

Dražen Skrba, mag. ing. aedif., univ. spec. aedif.
Dean Lalić, dipl. ing. građ.

SANACIJA ŽELJEZNIČKOG MOSTA DRAVA BOTOVO

1. Uvod

Željeznički most Drava Botovo smješten je u km 523+579 međunarodne pruge M201 državna granica – Botovo – Koprivnica – Dugo Selo. Pruga je jednokolosiječna, elektrificirana izmjeničnim sustavom vuče od 25 kV, 50 Hz. Most prelazi preko rijeke Drave pod kutom od oko 50°. Nalazi se u pravcu i na izlaznoj strani kolodvora Botovo prema mađarskoj granici. Na mostu je kolosijek otvorenog tipa, s drvenim pragovima položenima izravno na glavne nosače. Most je čelična rešetkasta konstrukcija izvedena u zavarenoj izvedbi sa spojevima u zakovanoj izvedbi. Prema statičkome sustavu, most je kontinuirani nosač na četiri oslonca i tri raspona. Rasponi su 3 x 97,0 m ili ukupno $l = 291,0$ m. Ukupna duljina mosta iznosi $L = 301,3$ m, a razmak između prsnih zidova upornjaka je $l_{up} = 292,2$ m. Na toj lokaciji prvi most preko rijeke Drave izgrađen je još davne 1870. (čelična konstrukcija, lučni rešetkasti most, srušen 1941. u Drugom svjetskom ratu). Sadašnja čelična konstrukcija mosta građena je od 1958. do 1962. godine. Most je bio projektiran i izgrađen za kombinirani željezničko-cestovni promet (drveno popođenje ispred mosta i asfaltirani kolnik uz tračnice na mostu). Ponovno je obnovljen 1982. kada je pruga elektrificirana i modernizirana te je istodobno izgrađen i novi (paralelni) masivni (armiranobetonski) most samo za cestovni promet. Početkom 2000-ih godina most je kompletno zaštićen sustavom antikorozivne zaštite, a 2012. zamijenjeni su mosna građa, kolosiječni pribor i tračnice novim dilatacijskim spravama. Projektom kategorizacije most je svrstan u kategoriju nosivosti D4 ($P = 22,5$ t/os i $p = 8,0$ t/m') uz zahtjev za ojačanje i sanaciju pojedinih nosivih elemenata na konstrukciji i donjem ustroju mosta. [1]

Sanacija mosta Drava Botovo izvodi se u dvije faze. U prvoj fazi saniran je temelj stupa S3 radi sprječavanja daljnje erozije temeljne stope i osiguranja globalne stabilnosti mosta. Radovi prve faze uključivali su postavljanje armiranobetonske obloge temeljne stope te kamenog nabačaja. U drugoj fazi sanacije mosta izvode se građevinski radovi ojačanja koji uključuju postavljanje novoga armiranobetonskog plašta oko stupa S3, ojačanje nepokretnih ležajeva na stupu S3, ojačanje donjeg vjetrovnog sprega i antikorozivnu zaštitu dijela čelične konstrukcije mosta.

2. Prva faza sanacije mosta

2.1. Uvod

Održavanje željezničke infrastrukture uključuje provedbu sustavnih mjera, nadzor stanja, redovite i povremene preglede, kontrolu ispravnosti rada infrastrukturnih podsustava i njihovih dijelova, radove na obnovi i zamjeni sastavnih dijelova infrastrukturnih podsustava, uklanjanje drveća, nasada, naprava i drugo, pri čemu se ne mijenja usklađenost s lokacijskim uvjetima. Održavanje željezničkih mostova ima niz specifičnosti kao što su radovi na održavanju u uvjetima redovitog tijeka željezničkog prometa, otežan pristup gradilištu, projektno rješenje koje je uvjetovano mogućnostima izvedbe, rad u skučenim i slabo pristupačnim uvjetima, nemogućnosti većeg korištenja mehanizacije i slično.

Godine 2011. provedena su hidrografska snimanja korita i podvodni pregled donjeg ustroja mosta Drava Botovo, pri čemu su na konstrukciji temeljne stope stupa S3 uočena oštećenja nastala pod djelovanjem vode [4]. Zadatak prve faze sanacije bio je otklanjanje tih oštećenja kako bi se spriječila daljnja erozija temeljne stope, a samim time i osigurala globalna stabilnost mosta. Sanacija se sastojala od izvedbe armiranobetonske obloge oko temeljne stope, koja je povezana s postojećom temeljnom stopom. Tehničko rješenje sanacije temeljne stope stupa S3 odabrano je uzevši u obzir:

- položaj stupa u odnosu na konstrukciju mosta i korito rijeke,
- pretpostavljeni sastav i karakteristike materijala u zoni temeljne stope,
- potrebnu dinamiku i uvjete radova te
- iskustvo pri rješavanju sličnih problema u praksi.



Slika 1. Pogled na most i stup S3 u rijeci Dravi

2.2. Geomehanički istražni radovi

Program geomehaničkih istražnih radova određen je na temelju prethodnoga hidrografskog snimanja korita i podvodnoga vizualnog pregleda donjeg ustroja mosta, pregleda lokacije te projektnih podataka o građevini, normama o vrsti i količini istražnih radova, iskustvenim spoznajama o geotehničkim karakteristikama užeg lokaliteta i vrsti opterećenja na temeljno tlo. Hidrografskim snimanjem korita i podvodnoga vizualnog pregleda donjeg ustroja mosta koje je u rujnu 2011. izveo Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu ustanovljeni su lokalno podlokavanje temeljne stope stupa S3 i oštećenja na konstrukciji temeljne stope uslijed djelovanja vode. S obzirom na sve navedeno, provedeni su istražni radovi u svrhu određivanja:

- stvarne dubine temeljne stope,
- materijala od kojih je izgrađena temeljna stopa,
- vodopropusnosti temeljne stope,
- geotehničkih karakteristika temeljnog tla (podaci o litološkoj građi i uslojenosti, fizikalno-mehaničkim karakteristikama pojedinih slojeva tla),
- podataka o razinama podzemne vode te
- ostalih karakteristika geosredine u kojoj će biti izvedena sanacija postojeće temeljne stope.

Terenski istražni radovi uključivali su i sondiranje temelja i tla kroz jednu istražnu bušotinu te je provedeno ispitivanje vodopropusnosti temeljne stope metodom Lugeona. Dobiveni podaci o fizikalno-mehaničkim karakteristikama temeljne stope i temeljnog tla u kombinaciji s očekivanim opterećenjima, kao i oblikom te dimenzijama temelja, koristili su se pri izradi projektne dokumentacije za sanaciju temeljne stope stupa S3. Terenski geomehanički istražni radovi za potrebe izrade dokumentacije za sanaciju temeljne stope stupa S3 provedeni su sredinom prosinca 2012. godine. U sklopu terenskih istražnih radova izbušena je jedna geomehanička istražna bušotina dubine 25 m, mjereno od vrha temeljne stope. Bušenje je izvedeno s mosta, kroz uvodnu kolonu visine oko 9,0 m. Bušenje je provedeno metodom rotacijskog bušenja uz kontinuirano jezgrovanje. Materijal izbušene jezgre fotografirali su i pregledali geomehaničari te je klasificiran u skladu s UCSC metodom klasifikacije. U skladu s normom EN ISO 22475-1 tijekom istražnog bušenja uzimani su reprezentativni poremećeni uzorci pojedinih slojeva tla i otpremani u geomehanički laboratorij na daljnju obradu i ispitivanje. Kako bi se ocijenili mehanički parametri tla, na terenu su provedena ispitivanja zbijenosti tla *in situ* primjenom standardnoga penetracijskog pokusa (SPP-a) u skladu s normom EN ISO 22476-3. Mjerenje vodopropusnosti temeljne stope provedeno je metodom Lugeona.

Program laboratorijskih ispitivanja prilagođen je situaciji na terenu jer je pretpostavljena dubina temelja iznosila 5,0 m, dok je bušenjem utvrđena dubina temelja od 21,5 m. Debljina temeljnog tla obuhvaćena tim ispitivanjem iznosi 3,5 m. Program je izrađen na temelju specifičnosti tehničkog problema koji je potrebno riješiti te ovisi o vrsti materijala koja čini temeljnu stopu i temeljno tlo. U skladu s time izabrane su vrste ispitivanja kako bi se dobile mjerodavne opće i mehaničke karakteristike tla. Provedenim geomehaničkim istraživanjima dobiven je uvid u materijale od kojeg je izrađena temeljna stopa te u litološku građu i uslojenost, kao i u fizičko-mehaničke karakteristike temeljnog tla na lokaciji istraživanja, i to do ukupne dubine istraživanja od 25,0 m. Nakon što su provedeni geomehanički istražni radovi, zaključeno je da problematika stupnog mjesta S3, zbog velike dubine temeljenja, nije u globalnoj stabilnosti stupa S3, već u internoj stabilnosti same konstrukcije temeljne stope stupa. Uslijed djelovanja vode oštećena je gornja zona temeljne stope stupa. Oštećenjem su najviše bili zahvaćeni zaštitni sloj betona te prvi red klesanog kamena, a mjestimice su nedostajali i cijeli kameni blokovi. [2]

2.3. Tehničko rješenje sanacije

Osnovni zadatak sanacije temelja stupa S3 bio je spriječiti daljnju eroziju temeljne stope, a time i osigurati globalnu stabilnost mosta. Predviđeno tehničko rješenje sanacije sastojalo se od provedbe sljedećih zahvata prema redoslijedu izvedbe [3]:

Osiguranje suhih uvjeta gradnje oko temeljne stope stupa S3:

- stvarne dubine temeljne stope,
- podvodni iskop u zoni temeljne stope, uključujući i čišćenje dna korita u zoni zahvata,
- zabijanje čeličnih kvadratnih cijevnih profila i izrada čeličnog okvira od HEA profila,
- zabijanje čeličnog žmurja oko temelja uz razupiranje,
- podvodno betoniranje prostora između čeličnog žmurja i temeljne stope tzv. kontraktor-postupkom i
- crpljenje vode.

Izvedba armiranobetonske obloge temeljne stope stupa S3:

- kampadno čišćenje obloge stupa, uklanjanje prvog reda kamenih blokova (oko 40 cm) u donjem dijelu i *štemanje* betonske kape u debljini od oko 10 cm u gornjoj zoni,
- ugradnja čeličnih ankera i postavljanje armature (po kampadama u donjoj zoni),

- betoniranje obloge temeljne stope (po kampadama u donjoj zoni),
- uklanjanje žmurja i čeličnih profila i
- postavljanje kamenog nabačaja.

2.4. Tehnički uvjeti izvedbe

U sklopu pripremnih radova obilježena je lokacija, izrađen je plan rada, ishođene su sve potrebne dozvole za rad u koritu rijeke Drave, izvedeni su geodetski radovi, gradilište je organizirano za rad te je osigurano gradilište. Prije početka radova svi relevantni podaci iz projekta iskolčeni su položajno i visinski. Prije početka radova izrađen je snimak riječnoga korita (batimetrija) kako bi se utvrdila stvarna dubina rijeke u području zahvata. Gradilište je organizirano uz poštovanje terenskih uvjeta te mjera zaštite na radu i zaštite okoliša. Radovi na iskopavanju uključivali su podvodni iskop u materijalu kategorije C i čišćenje korita u zoni oko temeljne stope stupa S3 za potrebe izvođenja betonskog čepa između žmurja i temeljne stope. Čelični kvadratni cijevni profili 200 x 200 x 6,3 cm i duljine 8,0 m zabijani su pneumatskim čekićem u tlo do kota predviđenih projektom. Nakon što su profili zabijeni, na njih su zavareni čelični profili L, na koje su pak zavareni čelični profili HEA 200 koji su služili kao vodilice za žmurje, a kasnije će služiti kao sustav razupore koji će preuzeti horizontalne sile. Oko postojećeg temelja pomoću odgovarajućeg vibrouređaja ugrađivan je sustav čeličnog žmurja duljine od 8,0 do 10,0 m. Žmurje je zabijano kontinuirano, odnosno jedan panel do drugog tako da ostanu međusobno zabrtvljeni. Prilikom zabijanja pazilo se na položaj i vertikalnost svakoga čeličnog panela.

Nakon zabijanja žmurje se kontinuirano zavarivalo na već postavljeni okvir od čeličnih profila HEA 200 (slika 2.a).

Kako bi se osigurali suhi radni uvjeti u građevnoj jami i spriječio slom temeljnog tla uslijed djelovanja uzgona, trebalo je izgraditi betonski čep. Betoniranje je izvedeno pod vodom betonom klase C12/15 i postupkom *Con-traktor*. Pri izvedbi radova vodilo se računa o tome da cijev kontraktora svojim vrhom uvijek bude uronjena u svježi beton najmanje 0,50 m. Betoniranje po visini napredovalo je tako da se cijev lagano povlačila prema gore kako se u oplati dizala razina betona. Betoniranje je bilo završeno kada je beton dosegnuo gornju projektiranu kotu. Nakon što je izgrađen betonski čep, počela se pumpati voda kako bi se u jami osigurali suhi radni uvjeti. Nakon toga postavljena je radna skela, a cijevni elementi skele iskorišteni su za razupiranje žmurja u temeljnu stopu. Iz sigurnosnih se razloga armiranobetonska obloga u donjoj zoni, gdje je uklonjena kamena obloga, gradila kampadno.

Armiranobetonska obloga izgrađena je u šest kampa-da. Prije nego što se počela graditi armiranobetonska obloga, površina temeljne stope bila je pripremljena tako što je u gornjoj zoni gdje se nalazi betonska kapa *šteman* sloj betona u debljini oko 10 cm, dok su u donjoj zoni gdje se nalazi kamena obloga uklonjeni prvi red kamenih blokova (oko 40 cm) kao i ostaci betonske obloge i čelične oplate. Nakon što je podloga očišćena, pristupilo se ugradnji ankera od rebrastog čelika klase B500B-R $\phi 20$, duljine 0,65 – 1,0 m, na međusobnoj udaljenosti od 0,40 m. Potom se pristupilo ugradnji čelične armature i postavljanju jednostrane oplate (slika



a)

Slika 2. a) Pogled na zagat od čeličnog žmurja i b) radovi na ojačanju AB temeljne stope



b)

2.b). Betoniranje armiranobetonske obloge temeljne stope izvedeno je betonom klase C35/45. Nakon što je bila postignuta projektirana tlačna čvrstoća betona armiranobetonske obloge, pristupilo se vađenju čeličnog žmurja i nasipanju kamenog materijala oko betonskog čepa. Kamenu nabačaj napravljen je od kamenih blokova granulacije 30 – 50 cm. Završni radovi uključivali su planiranje okoliša gradilišta i dovođenje u prvotno stanje. [3]

3. Druga faza sanacije mosta

3.1. Uvod

Projektom kategorizacije mosta Drava Botovo most je svrstan u kategoriju nosivosti D4 ($P=22,5$ t/osov. i $p=8,0$ t/m²) uz zahtjev za ojačanje i sanaciju pojedinih nosivih elemenata na konstrukciji i donjem ustroju. U skladu s time, ali i zbog sigurnosti prometa preko mosta, uvedena je smanjena vozna brzina od $v_{max} = 10$ km/h dok se ne ispune predviđeni uvjeti. Nosiva čelična konstrukcija mosta jest trapezna rešetka s Warrenovim ispunom koja se sastoji od glavnih uzdužnih nosača, poprečnih nosača, sekundarnih uzdužnih nosača, gornjeg vjetrovnog sprega, donjeg vjetrovnog sprega, kočnog sprega, sprega za bočne udare (bez vijuganja) i portala. U drugoj fazi sanacije mosta izvode se građevinski radovi na ojačanju mosta Drava Botovo, koji uključuju izgradnju novoga armiranobetonskog plašta oko stupa S3, ojačanje nepokretnih ležajeva na stupu S3, ojačanje donjeg vjetrovnog sprega i antikorozivnu zaštitu dijela čelične konstrukcije mosta.

3.2. Radovi na ojačanju mosta

3.2.1. Ojačanje stupa S3

Ojačanje postojećeg stupa S3 predviđeno je postavljanjem armiranobetonskog plašta debljine $d = 30$ cm po cijelome obodu stupa, osim na vrhu između ležajnih kvadara kako bi se omogućio prolazak revizijskih kolica cijelom duljinom mosta. Prema nacrtima u prilogu, dobetonirani plašt povezuje se s postojećim stupom ankerima od rebrastog čelika $\phi 22$ mm, duljine $l = 80$ cm, bušenim na rasteru od 100×100 cm i s rupama zapunjenima cementnim mortom. Dio ankeri za sidrenje nove obloge u temelj stupa S3 ugrađen je u sklopu navedenog projekta sanacije temelja, a u sklopu tog projekta potrebno je izbušiti vertikalne rupe i ugraditi ankere. Prije samih radova na postavljanju armature potrebno je površinu postojećeg stupa oprati vodom pod tlakom od 200 do 300 bara i skinuti sve nečistoće i naslage trave. Također prije betoniranja potrebno je površinu postojećeg stupa premazati emulzijom za vezu starog i novog betona.



Slika 3. Betoniranje prve kampade ojačanja stupa S3 izravno iz automiješalice dovezene na mjesto ugradnje na niskopodnome vagonu

Postavljanje plašta stupa bilo je moguće u tri kampade visine oko 2,0 m zbog manjih pritisaka na oplatu. Oplata se postavljala kao jednostrana i trebalo ju je kvalitetno učvrstiti u postojeći stup radi preuzimanja pritisaka od svježeg betona. Za radijalni dio oplata stupa koriste se konusni umetci od tvrdoga ekspaniranog polistirena kako bi se postigla projektirana konturna i završna ploha stupa. Projektiran je beton klase C 35/45 razreda izloženosti XF3 i rebrasti armaturni čelik B500B. [7]

3.2.2. Ojačanje nepokretnih ležajeva na stupu S3

Prema zaključcima projekta kategorizacije mosta Drava Botovo, postojeći nepokretni ležajevi ne mogu prenijeti računске horizontalne sile te ih treba ojačati. Kritični presjek u postojećemu ležaju jest spoj gornje ploče s donjim pojasom konstrukcije koji je izveden kao čelični trn promjera $\phi 100$ mm i visine $h = 15$ mm i četiri konstruktivna ankera u ležajnome kvadru. Za prijenos odgovarajućih sila potrebno je izraditi nove gornje ploče od lijevanog čelika kvalitete G10MnMo V6-3, s povećanim trnom promjera $\phi 200$ mm i visine $h = 25$ mm, kao i ugraditi novu ploču kvalitete S355J2+N, $800 \times 800 \times 40$ mm u donji pojas, zavarenu kutnim varovima debljine $a = 10$ mm, kvalitete C (I kvalitete). Nove vijke M 24 za spoj gornje ploče i donjeg pojasa treba izvesti u kvaliteti 10.9 i pritegnuti na moment od $M_A = 800$ Nm.

Za prijenos horizontalnih sila u beton stupa oko ležaja predviđen je čelični okvir povezan vijcima M 48 koji obuhvaća donju ležajnu ploču (piramidu) postojećega nepokretnog ležaja. Okvir je izrađen od lijevanog čelika G10MnMo V6-3 i ugrađen prije betoniranja zadnje



Slika 4. Nova gornja ploča nepokretnog ležaja stupa S3

kampade stupa. Okvir je namještan i stezan vijcima u krutu cjelinu. Prije ugradnje okvir je trebalo anti-korozivno zaštititi temeljnim epoksidnim premazima i završnim poliuretanskim premazima RAL 6005 u ukupnoj debljini od najmanje 240 μm . Nakon što je ugrađen okvir oko donje ležajne ploče (piramide) i 28 dana nakon betoniranja zadnje kampade stupa, moglo se pristupiti odizanju mosta i zamjeni gornje ležajne ploče.

Odizanje se provodilo hidrauličnim pumpama sa stupa u prostoru ispod donjeg pojasa glavnih nosača, i to što bliže postojećemu ležaju ili čvoru rešetke glavnog nosača. Iz Projekta kategorizacije mosta ukupna vertikalna sila vlastite mase i dodatnoga stalnog opterećenja iznosi $P \sim 3100 \text{ kN}$ po ležaju, što je i sila odizanja koju treba postići s dovoljnim brojem preša. Silu u konstrukciju mosta potrebno je unijeti tako da se osigura stabilnost konstrukcije u svim fazama zamjene gornje ležajne ploče i da ne dođe do neželjenih deformacija elemenata donjeg pojasa rešetke mosta. Za te radove izvođač je morao izraditi detaljni

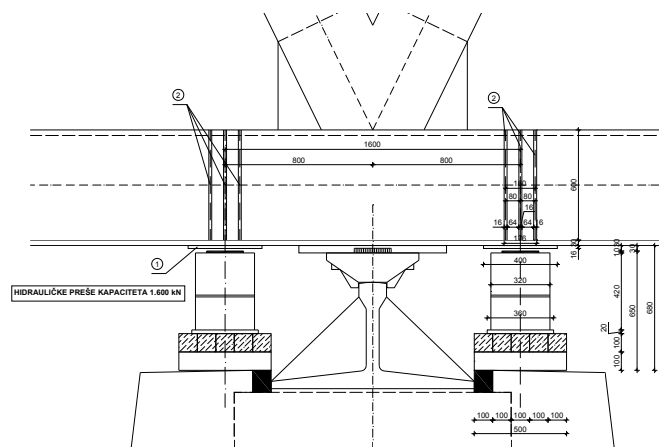


Slika 5. Okvir nepokretnog ležaja stupa S3

izvedbeni projekt s tehnologijom odizanja u ovisnosti o opremi koju posjeduje te broju i snazi preši koje ima na raspolaganju. Tijekom radova na odizanju mosta promet vlakova nije bio dopušten. Predviđeno vrijeme trajanja tzv. zatvora pruge tijekom te faze radova iznosi barem 36 sati. Potrebna visina odizanja ne bi trebala biti veća od 5 do 6 cm koliko je potrebno za demontažu stare gornje ležajne ploče i ugradnju nove ležajne ploče te nove priključne ploče 800 x 800 x 40 mm za donji pojas glavnog nosača. Predviđena visina dizanja nije imala utjecaja na elektroinstalacije na mostu (SS, TK, i KM) te stoga nije bilo potrebno ni njihovo premještanje i osiguranje, a samim time ni zaseban elektrotehnički projekt. Zbog sigurnosti u zoni radova na mostu trebalo je isključiti napon u kontaktnoj mreži. [7]

3.2.3. Ojačanje donjega vjetrovnog sprega

Prema zaključcima projekta kategorizacije mosta Drava Botovo, postojeći donji vjetrovni spregovi ne zadovoljavaju nosivost u čvorovima preko spojnih sredstava i čvornih limova. Svi čvorni limovi i limovi spoja štapova u sredini polja zamjenjuju se novima iste geometrije, ali kvalitete čelika S355J2+N, osim u poljima 2 – 3 i 2' – 3' gdje se ugrađuju veći čvorni limovi, također kvalitete S355J2+N. Postojeće čvorne limove treba demontirati iz štapova sprega tako da se odrežu varovi i izbiju zakovice na spoju s donjim pojasom glavnog nosača. Nakon rezanja varova treba brusiti i obraditi rubove postojećih štapova profila U kao priprema za zavarivanje novih čvornih limova. Nakon što se novi čvorni limovi zavare na štapove sprega, na njima se buše rupe tako da se buše kroz postojeće rupe na čvornome limu donjeg pojasa glavnog nosača, ali veće za jednu mjeru rupe, $\phi 23 \text{ mm}$, osim u poljima 2 – 3 i 2' – 3' gdje se buše rupe za zakovice $\phi 25 \text{ mm}$. [7]



Slika 6. Nacrt ojačanja i odizanja mosta, položaj pumpi



Slika 7. Novi čvorni lim s većim rupama za zakovice f 23 i priprema za zavarivanje čvora

3.2.4. Antikorozivna zaštita čelične konstrukcije mosta

Provedbom potrebnih ispitivanja na lokaciji mosta i uvidom u dokumentaciju o posljednjoj antikorozivnoj zaštiti mosta zaključeno je to da je zaštita dotrajala i potpuno nezadovoljavajuće prionjivosti (klase 4–5). Projektom je predviđena potpuna obnova sustava antikorozivne zaštite koja se izvodi čišćenjem do metalne površine u zoni radova ojačanja stupa S3. Priprema površine prije čišćenja izvodi se pjeskarenjem te treba zadovoljiti stupanj Sa 2 1/2. Očišćena površina mora imati metalno čist izgled, mora biti očišćena od prašine i odmašćena prema normi HRN EN ISO 12 944. U toj drugoj fazi radova, u skladu s financijskim sredstvima u Planu održavanja, predviđeno je da se AKZ radovi izvedu samo na dijelu ukupno predviđene kvadrature čelične rešetkaste konstrukcije mosta (oko 300 m² u zoni stupa S3). Sustav AKZ izvodi se kao epoksidni temeljni premaz i završni poliuretanski premaz ukupne debljine dsf=240 μm, a sve prema normi HRN EN ISO 12944-5 za trajnost na bazi C4. Završni RAL boje 6005. [7]

3.2.5. Željeznički promet tijekom radova

Tijekom radova na sanaciji mosta željeznički promet mora teći u režimu lagane vožnje, odnosno brzinom od $v_{\max} = 20$ km/h ili manjom. Svi radovi na ojačanju i sanaciji konstrukcije mosta mogu se izvoditi pod prometom uz predviđene mjere zaštite i osiguranja (čuvari, signalizacija, opomenice). Materijal i oprema mogu se dopremiti prugom tijekom operativnih tzv. zatvora pruge (prekida prometa) između vlakova u dogovoru s prometnom operativom HŽ Infrastrukture. Stup se može betonirati tijekom prometa ili tijekom tzv. zatvora pruge (rad s kolosijeka, crijevo betonske pumpe

na mostu). Tijekom zamjene elemenata nepokretnog ležaja, kada je bilo potrebno odizanje mosta, sve su aktivnosti morale biti provedene tijekom odobrenoga tzv. zatvora pruge od 36 sati, s isključenjem napona prema potrebama tehnologije izvođenja. [7]

4. Zaključak

Radovi u sklopu prve faze sanacije mosta Drava Botovo trajali su od prosinca 2014. do srpnja 2015., uz dulje zastoje zbog previsokog ili preniskog vodostaja rijeke te niskih temperatura traka. Ukupni troškovi prve faze sanacije iznosili su nešto manje od dva milijuna kuna, bez PDV-a. Radovi u sklopu druge faze sanacije mosta započeli su u listopadu 2016., a planirani je završetak do kraja svibnja 2017. Ugovorena vrijednost tih radova iznosi 1,3 milijuna kuna, bez PDV-a.

Sanacije željezničkih mostova zahtjevni su zahvati jer se provode u uvjetima redovitog tijeka željezničkog prometa, uz otežan pristup lokaciji gradilišta, koji je nerijetko moguć samo putem željezničke pruge. I projektno rješenje uvjetovano je osim temeljnim zahtjevima struke i stvarnim stanjem na samome mostu i mogućnostima izvođenja pojedinih zahvata. Prilikom odabira rješenja potrebno je voditi računa o mogućnostima dopreme materijala, rada u skućenim i slabo pristupačnim uvjetima te nemogućnosti većeg korištenja mehanizacije.

Složenost aktivnosti na održavanju željezničkih mostova, ali i održavanju željezničke infrastrukture u cjelini, zahtijeva implementaciju sustava gospodarenja infrastrukturom. Sustav gospodarenja infrastrukturom treba biti potpora sustavu održavanja, obnove i planiranja radova na infrastrukturnim objektima koji provodi upravitelj željezničke infrastrukture zbog ispunjavanja zakonskih obaveza vlasnika (upravitelja) vezanih uz održavanje, racionalno planiranje troškova održavanja te potrebe pravodobnog i točnog izvještavanja.

Ciljevi sustava gospodarenja infrastrukturom jesu:

- uspostaviti cjelovit inventurni popis čitave željezničke infrastrukturne mreže
- jasno ocijeniti stanje i učinkovitost infrastrukturne mreže
- procijeniti vrijednost imovine na razini građevina, dionica i mreže
- procijeniti potrebe za održavanjem i pripadne troškove
- uspostaviti prioritetne ciljeve u održavanju
- postaviti scenarije financiranja za pravodobno održavanje i unaprjeđivanje stanja
- definirati strategiju i plan upravljanja imovinom.

Literatura:

- [1] Ille, M.; Skrba, D.; Lalić, D.; Jakovljević, I.: Sanacija željezničkog mosta Drava Botovo na pruzi M201 DG Botovo – Koprivnica – Dugo Selo, Zbornik radova sa 23. međunarodnog savjetovanja HDO-a - Održavanje 2017, svibanj 2017.
- [2] Hršak A., Šiša T.: Geotehnički elaborat, Geotehnički studio d.o.o., siječanj 2013.
- [3] Šiša T., Ražov L.: Projekt sanacije temelja S3, Geotehnički studio d.o.o., prosinac 2013.
- [4] Kuspilić N., Bekić D., Gilja G., Kapitan I., Zubčić K.: Hidrografsko snimanje korita i podvodno vizualni pregled donjeg ustroja mosta Drava Botovo, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, rujan 2011.
- [5] Mujkanović N.: Kategorizacija nosivosti mosta Drava Botovo, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, prosinac 2012.
- [6] Kovačević M. S.: Geotehnički projekt mosta Drava Botovo, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, travanj 2013.
- [7] Ivan Jakovljević: Glavni i izvedbeni projekt ojačanja mosta Drava Botovo, Institut IGH d.d., travanj 2015.

UDK: 625.12

Adresa autora:

Dražen Skrba, mag. ing. aedif., univ. spec. aedif.
drazen.skrba@hzninfra.hr

Dean Lalić, dipl. ing. građ.
dean.lalic@hzninfra.hr

HŽ Infrastruktura d.o.o.
Mihanovićeva 12, 10000 Zagreb

SAŽETAK

Željeznički most Drava Botovo nalazi se u km 523+579 međunarodne pruge M201 državna granica – Botovo – Koprivnica – Dugo Selo. Sanacija mosta Drava Botovo provodi se u dvije faze. U prvoj fazi radova, koja je završena u srpnju 2015., ojačana je temeljna stopa radi sprečavanja erozije uslijed djelovanja vode i propadanja temeljne stope stupa S3 te radi osiguranja globalne stabilnosti mosta. Radovi prve faze uključivali su postavljanje armiranobetonske obloge temeljne stope te kamenog nabačaja. Nakon završetka prve faze pristupilo se izvođenju druge faze radova na sanaciji mosta koja uključuje ojačanje donjeg ustroja konstrukcije postavljanjem novoga armiranobetonskog plašta oko stupa S3, ojačanje nepokretnih ležajeva na stupu S3, ojačanje donjeg vjetrovnog sprega i antikoroziivnu zaštitu dijela čelične konstrukcije mosta.

Ključne riječi: sanacija željezničkog mosta, sanacija temeljne stope, ojačanje konstrukcije mosta, ojačanje ležaja na mostu, ojačanje vjetrovnog sprega.

Kategorizacija: stručni članak

SUMMARY

REPAIR OF THE DRAVA BOTOVO RAILWAY BRIDGE

Drava Botovo railway bridge is located at 523+579 km of the M201 State border – Botovo – Koprivnica – Dugo Selo international railway line. The repair of Drava Botovo bridge is carried out in two phases. At works stage 1, which was completed in July 2015, footing reinforcement was carried out in order to prevent erosion caused by water and S3 pier footing deterioration, as well as to secure global bridge stability. After the completion of stage 1, stage 2 of bridge repair works ensued, which included the construction reinforcement by constructing a new reinforced concrete casing around pier S3, reinforcement of S3 pier fixed bearings, reinforcement of the lower wind bracing and anti-corrosion protection of a part of the steel bridge construction.

Key words: railway bridge repair, Footing repair, Bridge construction reinforcement, Bridge bearing reinforcement, Wind bracing reinforcement

Categorization: professional paper



Rješenja kojima vjerujete



Tehnička zaštita | Audiovizualne komunikacije |
Parkirališni sustavi | Razvoj programskih rješenja |
Podatkovni centri | Automatizacija | Energetska
učinkovitost | Elektroinženjering

ECCOS inženjering d.o.o.

www.eccos.com.hr

Sjedište: I. Pile 21
Ured: Bani 110, Buzin
10000 Zagreb, Hrvatska

T + 385 1 6060 290
F + 385 1 6060 380
E info@eccos.com.hr