



HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA

15. Dani Hrvatske komore inženjera građevinarstva

Opatija, 2021.

Temeljenje obnovljenih mostova u Ninu

Ante Mlinar, Ljubo Pavić, Goran Grget

Ante Mlinar ing.građ., SPEGRA inženjering d.o.o., Split

Ljubo Pavić ing.građ., SPEGRA inženjering d.o.o., Split

Goran Grget dipl.ing.građ., Geokon – Zagreb d.d., Zagreb

Sadržaj

- Uvod
- Stanje mostova nakon poplave 2017. godine
- Projekti rekonstrukcije i obnove
- Izvedba obnove i rekonstrukcije ninskih mostova
- Zaključak



Uvod

Grad Nin povezan je s kopnom s dva kamena mosta:

- Donjim i Gornjim mostom.



Uvod

Donji most i Gornji most su dio kulturno-povijesne cjelina grada Nina koja je zaštićeno kulturno dobro upisano u Registar kulturnih dobara.

I Donji i Gornji most su kameni mostovi izgrađeni **na kamenom nasipu položenom na slabonosivom i mekanom muljevitom dnu.**

Mostovi su većim dijelom u potpunosti oslonjeni izravno na kameni nasip, a na tri dijela su izgrađeni kameni lukovi kojima se omogućava cirkulacija mora ispod mosta.



Uvod

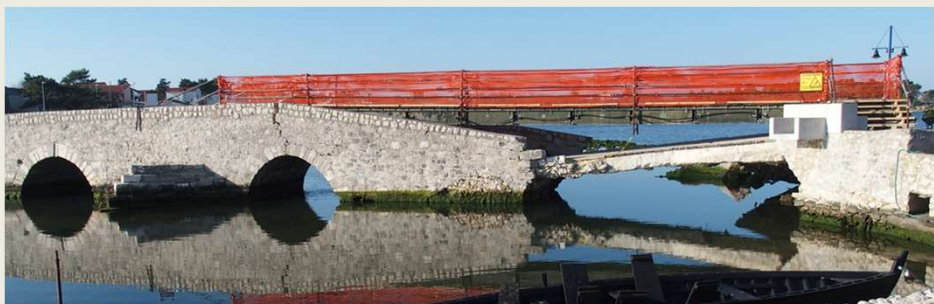
Prvi put je Donji most izveden kao kameni most još u doba starog Rima, a Gornji most se prvi put spominje u 16. stoljeću.

U povijesti mostovi su nekoliko puta znatno oštećeni riječnim poplavama i/ili znatnim slijeganjima tla te obnavljani ili nanovo građeni.



Stanje mostova nakon poplave 2017. godine

U katastrofalnoj poplavi koja se dogodila 2017. godine oba mosta su djelomično urušena.



Donji most nakon poplave 2017. g.



Gornji most nakon poplave 2017. g.

Projekti rekonstrukcije i obnove

Faza projektiranja obuhvatila je:

- istražne radove,
- idejni projekt,
- glavni projekt,
- izvedbeni projekt te
- natječajnu dokumentaciju.



Projekti rekonstrukcije i obnove

Istražni radovi sastojali su se od:

- vizualnog pregleda i ispitivanja materijala konstrukcija mostova,
- geodetskih snimaka,
- batimetrije morskog dna,
- 3D snimka mostova metodama laserskog skeniranja i fotogrametrije
- **geotehničkih istražnih radova**



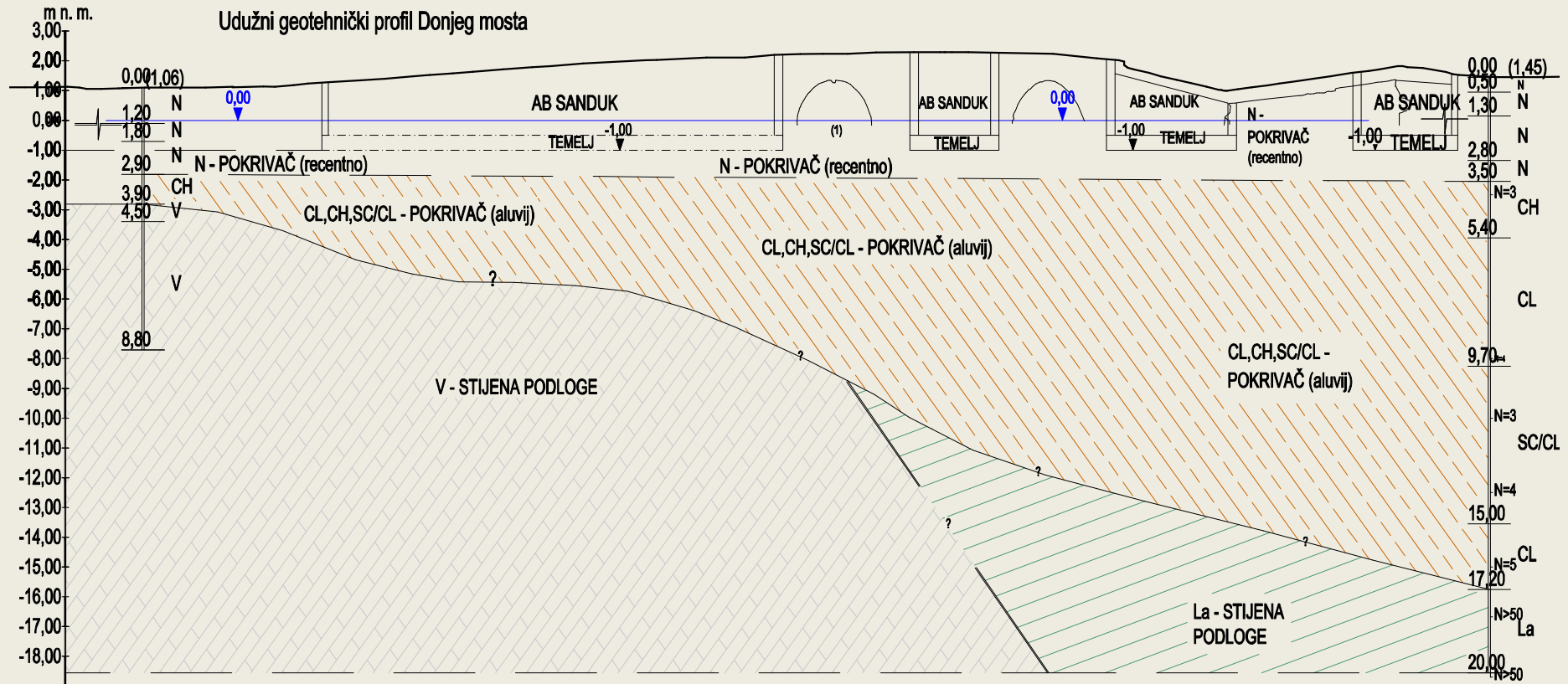
Projekti rekonstrukcije i obnove

Geotehnički istražni radovi sastojali su se od:

- inženjerskogeoloških istraživanja lokacije,
- geofizičkih istraživanja metodom seizmičke refrakcije i geoelektrične tomografije,
- geotehničkih istražnih bušotina (do 20,0 m),
- laboratorijska ispitivanja uzoraka tla i stijene,
- in-situ ispitivanje terenskom krilnom sondom,
- ispitivanje statičkim prodiranjem s mjerenjem pornog tlaka (CPTU)



Projekti rekonstrukcije i obnove



Prognozni geotehnički profil Donjeg mosta



Projekti rekonstrukcije i obnove

Geotehnička zadaća na sanaciji mostova bila je:

- homogeniziranje temeljnog tla,
- povećanje nosivosti i krutosti temeljnog tla,
- sprječavanje ispiranja temeljnog tla na kontaktu s kamenom konstrukcijom,
- osiguranje radova na sanaciji u suhom,
- povećanje protoka mora kroz lukove te
- čuvanje izvornog izgleda mosta prema odredbama konzervatora.



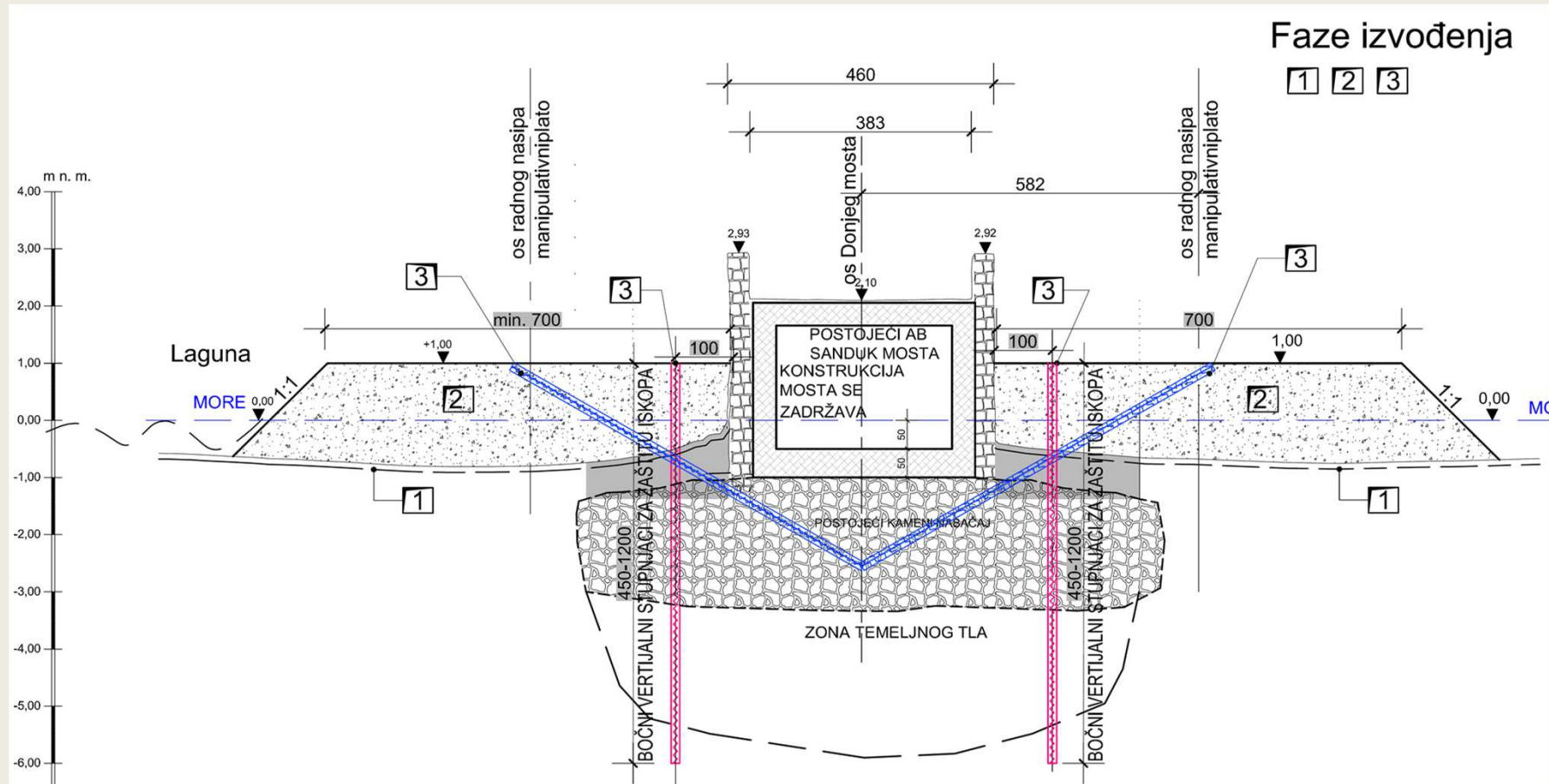
Projekti rekonstrukcije i obnove

Tehničko rješenje geotehničke zadaće na oba mosta sastojalo se od :

- poboljšanja temeljnog tla mlaznim injektiranjem (Jet Grouting)
- izvedbom AB pilota metodom beskonačne spirale - CFA (eng. continuous flight auger) ispod pete lukova mosta te
- izvedbom AB temeljnih ploča spregnutih s pilotima ispod pete pojedinog luka



Projekti rekonstrukcije i obnove



Poprečni presjek Donjeg mosta s mlaznim injektiranjem ispod sanduka 1



Projekti rekonstrukcije i obnove

Poboljšanja temeljnog tla mlaznim injektiranjem (Jet Grouting) :

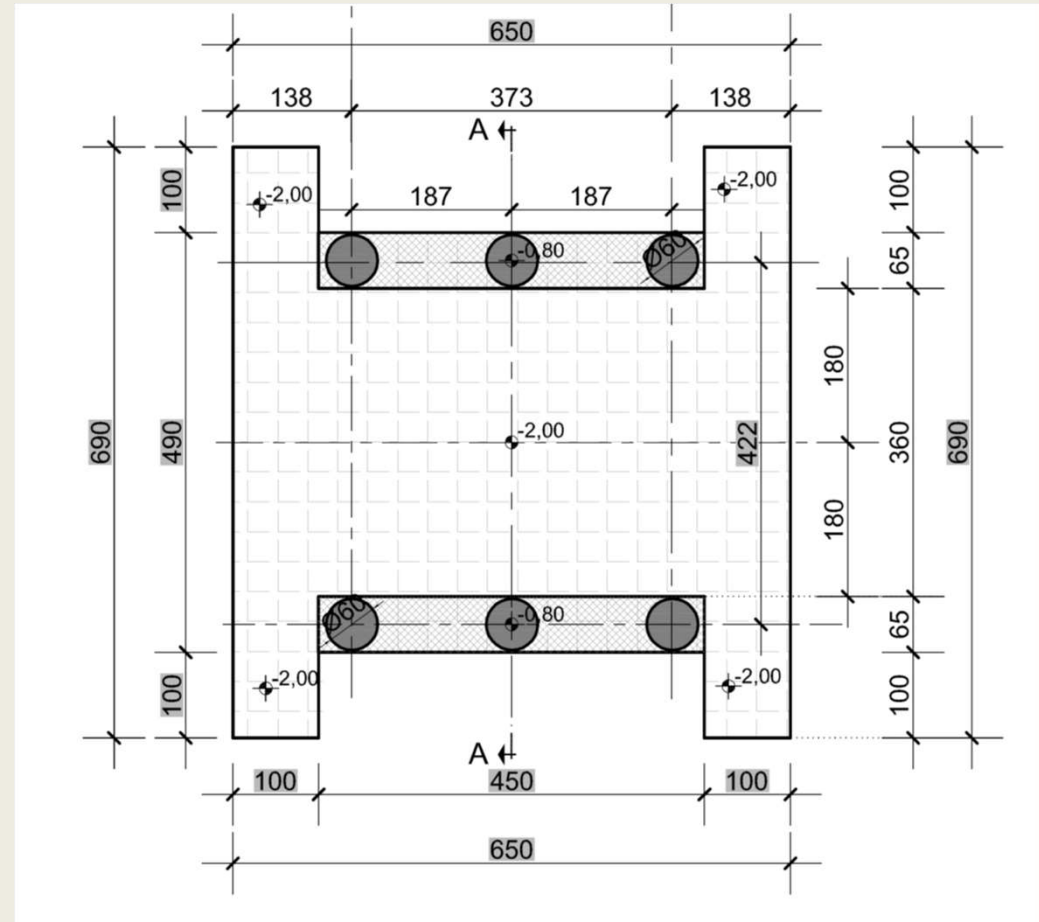
- poboljšanje temeljnog tla je izvedeno paralelno s mostom i ispod mosta
- paralelno s mostom na udaljenosti od 1 m izvedena je s obje strane vertikalna stijena od mlazno injektiranih stupnjaka kroz kameni nasip i sloj mulja
- svrha vertikalnih stijena je smanjenje protoka vode kroz temeljno tlo ispod mosta te je spriječeno bočno istiskivanje mulja ispod temelja



Projekti rekonstrukcije i obnove

AB elementi temeljenja:

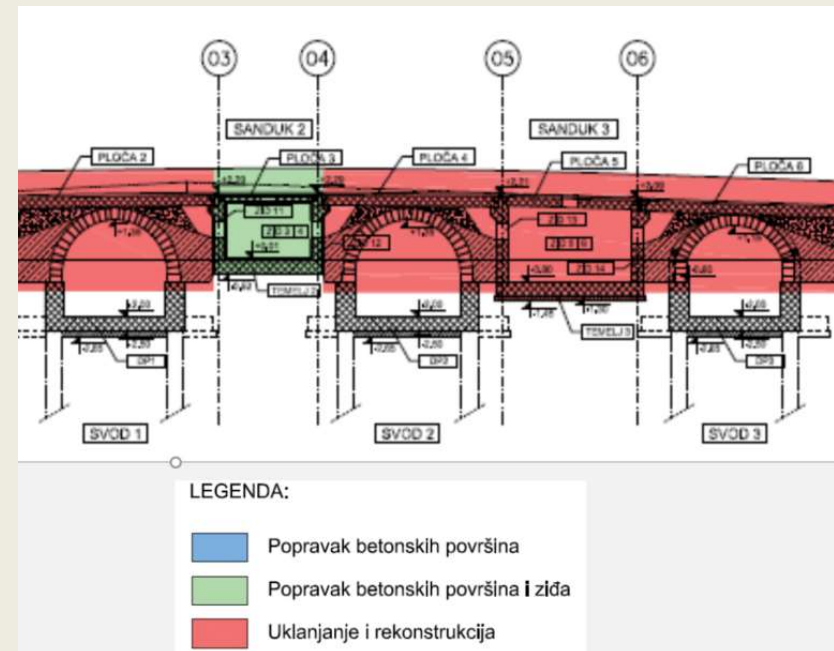
- AB piloti izvedeni metodom beskonačne spirale - CFA (eng. continuous flight auger) ispod pete lukova mosta te
- AB temeljne ploče spregnute s AB pilotima ispod pete pojedinog luka



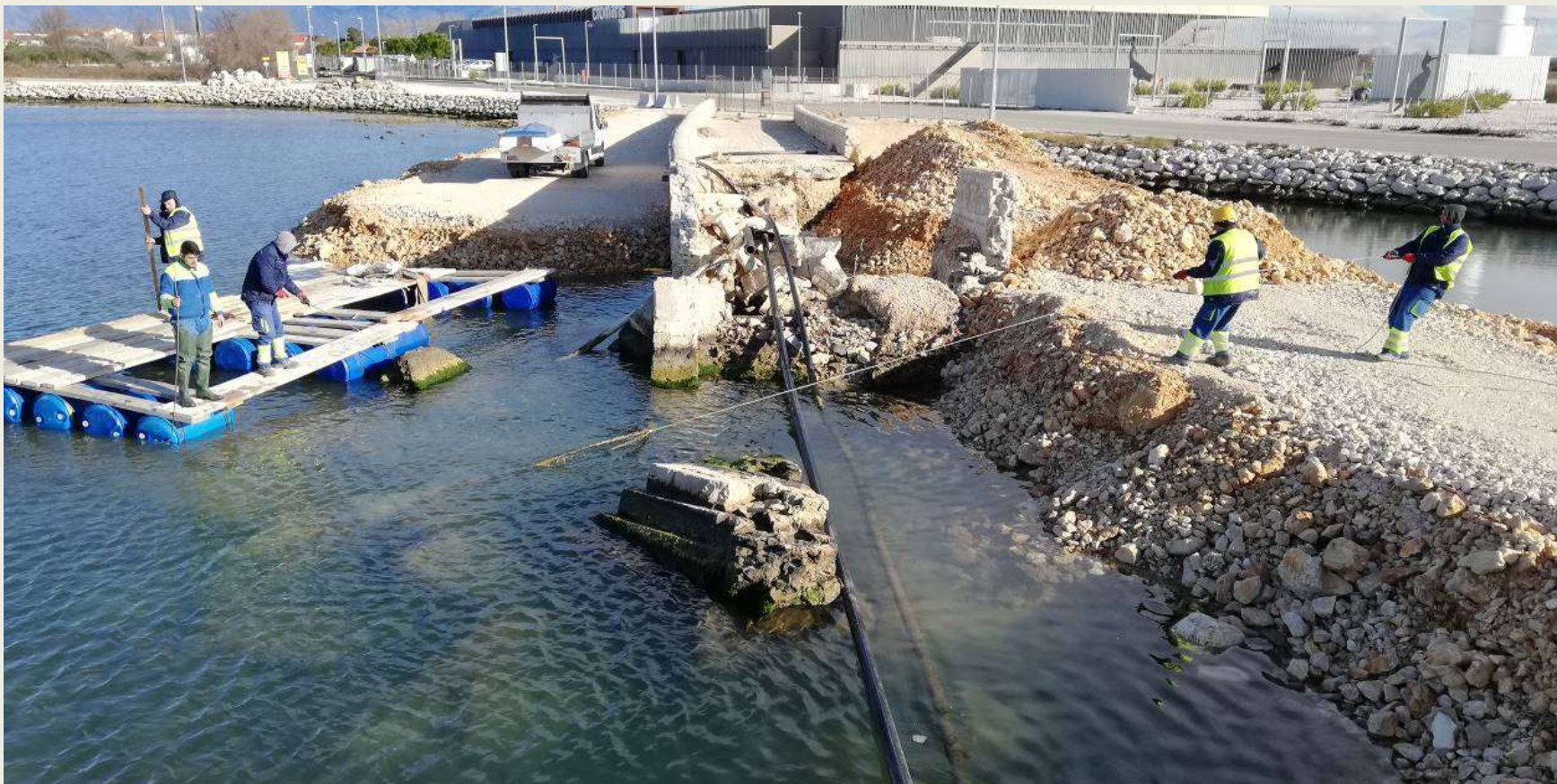
Projekti rekonstrukcije i obnove

AB elementi temeljenja svoda:

- odabrani tip temelja svoda osigurava stabilnost kamenog svoda kao zasebne cjeline unutar mosta
- gornja kota temeljne ploče svoda je na -2,00 m n.m., iako je kota okolnog morskog dna manja od -1,00 m n.m
- cilj je bio povećanje kapaciteta propusta vode kroz otvore ispod svodova te sprječavanja ispiranja tla i podlokovanja temelja lukova



Izvedba obnove i rekonstrukcije ninskih mostova



Gornji most, polaganje geotekstila i izrada radnog plato

Izvedba obnove i rekonstrukcije ninskih mostova



Donji most, ojačanje tla mlaznim stupnjacima

Izvedba obnove i rekonstrukcije ninskih mostova

Ukupno je izvedeno preko 9000 m' mlazno injektiranih stupnjaka na oba mosta

Radovi su izvedeni s pomoću dvije bušaće garniture i pripadnim injekcijskim stanicama

Radovi su izvedeni u periodu od devedesetak dana, s nužnim prekidima

Radovi su morali biti usklađeni s ostalim fazama projekta i to na oba mosta istovremeno



Izvedba obnove i rekonstrukcije ninskih mostova



Donji most, građevna jama kroz faze gradnje

Izvedba obnove i rekonstrukcije ninskih mostova



Donji most, građevna jama kroz faze gradnje

Izvedba obnove i rekonstrukcije ninskih mostova



Gornji most, građevna jama kroz faze gradnje

Izvedba obnove i rekonstrukcije ninskih mostova



Izvedba AB pilota metodom CFA

Izvedba obnove i rekonstrukcije ninskih mostova



Izvedba AB
temeljne ploče
kojom se
povezuje stope
lukova



Zaključak

Uz osiguranje otpornosti i trajnost konstrukcije te pridržavanja konzervatorskih uvjeta čuvanja izvornog izgleda mostova, obnovom i rekonstrukcijom riješen je problem temeljenja mostova na slabo nosivom tlu na način da je:

- povećana nosivost i krutost temeljnog tla,
- povećan protočni profil te
- olakšano održavanje mostova posebno pri odstranjivanju mulja koji će se taložiti ispod lukova.



Hvala na pažnji

