



PRIMJERI NEKIH HRVATSKIH MOSTOVA

***GRAĐEVINSKI FAKULTET
ZAVOD ZA KONSTRUKCIJE
KATEDRA ZA MOSTOVE***

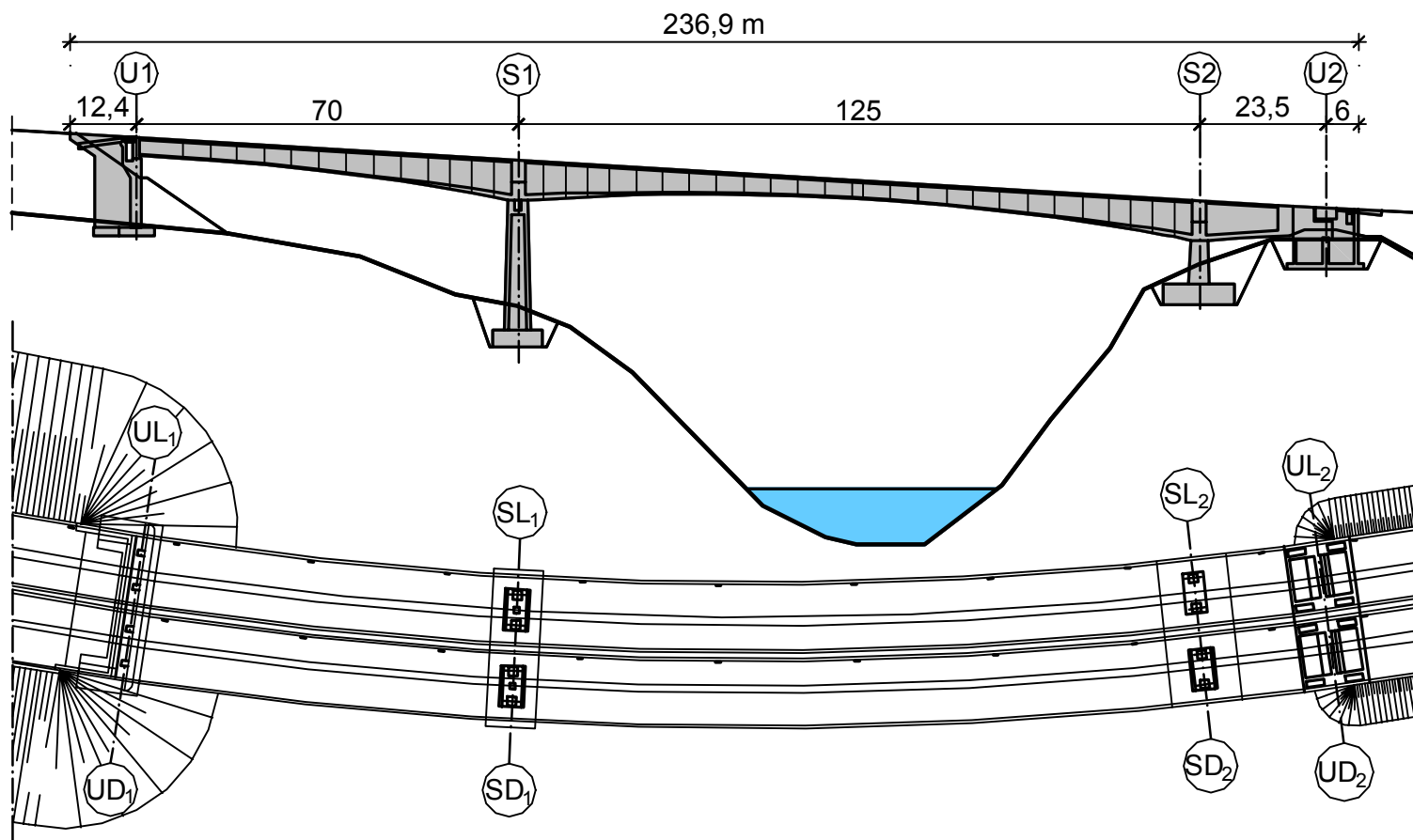




MOST KAMAČNIK

***OPIS KONSTRUKCIJE MOSTA
PRORAČUN I PREDNAPINJANJE
IZVEDBA I UTROŠAK GRADIVA***





Zaštićeni kanjon rječice Kamačnik

Oblikovanje odredile okolnosti:

- cesta na mostu je u horizontalnoj krivini i u strmom nagibu (5,7%)
- dijelovi mosta i oprema za gradnju nisu smjeli ući u kanjon zbog ekoloških razloga

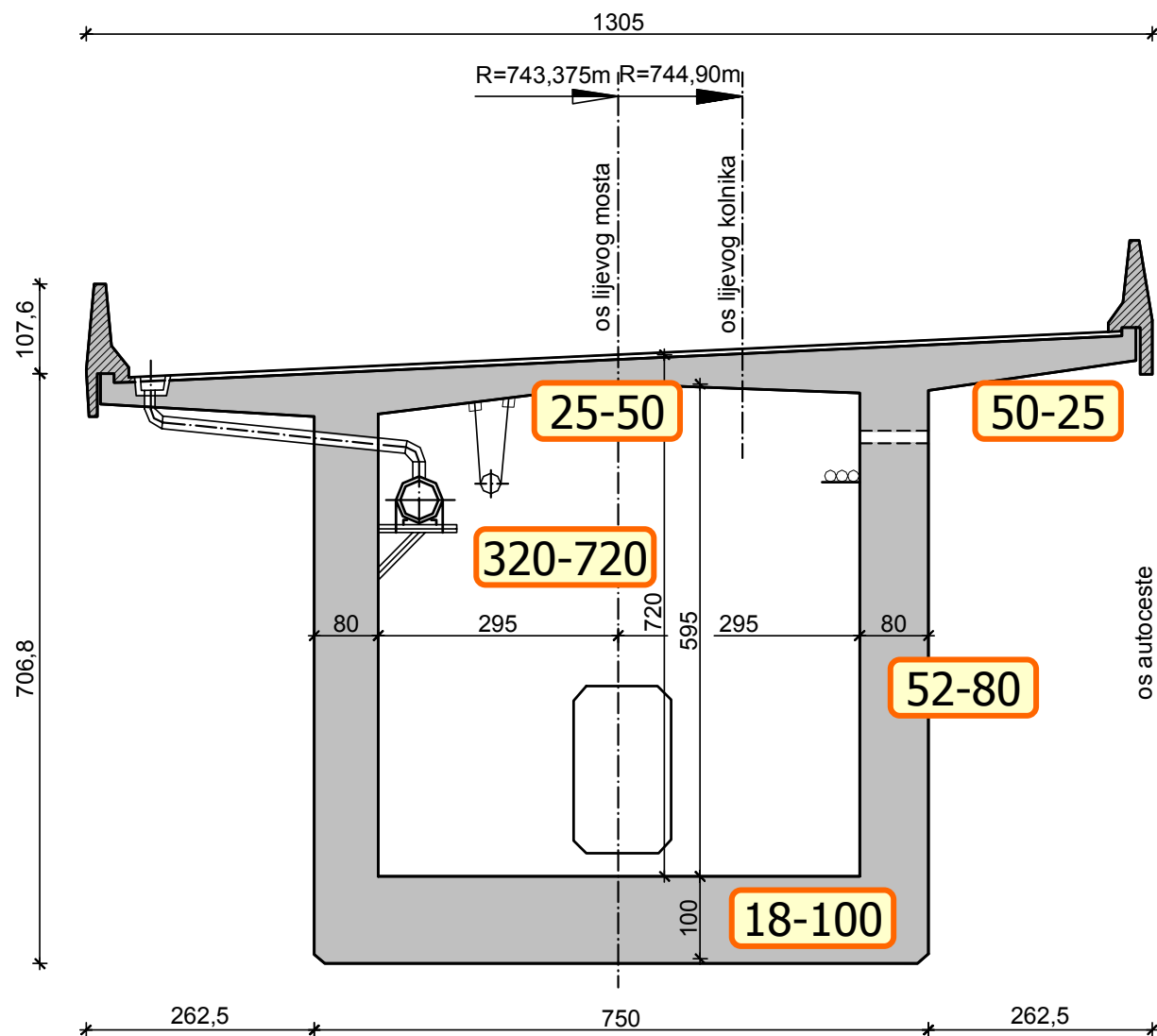
Specifičan kratki rubni raspon

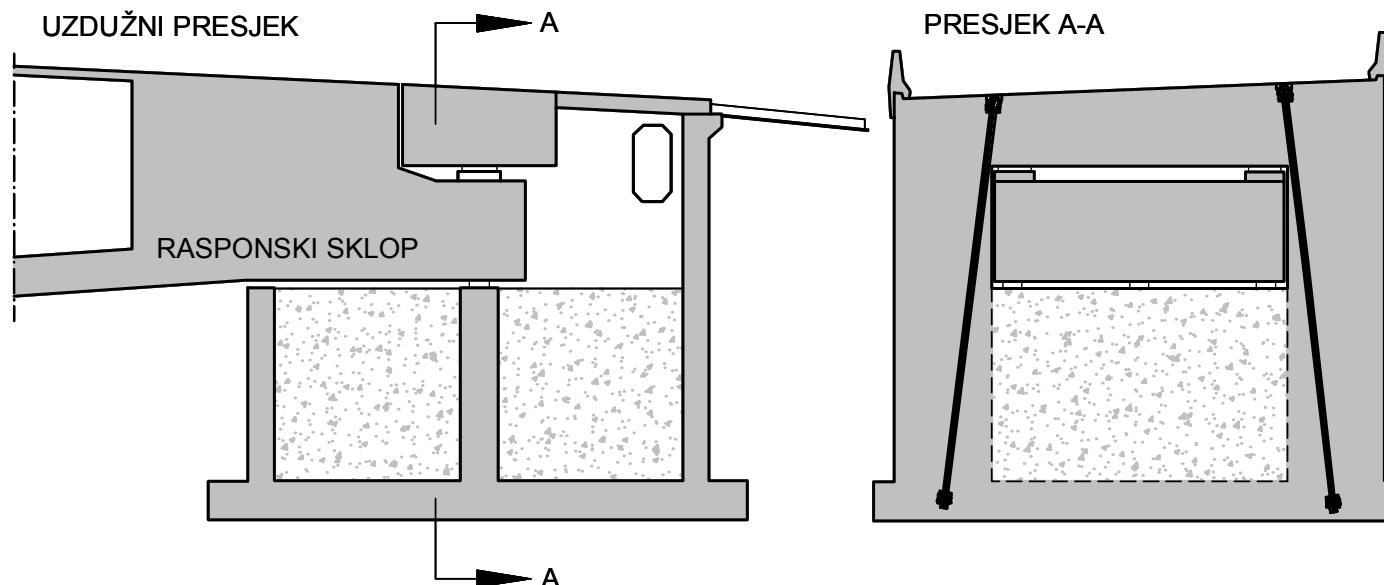
Promjenjive dimenzije poprečnog presjeka

Poprečni nagib 4,2%

Rasponski sklop MB 50, RA 400/500-2, 1570/1770 N/mm²

Stupovi MB 40, upornjaci, temelji MB 30, ležajni kvadri MB 50



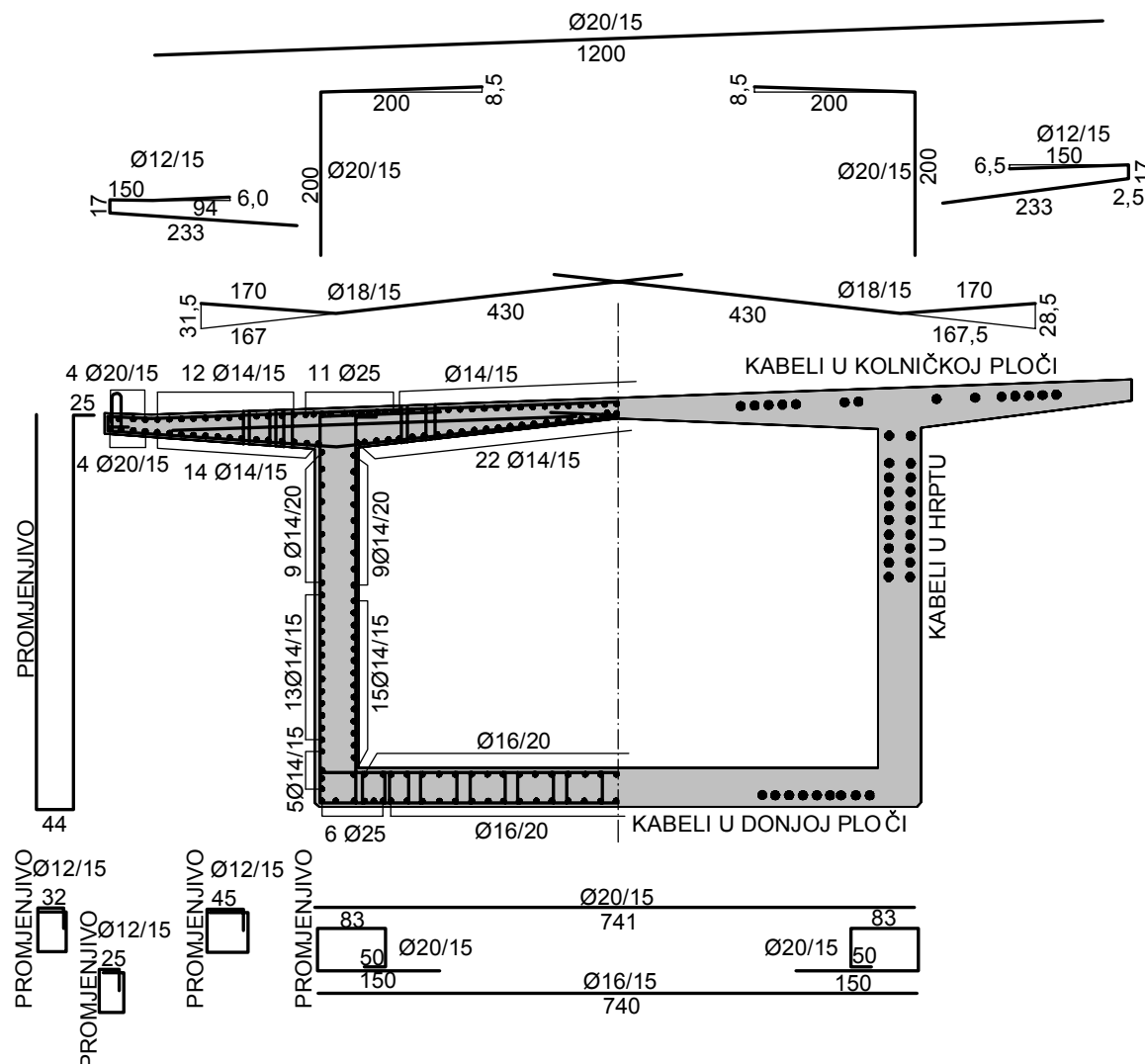


Upornjak kraćeg rubnog raspona U2 preuzima odiznu reakciju nesimetričnog rasponskog sklopa, odnosno gravitacijskom težinom prenosi odiznu silu.

Komora upornjaka je zbog povećanja težine ispunjena betonom, a vertikalni zidovi su prednapeti.

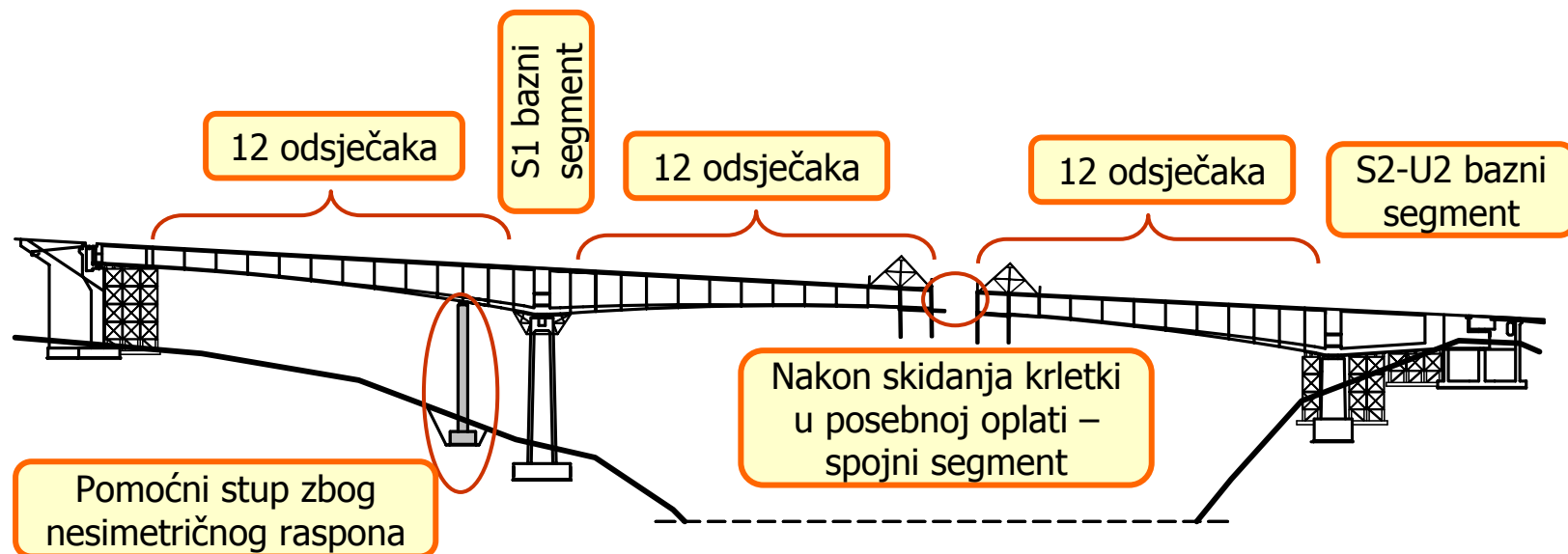
Ležajevi su postavljeni na istaku rasponskog sklopa ispod poprečne grede upornjaka, za preuzimanje odizne reakcije.

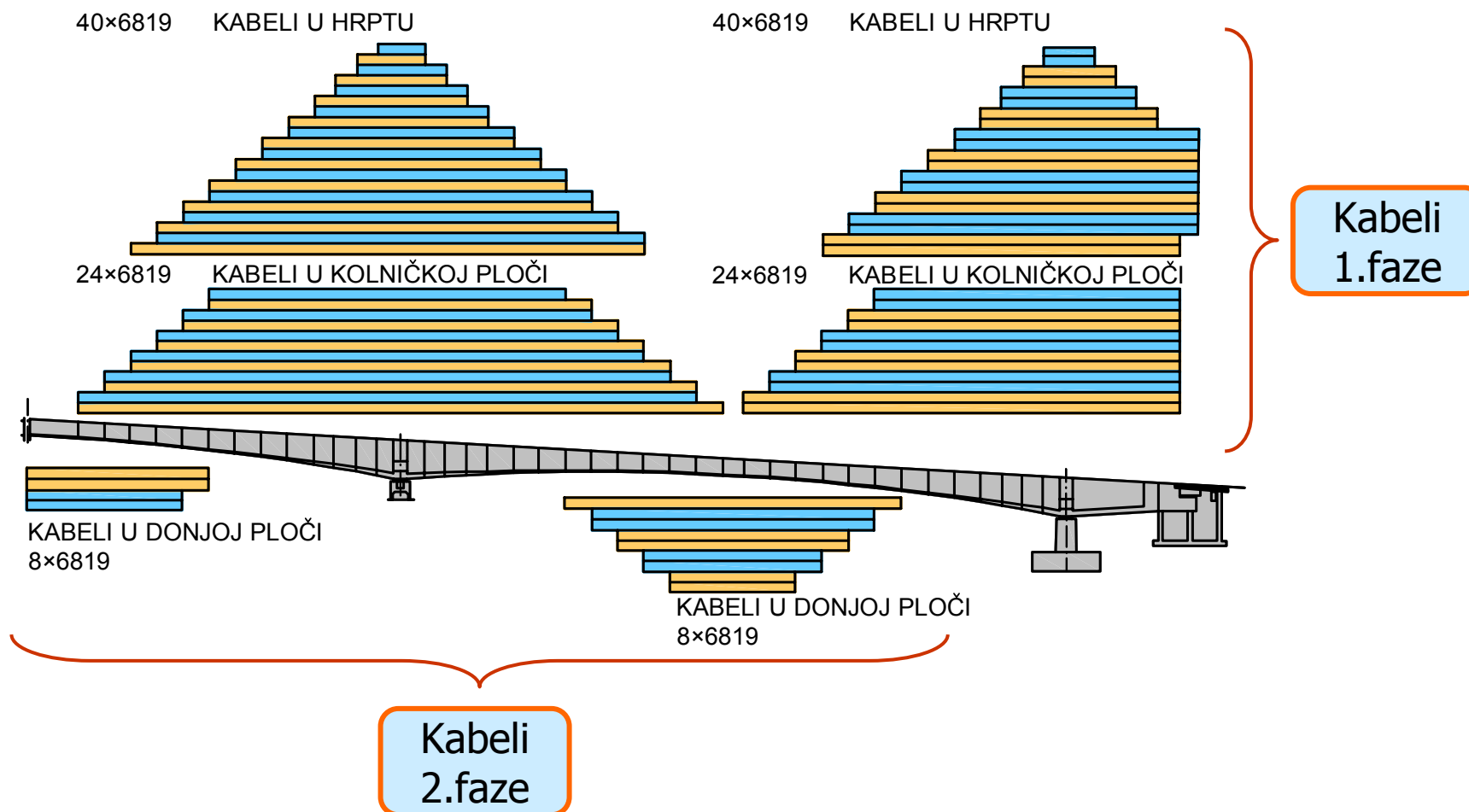
- Statički proračun na cjelovitom prostornom modelu okvira
- Shema V600+300, $a_g=0,195g$, EC 8/2, metoda spektralne analize
- Poseban proračun za poprečni smjer, kolnička ploča, okvirno djelovanje za presjek nad stupom i u polovini najvećeg raspona
- Dimenzioniranje: dokaz naprezanja, graničnog stanja nosivosti, provjera pukotina



Plitko temeljenje uz poboljšanje nosivosti temeljnog tla ispod S1
Sandučasti stupovi visine do 29 m izvedeni u segmentnoj oplati visine 5,0 m

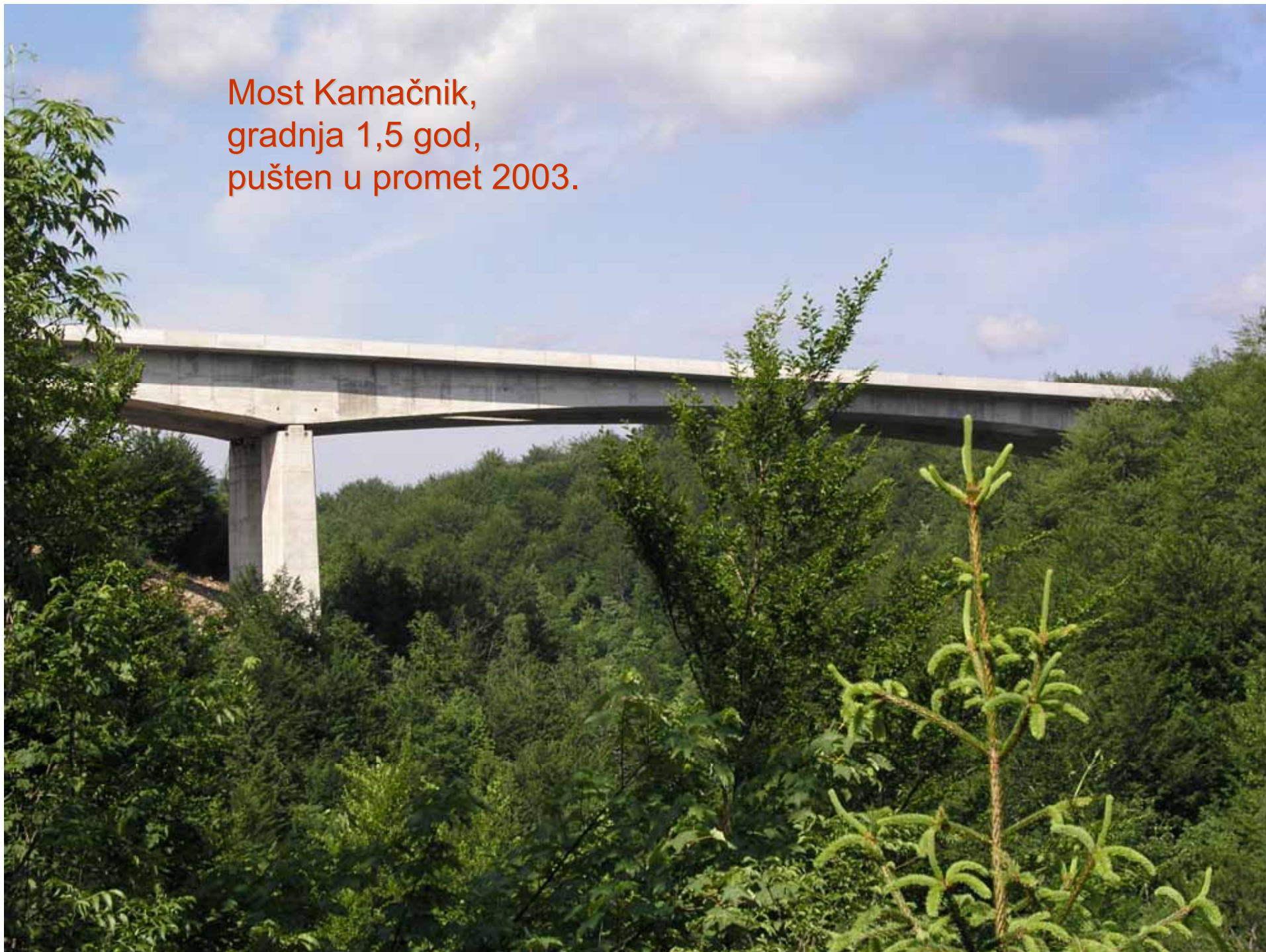
Kombinacija konzolne izvedbe s betoniranjem na mjestu uz korištenje tri kompleta krletki u odsječcima po 5,0 m i građenja kratkog raspona na teškoj cijevnoj skeli na pomoćnim stupovima





	beton	armatura	kabeli
Donji ustroj	4965 m ³	608 t	
Rasponski sklop	6600 m ³	1175 t	367 t

Most Kamačnik,
gradnja 1,5 god,
pušten u promet 2003.





VIJADUKT MIRNA

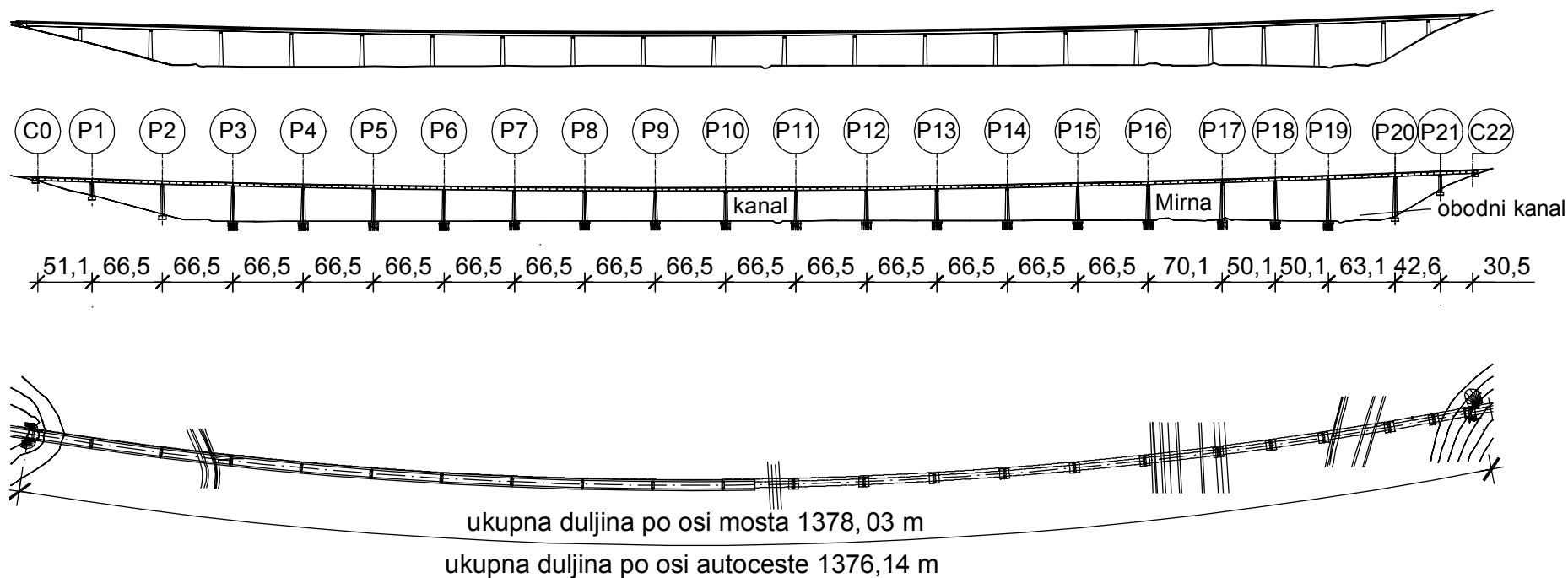
OPIS KONSTRUKCIJE VIJADUKTA

PRORAČUN I UTROŠAK GRADIVA

IZVEDBA VIJADUKTA



Na zapadnom kraku Istarskog Y,
dionica Nova Vas - Višnjan



Naplavna dolina rijeke Mirne, iznimno nepovoljni uvjeti temeljenja

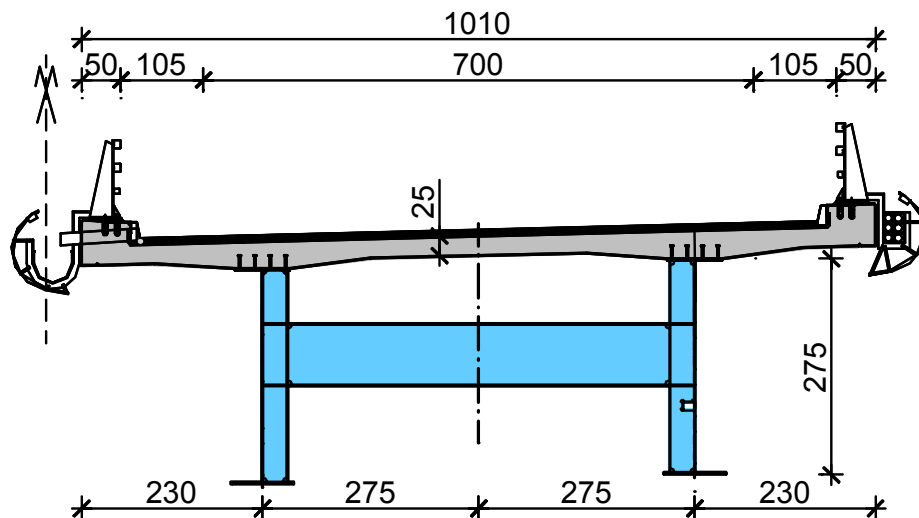
→ ukupnu masu mosta potrebno je smanjiti → lagani spregnuti rasponski sklop

→ ukupni broj temelja smanjiti → produljiti raspone → 66,5 m, preko rijeke Mirne 70,1 m

Most za jedan – desni trak autoceste, usporedni će biti projektiran i izveden naknadno

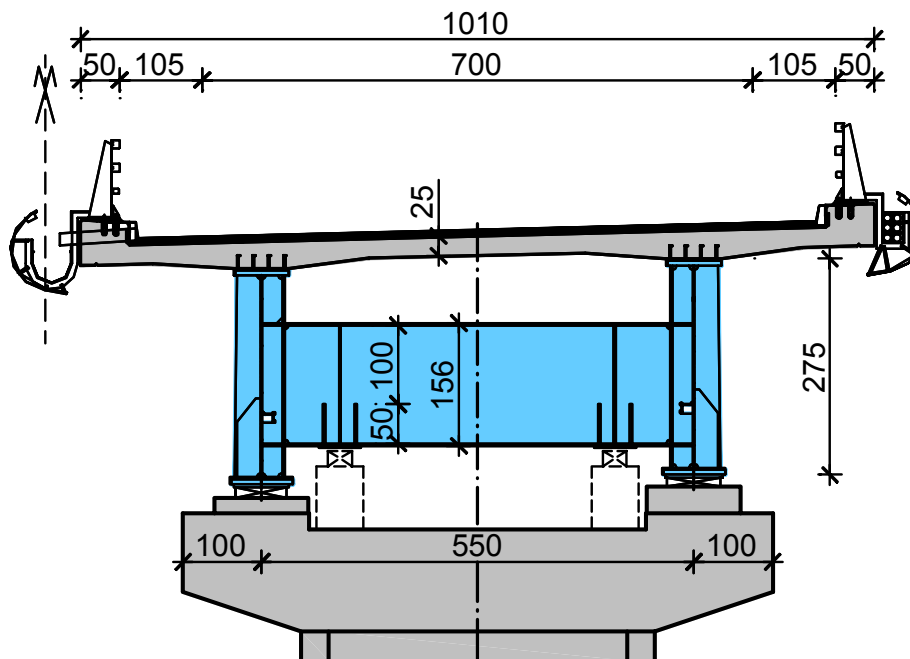
Stalna horizontalna krivina $R = 4.005,5$ m i vertikalna krivina $R = 17.500$ m → izvedba uzdužnim potiskivanjem

Kontinuirani rasponski sklop 22 polja



Poprečni nosači + vertikalna ukrućenja na 7,54 m:

čine poluokvire koji služe za stabilizaciju donjeg pojasa glavnog nosača i skraćuju duljinu savijanja donjeg pojasa od horizontalnih opterećenja npr. vjetra na glavni nosač.

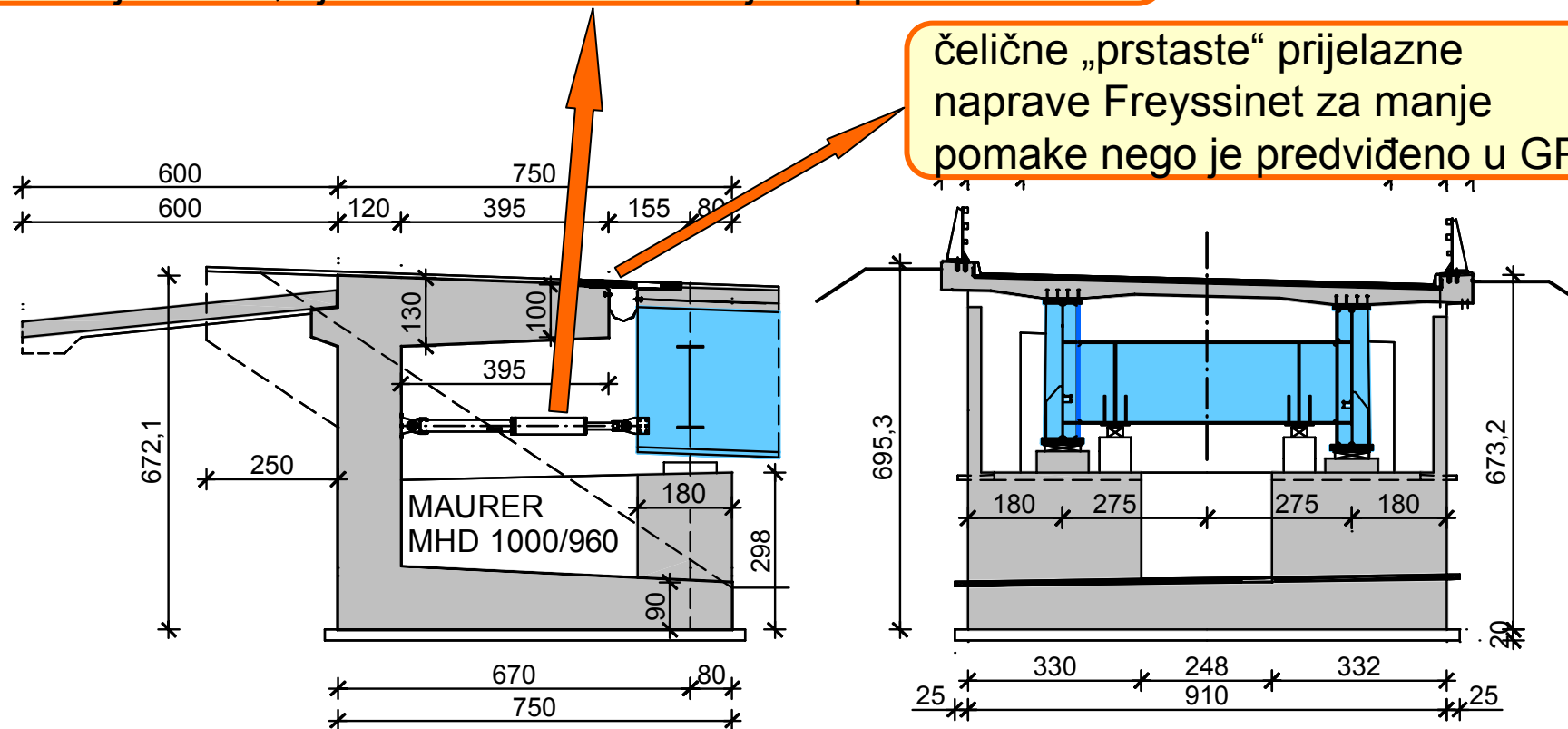


Poprečni nosači + vertikalna ukrućenja na 4,80 m:

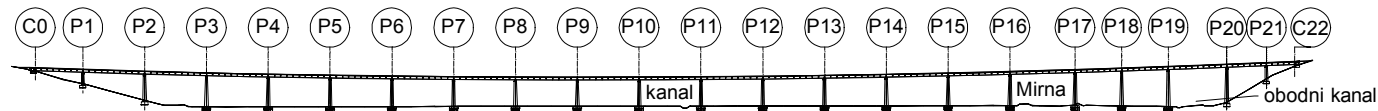
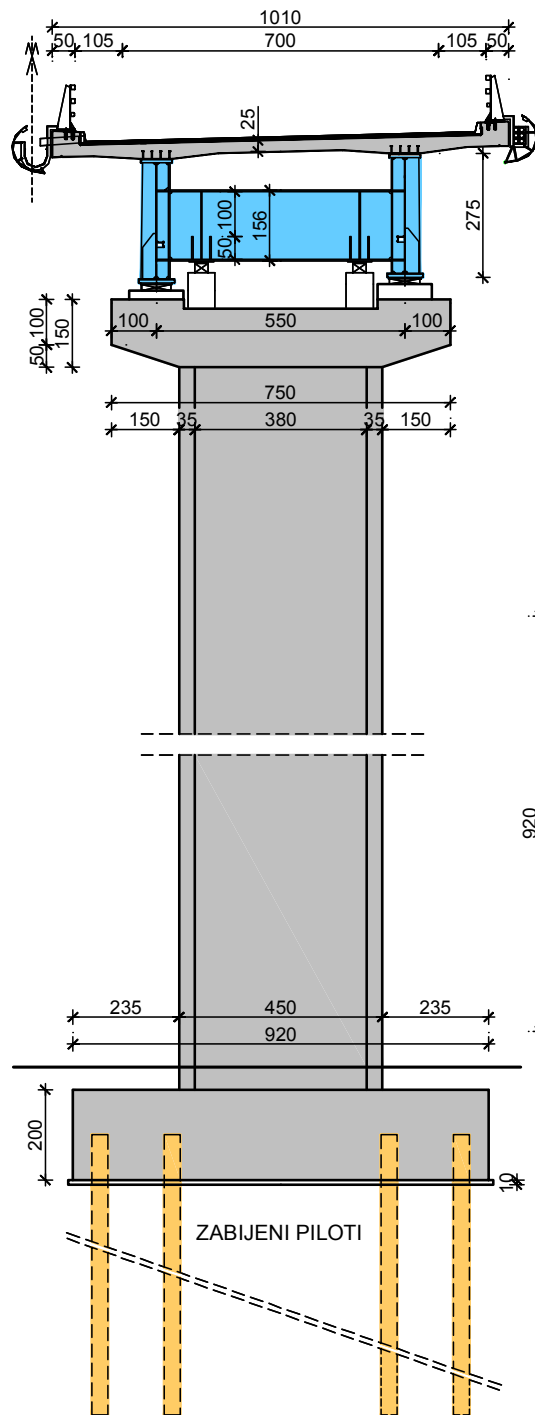
prenose horizontalna (bočna) opterećenja sa konstrukcije na ležajeve.

dva prigušivača od po 1000 kN koji omogućuju pomake od temperature, puzanja i skupljanja, a sprečavaju pomake od kočenja vozila, vjetra u uzdužnome smjeru i potresa.

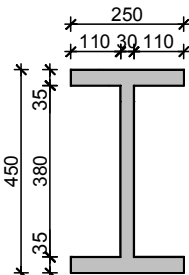
čelične „prstaste“ prijelazne naprave Freyssinet za manje pomake nego je predviđeno u GP



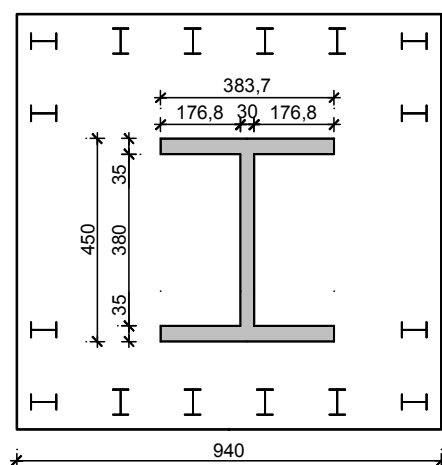
U GP-u zbog konfiguracije terena i uštede materijala → upornjaci promjenjive visine kad je teren detaljno snimljen i zbog jednostavnosti izvedbe → upornjaci preprojektirani
Upornjaci konstantne visine temeljeni izravno na stijeni
Dodatne izmjene upornjaka u fazi izvedbe → zbog promjene veličine i nabavljača prijelaznih naprava i prigušivača koji su ugrađeni na most.



POPREČNI PRESJEK
NA VRHU STUPA



POPREČNI PRESJEK NA DNU STUPA
RASPORED PILOTA



P1, P2, P20 i P21 temeljeni
plitko na stijeni, na pločastim
temeljima debljine 2,5 do 3 m.

P3 - P19 temeljeni na zabijenim
čeličnim pilotima HTM 600*149.
Katodna zaštita čeličnih pilota
Naglavna ploča pilota - gornja
ploha na dubini od oko 0,5 m, u
ploču piloti ulaze najmanje 1 m.

$H_{\min}(P1) = 13,45 \text{ m}$
 $H_{\max}(P19) = 40,03 \text{ m}$

Širina pojaseva u nagibu 40:1

	beton	armatura	čelik
Donji ustroj	6920 m ³	750,23 t	
Rasponski sklop	4271 m ³	1081,4 t	2720,9 t

Statički proračun rasponskoga sklopa proveden je za dva slučaja:

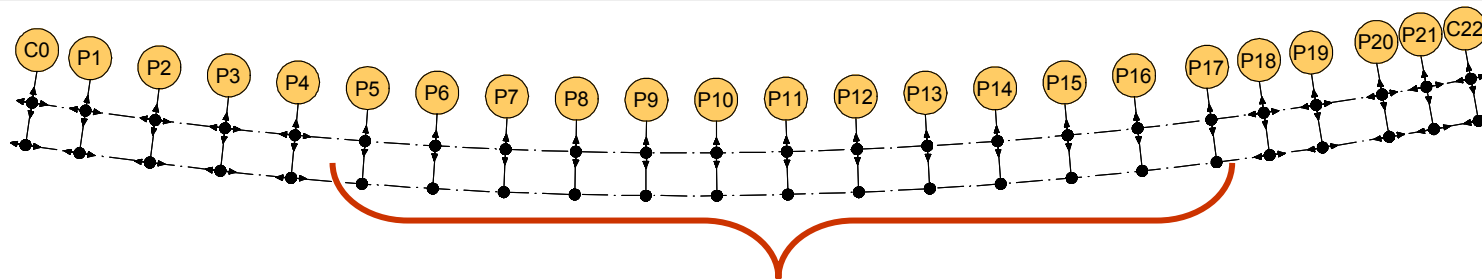
- neraspucala kolnička ploča na čitavoj duljini $\rightarrow \sigma_{\text{gore,ležaj}} = 152,6 \text{ MPa}$
- uz pretpostavku raspucalog betona kolničke ploče u blizini svih stupova, na duljini od 7,0 m, mjereno od osi stupa, obostrano $\rightarrow \sigma_{\text{gore,ležaj}} = 220,9 \text{ MPa}$

Dodatno je proračunom obuhvaćen redoslijed betoniranja kolničke ploče

- $\rightarrow$ nema utjecaja na naprezanja u donjem pojasu
- $\rightarrow$ naprezanja u gornjem pojasu 3% manja u polju, 9% manja nad osloncem i to na račun vlačnih naprezanja u kolničkoj ploči koja su porasla sa 2,4 do 3,3 MPa

Analiza izvedbe vijadukta uzdužnim potiskivanjem s oba upornjaka:

- $\rightarrow$ uzdužno ukrućenje mora biti postavljeno na cijeloj duljini hrpta,
- $\rightarrow$ na kritičnim mjestima dodatna poprečna ukrućenja.
- $\rightarrow$ uz $w = 0,7 \times 2,1$ (vjetar na most bez prometa) = $1,47 \text{ kN/m}^2$, $\rightarrow$ za vrijeme gradnje ugrađen privremeni horizontalni spreg $\rightarrow$ osiguranje stabilnosti u pop. smjeru.



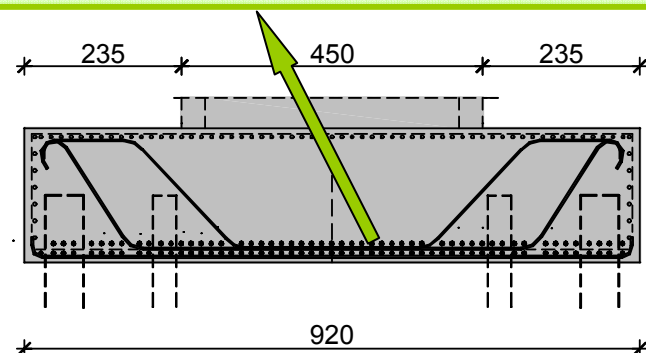
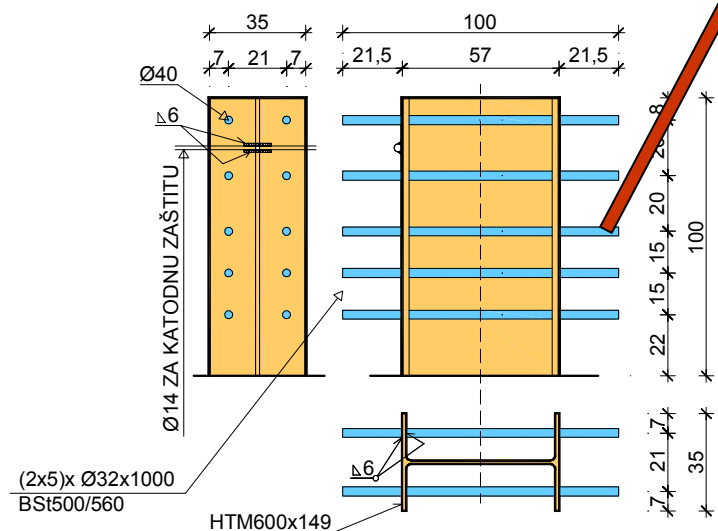
Nepomičnošću ležaja u uzdužnome smjeru smanjilo se torzijsko opterećenje na torzijski mekane stupove oblika H na zabijenim pilotima male horizontalne krutosti koji nose samo na trenje



Piloti zabijani u tlo → iskop tla za naglavnu ploču → izveden podložni sloj betona → zatim postavljanje armaturnoga koša → betoniranje naglavnice pilota.

Sidrenje pilota ostvareno upuštanjem pilota u naglavnicu 1,0 m, prijenos sile u pilot ostvaren izvedbom moždanika

Minimalne izmjere naglavne ploče i položaj djelovanja koncentriranih sila na ploču, uvjetovale su izvedbu armature u dva reda, u oba smjera.



Unos sile u šipke ostvaruje se na kraju ploče, odnosno na početku šipki → glavne nosive šipke u sidrenoj zoni raspletene, a armiranobetonska ploča približila se prostornome rešetkastome nosivom sustavu.





Stupovi u segmentnoj oplati, 5 m. Najveća pažnja posvećena je geometrijskoj točnosti (zbog iznimne vitkosti), te obradi radnih reški.



Montaža uzdužnih i poprečnih čeličnih nosača s privremenim montažnim spregom na platou iza upornjaka.



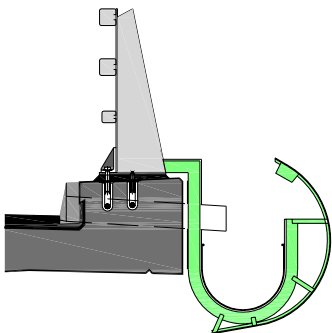
Potiskivanje s oba upornjaka. Ukupna potisnuta duljina na strani C0: 660,59 m, C22: 696,66 m.



Spajanje rasponskog sklopa i spuštanje na stalne lončaste ležaje, uz intenzivno geodetsko praćenje, se završnom rektifikacijom postigne željena geometrija.



Betoniranje kolničke ploče na pomoćnoj skeli, oslonjenoj na glavne nosače i prema utvrđenom redoslijedu betoniranja.



Vijadukt Mirna je dovršen 2005.



MOST PREKO SAVE KOD JASENOVCA

***IZVORNI MOST PREKO SAVE
STANJE MOSTA PRIJE OBNOVE***

***ANALIZA I ODABIR RJEŠENJA RASPONSKOGA
SKLOPA ZA OBNOVU MOSTA***

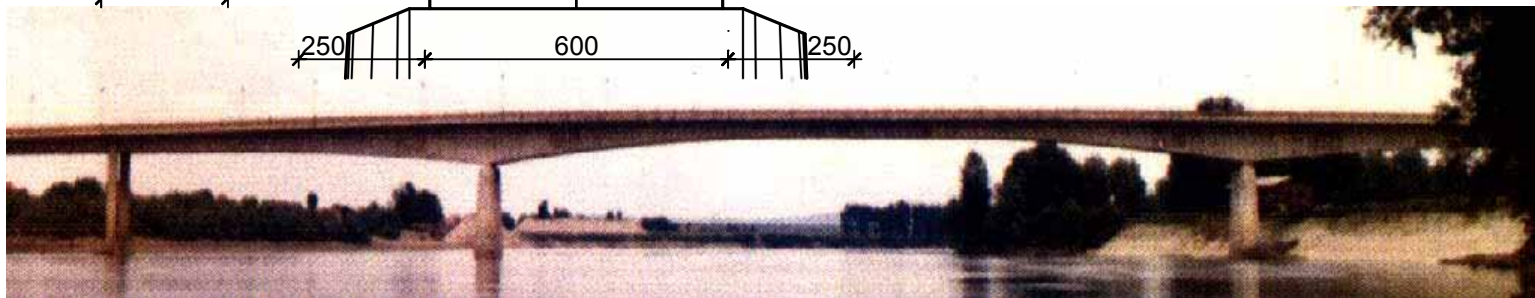
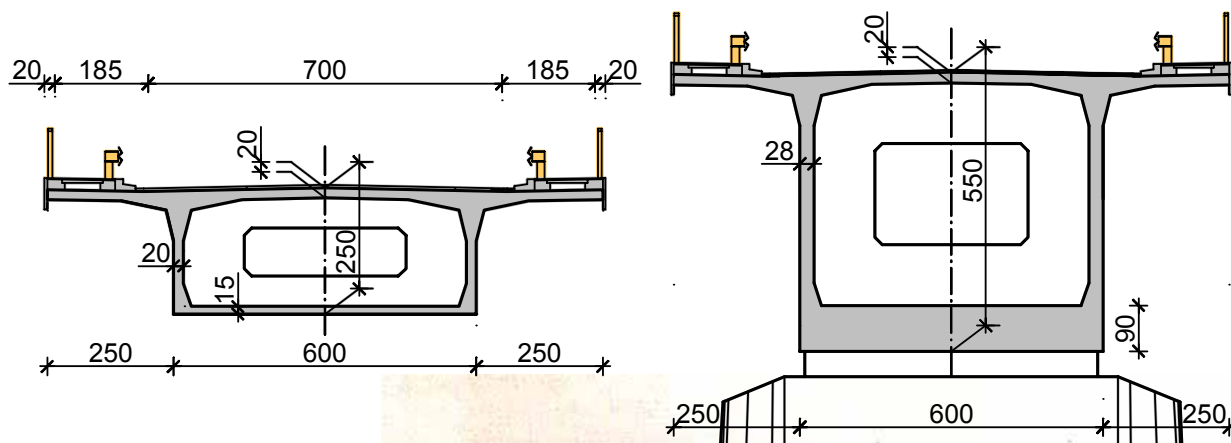
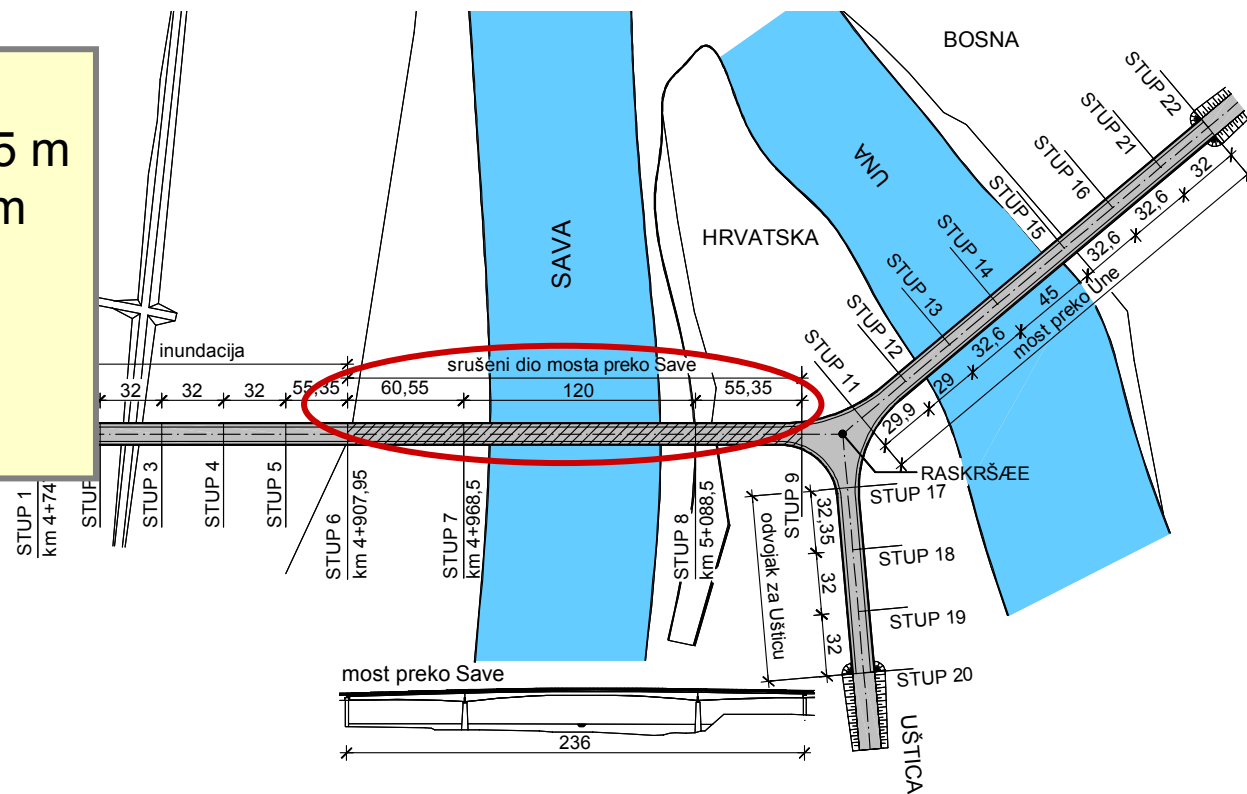
OBNOVA MOSTA



Cestovna veza Republike Hrvatske s Bosnom i Hercegovinom ostvaruje se kod Jasenovca višedijelnim mostom preko Save i ušća Une, građenim od 1971. do 1973. godine.

Izvorni most preko Save
 $60,55 + 120,0 + 55,35 = 235,85 \text{ m}$
 građen konzolnim postupkom
 odsječci 5,0 m
 Promet PTP-5
 Seizmičko djelovanje nije
 obrađeno

Srušen u
Domovinskom ratu



STANJE MOSTA PRIJE OBNOVE

Rasponski sklop bio je srušen tako da je trebalo ukloniti sve preostale dijelove konstrukcije



Pri uklanjanju rasponskog sklopa srušio se S7 do razine temeljne ploče nad pilotima. Slom je nastao pucanjem vezne armature iz nagl.ploče i prevrtanjem stupa.

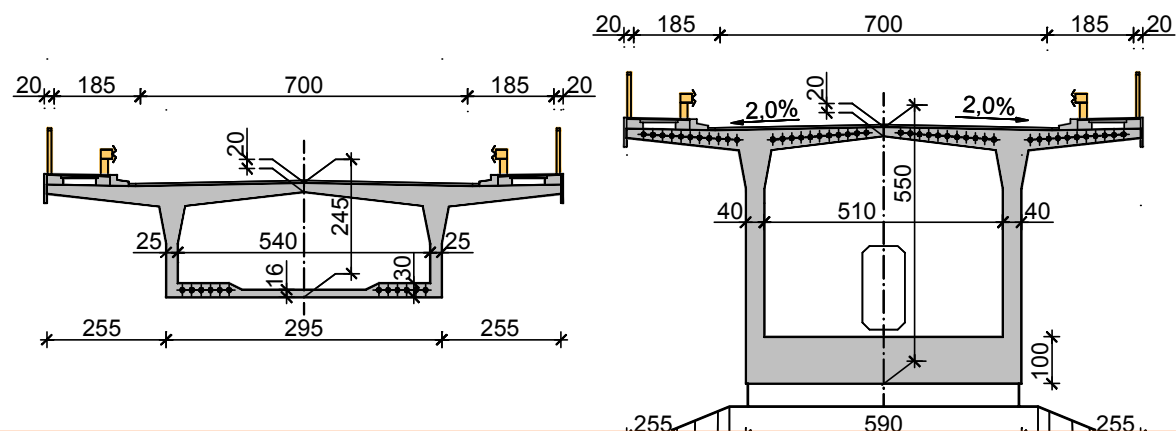


Stupovi S6 znatno su oštećeni. Otvorile su se pukotine u tijelu široke do 2 cm. Geodetska snimka → vrh naglavne grede pomaknuo za 14 cm → stup je nagnut.

Stup S8 ostao je očuvan, uz manja oštećenja, jer su na njemu bili pomični ležaji, pa rušenje rasponskoga sklopa nije izazvalo učinak kao na stupu S7.



ANALIZA I ODABIR RJEŠENJA RASPONSKOG SKLOPA ZA OBNOVU MOSTA



Načinjen je projekt obnove prema izvornom projektu uz promjene:

izvorna računska prometna djelovanja (PTP 5) znatno su manja od današnjih

seizmički proračun danas se obvezno provodi, a most je u VIII. potresnoj zoni

iskustva iz održavanja mostova i strane smjernice upućuju na potrebu povećanja izmjera betonskih elemenata u odnosu na izvorni projekt

IZVORNO RJEŠENJE

Rasponski sklop: 2310 t

Opterećenje pojedinog pilota: 508 t

NOVO RJEŠENJE

Rasponski sklop: 2850 t

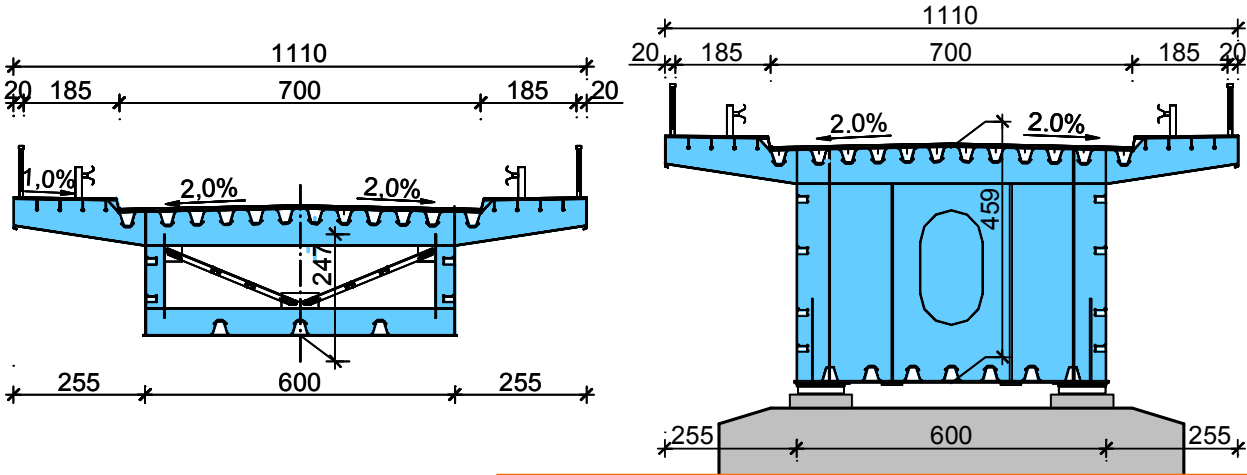
Opterećenje pojedinog pilota: 576 t



Povećanje je nemoguće preuzeti sačuvanim dijelovima donjeg ustroja

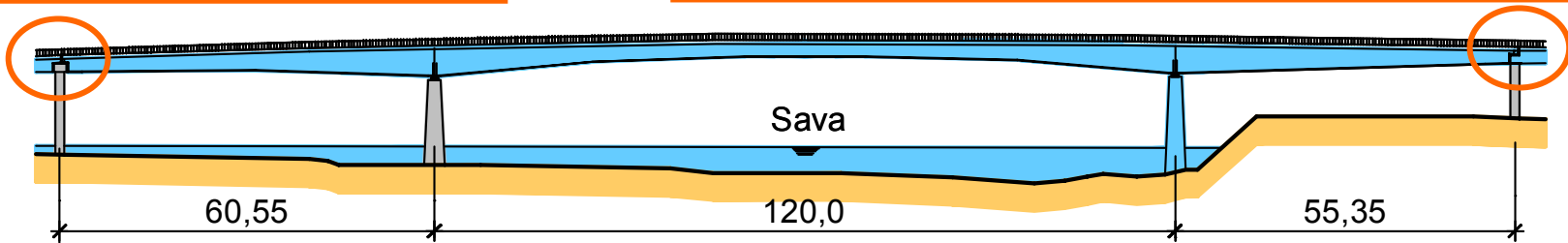
ANALIZA I ODABIR RJEŠENJA RASPONSKOG SKLOPA ZA OBNOVU MOSTA

Analizirana je čelična rasponska konstrukcija - smanjena h



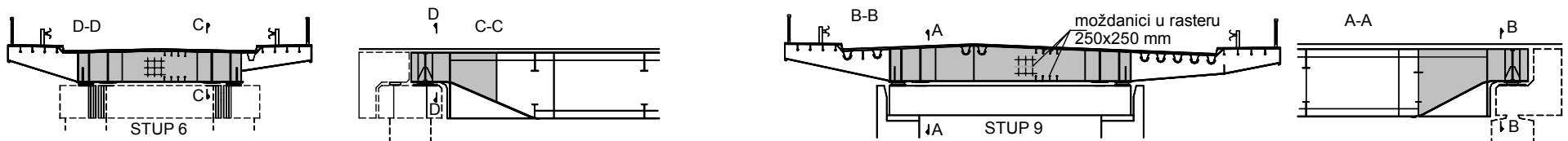
Masa 1100 t,
opterećenje pilota 460 t

Nije potrebno dodatno rekonstruirati temelje, ovo rješenje je prihvaćeno



Postojeći odnosi raspona nepovoljni su,
dokazana je mogućnost odizanja rasp.sklopa

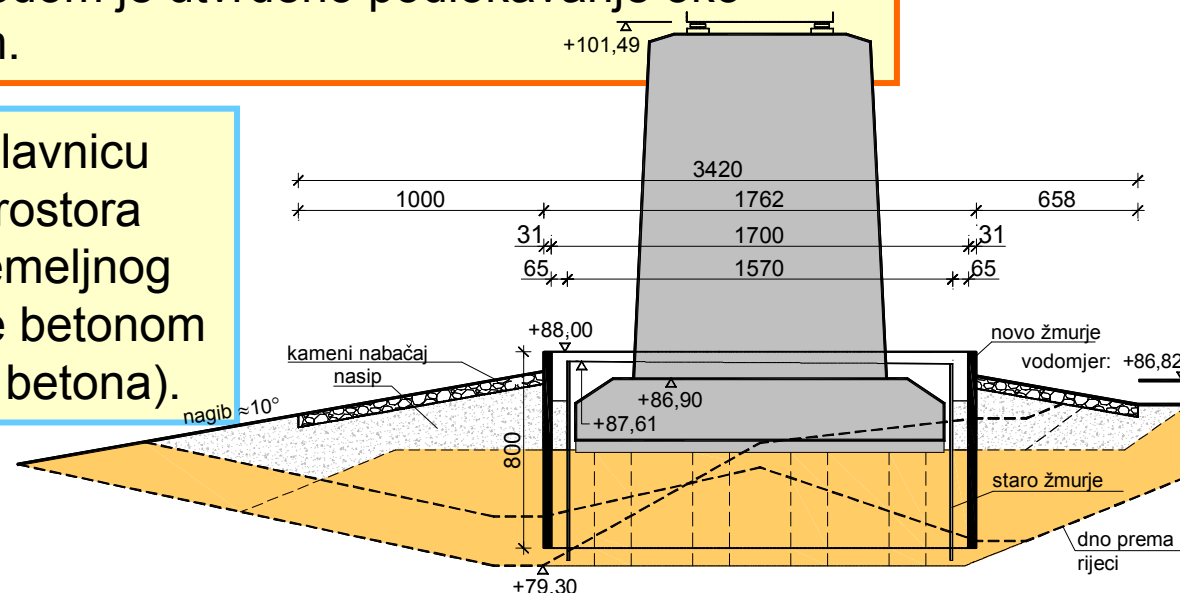
Krajevi čeličnog sanduka
ispunjeni su betonom



OBNOVA MOSTA - IZGRADNJA NOVOG MASIVNOG STUPA S7

Naglavna ploča pilota srušenog stupa S7 u koritu Save izvedena je u zaštiti čeličnoga žmurja. Pregledom je utvrđeno podlokavanje oko žmurja do dubine od oko 8,0 m.

Istražnim bušotinama kroz naglavnicu utvrđeno postojanje praznog prostora ispod ploče → za osiguranje temeljnog prostora provedeno injektiranje betonom ispod naglavne ploče (25,0 m³ betona).



Za spoj novoga stupa izvedena su sidra u naglavnoj ploči pilota (120 ϕ 32 mm /40 cm u dva reda, $l_{\text{bnet}}=1,0$ m), krunskim svrdlima bušene su rupe promjera 40 mm, a veza je ostvarena bubrećim mortom na bazi cementa.

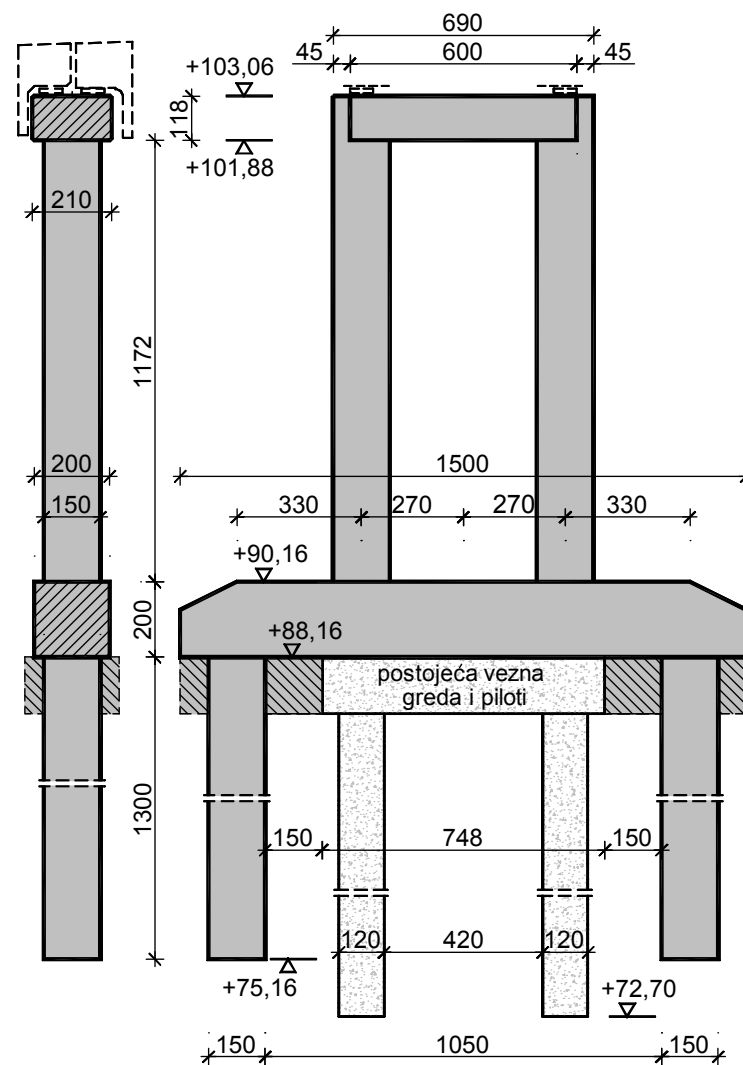


OBNOVA MOSTA - IZGRADNJA NOVIH BUŠENIH PILOTA TE IZGRADNJA STUPIŠTA S6

Iznad pilota izvedena je betonska naglavnica visine 2,0 m i širine 2,0 m, duljine 15,0 m, neposredno iznad postojeće vezne grede, tako da osigura vezu postojećih pilota, postojeće vezne grede i novih pilota.

Na naglavnicu se nastavlja par okruglih stupova.

Iznad stupova izvedena je poprečna greda. U gredu su usidreni uzdužno klizni ležajevi za oslanjanje betonskoga rasponskoga sklopa dilatacije A i čeličnoga rasponskoga sklopa dilatacije B.



OBNOVA MOSTA – IZVEDBA VRHA STUPA S8 I SANIRANJE VRHA STUPA S9



Zbog smanjenja visine rasponskoga sklopa stup S8 je povišen za 0,90 m. Uklonjeni su suvišni dijelovi betona i obrađena je gornja ploha, izvedena su sidra, ugrađena je armatura i oplata te je izvedeno dobetoniranje stupa i ležajnih kvadera.

Uzvodni stup stupa S9 saniran je uklanjanjem oštećene konzole i betoniranjem novog dijela. Maska nizvodnog stupa S9 rekonstruirana je za osiguranje uvjeta montaže poprečnog nosača čelične konstrukcije. Postojeća ležajna greda nad stupaštem S9 sanirana je.



OBNOVA MOSTA – IZVEDBA GLAVNE RASPONSKE KONSTRUKCIJE IZNAD RIJEKE SAVE



Rubni otvori (S6-S7 i S8-S9) izvedeni su na pomoćnim stupovima.

Središnji raspon od 120,0 m izveden je konzolnim postupkom. Za montažu je primijenjena plovna dizalica nosivosti 40 t. Montažne sekcije bile su duljine po 12 m.

Svi montažni spojevi zavarivanjem, nastavljane hrptova – prednapetim vijcima, Ukupna težina čelika: 1240 t



Obnovljeni most Jasenovac pušten
je u promet u lipnju 2005.





MOST RJEČINA

OPIS KONSTRUKCIJE SJEVERNOG MOSTA

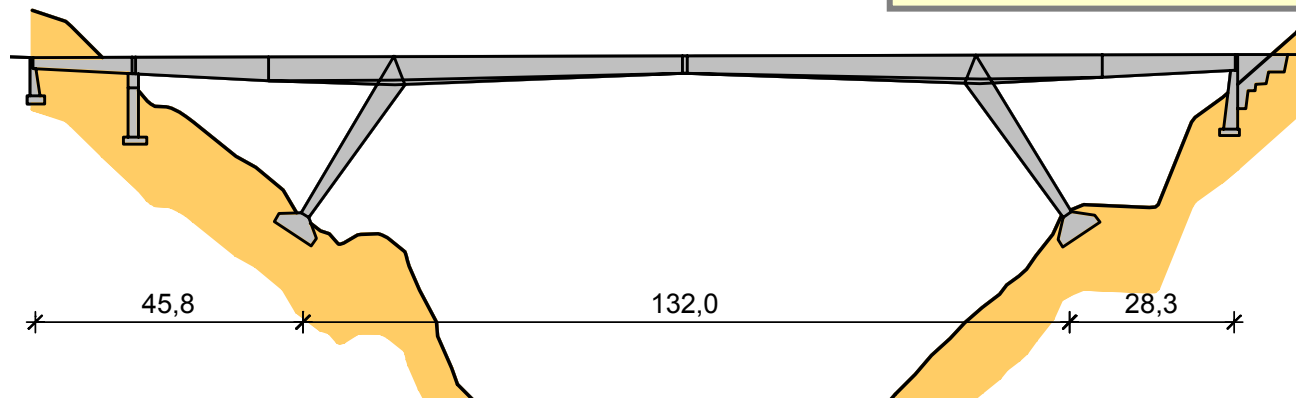
***PRORAČUNSKA OPTEREĆENJA SJEVERNOG MOSTA I
UPOTREBLJENA GRADIVA***

IZVEDBA SJEVERNOG MOSTA

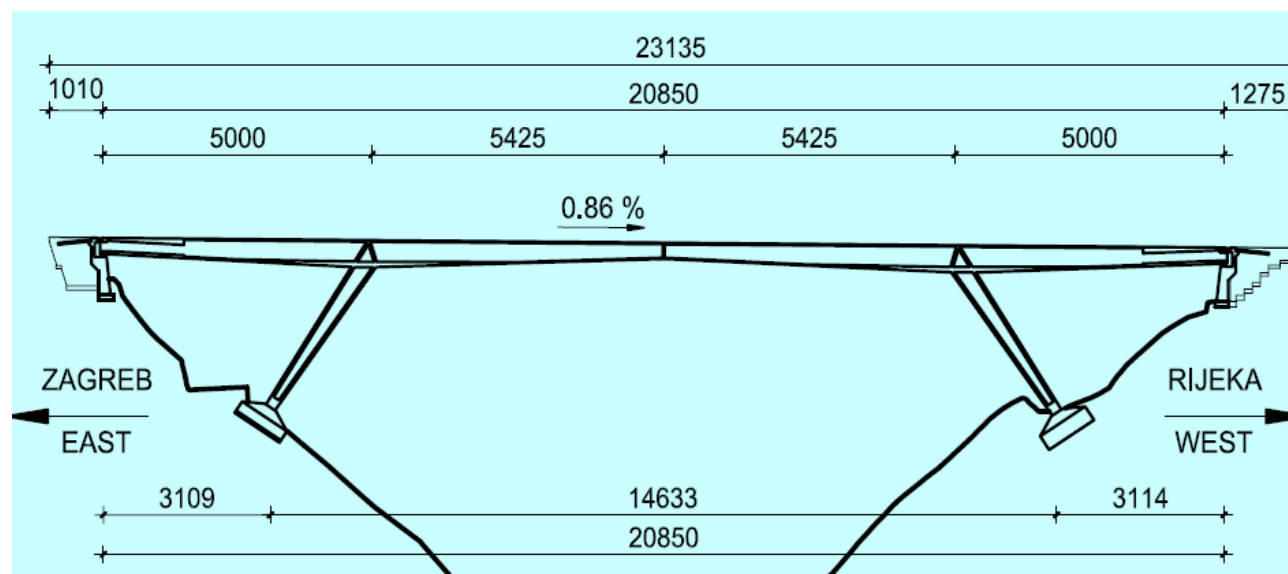
PREPORUKE ZA OBNAVLJANJE PROJEKTA JUŽNOG MOSTA

SJEVERNI MOST izgrađen 1984.
Rasponi 16,7 + 50 + 108,5 + 50 m

Pokretni valjkasti ležajevi s kabelima
usidrenim u upornjak i dijafragmu rasponskog
sklopa radi sprečavanja odizanja



PROJEKT NOVOG MOSTA, 2006
Rasponi 50 + 108,5 + 50 m



Odizanje je spriječeno
težinom bočnih
raspona – predviđen
je puni poprečni
presjek na duljini od
po 15 m od osi ležaja
s otvorom 0,9x1,9 m

PROJEKT NOVOG MOSTA

Prema novim promišljanjima o trajnosti projektirane su najmanje debljine stijenki sandučastog presjeka veće od usvojenih na starom:

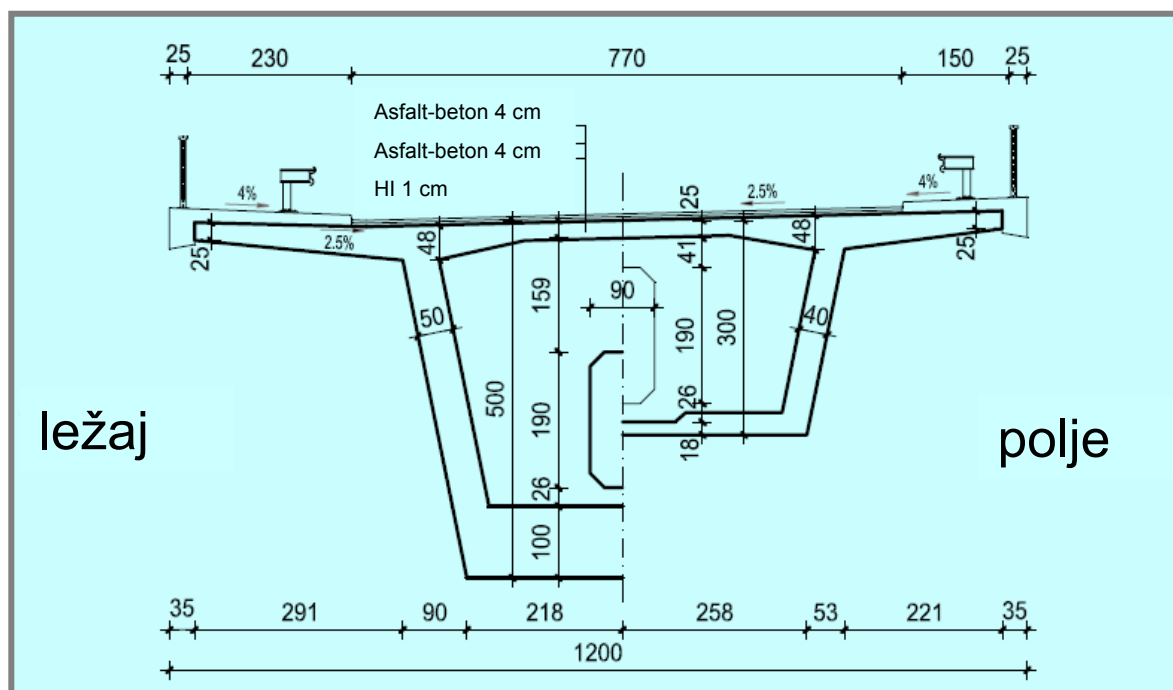
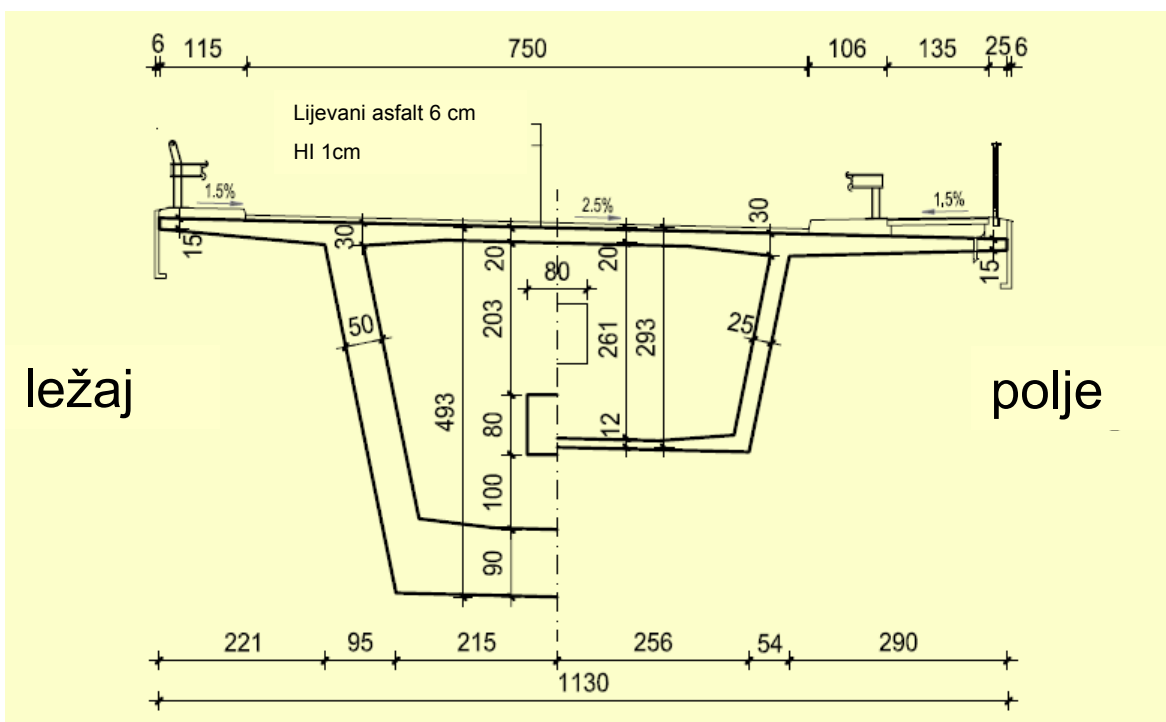
debljina ploče kolnika:
25–35 cm

debljina konzola pri kraju:
25 cm,

debljina hrptova:
 $20 \text{ cm} + \sum \phi$

debljina donje ploče:
 $L_{pl}/30 = 15 \text{ cm}$

debljina tlačne pl.na spoju s hrptovima:
 $2h_{pl}$



Djelovanja na mostu Rječina			Izvorni projekt iz 1975	Novi projekt iz 2007
Stalna opterećenja			39,5 kN/m ²	49,7 kN/m ²
Opterećenje prometom	jednoliko optereće nje	trak 1	5 kN/m ²	9 kN/m ²
		trak 2	3 kN/m ²	2,5 kN/m ²
	koncentrirano optereće nje	trak 1	3 x 200 kN / 1,5 m	2 x 240 kN /1,2 m
		trak 2	-	2 x 160 kN /1,2 m
	kočna sila		225 kN	800 kN
Djelovanja vjetra	sa prometom		1,3 kN/m ²	2,4 kN/m ²
	bez prometa		2,5 kN/m ²	3,6 kN/m ²
Temperaturna djelovanja	max temperatura		+20 °C	+30 °C
	min temperatura		-30 °C	-18 °C
Potres			Horizontalna sila 7%od stalnog opterećenja	Spektar odgovora a _g =0,2g ; q=1,2
Pomoćna skela			400 kN	800 kN

Dio konstrukcije	Izvorni projekt iz 1975		Novi projekt iz 2007
sandučasti nosač	odgovara C35/45		C45/55
kosnici	odgovara C35/45		C45/55
temelji	vrh	odgovara C25/30	C30/37
	dno	odgovara C16/20	

SJEVERNI MOST izgrađen 1984.

Kosnici i bočnim rasponi betonirani na skeli, sidrenjem kabelima u stijenu osigurani za vrijeme izgradnje.



Srednji raspon od montažnih elemenata duljine 2,45 m pomoću pokretne čelične rešetkaste skele.

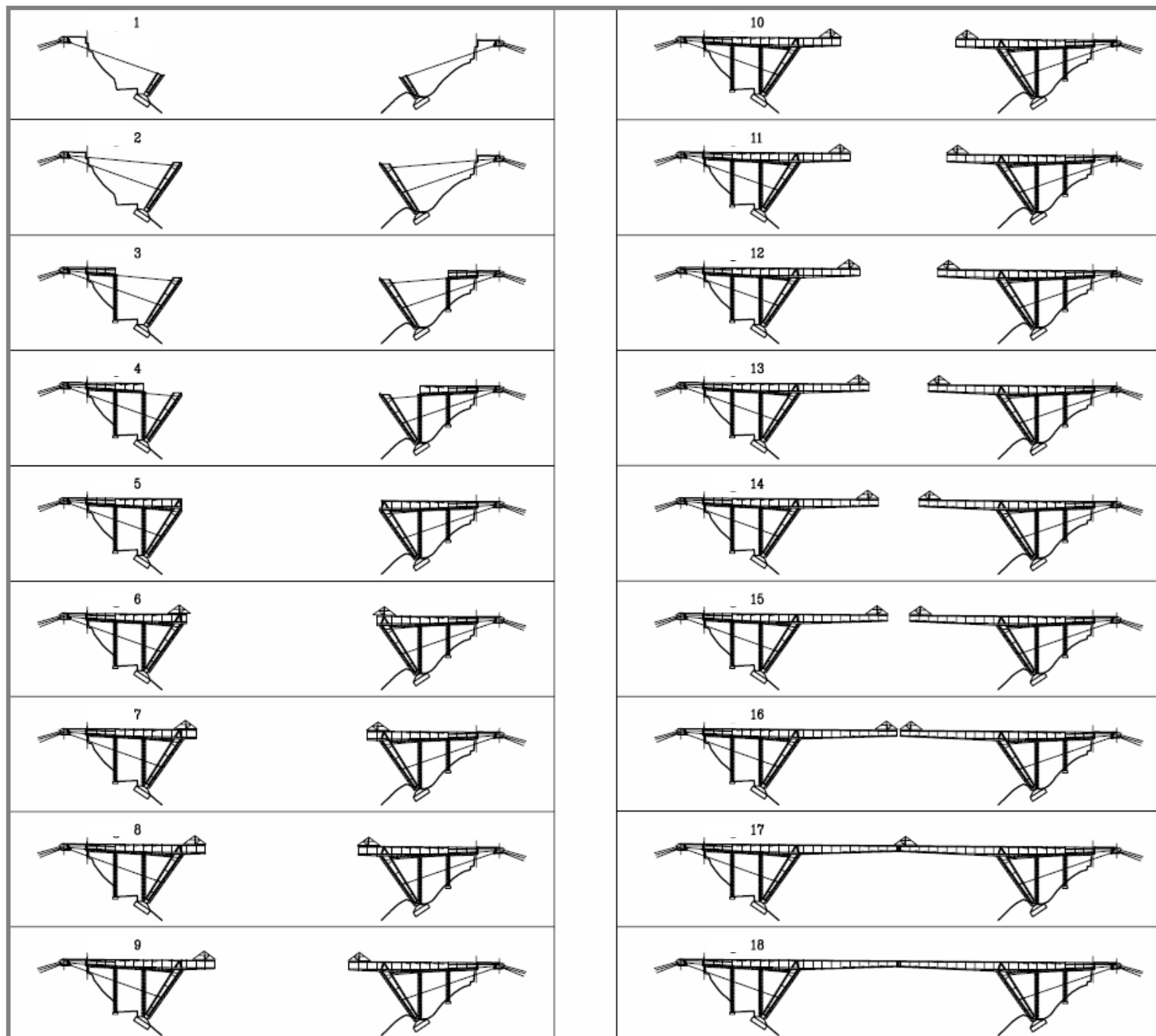


Montažni elementi trapezno nazubljeni spajani s prethodnim elementom ljepljivom na bazi epoksi-smole, pritegnuti krutim čeličnim šipkama sustava Dywidag i prednapeti s trajnim kabelima na već izvedeni dio konzole rasponskog sklopa.



Na kraju su ugrađeni kontinuitetni kabeli za preuzimanje pozitivnih momenata savijanja u polju. Kada su se konzole približile na 1,0 m, pokretna je skela uklonjena i betoniranjem na mjestu izveden je završni (upasni) segment.

FAZE
IZVEDBE
NOVOG
MOSTA



Sjeverni most Rječina pušten u promet 1988.





MASLENIČKI MOST

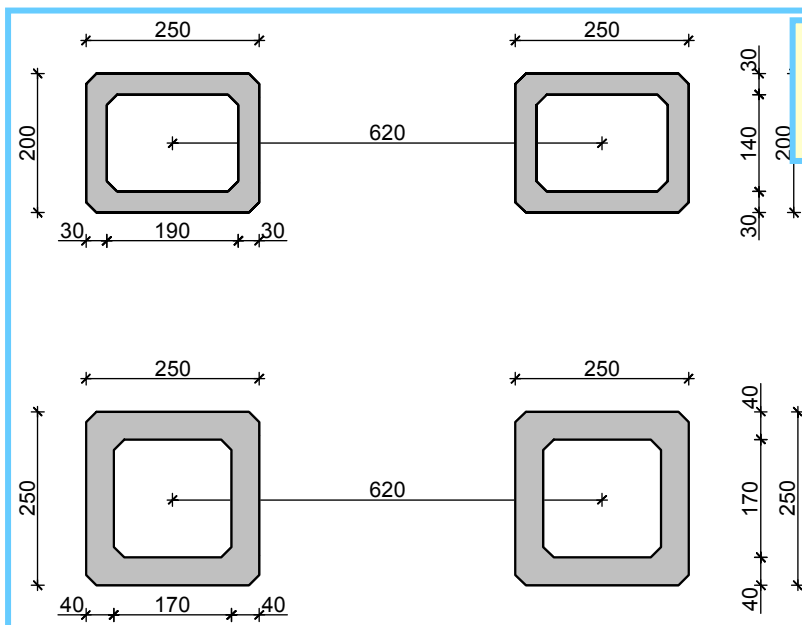
OPIS KONSTRUKCIJE MOSTA

PRORAČUN MOSTA I SUSTAV NADZORA

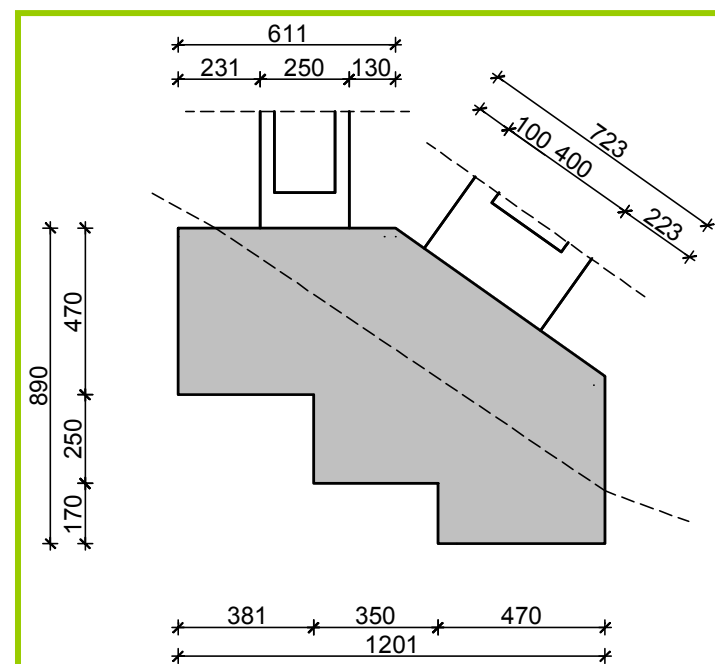
IZVEDBA MOSTA I KAKVOĆA GRADIVA

Prijelaz autoceste Zagreb–Split–Dubrovnik i Jadranske autoceste preko Novskog ždrila, u sklopu dionice Maslenica–Zadar, nešto zapadnije od lokacije staroga cestovnog mosta.

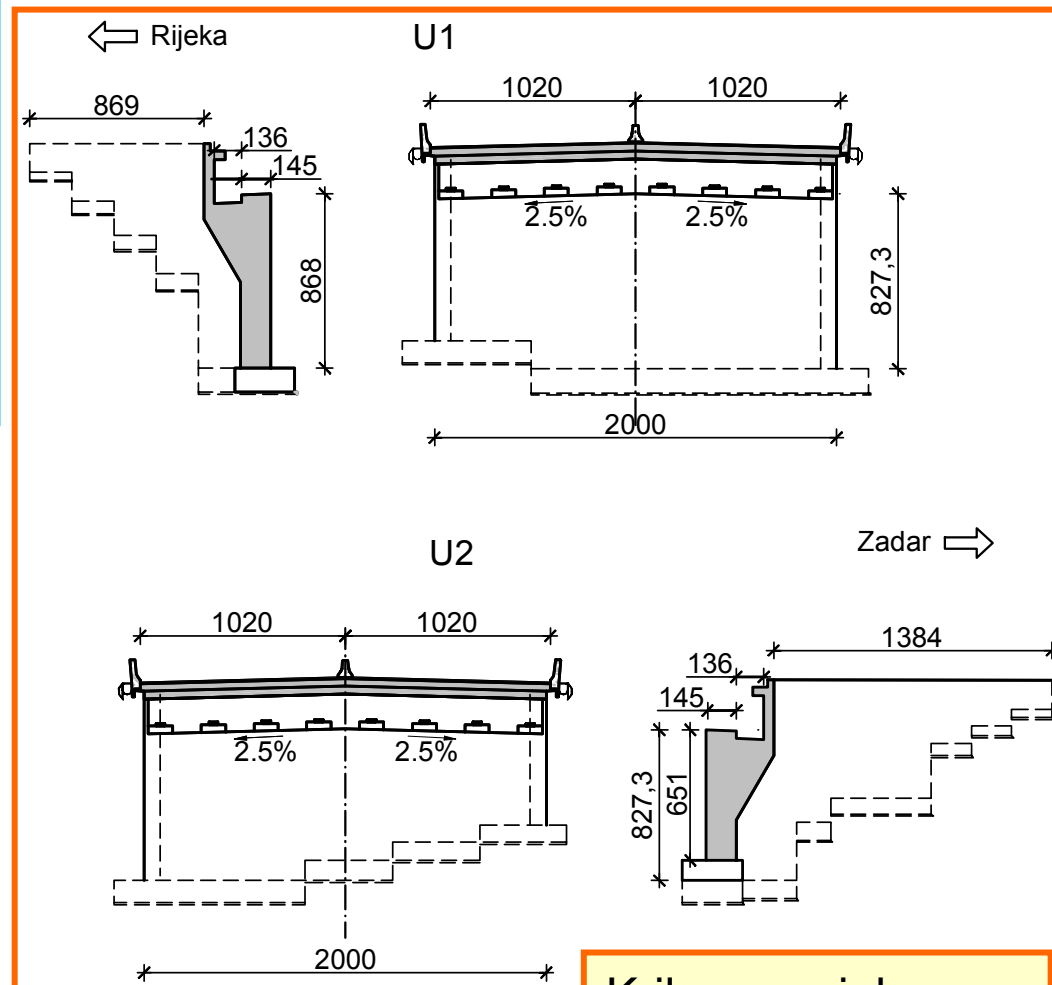




Stupovi: H= 3,6 m - 67,9 m,
sandučasti osim punih uz tjeme



Zajednički temelj kod
peta luka



Krila upornjaka:
Različite razine za
prilagođavanje
konfiguraciji terena

Statički proračun – cjeloviti modeli (ravninski i prostorni) – opterećenja u fazama

1.faza: aktivni elementi luka i dijafragmi

2.faza: aktivni elementi stupova i portala

3.faza: naglavnice i montažni nosači kao slobodno oslonjene grede

4.faza: opterećenje pločom djeluje na sustavu slobodno oslonjenih nosača

5.faza: Δg i p djeluju na roštiljnom kontinuiranom sustavu

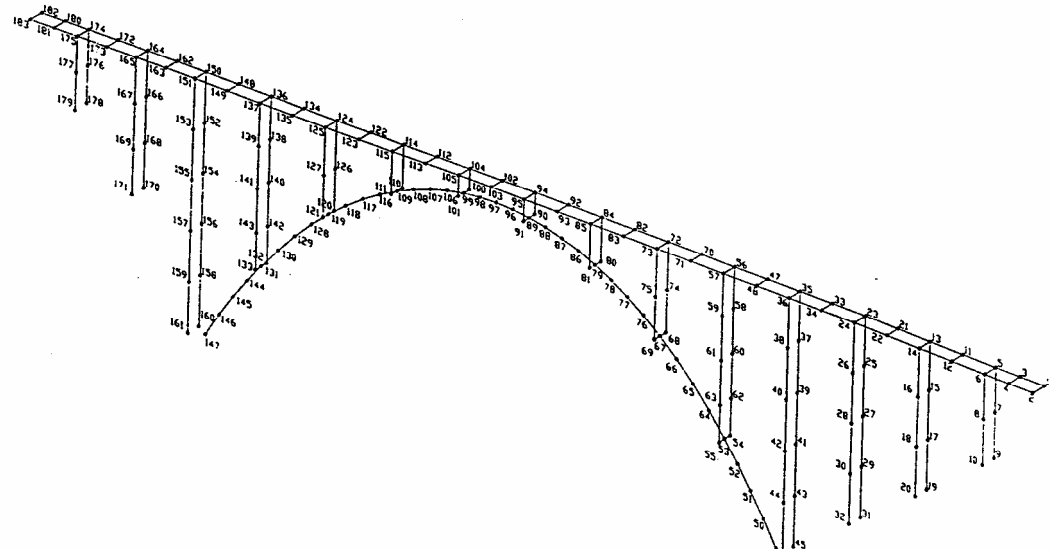
Promet V600+300: po pojedinim nosačima s ekscentricitetom

Puzanje i skupljanje DIN 4227

Vjetar DIN 1072: različit pritisak po pojedinim elementima i visini; luk, stupovi, portali, greda; do 20, 20 – 50 m, >50 m

Jednolika temperatura +20/-30°C i razlika temp.luka i grede od 5°C

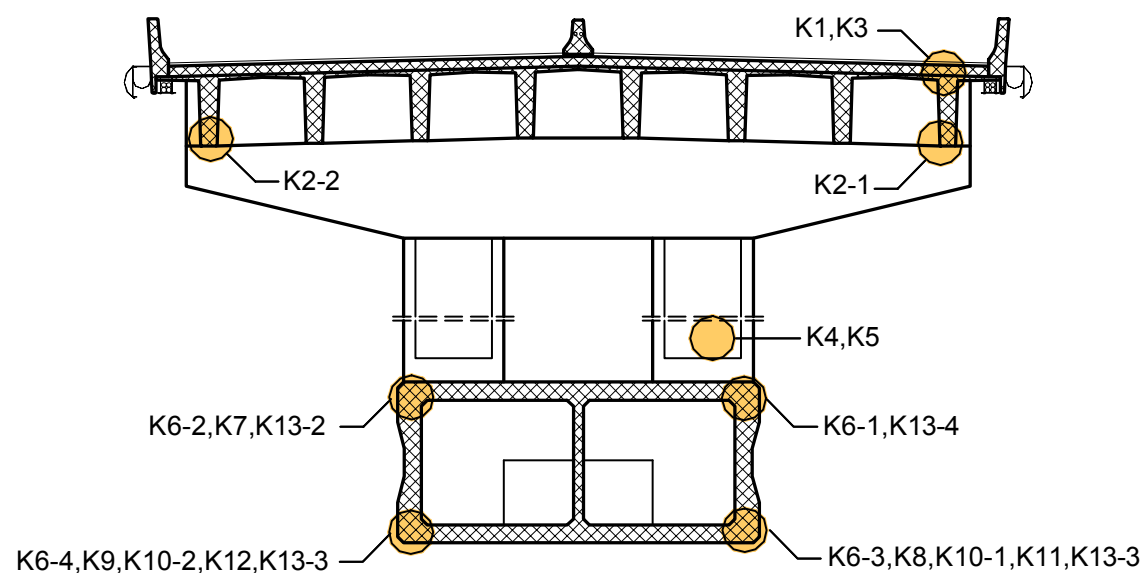
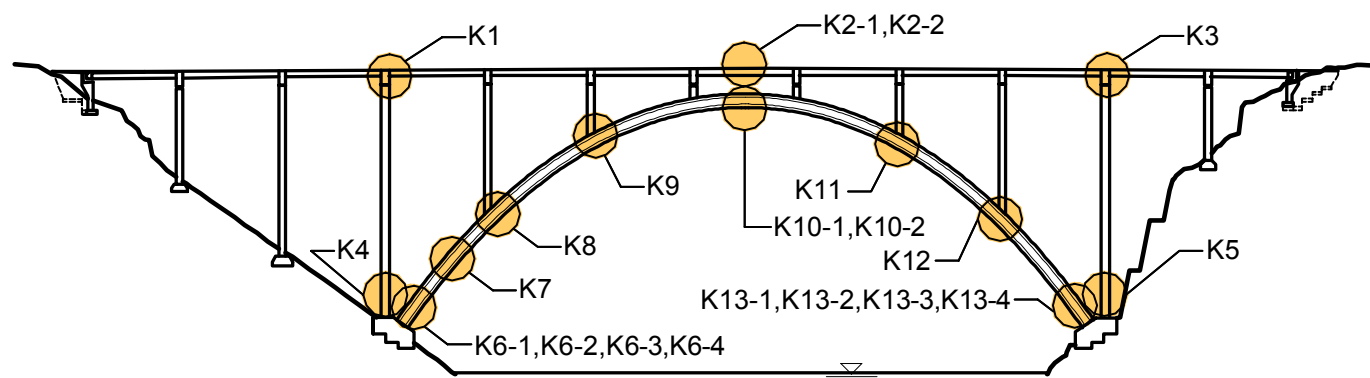
Nejednolika +7/-3,5°C



Seizmički proračun – postupak spektralne analize, EC8/2, 20 modalnih oblika

Proračun faza izvedbe – programom NELIN uzimanjem u obzir geometrijske i materijalne nelinearnosti: korištena su 3 neovisna 2D modela, prvi je obuhvatio cijeli most, drugi i treći simulirali faze izvedbe luka konzolnim postupkom s obje strane uz uporabu pomoćnih zatega

Na Masleničkome mostu uveden je cjelovit sustav nadzora: praćenje nosivosti konstrukcije (92 senzora naprezanja 18 na betonu i 74 na armaturi) i korozijskoga nadzora (21 senzor kojim se mjeri jakost korozijske struje, elektrokemijski potencijal anode, te temperatura i elektrolitička otpornost betona).



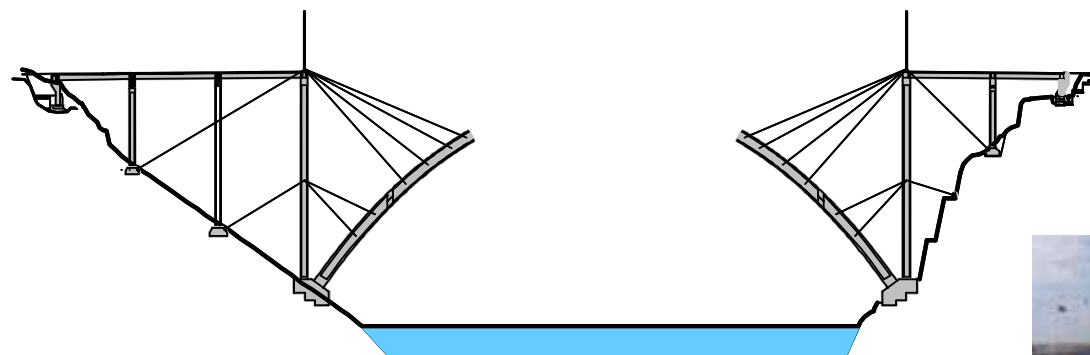


Izveba luka: konzolni postupak

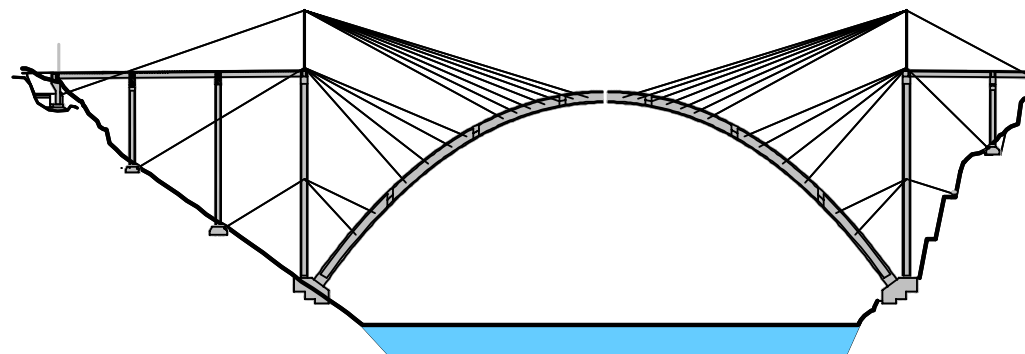
Odsječci 5,25 m i zaglavni 2,0 m betonirani u samopomičnoj krletki.



Pridržavani vješaljima u tri razine na stupovima i pomoćnim čeličnim pilonima uravnotežene sa zategama priključene na geotehnička sidra prijenosnim čeličnim gredama.



Vertikalne dijafragme u luku na stupnim mjestima betonirane su naknadno, zbog čega su ostavljeni otvori u gornjoj pojasnici luka.



UPORNJAK I KRILA: izvedeni u glatkoj oplati

STUPOVI: izvedeni u podiznoj glatkoj oplati, odsječci 5,0 m, dvije unutarnje i jedna vanjska oplata, unutarnja podizana i namještana u cijelosti, vanjska u dijelovima, prijelaz armaturnih koševa s nastavljajanjem max. 50% armature u jednom presjeku.

NAGLAVNICE: izvedene u dva dijela. Donji dio promjenjive visine 1,0 – 2,5 m izrađen je u pomno konstruiranoj skeli i oplati, da bi na njega bili izravno položeni predgotovljeni nosači rasponskoga sklopa, dok je gornji dio bio betoniran skupa s kolničkom pločom tek po ugradbi svih T-nosača. Povezani samo uspravnom armaturom (sponama). Naglavnice su lagano prednapete.

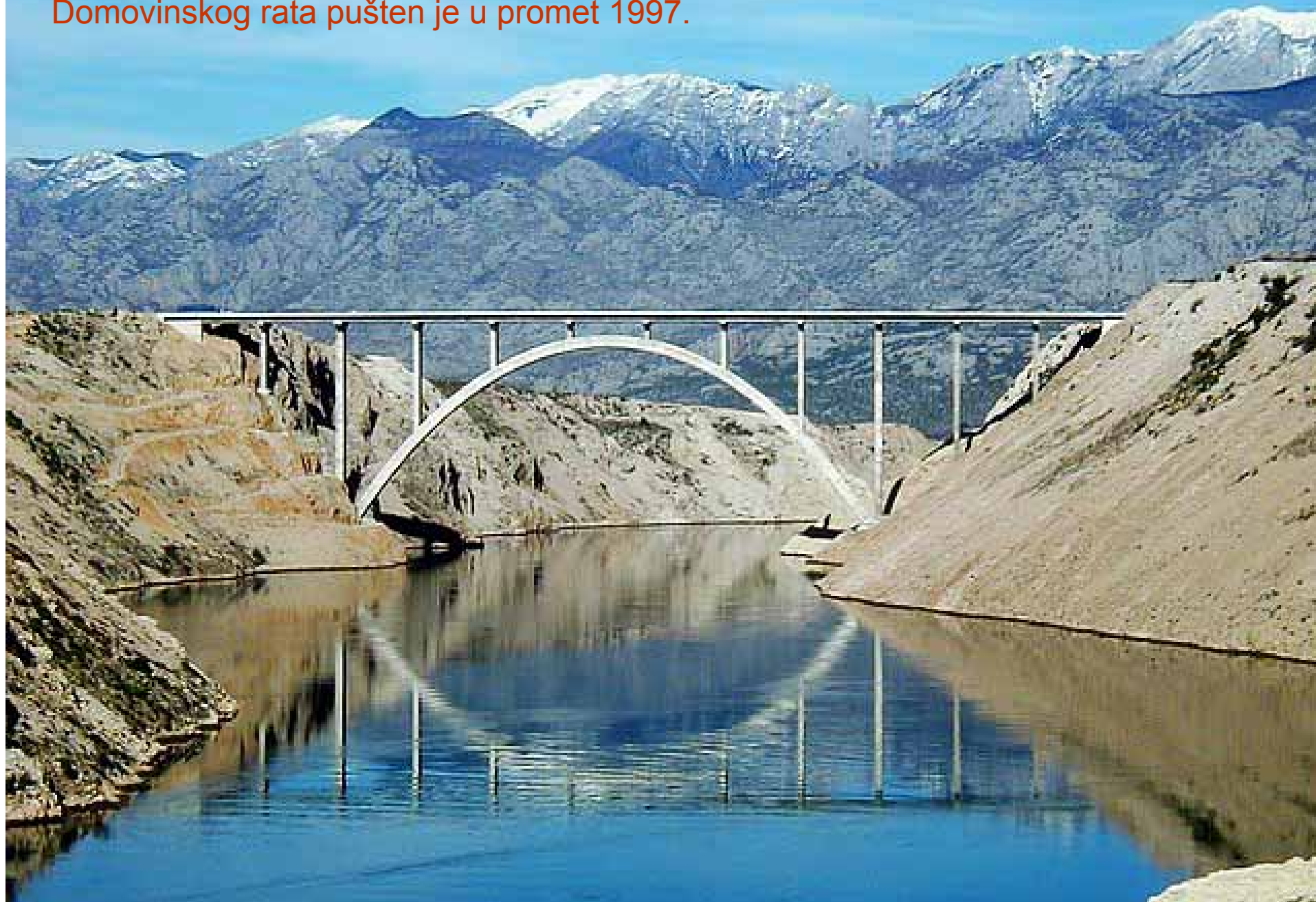
NADLUČNI SKLOP: montaža predgotovljenih nosaača navlačnom rešetkom nad nepridržanim lukom, simetričnim napredovanjem s obiju strana. Predgotovljeni T-nosači izrađivani su na platoima iza krajeva mosta.

Postavljanje nosača nadlučnoga sklopa, a kasnije i betoniranje kolničke ploče po redoslijedu razrađenom tako da luk bude opterećen postupno i simetrično.

Osiguranje geometrije mosta provedeno je pomnim geodetskim praćenjem tijeka izvedbe i završnim kontrolama.



Maslenički most sagrađen tijekom
Domovinskog rata pušten je u promet 1997.





MOST PREKO KRKE KOD SKRADINA

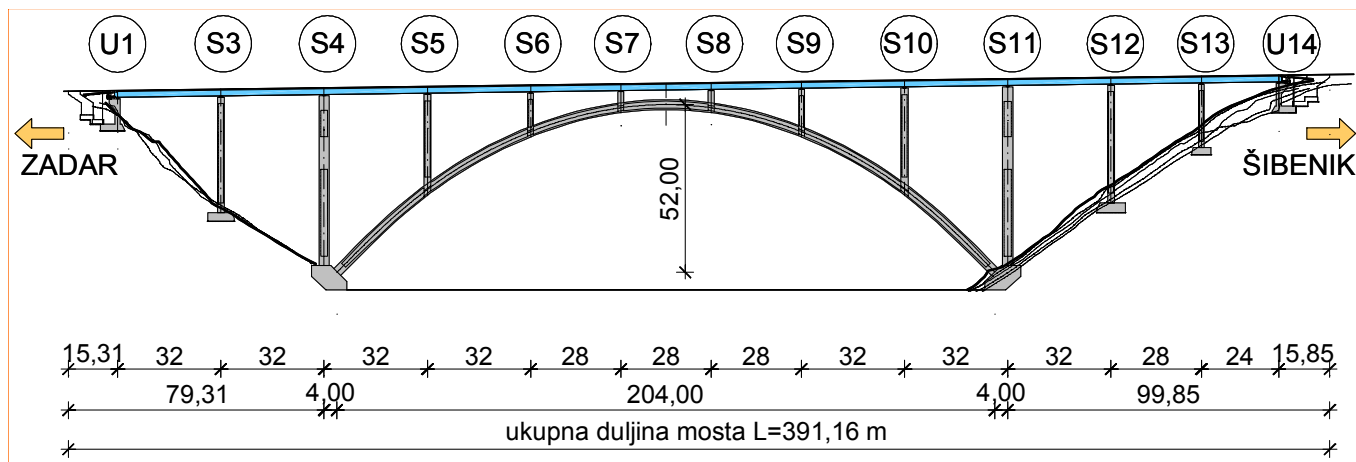
OPIS KONSTRUKCIJE MOSTA

PRORAČUN MOSTA I UTROŠAK GRADIVA

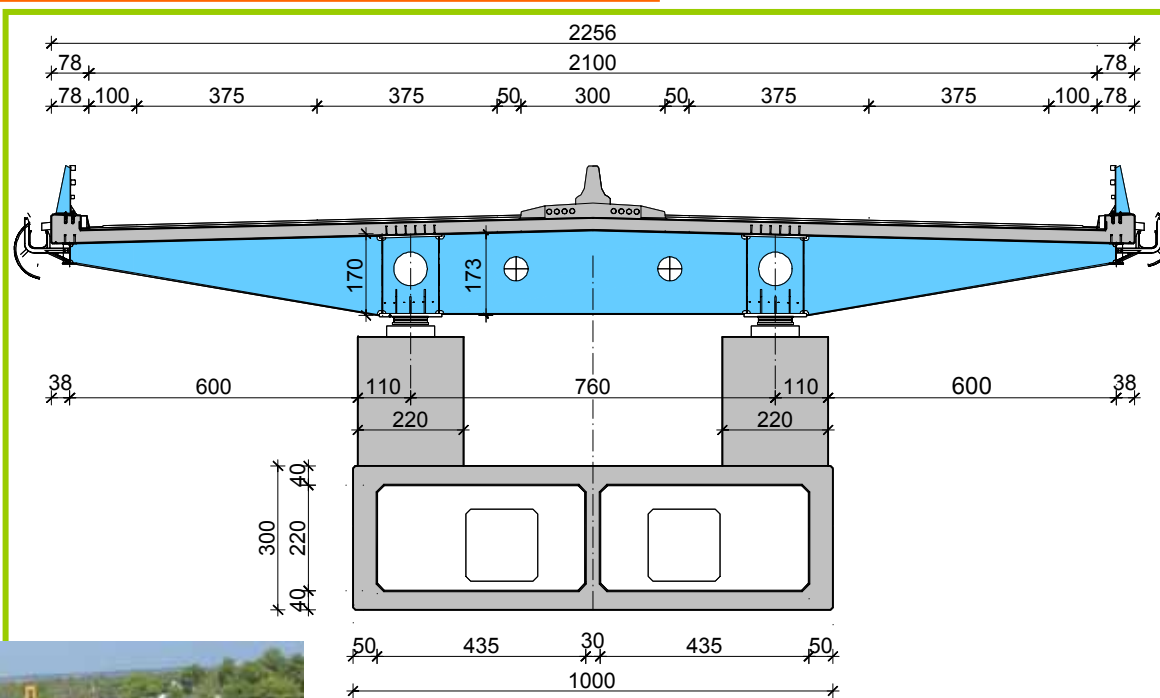
IZVEDBA MOSTA

Trasa autoceste Zagreb–Split, na dionici Zadar–Šibenik, prelazi kanjon rijeke Krke širok 190 m na razini mora te približno 390 m na razini nivelete i to u neposrednoj blizini ulaza u vrlo vrijedan i zaštićen nacionalni park Krka.





spljoštenost $f/L = 1/3,92$
 nadlučni sklop u spregnutoj
 izvedbi → bitno smanjenje
 stalnih djelovanja na luk i
 omogućeno izostavljanje
 naglavnih greda stupova



Čelični roštilj sastoji se od dva glavna
 uzdužna sandučasta nosača, jakih
 poprečnih nosača na razmaku 4,0 m i
 rubnih nosača

Proračunski modeli za statički i dinamički proračun – cjelokupna konstrukcija mosta – luk stupovi, ležajevi, spregnuta rasponska konstrukcija

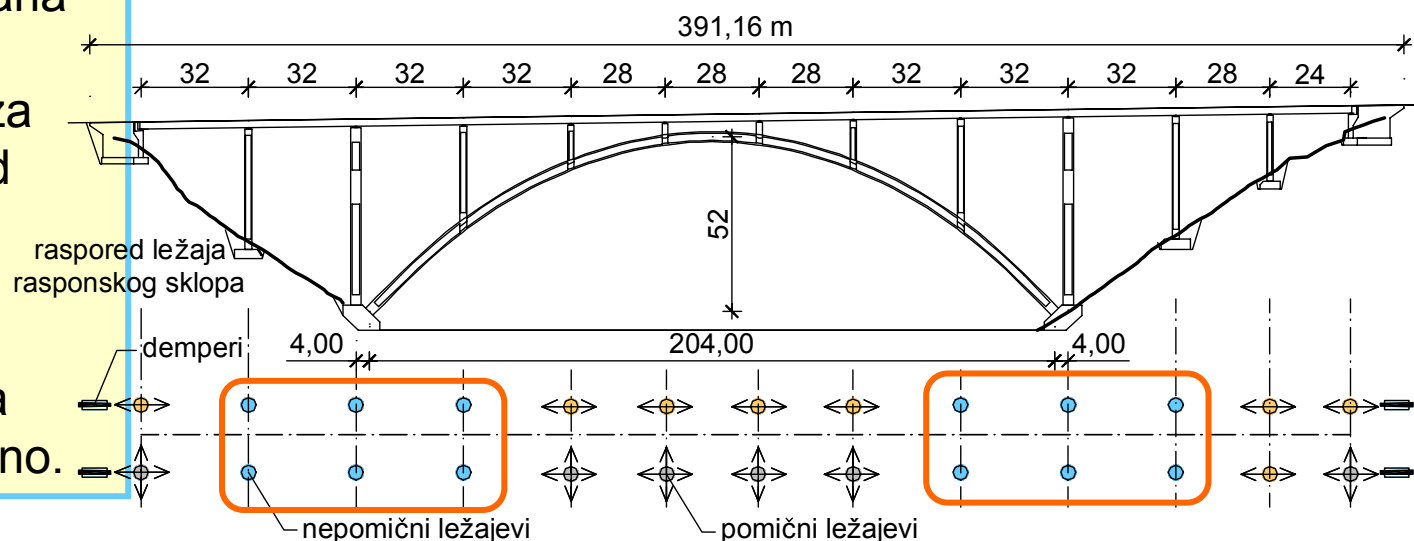
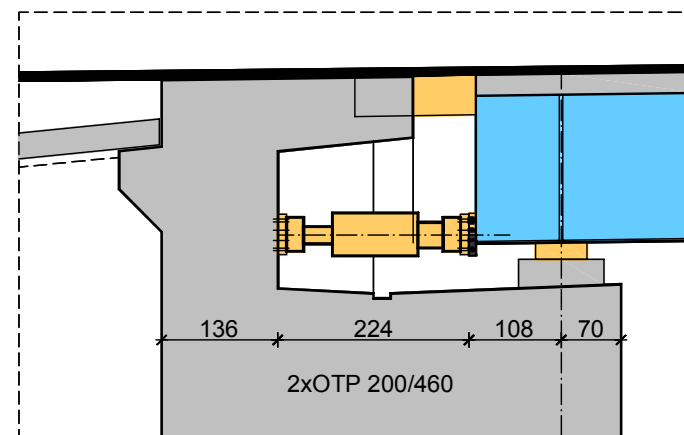
Djelovanja: DIN 1072, vjetar BS 5400, potres EC 8.

Sve mjerodavne kombinacije opterećenja ispitane su korištenjem proračuna kojim se uzima u obzir geometrijska i materijalna nelinearnost.

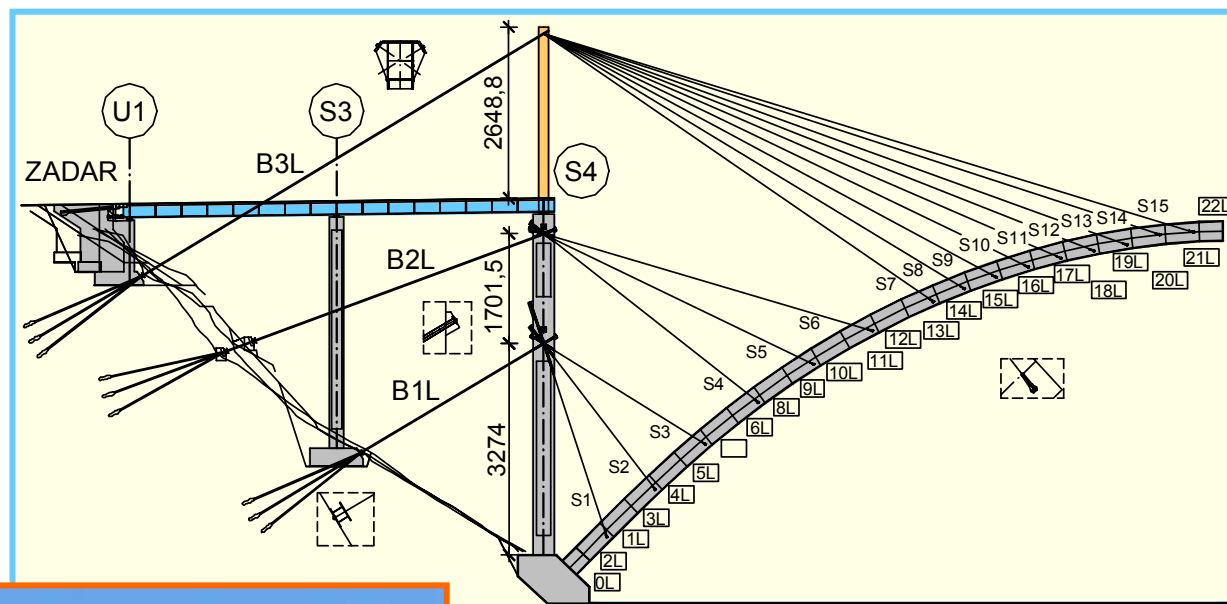
Seizmički proračun – postupak spektralne analize, EC8/2, 30 modalnih oblika, 0,2g, A razred, $q=1,2$ za luk, 1,0 za rasponski sklop, 1,5 za ograničeno duktilne stupove

Seizmičko djelovanje preuzimaju prigušivači na upornjacima i vrlo malo visoki stupovi

Spregnuta rasponska konstrukcija analizirana je za neraspucalu kolničku ploču, ali i za raspucalu ploču, nad svim poprečnim nosačima i glavnim nosačima u blizini srednjih oslonaca na duljini $0,15L$ obostrano.



STUPOVI u podiznoj oplati, odsječci 5,0 m



LUK konzolnom gradnjom,
monolitno u segmentima
duljine 5,25 m, uz pridržanje
privremenim zategama



Istodobno s izvedbom prvih
dvanaest segmenata luka počela
je izvedba ČELIČNOG DIJELA
RASPONSKOGA SKLOPA
uzdužnim potiskivanjem



AB ploča u predgotovljenoj izvedbi, sa spojnim reškama nad glavnim i poprečnim nosačima

Postavljanje srednjih predgotovljenih ploča 6,44x3,44 m

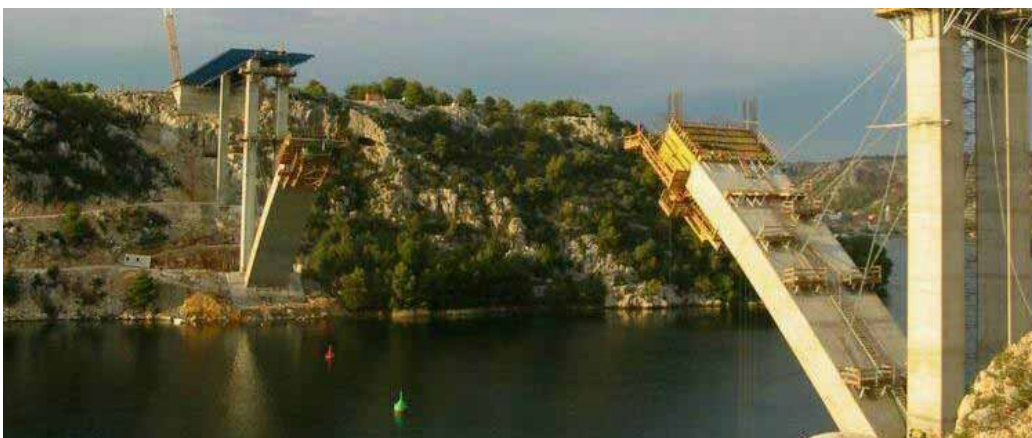
Na spojnim reškama posebna pažnja primjerenoj obradi vertikalnih i horizontalnih ploha zbog ostvarenja što boljeg kontinuiteta.



Nastavljanje armature u reškama, na reškama iznad stupova; uzdužna armatura je zavarena.



Izvedba pete i početnog segmenta



Konzolno napredovanje luka obostrano od pete. Kabeli sastavljeni od snopa užadi, pocinčavanjem antikorozivna zaštita, a izravnim provjetravanjem smanjen temp.rad zatega – manje oscilacije luka 4cm (Maslenica 8 cm)



Po dovršetku spregnutog rasponskog sklopa nad obalama montirani su privremeni čelični piloni na portalnim stupovima za sidrenje treće razine pomoćnih zatega. Privremene čelične grede nad upornjacima za uzdužno pridržanje rasponskog sklopa.

Izvedba krajnjeg spojnog segmenta



Navlačenje čeličnog dijela rasponskog sklopa iznad luka sa zadarske strane



Montaža srednjeg dijela rasponskog sklopa



Ograda tip BN 4 (francuska)
Zaštitna ograda s dostatnom krutošću elemenata ograde i priključenja na betonski sklop



Most preko Krke pušten je u promet 2005.

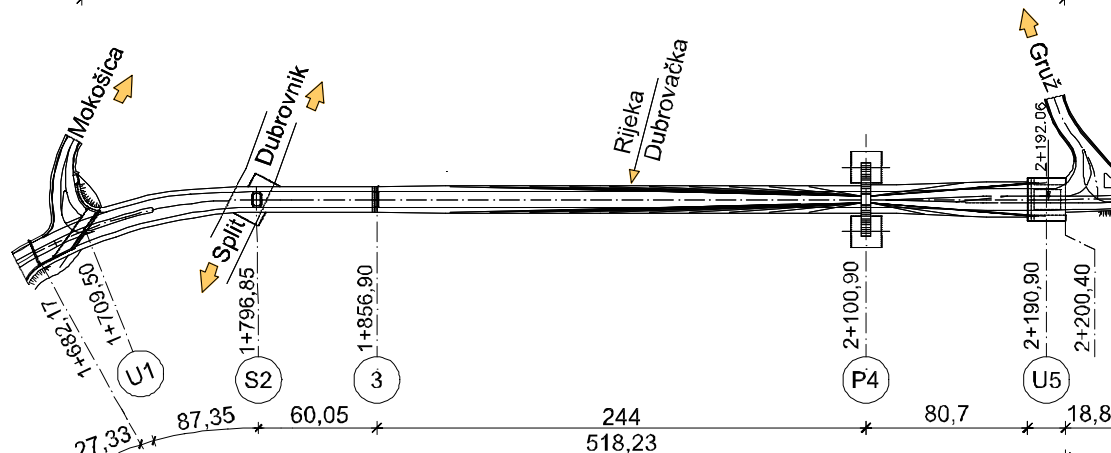
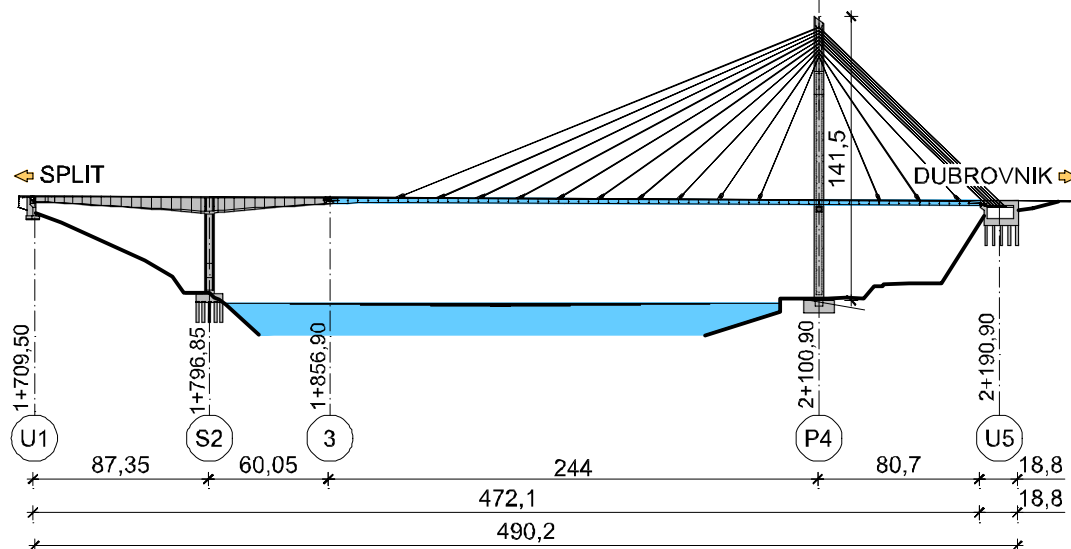
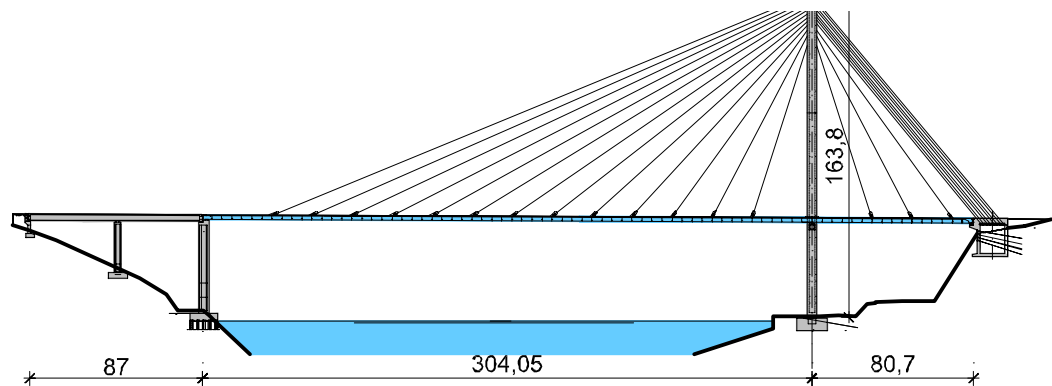
MOST PREKO RIJEKE DUBROVAČKE

***IZMJENE IZVORNOG PROJEKTA I OPIS
KONAČNE KONSTRUKCIJE MOSTA
PRORAČUN MOSTA I KVALITETE GRADIVA
IZVEDBA MOSTA***





Na zapadnom ulazu u Dubrovnik most prelazi morski zaljev Rijeke dubrovačke. Osnovno prometno značenje - skraćenje cestovne veze područja Dubrovnika sa Splitom i dolinom Neretve za 12 km i omogućavanje širenja grada na zapadnu obalu Rijeke dubrovačke.

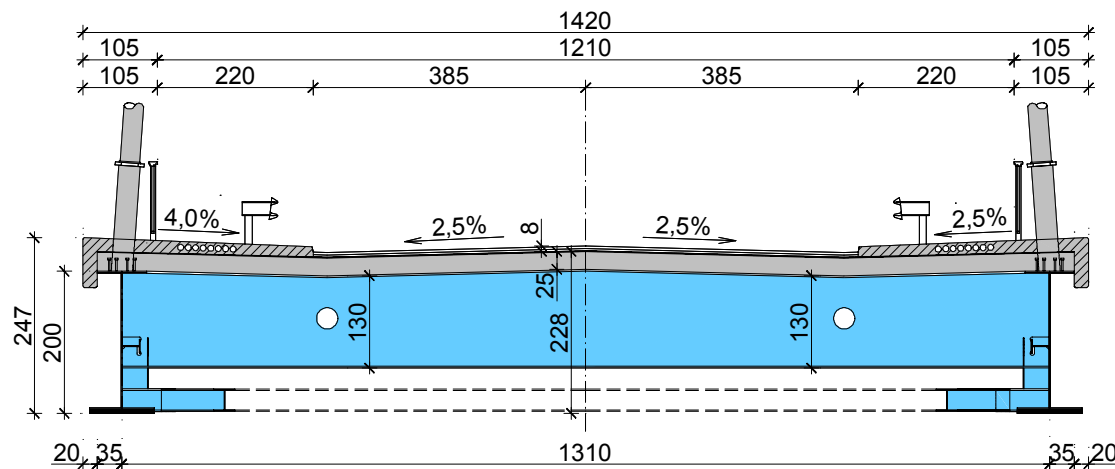


Investitor je tražio promjenu izvornog projekta zbog pojednostavnjenja i ušteda tijekom izgradnje.

- prilazni vijadukt produljen u glavni raspon za 60 m, a središnji stup izbačen → raspon ovješnog mosta skraćen za 60,0 m.
- čelični sandučasti → otvoreni spregnuti presjek
- Visina pilona smanjena na 141,5 m → $H/L=0,38$.

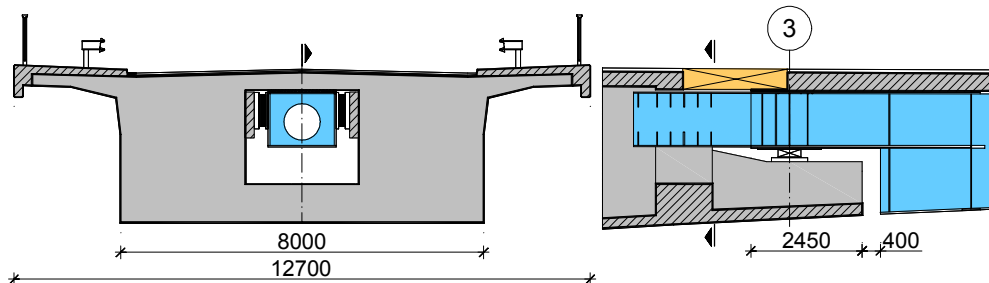
Glavni ovješni most sa spregnutom rasponskom konstrukcijom i prednapeti sandučasti gredni prilaz s prepuštenim dijelom spojeni su zglibom u sredini.

Zglob u središnjem rasponu - izbjeći zbog visoke seizmičnosti i problema pri održavanju.

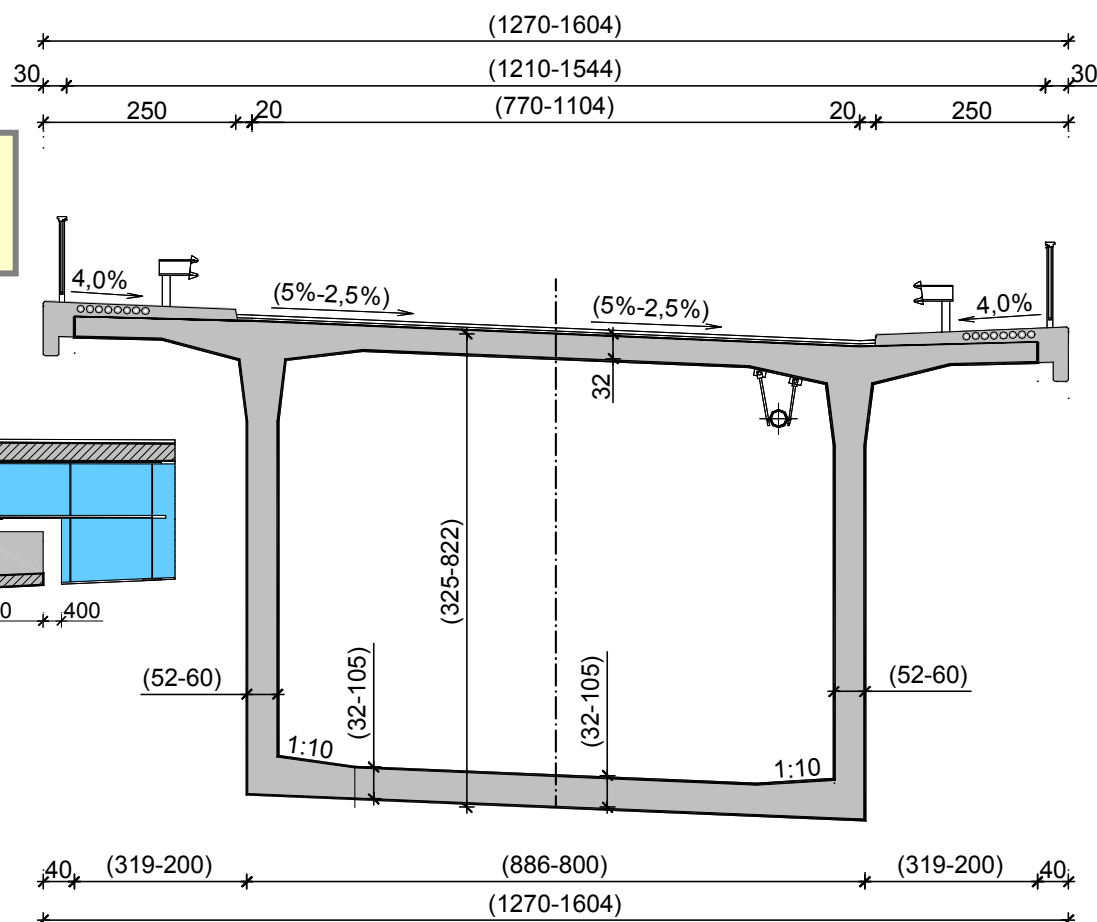


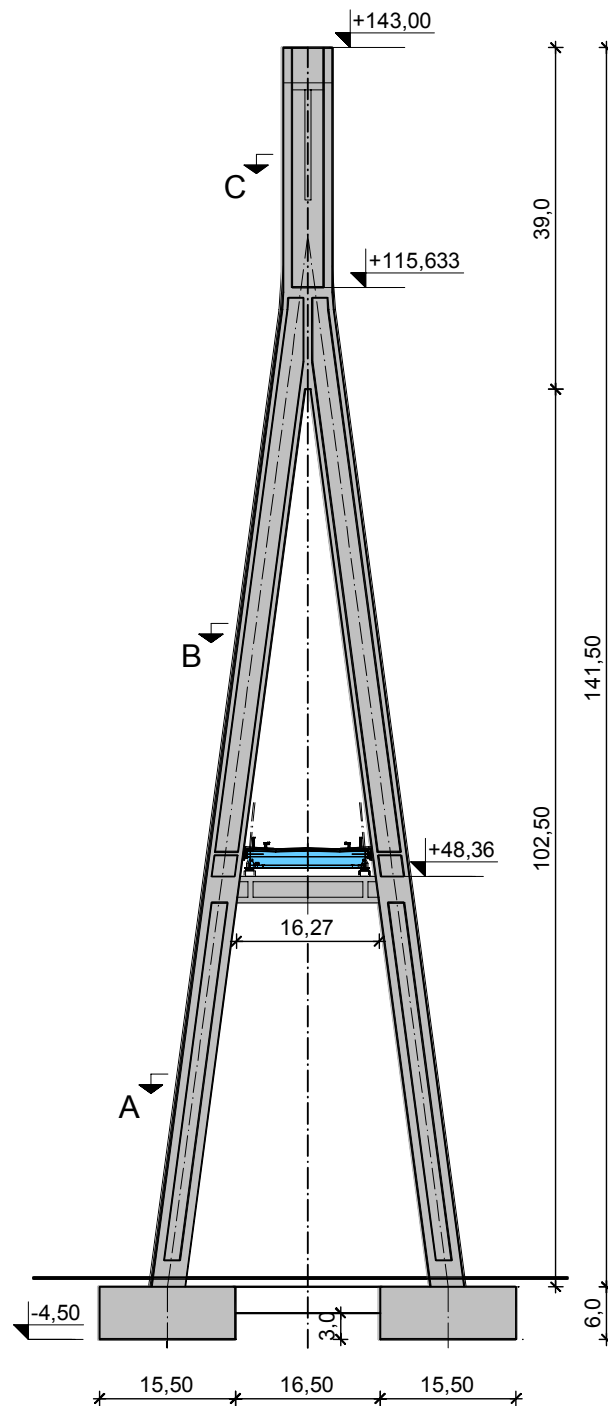
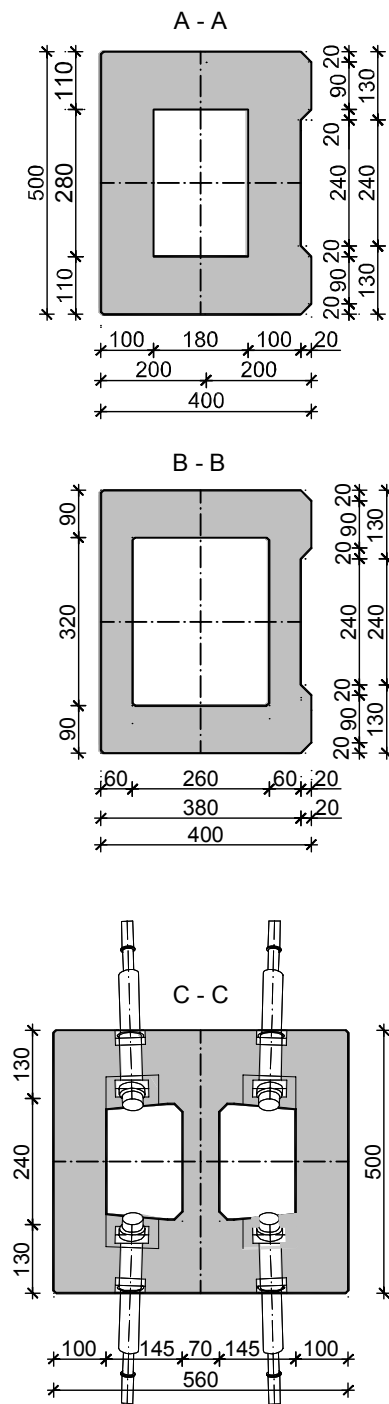
Glavni nosači na promjenjivom razmaku 7 – 13,1 – 16,75 m.
Poprečni nosači spregnuti s gornjim pojasom na razmaku 5,0m.
Ispitivanja u vjetrovnom tunelu → ugradnja vjetrovnog sprega s križnim dijagonalama

Prilazni vijadukt složenih je geometrijskih oblika



Spoj betonskog i čeličnog dijela mosta

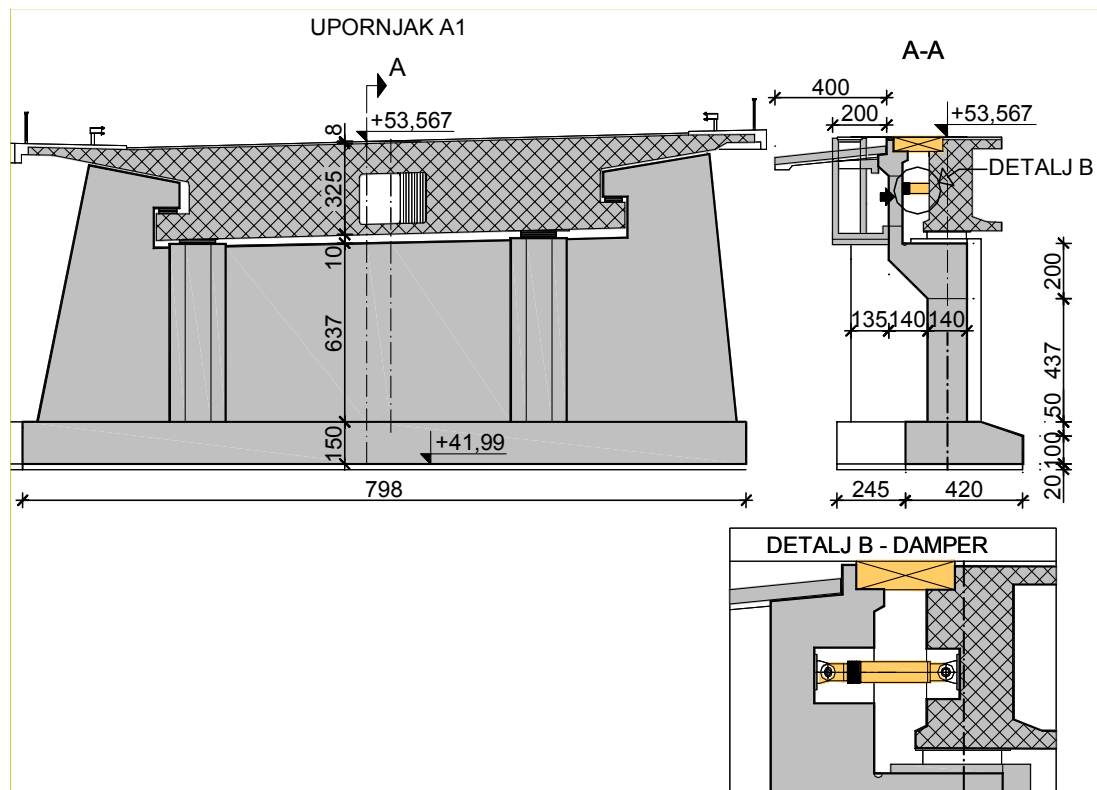




A- pilon odabran je zbog velike krutosti u poprečnom smjeru i povećanja torzijske krutosti sustava.

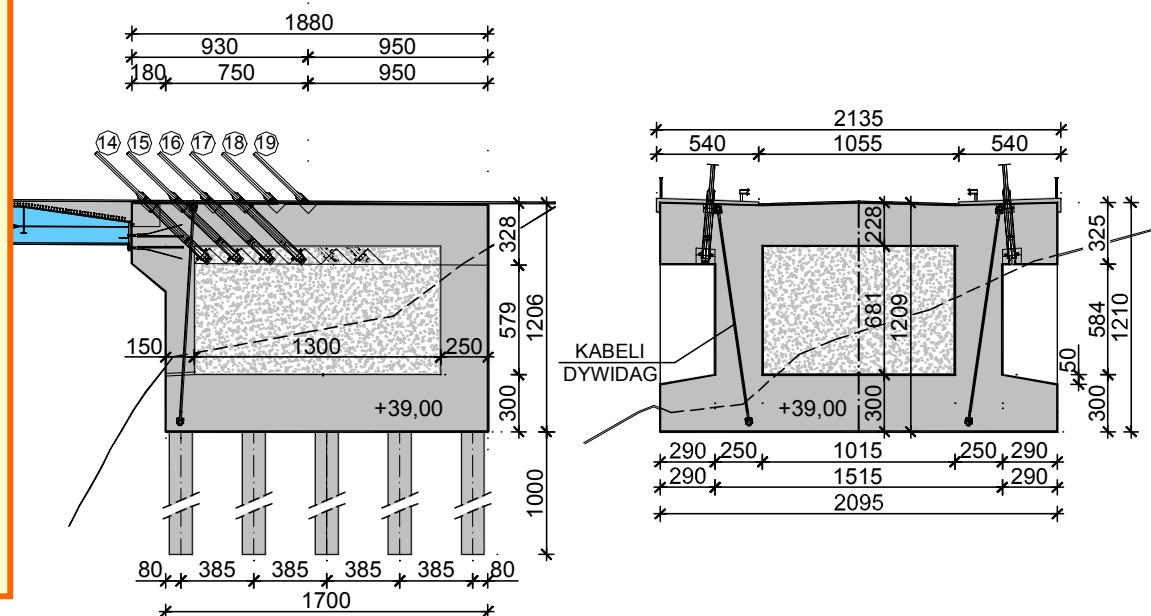
Greda ispod rasponskoga sklopa povezuje noge pilona i osigurava oslonac rasponskome sklopu.

Zbog nepovoljnog pada slojeva stijene, a da bi se izbjegli diferencijalni pomaci temeljnih ploča, po završetku temeljenja ugrađeno je 20 stalnih sidara u uzdužnome smjeru mosta.



Zapadni upornjak U1 vrlo složenog oblika, izveden još 1989., ali ga je zbog izmjena nastalih u novom projektu valjalo ojačati i rekonstruirati. Ugrađeni prigušivači i dva dodatna ležaja, koji se aktiviraju pri pojavi odizne reakcije. Dva nova zida – kontrafori

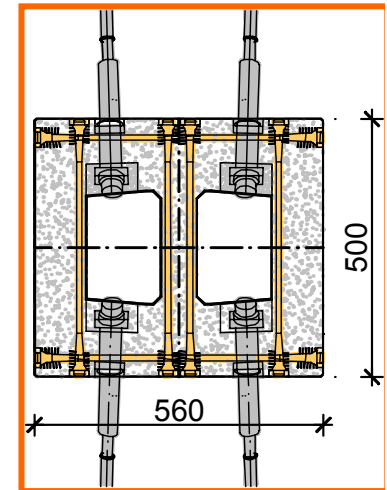
Istočni upornjak U5 opterećen vlačnom odižućom silom od šest parova zatega koje su u njega usidrene; u njega je upeta spregnuta ovješena greda → ispunjen kamenim materijalom, zidovi prednapeti vertikalnim kabelima, 40 pilota promjera 120 cm, smanjenje seizmičkih sila.





Pilon je izveden u segmentima duljine 5,0 m, pri vrhu 2,5 m.
Dvije čelične razupore → smanjenje momenata savijanja razmaknutih nogu pilona.

Problematična izvedba pri vrhu pilona gdje se sidre zatege izazivajući nepovoljna stanja naprezanja → vrh pilona prednapet kabelima u oba smjera



Konzolna gradnja obostrano, segmenti $\approx 5,0$ m.
Posljednja dva segmenta na skeli.
Pri izvedbi, greda je privremeno pridržana na dva mjesta pomoćnim stupovima.





Čelični dio rasponskoga sklopa u postranom otvoru, raspona 80,7 m zajedno s 33,0 m sklopa u velikom otvoru izveden je potiskivanjem s istočnog upornjaka uz pridržanje pomoćnim kabelima. Najveća masa u fazi potiskivanja 508,2t.

Postupak je trajao 4 mjeseca.

Nastavak gradnje 211m u glavnom rasponu proveden je konzolnim postupkom, 20m montaž. elem. derrick dizalica nosivosti 90 t. Neposredno nakon podizanja sekcije ugrađivane su pripadne prednapete kose zatege.

Dva takta iza podizanja - betoniranje kolničke ploče na pomoćnoj skeli. Posljednji segment, 10,7 m montiran autodizalicom s prednapetoga rasp.



Izgradnja započeta 1990.
Nastavljena prema
prilagođenom projektu 1999.
Pušten u promet 2002.



MOST PREKO SAVE U MARTINSKOJ VESI

OPIS KONSTRUKCIJE MOSTA

IZVEDBA MOSTA

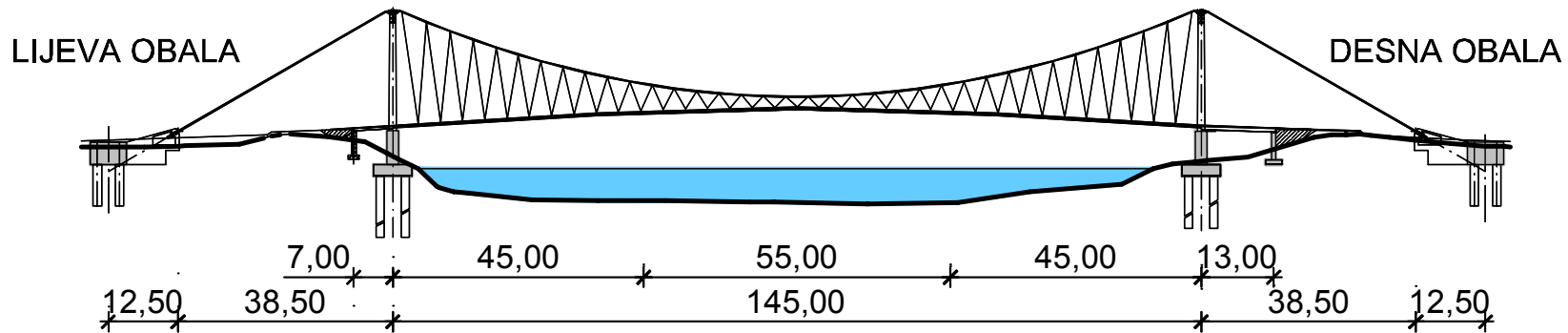




Vodopravni uvjeti:
minimalna pregrađenost rijeke,
uzimanje u obzir uvjeta obrane od poplave,
osiguranje plovnog puta Savom širine 55 m,
donji rub konstrukcije iznad kote 105,25 m.

Prometni uvjeti: Veza s postojećom prometnicom na nasipima uz korito Save

Rješenje s najmanjom konstruktivnom visinom i najmanjim radovima u koritu →
viseći most s kosim vješaljka, $L/f = 9,06$, $f=16$ m



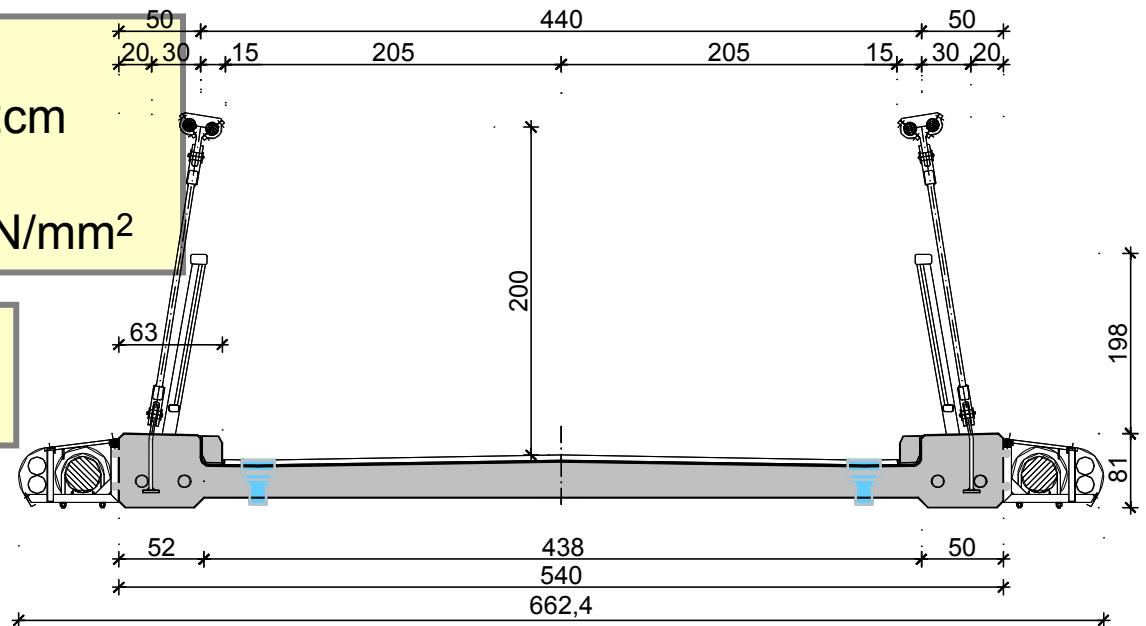
Glavni kabeli od 4 užeta ϕ 80 mm, preko pilona sedlom, sidrenje u bet. blokove.

Betonski A piloni, upeti u donji masivni dio, preko naglavnice na 6 pilota ϕ 1,50 m.

Greda za ukrućenje je od
predgotovljenih betonskih el. $h=32$ cm
 $L/h=322$; $L/b=26,8$; uzdužno
prednapinjanje s 4 kabela – tlak 5 N/mm^2

Krutost sustava – kose vješaljke
punog profila ϕ 36 mm, $2/4,0$ m

Pješački promet 4 kN/m^2 (5),
teško vozilo 12 t





Masivni bazni dijelovi pilona izvedeni su u fiksnoj oplati. Noge pilona u kombiniranoj izvedbi: na unutarnjem dijelu između dviju zakošenih nogu postavljena skela od čeličnih cijevnih elemenata. Izvedba kosih stupova ostvarena je u podiznoj skeli za ostale tri plohe. Odsječci $h=4,0$ m.

Sedla od lijevanog čelika montirana autodizalicom - ugrađeni pomoćni kotrljajući ležajevi preko kojih je prevučeno pomoćno (vučno) uže, a zatim i 4 glavna nosiva užeta - užad je primjenom preša učvršćena u sidrene komore - višekratnim dotezanjem ostvarena je konačna geometrija užadi zbog vertikalnosti pilona.

Montaža vješaljki i kolničke konstrukcije ostvarena je primjenom pomoćne žičane dizalice – kabel-krana (segmenti $l=4,0$ m i $m=13,0$ t)



Reške širine 0,4m – kontinuitet zavarivanjem armature – betoniranje ($0,54\text{m}^3$) nakon montaže svih 37 odsječaka kolničke grede.



Prednapeti uzdužni kabeli u gredi.

Konačna geometrija mosta ostvarena je reguliranjem duljine vješaljki.



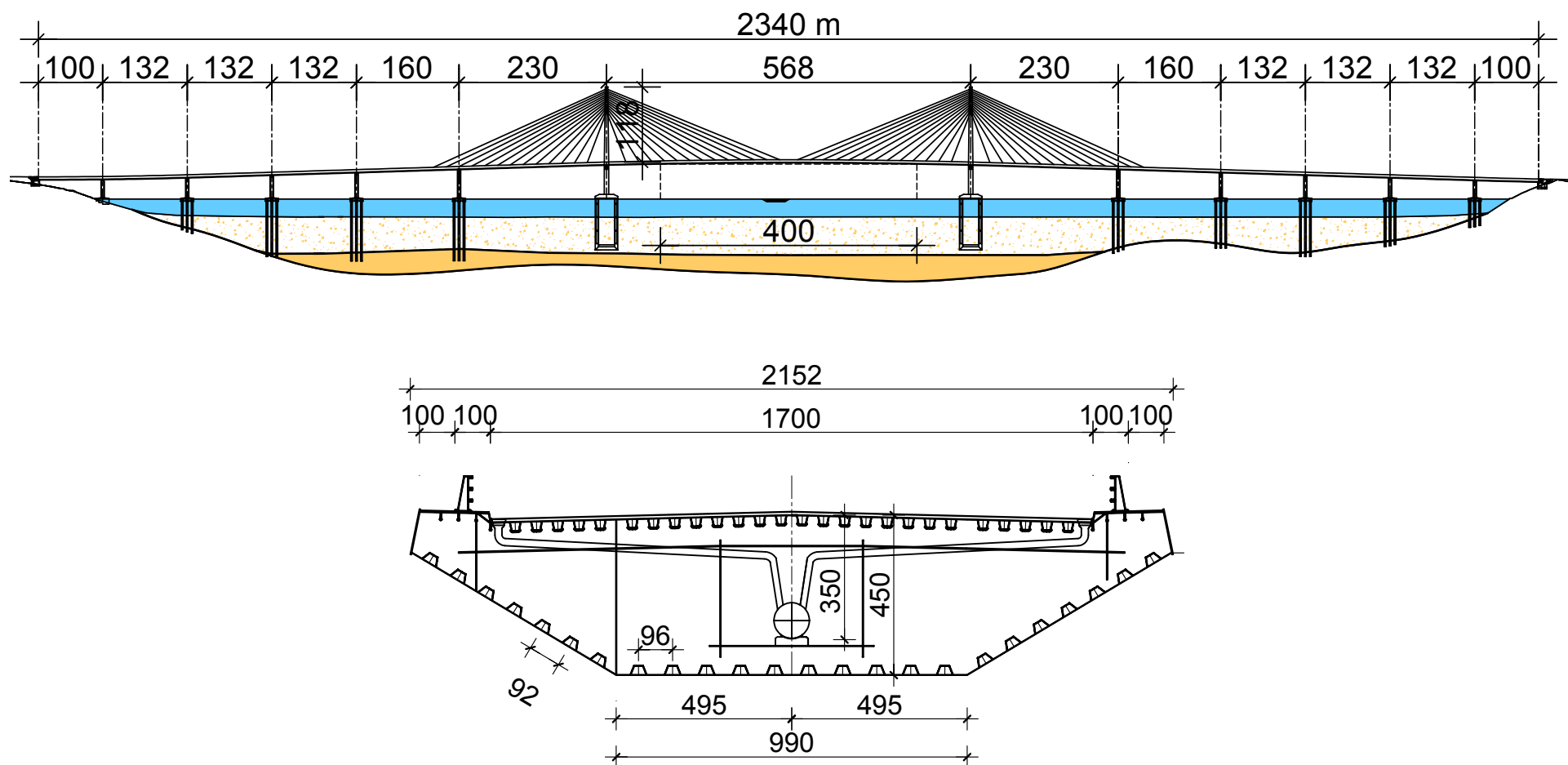
Most preko Save u
Martinskoj Vesi pušten u
promet 2002.

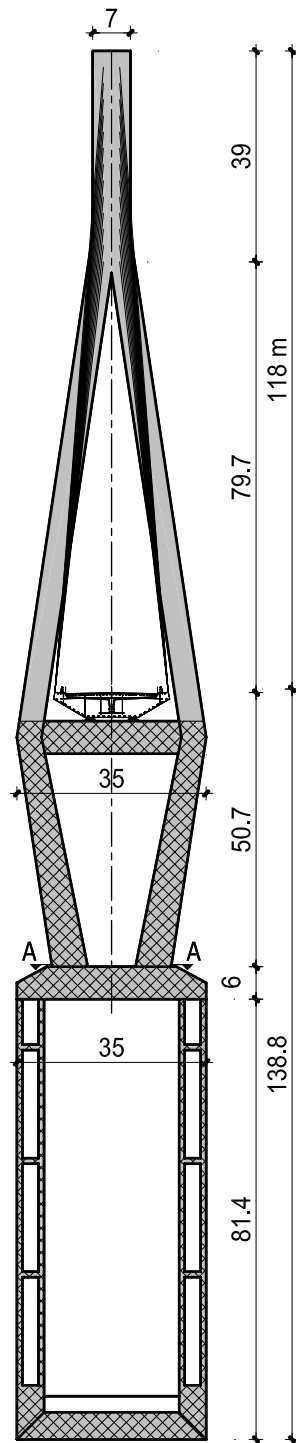
MOST KOPNO-PELJEŠAC

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
1	2008.	Sutong	Kina	Suzhou-Nantong	1088
2	2008.	Stonecutters	Kina	Hong Kong	1018
3	1999.	Tatara	Japan	Onomichi-Imabari	890
4	1995.	Pont de Normandie	Francuska	Le Havre	856
5	2001.	Nancha	Kina	Nanjing	628
6	2000.	Baishazhou	Kina	Wuhan	618
7	2001.	Quingzhou	Kina	Fuzhou	605
8	1993.	Yangpu	Kina	Shanghai	602
9	1997.	Xupu	Kina	Shanghai	590
10	1998.	Meiko Chuo	Japan	Nagoya	590
12		Pelješac	Hrvatska	Pelješac	568
11	2004.	Rion-Antirion	Grčka	Patras	560

Raspored zatega - pseudolepezasti s parcijalnim ovješanjem (rasponski sklop je oslonjen na pilon). Razmaci zatega 20m, razmak oslonca na pilonu i 1 zatega 30m.

Bočno ovješanje u dvije nagnute ravnine, zatega pridržavaju čelični sanduk na rubovima → statički i dinamički najbolje rješenje → prostorna rešetka i nisu mogući diferencijalni pomaci usidrenja dviju ravnina zatega.





Čelični sanduci

Betonski sanduci

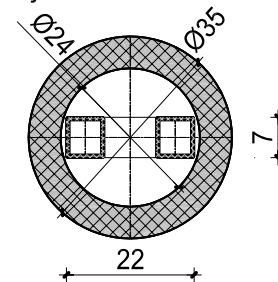
Betonski bunar



Stupovi betonski sandučasti, naglavnica na razini mora, na čeličnim pilotima (9) promjera 2 m, dubine 94m

Na stupovima i upornjacima prigušivači u oba smjera; prijelazne naprave samo na upornjacima.

Presjek A-A





MOST JARUN





Jadranska avenija

Prijelaz preko rijeke Save u koridoru produžene Vrapčanske ulice. Prema GUP produžena Vrapčanska ulica prelazi Ljubljansku aveniju te preko križanja u nivou s Horvaćanskom i Jarunskom produžuje zapadnom stranom uz jezero Jarun preko Save sve do Jadranske avenije.





JADRANSKA
AVENIJA



851023 1. NAGRADA

JARUN



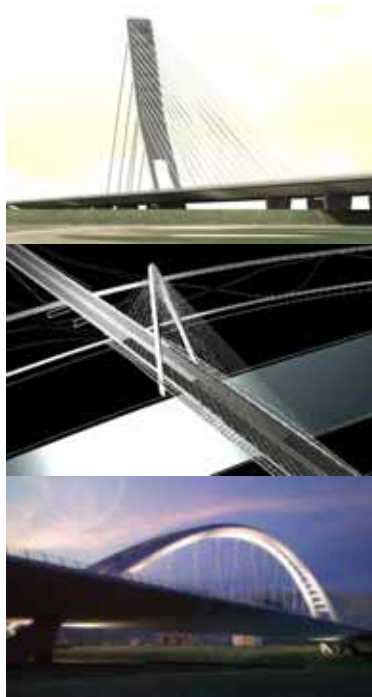
479063 2. NAGRADA

433543 3. NAGRADA

364897 OTKUP

547632 OTKUP

282126 OTKUP



125

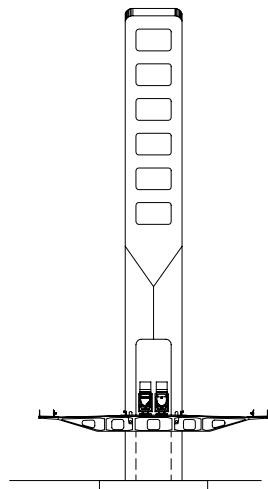
100

75

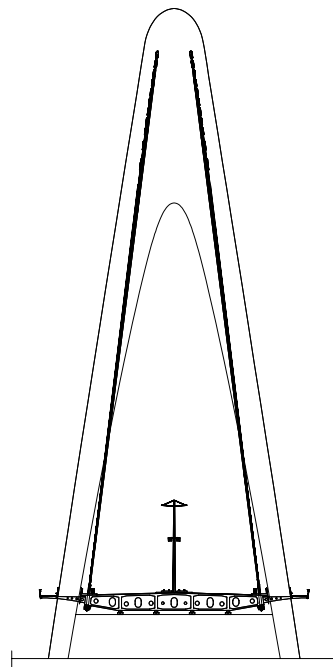
50

25

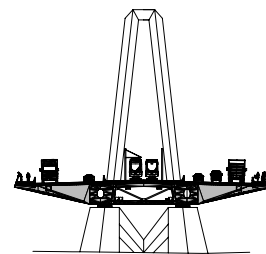
0



851023 1. NAGRADA



479063 2. NAGRADA



433543 3. NAGRADA

125

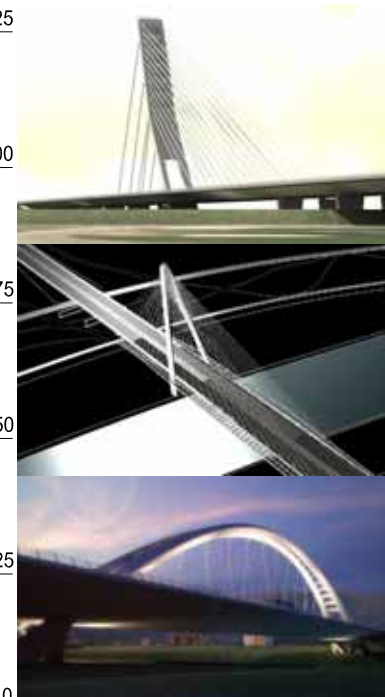
100

75

50

25

0



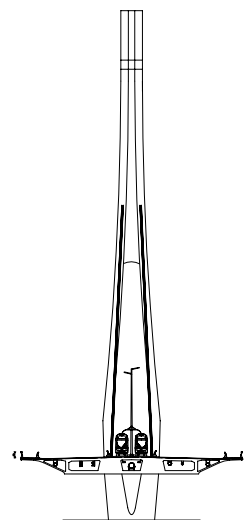
100

75

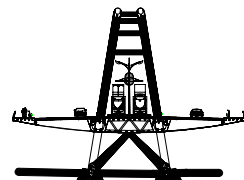
50

25

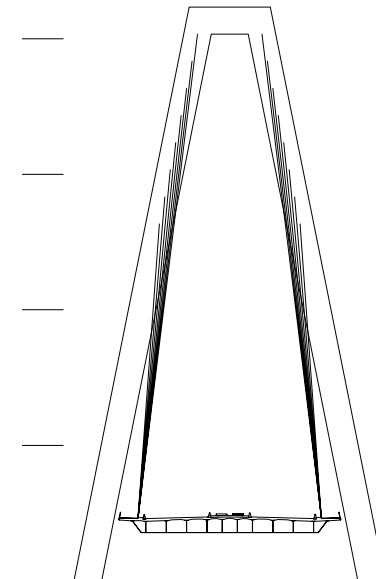
0



364897 OTKUP



547632 OTKUP



282126 OTKUP

100

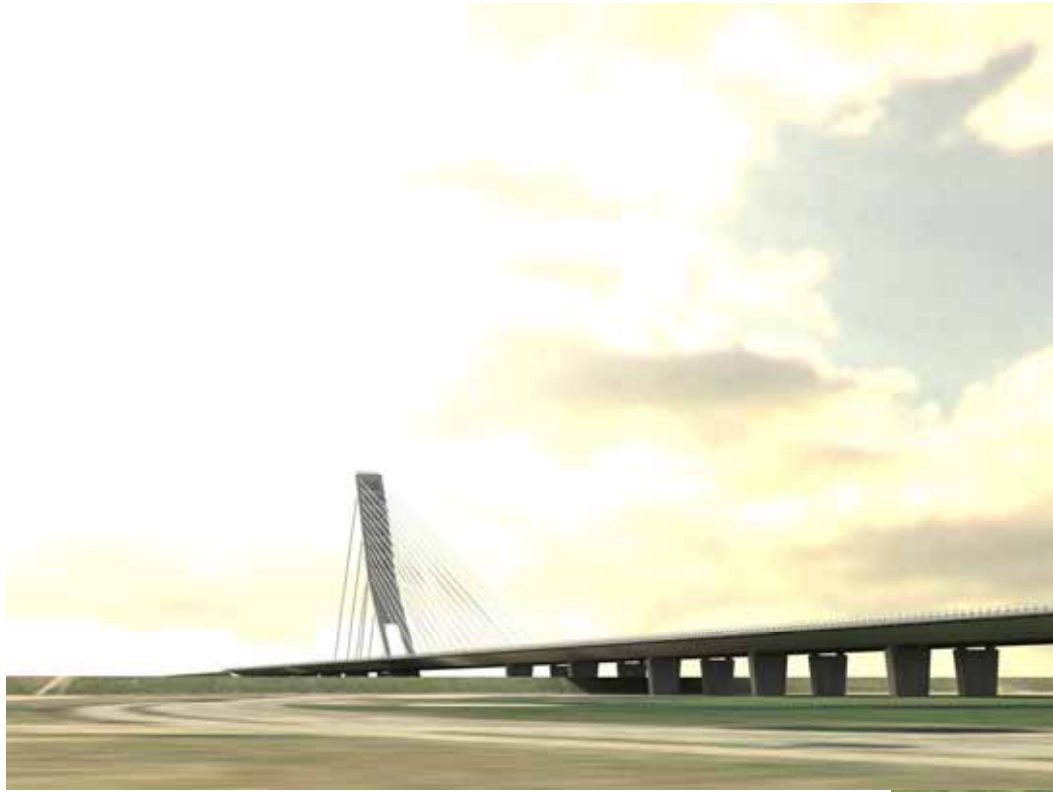
75

50

25

0





JADRANSKA
AVENIJA
↖

