

S E M I N A R

DRUŠTVA ZA INTEGRITET I VEK KONSTRUKCIJA

26. marta 2010.

Integritet i vek mostova - slučaj "Gazela"

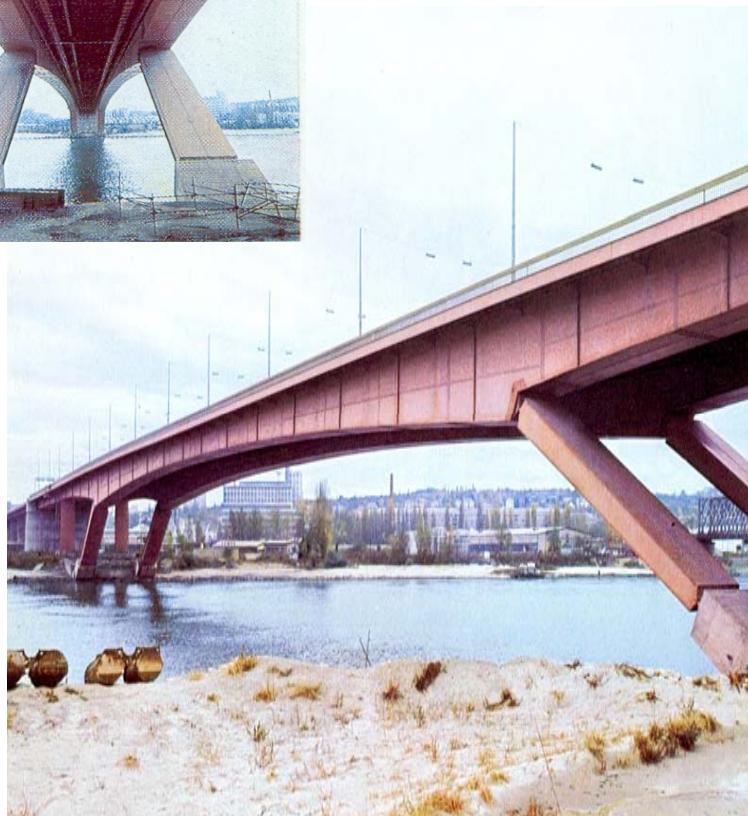
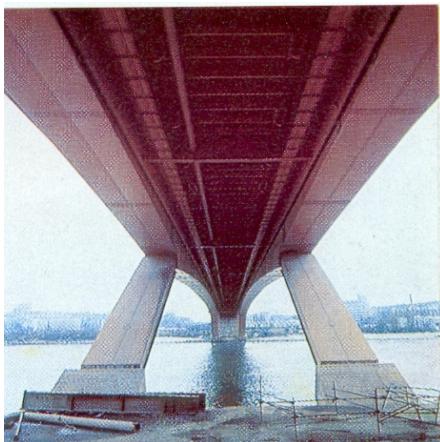
Projekti sanacije

T. Tošić:

**Ojačavanje čelične konstrukcije Gazele pre
prvog ispitivanja pod probnim opterećenjem**

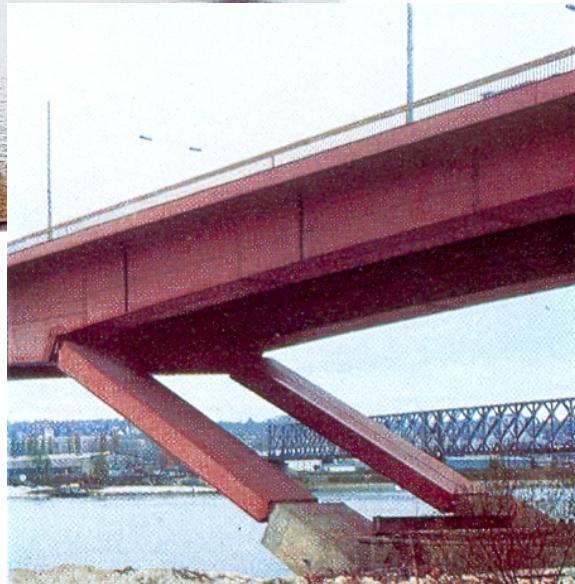
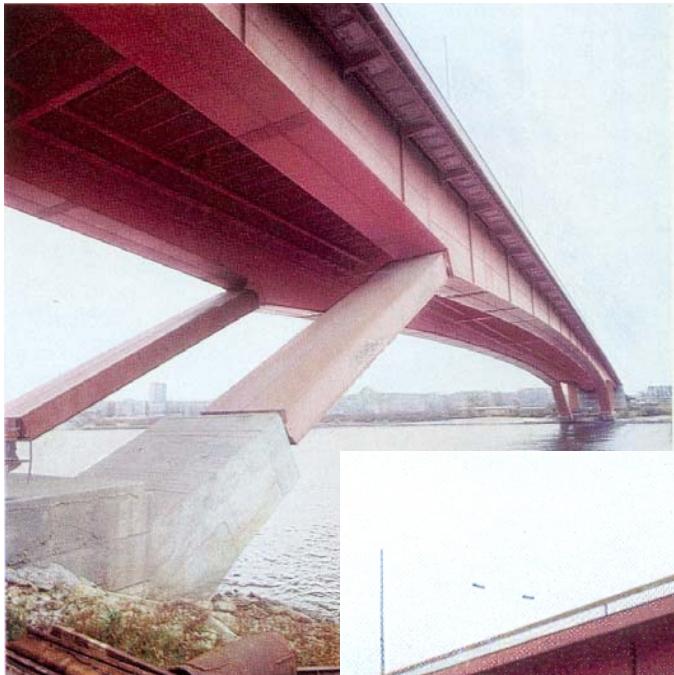
Prvi deo: Izrada i probna montaža

Osnovni podaci



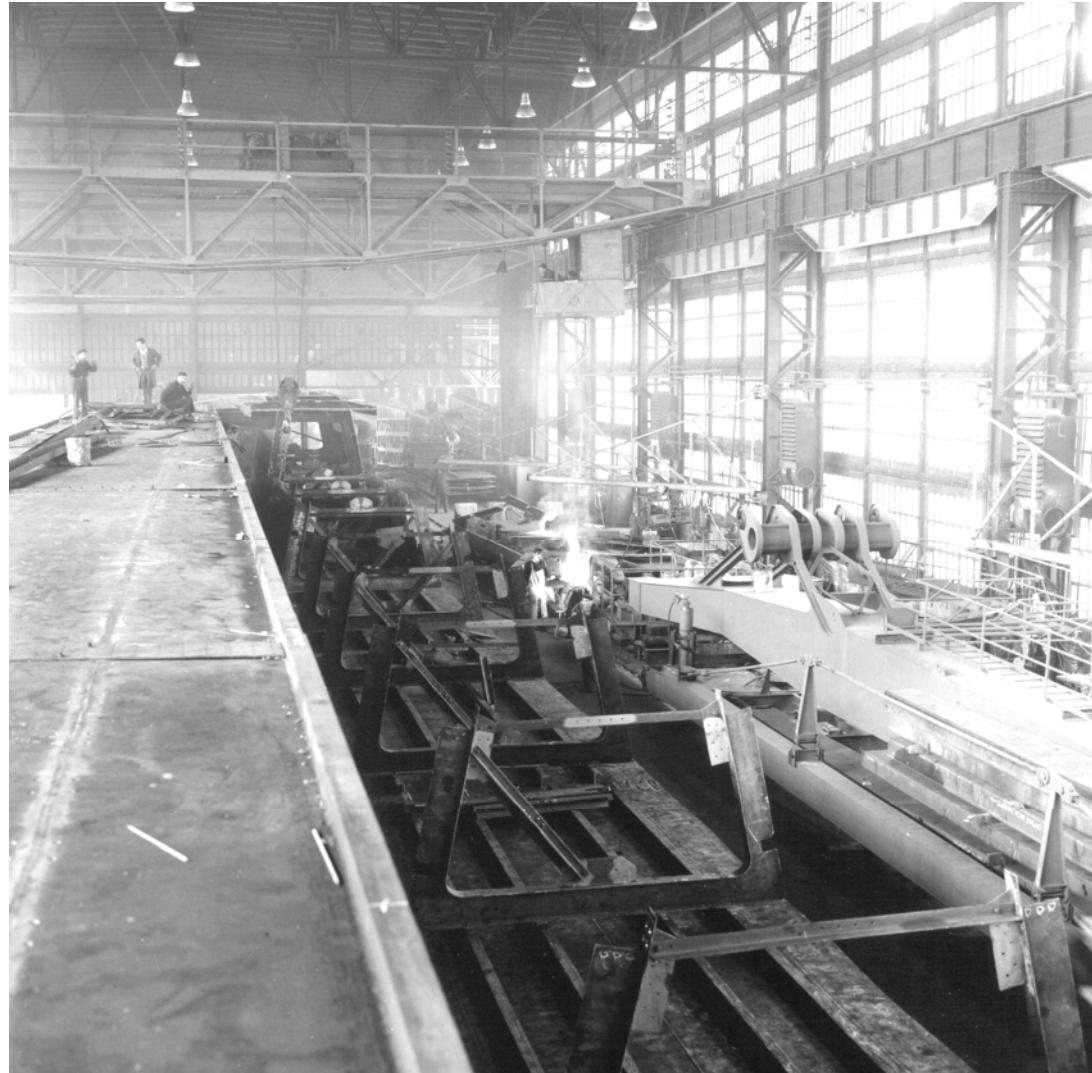
- **Glavni projekat** mosta je izradila projektna organizacija Direkcija za projektovanje i izgradnju mostova - Beograd, a glavni projektant je bio Prof. Dr. Milan Đurić, dipl. inž. građ., redovni profesor Građevinskog Fakulteta u Beogradu. Projektanti i saradnici na glavnom projektu su bili inženjeri iz pomenute Direkcije i sa Univerziteta.
- **Glavna konstrukcija** je sistema podupirala sa uklještenim krajnjim stubovima, dok se kosi stubovi zglobno oslanjaju na konstrukciju i keson. Dužina poduprte grede = 332 m (od ose do ose uklještenih stubova). Materijalna dužina: $332,0 + 2 \times 0,855 = 333,710$ m.

Osnovni podaci



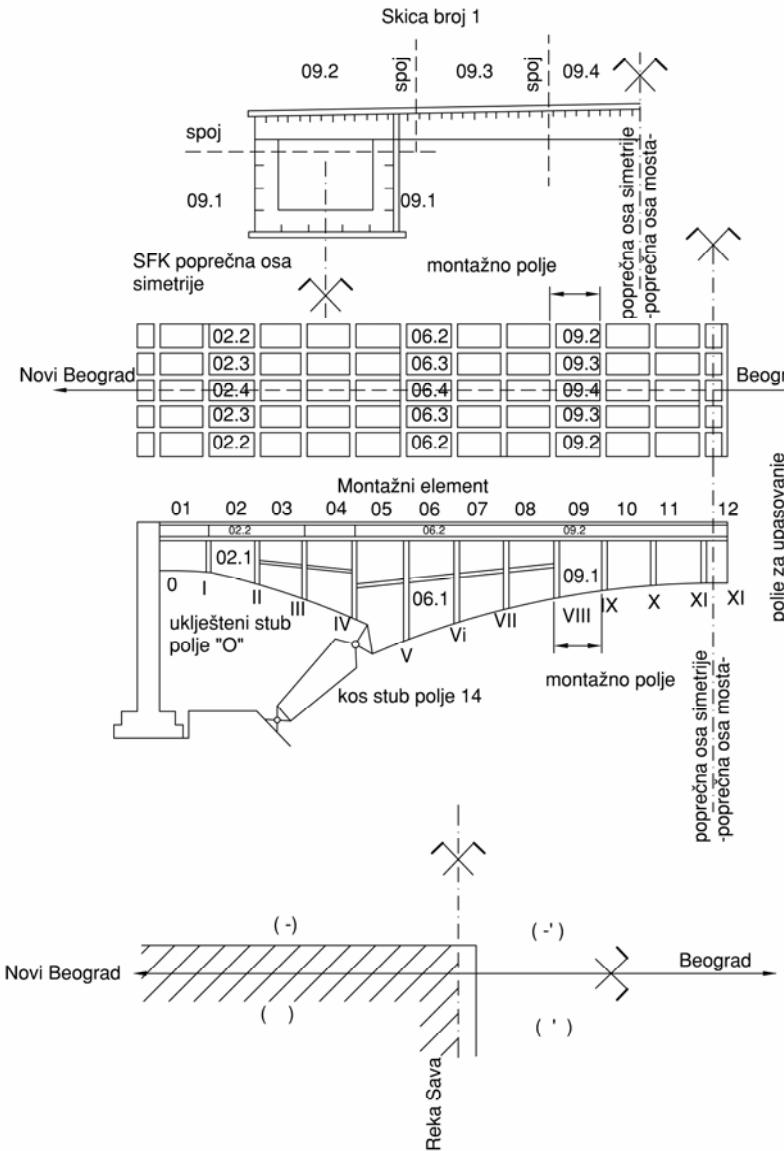
- U poprečnom smislu konstrukcija je široka (materijalna širina) 21,800 m, od čega je 21,500 m. kolovoz. Pešačke staze su 2x3,0 m koje nose konzole materijalne dužine 3,390 m (od ose vertikalnog lima sanduka do kraja konzole). Vrhovi konzole su međusobno povezani ivičnim nosačima. Pešačka staza je odvojena od kolovoza čeličnim ivičnjakom visine 20 cm. Gazište je od montažnih betonskih ploča. Zbog svoje širine glavni nosač čine četiri vertikalna lima na razmaku $3,900+13,700+3,900 = 21,500$ m, koji sa donjom i gornjom pločom obrazuju dva simetrična (u poprečnom smislu) sanduka širine 3,900 m sistemno, a promenljive visine. Gornja ploča (ortotropna ploča) je ujedno i kolovozna ploča. Materijalna širina donjeg pojasa jednog sanduka (donja ploča) je 4,300 m.
- Konstrukcija je zavarenog tipa. Montažni nastavci poduzni i poprečni donjem dela konstrukcije su zakovani dok gornjem dela - od horizontalnog poduznog nastavka vertikalnog lima na gore do ploče i ploče se zavaruju na montaži

Izrada i probna montaža



- Konstrukciju i probnu montažu mosta „Gazela“ izveli su „Goša“ – Smed. Palanka i i MIN – Niš u svojim pogonima.
- Na slici: Pogon za izradu i probnu montažu mostova Fabrike opreme i metalnih konstrukcija „Goša“, Smederevska Palanka

Montažna polja prilikom izrade "Gazele" u pogonu "Goše"



- U podužnom smislu konstrukcija grede je podeljena u montažna polja, a u poprečnom smislu konstrukcija u svakom polju ima 9 odnosno 13 montažnih komada. Trinaest montažnih komada imaju montažna polja od nastavka II do VIII.

Izrada čelične konstrukcije mosta

Faze tehnologije proizvodnje:

- priprema materijala i izrada elemenata,
- izrada podsklopova i sklopova,
- probna montaža glavnih nosača.

- **Priprema materijala i izrada elemenata**

Ova faza rada je od najvećeg značaja za kvalitet buduće konstrukcije mosta i za održavanje ugovorenih rokova isporuke.

Obuhvata:

- ubacivanje elemenata u pogon pripremnih radova,
- peskarenje i prvi sloj površinske zaštite
- obeležavanje
- sečenje
- ručna obrada elemenata
- mašinska obrada elemenata

Izrada čelične konstrukcije mosta - nastavak

- Izrada podsklopova i sklopova

Obuhvata sastavljanje elemenata u celine, kontrolu geometrijskih oblika pre i posle zavarivanja, zavarivanje podsklopova i sklopova, ispravljanje zavarenih sklopova i obeležavanje na tačnu meru, završno odsecanje i obradu. Ovako izradjeni elementi su posle zadovoljavanja propisanih uslova i kontrole postavljeni u probnu montažu.

- Probna montaža glavnih nosača

I faza - Probna montaža oba glavna nosača sa pripadajućim delom ortotropne kolovozne table i to deo od 0 - 5, od 5 - 8 i 8 - 11.

Srednji deo mosta - komad za pasovanje ("Pass - stick") nije stavljan u probnu montažu. Taj deo je ostavljen sa nešto većom dužinom, a otsecanje na tačnu meru je izvršeno prilikom spajanja mosta, na

II faza - Probna montaža kolovoza (ortotropne ploče) na delu između glavnih nosača.

Obe faze su vršene istovremeno radi obezbeđenja kontinuiteta montaže na terenu. Težina pojedinih montažnih komada je bila do 50 t.

Demontaža i antikorozivna zaštita



- Glavni nosači posle demontaže

U toku je antikorozivna zaštita (osnovni premaz minijumom).

Planovi zavarivanja

- Izvodjač treba da izradi i *plan zavarivanja* i da ga preda investitoru na odobrenje. Tim planom utvrđuju se način rada i smer izrade pojedinih zavarenih spojeva, tako da se koncentracija napona, usled skupljanja pri hladjenju, svede na minimum (deformacije).
- Prema planu zavarivanja u nacrt izrade šavova uneće se svi podaci potrebni za izvršenje zavarivanja. Taj nacrt sačinjava deo dokumentacije za izradu konstrukcije.
- Pre početka izrade zavarenih spojeva izvodjač će sa nadzornim organom investitora proučiti odobreni plan zavarivanja .
- Elektrode za zavarivanje moraju da budu suve. Čelični delovi moraju se neposredno pre zavarivanja osušiti u zoni zavarivanja, naročito ako su bili smešteni na otvorenom polju. Radno mesto i zavarivači moraju pri zavarivanju biti zaštićeni od vremenskih nepogoda: vatra, kiše, snega i hladnoce. Zavarivači moraju biti kvalifikovani i atestirani.
- Sve sučeone spojeve kod limova treba ,obavezno, snimiti rentgenom ili izotopima.

Automatsko zavarivanje pod zaštitom praška



- Ako temperatura na radnom mestu bude ispod 2 °C, zavarivanje treba obustaviti. Zavarivanje se može nastaviti samo u saglasnosti sa nadzornim organom investitora, ako se preduzmu potrebne mere (na primer: zagrevanje osnovnog materijala i zaštita zavarivača od hladnoće).
- Namerno ubrzano hlađenje zavarenih mesta nije dopušteno. Zavareni spojevi mogu da dobiju pre kontrolnog pregleda - prijema samo bezbojan premaz.
- Sve sučeone spojeve kod limova treba, obavezno, snimiti rentgenom ili izotopima.

Na slici:

Detalj zavarivanja podužnog sučeonog šava na vertikalnom limu glavnog nosača mosta "Gazela"

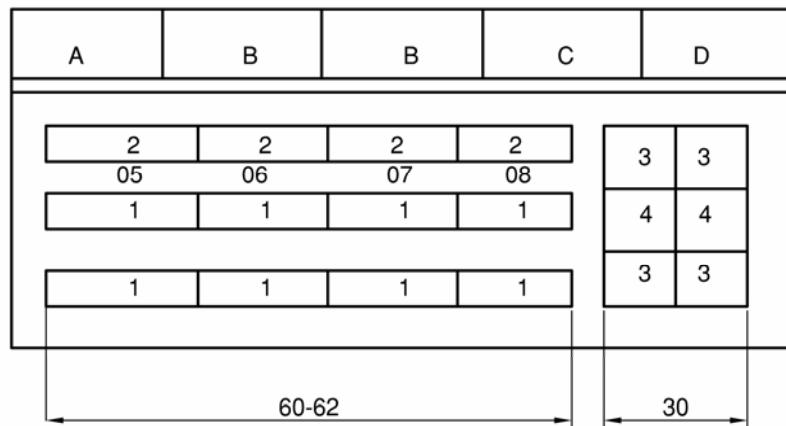
Faze probne montaže

- A – sklapanje, B – zavarivanje,
C – ispravljanje, D – obeležavanje**

Period 1. 1. 1969 – 31. 5. 1969. god

Period 1. 5. 1969 – 31. 7. 1969. god.

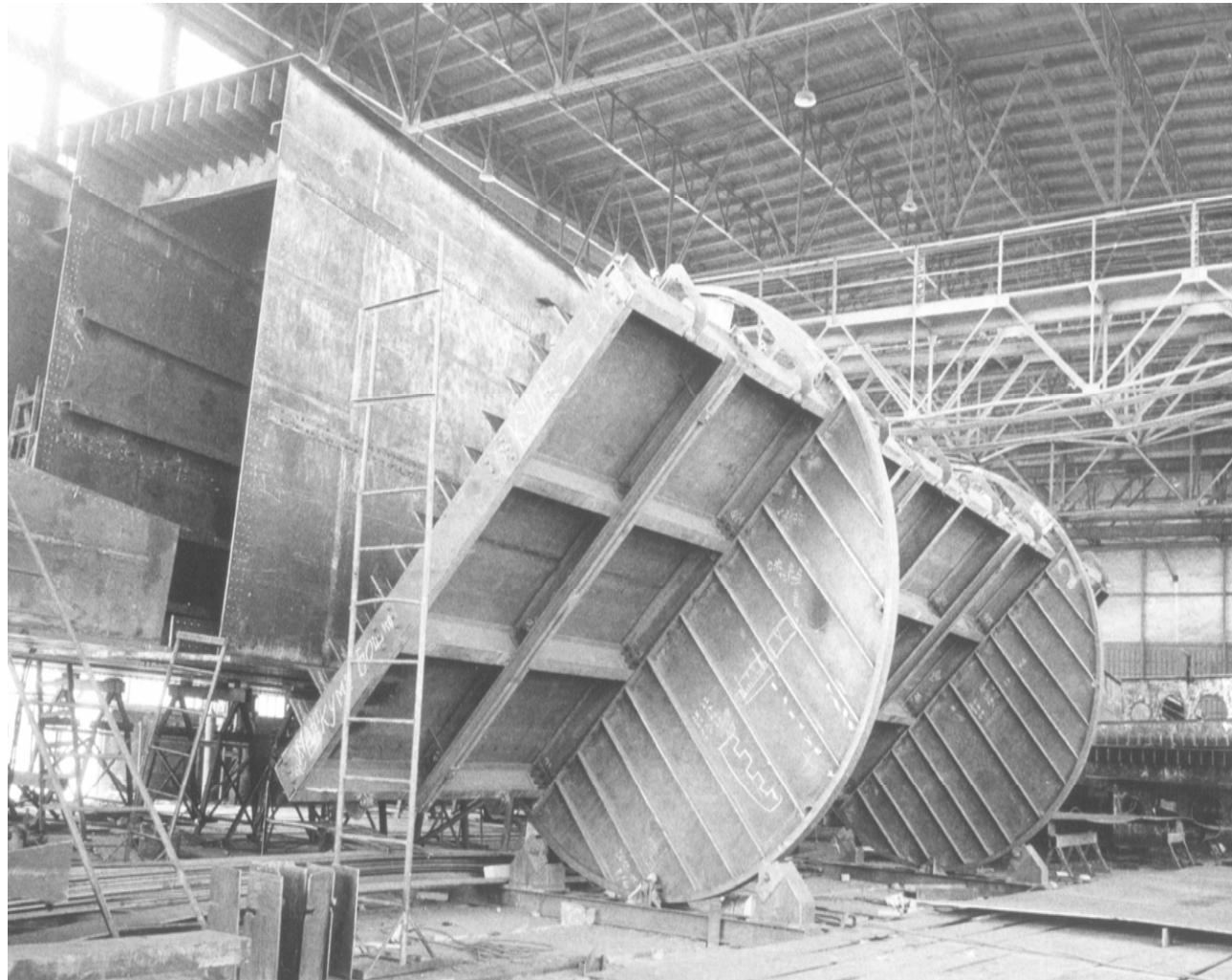
Period 1. 7. 1969 – 30. 9. 1969. god.



Sklapanje	Zavarivanje	Zavarivanje	Ispravljanje	Obeležavanje
2 01	2 02	2 03	2 04	2 05
1 1 1 1 1				
1 1 1 1 1				
1	70-72		1	30

A	B	B	C	D
2 08	2 09	2 10	2 11	2 12
1 1 1 1 1				
1 1 1 1 1				
1	70-75		1	30

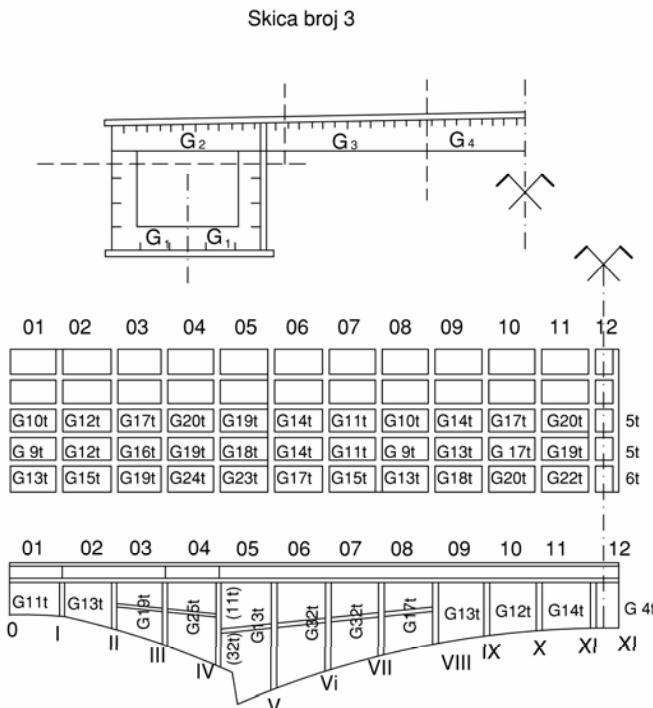
Pozicioner za zavarivanje delova ortotropne ploče



Probna montaža glavne konstrukcije

- Za probnu montažu koristrukcija greda je podeljena na dva dela: gornji i donji deo.
 - Gornji deo čine montažni komadi grupe 2, 3 i 4.
 - Donji deo sačinjavaju montažni komadi grupe 1.
- Vertikalni uklješten stub sa riglom i kosi stubovi posebno se probno montiraju.
- Probna montaža kako gornjeg dela tako i donjeg, ima se izvršiti u vertikalnom položaju, tj. onako kako stoji u prirodi .
- **Donji deo** konstrukcije s obzirom na prostor koji bi zauzeo kad bi se montirao ceo, može se podeliti u sledeće etape (v. Skicu 3).
 - I (prva) etapa: montažna polja od nastavka 0 do nastavka V
 - II (druga) etapa: montažna polja od nastavka IV do nastavka XI.
- Obavezna je paralelna probna montaža uzvodnog i nizvodnog donjeg dela jednog pored drugog.
- Paralelno sa I etapom na posebnom mestu imaju se u horizontalnom položaju probno montirati uklješteni stubovi sa riglom i kosi stubovi.
- **Gornji deo** konstrukcije takodje se zbog svog karaktera i veličine može podeliti u sledeće etape :
 - I etapa: montažna polja od nastavka "0" do nastavka IV
 - II etapa: od nastavka IV do nastavka VIII
 - III etapa: od nastavka VIII do nastavka XI.
- Obavezna je probna montaža cele širine mosta.

Probna montaža



- Na skici 3 dat je pregled težine montažnih komada grede glavne konstrukcije.
- Prilikom određivanja mesta za probnu montažu uzeti u obzir da se kontrola gabaritnih mera može vršiti instrumentima - teodolit i nivelir - zašta treba predvideti i odgovarajuće skele i platforme.
- Napomena za probnu montažu prilaza:
Probna montaža konstrukcija prilaza (inundacije): $L = 66,8 \text{ m}$
Usvojena podela na gornji i donji deo važi i za ovu konstrukciju i probna montaža je, takodje, izvršena u vertikalnom položaju. Kod ove konstrukcije nisu predviđene etape, nego se cela konstrukcija odjednom postavila u probnu montažu.

Montaža na gradilištu



Montaža nad rekom



Gazela u završnoj fazi montaže



Poseta predsednika Tita gradilištu mosta „Gazela“

(„Borba“, petak, 17. nov. 1967. - naslovna strana)

наводица изворача изнади-
и да би радови могли да
иду окончани много више,
ако би се склеле године
нагало више средстава него
што је сада предвиђено.
Разгледајући како се по-
ниже нови мост, председник
Тито је упитао шта је
и овим стварима, који се ни
јасно између железничког и
румског.

— Високо је предвиђено да
е посве избаци из употребе
одговорно је неки. Ка-
јијић — али пошто је са-
браћај све гушћи, одлучу-
о је да се, посредујет ис-
тињивања, поправи исхрани.
Радови су у току, а
радеску скучину стави из-
грађајко 1,3 милијарде
чирилских динара. Сматрамо да
е мост битан приступ у са-
поријад за Дани ослобођења
Београда на чије године.

НОВИКА И 323.000

неговим становницима. По-
напато је да се Ви увек ич-
тију интересујете за раз-
вој овог југословенског гла-
са и ја вам у име Београ-
да захвалијам на томе.

Председник Градске скупши-
ћине је затим изнео подат-
е о Београду који сада на
изнадном нивоу подсећу-
на 1,036.000 становника, а
и укупно — 820.000.

— Из године у годину
рад изврши, али се и то

шло је затим до броја во-
реста стикновенитства. Сле је
то првично пада на терот
вама који сте руководили
и сада братете о развоју
и потребама града. Могу
да кажем да сте ви до са-
да са приличним успјехом

твоме замјјерам. Треба унапре-
дити и једно и друго, да би
се могло ишаћи, кад је ви-
ше о слабостима и пра-
вима, шта је ту стварноста
и праћамо и ми стуби да у-
зимо објектима. Ја бих
радимо много више и што
препоручују нашим браћама. Није
да икономски наше обузаде мо се притеzати онодико

тога здравља на наше уроб-
иште и оне који се стара-
о изградњи и изграду гра-
ђеванје. Јасно је да.

Узимамо, на пример, т-
адашњи мост на Сави
Преко њега прејели 3,7

Predsednik SFRJ,
Josip Broz Tito,
Jovanka Broz i
Branko Pešić,
gradonačelnik
Beograda, u
razgovoru sa
učesnicima u
gradnji mosta
„Gazela“ (inž.
Božidar Kalajdžić,
direktor Direkcije za
projektovanje i
izgradnju mostova,
inž. Pavle
Slepčević, gen.
direktor GP
„Mostogradnja“,
inž. Tihoslav Tošić,
gen. dir. „Goše“ i
inž. Slavko Jović,
gen. dir. MIN-a)



— Добро је што се гради нови мост, добро је што