**ТЕХНИЧКИ ИЗВЕШТАЈ**

1. **ОПШТИ ПОДАЦИ**

Инвеститор: JП „ПУТЕВИ СРБИЈЕ“

Пут:Државни пут IБ реда бр.26,гранични прелаз Мали Зворник

Објекат: Мост Каракај преко реке Дрине

**Носећа конструкција**

Друмски мост Каракај преко реке Дрине састоји се од две независне мостовске конструкције К1 и К2, са заједничким ослонцем у оси стуба С4. Обе конструкције су армиранобетонски претходно напрегнути носачи статичког система континуалне греде - К1 преко три поља распона 2х35.0+35.4m, а К2 преко четири поља распона 47+2х61.1+47m. Дужина моста између ослонаца на крајњим стубовима С1 и С8 износи 321.6m.

Главни носачи обе конструкције су претходно напрегнути бетонски носачи сандучастог пресека. Висина главног носача конструкције К1 је константна и износи 1.8m у средини попречног пресека, док је висина главног носача конструкције К2 променљива од 1.8m у пољима и над крајњим ослонцима до 2.4m над средњим ослонцима. Сандуци су проходни целом дужином конструкције. Доња плоча оба сандука је константне ширине 6.0m, а дебљина се мења од 15-40сm код К1, односно од 15-50сm код К2. Дебљина ребара оба сандучаста главна носача је променљива и износи 24-40сm. Укупна ширина горње плоче са конзолама код обе конструкције износи 10.6m. Дебљина коловозне плоче унутар сандука је константна од 18сm, а на конзолним деловима променљива од 12сm уз ивичне венце до 24сm на споју са ребрима.

На обе конструкције су поред ослоначких попречних носача над стубовима изведени и секундарни попречни носачи у пољима на растеру од 11.67-12.2m. Дебљина попречних носача у пољу је 20сm, над крајњим ослонцима 60сm, а над средњим ослонцима 100сm. Облик и димензије попречног носача на заједничком стубу С4 прилагођени су конструктивном решењу ослањања обе конструкције у истој оси - конструкција К1 се ослања у оси стуба преко попречног носача дебљине 120 и висине 85сm. На овом попречном носачу су у оси С4 постављена лежишта на која је преко кратког елемента висине 81сm ослоњена конструкција К2.

**Саобраћајни профил**

Саобраћајни профил на мосту је константан целом дужином обе мостовске конструкције. Укупна ширина саобраћајног профила са ивичним парапетним плочама износи 10.7m и чине га коловоз ширине 7.0m и обостране пешачке стазе са челичном оградом бруто ширине по 1.85m. Раздвајање коловоза и пешачких стаза је обезбеђено денивелацијом пешачке стазе и коловоза за 20cm. Пројектована нивелета моста је једностраном подужном паду од око 0.67%, од стуба С1 ка стубу С8. Попречни пад коловоза је двостран од 1.5%, а у средњем делу коловоза ширине 2.4m је заобљен вертикалном кривином R=80m.

Над стубовима С1, С4 и С8 изведене су челичне дилатационе спојнице - чешљеви на коловозу, док су на пешачким стазама изведене челичне спојнице са клизним лимовима.

Постојећи застор на коловозу је асфалт пројектоване дебљине 5cm а на пешачким стазама тврдо ливени асфалт дебљине 2cm.

**Стубови и фундирање**

Ослањање мостовских конструкција на обалне стубове С1 и С8 је преко пара покретних армирано бетонских пендела димензија 40/100сm, дужине 80сm. Средњи ослонци обе конструкције су на по два кружна стуба пречника 100сm (К1), односно 120сm (К2), на међусобном осовинском размаку у попречном правцу од 4.0m (К1), односно 3.8m (К2). Веза средњих стубова и главног носача је код К1 укљештена, а код К2 зглобна.

Обе конструкције су фундиране на стени, помоћу бушених шипова система "Беното" који су укопани у носећи слој 2.0-2.5 m. Пречник шипова је 100сm на обалним, односно 120сm на средњим стубовима.

Стубови С2, С3 и С4 су кружни Ø100cm, настављају се директно без наглавне греде на појединачне шипове Ø120cm. Стубови С5, С6 и С7 су кружни Ø120cm, настављају се преко наглавне греде на групу од по 4 шипа Ø120cm у линији.

**Материјали**

Пројектом је предвиђена употреба бетона различитог квалитета за поједине делове конструкције и то:

.. МБ22 - бушени шипови система "Беното";

.. МБ35 - сандучасти главни носач конструкције K1;

.. МБ40 - сандучасти главни носач конструкције K2;

.. МБ45 - покретна аб лежишта – клатна на стубовима С1 и С8;

.. МБ30 - сви остали бетонски елементи - стубови обални и средњи, наглавне греде шипова, монтажне плоче пешачких стаза и ивичних венаца.

Сви конструктивни елементи обе конструкције су армирани арматуром квалитета Č0200(Č-37). За претходно напрезање обе носеће конструкције примењени су каблови система ИМС у ребрастим цевима Č150/160.За подужно преднапрезање главних носача примењени су каблови 6Ø7, а за попречно преднапрезање коловозне плоче каблови 6Ø5.

1. **СТАЊЕ КОНСТРУКЦИЈЕ УОЧЕНО ПРЕГЛЕДОМ**

Детаљним прегледом који је обављен у јулу 2018.године обухваћен је преглед саобраћајног профила и свих конструктивних елемената обе мостовске конструкције К1 и К2.

Прегледом саобраћајног профила констатована су оштећења на свим елементима:

... застор на коловозу и стазама испуцао, деформисан и са рупама,

... изведена дебљина асфалта је променљива, на деловима уз ивичњаке је повећана, па је пројектована денивелација пешачке стазе и коловоза 11-21cm

... ивичњаци оштећени или недостају,

... монтажне плоче пешачких стаза оштећене, а у фугама се задржава вода,

... челичне ограде пешачких стаза захваћене корозијом, местимично деформисане,

... дилатационе справе запрљане, оштећене, са недостајућим челичним елементима на пешачким стазама и без гумених олука за одвођење воде са коловоза па долази до квашења бетонских површина у зони дилатација,

... већина сливника са кратким сливничким вертикалама те долази до влажења конструкције у зонама сливника.

Постојеће стање саобраћајног профила веома неповољно утиче на безбедност учесника у саобраћају, па је неопходна његова реконструкција.

Прегледом унутрашњости главних носача, уочени су трагови процуривања воде са коловоза кроз плочу у виду калцификације, као и зоне са видљивом кородираном арматуром. У зони појединих постојећих анкер-блокова каблова за преднапрезање уочене су косе прслине. Калцификација је уочена на ребрима главног носача и дуж трасе каблова за претходно напрезање.

На главном носачу конструкције К1 уочене су прслине и пукотине у доњој плочи које се шире у ребра (поље С2-С3). У истом пољу уочена је пукотина по целој дебљини доње плоче са видљивом коородираном арматуром, као и прслине у ребрима које се пружају по целој висини (зона уз С3) са видљивом корозијом каблова за претходно напрезање. У пољима С1-С2 и С7-С8 изведен је мали заштитни слој бетона на ребрима главног носача, услед чега се виде кородирале узенгије у висини од 10 до 50cm.

Стање армирано бетонских ослонаца-пендела на обалним стубовима С1 и С8 није могло бити утврђено због заштитне маске која онемогућава приступ и нагомиланог ђубрета у зони ослонаца. Лежишта конструкције К2 смештена на стубу С4 због свог положаја (између ослоначких попречних носача на К1 и К2 ) нису била доступна прегледу па њихово стање није могло бити утврђено.

Обални стуб С1 је затрпан земљом. На средњим стубовима осим местимичних површинских оштећења бетона нису регистрована већа оштећења.

Кегле и терен у зони моста су обрасли вегетацијом.

На мосту се налазе каблови инсталација, који нису прописно вођени, те местимично висе са спољне стране моста. Инсталације за јавну расвету пролазе кроз пешачку стазу.

1. **ПОДЛОГЕ ЗА ИЗРАДУ ИДЕЈНОГ ПРОЈЕКТА**

* Пројектни задатак Инвеститора
* Геодетска подлога
* Хидролошки и метеоролошки подаци РХМЗ, август 2018.
* Главни пројекат друмског моста преко реке Дрине код Зворника који је 1971.год израдило Предузеће за пројектовање "Преднапрегнути бетон" из Београда
* Елаборат о прегледу и стању моста Каракај са хидролошко - хидрауличком анализом реке Дрине у профилу моста који је 2017.године израдила Пројектна организација "ASMEC COSULTANTS" d.o.o., Београд.
* Идејно решење моста, август 2018.
* Важећи закони, прописи, правилници, стандарди и норме квалитета за ову врсту техничке документације.

1. **КОНСТРУКТИВНО РЕШЕЊЕ**

У складу са стањем мостовске конструкције констатованим прегледом, као и захтевима Пројектног задатка, Идејним пројектом реконструкције моста Каракај преко реке Дрине на граничном прелазу Мали Зворник предвиђена је реконструкција постојећег саобраћајног профила.

Задржана је ширина постојећег коловоза од 7.0m са две саобраћајне траке, а бруто ширина пешачких стаза повећана је за по 30cm. У складу са препорукама датим у Правилнику за пројектовање путева у Републици Србији, усвојена је варијанта са пешачким стазама издигнутим у односу на коловоз за 7cm. За раздвајање коловоза од површина за пешачки саобраћај предвиђени су камени ивичњаци 20/13 cm и заштитне челичне ограде степена задржавања H2-W4 са плаштом постављеним у линији коловоза.

На пешачким стазама су усвојени ивични парапети ширине 35cm што за последицу има повећање укупне ширине горњег строја са 10.7m на 11.3m. За осигурање спољних ивица пешачких стаза предвиђене су челичне ограде висине 120cm анкероване у ивичне парапете.

У циљу контролисаног одводњавања површинских вода са коловоза и пешачких стаза предвиђена је израда нивелационог слоја на конзолним деловима коловозне плоче у зони пешачких стаза са падом ка коловозу.

Новопројектовани застор на коловозу састоји се од нове хидроизолације у виду битуменских трака и асфалта у два слоја минималне укупне дебљине 8cm. Везни слој је предвиђен од асфалт бетона АB11, а хабајући слој дебљине 4cm је АB11s .

На пешачким стазама је предвиђен "anti-skid" премаз који има хидроизолациона својства.

*Новопројектовано стање*



1. **СТАТИЧКИ ПРОРАЧУН**

**ПРОРАЧУНСКИ МОДЕЛИ**

Статички прорачун спроведен је коришћењем програмског пакета "Tower - 3D Мodel Builder 7.0 " фирме "Radimpex" из Београда.

Мост чине две конструкције К1 и К2, повезане Герберовим зглобом на заједничком стубу С4, са следећим распонима:

К1 - 3x35m, К2 - 47+2x61.1+47m.

Прелиминарним статичким прорачуном размотрена је могућност укидања Герберовог зглоба изнад заједничког стуба С4, које је у Пројектном задатку назначено као "Дозвољена и пожељна промена статичког система". С обзиром да би континуирање конструкције захтевало значајан обим интервенција (помоћне конструкције за прихватање К2 у фази континуирања, додатна ојачања конструкције у зони зглоба, знатна ојачања стубова због промене тежишта рамовске конструкције за пријем подужних сила, као и повећани капацитет дилатационих справа на обалним стубовима), ова интервенција није технички и економски оправдана и више није разматрана у даљем прорачуну.

За обе носеће конструкције је спроведен контролни статички прорачун, са срачунатим реалним губицима силе преднапрезања и оптерећењима усвојеним у складу са важећим прописима, захтевима Пројектног задатка и новопројектованим решењем саобраћајног профила.

**ГЛАВНИ НОСАЧ**

Носећа конструкција је третирана као линијски носач. Геометријске карактеристике главног носача су срачунате у десетинама распона, при чему су узимане у обзир:

|  |  |
| --- | --- |
| К1 |  |
| висина носача | 180cm |
| дебљина доње плоче | 15-40cm |
| дебљина ребра | 25-40cm |
| дебљина коловозне плоче | 18cm |

|  |  |
| --- | --- |
| К2 |  |
| висина носача | 180-240cm |
| дебљина доње плоче | 15-50cm |
| дебљина ребра | 25-40cm |
| дебљина коловозне плоче | 18cm |

Рачунски пресеци су као и у Основном пројекту усвојени у десетинама распона, па су тако и усвојене дужине штапова у систему: 3.50; 4.70 и 6.11 метара.

Карактеристике штапова главних носача које су улазни подаци за прорачунски модел срачунате су на основу подлога из Основног пројекта (статички прорачун, диспозиције и планови оплате) као средње вредности на крајевима штапова: површина попречног пресека (Аx, Аy, Аz), растојањe горњег и доњег влакана до тежишта (еo, eu) и моменти инерције (Ix, Iy, Iz).

**ПОПРЕЧНИ НОСАЧИ**

Утицаји у попречним носачима срачунати су у просторном моделу, са линијским ослонцима на месту стубова. За овај прорачун носећа конструкција је моделирана као роштиљ са две подужне греде на међусобном растојању које одговара растојању оса подужних ребара сандука носеће конструкције и попречним носачима - ослоначким и секундарним у пољима, као и фиктивним носачима у десетинама распона којима су моделиране плоче сандука. Површине и крутости подужних греда су усвојене са карактеристикама главног носача помноженим коефицијентом 0.5.

Карактеристике стварних попречних носача унетих у модел одговарају њиховим реалним карактеристикама, при чему су у пресек узети и делови горње и доње плоче сандука; карактеристике секундарних, замењујућих носача добијене из услова једнаких померања плоча сандучастог носача на месту споја са ребрима и у моделу.

**КОЛОВОЗНА ПЛОЧА**

Утицаји у коловозној плочи срачунати су у просторном моделу са плочастим елементима којима су моделирани коловозна плоча, главни и попречни носачи. Димензије плочастих елемената су усвојене према стварним димензијама из планова оплате носеће конструкције. Моделирано је једно поље, односно распон носеће конструкције, са тачкастим ослонцима на месту стубова.

**СТУБОВИ И ФУНДИРАЊЕ**

**Стубови**

Утицаји у средњим стубовима су срачунати у просторном моделу са две подужне греде и попречним рамовима на месту стубова. Растојање подужних греда одговара растојању оса подужних ребара сандука носеће конструкције, а размак стубова у попречним рамовима постојећем стању.

Стубови С2 - С7 су моделовани као линијски штапови константног попречног пресека са реалним карактеристикама према димензијама из Основног пројекта. С обзиром да током израде пројекта нису били доступни Геомеханички елаборат из Основног пројекта и геомеханичке карактеристике постојећег тла, за прорачун утицаја у средњим стубовима усвојене су замењујуће дубине укљештења према подацима из Основног пројекта.

Стубови С1 и С8 су у овом моделу унети као тачкасти ослонци.

За прорачун утицаја и носивости конструктивних елемената обалних стубова, направљен је посебан просторни модел.

**Шипови**

Прорачун утицаја од савијања шипова у тлу спроведен је на посебним моделима за свако стубно место с обзиром на различите дужине шипова и дубине слојева тла .

Шипови су у модел унети као линијски штапови константног попречног пресека са реалним карактеристикама и димензијама, а тло у зони шипова је моделирано са линијским еластичним ослонцима у хоризонталним равнима и тачкастим непокретним ослонцем у дну шипова. Крутости хоризонталних ослонаца су усвојене према препорученим вредностима из доступне литературе. Коришћени стандарди према којима су одређене крутости су: DIN 4094 и DIN1054.

У прорачуну су усвојене хоризонталне крутости еластичних ослонаца:

kh=15000kN/m2/m’ песак

kh=25000kN/m2/m’ шљунак

kh=50000kN/m2/m’ стена

**АНАЛИЗА ОПТЕРЕЋЕЊА**

Анализа оптерећења је приказана у поглављу **2.** Статичког прорачуна. Разматрана су следећа оптерећења:

**Сопствена тежина**

Сопствена тежина носеће конструкције (главни и ослоначки попречни носачи), као и стубова обухваћена је истоименом програмском наредбом (selfweight), јер су штапови задати са правим површинама попречних пресека и од материјала запреминске тежине 25kN/m3. Секундарни носачи су унети као замењујуће оптерећење.

**Стални терет – постојеће стање**

Овим оптерећењем обухваћена је пројектована и изведена суперструктура на објекту према Основном пројекту и постојећем стању:

- асфалтни застор на коловозу дебљине 5cm;

- аб парапети и монтажне плоче на пешачкој стази;

- ливени асфалт на пешачкој стази дебљине 2cm;

- инсталације;

- ивичњаци;

- челична ограда;

- парапетне плоче.

Укупно вертикално оптерећење од постојећег сталног терета које је унето у прорачун износи Dg=24.0 kN/m, што одговара оптерећењу из Основног пројекта (Dg=23.83 kN/m).

**Стални терет – новопројектовано стање**

Овим оптерећењем обухваћена је тежина новопројектоване суперструктуре на објекту:

- асфалтни застор на коловозу дебљине 8cm;

- хидроизолација 0.5cm;

- слој за нивелацију на конзолама, којим се коригује пад на пешачким стазама ка сливницима;

- пешачка стаза;

- камени ивичњаци 13/20cm са подливкама дебљине ~2cm;

- челичнe ограде пешачких стаза и заштитне ограде H2-W4;

- систем за одводњавање.

Укупно вертикално оптерећење од новопројектованог сталног терета које је унето у прорачун износи Dg=43.9 kN/m, што је за ≈84% веће у односу на оптерећење из Основног пројекта (Dg=23.83 kN/m). Разлика у оптерећењу од ≈20.0kN/m у највећој мери потиче од нове пешачке стазе са ивичним парапетима ширине 35cm и веће дебљине асфалта.

**Претходно напрезање – постојећи каблови**

Силе претходног напрезања које су примењене у Основном пројекту:

- подужни каблови у ребрима и плочама: 6∅7 - трајна сила 200kN, почетна сила на преси 240kN;

- попречни каблови у плочи : 6∅5 - трајна сила 100kN, почетна сила на преси 120 kN.

Утицаји од претходног напрезања срачунати су на основу диспозиције каблова реконструисане према документацији из Основног пројекта. Каблови за преднапрезање су за потребе прорачуна позиционирани као у Основном пројекту:

конструкција К1:

- у ребрима позиције 1-24;

- у горњој плочи позиције 51-53.

конструкција К2:

- у ребрима позиције 1-10, 30-35;

- у горњој плочи позиције 20-27, 50-53, а у доњој плочи позиције 41-45.

Прорачун почетних губитака укључивао је губитке услед трења, уклињавања и еластичног скраћења. Губици су урађени су посебно за сваку позицију (ПОС) кабла према утврђеној геометрији, у рачунским пресецима за процедуру обостраног утезања.

Трајне силе претходног напрезања које су коришћене за контролу напрезања главног носача у прорачуну, одређене су након прорачуна губитака од трења, уклињавања, еластичног скраћења носача, релаксације кабла, течења и скупљања бетона у пресецима у десетинама распона носача, тј. рачунским пресецима.

**Губици силе преднапрезања од трења:**

Усвојене вредности параметара трења су

μ= 0.25 х1/rad (коефицијент трења за криви део кабла)

k=0.0015 х1/m (коефицијент трења услед колебања жице)

**Губици силе преднапрезања од уклињавања:**

Урађени су посебно за сваку позицију (ПОС).

Величина увлачења клина 4mm.

Nk=сила на преси - 240 kN за 6Ø7, односно 120 kN за 6Ø5.

Са овако одређеним силама у кабловима умањеним за срачунате губитке од трења и уклињавања, формиран је резултујући кабл за цео пресек (од свих позиција каблова које припадају ребрима и припадајућих позиција каблова из горње и доње плоче) и то за све рачунске пресеке конструкције.

Добијене силе у резултујућем каблу и његов ексцентрицитет (на почетку и на крају штапа) у односу на тежиште јединственог пресека (сандука) унете су у статички модел у програму “TOWER” и од њих су добијени утицаји од претходног напрезања помоћу којих су срачунати губици од еластичног скраћења.

**Губици од еластичног скраћења носача:**

Силе преднапрезања умањене за све тренутне губитке, унете су у статички модел и од њих су срачунати утицаји од силе претходног напрезања за t=0, у рачунским пресецима.

**Губици силе претходног напрезања од релаксације кабла:**

Nk,t0 - сила претходног напрезања умањена за тренутне губитке

σ02= 136 kN/cm2 – конвенционална техничка граница развлачења

**Губици силе претходног напрезања од течења и скупљања бетона :**

Трајне силе претходног напрезања, унете су у статички модел и од њих срачунати утицаји од преднапрезања за t=∞ ( Nx,Ty,Мz ) у свим рачунским пресецима.

У односу на ове вредности, према извршеном прорачуну губитака, трајне силе су у кабловима у просеку ниже:

К1 - за **21.3-28.7%** у односу на величину силе на преси за диспозицију са укупним бројем каблова што је знатно већи губитак од 16.6% колико је усвојено у Основном пројекту.

К2 - за **24.3-30.9%** у односу на величину силе на преси за диспозицију са укупним бројем каблова што је знатно већи губитак од 16.6% колико је усвојено у Основном пројекту.

**Корисно – саобраћајно оптерећење**

У Основном пројекту саобраћајно оптерећење је усвајано према тада важећим прописима, односно правилнику ПТП-5 из 1949.године.

У складу са Пројектним задатком, за све постојеће носеће елементе за саобраћајно оптерећење усвојена је рачунска шема V440, према Правилнику о утврђивању носивости постојећих мостова на путевима, из 1994.године, а према препоруци Европске уније. Сви нови конструктивни елементи се димензионишу за шему возила V600.

За прорачун екстремних утицаја у главним носачима и лежиштима, као меродаван je изабран положај главне траке и возила уз ивичњак. Овај положај даје највеће торзионе моменте у главном носачу, а тиме и највеће утицаје у попречним носачима (трансверзалне силе и моменти савијања) и стубовима.

Возило "V440" је унето коришћењем програмске опције "Покретно оптерећење" где се задаје правац кретања возила за 2 шеме оптерећења, прописаним Правилником. Код шеме 1 оптерећење у главној траци се множи динамичким коефицијентом, док се код шеме 2 оба возила множе динамичким коефицијентом.

Расподељено оптерећење

Шема 1: У главној траци је 5kN/m2, а на осталим површинама (остатак коловоза и пешачке стазе) 3kN/m2 без динамичког коефицијента.

Шема 2: Нема расподељеног оптерећења ван возила.

Овом опцијом срачунавају се анвелопе екстремних вредности утицаја ( Tү, Мx i Мz) од саобраћајног оптерећења у рачунским пресецима конструкције.

**Корисно оптерећење на пешачким стазама**

У Основном пројекту и у овом пројекту корисно оптерећење је на пешачким стазама усвојено као расподељено површинско оптерећење од 5kN/m2.

**Притисак земље**

Усвојени су следећи параметри тла:

γ =20,0kN/m2; φ=32.5˚; c=0

активни притисак земље:

, , 

**Утицај температуре**

Деловање температуре на мост узето је у прорачун са 3 случаја оптерећења:

- равномерна температурна промена тј. температура у оси штапа Т0= ± 250C....за контролу носивости стубова;

- неједнако загревање тј. температурна промена по висини ребра од +7°C (више загрејана горња страна) и

- неједнако загревање тј. температурна промена по висини ребра од -3,5°C ... за контролу напона у главном носачу. Модул еластичности бетона за МБ35 - Е=3.3х107kN/m 2, МБ40 - Е=3.4х107kN/m 2.

Прорачуном из Основног пројекта утицаји од температуре рачунати су за равномерну температурну промену Т0= ± 200C са модулом еластичности бетона Е=3.0х107 kN/m 2 .

**Сила кочења**

На основу важећег Правилника о техничким нормативима за одређивање величине оптерећења друмских мостова разматрана је сила од заустављања возила једнака 1/20 равномерно расподељеног корисног оптерећења p2=3.0kN/m2 на целој површини коловоза моста, односно сила једнака трећини масе типског возила без динамичког коефицијента. Величина силе кочења унета у прорачун износи 264.0kN.

**Оптерећење ветром**

Величина оптерећења ветром одређена је према следећим стандардима

SRPS U.C7.110: 1991, SRPS U.C7.111: 1991, SRPS U.C7.113: 1991.

У прорачуну су разматрана 2 случаја оптерећења:

*- ветар на неоптерећену конструкцију -*

К1 - хоризонтална сила управна на подужну осу моста w=1.66kN/m

подељена торзија од ексцентр.деловања силе у односу на теж. носача mt =0.23kNm/m

К2 - хоризонтална сила управна на подужну осу моста w=1.90kN /m

подељена торзија од ексцентр.деловања силе у односу на теж. носача mt =0.40kNm/m

*- ветар на оптерећену конструкцију -*

К1 - хоризонтална сила управна на подужну осу моста w=3.80kN/m

подељена торзија од ексцентр.деловања силе у односу на теж. носача mt =5.5kNm/m

К2 - хоризонтална сила управна на подужну осу моста w=3.90kN/m

подељена торзија од ексцентр.деловања силе у односу на теж. носача mt =5.8kNm/m

**Сеизмика**

Провера носивости на сеизмичке силе спроведена је према Нацрту правилника о техничким нормативима за пројектовање и прорачун инжењерских објеката у сеизмичким подручјима из 1986. године. Контрола носивости стубова спроведена је за земљотрес у подужном и попречном правцу.

Параметри за прорачун величине сеизмичке силе

За надземну аб конструкцију гредног и рамовског система (коефицијенти λ, Ψ, μp):

коефицијент пригушења .λ = 0.05

коефицијент редукције ψ = 0.60

фактор дуктилности за (Z1) μp = 4.0

фактор дуктилности за (Z2) μp = 5.0

II Категорија тла a = 0.25, T0(s) = 0.15, Ts(s) = 0.55

максимално убрзање тла

Z1 -> Тp=100 година, MCS VIII 

Z2 -> Тp=1000 година, MCS IX 

Подужни правац

|  |  |
| --- | --- |
| *конструкција К1* | *конструкција К2* |
| (Z1) | (Z1) |
| (Z2) | (Z2) |

Попречни правац

|  |  |
| --- | --- |
| *конструкција К1 и К2* |  |
| (Z1) |  |
| (Z2) |  |

**РЕЗУЛТАТИ ПРОРАЧУНА**

Са добијеним утицајима спроведена је контрола носивости елемената носеће конструкције.

**Kонзолa пешачке стазе и коловозна плоча**

Контрола је извршена прорачуном коефицијента сигурности конзоле и коловозне плоче и приказана у поглављу **3.** Статичког прорачуна . Добијени коефицијенти сигурности за плочу приказани су за конструкцију К1 која је меродавна за прорачун.

* конзола пешачке стазе **γ=0.99~1.00**
* коловозна плоча у средини у попречном правцу **γ=1.04**
* коловозна плоча уз ослонац у попречном правцу **γ=1.03**
* коловозна плоча у средини у подужном правцу **γ=1.17**
* коловозна плоча уз ослонац у подужном правцу **γ=1.08**

**Из приложених коефицијената сигурности види се да коловозна плоча и конзола пешачке стазе са пројектованом арматуром и кабловима имају довољну носивост за новопројектовано стање и да је не треба ојачавати.**

**Главни носачи**

У Статичком прорачуну (тачка **4.2**) приказани су утицаји од разматраних оптерећења (сопствена тежина, ново стално оптерећење, преднапрезање (постојећи и нови каблови), саобраћајно оптерећење (шема 440), и неравномерна температурна промена по висини пресека (+7 ºС и -3.5 ºС) и то графички и табеларно .

Контрола носивости главног носача је урађена прорачуном према допуштеним напонима и контролом коефицијента сигурности на лом, са утицајима од преднапрезања постојећим кабловима са усвојеном претпоставком да су сви у функцији.

У свим рачунским пресецима, у десетинама распона, контролисани су нормални напони у горњем и доњем влакну пресека за основно (стално+саобраћајно) и основно+допун.оптерећење (осн. оптерећење + неравн.температура по висини пресека) - контрола нормалних напона приказана је у тачки **4.3.2** Статичког прорачуна.

Главни напони затезања на доњој ивици коловозне плоче на месту споја са ребрима сандука контролисани су у карактеристичним пресецима (ослоначки пресеци са макс.трансверзалним силама) и приказани у табелама у тачки **4.3.3** статичког прорачуна.

За срачунавање екстремних вредности нормалних напона и главних напона затезања испитиване су следеће комбинације утицаја од саобраћајног оптерећења:

***махМz*** са одг.Ту и ***min Мz*** са одг.Ту,

***мах Ту*** са одг.Мz и одг.Мх и  ***min Ту*** са одг.Мz и одг.Мх;

Контролом неколико пресека на комбинације са ***мах/min Мх*** са одг.Ту и одг.Мz. констатовано је да су смичући напони за ову комбинацију знатно мањи, па су приказани само главни напони за комбинације са екстремним вредностима трансверзалних сила.

Према Правилнику о техничким мерама и условима за преднапрегнути бетон из 1971.године, допуштени ивични напони затезања и притиска, као и допуштени главни напони затезања у експлоатацији, за основно + допунско оптерећење се могу повећати за 10%:

Нормални напони:

За I случај оптерећења (Основна оптерећења) се јавља прекорачење напона затезања у пресецима:

конструкција К1 🡪 3-5, 14-16, 24-27;

конструкција K2 🡪 32-35, 39-40d, 44-46, 50l, 50d, 54-56, 60l, 60d, 65-68.

***Напони притиска у бетону су границама дозвољених.***

Максимални напон затезања је **σz=-4.35Mpa** – пресек 54, већи је од дозвољеног **σz,doz=-1.8Mpa**

Максимални напон притиска је **σp=12.72Mpa** – пресек 52 мањи је од дозвољеног **σp,doz= 16.0Mpa**

За II случај оптерећења (Основна+допунска оптерећења) се јавља прекорачење напона затезања у пресецима:

конструкција К1 🡪 3-7, 14-16, 24-27;

конструкција K2 🡪 32-36, 39-40d, 43-46, 50l, 50d, 53-57, 60l, 60d, 64-68.

***Напони притиска у бетону су границама дозвољених.***

Максимални напон затезања је **σz=-6.09Mpa** – пресек 54, већи је од дозвољеног **σz,doz=-1.98Mpa**

Максимални напон притиска је **σp=13.38Mpa** – пресек 52, мањи је од дозвољеног **σp,doz=17.6Mpa**

Резултати спроведеног прорачуна показали су да се у појединим пресецима конструкције јављају напрезања која премашују дозвољена. Разлог за прекорачење напона у главном носачу се може наћи у чињеници да је претходно напрезање у Основном пројекту урађено са већим трајним силама у односу на трајне силе срачунате према тренутно важећим прописима.

**С обзиром на повишена напрезања и уочена оштећења главног носача са појавом корозије каблова за претходно напрезање неопходно је ојачање главног носача у циљу обезбеђења носивости и стабилности мостовске конструкције.**

**Попречни носачи**

У Статичком прорачуну (поглавље **5.**) приказани су утицаји у поречним носачима, ослоначким и секундарним носачима у пољу за утицаје од сталних оптерећења (сопствена тежина, ново додатно стално оптерећење, преднапрезање (постојећи и нови каблови) и саобраћајног оптерећења (шема 440) и то графички и табеларно .

Провера постојеће арматуре за покривање момента савијања и трансверзалних сила урађена je прорачуном према граничним стањима. Добијени су прорачунски коефицијенти сигурности на лом:

* Попречни носач над стубом С1 **γ=2.9**
* Попречни носач над стубом С2, С3 **γ=1.56**
* Попречни носач над стубом С5- С7 **γ=1.29**
* секундарни попречни носачи констр. К1 **γ=1.94**
* секундарни попречни носачи констр. К2 **γ=1.95-3.6**

**Из приложеног се види да попречни носачи са пројектованом арматуром имају довољну носивост за новопројектовано стање и да их не треба ојачавати.**

**Лежишта**

Контролом носивости и померања лежишта конструкције К2 на стубу С4 која је приказана у поглављу **6.** статичког прорачуна добијени су следећи резултати:

.. постојећа лежишта имају довољну носивост за Основно и сеизмичко оптерећење, док је **за утицај од Основног и допунског оптерећења носивост за вертикално оптерећење прекорачена за 13.3%**;

... носивост за хоризонтално оптерећење је задовољена за све комбинације оптерећења:

... **рачунска померања на лежиштима већа су од дозвољених померања** за стандардна лежишта ( са дозвољеним хор.померањем од +/- 50mm );

...oбртања на месту лежишта су у границама дозвољених.

С обзиром на констатована прекорачења носивости и померања као и чињеницу да у протеклом експлоатационом периоду од преко 40 година није било интервенција на лежиштима овим пројектом је предвиђена ***замена лежишта*** .

**Усвојена су неопренска лежишта у лонцу типа NGe250 , носивости 2500kN и капацитета померања +/- 75mm.**

Замена лежишта условљава рушење ослоначког попречног носача К2 на стубу С4 и израду новог попречног носача, од бетона МБ 45.

**Стубови и фундирање**

***Обални стуб и шипови***

Утицаји у стубовима / шиповима срачунати су за следеће комбинације оптерећења :

1. max N1 и odg M2, M3
2. min N1 и odg M2, M3

Носивост постојећих стубова је проверена са постојећом арматуром у стубовима С1 - 12Ø16 односно С8 - 24Ø22 - GA 240/360 која је константна по целој висини стуба.

Контрола је извршена према допуштеним напонима, а потребна арматура добијена прорачуном према граничним стањима:

С1: Коефицијент сигурности за постојећу арматуру у стуб-шипу је Gu=**3.23**>1

С8: Коефицијент сигурности за постојећу арматуру у стуб-шипу је Gu=**3.99**>1

Контрола лежишних греда је извршена прорачуном према граничним стањима:

С1: Постојећа арматура у лежишној греди >**Apotr.=26.7cm2.**

С8: Постојећа арматура у лежишној греди >**Apotr.=31.0cm2**.

**Из приложеног се види да обални стубови и лежишне греде са пројектованом арматуром имају довољну носивост за новопројектовано стање и да их не треба ојачавати.**

***Средњи стубови***

У тачки **8**.**3.4** Статичког прорачуна приказани су утицаји од разматраних оптерећења - стално, саобраћајно (шема 440), температура у оси (+/- 25ºС), неравномерна температурна промена по висини пресека (+7 ºС и -3.5 ºС), кочења, ветра и сеизмичких сила у оба правца и то графички и табеларно.

Утицаји за Основно и Основно+допунско оптерећење срачунати су за 3 комбинације оптерећења: maxN, minN, maxM3/minM3, a утицаји од сеизмичког оптерећења срачунати за 2 комбинације оптерећења - maxSx и maxSy за земљотрес Z2.

С обзиром да је виткост стубова већа од 25 срaчунавање утицаја и димензионисање стубова је спроведено методом допунске ексцентричности, а за сваку од разматраних комбинација оптерећења срачунати су укупни ексцентрицитети као и утицаји у пресецима на врху и на дну стуба.

Контрола носивости спроведена је за свако стубно место за утицаје основних, допунских и изузетних оптерећења према граничним стањима и приказана у тачки **8**.**3.5.**

Стубови С2, С3 и С4 су пречника 100cm, а С5, С6 и С7 пречника 120cm. Арматура је иста за све стубове 24Ø 22 (91.2cm2) и константна је дуж висине стуба.

Потребна рачунска арматура добијена прорачуном приказана је у табелама:

***Основно+допунско оптерећење***

*стубови конструкције К1*



*стубови конструкције К2*



***Стално +сеизмичко оптерећење***

*стубови конструкције К1*



*стубови конструкције К2*



***Из приложених табела се види да горњи пресеци стубова С2 и С3, као и доњи пресек стуба С7 немају довољну носивост за основно+допунско оптерећење као ни за сеизмичке утицаје па их је потребно ојачати.***

***Шипови средњих стубова***

Прорачун савијања шипова конструкције К1 (шипови/ стубови) у тлу спроведен је у линијском моделу шипа одговарајуће дужине - тло је у моделу замењено еластичним линијским ослонцима са константама еластичности.

Шипови ових стубова су у врху оптерећени хоризонталном силом и моментом. За одређивање меродавних пресека по висини шипа са највећим моментима савијања срачуната је прерасподела момената од јединичних сила у врху шипа:

опт1 - H=100kN

опт2 - M=100kNm

Са добијеним утицајима од ових јединичних оптерећења у пресецима шипа у десетинама висине срачунати су укупни моменти савијања шипа за одабране комбинације оптерећења.

Контрола носивости меродавних пресека (шип С3,пресек 0.3l, оптерећење основно+ допунско и сеизмичко оптерећење и шип С4 - пресек 0.2l - оптерећење основно+допунско, односно пресек 0.3l - сеизмичко оптерећење) спроведена је према напонској теорији.

Прорачун савијања шипова стубова С5 - С7 спроведен је у раванском моделу са наглавном гредом и шиповима, при чему су у врху шипова испод стубова задате срачунате силе из меродавних комбинација оптерећења N1, M3, T2 и T3, а утицаји од момента M2 се додају као нормалне силе у врху шипова према прерасподели за ивичне и средње шипове.

Шипови су моделирани као линијски штапови одговарајуће дужине, а тло на исти начин као код шипова конструкције К1 с тим, што су усвојене различите константе еластичности за подужни и попречни правац – за подужни правац су усвојене еластичне константе на исти начин као за шипове стубова С2-С4, док су за попречни правац редуковане.

Контрола носивости меродавних пресека са постојећим димензијама шипова Ø120cm-MB22 и арматуром 24Ø22-GA 240/360, (шип С5, пресек у врху шипа за сеизмичко оптерећење у попречном правцу и шип С7 - пресек у врху шипа за сеизмичко оптерећење у подужном правцу) спроведена је према напонској теорији.

Утицаји и контрола носивости шипова приказани су у тачки **8.3.8.3** Статичког прорачуна.

**Спроведеном контролом показано је да шипови стубова С2 - С7 имају довољну носивост са уграђеним бетоном и арматуром .**

**КОНТРОЛА ОЈАЧАНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ**

Како је спроведеним статичким прорачуном са оптерећењима за Новопројектовано стање, а пресецима и уграђеном арматуром и кабловима за постојеће стање констатована недовољна носивост за следеће конструктивне елементе мостовске конструкције:

* **главни носач обе конструкције,**
* **стубови С2 и С3 конструкције К1**
* **стуб С7 конструкције К2**

са усвојеним принципима и начином ојачања спроведен је прорачун ојачане конструкције.

За ојачање главних носача предвиђено је претходно напрезање додатним - екстерним кабловима, а за ојачање стубова израда аб плашта по обиму стубова.

***Из тих разлога елементи носеће конструкције и стубови проверени су за утицаје нових оптерећења која проистичу из усвојеног начина санације.***

**ПреТХОДНО напрезање - новопројектовани каблови**

Ојачање конструкције предвиђено је на целој дужини моста, на обе конструкције. Пресеци се утежу кабловима 7Ø16mm у глаткој пластичној заштитној цеви Ø75mm. Предвиђени су каблови SPB SUPER Y1860S7 класе B или слично. Диспозиција нових каблова приказана је у Графичкој документацији. Пренос силе претходног напрезања из анкерних блокова у постојећи бетонски пресек остварује се утезањем бетонског пресека попречним, крутим анкерима ∅36mm, типа DYWIDAG или сличним.

Подаци о кабловима из проспекта:

Површина попречног пресека 1Ø16mm 

Карактеристична чврстоћа 

Пошто се највећи део скупљања и течења већ обавио трајна сила за нове каблове срачуната је узимајући у обзир губитке услед уклињавања, трења и релаксације. Урађени су посебно за сваку позицију (ПОС) кабла према утврђеној геометрији у рачунским пресецима за процедуру обостраног утезања.

**Губици силе претходног напрезања од трења :**

Nk=1367 kN (сила на преси за 7Ø16, класе В), - за конструкцију К1

Nk=1562 kN (сила на преси за 7Ø16, класе В), - за конструкцију К2

m= 0.06 1/rad (коефицијент трења за криви део кабла)

k=0 (коефицијент трења услед колебања жице)

**Губици силе преднапрезања од уклињавања :**

Срачунати су посебно за сваку позицију кабла. Са силама у кабловима умањеним за срачунате губитке од трења и уклињавања, формиран је резултујући кабл за цео пресек (од свих позиција каблова које припадају ребрима и припадајућих позиција каблова из горње и доње плоче) за све рачунске пресеке конструкције.

Добијене силе у резултујућем каблу и његов ексцентрицитет (на почетку и на крају штапа) у односу на тежиште јединственог пресека, унете су у статички модел у програму “TOWER” и срачунати утицаји од преднапрезања потребни за срачунавање губитака од еластичног скраћења.

**Губици од еластичног скраћења носача :**

Силе претходног напрезања умањене за све тренутне губитке, унете су у статички модел и од њих су срачунати утицаји од силе преднапрезања за t=0 у рачунским пресецима.

**Губици силе претхоног напрезања од релаксације кабла :**

Величина релаксације кабловског челика усвојена је према техничким подацима IMS-овог система за претходног напрезање SPB SUPER.Са одређеним укупним губицима формиран је резултујући кабл (који обухвата све позиције) и у модел за прорачун главног носача унете су трајне силе Ni,sr са ексцентрицитетима (за сваки штап осредњене су силе из крајњих пресека штапа). На овај начин су срачунати утицаји од претходног напрезања новим кабловима.

Срачунати укупни губици у кабловима су:

К1 : 8.8 - 10.2% у односу на величину силе на преси

К2 : 14.1 - 14.6% у односу на силу на преси

**Сеизмичко оптерећење**

С обзиром да се ојачавањем стубова променила крутост конструкције у овом прорачуну су срачунати нови периоди осциловања и величине сеизмичких оптерећења.

Подужни правац

|  |  |
| --- | --- |
| *конструкција К1* | *конструкција К2* |
| (Z1) | (Z1) |
| (Z2) | (Z2) |

Попречни правац

|  |  |
| --- | --- |
| *конструкција К1 и К2* |  |
| (Z1) |  |
| (Z2) |  |

**РЕЗУЛТАТИ ПРОРАЧУНА ОЈАЧАНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ**

Са добијеним утицајима од новонасталих и постојећих оптерећења спроведена је контрола носивости елемената ојачане носеће конструкције. Контрола напона у главним носачима, контрола сигурности на лом и појаву прслина и прорачун анкерних блокова приказани су у тачкама **4.4 - 4.6** Статичког прорачуна.

**Главни носачи**

За I случај оптерећења (Основна оптерећења) се јавља напон затезања у пресецима:

конструкција К1 🡪 29d;

конструкција K2 🡪 нема затезања.

***Напони притиска у бетону су границама дозвољених.***

Максимални напон затезања је **σz= - 0.18Mpa** – пресек 29d < **σ z,doz= -1.65MPa**

Максимални напон притиска је **σp=15.82Mpa** – пресек 52 < **σp,doz = 16.0 MPa**

За II случај оптерећења (Основна+допунска оптерећења) се јавља напон затезања у пресецима:

конструкција К1 🡪 29d;

конструкција K2 🡪44, 45, 54, 55, 69.

***Напони притиска у бетону су границама дозвољених.***

Максимални напон затезања је **σz = -1.29MPa** – пресек 54 < **σ z,doz= -1.98 MPa**

Максимални напон притиска је **σp=16.48MPa** – пресек 52 < **σ p,doz = 17.6MPa**

**Постојећа арматура у доњој плочи и носивост резерве каблова након губитака је довољна за прихватање постојећих напона затезања.**

Главни напони затезања (за основно + допунско оптерећење):

К1 - Максимални главни напон затезања је **σ2=-1.40MPa** – пресек 0\*

К2 - Максимални главни напон затезања је **σ2=-1.35MPa** – пресек 40d

**Постојећа арматура у ребрима сандука је довољна за осигурање пресека за главне напоне затезања.**

Коефицијент сигурности на лом:

Глобални коефицијент сигурности за ојачану конструкцију, у пресеку са максималним напоном затезања (пресек 54) износи **2.09** што је веће од 1.8, колико износи прописани коефицијент сигурности на лом, према домаћем "Правилнику о техничким мерама и условима за преднапрегнути бетон", 1971.

Сигурност против појаве прслина:

Коефицијент сигурности против појаве прслина у пресецима са максималним напонима затезања (пресек 29d и 54) је већи од **1.15.**

**ДИЛАТАЦИОНЕ СПОЈНИЦЕ**

При одређивању капацитета новоуграђених дилатационих спојница, контролом померања конструкције од хоризонталних утицаја у подужном правцу (сила кочења, температурне промене и сеизмика ) добијени су следећи резултати:

код стуба С1 за конструкцију К1 - Ux = 26.9 /-26 mm,

код стуба С8 за конструкцију К2 - Ux = 48.9 /-48 mm

код стуба С4 за обе конструкције - Ux = 73.1/ -53.9 mm.

па су потребни капацитети дилатација:

код стуба С1 

код стуба С8 .

код стуба С4 .

**Средњи стубови С2, С3 и С7**

За меродавне утицаје и разматране комбинације оптерећења као за неојачане стубове срачуната је потребна укупна арматура за ојачани пресек према граничним утицајима. Како је потребна арматура срачуната са занемаривањем постојеће усвојена је нешто мања додатна арматура а пресеци стубова су проверени по напонској теорији узимајући у обзир и постојећу арматуру у стубовима.

Усвојена је додатна арматуром у дограђеном бетонском делу пресека стубова С2 и С3

24 Ø25, B500B (Fa=117.84cm2) у врх стубова, односно 12Ø22, B500B (Fa=45.6cm2) на споју са шиповима

Контрола носивости је спроведена по фазама:

... фаза 1 - постојећи пресек са уграђеном арматуром прихвата утицаје од тежине неојачане конструкције, утицаје постојећих каблова за претходно напрезање;

... фаза 2 - ојачани пресек са укупном арматуром прихвата све остале утицаје.

Са усвојеном додатном арматуром у дограђеном бетонском делу пресека стубова С2 и С3, 24 Ø25, B500B (Fa=117.84cm2) у врх стубова, односно 12Ø22, B500B (Fa=45.6cm2) на споју са шиповима проверени су напони у бетону и арматури:

Максимални напон притиска у бетону за основно+допунско оптерећење јавља се у врху стуба С3 и износи **σb =12.7MPa** и мањи је од дозвољеног за ово оптерећење **σbdoz= 13.8 MPa**.

Максимално затезање у постојећој арматури за основно+допунско оптерећење јавља се у пресеку у врху стуба С3 и износи **σа=- 162.8MPa** што је мање од дозвољеног за ово оптерећење **σаdoz= -168MPa**.

Максимални напон притиска у бетону за сеизмичко оптерећење **Z2** јавља се у врху стуба С2 и износи **σb=14.9 MPa** што је мање од дозвољеног напона за ово оптерећење **σbdoz=βк=30MРa.**

Максимално затезање у постојећој арматури за сеизмичко оптерећење **Z2** јавља се у пресеку у врху стуба С2 и износи **σа= -198.7MPa** што је мање од дозвољеног за ово оптерећење **σаdoz= 0.9хσv = -216MPa**.

Са усвојеном додатном арматуром 24Ø28, B500B (Fa=147.84cm2) у дограђеном бетонском делу пресека стубa С7 проверени су напони у бетону и арматури:

Максимални напон притиска у бетону јавља се за сеизмичко оптерећење (подужне сеизмичке силе) и износи **σb = 16.1MPa** и мањи је од дозвољеног за ово оптерећење **σbdoz=βк=30MРa** .

Максимално затезање у постојећој арматури јавља се за сеизмичко оптерећење (подужне сеизмичке силе **Z2**) и износи **σа=- 222.2МРa ≈ 0.9хσv = -216MPa**.

Утицаји и контрола носивости ојачаних стубова приказани су у тачкама **8.3.6** и **8.3.7**  прорачуна.

1. **РАДОВИ НА РЕКОНСТРУКЦИЈИ**

Радови на реконструкцији мостовских конструкција обухватају следеће активности:

**Ојачање стубова**

Ојачање стубова С2 и С3 предвиђено је израдом армирано бетонског плашта дебљине 15cm по обиму и у пуној висини стубова, почевши од ~1m испод контакта стуб-шип до контакта са носећом конструкцијом.

Ојачање стуба С7 обухвата ојачање наглавне греде по целом обиму и у пуној висини греде израдом новог бетона дебљине 20cm и израду армирано бетонског плашта дебљине 15cm по обиму стубова од горње ивице наглавне греде до коте терена.

Ови радови се изводе у свему према технологији Извођача (у складу са његовом расположивом опремом), одобреној од стране Надзорног органа.

Радови на ојачању стубова обухватају следеће активности:

* *машински или ручни ископ од постојеће коте терена до потребног нивоа за предвиђено ојачање;*
* *уклањање оштећених и невезаних делова бетонских површина стубова и наглавне греде;*
* *бушење отвора у доњем појасу главног носача К1 за монтажу анкерне арматуре у врху стубова С2 и С3;*
* *обележавање распореда рупа на попречним носачима над С2 и С3 за постављање анкерне арматуре за везу старог и новог бетона за ојачање ПН;*
* *обележавање распореда рупа на спољним површинама стубова С2,С3 и С7 за постављање анкерне арматуре за везу старог и новог бетона за ојачање стуба;*
* *бушење рупа у ослоначким попречним носачима над стубовима С2 и С3 и на спољним површинама С2,С3 и С7 под углом од 15° у односу на вертикалу / хоризонталу за постављање анкерне арматуре;*
* *чишћење и одмашћивање припремљених површина;*
* *израда СН премаза за везу старог и новог бетона;*
* *уградњу анкера В500В у избушене рупе и заливање експанзионим малтером;*
* *монтажу хоризонталне и вертикалне арматуре за ојачање ПН и стубова уз заваривање за постојећу арматуру, где је то потребно;*
* *уградњу бетона за ојачање МБ30 (С2,С3 и С7) односно МБ35 (ПН на С2 и С3);*
* *израда заштитног премаза на бази битумена на спољашњим бетонским површинама испод коте терена;*
* *затрпавање ојачаних делова стубова земљом из ископа.*

**Ојачање главних носача**

За анкеровање нових каблова предвиђени су анкер блокови у пољима између пресека 1-2, 28-29, 30-32, 42-43, 48-49, 51-52, 57-58 и 68-70. За осигурање преноса силе у главне носаче предвиђени су крути преднапрегнути анкери типа "Dywidag" 36WR. С обзиром да за радове на реконструкцији моста не постоји могућност потпуне обуставе саобраћаја неопходно је предвидети да се радови на бетонирању изводе у периодима са најмањим интензитетом саобраћаја и ограничењем брзине возила.

Радовима на ојачању главних носача обухваћене су следеће активности:

* *преглед стања постојећих каблова и израда записника о броју и положају каблова из Основног пројекта;*
* *храпављење контактних површина на месту везе са новим бетоном и наношење премазних средстава ради ефикаснијег остваривања везе;*
* *бушење рупа на ребрима главног носача за попречне круте преднапрегнуте анкере водећи рачуна да се не оштете постојећи каблови;*
* *бушење рупа и уградња анкера В500В на ребрима главног носача водећи рачуна да се не оштете постојећи каблови;*
* *бушење рупа на ослоначким и секундарним попречним носачима за пролазак подужних каблова у свему према распореду новопројектованих каблова;*
* *бушење отвора у коловозној плочи на местима анкер блокова за бетонирање анкер блокова;*
* *монтажа заштитних пластичних цеви за подужне каблове;*
* *израда анкер блокова од бетона МВ 45, и арматуре В500В;*
* *уградња и утезање нових попречних крутих анкера* типа "Dywidag" 36WR*;*
* *уградња, утезање (са обе стране) и инјектирање нових подужних каблова – k7Ø16*, *Y1860S7 - пре утезања ових каблова морају бити утегнути попречни анкери.*

**Замена лежишта К2 на стубу С4**

Радови на замени лежишта на стубу С4 обухватају следеће активности:

* *израду и монтажу помоћне конструкције за прихватање и ослањање конструкције К2 у фази замене лежишта - конструкцијом јарма обезбедити прихватање реакција ослонаца од min 2000kN по лежишту ;*
* *рушење ослоначког попречног носача К2 у оси стуба С4 водећи рачуна да се сачува постојећа арматура за анкеровање новог попречног носача;*
* *демонтажа и уклањање постојећих лежишта;*
* *преглед и чишћење горње површине ослоначког попречног носача К1 у оси стуба С4;*
* *обележавање и бушење рупа за анкерну арматуру нових лежишта водећи рачуна о постојећим кабловима у ослоначком попречном носачу К1 у оси стуба С4;*
* *уградњу анкера за нова лежишта у избушене рупе и заливање експанзионим малтером;*
* *обрада горње површине осл.ПН конструкције К1 санационим малтерима и израда заштитних премаза на свим доступним бетонским површинама;*
* *набавка и уградња нових лежишта на припремљеним површинама - NGe 250, носивости 2500 kN и капацитета померања +/-75mm са преддеформацијом горње лежишне плоче ;*
* *преддеформација горње плоче лежишта за пројектовану меру водећи рачуна о температурним условима;*
* *постављање ребрастих пластичних цеви Ø70mm за нове каблове;*
* *израда и монтажа нове арматуре за доградњу ПН конструкције К2 у оси С4 уз заваривање за постојећу арматуру у зонама изнад лежишта где је прекинута постојећа арматура;*
* *бетонирање новог ПН бетоном МБ45;*
* *уградња, утезање (са обе стране) и инјектирање нових каблова - k7Ø16*, *Y1860S7.*

**Санација аб лежишта на стубовима С1 и С8:**

* *рушење заштитних маски на обалним стубовима, чишћење зоне око лежишта и обезбеђења приступа пендел-лежиштима;*
* *утврђивање стања пендел лежишта и по потреби санација бетонских површина санационим малтерима.*

**Санација површинских оштећења на бетонским површинама носеће конструкције**

* *санација оштећених бетонских површина без видљиве арматуре и жица за претходно напрезање, применом санационих малтера/ бетона;*
* *санација оштећених бетонских површина са видљивом арматуром и жицама за претходно напрезање - заштита арматуре и жица, израда заштитног слоја применом санационих малтера или бетона;*
* *санација евентуалних оштећења горње површине коловозне плоче након уклањања коловозног застора.*

**Инјектирање прслина**

**Површинска заштита свих спољашњих бетонских површина конструкције**

* *израда заштитних премаза на свим видљивим површинама носеће конструкције и стубова након санације.*

**Реконструкција саобраћајног профила:**

* *уклањање и одвожење на депонију свих елемената саобраћајног профила - асфалта, хидроизолације, ивичњака, сливника, ограде и стубова расвете;*
* *уклањање и одвожење на депонију монтажних плоча и бетонских греда на пешачким стазама и парапетних плоча;*
* *санација евентуалних оштећења горње површине коловозне плоче;*
* *израда нивелационог слоја на конзолама;*
* *монтажа сливника са затвореним системом одводњавања како би се обезбедило контролисано одвођење воде са коловоза (према новом решењу одводњавања на мосту);*
* *штемовање ивичних зона коловозне плоче и уградња арматуре за анкеровање ивичних венаца пешачких стаза водећи рачуна да се не оштете котве постојећих попречних каблова у коловозној плочи;*
* *израда нове хидроизолације у виду битуменских трака на горњој површини коловозне плоче , на делу коловоза и испод пешачких стаза;*
* *израда / монтажа арматуре, набавка и уградња цеви за инсталације и уградња бетона MB40 пешачких стаза;*
* *израда и уградња нових челичних ограда на пешачким стазама ;*
* *набавка и уградња заштитних челичних ограда степена задржавања H2-W4;*
* *набавка и уградња камених ивичњака13/20cm;*
* *израда асфалтног застора на коловозу у два слоја укупне дебљине 8cm*  *;*
* *израда хабајућег и против клизног слоја ( anti-skid) на пешачким стазама;*
* *уклањање постојећих челичних дилатационих справа и уградња нових “Transfleks” водонепропусних дилатационих спојница у пуном профилу коловоза и пешачких стаза;*
* *уградња нових стубова расвете - радови се изводе према посебном пројекту;*
* *заптивање спојева асфалта са ивичњацима, дилатацијама и сливницима;*

*Сви радови на реконструкцији саобраћајног профила се изводе у складу са Пројектом саобраћајне сигнализације за време извођења радова, свеска 8.2.*

*Уколико не постоји могућност потпуног затвора саобраћаја и радови на рушењу постојећег попречног носача К2 у оси С4 и изради новог ПН (који се изводе ради замене лежишта на С4), као и радови на замени дилатационих справа морају се обављати у 2 фазе.*

*Неоходно je привремено затварање саобраћаја за време бетонирања новог попречног носача као и делова аб дилатационих греда.*

*За остале радове није потребна обустава саобраћаја.*

**Радови на уређењу терена**

* *предвиђено је уклањање растиња, чишћење, поправка и облагање кегли бетонским плочама*
* *уклањање привремених објеката код обалног стуба С8*

Редослед радова на реконструкцији моста:

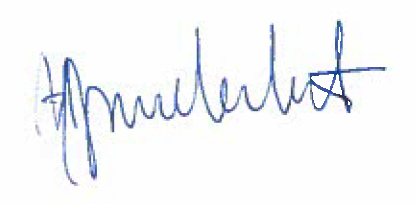
* *ојачање средњих стубова*
* *ојачање носеће конструкције*
* *замена лежишта на стубу С4*
* *реконструкција саобраћајног профила.*

*Преостали радови се могу изводити независно од горе наведеног редоследа.*

*Сви радови на реконструкцији моста изводе се према технологији Извођача радова која мора водити рачуна о свим постојећим ограничењима и бити усклађена са пројектом предвиђеним редоследом радова. За технологију је неопходно одобрење Надзорног органа.*

*Сви радови се изводе у складу са Општим техничким условима ЈП Путеви Србије.*

**** Београд, децембар 2018.

****Саставили: Одговорни пројектант:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 И. Јонић, дипл. инж. грађ. Н. Јаковљевић, дипл. инж. грађ.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Н. Ђорђевић, дипл. инж. грађ.