

Идејно решење денивелисане раскрснице на прикључку брзе саобраћајнице Голубац-Доњи Милановац на брзу саобраћајницу Кладово-Брза Паланка-Неготин

Јована Јанчића^а

^а Саобраћајни институт ЦИП д.о.о

ПОДАЦИ О РАДУ

DOI: 10.31075/PIS.68.04.06
Стручни рад
Примљен: 10/11/2022
Прихваћен: 12/12/2022:
Коресподент аутор:
jovanajancic22@gmail.com

Кључне речи:

Брза саобраћајница
Денивелисана раскрсница
Кладово-Неготин
Брза Паланка
Голубац-Доњи Милановац

РЕЗИМЕ

Циљ овог рада који представља извод из мастер рада одбрањеног на Грађевинском факултету, Универзитета у Београду, је да се стручној јавности представе одређена искуства и сазнања стечена приликом израде идејног решења денивелисане раскрснице на прикључку брзе саобраћајнице Голубац-Доњи Милановац-Брза Паланка на брзу саобраћајницу Кладово-Брза Паланка-Неготин.

1. Увод

Све већи развој привреде и друштва захтева модернизацију и изградњу друмске инфраструктуре са становишта повећања нивоа безбедности, ефикасности саобраћаја, смањење транспортних трошкова и скраћење времена путовања.

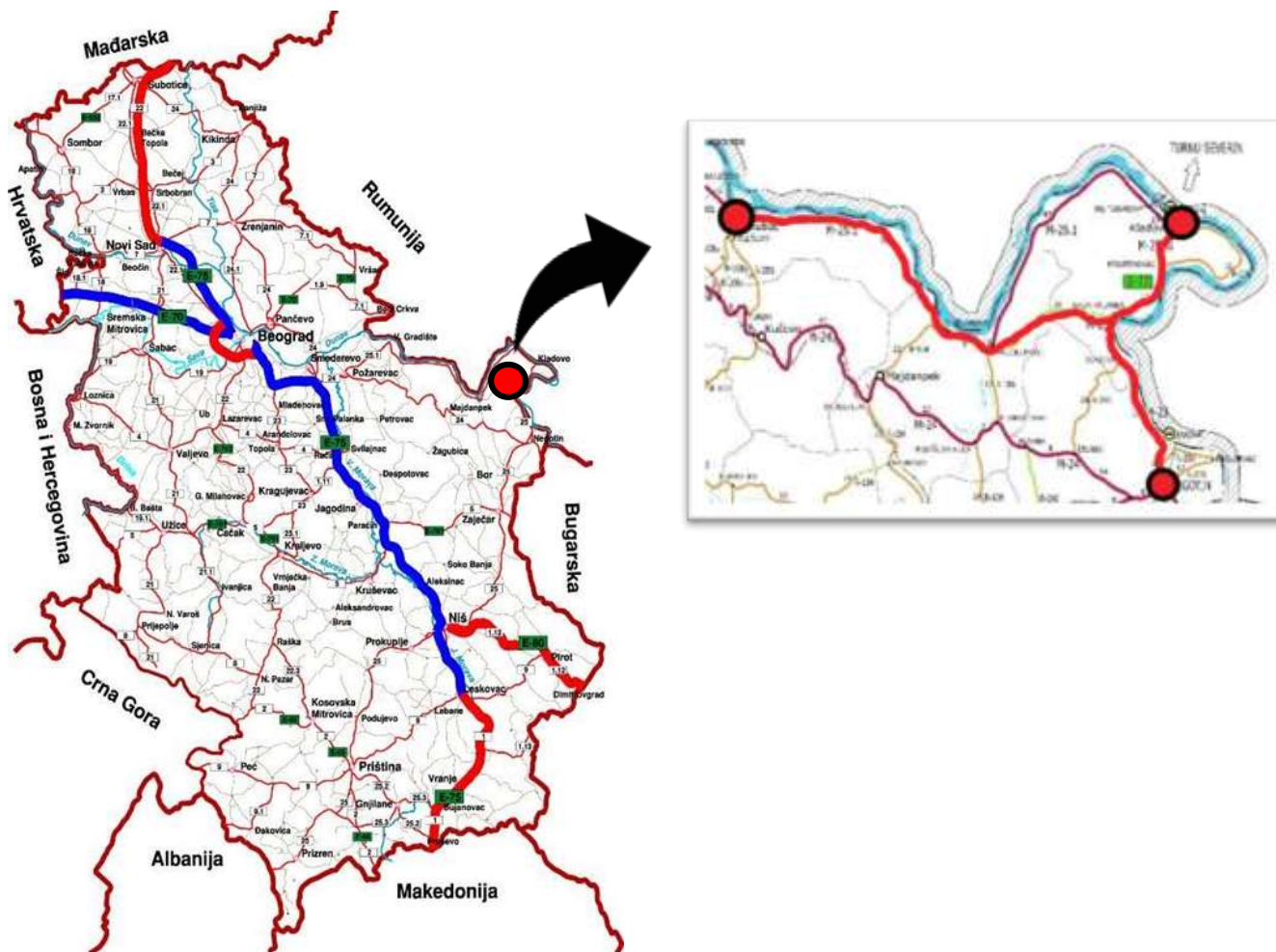
Постојећа путна мрежа у источној Србији састоји се из двотрачних путева, како би се испунили горе наведени услови, предвиђене су брзе саобраћајнице Београд, Пожаревац, Голубац, Доњи Милановац, Брза Паланка, Кладово, Неготин, Зајечар, Параћин. Предвиђена денивелисана раскрсница Брза Паланка, о којој је реч у раду, представља укрштај двеју брзих саобраћајница Кладово-Неготин и Голубац-Доњи Милановац-Брза Паланка.

Коридори траса предметних брзих саобраћајница повезују Кладово са Неготином преко Брзе Паланке, као и Брзу Паланку са Голупцем. Путни правац Голубац-Доњи Милановац-Брза Паланка омогућава везу кладовског и неготинског региона са централном и западном Србијом док путни правац Кладово-Неготин има значајну улогу у саобраћајном повезивању Србије са Румунијом и Бугарском, као и битну улогу у региону са аспекта привреде.

Захваљујући културном наслеђу и природним богатствима, подручје Доњег Подунавља (Велико Градиште, Голубац, Доњи Милановац, Кладово и Неготин) поседује значајан потенцијал за развој туризма.



Слика 1. Географски положај предвиђених коридора брзих саобраћајница



Слика 2. Географски положај брзих саобраћајница

2. Улога денивелисане раскрснице

Повезивање два путна правца денивелисаном раскрсницом настаје услед потребе раздвајања конфликтних струја, односно одржања режима континуалних токова. Оваквим решењем постижу се два битна експлоатациона ефекта:

- висок ниво безбедности
- максимална проточност саобраћаја

Денивелисану раскрсницу чине:

- укрсни правци
- уливи и изливи
- повезујуће рампе

Укупно саобраћајно оптерећење, главних путних праваца прелази границу 10 000 воз/дан, што поред дефиниције режима саобраћаја, испуњава економски услов за примену денивелисане раскрснице.

Раскрсница представља прикључак брзе саобраћајнице Кладово-Брза Планка-Неготин на брзу саобраћајницу Голубац-Доњи Милановац-Брза Паланка, на коју се наставља планирани коридор брзе саобраћајнице Е75-Пожаревац-Велико Градиште-Голубац.

Реч је о два пута приближно истог саобраћајног режима, са ПГДС-ом већим од 10 000 воз/дан, па се усваја функционални ниво „Ц“- „Б“.

Функционална шема садржи четири везне рампе: две директне за десна скретања и једну индиректну рампу и једну полудиректну рампу за лева скретања.

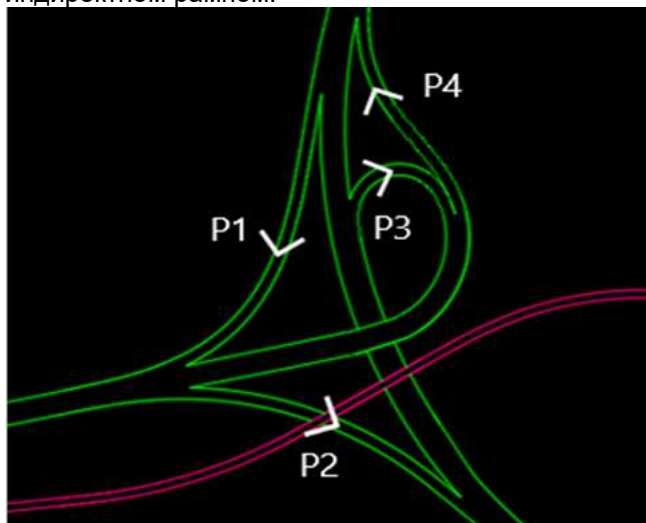
Предметна денивелисана раскрсница је типа „ТРУБА“.



Слика 3. Приказ положаја денивелисане раскрснице “Брза Паланка”

3. Пројектно решење трасе

Споредни правац брзе саобраћајнице из правца Доњи Милановац, прикључује се на главни правац брзе саобраћајнице Кладово-Неготин, који се налази у кружној кривини. Прикључне везе се остварују двома директним, полудиректном и индиректном рампом.

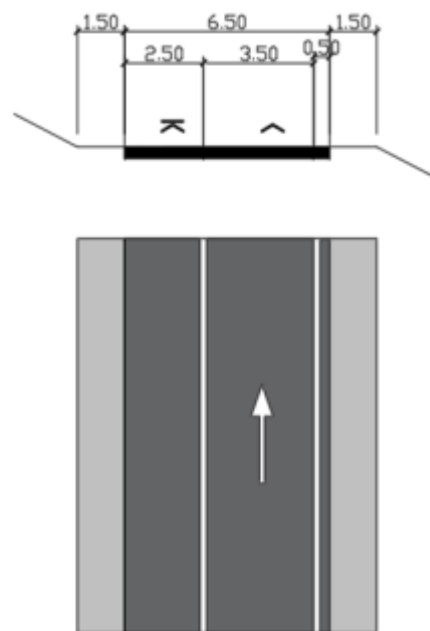


Слика 4. Позиција рампи

Директна рампа P1 протеже се из правца Кладова ка Доњем Милановцу. Директна рампа P2 протеже се из правца Доњег Милановца ка Неготину. Полудиректна рампа P3 протеже се из правца Неготина ка Доњем Милановцу. Директна рампа P4 протеже се из правца Доњег Милановца ка Кладову.

3.1. Геометријски попречни профили рампи

Геометријски попречни профили одређени су на основу саобраћајног оптерећења и дужине рампи. За све рампе усвојене су једнотрачне рампе са зауставном траком, укупне ширине 6,5m. Рампе се састоје од возне траке ширине 3,5m, зауставне траке 2,5m и ивичне траке ширине 0,5m. На делу уклапања, на споредном правцу, рампе се спајају у двосмерни двотрачни пут где их дели разделно острво ширине 1,25m, док се на главном правцу рампе повезују тракама за успорење и убрзање дужине 250m. Ширина ивичних трака од 0.5m омогућава смештање сливника тако да се не налазе на путањи коју описују возила при кретању. Овако предложена ширина ивичне траке је од великог значаја, јер су места код сливника најподложнија пропадању услед преласка тачкова возила преко њих.



Слика 5. Геометријски попречни профил рампи

Из програмских услова за пројектовање денивелисане раскрснице усвојени су елементи ситуационог плана.

Кладово-Неготин—главни правац $V_{рач}=100 \text{ km/h}$
 Голубац-Доњи Милановац-Брза Паланка— споредни правац $V_{рач}=80 \text{ km/h}$

За обликовање директних рампи у ситуационом плану примењују се круг, правац и клотоида. Пројектна брзина на директним рампама и полудиректној рампи изн осе 60 km/h, а на индиректној 30 km/h. Ширина разделне траке на главном правцу износи 1.25m, док је на споредном правцу извршена дивергенција, која износи 0.5%, са ширине 1.25m на отвореном профилу до 3.2m на мосту.

Разделна трака на главном правцу је довољно широка за постављање "New Jersey" оградe, али не и за лоцирање стубова моста. Обликовање улива и излива на главном правцу је са тзв. "паралелним" изливно-уливним тракама. Ширина траке за убрзање-успорене $t_{d,a}=3.50\text{m}$. Она заједно са прикључним делом формира излив, односно улив, чије дужине износе $L_{izl}=L_u=L_c+L_d,a=60+190=250\text{m}$. Обликовање отварања излива, односно затварања улива, решавају се S-кривама радијуса 250m.

На основу геометријских профила рампи денивелисане раскрснице усвојене су следеће димензије елемената нормалног попречног профила рампи:

ширина возне траке	$t_s=3,50\text{ m}$
ширина зауставне траке	$t_s=2,50\text{ m}$
ширина ивичне траке	$t_i=0,50\text{ m}$
ширина банке	$b=1,50\text{ m}$
минимални попречни нагиб	$\min i_p=2,5\%$
максимални попречни нагиб	$\max i_p=6,0\%$

3.2. Геометријске карактеристике нивелационог плана рампи

Нивелете рампи вођене су тако да не наруше нивелациони ток главних праваца. При дефинисању нивелета индиректне и полудиректне рампе водило се рачуна о остваривању минималне висинске разлике између укрсних праваца:

$$\Delta H = h_g + h_k + \Delta h$$

У овом случају усвојени су :

$$h_g = 4.75\text{ m}$$

$$h_k = 1.93\text{ m}$$

$$\Delta h = 0.25\text{ m}$$

На основу тога остварена је висинска разлика 6.93 m ~ 7 m. Директна рампа Р1 води од Кладова према Доњем Милановцу десном ивицом и успиње се нагибом од 4.50%. На основу геотехничких услова терена, усвојено је да се косине усека које се налазе у једрој стени, изводе у нагибу 1:1.

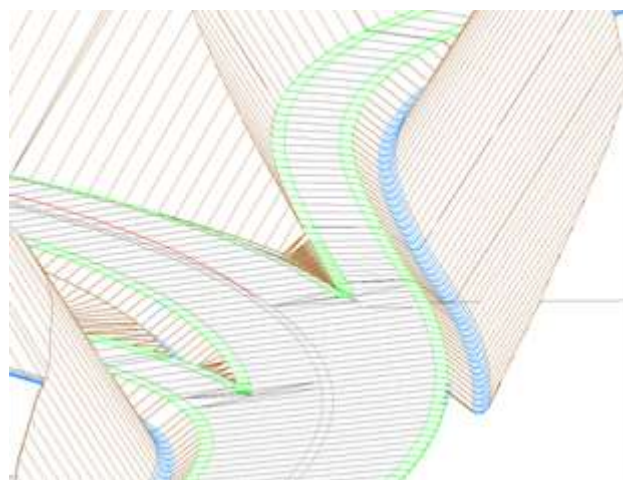
3.3. Витоперење

Витоперење коловоза на рампама врши се око спољне ивице коловоза. Изузетак је на делу уклапања на споредни и главни правац, где рампе имају заједничку осовину и нивелету до физичког раздавајања рампи. Овде се витоперење врши око унутрашње ивице коловоза.

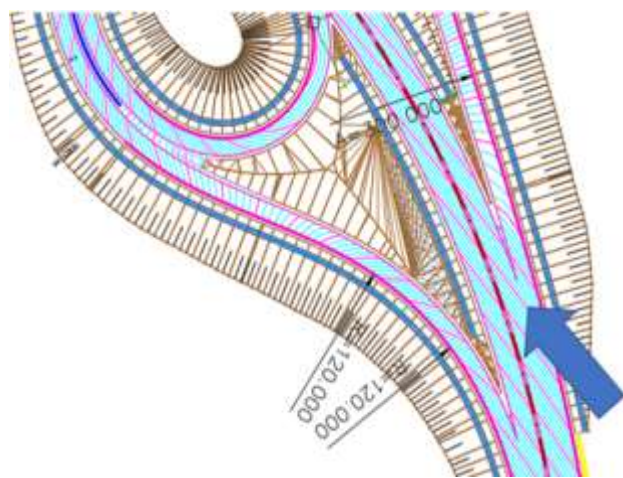
По правилу витоперење се врши на дужини прелазне кривине, што је у случају ове денивелисане раскрснице примењено на свим рампама. Максимална вредност нагиба рампе витоперења на рампама износи 0.98%. Такође, вредности нагиба рампе витоперења веће су од минималних 0.4%, што је потребно због ефикасног попречног одвођења површинских вода са коловоза.

У нивелационом погледу, траке за убрзање и успорење прате основни коловозни профил, односно профил брзе саобраћајнице. Оне задржавају попречни нагиб главног путног правца, који се по правилу протеже све до физичке границе рампе. Изузетак су рампе Р1 и Р2 код којих се јавља кровасто витоперење (слика 6).

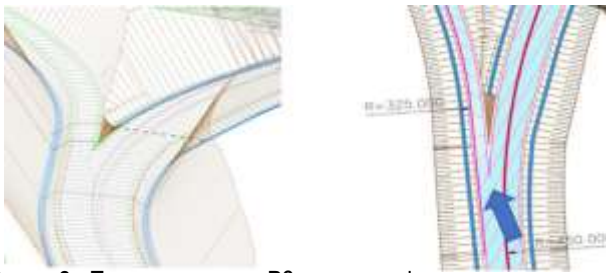
На рампама Р1 и Р2, које се изводе на спољну страну кривине главног укрсног правца, очекивали су се проблеми са витоперењем коловоза. Наиме, устаљен је случај да се при извођењу рампи на спољну страну кривине, веома брзо мора прећи у попречни нагиб, који одговара закривљености супротној од закривљености главног пролазног правца. Овде су се такви проблеми очекивали на рампама Р1 и Р2. Међутим, примењена су решења којим су из спољне ивице коловоза главног пролазног правца издвојене нешто дуже тангенте у правцу. На тим се тангентама, пре преласка у закривљеност супротну од закривљености главног правца у попречни нагиб прве следеће кривине на рампи.



Слика 6. Поглед на рампу Р1 из правца севера



Слика 7. Поглед на рампу Р1 из правца севера



Слика 8. Поглед на рампу P2 из правца југа

Брзе саобраћајнице се у зони раскрснице налазе у кривини. На целој деоници пут је већим делом у усеку нагиба косина 1:1, док су косине у насипу са нагибом од 1:2.

Попречни профил главног правца Vr=100km/h

ширина возне траке	tS = 3,5 m
ширина ивичне траке	ti = 0,5 m
ширина банке	b = 1,50 m
попречни нагиб банке	
у усеку са каналаом са падом 8%	
минимални попречни нагиб коловоза	min iP = 2,5%
максимални попречни нагиб коловоза	max iP = 7,0%

Попречни профил споредног правца Vr=80 km/h

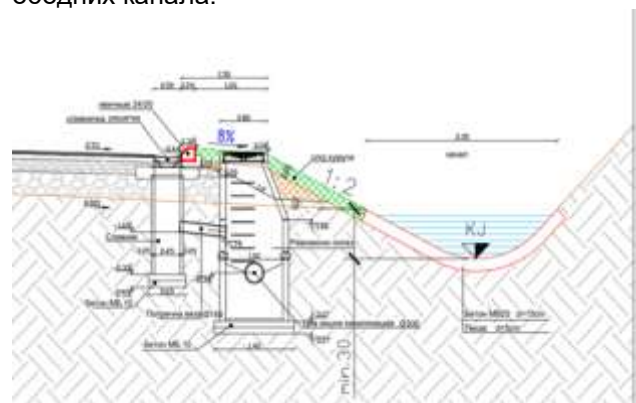
ширина возне траке	tS = 3,25 m
ширина ивичне траке	ti = 0,35 m
ширина банке	b = 1,50 m
попречни нагиб банке	
у усеку са риголом у успону 6%	
на насипу на паду 8%	
минимални попречни нагиб коловоза	min iP = 2,5%
максимални попречни нагиб коловоза	max iP = 7,0%

4. Концепт одводњавања

За разматрану трасу коридора брзих саобраћајница и денивелисане раскрснице извршене су одговарајуће анализе и предложена адекватна решења одводњавања. Дуж разматраних траса брзих саобраћајница и у зони денивелисане раскрснице предложен је дренажни систем који је постављен са ниже стране коловозних плоча наведених саобраћајница. Кишне воде са коловоза брзих саобраћајница, при једностраном попречном паду, прикупљају се уз бетонски ивичњак на нижем крају коловоза и уз вишу (десну) ивицу "New Jersey" ограде у кривини. Пријемни објекти су сливници са сливничком решетком и таложником, који су сливничким везама повезани са шахтовима, тј. ревизионим окнима. Шахови су међусобно повезани колекторима који сакупљену воду транспортују до сепаратора.

Изабран тип постројења (сепаратора) карактерише могућност исталоживања суспендованог наноса и талога и одвајање пливајућег материјала (масти и уља) са специфичном тежином мањом од специфичне тежине воде на површини унутар истог. Унутар постројења смештен је ковалесцентни филтер са функцијом концентрације масти и уља. Пре доспећа воде у сепаратор, протицаји доспевају до таложника где се таложи суспендовани нанос. Вода се након пречишћавања усмерава ка реципијенту. Сливници су постављени на срачунатим растојањима довољним да се не пређу максимално допуштене вредности висине воде у риголу (уз ивичњак).

На деоницама у кривини где "New Jersey" ограда у разделном појасу прекида попречни пут воде, кишна вода са више коловозне плоче брзе саобраћајнице скупља се и прихвата шахтовима са сливничком решетком уз вишу (десну) ивицу "New Jersey" ограде. Ови шахтови подужно су повезани канализационим цевима (колекторима), изнад којих се воде перфориране дренажне цеви. Код дубоких усека са леве стране директних рампи, као и на делу споредног правца брзе саобраћајнице испред моста, прикупљање чисте оцедне воде са површина косина усека, врши се риголима постављеним дуж спољних ивица коловоза. У дну косина дубоких усека предвиђају се заштитни канали дубина до 1.7m. Предвиђено је да дубина воде износи до 0.7m. Ови канали пресецају пут воде са прибрежних косина и прихватају материјал еродирани са косина. Претпоставља се да би алтернативно решење са каналетом у дну се налазе у косинама усека главног укрсног правца и максимално су померени у правцу ободних канала.



Слика 9. Канали на деоници

На местима улива и излива рампи, где вода са банке услед нагиба нивелете главног правца отиче ка коловозу, предвиђени су земљани канали попречног и подужног нагиба од 1%. Улога тих канала је да врате ток воде у смеру пропуста. Вода која се враћа од улива рампе у главни правац у назад, прво се прелива преко вертикалног зида, да би се потом прихватила на уливу у цеваст пропуст.



Слика 10. Прикупљање воде земљаним каналима

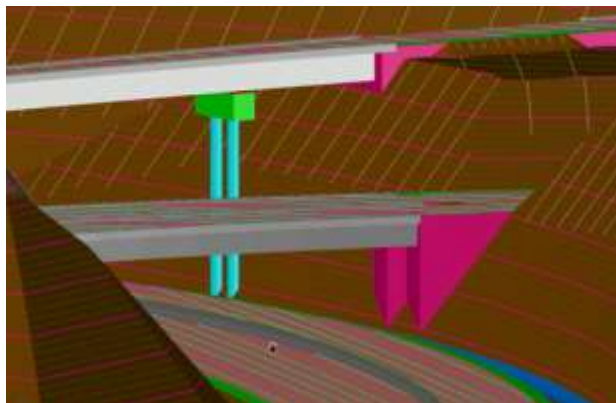
5. Инжењерске конструкције

5.1. Мостовске конструкције

Функционална шема укрштаја типа “Труба” захтева једну мостовску конструкцију. Здружена мостовска конструкција преко које се воде индиректна и полудиректна рампа, изградиће се као две независне мостовске конструкције. Смерови кретања су раздвојени. Сама тачка укрштаја налази се на стационажи km 24+860 брзе саобраћајнице главног правца и на стационажи km 35+635 брзе саобраћајнице споредног правца. Ширине коловоза су по 6,5m и пешачке конзоле са обе стране од по 1,50m. Предвиђени су и New Jersey елементи са обе стране, између коловоза и сервисних стаза.

Мост је пројектован целом дужином у прелазној кривини. Угао укрштања саобраћајнице је приближно 83°. Опорци се налазе у косинама усека главног укрсног правца и максимално су померени у правцу ободних канала. Укупна дужина моста је 36.5m, што је уједно и распон саме конструкције, с обзиром да се мост ослања само на крајње стубове (опорце), без средњег стуба. Опорци мостова су међусобно подужно смакнути за 0.5m и налазе се у косини брзе саобраћајнице. Висина платна крајњег стуба износи око 5m. Због недовољне ширине у средњој разедлној траци за смештање стуба, мост је пројектован тако да у једном распону премости брзу саобраћајницу. Конструкција овог моста је усвојена из словеначких (SODOC-ових) прописа. Усвојено је решење са сандучастим носачима који имају већу отпорност на смичуће силе и боље подносе напоне торзије који се појављују у мостовским конструкцијама у кривини.

Мост има обостране ревизионе стазе ширине 0.8m, које су од коловоза одвојене New Jersey елементима. Дуж спољних ивица ревизионих стаза поставља се ограда висине 1.2m. Фундирање крајњих стубова (опораца) је на темељима дебљине 1m. С обзиром да је реч о фундирању у стени, није било потребе за шиповима. Дубина фундирања је 0.8m.



Слика 11. Мостовске конструкције

5.2. Цевасти пропуст

Улога цевастих пропуста на предметној деоници јесте да се вода из канала директно спроведе испод саобраћајнице. Како би се спречило отицања воде на коловоз и његово плављење, вода се спроводи пропустима $\varnothing 1000$ испод коловоза брзе саобраћајнице из канала са више у канала са ниже стране пута.



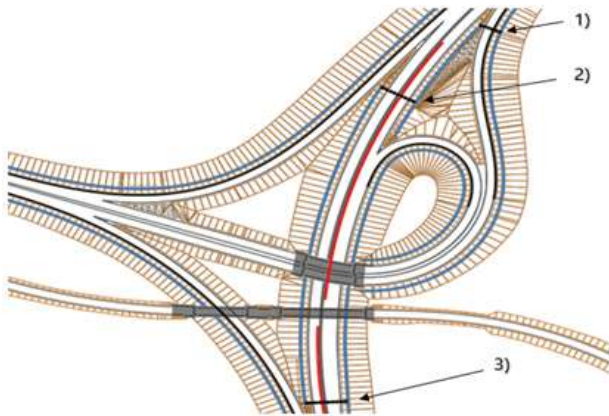
Слика 12. Цеваст пропуст

Пропусти се углавном пројектују да буду управни на путеве које пресецају. Избор попречног пресека зависи од висине насипа који се налази изнад пропуста тј. од оптерећења које делује на пропуст и количине воде која би требала протицати кроз отвор.

Неопходно је извести одређен надслој изнад цеви пропуста. Циљ је да се постави слој шљунка или земље у дебљини од најмање једне четвртине пречника цеви. Подлога испод цеви и материјал за испуну морају бити без великих комада камена, да не би дошло до концентрисаног притиска на цев, што доводи до њеног оштећења. Како не би дошло до појаве наноса или ерозије, неопходно је да се улазна и излазна кота цеви прецизно усагласе са котама дна канала.

Положај цевастих пропуста на предметној деоници:

- Цеваст пропуст \varnothing 1000, на стационажи km 24+610 L=15.5m
- Цеваст пропуст \varnothing 1000, на стационажи km 24+695 L=28.0m
- Цеваст пропуст \varnothing 1000, на стационажи km 24+975 L=30.5m

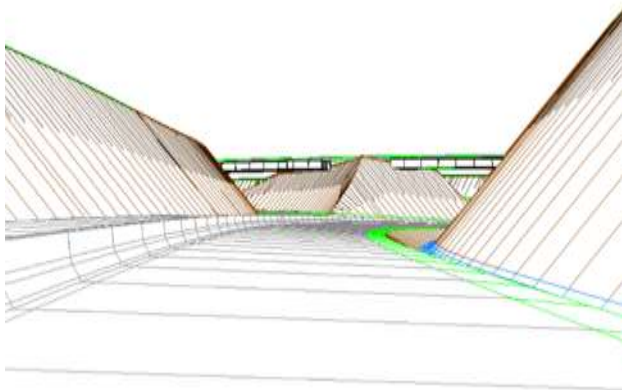


Слика 13. Позиција пропуста на предметној деоници

6. Прегледност

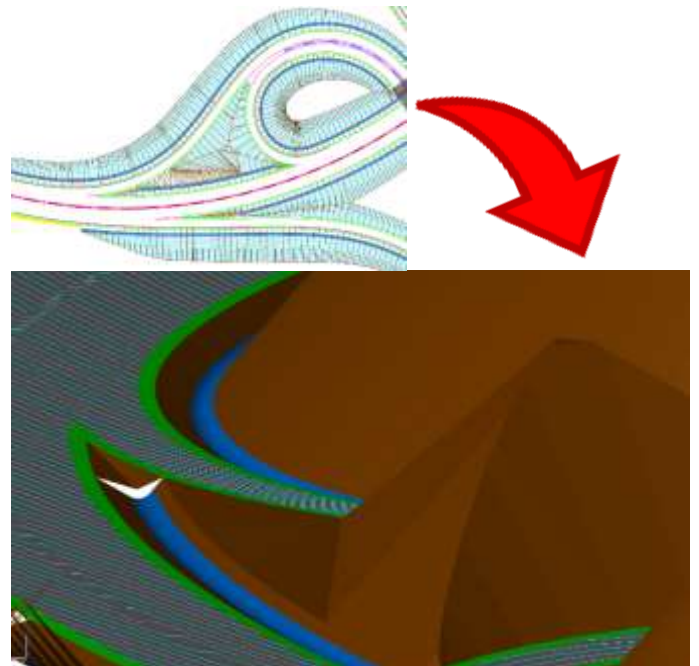
Прегледност дефинише одстојање на којем учесник у саобраћају може видети другог учесника у саобраћају, у условима нормалне видљивости с обзиром на физичке препреке.

Унутрашња прегледност денивелисане раскрснице подразумева услове прегледности возило-возило на свим уливама. Троуглови прегледности, (минимални и пожељни) морају бити ослобођени свих препрека које ометају визуре возача.



Слика 14. Отварање берме прегледности смер из Неготина ка Кладову

С обзиром да се денивелисана раскрсница налази у усеку, на уливама су морали бити обезбеђени троуглови прегледности. На осталим деловима, у кривини, прегледност је остварена отварањем дубоких канала са обе, а нарочито са унутрашње стране пута.



Слика 15. Отворена берма прегледности у усеку на делу главног правца и уливног на полудиректној рампи

7. Предлог коловозне конструкције

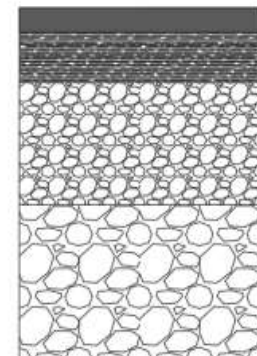
Коловозна конструкција главног правца

- Асфалт бетон АБ11с $d=4$ cm
- Битуменизирани носећи слој БНС 22сА $d=8$ cm
- Доња подлога – дробљени камени агрегат 0/31.5 mm $d=20$ cm
- Доња подлога – дробљени камени агрегат 0/63 mm $d=30$ cm

АБ11с
БНС 22сА

0/31.5 mm

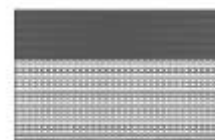
0/63 mm



Коловозна конструкција на објекту

- Асфалт бетон АБ11с са РmВ $d=4$ cm
- Битуменизирани носећи слој БНС 22сА $d=6$ cm
- Хидроизолација АБ11с са РmВ $d=1$ cm

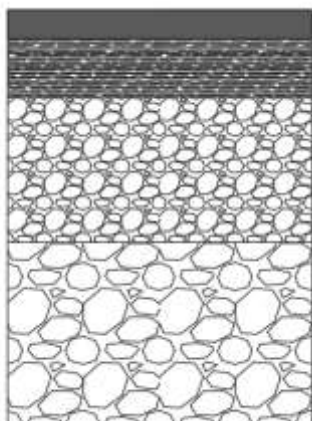
БНС 22сА



Коловозна конструкција рампи денивелисане раскрснице и споредног правца

- Асфалт бетон АБ11с $d=4\text{ cm}$
- Битуменизирани носећи слој БНС 22с $d=8\text{ cm}$
- Доња подлога – дробљени камени агрегат 0/31.5 mm $d=20\text{ cm}$
- Доња подлога – дробљени камени агрегат 0/63 mm $d=30\text{ cm}$

АБ11с
БНС 22сА



0/31.5 mm

0/63 mm

8. Сигнализација и осветљење раскрснице

8.1. Хоризонтална сигнализација

Под овим појмом подразумевају се све врсте ознака на коловозу које служе за регулисање, вођење и каналисање саобраћајних струја. Деле се на подужне, попречне и пратеће ознаке. Све ознаке на коловозу изводе се бојом и морају имати исти коефицијент трења као коловоз.

За израду хоризонталне сигнализације постоје домаћи стандарди (ЈУС) усклађени са међународним прописима. Њима се регулишу положај и димензије ознака (Правилник о саобраћајним знаковима на путевима ЈУС У.С4.221-231).

Ознаке на коловозу се изводе као:

- уздужне ознаке:
 - пуне (неиспрекидане) линије - ЈУС У.С4.222
 - испрекидане линије - ЈУС У.С4.223

Елементи хоризонталне сигнализације наносе се термопластиком беле боје. Због дужег века трајања и виших вредности ретрорефлексије, на предметној деоници обележавање хоризонталне сигнализације, изводи се лепљењем термопластичне масе.

Линије коришћене за означавање хоризонталне сигнализације су:

- ивична линија ширине 0.20 m (бела боја);
- испрекидана линија са растером пуних и празних поља 6.0-12.0 m, ширине 0.20 m (бела боја);
- испрекидана линија са растером пуних и празних поља 3.0-3.0 m, ширине 0.20 m (бела боја);
- широка испрекидана линија са растером пуних и празних поља 3.0-3.0 m, ширине 0.50 m (бела боја);
- испрекидана линија са растером пуних и празних поља 1.0-1.0 m, ширине 0.20 m (бела боја).

8.2. Вертикална сигнализација

Вертикална сигнализација обухвата саобраћајне знаке који се налазе у вертикалној равни и служе за управљање токовима возила. Имају задатак да учеснике саобраћаја правовремено обавесте о промени режима кретања.

Постављањем путоказне сигнализације на прописаним растојањима од места конкретног маневра (уливање, изливање, прикључак на други пут, излаз на наплатну рампу), учесници у саобраћају правовремено добијају информације о томе шта их очекује, и имају шансу да прилагоде брзину свог возила жељеном правцу и смеру кретања.

8.3. Осветљење раскрснице

Пројектовање осветљења денивелисане раскрснице представља мулти-дисциплинаран задатак који захтева посебан елаборат за чију израду је неопходно формирати тим стручњака разних профила. Код денивелисаних раскрсница јављају се два могућа решења:

- осветљење са високог стуба ($h = 30\text{m}$),
- ивично осветљење по спољној ивици

У првом случају примениле би се светиљке са халогеним извором светла са високих стубова, које дају осветљење приближно дневном светлу и позитивне економске ефекте кроз дужи експлоатациони период.

Другим начином, применило би се осветљење дуж спољних ивица рампи, јер се тиме добија решење које је јефтније за одржавање, а такође се постиже боље оптичко вођење возача.

Ово је важно поготово стога, што се у непосредној близини налази река Дунав, те се у зимским месецима и прелазним периодима може очекивати појава густе речне магле. У том случају примениле би се светиљке са извором светла са натријумовом

паром високог притиска, које дају меку ружичасто - жуту светлост, а обезбеђују добру видљивост и прегледност у условима магле. Поред тога, већа трајност и ефикасност ове светиљке дају јој предност над халогеном светиљком.

Из горе наведених података, за даљу анализу, може се закључити да је други случај, тј. ивично осветљење дуж спољне ивице, повољније решење (слика 16).



Слика 16. Линијско осветљење раскрснице

9. Закључак

Очекује се да ће изградња нових брзих саобраћајница значајно смањити време путовања, подићи ниво услуге и безбедности на путевима, побољшати регионалне саобраћајне активности како путничке тако и теретне, утицати на привредни и друштвени развој, повећати ниво заштите животне средине.

The conceptual solution of the interchange at the connection of the Golubac-Donji Milanovac-Brza Palanka expressway to the Kladovo-Brza Palanka-Negotin expressway

Jovana Jančić, M.Sc.C.E.

Institute of Transportation CIP, Belgrade

Abstract: The aim of this work, which is an extract from the master thesis defended at the Faculty of Civil Engineering, University of Belgrade, is to present to the professional public certain experiences and knowledge gained during the development of the Conceptual Design of the interchange at the connection of the Golubac-Donji Milanovac-Brza Palanka expressway to the Kladovo-Brza palanka-Negotin expressway.

Keywords: high-speed road, interchange, Kladovo-Negotin, Brza Palanka, Golubac-Donji Milanovac

Литература

- [1] Анђус, В. (2008). Планирање и пројектовање путева (писана предавања – интерни материјали), Грађевински факултет Универзитета у Београду – Београд.
- [2] Анђус, В., Малетин, М. (2008). Планирање и пројектовање путева – практикум за израду елабората, Грађевински факултет Универзитета у Београду – Београд.
- [3] Анђус, В., Малетин, М. (1993). Методологија пројектовања путева, Грађевински факултет Универзитета у Београду - Београд.
- [04] Катанић Ј., Анђус В., Малетин М. (1983). Пројектовање путева, Грађевинска књига – Београд.
- [5] Малетин, М., Анђус, В. (1993). Планирање и пројектовање пратећих садржаја магистралних путева, Грађевински факултет Универзитета у Београду - Београд.
- [6] Хајдин Р. (2008). Мостови (писана предавања – интерни материјали), Грађевински факултет Универзитета у Београду, Београд.
- [7] Малетин М. (2009). Планирање и пројектовање саобраћајница у градовима, Орион Арт - Београд.
- [8] Цветановић А., Банић Б. (2007). Коловозне конструкције, Академска мисао – Београд.
- [9] Гавран, Д. Програмски пакет GCM++ (GCM2020) (GAVRAN – Civil Modeller).
- [10] Тројановић. (1970). Бетонски мостови, БИГЗ – Београд.
- [11] Лоренц. Планирање и пројектовање путева и аутопутева. ЈП "Путеви Србије".