

# Utjecaj prometno-tehničkih elemenata ceste na propusnu moć cestovnog prometa

---

**Bošnjak, Nikol**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2018**

*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:119:404995>

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

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



*Repository / Repozitorij:*

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Nikol Bošnjak**

**UTJECAJ PROMETNO – TEHNIČKIH ELEMENATA CESTE NA  
PROPUSNU MOĆ CESTOVNOG PROMETA**

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2018.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI  
POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT**

Zagreb, 27. ožujka 2018.

Zavod: **Zavod za prometno planiranje**  
Predmet: **Teorija prometnih tokova**

**DIPLOMSKI ZADATAK br. 4613**

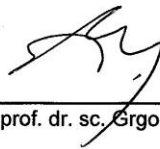
Pristupnik: **Nikol Bošnjak (0135224146)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Utjecaj prometno-tehničkih elemenata ceste na propusnu moć cestovnog prometa**

Opis zadatka:

U diplomskom radu potrebno je odrediti zonu obuhvata, odnosno makrolokaciju i mikrolokaciju dionice, analizirati postojeće stanje, prometnu infrastrukturu te prometnu sigurnost. Nakon analize potrebno je napraviti prognozu prometa. Na osnovu prognoziranog prometa treba prikazati prijedloge idejnog prometnog rješenja s ciljem poboljšanja prometno-tehnoških elemenata postojećeg stanja dionice. Nakon predloženih rješenja potrebno je napraviti i njihovu evaluaciju.

Mentor:



---

izv. prof. dr. sc. Grgo Luburić

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

---

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

**DIPLOMSKI RAD**

**UTJECAJ PROMETNO – TEHNIČKIH ELEMENATA CESTE NA  
PROPUSNU MOĆ CESTOVNOG PROMETA**

**IMPACT OF TRAFFIC AND TECHNICAL ELEMENTS OF ROAD ON  
ROAD TRAFFIC FLOW**

Mentor: prof. dr. sc. Grgo Luburić

Student: Nikol Bošnjak

JMBAG: 0135224146

Zagreb, 2018.

## SAŽETAK

Suvremeni cestovni promet je nedvojbeno najrazvijeniji i najznačajniji vid kopnenog prometa. U relativno kratkom razdoblju poslije Drugog svjetskog rata izborio dominantnu poziciju u prometu onih dijelova svijeta u kojima je industrijski način proizvodnje najrazvijeniji. Danas se, cestovnim prometom prevozi najviše putnika u svijetu. Kako bi se cestovni promet što kvalitetnije odvijao potrebno je imati razvijenu mrežu. Mreža javnih cesta je jedna od najvažnijih stavki jedne države, ona utječe na gospodarsku razvijenost i povezanost. Kako bi mreža javnih cesta mogla odgovoriti na sve veću potražnju, potrebno u nju konstantno ulagati usavršavanjem, izgradnjom, rekonstruiranjem i održavanjem. Stvarno stanje dionice odnosno njezinu potražnju i buduće stanje možemo analizirati na temelju prometnog opterećenja, propusne moći i drugih parametara. Pravilnom primjenom prometno-tehničkih elemenata ceste pri izradi, rekonstrukciji, održavanju ceste pospješuje se sigurnost prometa, propusna moć dionica i djelomično ili potpuno zadovoljavaju zahtjevi prometne potražnje. Preduvjet za svako donošenje odluka u svrhu ostvarenja zadanih zahtjeva je dobra analiza postojećeg stanja.

Ključne riječi: cesta, cestovni promet, propusna moć, prometno-tehnički elementi, sigurnost

---

## SUMMARY

Modern road traffic is undoubtedly the most developed and most important aspect of land traffic. In a relatively short period after the Second World War, it became a dominant mode of transport in the parts of the world in which the industrial mode of production was the most developed. Today, road traffic is transporting the world's number of passengers. In order to make road transport as good as possible, it is necessary to have a developed traffic network. The public road traffic network is one of the most important part of a country, it affects economic development and connectivity. In order for the public road traffic network to respond to increasing demand, it is necessary to constantly invest in it by perfecting, building, reconstructing and maintaining it. The road section status, its demand and its future status can be analyzed based on traffic load, permeable power and other parameters. The proper use of traffic and technical road elements when making, reconstructing and maintaining the road enhances traffic safety. It also enhances the pervasive power of the road section and partially or completely meet the requirements of traffic demand. The prerequisite for any decision-making in order to achieve the requirements is a good analysis of the existing situation.

Keywords: road, road traffic, permeable power, traffic-technical elements, security

---

## SADRŽAJ:

1. UVOD .....	1
2. DEFINIRANJE ZONE OBUHVATA .....	2
2.1. DEFINIRANJE MAKRO ZONE OBUHVATA.....	2
2.2. DEFINIRANJE MIKRO ZONE OBUHVATA .....	6
3. PREGLED ZAKONSKE REGULATIVE .....	8
3.1. ZAKON O CESTAMA FEDERACIJE BiH.....	8
3.2. PLANIRANJE, GRADNJA, REKONSTRUKCIJA, UGOVARANJE I USTUPANJE RADOVA NA JAVNIM CESTAMA .....	10
3.2.1. Planiranje.....	11
3.2.2. Izgradnja i rekonstrukcija javnih cesta .....	12
3.2.3. Održavanje ceste.....	13
3.2.4. Ustupanje radova .....	13
4. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA NA DIONICI ŽEPČE – ZENICA .....	14
MAGISTRALNE CESTE M-17 .....	14
4.1. PROMETNO – TEHNIČKI ELEMENTI CESTE KOJI UTJEČU NA PROPUSNU MOĆ CESTOVNOG PROMETA.....	15
4.2. NOSIVI USTROJ ANALIZIRANE DIONICE .....	16
4.2.1. Postojeće stanje donjeg ustroja.....	16
4.2.2. Postojeće stanje gornjeg ustroja .....	17
4.3. POPREČNI PRESJEK CESTE .....	20
4.3.1. Elementi poprečnog presjeka .....	20
4.3.2. Prometni i slobodni profil.....	24
4.4. TLOCRTNI I VERTIKALNI ELEMENTI CESTE.....	26
4.3.1. Pravac .....	26
4.3.2. Kružni luk.....	27
4.3.3. Primjena prijelaznice .....	28
4.3.4. Poprečni nagib kolnika u zavoju .....	29
4.3.4. Proširenje kolnika u zavoju .....	30
4.6. CESTOVNA RASKRIŽJA ILI ČVORIŠTA .....	31
4.5. PODATCI O IZBROJANOM PROMETU NA DIONICI ŽEPČE - ZENICA .....	34
5. PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA PROMETNO-TEHNIČKIH ELEMENATA CESTE NA DIONICI ŽEPČE – ZENICA .....	37
5.1. PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA NOSIVOG USTROJA .....	37
5.2. PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA ELEMENATA POPREČNOG PRESJEKA .....	38
5.3. PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA TLOCRTNI I VERTIKALNIH ELEMENATA CESTE .....	39

5.4. PRIJEDLOG RJEŠENJA PROMETNOG RASKRIŽJA U RAZINI PRIKAZANOG U ANALIZI POSTOJEĆEG STANJA .....	40
6. PROMETNI ZNAKOVI I SIGNALIZACIJA .....	41
7. EVALUACIJA RJEŠENJA .....	44
8. ZAKLJUČAK .....	46
LITERATURA.....	47



## 1. UVOD

Cestovni promet je i dalje najrašireniji vid prometa za transport ljudi i roba. Kako bi se odvijao što kvalitetnije i sigurnije potrebno je stalno u njega ulagati, održavati i unaprjeđivati ga. U ovom slučaju misli se na cestovne prometnice. Predmet ovog završnog rada je analiza postojećeg stanja i prijedlog poboljšanja prometno – tehničkih elemenata magistralne ceste M-17, koja se nalazi u Bosni i Hercegovini, točnije dionice Žepče-Zenica u svrhu povećanja propusne moći cestovnog prometa i sigurnosti prometa.

Bosna i Hercegovina se svojim geografskim položajem nalazi u veoma tranzitnom području, dio je paneuropskog koridora Vc. Ujedno je i magistralna cesta M-17 dio toga pravca. Magistralni put M-17 prolazi cijelom dužinom kroz Bosnu i Hercegovinu u pravcu sjever (Šamac) - jug (granični prijelaz Doljani), dok se kao cestovni pravac spominje se u svim povijesnim dokumentima od XII stoljeća, a današnji izgled je dobila u projektu modernizaciji prometnice SFRJ u razdoblju 1967. do 1974. godine. Zbog svoga položaja i važnosti ceste, dionice, te konstantnog povećanja prosječnog godišnjeg dnevnog prometa vidjet ćemo koji su to prometno- tehnički elementi koji bi se mogli poboljšati kako bi se povećala propusna moć dionice.

Ovim radom obrađeno je osam poglavlja:

1. Uvod
2. Definiranje zone obuhvata
3. Pregled zakonske regulative
4. Analiza postojećeg stanja na dionici Žepče – Zenica magistralne ceste M-17
5. Prijedlozi poboljšanja prometno-tehničkih elemenata ceste na dionici Žepče – Zenica
6. Prometni znakovi i signalizacija
7. Evaluacija rješenja
8. Zaključak

## 2. DEFINIRANJE ZONE OBUHVATA

### 2.1. DEFINIRANJE MAKRO ZONE OBUHVATA

Bosna i Hercegovina je država u Jugoistočnoj Europi. Graniči s Hrvatskom, Srbijom i Crnom Gorom. Obuhvaća površinu od 51.129 [km<sup>2</sup>]. Najveći dio teritorija čine planine i visoki krš, pokriveni šumama i pašnjacima. Zauzima položaj između jadranske obale i unutrašnjosti. Stoga su i glavni putni pravci u tim smjerovima. Glavna teškoća zemlje je njen vrlo izražen planinski karakter i teška neprohodnost, što je znatno doprinijelo sporom razvoju prometa u zemlji.



Slika 1. Položaj Bosne i Hercegovine [5]

Postoje cestovni, željeznički, riječni (riječna luka Bosanski Brod) te zračni promet. U BiH cestovni promet loše je razvijen zbog nepristupačnog reljefa u njezinom središnjem dijelu. Bezobzira na to i slabu financijsku mogućnost sam položaj Bosne i Hercegovine je od velike prometne važnosti, jer kroz nju prolazi jako važan prometni pravac Koridor Vc koji je dio paneuropskog transportnog koridora 5.

**Paneuropski prometni koridori** predstavljaju mrežu cestovnih i željezničkih prometnih pravaca. Dogovorili su ih Europska unija, Ekonomska komisija Ujedinjenih naroda za Europu i Europska konferencija prometnih ministara. Mreža koridora uspostavljena je radi uspješnog odvijanja međunarodnog prometa na europskom kontinentu, boljega povezivanja

članica Europske unije te prometa između Europe i Azije. Definirani su u Pragu 1991., na drugoj Paneuropskoj transportnoj konferenciji, održanoj na Kreti u ožujku 1994. godine. Dopune su učinjene na trećoj konferenciji održanoj u Helsinkiju 1997. godine [15].

Kroz Bosnu i Hercegovinu prolaze sljedeći europski koridori i njihovi nastavci:

- **E65** Autocesta E-65 – vrlo kratka dionica preko hercegovačkog primorja (Neum) – Republika Hrvatska započela je izgradnju mosta do Pelješca čime bi ova europska autocesta zaobišla teritorij BiH-a.
- **E73** Autocesta E-73 – Bosanski Brod (granica s Hrvatskom) – Doboj – Zenica – Sarajevo - Mostar - Čapljina (granica s Hrvatskom) - Ovo je najvažniji cestovni put u zemlji, a predstavlja alternativnu trasu autocesti E-65.
- **E661** Autocesta E-661
- **E761** Autocesta E-761 – dionica Bihać – Jajce – Donji Vakuf - Zenica - Sarajevo - Pale - Višegrad (granica sa Srbijom).
- **E762** Autocesta [E-762 - dionica Sarajevo - Foča (granica s Crnom Gorom).

Auto cestu E73 dionicu koja prolazi kroz BiH nazivamo još i Autoput A1. Planirana dužina autoputa je 338 [km], a do sada je izgrađeno u dvije dionice ukupno 92 [km], a 246 [km] je u gradnji ili u planu. Autoput se gradi proširivanjem dijelova magistralnih cesta M5 i M17. Zbog komplicirane konfiguracije terena, gradnja je usporena zbog mnogobrojnih tunela i mostova te slabe financijske situacije u Bosni i Hercegovini. Izgradnjom autoputa će se povezati Mađarska i istočna Hrvatska s Jadranskim morem.



**Slika 2. Trasa autoceste na Koridoru Vc (europska cesta E73) [9]**

Po svom uređenju BiH je složena federalna država s elementima konfederacije; čine je dva entiteta – Federacija Bosne i Hercegovine i Republika Srpska, te Brčko distrikt. Glavni i najveći grad države je Sarajevo. Federacija BiH dalje je podijeljena na deset županija / kantona: Unsko - sansku, Posavsku, Tuzlansku, Zeničko-dobojsku, Bosansko - podrinjsku, Srednjobosansku, Hercegovачko – neretvansku i Hercegbosansku.



**Slika 3. – Zeničko-dobojska županija [9]**

Zeničko-dobojska županija je četvrta od ukupno deset županija u Federaciji Bosne i Hercegovine. Nalazi se u središnjem dijelu Bosne i Hercegovine, sastoji se od grada Zenice, koji je ujedno i središte županije i još 11 općina [9].

Zeničko-dobojska županija na sjeveroistoku i sjeveru graniči s Republikom Srpskom, na sjeveroistoku i istoku s Tuzlanskom županijom, na jugu sa Sarajevskom, na jugozapadu i zapadu sa Srednjobosanskom te na istoku s Republikom Srpskom. Sa 385.067 stanovnika (2013.) Zeničko-dobojska je, nakon Sarajevske i Tuzlanske, treća županija po broju stanovnika u Federaciji BiH, dok je sa 3.343,3 [km<sup>2</sup>] treća po površini u FBiH, što čini 12,81% površine Federacije Bosne i Hercegovine i 6,72% površine Bosne i Hercegovine [9].

Ukupna dužina magistralnih cesta u Federaciji Bosne i Hercegovine je 2143,487 [km], podijeljenih u dvije kategorije:

- Magistralne ceste I reda (M101-M118),
- Magistralne ceste II reda (M201-M228)

Dijelovi magistralnih cesta stare nomenklature, će se preimenovati u regionalne ceste, koje su također podijeljene u dvije kategorije.



Slika 4. Postojeća mreža magistralnih cesta Federacije BiH [17]

## 2.2. DEFINIRANJE MIKRO ZONE OBUHVATA

Na rijeci Bosni, koja se proteže kroz Zeničko – Dobojsku županiju, nizvodno, leži sedam gradova ove županije: Visoko, Kakanj, Zenica, Žepče, Zavidovići, Maglaj i Doboj-jug. Pored navedenih, u sastavu Zeničko-dobojske županije su i gradovi-općine: Olovo, Breza, Vareš, Tešanj i Usora.

Kroz Zeničko-dobojsku županiju prolaze sljedeći magistralni i autoputovi:

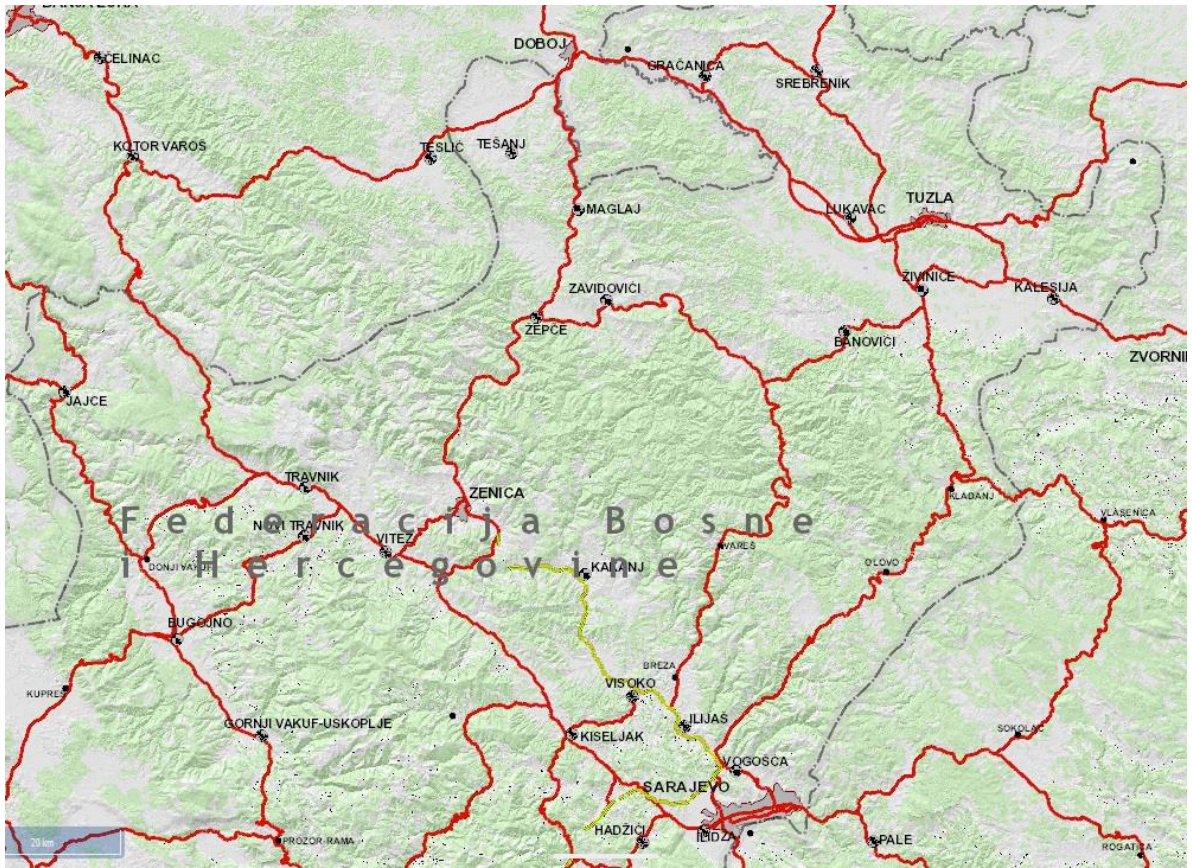
- Sa zapada na istok: Magistralni put M4 (Bosanski Novi-Karakaj)
- S juga na sjever: Magistralni put M5 (Izačić-Donje Vardište), M17 (Bosanski Šamac-Čapljina), M18 (Bijeljina-Sćepan Polje), Autoput A1(Svilaj-BIjača)

Ukupna dužina magistralnih puteva u Zeničko-dobojskoj županiji iznosi 138 [km] [17].

**Magistralni put M-17** prolazi cijelom dužinom kroz Bosnu i Hercegovinu u pravcu sjever (granični prijelaz Šamac) - jug (granični prijelaz Doljani), dok se kao cestovni pravac spominje se u svim povijesnim dokumentima od XII stoljeća, a današnji izgled je dobila u projektu modernizaciji prometnice SFRJ u razdoblju 1967. do 1974. godine. Povezuje ova dva granična prijelaza preko Doboja, Zenice, Sarajeva, Mostara i Čapljine. Baš ovaj magistralni put u Bosanskom Šamcu se nadovezuje na hrvatsku Državna cestu D7, a na graničnom prijelazu GP Doljani na hrvatsku Državnu cestu D9 i tako čini dio ranije spominjanog europskog međunarodnog puta E73.

Dionica koja se analizira u ovom diplomskom radu je dio navedenog magistralnog puta M-17. Proteže se od Žepča do Zenice, a duga je duga 39,3 [km]. Dionica Žepče (ST 139 + 750) - Zenica (ST 178 + 500) blago je položena u pravcu jug-sjever, koji je u prosječnom nagibu 0,3% s vrlo malim vertikalnim krivinama. Najvećim dijelom prati tok rijeke Bosne. Na ovoj dionici postoje dva tunela (Vranduk I l = 411 [m] i Vranduk II l = 1.011 [m]) te četiri mosta različite dužine.

Ova dionica je izabrana zbog svoje važnosti i opterećenosti cestovnog prometa. U prvom dijelu je potrebno proći kroz zakonsku regulativu cesta u Federaciji BiH zatim napraviti analizu postojećeg stanja te na temelju nje pokušati uvidjeti koji su problemi rješivi kako bi se osigurala što bolja propusna moć cestovnog prometa i sigurnost prometa.



Slika 5. Položaj i lokacija promatrane dionice magistralne ceste M-17 [6]

### **3. PREGLED ZAKONSKE REGULATIVE**

#### **3.1. ZAKON O CESTAMA FEDERACIJE BiH**

Ovim zakonom uređuje se: razvrstavanje javnih cesta, upravljanje cestama i pravni položaj upravitelja, planiranje, gradnja, rekonstrukcija, održavanje, ugovaranje i ustupanje radova, zaštita cesta i uvjeti odvijanja prometa na cestama, koncesija na javnim cestama, financiranje javnih cesta, upravni nadzor nad provođenjem Zakona, kazne i druga pitanja od značaja za Federaciju Bosne i Hercegovine iz oblasti cesta [10].

Cesta je, prema ovom zakonu, svaka površina na kojoj se odvija promet. Ceste se dijele na javne i nerazvrstane. Javne ceste, zavisno o njihovom društvenom, gospodarskom i teritorijalnom značaju mogu biti autoceste, brze, magistralne, regionalne i lokalne ceste, te prometnice u naseljima. Nerazvrstana cesta je površina koja se koristi za promet po bilo kojoj osnovi i koja je pristupačna većem broju korisnika [10].

Javnu cestu čine [10]:

- cestovna građevina (posteljica, donji stroj kolnika, kolnička konstrukcija, most, vijadukt, podvožnjak, nadvožnjak, propust, tunel, galerija, potporni i obloženi zid, nasip, pothodnik i nathodnik),
- građevine za odvodnju ceste i pročišćavanje vode,
- cestovni pojas s obiju strana ceste potreban za nesmetano održavanje širine prema projektu ceste, a najmanje jedan metar računajući od crte koja spaja krajnje tačke poprečnog presjeka ceste,
- zračni prostor iznad kolnika u visini od 7 [m],
- cestovno zemljište koje čini površina zemljišta na kojoj prema projektu treba izgraditi ili je izgrađena cestovna građevina, površina cestovnog pojasa, te površina zemljišta na kojima su, prema projektu ceste, izgrađene ili se trebaju izgraditi građevine za potrebe održavanja ceste i pružanje usluga vozačima i putnicima, te naplatu putarine predviđene projektom ceste (objekti za održavanje cesta, upravljanje i nadzor saobraćaja, naplata putarine, benzinske postaje, servisi, autobusna stajališta, parkirališta, odmarališta),
- građevine na cestovnom zemljištu, za potrebe održavanja ceste (punktovi i stacionari) i pružanje usluga vozačima i putnicima, te naplatu cestarine, predviđene projektom ceste,
- stabilni mjerni objekti i uređaji za nadzor vozila,
- priključci na javnu cestu izgrađeni na cestovnom zemljištu,



- prometni znakovi i uređaji za nadzor i sigurno vođenje saobraćaja i oprema ceste (horizontalna i vertikalna prometna signalizacija, svjetlosno-signalni uređaji, telekomunikacijski stabilni uređaji, instalacije i rasvjeta u funkciji prometa, cestovne značke, detektori-brojači prometa, instalacije, uređaji i oprema u tunelima, oprema parkirališta, odmorišta i slično),
- mjerne vage i objekti za vaganje i kontrolu prometa,
- građevine i oprema za zaštitu ceste, prometa i okoliša (snjegobrani, vjetrobrani, zaštita od obrušavanja i nanosa materijala, zaštitne i sigurnosne ograde, putokazi i kilometarske oznake, odbojnici, zaštita od buke i drugih štetnih utjecaja na okoliš i slično).

Prema ovome Zakonu javne ceste su razvrstane na [10]:

- AC - autoceste  
Autocesta je javna cesta posebno izgrađena i namijenjena isključivo za promet motornih vozila, koja je kao autocesta označena propisanim znakom, ima dvije fizički odvojene kolničke trake za promet iz suprotnih smjerova s po najmanje dvije prometne trake i trakom za prinudno zaustavljanje vozila, bez križanja s poprečnim putovima i željezničkim ili tramvajskim prugama u istom nivou i u čiji saobraćaj se može uključiti, odnosno isključiti samo određenom i posebno izgrađenom priključnom javnom cestom na odgovarajuću kolničku traku autoceste. Autoceste služe povezivanju velikih gradova i značajnih ekonomskih područja države ili regije; namijenjene su uglavnom daljinskom prometu, te se uključuju u sistem europskih autocesta. Autoceste ispunjavaju zahtjeve koji se odnose na propisane prometno-tehničke elemente, ili se izgrađuju u fazama; njihov sastavni dio su posebno izgrađeni priključci.
- BC – brze cesta  
Brza cesta je javna cesta namijenjena za promet isključivo motornih vozila, ima dvije fizički odvojene kolničke trake za promet iz suprotnih smjerova i sva raskrižja u dva ili više nivoa s poprečnim cestama i drugim prometnicama (željezničkim ili tramvajskim prugama) koja, po pravilu, nema zaustavnih traka i koja je kao takva označena propisanim prometnim znakom. Brze ceste su ceste koje svojim prometno-tehničkim elementima omogućavaju brzo odvijanje daljinskog prometa između najvažnijih središta države, entiteta i područja; povezane su s autocestama i sistemima autocesta susjednih država; njihov sastavni dio predstavljaju posebno izgrađeni priključci.

- MC - magistralne ceste

Magistralne ceste prvog reda namijenjene su povezivanju većih gradova i značajnih ekonomskih područja države ili entiteta; svojim prometno-tehničkim elementima omogućavaju brzo odvijanje prometa; povezane su s cestama iste ili više kategorije u zemlji te sa sistemima cesta u susjednim državama; posebno izgrađeni priključci, ukoliko su predviđeni, čine njihov sastavni dio. Magistralne ceste drugog reda namijenjene su za povezivanje regionalnih središta, kao i za povezivanje prometa na ceste jednake ili više kategorije; posebno izgrađene pristupne rampe, ukoliko su predviđene, čine njihov sastavni dio.

- RC - regionalne ceste

Regionalne ceste prvog reda namijenjene su za prometno povezivanje ekonomskih područja države ili entiteta, značajnih središta lokalnih zajednica, kao i za prometno povezivanje sa cestama iste ili više kategorije; posebno izgrađeni priključci, ukoliko su predviđeni, čine njihov sastavni dio. Regionalne ceste drugog reda namijenjene su za prometno povezivanje središta lokalnih zajednica u okviru određenog entiteta, za povezivanje turističkih (turističke ceste) i graničnih područja značajnih za državu, te za povezivanje graničnih prijelaza sa cestama iste ili više kategorije kada po propisanim kriterijima kategorizacije ne dostigne višu kategoriju.

- LC - lokalne ceste

Lokalne ceste povezuju naselja u općini sa naseljima iz susjednih općina, ili povezuju važnija naselja unutar općine, te povezuju promet na druge javne ceste iste ili više kategorije. Javne staze su saobraćajnice namijenjene za povezivanje naselja ili dijelova naselja u okviru općine, a ne ispunjavaju propisane kriterije za lokalne ceste, ili su predviđene samo za određenu vrstu sudionika u prometu (ceste i staze u stambenim zonama, seoske ceste i staze, pješačke staze, biciklističke staze, konjske staze i slično).

### **3.2. PLANIRANJE, GRADNJA, REKONSTRUKCIJA, UGOVARANJE I USTUPANJE RADOVA NA JAVNIM CESTAMA**

Javne ceste se planiraju, projektiraju, grade, rekonstruiraju i održavaju na način [10]:

- da se rješenja usklade sa najnovijim stručnim saznanjima iz područja projektiranja i gradnje, te sa ekonomskim principima i mjerilima za procjenu opravdanosti njihove gradnje,

- da njima bude zajamčeno sigurno prometovanje svih sudionika u prometu, kao i usklađenost javnih cesta sa drugim zahvatima u prostoru i okolišem kroz koji se protežu, i pod uvjetima koji su određeni ovim Zakonom i propisima za njegovo provođenje; propisima o projektiranju, zakonima o gradnji i propisima za njegovo provođenje; propisima kojima je uređena zaštita okoliša; propisima o uređivanju prostora, te propisima o sigurnosti saobraćaja na cestama.

### 3.2.1. Planiranje

Strategija razvoja i održavanja javnih cesta određuje ciljeve i osnovne zadatke pri razvoju i održavanju javnih cesta na period od 10 godina. Strategiju razvoja autocesta, brzih i magistralnih cesta donosi Parlament Federacije BiH u skladu sa Strategijom prometnog razvoja Bosne i Hercegovine na prijedlog Vlade. Strategiju razvoja regionalnih cesta donosi skupština županije na prijedlog vlade županije. Strategiju razvoja lokalnih cesta i ulica u gradovima i naseljima donosi općinsko, odnosno gradsko vijeće [10].

Strategija sadrži [10]:

- analizu stanja javnih cesta i potrebu razvoja javnih cesta,
- osnovna mjerila za građenje javnih cesta, te prijedlog kriterija i prioriteta građenja,
- potrebe održavanja postojećih javnih cesta, principa održavanja javnih cesta, te prijedlog kriterija održavanja javnih cesta,
- ključne principe i elemente strategije,
- kriterije za realizaciju strategije,
- akcioni plan za realizaciju strategije.

Ministarstvo je nadležno za osiguranje tehničko-tehnološkog jedinstva javnih cesta putem realizacije strategije. Prednost u gradnji i održavanju javnih cesta utvrđena Strategijom iz člana 22. ovog Zakona mora biti zasnovana na prostornim, prometnim, tehničkim, ekološkim, demografskim analizama sa ekonomsko opravdanim prometno-tehničkim rješenjima radi povećanja sigurnosti, kapaciteta i protočnost prometa [10].

Srednjoročni program održavanja i zaštite, kao i program rekonstrukcije, izgradnje i obnove javnih cesta donosi Vlada, dok godišnji plan i program održavanja i zaštite, kao i program rekonstrukcije, izgradnje i obnove javnih cesta do kraja tekuće godine za narednu godinu donose nadležni organi [10]:

- za autoceste i brze ceste - Autoceste FBiH,
- za magistralne ceste - Ceste FBiH,
- za regionalne ceste - nadležna županijska ustanova za ceste,
- za lokalne ceste i gradske ulice - nadležni općinski načelnik, odnosno gradonačelnik.

### **3.2.2. Izgradnja i rekonstrukcija javnih cesta**

Pod izgradnjom cesta, u smislu ovog Zakona, smatra se izgradnja cesta pretežno po novoj trasi. Pod rekonstrukcijom cesta, u smislu ovog Zakona, smatraju se radovi na dijelu postojeće ceste kojim se mijenja njena osnovna karakteristika sa ciljem povećanja kapaciteta ceste i nivoa usluga. Pod sanacijom (rehabilitacijom) cesta, u smislu ovog Zakona, podrazumijevaju se radovi kojima se poboljšava sigurnost sudionika u prometu i održavanje projektiranog stanja cesta [10].

Tehnička dokumentacija za izgradnju i rekonstrukciju javnih cesta, pored dokumentacije utvrđene Zakonom o prostornom planiranju i korištenju zemljišta na nivou Federacije Bosne i Hercegovine („Službene novine Federacije BiH,“ broj: 2/06,72/07 i 32/08) sadrži [10]:

- projekt vertikalne i horizontalne prometne signalizacije, plan i program rada svjetlosne signalizacije, projekt putne opreme i plan osvjetljenja,
- projekt priključivanja i križanja cesta i priključivanje postojećih objekata na javnoj cesti,
- projekt priključivanja mjesta izvan kolnika: za izgradnju pomoćnih objekata koji služe javnoj cesti (pункtovi i stacionari), parkirališta, autobusnih stajališta, benzinskih pumpi, autoservisa, površina za zaustavljanje, parkiranje i isključivanje vozila, telefonskih govornica, druge uvjete utvrđene Zakonom i propisima donesenim na osnovu Zakona.

Poslovi građenja i rekonstruiranja javnih cesta u smislu ovog Zakona obuhvaćaju [10]:

- građevinsko i drugo projektiranje sa istražnim radovima,
- projektiranje opreme, pratećih objekata, saobraćajne signalizacije i drugo projektiranje,
- stručnu ocjenu studija i projekata sa sistematskim i nezavisnim ocjenjivanjem parametara sigurnosti,
- otkup zemljišta i objekata,
- premještanje komunalne i druge infrastrukture,

- pribavljanje urbanističke suglasnosti i odobrenja za građenje nadležnog organa,
- ustupanje radova građenja,
- organizaciju stručnog nadzora i kontrole ugrađenih materijala i izvedenih radova,
- organizaciju tehničkog pregleda i primopredaju javne ceste te dijelova javne ceste i objekata na korištenje i održavanje.

### **3.2.3. Održavanje ceste**

Održavanje cesta, u smislu ovog Zakona, obuhvaća izvođenje radova kojima se osigurava nesmetan i siguran promet i očuvanje projektiranog stanja ceste. Radovi održavanja cesta mogu biti [10]:

- radovi redovnog održavanja cesta,
- radovi izvanrednog održavanja cesta.

Poslovi održavanja javnih cesta u smislu ovog Zakona su [10]:

- planiranje održavanja i mjere zaštite javnih cesta i saobraćaja na njima,
- ustupanje radova redovnog i izvanrednog održavanja javnih cesta,
- stručni nadzor i kontrola kvaliteta ugrađenih materijala i izvedenih radova održavanja javnih cesta,
- osiguranje uklanjanja oštećenih i napuštenih vozila i drugih stvari i predmeta sa javne ceste,
- ophodnja (obilaženje, izviđanje, patrola) cesta.

Upravitelj ceste dužan je osigurati održavanje kolnika dijela javne ceste koja prolazi kroz naselje ili grad i na graničnim prijelazima, odnosno sudjelovati u financiranju održavanja i to u obujmu koji proizlazi iz dužine dijela javne ceste u naselju i širini te ceste van naselja, odnosno prije graničnog prijelaza [10].

### **3.2.4. Ustupanje radova**

Upravitelji cesta direktno ne izvode radove gradnje, rekonstrukcije i održavanja javnih cesta. Izvođenje radova gradnje, rekonstrukcije i održavanja javnih cesta upravitelji cesta ustupaju po postupku i na način utvrđen Zakonom o javnim nabavkama („Službeni glasnik BiH,“ br: 49/04) [10].

#### 4. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA NA DIONICI ŽEPČE – ZENICA MAGISTRALNE CESTE M-17

Analizirana dionica M-17 je u vrlo oštećenom stanju, njezini prometno-tehnički elementi nisu skroz u skladu s Pravilnikom, najviše su vidljiva oštećenja kolnika što zbog kvalitete izvedbe samog, opterećenja te konfiguracije terena i podloge magistralne ceste.

S poznatim mjerodavnim prometnim opterećenje možemo dobiti kolika je propusna moć ceste. Uz promjenu i poboljšanje tehničkih elemenata ceste vidjet ćemo što možemo napraviti da se propusna moć poveća. Prema zadnjim službenim podacima iz 2016. godine, na ovoj dionici imamo dva brojača prometa. Podaci s mjerodavnih brojačkih mjesta za predloženu dionicu su:

- Donja Golubinja, PGDP (prosječni godišnji dnevni promet: 9.849 [voz/dan])
- Donja Vrača – brojač instaliran u listopadu 2016. godine prema tome nije mjerodavan za izračun PGDP-a na toj lokaciji.

Propisana brzina na magistralnim cestama u BiH je 80 [km/h]. Brzina kretanja motornih vozila na putu pod normalnim uvjetima prometa ne smije da se ograničiti znakom ispod 60 [km/h] jer svojim prometno-tehničkim elementima trebaju da omogućavaju brzo odvijanje prometa. Prema prometnom opterećenju dionica je svrstana u 2. razred ceste, to je utvrđeno na temelju tablice broj 1.

**Tablica 1. Podjela ceste prema prognoziranom PGDP-u**

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

Izvor: [11]

#### **4.1. PROMETNO – TEHNIČKI ELEMENTI CESTE KOJI UTJEČU NA PROPUSNU MOĆ CESTOVNOG PROMETA**

Tehnički elementi ceste su jedni od najbitnijih čimbenik koji utječe na propusnu moć cestovnog prometa i sigurnost prometa. Prema tim elementima ćemo i analizirati postojeće stanje dionice. Pod tehničke elemente ceste ubrajamo [12]:

**Kolnik** – najčešće je projektiran s dvije trake sa stajališta sigurnosti povoljniji su kolnici s četiri trake s odvojenim smjerovima. Kod cesta za mješoviti promet treba projektirati biciklističke staze jer biciklisti u velikom postotku sudjeluju pri nastanku prometnih nezgoda

**Rubne trake** – omogućuju bolje iskorištavanje površine kolnika

**Bankine** – povećavaju sigurnost prometa, a prema istraživanjima povećanjem širine bankine smanjuje se broj nezgoda

**Traka za spora vozila** – izradom te trake povećava se sigurnost prometa. Pružanje ceste u pravcu na dužini većoj od 4km ispitivanjima su dokazana povećanja u postotku nastanka prometnih nezgoda

**Oštri zavoji** – posebno utječu na sigurnost prometa ne smije se dozvoliti neposredni nizanje zavoja velikih i malih polumjera

**Horizontalna i vertikalna preglednost ceste** – posebno je važan element sigurnosti, a važno ju je odrediti vezano za dužinu zaustavnog puta.

**Horizontalna preglednost** ovisi o polumjeru zavoja i o zaprekama koje se nalaze uz slobodni profil ceste.

**Vertikalna preglednost** ovisi o polumjeru vertikalnog zaobljenja kod konveksnog prijeloma nivelete, a dužina se izračunava vezano za dužinu zaustavnog puta.

**Prijelazna krivulja** – izvodi se između pravca i zavoja. Njena dužina se određuje na temelju vozno-dinamičkih vizualnih i estetskih uvjeta. Klotoida je krivulja koja se koristi za izradu prijelazne krivulje.

**Prijelazna rampa** – izvodi se na istoj dužini kao i prijelazna krivulja i na tom dijelu provodi se poprečni nagib u pravcu u poprečni nagib u zavoju (jednostrani). Uzdužni nagib treba biti takav da ne zahtijeva čestu promjenu brzine veličina nagiba ograničena je propisima do 10%.

Uporabni pokazatelj koji se moraju unaprijediti na ovoj dionici je propusna moć ceste. **Propusna moć ceste** označuje se maksimalnim brojem vozila što se može propustiti u jedinici vremena kroz promatrani presjek. Pri određivanju propusne moći ceste polazi se od propusne moći jednoga prometnog traka. Propusna moć (C) ceste na jednom voznom traku u broju vozila za jedan sat dana je jednadžbom [12]:

$$C = 1000 * V / a$$

C – propusna moć ceste

V – brzina vožnje vozila u [km/h]

a – sigurnosni razmak između vozila u kretanju [m]

## 4.2. NOSIVI USTROJ ANALIZIRANE DIONICE

### 4.2.1. Postojeće stanje donjeg ustroja

Pod donjim ustrojem ceste razumijevaju se zemljani trup i građevine (objekti) – tuneli, mostovi, propusti, vijadukti, potporni i obložni zidovi itd. Ima zadaću preuzeti prometno opterećenje i čitavu konstrukciju gornjeg ustroja [1].

U poprečnom presjeku trup ceste je nasip u većini dionice, osim manjeg dijela zasjeka kod Žepča (cca. 1,2 km) i kod Zenice (cca. 4,0 km). Zemljani trup ove dionice najvećim dijelom je izrađen od zemlje (materijal III kategorije) te materijalom iz pozajmišta (serpentinit i serpentinska breča). Kako je ranije navedeno ova dionica je smještena većinom uz tok rijeke Bosne što znači da postoji dosta vlage i isparavanja, te slijeganja tla, zemljanog trupa. Prema tome zbog nedovoljne kvalitete zemljanog trupa na nekim lokacijama je došlo i do slijeganja i deformacije kolničke konstrukcije.

Na ovoj dionici imaju i dva tunela Vranduk 1 l = 411 [m] i Vranduk 2 l = 1.011 [m], te četiri mosta različite dužine. Prvi tunel je i donekle u zadovoljavajućem stanju, međutim tunel Vranduk 2 se nalazi u jako lošem stanju. Kolnička konstrukcija je loša, rasvjeta nije funkcionalna na cijelom potezu tunela ,niti je projektirana s predviđenom zonom prilagođavanja. Uz to obloga tunela je također u lošem stanju gdje dolazi i do otpadanja iste. Kroz cijelu godinu se stvara kondenzacija unutar tunela što kaplje i stvara vlagu, to posebno stvara problem zimi kada se iz toga stvore ledenice, koje su jako opasne kada otpadaju. Sve navedeno loše utječe na propusnu moć dionice jer su vozači automatski oprezniji i sporiji unutar te podzemne građevine.





**Slika 6. Tunel Vranduk 2**

Jedan od navedenih mostova se nadovezuje na tunel Vranduk 2 na samom izlazu / ulazu, što je isto jako opasno zimi zbog zaleđivanja istog. Isti problem imaju i ostali mostovi zbog isparavanja i smrzavanja.

#### **4.2.2. Postojeće stanje gornjeg ustroja**

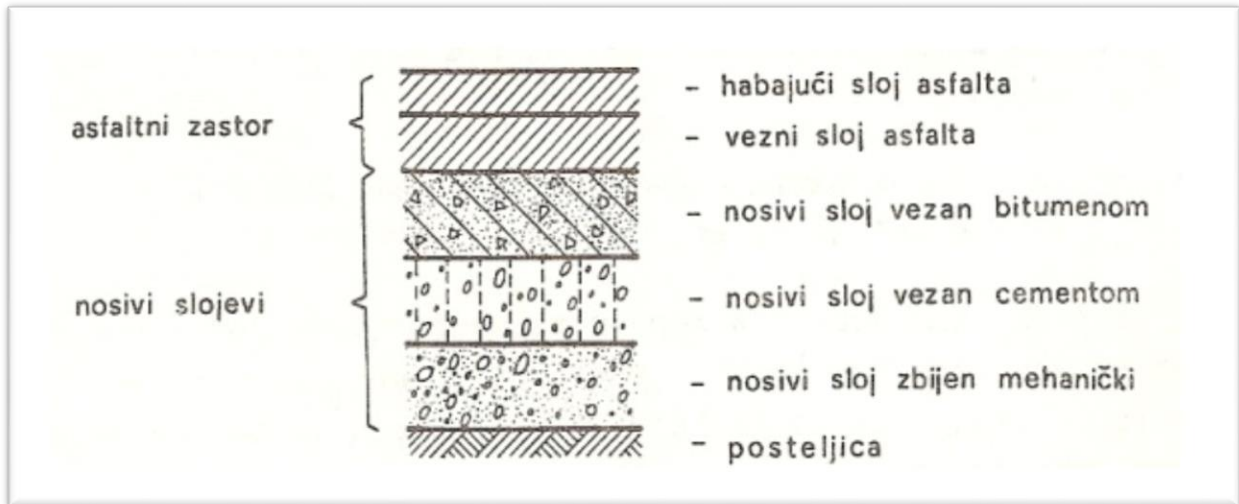
Gornji ustroj je dio ceste koji izravno preuzima sva statička i dinamička prometna opterećenja i prenosi ga na donji ustroj ceste [1]. Gornji ustroj naziva se još i kolnička konstrukcija, a sastoji se od [12]:

- nosivih slojeva ugrađenih mehaniziranim načinom rada i
- cestovnog zastora, koji može biti asfaltni ili betonski.

Gornji ustroj ceste, a posebno završni slojevi konstrukcije, moraju udovoljiti najbitnijim zahtjevima [12]:

- treba prenijeti sva statička i dinamička opterećenja bez deformacija

- završni sloj (zastor) mora biti ravan, vodonepropustan, otporan na trošenje i hrapav pod prometom
- geometrijsko oblikovanje površine mora osigurati kvalitetnu i učinkovitu odvodnju ceste, a struktura zastora treba imati zahtijevana drenažna i ostala propisana svojstva.



**Slika 7. Slojevi kolničke konstrukcije**

Na ovoj dionici donji nosivi sloj (tampon) debljine  $d = 40$  [cm] je cijelom dužinom izrađen od šljunčanog materijala iz rijeke Bosne, dok su gornji nosivi slojevi ukupne debljine  $d = 21$  [cm] urađeni iz dva sloja BNS-a po 7 [cm] i habajućeg sloja isto 7 [cm]. Tu je kao agregat ponovno poslužio šljunčani materijal iz rijeke Bosne. Završni habajući sloj izrađen je od standardnog bitumena za ceste i silikatnih frakcija ( Kamen Ingrad - Velika).

Ova cesta je projektirana prema tadašnjim propisima dimenzioniranja za maksimalni promet 8000 [voz/dan], danas taj broj na cijelom potezu magistralne ceste gotovo pa udvostručen, a na ovoj dionici također veći od planiranog. Zbog toga ova cesta ima silne deformacije i bezobzira na sitne popravke ne zadovoljava postojeće opterećenje i zahtjeve prometa, te je potrebna detaljnija rekonstrukcija.



**Slika 8. Oštećenje kolničke konstrukcije**

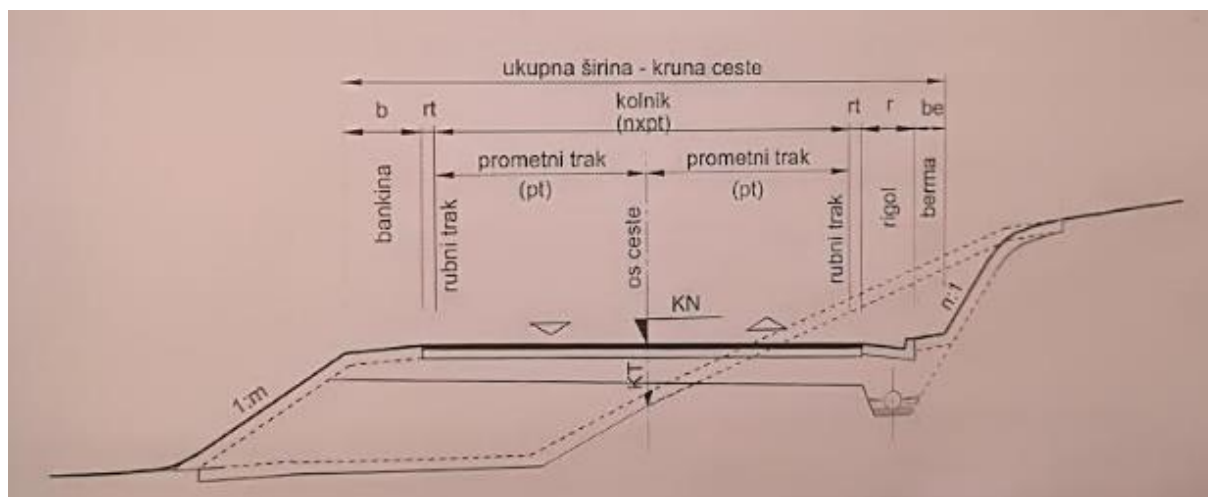
Na slici 8 vidi se oštećenje kolničke konstrukcije zbog nedostataka vezanih za gornji i donji ustroj ceste. Također se vidi kako postoje i sitni odroni stijene uz koju se cesta pruža, što nije dobro zbog sigurnosti prometa. Potrebno je osigurati ovo područje dodatnom opremom.

### 4.3. POPREČNI PRESJEK CESTE

Poprečni presjek ceste predstavlja polaznu projekciju ceste u prometno tehničkom, uporabnom i tehničkom pogledu. Može se predočiti opisom elemenata poprečnog presjeka, prikazom slobodnih profila i načelima dimenzioniranja profila te prikazom nekih standardnih poprečnih presjeka ceste [1].

#### 4.3.1. Elementi poprečnog presjeka

Osnovni elementi poprečnog presjeka su prometni trak kao dio kolnika, rubni trak, bankina odnosno berma, te rigol ili jarak kao uređaji za odvodnju. Osim tih elemenata poprečni presjek ceste može sadržavati i trak za stajanje, trak za spora vozila, razdjelni pojas, trak za bicikliste i hodnik za pješake [1].



Slika 9. Osnovni elementi poprečnog presjeka ceste u zasjeku [1]

- **Prometni trak** - Ukupna širina kolnika sastoji se od jednog, dvaju ili više prometnih trakova te ovisi o njihovoj širini. Broj trakova određuje se prema značenju ceste, gustoći prometa i zahtijevanoj propusnoj moći ceste

Širina prometnog traka ovisi o širini mjerodavnog vozila i bočnom sigurnosnom razmaku između vozila. Razmak ovisi o brzini, što znači da će širina prometnog traka biti veća što je veća brzina prometnog toka. Prema tehničkim propisima, širina prometnog traka se određuje na temelju projektne brzine, razreda ceste i konfiguracije terena prikazano u tablici 2 [1].

**Tablica 2. Širine prometnog traka za razne brzine  $V_p$  i terenske prilike  $V_p$** 

$V_p$ [km/h]	$\geq 120$	100	90	80	70	60	50	40
š [m]	3,75	3,75	3,50	3,25	3,00	3,00	3,00 (2,75)	2,75 (2,50)

Izvor: [1]

Projektna brzina promatrane dionice magistralne ceste M-17 je 80 [km/h], dok je računska brzina 90 [km/h]. Uvidom i mjerenjem na terenu izmjerena širina prometnih trakova na promatranoj dionici je 3,50 [m] što zadovoljava pravila.

- **Rubni trak** - Rubni trakovi su učvršćeni dio ceste koji se nalazi između kolnika i bankine ili između kolnika i staza za bicikle, mopede ili pješake [1].

Rubni trakovi vidljivo označuju rub kolnika i osiguravaju ga od oštećenja. Oni mogu korisno poslužiti za zaustavljanje vozila u kvaru i i iscrtavanje horizontalne signalizacije, a izvode se u istom nagibu kao i kolnik [12]. Širina rubnog traka ovisi o širini prometnog traka (tablica 3.)

**Tablica 3. Odnos širine rubnog 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: [1]

Ako nije moguće izvesti rubne trakove, treba označiti rubne crte. Njima se znatno povećava sigurnost prometa, osobito pri magli i lošoj vidljivosti. S pomoću njih vozač dobiva optičko sredstvo vođenja [3]. Rubna crta između prometnog i zaustavnog traka široka je 0,20 [m].

Prema tablici 3. i širini prometnog traka dionice Žepče – Zenica širina rubnog traka bi trebala iznositi 0,50 [m]. Na određenom dijelu dionice to je pravilo zadovoljeno, međutim na mnogim mjestima je širina puno manja, negdje gotovo pa ga niti nema. Širina rubnih crta je 0,20 [m].

- **Bankina** – Neposredno uz rubni trak, na dijelu ceste u nasipu ili zasjeku nalazi se bankina. To je utvrđeni ili neutvrđeni dio ceste izgrađen od zemljanog materijala i zasijana travom. Bankina je sigurnosni element poprečnog presjeka i služi za smještanje prometnih znakova,

smjerokaznih stupića, stacionarnih oznaka, zaštitnih ograda, odlaganju materijala za održavanje, zaustavljanju vozila u nuždi, a iznimno prometu pješaka [1].

Širina bankine određuje se na temelju širine prometnog traka. Bankina uz zaustavni trak ne bi trebala biti šira od jednog metra. Na starijim cestama bankine se nalaze neposredno uz rubni trak ili uz kolnik.

**Tablica 4. Odnos širine prometnog traka i bankine**

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

**Izvor: [1]**

Bankina mora biti dostatno nosiva da može primiti težinu kotača teretnog vozila bez deformacije koja bi mogla ugroziti sigurnost prometa. Njezin nagib ne smije biti manji od 4% za stabilizirane, a 8% za ne stabilizirane površine [12].

Na izrazito brdskim i planinskim cestama često je teško postići propisanu širinu bankine, te se u tom slučaju iznimno širina bankine može smanjiti i do 0,50 [m]. Iako se u usjecima bankine često ne izvode, potrebno ih je izvesti, makar i manje širine, jer služe za prolaz pješaka, zatim eventualno za zadržavanje odronjenoga kamenja kao i za postavljanje potrebnih prometnih znakova [12]. U usjecima se bankina izvodi kao berma, neposredno uz rigol. Nagib berme iznosi 5 – 6 % te je usmjeren prema rigolu [1].

Na ovoj dionici bankine su postojeće u većini dijelova, međutim na dosta mjesta u ne dobrom stanju, obrasle ili ulegnute, niže od kolnika. Također na dionici je zastupljen pješački promet koji nema pristupnu i razvijenu prometnu površinu, bilo bi zbog toga bolje primijeniti ih u što širem pojasu, radi sigurnosti.

- **Biciklističke staze** – U profilu ceste se odvajaju od kolnika visinski ili iznimno razdjelnim trakom. Grade se na cestama za mješoviti promet. Slobodna visina gabarita biciklističke

staze iznosi 2,5 [m]. U profilu cesta namijenjenim samo motornom prometu biciklističke staze su zabranjene [1].

- **Pješačke staze** - Na cestama s dopuštenim pješačkim prometom, odgovarajućim proširenjem i učvršćenjem bankina treba omogućiti siguran promet. Tamo gdje je jači pješački promet treba ispitati potrebu za izradu zasebnog pješačkog hodnika ili staze, odijeljeno od kolnika visinski, iznimno rubnim trakom, a najbolje rješenje je pješačku stazu odvojiti razdjelnim pojasom [1].

Na promatranoj dionici nemamo biciklističkih i pješačkih staza. S obzirom na to da je dionica na većini dijelova naseljena uz cestu se često vide ljudi kako prometuju pješke ili biciklima. Osim što je jako opasno, uz to smanjuje i propusnu moć ceste jer se vozački motornih vozila moraju obratiti više pažnje i usporiti vožnju radi sigurnosti. Na slikama 10 i 11 može se vidjeti da se pješaci kreću uz sami rub ceste.



**Slika 10. Odvijanje pješačkog prometa**



**Slika 11. Odvijanje biciklističkog prometa**

Također na slikama 10 i 11 možemo vidjeti i ostale elemente poprečnog presjeka koje smo opisali te ustanovili da nisu u skladu sa pravilima od kolničke konstrukcije, rubnih trakova do ostalih elemenata.

#### **4.3.2. Prometni i slobodni profil**

Da bi se omogućilo sigurno i pouzdano kretanje vozila potrebno je da na određenoj širini uz kolnik bude osiguran slobodan prostor u kojem se ne smiju nalaziti nikakve pojedinačne ili kontinuirane zapreke.

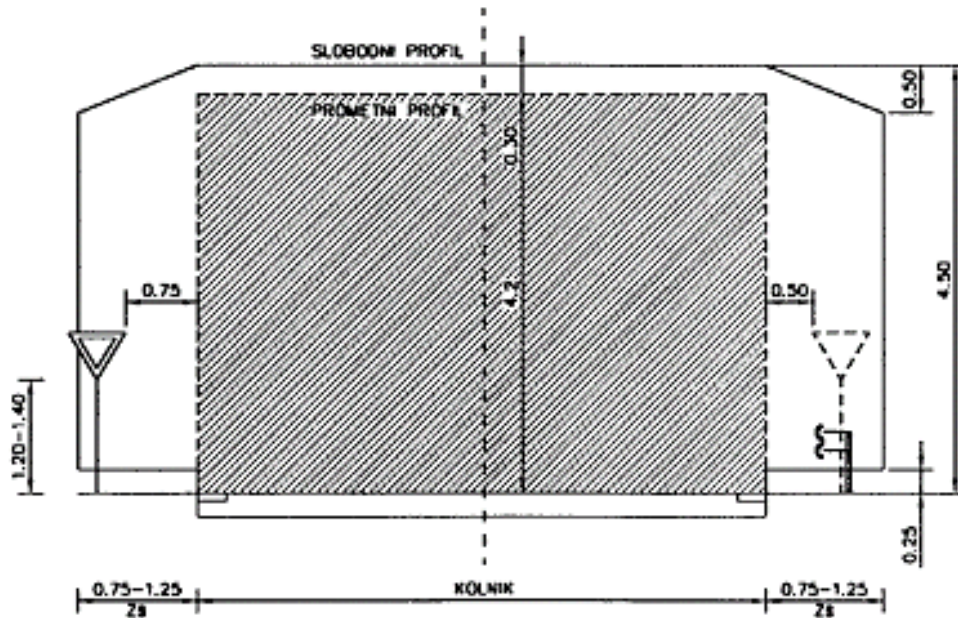
Prometnim profilom smatra se poprečni presjek tipskog vozila, prostor potreban za kretanje vozila i srednja zaštitna širina između, trakova rubnih trakova i zaustavnog ili dodatnog traka (ako se oni izvode), dok mu je visina 4,20 [m] iznad kolnika ili visina tipskog vozila [2].

Slobodni profil sastoji se prometnog profila, rubne zaštitne širine i zaštitne visine. U slobodnom profilu ceste ne smiju se nalaziti nikakvi objekti, stupovi i sl. Visina slobodnog profila je 4,50 [m] [2].



Najmanji razmak između zaštitne ograde i prometnog profila iznosi 0,50 [m]. Ako postoji zaštitna ograda visina slobodnog profila može biti na krajevima smanjena. Minimalni razmak između prometnog znaka i prometnog profila iznosi [2]:

- 0,50 [m] ako postoji zaštitna ograda ili ako prometni profil obuhvaća zaustavne trakove
- 0,75 [m] ako ne postoji zaštitna ograda i ako nema zaustavnih trakova.



Slika 12. Cesta izvan naselja – Prometni i slobodni profil [1]



Slika 13. Raslinje u slobodnom profilu

Na promatranoj dionici magistralne ceste M-17, na lokacijama koje su kontrolirane nisu svi znakovi bili postavljeni u skladu sa gore navedenim i prikazanim pravilom postavljanja unutar slobodnog profila. Visina prometnog i slobodnog profila nije ugrožena nikakvim neželjenim sadržajem uz cestu. Međutim na nekoliko lokacija uočeno je raslinje, drveće koje se nalazi u slobodnom profilu što ometa preglednost vozača i veća je vjerojatnost od pogreške i prometne nesreće. U ovom primjeru na slici 13 vidi se kako to isto raslinje prekriva i prometni znak što uvelike stvara problem, jer vozač ne može u ovakvim slučajevima pravovremeno vidjeti poruku znaka te na vrijeme poduzeti eventualne potrebne radnje koje znakovi nalažu, upozoravaju ili obavještavaju.

#### 4.4. TLOCRTNI I VERTIKALNI ELEMENTI CESTE

Cesta u tlocrtu sastoji se od pravaca kružnih lukova i prijelaznih zavoja. Za ceste namijenjene brzom prometu poželjna je pružena cestovna linija, koja se sastoji od duljih pravaca, duljih prijelaznih zavoja i kružnih lukova velikog polumjera [2].



Slika 14. Tlocrtni elementi ceste [2]

##### 4.3.1. Pravac

Nekada se smatralo da je pravocrtno pružanje ceste najbolje, jer je put najkraći. Međutim vođenje linije ceste u dugim pravcima ima nedostataka [2]:

- vožnja dugim pravcima zamara vozača i postaje monotona,
- na pravcima je otežano procjenjivanje udaljenosti između vozila,
- dugi pravci mogu uzrokovati neharmonični tok linije ceste, jer se ne može dobro prilagoditi raznim oblicima terena.

Stoga se nastoji zamijeniti duge pravce naizmjeničnim zavojima i kraćim među pravcima.

Najmanja duljina pravca trebala bi iznositi  $2V_r < L_{pr} > 20V_r$ . Najmanja duljina među pravca između dva zavoja istog smjera treba biti  $4V_r$ , no bolje je pravac zamijeniti zavojem

većeg polumjera. Poprečni nagib kolnika u pravcu izvodi se zbog odvodnjavanja kolnika. Za sve vrste cesta i za sve suvremene zastore poprečni nagib kolnika u pravcu iznosi:  $q_{min} = 2,5\%$ . Na cestama s makadamskim zastorom izvodi se poprečni nagib veličine:  $q_{min} = 4\%$ .

Poprečni nagib u pravcu može biti jednostrani, dvostrani (primjena na makadamskim zastorima), dvostrani sa zaobljenom srednjom trećinom (primjena na gradskim ulicama) te dvostrani parabolični (više se ne primjenjuje zbog otežane vožnje uz rub kolnika) [2].

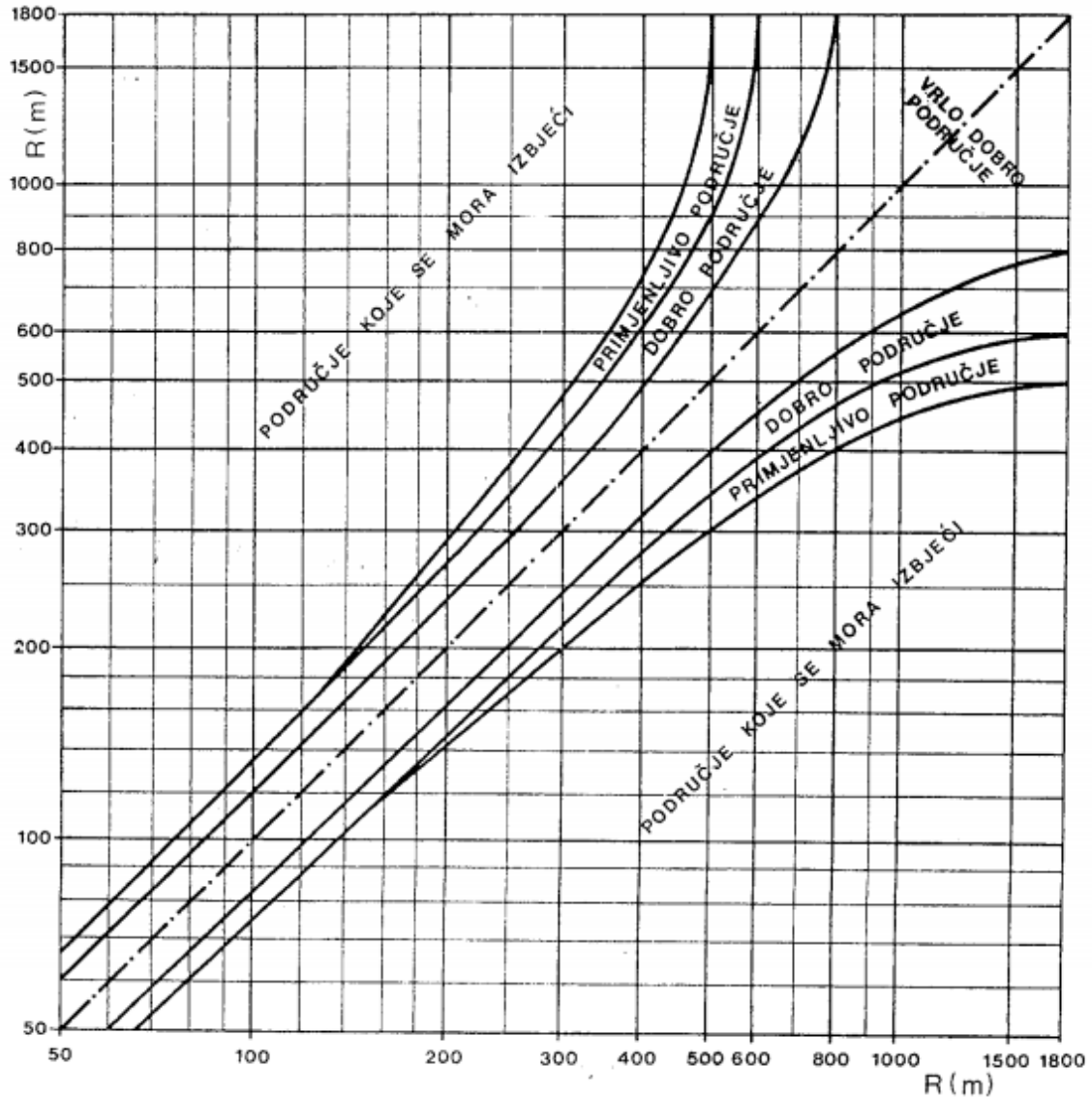
#### **4.3.2. Kružni luk**

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.[13]

Zavoji utječu na odvijanje prometa i propusnu moć cesta te ih treba projektirati sa što većim polumjerima. Vožnja kroz zavoj je teža što je manji polumjer zavoja, što je veća brzina, što je dulje vozilo i što je uži prometni trak. Pri pružanju ceste osobito je pogodno ako se desni zavoj nastavlja na lijevi itd., ili obratno, budući da se tako postiže dobra preglednost ceste.[2]

Za skladan tok trase ceste usklađuju se polumjeri susjednih zavoja prema grafikonu na slici 15. Trasa je usklađena ako su polumjeri susjednih zavoja u sljedećim područjima [13]:

- u “vrlo dobrom području” na autocestama i cestama 1. kategorije
- u “dobrom području” na cestama 2. i 3. kategorije
- u “primjenjivom području” na cestama 4. i 5. kategorije.



Slika 15. Najmanji dopušteni polumjer [2]

#### 4.3.3. Primjena prijelaznice

Pravilno oblikovanje prijelaznih zavoja ima veliko značenje za sigurnost prometa na cestama. Dok se na cestama odvijao spori promet zaprežnim vozilima, trasa ceste je bila sastavljena samo od pravaca i kružnih lukova. Prijelazom na motorni promet pojavila se potreba za gradnjom prijelaznih zavoja [2].

Ako se iz pravca prijeđe neposredno u zavoj, na početku zavoja, pojavilo bi se djelovanje centrifugalne sile u obliku trzaja. Takvo se djelovanje povoljno odražava na konstrukciju vozila, a i vožnja bi zbog trzaja bila neudobna. Da se to spriječi, umeće se između pravca i kružnog luka prijelazni zavoj. Na cestama gdje prijelaznica nije izvedena vozilo će još prije ulaza u kružni luk napuštati svoj prometni trak i kretati se po nekoj prijelaznoj krivulji te tako ugrožavati sigurnost prometa [2].

Prijelaznice se primjenjuju u ovim slučajevima [2]:

- Između pravca i kružnog luka
- Između dva suprotno smjerna kružna luka
- Između dva istosmjerna kružna luka različitih polumjera

Oblik prijelaznica mora zadovoljavati [2]:

- prijelaz iz pravca u kružni luk mora biti postupan i kontinuiran;
- prijelazi zavoj u svojoj krajnjoj točki mora tangirati kružni luk;
- promjena zakrivljenosti mora slijediti određeni zakon zakrivljenosti.

Prijelaz iz pravca u kružni luk bez prijelaznice iznimno se može dopustiti u posebno opravdanim slučajevima. Veličine polumjera R za koje se dopušta prijelaz iz pravca u kružni luk bez prijelaznice navedene su u tablici 5.

**Tablica 5. Polumjeri u odnosu na brzinu**

$V_r$ [km/h]	30 40 50 60 70 80	90	100	110	120
R [m]	1500	1800	2000	2500	3000

**Izvor:** [2]

U prijelazne zavojne s linearnim dijagramom zakrivljenosti pripadaju: ručna radioda i klotoida, apscisna radioda, kubna parabola i tetivna radioda. Klotoida je najprikladnija krivulja koja se koristi za izradu prijelazne krivulje.

#### 4.3.4. Poprečni nagib kolnika u zavoju

Poprečnim nagibom kolnika na ravnoj cesti, a tako i u zavoju, osigurava se odvodnja vode s kolnika. Poprečni nagib kolnika u zavoju izveden je, u pravilu, prema unutarnjoj strani zavoja, odnosno u smjeru centra zavoja. Na taj način umanjuje se utjecaj centrifugalne sile koja želi vozilo izbaciti iz zavoja i osigurava sigurniji prolazak zavojem.

Najveća dopuštena veličina poprečnog nagiba kolnika u kružnom luku ( $q_{max}$ ) izvodi se u zavoju najmanjeg polumjera ( $R_{min}$ ) i iznosi:  $q_{max} = 7\%$ , a minimalni je jednak poprečnom nagibu u pravcu, odnosno  $2,5\%$ . [11] Veličina poprečnog nagiba kolnika u zavoju  $q$  računa se prema:

$$q = K_p * V^2 / (1,27 * R)$$

Kod velikih polumjera zavoja i kod posebnih slučajeva kao što su poteškoće u vezi s vitoperenjem kolnika, u području raskrižja i priključaka, radi prikladnije odvodnje te

ekonomskih razloga dopuštena je primjena nagiba prema vanjskoj strani zavoja, odnosno protunagiba [2].

#### 4.3.4. Proširenje kolnika u zavoju

Prometne trakove potrebno je proširiti ovisno o veličini polumjera tlocrtnog zavoja i mjerodavnog vozila. Mjerodavno vozilo, prema kojem se proširuju prometni trakovi, određuje se na temelju očekivane strukture prometa. Proširenje jednog prometnog traka duž kružnog luka u polumjeru određuje se prema izrazima [1]:

$$\Delta\check{S} = \frac{10}{R} \quad \text{za osobno vozilo}$$

$$\Delta\check{S} = \frac{32}{R} \quad \text{za teretno vozilo i autobus}$$

$$\Delta\check{S} = \frac{42}{R} \quad \text{za teretno vozilo s prikolicom, tegljač s poluprikolicom i zglobni autobus}$$

gdje je  $R$  polumjer kružnog luka osi, tako da su proširenja vanjskog i unutarnjeg prometnog traka jednaka ( $\Delta\check{S} = \Delta\check{S}_v = \Delta\check{S}_u$ ).

Kao glavna je teškoća zemlje je njezin vrlo izražen planinski karakter i teška neprohodnost, što je znatno doprinijelo sporom razvoju prometa. Međutim što se tiče analizirane dionice i njezinih tlocrtnih elemenata može se reći kako je baš ovaj dio M-17 magistralnog puta jedan od ljepše urađenih i po što točnijim tlocrtnim pravilima pružen na terenu. Krivine su pregledne sa velikim radijusima i dugim prijelaznicama sa maksimalnim poprečnim nagibom od 7 %, proširenja u zavojima gotovo pa nisu niti potrebna. Ovim polaganjem dionice horizontalna preglednost što se tiče tlocrtnih elemenata je prilično osigurana. Osim problema koji su ranije navedeni sa raslinjem i drvećem, koji ugrožavaju horizontalnu preglednost, uz cestu na lokaciji od tunela Vranduk 2 prema Zenici, nakon mosta, postoji stjenovita i šumom obrasla kosina koja ugrožava preglednost i sigurnost, preporuča se sanacija. Uzdužni nagibi nisu poznati, ali uvidom u teren vertikalna preglednost nije ugrožena niti na jednoj lokaciji.

## 4.6. CESTOVNA RASKRIŽJA ILI ČVORIŠTA

Raskrižja ili čvorišta se mogu opisati kao točke u cestovnoj mreži kojima se povezuju dvije ili više cesta, a prometni tokovi se spajaju, razdvajaju, križaju ili prepliću. Pri izboru mjesta i načina rješavanja čvorišta potrebno je svaki slučaj dobro proučiti, jer je nepravilno konstruirano čvorište, osobito pri opterećenijim, opasnost za sigurnost prometa. Osnovni kriteriji koji se uzimaju u obzir pri izgradnji:

- sigurnost vožnje
- propusna moć
- ekonomičnost
- estetski izgled
- uklapanje u ukupnu cestovnu mrežu

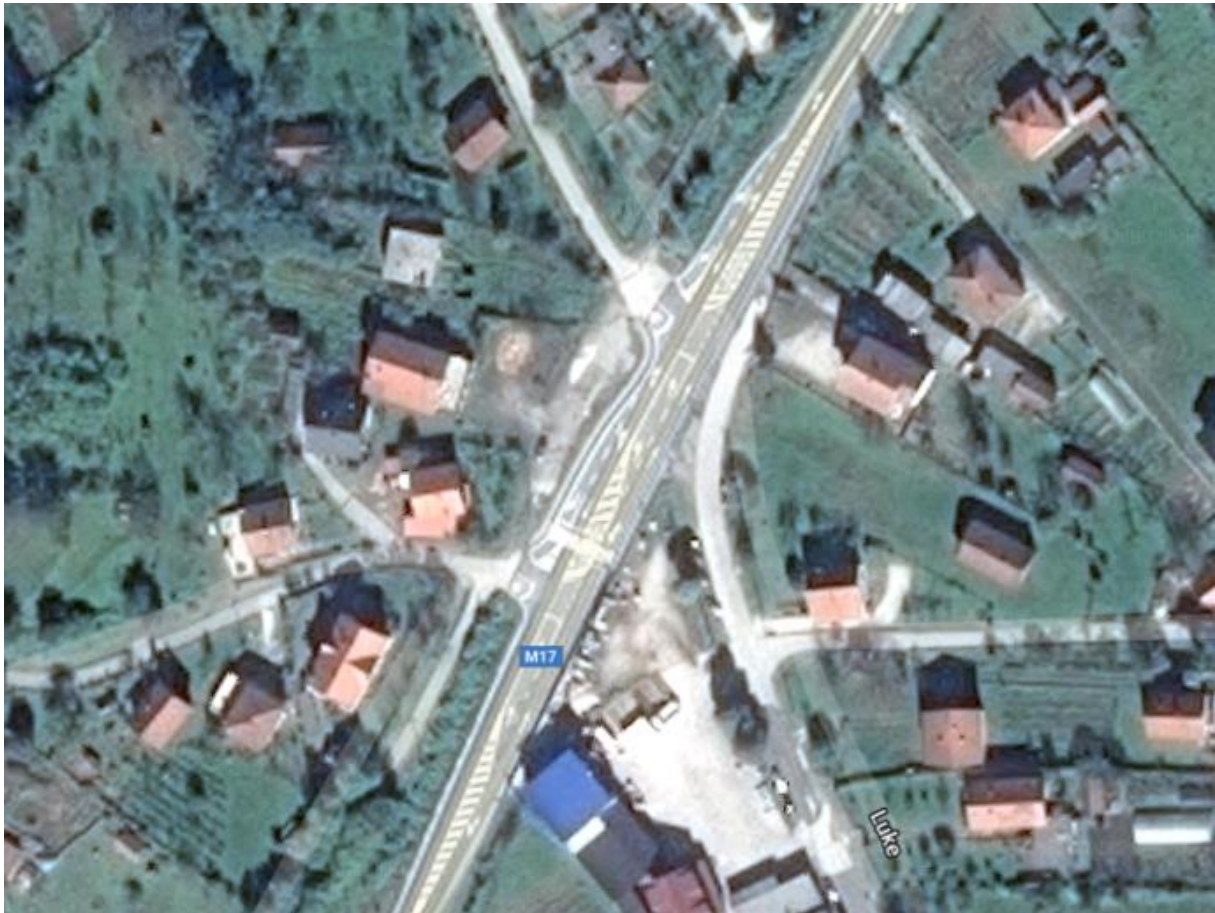
Pri projektiranju treba uzeti u obzir četiri osnovna načela: vidljivost, preglednost, prilagodljivost i protočnost. Čvorište treba biti riješeno što jednostavnije, bez složenih i dugih vođenja prometnih tokova. Na čvorištu ne smije biti više izmjena smjera nego što to zahtjeva njegov oblik [2].

Prema građevinskom oblikovanju cestovna čvorišta mogu biti [2]:

- u jednoj razni,
- u dvije ili više razina te
- kombinirana (dijelom u razini, a dijelom izvan razine)

Ako su ceste različitog značenja, onda se kao osnovica pri rješavanju čvorišta uzima cesta većeg značenja.

Na par lokacija smo uočili da ima neoznačenih priključaka na magistralnu cestu, te nekih koji nisu u skladu sa pravilima izrade gdje se isključuje važnost ceste većeg značenja i njezine funkcionalnosti, pa samim tim smanjuje i propusna moć.



**Slika 16. Raskrižje u razini [5]**

Na lici broj 16 je prikazan tlocrtni prikaz raskrižja u razini za kojeg je ustabovljeno kako nije izvedeno u skladu sa zahtjevima, te je raskrižje potrebno rekonstruirati na optimalniji način.





**Slika 17. Postojeće stanje raskrižja u razini**

Na slici 16 i 17 vidi se višestruko prometno raskrižje u razini kod Žepča gdje se križaju magistralna cesta M-17 (prosječni dnevni promet: 10.228 [voz/dan]) i dvije seoske ceste, sa lijeve strane na slikama, koje nemaju veliki promet tokom dana (manje od 150 uključivanje/isključivanja vozila u danu). Za svako skretanje lijevi i desnih skretača je izveden dodatni prometni trak. Osim toga postavljena su i tri prometna otoka u središtu križanja i pješački prijelaz. Središnji otoci su dodatno označeni vertikalnom signalizacijom.

Od kako je se raskrižje renovirano i napravljena na ovaj način dogodilo se već par prometnih nesreća gdje su vozila bila u naletu na središnje otoke. Kada se vozila približavaju raskrižju znatno smanjuju brzinu što smanjuje i propusnu moć dionice na ovoj lokaciji. S obzirom da se raskrižje nalazi na jako velikoj površini te je oko njega još slobodnog prostora,

prometni tokovi ovog raskrižja mogu se i na drugi način organizirati radi povećanja propusne moći i sigurnosti prometa.

#### **4.5. PODATCI O IZBROJANOM PROMETU NA DIONICI ŽEPČE - ZENICA**

Automatsko brojanje prometa na mreži magistralnih cesta Federacije BiH izvodi se od 2005. godine. Prva tiskana publikacija „Brojanje prometa na magistralnim cestama Federacije BiH u 2006. godini“, objavljena je u 2007. godini [14].

Prema zadnjim službenim podacima iz 2016. godine, na ovoj dionici imamo dva brojača prometa. Podaci sa mjerodavnih brojačkih mjesta za predloženu dionicu su:

- Donja Golubinja, PGDP ( prosječni godišnji dnevni promet): 9.849 [voz/dan]
- Donja Vrača – brojač instaliran u listopadu 2016. godine prema tome nije mjerodavan za izračun PGDP-a.

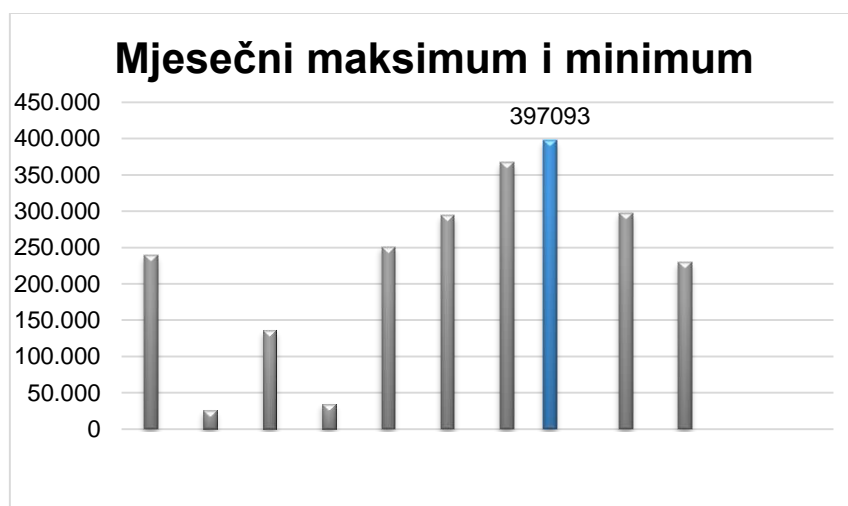
U tablici broj 6. je prikazano koliki je izbrojani promet na brojačkom mjestu 548 Donja Golubinja, vidi se opterećenje za svaki dan kroz cijelu godinu, prikazano po mjesecima. Prosječni dnevni promet iznosi 10.228 [voz/dan], dok je prosječni godišnji dnevni promet (PGDP) 9.849 [voz/dan]. Podatci za studeni i prosinac nisu poznati. Također prema grafikonu 1. može se vidjeti kako je promet najviše pojačan u ljetnom periodu, mjesec kolovoz.

Tablica 6. Mjesečni broj vozila kroz cijelu godinu

Automatski brojač broj:		548										
Lokalitet:		Donja Golubinja										
Broj ceste		M 17										
Smjer		Ozimica - Nemila 0 / Nemila 0 - Ozimica										
	Mjesec											
	Siječanj	Veljača	Ožujak	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Listopad	Studeni	Prosinac
1	4869	8110	-	-	6260	10402	11849	12144	11072	10559	-	-
2	8239	8494	6415	-	8257	10982	10558	12383	12137	8052	-	-
3	6514	8518	9236	-	9331	11713	8359	12615	10632	9982	-	-
4	6123	-	9632	-	10247	10453	11530	12990	9112	10187	-	-
5	6598	-	8541	-	10614	8519	9581	14412	10078	10379	-	-
6	6724	-	6707	-	11132	9129	11399	14634	11645	10777	-	-
7	6554	-	8935	-	10033	9143	12272	12656	10527	11542	-	-
8	8311	-	8505	-	8734	9820	12715	13236	10828	9897	-	-
9	7793	-	9340	-	9973	9796	11706	12427	12074	8347	-	-
10	6800	-	9115	-	9787	10717	10115	12837	11443	11198	-	-
11	8073	-	10153	-	10231	9142	11598	13536	7721	9927	-	-
12	8279	-	8515	-	10710	7002	11098	15232	8879	9928	-	-
13	8357	-	6920	-	11384	9585	10918	15987	11189	10253	-	-
14	8535	-	8866	-	10498	9462	12167	13497	12724	11633	-	-
15	9066	-	8948	-	8540	10055	12980	13912	11448	10076	-	-
16	7710	-	9252	-	10431	10220	12514	12116	11890	8369	-	-
17	6129	-	6772	-	10151	10893	10408	12678	10451	9793	-	-
18	7747	-		-	10281	9575	11858	13070	8760	9815	-	-
19	7965	-		-	8476	8173	11363	14092	10284	9977	-	-
20	8137	-		-	6069	9914	11753	13741	10309	10276	-	-
21	8665	-		-	-	100083	11994	11846	10548	11052	-	-
22	9407	-		-	-	9211	13387	12006	10863	9497	-	-
23	7714	-		-	-	10110	13198	11232	11806	8163	-	-
24	6503	-		-	-	10879	11382	11536	9870	-	-	-
25	8369	-		-	-	9308	12091	12549	-	-	-	-
26	8400	-		-	7488	7853	11580	13260	-	-	-	-
27	8656	-		-	11477	9941	12323	12222	8327	-	-	-
28	8830	-		11154	10241	10133	12835	10350	10283	-	-	-
29	9455	-		12250	9888	10235	14139	11340	10758	-	-	-
30	8150			11225	10115	11963	14468	11230	11813	-	-	-
31	6493				10149		12631	11327		-	-	-
Ukupno	239165	25122	135852	34629	250497	384411	366769	397093	297471	229679	-	-
Prosjek	7715	8374	8491	11543	9635	9814	11831	12809	10624	9986	-	-
<b>Prosječni dnevni promet: 10228</b>												
FS = 0,963												
<b>Prosječni godišnji promet: 9849</b>												

Izvor: [8]

**Grafikon 1. Mjesečni maksimum i minimum prema izbrojenim podacima**



Izvor: [8]

Redni broj	DIONICA		Oznaka ceste	PGDS 100% PLDS 100%	SKUPINA VOZILA								
	Brojač	Lokalitet			A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	C1
55	548	Ozimica - Nemila 0	M 17	9.849	0	8.395	0	0	104	439	234	471	206
		100%		0,0	85,2	0,0	0,0	1,1	4,5	2,4	4,8	2,1	
		11.721		0	10.065	0	0	119	502	251	546	239	
		100%		0,0	85,9	0,0	0,0	1,0	4,3	2,1	4,7	2,0	

**Slika 18. PGDP i PLDP, struktura prema skupinama vozila. [8]**

Skupine vozila koje prometuju ovom dionicom su sljedeće:

- A1 – motocikli
- A2 – osobna vozila
- A3 – teretna vozila do 3,5 t
- A4 – autobusi
- B1 - teretna vozila 3,5 – 7 t
- B2 – teretna vozila preko 7 t
- B3 – teretna vozila s prikolicom
- B4 – tegljači
- C1 – teretna vozila do 7 t najveće dopuštene mase

Prema slici 18. vidi se da su najzastupljenija vozila skupine A2 što su osobni automobili. Također se vidi i prisutnost različitih kategorija teretnih vozila. Jedan od problema koji se pojavljuje unutar BiH sa teretnim vozilima namijenjenim za razni transport roba je njihova pretovarenost sa teretom, što također prema pravilima šteti cesti, odnosno kolničkoj konstrukciji.

## **5. PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA PROMETNO-TEHNIČKIH ELEMENTATA CESTE NA DIONICI ŽEPČE – ZENICA**

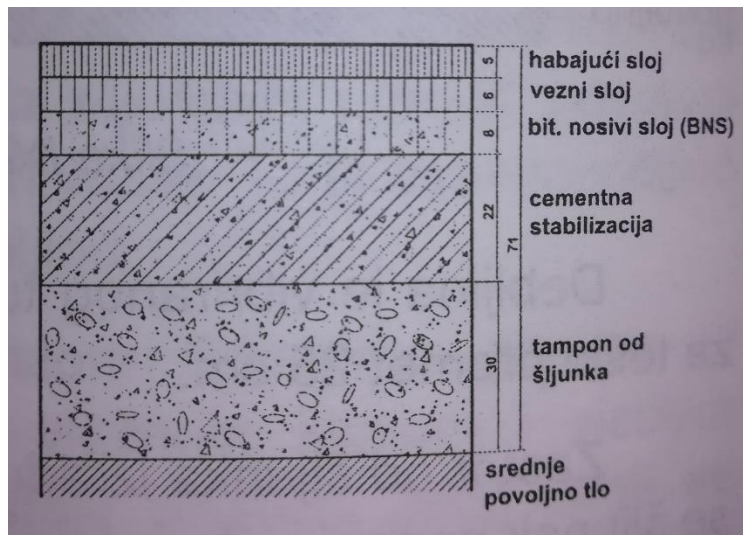
### **5.1. PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA NOSIVOG USTROJA**

Jedan od najvećih problema ove dionice je gornji i donji ustroj ceste, te mostovi i tuneli. Potrebno bi bilo napraviti potpunu rekonstrukciju gotovo cijele dionice. U dva navrata 2003. godine, te 2008. – 2012. godine, vršena je rehabilitacija gornjeg ustroja ali sa konačno slabim učinkom, prvi put zbog odabranog rješenja, a drugi put zbog loše postavljenog projektnog zadatka.

Zemljani trup mora biti izgrađen tako da što dulje osigura dobru stabilnost ceste, da se ne pojave slijeganja i deformacije. Dobro nabijen zemljani trup sliježe se s vremenom do 1 posto, a ne nabijeniji čak i više od 10 posto [1].

Zemljani trup dionice Žepče-Zenica je najvećim dijelom izrađen od zemlje (materijal III kategorije) te materijalom iz pozajmišta (serpentinit i serpentinska breča). Zbog vlage koja prodire (isparavanja, blizina rijeke Bosne), nedovoljne nabijenosti zemljanog trupa i velikih opterećenja ceste, te drugih utjecaja došlo je do slijeganja istog te je to i jedan od razloga deformacije kolničke konstrukcije. Stvaraju se špure, rupe na cesti, ulegnuća, izbočine, pucanja asfalta. Potrebno bi bilo ojačati zemljani trup potpornim i upornim zidovima na mjestima gdje su veće deformacije, te pri rekonstrukciji nabiti zemljani trup što je više moguće. Te na mjestima gdje postoje stjenovite kosine postaviti zaštitu od odrona.

Tampon ove dionice, 40 cm, je izrađen od šljunčanog materijala iz rijeke Bosne, dok je gornji nosivi ustroj ukupne debljine  $d = 21$  cm. Urađena su dva sloja BNS-a (7 cm) gdje je kao agregat ponovno poslužio šljunčani materijal iz rijeke Bosne, te 7 cm habajućeg sloja. Kako bi se pojačala konstrukciju kolnika koja trpi veliko prometno opterećenje i smanjile deformacije preporučuje se zastor od asfaltnog betona na srednje povoljnom tlu za teški promet. Primjena tampona od 30 cm, zatim postaviti 20 cm cementne stabilizacije, 8 cm BNS – a, 6 cm vezni sloj i 5 cm habajućeg sloja. Čak umjesto šljunčanog materijala, mogao bi se primijeniti i lomljeni kamen, te na nekim lokacijama postaviti betonske rubne trake kako bi manje dolazilo do horizontalnih deformacija.



**Slika 19. Kolnički zastor od asfaltnog betona za teški promet[1]**

Za poboljšanje sigurnosti u prometu i povećanje propusne moći nužno je riješiti tunele i mostove. Kako na cijeloj dionici tako je i u tunnelima i mostovima potrebno obnoviti kolničku konstrukciju. Potrebno je raznim polimerima i aditivima povećati hrapavost i otpor ceste radi stabilnosti vozila, pogotovo zbog uvjeta zimi kada te površine najprije mrznu te dolazi do klizanja. Unutar tunela poglavito je nužno riješiti ventilaciju, hidroizolaciju kako više ne bi dolazilo do stvaranja leda na kolniku i ledenica na kaloti tunela, te pojačati rasvjetu. Unutar tunela Vranduk 2, te na izlazu/ulazu iz njega (nadovezuje se na most) postaviti svjetleću prometnu signalizaciju, kako bi se upozorilo na uvjete na cesti, pogotovo zimi.

## **5.2. PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA ELEMENATA POPREČNOG PRESJEKA**

Prema prometnom opterećenju ova cesta spada u 3. razred, projektna brzina ( $V_p$ ) je 80 [km/h], dok su ograničenja u naseljenim mjestima 60 [km/h]. Većina dionice se prostire kroz naseljeno područje i poslovne zone, zbog toga je osim cestovnog prometa zastupljen i jako čest pješački i biciklistički promet koji nemaju razvijenu infrastrukturu. Samim time se kreću uz sam rub ceste ili cestom što je jako opasno po sve sudionike i dovodi do prometnih nesreća. Zbog toga vozači moraju biti jako oprezni kako ne bi ugrožavali niti sebe niti druge sudionike prometa. Širina prometnog traka, koja je određena prema projektnoj brzini ( $V_p$ ) je zadovoljavajuća i iznosi 3,50 [m]. Dio elemenata poprečnog presjeka koji nisu zadovoljavajući su rubni trakovi, bankine, nepostojanje biciklističkih i pješačkih staza. Rubni trakovi i bankine su postojeće na nekim dijelovima dionice, ali u različitim dimenzijama ili uopće ne postoje.

Prema širini prometnog traka trebali bi iznositi: rubni trak 0,35 [m] i bankina 1,50 [m]. Preporučuje se njihova izrada kako bi se povećao željeni učinak teme diplomskog rada.

Na slikama 10 i 11 u analizi postojećeg stanja vidi se problem koji se pojavljuje zbog nepostojeće infrastrukture za pješački i biciklistički promet. Zbog toga se preporučuje izgradnja iste, ako ne duž cijele dionice barem na naseljenom području i poslovnim zonama. Time bi znatno povećali sigurnost prometa, smanjili broj nesreća i povećali propusnu moć dionice. Biciklističke staze se odvajaju visinski od kolnika ili razdjelnim trakom, slobodna visina unutar slobodnog profila biciklističke staze iznosi 2,5 [m]. Širina traka za normalno kretanje pješaka je 0,75 – 0,80 [m]. Visina slobodnog profila pješačke staze iznosi 2,50 [m].

Slobodni i prometni profil ceste nisu ugroženi nikakvim neželjenim sadržajem postavljenim od strane neovlaštenih osoba koji nije u svrhu prometa (reklame, ograde i sl.). Greška koja je uočena, te koju je potrebno u potpunosti provjeriti i promijeniti prema pravilima je prometna signalizacija koja nije postavljena u skladu sa pravilnikom. O prometnoj opremi i signalizaciji malo više u idućem poglavlju pod rednim brojem 6. Također unutar slobodnog i prometnog profila potrebno je ukloniti raslinje i drveće koje zaklanja preglednost vozača, te prometnu signalizaciju kao što je to slučaj prikazan na slici 13.

### **5.3. PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA TLOCRTNI I VERTIKALNIH ELEMENATA CESTE**

Kako je unutar analize navedeno ova dionica gotovo pa prema svim tlocrtnim elementima zadovoljava prometna pravila o projektiranju ceste. Krivine su pregledne sa velikim radijusima i dugim prijelaznicama sa maksimalnim poprečnim nagibom od 7 %. Pravci i međupravci su dovoljnih dužina, bez velikog uzdužnog nagiba. Takvim pružanjem ova dionica što se tiče tih elemenata zadovoljava na većem dijelu horizontalnu i vertikalnu preglednost za odvijanje cestovnog prometa. Dio koji se uvidom u teren preporučuje sanirati kako bi zadovoljila horizontalna preglednost u zavoju je stjenovita i šumom obrasla kosina koja se nalazi u zavoju nakon mosta koji se nastavlja na izlaz tunela Vranduk 2 prema Zenici.



Slika 20. Kosina nakon tunela Vranduk 2 iz smjera Žepča prema Zenici [5]

#### 5.4. PRIJEDLOG RJEŠENJA PROMETNOG RASKRIŽJA U RAZINI PRIKAZANOG U ANALIZI POSTOJEĆEG STANJA

U svrhu poboljšanja propusne moći na ovom raskrižju za početak je potrebno maknuti središnje prometne otoke sa svim sadržajem. Rekonstruirati cijelo raskrižje u trokrako kako bi bilo manje konfliktnih točaka. Tri seoske ceste koje se nadovezuju na magistralnu cestu usmjeriti u jednu pomoćnu cestu za koju ima prostora da se izvede. Samo raskrižje po sebi već zauzima veliki prostor, a ukoliko bi bilo potrebno mogao bi se i otkupiti pojas uz cestu. Nakon izgradnje pomoćne ceste i spajanja cesta manje važnosti, novu pomoćnu cestu spojiti na magistralni put M-17 sa posebnim trakom za lijeve i desne skretače koji se uključuju na magistralnu cestu, te dodatni trak koji služi za isključivanja vozila sa glavne magistralne ceste. Na glavnom prometnom pravcu je također potrebno napraviti trak za lijeve i desne skretače koji se uključuju na pomoćnu cestu, odnosno isključuju sa glavnom prometnog pravca i dalje kreću pravcem kojim žele. Za pješački promet izgraditi nadvožnjak ili podvožnjak.



## 6. PROMETNI ZNAKOVI I SIGNALIZACIJA

Opremu i zaštitu ceste čine svi uređaji i sredstva koji omogućuju sigurno kretanje vozila i obavještavanje vozača o uvjetima odvijanja prometa. Na cestama s dobrom opremom povećava se sigurnost vozača, a time i sigurnost prometa. Opremu ceste čine: prometni znakovi i signalizacija, kolobrani, ograde, živice, snjegobrani, smjerokazi, kilometarske oznake, granični stupići i ostalo [1].

Po međunarodnim propisima ceste moraju biti opremljene prometnim znakovima. Prometni znakovi su najvažniji elementi opreme ceste. Oni se ugrađuju u trup ceste i obavještavaju vozače tijekom vožnje. Prometne znakove, signalizaciju i opremu čine [1]:

**Znakovi** – Osnovni prometni znakovi su: znakovi opasnosti, izričitih naredbi i obavijesti, te dopunske ploče, oznake na kolniku i drugim površinama, prometna svjetla i svjetlosne oznake i promjenjivi prometni znakovi.

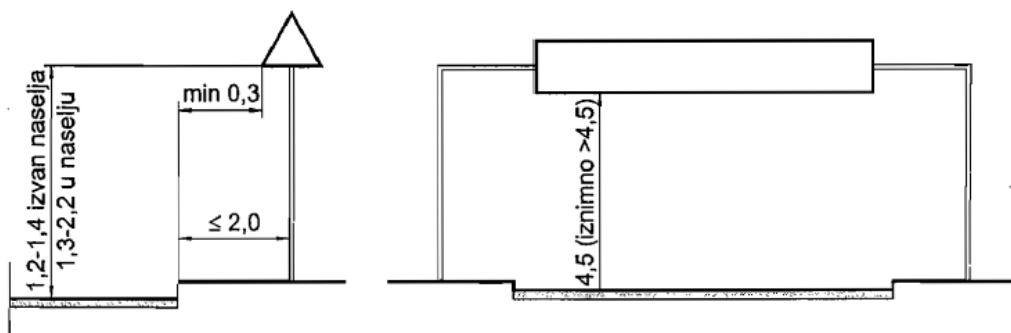
**Prometna oprema ( u užem smislu)** – Prometnu opremu čini: oprema za označavanje ruba kolnika, te oprema, znakovi i oznake za označavanje radova, prepreka i oštećenja kolnika i oprema za vođenje i usmjerivanje prometa u zoni radova na cesti, prepreka i oštećenja kolnika, te zaštitna ograda, ograda protiv zasljepljivanja i zaštitne žičane ograde, prometna zrcala i oprema i mjere za smirivanje prometa.

**Turistička i ostala signalizacija** – Ovu signalizaciju čine: znakovi obavijesti o kulturnim i turističkim znamenitostima, znakovi usmjerivanja prema znamenitostima, znakovi za pružanje turističkih obavijesti na prometnim površinama i znakovi za izraz dobrodošlice u državu, županiju, grad ili općinu.

Prometni znakovi postavljaju se izvan naselja s desne strane kolnika u visini 1,3 – 2,2 [m] iznad kolnika i na udaljenosti 0,5 – 2,0 [m]. od ruba kolnika. Način postavljanja prometnih znakova propisan je Pravilnikom [1].

Prema načinu, mjestu postavljanja i prema funkciji u prometu, u načelu se prometna signalizacija dijeli na [1]:

- Okomitu ( vertikalnu) signalizaciju
- Tlocrtnu (horizontalnu) signalizaciju
- Svjetlosnu signalizaciju

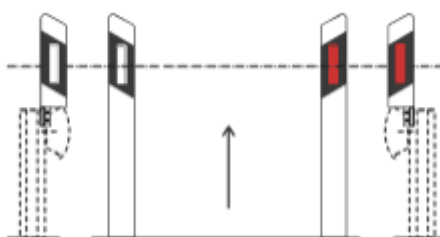


**Slika 21. Postavljanje vertikalne signalizacije [1]**

Oprema za označivanje ruba kolnika koja se koristi na ovoj dionici su smjerokazni stupići (slika 22). 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 zadanim tablicama.

Kad je uz kolnik ceste postavljena zaštitna odbojna ograda na udaljenosti manjoj od 1,50 [m] od ruba kolnika, smjerokazni stupići postavljaju se na ogradu. U slučaju da je uz kolnik postavljena zaštitna odbojna ograda udaljena od ruba kolnika 1,50 [m] i više, za označivanje ruba kolnika postavlja se smjerokazni stupić sa slike 22 [1].



**Slika 22. Smjerokazni stupići [1]**

Uvidom u teren uočeni su mnogi nedostaci vertikalne i horizontalne signalizacije. Loša kvaliteta retrorefleksije što stvara poseban problem noću, znakovi nisu dovoljno i na vrijeme uočljivi. Također postoji odstupanje u izvedbi, postavljanju znakova, odstupanja u visini i širini određenim pravilnikom. Znakovi su na mnogim lokacijama iskrivljeni, nagnuti te nisu

usmjereni prema smjeru vožnje. Na par lokacija su uočeni različiti znakovi za ograničenje brzine za isti dio dionice. Preporuča se zamjena vertikalne signalizacije i postavljanje u skladu sa pravilima, postavljanje kvalitetnijih oznaka na kolniku, te postavljanje svjetleće signalizacije unutar tunela i na mostovima. Pri postavljanju signalizacije izrazito gledati da znakovi nisu zaklonjeni, ugroženi bilo kakvim zaprekama, raslinjem i sl. što bi umanjilo funkcionalnost znaka. Isto tako vrijedi i za ostalu opremu na cesti. Smjerokazni stupići su dobrim dijelom oštećeni, polomljeni ili ne postoje. Preporučuju se i štapovi za snijeg u zimskim uvjetima koji označuju rub kolnika i naznačuju pružanje ceste ili cestovne građevine.

## 7. EVALUACIJA RJEŠENJA

Evaluacija ili vrjednovanje (od lat. valere: biti zdrav, jak, sposoban), općenito znači opis, analizu, vrjednovanje i ocjenu projekata, procesa i organizacijskih jedinica po utvrđenom kriteriju ili standardu. Označava i procjenu planiranih aktivnosti pojedinaca, skupina ili institucija i njihovih rezultata. Evaluacija nije samo završna procjena nekog projekta ili programa, već može biti i procjena u svim fazama planiranja.

Na analiziranoj dionici evaluacija i prijedlog rješenja je dat prema procjeni pojedinca (autora). Pri izradi diplomskog rada uočeno je mnogo nedostataka vezani za prometno - tehničke elemente ceste koji utječu na propusnu moć cestovnog prometa ove dionice:

- Donji ustroj ceste: zemljani trup ceste nestabilan
- Gornji ustroj ceste: slijeganje tampona i cestovnog zastora što dovodi do deformacija
- Elementi poprečnog presjeka: širina bankina i rubnog traka, nepostojeća infrastruktura za pješački i biciklistički promet
- Prometni i slobodni profil: raslinje i drveće unutar profila
- Tlocrtni i vertikalni elementi ceste: horizontalna preglednost u zavoju nakon mosta koji se nastavlja na izlaz tunela Vranduk 2 prema Zenici.
- Oprema ceste: vertikalna i horizontalna signalizacija jako loše postavljena i slaba retrorefleksija
- Ostalo: raskrižja u razini nisu u skladu sa pravilnikom izrade, neoznačeni ilegalni priključci cesta manje važnosti na magistralnu cestu.

Propusna moć ceste je maksimalan broj vozila što se može propustiti u jedinici vremena kroz promatrani presjek. Pri određivanju propusne moći ceste polazi se od propusne moći jednoga prometnog traka. Propusna moć (C) ceste na jednom voznom traku u broju vozila za jedan sat dana je jednadžbom:

- $C = 1000 * V / a$
- C – propusna moć ceste
- V – brzina vožnje vozila u [km/h]
- a – sigurnosni razmak između vozila u kretanju ([m])

S obzirom da dionica Žepče-Zenica svake godine broji porast cestovnog prometa (2015. godine PGDP = 8.621 [voz/dan], 2016. godine PGDP = 9.849 [voz/dan]) moraju se osigurati bolji prometno-tehnički elementi ceste kako bi se povećala propusna moć, sigurnost prometa,

te razina usluge. Pješački i biciklistički promet također imaju veliki utjecaj na odvijanje cestovnog prometa, potrebno je naći rješenje kako bi se taj utjecaj smanjio.

Prema prometno – tehničkim elementima vezanim za donji i gornji ustroj ceste potrebno napraviti rekonstrukciju cijele dionice. Da bi se uradila izmena donjeg i gornjeg ustroja potrebna su velika financijska sredstva, kao alternativa se preporučuje ojačavanje trupa ceste sa obložnim zidovima na mjestima gdje je to potrebno, te zamjena gornjeg nosivog ustroja prema ranije danom rješenju. Te bi karakteristike poboljšale vozno stanje ceste pa bi se time povećala i propusna moć dionice.

Najlošije točke na ovoj dionici su tuneli koji su u više navrata sanirani ali loša hidroizolacija poglavito u zimskom razdoblju, čini ogromne probleme i nesigurnost prometa, led na kolniku, ledenice na kaloti tunela, slaba rasvjeta tunela, bez ikakve dodatne opreme. Dodjeljivanjem dodatne svjetleće signalizacije koja upozorava na sve ove neprilike, pogotovo zimi, rekonstrukcijom kalote tunela i hidroizolacije, te pravilno postavljene rasvjete uvelike doprinosi poboljšanju sigurnosti prometa na tim lokacijama, time vozači ne moraju usporavati i smanjivati brzinu vožnje čime se smanjuje i propusna moć.

Zbog naseljenosti područja kuda se proteže analizirana dionica utjecaj pješačkog i biciklističkog prometa je neizostavan. Izgradnjom odgovarajuće infrastrukture, koja je do sada bila ne postojeća, osigurat će se sigurnost svih sudionika prometa. Smanjit će se broj prometnih nesreća i osigurati nesmetano odvijanje cestovnog prometa, vozači neće morati usporavati vožnju zbog kretanja biciklista i pješaka.

Zamjenom vertikalne i horizontalne signalizacije koja je u lošem stanju također će se postići kvalitetnije odvijanje prometa. Kvalitetnijom signalizacijom vozači će biti upućeniji u stanje na kolniku, moći jasno pročitati poruku znaka, donijeti pravovremenu odluku i sigurnije prometovati, što je naročito važno pri velikim brzinama i velikoj gustoći prometa.

Pravilnom izgradnjom, označavanjem križanja u razini, blokiranjem ilegalnih priključaka na cestu, zadržavanjem prioriteta ceste veće važnosti unutar križanja, prednosti prometovanja i smanjenjem konfliktnih točaka, te bespotrebnog presijecanja prometnog toka glavnog pravca dobit će se veća propusna moć dionice Žepče-Zenica.

Sagledavanja glavnog evaluacijskog indikatora propusne moći uviđamo da predložena idejna rješenja ovog diplomskog rada doprinose krajnjem cilju, a to je povećanje propusne moći i sigurnosti prometa.

## 8. ZAKLJUČAK

Tehnički elementi ceste su jedni od najbitnijih čimbenik koji utječe na propusnu moć cestovnog prometa i sigurnost prometa. Zbog toga je jako bitno pri izradi određene ceste, dionice, raskrižja i ostalih dijelova prometne infrastrukture, posvetiti tim elementima što više pažnje. Napraviti što detaljnije analize postojećih stanja i buduće primjene pri izradi ceste, kako bismo dobili što bolji željeni rezultat i učinak ceste, a to je propusna moć i sigurnost prometa. Kada određena cesta nije izgrađena prema pravilima projektiranja automatski se smanjuje i njezina funkcionalnost. Zahtjevi prometne potražnje iz dana u dan su sve veći, još uvijek je cestovni promet osnovni vid prometa za transport ljudi i roba, zbog toga je na te zahtjeve je potrebno odgovoriti izgrađivanjem novih prometnica ili rekonstrukcijom postojećih.

Kao zadatak ovog diplomskog rada, za analizu i prijedlog poboljšanja prometno – tehničkih elemenata ceste u svrhu povećanja propusna moći uzeta je dionica, magistralne ceste M-17, Žepče – Zenica, koja se nalazi u Bosni i Hercegovini, točnije Zeničko – dobojskoj županiji / kantonu. Analizom postojećeg stanja ustanovljeni su mnogi nedostaci unutar gornjeg i donjeg ustroja ceste; tlocrtnih, vertikalnih i elemenata poprečnog presjeka ceste; slobodnog profila ceste, te opreme ceste i ostalih elemenata. S obzirom na to da dionica Žepče - Zenica svake godine bilježi porast cestovnog prometa (2015. godine PGDP = 8.621 [voz/dan], 2016. godine PGDP = 9.849 [voz/dan]) moraju se osigurati bolji prometno-tehnički elementi ceste kako bi se povećala propusna moć dionice.

Preporučuje se potpuna rekonstrukcija dionice vezano za gornji ustroj ceste, s drugim materijalima izrade i načinima primjene istih, objašnjeno prethodnom tekstu. Donji ustroj ceste je potrebno ojačati, te obnoviti tunele i mostove uz postavljanje dodatne svjetleće signalizacije. Potreba je izgradnja infrastrukture za biciklistički i pješački promet koja je do sada bila ne postojeća. Vertikalna i horizontalna signalizacija je također u lošem stanju, potrebno napraviti potpunu izmjenu iste, s boljom kvalitetom, vijekom trajanja i retrorefleksijom signalizacije. Potrebno redovnije i kvalitetnije održavanje slobodnog i prometnog profila, zbog pojavljivanja raslinja i drveća koja imaju negativan utjecaj na odvijanje prometa tako da smanjuju preglednost vozaču, čime se ugrožava sigurnost i usporava promet. Unutar analize je utvrđeno i kako postoje određena raskrižja u razini koja nisu najoptimalnije izgrađena, uređena i kako određenih broj priključaka nerazvrstanih cesta nisu označeni. Izmjenom analizirani elemenata došlo bi do povećanja propusne moći dionice i sigurnosti svih sudionika prometa na tome području.

## LITERATURA

1. Legac, I. : Cestovne prometnice I javne ceste, Fakultet prometnih znanosti u Zagrebu, Zagreb, 2006.
2. Božičević j., Topolnik D. : Infrastruktura cestovnog prometa, Sveučilište u Zagrebu Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 1996.
3. Cerovac, V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001.
4. Luburić, G.: Sigurnost cestovnog i gradskog prometa 1- radni materijal za predavanja, Fakultet prometnih znanosti, 2010.
5. <https://www.google.hr/maps/>
6. <http://www.katastar.ba/geoportal/preglednik/>
7. <http://www.zedoturizam.ba/index.php/bs/o-kantonu/o-ze-do-kantonu>
8. [http://dev.jpcfbih.ba/assets/upload/dokumenti-brojanje-saobracaja/brojanje\\_saobracaja\\_f\\_bih\\_2016.pdf](http://dev.jpcfbih.ba/assets/upload/dokumenti-brojanje-saobracaja/brojanje_saobracaja_f_bih_2016.pdf)
9. <http://www.jpautoceste.ba/o-autocesti/>
10. <https://advokat-prnjavorac.com/zakoni/Zakon-o-cestama-FBiH.pdf>
11. <http://www.propisi.hr/print.php?id=7519>
12. <https://www.prometna-zona.com/tehnicki-elementi-ceste/>
13. <http://www.mppi.hr/UserDocsImages/nn-110-01-Pravilnik-javneceste-sigurnost.htm>
14. <https://jpcfbih.ba/bs/aktivnosti/brojanje-saobracaja/22>
15. <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=46418>
16. <http://www.zdk.ba/>
17. <https://jpdcfbh.ba/bs/aktivnosti/mreza-magistralnih-cesta/37>
18. [http://www.ss-tehnicka-prometna-st.skole.hr/upload/ss-tehnicka-prometna-st/images/static3/1495/File/oprema\\_cesta.pdf](http://www.ss-tehnicka-prometna-st.skole.hr/upload/ss-tehnicka-prometna-st/images/static3/1495/File/oprema_cesta.pdf)
19. [http://e-student.fpz.hr/Predmeti/O/Osnove\\_prometne\\_infrastrukture\\_\(1\)/Materijali/3\\_Osnove\\_infrastrukture\\_cestovnog\\_prometa.pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/O/Osnove_prometne_infrastrukture_(1)/Materijali/3_Osnove_infrastrukture_cestovnog_prometa.pdf)
20. <http://www.mppi.hr/UserDocsImages/nn-110-01-Pravilnik-javneceste-sigurnost.htm>
21. [http://ss-graditeljska-zg.skole.hr/upload/ss-graditeljska-zg/images/static3/2021/File/PRIRU%C4%8CNIK\\_ZA\\_PROJEKTIRANJE\\_CESTA.pdf](http://ss-graditeljska-zg.skole.hr/upload/ss-graditeljska-zg/images/static3/2021/File/PRIRU%C4%8CNIK_ZA_PROJEKTIRANJE_CESTA.pdf)

## **POPIS SLIKA**

Slika 1. Položaj Bosne i Hercegovine

Slika 2. Trasa autoceste na Koridoru Vc (europska cesta E73)

Slika 3. – Zeničko-dobojska županija

Slika 4. Postojeća mreža magistralnih cesta Federacije BiH

Slika 5. Položaj i lokacija promatrane dionice magistralne ceste M-17

Slika 6. Tunel Vranduk 2

Slika 7. Slojevi kolničke konstrukcije

Slika 8. Oštećenje kolničke konstrukcije

Slika 9. Osnovni elementi poprečnog presjeka ceste u zasjeku

Slika 10. Odvijanje pješackog prometa

Slika 11. Odvijanje biciklističkog prometa

Slika 12. Cesta izvan naselja – Prometni i slobodni profil

Slika 13. Raslinje u slobodnom profilu

Slika 14. Tlocrtni elementi ceste

Slika 15. Najmanji dopušteni polumjer

Slika 16. Raskrižje u razini

Slika 17. Postojeće stanje raskrižja u razini

Slika 18. PGDP i PLDP, struktura prema skupinama vozila.

Slika 19. Kolnički zastor od asfaltnog betona za teški promet

Slika 20. Kosina nakon tunela Vranduk 2 iz smjera Žepča prema Zenici

Slika 21. Postavljanje vertikalne signalizacije

Slika 22. Smjerokazni stupići



## **POPIS TABLICA**

Tablica 1. Podjela ceste prema prognoziranom PGDP-u

Tablica 2. Širine prometnog traka za razne brzine  $V_p$  i terenske prilike  $V_p$

Tablica 3. Odnos širine rubnog i prometnog traka

Tablica 4. Odnos širine prometnog traka i bankine

Tablica 5. Polumjeri u odnosu na brzinu

Tablica 6. Mjesečni broj vozila kroz cijelu godinu

## **POPIS GRAFIKONA**

Grafikon 1. Mjesečni maksimum i minimum prema izbrojenim podacima



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
10000 Zagreb  
Vukelićeva 4

### IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

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

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

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

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

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu \_\_\_\_\_ diplomskog rada

pod naslovom **UTJECAJ PROMETNO – TEHNIČKIH ELEMENATA CESTE NA**

**PROPUSNU MOĆ CESTOVNOG PROMETA**

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

U Zagrebu, \_\_\_\_\_ 17.9.2018 \_\_\_\_\_

Student/ica:

*Nikol Bošnjak*

(potpis)