

# Utjecaj prometno- tehničkih elemenata ceste na propusnu moć dionice magistralne ceste M 16.2 na relaciji Gornji Vakuf Uskoplje - Rama - Prozor u Bosni i Hercegovini

---

Perić, Josip

Master's thesis / Diplomski rad

2022

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:220553>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-18**



*Repository / Repozitorij:*

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Josip Perić**

**UTJECAJ PROMETNO-TEHNIČKIH ELEMENATA CESTE NA  
PROPUSNU MOĆ DIONICE MAGISTRALNE CESTE M 16.2 NA  
RELACIJI GORNJI VAKUF USKOPLJE – RAMA PROZOR U  
BOSNI I HERCEGOVINI**

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2022.**

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

Zagreb, 5. svibnja 2021.

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

**DIPLOMSKI ZADATAK br. 6490**

Pristupnik: **Josip Peric (0135258998)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Utjecaj prometno- tehničkih elemenata ceste na propusnu moc dionice magistralne ceste M 16.2 na relaciji Gornji Vakuf Uskoplje - Rama - Prozor u Bosni i Hercegovini**

Opis zadatka:

Analizirati postojeće stanje magistralne ceste, tj. analizirati prometno tehničke elemente magistralne ceste koji utječu na propusnu moc ceste. Pomocu analize postojećeg stanja utvrditi ce se koji su nedostatici na magistralnoj cesti koji utječu na propusnu moc ceste i na sigurnost prometa.

Utvrditi zašto pojedini elementi prometne infrastrukture nisu dobri, kako utječu na propusnu moc, koji su njegovi nedostatici, koji su elementi koji se mogu poboljšati..

Dati prijedloge rješenja poboljšanja prometno tehničkih elemenata magistralne ceste.

Prikazati koje ce koristi biti od poboljšanja prometno tehničkih elemenata ceste ili promjena na prometnoj infrastrukturi.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

---

prof. dr. sc. Grgo Luburic

**Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti**

**DIPLOMSKI RAD**

**UTJECAJ PROMETNO-TEHNIČKIH ELEMENATA CESTE NA  
PROPUSNU MOĆ DIONICE MAGISTRALNE CESTE M 16.2 NA  
RELACIJI GORNJI VAKUF USKOPLJE – RAMA PROZOR U  
BOSNI I HERCEGOVINI**

**IMPACT OF TRAFFIC AND TECHNICAL ELEMENTS ON THE  
MAXIMUM ROAD CAPACITY OF THE M 16.2 MAIN ROAD  
SECTION GORNJI VAKUF USKOPLJE – RAMA PROZOR IN  
BOSNIA AND HERCEGOVINA**

**Mentor: prof.dr.sc. Grgo Luburić**

**Student: Josip Perić**

**JMBAG:0135258998**

**Zagreb, 2022.**

# UTJECAJ PROMETNO-TEHNIČKIH ELEMENATA CESTE NA PROPUSNU MOĆ DIONICE MAGISTRALNE CESTE M 16.2 NA RELACIJI GORNJI VAKUF USKOPLJE – RAMA PROZOR U BOSNI I HERCEGOVINI

## SAŽETAK

U radu je dat prikaz i analiza prometno-tehničkih elemenata ceste sa svrhom poboljšanja propusne moći i sigurnosti svih sudionika u cestovnom prometu. Poznavanjem propusne moći mogu se procijeniti nedostaci postojeće cestovne mreže i predložiti odgovarajuće izmjene kao što su proširenje kolnika i zavoja, rekonstrukcija zavoja, reorganizacija prometnih tokova na raskrižju, izmjene na vertikalnoj i horizontalnoj signalizaciji i sl.

KLJUČNE RIJEČI: cesta; cestovni promet; prometno-tehnički elementi; propusna moć; sigurnost

---

## SUMMARY

This thesis gives a presentation and analysis of traffic elements of a road with the aim of improving traffic flow and safety of all road users. Knowing the traffic flow, disadvantages of the existing road network can be assessed and adequate changes proposed as there are widening the roadway and the bend, reconstruction of the bend, reorganisation of traffic flow at a junction, changes in vertical and horizontal signage etc.

KEY WORDS: road; road traffic; traffic elements; traffic flow; safety

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2. DEFINIRANJE ZONE OBUHVATA .....</b>	<b>2</b>
2.1.    DEFINIRANJE MAKRO ZONE OBUHVATA .....	2
2.2.    DEFINIRANJE MIKRO ZONE OBUHVATA.....	7
<b>3. OSNOVNI PARAMETRI PROMETNOG TOKA I PROPUSNA MOĆ CESTE .....</b>	<b>14</b>
3.1.    OSNOVNI PARAMETRI PROMETNOG TOKA.....	14
3.2.    PROPUSNA MOĆ CESTOVNIH PROMETNICA I ČVORIŠTA .....	15
3.2.1. <i>Propusna moć prometnice.....</i>	<i>15</i>
3.2.2. <i>Propusna moć prometnice između dvaju raskrižja sa semaforima.....</i>	<i>18</i>
<b>4. UTJECAJ PROMETNO-TEHNIČKIH ELEMENATA CESTE NA PROPUSNU MOĆ I SIGURNOST PROMETA.....</b>	<b>20</b>
4.1.    PROMETNI TRAK.....	20
4.2.    RUBNI TRAK.....	21
4.3.    BANKINA, BERMA .....	21
4.4.    RIGOL .....	22
4.5.    TRAK ZA SPORU VOŽNJU.....	22
4.6.    PJEŠAČKE STAZE .....	22
4.7.    BICIKLISTIČKE STAZE .....	23
4.8.    HORIZONTALNA I VERTIKALNA PREGLEDNOST .....	23
4.8.1. <i>Horizontalna preglednost.....</i>	<i>23</i>
4.8.2. <i>Vertikalna preglednost .....</i>	<i>24</i>
4.9.    TLOCRTNI I VERTIKALNI ELEMENTI CESTE .....	25
4.9.1. <i>Pravac .....</i>	<i>25</i>
4.9.2. <i>Kružni luk.....</i>	<i>26</i>
4.9.3. <i>Prijelaznice.....</i>	<i>27</i>
<b>5. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA DIONICE MAGISTRALNE CESTE M16.2 NA RELACIJI GORNJI VAKUF USKOPLJE – PROZOR RAMA .....</b>	<b>28</b>
5.1.    NOSIVI USTROJ ANALIZIRANE DIONICE .....	28
5.1.1. <i>Postojeće stanje donjeg ustroja dionice .....</i>	<i>28</i>
5.1.2. <i>Postojeće stanje gornjeg ustroja dionice.....</i>	<i>28</i>
5.2.    POPREČNI PRESJEK ANALIZIRANE DIONICE .....	29
5.3.    PROMETNI I SLOBODNI PROFIL.....	32
5.4.    TLOCRTNI I VERTIKALNI ELEMENTI DIONICE .....	33
5.5.    CESTOVNA RASKRIŽJA ILI ČVORIŠTA.....	34
5.6.    PODATCI O IZBROJANOM PROMETU NA DIONICI G.VAKUF USKOPLJE – PROZOR RAMA....	40
5.6.1. <i>Brojanje prometa.....</i>	<i>40</i>
<b>6. PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA PROMETNO – TEHNIČKIH ELEMENATA CESTE NA ANALIZIRANOJ DIONICI .....</b>	<b>49</b>
6.1.    PRIJEDLOG POBOLJŠANJA NOSIVOG USTROJA CESTE.....	49
6.2.    PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA ELEMENATA POPREČNOG PRESJEKA .....	50
6.3.    PRIJEDLOG POBOLJŠANJA TLOCRTNIH I VERTIKALNIH ELEMENATA CESTE.....	51
6.4.    PRIJEDLOZI RJEŠENJA CESTOVNIH RASKRIŽJA NA ANALIZIRANOJ DIONICI .....	51

<b>7. EVALUACIJA PREDLOŽENIH RJEŠENJA .....</b>	<b>57</b>
<b>8. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>60</b>
<b>LITERATURA .....</b>	<b>61</b>
<b>POPIS SLIKA .....</b>	<b>62</b>
<b>POPIS TABLICA .....</b>	<b>63</b>
<b>POPIS PRILOGA.....</b>	<b>64</b>
PRILOG 1. IDEJNO PROMETNO RJEŠENJE RASKRIŽJA ULICA VRBASKA, MATIJE GUBECA I GRADSKA .....	64
PRILOG 2. IDEJNO PROMETNO RJEŠENJE RASKRIŽJA ULICA VRBASKA, UŠEVICE I ŽDRIMAČKI PUT .....	65
PRILOG 3. IDEJNO RJEŠENJE RASKRIŽJA MAGISTRALNE CESTE M 16.2 I REGIONALNE CESTE R418B U PROZORU-RAMI.....	66

# 1. UVOD

Propusna moć ceste predstavlja ukupan broj vozila koja mogu proći promatranim presjekom ceste u određenom vremenskom intervalu, ona ovisi o prometno – tehničkim elementima koji utječu na sigurnost cestovnog prometa.

Tema diplomskog rada je „Utjecaj prometno - tehničkih elemenata ceste na propusnu moć dionice magistralne ceste M 16.2 na relaciji Gornji Vakuf Uskoplje - Rama - Prozor u Bosni i Hercegovini “. Dionica magistralne ceste M16.2 koja je predmet ovog rada, bilježi konstantno povećanje prosječnog godišnjeg dnevnog prometa u proteklom vremenu. Uvidom u postojeće stanje razmotrit ćemo koji su to prometno- tehnički elementi koji bi se mogli poboljšati kako bi se povećala propusna moć dionice.

Diplomski rad podijeljen je u osam poglavlja:

1. Uvod
2. Definiranje zone obuhvata
3. Osnovni parametri prometnog toka i propusna moć ceste
4. Utjecaj prometno – tehničkih elemenata na propusnu moć i sigurnost prometa
5. Analiza postojećeg stanja dionice magistralne ceste M 16.2 na relaciji Gornji Vakuf Uskoplje – Rama - Prozor
6. Prijedlozi poboljšanja prometno – tehničkih elemenata ceste na analiziranoj dionici
7. Evaluacija predloženih rješenja
8. Zaključak

U drugom poglavlju definirana je makro i mikro zona obuhvata te položaj analizirane dionice ceste na prostoru Bosne i Hercegovine.

U trećem poglavlju su opisani osnovni parametri prometnog toka, te propusna moć ceste i metodologija proračuna iste.

U četvrtom poglavlju navedeni su prometno – tehnički elementi koji utječu na propusnu moć, a ti elementi su prometni i rubni trak, bankina i berma, rigol, horizontalna i vertikalna preglednost, pješačke i biciklističke staze itd.

U petom poglavlju izvršena je analiza dionice magistralne ceste M16.2 unutar definiranog područja. Analizirani su nosivi ustroj ceste, poprečni presjek ceste, tlocrtni i vertikalni elementi ceste i analiza cestovnih raskrižja na dionici. Prikazani su i rezultati brojanja prometa na analiziranim raskrižjima.

U šestom poglavlju dati su prijedlozi poboljšanja prometno – tehničkih elemenata na problematičnim lokacijama. Prijedlozi se odnose na izmjene na horizontalnoj i vertikalnoj signalizaciji, reorganizaciji prometnih tokova na raskrižjima, izgradnja dodatnih trakova itd.

U sedmom poglavlju je napravljeno vrednovanje predloženih rješenja.



## 2. DEFINIRANJE ZONE OBUHVATA

Zona obuhvata predstavlja područje na kojem će se vršiti prometne analize i istraživanja, odnosno dati prijedlozi rješenja. Može se definirati kao makro (manje detaljna istraživanja i rješenja) i mikro zona (detaljnija istraživanja i rješenja) obuhvata. Prometni sustav uvijek je potrebno razmatrati na širem području gravitacije, a ne kao izolirano područje.

### 2.1. DEFINIRANJE MAKRO ZONE OBUHVATA

Bosna i Hercegovina (BiH) je država u Jugoistočnoj Europi. Graniči s Hrvatskom na sjeveru, sjeverozapadu i jugu, sa Srbijom na istoku, te s Crnom Gorom na jugu i jugoistoku. Po svom uređenju je složena federalna država s elementima konfederacije. Glavni i najveći grad države je Sarajevo.

Prema podacima Uprave za geodetske i imovinskopravne poslove Bosne i Hercegovine riječ je o 51 209,2 km<sup>2</sup> ukupne površine, od čega 51 197,0 km<sup>2</sup> otpada na kopno, a 12,2 km<sup>2</sup> na more. Bosna i Hercegovina zauzima položaj između jadranske obale i unutrašnjosti (Panonske nizine, i Moravskoga bazena). Stoga su i glavni putni pravci u tim smjerovima.



Slika 1. Položaj Bosne i Hercegovine, [8]

U BiH cestovni promet loše je razvijen zbog nepristupačnog reljefa u njezinom središnjem dijelu. Trenutno se gradi suvremena autocesta Koridor 5c.

Prema podacima prikupljenim od nadležnih institucija, ukupna dužina cestovne mreže u Bosni i Hercegovini iznosi 24.796 km, od čega je 128,7 km klasificirano kao autoceste (120 km autoceste i 8,7 km rezervirane za motorni promet), 3.970 km magistralne ceste, 4.611 km regionalne ceste, oko 14.200,00 lokalnih cesta.

Gustina ukupne cestovne mreže u Bosni i Hercegovini iznosi oko 45 km na 100 km<sup>2</sup>, dok gustina magistralnih cesta iznosi 9,2 km na 100 km<sup>2</sup>.

U Federaciji BiH gustina magistralnih cesta iznosi 7,77 km na 100 km<sup>2</sup>, a u Republici Srpskoj 7,11 km na 100 km<sup>2</sup>.

Na slici je prikazana mreža autocesta, brzih i magistralnih cesta na području Bosne i Hercegovine u 2012 godini i cesta koje se planiraju izgraditi u budućnosti.



Slika 2. Mreža autocesta, brzih i magistralnih cesta u Bosni i Hercegovini u 2012. Godini, [9]

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).[10]

Koridor Vc je multimodalni (cestovni i željeznički) transportni koridor koji povezuje Mađarsku, Hrvatsku i Bosnu i Hercegovinu na potezu Budimpešta – Osijek – Sarajevo – Ploče.

Trasa autoceste na Koridoru Vc (europska cesta E73) se u Mađarskoj pruža pravcem: Budimpešta – Pečuh – Mohač – granica s Republikom Hrvatskom, dok se kroz Hrvatsku proteže

od granice s Mađarskom pravcem: Beli Manastir – Osijek – Đakovo – granica s Bosnom i Hercegovinom.

U Bosni i Hercegovini autocesta na Koridoru Vc od sjeverne granice s Republikom Hrvatskom pruža se pravcem: Svilaj – Odžak – Modriča – Doboј – Zenica – Kakanj – Visoko – Sarajevo – Konjic – Jablanica – Mostar – Čapljina – južna granica s Republikom Hrvatskom, u mjestu Bijača.

Autocestu E73 dionicu koja prolazi kroz BiH nazivamo još i Autoput A1. Planirana dužina autoputa je 335 [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. [10]











Na sljedećoj slici prikazana je trasa koridora Vc na području Bosne i Hercegovine.



Slika 3. Trasa autoceste na koridoru Vc, [10]

Po svom uređenju 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 Bosne i Hercegovine je podijeljena na 10 federalnih jedinica, županija: Unsko-sansku, Posavsku, Tuzlansku, Zeničko-dobojsku, Bosansko - podrinjsku, Srednjobosansku, Hercegovačko – neretvansku i Hercegbosansku, Zapadnohercegovačka i Sarajevska. Postoji i Brčko distrikt koji je kondominij Federacije BiH i Republike Srpske.

**Tablica 1. Županije Bosne i Hercegovine**

Broj	Županija	Središte	Broj	Županija	Središte
	1. Unsko-sanska	Bihać		6. Središnja Bosna	Travnik
	2. Posavska	Orašje		7. Hercegovačko-neretvanska	Mostar
	3. Tuzlanska	Tuzla		8. Zapadnohercegovačka	Široki Brijeg
	4. Zeničko-dobojska	Zenica		9. Sarajevska županija	Sarajevo
	5. Bosansko-podrinjska	Goražde		10. Hercegbosanska	Livno

Izvor: [11]

Županija Središnja Bosna je šesta od ukupno deset županija u Federaciji Bosne i Hercegovine. Nalazi se u središnjem dijelu Bosne i Hercegovine. Županija Središnja Bosna graniči s Hercegbosanskom, Hercegovačko-neretvanskom, Sarajevskom i Zeničko-dobojskom županijom i na sjeveru s entitetom Republika Srpska. Županijsko sjedište je u Travniku. [12]

Dijagonalno-tranzitna pozicija obilježena je pravicima sjeverozapad-jugoistok (Bihać Travnik-Sarajevo-Goražde) i sjeveroistok-jugozapad (Tuzla-Zenica-Travnik-Bugojno-Mostar-Ploče, odnosno Neum, te od Bugojna za pravac Livno-Split).

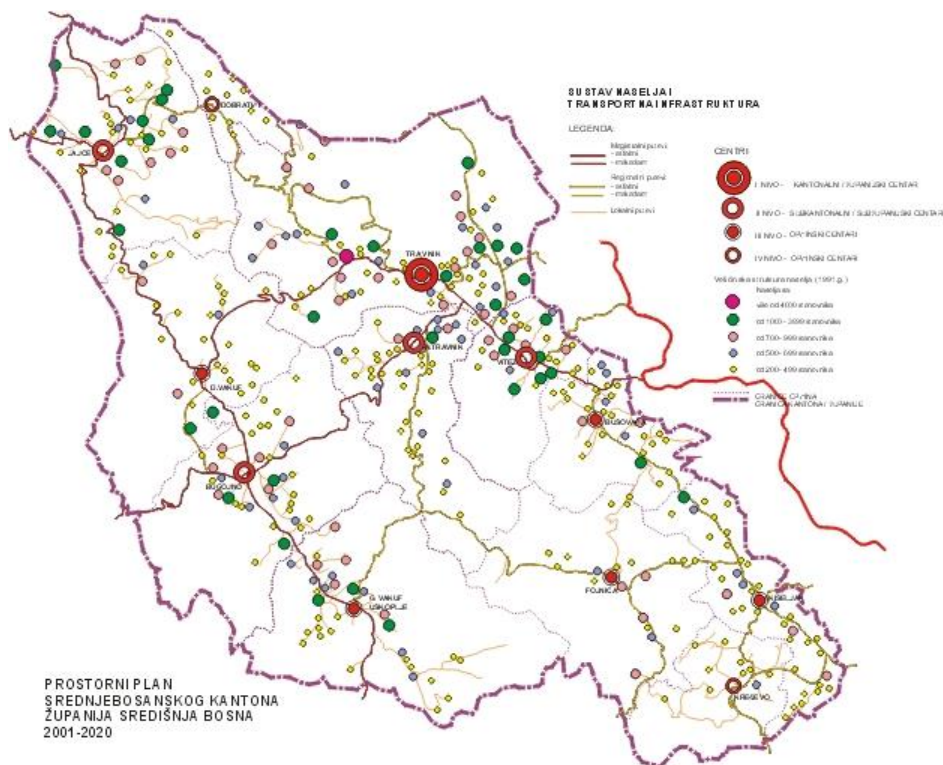
Površina SBK je 3199 km<sup>2</sup>. Sastoji se od općina Bugojno, Busovača, Dobretići, Donji Vakuf, Fojnica, Gornji Vakuf-Uskoplje, Jajce, Kiseljak, Kreševo, Novi Travnik, Travnik, i Vitez.

Promatrajući veličinu i broj stanovnika općina koje su u sastavu Kantona (Tablica 1.) najveći udio u površini Kantona ima općina Travnik, dok površinom najmanja općina Dobretići. U županiji Središnja Bosna živi 254.686 stanovnika, odnosno 10,85% stanovništva FBiH.

Položaj županije prikazan je na slici 4.



Slika 4. Položaj županije Središnja Bosna u Bosni i Hercegovini, [12]



Slika br. 38  
Slika 5. Cestovna mreža županije Središnja Bosna, [12]

Na području SBK postoji mreža magistralnih cesta u dužini od 173 km i regionalnih u dužini od 337 km.

Hercegovačko-neretvanska županija je sedma od ukupno deset županija u Federaciji Bosne i Hercegovine. Nalazi se u južnom dijelu Bosne i Hercegovine i obuhvaća područje oko rijeke Neretve te u Neumu izlazi na more. Županijsko središte je grad Mostar. Županija obuhvaća površinu od 4401 km<sup>2</sup> ili 19 % površine Federacije BiH. Po popisu stanovništva iz 1991. godine na području Županije obitavalo je 215.726 stanovnika, s malom gustoćom naseljenosti (51 stanovnika/km<sup>2</sup>).



Slika 6. Položaj Hercegovačko-neretvanske županije u Bosni i Hercegovini, [13]

Geoprometno gledajući Hercegovačko-neretvanska županija je raskrižje dva osovinska komunikacijska pravca - regionalnog, državnog, međudržavnog (BiH-RH) i europskog karaktera - što determinira sadašnjju, ali određuje i buduću poziciju Hercegovine u ovom dijelu Europe. Oba pravca su podjednakog značenja, ali se onom osovine sjever - jug daje veći prioritet. Ta poveznica mora i kopna, dolinom Neretve, je završni dio vertikale europskih komunikacija iz poznatog Koridora V-c (Baltik-Adriatik). Druga osovina, Jonski pravac, slijedi obalu Jadranskoga mora i povezuje Europu preko Balkana s Bliskim istokom.

Cestovna mreža veže regiju sa susjednim državama Hrvatskom i Crnom Gorom i nadalje s ostatkom Europe. Mreža željeznice veže Mostar sa Sarajevom i s lukom Ploče na Jadranskoj obali u Hrvatskoj, koja je izgrađena posebno da služi potrebama Bosne i Hercegovine i koja predstavlja prirodni transportni ulaz i izlaz za državu, a i za regiju.

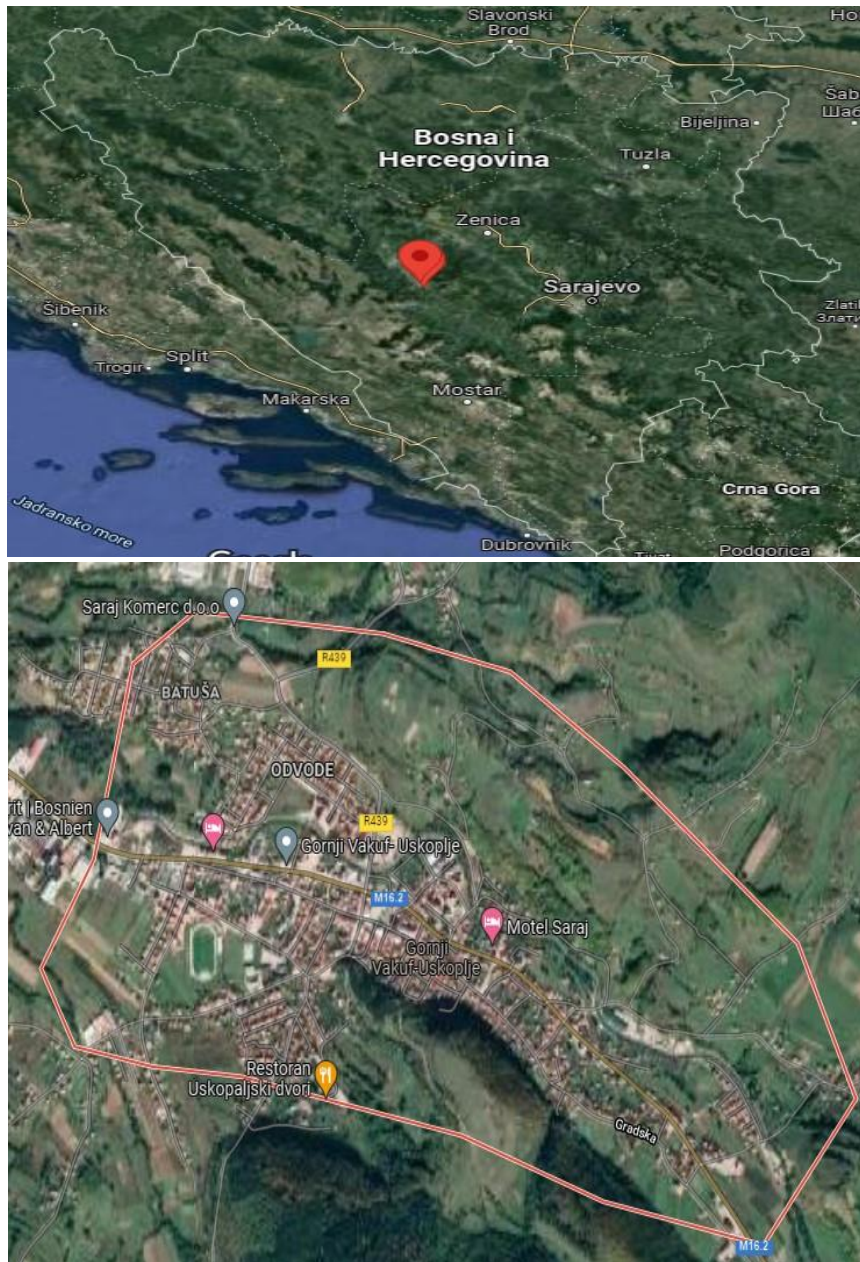
Jedina željeznička pruga u Hercegovini prolazi dolinom rijeke Neretve i svom dužinom je u Hercegovačko-neretvanskoj županiji. Napravljena je kao uskotračna pruga u vrijeme Austro-Ugarske krajem 19. i početkom 20. stoljeća. Moderniziranjem, završenim 1966. godine postala je prugom normalnog kolosijeka (europski standard) i elektrificirana svom dužinom do Sarajeva, preko kojega, kao i preko čvorišta u Doboju, ima spoj na europsku mrežu. Ovom prugom je preko Sarajeva moguće ostvariti veze sa zapadom (preko Zagreba) i istokom (preko Beograda)

Zračni promet u regiji funkcionira preko jedine regionalne zračne luke u Mostaru, koja se nalazi u južnoj mostarskoj kotlini, u naselju Ortiješ, samo 6 km od središta Mostara i 35 km od Međugorja. Zračna luka je registrirana za međunarodni zračni promet. [14]

## **2.2. DEFINIRANJE MIKRO ZONE OBUHVATA**

**Općina Gornji Vakuf-Uskoplje** je naseljeno mjesto i općina u županiji Središnja Bosna u Bosni i Hercegovini. Općina Gornji Vakuf–Uskoplje s površinom od 395,95 km<sup>2</sup> smještena je u gornjem toku rijeke Vrbas, a administrativno pripada Kantonu Središnja Bosna, Federacija Bosne i Hercegovine. Na sjeverozapadu graniči s općinom Bugojno, na sjeveru i sjeveroistoku s Novim Travnikom, na istoku s Fojnicom, na jugu s Prozor-Ramom i Konjicom, a na zapadu s Kupresom. Visinski raspon općine Gornji Vakuf–Uskoplje kreće se od 610 metara (kod Humca u Skopaljskoj dolini) do 2112 (Nadkrstac, najviši vrh Vranice).

Prema rezultatima popisa iz 2013. godine na području općine živjelo je 20.933 stanovnika, a gustoća stanovništva iznosila je 52,86 stanovnika/km<sup>2</sup>. Prema popisu stanovništva iz 1991. na području općine Gornji Vakuf–Uskoplje živio je 25.181 stanovnik, dok je gustoća stanovništva iznosila 63,59 stanovnika/km<sup>2</sup>.



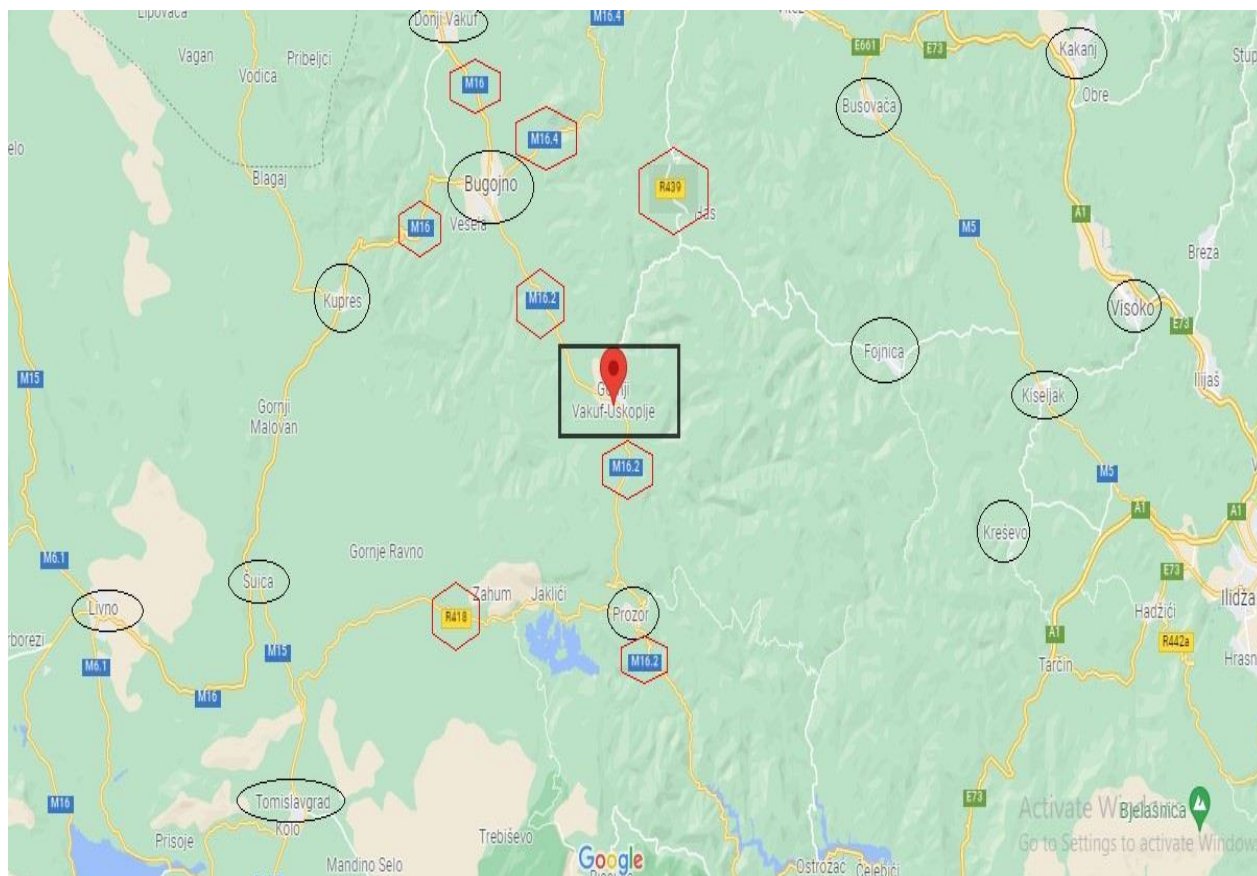
Slika 7. Položaj grada Gornji Vakuf – Uskoplje, [8]

Uskoplje cestovnim prometom je povezana s Hercegovinom i južnim Jadranom (Mostar - Neum - Dubrovnik), zapadnim dijelom Bosne i srednjim Jadranom (Bugojno - Livno - Split), sjevernim dijelom Bosne (Jajce - Banja Luka). Magistralna cesta M16.2 (Bugojno – Gornji Vakuf Uskoplje – Prozor Rama – Jablanica) povezuje Gornji Vakuf Uskoplje s drugim magistralnim cestama, na sjeveru i jugu i tako omogućuje vezu sa Hercegovinom, južnom Hrvatskom, zapadnom Bosnom, srednjim Jadranom i sjevernim dijelom Bosne i središnjim dijelom Bosne. Vezu sa središnjim dijelom Bosne (Bugojno - Travnik - Zenica), Gornji Vakuf Uskoplje ostvaruje preko magistralne ceste M16.2 i regionalne ceste R 439.

Regionalna cesta R 439 (Gornji Vakuf Uskoplje – N.Travnik) omogućuje povezanost Gornjeg Vakufa Uskoplja sa središnjom Bosnom.

Najbliža željeznička postaja je u Jablanici (51 km), najbliža zračna luka u Mostaru (104 km), riječna luka Metković (142 km). Gornji Vakuf Uskoplje je preko zračnih luka u Sarajevu, Mostaru, Banjaluci, Tuzli i Splitu povezana s cijelim svijetom. Udaljenost grada Gornjeg Vakufa Uskoplja od Sarajeva je 127 km, Mostara 104 km, Banjaluke 158 km i Splita 180 km.

S obzirom na to da se Gornji Vakuf-Uskoplje nalazi u središnjem dijelu BiH, ima dobru povezanost sa svim dijelovima države, preko magistralnih i regionalnih cesta, može se reći da se grad nalazi u povoljnom geoprometnom položaju.



Slika 8. Prometni položaj Gornjeg-Vakufa-Uskoplja

Izvor: [8]

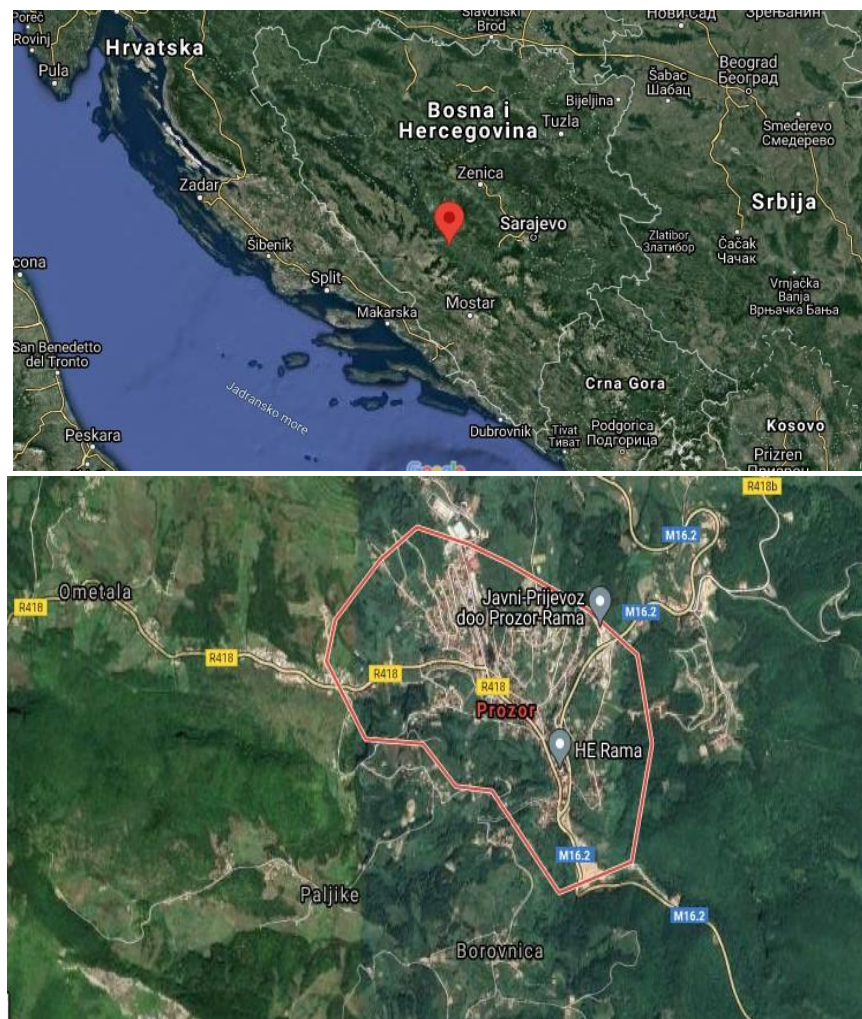
Mreža lokalnih cesta u Gornjem Vakufu–Uskoplju su u ukupnoj dužini 203 km. Sva naselja povezana su lokalnim cestama sa Gornjim Vakufom – Uskopljem i s cestama višeg reda. Od ukupne dužine lokalnih cesta 95 km cesta su asfaltirane, 108 km ceste je makadam. Veliki dio lokalnih ceste treba modernizirati i asfaltirati.



**Općina Prozor-Rama** se nalazi u sjevernoj Hercegovini, na prijelazu iz Hercegovine u Bosnu. Ovaj zemljopisni prostor opkoljen je visovima i omeđen obroncima visokih planina, koji tako čine zatvorenu, izoliranu, ali unutra skladnu cjelinu.

Prostor Općine zauzima površinu od 477 četvorna kilometra ili 0,9 % od ukupne površine BiH, s udjelom 10,8% ukupne površine Hercegovačko-neretvanske Županije /Kantona, što je treća po veličini općina u Županiji. Pod vodom potopljenog ramskog područja, nastankom Jablaničkog jezera 1955. godine, nalazi se 3,2 četvorna kilometra, a nastankom Ramskog jezera 1968. godine potopljeno je još 12,6 četvornih kilometara. Po administrativnoj podjeli Prozor-Rama se nalazi u Hercegovačko-neretvanskoj županiji, Federacija BiH, a po crkvenoj podjeli pripada Vrhbosanskoj nadbiskupiji. Prema zadnjem službenom popisu stanovništva općina Prozor-Rama imala je 19.760 stanovnika

Konfiguracija tla uvjetovala je da se neka njena naselja nalaze na svega 300, neka i manje, a neka iznad 900 metara nadmorske visine, dok visinski raspon Općine obuhvaća nadmorsku visinu od 270 - 1956 metara.

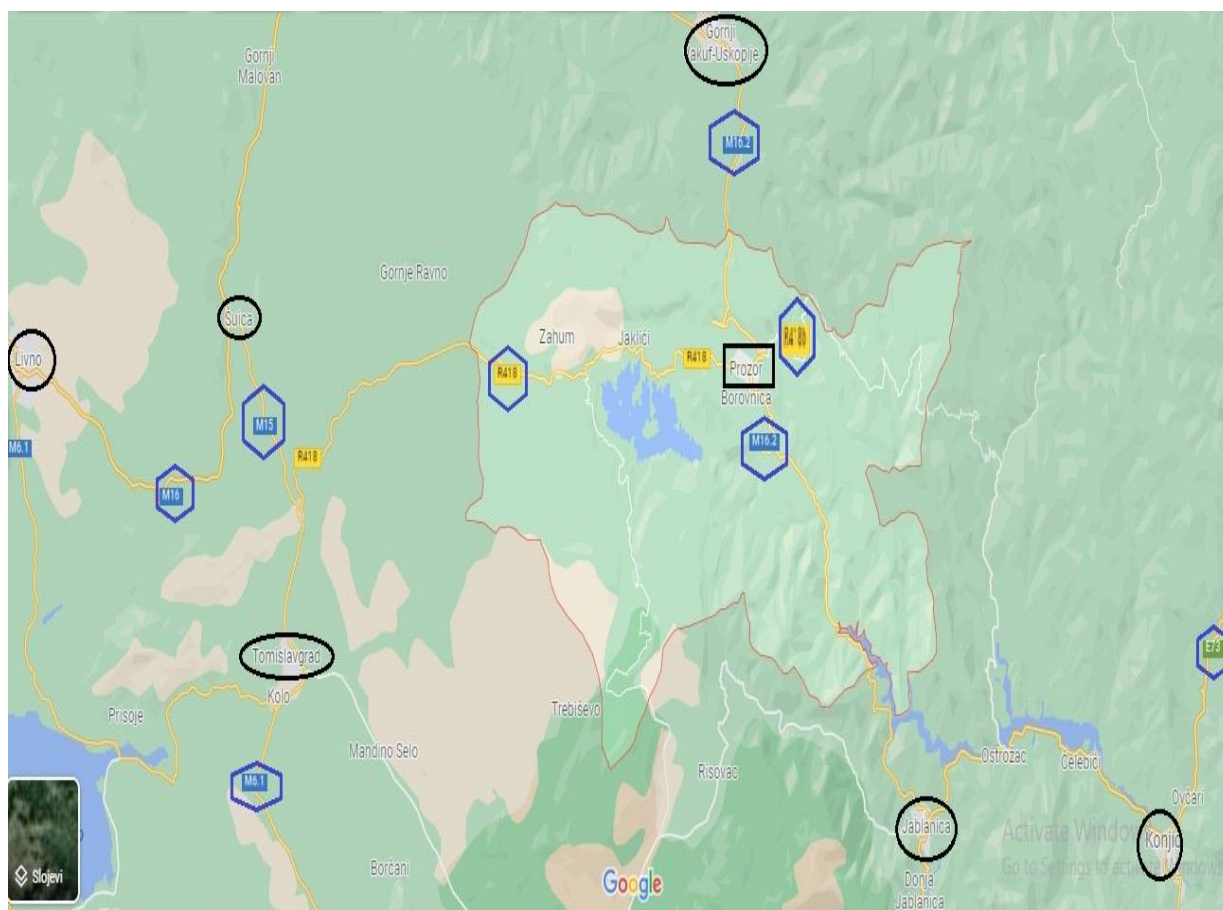


Slika 9. Položaj grada Prozor – Rama, [15]

Danas kroz Ramu prolazi magistralna cesta M16.2 od Jablanice prema Bugojnu, te Regionalna cesta R 418 koja spaja Prozor-Ramu sa zapadne strane prema Tomislavgradu, Livnu te čini najbližu izravnu vezu prema Splitu i Makarskom primorju i regionalnu cestu R418b Prozor-Rama - Butrović Polje - Konjic koja nije u potpunosti završena kao i istočni krak ove ceste, kojim bi Općinu Prozor- Rama spojila s Fojnicom odnosno Sarajevom, što bi činilo najkraću prometnu vezu Središnje Bosne i Sarajeva s Jadranskom obalom, odnosno Makarskom i Splitom.

Općina Prozor-Rama administrativno pripada Hercegovačko-neretvanskoj Županiji/Kantonu, te je od administrativnog sjedišta Mostar udaljena 80 km, dok je od Sarajeva udaljena 120 km. Najbliža željeznica od sjedišta Općine je 33 km i nalazi se u Jablanici, a najbliža pomorska luka je u Pločama u Republici Hrvatskoj. Najbliže zračne luke nalaze se u Mostaru i Sarajevu, kao i zračna luka Split koja je od sjedišta Općine udaljena 135 km.

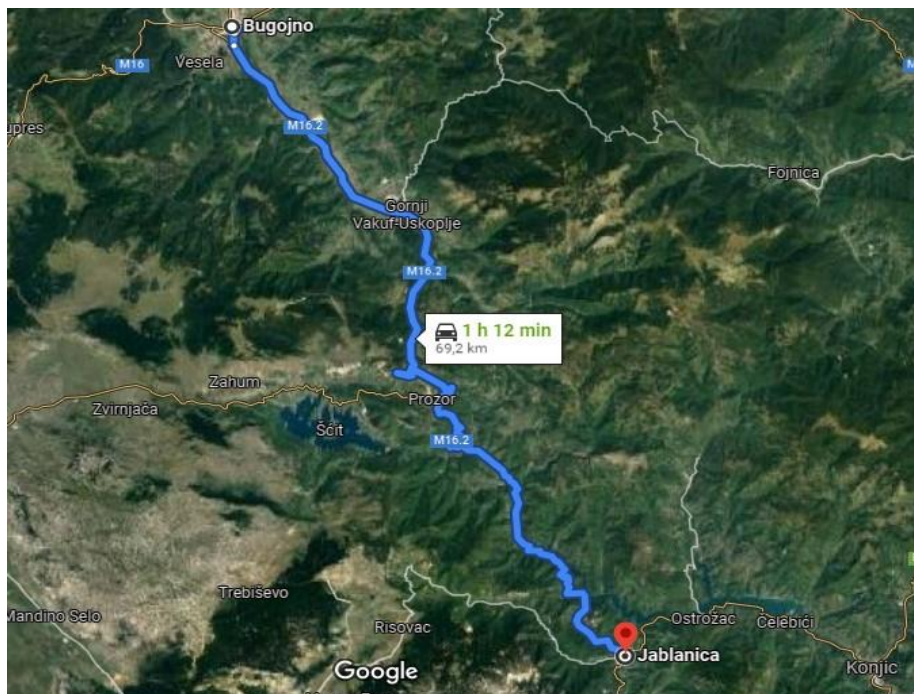
Općina Prozor-Rama ima razvijenu mrežu lokalnih prometnica, One povezuju općinska naselja s magistralnom cestom M16.2 i regionalnim cestama R418a i R418b ili naselja međusobno. Općina ima oko 279.04 km lokalnih prometnica raznog značaja i kvaliteta



Slika 10. Prometni položaj grada Prozor-Rama

Izvor: [8]

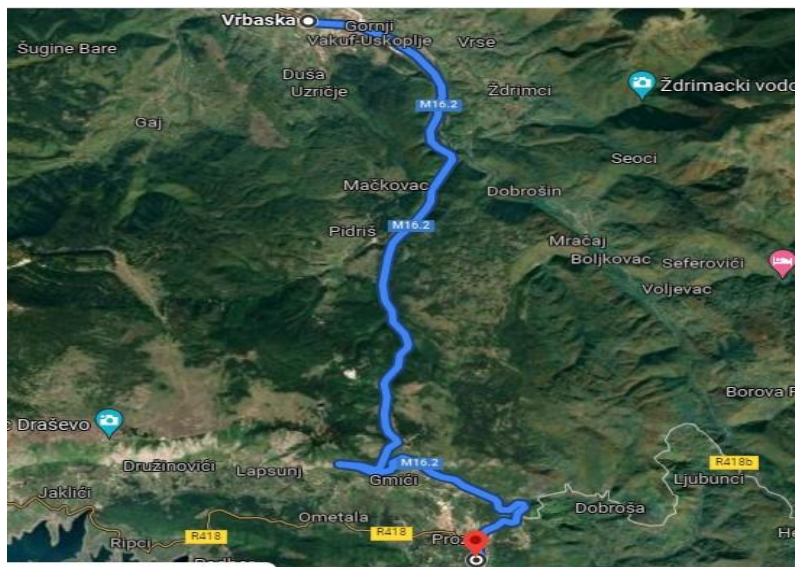
Magistralna cesta M 16.2 predstavlja glavni i najčešće korišteni putni pravac kroz područja kroz koja prolazi. Ukupna duljina ceste iznosi 70 km od čega je dužina analizirane dionice na relaciji G.Vakuf – Uskoplje – Prozor – Rama oko 22 km. Ovo je putni pravac od Bugojna, preko Uskoplja i Rame do Jablanice. Položaj magistralne ceste M 16.2 prikazan je na slici 11.



Slika 11. Položaj magistralne ceste M16.2, [8]

Broj 16.2 magistralne ceste je broj iz nomenklature cesta Jugoslavije iz 1987. godine.[1] Od 15. novembra 2014. godine, odlukom Vlade Federacije Bosne i Hercegovine, ove magistralna cesta će se preimenovati u magistralne cestu M 217. Prosječni godišnji dnevni promet na ovom cestovnom pravcu prema posljednjim zabilježenim informacijama iz 2019 godine iznosi 4595 [voz/dan]. U Bugojnu se ovaj cestovni pravac nadovezuje s magistralnom cestom M 16 (Granični prijelaz Gradiška – Granični prijelaz Kamensko), a u Jablanici s magistralnom cestom M 17 (granični prijelaz GP Bosanski Šamac i granični prijelaz GP Doljani) i europski međunarodni put E73. Na ovaj cestovni pravac su priključeni važni regionalni pravci R 418, R418b i R439.

Analizirana dionica magistralne ceste M 16.2 na relaciji Uskoplje – Rama, prolazi kroz naseljena mjesta tih općina i preko planinskog prijevoja Makljen. Analizirana dionica najvećim dijelom je uzbrdica/nizbrdica i ukupne dužine oko 22 km, te je prikazana na sljedećoj slici.



Slika 12. Položaj dionice magistralne ceste M 16.2 na relaciji G.Vakuf-Uskoplje – Prozor-Rama, [8]

### **3. OSNOVNI PARAMETRI PROMETNOG TOKA I PROPUSNA MOĆ CESTE**

U ovom poglavlju detaljno su opisane temeljne značajke prometnog toka, njegovi osnovni parametri te propusna moć ceste kao osnova za donošenje bitnih inženjersko – studijskih zaključaka.

#### **3.1. OSNOVNI PARAMETRI PROMETNOG TOKA**

Prometni tok predstavlja istovremeno kretanje skupine vozila u određenom poretku na prometnici.

Prema strukturi prometni tok može biti homogen ili heterogen. Homogen prometni tok je onaj koji je sastavljen od jedne vrste motornih vozila s istim tehničkim značajkama. Idealan homogen prometni tok bio bi kada bi tim istim vozilima upravljali vozači istih psiho–fizičkih osobina. Pod heterogenim ( mješoviti ) prometnim tokom podrazumijeva se tok koji je sastavljen od više vrsta motornih vozila te je takav tok najviše zastupljen u praksi.

S obzirom na opće uvjete u odvijanju prometnih tokova, prometni tok može biti: neprekinuti, neprekinuti ali djelomično ometani i povremeno prekinuti prometni tok.

Kod neprekinutog prometnog toka na uvjete kretanja vozila djeluje njihova međusobna interakcija koja ovisi o gustoći prometnog toka. Takav prometni tok najzastupljeniji je na autocestama koje su izvan utjecaja prometnih čvorišta.

Neprekinuti ali djelomično ometani prometni tok je onaj gdje osim međusobne interakcije među vozilima, utječu i promjene prometne trake zbog ulijevanja, izlivanja i preplitanja u zonama raskrižja. Tok kod kojeg na uvjete kretanja utječu i potrebe za vremenskom podjelom prava korištenja istih prometnih površina, od strane vozila iz različitih pravaca kretanja, koji se međusobno sijeku, nazivamo povremeno prekinuti prometni tok. Ovakvi tokovi zastupljeni su na raskrižjima prometnica u istoj razini.

Osnovni parametri ( pokazatelji ) prometnog toka služe za opisivanje prometnih tokova i zakonitosti kretanja motornih vozila na prometnicama. U osnovne parametre (pokazatelje) prometnog toka svrstavamo:

1. Protok vozila;
2. Gustoća prometnog toka;
3. Brzina prometnog toka;
4. Vrijeme putovanja vozila u toku
5. Jedinično vrijeme putovanja vozila u toku;
6. Interval slijeđenja vozila u toku;
7. Razmak u slijeđenju vozila u toku [1]

## 3.2. PROPUSNA MOĆ CESTOVNIH PROMETNICA I ČVORIŠTA

Propusna moć ili kapacitet prometnica predstavlja najveće prometno opterećenje koje se razumno očekuje da može proći promatranim presjekom prometnog traka ili ceste tijekom zadanog vremenskog intervala pod prevladavajućim okolnim i prometnim uvjetima.

Propusna moć (kapacitet) maksimalan je broj vozila koji može proći u jedinici vremena kroz promatrani presjek cestovne prometnice. Na osnovi poznavanja propusne moći  $N$  [voz/h] mogu se procijeniti nedostaci postojeće cestovne mreže i predložiti odgovarajuće izmjene. Propusna moć služi kao osnovica za sve intervencije i zahvate na određenom dijelu ceste (proširenje kolnika, rekonstrukcija zavoja, reguliranje čvorišta, promjene režima prometa i sl.). Isto tako, pri projektiranju novih cesta i čvorišta poznavanje propusne moći i prometnog opterećenja nužan je preduvjet da se može pristupiti tehničkim analizama, uspoređivanju varijanata i izboru najpovoljnijeg rješenja. [3]

### 3.2.1. Propusna moć prometnice

Prema [4], pri određivanju propusne moći prometnice polazi se od propusne moći jednoga prometnog traka. Propusna moć u prometnice na jednom voznom traku u broju vozila za jedan sat dana je jednadžbom:

$$U = \frac{60 \cdot 60 \cdot v}{a} = \frac{3600 \cdot V}{3,6 \cdot a} = \frac{1000 \cdot V}{a} \text{ [voz/h]}$$

u kojoj je:

$U$  – propusna moć voznog traka [voz/h];

$v$  – brzina vožnje vozila [m/s];

$V$  – brzina vožnje vozila [km/h];

$a$  – sigurnosni razmak između vozila u kretanju [m].

Prva teorijska razmatranja zakonitosti kretanja vozila i propusne moći polazila su od pretpostavke da se prometni tok ponaša kao fluid, tj. da je homogen. Uz tu pretpostavku, može se primijeniti osnovna zakonitost prometnog toka da je

$$q = g \cdot V \text{ [voz/h]}$$

gdje je:

$q$  – protok vozila [voz/h];

$g$  – gustoća prometnog toka [voz/km];

$V$  – brzina prometnog toka [voz/h]. [3]

Veličina razmaka između vozila u nizu  $r_{s0}$  može se dobiti s pomoću izraza

$$r_{s0} = \frac{1000}{g} \text{ [m/voz]}$$

odnosno

$$g = \frac{1000}{r_{s0}} \text{ [voz/km]}$$

Uvrsti li se vrijednost za gustoću  $g$  u prethodnu jednadžbu, dobije se:

$$q = \frac{1000 \cdot V}{r_{s0}} [\text{voz/h}]$$

Budući da je propusna moć  $N$  jednaka maksimalnom protoku  $N = q_{\max}$

$$N = \frac{1000 \cdot V}{r_{s0}} [\text{voz/h}]$$

S pomoću te jednadžbe dobit će se najveća propusna moć ceste za jedan prometni trak. Razmak između vozila u kretanju  $r_{s0}$  [m] ovisi o stvarnim uvjetima kretanja vozila, i to: o načinu kočenja vozila, o kolničkom zastoru, o vremenu reagiranja vozača i sl. Duljina razmaka može se uzeti ovisno o tomu proračunava li se zaustavni put pri intenzivnom kočenju, pri slobodnom kočenju ili sva vozila koče pod istim ili različitim uvjetima itd. [3]

Pri intenzivnom kočenju propusna moć iznosi:

$$N = \frac{1000 \cdot V}{rZ + \frac{V \cdot t_R}{3,6} + \frac{V^2}{254 \cdot (f_{1B} - \frac{u}{100})} - \frac{V^2}{254 \cdot (f_{1A} - \frac{u}{100})}$$

odnosno

$$N = \frac{1000 \cdot V}{rZ + \frac{V \cdot t_R}{3,6} + \frac{V^2}{25,92 \cdot a_{2B}} - \frac{V^2}{25,92 \cdot a_{2A}}$$

Pri slobodnom kočenju propusna moć  $N$  iznosi

$$N = \frac{1000 \cdot V}{rZ + \frac{V \cdot t_R}{3,6} + \frac{V^2}{254 \cdot (f_{1B} - \frac{u}{100})} + \frac{1,36 \cdot V \cdot (f_{1B} - \frac{u}{100})}{S_u} - \frac{V^2}{254 \cdot (f_{1A} - \frac{u}{100})} - \frac{1,36 \cdot V \cdot (f_{1A} - \frac{u}{100})}{S_u}$$

Odnosno

$$N = \frac{1000 \cdot V}{rZ + \frac{V \cdot t_R}{3,6} + \frac{V^2}{25,92 \cdot a_{2B}} + \frac{V \cdot a_{2B}}{7,2 \cdot S_u} - \frac{V^2}{25,92 \cdot a_{2A}} - \frac{V \cdot a_{2A}}{7,2 \cdot S_u}$$

Ako za jedan smjer vožnje postoji veći broj prometnih trakova, propusna će moć biti veća, ali ne razmjerno povećanju broja prometnih trakova, nego umanjena za redukcijski koeficijent prema jednadžbi:

$$N_n = \gamma \cdot n \cdot N$$

u kojoj je:

$N_n$  – propusna moć više prometnih trakova;

$n$  – broj prometnih trakova;

$\gamma$  – redukcijski koeficijent.

Vrijednost koeficijenta  $\gamma$  iznosi za dva traka 0,9, za tri traka 0,75 - 0,78, a za četiri traka 0,60 - 0,65. [3]

Takav način proračuna propusne moći bio bi moguć samo ako je prometni tok homogen, tj. ako su sva vozila u toku istih tehničkih svojstava, ako svi vozači imaju iste psiho-fizičke značajke i ako su na svim dijelovima ceste osigurani jednaki uvjeti vožnje. Budući da takav homogeni prometni tok u praksi ne postoji, pri proračunu propusne moći koriste se jednadžbe dobivene na temelju stvarnog (mješovitog) prometnog toka, uzimajući u obzir širinu prometnog traka, bočne smetnje, vidljivost, sigurnost, udobnost, čimbenik vršnog sata, geometrijske elemente ceste, strukturu prometa i sl. Na osnovi opsežnih ispitivanja u SAD, utvrđena je metoda za proračun propusne moći koja je obavljena u HCM-u (Highway Capacity Manual) godine 1985. i 1994. [3]

Korištenjem inozemnih i naših iskustava, dobivene su jednadžbe za proračun propusne moći, i to za:

- ceste s dvama prometnim trakama za dvosmjerni promet;
- autoceste, ceste s fizički odvojenim smjerovima vožnje i ceste s četiri ili više prometnih trakova.

Propusna moć ceste s dvama prometnim trakovima za dvosmjerni promet  $N_1$  može se izračunati s pomoću jedne jednadžbe:

$$N_1 = 2200 * n_1 * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * k_1 \text{ [voz/h]}$$

Propusna moć autoceste, ceste s fizičkim odvojenim smjerovima vožnje i ceste s četiri ili više prometnih trakova  $N_2$  može se izračunati s pomoću jedne jednadžbe:

$$N_2 = 2200 * n_2 * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * k_1 \text{ [voz/h]}$$

gdje je:

$N_1$  – propusna moć u oba smjera na cesti s dvama prometnim trakama za dvosmjerni promet [voz/h];

$N_2$  – propusna moć u jednom smjeru na autocesti, cesti s fizičkim odvojenim smjerovima vožnje i cesti s četiri ili više prometnih trakova [voz/h];

$n_1$  – broj prometnih trakova u oba smjera;

$n_2$  – broj prometnih trakova u jednom smjeru;

$K_1$  – korekcijski čimbenik utjecaja širine prometnih trakova;

$K_2$  – korekcijski čimbenik utjecaja tipa prometnice i prometnih trakova;

$K_3$  – korekcijski čimbenik udaljenosti bočne smetnje;

$K_4$  – korekcijski čimbenik utjecaja veličine i duljine uzdužnog nagiba;

$k_1$  – korekcijski čimbenik utjecaja sastava prometnog toka. [3]

Propusna moć koja se dobije na osnovi prethodnih jednadžbi ne pruža zadovoljavajuće uvjete propusne udobnosti. Zbog toga je potrebno odrediti dopušteno prometno opterećenje koje je manje od propusne moći, da bi se dobila odgovarajuća razina usluge.



Razina usluge ( Level of service – LOS) je kvalitativna mjera koja opisuje uvjete prometnog toka. Sastoji se od niza elemenata, kao što su: brzina vožnje, vrijeme putovanja, sloboda manevriranja, utjecaj drugog prometa, udobnost vožnje i troškovi eksploatacije vozila.

Prema HCM – u, pri odvijanju prometnog toka može se pojaviti šest razina usluga:

- Razina usluge A - uvjeti slobodnoga prometnog toka s velikim brzinama, malom gustoćom i punom slobodom manevriranja;
- Razina usluge B - uvjeti slobodnoga prometnog toka, s brzinama koje su samo djelomično ograničene gustoćom prometa;
- Razina usluge C - stanje stabilnoga prometnog toka, s ograničenim brzinama i ograničenom mogućnošću manevriranja;
- Razina usluge D - stanje prometnog toka koje se približe nestabilnom toku, velike gustoće s bitno ograničenim brzinama i malom mogućnošću manevriranja;
- Razina usluge E - stanje nestabilnog toka s vožnjom u nizu, gdje je gustoća bliska zagušenju, a protok jednak propusnoj moći, pa su mogući povremeni zastoji;
- Razina usluge F - usiljeni-prisilni prometni tok s brzinama koje su manje od kritičnih brzina. Gustoća je veća od kritične, a protok je u rasponu od nule do vrijednosti koja je manja od propusne moći. [4]

Za mjeru razine usluge raskrižja najčešće se koristi prosječno zakašnjenje. U sljedećoj tablici prikazane su vrijednosti koje se koriste po metodologiji HCM 2000.

**Tablica 2 Razina usluge raskrižja prema HCM 2000**

RAZINA USLUGE SEMAFORIZIRANIH RASKRIŽJA	PROSJEČNO ZAKAŠNJENJE (sekundne)	RAZINA USLUGE NESEMAFORIZIRANIH RASKRIŽJA	PROSJEČNO ZAKAŠNJENJE
<b>A</b>	≤10	<b>A</b>	0-10
<b>B</b>	>10-20	<b>B</b>	>10-15
<b>C</b>	>20-35	<b>C</b>	>15-25
<b>D</b>	>35-55	<b>D</b>	>25-35
<b>E</b>	>55-80	<b>E</b>	>35-50
<b>F</b>	>80	<b>F</b>	>50

Izvor: [16]

### 3.2.2. Propusna moć prometnice između dvaju raskrižja sa semaforima

Broj križanja i njihov razmak uvelike utječe na propusnu moć. Ako vozilo stigne na križanje za vrijeme zelenog svjetla, vrijeme čekanja jednako je nuli, a ako stigne na početku crvenog svjetla, čekat će cijeli ciklus. U presjeku će svako vozilo imati istu vjerojatnost čekanja, koja iznosi

$$t_{\bar{c}} = \frac{C - t_z}{2}$$

gdje je:

$t_{\bar{c}}$  – vjerojatnost čekanja (prosječno izgubljeno vrijeme);

C – duljina trajanja ciklusa;

$t_z$  – duljina trajanja zelenog svjetla.

Propusna moć prometnice na križanjima sa semaforima bit će manja od propusne moći prometnice bez križanja. Utjecaj križanja sa semaforima može se predočiti s pomoću koeficijenta  $\beta$ , koji označuje gubitak vremena za usporavanje, čekanje i ubrzavanje pri prolasku vozila kroz križanje. Vrijednost koeficijenta  $\beta$  dana je jednadžbom: [3]

$$\beta = \frac{L_0}{L_0 + \frac{v^2}{2a_1} + \frac{v^2}{2a_2} + \frac{c-t_g}{2} * V}$$

gdje je:

$L_0$  – razmak između križanja [m];

$v$  – brzina vozila [m/s];

$a_1$  – ubrzanje vozila [ $m/s^2$ ];

$a_2$  – usporenje vozila [ $m/s^2$ ].

Prema tomu propusna moć prometnice  $N_k$  između dvaju križanja sa semaforima može se izračunati prema izrazu:

$$N_k = N_m * \beta$$

Propusnu moć svakoga pojedinog poteza prometnice čini umnožak propusne moći prolaza  $N_m$  i koeficijenta  $\beta$ , kojim se uzima u obzir utjecaj križanja sa semaforima.

Za proračun propusne moći križanja sa semaforima u svijetu primjenjuje se metoda HCM O.K. Normana objavljena u „Highway Capacity Manual“.

## 4. UTJECAJ PROMETNO-TEHNIČKIH ELEMENATA CESTE NA PROPUSNU MOĆ I SIGURNOST PROMETA

U ovom poglavlju navedeni su prometno-tehnički elementi ceste, njihova obilježja i značenje kao i njihovo djelovanje na propusnu moć ceste.

### 4.1. 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. 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. Prema hrvatskim tehničkim propisima, širina prometnog traka se određuje na temelju projektne brzine, razreda ceste i konfiguracije terena. [5]

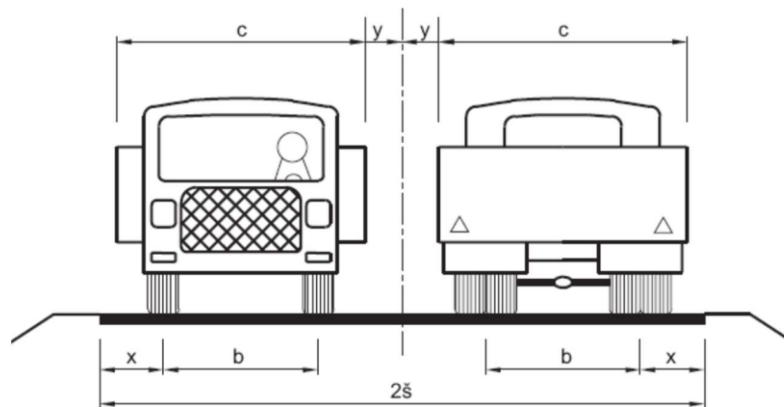
Širina prometnog traka za vozila u kretanju:

- $\check{s} = b + 2x$  - jednotračni kolnik,
- $\check{s} = \frac{c+b}{2} + x + y$  - dvotračni/dvosmjerni kolnik

pri čemu je:  $x = y = f(V_r) 0,5 + 0,005 V_r$

$x, y$  – sigurnosni razmak od ruba odnosno od drugog vozila

$b, c$  – geometrijske veličine za mjerodavna vozila



Slika 13. Širina prometnog traka, [5]

Nepropisna širina kolnika velika je opasnost za sigurnost prometa, a osobito pri prolasku teretnih vozila. U sljedećoj tablici prikazane su širine prometnih trakova za razne projektne brzine.

**Tablica 3. Širine prometnog traka za razne brzine Vp i terenske prilike**

Vp (km/h)	≥ 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: [5]

## 4.2. RUBNI TRAK

Rubni trak učvršćeni je dio cestovnog presjeka između bankine i kolnika ili između kolnika i staze za bicikle, mopede ili pješake. Rubni trak osigurava rub kolnika od oštećenja i jasno označuje desni rub prometnog traka. Može biti izveden kao posebni element ili kao proširenje kolničke konstrukcije uz označavanje rubnom crtom. [5]

Širina rubnog traka ovisi o širini prometnog traka i o kategoriji ceste, a njegove dimenzije prikazane su u tablici 4.

**Tablica 4. Odnos prometnog i rubnog 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: [5]

## 4.3. BANKINA, BERMA

Neposredno uz rubni trak, na dijelu ceste u nasipu ili zasijeku, nalazi se bankina. To je neutvrđeni ili utvrđeni dio ceste, izgrađena je od zemljanog materijala i zasijana travom. Bankina je sigurnosni element poprečnog presjeka i služi smještaju prometnih znakova, smjerokaznih stupića, stacionarnih oznaka, zaštitnih ograda, odlaganju materijala za održavanje, zaustavljanju vozila u nuždi, a samo iznimno prometu pješaka. [5]

Širina bankine prema hrvatskim se propisima određuje na temelju širine prometnog traka. Bankina uz zaustavni trak ne bi trebala biti šira od jednog metra. [4]

**Tablica 5. Odnos širine bankine i prometnog traka**

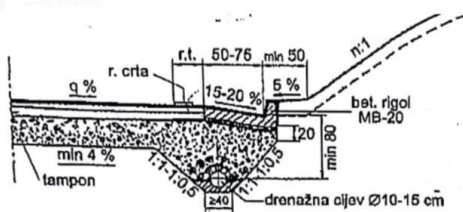
Širina prometnog traka (m)	Širina bankine (m)
3,75	1,5
3,50	
3,25	1,2
3,00	1,00
2,75	

Izvor: [5]

Objekti bankine se na nasipu izvode s nagibom na vanjsku stranu. U usjecima se bankina izvodi kao berma, neposredno uz rigol. Nagib berme u iznosu 5-6% usmjeren je prema rigolu. [4]

#### 4.4. RIGOL

Rigoli se izvode uz rub kolnika, a služe za preuzimanje površinske vode i njezinu odvodnju. Za neposrednu odvodnju uz kolnik primjenjuje se trokutasti, žljebasti i četvrtasti rigoli. Trokutasti rigoli izvode se na svim izvangradskim cestama (osim autocesta) u usjecima i zasjecima te na cestama u naselju u kombinaciji s rubnjakom. Širina trokutastih rigola u rasponu je od 0,60 do 0,90 [m] s preporučenim nagibom 10 - 15%. [23]



Slika 14. Vrsta rigola – trokutasti, [6]

#### 4.5. TRAK ZA SPORU VOŽNJU

Na većim usponima teža vozila gube na brzini i ometaju ostali promet. Zbog smanjenja brzine tih vozila, ako nije omogućeno pretjecanje, moraju i ostala vozila usporiti brzinu, čime se smanjuje sigurnost i propusna moć ceste. Širina traka je 3,0-3,25 metara, a poprečni nagib je jednak kao i prometnim trakovima.

Kritična brzina za teretna vozila iznosi približno 50 km/h i početak odnosno završetak traka za spora vozila mora biti na mjestu dosezanja te kritične brzine. [6]

#### 4.6. 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 izradbom zasebnog pješačkog hodnika ili staze, odijeljeno od kolnika visinski, iznimno rubnim trakom, a najbolje je rješenje pješačku stazu odvojiti razdjelnim pojasom. Izradba pješačke staze nije dopuštena u profilu cesta namijenjenih motornom prometu.

Širina pješačkih staza ovisi o broju prometnih trakova, tj. o veličini pješačkog prometa. Širina traka za normalno kretanje pješaka je 0,75 - 0,80 [m]. Pješačke staze su širine 0,80 [m] s najmanje dva traka. Visina slobodnog profila pješačke staze iznosi 2,50 [m]. Ako je uz pješačku stazu stalna zapreka (zgrada, drveće, ograda i sl.) potrebno je ostaviti zaštitni trak širine 0,20 [m]. [19]

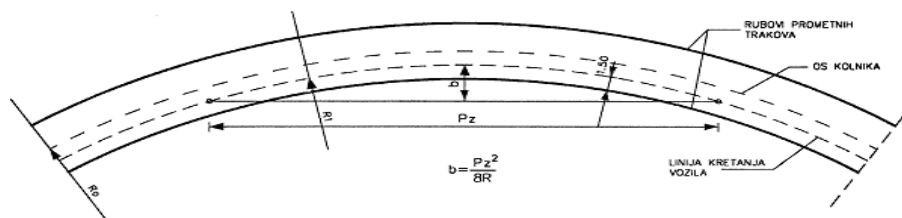
#### 4.7. BIKIKLISTIČKE STAZE

U profilu ceste biciklističke staze se odvajaju od kolnika visinski ili iznimno razdjelnim trakom. Grade se na cestama za mješoviti promet ako se potreba za građenjem ustanovi prometnim istraživanjem. Za svaki smjer vožnje mora postojati minimalno jedan prometni trak. Slobodna visina gabarita biciklističke staze je 2,50 [m]. Biciklističke staze u profilu cesta namijenjenih samo motornom prometu su zabranjene. [5]

#### 4.8. HORIZONTALNA I VERTIKALNA PREGLEDNOST

##### 4.8.1. Horizontalna preglednost

Tražena preglednost u horizontalnom smislu osigurava se uklanjanjem svih prepreka na unutrašnjoj strani horizontalnog zavoja odnosno osiguranjem potrebne širine preglednosti. Širina preglednosti računa se od putanje oka vozača (koja je udaljena 1,5 m od ruba prometnog traka). [4]. Horizontalna preglednost ovisi o polumjeru zavoja i o zaprekama koje se nalaze uz slobodni profil ceste.



Slika 15. Elementi horizontalne preglednosti, [18]

Gdje je:

$b$  (m) - širina preglednosti

$Pz$  (m) – tražena dužina preglednosti

$R$  (m) - polumjer zavoja ( $R1 \gg R0$ )

Ako na nekom dijelu ceste iz bilo kojeg razloga nije osigurana tražena zaustavna preglednost  $Pz$  prema tablici i grafikonu za mjerodavnu brzinu, mora se ograničiti brzina na onu veličinu za koju je osigurana zaustavna preglednost.

**Tablica 6. Ovisnost širine preglednosti b (m) o Vrž, R<sub>min</sub> i Pz**

V <sub>r</sub> (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
R <sub>min</sub> (m)	25	45	75	120	175	250	350	450	600	750	850
Pz (m)	25	35	50	70	90	120	150	190	230	280	340
b (m)	2.9	3.6	4.3	5.1	6.0	7.1	8.3	9.9	11.3	13.3	17.0

Izvor: [18]

#### 4.8.2. Vertikalna preglednost

Vertikalna preglednost u vertikalnom smislu ovisna je o izboru polumjera zakrivljenosti vertikalnih zavoja. Vertikalna preglednost ovisi o polumjeru vertikalnog zaobljenja kod konveksnog prijeloma nivelete, a dužina se izračunava vezano za dužinu zaustavnog puta. [4]

**Tablica 7. Visine dijelova zapreke h<sub>v</sub> (cm) i h<sub>1</sub> (cm) za razne brzine V<sub>r</sub> (km/h)**

V <sub>r</sub> (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
h <sub>v</sub> (cm)	5	5	5	5	5	5	5	5	7	8	10
h <sub>1</sub> (cm)	25	25	25	25	25	25	25	25	23	22	20

Izvor: [18]

Temeljem 4. poglavlja, u Pravilniku o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa, utvrđene su najmanje vrijednosti vertikalnih polumjera zakrivljenosti u ovisnosti o mjerodavnoj brzini vozila koji osiguravaju traženu zaustavnu preglednost na cesti uz sljedeće pretpostavke:

$$R_{\min} = \frac{P_z^2}{2 \left( \sqrt{h_0 + \sqrt{h_1}} \right)^2}$$

Gdje je:

R<sub>min</sub> (m) - najmanji polumjer konveksnog vertikalnog zaobljenja

Pz (m) - zaustavna preglednost (grafikon 3.2)

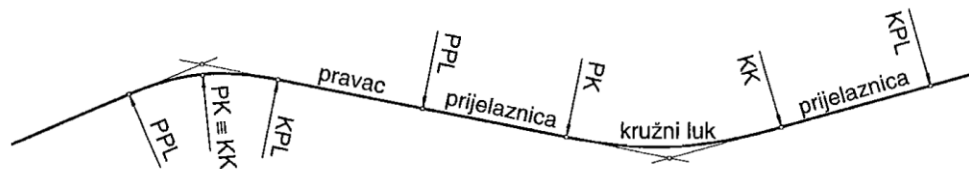
h<sub>0</sub> (m) - visina oka vozača (1,0 m)h<sub>v</sub> (m) - vidljivi dio nepomične zapreke (5-10 cm)h<sub>1</sub> (m) - nevidljivi dio nepomične zapreke (30 cm-hv)

Vrijednost vidljivog i nevidljivog dijela nepomične zapreke dane su u ovisnosti o mjerodavnoj brzini vozila. [6]

## 4.9. TLOCRTNI I VERTIKALNI ELEMENTI CESTE

Cesta se u tlocrtnoj projekciji sastoji od linija koje predstavljaju sastavnice karakterističnih točaka poprečnih presjeka te definiraju njihov položaj u vodoravnoj (horizontalnoj) ravnini.

Tlocrtni elementi ceste su pravci, kružni lukovi i prijelaznice, pri čemu kružni lukovi i prijelaznice čine tlocrtni zavoje. Za ceste namijenjene brzom prometu poželjna je ispružena cestovna linija, koja se sastoji od duljih pravaca, duljih prijelaznih zavoja i kružnih lukova velikih polumjera zakrivljenosti.



Slika 16. Izgled osi ceste u tlocrtu, [5]

### 4.9.1. Pravac

Nekada se smatralo da je pravocrtno pružanje ceste najbolje jer je tada put najkraći. Međutim vođenje linije ceste u dugim pravcima ima mnogo nedostataka[5]:

1. Vožnja dugim pravcima zamara vozača i postaje monotona;
2. Na pravcima je otežano procjenjivanje udaljenosti između vozila;
3. Dugi pravci mogu uzrokovati neharmonični tok linije ceste, jer se ne može dobro prilagoditi raznim oblicima terena;
4. Na pravcu se povećava opasnost, posebno pri mimoilaženju vozila noću, jer dolazi do zasljepljivanja vozača od strane vozila koje dolazi iz suprotnog smjera;
5. Na pravcu se pojavljuje osjećaj nesigurnosti, osobito na većim nizbrdicama.

Najmanja duljina pravca trebala bi iznositi  $2V_r < L_{pr} > 20V_r$ . Najmanja duljina među pravca između dva zavoja istog smjera treba biti  $4 V_r$ , no bolje je pravac zamijeniti zavojem većeg polumjera. [5]

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:  $q_{min} = 4\%$ .



## 4.9.2. Kružni luk

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. [5]

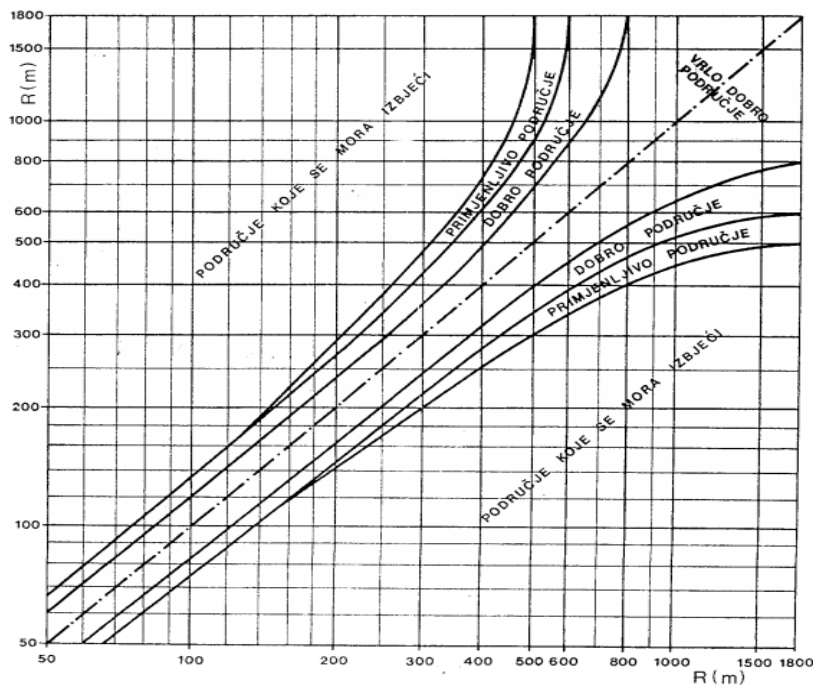
Kružni luk je temeljni tlocrtni element ceste. Veličina polumjera kružnog luka ovisi o projektnoj brzini, terenskim uvjetima, susjednim zavojima i o mogućem odnosu projektne i računске brzine.

Pri projektiranju se ne smije dopustiti uzastopno nizanje zavoja velikih i malih polumjera. Ako se koristi polumjer zavoja, npr.  $R = 1500$  [m], a odmah zatim polumjer  $R = 200$  [m], vožnja postaje nesigurna i postoji mogućnost prelaska vozila na suprotnu stranu kolnika. [5]

Za skladan tok trase ceste usklađuju se polumjeri susjednih zavoja prema grafikonu na slici 24. Trasa je usklađena ako su polumjeri susjednih zavoja u sljedećim područjima:

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

Najmanji polumjer kružnog luka dobiva se iz uvjeta stabilnosti vozila u zavoju, pri određenoj računskoj brzini i najvećem dopuštenom poprečnom nagibu kolnika u zavoju. [5]



Slika 17. Preporučljive vrijednosti polumjera susjednih zavoja, [5]

### 4.9.3. Prijelaznice

Pravilno oblikovanje prijelaznih zavoja ima veliko značenje za sigurnost prometa na cestama. Pojavom bržega motornog prometa, pojavila se potreba za gradnjom prijelaznih zavoja ili prijelaznica, budući da bi se neposrednim prelaskom u kružni luk trenutačno pojavilo djelovanje centrifugalne sile koju vozilo i putnici osjećaju kao trzaj ili bočni udar. 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. [5]

Prijelaznice se primjenjuju uvijek kada trasa ceste prelazi iz jedne zakrivljenosti u drugu:

1. Između pravca i kružnog luka;
2. Između dva suprotno smjerna kružna luka;
3. Između dva istosmjerna kružna luka različitih polumjera. [7]

Oblik prijelaznica mora zadovoljavati:

- 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. [7]

Prijelaz iz pravca u kružni luk bez prijelaznice iznimno se može dopustiti u posebno opravdanim slučajevima (pomak luka zahtjeva velike troškove). Veličine polumjera  $R$  za koje se dopušta prijelaz iz pravca u kružni luk bez prijelaznice navedene su u tablici 8.

**Tablica 8. Polumjeri u odnosu na računsku brzinu**

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

Izvor: [7]

Prijelaznica mora zadovoljavati ove uvjete:

1. Omogućiti postupno zakretanje prednjih kotača tijekom vožnje;
2. Postupno povećavanje bočnog trzaja koji se pojavljuje uslijed djelovanja centrifugalne sile;
3. Omogućiti jasno uočavanje oštine zavoja. [7]

## **5. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA DIONICE MAGISTRALNE CESTE M16.2 NA RELACIJI GORNJI VAKUF USKOPLJE – PROZOR RAMA**

Analiza postojećeg stanja predstavlja analizu svih elemenata bitnih za odvijanje prometnog procesa na području obuhvata. Analiza postojeće situacije prometnog sustava važna je kako bi se dobio uvid u stvarno trenutno stanje na prometnicama, neovisno o tome obavlja li se samo korekcija postojećeg sustava ili se planiraju neki veći investicijski zahvati.

Analiza magistralne ceste M 16.2 izvršena je iz smjera G.Vakufa-Uskoplja prema Prozoru-Rami na jugu. Dionica ceste prolazi kroz naseljena područja grada G.Vakufa-Uskoplja i Prozora-Rame, a to su: Trnovača, Pidriš i Gmići.

Duljina dionice koja je uzeta u razmatranje iznosi oko 22 [km], a obilježena je mnogim sporednim ulicama, kućnim prilazima i sl. Analizom dionice obuhvaćen je nosivi ustroj ceste, elementi poprečnog presjeka ceste, uključujući prometni i slobodni profil te analiza cestovnih raskrižja na kojima je uočena problematika odvijanja prometnih tokova na osnovu rezultata brojanja prometa.

### **5.1. NOSIVI USTROJ ANALIZIRANE DIONICE**

Cesta kao građevinski objekt sastoji se od gornjeg i 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. Gornji ustroj ceste obuhvaća dio ceste koji izravno preuzima sva opterećenja nastala zbog prometa vozila i prenosi ga na donji ustroj ceste. [7]

#### **5.1.1. Postojeće stanje donjeg ustroja dionice**

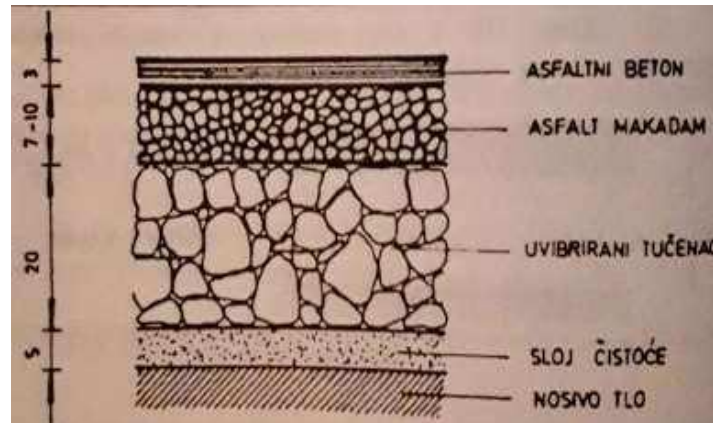
U poprečnom presjeku trup ceste je zasjek u najvećem dijelu, osim na početku analizirane dionice na izlazu iz grada G.Vakufa – Uskoplja, izveden je nasip (oko 1,20 [km] ). Zemljani trup ove dionice izgrađen je od zemlje i šljunka. Na ovoj dionici rađeni su sitni popravci, to nije dovoljno, jer zbog loše kvalitete zemljanog trupa došlo je do slijeganja i deformacije kolničke konstrukcije.

#### **5.1.2. Postojeće stanje gornjeg ustroja dionice**

Gornji ustroj ceste (kolnik) sastoji se od cestovnog zastora i podloge. Cestovni zastor je završni sloj gornjeg ustroja, a sastoji se od habajućeg površinskog sloja i veznog sloja.

Na analiziranoj dionici magistralne ceste cestovni zastor izveden je kao zastor od asfaltnog i makadamskog betona. Sastoji se od kamene sitneži i pijeska u koji su dodani asfalt i katran, kao vezno sredstvo. Kao podloga ovom zastoru upotrebljen je nabijeni tučenac (lomljeni

kamen). Debljina asfaltnog makadama koji služi kao podloga završnom sloju kolničke konstrukcije iznosi 7 [cm], dok je završni sloj debljine 5 [cm].



Slika 18. Presjek kolničke konstrukcije, [7]

Trenutna količina prometa i prometno opterećenje koje prima ova kolnička konstrukcija su doveli do mjestimičnih oštećenja, koja su posljedica slijeganja i deformacije zemljanog trupa.

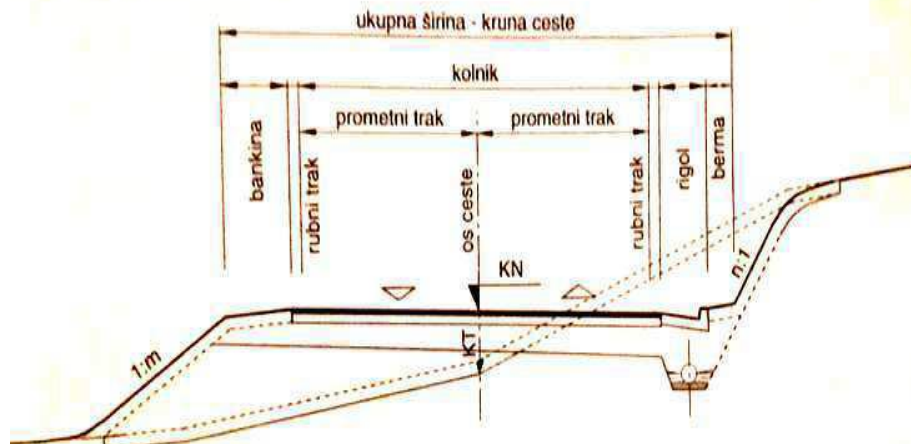
Na sljedećoj slici je primjer oštećenja kolničke konstrukcije, kao posljedica slijeganja i deformacije zemljanog trupa.



Slika 19. Oštećenja kolničke konstrukcije

## 5.2. POPREČNI PRESJEK ANALIZIRANE DIONICE

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



Slika 20. Osnovni elementi poprečnog presjeka ceste u zasijeku, [5]

Dionica magistralne ceste M16.2 na relaciji G.Vakuf-Uskoplje – Prozor-Rama ima dva prometna traka za kretanje jednog reda vozila u suprotnim smjerovima. Uvidom i mjerenjem na terenu izmjerena je širina jednog prometnog traka koja iznosi 3,00 [m] na najvećem dijelu dionice ceste. Prema tehničkim propisima širina prometnog traka određuje se na temelju, razreda ceste (3.razred), konfiguracije terena (brežuljkasti, planinski) i projektne brzine.

Sukladno tome zaključuje se da širina prometne trake od 3,00 [m] zadovoljava prometne zahtjeve iz tablice 3.

Prema tablici odnos prometnog i rubnog traka prikazuje, da zahtijevana širina rubnog traka treba iznositi 0.30 [m]. Na malim dijelovima dionice taj uvjet je zadovoljen, na mnogim dijelovima širina je puno manja ili je potpuno izostavljena, na mjestima gdje je izostavljena rubna traka označene su rubne crte širine 0,20 [m].

Na ovoj dionici bankine su izrađene od zemljanog materijala i trenutno su u dobrom stanju. Na rijetkim mjestima njena širina ne zadovoljava uvjet iz tablice 5. u kojoj se preporučuje širina bankine 1,00 [m]. Bankina se koristi za pješački promet na onim dijelovima ceste gdje nije izrađena pješačka staza (nogostup).

Dionica analizirane ceste koja se nalazi u zasijeku, za odvodnju oborinskih voda izrađeni su trokutasti rigoli od betonske konstrukcije. Dionica ceste koja prolazi kroz grad i gdje su uz cestu izgrađeni nogostupi, oborinske vode se skupljaju u slivnike i sabirne cijevi u kanalizacijski sustav.

Traka za spora vozila nalazi se na analiziranoj dionici na vrhu planinskog prijevoja Makljen. U smjeru G.Vakuf–Uskoplje – Prozor-Rama izvedena je traka za spora vozila dužine 1,20 [km], na vrhu planinskog prijevoja Makljen.

Na tom dijelu dionice u suprotnom smjeru u usponu također je izvedena traka za spora vozila, njena dužina je 300,00[m].

Traka za spora vozila izvedena je na izlazu iz grada Prozor – Rama prema G.Vakufu – Uskoplju, dužine 1,00 [km].

Širina traka za spora vozila na analiziranoj dionici je 3,20 [m], što zadovoljava propisanu širinu traka iz poglavlja 4.

Na području grada G.Vakufa – Uskoplja magistralna cesta M16.2 opremljena je pješačkim stazama (nogostupima). Pješačke staze izvedene su tako da je na nekim dijelovima dionice izvedena samo s jedne strane, a na nekim dijelovima analizirane dionice izvedena je s obje strane. Biciklističke staze nisu izgrađene, pa se biciklistički promet odvija preko postojećih pješačkih staza. Ukupna duljina pješačke staze koja je izgrađena s obje strane iznosi oko 1,5 [km], a prosječna širina pješačke staze s obje strane je 1,50 [m]. Duljina pješačke staze izgrađena samo s jedne strane kolnika iznosi 2.3[km], i široka je 1,60 [m]. Nalazi se na području grada G.Vakufa – Uskoplja i u obližnjim naseljima kroz koje prolazi magistralna cesta M16.2. Pješačka staza (nogostup) na području grada G.Vakufa–Uskoplja izgrađena je u skladu s normama za neometano kretanje pješaka.

Na području grada Prozor–Rama magistralna cesta M16.2 nije opremljena pješačkim stazama (nogostupima). Pješaci se na tom dijelu dionice magistralne ceste kreću uz kolnik ili za kretanje koriste bankine.



Slika 21. Nogostup u Ulici Vrbaska

### 5.3. PROMETNI I SLOBODNI PROFIL

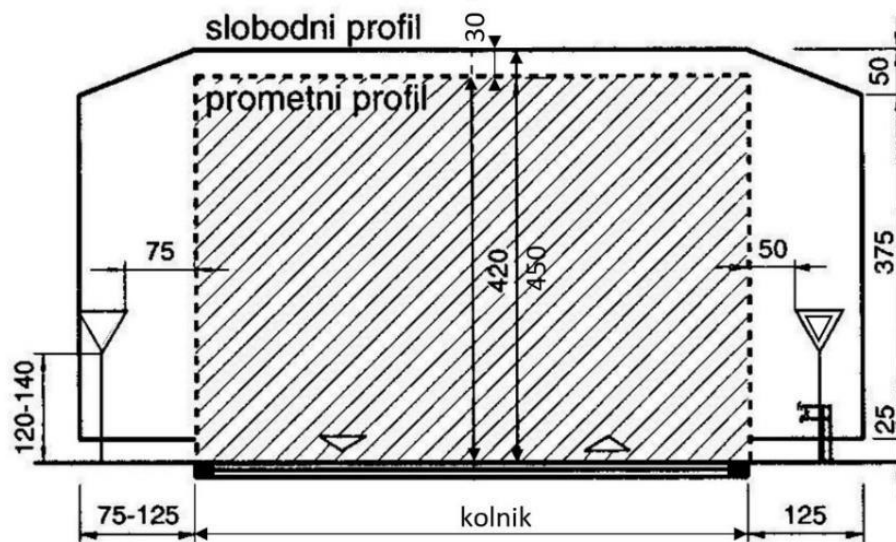
Da bi se omogućilo sigurno i pouzdano kretanje vozila potrebno je da na određenoj širini uz kolnik bude osiguran slobodan prostor u kojem se ne smiju nalaziti nikakve pojedinačne ili kontinuirane zapreke.

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. [7]

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]. [7]

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 :

- 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. [7]



Slika 22. Prometni i slobodni profil ceste izvan naselja, [6]

Na promatranjoj dionici magistralne ceste M - 16.2 uočeno je kako nekoliko prometnih znakova nije pravilno postavljeno unutar slobodnog profila ceste. Pored toga, postoje i prometni znakovi koji su loše uočljivi zbog raslinja i drveća koje zadire u slobodni profil te tako smanjuju vidljivost i prepoznatljivost. Visina prometnog i slobodnog profila nije ugrožena duž cijele dionice analizirane magistralne ceste M16.2.



Slika 23. Loš primjer prometnog profila na analiziranoj dionici

#### **5.4. TLOCRTNI I VERTIKALNI ELEMENTI DIONICE**

Cesta u tlocrtu se sastoji od pravaca, kružnih lukova i prijelaznih zavoja. Među pravci na pojedinim mjestima na analiziranoj dionici su izostavljeni, cesta se samo sastoji od kružnih lukova i prijelaznih zavoja. Na području naselja Gmići, dionica ceste se pruža uzastopnim zavojima, radijusi tih zavoja ne odgovaraju predviđenoj brzini kretanja, te nisu usklađeni polumjeri susjednih zavoja, prema slici 24. Primjer zavoja u naselju Gmići prikazan je na sljedećoj slici 31., a prijedlog rješenja u poglavlju 6.





Slika 24. Uzastopni zavoji na području naselja Gmići, [8]

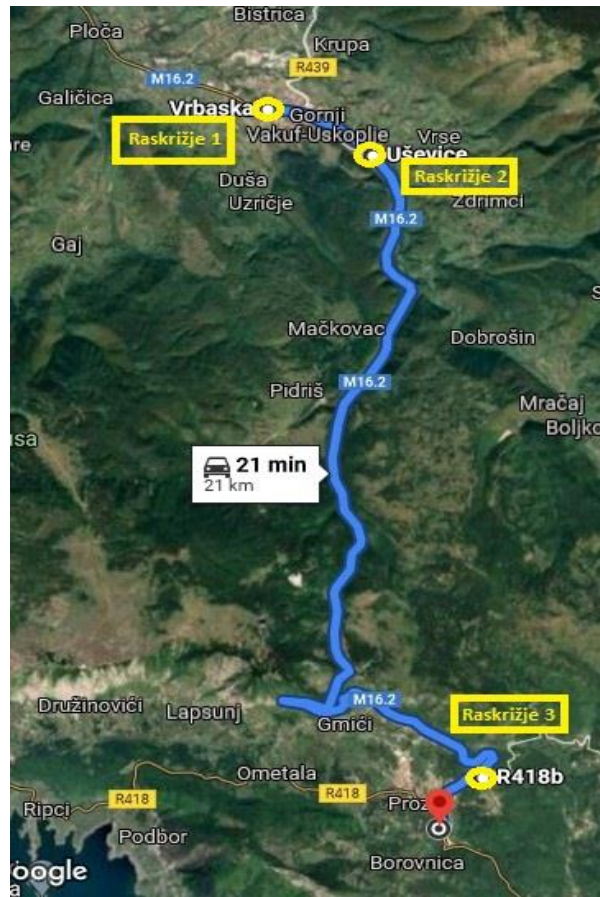
Osim u naselju Gmići gdje tlocrtni elementi nisu dobro izgrađeni, tlocrtni elementi duž analizirane dionice magistralne ceste su uglavnom izgrađeni po tlocrtnim elementima. Zavoji su pregledni, zadovoljavaju minimalan polumjer prema računskoj brzini s adekvatno izgrađenim prijelaznicama i proširenjem u zavoju. Horizontalna preglednost je poprilično zadovoljena prema pravilima tlocrtnih elemenata. Uzdužni nagibi nisu poznati na analiziranoj dionici magistralne ceste. Pregledom dionice vertikalna preglednost nije ugrožena.

## 5.5. 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 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. [7]

Na analiziranoj dionici magistralne ceste, na relaciji G.Vakuf Uskoplje – Prozor Rama se nalazi nekoliko cestovnih raskrižja. Svako od tih raskrižja je različito po pitanju intenziteta prometnih tokova, pa ona različito utječu na propusnu moć analizirane dionice magistralne ceste. Diplomskim radom obuhvaćena su tri raskrižja na kojima su utvrđeni nedostatci u pogledu preglednosti i sigurnosti oblikovnih elemenata i dr. Položaj analiziranih raskrižja na promatranjoj dionici prikazani su na sljedećoj slici.



Slika 25. Položaj analiziranih raskrižja na dionici magistralne ceste M16.2

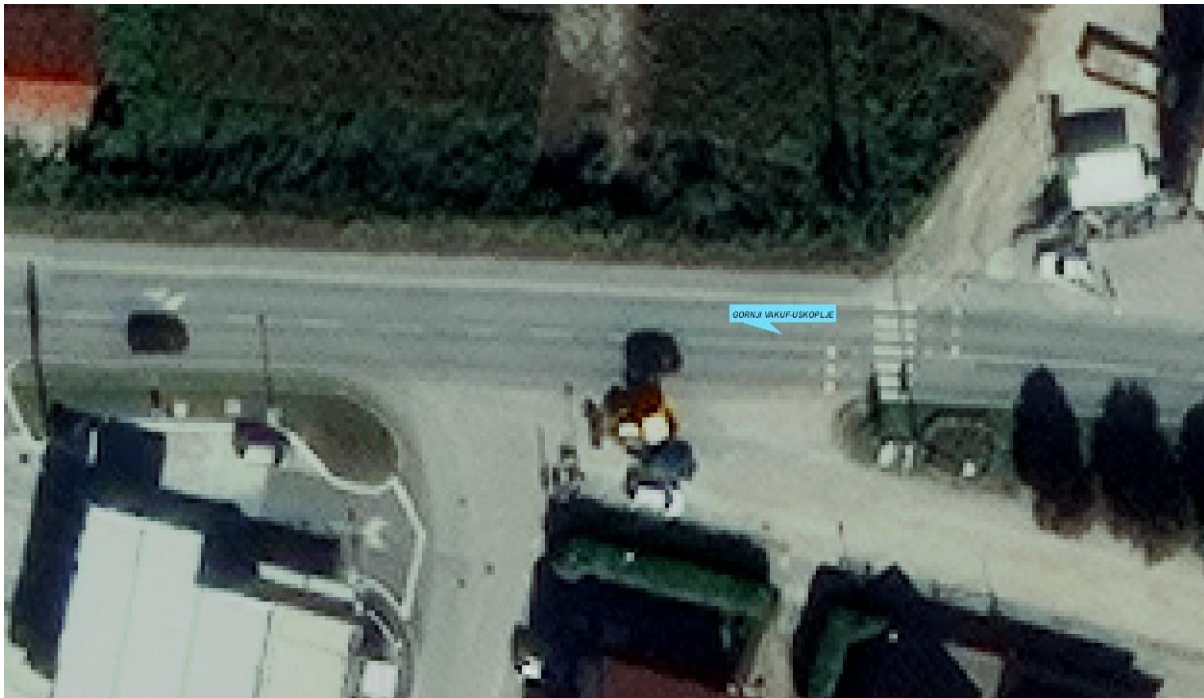
Izvor: [8]

## Raskrižje 1

Ovo raskrižje se nalazi na zapadnom dijelu grada G. Vakufa - Uskoplja, odnosno na ulazu u grad. Na ovom raskrižju se spajaju magistralna cesta M16.2 G. Vakuf-Uskoplje – Prozor-Rama (Ulica Vrbaska) zapadnim i istočnim privozima, i cesta koja vodi prema centru grada (Ulica Matije Gubeca) na južnom privozu. Također na ovom raskrižju imamo jugoistočni ulaz u centar grada jednosmjernom ulicom (Ulica Gradska). Raskrižje je trokrako nesemaforizirano. Glavni pravac je magistralna cesta M16.2 (Ulica Vrbaska). Prometni tokovi na ovom raskrižju su upravljani pomoću vertikalne signalizacije. Problem ovog raskrižja je što vozila na sporednom privozu (Ulica Matije Gubeca), moraju čekati vozila koja prometuju magistralnom cestom M16.2 u smjeru G. Vakuf-Uskoplje – Prozor-Rama, da u potpunosti izvrše manevar kretanja ili skretanja. Vozila na glavnom privozu prilikom uključivanja desnog pokazivača smjera, odnosno najave da će promijeniti smjer kretanja, nastavlja svoje kretanje na južni ili jugoistočni privoz, zbog toga vozilo na sporednom privozu mora čekati, jer ne zna hoće li se vozilo s glavnog pravca isključiti u Ulicu Matije Gubeca na jugu ili u jednosmjernu Ulicu Gradska u smjeru jugoistoka. Zbog toga može doći do naleta vozila s glavnog privoza na vozilo na sporednom

privozu. Kao posljedica toga zadržavanja vozila na sporednom privozu, smanjuje se propusna moć raskrižja, kao i sigurnost prometa na tom raskrižju. Vozila koja dolaze iz smjera Bugojna pri isključivanju u ulicu Gradska prema jugoistoku, taj manevar rade velikim brzinama. Na glavnom privozu nema trake za lijevo skretanje, dolazi do ometanja prometnih tokova prilikom isključivanja vozila s glavnog privoza iz smjera G.Vakuf Uskoplje – Bugojno. Horizontalna signalizacija na sporednim privozima je gotovo nevidljiva, nema obilježene zaustavne linije i drugih horizontalnih oznaka. Glavni i sporedni privoz sastoje se od dvije prometne trake za kretanje vozila u suprotnom smjeru, a širina jednog prometnog traka na glavnoj cesti iznosi 3 [m], a na sporednoj cesti širina jednog prometnog traka iznosi 2,75 [m]. Ulica Vrbaska za ulaz u centar grada je jednosmjerna ulica, širina jednosmjerne ulice je 6 [m], u toj ulici izgrađen je parking za uzdužno parkiranje vozila. U području raskrižja se nalazi i benzinska postaja.

Na sljedećoj slici je imamo prikazan tlocrtni prikaz raskrižja u razini.



Slika 26. Trokrako raskrižje u razini, [19]

Postojeće stanje raskrižja prikazano je na slici 34.



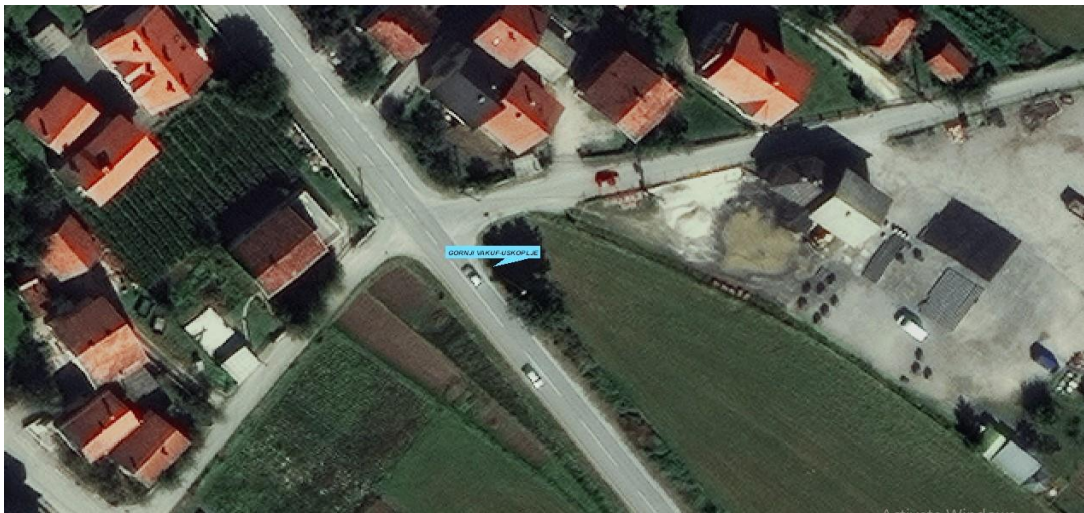
Slika 27. Pogled na privoze raskrižja 1

## Raskrižje 2

Drugo analizirano raskrižje se nalazi na jugoistočnom izlazu iz grada G.Vakufa-Uskoplja i od prethodnog raskrižja je udaljeno oko 2 [km]. Radi se o četverokrakom raskrižju gdje se spajaju magistralna cesta M16.2 (G. Vakuf-Uskoplje – Prozorom-Ramom) Ulica Vrbaska, kao zapadnim i istočnim privozima, sa seoskom cestom (Ždrimački put) na sjevernom privozu i Ulicom Uševice na južnom privozu. Glavni putni pravac (magistralna cesta M16.2) se sastoji od dvije prometne trake za kretanje vozila u suprotnim smjerovima, a širina jednog prometnog traka je 3 [m]. Na sporednim privozima ne postoji nikakva horizontalna signalizacija, a promet na sporednim privozima se odvija u oba smjera. Širina ceste na sjevernom privozu (Ždrimački put) je oko 4 [m], što otežava kretanju vozila u oba smjera, kao i uključivanje i isključivanje vozila. Izlazni radijus na ovom privozu je 5 [m], a ulazni radijus iznosi 6 [m]. Geometrijski elementi na ovom privozu nisu zadovoljeni za kretanje vozila većih gabarita, pa se prilikom skretanja s glavnog na sporedni privoz zauzima prometna površina za kretanje vozila iz suprotnog smjera. Na južnom privozu, širina ceste je 3,8 [m], ulazni i izlazni radijusi su 4 [m]. Problem na ovom raskrižju je i horizontalna preglednost, koja je ugrožena na južnom privozu. Pri uključivanju vozila s južnog privoza, zbog smanjene preglednosti i velikih brzina koje razvijaju vozila na glavnom pravcu, dolazi do naleta vozila, a nisu ni rijetki slučajevi prometnih nezgoda. Na glavnim privozima nema trake za lijevo skretanje, što prouzrokuje ometanje prometnih tokova prilikom isključivanja s glavnog privoza iz smjera G.Vakuf Uskoplje. Glavni privozi ove magistralne ceste se prostiru dugim pravcima, što dovodi do razvijanja velikih brzina na ovom dijelu dionice ceste, čime se ugrožava sigurnost prometa na ovom raskrižju. Vozilima na

sporednom privozu je prilikom uključivanja teško procijeniti udaljenosti i brzinu vozila na glavnom pravcu, pa je uključivanje i isključivanje otežano. Prometni tokovi na ovom raskrižju su upravljani vertikalnom signalizacijom.

Na sljedećoj slici je prikazano raskrižje u tlocrtu u razini.



Slika 28. Četverokrako raskrižje u razini, [19]

Sljedeće slike prikazuju postojeće stanje raskrižja

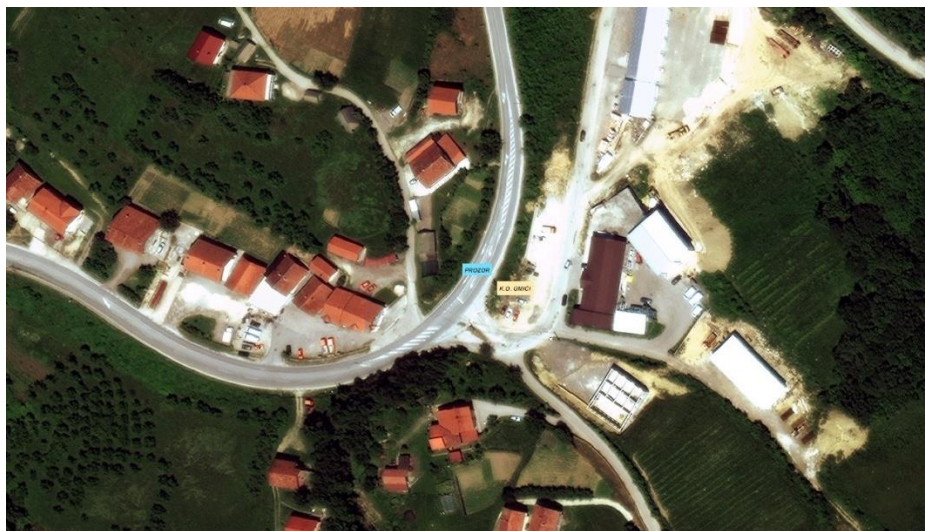


Slika 29. Pogled na privoze raskrižja 2

### Raskrižje 3

Treće analizirano raskrižje se nalazi na istočnom dijelu grada Prozor – Rama. Ovo je trokrako raskrižje gdje se križaju magistralna cesta M 16.2 kao glavni putni pravac i regionalna cesta R418b kao sporednog pravca. Glavni putni pravac je u zavoju, zbog toga je smanjena preglednost u raskrižju, to utječe na smanjenje sigurnosti, što je i glavni problem ovog raskrižja. Polje preglednosti vozila koja se uključuju sa sporednog privoza je mala, čime je smanjena sigurnost prometa. Glavni putni pravac magistralne ceste M16.2 na ovom dijelu je na nizbrdici, u smjeru prema gradu Prozor Rama. Trak za spora vozila koji je izgrađen na ovoj magistralnoj cesti u smjeru izlaza iz grada Prozor – Rama, završava u neposrednoj blizini raskrižja. Na glavnom privozu imamo traku za lijevo skretanje iz smjera G.Vakufa Uskoplja prema regionalnoj cesti R418b. Sporedni privoz se sastoji od dva prometna traka za kretanje vozila u suprotnom smjeru. Izlaz sa sporednog privoza se sastoji od dvije prometne trake, za skretanje lijevo i desno. Razdjelni otok izgrađen je na sporednom privozu koji ga razdvaja na dva dijela. Glavni pravac se sastoji od tri prometna traka, jedan prometni trak za kretanje vozila prema Prozoru Rami, a druga dva prometna traka u smjeru Uskoplja, od kojih je jedan prometni trak za spora vozila. Širina prometnog traka na glavnom pravcu u smjeru Prozora – Rame je 3 [m], širina prometnog traka na glavnom pravcu u suprotnom smjeru iznosi 3,2 [m], širina prometnog traka za spora vozila u istom smjeru iznosi 3,2 [m]. Širina prometnog traka za lijevo skretanje s glavnog pravca iznosi 3,3 [m]. Na sporednom privozu prometni trakovi za isključivanje, trake za skretanje lijevo i desno su širine 3,75 [m], a širina ulaza u sporedni privoz je 8 [m]. Razdjelni otok na sporednom privozu je dug 10,5 [m], na početku je širine 1,5 [m], a na kraju 2,7 [m].

Između sjevernog i istočnog privoza raskrižja se nalaze kontejneri i reklamni panoi koji još više smanjuju preglednost ionako nepreglednom raskrižju. Na sljedećim slikama dan je prikaz postojećeg stanja raskrižja te elemenata koji smanjuju preglednost u raskrižju.



Slika 30. Trokrako raskrižje u razini, [19]



Slika 31. Pogled na privoze raskrižja



Slika 32. Reklamni panoi i kontejneri koji smanjuju preglednost

## 5.6. PODATCI O IZBROJANOM PROMETU NA DIONICI G.VAKUF USKOPLJE – PROZOR RAMA

### 5.6.1. Brojanje prometa

Brojanje prometa osnovica je za njegovo planiranje. Njime se dobiva uvid u trenutno stanje prometa te podaci koji upućuju na potrebne rekonstrukcije, izgradnju novih prometnih pravaca ili na ostale mjere poboljšanja postojećeg i budućeg prometa.[3]

U praksi se razlikuju dvije vrste brojanja prometa:

1. Statičko brojanje, tj. brojanje na nekom presjeku;
2. Dinamičko brojanje, tj. brojanje prometnog toka. [3]

Pri statičkom brojanju broje se vozila koja u određenom vremenskom intervalu prođu kroz određeni presjek ceste. Statičko brojanje daje podatke o opterećenju ceste, a koristi se za dimenzioniranje prometnica i raskrižja. Izvodi se ručno, s pomoću pogodnih obrazaca ili s pomoću automatskih uređaja za brojanje. Prednost statičkog brojanja je u tome što ne ometa promet.

Dinamičko brojanje predstavlja brojanje prometnih tokova. Njime se utvrđuju jačina, smjer i put prometnog strujanja. Glavna mu je zadaća utvrđivanje izvora i cilja pojedinih prometnih tokova. Ono zadržava promet te se mora pažljivo odabrati mjesto brojanja. [3]

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.

U Federaciji BiH ugrađeni su brojači francuske firme Sterela i slovenačke firme Mikrobit te automatski brojači tipa QLD-6CX i TLCD 10. Oba tipa automatskih brojača koriste par induktivnih petlji po svakom smjeru. Ovi brojači razvrstavaju vozila po vremenskim pragovima, grupama vozila i pragovima brzina. Razlika razvrstavanja je ta što automatski brojači Sterela razvrstavaju vozila po dužini, dok Mikrobit brojači vrše razvrstavanje prema induktivnom otisku. Podaci o izbrojanim vozilima, s pojedinačnih brojača, preuzimaju daljinski GSM modemom dok se s ostalih brojača prikupljaju manualno, odlaskom na lokalitet, gdje se podaci preuzimaju pomoću računarske opreme.

Pored navedenih automatskih brojača, od 2009. godine u upotrebi su dva radarska brojača. Radarski brojači vrše zapis po klasama vozila, satima i sekundama prolaska vozila.

Vozila se razvrstavaju u pet klasa, i to:

- K1 i K2 – motocikli, putnička vozila,
- K3 – kombi i laka teretna vozila,
- K4 – autobusi i teška teretna vozila, i
- K5 – kamioni s prikolicom i šleperi.

Baza podataka brojanja prometa sadrži šifru brojačkog mjesta (brojači s petljama imaju šifru 501 pa nadalje, dok radarski brojači nose šifru 600 pa nadalje). Ovi brojači registriraju vrijeme u kojem je promet snimljen (sati u godini), smjer kretanja vozila, broj i strukturu vozila, broj vozila po dužini (ili vrsti vozila), te brzinu vozila s odabranim pragovima brzina.[22].

Zadnji službeni podatci brojanja prometa su iz 2019.godine na ovoj dionici. Imamo jedan povremeni brojač prometa marke Radar, naziv brojačkog mjesta Gornji Vakuf. U tablici broj 9 prikazano je koliki je izbrojani promet na brojačkom mjestu 618 Gornji Vakuf. Vidi se opterećenje za nekoliko dana u travnju i svibnju.

Prosječni dnevni promet iznosi 4727 [voz/dan], prosječni godišnji dnevni promet (PGDP) 4595 [voz/dan].



**Tablica 9. Tablica Mjesečni broj vozila**

Automatski brojač: 618  
 Lokalitet: G. Vakuf  
 Broj ceste: M 16.2  
 Dionica: Gornji Vakuf - Prozor

Marka brojača: RADAR  
 Godina: 2019

	Mjesec											
	Siječanj	Veljača	Ožujak	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Listopad	Studeni	Prosinac
1	-	-	-	-	4020	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	4725	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	5540	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	5560	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	4316	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	3973	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	3877	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	-	-	-	5338	-	-	-	-	-	-	-	-
27	-	-	-	5142	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	4460	-	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	4687	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	5091	-	-	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UKUPNO:	-	-	-	24718	32011	-	-	-	-	-	-	-
PROSJEK:	0	0	0	4943,6	4573	0	0	0	0	0	0	0
Prosječni dnevni promet(PDP)												4727

FS = 0,97

Prosječni godišnji dnevni promet (PGDP) 4595

Izvor: [20]

U sljedećoj tablici prikazan je PGDP po godinama na analiziranoj dionici.

**Tablica 10. Broj vozila po godinama na magistralnoj cesti M16.2**

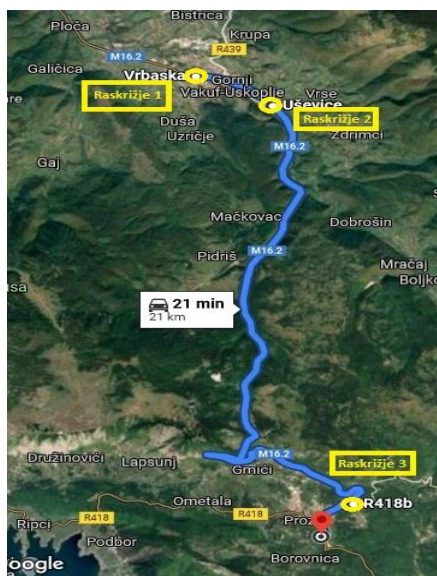
R. broj	Oznaka brojačkog mjesta	Cesta	Dionica	Dužina (km)	Naziv brojačkog mjesta	Vrsta brojanja	PGDP							
							2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
91	528	M 16.2	Bugojno 2 - Gornji Vakuf	19,07	Bugojno	P	4004	4110	3626	3802	4636	5067	4618	5235
92	618	M 16.2	Gornji Vakuf-Prozor	20,44	Gornji Vakuf	P	2282		2276			3073	3345	4595
93	513	M 16.2	Prozor – Jablanica 1	30,08	Jablanica	P	1904	2269	1758	1776	2259	2266	2052	2143

Izvor: [20]

U 2012.godini prosječni godišnji dnevni promet (PGDP) na magistralnoj cesti M16.2 na relaciji G.Vakuf Uskoplje – Prozor Rama iznosi 2282 [voz/dan]. Svake godine prosječni godišnji dnevni promet (PGDP) je rastao, a prema posljednjim zabilježenim službenim podacima u 2019.godini iznosi 4595 [voz/dan].

Za izradu diplomskog rada korištena je ručna metoda brojanja prometa na karakterističnim lokacijama. Brojanje prometa je obavljeno radnim danom kako bi se dobio reprezentativniji uzorak. Prilikom brojanja, vozila su svrstana u pet kategorija i to: osobna vozila (OA), teretna vozila (TV), autobusi (BUS), motocikli (MOT) i bicikli (BIC).

Brojanje prometa obavljeno je u poslijepodnevnom vršnom satu od 15:00 do 16:00 sati, dana 19/20/21.10.2021.godine (utorak, srijeda, četvrtak). Brojanje se izvršilo na tri lokacije, na tri prethodno analizirana raskrižja ( raskrižje 1, raskrižje 2, raskrižje 3 ) na analiziranoj dionici magistralne ceste M16.2.



Slika 33. Lokacije brojanja prometa

Izvor: [8]

U prometu sudjeluju vozila koja zauzimaju različite prometne površine, radi lakšeg proračuna i dobivanja jedinstvenih podataka korišteni su koeficijenti kojima se množi svaka vrsta vozila (tzv.EJA jedinice). Kao jedinica uzeto je osobno vozilo s koeficijentom 1. U sljedećoj tablici prikazani su koeficijenti za pojedine kategorije vozila.

**Tablica 11. Kategorije vozila svedene na ekvivalentnu jedinicu automobila**

Vrsta vozila	Ekvivalent jedinice automobila ( EJA )
Osobno vozilo	1,00
Teretno vozilo	2,00
Autobus	2,00
Motocikl	0,5
Bicikl	0,3

Izvor: [3]

### Raskrižje 1

Na ovom raskrižju brojanje prometa je obavljeno na sva tri privoza i na jednosmjernoj ulici koja predstavlja ulaz u centar grada G.Vakuf Uskoplje. Ovo trokrako raskrižje, predstavlja križanje Ulice Vrbaska ( M16.2 ) kao glavnog putnog pravca ( istok – zapad ) sa sporednom cestom na jugu Ulica Matije Gubeca i jugoistočni ulaz u jednosmjernu ulicu Ulica Gradska. Rezultati brojanja prometa na ovom raskrižju prikazani su u tablicama 12,13,14,15.

**Tablica 12. Rezultati brojanja prometa na raskrižju 1 ( istočni privoz )**

Vrijeme	Smjer	Osobno vozilo	Teretno vozilo	Autobus	Motocikl	bicikl
15:00 – 16:00	Z – I	321	12	4	0	8
	J – I	44	0	0	0	0
	Ukupno vozila	365	12	4	0	8
	EJA	365	24	8	0	2,4
	<b>UKUPNO</b>	<b>399,4</b>				

**Tablica 13. Rezultati brojanja prometa na raskrižju 1 ( jugoistočni Privoz )**

Vrijeme	Smjer	Osobno vozilo	Teretno vozilo	Autobus	Motocikl	bicikl
15:00 – 16:00	Z – JI	124	0	0	0	4
	J – JI	37	0	0	0	0
	I – JI	28	0	0	0	
	Ukupno vozila	189	0	0	0	4
	EJA	189	0	0	0	1,2
	<b>UKUPNO</b>	<b>190,2</b>				

**Tablica 14. Rezultati brojanja prometa na raskrižju 1 ( južni privoz )**

Vrijeme	Smjer	Osobno vozilo	Teretno vozilo	Autobus	Motocikl	bicikl
15:00 – 16:00	I – J	42	0	0	0	8
	Z – J	73	4	0	0	0
	Ukupno vozila	115	4	0	0	8
	EJA	115	8	0	0	2,4
	<b>UKUPNO</b>	<b>125,4</b>				

**Tablica 15. Rezultati brojanja prometa na raskrižju 1 ( zapadni privoz )**

Vrijeme	Smjer	Osobno vozilo	Teretno vozilo	Autobus	Motocikl	bicikl
15:00 – 16:00	I – Z	384	17	16	0	0
	J – Z	71	4	0	0	4
	Ukupno vozila	455	21	16	0	4
	EJA	455	42	32	0	1,2
	<b>UKUPNO</b>	<b>530,2</b>				

Na istočnom i zapadnom privozu kreće se najveći broj vozila, ujedno su ovo privozi s prvenstvom prolaska (glavni privozi). Na sporednom privozu je obavezno zaustavljanje. Na glavnim privozima izbrojano je ukupno u vršnom satu 1084 vozila, a na sporednom privozu 161 vozilo. Vršno satno opterećenje dobije se tako da se zbroje sva vozila koja su ušla ili izašla na svim privozima raskrižja. Vršno satno opterećenje ovoga raskrižja iznosi 1245 voz/h. Prosječni godišnji dnevni promet (PGDP) dobije se tako da se vršno satno opterećenje pomnoži koeficijentom u rasponu od 9 do 14. Za ovaj grad uzet je koeficijent 10, pa tako PGDP iznosi 12450 voz/dan.

## Raskrižje 2

Brojanje prometa na raskrižju 2 je obavljeno na sva četiri (4) privoza. Kako je ranije navedeno, ovo je četverokrako raskrižje. Glavni privoz predstavlja magistralna cesta M16.2 na istoku i zapadu, a sporedni privozi su Ždrimački put i Ulica Uševice, jedan privoz je na sjeveru, drugi je na jugu. Rezultati brojanja prometa na ovom raskrižju prikazani su u tablicama 16, 17, 18, 19.

**Tablica 16. Rezultati brojanja prometa na raskrižju 2 ( sjeverni privoz )**

Vrijeme	Smjer	Osobno vozilo	Teretno vozilo	Autobus	Motocikl	bicikl
15:00 – 16:00	I – S	9	3	0	0	0
	Z – S	59	0	0	0	0
	J – S	3	0	0	0	0
	Ukupno vozila	71	3	0	0	0
	EJA	71	6	0	0	0
	<b>UKUPNO</b>	<b>77</b>				

**Tablica 17. Rezultati brojanja prometa na raskrižju 2 ( istočni privoz )**

Vrijeme	Smjer	Osobno vozilo	Teretno vozilo	Autobus	Motocikl	bicikl
15:00 – 16:00	S – I	6	0	0	0	0
	J – I	3	0	0	0	0
	Z – I	156	9	0	0	0
	Ukupno vozila	165	9	0	0	0
	EJA	165	18	0	0	0
	<b>UKUPNO</b>	<b>183</b>				

**Tablica 18. Rezultati brojanja prometa na raskrižju 2 ( južni privoz )**

Vrijeme	Smjer	Osobno vozilo	Teretno vozilo	Autobus	Motocikl	bicikl
15:00 – 16:00	Z – J	12	0	0	0	0
	I – J	3	0	0	0	0
	S – J	0	0	0	0	0
	Ukupno vozila	15	0	0	0	0
	EJA	15	0	0	0	0
	<b>UKUPNO</b>	<b>15</b>				

**Tablica 19. Rezultati brojanja prometa na raskrižju 2 ( zapadni privoz )**

Vrijeme	Smjer	Osobno vozilo	Teretno vozilo	Autobus	Motocikl	bicikl
15:00 – 16:00	I – Z	93	6	0	0	0
	S – Z	21	3	0	0	0
	J – Z	39	0	0	0	0
	Ukupno vozila	153	18	0	0	0
	EJA	153	18	0	0	0
	<b>UKUPNO</b>	<b>171</b>				

Na ovom raskrižju prvenstvo prolaska imaju vozila na glavnom prometnom pravcu, istočni i zapadni privoz. Na sporednom privozu je obavezno zaustavljanje. Na glavnim privozima u vršnom satnom opterećenju izbrojano je 371 vozilo, a na sporednim privozima 75 vozila. Vršno satno opterećenje prema podacima o brojanju prometa iznosi 446 voz/h. PGDP na ovom raskrižju na osnovu vršnog satnog opterećenja iznosi 4 460 voz/dan.

### Raskrižje 3

Brojanje prometa na raskrižju 3 je obavljeno na sva tri privoza. Radi se o trokrakom raskrižju, gdje je glavni prometni pravac magistralna cesta M16.2, sjeverni i južni privoz. Regionalna cesta R 418 b je sporedni istočni privoz. Rezultati brojanja prometa na ovom raskrižju prikazani su u tablicama 20, 21, 22.

**Tablica 20. Rezultati brojanja prometa na raskrižju 3 ( sjeverni privoz )**

Vrijeme	Smjer	Osobno vozilo	Teretno vozilo	Autobus	Motocikl	bicikl
15:00 – 16:00	I – S	3	0	0	0	0
	J – S	52	12	4	0	0
	Ukupno vozila	55	12	4	0	0
	EJA	55	24	8	0	0
	<b>UKUPNO</b>	<b>87</b>				

**Tablica 21. Rezultati brojanja prometa na raskrižju 3 ( istočni privoz )**

Vrijeme	Smjer	Osobno vozilo	Teretno vozilo	Autobus	Motocikl	bicikl
15:00 – 16:00	S – I	16	4	0	0	0
	J – I	44	4	0	0	0
	Ukupno vozila	60	8	0	0	0
	EJA	60	16	0	0	0
	<b>UKUPNO</b>	<b>76</b>				

**Tablica 22. Rezultati brojanja prometa na raskrižju 3 ( južni privoz )**

Vrijeme	Smjer	Osobno vozilo	Teretno vozilo	Autobus	Motocikl	bicikl
15:00 – 16:00	S – J	96	28	4	0	0
	I – J	72	0	0	0	0
	Ukupno vozila	168	28	4	0	0
	EJA	168	56	8	0	0
	<b>UKUPNO</b>	<b>232</b>				

Na sjevernom i južnom privozu, odnosno na glavnom prometnom pravcu je najveće prometno opterećenje. Glavni prometni pravac ima prednost prolaska, a na sporednom privozu je obavezno zaustavljanje. Na glavnim privozima u vršnom satu izbrojano je 320 vozila, a na sporednom privozu 75 vozila. Prema tim podacima, dobije se da je ukupno vršno satno opterećenje 395 voz/h. Na osnovu tog vršnog satnog opterećenja, dobije se da je PGDP na ovom raskrižju 3 950 voz/dan

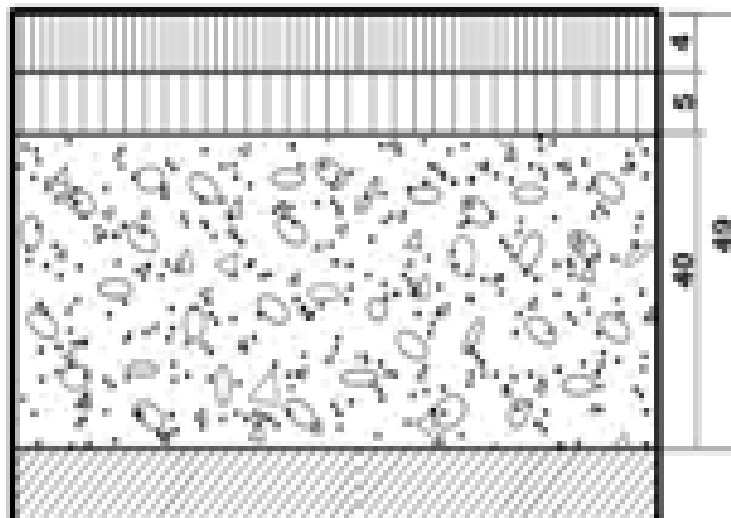
## 6. PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA PROMETNO – TEHNIČKIH ELEMENATA CESTE NA ANALIZIRANOJ DIONICI

### 6.1. PRIJEDLOG POBOLJŠANJA NOSIVOG USTROJA CESTE

Na analiziranoj dionici magistralne ceste M16.2, nosivi ustroj predstavlja jedan od najvećih problema ove dionice. Potrebno je napraviti rekonstrukciju gotovo cijele dionice. Posljednja rekonstrukcija nosivog ustroja izvršena je 2013 godine, sa slabim učinkom.

Zemljani trup potrebno je prilikom izgradnje što više nabit, kako bi što dulje osigurao dobru stabilnost, da se ne pojave slijeganje i deformacije.

Zbog nedovoljne nabijenosti zemljanog trupa, velikih opterećenja ceste, te drugih utjecaja došlo je do slijeganja zemljanog trupa, te je to jedan od razloga koji je doveo do deformacije kolničke konstrukcije. Stvaraju se špure, rupe na cesti, ulegnuća, izbočine, pucanja asfalta. Kako bi se pojačala konstrukcija kolnika koja preuzima prometno opterećenje i smanjile deformacije preporučuje se zastor od asfaltnog betona na srednje povoljnom tlu za srednji promet. Predlažem primjenu tampona od 30 [cm], 5 [cm] veznog sloja i 4 [cm] habajućeg sloja. Na pojedinim lokacijama predlaže se i izgradnja betonskih rubnih traka koje bi spriječile horizontalne deformacije kolničkog zastora. Izmjenom kolničke konstrukcije duž cijele dionice poboljšala bi se sigurnost i udobnost pri kretanju svih sudionika u prometu, povećala bi se i propusna moć ceste.



Slika 34. Kolnički zastor od asfaltnog betona za srednji promet, [6]



## 6.2. PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA ELEMENATA POPREČNOG PRESJEKA

Analizirana dionica prolazi kroz naseljena i ne naseljena područja, pa su ograničenja brzine unutar naselja 50 [km/h], a izvan naseljenog područja 70 [km/h]. U naseljenim područjima zastupljen je pješački i biciklistički promet. Pješačke staze na području općine G.Vakuf-Uskoplje u naseljenim područjima prate analiziranu dionicu, dok u općini Prozor-Rama nisu izgrađene pješačke staze. Biciklističke staze nemaju izgrađenu infrastrukturu duž cijele dionice. U naseljenim područjima općine G. Vakuf-Uskoplje, biciklisti za kretanje koriste pješačke staze. Na analiziranoj dionici na području općine Prozor-Rama, biciklisti se kreću uz rub ceste ili cestom, što je jako opasno za sve sudionike u prometu i dovodi do prometnih nesreća. Isto tako pješaci se na tom području kreću uz rub kolnika ili bankinom. Zbog toga vozači moraju biti oprezni kako ne bi ugrožavali niti svoju niti sigurnost drugih sudionika u prometu. Postojeće pješačke staze na analiziranoj dionici na području G.Vakufa-Uskoplja imaju širinu oko 1,5 [m]. Na određenim dijelovima je izgrađena samo s jedne strane kolnika, dok je na drugim dijelovima dionice izgrađena s obje strane. Tamo gdje je pješačka staza izvedena samo s jedne strane, potrebno je pješačku stazu izgraditi s obje strane kolnika. Preporučuje se proširenje postojećeg profila za kretanje nemotoriziranog prometa na 2,5 [m]. Unutar tog profila preporučuje se izvedba biciklističke staze širine 1 [m], širina pješačke staze 1[m], a zaštitna širina između pješačke i biciklističke staze 0,5 [m]. Za zaštitu pješaka i biciklista preporučuje se izvedba zaštitne ograde, zbog manjka prostora. U naseljenim područjima općine Prozor-Rama na analiziranoj dionici, preporučuje se izgradnja pješačko-biciklističke staze s obje strane kolnika širine 1,5 [m]. Širina prometnog traka određuje se prema projektnoj brzini i iznosi 3,00 [m], te je zadovoljavajuća na cijeloj analiziranoj dionici. Rubni trakovi i bankine nisu izvedeni prema pravilniku, postojeći su na nekim dijelovima dionice, ali u različitim dimenzijama ili uopće ne postoje. Potrebno je izvršiti njihovu rekonstrukciju, gdje je to prostorno moguće.

Prometni i slobodni profil ne zadovoljava uvjete u pogledu postavljanja prometne signalizacije na pojedinim mjestima. Potrebno je u potpunosti provjeriti prometnu signalizaciju, postaviti je u skladu s pravilnikom te osigurati njenu vidljivost (uklanjanje raslinja i drveća) kako bi vozači i ostali sudionici u prometu pravovremeno uočili prometni znak te primili obavijest i poduzeli potrebne radnje koje on nalaže te tako bi se postiglo sigurno i neometano odvijanje prometa. Potrebno je ukloniti reklamne panoe uz dionicu ceste koji nisu postavljeni uz odobrenje i koji smanjuju preglednost.

### 6.3. PRIJEDLOG POBOLJŠANJA TLOCRTNIH I VERTIKALNIH ELEMENATA CESTE

U analizi postojećeg stanja tlocrtnih i vertikalnih elemenata ceste ova dionica skoro pa prema svim tlocrtnim elementima zadovoljava prometna pravila o projektiranju ceste. Zavoji su pregledni s velikim radijusima i dugim prijelaznicama. Pravci i među pravci su dovoljnih dužina. Uvidom u teren utvrđene su nepravilnosti u blizini naselja Gmići u pogledu uzastopnih zavoja, njegovih neodgovarajućih radijusa i izostavljanjem međupravaca. Vođenjem trase tako se smanjuje sigurnost i propusna moć. Na ovoj dionici bilježi se nekoliko prometnih nesreća u prethodnih pet(5) godina klasificiranih kao slijetanje vozila zbog nepoštivanja ograničenja brzine i slabe procjene zavoja.

Sukladno tome, predlaže se izmještanje postojeće trase ceste kako bi se izostavili uzastopni zavoji, postavili među pravci i time se postigla udobnija vožnja i veća sigurnost prometa na tom dijelu ceste.



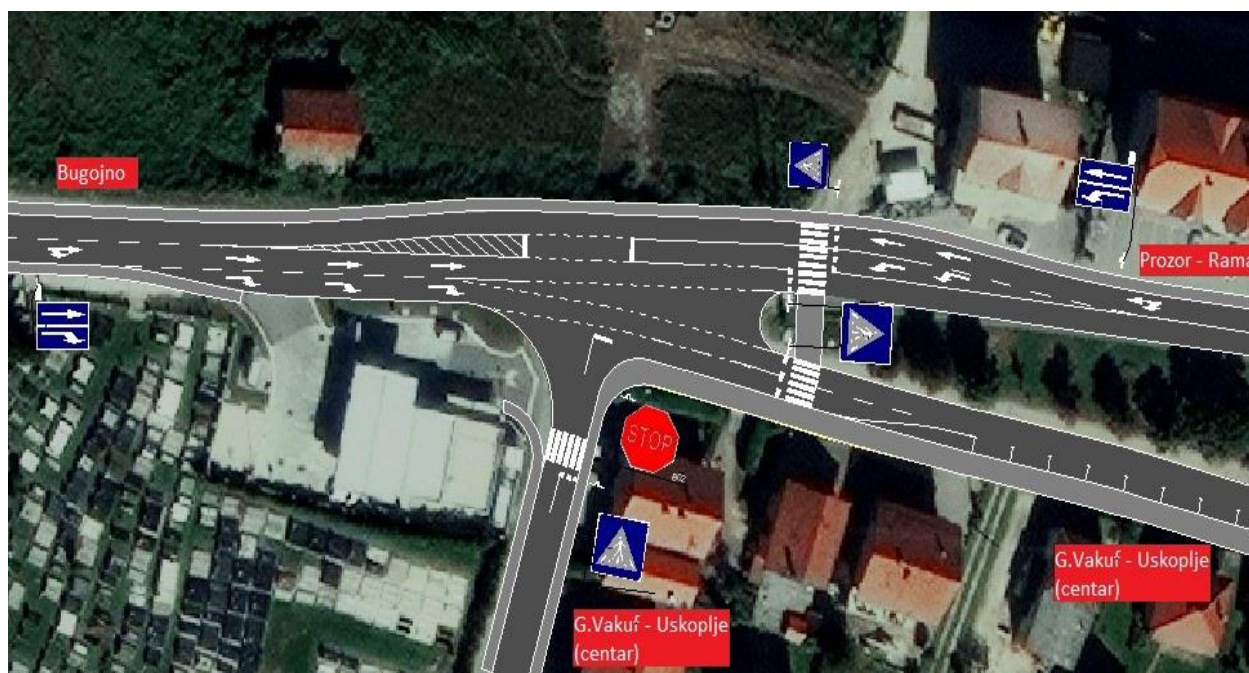
Slika 35. Idejno rješenje poboljšanja tlocrtnih elemenata dionice – Gmići

### 6.4. PRIJEDLOZI RJEŠENJA CESTOVNIH RASKRIŽJA NA ANALIZIRANOJ DIONICI

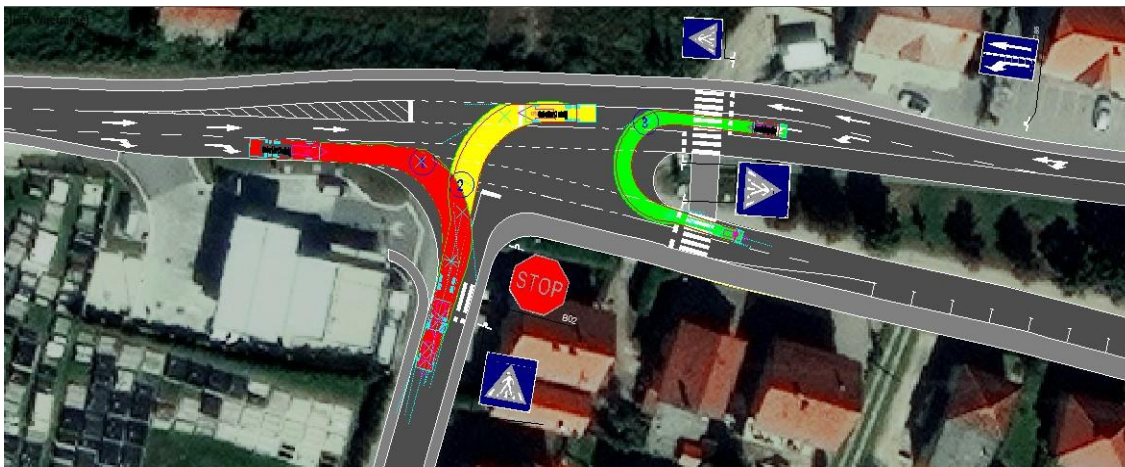
U prethodnom poglavlju o analizi postojećeg stanja raskrižja analizirana su tri raskrižja na dionici magistralne ceste M16.2 na relaciji G.Vakuf Uskoplje – Prozor Rama. Analizom postojećeg stanja utvrđeni su nedostaci na analiziranim raskrižjima. U ovom poglavlju dati će se prijedlozi poboljšanja svakog od tih raskrižja.

## Raskrižje 1

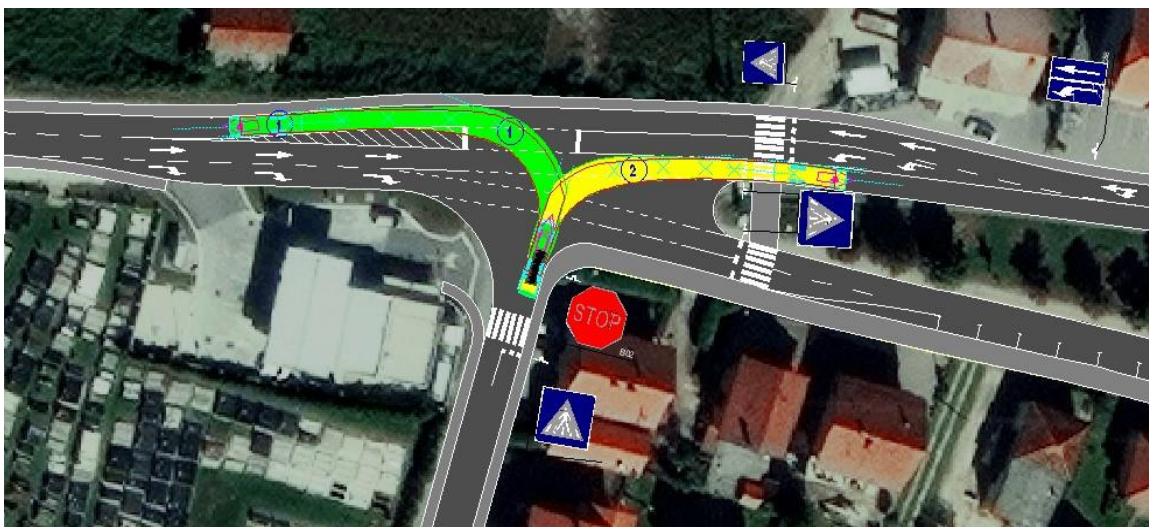
Na ovom raskrižju se spajaju magistralna cesta M16.2 (Ulica Vrbaska), koja povezuje G.Vakuf-Uskoplje s Bugojnom na zapadu te Prozor – Ramu na istoku, kao zapadnim i istočnim privozima, i cesta koja vodi prema centru grada (Ulica Matije Gubeca) na južnom privozu. Također na ovom raskrižju imamo jugoistočni ulaz u centar grada jednosmjernom ulicom (Ulica Gradska). Raskrižje je trokrako nesemaforizirano, na kojem je glavni pravac magistralna cesta M16.2 (Ulica Vrbaska). Na glavnom privozu nemamo dodatni trak za lijevo skretanje što dovodi do stvaranja repova čekanja na glavnom privozu u vršnom prometnom opterećenju. Predlaže se na glavnom privozu izgradnja traka za desno skretanje iz smjera Bugojna i traka za lijevo skretanje iz smjera Prozor-Rama. Širina tih traka za desno i lijevo skretanje je 3,00 [m]. Jednosmjerna ulica (Ulica Gradska) na jugoistočnom privozu je širine 6 [m], od toga je 2,5 [m] za uzdužno parkiranje, a 3,5 je širina prometnog traka. Predlaže se izgradnja dva prometna traka širine 2,75 [m]. Jedan prometni trak bi služio za uključivanje vozila iz smjera Bugojna i Prozora – Rame, a drugi za uključivanje vozila sa sporednog privoza (Ulica Matije Gubeca). Na sporednom privozu je nevidljiva horizontalna signalizacija, pa se preporučuje da se ista iscrta. Prijedlog idejnog rješenja raskrižja 1 prikazano je na slici ispod (slika 43). Kako bi se utvrdila mogućnost provođenja ovog raskrižja od strane mjerodavnog vozila, izvršena je simulacija provođenja istog, čije se trajektorije nalaze na slikama 44., 45. S obzirom na to da sporedni privoz nije namijenjen kretanju teških teretnih vozila većih gabarita, kao mjerodavno vozilo uzeto je manje teretno vozilo duljine 10,10 [m].



Slika 36. Idejno rješenje raskrižja 1



Slika 37. Trajektorije provođenja mjerodavnog vozila s glavnog na sporedni privoz – Raskrižje 1



Slika 38. Trajektorije provođenja mjerodavnog vozila sa sporednog na glavni privoz – Raskrižje 1

## Raskrižje 2

Radi se o četverokrakom raskrižju gdje se spajaju magistralna cesta M16.2 (G. Vakuf Uskoplje - Prozorom Ramom) Ulica Vrbaska, kao zapadnim i istočnim privozima, sa seoskom cestom (Ždrimački put) na sjevernom privozu i ulicom Uševice na južnom privozu. Međutim, u svrhu povećanja prometne sigurnosti moguća je izvedba prometnih trakova za lijeve skretače neovisno o prometnom opterećenju npr. kada brzina vožnje prelazi 50 [km/h]. Na ovom raskrižju predlaže se izgradnja dodatnog traka za lijevo skretanje širine 3,00 [m], iz smjera G.Vakuf – Uskoplje. Izlazni radijus na sporednom sjevernom privozu iznosi 5,00[m], a ulazni 5,00 [m]. Sporedni privoz nije namijenjen za kretanje teških teretnih vozila većih gabarita, ali se ponekad prometuju manja teretna vozila. Zbog toga predlaže se povećanje ulaznih/izlaznih radijusa na 10,00 [m]. Predlaže se i proširenje sjevernog privoza sa 4,00 [m], na 5,00 [m]. Horizontalna signalizacija ne postoji na ovom privozu, potrebno ju je iscertati, odnosno potrebno

je izraditi poprečnu oznaku („Stop“ liniju). Južni privoz ima ulazne/izlazne radijuse 4 [m], pa se predlaže povećanje ulaznih/izlaznih radijusa na 6,00 [m] i proširenje kolnika s trenutnih 3,80 [m], na 5,00 [m]. Isto tako na ovom privozu ne postoji horizontalna signalizacija, koju je potrebno izraditi kao i na sjevernom privozu.

Prijedlog idejnog rješenja raskrižja 2 prikazano je na slici ispod.



Slika 39. Idejno rješenje raskrižja 2

### Raskrižje 3

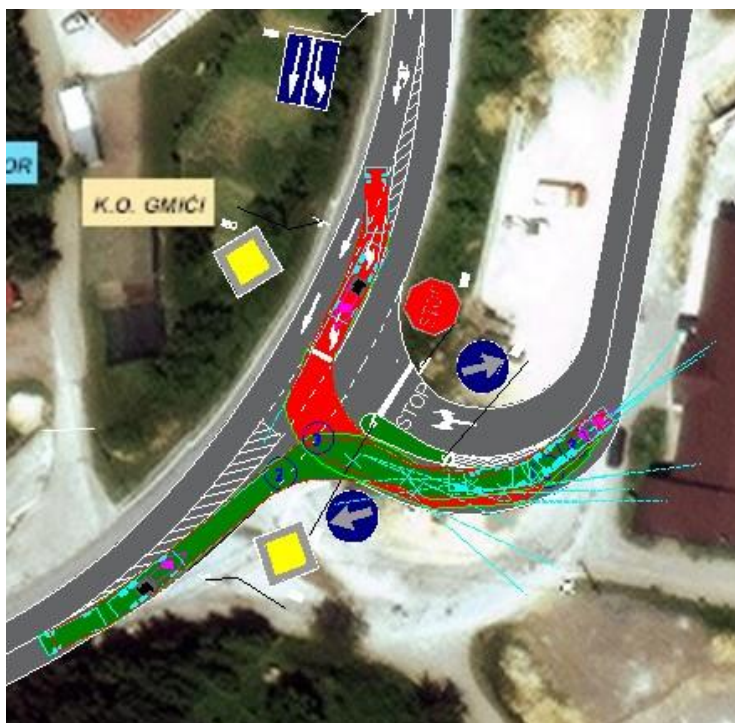
Kao što je ranije navedeno ovo je trokrako raskrižje gdje se križaju magistralna cesta M 16.2 kao glavni putni pravac i regionalna cesta R418b kao sporednog pravca. Glavni putni pravac (magistralna cesta M16.2) je u zavoju i na uzbrdici/nizbrdici. Smanjena je preglednost vozila sa sporednog privoza, što je i glavni problem ovog raskrižja. Na glavnom pravcu iz smjera Prozora – Rame imamo i traku za spora vozila, koja završava u neposrednoj blizini raskrižja. Preporučuje se da se traka za spora vozila ranije zatvori, prije raskrižja. Prijedlog rješenja je izmicanje sporednog privoza sjeverno od postojećeg stanja. Izmještanjem sporednog privoza, vozila na sporednom privozu bi dobila znatno veću preglednost, pa bi se samim time mogli lakše uključivati na glavni putni pravac. Za razdvajanje prometnih tokova na sporednom privozu predlaže se izgradnja uzdignutog razdjelnog otoka, njegova dužina je 11,50 [m], a minimalna širina iznosi 1,50 [m]. Širina ulaznih/izlaznih trakova koja se preporučuje na sporednom privozu je 5,50 [m], a ulaznih i izlaznih radijusa 12,00 [m]. Na glavnom pravcu iz smjera G.Vakufa

Uskoplja preporučuje se izgradnja traka za lijevo skretanje širine 3,25 [m], uklanjanje reklamnog panoa i kontejnera koji smanjuje preglednost raskrižja.

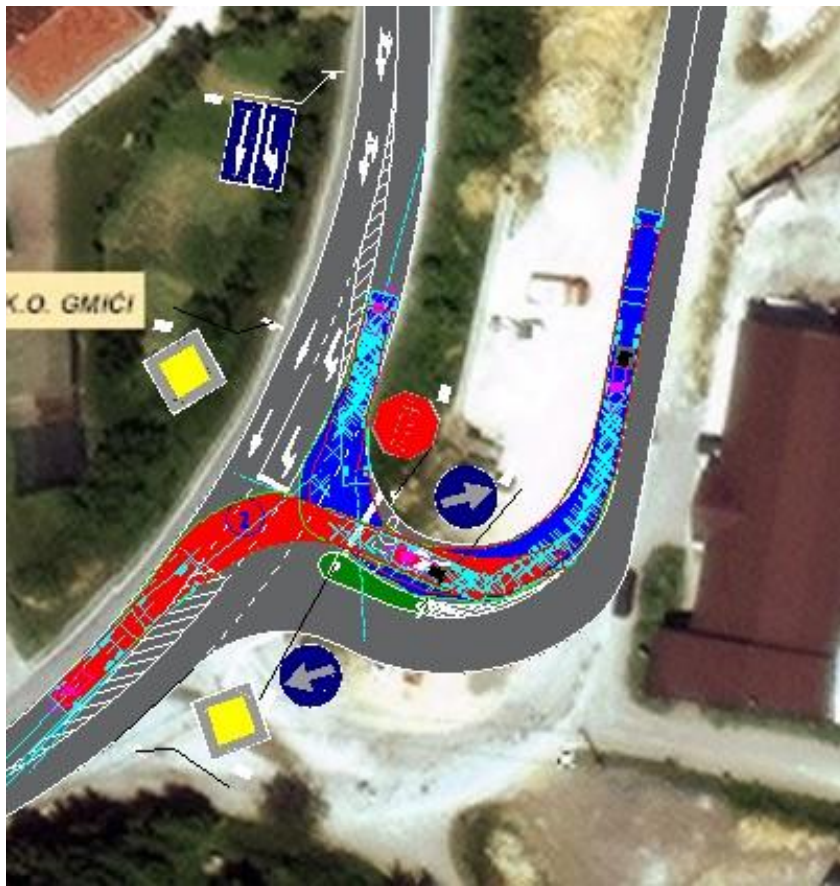
Idejno rješenje raskrižja prikazano je na sljedećoj slici (slika 47). Kako bi se utvrdila mogućnost provođenja ovog raskrižja od strane mjerodavnog vozila, izvršena je simulacija provođenja istog, čije se trajektorije nalaze na slikama 48., 49.



Slika 40. Idejno rješenje raskrižja 3



Slika 41. Trajektorije provođenja mjerodavnog vozila s glavnog na sporedni privoz – Raskrižje 3



Slika 42. Trajektorije provođenja mjerodavnog vozila sa sporednog na glavni privoz – Raskrižje 3

## 7. EVALUACIJA PREDLOŽENIH RJEŠENJA

Evaluacija ili vrjednovanje (od lat. valere: biti zdrav, jak, sposoban), općenito znači opis, analizu, vrednovanje 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. [21]

Na analiziranoj dionici magistralne ceste prijedlog rješenja i evaluacija je dat prema procjeni pojedinca. Pri izradi diplomskog rada uočeno je mnogo nepravilnosti vezani za prometno – tehničke elemente ceste koje utječu na propusnu moć i sigurnost analizirane dionice magistralne ceste M16.2:

- Donji ustroj ceste: zemljani trup ceste nestabilan;
- Gornji ustroj ceste: na pojedinim lokacijama, slijeganje tampona i cestovnog zastora dovelo je do deformacija kolničkog zastora;
- Elementi poprečnog presjeka: odstupanja od propisanih dimenzija za bankinu i rubne trakove, mjestimično nepostojeća infrastruktura za pješački promet i nepostojanje infrastrukture za biciklistički promet;
- Prometni i slobodni profil: narušen zbog zadiranja raslinja, drveća i reklamnih panoa na pojedinim lokacijama;
- Tlocrtni i vertikalni elementi ceste: uzastopni zavoji malih polumjera u blizini naselja Gmići;
- Oprema ceste: vertikalna signalizacija loše postavljena, horizontalna signalizacija u lošem stanju, osobito u području raskrižja;
- Ostalo: neka raskrižja nisu izgrađena u skladu s pravilnikom, neoznačeni ilegalni priključci cesta niže razine na magistralnu cestu.

S obzirom na to da dionica G.Vakuf-Uskoplje – Prozor-Rama svake godine broji porast cestovnog prometa (2017. godine PGDP = 3073 [voz/dan], 2018. godine PGDP = 3345 [voz/dan], 2019. godine PGDP = 4595 [voz/dan]), potrebno je osigurati prometno – tehničke elemente ceste koji će doprinijeti povećanju propusne moći, razine usluge te sigurnosti svih sudionika cestovnog prometa.

Potrebno je napraviti rekonstrukciju elemenata donjeg i gornjeg ustroja ceste duž cijele dionice. Za ove radove su potrebna velika financijska sredstva pa se predlaže ojačavanje zemljanog trupa na mjestima gdje je to potrebno, te zamjena gornjeg nosivog ustroja prema ranije danom rješenju. Poboljšanjem ovih elemenata dovele bi do povećanja voznih sposobnosti ceste, pa bi se povećala i propusna moć ceste.

Na ovoj dionici najlošije točke su pojedina raskrižja koja ne zadovoljavaju potrebe trenutnog prometnog opterećenja ili su nepregledna zbog svojih oblikovnih elemenata.

Evaluacija predloženih rješenja raskrižja napravljena je na osnovu proračuna evaluacijskih parametara koji pokazuju uvjete odvijanja prometnih tokova u raskrižju. Proračun



se izvodi na temelju Highway Capacity Manual 2010 (HCM) metodologije, te na osnovu toga napravljena su zaključna razmatranja i evaluacija analiziranih raskrižja.

### Raskrižje 1

Prema postojećem stanju raskrižje 1 je funkcioniralo kao nesemaforizirano trokrako raskrižje, a glavni prometni tok je u ulici Vrbaska. Predloženim rješenjem raskrižje je zadržalo koncept nesemaforiziranog trokrakog raskrižja, a predložene su promjene u vidu povećanja sigurnosti i propusne moći. Prijedlog rješenja obuhvata izgradnju dodatnih traka za lijevo i desno skretanje s glavnog cestovnog pravca. U jednosmjernoj ulici Gradska, predlaže se preoblikovanje iz jednog u dva prometna traka za kretanje vozila u istom smjeru na dužini od 30 [m], nakon toga sužena je cesta na jedan prometni trak. Predloženim rješenjem osiguralo bi se jasnije vođenje prometa u samom raskrižju što bi dovelo do povećanja sigurnosti prometa svih sudionika kao i propusne moći raskrižja.

Sukladno provedenim proračunima za predmetno raskrižje (prema HCM metodologiji), izgradnjom dodatnih prometnih trakova, povećala bi se propusna moć pojedinih privoza, a samim time i razina usluge predmetnog raskrižja. Razina usluge u ulici Vrbaska istočni privoz (d A) predloženim rješenjem bi se povećala s razine usluge B na A, dok bi se u Ulici Matije Gubeca južni privoz (d B) razina usluge povećala s razine usluge D na C. U Ulici Vrbaska zapadni privoz razina usluge bi ostala ista kao i prije, zbog toga što je to prioritetni prometni tok i on nema nikakvih ometanja od ostalih prometnih tokova. U tablici 23. određena je razina usluge (na temelju tablice 2. razina usluge raskrižja prema HCM 2000) prema vrijednostima dobivenima iz proračuna opisanih u Highway Capacity Manual priručniku.

**Tablica 23. Usporedba prosječnog vremena kašnjenja postojećeg stanja i predloženog rješenja**

d [s/voz]	Postojeće stanje	Razina usluge postojećeg stanja	Prijedlog rješenja	Razina usluge predloženih rješenja
Istočni privoz d A	11,9	LOS B	8,15	LOS A
Južni privoz d B	31,75	LOS D	23,4	LOS C
Zapadni privoz d C	0	LOS A	0	LOS A

Iz tablice 23 može se zaključiti da bi se predloženim idejnim rješenjem raskrižja razina usluge po privozima povećala te bi se time povećala propusna moć raskrižja i sigurnost svih sudionika u prometu.

### Raskrižje 2

S obzirom na to da se predloženim rješenjem raskrižja 2 nije mijenjao koncept raskrižja (prema postojećem stanju radi se o nesemaforiziranom četverokrakom raskrižju) i da se u vršnom prometnom opterećenju ne stvaraju repovi čekanja, nije bilo potrebno izraditi

matematičke proračune evaluacije. Predloženim rješenjem raskrižje je zadržalo koncept nesemaforiziranog četverokrakog raskrižja, a predložene promjene su u vidu povećanja sigurnosti prometa. Prijedlog rješenja obuhvaća izgradnju dodatnog prometnog traka za lijevo skretanje s glavnog cestovnog pravca iz smjera G.Vakuf-Uskoplje u svrhu povećanja sigurnosti prometa neovisno o prometnom opterećenju. Predmetno raskrižje se nalazi na ulazu/izlazu iz G.Vakufa-Uskoplja, glavni cestovni pravac magistralne ceste M 16.2 se pruža dugim pravcem. Shodno tome potrebno je postaviti odgovarajuću prometnu signalizaciju kako bi se sudionicima u prometu naznačilo da se na tom mjestu nalazi nesemaforizirano četverokrako raskrižje. Promjenom ulaznih/izlaznih radijusa vozačima bi se olakšao ulaz/izlaz na predmetnom raskrižju. Predloženo je i povećanje razine izgrađenosti infrastrukture za nemotorizirani promet koje uključuje dodavanje nogostupa na zapadnom, južnom i sjevernom privozu. Prethodno spomenute mjere imale bi velikog značaja za povećanje sigurnosti prometa za sve sudionike.

### **Raskrižje 3**

S obzirom na to da se predloženim rješenjem raskrižja 3, kao i kod raskrižja 2, nije mijenjao koncept raskrižja (prema postojećem stanju radi se o nesemaforiziranom trokrakom raskrižju), nije bilo potrebno izraditi matematičke proračune evaluacije. Predloženim rješenjem raskrižje je zadržalo koncept nesemaforiziranog trokrakog raskrižja, a predložene su promjene u vidu povećanja preglednosti i sigurnosti. Kako se glavni cestovni pravac na ovom raskrižju nalazi u zavoju, zbog toga je preglednost raskrižja veoma mala, najveći naglasak stavljen je na povećanje preglednosti raskrižja. Prijedlog rješenja obuhvaća izmještanje središnje osi sporednog privoza kao i okomizaciju raskrižja kojom bi se povećala preglednost te razina sigurnosti svih sudionika u prometu. Predlaže se i ranije zatvaranje prometnog traka za spora vozila u odnosu na trenutno stanje gdje je završetak prometnog traka za spora vozila u neposrednoj blizini raskrižja. Jasnijim i jednostavnijim vođenjem prometnih tokova smanjio bi se rizik od nastanka prometnih nesreća. Kako bi se dodatno povećala razina sigurnosti prometa na području predmetnog raskrižja, potrebno je ukloniti kontejnere i reklamni pano koji se nalazi na području raskrižja. Prethodno spomenute mjere imale bi velikog značaja za razvoj održivog prometa na predmetnom području.

Naseljena područja kroz koja se proteže analizirana dionica, rezultira neizostavnom utjecaju pješačkog i biciklističkog prometa. Izgradnjom odgovarajuće infrastrukture za nemotorizirani promet na lokacijama na kojim nedostaje, osigurati će se sigurnost svih sudionika prometa. Samim time, smanjit će se broj konflikata između vozila, pješaka i biciklista te tako osigurati neometano odvijanje cestovnog prometa.

Sagledavanjem svih parametara koji utječu na propusnu moć, može se uvidjeti da predložena idejna rješenja mogu doprinijeti realizaciji krajnjeg cilja, a to je povećanje propusne moći analizirane dionice i stupnja sigurnosti na istoj.

## 8. ZAKLJUČAK

Prometno tehnički elementi jedni su od najvažnijih faktora o kojima ovisi propusna moć i sigurnost cestovnog prometa. Prilikom projektiranja i izgradnje novih cesta, dionica, raskrižja i ostale prometne infrastrukture, potrebno je tim elementima posvetiti što više pažnje. Pri tom se misli da je potrebno napraviti što detaljniju analizu postojećeg stanja i buduće primjene pri izradi cesta, kako bismo dobili što bolji željeni rezultat i učinak ceste, a to je propusna moć i sigurnost prometa. Budući da je prometna potražnja iz dana u dan sve veća, da bi se udovoljilo tim zahtjevima potrebna je izgradnja novih cesta ili rekonstrukcija postojećih.

Kao zadatak ovog diplomskog rada uzeta je dionica magistralne ceste M 16.2 na relaciji G.Vakuf Uskoplje – Prozor Rama u Bosni i Hercegovini za analizu i prijedlog poboljšanja prometno – tehničkih elemenata ceste, sa svrhom povećanja propusne moći i sigurnosti prometa na analiziranoj dionici. Analizom postojećeg stanja dionice magistralne ceste, utvrđeni su mnogi nedostaci unutar gornjeg i donjeg ustroja ceste; prometnom i slobodnom profilu; tlocrtnim elementima i elementima poprečnog presjeka ceste; vertikalnoj i horizontalnoj signalizaciji, te opremi ceste i ostalim elementima koji utječu na neometano odvijanje prometnih tokova. S obzirom na to da dionica G.Vakuf Uskoplje – Prozor Rama svake godine broji porast cestovnog prometa (2017. godine PGDP = 3073 [voz/dan], 2018. godine PGDP = 3345 [voz/dan], 2019. godine PGDP = 4595 [voz/dan]), potrebno je osigurati prometno – tehničke elemente ceste koji će doprinijeti povećanju propusne moći.

Izmjenom analizirani elemenata te primjenom prijedloga i idejnih rješenja iz diplomskog rada došlo bi do povećanja propusne moći i sigurnosti svih sudionika prometa, što je i krajnji cilj ovog diplomskog rada.

## LITERATURA

- [1] Kuzović V, Bogdanović V. Teorija saobraćajnog toka. Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka; 2004.
- [2] Dadić I, Kos G, Ševrović M. Teorija prometnog toka. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2014.
- [3] Cerovac V. Tehnika i sigurnost prometa. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2001.
- [4] Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljiti sa stajališta sigurnosti prometa
- [5] Božičević J, Legac I. Cestovne prometnice. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2001.
- [6] Legac, I.: Cestovne prometnice I. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti, 2006
- [7] Božičević J, Topolnik D. Infrastruktura cestovnog prometa. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu Fakultet prometnih znanosti, 1996.
- [8] Google Mape <https://www.google.com/maps/> (Pristupljeno: listopad 2021.)
- [9] Lindov. O. Defining the objectives, priorities, financing and dynamics of construction transport and communication infrastructure in Bosnia and Hercegovina. Traffic Engineering & Communications. 2018;10(1): 15
- [10] JP Autoceste FBiH. O autocesti. Preuzeto s:<https://www.jpautoceste.ba/o-autocesti/> (Pristupljeno: listopad 2021.)
- [11] Bosna i Hercegovina. Preuzeto s:<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=8918>(Pristupljeno: listopad 2021.)
- [12] Županija Središnja Bosna. O županiji. Preuzeto s:<https://sbk-ksb.gov.ba/hr/o-kantonu.html> (Pristupljeno: listopad 2021.)
- [13] Skupština Hercegovačko-neretvanskog kantona. Karta Županije. Preuzeto s: <http://www.skupstina.org/hr/article/55/45/karta-zupanije> (Pristupljeno: listopad 2021.)
- [14] Vlada hercegovačko-neretvanske županije. Opće informacije. Preuzeto s:<https://www.vlada-hnz-k.ba/hr/opce-informacije> (Pristupljeno: listopad 2021.)
- [15] Općina Prozor-Rama. Zemljopisno/geografski podaci. Preuzeto s:<https://prozor-rama.org/o-opcini/zemljopisno--geografski-podaci> (Pristupljeno listopad 2021.)
- [16] Cvitanić D. [Predavanje] Prometna tehnika. Građevinsko-arhitektonski fakultet Sveučilište u Splitu. 2020.
- [17] Kobasić D. *Prometna infrastruktura 3*. Zagreb: Škola za cestovni promet; 2009. Preuzeto s: [http://www.scp.hr/file/Prometna%20infrastruktura%20-%203r\\_%20VMV%20-%20nastavno%20pismo.pdf](http://www.scp.hr/file/Prometna%20infrastruktura%20-%203r_%20VMV%20-%20nastavno%20pismo.pdf) (Pristupljeno: studeni 2021.)
- [18] Republika Hrvatska. Zakon o sigurnosti prometa na cestama. Izdanje: 110. Zagreb: Narodne novine; 2001
- [19] Federalna uprava za geodetske i imovinsko-pravne poslove. Preuzeto s: <https://www.katastar.ba/geoportal/preglednik/> (Pristupljeno: prosinac 2021.)
- [20] JP Ceste Federacije BiH. Brojanje prometa na magistralnim cestama u 2019. Preuzeto s: <https://jpcfbih.ba/assets/files/dUttIn3Nzf-publikacija-ceste-fbih-2019-finalpdf.pdf> (Pristupljeno: studeni 2021.)
- [21] Značenje evaluacija. Preuzeto s: <https://www.xn--rjenik-k2a.com/Evaluacija> (Pristupljeno: siječanj 2022.)

## POPIS SLIKA

Slika 1. Položaj Bosne i Hercegovine.....	2
Slika 2. Mreža autocesta, brzih i magistralnih cesta u Bosni i Hercegovini u 2012. Godini.....	3
Slika 3. Trasa autoceste na koridoru Vc.....	4
Slika 4. Položaj županije Središnja Bosna u Bosni i Hercegovini.....	5
Slika 5. Cestovna mreža županije Središnja Bosna.....	6
Slika 6. Položaj Hercegovačko-neretvanske županije u Bosni i Hercegovini.....	6
Slika 7. Položaj grada Gornji Vakuf – Uskoplje.....	8
Slika 8. Prometni položaj Gornjeg-Vakufa-Uskoplja.....	9
Slika 9. Položaj grada Prozor – Rama.....	10
Slika 10. Prometni položaj grada Prozor-Rama.....	11
Slika 11. Položaj magistralne ceste M16.2.....	12
Slika 12. Položaj dionice magistralne ceste M 16.2 na relaciji G.Vakuf-Uskoplje – Prozor-Rama.....	13
Slika 19. Širina prometnog traka.....	20
Slika 20. Vrsta rigola – trokutasti.....	22
Slika 22. Elementi horizontalne preglednosti.....	23
Slika 23. Izgled osi ceste u tlocrtu.....	25
Slika 24. Preporučljive vrijednosti polumjera susjednih zavoja.....	26
Slika 25. Presjek kolničke konstrukcije.....	29
Slika 26. Oštećenja kolničke konstrukcije.....	29
Slika 27. Osnovni elementi poprečnog presjeka ceste u zasijeku.....	30
Slika 28. Nogostup u Ulici Vrbaska.....	31
Slika 29. Prometni i slobodni profil ceste izvan naselja.....	32
Slika 30. Loš primjer prometnog profila na analiziranoj dionici.....	33
Slika 31. Uzastopni zavoji na području naselja Gmići.....	34
Slika 32. Položaj analiziranih raskrižja na dionici magistralne ceste M16.2.....	35
Slika 33. Trokrako raskrižje u razini.....	36
Slika 34. Pogled na privoze raskrižja 1.....	37
Slika 35. Četverokrako raskrižje u razini.....	38
Slika 36. Pogled na privoze raskrižja 2.....	38
Slika 37. Trokrako raskrižje u razini.....	39
Slika 38. Pogled na privoze raskrižja.....	40
Slika 39. Reklamni pano i kontejneri koji smanjuju preglednost.....	40
Slika 40. Lokacije brojanja prometa.....	43
Slika 41. Kolnički zastor od asfaltnog betona za srednji promet,.....	49
Slika 42. Idejno rješenje poboljšanja tlocrtnih elemenata dionice – Gmići.....	51
Slika 43. Idejno rješenje raskrižja 1.....	52
Slika 44. Trajektorije provođenja mjerodavnog vozila s glavnog na sporedni privoz – Raskrižje 1.....	53
Slika 45. Trajektorije provođenja mjerodavnog vozila sa sporednog na glavni privoz – Raskrižje 1.....	53
Slika 46. Idejno rješenje raskrižja 2.....	54
Slika 47. Idejno rješenje raskrižja 3.....	55
Slika 48. Trajektorije provođenja mjerodavnog vozila s glavnog na sporedni privoz – Raskrižje 3.....	55
Slika 49. Trajektorije provođenja mjerodavnog vozila sa sporednog na glavni privoz – Raskrižje 3.....	56

## POPIS TABLICA

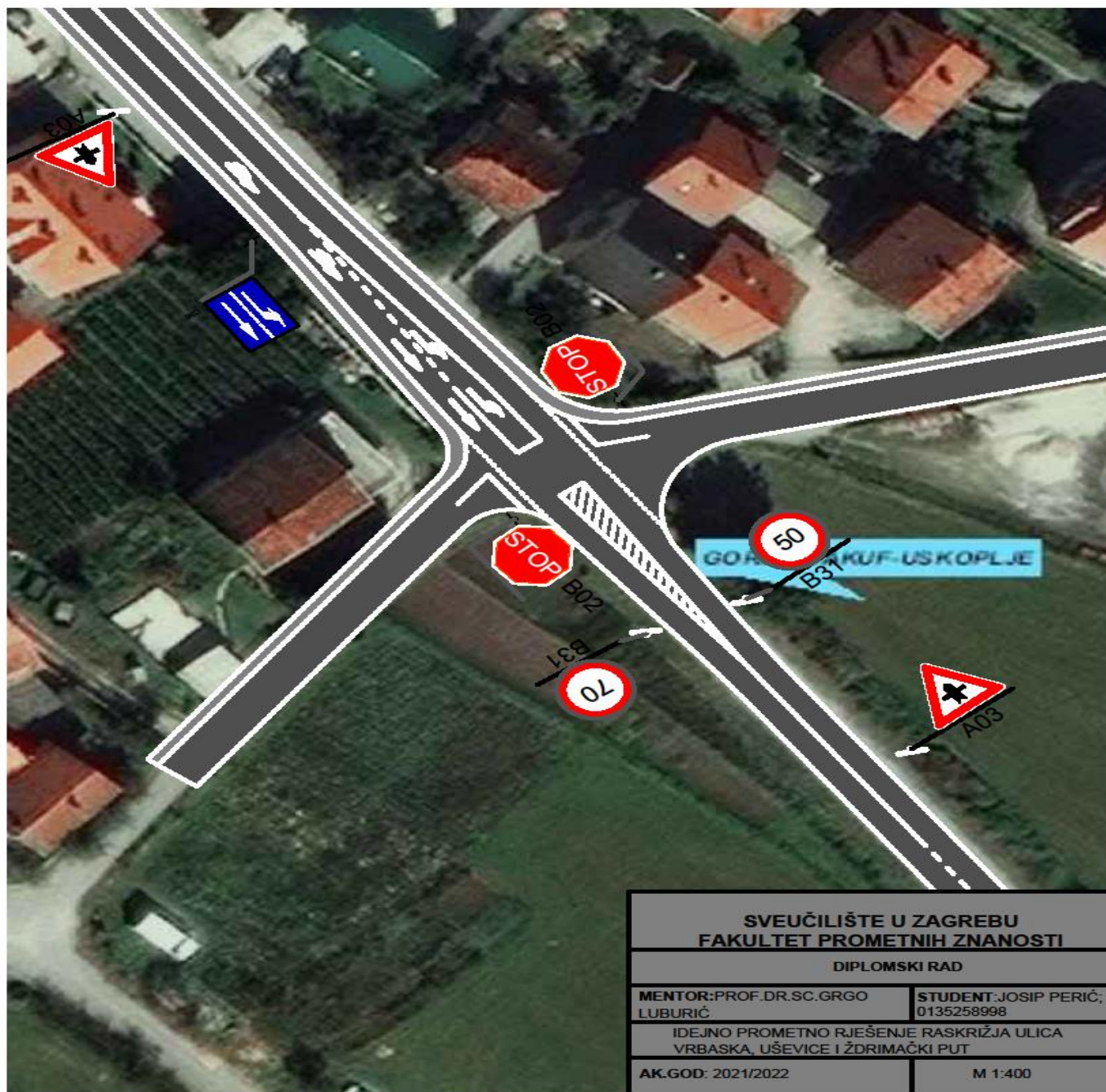
Tablica 1. Županije Bosne i Hercegovine .....	5
Tablica 2 Razina usluge raskrižja prema HCM 2000 .....	18
Tablica 3. Širine prometnoga traka za razne brzine $V_p$ i terenske prilike .....	21
Tablica 4. Odnos prometnog i rubnog traka .....	21
Tablica 5. Odnos širine bankine i prometnog traka .....	21
Tablica 6. Ovisnost širine preglednosti $b$ (m) o $V_{r\check{z}}$ , $R_{min}$ i $P_z$ .....	24
Tablica 7. Visine dijelova zapreke $h_v$ (cm) i $h_1$ (cm) za razne brzine $V_r$ (km/h).....	24
Tablica 8. Polumjeri u odnosu na računsku brzinu .....	27
Tablica 9. Tablica Mjesečni broj vozila.....	42
Tablica 10. Broj vozila po godinama na magistralnoj cesti M16.2 .....	43
Tablica 11. Kategorije vozila svedene na ekvivalentnu jedinicu automobila .....	44
Tablica 12. Rezultati brojanja prometa na raskrižju 1 ( istočni privoz ).....	44
Tablica 13. Rezultati brojanja prometa na raskrižju 1 ( jugoistočni Privoz ).....	45
Tablica 14. Rezultati brojanja prometa na raskrižju 1 ( južni privoz ).....	45
Tablica 15. Rezultati brojanja prometa na raskrižju 1 ( zapadni privoz ) .....	45
Tablica 16. Rezultati brojanja prometa na raskrižju 2 ( sjeverni privoz ).....	46
Tablica 17. Rezultati brojanja prometa na raskrižju 2 ( istočni privoz ).....	46
Tablica 18. Rezultati brojanja prometa na raskrižju 2 ( južni privoz ).....	46
Tablica 19. Rezultati brojanja prometa na raskrižju 2 ( zapadni privoz ) .....	47
Tablica 20. Rezultati brojanja prometa na raskrižju 3 ( sjeverni privoz ).....	47
Tablica 21. Rezultati brojanja prometa na raskrižju 3 ( istočni privoz ).....	48
Tablica 22. Rezultati brojanja prometa na raskrižju 3 ( južni privoz ).....	48
Tablica 23. Usporedba prosječnog vremena kašnjenja postojećeg stanja i predloženog rješenja .....	58

## POPIS PRILOGA

### PRILOG 1. IDEJNO PROMETNO RJEŠENJE RASKRIŽJA ULICA VRBASKA, MATIJE GUBECA I GRADSKA



## PRILOG 2. IDEJNO PROMETNO RJEŠENJE RASKRIŽJA ULICA VRBASKA, UŠEVICE I ŽDRIMAČKI PUT





**PRILOG 3. IDEJNO RJEŠENJE RASKRIŽJA MAGISTRALNE CESTE M 16.2 I  
REGIONALNE CESTE R418b U PROZORU-RAMI**



<b>SVEUČILIŠTE U ZAGREBU FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI</b>	
DIPLOMSKI RAD	
MENTOR: PROF. DR. SC. GRGO LUBURIĆ	STUDENT: JOSIP PERIĆ, 0135258998
IDEJNO RJEŠENJE RASKRIŽJA MAGISTRALNE CESTE M16.2 I REGIONALNE CESTE R418b U PROZORU-RAMI	
AK.GOD: 2021/2022	M 1:400

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih  
znanosti Vukelićeva 4,  
10000 Zagreb

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je \_\_\_\_\_ diplomski rad  
(vrsta rada)  
isključivo rezultat mojega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i  
oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija.  
Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da je  
prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.  
Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo  
kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.  
Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog/diplomskog  
rada pod naslovom Utjecaj prometno-tehničkih elemenata na propusnu moć dionice  
magistralne ceste M16.2 na relaciji Gornji Vakuf Uskoplje – Rama Prozor u Bosni i  
Hercegovini, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

U Zagrebu, 03.05.2022

Student/ica:

Josep Perić  
(ime i prezime, potpis)