

# Mostovi i druge nadzemne cestovne građevine

Marsel Friedl

## Ključne riječi

cestovna građevina,  
most,  
vijadukt,  
nadvožnjak,  
podvožnjak,  
sustav građenja,  
konstrukcijski sklop

## Key words

road structure,  
bridge,  
viaduct,  
overpass,  
underpass,  
construction system,  
structural assembly

## Mots clés

ouvrage d'art routier,  
pont,  
viaduc,  
passage supérieur,  
passage inférieur,  
système de construction,  
assemblage structurel

## Ключевые слова

дорожное сооружение,  
мост, виадук,  
путепровод,  
проезд,  
система  
строительства,  
конструкция

## Schlüsselworte

Strassenbauwerk,  
Brücke,  
Viadukt,  
Überführung,  
Unterführung,  
Bausystem,  
Konstruktionsgefüge

M. Friedl

Pregledni rad

## Mostovi i druge nadzemne cestovne građevine

Prikazani su mostovi, vijadukti, nadvožnjaci i podvožnjaci koje je izvodio Konstruktor-inženjering u posljednjih desetak godina. Građevine su grupirane prema tipovima konstrukcijskih sklopova odnosno sustavima građenja. U uvodnom dijelu prikazan je pontonski most izgrađen 1993. godine koji ne pripada nijednom od ostalih tipova. Iz pojedinih grupacija građevina detaljnije su opisani reprezentativni primjeri kod kojih je valjalo istaknuti graditeljske i konstrukcijske domete.

M. Friedl

Subject review

## Bridges and other above ground road structures

Bridges, viaducts, overpasses and underpasses built by Konstruktor-inženjering over the past decade are presented. These facilities are grouped according to the type of structural assembly, i.e. according to the construction system used. The pontoon bridge built in 1993, not belonging to any of the described types, is presented in the introductory section of the paper. Typical examples of each type, representative of its structural and other outstanding features, are presented in more detail.

M. Friedl

Ouvrage de synthèse

## Ponts et autres ouvrages routiers non souterrains

Ponts, viaducs, passages supérieurs et passages inférieurs construits par Konstruktor-inženjering au cours de la décade passée sont présentés. Ces ouvrages sont classifiés selon le type de l'assemblage structurel, c'est-à-dire selon le système de construction utilisé. Le pont flottant construit en 1993, n'appartenant à aucune des types décrits, est présenté dans la partie initiale de l'ouvrage. Les exemples typiques de chaque type, représentatives de ses propriétés structurelles et des autres propriétés caractéristiques, sont présentés en plus de détail.

M. Фридл

Обзорная работа

## Мосты и другие надземные автодорожные сооружения

В работе показаны мосты, виадукты, путепроводы и проезды построенные Конструктор-инженерингом в последних десять лет. Сооружения группированы по типам конструкции и системам строительства. В введении показан понтонный мост, выстроенный в 1993 году, не принадлежащий ни одному из других типов. Из отдельных группаций сооружений детальнее описаны только репрезентативные примеры, у которых было необходимо подчеркнуть строительные и конструкционные достижения.

M. Friedl

Übersichtsarbeit

## Brücken und andere oberirdische Strassenbauwerke

Dargestellt sind Brücken, Viadukte, Über- und Unterführungen die Konstruktor-inženjering in den letzten zehn Jahren ausführte. Die Bauwerke sind nach den Typen der Konstruktionsgefüge bzw. den Bausystemen gruppiert. Im einleitenden Teil ist die 1993. erbaute Pontonbrücke dargestellt, die zu keinem der übrigen Typs gehört. Aus den einzelnen Bauwerksgruppen sind detailliert nur die repräsentativen Beispiele beschrieben, bei denen baufachliche und konstruktive Höchstleistungen hervorgehoben werden sollten.

Autor: **Marsel Friedl**, dipl. ing. građ., glavni inženjer za mostove, Konstruktor-inženjering d.d., Svačićeva 4/1, Split

## 1 Uvod

U svojoj je šezdesetogodišnjoj graditeljskoj praksi *Konstruktor* izvodio brojne građevine niskogradnje i visokogradnje, a u mostogradnji je najveća ostvarenja postignuo u posljednjih desetak godina. Sve je zapravo započelo realizacijom projekta lučnog mosta preko Novskog ždrila, svima znanog kao Maslenički most na autocesti Zagreb – Split. Gradnjom tog mosta *Konstruktor-inženjering* se počeo razvijati u tvrtku osposobljenu za gradnju svih vrsta mostova, vijadukata, nadvožnjaka i podvožnjaka. Među takvim je građevinama bilo i onih s jednostavnim i malim rasponima, ali je izgrađen i cijeli niz najvećih i najsloženijih. U ovom će radu biti ukratko, na primjerima izvedenih građevina, prikazane primijenjene tehnologije. Ujedno će biti u cjelini naznačene i sve mogućnosti realizacije projekata mostogradnje *Konstruktor-inženjeringa*.

Bit će prikazani izvedeni lučni mostovi, gredni mostovi građeni slobodnom konzolnom gradnjom, jedan ovješeni most, neki gredni mostovi i vijadukti s polumontažnim rasponskim sklopom, neki nadvožnjaci i podvožnjaci, a uključena je i sanacija nekih mostova.

U proteklom je razdoblju *Konstruktor* gradio uglavnom cestovne mostove i vijadukate (valja istaknuti da je građen i jedan pješački most kod Hmetića preko Kupe 2000.), ali jedan je bio zaista specifičan. Riječ je o pontonskom mostu preko Novskog ždrila (slika 1.) izgrađenom 1993. nakon akcije Hrvatske vojske kojom je oslobođen širi prostor Maslenice. Za taj je most na teglenicama splitskog Brodospasa, koji su izradila brodogradilišta iz Splita i Trogira, a asfaltne radove obavila zagrebačka Hidroelektra, *Konstruktor-inženjering* bio uključen u gradnju pristupnih prometnica i prijelaza. Most je inače bio dug 279 m i sastojao se od 5 teglenica i 6 prijelaznih mostića, a širina mu je bila 7,6 m.



Slika 1. Pontonski most preko Novskog ždrila s prilaznom cestom

Slobodno se dakle može reći da je mostogradnja u *Konstruktoru* započela uključivanjem u izradu pontonskog mosta koji je u najkritičnijim trenucima stvaranja hrvatske države uspješno prometno povezivao sjever i jug Hrvatske.

## 2 Lučni mostovi

Pontonski je most preko Novskog ždrila ipak bio samo privremeno rješenje za povezivanje Dalmacije sa sjevernim priobaljem i kontinentalnom Hrvatskom. U među



Slika 2. Maslenički most na autocesti Zagreb – Split

vremenu je odlučeno da se gradi novi armiranobetonski lučni most na trasi buduće autoceste između Dalmacije i sjeverne Hrvatske. Za tu je građevinu (1993.-1997.) tvrtka nabavila glavnu opremu i tijekom gradnje osposobila mnogo mladih inženjera koji su nakon Masleničkog mosta (slika 2.) mogli graditi mnoge druge mostove. *Konstruktor* je potom izveo temeljitu rekonstrukciju Paškog mosta koji taj otok spaja s kopnom (slika 3.), veliki most preko rijeke Krke kod Skradina na autocesti Zagreb – Split, na dionici od Skradina do Šibenika (slika 4.) te sudjelovao u gradnji, krajem srpnja 2004., obnovljenog tzv. Lučkog mosta u Mostaru (slika 5.). Sada izvodi radove na lučnom mostu preko rijeke Cetine kod Trilja, što je sastavni dio dijela brze ceste Bisko – Kamensko.

Budući da luk predstavlja glavni konstruktivni element svih tih mostova, upravo je usvajanje tehnologije izrade luka bio ključni moment pri njihovoj gradnji. Maslenički most i most Krka preko jednoga armiranobetonskog luka prevode autocestu u punom profilu. Oba su luka građena konzolnim načinom s pridržanjima uz pomoć vješaljki. Poprečni je presjek luka na Masleničkom mostu  $9 \times 4$  m, a na mostu Krka  $10 \times 3$  m. Zapravo se može reći da je tehnologija izrade luka i kompletnog donjeg ustroja (temelja, stupova i upornjaka) na oba mosta bila istovjetna. No ipak ima nekih detalja iz kojih se može uočiti određeno napredovanje u tehnologiji izvedbe.

Ponajprije se to odnosi na sustav vješaljki od visokovrjednog čelika. Na Masleničkom mostu vješaljke su rađene od snopova žica promjera 7 mm koje su se prednapinjale s pomoću "velikih" preša. Na mostu Krka vješaljke se sastoje od snopova užadi promjera 15,7 mm, dok se prednapinjanje i otpuštanje vješaljki obavljalo uz pomoć znatno lakših "mono" preša koje napinju odnosno otpuštaju po jedno užu iz snopa. Takav sustav omogućuje bržu montažu i demontažu vješaljki te jednostavniju i znatno lakšu opremu za prednapinjanje.



Slika 3. Obnovljeni Paški most

Za razliku od donjeg ustroja, gornji ustroj Masleničkog mosta je u odnosu na most Krka potpuno različit. Na Masleničkom mostu ugrađeni su predgotovljeni armiranobetonski prednapeti nosači koji zajedno s monolitnom kolničkom pločom tvore roštiljnu nadlučnu rasponsku konstrukciju. Za proizvodnju i montažu tih elemenata nabavljena je sva potrebna oprema: oplata, oprema za prednapinjanje i injektiranje, samohodna portalna dizalica nosivosti 100 t (zvana i "monstrum") te navlačna rešetka kapaciteta 100 t na rasponima do 40 m ("lansirka").



Slika 4. Most Krka kod Skradina na autocesti Zagreb – Split

Ta je oprema postala standardna oprema *Konstruktor-inženjeringa*, a njome se izvode i građevine s polumontažnim rasponskim sklopom o kojima će poslije biti više govora.

Na mostu Krka za nadlučnu je rasponsku konstrukciju izabrano suvremenije rješenje spregnute konstrukcije. Čelični se dio, koji se sastoji od dva sandučasta glavna nosača i sekundarnih nosača, predmontirao ispred mosta te se postupkom naguravanja dovodio u konačan položaj.

Težina tog dijela rasponske konstrukcije bila je relativno mala i to nije predstavljalo problem za nosivost luka u fazi naguravanja. Armiranobetonska kolnička ploča izvodila se od predgotovljenih elemenata u punoj visini koji su monolitizirani iznad glavnih i poprečnih nosača. Za montažu ploča u srednjem dijelu rasponske konstrukcije *Konstruktorovi* su inženjeri osmislili i izradili pomoćnu čeličnu konstrukciju s pogonom od hidrauličnih *tirfora* i električnih vitala.

Montaža se bočnih dijelova kolničke ploče obavljala s pomoću autodizalice odgovarajuće nosivosti. Ukupna je težina takve nadlučne rasponske konstrukcije bila znatno manja, a to je smanjilo i dimenzije luka te cijelu konstrukciju učinilo vitkijom.

U gradnji Masleničkog mosta i mosta Krka uporabljena je ista nosiva skela za izradu luka, uz napomenu da su stručnjaci iz *Konstruktor*a prije početka gradnje luka na mostu Krka nosivu skelu doradili i prilagodili te tako uklonili sve uočene nedostatke pri gradnji luka na Masleničkom mostu.

Kao ključni dio opreme za gradnju mosta preko Novskog ždrila nabavljen je *kabelkran* (žičana dizalica), koji je za gradnju mosta Krka temeljito rekonstruiran i obnovljen. S pomoću te dizalice obavljen je najveći dio horizontalnog i vertikalnog transporta za gradnju luka. Nosivost žičane dizalice je 6 t, a tome je bila prilagođena i ukupna tehnologija gradnje lukova.

Još je jedan most izazvao pozornost *Konstruktorovih* inženjera. To je već spomenuti Lučki most u Mostaru koji je smješten tristotinjak metara nizvodno od slavnoga Starog mosta. Most je plijenio svojim izgledom, a s rasponom od 72 m pripadao je svojedobno većim europskim mostovima. Građen je 1912.-1913. u vrijeme Austro-Ugarske Carevine i predstavljao je vrhunac njezina graditeljstva. Sudbinu preostalih devet mostarskih mostova doživio je 24. svibnja 1992. Posljednji je od mostarskih mostova rekonstruiran, bolje rečeno ponovno izgrađen, zahvaljujući zajmu iz Kuvajta i novcu iz federalnog proračuna. Za rekonstrukciju je postavljen uvjet strogog poštivanja prijašnjeg izgleda i gabarita. Svoju je šansu u tom projektu uočila i *Konstruktor-Neretva*, kći tvrtka splitskog *Konstruktor*a, koja je uklanjala ruševine posto-

ječeg mosta te bila uključena u izgradnju luka. Obnova je stajala 3,2 milijuna konvertibilnih maraka, a uz tvrtku *Konstruktor-Neretva* bila je uključena i sarajevska Hidrogradnja.

Ideja je bila da se dijelovi presjeka lučne konstrukcije izrade kao predgotovljeni armiranobetonski nosači i da se oslone na montažno stupašte koje bi privremeno pridržavalo montažne nosače. Za privremena stupašta na jednoj strani iskorišten je postojeći temelj, koji je nekad služio kao temelj lepezaste skele, dok je s druge strane bilo potrebno napraviti novi temelj jer lepezasta skela nije bila simetrična. U poprečnom su presjeku bila četiri nosača širine 0,5 m na međusobnom razmaku od 2 do 2,36 m, a u uzdužnom smjeru luk se dijelio na tri odsječka (24,5 m + 22,8 m + 24,5 m) preko montažnih armiranobetonskih stupova. Položaj je nosača bio tako smješten da su se obostrano utopili i spregnuli betonom "in situ".



Slika 5. Gradnja replike Lučkog mosta u Mostaru

Montaža je obavljena navlačnom rešetkom, poznatom pod nazivom "lansirka". Nakon montaže nosača u prvoj su fazi izbetonirani mokri spojevi na mjestu privremenog pridržavanja i u zoni temeljenja te je tako dobivena monolitna roštiljna konstrukcija. Potom je slijedilo betoniranje preostalog dijela luka.

Može se dakle reći da *Konstruktor-inženjering* ima svu potrebnu opremu i visokoobrazovane stručnjake za gradnju iznimno složenih lučnih mostova. *Konstruktorovi* inženjeri svoje znanje i opremu uspješno primjenjuju u praksi. Pritom nisu samo izvršitelji tuđih zamisli, već su uključeni u projektiranje mostova, posebno u projekte tehnologije izrade. Nerijetko primjenjuju i nove tehnologije odnosno dorađuju postojeće radi sigurnije, kvalitetnije i brže izgradnje.

### 3 Gredni mostovi građeni slobodnom konzolnom gradnjom

U posljednje vrijeme *Konstruktor-inženjering* često gradi posebnu vrst mostova velikih raspona. To su masivni mostovi građeni postupkom slobodne konzolne gradnje.



Slika 6. Pogled na most Hasan Brkić u noći u Mostaru

Prvi takav most *Konstruktor* je izvodio u susjednoj Bosni i Hercegovini. Riječ je o mostu Hasan Brkić preko Neretve u Mostaru (slika 6.). Obnova toga mosta, s glavnim rasponom od 90 m, započela je uklanjanjem ruševina u veljači 1996., a potpuno je završena u prosincu iste godine. Za gradnju su nabavljene dvije kretke za slobodnu konzolnu gradnju od njemačkog proizvođača Dywidag. Te su kretke, nosivosti 320 t svaka, poslije upotrijebljene za gradnju mostova Dubrovnik i Kamačnik pa su tako dokazale svoju univerzalnost za raspane od 80 do 150 m.

Osim kretke za slobodnu konzolnu gradnju, *Konstruktorovi* su inženjeri razvili i vlastiti sustav nosive skele za izradu baznog odsječka duljine 8,6 do 9 m. Potrebno ga je napraviti iznad stupa kako bi se mogle montirati kretke za slobodnu konzolnu gradnju.

Na mostu Dubrovnik (1999.-2002.) sustavom slobodne konzolne gradnje izveden je tzv. prilazni most u ukupnoj duljini 87,35 + 60,05 m (slika 11.). Zanimljivost toga armiranobetonskoga prednapetog mosta bila je u tome da se dio od stupa prema zapadnom upornjaku postupno širio, zbog čega je kretka bila dodatno opremljena dijelovima za izradu promjenjivih širina mosta.



Slika 7. Most Kamačnik na autocesti Rijeka – Zagreb

Most Kamačnik (2001.-2003.) koji se nalazi na autocesti Rijeka – Zagreb, dionica Kupjak – Vrbovsko (slika 7.), predstavlja dosad najveći raspon u Republici Hrvatskoj izgrađen postupkom slobodne konzolne gradnje. Rasponi su mosta na desnom traku autoceste 71,03 + 126,85 + 23,85 m.

Posebnost tog mosta je u izraženom uzdužnom nagibu od 5,7 posto i jednostrešnom poprečnom nagibu od 4,2 posto, a to je izvođačima iz *Konstruktor-inženjeringa* dodatno otežavalo izgradnju.

U 2005. je dovršen i most Guduča na autocesti Zagreb – Split, dionica Pirovac – Skradin (slika 8.), gdje su *Konstruktorovi* graditelji iznimnim naporima i neprekidnim radom u tri smjene uspjeli most izgraditi za samo 11 mjeseci. Most je dug 225 m i proteže se preko tri raspona (67 + 96 + 62 m). I taj je most građen s pomoću dva para posebnih kretki.



Slika 8. Most Guduča na autocesti Zagreb – Split

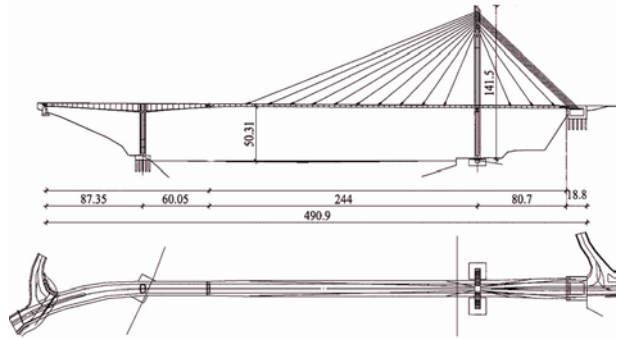
Kod svih tih mostova prvih je nekoliko odsječaka imalo duljinu 4 m, dok su ostali bili od 5 m. Izvođenjem tih mostova postupkom slobodne konzolne gradnje, *Konstruktor-inženjering* je potpuno ovladao tehnologijom slobodne konzolne gradnje armiranobetonskih mostova, koja je za raspane od 80 do 150 m vjerojatno i najracionalnija.

#### 4 Ovješeni most

Za glavne raspane mostova duljine 200 do 500 m u svijetu se uglavnom primjenjuju ovješeni mostovi. Stoga je i tzv. glavni dio Dubrovačkog mosta (slike 9. i 10.) izveden kao asimetrični ovješeni most, a duljina ovješeneog dijela je 244 m, s armiranobetonskim pilonom visine 141,5 m.

Rasponski je sklop izveden kao spregnuta konstrukcija, a za montažu čelične konstrukcije rabila se Derrick dizalica, dok je armiranobetonska kolnička ploča izvedena u

cijelosti na licu mjesta s pomoću nosive skele (slika 10.) osmišljene i proizvedene u *Konstruktor-inženjeringu*.



Slika 9. Presjek i tlocrt mosta preko Rijeke dubrovačke

Može se dakle reći da je *Konstruktor-inženjering* osposobljen i opremljen i za izvođenje ovješениh mostova koji se, kao što je rečeno, u svijetu najčešće primjenjuju za raspane od 200 do 500 m.

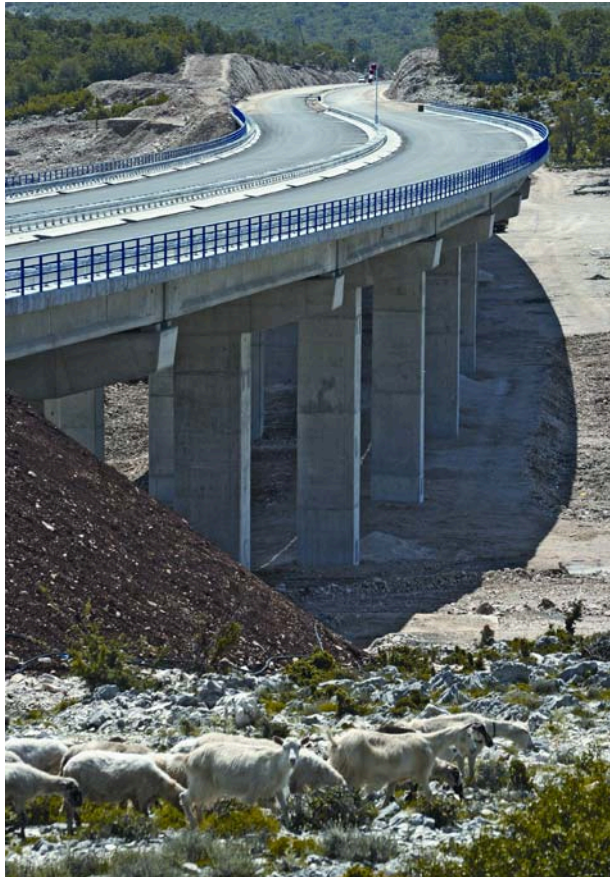


Slika 10. Most preko Rijeke dubrovačke

#### 5 Gredni mostovi i vijadukti s polumontažnim rasponskim sklopom

Tijekom ubrzane izgradnje autocesta u Republici Hrvatskoj najčešće su se kao najracionalnije konstrukcije izvodili vijadukti i mostovi s rasponima od približno 30 m, a

rasponsku je konstrukciju sačinjavao polumontažni rasponski sklop sastavljen od montažnih nosača i monolitne kolničke ploče. Pritom su uobičajena dva načina gradnje. U jednom se svaki nosač oslanja na zasebni neoprenski ležaj postavljen na naglavne grede, a pritom je kontinuitet uspostavljen preko "mekih" kontinuiranih ploča. Drugi način, koji se naziva i punim kontinuitetom, na mjestu oslanjanja nosača na naglavnu gredu ima jaki poprečni nosač ispod kojeg se obično nalaze po dva teflonska ležaja.



Slika 11. Vijadukt Garišta na autocesti Zagreb – Split

Izvedeci cijeli niz takvih građevina, *Konstruktor-inženjering* je primjenjivao oba načina izgradnje.

Posebnu tehnološku cjelinu pri gradnji takvih građevina čini izrada, transport i montaža nosača. Zbog izrazito velikih troškova transporta nosači se uglavnom proizvode u neposrednoj blizini gradilišta, a pritom se izvodi odgovarajući plato na kojem se izrađuju i odlažu nosači. Uobičajeno je da se na jednom platou s dva kompleta oplata proizvodi od 20 do 40 nosača na mjesec. Prosječno su u pogonu po tri platoua, a budući da tvrtka ima razrađenu kompletnu tehnologiju može ih se istodobno izvesti mnogo više.

Uz toranjku se dizalicu na svakom platou kao ključni dio opreme nalazi samohodna portalna dizalica ("mon-



Slika 12. Vijadukt Rovanjaska na autocesti Zagreb – Split

strum") s pomoću koje se nosači iznose s pragova i odlažu na odlagalište te utovaruju na posebna vozila ("komete") ili odvoze do mjesta ugradnje kad se radi o maloj udaljenosti.

Umjesto "monstruma" se kao stroj za iznošenje i odlaganje nosača ponekad rabi i navlačna rešetka ("lansirka") koja ujedno može služiti i za montažu nosača.

Svaki plato za izradu montažnih elemenata je kompletno opremljen opremom za prednapinjanje i injektiranje kojom rukuju osposobljeni djelatnici. *Konstruktor-inženjering* uglavnom primjenjuje sustav za naknadno prednapinjanje.

Nosači se montiraju autodizalicama velike nosivosti ili s pomoću "lansirki". Montaža se obavlja jednom autodizalicom nosivosti 350 do 400 t ili s dvije autodizalice nosivosti od 150 do 200 t. Montaža autodizalicama je u principu jeftinija, ali se može primijeniti jedino pri manjim visinama stupova s pristupačnim terenom ispod građevine.

Pri visini stupova većoj od 30 m i na nepristupačnim terenima ispod građevine odnosno preko vodenih prepre-



Slika 13. Montaža nosača uz pomoć "lansirke" na vijaduktu Stara Sušica na autocesti Rijeka – Zagreb

ka, montaža nosača obavlja se uz pomoć "lansirke". Prve je nosače s "lansirkom" *Konstruktor* montirao na Masleničkom mostu, a to je često rabio i na drugim vrstama mostova. Potom su "lansirkom" montirani nosači na Avijatičarskom mostu u Mostaru, na mostu Drava I na autocesti Zagreb – Goričan, na mostu preko Kupe kod Jamnice, na vijaduktu Stara Sušica na autocesti Rijeka – Zagreb (slika 13. i 14) te vijaduktu Bejići na autocesti Zagreb – Split, mostu Drežnik u Karlovcu te montaži dijelova luka na Lučkom mostu u Mostaru.



Slika 14. Vijadukt Stara Sušica na autocesti Rijeka – Zagreb



Slika 15. Most Drežnik u Karlovcu

Poseban je slučaj bila rekonstrukcija mosta kopno – otok Pag, gdje su s pomoću "lansirke" demontirani stari dotrajali armiranobetonski prednapeti nosači, uz istodobnu montažu srednjeg dijela novoga čeličnoga rasponskog sklopa s ortotropnom pločom. Ostali su mnogobrojni vijadukti montirani s pomoću autodizalica. Vijadukti i mostovi kojima su nosači montirani autodizalicama, i koje je *Konstruktor* izveo u cijelosti ili djelomično, jesu vijadukti: Zalesina, Lazi, Katušin i Drežnik (na autocesti Rijeka – Zagreb), Žukci i Dugi Vrh (na autocesti Zagreb – Goričan) te Crna Draga, Rovanjaska (slika 12.), Garišta (slika 11.), Fradivina, Rodine Glavice i Podgrede (na autocesti Zagreb – Split). U tijeku su radovi na vija-

duktima Vežice i Drage II (na riječkoj obilaznici), Krapinčica, Jurički i Tkalci (na autocesti Zagreb – Macelj) te vijaduktima Majdan i Mihovilovići na brznoj cesti Solin – Sinj. Uskoro će započeti gradnja niza takvih građevina na dionici autoceste Dugopolje – Ploče.

Kao posebna građevina ističe se most Dobra na autocesti Zagreb – Split, dionica Bosiljevo – Mala Kapela, koji je građen posebnom tehnologijom – tzv. stolovima, a to je *Konstruktor* u cijelosti osmislio i usvojio. Poseban su slučaj i vijadukti Modruš I i Modruš II na istoj dionici na kojima je *Konstruktor* izvodio samo donji ustroj.

Valja također istaknuti gradski most *Drežnik* u Karlovcu (slika 15.) koji povezuje dva gradska naselja – Drežnik i Dubovac. Budući da se radi o gradskom mostu trebalo je obaviti vrlo zahtjevne završne radove, jer je valjalo zadovoljiti posebne estetske uvjete. Građevina je duga 328 m, a sastoji se od prilaznih rampa (90 m na Drežniku i 79,28 m na Dubovcu), od dvaju raspona na Drežniku (2 x 12 m) i triju raspona na Dubovcu (12 + 13 + 12 m). Rasponi su premošćeni monolitnom pločom debljine 65 cm. Glavni rasponski sklop preko rijeke sastoji se od središnjeg raspona od 53 m te bočnih raspona od 22,36 m na svakoj obali. Montažni dio konstrukcije (6 nosača duljine 28 m) izrađen je na gradilištu i montiran navlačnom rešetkom ("lansirkom"). Nosači su vješani (oslanjani) s pomoću posebno izrađenih konzola koje su otpuštene nakon betoniranja mokrih čvorova.

Osim opisanih tehnologija proizvodnje, transporta i montaže nosača, *Konstruktor-inženjering* primjenjuje i ostale tehnologije u gradnji vijadukata i mostova, poput izrade različitih presjeka stupova, naglavnih greda, poprečnih nosača, kolničke ploče itd.

Most Žrnovnica (slika 16) na splitskoj obilaznici po veličini i složenosti ne spada u velike mostove, ali kvalitetom nagovještuje neka bolja vremena kada će se s više novaca moći graditi trajnije i ljepše konstrukcije.



Slika 16. Završni radovi na mostu Žrnovnica na splitskoj obilaznici

## 6 Nadvožnjaci i podvožnjaci

Na suvremenim se prometnicama uvijek nastoje izbje-  
gavati križanja u ravnini. U gradnji autocesta, brzih ces-  
ta, obilaznica i sl. često se kao manje građevine pojav-  
ljuju nadvožnjaci i podvožnjaci. Glavni rasponi tih gra-



Slika 17. Nadvožnjak Kamen na obilaznici Splita

đevina rijetko prelaze 20 m. Visina rasponske konstruk-  
cije u odnosu na tlo je neznatno viša od potrebnoga pro-  
metnog profila. U proteklih desetak godina *Konstruktor-  
inženjering* je izveo cijeli niz takvih građevina i u polu-  
montažnoj i u monolitnoj izvedbi.

Poprečni presjeci montažnih nosača su raznoliki, a ovise  
o rasponu, vrsti građevine, projektantskoj tvrtki i sl. Monta-  
žni se nosači izvode kao prednapeti, ali i isključivo s  
nenapetom armaturom. Ti su nosači lakši od onih na vi-  
jaduktima te se uglavnom montiraju autodizalicama no-  
sivosti od 100 t. U nekim se slučajevima montažni nosači  
privremeno oslanjaju na teške cijevne skele, dok se be-  
toniraju poprečni nosači i kolnička ploča. Na takav je  
način izveden nadvožnjak *Kamen* na splitskoj obilaznici  
(slika 17.)



Slika 18. Nadvožnjak Borenc na autocesti Zagreb – Goričan

*Konstruktor-inženjering* je između ostalog izgradio i niz  
građevina s monolitnom rasponskom konstrukcijom, za  
što se osim spomenute teške cijevne skele upotrebljava-  
ju i moderne nosive skele kao što su tip *SGB, D2* i sl.  
Primjer jedne takve građevine je nadvožnjak Borenc  
preko autoceste Zagreb – Goričan (slika 18.).

## 7 Sanacije mostova

U posljednje su vrijeme sve značajniji segment u gradnji  
i održavanju mostova odnosno cestovnih građevina nji-  
hove sanacije i rekonstrukcije. Naime tijekom ratnih  
operacija značajan je broj građevina pretrpio određena  
oštećenja, a pri pregledu stanja građevina utvrđen je i  
niz oštećenja koja su bila posljedica korozije betona i  
armature. Stoga su obavljena detaljna ispitivanja i utvr-  
đene potrebe za kompletnom sanacijom. Među prvim  
takvim građevinama bila je sanacija luka mosta kopno –  
otok Pag, nastavljeno je sa sanacijom luka mosta kopno  
– otok Krk, a sada je u tijeku sanacija mosta Sava kod  
Ivanje Reke.



Slika 19. Skela za hidrodinamičko uklanjanje oštećenja lučnih  
mostova na mostu kopno – otok Krk

Za takvu vrstu radova, a radi očuvanja zdrave strukture,  
trošni se dijelovi prije repariranja mortovima uklanjaju  
hidrodinamičkim metodama, odnosno s pomoću vode  
pod visokim tlakom (i do 2500 bara). Također posjeduje  
i skele i okvire za hidrodinamičko uklanjanje betona s  
lučnih mostova. To je primijenjeno na nekoliko mostova  
na kojima je radove sanacije izvodio *Konstruktor-inže-  
njeriing*. Jedna od najzanimljivijih primjena takve skele  
bila je na sanaciji mosta kopno-otok Krk (slika 19.). Sa  
skela se nanose i reparaturni mortovi koji osiguravaju  
kvalitetnu impregnaciju i zaštitu zdrave strukture.

Tvrtka raspolaže s više robotiziranih uređaja i visoko-  
tlačnih crpki (slika 20.)





Slika 20. Robotizirani uređaj za uklanjanje trošnih dijelova mostova i vijadukata

## 8 Zaključak

*Konstruktor-inženjering* zauzima danas istaknuto mjesto u hrvatskoj mostogradnji. No valja istaknuti da se ta tvrtka za izgradnju, obnovu i sanaciju mostova specijalizirala tek u posljednji desetak godina, zapravo od gradnje Masleničkog mosta na autocesti Zagreb – Split. Od tog su

vremena izvedeni brojni mostovi i vijadukti te nadvožnjaci i podvožnjaci, uglavnom za cestovni promet. Građene su i male i jednostavne građevine, ali i one najveće i najsloženije različitih tipova (kao što su lučni, ovješeni i gredni mostovi), a tvrtka je ovladala svim potrebnim tehnologijama te je opremljena odgovarajućim strojevima i uređajima.

No svakako je najvažnije bilo ulaganje u stručne kadrove koji su danas sposobni realizirati i tehnološki najsloženije građevine. Ti su stručnjaci ovladali i posebno razradili tehnologije koje se uspješno primjenjuju u gradnji svih vrsta mostova i vijadukata, a svoje znanje uspješno primjenjuju i u gradnji nadvožnjaka i podvožnjaka. Isto tako u posljednje vrijeme sve češće sudjeluju u sanaciji oštećenja na prije izvedenim armiranobetonskim mostovima.

*Konstruktor-inženjering* je uglavnom mostove i vijadukate te nadvožnjake i podvožnjake izvodio kao cestovne građevine. Najviše je mostova i vijadukata izgrađeno na hrvatskim autocestama, a tvrtka je bila uključena u gradnju brojnih takvih građevina pa je tako dala velik doprinos sadašnjem procvatu naše cestogradnje. Također su građeni i drugi mostovi i vijadukti te nadvožnjaci i podvožnjaci u sastavu gradskih prometnica i obilaznica, posebno gradova Splita i Rijeke.

## LITERATURA

- [1] Šavor, Z.: *Most preko Rijeke dubrovačke*, Ceste i mostovi, 30 (1984) 1, 17-22
- [2] Čandrić, V.; Radić, J.; Šavor, Z.; Friedl, M.; Žderić, Ž.: *Projekt i gradnje Masleničkog autocestovnog mosta*. Prikaz hrvatskih postignuća, XIII. FIP kongres, Amsterdam, 2.-28. svibnja 1998., 3-16
- [3] Puž, G.; Marić, Z.: *O stanju prednapetih betonskih mostova u Hrvatskoj*, Ceste i mostovi, 42 (1996), 3-4, str. 55-94
- [4] Žderić, Ž.; Friedl, M.; Zović, T., Gall, N.: *Gradnja i financiranje mosta Dubrovnik i organizacija izvoditelja radova*, Zbornik radova Petog općeg sabora HDGK, Brijuni 2001., str. 151-155
- [4] Radić, J.; Šavor, Z.; Puž, G.: *Most preko Rijeke Dubrovačke – oblikovno konstruktorski iskoraci mostogradnje u Hrvatskoj*, Zbornik radova znanstveno-stručnog simpozija Graditeljstvo i okoliš, HDGK, Brijuni, 2002., str. 11-12
- [5] Čandrić, V.; Mrakovčić, S.; Hrelja, G.: *Betonski mostovni lučni sklopovi od predgotovljenih odsječaka*, Građevinar 51 (1999) 3, 205-214
- [6] Mrakovčić, S., Čandrić, V., Bleiziffer, J., Hrelja, G., Skazlić, M.: *Gredni i lučni montažni mostovi od HPC – a i RPC – a razdvojene i jedinstvene konstrukcije*, Objekti na autocestama, Znanstveno stručno savjetovanje HDGK, Plitvička jezera, 2002.
- [7] Radić, J.; Šavor, Z. i dr.: *Mostovi na novim hrvatskim autocestama*. Prikaz hrvatskih postignuća, I. kongres FIB-a, Osaka, Japan, 13.-19. listopada 2002., 97-103
- [8] Šavor, Z. i dr.: *Novi projekti mostova izrađeni na Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu*. Prikaz hrvatskih postignuća, I. kongres FIB-a, Osaka, Japan, 13.-19. listopada 2002., 85-90