

**ELABORAT TEHNIČKO - TEHNOLOŠKOG RJEŠENJA  
SUSTAVA SIDRENJA I PONTONA  
SPORTSKOG PRISTANIŠTA LABOV U NARDU**

Broj projekta 37/17

IZRAĐENO: 08. Prosinca 2018.

ZA OMNIMONT IZRADIO:

Miroslav Pelajić, mag. Ing. brodogradnje

NARUČITELJ:

**LUČKA UPRAVA OSIJEK**

Šetalište kardinala F. Šepera 6, 31000 Osijek

Cell:+385 98 297 664

Email: [goran.ilic@port-osijek.hr](mailto:goran.ilic@port-osijek.hr)

UGOVARATELJ:

**Hidroing d.o.o.**

Tadije Smičiklasi 1, Osijek Hrvatska

Tel: +385 31 25 11 00

Fax: +385 31 25 11 06

Cell: +385 99 214 25 24

Email: [hidroing@hidroing-os.hr](mailto:hidroing@hidroing-os.hr)

PODUGOVARATELJ:



**OMNIMONT d.o.o.**

**DESIGN & SHIPBUILDING**

Stepinčeva 13, 21 000 Split, Croatia

Cell: +385 98 90 37 470

Email: [miroslav.pelajic@gmail.com](mailto:miroslav.pelajic@gmail.com)

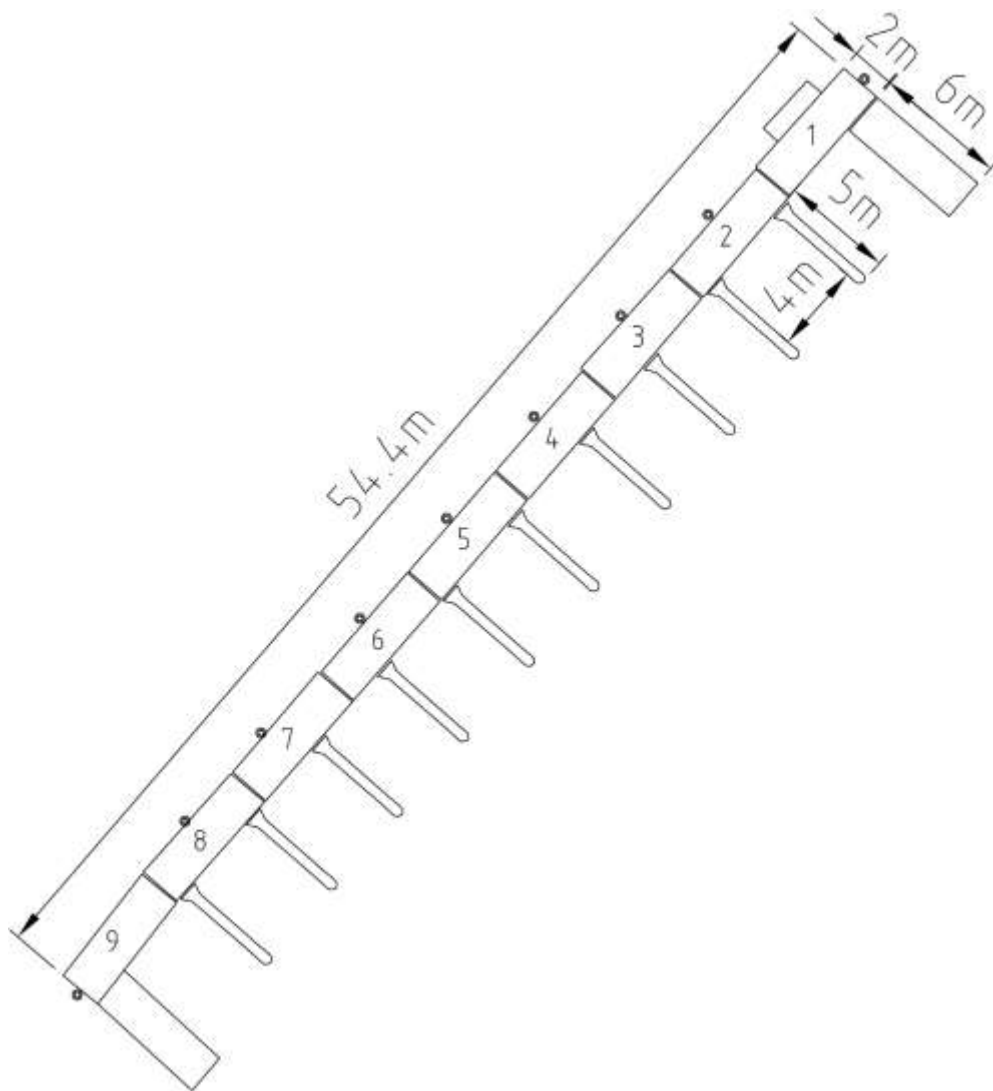
SADRŽAJ:

1.	UVOD.....	3
2.	TEHNIČKI OPIS PONTONA SA PRIPADAJUĆOM OPREMOM.....	4
3.	FINGERI.....	5
4.	PRISTUPNI MOST.....	6
5.	IZBOR I RASPORED PILOTA.....	7
6.	PRORAČUN SILA NA PRISTANIŠTE.....	7

## 1. UVOD

Sportsko pristanište Labov u Nardu namijenjeno je sigurnom i nesmetanom privezu plovila te potrebama sportskog društva čamaca. Na pristaništu će biti omogućen vez za 22 plovila.

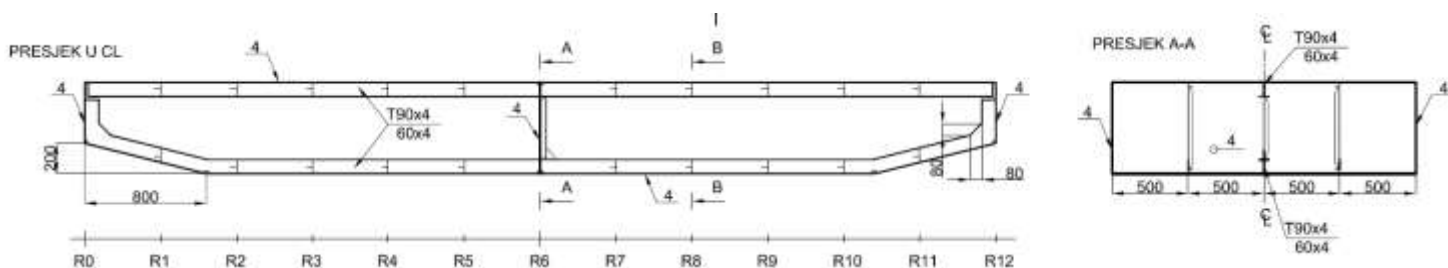
Pristanište će biti izvedeno u obliku plutajućeg gata, postavljenog na rkm 43+300 na području katastarske općine Nard na desnoj obali Drave. Pristanište će se sastojati od 9 uzdužno povezanih čeličnih pontona dimenzija  $L \times B = 6 \times 2$  m. Prvi ponton će također imati uzgonski dodatak za preuzimanje težine pristupnog mosta. Na prvom i posljednjem pontonu bit će poprečno pričvršćen još po jedan ponton. Deset fingera, duljine 5 m, će također biti poprečno pričvršćeno na pontone. Svijetli otvori između fingera bit će širine oko 4 m za akomodaciju po 2 plovila. Gat će se sidriti sa 9 čeličnih pilota izrađenih od cijevi  $\phi 273 \times 12,5$  mm:



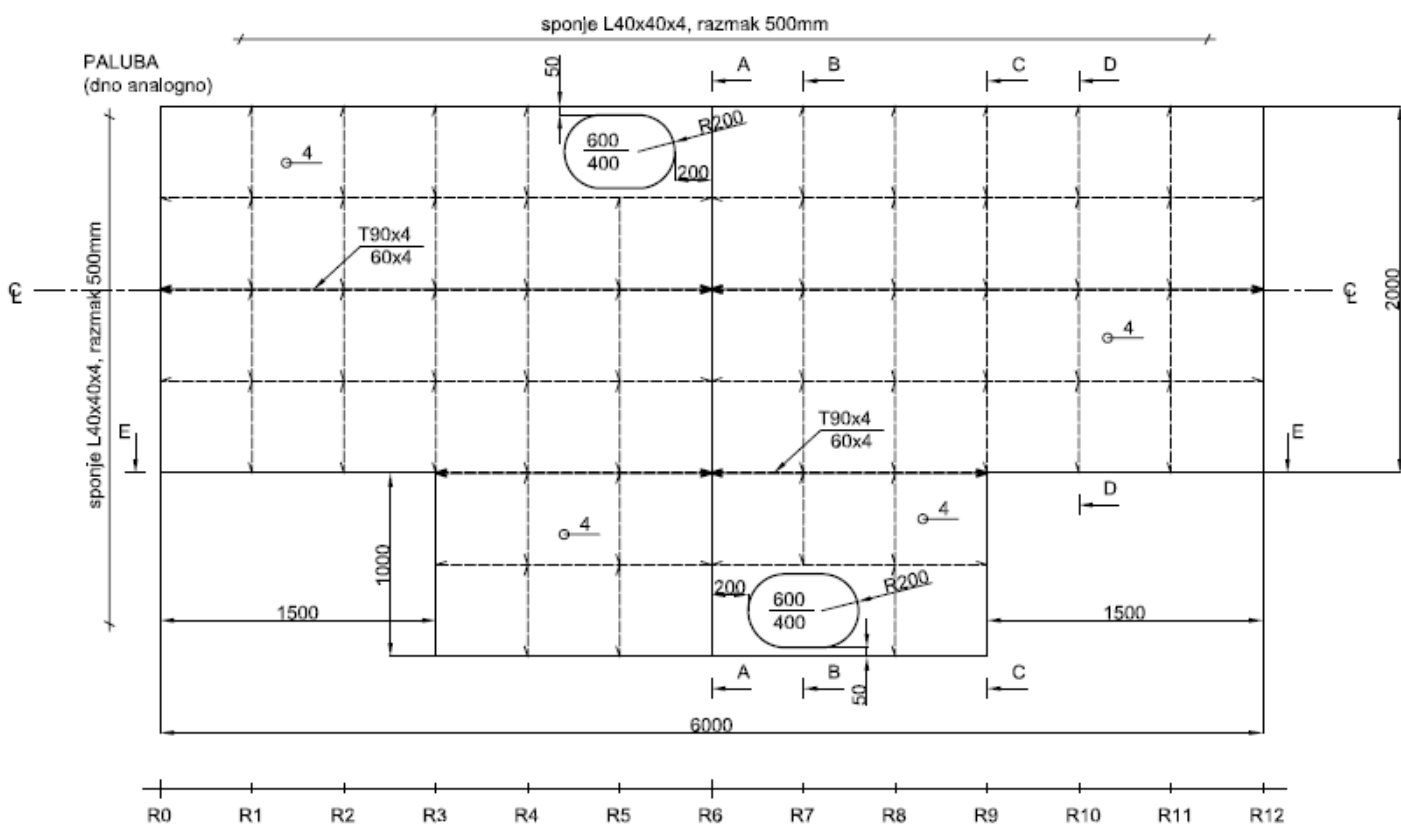
## 2. TEHNIČKI OPIS PONTONA SA PRIPADAJUĆOM OPREMOM

Svi dijelovi pontona bit će napravljeni od brodograđevnog čelika. Limovi vanjske oplata i palube će biti 4mm debljine. Sva unutarnja koljena kao i T profili hrptenice bit će, također, izrezani od lima debljine 4mm. Poprečna rebra bit će izrađena od čeličnih profila L40x40x4 te postavljena na razmacima od pola metra. Uzdužnjaci će također biti napravljeni od L40x40x4 profila te udaljeni pola metra od hrptenice i bokova. Poprečni presjek pontona će biti pravokutnog oblika BxH= 2x0,6m.

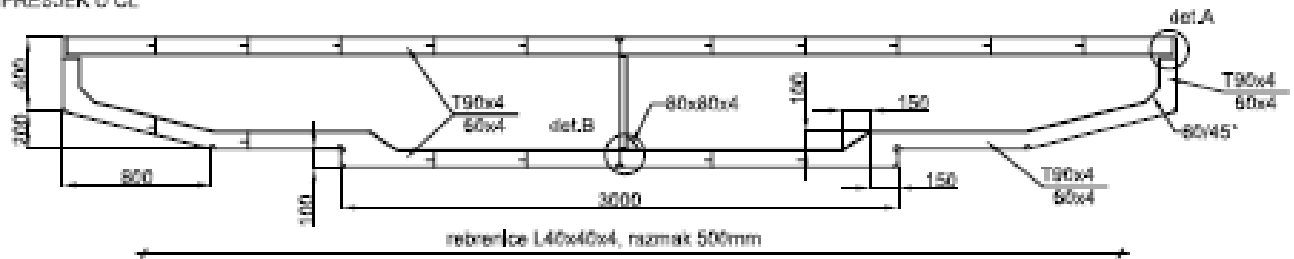
Pontoni će imati pramčano i krmeno uzdužno skošenje dna:



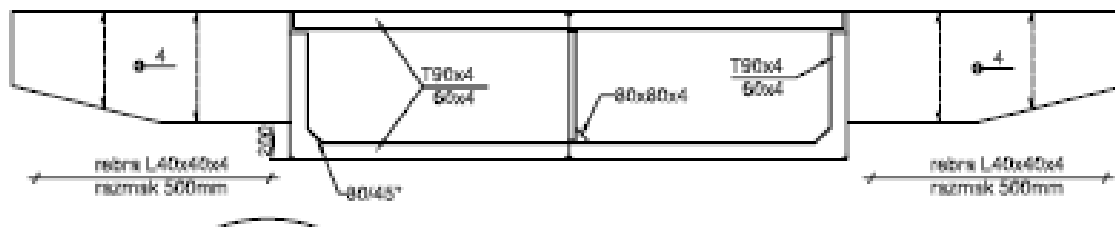
Prednji ponton će imati uzgonsko dodatak za prihvat polovice težine pristupnog mosta:



PRESJEK U CL



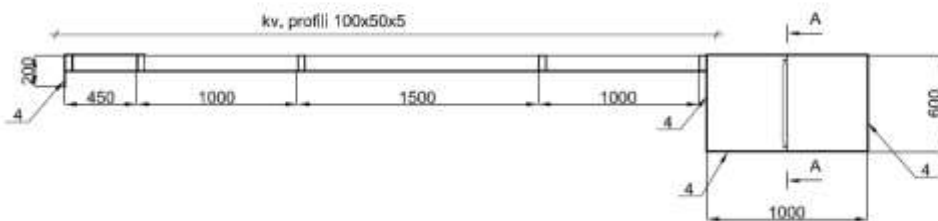
PRESJEK E-E



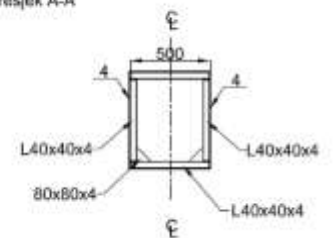
### 3. FINGERI

Fingeri će također biti napravljeni od čeličnih limova i profila:

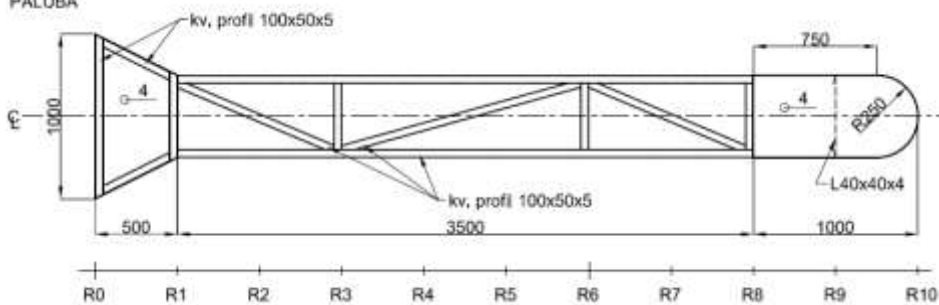
PRESJEK U CL



presjek A-A



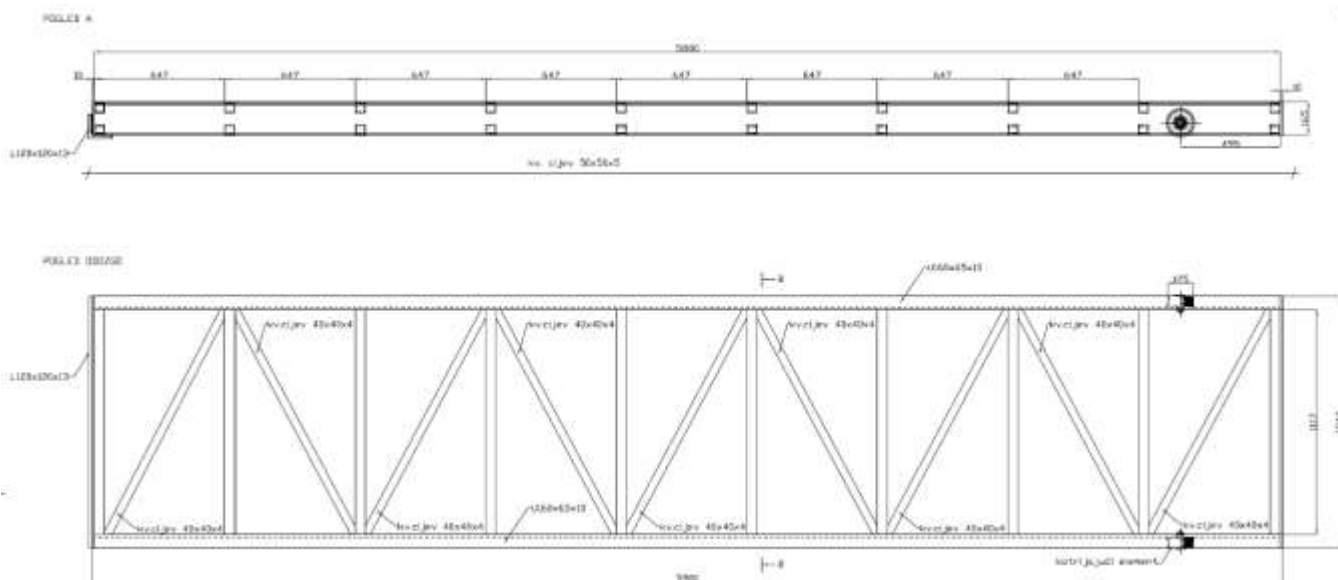
PALUBA



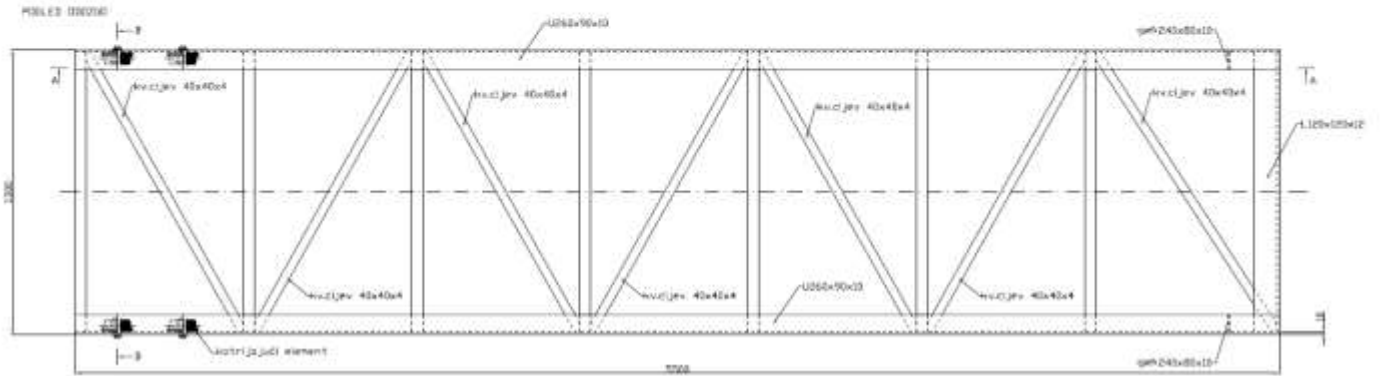
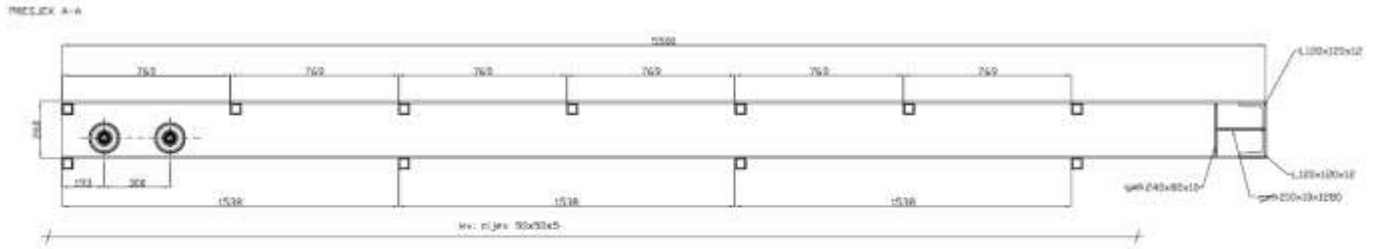
Plovak fingera je izrađen od čeličnog lima debljine 4mm u obliku šupljeg kvadra sa zaobljenim čelom dimenzija LxBxH=1x0,5x0,6m a bit će spojen na ponton preko 4m dugog i pola metra širokog mostića izrađenog od pravokutnih cijevi 100x50x5mm.

#### 4. PRISTUPNI MOST

Zbog velike razlike u vodostaju pristupni most će biti teleskopske izvedbe.



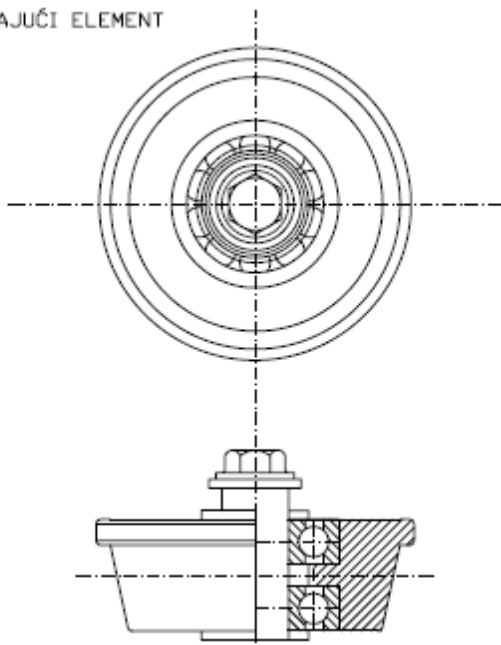
Tanji dio mosta, izrađen od dva U160 paralelna, čelična profila poprečno spojena sa rešetkom od kvadratnih cijevi 40x40x4mm, će se uvlačiti u deblji dio mosta:



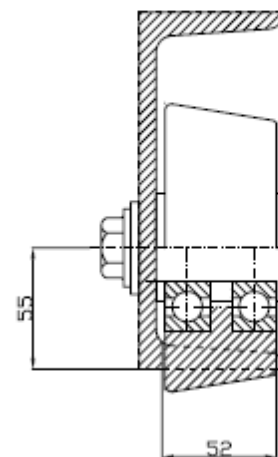
Deblji dio teleskopskog mosta izrađen je od dva U260 paralelna, čelična profila te poprečno spojena sa rešetkom od kvadratnih cijevi 40x40x4mm,

Kotrljajući elementi će olakšavati teleskopsko klizanja elemenata mosta

KOTRLJAJUĆI ELEMENT  
M1-2



KOTRLJAJUĆI ELEMENT U PROFILU  
M1-5

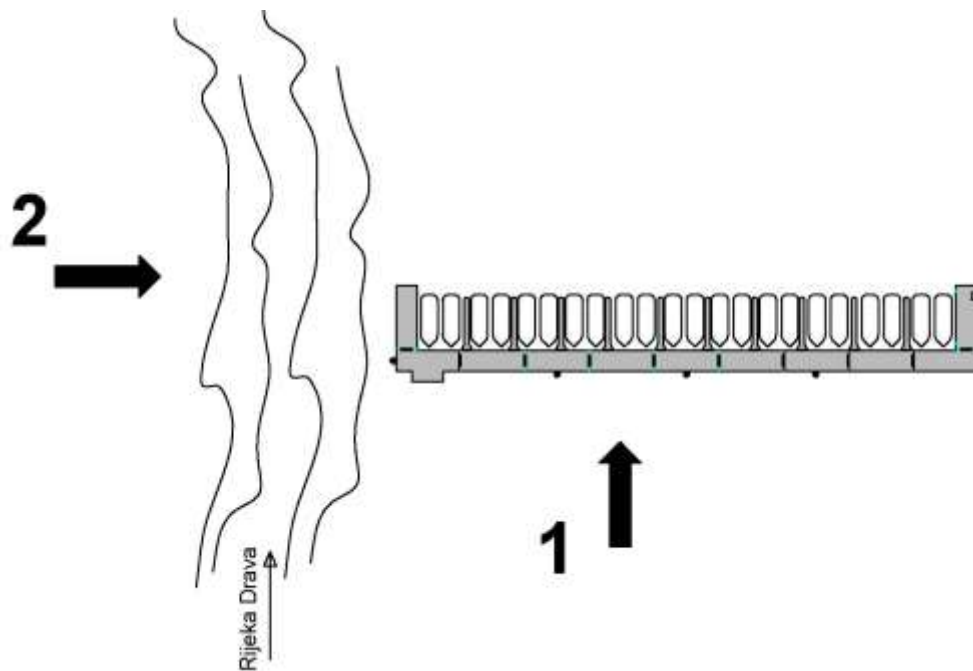


## 5. IZBOR I RASPORED PILOTA

Posebним proračunom (vidi u privitku) je definiran broj i dimenzije pilota a to su 9 čeličnih cijevi promjera  $\varnothing 273 \times 12,5 \text{ mm}$  i duljine 16m. Piloti će biti zakucani na dubinu 6,5m ispod dna korita Drave.

## 6. PRORAČUN SILA NA PRISTANIŠTE

GLAVNI SMJEROVI OPTEREĆENJA:



ULAZNI PODACI PONTONA ZA SMJER 1:

Ukupna duljina gata  $L_g = 54,88 \text{ m}$ ; gaz gata  $T_g = 0,35 \text{ m}$ ; visina nadvođa gata  $H = 0,6 \text{ m}$   
Površina podvođa  $A_{pg1} = L_g \times T_g = 19,2 \text{ m}^2$ ; površina nadvođa  $A_{ng1} = L_g \times H = 32,93 \text{ m}^2$   
Fingeri su iz ovog smjera sakriveni pa ih ne uzimamo u proračun.

ULAZNI PODACI PONTONA ZA SMJER 2:

Ukupna širina gata  $B_g = 7 \text{ m}$ ; gaz gata  $T_g = 0,35 \text{ m}$ ; visina nadvođa gata  $H = 0,6 \text{ m}$   
Površina podvođa  $A_{pg2} = B_g \times T_g = 2,45 \text{ m}^2$ ; površina nadvođa  $A_{ng2} = B_g \times H = 4,2 \text{ m}^2$



Ukupna duljina fingera  $L_f=5\text{m}$ ; gaz fingera  $T_f=0,2\text{m}$ ; visina nadvođa fingera  $H=0,6\text{m}$

ULAZNI PODACI ČAMACA ZA SMJER 1:

Ukupna širina čamca  $B_c=1,8$ ; gaz čamca  $T_c=0,35\text{m}$ ; visina nadvođa čamca  $H_c=1\text{m}$

Površina podvođa  $A_{pc1}= B_{c1} \times T_c=0,63\text{m}^2$ ; površina nadvođa  $A_{nc1}= B_{c1} \times H_c=1,8\text{m}^2$

ULAZNI PODACI ČAMACA ZA SMJER 2:

Ukupna duljina čamca  $L_c=6$ ; gaz čamca  $T_c=0,35\text{m}$ ; visina nadvođa čamca  $H_c=1\text{m}$

Površina podvođa  $A_{pc1}= L_c \times T_g=2,1\text{m}^2$ ; površina nadvođa  $A_{nc2}= L_c \times H=6\text{m}^2$

ULAZNI PODACI ATMOSFERILIJA ZA SMJER 1:

Najveća brzina vjetra:  $V_{w1}=60$  čvorova= $111,16\text{km/h}=30,875\text{m/s}$

Najveća brzina vodene struje  $V_{c1}=2\text{m/s}$

Najveća visina valova  $H_{1/3}=0\text{m}$

ULAZNI PODACI ATMOSFERILIJA ZA SMJER 2:

Najveća brzina vjetra:  $V_{w2}=60$  čvorova= $111,16\text{km/h}=30,875\text{m/s}$

Najveća brzina vodene struje  $V_{c2}=0\text{m/s}$

Najveća visina valova  $H_{1/3}=0,5\text{m}$

PRORAČUN ZA SMJER 1

SILA OD VJETRA NA GAT	$F_{wg1}=1 \times 1,255 \times \text{Ang}_1 \times V_{w1}^2/1000=$	22,7kN
SILA OD VJETRA NA 1 ČAMAC	$F_{wc1}=1 \times 1,255 \times A_{nc1} \times V_{w1}^2/1000=$	2,15kN
SILA OD VJETRA NA SVE ČAMCE	$F_{wc1}=0,5 \times 22 F_{wc1}=$	23,69kN
UKUPNASILA OD VJETRA ZA SMJER 1	$F_{wc1}= F_{wg1}+ F_{wc1}=$	46,39kN
SILA OD STRUJE NA GAT	$F_{cg1}=0,5 \times A_{pg1} \times V_{c1}^2=$	38,40kN
SILA OD STRUJE NA 1 ČAMAC	$F_{cg1}=0,5 \times A_{pc1} \times V_{c1}^2=$	1,26kN
SILA OD STRUJE NA SVE ČAMCE	$F_{cc1}=0,5 \times 22 \times F_{cg1}=$	13,86kN
UKUPNA SILA OD STRUJE ZA SMJER 1	$F_{c1}= F_{cg1}+ F_{cc1}=$	52,26kN
UKUPNA SILA ZA SMJER 1	$F_1= F_{wc1}+ F_{c1}=$	<b>98,65kN</b>

PRORAČUN ZA SMJER 2

SILA OD VJETRA NA GAT	$F_{wg2}=1 \times 1,255 \times \text{Ang}_2 \times V_{w2}^2/1000=$	5,02kN
-----------------------	--	--------

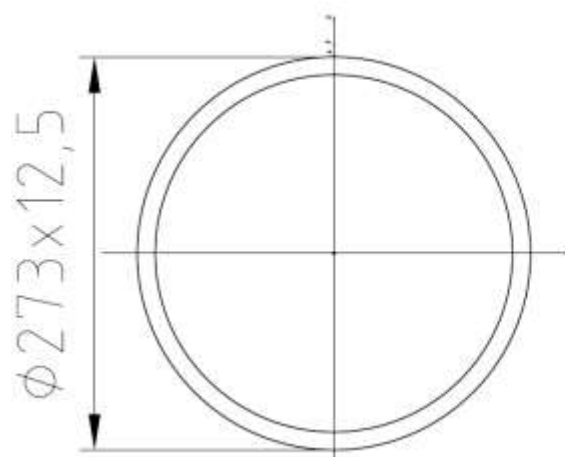
SILA OD VJETRA NA 1 ČAMAC	$F_{wc1_2} = 1 \times 1,255 \times A_{nc2} \times V_{w1}^2 / 1000 =$	7,00 kN
SILA OD VJETRA NA SVE ČAMCE	$F_{wc1} = (1 + 0,5 + 20 \times 0,3) \times F_{wc1_2} =$	52,5kN
UKUPNASILA OD VJETRA ZA SMJER 2	$F_{wc2} = F_{wg1} + F_{wc1} =$	57,52kN
SILA OD VALOVA NA GAT I ČAMCE	$F_{uv} = 0,5 \times 9,81 \times h^{1/3} \times B_g =$	<b>8,58kN</b>
UKUPNA SILA ZA SMJER 2	$F_1 = F_{wc2} + F_{uv} =$	59,77kN

Najveću silu iz smjera 1 vektorski ćemo zbrojiti sa silom od valova na gat i čamce te ćemo dobiti najveću moguću silu na sve pilote  $F_{KRI} = (F_1^2 + F_{uv}^2)^{1/2} = 99,02\text{kN}$

## 7. PRORAČUN NOSIVOSTI PILOTA

Na lokaciji su ugrađene cijevi  $\phi 273 \times 12,5\text{mm}$ .

MOMENT OTPORA CIJEVI:



$W = 637,2\text{cm}^3$	
$I_1$ [mm <sup>4</sup> ]	86970000
$I_2$ [mm <sup>4</sup> ]	86970000
$S_c$ [mm]	136.5
$S_t$ [mm]	136.5
$A$ [mm <sup>2</sup> ]	10229.811

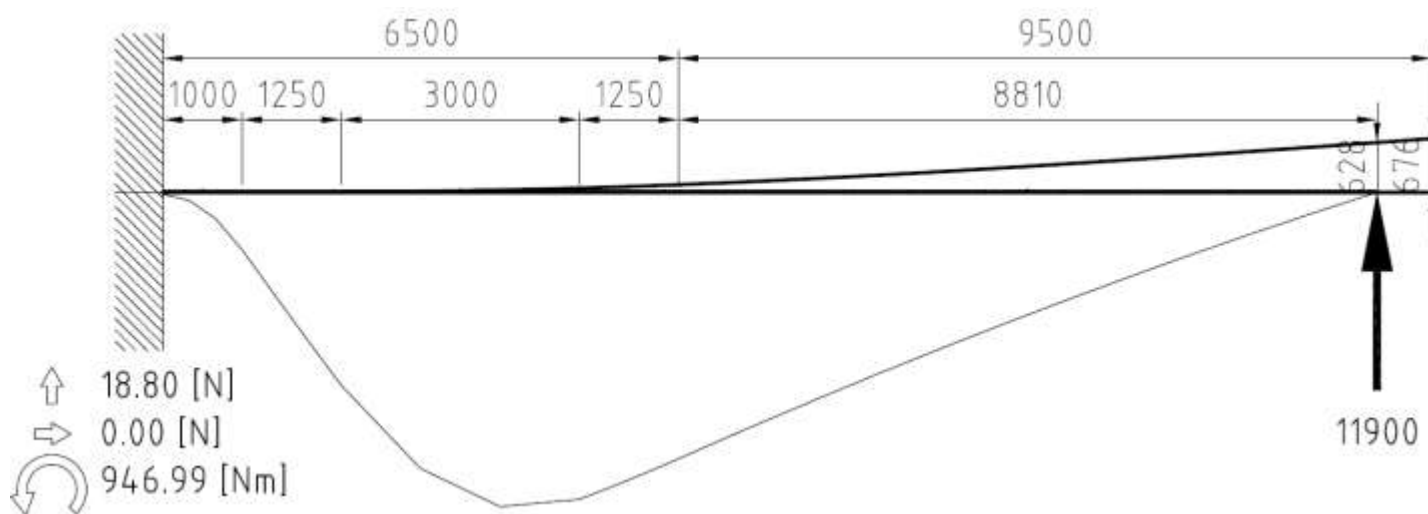
Piloti će biti najopterećeniji za vrijeme najvišeg vodostaja.

Površina pilota  $A_p$  izložena vodenoj struji je  $8,81\text{m} \times 0,273\text{m} = 2,4\text{m}^2$ ; koeficijent otpora (za valjak  $L/\phi = 32$ )  $C_w = 0,95$  a najveća brzina strujanja Drave  $V_{cp} = 2\text{m/s}$ .

Poprečna sila na pilot od vodene struje je:

$$F_p = 0,5 \times C_w \times \rho \times A_p \times V_{cp}^2 = 0,5 \times 0,95 \times 1 \times 2,4 \times 1,4^2 = 4,56\text{kN}$$

Podijelimo li ovu silu sa visinom umočenog stupa (8810mm) dobit ćemo ulazni podatak za kontinuirano opterećene  $q = 0,52\text{N/mm}$ :



Sa rezultatom:


φ273x12,5 SA SILOM OD 11900N NA 8.81m			
Moment of Inertia	I1	[mm <sup>4</sup> ]	86970000
Moment of Inertia	I2	[mm <sup>4</sup> ]	86970000
Moment of Inertia	Ieff	[mm <sup>4</sup> ]	86970000
Max. Border Dist.		[mm]	136.5
Safety Factor			1.0071
Yield Point		[N/mm <sup>2</sup> ]	235
E-Modulus		[N/mm <sup>2</sup> ]	210000
Material			S235JR
Max.Deflection	S1	[mm]	0.013305 E-12
Max.Bending Moment	Mb1	[Nm]	0.0111 E-9
Max.Deflection	S2	[mm]	614.7999
Max.Bending Moment	Mb2	[Nm]	148.66 E3
Max.Stress	Res.	[N/mm <sup>2</sup> ]	233.33
Max.Deflection	Sres	[mm]	614.7999
Max.Bending Moment	Mbres	[Nm]	148.66 E3
Scale for Defl. Line			1:1
Scale for Bending Mom. Line			1:37.17

Primjećujemo da jedan pilot po najvišem vodostaju ne može bez plastične deformacije izdržati poprečnu silu od pontona veću od **11,9kN**. Pomnožimo li navedenu silu sa 9 pilota te koeficijentom paralelnosti pilota ( $C_{pp}=0,985$ ) dobit ćemo kritičnu horizontalnu silu od cijelog gata koja bi pilote počela plastično deformirati  **$F_{p9KRI}=105,5kN$**

Podijelimo li kritičnu silu držanja pilota sa najvećom mogućom silom gata dobit ćemo računski faktor sigurnosti za najveće moguće nevrijeme koje bi se moglo dogoditi jednom u 50 godina:  **$f = F_{p9KRI} / F_{KRI} = 105,5/99,02 = 1,065$** .

Potrebno je naglasiti da smo pretjerali sa brzinom vodene struje od 2m/s. Realna najveća brzina u sredini Drave na toj lokaciji nije nikada veća od 1,4m/s tako da stvarne sile od vodene struje nikada neće premašiti polovicu sile s kojom smo računali te će stvaran faktor sigurnosti biti veći od 2.

»OMNIMONT«  
d.o.o. – SPLIT



Miroslav Pelajić magistar brodogradnje