

SKELA NA PRIJELAZU PREKO RIJEKE DRAVE KOD SELA KRIŽNICA PORED PITOMAČE**PRORAČUN STRUKTURE**

HRVATSKI REGISTAR BRODOVA	
VIĐENO (NOTED)	
BR.	2013449
No.	2019-09-16
DNE.	
DATE.	
4	

M. L. L.

Za "STIL" d.o.o. Palovec, Športska 17, 40321 Mala Subotica, izradio:

"FILOMAR" d.o.o. Milutina Barača 52, 51000 Rijeka

svibanj, 2019.

(prvo izdanja veljača, 2019.)

SKELA KRIŽNICA - ŠZETAK PRORAČUNA OPLATE I STRUKTURE

HIDROSTATSKI PODACI

	puna	prazna
Draft Amidsh. m	0,881	0,644
Displacement kg	98960	68904
Heel to Starboard degrees	0	0
Draft at FP m	0,859	0,612
Draft at AP m	0,903	0,676
Draft at LCF m	0,882	0,647
Trim (+ve by stern) m	0,044	0,064
WL Length m	15,699	15,453
WL Beam m	18,981	16,975
Wetted Area m ²	185,83	149,916
Waterpl. Area m ²	137,222	113,938
Prismatic Coeff.	0,859	0,843
Block Coeff.	0,702	0,828
Midship Area Coeff.	0,818	0,985
Waterpl. Area Coeff.	0,874	0,912
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,738	-0,859
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,469	-0,631
KB m	0,468	0,336
KG m	1,733	1,445
BMT m	68,143	71,948
BML m	23,298	29,178
GMt m	66,877	70,839
GML m	22,032	28,069
KMt m	68,61	72,284
KML m	23,766	29,514
Immersion (TPc) tonne/cm	1,372	1,139
MTC tonne.m	1,386	1,23
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) kg.m	115503	85186,56
Max deck inclination deg	0,2	0,2
Trim angle (+ve by stern) deg	0,2	0,2

Podaci o brodu - jedan ponton

L =	15,70	m
B =	4,98	m
D =	1,40	m
T =	0,881	m

Blok koeficijent jednog pontona

puna skela		prazna skela	
C _B =	0,904	C _B =	0,635
B _{KVL} =	3,956 m	B _{KVL} =	3,92 m
V =	49,48 m ³	V =	34,45 m ³

Razmaci ukrepa - sredina pontona

	dno		bok		paluba	
	s (m)	ℓ (m)	s (m)	ℓ (m)	s (m)	ℓ (m)
obični uzdužnjak	0,5	1,5	0,35	1,5	0,5	1,5
hrptenica	1,94	1,5				
poprječni okvir	1,5	3,37	1,5	0,85	1,5	3,55
obični poprečnjak					0,5	0,5
pojačani popr.okvir					1,5	9,0

Podaci o materijalu gradnje: brodograđevni čelik klase "A"

R _{EH} =	235	N/mm ²
E =	206000	N/mm ²
k =	1	
σ _d =	190	N/mm ²
τ _d =	110	N/mm ²

Područje plovidbe: IWW-0 do IWW-0,6

značajna visina vala H =	0,60	m
--------------------------	------	---

Konstante

g =	9,81	m/s ²
-----	------	------------------

M. W. L.

VANJSKA OPTEREČENJA		p		kN/m ²		Poglavlje III	
krmeni dio pontona		srednji dio pontona		pramčani dio pontona			
4.1.2	z ≤ T	z > T	z ≤ T	z > T	z ≤ T	z > T	
z (m)=	0,00	0,931	0,00	0,931	0,00	0,931	
p _{EC} =	11,73	3,34	11,73	3,34	11,73	3,34	
4.1.2	z ≤ 0,15 T	z > 0,15 T	z ≤ 0,15 T	z > 0,15 T	z ≤ 0,15 T	z > 0,15 T	
z (m)=	0,08215	0,18	0,08215	0,18	0,08215	0,18	
p _{ET} =	3,58	0,00	3,58	0,00	3,58	0,00	
4.1.3	z ≤ T _{LC}	z > T _{LC}	z ≤ T _{LC}	z > T _{LC}	z ≤ T _{LC}	z > T _{LC}	
z (m)=	0,00	0,931	0,00	0,931	0,00	0,931	
p _{ECL} =	11,73	3,34	11,73	3,34	11,73	3,34	
4.1.3	z ≤ T _{LC}	z > T _{LC}	z ≤ T _{LC}	z > T _{LC}			
z (m)=	0,08215	0,18	0,08215	0,18			
p _{ETL} =			3,58	0,00			
5.1-5.7							
p _{CD} =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
4.2							
p _E =	5,04		5,04		5,04	5,04	
Tablica	3.5-1		6.5-2		7.5-2		
z _b (m)=	0,307		0,235		0,563		
l ₀ (m)=	0,574		0,646		0,318		
l (m)=	0,715		0,79		0,515		
p _{ECb} =	8,72		9,43		6,21		
p _{ECu} =	3,34		3,34		3,34		
p _{ES} =	5,50		5,83		4,23		
5.1					z ≤ T _{LC}	z > T _{LC}	
p _B =	0,00	0,00			0,00	0,00	
4.1.3							
p _W =	3,09		3,09		3,09		
p _{WD} =	0,25		0,25		0,25		

M. L. L.

OPLATA-DEBLJINE

krmeni dio pontona	srednji dio pontona	pramčani dio pontona
dno	5 mm	5 mm
kobilica	10 mm	10 mm
uzvoj dna	5 mm	5 mm
bok	5 mm	5 mm
završni voj	5 mm	5 mm
paluba	8 mm	8 mm
proveza	8 mm	8 mm

UKREPE

krmeni dio pontona							
T 7.5-1 dno							
	okvirna rebrenica		uzdužnjak dna		hrptenica s kobilicom		
	zahtjevano	ostvareno	zahtjevano	ostvareno	zahtjevano	ostvareno	
w (cm ³) =	170,10	174,73	6,67	10,37	44,59	43,41	
A (cm ²) =	4,04	33,00	0,47	13,00	2,10	44,40	
T 7.5-2 bok							
	okvirno rebro		uzdužnjak boka				
	zahtjevano	ostvareno	zahtjevano	ostvareno			
w (cm ³) =	4,78	56,32	4,26	4,30			
A (cm ²) =	0,82	24,54	0,31	11,5			
T 7.5-3 paluba							
	okvirna sponja		uzdužnjak palube		interkostalna sponja		
	zahtjevano	ostvareno	zahtjevano	ostvareno	zahtjevano	ostvareno	
w (cm ³) =	36,75	574,45	2,81	38,32	0,38	17,67	
A (cm ²) =	1,23	72,94	0,20	23,17	0,08	20,00	
srednji dio pontona							
T 2.5-1 dno							
	okvirna rebrenica		uzdužnjak dna		hrptenica s kobilicom		
	zahtjevano	ostvareno	zahtjevano	ostvareno	zahtjevano	ostvareno	
w (cm ³) =	116,95	174,73	7,72	10,37	30,01	43,41	
A (cm ²) =	2,78	33,00	0,37	13,00	1,60	44,40	
T 3.5-1 bok							
	okvirno rebro		uzdužnjak boka				
	zahtjevano	ostvareno	zahtjevano	ostvareno			
w (cm ³) =	19,94	56,32	2,65	4,30			
A (cm ²) =	0,39	24,54	0,19	11,50			
(T 4.5-1) paluba tereta - izravni proračun							
	okvirna sponja		uzdužnjak palube		interkostalna sponja		
	zahtjevano	ostvareno	zahtjevano	ostvareno	zahtjevano	ostvareno	
w (cm ³) =	320	574,45	24,20	38,32	8,07	17,67	
A (cm ²) =		72,94		23,17		20,00	
pramčani dio pontona							
T 6.5-1 dno							
	okvirna rebrenica		uzdužnjak dna		hrptenica s kobilicom		
	zahtjevano	ostvareno	zahtjevano	ostvareno	zahtjevano	ostvareno	
w (cm ³) =	170,10	323,51	6,55	10,37	43,65	43,41	
A (cm ²) =	4,04	40,27	0,47	13,00	2,10	44,40	
T 6.5-2 bok							
	okvirno rebro		uzdužnjak boka				
	zahtjevano	ostvareno	zahtjevano	ostvareno			
w (cm ³) =	6,30	56,32	3,93	3,84			
A (cm ²) =	0,74	24,54	0,28	10,90			
T 6.5-3 paluba							
	okvirna sponja		uzdužnjak palube		interkostalna sponja		
	zahtjevano	ostvareno	zahtjevano	ostvareno	zahtjevano	ostvareno	
w (cm ³) =	83,39	574,85	2,81	38,32	0,38	17,67	
A (cm ²) =	1,85	72,94	0,20	23,17	0,08	20,00	

PREGRADE

Poprečne pregrade s uspravnim ukrepama

	moment otpota (cm ³)	površina presjeka (cm ²)	pritisak (kN/m ²)	razmak ukrepa (m)	duljina ukrepe (m)	f _s	c _{bc}
obična ukrepa	3,27	0,43	14	0,5	1,01	1,05	10
pojačana ukrepa	14,85	1,63		1,97	0,97	1,05	8

debljina oplata pregrade t = 5,00 mm
obična ukrepa pregrade t = 5,00 mm
pojačana ukrepa pregrade u C.L. t = 6,00 mm

UPORA

Aksijalna sila na uporu P = 24,53 kN
Promjer podupore D = 8,0 cm
Debljina stijenke t = 0,65 cm
Duljina upore ℓ = 93,8 cm
Koeficijent oslanjanja c_{bc} = 0,5 upora upeta na oba kraja
Efektivna duljina upore ℓ_p = 46,9 cm
Površina presjeka A_p = 15 cm²
Najmanja dozvoljena debljina stijenke t_{min}+t_c = 5,78 mm
Stvarna debljina stijenke upore t = 6,5 mm

M. W. L.

PRORAČUN OPLATE I STRUKTURE SKELE PROVEDEN PREMA HRB "PRAVILA ZA KLASIFIKACIJU PLOVILA NA UNUTARNJIM VODAMA"
DIO 2
Tehnički zahtjevi za izradu tehničke dokumentacije skele

Dvo ili tro trupna skela na višećoj sajli preko rijeke Drave

Materijal gradnje	čelik
Nosivost	30 t, najmanje
ili	50 putnika bez tereta
Osovinski pritisak najmanje	5 t, najmanje
Korisna površina palube	17x8 m
Osnovni pogon	čelično uže preko rijeke Drave

Pomoćni pogon dva izvanbrodska električna motora za pomoć kod pristajanja

Nadstrešnica od solarnih panela (prostor kod kormila-zaštita od kiše i sunca za skelara)

Elektrobaterije punjene solarnim panelima; za rasvjetu i pokretanje pogonskog elektromotora i elektromotora za pogon vitala

Dvije utovarno-iskrcajne rampe sa ručnim i elektropogonom

Glavno vitlo za pozicioniranje skele (ručni i elektropogon)

Centralno smješteno lisnato kormilo

Kućica za skelare i alat

Sidro i sva ostala oprema prema propisima HRB-a

Ponton

Duljina projektna	L =	16,00	m
Širina projektna	B =	4,00	m

Paluba

Duljina projektna	L pal =	19,00	m
Širina projektna	B pal =	10,00	m

Dno

Dno pontona je jednostruko i ravno. Uzvoj je izveden kutno s okruglim profilom.

Sistem gradnje dna je uzdužni

Bok

Bok pontona je ravan. Spoj s palubom je izveden kutno.

Sistem gradnje boka je poprečni.

Razmaci ukrepa (m)

	obični	obični	okvirni	
	uzdužnjak	popreč.	popreč.	hrptenica
dno	0,5		1,50	2
bok	0,35		1,50	
paluba	0,5	0,5	1,50	
pregrada	0,5		1,97	

Ch 1
2.2.2 Gornja granica tečenja

Skela je izgrađena od brodograđevnog čelika klase "A"

$R_{eH} =$	235	N/mm ²
$E =$	206000	N/mm ²
$k =$	1	
$\sigma_d =$	190	N/mm ²
$\tau_d =$	110	N/mm ²

3.2.1 Proračunska duljina pontona skele

Ponton nema kormilo na trupu.

$$L_{KVL} = 15,70 \text{ m}$$

Proračunska duljina	L =	15,70	m
----------------------------	------------	--------------	----------

3.2.2

Širina pontona	B =	4,98	m
-----------------------	------------	-------------	----------

$$\text{Širina vodne linije skele } B_{WL} = 18,98 \text{ m}$$

3.2.3

Visina pontona	D =	1,40	m
-----------------------	------------	-------------	----------

3.2.4 Gaz pontona, konstruktivni

Konstruktivni gaz	T =	0,881	m
--------------------------	------------	--------------	----------

$$LBT = 68,88 \text{ m}^3$$

3.2.5 Duljina pontona preko svega

$$Loa = 16,05 \text{ m}$$

3.2.6 Duljina vodne linije

$$L_{KVL} = 15,70 \text{ m}$$

3.3.4 Sredina pontona

početak sredine	3,92	m od krme
kraj sredine	11,77	m od krme

3.3.5 Krajevi pontona

krmeni kraj	0,78	m od krmenog zrcala prema pramcu
pramčani kraj	1,06	m od vrha pramca prema krmi

3.3.5.1 Pramčani perpendikular

udaljen od vrha pramca	0,28	m, iz nacrt
------------------------	------	-------------

3.3.5.2 Krmeni perpendikular

udaljen od krmenog zrcala	0,00	m, iz nacrt
---------------------------	------	-------------

M. W. L.

- 3.3.7 Pramčani dio pontona 1,57 m od pramčane statve
- 3.3.8 Krmeni dio pontona područje od pregrade krmenog pika do krmenog zrcala
- 3.5.1 **Blok koeficijent**
- | | puna skela | | prazna skela | |
|-------------|--------------|---------------------------------|--------------|---------------------------------------|
| $C_b =$ | 0,718 | | $C_b =$ | 0,635 |
| $B_{KVL} =$ | 4,98 | m, ponton | $B_{KVL} =$ | 3,92 m, ponton |
| $V =$ | 49,48 | m ³ , jednog pontona | $V =$ | 34,45 m ³ , jednog pontona |
- 3.5.6 Brzina pontona prilikom potezanja poteznim vitlom na pramcu
- | | | | | | |
|-------|------|------|---------------------|-----|-----|
| $v =$ | 6,68 | km/h | brzina rijeke Drave | 1,3 | m/s |
|-------|------|------|---------------------|-----|-----|

3.7 Područje plovidbe

- 3.7.3 IWW-0 do IWW-0,6
- | | |
|------------|---------|
| $L/D \leq$ | 35 |
| $L =$ | 15,70 m |
| $D =$ | 0,45 m |

Značajna visina vala	H = 0,60 m
-----------------------------	-------------------

Ch 2

1.2 Simboli

Efektivna širina sunosivog lima

a_{mv}, b_m najviše 50 neto debljina lima, za ploče koje se prostiru s obje strane nosača
 najviše 25 neto debljina lima, za ploče koje se prostiru s jedne strane nosača

- 5.3.3.1 Obične ukepe, efektivna sunosiva širina lima ne veća od:

$b_{AP} = s$ m, za ploče koje se prostiru s obje strane nosača
 $b_{AP} = 0,5 s$ m, za ploče koje se prostiru s jedne strane nosača

3.2 Kolizijska pregrada

- 3.2.1 Položaj kolizijske pregrade δ_c m, mjereno od pramčane okomice prema krmi
- | | | |
|-----------------|------|---|
| $\delta_c \geq$ | 0,63 | m |
| $\delta_c \leq$ | 2,63 | m |

5.2 Oplata

- 5.2.1 Smanjenje debljina oplata podvrgnute lateralnom opterećenju

$$t = t_y f_1 f_2$$

dno

$t_y =$	1,98	mm, debljina oplata iz proračuna
$a =$	1,50	m, dulja stranica ploče
$b =$	0,50	m, kraća stranica ploče
$a/b =$	3,00	$\leq 2,24$
$f_1 =$	1	ravna ploča
$f_2 =$	1,02	$\leq 1,00$
$t =$	2,02	mm

5.4 Spoj ukepa

- 5.4.2 Koljena

Najmanja neto debljina koljena i duljina kraka koljena

ukrepe u spoju	moment otpora manje ukrepe (cm ³)	koljeno bez flanže c	neto debljina koljena t min (mm)	najmanja dozvoljena neto debljina (mm)	dodatak na koroziju ukupni (mm)	ostvarena debljina koljena t _a (mm)	duljina kraka koljena			
							najmanja dopuštena (mm)	proračun. ℓ_c (mm)	ostvarena ℓ_c (mm)	flanža da/ne
okvirna rebrenica okvirno rebro	116,95 19,16	1,20	3,21	5	1	6	100	127	200	ne
okvirna sponja okvirno rebro	574 19,16	1,20	0,67	5	1	6	100	127	200	ne
vanjska strana okvirna sponja okvirno rebro	574 19,16	0,95	2,54	5	1	6	100	127	1136	da

Flanža

površina	$A \geq$	11,36	cm ²
širina	$b_f =$	40,64	mm
ostvareno	$b_f =$	50,00	mm
	$\ell =$	835,00	mm
	$A =$	417,50	cm ²

9.2 Dodatak na koroziju za brodograđevni čelik klase A

- 9.2.-2 Za neto debljinu lima
- $t \leq 8$
- mm

$t_c =$	1,00	mm, ukupno
$t_c =$	0,25 t	mm

M. W. L.

10.3 Elastično izvijanje ploče lima oplata**10.3.1 Naprezanje kod idealnog izvijanja****10.3.1.1 Naprezanje kod aksijalnog sabijanja**

10.3.1-1	$\sigma_{\epsilon} =$	20,32	N/mm ²	
	$a =$	1,50	m	
	$b =$	0,5	m	
	$\alpha p =$	3,00		
	$f_b =$	7,01	T.3.1-1	slučaj 13
	$E =$	206000,00	N/mm ²	
	$t =$	1,98	mm, neto debljina oplata dna	

10.3.1.2 Naprezanje na smik kod idealnog izvijanja

	$\tau_{\epsilon} =$	8,59	N/mm ²	
	$4/(\alpha p)^2 =$	0,44		
	$7,15/(\alpha p)^{2,5} =$	0,46		
	$f_b =$	5,86	T.3.1-1	slučaj 16

Ch 3**3.3 Komponente akceleracije**

	$C_{HW} =$	1,79	
	$a_0 =$	0,03	
	$GM =$	6,52	m
	$f =$	5,00	
3.3-1	$a_x =$	0,54	m/s ²
3.3-2	$a_y =$	0,83	m/s ²
3.3-3	$a_{z1} =$	0,86	m/s ²
3.3-4	$a_{z2} =$	0,96	m/s ²

4.1 Vanjsko opterećenje dna i bokova

4.1.2-1	$p_w =$	3,09	kN/m ²	
	$z =$	0,00	m	
	$p_{EC} =$	11,73	kN/m²	
4.1.2-2	$z =$	0,70	m	
	$p_{WD} =$	0,25	kN/m ²	
	$p_{EC} =$	3,34	kN/m ²	
4.1.2-3	$z =$	0,13215	m	
	$p_{ET} =$	-3,09	kN/m ²	
4.1.2-4	$z =$	0,10	m	
	$p_{ET} =$	0,00	kN/m ²	
4.1.3-1	$z =$	0,00	m	
	$p_{ECL} =$	11,73	kN/m²	
4.1.3-2	$z =$	0,70	m	
	$p_{ECL} =$	3,34	kN/m ²	
4.1.3-3	$z =$	0,00	m	
	$p_{ETL} =$	5,55	kN/m ²	
4.1.3-4	$z =$	0,70	m	
	$p_{ETL} =$	0,00	kN/m ²	

Part 2, Ch 4**2.1 Moment savijanja i smična sila na mirnoj vodi****2.1.1 Moment savijanja pontona na mirnoj vodi, opterećen s pola mase skele***

		puna skela		prazna skela
	M =	30165	Nm	31472 Nm
T.2.3.2-1	f _M =	1		1

Smična sila pontona na mirnoj vodi - pola mase skele*

	puna skela		prazna skela	
Q =	14661,56	N	11679,28	N

*- dijagrami momenata i smičnih sila prikazani na nacrtim koji su dio ovoga proračuna

2.2 Moment savijanja i smične sile na valu**2.2.2 Najveći moment savijanja na valu**

najveći moment savijanja na valu		puna skela		prazna skela	
zanačajn. visina vala	H =	0,60	m	0,60	m
$0,045 L^2 B C_R$	Mw =	39677	Nm	27626	Nm

2.2.3 Najveća smična sila od momenta savijanja na valu, ne manja od:

		puna skela		prazna skela	
	$Q_w =$	10109,42	N	7039,00	kN

Moment otpora lika presjeka trupa pontona

neto debljina oplata i ukrepa =

		puna skela		prazna skela		skela na dizalici
	$I_y =$	1722303	cm ⁴			
	$h_{pal} =$	64,90	cm			
	$h_{dno} =$	75,70	cm			

3.3.1 $W_{pal} =$ 26538 cm³3.3.2 $W_{dno} =$ 22752 cm³3.4.1 naprezanje u dnu $\sigma_{dno} =$ 3,07 N/mm² 2,60 N/mm² 25,56 N/mm²3.4.2 naprezanje u palubi $\sigma_{pal} =$ 2,63 N/mm² 2,23 N/mm² 21,91 N/mm²3.4.3 dozvoljeno vlačno naprezanje $\sigma_d =$ 190 N/mm²

stvarno izvedena oplata i ukrepe

		puna skela		prazna skela		skela na dizalici
	$I_y =$	3630269	cm ⁴			
	$h_{pal} =$	52,50	cm			
	$h_{dno} =$	88,10	cm			

M. W. L.

3.3.1	W pal =	69148	cm ³			
3.3.2	W dno =	41206	cm ³			
3.4.1	naprezanje u dnu	σ dno =	0,96	N/mm ²	1,43	N/mm ² 25,56 N/mm ²
3.4.2	naprezanje u palubi	σ pal =	1,50	N/mm ²	0,85	N/mm ² 21,91 N/mm ²
3.4.3	dozvoljeno vlačno naprezanje	σ_d =	190	N/mm ²		
4.1.1	Naprezanje na smik na sredini visine lika presjeka na glavnom rebu					
		puna skela		prazna skela		
	polovina presjeka glavnog rebra A =	715,86	cm ²			
	udaljenos do neutralne osi h =	37,70	cm			
	moment polupovršine presjeka S =	26987,92	cm ³			
	smična sila Q =	24770,98	N	18718,28	N	
	debljina oplata jednog boka t =	0,50	cm,			
	τ =	3,88	N/mm ²	2,93	kN	
4.1.4	dozvoljeno smično naprezanje	τ_d =	110,20	N/mm ²		

Part 2, Ch 5

2.4 Oplata dna , neto debljina

2.4.1 Neto debljina oplata

Neto debljina oplata dna, najmanja dozvoljena

2.4.1-1 $t_1 = 3,00$ mm

dno - uzdužni sistem gradnje

$k = 1$
 $s = 0,5$ m
 $c_1 = 1,25$ za oplatu dna s uzdužnim sustavom gradnje

T.2.4.1-1 Proračun debljine dna preko vlačnih naprezanja

uzdužni sistem gradnje $c_{FR} = 0,83$
 $s = 0,5$ m
 $p = 11,73$ kN/m²
 $R_{eH} = 235$ N/mm²
 $f_s = 1,20$
 skela na dizalici $\sigma_x = 25,56$ N/mm²
 prazni odjeljci $p_c = 0,00$ kN/m²
 $t_2 = 1,98$ mm
 $t_3 = 2,27$ mm
 $t_c = 1,00$ mm
 $t_2 + t_c = 3,27$ mm

oplatu dna	$t = 5$ mm
------------	------------

Provjera oplata dna na izvijanja

Samo ako registar smatra potrebnim

$\sigma_x \leq R_{eH}/2$	$t_4 = 0,84$ mm
$\sigma_x > R_{eH}/2$	$t_4 = 3,38$ mm

$E = 206000$ N/mm²

$\sigma_x = 3,07$ N/mm²

dno	$t_c + t_4 = 4,22$ mm
-----	-----------------------

2.4.2 Kobilica

Lim kobilice

širina $B_k \geq 0,4$ m
 $B_{k\alpha} = 0,5$ m

2.4.2-1 neto debljina $t_k \geq 3,60$ mm

neto debljina $t_k \geq 5,00$ mm

plosna kobilica	$t_k = 10$ mm
-----------------	---------------

2.4.3 Uzvoj

Kutni uzvoj izveden s okruglim profilom

T.2.4.3-1 $d = 30$ mm

2.5 Veličine ukrepa dna

Neto debljina lima obične ukrepe jednostrukog dna

2.5-1 $t \geq 3,64$ mm

dodatak na koroziju $t_c = 1,00$ mm

$k = 1$

$s = 0,5$ m

$c_1 = 1,3$

$t_c + t_4 = 4,64$ mm

obična ukrepa	$t = 5$ mm
---------------	------------

Neto debljina lima okvirne ukrepe jednostrukog dna

2.5-3 $t \geq 3,81$ mm

dodatak na koroziju $t_c = 1,00$ mm

$k = 1$

$s = 0,50$ m

$c_1 = 3,5$

$t_c + t_4 = 4,81$ mm

okvirna ukrepa	$t = 6$ mm
----------------	------------

M. W. L.

T.2.5.-1 Momenti otpora i površine presjeka ukrepa jednostrukog dna sredina pontona

Sredina pontona						
Ukrepa	Moment otpora W (cm ³) najmanje	Površina presjeka A _s (cm ²) najmanje	pritisak na dno (kN/m ²)	razmak ukrepa (m)	duljina ukrepe (m)	naprezanje ukrepe (N/mm ²)
uzdužnjak obični	7,72	0,37	11,73	0,5	1,50	0,00
okvira rebrenica	116,95	2,78		1,50	3,37	
poprečnjak obični	na dnu nema običnih poprečnjaka					
hrptenica	30,01	1,60		1,94	1,5	0,00
bočni nosač	na dnu nema bočnih nosača					

$f_s = 1,1$

$C_{BC} = 8$

$f_s = 1,1$

$C_{BC} = 8$

$f_s = 1,1$

$C_{BC} = 12$

$f_s = 1,1$

$C_{BC} = 8$

$f_s = 1,2$

$C_{BC} = 8$

Sunosiva širina lima

uzdužne ukrepe $b_m = 300,0 \text{ mm}$

poprečne ukrepe $a_m = 540,0 \text{ mm}$

2.6.2.2 Hrptenica

2.6.2.-3 Omjer visine i debljine struka hrptenice

$hw/tw = 60 \text{ vk}$

$hw/tw = 60$

$tw = 9,0 \text{ mm}$

$hw = 540 \text{ mm}$

izvedeno $t = 16,0 \text{ mm}$

izvedeno $hw = 90,0 \text{ mm}$

$\sigma_E = 7416 \text{ N/mm}^2$

Širina na vrhu rebrenice je 3,9m pa ponton ne treba imati centralni nosač - hrptenicu

Ponton je izveden s uzdužnjakom povećane čvrstoće na mjestu hrptenice

2.6.2.3 Bočni uzdužni nosač

Širina na vrhu rebrenice je 3,9m pa ponton ne treba imati bočni uzdužni nosač.

2.6.3. Dno izvedeno uzdužnim sustavom gradnje

2.6.3-1 Najveći omjer visine i debljine struka okvirne rebrenice

$hw/tw = 85 \text{ vk}$

$hw/tw = 85$

$tw = 3,81 \text{ mm}$

$hw = 323 \text{ mm}$

izvedeno $t = 5 \text{ mm}$

izvedeno $hw = 230 \text{ mm}$

10.3.1-3 $\sigma_E = 203 \text{ N/mm}^2$

2.6.3.-2 Najveći omjer širine i debljine pojasa okvirne rebrenice

$bi/tF = 15 \text{ vk}$

$bi/tF = 15$

$tF = 8 \text{ mm}$

ukupno $tc = 1 \text{ mm}$

$bi = 120 \text{ mm}$

izvedeno $bi = 110 \text{ mm}$

izvedeno $t = 6 \text{ mm}$

10.3.1.3 b) Najveći omjer visine i debljine plosnog profila (traka)

$hw/tw = 19,5 \text{ vk}$

$hw/tw = 19,5$

$tw = 3,64 \text{ mm}$

$tw = 4,00 \text{ mm}$

ukupno $tc = 1 \text{ mm}$

$hw = 78 \text{ mm}$

izvedeno $t = 5 \text{ mm}$

izvedeno $hw = 80 \text{ mm}$

$\sigma_E = 1854 \text{ N/mm}^2$

2.6.3.3 Uzdužnjaci dna

Ukrepa	Moment otpora $W \text{ (cm}^3\text{)}$ najmanje	Površina presjeka $A_s \text{ (cm}^2\text{)}$ najmanje	pritisak na dno $\text{(kN/m}^2\text{)}$	razmak ukrepa (m)	duljina ukrepe (m)	naprezanje ukrepe $\text{(N/mm}^2\text{)}$
uzdužnjak obični	7,72	0,37	11,73	0,5	1,50	0,00
uzdužnjak pojačani	9,27		11,73	0,5	1,50	0,00

M. W. L.

Ch 3, 4.1 Vanjsko opterećenje dna i bokova

4.1.2-1		$p_w = 3,09$	kN/m^2
		$z = 0,00$	m
	dno	$p_{EC} = 11,73$	kN/m^2
4.1.2-2		$z = 0,70$	m
		$p_{WD} = 0,25$	kN/m^2
		$p_{EC} = 3,34$	kN/m^2
4.1.2-3		$z = 0,13215$	m
		$p_{ET} = -3,09$	kN/m^2
4.1.2-4		$z = 0,10$	m
		$p_{ET} = 0,00$	kN/m^2
4.1.3-1		$z = 0,00$	m
	dno	$p_{ECL} = 11,73$	kN/m^2
		$T = 0,88$	m
4.1.3-2		$z = 0,29$	m
	bok	$p_{ECL} = 8,85$	kN/m^2
		$z > T$	m
	bok	$p_{ECL} = 3,34$	kN/m^2
4.1.3-3		$z = 0,00$	m
		$p_{ETL} = 5,55$	kN/m^2
4.1.3-4		$z > T$	m
		$p_{ETL} = 0,00$	kN/m^2

Ch 5, 3.4**3.4.1 Oplata boka**

Najmanja dozvoljena neto debljina oplata:

$t_1 = 2,33$	mm
$s = 0,35$	m
$ct = 1,1$	

Određivanje najmanje debljine prema vlačnoj čvrstoći

T. 3.4.1-1	$t_2 = 1,20$	mm
	$t_3 = 1,38$	
	$t_{\min} = 3,00$	mm

dodatak na koroziju

$t_c = 1,00$	mm
--------------	-------------

$c_{FR} = 0,83$	
-----------------	--

$s = 0,35$	m
------------	------------

$p = 8,85$	kN/m^2
------------	-----------------

$fs = 1,2$	1.7.1
------------	-------

skela na dizalici	$\sigma_X = 25,56$	N/mm^2
-------------------	--------------------	-----------------

Određivanje najmanje debljine prema izvijanju

$\sigma_X \leq R_{eH}/2$	
$\alpha_p = 4,29$	>4
$f_b = 6,97$	T.10.3-1 slučaj 13
$t_4 = 1,70$	mm

dodatak na koroziju

$t_c = 1,00$	mm
--------------	-------------

$t_c + t_{\max} = 4,00$	mm
-------------------------	-------------

oplat boka	$t = 5$	mm
-------------------	---------------------------	-------------------------------

3.4.2 Završni voj boka

Najmanja debljina ne manja od debljine završnog voja boka palube i ne manja od debljine oplata boka.

3.4.2-1	$t \geq 6,49$	mm
	$s = 0,35$	m
	$c_1 = 3,7$	

dodatak na koroziju

$t_c = 1,62$	mm
--------------	-------------

$t_{\min} = 8,12$	mm
-------------------	-------------

završni voj boka	$t = 10$	mm
-------------------------	----------------------------	-------------------------------

Širina završnog voja	$0,140 \leq s \leq 0,224$	m
----------------------	---------------------------	------------

širina završnog voja	$s = 400$	mm
-----------------------------	-----------------------------	-------------------------------

Rub završnog voja u području paluba pontona i skele je iznad paluba visine 50 mm

3.5 Veličine ukrepa boka

Neto debljina lima obične ukrepe

3.5-1	$t \geq 2,97$	mm
	$s = 0,35$	m
	$c_1 = 1,3$	

dodatak na koroziju

$t_c = 1,00$	mm
--------------	-------------

$t_{\min} = 3,97$	mm
-------------------	-------------

lim obične ukrepe	$t = 5$	mm
--------------------------	---------------------------	-------------------------------

Neto debljina lima okvirne ukrepe

3.5-3	$t \geq 4,36$	mm
	$s = 1,50$	m
	$c_1 = 3,5$	

dodatak na koroziju

$t_c = 1,09$	mm
--------------	-------------

$t_{\min} = 5,44$	mm
-------------------	-------------

lim okvirne ukrepe	$t = 6$	mm
---------------------------	---------------------------	-------------------------------

Na boku nema uzdužnih proveza.

M. W. L.

T. 3.5-1 Momenti otpora i površine presjeka ukrepa jednostrukog boka

sredina pontona

Ukrepa	Moment otpora W (cm ³) najmanje	Površina presjeka A_s (cm ²) najmanje	pritisak na bok (kN/m ²)	razmak ukrepa (m)	duljina ukrepe (m)	naprezanje ukrepe (N/mm ²)
uzdužnjak obični	2,65	0,19	8,50	0,35	1,50	3,07
rebro obično*	7,76	0,89		1,50	1,02	
rebro okviro	19,94	0,39		1,50	0,85	
bočna proveza	19,16	0,41				
	na boku nema proveza					

* - na boku nema običnih rebara

$$\begin{aligned}
 p_{ETL} &= 5,55 \text{ kN/m}^2 \\
 p_C &= 0,00 \text{ kN/m}^2 \\
 p_{ECLB} &= 8,50 \text{ kN/m}^2 \\
 p_{ECLD} &= 3,34 \text{ kN/m}^2 \\
 p_{ESL} &= 4,73 \text{ kN/m}^2 \\
 p_F &= 11,73 \text{ kN/m}^2 \\
 f_s &= 1,1 \text{ T.1.7.1-2} \\
 C_{BC} &= 12 \\
 f_s &= 1,1 \text{ T.1.7.1-3} \\
 C_{BC} &= 8 \\
 C_{FR} &= 0,125 \\
 h_{LD} &= 0,42 \\
 z_b &= 0,33 \text{ m} \\
 \ell &= 1,02 \text{ m} \\
 \ell_0 &= 0,55 \text{ m} \\
 c_{DE} &= 1,47 \\
 \ell_f &= 3,37 \text{ m}
 \end{aligned}$$

10.3.1.3 Provjera na izvijanje ukrepa boka

uzdužnjak boka, traka

$tw =$	5	mm
$hw =$	50	mm
$\sigma_c =$	7416	N/mm ²
$hw/tw =$	19,5	
$hw_{max} =$	97,5	mm

okvirno rebro boka, struk

$tw =$	6	mm
$hw =$	110	mm
$\sigma_c =$	2206	N/mm ²
$hw/tw =$	19,5	
$hw_{max} =$	117	mm

okvirno rebro boka, pojas

$b_f =$	50	mm
$b_i =$	22	mm
$t_f =$	6	mm
$b_i/t_f \leq$	15	
$b_{i_{max}} =$	90	mm
$b_{f_{max}} =$	186	mm

Ch 5, 4. Paluba - izračun veličina

4.3 Projektna opterećenja palube - ravna paluba

izložena paluba	$p_E =$	5,04	kN/m ²
	$H =$	0,60	m

Ch 3, 5.5.3 opterećenje teretom - opterećenje kotačima vozila

$p_{CO} =$	-	kN/m ²
$m_w =$	2,5	t, masa po jednom kotaču
$m_{wa} =$	5	t, osovinski pritisak
$N_w =$	2	kotača
$P_s =$	24,53	kN, statička sila jednog kotača na palubu
$P_i =$	0,00	kN, sila inercije, za $H < 1,2$ m
$P =$	24,53	kN, ukupna statička sila ispod jednog kotača

4.4 Debljina oplata palube

4.4.1 Najmanja neto debljina palube, paluba izvedena uzdužnim sustavom gradnje

za palubu	$t =$	2,77	mm, za palubu
dodatak na koroziju	$t_c =$	1,00	mm
	$t_{min} =$	3,77	mm
proveza i pražnica grotla	$t =$	4,17	mm
dodatak na koroziju	$t_c =$	1,04	mm
	$t_{min} =$	5,21	mm

$ct =$	0,50	za uzdužni sustav gradnje
$ct =$	1,90	za palubnu provezu i pražnicu grotla

model za proračun debljine oplata palube je pravokutna ploča upeta na svim svojim stranicama i opterećena koncentriranom silom P

$a =$	0,50	m
$b =$	0,50	m
$a/b =$	1	

Pravila za klasifikaciju pomorskih brodova, Dio 2, 6.2.2

6.2.2.1 Debljina oplata palube za lokalno opterećenje kotačem s pneumatskom gumom

	t =	6,33	mm				
	a =	307	cm ² , nagazna površina gume kotača				
	p =	8	bar, specifični pritisak pneumatske gume kotača				
	A =	2500	cm ² , površina ploče između ukrepa palube				
	a/A =	0,12					
	c1 =	1,28	a/b = 1				
	c2 =	1,26	a/b = 2,5				
	c =	1,28					
dodatak na koroziju	t _c =	1,58	mm				
	t _{min} =	7,91	mm				
<table><tr><td>oplat palube</td><td>t =</td><td>8</td><td>mm</td></tr></table>				oplat palube	t =	8	mm
oplat palube	t =	8	mm				

M. W. L.

4.5 Veličine ukrepa palube**4.5.1-1 Najmanja neto debljina struka obične ukrepe**

$$t = 3,63 \quad \text{mm}$$

$$c_t = 1,3$$

$$\text{dodatak na koroziju} \quad t_c = 1,00 \quad \text{mm}$$

$$t_{\min} = 4,63 \quad \text{mm}$$

4.5.1-1 Najmanja neto debljina struka okvirne ukrepe

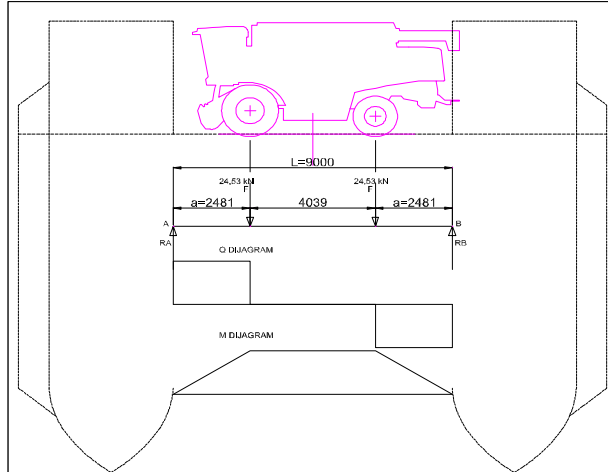
$$t = 4,03 \quad \text{mm}$$

$$c_t = 3,5$$

$$\text{dodatak na koroziju} \quad t_c = 1,01 \quad \text{mm}$$

$$t_{\min} = 5,04 \quad \text{mm}$$

Na palubi se prevoze kombajni i traktori s prikolicama.



Okvirna sponja palube

Proračun je napravljen za običnu gredu oslonjenu svakim krajem na jedan ponton.

Greda je opterećena koncentriranim opterećenjima kotača vozila.

$$P = 24,53 \quad \text{kN}$$

$$R_A = R_B = 24,53 \quad \text{kN}$$

$$a = 2,481 \quad \text{m}$$

$$l = 9,00 \quad \text{m}$$

$$M_{\max} = 60,85 \quad \text{kNm}$$

$$Q_{\max} = 24,53 \quad \text{kN}$$

$$W_{\min} = 320 \quad \text{cm}^3$$

ostvareni moment otpora

$$I_x = 6893,37 \quad \text{cm}^4$$

$$h = 12 \quad \text{cm}$$

$$W = 574 \quad \text{cm}^3$$

$$\text{Progib u sredini grede} \quad f = 43,38 \quad \text{mm}$$

Kontrola provedena s nosačem debljina umanjenih za dodatak za ukupni koroziju od 1,5mm

ostvareno normalno naprezanje

$$\sigma = 106 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\sigma_d = 190 \quad \text{N/mm}^2$$

ostvareno smično naprezanje na mjestu težišta nosača

$$A = 4027 \quad \text{mm}^2$$

$$h = 83 \quad \text{mm}$$

$$S = 334241 \quad \text{mm}^3$$

$$I_x = 68933700 \quad \text{mm}^4$$

$$t = 9,4 \quad \text{mm}$$

$$\tau = 13 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\tau_d = 110,20 \quad \text{N/mm}^2$$

Uzdružnjak palube

Proračun je napravljen za običnu gredu upetu na svojim krajevima.

Uzdružnjak palube je zavaren za okvirnu sponju palube

Greda je opterećena koncentriranim opterećenjima kotača vozila.

$$P = 24,53 \quad \text{kN}$$

$$R_A = R_B = 12,26 \quad \text{kN}$$

$$l = 1,50 \quad \text{m}$$

$$a = 0,75 \quad \text{m}$$

$$M_{\max} = 4,60 \quad \text{kNm}$$

$$Q_{\max} = 12,26 \quad \text{kN}$$

$$W_{\min} = 24 \quad \text{cm}^3$$

ostvareni moment otpora

$$I_x = 195,43$$

$$h = 5,1$$

$$W = 38 \quad \text{cm}^3$$

ostvareno normalno naprezanje

$$\sigma = 120 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\sigma_d = 190 \quad \text{N/mm}^2$$

ostvareno smično naprezanje na polovini visine nosača

$$A = 720 \quad \text{mm}^2$$

$$h = 42 \quad \text{mm}$$

$$S = 30240 \quad \text{mm}^3$$

$$I_x = 1954300 \quad \text{mm}^4$$

$$t = 6 \quad \text{mm}$$

$$\tau = 32 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\tau_d = 110 \quad \text{N/mm}^2$$

M. W. L.

Obična sponja palube (interkostalna)

Proračun je napravljen za običnu gredu upetu na svojim krajevima.

Obična sponja palube je zavarena za uzdužnjak palube

Greda je opterećena koncentriranim opterećenjima kotača vozila.

P =	24,53	kN	
RA = RB =	12,26	kN	
ℓ =	0,50	m	
a =	0,25	m	
Mmax =	1,53	kNm	
Qmax =	12,26	kN	
W min =	8	cm ³	
ostvareni moment otpora			
Ix =	75,99	cm ⁴	
h =	4,3	cm	
W =	17,67	cm ³	
ostvareno normalno naprezanje			
σ =	87	N/mm ²	
σ _d =	190	N/mm ²	
ostvareno smično naprezanje na polovini visine nosača			
A =	435	mm ²	
h =	35	mm	
S =	15225	mm ³	
Ix =	759900	mm ⁴	
t =	6	mm	
τ =	41	N/mm ²	
τ _d =	110	N/mm ²	
provjera zavarav spoja interkostalne sponje i uzdužnjaka palube			
M =	1,02	kNm, moment u uklještenju	
I =	1037031	mm ⁴ , moment inercije lika zavarav, uključen noseći dio oplave palube	
y =	43,42	mm	
W =	23884	mm ³	
A =	2177	mm ²	
σ =	43	N/mm ²	
τ =	6	N/mm ²	
σ _{ekv} =	44	N/mm ²	< σ _{dopr} zadovoljava
Provjera okvirnog rebra na izvijanje			
duljina rebra ℓ =	0,94	m	
rebro upeto na oba kraja ℓ ₀ =	0,47	m	
I =	56,32	cm ⁴	
A =	24,54	cm ²	
i =	1,51	cm	
λ ² =	963		
λ =	31,02	stvarna vitkost štapa	
λ _p =	103,44	vitkost štapa koja odgovara granici proporcionalnosti	
	λ < λ _p	za proračun kritične sile izvijanja koristi se Eulerova formula	
sila izvijanja F _k =	5184	kN, prema Eulerovoj formuli	
v =	8		
dopuštena sila na okvirno rebro F =	647,95	kN	
σ _k =	264,04	N/mm ²	
ω =	1,12	čelik čvrstoće S10 N/mm ²	
σ ₀ =	295,72	N/mm ²	
sila u smjeru rebra P _{ax} = P(sin ² α + cos α) kN			
α =	2,21	° kut nagiba rebra	
P _{ax} =	24,54	kN	
σ _{ax} =	10,00	N/mm ²	stvarno naprezanje u okvirnom rebro

4.6.4 Podupore

Skela i ma u svakom pontonu na R 6 poduporu ispod okvirne sponje.

Najveće opterećenje podupore je tlačno opterećenje koje stvara

kotač vozila s osovinskim pritiskom od 5t.

Sila ispod kotača je ona kojom je proveden proračun čvrstoće okvirne sponje skele.

4.6.4.3 Dimenzioniranje podupore na izvijanje

sila na poduporu	P _p =	24,53	kN
promjer podupore	D =	8,0	cm
debljina stijenke	t =	0,65	cm
duljina upore	ℓ =	93,8	cm
koeficijent oslanjanja	C _{BC} =	0,5	upora upeta na oba kraja
efektivna duljina upore	ℓ _p =	46,9	cm
površina presjeka	A _p =	15	cm ²
	A _p ≥	2,13	cm ²
moment inercije	I _p =	102	cm ⁴
	I _p =	2,61	

λ _p =	17,98	< 100
------------------	-------	-------

$$\sigma_p = 115,19 \text{ N/mm}^2$$

$$t_{\min} = 4,62 \text{ mm}$$

$$t_c = 1,16 \text{ mm}$$

$$t_{\min} + t_c = 5,78 \text{ mm}$$

4.6.4.9

dodatak na koroziju

stijenska podupore	t =	6,5	mm
---------------------------	------------	------------	-----------

M. W. L.

Ch 5, 5. Pregrade**5.3 Opterećenje pregrade**

Prostori između pregrada u pontonima su prazni. Ne služe za prijevoz tereta.

Opterećenje pregrade je samo opterećenje od naplavljivanja jednog prostora.

Najmanja neto debljina oplata pregrade:

5.4-3	$t =$	2,05	mm
	$c_1 =$	0,30	
	dodatak na koroziju	$t_c =$	1,00 mm
	$t_{min} =$	3,05	mm
T.5.3.-1	$p_{wB} =$	14	kN/m ²
	$\rho =$	1000	kg/m ³
	$h =$	1,39	m
	$\sigma_d =$	190	N/mm ²
	$t =$	3,00	mm
	$\sigma_a =$	68,33	N/mm ² < $R_{eh}/2$
T.5.4.-1	$t_2 =$	2,70	mm
	$t_3 =$	2,80	mm
	$t_4 =$	3,76	mm
	$c_{FR} =$	1	
T.1.7.1-1	$f_s =$	1,08	
Ch 2, T.10.3-1	$f_b =$	6,97	slučaj 9
pregrada		t =	5 mm

5.5 Veličina ukrepa pregrade

5.5-1	Obična ukrepa - neto debljina struka		
	$t =$	3,63	mm
	$c_1 =$	1,3	
	dodatak na koroziju	$t_c =$	1,00 mm
	$t_{min} =$	4,63	mm
5.5-2	Pojačana ukrepa - neto debljina struka		
	$t =$	3,78	mm
	$c_1 =$	3,5	
	dodatak na koroziju	$t_c =$	1,00 mm
	$t_{min} =$	4,78	mm
obična ukrepa		t =	5,00 mm
Pojačana ukrepa - neto debljina struka - kolizijska pregrada			
	$t =$	4,73	mm
	$c_1 =$	4,2	
	dodatak na koroziju	$t_c =$	1,18 mm
	$t_{min} =$	5,92	mm
pojačana ukrepa		t =	6,00 mm

T.5.5.-1 Neto momenti otpora i neto površine presjeka ukrepa pregrada

Poprečne pregrade s uspravnim ukrepama

	moment otpora (cm ³)	površina presjeka (cm ²)	pritisak (kN/m ²)	razmak ukrepa (m)	duljina ukrepe (m)	f_s	c_{BC}
obična ukrepa	3,27	0,43	14	0,5	1,01	1,05	10
pojačana ukrepa	14,85	1,63		1,97	0,97	1,05	8

M. W. L.

Ch 5, 6. Prednji dio broda - izračun veličina

6.3 Projektna opterećenja

T.6.3-1 Oplata dna i ukrepe dna

$p_w =$	3,09	kN/m ²
$z =$	0,0	m
$p_{ec} =$	11,73	kN/m²

Oplata boka, uzdužnjaci boka, pojačani uzdužnjaci boka

$z =$	0,345	m
$p_{ec} =$	8,35	kN/m²

Rebra boka, umetci rebara, okvirno rebro, poprečnjaci boka

$z_b =$	0,235	m
$\ell_0 =$	0,65	m
$\ell =$	0,77	m
$p_{wd} =$	0,25	kN/m ²
$p_{ecb} =$	9,43	kN/m ²
$p_{ecu} =$	3,34	kN/m ²
$p_{es} =$	5,89	kN/m²

Paluba i ukrepe palube pontona

$p_e =$	5,04	kN/m²
---------------------------	-------------	-------------------------

6.4 Oplata pramčanog dijela broda

6.4.1 Neto debljina oplata

6.4.1-1 Dno $t_{net} = 3,53$ mm $t_2 = 1,86$ mm $t_3 = 2,27$ mmT. 6.4.1-1 $c_t = 1,25$ mm $f_s = 1,2$ mm $f_s = 1,2$ mmdodatak na koroziju $t_c = 1,00$ mm $t_c = 1,00$ mm $t_c = 1,00$ mm $t_{min} = 4,53$ mm $t_{min} = 2,86$ mm $t_{min} = 3,27$ mm

oplat dno	t = 5	mm
------------------	--------------	-----------

6.4.1-2 Bok $t_{net} = 2,73$ mm $t_2 = 1,10$ mm $t_3 = 1,34$ mm $c_t = 1,1$ mm $f_s = 1,2$ mm $f_s = 1,2$ mmdodatak na koroziju $t_c = 1,00$ mm $t_c = 1,00$ mm $t_c = 1,00$ mm $t_{min} = 3,73$ mm $t_{min} = 2,10$ mm $t_{min} = 2,34$ mm

oplat boka	t = 5	mm
-------------------	--------------	-----------

6.4.1-3 Paluba $t_{net} = 2,77$ mm $t_2 = 1,22$ mm $t_3 = 1,49$ mm $c_t = 0,5$ mm $f_s = 1,2$ mm $f_s = 1,2$ mmdodatak na koroziju $t_c = 1,00$ mm $t_c = 1,00$ mm $t_c = 1,00$ mm $t_{min} = 3,77$ mm $t_{min} = 2,22$ mm $t_{min} = 2,49$ mm

oplat palube	t = 8	mm
---------------------	--------------	-----------

pramčana paluba pontona

6.4.2 Završni voj boka

6.4.2-1 Neto debljina završnog voja boka

 $t_{net} = 6,49$ mm $c_t = 3,7$ mmdodatak na koroziju $t_c = 1,62$ mm $t_{min} = 8,12$ mm

završni voj	t = 10	mm
--------------------	---------------	-----------

6.4.3 Lim palubne proveze

 $t_{net} = 4,17$ mm $c_t = 1,9$ mmdodatak na koroziju $t_c = 1,04$ mm $t_{min} = 5,21$ mm

oplat palube	t = 8	mm
---------------------	--------------	-----------

6.5 Veličine ukrepa

6.5-1 Debljina struka obične ukrepe

Dno

 $t_{net} = 3,64$ mm $c_t = 1,3$ mmdodatak na koroziju $t_c = 1,00$ mm $t_{min} = 4,64$ mm

debljina struka	t = 5	mm
------------------------	--------------	-----------

Bok

 $t_{net} = 2,97$ mm $c_t = 1,3$ mmdodatak na koroziju $t_c = 1,00$ mm $t_{min} = 3,97$ mm

debljina struka	t = 5	mm
------------------------	--------------	-----------

6.5-2 Paluba

 $t_{net} = 3,63$ mm $c_t = 1,3$ mmdodatak na koroziju $t_c = 1,00$ mm $t_{min} = 4,63$ mm

debljina struka	t = 5	mm
------------------------	--------------	-----------

M. W. L.

Debljina struka noseće (primarne) ukrepe

6.5-3 Dno

$t_{\text{net}} = 3,81 \text{ mm}$

$c_t = 3,5$

dodatak na koroziju $t_c = 1,00 \text{ mm}$

$t_{\text{min}} = 4,81 \text{ mm}$

debljina struka $t = 5 \text{ mm}$

Bok

$t_{\text{net}} = 3,72 \text{ mm}$

$c_t = 3,5$

dodatak na koroziju $t_c = 1,00 \text{ mm}$

$t_{\text{min}} = 4,72 \text{ mm}$

debljina struka $t = 5 \text{ mm}$

6.5-4 Paluba

$t_{\text{net}} = 4,03 \text{ mm}$

$c_t = 3,5$

dodatak na koroziju $t_c = 1,01 \text{ mm}$

$t_{\text{min}} = 5,04 \text{ mm}$

debljina struka $t = 6 \text{ mm}$ T 6.5-1 Momenti otpora i površine presjeka ukrepa jednostrukog dna
pramčani dio pontona

Ukrepa	Moment otpora $W \text{ (cm}^3\text{)}$ najmanje	Površina presjeka $A_s \text{ (cm}^2\text{)}$ najmanje	pritisak na dno $\text{(kN/m}^2\text{)}$	razmak ukrepa (m)	duljina ukrepe (m)	naprezanje ukrepe $\text{(N/mm}^2\text{)}$
uzdužnjak obični	6,55	0,47	11,73	0,5	1,50	0,00
okvirna rebrenica	170,10	4,04		1,50	3,37	
poprečnjak obični	na dnu nema običnih poprečnjaka					
hrptenica	43,65	2,10		1,94	1,5	0,00
bočni nosač	na dnu nema bočnih nosača					

$f_s = 1,4$

$C_{BC} = 12$

$f_s = 1,6$

$C_{BC} = 8$

$f_s = 1,6$

$C_{BC} = 8$

T. 6.5-2 Momenti otpora i površine presjeka ukrepa jednostrukog boka
pramčani dio pontona

Ukrepa	Moment otpora $W \text{ (cm}^3\text{)}$ najmanje	Površina presjeka $A_s \text{ (cm}^2\text{)}$ najmanje	pritisak na bok $\text{(kN/m}^2\text{)}$	razmak ukrepa (m)	duljina ukrepe (m)	naprezanje ukrepe $\text{(N/mm}^2\text{)}$
uzdužnjak obični*	3,93	0,28	11,73	0,3	1,50	0,00
rebro obično**	4,54	0,76	5,89			
rebro okvirno	6,30	0,74		1,50	0,81	
bočna **	na boku nema proveza					

$p_{ECb} = 9,43 \text{ kN/m}^2$

$p_{ECu} = 3,34 \text{ kN/m}^2$

$p_{ES} = 5,77 \text{ kN/m}^2$

$f_s = 1,4$

$C_{BC} = 12$

$f_s = 1,6$

$C_{BC} = 8$

T.1.7.2-2

$C_{FR} = 0,125$

$h_{LP} = 0,31$

$z_b = 0,235$

$\ell = 0,81$

$\ell_0 = 0,65$

$C_{QE} = 1,55$

$C_Q = 1,4$

$\ell_f = 3,37$

* - uzdužnjak od kolizijske pregrade do pramca

** - na boku nema običnih rebra ni bočnih proveza

T 6.5-3 Momenti otpora i površine presjeka ukrepa palube
pramčani dio pontona

Ukrepa	Moment otpora $W \text{ (cm}^3\text{)}$ najmanje	Površina presjeka $A_s \text{ (cm}^2\text{)}$ najmanje	pritisak na palubu $\text{(kN/m}^2\text{)}$	razmak ukrepa (m)	duljina ukrepe (m)	naprezanje ukrepe $\text{(N/mm}^2\text{)}$
uzdužnjak obični	2,81	0,20	5,04	0,5	1,50	0,00
obična sponja	0,38	0,08	5,04	0,50	0,5	
okvirna sponja	83,39	1,85	5,04	1,50	3,6	

$f_s = 1,4$

$C_{BC} = 12$

$f_s = 1,4$

$C_{BC} = 10$

$f_s = 1,6$

$C_{BC} = 8$

M. W. L.

6.6.6 Statva**6.6.6.2 Statva od lima**

6.6.6-1	Neto debljina statve	$t_{net} =$	6,14	
		$c_t =$	3,5	
	dodatak na koroziju	$t_c =$	1,54	mm
		$t_{min} >$	7,68	mm
		$t_{net,max} =$	15	mm
		$c_t =$	3,5	
	dodatak na koroziju	$t_c =$	3,75	mm
		$t_{min,max} <$	18,75	mm
	pramčana statva $t = 10$ mm			

Ch 5, 7 Izmjere krmenog dijela broda**7.3 Projektna opterećenja****T.7.3-1 Oplata dna i ukrepe dna**

$$p_w = 3,09 \text{ kN/m}^2$$

$$z = 0,0 \text{ m}$$

$$p_{ec} = 11,73 \text{ kN/m}^2$$

Oplata boka, uzdužnjaci boka, pojačani uzdužnjaci boka

$$z = 0,345 \text{ m}$$

$$p_{ec} = 8,35 \text{ kN/m}^2$$

Rebra boka, umetci rebra, okviro rebro, poprečnjaci boka

$$z_b = 0,307 \text{ m}$$

$$\ell_0 = 0,57 \text{ m}$$

$$\ell = 0,715 \text{ m}$$

$$p_{wD} = 0,25 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{ECb} = 8,72 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{ECu} = 3,34 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{ES} = 5,50 \text{ kN/m}^2$$

Paluba i ukrepe palube pontona

$$p_E = 5,04 \text{ kN/m}^2$$

7.4 Oplata krmenog dijela broda**7.4.1 Neto debljina oplata**

7.4.1-1	Dno	$t_{net} =$	3,53	mm	$t_2 =$	1,86	mm	$t_3 =$	2,27	mm
		$c_t =$	1,25		$f_s =$	1,2		$f_s =$	1,2	
T. 7.4.1-1	dodatak na koroziju	$t_c =$	1,00	mm	$t_c =$	1,00	mm	$t_c =$	1,00	mm
		$t_{min} =$	4,53	mm	$t_{min} =$	2,86	mm	$t_{min} =$	3,27	mm
	oplatu dna $t = 5$ mm									
7.4.1-2	Bok	$t_{net} =$	2,73	mm	$t_2 =$	1,30	mm	$t_3 =$	1,59	mm
		$c_t =$	1,1		$f_s =$	1,2		$f_s =$	1,2	
	dodatak na koroziju	$t_c =$	1,00	mm	$t_c =$	1,00	mm	$t_c =$	1,00	mm
		$t_{min} =$	3,73	mm	$t_{min} =$	2,30	mm	$t_{min} =$	2,59	mm
	oplatu boka $t = 5$ mm									
7.4.1-3	Paluba	$t_{net} =$	2,77	mm	$t_2 =$	1,22	mm	$t_3 =$	1,49	mm
		$c_t =$	0,5		$f_s =$	1,2		$f_s =$	1,2	
	dodatak na koroziju	$t_c =$	1,00	mm	$t_c =$	1,00	mm	$t_c =$	1,00	mm
		$t_{min} =$	3,77	mm	$t_{min} =$	2,22	mm	$t_{min} =$	2,49	mm
	oplatu palube $t = 8$ mm									
	pramčana paluba pontona									
7.4.2	Završni voj boka									
7.4.2-1	Neto debljina završnog voja boka	$t_{net} =$	6,49	mm						
		$c_t =$	3,7							
	dodatak na koroziju	$t_c =$	1,62	mm						
		$t_{min} =$	8,12	mm						
	završni voj $t = 10$ mm									
7.4.3	Lim palubne proveze	$t_{net} =$	2,77	mm						
		$c_t =$	0,5							
	dodatak na koroziju	$t_c =$	1,00	mm						
		$t_{min} =$	3,77	mm						
	oplatu palube $t = 8$ mm									

M. W. L.

T 7.5-1 Momenti otpora i površine presjeka ukrepa jednostrukog dna
krmeni dio pontona

Ukrepa	Moment otpora W (cm ³) najmanje	Površina presjeka A _s (cm ²) najmanje	pritisak na dno (kN/m ²)	razmak ukrepa (m)	duljina ukrepe (m)	naprezanje ukrepe (N/mm ²)
uzdužnjak obični	6,67	0,47	11,73	0,5	1,50	3,07
okvirna rebrenica	170,10	4,04		1,50	3,37	
poprečnjak obični	na dnu nema običnih poprečnjaka					
hrptenica	44,59	2,10		1,94	1,5	3,07
bočni nosač	na dnu nema bočnih nosača					

$$f_s = 1,4 \quad T.1.7.3-2$$

$$C_{BC} = 12$$

$$f_s = 1,6 \quad T.1.7.3-3$$

$$C_{BC} = 8$$

$$f_s = 1,6 \quad T.1.7.3-3$$

$$C_{BC} = 8$$

T 7.5-2 Momenti otpora i površine presjeka ukrepa jednostrukog boka
krmeni dio pontona

Ukrepa	Moment otpora W (cm³) najmanje	Površina presjeka A _s (cm²) najmanje	pritisak na bok (kN/m²)	razmak ukrepa (m)	duljina ukrepe (m)	naprezanje ukrepe (N/mm²)
uzdužnjak obični	4,26	0,31	11,73	0,325	1,50	0,00
rebro obično*	0,37	1,76	11,73	0,50	0,35	
rebro okvirno	4,78	0,82		1,50	0,72	
bočna * proveza	na boku nema proveza					

$$p_{ECH} = 8,72 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{ECU} = 3,34 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{ES} = 5,48 \text{ kN/m}^2$$

$$f_s = 1,4 \quad T.1.7.3-2$$

$$C_{BC} = 12$$

$$C_{FR} = 0,125$$

$$h_{LP} = 0,13$$

$$z_b = 0,308$$

$$\ell = 0,72$$

$$\ell_0 = 0,57$$

$$c_{QE} = 2,04$$

$$c_Q = 1,4$$

$$\ell_f = 0,72$$

$$f_s = 1,6 \quad T.1.7.3-3$$

$$C_{BC} = 8$$

* - na boku nema običnih rebra ni bočnih proveza

T 7.5-3 Momenti otpora i površine presjeka ukrepa palube
krmeni dio pontona

Ukrepa	Moment otpora W (cm ³) najmanje	Površina presjeka A_s (cm ²) najmanje	pritisak na palubu (kN/m ²)	razmak ukrepa (m)	duljina ukrepe (m)	naprezanje ukrepe (N/mm ²)
uzdužnjak obični	2,81	0,20	5,04	0,5	1,50	0,00
obična sponja	0,38	0,08	5,04	0,50	0,5	
okvirna sponja	36,75	1,23	5,04	1,50	2,39	

$$f_s = 1,4 \quad T.1.7.3-2$$

$$C_{BC} = 12$$

$$f_s = 1,4 \quad T.1.7.3-2$$

$$C_{BC} = 10$$

$$f_s = 1,6 \quad T.1.7.3-3$$

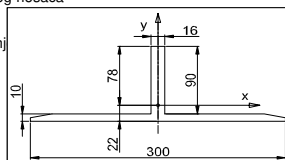
$$C_{BC} = 8$$

M. W L

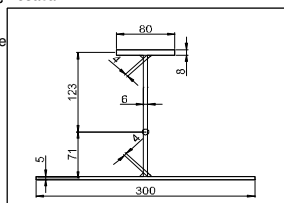
Ch 7 ZAVARIVANJE I ZAVARENI SPOJEVI

CRS, RCINV, Part 2, Ch VII, 1

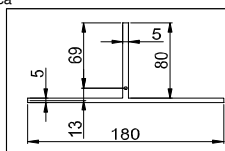
BV, NR 561, SEC 3.

Dimenzioniranje zavora**2.6.2 Efektivna duljina zavora** $d_e = d - 20$ mm efektivna duljina zavora d - stvarna duljina zavora $d = 40$ mm $d_e = 20$ mm**2.6.3 Najmanja visina zavora obostranog neprekinutog zavora** $t_T = w_F \cdot t$ $t_{Tmin} \leq t_T \leq 1,5 \cdot t$ $t_{Tmin} = 3$ mm za $t < 6$ mm $t = 3$ mm tanji element u spoju $w_F = 0,35$ Tab. 1 primarna ukrepa spojena na oplatu $t_T = 1,05$ mm $t_T = 3$ mm**2.6.4 Direktni izračun dvostrukog neprekinutog zavora** $t_T \geq Q \cdot S / (2 \cdot I \cdot \tau) \leq t_{min}$ **SPOJ STRUKTURE S OPLATOM****Hrptenica** $P = 11,73$ kN/m² $A_R = 2,915$ m² površina koja pripada hrptenici $\ell = 1,500$ m duljina hrptenice (grede) $q = 22797$ N/m $Q = 34195$ N smična sila $S_{gore} = 47520$ mm³ statički moment površine gornjeg dijela presjeka do mjesta smika $S_{dolje} = 52020$ mm³ statički moment površine donjeg dijela presjeka do mjesta smika $I = 3407912$ mm⁴ moment inercije presjeka cijelog nosača $\sigma_d = 190$ N/mm² $\tau = 110$ N/mm² dozvoljeno smično naprezanje $t_{T \text{ gore min}} = 2,163$ mm $t_{T \text{ dolje min}} = 2,368$ mm $t_{Tmin} = 3$ mm najmanja visina zavora (2.6.3) **$t_T = 7,00$ mm****Profil hrptenice**

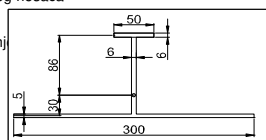
$A_{gore} = 1440$ mm²
 $krak_{gore} = 33$ mm
 $A_{dolje} = 3060$ mm²
 $krak_{dolje} = 17$ mm

Rebrenica $P = 11,73$ kN/m² $A_R = 5,055$ m² površina koja pripada jednoj rebrenici $\ell = 3,370$ m duljina rebrenice (grede) $q = 17599$ N/m $Q = 59309$ N smična sila $S_{gore} = 15129$ mm³ statički moment površine gornjeg dijela presjeka do mjesta smika $S_{dolje} = 106500$ mm³ statički moment površine donjeg dijela presjeka do mjesta smika $I = 21384776$ mm⁴ moment inercije presjeka cijelog nosača $\sigma_d = 190$ N/mm² $\tau = 110$ N/mm² dozvoljeno smično naprezanje $t_T \text{ gore} = 0,19$ mm $t_T \text{ dolje} = 1,34$ mm $t_{Tmin} = 3$ mm najmanja visina zavora (2.6.3) **$t_T = 4,00$ mm****Profil rebrenice**

$A_{gore} = 640$ mm²
 $krak_{gore} = 123$ mm
 $A_{dolje} = 1500$ mm²
 $krak_{dolje} = 71$ mm

Uzdužnjak dna $P = 11,73$ kN/m² $A_R = 0,75$ m² površina koja pripada jednom uzdužnjaku $\ell = 1,50$ m duljina uzdužnjaka (grede) $q = 5866$ N/m $Q = 8800$ N smična sila $S_{gore} = 15600$ mm³ statički moment površine gornjeg dijela presjeka do mjesta smika $S_{dolje} = 11700$ mm³ statički moment površine donjeg dijela presjeka do mjesta smika $I = 715401$ mm⁴ moment inercije presjeka cijelog nosača $\sigma_d = 190$ N/mm² $\tau = 110$ N/mm² dozvoljeno smično naprezanje $t_T \text{ gore} = 0,87$ mm $t_T \text{ dolje} = 0,65$ mm $t_{Tmin} = 3$ mm najmanja visina zavora (2.6.3) **$t_T = 4,00$ mm****Profil uzdužnjaka dna**

$A_{gore} = 400$ mm²
 $krak_{gore} = 39$ mm
 $A_{dolje} = 900$ mm²
 $krak_{dolje} = 13$ mm
 $A = 1409$ mm²

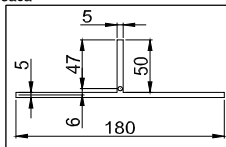
Rebro boka $P = 8,85$ kN/m² $A_R = 1,28$ m² površina koja pripada jednom rebro boka $\ell = 0,85$ m duljina rebra boka $q = 13278$ N/m $Q = 11286$ N smična sila $S_{gore} = 25800$ mm³ statički moment površine gornjeg dijela presjeka do mjesta smika $S_{dolje} = 45000$ mm³ statički moment površine donjeg dijela presjeka do mjesta smika $I = 4711140$ mm⁴ moment inercije presjeka cijelog nosača $\sigma_d = 190$ N/mm² $\tau = 110$ N/mm² dozvoljeno smično naprezanje $t_T \text{ gore} = 0,28$ mm $t_T \text{ dolje} = 0,49$ mm $t_{Tmin} = 3,00$ mm najmanja visina zavora (2.6.3) **$t_T = 4,00$ mm****Profil rebra boka**

$A_{gore} = 300$ mm²
 $krak_{gore} = 86$ mm
 $A_{dolje} = 1500$ mm²
 $krak_{dolje} = 30$ mm

M. L. S.

Uzdružnjak boka

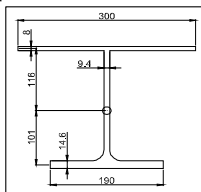
P =	8,85	kN/m ²
A _n =	0,53	m ² površina koja pripada jednom uzdužnjaku
ℓ =	1,50	m duljina uzdužnjaka (grede)
q =	3098	N/m
Q =	4647	N smična sila
S gore=	5500	mm ³ statički moment površine gornjeg dijela presjeka do mjesta smika
S dolje =	5400	mm ³ statički moment površine donjeg dijela presjeka do mjesta smika
I =	201920	mm ⁴ moment inercije presjeka cijelog nosača
σ _d =	190	N/mm ²
τ =	110	N/mm ² dozvoljeno smično naprezanje
t _T gore=	0,57	mm
t _T dolje=	0,56	mm
t _{Tmin} =	3,00	mm najmanja visina zavara (2.6.3)
t_T =	4,00	mm



Profil uzdužnjaka boka	
A gore=	250 mm ²
krak gore=	22 mm
A dolje =	900 mm ²
krak dolje=	6 mm

Okrvina sponja palube

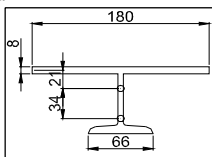
P =	1,82	kN/m ² (za slučaj kada e kotač vozila kreće duž okrivne sponje palube)
A _n =	13,50	m ² površina koja pripada jednoj sponji
ℓ =	9,00	m duljina sponje (grede)
q =	2725	N/m
Q =	24525	N smična sila
S gore=	278400	mm ³ statički moment površine gornjeg dijela presjeka do mjesta smika
S dolje =	280174	mm ³ statički moment površine donjeg dijela presjeka do mjesta smika
I =	68933708	mm ⁴ moment inercije presjeka cijelog nosača
σ _d =	190	N/mm ²
τ =	110	N/mm ² dozvoljeno smično naprezanje
t _T gore=	0,45	mm
t _T dolje=	0,45	mm
t _{Tmin} =	3,00	mm najmanja visina zavara (2.6.3)
t_T =	6,00	mm



Profil okrivne sponje palube	
A gore=	2400 mm ²
krak gore=	116 mm
A dolje =	2774 mm ²
krak dolje=	101 mm

Uzdružnjak palube

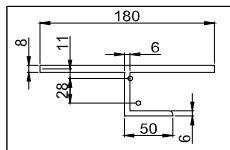
P =	32,70	kN/m ² (za slučaj kada kotač vozila prelazi preko uzdužnjaka palube)
A _n =	0,75	m ² površina koja pripada jednom uzdužnjaku
ℓ =	1,50	m duljina uzdužnjaka (grede)
q =	16350	N/m
Q =	24525	N smična sila
S gore=	30240	mm ³ statički moment površine gornjeg dijela presjeka do mjesta smika
S dolje =	29833	mm ³ statički moment površine donjeg dijela presjeka do mjesta smika
I =	1954257	mm ⁴ moment inercije presjeka cijelog nosača
σ _d =	190	N/mm ²
τ =	110	N/mm ² dozvoljeno smično naprezanje
t _T gore=	1,72	mm
t _T dolje=	1,70	mm
t _{Tmin} =	3,00	mm najmanja visina zavara (2.6.3)
t_T =	4,00	mm



Profil uzdužnjaka palube	
A gore=	1440 mm ²
krak gore=	21 mm
A dolje =	877 mm ²
krak dolje=	34 mm

Interkostalna sponja palube

P =	98,10	kN/m ² (za slučaj kada kotač vozila prelazi preko interkostalne sponje)
A _n =	0,25	m ² površina koja pripada jednom uzdužnjaku
ℓ =	0,50	m duljina interkostalne sponje (grede)
q =	49050	N/m
Q =	24525	N smična sila
S gore=	15840	mm ³ statički moment površine gornjeg dijela presjeka do mjesta smika
S dolje =	15708	mm ³ statički moment površine donjeg dijela presjeka do mjesta smika
I =	759880	mm ⁴ moment inercije presjeka cijelog nosača
σ _d =	190	N/mm ²
τ =	110	N/mm ² dozvoljeno smično naprezanje
t _T gore=	2,32	mm
t _T dolje=	2,30	mm
t _{Tmin} =	2,16	mm najmanja visina zavara (2.6.3)
t_T =	4,00	mm



Profil interkostala palube	
A gore=	1440 mm ²
krak gore=	11 mm
A dolje =	561 mm ²
krak dolje=	28 mm

IZRAVNI PRORAČUN ISPREKIDANIH ZAVARA UKREPA ZA OPLATU BRODICE

Smična sila na nosač podijeljena na n dijelova nosača tj. na n zavara

Dio strukture	ℓ (mm)	s (mm)	P (kN/m ²)	Q (kN)	n kom	ℓ _n (mm)	a	d = ℓ _n / a (mm)	ℓ _n korig (mm)	d _e = d - 20 (mm)	ℓ / (de n) sigurnost	τ _d (N/mm ²)	a (mm)	t _{min} (mm)
hrptenica	1500	1943	11,73	34,20	5	300	2	150	-	130	2,31	110	1,10	2,5
rebro dna	3370	1500	11,73	59,31	15	225	2	112	-	92	2,43	110	0,95	2,5
uzduž.dna	1500	500	11,73	8,80	5	300	2	150	-	130	2,31	110	0,28	2,5
rebro boka	850	1500	8,85	11,29	8	106	2	53	-	33	3,21	110	1,24	2,5
uzduž.boka	1500	350	8,85	4,65	10	150	2	75	-	55	2,73	110	0,21	2,5
sponja pal.	9000	1500	1,82	24,52	20	450	2	225	-	205	2,20	110	0,12	2,5
intk.sp.pal.	500	500	98,10	24,53	4	125	2	62,5	-	42,5	2,94	110	3,9	3,9
uzduž. pal.	1500	500	32,70	24,53	10	150	2	75	-	55	2,73	110	1,10	2,5

ℓ (mm) duljina nosača

s (mm) razmak nosača

P (kN/m²) pritisak na nosač

Q (kN) smična sila na nosač

n (kom) broj dijelova duljine nosača-broj zavara

ℓ_n (mm) n-ti dio duljine nosača

d (mm) duljina zavara n-tog dijela duljine nosača

d_e (mm) efektivna duljina zavara n-tog dijela duljine nosača

n korig kom

-

-

-

-

-

-

-

rebro dna

uzduž.dna

rebro boka

uzduž.boka

sponja pal.

uzduž. pal.

-

-

d kor (mm)

-

-

-

-

-

-

-

M. W. L.

DNV-GL, I- Part 1, Ch I-1-1, Sec. 19 C 2.5 - Kontrola veličine isprekidanog zavara

Dio strukture	ℓ (mm)	s (mm)	P (kN/m ²)	Q (N)	n kom	ℓ_{pw} (mm)	ℓ_w (mm)	S gore (cm ³)	S dolje (cm ³)	I (cm ⁴)	τ_d (N/mm ²)	a_{min} (mm)
hrptenica gore	1500	1943	11,73	34195	5	300	140	47,52		340,79	110	5,10
hrptenica dolje					5	300	185		52,02			4,22
rebrenica gore	3370	1500	11,73	59309	17	198	110	15,13		2138,48	110	0,38
rebrenica dolje									106,50			2,66
uzdužnjak dna	1500	500	11,73	8800	10	150	75		11,70	71,54	110	1,44
rebro boka gore	850	1500	8,85	11286	5	170	75	25,80		471,11	110	0,70
rebro boka dolje									45,00			1,22
uzdužnjak boka	1500	350	8,85	4647	10	150	75		5,4	20,19	110	1,24
sponja palube gore	9000	1500	1,82	24525	17	529	410	278,40		6893,37	110	0,64
sponja palube dolje									280,17			0,64
uzdužnjak palube	1500	500	32,70	24525	10	150	75	30,24		195,43	110	3,79
interk.sponja palube	500	500	98,10	24525	5	100	75		15,71	75,99	110	3,37

Odabrani zavari oplata:

Sva oplata spaja se neprekinutim stičnim zavarom, REL postupkom.

Odabrani zavari strukture:

Struktura se na oplatu spaja obostranim kutnim zavarom, REL postupkom.

CRS RCIV, Part 2, Ch VII

1.2.3.4 Isprekidani zavar na spoju strukture za oplatu- "chain welding"

$$\ell_w \geq 75 \text{ mm}$$

$$\ell_{pw} - \ell_w \leq 200 \text{ mm}$$

Dio strukture	neprekinut	isprekidan		$\ell_{pw}/\ell_w \leq$	CHW		t struk (mm)	a_{min} (mm)	ℓ_{pwc} (mm)	ℓ_{wc} (mm)	a_{cmin} (mm)	a, ostvareni (mm)
		ℓ_{pw} (mm)	ℓ_w (mm)		f_w	c_w						
hrptenica	da				0,4		16					7
rebrenica		198	110	1,80	0,25	1,8	6	2,70	500	455	2,97	4
uzdužnjak dna		150	75	2,00	0,13	3,5	5	1,30				4
rebro boka		170	75	2,27	0,13	3,5	6	1,77	354	324	1,93	4
uzdužnjak boka		150	75	2,00	0,13	3,5	5	1,30				4
pojačana sponj. palube	da	529	410	1,29	0,13	3,5	9,4	1,58	500	410	1,92	6
interk.sponja palube		100	75	1,33	0,13	3,5	6	1,04				4
uzdužnjak palube		150	75	2,00	0,13	3,5	6	1,56				4

1.2.3.5 Visina isprekidanog zavara
visina zavara $a = f_w t \ell_{pw}/\ell_w$ mm
duljina zavara $k = a \sqrt{2}$ mm

1.2.3.6 Visina zavara između izreza
visina zavara $a_c = a \ell_{pwc}/\ell_{wc}$ mm

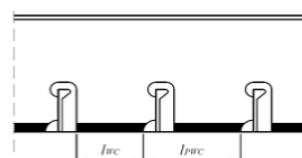
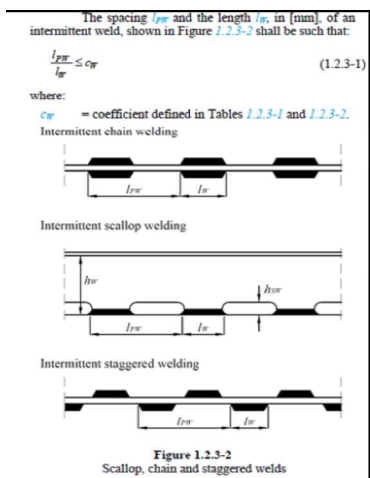
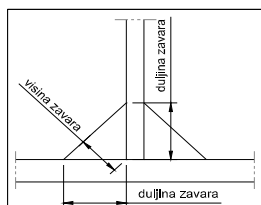


Figure 1.2.3-3
Continuous welding between cut-outs

M. L. S.

PRORAČUN UZDUŽNE ČVRSTOĆE PONTONA PUNE SKELE NA MIRNOJ VODI

Zbog simetrije proračun je proveden za jednu stranu skele - pola skele.

Područja opterećenja na palubi pontona

$$L = 15,78 \text{ m}$$

$$L_K = 2,89 \text{ m}$$

$$L_S = 10 \text{ m}$$

$$L_P = 2,89 \text{ m}$$

Područja uzgona na dnu pontona

$$L = 15,78 \text{ m}$$

$$L_K = 2,6 \text{ m}$$

$$L_S = 10,58 \text{ m}$$

$$L_P = 2,6 \text{ m}$$

Gpont =	17603	kg, masa jednog pontona
	15,78	m, duljina rasprostiranja
q _{pont} =	10,94	kN/m
Goprem =	6814	kg, masa opreme cijele skele
	15,78	m, duljina rasprostiranja
q _{oprem} =	4,24	kN/m
Gpal =	6737	kg, masa palube između pontona
	10,00	m, duljina rasprostiranja
q _{pal} =	6,61	kN/m
Grampa =	3303	kg, masa jedne rampe s tornjevima
	10,00	m, duljina rasprostiranja
q _{rampa} =	3,24	kN/m
Gteret =	15000	kg, nosivost skele
	10,00	m, duljina rasprostiranja
q _{teret} =	14,72	kN/m

Uzgon

$$D = 98914 \text{ kg}$$

$$D/2 = 49457 \text{ kg}$$

$$D/2 = U/2 = 485,17 \text{ kN} \rightarrow q_3$$

Kontinuirana opterećenja duž pontona

krma

$$q_1 = 15,18 \text{ kN/m, sastoji se od dijela mase pontona i dijela mase opreme skele}$$

$$2,89 \text{ m, rasprostiranje} \quad 44 \text{ kN}$$

pramac

$$q_1 = 15,18 \text{ kN/m, sastoji se od dijela mase pontona i dijela mase opreme skele}$$

$$2,89 \text{ m, rasprostiranje} \quad 44 \text{ kN}$$

sredina

$$q_2 = 39,74 \text{ kN/m, sastoji se od dijela mase pontona, pola palube i pola opreme}$$

$$10,00 \text{ m, rasprostiranje} \quad 397 \text{ kN}$$

Ukupno opterećenje polovine skele: 485 kN

Uzgon

$$q_3 = 36,81 \text{ kN/m}$$

$$\text{krma} \quad 2,6 \text{ m, rasprostiranje}$$

$$\text{sredina} \quad 10,58 \text{ m, rasprostiranje}$$

$$\text{pramac} \quad 2,6 \text{ m, rasprostiranje}$$

$$\text{Uzgon:} \quad 485 \text{ kN, polovina skele}$$

M. W. L

$q_{x1} = \text{konst} = 2,93 \text{ kN/m}$, područje x_1

$q_{x2} = \text{konst} = -22 \text{ kN/m}$, područje x_2

Područje x_3 - jednačba pravca:

duljina prostiranja = 2,6 m

$$2,6 / (q_1 + q_{x2}) = x_0 / q_{x2}$$

$$x_0 = 1,53 \text{ m}$$

jednačba pravca za područje x_3 :

$$z = a x_3 + b$$

$$x_3 = 0$$

$$z = b = q_{x2} = -22 \text{ kN}$$

$$b = -22$$

$$x_3 = 2,60 \text{ m}$$

$$z = q_1 = 15,18 \text{ kN}$$

$$15,18 = a \cdot 2,6 - 22$$

$$a = 14,16$$

raspored opterećenja u području x_3 :

$q_{x3} = 14,16$	$x_3 = -22$	-1,52768
------------------	-------------	----------

Raspored poprečnih sila po područjima:

Područje 0- x_1

$$0 \leq x_1 \leq 5 \text{ m, raspon područja } x_1$$

$$Q_{x1} = -3 x_1 + A_1 \text{ kN}$$

$$A_1 = 0 \text{ kN, zbog simetrije}$$

$$Q_{x1} = -3 x_1 \text{ kN}$$

$$Q_{x1} = 0 \text{ kN, poprečna sila na početku raspona } x_1$$

$$Q_{x1} = -14,66 \text{ kN, poprečna sila na kraju raspona } x_1$$

Područje 0- x_2

$$0 \leq x_2 \leq 0,29 \text{ m, raspon područja } x_2$$

$$Q_{x2} = 22 x_2 + A_2 \text{ kN}$$

$$Q_{x2}(x_2=0) = Q_{x1}(x_1=5)$$

$$Q_{x2}(x_2=0) = -14,66 \text{ kN}$$

$$A_2 = -14,66 \text{ kN}$$

$$Q_{x2} = 22 x_2 - 14,66 \text{ kN}$$

$$Q_{x2} = -14,66 \text{ kN, poprečna sila na početku raspona } x_2$$

$$Q_{x2} = -8,39 \text{ kN, poprečna sila na kraju raspona } x_2$$

Područje 0- x_3

$$0 \leq x_3 \leq 2,6 \text{ m, raspon područja } x_3$$

$$Q_{x3} = -14,16 x_3^2 / 2 + 22 x_3 + A_3 \text{ kN}$$

$$Q_{x3}(x_3=0) = Q_{x2}(x_2=0,29)$$

$$Q_{x2}(x_2=0,29) = -8,39 \text{ kN}$$

$$A_3 = -8,39 \text{ kN}$$

$$Q_{x3} = -14,16 x_3^2 / 2 + 22 x_3 - 8,39 \text{ kN}$$

$$Q_{x3} = 0,00 \text{ kN za } x_3 = 0,456$$

$$Q_{x3} = 0,00 \text{ kN, poprečna sila na kraju raspona } x_3$$

$$Q_{x3} = -8,39 \text{ kN, poprečna sila na početku raspona } x_3$$

$$Q_{x3}' = -14,16 x_3 + 22 \text{ kN}$$

$$Q_{x3}' = 0 \text{ kN za } x_3 = 1,53 \text{ m}$$

$$Q_{x3} \text{ max} = 8,14 \text{ kN}$$

M. W. L.

Raspored momenata po područjima

Područje 0-x1

 $0 \leq x_1 \leq 5$ m, raspon područja x1

$$M_{x1} = -3 \quad x_1^2/2 + B1 \quad \text{kNm}$$

$$M_{x1} = -36,65 + B1 \quad x_1 = 5 \quad \text{m}$$

$$M_{x1} = -2,93 \quad x_1^2/2 + 30,16 \quad \text{kNm}$$

$$M_{x1}(x_1=0) = 30,16 \quad \text{kNm}$$

$$M_{x1}(x_1=5) = -6,49 \quad \text{kNm}$$

Područje 0-x2

 $0 \leq x_2 \leq 0,29$ m, raspon područja x2

$$M_{x2} = 22 \quad x_2^2/2 + -14,66 \quad x_2 + B2 \quad \text{kNm}$$

$$M_{x2} = B2 \quad x_2 = 0 \quad \text{m}$$

$$M_{x2} = -3,34 + B2 \quad x_2 = 0,29 \quad \text{m}$$

$$M_{x2} = 21,63 \quad x_2^2/2 + -14,66 \quad x_2 + -6,49 \quad \text{kNm}$$

$$M_{x2}(x_2=0) = -6,49 \quad \text{kNm}$$

$$M_{x2}(x_2=0,29) = -9,83 \quad \text{kNm}$$

Područje 0-x3

 $0 \leq x_3 \leq 2,6$ m, raspon područja x3

$$M_{x3} = -14,16 \quad x_3^3/6 + 22 \quad x_3^2/2 + -8,39 \quad x_3 + B3 \quad \text{kNm}$$

$$M_{x3} = B3 \quad x_3 = 0 \quad \text{m}$$

$$M_{x3} = 9,83 + B3 \quad x_3 = 2,6 \quad \text{m}$$

$$M_{x3} = -14,16 \quad x_3^3/6 + 22 \quad x_3^2/2 + -8,39 \quad x_3 + -9,83 \quad \text{kNm}$$

$$M_{x3}(x_3=0) = -9,83 \quad \text{kNm}$$

$$x_3 = 0,456 \quad \text{m, najveći moment na mjestu } Q_{x3}=0$$

$$M_{x3} = -11,63 \quad \text{kNm} \quad \text{za } x_3 = 0,456 \quad \text{m}$$

$$M_{x3}(x_3=2,6) = 0,00 \quad \text{kNm}$$

Rješavanje tri jednačbe s tri nepoznanice B

$$M_{x1}(x_1=5) = M_{x2}(x_2=0)$$

$$-36,65 + B1 = B2 \quad B1 = 30,16 \quad \text{kNm}$$

$$M_{x2}(x_2=0,29) = M_{x3}(x_3=0)$$

$$-3,34 + B2 = B3 \quad B2 = -6,49 \quad \text{kNm}$$

$$M_{x3}(x_3=2,6)=0$$

$$9,83 + B3 = 0 \quad B3 = -9,83 \quad \text{kNm}$$

M. L. L.

PRORAČUN UZDUŽNE ČVRSTOĆE PONTONA PRAZNE SKELE NA MIRNOJ VODI

Zbog simetrije proračun je proveden za jednu stranu skele - pola skele.

Područja opterećenja na palubi pontona

$$L = 15,78 \text{ m}$$

$$L_K = 2,89 \text{ m}$$

$$L_S = 10 \text{ m}$$

$$L_P = 2,89 \text{ m}$$

Područja uzgona na dnu pontona

$$L = 15,78 \text{ m}$$

$$L_K = 2,6 \text{ m}$$

$$L_S = 10,58 \text{ m}$$

$$L_P = 2,6 \text{ m}$$

Gpont =	17603	kg, masa jednog pontona
	15,78	m, duljina rasprostiranja
q _{pont} =	10,94	kN/m
Goprem =	6814	kg, masa opreme cijele skele
	15,78	m, duljina rasprostiranja
q _{oprem} =	4,24	kN/m
Gpal =	6737	kg, masa palube između pontona
	10,00	m, duljina rasprostiranja
q _{pal} =	6,61	kN/m
Grampa =	3303	kg, masa jedne rampe s tornjevima
	10,00	m, duljina rasprostiranja
q _{rampa} =	3,24	kN/m
Gteret =	0	kg, nosivost skele
	10,00	m, duljina rasprostiranja
q _{teret} =	0,00	kN/m

Uzgon

$$D = 68914 \text{ kg}$$

$$D/2 = 34457 \text{ kg}$$

$$D/2 = U/2 = 338,02 \text{ kN} \rightarrow q_3$$

Kontinuirana opterećenja duž pontona

krma

$$q_1 = 15,18 \text{ kN/m, sastoji se od dijela mase pontona i dijela mase opreme skele}$$

$$2,89 \text{ m, rasprostiranje} \quad 44 \text{ kN}$$

pramac

$$q_1 = 15,18 \text{ kN/m, sastoji se od dijela mase pontona i dijela mase opreme skele}$$

$$2,89 \text{ m, rasprostiranje} \quad 44 \text{ kN}$$

sredina

$$q_2 = 25,03 \text{ kN/m, sastoji se od dijela mase pontona, pola palube i pola opreme}$$

$$10,00 \text{ m, rasprostiranje} \quad 250 \text{ kN}$$

Ukupno opterećenje polovine skele: 338,02 kN

Uzgon

$$q_3 = 25,65 \text{ kN/m}$$

$$\text{krma} \quad 2,6 \text{ m, rasprostiranje}$$

$$\text{sredina} \quad 10,58 \text{ m, rasprostiranje}$$

$$\text{pramac} \quad 2,6 \text{ m, rasprostiranje}$$

$$\text{Uzgon:} \quad 338 \text{ kN, polovina skele}$$

M. W. L.

$$q_{x1} = \text{konst} = -0,62 \text{ kN/m, područje } x_1$$

$$q_{x2} = \text{konst} = -10,47 \text{ kN/m, područje } x_2$$

Područje x_3 - jednačba pravca:

$$\text{duljina prostiranja} = 2,6 \text{ m}$$

$$2,6 / (q_1 + q_{x2}) = x_0 / q_{x2}$$

$$x_0 = 1,061 \text{ m}$$

jednačba pravca za područje x_3 :

$$z = a x_3 + b$$

$$x_3 = 0$$

$$z = b = q_{x2} = -10,47 \text{ kN}$$

$$b = -10,47$$

$$x_3 = 2,60 \text{ m}$$

$$z = q_1 = 15,18 \text{ kN}$$

$$15,18 = a \cdot 2,6 - 10,47$$

$$a = 9,86$$

raspored opterećenja u području x_3 :

$$q_{x3} = 9,86 \quad x_3 \quad -10,47$$

Raspored poprečnih sila po područjima:

Područje 0- x_1

$$0 \leq x_1 \leq 5 \text{ m, raspon područja } x_1$$

$$Q_{x1} = 1 \quad x_1 + A_1 \text{ kN}$$

$$A_1 = 0 \text{ kN, zbog simetrije}$$

$$Q_{x1} = 1 \quad x_1 \text{ kN}$$

$$Q_{x1} = 0 \text{ kN, poprečna sila na početku raspona } x_1$$

$$Q_{x1} = 3,09 \text{ kN, poprečna sila na kraju raspona } x_1$$

Područje 0- x_2

$$0 \leq x_2 \leq 0,29 \text{ m, raspon područja } x_2$$

$$Q_{x2} = 10,47 \quad x_2 + A_2 \text{ kN}$$

$$Q_{x2}(x_2=0) = Q_{x1}(x_1=5)$$

$$Q_{x2}(x_2=0) = 3,09 \text{ kN}$$

$$A_2 = 3,09 \text{ kN}$$

$$Q_{x2} = 10 \quad x_2 + 3,09 \text{ kN}$$

$$Q_{x2} = 3,09 \text{ kN, poprečna sila na početku raspona } x_2$$

$$Q_{x2} = 6,13 \text{ kN, poprečna sila na kraju raspona } x_2$$

Područje 0- x_3

$$0 \leq x_3 \leq 2,6 \text{ m, raspon područja } x_3$$

$$Q_{x3} = -9,86 \quad x_3^2/2 + 10,47 \quad x_3 + A_3 \text{ kN}$$

$$Q_{x3}(x_3=0) = Q_{x2}(x_2=0,29)$$

$$Q_{x2}(x_2=0,29) = 6,13 \text{ kN}$$

$$A_3 = 6,13 \text{ kN}$$

$$Q_{x3} = -9,86 \quad x_3^2/2 + 10,47 \quad x_3 + 6,13 \text{ kN}$$

$$Q_{x3} = 0,00 \text{ kN za } x_3 = -0,239 \text{ nerealno}$$

$$Q_{x3} = 0,00 \text{ kN, poprečna sila na kraju raspona } x_3$$

$$Q_{x3} = 6,13 \text{ kN, poprečna sila na početku raspona } x_3$$

$$Q_{x3}' = -9,86 \quad x_3 + 10 \text{ kN}$$

$$Q_{x3}' = 0 \text{ kN za } x_3 = 1,061 \text{ m}$$

$$Q_{x3} \text{ max} = 11,68 \text{ kN}$$

M. W. L.

Raspored momenata po područjima

Područje 0-x1

 $0 \leq x_1 \leq 5$ m, raspon područja x_1

$$M_{x1} = 1 \cdot x_1^2/2 + B1 \quad \text{kNm}$$

$$M_{x1} = 8 + B1 \quad x_1 = 5 \quad \text{m}$$

$$M_{x1} = 0,62 \cdot x_1^2/2 + -31,47 \quad \text{kNm}$$

$$M_{x1}(x_1=0) = -31,47 \quad \text{kNm}$$

$$M_{x1}(x_1=5) = -23,75 \quad \text{kNm}$$

Područje 0-x2

 $0 \leq x_2 \leq 0,29$ m, raspon područja x_2

$$M_{x2} = 10 \cdot x_2^2/2 + 3,09 \cdot x_2 + B2 \quad \text{kNm}$$

$$M_{x2} = B2 \quad x_2 = 0 \quad \text{m}$$

$$M_{x2} = 1,34 + B2 \quad x_2 = 0,29 \quad \text{m}$$

$$M_{x2} = 10,47 \cdot x_2^2/2 + 3,09 \cdot x_2 + -23,75 \quad \text{kNm}$$

$$M_{x2}(x_2=0) = -23,75 \quad \text{kNm}$$

$$M_{x2}(x_2=0,29) = -22,41 \quad \text{kNm}$$

Područje 0-x3

 $0 \leq x_3 \leq 2,6$ m, raspon područja x_3

$$M_{x3} = -9,86 \cdot x_3^3/6 + 10 \cdot x_3^2/2 + 6,13 \cdot x_3 + B3 \quad \text{kNm}$$

$$M_{x3} = B3 \quad x_3 = 0 \quad \text{m}$$

$$M_{x3} = 22,41 + B3 \quad x_3 = 2,6 \quad \text{m}$$

$$M_{x3} = -9,86 \cdot x_3^3/6 + 10 \cdot x_3^2/2 + 6,13 \cdot x_3 + -22,41 \quad \text{kNm}$$

$$M_{x3}(x_3=0) = -22,41 \quad \text{kNm}$$

$$x_3 = - \quad \text{m, najveći moment na mjestu } Q_{x3}=0$$

$$M_{x3} = \# \text{VRIJ!} \quad \text{kNm} \quad \text{za } x_3 = \text{nerealno}$$

$$M_{x3}(x_3=2,6) = 0,00 \quad \text{kNm}$$

Rješavanje tri jednačbe s tri nepoznanice B

$$M_{x1}(x_1=5) = M_{x2}(x_2=0)$$

$$7,73 + B1 = B2 \quad B1 = -31,47 \quad \text{kNm}$$

$$M_{x2}(x_2=0,29) = M_{x3}(x_3=0)$$

$$1,34 + B2 = B3 \quad B2 = -23,75 \quad \text{kNm}$$

$$M_{x3}(x_3=2,6)=0$$

$$22,41 + B3 = 0 \quad B3 = -22,41 \quad \text{kNm}$$

M. W. L.

PRORAČUN UZDUŽNE ČVRSTOĆE PONTONA PRAZNE SKELE NA DIZALICI

Zbog simetrije proračun je proveden za jednu stranu skele - pola skele.

Područja opterećenja na palubi pontona

$L =$	15,78	m
$L_K =$	2,89	m
$L_S =$	10	m
$L_P =$	2,89	m

$G_{pont} =$	17603	kg, masa jednog pontona
	15,78	m, duljina rasprostiranja
$q_{pont} =$	10,94	kN/m
$G_{oprem} =$	6814	kg, 1/2 mase opreme cijele skele
	15,78	m, duljina rasprostiranja
$q_{oprem} =$	4,24	kN/m
$G_{pal} =$	6737	kg, 1/2 mase palube između pontona
	10,00	m, duljina rasprostiranja
$q_{pal} =$	6,61	kN/m
$G_{rampa} =$	3303	kg, masa jedne rampe s tornjevima
	10,00	m, duljina rasprostiranja
$q_{rampa} =$	3,24	kN/m
$G_{teret} =$	0	kg, teret na skeli - nosivost skele
	10,00	m, duljina rasprostiranja
$q_{teret} =$	0,00	kN/m

Kontinuirana opterećenja duž pontona

krma

$q_1 =$	15,18	kN/m, sastoji se od dijela mase pontona i dijela mase opreme skele
	2,89	m, rasprostiranje
	43,87	kN

pramac

$q_1 =$	15,18	kN/m, sastoji se od dijela mase pontona i dijela mase opreme skele
	2,89	m, rasprostiranje
	43,87	kN

sredina

$q_2 =$	22,67	kN/m, sastoji se od dijela mase pontona, pola palube i pola opreme
	10,00	m, rasprostiranje
	226,70	kN

Ukupno opterećenje polovine skele: 314,44 kN

Reakcije na mjestima zavlješnja - skela zakačena na dizalicu na krmenom zrcalu i na R 14 1/2 na pramcu

$R_a =$	145	kN	0,461
$R_b =$	169	kN	0,539

Raspored poprečnih sila po područjima:

Područje 0-x1

$$0 \leq x_1 \leq 2,89$$

$$z = ax_1 + b$$

$$x_1 = 0$$

$$z = b = R_a$$

$$a = -q_1$$

$Q_{x1} = -15,18 x_1 + 145$
$x_1 = 0$ m
$Q_{x1} = 145$ kN
$x_1 = 2,89$ m
$Q_{x1} = 101,09$ kN

Područje 0-x2

$$0 \leq x_2 \leq 10$$

$$z = ax_2 + b$$

$$x_2 = 0$$

$$z = b = 101,09$$

$$x_2 = 4,472$$
 m
$$z = 0$$

$$a = -22,60$$

$Q_{x2} = -22,60 x_2 + 101,09$ kN
$x_2 = 0$ m
$Q_{x2} = 101,09$ kN
$x_2 = 10,00$ m
$Q_{x2} = -124,96$ kN

M. W. L.

Raspored poprečnih sila po područjima:

Područje 0-x3

$$0 \leq x_3 \leq 1,61$$

$$z = ax_3 + b$$

$$x_3 = 0,00$$

$$z = b = -124,96$$

$$x_3 = 1,61$$

$$z = -149,40$$

$$a = -15,18$$

$Q_{x3} = -9,61 x_3 - 88,4 \text{ kN}$
$x_3 = 0,00$
$Q_{x3} = -124,96$
$x_3 = 1,61$
$Q_{x3} = -149,40 \text{ kN}$

Područje 0-x4

$$0 \leq x_4 \leq 1,28$$

$$z = ax_4 + b$$

$$x_4 = 0,00$$

$$z = b = 20,09$$

$$x_4 = 1,28$$

$$z = 0,00$$

$$a = -15,69$$

$Q_{x4} = -9,54 x_4 + 12,27$
$x_4 = 0,00 \text{ m}$
$Q_{x4} = 20,09$
$x_4 = 1,28 \text{ m}$
$Q_{x4} = 0,00$

Raspored momenata po područjima:

$$0 \leq x_1 \leq 2,89$$

$$M_{x1} = q_1 x_1^2 / 2 - 99,3 x_1 + c$$

$$a = 15,18$$

$$b = -144,96$$

$x_1 = 0 \text{ m}$
$M_{x1} = 0$
$c = 0$
$x_1 = 2,89 \text{ m}$
$M_{x1} = -355,53 \text{ kNm}$

$$0 \leq x_2 \leq 10$$

$$M_{x2} = 15,99 x_2^2 / 2 - 71,51 x_2 + d$$

$$a = 22,60$$

$$b = -101,09$$

$$x_2 = 0$$

$$M_{x2} = -355,53$$

$$d = -355,53$$

$$M_{x2} = 15,99 x_2^2 / 2 - 71,51 x_2 + d$$

$$x_2 = 0 \text{ m}$$

$$M_{x2} = -355,53 \text{ kNm}$$

$$x_2 = 10 \text{ m}$$

$$M_{x2} = -236,18 \text{ kNm}$$

M_{x2} max

$$M_{x2}' = 22,60 \quad x_2 + -101,09 \quad + \quad -355,53$$

$$M_{x2}' = 0 \quad \text{za } x_2 = 20,20$$

$x_1 = 2,89 \text{ m}$
$x_2 = 4,47 \text{ m}$
$M = -581 \text{ kNm}$

Raspored momenata po područjima

Područje 0-x1

$$0 \leq x_1 \leq 2,89$$

$$M_{x0} = 0 \text{ kNm}$$

$$M_{x2,89} = -355,53 \text{ kNm}$$

Područje 0-x2

$$0 \leq x_1 \leq 4,47$$

$$M_{x0} = M_{x2,89} \text{ kNm}$$

$$M_{x5} = -582 \text{ kNm}$$

M. W. L.

RAMPA - PRORAČUN

Proračun naprezanja na savijanje glavnog uzdužnog nosača

$$\begin{aligned}P &= 24,53 \text{ kN} \\L &= 3,41 \text{ m} \\R_a=R_b &= 12,27 \text{ kN} \\M &= 20,91 \text{ kNm} \\\sigma_d &= 190 \text{ N/mm}^2 \\W_{\min} &= 110062 \text{ mm}^3\end{aligned}$$

Ostvareno

$$\begin{aligned}I &= 14821452 \text{ mm}^4 \\z &= 110 \text{ mm} \\W_{\text{ostv}} &= 134740 \text{ mm}^3 \quad \text{zadovoljava}\end{aligned}$$

Proračun naprezanja na smik struka glavnog uzdužnog nosača na poprečnoj težišnoj osi

$$\begin{aligned}I &= 14821452 \text{ mm}^4 \\A &= 1253 \text{ mm}^2 \\h &= 79 \text{ mm} \\S &= 98987 \text{ mm}^3 \\Q &= 24,53 \text{ kN} \\\tau_d &= 110 \text{ N/mm}^2 \\t_{\min} &= 1,5 \text{ mm}\end{aligned}$$

Ostvareno

$$t = 6 \text{ mm} \quad \text{zadovoljava}$$

Provjera naprezanja zavara struk-pojas

$$\begin{aligned}I &= 14821452 \text{ mm}^4 \\A &= 640 \text{ mm}^2 \\h &= 106 \text{ mm} \\S &= 67840 \text{ mm}^3 \\Q &= 24,53 \text{ kN} \\\tau_d &= 110 \text{ N/mm}^2 \\t_{\min} &= 1,02 \text{ mm}\end{aligned}$$

Ostvareno

$$t = 6 \text{ mm} \quad \text{zadovoljava}$$

M. W. L.

6.4 Oprema za tegalj

Skela je "tegljena" uzvodno. "Tegljenje" se ostvaruje na način da je skela "privezana" za obalu te se povremeno privlači svom "privezištu".

"privezište" je čelično uže prebačeno okomito preko rijeke

"tegljenje" je "držanje skele" da ne ode niz rijeku

"držanje skele" je privez skele za "privezište" priveznim čeličnim užetom sa skele

Snaga el. motora za privlačenje skele je 10 kW

6.4.2 Čelično uže za privlačenje skele

6.4.2.1 Najmanja prekidna sila čeličnog užeta za privlačenje

$$F_{BTC} = 3,33 \text{ kN}$$

Izračun prema očekivanom stanju

Otpor i snaga trenja skele (horizontalna sila)			Brzina rijeke (km/h)	
Brzina km/h	T Otpor kN	Snaga KS	v =	m/s
4,5	2,43	4,07	v ₁ =	4,68 km/h
4,75	2,68	4,75	Brzina potezanja skele	
5	2,95	5,49	v =	0,5 m/s
5,25	3,23	6,31	v ₂ =	1,8 km/h
5,5	3,51	7,2	Ukupna brzina skele	
5,75	3,81	8,17	v₁₊₂ = 6,48 km/h	
6	4,12	9,22	Uže skele	
6,25	4,44	10,35	Kut nagiba prema horizontali	
6,5	4,77	11,56	$\alpha = 12^\circ$	
6,75	5,11	12,86	Horizontalna sila otpora trenja	
7	5,47	14,25	T = 4,77 kN	
7,25	5,83	15,73	Sila u užetu F (bez faktora sigurnosti)	
7,5	6,2	17,31	F = 4,88 kN	
7,75	6,58	18,98		

Za slučaj kada skela krene niz rijeku i bude naglo zadržana priveznim užetom:

brzina rijeke	v =	1,3	m/s
masa pune skele	G =	100000	kg
vrijeme zaustavljanja skele	t =	5	s, pretpostavljeno
deceleracija	a _d =	0,26	m/s ²
zaustavna sila	F =	26	kN, sila u užetu u trenutku zaustavljanja skele
faktor sigurnosti	v =	7	
čelično uže je odabrano za silu:	F =	182	kN, najmanja prekidna sila odabranog užeta
Odabrano čelično uže: 6x24+7	Ø =	26	mm SB 5470
prekidna sila čeličnog užeta	F =	294,3	kN
nazivna čvrstoća svake žice	σ =	1373	N/mm ²
masa čeličnog užeta	m =	2,16	kg/m

Napomena:

Kod proračuna nije uzeto u obzir ublažavanje udarca zbog rastezanja "privezišta" i priveznog čeličnog užeta skele.

Time je stvarni faktor sigurnosti veći od 10.

Part 3, Ch 1, 9.2.10 Promjer bubnja za namatanje čeličnog užeta

$$d_{min} = 364 \text{ mm}$$

6.5 Sidreno ždrijelo i spremnik sidrenog lanca

6.5.1 Oplata u području sidrenog ždrijela je povećane debljine

$$\text{oplate oko sidrenog ždrijela } t_{min} = 12 \text{ mm}$$

$$\text{debljina oplata palube } t = 8 \text{ mm}$$

6.5.2 Debljina oplata sidrenog ždrijela t_{min} = 10 mm

$$\text{ostvarena debljina } t = 12,5 \text{ mm}$$

$$\text{Unutarnji promjer sidrenog ždrijela } \varnothing_{min} = 160 \text{ mm}$$

$$\text{ostvaren promjer } \varnothing = 190 \text{ mm}$$

6.5.3 Spremište sidrenog lanca

$$\text{Debljina oplata spremišta lanca: } t = 8 \text{ mm}$$

Spremište sidrenog lanca je na pramčanoj palubnoj istaki skele. Dno spremišta je povećane debljine.

Spremište je zavareno za palubu. Otvori za odvodnju iz spremišta su izvedeni kao skalopi na spoju oplata spremišta s palubom.

Kraj sidrenog lanca je pričvršćen za lijevi bočni zid spremišta pomoću sklopa za pričvršćenje lanca prikazanom na

M. W. L.

nacrtu spremišta.

Ovaj sklop omogućuje otpuštanje i odbacivanje sidrenog lanca u slučaju da je usidrena skela ugrožena i mora žurno napustiti sidrište.

Proračun zavora spremišta

spoj gornje ploče spremišta s oplatom spremišta-ploča na koju je pričvršćeno sidreno vitlo

za odabranu prekidnu silu lanca	$F_{BA} =$	88	kN			
smična sila od držanja skele na sidru	$F_{SL} =$	47	kN			
kut lanca prema gornjoj ploči	$\alpha =$	58	°			
duljina spoja gornje ploče	$\ell =$	3,08	m	1048	492	3080
visina zavora	$h =$	6	mm			
naprezanje zavora na smik	$\tau =$	2,52	N/mm ²	$< \tau_d$	zadovoljava	
dozv. naprezanje zavora na smik	$\tau_d =$	133	N/mm ²			

spoj spremišta s temeljnom pločom na palubi

proračun proveden kao za konzolu

sila na konzolu	$F_{SL} =$	47	kN, smična sila od držanja skele na sidru	
duljina konzole	$\ell =$	1,257	m	
najveći moment na konzoli	$M =$	59	kNm, na mjestu upetosti konzole	
zavar je dvostruki kutni				
visina zavora	$a =$	6	mm	
moment inercije zavora	$I =$	2,522E+09	mm ⁴	lik zavora spoja spremišta za palubnu temeljnu ploču
	$y =$	262	mm	
moment otpora zavora za temelj	$W =$	9626142	mm ³	
duljina zavora	$\ell =$	6,08	m	
površina zavora	$A =$	36480	mm ²	
naprezanje zavora na vlak	$\tau =$	6,09	N/mm ²	savijanje zbog momenta na konzoli
naprezanje zavora na smik	$\tau =$	1,28	N/mm ²	smik od poprečne sile F_{SL}
ekvivalentno naprezanje	$\tau_{ekv} =$	6,48	N/mm ²	$< \tau_d$ zadovoljava
dozv. naprezanje zavora na smik	$\tau_d =$	133	N/mm ²	

M. L. L.

UŠKA ZA PRIHVAT KRAJA ČELIČNOG UŽETA ZA DIZANJE I SPUŠTANJE RAMPE

Uška se nalazi na tornju na starni rampe. Za ušku je škopcem prikačeno čelično uže za dizanje i spuštanje rampe.

1. sila u čeličnom užetu $F_u = 12343 \text{ N}$

2. Izračin najmanje površine presjeka uške

materijal uške Č 0462

$R_{eH} =$	235	N/mm^2
$E =$	206000	N/mm^2
$k =$	1	
$\sigma_d =$	190	N/mm^2
$\tau_d =$	110	N/mm^2

najmanja površina presjeka	$A_{min} =$	112	mm^2
debljina uške	$t =$	12	mm
najmanja udaljenost rupe od ruba uške	$b_{min} =$	9,35	mm
ostvarena udaljenost rupe od ruba uške	$b =$	44,00	mm
ostvareno naprezanje	$\tau =$	23	N/mm^2

3. Izračun potrebne visine zavora spoja uške s oplatom tornja rampe

duljina uške	$l =$	250	mm
debljina uške	$t =$	12	mm
duljina zavora	$l_z =$	524	mm
najmanja visina zavora	$a_{min} =$	0,21	mm
ostvarena visina zavora	$a =$	4	mm

M. W. L.