

VIŠEFAZNO MINIRANJE MOSTA PREKO RIJEKE DRENICE

Branko BOŽIĆ

*Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Viša geotehnička škola,
Hinkovićeveva 7, YU—42000 Varaždin*

Ključne riječi: Most, Fazno miniranje, Zaštita

Key-words: Bridge, Blasting phases, Protection

Izgradnja novih mostova na mjestima starih zahtjeva rušenja prijašnjih mostova. Zbog blizine izvedenih dijelova novog mosta temelji starih ruše se miniranjem u više faza.

Na industrijskoj pruzi Belačevac—Goleš preko rijeke Drenice miniranjem u četiri faze srušeni su stupovi i upornjak starog mosta uz izvedene stupove i upornjak budućeg mosta i elemente konstrukcije novog mosta.

The construction of new bridges on the sites of the existing ones require demolition of the old bridge. Due to closeness of newly erected bridge elements the foundations of old bridges are demolished by multiphase blasting process.

The blasting of the piers and anchorages of the bridge across the Drenica river carrying the Belačevac—Goleš industrial railway was done in four phases. The piers and anchorages of a new bridge and its construction elements have been erected before.

Uvod

U sklopu rekonstrukcije industrijske pruge Belačevac—Goleš (SAP Kosovo) rješavalo se pitanje starog mosta preko rijeke Drenice. Postojeći stari most bio je u vrlo lošem stanju i prema izvještaju o rekonstrukciji industrijske pruge na mjestu starog mosta trebalo je izgraditi novi. Zbog važnosti ove industrijske pruge ukupan zastoj na njoj nije smio duži od 5 dana. Da bi se u tako kratkom vremenu srušio stari most i osposobio novi prihvaćeno je tehničko rješenje da se izvede montažni most od prenapregnutih nosača. Uz stupove i upornjake starog mosta izvedeni su stupovi i upornjaci novoga na koje je trebalo montirati nosače od prenapregnutog betona. U pet dana trebalo je izvesti slijedeće:

- demontaža željezne konstrukcije starog mosta, rok radova 1 dan,
- bušenje i miniranje dva stupa i upornjaka starog mosta (slika 1), rok radova 2 dana,
- montaža novog mosta i postavljanje tračnica industrijske željezničke pruge, rok radova 2 dana.

Kao najdelikatnija faza radova, ocjenjeno je bušenje i miniranje stupova i upornjaka obzirom na blizinu novih stupova i upornjaka budućeg mosta, kao i na nekoliko metara udaljene elemente budućeg mosta od prenapregnutog betona. Projektnim rješenjem predviđeno je miniranje stupova i upornjaka u četiri faze, a u radu se daje prikaz takvog uspješnog višefaznog miniranja mosta.

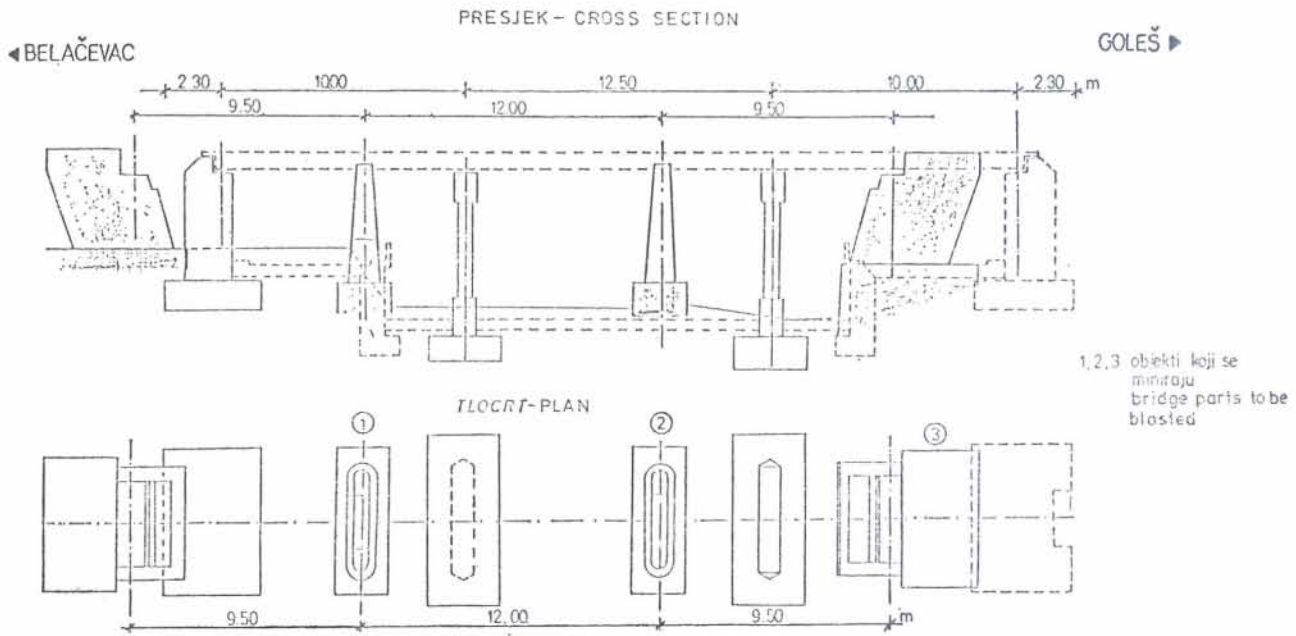
Bušačko minerski radovi

Višefazno miniranje mosta preko rijeke Drenice projektirano je tako da dođe do potpunog odvajanja armature od betona, a da se ne izazove oštećenje na izvedenim dijelovima novog mosta i elemenata od prenapregnutog betona konstrukcije budućeg mosta. Minerski radovi obuhvatili su bušenje minskih bušotina i punjenje minskih bušotina eksplozivom, povezivanje eksplozivnih punjenja, osiguranje radova i aktiviranje eksplozivnih punjenja.

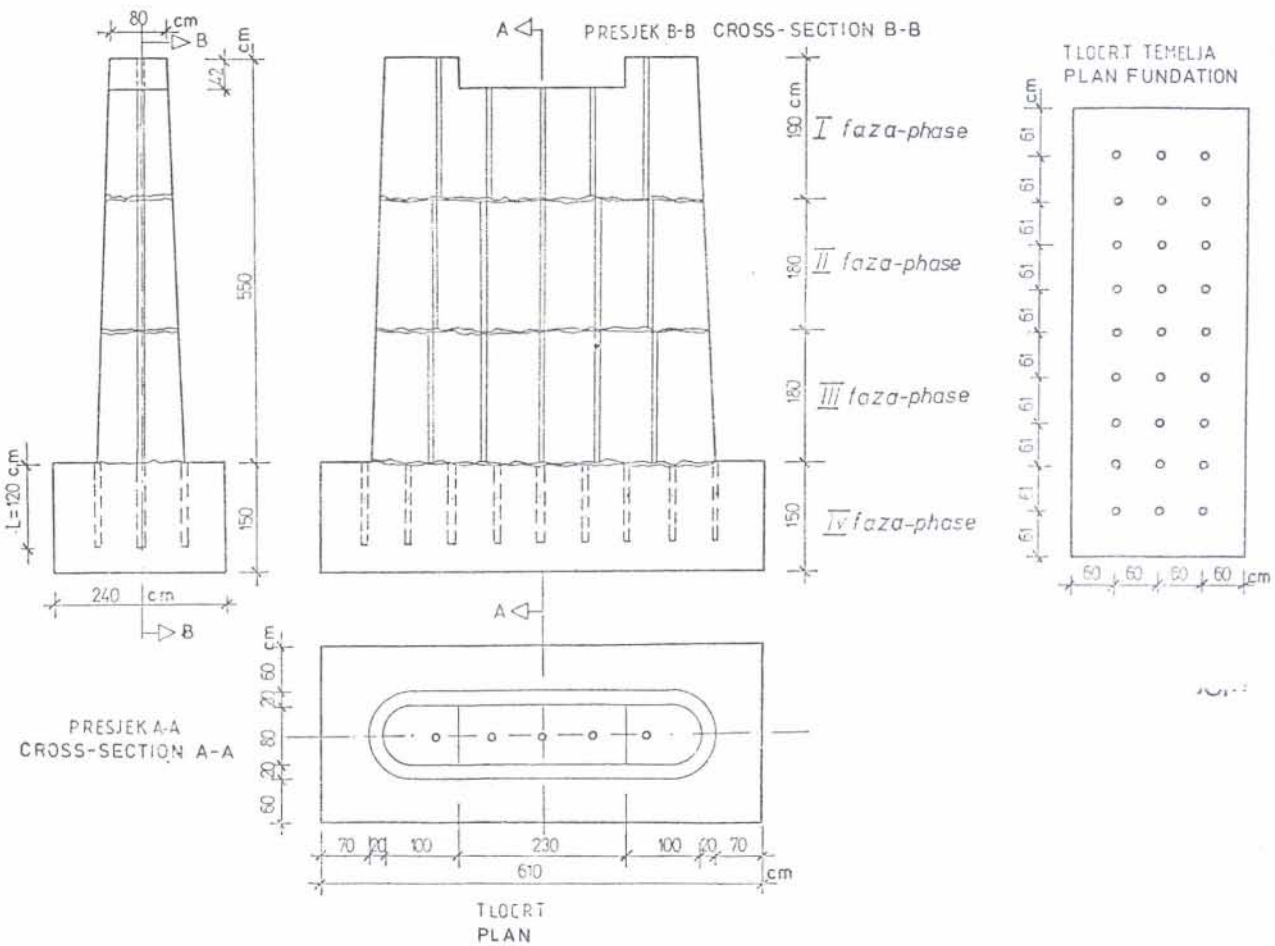
Obzirom na položaj stupova i upornjaka novog mosta te elemente konstrukcije montažnog mosta određen je smjer odbacivanja odminiranog materijala. Da bi se to ostvarilo, određena je linija najmanjeg otpora u kom smjeru je odbacivan minirani materijal. Razmak između minskih bušotina također ovisi o liniji najmanjeg otpora.

Bušenju minskih bušotina posvetila se posebna pažnja, jer rezultati miniranja ovise o točnosti postavljenih minskih bušotina. Pri pogrešnom nagibu minskih bušotina moglo je doći do prijenosa detonacije na susjedne minske bušotine što ima za posljedicu povećanje seizmičkog efekta. Također su vrlo opasne pogreške u bušenju koje su mogle dovesti do prevelike koncentracije punjenja, ili preplitkog smještaja eksplozivnog naboja u bušotini, posljedica čega bi bilo razbacivanje betonskih komada mosta.

Pri rušenju mosta preko rijeke Drenice višefaznim miniranjem dopuštene količine eksplo-



Sl. 1 Elementi mosta koji se miniraju
Fig. 1 Bridge parts to be blasted



Sl. 2 Faze miniranja stupova i temelja stupova s rasporedom minskih bušotina
Fig. 2 Phases in blasting of piers and pier foundations with shot holes distribution

zivnog punjenja bile su male, pa su promjeri minskih bušotina iznosili 32 mm, a promjer patrona eksploziva 28 mm.

Bušnja su izvođena s četiri ručna bušača čekića RK-21. Normativ bušenja ovih čekića je 0,15 m/1 min. Obzirom na uvjete bušenja usvojeno je 0,15 m/1,5 min. Potrebni efektivni sati bušenja stupova i upornjaka iznosili su:

Radno vrijeme 8 sati
 Efektivni rad 7 sati
 Potrebno izbušiti 323 metara
 0,15 m/1,5 min = 6 m/sat
 7 sati × 6 m/s × 4 »RK-21« × 2 dana = 336 m

U planirana dva radna dana izbušene su bušotine a po svakoj izbušenoj fazi izvedena su miniranja.

Za miniranje stupova i upornjaka korišten je eksploziv VITEZIT — 20, ϕ 28/180. Količina eksploziva za svaki stup iznosila je 19,05 kg a za temelje stupa 16 kg. Ukupno za dva stupa i temelje utrošeno je 70,1 kg. Specifična potrošnja eksploziva iznosila je:

$$Q_{sp.} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{70,1}{93,42} = 0,75 \text{ kg/m}^3$$

Za miniranje upornjaka utrošeno je 55,2 kg eksploziva pa je specifična potrošnja eksploziva iznosila:

$$Q_{sp.} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{55,2}{78,75} = 0,7 \text{ kg/m}^3$$

Faze miniranja stupova i temelja stupova prikazane su na slici 2, a na slici 3 dat je raspored minskih bušotina sa shemom milisekundnog otpucavanja.

Faze bušenja upornjaka prikazane su na slici 4.

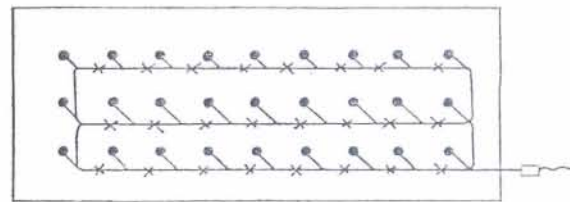
Prvog dana izvedene su ove faze radova:

- I faza bušenja stupova i upornjaka i izvršeno njihovo miniranje. Izgled stupova i upornjaka nakon ove faze prikazan je na slici 5.
- II faza bušenja stupova i upornjaka i izvršeno njihovo miniranje.
- III faza bušenja stupova i upornjaka i njihovo miniranje.

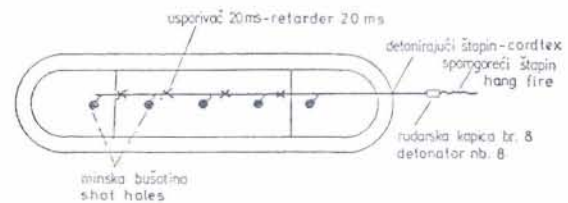
Drugog dana izvedena je zadnja tj. IV faza radova. Izbušene su minske bušotine i izvedeno miniranje.

Poslije miniranja starih temelja, stupova i upornjaka prišlo se čišćenju odminiranog materijala. Istovremeno je u poslijepodnevni satima počela montaža elemenata od prenapregnutog betona na stupove i upornjake. Uspješno izvedenim radovima bušenja i minira-

TEMELJ - FUNDATION



STUP - PIER



Sl. 3 Raspored minskih bušotina sa shemom milisekundnog otpucavanja

Fig. 3 Locations of shot holes with the scheme of milisecond shooting

nja ne samo što su srušeni elementi starog mosta bez ikakvih šteta po stupove, upornjake i elemente novog mosta, već su radovi izvedeni pola dana prije predviđenog roka, što je za tako važan objekat bilo vrlo bitno.

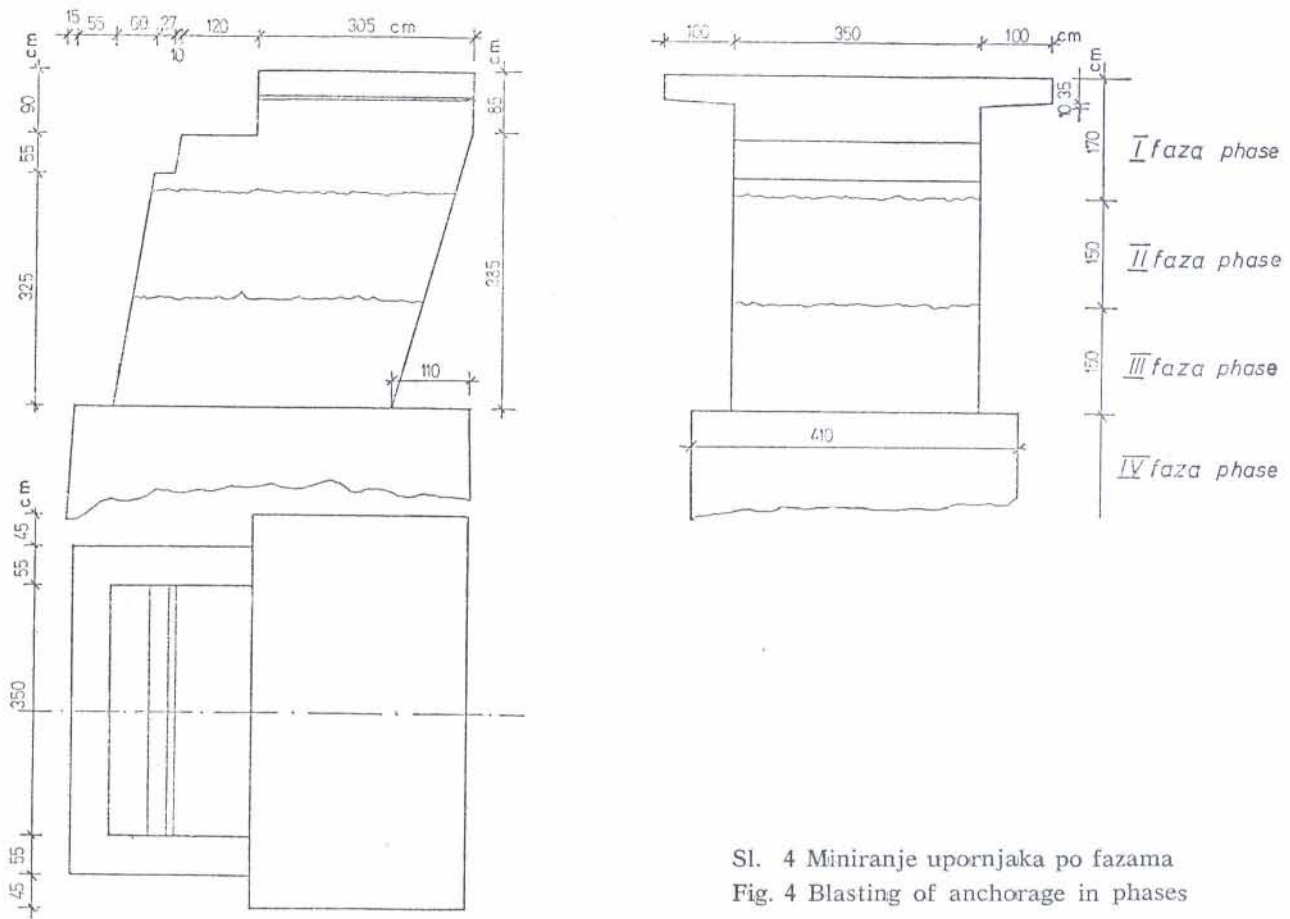
Mjere zaštite

Da bi se uspješno izvelo višefazno miniranje mosta bilo je potrebno poduzeti opće mjere sigurnosti u pogledu:

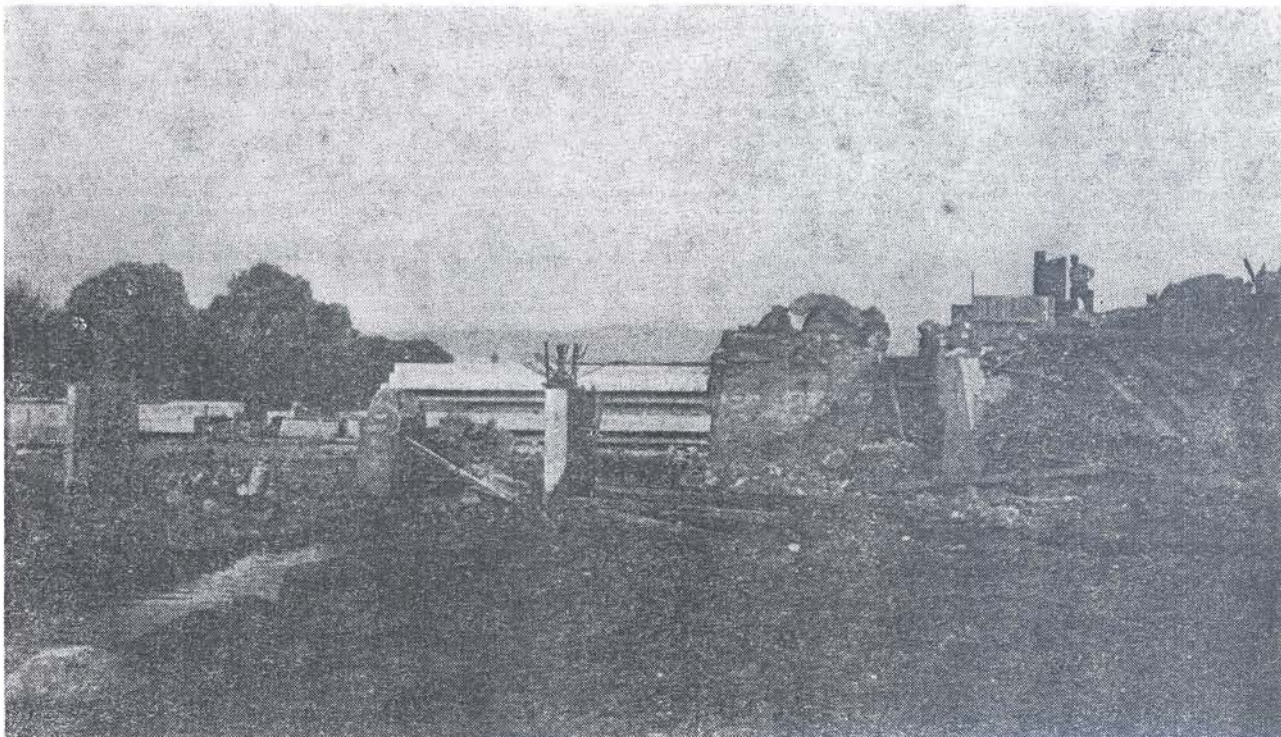
- svih bušačko-minerskih radova i sprječavanja razbacivanja dijelova mosta prilikom miniranja,
- zaštite objekata i osiguranja prilikom miniranja.

Pri bušačko-minerskim radovima proveden je nadzor i kontrola u pogledu slijedećeg:

- da su minske bušotine izbušene prema projektu,
- prije punjenja minskih bušotina kontrolirana je njihova dubina i čistoća,
- punjenje minskih bušotina izvodio je palioč mina s količinama određenim u projektu,
- posebna pažnja posvećena je čepljenju napunjenih minskih bušotina, a korišteni su čepovi od gline kako bi došlo do što manjeg razbacivanja materijala,
- povezivanje bušotina i postavljanje usporivača izveo je palioč mina prema projektu.



Sl. 4 Miniranje upornjaka po fazama
Fig. 4 Blasting of anchorage in phases



Sl. 5 Upornjak i stup nakon prve faze miniranja
Fig. 5 Anchorage and pier after first blasting phase

Za zaštitu objekata i osiguranja miniranja provedeno je slijedeće:

- uklonjeno je stanovništvo iz ugrožene zone,
- postavljene su straže s crvenim zastavicama radi zaustavljanja pješaka i vozila da ne uđu u ugroženu zonu,
- kada je minsko polje napunjeno, povezano i zaštićeno dat je sirenom prvi signal. Na taj signal obustavljen je rad u zoni ugroženoj miniranjem, uklonjena je mehanizacija a ljudi su sklonjeni u zaklone. Stražari su obišli ugroženo područje, uz upozoravanje na opasnost i zabranu pristupa u ugroženu zonu sve dok sirenom nije označen kraj miniranja.

Primljeno: 19. XI. 1988.

Prihvaćeno: 6. III. 1989.

Zaključak

Višefazno miniranje mosta preko rijeke Drenice izvedeno je bez opasnosti po izvedene stupove i upornjake novog mosta, uz poduzimanje svih mjera sigurnosti.

Pri projektiranju miniranja posebna pažnja posvećena je rasporedu minskih bušotina, količinama eksplozivnih punjenja i načinu miniranja.

Puna pažnja posvećena je pokrivanju i zaštiti stupova i upornjaka novog mosta (daske, fosne, fašine), obavještavanju lokalnog stanovništva i postavljanju osiguranja oko ugrožene zone. Pri višefaznim miniranjima mostova potrebno je provoditi nadzor nad svim fazama radova, kako bi se eliminirao utjecaj ljudskog faktora i svi se minerski radovi moraju strogo izvesti prema projektu.

LITERATURA

Objavljeni radovi

- Božić, B. (1988.): Rušenje mostova u urbanim sredinama. *Ceste i mostovi*, 8. 307—314, Zagreb.
- Gustofson, R. (1973.): Swedish Blasting Technique. Nora Boktryckeri, Gothenburg.

Langefors, U. & Kihlström, B. (1963): The Modern Technique of Rock Blasting. Almqvist and Wiksells Boktryckeri Aktiebolag, Uppsala.

Neobjavljeni radovi

Božić, B.: Projekat miniranja mosta preko rijeke Drenice u više faza. Arhiva GRO »Viadukt«.

Multiphase Blasting of the Bridge Across the Drenica River

B. Božić

The multiphase blasting of the bridge across the Drenica river was carried out presenting no danger to already erected piers and anchorages of a new bridge due to the safety measures implemented before blasting. Special attention in blasting projects was paid to locations of shot holes, quantities of explosives and blasting technique, protective covering of piers and anchorages of the new bridge (wooden

boards, posts, wattle), informing of local inhabitants and placement of safety barriers around the deangerous zone.

Multiphase bridge blasting must include supervision of all work phases in order to eliminate the effect of human factor. All blasting works must be carried out strictly in accordance with the project.