

Снежана Машовић, Никола Танасић, Јелена Драгаш

ПРАКТИКУМ ЗА ВЕЖБЕ ИЗ БЕТОНСКИХ МОСТОВА

Академска мисао

Универзитет у Београду – Грађевински факултет

Београд, 2017.

Снежана Машовић, Никола Танасић, Јелена Драгаш
ПРАКТИКУМ ЗА ВЕЖБЕ ИЗ БЕТОНСКИХ МОСТОВА

Рецензенти:

Проф. др Снежана Маринковић
Проф. др Дејан Бајић
Доц. др Ненад Пецић

Издавачи

Академска мисао, Београд
Универзитет у Београду – Грађевински факултет

Штампа

Академска мисао, Београд

Тираж: 300 примерака

ИСБН 978-86-7466-688-3

ПРЕДГОВОР

Практикум за вежбе из Бетонских мостова је намењен превасходно студентима Мастер студија на Грађевинском Факултету Универзитета у Београду на модулу за Конструкције, у циљу усвајања градива које се излаже на вежбама.

Практикум садржи три целине:

- Пример годишњег задатка из предмета Бетонски мостови на Мастер студијама модула за Конструкције. На нивоу идејног пројекта, дато је диспозиционо решење мостовске конструкције са пратећим прорачуном коловозне плоче и главног носача коловозне конструкције. Приказан је и план каблова ивичног главног носача.
- Изабрани решени примери испитних задатака са писменог испита из Бетонских мостова на Мастер студијама.
- Прилог: Анализа ефеката реолошких особина бетона на конструкције бетонских мостова које се изводе у фазама.

Аутори се надају да ће овај практикум помоћи студентима да успешно савладају део градива који се излаже на предмету Бетонски мостови и да им олакша припрему писменог дела испита.

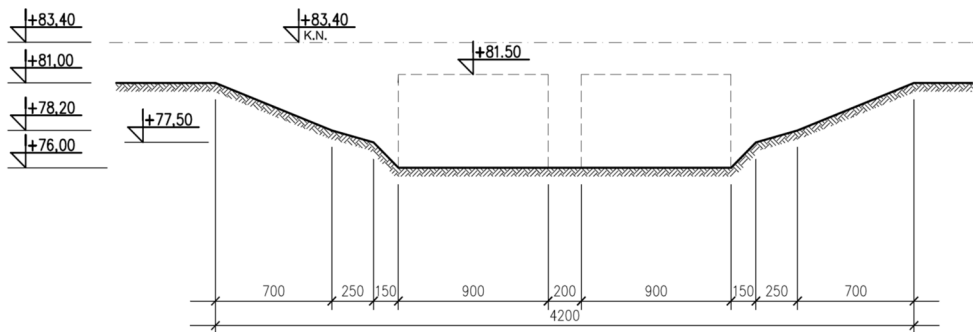
Београд, јул 2017.

Аутори

ИДЕЈНО РЕШЕЊЕ МОСТА

ТЕХНИЧКИ ОПИС

Пројектним задатком дефинисан је профила терена (Слика 1.), потребна ширина коловоза од 7.00 m и ширина обостраних пешачких стаза од 1.95 m на мосту. Потребно је израдити идејно решење друмског моста (друге категорије) преко задатог профила са аутопутем. Из геомеханичког елабората добијена је вредност допуштеног напона у тлу на коти фундаирања у износу од 180 kN/m^2 .



Слика 1. Профил терена са положајем нивелете на мосту и постојеће саобраћајница

Опис конструкције

На основу задатих података усвојене су димензије елемената моста које су приказане на диспозиционом решењу (видети цртеж на крају практикума). Предложено решење моста је континуални носач на два поља, распона $2 \times 20 \text{ m}$, са средњим стубом постављеним у разделној траци аутопута који се премошћује. Релативно мали распон од 20 m намеће као најрационалније решење за главне носаче коловозне конструкције систем са префабрикованим претходно напрегнутим носачима. На њима се накнадно излива армиранобетонска (АБ) коловозна плоча, уз истовремено остваривање континуитета над средњим стубом. Предложени систем подразумева монтажномонолитни начин извођења који омогућава да се комплетна израда главних носача одвија на тлу без компликоване оплате приликом грађења.

Попречни пресек коловозне конструкције, предложен у диспозиционом решењу, састоји се од 4 главна носача распона 19.55 m , који се постављају на размаку од 2.5 m и преко којих се након постављања на лежишта на крајњим стубовима и средњем стубу, бетонира АБ коловозна плоча. Коловозна плоча има двоструки пад од 2% , највећу дебљину на месту средине коловоза - 20 cm , а најмању на крају конзолних препуста - 9 cm . Преко ове плоче поставља се хидроизолација дебљине 1 cm и слој асфалта дебљине 7 cm . Хидроизолација се води дуж целог коловоза без прекида. Пешачка стаза се састоји од префабрикованих плоча које су постављене у паду од 1.5% ка

коловозу. Ове плоче се ослањају на две греде које се бетонирају заједно са коловозном плочом. На крају конзоле коловозне плоче изводи се венац у који се анкерује челична пешачка ограда висине 1.20 m. Коловоз је од пешачке стазе одвојен ивичњаком висине 20 cm. Испод монтажних плоча пешачких стаза предвиђен је простор за инсталације. Одводњавање воде са моста решено је двоструким падом коловоза и једноструким падом пешачких стаза. Цеви које одводе воду из простора за инсталације налазе се на крају конзолних делова плоче. Сливници су постављени уз ивичњак, и одводе воду у сабирну цев постављену са унутрашње стране ивичног главног носача.

Префабриковани носачи су претходно напрегнути кабловима 4Ø15,2, тип котве S4/15, унутрашњег пречника цеви 50 mm (каталог каблова: Институт ИМС - систем преднапрезања СПБ). Усвојено је 6 каблова 4Ø15,2.

За укрућење система главних носача, усвојени су попречни носачи у приближно трећинама распона главног носача и на крајевима, који се бетонирају при извођењу коловозне плоче. Над средњим стубом се изводи масивни попречни носач за остваривање континуитета коловозне конструкције. Димензије попречних носача су детаљније приказане на цртежу диспозиције.

Крајњи стубови су решени као масивни АБ опорци са паралелним „анђеоским крилима“. Средњи стуб је решен као АБ платно са проширењем у врху у виду лежишне греде. Ширина лежишне греде је одређена на основу потребне ширине налегања ослонаца два сучељена главна носача код средњег стуба. Дебљина платна стуба је 100 cm. За ослонце моста су одабрана неопренска лежишта, чије су димензије и распоред приказани на цртежу диспозиције. Предвиђено је плитко фундаирање на темељним стопама.

Материјали

За израду коловозне АБ плоче користи се бетон марке МБ30, а за претходно напрегнути носач бетон марке МБ45. Сва подужна и попречна арматура која се користи је ребраста арматура RA400/500. Каблови који се користе за претходно напрезање су система IMS SPB.

Оптерећења

Идејни прорачун коловозне конструкције је извршен на дејство сталних и покретних вертикалних оптерећења. Вредности оптерећења су одређене према важећим техничким прописима за оптерећење друмских мостова (Службени гласник СФРЈ 1991). Стална оптерећења која делују на конструкцију моста су: сопствена тежина главних и попречних носача, сопствена тежина коловозне плоче и тежина осталог додатног сталног оптерећења на мосту (пешачке стазе, инсталације, асфалт, ивичњаци, итд.). Од

повремених оптерећења разматрано је саобраћајно оптерећење које за другу категорију пута подразумева шему оптерећења V600 (Слика 2.).



Слика 2. Шема оптерећења за прорачунско возило V600, дата у основи

ПРОРАЧУН КОЛОВОЗНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Провера усвојених димензија коловозне плоче и носача коловозне конструкције приказан је кроз прорачун на нивоу идејног пројекта.

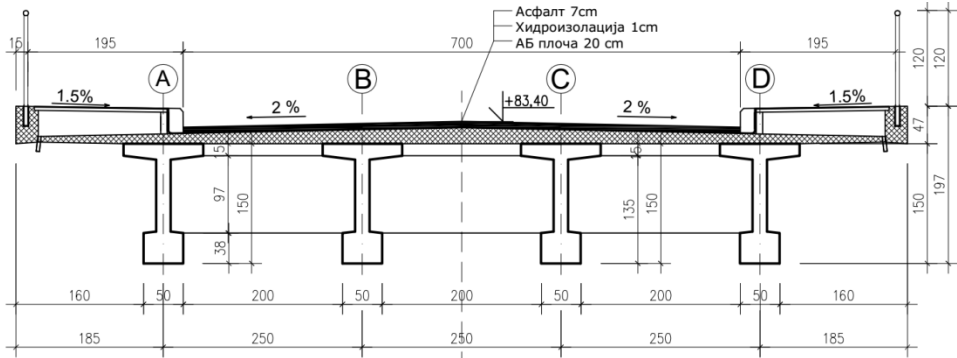
Код прорачуна коловозне плоче усвојен је модел плоче у једном правцу круто ослоњене на главне носаче. Утицаји у главним носачима коловозне конструкције су срачунати на 2D моделу, који се састоји од једног главног носача са свим његовим геометријским карактеристикама кроз фазе извођења. Расподела оптерећења у попречном правцу је урађена применом модела утицајних линија попречне расподеле. Прорачун конструкције је спроведен кроз две фазе: фазу монтаже и фазу експлоатације. У првој фази, носећи елемент је само монтажна греда система просте греде. У другој фази, фази експлоатације, носећи елемент је спрегнута греда коју чине префабриковани носач и припадајући део бетонске плоче. Утицаји од покретног оптерећења су разматрани применом модела покретног оптерећења у програму Tower 7 - DEMO.

Приликом прорачуна контролисани су попречни пресеци: у средини распона главног носача, на месту уноса силе претходног напрезања (ослоначки пресек) и на месту где почиње хоризонтална вута. Димензионисање и конструисање елемената конструкције је извршено према прописима за димензионисање армирано-бетонских и претходно напрегнутих конструкција (БАБ87, и ПН71). Извршени су следећи прорачунски докази:

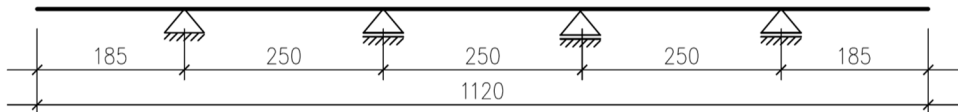
- димензионисање коловозне плоче
- покривање негативних момената изнад средњег стуба подужном арматуром у коловозној плочи
- контрола подужне силе смицања између бетонске плоче и ивичног главног носача коловозне конструкције уз усвајање потребног броја узенгија који примају ту силу
- контрола напона у префабрикованом ивичном носачу коловозне конструкције (два карактеристична пресека и две фазе)
- контрола коефицијента сигурности на лом пресека у средини распона
- контрола главних напона затезања у префабрикованом ивичном носачу коловозне конструкције на месту почетка хоризонталне вуте (два карактеристична пресека и две фазе)
- осигурање ослоначког пресека префабрикованог ивичног носача за пријем уноса силе претходног напрезања.

КОЛОВОЗНА ПЛОЧА

На скици је приказан попречни пресек коловозне конструкције.



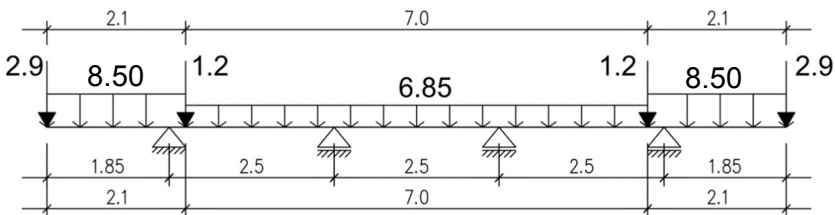
Разматра се статички систем коловозне плоче приказан на наредној скици.



Анализа оптерећења

Стално оптерећење

- Сопствена тежина плоче $g = 0.2 \cdot 25 = 5.00 \text{ kN/m}^2$
- Монтажне плоче и инсталације $g_{mi} = 0.07 \cdot 25 + 1.75 = 3.50 \text{ kN/m}^2$
- Коловозни застор $g_{kz} = 0.07 \cdot 24 + 0.01 \cdot 16 = 1.85 \text{ kN/m}^2$
- Венац и ограда $g_{og} = 0.37 \cdot 0.28 \cdot 25 + 0.3 = 2.90 \text{ kN/m}$
- Ивичњак $g_i = 0.18 \cdot 0.28 \cdot 24 = 1.20 \text{ kN/m}$



Покретно оптерећење

Динамички коефицијенти:

- Попречни правац..... $K_d = 1.4 - 0.008 \cdot 2.5 = 1.38$

Распростирање силе од точка:

- Управно на правац вожње..... $b_1 = 0.6 + 2 \cdot (0.07 + 0.01 + 0.2/2) = 0.96 \text{ m}$
- У правцу вожње..... $b_2 = 0.4 + 2 \cdot (0.07 + 0.01 + 0.2/2) = 0.76 \text{ m}$

Ефективна ширина..... $b_{eff} = 0.76 + 0.35 \cdot 2.5 = 1.635 > 1.5 \rightarrow b_{eff} = 1.5 \text{ m}$