

## ГЛАВНИ ПРОЈЕКТИ МОСТОВА НА МАГИСТРАЛНОМ ПУТУ М-21 БОРОВА ГЛАВА - УВАЦ

Ђорђе Илић, Нада Јововић, Александра Јањанин, Слободан Матовић  
Институт за путеве А.Д., Београд, Србија

**Резиме:** У раду су приказани главни пројекти шест мостова на магистралном путу М-21 Борова Глава - Увац. Конструкције мостова су рамовске армиранобетонске члочасте конструкције са више ојвора. Основни распони мостова су 14,00m + nx17,00m + 14,00m и nx17,00m. Горња конструкција мостова је јуној дојречној пресека и изводи се у монџажном систему применом јојвових армиранобетонских елеменџа. Мостовска конструкција решена је интејрално са дџаџацијама и лежџиџима само на крајњим стубовима. Реконструкција магистралној путџа и изградња мостова је у току, а заврешџак радова се џланира крајем јуна.

**Кључне речи:** мост, армирани бетон, монџаж, интејрална конструкција

## THE FINAL DESIGNS FOR THE BRIDGES ON MAJOR ROAD M-21 BOROVA GLAVA - UVAC

**Abstract:** The final designs for the six bridges on the major road M-21 Borova Glava - Uvac are presented in this paper. The bridge structures are continuous rigid frames with reinforced concrete decks and different spans. The axis span lengths are 14,00+ nx17,00m + 14m and nx17,00m. The bridge superstructures are reinforced concrete decks consisting of precast reinforced concrete elements. The bridge structures are integral bridges with the expansion joints and bearings only on the abutments. The road reconstruction and the construction of the bridges are ongoing and will be finished by the end of June.

**Key words:** bridge, reinforced concrete, precast, integral structure

## 1 УВОД

На магистралном путу М-21 Борова Глава - Увац предвиђено је седам мостова. Шест мостова под бројем 1, 3, 4, 5, 6 и 7 су армиранобетонски и приказани су у овом раду. Распони моста бр.1 су  $14,00+3\times 17,00+14,00\text{m}$ , моста бр.3 су  $11,40+3\times 16,80+11,40\text{m}$ , моста бр.4 су  $3\times 17,00\text{m}$ , моста бр.5 су  $5\times 17,00\text{m}$ , мост бр.6 је са једним распоном од  $14,00\text{m}$  и мост бр.7 има распоне  $14,00+4\times 17,00+14,00\text{m}$ . Укупна дужина моста бр.1 је  $89,75\text{m}$ , моста бр.3 је  $81,64\text{m}$ , моста бр.4 је  $66,00\text{m}$ , моста бр.5 је  $98,90\text{m}$ , моста бр.6 је  $30,12\text{m}$  и моста бр.7 је  $103,54\text{m}$ .

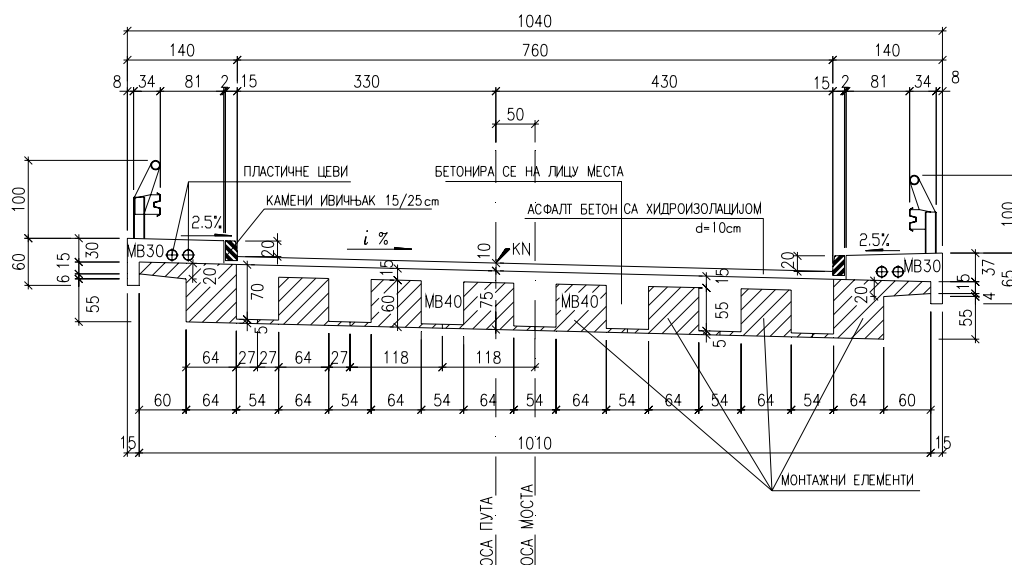
Главни пројекти мостова урађени су у Институту за путеве а.д., Београд у Заводу за пројектовање мостова и конструкција, одговорни пројектант је Ђорђе Илић, дипл.грађ.инж. Ревизију од стране Грађевинског факултета у Београду урадио је проф.др Дејан Бајић, дипл.грађ.инж., а извођење радова на мостовима успешно приводе крају "Путеви Ужице" из Ужица. Инвеститор целог пројекта реконструкције магистралног пута М-21 и изградње нових мостова је ЈП "Путеви Србије" Београд.

## 2 КОНСТРУКЦИЈА МОСТА

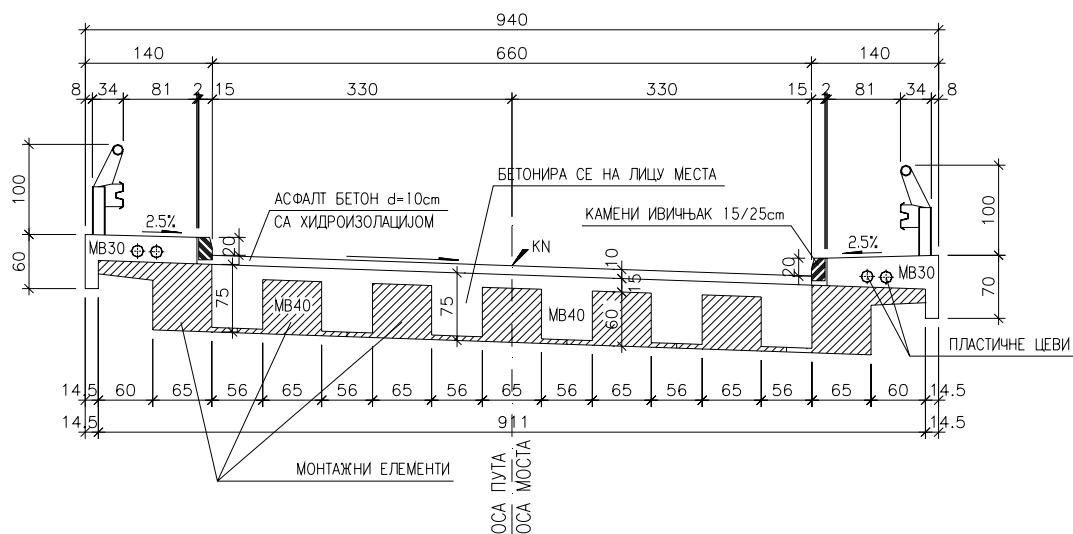
За конструкцију код свих мостова усвојена је рамовска армиранобетонска плочаста конструкција константне висине  $75\text{ cm}$ .

Попречни пресек моста бр.1 састоји се од осам монтажних елемената висине  $60\text{ cm}$  и ширине  $64\text{ cm}$  између којих се лије испуна од  $54\text{ cm}$ . Попречни пресек мостова бр.3, бр.4, бр.5, бр.6 и бр.7 састоји се од седам монтажних елемената висине  $60\text{ cm}$  и ширине  $65\text{ cm}$  између којих се на лицу места лије испуна од  $56\text{ cm}$ . Преко монтажних елемената и испуне између њих лије се завршни део плоче дебљине  $15\text{ cm}$ . Сви монтажни елементи су саставни делови дефинитивног попречног пресека.

Ширина коловоза на мосту бр.1 је  $3,30+4,30=7,60\text{ m}$ , док је на осталим мостовима ширина коловоза  $2\times 3,30=6,60\text{ m}$ . На мостовима су предвиђене пешачке стазе  $2\times 0,80\text{ m}$  са издигнутим каменим ивичњацима и одбојним оградама са рукохватом. Укупна ширина моста бр.1 је  $10,40\text{ m}$ , а укупна ширина осталих мостова је  $9,40\text{ m}$ .



Слика 1: Карактеристичан попречни пресек моста бр.1



Слика2: Карактеристичан појречни пресек мостова бр.3,4,5,6 и 7

Коловоз на мостовима је дебљине 10cm заједно са изолацијом. За одводњавање мостова предвиђени су сливници и риголе. У пешачким стазама постављају се пластичне цеви за провођење инсталација.

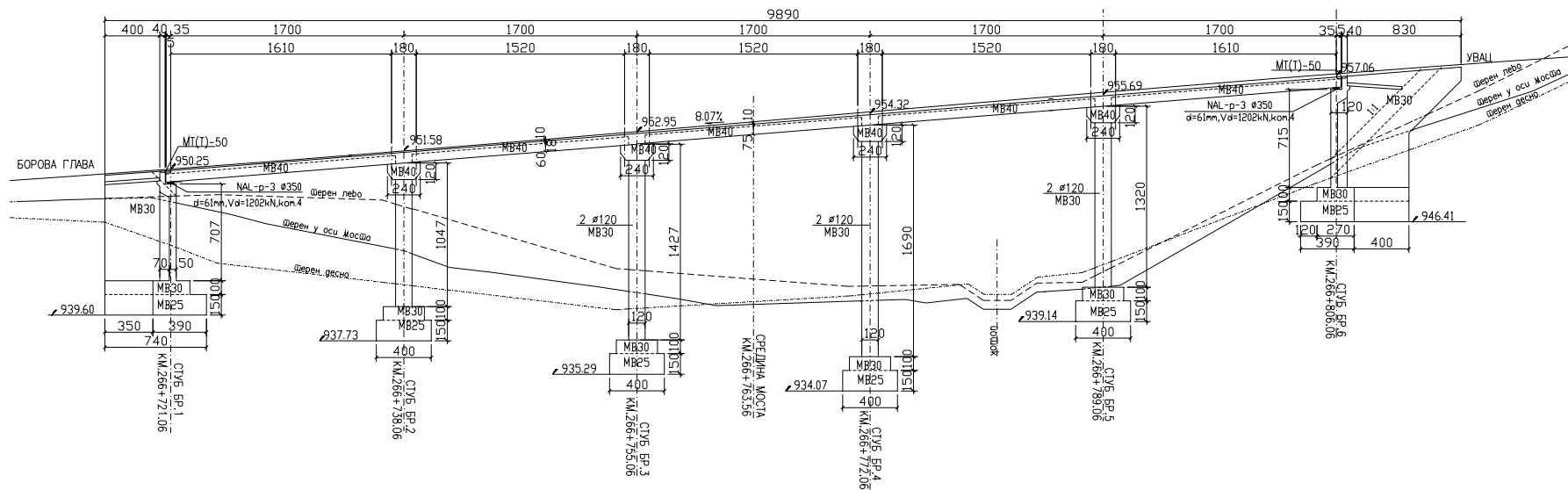
Предвиђене марке бетона су: за монтажне елементе и плочу моста MB 40, за стубове и лежишне греде MB 35 и за јастуке и темељне стопе MB 30.

Усвојена арматура је RA 400/500-2 .

За елементе горњег строја моста захтеване су отпорности на дејство мраза M-150 и марка водонепропусности V-6, а за елементе доњег строја M-100 и V-8.



Слика 3. Поглед одозго на мост бр.1



Слика4. Подужни пресек мосћа бр.5



Слика5. Изглед мосћа бр.5

### 3 ЕЛЕМЕНТИ ПУТА НА МОСТОВИМА

Елементи пута на мостовима су изузетно захтевни и монтажни елементи мостова су морали да их испрате и у погледу хоризонталне закривљености и у погледу попречног витоперења.

Оса пута моста бр.1 је делом у међуправцу у првом распону, затим следе други и трећи распон моста који су у прелазној кривини и два последња распона моста у кружној кривини радијуса  $R_h=75m$ . Попречни пад на мосту је једностран и променљив од 0.84% до 6.72%. Нивелета је делом у успону од 2.97%, а делом у вертикалној кривини радијуса  $R_v=2000m$ . Да би монтажни носачи испратили осу пута, пројектовано је петнаест типова носача различитих дужина и закривљености који су у подужном правцу сви у нагибу 2.97%. Завршни део плоче моста је 15cm, сем у последњем пољу где варира од 15-17cm.

Оса пута моста бр.3 је у прелазној кривини у прва два распона, а затим у кружној кривини радијуса  $R_h=148m$ . Попречни пад на мосту је једностран и променљив од 3.21% до 3.50%. Нивелета је у вертикалној конкавној кривини радијуса  $R_v=1500m$ . Пројектовано је шест типова монтажних носача и сви прате осу пута.

Оса пута моста бр.4 је у кружној кривини радијуса  $R_h=150m$ . Попречни пад на мосту је константан од 3.50%. Нивелета је у успону од 3.0%. Пројектовано је шест типова монтажних носача и сви прате осу пута.

Оса пута моста бр.5 је у прелазној кривини у првом и делом у другом распону, а затим у кружној кривини радијуса  $R_h=150m$ . Попречни пад на мосту је једностран и променљив од 0.20% до 3.50%. Нивелета је у вертикалној кривини радијуса  $R_v=2000m$ , потом у успону од 8.07%. Монтажни носачи се у првом пољу изводе у попречном паду 1.75%, а у осталим пољима у паду 3.50%. Пројектовано витоперење коловоза изведено је променљивом дебљином завршног дела плоче 15-18cm, како у подужном, тако и у попречном правцу. Пројектовано је девет типова монтажних носача и сви прате осу пута.

Оса пута моста бр.6 је у прелазној кривини и већи део у правцу. Попречни пад на мосту је променљив од 0.48%-2.50%. Нивелета је у паду од 6.29%. Пројектовано је три типа монтажних носача и сви су у правцу и попречном нагибу 2.50%.

Оса пута моста бр.7 је у прелазној кривини. Попречни пад на мосту је 2.50%. Нивелета је делом у паду од 6.36%, а делом у вертикалној конкавној кривини радијуса  $R_v=1500m$ . Пројектовано је шест типова монтажних носача и сви су у правцу и попречном нагибу 2.50%.



Слика 6. Поглед одозго на мост бр.5



Слика 7. Поглед одозго на мост бр.1

#### 4 МОНТАЖНИ СИСТЕМ ГРАДЊЕ

Предвиђено је да се армирани монтажни елементи раде на платоу и да се као готови монтирају на стубове. Сви носачи се на платоу изводе у попречном паду поштујући витоперење коловоза. У подужном правцу носачи су пројектованом према нивелети. Завршни део плоче моста која се лије преко носача је 15cm или варира да би се испратило пројектовано витоперење коловоза.

Монтажни елементи се на обалним стубовима ослањају на шест сталних и два привремена лежишта на мосту бр.1 и четири стална и три привремена лежишта на осталим мостовима. На средњим стубовима монтажни елементи се постављају директно преко анкера уграђених у попречне греде изнад стубова. Тежина средњих елемената се креће од 13,5 t до 17,0 t, а крајњих монтажних елемената од 19,3 t до 25,0 t. У простору између и изнад монтажних елемената уграђује се потребна подужна и попречна арматура. Затим се изводе попречни носачи и испуна између монтажних елемената до висине завршног дела коловозне плоче. На крају се лије завршни део коловозне плоче преко монтажних елемената, испуне и попречних носача, чиме се монолитизује целокупна мостовска конструкција.

Монтажни елементи су димензионисани за сваку фазу израде и монтаже са тачним местима хватања од места израде до њиховог доношења на ослонце. Посебна пажња треба да се посвети тачном нивелисању места ослањања тако да однос њихових висинских кота одговара односу одговарајућих висинских кота на платоу на коме се изливају монтажни елементи.

#### 5 ФУНДИРАЊЕ МОСТОВА

Средњи ослонци мостова су пројектовани као два армиранобетонска округла стуба  $\Phi 120$  cm фундирани преко јастука на темељне стопе. Висине средњих стубова крећу се од 7,70 m до 18,10 m.

Обални ослонци мостова решени су као армиранобетонски стубови са чеоним платном и крилима. Фундирање обалних стубова извршено је преко јастука на темељне стопе.

Мостовска конструкција је решена интегрално са дилатацијама само изнад обалних стубова. Средњи стубови су монолитно повезани са конструкцијом моста док се реакције моста на обалне стубове преносе преко лежишта од еластомера типа NAL-p-3.



Слика 8. Поглед на мост 7 у изградњи



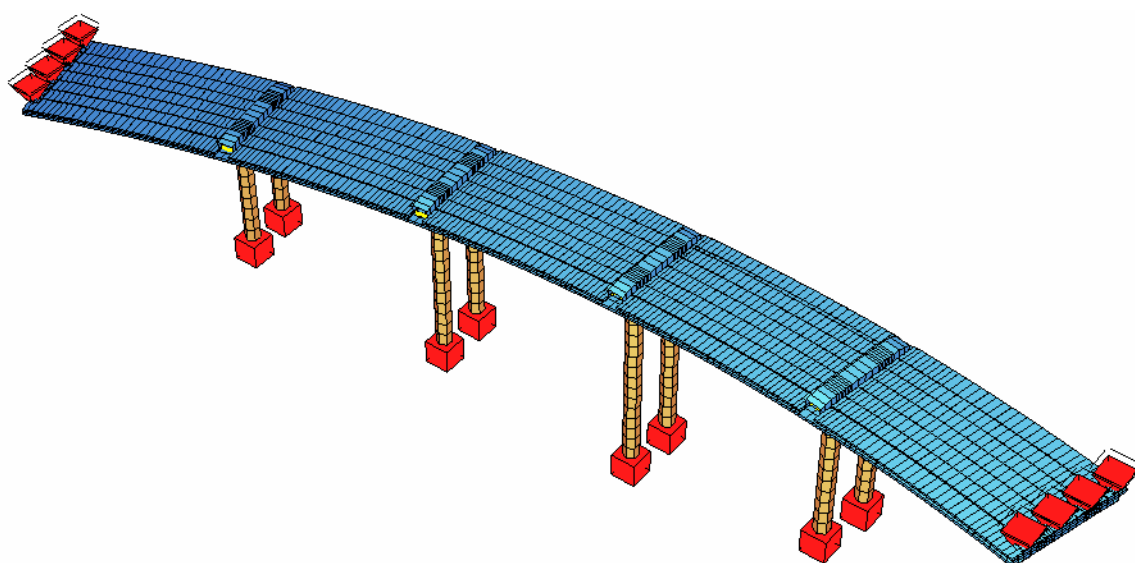
Слика 9. Средњи стубови моста 3

## 6 СТАТИЧКИ ПРОРАЧУН

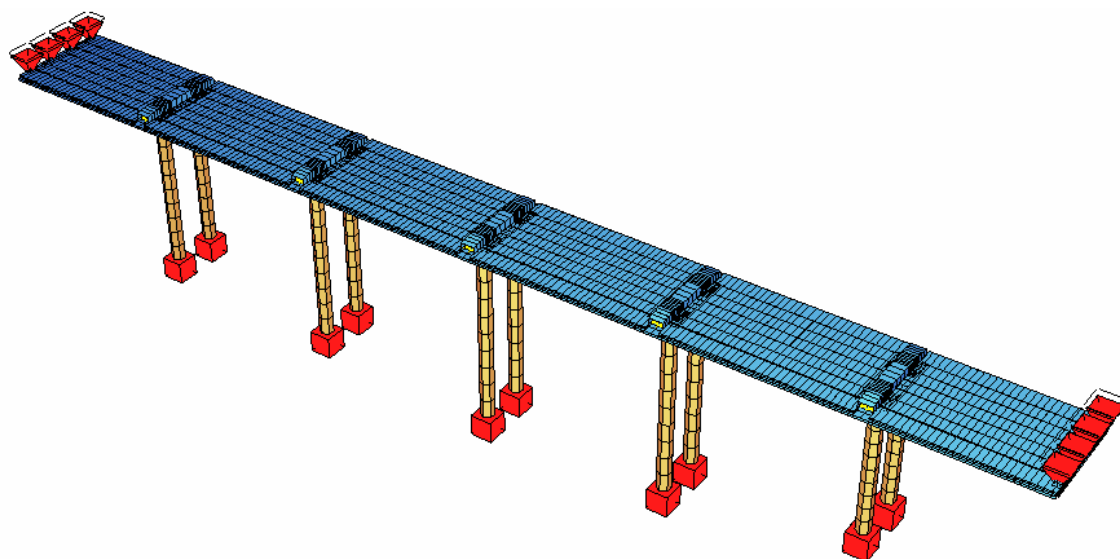
Конструкција мостова је у рачунском моделу третирана као просторни континуални рам за додатно стално оптерећење, покретно оптерећење, кочење, температуру, ветар и сеизмичко оптерећење у програму са статичку анализу мостова SOFiSTiK.

Саобраћајно оптерећење је усвојено према Правилнику о техничким нормативима за одређивање оптерећења мостова за категорију моста II и саобраћајно оптерећење V600. Монтажни елементи пролазе кроз различите статичке системе током монтаже, бетонирања испуне и плоче и експлоатације.

Према добијеним утицајима је извршено димензионисање монтажних елемената, коловозне плоче, стубова и темеља за меродавне комбинације основних, допунских и изузетних оптерећења како за фазу монтаже, тако и за фазу експлоатације.



Слика 10. Рачунски модел конструкције за мост бр. 5



Слика 11. Рачунски модел конструкције за мост бр. 7

## 7 ПРОБНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ МОСТОВА И ПУШТАЊЕ У САОБРАЋАЈ

У време писања овог рада успешно је спроведено пробно оптерећење на мостовима бр.3, бр.4, бр.6 и бр.7, извршен је технички пријем мостова и они су пуштени у саобраћај.



*Слика 12. Пробно оптерећење на мосту 7*



*Слика 13. Мост 7 под саобраћајем*