

Mladen Glibić

Mladen Glibić

VALJA NAMA PREKO...

VALJA NAMA PREKO...



9 789958 160592

Mladen Glibić

VALJA NAMA PREKO...

CIP - Katalogizacija u publikaciji
Nacionalna i univerzitetska biblioteka Bosne i Hercegovine, Sarajevo
624.21(497.6)

GLIBIĆ, Mladen

Valja nama preko - - - / Mladen Glibić. - Mostar : Sveučilište,
2016. - 159 str. : ilustr. ; 24 cm

O autoru: str. 159. - Bibliografija: str. 157-158

ISBN 978-9958-16-059-2

COBISS.BH-ID 22981894

Odlukom Senata Sveučilišta u Mostaru, ur. broj: 01-904/16 od 25. travnja 2016.,
nakladnik knjige VALJA NAMA PREKO... je Sveučilište u Mostaru.



Mladen Glibić

VALJA NAMA PREKO...

Mostar, 2016.

VALJA NAMA PREKO...

Autor:	prof. dr. sc. Mladen Glibić
Nakladnik:	Sveučilište u Mostaru
Za nakladnika:	prof. dr. sc. Ljerka Ostojić, rektorica
Urednik:	prof. dr. sc. Ivo Čolak
Recenzenti:	prof. dr. sc. Alen Harapin prof. dr. sc. Ivo Čolak
Grafičko oblikovanje i tisak:	FRAM ZIRAL, Mostar
Za tisak:	doc. dr. sc. fra Ivan Ševo

*Nepoznatim davaocima krvi
u Mostaru ljeta 1994.*

Sadržaj

Predgovor	8
1. Cestovni most preko rijeke Neretve u Čapljini	10
2. Novi most preko rijeke Neretve u Mostaru.....	30
3. Most Vojno-Potoci	50
4. Most u Gračacu.....	70
5. Most preko rijeke Mlade u Veljacima.....	80
6. Nadvožnjak u Posušju	90
7. Prilazni most za strojaru HE Peć Mlini.....	98
8. Most preko rijeke Rame kod Čizmića Luke	106
9. Prijelaz preko spojnog kanala HE Mostarsko blato	116
10. Most na kruni brane HE Mostar	124
11. Obnova pristupnog mosta HE Jajce II preko rijeke Vrbas	132
12. Most preko rijeke Trebižat u Grabu	148
Vrela	157
O autoru	159

Predgovor

Prva saznanja o projektiranju mostova stekao sam na četvrtoj godini Građevinskog fakulteta u Mostaru. Kod profesora Svetozara Nikolića i Muhameda Efice naučio sam osnove o metalnim i betonskim mostovima. Krajem osamdesetih godina prošlog stoljeća, pri izradi magistarskog rada iz područja djelomično prednapetih konstrukcija kod mentora profesora Zvonimira Marića, proširio sam spoznaje o prednapetim mostovima. Međutim, ni slutio nisam da će mi dobivena teorijska znanja tako brzo zatrebati.

Zanesen poslovima na izradi doktorskog rada iz područja betona visokih čvrstoća, uz veliku podršku profesora Vinka Rogića i kolege Marija Jurišića, nisam ni primijetio kako dolazi rat u naš grad. Prve eksplozije granata po mom naselju vratile su me u ratnu zbilju. Grad se razara velikom brzinom, a posebno teško primam rušenje mostarskih mostova. U ljeto 1992. godine uključen sam u rad Grupe za mostove koja je formirana pri Javnom poduzeću za obnovu i izgradnju Mostara. Grupa od petnaestak inženjera u vrlo je kratkom roku izradila projekte za šest privremenih mostova u Mostaru i bližoj okolini. Nastavak rata zaustavio je realizaciju ovih projekata, ali je kod mene trajno ostao interes za projektiranjem mostova.

Odmah nakon rata uključen sam u projektiranje prilikom izrade Bailey mosta u Vojnom. Angažiran sam i kao nadzorni inženjer kod obnove Carinskog mosta u Mostaru. Projektiranje mosta preko rijeke Mlade kod Veljaka bio mi je prvi značajniji projekt mosta. Međutim, pravu prigodu dobio sam pri izradi projekta za obnovu porušenog mosta u Čapljini. Naime, početkom 1997. godine obranio sam doktorski rad i dobio poziv da zajedno s mladom ekipom inženjera iz poduzeća Integra projektiram most u Čapljini. Iako cijeli tim nije imao iskustvo za projektiranje većih mostova, hrabro je ušao u ovaj projekt. Prve dvojbe pri izboru dispozicije mosta svladao sam uz pomoć mentora Zvonimira Marića. Na moju žalost, on ubrzo nakon toga odlazi u diplomaciju.

Najveći izazov kod projektiranja čapljinskog mosta bio je iznenađujući geotehnički profil. On je značajno odstupao od profila iz projekta porušenog mosta. Zahvaljujući velikom znanju i iskustvu profesora Pere Marijanovića izabran je odgovarajući način temeljenja mosta.

Iskustvo i znanje koje sam dobio projektiranjem čapljinskog mosta donijeli su mi mogućnost izrade novih projekata mostova. Posebno bih izdvojio dva veća mosta preko rijeke Neretve. To je most Vojno-Potoci i novi most kod Sjevernog logora u Mostaru. Međutim, nije bilo značajne razlike pri projektiranju velikih mostova ili nekih manjih mostova koje sam radio. Zadovoljstvo poslije izgradnje malih mostova, kao što su most u Gračacu, most Čizmića Luka ili sanacije mostova Dindo i starog austrougarskog mosta u Grabu, bilo je isto kao i kod izgradnje velikih mostova.

U ovoj su knjizi prikazani samo mostovi koje sam projektirao i koji su izgrađeni. Postoji nekoliko projekata mostova koje sam izradio, ali mostovi nisu izvedeni. Najznačajniji takav projekt je raskrižje cesta M17 i M6 u Čapljini.

Projektiranje mostova u izravnoj je vezi s mojim aktivnostima na probnim ispitivanjima mostova i reviziji projekata mostova. Bio sam angažiran kao dio nadzornog tima kod izgradnje kula Starog mosta u Mostaru, a također sam izradio reviziju skele za Stari most. Međutim, to je tema za neku drugu knjigu. Na kraju, dugujem veliku zahvalnost svom bliskom kolegi Ivi Čolaku, bez kojeg bi ova knjiga bila nešto sasvim drugo.

Mostar, prosinca 2015.

Mladen Glibić





1. **CESTOVNI MOST PREKO RIJEKE NERETVE U ČAPLJINI**

Uvod

Most preko rijeke Neretve u Čapljini porušen je tijekom rata 1992. godine. Projekt novog mosta izradilo je poduzeće Integra iz Mostara.



Slika 1.1: Izrada zagata

Voditelj projekta: prof. dr. sc. Zvonimir Marić
Projektant: doc. dr. sc. Mladen Glibić
Revidenti: Boris Kobojević, d. i. g., mr. sc. Emir Mašnić, d. i. g.
i Muhamed Halepović, d. i. g.
Investitor: Vlada Federacije BiH
Izvođači radova: GP Neretva iz Čapljine i ŽGP iz Sarajeva

Konstrukcija porušenog mosta

Porušeni most u Čapljini nalazio se u užem gradskom području na cestovnom pravcu Ljubuški-Čapljina-Stolac. Izgrađen je 1972. godine.

Projekt mosta izradio je Institut za ispitivanje materijala SRS iz Beograda 1971. godine. Projektanti mosta bili su Boško Petrović . d. i. g., Miloš Banić, d. i. g. i mr. sc. Mihailo Muravljev, d. i. g.

Podloge za projektiranje bile su: Geodetske podloge - Jadran sliv iz Mostara, Geotehnički izvještaj - Zavod za rudarska geološka istraživanja iz Mostara, Studija o izboru otvora mosta na rijeci Neretvi kod Čapljine - Zavod za hidro-tehniku iz Sarajeva, Urbanističke podloge grada Čapljine - Urbanistički zavod iz Sarajeva.

Most je izgrađen od prednapetog betona i imao je ukupnu dužinu 393 m. Kol-nik je na mostu bio širine 7 m, a nogostupi 2x2.25 m. Most je imao dvostrani poprečni nagib od 2.5 %. Sastojao se od tri konstruktivne cjeline. Prvi dio mosta bila je kontinuirana prednapeta greda raspona 4x40 m. Drugi središnji dio mosta bila je prednapeta kontinuirana greda raspona 40+84+40 m. Dužinu najvećeg raspona uvjetovala je širina nereguliranog korita Neretve. Treći dio mosta na ulazu u grad na desnoj obali, bila je kontinuirana prednapeta greda raspona 3x23 m. Niveleta mosta određena je prometnim rješenjem križanja s magistralnom cestom M17 na lijevoj obali i zahtjevom da se na desnoj obali ostavi slobodni profil za šetnicu na nasipu uz rijeku.

Prvi dio mosta bio je kontinuirani gredni most 4x40 m i služio je kao prilaz glavnom rasponu s istočne obale Neretve. Ovaj dio mosta bio je u uzdužnom nagibu 2.04 %. U poprečnom presjeku most se sastojao od tri nosača s gornjom pločom debljine 15 cm i donjom tlačnom pločom iznad srednjih stupova.

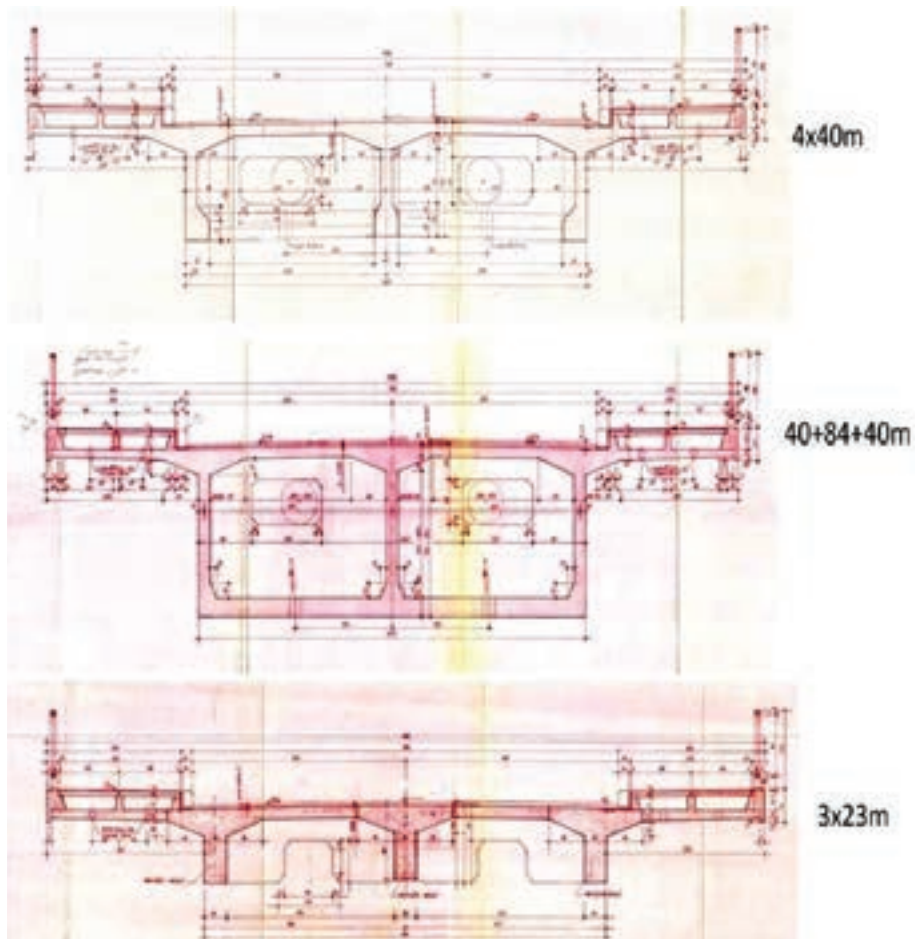
Tri nosača urađena su kao predgotovljeni prednapeti nosači monolitno povezani s gornjom i donjom pločom betoniranjem na samom mostu. Visina nosača bila je ista kao visina mosta u krajnjim poljima glavne konstrukcije mosta. Most je isto izgledao na spoju prvog i drugog dijela. Kontinuitet nosača izveden je s prednapetim kablovima kroz kolničku ploču.

Glavni raspon bio je okvirni most sandučastog poprečnog presjeka raspona 40+84+40 m. Spoj grede i stupova nije bio monolitan. Visina sandučastog presjeka iznad srednjih oslonca bila je 354 cm, dok je u sredini najvećeg raspona i na krajnjim osloncima bila 154 cm. Ovaj dio mosta izgrađen je slobodnim prijemnim načinom građenja.

Treći raspon je kontinuirani gredni most raspona 3x23 m u uzdužnom nagibu od 4.05 %. Izveden je od predgotovljenih prednapetih nosača T oblika koji su iznad oslonca kontinuirani. Svi rasponi izrađeni su od prednapetog betona MB 45 i korišten je sustav prednapinjanja IMS s kablovima za prednapinjanje 16 Ø 7 s naprezanjem kidanja armature od 1600 MPa.

Prvi, peti i šesti riječni stupovi bili su temeljeni pomoću dubokih betonskih bunara, dok su ostali temeljeni plice na temeljima samcima. Svi temelji fundirani su u sloju šljunka, a neki su betonirani pod vodom.

Početak rata, 1992. godine, most je srušen miniranjem drugog i trećeg riječnog stupa za dio mosta 4x40 m. Pošto je most bio kontinuirana greda nije došlo do prekida kolničke konstrukcije već su se formirali plastični zglobovi i most se oslonio na tlo. Tek je rušenje riječnog stupa na lijevoj obali glavnog dijela mosta dovelo do rušenja lijeve polovice glavnog dijela mosta i do rotacije desnog dijela glavnog mosta oko stupa na desnoj obali. Treći dio mosta na desnoj obali Neretve nije značajnije oštećen.



Slika 1.2: Poprečni presjeci porušenog mosta



Slika 1.3: Porušeni dio mosta 4x40 m



Slika 1.4: Pogled na porušeni most na desnoj obali

Rješenje novog mosta

Novi most sastoji se od tri konstrukcijske cjeline. Te su cjeline: kontinuirani gredni most 5x32 m, okvirni most 40+84+40 m i kontinuirana greda 3x23 m koja je neoštećeni dio starog mosta.

Na spojevima srednjeg mosta s krajnjim mostovima predviđena je izgradnja stubišta koja omogućuju silazak na obale Neretve.

Niveleta, širina kolnika i nogostupa i poprečni nagib mosta isti su kao i kod srušenog mosta. Međutim, ostali su elementi mosta izmijenjeni i prilagođeni novim zahtjevima za nosivost i uporabljivost, većem opterećenju, tehnologiji izvođenja i posljedicama rušenja staroga mosta.

Novi most projektirao se za prometno opterećenje po njemačkim normama DIN 1072.



Slika 1.5: Zaokretanje mosta oko stupa na desnoj obali

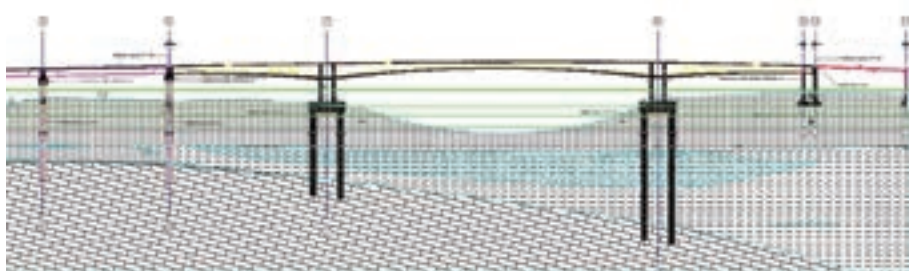
Prije projektiranja novog mosta izvršena je analiza mogućnosti podizanja desne polovice glavnog dijela mosta. Analizu je uradio IGH Zagreb, odjel za mostove, pod vodstvom prof. dr. sc. Zvonimira Marića. Ova analiza odbacila je racionalnu mogućnost spašavanja dijela glavnog raspona mosta. Također, izvedena je provjera stanja temelja ispod stupova porušenog dijela mosta 4x40 m. Stručnjaci tvrtke SPP iz Varaždina uradili su pod vodstvom prof. dr. sc. Pere Marijanovića i doc. dr. sc. Ivana Baturića seizmičku refrakciju temelja. Rezultati su pokazali kako su temelji pri rušenju mosta oštećeni i ne mogu se koristiti. Zbog toga je izvršeno smanjenje raspona prvog dijela mosta kako bi se izbjeglo temeljenje na mjestu starih temelja.



Slika 1.6: Ispitivanje temelja starog mosta

Izrađen je novi geotehnički elaborat sa znatno dubljim bušenjima nego za prvi iz 1970. godine. Rezultati bušenja bili su dosta iznenađujući. Kod središnjeg dijela mosta ispod slojeva pijeska i dobro nosivog šljunka, na dubinama od 10 do 15 m, pronađeno je glinovito tlo mnogo manje nosivosti. Glavni temelji starog mosta urađeni su na bunarima koji su ispod sebe imali još samo nekoliko

metara sloja šljunka. Očekivalo se, u skladu s iskustvima na građenju mosta u Žitomisliću na Neretvi, koji je desetak kilometara uzvodno, da s dubinom tlo postaje sve bolje, pa nisu urađene dublje bušotine. Slojevi stijena izbušeni su na dubinama od 20 do 40 m s nagibom od lijeve prema desnoj obali Neretve. Zbog toga se odlučilo raditi temeljenje stupova na pilotima, dužine 20 do 33 m, na cijeloj dužini mosta.



Slika 1.7: Geološki profil ispod glavnog dijela novog mosta

Most između osi 1 i 6 (5x32 m)

Rasponski sklop je kontinuirani roštilj preko pet polja gdje je svaki dužine 32 m. Osnovni dijelovi rasponskog sklopa su prethodno izrađeni djelomično prednapeti i nosači sa širokom gornjom pojasnicom. U poprečnom smjeru raspoređena su po četiri glavna nosača. Na njih se betonira kolnička ploča debljine 22 cm.

Poprečni nosači izrađeni su samo iznad stupova gdje se pomoću tri elastomerna ležaja oslanjaju na naglavne grede stupova. Kontinuiranost rasponskog sklopa ostvaruje se samo uzdužnom rebrastom armaturom postavljenom u kolničku ploču iznad oslonaca.

Visina predgotovljenih nosača je 167 cm, širina gornje pojasnice 140 cm, donje pojasnice 60 cm, a širina hrbata je 20 cm. Armatura predgotovljenih uzdužnih nosača je RA 400/500, a kvaliteta betona je MB 45. Predgotovljeni nosači su s naknadnim prednapinjanjem. U projektu je bio predviđen sustav

prednapinjanja BBR CONA COMPAKT s kablovima od 12 užadi $\varnothing$ 0.5 " kvalitete čelika 1660/1860 MPa. Kod kolničke ploče i poprečnih nosača kvaliteta betona je MB 40, a armatura je RA 400/500.

Poslije uklanjanja porušenog mosta u osi 1 ostao je neoštećen stari upornjak, tako da se veći dio stupa i temelj upornjaka koriste i u novom rješenju. Svi novi dijelovi upornjaka imaju kvalitetu betona MB 30, osim konzolnih ploča na krilima koje imaju kvalitetu betona MB 40. Na naglavnoj gredi predviđena su tri elastomerna ležaja.

Prijelazna ploča izvodi se na čitavoj širini između krila upornjaka dužine 350 cm i debljine 25 cm. Kvaliteta betona ove ploče je MB 30 i armatura je RA 400/500.

Riječni stupovi sastoje se od dva kružna stupa promjera 140 cm na osnom razmaku od 500 cm. Završetak stupova čini naglavna greda dužine 910 cm, visine 150 cm i trapeznog poprečnog presjeka širine donjeg ruba 200 cm, a gornjeg ruba grede 240 cm. Širina naglavne grede omogućuje montažu glavnih nosača bez posebne pomoćne konstrukcije. Kvaliteta betona u stupovima i naglavnoj gredi je MB 30, dok je armatura RA 400/500.

Izad stupa u osi 6 susreću se mostovi 5x32 m i 40+84+40 m pa se u ovoj osi na naglavnoj gredi nalaze i ležaji za oba mosta.

Unutar osi mosta 2 do 6 stupovi prelaze u armiranobetonske pilote promjera 150 cm. Dubina pilota je od 20 m do 24 m. Piloti se buše najvećim dijelom kroz sloj šljunka i na dnu ulaze oko 450 cm u sloj stijene. Na vrhu pilote u jednoj osi mosta povezuje armiranobetonska vezna greda dimenzija 150x150 cm. Kvaliteta betona za pilote i ovu gredu je MB 30 i armatura je RA 400/500.

Most između osi 6 i 10 (40+84+40 m)

Rasponski sklop je okvirna sandučasta konstrukcija raspona 40+84+40 m sa zglobnom vezom za krajnje stupove. Niveleta mosta ostaje ista kao kod porušenog mosta. Intrados mosta je parabolično oblikovan sa promjenom visine od 192 cm do 404 cm. Najveća visina poprečnog presjeka je iznad oslonaca kod osi mosta 7 i 8 ($l/d = 20$), dok je u sredini velikog raspona i iznad stupova kod osi mosta 6 i 10 najmanja ($l/d = 44$). Debljina gornje ploče je duž čitavog mosta ista, dok u poprečnom smjeru ploča prati poprečni pad mosta pa ima promjenjivu debljinu, od 20 cm na kraju konzole do 26 cm na sredini sanduka. Donja ploča sanduka ima različitu debljinu, od 50 cm do 18 cm. Također, i bočni zidovi sanduka imaju promjenjivu debljinu od 62 cm iznad oslonca kod osi mosta 7 i 8 do 24 cm iznad oslonaca kod osi mosta 6 i 10 u sredini velikog raspona. Rastojanje između vanjskih površina zidova sanduka je isto duž mosta i iznosi 634 cm.

Most se u osi 6 oslanja na zajednički stup s mostom 5x32 m. U osi 7 i osi 8 most se preko dva betonska zida oslanja na istom mjestu gdje i stari most. Slobodni razmak između zidova je 260 cm kako ne bi dolazilo do hvatanja granja pri velikim vodama i da bi bilo povoljnije opterećenje naglavne ploče pilota. Ovi zidovi širine 634 cm i debljine 70 cm prolaze kroz cijeli betonski sanduk mosta. U betonskom sanduku mosta rade se još tri betonske dijafragme kod osi 6, 9 i 10.

Za oslanjanje mosta na stupove kod osi 6 i 9 predviđena su po tri elastomerna ležaja. Kvaliteta betona je MB 45 dok je predviđena armatura RA 400/500. Projektirani sustav za prednapinjanje je BBR CONA COMPACT s užadima 12 Ø 0.5 ". Kvaliteta čelika za prednapinjanje je 1660/1860 MPa.

Kod osi 7 i 8 po dva armiranobetonska zida oslanjaju se na naglavnu ploču pilota koja je debela 250 cm. Temeljenje stupova predviđeno je na šest armiranobetonskih pilota promjera 150 cm i dubine 33 m u osi 8, dok je u osi 7 dubina 22 m. Piloti su na osnom razmaku od 700 cm kako bi se izbjegli ostaci temelja porušenog mosta.

Kvaliteta betona naglavne ploče je MB 45, dok je kod pilota MB 30. Predviđa se armatura RA 400/500 u pilotima i naglavnoj ploči.

U osi mosta 9 gradi se novi temelj kako bi se izbjeglo oslanjanje novog mosta na stari stup i temelj u osi 10. Ovaj temelj je armiranobetonski plitki temelj samac dimenzija 1000x300x100 cm. On se temelji na istoj dubini kao što je temeljen postojeći stup u osi 10. Kvaliteta betona je MB 30 i armatura RA 400/500.

Predviđeno je da se središnji raspon od 84 m gradi slobodnim prijepusnim načinom gradnje, dok se krajnji rasponi od 40 m rade na skeli. Dužina mosta koja se radi u jednoj fazi je do 5 m. Projektirano trajanje izgradnje jedne faze je deset dana.

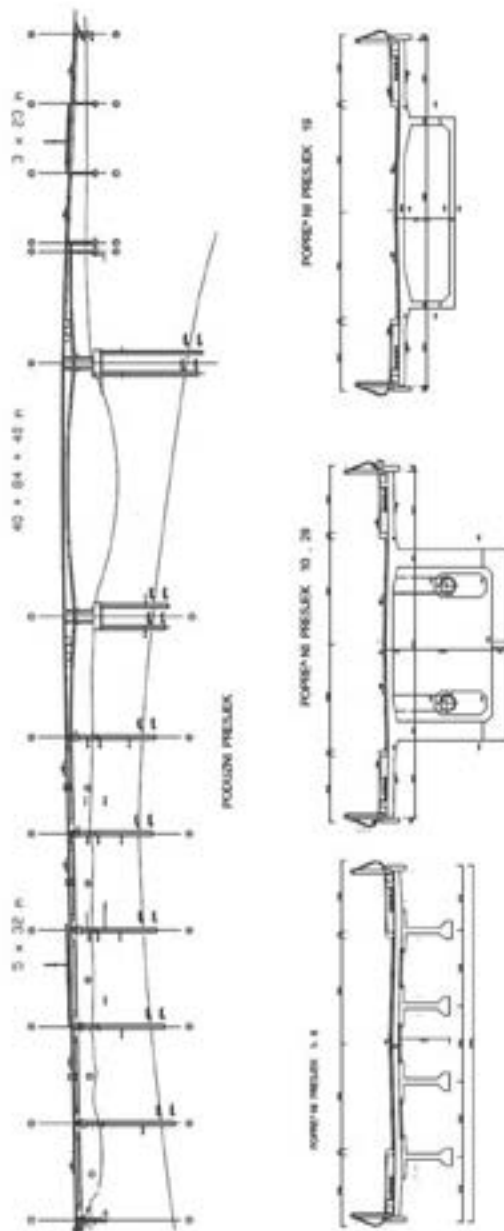
Most 3x23 m

Ovaj je most, prilikom rušenja starog mosta, pretrpio samo manja oštećenja. Na njemu se predviđaju samo radovi potrebni da se uporabljivost ovog mosta dovede na zadovoljavajuću razinu i radovi potrebni da se objedini oprema cijelog mosta.

Pomost i oprema mosta

Za izolaciju kolovozne ploče i ploča duž krila upornjaka projektirana je hidroizolacije od bitumeniziranih samoljepljivih izolacijskih traka debljine 2,3 mm. Predviđeno je izvođenje vijenca mosta od montažnih armiranobetonskih elemenata.

Sa svake strane kolnika projektiran je nogostup širine 220 cm izdignut 21 cm iznad razine kolnika u nagiba 1% prema kolniku. Zbog potrebe vođenja instalacije u svakom nogostupu projektirano je postavljanje četiri PVC cijevi promjera 110 mm i jedne cijevi promjera 70 mm.



Slika 1.8: Presjeci novog mosta

Kolnički zastor izrađuje se u dva sloja: donji zaštitni sloj AB 8 debljine 3 cm i gornji habajući sloj AB 11 debljine 4 cm.

Projektirana ograda je sastavljena od hladno oblikovanih polovina I profila i cjevastih profila. Naslon ograde izrađen je od inoks čeličnog profila.

Prijelazne naprave projektirane su u osima mosta 1, 6 i 10. Zbog velikih temperaturnih razlika kroz godinu, visoke seizmičke zone i jednoličnosti izrade, odabrana je ista prijelazna naprava KT-160.

Preko mosta ostavljena je mogućnost prelaska dva cjevovoda promjera 500 mm.

Izgradnja mosta

Most se počeo graditi 27. listopada 2000. godine. Izvođač radova bio je konzorcij ŽGP iz Sarajeva i GP Neretva iz Čapljine. Nadzor je vodilo poduzeće Integra iz Mostara.

Tokom izgradnje došlo je do promjena na mostu u odnosu na projektno rješenje. Na prijedlog izvođača, uz prihvaćanje investitora, izmijenjen je sustav prednapinjanja mosta. Projektirani sustav zamijenjen je s IMS sustavom. Također, prihvaćena je promjena načina izgradnje glavnog raspona mosta. Slobodna prijemna gradnja nije izvedena pomoću krletki s mosta, već su postavljene tri čelične rešetke koje su prihvaćale težinu izgradnje svake faze mosta. Ove rešetke su, zbog smanjenja raspona, bile oslonjene na privremene stupove u koritu rijeke. Pomoćni stupovi temeljeni su preko lebdećih pilota u sloju šljunka. Poslije izgradnje glavnog mosta rešetke su podignute pomoću autodizalica na most, a pomoćni su stupovi porušeni.



Slika 1.9: Prijepusno građenje pomoću čeličnih rešetki



Slika 1.10: Navlačenje predgotovljenih nosača na dijelu mosta 5x32 m



Slika 1.11: Izgradnja pilota na lijevoj obali ispod stupa glavnog raspona



Slika 1.12: Uklanjanje čeličnih rešetki



Slika 1.13: Ispitivanje mosta



Slika 1.14: Otvaranje mosta

Tokom izgradnje došlo je do problema pri betoniranju jednog pilota ispod glavnog stupa na desnoj obali Neretve (os 8). Ostvarena kvaliteta betona pri vrhu pilota je znatno manja od projektirane MB 30. Zbog velike sile prianjanja muljevitog tla za zaštitnu čeličnu kolonu, nije se kolona uspjela izvući iz tla. Tako se dobio jedan krajnji pilot sa zaštitnom čeličnom kolonom i slabijim ugrađenim betonom. Zbog skupog postupka sanacije ovog pilota izvršen je proračun temelja s pilotom manje. Ovo je dovelo do povećanja armature u naglavnoj ploči pilota.

Nisu izvedena projektirana stubišta, a novac predviđen za njihovu izgradnju korišten je za izgradnju podvožnjaka na lijevoj obali neposredno prije ovog mosta. Most je ispitao Građevinski fakultet Sveučilišta u Mostaru, te je pušten u promet 13. ožujka 2002. godine.





2.

NOVI MOST PREKO RIJEKE NERETVE U MOSTARU

Uvod

Za most preko rijeke Neretve u Mostaru, koji povezuje gradsku Aveniju na desnoj obali s magistralnom cestom M17 Sarajevo-Mostar na lijevoj obali, urađen je glavni projekt u razdoblju od 1983. do 1992. godine. Projekt je izradio Institut za ispitivanje materijala iz Beograda, odgovorni projektant bio je Miloš Banić, d. i. g. Reviziju projekta obavio je prof. Vukašin Ačanski, d. i. g., čije su primjedbe utjecale i na novo rješenje mosta. Petnaest godina poslije, novi zahtjevi investitora doveli su do izrade novog projekta za ovaj most.



Slika 2.1: Položaj mosta na novom regulacijskom planu Sjevernog logora

Novi glavni projekt glavnog i prilaznog mosta uradilo je poduzeće Integra iz Mostara (2008. godine za glavni, a 2011. za prilazni most).

Reviziju projekata mostova uradilo je poduzeće Interprojekt iz Mostara. Projektant mostova je bio izv. prof. dr. sc. Mladen Glibić, a revident prof. dr. sc. Zlatko Maglajlić. Nadzor i kontrolu kvalitete izvršila je tvrtka IGH-Mostar.

Most je gradski sa četiri kolničke trake, sa središnjom razdjelnom trakom i sa svake strane kolnika je nogostup širine 210 cm. Konstrukcija mosta sastoji se od konstrukcije glavnog mosta i konstrukcije prilaznog mosta na desnoj obali Neretve.

Most je gradilo poduzeće Hering iz Širokog Brijega. Izgradnja mosta započela je u ljeto 2008. godine. Most je trebao biti završen za dvije godine, ali zbog nedostatka novčanih sredstava u više navrata dolazilo je do prekida gradnje. Krajem 2010. godine gradilište je bilo poplavljeno vodama koje su bile više od stogodišnjih. Krajem 2012. godine most je konstruktivno završen, dok zbog nedostatka novca još nisu završeni svi radovi na mostu i prilaznim cestama te on nije pušten u promet, do dana pisanja ovog teksta (prosinac 2015.). Građevinski fakultet Sveučilišta u Mostaru izvršio je 23. travnja 2013. godine ispitivanje mosta.



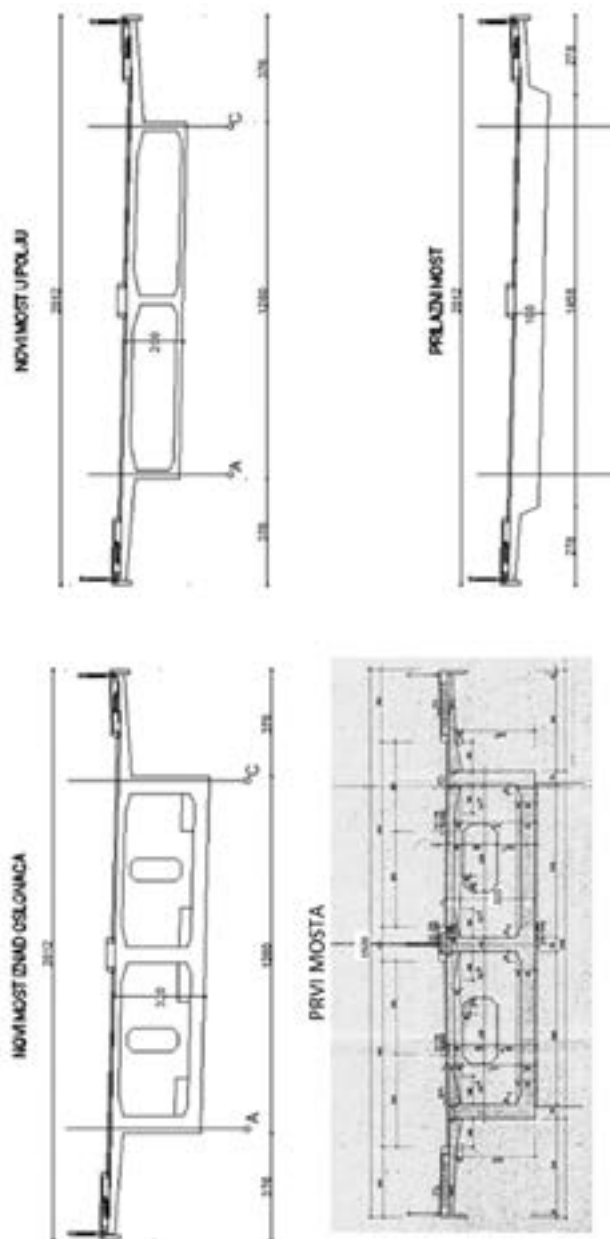
Slika 2.2: Poplava 2010. godine

Obrazloženje odabranog rješenja mosta

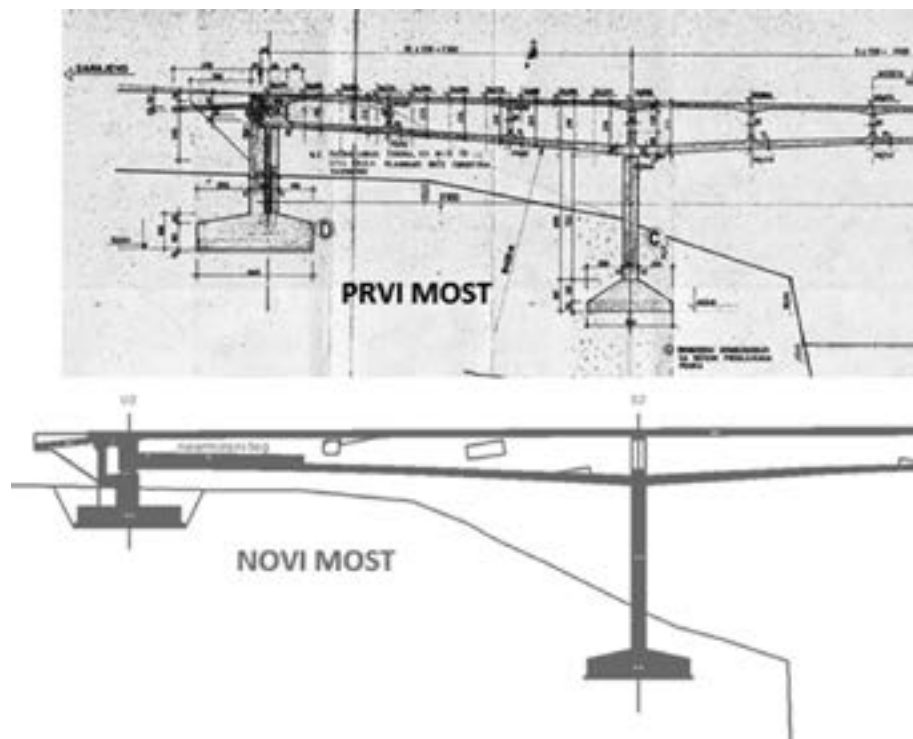
Zbog promjene prometnog rješenja za novi most, u odnosu na most koji je prethodno projektiran, došlo je do promjene nagiba nivelete, a i novo rješenje traži da se prijelazna krivina prometnice jednim dijelom nalazi na mostu. Također, došlo je do promjene poprečnog presjeka mosta. Most je proširen 90 cm, dok su se zbog zahtjeva novih norma morale promijeniti dimenzije nekih dijelova mosta. Povećana je minimalna visina mosta sa 164 na 200 cm, a i najmanja debljina rebra sanduka s 20 na 35 cm.

Raspon konstrukcije starog rješenja mosta je bio 21+70+21 m. Ovaj odnos raspona pravio je probleme zbog negativne reakcije na upornjacima mosta. Sila podizanja se preko vertikalnih prednapetih greda u upornjaku predavala povećanom temelju upornjaka. Međutim, iskustva s drugih izgrađenih mostova pokazala su da je ovakvo rješenje loše.

Kako bi se izbjegla negativna reakcija u krajnjim osloncima mosta kod novog projekta urađene su dvije stvari. Povećani su krajnji rasponi s 21 na 30 m uz zadržavanje srednjeg raspona od 70 m. Pošto ova mjera nije bila dovoljna, urađeno je i povećanje težine mosta u blizini krajnjih oslonaca mosta. Povećanje težine postignuto je s povećanjem debljine elemenata sanduka. Izrađen je i debeli poprečni nosač na čitavoj širini mosta iznad ležajeva, ali se još morao izraditi nad donjom pločom betonski uteg debljine 50 cm na krajnjem dijelu mosta na dužini od 950 cm. Na ovaj način, za sve faze građenja i sve vrste opterećenja, dobila se dovoljno velika pozitivna reakcija na ležajevima, a nije spriječeno horizontalno pomicanje mosta.



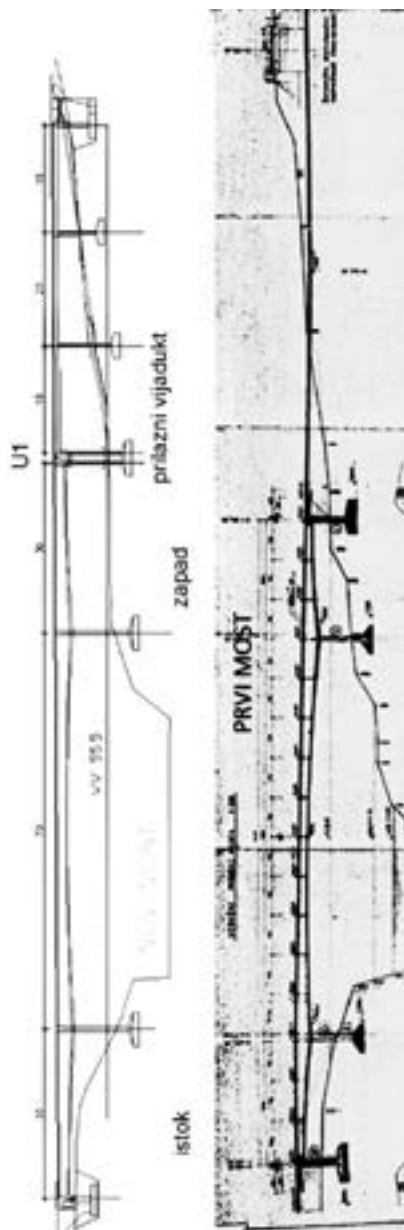
Slika 2.3: Poprečni presjeci prvog i izvedenog mosta



Slika 2.4: Krajnje polje prvog i izvedenog mosta

Središnji raspon mosta od 70 m ostao je isti, jer investitor nije dopustio povećanje ovog raspona zbog znatnog povećanja troškova izgradnje mosta. Razlog zbog čega je bilo razmišljanja za povećavanjem i ovog raspona je odmicanje temelja riječnih stupova od rubova obale Neretve.

Zbog promjene nivelete prometnice novo rješenje mosta je iza os U1 na desnoj obali Neretve dobilo potrebu za prilaznim mostom da bi se izbjegla izrada visokih nasipa i da bi se dobilo arhitektonski prihvatljivo rješenje gradskog mosta. Zbog ovoga se upornjak iz starog projekta na osi U1 pretvorio u zajednički stup kod novog projekta.



Slika 2.5: Uzdužni presjek prvog i izvedenog mosta

Novi je most projektiran po Propisima za opterećenje mostova iz 1991. godine, Pravilniku za beton i armirani beton 1987. godine, Nacrtu Pravilnika za prednapeti beton 1990. godine i Prijedlogu Pravilnika o tehničkim normativima za projektiranje i proračun inženjerskih objekata u seizmičkim područjima iz 1987. godine.

Glavni most

Rasponski sklop je okvirna sandučasta konstrukcija raspona 30+70+30 m sa zglobnom vezom za krajnje stupove. Intrados mosta, kod sva tri raspona, je segment kruga polumjera $R = 51103.71$ m. Uzdužni pad mosta je 0.5 % u smjeru zapad istok. Poprečni nagib mosta je najvećim dijelom 2.5 %, dok se mijenja samo na dijelu mosta koji je u prelaznoj krivini.



Slika 2.6: Izrada mosta u fazi III

Najveća visina poprečnog presjeka mosta je nad riječnim stupovima S1 i S2 i iznosi 320 cm, dok je u sredini velikog raspona najmanja od 200 cm. Visina mosta iznad upornjaka U2 i krajnjeg stupa U1 je 202,45 cm.

Sandučasta konstrukcija mosta ima dvije komore, odnosno postoje tri rebra u sanduku mosta. Sanduk ima nepromjenjivu širinu od 1260 cm. Donja strana sanduka prati nagib gornje, tako da je ista visina sva tri rebra sanduka.

Debljina gornje ploče je ista uzduž cijelog mosta i iznosi 25 cm. Konzolni dio ploče je u poprečnom smjeru promjenjive debljine od 22 do 45 cm. Donja ploča sanduka ima različitu debljinu. Najveća debljina ploče je nad riječnim stupovima S1 i S2 i iznosi 50 cm. Ova se debljina linearno smanjuje do vrijednosti od 20 cm u sredini velikog raspona. Kod bočnih raspona debljina donje ploče se linearno smanjuje do 35 cm i zbog problema podizanja zadržava se debljina donje ploče sve do krajeva mosta. Također, rebra sanduka imaju promjenjivu debljinu, najveću od 60 cm nad riječnim stupovima S1 i S2 i najmanju od 30 cm u sredini velikog raspona. Zadebljanje rebara vrši se s unutarnje strane tako da je nepromjenjiva širina sanduka mosta uzduž cijelog mosta.

Most se u osi U1 oslanja na zajednički stup sa prilaznim mostom. Ovaj stup se sastoji od dva armiranobetonska zida debljine 50 cm koja su na vrhu povezana armiranobetonskom pločom debljine 40 cm.

Zbog problema podizanja, a i zbog sidrenja kablova gornje ploče sanduka, poprečni nosač je i iznad stupa U1 izveden na cijeloj širini.

Riječni stupovi S1 i S2 su monolitno vezani sa sandukom mosta i elastično su upeti u temeljne trake. Širina armiranobetonskih zidova ovih stupova je jednaka širini sanduka mosta i iznosi 1260 cm. Da bi se poboljšao opći izgled mosta zidovi ovih stupova su urađeni iz dva dijela. Širina zidova stupa je po 540 cm sa središnjim otvorom od 180 cm. Debljina zidova je 80 cm. Ovi zidovi imaju zajednički temelj, a također su u sanduku mosta povezani zajedničkom armiranom dijafragmom.



Slika 2.7: Izrada mosta u fazi VI

Za oslanjanje mosta na stupove u osima U2 i U1 predviđena su tri lončasta ležaja nosivosti 3000 kN. Ležajevi su uzdužno pomični, dok poprečne sile prenose na konstrukciju stubišta. Kvaliteta betona je MB 45, dok je obična armatura B500B. Sustav za prednapinjanje je DYWIDAG s užadima 12 Ø 0.62. Kvaliteta čelika za prednapinjanje je 1570/1770 MPa.

Prilazni most

Promjena nivelete prometnice kod novog rješenje glavnog mosta je iza osi U1 na desnoj obali Neretve, dovela do potrebe za prilaznim mostom da bi se izbjegla izrada visokih nasipa i da bi se dobilo arhitektonski prihvatljivo rješenje gradskog mosta. Zbog ovoga se upornjak iz starog projekta glavnog mosta na osi U1 pretvorio u zajednički stup kod novog projekta. Prilazni most je projektiran na trasi ceste u dužini oko 60 m.

Pošto je ovaj most nastavak glavnog mosta preko rijeke Neretve, njegovi projektni elementi usuglašeni su s glavnim mostom i zahtjevima same ceste.



Slika 2.8: Armatura ploče prilaznog mosta

Tip rasponske konstrukcije, izbor gradiva, tehničko i tehnološko rješenje, način računa mehaničke stabilnosti i otpornosti, detalji gornjeg i donjeg ustroja građevine, estetsko oblikovanje, omjer visine stupova i veličine raspona, odabrani su tako da konstrukcija u potpunosti zadovolji posebne uvjete građenja, bude oblikovno prihvatljiva, tehnički opravdana, ekonomična, funkcionalna, trajna, jednostavna i jeftina za održavanje.

Rasponski sklop je okvirna pločasta konstrukcija raspona 19+20+19 m s monolitnom vezom sa stupovima i upornjakom. Uzdužni pad mosta je 0.5 % u smjeru zapad-istok. Poprečni nagib mosta je promjenljiv od 3.01 % do 3.52 % jer se prilazni most nalazi u krivini ili prelaznici.

Monolitna armiranobetonska kontinuirana ploča preko tri raspona je stalne debljine od 100 cm. Ploča na rubovima završava bočnim konzolama duljine 2,33 m, koje su promjenljive debljine od 22 do 37 cm.

Ploča je armirana rebrastom armaturom B500B i ima kvalitetu betona MB 40.

Srednji stupovi su monolitno vezani s pločom mosta i elastično su upeti u temeljne trake. Širina armiranobetonskih zidova ovih stupova je jednaka širini riječnih stupova glavnog mosta i iznosi 1260 cm. Kako bi se poboljšao opći izgled mosta zidovi ovih stupova, kao i kod glavnog mosta, su izvedeni iz dva dijela. Širina zidova stupa je po 540 cm sa središnjim otvorom od 180 cm. Debljina zidova je 60 cm. Ovi zidovi imaju zajednički temelj. Kvaliteta betona je MB 40 dok je armatura B500B.

Temelji

Ispod svih stupova oba mosta izvedeni su trakasti armiranobetonski temelji trapeznog poprečnog presjeka. Dimenzije temelja određena su da zadovolje dopuštena naprezanja u tlu iz geomehaničkog elaborata.

Temeljenje je urađeno ukopavanjem do dobro nosivih slojeva riječnog konglomerata. Dubine ukopavanja kroz lošije tlo su od 4,5 do 5,0 m.

Temelji stupova i upornjaka su od betona MB 30. Armatura je od betonskog rebrastog čelika B500B.

Kod temelja ispod riječnog stupa na lijevoj obali urađena su kosa pasivna sidra dužine 12 m. Ovaj stup temeljen je na plitkoj temeljnoj armiranobetonskoj ploči na slojevima povezanih konglomerata i breča. Međutim, na lijevoj obali, bliže toku rijeke, vidljiva je pojava izdvojenih blokova konglomerata. Ovdje su nepovezani pjeskoviti materijali isprani protokom podzemne vode te su se formirale konzole konglomerata koje vremenom popuštaju. Ova pojava može biti štetna za temeljni sustav mosta.

Također, u ovakvim terenima mogu se očekivati i veći prazni prostori ili naknadno zapunjeni zemljanim materijalima. Pošto se jedan vrh temeljne ploče primiče rubu ovakve obale na udaljenost od samo 2 m iz razloga predostrožnosti urađena su ova pasivna sidra. Zbog smanjenja procjeđivanja vode ispod temelja izvršena je zaštita obale uz upornjak pomoću torkret-betona.



Slika 2.9: Izrada temelja riječnog stupa na lijevoj obali

Na lokaciji mosta rijeka čini lijevi zavoј, što ukazuje na činjenicu kako je lijeva obala kompaktnija u geomehničkom smislu, te se tok rijeke „odbija“ prema desnom boku, slabijih mehaničkih svojstava. Zbog toga je predviđena zaštita desne obale u blizini riječnog stupa mosta izgradnjom nabačaja od velikih kamenih gromada.

Pomost i oprema mosta

Za izolaciju kolovozne ploče i ploča uzduž krila upornjaka predviđena je hidroizolacija od bitumeniziranih samoljepljivih izolacijskih traka WOLFIN GWSK debljine 2.3 mm. Na izvedenu hidroizolaciju ugrađuje se zaštitni sloj asfalt betona debljine 4 cm na dijelu kolnika, odnosno sloj cementnog morta debljine 2 cm na dijelu ispod nogostupa.

Vijenac mosta predviđen je od predgotovljenih armiranobetonskih elemenata od betona MB 30 i armatura B500B. Sa svake strane kolnika predviđen je nogostup širine 210 cm izdignut za 20 cm iznad razine kolnika i u nagibu 2.4% prema kolniku.

Zbog potrebe vođenja instalacije, u svakom nogostupu predviđeno je postavljanje četiri PVC cijevi promjera 110 mm i jedne cijevi promjera 70 mm. Na dijelu nogostupa kao zaštitni sloj hidroizolacije izvodi se cementni mort debljine 2 cm. Nakon toga i montaže vijenaca mosta postavlja se betonski rubnjak dimenzija 20/26 cm.

Prostor između rubnjaka i vijenaca ispunjava se konstruktivno armiranim betonom. Kao završni sloj izvodi se asfalt debljine 5 cm, a sljubnice širine 1 cm između vijenaca i završnog sloja i rubnjaka zapunjavaju se bitumenskom masom za zalijevanje. Kolnički zastor izrađuje se na čitavoj širini između rubnjaka i to u dva sloja: donji zaštitni sloj AB 8 debljine 4 cm i gornji habajući sloj AB 11 debljine 4 cm. Uz rubnjake i prijelazne naprave ostavljaju se sljubnice širine 2 cm i dubine do hidroizolacije koje se kasnije popunjavaju bitumenskom masom za zalijevanje spojnica.



Slika 2.10: Prednapinjanje kablova donje ploče

Na lokaciji iza upornjaka iznad prijelazne ploče izvodi se bitumenizirani nosivi sloj BNS 20 debljine 20 cm, te habajući sloj asfalt betona AB 11 debljine 5 cm. Predviđena je ograda sastavljena od hladno oblikovanih sandučastih i okruglih profila. Svi stupovi ograde su vertikalni, dok elementi naslona i ispune ograde paralelno prate niveletu mosta. Prijelazne naprave se rade u osama mosta U1 i U2. Prijelazne naprave omogućuju pomicanje od 0 do 160 mm. Preko mosta ostavljena je mogućnost prelaska cjevovoda promjera 500 mm.



Slika 2.11: Montaža čeličnih rešetki na glavni raspon

Način izgradnje mosta

Kod glavnog mosta se središnji dio najvećeg raspon od 60 m gradio slobodnim prijepusnim načinom gradnje, dok su se krajnji rasponi od 30 m i prvih 5 m središnjeg raspona radili na skeli. Pri betoniranju središnjeg dijela mosta nije korištena krletka, već su oplata, oprema i svježi armirani beton oslanjani na pomoćne tri čelične rešetke postavljene ispod središnjeg dijela mosta.

Rešetke koje je koristio izvođač bile su previše deformabilne pa je zbog toga izvedeno nekoliko stvari za rasterećenje ovih rešetki kod betoniranja središnjih dijelova mosta.

Donji pojas rešetki ojačan je vanjskim prednapinjanjem s dva užeta. Izvršena je naizmjenična pojedinačna izrada simetričnih faza izgradnje mosta. Zbog toga je vremensko razdoblje za izgradnje susjednih faza trajao 15 dana.



Slika 2.12: Demontaža čeličnih rešetki

Čelične rešetke su privremeno vješane za urađeni dio središnjeg raspona na udaljenosti od 14 m od osi riječnog stupa. Ovo oslanjanje vršilo se samo kod betoniranja središnjih 30 m raspona mosta.

Nakon izgradnje mosta uklonjene su rešetke ispod glavnog raspona autodizalicom koja se nalazila na sredini mosta. Opterećenje, pri uklanjanju rešetki, odgovaralo je razini najvećeg opterećenja mosta.

Kod prednapinjanja kablova u donjoj ploči središnjeg raspona došlo je do pojave pukotina u betonu na mjestu spoja ploče i betonskih bradavica u kojima su kotvljeni kablovi. Razlog je loše prihvaćanje skretnih sila zbog velike širine armaturnih spona koje su trebale prihvatiti tu silu. Izvršeno je betoniranje poprečnih armiranobetonskih zidica koji prihvaćaju skretnu silu prednapinjanja.



Slika 2.13: Torkretirana obala na lijevoj obali



Slika 2.14: Ispitivanje mosta



Slika 2.15: Pogled na most sa sjeverne strane

Kod prilaznog mosta kompletna ploča je monolitno izvedena na montažnoj teškoj skeli u tri faze betoniranja. Posebna pažnja bila je posvećena njezi betona zbog velike debljine ploče.





3. **MOST VOJNO-POTOCI**

Uvod

Puštanjem u promet mosta Vojno-Potoci krajem prosinca 2007. godine napokon su obnovljeni svi ratom porušeni mostovi u Mostaru i okolici. Most se nalazi na sjevernom prilazu Mostaru i premošćuje vode umjetnog jezera HE Mostar (Slika 3.1). Investitor projekta je Federalno ministarstvo prometa i komunikacija, implementator je Grad Mostar, projektant je poduzeće Arhitekt iz Mostara, nadzor nad izvođenjem bio je IGH Mostar, a izvođač Hering iz Širokog Brijega.

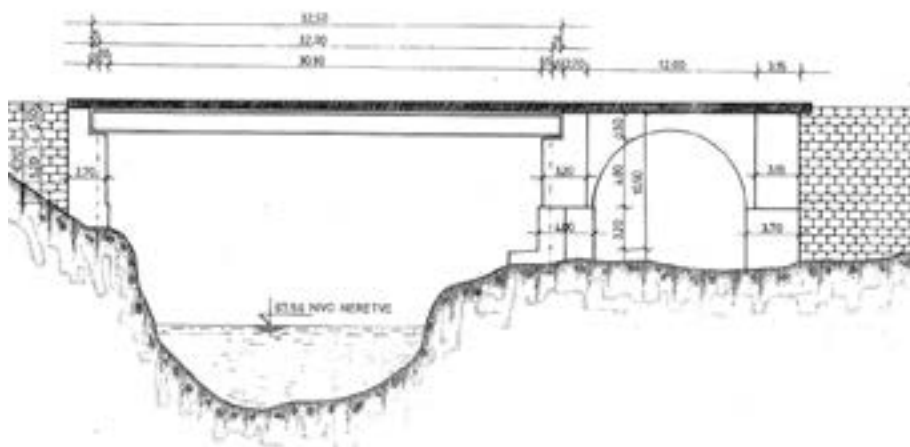


Slika 3.1: Novi most

Povijest mosta

Prvi most preko Neretve koji je povezivao naselja Vojno i Potoci sagrađen je daleke 1931. godine. Most je imao dva lučna armiranobetonska raspona. Raspon većeg luka bio je 31 m, dok je manji luk imao raspon 11 m.

Veći luk ovog mosta porušen je 1941. godine. Tek je 1975. godine obnovljen veći raspon mosta. Sagrađen je spregnuti most s dva čelična glavna nosača i armiranobetonskom pločom. Raspon ovoga mosta bio je 32 m. Most je imao samo jednu kolničku traku širine 300 cm i dvije pješačke staze širine po 75 cm (Slika 3.2). Ovaj je most srušen 20. svibnja 1992. godine. U ljeto 1992. godine zbog pokušaja gradnje privremenog mosta uklonjeni su oštećeni ostaci i manjeg armiranobetonskog luka. Zbog nestručnog uklanjanja ovog dijela mosta, oštećen je i nasip prilaznog puta na lijevoj obali (Slika 3.3).



Slika 3.2: Čelični most, 1975.-1992.

Poslije smirivanja ratnih djelovanja početkom 1995. godine su se u okolici Mostara prvi put spojile obale Neretve na mjestu porušenog mosta. Izgrađen je vojni Bailey most. Most je bio kontinuirana greda raspona 35,37 m i 25,59 m. Riječni je stup bio također sagrađen od Bailey elemenata, lijevi upornjak izveden je na neoštećenom dijelu nasipa prilaznog puta.

Ovaj se most koristio pri rekonstrukciji porušenog Carinskog mosta, koji je bio prvi obnovljeni gradski most (Slika 3.4). Drveni kolnik mosta, zbog brzog propadanja, zamjenjivan je više puta da bi se konačno uradio armiranobetonski kolnik 2004. godine. Novi je most izgrađen krajem 2007. godine.



Slika 3.3: Most poslije rušenja 1992.



Slika 3.4: Prevoženje luka Carinskog mosta preko Bailey mosta 1995.

Projekt novog mosta

Novi je most postavljen u osi starog mosta. Stari je most uklonjen zajedno s dijelovima oba upornjaka i srednjeg stupa. Stari desni upornjak, izgrađen 1931. godine, uklonjen je zbog veće širine novog mosta, loše kvalitete betona upornjaka i podizanja kote temelja novog mosta iznad razine malih voda kako bi se izbjegli radovi u vodi.

Novi je riječni stup temeljen na mjestu temelja starog mosta jer zbog blizine ruba kanjona nekadašnjeg korita Neretve nije bilo moguće pomicati srednji oslonac. Most ima dvije kolničke trake širine po 325 cm i dvije pješačke staze široke 150 cm. Uzdužni nagib je 0.73 %, a most ima jednostrani poprečni nagib od 2.5 %. Rasponski sklop je kontinuirani roštilj s dva raspona dužine 28 m + 35 m.

Rasponi mosta produženi su u odnosu na stari most zbog povećanja protjecajnog profila, uklanjanja slabog oslonca postojećeg mosta i podizanja visine temelja desnog upornjaka iznad razine malih voda.

Osnovni dijelovi rasponskog sklopa su prethodno izrađeni djelomično prednapeti I nosači sa širokom gornjom pojasnicom. U poprečnom smjeru raspoređeno je po šest glavnih nosača. Na njih je betonirana kolnička ploča debljine 20 cm. Poprečni su nosači izvedeni samo iznad oslonaca, gdje su pomoću elastomernih ležaja oslonjeni na naglavne grede upornjaka i stupova. Iznad upornjaka su izvedena tri ležaja, dok su zbog velikih reakcija nad srednjim stupom urađena četiri ležaja. Kontinuiranost rasponskog sklopa ostvarena je samo uzdužnom rebrastom armaturom postavljenom u kolničku ploču iznad oslonaca.

Visina predgotovljenih nosača je 170 cm, širina gornje pojasnice je 140 cm, donje pojasnice 60 cm, a širina rebra je 22 cm. Armatura predgotovljenih uzdužnih nosača je RA 400/500-2, a kvaliteta betona je MB 40. Predgotovljeni nosači su s naknadnim prednapinjanjem. Primijenjeni sustav prednapinjanja je VORSPANN-TECHNIK VT 12-100, kvalitete čelika 1570/1770 MPa. Kod kolničke ploče i poprečnih nosača kvaliteta betona je MB 30, a armatura je RA 400/500-2.

Nakon uklanjanja ostataka starih mostova, u osi riječnog stupa ostao je samo betonski temelj kao podloga za novi temelj upornjaka. Dno novog temelja je pedesetak centimetara ispod razine malih voda pa se ovaj temelj morao raditi u vodi. Odustalo se od mogućnosti primjene pilota za temeljenje, pošto bi oni razorili ostatke starog temelja i konglomerat od kojeg je sagrađeno okolno tlo, a i zbog blizine ruba obale koja se naglo obara. Krila desnog upornjaka su paralelna i samostojeća. Svi dijelovi upornjaka imaju kvalitetu betona MB 30. Prijelazna ploča izvedena je po cijeloj širini između krila upornjaka dužine 348 cm i debljine 25 cm. Kvaliteta betona ove ploče je MB 30 i armatura je RA 400/500-2.

Riječni stupovi sastoje se od dva kružna stupa promjera 100 cm na osnom razmaku od 420 cm. Završetak stupova čini naglavna greda dužine 910 cm i visine 140 cm.

Kvaliteta betona u stupovima i naglavnoj gredi je MB 30, dok je armatura RA 400/500-2. Temelj srednjeg stupa je armirano-betonska ploča debljine

100 cm, širine 400 cm i dužine 710 cm. Temelj se radio s betonom MB 30 i armaturom RA 400/500-2 i MA 500/560.

Izveden je novi lijevi upornjak nakon uklanjanja ostatka dijelova starog upornjaka i nasipa. Krila upornjaka su samostojeća normalna krila, dilatirana od zida upornjaka, ali povezana s potpornim zidom nasipa. Pošto je širina mosta znatno šira od prilaznog postojećeg puta izvedeno je proširenje postojećeg nasipa. Za izolaciju kolničke ploče i ploča duž krila upornjaka urađena je jednoslojna bitumenska mostovska izolacija debljine 5 mm s uloškom PE materijala. Vijenac je mosta izveden od predgotovljenih armiranobetonskih elemenata. Sa svake strane kolnika urađen je nogostup širine 150 cm izdignut za 21 cm iznad razine kolnika koji je u nagibu 1.5 % prema kolniku. Zbog potrebe vođenja instalacija u svakom su nogostupu postavljane četiri PVC cijevi promjera 110 mm i jedna cijev promjera 70 mm.

Kolnički zastor izrađen je u dva sloja: donji zaštitni sloj AB 8 debljine 3 cm i gornji habajući sloj AB 11 debljine 4 cm. Ograda je urađena od cjevastih šavnih profila. Prijelazne naprave Algaflex 120 izvedene su uz upornjake. Preko mosta ostavljena je mogućnost prijelaza dva cjevovoda promjera 500 mm.

Izgradnja mosta

Rekonstrukcija mosta Vojno-Potoci počela je s demontažom postojećeg Bailey mosta. Na ovome je mostu kolnik bila armiranobetonska ploča debljine 6 cm, pa je demontaža započela rezanjem ove ploče u komade veličine cca 3x2 m i uklanjanjem ploča s mosta. Ploče su slagane na deponiju u blizini mosta. Nakon toga se pristupilo demontiranju samih uzdužnih nosača, skidanju veza trećeg reda rešetki mosta, podizanju mosta na rolere i povlačenju konstrukcije na desnu obalu gdje se konstrukcija mosta rastavljala u njegove sastavne dijelove.



Slika 3.5: Demontaža Bailey mosta

Kako bi se lansiranje sigurno obavilo potrebno je bilo dodati i olakšani „nos“ od modularnih panela. Nakon skidanja rasponske konstrukcije mosta pristupilo se rastavljanju srednjeg stupa mosta koji je bio napravljen od modularnih dijelova Bailey mosta (Slika 3.5). Cijeli posao izvršen je uz pomoć opreme i vojske koja je maksimalno izašla u susret prilikom naznačene demontaže mosta, te uz pomoć autodizalice i ranije montirane toranjske dizalice uz most. Sav razmontirani materijal mosta složen je i prevezen na obližnje gradsko skladište.

Ovi su radovi izvedeni bez spuštanja razine vode u jezeru HE Mostar, a pod stalnom prismotrom grupe ronilaca za eventualnu intervenciju u slučaju nezgode. Nastavak radova nije se mogao izvesti bez spuštanja razine vode jezera. U dogovoru s Elektroprivredom HZ Herceg-Bosne i Elektroprivredom Bosne i Hercegovine razina je vode spuštena do razine na kojoj je bilo moguće vršiti iskope za potrebe uklanjanja dijela nasipa i izgradnje novog upornjaka na

lijevoj obali rijeke (na 76 m.n.m.). U sklopu upornjaka izveden je nasip duljine 6 m. Kasnijom doradom projekta ceste u produžetku su izvedena krila, potporni zidovi nasipa mosta i cijeli je projekt sklopljen u jednu lijepu cjelinu.



Slika 3.6: Uklanjanje temelja riječnog stupa

Srednji stup mosta temeljio se na ranijem temelju s tim da je za njegovu izgradnju bilo potrebno napraviti prilazni nasip, ukloniti stari temelj djelomično ispod razine vode (cca 1 m), te napraviti novi temelj-samac (Slika 3. 6). Ovo je napravljeno uz dodatno spuštanje razine vode (na kotu 74 m.n.m.). Na očišćenu stijenu spuštenu je armiranobetonska oplata za temelj dimenzija 7,4x4 m u osnovi i visine 1 m, te je u nju dizalicom ubačen armaturni koš na koji su se postavila armaturna sidra za dva kružna stupa. Betoniranje je djelomice izvršeno u vodi vodeći računa da se uvijek beton ubacuje izravno u beton, a ne kroz vodu u beton (Slika 3.7). Ovako je napunjen cijeli temelj i stvoren je prostor za nastavak rada na izradi stupova.



Slika 3.7: Podvodno betoniranje riječnog stupa

Desni je upornjak trebalo spustiti s temeljenjem po projektu na malo višu kotu od temelja srednjeg stupa (tek desetak centimetara), ali s obzirom na to da se naišlo na kvalitetnu stijenu na višoj koti, temeljenje je podignuto za oko jedan metar (Slika 3.8). Slijedila je izgradnja srednjih stupova i tijela upornjaka na desnoj obali, te naglavne grede na stupištu srednjega oslonca mosta.

Usporedno s izgradnjom upornjaka i stupišta mosta, na uređenom lokalitetu udaljenom od gradilišta oko 25 kilometara napravljeni su nosači mosta. Za most je ukupno trebalo proizvesti 6 nosača duljine 35 metara, a svaki je od tih nosača mase od oko 60 tona, i 6 nosača duljine 28 metara, gdje je masa svakog pojedinog nosača oko 50 tona. Nosači su izvedeni na pripremljenim betonskim postoljima širine 60 cm.



Slika 3.8: Uklanjanje desnog upornjaka

Transport nosača izvršen je nakon prednapinjanja uz pomoć specijalnih vozila angažiranih za ovaj posao od poduzeća Vijadukt iz Zagreba (Slika 3.9). Transport se radi regulacije prometa morao odvijati u ranim jutarnjim satima kako bi se mogao kroz Mostar obustaviti promet dok nosači ne prođu. Nosači su transportirani po dva u konvoju i to tri dana zaredom. Utovar nosača obavljao se s dvije manje dizalice (nosivosti 50 i 70 tona), a istovar se izvodio na lokaciji uz most uz pomoć dizalice nosivosti 180 tona i dizalice nosivosti 50 tona.



Slika 3.9: Utovar predgotovljenih nosača

Montaža nosača na raspone mosta rađena je na dva različita načina. Za potrebe montaže nosača dugih 35 m (duži raspon mosta) napravljena je od elementa Bailey mosta konstrukcija spojenih rešetki koja se sastojala u poprečnom presjeku od 5 rešetki međusobno povezanih modularnim elementima Bailey sustava, kao i nekim dodatnim ukrutama (Slika 3.10). Preko ovako uvezane konstrukcije postavljeni su drveni pragovi i na njih šinski navoz. Na navoz su postavljena kolica napravljena od kotača podvoza kрана i čeličnih nosača. Ideja je bila da se ovako napravljen most postavi na raspon na koji se navlače nosači, te da se nosači koji se dovoze jednim krajem oslone na kolica na navozu, a drugi kraj da ostane na vozilu kojim su nosači dovezeni (Slika 3.11).



Slika 3.10: Montaža Bailey rešetke

Postavljanje na kolica izvelo se uz pomoć dizalice nosivosti 180 tona. Nakon postavljanja u poziciju za navoženje vozilo se kretalo unatrag, gurajući nosač preko većeg raspona prema srednjem stupu (Slika 3.12). Kod srednjeg stupa je čekala dizalica nosivosti 200 tona na nasipu napravljenom za njezin pristup. Kada je nosač došao blizu kraja, dizalica ga je prihvatila i podizala s kolica. Na drugom kraju dizalica nosivosti 180 tona preuzimala je nosač na kraju koji je bio na vozilu. Dvije dizalice montirale su nosač u konačni položaj na mostu (Slika 3.13).

Ovako su montirana tri uzvodna nosača i jedan koji je u poprečnom presjeku najviše nizvodno.



Slika 3.11: Montaža nosača dužeg raspona



Slika 3.12: Navoženje nosača preko Bailey rešetke



Slika 3.13: Postavljanje nosača na projektirani položaj

Na poziciji četvrtog i petog nosača u poprečnom presjeku nalazila se čelična rešetka koja je služila za navoženje nosača preko raspona. Dva zadnja nosača bila su predviđena prevesti se na isti način, ali kako ih nije bilo moguće postaviti odmah u konačni položaj (jer je njihova konačna pozicija bila zauzeta čeličnom konstrukcijom za navoženje) oni su se privremeno spuštali na već navežene nosače. Ovo bi iznad uzvodnog srednjeg stupa stvorilo preveliko opterećenje, tako da se dva zadnja nosača nisu smjela navesti dok se u drugo kraće polje nisu postavili nosači koji su svojom težinom popravljali ravnotežu srednjeg stupa. Tada se dizalica nosivosti 180 tona prebacila na lijevu obalu rijeke tako da se montaža nosača manjeg polja izvodila s dvije dizalice koje su radile u paru. One su prihvaćale izravno s vozila nosač za dva kraja i postavljale ga odmah u konačan položaj (Slika 3.14).



Slika 3.14: Montaža nosača kraćeg raspona

Montaža svih ovih nosača (6 nosača kraćeg raspona) napravljena je za jedan dan, i to nedjeljom, jer je jedino tada dopušteno vršiti transport i po danu. Potom se dizalica nosivosti 180 tona ponovno vratila na desnu obalu i završilo je prebacivanje posljednja dva nosača, njihovo privremeno spuštanje na pragove oslonjene na postavljene nosače, skidanje čeličnog navoza i konačno premještanje posljednjih nosača u projektirani položaj.

Prije operacije navoženja nosača čelična rešetka predviđena za navoz, pošto je rađena od starih elemenata Bailey mosta, podvrgnuta je probnom opterećenju „na suhom“. Montirana je konstrukcija podignuta za oko 50 cm od tla u zoni oslonaca i na nju su postavljena kolica za navoz, te teret ukupne mase 36 tona (Slika 3.15). Praćen je progib u sredini raspona i mjereno se ponašanje slagalo s računskim, a i sav se progib vratio nakon rasterećenja. Ovo je dalo dovoljno pouzdanja da se preko konstrukcije može prevesti teret težine 30 tona, što je polovica mase nosača od 60 tona.



Slika 3.15: Probno ispitivanje Bailey rešetke

Nosači su prema projektu na stupove oslonjeni preko poprečnih nosača i elastomernih ležaja ispod poprečnih nosača, te su za potrebe privremenog oslanjanja u fazi montaže nosača izbetonirane betonske prizme različite visine, prema geometriji položaja nosača u poprečnom presjeku. Ove su prizme razbijene nakon betoniranja poprečnih nosača i njihova očvršćivanja, te nakon betoniranja kolničke ploče iznad nosača i most je tako konačno oslonjen na ležajeve kako je projektirano.

Slijedila je montaža predgotovljenih rubnih vijenaca, izvedba hidroizolacije, postavljanje rubnjaka, betoniranje ispune pješačkih staza, asfaltiranje, montaža ograde mosta, postavljanje stupova rasvjete, prelaznih naprava i prevođenje vodovoda preko mosta. Nazočnost autodizalica velike nosivosti je iskorištena za vađenje ostataka starog čeličnog mosta (Slika 3.16).



Slika 3.16: Vađenje ostataka staroga mosta

Po završetku mosta donijeta je odluka da se cijela duljina puta do magistralne ceste M17 rekonstruira i da se prilaz mostu od strane Potoka do kraja uredi. Za cestu u naselju Vojno napravljena je privremena rampa preko koje se savladava denivelacija ceste do mosta. Uređenjem prilaza mostu, stubišta za silazak na ribarsku zonu uz jezero i osvjetljenja na prilaznom nasipu mostu dobio se lijepi prostor za boravak uz jezero u vrelim ljetnim mjesecima.



Slika 3.17: Ispitivanje mosta

Most je probno ispitao Građevinski fakultet Sveučilišta u Mostaru, te je svečano pušten u promet krajem prosinca 2007. godine.





4. MOST U GRAČACU

Uvod

U naselju Gračac u blizini strojare HE Rama postojala je dugogodišnja potreba za izgradnjom mosta preko Jablaničkog jezera i povezivanja naselja na lijevoj strani jezera. Bilo je urađeno više projektnih rješenja za izradu raznih vrsta mostova, ali se jedino napravio upornjak na desnoj obali mosta. Upornjak je izrađen po glavnom projektu projektnog zavoda Traser iz Sarajeva:

Datum: lipanj 1990. godine,
Investitor: Hidroelektrane na Neretvi – Jablanica,
Odgovorni projektant: prof. dr. sc. Milenko Pržulj,
Projektant: Zlatko Hadžihasanović, d. i. g.

Ovaj projekt bio je dostupan tokom izrade novog rješenja mosta. Projekt novog mosta je izradio Građevinski fakultet Sveučilišta u Mostaru 2001. godine. Odgovorni projektant bio je doc. dr. sc. Mladen Glibić.



Slika 4.1: Pogled na most s uzvodne strane

Projekt novog mosta

Od strane investitora postavljeni su sljedeći zahtjevi u projektnom zadatku za novi most:

1. Nosivost mosta koja će omogućiti siguran prelazak vozila do 60 kN,
2. Širina kolničke ploče od 250 cm.

Sukladno ovim zahtjevima izrađen je glavni projekt novog mosta. Situacija terena na kojem je predviđena izgradnja mosta preuzeta je iz prije navedenog projekta. Projektirani raspon bio je 5185 cm, širina mosta 290 cm sa širinom kolničke trake od 250 cm.



Slika 4.2: Čelični pilon

Projektirana su dva glavna nosača od čelične rešetke ovješene preko čeličnih užadi za čelični pilon na desnoj obali. Visina čelične rešetke je 150 cm, a visina čeličnog pilona 1000 cm.

Ovakvo rješenje glavnih nosača odabrano je i zbog toga što je već urađen desni betonski upornjak na kojem je bila predviđena izgradnja pilona i sidrenje čeličnih užadi. Pošto na lijevoj strani jezera nije bio izveden betonski upornjak ni sidrište za čeličnu užad, odlučeno je da se na toj strani uradi samo betonski upornjak s izravnim oslanjanjem rešetki na njega preko pomičnih čeličnih ležajeva. Most se na desnom upornjaku po projektu oslanja preko vertikalnog i horizontalnog ležaja koji zajedno sprečavaju pomicanje mosta, ali omogućuju rotaciju rešetki glavnog nosača. Izgrađeni desni upornjak može s dovoljnom sigurnošću preuzeti sva nova opterećenja. Bilo je potrebno samo izvršiti popunjavanje ovog upornjaka sa šljunkom i betonom kako je i predviđeno u Trasarovom projektu.

Poprečni nosači su projektirani na svakih 610 cm i njihova je uloga davanje bočnu sigurnosti rešetkama pri montaži. Oni nemaju krutu vezu s kolničkom pločom. Kolnička ploča izvodi se od armiranog betona kao polumontažna s omnia pločama. Debljina predgotovljenih omnia ploča je 8 cm, a ukupna debljina kolničke ploče je 15 cm. Predviđena širina ovih predgotovljenih ploča bila je 220 cm. Ove se ploče oslanjaju na donji pojas rešetki i preko krutih moždanika sprežu s njima. Ovi moždanici imaju ulogu sprečavanja pomicanja betonske ploče po donjem pojasu rešetaka. Kolnička ploča dilatira se na mjestu montažnih nastavaka čelične rešetke kako bi se smanjili problemi zbog reoloških procesa u betonu i utjecaja promjene temperature.



Slika 4.3: Način sidrenja kablova u upornjaku



Slika 4.4: Kontrola postavljanja omnia ploča

Glavni rešetkasti nosači projektirani su iz pet dijelova izrađenih u tvornici i sklopljenih pri montaži na gradilištu mosta. Dužina ovih pet dijelova je do 12 m radi lakšeg transporta i montaže. Montažna veza pojaseva rešetke ostvarena je preko čeonih ploča s visokovrijednim vijcima VV 10.9 bez prednapinjanja. Montaža glavne rešetke predviđena je s desne obale pomoću autodizalice i pilona. Rešetke se povezuju poprečnim nosačima tek poslije montaže i postavljaju se s projektiranim nadvišenjem.

Omnia ploče su se na desnom dijelu mosta postavljale uz pomoć autodizalice. Lijevi dio mosta koji nije dostupan autodizalicama popločava se omnia pločama s priručnim kranom koji se kreće po gornjem pojasu rešetki.



Slika 4.5: Završetak montaže

Čelična užad po projektu imaju nosivost veću od 400 kN. Veza ove užadi za desni upornjak ostvaruje se na isti način kako je dano u Traserovom projektu. Međutim, bilo je potrebno poslije uklanjanja naslaga otpada iz sanduka upornjaka, provjeriti stanje čelične cijevi oko koje se obavijaju čelična užad zatega. Veza čeličnih zatega s rešetkastim nosačima ostvarena je pomoću kotvi za užad u urađenim prostorima za kotvljenje. Projektirana su užad zaštićena od korozije.

Pošto je vlastita težina mosta (oko 670 kN) puno veća od traženog prometnog opterećenja (60 kN) most je projektiran na nosivost jednog vozila od 120 kN što nije značajno povećalo veličinu konstrukcije mosta.



Slika 4.6: Pogled na desni upornjak

Bočno opterećenje od vjetra most prihvaća preko krute kolničke betonske ploče i donjih pojaseva rešetke, te ga predaje na upornjake. Na mostu je urađena ograda od armaturne mreže Q 196 koja se varila s unutarnje strane štapova rešetke. Poduzeće Soko Izgradnja objekata iz Mostara je 2003. godine izgradilo ovaj most.

Pošto je investitor imao minimalističke zahtjeve po pitanju troškova za izgradnju mosta, on je projektiran kao vrlo lagana konstrukcija. To je dalo mostu male vlastite frekvencije titranja što se osjeti pri pješačkom prelaženju.



Slika 4.7: Pogled na most nakon završetka





**5.
MOST PREKO
RIJEKE MLADE U VELJACIMA**

Uvod

Most preko rijeke Mlade nalazi se na regionalnoj cesti R 424 Vrgorac-Ljubuški, na dionici Vitina-Orahovlje. Stari most izgrađen je 1906. godine. Rasponski sklop mosta oslanjao se na pet riječnih i dva obalna stupa. Pet raspona imalo je dužine 9,05, 9,30, 8,97, 9,03 i 9,07 m ukupne dužine 54,67 m.

Donji ustroj mosta sastojao se iz riječnih stupova zidanih s klesanim kamenom i naglavnom gredom. Krajnji oslonci su također bili od klesanog kamena s paralelnim krilnim zidovima dužine 4,0 m.



Slika 5.1: Most preko Trebižata, istih karakteristika kao stari most preko Mlade

Rasponski sklop sastojao se od glavnih i poprečnih nosača. Glavni nosači bili su željezni lijevani I nosači visine 45 cm. Sekundarna konstrukcija sastojala se iz poprečnih nosača i poda od drvenih talpi. Most je imao širinu samo za jednosmjerni promet i predstavljao je usko grlo na navedenoj cesti.

Vizualnim pregledom stanja mosta ustanovljeni su mnogi nedostaci i oštećenja:

- obalni stupovi bili su podlokani na čitavoj dužini;
- glavni željezni nosači bili su u lošem stanju;
- ležišta bila su potpuno uništena ili ih uopće nije bilo;
- kolnička konstrukcija bila je dotrajala;
- kota vrlo visokih voda nalazila se na koti nivelete ceste;
- zidovi stubišta i upornjaka bili su dosta loši;
- kolnička konstrukcija imala je širinu 3,0 m i bila je bez pješačkih staza;
- most je imao improviziranu drvenu ogradu.

Zbog stanja mosta vidjelo se kako se ne isplati vršiti sanacija, već je odlučeno projektirati novi most.

Projektno rješenje Integre iz Mostara

Novi most projektirala je Integra iz Mostara u kolovozu 1996. godine. Voditelj projekta bio je Ladislav Bevanda d. i. g. dok je projektant bio mr. sc. Mladen Glibić.

Rasponski sklop mosta projektiran je kao kontinuirani nosač na tri polja, raspona 17,40+17,80+17,40 m koji se preko elastomernih ležaja oslanja na stupove.

Rasponska konstrukcija formirana je sprežanjem armiranobetonskih predgotovljenih nosača visine 70 cm, presjeka T oblika od betona MB 40 i monolitne ploče debljine 15 cm. U presjeku je postavljeno 10 nosača čije gornje pojasnice širine 99 cm formiraju oplatu kolničke ploče. U poprečnom presjeku projektirane su dvije kolničke trake širine 2 x 350 cm i dvije pješačke staze širine po 130 cm. Kolnik ima jednostrani nagib od 2,50 %. Na mostovsku hidroizolaciju stavljaju se dva sloja asfalta debljine 6 cm, rubnjaci visine 20 cm, beton pješačke staza kroz koji prolaze PVC cijevi za instalaciju, montažni vijenci i čelična cijevna ograda.



Slika 5.2: Donji ustroj mosta

Iza upornjaka su predviđene prijelazne naprave KT 60 i prijelazne ploče debljine 20 cm. Na oba upornjaka predviđena je izgradnja paralelnih lebdećih krila.

Kolnička konstrukcija se preko poprečnih nosača oslanja na po dva riječna stupa koji prelaze u pilote dubine oko 12 m. Upornjaci mosta temeljeni su preko dva pilota dubine oko 10 m. Promjer stupova je 110 cm, a pilota 120 cm. Piloti su upeti oko 3 m u zdravu vapnenačku stijenu. Kvaliteta betona upornjaka, stupova, pilota, krila i kolničke ploče je MB 30. Predviđena armatura je RA 400/500.

Zbog razine visokih voda niveleta mosta je podignuta za 205 cm u odnosu na staru niveletu ceste. Ispred i iza mosta predviđa se izrada nasipa s uzdužnim nagibom od 4%. Uzdužni nagib na mostu je 0,5 % dvostrano od sredine mosta.

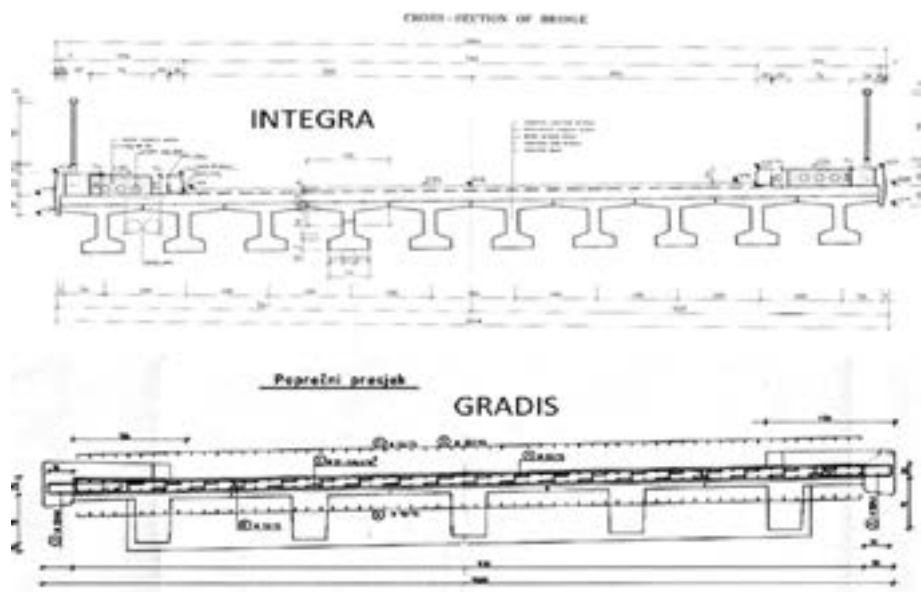


Slika 5.3: Pogled na izgrađeni most s južne strane

Projektno rješenje Gradisa iz Maribora

Investitor mosta je bilo Federalno ministarstvo prometa i komunikacija koje je dodijelilo izgradnju mosta poduzeću GP Neretva iz Čapljine. Uz suglasnost investitora, izvođač je glavni projekt mosta prilagodio svojoj tehnologiji jer je GP Neretva iz Čapljine imala stazu za adhezijsko prednapinjanje.

Modificirani projekt izradilo je poduzeće Gradis iz Maribora u prosinac 1996. godine. Voditelj projekta bio je Vukašin Ačanski, d. i. g., a projektant Dobroslav Čabrilo, d. i. g.



Slika 5.4: Poprečni presjek mosta obje varijante



Slika 5.5: Montaža glavnih nosača



Slika 5.6: Završetak montaže glavnih nosača

Novi projekt nije mijenjao glavne dispozicijske elemente mosta. Most je projektiran kao integralna okvirna konstrukcija raspona 17,40+17,80+17,40 m. Integralna konstrukcije ne koristi ležajeve i prijelazne naprave. Rasponska konstrukcija sastoji se od pet djelomično prednapetih predgotovljenih nosača T oblika visine 70 cm i širine pojasnice 186 cm. Predviđena debljina ploče je 20 cm. Donja konstrukcija mosta nije se mijenjala.

Most je projektiran na prometno opterećenje V600 prema normama za opterećenje mostova iz 1991. godine. Seizmički proračun je rađen prema EN.

Gradnja mosta

Bušene pilote uradilo je poduzeće Goetehnika iz Zagreba. Prednapete predgotovljene nosače izvela je GP Neretva iz Čapljine na svojoj stazi za prednapinjanje u Čapljini. Montaža glavnih nosača izvedena je s autodizalicom na privremene oslonce na stupovima mosta. Ovi su oslonci načinjeni od glavnih nosača starog mosta. Poprečni nosači i kolnička ploča betonirani su zajedno u istom danu.

Most je ispitivao Institut IPSA iz Sarejeva. Nadzor je vršilo poduzeće Integra iz Mostara. Most je pušten u promet u kolovozu 1997. godine.





6. NADVOŽNJAK U POSUŠJU

Uvod

Nadvožnjak je projektirala Integra iz Mostara 2002. godine. Godinu dana poslije nadvožnjak je izgrađen, a izvođač je bila Brina iz Posušja.

Nadvožnjak se nalazi na cesti Posušje-Imotski i prelazi preko južne obilaznice oko Posušja. Ove dvije ceste križaju se pod kutom od 134 stupnja. Cesta Posušje-Imotski je u krivini s radijusom od 245 m tako da most ima jednostrani poprečni nagib. Zbog toga što se ceste ne križaju pod pravim kutom, upornjaci nadvožnjaka su paralelni osi obilaznice i nisu okomiti na osovinu ceste Posušje-Imotski. Širina dviju kolničkih traka je po 360 cm, a nogostupa je po 160 cm. Upornjaci su malo uvučeni u kosinu nasipa obilaznice, tako da se dobila bolja preglednost na ovoj cesti, a i manje dimenzije krilnih zidova upornjaka.



Slika 6.1: Pogled s južne strane

Rasponski sklop

Rasponski sklop nadvožnjaka je okvirna integralna konstrukcija s predgotovljenim prednapetim nosačima. Osnovni raspon okvira je 18,20 m. Osnovni dijelovi rasponskog sklopa jesu prethodno izveden prednapeti T nosači sa širokom gornjom pojasnicom. U poprečnom smjeru raspoređeno je 8 glavnih nosača. Na ove nosače oslanja se armiranobetonska kolnička ploča prosječne debljine 15 cm. Monolitnost s pločom ostvaruje se preko armature koja izlazi iz T nosača.

Jednostrani poprečni nagib mosta od 2.5 % ostvaruje se promjenjivim položajem oslanjanja predgotovljenih nosača. Glavni nosači oslanjaju se neposredno na zidove upornjaka.



Slika 6.2: Upornjak, kaverna i predgotovljeni nosači

Predgotovljeni uzdužni nosači

Visina predgotovljenih nosača T presjeka je 75 cm, širina gornje pojasnice je 139 cm, a širina rebra je 30 cm. Dužina svih nosača je 1800 cm. Nosači su u uzdužnom smjeru postavljeni tako da prate uzdužni nagib ceste. Predgotovljeni nosači izvedeni su od MB 40 i armirani s RA 400/500-2.

Užad za prednapinjanje je Ø 0.50“ kvalitete 1570/1670 MPa. Izvedeno je adhezijsko prednapinjanje. Na krajevima nosača jedan dio užadi odvaja se od betona pomoću gumenih cijevi promjera 18 mm, kako bi se izbjegli prevelika vlačna naprezanja na gornjem rubu nosača. Sila od prednapinjanja predaje se betonu kad on ostvari čvrstoću veću od 30 MPa.

Kolnička ploča

Poslije postavljanja uzdužnih nosača, izvedeno je postavljanje armature kolničke ploče. Betoniranje u sklopu nadvožnjaka vršeno je u dvije faze. Prvo su izbetonirani temeljna ploča i zidovi upornjaka, a poslije postavljanja predgotovljenih nosača izvedeno je betoniranje preostalog dijela zida upornjaka, kolničke ploče i prijelaznih ploča.

Na krajevima kolničke ploče ostavljena je armatura za povezivanje montažnih vijenaca mosta. Kvaliteta betona je MB 30, a armatura je RA 400/500.

Upornjak i prijelazna ploča

Upornjaci U1 i U2 nadvožnjaka su debljine 60 cm i različitih su visina zbog uzdužnog pada kolničke ploče. Upornjaci su izvedeni u dvije faze. Prvom fazom izvelo se betoniranje upornjaka do visine na kojoj se postavljaju predgotovljeni nosači. Poslije montaže nosača i postavljanja armature u čvoru i kolničkoj ploči, izvelo se betoniranje druge faze, čime se dobio okvirni sustav konstrukcije. Upornjaci se izvedeni od MB 30 i RA 400/500.

S upornjacima su povezana paralelna lebdeća krila debljine 25 cm čija je kvaliteta betona MB 30.

Prijelazna ploča je debljine 25 cm oslanja se na kratku konzolu koja je na zidu upornjaka. Nagib prijelazne ploče je 10%. Ispod prijelazne ploče izvodi se podložni beton radi zaštite armature.



Slika 6.3: Kaverna pored upornjaka

Temelji

Nadvožnjak se temelji na temeljnoj ploči debljine 60 cm. Ispod temeljne ploče izveden je sloj podložnog betona radi bolje zaštite armature. Na krajevima temeljne ploče, ispod upornjaka U1 i U2, ostavljeni su ankeri na koje je vezana armatura zidova upornjaka. Za temeljnu ploču je po projektu predviđen beton MB 30 i armatura RA 400/500.

Oprema mosta

Hidroizolacija kolničke ploče izvedena je od bitumeniziranih izolacijskih traka koje zadovoljavaju DIN norme za mostove.

Vijenac nadvožnjaka izveden je od predgotovljenih armiranobetonskih elemenata s kvalitetom betona MB 40 i armaturom RA 400/500.

Sa svake strane kolnika izveden je nogostup širine 160 cm koji je izdignut za 20 cm iznad razine kolnika i u nagibu je od 1% prema kolniku.

Zbog potrebe vođenja instalacija, u svakom nogostupu postavljene su četiri PVC cijevi promjera 110 mm. Na dijelu nogostupa kao zaštitni sloj hidroizolacije izveden je cementni mort debljine 2 cm.



Slika 6.4: Orto-foto snimak nadvožnjaka

Prostor između rubnjaka i vijenaca ispunjen je s nearmiranim betonom MB 20. Kao završni sloj izveden je asfalt debljine 4 cm, a sljubnice širine 1 cm pored vijenaca i rubnjaka popunjene su s bitumenskom masom za zalijevanje. Kolnički zastor izveden je na čitavoj širini između rubnjaka i to u dva sloja: donji zaštitni sloj AB 8 debljine 4 cm i gornji habajući sloj AB 11 debljine 4 cm. Ograda je izrađena od hladno oblikovanih cilindričnih profila.

Prilikom izvođenja radova u blizini upornjaka s Imotske strane pronađen je ulaz u podzemnu kavernu. Nadzor i predstavnici investitora procijenili su da ova kaverna ne ugrožava sigurnost konstrukcije nadvožnjaka pa je nastavljena izgradnja bez izmjene projekta. Ulaz u kavernu je samo zaštićen niskim armiranobetonskim zidom.





**7.
PRILAZNI MOST
ZA STROJARU HE PEĆ MLINI**

Uvod

Most se nalazi na prilaznom putu prema strojari HE Peć Mlini. Poduzeće Konstruktor iz Splita izradilo je most 2004. godine. Naručitelj radova bilo je JP Elektroprivreda HZ Herceg-Bosne iz Mostara. HE Peć Mlini nalazi se kod mjesta Drinovci u Bosni i Hercegovini.



Slika 7.1: Pogled s južne strane

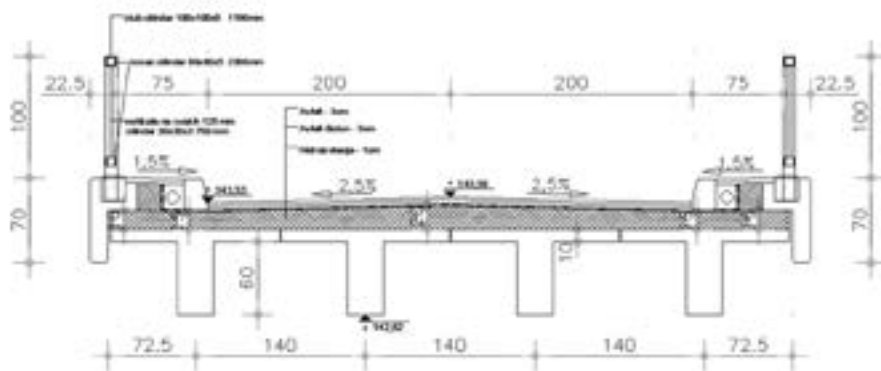
Osnovna namjena mosta je omogućivanje prilaza strojari radi ugradnje opreme i tekućeg održavanja. Zbog ovakve namjene mjerodavno za dimenzioniranje elemenata mosta je posebno prometno opterećenje, odnosno posebno vozilo s kojim se vrši dopremanje teških generatora za strojaru.

Širina kolnika mosta je 400 cm, dok s obe strane kolnika su pješačke staze širine 75 cm. Most je u poprečnom dvostranom nagibu od 2.5 %, a uzdužni nagib je oko 2 %.

Gornji ustroj

Rasponski sklop mosta je okvirna konstrukcija od dva polja sa predgotovljenim armiranobetonskim nosačima. Osnovni rasponi okvira su 12,58 i 12,82 m. Osnovni dijelovi rasponskog sklopa su prethodno izrađeni armiranobetonski T nosači sa širokom gornjom pojasnicom. U poprečnom smjeru raspoređena su 4 glavna nosača. Na ove nosače spreže se armiranobetonska kolnička ploča prosječne debljine 15 cm. Monolitnost s pločom ostvaruje se preko armature koja izlazi iz T nosača.

Dvostrani poprečni nagib mosta od 2,5 % postignut je promjenljivom debljinom kolničke ploče. Glavni nosači oslanjaju se neposredno na zidove stupa i upornjaka.



Slika 7.2: Poprečni presjek mosta

Visina predgotovljenih nosača T presjeka je 70 cm, širina gornje pojasnice je 139 cm, a širina rebra je 30 cm. Dužina nosača je 1240 cm, odnosno 1220 cm. U uzdužnom smjeru nosači postavljeni su tako da prate uzdužni nagib ceste. Predgotovljeni nosači izrađeni su od MB 30 i armirani sa RA 400/500. Betoniranje rasponskog sklopa izvršeno je u dvije faze. Naprije su izbetonirani temeljna ploča i zidovi upornjaka i srednjeg stupa.

Nakon postavljanja predgotovljenih nosača izvršeno je betoniranje preostalog dijela zida upornjaka i kolničke ploče.

Na krajevima kolničke ploče s posebnom armaturom povezivani su montažni vijenci mosta. Kvaliteta betona je MB 30, a armatura je RA 400/500.



Slika 7.3: Izgradnja mosta

Donji ustroj

Svi stupovi mosta su debljine 100 cm i različitih su visina zbog uzdužnog pada kolničke ploče i različite dubine temeljenja. Oni su monolitno povezani s nosivim sklopom i urađeni su betonom kvalitete MB 30 i armaturom RA 400/500. Most se temelji na temeljnoj ploči debljine 50 cm s betonom MB 30 i armaturom RA 400/500.

Oprema mosta

Izolacija kolničke ploče urađena je od bitumeniziranih izolacijskih traka koje zadovoljavaju DIN norme.

Na izvedenu hidroizolaciju postavljen je zaštitni sloj asfalt betona debljine 3 cm na dijelu kolnika, odnosno sloj cementnog morta debljine 2 cm na dijelu ispod nogostupa. Vijenac mosta izveden je od montažnih armiranobetonskih elemenata od betona MB 40 i armature RA 400/500.

Sa svake strane kolnika urađen je nogostup širine 80 cm izdignut za 20 cm iznad razine kolnika i u nagibu 1.5% prema kolniku.



Slika 7.4: Postavljanje rubnjaka na mostu

Zbog eventualne potrebe vođenja instalacije, u svakom nogostupu ugrađena je PVC cijev promjera 110 mm. Nogostup je visok 20 cm između vijenca mosta i betonskih rubnjak dimenzija 20/26 cm.

Prostor između rubnjaka i vijenaca ispunjen je s nearmiranim betonom MB 20. Kao završni sloj urađen je asfalt debljine 3 cm, a sljubnice širine 1 cm između vijenaca i asfalta i rubnjaka popunjene su s bitumenskom masom za zalijevanje.

Kolnički zastor izrađen je na čitavoj širini između rubnjaka i to u dva sloja: donji zaštitni sloj AB 8 debljine 3 cm i gornji habajući sloj AB 11 debljine 3 cm. Izvedena je ograda od hladno oblikovanih cilindričnih profila.





8.
MOST PREKO RIJEKE
RAME KOD ČIZMIĆA LUKE

Uvod

Most prelazi rijeku Ramu na lokaciji Čizmića Luka i povezuje cestu Jablanica-Prozor s povratničkim naseljem na toj lokaciji. Pristup mostu je s prilazne nekategorizirane ceste pa su i karakteristike mosta prilagođene ovim uvjetima. Nivelita mosta određena je na osnovu kote visoke vode. Do kote visoke vode došlo se na osnovu procjene lokalnog stanovništva koja je kasnije stručno potvrđena. Od kote visoke vode do donje ivice nosača mosta ostavljeno je rastojanje od 50 cm zbog bujičnog toka rijeke. Veća vrijednost rastojanja nije uzeta jer svako povećanje nivelete zahtjeva veći nasip na lijevoj obali mosta. Na ovoj obali je uz rijeku privatno zemljište pa je odabrano rješenje pokušalo zauzeti što manju površinu tog zemljišta. Prilazne ceste nisu obrađene u ovom projektu.

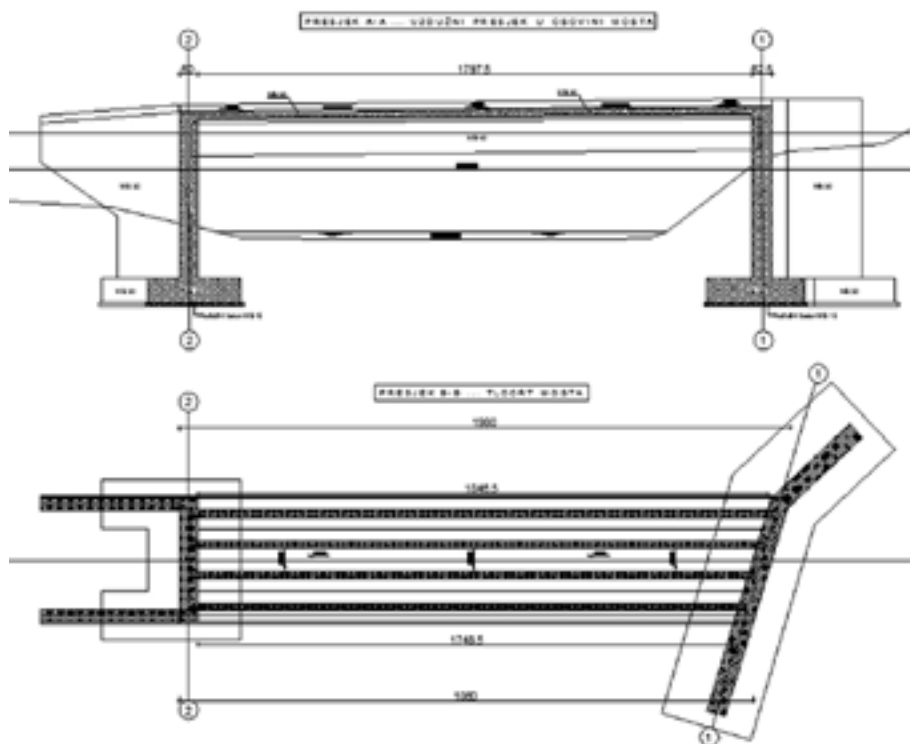


Slika 8.1: Stari drveni most na mjestu prijelaza

Investitor radova bila je Općina Prozor-Rama, a izvođač poduzeće Hidrogradnja iz Sarajeva. Do kraja 2015. godine izvedeni su betonski radovi na mostu i izvršeno je dijelom nasipanje nasipa na lijevoj obali tako je omogućen prijelaz vozila preko mosta.

Osnovni podatci

Širina kolnika mosta odabrana je 3,60 m kako bi se omogućio prolaz najširih vozila i jednog reda pješaka, a također da se olakša i ulaz širokih vozila s prilazne ceste na most. Most s pravcem rijeke zaklapa kut od $81,36^\circ$ zbog prilagođavanja prilaznoj cesti koja vrlo nepovoljno prilazi do početka mosta.



Slika 8.2: Dispozicija novog mosta

Rasponski sklop sastoji se od 4 predgotovljena armiranobetonska T nosača visine 120 cm koji se monolitiziraju s kolničkom pločom debljine 20 cm. Osovinski razmak uzdužnih nosača je 1,0 m, a poprečni nagib mosta postiže se sa smaknutim položajem postavljenih uzdužnih nosača. Oplata kolničke ploče nije potrebna. Radi sprežanja predgotovljenih nosača i naknadno izbetonirane kolničke ploče, u uzdužne nosače ugrađene su armaturne šipke koji sežu do pod gornju armaturu ploče. Na upornjacima uzdužni nosači su naknadno monolitno povezani sa upornjacima.

Beton uzdužnih nosača je kvalitete MB 40, dok su svi ostali konstruktivni elementi mosta od betona MB 30. Ugrađena armatura je od čelika B500B. Nosači su montirani autodizalicom.



Slika 8.4: Novi most

Donji ustroj

Donji ustroj sačinjavaju upornjaci mosta. Na lijevoj obali rijeke je upornjak s paralelnim krilima. Upornjak je uspravan na osovini mosta i skoro je paralelan obali rijeke. Debljina upornjaka je 60 cm. Paralelna krila debljine 40 cm su samostojeća i dijelom su s vlastitim temeljima koji su povezani s temeljima zida upornjaka. Oko paralelnih krila se formira nasip koji se završava keglom koja je zaštićena od djelovanja velikih voda kamenim nabačajem. Nagib nivelete nasipa prilagođen je okolnom terenu i cesti na njemu. Ova cesta je iznad kote velikih voda. Na desnoj obali rijeke upornjak je kos i prati nasip prilazne ceste. Tijelo upornjaka je monolitno povezano sa kosim krilima koja su i potporni zidovi nasipa prilazne ceste. Položaj uzvodnog krila odabran je da što bolje spriječi podlokavanje nasipa prilazne ceste. Debljina upornjaka i krila je 60 cm i svi su temeljeni na zajedničkom temelju. Dio nasipa uz upornjak izrađen je od kamena kako ga velike vode ne bi odnijele.

Kvaliteta betona svih dijelova upornjaka iznad stopa je MB 30, a čelik je B500B. Sve unutrašnje površine upornjaka u dodiru s tlom premazane su hladnim premazima debljine 5 mm.

Pošto nije urađen geomehanički elaborat nije bila poznata kvaliteta tla na mjestu temeljenja. Dimenzije temelja su određene kako ne bi najveće opterećenje temeljnog tla prelazilo 150 kN/m^2 . Također je i dubina temeljenja određena po osjećaju kako ne bi dolazilo do podlokavanja temelja. Tokom radova iskopa za temelje upornjaka potvrđene su ove pretpostavke. Zbog toga, urađeni su trakasti temelji na dubini najmanje 200 cm ispod razine okolnog terena bez nasipa. Temelji su zajednički za zid upornjaka i krila kod oba upornjaka. Temelji su od betona MB 30 armiranog rebrastim čeličnim šipkama B500B.



Slika 8.5: Iskop za desni upornjak

Oprema mosta

Projektirana je jednoslojna mostovska hidroizolacija od zavarenih bitumenskih traka po cijeloj širini kolničke ploče. Most je dužine oko 18 m s uzdužnim padom od 1% pa zbog toga nije postavljen nijedan slivnik, već se sve padaline vode do lijevog upornjaka i tu se odводе s mosta.



Slika 8.6: Pogled na most

Kolnički zastor sastoji se od dva sloja asfaltnog betona ukupne debljine 6 cm. Prvi, zaštitni sloj debljine 3 cm, izrađuje se od asfaltnog betona AB 8, a završni, habajući sloj debljine 3 cm od asfaltnog betona AB 11.

Pješačka ograda predviđena je od cjevastih čeličnih profila. Ova ograda učvršćuje se pomoću vijaka za armiranobetonski vijenac.

Proračun i građenje

Donji ustroj gradio se klasičnim postupcima u montažnoj oplati. Ovo se izvodilo pri minimalnoj razini vode u koritu pošto je bilo neophodno da građevinski strojevi sidu u korito rijeke. U ljetnom periodu korito rijeke bilo je suho, ali neposredno ispod dna korita bila je razina podzemne vode.

Rasponski sklop gradio se polumontažnim postupkom. Montažni armiranobetonski uzdužni nosači rasponskoga sklopa betonirali su se u pogonu za izradu nosača. Nakon postavljanja uzdužnih nosača gornji dio upornjaka betonirao se zajedno s kolničkom pločom.

Most je projektiran po Propisima za opterećenje mostova iz 1991. godine i po Pravilniku za beton i armirani beton iz 1987. godine. Pošto se most nalazi na nekategoriziranoj cesti, projektiran je na shemu vozila V300.



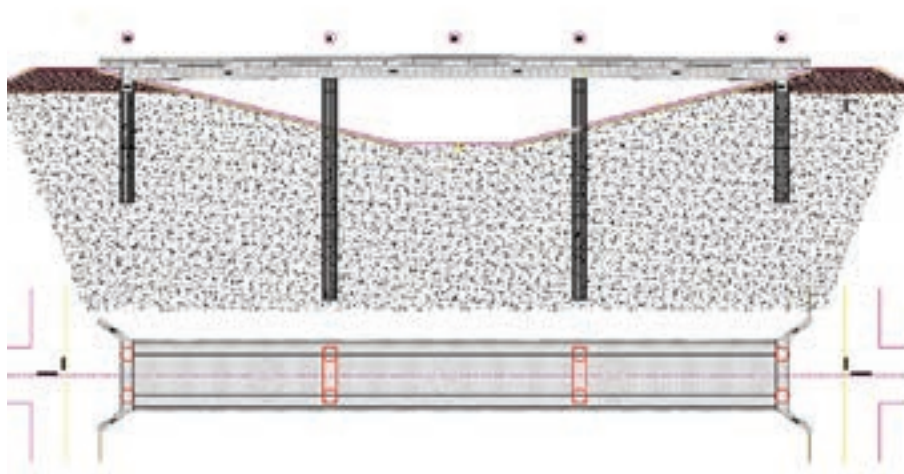


9.
PRIJELAZ PREKO
SPOJNOG KANALA
HE MOSTARSKO BLATO

Uvod

Prijelaz je izgrađen preko spojnog kanala na HE Mostarsko blato. Pruža se pod približno pravim kutom u odnosu na kanal. Širina kolničke ploče je 500 cm određena prema „Smjernicama za nekategorizirane ceste”. Uzdužni nagib prijelaza je 1,0 % i ostva”ren je promjenom debljine kolničke ploče na srednjem rasponu, dok je na krajnjim rasponima cijela kolnička ploča (gornji i donji rub) u uzdužnom nagibu od 1%. Poprečni nagib kolničke ploče je dvostran i iznosi po 2,5%.

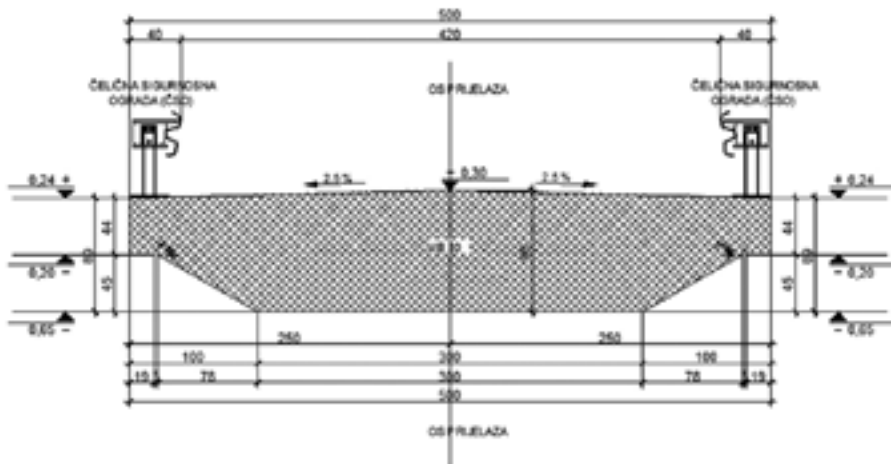
Prijelaz je proračunan na prometno opterećenje po važećim normama s računskim opterećenjem V300.



Slika 9.1: Dispozicija prijelaza

Gornji ustroj

Rasponski sklop prijelaza je integralna okvirna konstrukcija s armiranobetonskom kolničkom pločom. Okvir ima tri raspona dužine 14,6+18,0+14,6 m. Kolnička ploča je srednje debljine 80 cm u monolitnoj izvedbi s nagibima koji prate nagibe kolnika. Kvaliteta betona je MB 30, a armatura je B500B.



Slika 9.2: Poprečni presjek

Donji ustroj mosta

Upornjaci prijelaza su debljine 80 cm i visine 160 cm. Izvode se od betona MB 30 i armature B500B. Povezuju se monolitno s kolničkom pločom preko kutne armature koja se ostavlja iz upornjaka. Na upornjake se naslanjaju kosa lebdeća krila debljine 40 cm. Kvaliteta betona je MB 30, a armatura je B500B. Vertikalni ukopani dijelovi betona upornjaka i krila premazani su s hladnim bitumenskim premazom.

Geomehanička istraživanja (G94 iz Mostara i IGH Mostar, elaborat 40-16/15) pokazala su da je tlo ispod mosta sastavljeno od slabo nosivih glina. Zbog

ovoga i zbog male dubine podzemne vode i u suhom periodu godine odabrano je temeljenje prijelaza preko bušenih pilota. Dubina pilota je određena u geomehaničkom elaboratu. Ispod upornjaka su urađena dva pilota promjera 100 cm dubine 10 m. Ispod srednjih stupova nalaze se po dva pilota istog promjera i dubine 14 m u tlu ispod kote dna kanala. Piloti prelaze u stupove istog promjera na koje se oslanja preko poprečnih širokih greda kolnička ploča. Kvaliteta betona u pilotima je MB 30 i zbog podzemne vode je s minimalnom količinom cementa od 400 kg/m³ betona. Zaštitni sloj betona u pilotima je 7.5 cm.



Slika 9.3: Pogled na prijelaz s istoka

Oprema mosta

Pošto se prijelaz nalazi na nekategoriziranim cestama, a kota najvećih plavnih voda u Mostarskom blatu veća je od nivelete mosta, on će relativno često plaviti. Prijelaz je izrađen samo s odbojnom pocinčanom čeličnom ogradom, bez hidroizolacije, asfalta, rubnjaka i pješačke staze. Iz istih razloga vijenci su izvedeni monolitno. Zaštitni slojevi betona deblji su 0,5 cm od uobičajenih. Na prijelazu nema jačeg pješačkog prometa, pa je stoga izvedena odbojna pocinčana elastična ograda učvršćena na gornjem rubu kolničke ploče.



Slika 9.4: Pogled na upornjak

Izvođenje

Prijelaz je izvelo poduzeće Konstruktor Inženjering iz Splita 2015. godine. Izvođač je izradio glavne elemente konstrukcije prijelaza prije iskopa kanala. Na ovaj je način izbjegnuta uporaba teške skele, ali su se svi stupovi morali izraditi tehnologijom izrade pilota.



Slika 9.5: Iskop kanala ispod prijelaza



10.
MOST NA KRUNI BRANE
HE MOSTAR

Uvod

Hidroelektrana Mostar građena je u razdoblju od 1983. do 1987. godine. Na betonskom dijelu brane, uz desnu obalu, izgrađeni su iznad tri preljevna polja armiranobetonski prijelazi na kruni brane.



Slika 10.1: Pogled na prijelaz



Slika 10.2: HE Mostar, pogled na preljevna polja

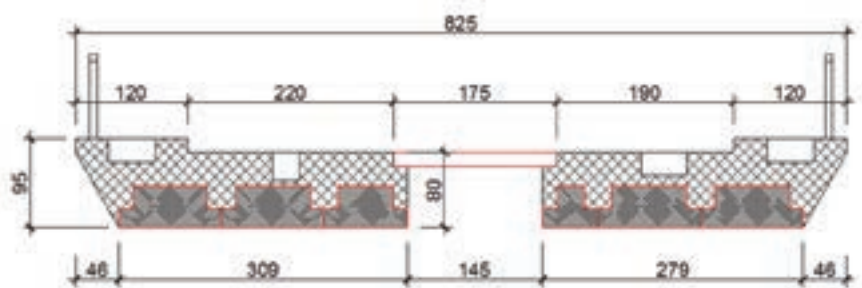
Tijekom ratnih godina, HE Mostar bila je izvan pogona i temeljito je oštećena. U lipnju 1992. godine porušena su prva dva polja mosta iznad preljevnog polja brane. Rušenje ovih prijelaza izvršeno je miniranjem, ali nije došlo do potpunog urušavanja armiranobetonskih prijelaza već samo do znatne degradacije armiranobetonskog nosača. Bio je moguć prijelaz s vozilima manje težine. Odmah je izgrađen čelični most koji je dugo jedini omogućavao motornim vozilima prijelaz preko Neretve u Mostaru. Krajem rata 1995. godine spomenuti loši most zamijenjen je Bailey mostom.

Projekt

Vlasnik HE Mostar, JP Elektroprivreda HZHB, kao investitor tijekom 1996. godine raspisao je natječaj za rekonstrukciju mostova na kruni ove brane. Najpovoljniju ponudu dalo je poduzeće Konstruktor Mostar koje je izradilo i projekt. Značajno najjeftinija ponuda bila je iz razloga što se izbjeglo klasično građenje na teškoj skeli. Projektom je predviđena polumontažna izgradnja armiranobetonskih mostova.

Ovi mostovi trebali su osigurati mogućnost lokalnog prometa za potrebe HE Mostar, ali bez javnog prometa. Najveće opterećenje na koje su projektirani mostovi bilo je opterećenje kрана za postavljanje pomoćnih zatvarača ispod mosta. Zbog ove namjene most je u poprečnom presjeku imao otvor širine 145 cm koji je omogućavao postavljanje naznačenih zatvarača u slučaju potrebe. Ukupna širina mosta bila je 825 cm, dok je središnji dio mosta imao visinu 80 cm, a rubni 95 cm. Na rubovima mosta bila je ugrađena zaštitna čelična ograda. Svijetli raspon mostova bio je 1000 cm.

Reviziju projekta izvršio je prof. dr. sc. Jure Radnić s Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Splitu.



Slika 10.3: Poprečni presjek mosta

Gradenje

Privremeni Bailey most bio je postavljen iznad uzvodne polovice oštećenog mosta pa je bilo moguće fazno građenje mosta bez prekida prometa preko krune brane.



Slika 10.4: Oštećeni prijelaz i čelični most

Najprije su izvedeni radovi uklanjanja starog oštećenog mosta na nizvodnoj polovici mosta na oba raspona. U blizini brane izrađeno je 12 predgotovljenih armiranobetonski nosača. Ovi nosači imali su poprečni presjek oblika obrnuto T sa širinom pojasnice od 100 cm. Rebro je bilo širine 70 cm, a visine 45 cm. Kvaliteta betona nosača bila je MB 40, a korištena je armatura RA 400/500.



Slika 10.5: Priprema oslonca mosta



Slika 10.6: Postavljanje nosača, nizvodna polovica mosta

Unutarnji rubni nosač bio je dimenzijama prilagođen širini mosta. Iz svih nosača virila je armatura za sprezanje s ostalim betonom mosta koji je bio kvalitete MB 30. Nad srednjim osloncem izvršeno je postavljanje gornje armature za povezivanje oba polja mosta, tako da se most ponašao kao kontinuirani nosač. Nakon postavljanja svih predgotovljenih nosača u oba polja, postavljena je ostala armatura i izvršeno istovremeno betoniranje oba polja nizvodne polovice mosta. Kad je beton postigao kvalitetu veću od MB 20 započeli su radovi uklanjanja Bailey mosta. Za vrijeme izvođenja radova bio je omogućen promet preko krune brane. Na je isti način izvršena izgradnja uzvodnog dijela mosta na oba prelivna polja brane. Na kraju je postavljena oprema ovog specifičnog mosta: šine za kran, čelični poklopci na središnjem dijelu mosta i ograda. Na mostu nije izvedena hidroizolacija, ali je postavljen asfalt. Iako most ima raspon manji od 15 m, na insistiranje investitora izvršeno je ispitivanje mosta probnim opterećenjem. Most je završen 1997. godine.





11. OBNOVA PRISTUPNOG MOSTA HE JAJCE II PREKO RIJEKE VRBAS

Uvod

Poduzeće IGH-Mostar je 2007. godine projektiralo sanacije pristupnih mostova za HE Jajce I i HE Jajce II. Naručitelj posla bilo je JP Elektroprivreda HZ Herceg-Bosna iz Mostara. Sanaciju mosta na HE Jajce II izvelo je poduzeće Hering iz Širokog Brijega 2011. godine. Na mostu kod HE Jajce I nisu izvršeni nikakvi radovi.

Pristupni most preko Vrbasa povezuje HE Jajce II s magistralnom cestom Jajce-Banja Luka. Ovaj je most izgrađen 1947. godine. Most se koristi samo za potrebe hidroelektrane. Tehnička dokumentacija po kojoj je most urađen nije bila dostupna prilikom izrade projekta sanacije.



Slika 11.1: Pogled na most prije sanacije

Karakteristike mosta

Most je lučni. Na masivni armiranobetonski luk, promjenjive debljine od 50 do 70 cm, naslanja se ploča debljine 50 cm preko vertikalnih zidova. Luk ima oblik parabole s duljinom od 44 m i strijelom 5,78 m. S obje strane luku nalaze se po četiri vertikalna zida debljine 40 cm koji podupiru ploču mosta. Luk je izveden na drvenoj skeli i upet je u upornjake. Upornjaci mosta su masivni betonski zidovi oslonjeni na stijenu (pri vađenju ispitnih kernova nije se naišlo na armaturu). Širina luka i zidova nadlučne konstrukcije je 300 cm, dok kolnička ploča ima širinu od 300 cm s konzolama promjenjive debljine dužine 75 cm. Širina prometnog traka je 350 cm, dok su obostrane bankine široke po 50 cm. Na vijencima je izvedena pješačka ograda. Most ima uzdužni pad od oko 2 % prema strojari centrale i vrlo mali jednostrani poprečni pad. Na kolničkoj ploči bila je urađena hidroizolacija preko koje je bio nanošen tanki zaštitni sloj cementnog maltera do 2 cm, te pješčani nasip debljine 10 cm i na kraju je postavljena kaldrma od kamena gabora. Kamena kaldrma je debljine 7 cm. S mosta se voda odvodila pomoću rigola između bankine i kraja kolničke ploče po čitavoj nizvodnoj dužini mosta, te se preko tri slivnika ispuštala u korito rijeke. Pješačka ograda na mostu bila je solidno izvedena, ali je nedovoljno jaka da bi zaštitila vozila od pada s mosta. Kolnička ploča nije bila monolitno povezana s upornjacima, ali nije ni imala posebnih prijelaznih naprava.

Stanje mosta prije sanacije

Most je prije sanacije bio star 60 godina. Starost, loše održavanje, loša odvodnja, a i prohujali rat učinili su svoje. Most nije imao vidljivih globalnih deformacija. Međutim, na svim konstrukcijskim dijelovima postojali su dijelovi koji su u lošem stanju. Karbonizacija betona vidjela se na cijelom mostu.

Na bočnim rubovima kolničke ploče i vijenca vidjeli su se „stalagniti” koje je voda stvorila rastvaranjem slobodnog kalcijum karbonata iz betona. Zbog procjeđivanja i zalijevanja vode s kolnika i vijenca mosta donji rub kolničke ploče je na dosta mjesta bio oštećen.



Slika 11.2: Stanje mosta prije sanacije

Slabija kvaliteta betona, lomljeni agregat loše granulacije, loša ugradnja, mali zaštitni slojevi, velika vlažnost i utjecaj soli u zimskom razdoblju su s obližnje magistralne ceste doveli do propadanja betona i korozije armature. Hrđanje armature izazivalo je otpadanje zaštitnog sloja betona tako da na dosta mjesta postoji vidljiva i hrđom oštećena armatura. Najviše su nastradali bočni rubovi kolničke ploče i donja strana luka.

Vertikalni zidovi bili su najmanje oštećeni dijelovi mosta. Upornjaci su vjerojatno izvedeni kao masivni betonski dijelovi s konstruktivnom armaturom, ali ponajviše sa strane upornjaka od tla. Zbog toga nije bilo vidljiva pucanja betona izazvanog korozijom armature. Pošto se kod oba upornjaka kišnica svodila s mosta i prilaznih komunikacija strojare preko loše riješenih slivnika, velika vlaga oštetila je površinski sloj betona. Na mjestima nastavka betoniranja masivnog betona vidljive su bile veće naprsline. One nisu posljedica naprezanja od vanjskog tereta nego je riječ o lošim mjestima radnih spojnica. Stanje gornje površine kolničke ploče nije se izravno moglo odrediti zbog slojeva kolnika, ali nije bilo vidljivih deformacija na kolniku koje bi se mogle povezati s propadanjem kolničke ploče.

Cijeli je most bio premazan tankim slojem morta iz ranijeg pokušaja sanacije. Ovaj sloj morta skrivao je detaljan uvid u stanje betona na mostu, ali očigledno od njega nije bilo velike koristi.



Slika 11.3: Donja strana luka mosta

Program i rezultati istražnih radova

Mjesta na konstrukciji, s kojih su uzeti uzorci, određena su kako bi bili zastupljeni svi konstrukcijski elementi mosta. Izvršena su sljedeća ispitivanja na uzorcima: tlačna čvrstoća betona, volumna masa betona, upijanje vode pod atmosferskim tlakom, otvorena poroznost betona, kapilarna vodoupojnost betona, vodopropusnost i koeficijent vodopropusnosti betona i dubina karbonizacije betona.

Tlačna čvrstoća betona kretala se u okvirima projektirane marke betona iz projekta konstrukcije. Fizikalna svojstva betona (volumna masa, upijanje vode, poroznost) bila su u granicama prihvatljivosti. Dubina karbonizacije betona bila je veća od debljine zaštitnog sloja betona pa je na mnogo mjesta došlo do koroziranja armature.

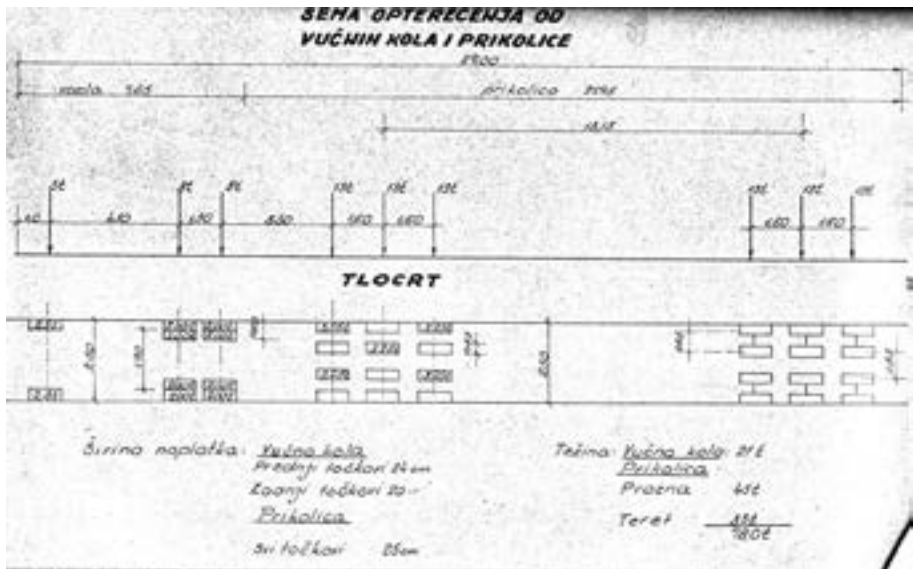
Tablica 11.1: Stanje konstrukcije prije sanacije

Element konstrukcije	Ocjena stanja
prometna površina	malo oštećen kolnik
pješačke staze, vijenci mosta i pješačka ograda	znatno oštećena pješačka staza i vijenac mosta s očekivano sporim razvojem pogoršanja stanja
upornjaci	srednje oštećen desni upornjak s očekivano brzim razvojem pogoršanja stanja; malo oštećen lijevi upornjak s očekivano sporim razvojem pogoršanja stanja
kolnička ploča	srednje oštećena donja zona ploče s očekivano brzim razvojem pogoršanja stanja
lučna konstrukcija	znatno oštećena lučna konstrukcija s očekivano brzim razvojem pogoršanja stanja
zidna platna između kolničke ploče i lučne konstrukcije	neoštećena zidna platna s očekivano sporim razvojem pogoršanja stanja

Rezultati statičkog proračuna

Most je najvjerojatnije projektiran, kao i jedan drugi sličan most prije njega na strojari Jajca I, na opterećenje vozilom za transport opreme hidroelektrane (postoji izvorni projekt). Pošto se preko mosta obavljao samo promet za potrebe hidroelektrane nisu se uzimala opterećenja za cestovne mostove iz norma toga vremena.

U novom proračunu korištena kvaliteta betona dobivena istražnim radovima je: upornjak MB 35, luk MB 25, zidovi luka MB 20 i kolnička ploča MB 35.



Slika 11.4: Shema opterećenja specijalnim vozilom

Korištena je armatura GA 240/360. Mjerodavno opterećenje u novom statičkom prorojektu uzeto je također od specijalnog vozila za dovoz opreme za hidroelektranu preuzeto iz izvornog projekta mosta kod strojare Jajce I. Pošto je pristup mostu takav da se ne može ostvariti brzina vozila veća od 15 km/h, u statičkom projektu se nije koristio koeficijent dinamičnosti. Proračunom je izvršena provjera svih faza rekonstrukcije mosta.

Mjere sanacije

Nakon statičke analize i pregleda mosta, predložene su sljedeće mjere sanacije: sanacija luka, sanacija kolničke ploče zajedno sa pješačkom stazom, proširenje mosta u poprečnom presjeku za 60 cm, površinska zaštita betona i rekonstrukcija opreme mosta.



Slika 11.5: Radovi sanacije na mostu

Sanacija luka

Luk mosta bio je u najlošijem stanju od svih dijelova mosta. Na njemu su bile velike površine sa zahrđalom armaturom. Karbonizacija betona je duboka, a prodor iona klora prošao je duboko u beton.

Ioni klora su najveća opasnost za koroziju armature, a na most su dospjeli zbog zimskog posipanja obližnje magistralne ceste i samog kolnika mosta. Nešto bolje stanje betona bilo je na gornjoj strani luka gdje nije bilo značajnijih mjesta s propalom armaturom. Zbog svega naznačenog pri sanaciji mosta skidana je zona površinskih dijelova betona po čitavom opsegu mosta. Deblji-na odstranjenog betona bila je oko 5 cm. Na ovaj se način postojeća armatura oslobodila od starog betona. Pošto su ioni klora dublje ušli u beton, vršilo se premazivanje ovog sloja betona premazima s inhibitorima koji će spriječiti povratak iona klora natrag u novi sanirani sloj. Dublje odstranjivanje starog betona ugrozilo bi statiku samog luka pa se od toga odustalo. Stara se armatura samo fizički čistila od hrđe, ali postavila se nova uzdužna i poprečna šipkasta armatura RA 400/500. Ova armatura izabrana je na osnovi statičkog proračuna. Nakon postavljanja nove armature vršilo se nanošenje prskanog betona s dodatkom inhibitora.

Sanacija luka odvijala se u fazama. Središnji dio luka sanirao se skupa s kolničkom pločom mosta pošto su na središnjem dijelu mosta luk i kolnička ploča spojeni.

Sanacija kolničke ploče

Nije pronađen izvorni projekt po kojem je most građen pa se točno nije znalo kako je postojeća armatura ugrađena. Lokalnim odstranjivanjem zaštitnog sloja betona s gornje i donje zone kolničke ploče došlo se do ipak nekakve spoznaje o armaturi kolničke ploče. Statičkim proračunom mosta dobila se u nekim dijelovima ploče znatno veća armatura od postojeće.

Vijenci i beton bankina iznad kolničke ploče uklonjeni su i izvedena je nova pješačka staza s rubnjacima, vijencima i odgovarajućom ogradom. U pješačkoj stazi ostavljene su cijevi za prolaz instalacija. Zbog svega naznačenog izrade-na je nova armiranobetonska ploča debljine 15 cm koja je spregnuta sa starom kolničkom pločom. Ova nova ploča popunjavala je prostor u kojem su bili stari slojevi kolnika produžavala se ispod pješačke staze kao njezin oslonac.



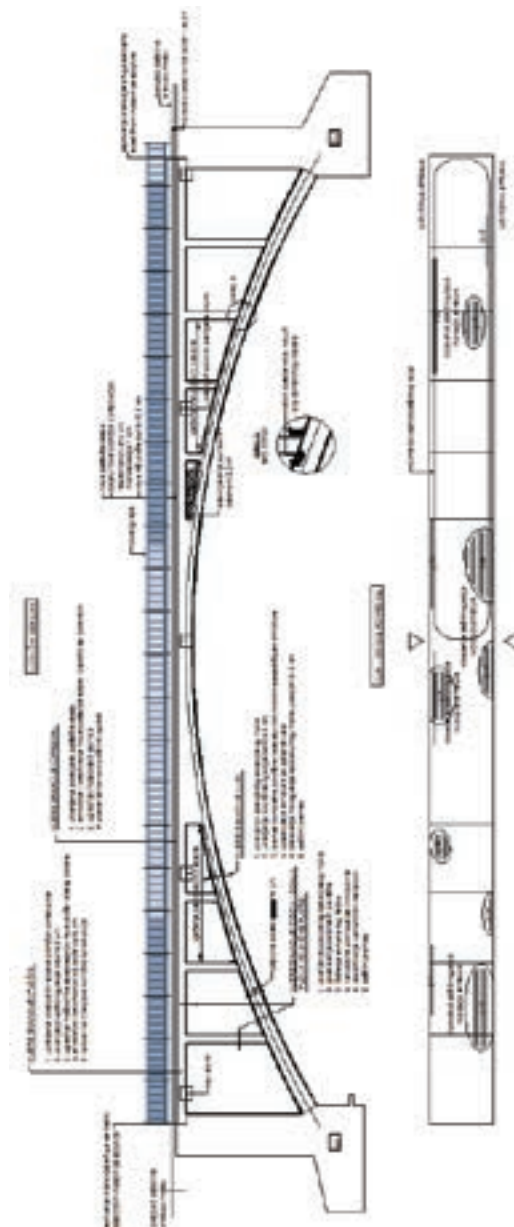
Slika 11.6: Radna skela mosta

Na ovaj je način riješen i nedostatak armature u gornjoj zoni kolničke ploče, dok se problem armature u donjoj zoni ploče ublažuje. Proračunske vrijednosti potrebne armature u donjoj zoni spregnute kolničke ploče bile su znatno veće nego je očekivana postojeća armatura u tim poljima. Zbog toga je izvedeno ojačanje donje zone kolničke ploče s karbonatnim trakama.

Novu kolničku konstrukciju čine sljedeći slojevi: hidroizolacija, nagibni beton prosječne debljine 3 cm i habajući sloj asfalt betona debljine 3 cm.

Novi sloj asfalt-betona je od nosivog sloja bituminiziranog šljunka granulacije 0/16 mm. Uzdužni nagib kolnika je 2%, a poprečni nagib 2 %. Dvostrani nagib na kolničkoj ploči formirao se preko nove armiranobetonske ploče. Niveleta novog kolnika izdignuta je za 4 cm.

Na desnom upornjaku, iza dilatacijske razdjelnice, izvedena je armiranobetonska ploča za prijelaz dimenzija 150x370 cm, debljine 15 cm.



Slika 11.7: Oštećenja mosta

Pješačka staza

Nova pješačka staza širine je 80 cm. Pješačka staza omeđena je rubnjakom 18/24 (MB 40, M 200). Rubnjak je podignut za 20 cm u odnosu na kolovoznu plohu. Unutar pješačke staze ugrađene su po dvije PVC cijevi $\Phi 110$ mm s obje strane za prijelaz instalacija.

Na pješačkoj stazi postavljena je nova ograda, kao i rasvjeta. Pješačka staza ima nagib 1% usmjeren prema kolovozu, a korisna širina pješačke staze iznosi 57 cm. Pješačka je staza izvedena od betona kvalitete MB 30 i armirana je s RA 400/500.

Površinska sanacija betona

Provedenim istražnim radovima utvrđena su sljedeća oštećenja površine betonske konstrukcije mosta: veća oštećenja betonskih ploha bez zaštitnog sloja armature gdje je armatura korodirala, pukotine na betonskim površinama i procjeđivanja na površini betona.

Projektom su predviđeni sljedeći radovi sanacije:

- Pjeskarenje donje plohe kolničke ploče, zidnih platana i upornjaka do dubine 2 cm;
- Nanošenje kontaktnog premaza i pjeskarenje površine za prijanjanje;
- Injektiranje pukotina koje idu kroz čitavi presjek s niskoviskoznom epoksidnom smolom;
- Reprofiliranje reparaturnim mortom (cementni mort s dodatkom umjetnih vlakana i mikrosilike) s prethodnim premazom kompletne površine inhibitorima;
- Sanacija spojeva luk-zidno platno prema detalju iz projekta;
- Zaštita cijele površine tankoslojnim premazima debljine preko 0,3 mm.

Rekonstrukcija opreme mosta

Nova ograda na mostu izrađena je od čeličnih profila. Rasvjetu na mostu čine tri stupa sa svjetiljkama koje su dio ukupne rasvjete elektrane. Na mostu su ugrađeni novi slivnici s rešetkom od nodularnog lijeva. S obzirom da je novi pad kolničke konstrukcije dvostrani, slivnici su postavljeni s obe strane na rastojanjima cca 10 m. Slivnici imaju vertikalni ispušt na razini ispod luka do 30 cm.

Izvođenje radova

Obalni su stupovi otkopani i očišćeni od zemljanog materijala i riječnog nosa, a zatim su očišćeni vodenim topom. Slijedilo je injektiranje pukotina, te sanacija površina sanacijskim mortovima. Istovremeno se pristupilo montaži radne skele za rad za sanaciju luka i donje površine ploče rasponske konstrukcije, demontaži opreme na mostu, te rušenje postojećih armiranobetonskih konzola kolničke ploče.

Kod sanacije kolničke ploče najprije su uklonjeni slojevi kolnika i postojeće hidroizolacije. Ovo je izvedeno vodenim topom zbog uklanjanja sloja betona u kojem je izvršena karbonizacija i zbog boljeg sprežavanja s novom projektiranom pločom koja je betonirana preko postojeće u debljini od 15 cm.

Za sprežavanje starog i novog sloja kolničke ploče izvedeni su čelični moždanci. Postojeći beton konzola pješačkih staza srušen je uz pomoć pneumatskog čekića i uz uporabu manjeg bagera. Na mjestu postojećih konzola pješačkih staza montirana je oplata na skeli. Betoniranje kolničke ploče debljine 15 cm i konzolnih pješačkih staza vršilo se fazno. Skela za podupiranje novih konzola rasponske konstrukcije montirana je na privremene nasipe u koritu rijeke koji su nakon obnove mosta uklonjeni.



Slika 11.8: Pogled na most nakon sanacije

Nakon betoniranja rasponske konstrukcije izvodila se hidroizolacija, vršilo se polaganje rubnjaka, postavljala bočna oplata vijenca, te betonirali vijenac i pješačke staze. Na kraju je asphaltirana kolnička površina, te postavljena ograda i rasvjetni stupovi.





12.
MOST PREKO RIJEKE
TREBIŽAT U GRABU

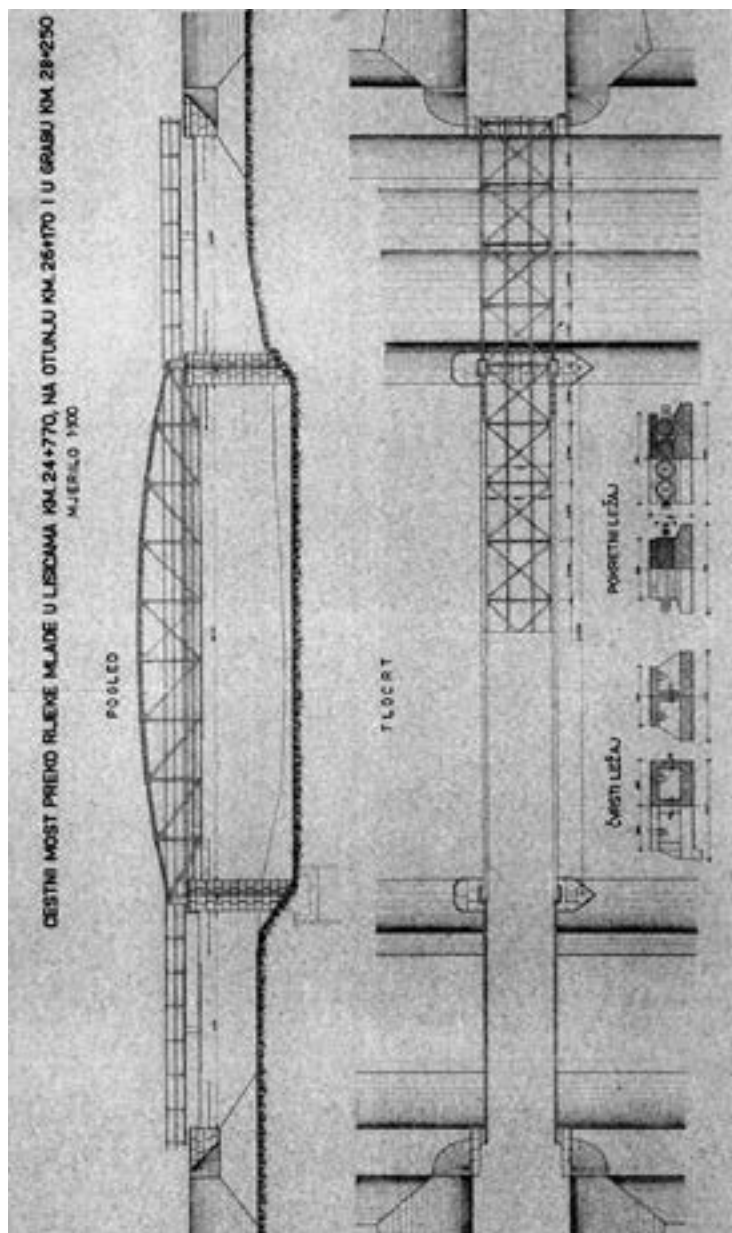
Uvod

Most preko rijeke Trebižat u Grabu kod Ljubuškog izgrađen je početkom prošlog stoljeća. Osim ovog mosta, u isto vrijeme preko rijeke Trebižat (Mlade) izgrađena su još dva ista mosta u Lisicama i Otunju. Mostovi su projektirani 1902. godine prema podacima iz nerealiziranog projekta rekonstrukcije ovog mosta. Naznačeno projektiranje rekonstrukcije izvelo je poduzeće Projektant iz Mostara 1968. godine. Rekonstrukciju mosta izvršilo je poduzeće Hering iz Širokog Brijega 2002. godine.

Stanje mosta prije rekonstrukcije

Most se sastoji od tri raspona dužine 12,20+26,91+12,20 metara. Krajnji rasponi mosta imaju dva glavna nosača složena od lima u zakovanoj izvedbi, dok su glavni nosači središnjeg raspona rešetke, također u zakovanoj izvedbi na razmaku od 350 cm. Poprečni nosači na cijelom mostu su na međusobnom razmaku oko 3 m i izrađeni su od limova u zakovanoj izvedbi. Sekundarni uzdužni nosači bili su od valjanih profila I-200 mm. Izvorni kolnik bio je od tucanika postavljenog na koritaste limene nosače.

S vremenom je ovaj kolnik zamijenjen. Zamjenski kolnik bio je od nasutog materijala s pojedinačnim većim komadima kamena. Koritasti limovi ispod nasipa bili su u vrlo lošem stanju, oštećeni korozijom i deformirani. Sekundarni su uzdužni nosači donekle oštećeni korozijom, ali bez vidljivih deformacija od opterećenja. Korozija je djelomično jače oštetila gornji pojas nosača jer je ovaj dio nosača bio u neposrednom dodiru s vlažnim nasipom. Poprečni i glavni nosači su korodirali, ali su bili u znatno boljem stanju od sekundarnih nosača. Ležaji na srednjim stupovima bili su u dobrom stanju. Sami stupovi od klesanog kamena nisu imali vidljivih naprslina, osim kod gornjeg završnog reda klesanog kamena. Ovaj je red popucao po sljubnicama od utjecaja mraza, velikih ljetnih vrućina i biljaka.



Slika 12.1: Dispozicija starog mosta



Slika 12.2: Pogled na konstrukciju mosta prije rekonstrukcije



Slika 12.3: Pogled na cestovni prilaz mostu prije rekonstrukcije

Pošto se most koristio već stotinjak godina, očigledno je kako su stupovi temeljeni na dobrom tlu jer nije bilo vidljivih deformacija. Na obalnim stupovima glavni nosači prilaznih raspona bili su izravno oslonjeni bez ležaja. Oko svih oslonaca bilo je dosta prljavštine i nasuta materijala. Ograda mosta bila je oštećena na obje strane prilaznih raspona mosta.

Rekonstrukcija mosta

Općina Ljubuški bila je investitor. Tražila se samo sanacija kolnika i provjera nosivosti mosta. Pošto je most na lokalnom putu, novi je kolnik projektiran na opterećenje dvoosovinskog vozila ukupne težine 130 kN.

Zbog lošeg stanja u kojem su bili koritasti limovi, oni su uklonjeni zajedno s nasipom postojećeg kolnika. Sekundarni, poprečni i glavni nosači očišćeni su i, uz sitne popravke, zaštićeni od korozije.

Novi kolnik izveden je kao armiranobetonski, korištenjem predgotovljenih omnia ploča. Kod izgradnje su najprije izravno na sekundarne nosače postavljene predgotovljene omnia ploče debljine 5 cm, a kasnije je izbetonirano još 7 cm novog armiranog betona. Poprečni dvostrani nagib kolnika je 1,5 % koji je dobio u sloju novog betona ploče. Uporabljena širina omnia ploča je 110 cm zbog smanjenja vlastite težine, radi lakše montaže. Pošto je kolnik upušten, nemoguće je pomicanje kolničke ploče, te se nisu radili nikakvi moždanici za vezu ploče i metalne konstrukcije mosta.

Kolnička ploča dilatirala se nad unutarnjim osloncima. Uzdužni pad kolnika prati pad sekundarnih nosača tako da je debljina betonske ploče u uzdužnom smjeru nepromjenjiva. Na razmaku od oko 17 m ostavljeni su otvori uz rubove kolnika za ugradnju slivnika. Slivničke cijevi su dulje od donjeg ruba mosta kako se ne bi kvasili poprečni i sekundarni nosači mosta.



Slika 12.4: Pogled na most nakon rekonstrukcije

Materijal

Nisu bila poznata mehanička svojstva čelika od kojeg su izrađeni metalni dijelovi mosta. U statičkom proračunu uzeto je dopušteno vlačno naprezanje čelika od 100 MPa. Ova je vrijednost izabrana na osnovi iskustva s čelicima proizvedenim početkom prošlog stoljeća (primjer je izvršeno ispitivanje materijala kod metalne konstrukcije za privremeni Carinski most u Mostaru 1992. godine).



Slika 12.5: Podvoz prije rekonstrukcije



Slika 12.6: Podvoz nakon rekonstrukcije

Vrela

- 1.1. Integra iz Mostara, Izvedbeni projekt mosta u Čapljini, Mostar, 1999.
- 1.2. Institut za ispitivanje materijala SR Srbije, Glavni projekt mosta preko rijeke Neretve u Čapljini, Beograd, 1971.
- 1.3. Glibić, M., Obnova cestovnog mosta preko rijeke Neretve u Čapljini, Peti opći sabor HDGK, Brijunski otoci, 2001.
- 2.1. Institut IMS iz Beograda, Glavni projekt mosta preko rijeke Neretve kod Sutine, Beograd, 1992.
- 2.2. Integra iz Mostara, Glavni projekt mosta preko rijeke Neretve na dijelu produženja Ulice kralja Tomislava preko rijeke Neretve i bivšeg poligona kasarne Sjeverni logor i uključanje u Ulicu Maršala Tita Mostar, Mostar, 2008.
- 2.3. Integra iz Mostara, Glavni projekt mosta preko rijeke Neretve na dijelu produženja Ulice kralja Tomislava preko rijeke Neretve i bivšeg poligona kasarne Sjeverni logor i uključanje u Ulicu Maršala Tita, Prilazni most, Mostar, 2011.
- 3.1. Arhitekt iz Mostara, Izvedbeni projekt mosta Vojno Potoci, Mostar, 2003.
- 3.2. Grupa za mostove, Mostovi Mostara, Mostar, 1992.
- 4.1. Traser iz Sarajeva, Viseći most preko Jablaničkog jezera u Gračacu, Sarajevo, 1990.
- 4.2. Građevinski fakultet Sveučilišta u Mostaru, Izvedbeni projekt mosta u Gračacu, Mostar, 2001.
- 4.3. <https://www.facebook.com/MladenTopicFotografija/>
- 5.1. Integra iz Mostara, Hering iz Širokog Brijega, Most preko rijeke Mlade na regionalnoj cesti R422, Vitina-Vrgorac u Veljacima, Glavni projekt, Mostar, 1996.
- 5.2. Gradis iz Maribora, Most S4S preko Mlade, Glavni projekt, Maribor, 1997.

-
- 6.1. Integra iz Mostara, Nadvožnjak na cesti Posušje-Imotski, Glavni projekt, Mostar, 2002.
 - 7.1. Elektroprojekt iz Zagreba, Prilazni most strojari HE Peć Mlini, Glavni projekt, Zagreb, 2001.
 - 8.1. Građevinski fakultet Sveučilišta u Mostaru, Most preko rijeke Rame u Čizmića Luci, Glavni projekt, Mostar, 2010.
 - 9.1. Građevinski fakultet Sveučilišta u Mostaru, Prijelaz preko spojnog kanala, Glavni projekt, Mostar, 2015.
 - 10.1. Konstruktor iz Mostara, Most na kruni brane HE Mostar, Glavni projekt, Mostar, 1997.
 - 10.2. JP Elektroprivreda HZH-B iz Mostara, Brošura HE Mostar, Mostar, 2012.
 - 11.1. IGH Mostar, Obnova pristupnog mosta elektrane Jajce II preko rijeke Vrbas u Jajcu, Glavni projekt, Mostar, 2007.
 - 11.2. Glibić, M., Popić, D., Šaravanja, K., Kurtović, A., Rezić-Slišković, I., Ispitivanje stanja i sanacija pristupnog mosta preko rijeke Vrbas za HE Jajce II, 4. BH kongres o cestama, UKI BiH i RRC, Sarajevo, 2014.
 - 12.1. Građevinski fakultet Sveučilišta u Mostaru, Rekonstrukcija mosta preko rijeke Trebižat u Grabu, Glavni projekt, Mostar, 2002.

O autoru

Mladen Glibić rodio se 7. veljače 1960. godine u Mostaru. Osnovnu školu i gimnaziju završio je u Mostaru, a 1983. godine diplomirao je na Građevinskom fakultetu u Mostaru. Magistrirao je iz područja djelomično prednapetog betona 1990. godine na postdiplomskom studiju na Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Na istom je fakultetu 1997. godine obranio doktorsku disertaciju iz područja betona visokih čvrstoća pod mentorstvom prof. dr. sc. Zvonimira Marića. Od 1984. godine zaposlen je na Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Mostaru. U razdoblju od 1997. do 2000. godine radio je u poduzeću Konstruktor iz Mostara. Od 2000. do 2009. bio je prodekan, a od 2009. do 2011. godine bio je dekan Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Mostaru. Također je u jednom mandatu bio član Upravnog vijeća Sveučilišta u Mostaru. Bio je član povjerenstava za polaganje stručnih ispita na federalnoj i županijskoj razini. Velikom broju značajnih građevinskih objekata bio je projektant konstrukcije (mostovi, crkve, fakulteti, tržni centri, industrijske dvorane, stambeno-poslovni objekti...). Također je uradio revizije projekata za velike i značajne građevinske objekte (primjerice, objekti na koridoru Vc, Stari most u Mostaru, HNK Mostar, Crkva Uznesenja blažene Djevice Marije u Mostaru...) i vodio je ispitivanja konstrukcija na 35 mostova. Autor je velikog broja znanstvenih i stručnih radova i projekata te koautor dvije knjige.

Tiskanje knjige „VALJA NAMA PREKO...” pomogli su:



KONSTRUKTOR - MOSTAR d.o.o.



Dr. Ante Starčevića bb
Mostar