

Prijedlog mjera za povećanje sigurnosti cestovnog prometa vangradske ceste

Perković, Robert

Graduate thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:157:567112>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-28**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering - FCERI Repository](#)



image not found or type unknown

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

Robert Perković

**Prijedlog mjera za povećanje sigurnosti cestovnog prometa vangradske
ceste**

Diplomski rad

Rijeka, 2023.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

**Stručni diplomski studij
Graditeljstvo u priobalju i komunalni sustav**

Sigurnost cestovnog prometa

**Robert Perković
JMBAG: 0114012009**

**Prijedlog mjera za povećanje sigurnosti cestovnog prometa vangradske
ceste**

Diplomski rad

Rijeka, rujan 2023.

IZJAVA

Diplomski rad izradio sam samostalno, u suradnji s mentorom i uz poštivanje pozitivnih građevinskih propisa i znanstvenih dostignuća iz područja građevinarstva. Građevinski fakultet u Rijeci je nositelj prava intelektualnog vlasništva u odnosu na ovaj rad.

Robert Perković

U Rijeci, 15. rujna 2023.

Zahvala:

Zahvaljujem se mentorici izv.prof.dr.sc. Sanji Šurdonji, na uloženom vremenu, trudu i sugestijama prilikom izrade ovog diplomskog rada.

Također se zahvaljujem i svim ostalim profesorima, asistentima i kolegama sa fakulteta na ugodnom druženju i nesebičnom pomaganju tijekom studiranja.

I na kraju se želim zahvaliti svojoj obitelji na strpljenju i podršci; roditeljima, sinu Maru i supruzi Sandri.

Sažetak:

Današnje vrijeme obilježeno je naglom ekspanzijom cestovnog prometa koji uslijed svog svakodnevnog preopterećenja povlači i niz negativnih posljedica počevši od smanjenja sigurnosti i sve učestalijih prometnih nezgoda. Temeljni faktori sigurnosti cestovnog prometa su čovjek, vozilo, cesta, promet na cesti i incidentni faktor stoga je osobito bitna njihova detaljna analiza u svrhu pronalaska najboljih mogućih rješenja za postizanje što sigurnijeg cestovnog prometa. Postojećem problemu nastoji se pristupiti na razne načine stoga se uz razne preventivne i edukacijske mjere koriste i razna moderna tehnološka dostignuća a sve u svrhu postizanja sigurnije infrastrukture i vozila. U diplomskom radu analizirana je dionica nerazvrstane lokalne ceste Drenova-Grohovo-Pašac sa svrhom detektiranja i analiziranja postojećih nedostataka koje bi bilo potrebno otkloniti i na taj način povećati razinu sigurnosti dionice. Provedeno je terensko istraživanje i analiza prometnice i na taj način prikupljeni podaci o prometnom opterećenju, stanju cestovnog kolnika, a ujedno je provedeno i terensko snimanje. Upravo je cilj ovoga rada da nakon provedene analize predložimo mjere za poboljšanje njene sigurnosti.

Ključne riječi: temeljni faktori sigurnosti cestovnog prometa, mjere za povećanje sigurnosti, analiza, terensko istraživanje, prometno opterećenje

Abstract:

Today's time is marked by the sudden expansion of road traffic, which, due to its daily overload, entails a number of negative consequences, starting with a decrease in safety and increasingly frequent traffic accidents. The fundamental factors of road traffic safety are man, vehicle, road, traffic on the road and the incident factor, therefore their detailed analysis is particularly important in order to find the best possible solutions for achieving the safest possible road traffic. The existing problem is being approached in various ways, so in addition to various preventive and educational measures, various modern technological achievements are used, all with the aim of achieving safer infrastructure and vehicles. The thesis analyzed the section of the unclassified local road Drenova-Grohovo-Pašac with the purpose of detecting and analyzing the existing defects that would need to be eliminated and thus increase the level of safety of the section. A field survey and analysis of the road was carried out, and in this way data was collected on the traffic load, the condition of the road pavement, and at the same time a field recording was carried out. The aim of this work is to propose measures to improve its safety after the analysis.

Keywords: fundamental factors of road traffic safety, measures to increase safety, analysis, field research, traffic load

SADRŽAJ

| | |
|---|----|
| 1. UVOD | 1 |
| 2. FAKTORI SIGURNOSTI PROMETA..... | 2 |
| 2.1. Čovjek kao faktor sigurnosti prometa | 4 |
| 2.1.1. <i>Osobne značajke vozača</i> | 5 |
| 2.1.2. <i>Psihofizičke osobine čovjeka</i> | 5 |
| 2.1.3. <i>Stupanj obrazovanja i kultura</i> | 6 |
| 2.2. Vozilo kao faktor sigurnosti prometa | 6 |
| 2.3. Cesta kao faktor sigurnosti prometa..... | 7 |
| 2.4. Promet na cesti kao faktor sigurnosti prometa..... | 8 |
| 2.5. Incidentni faktor | 8 |
| 3. SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA U EUROPSKOJ UNIJI I REPUBLICIHRVATSKOJ | 10 |
| 3.1. Pravni propisi Republike Hrvatske o sigurnosti cestovnog prometa | 11 |
| 3.2. Aktivnosti i planovi Europske komisije o sigurnosti prometa..... | 12 |
| 3.2.1. <i>Program “ Siguran sustav“ na EU razini</i> | 13 |
| 4. PRIJEDLOG MJERA ZA POVEĆANJE SIGURNOSTI na nerazvrstanoj vangradskoj cesti Orehovica-Pašac-Grohovo-Drenova..... | 14 |
| 4.1. Opis analizirane dionice | 14 |
| 4.2. Analiza postojećeg stanja | 17 |
| 4.2.1. <i>Analiza prometnog opterećenje i brzina</i> | 17 |
| 4.2.2. <i>Analiza stanja kolnika</i> | 27 |
| 4.2.3. <i>Analiza geometrije ceste</i> | 35 |
| 4.2.4. <i>Analiza preglednosti u horizontalnim krivinama</i> | 36 |
| 4.2.5. <i>Analiza preglednosti u zoni raskrižja</i> | 48 |
| 4.3. Prijedlog mjera za povećanje sigurnosti..... | 54 |
| 5. ZAKLJUČAK..... | 58 |
| 6. LITERATURA | 60 |
| 7. POPIS PRILOGA | 61 |

POPIS TABLICA

Tablica 1. Veličina motornog prometa [6]

Tablica 2. Kategorizacija cesta [6]

Tablica 3. Kriteriji za ocjenu stanja kolnika prema poprečnoj ravnosti-kolotrazi [7]

Tablica 4. Kriteriji za ocjenu stanja kolnika prema uzdužnoj ravnosti [7]

Tablica 5. Kriteriji za ocjenu stanja kolnika prema vrijednostima makroteksture [7]

Tablica 6. Prikaz stanja kolnika i poddionica kao prijedlog mjera za intervencije poboljšanja uzdužne ravnosti

Tablica 7. Prikaz stanja kolnika i poddionica kao prijedlog mjera za intervencije poboljšanja makroteksture

Tablica 8. Prikaz proračuna preglednosti horizontalne krivine R1

Tablica 9. Prikaz proračuna preglednosti horizontalne krivine R2

Tablica 10. Prikaz proračuna preglednosti horizontalne krivine R3

Tablica 11. Prikaz proračuna preglednosti horizontalne krivine R4

Tablica 12. Prikaz proračuna preglednosti horizontalne krivine R5

POPIS SLIKA

- Slika 1. Vennov dijagram [3]
- Slika 2. Osnovne funkcije i procesi čovjeka [3]
- Slika 3. CARE (baza podataka EU-a o prometnim nesrećama) [6]
- Slika 4. Prikaz ispitne dionice vangradske nerazvrstane ceste
- Slika 5. Prikaz pozicija brojača prometa
- Slika 6. Pozicija brojača 1 u smjeru Pašac - Grohovo
- Slika 7. Pozicija brojača 2 u smjeru Grohovo – Drenova
- Slika 8. Brojač 1 - 24 satno prometno opterećenje
- Slika 9. Brojač 1 – broj vozila u odnosu na brzinu
- Slika 10. Brojač 1 – postotak brzina za oba smjera
- Slika 11. Brojač 1 – vršni sat
- Slika 12. Brojač 2 - 24 satno prometno opterećenje
- Slika 13. Brojač 2 – broj vozila u odnosu na brzinu
- Slika 14. Brojač 2 – postotak brzina za oba smjera
- Slika 15. Brojač 2 – vršni sat
- Slika 16. Mjerno vozilo i laserski sustav za snimanje stanja ceste
- Slika 17. Dubine kolotruga na poddionicama za smjer Orehovica-Drenova
- Slika 18. Dubine kolotruga na poddionicama za smjer Drenova-Orehovica
- Slika 19. Ravnost IRI na poddionicama za smjer Orehovica-Drenova
- Slika 20. Ravnost IRI na poddionicama za smjer Drenova-Orehovica
- Slika 21. Makrotekstura na poddionicama za smjer Orehovica-Drenova
- Slika 22. Makrotekstura na poddionicama za smjer Drenova-Orehovica
- Slika 23. Elementi horizontalne preglednosti
- Slika 24. Horizontalne krivine odabrane za analizu (R1, R2, R3, R4 i R5)
- Slika 25. Preglednost horizontalne krivine R1 odabrane za analizu
- Slika 26. Poprečni presjek krivine R1 odabrane za analizu, smjer Orehovica-Drenova
- Slika 27. Preglednost horizontalne krivine R2 odabrane za analizu
- Slika 28. Poprečni presjek krivine R2 odabrane za analizu, smjer Orehovica-Drenova
- Slika 29. Preglednost horizontalne krivine R3 odabrane za analizu
- Slika 30. Poprečni presjek krivine R3 odabrane za analizu, smjer Orehovica-Drenova
- Slika 31. Preglednost horizontalne krivine R4 odabrane za analizu

Slika 32. Poprečni presjek krivine R4 odabrane za analizu, smjer Orehovica-Drenova

Slika 33. Preglednost horizontalne krivine R5 odabrane za analizu

Slika 34. Poprečni presjek krivine R5 odabrane za analizu, smjer Orehovica-Drenova

Slika 35. Raskrižje Orehovica sa proračunom duljine preglednosti

Slika 36. Raskrižje Drenova sa proračunom duljine preglednosti

Slika 37. Raskrižje Drenova sa proračunom duljine preglednosti (sporedni smjer)

Slika 38. Raskrižje Drenova, pogled iz smjera Orehovica-Drenova

Slika 39. Raskrižje Drenova, pogled iz smjera Saršoni-Drenova

Slika 40. Znakovi na kolniku za smirivanje prometa

Slika 41. Uzdignuta ploha kolnika i obilježeni pješački prijelaz

1. UVOD

Cestovni promet postaje sve izraženija i značajnija gospodarska djelatnost koja svakodnevno prati svakoga od nas, bilo da se nađemo u ulozi vozača, putnika, pješaka ili biciklista. Današnje vrijeme obilježeno je naglim tehnološkim razvojem u oblasti industrije osobnih automobila kao i svakodnevnim ulaganjem u kupnju istih od strane stanovništva. Svaki pojedinac težit će kupnji svog osobnog vozila s kojim će ujedno postati svakodnevni sudionik u cestovnom prometu. Budući da je u današnje vrijeme kupnja osobnih vozila pristupačna velikom broju ljudi, razvidan je i pojačani rast sudionika u cestovnom prometu, a time i vjerojatnost nastanka prometnih nesreća s mogućim tragičnim gubicima ljudskih života i golemih štetnih posljedica za društvo.

Gotovo smo svakodnevno izloženi vijestima o stradavanjima na hrvatskim prometnicama, a broj ljudi poginulih u istim, na žalost, nastavlja se povećavati u Republici Hrvatskoj, ali i na svjetskoj razini. Moglo bi se reći da prometne nesreće danas predstavljaju velik društveni problem stoga postoje i različiti stavovi kako riješiti taj problem. Ovaj rad u svom trećem dijelu daje prikaz nekih od mjera koje se već provode ili će se tek početi provoditi, a sve u svrhu povećanja sigurnosti cestovnog prometa. Stoga je na razini Europske unije prikazan ambiciozan plan s ciljem da se do 2050. godine pokuša približiti broju od nula smrti i ozbiljnih ozljeda na cestama Europske unije.

U četvrtom dijelu rada prikazan je praktičan primjer na dionici nerazvrstane lokalne ceste Drenova-Grohovo-Pašac s obavljenom analizom faktora, pogrešaka i mogućih uzroka prometnih nesreća s osvrtom na sigurnosnu problematiku, kao i prijedlozi mogućih rješenja za poboljšanje njezine sigurnosti. Nadalje su predložene i obrazložene mjere na koji način bi se moglo poboljšati stanje i sigurnost cestovnog prometa na opisanoj relaciji

U zaključku je prikazan kratak osvrt na cjelokupnu problematiku koju je nužno rješavati kako bi se poboljšala sigurnost cestovnog primeta i kako bi nam predložene mjere mogle u tome pomoći.

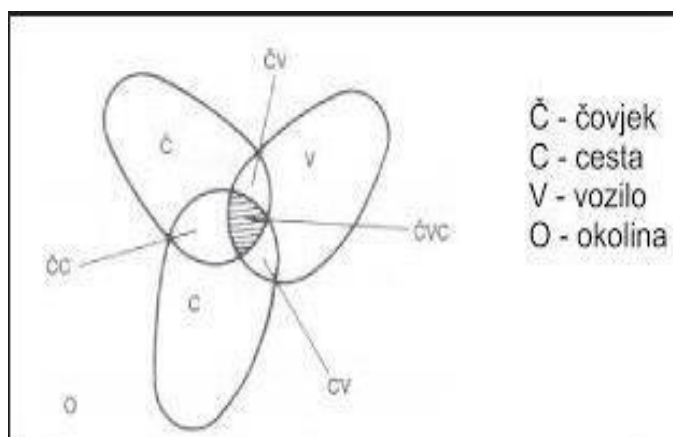
2. FAKTORI SIGURNOSTI PROMETA

Cestovni promet u današnje vrijeme predstavlja sustav u kojem, međuovisnost faktora kao elemenata tog sustava, dovodi do konfliktnih situacija i mogućnost nastanka prometnih nesreća. Usljed vrlo složene interakcije faktora nije moguće osigurati apsolutnu sigurnost svih sudionika u prometu. Upravo je zato nužno konstantno razvijanje i unapređenje sustava kako bi i sigurnost njegovih sudionika bila svedena na društveno prihvatljiv rizik.[1]

U svrhu povećanja sigurnost prometa nužno je provesti niz mjera kojima je jedini cilj smanjenje opasnosti koje mogu dovesti do nastanka prometnih nesreća.

Cestovni promet možemo zapravo pojednostavljeno promatrati u tri osnovna podsustava – čovjek, cesta i vozilo koji su u konstantnoj međusobnoj ovisnosti.[2]

Djelovanje tih triju sustava na sigurnost prikazan je Vennovim dijagramom.



Slika 1: Vennov dijagram [3]

Prema slici 1, moguće je uočiti međusobnu ovisnost podsustava čovjek (č) – vozilo (v)

– cesta (c). Okolina je također utjecajan faktor sigurnosti prometa budući da sve što se nalazi u okolini može biti od utjecaja na faktore u prometu.

Faktori “čovjek“, “cesta“ i “vozilo“, ne obuhvaćaju sve elemente koji mogu utjecati na sigurnost cestovnog prometa stoga je potrebno spomenuti i četvrti faktor sigurnosti cestovnog prometa, a to je “promet na cesti“ “. Kao peti faktor smatra se“ incidentni

faktor“ budući da se kao takav pojavljuje neočekivano i nesustavno, a to su primjerice atmosferske prilike, kamenje na cesti, ulje, blato na kolniku i sl., i uvelike utječe na stanje sustava.

Slijedom svega prednje navedenog, na opasnost od nastanka prometnih nesreća utječu sljedeći faktori:

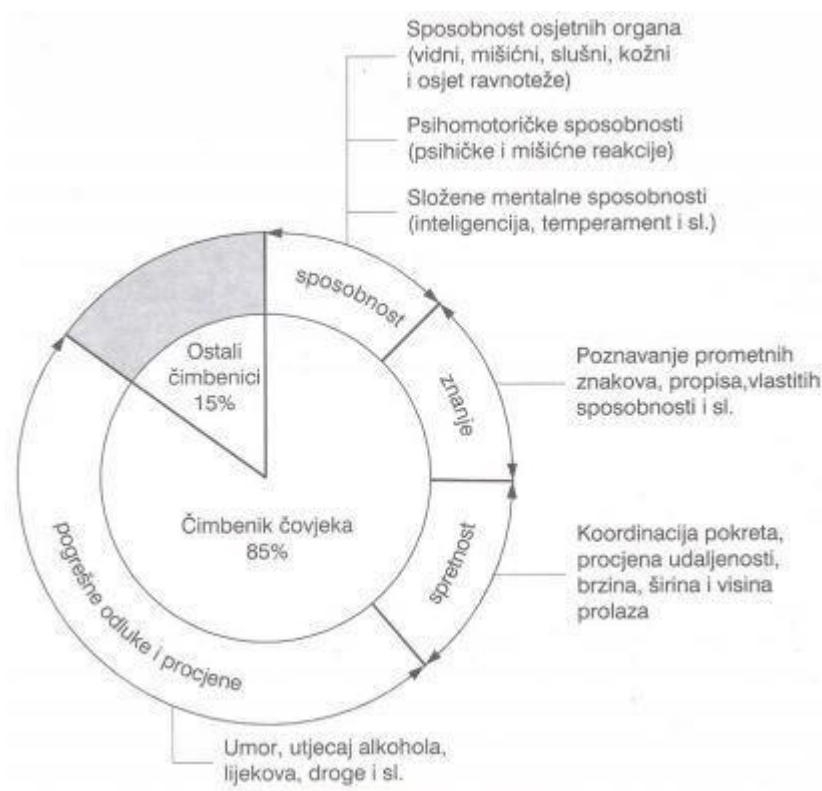
- čovjek
- vozilo
- cesta
- promet na cesti
- incidentni faktor.

Budući da prometne nesreće nastaju uslijed objektivnih i subjektivnih okolnosti, moglo bi se reći da upravo svi gore navedeni faktori predstavljaju glavne uzroke prometnih nesreća. Ovdje se svakako još može spomenuti zakonska regulativa, sustavi održavanja i reguliranja cestovnog prometa kao i mogućnosti uzgradnje novih cestovnih prometnica. Zapravo se kao zaključno može reći da je ipak čovjek najistaknutija karika sustava jer upravo on svojim djelovanjem utječe na sve prethodne faktore i kao takav je odgovoran za upravljanje vozilom, izgradnju i održavanje cestovne infrastrukture, određivanje te primjenu administrativnih mjera za sudjelovanje u prometu.[2]

2.1. Čovjek kao faktor sigurnosti prometa

Čovjek u ulozi vozača u prometu smatra se najistaknutijim faktorom koji utječe na sigurnost cestovnog prometa. Kao aktivan sudionik prometa svojim, osjetilima prima informacije vezane za uvjete na cesti, te uzevši u obzir vozilo i promete propise, određuje način kretanja vozila.

Svaki pojedinac će se različito ponašati u različitim situacijama, a njegova reakcija znatno će ovisiti o stupnju njegova obrazovanja, o zdravstvenom stanju, starosti, temperamentu, emocijama, inteligenciji i sl.



Slika 2: Osnovne funkcije i procesi čovjeka [3]

Prema slici 2, vidljiva je povezanost svih osnovnih faktora i procesa koji oblikuju čovjekovo ponašanje i reakcije u prometu

Na ponašanje čovjeka kao faktora sigurnosti u prometu utječu sljedeći faktori:

- osobne značajke vozača
- psihofizičke osobine čovjeka
- Stupanj obrazovanja i kultura

2.1.1. Osobne značajke vozača

Osobnost predstavlja organiziranu cjelinu svih osobina, svojstava i ponašanja po kojima se svaka ljudska individualnost izdvaja od svih drugih pojedinaca društvene zajednice. Zato se samo psihički i skladno razvijena osoba smatra preduvjetom sigurnog i pravilnog odvijanja cestovnog prometa. Sve sposobnosti čovjeka razvijaju se u prosjeku do 18-te godine života, a 65 godina smatra se donjom granicom razvoja. [3]

Niz psihičkih osobina čine osobu čovjeka i kao takve omogućuju mu obavljanje svakodnevnih aktivnosti. Trebalo bi ovdje spomenuti velik utjecaj stupnja obrazovanja, utjecaj okoline, urođeni temperament, osobnu crtu i karakter svakog pojedinca. Svi se ti pojedini elementi međusobno isprepliću, sazrijevaju i mijenjaju tokom života i na taj način formiraju čovjekovu ličnost. Mentalne sposobnosti ubrajaju mišljenje, pamćenje, inteligenciju, učenje, a osoba s razvijenim mentalnim sposobnostima puno bolje upoznaje i prilagođava se okolini.[1].

Jedna od važnijih mentalnih sposobnosti je inteligencija. To je sposobnost snalaženja u novonastalim situacijama uporabom novih, nenaučenih reakcija.[1].

2.1.2. Psihofizičke osobine čovjeka

Za upravljanje vozilom čovjeku su od presudne važnosti osjeti vida, sluha, ravnoteže, mirisa te mišićni osjet koji podražavaju njegov živčani sustav. Uz pomoć osjetnih organa vozaču je dana mogućnost zamjećivanja okoline te primanje obavijesti o vanjskom svijetu i promjenama koje se događaju unutar tijela posredstvom tih osjetila.

Osjet vida je nabitiji za vozača budući da upravo 95% svih odluka koje vozač donosi ovisi o tom osjetu. Prilikom upravljanja vozilom od presudne je važnosti sposobnost što bržeg zamjećivanja uslije promjene intenziteta svjetla odnosno prilagodba oka na svjetlo i tamu. Pomoću osjeta sluha vozač osluškuje rad motora, za određivanje smjera i udaljenosti vozila pri kočenju. Za sigurnost kretanja vozila, osobito kod vozača motocikla, važan je osjet ravnoteže pomoću kojeg on može procijeniti nagib ceste, ubrzanje ili usporenje vozila, bočni pritisak u zavoju i sl.

Nadalje treba spomenuti psihomotoričke sposobnosti vozača važne za uspješno izvođenje pokreta koji traže brzinu, preciznost i skladni rad mišića, a to su brzina reagiranja i realizacija pokreta te harmonija pokreta i opažanja. Svakako treba napomenuti kako

brzina reagiranja znatno ovisi o tarosnoj dobi, individualnim osobinama vozača, intenzitetu podražaja, o složenosti prometne situacije, o fizičkoj i psihičkoj spremnosti vozača, koncentraciji i umoru, brzini vožnje i drugim uvjetima.

2.1.3. Stupanj obrazovanja i kultura

Vozač s određenim stupnjem obrazovanja podrazumijeva i veći stupanj poštivanja prometnih propisa i kulture kao i savjesno ponašanje prema drugom sudionicima u prometu. Prometna kultura uključuje zakonska pravila i propise o ponašanju pojedinih sudionika u prometu kao i mnoga notorna nepisana pravila.

U procesu konstantnog učenja vozač stječe i nadograđuje svoje znanje iz oblasti zakona i propisa o reguliranju prometa, dinamike kretanja vozila koje je nužno za normalno odvijanje prometa. Uslijed spomenutog procesa on postaje svjestan, a ujedno i samokritičan u pogledu svojih sposobnosti. [3]

2.2. Vozilo kao faktor sigurnosti prometa

Vozilo je prijevozno sredstvo namijenjeno prijevozu ljudi i tereta, a može se kretati pravocrtno ili krivocrtno jednolikom brzinom, ubrzano ili usporeno i kao takvo znatno utječe na sigurnost prometa.[3] Prema statističkim podacima, za 3-5 % prometnih nesreća smatra se da im je uzrok tehnički nedostatak na vozilu.[3] Elementi vozila koji utječu na sigurnost prometa mogu se podijeliti na aktivne i pasivne.

U aktivne elemente sigurnosti kao što su kočnice, upravljački mehanizam, gume i sl. mogu se ubrojiti ona značajke vozila čiji je cilj smanjiti mogućnost nastanka prometne nesreće. Među pasivne elemente možemo ubrojiti karoseriju, vrata, sigurnosne pojaseve i sl čija je zadaća u slučaju nastanka prometne nesreće, ublažiti njene posljedice.[3]

2.3. Cesta kao faktor sigurnosti prometa

Upravo tehnički nedostaci ceste smatraju se najčešćim uzrokom prometnih nesreća bilo da su nastali prilikom projektiranja ili izvedbe ceste. Cestu kao faktor sigurnosti čine tehnički elementi kao što su trasa ceste, tehnički elementi, stanje kolnika, oprema i rasvjeta, križanja, utjecaj bočne zapreke i održavanje ceste.

Trasa ceste određuje njen smjer i visinski položaj, a sastoji se od pravaca, zavoja i prijelaznih krivulja koji trebaju biti određeni na način da osiguraju sigurno kretanje vozila pri određenoj računskoj brzini. Trebala bi biti homogena i omogućavati jednoličnu brzinu kretanja, a duljina pravaca i zavoja mora biti međusobno usklađena. Osim tehničke sigurnosti treba osigurati i onu psihološku u čemu značajnu ulogu ima okolni teren koji ima velik utjecaj na vozača prilikom vožnje.

Većina cesta u Republici Hrvatskoj uobičajeno su izvedene s kolnikom sa po dva prometna traka. Veliku opasnost za sigurnost prometa predstavlja upravo nepropisna širina kolnika koja je još izraženija u slučaju prolaska teretnih vozila. Stoga je bitno osigurati što širi kolnik kako bi se promet mogao neometano i sigurno odvijati. Na cestama za mješoviti promet je potrebno predvidjeti biciklističke staze u predjelima gdje je razvijen biciklistički promet kako bi isti mogao neometano i sigurno odvijati.

Stanje kolnika bitan je element prilikom analize stanja sigurnosti neke prometnice. Uzrok mnogih prometnih nesreća upravo je smanjenje koeficijenta trenja između kotača i kolnika do kojeg dolazi uslijed oštećenja gornje površine kolnika čiji rezultat može biti pojava udarnih rupa. Dobrim prijanjanjem uz površinu može se spriječiti klizanje vozila, bilo u uzdužnom ili poprečnom smjeru. Na smanjenje prijanjanja također utječu i elementi kao što su mokar zastor, vodeni klin, onečišćen i blatani zastor, neravnine na zastoru i sl. Do oštećenja na kolniku može doći zbog dotrajalog zastora, njegove slabe kvalitete, lošeg održavanja i posljedica smrzavanja. Kod oštećenja kolnika većih od 15% potrebno je čitav kolnik obnoviti, a kod oštećenja do 15 % treba ga popraviti. [3]

Opremu ceste čine prometni znakovi, ograde, živice, smjerokazi, kilometarske oznake, snjegobrani i vjetrobrani. Dobra oprema ceste čini važan preduvjet za sigurnost vozača izrazito prilikom velikih brzina i pojačane gustoće prometa na cestama. Važno je da se svi prometni znakovi i prometna signalizacija postavljaju prema elaboratu o opremi i signalizaciji ceste.

Na dužim cestovnim dionicama, adekvatnom i dobrom rasvjetom uvelike se smanjuje broj prometnih nesreća za 30 – 35% u usporedbi sa recimo slabije ili potpuno neosvijetljenim prometnicama.

Broj prometnih nesreća na križanjima u gradu iznosi 40-50% ukupnog broja nesreća. Zato je potrebno na križanjima osigurati dobru preglednost i posebnu pažnju posvetiti regulaciji prometa. Posebna opasnost na križanjima predstavljaju vozila koja skreću ulijevo te ih je pri regulaciji prometa potrebno posebno odvojiti.[3]

Bočne, stalne ili povremene, zapreke u blizini ruba kolnika također nepovoljno utječu na sigurnost prometa. Prema našim zakonskim propisima, udaljenost unutarnjeg ruba zaštitne ograde, ukoliko postoji trak za zaustavljanje vozila u nuždi, iznosi 0,70 m. U slučajevima kad nema trake za zaustavljanje vozila, tada udaljenost ovisi o širini prometnog traka.

Redovno održavanje cesta počinje u proljeće te se u onda vrše popravci zastora, čišćenje odvodnih kanala, zamjena dotrajale signalizacije i uređuju kosine zemljanog trupa. Prilikom investicijskog održavanja uređuju se opasna mjesta, obnavlja se zastor, rekonstruiraju tehnički elementi ceste i sl. Za vrijeme zimskog perioda, važno je da su ceste prohodne i da se spriječi nastanak leda na kolniku, a u tom periodu održavanje ceste obavljaju zimske službe.

2.4. Promet na cesti kao faktor sigurnosti prometa

Faktor promet na cesti uključuje i druge podfaktore kao što su organizacija, upravljanje i kontrola prometa. Pod organizacijom prometa smatramo prometne propise i tehnička sredstva za organizaciju. Nadalje upravljanje prometom uključuje način i tehniku upravljanja cestovnim prometnicama dok kontrola prometa obuhvaća način kontrole prometa te ispitivanje i statistiku prometnih nesreća.[3]

2.5. Incidentni faktor

Methodno navedeni faktori cestovnog prometa podložni su određenim pravilima i to su faktori koji se mogu predvidjeti. Međutim, tim faktorima nisu obuhvaćene atmosferske prilike ili neki drugi elementi kao što su trag ulja na kolniku, nečistoća, divljač i sl., a značajna su zapreka sigurnom odvijanju prometa. Upravo zbog tih faktora,

čije se djelovanje pojavljuje neočekivano, uvedena je nova skupina faktora pod nazivom tzv. incidentni faktor. U atmosferske utjecaje koji utječu na sigurnost prometa mogu se ubrojiti: kiša, poledica, snijeg, magla, vjetari sl.

3. SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA U EUROPSKOJ UNIJI I REPUBLICI HRVATSKOJ

Prema podacima od strane Europske komisije o smrtnim slučajevima na cestama EU, tijekom 2022. godine zabilježeno je povećanje stradavanja od 3% u odnosu na prethodnu godinu, ali i dalje je to 10% manje nego 2019.[4]

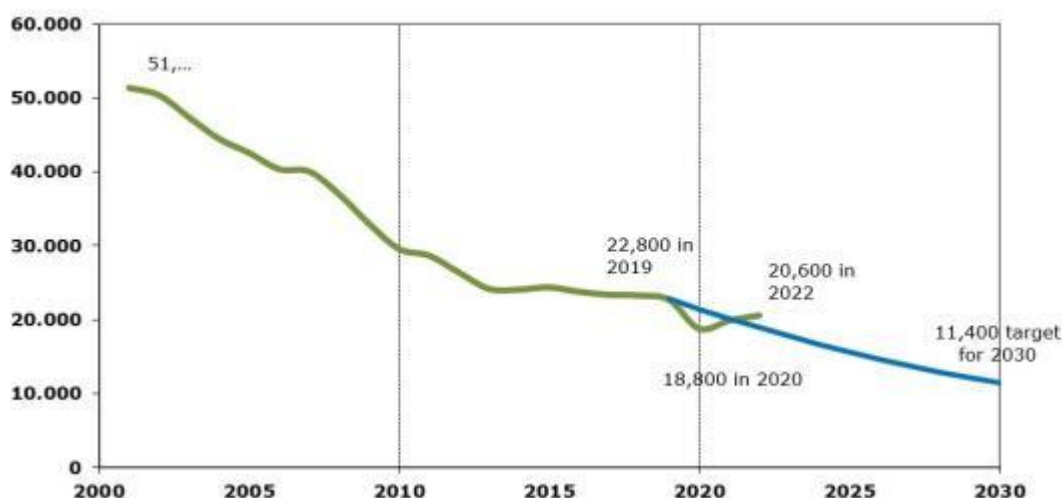
Budući da se gustoća prometa nakon pandemije vratila na prijašnje razine, u prometnim nesrećama poginulo je oko 20.600 osoba, odnosno 3% više nego godinu prije toga. Međutim, to je i dalje 2.000 smrtnih slučajeva (ili 10%) manje u usporedbi s pretpandemijskom 2019. godinom. Također je zabilježen neujednačen napredak među pojedinim državama članicama. Najveća smanjenja, preko 30%, zabilježena su u Litvi i Poljskoj, a i Danska je zabilježila pad od 23%. S druge strane, u posljednje tri godine broj poginulih na cestama u zemljama kao što su Irska, Španjolska, Francuska, Italija, Nizozemska i Švedska ostao je prilično stabilan ili se povećao. Ukupni poredak među državama članicama, prema stopama smrtnih slučajeva, nije se znatno promijenio od stanja prije pandemije. Slijedom toga i dalje su ceste najsigurnije u Švedskoj (21 smrtni slučaj na milijun stanovnika) i Danskoj (26/milijun), a Rumunjska (86/milijun) i Bugarska (78/milijun) zabilježile su najviše stope stradavanja. Prosjek EU-a bio je 46 poginulih na cestama na milijun stanovnika. U gradskim područjima postoci se znatno razlikuju i nezaštićeni sudionici u cestovnom prometu (pješači, biciklisti i korisnici motornih vozila na dva kotača) čine nešto manje od 70 % ukupnog broja smrtnih slučajeva. Kod većine prometnih nesreća sa smrtnim posljedicama koje su zabilježene na gradskim cestama glavni sudionici nesreće bili su upravo automobili i kamioni. Iz toga je razvidno da je potrebno poboljšati zaštitu nezaštićenih sudionika u cestovnom prometu. Povećani udio biciklista u mnogim državama članicama je dobrodošao. Međutim broj stradalih biciklista na cestama EU-a u konstantnom je porastu i predstavlja ozbiljan razlog za zabrinutost i samo za tu skupinu sudionika u cestovnom prometu nije zabilježen znatan pad broja smrtnih slučajeva tijekom posljednjeg desetljeća, a sve zbog nedostatka dobro opremljene infrastrukture. Primjerice preliminarni podaci iz Francuske za 2022. pokazuju povećanje broja smrtnih slučajeva među biciklistima od 30 % u odnosu na 2019. [4]

3.1. Pravni propisi Republike Hrvatske o sigurnosti cestovnog prometa

U Republici Hrvatskoj još uvijek ne postoji specijalizirana agencija za sigurnost cestovnog prometa već tu funkciju obnaša Ministarstvo unutarnjih poslova RH. Pravni okvir kojim je uređena oblast sigurnosti prometa na cestama čine Zakon o sigurnosti prometa na cestama (NN 70/19), Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/19), Nacionalni plan sigurnosti cestovnog prometa Republike Hrvatske za razdoblje od 2021. do 2030. godine, Županijski savjet za sigurnost prometa na cestama i Odluka o uređenju prometa na području grada/općine.

3.2. Aktivnosti i planovi Europske komisije o sigurnosti prometa

Europska komisija je u okviru svoje EU politike za sigurnost na cestama 2021-2030 usvojila pristupe “Vizija Nula“ i “ Sigurnosti sustav“ kako bi na taj način pokušala eliminirati smrtnost i ozbiljne ozljede na europskim prometnicama.“Vizija Nula” predstavlja dugoročni plan Europske Unije da se do 2050. godine broj smrti na cestama na razini cijele EU svede na broj 0.



Slika 3: CARE (baza podataka EU-a o prometnim nesrećama)[6]

Slika 3. Prikazuje podatke o ambicioznom planu Europske komisije na način da zeleno označava broj smrtnih slučajeva, a plavom bojom označen je cilj EU za 2030. godinu.

Europska komisija se također dotakla i pitanja novih tehnoloških dostignuća za povezivanje i automatizaciju kojima se ujedno i otvaraju mogućnosti poboljšanja sigurnosti u cestovnom prometu na način da smanjuju vjerojatnost ljudske pogreške. Međutim za sada niti najbolji automatizirani sustavi ne mogu u potpunosti zamijeniti ljudske vozače, ali automatska vozila će u skoroj budućnosti biti sve više zastupljena. Upravo zato Europska komisija to prepoznaje i planira kako će se u budućnosti promet odvijati kombinacijom automatiziranih sustava i tradicionalnih vozila. Nadalje u svojoj politici također ističe potrebu da te sve nove oblike i načine prometovanja učini što više sigurnijim.[5]

Za sve prednje navedeno potrebni su zajednički naponi svih članica EU kao i sinergija sigurnosti i mjera održivog razvoja što znači da bi se primjerice u gradovima trebalo

koristiti što manje automobila, a što više bicikla i električnih romobila. To bi sve za posljedicu imalo smanjenje prometnih gužvi i emisija stakleničkih plinova (CO₂), a ujedno i razvoj aktivne i zdravije ljudske populacije. Spomenuta je sigurna i dostupna mobilnost za sve članove društva, posebno za osobe s invaliditetom i starije osobe.[5]

3.2.1. Program “Siguran sustav“ na EU razini

Ideja pristupa „Sigurnog sustava“ jest u tome da iako će se prometne nesreće nastaviti događati, ipak postoji način da se smrtno stradavanje i ozbiljne ozljede u tim nesrećama u velikoj mjeri pokušaju spriječiti. Ovaj pristup predviđa sustav cestovnog prometa koji je “opraštajući“, što znači da treba prihvatiti činjenicu da će ljudi griješiti u prometu, ali također je potrebno stvarati i graditi bolja vozila i infrastrukturu koja će na taj način moći takve greške kompenzirati. Tako bi se dobio višeslojni skup sigurnosti u prometu, s idejom da ukoliko jedan zakaže, drugi sloj će to kompenzirati, a sve kako bi se izbjegao najgori ishod.[5]

Dugoročni plan politike je približiti se broju od nula smrti i ozljeda na cestama EU do 2050. godine sukladno Viziji Nula. Kako bi se moglo pratiti uspješnost ostvarenja ovoga cilja, postavljen je i plan za naredno razdoblje po kojem bi se broj smrti i ozljeda trebao smanjiti za 50% do 2030. godine. Međutim veoma je bilo bitno postaviti kriterije pomoću kojih će se moći pratiti i mjeriti uspješnost ostvarenja planova. Zato je Europska komisija napravila i popis ključnih pokazatelja uspješnosti kojima se mjeri ostvarenje postavljenih ciljeva.[5]

Kako bi siguran sustav zaživio u praksi veoma je važno da aktivno budu uključene sve strane na način da pravilno odrade dio posla koji im je dodijeljen. Tu se osobito misli na javne institucije iz svakog pojednog sektora koje svojim ovlastima i djelovanjem utječu na ostvarivanje ciljeva sigurnosti na cestama, kao što su promet i infrastruktura, obrazovanje, okoliš, policija, javno zdravstvo, pravosuđe i turizam. Također članicama Europske unije na raspolaganju stoji i pomoć u vidu sredstava iz EU fondova osiguranih za pripremu i provođenje projekata sigurnosti cestovnog prometa.[5]

4. PRIJEDLOG MJERA ZA POVEĆANJE SIGURNOSTI na nerazvrstanoj vangradskoj cesti Orehovica-Pašac-Grohovo-Drenova

4.1. Opis analizirane dionice

Ispitna dionica ceste pripada dijelu lokalnih nerazvrstanih cesta Grada Rijeke (nekadašnja županijska cesta oznake ŽC5017, poznatija pod nazivom „Petrolejska cesta“) odnosno sastoji se od povezanih cjelina ulica Balde Fućka i ulice Grohovski put te povezuje manja mjesta i naselja redom od Orehovice, Pašca, Grohova do Drenove. Duljina ispitne dionice iznosi 6950 m (6,95 km) od raskrižja na Orehovici do raskrižja na Drenovi (Slika 4.).



Slika 4. Prikaz ispitne dionice vangradske nerazvrstane ceste

Prema kategorizaciji cesta [6] (tablica 1 i 2) te na temelju analize prometnog opterećenja analizirana dionica svrstana je u 4. razred i 4. kategoriju ceste, a čija je zadaća povezivanja općinsko i lokalno povezivanje i prometovanje. Kako dionica povezuje i prolazi kroz

naseljena mjesta brzina vozila je ograničena na 40 km/h, a na pojedinim mjestima neposredno ispred raskrižja na 30 km/h.

Tablica 1. Veličina motornog prometa [6]

| Razred ceste | Veličina motornog prometa (PGDP) vozila / dan |
|--------------|---|
| AC | više od 14000 |
| 1. razred | više od 12000 |
| 2. razred | više od 7000 do 12000 |
| 3. razred | više od 3000 do 7000 |
| 4. razred | više od 1000 do 3000 |
| 5. razred | do 1000 |

Tablica 2. Kategorizacija cesta [6]

| Kategorija ceste | Društ. gospod. značenje | Vrsta prometa | Veličina prometa | Zadaća povezivanja | Srednja duljina putovanja (km) |
|------------------|-------------------------|-------------------------------|------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| AC | Državna | Prom. mot. vozila | >14000 | Međudržavno i državno | >100 |
| 1.kat. | Državna | Prom. mot. vozila | >12000 | Međudržavno i državno regionalno | 50-100 |
| 2.kat. | Državna | Prom. mot. vozila i mješoviti | 7000-12000 | Državno i županijsko | 20-50 |
| 3.kat. | Državna; županijska | Mješoviti | 3000-7000 | Međuopćinsko | 5-50 |
| 4.kat. | Županijska; lokalna | Mješoviti | 1000-3000 | Općinsko | 5-20 |
| 5.kat. | Lokalna | Mješoviti | <1000 | Općinsko-lokalno | <5 |

U horizontalnom smislu cesta sadrži 31 krivulja horizontalnih krivina, odnosno zavoja ($R_{min}=10$ m, $R_{max}=750$ m) te sadrži 16 pravaca tj. ravnih dijelova ceste. Nakon naselja Pašac dionica prelazi na suprotnu stranu kanjona rijeke Rječine pomoću armiranobetonskog lučnog mosta duljine 45 m. Na dionici se nalaze dva klasična trokraka raskrižja, smještena na početku i na kraju analizirane dionice.

Na većem dijelu predmetne dionice ceste vidljivi su znakovi istrošenosti tijekom godina eksploatacije (istrošenost i puknuća asfalta) te bi u planu radova održavanja,

poboljšanja kvalitete i podizanja sigurnosti cestovne mreže neke dijelove trebalo sanirati i asfaltirati.

U vertikalnom toku dionica ima najnižu visinsku točku na koti od cca 160,00 m.n.m., a najvišu na koti od cca 390,00 m.n.m. Uzdužni nagib ceste je od min 2,5 % do max 11,0 %.

Analizirana dionica je cesta izvedena za dvosmjerni promet s dvije prometne trake obje širine 3,00-3,20 m, a cijelom svojom duljinom ima gotovo isti poprečni presjek (većinom presjek tipa isjeka i zasjeka u terenu), osim na mostu iznad Rječine gdje je širina mosta 5,20 m.

Rubni trak ne postoji na predmetnoj dionici ceste. Svrha rubnih traka je horizontalna signalizacija označavanja vanjskog ruba prometnice odnosno prometnog traka u svrhu sigurnosti prometa kao i za odvodnju oborinskih voda. Središnja linija je izbljedjela na većem dijelu ceste.

Nogostupi su djelomično izvedeni kroz naselja kao jednostrani te su promjenivih širina do 1,00 m.

Bankine, rigoli, berme i uzdužna drenaža u smislu odvodnih jaraka i kanala postoje djelomično između naselja Pašac i Grohovo na poddionici od stacionaže ST 2+700,00 do ST 4+700,00.

Biciklističke i pješačke staze ne postoje.

Prometna signalizacija je zadovoljavajuća te dobro raspoređena uzduž dionice ali na njeno pravovremeno uočavanje bitno utječe gusta vegetacija na obje strane prometnice, a koja bitno smanjuje reakciju vozača. Pješački prijelazi postoje ali su nedovoljni i potrebno ih je istaknuti da se vozače prisili na smanjenje brzine vozila. Sigurnosne ograde su dobro strateški raspoređene te štite i pokrivaju sva opasna mjesta. Redovito su obnavljane tako da se na pojedinim mjestima još uvijek nalazi stariji oblik zaštite u smislu betonskih kolobrana.

4.2. Analiza postojećeg stanja

Uvidom u stanje na terenu i obilaskom predmetne dionice ceste prikupljena su terenska mjerenja i podaci potrebni za detaljnu analizu postojećeg stanja predmetne ceste. Analiza postojećeg stanja je uključila sljedeće:

- Analiza prometnog opterećenja i brzina
- Analiza stanja kolnika
- Analiza geometrije ceste
- Analiza preglednosti u horizontalnim krivinama
- Analiza preglednosti u zoni raskrižja

4.2.1. Analiza prometnog opterećenje i brzina

Na predmetnoj dionici ceste ukupne duljine 6950 m (6,95 km) korištena su 2 brojača prometa u svrhu analize prometnog opterećenja. Brojači prometa prikupljaju precizne i pouzdane podatke o brzini svakog vozila, broju vozila, klasifikaciji vozila te omogućuju brojanje u oba smjera. Brojači prometa postavljeni su na mjestima koja se odnose na poddionice (Slika 5) na ulazu u naselja Pašac i Grohovo.



Slika 5. Prikaz pozicija brojača prometa

Brojač 1 (Slika 6) je postavljen ispred naselja Pašac, a brojač 2 (slika 7) je postavljen ispred naselja Grohovo kako bi se utvrdili podaci za vozila koja dolaze i odlaze u promatranim ravnim potezima dijela dionica ceste. Ove pozicije su potencijalno opasna mjesta zbog primjetno velikih brzina vozila, a što bitno utječe na sigurnost svih sudionika u prometu s obzirom da se u neposrednoj blizini nalaze autobusne stanice i manji odvojeci cesta za sama naselja.



Slika 6. Pozicija brojača 1 u smjeru Pašac - Grohovo



Slika 7. Pozicija brojača 2 u smjeru Grohovo – Drenova

Na temelju prikupljenih podataka od oba brojača prometa detaljnom analizom utvrđeni su slijedeći podaci:

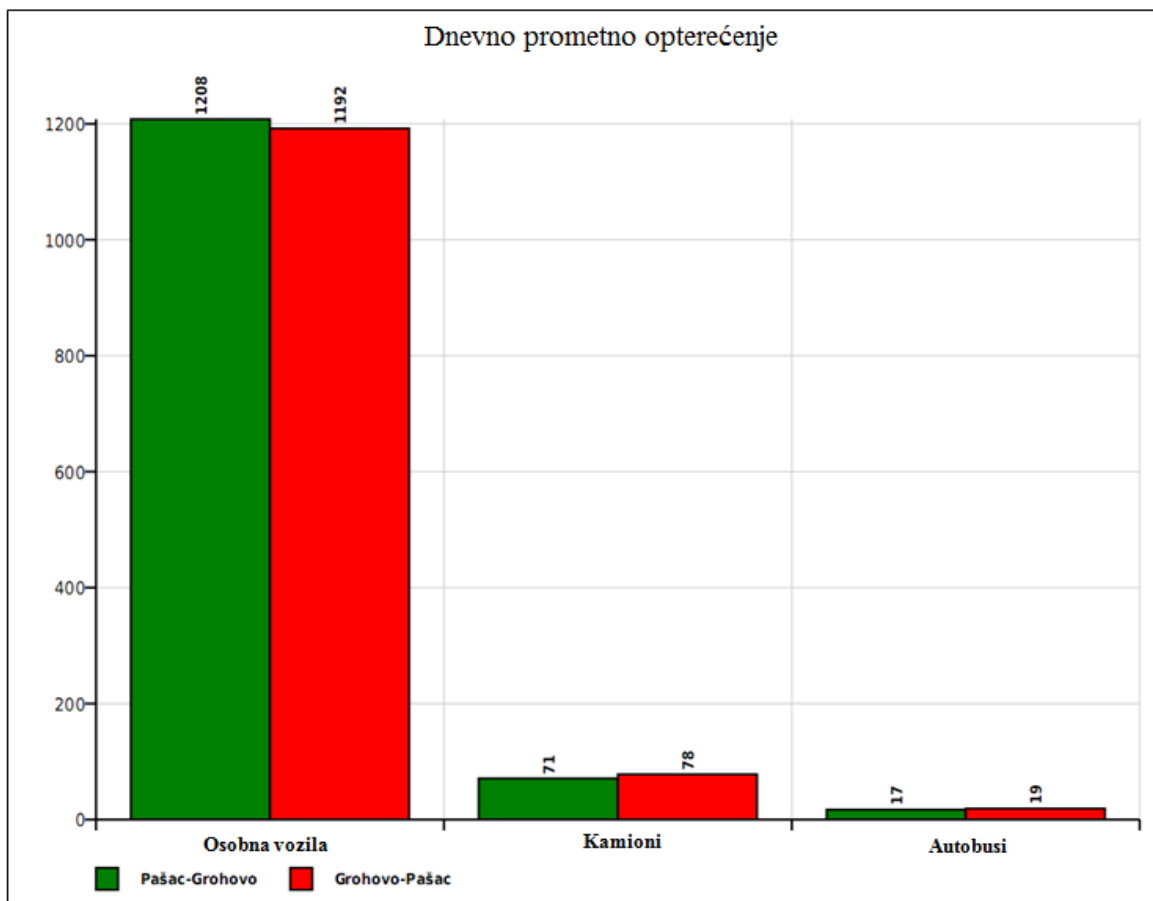
- 24 satno prometno opterećenje radnim danom
- Jutarnje i popodnevno prometno opterećenje radnim danom (vršno opterećenje)
- Brzine vozila (min, max i prosječne)

Sva vozila su kategorizirana u tri skupine: osobna vozila, kamioni i autobusi.

U nastavku je dana detaljnija analiza prikupljenih podataka od svakog brojača prometa.

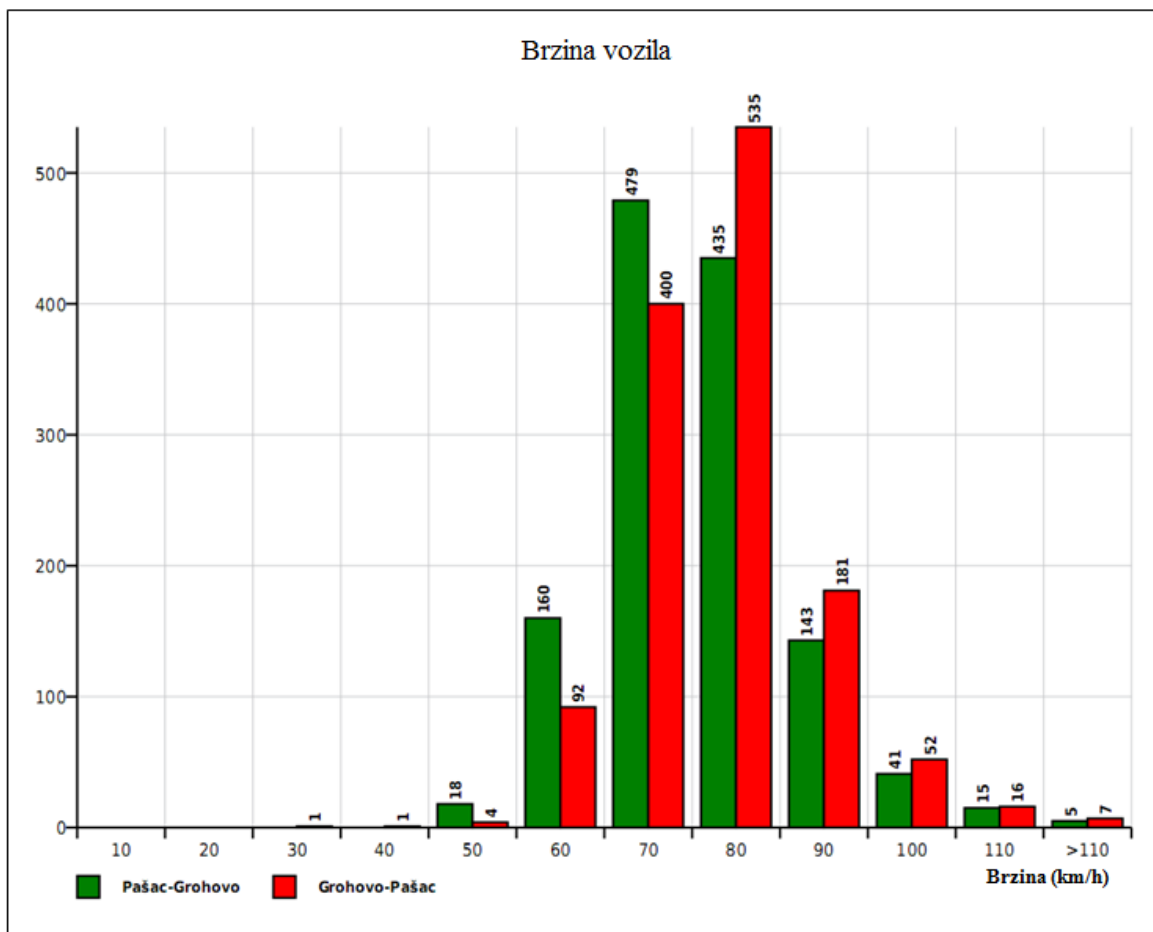
Brojač prometa 1 (postavljen na ulazu u naselje Pašac, 31.05.2023.)

Na slici 8. je prikazano je gotovo jednako (za oba smjera) 24 satno prometno opterećenje izmjereno tokom tjedna (radni dan). Izmjereno je nešto veća količina prometa osobnih vozila u smjeru Pašac-Grohovo u odnosu na smjer Grohovo-Paşac. Količina prometa za preostale dvije kategorije vozila neznatno je veća za smjer Grohovo-Paşac.



Slika 8. Brojač 1 - 24 satno prometno opterećenje

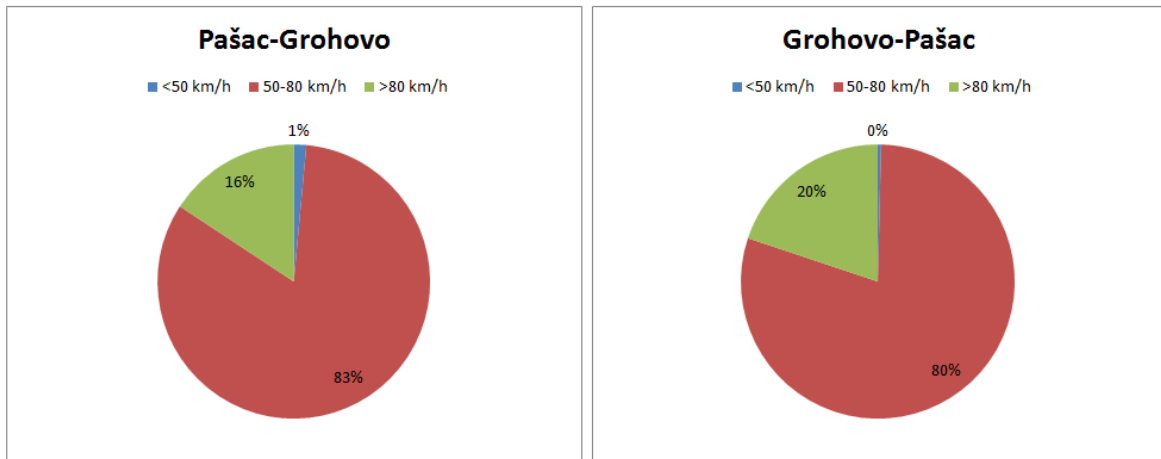
Na slici 9. su prikazani rezultati mjerenja brzine u odnosu na broj vozila, također mjereno tokom tjedna (radni dan). Analizirajući brzine vozila na brojaču može se vidjeti da je prilikom povećavanja brzina nešto više vozila koja prometuju u smjeru Grohovo-Pašac u odnosu na suprotni smjer.



Slika 9. Brojač 1 – broj vozila u odnosu na brzinu

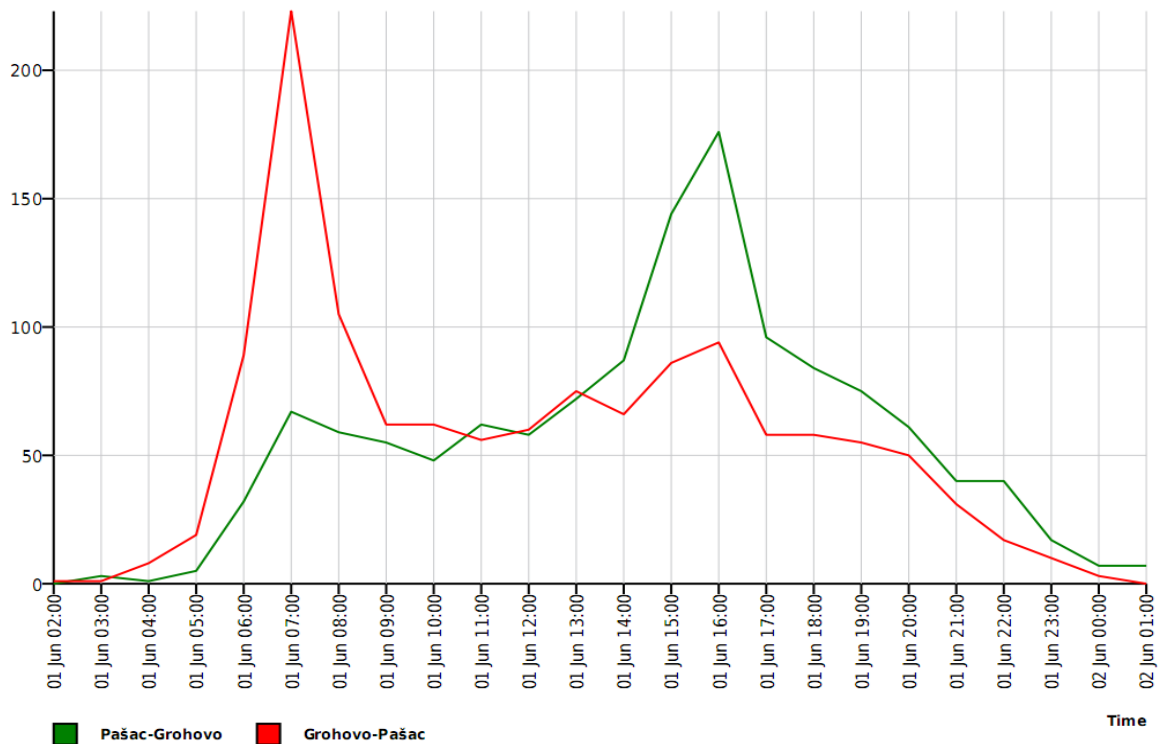
Obradom podataka brojača ustanovljeno je da su za smjer Pašac-Grohovo postignute sljedeće brzine: $v_{min.}=45$ km/h, v_{max} 128 km/h dok je prosječna brzina 71 km/h. Za smjer Grohovo-Pašac postignute su sljedeće brzine: $v_{min.}=24$ km/h, v_{max} 132 km/h dok je prosječna brzina 74 km/h.

Kada se uzme ukupni broj vozila, brzine i smjerovi (Slika 10) može se zaključiti da jako mali gotovo zanemarivi postotak vozača poštuje propisanu brzinu (40 km/h) i čiji je udio 0-1%.



Slika 10. Brojač 1 – postotak brzina za oba smjera

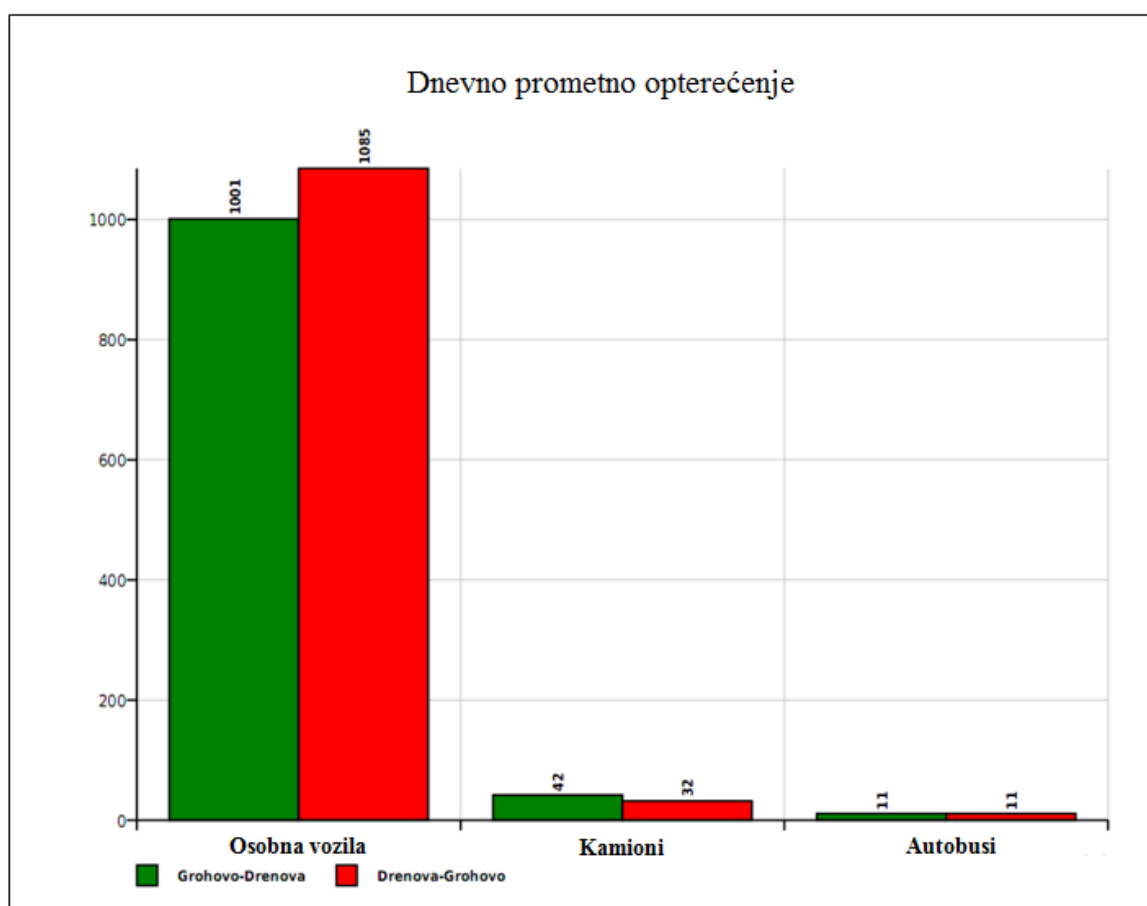
Na slici 11. je prikazana količina prometa u vremenskom periodu od 24 sata gdje se lako može vidjeti vršni sat ujutro između 06:30-07:30 sati te vršni sat popodne između 15:30 i 16:30 sati.



Slika 11. Brojač 1 – vršni sat

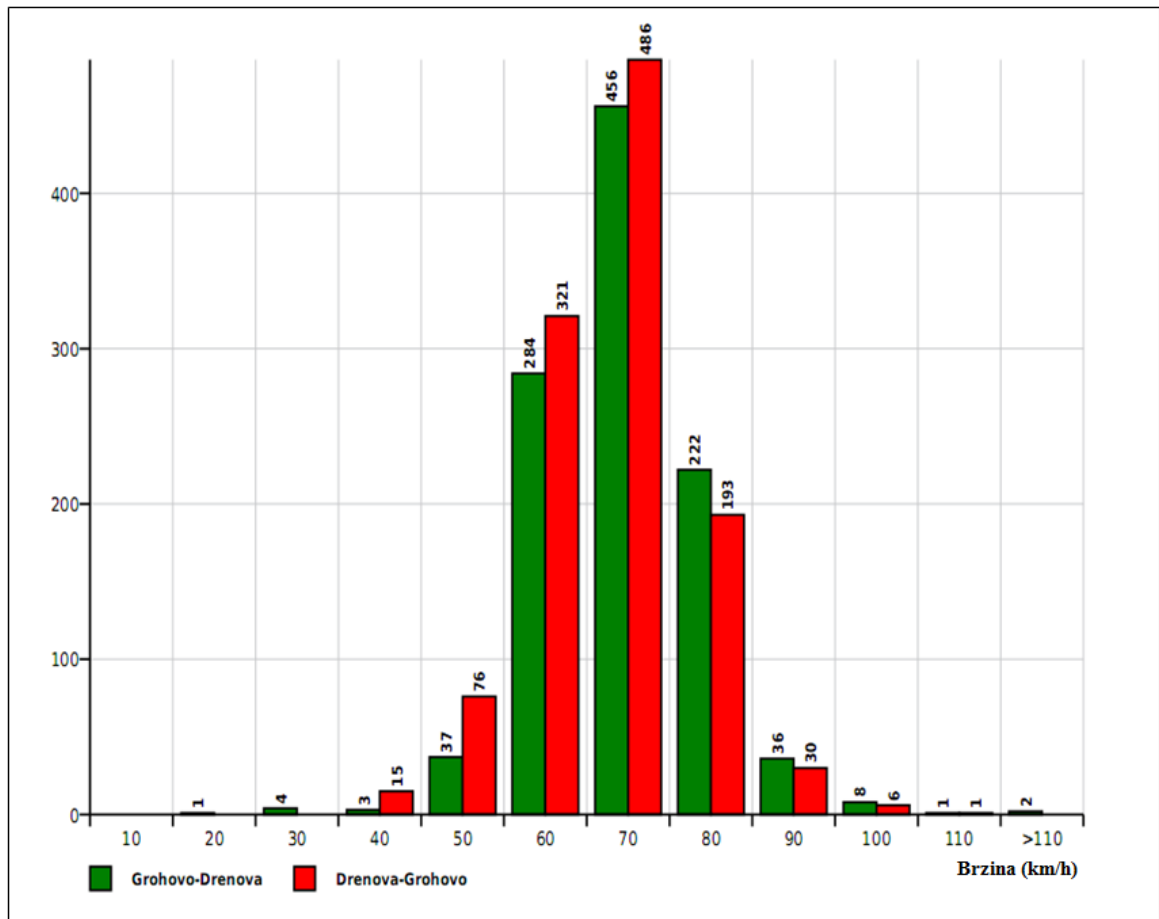
Brojač prometa 2 (postavljen na ulazu u naselje Grohovo, 31.05.2023.)

Na slici 12. je prikazano je gotovo jednako (za oba smjera) 24 satno prometno opterećenje izmjereno tokom tjedna (radni dan). Izmjereno je nešto veća količina prometa osobnih vozila u smjeru Drenova-Grohovo u odnosu na smjer Grohovo-Drenova. Količina prometa za druge kategorije vozila neznatno je veća za smjer Grohovo-Drenova.



Slika 12. Brojač 2 - 24 satno prometno opterećenje

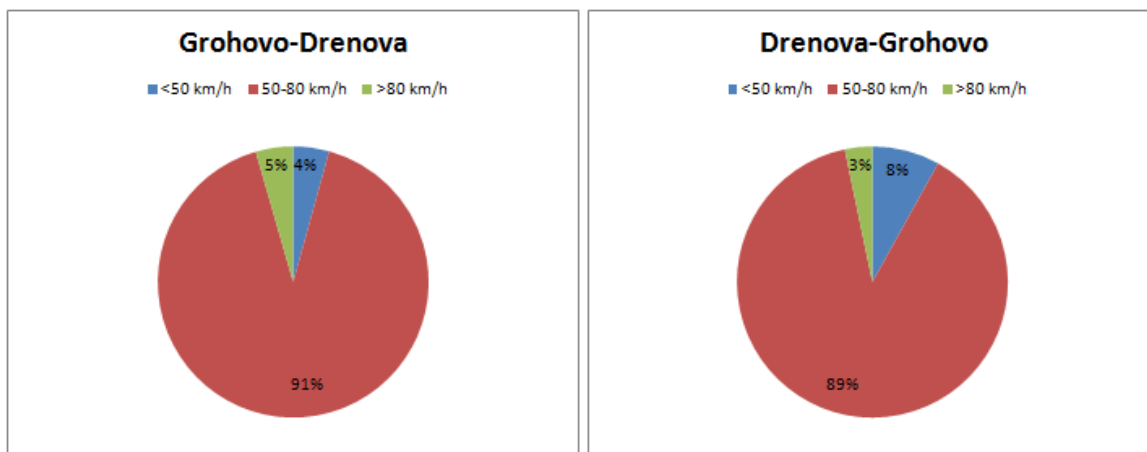
Na slici 13. su prikazani rezultati mjerenja brzine u odnosu na broj vozila, također mjereno tokom tjedna (radni dan). Analizirajući postignute brzine u odnosu na broj vozila na brojaču se može vidjeti da je nešto više vozila koja prometuju u smjeru Drenova-Grohovo.



Slika 13. Brojač 2 – broj vozila u odnosu na brzinu

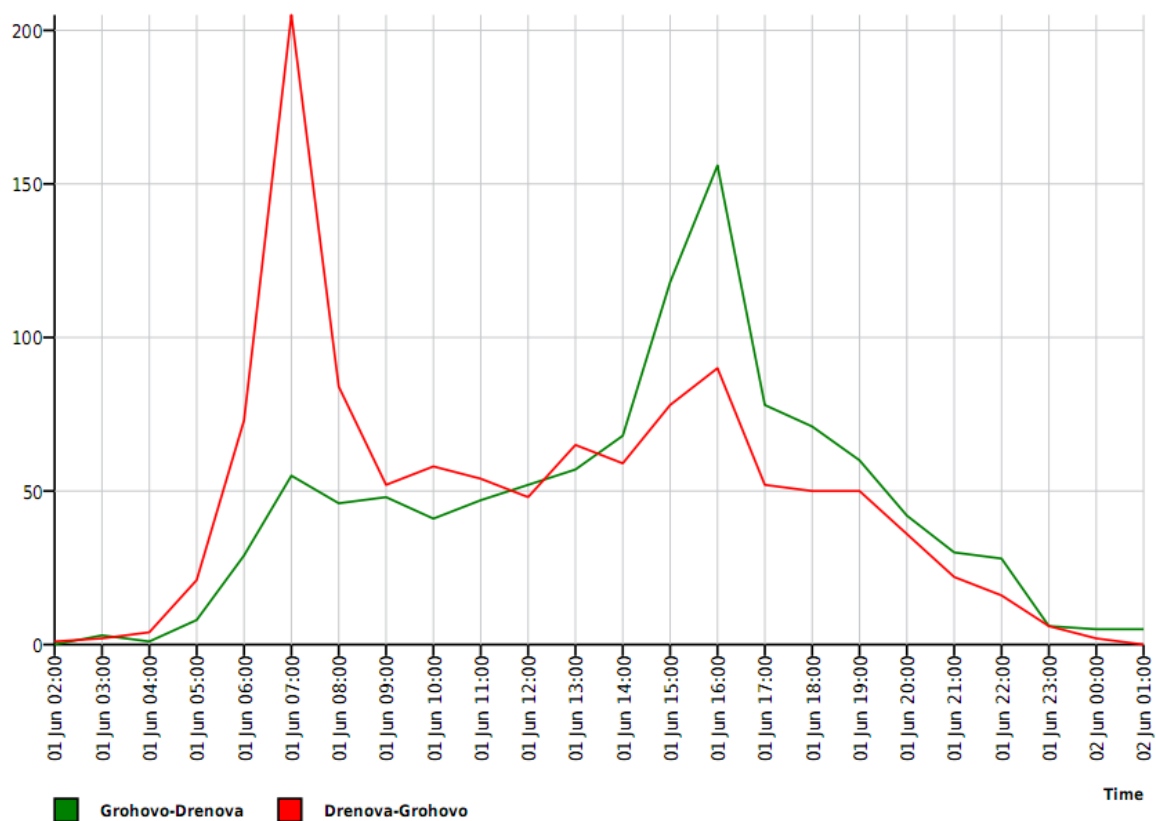
Obradom podataka brojača ustanovljeno je da su za smjer Grohovo-Drenova postignute sljedeće brzine: $v_{min.}=14$ km/h, v_{max} 119 km/h dok je prosječna brzina 65 km/h. Za smjer Drenova-Grohovo postignute su sljedeće brzine: $v_{min.}=33$ km/h, v_{max} 103 km/h dok je prosječna brzina 63 km/h.

Kada se uzme ukupni broj vozila, njihove brzine i smjerovi (Slika 14) može se zaključiti da jako mali postotak vozača poštuje propisanu brzinu (ograničenje 40 km/h) i čiji je udio 4-8%.



Slika 14. Brojač 2 – postotak brzina za oba smjera

Na slici 15. je prikazana količina prometa u vremenskom periodu od 24 sata gdje se lako može vidjeti vršni sat ujutro između 06:30-07:30 sati te vršni sat popodne između 15:30 i 16:30 sati.



Slika 15. Brojač 2 – vršni sat

Analiza prometnog opterećenja i brzina – zaključno

Nakon analize i obrade podataka o 24 satnom prometnom opterećenju ove dionice ceste može se zaključiti da je nešto veće prometno opterećenje izmjereno kod brojača 1 u odnosu na brojač 2. Budući da brojač 1 ima cca 1300 PGDP za ovu dionicu uzet je i kao mjerodavni brojač za određivanje razreda i kategorije ceste, a prema *Pravilniku o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljiti sa stajališta sigurnosti prometa* [6] i tablicama 1 i 2. Tako je analizirana dionica svrstana u 4. razred i 4. kategoriju ceste, a čija je zadaća povezivanja općinsko i lokalno povezivanje i prometovanje.

Upravo će na temelju utvrđenog razreda i kategorije predmetne dionice ceste biti obrađena i horizontalna preglednost u krivinama kao i preglednost u zoni raskrižja.

Prilikom analize podataka kod oba brojača utvrđen je vršni sat ujutro između 06:30-07:30 sati te vršni sat popodne između 15:30 i 16:30 sati što se može jednostavno zaključiti da se radi o prometovanju na posao tj. povratkom s posla na kraju radnog vremena.

Analizom je dokazano i da su prosječne brzine vozila na oba brojača i u oba smjera znatno veće od dopuštene. Razlog tome je da se radi o poddionicama s dugim pravcima koje potiču vozače na brzu vožnju, kao i nedovoljna signalizacija te gusta vegetacija koja zaklanja vidljivost postojeće signalizacije.

4.2.2. Analiza stanja kolnika

Objektivne metode procjene stanja kolnika prometnica koriste različite vrste mjernih uređaja, od analognih do digitalnih, pomoću kojih se prikupljaju podaci. Beskontaktni sustavi senzora pomoću lasera ili ultrazvučnih uređaja snimaju profile prometnice. Osim upotrebe senzora, takvi sustavi koriste i videokamere, te se snimke dijelova istraživane ceste obrađuju pomoću računalnih programa.[8]

Analiza stanja kolnika zahtjevala je terenski izvid i ispitivanje predmetne dionice pomoću namjenskog mjernog vozila u vlasništvu Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci (Slika 16). Upravo kako je već opisano, vozilo je na prednjoj strani opremljeno mjernom letvom (ispred branika) koja koristi 5 lasera s pomoću kojih se tijekom vožnje snima stanje kolnika i kasnije dobiva uvid u slijedeće pokazatelje:

- uzdužna ravnost
- makrotekstura



Slika 16. Mjerno vozilo i laserski sustav za snimanje stanja ceste

Prikupljeni podaci su softverski obrađeni pomoću računalnih programa te su u nastavku prikazane dobivene vrijednosti na temelju kojih je dat zaključak o analizi stanja kolnika predmetne dionice ceste.

Podaci su uspoređeni sa preporukama *COST Action 354, Performance Indicators for Road Pavements* [7] kao i sa *Tehničkim propisom za asfaltne kolnike* [9].

Analiza stanja kolnika obuhvaća duljinu od L=6,95 km u jednom smjeru odnosno duljinu od L=13,90 km u oba smjera i napravljena je zasebno za poddionice od 100 m.

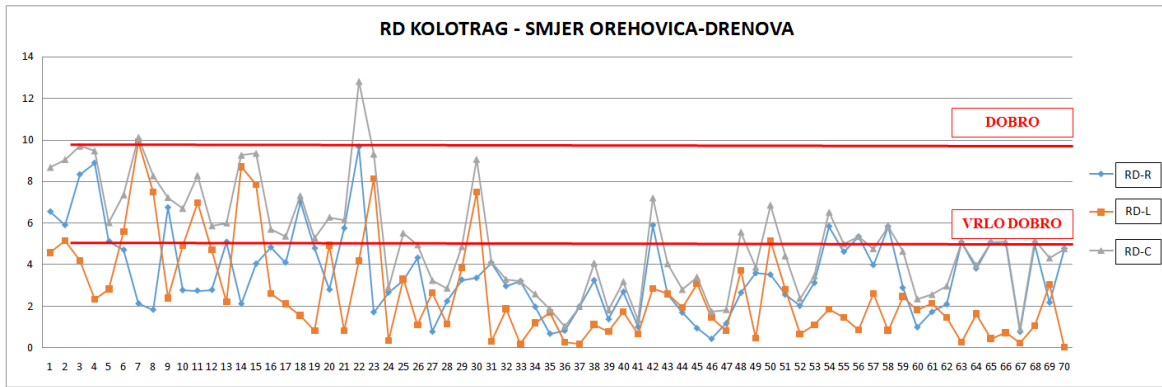
Poprečna ravnost – kolotrazi

Vozna površina kolnika svake ceste mora biti projektirana i izgrađena tako da osigura udobno i sigurno prometovanje vozila projektiranim brzinama u projektном razdoblju eksploatacije. Jedan od bitnih parametara koji izravno utječe na takve zahtjeve jest ravnost vozne površine kolnika. Ravnost kolnika, osim na udobnost i sigurnost prometovanja, utječe i na trajnost kolničke konstrukcije i samih vozila, što u konačnici negativno utječe i na okoliš (povećanje buke i zagađivanje zraka). Treba istaknuti da je ravnost jedan od ključnih parametara u gospodarenju cestama (sustavno održavanje cesta prema troškovima oštećenja vozila i vremena putovanja). Poprečna ravnost iskazana kao dubina kolotruga ili pogreška profila vozne površine ceste (Rut Depth, RD, mm). [10]. Snimanjem kolnika utvrđene su dubine lijevog (RD-L) i desnog kolotruga (RD-R) te dubine u sredini prometnog traka (RD-C). Za ocjenu ovog pokazatelja stanja kolnika korištena je tablica 3. [7].

Tablica 3. Kriteriji za ocjenu stanja kolnika prema poprečnoj ravnosti-kolotrazi [7]

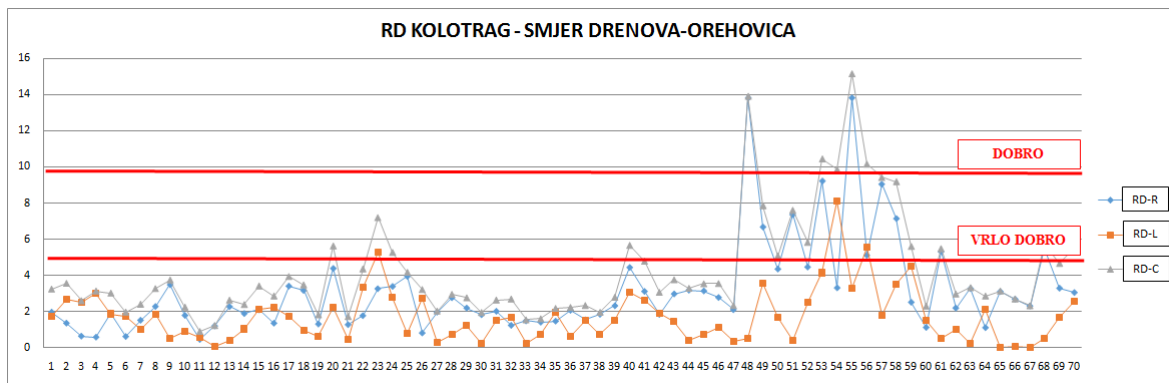
| POPREČNA RAVNOST | VRLO DOBRO → VRLO LOŠE | | | | |
|---------------------|------------------------|---------|----------|-----------|---------|
| | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 |
| RD (mm) | 0,0-4,7 | 4,7-9,9 | 9,9-15,5 | 15,5-21,8 | 21,8-29 |

Prema slici 17. vidljive su dobiveni podaci (dubine) kolotruga svake poddionice (100 m) na ukupnoj duljini L=6,95 km za smjer Orehovica-Drenova, a gdje se može vidjeti da je stanje kolnika u pogledu poprečne ravnosti (kolotruga) u vrlo dobrom i dobrom stanju na gotovo cijelom potezu predmetne dionice.



Slika 17. Dubine kolotruga na poddionicama za smjer Orehovica-Drenova

Na slici 18. vidljivi su dobiveni podaci (dubine) kolotruga svake poddionice (100 m) na ukupnoj duljini $L=6,95$ km za smjer Drenova-Orehovica, a gdje se također može vidjeti da je stanje kolne površine u pogledu poprečne ravnosti (kolotruga) u vrlo dobrom i dobrom stanju na gotovo cijelom potezu predmetne dionice.



Slika 18. Dubine kolotruga na poddionicama za smjer Drenova-Orehovica

Uzdužna ravnost

Ravnost je pokazatelj odstupanja izvedene vozne površine od „idealne“ projektom predviđene plohe, definirane uzdužnim i poprečnim nagibima te vertikalnim i horizontalnim zaobljenjima nivelete kolnika. Uzdužna odstupanja profila kolnika uzrokuju vertikalne oscilacije vozila koje se direktno odražavaju na udobnost vožnje, stoga je utvrđivanje ravnosti vozne površine vrlo važan parametar za ocjenu i praćenje stanja služnosti kolnika javne ceste. [10].

Uzdužna ravnost (ravnost u smjeru vožnje) iskazana je kao indeks ravnosti IRI (International Roughness Index, IRI, mm/m). [10].

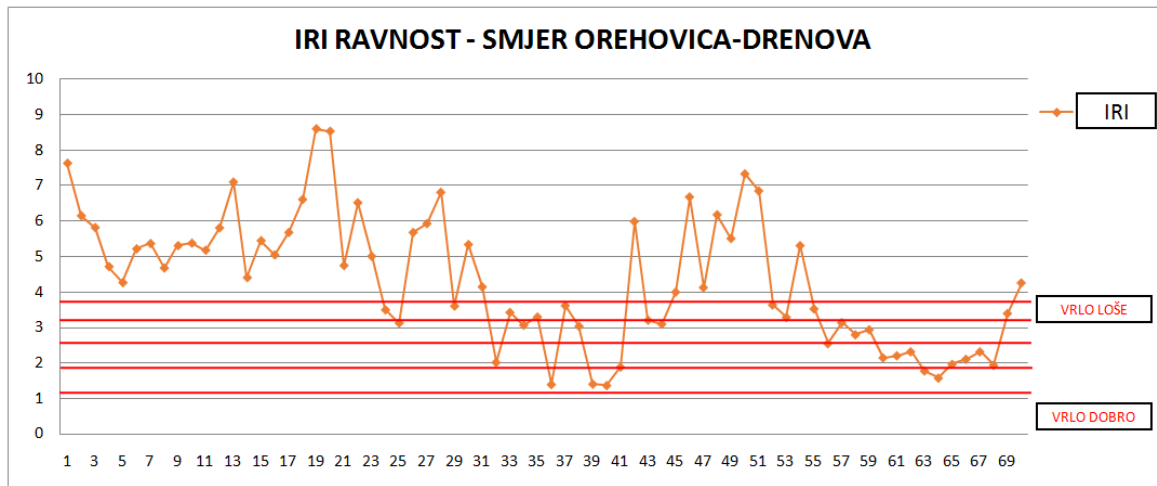
Vrijednosti snimljene laserskim mjerenjem na desnoj i lijevoj strani kao i u sredini prometnog traka obrađeni su kao srednja vrijednost te prikazani za poddionice (100 m) na ukupnoj duljini dionice ceste za oba smjera (L=6,95 km u jednom smjeru).

Za stanje ovog pokazatelja korištena je tablica 4. [10].

Tablica 4. Kriteriji za ocjenu stanja kolnika prema uzdužnoj ravnosti [7]

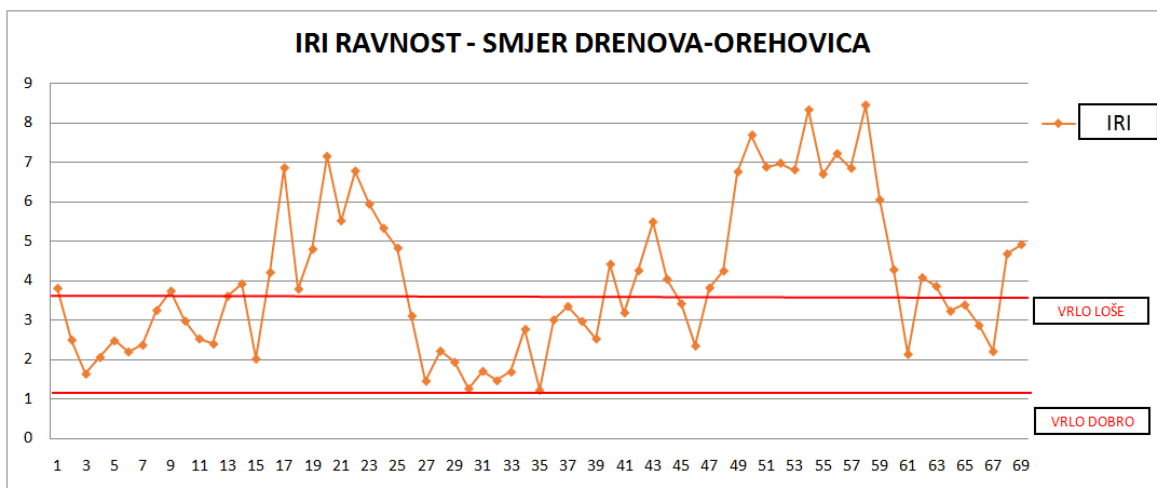
| UZDUŽNA RAVNOST | VRLO DOBRO → VRLO LOŠE | | | | |
|--------------------|------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 |
| IRI (mm/m) | 0,0-1,1 | 1,1-1,9 | 1,9-2,6 | 2,6-3,2 | 3,2-3,7 |

Na slici 19. iskazane su dobivene vrijednosti uzdužne ravnosti svake poddionice (100 m) na ukupnoj duljini L=6,95 km za smjer Orehovica-Drenova, a gdje se može vidjeti da je ocjena stanja kolne površine u pogledu uzdužne ravnosti većinom u vrlo lošem stanju na gotovo cijelom potezu predmetne dionice, a tek manje poddionice imaju nešto bolje i zadovoljavajuće stanje kolnika.



Slika 19. Ravnost IRI na poddionicama za smjer Orehovica-Drenova

Slika 20. Prikazuje vrijednosti uzdužne ravnosti svake poddionice (100 m) na ukupnoj duljini L=6,95 km za smjer Drenova-Orehovica, a gdje se također može vidjeti da je stanje kolne površine u pogledu uzdužne ravnosti većinom u vrlo lošem stanju na gotovo cijelom potezu predmetne dionice, a tek manje poddionice imaju nešto bolje i zadovoljavajuće stanje kolnika.



Slika 20. Ravnost IRI na poddionicama za smjer Drenova-Orehovica

Makrotekstura

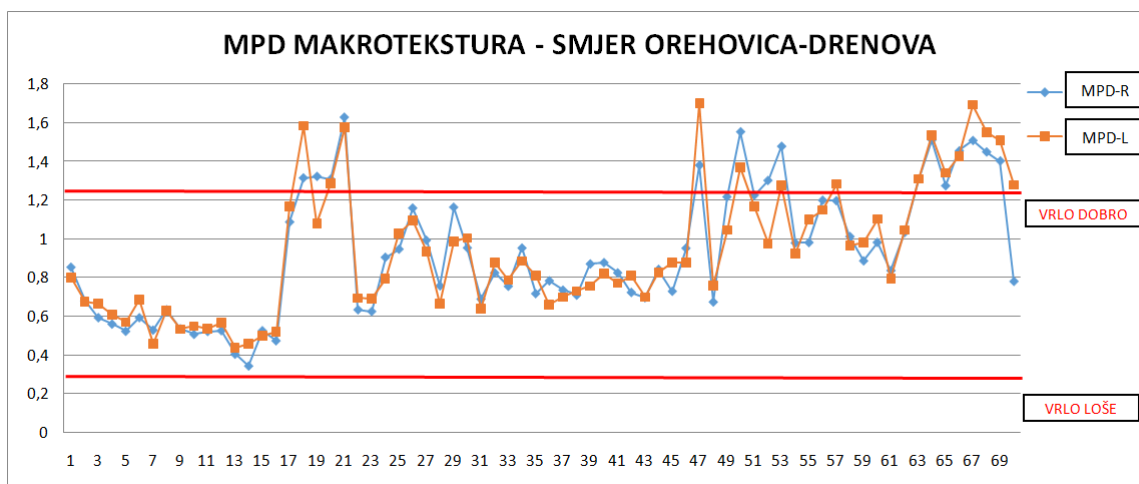
Dubina makroteksture je prosječna dubina neravnine, udubljenja i izbočenja na asfaltnoj površini kolnika i bitna je za hvatljivost kolničke konstrukcije. Pokazatelj dubine makroteksture je prosječna dubina u profilu MPD (Mean Profile Depth, MPD, mm). [7].

Podaci su dobiveni snimanjem laserskim mjerenjem u desnom kolotragu (MPD-R) i u lijevom kolotragu (MPD-L) kao i u sredini prometnog traka (MPD-C). Za stanje ovog pokazatelja kolnika korištena je tablica 5. [7].

Tablica 5. Kriteriji za ocjenu stanja kolnika prema vrijednostima makroteksture [7]

| MAKRO TEKSTURA | VRLO DOBRO → VRLO LOŠE | | | | |
|-------------------|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 |
| MPD (mm) | 1,25-1,06 | 1,06-0,87 | 0,87-0,68 | 0,68-0,49 | 0,49-0,30 |

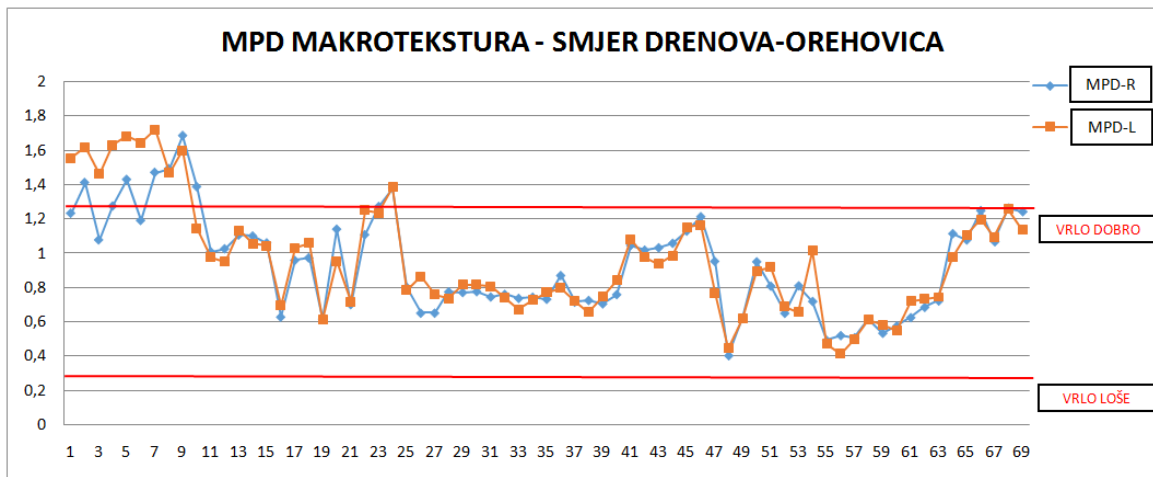
Na slici 21. iskazane su vrijednosti makroteksture svake poddionice (100 m) na ukupnoj duljini L=6,95 km za smjer Orehovica-Drenova, a gdje se može vidjeti da je stanje kolne površine u pogledu makroteksture većinom u dobrom i zadovoljavajućem stanju na cijelom potezu predmetne dionice, a tek manje poddionice imaju nešto lošije stanje kolnika.



Slika 21. Makrotekstura na poddionicama za smjer Orehovica-Drenova

Prema slici 22. prikazane su vrijednosti makroteksture svake poddionice (100 m) na ukupnoj duljini L=6,95 km za smjer Drenova-Orehovica, a gdje se može vidjeti da je stanje

kolne površine u pogledu makroteksture većinom u dobrom i zadovoljavajućem stanju na cijelom potezu predmetne dionice, a tek manje poddionice imaju nešto lošije stanje kolnika.



Slika 22. Makrotekstura na poddionicama za smjer Drenova-Orehovica

Analiza stanja kolnika – zaključno

Na predmetnoj dionici prikupljeni su terenski podaci o poprečnoj i uzdužnoj ravnosti kao i o makroteksturi te je sve posebno analizirano. Analiza stanja kolnika obuhvaća duljinu od L=6,95 km u jednom smjeru odnosno duljinu od L=13,90 km u oba smjera i napravljena je zasebno za poddionice od 100 m. Podaci dobiveni analizom stanja kolnika pomoću mjernog vozila odgovaraju i vizualnom pregledu dionice prilikom terenskog obilaska.

Sve vrijednosti i podaci su uspoređeni sa preporukama *COST Action 354, Performance Indicators for Road Pavements* [7].

Vrijednosti poprečne ravnosti (kolotrazi) su zadovoljavajuće odnosno kolnik je u dobrom i vrlo dobrom stanju te nije potrebno izvoditi nikakav zahvat na ispitnoj dionici.

Podaci dobiveni za uzdužnu ravnost utvrdili su da je stanje kolnika vrlo loše odnosno neprihvatljivo te bi trebalo zamijeniti završni sloj asfalta. Na poddionicama i dijelovima gdje je utvrđeno dobro i zadovoljavajuće stanje trebalo bi provoditi pojačano praćenje i monitoring da bi se moglo pravovremeno reagirati i sanirati konik ukoliko se stanje pogorša.

Vrijednosti dobivene za makrotekturu kolnika pokazalo se većinom dobro i zadovoljavajuće stanje kolnika na promatranoj dionici. Na nekim dijelovima i

poddionicama kod kojih je utvrđeno loše i vrlo loše stanje kolnika trebalo bi zamijeniti završni sloj asfalta kako bi se postigla bolje tekstura. Na dijelovima koji imaju zadovoljavajuće stanje kolnika također je potrebno vršiti monitoring da se može pravovremeno reagirati i sanirati kolnik ukoliko se stanje pogorša.

U Tablici 6. i 7. prikazano je stanje kolnika i poddionica (stacionaža) za koje bi se trebalo intervenirati odnosno vršiti monitoring u pogledu svojstva uzdužne ravnosti i makrotekture.

Tablica 6. Prikaz stanja kolnika i poddionica kao prijedlog mjera za intervencije poboljšanja uzdužne ravnosti

| UZDUŽNA RAVNOST | STANJE KOLNIKA | PODDIONICA STACIONAŽA | INTERVENCIJA |
|-------------------|-----------------|--|--------------------------------|
| Orehovica-Drenova | neprihvatljivo | 0+100-2+300; 2+600-3+200; 4+500-5+300; 6+800-6+900; | zamjena završnog sloja asfalta |
| | vrlo loše | 2+300-2+600; 3+200-3+800; 4+100-4+500; 5+300-6+100; | zamjena završnog sloja asfalta |
| | zadovoljavajuće | 3+800-4+100; 6+100-6+800; | pojačani monitoring |
| Drenova-Orehovica | neprihvatljivo | 1+600-2+700; 4+200-4+600; 4+900-6+100; 6+800-6+900 | zamjena završnog sloja asfalta |
| | vrlo loše | 0+800-1+600; 2+700-2+800; 3+200-4+200; 4+600-4+900; 6+100-6+700; | zamjena završnog sloja asfalta |
| | zadovoljavajuće | 0+100-0+800; 2+800-3+700; 6+700-6+800; | pojačani monitoring |

Tablica 7. Prikaz stanja kolnika i poddionica kao prijedlog mjera za intervencije poboljšanja makrotekture

| MAKROTEKSTURA | STANJE KOLNIKA | PODDIONICA STACIONAŽA | INTERVENCIJA |
|-------------------|-------------------|---|--------------------------------|
| Orehovica-Drenova | loše | 1+300-1+600; | zamjena završnog sloja asfalta |
| | dobro, vrlo dobro | 0+100-1+300; 1+600-6+900; | pojačani monitoring |
| Drenova-Orehovica | loše | 4+700-4+900; 5+500-5+700; | zamjena završnog sloja asfalta |
| | dobro, vrlo dobro | 0+100-4+700; 4+900-5+500; 5+700-6+900; | pojačani monitoring |

4.2.3. Analiza geometrije ceste

Koristeći se dostupnim ortofoto podacima, dwg podlogama i drugom dokumentacijom te terenskim obilaskom prikupljeni su podaci koji će koristiti za analizu geometrije ceste u nastavku ovog rada. Analiza geometrije ceste zahtjeva provjeru:

-Horizontalnih elemenata trase

-Vertikalnih elemenata trase

-Poprečnih elemenata trase

Horizontalni elementi trase

Ispitna dionica ceste pripada dijelu lokalnih nerazvrstanih cesta u vlasništvu Grada Rijeke (nekadašnja županijska cesta oznake ŽC5017, poznatija pod nazivom „Petrolejska cesta“) i počinje od raskrižja Orehovica do raskrižja na Drenovi (Lokve). Ukupna duljina dionice u svakom smjeru iznosi 6950 m (6,95 km). U horizontalnom smislu dionica sadrži 31 horizontalnih krivina, odnosno zavoja ($R_{min}=10$ m, $R_{max}=750$ m) te sadrži 16 pravaca tj. ravnih dijelova ceste ($L_{min}=80$ m, $L_{max}=200$ m). Dionica sadrži i jedan armirano-betonski lučni most preko kanjona rijeke Rječine duljine 50 m. Utvrđena je 4. kategorija ceste te se može ustanoviti da najmanji polumjer ne zadovoljava kriterij od $R_{min}=45$ m kao i preglednu dužinu za pretjecanje $P=260$ m prema *Pravilniku*. [6].

Vertikalni elementi trase

Početak analizirane dionice, raskrižje Orehovica, nalazi se na koti cca 160,00 m.n.m. te se kontinuirano podiže do naselja Pašac na koti 190,00 m.n.m. što konačno pokazuje prosječni uzdužni nagib od 2,5 %. Nakon toga se dionica kontinuirano spušta do centra naselja na koti 160,00 m.n.m. pri čemu uzdužni nagib iznosi cca 6,0 %. Nakon naselja Pašac, trasa dionice prelazi na drugu stranu kanjona rijeke Rječine i prema naselju Grohovo i dalje prema kraju dionice na raskrižju Drenova trasa se kontinuirano uspinje na koti 390,00 m.n.m. prilikom čega prosječni uzdužni nagib iznosi cca 5,0 %. Prema *Pravilniku* [6] zaključuje se da postojeći uzdužni nagibi zadovoljavaju najveći uzdužni nagib od 11,0 % za 4. kategoriju ceste.

Poprečni elementi trase

Analizirana dionica je cesta izvedena za dvosmjerni promet s dvije prometne trake obje širine 3,00-3,20 m, a cijelom svojom duljinom ima gotovo isti poprečni presjek (većinom presjek tipa isjeka i zasjeka u terenu), osim na mostu iznad Rječine gdje je širina mosta 5,20 m.

Poprečni pad kolnika iznosi cca 2,0 %, a što je manje od minimalnog pada od $q_{min}=2,5$ % prema *Pravilniku* [6].

Rubni trak ne postoji na predmetnoj dionici ceste. Njegova uloga je označavanje vanjskog ruba prometnice u svrhu sigurnosti prometa i za odvodnju oborinskih voda. Središnja linija je izbljedjela na većem dijelu ceste.

Nogostupi su djelomično izvedeni kroz naselja kao jednostrani te su promjenivih širina do 1,00 m i visine 15 cm.

Bankine, rigoli, berme i uzdužna drenaža u smislu odvodnih jaraka i kanala postoje djelomično između naselja Pašac i Grohovo na poddionici od stacionaže ST 2+700,00 do ST 4+700,00.

Biciklističke i pješačke staze ne postoje.

Nakon svega navedenog možemo zaključiti da poprečni profil zadovoljava propisane kriterije i minimalne vrijednosti za 4. kategoriju ceste prema *Pravilniku* [6].

4.2.4. Analiza preglednosti u horizontalnim krivinama

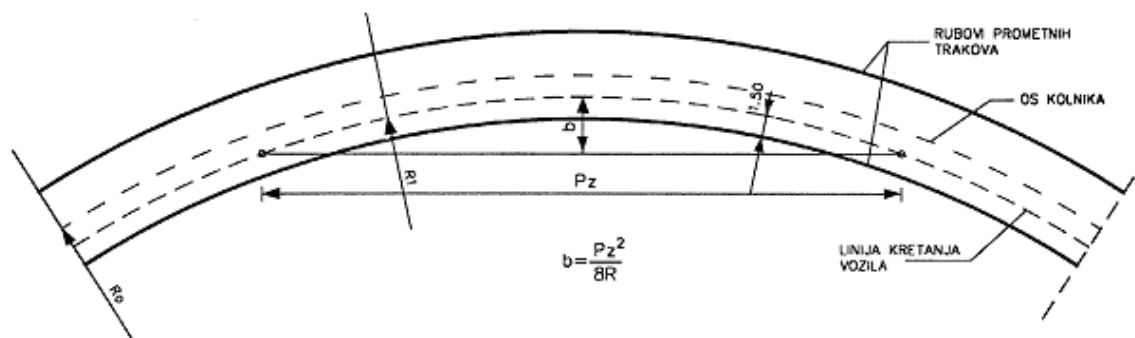
Analiza horizontalne preglednosti u krivini napravljena je prema *Pravilniku*. [6].

Preglednost u horizontalnoj krivini može se osigurati na način da se uklone sve prepreke na unutrašnjem dijelu zavoja, odnosno osiguranjem potrebne širine preglednosti. Širina preglednosti računa se od putanje oka vozača koja je udaljena 1,5 m od ruba prometnog traka prema slici 23. gdje je:

b (m) – širina preglednosti

Pz (m) – tražena dužina preglednosti

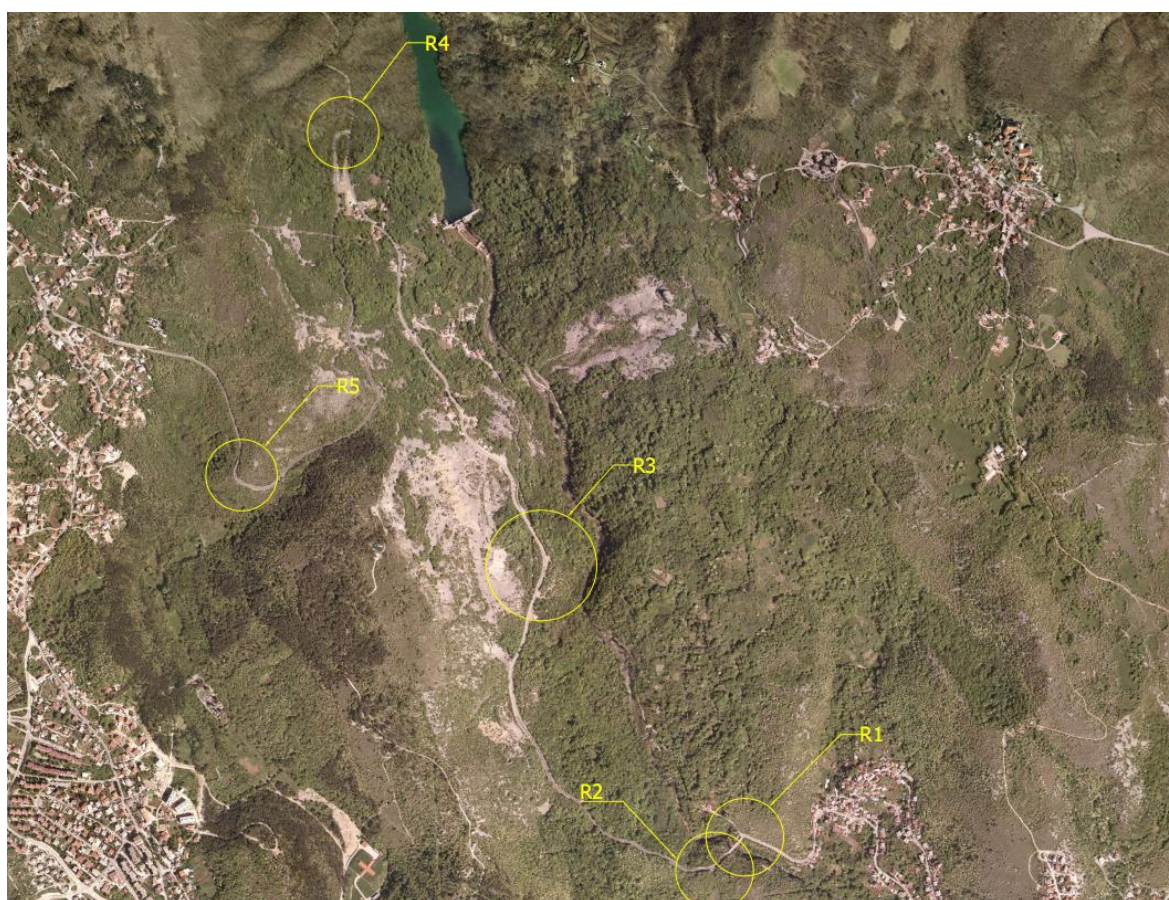
R (m) – polumjer zavoja



Slika 23. Elementi horizontalne preglednosti [6]

Na predmetnoj dionici ceste analizirano je 5 horizontalnih krivina kod kojih je zbog manjih polumjera zavoja i zbog zanimljivih pozicija na poddionicama potrebno utvrditi da li osigurana dovoljna duljina preglednosti.

Odabrana su 3 zavoja između naselja Pašac i Grohovo (R1, R2 i R3) te 2 zavoja između naselja Grohovo i Drenova (R4 i R5) (Slika 24).



Slika 24. Horizontalne krivine odabrane za analizu (R1, R2, R3, R4 i R5)

Za proračun preglednosti koristili su se sljedeći ulazni podaci i parametri:

- Kategorija ceste: 4 ktg
- Projektna brzina $V_p=60$ km/h
- Uzdužni nagib: $\pm 5\%$
- Ograničenje brzine $V_r=40$ km/h
- Polumjer krivine $R_{min}=45$ m

Horizontalna krivina R1 – proračun

Proračunom je ustanovljena mjerodavna zaustavna preglednost (P_{z+}) koja iznosi 32 m i širina berme preglednosti (b_+) koja iznosi 12,8 m (Tablica 8.). Na temelju ovih podataka prikazana je preglednost horizontalne krivine R1 iz koje se zaključuje da tražena širina preglednosti nije osigurana u punoj duljini krivine.

Tablica 8. Prikaz proračuna preglednosti horizontalne krivine R1

| Zaustavna preglednost (duljina - uspon) | Zaustavna preglednost (duljina - pad) | Zaustavna preglednost (širina - uspon) | Zaustavna preglednost (širina - pad) | Pretjecajna preglednost |
|---|---------------------------------------|--|--------------------------------------|-------------------------|
| 32 | 38 | 12,8 | 18,05 | 260 |

Postupak proračuna:

Očitani $R_1=10$ m

$P_{z+}=32$ m (+5%)

$P_{z-}=38$ m (-5%)

$P_o=260$ m

$b_+ = P_i^2/8R = 32^2/8 \cdot 10 = 12,8$ m

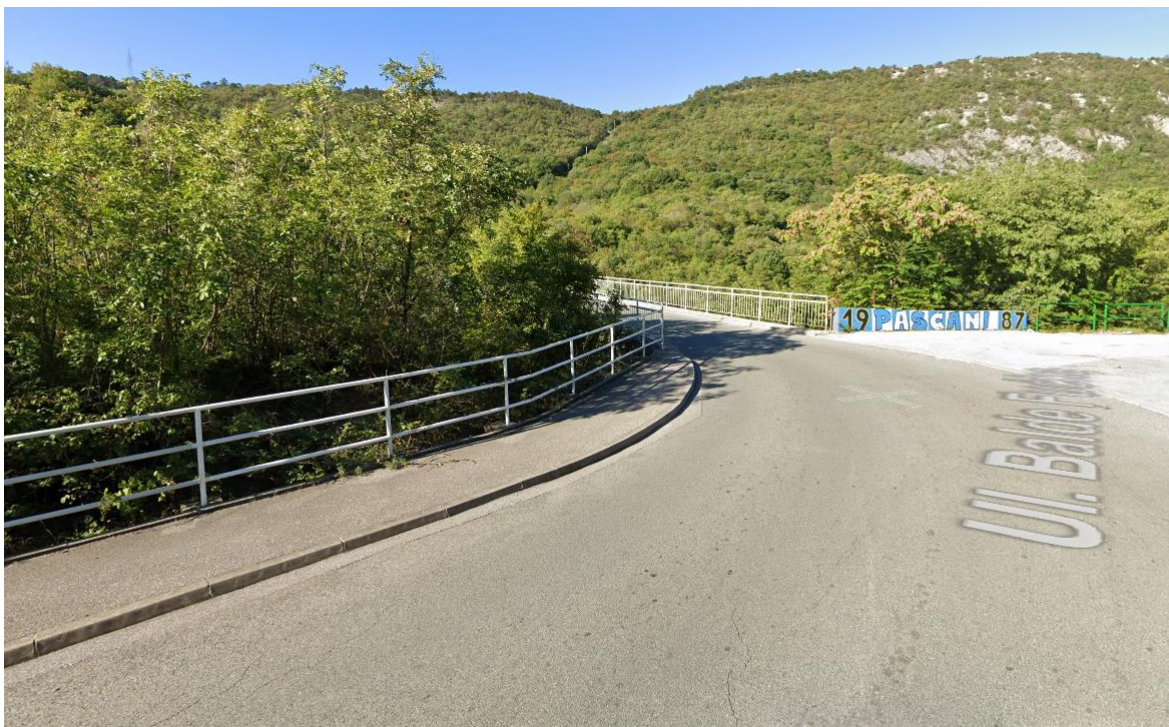
$b_- = P_i^2/8R = 38^2/8 \cdot 10 = 18,05$ m

Na Slici 25. zeleno označeno prikazuje osigurani dio potrebne širine preglednosti, a crveno označeno prikazuje dio koji nije pregledan.

Slika 28. prikazuje stanje na terenu gdje se može lako uočiti da sa lijeve strane nema potrebne berme koja bi osigurala potrebnu širinu preglednosti, a i visoka i gusta vegetacija sa lijeve strane prometnice bitno utječu na preglednost u krivini. Također se može uočiti da nema rubnih traka, a i boja središnje linije je istrošena i izbljedjela.



Slika 25. Preglednost horizontalne krivine R1 odabrane za analizu



Slika 26. Poprečni presjek krivine R1 odabrane za analizu, smjer Orehovica-Drenova

(<https://www.google.com/maps/>)

Horizontalna krivina R2 – proračun

Proračunom je ustanovljena mjerodavna zaustavna preglednost (Pz+) koja iznosi 32 m i širina berme preglednosti (b+) koja iznosi 4,27 m (Tablica 9.). Na temelju ovih podataka prikazana je preglednost horizontalne krivine R2 iz koje se zaključuje da tražena širina preglednosti nije osigurana u punoj duljini krivine.

Tablica 9. Prikaz proračuna preglednosti horizontalne krivine R2

| Zaustavna preglednost (duljina - uspon) | Zaustavna preglednost (duljina - pad) | Zaustavna preglednost (širina - uspon) | Zaustavna preglednost (širina - pad) | Pretjecajna preglednost |
|---|---------------------------------------|--|--------------------------------------|-------------------------|
| 32 | 38 | 4,27 | 6,00 | 260 |

Postupak proračuna:

Očitani R2=30 m

Pz+=32 m (+5%)

Pz- =38 m (-5%)

Po =260 m

$b+ = P_i^2/8R = 32^2/8*30 = 4,27$ m

$b- = P_i^2/8R = 38^2/8*30 = 6,00$ m

Na Slici 27. zeleno označeno prikazuje osigurani dio potrebne širine preglednosti, a crveno označeno prikazuje dio koji nije pregledan.

Slika 28. prikazuje stanje na terenu gdje se može lako uočiti da sa desne strane nema potrebne berme koja bi osigurala potrebnu širinu preglednosti, a i strmi vertikalni usjek-stijena kao i vegetacija sa desne strane prometnice bitno utječu na preglednost u krivini.



Slika 27. Preglednost horizontalne krivine R2 odabrane za analizu



Slika 28. Poprečni presjek krivine R2 odabrane za analizu, smjer Orehovica-Drenova

(<https://www.google.com/maps/>)

Horizontalna krivina R3 – proračun

Proračunom je ustanovljena mjerodavna zaustavna preglednost (Pz+) koja iznosi 32 m i širina berme preglednosti (b+) koja iznosi 1,34 m (Tablica 10.). Na temelju ovih podataka prikazana je preglednost horizontalne krivine R3 iz koje se zaključuje da tražena širina preglednosti nije osigurana u punoj duljini krivine.

Tablica 10. Prikaz proračuna preglednosti horizontalne krivine R3

| Zaustavna preglednost (duljina - uspon) | Zaustavna preglednost (duljina - pad) | Zaustavna preglednost (širina - uspon) | Zaustavna preglednost (širina - pad) | Pretjecajna preglednost |
|---|---------------------------------------|--|--------------------------------------|-------------------------|
| 32 | 38 | 1,34 | 1,9 | 260 |

Postupak proračuna:

Očitani R3=95 m

Pz+=32 m (+5%)

Pz- =38 m (-5%)

Po =260 m

$b+ = \frac{P_i^2}{8R} = \frac{32^2}{8 \cdot 95} = 1,34 \text{ m}$

$b- = \frac{P_i^2}{8R} = \frac{38^2}{8 \cdot 95} = 1,9 \text{ m}$

Na Slici 29. zeleno označeno prikazuje osigurani dio potrebne širine preglednosti, a crveno označeno prikazuje dio koji nije pregledan.

Slika 30. prikazuje stanje na terenu gdje se može lako uočiti da sa lijeve strane nema potrebne berme koja bi osigurala potrebnu širinu preglednosti, a i visoka i gusta vegetacija sa lijeve strane prometnice bitno utječu na preglednost u krivini.



Slika 29. Preglednost horizontalne krivine R3 odabrane za analizu



Slika 30. Poprečni presjek krivine R3 odabrane za analizu, smjer Orehovica-Drenova

(<https://www.google.com/maps/>)

Horizontalna krivina R4 – proračun

Proračunom je ustanovljena mjerodavna zaustavna preglednost (Pz+) koja iznosi 32 m i širina berme preglednosti (b+) koja iznosi 9,14 m (Tablica 11.). Na temelju ovih podataka prikazana je preglednost horizontalne krivine R4 iz koje se zaključuje da tražena širina preglednosti nije osigurana u punoj duljini krivine.

Tablica 11. Prikaz proračuna preglednosti horizontalne krivine R4

| Zaustavna preglednost (duljina - uspon) | Zaustavna preglednost (duljina - pad) | Zaustavna preglednost (širina - uspon) | Zaustavna preglednost (širina - pad) | Pretjecajna preglednost |
|---|---------------------------------------|--|--------------------------------------|-------------------------|
| 32 | 38 | 9,14 | 12,89 | 260 |

Postupak proračuna:

Očitani R4=14 m

Pz+=32 m (+5%)

Pz- =38 m (-5%)

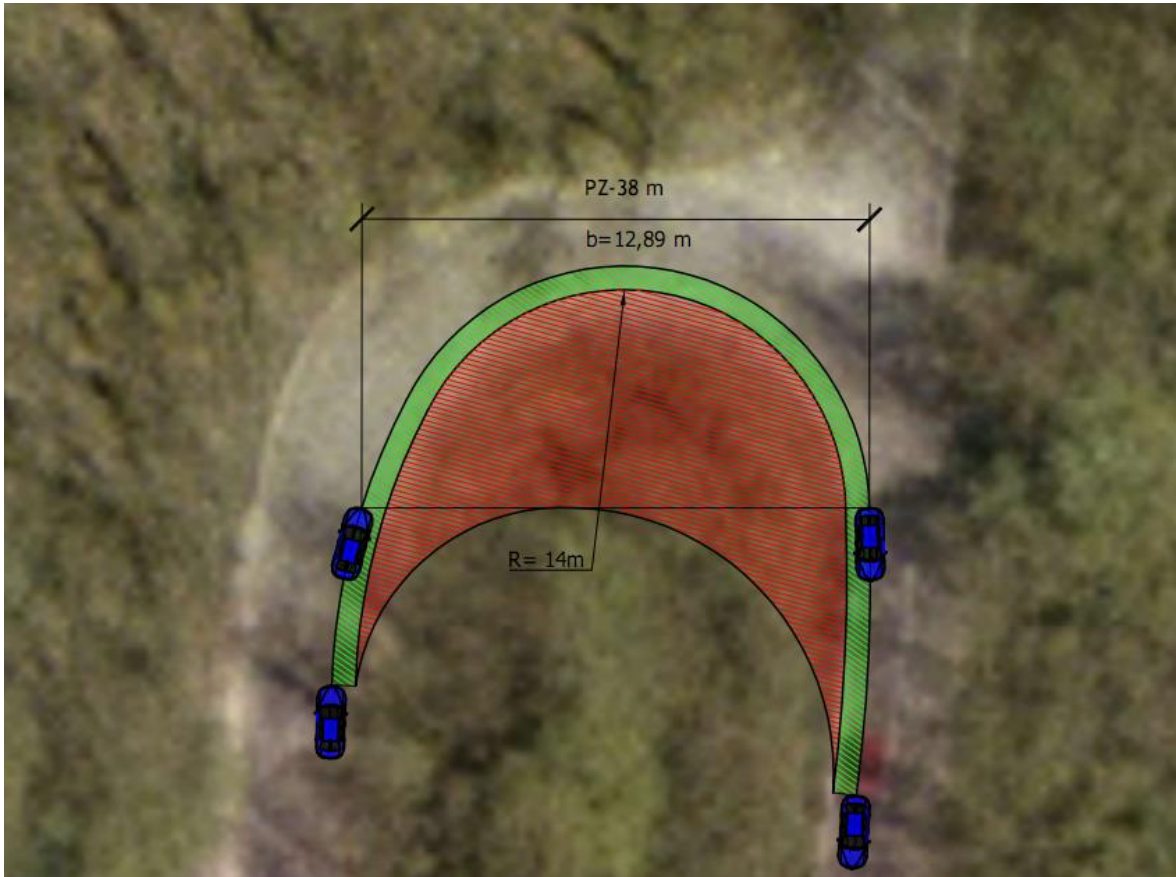
Po =260 m

$b+ = P_i^2/8R = 32^2/8*14 = 9,14$ m

$b- = P_i^2/8R = 38^2/8*14 = 12,89$ m

Na Slici 31. zeleno označeno prikazuje osigurani dio potrebne širine preglednosti, a crveno označeno prikazuje dio koji nije pregledan.

Slika 32. prikazuje stanje na terenu gdje se može lako uočiti da u krivini sa lijeve strane nema potrebne berme koja bi osigurala potrebnu širinu preglednosti, a i visoka i gusta vegetacija sa lijeve strane prometnice bitno utječu na preglednost u krivini.



Slika 31. Preglednost horizontalne krivine R4 odabrane za analizu



Slika 32. Poprečni presjek krivine R4 odabrane za analizu, smjer Orehovica-Drenova

(<https://www.google.com/maps/>)

Horizontalna krivina R5 – proračun

Proračunom je ustanovljena mjerodavna zaustavna preglednost (Pz+) koja iznosi 32 m i širina berme preglednosti (b+) koja iznosi 3,76 m (Tablica 12.). Na temelju ovih podataka prikazana je preglednost horizontalne krivine R5 iz koje se zaključuje da tražena širina preglednosti nije osigurana u punoj duljini krivine.

Tablica 12. Prikaz proračuna preglednosti horizontalne krivine R5

| Zaustavna preglednost (duljina - uspon) | Zaustavna preglednost (duljina - pad) | Zaustavna preglednost (širina - uspon) | Zaustavna preglednost (širina - pad) | Pretjecajna preglednost |
|---|---------------------------------------|--|--------------------------------------|-------------------------|
| 32 | 38 | 3,76 | 5,31 | 260 |

Postupak proračuna:

Očitani R5=34 m

Pz+=32 m (+5%)

Pz- =38 m (-5%)

Po =260 m

$b+ = P_i^2/8R = 32^2/8*34 = 3,76$ m

$b- = P_i^2/8R = 38^2/8*34 = 5,31$ m

Na Slici 33. zeleno označeno prikazuje osigurani dio potrebne širine preglednosti, a crveno označeno prikazuje dio koji nije pregledan.

Slika 34. prikazuje stanje na terenu gdje se može lako uočiti da u krivini sa desne strane nema potrebne berme koja bi osigurala potrebnu širinu preglednosti, a i strmi vertikalni usjek-stijena kao i vegetacija sa desne strane prometnice bitno utječu na preglednost u krivini.



Slika 33. Preglednost horizontalne krivine R5 odabrane za analizu



Slika 34. Poprečni presjek krivine R5 odabrane za analizu, smjer Orehovica-Drenova

(<https://www.google.com/maps/>)

4.2.5. Analiza preglednosti u zoni raskrižja

Analiza preglednosti u zoni raskrižja napravljena je prema hrvatskoj normi HRN U.C4.050 za raskrižja s obaveznim zaustavljanjem (raskrižje kontrolirano znakom STOP). Na predmetnoj dionici analizirana su 2 raskrižja od kojih su oba trokraka:

-raskrižje Orehovica

-raskrižje Drenova

Za proračun preglednosti koristili su se sljedeći ulazni parametri:

- $V_g=40-60 \text{ km/h}=11,11-16,67 \text{ m/s}$ (brzina na glavnom pravcu)

- $V_g=40 \text{ km/h}=11,11 \text{ m/s}$ (brzina na sporednom pravcu)

- $a_s=1,5 \text{ m/s}^2$ (ubrzanje)

- $t_r=1,5 \text{ s}$ (vrijeme reagiranja)

- t_o (vrijeme prolaska kroz raskrižje)

- t_s (ukupno vrijeme prolaska kroz raskrižje)

- P_g (duljina preglednosti)

- D (duljina prolaska raskrižjem sporednog vozila)

- L_k (duljina prelaza vozila preko zone raskrižja)

- $L_v=5,5 \text{ m}$ (duljina vozila)

Raskrižje Orehovica

Ovo trokrako raskrižje sa glavnim smjerom Rijeka-Čavle i sporednim smjerom za lijeve skretače gdje počinje predmetna dionica ceste Orehovica-Drenova. Na slici 35. mogu se vidjeti i proračuni gdje je ustanovljena duljina preglednosti (P_g) za oba smjera i koja iznosi 98 m za smjer prema Čavlima i 65 m za smjer prema Rijeci.

Analizirajući dalje može se zaključiti da polja preglednosti u oba smjera zadovoljavaju.



Slika 35. Raskrižje Orehovica sa proračunom duljine preglednosti

Raskrižje Drenova

Raskrižje je trokrako sa glavnim smjerom Drenova-Saršoni i sporednim smjerom za lijeve skretače gdje završava predmetna dionica ceste Orehovica-Drenova tj. skreće se lijevo prema centru grada Rijeke. Na slici 36. mogu se vidjeti i proračuni za skretanje sa sporednog smjera (lijevo skretanje) na glavni smjer-pravac gdje je ustanovljena duljina preglednosti (P_G) za oba smjera i koja iznosi 45 m.

Analizirajući dalje može se zaključiti da polja preglednosti u oba smjera zadovoljavaju.



Slika 36. Raskrižje Drenova sa proračunom duljine preglednosti

Na slici 37. mogu se vidjeti i proračuni za skretanje sa sporednog smjera (desno skretanje na lokalnu mjesnu cestu „Lubanjski uspon“) na glavni smjer-pravac gdje je ustanovljena duljina preglednosti (P_G) za oba smjera i koja iznosi 47 m.

Analizirajući dalje vidi se da polje preglednosti u desnom smjeru zadovoljava dok polje preglednosti u lijevom smjeru ne zadovoljava zbog toga što vozilo mora izaći do polovice prometne trake na glavni smjer kako bi vozač imao bolju preglednost ako želi skrenuti lijevo.



Slika 37. Raskrižje Drenova sa proračunom duljine preglednosti (sporedni smjer)

Na slici 38. prikazan je pogled na raskrižje iz smjera Orehovica-Drenova gdje je vidljivo da na preglednost u raskrižju utječe potporni zid i vegetacija koja raste na terenu iznad zida. Također na slici 39. možemo vidjeti pogled na raskrižje Drenova te lijevo na izlaz sa sporednog smjera (Lubanjski uspon) na glavnu prometnicu gdje je lijevo vidljiv potporni zid i vegetacija koje utječe na preglednost.



Slika 38. Raskrižje Drenova, pogled iz smjera Orehovica-Drenova

(<https://www.google.com/maps/>)



Slika 39. Raskrižje Drenova, pogled iz smjera Saršoni-Drenova

(<https://www.google.com/maps/>)

Analiza preglednosti u horizontalnim ravninama i analiza preglednosti u zoni raskrižja – zaključno

Analizirajući preglednosti u promatranim horizontalnim krivinama može se ustanoviti da kod svih 5 krivina nisu osigurane potrebne širine i duljine preglednosti.

Analizom preglednosti u zoni oba raskrižja može se ustanoviti da je preglednost raskrižja Orehovica zadovoljeno, a raskrižje Drenova samo djelomično tj. konkretno u slučaju uključivanja sa sporednog smjera nije zadovoljena preglednost zbog potpornog zida i raslinja smještenih neposredno uz prometni trak.

4.3. Prijedlog mjera za povećanje sigurnosti

Analiza postojećeg stanja uključivala je terenski obilazak, mjerenja i vizualno snimanje stanja na terenu, postavu mjernih uređaja prometnog toka (brojila prometa) kao i korištenje mjernog vozila za lasersko snimanje stanja ceste te konačno analizu i obradu svih tako dobivenih podataka.

Provedenom analizom utvrđeno je više nedostataka na dionici ceste koje je potrebno otkloniti te su predložene mjere koje je potrebno hitno usvojiti i primjeniti za povećanje sigurnosti cestovnog prometa predmetne dionice ceste.

U nastavku su predložene slijedeće mjere:

1. Na dijelovima dionice na kojima nije osigurana potrebna širina preglednosti zbog neodržavanja vegetacije, visokog i niskog raslinja i stabala potrebno je to isto raslinje i stabla ukloniti ručnim i strojnim rezanjem te redovito, minimalno jednom godišnje, održavati niskim. Također i redovita ručna košnja trave uz dionicu minimalno dva puta godišnje u ljetnim mjesecima. Mjesta za predložene mjere odnose se na poddionicu od stacionaže 2+100 pa do kraja dionice u oba smjera za rezidbu, a košnja trave potrebna je duž cijele dionice.
2. Na dijelovima dionice na kojima nije osigurana potrebna širina preglednosti zbog stijenskog usjeka (zona horizontalne krivine R2 u duljini L=40 m, visine v=5 m i širine š=2 m te zona horizontalne krivine R5 u duljini L=50 m, visine v=10 m i širine š=2 m) potrebno je strojno ukloniti dio usjeka (strojno razbijanje i kopanje stijenske mase te utovar i odvoz) kako bi se dobila potrebna preglednost i omogućilo eventualno izgradnju bankin i/ili berme. Mjesta za predložene mjere označena su na grafičkom prikazu u prilogu (prilog 1.).
3. Na dijelovima dionice na kojima sa lijeve ili desne strane prometnice postoji stijenski usjek i/ili nestabilna stijenska kosina, a nije zaštićeno potpornim zidom ili zaštitnom žičanom mrežom od osipavanja zemlje i odrona kamenja potrebno je izvršiti radove detaljnog ručnog čišćenja rahlog tla i kamenja te postaviti novu zaštitnu pocinčanu, dvostruko uvijenu heksagonalnu žičanu mrežu. Mjesta za predložene mjere označena su na grafičkom prikazu u prilogu (prilog 1.), a odnose se na podionice odnosno od stacionaže 2+300 do stacionaže 2+350 na obje strane dionice i od stacionaže 5+350 do stacionaže 6+400 za desnu stranu prometnice u smjeru dionice Orehovica-Drenova.

4. Na dijelovima dionice na kojima sa lijeve ili desne strane prometnice postoji zemljani usjek, a nije zaštićen potpornim zidom od osipavanja potrebno je izvršiti radove uklanjanja zemljanog materijala (strojni iskop, utovar i odvoz) te napraviti kosinu pod nagibom terena 3:1 i uvjete za izvedbu bankine/berme ili nogostupa. Prijedlog mjere dat je kroz karakteristične poprečne presjke ceste, a prikazan je na grafičkom prilogu (prilog 2.), a odnosi se na podionice odnosno od stacionaže 2+350 do stacionaže 2+650 i od stacionaže 2+800 do stacionaže 2+900 na lijevoj strani prometnice te od stacionaže 5+200 do stacionaže 5+350 i od stacionaže 6+400 do stacionaže 6+600 na desnoj strani prometnice u smjeru dionice Orehovica-Drenova.
5. Na dijelovima dionice na kojima postoje otvoreni i zatvoreni kanali za odvodnju oborinskih voda potrebno je iste redovito čistiti od lišća i granja te od odrona kamenja i zemlje da se spriječe nakupine koje mogu dovesti do začepijavanja kanala i izlivanje oborinskih voda i bujica te nanosa zemljanog i kamenog materijala na prometnicu što može biti pogubno za sigurnost prometa. Mjesta za predložene mjere označena su na grafičkom prikazu u prilogu (prilog 1.), a odnose se na podionice odnosno od stacionaže 2+650 do stacionaže 4+670 na lijevoj strani prometnice dionice Orehovica-Drenova.
6. Na mjestima gdje se postavilo brojače analizom brzine je u zoni mjerenja brojača 1 (ispred naselja Pašac) utvrđena je velika količina (>80 %) vozila koja prometuju prosječnom brzinom od 72 km/h (ograničenje 40 km/h), a u zoni mjerenja brojača 2 (ispred naselja Grohovo) također je utvrđena velika količina (>90 %) vozila koja prometuju prosječnom brzinom od 64 km/h (ograničenje 40 km/h). Kao mjera za smirivanje prometa predlaže se izvedba optičkih bijelih crta upozorenja neposredno ispred ploča sa nazivom naseljenog mjesta kao i iscrtavanje znaka obaveze na samom kolniku kako bi se potaklo vozače na smanjenje brzine. Predlaže se izvedba na način kako je to prikazano na slici 40. (neposredno prije raskrižja na Drenovi).



Slika 40. Znakovi na kolniku za smirivanje prometa (<https://www.google.com/maps/>)

7. Na kraju dionice analiza raskrižja utvrdila je nedovoljnu preglednost na raskrižju Drenova te je u toj zoni potrebno izvršiti veći građevinski zahvat u smislu strojnog rušenja postojećeg zida neposredno uz desnu stranu prometnice te nakon strojnog iskopa zemljanog materijala i proširenja usjeka u dubini od minimalno 2,0 m napraviti novi temelj i potporni zid u duljini $L=20$ m i visine $v=2$ m. Ispred novog zida potrebno je pripremiti i urediti teren za nogostup te također i proširiti dio kolnika do novog nogostupa. Mjesto za predloženu mjeru označeno je na grafičkom prikazu u prilogu (prilog 1.).
8. U pogledu pješačkih prijelaza terenskim obilaskom ustanovljeno je da ih je nedovoljan broj (samo dva) te da je zbog analizirane brzine vozila potrebno izvesti njihovu rekonstrukciju kao i izvesti još minimalno dva na način da se napravi uzdignuće odnosno uzdignute plohe kao građevinski izvedene površine za prisilno smanjivanje brzine. Izvesti ih u nizu poprijeko na prometnici te na njima obilježiti pješački prijelaz i adekvatno označiti prometnom signalizacijom kako je to prikazano na slici 41. Zbog povećane razine sigurnosti. Mjesta za predložene mjere označena su na grafičkom prikazu u prilogu (prilog 1.).



Slika 41. Uzdignuta ploha kolnika i obilježeni pješački prijelaz

(<https://porestina.info/asfaltiranja-u-naselju-srednji-spadici-te-sv-ana-i-cervar/>)

9. U pogledu stanja kolnika odnosno podaci dobiveni analizom uzdužne ravnosti utvrdili su da je stanje kolnika vrlo loše odnosno neprihvatljivo i ne zadovoljavaju kriterij uzdužne ravnosti [7] te je potrebna sanacija. Mjera predložena za sanaciju je zamjena završnog sloja asfalta na kritičnim mjestima, poddionicama stacionaža, a što je definirano u Tablici 6. Poglavlja 4.2.2.

5. ZAKLJUČAK

U današnjem modernom društvu postoje značajni pomaci u pogledu podizanja razine sigurnosti cestovnog prometa i smanjenja broja poginulih i ozbiljno ozljeđenih sudionika u prometu. Međutim još uvijek zabrinjava činjenica što su djeca i mladi česte žrtve stradavanja.

Europa u usporedbi s ostatkom svijeta stoji relativno dobro u ovom području budući da ima najsigurnije ceste i razvijenu svijest o potrebi ulaganja dodatnih napora kako bi se time napravio što veći napredak u poboljšanju cestovnog prometa. Sve je to vidljivo iz ambicioznog plana i visoko postavljenih ciljeva Europske komisije za koje sad ostaje samo za vidjeti da li će i njihova realizacija biti uspješna. Republika Hrvatska, kao članica EU, uspješno prati i prilagođava se postavljenim ciljevima i gledano kroz jedno duže vremensko razdoblje bilježi golemi uspjeh u ostvarivanju istih. Trenutno je na snazi i primjenjuje se već 6. Nacionalni plan sigurnosti cestovnog prometa koje je donijela Vlada Republike Hrvatske za razdoblje 2021.-2030. godine, u skladu sa svjetskim i europskim smernicama, te njegovi preliminarni rezultati stanja sigurnosti cestovnog prometa upućuju na bitno smanjenje smrtnosti na našim cestama.

U ovom diplomskom radu provedena je analiza postojećeg stanja dijela lokalne nerazvrstane ceste Grada Rijeke (nekadašnja županijska cesta oznake ŽC5017) od raskrižja Orehovica do raskrižja na Drenovi, a sve u cilju davanja prijedloga i mjera za smanjenje broja prometnih nesreća i podizanja razine sigurnosti. Analiza postojećeg stanja uključivala je terenski obilazak, mjerenja i vizualno snimanje stanja na terenu, postavu mjernih uređaja prometnog toka (brojila prometa) kao i korištenje mjernog vozila za lasersko snimanje stanja ceste te konačno analizu i obradu svih tako dobivenih podataka.

Provedenom analizom utvrđeno je više različitih mjera koje bi bilo potrebno hitno usvojiti i primjeniti za povećanje sigurnosti cestovnog prometa predmetne dionice ceste. S obzirom na količinu predloženih mjera i zbog velikih financijskih sredstva koje bi one zahtjevale za primjenu i realizaciju potrebno je odrediti kriterije i prednosti primjene navedenih mjera.

Najvažnije je posvetiti pažnju brzini kretanja vozila jer je analizom brzine u zoni mjerenja brojača ispred naselja utvrđena velika količina vozila koja prometuju prosječnom brzinom većom od dopuštene Kao mjera za smirivanje prometa predlaže se mjera 6 odnosno izvedba optičkih bijelih crta upozorenja neposredno ispred ploča sa nazivom naseljenog mjesta kao i iscrtavanje znaka obaveze (ograničenje brzine) na samom kolniku.

Analiza stanja kolnika u pogledu poprečne ravnosti i makroteksture utvrdila je zadovoljavajuće stanje. Podaci dobiveni analizom stanja kolnika za uzdužnu ravnost utvrdili su da je stanje kolnika vrlo loše odnosno neprihvatljivo čime su predložene mjere saniranja. Predložena je mjera 9, odnosno zamjena završnog sloja asfalta na kritičnim mjestima, poddionicama stacionaža. Na podionicama i dijelovima gdje je ustanovljeno dobro i zadovoljavajuće stanje kolne površine trebalo bi provoditi pojačano praćenje i monitoring da se može pravovremeno reagirati i sanirati kolnik ukoliko se stanje pogorša.

Analizirajući poprečni profil dionice utvrđeno je da ne zadovoljava u potpunosti na većem dijelu promatrane dionice ceste, a najviše u smislu neizgrađene berme i/ili bankine sa kojom bi se omogućila zadovoljavajuća preglednost. Detaljnom analizom svih 5 odabranih horizontalnih krivina utvrđena je nedovoljna širina preglednosti. Za 2 od 5 analiziranih krivina predložena je mjera 2 odnosno zahtjevniji građevinski zahvat u smislu proširivanja usjeka u širini minimalno 2,0 m čime bi se omogućila zadovoljavajuća preglednost kao i izgradnja berme i/ili bankine.

Analiza raskrižja utvrdila je nedovoljnu preglednost na raskrižju Drenova te je u toj zoni predložena mjera 7 kojom bi se postojeći zid uz prometnicu srušio te nakon proširenja usjeka u dubini od minimalno 2,0 m napravio novi potporni zid.

Terenskim obilaskom i vizualnim pregledom dionice ceste ustanovljeno je da je redovno održavanje od strane nadležnih službi u potpunosti zanemareno i da je stanje vrlo loše. Stoga se smatra da bi mjere 1, 3, 4 i 5 omogućile izlivanje oborinske vode i omogućila zadovoljavajuću preglednost i povećanje sigurnosti prometa redovnim godišnjim održavanjem vegetacije uz dionicu ceste. Redovnom kontrolom nadležnih službi i praćenjem stanja same prometnice moglo bi se pravovremeno otkriti i otkloniti bilo kakvu nepovoljnu situaciju, a čiji bi rezultat na kraju bio što manji broj prometnih nesreća.

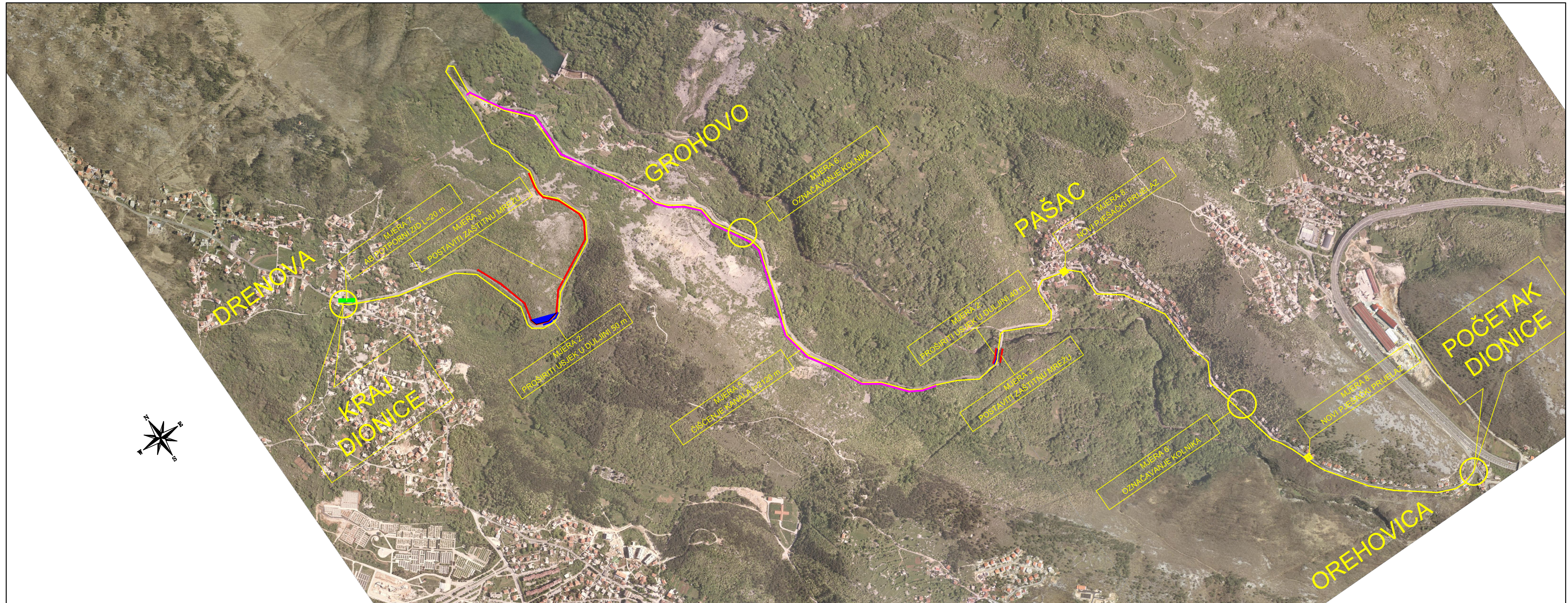
6. LITERATURA

- [1] Horvat, R.: Autorizirana predavanja iz kolegija Sigurnost cestovnog i gradskog prometa 1, Zagreb, 2013./2014.
- [2] Rotim, F.: Elementi sigurnosti cestovnog prometa: Ekspertiza prometnih nezgoda, Svezak 1, Znanstveni savjet za promet Jugoslovenske akademije znanosti i umjetnosti, Zagreb 1990.
- [3] <https://files.fpz.hr/Djelatnici/gluburic/Luburic-predavanja-v3.pdf>, pristup 16.05.2023.
- [4] <https://www.autonet.hr/aktualno/vijesti/sigurnost-na-cestama-hrvatska-po-broju-poginulih-treca-najgora-u-eu/> pristup 20.05.2023.
- [5] https://mup.gov.hr/UserDocsImages/2022/06/NPSCP_hr_web.pdf pristup 20.05.2023.
- [6] *Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti i prometa* NN 110/2001, Ministarstvo pomorstva, prometa i veza, Zagreb, 2001.
- [7] Litzka, J., i dr., *COST Action 354, Performance Indicators for Road Pavements*, 2008.
- [8] Šušnjar M., i dr., *Razvoj nove metode za procjenu stanja površinskog sloja šumskih cesta*, Građevinar 71 (2019) 12, 1121-1128
- [9] *Tehnički propis za asfaltne kolnike* NN 48/2021, Ministarstvo pomorstva, prometa i veza, Zagreb, 2021.
- [10] Šimun M., i dr., *Ravnost kolničkih zastora*, Građevinar 59 (2007) 5, 395-405)

7. POPIS PRILOGA

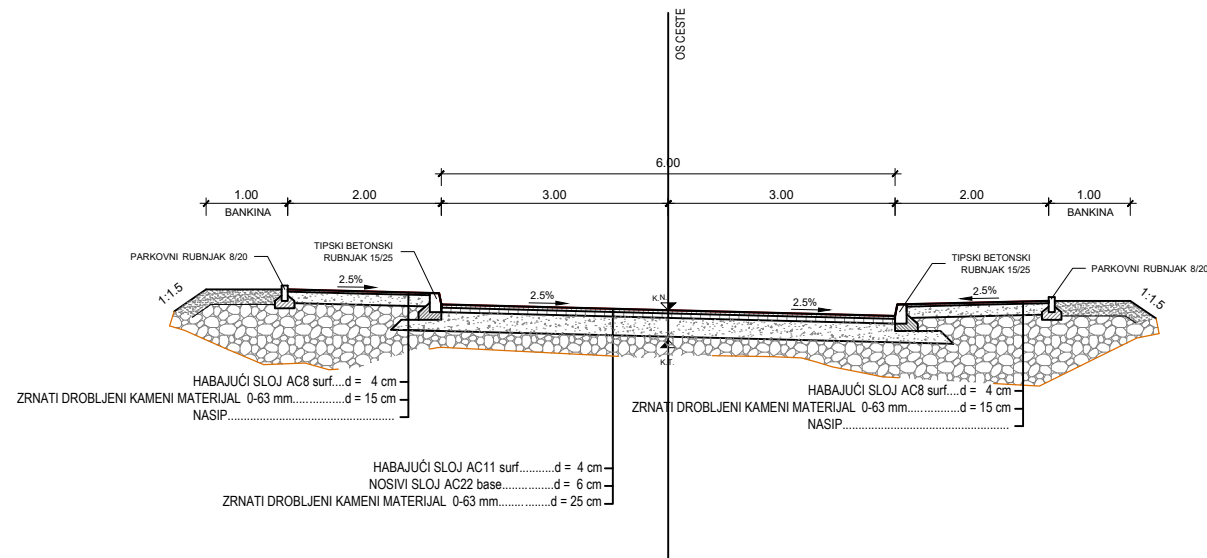
PRILOG 1: Grafički prikaz mjesta predloženih mjera M 1:2500 – list 1

PRILOG 2: Karakteristični poprečni presjek M 1:50 – list 2

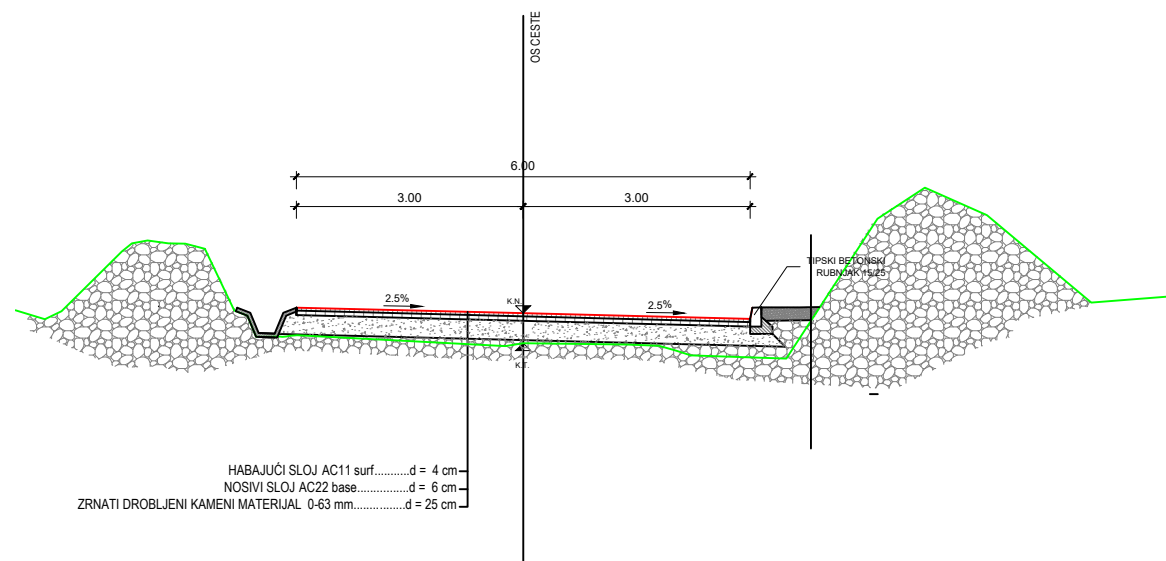


| | | | |
|--|-----------------------|--|---------------|
| GF GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI | | | |
| Diplomski rad: PRIJEDLOG MJERA ZA POVEĆANJE SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA VANGRADSKKE CESTE | | Sadržaj nacrt: PREGLEDNA SITUACIJA | |
| Kolegij: SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA | | | |
| Student: Robert Perković | DATUM: rujan 2023. | MJERILO: 1:10000 | LIST BR: 1 |
| Mentorica: izv.prof.dr.sc.Sanja Šurdonja | | | |

KARAKTERISTIČNI POPREČNI PRESJEK CESTE NOVOG STANJA



KARAKTERISTIČNI POPREČNI PRESJEK CESTE POSTOJEĆEG STANJA



GF

GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI

Diplomski rad:
PRIJEDLOG MJERA ZA POVEĆANJE
SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA
VANGRADSKJE CESTE

Sadržaj nacrt:

KARAKTERISTIČNI PRESJECI

Kolegij:
SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA

Student:
Robert Perković

DATUM:
rujan 2023.

MJERILO:
1:100

LIST BR:
2

Mentorica:
izv.prof.dr.sc.Sanja Šurdonja