

Primjena prometne signalizacije i opreme u funkciji povećanja sigurnosti motociklista na DC8 dionica G.P. Zaton Doli - G.P. Karasovići

Kosovec, Bernard

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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:119:785436>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-05**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

Bernard Kosovec

**PRIMJENA PROMETNE SIGNALIZACIJE I OPREME U
FUNKCIJI POVEĆANJA SIGURNOSTI MOTOCIKLISTA NA
DC8, DIONICA G.P. ZATON DOLI – G.P. KARASOVIĆI**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2023.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

**PRIMJENA PROMETNE SIGNALIZACIJE I OPREME U
FUNKCIJI POVEĆANJA SIGURNOSTI MOTOCIKLISTA NA
DC8, DIONICA G.P. ZATON DOLI – G.P. KARASOVIĆI**

**APPLICATION OF TRAFFIC SIGNALLING AND
EQUIPMENT IN THE FUNCTION OF INCREASING
MOTORCYCLIST SAFETY ON DC8, SECTION G.P. ZATON
DOLI – G.P. KARASOVIĆI**

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Darko Babić

Student: Bernard Kosovec

Komentor: Slaviša Babić, dipl. ing.

JMBAG: 0135248643

Zagreb, rujan 2023.

Zagreb, 4. svibnja 2023.

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

DIPLOMSKI ZADATAK br. 7307

Pristupnik: **Bernard Kosovec (0135248643)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Primjena prometne signalizacije i opreme u funkciji povećanja sigurnosti motociklista na DC8 dionica G.P. Zaton Doli - G.P. Karasovići**

Opis zadatka:

Državna cesta DC8 privlači značajan broj motociklista, no s obzirom na prometno-tehničke karakteristike, određene dionice ove ceste motociklistima su zahtjevnije nego vozačima ostalih motornih vozila. Zahtjevnost pojedinih dijelova prometnica često je prevelik izazov za vozače motornih vozila na dva kotača, što može dovesti do prometnih nesreća s vrlo ozbiljnim posljedicama, te se zbog toga motociklisti i mopedisti smatraju se jednim od najranjivijih skupina sudionika u prometu. Kako bi se umanjio rizik od prometnih nesreća i njihovih teških posljedica, u suvremenom prometnom sustavu razvijaju se brojna rješenja, uključujući korištenje prometne signalizacije i opreme namijenjene zaštiti vozača motocikala i mopeda.

Zadatak diplomskog rada je prikazati postojeće stanje sigurnosti motociklista i mopedista na dijelu državne ceste DC8 u Dubrovačko-neretvanskoj županiji, između G.P. Zaton Doli i G.P. Karasovići te sukladno tome predložiti mjere povećanja sigurnosti koristeći prometnu signalizaciju i opremu.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:

izv. prof. dr. sc. Darko Babić

Slaviša Babić (komentor)

PRIMJENA PROMETNE SIGNALIZACIJE I OPREME U FUNKCIJI POVEĆANJA SIGURNOSTI MOTOCIKLISTA NA DC8, DIONICA G.P. ZATON DOLI – G.P. KARASOVIĆI

SAŽETAK

Sigurnost prometa jedan je od najvećih izazova s kojim se društvo svakodnevno susreće na globalnoj razini. Posebna pažnja se pridaje ranjivim skupinama sudionika, među kojima su i motociklisti. Motociklisti su zbog fizičke izloženosti i specifičnosti vožnje podložni većem riziku od ozljeda i smrtnog stradavanja u slučaju prometne nesreće. Primjena odgovarajuće prometne signalizacije i opreme ključno je za stvaranje sigurnije cestovne infrastrukture, koja omogućava motociklistima siguran sudjelovanje u prometu. U radu je analizirano stanje sigurnosti motociklista na globalnoj, europskoj i nacionalnoj razini te su prikazana rješenja u području prometne signalizacije i opreme koja su namijenjena povećanju sigurnosti motociklista, s konkretnim prijedlozima mjera na najjužnijem dijelu državne ceste DC8.

KLJUČNE RIJEČI: sigurnost, motociklisti, prometna signalizacija, prometna oprema, cesta

APPLICATION OF TRAFFIC SIGNALLING AND EQUIPMENT IN THE FUNCTION OF INCREASING MOTORCYCLIST SAFETY ON DC8, SECTION G.P. ZATON DOLI – G.P. KARASOVIĆI

SUMMARY

In modern society, road safety has become one of the most significant challenges that society faces on a global scale daily. Special attention is given to vulnerable groups of participants, including motorcyclists. Due to their physical exposure and the specific nature of riding, motorcyclists are more susceptible to greater risk of injuries and fatalities in the event of a traffic accident. Properly implementing appropriate traffic signaling and equipment is a significant measure for creating a safer road infrastructure where motorcyclists can participate in traffic securely. This thesis analyzes the safety status of motorcyclists on a global, European, and national level. It presents solutions in traffic signaling and equipment to enhance motorcyclists' safety, with specific proposals for measures on the southernmost section of the Croatian state road DC8.

KEY WORDS: safety, motorcyclists, traffic signaling, road equipment, road

Rad je izrađen u sklopu projekta pod nazivom „Prometni elaborat povećanja sigurnosti motociklista na državnoj cesti oznake DC8, dionica G.P. Zaton Doli – Karasovići“ financiranog od strane Hrvatskih cesta d.o.o., voditelja izv. prof. dr. sc. Darka Babića.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. MOTOCIKLISTI KAO SUDIONICI U PROMETU.....	3
2.1. Čovjek kao čimbenik sigurnosti.....	3
2.2. Vozilo kao čimbenik sigurnosti	6
2.3. Cesta kao čimbenik sigurnosti	10
3. PREGLED POKAZATELJA SIGURNOSTI MOTOCIKLISTA.....	14
3.1. Sigurnost motociklista na svjetskoj i europskoj razini	14
3.2. Sigurnost motociklista u Republici Hrvatskoj	15
4. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA SIGURNOSTI MOTOCIKLISTA I PROMETNO-TEHNIČKIH OBILJEŽJA NA DC8, DIONICA G.P. ZATON DOLI – G.P. KARASOVIĆI.....	22
4.1. Analiza prometnog opterećenja	24
4.2. Analiza brzina kretanja motocikala	29
4.2.1. Brojačko mjesto Zaton Doli (6503)	29
4.2.2. Brojačko mjesto Zaton (6501)	30
4.2.3. Brojačko mjesto Vidikovac (6608).....	31
4.2.4. Brojačko mjesto Kupari (6602)	32
4.2.5. Brojačko mjesto Gruda (6604).....	33
4.3. Analiza sigurnosti prometa s naglaskom na sigurnost motociklista	34
4.4. Analiza prometne signalizacije i opreme	39
4.4.1. Vertikalna prometna signalizacija.....	39
4.4.2. Horizontalna prometna signalizacija.....	41
4.4.3. Zaštitne odbojne ograde kao dio prometne opreme	42
5. METODOLOGIJA ODREĐIVANJA PRIORITETNIH LOKACIJA ZA UVOĐENJE MJERA ZA POVEĆANJE SIGURNOSTI MOTOCIKLISTA.....	47
6. PRIMJENA PROMETNE SIGNALIZACIJE I OPREME ZA POVEĆANJE SIGURNOSTI MOTOCIKLISTA	51
6.1. Primjeri postojećih rješenja primjene prometne signalizacije i opreme za povećanje sigurnosti motociklista.....	51
6.2. Prijedlozi rješenja na analiziranom području.....	59
6.2.1. Lokacija 1 – Pločice	59

6.2.2.	Lokacija 2 – Gruda.....	61
6.2.3.	Lokacija 3 – Brsečine.....	62
6.2.4.	Lokacija 4 – Veliki Žal	63
6.2.5.	Lokacija 5 – Štikovica	65
7.	ZAKLJUČAK	67
	LITERATURA.....	69
	POPIS SLIKA	71
	POPIS TABLICA.....	73
	POPIS GRAFIKONA.....	74
	POPIS PRILOGA	76

1. UVOD

Sigurnost cestovnog prometa jedan je od gorućih izazova suvremenog društva. S obzirom na sve veći broj vozila na cestama i sve kompleksniji prometni sustav, važno je posebnu pažnju posvetiti skupinama sudionika koji su posebno izloženi riziku. Među tim ranjivim skupinama posebno su istaknuti motociklisti, koji su suočeni s brojnim izazovima i rizicima tijekom svog putovanja. Motociklisti se ubrajaju među ranjivu skupinu sudionika u prometu jer nemaju fizičku zaštitu vozila te su tako izloženi puno većem riziku od ozljeda u slučaju prometne nesreće. Čak i manji sudari mogu imati ozbiljne posljedice za motocikliste, stoga je njihova sigurnost imperativ. U tom kontekstu, primjena prometne signalizacije i opreme može imati vrlo važnu ulogu u povećanju sigurnosti motociklista na cestama.

Popularnost motocikala kontinuirano raste. Usporedno s porastom broja motociklista na cestama, raste i vjerojatnost njihovog sudjelovanja u prometnim nesrećama. Iako posljednjih godina ukupan broj prometnih nesreća u Hrvatskoj pada, broj nesreća u kojima sudjeluju motociklisti raste. Pozitivna stvar je što se broj poginulih motociklista u prometnim nesrećama smanjuje, što ukazuje na činjenicu poboljšanja prometne infrastrukture na dijelovima zahtjevnim za motocikliste.

Prometna signalizacija jasno označava i upozorava na opasnosti, ograničenja brzine i druge bitne informacije koje su od iznimne važnosti za motocikliste. Na taj način motociklisti mogu pravodobno reagirati na situacije na cesti i smanjiti mogućnost nesreće. Osim toga, od velike važnosti je i prometna oprema kao što su zaštitne ograde i odbojnici koji također pružaju dodatnu zaštitu motociklistima u slučaju nesreća. Oprema koja je prilagođena potrebama motociklistima može značajno smanjiti ozljede i rizik od smrtnih slučajeva.

Cilj ovog diplomskog rada je analizirati postojeće stanje sigurnosti motociklista, prometne signalizacije i opreme na državnoj cesti DC8, dionica G.P. Zaton Doli – G.P. Karasovići¹ te predložiti mjere za poboljšanje sigurnosti motociklista na cestama. Svrha rada je osigurati jasne i razumljive informacije vozačima kako bi se smanjio rizik od prometnih nesreća te predložiti rješenja u području prometne signalizacije i opreme koja su namijenjena povećanju sigurnosti motociklista na cestama.

Rad je strukturiran u sedam poglavlja kako bi se sustavno obradila tema istraživanja. Prvo poglavlje je uvodno. Nakon toga, u drugom poglavlju su detaljno analizirani čimbenici sigurnosti u prometu, s fokusom na motocikliste. Posebna pozornost je posvećena čovjeku, vozilu i cesti kao ključnim čimbenicima sigurnosti u prometu. Treće poglavlje pruža pregled relevantnih pokazatelja sigurnosti motociklista na globalnoj, europskoj i nacionalnoj razini. Kroz analizu povijesnih podataka o prometnim nesrećama na državnim cestama u Republici Hrvatskoj, prikazan je uvid u trenutno stanje sigurnosti motociklista na tim prometnicama. U četvrtom poglavlju je prikazana analiza postojećeg stanja sigurnosti motociklista i prometno-tehničkih obilježja na analiziranom dijelu državne ceste DC8. Metodologija određivanja prioriteta lokacija koje zahtijevaju detaljniju analizu je opisana u petom poglavlju. Utvrđivanjem tih lokacija omogućit će se usmjeravanje resursa prema područjima s najvećim

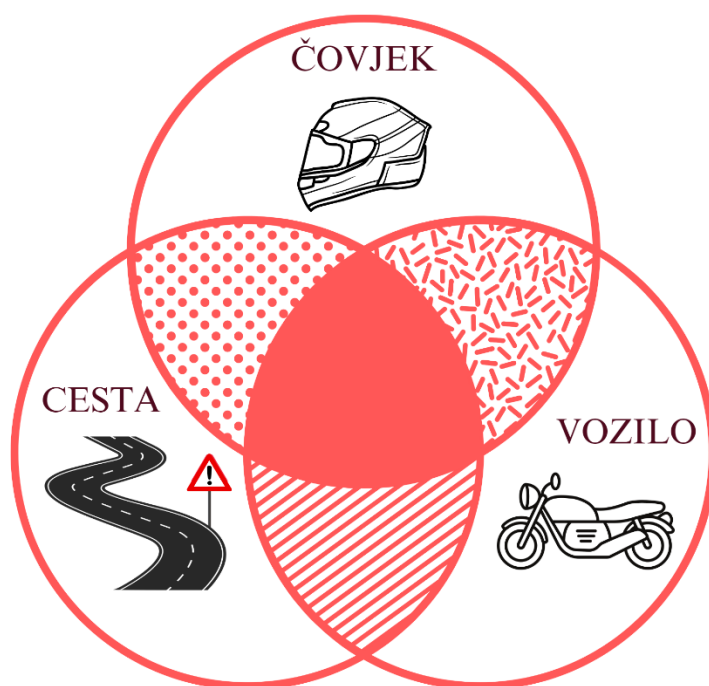
¹ G.P. – granični prijelaz

potrebama za poboljšanjem sigurnosti motociklista. Šesto poglavlje je posvećeno pregledu primjene prometne signalizacije i opreme za povećanje sigurnosti motociklista na dijelu DC8 od G.P. Zaton Doli do G.P. Karasovići. Opisana je primjena horizontalne i vertikalne signalizacije, zaštitnih odbojnih ograda te ostale opreme koja doprinosi povećanju sigurnosti motociklista na cestama. Sedmo poglavlje je zaključak rada u kojem su sažeti glavni nalazi i preporuke za poboljšanje sigurnosti motociklista.

2. MOTOCIKLISTI KAO SUDIONICI U PROMETU

Motocikl se prema Zakonu o sigurnosti prometa na cestama (NN 114/22) definira kao motorno vozilo s dva kotača čiji je radni obujam motora od 50 cm³ s bočnom prikolicom, ili bez nje/i/ili koje na ravnoj cesti može razviti brzinu veću od 45 km/h [1].

Popularnost motociklista u svijetu kontinuirano raste. Trenutačno u svijetu postoji oko milijardu motocikala, a njihova se uporaba povećala tijekom posljednjeg desetljeća. U nekim dijelovima svijeta motocikli su dominantno prijevozno sredstvo, dok u drugim dijelovima se uglavnom koriste za putovanje na posao ili u slobodno vrijeme [2]. Motociklisti su prema izmijenjenoj direktivi Europske komisije (Direktiva 2019/1936) svrstani u skupinu ranjivih sudionika u prometu, uz pješake i bicikliste. Na sigurnost motociklista u prometu utječu mnogi čimbenici, ali svi se mogu grupirati u tri osnovne skupine: čovjek, vozilo i cesta (Slika 1) [3].



Slika 1. Čimbenici koji utječu na sigurnost motociklista

2.1. Čovjek kao čimbenik sigurnosti

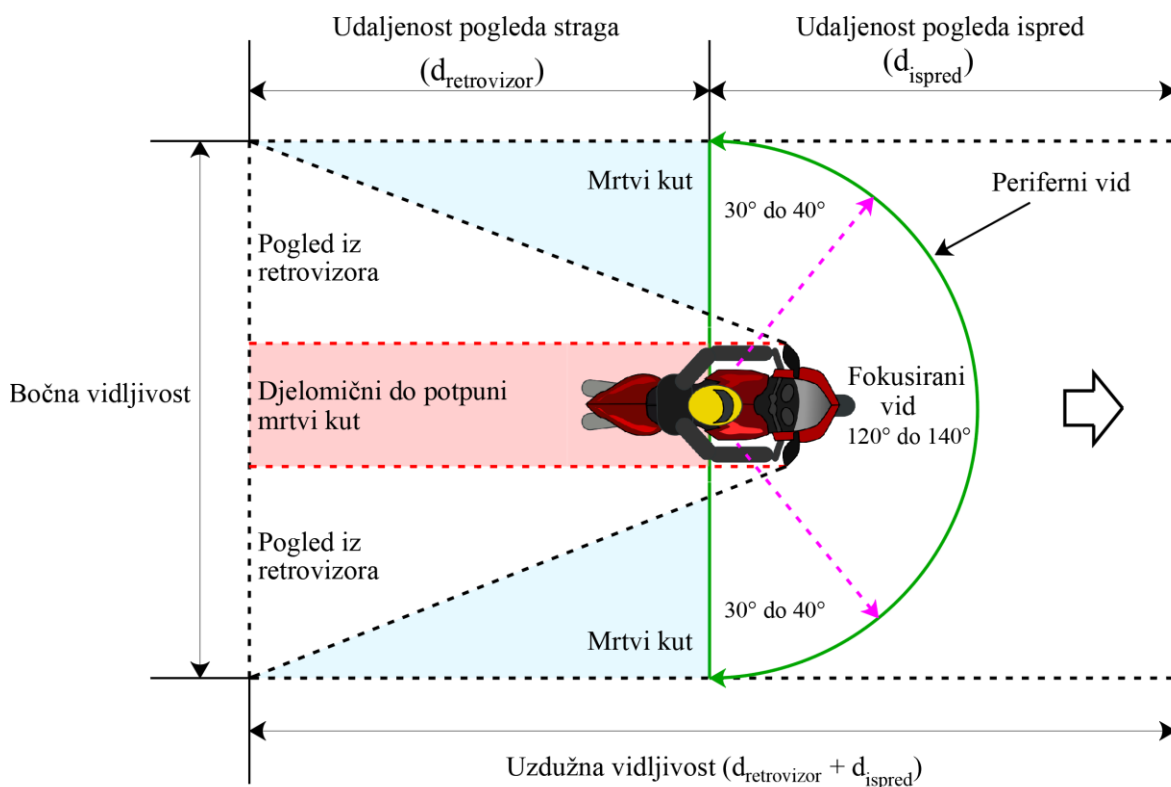
Pri razmatranju ponašanja čovjeka (vozača) u cestovnom prometu, polazi se od toga da je vozač dio sustava koji na osnovi dobivenih obavijesti donosi odluke i regulira način kretanja vozila. Na ponašanje čovjeka kao čimbenika sigurnosti u prometu utječu [3]:

- Osobne značajke vozača
- Psihofizička svojstva
- Obrazovanje i kultura.

Prvo, osobne značajke vozača imaju važnu ulogu u oblikovanje njegove vozačke osobnosti. To uključuje karakteristike poput temperamenta, stajališta, sposobnosti, osobnih crta ličnosti i karaktera. Psihofizička svojstva također su ključna jer se odnose na fizičko i mentalno stanje vozača, uključujući funkcije organa osjeta, psihomotoričke i mentalne sposobnosti.

Obrazovanje i kultura također imaju utjecaj na ponašanje vozača. Razina obrazovanja može oblikovati svijest o prometnim pravilima i sigurnosnim aspektima, dok kultura vozača može utjecati na poštivanje propisa, toleranciju prema drugim sudionicima u prometu i odgovornost za vlastite postupke. Konačno, psihički stabilna i skladno razvijena osoba je preduvjet uspješnog i sigurnog odvijanja prometa. U kojem će se stupnju neka osoba prilagoditi uvjetima prometa ovisi o tome postoji li sklad između njezinih sposobnosti i osobina [3].

Oprezni vozači većinu vremena vožnje provode gledajući ispred vozila (Slika 2). Međutim dobar dio informacija dolazi iz perifernog vida, stoga je potrebno podijeliti pozornost između onoga što je sa strane. To je posebno važno na raskrižjima s velikom gustoćom prometa. Ljudski vid širi se do oko 180 stupnjeva u vodoravnom smjeru, a do dobi od 70 godina to se smanjuje na oko 140 stupnjeva. Pokreti glave i očiju omogućuju mnogo šire vidno polje. Jasan vid (gdje se mogu vidjeti objekti i čitati prometni znakovi) proteže se za samo oko 2-3 stupnja na svaku stranu ravno ispred gdje se gleda. Izvan središta vidnog polja, oštрина pada za više od polovice kada je objekt gledanja udaljen samo pet stupnjeva, te na oko 10 % na 25 stupnjeva od ravno naprijed. Mala je vjerojatnost da će vozač primijetiti objekte udaljene više od 10 ili 15 stupnjeva od vidne linije bez da ih svjesno traži [4].



Slika 2. Vidno polje motociklista

Izvor: [5]

Čovjek kao čimbenik sigurnosti utvrđen je kao glavni utjecajni faktor u otprilike 87,5 % svih slučajeva prometnih nesreća. Ljudske greške mogu se definirati na sljedeći način [6]:

- Percepcija: vozač motocikla ili vozač drugog vozila nije uspio otkriti opasne uvjete koje bi trebao primijetiti

- Razumijevanje: vozač motocikla ili vozač drugog vozila prepoznao je opasnu situaciju, no nije uspio shvatiti stvarnu opasnost uključenu u nju
- Odlučivanje: vozač motocikla ili vozač drugog vozila nije donio ispravnu odluku kako bi izbjegao opasne uvjete
- Reakcija: vozač motocikla ili vozač drugog vozila nije uspio reagirati na opasne uvjete što je rezultiralo neispravnim izbjegavanjem sudara.

Vodeći uzrok prometnih nesreća u kojima je čovjek glavni uzrok prometni nesreća je brzina neprimjerena uvjetima. Motocikli su po svojim karakteristikama manje stabilni od automobila jer imaju samo dva kotača. Kada se motociklisti kreću brzinom koja je previsoka za postojeće uvjete na cesti (npr. zavoji, neravnine, mokar kolnik), manje stabilnosti i kontrola postaju ozbiljan problem. To može dovesti do gubitka ravnoteže, proklizavanja i padova, osobito u situacijama kada motociklist ne može pravovremeno reagirati na iznenadne prepreke ili promjene u uvjetima. Visoke brzine znače i duže reakcijsko vrijeme, vozačima treba više vremena da prepoznaju i procijene situaciju ispred sebe te da na nju odgovore. Nadalje, motociklisti imaju dulji zaustavni put u odnosu na automobile. Brza vožnja može smanjiti vidljivost motociklista drugim sudionicima u prometu. Vozači automobila i drugih vozila možda neće pravovremeno primijetiti motocikliste koji se brzo približavaju, što može rezultirati opasnim situacijama na cesti. Uz to, visoka brzina može potaknuti vozače motocikala na preuzimanje nekontroliranih rizika, poput pretjecanja na nesigurnim mjestima ili vožnje između vozila u prometnom zagušenju. Nesreće pri velikim brzinama obično rezultiraju ozbiljnijim posljedicama i smrtnim ishodom.

Alkohol, droga i umor imaju značajan i vrlo negativan utjecaj na vozače motocikala, te predstavljaju ozbiljnu prijetnju njihovoj sigurnosti, kao i sigurnosti drugih sudionika u prometu.

Alkohol je jedan od najopasnijih čimbenika koji negativno utječu na motocikliste. Djelovanjem alkohola na središnji živčani sustav, kod vozača dolazi do smanjene koncentracije, sporijih vremenskih reakcija, narušene koordinacije i otežane procjene situacija u prometu. Oštećena sposobnost donošenja odluka i narušena sposobnost procjene rizika može dovesti do neodgovornih postupaka, poput prebrze vožnje, nepridržavanje prometnih pravila i općenito nepoštivanja sigurnosnih standarda.

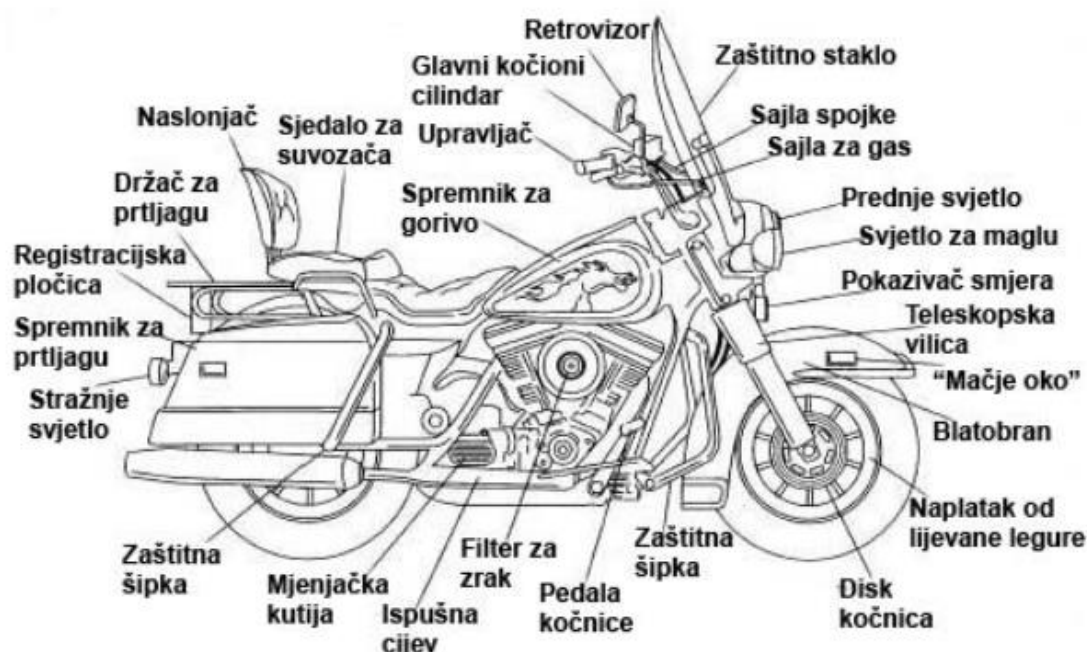
Uporaba različitih droga također može značajno utjecati na vozače motora. Droge mogu izazvati različite promjene u vozačevom ponašanju i psihofizičkim sposobnostima. Na primjer, marihuana može smanjiti vrijeme reakcije, ometati koordinaciju i pogoršati percepciju dubine, što povećava rizik od nesreća. S druge strane, stimulansi poput amfetamina mogu izazvati osjećaj euforije i nepotrebne riskantne postupke na cesti.

Vozači motocikala koji su umorni i iscrpljeni imaju smanjenu sposobnost održavanja pažnje i koncentracije na cesti. Umor također smanjuje brzinu reakcije i može dovesti do pospanosti za upravljačem. Pospanost je iznimno opasna jer vozači u takvom stanju mogu čak zaspati za upravljačem, što predstavlja iznimno visoki rizik od nesreće. Umorni vozači često imaju teškoće u održavanju stabilnosti na cesti, što je posebno kritično na vozače motora, jer su motocikli manje stabilni od automobila [4].

Uzroci prometnih nesreća u kojima je čovjek glavni krivac mogu uključivati i druge faktore. Edukacija vozača o važnosti pridržavanja brzinskih ograničenja, kao i osvješćivanju o rizicima koje nosi prekomjerna brzina, ključni su koraci u smanjenju broja prometnih nesreća među motociklistima.

2.2. Vozilo kao čimbenik sigurnosti

Motocikli se u odnosu na ostala motorna vozila razlikuju po specifičnosti konstrukcije. U usporedbi s drugim vozilima, motocikli nemaju ugrađene pasivne elemente sigurnosti poput sigurnosnih pojaseva ili zračnih jastuka koji kao standardna oprema u automobilima smanjuju posljedice prometnih nesreća. Konstrukcija motocikla nije oblikovana s karoserijom koja bi u slučaju sudara fizički zaštitila vozača, odnosno preuzela dio energije sudara i tako ublažila izravne ozljede vozača. Stoga, zbog izloženosti vitalnih dijelova tijela, ozljede vozača motocikala često su ozbiljnije u usporedbi s vozačima drugih motornih vozila. Slika 3 prikazuje standardne dijelove konstrukcije motora.



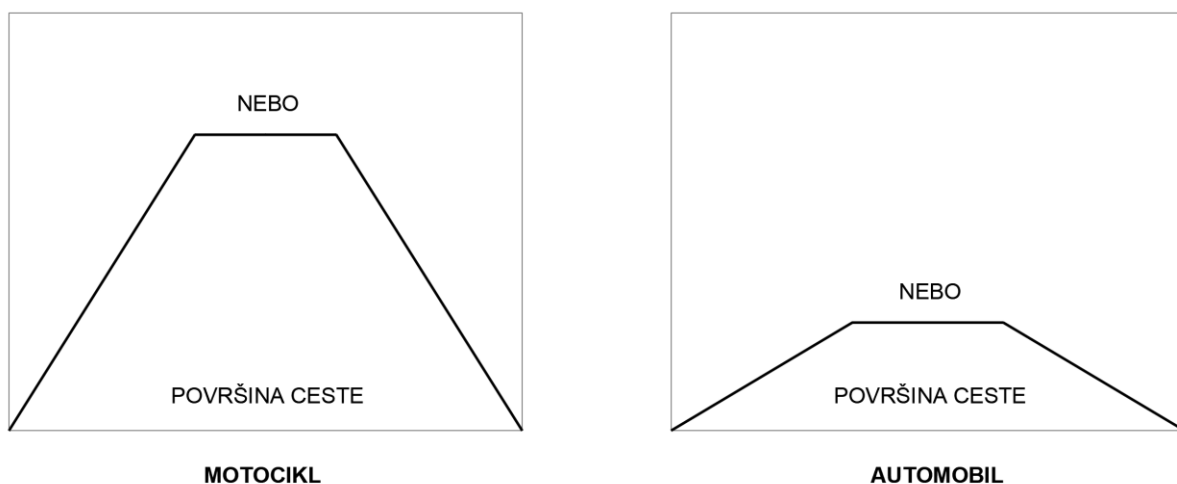
Slika 3. Uobičajena konstrukcija motocikla

Izvor: [7]

Motocikli su vozila s jednim tragom, odnosno dva kotača, što zahtijeva stalnu kontrolu ravnoteže tijekom vožnje. Također, zbog manje površine dodira s cestom i manje mase vozila, motociklisti su osjetljiviji na smetnje u okolini poput vjetra, šljunka ili promjene površine kolnika. Osim toga, motocikli imaju veći omjer snage motora i ukupne mase vozila i manji otpor kotrljanja u usporedbi s ostalim vozilima. Navedene karakteristike rezultiraju većim ubrzanjem motocikala u odnosu na osobna vozila što može dovesti do gubitka kontrole vozača nad vozilom.

Manje dimenzije motocikla u odnosu na ostala motorna vozila predstavljaju faktor koji negativno utječe na uočljivost vozača tih vozila od strane vozača drugih motornih vozila, a to

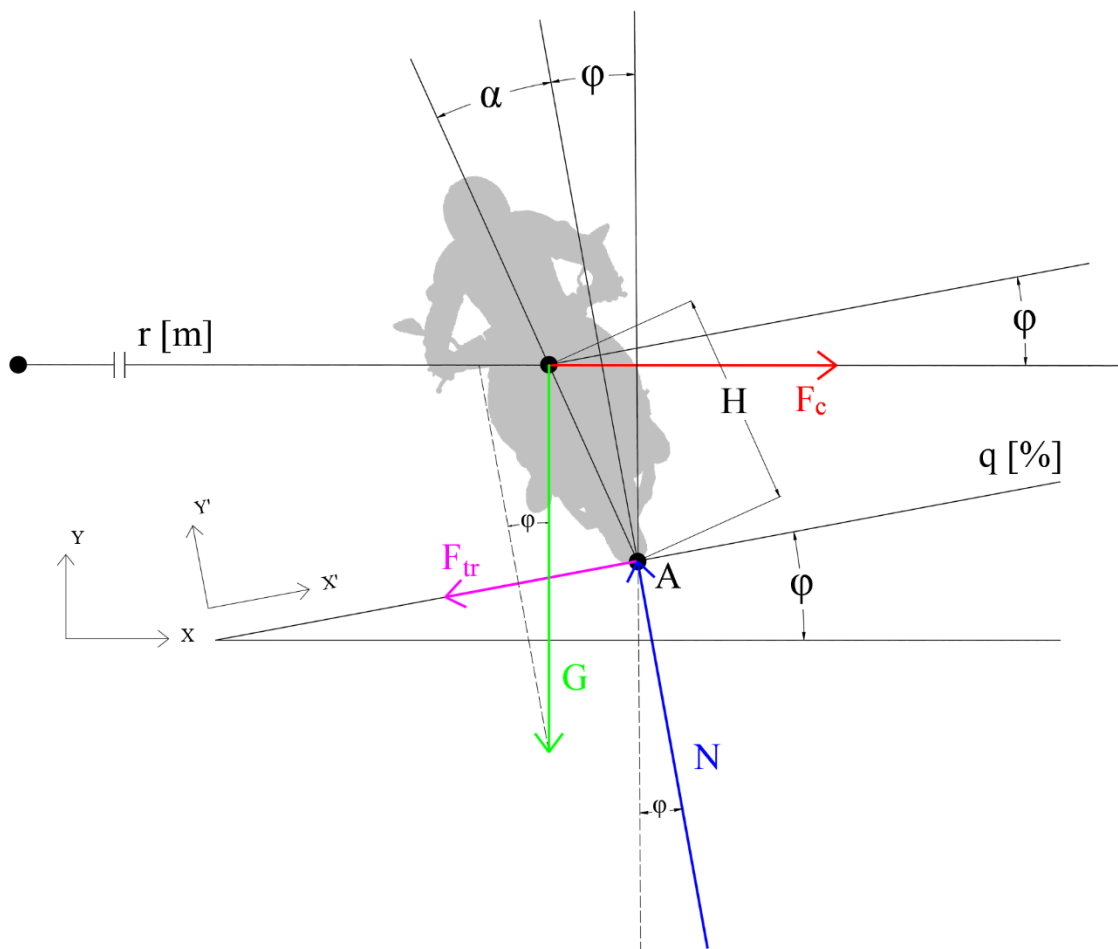
često rezultira prometnim nesrećama na raskrižjima. Dodatno, zbog razlike u visini očiju, motociklisti imaju drugačiju optimalnu vidnu liniju u usporedbi s vozačima automobila (Slika 4). Ova razlika može rezultirati time da motociklisti prije primijete automobil koji im se približava na raskrižju nego što vozači automobila primijete njih, stvarajući lažni osjećaj da su primijećeni od strane vozača. Uz to, važno je napomenuti da postoji vjerojatnost da motociklisti ostanu nezamijećeni zbog drugih vozila, osobito na raskrižjima na o kojima teretna vozila skreću udesno, a motociklisti zadržavaju smjer kretanja koristeći prolaznu traku. Ova situacija može dovesti do toga da vozila na sporednom prometnom traku ne primijete motocikliste zbog zaklanjanja njihove prisutnosti većim teretnim vozilom. S obzirom na ove čimbenike, potrebno je poduzeti odgovarajuće mjere kako bi se poboljšala uočljivost motociklista na cestama. To uključuje edukaciju vozača drugih vozila o posebnim rizicima i potrebnoj pažnji prilikom uočavanja motociklista, te promicanje korištenja odgovarajuće retroreflektirajuće i svjetlosne opreme na motociklima kako bi se povećala njihova vidljivost u prometu. Također je važno poticati svijest vozača o pridržavanju sigurnosnih pravila na raskrižjima i osigurati bolje označavanje prometnih traka za motocikliste te zadovoljiti kut preglednosti kako bi se smanjila mogućnost nastanka nesreća uzrokovanih neprimijećenošću motocikala [6].



Slika 4. Vidljivo područje kod vožnje motocikla i automobile

Izvor: [6]

Motocikli, kao vozila na dva kotača, karakteriziraju se specifičnim položajem njihovog središta ravnoteže, odnosno težišta, čime se značajno razlikuju od ostalih motornih vozila. Ova karakteristika posebno dolazi do izražaja prilikom vožnje u zavojima, kada se na sva vozila, uključujući motocikle, primjenjuje centrifugalna sila koja nastoji „izbaciti“ vozilo iz putanje kretanja (Slika 5). Kako bi se neutralizirao utjecaj centrifugalne sile i poboljšalo prianjanje na cestu, vozači motocikla koriste tehniku nagingjanja u zavojima. Ova tehnika podrazumijeva nagingjanje vozila u smjeru suprotnom od centrifugalne sile, prema središtu kružnice kretanja. Nagingjanjem u zavoju, vozači motocikla pokušavaju minimizirati utjecaj sile na upravljanje te prilagoditi putanju vozila cesti. Tijekom nagingjanja, vozači također raspoređuju vlastitu težinu prema strani u koju se izvodi skretanje, što dodatno pomaže održavanju stabilnosti i kontroli. Osim što zahtijeva vještinu i pravilan osjećaj za ravnotežu, ova tehnika nagingjanja predstavlja ključni element upravljanja motociklom u zavoju i pridonosi ukupnoj sigurnosti tijekom vožnje.



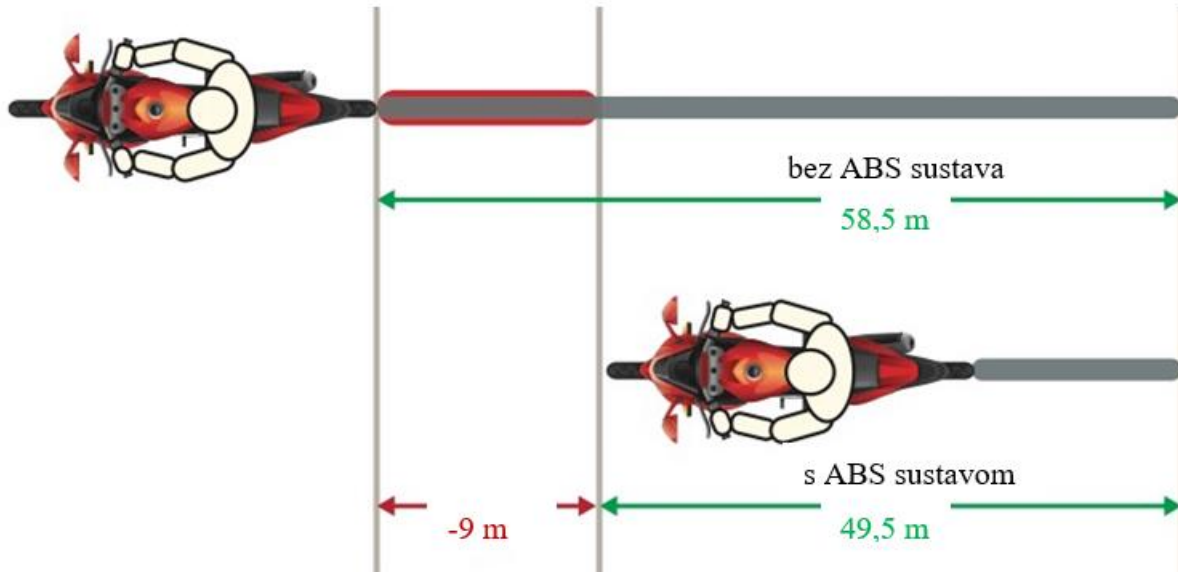
Slika 5. Sile koje utječu na motocikl pod nagibom

Izvor: [8]

Kut nagnjanja ovisi o različitim faktorima, kao što su brzina kretanja, radijus zavoja i poprečni nagib kolnika u zavoju. Pri održavanju konstantne brzine kretanja, kut nagiba ostaje stabilan, a sve uzdužne i poprečne sile su u ravnoteži. Međutim, čak i male promjene u tim silama mogu uzrokovati neravnotežu i dovesti do gubitka kontrole nad vozilom. Stoga je važno da vozači motocikala održe stabilan kut nagiba kako bi osigurali sigurnost vožnje. Kut nagiba od 45 stupnjeva smatra se ugodnim nagibom za vožnju, pri čemu veći radijus zavoja zahtijeva manji kut nagiba, dok manji radijus zavoja zahtijeva veći kut nagiba motociklista. Važno je napomenuti da vozači motocikala moraju biti svjesni rizika vožnje u uzastopnim zavojima s promjenjivim radijusom, posebno kada se radijus smanjuje. U takvim situacijama, promjena radijusa zavoja zahtijeva prilagodbu putanje vozila i brzine kretanja. Motociklisti u tim trenucima mogu imati ograničeno vidno polje jer vide samo mali dio zavoja ispred sebe, što povećava rizik od nepravovremenog prilagođavanja upravljanja vozilom. Promjena putanje i brzine vožnje usred skretanja predstavlja rizičan i opasan manevar za motocikliste koji su već nagnuti na jednu stranu zavoja. Ova situacija zahtijeva brzu procjenu i pravovremeno reagiranje kako bi se održala stabilnost i kontrola nad vozilom. Vozači motocikala trebaju biti svjesni ovog rizika te se pridržavati sigurnosnih mjera i vještina upravljanja kako bi se smanjila mogućnost nesreća i ozljeda [6].

Za održavanje stabilnosti motociklista, od velike je važnosti održavati prianjanje pneumatika na podlozi jer promjene u prianjanju pneumatika na neravnim površinama ili tijekom kočenja mogu dovesti do gubitka kontrole nad vozilom, posebno sklizanjem prednjeg kotača. Kotač motocikla izvodi dva oblika gibanja, translaciju i rotaciju. Svako od tih gibanja podrazumijeva specifičan oblik trenja, odnosno trenje klizanja i trenje kotrljanja. Trenje kotrljanja javlja se tijekom normalne vožnje, dok se prilikom kočenja javlja trenje klizanja. Kočenje motocikla može se izvesti korištenjem samo prednje, samo stražnje ili obje kočnice istovremeno. Kod kočenja samo stražnjom, sila trenja nastaje kroz kontakt stražnjem pneumatika s podlogom, a intenzitet tog trenja kontrolira se pritiskom na stražnju kočnicu. Pri maksimalnom trenju moguće je postići maksimalno usporavanje. Tijekom usporavanja, inercijska sila prenosi dio težine motocikla na prednji kotač, što smanjuje kontakt stražnjeg pneumatika s tlom i smanjuje reakciju podloge. Kod kočenja samo prednjom kočnicom, trenje se javlja kroz kontakt prednjeg pneumatika s podlogom. Bez obzira na stvarni koeficijent trenja. Najveće usporavanje postiže se sve dok su oba kotača na tlu. Kada se koriste obje kočnice, i prednji i stražnji pneumatici pridonose usporavanju, a oba kotača moraju biti na podlozi kako bi se postiglo učinkovito kočenje. Usporavanje dostiže najveću učinkovitost kada se koristi prednja kočnica [9].

Noviji modeli motocikala većinom su opremljeni tvornički ugrađenim ABS sustavom (engl. *Anti-lock Braking System*) koji pomaže pri kočenju. ABS sustav se pokazao izuzetno korisnim i učinkovitim za motocikliste, bez obzira na uvjete vožnje, bilo da je površina kolnika suha ili mokra. Istraživanja su pokazala da je uvođenje ABS sustava znatno poboljšalo performanse sustava kočenja motocikala, posebice kroz smanjenje zaustavnog puta (Slika 6). ABS sustav djeluje tako da regulira kočenje na svakom od kotača motocikla tijekom kočenja. U situacijama kada vozač naglo pritisne kočnicu i kotači počnu blokirati, ABS se upali, on brzo mijenja pritisak kočnice, omogućujući kotačima da zadrže određenu razinu rotacije i prianjanja na podlogu. Time sprječava blokiranje kotača i gubitak kontrole nad vozilom, što rezultira kraćim zaustavnim putem. Osim smanjenja zaustavnog puta, ABS sustav pruža i dodatnu prednost motociklistima, tijekom kočenja s ABS sustavom, vozač zadržava mogućnost upravljanja motociklom čak i kad je kočnica potpuno pritisnuta. To znači da može izbjegavati prepreke ili prilagođavati putanju vožnje, što je od velike važnosti u izbjegavanju nesreća [10].



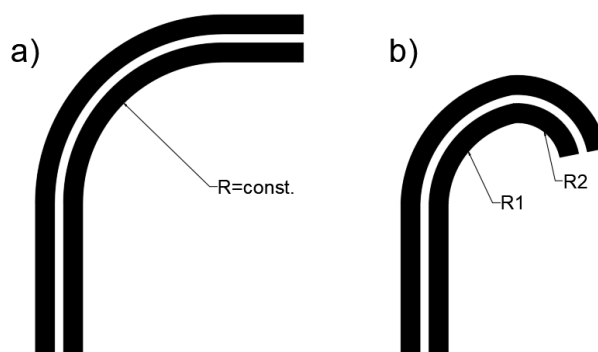
Slika 6. Usporedba zaustavnog puta s i bez ABS sustava pri brzini od 100 km/h

Izvor: [11]

2.3. Cesta kao čimbenik sigurnosti

Cestovna infrastruktura važan je čimbenik u osiguravanju sigurnost u prometu. Kvalitetno projektirane i održavane ceste, prometna signalizacija i drugi elementi infrastrukture pridonose smanjenju rizika od prometnih nesreća. Postavljeni cestovni elementi, poput uspornika prometa, rasvjetnih stupova, prometnih znakova, kanala za odvodnju vode s ceste i oznaka na kolniku, imaju značajan utjecaj na sigurnost prometa. Loše postavljena ili nedovoljno vidljiva prometa signalizacija, nezadovoljavajuće stanje kolnika s neravninama, površinskim deformacijama, neprikladnom teksturom i smanjenom otpornošću na klizanje mogu dovesti do destabilizacije motocikla ili izazvati nekontrolirano kretanje vozila. U tom smislu, prometni znakovi i oprema trebaju biti postavljeni na način koji omogućuje dobar pregled nadolazećih situacija na cesti, npr. zavoja, i ostavlja dovoljno prostora kako bi se smanjio potencijalni rizik. Također, za sigurnost motociklista poželjno je da nosači prometnih znakova budu izrađeni od savitljivih materijala kako bi se smanjile ozljede u slučaju prometnih nesreća. Noću i u uvjetima smanjene vidljivosti, poseban rizik predstavljaju prometni znakovi koji označavaju zavoj ili opasan zavoj, a čija pozicija nije postavljena stvarnoj situaciji na cesti. Ako su prometni znakovi postavljeni prekasno ili nedovoljno vidljivo u odnosu na zavoj, vozači neće imati dovoljno vremena za pravodobnu reakciju [12].

Dodatan rizik za motocikliste predstavlja vožnja u uzastopnim zavojima kojima radijus nije konstantan, posebice ako se radijus smanjuje (Slika 7). Promjena radijusa zavoja pred vozača motocikla nameće potrebu za promjenom putanje vozila i brzine kretanja. U tim slučajevima motociklisti mogu vidjeti samo manji dio zavoja te postoji velika mogućnost da ne uspiju na vrijeme prilagoditi upravljanje vozilom spomenutoj situaciji. Promjene putanje i brzine vožnje uspred skretanja, može predstavljati riskantan i opasan manevar za motociklista koji je već nagnut na jednu stranu u zavoju [6].



Slika 7. Usporedni prikaz zavoja konstantnog radijusa (a) i dva uzastopna zavoja različitih radijusa (b)

Izvor: [6]

Nadalje, u pogledu oznaka na kolniku ističe se nekoliko važnih karakteristika vezanih za njihovu primjenu i održavanje. Neprikladno izvedene oznake na kolniku mogu zadržavati vodu i rezultirati smanjenim prijanjanjem kotača na kolnik zbog klizanja i mokrih uvjeta. Poprečne oznake na kolniku koje služe za usmjeravanje vozila kao što su strelice ili pješački prijelazi, mogu predstavljati problem za vozače motocikla jer zbog svoje debljine se izdižu iznad površine kolnika, te se mijenja gazna podloga za motocikl koja može biti klizava. Osim klizavih oznaka na kolniku, mnogi drugi elementi cestovne infrastrukture mogu predstavljati rizik za vozače motocikala zbog razlike u trenju između pneumatika i površine na koju su postavljeni (Slika 8).



Slika 8. Primjer cestovnih elemenata koji predstavljaju rizik za vozače motocikala:
a) uspornik, b) poklopac instalacijskog otvora

Izvor: [13], [14]

Prometne nesreće u kojima sudjeluju motociklisti mogu se dogoditi čak i pri povoljnim uvjetima i kada u neposrednoj blizini nema drugih vozila. Glavni uzrok ovih nesreće često je povezan s nedostatkom prijanjanja na površini ceste, osobito kada je prekrivena šljunkom, uljem ili drugim zagađivačima. Osim toga, dotrajale kolničke površine, kao i prisutnost rupa i kolotruga, mogu značajno ugroziti sigurnost vozača motocikala (Slika 9). Rupe na kolniku mogu destabilizirati motocikl tijekom kočenja ili promjene smjera, što dovodi do gubitka kontrole nad vozilom. Glatki dijelovi površine ceste, uzrokovani redovitim prometom ili

različitim vremenskim uvjetima, također mogu pridonijeti niskoj otpornosti na klizanje, osobito u mokrim i vlažnim uvjetima. Nadalje, veliki protok vozila na cesti i velik broj teretnih vozila može rezultirati degradacijom habajućeg sloja površine kolnika, što dovodi do nakupljanja rastresitog šljunka koji može naglo blokirati kotače, potencijalno uzrokujući prevrtanje motocikla. Nadalje, kolotrazi na cesti mogu uzrokovati fenomen poznat kao „surfanje“ gdje motocikl prelazi s vrha jednog kolotruga na drugi, što rezultira nenamjernom promjenom trake. Osim toga, izlijevanje ulja ili goriva po cesti stvara skliske površine, osobito u zavojima, raskrižjima i područjima u blizini benzinskih crpki i distribucijskih centara [15]. S obzirom na potencijalne rizike povezane s ovakvim uvjetima površine ceste, ključno je dati prioritet održavanju cesta i osigurati da se površine redovito pregledavaju, popravljaju i čiste. To uključuje rješavanje problema s neravnim površinama, popunjavanje rupa i krhotina, izlijevanje ulja i saniranje šljunka kako bi se vozačima motocikala osigurala sigurnija vožnja.



Slika 9. Primjeri stanja kolnika koji dovode do nastanka prometnih nesreća u kojima sudjeluju vozači motocikala

Izvor: [16], [17]

Kako bi se spriječilo ranije navedeno, napisane su preporuke za postizanje zadovoljavajuće razine usluge za ceste koje bi bile prihvatljive motociklistima [15]:

- Na ravnim dijelovima ceste, rupe i poklopci podzemnih instalacija ne bi smjeli biti dublji od 25 mm i veći od 200 mm u promjeru
- Širina pukotina ne bi smjela biti veća od 10 mm
- Usljed raspadanja gornjeg sloja kolničke površine, koje uzrokuje odvijanje prometa, ne bi smjelo nastati više od 40 kamenčića po kvadratnom metru šljunka
- Površine kolnika koje su zaglađene (zbog odvijanja prometa i atmosferskih utjecaja) ne bi trebale biti duže od 2 m u kontinuitetu, a u zonama kočenja i u zavojima je potrebno osigurati otpor klizanja veći od 55 SRT jedinica
- Duljina kolotruga ne bi smjela biti duža od 4 metra s najvećom dubinom od 50 mm
- Indeks hrapavosti bi trebao biti od 1,5 IRI jedinica (m/km) do 6,0 IRI jedinica.

Nadalje, predloženo je izbjegavanje uporabe termoplastičnih oznaka, posebno kod širokih, horizontalnih oznaka koje mogu biti izrazito skliske za vozače motocikala. Na kolnicima s više

prometnih traka, na mostovima i drugim površinama preporučuje se izbjegavanje korištenja metalnih spojeva i paralelnih mreža koje također mogu biti skliske i predstavljati rizik za motocikliste. Preporučuje se uklanjanje viška asfalta nakon obavljanja radova na sanaciji kolničkog zastora, uklanjanje krhotina i viška tekućine na kolniku kako bi se osigurala stabilnost motociklista [15].

Na prometnicama izvan urbanog područja, koje su karakterizirane zahtjevnom geometrijom i omogućuju veće brzine vožnje, često dolazi do izlijetanja vozila s ceste, što je sve učestaliji uzrok prometnih nesreća. U cilju osiguravanja sigurne vožnje i prevencije ozbiljnih posljedica takvih nesreća za motocikliste, ključni su sustavi za zadržavanje vozila na kolniku. Sa stajališta motociklista, ali i drugih sudionika u prometu, od iznimne je važnosti izmaknuti, ili ukoliko to nije moguće, zaštititi postojeće objekte uz cestu kao što su prometni znakovi ili rasvjeta ceste kako bi se ublažile posljedice prometnih nesreća. Većina sigurnosnih konstrukcija uz ceste koje služe za zadržavanje vozila na cesti uglavnom se razvijaju i testiraju koristeći automobile kao testna vozila, dok je za motocikle potreban drugačiji pristup. Kao rezultat toga, vozači motocikala i dalje su izloženi većem riziku od ozbiljnih posljedica prometnih nesreća u usporedbi s vozačima automobila. U tom pogledu, zaštitne odbojne ograde, kao element cestovne sigurnosti mogu biti usmjerene i na motocikliste kao ranjive korisnike, a njihovom bi se pravilnom primjenom i konstrukcijom mogle ublažiti posljedice prometnih nesreća. Zbog svih ranije navedenih razloga koji mogu negativno utjecati na stabilnost predmetnih vozača, kao i zbog njihove nezaštićenosti tijekom vožnje, vozači motocikala su izrazito ranjiva skupina, a posebno u zavojima i pri skretanjima kada je prisutno ubrzavanje ili usporavanje. Osim toga, skliske površine cesta i raskrižja s kružnim tokom također predstavljaju dodatne izazove [18].

Čelične zaštitne ograde na cestama imaju važnu ulogu u sigurnosti prometa, odnosno zadržavanju vozila na cesti. Obično se sastoje od jednog branika, što za vozače motocikala može predstavljati problem, a to je prostor između kolnika, branika i stupova nosača zaštitne ograde. U slučaju pada s motocikla, vozači mogu otklizati u taj prostor, što može rezultirati ozbiljnim posljedicama, pa čak i sa smrtonosnim ishodom. Nadalje, istraživanja su pokazala da udari motociklista u stupove zaštitne odbojne ograde uzrokuju ozljede koje su do pet puta teže od prosječnih ozljeda u nesrećama s motociklima [19]. Prilikom udara u stup zaštitne ograde, motociklisti doživljavaju brže usporavanje, a kontaktna površina je vrlo mala, što rezultira visokom koncentracijom sile na točki udara i potencijalno ozbiljnim, životno ugrožavajućim ozljedama.

3. PREGLED POKAZATELJA SIGURNOSTI MOTOCIKLISTA

U veljači 2020. godine, na Trećoj globalnoj ministarskoj konferenciji sigurnosti prometa (*Third Global Ministerial Conference on Road Safety: Achieving Global Goals 2030*) u Stockholmu, potpisana je međunarodna Deklaracija o sigurnosti prometa. Stockholmskom deklaracijom države potpisnice obvezuju se nastaviti suradnju i istaknuti problematiku stradavanja na cestama. Problemi na koji posebno treba obratiti pozornost su stradavanja ranjivih skupina tj. pješaka, biciklista, motociklista, korisnika javnog prijevoza, djece i mladih [20].

Motociklisti spadaju u skupinu ranjivih sudionika u prometu iz nekoliko razloga:

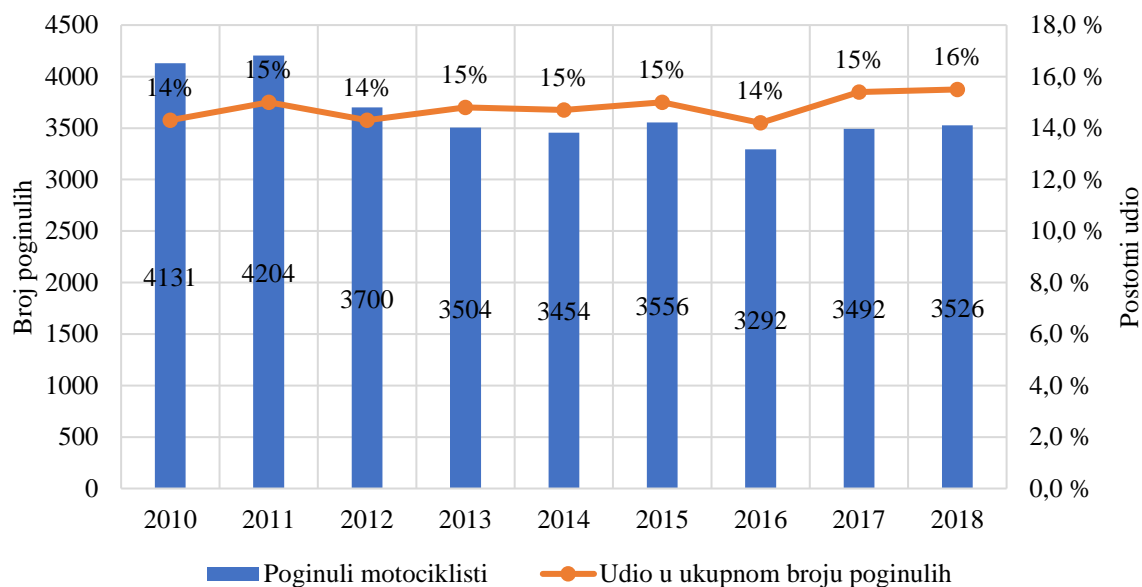
- Nemaju zaštitnu karoseriju koja ih okružuje te su prilikom prometne nesreće izloženi direktnom udaru što ih čini izuzetno osjetljivima na ozlijede
- Mali poprečni profil u odnosu na druge vrste motoriziranih sudionika u prometu, to može otežati drugim vozačima da primijete motocikliste, posebno u prometu koji se brzo kreće ili pri promjeni traka
- Mjere za osiguranje pasivne sigurnosti općenito su prilagođene vozilima s dva traga i mogu predstavljati opasnost za vozila s jednim tragom
- Motocikli imaju veći omjer kW/kg od vozila s dva traga.

3.1. Sigurnost motociklista na svjetskoj i europskoj razini

Broj smrtnih slučajeva u prometnim nesrećama prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji (WHO) iznosi oko 1,35 milijuna godišnje. Ova brojka ukazuje na ozbiljan utjecaj prometnih nesreća na ljudski život širom svijeta. Prema dobi stradalih, prometne nesreće su osmi uzrok smrti za sve dobne skupine. Međutim, za dobne skupine od 5-29 godina, prometne nesreće su vodeći uzrok smrti. Što se tiče vrste sudionika u prometnim nesrećama, WHO navodi da pješaci, biciklisti i motociklisti čine više od polovice svih smrtnih slučajeva na cestama [21].

U 2018. godini, 15,5 % svih smrtnih slučajeva na cestama u Europskoj uniji odnosilo se na motocikliste, što je gotovo jedna petina svih smrtnih slučajeva na cestama Europske unije. Iako je broj smrtnih slučajeva motociklista smanjen za 15 % između 2010. i 2018. godine, ukupan broj smrtnih slučajeva na cestama smanjio se još više (21 %). Kao rezultat toga, relativni udio smrtnih slučajeva motociklista u ukupnom broju smrtnih slučajeva na cestama je povećan s 14,3 % u 2010. na 15,5 % u 2018. godini (Grafikon 1). Općenito, stope smrtnosti i postotci (u odnosu na ukupan broj smrtnih slučajeva) motociklista veći su na jugu EU, čemu pridonosi popularnost ovog načina prijevoza u tim zemljama. Prema podacima, Grčka i Portugal imaju najviše stope smrtnosti motociklista. Više od 9 od 10 smrtnih slučajeva među vozačima motocikala su muškarci (u usporedbi sa 76 % za sve smrtne slučajeve na cestama). Kod vozača motocikala, najveći broj smrtno stradalih osoba je dvadesetih godina. Mali dio smrtnih slučajeva su suputnici na motociklima, čak 93 % svih smrtnih slučajeva su motociklisti sami na motociklu. U čak 36 % prometnih nesreća sa smrtno stradalim motociklistima riječ je o nesreći u kojoj sudjelovalo samo jedno vozilo i bez pješaka. Iz vremenske perspektive, veliki

broj prometnih nesreća dogodio se tijekom dana vikendom, a manji broj ujutro tijekom radnog tjedna. Za motocikliste je izražena sezonska varijacija, što dokazuje veći broj prometnih nesreća sa smrtno stradalim motociklistima tijekom proljetnih i ljetnih mjeseci. Na ruralnim cestama u 2018. godini dogodilo se ukupno 57 %, dok se na urbanim cestama dogodilo 36 % prometnih nesreća sa smrtno stradalim motociklistima [22].



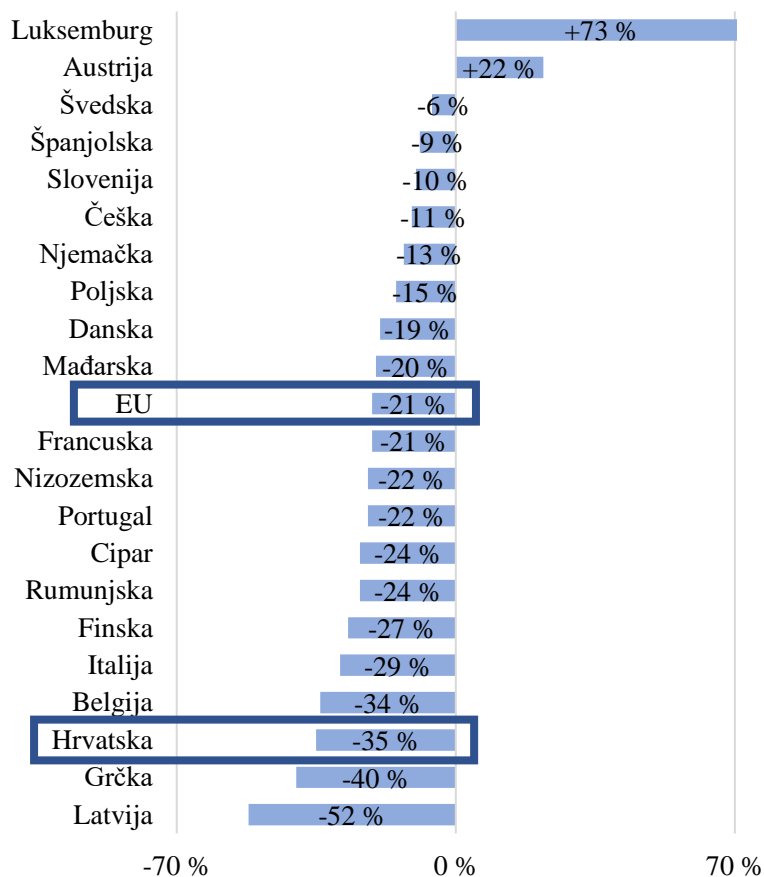
Grafikon 1. Godišnji broj poginuli motociklista i njihov udio u ukupnoj broju poginulih na području Europske unije u periodu 2010.-2018. godine

Izvor: [22]

3.2. Sigurnost motociklista u Republici Hrvatskoj

Kao što je već navedeno, motociklisti se uz pješake i bicikliste ubrajaju u ranjivu skupinu sudionika u prometu. Budući da su motociklisti nezaštićeni, manje stabilni i izloženi brojnim vanjskim utjecajima, posljedice prometnih nesreća u kojima su uključeni često su ozbiljne i mogu ugroziti život.

U Republici Hrvatskoj, za razdoblje od 2016. do 2018. godine, zabilježeno je smanjenje broja prometnih nesreća s motociklistima za 35 % u odnosu na razdoblje od 2009. do 2011. godine. Ovaj pokazatelj od 35 % predstavlja pozitivan pomak u sigurnosti motociklista u usporedbi s europskim prosjekom od 21 % za isto razdoblje (Grafikon 2) [22].

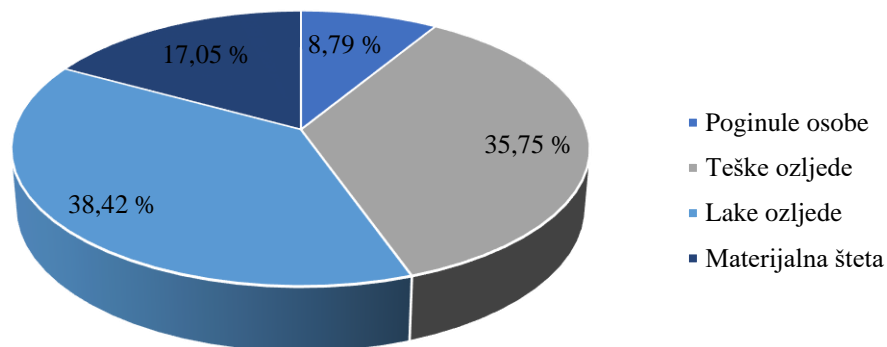


Grafikon 2. Usporedni prikaz pada/rasta prometnih nesreća s motociklistima u državama EU u razdoblju od 2016. do 2018. godine u odnosu na razdoblje od 2009. do 2011. godine

Izvor: [22]

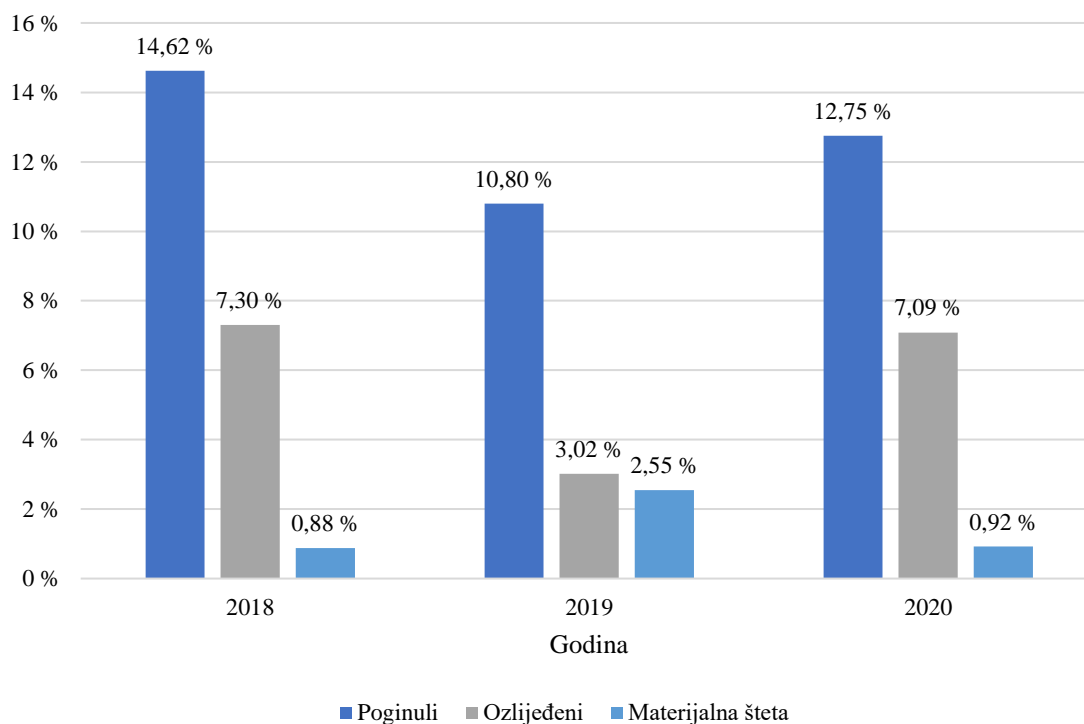
U 2018. i 2019. godini, prosječan godišnji dnevni promet (PGDP) motocikala iznosio je 70 vozila, dok je 2020. godine taj broj pao na 60 vozila. Kako se tijekom ljetnih mjeseci bilježi veći promet vozila zbog turističke sezone, prosječan godišnji ljetni promet motocikala na državnim cestama iznosio je 132 vozila u 2018. godini, 140 vozila u 2019. godini i 132 vozila u 2020. godini.

Prema dostupnim podacima o prometnim nesrećama iz Ministarstva unutarnjih poslova Republike Hrvatske, na državnim cestama, u trogodišnjem razdoblju od 2018. do 2020. godine je zabilježeno oko 9 % prometnih nesreća koje su uključivale vozače motocikala. Posljedice tih prometnih nesreća obično su ozbiljnije u usporedbi s nesrećama u kojima sudjeluju ostala motorna vozila, zbog veće izloženosti motociklista te drugih karakteristika tih vozila koje ih čine ranjivima. Analizirani podaci potvrđuju da je u prometnim nesrećama s motociklistima oko 9 % osoba smrtno stradalo, oko 36 % je pretrpjelo teške ozljede, više od 38 % je imalo lake ozljede, dok je materijalna šteta zabilježena u više od 17 % nesreća (Grafikon 3).



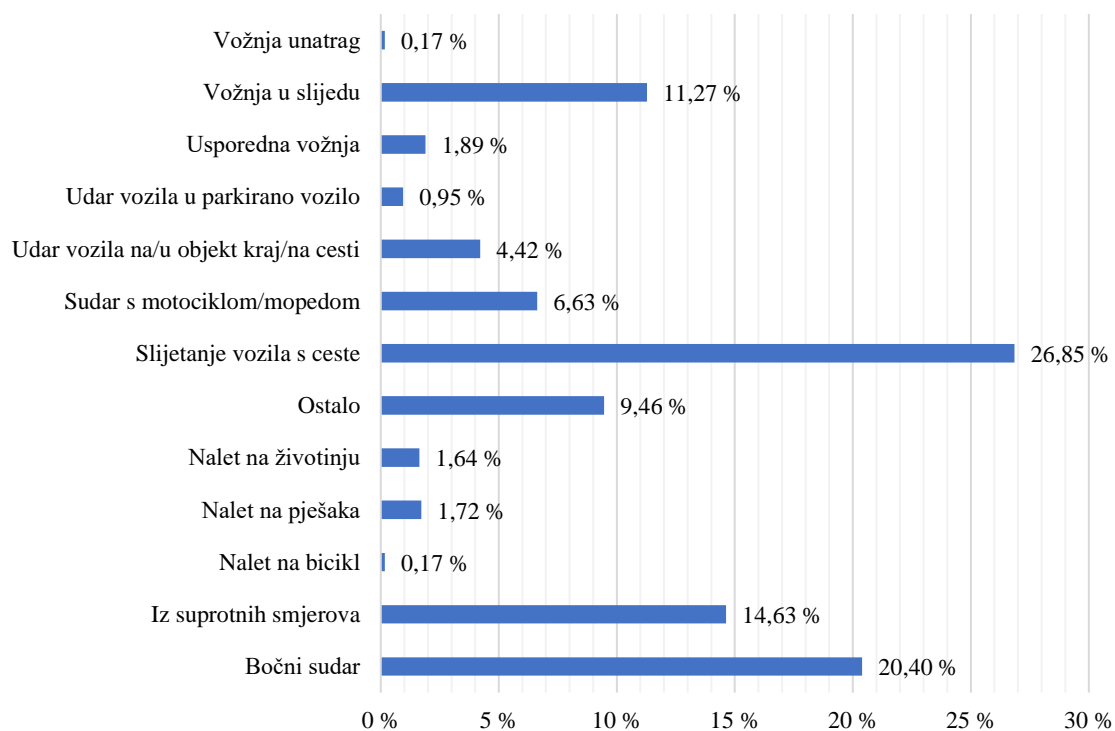
Grafikon 3. Postotni udio prometnih nesreća prema posljedicama u kojima su sudjelovali motociklisti na državnim cestama u periodu od 2018. do 2020. godine

Kada se usporede podaci o posljedicama prometnih nesreća u promatranom razdoblju, u kojima je sudjelovao najmanje jedan motocikl, s ukupnim brojem prometnih nesreća neovisno o vrsti prijevoznog sredstva, zabilježeno je prosječno 12,72 % prometnih nesreća s poginulim osobama i 5,80 % nesreća s ozlijeđenim osobama. Grafikon 4 prikazuje postotni udio broja prometnih nesreća s motociklistima u ukupnom broju prometnih nesreća za svaku godinu prema posljedicama.



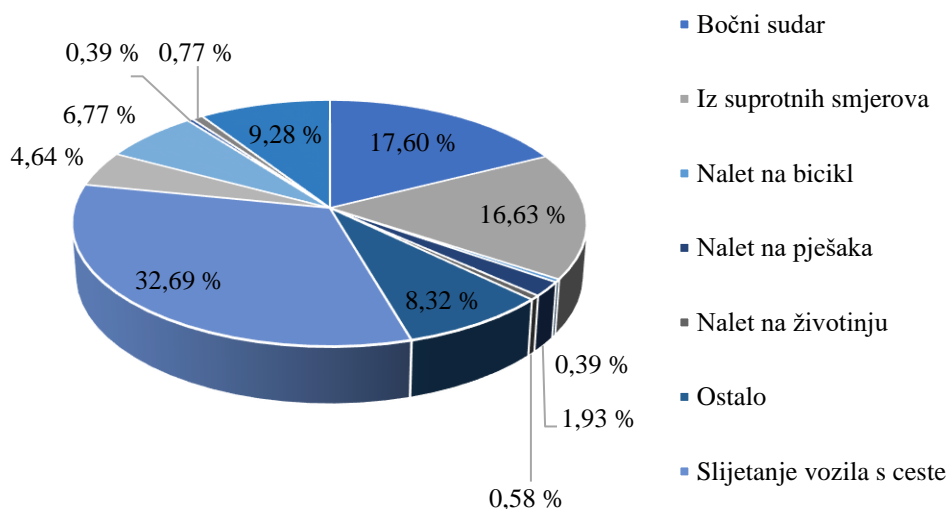
Grafikon 4. Postotni udio prometnih nesreća s motociklistima koje su nastale u periodu od 2018. do 2020. godine u ukupnom broju prometnih nesreća prema posljedicama

Prometne nesreće u kojima sudjeluju motociklisti imaju karakteristike koje se razlikuju od prometnih nesreća u kojima sudjeluju ostala motorna vozila. Ove nesreće su uvelike posljedica specifičnosti vožnje motocikla što je opisano ranije u Poglavlju 2. Uključuje situacije poput prometnih nesreća koje su rezultat oduzimanja prednosti, gubitka kontrole u zavoju, pretjecanja i zaobilaženja. Analizirajući podatke o prometnim nesrećama u Republici Hrvatskoj, primjećuje se da su slijetanje vozila s ceste (26,9 %) i bočni sudar (20,4 %) najčešći tipovi nesreća u kojima sudjeluju motociklisti, dok najmanje prometnih nesreća nastaje zbog vožnje unatrag (0,2 %). Grafikon 5 prikazuje detaljniju postotnu raspodjelu prometnih nesreća o obzirom na vrste prometnih nesreća



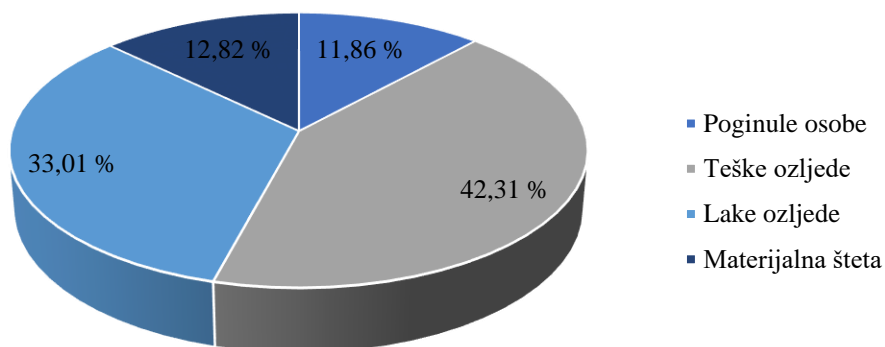
Grafikon 5. Postotna raspodjela prometnih nesreća u kojima su sudjelovali motociklisti u razdoblju od 2018. do 2020. godine s obzirom na vrste prometnih nesreća

Kada se uzmu u obzir samo prometne nesreće iz promatranog razdoblja koje su za posljedicu imale poginule ili teško ozlijeđene motocikliste, dodatni podaci ukazuju na to da je najčešći uzrok takvih nesreća slijetanje vozila s ceste, činilo 32,69 % svih prometnih nesreća (Grafikon 6).



Grafikon 6. Postotni udio prometnih nesreća s teško ozlijeđenim i poginulim osobama prema vrsti prometnih nesreća

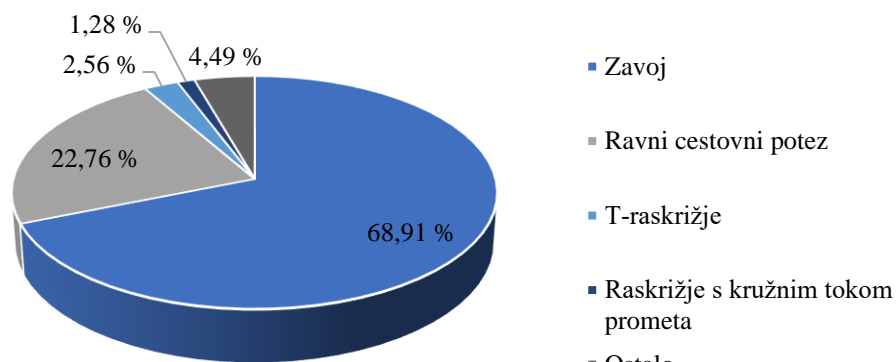
Promatranjem posljedica koje su uzrokovane slijetanjem vozila s ceste na državnim cestama tijekom promatranog razdoblja dobiju se podaci da je 75,32 % prometnih nesreća za posljedicu imalo ozljede, od toga 42,31 teške ozljede, dok je u gotovo 12 % prometnih nesreća najmanje jedna osoba smrtno stradala (Grafikon 7).



Grafikon 7. Postotni udio posljedica prometnih nesreća nastalih zbog slijetanja vozila s ceste na državnim cestama u razdoblju od 2018. do 2020. godine

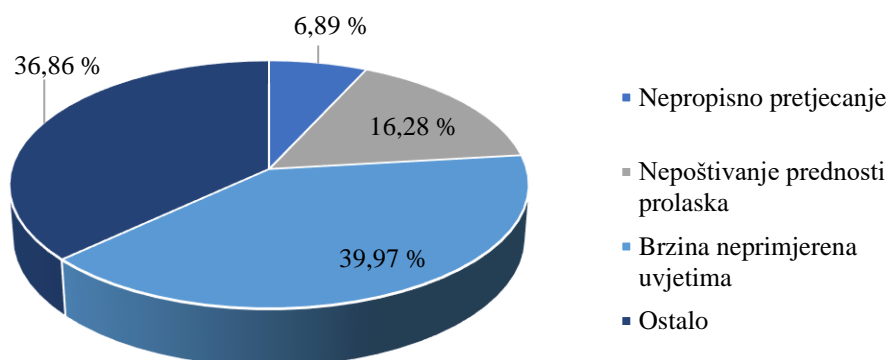
Kako se posebno analizira slijetanje vozila s ceste kao najčešća vrsta prometnih nesreća s motociklistima, može se primijetiti da se gotovo 70 % takvih nesreća događa u zavojima. Uspoređujući te podatke s okolnostima koje dovode do prometnih nesreća, dolazi se do zaključka da oko 88 % prometnih nesreća koje uključuju slijetanje vozila u zavojima nastaje zbog nepropisne brzine prilagođene uvjetima na cesti. Postotni udio prometnih nesreća

slijetanja vozila s ceste prema karakteristikama ceste na lokacijama na kojima su se iste dogodile prikazan je Grafikon 8.



Grafikon 8. Postotni udio karakteristika ceste na lokacijama na kojima su se dogodile prometne nesreće u kojima je došlo do izlijetanja motociklista u razdoblju od 2018. do 2020. godine

Detaljnijom analizom sudjelovanja motociklista u prometnim nesrećama, može se zaključiti da najviše nesreća, gotovo 40 %, nastaje zbog nepropisne brzine koja nije prilagođena uvjetima na cesti. Drugi najčešći uzrok prometnih nesreća je nepoštivanje prednosti prolaska, s udjelom od oko 16 % (Grafikon 9).



Grafikon 9. Postotni udio prometnih nesreća s motociklistima prema uzroku prometnih nesreća na državnim cestama u periodu od 2018. do 2020. godine

Uzroci i ozbiljnost posljedica prometnih nesreća u kojima sudjeluju motociklisti uvelike ovise o karakteristikama cesta na mjestima na kojima se takve nesreće događaju. Na

raskrižjima su uobičajene prometne nesreće koje se događaju zbog nepoštivanja prednosti prolaska. Motociklisti često pokušavaju proći između drugih motornih vozila na raskrižjima, što rezultira oduzimanjem prednosti, a vozači drugih vozila često ne primjećuju motocikliste na vrijeme, što može dovesti do sudara. Pružanje ceste u dugim ravnim pravcima potiče vozale svih motornih vozila pa tako i vozače motocikala, na razvijanje većih, često uvjetima neprilagođenih brzinama, što može dovesti do gubitka kontrole nad vozilom i na kraju do prometnih nesreća. Prema podacima Ministarstva unutarnjih poslova, više od 21 % prometnih nesreća uzrokovanih neprikladnom brzinom događa se na ravnim cestovnim pravcima. Osim ravnih dijelova ceste, zavoji su također rizični dijelovi cestovne mreže, posebice za motocikliste zbog specifičnosti upravljanja tim vozilima. Prometne nesreće u zavojima najčešće se događaju zbog brzine koja nije primjerena uvjetima na cesti, što je potvrđeno podatkom da je brzina bila uzrok oko 71 % prometnih nesreća u zavojima u kojima su sudjelovali motociklisti u razdoblju od 2018. do 2020. godine.

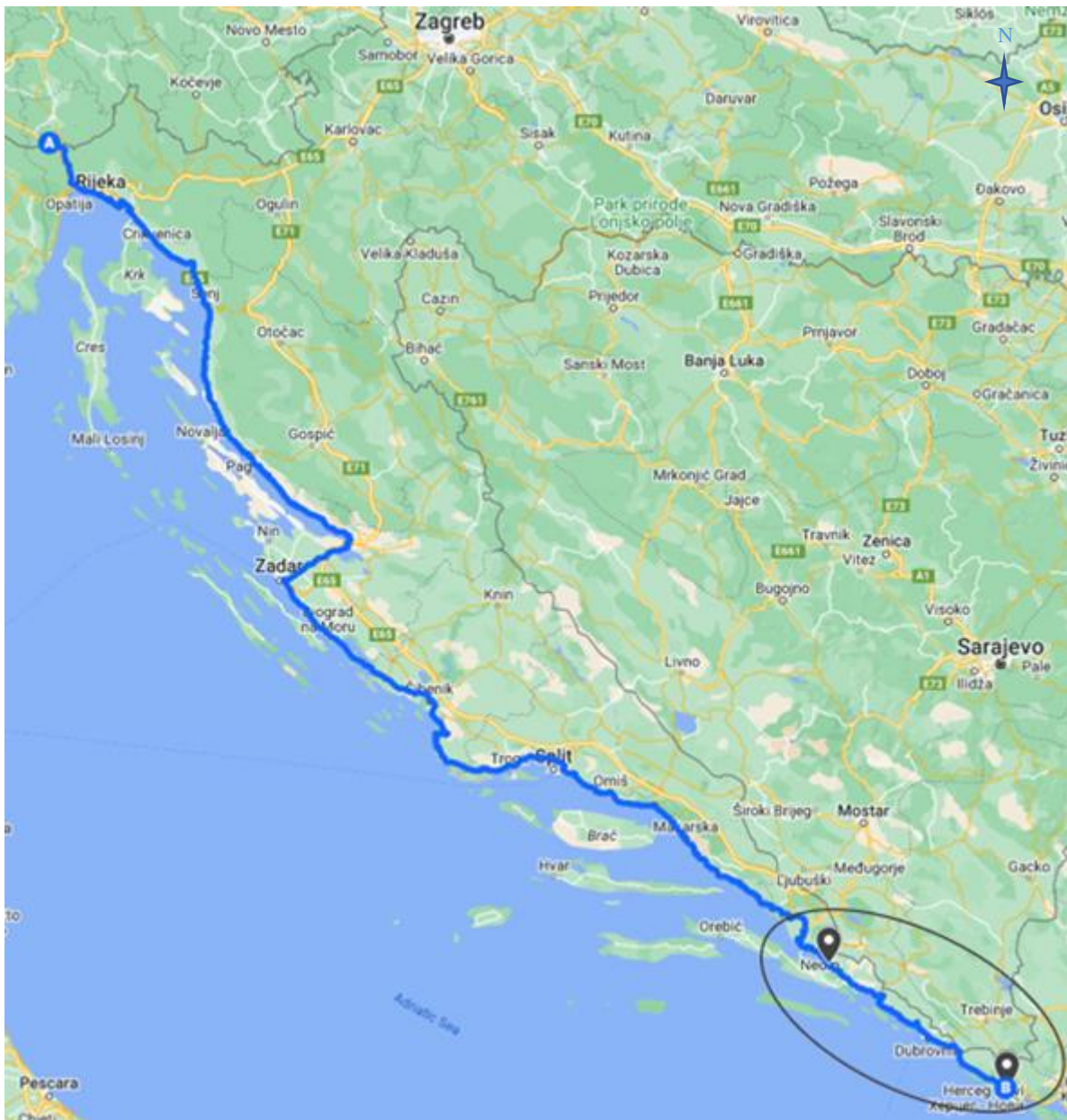
4. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA SIGURNOSTI MOTOCIKLISTA I PROMETNO-TEHNIČKIH OBILJEŽJA NA DC8, DIONICA G.P. ZATON DOLI – G.P. KARASOVIĆI

Državna cesta DC8 jedna je od najznačajnijih državnih cesta u Republici Hrvatskoj koja se ističe po funkcionalnom povezivanju, dužini i prometnoj opterećenosti, a poznata je i kao Jadranska magistrala. Ova cesta, prema Odluci [23], ukupne je duljine 643,72 km i predstavlja ključnu poveznicu između sjevernog (granični prijelaz Pasjak sa Slovenijom) i južnog Jadrana (granični prijelaz Karasovići s Crnom Gorom). Duž svoje rute, cesta prolazi kroz brojne veće gradove i manja turistička mjesta uz obalu. Jedan od važnih aspekta koji zahtijevaju posebnu pažnju je visok broj motociklista koji koriste ovu cestu, što rezultira povećanim brojem prometnih nesreća s navedenom skupinom, posebice u ljetnim mjesecima.

Područje obuhvata za povećanje sigurnosti primjenom prometne signalizacije i opreme obuhvaća područje državne ceste DC8 u Dubrovačko-neretvanskoj županiji (Slika 10). Točnije, dio obuhvaćen radom uključuje dionicu državne ceste DC8 od graničnog prijelaza Zaton Doli do graničnog prijelaza Karasovići. Ukupna duljina državne ceste obuhvaćena ovim radom iznosi 84,379 km, a točnije dionice i lokacije na cesti koje će se analizirati su prikazane tablično (Tablica 1).

Tablica 1. Područje obuhvata državne ceste DC8 u Dubrovačko-neretvanskoj županiji

R. br.	Oznaka državne ceste	Početna stacionaža		Završna stacionaža		Ukupna duljina (km)
		dionica	km oznaka	dionica	km oznaka	
1	DC8	25	0+000	25	10+800	10,800
2	DC8	26	0+000	26	14+022	14,022
3	DC8	27	0+000	27	30+155	30,155
4	DC8	28	0+000	28	6+560	6,560
5	DC8	29	8+665	29	27+804	19,140
6	DC8	30	0+000	30	3+702	3,702
UKUPNO:						84,379



Slika 10. Prikaz cijele državne ceste DC8 s naznačenim područjem obuhvata

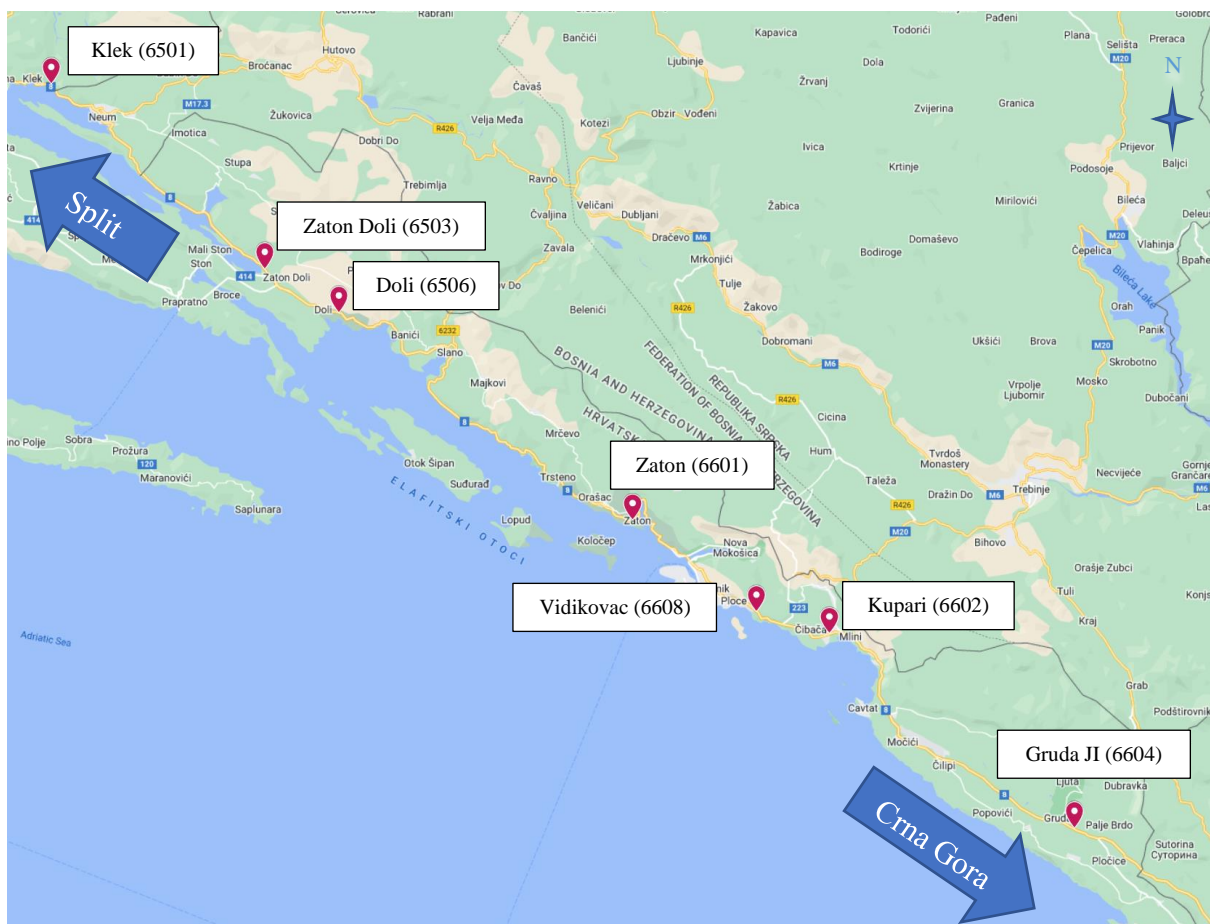
Prikazana zona obuhvata državne ceste DC8 prostorno i geografski se nalazi na krajnjem jugu RH. Veći dio te zone pruža se uz obalu mora, prolazeći kroz razna turistička mjesta kao što su Slano, Trsteno, Orašac, Zaton, Zvekovica i grad Dubrovnik. Uz državnu cestu nalazi se Zračna luka Dubrovnik koja predstavlja značajno čvorište prometa, osobito tijekom turističke sezone, što utječe na odvijanje prometa na državnoj cesti.

S obzirom na geografski položaj, cesta je prostorno ograničena i veće promjene na njenom položaju ili rekonstrukcije nisu lako izvedive zbog terena na kojem se nalazi (litice uz more, stijene, usjeci, zasjeci i sl.). Na nekim dijelovima, širina kolnika ceste iznosi samo šest do sedam metara, što uz zavoje malih polumjera (manji od 60 metara) i uzdužne nagibe veće od 6 %, stvara izazovne situacije za vozače motocikala. Turistička odredišta i plaže koje su smještene neposredno uz cestu privlače velik broj turista i vozača. Budući da nedostaje dovoljan broj parkirališnih mjesta i pješačkih staza/nogostupa, vozači često ostavljaju svoja

vozila djelomično na kolniku državne ceste, što rezultira pješačkim i biciklističkim kretanjem duž iste. Ovo predstavlja značajnu opasnost za vozače motocikla čije su navike vožnje takve da u određenim situacijama u zavojima dijelom motocikla prelaze na suprotnu stranu kolnika ili prolaze neposredno uz rub ceste. Dodatni rizik predstavljaju mnoge sporedne ulice s priključcima koji su često u samim zavojima. S obzirom na sredozemnu klimu sa suhim i vrućim ljetima te malom količinom padalina samo tijekom jeseni, vožnja motociklima na predmetnoj dijelu ceste je moguća tijekom većeg dijela godine, stoga je od izuzetne važnosti uspostaviti sigurne uvjete za vožnju vozačima motocikala.

4.1. Analiza prometnog opterećenja

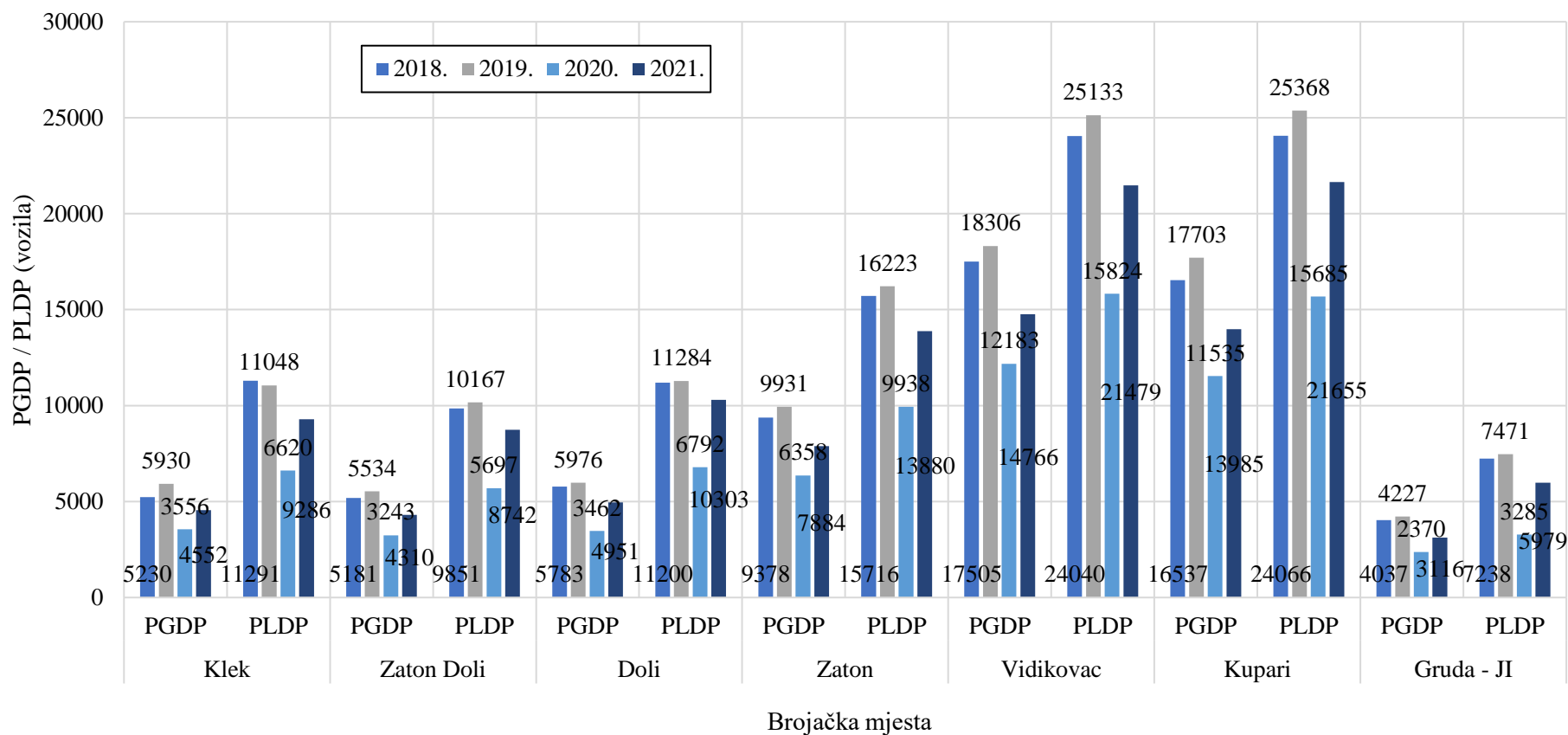
Na području koje je obuhvaćeno ovim radom, postavljeni su brojači prometa na ukupno sedam brojačkih mjesta (Klek, Zaton Doli, Doli, Zaton, Vidikovac, Kupari i Gruda JI) na kojima su prikupljeni podaci o prosječnom godišnjem dnevnom (PGDP) i ljetnom prometu vozila (PLDP) (Slika 11).



Slika 11. Analizirana brojačka mjesta na državnoj cesti DC8

S obzirom na to da je prosječni godišnji dnevni promet (PGDP) vozila mjerilo prometnog opterećenja, a budući da područje obuhvata ovog diplomskog rada privlači veći broj vozila tijekom ljetnih mjeseci, u nastavku su prikazani i podaci o prosječnom ljetnom dnevnom (PLDP) prometu vozila u razdoblju od 2018. do 2021. godine na državnoj cesti DC8 u području obuhvata. Do 2020. godine, prometno opterećenje je neprekidno raslo na cestama diljem

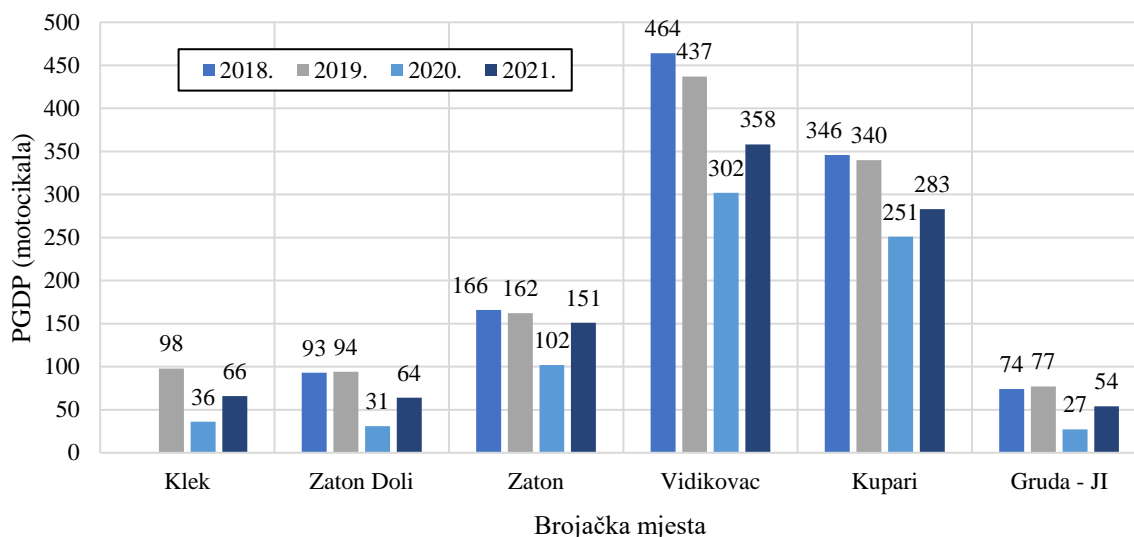
Republike Hrvatske, uključujući i odabrane dionice koje analiziramo u ovom radu. Međutim taj trend je zaustavljen zbog utjecaja COVID krize. No, 2021. godine primjećujemo značajan porast broja vozila, što ukazuje na kontinuirani oporavak, te se očekuje nastavak rasta i u narednim godinama. S obzirom na karakteristike i obilježja te sezonski karakter područja, prosječni ljetni promet vozila u promatranom razdoblju je bio značajno veći od godišnjeg dnevnog prometa vozila.



Grafikon 10. Prometno opterećenje u razdoblju od 2018. do 2021. godine

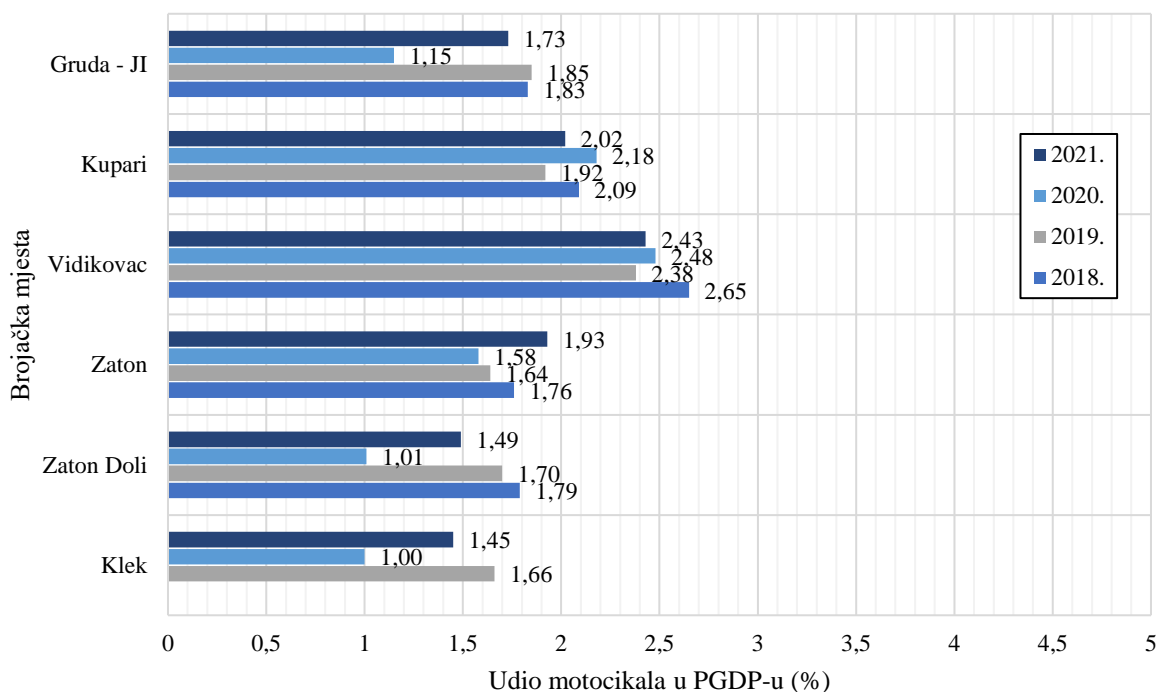
Izvor: [24]

Uzimajući u obzir promet motocikala, izdvojen je prosječni godišnji dnevni promet motocikala na promatranim dionicama državne ceste DC8 u razdoblju od 2018. do 2021. godine (Grafikon 11), kao i postotni udio motocikala u PGDP-u (Grafikon 12). Također, prikazan je i prosječan ljetni dnevni promet motocikala (Grafikon 13), kao i postotni udjeli motocikala u PLDP-u na promatranim brojačkim mjestima (Grafikon 14).



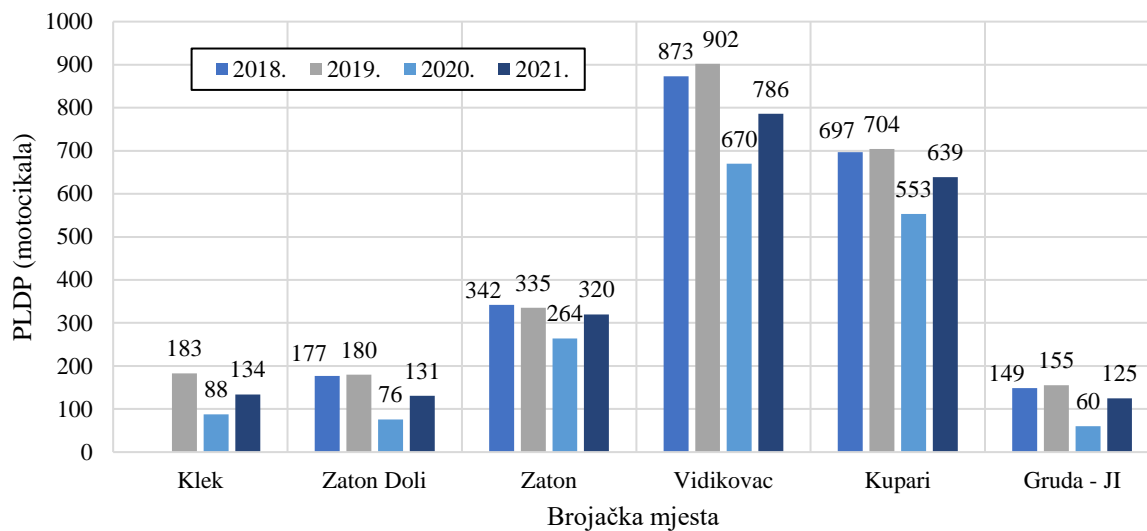
Grafikon 11. PGDP motocikala na predmetnoj dionici u razdoblju od 2018. do 2021. godine

Izvor: [24]



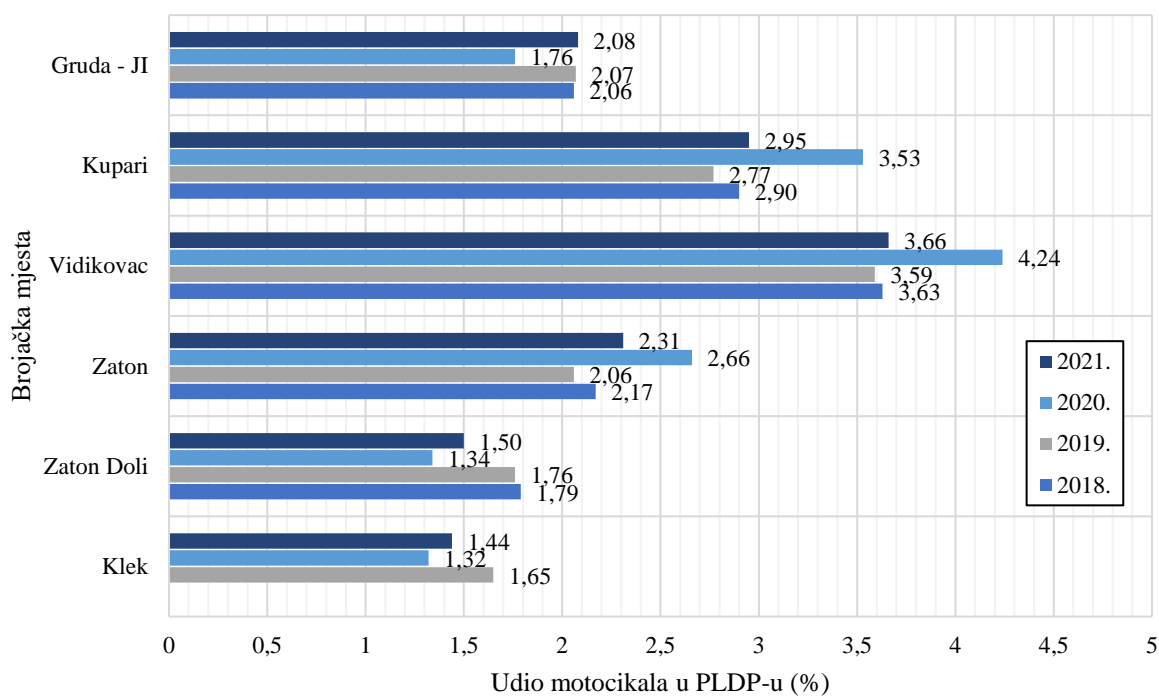
Grafikon 12. Postotni udio motocikala u PGDP-u na predmetnoj dionici u razdoblju od 2018. do 2021. godine

Izvor: [24]



Grafikon 13. Prosječni godišnji ljetni promet motocikala na predmetnoj dionici u razdoblju od 2018. do 2021. godine

Izvor: [24]



Grafikon 14. Udio motocikala u PLDP-u na predmetnoj dionici u razdoblju od 2018. do 2021. godine

Izvor: [24]

4.2. Analiza brzina kretanja motocikala

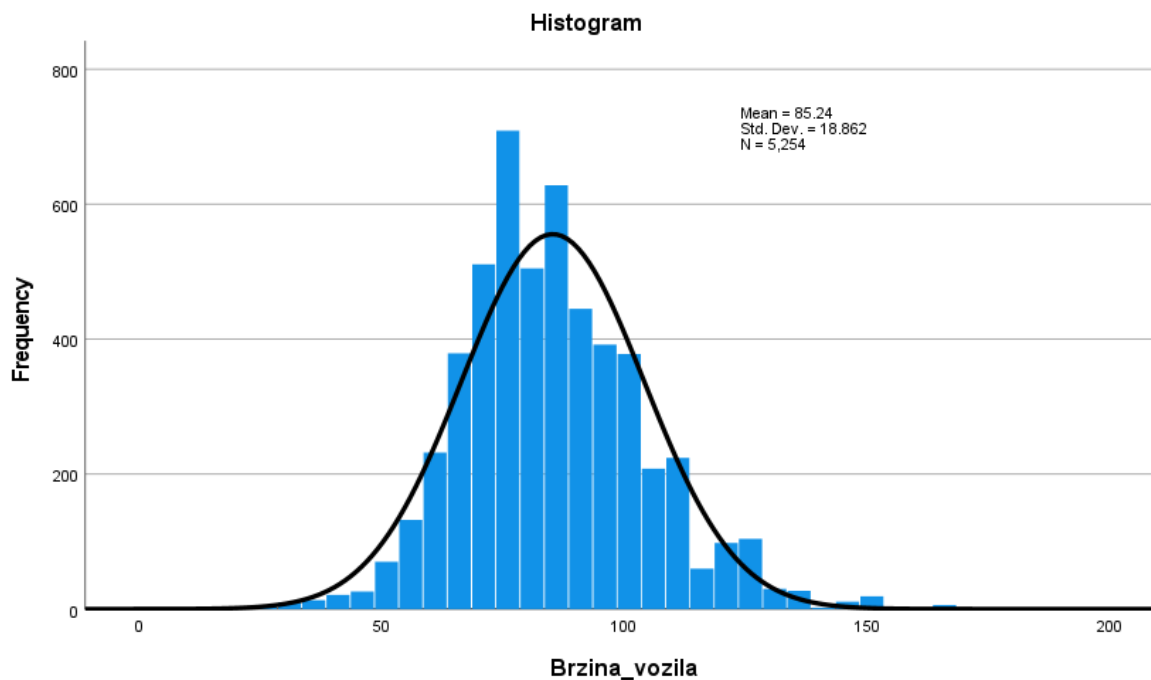
Brzina kretanja je jedna od veličina koja može opisati karakteristike prometnog toka. U nastavku su prikazani podaci s pojedinog brojačkog mjesta. Podaci su prikupljeni 2017. i 2018. godine kroz srpanj i kolovoz. Prikazani pokazatelji su prosječni za vozila iz oba smjera, a s obzirom na veličinu uzorka, reprezentativni su za uvid u stanje prometnog toka.

4.2.1. Brojačko mjesto Zaton Doli (6503)

Na uzorku od 5254 motocikala, izračunata je aritmetička sredina brzina kretanja motocikala (85,24 km/h), koja je vrlo blizu medijanu, odnosno središnjoj vrijednosti distribucije (84,00 km/h). Maksimalna izmjerena brzina iznosi 172 km/h, a 25 % najbržih motocikala kretalo se brzinom većom od 95 km/h (Tablica 2). Čak 86 zabilježenih brzina bilo je iznad 133 km/h, što je preko 40 km/h iznad ograničenja brzine koja na tom dijelu ceste iznosi 90 km/h. Grafikon 15 prikazuje histogram s frekvencijama brzina kretanja motocikala na analiziranom uzorku.

Tablica 2. Statistički pokazatelji s brojačkog mjesta Zaton Doli (6503)

Brzina vozila (km/h)		
Broj motocikala/uzorak (N)	Valjan	5254
	Nevažeći	0
Prosjek		85,24
Medijan		84,00
Standardna devijacija		18,862
Maksimum		172
Percentili	25	73,00
	50	84,00
	75	96,00



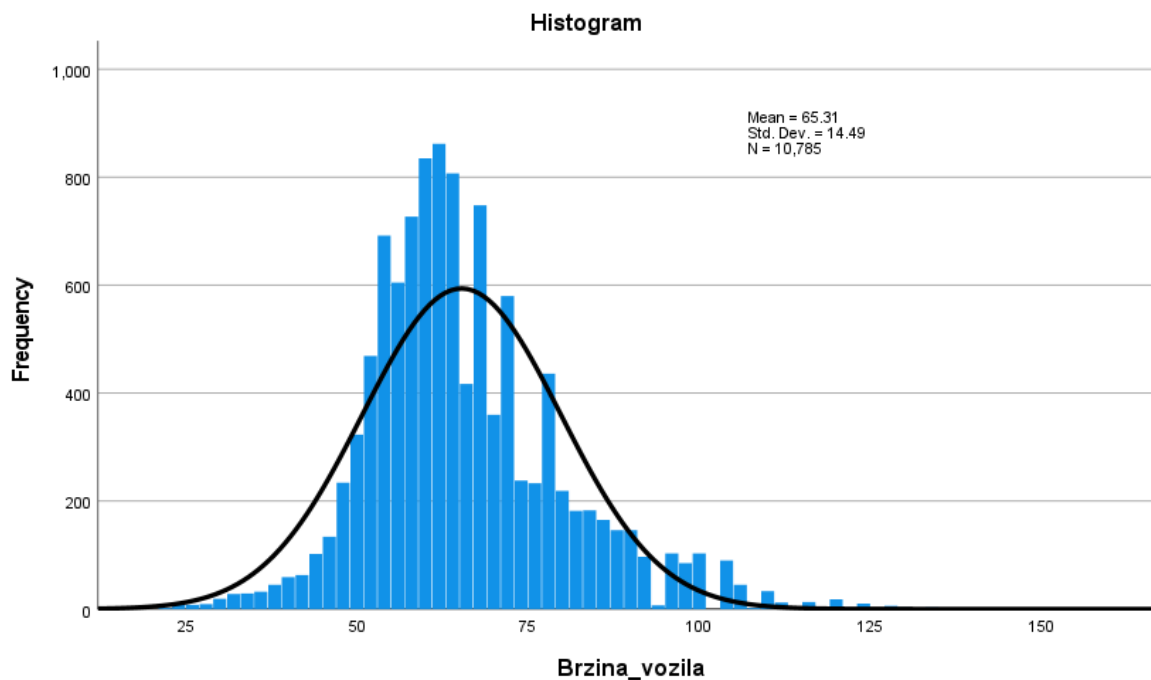
Grafikon 15. Frekvencija brzina motocikala na brojačkom mjestu Zaton Doli (6503)

4.2.2. Brojačko mjesto Zaton (6501)

Ograničenje brzine na brojačkom mjestu Zaton iznosi 60 km/h, a promatran je uzorak od 10.785 motocikala (Tablica 3). Aritmetička sredina izmjerenih brzina je 65,31 km/h, dok je središnja medijalna 63,00 km/h, što znači da se više od pola promatranog uzorka kretalo brzinom većom od dopuštene. Gornji kvartil iznosi 72,00 km/h, odnosno 25 % promatranih motocikala je bilo brže od tog iznosa, a izmjereni maksimum je 151 km/h. Grafikon 16 prikazuje histogram s frekvencijama brzina kretanja motocikala na analiziranom uzorku.

Tablica 3. Statistički pokazatelji s brojačkog mjesta Zaton (6501)

Brzina vozila (km/h)		
Broj motocikala/uzorak (N)	Valjan	10.785
	Nevažeći	0
Prosjek		65,31
Medijan		63,00
Standardna devijacija		14,490
Maksimum		151
Percentili	25	56,00
	50	63,00
	75	72,00



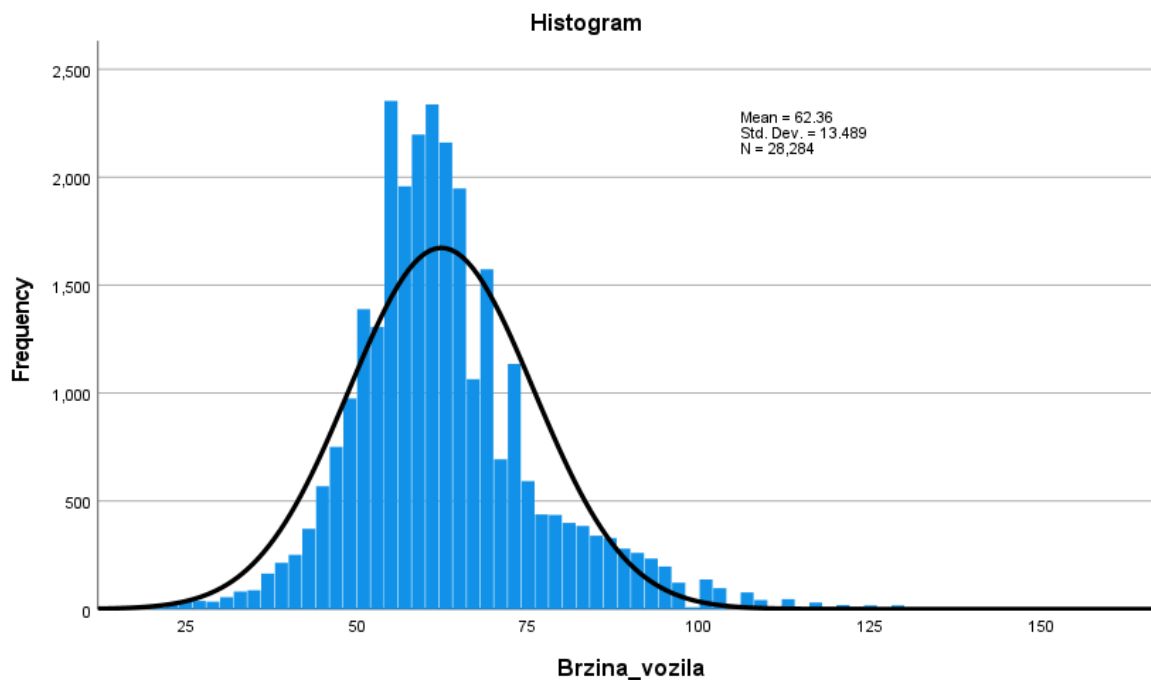
Grafikon 16. Frekvencija brzina motocikala na brojačkom mjestu Zaton (6501)

4.2.3. Brojačko mjesto Vidikovac (6608)

Na brojačkom mjestu Vidikovac zabilježeno je ukupno 28.284 motocikala, a ograničenje na tom dijelu iznosi 90 km/h. Aritmetička sredina iznosi 62,36 km/h, odnosno 61,00 km/h (medijan), a maksimalna zabilježena brzina je iznosila 144 km/h te je prema tome gornji kvartil 68 km/h (Tablica 4). Grafikon 17 prikazuje histogram s frekvencijama brzina kretanja motocikala na analiziranom uzorku.

Tablica 4. Statistički pokazatelji brojačkog mjesta Vidikovac (6608)

Brzina vozila (km/h)		
Broj motocikala/uzorak (N)	Valjan	28.284
	Nevažeći	0
Prosjek		62,36
Medijan		61,00
Standardna devijacija		13,489
Maksimum		144
Percentili	25	54,00
	50	61,00
	75	68,00



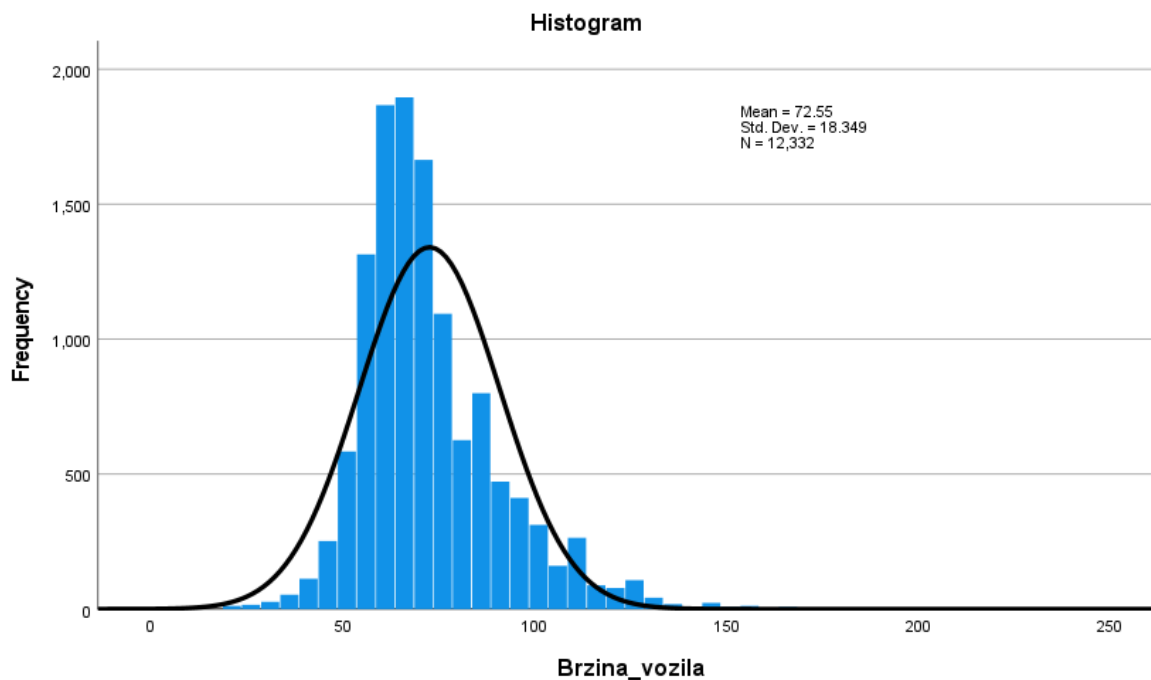
Grafikon 17. Frekvencija brzina motocikala na brojačkom mjestu Vidikovac (6608)

4.2.4. Brojačko mjesto Kupari (6602)

Na brojačkom mjestu Kupari uzorak sačinjava 12.322 motocikla, a ograničenje brzine na toj dionici je 60 km/h (Tablica 5). Središnje vrijednosti zabilježenih brzina kreću se oko 70 km/h, dok maksimalna zabilježena brzina iznosi čak 212 km/h. Najbržih 25 % kretalo se brže od 82 km/h, tj. preko 20 km/h brže od dozvoljenog, a više od pola uzorka bilo je brže od 69 km/h. Grafikon 18 prikazuje histogram s frekvencijama brzina kretanja motocikala na analiziranom uzorku.

Tablica 5. Statistički pokazatelji brojačkog mjesta Kupari (6602)

Brzina vozila (km/h)		
Broj motocikala/uzorak (N)	Valjan	12.332
	Nevažeći	0
Prosjek		72,55
Medijan		69,00
Standardna devijacija		18,349
Maksimum		212
Percentili	25	61,00
	50	69,00
	75	82,00



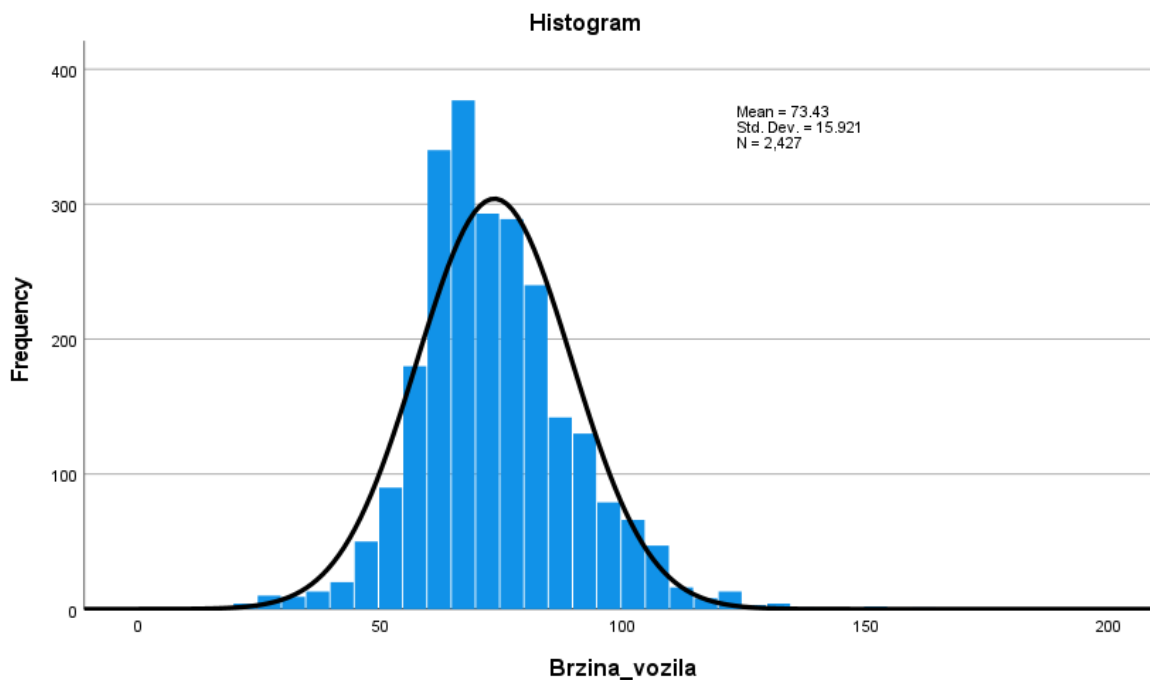
Grafikon 18. Frekvencija brzina motocikala na brojačkom mjestu Kupari (6602)

4.2.5. Brojačko mjesto Gruda (6604)

Ograničenje brzine na dionici brojačkog mjesta Gruda iznosi 70 km/h i zabilježeno je ukupno 2427 motocikala. Srednja vrijednost brzina iznosi 73,43 km/h, odnosno medijan je 72,00 km/h, dok je gornji kvartil 82,00 km/h (Tablica 6). Maksimalna zabilježena brzina je 164 km/h. Grafikon 19 prikazuje histogram s frekvencijama brzina kretanja motocikala na analiziranom uzorku.

Tablica 6. Statistički pokazatelji brojačkog mjesta Gruda (6602)

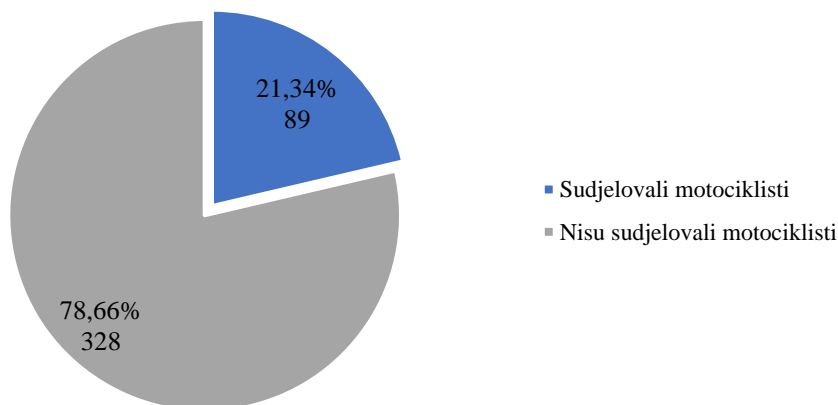
Brzina vozila (km/h)		
Broj motocikala/uzorak (N)	Valjan	2.427
	Nevažeći	0
Prosjek		73,43
Medijan		72,00
Standardna devijacija		15,921
Maksimum		164
Percentili	25	63,00
	50	72,00
	75	82,00



Grafikon 19. Frekvencija brzina motocikala na brojačkom mjestu Gruda (6602)

4.3. Analiza sigurnosti prometa s naglaskom na sigurnost motociklista

Prometne nesreće jedan su od glavnih pokazatelja stanja sigurnosti na prometnicama. U sklopu analize stanja sigurnosti u zoni obuhvata na državnoj cesti DC8 (G.P. Zaton Doli – G.P. Karasovići) promatrane su prometne nesreće koje su se dogodile u razdoblju od 2018. do 2021. godine. Na analiziranoj dionici zabilježeno je ukupno od 417 prometnih nesreća, dok je u više od 21 % sudjelovao barem jedan motociklist (Grafikon 20).



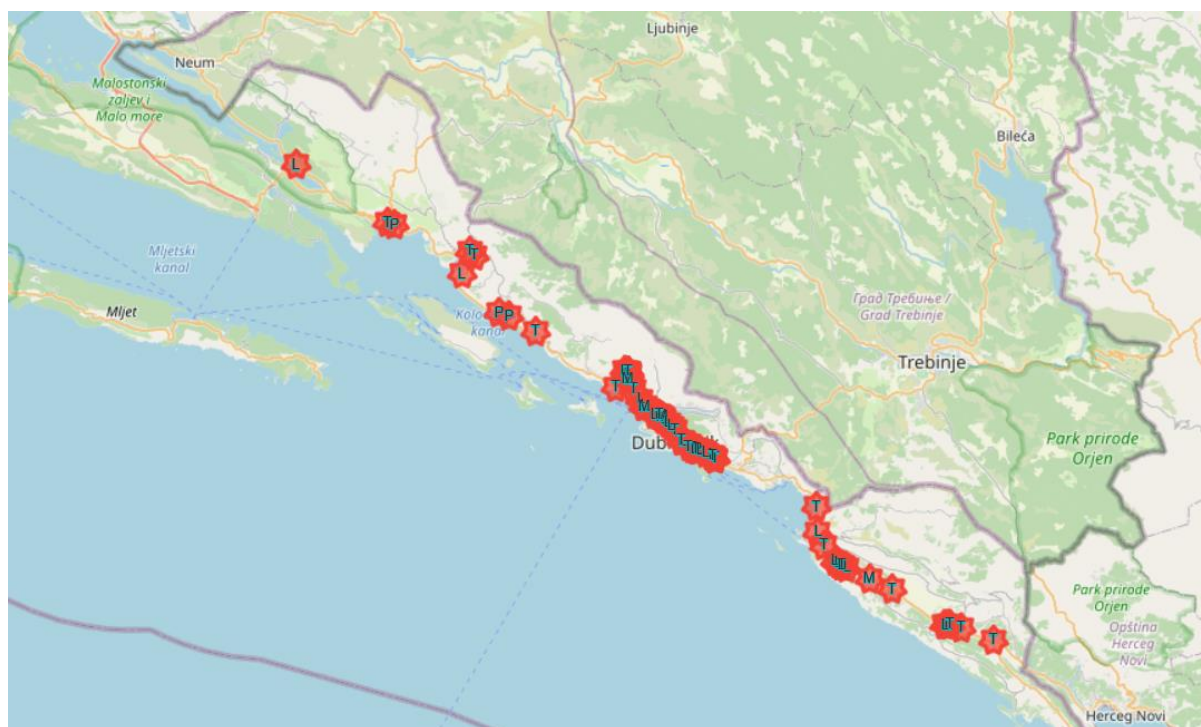
Grafikon 20. Sudionici u prometnim nesrećama na analiziranom području u razdoblju od 2018. do 2021. godine

U nastavku su analizirane prometne nesreće koje su se dogodile u zoni obuhvata u razdoblju od 2018. do 2021. godine kako bi se dobio uvid u stanje sigurnosti te glavna obilježja prometnih nesreća koje su se dogodile, a u kojima su sudjelovali motociklisti. U promatranom razdoblju

takvih prometnih nesreća u zoni obuhvata je bilo ukupno 59 (Tablica 7). Slika 12 prikazuje lokacije tih prometnih nesreća.

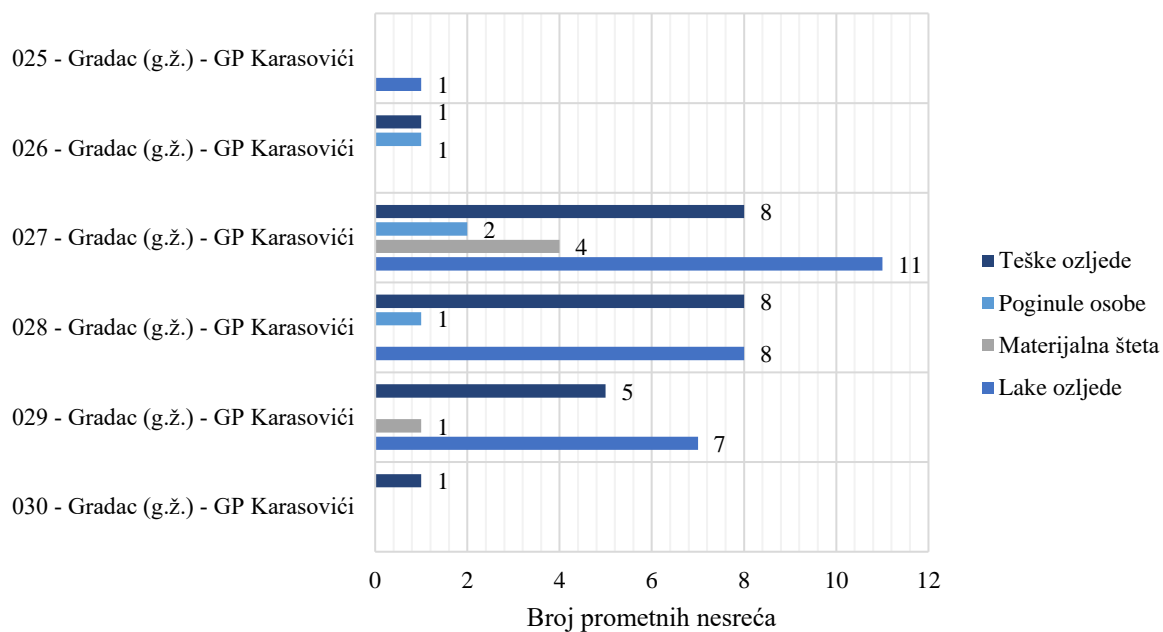
Tablica 7. Prometne nesreće u zoni obuhvata

R. br.	Oznaka ceste	Početna stacionaža		Završna stacionaža		Ukupna duljina (km)	Broj PN koje uključuju motocikle	Broj PN koje uključuju motocikle / km dionice
		dionica	km oznaka	dionica	km oznaka			
1	DC8	25	0+000	25	10+800	10,800	1	0,09
2	DC8	26	0+000	26	14+022	14,022	2	0,14
3	DC8	27	0+000	27	30+155	30,155	25	0,83
4	DC8	28	0+000	28	6+560	6,560	17	2,59
5	DC8	29	8+665	29	27+804	19,140	13	0,68
6	DC8	30	0+000	30	3+702	3,702	1	0,27
UKUPNO:						84,379	59	0,70

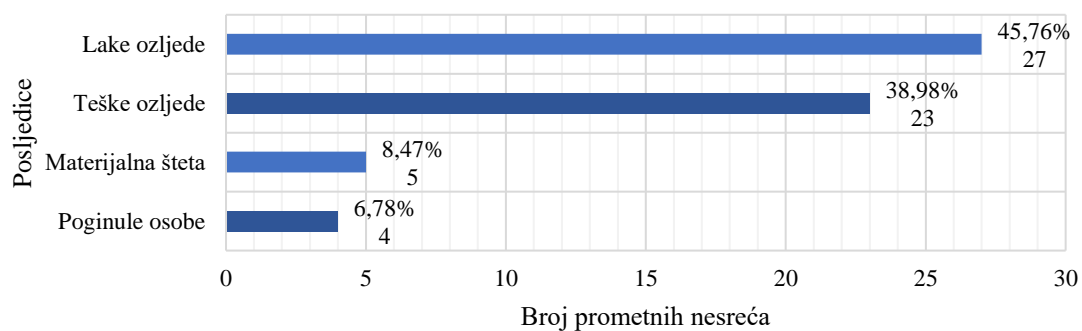


Slika 12. Lokacije prometnih nesreća u kojima su sudjelovali motociklisti u razdoblju od 2018. do 2021. godine

Grafikon 21 prikazuje raspodjele prometnih nesreća po posljedicama u analiziranim dionicama. Od ukupno 59 prometnih nesreća, 32 prometne nesreće su s lakšim ozljedama i materijalnom štetom, dok je onih s teškim ozljedama i smrtnim posljedicama bilo ukupno 27. Međutim, bilo je samo pet prometnih nesreća koje za posljedicu imale materijalnu štetu što potvrđuje ranije navedeno kako su prometne nesreće u kojima sudjeluju motociklisti u većini slučajeva s ozlijeđenim osobama ili smrtnim posljedicama (Grafikon 22).

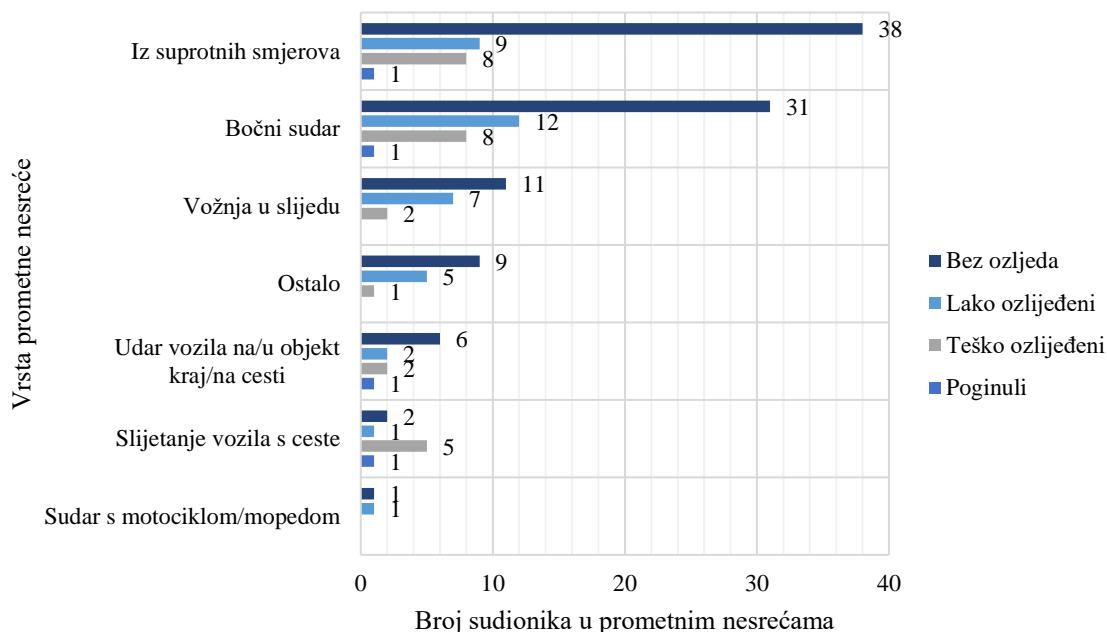


Grafikon 21. Prometne nesreće u zoni obuhvata po dionicama s obzirom na posljedice



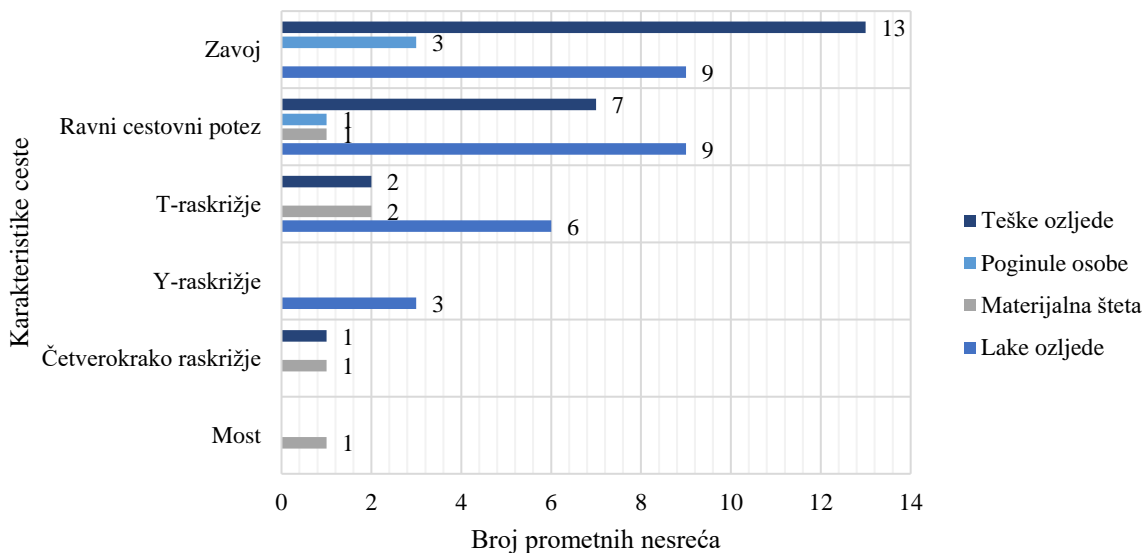
Grafikon 22. Prometne nesreće u zoni obuhvata s obzirom na posljedice

Ukupno je u svim analiziranim prometnim nesrećama sudjelovalo 165 sudionika, od čega je 30 teško ozlijeđeno ili smrtno stradalo, dok su najbrojnije prometne nesreće iz suprotnih smjerova (Grafikon 23).



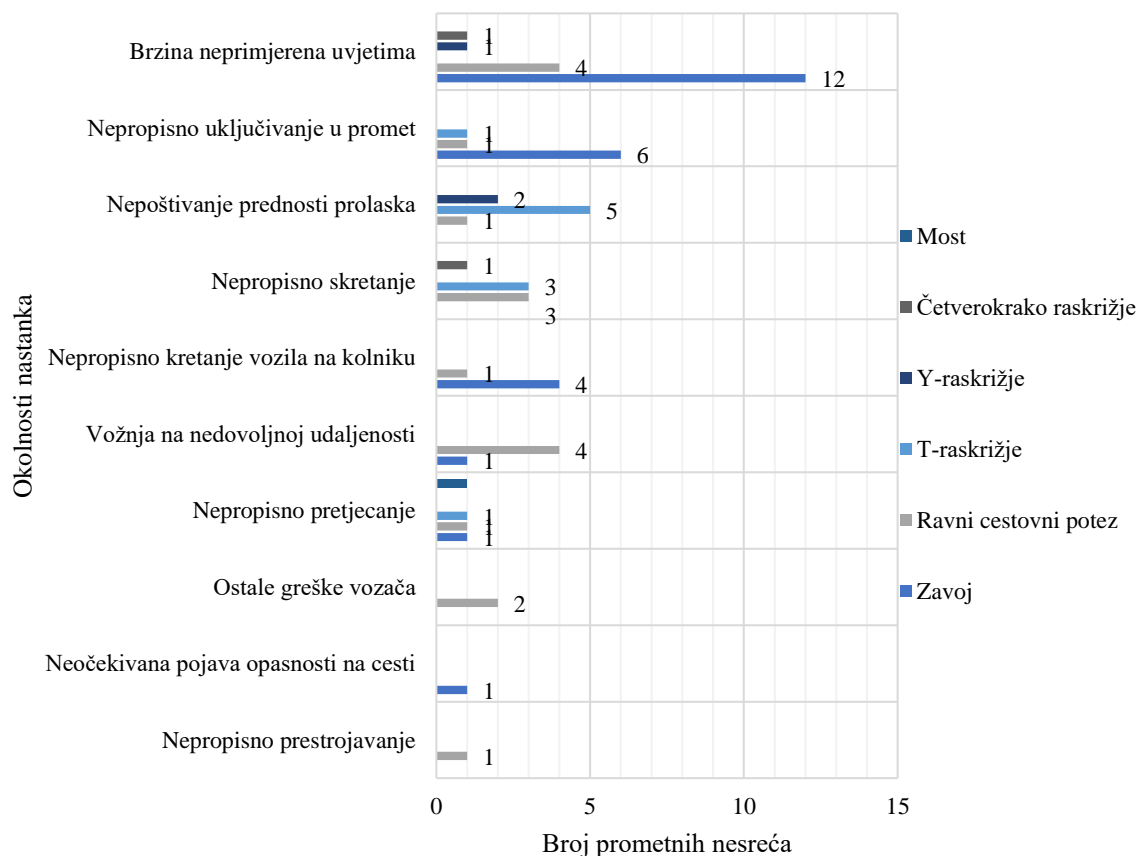
Grafikon 23. Broj sudionika u prometnim nesrećama prema vrsti nesreće

Prema dostupnim podacima je utvrđeno da se najviše prometnih nesreća dogodilo u zavojima, njih 25, dok se na ravnom cestovnom potezu dogodilo ukupno 18 prometnih nesreća. Nadalje, u zavojima je također bilo najviše prometnih nesreća s poginulim i teško ozlijeđenim osobama, ukupno 16 nesreća (Grafikon 24).



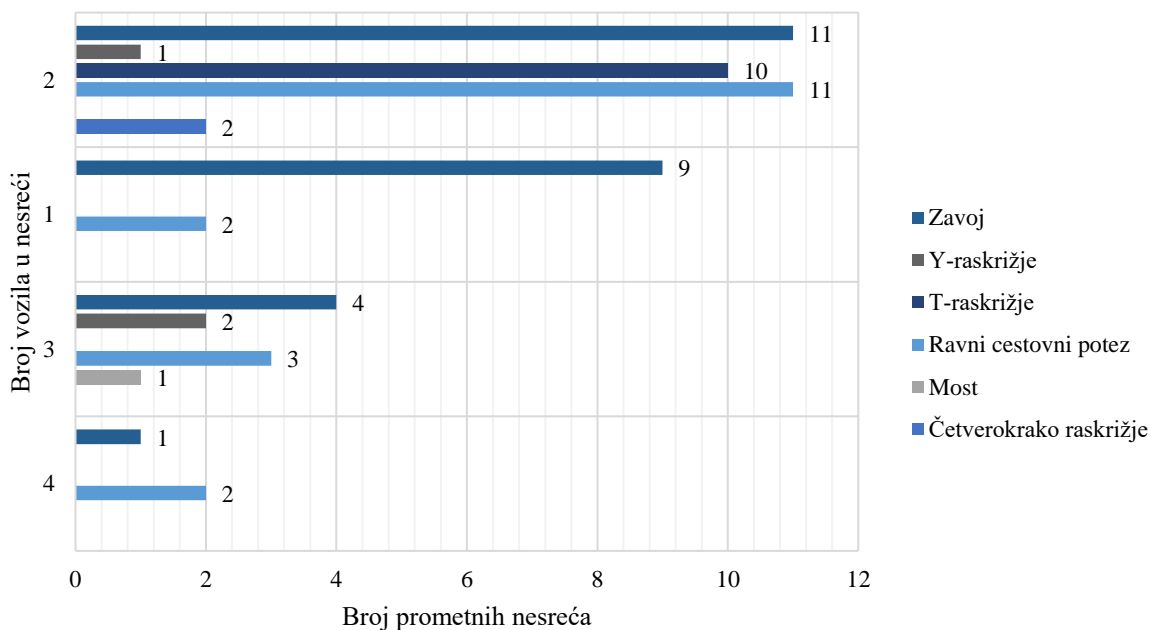
Grafikon 24. Broj prometnih nesreća po posljedicama s obzirom na karakteristike ceste

Kad okolnosti koje su dovele do analiziranih prometnih nesreća, najviše se prometnih nesreća dogodilo zbog brzine koja nije bila primjerena uvjetima na cesti (Grafikon 25). Najčešće je ta okolnost nastanka prometne nesreće detektirana u zavojima, gdje su bile i najteže posljedice u promatranim prometnim nesrećama.



Grafikon 25. Broj prometnih nesreća s obzirom na okolnosti i mjesto nastanka

Ukupno je u analiziranim prometnim nesrećama sudjelovalo 123 vozila. Najčešće u prometnoj nesreći sudjeluju po dva vozila, a jedno vozilo (odnosno samo motocikl) bilo je sudionik u 11 zabilježenih nesreća i to najčešće u zavoju (Grafikon 26).



Grafikon 26. Broj prometnih nesreća s obzirom na broj vozila u nesreći i mjesto nastanka

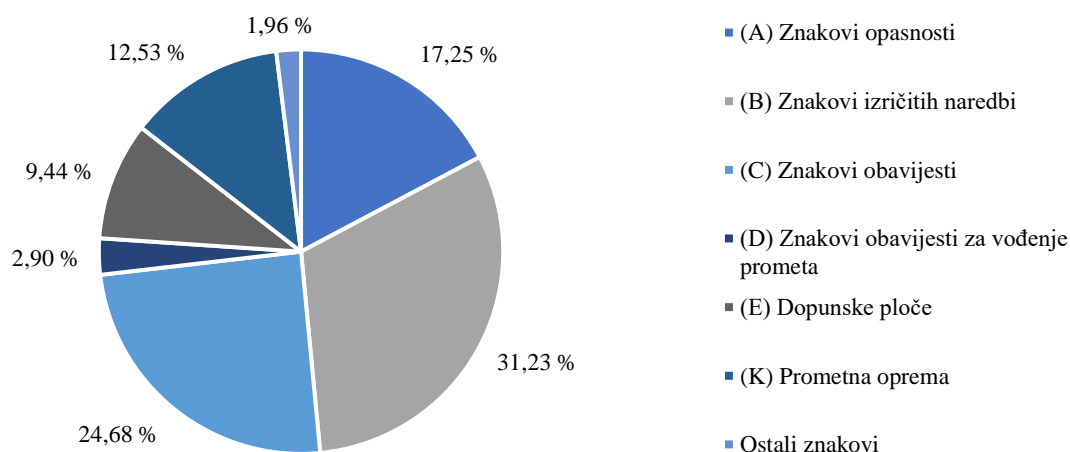
4.4. Analiza prometne signalizacije i opreme

Ispravna i kvalitetna prometna signalizacija i oprema ključna je za održavanje sigurnosti na cestama, odnosno za smanjenje broja prometnih nesreća. Njena svrha je osigurati jasne i razumljive informacije vozačima kako bi se omogućilo neometano odvijanje prometa, a posredno i smanjio rizik od nesreća. U nastavku je analizirano postojeće stanje prometne signalizacije na državnoj cesti DC8 na području Dubrovačko-neretvanske županije od G.P. Zaton Doli do G.P. Karasovići, odnosno u predmetnoj zoni obuhvata.

Analiza prometne signalizacije izrađena je sukladno bazi podataka o prometnim znakovima i oznakama na kolniku Zavoda za prometnu signalizaciju Fakulteta prometnih znanosti, koji su ažurirani 2022. godine.

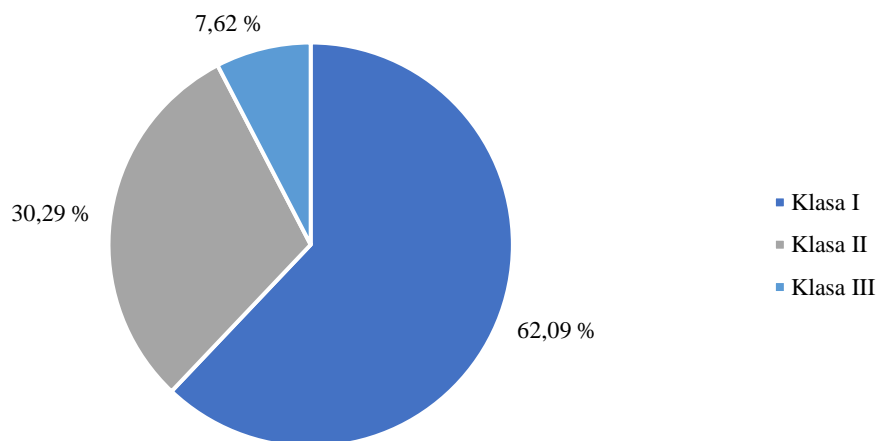
4.4.1. Vertikalna prometna signalizacija

Na promatranim dionicama državne ceste DC8, zabilježeno i analizirano je ukupno 2139 prometnih znakova. Najveći udio znakova odnosi se na znakove izričitih naredbi 661 (31,23 %), zatim slijede znakovi obavijesti 528 (24,68 %), znakovi opasnosti 369 (17,25 %), prometna oprema 268 (12,53 %), dopunske ploče 202 (9,44 %), znakovi obavijesti za vođenje prometa 62 (2,90 %) te ostali znakovi 42 (1,96 %). Grafikon 27 prikazuje udjele pojedinih vrsta prometnih znakova.



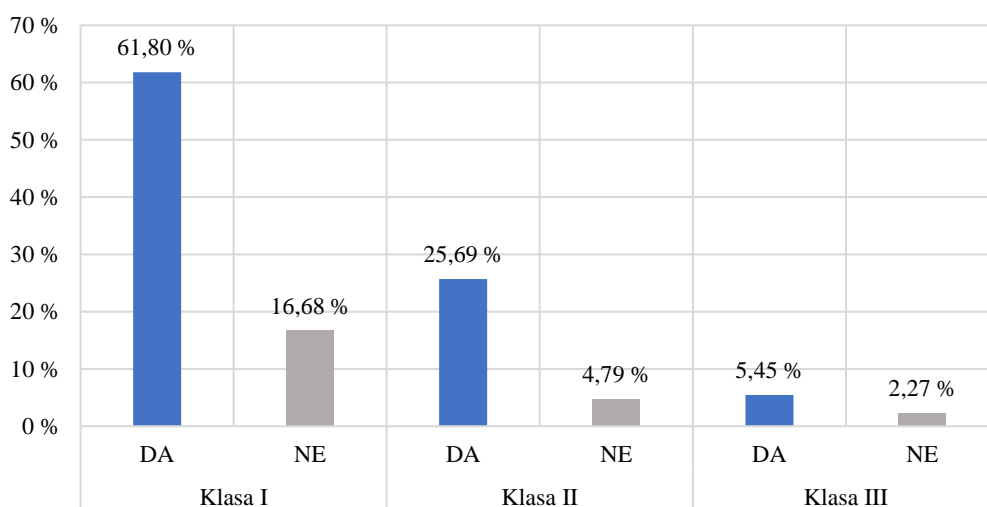
Grafikon 27. Udio pojedinih skupina prometnih znakova na promatranim dionicama državne ceste DC8

Analizom vrste klasa retroreflektirajućeg materijala na svakom pojedinom prometnom znaku dobiveni su podaci kako se najveći udio odnosi na klasu I (62,09 %), zatim klasu II (30,29 %) te je najmanje znakova klase III (7,62 %) (Grafikon 28).



Grafikon 28. Udio prometnih znakova po klasama retroreflektirajućeg materijala u zoni obuhvata na državnoj cesti DC8

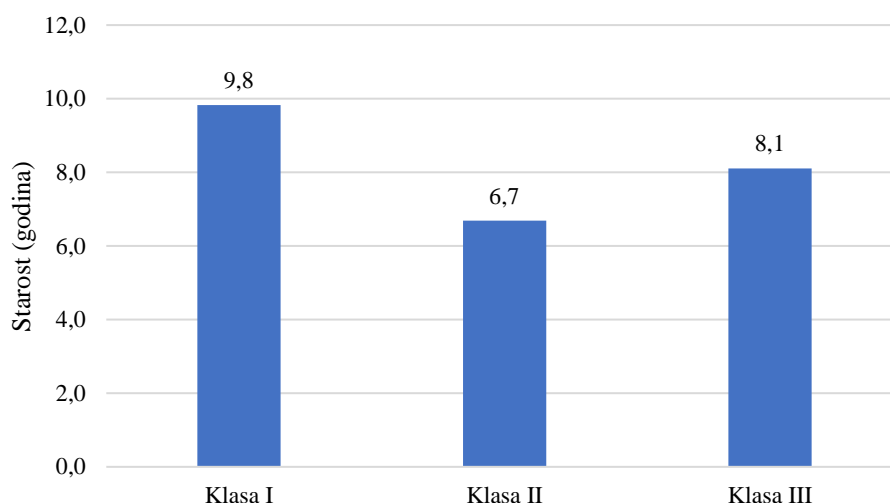
Daljnja analiza prometnih znakova prikazuje udio prometnih znakova koji zadovoljavaju, odnosno ne zadovoljavaju propisanu minimalnu retrorefleksiju za pojedinu klasu retroreflektirajućeg materijala (Grafikon 29). Od ukupnog broja prometnih znakova, 61,80 % znakova klase I zadovoljava uvjete, dok njih 16,68 % ne zadovoljava, 25,69 % znakova klase II zadovoljava uvjete, a 4,79 % ne zadovoljava, dok u 5,45 % znakova klase III zadovoljava, a 2,27 % ne zadovoljava minimalne razine retrorefleksije.



Grafikon 29. Udio prometnih znakova koji zadovoljavaju/ne zadovoljavaju minimalnu propisanu razinu retrorefleksije na promatranim dionicama državne ceste DC8

Nadalje, analizirana je prosječna starost prometnih znakova na promatranim dionicama državne ceste DC8. Prosječna starost prometnih znakova klase I iznosi 9,8 godina, klase II 6,7 godina, a klase III 8,1 godinu (Grafikon 30). Znakovi klase I se uobičajeno izrađuju s jamstvom od sedam godina da će osigurati kvalitetu retrorefleksije, znakovi klase II s jamstvom od 10 godina, dok znakovi klase III jamče kvalitetu 12 godina. Nastavno na prethodnu analizu, podaci pokazuju da prosječna starost znakova koji ne zadovoljavaju minimalne vrijednosti

retrorefleksije iznosi 13,4 godine, što znači da se većina znakova već nalazi izvan jamstvenog perioda.

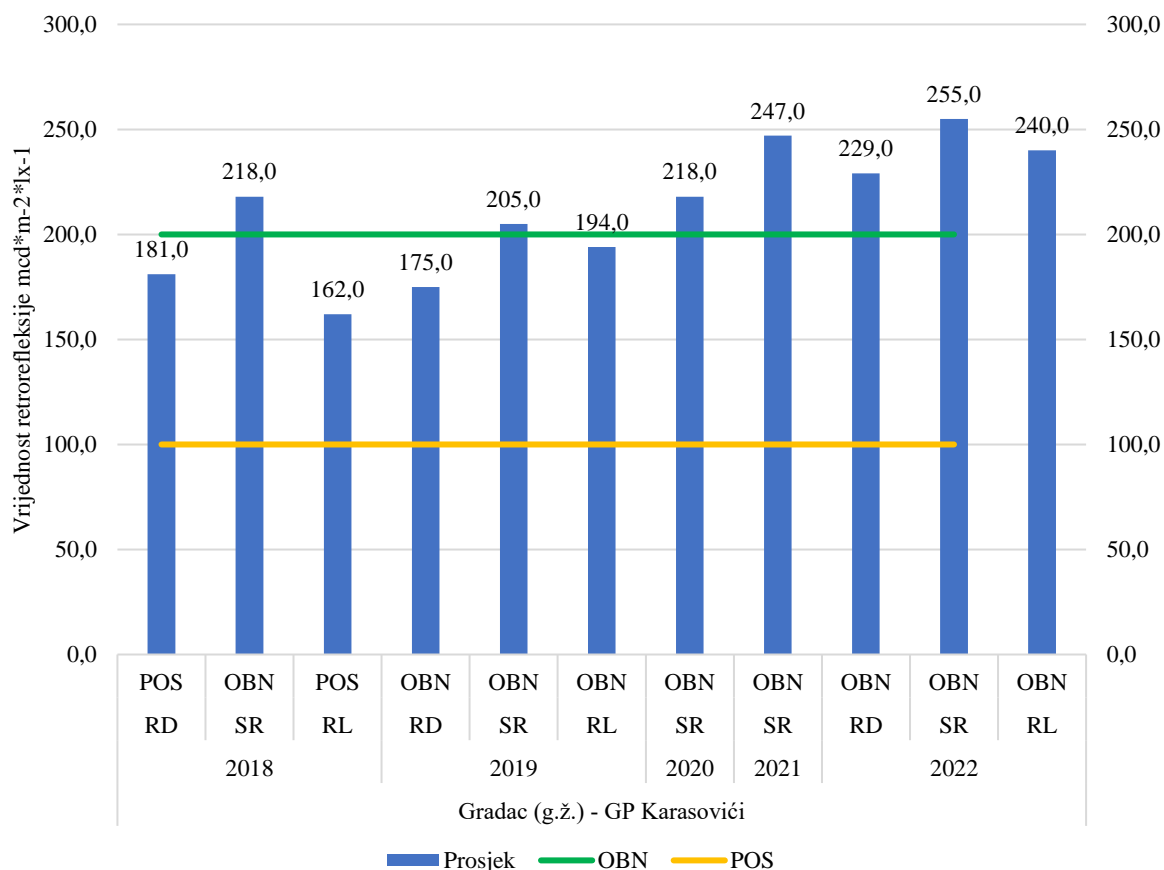


Grafikon 30. Prosječna starost prometnih znakova po klasama retroreflektirajućeg materijala na promatranim dionicama državne ceste DC8

4.4.2. Horizontalna prometna signalizacija

Na temelju prikupljenih podataka o horizontalnoj prometnoj signalizaciji na državnoj cesti DC8 u Dubrovačko-neretvanskoj županiji, analizirana je kvaliteta uzdužnih oznaka na kolniku u razdoblju od 2018. do 2022. godine. Podaci o prosječnim vrijednostima retrorefleksije obnovljenih oznaka na kolniku na državnoj cesti DC8 u navedenom razdoblju dobiveni su dinamičkim ispitivanjima kvalitete oznaka, ispitivanjem noćne vidljivosti (R_L) u uvjetima suhog kolnika. Minimalna vrijednost retrorefleksije obnovljenih oznaka tip I bijele boje na državnim i ostalim cestama propisana je Pravilnikom (NN 92/19) [25] i iznosi $200 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, a oznaka koje se nalaze unutar garancijskog roka $100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$.

Grafikon 31 prikazuje rezultate dinamičkog mjerenja retrorefleksije na DC8 u Dubrovačko-neretvanskoj županiji, te se može uočiti da je prosječna kvaliteta obnovljenih razdjelnih oznaka tijekom godina veća od minimalnih vrijednosti s iznimkom na rubne crte u 2019. godini gdje je vrijednost rubne desne oznake iznosila $175,0 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, a rubne lijeve $194,0 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, što je i dalje bilo unutar granica minimalnih dopuštenih vrijednosti s obzirom na to da je novi standard minimalnih vrijednosti donesen Pravilnikom (NN 92/19) [25] na kraju 2019. godine. Redovna kontrola kvalitete izvođenja oznaka na kolniku rezultira kontinuiranim porastom i zadovoljavajućim vrijednostima koeficijenta retrorefleksije R_L , odnosno zadovoljavajućom noćnom vidljivošću uzdužnih oznaka.



Grafikon 31. Prikaz prosječne vrijednosti retrorefleksije uzdužnih oznaka na kolniku na državnoj cesti DC8 u Dubrovačko-neretvanskoj županiji

4.4.3. Zaštitne odbojne ograde kao dio prometne opreme

Terenskim istraživanjem, na promatranim dionicama državne ceste DC8, uz prometne znakove i oznake na kolniku, analizirane su i zaštitne odbojne ograde koje su vrlo bitan čimbenik u povećanju sigurnosti na cestama. Važno je naglasiti kako zaštitne odbojne ograde da bi osigurale svoju funkcionalnost, moraju biti pravilno projektirane i implementirane.

Terenskim uvidom na državnoj cesti DC8 u Dubrovačko-neretvanskoj županiji uočene su čelične odbojne zaštitne ograde i betonske „New Jersey“ ograde, dok zaštitne ograde s dodatnom zaštitom za motocikliste nisu uočene. Uočeni nedostaci na postojećim zaštitnim sustavima prikazani su slikama u nastavku (Slika 13 – Slika 19).



Slika 13. Nezaštićen prostor između čelične zaštitne ograde i betonske ograde „New Jersey“



Slika 14. Stari stupovi zaštitne ograde



Slika 15. Otkrhnuta betonska podloga (pasica) uz stupove zaštitne ograde



Slika 16. Stupovi zaštitne ograde montirani na postojeće stare stupove



Slika 17. Oštećen plašt čelične zaštitne ograde



Slika 18. Neuklonjeni nezaštićeni stari stupovi zaštitne ograde



Slika 19. Neadekvatna niska betonska zaštitna ograda s nezaštićenim početkom

5. METODOLOGIJA ODREĐIVANJA PRIORITETNIH LOKACIJA ZA UVOĐENJE MJERA ZA POVEĆANJE SIGURNOSTI MOTOCIKLISTA

U svrhu određivanja dionica cesta na kojima se događaju prometne nesreće s motociklistima, napravljena je metodologija za identifikaciju prioriternih lokacija na kojima će se predložiti mjere za povećanje sigurnosti svih sudionika u prometu, a posebice motociklista.

Kod određivanja lokacija koje su procijenjene kao prioritne za povećanje sigurnosti, u obzir su uzeti različiti čimbenici. Fokus je stavljen na broj i ozbiljnost posljedica prometnih nesreća te na prosječni godišnji dnevni promet motocikala. Također su promatrane karakteristike ceste, mikrolokacija, neposredna okolina kao i druge relevantne informacije. Prvi korak u određivanju prioriternih lokacija bio je grupiranje nesreća u kojima su sudjelovali motociklisti u segmente prema gustoći prometnih nesreća te sličnost karakteristika cesta. Na temelju tog pristupa identificirano je ukupno 16 cestovnih dionica, s prosječnom duljinom od 1.434 metra, za koje je utvrđeno da postoji povećani rizik od prometnih nesreća u kojima sudjeluju motociklisti.

Proračun rizičnosti pojedinih lokacija kako bi se moglo pristupiti rangiranju istih izračunat je prema prilagođenoj formuli iz RAP metodologije za određivanje rizika dionica cesta. Radi kontrole vjerodostojnosti, korišten je izračun rizika po prijašnjem putu (1) te po gustoći prometnih nesreća (2) [26].

$$\frac{\text{broj PN s teškim i smrtnim posljedicama}}{(\text{duljina odsječka} * PGDP_{\text{motocikli}} * 365 * \text{period promatranja}) / 10^9} \quad (1)$$

$$\frac{\text{broj PN s teškim i smrtnim posljedicama} / \text{period promatranja}}{\text{duljina odsječka}} \quad (2)$$

Rezultati provedenih proračuna prikazani su tablično u nastavku (Tablica 8 i Tablica 9). Prema oba izračuna, istaknulo se 11 lokacija s povećanim rizikom od nastanka prometnih nesreća za motocikliste.

Tablica 8. Rangiranje prioritetnih lokacija prema (1)

R.br.	Dionica	Početna stacionaža (m)	Završna stacionaža (m)	Duljina odsječka (m)	PGDP motocikli	UDIO u PGDP (%)	PN uk.	POG	TO	LO	MAT	Vrste PN	BV _{mT}	Koef. rizika	Rang prioriteta
2	26	5881	6861	980	71	1,50	2	1	1	0	0	ISS, SVC	0,10159	19,69	1
19	29/30	27667	670	834	58	1,64	1	0	1	0	0	OS	0,07062	14,16	2
3	27	700	1914	1214	100	1,70	2	0	2	0	0	VUS, ISS	0,17724	11,28	3
18	29	23039	25454	2415	62	1,75	4	0	2	2	0	VUS, BS, BS, SVC	0,21861	9,15	4
17	29	17860	19182	1322	62	1,75	1	0	1	0	0	ISS	0,11967	8,36	5
6	27	12130	13015	885	100	1,70	1	0	1	0	0	ISS	0,12921	7,74	6
5	27	8671	10484	1813	100	1,70	2	2	0	0	0	SVC, UD	0,26470	7,56	7
8	27	23550	24911	1361	145	1,73	8	0	2	5	1	BS, ISS, VUS, VUS, OS, OS, ISS, BS	0,28812	6,94	8
9	27	25528	26211	683	145	1,73	1	0	1	0	0	UD	0,14459	6,92	9
7	27	21332	22083	751	145	1,73	1	0	1	0	0	SVC	0,15899	6,29	10
12	28	4829	6403	1574	390	2,27	5	0	4	1	0	BS, SVC, BS, BS, BS	0,89624	4,46	11
13	29	10157	11887	1730	305	2,05	2	0	1	1	0	ISS, BS	0,77037	1,30	12
14	29	11949	14000	2051	305	2,05	3	0	1	2	0	OS, ISS, ISS	0,91331	1,09	13
1	25	4221	5285	1064	71	1,50	0	0	0	0	0	-	0,11029	0,00	14
4	27	3156	4451	1295	100	1,70	1	0	0	1	0	UD	0,18907	0,00	15
10	27	27000	28088	1088	145	1,73	3	0	0	2	1	SVC, BS, BS	0,23033	0,00	16
11	28	2487	4829	2342	390	2,27	0	0	0	0	0	-	1,33353	0,00	17
15	29	14000	15940	1940	305	2,05	2	0	0	2	0	VUS, BS	0,86388	0,00	18
16	29	15940	17860	1920	62	1,75	1	0	0	0	1	UD	0,17380	0,00	19

Tablica 9. Rangiranje prioriteta lokacije prema (2)

R.br.	Dionica	Početa stacionaža (m)	Završna stacionaža (m)	Duljina odsječka (m)	PGDP motocikli	UDIO u PGDP (%)	PN uk.	POG	TO	LO	MA T	Vrste PN	PG+TO/period	Koef. rizika	Rang prioriteta
12	28	4829	6403	1574	390	2,27	5	0	4	1	0	BS, SVC, BS, BS, BS	1,000	0,635	1
2	26	5881	6861	980	71	1,50	2	1	1	0	0	ISS, SVC	0,500	0,510	2
3	27	700	1914	1214	100	1,70	2	0	2	0	0	VUS, ISS	0,500	0,412	3
8	27	23550	24911	1361	145	1,73	8	0	2	5	1	BS, ISS, VUS, VUS, OS, OS, ISS, BS	0,500	0,367	4
9	27	25528	26211	683	145	1,73	1	0	1	0	0	UD	0,250	0,366	5
7	27	21332	22083	751	145	1,73	1	0	1	0	0	SVC	0,250	0,333	6
19	29/30	27667	670	834	58	1,64	1	0	1	0	0	OS	0,250	0,300	7
6	27	12130	13015	885	100	1,70	1	0	1	0	0	ISS	0,250	0,282	8
5	27	8671	10484	1813	100	1,70	2	2	0	0	0	SVC, UD	0,500	0,276	9
18	29	23039	25454	2415	62	1,75	4	0	2	2	0	VUS, BS, BS, SVC	0,500	0,207	10
17	29	17860	19182	1322	62	1,75	1	0	1	0	0	ISS	0,250	0,189	11
13	29	10157	11887	1730	305	2,05	2	0	1	1	0	ISS, BS	0,250	0,145	12
14	29	11949	14000	2051	305	2,05	3	0	1	2	0	OS, ISS, ISS	0,250	0,122	13
1	25	4221	5285	1064	71	1,50	0	0	0	0	0	-	0,000	0,000	14
4	27	3156	4451	1295	100	1,70	1	0	0	1	0	UD	0,000	0,000	15
10	27	27000	28088	1088	145	1,73	3	0	0	2	1	SVC, BS, BS	0,000	0,000	16
11	28	2487	4829	2342	390	2,27	0	0	0	0	0	-	0,000	0,000	17
15	29	14000	15940	1940	305	2,05	2	0	0	2	0	VUS, BS	0,000	0,000	18
16	29	15940	17860	1920	62	1,75	1	0	0	0	1	UD	0,000	0,000	19

Temeljem terenske analize te prema prethodno izrađenoj metodologiji, određeno je 11 ključnih lokacija na području obuhvata (G. P. Zaton Doli – G. P. Karasovići) na koje je potrebno djelovati određenim mjerama kako bi se povećala razina sigurnosti motociklista. U ovom radu je odabrano pet lokacija na kojima će se provesti mjere povećanja sigurnosti za motocikliste u vidu prometne signalizacije i opreme. U nastavku (Tablica 10) je prikazan pregled svake lokacije gdje su predviđene mjere povećanje sigurnosti za motocikliste u okviru ovog diplomskog rada.

Tablica 10. Lokacije na kojima je predviđeno predlaganje rješenja za povećanje sigurnosti motociklista

Lokacija	Mjesto	R.br.	Dionica	Početna stacionaža (m)	Završna stacionaža (m)	Duljina odsječka (m)
1	Pločice	19	29/30	27667	670	834
2	Gruda	18	29	23039	25454	2415
3	Brsečine	6	27	12130	13015	885
4	Veliki Žal	5	27	9000	10200	1200
5	Štikovica	9	27	25528	26604	1076

6. PRIMJENA PROMETNE SIGNALIZACIJE I OPREME ZA POVEĆANJE SIGURNOSTI MOTOCIKLISTA

Unaprjeđenje prometne signalizacije i opreme ceste predstavlja jedan od najbržih, najefikasnijih i financijski najodrživijih načina upravljanja prometnom infrastrukturom. Osim toga, postoje i druga rješenja koja se mogu primijeniti kako bi se povećala sigurnost motociklista na cesti, kao što su ITS rješenja, povećanje preglednosti na raskrižjima i u zavojima itd. Sva navedena poboljšanja podrazumijevaju unaprjeđenje infrastrukture u skladu sa *self-explaining* (SER *concept*) ili *forgiving road* (FR *concept*) konceptima s ciljem smanjenja mogućnosti prometnih nesreća, odnosno ublažavanja njihovih posljedica.

Praćenje dobrih primjera iz drugih zemalja može biti jedan od utjecajnih faktora u odabiru mjera koja će se primijeniti u Republici Hrvatskoj. U nastavku su prikazana neka od postojećih rješenja, posebice u području prometne signalizacije i opreme, koja su namijenjena povećanju sigurnosti motociklista na cestama. Važno je napomenuti kako je većina postojećih mjera koje se primjenjuju u svrhu povećanja sigurnosti motociklista vrlo isplativa u odnosu na to koliko koristi donose, ne samo motociklistima već i drugim sudionicima u prometu. Osim spašavanja ljudskih života, ove mjere osvješćuju ostale sudionike o prisutnosti motociklista na cesti, čime se dodatno pridonosi većoj sigurnosti u prometu.

6.1. Primjeri postojećih rješenja primjene prometne signalizacije i opreme za povećanje sigurnosti motociklista

Neke zemlje su zahtjevne i opasne dionice za motocikliste odlučile dodatno naglasiti obavijesnim pločama namijenjenim upravo njima, a najčešće se izvode s vrlo uočljivom fluorescentnom podlogom. Jedna od tih zemalja je i Republika Hrvatska na čijem je području do sad postavljeno 14 obavijesnih ploča na četiri državne ceste (Slika 20).



Slika 20. Obavijesna dvojezična ploča za najavu zahtjevne dionice za motocikliste u RH, na DC8 u Ličko-senjskoj županiji

Standardna vertikalna prometna signalizacija također je sredstvo koje se koristi za povećanje sigurnosti motociklista i ostalih sudionika u prometu. Prometni znakovi koji su važni za motocikliste i njihovo sudjelovanje u prometu obuhvaćaju one koji propisuju brzinu vožnje, zabranu kretanja motocikala, označavanje rizičnih situacija na cesti, te ostali znakovi koji vrijede i za ostale sudionike u prometu, ali posebno naglašavaju prisustvo motociklista na cesti. Primjer takvog znaka može biti naglašavanje prometnog znaka fluorescentnom podlogom koja povećava uočljivost samog znaka kroz pojačan kontrast u odnosu na pozadinu i veći koeficijent retrorefleksije (Slika 21). Osim navedenog, postavljanje znaka s obje strane ceste koji jasno prenosi poruku također se postiže dodatna informacija za vozača, no ipak treba biti oprezan kod primjene kako se ne bi postigao suprotan učinak, odnosno prometni znak postao potencijalno opasan objekt uz cestu.



Slika 21. Prometni znak najave zavoja dodatno naglašen fluorescentnom podlogom

Oznake na kolniku predstavljaju još jedno sredstvo iz skupine prometne signalizacije koji se može koristiti kako bi se povećala sigurnost motociklista. Međutim, bitno je naglasiti da ove oznake nikako ne smiju biti skliske ili nepravilno izvedene kako ne bi postigle suprotan učinak i ugrozile same motocikliste. Korištenjem oznaka na kolniku vizualno se djeluje na ponašanje vozača tako da se stvara „prisilna“ trajektorija kretanja motociklista, odnosno vizualno sužava prometna traka i samim time smanjuje brzinu kretanja. Ovo djelovanje na svijest motociklista, uz sam vizualni efekt, objašnjava zašto motociklisti izbjegavaju vožnju po oznakama na cesti.

Problem koji se pojavljuje pri vožnji motociklista kroz zavoje jest tzv. „presijecanje“ zavoja, gdje vozač nastoji povećati radijus kretanja kako bi mogao proći zavoj većom brzinom. Ovakva vožnja može dovesti do opasnosti od sudara s vozilom iz suprotnog smjera, posebno u nepreglednim zavojima, jer se vozač motocikla može previše približiti središnjoj crti ili čak prijeći na suprotnu prometnu traku. Kako bi se riješio ovaj problem, razvijeno je rješenje isctavanja posebnih oznaka na kolniku uz središnju razdjelnu crtu kako bi se putanja kretanja motociklista „odmaknula“ od suprotne trake, tj. sredine ceste [2]. Oznake se isctavaju uz središnju razdjelnu crtu na početku zavoja (prijelaznica) i protežu se kroz cijeli zavoj, sve do izlaska iz njega, pri čemu se mijenjaju dimenzije oznaka (na početku i na kraju su najmanje,

dok su u sredini zavoja najveće). Navedena rješenja izvedena su kroz različite dizajne: elipsoidne oznake, oznake u obliku slova V, ravne crte okomite na središnju crtu. Iako su sve navedene izvedbe pokazale pozitivan utjecaj, kao najefikasnije su se pokazale oznake u obliku elipse (Slika 22). Osim ovih inovativnih rješenja, može se primijeniti primjerice i korištenje dvostruke pune razdjelne crte.



Slika 22. Elipsoidne oznake u zavoju/

Izvor: [27]

Prema Pravilniku (NN 92/19) [25], u skupinu prometne opreme ubrajaju se ploče za označavanje zavoja na cesti (K10, K10-1) i ploče za označavanje posebno opasnog zavoja na cesti (K11, K11-1). Ovo često korišteno sredstvo istodobno je vrlo učinkovito jer na jasan i nedvosmislen način vizualno upozorava vozače na situaciju na cesti s kojom će se suočiti, uz preduvjet da je pravilno postavljeno. Na lokacijama na kojima zbog konfiguracije ceste zaštitna odbojna ograda nije potrebna, sve više se za naglašavanje zavoja koriste smjerokazni stupići i ploče za označavanje zavoja napravljene od puno manje krutog materijala kao što su čelik ili aluminij, najčešće neka vrsta polimernog materijala (Slika 23). Ukoliko dođe do naleta na takvu vrstu stupića, očekivane potencijalne ozljede su puno manjeg intenziteta.



Slika 23. Primjer označavanja zavoja savitljivim smjerokaznim stupićima (K01) i pločama za označavanje zavoja (K10-1) napravljenim od polimernog plastičnog materijala

Nadalje, jedno od primjenjivih rješenja za smanjenje posljedica mogućeg udara motociklista je korištenje ublaživača udara postavljenih na metalne stupove zaštitne odbojne ograde (*crash barrier post protection; impact attenuator*). Ovo rješenje ima nekoliko prednosti, poput nižih finansijskih troškova implementacije i pogodnosti na snježnim područjima gdje prolazi ralica, tijekom čišćenja snijega, jer u slučaju obilnih oborina ne zadržava snijeg kao što to potencijalno može učiniti dodatni branik za zaštitu od podlijetanja. Međutim, važno je napomenuti da ovo rješenje ne sprječava klizanje tijela vozača ispod ograde, stoga je prikladno samo za niže brzine kretanja. Ublaživači udara okružuju stupove, stvarajući veću površinu za udar, kao i pružajući zaštitu motociklistima od oštih rubova metalnih stupova (Slika 24).



Slika 24. Ublaživač udara postavljen na metalni stup zaštitne odbojne ograde

Izvor: [28]

Zavoji su nedvojbeno jedan od najrizičnijih dijelova ceste za motocikliste, te su često mjesta gdje su postavljene zaštitne odbojne ograde. Brojna istraživanja su pokazala kako je na kritičnim lokacijama potrebno koristiti ograde koje su „*motorcycle friendly*“, odnosno usmjerene na sprječavanje teških ozljeda kod naleta vozača motocikala. Betonske zaštitne ograde tip „New Jersey“, smatraju se prikladnijima od čeličnih zaštitnih odbojnih ograda s izraženim metalnim stupovima, to ipak vrijedi za udare motociklista pod malim putom i pri manjim brzinama, zbog toga što slabo apsorbiraju kinetičku energiju. Kako bi zaštitili vozače motocikala, najraširenija primjena je dodatna zaštitna ograda od podlijetanja u obliku dodatnog donjeg branika koji sprječava vozilo ili vozača da prođe ispod čelične zaštitne ograde ili naleti na stup ograde. Ovo rješenje je pokazalo pozitivan učinak u raznim *crash* testovima i u praksi, stoga se preporuča njegova primjena. Prilikom ugradnje zaštitnih odbojnih ograda, primjenjuje se europski standard ES 1317:2011(2012), preciznije za zaštitne sustave za motocikliste tehničke specifikacije TS 1317-8: *Motorcycle road restraint system which reduce the impact severity of motorcyclist collisions with safety barriers* [6].

Diljem svijeta koriste se različite izvedbe dodatnog branika izrađenog od različitih materijala, no s istom zadaćom i efektom. Bez obzira na izvedbu i vrstu materijala, važno je osigurati da nema prevelikog razmaka između gornjeg branika i dodatnog branika, odnosno dodatnog branika i podloge. Slika 25 donosi primjer pravilne izvedbe dodatne zaštitne ograde od podlijetanja.



Slika 25. Pravilna izvedba dodatne zaštitne ograda od podlijetanja

Izvor: [8]

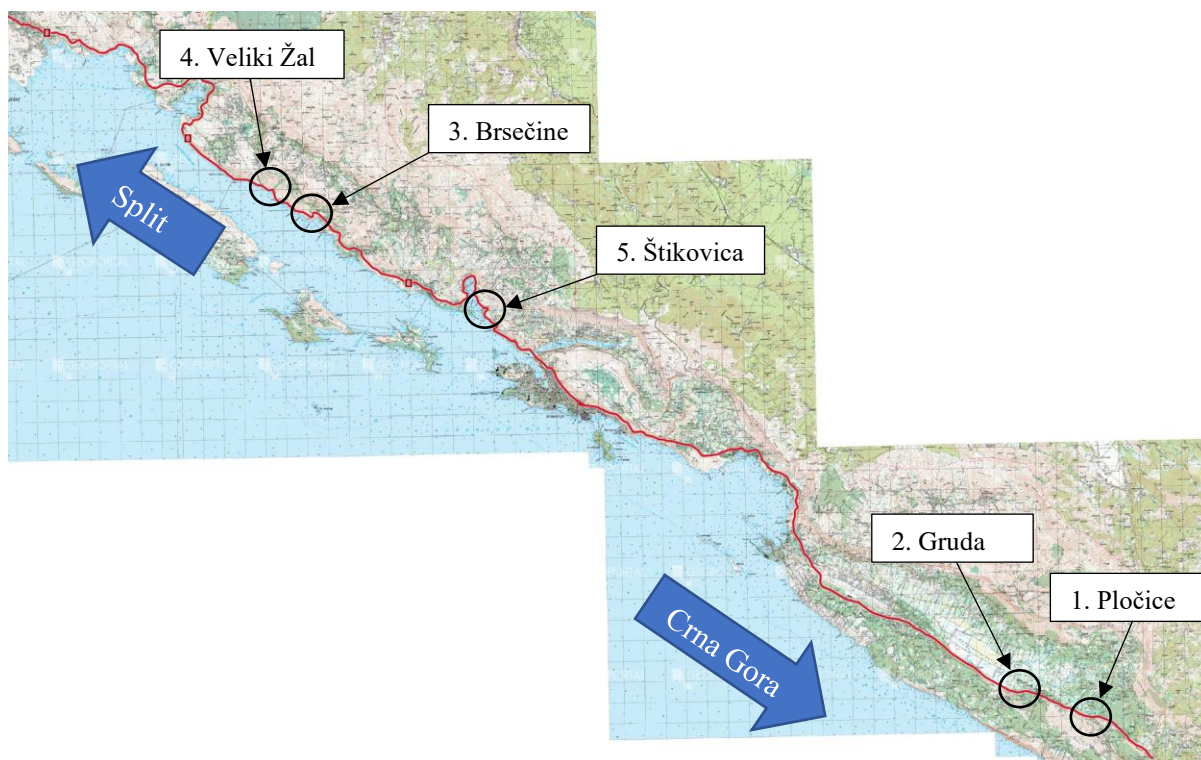
Preporučuje se da se ove nadogradnje primjenjuju na zaštitnim ogradama postavljenim unutar zavoja s radijusom manjim od 250 metara, kao i na područjima koja su identificirana kao „crne točke“, odnosno dio prometnice s visokim rizikom od nastanka prometnih nesreća. Nadogradnja postojećih zaštitnih ograda s dodatnom zaštitom od podlijetanja koja omogućuje vozačima motocikala da prilikom pada kližu uz površinu zaštitne ograde prikazana je na Slika 26. Ovaj pristup bi mogao pridonijeti poboljšanju sigurnosti motociklista i smanjenju ozbiljnih posljedica nesreća, no važno je naglasiti da takve nadogradnje zahtijevaju pažljivo planiranje i implementaciju te usklađenost s propisima i standardima sigurnosti. Osim toga, redovito održavanje postojećih čeličnih zaštitnih ograda također je ključno kako bi se osigurala njihova funkcionalnost i sigurnost tijekom vremena.



Slika 26. Primjer dobre implementacije dodatne zaštitne ograde za motocikliste na čeličnu zaštitnu ogradu na državnoj cesti DC25 u Ličko-senjskoj županiji

6.2. Prijedlozi rješenja na analiziranom području

Na analiziranom području, terenskim uvidom i metodologijom određeno je ukupno pet lokacija na kojima su predložena rješenja povećanja sigurnosti motociklista primjenom prometne signalizacije i opreme (Slika 27).

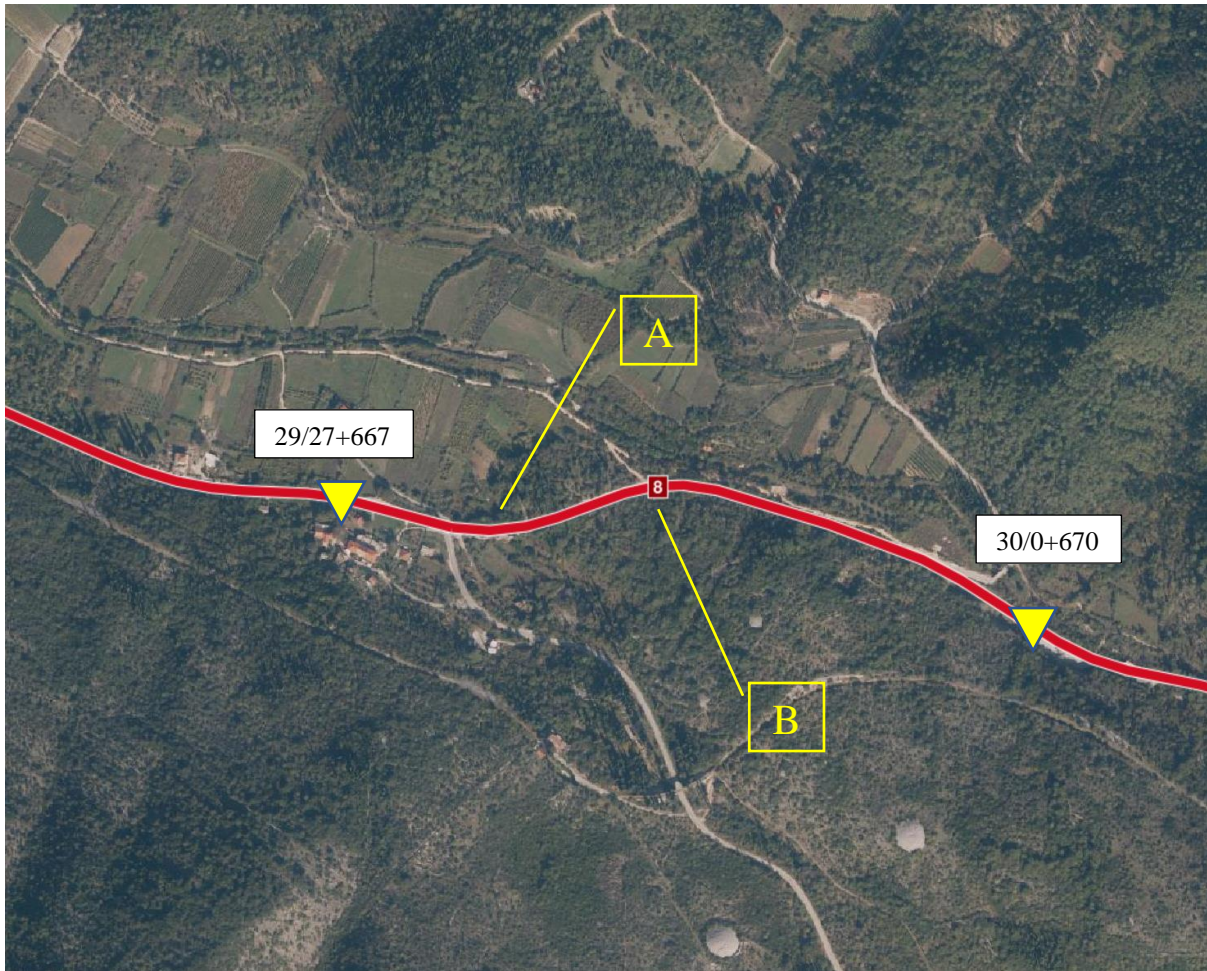


Slika 27. Razmještaj analiziranih lokacija na državnoj cesti DC8 u Dubrovačko-neretvanskoj županiji

U nastavku je opisan prijedlog mjera poboljšanja za svaku od navedenih pet lokacija u zoni obuhvata.

6.2.1. Lokacija 1 – Pločice

Prva lokacija koja je metodologijom izdvojena kao prioritarna za povećanje sigurnosti motociklista nalazi se kod mjesta Pločice, a obuhvaća područje od stacionaže 29/27+667 do stacionaže 30/0+670 (Slika 28).



Slika 28. Prikaz lokacije 1 kod mjesta Pločice

Na predmetnoj lokaciji, u smjeru pružanja ceste nalaze se dva uzastopna zavoja (lijevi i desni) te četiri priključaka pri čemu je na istim smanjena preglednost. Na predmetnoj lokaciji temeljem terenske analize i analize kvalitete prometnih znakova i oznaka, kao mjera povećanja sigurnosti motociklista predlaže se:

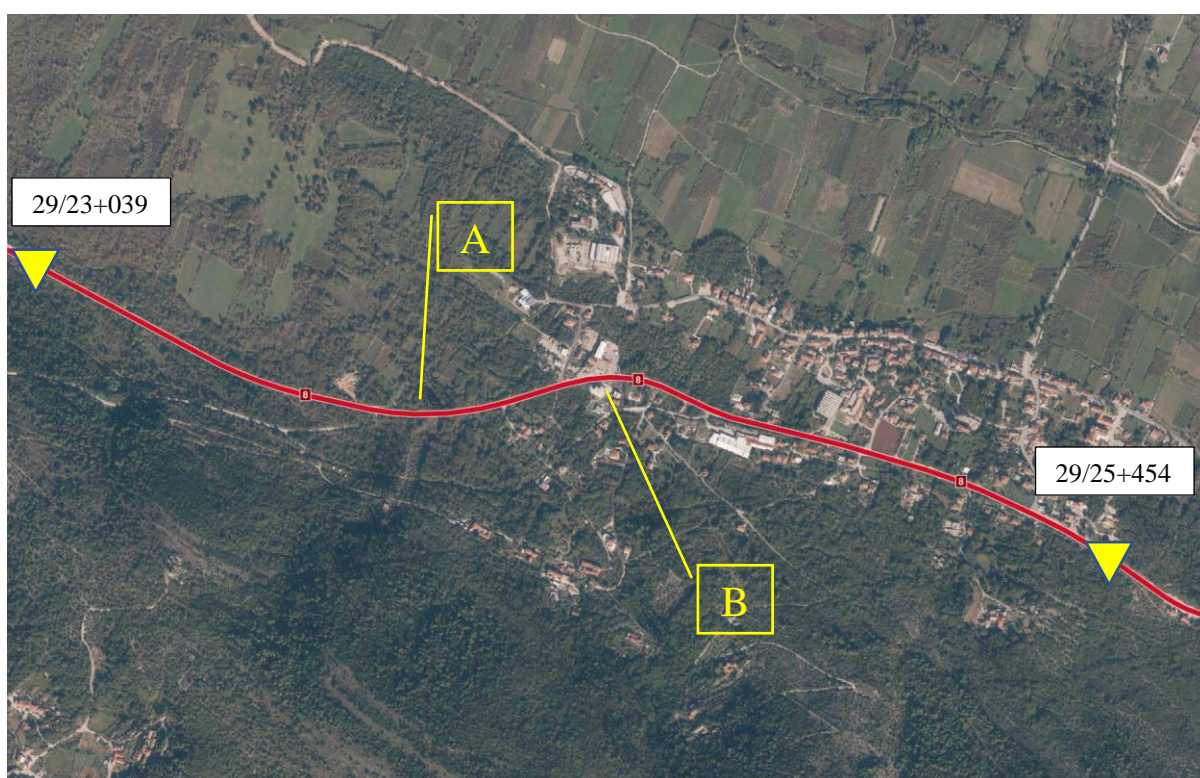
- Zamjena postojećih prometnih znakova koji ne zadovoljavaju minimalnu razinu retrorefleksije, ili čija je vrijednost retrorefleksije kod ispitivanja bila granična, a znakovi se nalaze izvan garancijskog roka, ili koji nisu ispravni te nisu u skladu s Pravilnikom.
- Uklanjanje postojećeg prometnog znaka A05-2 na stacionaži 29/27+724 i uklanjanje prometnog znaka B30 (50 km/h) na stacionaži 29/27+525 te postavljanje kontrastne ploče koeficijenta retrorefleksije razreda RA3 s prometnim znakom A05-2 i B30 (50km/h) na stacionaži 29/27+525 u smjeru G.P. Karasovići; Uklanjanje postojećeg prometnog znaka B30 (50 km/h) na stacionaži 30/0+304 i uklanjanje prometnog znaka A05-2 na stacionaži 30/0+356 te postavljanje kontrastne ploče koeficijenta retrorefleksije razreda RA3 s prometnim znakom A05-2 i B30 (50 km/h) na stacionaži (30/0+356) u smjeru Dubrovnika.
- Postavljanje osam novih prometnih znakova K11-1 za označavanje opasnih zavoja za svaki smjer vožnje u zavoju B.

- Produljenje postojeće čelične zaštitne ograde prema sporednom privozu te dodavanje kosog završnog elementa duljine 12 m.
- Postavljanje dodatne zaštitne ograde za motocikliste od stacionaže 30/0+356 do stacionaže 30/0+236.

Situacijski prikaz postojećeg stanja i predloženih novih mjera za povećanje sigurnosti prikazan je na Prilogu 1.

6.2.2. Lokacija 2 – Gruda

Druga lokacija koja je metodologijom izdvojena kao prioritarna za povećanje sigurnosti motociklista prolazi kroz mjesto Gruda, a proteže se od stacionaže 27/23+039 do stacionaže 27/25+454, što obuhvaća ukupno 2,415 km (Slika 29).



Slika 29. Prikaz lokacije 2 kod mjesta Gruda

Prema podacima prometnih nesreća na promatranoj dionici, u posljednje četiri godine dogodilo se ukupno četiri prometnih nesreća u kojima su sudjelovali motociklisti, pri čemu su dvije bile s teškim, a dvije s lakim posljedicama. Analiziranu dionicu karakterizira cesta kroz naselje s puno priključaka od kojih je na nekima smanjena vidljivost, nadalje prije ulaza u naselje dugi su cestovni pravci koji omogućuju kretanje velikim brzinama. Kao mjera poboljšanja sigurnosti prometa predlaže se:

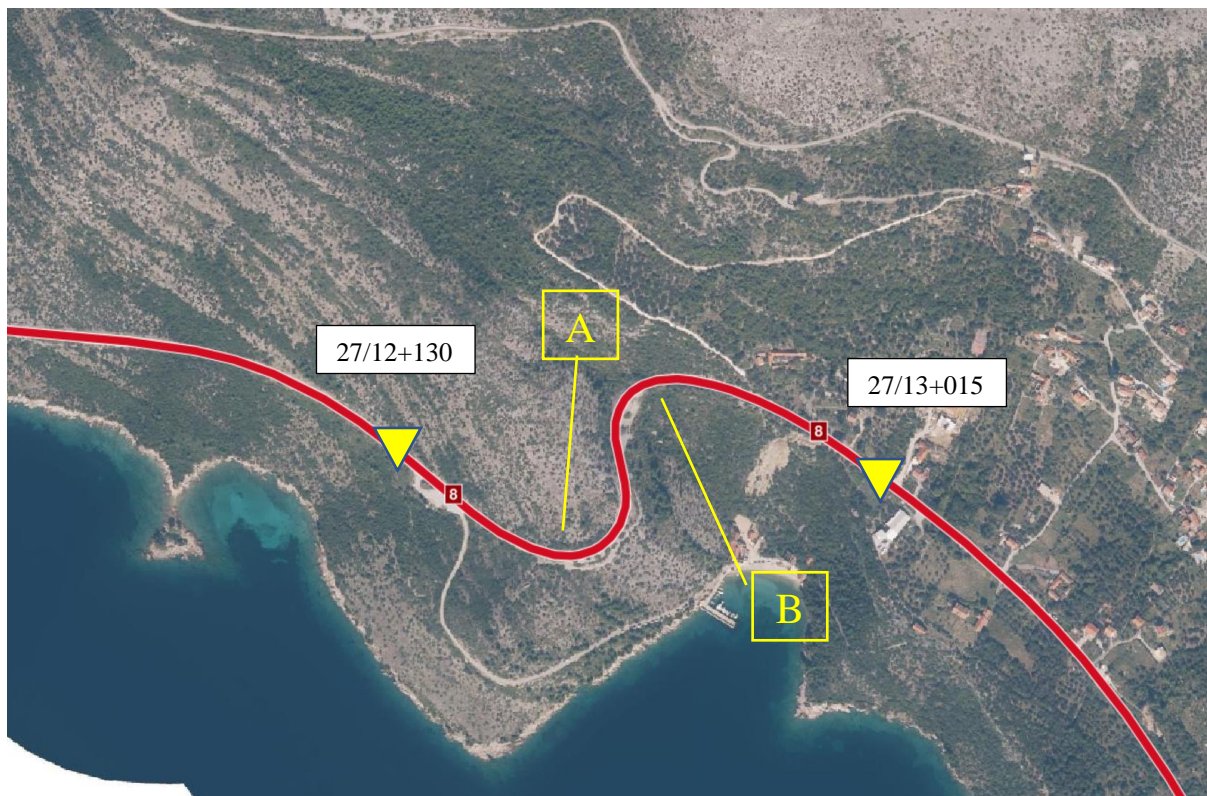
- Premještanje postojećeg prometnog znaka C122 sa stacionaže 29/24+671 440 metara ranije, na stacionažu 29/24+069 i premještanje prometnog znaka C122 sa stacionaže 29/24+980 540 metara ranije, na stacionažu 29/24+440. Ova mjera se predlaže kako bi se premještanjem prometnog znaka najave kontrole brzine na početak naselja smanjila brzina kroz naselje.

- Premještanje postojećeg prometnog znaka turističke signalizacije „Konavoski dvor“ sa stacionaže 29/24+069 na stacionažu 29/24+034 kako bi se osigurala preglednost prilikom uključivanja vozila s priključka.
- Uklanjanje prometnih znakova A22 i E02 na stacionažama 29/24+465 i 29/25+054 te postavljanje prometnog znaka A22-2 na istim stacionažama kako bi fluorescentnom folijom klase RA3 dodatno naglasila važnost prometnog znaka i situacije koju isti predstavlja.
- Zamjena postojećih znakova koji ne zadovoljavaju minimalne razine retrorefleksije, ili čija je vrijednost retrorefleksije kod ispitivanja granična, a znakovi se nalaze izvan garancijskog roka, ili koji nisu ispravni te nisu u skladu s Pravilnikom.

Situacijski prikaz postojećeg stanja i predloženih mjera za povećanje sigurnosti prikazan je na Prilozima 2 i 3.

6.2.3. Lokacija 3 – Brsečine

Treća lokacija koja je metodologijom izdvojena kao nužna za primjenu odgovarajućih mjera za povećanje sigurnosti motociklista nalazi se kod mjesta Brsečine, a dionica se proteže od stacionaže 27/12+130 do stacionaže 27/13+015 (Slika 30).



Slika 30. Prikaz lokacije 2 kod mjesta Brsečine

Analiziranu dionicu karakteriziraju dva protusmjerna zavoja sličnih polumjera između kojih se nalazi relativno kratak međupravac. Predmetni zavoji su označeni prometnim znakovima K11-1 i zaštićeni čeličnom zaštitnom ogradom. Kao mjere povećanja sigurnosti za motocikliste na ovoj dionici predložene mjere su:

- Uklanjanje postojeće čelične ograde na vanjskoj strani zavoja (A) i stupova ranije postavljene ograde, postavljanje nove čelične zaštitne ograde na novu građevinsku podlogu (pasicu) u duljini od 448 m, od stacionaže 27/12+244 do stacionaže 27/12+692 s polukružnim završetkom i postavljanje dodatne zaštitne ograde za motocikliste u ukupnoj duljini od 228 m, od stacionaže 27/12+321 do stacionaže 27/12+549.
- Uklanjanje postojeće čelične zaštitne ograde na vanjskoj strani zavoja (B) u duljini od 56 m i postavljanje nove čelične zaštitne ograde s dodatnom zaštitnom ogradom za motocikliste u duljini od 105 m od stacionaže 27/12+710 do 27/12+605.
- Uklanjanje postojećih prometnih znakova A05-2 i B30 (50 km/h) na stacionaži 27/12+184 u smjeru Dubrovnika i postavljanje kontrastne ploče koeficijenta retrorefleksije RA3 s istim prometnim znakovima na istoj stacionaži.
- Uklanjanje prometnog znaka A05-2 na stacionaži 27/13+087 i prometnog znaka B30 (50 km/h) na stacionaži 27/12+929 te postavljanje kontrastne ploče retrorefleksije RA3 s prometnim znakovima A05-2 i B30 (50 km/h) na stacionaži 27/12+929.
- Zamjena postojećeg prometnog znaka koji označava okretište 300 m (27/12+549) u smjeru G.P. Zaton Doli s prometnim znakom C39 s dopunskom pločom E03 na istoj stacionaži, te zamjena prometnog znaka za okretište na stacionaži 27/12+167 s prometnim znakom C39 s dopunskom pločom E05 na istoj stacionaži u smjeru G.P. Zaton Doli.
- Dodavanje 12 prometnih znakova K11-1 za oba smjera vožnje u zavoju (A) kako bi se dodatno naznačila duljina opasnog zavoja.
- Zamjena postojećih znakova koji ne zadovoljavaju minimalne razine retrorefleksije, ili čija je vrijednost retrorefleksije kod ispitivanja granična, a znakovi se nalaze izvan garancijskog roka, ili koji nisu ispravni te nisu u skladu s Pravilnikom.
- Implementacija elipsoidnih oznaka u zavoju A i u zavoju B kako bi se putanja kretanja motociklista odmaknula od središnje crte kako bi se spriječilo tzv. „presijecanje zavoja“.

Situacijski prikaz postojećeg stanja i predloženih mjera za povećanje sigurnosti prikazan je na Prilogu 4.

6.2.4. Lokacija 4 – Veliki Žal

Četvrta lokacija koja je metodologijom izdvojena kao prioritarna za povećanje sigurnosti motociklista nalazi se kod uvale Veliki Žal. Na ovoj dionici u promatranom razdoblju analize prometnih nesreća zabilježene su dvije prometne nesreće s poginulim osobama. Ova lokacija obuhvaća područje od stacionaže 27/8+671 do stacionaže 27/10+484, što obuhvaća ukupno 1,813 km (Slika 31).



Slika 31. Prikaz lokacije 4 kod uvale Veliki Žal

Lokacija 4 sastoji se od pravca, dva uzastopna zavoja suprotnih orijentacija, dužeg cestovnog pravca te još dva zavoja suprotnih orijentacija manjih polumjera (B i C). Zavoji su označeni postojećim prometnim znakovima K11-1 i čeličnom zaštitnom ogradom. Kao mjere povećanja sigurnosti motociklista na prethodno opisanom odsječku ceste predlažu se:

- Uklanjanje postojeće čelične zaštitne ograde u zavoju (A) u duljini od 75 m i postavljanje nove čelične zaštitne ograde s dodatnom zaštitom ogradom za motocikliste u duljini od 92 m, od stacionaže 27/9+238 do stacionaže 27/9+146
- Uklanjanje postojeće zaštitne ograde u zavoju (C) u duljini od 115 m i stupova ranije postavljene zaštitne ograde te postavljanje nove zaštitne čelične ograde s dodatnom zaštitnom ogradom za motocikliste u duljini od 146 m do stacionaže 27/9+947 do stacionaže 27/9+800.
- Postavljanje dva nova prometna znaka K11-1 s vanjske strane zavoja A za svaki smjer vožnje po jedan na stacionažama 27/9+167 i 27/9+168.
- Postavljanje pet novih prometnih znakova K11-1 s vanjske strane zavoja B, na stacionažama 27/9+641, 27/9+649, 27/9+657 i na stacionaži 27/9+665 po jedan znak za svaki smjer vožnje.
- Postavljanje 14 novih prometnih znakova K11-1 s vanjske strane zavoja C.
- Uklanjanje prometnog znaka A05-2 na stacionaži 27/10+000 i uklanjanje prometnog znaka B30 (50 km/h) na stacionaži 27/9+946 te postavljanje kontrastne

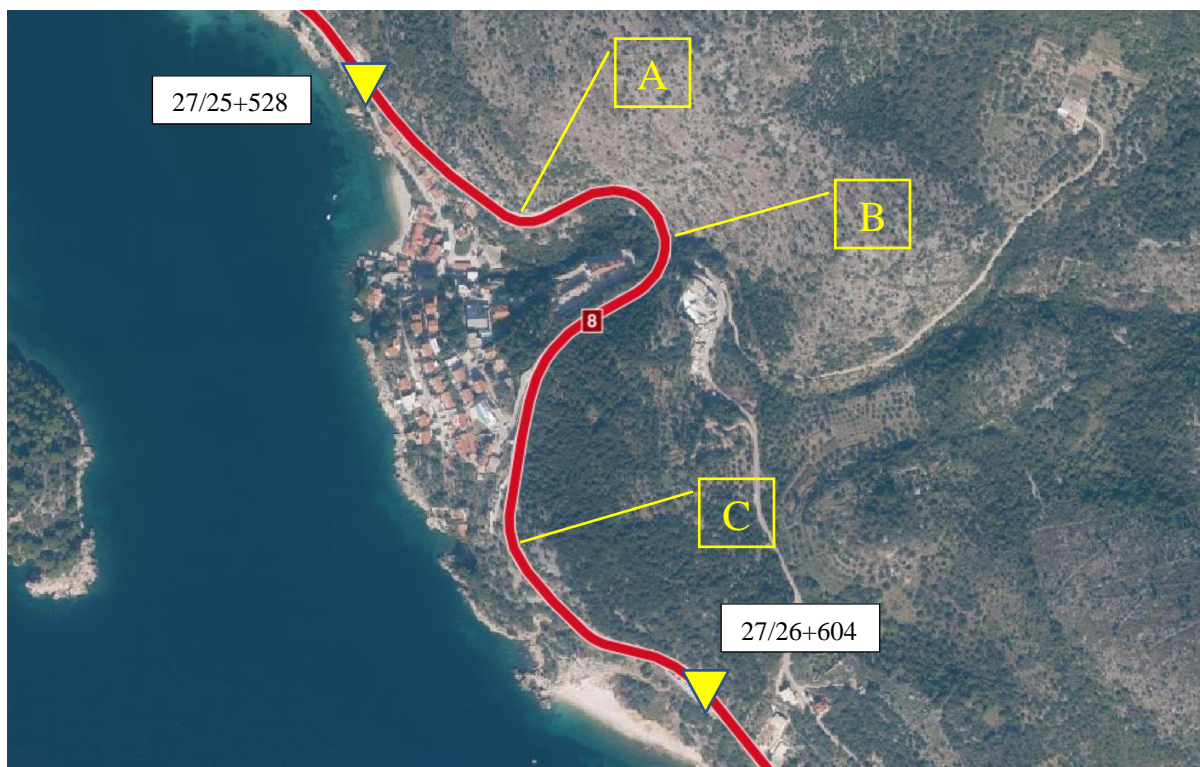
ploče koeficijenta retrorefleksije razreda RA3 s prometnim znakom A05-2 i B30 (50 km/h) na istoj stacionaži.

- Uklanjanje prometnog znaka A05-2 na stacionaži 27/9+395 i uklanjanje prometnog znaka B30 (50 km/h) na stacionaži 27/9+603 te postavljanje kontrastne ploče koeficijenta retrorefleksije razreda RA3 s prometnim znakom A05-2 i B30 (50 km/h) na stacionaži 27/9+395.
- Postavljanje novog prometnog znaka B28 s dopunskom pločom E02 (250 m) na stacionaži 27/10+260 u smjeru G.P. Zaton Doli.
- Premještanje prometnih znakova A13 i E02 sa stacionaže 27/9+821 na stacionažu 27/9+794
- Zamjena postojećih znakova koji ne zadovoljavaju minimalne razine retrorefleksije, ili čija je vrijednost retrorefleksije kod ispitivanja bila granična, a znakovi se nalaze izvan garancijskog roka, ili koji nisu ispravni te nisu u skladu s Pravilnikom.
- Implementacija elipsoidnih oznaka u zavoju C kako bi se putanja kretanja motociklista odmaknula od središnje crte kako bi se spriječilo tzv. „presijecanje zavoja“.

Situacijski prikaz postojećeg stanja i predloženih mjera za povećanje sigurnosti prikazan je na Prilogu 5.

6.2.5. Lokacija 5 – Štikovica

Peta izdvojena lokacija kao prioritetna za povećanje sigurnosti motociklista nalazi se kod mjesta Štikovica, a obuhvaća područje od stacionaže 27/25+528 do stacionaže 27/26+604 (Slika 32).



Slika 32. Prikaz lokacije 5 kod mjesta Štikovica

Predmetna lokacija obuhvaća ravan cestovni pravac u smjeru G.P. Karasovići na koji se nastavlja lijevi zavoj polumjera 51 m s kratkim međupravcem i zavoj polumjera 59 m u dužini od 230 m. U produžetku lokacije nalazi se više istosmjernih zavoja koji predstavljaju potencijalnu opasnost za motocikliste. Mjere povećanja sigurnosti predmetne skupine vozača, ali i ostalih sudionika u prometu obuhvaćaju:

- Uklanjanje postojeće čelične zaštitne ograde s vanjske strane zavoja A u duljini od 152 m te postavljanje nove čelične zaštitne ograde s dodatnom zaštitnom ogradom za motocikliste u smjeru Dubrovnika u duljini od 152 m, od stacionaže 27/25+672 do početka postojeće čelične zaštitne ograde u nastavku pri čemu se predviđa povezivanje s postojećom.
- U zavoju B iz smjera Dubrovnika predviđa se postavljanje čelične zaštitne ograde s dodatnom zaštitnom ogradom za motocikliste u duljini od devet metara od sporednog privoza od početne stacionaže 27/25+992 do postojeće betonske ograde u smjeru G.P. Zaton Doli.
- Postavljanje novih prometnih znakova K11-1 na postojeću betonsku ogradu na stacionažama 27/25+977, 27/25+969, 27/25+961, 27/25+952, 27/25+943 u smjeru G.P. Zaton Doli.
- U zavoju C predlaže se uklanjanje postojeće čelične zaštitne ograde u duljini od 184 m i postavljanje nove čelične zaštitne ograde s dodatnom zaštitnom ogradom za motocikliste iste duljine, od stacionaže 27/26+173 do stacionaže 27/26+475.
- Postavljanje novog prometnog znaka K12-1 na stacionaži 27/25+672 u smjeru Dubrovnika.
- Zamjena postojećih znakova koji ne zadovoljavaju minimalne razine retrorefleksije, ili čija je vrijednost retrorefleksije kod ispitivanja granična, a znakovi se nalaze izvan garancijskog roka, ili koji nisu ispravni te nisu u skladu s Pravilnikom.
- Implementacija elipsoidnih oznaka u zavoju A i u zavoju B kako bi se putanja kretanja motociklista odmaknula od središnje crte kako bi se spriječilo tzv. „presijecanje zavoja“.

Situacijski prikaz postojećeg stanja i predloženih mjera za povećanje sigurnosti prikazan je na Prilozima 6 i 7.

7. ZAKLJUČAK

Prometna sigurnost postala je ključna tema kojom se treba baviti na globalnoj razini, s obzirom na porazne podatke o smrtnosti sudionika u prometnim nesrećama. Kada je riječ o sudionicima u prometnim nesrećama, WHO ističe da pješaci, biciklisti i motociklisti, kao ranjive skupine, sudjeluju u više od polovice svih smrtnih slučajeva na cestama. Ova saznanja naglašavaju potrebu za posebnim mjerama i intervencijama usmjerenima na zaštitu ovih ranjivih skupina sudionika u prometu, posebice motociklista.

Motocikli se koriste u različite svrhe, od svakodnevnog putovanja do rekreacije te u različitim okruženjima. To znači da postoji velika raznolikost motocikala i motociklista, ali potrebe za sigurnošću i izazovi s kojima se suočavaju su isti. Na području Europske unije 15,5 % svih smrtnih slučajeva odnosilo se na motocikliste, što je gotovo jedna petina svih smrtnih slučajeva na cestama Europske unije. U čak 90 % smrtnih slučajeva vozači motocikala su muškarci. Zabrinjavajuća činjenica je kako najveći broj smrtno stradalih motociklista pripada u skupinu mladih vozača u dvadesetim godinama. Na području Republike Hrvatske u razdoblju od 2016. do 2018. godine, zabilježeno je smanjenje broja prometnih nesreća s motociklistima od 35 % u odnosu na razdoblje od 2009. do 2011. godine. Ovaj pokazatelj od 35 % predstavlja pozitivan pomak u sigurnosti motociklista u usporedbi s europskim prosjekom od 21 % za isto razdoblje.

Smanjenje broja smrtnih slučajeva u prometnim nesrećama zahtijeva sveobuhvatne preventivne strategije i mjere, kao i educiranje i svjesnost javnosti o važnosti sigurnosti u prometu. Održavanje i poboljšanje infrastrukture, uvođenje sigurnosnih standarda za vozila te promoviranje odgovornog ponašanja svih sudionika u prometu također su ključni čimbenici u ostvarivanju sigurnijeg cestovnog okruženja.

Problemi s kojima se susreću motociklisti većinom su povezani s infrastrukturom cesta, loše projektiranim cestama te deficitarno održavanjem istih. Kvaliteta površine cesta može varirati, od skliskih površina do površina lošeg stanja s prisutnim rupama. Na rubnim dijelovima cesta često postoje prepreke koje su preblizu prometnoj traci ili nisu adekvatno zaštićene. Na isti način, oprema na cestama može biti neprikladna za motocikliste ili postavljena na način koji nije siguran za njih odnosno koji nije prilagođen njihovim specifičnim potrebama, budući da su takve prepreke često dizajnirane i testirane za vozila koja se kreću na četiri kotača.

U ovom radu analizirani su podatci o stanju sigurnosti motociklista na globalnoj, europskoj, regionalnoj pa tako i na predmetnoj cesti DC8, dionica G.P. Zaton Doli – G.P. Karasovići. Nadalje, napravljena je analiza prometne signalizacije i opreme na predmetnoj dionici te su predložene mjere za poboljšanje sigurnosti motociklista na cestama. Primjena prometne signalizacije i opreme ima važnu ulogu u održavanju i povećanju sigurnosti motociklista na cestama. U tom smislu, u radu su predložena rješenja na pet izdvojenih lokacija unutar zone obuhvata, vodeći se aktualnim smjernicama u području prometne signalizacije i opreme za motocikliste, kako bi se osigurala što veća sigurnost motociklista u prometu.

Kao mogući smjer daljnjeg istraživanja predlaže se provođenje sličnih analiza na drugim dijelovima cestovne mreže u Republici Hrvatskoj, kako bi se utvrdilo postojeće stanje prometne signalizacije i opreme te identificirale mogućnosti za poboljšanje sigurnosti

motociklista na cestama. Također, preporučuje se provođenje edukativnih kampanja za vozače motocikala, da bi se podigla svijest o važnosti poštivanja prometnih pravila i primjeni sigurnosnih mjera, te kako bi se smanjio broj prometnih nesreća u kojima su motociklisti uključeni. Nadalje, važno je kontinuirano pratiti stanje sigurnosti motociklista, što također podrazumijeva dijelove prometne mreže na kojima su mjere poboljšanja već implementirane, kako bi se mogla provesti evaluacija učinka istih.

U konačnici, važno je naglasiti da je sigurnost u prometu zajednička odgovornost svih sudionika u prometu, te da je potrebno kontinuirano raditi na poboljšanju sigurnosti cestovnog prometa. Osiguravanje sigurnosti motociklista zahtijeva sveobuhvatan pristup koji uključuje edukaciju, tehnološke inovacije te održavanje i unaprjeđenje cestovne infrastrukturu, odnosno prometne signalizacije i opreme kao njenog važnog dijela.

LITERATURA

- [1] Zakon o sigurnosti prometa na cestama (NN 67/08, 48/10, 74/11, 80/13, 158/13, 92/14, 64/15, 108/17, 70/19, 42/20, 85/22, 114/22). Preuzeto s: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2008_06_67_2224.html [Pristupljeno: 10.07.2023.]
- [2] The Federation of European Motorcyclists' Associations (FEMA). *Safer road for motorcyclists*. FEMA; 2023. Preuzeto s: https://www.femamotorcycling.eu/wp-content/uploads/systematic_approach_mc_safety_2023_WT_V4.pdf [Pristupljeno: 10.07.2023.]
- [3] Cerovac V. *Tehnika i sigurnost prometa*. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti; 2001.
- [4] Dewar P, Olson P. *Human Factors in Traffic Safety*, Second Edition. Tucson: Lawyers & Judges Publishing Company, Inc.; 2007.
- [5] Amrutsamanvar R. Modeling lateral movement decisions of powered two wheelers in disordered heterogeneous traffic conditions. *The International Journal of Transportation Research*. 2020.;14(3):195-214. DOI: <https://doi.org/10.1080/19427867.2020.1839718>.
- [6] The Motorcycle Industry In Europe (ACEM). *Guidelines for PTW-safer Road Design in Europe*. Brussels: Association des Constructeurs Européens de Motocycles; 2006.
- [7] Pros D. *Materijali za izradu motocikala* [Završni rad]. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje; 2015. Preuzeto s: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:980034> [Pristupljeno 12.07.2023.]
- [8] Tollazzi T. *Key Components of Motorcyclists' Safety*. Generis Publishing; 2020.
- [9] Žugec P. Kočenje motociklom. *Matematičko-fizički list*. 2012.-2013.; LXIII 1.
- [10] Green D. A comparison of stopping distance performance for motorcycles equipped with ABS, CBS and conventional hydraulic brake systems. U *International Motorcycle Safety Conference, 28.-30.3.2006, Long Beach, California, SAD*. Preuzeto s: <https://msf-usa.org/wp-content/uploads/2023/03/a-comparison-of-stopping-distance-performance-for-motocycles-equipped-with-abc-abs-and-conventional-hydraulic-brake-system.pdf> [Pristupljeno 15.07.2023.]
- [11] Freescale. *Improving Motorcycle Safety with ABS*. Freescale Semiconductor; 2015. Preuzeto s: <https://www.nxp.com/docs/en/white-paper/MOTORCYCLEABSWP.pdf> [Pristupljeno 15.07.2023.]
- [12] Institute of Highway Engineers. *Guidelines for Motorcycling*. Preuzeto s: <https://www.motorcyclinguidelines.org.uk/wp-content/uploads/2013/08/IHE-Guidelines-for-Motorcycling-Introduction.pdf> [Pristupljeno 16.07.2023.]
- [13] *Auto start*. Preuzeto s: <https://autostart.24sata.hr/magazin/rupe-i-lezeci-policijci-smrt-za-bubrege-i-kucni-budzet-2099> [Pristupljeno: 25.7.2023.]

- [14] *Zadarski*. Preuzeto s: <https://zadarski.slobodnadalmacija.hr/zadar/4-kantuna/priprema-se-projekt-rekonstrukcije-prometnice-od-bulevara-do-crnog-gdje-sahtovi-izranjaju-iz-asfalta-ili-su-ulegli-vec-skoro-20-godina-1007075> [Pristupljeno: 11.08.2023.]
- [15] Milling D, Affum J, Chong L, Taylor S. *Infrastructure Improvements to Reduce Motorcycle Casualties*. Sydney: Austroads; 2016.
- [16] *e-međimurje*. Preuzeto s: <https://emedjimurje.net.hr/vijesti/grad-prelog/3035921/oprez-u-prometu-ostecenje-kolnika-u-preloskoj-ulici-vladimira-nazora/> [Pristupljeno: 11.08.2023.]
- [17] Main infrastructure. *8 Most Common Types of Asphalt Pavement Failure You Should Know* Preuzeto s: <https://www.maininfrastructure.com/blog/asphalt-pavement-failure/>. [Pristupljeno: 11.08.2023.]
- [18] EuroRAP. *Barriers to change: designing safe roads for motorcyclists*. Basingstoke: EuroRAP AISBL; 2008. Preuzeto s: <https://smarter-usa.org/wp-content/uploads/2017/05/3.-barriers-to-change-designing-safe-roads-for-motorcyclists.pdf> [Pristupljeno 27.07.2023.]
- [19] The Federation of European Motorcyclists' Associations (FEMA). *Final report of the Motorcyclists & Crash Barriers Project*. Brussels: FEMA; 2000. Preuzeto s: <https://motorcycleminds.org/virtuallibrary/barriers/Final-report-of-the-Motorcyclists-&-Crash-Barriers-Project.pdf> [Pristupljeno 27.07.2023.]
- [20] *Analiza kritičnih čimbenika nastanka prometnih nesreća*. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zavod za prometno planiranje; 2020.
- [21] WHO. *Global status report on road safety*. Geneva: World Health Organization; 2018. Preuzeto s: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684> [Pristupljeno 18.7.2023.]
- [22] European Commission. *Facts and Figures Motorcyclists and moped riders*. Brussels: European Road Safety Observatory; 2020.
- [23] Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture RH. *Odluka o razvrstavanju javnih cesta (NN 41/2022)*. Preuzeto s: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2022_04_41_510.html [Pristupljeno: 13.07.2023.]
- [24] Hrvatske ceste d.o.o. *Promet i sigurnost*. Preuzeto s: <https://hrvatske-cesta.hr/hr/stranice/promet-i-sigurnost/dokumenti/14-brojenje-prometa> [Pristupljeno: 13.07.2023.]
- [25] Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture RH. *Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/2019)*. Preuzeto s: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_09_92_1823.html [Pristupljeno: 13.07.2023.]
- [26] EuroRAP. *RAP Crash Risk Mapping: Technical Specification (RAP-RM-2.1)*. Brussels: EuroRAP; 2020.
- [27] Winkelbauer M, Brunner T. *Sicherheitspaket Motorrad Tirol 201*. Wien: Kuratorium für Verkehrssicherheit (KFV); 2019.
- [28] *Guidelines for Motorcyclist Safety*. Maribor: Faculty of Civil Engineering, Transport Engineering and Architecture, Centre for Road Construction; 2020.

POPIS SLIKA

Slika 1. Čimbenici koji utječu na sigurnost motociklista	3
Slika 2. Vidno polje motociklista.....	4
Slika 3. Uobičajena konstrukcija motocikla	6
Slika 4. Vidljivo područje kod vožnje motocikla i automobile	7
Slika 5. Sile koje utječu na motocikl pod nagibom	8
Slika 6. Usporedba zaustavnog puta s i bez ABS sustava pri brzini od 100 km/h	10
Slika 7. Usporedni prikaz zavoja konstantnog radijusa (a) i dva uzastopna zavoja različitih radijusa (b)	11
Slika 8. Primjer cestovnih elemenata koji predstavljaju rizik za vozače motocikala: a) uspornik, b) poklopac instalacijskog otvora	11
Slika 9. Primjeri stanja kolnika koji dovode do nastanka prometnih nesreća u kojima sudjeluju vozači motocikala	12
Slika 10. Prikaz cijele državne ceste DC8 s naznačenim područjem obuhvata.....	23
Slika 11. Analizirana brojačka mjesta na državnoj cesti DC8.....	24
Slika 12. Lokacije prometnih nesreća u kojima su sudjelovali motociklisti u razdoblju od 2018. do 2021. godine.....	35
Slika 13. Nezaštićen prostor između čelične zaštitne ograde i betonske ograde „New Jersey“	43
Slika 14. Stari stupovi zaštitne ograde	43
Slika 15. Otkrhnuta betonska podloga (pasica) uz stupove zaštitne ograde	44
Slika 16. Stupovi zaštitne ograde montirani na postojeće stare stupove	44
Slika 17. Oštećen plašt čelične zaštitne ograde	45
Slika 18. Neuklonjeni nezaštićeni stari stupovi zaštitne ograde	45
Slika 19. Neadekvatna niska betonska zaštitna ograda s nezaštićenim početkom	46
Slika 20. Obavijesna dvojezična ploča za najavu zahtjevne dionice za motocikliste u RH, na DC8 u Ličko-senjskoj županiji	52
Slika 21. Prometni znak najave zavoja dodatno naglašen fluorescentnom podlogom	53
Slika 22. Elipsoidne oznake u zavoju/	54
Slika 23. Primjer označavanja zavoja savitljivim smjerokaznim stupićima (K01) i pločama za označavanje zavoja (K10-1) napravljenim od polimernog plastičnog materijala	55
Slika 24. Ublaživač udara postavljen na metalni stup zaštitne odbojne ograde	56
Slika 25. Pravilna izvedba dodatne zaštitne ograde od podlijetanja.....	57

Slika 26. Primjer dobre implementacije dodatne zaštitne ograde za motocikliste na čeličnu zaštitnu ogradu na državnoj cesti DC25 u Ličko-senjskoj županiji.....	58
Slika 27. Razmještaj analiziranih lokacija na državnoj cesti DC8 u Dubrovačko-neretvanskoj županiji.....	59
Slika 28. Prikaz lokacije 1 kod mjesta Pločice	60
Slika 29. Prikaz lokacije 2 kod mjesta Gruda	61
Slika 30. Prikaz lokacije 2 kod mjesta Brsečine	62
Slika 31. Prikaz lokacije 4 kod uvale Veliki Žal	64
Slika 32. Prikaz lokacije 5 kod mjesta Štikovica.....	65

POPIS TABLICA

Tablica 1. Područje obuhvata državne ceste DC8 u Dubrovačko-neretvanskoj županiji	22
Tablica 2. Statistički pokazatelji s brojačkog mjesta Zaton Doli (6503)	29
Tablica 3. Statistički pokazatelji s brojačkog mjesta Zaton (6501)	30
Tablica 4. Statistički pokazatelji brojačkog mjesta Vidikovac (6608)	31
Tablica 5. Statistički pokazatelji brojačkog mjesta Kupari (6602)	32
Tablica 6. Statistički pokazatelji brojačkog mjesta Gruda (6602)	33
Tablica 7. Prometne nesreće u zoni obuhvata	35
Tablica 8. Rangiranje prioriternih lokacija prema (1)	48
Tablica 9. Rangiranje prioriteta lokacije prema (2)	49
Tablica 10. Lokacije na kojima je predviđeno predlaganje rješenja za povećanje sigurnosti motociklista	50

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Godišnji broj poginuli motociklista i njihov udio u ukupnoj broju poginulih na području Europske unije u periodu 2010.-2018. godine.....	15
Grafikon 2. Usporedni prikaz pada/rasta prometnih nesreća s motociklistima u državama EU u razdoblju od 2016. do 2018. godine u odnosu na razdoblje od 2009. do 2011. godine	16
Grafikon 3. Postotni udio prometnih nesreća prema posljedicama u kojima su sudjelovali motociklisti na državnim cestama u periodu od 2018. do 2020. godine.....	17
Grafikon 4. Postotni udio prometnih nesreća s motociklistima koje su nastale u periodu od 2018. do 2020. godine u ukupnom broju prometnih nesreća prema posljedicama.....	17
Grafikon 5. Postotna raspodjela prometnih nesreća u kojima su sudjelovali motociklisti u razdoblju od 2018. do 2020. godine s obzirom na vrste prometnih nesreća.....	18
Grafikon 6. Postotni udio prometnih nesreća s teško ozlijeđenim i poginulim osobama prema vrsti prometnih nesreća	19
Grafikon 7. Postotni udio posljedica prometnih nesreća nastalih zbog slijetanja vozila s ceste na državnim cestama u razdoblju od 2018. do 2020. godine.....	19
Grafikon 8. Postotni udio karakteristika ceste na lokacijama na kojima su se dogodile prometne nesreće u kojima je došlo do izlijetanja motociklista u razdoblju od 2018. do 2020. godine .20	
Grafikon 9. Postotni udio prometnih nesreća s motociklistima prema uzroku prometnih nesreća na državnim cestama u periodu od 2018. do 2020. godine.....	20
Grafikon 10. Prometno opterećenje u razdoblju od 2018. do 2021. godine	26
Grafikon 11. PGDP motocikala na predmetnoj dionici u razdoblju od 2018. do 2021. godine	27
Grafikon 12. Postotni udio motocikala u PGDP-u na predmetnoj dionici u razdoblju od 2018. do 2021. godine.....	27
Grafikon 13. Prosječni godišnji ljetni promet motocikala na predmetnoj dionici u razdoblju od 2018. do 2021. godine.....	28
Grafikon 14. Udio motocikala u PDLP-u na predmetnoj dionici u razdoblju od 2018. do 2021. godine.....	28
Grafikon 15. Frekvencija brzina motocikala na brojačkom mjestu Zaton Doli (6503).....	30
Grafikon 16. Frekvencija brzina motocikala na brojačkom mjestu Zaton (6501).....	31
Grafikon 17. Frekvencija brzina motocikala na brojačkom mjestu Vidikovac (6608).....	32
Grafikon 18. Frekvencija brzina motocikala na brojačkom mjestu Kupari (6602)	33
Grafikon 19. Frekvencija brzina motocikala na brojačkom mjestu Gruda (6602)	34
Grafikon 20. Sudionici u prometnim nesrećama na analiziranom području u razdoblju od 2018. do 2021. godine.....	34

Grafikon 21. Prometne nesreće u zoni obuhvata po dionicama s obzirom na posljedice.....	36
Grafikon 22. Prometne nesreće u zoni obuhvata s obzirom na posljedice	36
Grafikon 23. Broj sudionika u prometnim nesrećama prema vrsti nesreće.....	37
Grafikon 24. Broj prometnih nesreća po posljedicama s obzirom na karakteristike ceste	37
Grafikon 25. Broj prometnih nesreća s obzirom na okolnosti i mjesto nastanka	38
Grafikon 26. Broj prometnih nesreća s obzirom na broj vozila u nesreći i mjesto nastanka...	38
Grafikon 27. Udio pojedinih skupina prometnih znakova na promatranim dionicama državne ceste DC8.....	39
Grafikon 28. Udio prometnih znakova po klasama retroreflektirajućeg materijala u zoni obuhvata na državnoj cesti DC8	40
Grafikon 29. Udio prometnih znakova koji zadovoljavaju/ne zadovoljavaju minimalnu propisanu razinu retrorefleksije na promatranim dionicama državne ceste DC8	40
Grafikon 30. Prosječna starost prometnih znakova po klasama retroreflektirajućeg materijala na promatranim dionicama državne ceste DC8	41
Grafikon 31. Prikaz prosječne vrijednosti retrorefleksije uzdužnih oznaka na kolniku na državnoj cesti DC8 u Dubrovačko-neretvanskoj županiji	42

POPIS PRILOGA

Prilog 1. Situacija novog stanja prometne signalizacije i opreme na lokaciji 1 – Pločice

Prilog 2. Situacija novog stanja prometne signalizacije i opreme na lokaciji 2 a) – Gruda

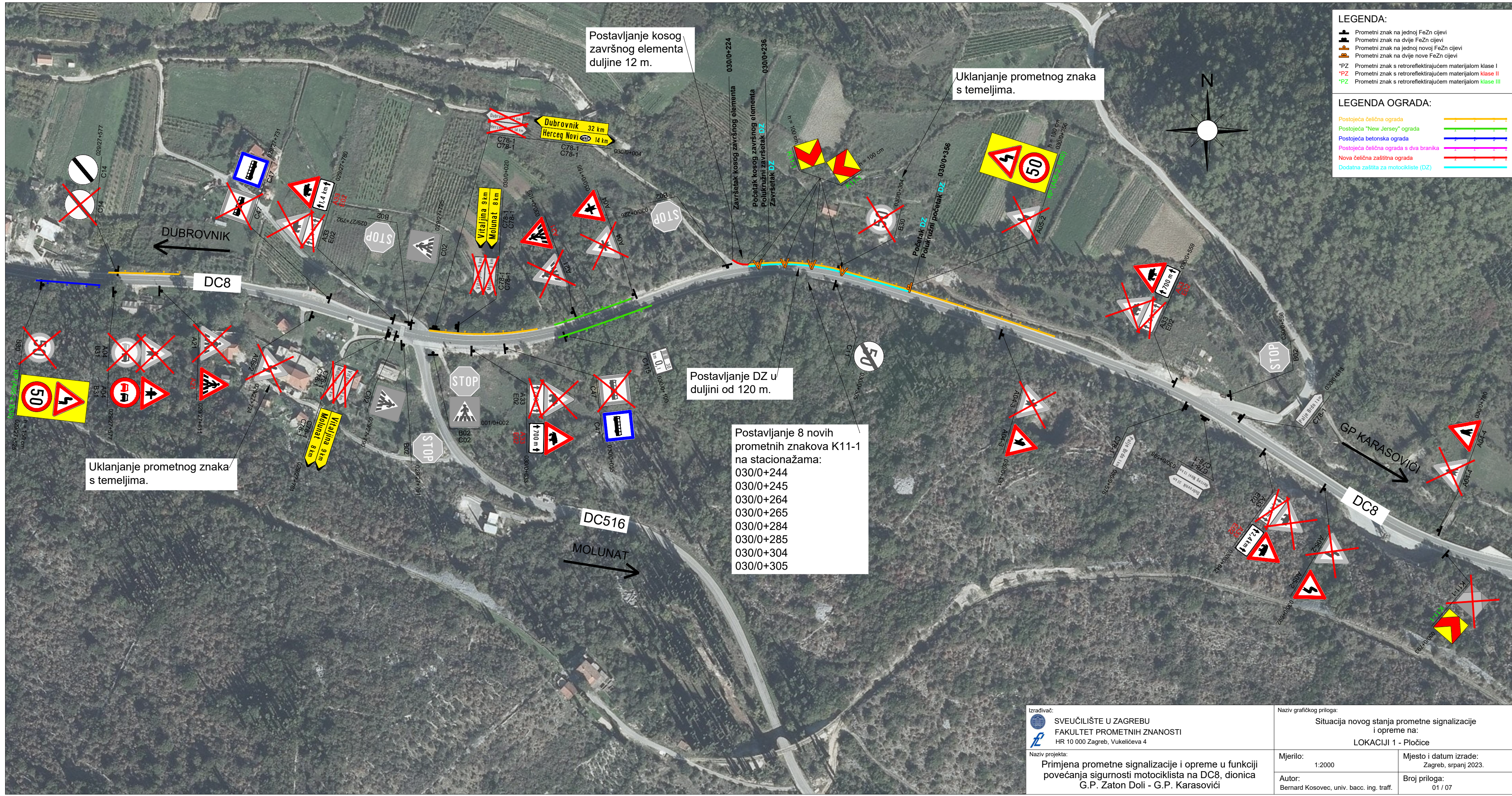
Prilog 3. Situacija novog stanja prometne signalizacije i opreme na lokaciji 2 b) – Gruda

Prilog 4. Situacija novog stanja prometne signalizacije i opreme na lokaciji 3 – Brsečine

Prilog 5. Situacija novog stanja prometne signalizacije i opreme na lokaciji 4 – Veliki Žal

Prilog 6. Situacija novog stanja prometne signalizacije i opreme na lokaciji 5 a) – Štikovica

Prilog 7. Situacija novog stanja prometne signalizacije i opreme na lokaciji 5 b) – Štikovica



Postavljanje kosog završnog elementa duljine 12 m.

Uklanjanje prometnog znaka s temeljima.

Postavljanje DZ u duljini od 120 m.

Postavljanje 8 novih prometnih znakova K11-1 na stacionažama:
 030/0+244
 030/0+245
 030/0+264
 030/0+265
 030/0+284
 030/0+285
 030/0+304
 030/0+305

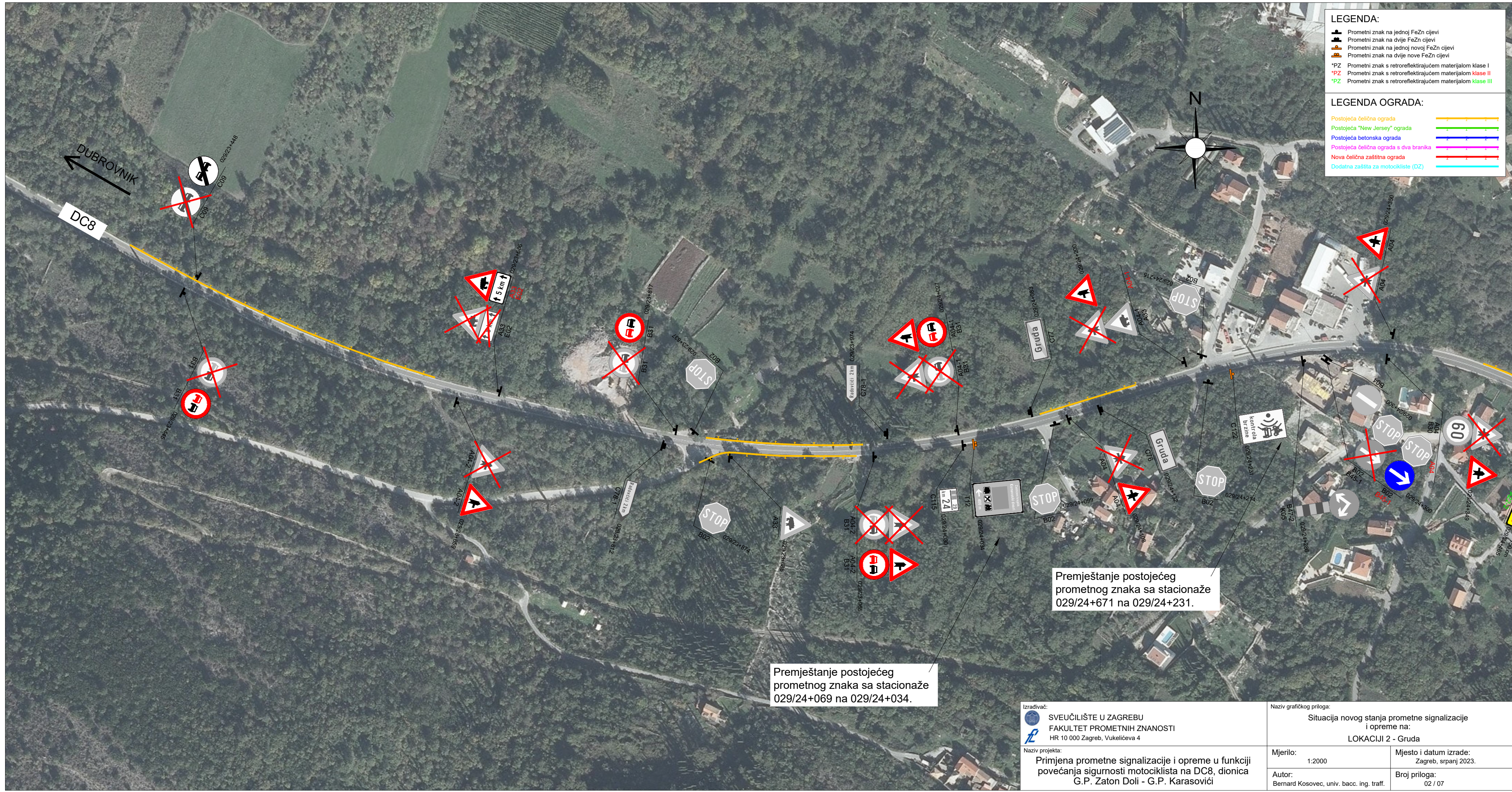
Uklanjanje prometnog znaka s temeljima.

- LEGENDA:**
- Prometni znak na jednoj FeZn cijevi
 - Prometni znak na dvije FeZn cijevi
 - Prometni znak na jednoj novoj FeZn cijevi
 - Prometni znak na dvije nove FeZn cijevi
 - *PZ Prometni znak s retroreflektirajućem materijalom klase I
 - *PZ Prometni znak s retroreflektirajućem materijalom klase II
 - *PZ Prometni znak s retroreflektirajućem materijalom klase III

- LEGENDA OGRADA:**
- Postojeća čelična ograda
 - Postojeća "New Jersey" ograda
 - Postojeća betonska ograda
 - Postojeća čelična ograda s dva branika
 - Nova čelična zaštitna ograda
 - Dodatna zaštita za motocikliste (DZ)



Izrađivač: SVEUČILIŠTE U ZAGREBU FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI HR 10 000 Zagreb, Vukelićeva 4	Naziv grafičkog priloga: Situacija novog stanja prometne signalizacije i opreme na: LOKACIJI 1 - Pločice	
	Naziv projekta: Primjena prometne signalizacije i opreme u funkciji povećanja sigurnosti motociklista na DC8, dionica G.P. Zaton Doli - G.P. Karasovići	Mjerilo: 1:2000
Autor: Bernard Kosovec, univ. bacc. ing. traff.	Broj priloga: 01 / 07	



- LEGENDA:**
- Prometni znak na jednoj FeZn cijevi
 - Prometni znak na dvije FeZn cijevi
 - Prometni znak na jednoj novoj FeZn cijevi
 - Prometni znak na dvije nove FeZn cijevi
 - *PZ Prometni znak s retroreflektirajućem materijalom klase I
 - *PZ Prometni znak s retroreflektirajućem materijalom klase II
 - *PZ Prometni znak s retroreflektirajućem materijalom klase III

- LEGENDA OGRADA:**
- Postojeća čelična ograda
 - Postojeća "New Jersey" ograda
 - Postojeća betonska ograda
 - Postojeća čelična ograda s dva branika
 - Nova čelična zaštitna ograda
 - Dodatna zaštita za motocikliste (DZ)

Premještanje postojećeg prometnog znaka sa stacionaže 029/24+069 na 029/24+034.

Premještanje postojećeg prometnog znaka sa stacionaže 029/24+671 na 029/24+231.

Izrađivač: SVEUČILIŠTE U ZAGREBU FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI HR 10 000 Zagreb, Vukelićeva 4	Naziv grafičkog priloga: Situacija novog stanja prometne signalizacije i opreme na: LOKACIJI 2 - Gruda	
	Naziv projekta: Primjena prometne signalizacije i opreme u funkciji povećanja sigurnosti motociklista na DC8, dionica G.P. Zaton Doli - G.P. Karasovići	Mjerilo: 1:2000
	Autor: Bernard Kosovec, univ. bacc. ing. traff.	Broj priloga: 02 / 07



Uklanjanje temelja i stupa te premještanje ploče prometnog znaka na stacionažu 029/25+440.

Uklanjanje temelja i stupa te premještanje ploče prometnog znaka na stacionažu 029/24+231.

Premještanje postojećeg prometnog znaka sa stacionaže 029/24+980 na 029/25+440.

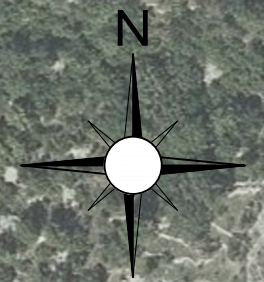
- LEGENDA:**
- Prometni znak na jednoj FeZn cijevi
 - Prometni znak na dvije FeZn cijevi
 - Prometni znak na jednoj novoj FeZn cijevi
 - Prometni znak na dvije nove FeZn cijevi
 - *PZ Prometni znak s retroreflektirajućem materijalom klase I
 - *PZ Prometni znak s retroreflektirajućem materijalom klase II
 - *PZ Prometni znak s retroreflektirajućem materijalom klase III

- LEGENDA OGRADA:**
- Postojeća čelična ograda
 - Postojeća "New Jersey" ograda
 - Postojeća betonska ograda
 - Postojeća čelična ograda s dva branika
 - Nova čelična zaštitna ograda
 - Dodatna zaštita za motocikliste (DZ)

Izradivač: SVEUČILIŠTE U ZAGREBU FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI HR 10 000 Zagreb, Vukelićeva 4	Naziv grafičkog priloga: Situacija novog stanja prometne signalizacije i opreme na: LOKACIJI 2 - Gruda	
	Naziv projekta: Primjena prometne signalizacije i opreme u funkciji povećanja sigurnosti motociklista na DC8, dionica G.P. Zaton Doli - G.P. Karasovići	Mjerilo: 1:2000
	Autor: Bernard Kosovec, univ. bacc. ing. traff.	Broj priloga: 03 / 07

- LEGENDA:**
- Prometni znak na jednoj FeZn cijevi
 - Prometni znak na dvije FeZn cijevi
 - Prometni znak na jednoj novoj FeZn cijevi
 - Prometni znak na dvije nove FeZn cijevi
 - *PZ Prometni znak s retroreflektirajućem materijalom klase I
 - *PZ Prometni znak s retroreflektirajućem materijalom klase II
 - *PZ Prometni znak s retroreflektirajućem materijalom klase III

- LEGENDA OGRADA:**
- Postojeća čelična ograda
 - Postojeća "New Jersey" ograda
 - Postojeća betonska ograda
 - Postojeća čelična ograda s dva branika
 - Nova čelična zaštitna ograda
 - Dodatna zaštita za motocikliste (DZ)



- Uklanjanje 56 m postojeće JO
 - Postavljanje JO s DZ u duljini od 105 m
 - Stupovi se ugrađuju pričvršćenjem u beton pomoću tipli i vijaka

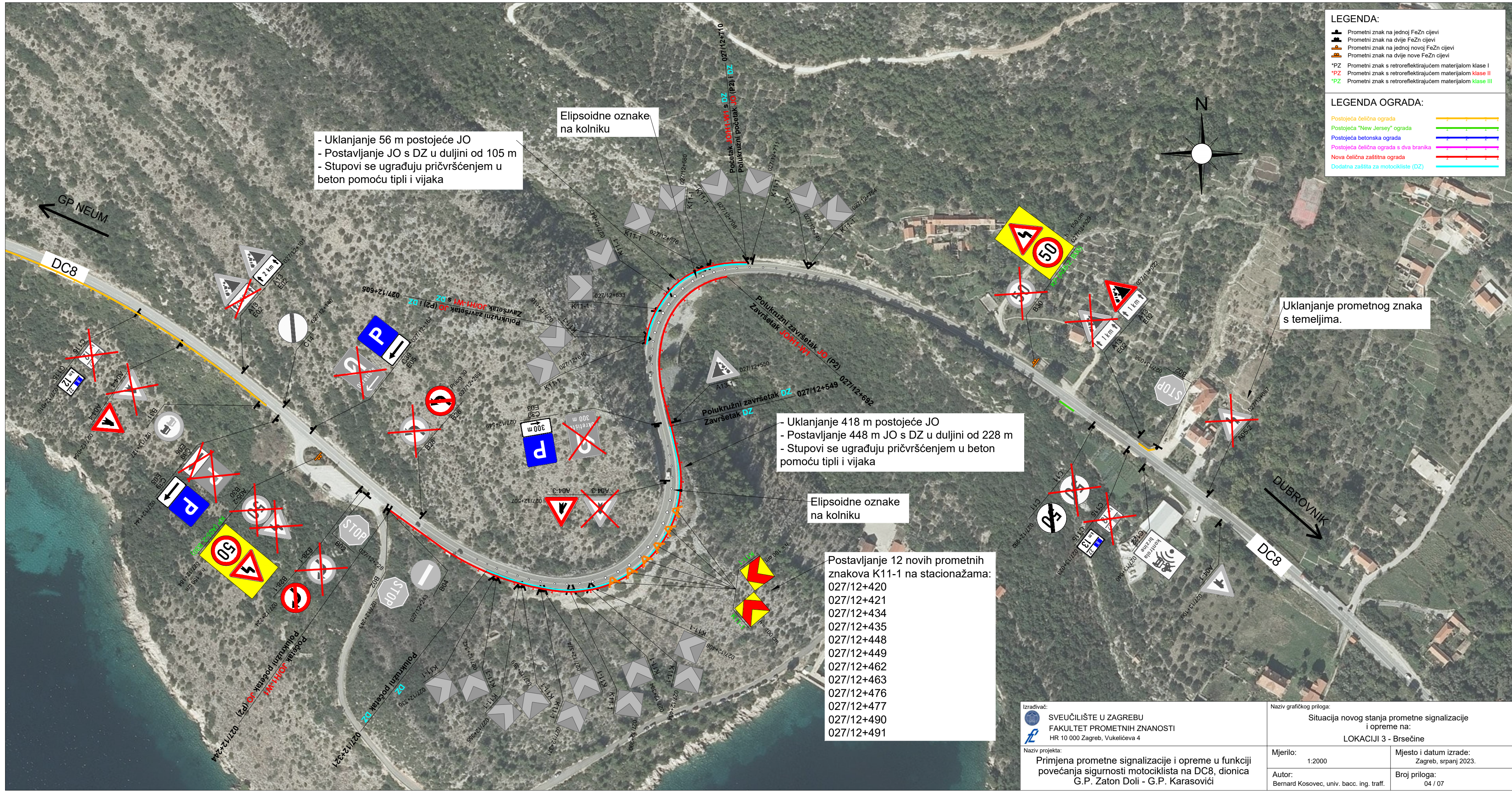
Elipsoidne oznake na kolniku

- Uklanjanje 418 m postojeće JO
 - Postavljanje 448 m JO s DZ u duljini od 228 m
 - Stupovi se ugrađuju pričvršćenjem u beton pomoću tipli i vijaka

Elipsoidne oznake na kolniku

Postavljanje 12 novih prometnih znakova K11-1 na stacionažama:
 027/12+420
 027/12+421
 027/12+434
 027/12+435
 027/12+448
 027/12+449
 027/12+462
 027/12+463
 027/12+476
 027/12+477
 027/12+490
 027/12+491

Uklanjanje prometnog znaka s temeljima.

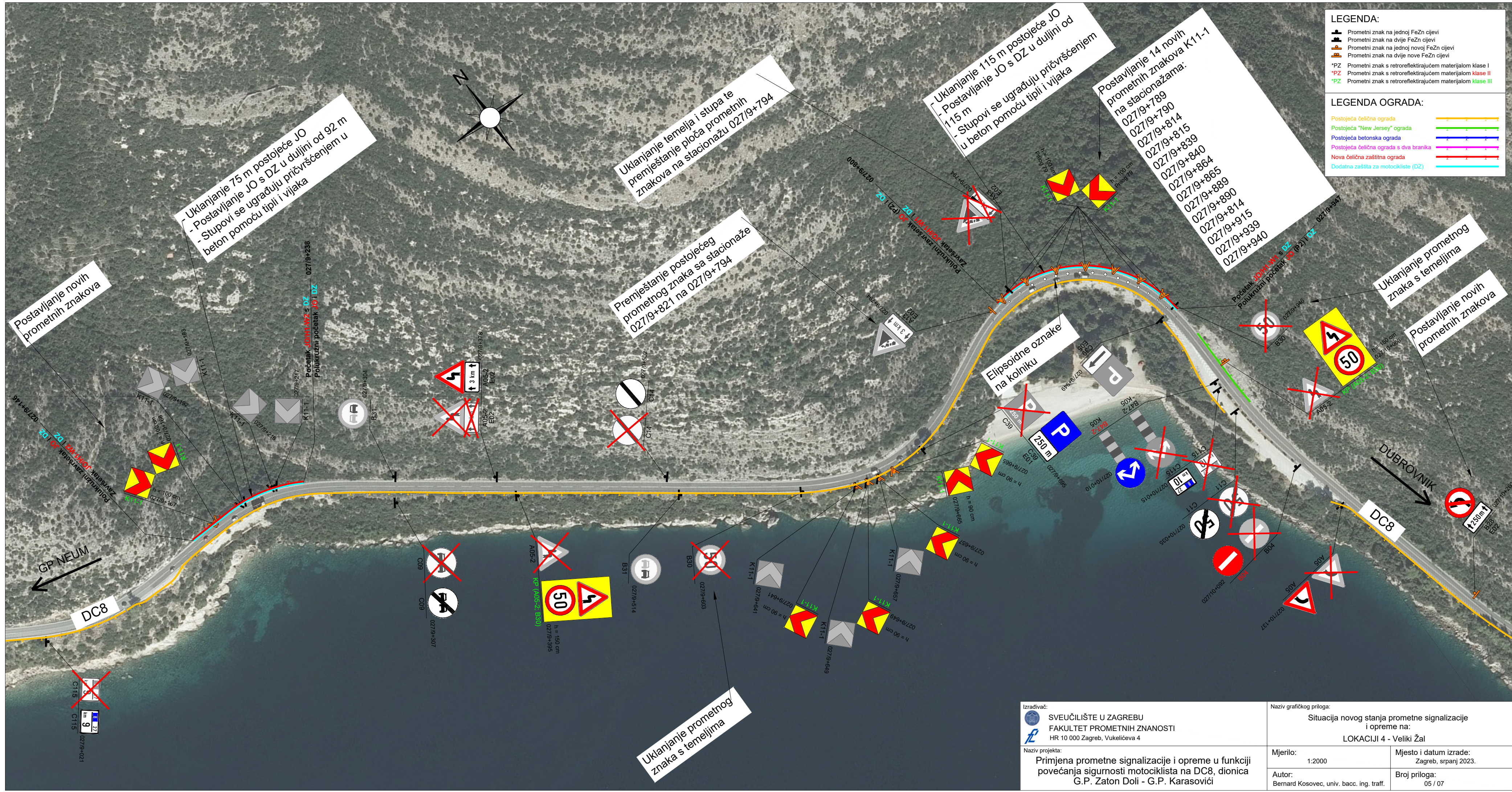


Izrađivač:
 SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
 FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
 HR 10 000 Zagreb, Vukelićeva 4

Naziv projekta:
 Primjena prometne signalizacije i opreme u funkciji povećanja sigurnosti motociklista na DC8, dionica G.P. Zaton Doli - G.P. Karasovići

Naziv grafičkog priloga:
 Situacija novog stanja prometne signalizacije i opreme na:
 LOKACIJI 3 - Brsečine

Mjerilo: 1:2000	Mjesto i datum izrade: Zagreb, srpanj 2023.
Autor: Bernard Kosovec, univ. bacc. ing. traff.	Broj priloga: 04 / 07



LEGENDA:

- Prometni znak na jednoj FeZn cijevi
- Prometni znak na dvije FeZn cijevi
- Prometni znak na jednoj novoj FeZn cijevi
- Prometni znak na dvije nove FeZn cijevi
- *PZ Prometni znak s retroreflektirajućem materijalom klase I
- *PZ Prometni znak s retroreflektirajućem materijalom klase II
- *PZ Prometni znak s retroreflektirajućem materijalom klase III

LEGENDA OGRADA:

- Postojeća čelična ograda
- Postojeća "New Jersey" ograda
- Postojeća betonska ograda
- Postojeća čelična ograda s dva branika
- Nova čelična zaštitna ograda
- Dodatna zaštita za motocikliste (DZ)

Izrađivač:
 SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
 FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
 HR 10 000 Zagreb, Vukelićeva 4

Naziv projekta:
 Primjena prometne signalizacije i opreme u funkciji povećanja sigurnosti motociklista na DC8, dionica G.P. Zaton Doli - G.P. Karasovići

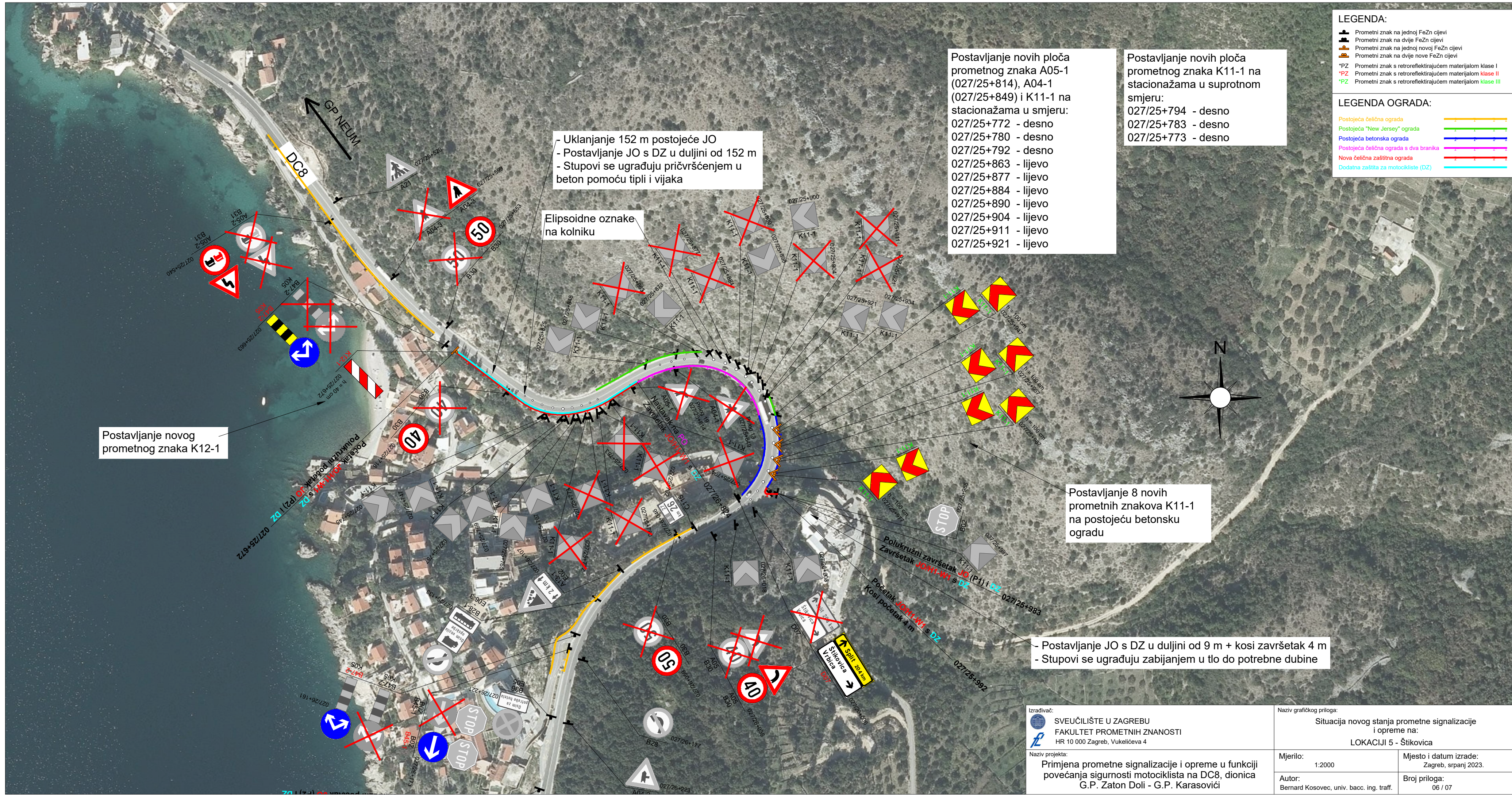
Naziv grafičkog priloga:
 Situacija novog stanja prometne signalizacije i opreme na:
 LOKACIJI 4 - Veliki Žal

Mjerilo:
 1:2000

Mjesto i datum izrade:
 Zagreb, srpanj 2023.

Autor:
 Bernard Kosovec, univ. bacc. ing. traff.

Broj priloga:
 05 / 07



- LEGENDA:**
- Prometni znak na jednoj FeZn cijevi
 - Prometni znak na dvije FeZn cijevi
 - Prometni znak na jednoj novoj FeZn cijevi
 - Prometni znak na dvije nove FeZn cijevi
 - *PZ Prometni znak s retroreflektirajućem materijalom klase I
 - *PZ Prometni znak s retroreflektirajućem materijalom klase II
 - *PZ Prometni znak s retroreflektirajućem materijalom klase III

- LEGENDA OGRADA:**
- Postojeća čelična ograda
 - Postojeća "New Jersey" ograda
 - Postojeća betonska ograda
 - Postojeća čelična ograda s dva branika
 - Nova čelična zaštitna ograda
 - Dodatna zaštita za motocikliste (DZ)

Postavljanje novih ploča prometnog znaka A05-1 (027/25+814), A04-1 (027/25+849) i K11-1 na stacionažama u smjeru:

- 027/25+772 - desno
- 027/25+780 - desno
- 027/25+792 - desno
- 027/25+863 - lijevo
- 027/25+884 - lijevo
- 027/25+890 - lijevo
- 027/25+904 - lijevo
- 027/25+911 - lijevo
- 027/25+921 - lijevo

Postavljanje novih ploča prometnog znaka K11-1 na stacionažama u suprotnom smjeru:

- 027/25+794 - desno
- 027/25+783 - desno
- 027/25+773 - desno

Uklanjanje 152 m postojeće JO
 - Postavljanje JO s DZ u duljini od 152 m
 - Stupovi se ugrađuju pričvršćenjem u beton pomoću tipli i vijaka

Elipsoidne oznake na kolniku

Postavljanje novog prometnog znaka K12-1

Postavljanje 8 novih prometnih znakova K11-1 na postojeću betonsku ogradu

Postavljanje JO s DZ u duljini od 9 m + kosi završetak 4 m
 - Stupovi se ugrađuju zabijanjem u tlo do potrebne dubine

Izradio/a: SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
 FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
 HR 10 000 Zagreb, Vukelićeva 4

Naziv projekta: Primjena prometne signalizacije i opreme u funkciji povećanja sigurnosti motociklista na DC8, dionica G.P. Zaton Doli - G.P. Karasovići

Naziv grafičkog priloga: Situacija novog stanja prometne signalizacije i opreme na: LOKACIJI 5 - Štikovica

Mjerilo: 1:2000	Mjesto i datum izrade: Zagreb, srpanj 2023.
Autor: Bernard Kosovec, univ. bacc. ing. traff.	Broj priloga: 06 / 07

- LEGENDA:**
- Prometni znak na jednoj FeZn cijevi
 - Prometni znak na dvije FeZn cijevi
 - Prometni znak na jednoj novoj FeZn cijevi
 - Prometni znak na dvije nove FeZn cijevi
 - *PZ Prometni znak s retroreflektirajućem materijalom klase I
 - *PZ Prometni znak s retroreflektirajućem materijalom klase II
 - *PZ Prometni znak s retroreflektirajućem materijalom klase III
- LEGENDA OGRADA:**
- Postojeća čelična ograda
 - Postojeća "New Jersey" ograda
 - Postojeća betonska ograda
 - Postojeća čelična ograda s dva branika
 - Nova čelična zaštitna ograda
 - Dodatna zaštita za motocikliste (DZ)

- Uklanjanje 184 m postojeće JO
 - Postavljanje JO s DZ u duljini od 184 m
 - Stupovi se ugrađuju pričvršćenjem u beton pomoću tipli i vijaka



Izrađivač: SVEUČILIŠTE U ZAGREBU FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI HR 10 000 Zagreb, Vukelićeva 4	Naziv grafičkog priloga: Situacija novog stanja prometne signalizacije i opreme na: LOKACIJI 5 - Štikovica	
	Naziv projekta: Primjena prometne signalizacije i opreme u funkciji povećanja sigurnosti motociklista na DC8, dionica G.P. Zaton Doli - G.P. Karasovići	Mjerilo: 1:2000
	Autor: Bernard Kosovec, univ. bacc. ing. traff.	Broj priloga: 07 / 07

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 **Primjena prometne signalizacije i opreme u funkciji povećanja sigurnosti motociklista na DC8, dionica G.P. Zaton Doli – G.P. Karasovići**, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ica:

U Zagrebu, 24.08.2023.

Bernard Kosovec

(ime i prezime, *potpis*)

