

## OBNOVA OŠTEĆENOGA ŽELJEZNIČKOG MOSTA JAKUŠEVAC U ZAGREBU

U noći između 30. i 31. ožujka 2009. (točno u 22,37 h) lokomotiva s 26 vagona iznenada se zaustavila iza oštećenja na željezničkom mostu Jakuševac u Zagrebu. Zbog visokog

bila 22 prazna vagona, dvije cisterne natovarene plinom i dva teretna vagona s drugim materijalom. Vlak je izazvao dodatna oštećenja, ali srećom nije bilo veće do većih stradanja,

stoji Jakuševac, što ćemo i mi upotrebljavati iako je vjerojatno ispravno Jakuševac), koji se još naziva željezničkim mostom Žitnjak ili mostom pokraj Mičevca, izgrađen je 1968. prema projektu Ljubomira Jevtovića, dipl. ing. građ., iz Zavoda za studije, projektovanje i nadzor gradilišta ZJŽ (Zajednice jugoslavenskih željeznica) iz Beograda (suradnici pri projektiranju: M. Marković i M. Vuković). Most je čelična konstrukcija za dvokolosiječnu prugu s 11 raspona i dužinom od 408,46 m ( $5 \times 34,26 + 65,86 + 5 \times 34,26$ ) koji rijeku premošćuje pod kutom od  $73,7^{\circ}$ , a širina je korita u osi mosta 112 m. Most se sastoji od više dilatacija različitog koncepta, a središnji je i glavni dio (gdje je i došlo do havarije) mosta s tri otvora dug 134,4 m ( $24,26 + 65,86 + 34,26$ ). Stupovi su masivni betonski te zakrenuti u smjeru riječnog toka.

Zapravo to je zakovana i u poprečnom smjeru upuštena čelična konstruk-



Željeznički most Jakuševac nakon havarije

je vodostaja došlo do popuštanja potpornoga južnog stupa u koritu i ulegnuća kolosijeka od 1,5 m. Most se inače nalazi na pruzi Sesvete – Velika Gorica (M 401) u km 10+689 (u nekim dokumentima km 9+872). Smjesta je prekinut sav promet, a zbog sigurnosti zaštićen je i prostor oko mosta. Potom je uslijedilo snimanje poprečnog profila korita Save i brzine protoka, geodetsko praćenje ponašanja stupa te privremeno ojačanje stupa S6 da bi se spriječilo njegovo daljnje rušenje, ali i pokušaj sanacije dna rijeke nasipavanjem lomljenoga kamenja oko stupova. Nakon toga se pristupilo izradi sanacijskog rješenja.

Vlak se kretao sa zagrebačkog Ranzirnog kolodvora prema Sesvetama, a katastrofa je izbjegnuta samo zahvaljujući prisebnosti vlakovođe koji je na vrijeme uočio nepravilnosti na pruzi, počeo kočiti i zaustavio vlak nasred mosta. U kompoziciji su

poput ljudskih žrtava ili rušenja cijelog mosta zajedno s kompozicijom. Most preko rijeke Save u Jakuševcu (u projektnoj dokumentaciji svugdje



Oštećenja mosta i željezničkih pruga

cija, sa dva punostjena glavna nosača, u razmaku od 9,1 m s visinom od 3,8 m. Poprečni su nosači okomiti na os i u međusobnom razmaku 3,95 m i visine 1,4 m. Izvedena su i četiri uzdužna sekundarna nosača visine 0,62 m.

Gradnja je mosta započela 1962., a radovi su na donjem ustroju, koje je izvodila tvrtka *Tehnogradnja* iz Maribora, završeni 1964. godine. Čeličnu je konstrukciju izvodio *Đuro Đaković* iz Slavonskog Broda, a ona je, kao što smo rekli, dovršena 1968. Most se nalazi na pruzi između Sesveta i Velike Gorice i iznimno je važan za skretanja teretnoga prometa prema Ranžirnom kolodvoru ili njegova preusmjerenja kako ne bi prolazio kroz grad. Most znatno skraćuje željeznički promet između Sesveta i Siska.



**Oštećeni most za najvišega prošlogodišnjega vodostaja**

Nedugo nakon havarije Zavod za konstrukcije Građevinskog fakulteta u Zagrebu (mr. sc. Nijaz Mujkanović i prof. dr. sc. Zlatko Šavor) izradili su prijedlog privremene sanacije stupa S6 koji je na vrhu širine 14 m i debljine 2,3 m. Preporučeno je da se istake (ležajni kvadri) na vrhu obujme čeličnim užetom i da se sidre tako da obujme stup S7 na razini tla, s podlaganjem tvrdog drva radi zaštite betona. Predloženo je da se užad napinje tirfornima i spaja klemama i napinjaljkama, a to je i uči-

njeno pa je ustanovljeno da se stup S6 od havarije (30. ožujka) do dana napinjanja (22. travnja), dakle u dva desetak dana, pomaknuo za 8,8 cm uzvodno, 5,7 cm prema sredini rijeke i potonuo 5 cm. Nakon sidrenja stupa mjerenja su ponovno obavljena 9. svibnja 2009. i tada je uočeno da se vrh stupa S6 pomaknuo 1,6 cm uzvodno, 0,7 cm prema sredini rijeke i potonuo 0,6 cm. Tada je procijenjeno da sustav koji tvore stup, užad za zatezanje i rasponski sklop ostvaruje stabilno ravnotežno stanje.

Istodobno je uzvodno od stupa izvađen uzorak šljunka i prema njemu je izrađen granulometrijski sustav materijala za nasipavanje. Trebalo je zapuniti uzvodnu kavernu (kota + 93,5 m n.v.) i prostor oko temelja poravnati sa 700 m<sup>3</sup> (na kotu +96 m n.v.). Istodobno je uz stup S5 (koji

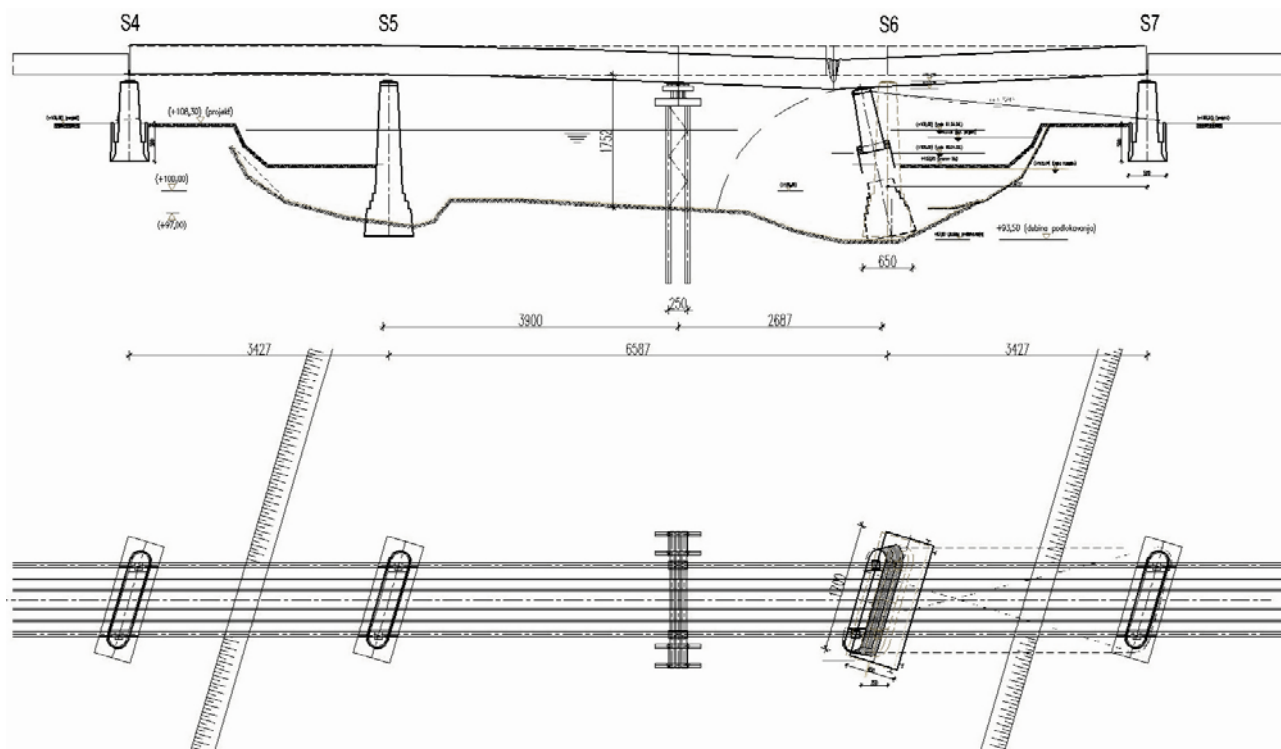
je također u riječnom koritu) trebalo zapuniti uzvodnu kavernu (kota + 95,5 m) i prostor oko temelja poravnati sa 300 m<sup>3</sup> (na kotu +96 m n.v.).

Iako je dio javnosti očekivao da će se izgraditi novi i sigurniji most, ili da će se barem izraditi zamjenski rasponski sklop bez stupova u riječnom koritu gdje uvijek postoji opasnost od podlokavanja, vjerojatno je recesija (neki tvrde i praksa HŽ-a da se radije opredjeljuju za popravljavanje) potaknula sanaciju oštećenja.

Naime u četrdesetak godina od gradnje mosta dno se korita Save na mjestu mosta spustilo 5 do 6 m, a lokalno je produbljenje oko stupa iznosilo dodatnih 4 do 5 m, tako da je ukupno produbljenje na mjestu stupa bilo gotovo 10 m u odnosu na projektirano. Spuštanje je dna u gornjem dijelu riječnoga toka (Sava je na području Jakuševca na kraju gornjega toka) prirodna pojava, ali tu treba pribrojiti i ljudski utjecaj, ponajprije smanjeni nanos zbog gradnje uzvodnih brana i pragova, povećanja vučne sile (zbog regulacija i smanjivanja inundacija) te eksploatacije šljunka uz rijeku.

Prema ugovoru s *Institutom IGH* d.d. i njegovim kooperantom Građevinskim fakultetom u Zagrebu, početkom 2010. izrađen je idejni projekt koji je dobio vodopravne uvjete i povoljnu ocjenu Grupe za reviziju tehničke dokumentacije. Potom je izrađen i izvedbeni projekt sanacije temelja i izrade novog stupa S6 uz proširenje i ojačanje temelja te sanaciju čelične konstrukcije. Nakon revizije projektne dokumentacije (za geotehniku prof. dr. sc. Predrag Kvasnička s RGN fakulteta i za konstrukciju Zoran Lončarec, dipl. ing. građ., iz IPZ-a) sanacija se izvodi prema stavku 3.4 (Posebni slučajevi građenja), članka 239. Zakona o prostornom uređenju i gradnji za slučajeve hitne sanacije zbog neposrednog ugrožavanja ljudi i dobara od oštećenja nastalih prirodnim nepogodama. Za takve slučajeve, naime, nije potrebna potvrda glavnog projekta ili građevinska dozvola.

Idejni, glavni i izvedbeni projekt izradio je *Institut IGH* iz Zagreba: glavni je projektant dr. sc. Jelena Bleiziffer, a projektanti mr. sc. Krešimir Bolanča za geotehniku i mr. sc. Nijaz Mujkanović za konstrukciju. Nakon toga je za sanaciju stupa S6 i za radove u koritu rijeke izabrana *Hidroelektra niskogradnja* d.d. (glavni inženjer Igor Bilić, dipl. ing. građ.), a za radove na sanaciji čelične konstrukcije *Pružne građevine*



Uzdužni presjek i tlocrt mosta iz projekta sanacije

d.d. (Ivan Jakovljević, str. spec. ing. građ.). Ujedno je s *Institutom IGH* zaključen ugovor o stručnom nadzoru, a glavni je nadzorni inženjer mr. sc. Mario Ille.

Rekonstrukcija i sanacija temelja stupa S6 uključuje izradu zagata od čeličnog žmurja oko postojećega nagnutog temelja, podvodno betoniranje između temelja i zagatne stijene, bušenje kroz novi beton, postojeći temelj i šljunak za potrebe mlaznog injektiranja i na kraju mlazno injektiranje stupnjaka u šljunku. Predviđena je bila i izvedba pomoćnog stupišta u sredini rijeke i izrada pomoćnog stupišta na proširenom temelju stupa S6, uklanjanje nagnutoga stupa i gradnja novoga te dobava i ugradnja novih ležaja na stupu D6. Predloženi su obnova, recentriranje i uređivanje ležajeva i kvadara na stupovima S4, S5 i S7 te zaštita stupova S5 i S6 oblaganjem krupnim kamenim blokovima. Planirana je i obnova obaju glavnih nosača i sekundarnih uzdužnih nosača u mjestima plastifikacije, ali i obnova vjetrovnog

sprega i revizijskih kolica, popravak lokalnih oštećenja te antikoroziivna zaštita čelične konstrukcije. Bilo je još radova koje je obavio *HŽ*, poput demontaže pragova i opreme na mjestu sanacije te snimanje nivelete kolosijeka i ponovna montaža gor-

njeg ustroja i pruge, ali ti radovi nisu bili predmetom nadmetanja.

Sve smo navedene podatke dobili od investitora – *HŽ Infrastruktura*, zapravo od Deana Matovića, dipl. ing. građ., šefa Službe za pružne građe-



Radovi sanacije temelja i rušenja stupa S6





Sanacija čelične konstrukcije iznad stupa S6

vine i pomoćnika izvršnog direktora *Građevinskih poslova održavanja u HŽ Infrastruktura*. U razgovoru je sudjelovala i Margareta Krakan Čop, dipl. ing. građ., jer je Snježana Krznarić, dipl. ing. građ., inače zadužena za gradilište u Jakuševcu, bila na

lovoza 2010., a da bi trebali biti u cijelosti završeni 28. rujna 2011.

Posjetili smo i most na kojem se obavlja sanacija, a koji je smješten nedaleko od odlagališta otpada Jakuševac. Razgovarali smo s glavnim

Rok za završetak radova bio je kraj 2010., ali je produžen zbog nepredviđenih događaja, zapravo pojave stogodišnjega vodostaja Save tokom prošle godine. Inače radove je u koritu rijeke, posebno one vezane uz sanaciju temelja i rušenje mosta, nemoguće izvoditi za visokih vodostaja. Zapravo je ljeto najpogodnije vrijeme za izvođenje radova.

Za radove na sanaciji temelja i gradnji novoga stupa S6 bilo je potrebno prije toga na južnoj (desnoj) obali Save s pomoću žmurja urediti posebno pristanište za barže na koje su se ukrcavali strojevi i dizalice. Potom je, također žmurjem, ograđen prostor za novo temeljenje stupa, a nakon izgradnje zagatnog zida i injektiranja stupnjaka započelo je rušenje stupa. Nažalost projektanti nisu dopustili rušenje miniranjem da se ne bi oštetili novi temelji stupa, pa se betonski blokovi režu dijamantrnim pilama i odlažu na obalu. Poslije će se vjerojatno drobiti i poslužiti kao nabačaj uz stupove u rijeci (S6 i S7). Najveći je problem ovoga gradilišta,



Izravnani željeznički most Jakuševac

godišnjem odmoru. Od naših smo sugovornika dobili sve potrebne podatke, nacрте i slike, a ujedno smo doznali da su radovi započeli 2. ko-

inženjerom Igorom Bilićem i inženjerom gradilišta Ivanom Jakovljevićem. S njima smo i obišli cijelo gradilište.

na kojem je svakodnevno po dvadesetak radnika, što i oni koji rade na sanaciji temelja i izgradnji novoga stupa i oni koji saniraju čeličnu kon-

strukciju, praktički rade jedni drugima iznad glave. Radi se neprekidno u dvije smjene. Uz pomoć pomoćnih stupova i hidrauličnih strojeva u svibnju ove godine podignuta je i ispravljena čelična konstrukcija. Dijelovi koji su pretrpjeli plastične deformacije su izrezani, a radi se samo o manjim isječcima iznad stupova S6 i S4, gdje su zamijenjeni i dijelovi sekundarnih nosača te neki poprečni nosači. Dijelovi koji se spajaju zagrijavaju se i ispravljaju kovanjem, a dijelovi koji će zamijeniti oštećene izrađuju se u radionicama *Pružnih građevina* zajedno s rupama za za

kovice. Većih je problema bilo i s ležajima koji su netipični, posebno s ležajima stupa S6 koji su izgubljeni u rijeci, ali taj je problem ipak uspješno riješen.

Za našeg su posjeta radnici osim na stupu S6 radili na pjeskarenju dijela izrezane i sanirane konstrukcije iznad stupa S4. Tu su deformacije na dodiru dvaju konstrukcijskih sustava bile i najuočljivije, u svakom slučaju najviše izdignute. Te su deformacije dijelom nastale pri rotiranju i naginjanju stupa S6, ali možda i pri nalletu teretnog vlaka koji se na mostu zaustavio.

Nakon izravnavanja konstrukcije nema nikakvih tragova deformacija, a mjerenja dokazuju da nikakvih problema nema s nosivošću čelične konstrukcije. Ipak sve će se to moći sa sigurnošću potvrditi nakon skidanja pomoćnih stupova i probnog opterećenja,

Sve u svemu, zaključili su naši sugovornici, radi se filigranski, precizno i polako, ali to je pravi inženjerski posao koji je u ovom slučaju obuhvatio razne vrste građevinskih radova.

B. Nadilo