogega 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 Prometno-tehnološko projektiranje u funkciji cestovne sigurnosti, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

U Zagrebu, 12.09.2022

Student/ica:

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