



HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA

15. Dani Hrvatske komore inženjera građevinarstva

Opatija, 2021.

Specifičnosti proizvodnje i montaže čelične rasponske konstrukcije novog mosta preko rijeke Save kod Gradiške

Mato Martić

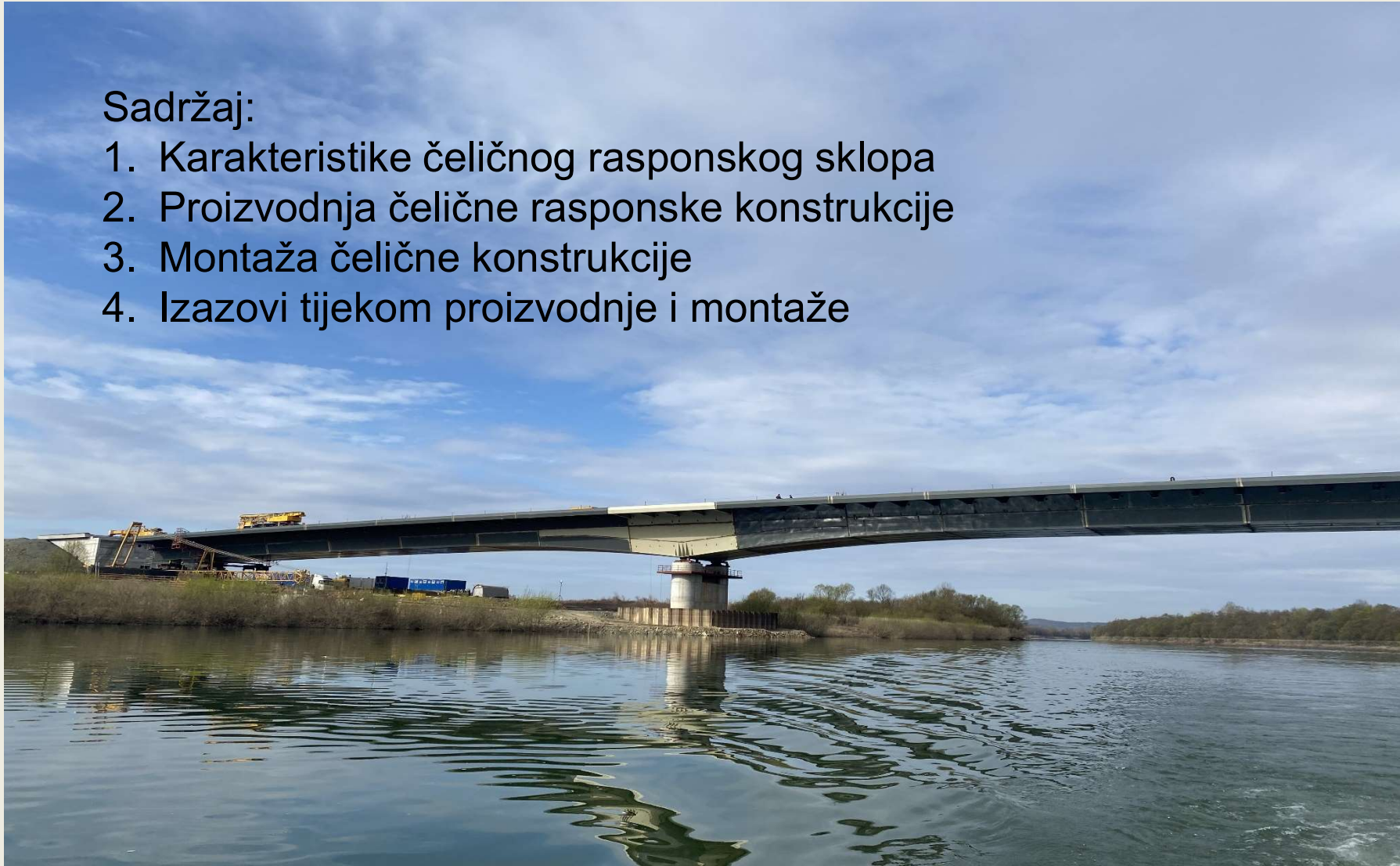
Mato Martić, dipl.ing.građ., Đuro Đaković Montaža, Slavonski Brod

Franjo Matanović, dipl.ing.stroj., Đuro Đaković Montaža, Slavonski Brod

Anita Blažević, mag.ing.aedif., mag.ing.mech., Đuro Đaković Montaža, Slavonski Brod

Sadržaj:

1. Karakteristike čeličnog rasponskog sklopa
2. Proizvodnja čelične rasponske konstrukcije
3. Montaža čelične konstrukcije
4. Izazovi tijekom proizvodnje i montaže




- Naziv projekta: Izgradnja dionica: Okučani-Granica Bosna i Hercegovina/I.
faza: Most na granici preko rijeke Save
- Investitor: Hrvatske ceste d.o.o.

Ministarstvo komunikacija i prometa Bosne i Hercegovine

- Izvođač: Zajednica gospodarskih subjekata:
Integral inženjering a.d.
Đuro Đaković Montaža d.o.o.
Zagreb Montaža d.o.o.

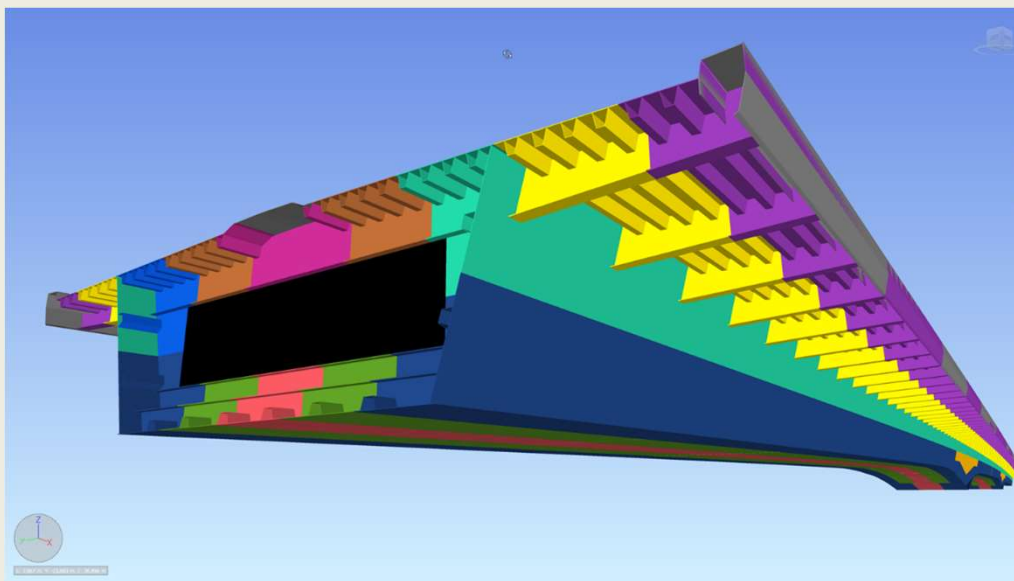
- Projektant glavnog projekta: mr.sc. Nijaz Mujkanović, dipl.ing.građ.
- Revident glavnog projekta: Marjan Pipenbaher, dipl.ing.građ.
- Glavni projektant: Krešimir Ilić, dipl.ing.građ.
- Projektant izvedbenog projekta: Velimir Relić, dipl.ing.građ.
- Revident izvedbenog projekta: Mate Pezer, dipl.ing.građ.

PROJEKT IZRAĐIO:  RATIO PROJECTUM d.o.o. INŽENJERING, PROJEKCIJSKI IZRAĐIVAČ I ODRŽAVANJE AUTOMATSKI PROJEKTOVANJE I 3D IZRAĐIVAČ Zajednička oznaka projekta:	
Broj projekta: 06.63 - IZ - 78 - 0	
PROJEKAT:	
REVIDIRA:	
Mapa: 8/16-12	
INVESTITOR:	HRVATSKE CESTE d.o.o. Vojkova 3, Zagreb MINISTARSTVO KOMUNIKACIJA I PROMETA BOSNE I HERCEGOVINE Tra Bosna i Hercegovine 1, 71000 Sarajevo
IZRAĐIO:	ĐURO ĐAKOVIĆ MONTAŽA d.o.o. Dr. Miro Buzaka 1, 20000 Slavonski Brod
IZVEDIO:	Međudržani most preko rijeke Save kod Gradak, na dionici krak ceste u Republici Hrvatskoj Odlomak: granica Bosne i Hercegovine i na dionici autoceste 1061 u Bosni i Hercegovini: Gradak-granica Republike Hrvatske
NAZIV IZVEDBENOG PROJEKTA:	MOST PREKO RIJEKE SAVE - ČELIČNA KONSTRUKCIJA MOSTA ČELIČNA KONSTRUKCIJA MOSTA – SEGMENT MOSTA 9 I 21
NAZIV IZVEDBENOG PROJEKTA:	GRAĐEVINSKI PROJEKT OŠIČNA KONSTRUKCIJA MOSTA IZVEDBENI PROJEKT
GLAVNI PROJEKTANT:	SVEUČILISTE U ZAGREBU ODRŽAVANJE SAOBRAĆAJA
PROJEKTANT IZVEDBENOG PROJEKTA:	Mate Pezer dipl.ing.građ.
REVIDENT IZVEDBENOG PROJEKTA:	Marjan Pipenbaher dipl.ing.građ.
GLAVNI PROJEKTANT:	Krešimir Ilić dipl.ing.građ.
REVIDENT IZVEDBENOG PROJEKTA:	Velimir Relić dipl.ing.građ.
REVIDENT IZVEDBENOG PROJEKTA:	Mate Pezer dipl.ing.građ.
SLAVONSKI BROD, veljača 2020. god.	



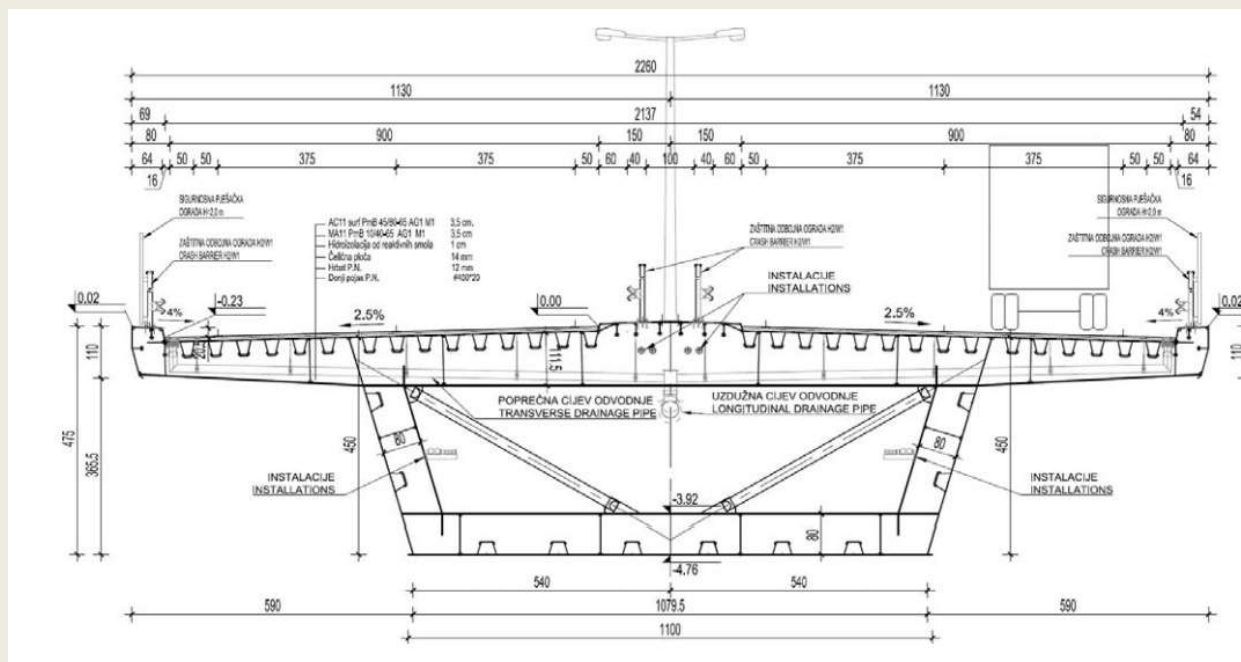
1. Karakteristike čelične rasponske konstrukcije

- Kontinuirani jednočelijski sanduk sa dva nagnuta hrpta i obostranim konzolama
- Raspon $L=128+170+128=426$ m
- Ukupna širina mosta je 22,60 m
- Visina u osi mosta $h=4,86$ m, a visina hrptova $h=4,50$ m
- Visina sanduka nad stupovima $h=7,50$ m
- Rasponski sklop je u poprečnom smjeru simetričan s dvostranim padom od 2,5%



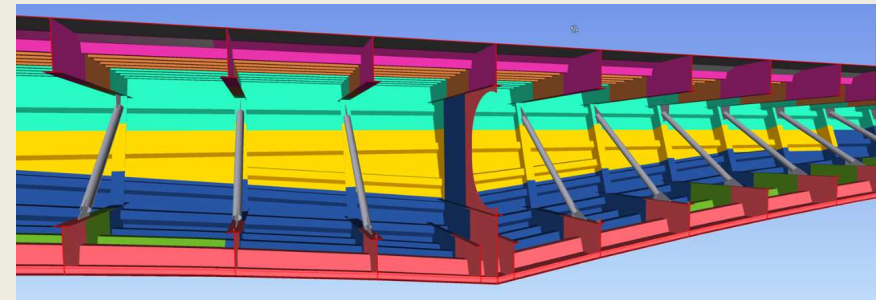
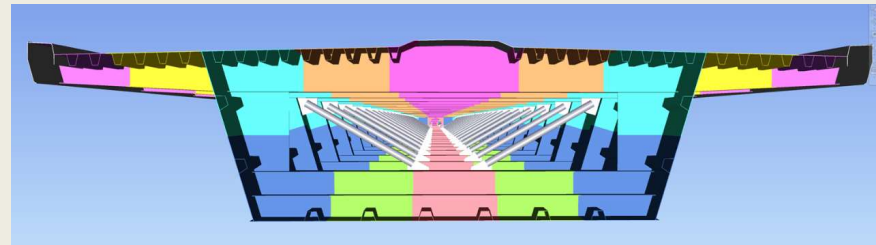
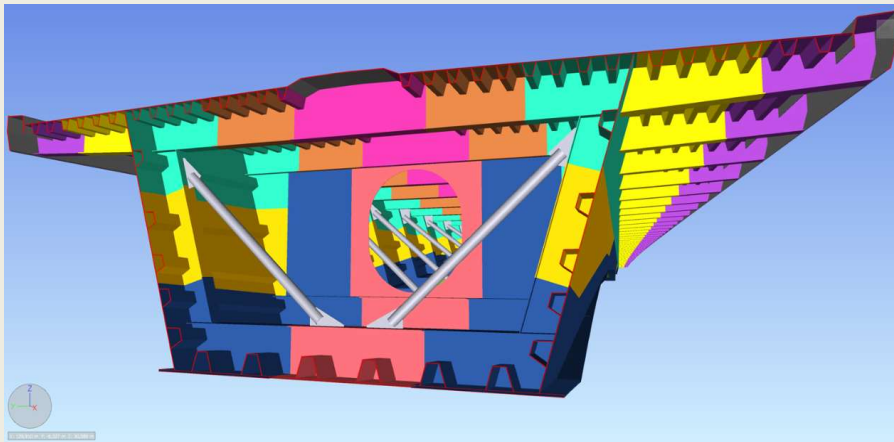
1. Karakteristike čelične rasponske konstrukcije

- Razdjelni pojas je integriran u ortotropnu kolničku ploču ukupne širine 3,0 m
- Debljina lima ortotropne ploče iznos 14,00 mm, a na stupovima 20 mm
- Debljina hrptova iznosi 16,00 mm na cijeloj dužini mosta
- Donji pojas je promjenjive debljine od 16 do 20 mm, iznad stupišta 50 mm
- Poprečni okviri sandučastog poprečnog presjeka su postavljeni svakih 4,00 m



1. Karakteristike čelične rasponske konstrukcije

- Najniža kvaliteta materijal za čeličnu konstrukciju je S355 J2+N
- Kvaliteta materijala za trapezni ukrute S355J2C+N
- Razred izvedbe čelične konstrukcije je EXC3
- Antikorozivna zaštita čelične konstrukcije izvodi se za očekivanu trajnost od 25 godina, a definira se razred korozivnosti okoliša C4
- Predviđena količina čelika 4798 tona
- Radionička izrada i montažni spojeva u zavarenoj izvedbi



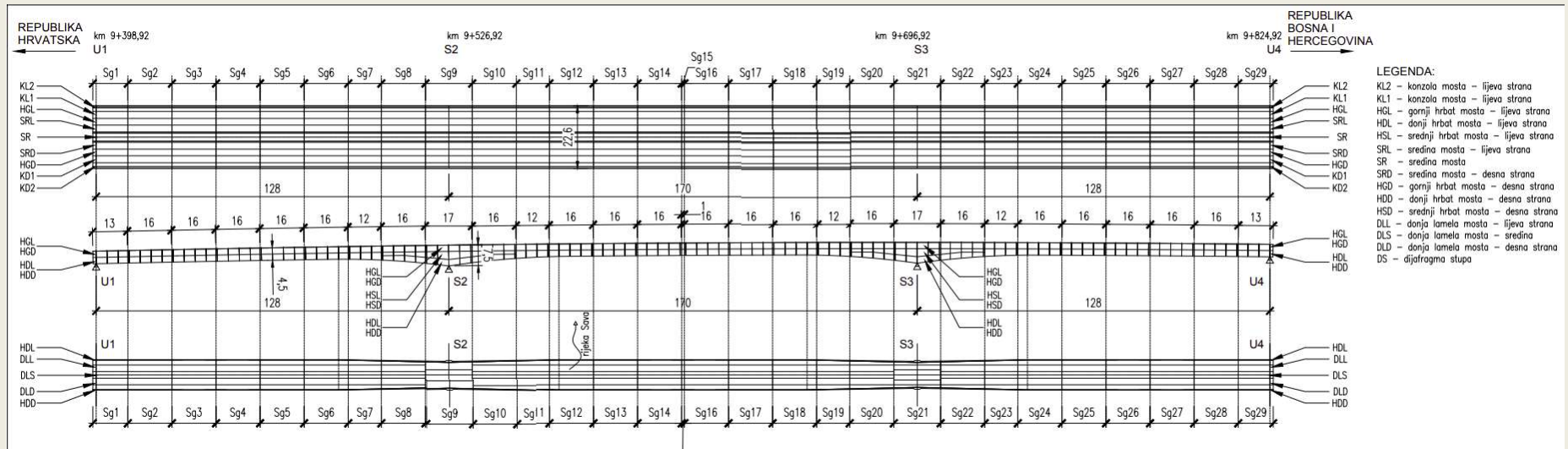
2. Proizvodnja čelične rasponske konstrukcije

- Prostor 2 x (25 x 122 m) (ulaz 5 x 5 m)
- Kapacitet: 300-400 t/mjesec
- Dizalice:
Radiona 1 - 32/5 t; 10t; 10t
Radiona 2 - 2 x 25 m
- Instalirani strojevi:
 - CNC plazma rezačica (2 kom)
 - Hydr. CNC abkant presa Hesse CNCplus
 - Valjci za savijanje 4 Roll Hesse H4R
 - Hydr. škare za rezanje
 - Savijačica profila Herkules BO 232 K-1 Digi
 - Bušilice stupne Knuth 2 kom
 - CNC tokarilica Voest Alpina WNC 700S

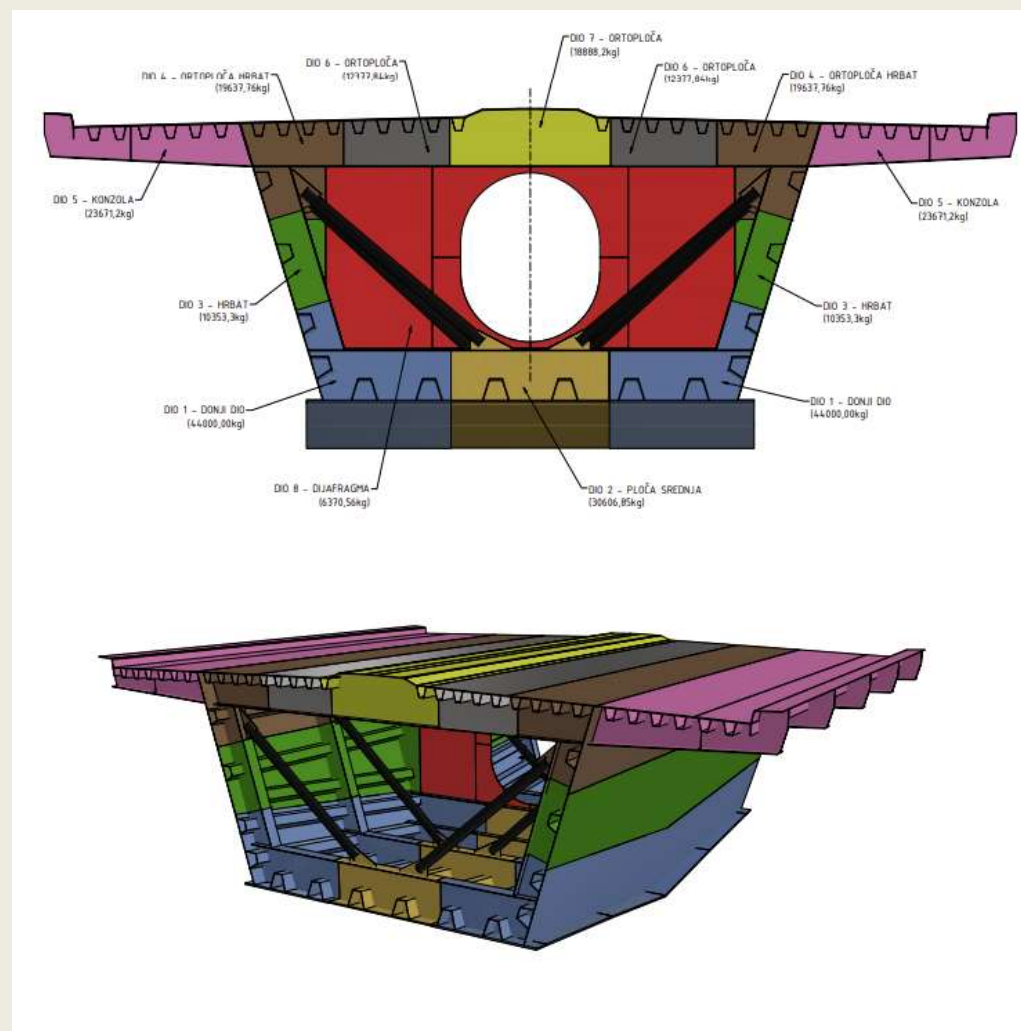


2. Proizvodnja čelične rasponske konstrukcije

- most podijeljen na 29 segmenata
- svaki segment podijeljen na transportne cjeline – ukupno oko 400 transportnih cjelina
- 3 karakteristična poprečna presjeka – na stupu, u polju, na upornjaku
- narudžba materijala po prioritetima
- liste rezanja
- raspored radioničkih zavara

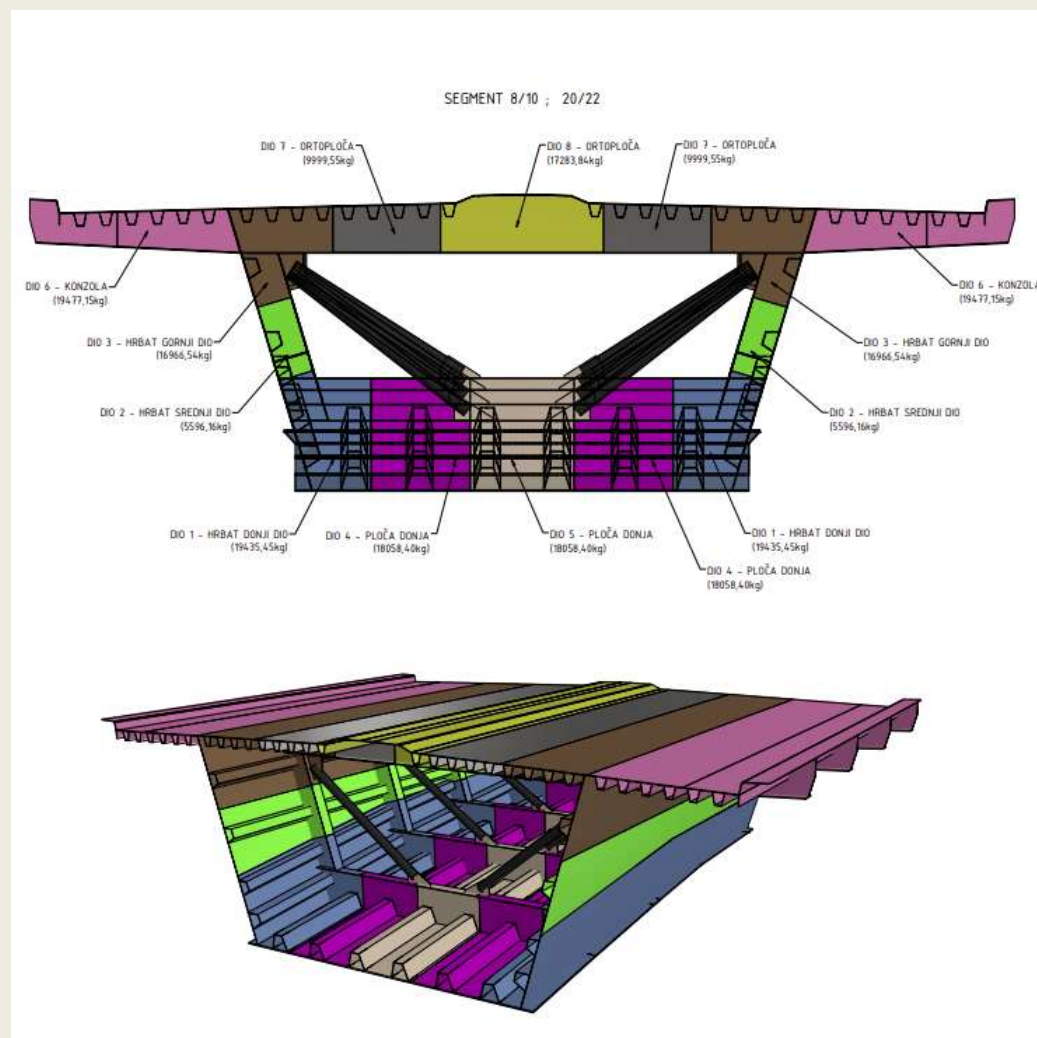


2. Proizvodnja čelične rasponske konstrukcije



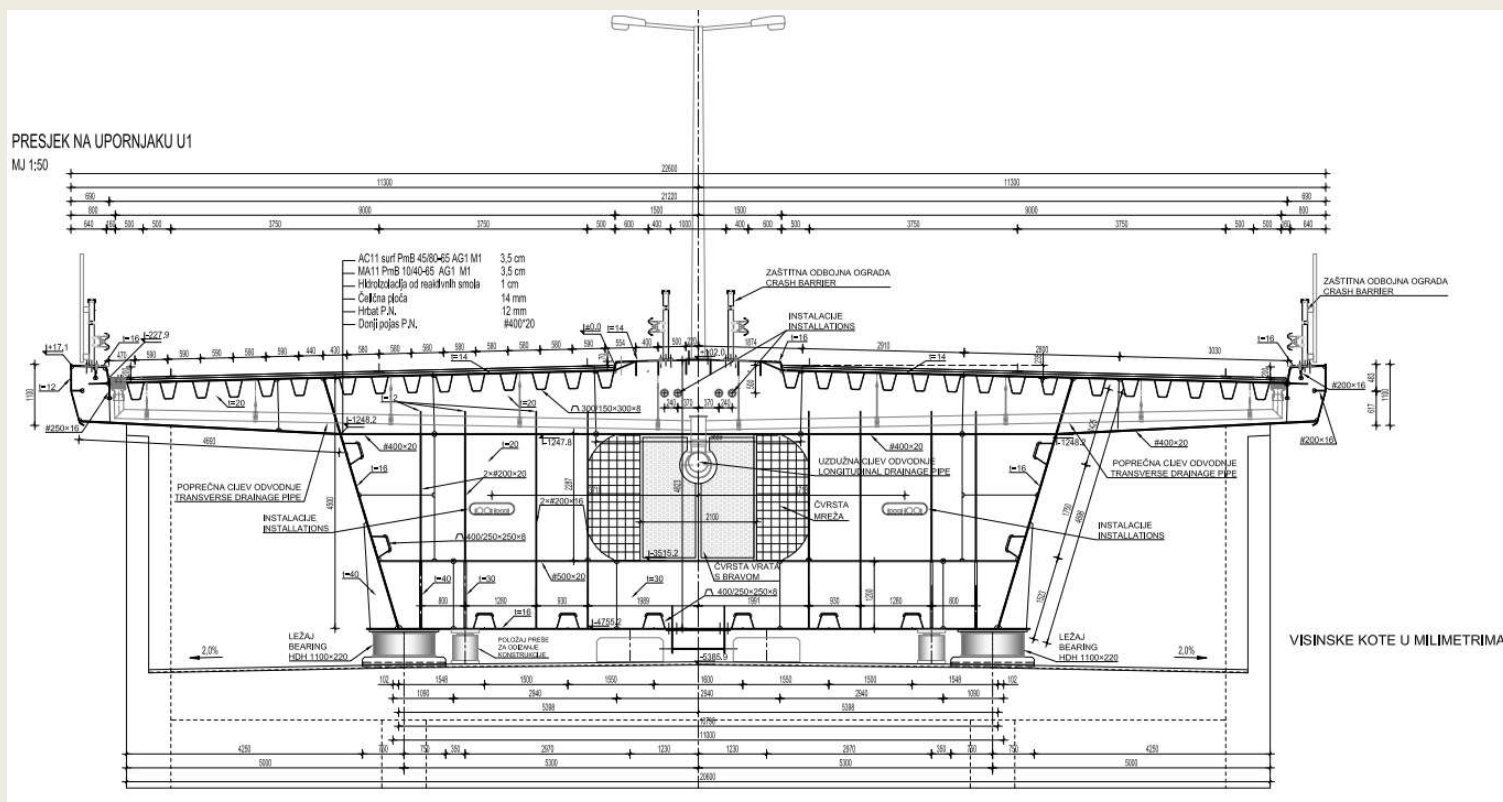
Poprečni presjek nad stupom S2 i S3

2. Proizvodnja čelične rasponske konstrukcije



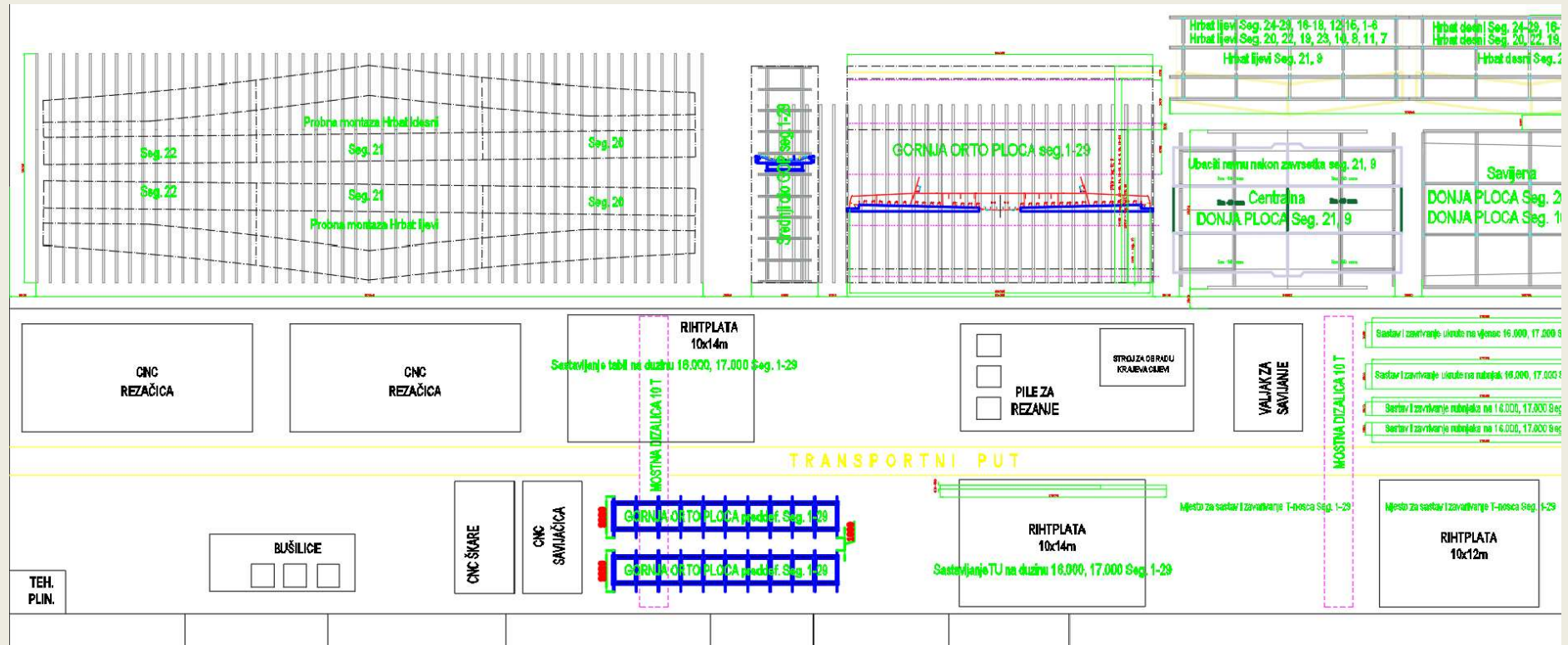
Poprečni presjek u polju

2. Proizvodnja čelične rasponske konstrukcije



Poprečni presjek nad upornjacom

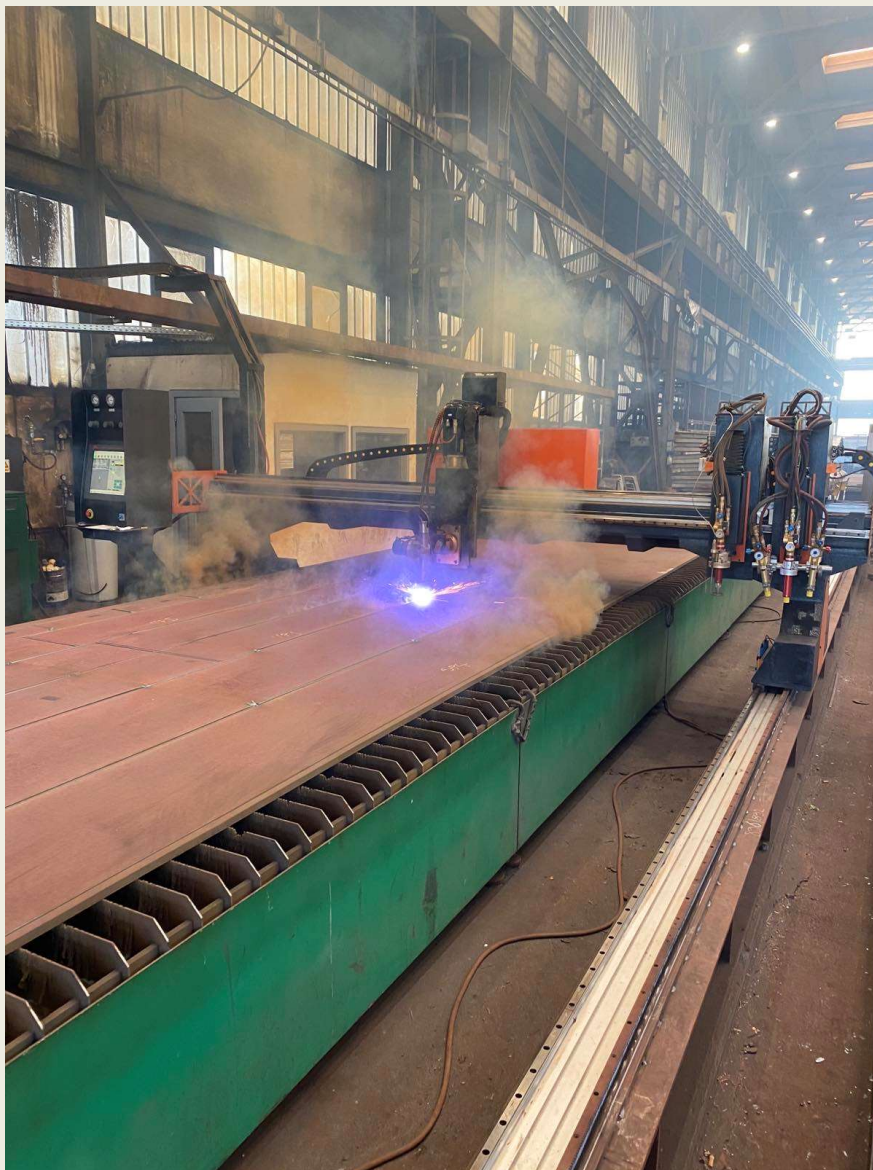
2. Proizvodnja čelične rasponske konstrukcije



Raspored pozicija za probnu montažu u proizvodnom pogonu



2. Proizvodnja čelične rasponske konstrukcije

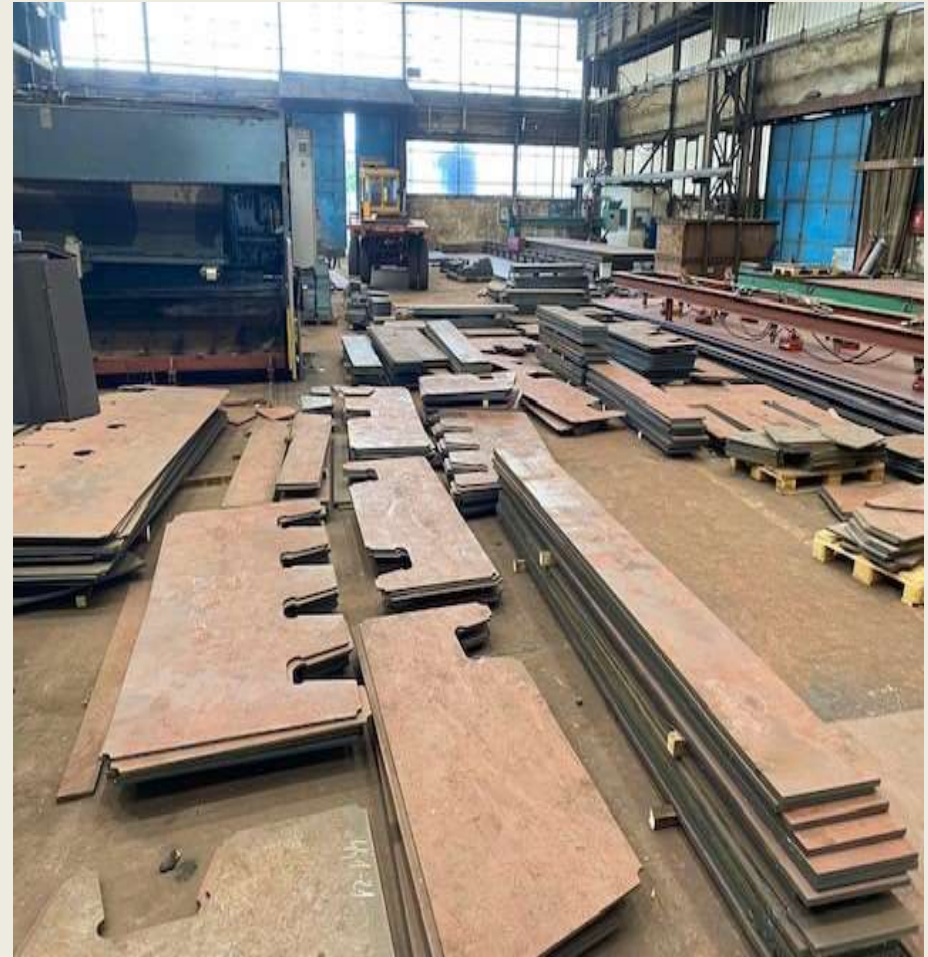


Aktivnosti za segmente:

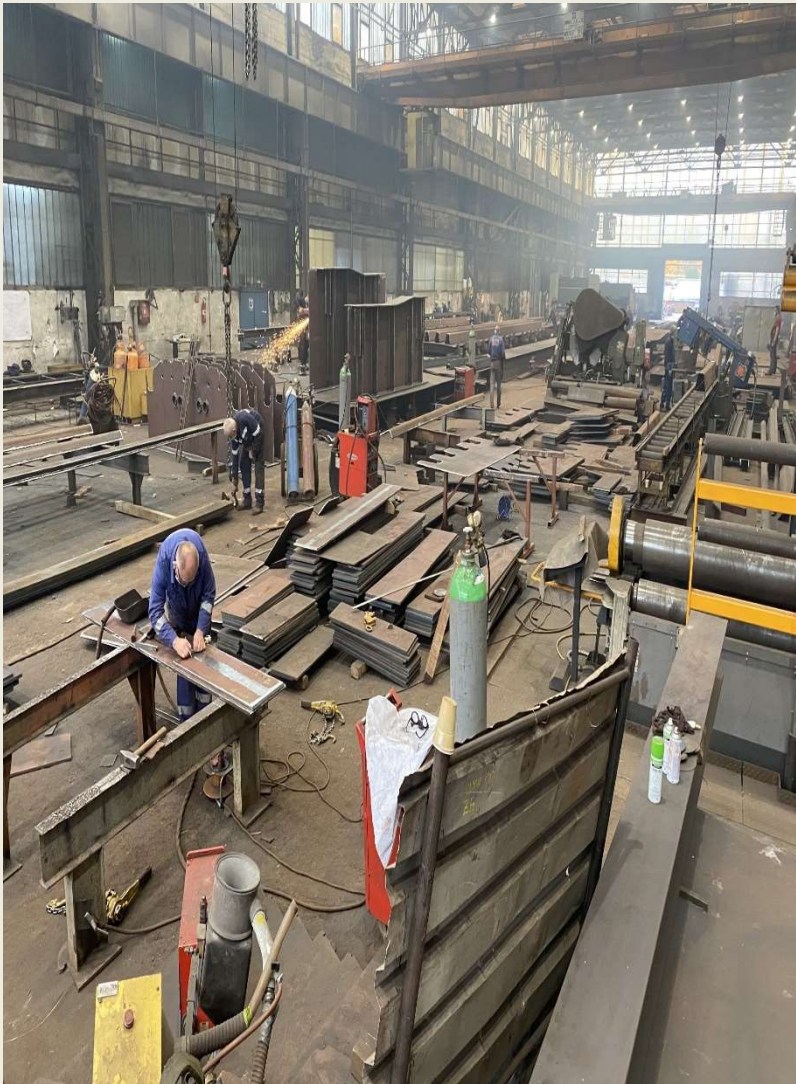
- rezanje ortoploča i sučeono spajanje
- rezanje hrptova i sučeono spajanje za segmente
- sučeono spajanje trapeznih ukruta
- heftanje i zavarivanje trapeznih ukruta na ortoploču
- sastavljanje hrptova i lamela poprečnih nosača
- izrada rubnih vijenaca i rubnjaka
- izrada dijagonalnih cijevnih ukrućenja
- predmontaža hrptova lijeve i desne strane
- predmontaža srednjeg dijela mosta + ortoploče
- predmontaža donjeg dijela mosta
- izvođenje temeljne antikorozivne zaštite



2. Proizvodnja čelične rasponske konstrukcije



2. Proizvodnja čelične rasponske konstrukcije

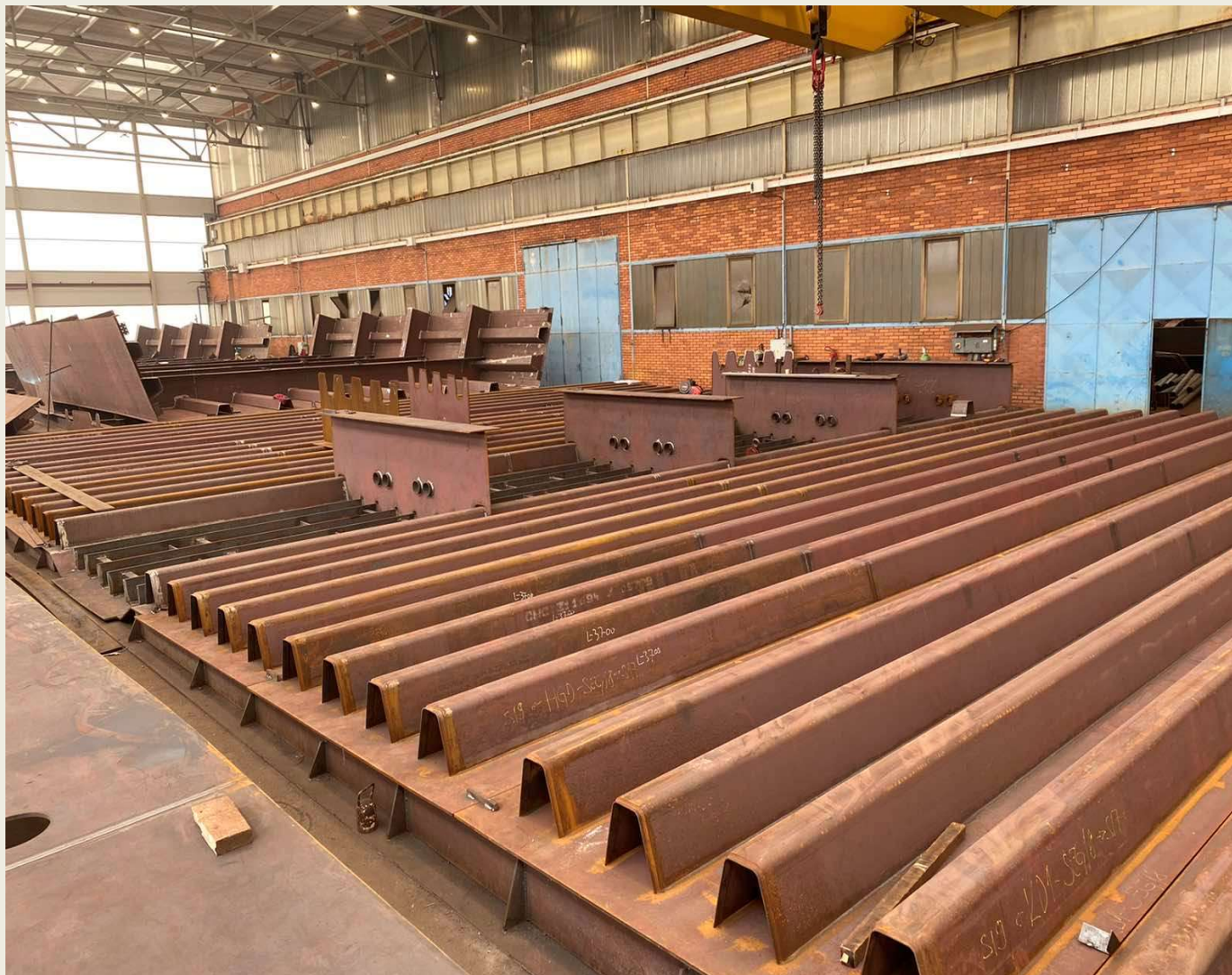


2. Proizvodnja čelične rasponske konstrukcije



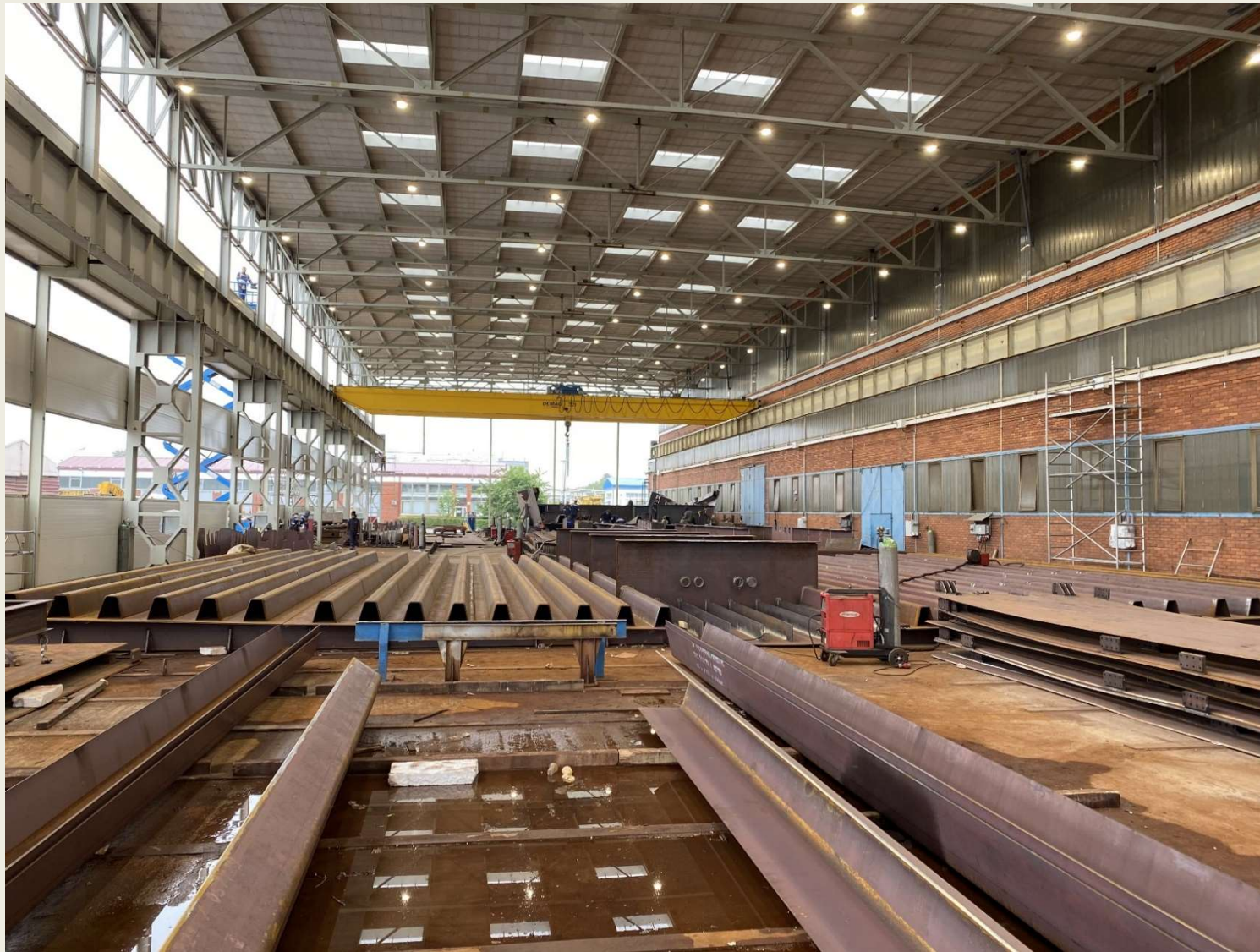
Probna
montaža
konstrukcije u
proizvodnom
pogonu

2. Proizvodnja čelične rasponske konstrukcije



Probna
montaža
konstrukcije u
proizvodnom
pogonu

2. Proizvodnja čelične rasponske konstrukcije



2. Proizvodnja čelične rasponske konstrukcije



2. Proizvodnja čelične rasponske konstrukcije

Provođenje kontrole kvalitete u proizvodnji sukladno HRN EN 1090-2

- Kontrola prije početka izrade
 - kvalifikacije proizvođača
 - WPS-ovi, WPQR-ovi, WPQ-ovi
 - kvalifikacija NDT ispitivača
 - kvalifikacija nadzora ispitivanja
- Kontrola materijala
 - osnovni materijal
 - dodatni materijal
 - prijemna kontrola materijala
 - kontrola uzimanja uzoraka
- Kontrola u tijeku izrade
 - kontrola rezanja, strojne obrade i pripajanja dijelova,
 - kontrola označavanja pozicija i prijenosa oznake materijala
 - Kontrola sastavljanja i pripajanja dijelova
 - Dimenzionalna kontrola prije zavarivanja
 - Kontrola zavarivačkih radova
 - Dimenzionalna kontrola i kontrola oblika nakon zavarivanja

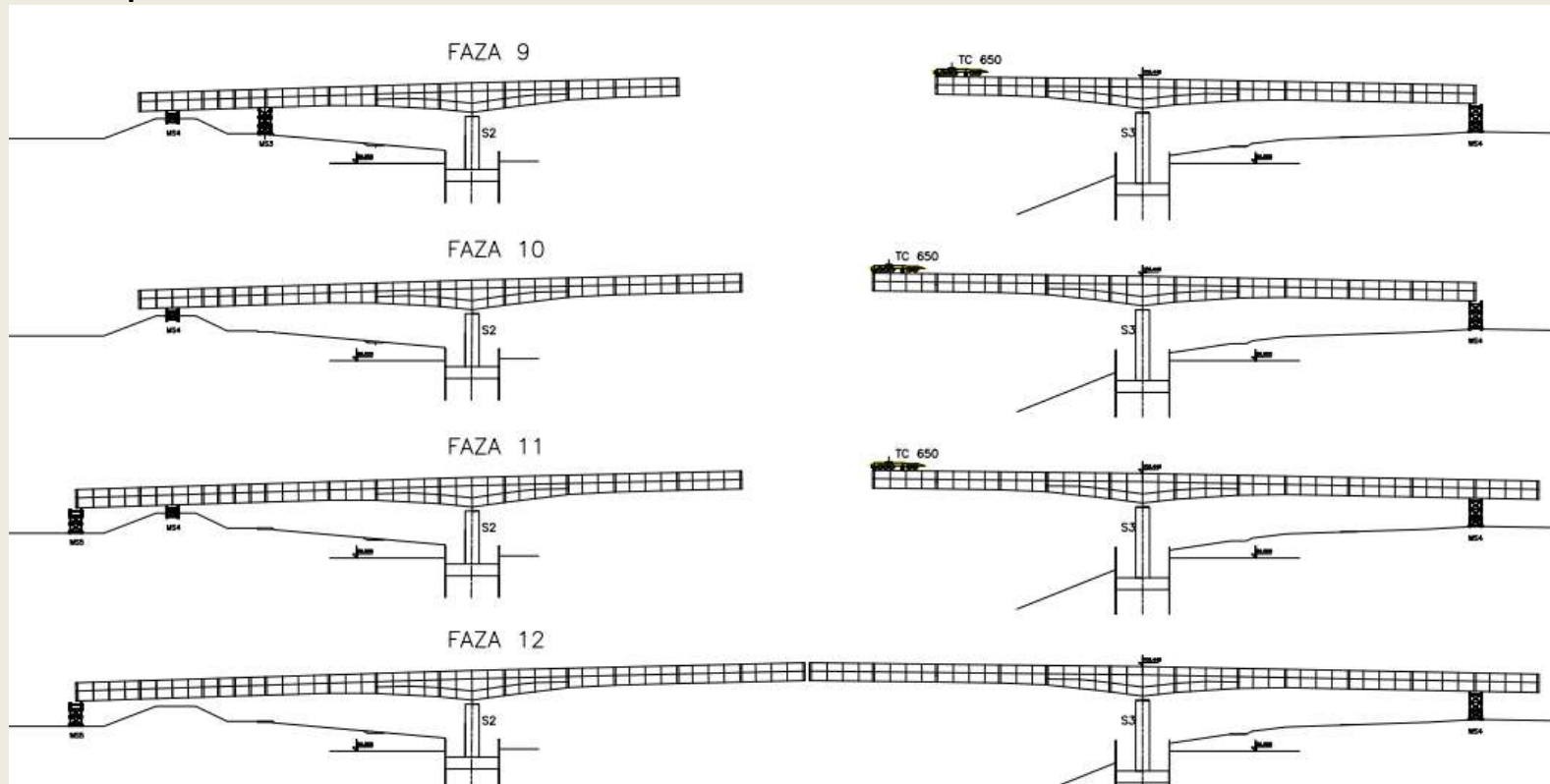
Provođenje kontrole kvalitete u proizvodnji sukladno HRN EN 1090-2

- Ispitivanje bez razaranja
 - Vizualna i dimenzionalna kontrola zavara
 - Ultrazvučno ispitivanje zavara
 - Penetrantsko ispitivanje zavara
- Kontrola probne montaže
 - Kontrola dimenzija i oblika
- Antikorozivna zaštita
 - Kontrola pripreme površine
 - Kontrola antikorozivne zaštite
- Završna kontrola
- Završna dokumentacija
- Otprema

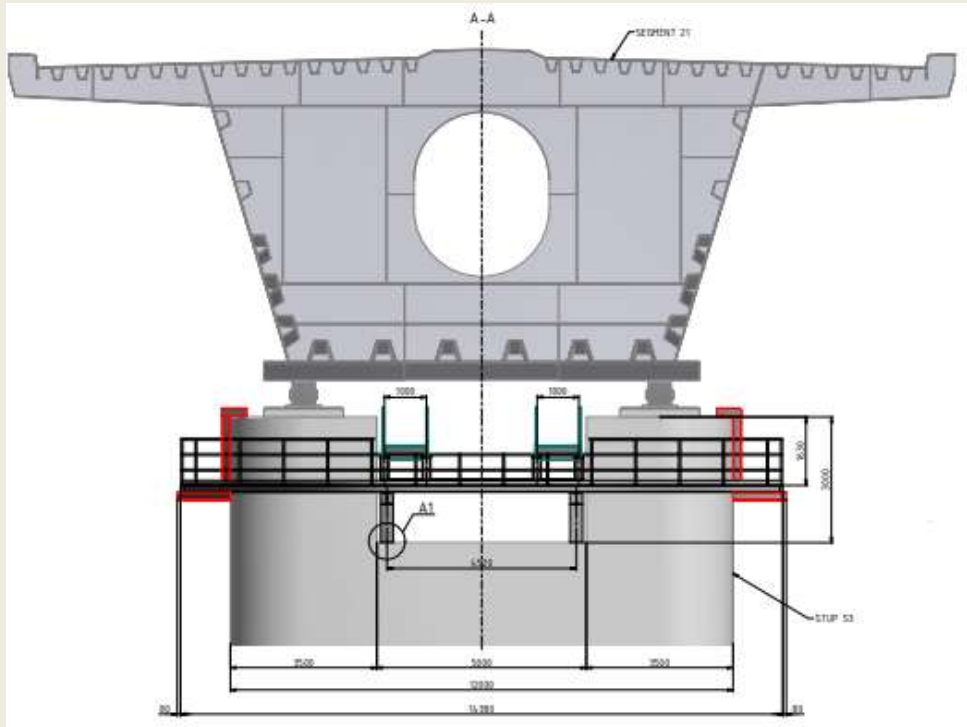


3. Montaža čelične konstrukcije

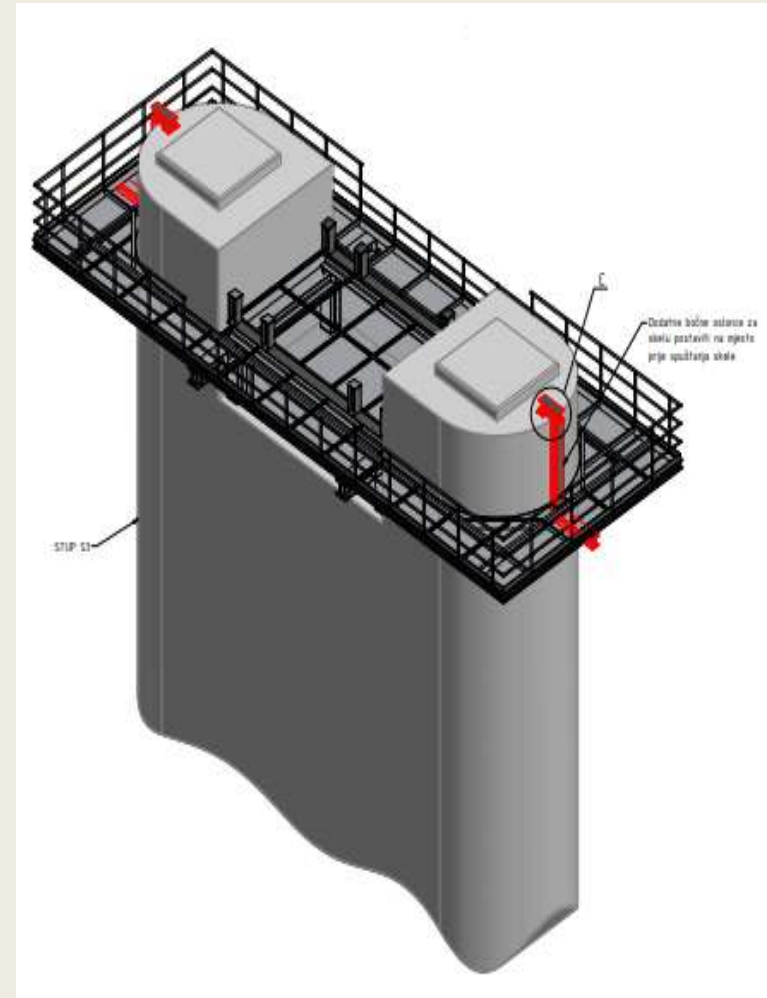
- Izrada tehnološkog postupka montaže sa detaljnim opisom svake faze
- Slobodna konzolna gradnja s autodizalicama
- Montaža se odvija simetrično od stupa S2 i S3 s upasnim dijelom u sredini raspona



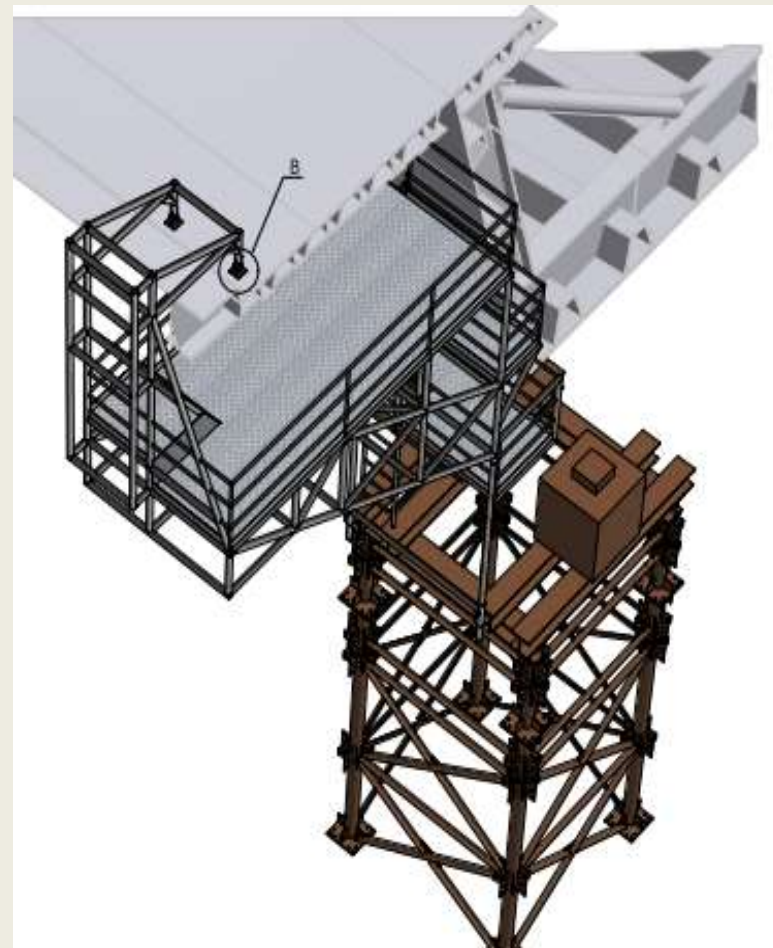
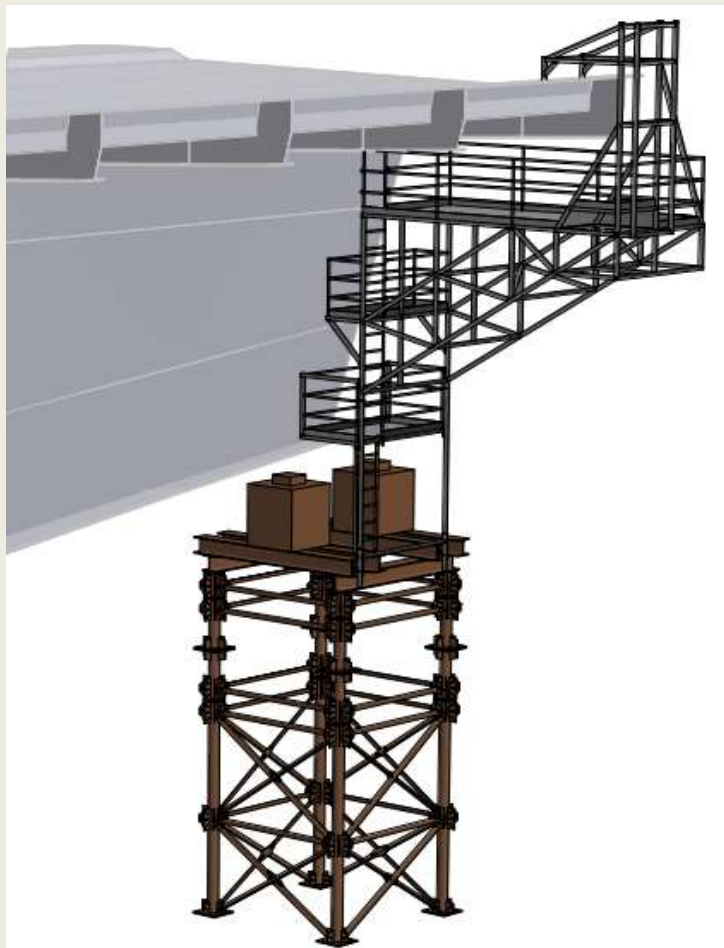
3. Montaža čelične konstrukcije



Skela oko stupa S3 za pristup
ležajevima



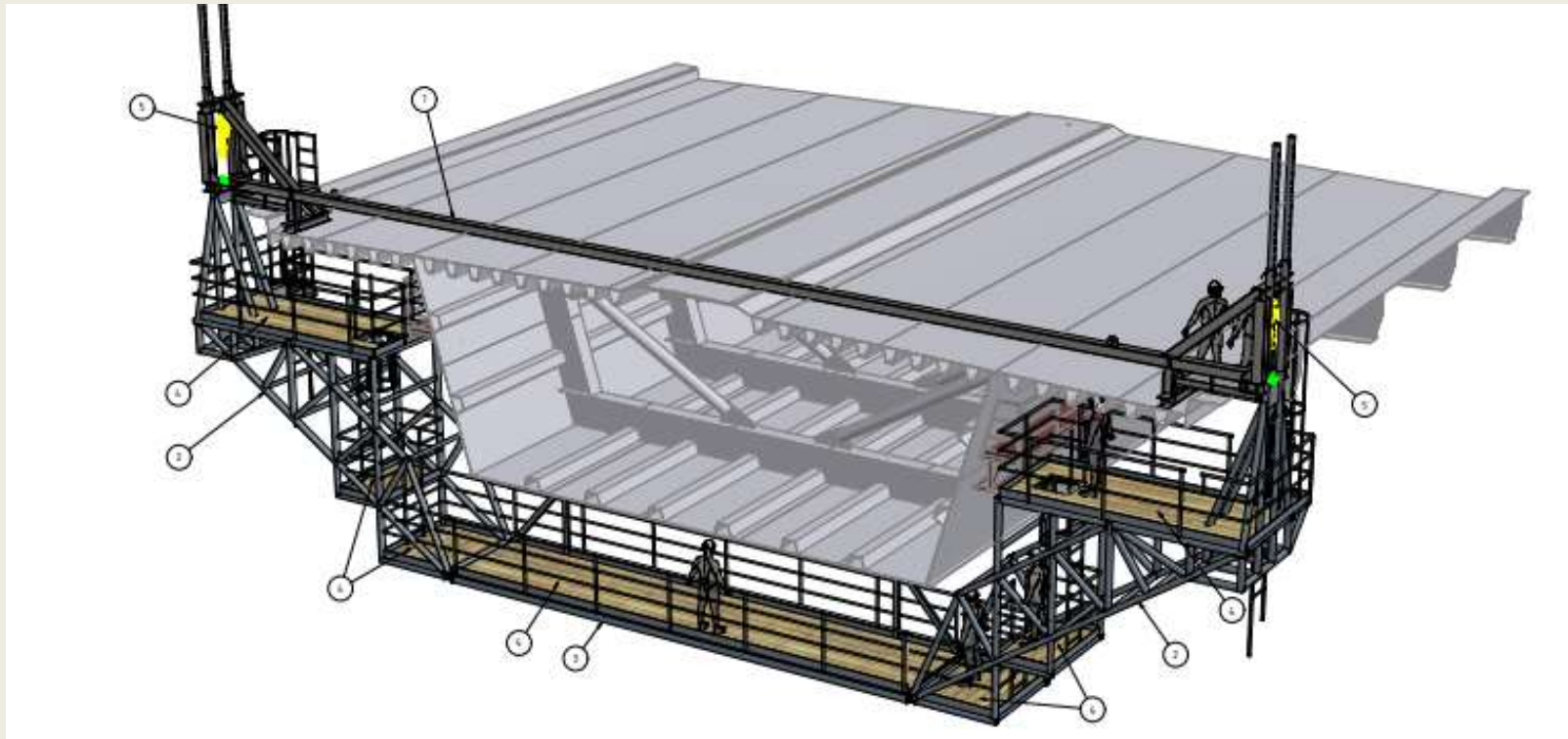
3. Montaža čelične konstrukcije



Bočna skela na spojevima segmenata, obalni dio

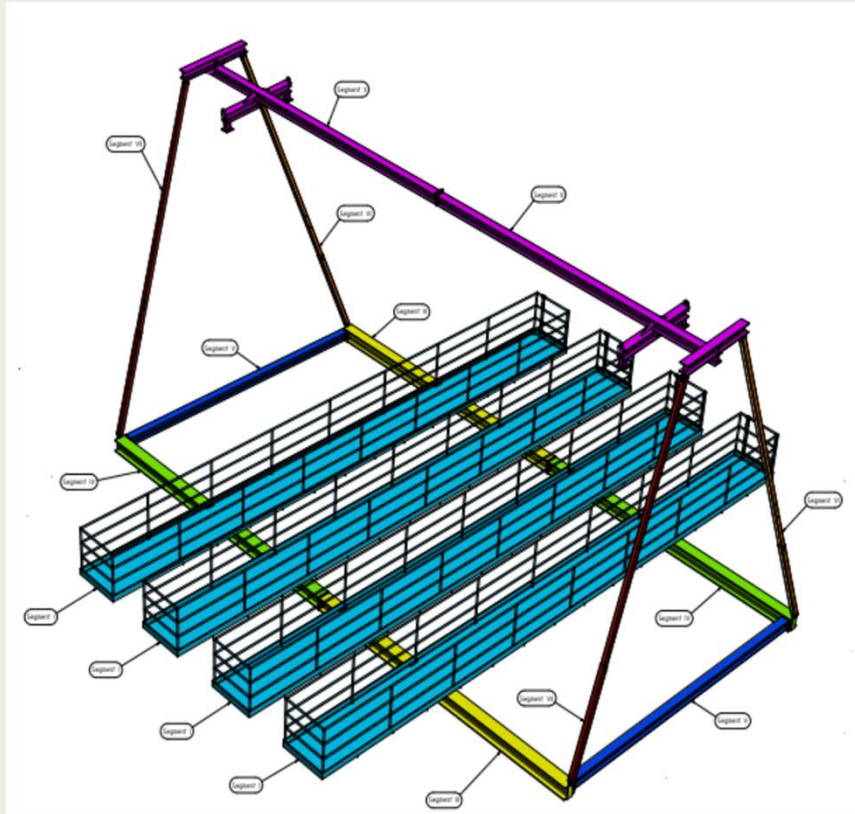
3. Montaža čelične konstrukcije

Projektiranje, modeliranje, statički izračun te izrada radnih platformi i naprava za potrebe montaže



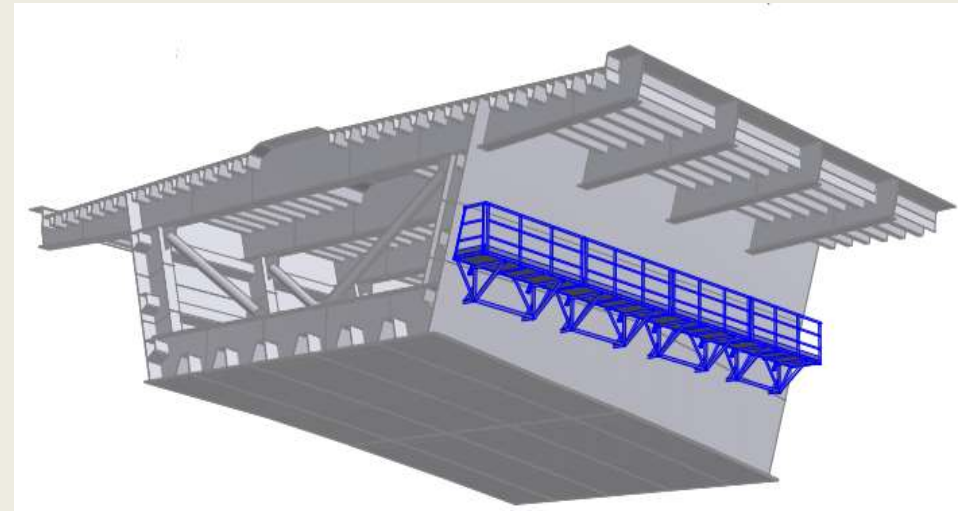
Podest ispod mosta na spoju segmenata, riječni dio

3. Montaža čelične konstrukcije



Skela ispod donje lamele, riječni dio

Skela za podužne zavare hrpta, riječni dio



3. Montaža čelične konstrukcije



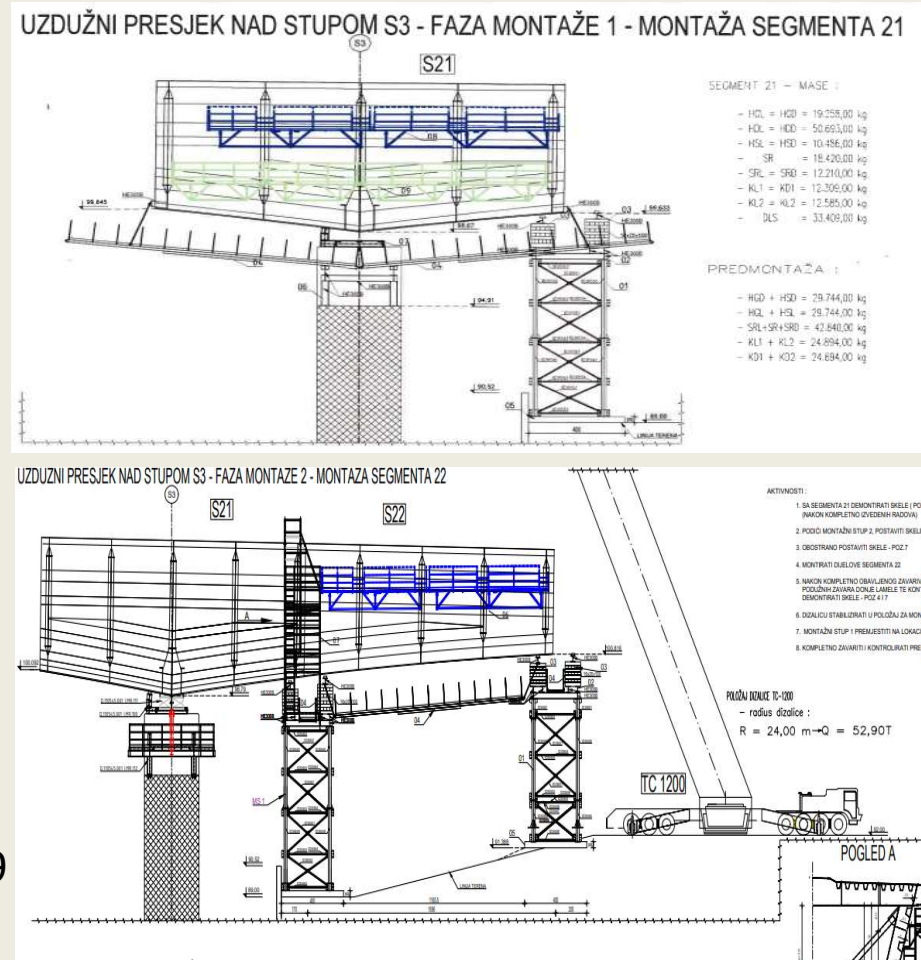
Prvi transporti
čelične
konstrukcije na
stranu BIH
04/21



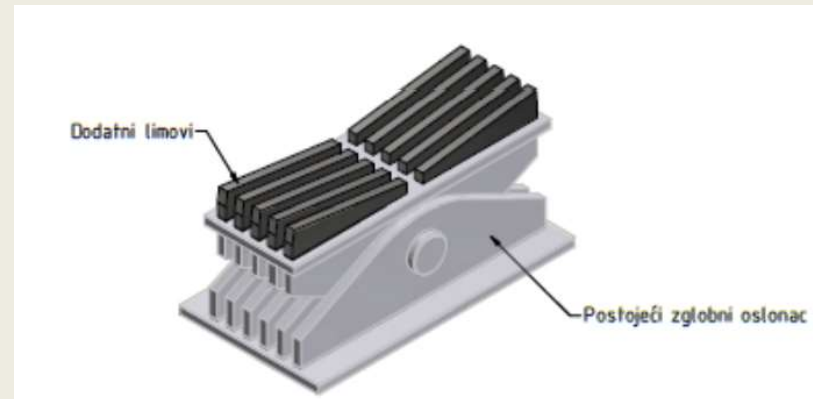
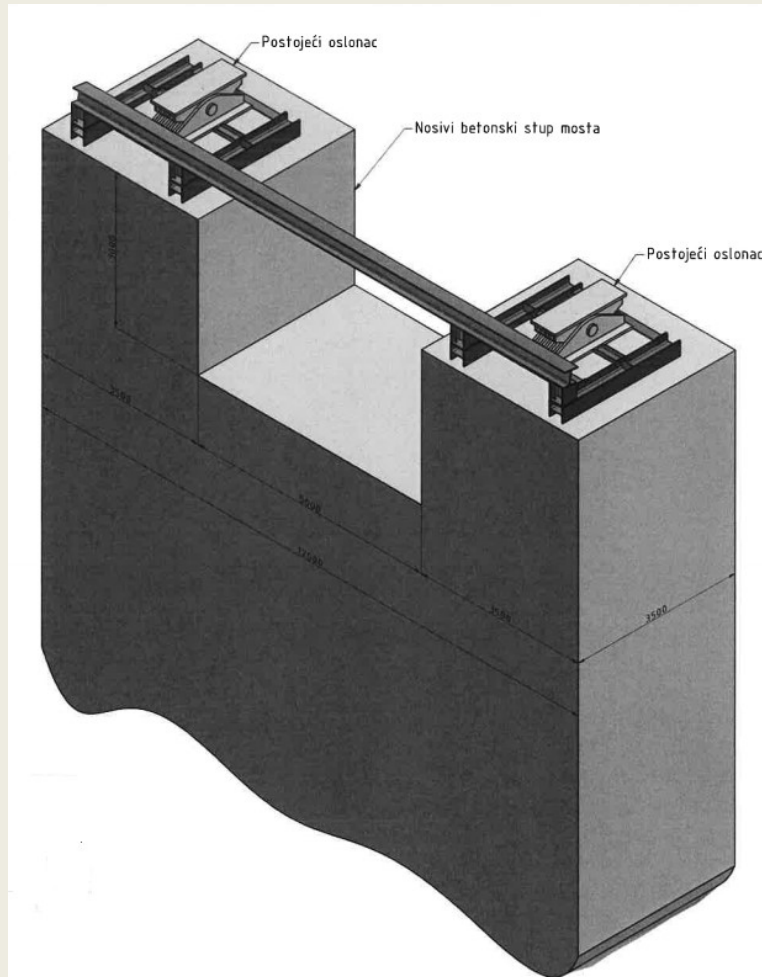
Prvi transporti
čelične
konstrukcije
na stranu RH
06/21

3. Montaža čelične konstrukcije

- Faza 1 - Montaža segmenata 9 i 21
- Faza 2 - Montaža segmenata 8 i 22
- Faza 3 - Montaža segmenata 7 i 23
- Faza 4 - Montaža segmenata 10 i 20
- Faza 5 - Montaža segmenata 6 i 24
- Faza 6 - Montaža segmenata 11 i 19
- Faza 7 - Montaža segmenata 5 i 25
- Faza 8 - Montaža segmenata 12 i 18
- Faza 9 - Montaža segmenata 4 i 26
- Faza 10 - Montaža segmenata 13 i 17
- Faza 11 - Montaža segmenata 3 i 27
- Faza 12 - Montaža segmenata 14 i 16
- Faza 13 - Montaža segmenata 1, 2, 28, 29
- Faza 14 - Montaža upasnog segmenta
- Faza 15 - odizanje mosta na stupištu, spoj segmenata 1 i 2, te 28 i 29



3. Montaža čelične konstrukcije



3. Montaža čelične konstrukcije



Montaža prvog
segmenta na stup S3
Segment 21- 300 tona

3. Montaža čelične konstrukcije



3. Montaža čelične konstrukcije



3. Montaža čelične konstrukcije

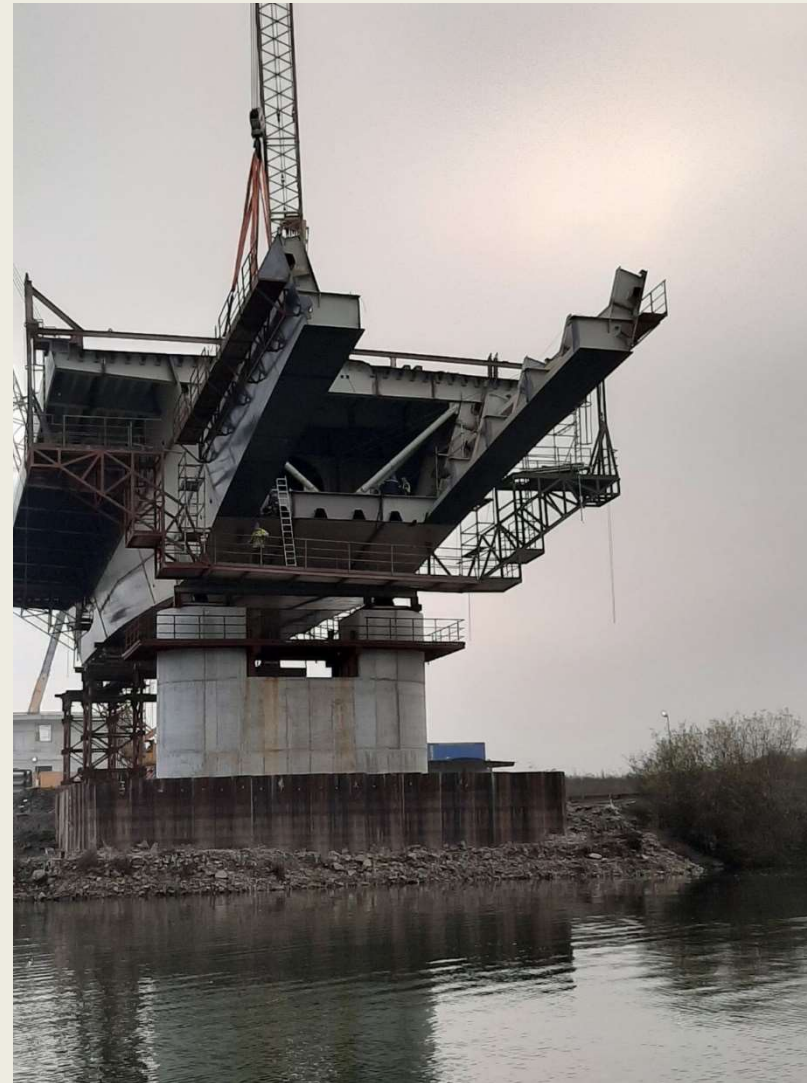


Predmontaža
čelične
konstrukcije

- HGL+HGD
- HDL+HDD
- SRL+SR+SRD
- DLL+DLS+DLS
- KL1+KL2
- KD1+KD2



3. Montaža čelične konstrukcije



3. Montaža čelične konstrukcije



3. Montaža čelične konstrukcije



3. Montaža čelične konstrukcije



- kontrola procesa predgrijavanja
- kontrola parametara zavarivanja
- kontrola redoslijeda zavarivanja
- kontrola nakon vađenja korijena zavarivanja 100% PT (MT)
- kontrola popravka zavara
- kontrola završne obrade zavara
- kontrola zavara nakon zavarivanja prema Planu kontrole
- provjera specifikacije zavarivanja WPS prema normi HRN EN 1090-2, dodatak K.



3. Montaža čelične konstrukcije



3. Montaža čelične konstrukcije



3. Montaža čelične konstrukcije



3. Montaža čelične konstrukcije

Preostale aktivnosti:

- Završetak montaže čelične rasponske konstrukcije na RH strani
- Montaža upasnog segmenta
- Odizanje mosta na projektiranu visinu
- Zamjena privremenih ležajeva
- Spojevi segmenata 1-2, 28-29
- Antikorozivna zaštita čelične rasponske konstrukcije

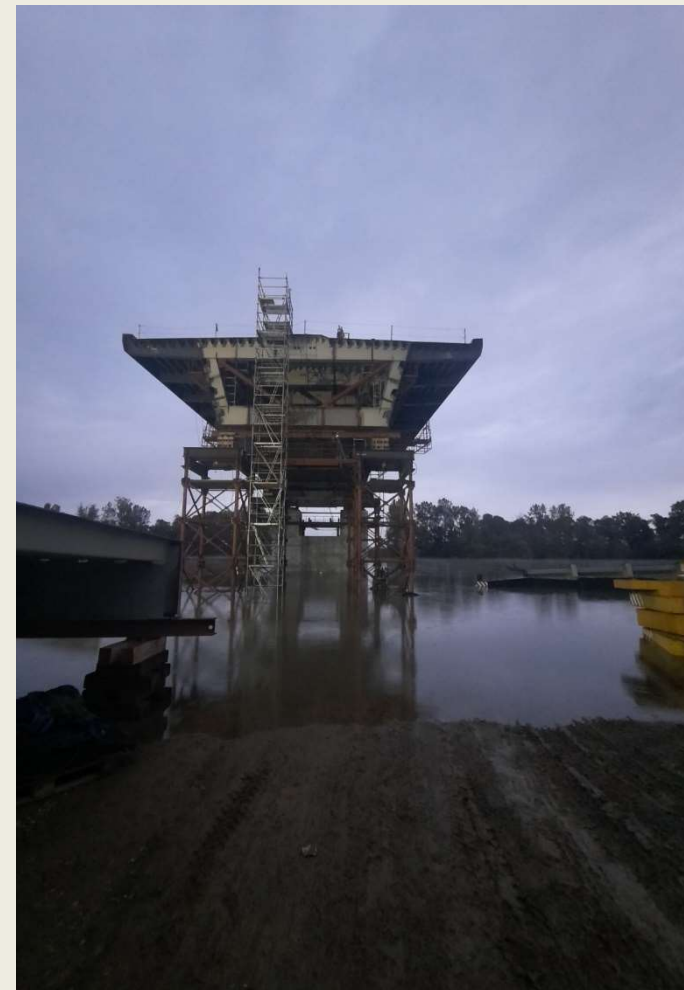


4. Izazovi tijekom proizvodnje i montaže

- Izrada specifikacija materijala za nabavu čelične konstrukcije sa minimalnim otpadom
- Skladištenje izrađene konstrukcije mosta
- Transport konstrukcije, opreme i alata tijekom pandemije korona virusa
- Svakodnevni prelazak djelatnika preko graničnog prijelaza
- Privremeni uvoz opreme i alata u Bosnu i Hercegovinu
- Svakodnevno praćenje vodostaja rijeke Save i evakuacija gradilišta tijekom visokog vodostaja
- Projektiranje, izrada i montaža naprava prilagođena montaži
- Izmjena postupka montaže u odnosu na glavni projekt



4. Izazovi tijekom proizvodnje i montaže







Hvala !