

Izradio: INSTITUT IGH d.d.
ZAVOD ZA PROJEKTIRANJE
10 000 Zagreb, Janka Rakuše 1

Građevina: MOST IVANJA REKA U KM 38+950 NA AUTOCESTI A3

Predmet: TEHNIČKA RJEŠENJA SANACIJE OŠTEĆENJA NA
AUTOCESTAMA, HAC 2018.

Knjiga: TEHNIČKO RJEŠENJE SANACIJE NA MOSTU IVANJA
REKA – ISTOČNI MOST

Radni nalog: 62115647

Broj evidencije: 72120-IZV-577/19

II TEHNIČKI DIO

Mjesto i datum: Zagreb, siječanj 2019.

1. UVOD

Temeljem Ugovora između Naručitelja (Urbroj: 4211-400-2261/20018, Ev.broj: J 32/18, HRVATSKE AUTOCESTE d.o.o.) i Izvršitelja (Ug.br. 2-72120-1-15647/18br.:2-72120-1-15716/18 INSTITUT IGH d.d.) zatražen je pregled i izrada tehničkog rješenja sanacije mosta Ivanja Reka u km 38+950 na autocesti A3. Predmet pregleda i izrade tehničkog rješenja je izrada projekta teške cijevne skele za odizanje mosta i zamjenu ležajeva na stupovima S14 i S18.

2. OPIS KONSTRUKCIJE

Most preko Save kod Ivanje Reke sastoji se od dva paralelna mosta povezana središnjom pločom na kojoj je pričvršćena odbojna ograda.

Svaki most se sastoji od 5 dijelova-segmenata odvojenih prelaznim napravama.

Tri zapadna segmente sastoje se od 4 + 5 + 5 raspona duljine 41,00 m (izuzetak su prvi raspon kod upornjaka – 40,00 m i posljednji – do korita rijeke Save – 49,25 m). Četvrti segment u uzdužnom smjeru sastoji se od 4 otvora u koritu Save raspona 57,50 m. Rasponsku konstrukciju predstavljaju po 3 glavna prednapregnuta nosača duljine 39,00 m, oslonjena na naglavnu konstrukciju u obliku sandučastog konzolnog nosača, u dužini 2 x 9,25 m.

Peti segment se sastoji od 6 raspona duljine 41,00 m (izuzetak su prvi raspon kod upornjaka – 40,00 m i posljednji – do korita rijeke Save – 49,25 m)

Poprečni presjek mosta je širok 2 x 14,70 m i to: kolnička širina 2x11,00 m; pješačka staza širine 2x1,70 m i središnja međuploča širine 4,0 m. Ovo je standardna širina mosta se povećava na upornjaku U24 na približno 2x14 m kolnika uz jednaku širinu hodnika.

3. OPIS SANACIJSKOG ZAHVATA

3.1 Načelni postupak sanacije

- Organizacija gradilišta
- Demontaža zaštitnih ograda u zoni rada
- Strojni iskop za temelj teške cijevne skele
- Ugradnja armature i betona temelja
- Montaža teške cijevne skele
- Montaža čeličnih nosača i pragova potrebnih za odizanje mosta
- Doprema hidrauličkih preša za odizanje mosta i odizanje mosta
- Zamjena ležajeva
- Uklanjanje oštećenog i degradiranog betona
- Hidrodinamičko pranje površina betona
- Sanacija betonskih površina
- Ojačanje FRP trakama u zoni oštećenja i vlačnih pukotina
- Izvedba trajnoelastičnog premaza

3.2 Regulacija prometa

Tijekom izvođenja radova na sanaciji mosta potrebno je premještanje cijelog prometa na susjedni most do završetka radova.

„C“ Slučaj HAC-a (Tipska regulacija prometa)

4. TEHNIČKI OPIS RADOVA NA ZAMJENI LEŽAJEVA

1. UVOD

Temeljem projektnog zadatka i narudžbe od strane Investitora HAC-a d.o.o. iz Zagreba bilo je potrebno izraditi projekt odizanja mosta "Ivanja Reka" i zamjene ležajeva na stupnim mjestima S6 i S10 (S 6 i S 10 prema oznakama na samom mostu) na istočnom mostu (smjer prema Ivanjoj Reci).

Prilikom rada na projektu odizanja mosta korištena je sva dostupna dokumentacija Investitora, arhiva projekata Instituta IGH d.d., literatura u kojoj se spominje most kod Ivanje Reke i korištena su iskustva radova odizanja mostova i sanacija sličnih problema.

Posebno problematičan se pokazao pristup mostu sa njegove sjeverne strane (lijeva obala rijeke Save). Krajem siječnja i početkom veljače pokušalo se u tri navrata doći do stupišta S 6, ali pristup kako pješke, tako niti vozilom nije bio moguć zbog neprohodnog terena, odvodnog kanala koji je između upornjaka i rijeke Save, ali i izlivanjem Save iz korita u inundaciju. Na kraju se do stupišta S 6 došlo po revizionoj stazi na mostu, kao jedinom mogućem pristupu.

2. REZULTATI PREGLEDA MOSTA "IVANJA REKA"

Temeljem obilaska mosta sa sjeverne strane preko revizije staze pregledane su lokacije radova na sanaciji ležajeva na stupnim mjestima S6 i S10, a stupno mjesto S 10 pregledano je i sa donje strane iz inundacije sa lijeve obale Save.

STUPNO MJESTO S6 (STOL S6) – STRANA ZAGREB (JUG)

- Na strani prema Zagrebu (jug) ležajevi na ispravnim mjestima, nedeformirani
- Vidljivo odlamanje betona u hrptu glavnog nosača iznad ležaja, vidljiva korodirala armatura
- Kontinuitetna ploča debljine 20 cm + 10 cm izravnavajuće ploče
- Uočene kose pukotine sanduka na konzolnom dijelu. Pukotine su u smjeru vlačnih naprezanja. Veće odlamanje betona u zoni pukotina sanduka i korozija armature.
- Završetak stola S6 na kojem je predviđeno oslanjanje mosta je na rubu korita rijeke Save.

STUPNO MJESTO S18 (STOL S6) – STRANA IVANJA REKA (SJEVER)

- Nova dilatacija mosta
- Ležajevi pomaknuti naprijed (u smjeru raspona) i prelaze rub oslanjanja za ~ 10 cm

- Prilikom zadnje sanacije (kraj 2018.g.) ubačeni pomoćni ležajevi na krajevima nosača. Stanje nepromijenjeno od ugradnje
- Hrnat glavnih nosača raspucao na mjestu ležajeva
- Oplata nije uklonjena od zadnje sanacije

STUPNO MJESTO S14 (STOL S10) – STRANA ZAGREB (JUG)

- Na strani prema Zagrebu (jug) ležajevi na ispravnim mjestima, sa vidljivim pomakom elastomera prema rasponu za ~ 5 cm. Nova dilatacija mosta
- Vidljivo odlamanje betona u hrptu glavnog nosača iznad ležaja, vidljiva korodirala armatura
- Kontinuitetna ploča debljine 20 cm + 10 cm izravnavajuće ploče
- Oplata nije uklonjena od zadnje sanacije

STUPNO MJESTO S14 (STOL S10) – STRANA IVANJA REKA (SJEVER)

- Na strani prema Ivanjoj Reci (sjever) ležajevi na ispravnim mjestima, nedeformirani

OSTALO

- Središnji pojas između dva mosta potpuno degradiran sa vidljivom korodiralom armaturom
- Reviziona staza između dva mosta nedostupna za korištenje (uklonjen pristup sa nasipa odvodnog kanala). Nedostaje na 80 % staze obostrano ograda, nedostaje do 10 % gazišta, dio ograde deformiran i puknut

ISTOČNI MOST

- Uočen pomak ležajeva na stupu S8, smjer Zagreb, za ~5 cm prema rasponu
- Nedostaje zaštita mortom kotvi kablova greda na stupu S8
- Uočene kose pukotine u hrptu sanduka u smjeru vlačnih naprezanja, stup S8
- Na stupu S18 (stol S6) vidljiva prelazna naprava potpuno razdvojena ~ 20 cm
- Na stupu S18 (stol S6) pomaknuti ležajevi prema rasponu za ~ 10 cm.
- Raspucala naglavnica stupa S23 (S1)

3. FOTOGRAFIJE POSTOJEĆEG STANJA MOSTA "IVANJA REKA"



ISTOČNI MOST - stol S6 (S18): otvorena dilatacijska naprava



ISTOČNI MOST - stol S6 (S18): pomaknut ležaj



ISTOČNI MOST - Stol S10, smjer Ivanja Reka; unutarnji i srednji nosač



ISTOČNI MOST - Stol S10, smjer Ivanja Reka; vanjski nosač



Situacija potrebnog pristupnog puta od Čulinečke ulice, uz odvodni kanal, preko nasipa do stupa S 6. Procijenjena duljina ~ 3,8 km.

4. NAPOMENE UZ PROJEKT ODIZANJA MOSTA I ZAMJENE LEŽAJEVA

Temeljem obilaska mosta, utvrđenog zatečenog stanja i sagledavanja mogućnosti radova na zamjeni ležajeva, uočeni su mnogi problemi koji iznimno poskupljuju zahvat zamjene ležajeva:

- a. Nije uočena nikakva promjena stanja ležajeva u zadnjih 5 mjeseci
- b. Za potrebe radova na izvedbi teške cijevne skele i AB temelja sa sjeverne strane (lijeva obala) kod stupa S18 (stol S6) potrebno je **urediti i dovesti u uporabno stanje pristupni put duljine ~ 3,8 km** od Čulinečke ceste, uz odvodni kanal, preko nasipa od rijeke Save, do lokacije radova. Za navedeni put je potrebno dobiti uvjete Hrvatskih voda. Put je potreban za pristup mehanizacije za izradu AB temelja i teške cijevne skele.
- c. Položaj novih ležajeva neće biti **bitno povoljniji** od postojećeg položaja. Os ležajeva ne može biti na većem kraku nego li je to zadano u osnovnom projektu zbog povećanja momenta na kratkoj konzoli, lokalnog unosa sile u područje izvan kablova sa minimalnom armaturom glavnih nosača, a naročito se ne smije oslanjati na mort za zaštitu kotvi kablova. U sklopu zamjene ležajeva novima osigurat će se najpovoljniji mogući položaj u uvjetima postojeće geometrije nosivih greda i oslonaca na stolovima.
- d. Za potrebe teške cijevne skele na stupu S18 (stol S6) prema koritu Save potrebno je nasipati radni plato i ući u vodu ~ 8 m i time smanjiti proticajni profil na tom mjestu za vrijeme radova
- e. Procjena trajanja zatvora prometa prije i nakon odizanja mosta je 2 dana po jednom stupu, dakle 4 dana za dva stupa (S6 i S10). Ukupno vrijeme trajanja radova, bez izrade pristupnog puta je procijenjeno na 120 radnih dana.

5. PRIJEDLOG NAREDNIH RADOVA SANACIJE NOSIVE KONSTRUKCIJE

Za trenutno stanje mosta, nakon pregleda lokacije radova, sve dostupne dokumentacije i analize svih uočenih problema, predlaže se izvesti nastavak sanacije istočnog mosta:

- 1) Provesti istražne radove rasponske konstrukcije cijelog mosta zbog utvrđenih oštećenja, starosti konstrukcije i značajnog prometnog opterećenja, a u svrhu podloge za cjeloviti projekt sanacije.
- 2) Kontrolni statički proračun donjeg i gornjeg ustroja mosta prema važećim propisima.
- 3) Kontrolna analiza opterećenosti mosta u situaciji dvosmjernog prometa (4 trake) po jednoj strani i utjecaj na postojeću konstrukciju.
- 4) Trajno rješenje pristupnih putova ispod mosta.
- 5) Sanacija ili zamjena središnjeg pojasa između dva mosta.

- 6) Kompletna sanacija čelične revizione staze ispod mosta izvedbom ograde u sijeloj dužini, te dopunom čeličnih gazišta, gdje nedostaju.
- 7) Uvođenje kontinuiranog pregleda položaja ležajeva na mjesečnoj bazi, u periodu od barem godine dana, da bi se utvrdilo ponašanje konstrukcije kod većih temperaturnih promjena (ljetno – zima).

6. TEHNIČKO RJEŠENJE ODIZANJA MOSTA I ZAMJENE LEŽAJEVA

U sklopu ovog tehničkog rješenja predviđena je tehnologija radova na zamjeni ležajeva izvedbom tornjeva od teške cijevne skele tip TC – 500 sa čeličnim nosačima IPB (HEB) 500 od čelika S355JR+N na vrhu tornjeva, prema nacrtima u prilogu. Način zamjene ležajeva je odabran da se što manje zadire u postojeću nosivu konstrukciju mosta. Stoga je rješenje predviđeno na način da se uz svaku dilatacijsku napravu na stupovima S 6 i S 10 istočnog mosta (smjer Ivanja Reka) izvedu tornjevi od teške skele sa centričnim osloncima za pumpe nosivosti 1.600 kN u osi prvog poprečnog nosača uz ležaj, osim u vanjskim gredama gdje se koriste dvije uparene pumpe od 2 x 1.600 kN lijevo i desno od poprečnog nosača, prema nacrtima u prilogu. Na suprotnoj strani svakog stola skela se postavlja osno ispod zone ležajeva, **ali ispod stola** i na tom mjestu se most pridržava i unosi reakcija od vlastite težine suprotne strane u skelu. Ovo rješenje je odabrano kao alternativa rješenju da se most diže i na strani gdje nema dilatacije, jer to iziskuje veće radove na gornjoj kontinuitetnoj ploči, armaturi, asfaltu, a i zahtjeva dugotrajnije zatvaranje prometa.

Teška cijevna skela se temelji na AB temeljima debljine 80 cm od betona C 25/30 i armiranim rebrastom armaturom B500B, prema nacrtima u prilogu. Temelji su predviđeni ispod razine okolnog terena za ~ 70 – 130 cm (ovisno o kojem se stupu radi) kako bi se nakon završetka radova mogli zatrpiti. Na lokaciji stupa (stola) S 10 pristup gradilištu i blizina rijeke Save su puno povoljniji nego na stolu S 6. Do stupa S 10 je moguć pristup sa desne obale Save uz nasip i kroz inundaciju, a sam stup je predzadnji prije korita.

Pristup stupu S6 je građevinskoj mehanizaciji **trenutno nemoguć**, a rub stola na kojem nije dilatacija (mjesto gdje se oslanja na skelu za vrijeme odizanja mosta) je na samom rubu korita rijeke Save. Da bi se omogućio pristup mehanizaciji do lokacije radova potrebno je urediti i dijelom izgraditi pristupni put od Čulinečke ulice, uz odvodni kanal, preko nasipa, te silaskom u inundaciju do samog stupa. Navedeni **pristupni put nije dio ovog projekta**, te ga Investitor treba zasebno izraditi (projekt, dozvole i izvedba).

Na mjestu oslanjanja stola S6 gdje nije dilatacija, položaj teške skele i AB temelja je na rubu korita rijeke Save. Ovim rješenjem je predviđeno djelomično nasipavanje korita rijeke krupnim i sitnijim kamenom, kao osiguranje stabilnosti pokosa za vrijeme radova. Kako pristup do stupa S 6 nije bio moguć u vrijeme izrade ovog tehničkog rješenja, osim revizijskom stazom ispod mosta, nije mogla biti obavljena geodetska snimka terena u zoni radova, te su količine nasipa podložne mogućim korekcijama za vrijeme izvedbe. Obračun svih navedenih radova u ovom tehničkom rješenju svakako mora biti prema stvarno izvedenim količinama.

Tehnologija odizanja mosta i zamijene ležajeva je predviđena sa uparenim pumpama nosivosti 1.600 kN i to ispod unutarnjih i srednjih nosača po jedna, a ispod vanjskih nosača dvije u redu. Navedeno je potrebno zbog očekivane sile odizanja od ~ 170 t na vanjskim nosačima. Rad je

predviđen na svakom stupu zasebno, sa istom opremom i skelama, tako da nije moguće raditi paralelno. U fazi odizanja mosta potrebna je kontinuirana geodetska kontrola i praćenje pomaka, kako mosta, tako i skele i temelja. Ako se primijeti slijeganje temelja ili skele veće od **10 mm obavezno je potrebno prekinuti sve daljnje aktivnosti** i zaustaviti odizanje mosta.

Također ako se ustanovi da sa računskim silama nije moguće odići most, potrebno je prekinuti daljnje aktivnosti i utvrditi razlog nemogućnosti rada.

Nakon unesenih sila i odizanja mosta na mjestu dilatacija, a paralelno s time oslonjenog stola na suprotnoj strani, može se ukloniti postojeće ležajeve, očistiti i ispuhati oslonce na stolu i ugraditi nove ležajeve. Prije narudžbe novih ležajeva potrebno je izmjeriti visinu postojećih, te u skladu s njom naručiti nove. Novi ležajevi trebaju biti neopterećeni visine postojećih pod opterećenjem, jer se pretpostavlja da su oni na mostu vertikalno minimalno deformirani. Kako se ležajevi mijenjaju pod postojećom novo izvedenom dilatacijom, potrebno je da novi ležajevi zauzmu istu visinu postojećih, te je stoga povoljnije da su neznatno niži, a eventualno nedostajuća visina će se odrediti geodetskom izmjerom na dilataciji i podmetanjem tankih limova pod nove ležajeve (maksimalno do 5 mm).

U fazi odizanja mosta svih 8 pumpi mora raditi simultano na način da koliku silu dizanja se ostvaruje na dilataciji (mjestu zamjene ležajeva), istu silu je potrebno unositi na suprotnom tornju skele pod stol, kao oslonac i osiguranje od prevrtanja. Za vrijeme radova na zamjeni ležajeva pumpe se moraju zakočiti na ostvarenoj sili, a prema nacrtima u prilogu podložiti most sa drvenim pragovima. Brzina dizanja mora biti minimalno moguća sa stalnim praćenjem ponašanja konstrukcije mosta i oslonaca na skelama. **Maksimalna visina dizanja mosta je do 5 cm.**

Uzdužna veza oba mosta izvedena je slobodno oslonjenim AB pločama i ne očekuje se da će one stvarati dodatni otpor dizanju mosta. Svako eventualno oštećenje na navedenim elementima će se sanirati nakon radova uz odobrenje projektanta.

Također, u sklopu ovog tehničkog rješenja predviđeni su radovi na lokalnoj sanaciji betona u zoni zamjene ležajeva u skladu sa opisom i tehničkim parametrima iz Troškovnika radova u prilogu.

5. PRIMJENA FRP-A SA CILJEM OJAČANJA OŠTEĆENE KONSTRUKCIJE

- Sa ciljem povećanja posmične nosivosti AB ležajne 'stolne' konstrukcije te predgotovljenih prednapetih nosača vrši se ojačanje primjenom traka od polimera armiranih ugljičnim vlaknima – (CFRP traka).
- Ojačanje se vrši sa fleksibilnim vlaknastim pletivom (trakama), širine 30 cm, a kojima se ovija AB konstrukcija stola te hrbat i donja pojasnica prednapetog nosača.
- Primjenjuju se trake od ugljičnih vlakana težine 300 g/m².
- Slijedeći je tok izvedbe radova:
 - Priprema betonske površine u pogledu čišćenja i poravnanja betonske površine (opisano u prethodnim poglavljima)
 - Prije nanošenja sanacijskog sustava vrši se testiranje prionljivosti betonske površine pull-off metodom (5 mjernih mjesta – prema HRN EN 1542). Kriterij prihvatljivosti iznosi: > 1,5 MPa.
 - Primjena FRP sustava ojačanja:
 - Nanošenje epoksidnog lijepila;
 - Nanošenje CFRP traka. Trake se nanose sukladno uputama proizvođača, na način da se čepičastim valjkom utisnu u epoksidnu smolu
 - Trake se ugrađuju s preklopima širine 5 cm.
 - Nanošenje zaštitnog premaza na bazi epoksida, sve prema uputama proizvođača

6. PRORAČUN TEŠKE CIJEVNE SKELE

Za potrebe kontrole nosive konstrukcije teške skele u fazi odizanja i sanacije ležajnih kvadera proveden je statički proračun. Opterećenje na skelu jednako je reakciji mosta (vlastita težina), bez prometnog opterećenja.

Za fazu odizanja glavnog nosača predviđen je unos sile i vertikalni pomak na obje strane za potrebe sanacije pojedinog kvadera. Nakon završetka radova na kvaderima, most se spušta zajedno sa ležajevima.

Odizanje se ostvaruje na poprečnom nosaču ~ 125 cm od spoja na glavni.

Analiza opterećenja:

Raspon lijevo i desno od stupa: $39,0 + 39,0 = 78,00$ m.

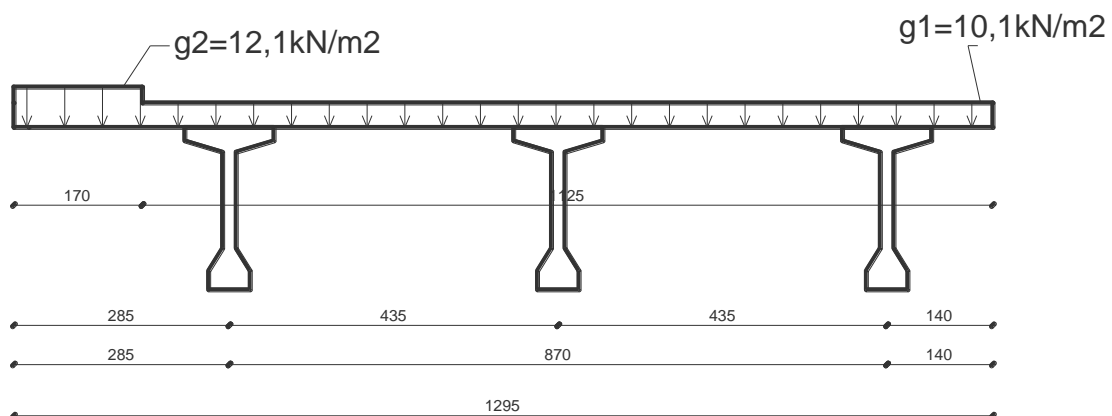
Sa svake strane stupa se postavlja jedna teška skela.

Pripadajuće opterećenje (uzdužno): $39,0 / 2 = 19,50$ m.

Opterećenje kolničke ploče (poprečni presjek):

- asfalt 8 cm	...1,6 kN/m ²
- ploča 30 cm	...7,5 kN/m ²
- dodatno (pop. nosači, instalacije)	...1,0 kN/m ²
- vijenac i ograde	...2,0 kN/m ²
g ₁ UKUPNO NA GREDAMA	...10,1 kN/m ²
g ₂ ... UKUPNO NAD PJ.STAZOM	...12,1 kN/m ²

Poprečna shema



Ulazni podaci - Konstrukcija

Koordinate čvorova

No	X [m]	Y [m]	Z [m]	No	X [m]	Y [m]	Z [m]	No	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	0.0000	0.0000	0.0000	3	0.0000	8.7000	0.0000	5	39.0000	4.3500	0.0000
2	0.0000	4.3500	0.0000	4	39.0000	0.0000	0.0000	6	39.0000	8.7000	0.0000

Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m2]	μ	γ [kN/m3]	α [1/C]	Em[kN/m2]	μ_m
1	Beton MB 40	3.400e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.400e+7	0.20

Setovi greda

Set: 1 Presjek: Proizvoljni, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Beton MB 40	4.000e-2	3.333e-2	3.333e-2	2.533e-4	1.333e-4	1.333e-4

Setovi točkastih ležajeva

	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			
2	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			

Konture greda Set 1. Proizvoljni

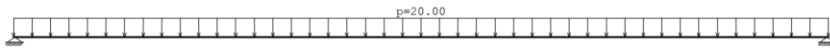
No	Čvor I	Čvor J	Oslobađanje utjecaja									M	Ozn. pozicije					
			Čvor I			Čvor J												
			M1	M2	M3	P1	P2	P3	M1	M2	M3			P1	P2	P3		
1	1	4																
2	2	5																
3	3	6																

Ulazni podaci - Opterećenje

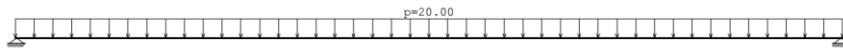
Lista slučajeva opterećenja

LC	Naziv	pX [kN]	pY [kN]	pZ [kN]
1	Vlastita težina greda	0.00	0.00	-2340.00
2	Gornji slojevi AB ploče i asfalt	0.00	0.00	-5249.40
3	Komb.: 1.2x+1.2xII	0.00	0.00	-9107.28

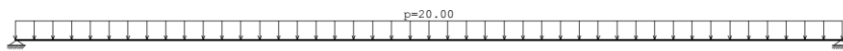
Opt. 1: Vlastita težina greda



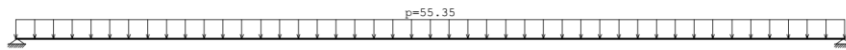
Opt. 1: Vlastita težina greda



Opt. 1: Vlastita težina greda



Opt. 2: Gornji slojevi AB ploče i asfalt



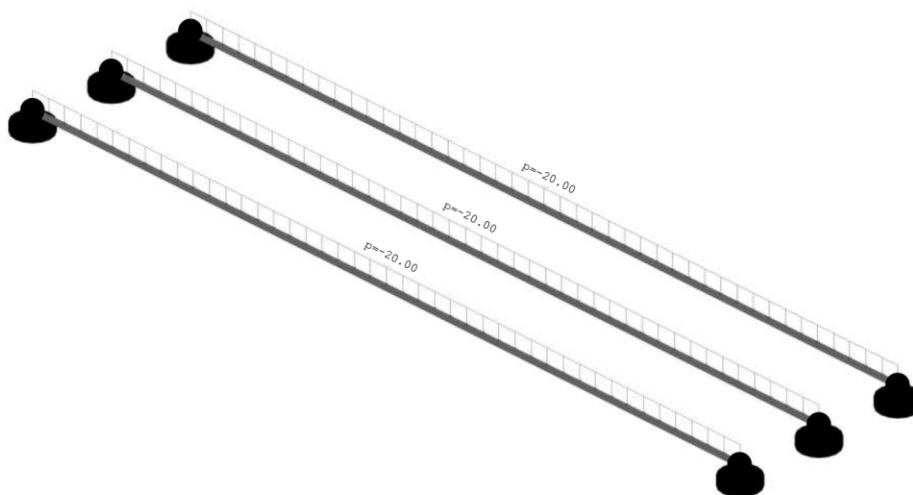
Opt. 2: Gornji slojevi AB ploče i asfalt



Opt. 2: Gornji slojevi AB ploče i asfalt



Opt. 1: Vlastita težina greda



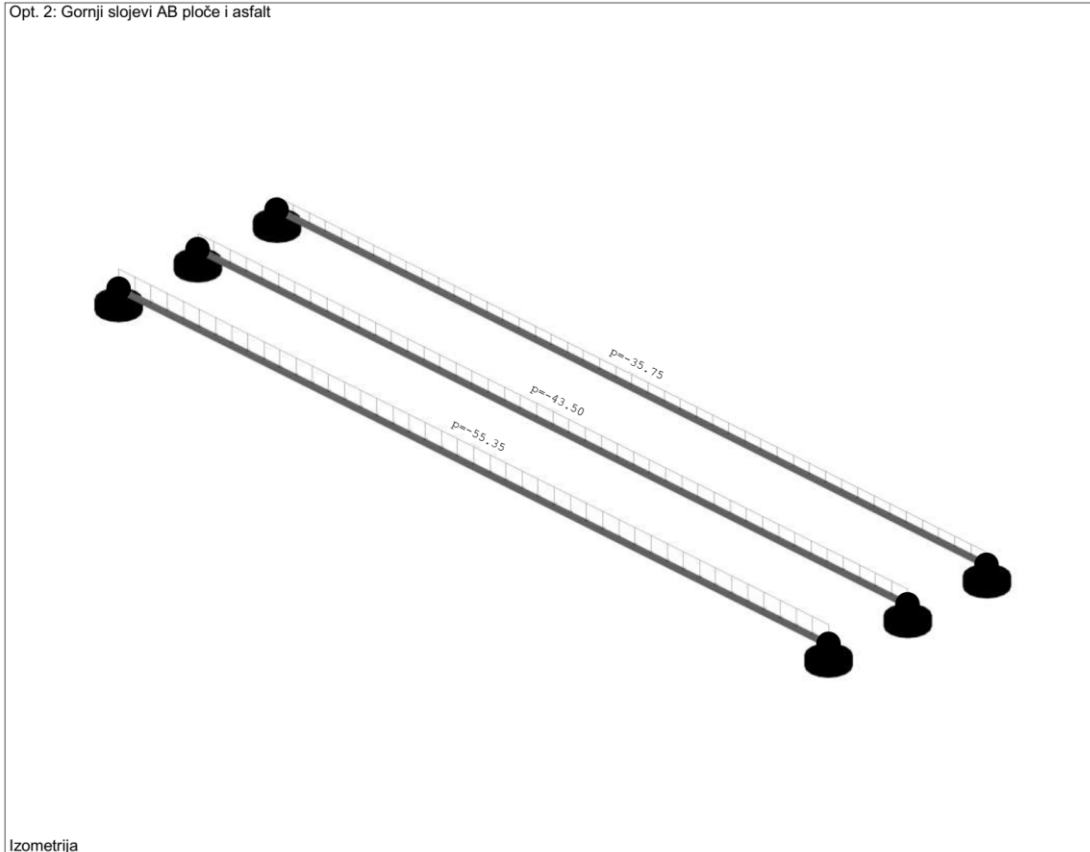
Izometrija

Tower - 3D Model Builder 7.0

Registered to Institut IGH d.d.

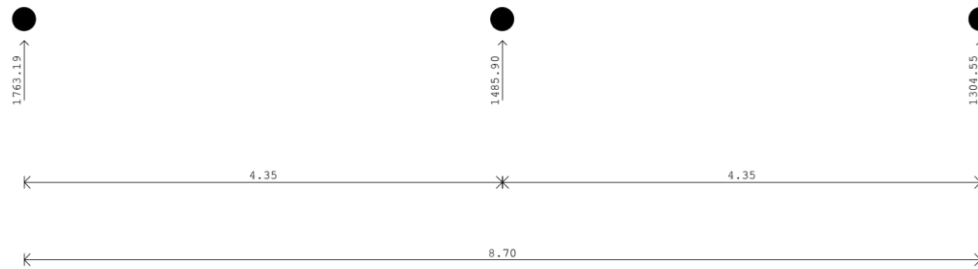
Radimpex - www.radimpex.rs

Opt. 2: Gornji slojevi AB ploče i asfalt

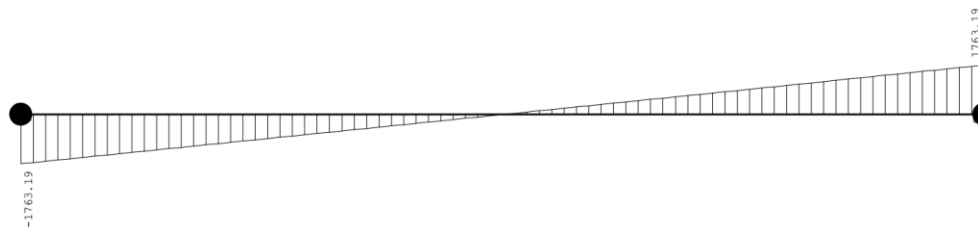


Statički proračun

Opt. 3: 1.2xl+1.2xll

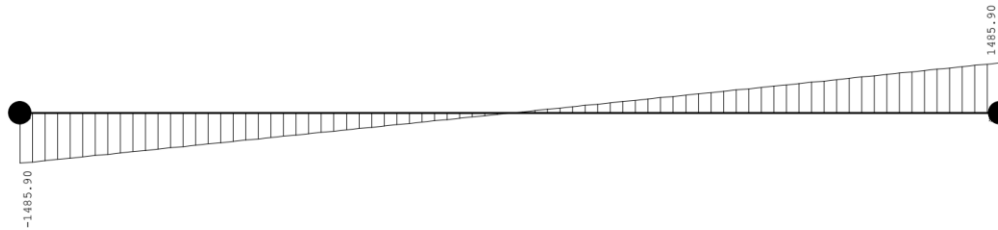


Reakcije ležajeva
Opt. 3: 1.2xl+1.2xll

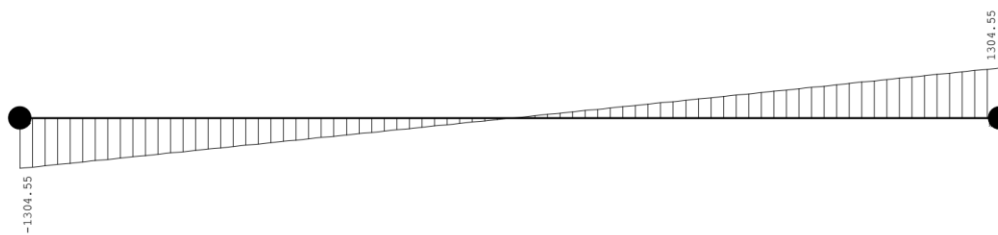


Utjecaji u gredi: max T2= 1763.19 / min T2= -1763.19 kN

Opt. 3: 1.2xl+1.2xll



Utjecaji u gredi: max T2= 1485.90 / min T2= -1485.90 kN
Opt. 3: 1.2xl+1.2xll



Utjecaji u gredi: max T2= 1304.55 / min T2= -1304.55 kN

Rezne sile u gredama - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 3						
Oznaka	LC	x [m]	N1 [kN]	T2 [kN]	M2 [kNm]	M3 [kNm]
(1 - 4)	3	0.000	0.000	-1763.2	0.000	0.000
(2 - 5)	3	0.000	0.000	-1485.9	0.000	0.000
(3 - 6)	3	0.000	0.000	-1304.6	0.000	0.000
(1 - 4)	3	19.500	0.000	0.000	0.000	17191
(2 - 5)	3	19.500	0.000	0.000	0.000	14488
(3 - 6)	3	19.500	0.000	0.000	0.000	12719

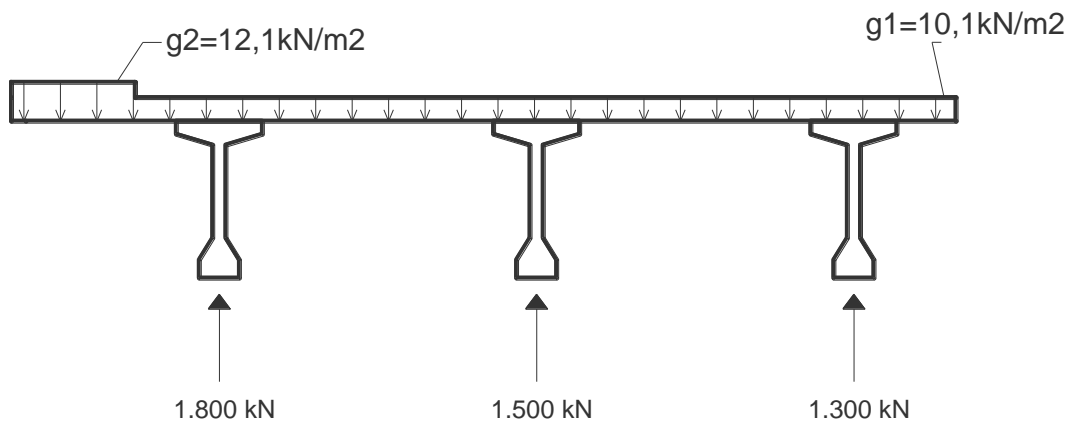
Utjecaji u točkastim ležajevima - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 3							
Oznaka	LC	R1 [kN]	R2 [kN]	R3 [kN]	M1 [kNm]	M2 [kNm]	M3 [kNm]
1	3	0.000	0.000	1763.2	*	*	*
4	3	0.000	0.000	1763.2	*	*	*
2	3	0.000	0.000	1485.9	*	*	*
5	3	0.000	0.000	1485.9	*	*	*
3	3	0.000	0.000	1304.6	*	*	*
6	3	0.000	0.000	1304.6	*	*	*

Ukupne reakcije na pumpama:

A= 1.800 kN

B= 1.500 kN

C= 1.300 kN



Poprečna čelična greda HEB 500:

Mjerodavno za dimenzioniranje

$R=1500 \text{ kN}$

Postavke proračuna:

Kontrola na savijanje + bočno izvijanje.

Ulazni podaci - Konstrukcija

Koordinate čvorova

No	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	0.0000	0.0000	0.0000

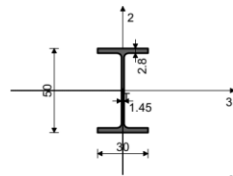
No	X [m]	Y [m]	Z [m]
2	2.2000	0.0000	0.0000

Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ [kN/m ³]	α [1/C]	Em[kN/m ²]	μ m
1	Čelik	2.100e+8	0.30	78.50	1.000e-5	2.100e+8	0.30

Setovi greda

Set: 1 Presjek: IPB 500, Fiktivna ekscentričnost

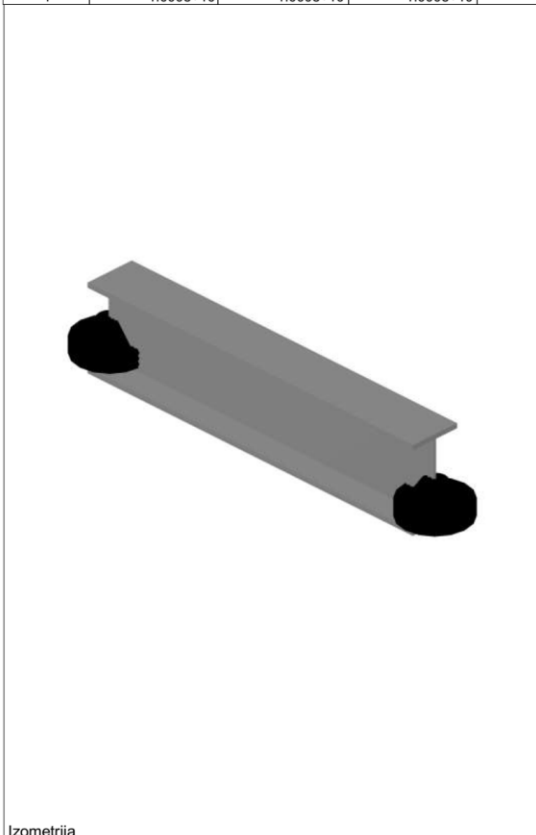


[cm]

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	2.390e-2	9.018e-3	1.488e-2	5.400e-6	1.262e-4	1.072e-3

Setovi točkastih ležajeva

	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			

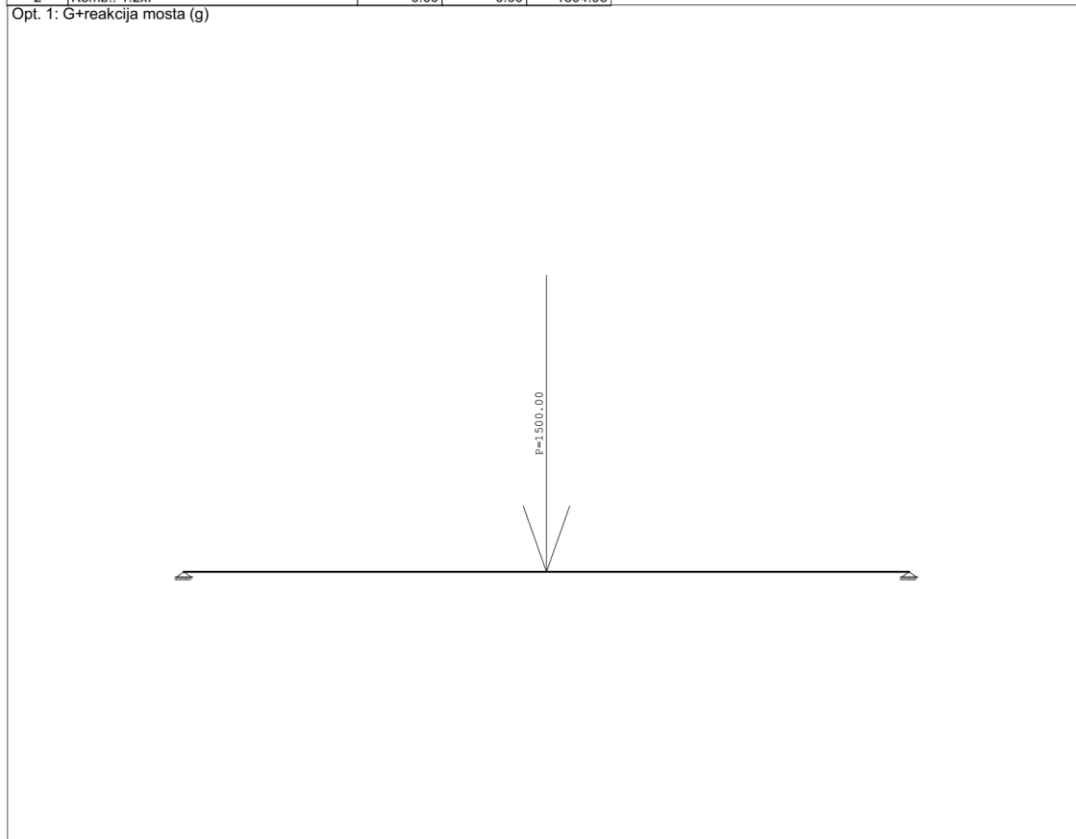


Izometrija

Ulazni podaci - Opterećenje

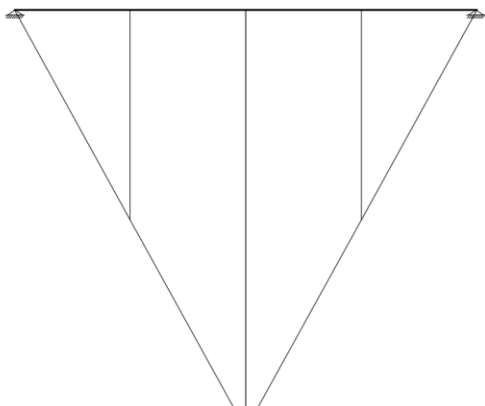
Lista slučajeva opterećenja				
LC	Naziv	pX [kN]	pY [kN]	pZ [kN]
1	G+reakcija mosta (g)	0.00	0.00	-1504.13
2	Komb.: 1.2x1	0.00	0.00	-1804.95

Opt. 1: G+reakcija mosta (g)



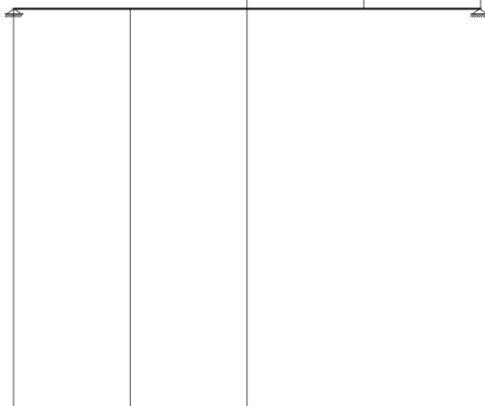
Statički proračun

Opt. 2: 1.2xl

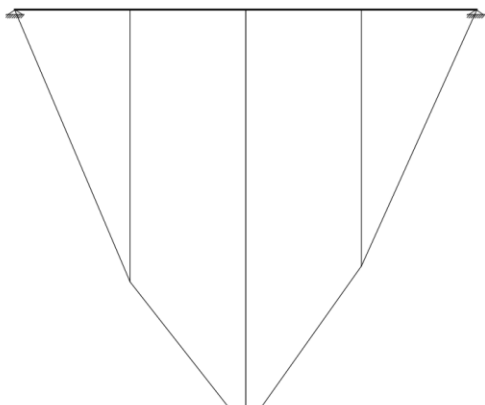


Utjecaji u gredi: max M3= 991.36 / min M3= 0.00 kNm
Opt. 2: 1.2xl

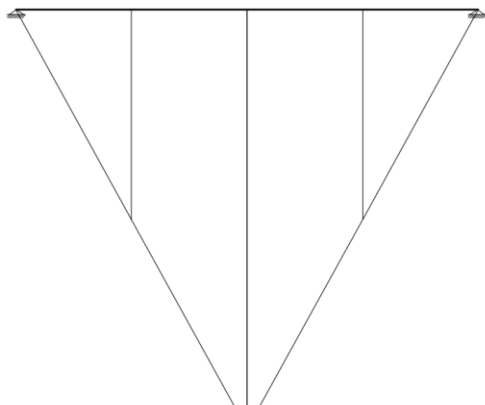
Opt. 2: 1.2xl



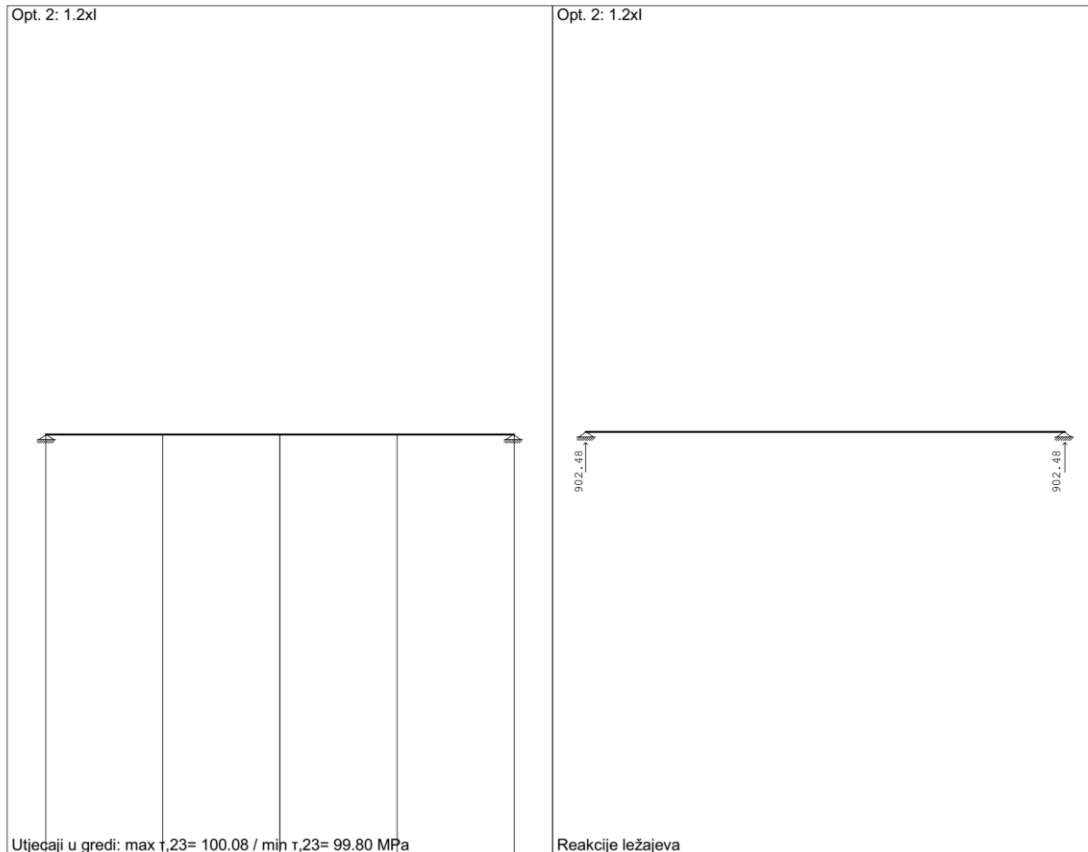
Utjecaji u gredi: max T2= 902.48 / min T2= -902.48 kN
Opt. 2: 1.2xl



Utjecaji u gredi: max Zp= -0.00 / min Zp= -3.01 m / 1000



Utjecaji u gredi: max σ ,max= 231.19 / min σ ,max= 0.00 MPa



Rezne sile u gredama - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 2

Oznaka	LC	x [m]	N1 [kN]	T2 [kN]	M2 [kNm]	M3 [kNm]
(1 - 2)	2	0.000	0.000	 -902.48 	0.000	0.000
(1 - 2)	2	1.100	0.000	-900.00	0.000	 991.36

Deformacija greda L.K.S. - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 2

Oznaka	LC	x [m]	u2 [mm]
(1 - 2)	2	1.100	 -3.012

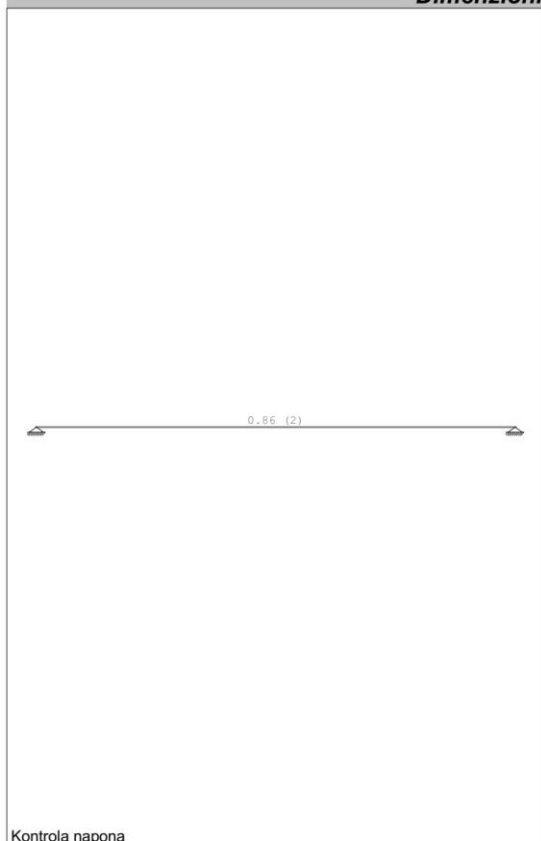
Deformacija greda GLO - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 2

Oznaka	LC	x [m]	Zp [mm]
(1 - 2)	2	1.100	 -3.012

Utjecaji u točkastim ležajevima - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 2

Oznaka	LC	R1 [kN]	R2 [kN]	R3 [kN]	M1 [kNm]	M2 [kNm]	M3 [kNm]
1	2	0.000	0.000	 902.48 	*	*	*
2	2	0.000	0.000	 902.48 	*	*	*

Dimenzioniranje (čelik)

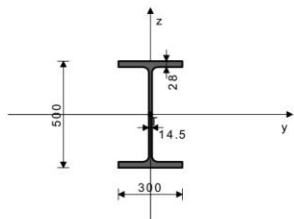


Kontrola napona

ŠTAP 2-1

POPREČNI PRESJEK: IPB 500 [S 355] [Set: 1]
 EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



($f_y = 35.5 \text{ kN/cm}^2$, $f_u = 51.0 \text{ kN/cm}^2$)

$A_x =$	239.00 cm ²
$A_y =$	148.82 cm ²
$A_z =$	90.180 cm ²
$I_x =$	540.00 cm ⁴
$I_y =$	1.07e+5 cm ⁴
$I_z =$	12620 cm ⁴
$W_y,pl =$	4288.0 cm ³
$W_z =$	841.33 cm ³
$W_y,pl =$	4959.4 cm ³
$W_z,pl =$	1260.0 cm ³
$\gamma_{M0} =$	1.100
$\gamma_{M1} =$	1.100
$\gamma_{M2} =$	1.250
$A_{net}/A =$	0.900

[mm]

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREČENJA

2. $\gamma = 0.75$

ŠTAP IZLOŽEN SAVIJANJU

(slučaj opterećenja 2, na 110.0 cm od početka štapa)

Poprečna sila u z pravcu	$V_{sd,z} =$	900.00 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{sd,y} =$	991.36 kNm
Sistemska dužina štapa	$L =$	220.00 cm

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA

Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.5 Savijanje y-y

Računski plastični moment	$M_{pl,Rd} =$	1600.5 kNm
Računska otp. na lokalno izbočavanje	$M_{o,Rd} =$	1383.9 kNm
Računski elastični momenat	$M_{el,Rd} =$	1383.9 kNm
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd} =$	1600.5 kNm

Uvjet 5.17: $M_{sd,y} \leq M_{c,Rd,y}$ (991.36 ≤ 1600.53)

5.4.6 Posmik

Računska plast.otp.na posmik z-z	$V_{pl,Rd} =$	1199.6 kN
----------------------------------	---------------	-----------

Uvjet 5.20: $V_{sd,z} \leq V_{pl,Rd,z}$ (900.00 ≤ 1199.57)

5.4.7 Savijanje i posmik

Koeficijent redukcije	$\rho =$	0.251
-----------------------	----------	-------

Tower - 3D Model Builder 7.0

Registered to Institut IGH d.d.

Radimpex - www.radimpex.rs

Reduc.moment plast.otp.na savijanje
Uvjet: $M_{sd,y} \leq M_{v,Rd,y}$ (991.36 ≤ 1487.16)

$M_{v,Rd,y} =$ 1487.2 kNm

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

Koeficijent	$C1 =$	1.365
Koeficijent	$C2 =$	0.553
Koeficijent	$C3 =$	1.730
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	$k =$	1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	$k_w =$	1.000
Koordinata	$z_g =$	25.000 cm
Koordinata	$z_j =$	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	$L =$	220.00 cm
Sektorski moment inercije	$I_w =$	7.02e+6 cm ⁶
Krit.mom.za bočno torzizvijanje	$M_{cr} =$	11027 kNm
Koeficijent	$\beta_w =$	1.000
Koeficijent imperf.	$\alpha_{LT} =$	0.210
Bezdimenzionalna vitkost	$\lambda_{LT} =$	0.400
Koeficijent redukcije	$\chi_{LT} =$	0.953
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd} =$	1525.1 kNm

Nije potrebno voditi računa o bočno-torz.izv. $\lambda_{LT} \leq 0.4$

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM

za posmik u ravnini z-z

Širina lima	$d =$	44.400 cm
Debljina lima	$tw =$	1.450 cm
Nema poprečnih ukrčenja u sredini	$k_T =$	5.340
Koeficijent izbočavanja posmikom		
Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom		

Uvjet: $d / tw \leq 69$ & $(30.62 \leq 56.14)$

5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile

za posmik u ravnini z-z

Računski plastični moment nožica	$M_{f,Rd} =$	1261.1 kNm
----------------------------------	--------------	------------

Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni

5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE

5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravnini rebra

Koeficijent (klasa nožice 1)	$k =$	0.300
Površina rebra	$A_w =$	72.500 cm ²
Površina tlač. nožice	$A_{fc} =$	84.000 cm ²

Spriječena je mogućnost izvijanja nožice u ravnini rebra
Uvjet 5.80: $(30.62 \leq 164.87)$

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK

(slučaj opterećenja 2, na 18.3 cm od početka štapa)

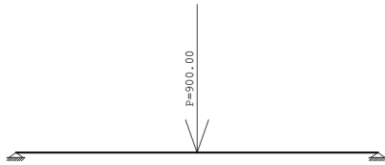
Poprečna sila u z pravcu	$V_{sd,z} =$	-902.06 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{sd,y} =$	165.34 kNm

Sistemska dužina štapa	L =	220.00 cm	Širina lima	d =	44.400 cm
5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA			Debljina lima	tw =	1.450 cm
5.4.6 Posmik			Nema poprečnih ukrućenja u sredini		
Računska plast.otp.na posmik z-z	Vpl.Rd =	1199.6 kN	Koeficijent izbočavanja posmikom	k _τ =	5.340
Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (902.06 <= 1199.57)			Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom		
			Uvjet: d / tw <= 69 g (30.62 <= 56.14)		
5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM za posmik u ravnini z-z					

Ulazni podaci - Opterećenje

Lista slučajeva opterećenja				
LC	Naziv	pX [kN]	pY [kN]	pZ [kN]
1	G+reakcija mosta (g)	0.00	0.00	-904.13
2	Komb.: 1,2xl	0.00	0.00	-1084.95

Opt. 1: G+reakcija mosta (g)



Statički proračun

Opt. 1: G+reakcija mosta (g)



Reakcije ležajeva

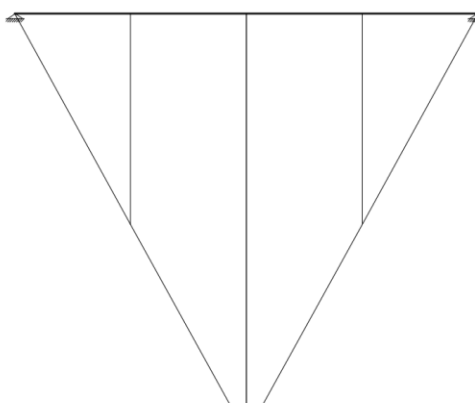
Opt. 1: G+reakcija mosta (g)



Utjecaji u gredi: max T2= 452.06 / min T2= -452.06 kN

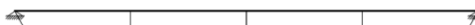
Tower - 3D Model Builder 7.0

Opt. 1: G+reakcija mosta (g)



Utjecaji u gredi: max M3= 496.14 / min M3= 0.00 kNm

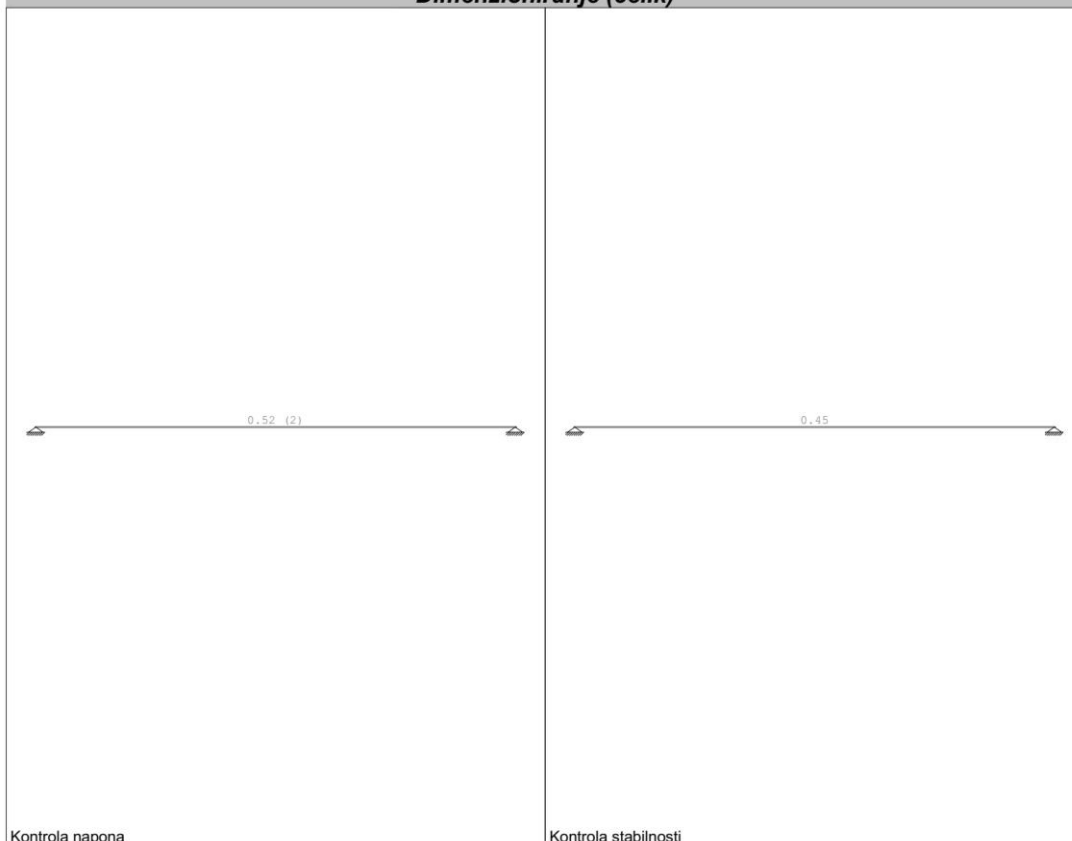
Opt. 1: G+reakcija mosta (g)



Utjecaji u gredi: max σ ,max= 115.70 / min σ ,max= 0.00 MPa

Radimpex - www.radimpex.rs

Dimenzioniranje (čelik)

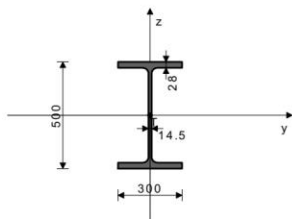


Kontrola napona

ŠTAP 2-1

POPREČNI PRESJEK: IPB 500 [S 355] [Set: 1]
 EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



($f_y = 35.5 \text{ kN/cm}^2$, $f_u = 51.0 \text{ kN/cm}^2$)

$A_x =$	239.00 cm ²
$A_y =$	148.82 cm ²
$A_z =$	90.180 cm ²
$I_x =$	540.00 cm ⁴
$I_y =$	1.07e+5 cm ⁴
$I_z =$	12620 cm ⁴
$W_y =$	4288.0 cm ³
$W_z =$	841.33 cm ³
$W_{y,pl} =$	4959.4 cm ³
$W_{z,pl} =$	1260.0 cm ³
$\gamma_{M0} =$	1.100
$\gamma_{M1} =$	1.100
$\gamma_{M2} =$	1.250
$A_{net}/A =$	0.900

Kontrola stabilnosti

Uvjet: $V_{sd_z} \leq 50\% V_{pl_Rd_z}$

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

Koeficijent	$C1 =$	1.365
Koeficijent	$C2 =$	0.553
Koeficijent	$C3 =$	1.730
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	$k =$	1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	$k_w =$	1.000
Koordinata	$z_g =$	25.000 cm
Koordinata	$z_j =$	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	$L =$	220.00 cm
Sektorski moment inercije	$I_w =$	7.02e+6 cm ⁶
Krit.mom.za bočno torz.izvijanje	$M_{cr} =$	11027 kNm
Koeficijent	$\beta_w =$	1.000
Koeficijent imperf.	$\alpha_{LT} =$	0.210
Bezdimenzionalna vitkost	$\lambda_{LT} =$	0.400
Koeficijent redukcije	$\gamma_{LT} =$	0.953
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd} =$	1525.1 kNm
Nije potrebno voditi računa o bočno-torz.izv. $\lambda_{LT} \leq 0.4$		

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM

za posmik u ravnini z-z

Širina lima	$d =$	44.400 cm
Debljina lima	$tw =$	1.450 cm
Nema poprečnih ukrčenja u sredini		
Koeficijent izbočavanja posmikom	$k_{\tau} =$	5.340
Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom		
Uvjet: $d / tw \leq 69 \epsilon$ (30.62 <= 56.14)		

5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile

za posmik u ravnini z-z

Računski plastični moment nožica	$M_{f,Rd} =$	1261.1 kNm
Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni		

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

2. $\gamma = 0.45$

ŠTAP IZLOŽEN SAVIJANJU

(slučaj opterećenja 2, na 110.0 cm od početka štapa)

Poprečna sila u z pravcu	$V_{sd_z} =$	540.00 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{sd_y} =$	595.36 kNm
Sistemska dužina štapa	$L =$	220.00 cm

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA

Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.5 Savijanje y-y

Računski plastični moment	$M_{pl,Rd} =$	1600.5 kNm
Računska otp.na lokalno izbočavanje	$M_{o,Rd} =$	1383.9 kNm
Računski elastični momenat	$M_{el,Rd} =$	1383.9 kNm
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd} =$	1600.5 kNm
Uvjet 5.17: $M_{sd_y} \leq M_{c,Rd_y}$ (595.36 <= 1600.53)		

5.4.6 Posmik

Računska plast.otp.na posmik z-z

Uvjet 5.20: $V_{sd_z} \leq V_{pl_Rd_z}$ (540.00 <= 1199.57)

$V_{pl,Rd} =$	1199.6 kN
---------------	-----------

5.4.7 Savijanje i posmik

Nije potrebna redukcija momenata otpornosti

5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE

5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravnini rebra

Koeficijent (klasa nožice 1)	$k =$	0.300
Površina rebra	$A_w =$	72.500 cm ²
Površina tlač. nožice	$A_{fc} =$	84.000 cm ²
Sprječena je mogućnost izvijanja nožice u ravnini rebra		
Uvjet 5.80: (30.62 <= 164.87)		

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK

(slučaj opterećenja 2, na 18.3 cm od početka štapa)

Poprečna sila u z pravcu	$V_{sd_z} =$	-542.06 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{sd_y} =$	99.341 kNm
Sistemska dužina štapa	$L =$	220.00 cm

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.6 Posmik

Računska plast.otp.na posmik z-z

Uvjet 5.20: $V_{sd,z} \leq V_{pl,Rd,z}$ (542.06 \leq 1199.57)

$V_{pl,Rd} = 1199.6$ kN

Debljina lima

Nema poprečnih ukrućenja u sredini

Koeficijent izbočavanja posmikom

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom

Uvjet: $d / t_w \leq 69$ (30.62 \leq 56.14)

$t_w = 1.450$ cm

$k_T = 5.340$

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM

za posmik u ravnini z-z

Širina lima

$d = 44.400$ cm

Ulazni podaci - Opterećenje

Lista slučajeva opterećenja

LC	Naziv	pX [kN]	pY [kN]	pZ [kN]
1	G+reakcija mosta (g)	0.00	0.00	-904.13
2	Komb.: 1,2x1	0.00	0.00	-1084.95

Opt. 1: G+reakcija mosta (g)

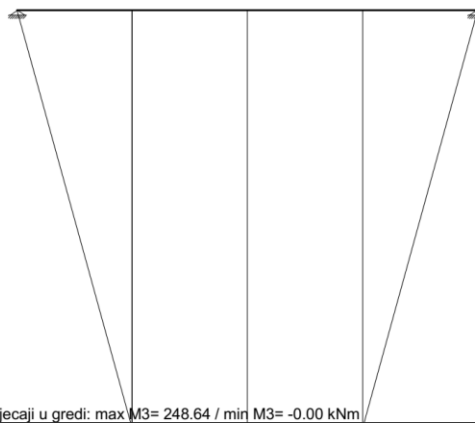


Statički proračun

Opt. 1: G+reakcija mosta (g)



Opt. 1: G+reakcija mosta (g)



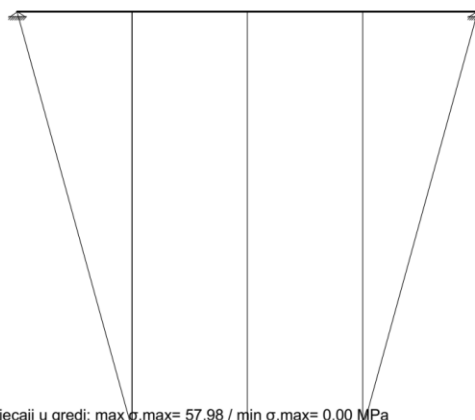
Reakcije ležajeva

Opt. 1: G+reakcija mosta (g)



Utjecaji u gredi: max M3= 248.64 / min M3= -0.00 kNm

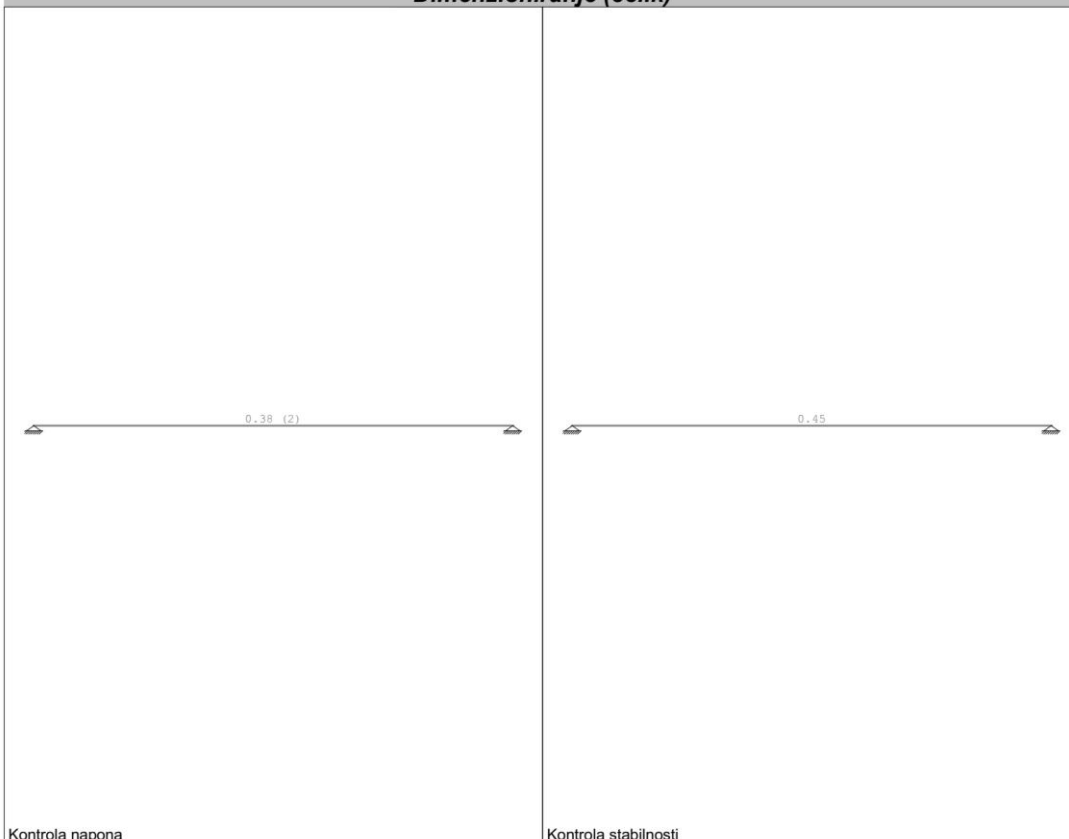
Opt. 1: G+reakcija mosta (g)



Utjecaji u gredi: max T2= 452.06 / min T2= -452.06 kN

Utjecaji u gredi: max σ ,max= 57.98 / min σ ,max= 0.00 MPa

Dimenzioniranje (čelik)

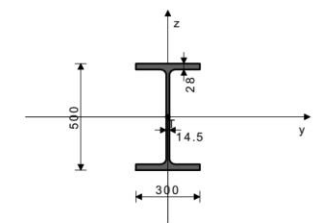


Kontrola napona

ŠTAP 2-1

POPREČNI PRESJEK: IPB 500 [S 355] [Set: 1]
 EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



($f_y = 35.5 \text{ kN/cm}^2$, $f_u = 51.0 \text{ kN/cm}^2$)

$A_x = 239.00 \text{ cm}^2$
 $A_y = 148.82 \text{ cm}^2$
 $A_z = 90.180 \text{ cm}^2$
 $I_x = 540.00 \text{ cm}^4$
 $I_y = 1.07e+5 \text{ cm}^4$
 $I_z = 12620 \text{ cm}^4$
 $W_y = 4288.0 \text{ cm}^3$
 $W_z = 841.33 \text{ cm}^3$
 $W_y,pl = 4959.4 \text{ cm}^3$
 $W_z,pl = 1260.0 \text{ cm}^3$
 $\gamma_M0 = 1.100$
 $\gamma_M1 = 1.100$
 $\gamma_M2 = 1.250$
 $A_{net}/A = 0.900$

Kontrola stabilnosti

Koeficijent $C2 = 0.459$
 Koeficijent $C3 = 0.525$
 Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja $k = 1.000$
 Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja $kw = 1.000$
 Koordinata $z_g = 25.000 \text{ cm}$
 Koordinata $z_j = 0.000 \text{ cm}$
 Razmak bočno pridržanih točaka $L = 220.00 \text{ cm}$
 Sektorski moment inercije $I_w = 7.02e+6 \text{ cm}^6$
 Krit.mom.za bočno torzizvijanje $M_{cr} = 9938.7 \text{ kNm}$
 Koeficijent $\beta_w = 1.000$
 Koeficijent imperf. $\alpha_{LT} = 0.210$
 Bezdimenzionalna vitkost $\lambda_{LT} = 0.421$
 Koeficijent redukcije $\gamma_{LT} = 0.947$
 Računska otpornost na izvijanje $M_b.Rd = 1516.0 \text{ kNm}$

Uvjet 5.48: $M_{sd,y} \leq M_b.Rd$ (298.36 \leq 1516.03)

5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE

5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravni rebra

Koeficijent (klasa nožice 1) $k = 0.300$
 Površina rebra $A_w = 72.500 \text{ cm}^2$
 Površina tlač. nožice $A_{fc} = 84.000 \text{ cm}^2$
 Sprječena je mogućnost izvijanja nožice u ravni rebra

Uvjet 5.80: (30.62 \leq 164.87)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

2. $\gamma = 0.45$

ŠTAP IZLOŽEN SAVIJANJU

(slučaj opterećenja 2, na 110.0 cm od početka štapa)

Moment savijanja oko y osi $M_{sd,y} = 298.36 \text{ kNm}$
 Sistemska dužina štapa $L = 220.00 \text{ cm}$

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA

Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.5 Savijanje y-y

Računski plastični moment $M_{pl.Rd} = 1600.5 \text{ kNm}$
 Računska otp.na lokalno izbočavanje $M_{o.Rd} = 1383.9 \text{ kNm}$
 Računski elastični momenat $M_{el.Rd} = 1383.9 \text{ kNm}$
 Računska otpornost na savijanje $M_{c.Rd} = 1600.5 \text{ kNm}$

Uvjet 5.17: $M_{sd,y} \leq M_{c.Rd,y}$ (298.36 \leq 1600.53)

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

Koeficijent $C1 = 1.132$

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK

(slučaj opterećenja 2, na 18.3 cm od početka štapa)

Poprečna sila u z pravcu $V_{sd,z} = -542.06 \text{ kN}$
 Moment savijanja oko y osi $M_{sd,y} = 99.340 \text{ kNm}$
 Sistemska dužina štapa $L = 220.00 \text{ cm}$

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.6 Posmik

Računska plast.otp.na posmik z-z $V_{pl.Rd} = 1199.6 \text{ kN}$

Uvjet 5.20: $V_{sd,z} \leq V_{pl.Rd,z}$ (542.06 \leq 1199.57)

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM

za posmik u ravni z-z

Širina lima $d = 44.400 \text{ cm}$
 Debljina lima $tw = 1.450 \text{ cm}$
 Nema poprečnih ukrčenja u sredini

Koeficijent izbočavanja posmikom $k_{\tau} = 5.340$

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom

Uvjet: $d / tw \leq 69 \epsilon$ (30.62 \leq 56.14)

Uzdužne čelična greda HEB 500:

Opterećenje je jednako reakciji od poprečne grede, te je nosivost dokazana (isti raspon).

Stupac skele:

Opterećenje jednog stupca treba biti manje od propisane nosivosti teške skele TC 500, a to je 500 kN.

Opterećenje: $450 \times 4 = 1.800 \text{ kN} < 4 \times 500 = 2.000 \text{ kN}$ → **Zadovoljava.**

TEMELJNA PLOČA d= 80 cm, C 25/30, a= 4 cm

Ulazni podaci - Konstrukcija

Koordinate čvorova

No	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	0.0000	0.0000	0.0000
351	0.0000	5.0000	0.0000

No	X [m]	Y [m]	Z [m]
1470	13.700	0.0000	0.0000
1820	13.700	5.0000	0.0000

Tabela materijala

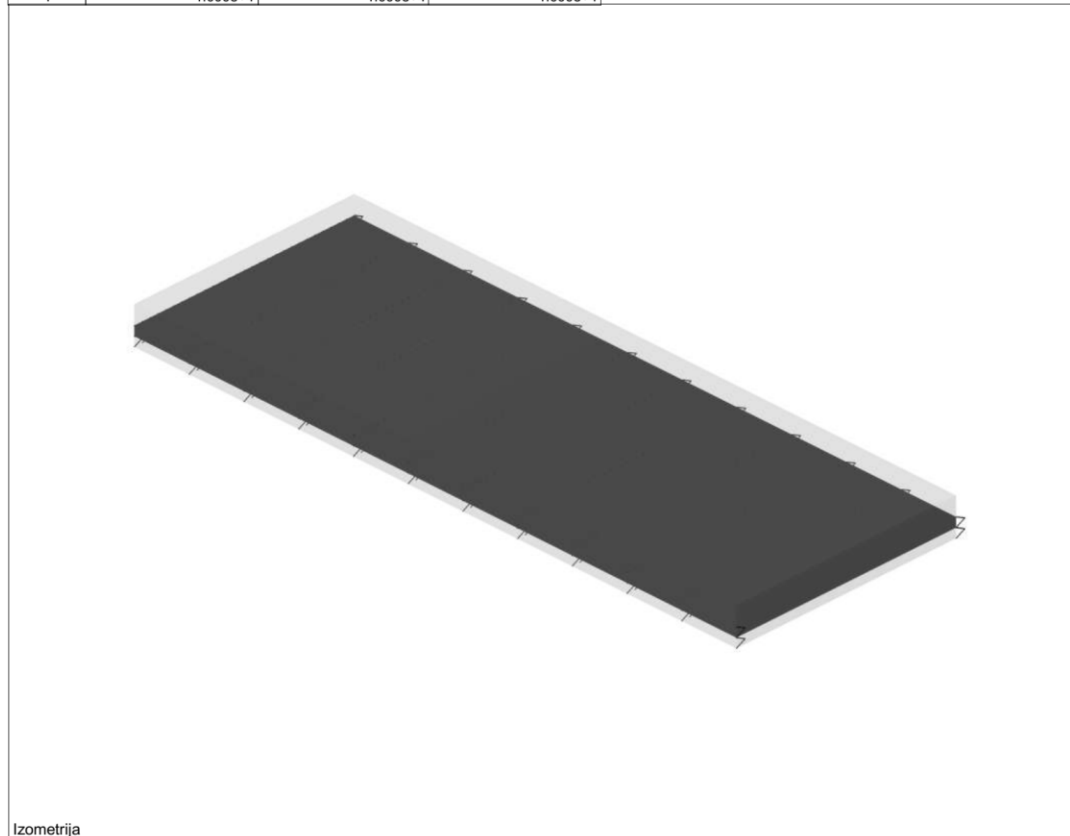
No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ [kN/m ³]	α [1/C]	Em[kN/m ²]	μ m
1	Beton MB 30	3.150e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.150e+7	0.20

Setovi ploča

No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m ²]	G[kN/m ²]	α
<1>	0.800	0.400	1	Debela ploča	Izotropna			

Setovi površinskih ležajeva

Set	K,R1	K,R2	K,R3
1	1.000e+4	1.000e+4	1.000e+4

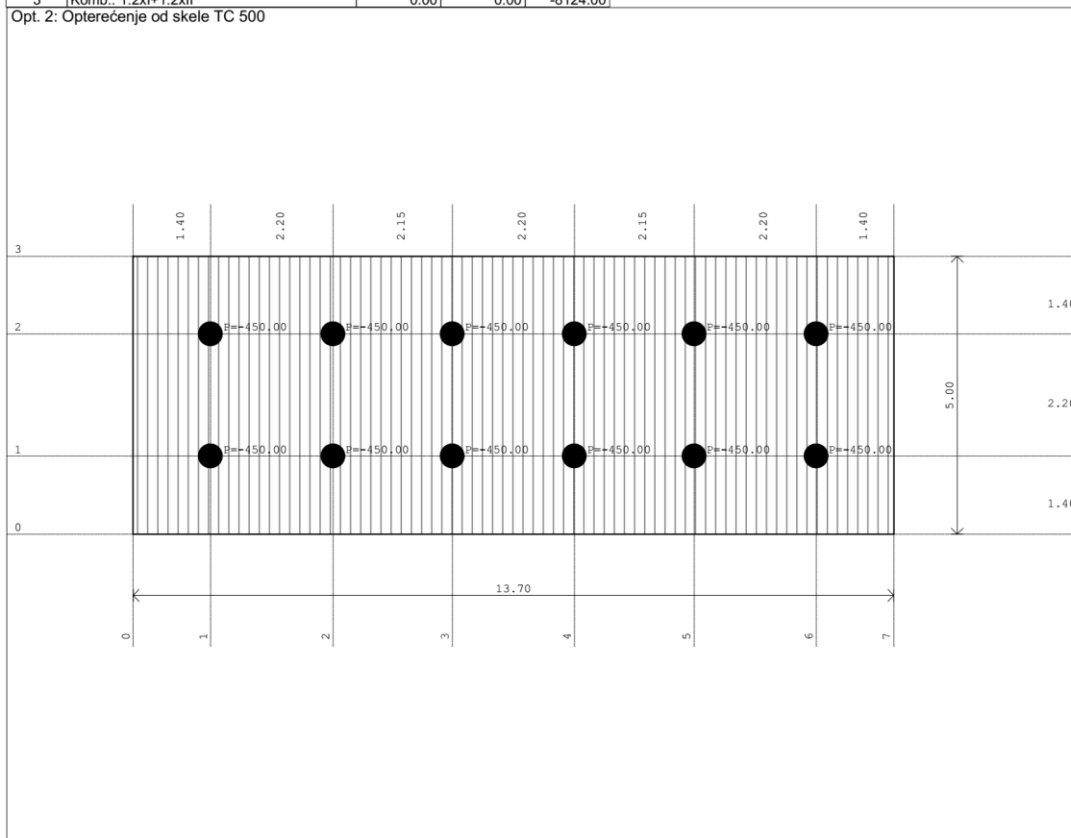


Ulazni podaci - Opterećenje

Lista slučajeva opterećenja

LC	Naziv	pX [kN]	pY [kN]	pZ [kN]
1	Vlastita težina (g)	0.00	0.00	-1370.00
2	Opterećenje od skele TC 500	0.00	0.00	-5400.00
3	Komb.: 1.2x 1.2x l	0.00	0.00	-8124.00

Opt. 2: Opterećenje od skele TC 500



Točkasta opterećenja

No	LC	X [m]	Y [m]	Z [m]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	2	12.300	1.4000	0.0000			-450.00			
2	2	12.300	3.6000	0.0000			-450.00			
3	2	10.100	1.4000	0.0000			-450.00			
4	2	10.100	3.6000	0.0000			-450.00			
5	2	7.9500	1.4000	0.0000			-450.00			
6	2	7.9500	3.6000	0.0000			-450.00			
7	2	5.7500	1.4000	0.0000			-450.00			
8	2	5.7500	3.6000	0.0000			-450.00			
9	2	3.6000	1.4000	0.0000			-450.00			
10	2	3.6000	3.6000	0.0000			-450.00			
11	2	1.4000	1.4000	0.0000			-450.00			
12	2	1.4000	3.6000	0.0000			-450.00			

Statički proračun

Rezne sile u pločama - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 3

Oznaka	LC	Mx [kNm/m]	My [kNm/m]
905	3	240.38	215.31
1202	3	240.38	215.31
916	3	240.38	215.31
619	3	240.38	215.31
1488	3	222.81	206.46
630	3	222.81	206.46
1191	3	222.81	206.46
333	3	222.81	206.46
1708	3	209.32	208.46
344	3	209.32	208.46

Oznaka	LC	Mx [kNm/m]	My [kNm/m]
905	3	240.38	215.31
1202	3	240.38	215.31
916	3	240.38	215.31
619	3	240.38	215.31
1708	3	209.32	208.46
344	3	209.32	208.46
1477	3	209.32	208.46
113	3	209.32	208.46
1488	3	222.81	206.46
630	3	222.81	206.46

Deformacija ploča L.K.S. - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 3

Oznaka	LC	u3 [mm]
910	3	-12.276
937	3	-12.276
911	3	-12.276
884	3	-12.276

Oznaka	LC	u3 [mm]
964	3	-12.275
938	3	-12.275
883	3	-12.275
857	3	-12.275

Oznaka	LC	u3 [mm]
885	3	-12.274
963	3	-12.274

Deformacija ploča GLO - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 3

Oznaka	LC	Zp [mm]
910	3	-12.276
937	3	-12.276
911	3	-12.276
884	3	-12.276

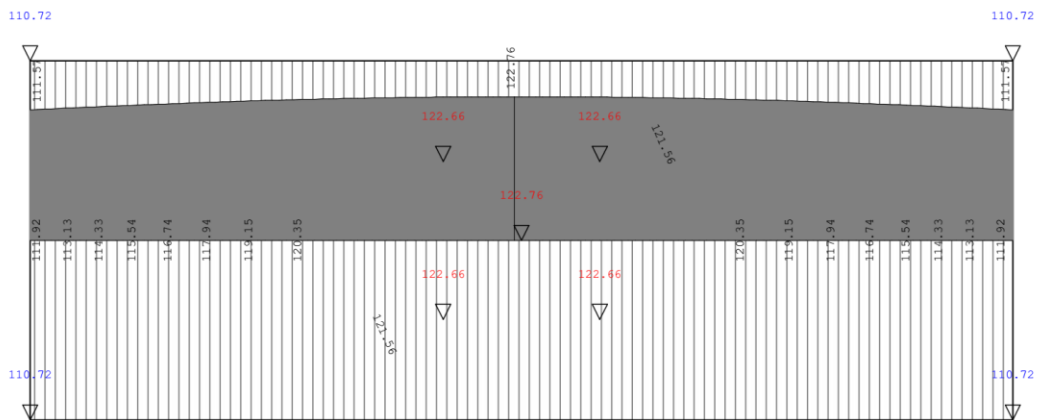
Oznaka	LC	Zp [mm]
964	3	-12.275
938	3	-12.275
883	3	-12.275
857	3	-12.275

Oznaka	LC	Zp [mm]
885	3	-12.274
963	3	-12.274

Utjecaji u površinskim ležajevima - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 3

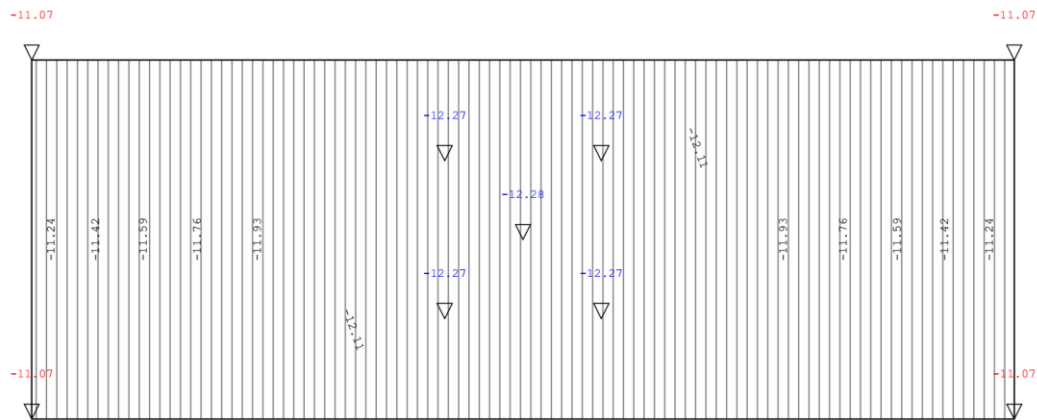
Oznaka	LC	σ_{tla} [kN/m ²]	s.tla [mm]
910	3	122.76	-12.276
937	3	122.76	-12.276
911	3	122.76	-12.276
884	3	122.76	-12.276
964	3	122.75	-12.275
938	3	122.75	-12.275
883	3	122.75	-12.275
857	3	122.75	-12.275
885	3	122.74	-12.274
963	3	122.74	-12.274
910	3	122.76	-12.276
937	3	122.76	-12.276
911	3	122.76	-12.276
884	3	122.76	-12.276
964	3	122.75	-12.275
938	3	122.75	-12.275
883	3	122.75	-12.275
857	3	122.75	-12.275
885	3	122.74	-12.274
963	3	122.74	-12.274

Opt. 3: 1.2xl+1.2xll

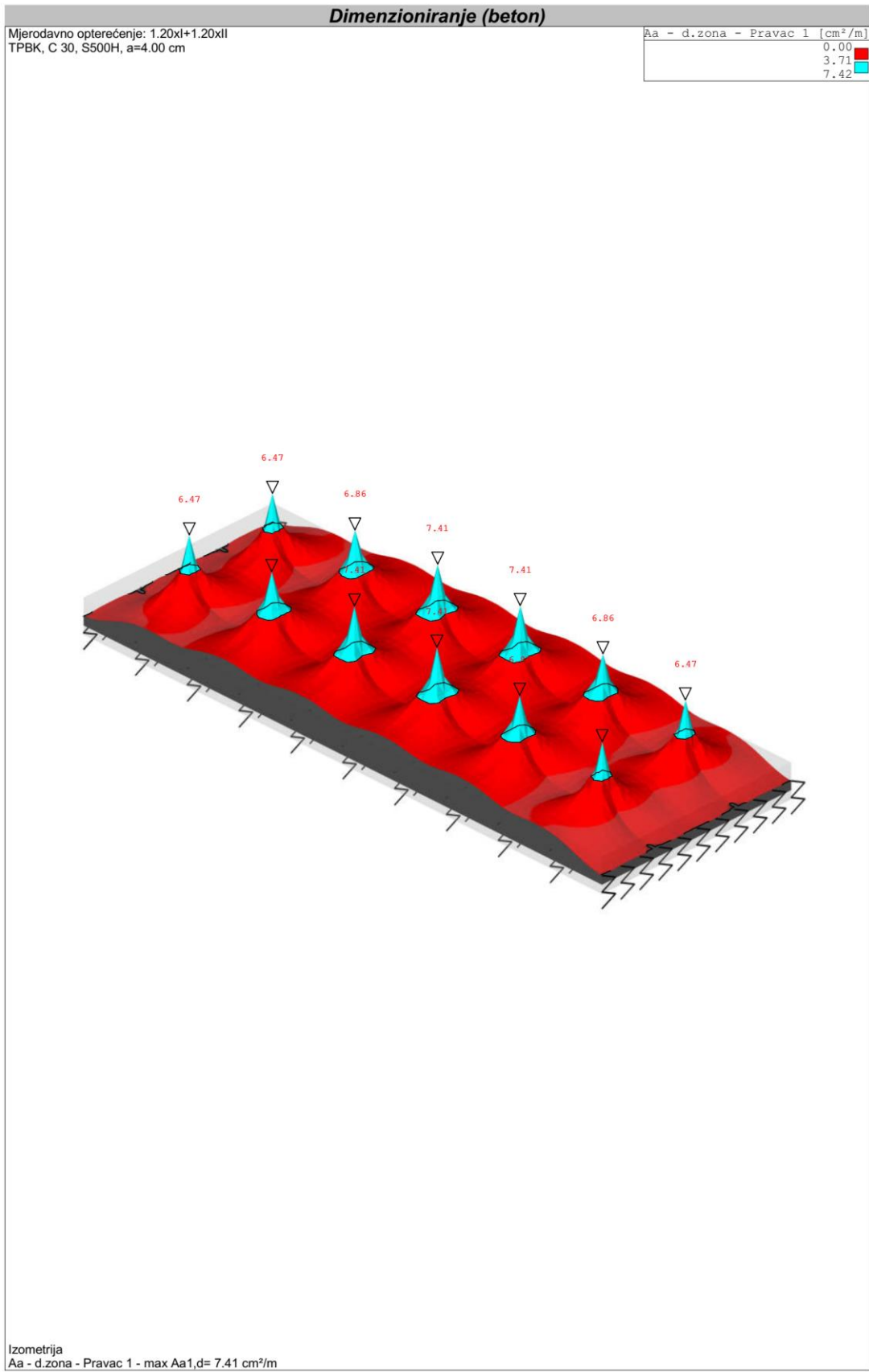


Utjecaji u pov. ležaju: max σ_{tla} = 122.76 / min σ_{tla} = 110.72 kN/m²

Opt. 3: 1.2xI+1.2xII

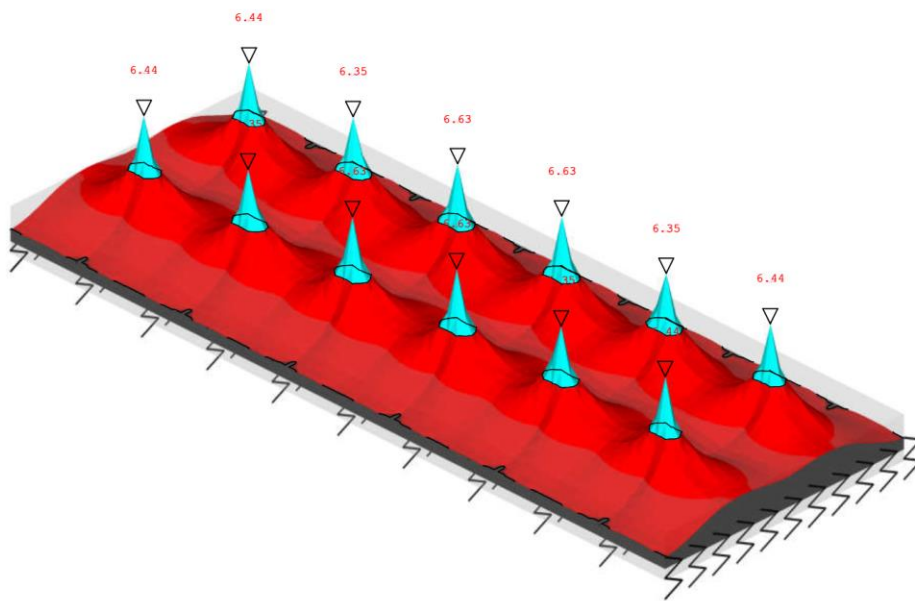


Utjecaji u pov. ležaju: max s.tla= -11.07 / min s.tla= -12.28 m / 1000



Mjerodavno opterećenje: 1.20x1+1.20x1l
TPBK, C 30, S500H, a=4.00 cm

Aa - d.zona - Pramac 2 [cm ² /m]
0.00
3.32
6.64



Izometrija
Aa - d.zona - Pramac 2 - max Aa2,d= 6.63 cm²/m

Tower - 3D Model Builder 7.0

Registered to Institut IGH d.d.

Radimpex - www.radimpex.rs

- **Kontrola tlačnog naprezanja u betonu**

Površina oslonca TC 500 A= 40 x 40= 1.600 cm² $f_{c,Rd} = \frac{2,5}{1,5} = 1,67 \text{ kN/cm}^2$, za beton C 25/30

Vertikalna sila u jednom stupcu:

$$F_v = 450 \text{ kN}$$

$$f_{sd} = \frac{450}{1.600} = 0,28 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{sd} < f_{c,Rd}$$

$$0,28 \text{ kN/cm}^2 < 1,67 \text{ kN/cm}^2$$

Tlačno naprezanje u betonu manje je od dozvoljenog.

- **Minimalna armature ploče:**

$$A_{s,min} = 0,022 \times \frac{f_{ck}}{f_{yd}} \times b \times d$$

$$A_{s,min} = 0,022 \times \frac{30}{434,8} \times 100 \times 75$$

$$A_{s,min} = 0,022 \times \frac{f_{ck}}{f_{yd}} \times b \times d$$

$$A_{s,min} = 11,38 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}'}$$

Ploču armirati minimalnom armaturom u gornjoj i donjoj zoni – ϕ 14/12,5 cm ($A_a = 12,32 \text{ cm}^2/\text{m}'$).

7. BETONSKI RADOVI

Pripremni radovi obuhvaćaju:

- Mobilizaciju dodatnih sredstava potrebnih za izvođenje reprofiliacije betonskih površina

Predmet radova:

Površina koja je predmet sanacije je čitava donja i bočna ploha od stolova S18 (S6) i S14 (S10), te dio glavnih greda uz stol u duljini od 2 m, odnosno do poprečnog nosača. Radovi se obavljaju samo na istočnom mostu.

Glavni radovi obuhvaćaju:

- prethodno pranje površina s pritiskom vode 400 – 800 bara
- uklanjanje betona u različitim debljinama, ovisno o procijenjenoj dubini oštećenja pojedine plohe armiranobetonskog elementa, te uklanjanja tankog sloja betona na mjestima odlomljenog dijela ab elementa (na mjestima odlamanja većih komada betona - na pr. ugla nosača). Procjenjene dubine uklanjanja su:
 - o 2 cm na 40% površine
 - o 10 cm na 35% površine

Kod debljina uklanjanja betona dubine veće od 6 cm potrebno je očistiti zatečenu armaturu do stupnja čistoće D Sa 2 ½ . Potrebno je ukloniti beton i iza šipki armature u debljini 1,5 – 2,0 cm, radi ugradnje sanacijskog sustava u cijeloj okolini šipke armature.

- hidrodinamičko pranje obrađene površine betona (s pritiskom vode od 400 – 600 bara) u svrhu uklanjanje svih nevezanih čestica, sa naknadnim ispuhivanjem zaostale vode sa pripremljene površine betona,
- reprofiliacija mortom razreda R4. Izvodi se u jednom ili dva sloja ovisno o debljini uklonjenog sloja betona (debljine 2- 4 cm se izvode u jednom s loju, 4-6 cm u dva sloja, a 6-10 cm u dva sloja sa prethodnim ručnim utiskivanjem morta iza armature).
- injektiranje pukotina širine veće od 0,3 mm
- ugradnja FRP traka u zoni vlačnih pukotina
- hidrodinamičko pranje reprofilirane površine betona (s pritiskom vode od 400 – 600 bara) u svrhu pranja površine betona za nanošenje završnog premaza, sa naknadnim ispuhivanjem zaostale vode sa pripremljene površine betona
- Izvedba trajnoelastičnog zaštitnog premaza

Dobava materijala i izvedba sustava zaštitnog trajnoelastičnog premaza. Izvodi se nanošenjem zaštitnog polimercementnog premaza (prema HRN EN 1504-2 - tip C,) prema uputama proizvođača.

Podloga treba biti očišćena bez tragova ulja, masti prašine, ostataka materijala i sl. Površina treba biti glatka, bez većih pora i što ujednačenija kako bi se spriječilo formiranje sitnih šupljina u premazu.

Opis radova:

Hidrodinamičko uklanjanje betona:

Potrebno je beton površinski ukloniti bez oštećenja preostalih slojeva, postupkom hidrodemoliranja pod pritiskom do 2500 bara. Armaturu nije dopušteno uklanjati bez odobrenja i uputa projektanta i nadzora.

Pregled stanja površine armiranobetonskih elemenata vrši nadzorni inženjer nakon inicijalnog čišćenja mlazom vode. Pregled je potreban zbog mogućeg otpadanja loših slojeva betona, čije količine nije moguće precizno utvrditi prilikom izrade ovog projekta. To će ujedno definirati stvarno potreban opseg radova.

Čišćenje i dopuna armature:

Nakon uklanjanja dijela slojeva betona treba pregledati svu "otvorenu" armaturu i izvršiti popravak i zamjenu pojedinih oštećenih šipki armature u skladu sa zahtjevima koji su propisani u normi HR EN 1504-10:2004 i prema uvjetima okoline:

- Treba ukloniti koroziju, oljuštene dijelove, mort, prašinu i ostale materijale koji smanjuju prionjivost ili pridonose koroziju,
- Cijeli opseg izložene armature mora biti jednoliko očišćen,
- Očišćena podloga treba se zaštititi od daljnjeg onečišćenja,

Čišćenje armature može se provesti zajedno s korakom hidrorazaranja, pri čemu se mlaz vode koristi i za čišćenje armature.

Način i detalj sanacije prilagođen zatečenom stanju treba odrediti projektant, a nakon uvida u stanje oštećenja armature.

- Armatura se čisti do stupnja čistoće D Sa 2 1/2.
- Montaža dodatne i zamjenske armature oštećenih šipki armature izvodi se prema uputama projektanta. Kriterij zamjene je da je mehaničkim putem ili korozijom oštećen presjek šipke na način da je smanjen promjer šipke (lokalno- udubljenje ili točkasta (pitting) korozija) u iznosu od 10% ili više, ili je poprečni presjek šipke kontinuirano smanjen za 20 % (po cijelom obodu šipke).
- Zamjena i dopuna armature izvodi se zavarivanjem ili umetanjem novih šipki u bušene rupe u betonu, sa zalijevanjem epoksidnim mortom. Ako ima dovoljno mjesta za nastavljnje preklapanjem armature (min 25Ø šipke koja se zamjenjuje) može se koristiti i preklapanje dodatne armature sa postojećom.

Otvorena ploha očišćene armature ne smije stajati otvorena više od 6 sati, kako šipke ne bi ponovno korodirale i da se ne zagadi otvorena površina betona.

Potrebu zamjene oštećene armature potvrđuje nadzorni inženjer.

Injektiranje pukotina:

Na mjestima pukotina širine veće od 0,30 mm potrebno je izvesti konstruktivno injektiranje epoksidnom dvokomponentnom smolom odgovarajućeg viskoziteta.

Epoksidnim mortom potrebno je zatvoriti tragove pukotina na licu betona kako bi prilikom injektiranja bilo spriječeno istjecanje injekcione mase iz pukotina.

Injektiranje provesti korištenjem površinskih uvodnica - pakera raspoređenih po površini elemenata. Položaj i veličinu zahvata injektiranja pukotina odredit će na gradilištu projektant i nadzor. Nakon postave uvodnica i kada brtvilo dovoljno očvrstne pristupa se utiskivanju mase za injektiranje. S injektiranjem se započinje na jednom kraju pukotine (u pravilu nižem kraju), na način da se promatra kada će se pojaviti istjecanje mase na prvom slijedećem packeru. Kad injekciona masa proteče na susjednom packeru, utiskivanje se prekida, paker se zatvara te se prelazi na injektiranje na slijedećem mjestu (packeru).

Injektiranje se izvodi uz obavezno praćenje protoka na ugrađenim *packerima*, i evidenciju potrošnje injekcione mase.

Po završetku postupka i nakon vremena vezanja injekcione smjese pakeri se uklanjaju, a masa za površinsko brtvljenje pukotina brusilicom se poravnava (ako je to potrebno zbog ravnosti betonske površine).

Pakeri za injektiranje bit će čelični ubušeni ili kod plićih pukotina pakeri adhezionog tipa.

Sanacijski mort:

Na pripremljenoj površini ugrađuje se sanacijski polimer-cementni reparaturni mort klase R4 u predviđenoj debljini. Uvjeti sastava i kvaliteta morta dati su u sljedećem poglavlju, a ugradnju provoditi u skladu s uputama proizvođača. Za osiguranje bolje prionjivosti, neposredno prije početka ugradnje morta, na potpuno čiste površine starog betona potrebno je nanijeti polimer-cementni vezni sloj - vezu SN. Utiskivanjem morta prvo se popunjava prostor iza armature, a potom ostatak površina. Nakon očvršćivanja, površina morta se štiti sredstvom za njegovanje i ojačanje površine betona.

CFRP trake:

Predviđeno je ovijanje konzolnih istaka te završetka prednapetih nosača sa CFRP trakama, a sve u cilju povećanja posmične nosivosti istih.

Ovijanje se vrši fleksibilnim pletivom od ugljičnih vlakana (težine 300 g/m²), u obliku traka širine 30 cm.

Ugradnja se vrši na za to prethodno pripremljenu podlogu, koja mora biti izbrušena i glatka te očišćena od svih nečistoća. Oštre rubove je potrebno izbrusiti i zaobliti kako ne bi došlo do stvaranja koncentracija naprezanja. Trake se ugrađuju s preklopima širine 5 cm.

Izvođač je dužan držati se uputa proizvođača za ugradnju CFRP traka. Prije, tijekom i poslije izvedbe ojačanja kvalitetu radova je dužan provjeriti nadzorni inženjer na gradilištu.

8. UVJETI KVALITETE MATERIJALA ZA SANACIJU

8.1 Beton za zaštitu glava za utezanje C35/45

$d_{\max} = 16 \text{ mm}$

Tlačna čvrstoća betona nakon 28 dana prema TPBK-u C 35/45

Vodonepropusnost prema HRN EN 12390-8 VDP 2 (3,0 cm)

Otpornost na cikluse smrzavanja i otapanja s prisustvom soli za posipavanje prema HRN EN 12390-9 C-56

otpornost na cikluse smrzavanja i otapanja HRN CEN/TR 15177 M-56,

v/c faktor $\leq 0,45$

8.2 Reprofilacijaki mort klase R4 ($f_c=45 \text{ N/mm}^2$)

Mort se koristi u debljini sloja do 2 i do 10 cm, za sve reprofilacije ab elemenata konstrukcije.

- $d_{\max} = 4 \text{ mm}$

- Tlačna čvrstoća betona nakon 28 dana (HRN EN 12190) $> 45 \text{ N/mm}^2$

- Prionjivost (EN 1542) $\geq 2,0 \text{ MPa}$

- Termička kompatibilnost (smrzavanje-odmrzavanje):
prionjivost nakon 50 ciklusa (EN 13687-1) $\geq 2,0 \text{ MPa}$

- Modul elastičnosti (EN 13412) $\geq 20 \text{ GPa}$

8.3 Podljevni mort

Samougrađivi podljevni polimercementni mort ili eposidna pasta:

- $d_{\max} = 4 \text{ mm}$

- Tekuće konzistencije

- Tlačna čvrstoća betona nakon 28 dana (HRN EN 12190) $> 60 \text{ N/mm}^2$

- Skupljanje $< 0,2 \text{ mm/m}$

8.4 Armatura

Čelik koji će se ugrađivati mora u pogledu karakteristika ispunjavati uvjete prema propisima iz oblasti betona i armiranog betona.

Koristiti će se čelik oznake i vrste B500B.

Mogu se koristiti čelici prema Prilogu B TPBK i normama HRN EN 10080-1 do 6 za čelik za armiranje. Označavati se trebaju prema HRN EN 1027-1 i 2 i HRN CR 10260.

8.5 Antikorozivna zaštita čelika

Odnosi se na armaturu u betonu i čelične kotve (glave za utezanje) kod prednapetih nosača.

Polimercementni premaz za zaštitu armature od elektrokemijskih utjecaja i procesa koji se mogu odvijati u betonu, izloženom eksploatacijskim i uvjetima okoline.

- uvjet prionjivosti na čelik $\geq 2,0 \text{ N/mm}^2$

8.6 Podljevni mort za sidra

Podljevni mort se koristi za podlijevanje sidara u bušenim rupama u podložnom betonu. Sidra se koriste za povezivanje i sprezanje slojeva betona. Može se koristiti gotovi podljevni mort deklariran

prema normi *HRN EN 1504-6: Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija; dio 6: Sidrenje čelične armature*. Ili polimerni mort spravljen od epoksidne smole koja zadovoljava uvjete norme *HRN EN 1504-4: Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija; dio 4: Konstrukcijsko lijepljenje*.

EP mort za zalijevanje sidara na bazi epoksidne smole pripravlja se strojnim miješanjem sa suhim kvarcnim pijeskom ili cementom, kao punilom. Omjer miješanja smola:punilo je najčešće 1:3, a spravljanje vrši masenim doziranjem. Sastav je potrebno korigirati ovisno o karakteristikama sastojaka i temperaturi pri miješanju, kako bi se dobila konzistencija pogodna ugradnji u horizontalne rupe. Miješanje morta se vrši strojno, u trajanju od 10 minuta, u količini koja se može ugraditi za 30 minuta.

Prionjivost na beton $\geq 2,0 \text{ N/mm}^2$

8.7 Masa za injektiranje pukotina

Masa za injektiranje pukotina treba biti na bazi dvokomponentne epoksidne smole (kao na pr. MC Injekt 1264 Compact ili jednakovrijedan), u skladu s normom *HRN EN 1504-5: Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija-Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti-5. dio: Injektiranje betona*.

Viskozitet	300-400 mPa s
Tlačna čvrstoća	$\geq 55 \text{ MPa}$
Vlačna čvrstoća savijanjem	$\geq 35 \text{ MPa}$
Modul elastičnosti	$\geq 2,0 \text{ GPa}$

8.8 FRP trake

- Minimalna težina	300 g/m ²
- Vlačna čvrstoća vlakana (f_u)	3900 N/mm ²
- Modul elastičnosti (E_f)	195.000 N/mm ²
- Relativna deformacija pri slomu (ϵ_u)	1,7 %

Kvaliteta epoksidne smole za suhi postupak ugradnje:

- Prema specifikacijama HRN EN 1504-4
- Minimalna vlačna čvrstoća epoksidne smole 30 N/mm²
- Minimalna kvaliteta prionljivosti podloge 1,5 N/mm²

8.9 Trajnoelastični hidroizolacijski zaštitni premaz („C“)

Na reprofiliranim površinama betona nanosi se trajnoelastični hidroizolacijski zaštitni premaz, sa oznakom „C“ prema točki 3 iz norme *HRN EN 1504-2:2001 Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija; dio 2: Proizvodi i sustavi za površinsku zaštitu*.

- Debljina sloja	1,50 - 2,00 mm
- Prionjivost (EN 1542)	$\geq 0,8$ (min. 0,5) MPa
- Termička kompatibilnost (prionjivost nakon 50 ciklusa smrzavanja-odmrzavanja prema normi HRN EN 13687-1)	$\geq 0,8$ (min. 0,5) MPa
- Premoštenje pukotina	$> 0,2 \text{ mm}$
- Istezanje	$> 50 \%$
- Koeficijent kapilarnog upijanja vode	$\leq 0,1 \text{ kg/m}^2\text{h}^{0,5}$

9. TEHNIČKI UVJETI ZA RADOVE I MATERIJALE

9.1 Opće odredbe za radove

Tijekom sanacijskih zahvata, ugrađene materijale efikasno zaštititi od pojačanog vjetra, i zaštititi od temperature $<+5^{\circ}\text{C}$ i $>+25^{\circ}\text{C}$.

Izvoditelj radova mora organizirati i izvoditi sve radove na sanaciji betonske konstrukcije, najprikladnije primjeni i sukladno Projektu uz primjenu svih propisanih mjera zaštite i važećih propisa struke i prakse.

Svi radovi na sanaciji moraju biti koordinirani i po dinamičkom planu od strane nadležne službe odobreni.

Kod pripreme, izvedbe i kontrole kvalitete treba se pridržavati uvjeta iz projekta, a za odredbe koje nisu specificirane treba se pridržavati važećih normativa i propisa.

Sve radove treba izvoditi iz prethodno ispitanih i tijekom radova kontroliranih materijala.

Uzimanje uzoraka u svrhu kontrolnih ispitivanja obavlja ovlaštena organizacija ili izvoditelj, pod kontrolom nadzornog inženjera. O uzimanju uzoraka treba sastaviti zapisnik s potpunim podacima.

9.2 Čuvanje i njegovanje izvedenih elemenata slojeva

Njegovanje i zaštita počinju u fazi nabave, prijevoza i uskladištenja osnovnih materijala na bazi polimercementnog veziva, akrilata i epoksida, koji ne smije biti izložen vlazi a naročito temperaturama $<+5^{\circ}\text{C}$ i $>+30^{\circ}\text{C}$.

Spravljanje reparaturnih mortova kao i izvedeni radovi (slojevi) moraju biti efikasno zaštićeni od negativnih utjecaja naglog sušenja, a naročito niskih i visokih temperatura. Predviđeno vrijeme za njegovanje je minimalno 7 dana.

Slojevi na bazi epoksida i akrilata moraju biti efikasno zaštićeni od mogućih vlaženja, niskih i visokih temperatura tijekom spravljanja i ugradnje, prljanja prašinom i mehaničkih oštećenja.

9.3 Hidrodemoliranje

Uklanjanje betona u debljinama predviđenim projektom treba izvesti hidrodemoliranjem (vodenim topom s tlakom na mlaznici do 2500 bara).

Nije moguće koristiti postupak razbijanja betona ručnim alatima da bi se tako razmrvila struktura preostalog betona (nastajanje mikropukotina koje ne bi kasnije omogućavale dobru prionjivost novog sanacijskog betona, a predstavljaju porozan i propusan sloj u zoni armature).

Osim toga ovakvim načinom bi se djelomično oštetila armatura (točkasta oštećenja koja su prva mjesta za početak eventualne korozije tijekom eksploatacije), te bi se udaranje o šipke armature prenosilo na dijelove koji se ne čiste, što bi u mladom betonu, vjerojatno, uzrokovalo mikropukotina u zaštitnom sloju na mjestima šipki, što nije dopušteno za konstrukciju u ovakvim uvjetima i sa ovakvim zahtjevima.

9.4 Spravljanje materijala za ugradnju pri sanaciji

Spravljanje je dozvoljeno samo strojno sa prisilnim miješanjem uz maseno doziranje komponenti.

Svi materijali moraju biti zaštićeni od oborina, niskih i visokih temperatura.

Kapacitet spravljanja mora biti prilagođen vremenu obrade materijala koji se primjenjuje.

Transport organizirati tako da se izbjegne svaka mogućnost gubitka materijala, moguća segregacija i onečišćenje.

9.5 Uvjeti kvalitete podloge za nastavak određene vrste radova

Armirano-betonska podloga

Vlačna čvrstoća prionljivosti	$\geq 1,5 \text{ N/mm}^2$
Hrapavost	cca 3 mm
pH otvorene površine betona	$> 11,5$
Otvorenost strukture	50% (vidljivih zrna agregata)
Vlažnost	prilagođena sustavu koji se nanosi

10. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

10.1 Uvod

Ovim programom kontrole i osiguranja kvalitete date su smjernice i uvjeti, koje moraju zadovoljiti građevinski radovi i materijali, te montaža konstrukcija, da bi se postigla zadovoljavajuća kvaliteta i trajnost građevina.

Osiguranje kvalitete treba postići tako da se upotrebljavaju samo provjereni i ispitani materijali, provode ispravne i vješte metode gradnje, koji će biti u skladu sa projektom, standardima i propisima i dobrom praksom.

Kontrolu kvalitete treba provesti stalnim nadziranjem radova u svim fazama od strane nadzornog inženjera i drugih specijalističkih inspektora i institucija za kontrolu i ispitivanje materijala, kao i svim potrebnim ispitivanjima kvalitete materijala ili gotovih građevinskih elemenata.

Materijali koji se koriste za ugradnju trebaju imati valjane dokaze o kvaliteti, bilo da se radi o valjanim ispravama o sukladnosti prema „Pravilniku o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda“ NN br. 103/08 i NN147/09, bilo da se kakvoća dokazuje ispitivanjem na, u tijeku izvedbe izrađenim uzorcima gradiva spravljenih na gradilištu ili proizvodnom pogonu.

10.2 Nadzor

Glavni nadzor nad provođenjem sustava održavanja kvalitete obavlja glavni nadzorni inženjer (kontinuirano). Glavni nadzorni inženjer može imati pomoćnike - specijaliste, te prisutnost projektanta koji obnaša projektantski nadzor. U skladu sa zakonskim propisima vanjski nadzor može obavljati i neovisna ovlaštena organizacija za kontrolu kvalitete. Izvoditelj radova mora voditi građevinski dnevnik (prema Pravilniku o vođenju građevinskog dnevnika) koji svakodnevno u vrijeme izvođenja radova ispunjava osoba izvođača, a ovjerava nadzorni inženjer kao i svu ostalu dokumentaciju kakvoće korištenih materijala i izvedenih radova. Svi radovi vode se i preuzimaju kroz građevinski dnevnik i to po fazama rada, pri čemu je nužno da za početak radova naredne faze nadzorni inženjer ocjeni kakvoću izvedenih radova, te nakon toga odobri nastavak radova.

7.2.1 Projektantski nadzor

Projektantski nadzor nad izvođenjem predmetnih radova obavlja projektant osobno ili preko svojih suradnika. Taj nadzor vodi brigu da se radovi izvedu prema projektu i njegovim dopunama (ako takove budu postojale) i svrsishodno namjeni koja proizlazi iz projekta.

Projektantski nadzor je stalnog karaktera.

Projektant ima pravo donositi odluke u slučaju kada se ukaže potreba da se izvrše izmjene pojedinih dijelova projekta, bilo po opsegu, postupku ili redoslijedu izvođenja radova.

7.2.2 Stručni nadzor

Potrebno je osigurati stalni stručni nadzor tijekom izvođenja radova. Nadzorni inženjer je predstavnik vlasnika/investitora, plaćen je od vlasnika/investitora i izvršava svoju odgovornost prema njemu. Nadzorni inženjer ima zadatak da kontinuirano prati radove, a za veće radove u punom radnom vremenu. On je odgovoran za tumačenje ugovornih obaveza i izmjena, on uspostavlja kriterije prihvatljivosti, vodi računa da se radovi izvedu u skladu sa projektom i standardima i dobrom praksom, ocjenjuje napredovanje gradnje i određuje dinamiku plaćanja graditelju sukladno količini izvršenih radova i ugrađenom materijalu. U slučaju kakvih većih odstupanja od projektnih postavki, zapažanja ovog nadzora su mjerodavna kod odluke o nastavku

rada. Nadzorni inženjer stalno obavještava vlasnika o toku radova i zadovoljenju roka završetka radova.

Nadzorni inženjer mora imati tehničko znanje o građevinskim materijalima i izvođenju gradnje i imati iskustvo sa time i mora zadobiti povjerenje i poštovanje vlasnika i izvoditelja.

10.3 Izvješće o izvedenim radovima

Da bi se sačuvali svi podaci o izvedenom stanju, potrebno je po završenom poslu izraditi izvješće o svim izvedenim radovima na sanaciji građevine. Poseban naglasak u tom izvješću treba staviti na eventualne izmjene u odnosu na predviđeno projektom.

10.4 Specifikacije građevinskih proizvoda

Svi građevinski proizvodi koji će se ugrađivati dopremati će se iz pogona i tvornica izvan gradilišta. Za svaki od njih svaka isporuka gradilištu mora imati izjavu o sukladnosti proizvođača i važeću potvrdu sukladnosti s odgovarajućom normom, ako je određenim propisom uvjetovana, odnosno tehničko dopuštenje, ako norma za njega ne postoji. Još prije prve isporuke za svaki novi proizvod, koji će se ugrađivati u građevinu, nadzornom inženjeru treba za njega dostaviti sve potrebne podatke i potvrde o kvaliteti i ishoditi njegovu suglasnost za ugradnju.

10.5 Program kontrole

Sanacijski materijali

Za vrijeme izvođenja sanacije potrebno je provesti kontrolna ispitivanja kakvoće korištenih sanacijskih materijala, prema Programu kontrolnih ispitivanja koji će služiti kao podloga za izradu Završnog izvještaja o provedenim ispitivanjima i postignutoj kakvoći izvedenih radova na sanaciji.

ELEMENT	RADOVI	PRIONJIVOST Priprema podloge nakon hidrodemoliranja, prije nanošenja novog betona i sanacijskih mortova	SANACIJSKI SUSTAV	
			TLAČNA I SAVOJNA ČVRSTOĆA	PRIONJIVOST IZVEDENIH SLOJEVA MORTOVA HRN EN 1542 ($>1,5\text{N/mm}^2$)
AB konstrukcija	ugradnja polimercementnog morta	1 serija	1 serija (3 uzorka 4x4x16)	1 serija (3 alata $\Phi 50$ mm)
AB konstrukcija	ugradnja betona	1 serija	1 serija (3 uzorka 4x4x16)	-

12. TROŠKOVNIK

12.1 Općenito

Izvoditelj je dužan u cilju zaštite i sigurnosti pri radu i zaštite od požara pridržavati se propisa o zaštiti na radu i postojećih propisa i pravila za predmetnu građevinu. U tu svrhu izvoditelj mora izraditi projekt zaštite na radu i dati ga na ovjeru nadležnoj službi investitora.

Tijekom izvođenja radova izvoditelj će poduzeti sve potrebne mjere zaštite od oštećenja i prljanja građevine, a poslije izvođenja očistiti sve nečistoće odnosno ukloniti oštećenja prouzrokovana njegovim radom.

Dužnost izvoditelja je projekt privremene regulacije prometa i provođenje privremene regulacije prometa.

Svi radnici predviđeni za određenu vrstu radova moraju imati uvjerenje o osposobljenosti za te radove, a naročito za radove na visini.

Za sve radove potrebno je, uz projektnu dokumentaciju, pridržavati se i odredaba iz normativa, internih propisa HAC-a i drugih službenih propisa.

Sve radove treba izvesti od kvalitetnih materijala za koje treba imati odgovarajuća uvjerenja o kvaliteti-potvrde ili izjave o sukladnosti proizvoda.

Jedinične cijene primjenjivati će se na izvedene količine, u odnosu na količine predviđene troškovnikom koji je za pojedine stavke orijentacioni.

12.2 Materijali

Pod tim pojmom podrazumijeva se samo cijena materijala, tj. dobavna cijena i to kako glavnog materijala tako pomoćnog materijala. U cijenu je uključena i cijena transportnih troškova bez obzira na prijevozno sredstvo sa svim prijenosima i istovarima, te uskladištenje i čuvanje na gradilištu od uništenja ili pada kvalitete. Tu je također uključeno davanje potrebnih uzoraka na ispitivanje onih materijala za koje je to propisano projektom.

Naručitelj ima pravo provjeriti kvalitetu materijala kojim izvoditelj izvodi radove. Ako se ispitivanjem u službeno priznatoj instituciji za ispitivanje materijala ustanovi da ispitani materijal ne odgovara ugovorenoj kvaliteti, izvoditelj je dužan odstraniti loše izvedeni rad i o svome trošku ponovno izvesti radove kvalitetnim materijalom te snositi troškove ispitivanja.

12.3 Rad

U kalkulaciji rada treba uključiti sav rad kako glavni tako i pomoćni, te sav unutarnji transport. Ujedno treba uključiti sav rad oko zaštite gotovih konstrukcija i dijelova građevine od štetnog utjecaja radnog procesa pogona.

Za izvedbu radova treba osigurati kvalificiranu i osposobljenu radnu snagu.

12.4 Izmjere

Sve izmjere i obračuni trebaju se provesti prema tehničkim uvjetima ili po posebnom opisu projektanta za specifične stavke. Jedinična cijena treba sadržavati kompletan materijal, sve faze rada sa priprema i zaštitom i sve režijske troškove.

TROŠKOVNIK
sanacijskih radova na oštećenim dijelovima betona glavnih nosača, naglavnih greda, ležajnih greda stolova i betona za zaštitu glava za utezanje; te ugradnju privremenih ležajeva
na zapadnom mostu SAVA kod Ivanje Reke na autocesti A3

Radove treba izvesti izvođač sa iskustvom izvođenja sanacijskih radova koji je stručno osposobljen i opremljen za izvođenje sanacijskih radova na armirano betonskim konstrukcijama.

Za utvrđivanje cijena u stavkama troškovnika potrebno je proučiti čitav projekt (tehničko rješenje sanacije), te se detaljno upoznati sa stvarnim stanjem građevine na licu mjesta.

U svim stavkama troškovnika jedinična cijena treba obuhvatiti sve troškove glavnih i pomoćnih materijala, ugradbenih elemenata, radne snage, energenata, osiguranja prijevoza, oplata i skela uključivo i njihovi projekti, odnosno sve potrebne troškove za potpuno dovršenje posla, kao i zbrinjavanje uklonjenih materijala.

Jedinična cijena također treba obuhvatiti i troškove održavanja i čišćenja gradilišta, kao i troškove zaštitnih skela, osiguranja i osobnih zaštita za radnike koji rade u prostoru ispod Prijelaznih naprava na mostu.

Radovi se izvode u vrlo skućenom prostoru, na visini i sa ograničenom mogućnošću pristupa pojedinim elementima konstrukcije i pojedinim površinama betona. Faze radova se izvode na malim površinama, a sve u propisanom slijedu napredovanja.

Svi troškovi prethodnih i tekućih ispitivanja materijala i radova, ukoliko nisu posebno specificirani, trebaju biti uključeni u jediničnu cijenu radova i obaveza su izvođača radova.

U cijene radova uračunati su svi strojevi i oprema potrebni za izvođenje radova, uključujući agregat za električnu energiju potrebnu za alate i eventualno rasvjetu za rad noću.

Za svako odstupanje od projekta potrebno je kroz projektantski nadzor osigurati mišljenje i suglasnost projektanta, kao i eventualno rješavanje nepredviđenih detalja.

Nepredviđeni radovi koji se tijekom izvođenja radova pokažu neophodnima mogu se izvoditi uz suglasnost projektanta ali samo po odobrenju investitora i to na osnovu prihvaćene ponude i analize izvoditelja.

Stvarne količine pojedinih radova utvrditi će nadzorni inženjer na licu mjesta.

PRILOZI

Prilog 1: Geodetska snimka postojećeg stanja stupa S6 i prakaz privremenog nasipa s temeljima teške skele ; M 1:100

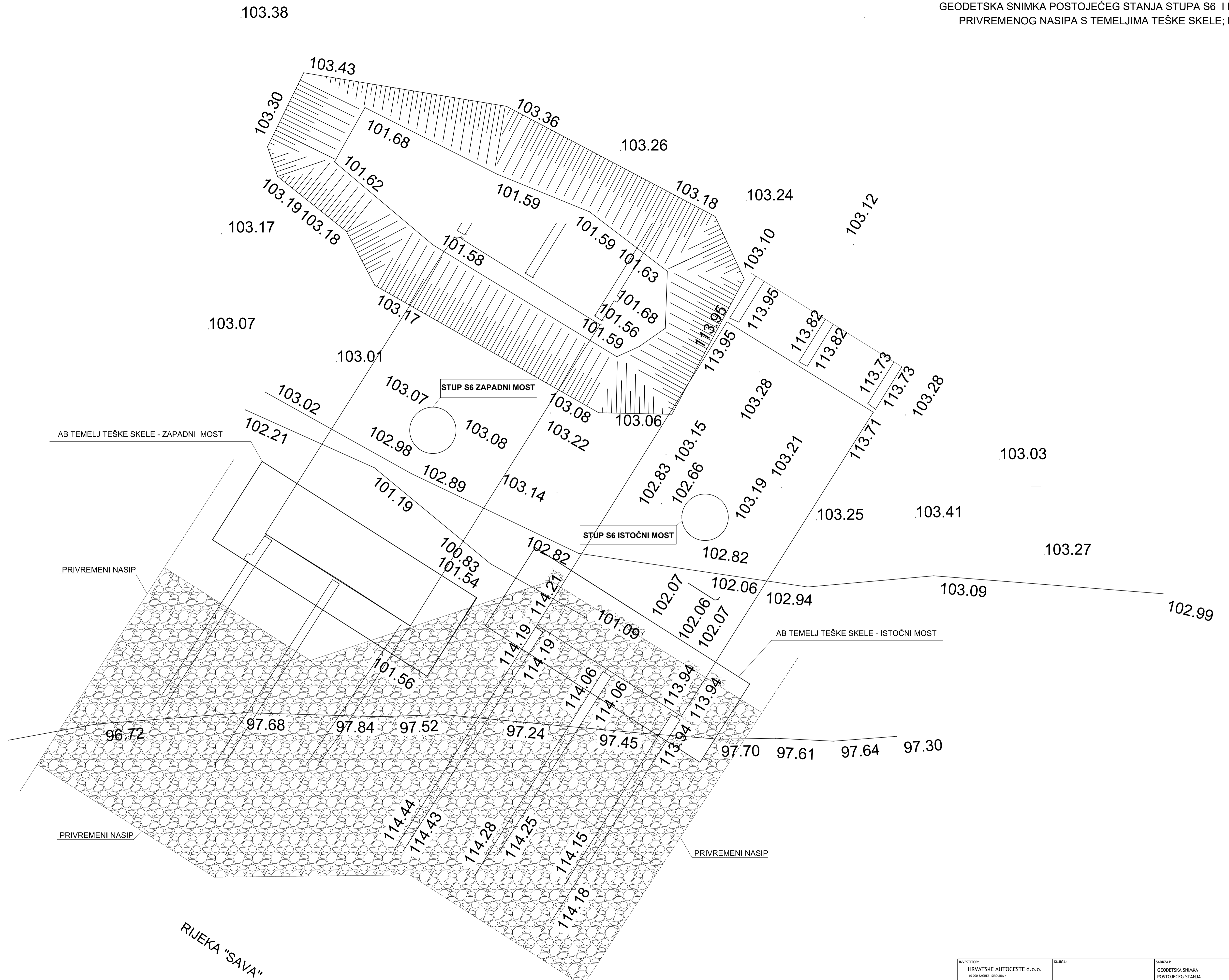
Prilog 2: Dispozicija teške cijevne skele stup S 10; M 1:50


Prilog 3: Dispozicija teške cijevne skele stup S 6; M 1:50

Prilog 4: Dispozicija teške cijevne skele stup s 6 - oslonac u središnjem dijelu (unutarnja greda); M 1:50

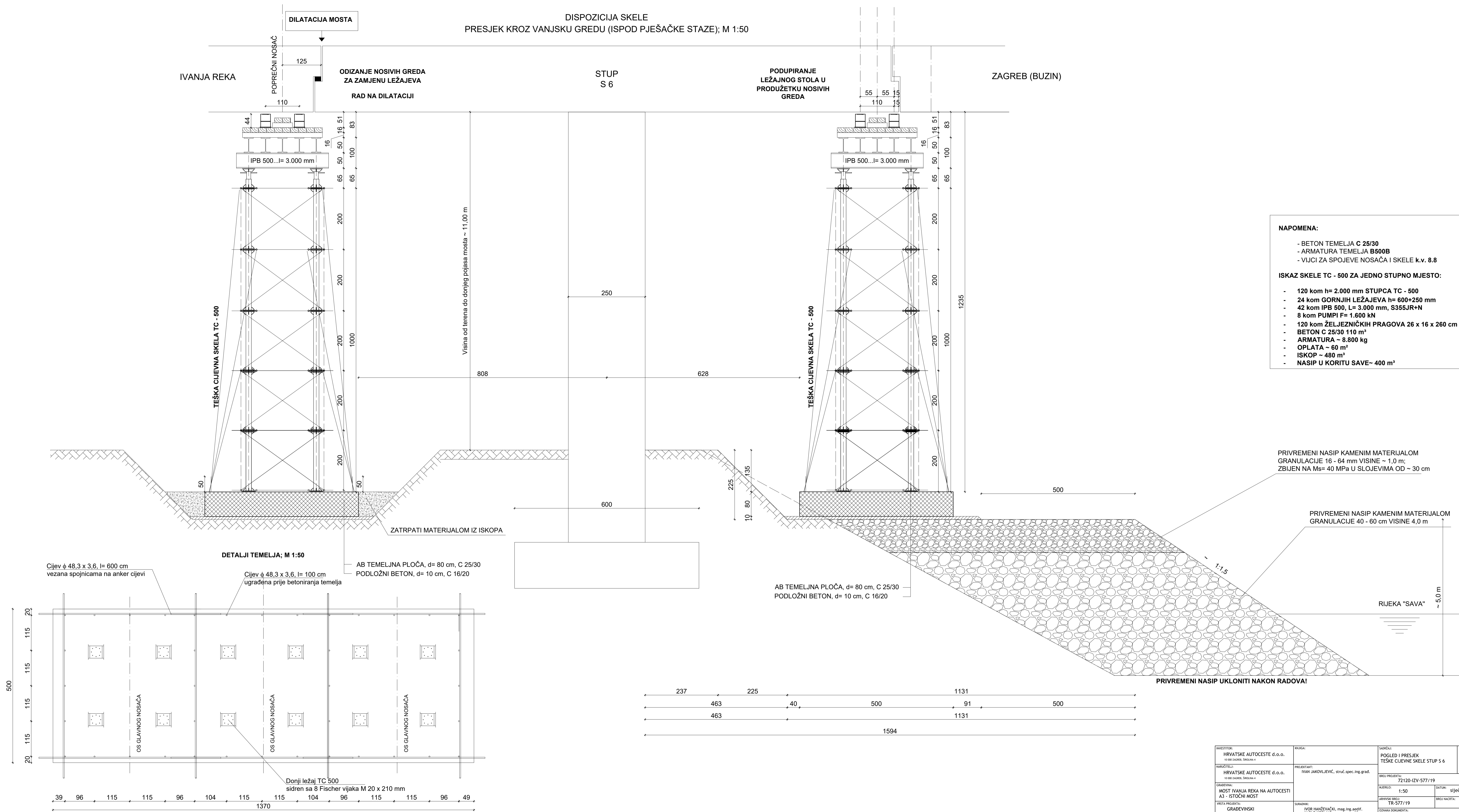
Prilog 5: Reprofilacija betonskih površina; M 1:50

Prilog 6: Plan armature temeljne ploče; M 1:50



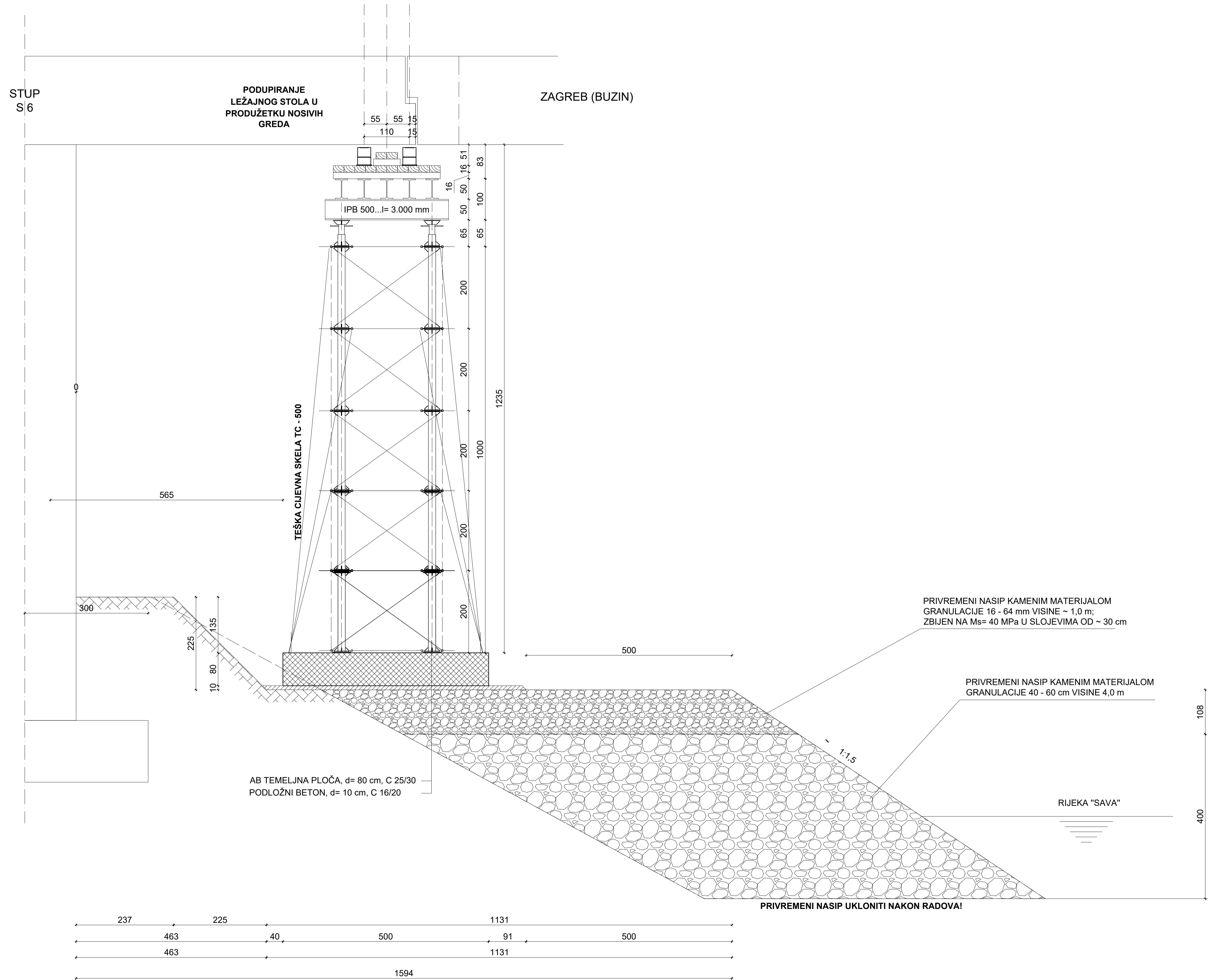
INVESTITOR: HRVATSKE AUTOCESTE d.o.o. 10 000 Zagreb, Štrouga 4	KNJIŽA:	SADRŽAJ: GEODETSKA SNIMKA POSTOJEĆEG STANJA STUPA S6 I PRIKAZ PRIVREMENOG NASIPA	
NARUČITELJ: HRVATSKE AUTOCESTE d.o.o. 10 000 Zagreb, Štrouga 4	PROJEKTANT: IVAN JAKOVLJEVIĆ, struč. spec. ing. grad.	STANJE: IZVOD TEŠKE SKELE: 72120-IZV-577/19	
GRAĐEVINA: MOST IVANJA REKA NA AUTOCESTI A3 - ISTOČNI MOST		MAŠERIKO: 1:100 DATUM: siječanj, 2019.	
VRSTA PROJEKTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT SANACIJE	SURADNIK: IVOR HANŽEVAČIĆ, mag.ing. arhif. KARLO KOPLJAR, mag.ing. arhif.	ARHIVSKI BROJ: TR-577/19	BROJ NACRTA: 1
		OZNAKA DOKUMENTA: 72120_IZV_577_19_MOST IVANJA REKA	

DISPOZICIJA SKELE
PRESJEK KROZ VANJSKU GREDU (ISPOD PJEŠAČKE STAZE); M 1:50



- NAPOMENA:**
- BETON TEMELJA C 25/30
 - ARMATURA TEMELJA B500B
 - VIJCI ZA SPOJEVE NOSAČA I SKELE k.v. 8.8
- ISKAZ SKELE TC - 500 ZA JEDNO STUPNO MJESTO:**
- 120 kom h= 2.000 mm STUPCA TC - 500
 - 24 kom GORNJIH LEŽAJEVA h= 600+250 mm
 - 42 kom IPB 500, L= 3.000 mm, S355JR+N
 - 8 kom PUMPI F= 1.600 kN
 - 120 kom ŽELJEZNIČKIH PRAGOVA 26 x 16 x 260 cm
 - BETON C 25/30 110 m³
 - ARMATURA ~ 8.800 kg
 - OPLATA ~ 60 m²
 - ISKOP ~ 480 m³
 - NASIP U KORITU SAVE- 400 m³

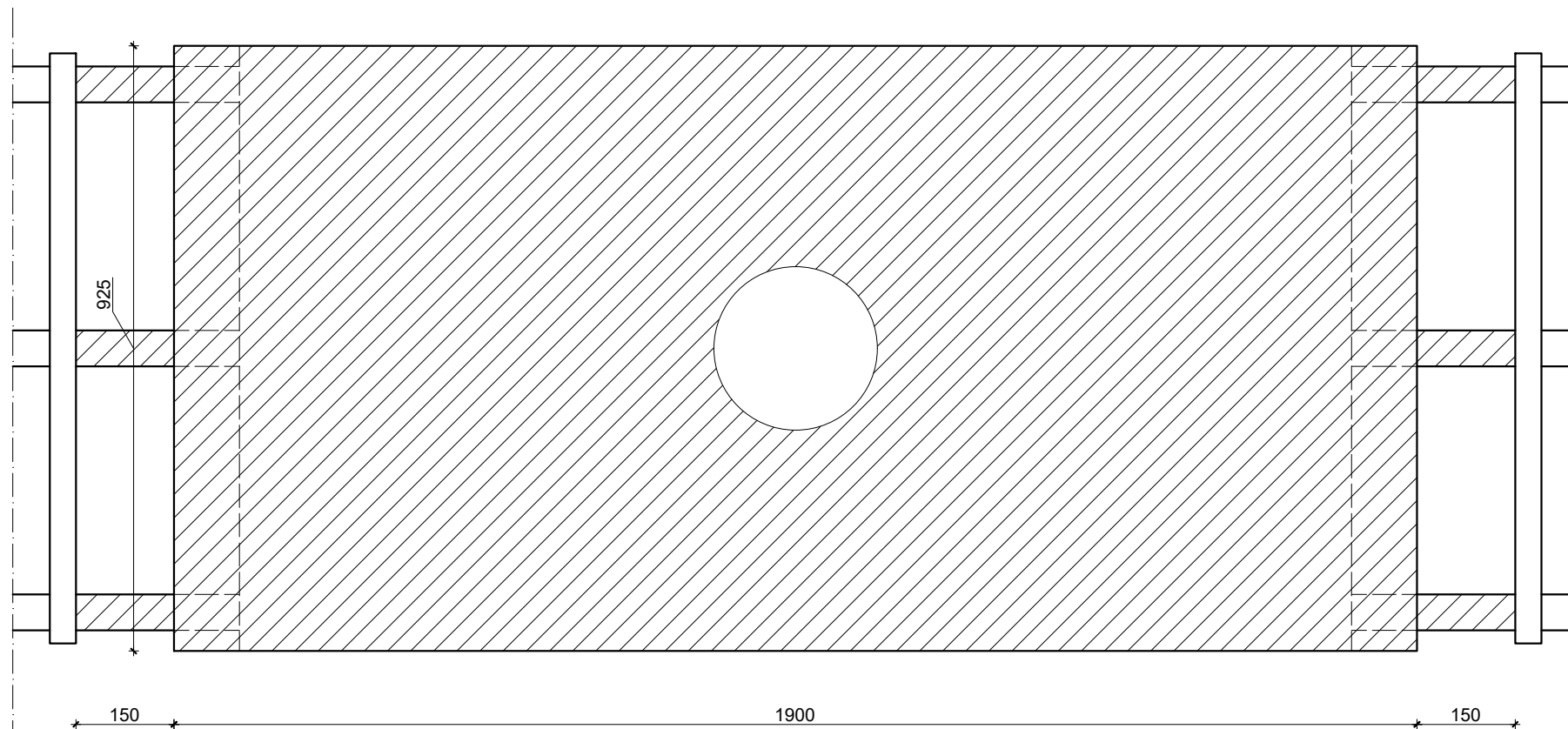
INVESTITOR: HRVATSKE AUTOCESTE d.o.o. 10 000 ZAGREB, SIKIJSKA 4	KUJICA: HRVATSKE AUTOCESTE d.o.o.	SAOBLJE: POGLED I PRESJEK TEŠKE CIJEVNE SKELE STUP S 6	
NAČELNIK: HRVATSKE AUTOCESTE d.o.o. 10 000 ZAGREB, SIKIJSKA 4	PROJEKTANT: IVAN JAKOVLJEVIĆ, struč. spec. ing. grad.	BROJ PROJEKTA: 72120-IZV-577/19	
GRAĐEVINA: MOST IVANJA REKA NA AUTOCESTI A3 - ISTOČNI MOST	SARADNIK: IVOR HANŽEVAČKI, mag. ing. arh. grad. KARLO KOPLJAR, mag. ing. arh. grad.	SKALA: 1:50	DATA: stječanj, 2019.
VEŠTAČKA PROJEKCIJA: PROJEKT SANACIJE		ARHIVSKI BROJ: TR-577/19	BROJ NAČRTA: 3
		ODNAKA DOKUMENTA: 72120-IZV-577_19_MOST IVANJA REKA	



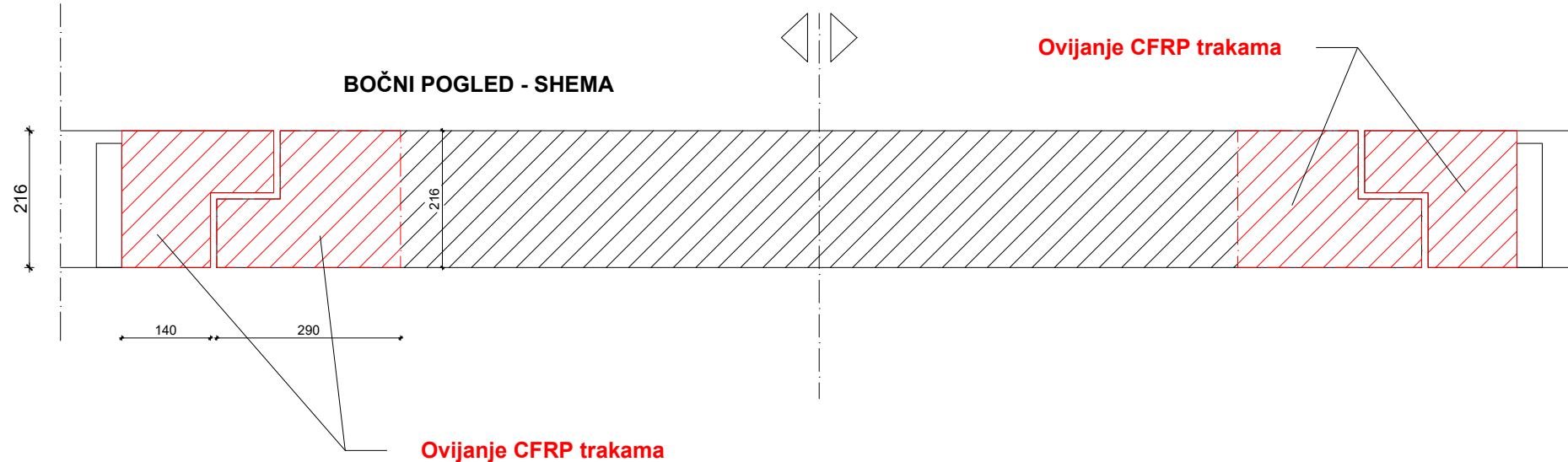
INVESTITOR: HRVATSKE AUTOCESTE d.o.o. 10 000 ZAGREB, SIKIĆINA 4	KLJUČA:	SADRŽAJ: POGLED I PRESJEK TEŠKE CIJEVNE SKELE STUP S 6 OSLONAC ISPOD UNUTARNJE GREDE	
NARUČITELJ: HRVATSKE AUTOCESTE d.o.o. 10 000 ZAGREB, SIKIĆINA 4	PROJEKTANT: IVAN JAKOVLEVIĆ, struč.spec.ing.grad.	BROJ PROJEKTA: 72120-IZV-577/19	
GRAĐEVINA: MOST IVANJA REKA NA AUTOCESTI A3 - ISTOČNI MOST		MAŠTERLO: 1:50	DATUM: prosinac, 2019.
VISTA PROJEKTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT SANACIJE	SURADNIK: IVOR HANŽEVAČKI, mag.ing.archit. KARLO KOPČIJAŠ, mag.ing.archit.	ARHIVSKI BROJ: TR-577/19	BROJ KACIKTA: 4
		ODNAKA DOKUMENTA: 72120_IZV_577_19_MOST IVANJA REKA	

**MOST "IVANJA REKA" - ISTOČNI MOST
REPROFILACIJA BETONSKIH POVRŠINA**

TLOCRT - SHEMA; POGLED S DONJE STRANE

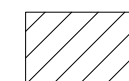


BOČNI POGLED - SHEMA




Ovijanje CFRP trakama

Ovijanje CFRP trakama

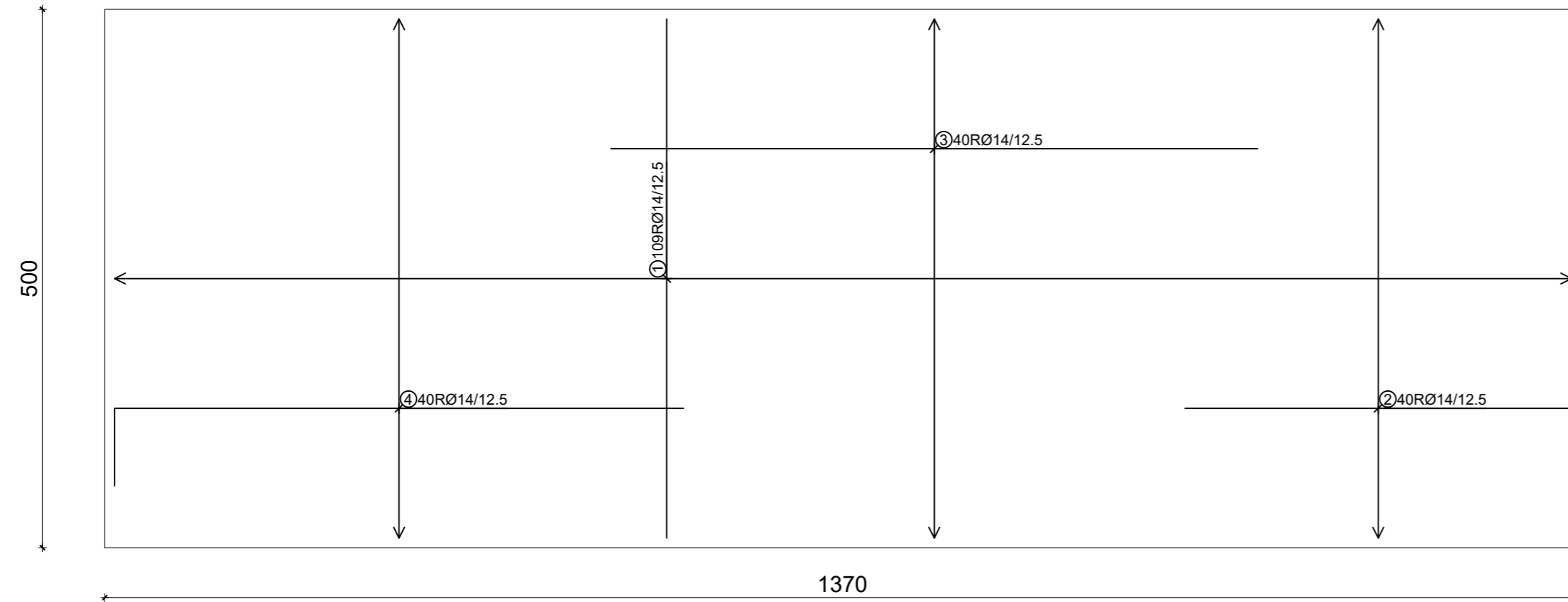


**POVRŠINA ZA
SANACIJU**

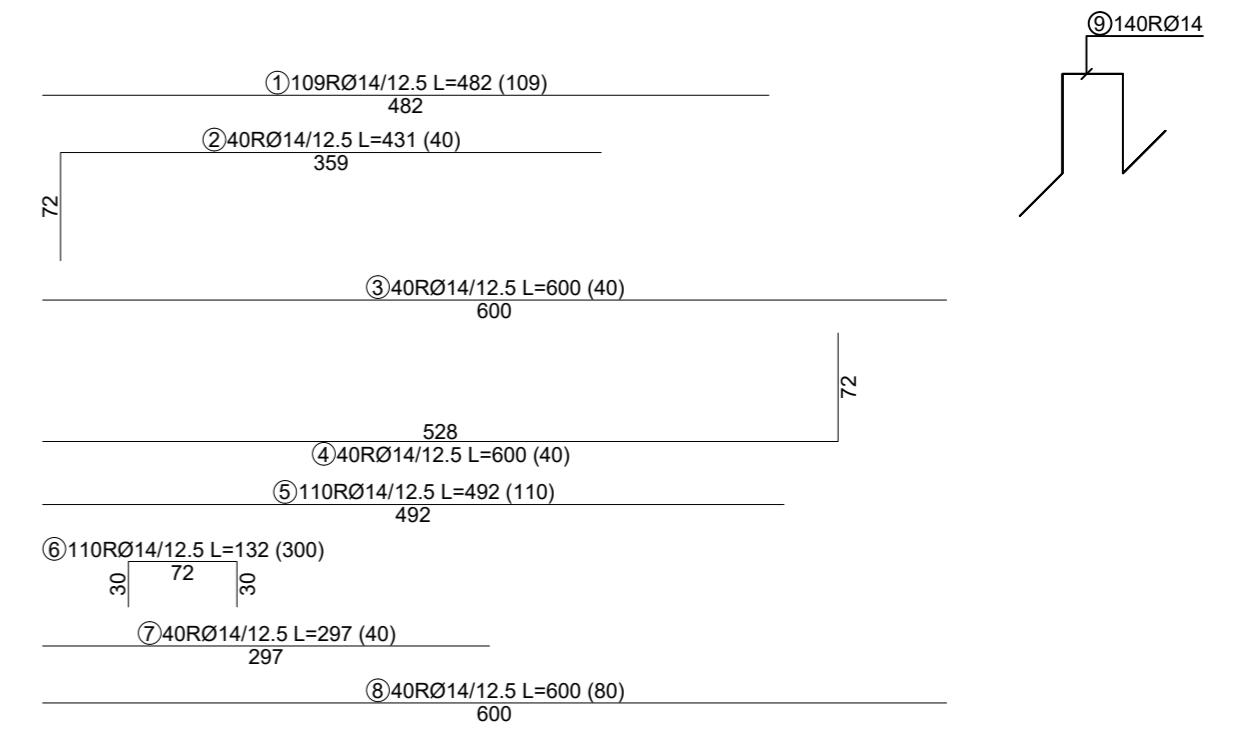
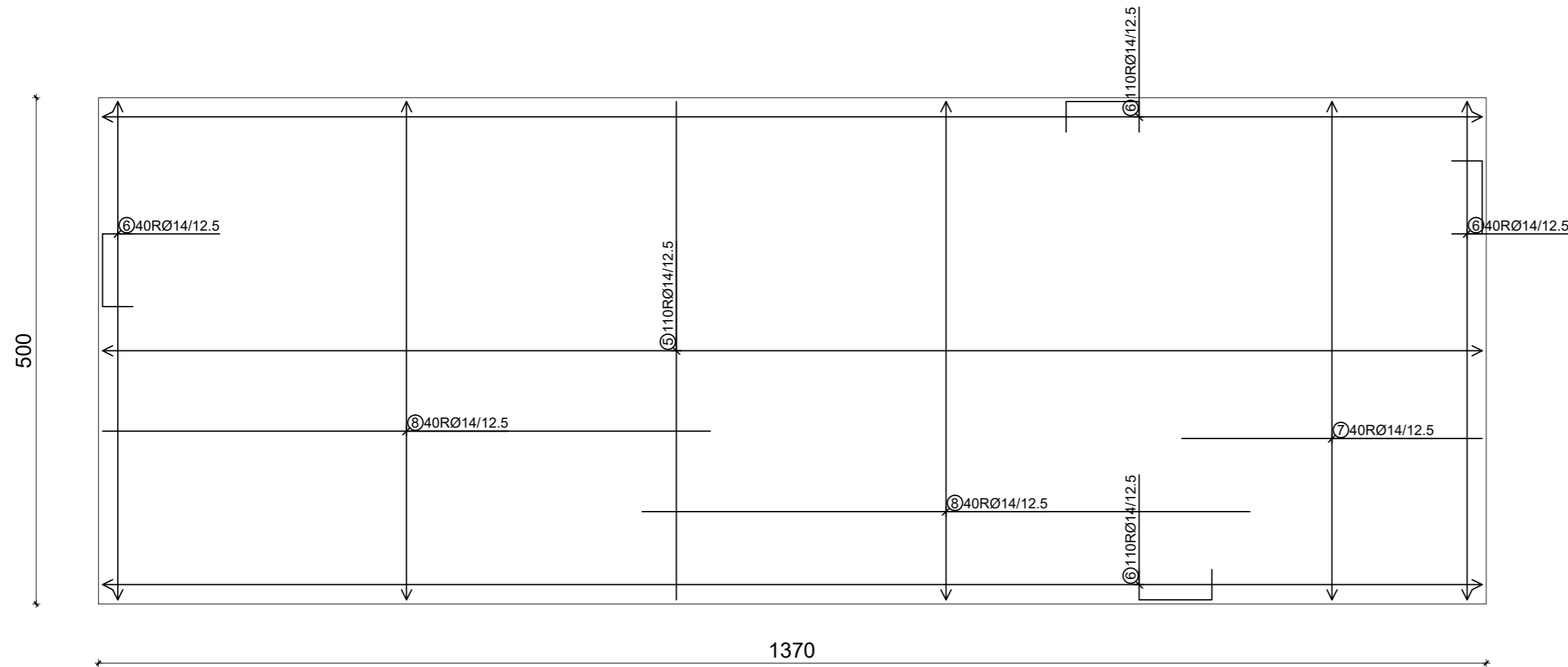
Podgled stola... 171 m²
Bočna ploha stola... 39 m²
Opseg GN... 5,4 m'

INVESTITOR: HRVATSKE AUTOCESTE d.o.o. 10 000 ZAGREB, ŠIROLINA 4	KNJIGA:	SADRŽAJ: REPROFILACIJA BETONSKIH POVRŠINA	 <small>INSTITUT IGH ZAVOD ZA PROJEKTOVANJE</small>
NARUČITELJ: HRVATSKE AUTOCESTE d.o.o. 10 000 ZAGREB, ŠIROLINA 4	PROJEKTANT: IVAN JAKOVLJEVIĆ, struč.spec.ing.grad.	BROJ PROJEKTA: 72120-IZV-577/19	
GRADEVINA: MOST IVANJA REKA NA AUTOCESTI A3 - ISTOČNI MOST		MJERILO: 1:50	DATUM: prosinac, 2019.
VRSTA PROJEKTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT SANACIJE	SURADNIK: IVOR HANŽEVAČKI, mag.ing.aedif. KARLO KOPLJAR, mag.ing.aedif.	ARHIVSKI BROJ: TR-577/19	BROJ NACRTA: 5
		OZNAKA DOKUMENTA: 72120_IZV_577_19_MOST IVANJA REKA	

PLAN ARMATURE DONJE ZONE TEMELJNE PLOČE; M 1:50



PLAN ARMATURE GORNJE ZONE TEMELJNE PLOČE; M 1:50



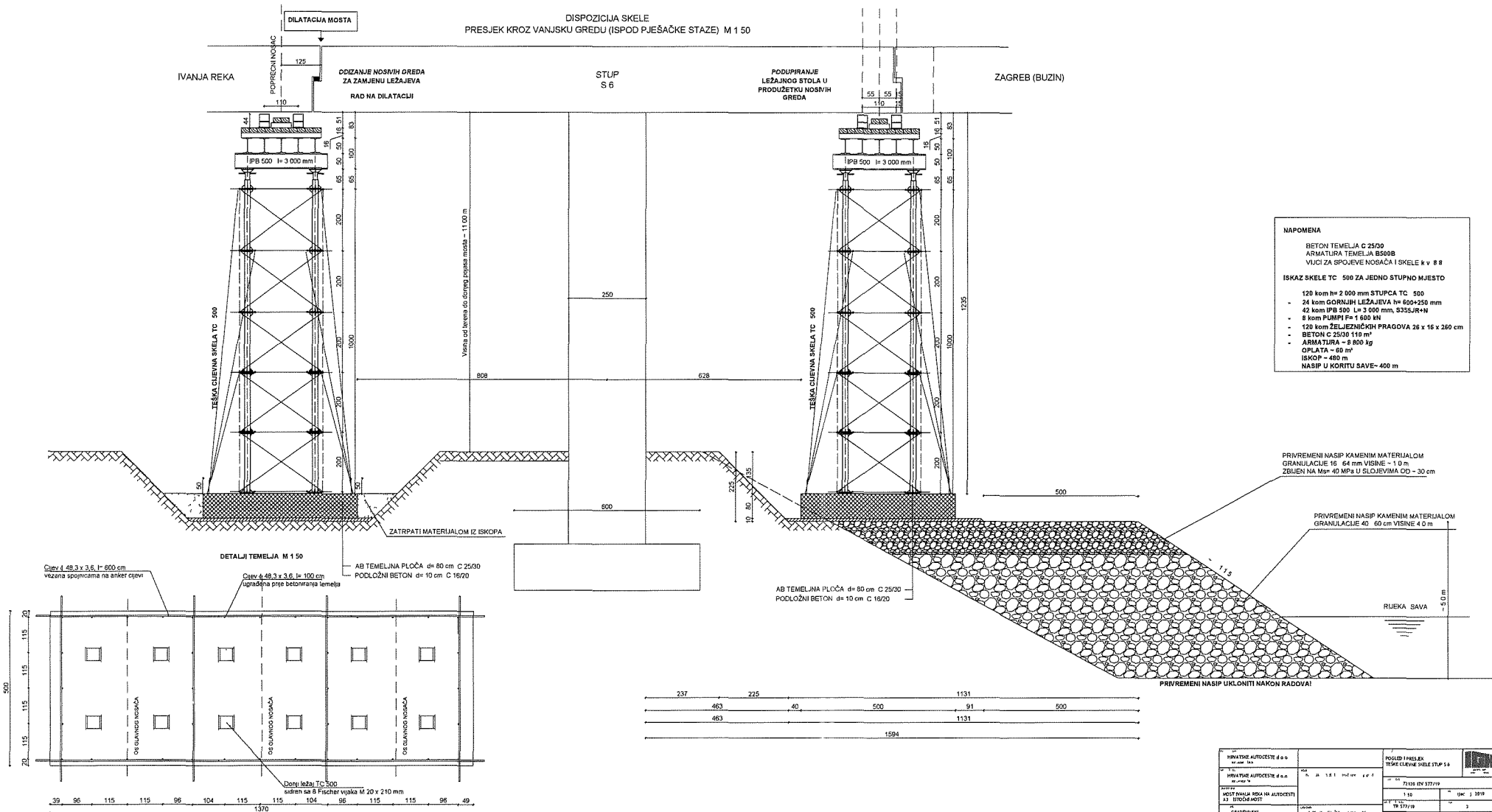
ISKAZ ARMATURE ZA 4 TEMELJNE PLOČE (STUPOVI S6 I S 10)

Šipke - specifikacija						
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]	Napomena
TEMELJNA PLOČA (4 kom)						
1	482	14	4.82	436	2101.52	
2	359	14	4.31	160	689.60	
3	600	14	6.00	160	960.00	
4	528	14	6.00	160	960.00	
5	492	14	4.92	440	2164.80	
6	72	14	1.32	1200	1584.00	
7	297	14	2.97	160	475.20	
8	600	14	6.00	320	1920.00	
9	40 66 40 40 66	14	2.52	560	1411.20	JAHAČI GORNJE ZONE

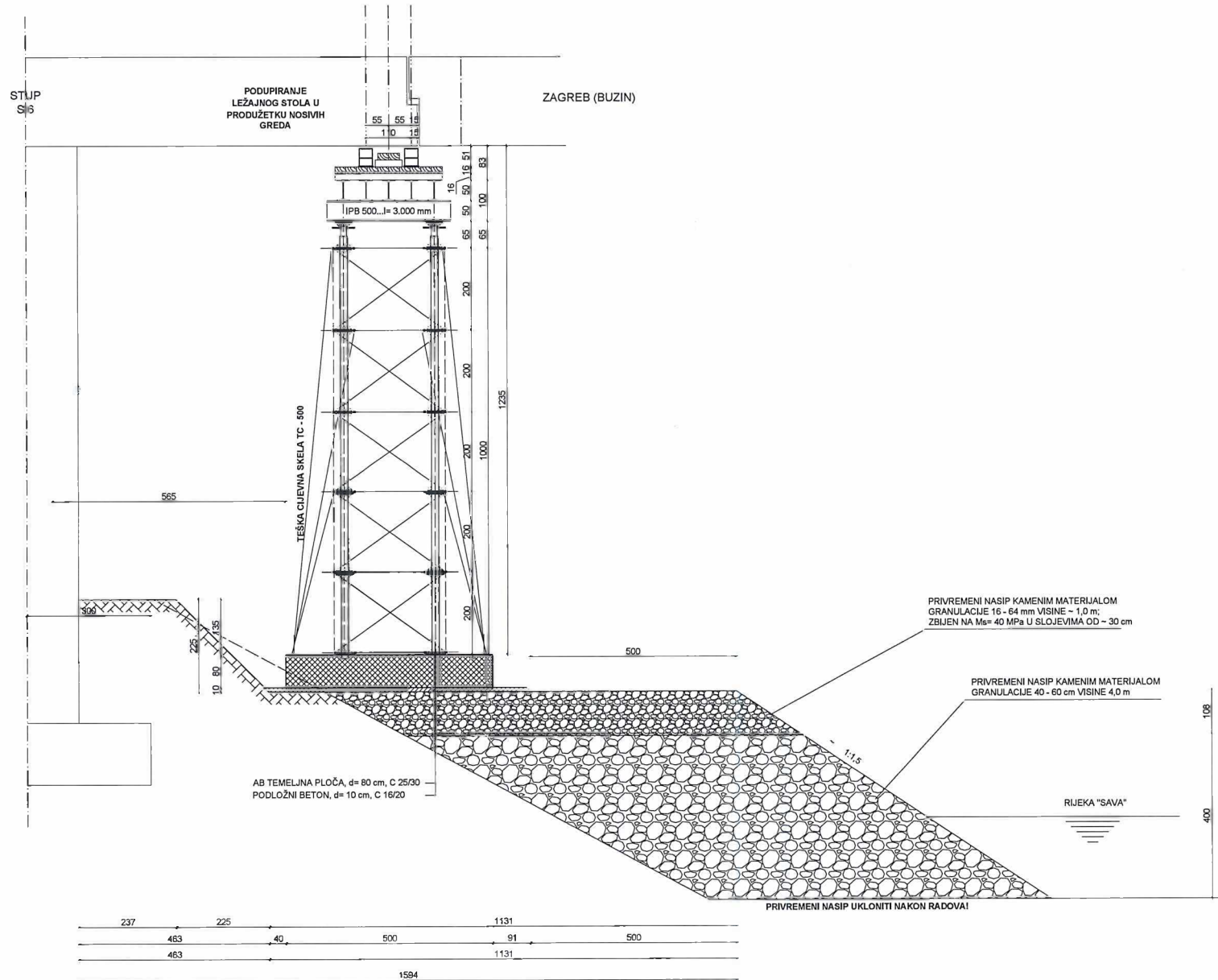
Šipke - rekapitulacija				
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m]	Težina [kg]	
RA1				
14	12266.32	1.25	15357.43	
Ukupno (RA1)			15357.43	
Ukupno			15357.43	

INVESTITOR: HRVATSKE AUTOCESTE d.o.o. 10 000 ZAGREB, SIROJINA 4	KNJIGA:	SADRŽAJ: PLAN ARMATURE TEMELJNE PLOČE	
NARUČITELJ: HRVATSKE AUTOCESTE d.o.o. 10 000 ZAGREB, SIROJINA 4	PROJEKTANT: IVAN JAKOVLJEVIĆ, struč.spec.ing.građ.	BROJ PROJEKTA: 72120-IZV-577/19	
GRADEVINA: MOST IVANJA REKA NA AUTOCESTI A3 - ISTOČNI MOST		MJERILO: 1:50	DATUM: siječanj, 2019.
VRSTA PROJEKTA: GRADEVINSKI PROJEKT SANACIJE	SURADNIK: IVOR HANŽEVAČKI, mag.ing.aedif. KARLO KOPLJAR, mag.ing.aedif.	ARHIVSKI BROJ: TR-577/19	BROJ NACRTA: 6
OZNAKA DOKUMENTA: 72120_IZV_577_19_MOST IVANJA REKA			

DISPOZICIJA SKELE
PRESJEK KROZ VANJSKU GREDU (ISPOD PJEŠAČKE STAZE) M 1 50



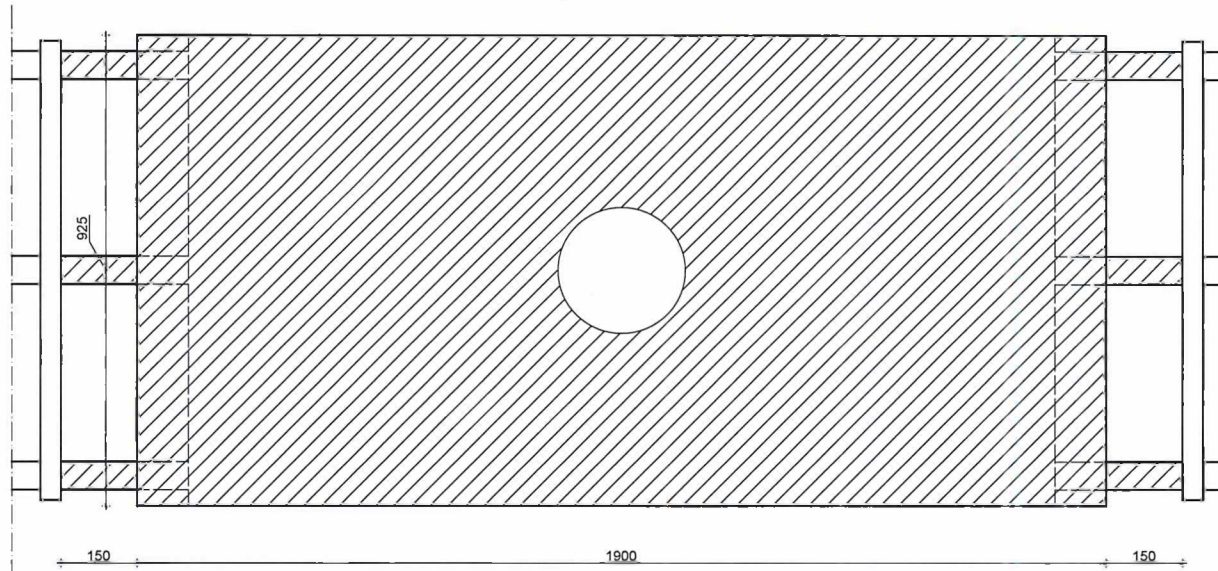
PRIVATNE AUTODIESTE d.o.o. HRVATSKA HRVATSKA AUTODIESTE d.o.o. MOST IVANJA REKA NA AUTODIESTI 33. STUPČANJE GRAĐEVINARI PROJEKTIRANJE	PROJEKTIRANJE TEŠKE CJEVNE SKELE STUP S 6 71101 RV 3771/19 1:10 19. 3. 2019. 3 71101_PIV_377_19_MOST IVANJA REKA
---	--



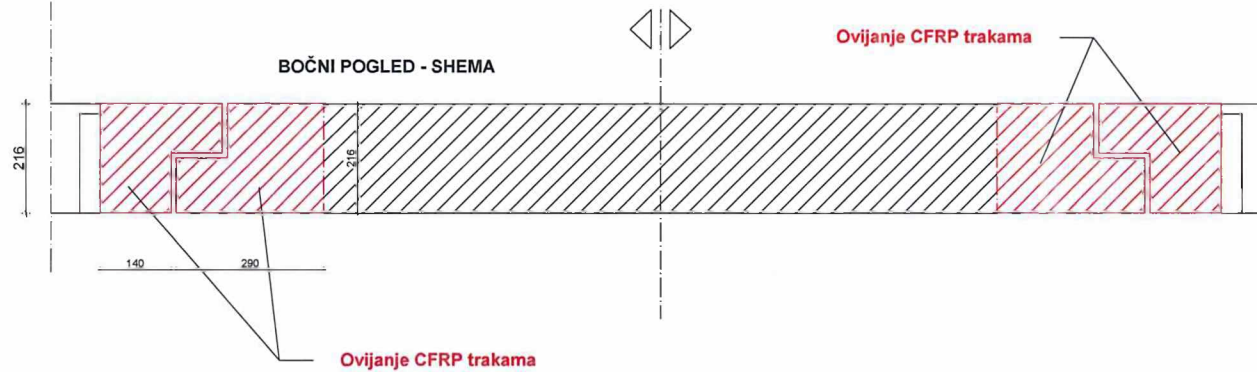
IZDAVAČ HRVATSKE AUTOCESTE d.o.o. BEOGRAD, BEOGRAD	STUP STUP S 6	POSREDOVANJE POSREDOVANJE	PROJEKT I PREGLED TEŠKE CIJEVNE SKELE STUP S 6 OSLOMAC U SREDIŠNJEM DIJELU	
IZDAVAČ HRVATSKE AUTOCESTE d.o.o. BEOGRAD, BEOGRAD	IZDAVAČ PROJ. ANĐELIJEVIĆ, inženjersko-proj. građ.	PROJEKT 72120-IZV-577/19		
PROJEKT MOST IVANJA REKA NA AUTOCESTI A3 - ISTOČNI MOST		MAŠTAR TR-577/19	PROJEKT 4	
PROJEKT PROJEKT SANACIJE	IZDAVAČ RUD HUNDEVAL, mag.ing.aedf. KARLO ROPPLAN, mag.ing.aedf.	PROJEKT 72120-IZV-577_19_MOST IVANJA REKA		

MOST "IVANJA REKA" - ISTOČNI MOST
REPROFILACIJA BETONSKIH POVRŠINA

TLOCRT - SHEMA; POGLED S DONJE STRANE




BOČNI POGLED - SHEMA



POVRŠINA ZA
SANACIJU

Podgled stola... 171 m²
Bočna ploha stola... 39 m²
Opseg GN... 5,4 m

INVESTITOR: HRVATSKE AUTOCESTE d.o.o. 10 000 ZAGREB, SIROCLINA 4	KNJIGA:	SADRŽAJ: REPROFILACIJA BETONSKIH POVRŠINA		 INSTITUT IGW IZUMI I INŽENJERING
NARUČITELJ: HRVATSKE AUTOCESTE d.o.o. 10 000 ZAGREB, SIROCLINA 4	PROJEKTANT: IVAN JAKOVLJEVIĆ, struč.spec.ing.grad.	BROJ PROJEKTA: 72120-IZV-577/19		
GRAĐEVINA: MOST IVANJA REKA NA AUTOCESTI A3 - ISTOČNI MOST		MAŠERLO: 1:50	DATUM: prosinac, 2019.	
VRESTA PROJEKTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT SANACIJE	SURADNIK: IVOR HANŽEVAČKI, mag.ing.aedif. KARLO KOPLJAR, mag.ing.aedif.	ARHIVSKI BROJ: TR-577/19	BROJ NACRTA: 5	
		OZNAKA DOKUMENTA: 72120_IJZV_577_19_MOST IVANJA REKA		

