Analiza s prijedlogom poboljšanja projektnih elemenata državne ceste D503

Šangulin, Toni

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

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:119:198964

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-13**

Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Toni Šangulin

ANALIZA S PRIJEDLOGOM POBOLJŠANJA PROJEKTNIH ELEMENATA DRŽAVNE CESTE D503

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2015.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

ANALIZA S PRIJEDLOGOM POBOLJŠANJA PROJEKTNIH ELEMENATA DRŽAVNE CESTE D503

ANALYSIS WITH IMPROVEMENT PROPOSALS OF DESIGN ELEMENTS OF STATE ROAD D503

Mentor: dr.sc. Luka Novačko

Student: Toni Šangulin, 0135210058

Zagreb, prosinac 2015.

Sažetak/Summary i Ključne riječi/Keywords

ANALIZA S PRIJEDLOGOM POBOLJŠANJA PROJEKTNIH ELEMENATA DRŽAVNE CESTE D503

SAŽETAK

U završnom radu prvo je prikazana zakonska regulativa iz područja projektiranja cesta u Hrvatskoj, te su analizirani podaci o brojanju prometa na državnoj cesti D503 Šopot (D27) - Biograd na Moru (trajektna luka), te je proračunata propusna moć i razina usluge. Na kraju rada je kritički osvrt na postojeće stanje projektnih elemenata ceste, te prijedlog mjera poboljšanja.

KLJUČNE RIJEČI: Državna cesta, projektni elementi, rekonstrukcija, mjere poboljšanja, propusna moć, analiza

---

ANALYSIS WITH IMPROVEMENT PROPOSALS OF DESIGN ELEMENTS OF STATE ROAD D503

SUMMARY

In this final work, first it is shown legislation from the field of road constructing in Croatia and there are analyzed the data of traffic counts on state road D503 Šopot (D27) – Biograd na Moru (ferry port) and thre is calculated leak power and service level. In the end of the final work is a critical review on the current state of design elements of the road, and the proposed improvement measures.

KEY WORDS: State road, design elements, reconstruction, Measures to improve, throughput, analysis

Sadržaj

1. UVOD 1

2. ZAKONSKA REGULATIVA PROJEKTIRANJA CESTA UREPUBLICI HRVATSKOJ 3

2.1. Legislativa infrastrukture cestovnog prometa 3

2.1.1. Zakon o gradnji 3

2.1.2. Zakon o prostornom uređenju 3

2.1.3. Zakon o cestama 4

2.1.4. Zakon o sigurnosti cestama u prometu 4

2.1.5. Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa 5

2.1.6. Pravilnik o uvjetima za projektiranje i izgradnju priključaka i prilaza na javnu cestu 6

2.1.7. Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama 7

2.2. Ostali zakoni i pravilnici 9

3. ANLIZA PODATAKA O BROJANJU PROMETA NA DRŽAVNOJ CESTI D 503 11

3.1. Metode brojanja prometa 11

3.1.1. Povremeno automatsko brojanje prometa 12

3.2. Prosječni godišnji i ljetni dnevni promet u godinama 2013. i 2014. 13

3.2.1. Prosječni godišnji dnevni promet (PGDP) u godinama 2013. i 2014. S postotkom promjene na državnoj cesti D 503 13

3.2.2. Prosječni ljetni dnevni promet (PLDP) u godinama 2013. i 2014. S postotkom promjene na državnoj cesti D 503 14

3.2.3. Analiza PGDP-a i PLDP-a za vremenski period od 2002. – 2014 15

3.2.4. PGDP i PLDP; Struktura po duljinama vozila državne ceste D 503 16

4. PRORAČUN PROPUSNE MOĆI I RAZINA USLUGE DRŽAVNE CESTE D 503 17

4.1. Propusna moć 17

4.1.1. Propusna moć prometnice 17

4.2. Razina usluge državne ceste D 503 18

4.2.1. Razina usluge prema HCM-u 2010 18

4.2.2. Proračun razine usluge prema HCM-u 2010 za oba smjera vožnje na državnoj cesti D 503 20

5. ANALIZA POSTOJEĆIH PROJEKTNIH ELEMENATA ANALIZIRANE DRŽAVNE CESTE D 503 28

5.1. Tlocrtni elementi ceste 29

5.1.1. Pravac 30

5.1.2. Kružni luk 30

5.1.3. Analiza tlocrtnih elemenata dionice 32

5.2. Analiza uzdužnih nagiba i nivelete 36

5.3. Analiza elemenata poprečnog presjeka ceste 37

5.3.1. Prometni trak 37

5.3.2. Rubni trak 38

5.3.3. Bankina 40

5.3.4. Odvodni jarak 41

5.3.5. Prometni i slobodni profil 41

5.4. Analiza prometnih nesreća u godinama 2013. i 2014. 43

6. PRIJEDLOG MJERA POBOLJŠANJA POSTOJEĆIH PROJEKTNIH ELEMENATA DRŽAVNE CESTE D 503 45

6.1. Mjere poboljšanja na cijeloj dionici promatrane državne ceste 45

6.2. Mjere poboljšanja na specifičnim dijelovima dionice 47

7. ZAKLJUČAK 52

POPIS LITERATURE 54

POPIS SLIKA 55

POPIS TABLICA 56

POPIS GRAFIKONA 57

POPIS PRILOGA 58

1. UVOD

Završni rad prikazuje rezultate analize s mjerom poboljšanja projektnih elemenata, provedene na dionici državne ceste D503 Šopot (D27) - Biograd na Moru (trajektna luka) u Republici Hrvatskoj. Analiza je provedena na temelju prikupljenih stručnih podataka i vlastitim zapažanjem tijekom promatranja spomenute dionice. Izvršen je nadzor nad projektnim elementima ceste te izračun propusne moći i razine usluge. Prema podacima Cesta Zadarske županije, ukupna duljina dionice državne ceste D503 Šopot (D27) - Biograd na Moru (trajektna luka) iznosi 16,327 [1] km.

Nesretni slučajevi dolaze zbog manjkavosti u projektiranju, izvođenju, sanaciji ili održavanju prometne infrastrukture. Iz tog razloga odabrana je ova tema završnog rada kako bi se ukazalo na manjkavosti projektnih elemenata postojeće cestovne mreže. Predmet obrade u ovome radu izložen je u sedam poglavlja:

1. Uvod
2. Pregled zakonske regulative iz područja projektiranja cesta u Republici Hrvatskoj
3. Analiza podataka o brojanju prometa na analiziranoj dionici državne ceste
4. Proračun propusne moći i razine usluge na dionici državne ceste
5. Analiza postojećih projektnih elemenata analizirane dionice državne ceste
6. Prijedlog mjera poboljšanja postojećih projektnih elemenata državne ceste
7. Zaključak

U drugom poglavlju napravit će se kratki uvid u zakonsku regulativu koja je bitna pri projektiranju prometnica u Republici Hrvatskoj.

U trećem poglavlju će se obraditi načini prikupljanja podataka o brojanju prometa zato što je ono prepoznato kako temelj prometnog projektiranja. Podaci o brojanju prometa vrše se redovito na području cijele Republike Hrvatske te su javno dostupni svima. Prikupljeni podaci će biti iskorišteni i u četvrtom poglavlju.

Četvrto poglavlje se sastoji od kratkog teorijskog dijela u kojem će se obraditi bitni prometni pokazatelji. Nakon teorijskog dijela napravit će se proračun razine usluge i propusne moći prema metodi HCM 2010.

[1] Hrvatske ceste d.o.o. – Sektor za održavanje

U petom poglavlju napravit će se analiza projektnih elemenata promatrane dionice državne ceste i to na način da će se raditi usporedba stvarnih vrijednosti sa zakonskom regulativom.

Šesto poglavlje donosi prijedloge poboljšanja projektnih elemenata u svrhu sigurnosti prometa. Na kraju rada će se iznijeti zaključak i priložiti nacrt normalnog poprečnog presjeka i tlocrt postojećeg stanja promatrane dionice s prijedlogom izmjena.

2. ZAKONSKA REGULATIVA PROJEKTIRANJA CESTA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Prilikom gradnje ili rekonstrukcije cestovne mreže izrazito je važna pravna regulativa. U ovome poglavlju obradit će se relevantni zakoni i propisi koji se koriste u projektnoj praksi u Republici Hrvatskoj.

2.1. Legislativa infrastrukture cestovnog prometa

Osnovna pravna regulativa iz područja cestovne infrastrukture u Hrvatskoj je:

2.1.1. Zakon o gradnji

Ovim se zakonom uređuje projektiranje, građenje, uporaba i održavanje građevina te provedba upravnih i drugih postupaka s tim u vezi radi osiguranja zaštite i uređenja prostora u skladu s propisima koji uređuju prostorno uređenje te osiguranja temeljnih zahtjeva za građevinu i drugih uvjeta propisanih za građevine ovim zakonom i propisima donesenim na temelju ovoga zakona i posebnim propisima.

Odredbe ovog Zakona primjenjuju se na gradnju svih građevina na području Republike Hrvatske, osim na gradnju rudarskih objekata i postrojenja određenih posebnim zakonom, gradnju vojnih građevina određenih posebnim propisima i gradnju drugih građevina određenih posebnim zakonom[2].

2.1.2. Zakon o prostornom uređenju

Ovim se zakonom uređuje sustav prostornog uređenja: ciljevi, načela i subjekti prostornog uređenja, praćenje stanja u prostoru i području prostornog uređenja, uvjeti planiranja prostora, donošenje Strategije prostornog razvoja Republike Hrvatske, prostorni planovi uključujući njihovu izradu i postupak donošenja, provedba prostornih planova, uređenje građevinskog zemljišta, imovinski instituti uređenja građevinskog zemljišta i nadzor.

Prostornim uređenjem osiguravaju se uvjeti za korištenje (gospodarenje), zaštitu i upravljanje prostorom Republike Hrvatske (u daljnjem tekstu: Država) kao osobito vrijednim i ograničenim nacionalnim dobrom, te se time ostvaruju pretpostavke za društveni i

[2] Zakon o gradnji (NN br. 153/13)

gospodarski razvoj, zaštitu okoliša i prirode, vrsnoću gradnje i racionalno korištenje prirodnih i kulturnih dobara[3].

2.1.3. Zakon o cestama

Ovim se zakonom uređuje pravni status javnih cesta i nerazvrstanih cesta, način korištenja javnih cesta i nerazvrstanih cesta, razvrstavanje javnih cesta, planiranje građenja i održavanja javnih cesta, upravljanje javnim cestama, mjere za zaštitu javnih i nerazvrstanih cesta i prometa na njima, koncesije, financiranje i nadzor javnih cesta[4].

Ovim zakonom definirane su državne ceste koje se obrađuju u završnom radu. Državne ceste su javne ceste koje imaju funkciju povezivanja Republike Hrvatske u europski prometni sustav, ostvarivanja kontinuiteta E-ceste prometnog povezivanja regija Republike Hrvatske, prometnog povezivanja sjedišta županija međusobno, povezivanja sjedišta županija s većim regionalnim sjedištima susjednih država (gradovi veći od 100.000 stanovnika), omogućavanja tranzitnog prometa, koje čine cestovnu okosnicu velikih otoka i kojima se ostvaruje kontinuitet državnih cesta kroz gradove, a koje su razvrstane kao državne ceste sukladno ovom zakonu.

Bitno je napomenuti da zakon nalaže da se javne ceste se planiraju, projektiraju, grade, rekonstruiraju i održavaju na način:

- sukladan najnovijim stručnim saznanjima iz područja projektiranja i gradnje te s ekonomskim načelima i mjerilima za procjenu opravdanosti njihove gradnje
- da omogućuju sigurno prometovanje svih sudionika u prometu, kao i sukladnost javnih cesta s drugim zahvatima u prostoru i s okolišem kroz koji se protežu

2.1.4. Zakon o sigurnosti cestama u prometu

Ovim se zakonom utvrđuju temeljna načela međusobnih odnosa, ponašanje sudionika i drugih subjekata u prometu na cesti, osnovni uvjeti kojima moraju udovoljavati ceste glede sigurnosti prometa, pravila prometa na cestama, sustav prometnih znakova i znakova koje daju ovlaštene osobe, dužnosti u slučaju prometne nesreće, osposobljavanje kandidata za vozače, polaganje vozačkog ispita i uvjeti za stjecanje prava na upravljanje vozilima, vuča

---

[3] Zakon o prostornom uređenju (NN br. 153/13)

[4] Zakon o cestama (NN 84/11 , NN 22/13, NN 54/13, NN 148/13 **i** NN 92/14)

vozila, uređaji i oprema koje moraju imati vozila, dimenzije, ukupna masa i osovinsko opterećenje vozila te uvjeti kojima moraju udovoljavati vozila u prometu na cestama. Prometom na cesti, prema ovom Zakonu, podrazumijeva se promet vozila, pješaka i drugih sudionika u prometu na javnim cestama i nerazvrstanim cestama koje se koriste za javni promet.

Ceste, kao osnova na kojoj se odvija promet, moraju se projektirati, izgrađivati, opremati, održavati i štititi tako da odgovaraju svojoj namjeni i zahtjevima sigurnosti prometa u skladu s odredbama posebnog zakona i propisima donesenim na temelju toga zakona. Javne ceste moraju imati najmanje dvije prometne trake i dvije rubne trake koje se grade neprekinuto uzduž javne ceste u istoj širini, ovisno o vrsti ceste, odnosno širini prometne trake, uz izdignuti rubnjak na objektima (mostovima, vijaduktima, tunelima, galerijama i sl.). Ceste se moraju obilježavati propisanim prometnim znakovima kojima se sudionici u prometu upozoravaju na opasnost koja im prijeti na određenoj cesti ili dijelu te ceste, stavljaju do znanja ograničenja, zabrane i obveze kojih se sudionici u prometu moraju držati i daju potrebne obavijesti za siguran i nesmetan tok prometa[5].

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

Ovim se pravilnikom propisuju osnovni uvjeti kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa. Ovaj pravilnik je esencijalan pri projektiranju zato što uz njega dolazi dodatak u kojem su razrađeni svi bitni parametri pri projektiranju i rekonstrukciji javnih cesta izvan naselja sa stajališta sigurnosti prometa.

Pravilnik daje i definicije projektne i računske brzine koje su bitne pri određivanju građevinskih i prometnih svojstava prometnice.

Projektna brzina (Vp) je najveća brzina za koju je zajamčena potpuna sigurnost vožnje u slobodnom prometnom toku na cijelom potezu trase, pod optimalnim vremenskim uvjetima i kod dobrog održavanja. Ona karakterizira razinu građevinsko-prometnih svojstava ceste. Projektna brzina (Vp) određuje granične vrijednosti tlocrtnih i visinskih elemenata trase i to minimalni polumjer horizontalnog zavoja, maksimalni uzdužni nagib i poprečni presjek.

[5] Zakon o sigurnosti prometa na cestama (NN 67/08, NN 74/11, NN 80/13, NN 92/14)

Računska brzina (Vr) je najveća očekivana brzina koju vozilo u slobodnom prometnom toku može ostvariti uz dovoljnu sigurnost vožnje na određenom dijelu ceste, u skladu s prihvaćenim modelom njezinog ustanovljavanja, zavisno o tlocrtnim i visinskim elementima tog dijela trase. Računska brzina (Vr) je vozno dinamička veličina na temelju koje se određuju pojedini geometrijski elementi trase: poprečni nagib kolnika u zavojima, potrebne duljine preglednosti, polumjeri vertikalnih zavoja, najmanji polumjer horizontalnog zavoja sa suprotnim poprečnim nagibom kolnika.

Razlika između najmanje i najveće vrijednosti računske brzine unutar iste dionice ne smije biti veća od 15 km/h. Razlika računske brzine (Vr) i projektne brzine (Vp) ne smije biti veća od 20 km/h.

Analizu projektnih elemenata promatrane dionice državne ceste vršit će se na način da se stvarne vrijednosti uspoređuju sa pravilnikom[6].

2.1.6. Pravilnik o uvjetima za projektiranje i izgradnju priključaka i prilaza na javnu cestu

Ovim pravilnikom utvrđuju se minimalni uvjeti za projektiranje i izgradnju priključaka i prilaza na javnu cestu. Priključak i prilaz na javnu cestu je spoj javne ceste i svih površina s kojih se vozila izravno uključuju u promet na javnu cestu.

Spojevi na javnu cestu, ovisno o njihovoj namjeni i prostorno oblikovnim značajkama, razvrstavaju se u jednu od sljedećih skupina:

- prilaz je spoj u funkciji kolnog pristupa pojedinačnih korisnika, do zemljišta ili do zgrada pokraj ceste koji ne zahtijeva promjenu u postojećoj prometnoj signalizaciji na javnoj cesti
- poprečni priključak je spoj koji korisnici koriste pod jednakim uvjetima (šljunčare, kamenolomi, kupališta, kampovi, hoteli, stambene zgrade i blokovi, tvornice i sl.)
- uzdužni priključak je spoj površine uz objekte pokraj javne ceste radi čije djelatnosti dolazi do zadržavanja vozila (benzinska pumpa, motel, restoran, informativni punkt i sl.).

[6] Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN br. 110/01)

Spoj na javnu cestu može se izgraditi na onim lokacijama gdje je osigurana dovoljna preglednost. Vrsta kolničkog zastora spoja na javnu cestu mora biti ista kao i na javnoj cesti u dovoljnoj duljini da se na javnu cestu ne nanosi blato, zemlja i drugi materijal. Spoj rubnog traka kolnika javne ceste i rubnih traka spoja na javnu cestu, mora se izvesti u horizontalnoj krivini sa polumjerom 3 metra[7].

2.1.7. Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama

Ovim se pravilnikom propisuju vrsta, značenje, oblik, boja, dimenzije i postavljanje prometnih znakova, signalizacije i opreme na cestama.

Prometni se znakovi na cestama izvan naselja postavljaju na visini 1.2 do 1.4 m, osim znakova B59, B60 i B61 (obvezno obilaženje) kad se postavljaju na razdjelni otok, C74 (planinski prijevoj), C75 (rijeka), C76 i C77 (cestovna građevina), C127 (broj međunarodne ceste), C128 (broj autoceste ili brze ceste), C129 (broj državne ceste), C130 (broj županijske ceste), C131 (kilometarska oznaka za autocestu ili brzu cestu), C132 (oznaka dionice državne ceste) i C133 (oznaka dionice županijske ceste) koji se postavljaju na visini 80 do 120 cm. Na isti se stup mogu postaviti najviše dva prometna znaka. Stup prometnog znaka, u pravilu, se postavlja najviše 2 m od kolničkog ruba. Vodoravni razmak između ruba kolnika i najbližeg ruba prometnog znaka mora iznositi najmanje 0.30 m.

Uzdužne oznake na kolniku mogu biti razdjelne crte, rubne crte i crte upozorenja. Razdjelna crta služi za razdvajanje dvosmjernih prometnih površina prema smjerovima kretanja. Rubna crta označuje rub vozne površine kolnika.

Širina uzdužnih crta na kolniku iznosi najmanje 10 cm. Širina središnje razdjelne crte prema širini kolnika može biti:

- ≥3,5 m – 20 cm
- 3 – 3,5 m – 15 cm
- 2,75 – 3 m – 12 cm
- 2,5 – 2,75 m – 10 cm

Širina rubne i razdjelne crte je iste širine.

[7] Pravilnik o uvjetima za projektiranje i izgradnju priključaka i prilaza na javnu cestu (NN br. 95/14)

Poprečne oznake na kolniku obilježavaju se punim ili isprekidanim crtama i mogu biti povučene na kolniku tako da zahvaćaju jedan ili više prometnih trakova.

Poprečne pune crte za zaustavljanje vozila na raskrižjima i drugim cestama koje se križaju, moraju biti povučene tako da vozač vozila nad raskrižjem ima dovoljan pregled na promet vozila i pješaka preko raskrižja i tih cesta. Razdjelna i rubna crta mogu se izvesti i kao zvučna ili vibracijska traka. Poprečne su oznake, s obzirom na kut pod kojima ih vozač vidi, šire od uzdužnih oznaka.

Ostale oznake na kolniku i predmetima uz rub kolnika su strelice, polja za usmjerivanje prometa, crte usmjerivanja, natpisi, oznake za označivanje prometnih površina za posebne namjene, oznake za obilježavanje mjesta za parkiranje i uzdužne oznake (oznake na predmetima uz rub kolnika).

Smjerokazni stupić služi za označivanje ruba kolnika. Smjerokazni stupić u vidljivom smjeru mora imati ugrađenu reflektirajuću oznaku od reflektirajućeg stakla.

Reflektirajuća oznaka u smjeru vožnje s desne strane je crvene boje, a s lijeve strane bijele boje. Na kolniku s jednosmjernim prometom reflektirajuća oznaka je s obje strane crvene boje. Smjerokazni stupići u pravilu se postavljaju na udaljenosti 0.75 m od vanjskog ruba kolnika, uz kolnik na razmaku od 50 m kad je cesta u pravcu, odnosno, 12 m (25 m) kad je cesta u zavoju, što ovisi o značajkama radijusa zavoja, odnosno prema tablici 1.

Kad je uz kolnik ceste postavljena zaštitna odbojna ograda na udaljenosti manjoj od 150 cm od ruba kolnika, smjerokazni stupići postavljaju se na ogradu. U slučaju da je uz kolnik postavljena zaštitna odbojna ograda udaljena od ruba kolnika 150 cm i više, za označivanje ruba kolnika postavlja se smjerokazni stupić.

Prometna zrcala namijenjena su za sigurno uključivanje iz sporedne ceste na cestu s prednošću prolaska ili u drugim sličnim slučajevima, na mjestima smanjene preglednosti. Vanjski rub prometnog zrcala mora biti obojen izmjeničnim poljima crvene i bijele boje. Prometna zrcala mogu biti pravokutnog ili kružnog oblika.

Zaštitna ograda je tehnička sigurnosna konstrukcija kojoj je osnovna svrha spriječiti klizanje vozila s ceste, odnosno zadržati vozila skrenuta s kolnika. Zaštitna ograda se izrađuju od čelika, betona (tip New Jersey), ili kombinirano. Zaštita ograda mora se postaviti:

- u razdjelnom pojasu, ovisno o veličini prometa

- na cestovnom objektu
- kad je cesta na nasipu višem od 3.0 m
- ispred opasnog mjesta (bočne opasnosti)

Zaštitna ograda mora biti opremljena reflektirajućim oznakama ili smjerokaznim stupićima, na desnoj strani u smjeru vožnje crvene boje, a s lijeve strane bijele boje. Na kolniku s jednosmjernim prometom reflektirajuća oznaka je s obje strane crvene boje[8].

2.2. Ostali zakoni i pravilnici

Pri projektiranju javnih cesta u Republici Hrvatskoj bitni su i mnogi drugi zakoni i pravilnici koji su u ovom radu samo navedeni ali na koje se također treba paziti kako bi se udovoljila pravna regulativa i to su:

- Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14)
- Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10)
- Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13, 153/13)
- Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13)
- Zakon o vodama (NN 153/09, 130/11, 56/13, 14/14)
- Zakon o građevnim proizvodima (NN 76/13)
- Zakon o inspekciji cestovnog prometa i cesta (NN br. 22/14)
- Zakon o arhitektonskim i inženjerskim poslovima i djelatnostima u prostornom uređenju i gradnji (NN 152/08, 49/11, 25/13),
- Zakon o komunalnom gospodarstvu (NN 36/95, 70/97, 128/99, 57/00, 129/00; 59/01, 26/03, 82/04, 178/04, 38/09, 79/09, 49/11, 144/12)
- Zakon o sanitarnoj inspekciji (NN 113/08, 88/10)
- Zakon o normizaciji (NN 80/13)
- Pravilnik o tehničkim dopuštenjima za građevne proizvode (NN 103/08)
- Pravilnik o osiguranju pristupačnosti osobama s invaliditetom i smanjene pokretljivosti (NN 78/13)

[8] Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN br. 33/05; 14/11)

- Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN 145/04)
- Pravilnik o uvjetima za vatrogasne pristupe (NN 35/94, 142/03)
- Pravilnik o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama (NN 51/10; 84/10, 145/11, 140/13)
- Pravilnik o nadzoru osovinskog pritiska, ukupno dozvoljene mase i dimenzije vozila (NN 76/97, 141/02)
- Tehnički propis za betonske konstrukcije (NN 139/09, 14/10, 125/10, 136/12)
- Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN 33/10, 87/10, 146/10, 81/11, 100/11, 130/12, 81/13)
- Pravilnik o održavanju i zaštiti javnih cesta (NN br. 90/14)
- Pravilnik o korištenju cestovnog zemljišta i obavljanju pratećih djelatnosti na javnoj cesti (NN 78/14)
- Pravilnik o ophodnji javnih cesta (NN 75/14)

3. ANALIZA PODATAKA O BROJANJU PROMETA NA DRŽAVNOJ CESTI D 503

3.1. Metode brojanja prometa

Analiza postojeće situacije nekog prometnog sustava bitna je kako bi se dobio uvid u stvarno trenutno stanje na prometnicama, neovisno o tome da li se obavlja samo korekcija postojećeg sustava ili neki veći investicijski zahvati. Podatci koji se obrađuju sastoje se od građevinskih elemenata prometnica te strukture i dinamike prometnih tokova.

Brojanje prometa predstavlja jedan od glavnih ulaznih podataka pri prometnom planiranju i projektiranju. Podatci dobiveni brojanjem prometa predstavljaju stvarnu trenutačnu sliku dinamike prometnih tokova. Ti podatci se mogu sastojati od informacija kao što su: prometna opterećenja na cestovnim prometnicama, struktura prometnog toka, brzina kretanja vozila u prometnom toku, razmak između vozila u prometnom toku, smjerovi kretanja vozila u cestovnoj mreži, vršna opterećenja u određenim vremenskim rasponima. Brojanja se mogu provoditi tokom jednog ili više dana, kontinuirano ili prekidno. Isto tako potrebno je odrediti vremenske intervale unutar jednog dana, tj. da li se broji samo nekoliko specifičnih sati u danu ili kontinuirano svi sati.

Postojeća podjela načina brojanja prometa je:

- ručno;
- automatsko;
- kamerom;
- naplatno;
- satelitsko;
- brojanje vozila prevezenih trajektima;
- brojanje na parkirališnim površinama.

Najčešće korišteni načini brojanja su ručno brojanje i automatsko.

Na državnoj cesti D503 brojanje prometa provodi se poluautomatski. Brojačko mjesto: Kakma, oznake 4917. Početak brojačkog odsječka se nalazi na L63126, a kraj brojačkog odsječka se nalazi na L63119. Duljina brojačkog odsječka iznosi 1,5 km.

3.1.1. Povremeno automatsko brojanje prometa

Povremeno automatsko brojenje (PAB) izvršava se u određenim vremenskim razdobljima na način planiran rasporedom brojenja. Pruža solidnu osnovicu za stjecanje predodžbe o mijeni prometa po:

- satima u danu brojenja (za svaki tjedni dan)
- tjednim danima u tjednu brojenja
- tjednima obuhvaćenim brojenjem.

Stabilnost općih okolnosti je ključna pretpostavka za reproduciranje obrazaca mijene prometa tijekom godine i/ili ljeta i dobivanje prihvatljivo dobrih procjena od godine do godine na temelju pravilno raspoređenog vremenskog uzorka. U postupku stvaranja rasporeda povremenog automatskog brojenja i definiranja metodologije obrade prikupljenih podataka vodilo se računa o sljedećim zahtjevima:

- smanjenju troškova provedbe
- izvođenju brojenja u pogodnom dijelu godine kako bi se izbjegli troškovi što ih mogu izazvati nepovoljne vremenske prilike i povećala pouzdanost brojenja
- optimalnom iskorištenju raspoloživog broja prenosivih automatskih brojila
- zadržavanju relativne pogreške procjene PGDP-a i/ili PLDP-a unutar prihvatljivih okvira.

Moraju se uvažavati i druga praktična ograničenja kao, na primjer, to da je između dva vremenski bliska brojačka tjedna u rasporedu povremenog brojenja nužno osigurati dovoljno vremena za postupke demontiranja brojila, očitanje podataka, pripremu i programiranje brojila za novi tjedan brojenja te njihovo postavljanje na druga brojačka mjesta.

Uvažavajući navedene zahtjeve, korištenjem metoda kombinatorike i simulacije na širokom višegodišnjem uzorku brojačkih mjesta neprekidnog automatskog brojenja (NAB) s, poželjno, 100-postotnom zastupljenošću sati brojenja i vjerodostojnim podatcima, ustanovljeno je koje kombinacije i kratnosti tjedana rezultiraju najboljim procjenama PGDP-a i PLDP-a. Slijedom tih spoznaja godišnji plan povremenog brojenja prometa izvodi se na osnovi prostornih i vremenskih odrednica, raspoloživih tehničkih kapaciteta i promjena cestovne mreže[9].

[9]Hrvatske ceste d.o.o. *za upravljanje, građenje i održavanje državnih cesta, Zagreb, Vončinina 3*-BROJENJE PROMETA NA CESTAMA REPUBLIKE HRVATSKE GODINE 2014.

3.2. Prosječni godišnji i ljetni dnevni promet u godinama 2013. i 2014.

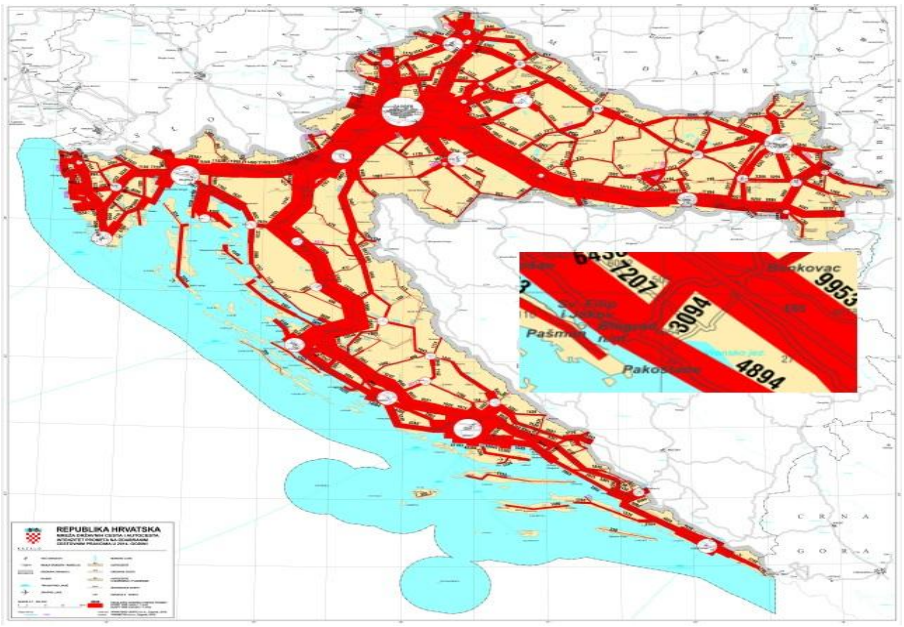
3.2.1. Prosječni godišnji dnevni promet (PGDP) u godinama 2013. i 2014. s postotkom promjene na državnoj cesti D503

Državna cesta D503, brojačko mjesto 4917 – Kakma. Rezultati brojanja prometa pokazuju da prosječni godišnji dnevni promet (slika 3.1.) u 2014. godini je u opadanju za 3,88% u odnosu na 2013. godinu (tablica 3.1.). Razlozi opadanja PGDP-a u odnosu na prethodnu godinu su manji broj putovanja, što se može pripisati gospodarskoj situaciji u zemlji.

Tablica 3.1. Prosječni godišnji dnevni promet (PGDP) u godinama 2013. i 2014. s postotkom promjene, državne ceste D503

Oznaka ceste	Brojačko mjesto		PGDP			Način brojenja	Brojački odsječak		
	Oznaka	Ime	2014	2013	% promjene		Početak	Kraj	Duljina (km)
503	4917	Kakma	**3094**	3219	-3,88	PAB	L63126	L63119	1,5

Izvor: Hrvatske ceste d.o.o. *za upravljanje, građenje i održavanje državnih cesta, Zagreb, Vončinina 3-* BROJENJE PROMETA NA CESTAMA REPUBLIKE HRVATSKE GODINE 2014



Slika 3.1. Intenzitet prometa na odabranom cestovnom pravcu – PGDP, 2014. godine

Izvor: Hrvatske ceste d.o.o. *za upravljanje, građenje i održavanje državnih cesta, Zagreb, Vončinina 3-* BROJENJE PROMETA NA CESTAMA REPUBLIKE HRVATSKE GODINE 2014

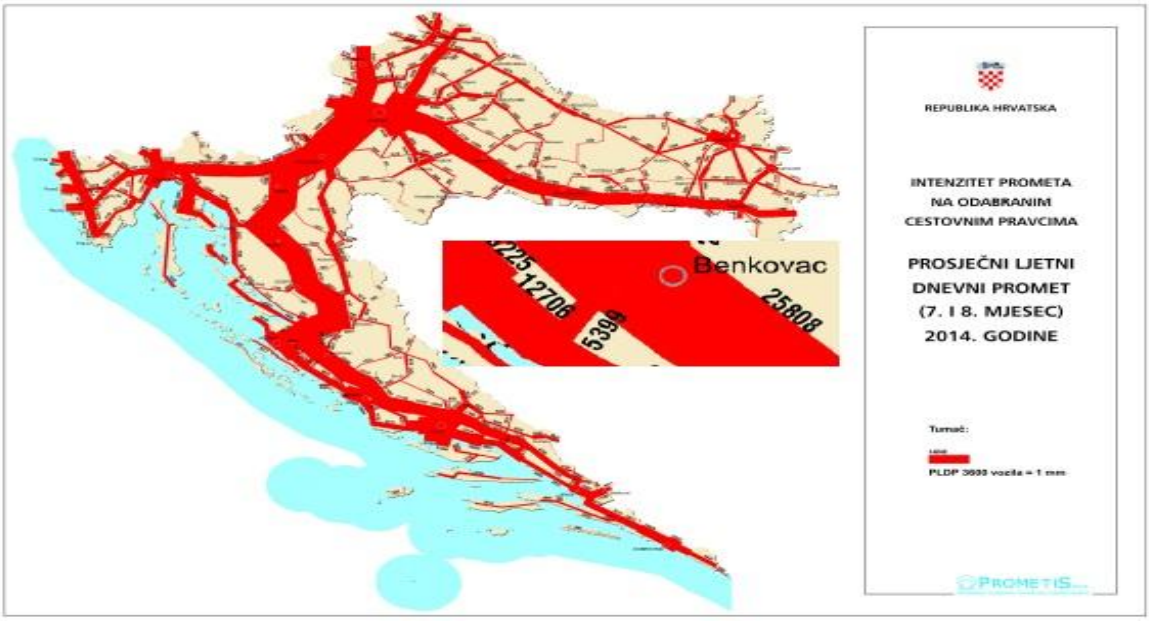
3.2.2. Prosječni ljetni dnevni promet (PLDP) u godinama 2013. i 2014. s postotkom promjene na državnoj cesti D503

Državna cesta D503, brojačko mjesto 4917 – Kakma. Rezultati brojanja prometa pokazuju da prosječni ljetni dnevni promet (slika 3.2.) u 2014. godini je u opadanju za 2,01% u odnosu na srpanj i kolovoz iz 2013. godine (tablica 3.2.). Razlozi opadanja PLDP-a u odnosu na prethodnu godinu su manji broj putovanja, što se može pripisati gospodarskoj situaciji u zemlji i svijetu, te manji broj pristiglih gostiju tijekom ljeta radi nepovoljnih vremenskih uvjeta.

Tablica 3.2. Prosječni ljetni dnevni promet (PLDP) u godinama 2013. i 2014. s postotkom promjene, državne ceste D503

Oznaka ceste	Brojačko mjesto		PLDP			Način brojenja	Brojački odsječak		
	Oznaka	Ime	2014	2013	% promjene		Početak	Kraj	Duljina (km)
503	4917	Kakma	**5399**	5510	-2,01	**PAB**	L63126	L63119	1,5

Izvor: Hrvatske ceste d.o.o. *za upravljanje, građenje i održavanje državnih cesta, Zagreb, Vončinina 3-* BROJENJE PROMETA NA CESTAMA REPUBLIKE HRVATSKE GODINE 2014.

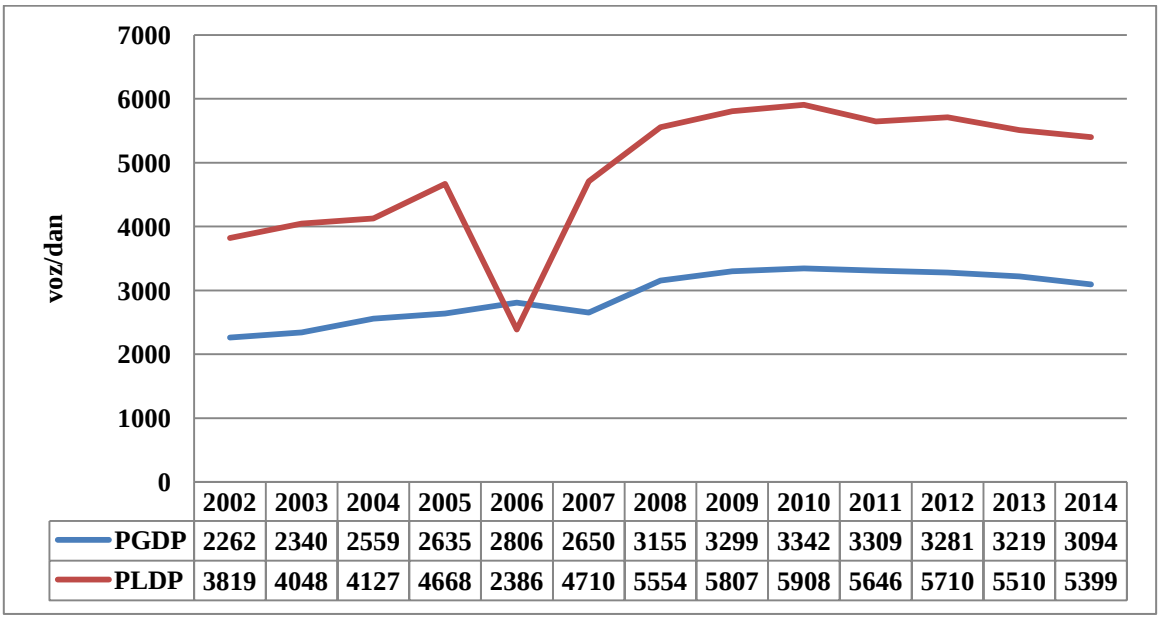


Slika 3.2. Intenzitet prometa na odabranom cestovnom pravcu – PLDP (7. i 8. mjesec) 2014.

Izvor: Hrvatske ceste d.o.o. *za upravljanje, građenje i održavanje državnih cesta, Zagreb, Vončinina 3-* BROJENJE PROMETA NA CESTAMA REPUBLIKE HRVATSKE GODINE 2014

3.2.3. Analiza PGDP-a i PLDP-a za vremenski period od 2002. – 2014.

U grafikonu 3.1. je prikazan prosječni godišnji i ljetni dnevni promet od 2002. godine pa sve do 2014. godine.



	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
PGDP	2262	2340	2559	2635	2806	2650	3155	3299	3342	3309	3281	3219	3094
PLDP	3819	4048	4127	4668	2386	4710	5554	5807	5908	5646	5710	5510	5399

Grafikon 3.1. Usporedba PGDP-a i PLDP-a kroz godine

Rezultati analize PGDP-a i PLDP-a kroz godine na brojačkom mjestu 4917 – Kakma prikazani su na grafikonu 3.1.

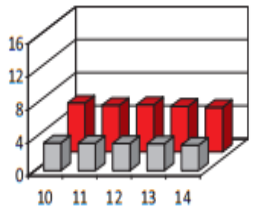
Može se primijetiti da PGDP ima konstantu tendenciju rasta od 2002. godine sve do 2014. godine, što se pripisuje međugradskim povezivanjem Dalmatinske zagore s obalnim mjestima.

Nadalje, može se primijetiti da PLDP od 2002. godine ima rast sve do 2006. godine, gdje se vidi nagli pad koji se pripisuje rekonstrukciji ceste. Nagli rast slijedi od 2007. godine sve do 2010. godine što se pripisuje velikoj zainteresiranosti za Zadarskom županijom. Od 2010. godine pa do 2014. godine primjetna je blaga tendencija pada PLDP-a, što se pripisuje gospodarskoj situaciji u državi kao i u svijetu.

3.2.4. PGDP i PLDP; Struktura po duljinama vozila državne ceste D 503

Rezultati analize prema strukturi vozila gledano u PGDP-u i PLDP-u godini 2014. prikazuje da vozila do 5,5 tona su najzastupljenija na promatranoj cesti i razlika u postotku je 0,29% u korist prosječnog ljetnog dnevnog prometa što znači da je PGDP u opadanju.

Tablica 3.3. PGDP i PLDP; Struktura po duljinama vozila, državne ceste D503

BROJAČKO MJESTO OZNAKA IME	Ozmaka ceste	PGDP 100% PLDP 100%	RAZREDI DULJINA (m)					PGDP PLDP od 2010. do 2014 godine (u 000 vozila)
			do 5,5	preko 5,5 do 9,1	preko 9,1 do 12,2	preko 12,2 do 16,5	preko 16,5	
4917 Kakma	503	**3094** 100%	2786 90,02	209 6,77	57 1,85	31 1,01	11 0,35	
		5399 100%	4876 90,31	354 6,56	103 1,91	51 0,95	15 0,27	

Izvor: Hrvatske ceste d.o.o. *za upravljanje, građenje i održavanje državnih cesta, Zagreb, Vončinina 3*- BROJENJE PROMETA NA CESTAMA REPUBLIKE HRVATSKE GODINE 2014

4. PRORAČUN PROPUSNE MOĆI I RAZINA USLUGE DRŽAVNE CESTE D 503

4.1. Propusna moć

Propusna moć ili kapacitet ceste je maksimalan broj vozila koji može proći u jedinici vremena kroz promatrani presjek cestovne prometnice. Poznavanjem propusne moći mogu se procijeniti nedostaci postojeće cestovne mreže i predložiti odgovarajuće izmjene. Služi kao osnovica za sve intervencije i zahvate na određenom dijelu ceste (proširenje kolnika, rekonstrukcija zavoja, reguliranje čvorišta, promjena režima prometa i ostalo). Pri projektiranju novih cesta i čvorišta poznavanje propusne moći i prometnog opterećenja nužan je preduvjet da se može pristupiti tehničkim analizama, uspoređivanju varijanti izboru najpovoljnijeg rješenja.

4.1.1. Propusna moć prometnice

Prva teorijska razmatranja zakonitosti kretanja vozila i propusne moći polazila su od pretpostavke da se prometni tok ponaša kao fluid, tj. da je homogen. **Osnovna zakonitost prometnog homogenog toka:**

$$Q = G \cdot V \left[\frac{\text{voz}}{\text{h}}\right], \text{ odnosno } G = \frac{Q}{V} \left[\frac{\text{voz}}{\text{km}}\right]$$

Q – protok vozila $[\frac{\text{voz}}{\text{h}}]$

G – gustoća prometnog toka $[\frac{\text{voz}}{\text{km}}]$

V – brzina prometnog toka $[\frac{\text{km}}{\text{h}}]$

Gustoća prometa predstavlja ukupan broj vozila koja se u trenutku promatranja nalaze na određenom odsječku (duljini) ceste i označuje mjerilo za određivanje stvarne iskorištenosti propusne moći na određenoj cesti. Gustoća prometa praktički se dobiva brojanjem vozila vizualno ili s pomoću posebnih uređaja.

Pri određivanju propusne moći prometnice polazi se od propusne moći jednoga prometnog traka.

Propusna moć (C) ceste na jednom prometnom traku prema HCM 2010 iznosi 1700 voz/h, odnosno 3200 voz/h za oba smjera vožnje.

4.2. Razina usluge državne ceste D 503

4.2.1. Razina usluge prema HCM 2010

Razina usluge je kvalitativna mjera koja se sastoji od brojnih elemenata, kao što su: brzina vožnje, vrijeme putovanja, sloboda manevriranja, prekidi u prometu, udobnost vožnje, sigurnost vožnje i troškovi iskoristivosti vozila.[10]

Razina usluge dvotračnih cesta određuje se prema dva kriterija:

- Postotak vremena slijeđenja
- Prosječna brzina putovanja

Postotak vremena slijeđenja predstavlja slobodu manevriranja, te udobnost u vožnji. Predstavlja prosječni postotak vremena kojeg vozila provedu vozeći u koloni iza sporijih vozila, zbog nemogućnosti pretjecanja.

Prosječna brzina putovanja predstavlja duljinu dionice ceste podijeljenu s prosječnim vremenom putovanja svih vozila na promatranoj dionici u određenom vremenskom periodu.

Highway Capacity Manual HCM 2010 klasificira dvotračne ceste u dvije klase:

- Klasa I: dvotračne ceste na kojima vozači očekuju da će ostvariti relativno velike brzine putovanja. Predstavljaju primarnu cestovnu mrežu, između većih gradova.
- Klasa II: dvotračne ceste na kojima vozači ne očekuju da će ostvariti velike brzine putovanja. Najčešće su lokalnog karaktera i služe kao pristupne ceste, cestama klase I.

Razina usluge kod cesta klase I određuje se na temelju oba kriterija: postotak vremena slijeđenja i prosječna brzina putovanja. Kod cesta klase II (kakve imamo u ovom završnom radu), razina usluge određuje se samo na temelju postotka vremena slijeđenja. Razina usluge određivat će se zajednički za oba smjera kretanja, osim na strmim usponima i padovima (više od 3%), gdje će se proračunavati za svaki smjer posebno.

Zahtjevni ulazni podaci za proračun razine usluge (LOS):

1. Klasa ceste prema HCM-u

2. Širina prometnog traka

[10] Legac, I.: *Cestovne prometnice I.*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006., str. 24

3. Širina bankine s rubnim trakom

4. Gustoća raskrižja na cesti, gustoća priključaka na cestu

5. Konfiguracija terena ili postotak uzdužnoga nagiba

6. Postotak zona u kojima nije moguće pretjecanje na dionici ceste

7. Osnovna brzina slobodnoga toka

8. Vrijeme promatranja – 15 min

9. Faktor vršnog sata

10. Raspodjela prometnih tokova po smjerovima

11. Postotak teških vozila

Broj pristupa na glavnu cestu značajno utječe na brzinu slobodnoga toka, kako zbog samih manevara koji se izvode tako i instinktivno vozači usporavaju kad se približavaju raskrižju.

Brzina slobodnog toka se procjenjuje za novoizgrađene ceste najčešće u vrijednostima od 70 do 110 km/h. Brzina slobodnog toka je teoretska brzina u uvjetima kada je gustoća prometa na promatranoj dionici jednaka nuli, odnosno kada na dionici uopće nema drugih vozila. Faktor vršnog sata PHF predstavlja prometno opterećenje najopterećenijeg sata u danu (vršni sat) podijeljenog s najvećim 15-minutnim prometnim opterećenjem unutar tog istog sata. Predstavlja mjeru nestabilnosti prometne potražnje unutar vršnog sata u danu. Ukoliko nisu dostupni podaci o veličini faktora vršnog sata, za naseljeno područje uzima se vrijednost 0.92, a za područje izvan naselja 0.88. Raspodjela prometnog opterećenja po tokovima na cestama izvan naselja je od 50/50 do 70/30, a na nekim turističkim područjima može biti i 80/20. Za proračun razine usluge iznimno je važno poznavanje mjerodavnog prometnog opterećenja, koje se izražava u vozilima/h i na temelju kojeg se projektiraju elementi buduće prometnice. Pomoću koeficijenta K, koji predstavlja udio PGDP u mjerodavnom prometnom opterećenju i raspodjele prometnog opterećenja po smjerovima dobiva se mjerodavno prometno opterećenje za jedan smjer vožnje:

$$V = PGDP \cdot K \cdot D \text{ (voz/ h)}$$

4.2.2. Proračun razine usluge prema HCM-u 2010 za oba smjera vožnje na državnoj cesti D 503

Razina usluge za oba smjera vožnje određuje se na temelju konfiguracije terena, geometrijskih elemenata i prometnih uvjeta. Teren se klasificira na nizinski i brdoviti(uključujući i brežuljkasti), a za planinski teren potrebno je određivati razinu usluge za svaki smjer posebno. Potrebni prometni podaci su: prometno opterećenje za oba smjera, faktor vršnog sata i raspodjela tokova po smjerovima vožnje. Prometni podaci također i uključuju podatke o udjelu teških i rekreacijskih (turističkih) vozila u prometnom toku.

Ključni element u određivanju razine usluge je određivanje brzine slobodnoga toka FFS. Brzina slobodnoga toka na dvotračnim cestama najčešće varira od 70 km/h do 110 km/h. Faktor vršnog sata PHF predstavlja prometno opterećenje najopterećenijeg sata u danu (vršni sat) podijeljenog s najvećim 15-minutnim prometnim opterećenjem unutar tog istog sata. Predstavlja mjeru nestabilnosti prometne potražnje unutar vršnog sata u danu. Ukoliko nisu dostupni podaci o veličini faktora vršnog sata, za naseljeno područje uzima se vrijednost 0,92, a za područje izvan naselja 0,88. Brzina slobodnoga toka FFS ukoliko se ne može izmjeriti na terenu se procjenjuje na temelju osnovne brzine slobodnoga toka BFFS, koja se umanjuje u ovisnosti o geometrijskim elementima ceste i broju pristupa na glavnu prometnicu. Nažalost ne postoje smjernice za procjenu BFFS s obzirom da ovisi o tehničkim elementima ceste, koji su na svakoj cesti drugačiji i omogućuju razvijanje različitih brzina. Na vrijednost BFFS utječu razni lokalni i regionalni faktori[11].

Tablica 4.1. Ulazni podaci za proračun razine usluge:

1. Klasa (skupina) ceste prema HCM-u:	**skupina 2**
2. Širina prometnog traka i rubnog traka :	**$š = 3{,}00$ m; $š_{RT} = 0{,}20$ m**
3. Širina bankine:	**b = 1,00 m**
4. Gustoća raskrižja na cesti (broj priključaka):	**42**
5. Konfiguracija terena:	**brdovit**
6. Postotak zona u kojima nije moguće pretjecati:	**50%** (tablica 4.2.)
7. Osnovna brzina slobodnog toka:	**BFFS = 90 km/h**
8. Vrijeme promatranja:	**15 minuta**
9. Faktor vršnog sata:	**PHF = 0,88 (izvan naselja)**

[11] Proračun razine usluge prema HCM

10. Raspodjela prometnih tokova po smjerovima:	**smjer AB=60%, smjer BA=40%**
11. Postotak teških vozila:	**HV= 4%** (tablica 4.3.)

- ***Proračun za razinu usluge u smjeru vožnje AB:***

$$V_d = \frac{V}{PHF \cdot f_g \cdot f_{HV}} \text{ [PAJ/h]}$$

V = PGDP · K · D [voz/h] FFS = BFFS – F_{LS} – f_a = 90 - 5.9 – 4.0 = 80.1[km/h]

V= 3094 · 0,093 · 0,6 (tablica 4.4.)

V= 172.65 [voz/h]

$$V_{d'} = \frac{V}{PHF} = \frac{172,65}{0,88} = \mathbf{196,2\ [PAJ/h]}$$

E_T očitamo iz tablice 4.5. i on iznosi $\mathbf{E_T = 1,00}$

f_{HV} = 1 / 1 + P_t (E_t - 1)

$\boldsymbol{f_{HV}}$ **= 1,00**

f_g - očitamo iz tablice 4.6. i to: $\boldsymbol{f_g}$ **= 1,00**

P_T je 14%

$$V_d = \frac{V}{PHF \cdot f_g \cdot f_{HV}} \text{ [PAJ/h]} \quad V_d = \frac{172,65}{0,88 \cdot 1,00 \cdot 1,00} \text{ [PAJ/h]} \quad V_d = \frac{172,65}{0,88} \text{ [PAJ/h]}$$

$\boldsymbol{V_d}$ **= 196,2 [PAJ/h]**

Određivanje postotka vremena slijeđenja za svaki smjer vožnje

Postotak vremena slijeđenja se određuje za svaki smjer vožnje posebno.

$$PTSF_d = BPTSF_d + f_{np}$$

gdje je:

$PTSF_d$ – postotak vremena slijeđenja za promatrani smjer vožnje

$BPTSF_d$ – osnovni postotak vremena slijeđenja za promatrani smjer vožnje

f_{np} – faktor korekcije u odnosu postotak zona na dionici ceste na kojima nije moguće pretjecanje.

$$BPTSF_d = 100 \cdot (1 - e^{av\frac{b}{d}})$$

$BPTSF_d = 100 \cdot (1 - e^{av\frac{b}{d}})$ *a = - 0,013, b = 0.668* (tablica 4.7.)

$BPTSF_d = 100 \cdot (1 - 0.8693)$

$\boldsymbol{BPTSF_d}$ **= 13,07**

$$\boldsymbol{PTSF_d = BPTSF_d + f_{np}}$$

$$\boldsymbol{PTSF_d} = 13.07 + 26.8$$

$$\mathbf{PTSF_d = 39.87}$$

Iz tablice 4.9. vidimo da je za cestu A-B ***razina usluge A***

- ***Proračun za razinu usluge u smjeru vožnje BA:***

$$V_d = \frac{V}{PHF \cdot f_g \cdot f_{HV}} \text{ [PAJ/h]}$$

V = PGDP · K · D [voz/h] FFS = BFFS – F_{LS} – f_a = 90 - 5.9 – 4.0 = 80.1[km/h]

V= 3094 · 0,093 · 0,4

V= 115.11 [voz/h]

$$V_{o'} = \frac{V}{PHF} = \frac{115{,}11}{0{,}88} = \mathbf{130{,}81\ [PAJ/h]}$$

E_T očitamo iz tablice 4.5. i on iznosi $\mathbf{E_T = 1{,}00}$

$f_{HV} = 1 / 1 + P_t\ (E_t - 1)$

$\boldsymbol{f_{HV}}$ **= 1,00**

f_g - očitamo iz tablice 4.6. i to: $\boldsymbol{f_g}$ **= 1,00**

P_T je 14%

$$V_o = \frac{V}{PHF \cdot f_g \cdot f_{HV}} \text{ [PAJ/h]} \quad V_o = \frac{115{,}11}{0{,}88 \cdot 1{,}00 \cdot 1{,}00} \text{ [PAJ/h]} \quad V_o = \frac{115{,}11}{0{,}88} \text{ [PAJ/h]}$$

$\boldsymbol{V_o}$ **= 130,81 [PAJ/h]**

Određivanje postotka vremena slijeđenja za svaki smjer vožnje

Postotak vremena slijeđenja se određuje za svaki smjer vožnje posebno.

$$PTSF_d = BPTSF_d + f_{np}$$

gdje je:

$PTSF_d$ – postotak vremena slijeđenja za promatrani smjer vožnje

$BPTSF_d$ – osnovni postotak vremena slijeđenja za promatrani smjer vožnje

f_{np} – faktor korekcije u odnosu postotak zona na dionici ceste na kojima nije moguće pretjecanje.

$$BPTSF_d = 100 \cdot (1 - e^{av\frac{b}{d}})$$

$BPTSF_o = 100 \cdot (1 - e^{av\frac{b}{d}})$ *a = - 0,013, b = 0.668*

$BPTSF_o = 100 \cdot (1 - 0.8987)$

$\boldsymbol{BPTSF_o}$ **= 10,13**

$$\boldsymbol{PTSF_d = BPTSF_d + f_{np}}$$

$$\boldsymbol{PTSF_d} = 10.13 + 16.7$$

$$\mathbf{PTSF_d = 26.83}$$

Iz tablice 4.9. vidimo da je za državnu cestu D 503 ***razina usluge A***.

Razina usluge A predstavlja najbolje operativne uvjete.

Tablica 4.2. Postotak zona u kojima nije moguće pretjecati

ZADANE VRIJEDNOSTI ZA POSTOTAK U KOJIMA NIJE MOGUĆE PRETJECATI	
Vrsta terena	**Ne dozvoljena zona (%)**
Nizina	**20**
Brežuljkasti	**50**
Planinski	**80**

Izvor: Proračun razine usluge prema HCM

Tablica 4.3. Postotak teških vozila

POSTOTAK TEŠKIH VOZILA ZA DVIJE PROMETNE TRAKE		
Vrsta teških vozila	**Izvan naselja (%)**	**U naselju (%)**
Kamioni (uključujući autobus)	**14**	**2**
RVs	**4**	**0**

Izvor: Proračun razine usluge prema HCM

Tablica 4.4. Korekcijski faktor PGDP-a

KOREKCIJSKI FAKTOR K	
VRSTA PODRUČJA	**K-faktor**
Građevinsko	**0,091**
Urbano	**0,093**
Prijelazno / Urbani	**0,093**
Naseljeno područje	**0,095**
Ne naseljeno područje	**0,100**

Izvor: Proračun razine usluge prema HCM

Tablica 4.5. Ekvivalent teških vozila E_T

EXHIBIT 20-16. PASSENGER-CAR EQUIVALENTS FOR TRUCKS AND RVS FOR ESTIMATING PERCENT TIME-SPENT-FOLLOWING ON SPECIFIC UPGRADES

		Passenger-Car Equivalent for Trucks, E_T			
		Range of Directional Flow Rates, v_d (pc/h)			
Grade (%)	Length of Grade (km)	0–300	> 300–600	> 600	RVs, E_R
≥ 3.0 < 3.5	0.4	1.0	1.0	1.0	1.0
	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0
	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0
	1.6	1.0	1.0	1.0	1.0
	2.4	1.0	1.0	1.0	1.0
	3.2	1.0	1.0	1.0	1.0
	4.8	1.4	1.0	1.0	1.0
	≥ 6.4	1.5	1.0	1.0	1.0
≥ 3.5 < 4.5	0.4	1.0	1.0	1.0	1.0
	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0
	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0
	1.6	1.0	1.0	1.0	1.0
	2.4	1.1	1.0	1.0	1.0
	3.2	1.4	1.0	1.0	1.0
	4.8	1.7	1.1	1.2	1.0
	≥ 6.4	2.0	1.5	1.4	1.0
≥ 4.5 < 5.5	0.4	1.0	1.0	1.0	1.0
	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0
	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0
	1.6	1.0	1.0	1.0	1.0
	2.4	1.1	1.2	1.2	1.0
	3.2	1.6	1.3	1.5	1.0
	4.8	2.3	1.9	1.7	1.0
	≥ 6.4	3.3	2.1	1.8	1.0
≥ 5.5 < 6.5	0.4	1.0	1.0	1.0	1.0
	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0
	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0
	1.6	1.0	1.2	1.2	1.0
	2.4	1.5	1.6	1.6	1.0
	3.2	1.9	1.9	1.8	1.0
	4.8	3.3	2.5	2.0	1.0
	≥ 6.4	4.3	3.1	2.0	1.0
≥ 6.5	0.4	1.0	1.0	1.0	1.0
	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0
	1.2	1.0	1.0	1.3	1.0
	1.6	1.3	1.4	1.6	1.0
	2.4	2.1	2.0	2.0	1.0
	3.2	2.8	2.5	2.1	1.0
	4.8	4.0	3.1	2.2	1.0
	≥ 6.4	4.8	3.5	2.3	1.0

Izvor: Proračun razine usluge prema HCM

Tablica 4.6. Faktor prilagodbe konfiguraciji terena f_g

EXHIBIT 20-14. GRADE ADJUSTMENT FACTOR (f_G) FOR ESTIMATING PERCENT TIME-SPENT-FOLLOWING ON SPECIFIC UPGRADES

		Grade Adjustment Factor, f_G		
		Range of Directional Flow Rates, v_d (pc/h)		
Grade (%)	Length of Grade (km)	0–300	> 300–600	> 600
≥ 3.0 < 3.5	0.4	1.00	0.92	0.92
	0.8	1.00	0.93	0.93
	1.2	1.00	0.93	0.93
	1.6	1.00	0.93	0.93
	2.4	1.00	0.94	0.94
	3.2	1.00	0.95	0.95
	4.8	1.00	0.97	0.96
	≥ 6.4	1.00	1.00	0.97
≥ 3.5 < 4.5	0.4	1.00	0.94	0.92
	0.8	1.00	0.97	0.96
	1.2	1.00	0.97	0.96
	1.6	1.00	0.97	0.97
	2.4	1.00	0.97	0.97
	3.2	1.00	0.98	0.98
	4.8	1.00	1.00	1.00
	≥ 6.4	1.00	1.00	1.00
≥ 4.5 < 5.5	0.4	1.00	1.00	0.97
	0.8	1.00	1.00	1.00
	1.2	1.00	1.00	1.00
	1.6	1.00	1.00	1.00
	2.4	1.00	1.00	1.00
	3.2	1.00	1.00	1.00
	4.8	1.00	1.00	1.00
	≥ 6.4	1.00	1.00	1.00
≥ 5.5 < 6.5	0.4	1.00	1.00	1.00
	0.8	1.00	1.00	1.00
	1.2	1.00	1.00	1.00
	1.6	1.00	1.00	1.00
	2.4	1.00	1.00	1.00
	3.2	1.00	1.00	1.00
	4.8	1.00	1.00	1.00
	≥ 6.4	1.00	1.00	1.00
≥ 6.5	0.4	1.00	1.00	1.00
	0.8	1.00	1.00	1.00
	1.2	1.00	1.00	1.00
	1.6	1.00	1.00	1.00
	2.4	1.00	1.00	1.00
	3.2	1.00	1.00	1.00
	4.8	1.00	1.00	1.00
	≥ 6.4	1.00	1.00	1.00

Izvor:http: Proračun razine usluge prema HCM

Tablica 4.7. Vrijednost koeficijenta koji se koriste u procjeni vremena

VRIJEDNOST KOEFICIJENTA KOJI SE KORISTE U PROCJENI VREMENA		
Protok potražnje Vo (pc/h)	**a**	**b**
≤ 200	**- 0,013**	**0,668**
400	**- 0,057**	**0,479**
600	**- 0,100**	**0,413**
800	**- 0,173**	**0,349**
1000	**- 0,320**	**0,276**
1200	**- 0,430**	**0,242**
1400	**- 0,522**	**0,225**
≥ 1600	**- 0,655**	**0,199**

Izvor: Proračun razine usluge prema HCM

Tablica 4.8. Faktor korekcije u odnosu postotak zona na dionici ceste na kojima nije moguće pretjecanje - f_{np}.

EXHIBIT 20-20. ADJUSTMENT (f_{np}) TO PERCENT TIME-SPENT-FOLLOWING FOR PERCENTAGE OF NO-PASSING ZONES IN DIRECTIONAL SEGMENTS

Opposing Demand Flow Rate, v_o (pc/h)	No-Passing Zones (%)				
	≤ 20	40	60	80	100
FFS = 110 km/h					
≤ 100	10.1	17.2	20.2	21.0	21.8
200	12.4	19.0	22.7	23.8	24.8
400	9.0	12.3	14.1	14.4	15.4
600	5.3	7.7	9.2	9.7	10.4
800	3.0	4.6	5.7	6.2	6.7
1000	1.8	2.9	3.7	4.1	4.4
1200	1.3	2.0	2.6	2.9	3.1
1400	0.9	1.4	1.7	1.9	2.1
≥ 1600	0.7	0.9	1.1	1.2	1.4
FFS = 100 km/h					
≤ 100	8.4	14.9	20.9	22.8	26.6
200	11.5	18.2	24.1	26.2	29.7
400	8.6	12.1	14.8	15.9	18.1
600	5.1	7.5	9.6	10.6	12.1
800	2.8	4.5	5.9	6.7	7.7
1000	1.6	2.8	3.7	4.3	4.9
1200	1.2	1.9	2.6	3.0	3.4
1400	0.8	1.3	1.7	2.0	2.3
≥ 1600	0.6	0.9	1.1	1.2	1.5
FFS = 90 km/h					
≤ 100	6.7	12.7	21.7	24.5	31.3
200	10.5	17.5	25.4	28.6	34.7
400	8.3	11.8	15.5	17.5	20.7
600	4.9	7.3	10.0	11.5	13.9
800	2.7	4.3	6.1	7.2	8.8
1000	1.5	2.7	3.8	4.5	5.4
1200	1.0	1.8	2.6	3.1	3.8
1400	0.7	1.2	1.7	2.0	2.4
≥ 1600	0.6	0.9	1.2	1.3	1.5
FFS = 80 km/h					
≤ 100	5.0	10.4	22.4	26.3	36.1
200	9.6	16.7	26.8	31.0	39.6
400	7.9	11.6	16.2	19.0	23.4
600	4.7	7.1	10.4	12.4	15.6
800	2.5	4.2	6.3	7.7	9.8
1000	1.3	2.6	3.8	4.7	5.9
1200	0.9	1.7	2.6	3.2	4.1
1400	0.6	1.1	1.7	2.1	2.6
≥ 1600	0.5	0.9	1.2	1.3	1.6
FFS = 70 km/h					
≤ 100	3.7	8.5	23.2	28.2	41.6
200	8.7	16.0	28.2	33.6	45.2
400	7.5	11.4	16.9	20.7	26.4
600	4.5	6.9	10.8	13.4	17.6
800	2.3	4.1	6.5	8.2	11.0
1000	1.2	2.5	3.8	4.9	6.4
1200	0.8	1.6	2.6	3.3	4.5
1400	0.5	1.0	1.7	2.2	2.8
≥ 1600	0.4	0.9	1.2	1.3	1.7

Izvor: Proračun razine usluge prema HCM

Tablica 4.9. Razina usluge prema HCM-u

LOS KRITERIJ ZA DVA TRAKA PROMETNICE U KLASI II	
RAZINA USLUGE	**POSTOTAK VREMENA SLIJEĐENJA**
A	≤ 40
B	>40 - 55
C	>55 - 70
D	>70 - 85
E	>85

Izvor: Proračun razine usluge prema HCM

5. ANALIZA POSTOJEĆIH PROJEKTNIH ELEMENATA ANALIZIRANE DRŽAVNE CESTE D 503

Analizirana dionica državne ceste D503 (slika 5.1.) nalazi se između lokalnih cesta L63162 i L63119 te je duljina promatranog odsječka 5,77 kilometara ili 5770 metara.

Slika 5.1. Prikaz promatrane dionice državne ceste D 503

Prema podacima o brojenju prometa preuzetih od Hrvatskih cesta prosječni godišnji dnevni promet (PGDP) iznosi 3147 vozilo/dan. Prema Pravilniku o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa javne ceste s PGDP-om između 3000 i 7000 vozila spadaju u 3. razred. Dionica ceste nalazi se na brežuljkastom terenu stoga postoje neznatna ograničenja. Sukladno navedenom iz tablice 5.1. možemo očitati projektnu brzinu i maksimalni nagib nivelete.

Tablica 5.1. Projektne brzine i najveći nagibi nivelete

PROMETNO – TEHNIČKO RAZVRSTAVANJE		PROJEKTNA BRZINA V_p (km/h) / NAGIB S_{max} (%)							
KAT.	Razina usluge	120	100	90	80	70	60	50	40
		a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.
AC	C/D	≥120/4*	100/5*	90/5,5**	80/6***				
1.kat	D		100/5,5+	90/5,5*	80/6**	70/7***			
2.kat	D		100/5,5+	90/5,5*	80/6*	70/7**	60/8***		
3.kat	E				80/7+	70/7*	60/8**	50/9***	
4.kat	E					70/8+	60/9*	50/10**	40/11***
5.kat	E						60/10+	50/11*	40/12** 40(30)/12***

Izvor: Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa, NN 59/96

OZNAKE:
+ BO BEZ OGRANIČENJA/NIZINSKI
* UO UMJERENA OGRANIČENJA/BREŽULJKASTI
** ZO ZNATNA OGRANIČENJA/BRDSKI
*** VO VELIKA OGRANIČENJA/PLANINSKI

Sukladno pravilniku projektna brzina na promatranoj dionici iznosi 70 km/h te je dozvoljeni uzdužni nagib nivelete 7%. Računska brzina za promatranu dionicu je 70 km/h (ista kako i projektna) zbog osobitosti promatrane dionice.

5.1. Tlocrtni elementi ceste

Prostorni tok trase najbolje se može opisati i definirati putem tlocrtne i vertikalne projekcije te poprečnim presjekom ceste. Ako se cesta predoči osnom linijom onda su tlocrtni elementi pravci, kružni lukovi i prijelaznice, pri čemu kružni lukovi i prijelaznice čine tlocrtne zavoje[12].

[12] Legac, I.: *Cestovne prometnice 1*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006. Str. 57

5.1.1. Pravac

Nekada se smatralo da je pravocrtno pružanje ceste najbolje jer je tada put najkraći. Vođenje linije ceste u dugim pravcima ima više nedostataka i to najviše zbog objektivnih prometnih i subjektivnih razloga vozača:

- vožnja dugim pravcima zamara vozača i postaje zamorna
- na pravcima je otežano procjenjivanje udaljenosti između vozila
- dugi pravci mogu uzrokovati neharmoničan tok linije ceste obzirom da se pravac ne može dobro prilagoditi raznim oblicima terena
- na pravcu se povećava opasnost od zasljepljenja vozača iz suprotnog smjera zbog svjetala
- vozilo se tijekom vožnje mora laganim okretanjem upravljača držati u smjeru zbog poprečnog nagiba kolnika
- na pravcu se pojavljuje osjećaj nesigurnosti i posebno na većim nizbrdicama

Duljine pravca između protusmjernih zavoja moraju imati sljedeće vrijednosti:

$$2V_r \leq L_{pr} \leq 20V_r\ [m], gdje\ je\ V_r\ računska\ brzina\ [km/h],$$

dok je između istosmjernih zavoja treba izbjegavati, odnosno duljinu ograničiti na:

$$4V_r \leq L_{pr} \leq 20V_r\ [m], gdje\ je\ V_r\ računska\ brzina\ [km/h].$$

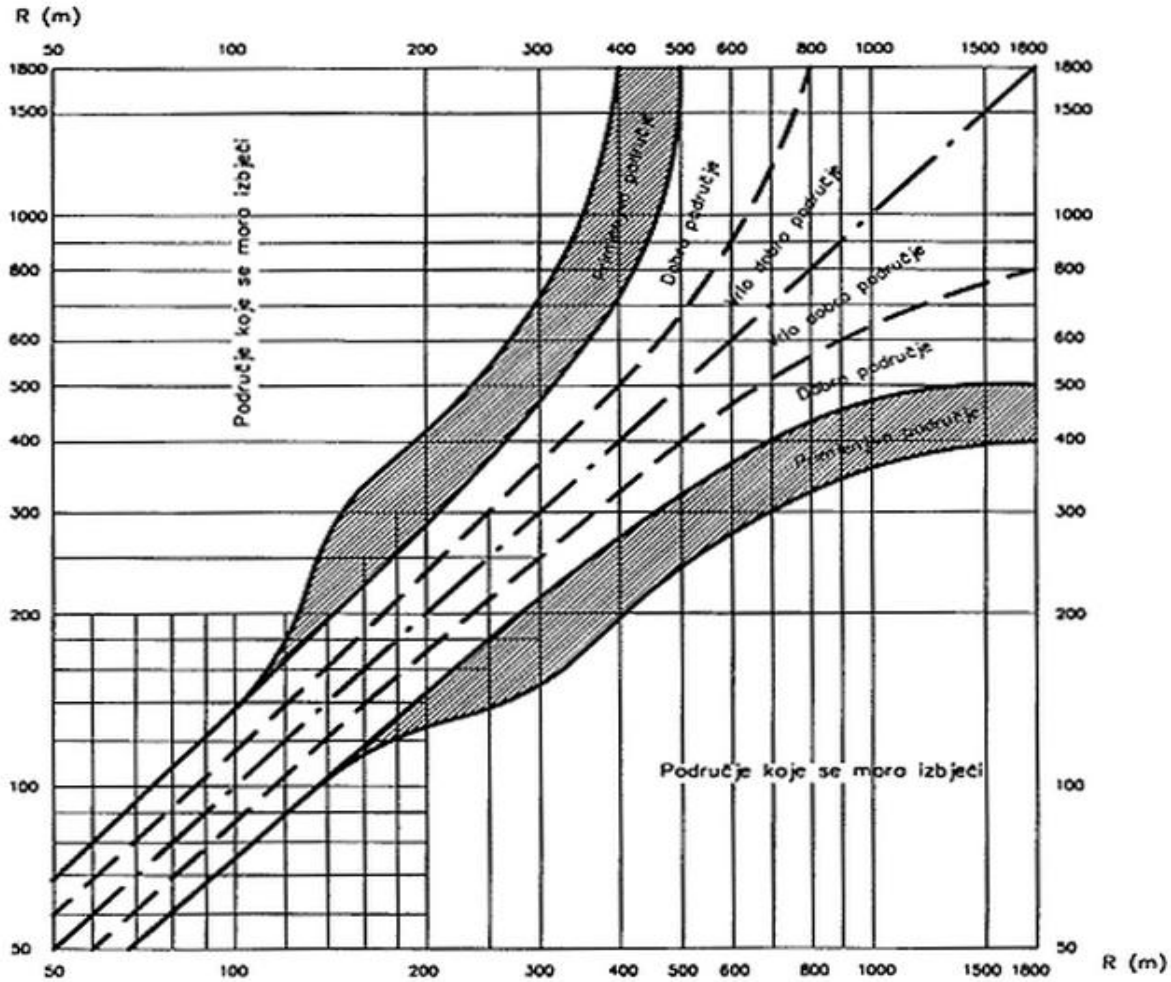
Poprečni nagib kolnika u pravcu se izvodi isključivo radi odvodnje površinske vode. Vrijednost poprečnog nagiba kolnika u pravcu ovisi u vrsti zastora. Na svim suvremenim zastorima iznosi 2.5%. Kolnik s dva prometna traka sa suvremenim zastorom izvodi se u jednostranom nagibu.

5.1.2. Kružni luk

Zavoji utječu na odvijanje prometa i propusnu moć ceste te ih treba projektirati sa što većim polumjerima. Vožnja kroz zavoj je teža što je manji polumjer zavoja, što je veća brzina, što je vozilo dulje i što je uži prometni trak.

Kružni luk je temeljni tlocrtni element ceste. Veličina polumjera kružnog luka ovisi o projektnoj brzini, terenskim uvjetima, susjednim zavojima i o mogućem odnosu projektne i

računske brzine. Za skladan tok trase ceste usklađuju se polumjeri susjednih zavoja. Trasa je usklađena ako su polumjeri susjednih zavoja u područjima prikazanim na slici 5.2.[13]



Slika 5.2. Odnos polumjera susjednih zavoja

Izvor: Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa, NN 110/01

Ako se zavoj primjenjuje iza pravca, odnos između duljine pravca i veličine polumjera treba biti:

- za $L_{pr} \leq 500$ m; R ≥ Lpr
- za $L_{pr} > 500$ m; R ≥ 500 m

Ako se zavoj sastoji od dva istosmjerna kružna luka, različitih polumjera, kružni se lukovi mogu spojiti bez prijelaznice, samo ako se njihov odnos nalazi u "vrlo dobrom području"[14].

[13] Garber, N.J, Hoel, L.A.: *Traffic and Highway Engineering*, University of Virginia, 2009.
[14] Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa, NN 110/01

5.1.3. Analiza tlocrtnih elemenata dionice

Obzirom da je već ranije određena računska brzina sada će se odrediti minimalni polumjer horizontalnog zavoja i usporediti navedenu vrijednost sa stvarnim stanjem. Minimalni polumjer horizontalnog zavoja može se očitati iz tablice 5.2. i on iznosi 175 metara.

Tablica 5.2. Minimalni polumjer horizontalnog zavoja

V_r (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
R_{min} (m)	25	45	75	120	175	250	350	450	600	750

Izvor: Legac, I.: *Cestovne prometnice 1*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006. Str. 61

Sada slijedi komparacija vrijednosti koje su propisane pravilnikom sa stvarnim stanjem na dionici. Komparacija je prikazana u tablici 5.3.

Na promatranoj dionici može se provjeriti dali su pravci između istosmjernih zavoja unutar preporučljivih vrijednosti. Dakle, vrši se provjera za sljedeći uvjet:

$$4V_r \leq L_{pr} \leq 20V_r\,[m],\ 280 \leq L_{pr} \leq 1400[m], gdje\ je\ V_r\ računska\ brzina\ [km/h].$$

Radi preglednosti provjera duljina pravaca između zavoja prikazana je u tablici 5.3.

Tablica 5.3. Usporedba propisanih sa stvarnim vrijednostima

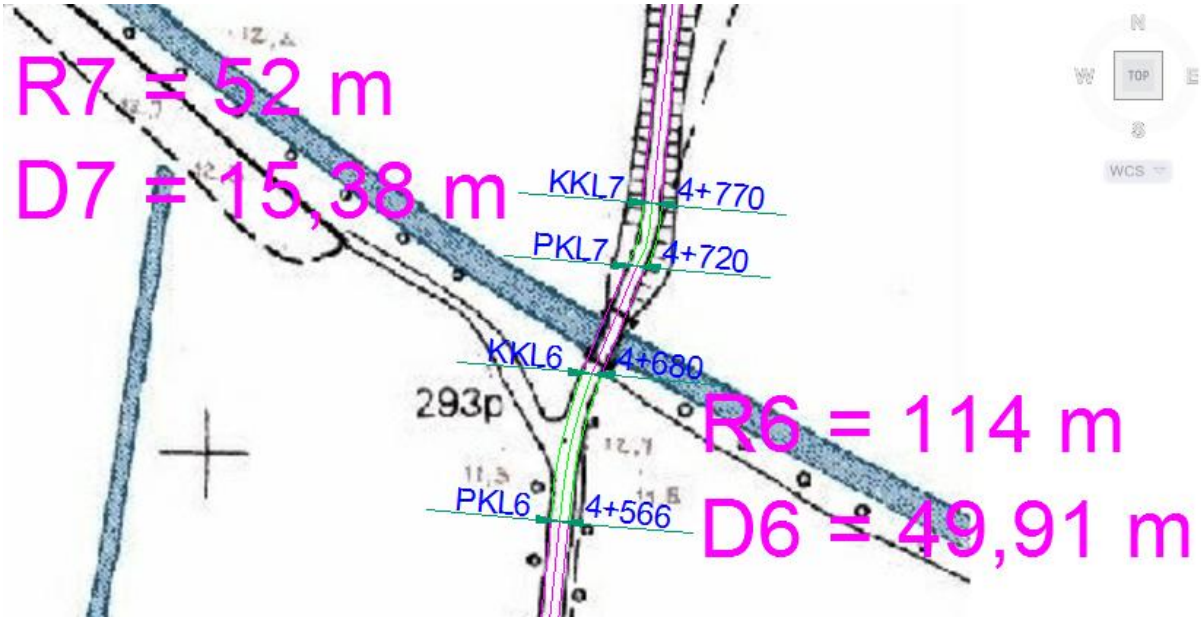
STACIONAŽA	ELEMENT	OZNAKA	VRIJEDNOST	ZAVOJ	PRAVNA REGULATIVA
0	pravac	L1	L=150 m	PRAVAC	
0 + 170	kružni luk	PKL1	R1=382 m, D1=196,87m	DESNI	Rmin zadovoljava
1 + 070	pravac	L2	L=990 m	PROTUSMJERNI	
1+ 260	kružni luk	PKL2	R2=118 m, D2=45,38 m	DESNI	Rmin ne zadovoljava
1 + 380	pravac	L3	L=120 m	PROTUSMJERNI	
1 + 540	kružni luk	PKL3	R3=187 m, D3=48.14 m	LIJEVI	Rmin zadovoljava
1 + 810	pravac	L4	L=270m	PROTUSMJERNI	
1 + 890	kružni luk	PKL4	R4=356 m, D4= 80,58 m	DESNI	Rmin zadovoljava
2+700	pravac	L5	L=810m	PROTUSMJERNI	
2 + 740	kružni luk	PKL5	R5 = 182 m, D5 = 63.80 m	LIJEVI	Rmin zadovoljava
4 + 680	pravac	L6	L=1940 m	PROTUSMJERNI	
4 + 720	kružni luk	PKL6	R6= 114 m, D6=49.91m ograničenje brzine	DESNI	Rmin ne zadovoljava
4 + 770	kružni luk	PKL7	R7=52 m, D7=15.38m, ograničenje brzine 40km/h	LIJEVI	Rmin ne zadovoljava
5 + 270	pravac	L7	L=500m	PROTUSMJERNI	
5 + 410	kružni luk	PKL8	R8= 210 m, D8 =110,95 m	DESNI	Rmin zadovoljava
5 + 770	pravac	L8	L=360 m	PROTUSMJERNI	

U sljedećoj tablici 5.4. se može također provjeriti dali je trasa usklađena, odnosno može se provjeriti dali su usklađeni polumjeri susjednih zavoja. Prikaz provjere prikazan je u tablici 5.4.

Tablica 5.4. Provjera usklađenosti polumjera susjednih zavoja

Oznaka	R1	R2	Usklađenost
KL1-KL2	382	118	PODRUČJE KOJE SE TREBA IZBJEĆI
KL2-KL3	118	187	PRIMJENJIVO PODRUČJE
KL3-KL4	187	356	PODRUČJE KOJE SE TREBA IZBJEĆI
KL4-KL5	356	182	PODRUČJE KOJE SE TREBA IZBJEĆI
KL5-KL6	182	114	PRIMJENJIVO PODRUČJE
KL6-KL7	114	52	PODRUČJE KOJE SE TREBA IZBJEĆI
KL7-KL8	52	210	PODRUČJE KOJE SE TREBA IZBJEĆI

Na slici 5.3. dan je prikaz situacije PKL6 - KKL7 na kojoj se vidi kako se iz kružnog luka radijusa 114 metara prelazi u kružni luk radijusa od 52 metara.



Slika 5.3. Prikaz situacije PKL6 - KKL7

Iz navedene usporedbe vidljivo je da trasa i nije baš najbolje usklađena obzirom da se čak pet polumjera susjednih zavoja nalaze u području koje se treba izbjeći.

5.2. Analiza uzdužnih nagiba i nivelete

Niveleta je prostorna krivulja kojom se definiraju visinski odnosi ceste[15]. Najveći uzdužni nagib je funkcija projektne brzine (V_p) i kategorije ceste, a određuje se prema tablici 18.18. Kada se očitaju podaci sukladno Pravilniku, projektna brzina na promatranoj dionici iznosi 70 km/h te dozvoljeni uzdužni nagib nivelete iznosi 7%. U prilogu 1. dan je prikaz linije nivelete za promatranu dionicu.

Prikaz stvarnih vrijednosti usporedno s propisanim vrijednostima je prikazan u tablici 5.5.

Tablica 5.5. Usporedba stvarnih i dozvoljenih vrijednosti uzdužnih nagiba

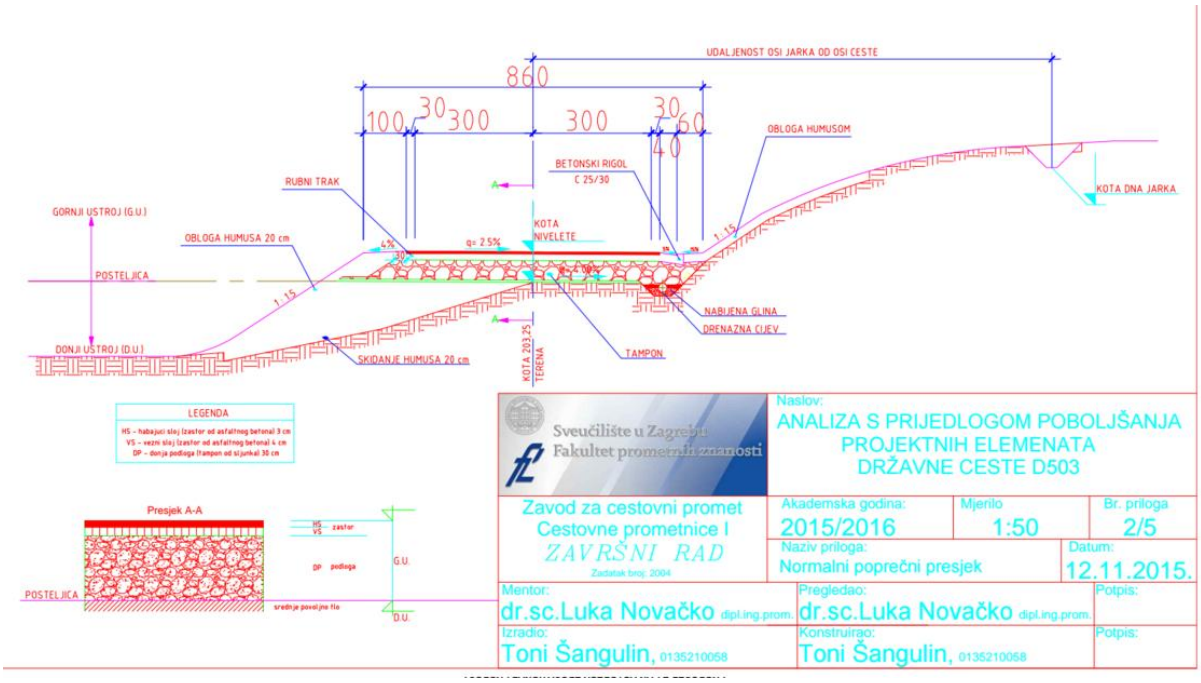
OZNAKA	VRIJEDNOST (%)	PRAVNA REGULATIVA (%)
s_1	4,00	7 - zadovoljava
s_2	0,72	7 - zadovoljava
s_3	8,86	7 - ne zadovoljava
s_4	3,34	7 - zadovoljava
s_5	0,012	7 - zadovoljava
s_6	0,207	7 - zadovoljava
s_7	0,375	7 - zadovoljava
s_8	1,67	7 - zadovoljava

U prilogu 1. se vidi kako stvarne vrijednosti uzdužnih nagiba nisu u skladu sa propisanom regulativom.

[15] Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa, NN 110/01

5.3. Analiza elemenata poprečnog presjeka ceste

Osnovni elementi poprečnog presjeka ceste su prometni trak kao dio kolnika, rubni trak, bankina odnosno berma, te rigol ili jarak kao uređaji za odvodnju prikazano u prilogu 2.



Slika 5.4. Normalni poprečni presjek – Prilog 2.

5.3.1. Prometni trak

Prometni trak je dio kolničkog traka čija je širina dovoljna za nesmetan promet jednog reda motornih vozila koja se kreću računskom brzinom u jednom smjeru. Širina prometnog traka ovisi o širini mjerodavnog vozila i bočnom sigurnosnom razmaku između vozila. Taj razmak ovisi o brzini, što znači da će širina prometnog traka biti veća što je veća brzina prometnog toka. Prema hrvatskim propisima širina prometnog traka se određuje prema tablici 5.6.

Tablica 5.6. Ovisnost širine prometnog traka o brzini

V_p(km/h) ceste	≥ 120	100	90	80	70	60	50	40
$Š_{pt}$ (m)	3,75	3,50	3,50	3,25	3,00	3,00	3,00 (2,75)	2,75 (2,50)

Izvor: Legac, I.: *Cestovne prometnice I.*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006., str. 44

Osnovni ulazni podatak za utvrđivanje širine prometnog traka za motorni promet određen je mjerodavnim vozilom u mirovanju širine 2,6 m.

Obzirom da je na promatranoj dionici V_p=70 km/h, širina prometnog traka je 3,00 metra.

5.3.2. Rubni trak

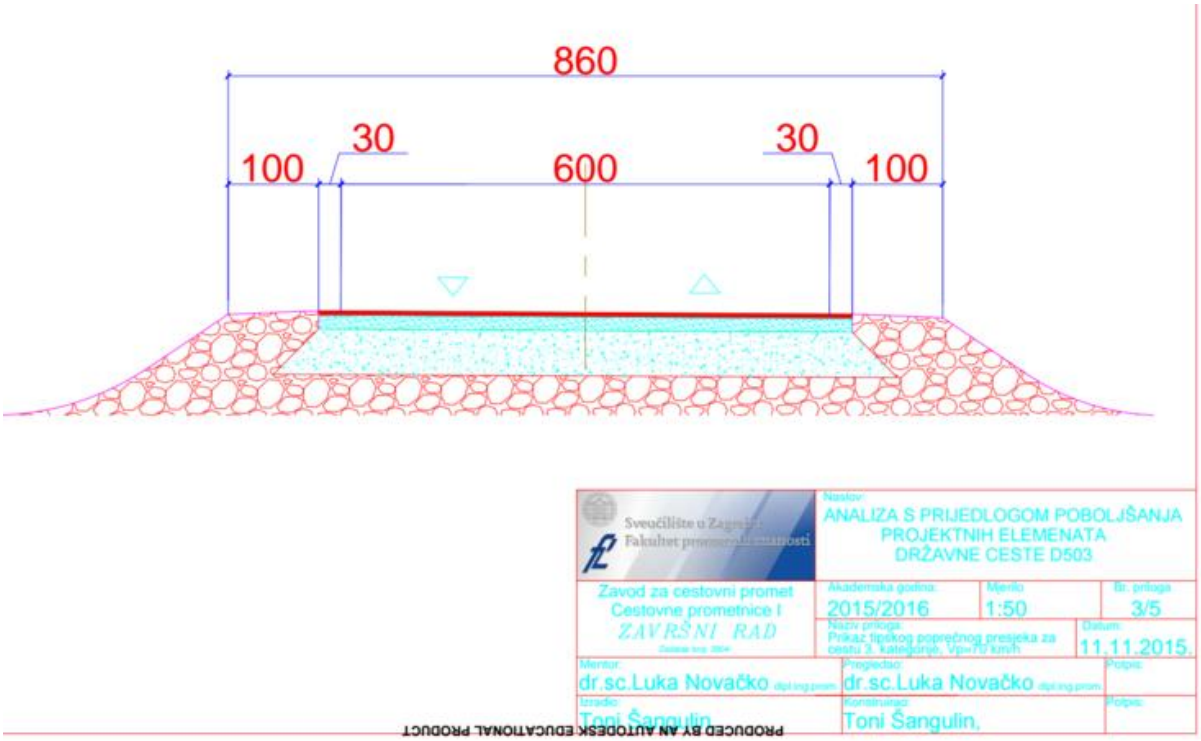
Rubni trak je učvršćeni dio cestovnog presjeka između bankine kolnika i kolnika ili između kolnika i i staze za bicikle, mopede ili pješake[16]. Rubni trakovi služe za sigurno obrubljivanje kolnika i za iscrtavanje horizontalne signalizacije. Rubni trakovi se ne uračunavaju u širinu prometnog traka. Rubni trakovi se grade s obje strane kolnika i predviđeni su kao granični vizualni elementi u funkciji sigurnosti prometa. Rubni trakovi se izvode ovisno o kategoriji ceste odnosno širini prometnog traka, vidljivo u tablici 5.7. Rubni trakovi se izvode neprekinuto u istoj širini na cijeloj dionici za koju je utvrđen normalni profil: uz uzdignuti rubnjak, na objektima, tunelima i uz betonsku zaštitnu ogradu. Širina rubnog traka zadana je za svaki konkretni i odabrani profil. Na slici 5.5. dan je prikaz tipskog poprečnog presjeka promatrane dionice ceste. Poprečni nagib rubnih trakova uvijek je jednak poprečnom nagibu kolnika[17].

Tablica 5.7. Odnos širine rubnog traka i prometnog traka

Prometni trak (m)	Rubni trak (m)
3,75	0,50
3,50	0,35
3,25 – 3,00	0,30
2,75	0,20

Izvor: Legac, I.: *Cestovne prometnice I.*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006., str. 45

[16] Legac, I.: *Cestovne prometnice I.*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006., str. 45
[17] Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa, NN 110/01



Slika 5.5. Prikaz tipskog poprečnog presjeka za cestu 3. kategorije, V_p=70 km/h – Prilog 3.

Na navedenoj dionici državne ceste D503 rubni trak je propisno izveden prema regulativi, što je vidljivo na slici 5.6.

Slika 5.6. Prikaz prometnih trakova, rubnih trakova i bankine

5.3.3. Bankina

Bankine su rubni elementi krune ceste i izvode se ovisno o tipu i kategoriji ceste što je definirano za svaki prethodno odabrani poprečni presjek. Na slici 5.6. dan je prikaz bankine te njena širina iznosi 1 metar za promatranu dionicu državne ceste. Navedena vrijednost je u skladu s propisanom vrijednosti. Na nasipima visine h > 3,00 m na bankinama treba osigurati širinu za postavljanje zaštitne ograde. Širina bankine za jednostranu zaštitnu ogradu je Šb ≥ 120 cm, a za izvedbu distantne ograde najmanje 150 cm (stup zaštitne ograde ugrađuje se na min. 50 cm od vanjskog ruba bankine). Vanjski dio bankine koristi se za postavljanje stupova vertikalne prometne signalizacije unutar slobodnog profila. Poprečni nagib bankine redovito

se izvodi s poprečnim nagibom prema vanjskoj strani ceste min 4% (ne stabilizirane 7%). Ukoliko je kolnik većeg nagiba od 4%, niža bankina se izvodi u nagibu kolnika[18].

5.3.4. Odvodni jarak

Voda se s površine kolnika i cestovnog tijela mora brzo i najkraćim putem sprovesti do recipijenta. Na promatranoj dionici oborinska voda se eliminira gravitacijski preko nagnutih ploha kolnika i s pomoću trapeznog odvodnog jarka (slika 5.7.). Trapezni jarak nije najbolje rješenje zbog sigurnosnih razloga zato jer kada se na cesti nalazi lišće ili su kolnik i jarak prekriveni snijegom, rub jarka nije vidljiv. Također treba spomenuti da se primijenjeni trapezni jarak ne uklapa dobro u okolinu[19].

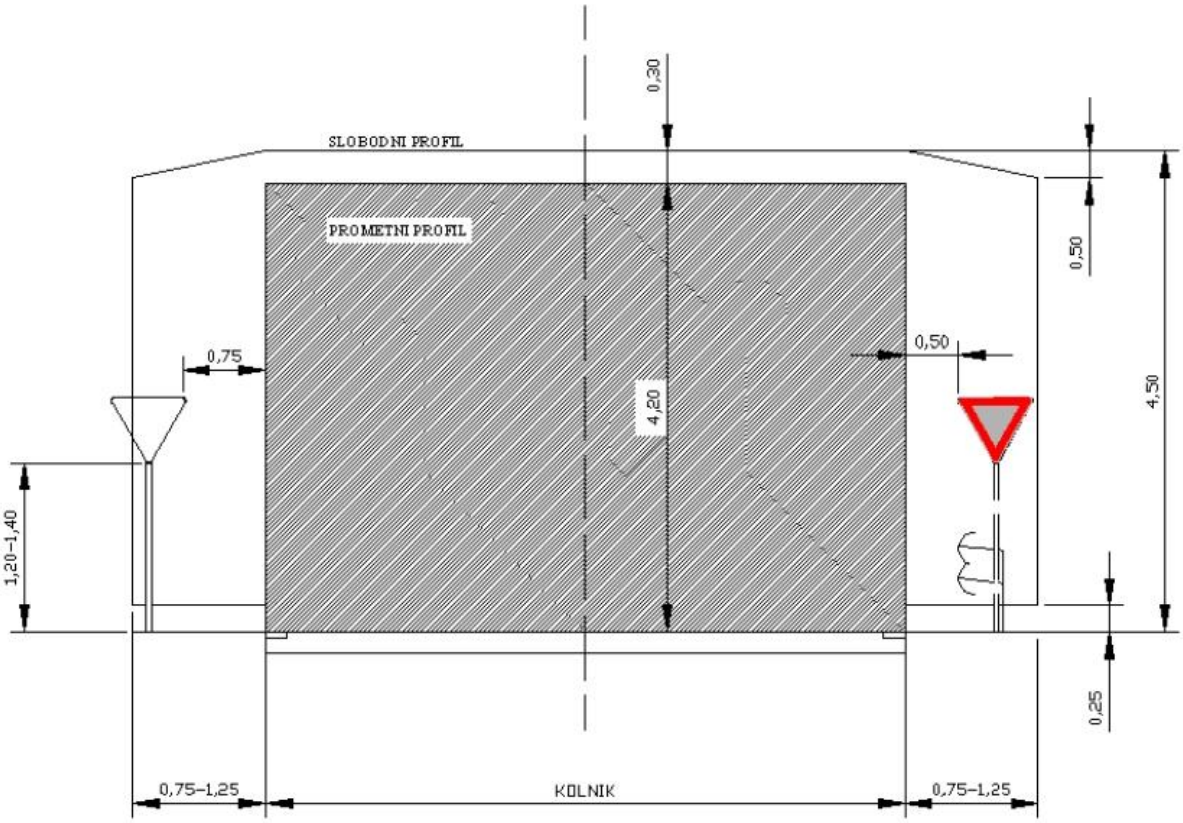
Slika 5.7. Prikaz trapeznog jarka na dionici

Trapezni jarak je izveden sa lijeve strane ceste od stacionaže 5+200 pa do kraja promatrane dionice. Na stacionaži 0+700 izveden je odvodni jarak i s desne strane prometnice sve do stacionaže 1+250.

5.3.5. Prometni i slobodni profil

Prometni profil osigurava nesmetano odvijanje prometa. Širina prometnog profila za vozila obuhvaća prometne trakove, rubne trakove te dodatne i zaustavne trakove. Slobodni profil je prometni profil uvećan za zaštitne širine i zaštitnu visinu. Visina slobodnog profila je 4,50 metra[20]. Prometni i slobodni profil za vozila na promatranoj dionici prikazan je na slici 5.8.

[18] Legac, I.: *Cestovne prometnice I.*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006., str. 45
[19] Korlaet, Ž.: *Uvod u projektiranje i građenje cesta*, Građevinski fakultet, Zagreb, 1995.
[20] Legac, I.: *Cestovne prometnice I.*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006., str. 48



Slika 5.8. Prikaz slobodnog i prometnog profila

Izvor: Legac, I.: *Cestovne prometnice I.*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006., str. 45

Na promatranoj dionici nalazi se lokacija na kojoj raslinje zadire u slobodni profil. Takva situacija se proteže od stacionaže 1+900 do stacionaže 2+700 gdje se promatrana dionica nalazi u zasjeku te je s lijeve strane šuma. Prikaz se može vidjeti na slici 5.9. Gledajući sa sigurnosnog aspekta treba naglasiti da se drveće nalazi uz cestu, te zadire u slobodni i prometni profil. Predlaže se uklanjanje drveća radi sigurnosti cestovnog prometa duž cijele dionice.

Slika 5.9. Prikaz zadiranja raslinja u slobodni profil

5.4. Analiza prometnih nesreća u godinama 2013. i 2014.

Tablica 5.8. Prikaz prometnih nesreće po godinama, posljedicama, spolu sudionika, vrsti vozila, svojstvu sudionika i posljedicama sudionika na dionici državne ceste D503 u 2013. i 2014. godini.

Prometne nesreće po godinama		
2013.	13	---
2014.	14	----

Prometne nesreće prema posljedicama		
	2013.	***2014.***
S poginulim	1	1
S ozlijeđenim	3	3
S materijalnom štetom	9	10

Prometne nesreće prema spolu sudionika		
	2013.	***2014.***
Muški	11	13
Ženski	2	1

Prometne nesreće prema vrsti vozila		
	2013.	***2014.***
Moped, motocikl	1	2
Osobno vozilo	10	10
Teretno vozilo	2	2
Bicikl	---	---
Autobus	---	---

Prometne nesreće prema svojstvu sudionika		
	2013.	***2014.***
Vozač	13	14
Putnik	---	---
Pješak	---	---

Prometne nesreće prema posljedicama sudionika		
	2013.	***2014.***
Ozljede teške	---	2
Ozljede lake	2	4
Bez ozljeda	10	6
Smrtno	1	2

Izvor: *MUP Republike Hrvatske, Policijska uprava Zadarska, Policijska postaja Biograd na Moru, policijski službenik Neda Orlić*

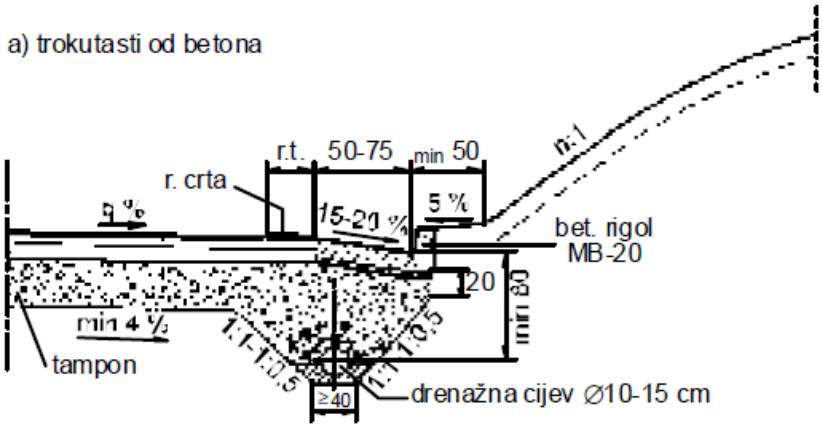
Vidljivo je da su prometne nesreće u godini 2014. u porastu za 7,14% naspram 2013. godine. Prometne nesreće prema posljedicama u 2014. godini su jednake kao i 2013. godine. Prometne nesreće prema spolu sudionika su u porastu i to muški za 15,4% u 2014. godini u odnosu na prethodnu godinu, a ženski spol je u opadanju 50% u odnosu na prethodnu godinu. Prometne nesreće prema vrsti vozila u 2014. godini su u porastu za 50% u odnosu na prethodnu godinu. Prometne nesreće prema posljedicama sudionika pokazuju da u 2013. godini nije bilo teških ozljeda naspram 2014. godine gdje su bile dvije. Lake ozljede 2014. godine su veće za 50% naspram prethodne. Prometne nesreće prema smrtnim posljedicama u 2013. godini su bila jedna, u odnosu na 2014. godinu gdje se povećalo za 100% i iznose dvije.

6. PRIJEDLOG MJERA POBOLJŠANJA POSTOJEĆIH PROJEKTNIH ELEMENATA DRŽAVNE CESTE D 503

6.1. Mjere poboljšanja na cijeloj dionici pramatrane državne ceste

Predlaže se izmjena cestovnog zastora koji je dotrajao i koji se na rubovima voznog traka osipa. Najbolje bi bilo staviti moderan cestovni zastor od asfaltnog betona debljine 4 centimetra i bitumeniziranog nosivog sloja debljine 8 centimetara.

Na promatranoj dionici za odvodnju vode s prometnice koriste se trapezasti jarci. Predlaže se izmjena postojećeg stanja izgradnjom betonskog trokutaskog rigola (slika 6.1.), trokutastog jarka ili segmentnog jarka.



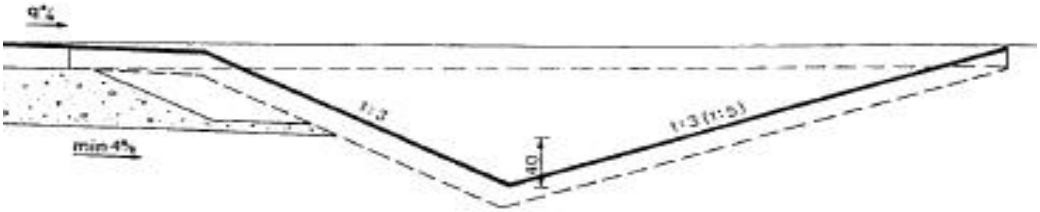
Slika 6.1. Trokutasti rigol od betona

Izvor: Legac, I.: *Cestovne prometnice I.*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006., str. 119

Rigol se koristi za neposrednu odvodnju uz kolnik u usjecima i zasjecima. Na promatranoj dionici predlaže se korištenje trokutastih betonskih rigola a posebice na strani na strani usjeka.

Trapezati jarci su na promatranoj dionici vrlo su loše rješenje zbog toga što pri izlijetanju vozila nastaju veće posljedice nego pri izlijetanju vozila u trokutasti slika 6.2. ili segmentni jarak[21].

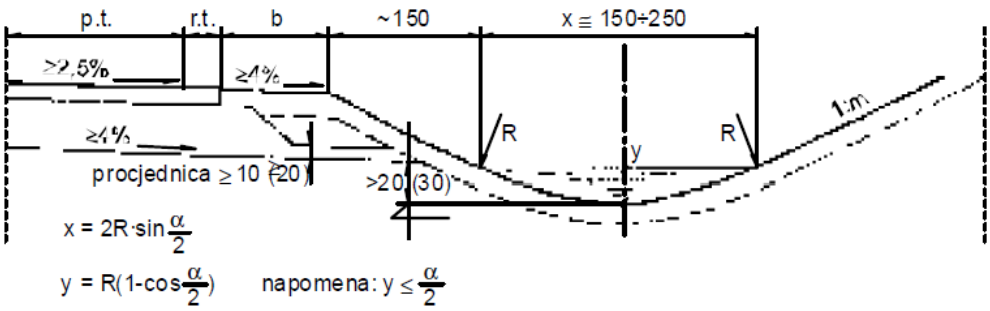
[21] Korlaet, Ž.: *Uvod u projektiranje i građenje cesta*, Građevinski fakultet, Zagreb, 1995.



Slika 6.2. Trokutasti jarak

Izvor: Korlaet, Ž.: *Uvod u projektiranje i građenje cesta*, Građevinski fakultet, Zagreb, 1995.

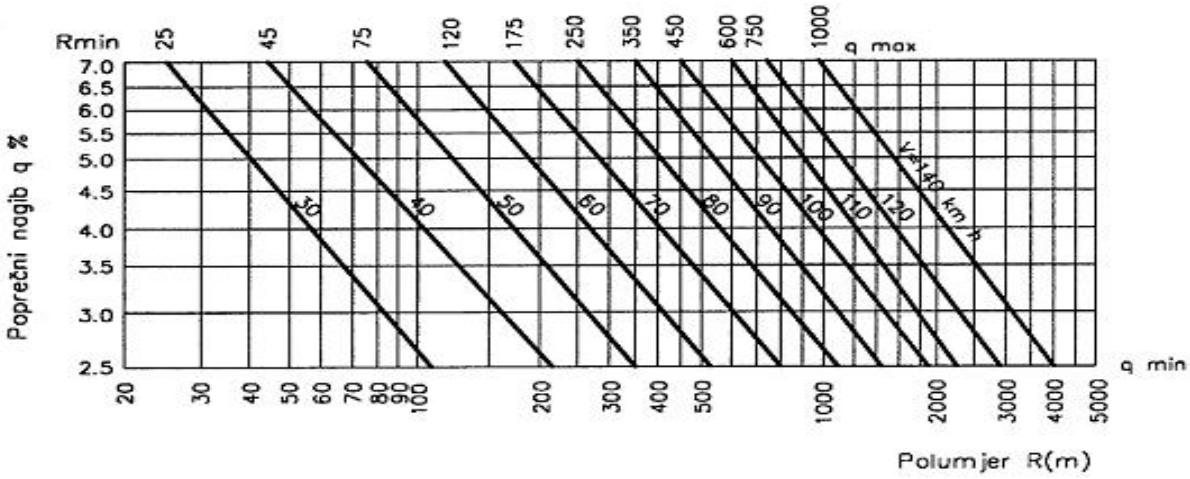
Drugi razlog zbog kojega se predlaže uporaba nekog alternativnog načina je i estetske naravi. Naime, trokutasti ili segmentni jarci (slika 6.3.) se puno bolje uklapaju u ukolinu.



Slika 6.3. Presjek i elementi segmentnog jarka

Izvor: Legac, I.: *Cestovne prometnice I.*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006., str. 117

Također predlaže se provjera poprečnog nagiba kolnika. Propisana vrijednost poprečnog nagiba u pravcu trebala bi iznositi 2.5%. Poprečni nagib kolnika u kružnom luku određuje se prema slici 6.1.



Slika 6.4. Odnos poprečnog nagiba kolnika i polumjera zavoja

Izvor: Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa, NN 110/01

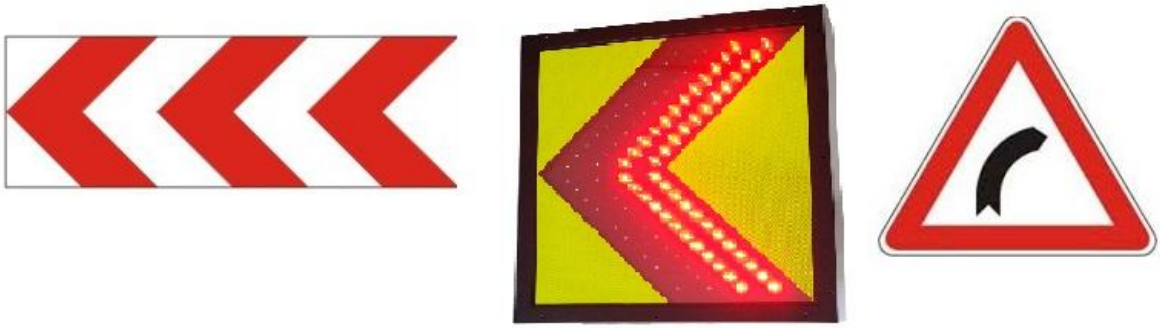
Poprečni nagib kolnika u zavoju u pravilu treba biti usmjeren prema centru zavoja te se primjenjuje radi smanjenja djelovanja centrifugalne sile i odvodnje kolnika.

6.2. Mjere poboljšanja na specifičnim dijelovima dionice

Početkom promatrane dionice na stacionaži 0+148 sa lijeve strane nalazi se lokalna cesta koja se spaja na državnu cestu D503 slika 6.5. Treba istaknuti da se spajanje na državnu cestu nalazi upravo u desnom zavoju.

Slika 6.5. Prikaz spoja lokalne i državne ceste na stacionaži 0+148

Lokalna cesta nema znak STOP i stoga znak koji nije postavljen sukladno zakonskim normama, treba postaviti. Lokalna cesta nije u istoj razini sa državnom cestom i to ovu lokaciju čini nesigurnom u prometnom smislu, vozila koja se kreću državnom cestom mogu sletiti u suprotan trak lokalne ceste. Rješenje ovog problema bi moglo biti u postavljanju vertikalne i horizontalne signalizacije, koja skreće pozornost na zavoj, ovom mjerom bi sprječili izletanje vozila u suprotan trak. (slika 6.6.)



Slika 6.6. Vertikalna i horizontalna signalizacija

Izvor: Vertikalna i horizontalna signalizacija ceste

Na stacionaži 2+740 započinje lijevi zavoj radijusa R=182 m i duljine D=63,80 metara. Na samom početku lijevog zavoja nalazi se most “Jankolovica”. Izmjerena dužina mosta je 38,0 m. Most ima četiri upornjaka i dva stupa kako je prikazano na slici 6.7. Na dijelu kanala most se sastoji od tri raspona: krajnji rasponi sup o 3,80 m, a srednji raspon 8,50 m, te od propusta raspona 3,6 m. svi rasponi su premošćeni armiranobetonskim pločama. Nosači i ploča oslonjeni su na kamene stupove i upornjake.

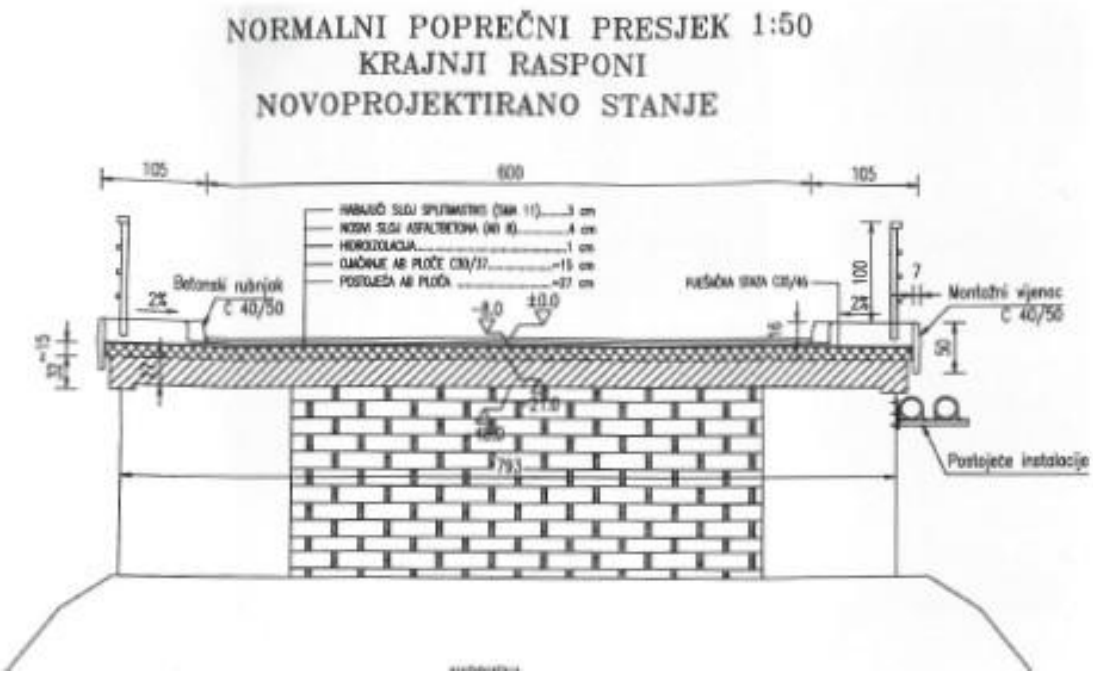
Most je ukupne širine 8,0 m, sa pješačkim stazama širine 2x1,0 m. Širina kolnika iznosi 6,0 metara. Pješačka ograda je visine 90 cm, izvedena od cijevnih profila. Odvodnja mosta provodi se prirodnim otjecanjem, iako su na pogledu primjetni otvori nekadašnje odvodnje mosta.

Slika 6.7. Postojeće stanje mosta “Jankolovica”

Predviđeni radovi za sanaciju mosta su:

- Kvalitetno izvesti hidroizolacijske slojeve na kolničkoj ploči
- Ojačati nosivu konstrukciju mosta
- Pukotine među kamenim blokovima stupa i upornjaka potrebno je injektirati
- Temelje stupova potrebno je na novo izvesti
- Betonsku nosivu ploču mosta potrebno je ojačati čeličnim šipkama armature

Na slici 6.8. prikazan je normalni poprečni presjek mosta “Jankolovica” – Novoprojektirano stanje.

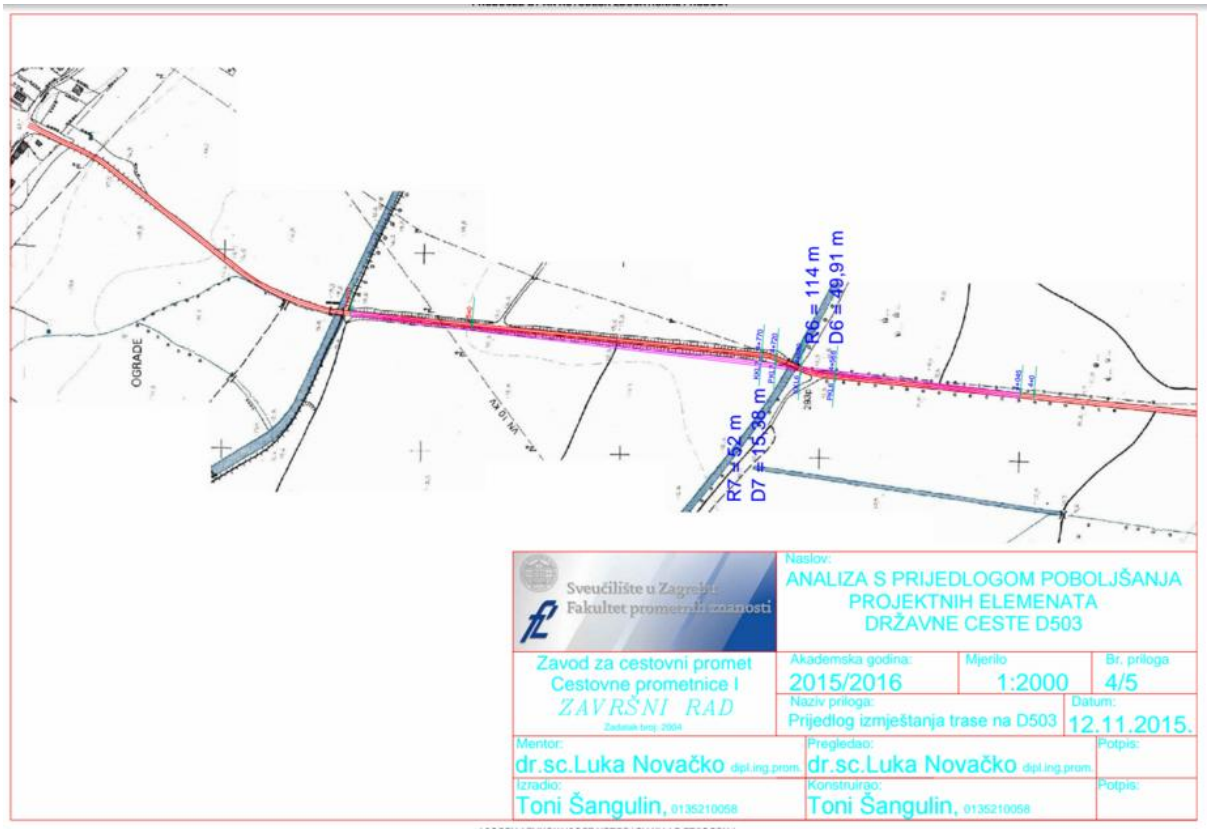


Slika 6.8. Normalni poprečni presjek mosta “Jankolovica” – novoprojektirano stanje

Izvor: Hrvatske ceste d.o.o. *Vončinina 3, 10000 Zagreb – Sektor održavanje*

Na stacionaži 4+566 započinje desni zavoj radijusa R=114 m i duljine 49,91 metara, te se neposredno po završetku zavoja na stacionaži 4+720 prelazi u lijevi zavoj radijusa R=52 m i duljine 15,38 metara. Bitno je napomenuti da promatrani protusmjerni zavoji imaju mali međupravac, te vrlo male prijelaznice na kojima se kružni lukovi nastavljaju skoro jedan na drugi. Na prijelazu između desnog i lijevog zavoja nalazi se vrlo mala prijelaznica na kojoj je izgrađen most. Izgrađeni most ima jako loše karakteristike i opasna je točka gdje se događaju prometne nesreće.

Rješenje navedene situacije bilo bi u izmicanju trase na kojoj bi se most ispravio i ne bi bilo zavoja tj. ograničenja brzine. Ovom metodom izbjegle bi se prometne nesreće, a povećala bi se sigurnost prometa na navedenoj lokaciji (Slika 6.9.)

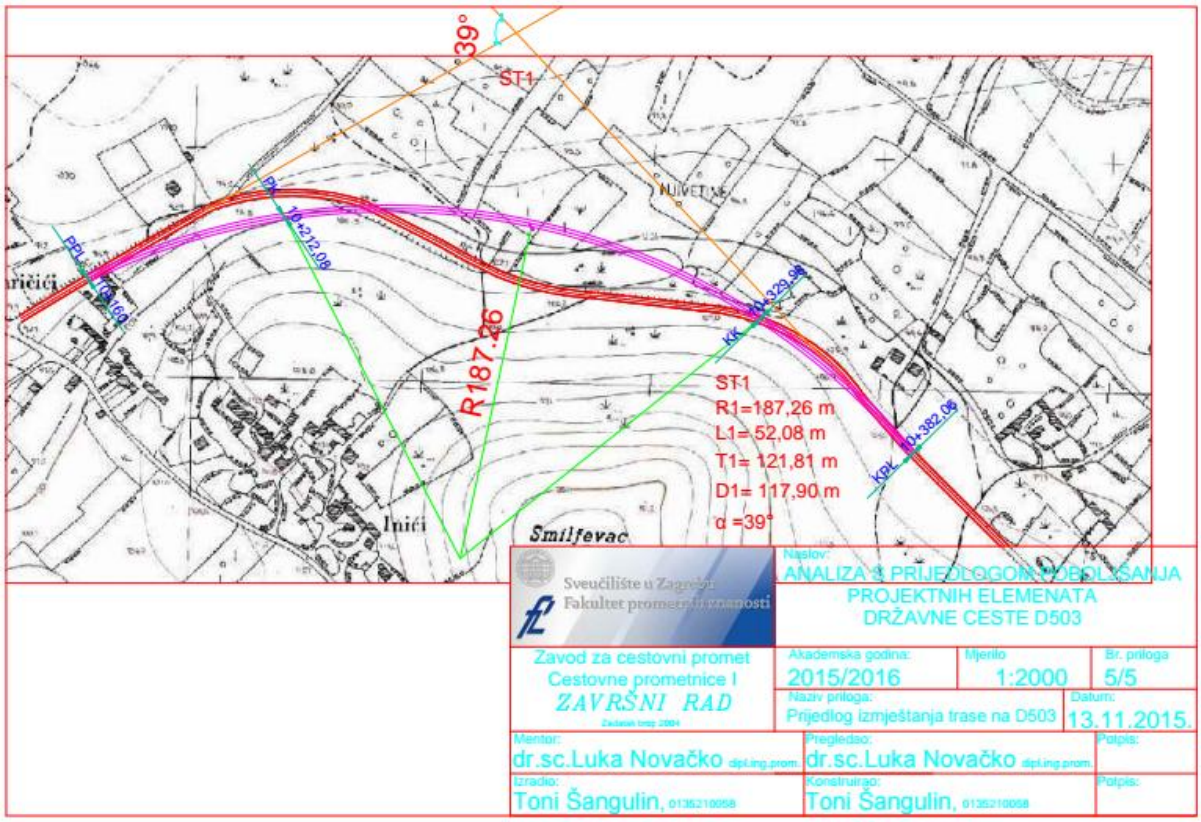


Slika 6.9. Prikaz situacije i lokacije izmještanja trase – Prilog 4.

Na stacionaži 6+170, sa lijeve strane, nalazi se poprečni priključak lokalne prometnice na kojem je smanjena preglednost, te znak STOP nije postavljen (slika 6.10.). Predlaže se uspravno postavljanje znaka STOP te uklanjanje raslinja koje smanjuje preglednost. Treba povećati preglednost na način da se ukloni raslinje u neposrednoj blizini raskrižja.

Slika 6.10. Prikaz poprečnog spoja lokalne ceste

Na stacionaži 10+160 započinje desni zavoj radijusa R=160,87 m i duljine 57,45 m te se neposredno po završetku zavoja na stacionaži 10+217,45 prelazi u lijevi zavoj radijusa R=145,63 m i duljine 45,92 m, po završetku lijevog zavoja odmah se prelazi u desni zavoj na stacionaži 10+263,37. Bitno je napomenuti da promatrani protusmjerni zavoji nemaju prijelaznice već se kružni lukovi nastavljaju jedan na drugi i njihovi radijusi su manji od minimalnog propisanog radijusa koji iznosi 180 m. Također polumjeri tih zavoja se nalaze u području koje se mora izbjeći. Obzirom na navedene situacije predlaže se konstruiranje jednog desnog zavoja s prijelaznicom (slika 6.11.) kao mjeru povećanja sigurnosti prometa na promatranoj dionici.



Slika 6.11. Usporedni prikaz postojećeg stanja i prijedloga rješenja – Prilog 5.

Na stacionaži 11+027,89 započinje lijevi zavoj radijusa R=134m i duljine 116,28 metara. Obzirom da u zavoju nije izvedeno proširenje kolnika predlaže ga se izvesti s unutrašnje strane zavoja. Vrijednost potrebnog proširenja se dobiva po izrazu:

$$\Delta Š = \frac{42}{R} = \frac{42}{134} = 0{,}3134\ [m]$$

7. ZAKLJUČAK

Ovaj rad pokazuje važnost projektnih elemenata koji utječu na sigurnost odvijanja cestovnog prometa. U drugom poglavlju obrađeni su relevantni zakoni iz projektne prakse u Republici Hrvatskoj. Analiza podataka o brojanju prometa obrađuje se u trećem poglavlju, te je utvrđeno da PGDP ima tendenciju pada. PLDP prati rast PGDP-a iako su njegove vrijednosti više što bi se moglo pripisati dolasku ljudi za vrijeme ljetnih mjeseci na godišnje odmore ili vikend izlete. Prikupljanje podataka na promatranoj dionici se provodilo povremenim automatskim brojanjem (PAB) na jednom odsječku između dvije lokalne ceste L63119 – L63126.

U četvrtom poglavlju je napravljen proračun razine usluge i propusne moći za dionicu državne ceste D503. Metode proračuna su preuzete iz Highway Capacity Manual izdanog 2010. godine. Izračunom iz HCM-a 2010. došlo se do zaključka da promatrana dionica državne ceste ima razinu usluge A. Jedan od razloga koji pridonosi visokoj razini usluge je sigurno i taj što je širina prometnog traka zadovoljavajuća, tj. iznosi 3,00 metara. Također, izveden je rubni trak širine 30 centimetara.

Peto poglavlje analizira tlocrtne projektne elemente, uzdužni nagib nivelete i elemente poprečnog presjeka. Analizom tlocrtnih elementa utvrđeno je mnogo nedostataka. Većina zavoja ne zadovoljava minimalne radijuse koji su propisani zakonskom regulativom, nisu izvedene prijelaznice, polumjeri susjednih zavoja se ne nalaze u prihvatljivim omjerima i duljine među pravaca između zavoja nisu u skladu sa normama. Iz tog razloga jedan od prijedloga se odnosi na izmjenu trase ceste na način da se četiri zavoja eliminiraju i zamjene jednim zavojem većeg polumjera sa prijelaznicom koja je puno bolje i sigurnije rješenje. U zadnjem zavoju bi trebalo izvesti proširenje kolnika. Proširenje kolnika bi se trebalo izvesti sa unutrašnje strane zavoja i iznosilo bi $\Delta Š = 0{,}3134$ metra.

Analizom uzdužnih nagiba nivelete, utvrđeno je da su uzdužni nagibi izvedeni sukladno zakonskim normama i propisima.

Analizom poprečnog presjeka utvrđeno je da rubni trak zadovoljava tražene mjere, širina prometnog traka isto tako zadovoljava propisanu širinu te se duž većeg dijela prometnice pruža trapezni jarak koji nije najsigurnije rješenje, estetski nije prihvatljivo rješenje. Prihvatljivo rješenje bi bilo primjena betonskih rigola ili trapeznih jaraka. Treba se i osvrnuti i na to da na promatranoj dionici uz prometnicu na nekim dijelovima pruža šuma

koja zadire u slobodni profil ceste te bi trebalo osigurati da se to ne događa redovitim održavanjem spomenute dionice državne ceste D503. Promatrana dionica loše je održavana, stoga je potrebna sanacija kolničkog zastora na nekim dijelovima dionice. Neki dijelovi zadovoljavaju propisane norme. Valja napomenuti da pod hitno treba izvesti rekonstrukciju mosta „Jankolovica“ koji je u očajnom stanju.

U prilozima ovog rada dan je tlocrtni prikaz trase promatrane dionice s postojećim stanjem i s predloženim izmjenama, te prikaz normalnog poprečnog presjeka.

POPIS LITERATURE

[1] Zakon o gradnji (NN br. 153/13)

[2] Zakon o prostornom uređenju (NN br. 153/13)

[3] Zakon o cestama (NN 84/11 , NN 22/13, NN 54/13, NN 148/13 **i** NN 92/14)

[4] Zakon o sigurnosti prometa na cestama (NN 67/08, NN 74/11, NN 80/13, NN 92/14)

[5] Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN br. 110/01)

[6] Pravilnik o uvjetima za projektiranje i izgradnju priključaka i prilaza na javnu cestu (NN br. 95/14)

[7] Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN br. 33/05; 14/11)

[8] Brojenje prometa na cestama Republike Hrvatske godine 2014., Hrvatske ceste d.o.o. za upravljanje, građenje i održavanje državnih cesta, Zagreb, 2015.

[9] Legac, I.: *Cestovne prometnice I.*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006.

[10]Highway Capacity Manual 2010, Transport Research Bord, Washington, 2010.

[11] Garber, N.J, Hoel, L.A.: *Traffic and Highway Engineering*, University of Virginia, 2009.

[12] Korlaet, Ž.: *Uvod u projektiranje i građenje cesta*, Građevinski fakultet, Zagreb, 1995.

POPIS SLIKA

Slika 3.1. Intenzitet prometa na odabranom cestovnom pravcu – PGDP, 2014. Godine

Slika 3.2. Intenzitet prometa na odabranom cestovnom pravcu – PLDP (7. i 8. mjesec) 2014.

Slika 5.1. Prikaz promatrane dionice državne ceste D 503

Slika 5.2. Odnos polumjera susjednih zavoja

Slika 5.3. Prikaz situacije PKL6 - KKL7

Slika 5.4. Normalni poprečni presjek – Prilog 2.

Slika 5.5. Prikaz tipskog poprečnog presjeka za cestu 3. kategorije, V_p=70 km/h – Prilog 3.

Slika 5.6. Prikaz prometnih trakova, rubnih trakova i bankine

Slika 5.7. Prikaz trapeznog jarka na dionici

Slika 5.8. Prikaz slobodnog i prometnog profila

Slika 5.9. Prikaz zadiranja raslinja u slobodni profil

Slika 6.1. Trokutasti rigol od betona

Slika 6.2. Trokutasti jarak

Slika 6.3. Presjek i elementi segmentnog jarka

Slika 6.4. Odnos poprečnog nagiba kolnika i polumjera zavoja

Slika 6.5. Prikaz spoja lokalne i državne ceste na stacionaži 0+148

Slika 6.6. Vertikalna i horizontalna signalizacija

Slika 6.7. Postojeće stanje mosta “Jankolovica”

Slika 6.8. Normalni poprečni presjek mosta “Jankolovica” – novoprojektirano stanje

Slika 6.9. Prikaz situacije i lokacije izmještanja trase – Prilog 4.

Slika 6.10. Prikaz poprečnog spoja lokalne ceste

Slika 6.11. Usporedni prikaz postojećeg stanja i prijedloga rješenja – Prilog 5.

POPIS TABLICA

Tablica 3.1. Prosječni godišnji dnevni promet (PGDP) u godinama 2013. i 2014. s postotkom promjene, državne ceste D503

Tablica 3.2. Prosječni ljetni dnevni promet (PLDP) u godinama 2013. i 2014. s postotkom promjene, državne ceste D503

Tablica 3.3. PGDP i PLDP; Struktura po duljinama vozila, državne ceste D503

Tablica 4.1. Ulazni podaci za proračun razine usluge

Tablica 4.2. Postotak zona u kojima nije moguće pretjecati

Tablica 4.3. Postotak teških vozila

Tablica 4.4. Korekcijski faktor PGDP-a

Tablica 4.6. Faktor prilagodbe konfiguraciji terena f_g

Tablica 4.7. Vrijednost koeficijenta koji se koriste u procjeni vremena

Tablica 4.8. Faktor korekcije u odnosu postotak zona na dionici ceste na kojima nije moguće pretjecanje - f_{np}.

Tablica 4.9. Razina usluge prema HCM-u

Tablica 5.1. Projektne brzine i najveći nagibi nivelete

Tablica 5.2. Minimalni polumjer horizontalnog zavoja

Tablica 5.3. Usporedba propisanih sa stvarnim vrijednostima

Tablica 5.4. Provjera usklađenosti polumjera susjednih zavoja

Tablica 5.5. Usporedba stvarnih i dozvoljenih vrijednosti uzdužnih nagiba

Tablica 5.6. Ovisnost širine prometnog traka o brzini

Tablica 5.7. Odnos širine rubnog traka i prometnog traka

Tablica 5.8. Prikaz prometnih nesreće po godinama, posljedicama, spolu sudionika, vrsti vozila, svojstvu sudionika i posljedicama sudionika na dionici državne ceste D503 u 2013. i 2014. godini.

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 3.1. Usporedba PGDP-a i PLDP-a kroz godine

POPIS PRILOGA

Prilog 1. Prikaz linije nivelete za promatranu dionicu

Izvor: Izradio autor u AUTOCAD-u.

Prilog 2. Normalni poprečni presjek

Izvor: Izradio autor u AUTOCAD-u.

Prilog 3. Prikaz tipskog poprečnog presjeka za cestu 3. kategorije, V_p=70 km/h

Izvor: Izradio autor u AUTOCAD-u.

Prilog 4. Prikaz situacije i lokacije izmještanja trase

Izvor: Izradio autor u AUTOCAD-u.

Prilog 5. Usporedni prikaz postojećeg stanja i prijedloga rješenja

Izvor: Izradio autor u AUTOCAD-u.