



IDEJNO RJEŠENJE ČVORIŠTA IZVAN RAZINE: ČVORIŠTE PODLEDINAC

Doc.dr.sc. **Ivan Lovrić**, dipl.ing.građ.
Građevinski fakultet Sveučilišta u Mostaru
Danijela Maslač, dipl.ing.građ.
Građevinski fakultet Sveučilišta u Mostaru
Ivan Bevanda, mr građevine
Građevinski fakultet Sveučilišta u Mostaru

Sažetak: U radu je prikazana izrada idejnog rješenja spoja dviju cesta, magistralne i brze ceste, čvorištem izvan razine uz uvjet naplate cestarine na prilazu brzom cestu. Tijekom izrade idejnog rješenja korištena su četiri mjerodavna kriterija za izbor tipa čvorišta: kriterij za izbor čvorišta ovisno o kategoriji prometnica, kriterij o izboru čvorišta u ovisnosti o planiranoj propusnoj moći, kriterij o utjecaju položaja čvorišta u prostoru te kriterij za izbor čvorišta u ovisnosti o drugim utjecajima. Tehnički dio idejnog rješenja izrađen je pomoću računalnog programa Cadics. Kao idejno rješenje usvojen je projekt izrade spojne ceste s naplatnim kućicama koja spaja brzu i magistralnu cestu, a na čijim krajevima se nalaze dva čvorišta tipa truba. To se rješenje pokazalo sasvim zadovoljavajućim u odnosu na zadane uvjete koje je projekt trebao zadovoljiti.

Ključne riječi: ceste, čvorište, truba, naplatna postaja

CONCEPTUAL DESIGN OF AN OFF-LEVEL INTERCHANGE: PODLEDINAC INTERCHANGE

Abstract: The aim of the graduation thesis is to make a conceptual design of a connection of two roads, a major road and a highway, by an off-level interchange with the condition of toll collection on the highway approach. During preparation of the conceptual design, four relevant criteria were used to select the type of interchange: criterion for selection of interchange depending on road categories, criterion for selection of interchange depending on planned flow capacity, criterion of influence of position of the interchange in space, and criterion for selection of interchange depending on other influences. The engineering part of the conceptual design was made using the computer program Cadics. As the conceptual design, we adopted the project of constructing a connection road with toll booths, which links the highway with the major road, with two trumpet-type interchanges positioned on its ends. That solution proved to be completely satisfactory in terms of given conditions that the project was to meet.

Key words: roads, interchange, trumpet, toll station



1. PRIMJENA KRITERIJA ZA IZBOR TIPA ČVORIŠTA ZA ČVORIŠTE PODLEDINAC

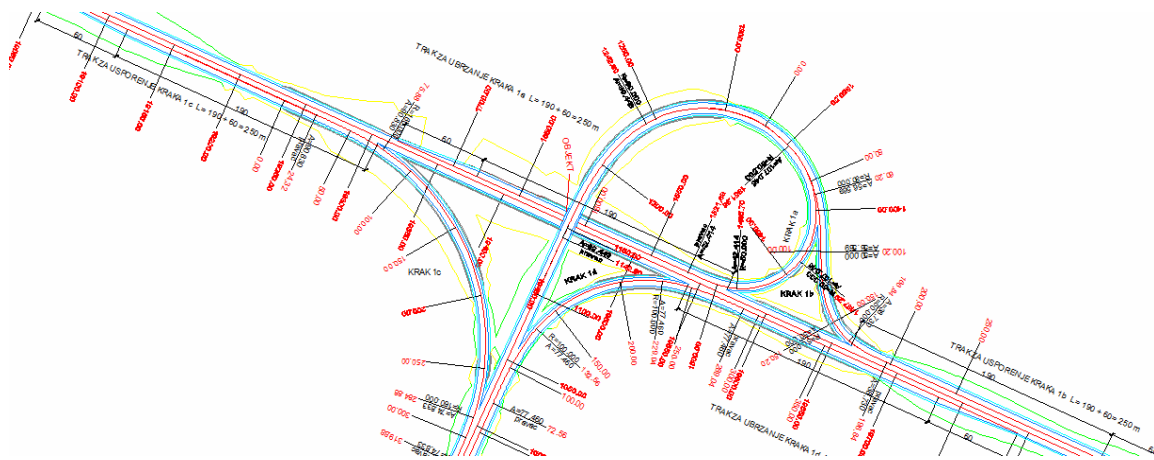
Projektom zadatkom predviđen je spoj dviju novih cesta, brze ceste Mostar – Široki Brijeg – Grude – granica RH s čvorištima izvan razine i sustavom naplate, te magistralne ceste Grude – Ljubuški koja je također projektirana s čvorištima izvan razine, ali bez naplate.



Slika 1. Pregledna situacija čvorišta Podledinac

Zbog uvjeta postavljanja naplatnih kućica na prilazu brzom cesti Mostar – Široki Brijeg – Grude – granica RH, idejnim projektom donesena je odluka o izgradnji spojne četvertračne prometnice koja povezuje brzu i magistralnu cestu, a na čijim krajevima se nalaze čvorišta izvan razine tipa 'truba'. Projektiranje bilo kojeg tipa čvorišta koje bi izravno povezivalo ove dvije ceste u samom početku projektiranja je onemogućeno upravo zbog uvjeta zadanih postojanjem sustava naplate na prilazima brzom cesti.

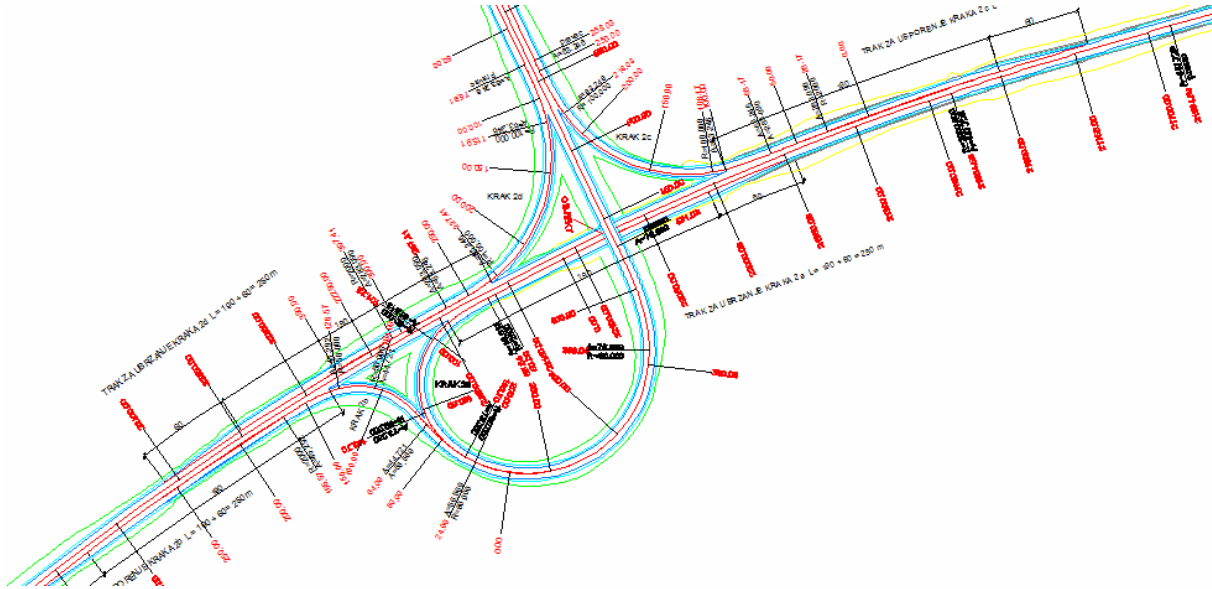
Čvorište tipa 'truba' spada u čvorišta prve kategorije kod kojih su na glavnim kolnicima prisutne samo prometne radnje isplivanja i uplivanja. Truba je, s obzirom na upotrebu prostora i troškove investicije, najprikladniji tip trokrakih priključaka u više razina. Sastoji se od dvije direktne, jedne poludirektne i jedne indirektna rampe. Ovdje treba naglasiti kako se u slučaju čvorišta Podledinac indirektna i poludirektna rampa jednim dijelom vode kao dvotračna dvosmjerna rampa, što je dopušteno samo na čvorištima treće kategorije, no to je rješenje zadovoljavajuće iz razloga što se brza i magistralna cesta ne spajaju izravno.



Slika 2. Situacija prve trube čvorišta Podledinac

U pogledu kriterija za izbor čvorišta ovisno o kategoriji prometnica truba je zadovoljavajuće rješenje, jer je na križanju brze s magistralnom cestom dopušteno koristiti čvorišta izvan razine prve i druge kategorije. Međutim, treba naglasiti da se zbog uvjeta naplate cestarine, brza i magistralna cesta ne spajaju izravno tako da ovaj kriterij nije mjerodavan. Iz tog razloga se i uvjeti na čvorištu dosta razlikuju od uvjeta na otvorenim dionicama ceste, prije svega u veličini projektne brzine, koja na brzom i magistralnoj cesti iznosi 80 km/h, a na području čvorišta i na spojnoj cesti 40 km/h. Projektna brzina od 40 km/h na spojnoj cesti određena je zbog potrebe zaustavljanja vozila uz naplatne kućice.

Zbog uvjeta i same prirode projektog zadatka, kriterij o izboru čvorišta u ovisnosti o planiranoj propusnoj moći nije uziman kao mjerodavan tijekom projektiranja čvorišta. Prilikom projektiranja, kao glavni i mjerodavan kriterij za odabir tipa čvorišta uziman je kriterij o utjecaju položaja čvorišta u prostoru. Glavni problem kojeg je trebalo riješiti predstavljalo je uklapanje čvorišta u naborani brežuljkasti reljef. Kako su čvorišta smještena u izvangradskom području, sama površina čvorišta nije toliko ovisila o izgrađenosti okolnog prostora koliko o reljefnim ograničenjima. Ipak, iako izgrađenost u okolnom području nije velika, tu se ipak nalaze izolirane skupine kuća o kojima je trebalo voditi računa prilikom projektiranja. Trasa spojne ceste projektirana je upravo na način da izbjegne postojeću izgradnju uz uvjet da oba čvorišta budu na približno istoj nadmorskoj visini, zbog uzdužnog vođenja nivelete spojne ceste. Prostorni smještaj čvorišta određen je iz uvjeta reljefnih ograničenja. Projektom je predviđeno da direktna i poludirektna rampa i jedne i druge trube prolaze iznad trase brze i magistralne ceste, zbog lakšeg rješavanja problema odvodnje vode s područja čvorišta. Radijusi krivina silazno-ulaznih rampi određeni su iz uvjeta reljefnih ograničenja i ograničenja uzdužnih nagiba na rampama koji su definirani pravilnikom.



Slika 3. Situacija druge trube čvorišta Podledinac

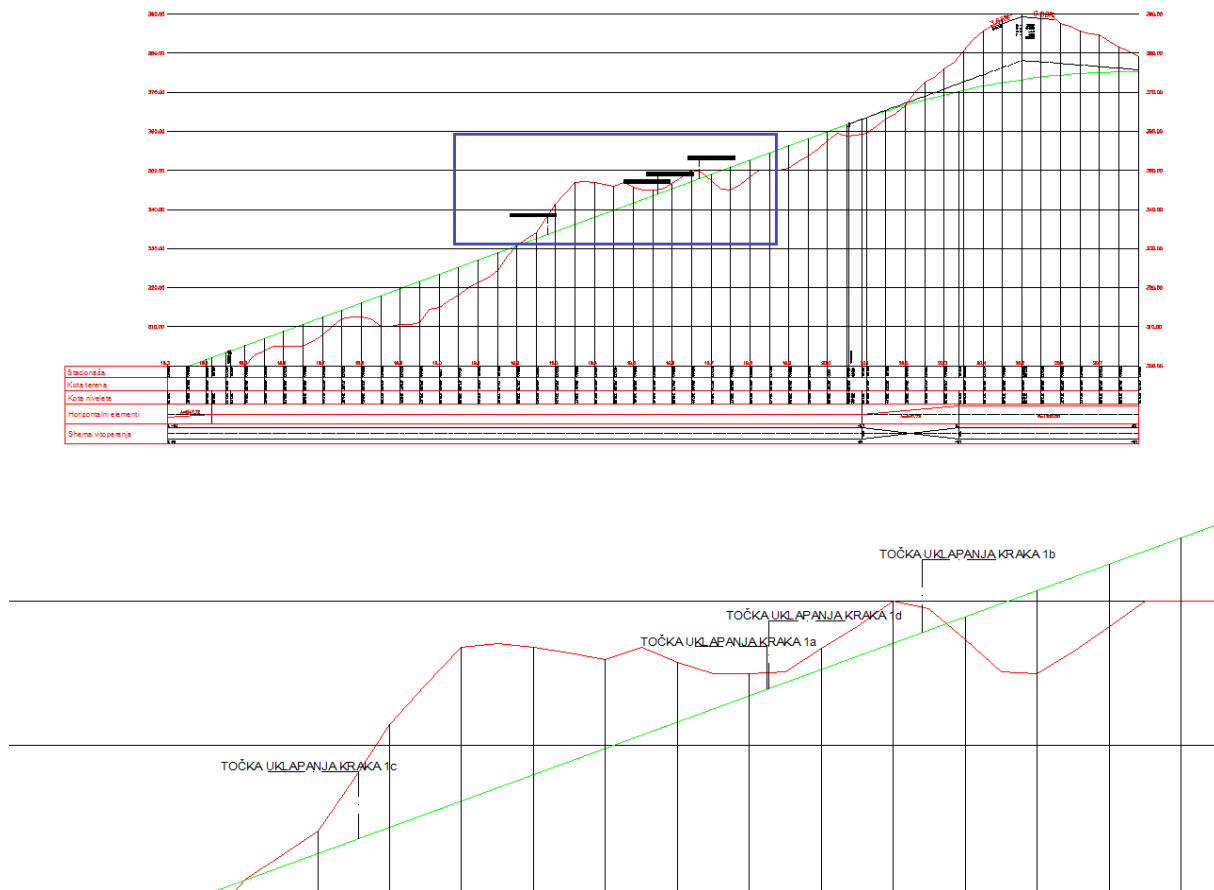
Što se tiče kriterija za izbor čvorišta u ovisnosti o drugim utjecajima, bitan čimbenik predstavljao je kriterij o troškovima gradnje i eksploatacije. Čvorište tipa 'truba' ima najmanje investicijske troškove od svih vrsta trokrakih priključaka u više razina. Budući da je riječ o izvangradskom čvorištu, javni putnički prijevoz i pješački promet u području čvorišta nisu uzimani u razmatranje prilikom projektiranja.

2. PROJEKTI ELEMENTI SILAZNO ULAZNIH RAMPI I GLAVNOG KOLNIKA U PODRUČJU ČVORIŠTA PODLEDINAC

Područje čvorišta Podledinac se, kako je prethodno već napisano, sastoji od dva čvorišta tipa 'truba' koja putem spojne ceste povezuju brzu cestu Mostar – Široki Brijeg – Grude – granica RH i magistralnu cestu Grude – Ljubuški.

Čvorište tipa 'truba' sastoji se od dvije direktne, jedne poludirektne i jedne indirektne rampe. U slučaju čvorišta Podledinac indirektne rampe projektirane su u obliku korpaste krivine s radijusima $R1 = 80$ m i $R2 = 50$ m.

Projektna brzina na brzom i magistralnoj cesti iznosi 80 km/h, dok na silazno-ulaznim rampama iznosi 40 km/h, što je u granicama dopuštenog (tablica 3).

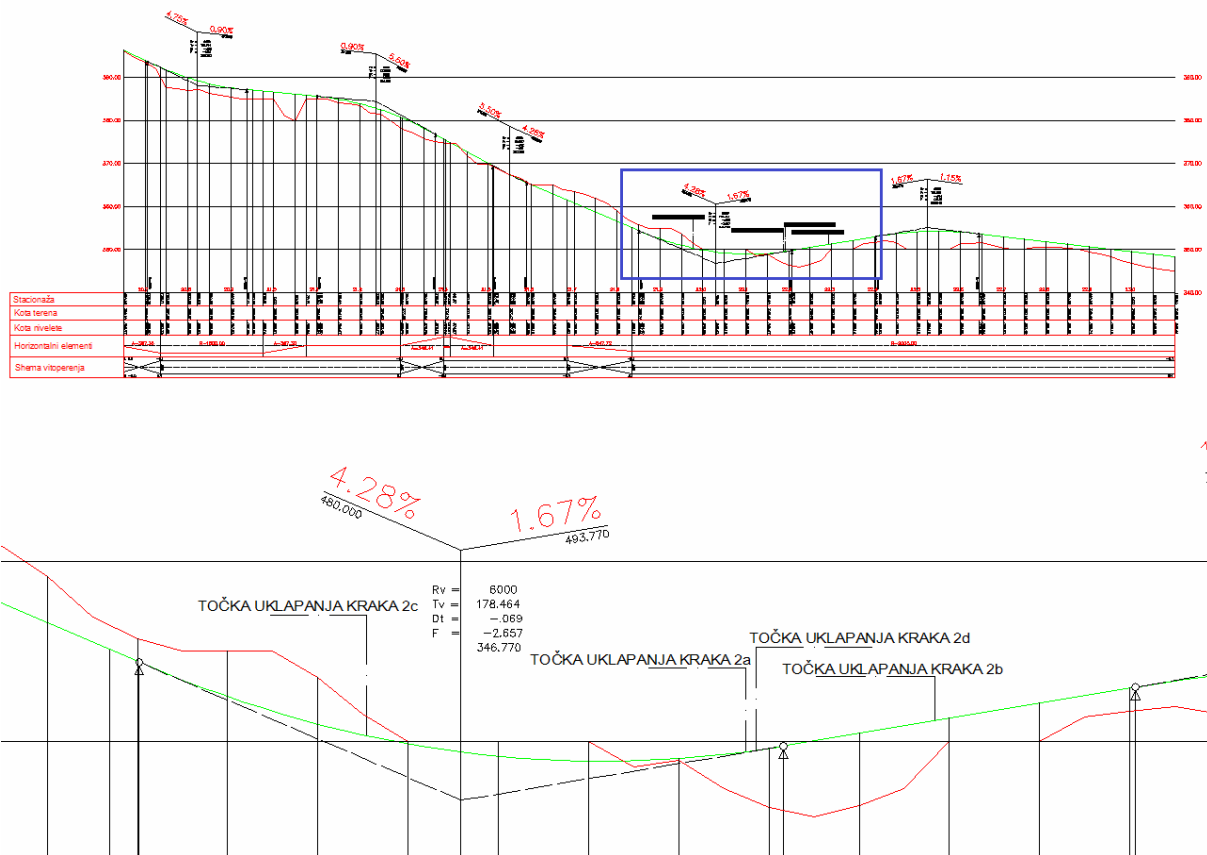


Slika 4. Uzdužni profil brze ceste s izdvojenim dijelom priključnih točaka

Najmanji korišteni polumjer horizontalnih krivina na rampama iznosi $R = 50$ m, dok je Pravilnikom za računsku brzinu od 40 km/h minimalni polumjer krivina $R = 45$ m. Prijelazne krivine na rampama projektirane su s parametrima između $A = 0,33 R$ do $A = R$, uz iznimku indirektnih rampe čvorišta na brzini cesti Mostar – Široki Brijeg – Grude – granica RH, gdje su zbog ograničenja nastalih projektiranjem korpaste krivine korištene prijelazne krivine s parametrom A nešto većim od vrijednosti R . Geometrijske osi rampi priključene su na rubove prolaznih kolnika brze i magistralne ceste. Minimalna vrijednost dužine prijelazne krivine za računsku brzinu od 40 km/h iznosi $L_{min} = 30$ m, što je zadovoljeno na svim silazno-ulaznim rampama.

Uzdužni nagibi na silazno-ulaznim rampama ograničeni su na normalnu vrijednost od 5 % u usponu i 6 % u padu, uz dopušteno povećanje do 7 %. Maksimalan uzdužni nagib na rampama čvorišta Podledinac iznosi 5,06 % u usponu, što neznatno premašuje preporučenu vrijednost, i 3,31 % u padu.

Minimalni radijusi konveksnih i konkavnih vertikalnih krivina projektirani na rampama čvorišta Podledinac iznose $R = 1000$ m, što je u skladu s Pravilnikom koji propisuje minimalnu vrijednost radijusa konveksne krivine $R = 1000$ m i radijusa konkavne krivine $R = 500$ m za računsku brzinu od 40 km/h.

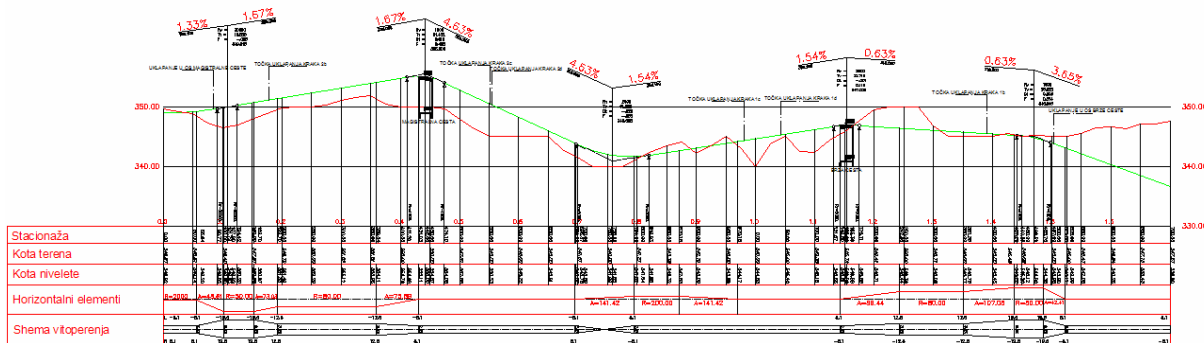


Slika 5 . Uzdužni profil magistralne ceste s izdvojenim dijelom priključnih točaka

Kod obje trube korišteni su isti tipovi rampi u odnosu na smjernost poprečnog presjeka. Dvije direktne rampe na objema trubama projektirane su s jednotračnim kolnikom sa zaustavnim trakom ukupne širine 5,50 m. Indirektna i poludirektna rampa kod obje trube dijelom su spojene u dvotračni dvosmjerni kolnik bez razdjelnog pojasa ukupne širine 7,60 m, što je zadovoljavajuće sa stajališta propusnosti rampi u slučaju prisilnog zaustavljanja vozila. Na dijelovima indirektnih i poludirektnih rampi koji nisu povezani nalazi se jednotračni jednosmjerni kolnik sa zaustavnim trakom ukupne širine 5,50 m.

Minimalni poprečni nagib na rampama iznosi 2,5 %, dok je maksimalni ograničen na 6 % budući da se na rampama često pojavljuje kombinacija najvećih poprečnih i uzdužnih nagiba. Širina bankina na silazno-ulaznim rampama iznosi 1,30 m, što je veće od minimalne Pravilnikom zahtijevane širine koja iznosi 1,00 m. Berme su širine 1,00 m, a rigoli 0,50 m.

Izvozi s brze i magistralne ceste projektirani su kao paralelni izvozi ukupne dužine 250 m u koju je uključen trokutasti prijelazni dio dužine 60 m, što je u skladu sa zahtjevima Pravilnika.

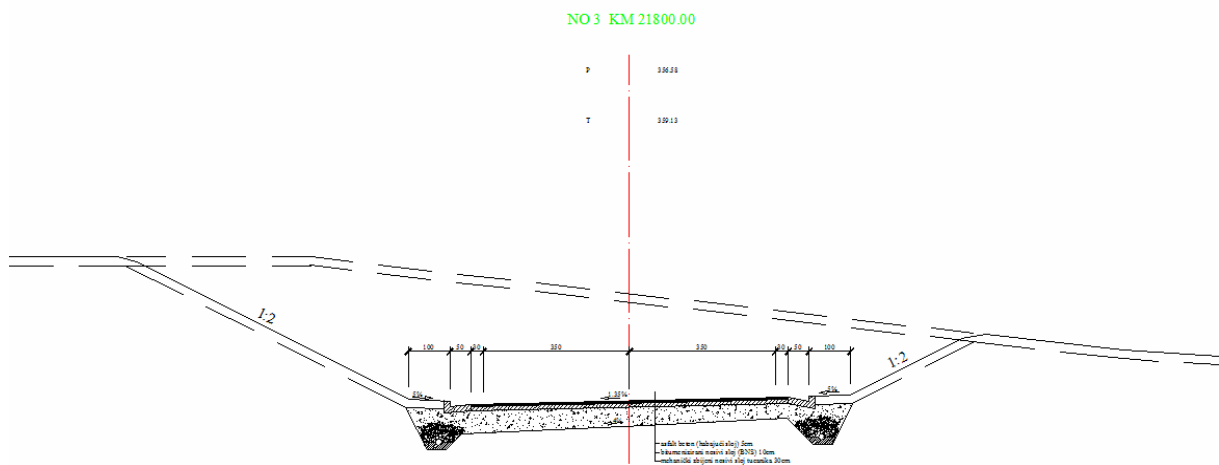


Slika 6. Uzdužni profil spojne ceste

Uvozi na brzu i magistralnu cestu također su projektirani kao paralelni uvozi ukupne dužine 250 m s trokutastim prijelaznim dijelom dužine 60 m.

Širina trakova za uvoz i izvoz ne razlikuje se od širine trakova prolaznih kolnika i iznosi 3,50 m. Svi izvozi su projektirani s desnim isplitanjem, a uvozi s desnim uplitanjem.

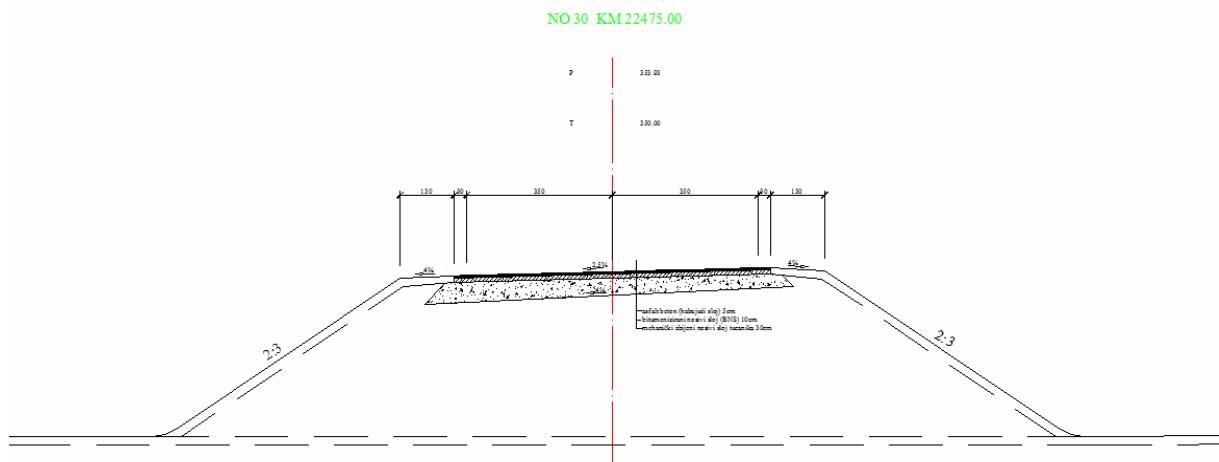
Prolazi kolnik brze ceste u horizontalnom pogledu nalazi se u pravcu, dok je prolazni kolnik magistrale u horizontalnoj krivini radijusa $R = 2000$ m, što je povoljno u pogledu preglednosti unaprijed i unatrag, a osigurava i sigurno kočenje u krivini.



Slika 7 . Normalni poprečni profil magistralne ceste - usjek

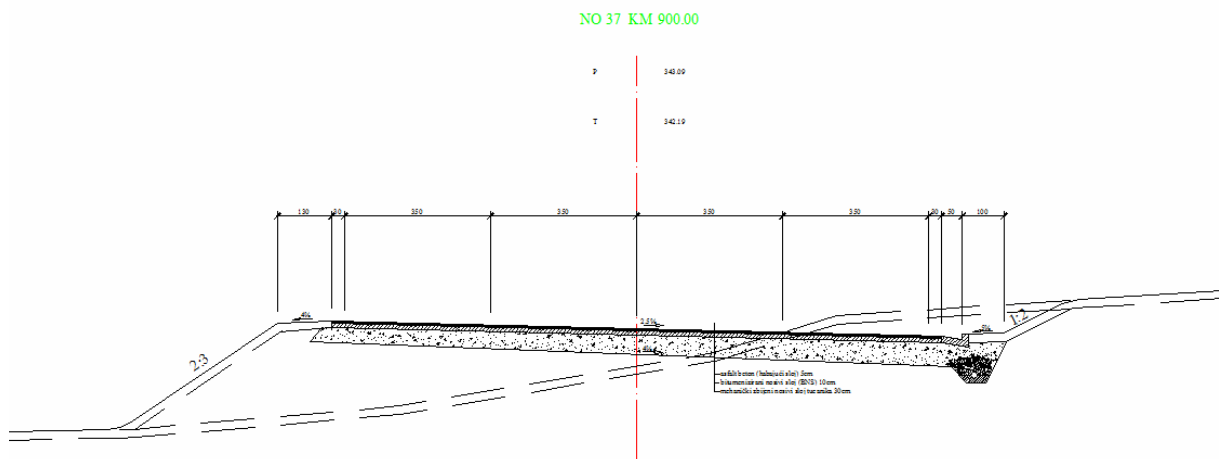
Preporučljivo je da su na nadređenoj cesti izvozne rampe zbog usporenja u usponu, a uvozne rampe zbog ubrzanja u padu. Na čvorištu Podledinac, zbog reljefno uvjetovanih ograničenja, ova preporuka većim dijelom nije ostvarena.

Uzdužni nagib brze ceste u području čvorišta iznosi 3,65 %, što je manje od dopuštenih 4 %. Kod magistralne ceste, u uzdužnom smislu čvorište se nalazi u konkavnoj krivini radijusa $R = 6000$ m, što je izrazito povoljno u pogledu preglednosti.



Slika 8. Normalni poprečni profil magistralne ceste - nasip

Visinska razlika između nivelete brze ceste i nivelete indirektna i poludirektna rampe čvorišta koje prolaze iznad brze ceste iznosi 6,0 m, dok ta razlika kod čvorišta magistralne ceste iznosi 7,0 m, zbog potreba formiranja dovoljnog uzdužnog nagiba na rampama.



Slika 9 . Normalni poprečni profil četvertračne prometnice – zasjek

3. ZAKLJUČAK

Čvorištem Podledinac potrebno je spojiti brzu cestu Mostar – Široki Brijeg – Grude – granica RH i magistralnu cestu Grude – Ljubuški uz sustav naplatnih kućica prije ulaska na brzu cestu. Nakon razmatranja projektnih okolnosti, zaključeno je kako je optimalno rješenje projektirati spojnu cestu između brze i magistralne ceste i na nju smjestiti naplatne kućice, a njezin spoj s brzom i magistralnom cestom izvesti pomoću dvaju čvorišta tipa 'truba'. U pogledu reljefnih okolnosti, kao i samih ograničenja vezanih uz naplatu, teško je pronaći rješenje koje bi bolje odgovaralo potrebama projekta.



Trube su projektirane s paralelnim izvozima i uvozima dovoljne dužine tako da se promet tokovima brze i magistralne ceste može nesmetano odvijati. Na spojnoj cesti brzina je ograničena na 40 km/h zbog potrebe za zaustavljanjem vozila koja prolaze kroz sustav naplate.

Svi elementi čvorišta projektirani su u granicama dopuštenim Pravilnikom, uz par opravdanih izuzetaka koji su prethodno objašnjeni.

LITERATURA

1. Dragčević, V; Korlaet, Ž. (2003.) Osnove projektiranja cesta, Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet.
2. Klemenčić, A. (1982.) Oblikovanje cestovnih čvorišta izvan razine, Zagreb, Sveučilišna naklada Liber.
3. Smjernice za projektovanje, građenje, održavanje i nadzor na putevima; Knjiga I: Projektovanje; Dio 1: Projektovanje puteva; Poglavlje 4: Funkcionalni elementi i površine puta (2005.) Sarajevo / Banja Luka, Direkcija cesta Federacije BiH Sarajevo i Javno preduzeće "Putevi Republike Srpske" Banja Luka.