

# Radovi na izvanrednom održavanju Krčkog mosta

Dragutin Vujić

## Ključne riječi

Krčki most, izvanredno održavanje, sanacije, kloridna korozija, izvedba sanacijskih radova

## Key words

Krk bridge, periodic maintenance, repair, chloride-generated corrosion, realization of repair activities

## Mots clés

pont de Krk, entretien périodique, remise en état, corrosion par chlorures, réalisation des travaux de remise en état

## Ключевые слова

Крчки мост, внеочередное содержание моста, санирования, хлоридная коррозия, выполнение работ по санированию

## Schlüsselworte

Krk-Brücke, ausserordentliche Wartung, Sanierungen, Chlorid-Korrosion, Ausführung der Sanierungsarbeiten

D. Vujić

Stručni rad

## Radovi na izvanrednom održavanju Krčkog mosta

Prikazane su dosadašnje aktivnosti na Krčkom mostu od njegova puštanja u promet. Te su aktivnosti bile kontinuirane, a opisano je kako su na održavanju i sanacijama primjenjivane spoznaje do kojih se dolazilo nakon gradnje mosta. Istaknuto je da je najveći problem koji se pojavljivao na mostu bila korozija izazvana kloridima, o čemu u vrijeme gradnje mosta nije bilo podataka u stručnoj literaturi. Opisani su svi na mostu poduzimani sanacijski radovi te način njihove izvedbe.

D. Vujić

Professional paper

## Periodic maintenance activities on Krk bridge

Maintenance activities conducted on the Krk bridge since its opening to traffic are presented. These activities were performed in a continuous manner. The way in which new information, i.e. information gained after bridge construction, was used in the maintenance and repair of the bridge is presented. It is emphasized that the biggest problem encountered on the bridge was the corrosion due to chlorides, for which no data were available in the literature at the time the bridge was built. All methods and activities used in the repair and maintenance of this bridge are described.

D. Vujić

Ouvrage professionnel

## Activités d'entretien périodique sur le pont de Krk

Les activités d'entretien conduites dans la période depuis la première mise en service du pont sont présentées. Ces activités ont été effectuées d'une manière continue. La façon dans laquelle les nouvelles informations, c'est-à-dire celles obtenues après la construction du pont, ont été utilisées dans l'entretien et la remise en état de cet ouvrage, est présentée. L'auteur souligne que le plus grand problème rencontré sur ce pont était la corrosion causée par chlorures, pour laquelle aucune information n'était pas disponible au temps de la construction du pont. Toutes les méthodes et les activités utilisées dans la remise en état et l'entretien de l'ouvrage sont décrites.

Д. Вучић

Отраслевая работа

## Работы по внеочередном содержании Крчког моста

В работе описаны работы на Крчком мосту по его содержанию с момента его пуска в эксплуатацию до сих пор. Те работы были постоянными, а описано как на содержании моста и его санировании применялись познания, до которых доходилось после строительства моста. Подчеркнуто, что самой большой проблемой, появляющейся на мосту, была коррозия, вызванная хлоридами, о чём во время строительства воздвижения моста не было данных в технической литературе. Описаны все работы, предпринимавшиеся на мосту по его санированию, а также способ их выполнения.

D. Vujić

Fachbericht

## Arbeiten an der ausserordentlichen Wartung der Krk-Brücke

Dargestellt sind die bisherigen Tätigkeiten an der Krk-Brücke seit dem sie in den Verkehr eingegliedert wurde. Diese Tätigkeiten waren kontinuierlich, und es ist beschrieben wie bei der Wartung und Sanierungen die Erkenntnisse angewendet wurden die man nach der Fertigstellung der Brücke gewann. Es wird hervorgehoben dass das grösste Problem das auf der Brücke auftauchte die durch Chloride hervorgerufene Korrosion war, worüber es zur Zeit des Ausbaus der Brücke keine Angaben in der Fachliteratur gab. Beschrieben sind alle an der Brücke unternommene Sanierungsarbeiten, sowie die Art und Weise deren Ausführung.

Autor: **Dragutin Vujić**, dipl. ing. kult. tehn., Hrvatske autoceste, d.o.o., Širolina 4, Zagreb

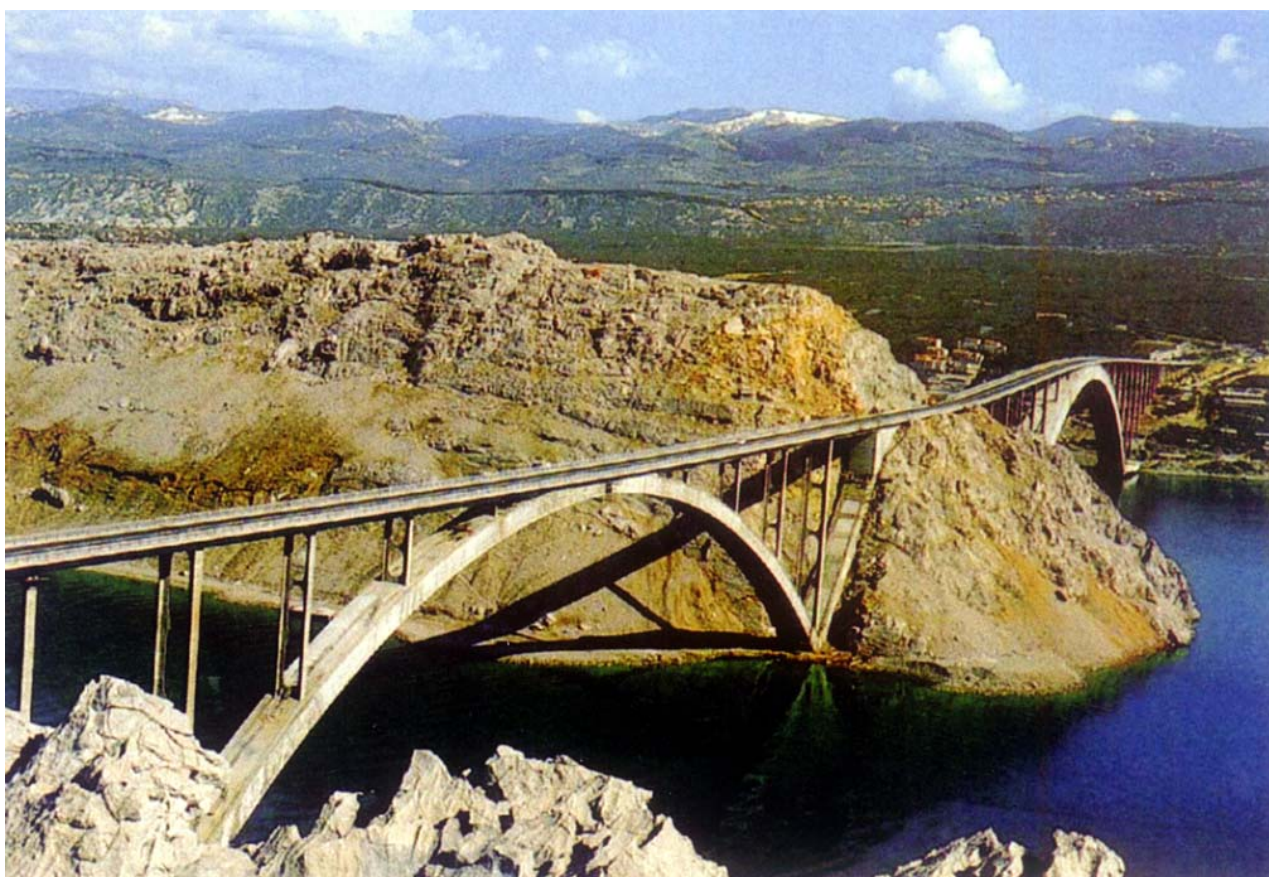
## 1 Uvod

Devetnaestog srpnja 1980., prije pune 23 godine, pušten je u promet most s najvećim rasponom luka na svijetu takvog tipa (lučni most izgrađen od armiranog betona). Tako je izgradnjom stabilne i brze veze otoka Krka s kopnom, ostvaren tisućljetni san stanovnika našega najvećeg otoka (slika 1.). U trenutku puštanja mosta u promet, u silnoj, zaista opravdanoj euforiji, nije se isticalo da će upravo zahvaljujući izgrađenom mostu 2003. otok Krk jedini od svih hrvatskih otoka imati prirast stanovništva, a razliku od ostalih otoka koji bilježe pad stanovništva, a kod nekih je taj pad i katastrofalan. I pokazatelji gospodarskog razvoja otoka Krka također su na zavidnoj razini. Očito je most donio boljitak i kvalitetniji život svim građanima, život kojih gravitira prema njemu. Iza veličanstvenih djela i građevina, uvijek postoje i samozatajni ljudi, bez čijeg rada ne bi bilo niti velikog djela, niti bi se ono održalo. Kad govorimo o Krčkom mostu nikako ne bismo smjeli preskočiti nekoliko ljudi, čiji rad je utkan u samu srž objekta. Najvjerojatnije mosta ne bi niti bilo da Mate Mahulja, rodom iz Vrbnika na otoku Krku, čovjek koji je zaslužan za mnoge realizirane projekte na otoku Krku, nije potrebu prelaska naftovoda sa otoka Krka (naftni terminal u Omišlju) na kopno, zajedno s ostalim potrebama, vješto pretočio u pot-

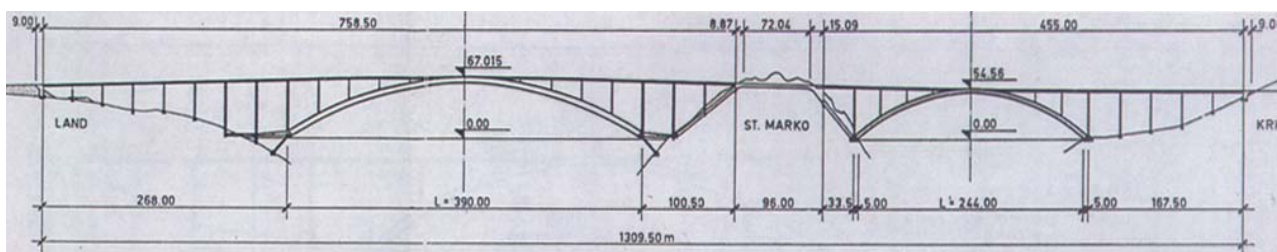
rebu gradnje mosta. Ilija Stojadinović, autor i projektant brojnih vrlo poznatih betonskih mostova na prostorima bivše države, praktički je sagorio na Krčkom mostu, koji je njegov najveći a ujedno i posljednji projekt. Kao da je sam sebe ugradio u most. Dr. Stanko Šram, jedan od najvećih hrvatskih graditelja mostova vješto je smioni projekt pretočio u stvarnost te je tako započeo život naš najveći most.

Iako se o Krčkom mostu više puta pisalo u našem časopisu, smatram, da još jednom treba navesti osnovne podatke o mostu:

- most je građen u razdoblju 1975. – 1980.
- ukupna je dužina objekta 1.429,50 metara, širina 11,40 m (kolnika 7,50 m, pješačke staze 2 x 1,30 m, i zaštitni pojas od 2 x 0,65 m).
- rasponska konstrukcija premošćuje dva vodna lica, i to Burni kanal širine 244 m, koliki je i raspon pripadajućeg luka (armiranobetonska prednapeta konstrukcija) i veći Tihi kanal širine 460 m, koji je premošten AB prednapetim lukom od 390 M (najveći luk na svijetu u svojoj kategoriji). Spretnom inženjerskom konstrukcijom projektant je uspio lukom raspona 390 m premostiti morski tjesnac od 420 m. Temeljni velikog luka izveden je na dubini od 19,00 metara



Slika 1. Pogled s kopna na veliki i mali luk Krčkog mosta



Slika 2. Uzdužna dispozicija mosta

ispod nivoa mora. Lukovima iznad morske površine pristupa se preko prilaznih vijadukata (slika 2.).

## 2 Održavanje i sanacije na mostu

Nakon završetka radova na mostu i predaji istog na upotrebu, djelatnici koji su radili u Poduzeću za izgradnju Krčkog mosta nastavili su svoj rad na poslovima redovnog, a kasnije i izvanrednog održavanja, jer objekt takve veličine i važnosti mora imati posebne mjere i za vrijeme eksploatacijskog razdoblja.

Odmah nakon završetka mosta započela su geodetska mjerenja i do 1990. nisu primijećene nikakve značajnije deformacije.

Uobičajene dugotrajne deformacije (puzanje) betona imale su za posljedicu radove na rektifikaciji (podizanju) lukova, kako bi lukovi ponovno dobili projektiranu geometriju. Radovi na rektifikaciji lukova na velikom su se luku obavljali u dva navrata, a na malom luku samo jednom. Radovi na rektifikaciji lukova obavljeni su tijekom 1981. godine.

Iste je godine (1981.), stručnjaci tadašnjeg Građevinskog instituta u dva navrata pregledavao stanje armiranobetonske konstrukcije. Tom su prilikom na određenim mjestima konstatirane izvedbene pogreške kao što su: segregacija betona, rupe, zračne pore, mjestimično vidljiva armatura, nezaštićene glave kabela, pukotine, slabo obrađene radne reške. Predložen je i plan redovitog promatranja mosta, izrađen je program pojačanog održavanja, koji je sadržavao i prijedlog sanacije vidljivih grešaka.

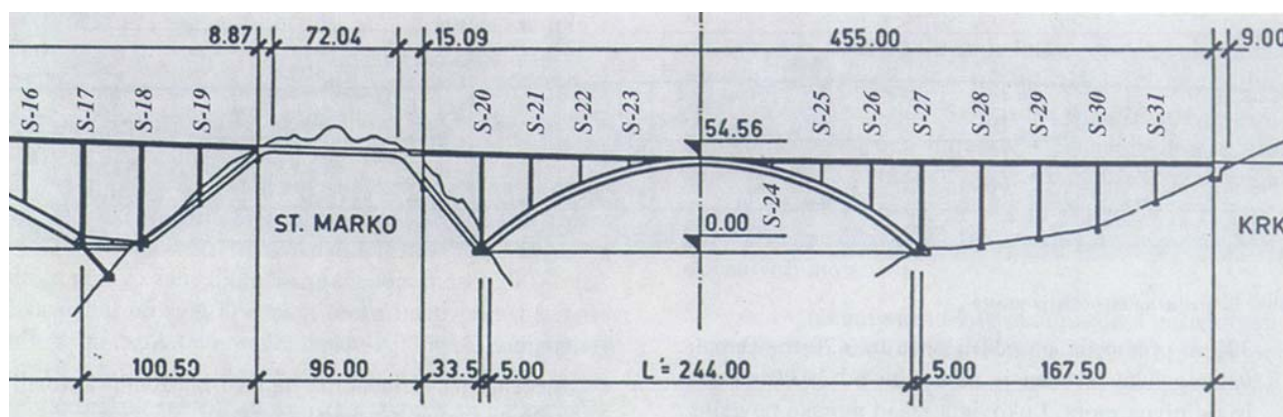
1985. godine u Građevinskom institutu izrađen je kompleksni program za izradu "Zbirke uputa o nadziranju i održavanju Titova mosta", prema zaključcima sastanka na kome su sudjelovali predstavnici radne organizacije za upravljanje i održavanje Titova mosta, Mostogradnje iz Beograda i Građevinskog instituta. Na temelju toga ostvaren je 1986. prvi detaljni pregled mosta.

Iz izvještaja od 30. 12. 1986. godine navodimo nalaze i predložene mjere:

a) stanje

- oštećenja na elementima najjače izloženim koroziji (kosnici, razupore i pete lukova),
  - pukotine na stupovima, upornjacima, krajnjim poprečnim nosačima i u pogledu kolničke ploče,
  - pukotine i početna korozija armature u oslonačkim sklopovima glavnih nosača;
- b) ispitivanjima *in situ* i na uzorcima u laboratoriju ustanovljeno je:
- dobro stanje glavnih nosača s dovoljno debelim slojem zaštitnog betona,
  - tlačna čvrstoća betona ekvivalentna je onoj utvrđenoj kontrolnim ispitivanjima tijekom izvedbe radova,
  - visoka nepropusnost betona lukova i neznatan prodor procesa karbonatizacije zaštitnog sloja betona,
  - niska količina klorida u zaštitnom sloju betona većine konstrukcijskih elemenata,
  - količina klorida u zaštitnom sloju betona kosnika temelja velikog luka je granična (približno jednaka kritičnoj);
- c) potrebne hitne mjere sanacije i zaštite:
- popravak oslonačkih sklopova glavnih nosača,
  - zaštita (premazivanjem) svih raspucanih površina, posebno donjih dijelova stupova, glavnih nosača i pogleda kolničkih ploča,
  - zatvaranje otvora u lukovima,
  - popravak dilatacijskih naprava i pukotina u asfaltu,
  - pregled dijelova mosta pod vodom;
- d) ostale mjere:
- antikorozivna zaštita metalnih dijelova,
  - poboljšanje odvodnje kolničkih površina, uređenje kanala i pješačkih staza,
  - obnova zaštitnog premaza na kosnicima, razuporama i petama lukova,
  - uređenje unutrašnjosti lukova,
  - provođenje periodičkih pregleda,
  - idući glavni pregled mora se izvršiti 1990. godine.





Slika 3. Oznake stupova koji su sanirani

Podvodni ronilački pregledi i kontrola stanja betona kosnika velikog luka, kao jednog od najugroženijih konstruktivnih elemenata luka obavljali su se više puta. Prvi je pregled obavljen u listopadu 1982., a zatim u studenom 1984., travnju i svibnju 1989., studenom 1990. godine i posljednji put 2001. u okviru realizacije programa utvrđivanja stanja gradiva armiranobetonske konstrukcije velikog luka Krčkog mosta. U izvještaju IGH-a od 15. veljače 2002. konstatirano je sljedeće:

- Progresija naseljavanja školjkaša *Rocellaria Dubia*, koja buši staništa u površinskom sloju betona, nije u prosjeku u proteklih 10 godina povećana više od 15% (po broju jedinki po m<sup>2</sup> površine), niti ta staništa idu dublje od 25 mm; za sada ne ugrožavaju stabilnost, sigurnost pa ni trajnost kosnika u eksploataciji to prije što je tlačna čvrstoća betona kosnika sada oko 70% veća od početne (pri starosti od 28 dana).
- tri talijanska zaštitna sistema, izvedena pokusno pod vodom prije nepunih desetak godina, pokazuju se prilično efikasnim i trajnim, ali za sada ne i nužnim u primjeni,
- prodor klorida u beton općenito je značajno napredovao; kritična koncentracija je već na otprilike 4 cm i dublje (prije 12 godina bila je na oko 2 cm), dakle u zoni glavne armature; spoj betona i armature je na većini izbušenih uzoraka, iako naoko čvrst, crne boje (umjesto "zdrave" sive). Vjerojatno se radi o početnom propagacijskom stadiju (aktivnoj koroziji) kod kojeg se pod vodom ne formiraju čvrsti oksidni i hidroksidni produkti povećanog volumena, nego se polagano ispiru i armatura nestaje bez ljuštenja zaštitnog sloja betona (pa korozija nije lako uočljiva),
- određena zaštita kosnika je očito nužna, ali za sada nije jasno da li klasična (nad vodom polimercementna i polimerna, a u vodi epoksidna) ili katodna.

Drugi detaljni pregled konstrukcije Krčkog mosta obavljen je u kolovozu 1993., a izvršila ga je stručna ekipa Hrvatskog instituta za mostove i konstrukcije.

U sažetku izvještaja je konstatirano:

Posebna pažnja pri pregledavanju posvećena je utvrđivanju stanja konstruktivnih elemenata izloženih djelovanju agresivne morske sredine. Također su s osobitom pozornošću pregledani dijelovi koji su sanirani u razdoblju između dvaju pregleda. Rezultati su uspoređeni s rezultatima iz 1986. godine. Na najugroženijim dijelovima konstrukcije proveden je niz nerazornih ispitivanja, radi procjene degradacije gradiva.

Ocijenjeno je stanje konstrukcije u cjelini i pojedinih njezinih dijelova. Kritični su elementi rangirani po stupnju oštećenosti odnosno prema prioritetu sanacije. Najoštećeniji su stupovi nadlučne konstrukcije malog luka i za njih je potrebna sanacija i zaštita već iduće godine (S-21, S-31, S-26 i S-30) (slika 3.).

Hrvatski institut za mostove i konstrukcije je još u tri navrata obavljao dinamička ispitivanja Krčkog mosta, i to: dinamičko ispitivanje i analiza Krčkog mosta (srpanj, 1999.), dinamička analiza Krčkog mosta (srpanj, 2000.) i dinamičko ispitivanje i analiza pouzdanosti sklopova stupova S-21, S-28 i susjednih sklopova (siječanj, 2002.).

Rezultati i nalazi ujedinjeni su u tri vrlo opsežna elaborata, a iskorišteni su u idućim aktivnostima, prigodom radova na izradama projekata sanacije i zaštite pojedinih konstruktivnih elemenata Krčkog mosta.

Prva sistematičnija ispitivanja stanja betona i armature za potrebe projektiranja sanacije i zaštite konstrukcije Krčkog mosta izvršili su 1994. stručnjaci IGH-a, za potrebe projektiranja sanacije i zaštite prvih četiriju stupova malog luka, prema izvješću HIMK-a od 1993. godine.

Rezultati ispitivanja fizikalno-mehaničkih svojstava betona pokazali su da se u prosjeku radi o betonu visoke kvalitete (tlačne čvrstoće iznad 60,0 N/mm<sup>2</sup>) te niskog koeficijenta plinopropusnosti i kapilarnog upijanja. Karbonatizacija betona bila je još samo površinska, a prodor klorida varijabilan u površinski sloj betona debljine 1

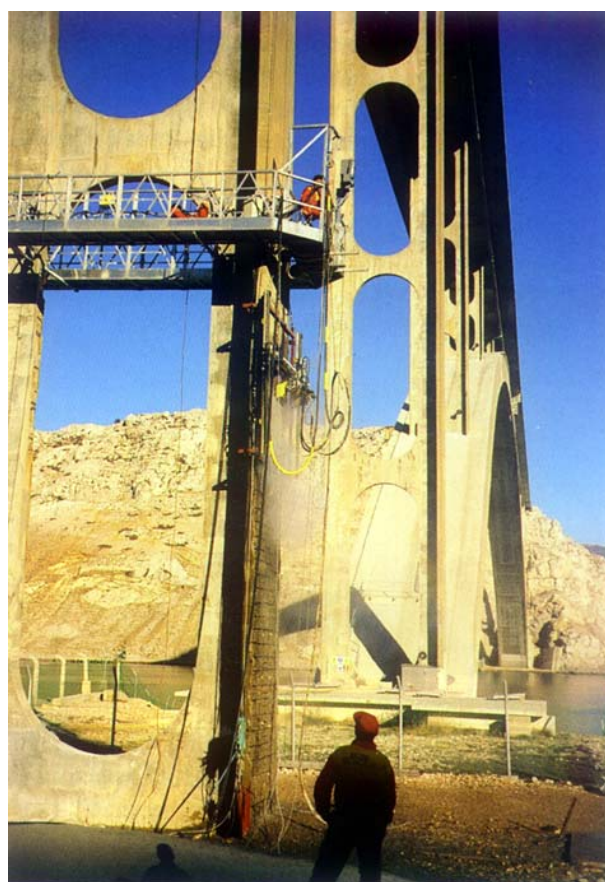
centimetar od oko 0,3% mase betona pri vrhu stupova S-21 i S-30 do više od 0,7% u podnožju stupa S-28 (što je znatno iznad kritičnih približno 0,1%). Na temelju ocjene stanja stupova 21.11.1994. u IGH-u (dr. sc. Jovo Beslač) načinjen je "Projekt sanacije i zaštite stupova nadlučne konstrukcije malog luka Krčkog mosta". Navedenim projektom traži se "pažljivo mehanički odstraniti beton napukao ili odvojen korozijom armature". U to doba u Hrvatskoj još nije bilo dokazanih izvoditelja koji bi mogli obaviti odstranjivanje kloridima zaražen betona a da ne izazovu dodatne napukline u dotad cjelovitom betonu. To se može jedino kvalitetno obaviti mlazom vode, a tada je ta tehnologija kod nas bila još u povojima. Tek je 1998. tadašnja Hrvatska uprava za ceste uspjela realizirati javni natječaj i izabrati izvoditelja (*Viadukt d.d.*), koji je pružao realna jamstva da traženi posao može kvalitetno obaviti.

Istodobno je tadašnja Hrvatska uprava za ceste zbog izuzetne složenosti problema utvrđivanja stanja, sanacije i zaštite Krčkog mosta formirala posebnu ekspertnu grupu (od najboljih poznavatelja ove problematike u Republici Hrvatskoj), koja je imala zadatak razraditi složenu strategiju pojačanog održavanja Krčkog mosta i pratiti njezinu realizaciju.

U trenutku započinjanja radova (kraj 1998.) još su jednom uzeti uzorci gradiva stupova te je ustanovljeno da je porasla prosječna koncentracija klorida u zaštitnom sloju betona, posebno ona u drugom i trećem centimetru zaštitnog sloja, tako da je načinjena dopuna projekta iz 1994., koja se odnosi samo na stup S-28. To je stup za koji je utvrđeno da se na njemu najlakše mogu obaviti radovi sanacije (nalazi se na kopnu), a također pripada kategoriji najoštećenijih stupova (slika 4.). Vrijeme je pokazalo ispravnost odluke, jer je izabrani izvoditelj dosta vremena utrošio na savladavanje tehnologije radova. Radovi na hidrodemoliranju betona 50-metarskih stupova bila je novost u Hrvatskoj, a nije bilo niti dovoljno stručnjaka koji su mogli suvereno vladati tehnologijom nanošenja reparaturnog morta suhim postupkom (masa za reparaturni mort i voda miješaju se tek u mlaznici za ugradnje).

Nakon mnogo uloženog truda svih sudionika sanacije (izvoditelja, projektanta, nadzora i investitora) te nakon brojnih sastanaka ekspertne grupe, radovi na sanaciji stupa S-28 završeni su u prvoj polovini 2000. godine. Sanacija stupova S-29, S-30 i S-31, kako više nije bilo značajnijih nepoznanica, bila je završena do kraja 2001. godine.

Još za intenzivnih radova na sanaciji stupova malog luka na kopnu otoka Krka, polovinom 2001. godine sklopljen je ugovor za sanaciju stupova S-27 i S-21, stupova koji se oslanjaju na petu i otprilike polovinu malog luka.



Slika 4. Odstranjivanje oštećenog sloja betona vodenim mlazom

Poseban je problem bila sanacija stupa S-21, jer su se pri sanaciji plašta stupa morali izvršiti rekonstrukcija naglavne grede na vrhu stupa i popravak ležajnih mjesta ugradnjom neoprenskih ležajeva, kao i temeljita rekonstrukcija poprečnih nosača (između glavnih nosača kolničke konstrukcije).

Kako bi se ti radovi mogli izvesti morala se projektirati i izgraditi posebna rasteretna skela, koja će preuzeti cjelokupno opterećenje stupa za sanacije naglavne grede i ugradnje neoprenskih ležajeva. Ta je skela morala biti tako izrađena da omogućuje i radove na sanaciji pojasnica stupa za vrijeme njegove rasterećenosti. Filigranska konstrukcija stupa tražila je rasterećenje stupa (osim za radove na rekonstrukciji ležajnog sklopa) i za hidrodemoliranja kloridima zasićenog betona pojasnica stupa te ugradnje i očvršćivanja novonanešenoga reparaturnog morta. Zbog velikog broja zahtjeva koje je morala ispuniti rasteretna skela, njezino projektiranje i izgradnja trajali su sve do svibnja 2002. Tada je obavljeno opterećenje skele (i rasterećivanje stupa) te se moglo pristupiti sanaciji ležajnog sklopa i sanaciji plašta stupa S-21. Ovdje je značajno spomenuti da su svi dijelovi rasteretne skele i materijal za sanaciju morali biti dovezeni plovnom objektom pod most i kranskom dizalicom podignuti



do mjesta ugradnje (otprilike 50 metara iznad površine mora). Imajući na umu kompliciranost zahvata i teškoće za obavljanja radova (iznenadni naleti bure, niske, a još više visoke temperature), rok od nešto više od jedanaest mjeseci za dovršetak kompletne sanacije stupa i nije bio suviše velik.



Slika 5. Rasteretna skela na stupu S-26

Stup S-27 nije bilo potrebno rasterećivati jer se na njemu nije mijenjao ležajni sklop. No zbog njegove visine i relativno malenog presjeka pri njegovoj reparaciji (koja se izvodila u segmentima) upotrijebljen je beton M-75 s dodatkom čeličnih vlakana, mikrosilike, superplastifikatora i cementa s dodatkom zgure. Ovdje je važno primijetiti da su radovi na sanaciji stupova izvedeni simetrično u odnosu na mali luk, koliko je to bilo moguće s obzirom da je na raspolaganju bila samo jedna rasteretna skela.

Sanacija stupova S-20 i S-26 (slika 5.) počela je nakon završetka radova na stupovima S-21 i S-27, a i oni su simetrični u odnosu na stupove S-20 (slika 6.) i S-26. Radovi na sanaciji stupova S-20 i S-26, prema operativnom planu (a i prema stanju na gradilištu), trebali bi biti završeni u prvoj polovini 2004. godine.

Svi radovi na sanaciji i zaštiti armiranobetonske konstrukcije malog luka Krčkog mosta izvedeni su prema "Glavnom projektu sanacije i zaštite armirano betonske konstrukcije mosta malog luka Krčkog mosta", a koji je

izrađen u Institutu građevinarstva Hrvatske d.d., Zagreb. Projekt je izrađen na temelju prethodno izvedenih istražnih radova na ispitivanju stanja gradiva armiranobetonske konstrukcije maloga luka Krčkog mosta, a projektant je prof. dr. sc. Jovo Beslač, dipl. ing. građ. Pod nadzorom njegove specijalističke ekipe obavljani su i svi dosadašnji radovi na sanaciji i zaštiti malog luka Krčkog mosta, a koji su rađeni prema navedenom projektu.

Paralelno s izradom projekta za sanaciju i zaštitu malog luka Krčkog mosta obavljani su i istražni radovi na utvrđivanju i ocjeni stanja gradiva armiranobetonske konstrukcije velikog luka Krčkog mosta. Oni su sada završeni, analizirani i obrađeni rezultati i uskoro se očekuje pristupanje izradi glavnog projekta sanacije i zaštite armirano betonske konstrukcije velikog luka Krčkog mosta.

Vezano uz izvođenje daljnjih radova na zaštiti i sanaciji armiranobetonske konstrukcije malog luka Krčkog mosta, u Hrvatskim autocestama d.o.o., kao pravnoj osobi koja upravlja I održava Krčki most, upravo je u tijeku međunarodni natječaj za izvođenje radova na sanaciji i zaštiti konstruktivnih dijelova malog luka (onih koji do



Slika 6. Nanošenje morta na oblikovanje stupa S-20

sada nisu sanirani i zaštićeni), pa se predviđa da bi preostali radovi na sanaciji i zaštiti malog luka Krčkog mosta započeli u drugoj polovini 2004. i tada bi stanje konstrukcije malog luka (uz kvalitetno održavanje) za određeno vrijeme bilo na solidnoj razini.

## IZVORI

- [1] Stojadinović, I.: *Projekt mosta kopno - otok Krk*, Građevinar, 33 (1981) 2, 57.-76.
- [2] Šram, S.: *Gradenje mosta kopno - otok Krk*, Građevinar, 33 (1981) 2, 77.-106.

- [3] Šimunić, Ž.; Radić, J.; Čandrić, V.; Čandrić, T.; Krstić, V.; Puž, G.; Antoljak, S.: *Problematika pregleda i ispitivanja mostova na primjeru mosta kopno - otok Krk*, Zbornik radova Drugog radnog sabora Graditelji u obnovi Hrvatske, Društvo hrvatskih građevinskih konstruktora, Brijunski otoci, 1993; str. 515.-522.

- 
- [4] Beslać, J.; Hranilović, M.; Sesar, P.; Velan, D.; Sekulić, D.: *The Krk Bridge: Corrosion and Maintenance*, Proc. Fib Symposium: Structural Concrete – the Bridge Between People, Vol. II, Prague, pp. 603-607., (1999)
- [5] Radić, J.; Šavor, Z.; Pičulin, S.; Puž, G.: *Large Concrete Arch Bridges in Croatia*, Proc. ARCH'01, Third international arch bridges conference, Paris, pp. 49-58, (2001)
- [6] Beslać, J.; Mavar, K.; Barišić, E.: *Nove tehnologije u pojačanom održavanju Krčkog mosta*, Zbornik radova savjetovanja Nove tehnologije u hrvatskom graditeljstvu, Hrvatsko društvo građevinskih konstruktora, Brijuni 2003., str. 195.-206.
- [7] Šavor, Z.; Radić, J.; Puž, G.: *Maintenance and Repair of Large Concrete Arch Bridges*, Proc. First International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management, Barcelona 2002.
- [8] Marić, Z.; Možina, B.: *Popravak prilježajnih mjesta nadgradnje mosta kopno – otok Krk*, Ceste i mostovi 36 (1990.), 5-6, str. 189-191
- [9] Šimunić, Ž.: *Dinamička analiza Krčkog mosta*, HIMK 2000.
- [10] Mavar, K.: *Istražni radovi stanja armirano betonske konstrukcije malog luka*, IGH 2000.
- [11] Beslać, J.: *Projekt sanacije i zaštite armiranobetonske konstrukcije mosta Sv. Marko – o. Krk*, IGH 2001.
- [12] Aračić Ćosić, K.: *Projekt rasteretne skele stupova*, Viadukt/Metaling 2001.
- [13] Beslać, J.: *Pojačano održavanje Krčkog mosta*, IGH 2003.
-