



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών
Τομέας Μελέτης Πλοίου και Θαλασσίων Μεταφορών

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΜΕΛΕΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΛΩΤΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΑΝΥΨΩΤΙΚΗΣ
ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ 30.000 ΤΟΝΝΩΝ**

ΚΥΡΙΑΚΟΣ ΜΟΥΡΤΖΟΥΧΟΣ



Τριμελής Επιτροπή

Α. ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ

Γ. ΖΑΡΑΦΩΝΙΤΗΣ

Κ. ΣΠΥΡΟΥ

Επιβλέπων Καθηγητής:

Α. ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ

Υπεύθυνος Εργασίας:

Κ. ΑΝΑΣΤΑΣΟΠΟΥΛΟΣ

ΑΘΗΝΑ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2012

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περιεχόμενα		i
Κατάλογος Σχεδίων		ii
Απαιτήσεις Πλοιοκτήτη		iii
Κεφάλαιο 1	Υπολογισμός Κυρίων Διαστάσεων	1
Κεφάλαιο 2	Σχέδιο Ναυπηγικών Γραμμών	8
Κεφάλαιο 3	Υδροστατικό Διάγραμμα	10
Κεφάλαιο 4	Καμπύλες ευστάθειας	13
Κεφάλαιο 5	Υπολογισμός Κατακλύσιμων Μηκών	17
Κεφάλαιο 6	Καμπύλες Κυβισμού	22
Κεφάλαιο 7	Σχέδιο Γενικής Διάταξης	23
Κεφάλαιο 8	Υπολογισμός και Σχεδίαση Συστήματος Ερματισμού	24
Κεφάλαιο 9	Σχέδιο Γενικής Διάταξης Μηχανοστασίου και Βοηθητικού Αντλιοστασίου	29
Κεφάλαιο 10	Υπολογισμός Ισχύος Βοηθητικών Μηχανημάτων και Ηλεκτρικός Ισολογισμός	31
Κεφάλαιο 11	Μελέτη Καταμέτρησης	43
Κεφάλαιο 12	Υπολογισμός Στοιχείων Μεταλλικής Κατασκευής και Έλεγχος Εγκάρσιας και Διαμήκους Αντοχής	47
Κεφάλαιο 13	Κατασκευαστικά Σχέδια	74
Κεφάλαιο 14	Αναλυτικός Υπολογισμός Βαρών	76
Κεφάλαιο 15	Μελέτη Ευστάθειας και Διαγωγής	103
Κεφάλαιο 16	Έλεγχος Γραμμής Φόρτωσης	125
Κεφάλαιο 17	Υπολογισμός Αντίστασης Ρυμούλκησης	129
Κεφάλαιο 18	Οδηγίες Δεξαμενισμού	133
Κεφάλαιο 19	Τεχνική Προδιαγραφή	142
Κεφάλαιο 20	Προϋπολογισμός Κόστους Κατασκευής	173
Παράρτημα 1	ABS – Rules for Building and Classing Steel Floating Docks	183
Βιβλιογραφία		232

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΕΔΙΩΝ

- A.1 Σχέδιο ναυπηγικών Γραμμών
- B.1 Υδροστατικό διάγραμμα
- B.2 Καμπύλες Ευστάθειας
- B.3 Κατακλύσιμα Μήκη
- B.4 Καμπύλες Κυβισμού
- Γ.1 Σχέδιο Γενικής Διάταξης 1/2
- Γ.2 Σχέδιο Γενικής Διάταξης 2/2
- Δ.1 Μονογραμμικό Διάγραμμα Συστήματος Ερματισμού
- Δ.2 Σχέδιο Γενικής Διάταξης Μηχανοστασίου και Βοηθητικών Αντλιοστασίων
- E.1 Κατασκευαστικά Σχέδια – Εγκάρσιες Τομές
- E.2 Κατασκευαστικά Σχέδια – Πυθμένες
- E.3 Κατασκευαστικά Σχέδια – Κατάστρωμα Ποντογιού
- E.4 Κατασκευαστικά Σχέδια – Κατάστρωμα Ασφαλείας και Ανώτερο Κατάστρωμα
- E.5 Κατασκευαστικά Σχέδια – Διαμήκεις Φρακτές
- E.6 Κατασκευαστικά Σχέδια – Πλατφόρμα

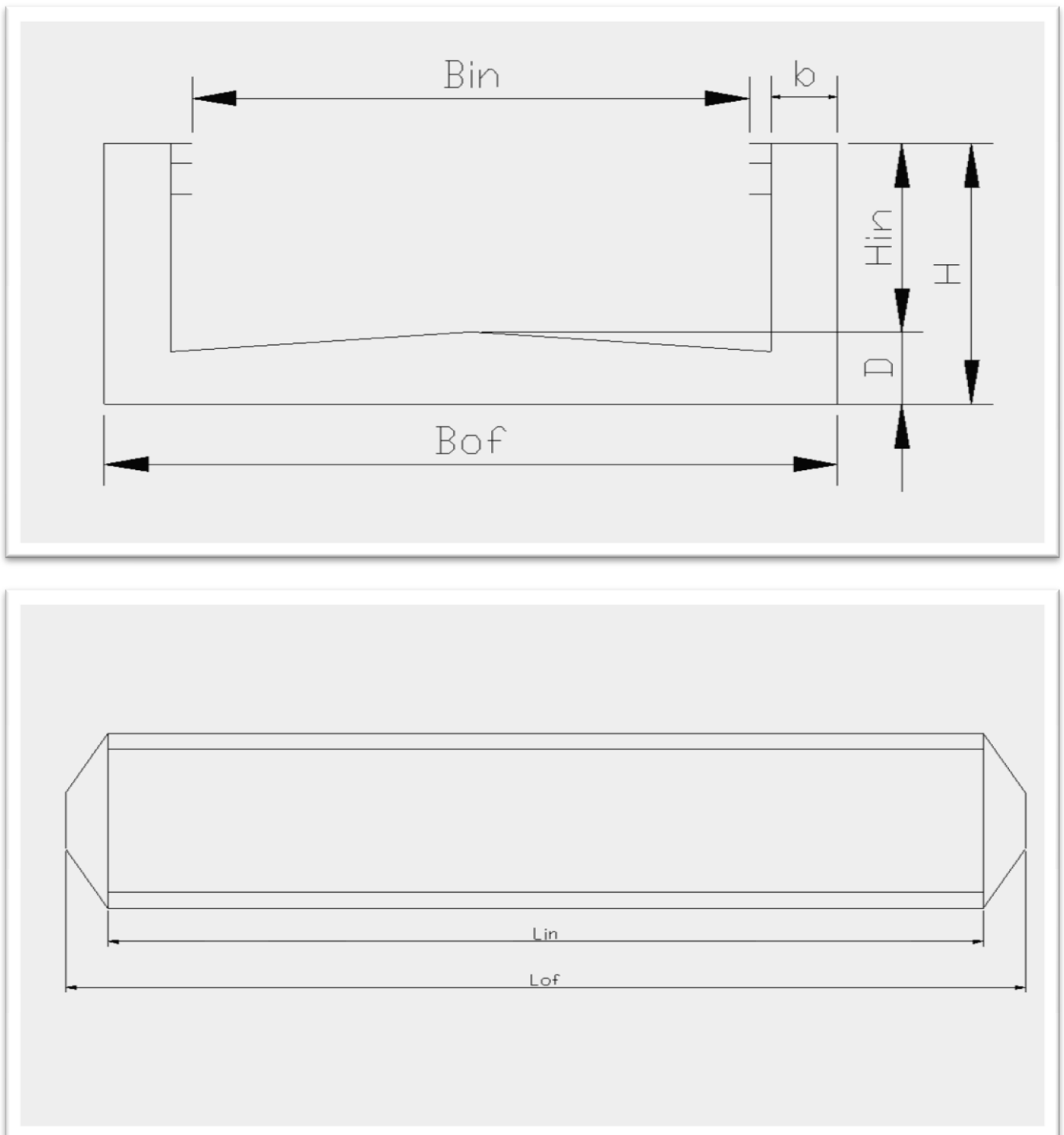
Απαιτήσεις Πλοιοκλήτη

Τύπος	:	Πλωτή Δεξαμενή	
Ανυψωτική ικανότητα	:	30.000,00	tons
Μέγιστο Βύθισμα Πλοίου	:	8,00	m
Νηογνώμονας	:	οποιοσδήποτε αναγνωρισμένος	
Πρόσθετες απαιτήσεις	:		
α) Π.Δ. 1337/81		β) ΑΗΜ, SOLAS (cross curves 12 ⁰ , 40 ⁰)	
γ) Res. A562 (weather)		δ) Res. A206 (High Deck Cargo)	
ε) MARPOL			

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Υπολογισμός κυρίων διαστάσεων

Με στατιστική επεξεργασία στοιχείων από άλλες πλωτές δεξαμενές θα προσδιορίσουμε τις κύριες διαστάσεις της υπό κατασκευή πλωτής δεξαμενής. Στο Σχήμα 1.α απεικονίζεται σκαρίφημα πλωτής δεξαμενής με σημειωμένες τις κύριες διαστάσεις. Στους πίνακες 1.1 έως 1.5 παρουσιάζονται τα στοιχεία που συλλέξαμε από υπάρχουσες πλωτές δεξαμενές. Τα στοιχεία αυτά προέρχονται από τις δεξαμενές που υπάρχουν στα Ελληνικά Ναυπηγεία (Σκαραμαγκά), Ναυπηγεία Ελευσίνας, Νεώριον Σύρου καθώς και από νηογνώμονες (Norske Veritas και Lloyd's Register)



Σχήμα 1.α: Κύριες διαστάσεις πλωτής δεξαμενής.

	Dock 1	Dock 2	Dock 3
Lifting Cap (tons)	25500	22000	30000
L_{oa}(m)	232.27	195.65	252.60
L_{in}(m)	211.58	184.50	230.00
B_{of}(m)	42.00	40.00	48.00
B_{in}(m)	34.00	32.00	37.00
T(m)	13.60	13.50	14.00
H(m)	14.90	14.90	15.40
H_{in}(m)	11.90	11.90	12.00
b(m)	3.80	3.80	4.00

Πίνακας 1.1: Ελληνικά ναυπηγεία (Σκαραμαγκά)

	Dock 1	Dock 2	Dock 3	Dock 4	Dock 5
Lifting Cap (tons)	9000	5000	20000	33000	12000
L _{oa} (m)	170.00	117.80	227.50	252.00	178.00
L _{in} (m)	150.00		206.00	235.00	160.00
B _{of} (m)	33.00		42.00	50.00	33.50
B _{in} (m)	26.00	20.00	36.20	41.00	27.00
D(m)	3.20		3.80	4.30	3.20
H(m)	12.50		15.00	15.10	13.00

Πίνακας 1.2: Ναυπηγεία Ελευσίνας

	Dock 1
Lifting Cap (tons)	25000
L_{oa}(m)	229.00
L_{in}(m)	210.00
B_{of}(m)	44.00
B_{in}(m)	35.00
T(m)	15.80
H(m)	17.40
b(m)	3.90

Πίνακας 1.3: Νεώριον Σύρου

L.C. (ton)	Loa(m)	B _{in} (m)	T(m)
8000.00	130.00	23.00	5.38
8300.00	175.00	23.08	6.70
8300.00	166.00	21.00	8.00
8500.00	167.64	22.86	5.86
10000.00	164.59	24.43	6.50
10000.00	205.70	24.38	7.31
10800.00	179.83	25.29	5.48
12000.00	163.00	25.00	7.01
12000.00	167.64	27.73	7.79
19000.00	197.50	26.67	7.92
22000.00		27.43	8.40
22000.00	227.50	37.03	8.00
28000.00	221.00	29.56	8.53
33000.00	256.00	36.11	8.53
34000.00	269.70	34.74	9.75
55000.00	303.00	54.86	9.19

Πίνακας 1.4: Norske Veritas

L.C. (ton)	Loa(m)	L _{in} (m)	B _{in} (m)
10000.00	165.00		25.00
11500.00	193.35	177.70	29.00
11500.00	171.00	162.00	25.00
12000.00	193.50	177.70	27.52
13000.00	182.32	178.00	30.50
14000.00	190.00	180.00	30.00
15000.00	200.00	180.00	33.00
15000.00	195.00	180.00	33.50
15000.00	195.00	182.50	34.00
15000.00	195.00	180.00	33.50
19000.00	215.00	200.00	33.50
20000.00	215.00	200.00	35.00
20000.00	242.00	240.00	35.00
21075.00	227.50	212.00	38.00
22000.00	215.00	197.00	34.41
25000.00	230.00	210.00	35.00
25400.00	182.80	179.80	30.50
28000.00	230.00		41.00
30000.00	227.00	210.00	40.00
32800.00	261.00		38.56
33000.00	252.00	235.00	50.00
36000.00	252.00	235.00	45.77
39800.00	221.00		48.00

Πίνακας 1.5: Lloyd's

Για τον υπολογισμό των κυρίων διαστάσεων της υπό μελέτη πλωτής δεξαμενής θα χρησιμοποιήσουμε στοιχεία από δεξαμενές με ανυψωτική ικανότητα από 25.000 – 35.000 τόνους. Τα στοιχεία αυτά συνοψίζονται στον πίνακα 1.6, ενώ στον πίνακα 1.7 παρουσιάζονται χρήσιμοι λόγοι των κυρίων διαστάσεων.

	L.C.(ton)	Loa(m)	Lin(m)	Bof(m)	Bin(m)	T(m)	D(m)	H(m)	Hin(m)	b(m)
1	25000	229,00	210,00	44,00	35,00	15,80	4,60	17,40	12,80	3,90
2	25000	230,00	210,00		35,00					
3	25400	182,80	179,80		30,50					
4	25500	232,27	211,58	42,00	34,00	13,60	3,00	14,90	11,90	3,80
5	28000	221,00			29,56	8,53				
6	28000	230,00			41,00					
7	30000	252,60	230,00	48,00	37,00	14,00	3,40	15,40	12,00	4,00
8	30000	227,00	210,00		40,00					
9	32800	261,00			38,56					
10	33000	252,00	235,00	50,00	41,00		4,30	15,10	10,80	
11	33000	252,00	210,00		50,00					
12	33000	256,00			36,11	8,53				
13	34000	269,70			34,74	9,75				

Πίνακας 1.6: Συγκεντρωτικά στοιχεία δεξαμενών ανυψωτικής ικανότητας 25.000 – 30.000 tons.

	L.C/(Lin*Bof*D)	Lin/Bof	Bof/D	Lin/Loa	Bin/Bof	b/Bof	D/H
1	0,588	4,773	9,565	0,917	0,795	0,089	0,264
2				0,913			
3				0,984			
4	0,957	5,038	14,000	0,911	0,810	0,090	0,201
5							
6							
7	0,799	4,792	14,118	0,911	0,771	0,083	0,221
8				0,925			
9							
10	0,653	4,700	11,628	0,933	0,820	0,000	0,285
11				0,833			
12							
13							
M.O.	0,749	4,826	11,328	0,916	0,799	0,087	0,243

Πίνακας 1.7: Χρήσιμοι λόγοι κυρίων διαστάσεων.

Με χρήση των μέσων όρων των λόγων του πίνακα 1.7 θα προσδιορίσουμε τις κύριες διαστάσεις της υπό κατασκευή δεξαμενής.

$$L_{in} / B_{of} = 4,826 \Rightarrow B_{of} = L_{in} / 4,826$$

$$B_{of} / D = 11.328 \Rightarrow D = B_{of} / 11.328 = L_{in} / 59,495$$

$$L.C. / (L_{in} B_{of} D) = 0,749 \Rightarrow L_{in} B_{of} D = L.C. / 0,749 \Rightarrow$$

$$L_{in}^3 / 287,123 = L.C. / 0,749 \Rightarrow$$

$$L_{in} = \mathbf{225,70 \text{ m}}$$

$$B_{of} = L_{in} / 4,826 \Rightarrow \mathbf{B_{of} = 46,80 \text{ m}}$$

$$D = B_{of} / 11.328 \Rightarrow \mathbf{D = 4,2 \text{ m}}$$

$$L_{OA} = L_{in} / 0,916 \Rightarrow \mathbf{L_{OA} = 246,40 \text{ m}}$$

$$B_{in} = 0,799 \times B_{of} \Rightarrow \mathbf{B_{in} = 37,40 \text{ m}}$$

$$b = 0,087 \times B_{of} \Rightarrow \mathbf{b = 4,10 \text{ m}}$$

$$H = D / 0,243 \Rightarrow \mathbf{H = 15,65 \text{ m}}$$

Με απαίτηση μέγιστου βυθίσματος πλοίου προς δεξαμενισμό $T_1=8\text{m}$ τότε έχουμε:

$$T = 8 + 1,4 + 4,2 = 13,60$$

Στο σημείο αυτό θα γίνει μία προεκτίμηση του βάρους πλήρους εξοπλισμένης άφορτης δεξαμενής (Lightship) με χρήση των παραπάνω στοιχείων από υπάρχουσες δεξαμενές. Θα θεωρήσουμε ότι το ζητούμενο βάρος είναι ανάλογο της επιφάνειας μεταλλικής κατασκευής της δεξαμενής. Έτσι θα υπολογίσουμε τον λόγο:

$$\lambda = L.S. / L_{in} \times (2 \times B_{of} + 2 \times H + 2 \times (H-D))$$

L.C.(ton)	L.S.(ton)	L _{in} (m)	B _{of} (m)	D(m)	H(m)	λ
20000	6500	205.00	33.00	3.80	12.50	0.293
33000	10500	235.00	50.00	4.30	15.10	0.294
25500	8050	211.58	42.00	3.00	14.90	0.277
22000	6930	184.50	40.00	3.00	14.90	0.281
30000	9400	230.00	48.00	3.40	15.40	0.271
					M.O.	0.283

Πίνακας 1.8: Υπολογισμός λόγου $\lambda = L.S. / L_{in} \times (2 \times B_{of} + 2 \times H + 2 \times (H-D))$

Άρα για την υπο κατασκευή δεξαμενή έχουμε

$$L.S. = \lambda \times L_{in} \times (2 \times B_{of} + 2 \times H + 2 \times (H-D)) =$$

$$= 0,283 \times 225,7 \times (2 \times 46,80 + 2 \times 15,65 + 2 \times (15,65 - 3,80)) = >$$

$$L.S. = 9451,54 \text{ tons}$$

Στον πίνακα 1.9 συνοψίζονται οι κύριες διαστάσεις της υπό κατασκευή δεξαμενής.

L _{oa} (m)	246.40
L _{in} (m)	225.70
B _{of} (m)	46.80
B _{in} (m)	37.40
D(m)	4.20
b(m)	4.10
H(m)	15.65
T(m)	13.60

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Σχέδιο ναυπηγικών γραμμών

Οι ναυπηγικές γραμμές της υπό μελέτη πλωτής δεξαμενής, παρουσιάζονται στο σχέδιο A1, όπως αυτές προέκυψαν από τις κύριες διαστάσεις που υπολογίστηκαν στο κεφάλαιο 1.

Στον πίνακα 2.1 παρουσιάζονται οι κύριες διαστάσεις της υπό μελέτη πλωτής δεξαμενής.

$L_{oa}(m)$	246.40
$L_{in}(m)$	225.70
$B_{of}(m)$	46.80
$B_{in}(m)$	37.40
$D(m)$	4.20
$b(m)$	4.10
$H(m)$	15.65
$T(m)$	13.60

Πίνακας 2.1: Κύριες διαστάσεις δεξαμενης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Υδροστατικό διάγραμμα

Στο σχέδιο Β.1 παρουσιάζεται το υδροστατικό διάγραμμα της υπό μελέτη δεξαμενής. Οι υπολογισμοί έγιναν με τη βοήθεια της τρισδιάστατης αναπαράστασης της δεξαμενής με το σχεδιαστικό πρόγραμμα Rhinoceros (σχήμα 1.α) και παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν.

DRAFT	V	Δ	I	K.B.	B.M.	K.M.	I _L	BM _L
(m)	(m ³)	(tons)	(m ⁴)	(m)	(m)	(m)	(m ⁴)	(m)
1,00	10673,1	10939,9	1962545	0,50	183,88	184,38	47646350	4464,15
2,00	21547,2	22085,9	1984769	1,00	92,11	93,11	50171720	2328,46
3,00	32592,3	33407,1	1997977	1,51	61,30	62,81	52383530	1607,24
4,00	43624,0	44714,6	1194111	2,01	27,37	29,38	39495074	905,35
4,20	44626,9	45742,6	846202	2,06	18,96	21,02	7856466	176,05
5,00	46107,4	47260,1	846202	2,14	18,35	20,49	7856466	170,39
6,00	47958,2	49157,2	846202	2,27	17,64	19,91	7856466	163,82
7,00	49808,9	51054,1	846202	2,43	16,99	19,42	7856466	157,73
8,00	51659,7	52951,2	846202	2,61	16,38	18,99	7856466	152,08
9,00	53510,4	54848,2	846202	2,81	15,81	18,63	7856466	146,82
10,00	55361,1	56745,1	846202	3,04	15,29	18,32	7856466	141,91
11,00	57211,9	58642,2	846202	3,28	14,79	18,07	7856466	137,32
12,00	59062,6	60539,2	846202	3,54	14,33	17,86	7856466	133,02
13,00	60913,4	62436,2	846202	3,81	13,89	17,70	7856466	128,98
14,00	62764,1	64333,2	846202	4,09	13,48	17,57	7856466	125,17
15,00	64614,8	66230,2	846202	4,39	13,10	17,49	7856466	121,59
15,65	65817,8	67463,2	846202	4,59	12,86	17,45	7856466	119,37

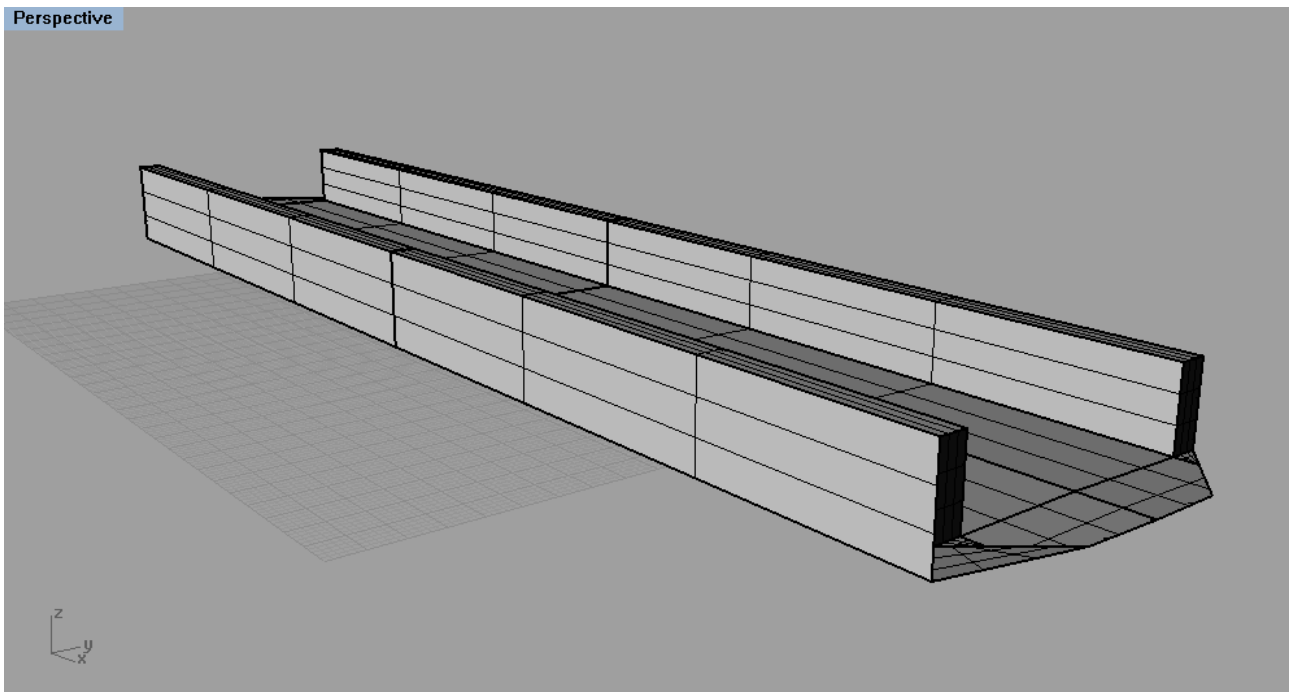
Πίνακας 3.1α:Υπολογισμοί υδροστατικού διαγράμματος

DRAFT	A _{WL}	MT1	TPC	C _B	C _M	C _P	C _{WP}
(m)	(m ²)	(mt/m)	(mt/cm)				
1,00	10778,5	216382,40	110,548718	0,989	1,000	0,989	0,999
2,00	10964,6	227851,187	112,457436	0,977	1,000	0,977	0,995
3,00	11120,8	237895,96	114,059487	0,965	1,000	0,965	0,988
4,00	8162,2	179363,982	83,7146667	0,950	0,999	0,951	0,711
4,20	1850,7	35679,5642	18,9815385	0,921	0,995	0,926	0,160
5,00	1850,7	35679,5642	18,9815385	0,800	0,843	0,948	0,160
6,00	1850,7	35679,5642	18,9819487	0,693	0,732	0,947	0,160
7,00	1850,7	35679,5642	18,9819487	0,617	0,652	0,946	0,160
8,00	1850,7	35679,5642	18,9819487	0,560	0,571	0,981	0,160
9,00	1850,7	35679,5642	18,9819487	0,516	0,527	0,979	0,160
10,00	1850,7	35679,5642	18,9819487	0,480	0,492	0,976	0,160
11,00	1850,7	35679,5642	18,9815385	0,451	0,463	0,974	0,160
12,00	1850,7	35679,5642	18,9815385	0,427	0,439	0,972	0,160
13,00	1850,7	35679,5642	18,9815385	0,406	0,419	0,970	0,160
14,00	1850,7	35679,5642	18,9815385	0,389	0,401	0,969	0,160
15,00	1850,7	35679,5642	18,9815385	0,374	0,386	0,967	0,160
15,65	1850,7	35679,5642	18,9815385	0,365	0,377	0,966	0,160

Πίνακας 3.1β:Υπολογισμοί υδροστατικού διαγράμματος

Draft	:Το βύθισμα για το οποίο γίνονται οι υπολογισμοί
V	:Ο όγκος εκτοπίσματος της δεξαμενής για το συγκεκριμένο βύθισμα
Δ	:Το εκτόπισμα της δεξαμενής σε θαλασσινό νερό ($=V \times 1,025$)
I	:Η δεύτερη ροπή της ισάλου επιφάνειας της δεξαμενής ως προς το διαμήκες επίπεδο συμμετρίας.
KB	:Η απόσταση του κέντρου άντωσης από τον πυθμένα (Base Line)
BM	:Η μετακεντρική ακτίνα
KM	:Η κατακόρυφη θέση του μετάκεντρου
C_B	:Συντελεστής γάστρας
C_M	:Συντελεστής μέσης τομής
C_P	:Πρισματικός συντελεστής
C_{WP}	:Συντελεστής ισάλου επιφάνειας
A_{WL}	:Η ισάλος επιφάνεια της δεξαμενής
I_L	:Η δεύτερη ροπή της ισάλου επιφάνειας ως προς τον εγκάρσιο άξονα που διέρχεται από το κέντρο πλευστότητας.
BM_L	:Η διαμήκης μετακεντρική ακτίνα της δεξαμενής
MT1	:Η ροπή διαγωγής της δεξαμενής ανά μονάδα
TPC	:Η μεταβολή εκτοπίσματος ανά μονάδα βυθίσεως

Πίνακας 3.2: Επεξήγηση συμβόλων πινάκων 3.1α και 3.2β



Σχήμα 1.α : Τρισδιάστατο μοντέλο της δεξαμενής από το πρόγραμμα Rhinoceros

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Καμπύλες ευστάθειας

Οι παραμετρικές καμπύλες ευστάθειας (cross curves of stability) δίνουν τον μοχλοβραχίονα στατικής ευστάθειας συναρτήσει του εκτοπίσματος και της γωνίας κλίσεως για μία σταθερή κατακόρυφη θέση του κέντρου βάρους της δεξαμενής. Σαν υποθετικό κέντρο βάρους λαμβάνεται το μέσο του πυθμένα σε μία εγκάρσια τομή και ο πραγματικός μοχλοβραχίονας στατικής ευστάθειας για το πραγματικό κέντρο βάρους θα βρεθεί από τη σχέση: $GZ = KZ - KG \sin\phi$.

Οι υπολογισμοί γίνονται με την βοήθεια της τρισδιάστατης αναπαράστασης της δεξαμενής με το πρόγραμμα Rhinoceros. Οι καμπύλες ευστάθειας που προκύπτουν παρουσιάζονται στο σχέδιο Β.2.

T = 1m V_T=10673tons

deg	V (m ³)	M (tonsxm)	g=M/V (m)	KB (m)	KZ (m)
5	12218,00	144646,00	11,84	0,50	11,839
10	17157,00	235339,00	13,72	1,50	13,717
12	18801,00	261890,00	13,93	2,00	13,930
15	20877,00	294962,00	14,13	2,60	14,130
30	29277,00	438648,00	14,98	3,60	14,988
40	31956,00	465105,00	14,98	4,50	14,991
45	32213,00	447025,00	14,55	4,40	14,566
60	32837,00	372368,00	13,88	4,40	13,893
75	33369,30	272019,805	11,34	4,30	11,363
90	33898,41	153237,79	8,15	4,30	8,181

T = 2m V_T=21547tons

deg	V (m ³)	M (tonsxm)	g=M/V (m)	KB (m)	KZ (m)
5	21703,29	175188,98	8,07	1,50	8,072
10	23494,46	272698,56	11,61	2,30	11,607
12	24300,49	295286,61	12,15	2,60	12,152
15	25528,38	325169,00	12,74	4,10	12,738
30	32291,67	468872,36	14,52	4,30	14,523
40	33482,93	467386,37	14,52	4,30	14,524
45	33604,20	449097,00	13,96	4,30	13,965
60	33978,00	374181,75	13,36	4,30	13,372
75	34393,951	273864,587	11,01	4,30	11,024
90	34884,08	155326,14	7,96	4,30	7,977

T = 4m V_T=43624tons

deg	V (m ³)	M (tonsxm)	g=M/V (m)	KB (m)	KZ (m)
5	40140,89	130336,48	3,25	2,10	3,247
10	36527,41	258017,06	7,06	2,40	7,064
12	35546,60	299595,65	8,43	2,60	8,428
15	34991,30	345662,31	9,88	2,80	9,879
30	37180,39	488943,74	13,15	4,15	13,152
40	36558,02	466552,22	13,15	4,19	13,152
45	36400,66	449112,43	12,76	4,21	12,765
60	36259,15	375822,16	12,34	4,23	12,342
75	36430,951	276687,713	10,36	4,26	10,371
90	36843,93	159455,02	7,59	4,27	7,602

T = 6m $V_T=47958\text{tons}$

deg	V (m ³)	M (tonsxm)	g=M/V (m)	KB (m)	KZ (m)
5	48000,60	83550,23	1,74	2,37	1,741
10	47031,83	185854,00	3,95	2,57	3,952
12	46072,63	235144,68	5,10	2,70	5,104
15	44453,78	311138,29	7,00	2,87	6,999
30	41103,15	471530,94	11,47	3,90	11,473
40	39609,08	458385,63	11,47	4,03	11,474
45	39173,21	443517,94	11,57	4,10	11,575
60	38518,84	374790,08	11,32	4,10	11,325
75	38451,47	278370,457	9,73	4,22	9,735
90	38788,48	163520,58	7,24	4,24	7,246

T = 8m $V_T=51659\text{tons}$

deg	V (m ³)	M (tonsxm)	g=M/V (m)	KB (m)	KZ (m)
5	51716,22	85825,73	1,66	2,88	1,660
10	51888,07	172961,00	3,33	2,88	3,333
12	51988,41	208543,60	4,01	2,88	4,011
15	51877,27	268002,55	5,17	3,10	5,166
30	44963,02	440772,98	9,80	3,73	9,804
40	42622,41	443019,05	9,80	3,85	9,804
45	41914,68	432416,26	10,39	3,96	10,396
60	40757,96	371133,78	10,32	4,06	10,320
75	40455,543	278931,443	9,11	4,15	9,110
90	40717,74	167523,35	6,89	4,20	6,901

T = 10m $V_T=55361\text{tons}$

deg	V (m ³)	M (tonsxm)	g=M/V (m)	KB (m)	KZ (m)
5	55431,84	88751,39	1,60	1,41	1,601
10	55646,65	178925,86	3,22	2,76	3,215
12	55774,61	215741,26	3,87	3,38	3,868
15	55615,47	261927,96	4,71	3,93	4,710
30	48758,95	397123,94	8,14	7,44	8,147
40	45598,06	420635,04	8,14	9,47	8,149
45	44625,10	415927,61	9,22	9,51	9,230
60	42976,50	364901,64	9,32	9,59	9,329
75	42443,155	278389,715	8,49	10,02	8,504
90	42631,72	171463,83	6,56	10,04	6,575

T = 12m $V_T=59062\text{tons}$

deg	V (m ³)	M (tonsxm)	g=M/V (m)	KB (m)	KZ (m)
5	59147,46	92327,19	1,56	4,41	1,561
10	59125,46	179342,13	3,03	4,30	3,033
12	58488,90	198360,86	3,39	4,08	3,392
15	57538,17	225377,32	3,92	3,77	3,917
30	52431,90	342010,80	6,52	3,46	6,524
40	48533,52	391436,51	6,52	3,67	6,525
45	47303,87	394187,92	8,07	3,77	8,067
60	45174,48	356142,00	8,33	3,95	8,337
75	44414,326	276758,64	7,88	4,12	7,888
90	44530,38	175342,38	6,23	4,20	6,237

T = 14m $V_T=62764\text{tons}$

deg	V (m ³)	M (tonsxm)	g=M/V (m)	KB (m)	KZ (m)
5	62611,97	90753,53	1,45	5,08	1,449
10	61007,20	142961,43	2,34	4,69	2,343
12	60380,99	162290,60	2,69	4,53	2,688
15	59454,20	189701,25	3,19	4,30	3,191
30	54887,06	300743,42	5,48	3,39	5,480
40	51409,95	355824,83	5,48	3,60	5,481
45	49941,17	367407,09	6,92	3,69	6,923
60	47350,14	344909,31	7,36	3,90	7,360
75	46368,14	274061,699	7,28	4,07	7,289
90	46412,15	179153,45	5,91	4,20	5,916

T = 15,65m $V_T=62764\text{tons}$

deg	V (m ³)	M (tonsxm)	g=M/V (m)	KB (m)	KZ (m)
5	64144,67	59893,47	0,93	5,08	0,934
10	62557,61	113402,28	1,81	4,69	1,813
12	61941,96	133138,17	2,15	4,53	2,150
15	61034,93	161041,47	2,64	4,30	2,639
30	56651,70	272341,66	4,81	3,39	4,808
40	51409,95	355824,83	4,81	3,60	4,809
45	52073,73	341772,60	6,92	3,69	6,923
60	49123,50	333840,13	6,56	3,90	6,566
75	47964,10	271047,39	6,80	4,07	6,800
90	47949,24	182238,17	5,65	4,10	5,656

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Υπολογισμός Κατακλύσιμων μηκών

Η στεγανή υποδιαίρεση μιας δεξαμενής προσδιορίζεται σαν συνάρτηση διαφόρων οικονομοτεχνικών παραγόντων. Συγκεκριμένα η θέση και ο αριθμός των στεγανών διαφραγμάτων εξαρτάται από τις απαιτήσεις ασφάλειας μετά από βλάβη, τις απαιτήσεις αντοχής, χωρητικότητας και διαμορφώσεως των αντλιοστασίων σε συνδυασμό με τις απαιτήσεις ελαχιστοποίησης του βάρους της μεταλλικής κατασκευής και γενικότερα της μείωσης κατά το δυνατό του κόστους κατασκευής της δεξαμενής.

Κατά τη σχεδίαση πλοίων μελετάται η επίδραση που έχουν στον καθορισμό της στεγανής υποδιαίρεσης τους οι απαιτήσεις

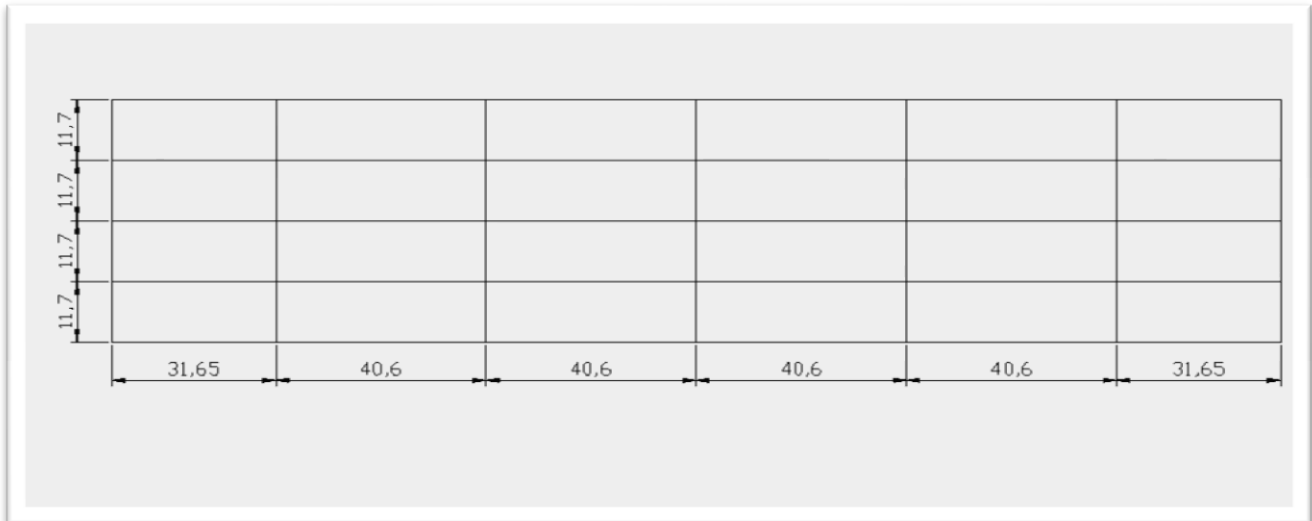
πλευστότητας και ευστάθειας μετά από βλάβη δλδ: α) το βύθισμα να μην ξεπερνάει μια ορισμένη γραμμή ορίου βυθίσεως, β) το μετακεντρικό ύψος να μην είναι μικρότερο από ένα απαιτούμενο ελάχιστο και γ) η τυχόν εγκάρσια κλίση να μην υπερβαίνει την προδιαγραφόμενη από τους κανονισμούς κλίση.

Ειδικότερα, ο υπολογισμός του κατακλύσιμου μήκους για κάθε σημείο του πλοίου επιτρέπει μια πρώτη εκτίμηση του μεγέθους ενός διαμερίσματος, ώστε να ικανοποιείται η απαίτηση πλευστότητας, δλδ η μη βύθιση του ορίου βυθίσεως.

Στην περίπτωση μελέτης πλωτής δεξαμενής, οι παράγοντες που επιδρούν στον προσδιορισμό των κατακλύσιμων μηκών είναι: α) η ευστάθεια, β) η δυνατότητα άντλησης και γ) ο έλεγχος ενδεχόμενης βλάβης.

Για την εγκάρσια ευστάθεια το ποντόνι της δεξαμενής υποδιαιρείται σε δύο ή περισσότερα τμήματα. Συνήθως υπάρχει ένα υδατοστεγές χώρισμα κατά μήκος του ποντονιού στο κέντρο του, ενώ άλλα δύο σε αποστάσεις $b/4$ από το μέσο και εκατέρωθεν αυτού. Όσον αφορά την διαμήκη ευστάθεια, είναι εξαιρετικά σπάνιο στις πλωτές δεξαμενές να υπάρξει πρόβλημα, γι' αυτό το λόγο ο προσδιορισμός των κατακλύσιμων μηκών γίνεται βάση των άλλων δύο παραγόντων. Έτσι πρέπει ο χωρισμός να είναι τέτοιος ώστε να είναι εύκολη και οικονομική κατά το δυνατόν η άντληση του νερού και επίσης εύκολη η ρύθμιση της διαγωγής. Ακόμα στην περίπτωση ατυχήματος και επιπρόσθετης κατάκλυσης να μην προκληθούν σοβαρές επιπλοκές.

Ακολουθούμε την συνήθη πρακτική και χωρίζουμε την δεξαμενή σε 24 τμήματα όπως φαίνεται στο σχήμα 5.α.



Σχήμα 5.α: Διαμέριση της δεξαμενής

Θα μελετήσουμε την δυσμενέστερη περίπτωση όπου το πλοίο βάρους 30.000 τόνων βρίσκεται πάνω στην δεξαμενή. Σ' αυτήν την κατάσταση το βύθισμα της δεξαμενής θα είναι $T=3,46\text{m}$. Το χαμηλότερο ύψος του ποντογιού είναι στα $3,9\text{m}$ και η γραμμή του ορίου βυθίσεως είναι $M.L. = 3,9-0,076 = 3,824\text{m}$ που είναι και ο χαμηλότερο ύψος του ποντογιού.

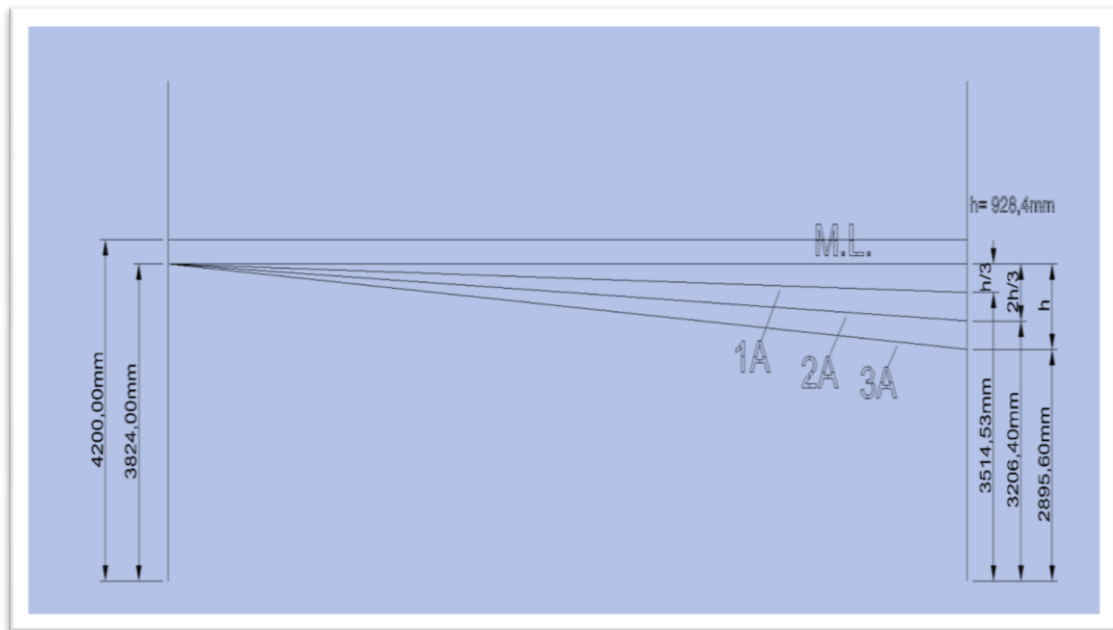
Θα εφαρμόσουμε την άμεση μέθοδο του Schirokauer. Σύμφωνα με αυτήν απαιτείται κατ' αρχήν το διάμηκες περίγραμμα της δεξαμενής, πάνω στο οποίο χαράζονται η γραμμή του ορίου βυθίσεως, η ισάλος για την οποία θα υπολογιστούν τα κατακλύσιμα μήκη και έξι κεκλιμένες ισάλοι που ορίζονται ως εξής:

$$D = 3,824\text{m} \text{ (ύψος γραμμής βυθίσεως)}$$

$$h = 1,6xD - 1,5xT = 1,6x3,824 - 1,5x3,46 \Rightarrow h = 0,9284\text{m}$$

Πάνω στην πρωραία και την πρυμναία κάθετο ορίζονται τρία σημεία που απέχουν $h/3$, $2h/3$ και h από το σημείο τομής της ισάλου που βρίσκεται σε ύψος D και τις καθέτους. Κάθε ένα σημείο αντιστοιχεί σε μία κεκλιμένη ισάλο. Επειδή το σχήμα της δεξαμενής είναι συμμετρικό μπορούμε να κάνουμε τους υπολογισμούς μόνο για τρεις από τις κεκλιμένες ισάλους.

Για την ίσαλο της γραμμής του ορίου βυθίσεως, καθώς και για τις κεκλιμένες ισάλους, υπολογίζουμε τους αντίστοιχους όγκους V_2 και τις αποστάσεις των κέντρων άντωσης από το μέσο της δεξαμενής x_{B2} καθώς και τα αντίστοιχα μεγέθη V και x_B της ισάλου μέγιστου βυθίσματος για την οποία πρόκειται να υπολογιστούν τα κατακλύσιμα μήκη. Οι υπολογισμοί θα γίνουν με την βοήθεια του τρισδιάστατου μοντέλου που σχεδιάστηκε στο Rhinoceros.



Σχήμα 5.b: Άμεση μέθοδος Schirokauer

Τέλος υπολογίζονται ο όγκος v_2 του νερού που κατακλύζει το διαμέρισμα που έχει υποστεί βλάβη καθώς και η απόσταση x_v του κέντρου όγκου από τον μέσο σταθμό με τις παρακάτω σχέσεις.

$$X_v = (V_2 X_{B2} - V X_G) / (V_2 - V)$$

$$v_2 = V (X_{B2} - X_G) / (X_N - X_{B2})$$

Αφού έχουμε υπολογίσει τον όγκο v_2 στη συνέχεια υπολογίζουμε τον όγκο του διαμερίσματος που έχει κατακλυστεί διαιρώντας με τον συντελεστή διαχωρητότητας $V_c = V_2/2$ για διαχωρητότητες 0.95, 0.85 και 0.60. Στη συνέχεια διαιρώντας με τη μέση επιφάνεια στο χώρο κατάκλυσης (κατά schirokauer επιφάνεια εγκάρσιας τομής στη θέση X_v) A_m υπολογίζεται το κατακλύσιμο μήκος

$$L = V_c/A_m$$

Οι υπολογισμοί παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Ίσαλος	3A	2A	1A	M.L.	W.L.
V₂	38967,39	39719,06	40470,51	42645,00	39451,00
X_{b2}	-1,44	-0,10	-0,52	0,00	0,00
v₂	39419,37	39419,79	39420,29		
X_v	30,43	36,98	60,18		
V_{c 0,95}	42982,65	42983,11	42983,65		
V_{c 0,85}	48039,43	46376,23	48040,55		
V_{c 0,60}	68055,87	68056,60	68057,45		
A_M	199,66	197,80	196,85	199,66	
L 0,95	215,28	217,31	218,36		
L 0,80	240,61	234,46	244,05		
L 0,60	340,86	344,07	345,73		

Πίνακας 5.1: Υπολογισμός κατακλύσιμων μηκών

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Καμπύλες κυβισμού

Στο σχέδιο Β.4 παρουσιάζονται οι καμπύλες κυβισμού της υπό σχεδίαση πλωτής δεξαμενής. Ο υπολογισμός των όγκων έγινε με τη βοήθεια του τρισδιάστατου μοντέλου της δεξαμενής από το πρόγραμμα Rhinoceros.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Σχέδιο γενικής διάταξης

Το σχέδιο A.2 περιέχει την γενική διάταξη της υπό μελέτη πλωτής δεξαμενής. Ο σχεδιασμός έγινε σύμφωνα με την τεχνική προδιαγραφή που παρουσιάζεται στο κεφάλαιο 19, ενώ αναλυτικοί υπολογισμοί των χρησιμοποιούμενων μηχανολογικών διατάξεων (αντλίες, ηλεκτρικοί εργάτες, γερανοί φωτισμός κλπ) παρουσιάζονται σε επόμενα κεφάλαια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

Υπολογισμός και σχεδίαση συστήματος ερματισμού

Το σύστημα ερματισμού σε μία πλωτή δεξαμενή αποτελεί έναν πολύ σημαντικό παράγοντα της όλης κατασκευής. Η σχεδιάσή του θα πρέπει να διέπεται από ορισμένες βασικές απαιτήσεις.

Η πρώτη και πιο σημαντική απαίτηση είναι η ασφάλεια της δεξαμενή και κατά συνέπεια του πλοίου που πρόκειται να δεξαμενιστεί. Συνεπώς θα πρέπει να προβλέπονται επιστόμια και σωληνώσεις για εναλλακτικό τρόπο λειτουργίας σε περίπτωση βλάβης κάποιου τμήματος του δικτύου ή κάποιας αντλίας.

Μία ακόμα απαίτηση είναι η απλότητα και η τάξη. Έτσι γίνεται πιο εύκολη η κατασκευή αλλά και η συντήρηση του συστήματος.

Τέλος η διάβαση των σωλήνων από τις στεγανές φρακτές πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η στεγανότητα. Γι' αυτό το λόγο συγκολλούνται συνήθως προκατασκευασμένα κομμάτια πάνω στις φρακτές και οι σωληνώσεις συνδέονται με φλάντζες σ' αυτά. Πρέπει να αποφεύγεται όσο γίνεται η χρησιμοποίηση μουφών και κρουνών γιατί μπορεί να παρουσιάσουν διαρροές που επισκευάζονται δύσκολα.

Σχεδιασμός και μελέτη του δικτύου σωληνώσεων

Πριν αρχίσουμε οποιαδήποτε μελέτη ενός δικτύου είναι αναγκαίο να καθορίσουμε τις λειτουργικές απαιτήσεις με τη μορφή απαιτούμενων διασυνδέσεων, παροχών, πιέσεων, θερμοκρασιών. Όσον αφορά τη δεξαμενή μια απαίτηση μπορεί να είναι ο χρόνος που χρειάζεται ώστε η δεξαμενή από κατάσταση μέγιστου βυθίσματος να έρθει σε βύθισμα 3.90m, δηλαδή να “ξενερίσει” το κατάστρωμα του ποντογιού. Επίσης θα πρέπει να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις των νηογνομώνων όσον αφορά την πίεση σε κάθε εξάρτημα του δικτύου και την ταχύτητα του νερού μέσα από τις σωληνώσεις.

Στο σχέδιο Δ.1 παρουσιάζεται το μονογραμμικό σχέδιο του συστήματος ερματισμού, ενώ στο σχέδιο Γ.2 (Σχέδιο γενικής διάταξης 2/2) παρουσιάζεται το σύστημα ερματισμού σε πλήρη κλίμακα. Έγινε προσπάθεια ώστε το μήκος των σωληνώσεων να είναι κατά το δυνατόν μικρότερο.

Στο σχέδιο φαίνονται οι έξι αντλίες που εξυπηρετούν τις 24 δεξαμενές έρματος. Κάθε αντλία είναι δυνατόν σε περίπτωση ανάγκης να αντλήσει από οποιοδήποτε διαμέρισμα.

Ο συνήθης χρόνος που απαιτείται για να ολοκληρωθεί η διαδικασία αποβύθισης, όπως ορίστηκε νωρίτερα είναι δύο ώρες.

Από το υδροστατικό διάγραμμα προκύπτουν τα εξής:

$$T_{\text{MAX}} = 13,60\text{m} \Rightarrow V_{13,6} = 62023,81 \text{ m}^3$$

$$T = 3,90\text{m} \Rightarrow V = 43624,00 \text{ m}^3$$

Ο όγκος νερού που βγαίνει από τη δεξαμενή είναι

$$V_{13,6} - V = 62023,81 - 43624,00 = 18399,81\text{m}^3$$

Κύριος αγωγός

Ο όγκος νερού που υπολογίστηκε διαμοιράζεται σε έξι επί μέρους τμήματα. Έτσι ο κύριος αγωγός κάθε τμήματος θα πρέπει να είναι ικανός να φέρει όγκο

$$V = 18399,81 / 6 = 3066,64\text{m}^3$$

Από την σχέση $u = A \times w$, όπου A η διατομή του αγωγού και w η ταχύτητα του νερού μέσα στον αγωγό έχουμε $A = u/w$

$$u = V / 2 \text{ hours} = 3066,64 / 2 = 1533,32 \text{ m}^3/\text{h}$$

$w = 3\text{m}/\text{sec}$ όπως προβλέπεται από τους νηογνώμονες.

Συνεπώς

$$A = 1533,32 / (3 \times 3600) = 0,142\text{m}^2$$

Από την σχέση $A = \pi d^2 / 4$ υπολογίζουμε την διάμετρο. $D = 0.425 \text{ m}$

Επιλέγουμε τυποποιημένη διάμετρο **NW 500**

Για την διάμετρο αυτή είναι γνωστά τα εξής:

-εξωτερική διάμετρος του σωλήνα που επιλέχθηκε είναι $d_a = 506,4\text{mm}$

-πάχος τοιχώματος $s = 8,8\text{mm}$.

Όπως προβλέπεται από τον ABS για σωλήνες έρματος που βρίσκονται μέσα σε δεξαμενές έρματος, κάνουμε προσαύξηση κατά $1,5\text{mm}$. Έτσι $s = 8,8 + 1,5 = 10,3\text{mm}$

Άρα η εσωτερική διάμετρος προκύπτει

$$d_{in} = 506,4 - 2 \times 10,3 = 485,8\text{mm}$$

Έτσι

$$A = 3,14 \times 0,4858^2 / 4 = 0,1853 \text{m}^2$$

$$w = 1533,32 / 0,1853 = 8275 \text{m/h} = 2,30 \text{ m/s} < 3 \text{m/s} = w_{\text{req}}$$

Το βάρος αυτού του αγωγού ανά τρέχον μέτρο είναι 108,9 kg/m όπως προκύπτει από τους αντίστοιχους πίνακες για σωλήνες DIN2448.

Αγωγοί δεξαμενών

Ο όγκος νερού που περνά από κάθε κύριο αγωγό διαμοιράζεται σε τέσσερις δεξαμενές. Έτσι ο αγωγός κάθε δεξαμενής θα πρέπει να είναι ικανός να φέρει όγκο

$$V = 3066,64 / 4 = 766,66 \text{m}^3$$

Από την σχέση $u = A \times w$, όπου A η διατομή του αγωγού και w η ταχύτητα του νερού μέσα στον αγωγό έχουμε $A = u/w$

$$u = V / 2 \text{ hours} = 766,66 / 2 = 383,33 \text{ m}^3/\text{h}$$

$w = 3 \text{m/sec}$ μόπως προβλέπεται από τους νηογνώμονες.

Συνεπώς

$$A = 383,33 / (3 \times 3600) = 0,035 \text{m}^2$$

Από την σχέση $A = \pi d^2 / 4$ υπολογίζουμε την διάμετρο. $D = 0,211 \text{ m}$

Επιλέγουμε τυποποιημένη διάμετρο **NW 300**

Για την διάμετρο αυτή είναι γνωστά τα εξής

-εξωτερική διάμετρος του σωλήνα που επιλέχθηκε είναι $d_a = 323,9 \text{mm}$

-πάχος τοιχώματος $s = 8,8 \text{mm}$.

Όπως προβλέπεται από τον ABS για σωλήνες έρματος που βρίσκονται μέσα σε δεξαμενές έρματος, κάνουμε προσαύξηση κατά 1,5mm. Έτσι $s=8,8+1,5 = 10,3\text{mm}$

Άρα η εσωτερική διάμετρος προκύπτει

$$d_{in} = 323,9 - 2 \times 10,3 = 303,3\text{mm}$$

Έτσι

$$A = 3,14 \times 0,3033^2 / 4 = 0,0712\text{m}^2$$

$$w = 383,33 / 0,0712 = 5383,84\text{m/h} = 1,4955\text{ m/s} < 3\text{m/s} = w_{req}$$

Το βάρος αυτού του αγωγού ανά τρέχον μέτρο είναι 77,4 kg/m όπως προκύπτει από τους αντίστοιχους πίνακες για σωλήνες DIN2448.

Για τις σωληνώσεις του δικτύου ανάγκης επιλέγουμε την ίδια τυποποιημένη διάμετρο NW300 με το ίδιο πάχος τοιχώματος $s = 10,8\text{mm}$.

Με βάση τις παραπάνω διαστάσεις επιλέγουμε τυποποιημένα επιστόμια και άλλα στοιχεία όπως φαίνονται στο μονογραμμικό διάγραμμα.

Part No	Περιγραφή	Τεχνικά δεδομένα
1	Συγκολλητή αναρρόφηση St 42	t=12mm
		Test Pr. = 4kp/cm ²
2	NW 500 oval shaped valve gate	Test Pr = 10kp/cm ²
	DIN3225	Με κλειστή βαλβίδα 2 kp/cm ²
3	NW 300 oval shaped valve gate	Test Pr = 16kp/cm ²
	DIN3225	Με κλειστή βαλβίδα 2 kp/cm ²
4	Διανομέας συγκολλητός NW600	Test Pr. = 4kp/cm ²
	DIN2458	
5	Δακτύλιος ένωσης στεγανής φρακτής και διανομέα	t=12mm
6	Δακτύλιος ένωσης διαμήκους στεγανής φρακτής με σωλήνα	t=12mm
7	Πηγάρια αναρρόφησης St 35	t=8mm

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

Σχέδιο γενικής διάταξης μηχανοστασίου και βοηθητικού αντλιοστασίου

Στο σχέδιο Δ.2 παρουσιάζεται η γενική διάταξη του μηχανοστασίου και του βοηθητικού αντλιοστασίου της υπό μελέτη δεξαμενής. Συγκεκριμένα το μηχανοστάσιο βρίσκεται στον αριστερό πύργο, μεταξύ του καταστρώματος ασφαλείας και του υψηλότερου καταστρώματος και μεταξύ των frames 226 και 255. Το βοηθητικό αντλιοστάσιο βρίσκεται στο δεξιό πύργο μεταξύ των frames 226 και 248.

Το μηχανοστάσιο περιέχει

1. Ηλεκτρογεννήτρια
2. Αεροσυμπιεστή
3. Αντλία μεταφοράς Καυσίμου

4. Αντλία τροφοδοσίας του δεξαμενισμένου πλοίου με θαλασσινό νερό

Το βοηθητικό αντλιοστάσιο περιέχει

1. Τρείς αντλίες πόσιμου νερού εκ των οποίων η μία είναι για παροχή πόσιμου νερού στο δεξαμενισμένο πλοίο, η άλλη για παροχή πόσιμου νερού στη δεξαμενή και η τρίτη είναι εφεδρική
2. Δύο αντλίες κυκλοφορίας θαλασσινού νερού για την κάλυψη των αναγκών της δεξαμενής

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

Υπολογισμός ισχύος βοηθητικών μηχανημάτων και ηλεκτρικός ισολογισμός

Όλες οι πλωτές δεξαμενές που χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια για ισχύ και φωτισμό τροφοδοτούνται τουλάχιστον από δύο πηγές. Αυτές μπορεί να είναι:

1. Από την στεριά με κατάλληλους τροφοδότες
2. Ηλεκτρικές γεννήτριες εγκατεστημένες στη δεξαμενή
3. Συνδυασμός των παραπάνω

Στην περίπτωση που η ηλεκτρική ενέργεια παρέχεται από τη στεριά θα πρέπει να υπάρχουν τουλάχιστον δύο παροχές, η μία σε κατάσταση stand by. Η δυνατότητα των παροχών θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να μπορεί να καλύψει τις απαιτήσεις της δεξαμενής για λειτουργία των

κυρίων αντλιών και επιπλέον λειτουργία των αντλιών πυρκαϊάς, ηλεκτροκίνητων επιστομίων, του συστήματος επικοινωνίας, του συναγερμού και του φωτισμού.

Στις διατάξεις όπου η stand-by ενέργεια παρέχεται από γεννήτρια επί της δεξαμενής, τότε αυτή θα πρέπει να καλύπτει τις ανάγκες έκτακτης περίπτωσης. Δηλαδή πρέπει να είναι δυνατή η λειτουργία των αντλιών πυρκαϊάς των ηλεκτροκίνητων επιστομίων, του φωτισμού, των συναγερμών και του συστήματος επικοινωνιών.

Στην ακραία περίπτωση όπου και οι δύο πηγές τεθούν εκτός λειτουργίας, μία επιπλέον πηγή ενέργειας αποτελούμενη από ηλεκτρικά στοιχεία θα πρέπει για τουλάχιστον δύο ώρες να μπορεί να τροφοδοτεί με ενέργεια τα συστήματα φωτισμού, επικοινωνιών και συναγερμού.

Στην υπό μελέτη κατασκευή η ηλεκτρική ενέργεια που απαιτείται για την λειτουργία της, παρέχεται από τη στεριά με καλώδια υψηλής τάσης. Οι τάσεις λειτουργίας καθορίζονται σε:

- 380 Volt τριφασικό για την ισχύ των βοηθητικών μηχανημάτων
- 220 Volt για τον φωτισμό

Η συχνότητα θα είναι 50Hz

Επιπλέον υπάρχει γεννήτρια που βρίσκεται σε κατάσταση stand by.

Υπολογισμός Ισχύος Βοηθητικών Μηχανημάτων

1. Κύριες αντλίες

Η πλωτή δεξαμενή εφοδιάζεται με έξι κύριες αντλίες των οποίων το ηλεκτρικό μέρος τοποθετείται πάνω στο κατάστρωμα ασφαλείας και απαιτεί 120KW. Η συνολική ισχύς των αντλιών έρματος είναι:

$$P_{\text{PUMPS}} = P_1 = 6 \times 120 = 720 \text{KW}$$

2. Αντλίες Πυρκαϊάς

Δύο αντλίες πυρκαϊάς, μία σε κάθε πλευρά. Η κάθε αντλία σύμφωνα με τον ABS (Rules for Building and Classing Steel Floating Dry Docks – section 4) πρέπει να έχει ελάχιστη παροχή $56 \text{m}^3/\text{h}$ σε ύψος 80m. Μια τέτοια αντλία θα έχει ισχύ:

$$P = Q \times H \times \gamma / 270 \times \eta = 80 \times 80 \times 1.025 / 270 \times 0.7 = 34,7 \text{ HP} = 25.5 \text{ KW}$$

$$P_{\text{FIREPUMPS}} = P_2 = 2 \times 25.5 = 52 \text{KW}$$

3. Αντλία Τροφοδοσίας Δεξαμενισμένου πλοίου με θαλασσινό νερό

Η δεξαμενή τροφοδοσίας του δεξαμενισμένου πλοίου με θαλασσινό νερό είναι όμοια με τις αντλίες πυρκαϊάς και βρίσκεται στο αριστερό αντλιοστάσιο.

$$P_{\text{TRANSPUMP}} = P_3 = 25.5 \text{KW}$$

4. Αντλία Πόσιμου Ύδατος

Απαραίτητη είναι η ύπαρξη αντλίας τροφοδοσίας του δεξαμενισμένου πλοίου με πόσιμο νερό. Η αντλία αυτή βρίσκεται στο δεξιό αντλιοστάσιο και δίνει παροχή $80 \text{m}^3/\text{h}$ σε ύψος 40m.

$$P = Q \times H \times \gamma / 270 \times \eta = 80 \times 40 \times 1.025 / 270 \times 0.7 = 17.35 \text{ HP} = 12.75 \text{ KW}$$

$$P_{\text{FRESH WATER}} = P_4 = 12.75 \text{KW}$$

5. Αντλίες Τροφοδοσίας της Δεξαμενής με Πόσιμο Νερό

Για τις ανάγκες της δεξαμενής σε πόσιμο νερό, υπάρχουν δύο αντλίες, από τις οποίες η μία βρίσκεται σε κατάσταση stand-by, και είναι τοποθετημένες στο δεξιό αντλιοστάσιο και έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

Παροχή $80\text{m}^3/\text{h}$, με ύψος 40m Σ.Υ.

$$P_{\text{FRESH WATER } 2} = P_5 = 2 \times 12.75 = 25.5\text{KW}$$

6. Αντλίες Τροφοδοσίας της Δεξαμενής με Θαλασσινό Νερό

Για της ανάγκες της δεξαμενής σε θαλασσινό νερό, υπάρχουν δύο αντλίες όμοιες με τις αντλίες γλυκού νερού, από τις οποίες η μία βρίσκεται σε κατάσταση stand by. Είναι τοποθετημένες στο δεξιό αντλιοστάσιο και έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά.

Παροχή $80\text{m}^3/\text{h}$, με ύψος 40m Σ.Υ.

$$P_{\text{SEA WATER}} = P_6 = 2 \times 12.75 = 25.5\text{KW}$$

7. Αντλία Μεταφοράς Καυσίμου

Μια αντλία για τη μεταφορά των καυσίμων της δεξαμενής από το πλοίο στην δεξαμενή και αντίστροφα θα είναι εγκατεστημένη στο αριστερό αντλιοστάσιο.

Παροχή $80\text{m}^3/\text{h}$, με ύψος 40m Σ.Υ.

$$P_{\text{OIL TRAN}} = P_7 = 12.8\text{KW}$$

8. Εργάτες καταστρώματος

Τρεις εργάτες είναι τοποθετημένοι σε κάθε πλευρά της δεξαμενής (σύνολο 6) έχουν δυνατότητα έλξης 12 tons για $12\text{m}/\text{min}$ και ισχύ

$$P_{\text{CAPSTAIN}} P_8 = 6 \times 22 = 132\text{ KW}$$

9. Ηλεκτροκίνητα επιστόμια

Δώδεκα κύρια επιστόμια που βρίσκονται στις αναρροφήσεις και στις καταθλίψεις των κύριων αντλιών, καθώς και 24 επιστόμια που

αντιστοιχούν στα δίκτυα της κάθε μίας από τις 24 δεξαμενές, έχουν τη δυνατότητα να λειτουργήσουν ηλεκτρικά. Γι' αυτό το λόγο κάθε ένα είναι εφοδιασμένο με ηλεκτροκινητήρες ισχύος:

$$P_{\text{VALVE DRIVERS 1}} = 12 \times 1.9 = 22.8 \text{ KW}$$

$$P_{\text{VALVE DRIVERS 2}} = 24 \times 1.5 = 36 \text{ KW}$$

Η μέγιστη συνολική ισχύς θα είναι

$$P_{\text{VALVE DRIVERS}} = P_9 = 22.8 + 36 = 58.8 \text{ KW}$$

10. Compressor

Η δεξαμενή διαθέτει έναν συμπιεστή αέρος, για κάλυψη των αναγκών της δεξαμενής σε πεπιεσμένο αέρα.

$$P_{\text{compressor}} = P_{10} = 25.5 \text{ KW}$$

11. Μηχανές Συγκόλλησης 1

Πέντε παροχές ρεύματος για μηχανές συγκόλλησης σε κάθε κατάστρωμα ισχύος 22.8KW

$$P_{\text{ΣΥΓΚΟΛ 1}} = P_{11} = 10 \times 22.8 = 228 \text{ KW}$$

12. Μηχανή Συγκόλλησης 2

Ένας σταθμός για τροφοδότηση μηχανών συγκόλλησης με ηλεκτρική ενέργεια θα είναι εγκατεστημένος στο αριστερό κατάστρωμα. Ο σταθμός αυτός θα έχει τη δυνατότητα να τροφοδοτεί μηχανές συγκόλλησης με ρεύμα έντασης 2500A και τάση 65V.

$$P_{\text{ΣΥΓΚΟΛ 2}} = P_{12} = 162.5 \text{ KW}$$

13. Γερανοί

Δύο γερανοί, ένας για κάθε κατάστρωμα, ισχύος 100KW προβλέπονται για τη λειτουργία της δεξαμενής.

$$P_{\text{CRANE}} = P_{13} = 2 \times 100 = 200 \text{ KW}$$

14. Σύστημα επικοινωνιών

Το σύστημα επικοινωνιών περιλαμβάνει μεγάφωνα για την επικοινωνία του control room της δεξαμενής με το πλήρωμα για την σωστή λειτουργία, ένα σύστημα Talk-back μεταξύ control room και των χειριστών των εργατών στα δύο καταστρώματα, τηλέφωνα για επικοινωνία με το πλοίο όταν αυτό έχει δεξαμενιστεί, και τηλέφωνα για την επικοινωνία με την ξηρά. Η συνολική ισχύς των συστημάτων επικοινωνίας θα ληφθεί ίση με 1KW

$$P_{\text{COMMUN}} = P_{14} = 1\text{KW}$$

15. Φωτισμός

Όλα τα στοιχεία που περιλαμβάνονται στο σύστημα φωτισμού τροφοδοτούνται με ρεύμα τάσης 220V AC.

α. Φωτισμός στο υψηλότερο κατάστρωμα

Υπάρχουν 10 προβολείς σε κάθε κατάστρωμα , κατάλληλα τοποθετημένοι ώστε να παρέχεται αρκετός φωτισμός.

$$10 \times 2 \times 250\text{W} = 5\text{KW}$$

β. Φωτισμός δεξαμενισμένου πλοίου

24 προβολείς, 12 σε κάθε πλευρά εσωτερικά των side walls κάτω από τον υψηλότερο διάδρομο εργασιών, κατάλληλα διανεμημένες ε'τσι ώστε να φωτίζουν επαρκώς το δεξαμενισμένο πλοίο.

$$24 \times 250\text{W} = 6\text{KW}$$

γ. Φώτα θέσης

4 λάμπες μία σε κάθε γωνιά της δεξαμενής, υπάρχουν ώστε να δηλώνουν τη θέση της δεξαμενής.

$$4 \times 100\text{W} = 0.4\text{KW}$$

δ. Φωτισμός σκαλών

4 λάμπες, μία σε κάθε σκάλα

$$4 \times 40W = 0.16KW$$

ε. Υποβρύχιος φωτισμός

Είναι δυνατός ο φωτισμός της δεξαμενής κάτω από το νερό για το φωτισμό του πυθμένα του πλοίου έτσι ώστε να διευκολύνεται το έργο των ανθρώπων που δουλεύουν υποβρύχια. Υπάρχουν 2x19 λάμπες ισχύος 250W

$$38 \times 250W = 9.5KW$$

στ. Εσωτερικός φωτισμός

Για τον εσωτερικό φωτισμό της δεξαμενής υπάρχουν συνολικά 140 λάμπες ισχύος 100W.

$$140 \times 100W = 14KW$$

ζ. Ηλεκτρική θέρμανση και εξαερισμός

Για την θέρμανση της δεξαμενής τοποθετούνται 14 θερμαντικές μονάδες ισχύος 5KW. Για τον εξαερισμό των μηχανοστασίων, αντλιοστασίων κτλ υπάρχουν 13 μεγάλοι ανεμιστήρες ισχύος 5 KW. Δύο μικρότεροι ανεμιστήρες φροντίζουν για τον αερισμό του Control room.

Για το ζεστό νερό υπάρχουν τρεις θερμοσίφωνες 200 λίτρων, ισχύος 18KW ο καθένας

$$14 \times 5KW = 70KW$$

$$13 \times 5KW = 65KW$$

$$2 \times 2KW = 4KW$$

$$3 \times 18KW = 54KW$$

Η συνολική ισχύς για τις συσκευές που τροφοδοτούνται με τάση 220V θα είναι το άθροισμα των παραπάνω.

$$P_{220V} = 5+6+0,4+0,16+9,5+14+70+65+4+54 = 228,06KW$$

$$P_{15} = 228.06KW$$

Ηλεκτρικός Ισολογισμός

Στον πίνακα 10.1 παρουσιάζεται το σύνολο των καταναλωτών επί της δεξαμενής.

N: βαθμός απόδοσης

N: Πλήθος καταναλωτών

$P_{\text{αποδ}}$: Αποδιδόμενη ισχύς

$P_{\text{απορ}}$: Απορροφώμενη ισχύς

$P_{\text{εγκατ}}$: Εγκατεστημένη ισχύς

A/A	Καταναλωτής	n	N	$P_{\text{Αποδ}}$ KW	$P_{\text{Απορ}}$ KW	$P_{\text{εγκατ}}$ KW
1	Κύριες Αντλίες	0,92	6	120,00	130,44	782,61
2	Αντλίες Πυρκαϊάς	0,80	2	25,50	31,88	63,75
3	Αντλ. Τροφ Πλοίου	0,80	1	25,50	31,88	31,88
4	Αντλ. Ποσ Πλ.	0,78	1	12,80	16,41	16,41
5	Αντλ. Ποσ Δεξ.	0,78	2	12,80	16,41	32,82
6	Αντλ. Θάλασσας	0,78	2	12,80	16,41	32,82
7	Αντλ. Καυσιμων	0,78	1	12,80	16,41	16,41
8	Εργάτες	0,80	6	22,00	27,50	165,00
9	Επιστόμια	0,60	36	3,40	5,67	98,00
10	Compressor	0,80	1	25,50	31,88	31,88
11	Μηχ Συγκολ 1	0,88	10	22,80	25,90	259,00
12	Μηχ Συγκολ 2	0,93	1	162,50	174,73	174,73
13	Γερανός	0,91	2	100,00	109,89	219,78
14	Επικοινωνίες	0,92	-	1,00	1,09	1,09
15	Φωτισμός	1,00	-	228,06	228,06	228,06

Πίνακας 10.1: Σύνολο καταναλωτών

Παροχή από τη στεριά

Η παροχή από την στεριά θα πρέπει να καλύπτει τη δυσμενέστερη από πλευράς ηλεκτρικής φόρτισης κατάσταση. Αυτή είναι η κατάσταση αποβύθισης. Θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα να τροφοδοτούνται ταυτόχρονα: 6 κύριες αντλίες έρματος, 2 αντλίες πυρκαϊάς, τα ηλεκτροκίνητα επιστόμια, οι εργάτες καταστρώματος, οι επικοινωνίες-συναγερμός και να είναι δυνατός ο φωτισμός της δεξαμενής.

Στον πίνακα 10.2 παρουσιάζεται η κατάσταση αποβύθισης.

A/A	Καταναλωτής	n	N	P _{Αποδ} KW	P _{Απορ} KW	P _{εγκατ} KW
1	Κύριες Αντλίες	0,92	6	120,00	130,44	782,61
2	Αντλίες Πυρκαϊάς	0,80	2	25,50	31,88	63,75
3	Εργάτες	0,80	6	22,00	27,50	165,00
4	Επιστόμια	0,60	36	3,40	5,67	98,00
5	Επικοινωνίες	0,92	-	1,00	1,09	1,09
6	Φωτισμός	1,00	-	228,06	228,06	228,06
					Σύνολο	1388,51

Πίνακας 10.2: Κατάσταση αποβύθισης (παροχή από στεριά)

Γεννήτρια επί της δεξαμενής

Η ισχύς της γεννήτριας που θα εγκατασταθεί πάνω στη δεξαμενή πρέπει να καλύπτει τις απαιτήσεις των αντλιών πυρκαϊάς, των ηλεκτροκίνητων επιστομιών και των συστημάτων επικοινωνιών-συναγερμού και φωτισμού. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 10.2 επιλέγουμε γεννήτρια ονομαστικής ισχύος 500KW

A/A	Καταναλωτής	n	N	P _{Αποδ} KW	P _{Απορ} KW	P _{εγκατ} KW
1	Αντλίες Πυρκαϊάς	0,80	2	25,50	31,88	63,75
2	Επιστόμια	0,60	36	3,40	5,67	98,00
3	Επικοινωνίες	0,92	-	1,00	1,09	1,09
4	Φωτισμός	1,00	-	228,06	228,06	228,06
					Σύνολο	390,90

Πίνακας 10.3: Παροχές που μπορεί να καλύψει η γεννήτρια επί της δεξαμενής

Ηλεκτρικοί συσσωρευτές

Οι ηλεκτρικοί συσσωρευτές επί ης δεξαμενές θα πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να καλύψουν τις ανάγκες φωτισμού και επικοινωνιών για 2 ώρες.

A/A	Καταναλωτής	n	N	P _{Αποδ} KW	P _{Απορ} KW	P _{εγκατ} KW
1	Επικοινωνίες	0,92	-	1,00	1,09	1,09
2	Φωτισμός	1,00	-	228,06	228,06	228,06
					Σύνολο	229,15

Πίνακας 10.4: Παροχές που μπορούν να καλύψουν οι ηλεκτρικοί συσσωρευτές.

Επιλογή καλωδίων και ασφαλειών

Ακολουθεί ο καθορισμός των καλωδίων που θα χρησιμοποιηθούν καθώς και το μέγεθος των ασφαλειών και διακοπών.

Για τον υπολογισμό της έντασης του ρεύματος τροφοδότησης των διαφόρων εξαρτημάτων χρησιμοποιούνται οι παρακάτω σχέσεις

$$I_{\gamma} = P / V_{\pi} \cos\phi \text{ για τριφασικό καταναλωτή}$$

$$\text{και } I = 1,25I_{\gamma}$$

Για του μονοφασικούς καταναλωτές είναι

$$I = I_{\gamma} \text{ και } I_{\gamma} = P / V_{\pi} \cos\phi$$

Για κινητήρες είναι $\cos\phi = 0.85$ ενώ για το φωτισμό είναι $\cos\phi = 1$.

A/A	ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗΣ	P _{ΟΝ.ΑΠΟΔ} (KW)	I _γ (A)	I (A)	I _{ΟΝ} (A)	Τύπος ασφάλειας	Τύπος καλωδιου
1	Κύρια Αντλία	130,40	233,20	291,4	400	400	3x145
2	Αντλία πυρκ.	31,87	56,97	71,22	84	80	3x25
3	Αντλ. Τροφ Πλοίου	31,87	56,97	71,22	84	80	3x25
4	Αντλ. Ποσ Πλ.	16,41	29,33	33,67	47	50	3x10
5	Αντλ. Ποσ Δεξ.	16,41	29,33	33,67	47	50	3x10
6	Αντλ. Θάλασσας	16,41	29,33	33,67	47	50	3x10
7	Αντλ. Καυσιμων	16,41	29,33	33,67	47	50	3x10
8	Εργάτης	27,50	49,16	61,44	63	63	3x16
9	Επιστόμιο 1	3,17	5,66	7,08	14	16	3x1,5
10	Επιστόμιο 2	2,50	4,47	5,59	14	16	3x1,5
11	Compressor	25,00	47,48	59,35	63	63	3x16
12	Μηχ Συγκολ 1	22,80	43,30	54,13	63	63	3x16
13	Μηχ Συγκολ 2	162,50	308,60	385,60	400	400	3x145
14	Γερανός	109,90	196,40	145,50	157	160	3x70
15	Επικοινωνίες	1,09	4,94	4,94	14	16	3x1,5

Πίνακας 10.5: Επιλογή καλωδίων και ασφαλειών τριφασικών καταναλωτών.

A/A	ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗΣ	P _{ΟΝ.ΑΠΟΔ} (KW)	I _γ (A)	I (A)	I _{ΟΝ} (A)	Τύπος ασφάλειας	Τύπος καλωδίου
1	Φωτα καταστρ.	5,00	22,73	22,73	27	25	3x4
2	Φωτα Δεξ Πλοίου	6,00	27,27	27,27	34	35	3x6
3	Φώτα Θέσης	0,40	1,82	1,82	14	16	3x1,5
4	Φωτα Σκαλών	0,16	0,72	0,72	14	16	3x1,5
5	Υποβρύχια Φώτα	9,50	43,18	43,18	47	50	3x10
6	Εσωτερ. Φωτ.	14,00	63,64	63,64	84	80	3x25
7	Θερμ. Σωμ.	70,00	318,18	318,18	400	400	3x145
8	Ανεμιστήρες 1	65,00	295,45	295,45	400	400	3x145
9	Ανεμιστήρες 2	4,00	18,20	18,20	20	20	3x2,5
10	Θερμοσίφωνες	54,00	245,45	245,45	250	250	3x120

Πίνακας 10.6: Επιλογή καλωδίων και ασφαλειών μονοφασικών καταναλωτών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

Μελέτη καταμέτρησης

Η ολική και καθαρή χωρητικότητα της δεξαμενής υπολογίζεται από τις απαιτήσεις της Διεθνούς Διάσκεψη Καταμέτρησης Χωρητικότητας του 1969.

Ολική Χωρητικότητα (GT)

Η ολική χωρητικότητα δίνεται από την σχέση

$$GT = K_1 V$$

όπου

V: ο συνολικός όγκος όλων των κλειστών χώρων της δεξαμενής σε m³

$$K_1 = 0,2+0,02 \log V$$

Ο συνολικός όγκος των κλειστών χώρων της δεξαμενής αποτελείται από τον όγκο κάτω από το ανώτερο κατάστρωμα και τον όγκο των υπερκατασκευών.

$$V = V_{DEX} + V_{SUP}$$

Ο όγκος κάτω από το ανώτερο κατάστρωμα υπολογίζεται από την τρισδιάστατη απεικόνιση της δεξαμενής στο πρόγραμμα rhinoceros.

$$V_{DEX} = 65.818m^3$$

Ο όγκος των υπερκατασκευών αποτελείται από τον όγκο του control room, τον όγκο των πυργίσκων των γερανών, και από τον όγκο των προστατευτικών των κλιμάκων.

$$V_{C.R.} = 80,19 m^3$$

$$V_{cranes} = 127,4 m^3$$

$$V_L = 28,44 m^3$$

Επομένως:

$$V = V_{DEX}+V_{C.R.}+V_{cranes}+V_L$$

$$V = 65.818+ 80,19+ 127,4+ 28,44$$

$$V = 66054,03m_3$$

Στη συνέχεια υπολογίζουμε το K_1

$$K_1 = 0,2+0,02 \log V$$

$$K_1 = 0,2+0,02 \log(66054,03)$$

$$K_1 = 0,2+0,02 (4,8199)$$

$$K_1 = 0,296$$

Συνεπώς η ολική χωρητικότητα θα είναι

$$GT = K_1V$$

$$GT = 0,296 \times 66054,03$$

$$\underline{GT = 19552 \text{ rt}}$$

Καθαρή Χωρητικότητα (NT)

Η καθαρή χωρητικότητα δίνεται από τη σχέση:

$$NT = K_2 V_c (4T/3D)^2 + K_3 (N_1 + N_2 / 10)$$

όπου:

V_c : ο ολικός όγκος των χώρων φορτίου της δεξαμενής

Ως συνολικό όγκο χώρων φορτίου της δεξαμενής θα πάρουμε τον όγκο κάτω από το κατάστρωμα ασφαλείας

$$V_c = 0 \text{ m}^3$$

$$K_2 = 0,2 + 0,02 \log V_c$$

$$K_3 = 1,25[(GT+10000)/10000]$$

T: Βυθισμα αναφοράς.

D: Πλευρικό ύψος αναφοράς.

N_1 , N_2 Ο αριθμός των μελών του πληρώματος και των επιβατών. Αν $N_1 + N_2 < 13$ τότε $N_1 = 0$ και $N_2 = 0$

Επομένως με βάση τον παραπάνω τύπο προκύπτει $NT = 0$

Άρα ως καθαρή χωρητικότητα λαμβάνουμε το 30% της ολικής

$$NT = 0,30GT = 5865,6$$

Άρα:

$$\underline{GT = 19552 \text{ rt}}$$

$$\underline{NT = 5865,6 \text{ rt}}$$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12

Υπολογισμός στοιχείων μεταλλικής κατασκευής και έλεγχος εγκάρσιας και διαμήκους αντοχής

Με βάση τις προδιαγραφές του ABS, όπως περιγράφονται στο chapter 2 section 3 του Rules for Building and Classing – Steel Floating Dry Dock του ABS, θα υπολογίσουμε τα κύρια στοιχεία της μεταλλικής κατασκευής. Στο σχήμα 12.a παρατίθεται σκαρίφημα της μέσης τομής με αριθμημένα τα υπολογιζόμενα στοιχεία, ενώ λεπτομερής απεικόνιση των κατασκευαστικών στοιχείων υπάρχει στα κατασκευαστικά σχέδια E.1 έως E.6.

Πάχη ελασμάτων

Για όλες τις δεξαμενές η παρακάτω σχέση καθορίζει το ελάχιστο πάχος ελάσματος:

$$t = 2.30 + s \sqrt{h} / 283 \text{ mm}$$

όπου:

$s = 750\text{mm}$ η ισαπόσταση των εγκάρσιων ενισχυτικών

$h =$ το μέγιστο ύψος σε μέτρα από τα παρακάτω

α. Ύψος από ένα σημείο που βρίσκεται στα 2/3 της απόστασης από την κορυφή της δεξαμενής ως το μέγιστο βύθισμα και του χαμηλότερου σημείου του ελάσματος.

β. 2.5m

Το πάχος ελασμάτων δεν μπορεί να είναι μικρότερο από 6.5mm.

1. Πάχος ελάσματος πυθμένα (Bottom shell Thickness)

Το μέγιστο βύθισμα της δεξαμενής είναι $T_{MAX} = 4,20 \text{ m}$. Η απόσταση της κορυφής της δεξαμενής από το μέγιστο βύθισμα είναι $b = 15.65 - 4,20 = 11,45 \text{ m}$.

Άρα $h = 11,45 \times 2/3 + 4,2 = 11.83\text{m}$.

$$t = 2.30 + s \sqrt{h} / 283 \text{ mm} = 2.30 + 750 \sqrt{11,83} / 283 = 11.41\text{mm}$$

Επιλέγουμε $t = 12.00\text{mm}$

2. Πάχος ελάσματος τρόπιδας (Keel Plate Thickness)

Το πάχος ελάσματος τρόπιδας εκτείνεται σε όλο το πλάτος της κεντρικής δεξαμενής και απαιτείται να έχει πάχος τουλάχιστον 2.00mm μεγαλύτερο από το έλασμα του πυθμένα. Άρα η ελάχιστη τιμή πάχους προκύπτει:

$$\underline{t = 14.00\text{mm}}$$

3&4. Πάχος ελάσματος καταστρώματος (Deck Plate Thickness)

Στην περίπτωση αυτή είναι $h = 11.83 - 3.90 = 8.03$

$$t = 2.30 + s \sqrt{nh} / 283 \text{ mm} = 2.30 + 750 \sqrt{8.03} / 283 = 9,80\text{mm}$$

Επιλέγουμε $t = 10\text{mm}$

Για την κεντρική δεξαμενή αυξάνουμε το πάχος κατά 2 mm

Οπότε έχουμε

Για πλευρικές δεξαμενές : $t=10\text{mm}$

Για κεντρική δεξαμενή : $t = 12\text{mm}$

5. Πάχος κάτω πλευρικού ελάσματος (Lower Side Shell Thickness)

Στην περίπτωση αυτή είναι $h = 11,83 \text{ m}$

$$t = 2.30 + s \sqrt{nh} / 283 \text{ mm} = 2.30 + 750 \sqrt{11,83} / 283 = 11.41\text{mm}$$

Επιλέγουμε $t = 12\text{mm}$

6α. Πάχος πλευρικού ελάσματος α(Side Shell α Thickness)

Είναι $h = 7,86 \text{ m}$

$$t = 2.30 + s \sqrt{nh} / 283 \text{ mm} = 2.30 + 750 \sqrt{7,86} / 283 \Rightarrow t = 9,72\text{mm}$$

Επιλέγουμε $t=10,00\text{mm}$

6β. Πάχος πλευρικού ελάσματος b(Side Shell b Thickness)

Είναι $h = 5,67 \text{ m}$

$$t = 2.30 + s \sqrt{nh} / 283 \text{ mm} = 2.30 + 750 \sqrt{5,67} / 283 = 8,61 \Rightarrow \underline{t = 9.00\text{mm}}$$

6c. Πάχος πλευρικού ελάσματος c(Side Shell c Thickness)

Είμαι h = 3,26 m

$$t = 2.30 + s \sqrt{h} / 283 \text{ mm} = 2.30 + 750 \sqrt{3,26} / 283 = 7,08\text{mm} \Rightarrow \underline{t = 8.00\text{mm}}$$

6d. Πάχος πλευρικού ελάσματος d(Side Shell d Thickness)

Είμαι h = 2.5 m

$$t = 2.30 + s \sqrt{h} / 283 \text{ mm} = 2.30 + 750 \sqrt{2.5} / 283 = 6.49\text{mm} \Rightarrow \underline{t = 7.00\text{mm}}$$

6e. Πάχος πλευρικού ελάσματος e(Side Shell e Thickness)

Είμαι h = 2.5 m

$$t = 2.30 + s \sqrt{h} / 283 \text{ mm} = 2.30 + 750 \sqrt{2.5} / 283 = 6.49\text{mm} \Rightarrow \underline{t = 7.00\text{mm}}$$

7. Πάχος ελάσματος πλευρικής διαμήκουσ στεγανής φρακτής (side girder)

Είμαι h = 11.57 m

$$t = 2.30 + s \sqrt{h} / 283 \text{ mm} = 2.30 + 750 \sqrt{11.57} / 283 = 11.31\text{mm} \Rightarrow$$

$$\underline{t = 12.00\text{mm}}$$

8. Πάχος ελάσματος κεντρικής διαμήκουσ στεγανής φρακτής (Center girder)

Είμαι h = 11.57 m

$$t = 2.30 + s \sqrt{h} / 283 \text{ mm} = 2.30 + 750 \sqrt{11.57} / 283 = 11.31\text{mm} \Rightarrow$$

$$\underline{t = 12.00\text{mm}}$$

9. Πάχος ελάσματος καταστρώματος ασφαλείας (Safety deck plating)

Το ελάχιστο πάχος του ελάσματος αυτού δίνεται από τον ίδιο τύπο με

h: η απόσταση του καταστρώματος ασφαλείας από το ανώτερο κατάστρωμα.

$$h = 3.90\text{m}$$

$$t = 2.30 + s \sqrt{h} / 283 \text{ mm} = 2.30 + 750 \sqrt{3.90} / 283 = 7.53\text{mm} \Rightarrow \underline{t = 8.00\text{mm}}$$

10. Πάχος ελάσματος ανώτερου καταστρώματος (Top deck plating)

Το ελάχιστο πάχος δίνεται από την σχέση

$$t = 0.0095s + 0.86 \text{ mm} = 0.0096 \times 750 + 0.86 = 8.06\text{mm} \Rightarrow t = 9\text{mm}$$

Υπολογισμός Ενισχυτικών

Η απαιτούμενη ροπή αντίστασης του ενισχυτικού μαζί με το έλασμα δίνεται από την σχέση:

$$SM = 6.75 I_2 h s$$

όπου:

I : Το μήκος του ενισχυτικού μεταξύ δύο σημείων στήριξης

h : Το ύψος όπως ορίστηκε στα προηγούμενα

s : Ισαπόσταση μεταξύ των ενισχυτικών

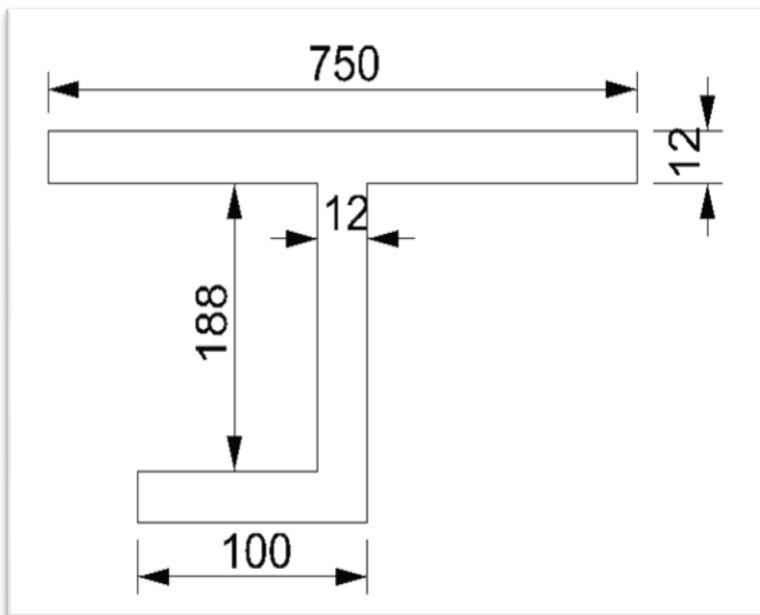
Στα επόμενα θα υπολογίζουμε για κάθε διατομή το εμβαδόν A, τη 1η ροπή Az, την ροπή αδράνειας I, και τη θέση του ουδέτερου άξονα d (d=Az/A). Τα αποτελέσματα αυτά θα εμφανίζονται σε πίνακα.

Στη συνέχεια θα βρίσκουμε την μέγιστη απόσταση από τον ουδέτερο άξονα c και θα υπολογίζουμε την ροπή αντίστασης w= I/c.

11.Ζυγό καταστρώματος ποντολιού

Είναι $h = 7.77\text{m}$, $l = 2.7\text{m}$, $s = 0.75\text{m}$

$$SM = 6.75 l^2 h s = 6.75 \times 2.7^2 \times 7.77 \times 0.75 \Rightarrow SM = 286 \text{ cm}^3$$



Επιλέγουμε διατομή L 200x100x12.

$A(\text{cm}^2)$	$Az(\text{cm}^4)$	$I(\text{cm}^4)$	$d=Az/A$
124,8	547,56	6130,17	4,39

$$c = \max \{ 4.39 , 16.71 \} = 16.71$$

$$w = I/c = 6130.17/16.71 = >$$

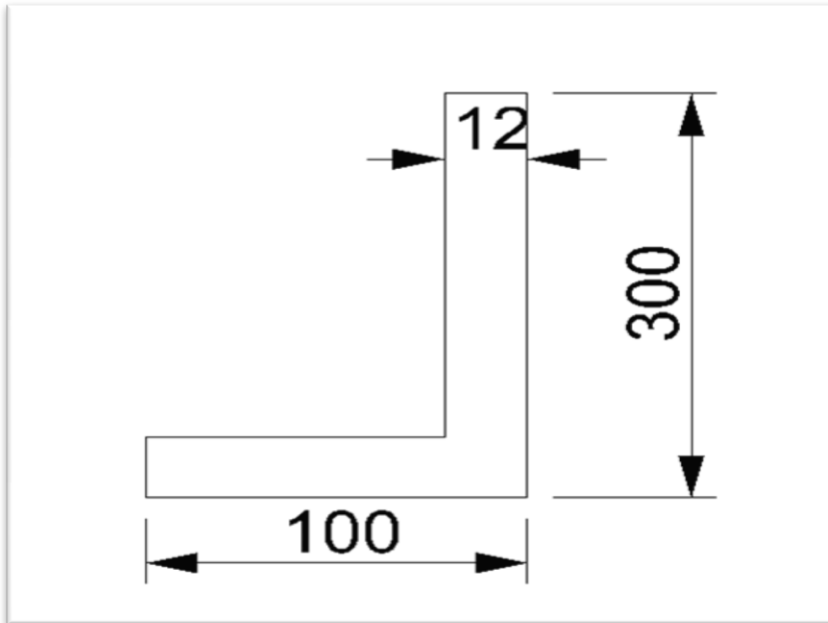
$$w = 366 \text{ cm}^3 > 286\text{cm}^3 = SM_{REQ}$$

12.Ενισχυτικά ποντολιού

Είλιαι $h = 10.36\text{m}$, $l = 2.7\text{m}$, $s = 0.75\text{m}$

$$SM = 6.75 l^2 h s = 6.75 \times 2.7^2 \times 10.36 \times 0.75 \Rightarrow SM = 382 \text{ cm}^3$$

Επιλέγουμε διατομή L300x100x12.



$A(\text{cm}^2)$	$Az(\text{cm}^4)$	$I(\text{cm}^4)$	$d=Az/A$
46,56	850,46	5394	18,26

$$c = \max \{ 11,74 , 18.26 \} = 18.26$$

$$w = I/c = 5394/18.26 = >$$

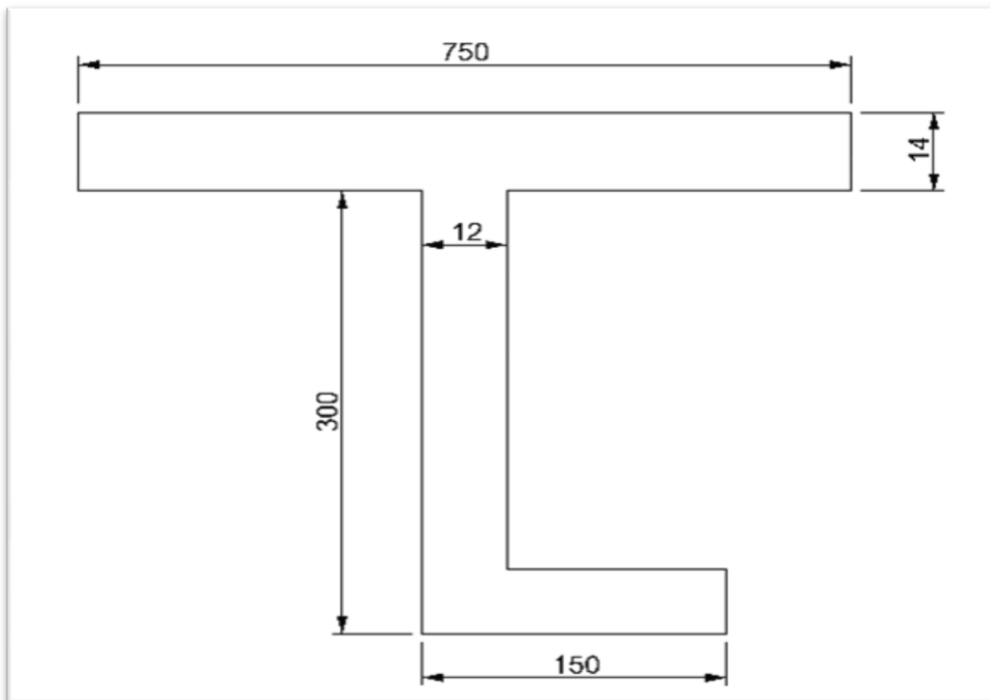
$$w = 395 \text{ cm}^3 > 382\text{cm}^3 = SM_{REQ}$$

13.Εγκάρσια Ενισχυτικά πιθμένα

Είναι $h = 11.56m$, $l = 2.7m$, $s = 0.75m$

$$SM = 6.75 l^2 h s = 6.75 \times 2.7^2 \times 11.56 \times 0.75 \Rightarrow SM = 326 \text{ cm}^3$$

Επιλέγουμε διατομή L300x150x12.



$A(\text{cm}^2)$	$Az(\text{cm}^4)$	$I(\text{cm}^4)$	$d=Az/A$
157.56	1173,94	19415.7	7,45

$$c = \max \{ 7.45 , 23.95 \} = 23,95$$

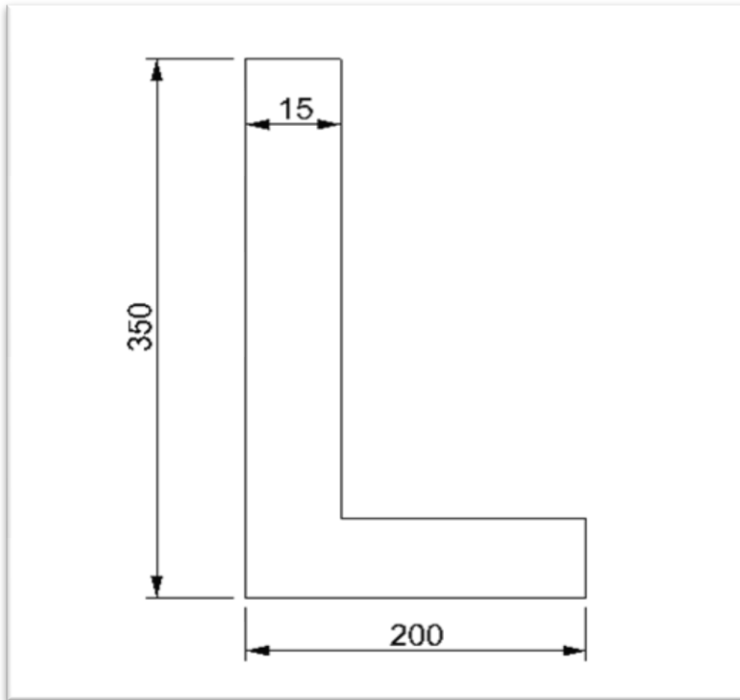
$$w = I/c = 19415,7/23,95 = >$$

$$w = 610 \text{ cm}^3 > 326\text{cm}^3 = SM_{RE}$$

14.Ενισχυτικά των side walls

Είναι $h = 7,86\text{m}$, $l = 3,7\text{m}$, $s = 0.75\text{m}$

$$SM = 6.75 l^2 h s = 6.75 \times 3,7^2 \times 7,86 \times 0.75 \Rightarrow SM = 544 \text{ cm}^3$$



Επιλέγουμε διατομή L350x200x15

$A(\text{cm}^2)$	$Az(\text{cm}^4)$	$I(\text{cm}^4)$	$d=Az/A$
80.25	1869.18	11457	23.31

$$c = \max \{ 23.31 , 11.69 \} = 23,31$$

$$w = I/c = 11457,7/23,31 = >$$

$$w = 554 \text{ cm}^3 > 544\text{cm}^3 = SM_{REQ}$$

15.Ενισχυτικά των side walls

Είναι $h = 5,66m$, $l = 3,7m$, $s = 0.75m$

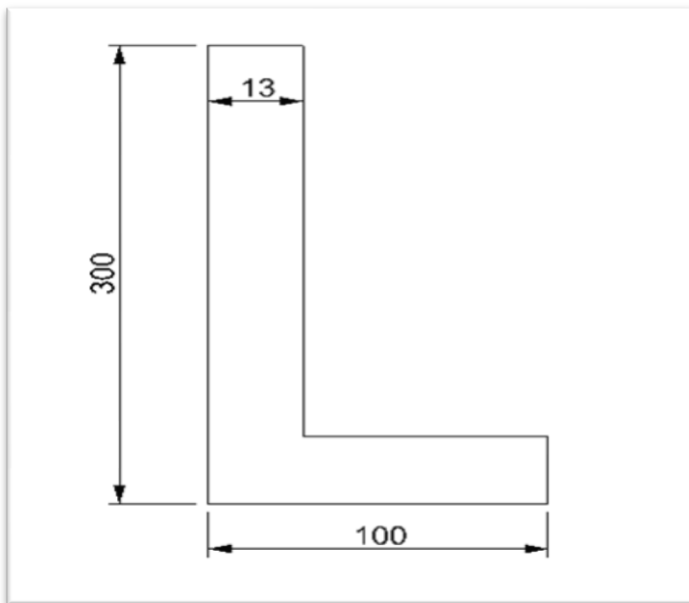
$$SM = 6.75 l^2 h s = 6.75 \times 3,7^2 \times 5.66 \times 0.75 \Rightarrow SM = 492 \text{ cm}^3$$

Επιλέγουμε την ίδια διατομή με το 14. L350x200x15

16.Ενισχυτικά των side walls

Είναι $h = 3,26m$, $l = 3,7m$, $s = 0.75m$

$$SM = 6.75 l^2 h s = 6.75 \times 3,7^2 \times 3,26 \times 0.75 \Rightarrow SM = 225,93 \text{ cm}^3$$



Επιλέγουμε διατομή L300x100x13

$A(\text{cm}^2)$	$Az(\text{cm}^4)$	$I(\text{cm}^4)$	$d=Az/A$
50,31	916,95	4732	18,23

$$c = \max \{ 18.23 , 11.77 \} = 18.23$$

$$w = I/c = 4732/18.23 = >$$

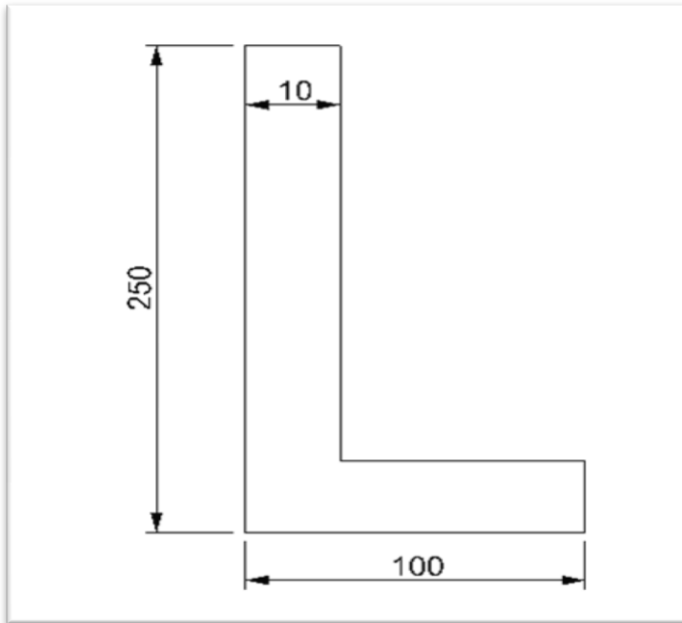
$$w = 252,63 \text{ cm}^3 > 225,93 \text{ cm}^3 = SM_{REQ}$$

17. Ενισχυτικά των side walls

Είναι $h = 2.5\text{m}$, $l = 3,7\text{m}$, $s = 0.75\text{m}$

$$SM = 6.75 l^2 h s = 6.75 \times 3,7^2 \times 2.5 \times 0.75 \Rightarrow SM = 81,09 \text{ cm}^3$$

Επιλέγουμε διατομή L250x100x10



$A(\text{cm}^2)$	$Az(\text{cm}^4)$	$I(\text{cm}^4)$	$d=Az/A$
34	533	2255	15,68

$$c = \max \{ 15.68 , 9.32 \} = 15.68$$

$$w = I/c = 2255/15.68 = >$$

$$w = 143,86 \text{ cm}^3 > 81,09 \text{ cm}^3 = SM_{REQ}$$

18.Ενισχυτικά του Safety deck

Είναι $SM = 4,27 * l^2 * h * s$

Είναι $h = 3,90$ m(απόσταση απο το υψηλότερο κατάστρωμα) ,

$l = 3,7$ m, $s = 0.75$ m

$SM = 4,27 * l^2 * h * s = 4,27 * 3,7^2 * 3,9 * 0,75 = 130.98$

Επιλέγουμε ίδια διατομή με το 17. L250x100x10

$w = 143,86 \text{ cm}^3 > 130,98 \text{ m}^3 = SM_{REQ}$

19&20.Πλευρικά ενισχυτικά του side wall

Είναι $h = 5,66$ m , $l = 2,2$ m, $s = 0.75$ m

$SM = 6.75 l^2 h s = 6.75 * 2,2^2 * 5,66 * 0.75 \Rightarrow SM = 138,68 \text{ cm}^3$

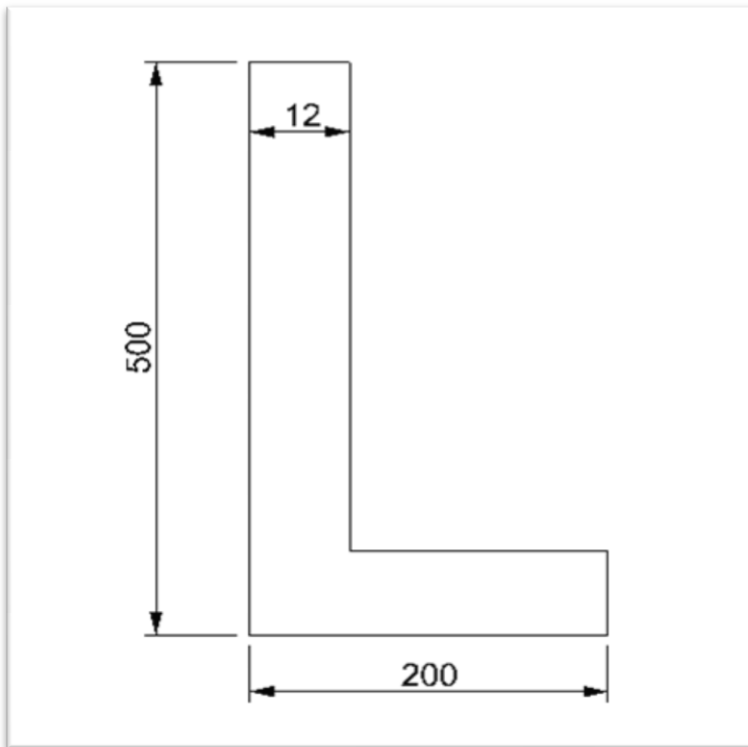
Επιλέγουμε διατομή με το 17 L250x100x10

$w = 143,86 \text{ cm}^3 > 138,68 \text{ m}^3 = SM_{REQ}$

21.Ενισχυτικά πλευράς ποντονίου

Είναι $h = 10.34\text{m}$, $l = 3,15\text{m}$, $s = 0.75\text{m}$

$$SM = 6.75 l^2 h s = 6.75 \times 3,15^2 \times 10,34 \times 0.75 \Rightarrow SM = 519 \text{ cm}^3$$



Επιλέγουμε διατομή L 500x200x12

$A(\text{cm}^2)$	$Az(\text{cm}^4)$	$I(\text{cm}^4)$	$d=Az/A$
82,56	2614	22264	18,33

$$c = \max \{ 18.33 , 31,66 \} = 31,66$$

$$w = I/c = 22264/31.66 = >$$

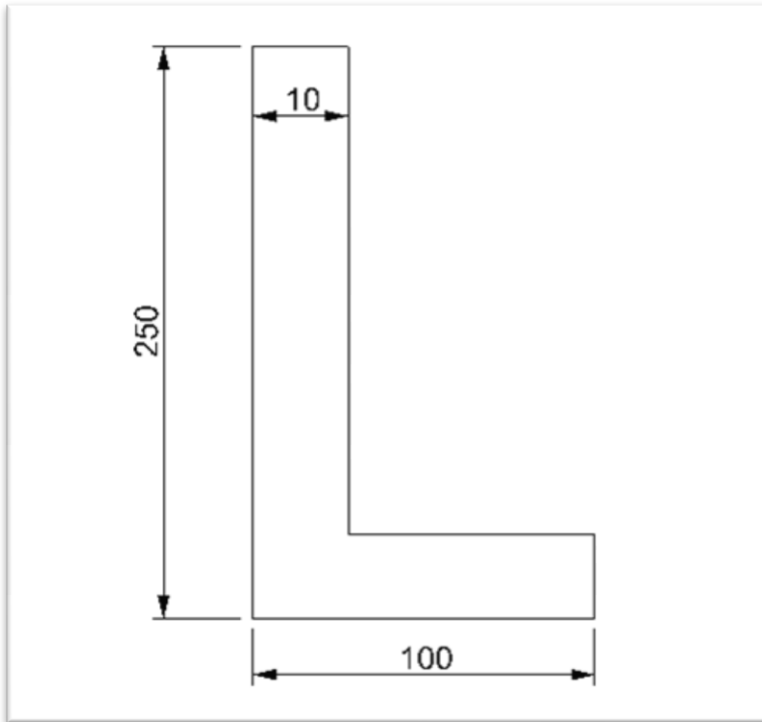
$$w = 703 \text{ cm}^3 > 519\text{cm}^3 = SM_{REQ}$$

22.Ενισχυτικά πλευράς ποντονίου

Είναι $h = 11.56\text{m}$, $l = 1,25\text{m}$, $s = 0.75\text{m}$

$$SM = 6.75 l^2 h s = 6.75 \times 1,25^2 \times 11,56 \times 0.75 \Rightarrow SM = 73,15 \text{ cm}^3$$

Επιλέγουμε διατομή L 250x100x10



$A(\text{cm}^2)$	$Az(\text{cm}^4)$	$I(\text{cm}^4)$	$d=Az/A$
34	533	2255	15,68

$$c = \max \{ 15.68 , 9.32 \} = 15.68$$

$$w = I/c = 2255/15,68 = >$$

$$w = 144 \text{ cm}^3 > 73,159\text{cm}^3 = SM_{REQ}$$

23. Διαμήκη ενισχυτικά του ανώτερου καταστρώματος

$$SM = 12,04 \times c \times l^2 \times s$$

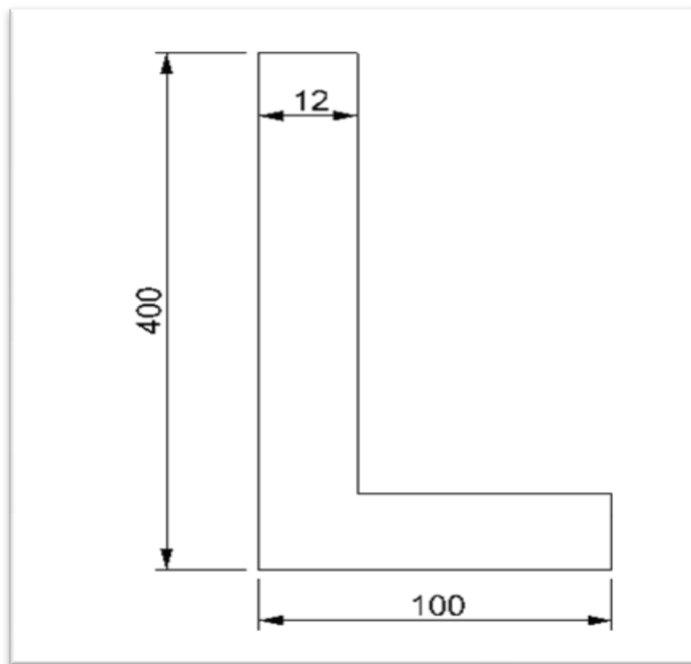
όπου $c=0,874m$ για $0,4L$ γύρω από τον μέσο νομέα και $0,55$ για αποστάσεις έως $0.1L$ από τα άκρα της δεξαμενής.

$$l=7,5m$$

$$s=0,750$$

$$SM = 12,04 \times c \times l^2 \times s = 12,04 \times 0,874 \times 7,5^2 \times 0,75 \Rightarrow SM = 443,93 \text{ cm}^3$$

Επιλέγουμε διατομή L 400x100x12



$A(\text{cm}^2)$	$Az(\text{cm}^4)$	$I(\text{cm}^4)$	$d=Az/A$
58,56	1376	9658	23,49

$$c = \max \{ 23.49, 16.51 \} = 23.49$$

$$w = I/c = 9658/23.49 = >$$

$$w = 451 \text{ cm}^3 > 443.93 \text{ cm}^3 = SM_{REQ}$$

24. Διαμήκη ενισχυτικά των πλευρών των side walls πάνω από το καταστρώμα ασφαλείας.

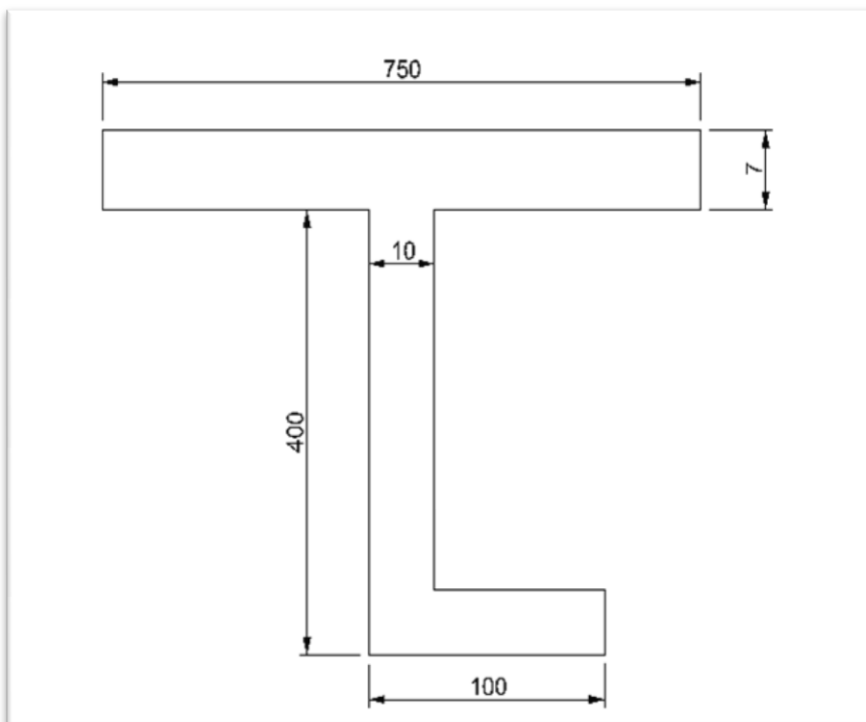
$$SM = 6.75 h l^2 s$$

όπου: $h = 2,5\text{m}$ για χώρους που δεν είναι δεξαμενές

$$l = 7,5\text{m}$$

$$s = 0,75\text{m}$$

$$SM = 6,75 \times 7,5^2 \times 2,5 \times 0,75 \Rightarrow SM = 711\text{cm}^3$$



Επιλέγουμε διατομή L 400x100x10

$A(\text{cm}^2)$	$Az(\text{cm}^4)$	$I(\text{cm}^4)$	$d=Az/A$
94,27	1201	21554	01/12/74

$$c = \max \{ 12.74 , 27.26 \} = 27,26$$

$$w = I/c = 21554/27.26 = >$$

$$w = 790 \text{ cm}^3 > 7113 \text{ cm}^3 = SM_{REQ}$$

25.Εγκάρσια ενισχυτικά του ανώτερου καταστρώματος

$$SM = 12,04 c l^2 s$$

όπου: $c = 0,55\text{m}$ για εγκάρσια ενισχυτικά

$$l=3,98\text{m}$$

$$s=0,75\text{m}$$

$$SM = 12,04 \times 0,55 \times 3,98^2 \times 0,75 \Rightarrow SM = 78,67\text{cm}^3$$

Επιλέγουμε διατομή L 250x100x10 όπως υπολογίστηκε στο 22.

26.Εγκάρσια ενισχυτικά των πλευρών των side walls πάνω από το κατάστρωμα ασφαλείας.

$$SM = 6,75 h l^2 s$$

όπου: $h = 2,55\text{m}$ για τους χώρους που δεν είναι δεξαμενές

$$l=3,98\text{m}$$

$$s=0,75\text{m}$$

$$SM = 6,75 \times 2,55 \times 3,98^2 \times 0,75 \Rightarrow SM = 204,5\text{cm}^3$$

Επιλέγουμε διατομή L300x100x13 όπως υπολογίστηκε νωρίτερα

$$w = 252,63 \text{ cm}^3 > 204,5\text{cm}^3 = SM_{REQ}$$

27.Πάχος ελάσματος μη στεγανής εγκάρσιας φρακτής

Το πάχος λαμβάνεται ίσο με 8 mm, δηλ ίσο με αυτό που προβλέπεται απο τους κανονισμούς.

$$\underline{t = 8 \text{ mm}}$$

28.Ενισχυτικά μη στεγανής εγκάρσιας φρακτής

Είναι $h = 11.56\text{m}$, $l = 2.7\text{m}$, $s = 0.75\text{m}$

$$SM = 6.75 l^2 h s = 6.75 \times 2.7^2 \times 11.56 \times 0.75 \Rightarrow SM = 326 \text{ cm}^3$$

Επιλέλουμε διατομή L 400x100x10 όπως υπολογίστηκε στο 24

29-30-31 Ενισχυτικά Ενισχυμένου νομέα των side walls

Λαμβάνονται ενισχυτικά ίδιας διατομής με τα πλευρικά:
L250x100x10

32.Ελάσματα και στηρίγματα διαδρόμων

Χρησιμοποιούνται στηρίγματα διατομής L120x80x10, έλασμα διατομής 600x10 και σωλήνας κυγκλιδώματος με διάμετρο Φ50 και πάχος $t=3.5\text{mm}$. Το στήριγμα του κυγκλιδώματος έχει διατομή T60x60x10

33.Πάχος ελάσματος στεγανής εγκάρσιας φρακτής

Είναι $h = 11.57 \text{ m}$

$$t = 2.30 + s \sqrt{h} / 283 \text{ mm} = 2.30 + 750 \sqrt{11.57} / 283 = 11.31\text{mm} \Rightarrow t = 12.00\text{mm}$$

34.Ενισχυτικά στεγανής εγκάρσιας φρακτής

Είναι $h = 11.56\text{m}$, $l = 2.7\text{m}$, $s = 0.75\text{m}$

$$SM = 6.75 l^2 h s = 6.75 \times 2.7^2 \times 11.56 \times 0.75 \Rightarrow SM = 326 \text{ cm}^3$$

Επιλέλουμε διατομή L 400x100x10 όπως υπολογίστηκε στο 24

35.Ενισχυτικά στεγανής εγκάρσιας φρακτής στα side walls

Είμαι $h = 7.86\text{m}$, $l = 2.7\text{m}$, $s = 0.6\text{m}$

$$SM = 6.75 l^2 h s = 6.75 \times 2.7^2 \times 7.86 \times 0.6 \Rightarrow SM = 280 \text{ cm}^3$$

Επιλέγουμε διατομή L 400x100x10 όπως υπολογίστηκε στο 24

36.Ενισχυτικά εγκάρσιας φρακτής στα side walls πάνω από το safety deck

Χρησιμοποιούμε ενισχυτικά L 400x100x10 όμοια με τα διαμήκη ενισχυτικά των πλευρών των side walls πάνω απο το safety deck.

37. Διαμήκη ενισχυτικά των side walls

Είμαι $h = 5,66\text{m}$, $l = 2.2\text{m}$, $s = 0.75\text{m}$

$$SM = 6.75 l^2 h s = 6.75 \times 2,2^2 \times 5,66 \times 0.75 \Rightarrow SM = 138,68 \text{ cm}^3$$

Επιλέγουμε ίδια διατομή με το 17 L250x100x10

$$w = 143,86 \text{ cm}^3 > 138,68\text{m}^3 = SM_{REQ}$$

38.Διαμήκη Ενισχυτικά πιθμένα

Είμαι $h = 11.56\text{m}$, $l = 2.7\text{m}$, $s = 0.75\text{m}$

$$SM = 6.75 l^2 h s = 6.75 \times 2.7^2 \times 11.56 \times 0.75 \Rightarrow SM = 326 \text{ cm}^3$$

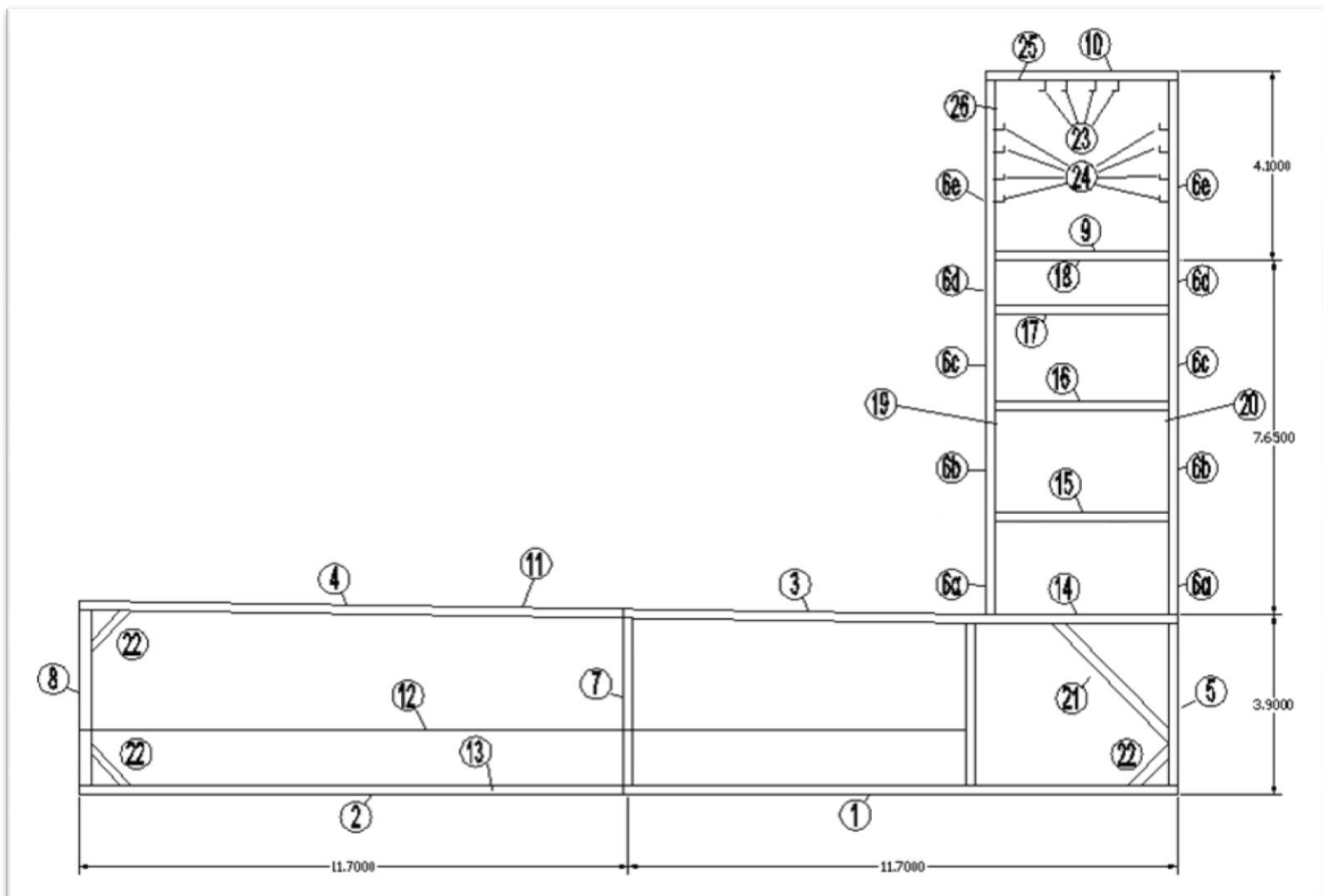
Επιλέγουμε διατομή L300x150x12.

39. Διαμήκη ενισχυτικά καταστρώματα

Είναι $h = 7.77\text{m}$, $l = 2.7\text{m}$, $s = 0.75\text{m}$

$$SM = 6.75 l^2 h s = 6.75 \times 2.7^2 \times 7.77 \times 0.75 \Rightarrow SM = 286 \text{ cm}^3$$

Επιλέγουμε διατομή L 200x100x12.



Σχήμα 12.α: Σκαρίφημα μέσης τομής

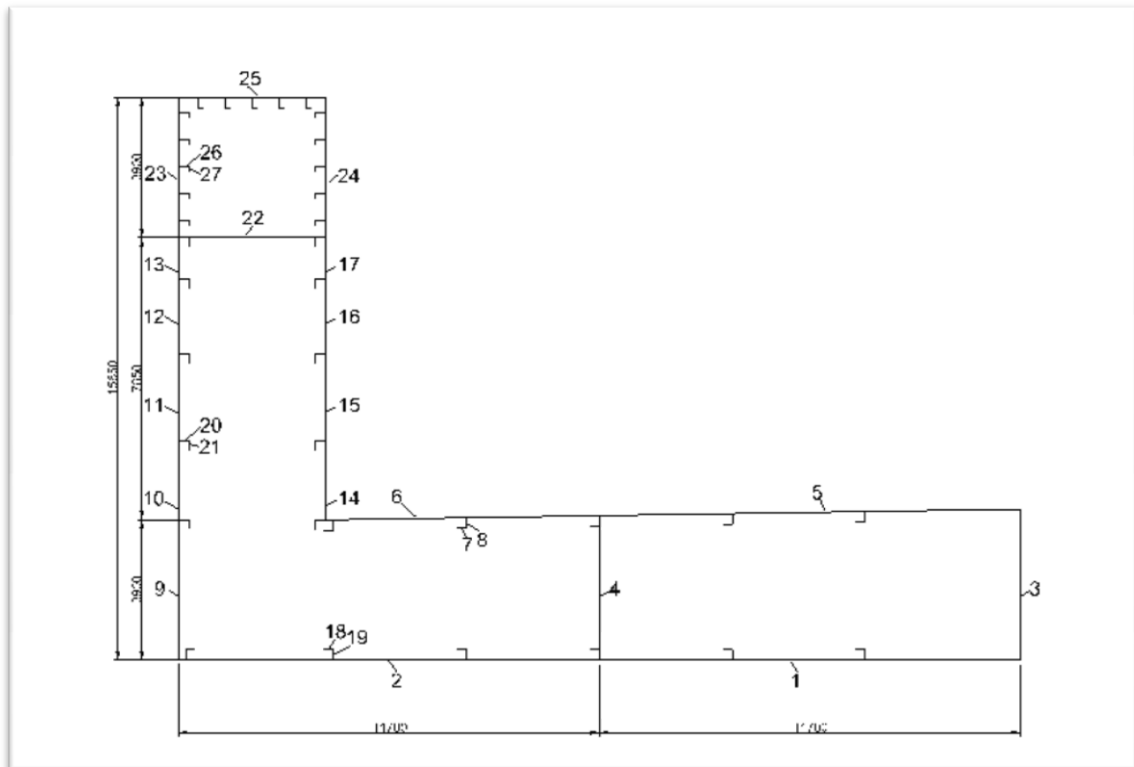
Υπολογισμός ροπής αντίστασης διαμήκουσ τομής

	Αριθμός	B	H	a	A	Axa	Axa ²	I	
	Στοιχείων	cm	cm	m	cm ²	cm ² x m	cm ² x m ²	cm ² x m ²	
1	Bottom plate (keel)	1	1170,0	1,4	0,007	1638,00	11,466	0,08	0,11
2	Bottom plate (side)	1	1170,0	1,2	0,006	1404,00	8,424	0,05	0,07
3	C.L. Girder	1	1,2	420,0	2,100	504,00	1058,400	2222,64	2963,52
4	Side Girder	1	1,2	402,0	2,010	482,40	969,624	1948,94	2598,59
5	Pontoon Deck (center)	1	1170,0	1,2	4,100	1404,00	5756,400	23601,24	23601,26
6	Pontoon Deck (side)	1	76,0	1,0	4,100	76,00	311,600	1277,56	1277,56
7	P.D. Girder (orizontal)	5	10,0	1,2	3,825	60,00	229,500	877,84	877,84
8	P.D. Girder (vertical)	5	1,2	18,8	3,926	112,80	442,853	1738,64	1738,97
9	Side	1	1,2	390,0	1,950	468,00	912,600	1779,57	2372,76
10	Side	1	1,0	220,0	5,000	220,00	1100,000	5500,00	5588,73
11	Side	1	0,9	240,0	7,300	216,00	1576,800	11510,64	11614,32
12	Side	1	0,8	210,0	9,350	168,00	1570,800	14686,98	14748,72
13	Side	1	0,7	115,0	11,175	80,50	899,588	10052,89	10061,76
14	In Side	1	1,0	220,0	5,000	220,00	1100,000	5500,00	5588,73
15	In Side	1	0,9	240,0	7,300	216,00	1576,800	11510,64	11614,32
16	In Side	1	0,8	210,0	9,350	168,00	1570,800	14686,98	14748,72
17	In Side	1	0,7	115,0	11,175	80,50	899,588	10052,89	10061,76
18	Bottom Girder (horizontal)	6	15,0	1,2	0,294	108,00	31,752	9,34	9,34
19	Bottom Girder (vertical)	6	1,2	28,8	0,144	207,36	29,860	4,30	5,73
20	Side Girder (horizontal)	10	25,0	1,0	5,785	250,00	1446,250	8366,56	8366,56
21	Side Girder (vertical)	10	1,0	9,0	5,785	90,00	520,650	3011,96	3012,02
22	Safety Deck	1	410,0	0,8	11,750	328,00	3854,000	45284,50	45284,50
23	Side above S.D.	1	0,7	390,0	13,700	273,00	3740,100	51239,37	51585,40
24	In Side above S.D.	1	0,7	390,0	13,700	273,00	3740,100	51239,37	51585,40
25	Top Deck	1	410,0	0,9	15,200	369,00	5608,800	85253,76	85253,76
26	Side girder ab. S.D. (or)	10	30,0	1,3	13,700	390,00	5343,000	73199,10	73199,11
27	Side girder ab. S.D. (ver)	10	1,3	8,7	13,700	113,10	1549,470	21227,74	21227,81
28	S.D. Girder (horizontal)	5	10,0	1,0	11,500	50,00	575,000	6612,50	6612,50
29	S.D. Girder (vertical)	5	10,0	24,0	11,675	1200,00	14010,000	163566,75	163572,51
						ΣA	ΣA _z	Σα _z ²	ΣI
						11169,66	60444,224	625962,82	629172,38

Πίνακας 12.1: Υπολογισμός ροπής αντίστασης διαμήκουσ τομής

Στον πίνακα 12.1 παρουσιάζονται οι υπολογισμοί της ροπής της διαμήκουσ τομής. Οι υπολογισμοί γίνονται για ημιτομή. Στο σχήμα 12.b

παρουσιάζονται αριθμημένα τα στοιχεία που λαμβάνονται υπ' όψιν στους υπολογισμούς.



Σχήμα 12.b: Σκαρίφημα διαμήκουσ τομής

Η απόσταση του πυθμένα από τον ουδέτερο άξονα είναι:

$$Y_1 = \Sigma A_z / \Sigma A = 5.41 \text{ [m]}$$

Η ροπή αδράνειας της μέσης τομής είναι:

$$I = 2x (\Sigma \alpha_z^2 + \Sigma I + Y_1^2 \times \Sigma A) = 1856086,81 \text{ [cm}^2 - \text{m}^2 \text{]}$$

Η απόσταση του ουδέτερου άξονα από το ανώτερο κατάστρωμα είναι:

$$Y_2 = 15,65 - Y_1 = 10,24 \text{ [m]}$$

Η ροπή αντίστασης της ημιτομής είναι:

$$Z = I / \max\{Y_1, Y_2\} = 181284,41 \text{ [cm}^2 - \text{m]}$$

Και επομένως η ροπή αντίστασης της μέσης τομής της δεξαμενής είναι:

$$SM = 2xZ = > \underline{\underline{SM = 362568,8 \text{ [cm}^2 - \text{m}]}}$$

Υπολογισμός ροπής αντίστασης εγκάρσιας τομής

Ακολουθεί ο υπολογισμός ροπής αντίστασης της διαμήκουσ τομής.

	Αριθμός	B	H	a	A	Axa	Axa ²	I	
	Στοιχείων	cm	cm	m	cm ²	cm ² x m	cm ² x m ²	cm ² x m ²	
1	Bottom plate	1	22570,0	1,2	0,006	27084,00	162,504	0,98	1,30
2	Deck plate	1	22570,0	1,0	3,970	22570,00	89602,900	355723,51	355723,70
3	Fr and Af plates	2	1,2	4,1	2,050	9,84	20,172	41,35	41,35
4	Deck girders (horizontal)	300	20,0	1,2	4,190	7200,00	30168,000	126403,92	126404,01
5	Deck girdes (vertical)	300	1,2	20,0	3,820	7200,00	27504,000	105065,28	105089,28
6	Bottom girders (horizontal)	300	30,0	1,2	0,306	10800,00	3304,800	1011,27	1011,40
7	Bottom girders (vertical)	300	1,2	15,0	0,160	5400,00	864,000	138,24	148,37
					ΣA	ΣA _z	Σα _z ²	ΣI	
					80263,84	151626,376	231890,22	588419,40	

Η απόσταση του πυθμένα από τον ουδέτερο άξονα είναι:

$$Y_1 = \Sigma A_z / \Sigma A = 1,89 \text{ [m]}$$

Η ροπή αδράνειας της μέσης τομής είναι:

$$I = 2 \times (\Sigma \alpha_z^2 + \Sigma I + Y_1^2 \times \Sigma A) = 1067744,63 \text{ [cm}^2 - \text{m}^2 \text{]}$$

Η απόσταση του ουδέτερου άξονα από το ανώτερο κατάστρωμα είναι:

$$Y_2 = 15,65 - Y_1 = 2,13 \text{ [m]}$$

Η ροπή αντίστασης της ημιτομής είναι:

$$SM = I / \max\{Y_1, Y_2\} \Rightarrow \underline{\underline{SM = 181284,41 \text{ [cm}^2 - \text{m}]}}$$

Έλεγχος διαμήκους και εγκάρσιας αντοχής

Με τη βοήθεια του προγράμματος bend σχεδιάζουμε τα διαγράμματα καμπτικών ροπών και διατμητικών δυνάμεων. Η διαδικασία θα γίνει δύο φορές, μία κατά το διάμηκες και μια εγκαρσίως. Στη συνέχεια θα εξετάσουμε αν η υπό κατασκευή δεξαμενή πληροί τις απαιτήσεις που καθορίζονται από τον ABS

Σύμφωνα με τον ABS, η εξέταση της διαμήκους και της εγκάρσιας αντοχής πρέπει να γίνει υπό τις παρακάτω συνθήκες.

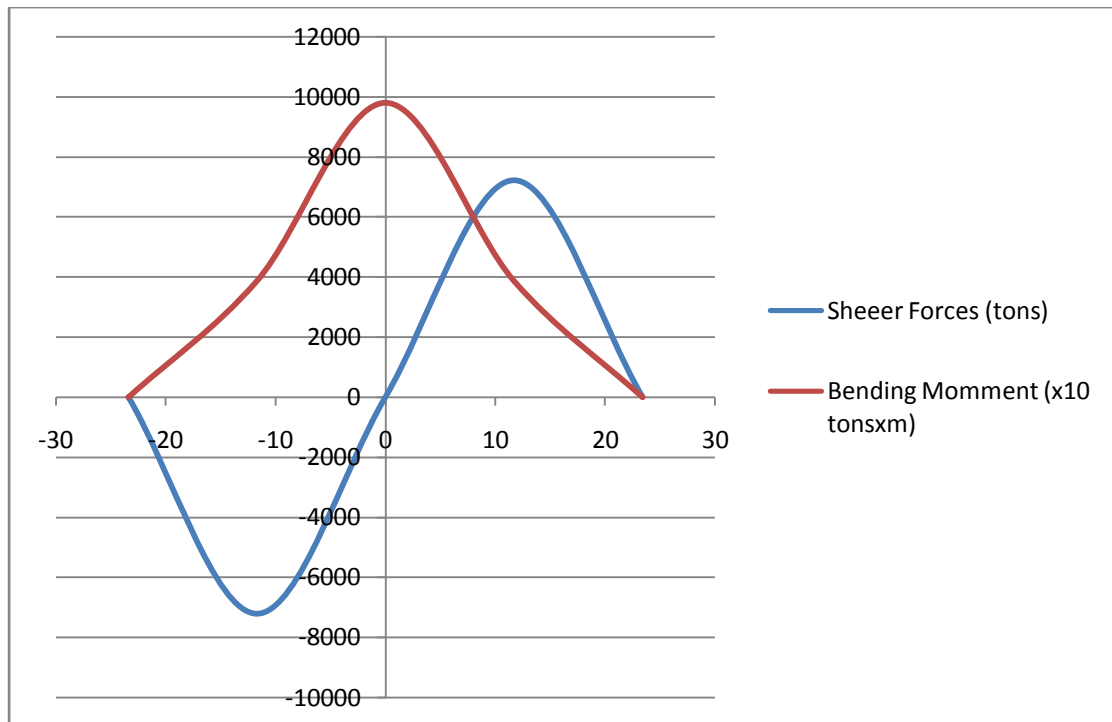
- Η δεξαμενή θα βρίσκεται στην κατάσταση φόρτωσης με το ελάχιστο ύψος εξάλων του ποντονιού
- Θα φέρει το μέγιστο δυνατό φορτίο (30.000tons)
- Θα είναι φορτωμένη με πλοίο βάρους ίσο με την μεταφορική ικανότητα της δεξαμενής, και διαστάσεις τι μικρότερες δυνατές.

Στην διαδικασία θα θεωρήσουμε την ακραία περίπτωση όπου η δεξαμενή είναι φορτωμένη με πλοίο 30.000ton L = 150m και B = 19m

Ο αναλυτικός υπολογισμός των διαφόρων κατηγοριών βαρών (W_{ST} , W_M , W_{OT}) παρουσιάζεται στο κεφάλαιο 14.

Αντοχή εγκαρσίων στοιχείων της δεξαμενής

Στο σχήμα 12.c παρουσιάζονται τα διαγράμματα καμπτικών ροπών και διατμητικών δυνάμεων εγκαρσίως.



Σχήμα 12.σ: Διαγράμματα καμπτικών ροπών και διατμητικών δυνάμεων εγκάρσιως

Σύμφωνα με τους κανόνες του ABS η διαμήκης καμπτική δύναμη δεν πρέπει να ξεπερνάει τα 1400kg/cm^2 , ενώ η διαμήκης διατμητική δύναμη δεν πρέπει να ξεπερνά τα 787kg/cm^2 .

Από τα διαγράμματα παρατηρούμαι ότι η μέγιστη καμπτική ροπή είναι 312425.937tonxm .

Για την εύρεση της μέγιστης καμπτικής δύναμης αρκεί να διαιρέσουμε την καμπτική ροπή με την ροπή αντίστασης της εγκάρσιας τιμής

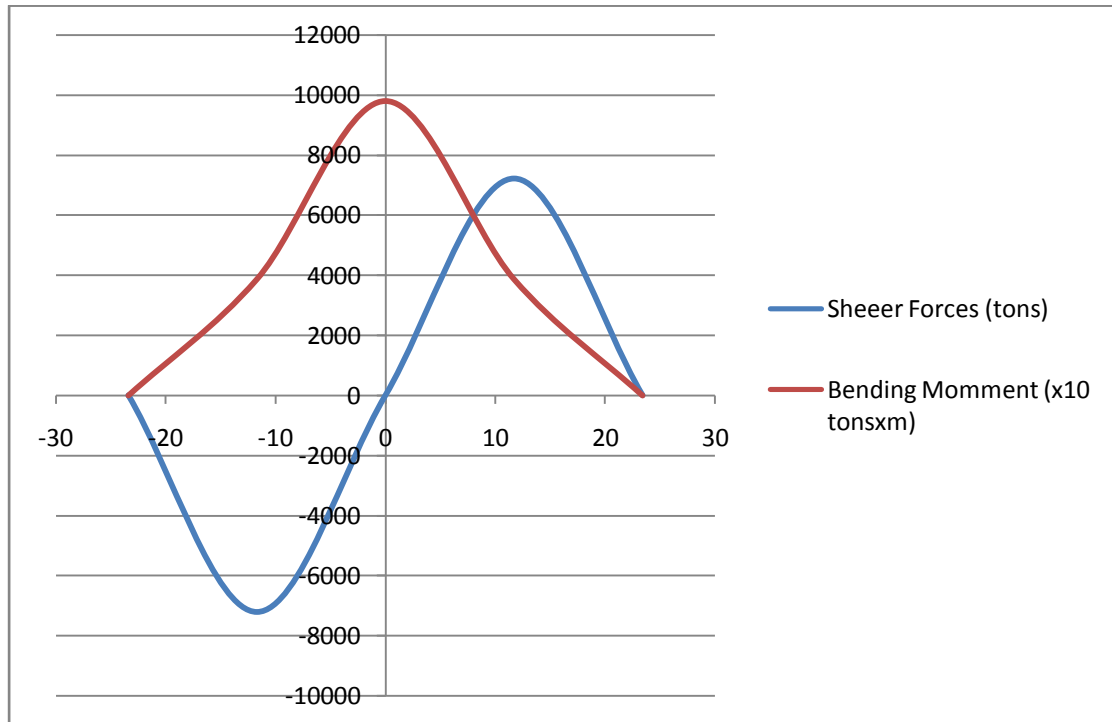
$$F_B = M / S.M.T = 312425,937 / 362568,8 \Rightarrow \underline{F_B = 861,7 \text{ kg/cm}^2} < \underline{1400\text{kg/cm}^2}$$

Η μέγιστη τιμή της διατμητικής δύναμης είναι $4153,844 \text{ tons}$.

$$F_S = S.F. / \Sigma A = 4153,844 / 22339,32 \Rightarrow \underline{F_S = 185.9 \text{ kg/cm}^2} < \underline{787\text{kg/cm}^2}$$

Αντοχή διάμηκων στοιχείων της δεξαμενής

Στο σχήμα 12.d παρουσιάζονται τα διαγράμματα καμπτικών ροπών και διατμητικών δυνάμεων εγκάρσιως.



Σύμφωνα με τους κανόνες του ABS η εγκάρσια καμπτική δύναμη δεν πρέπει να ξεπερνάει τα 1600kg/cm^2 , ενώ η διαμήκης διατμητική δύναμη δεν πρέπει να ξεπερνά τα 1000kg/cm^2 .

Από τα διαγράμματα παρατηρούμαι ότι η μέγιστη καμπτική ροπή είναι 97924.971tonxm .

Για την εύρεση της μέγιστης καμπτικής δύναμης αρκεί να διαιρέσουμε την καμπτική ροπή με την ροπή αντίστασης της εγκάρσιας τιμής

$$F_B = M / S.M._L = 97924.971 / 181284,41 \Rightarrow$$

$$\underline{F_B = 504.1 \text{ kg/cm}^2 < 1600\text{kg/cm}^2}$$

Η μέγιστη τιμή της διατμητικής δύναμης είναι 7216.055 tons .

$$F_S = S.F. / \Sigma A = 7216.055 / 80263.84 \Rightarrow \underline{F_S = 899.0 \text{ kg/cm}^2 < 1000\text{kg/cm}^2}$$

Παρατηρούμε ότι ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του ABS σε όλες τις περιπτώσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13

Κατασκευαστικά σχέδια

Τα σχέδια Ε.1 – Ε.6 αποτελούν τα κατασκευαστικά σχέδια των δεξαμενών, που έγιναν με βάση τους υπολογισμούς του προηγούμενου κεφαλαίου.

- Ε.1 Εγκάρσιες τομές
- Ε.2 Πυθμένας
- Ε.3 Κατάστρωμα ποντογιού
- Ε.4 Κατάστρωμα ασφαλείας – Ανώτερο κατάστρωμα
- Ε.5 Διαμήκεις φρακτές

Ε.6 Πλατφόρμα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14

Αναλυτικός υπολογισμός βαρών

Στον παρών κεφάλαιο θα πραγματοποιηθεί αναλυτικός υπολογισμός του συνολικού βάρους πλήρους εξοπλισμένης αλλά άφορτης δεξαμενής (Light Ship – LS). Οι υπολογισμοί θα βασισθούν στα αποτελέσματα που προέκυψαν ως τώρα για την μεταλλική κατασκευή και τον εξοπλισμό της δεξαμενής.

A. Βάρος Μεταλλικής Κατασκευής

Το υλικό που χρησιμοποιούμε για την κατασκευή της πλωτής δεξαμενής είναι κοινός ναυπηγικός χάλυβας με ειδικό βάρος $\rho = 7800\text{kg/m}^3 = 7,8\text{ton/m}^3$.

(A1) Από το κατασκευαστικό σχέδιο μέσης τομής υπολογίζουμε τον όγκο των ελασμάτων που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή και το κέντρο βάρους.

	ΜΗΚΟΣ	ΠΛΑΤΟΣ	ΕΜΒΑΔΟ	KG	M
Έλασμα τροπιδας	11,700	0,014	0,164	0,007	0,00114660
Έλασμα πυθμενα	11,700	0,012	0,140	0,006	0,00084240
Sidewall 1	3,900	0,012	0,047	1,950	0,09126000
Sidewall 2	2,200	0,010	0,022	5,000	0,11000000
Sidewall 3	2,400	0,009	0,022	7,300	0,15768000
Sidewall 4	2,100	0,008	0,017	9,550	0,16044000
Sidewall 5	1,150	0,007	0,008	11,175	0,08995875
Sidewall 6	3,900	0,007	0,027	13,000	0,35490000
upper deck	4,100	0,009	0,037	15,650	0,57748500
Sidewall 2	2,200	0,010	0,022	5,000	0,11000000
Sidewall 3	2,400	0,009	0,022	7,300	0,15768000
Sidewall 4	2,100	0,008	0,017	9,550	0,16044000
Sidewall 5	1,150	0,007	0,008	11,175	0,08995875
Sidewall 6	3,900	0,007	0,027	13,000	0,35490000
safety deck	3,700	0,008	0,030	11,750	0,34780000
Έλ. κατ. side	7,600	0,010	0,076	3,950	0,30020000
Έλ. κατ. Center	11,700	0,012	0,140	4,100	0,57564000
			0,825	4,410	3,64033150

Στον παραπάνω πίνακα έγινε υπολογισμός για την ημιτομή. Έτσι το εμβαδόν είναι:

$$A = 2 \times 0,825 = 1,65\text{m}^2$$

Το μήκος στο οποίο εκτείνεται αυτό το εμβαδό είναι 225,7m

$$\text{Άρα } 225,7 \times 1,65 = 372,405 \text{ m}^3$$

$$\text{KG} = 4,41\text{m}$$

(A2) Στη συνέχεια χρησιμοποιώντας και τις διαμήκεις τομές υπολογίζουμε τον όγκο των ενισχυτικών, των φρακτών και όλων των μεταλλικών στοιχείων που αποτελούν την κατασκευή αυτή.

1. Διατομή L 200x100x12

$$\text{Εμβαδό } A = 3456\text{mm}^2 = 0,003456\text{m}^2$$

$$\text{Μήκος } l = 225,7 \text{ m}$$

$$\text{Αριθμ. Στοιχ. } N = 60$$

Συνολικός όγκος

$$V_1 = 0,003456 \times 225,7 \times 60 = 46,8\text{m}^3$$

$$KG_1 = 3,92\text{m}$$

2. Διατομή L300x150x12

$$\text{Εμβαδό } A = 5856\text{mm}^2 = 0,005856\text{m}^2$$

$$\text{Μήκος } l = 225,7 \text{ m}$$

$$\text{Αριθμ. Στοιχ. } N = 60$$

Συνολικός όγκος

$$V_2 = 0,005856 \times 225,7 \times 60 = 79,3\text{m}^3$$

$$KG_2 = 0,11\text{m}$$

3. Διατομή L250x100x10

$$\text{Εμβαδό } A = 3400\text{mm}^2 = 0,003400\text{m}^2$$

$$\text{Μήκος } l = (11,75+7,85) \times 2 = 39,2 \text{ m}$$

$$\text{Αριθμ. Στοιχ. } N = 302$$

Συνολικός όγκος

$$V_3 = 0,003400 \times 39,2 \times 302 = 40,25 \text{m}^3$$

$$KG_3 = 6,34 \text{m}$$

4. Διατομή L250x100x10

$$\text{Εμβαδό } A = 3400 \text{mm}^2 = 0,003400 \text{m}^2$$

$$\text{Μήκος } l = 4,1 \times 2 = 8,2 \text{ m}$$

$$\text{Αριθμ. Στοιχ. } N = 302$$

Συνολικός όγκος

$$V_4 = 0,003400 \times 8,2 \times 302 = 8,42 \text{m}^3$$

$$KG_4 = 11,74 \text{m}$$

5. Διατομή L250x100x10

$$\text{Εμβαδό } A = 3400 \text{mm}^2 = 0,003400 \text{m}^2$$

$$\text{Μήκος } l = 4,1 \times 2 = 8,2 \text{ m}$$

$$\text{Αριθμ. Στοιχ. } N = 302$$

Συνολικός όγκος

$$V_5 = 0,003400 \times 8,2 \times 302 = 8,42 \text{m}^3$$

$$KG_5 = 10,60 \text{m}$$

6. Διατομή L300x100x13

$$\text{Εμβαδό } A = 5031 \text{mm}^2 = 0,005031 \text{m}^2$$

$$\text{Μήκος } l = 4,1 \times 2 = 8,2 \text{ m}$$

$$\text{Αριθμ. Στοιχ. } N = 302$$

Συνολικός όγκος

$$V_6 = 0,005031 \times 8,2 \times 302 = 12,46 \text{ m}^3$$

$$KG_6 = 8,45 \text{ m}$$

7. Διατομή L350x200x15

$$\text{Εμβαδό } A = 8025 \text{ mm}^2 = 0,008025 \text{ m}^2$$

$$\text{Μήκος } l = 4,1 \times 2 = 8,2 \text{ m}$$

$$\text{Αριθμ. Στοιχ. } N = 302$$

Συνολικός όγκος

$$V_7 = 0,008025 \times 8,2 \times 302 = 19,87 \text{ m}^3$$

$$KG_7 = 6,05 \text{ m}$$

8. Διατομή L350x200x15

$$\text{Εμβαδό } A = 8025 \text{ mm}^2 = 0,008025 \text{ m}^2$$

$$\text{Μήκος } l = 4,1 \times 2 = 8,2 \text{ m}$$

$$\text{Αριθμ. Στοιχ. } N = 302$$

Συνολικός όγκος

$$V_8 = 0,008025 \times 8,2 \times 302 = 19,87 \text{ m}^3$$

$$KG_8 = 3,85 \text{ m}$$

9. Διατομή L500x200x12

$$\text{Εμβαδό } A = 8256\text{mm}^2 = 0,008256\text{m}^2$$

$$\text{Μήκος } l = 4,35 \times 2 = 8,7 \text{ m}$$

$$\text{Αριθμ. Στοιχ. } N = 302$$

Συνολικός όγκος

$$V_9 = 0,008256 \times 8,7 \times 302 = 21,69\text{m}^3$$

$$KG_9 = 2,78\text{m}$$

10. Διατομή L250x100x10

$$\text{Εμβαδό } A = 3400\text{mm}^2 = 0,003400\text{m}^2$$

$$\text{Μήκος } l = 1,98 \times 2 = 3,96 \text{ m}$$

$$\text{Αριθμ. Στοιχ. } N = 302 \times 3$$

Συνολικός όγκος

$$V_{10} = 0,003400 \times 3,96 \times 302 \times 3 = 12,20\text{m}^3$$

$$KG_{10} = 1,44\text{m}$$

11. Διατομή L120x80x10

$$\text{Εμβαδό } A = 1900\text{mm}^2 = 0,001900\text{m}^2$$

$$\text{Μήκος } l = 1,03 \times 4 = 4,12 \text{ m}$$

$$\text{Αριθμ. Στοιχ. } N = 302$$

Συνολικός όγκος

$$V_{11} = 0,001900 \times 4,12 \times 302 = 2,36\text{m}^3$$

$$KG_{11} = 13,26m$$

12. Δατομή L300x100x13

$$\text{Εμβαδό } A = 5031\text{mm}^2 = 0,005031\text{m}^2$$

$$\text{Μήκος } l = 3,9 \times 4 = 15,6m$$

$$\text{Αριθμ. Στοιχ. } N = 302$$

Συνολικός όγκος

$$V_{12} = 0,005031 \times 15,6 \times 302 = 23,70\text{m}^3$$

$$KG_{12} = 13,70m$$

13. Δατομή L250x100x10

$$\text{Εμβαδό } A = 3400\text{mm}^2 = 0,003400\text{m}^2$$

$$\text{Μήκος } l = 4,1 \times 2 = 8,2m$$

$$\text{Αριθμ. Στοιχ. } N = 302$$

Συνολικός όγκος

$$V_{13} = 0,003400 \times 8,2 \times 302 = 8,42\text{m}^3$$

$$KG_{13} = 15,65m$$

14. Διατομή L400x100x10

$$\text{Εμβαδό } A = 4900\text{mm}^2 = 0,004900\text{m}^2$$

$$\text{Μήκος } l = 4,1m$$

$$\text{Αριθμ. Στοιχ. } N = 2 \times 30 \times 22 = 1426$$

Συνολικός όγκος

$$V_{14} = 0,004900 \times 4,1 \times 1426 = 28,65 \text{m}^3$$

$$KG_{14} = 15,65 \text{m}$$

15. Μη Στεγανή Φρακτή

$$\text{Εμβαδό } A = 188,31 \text{m}^2$$

$$\text{Παχος } t = 8 \text{mm}$$

$$\text{Αριθμ. Στοιχ. } N = 22$$

Συνολικός όγκος

$$V_{15} = 0,008 \times 188,31 \times 22 = 33,14 \text{m}^3$$

$$KG_{15} = 2,01 \text{m}$$

16.a Διατομή L250x100x10

$$\text{Εμβαδό } A = 3400 \text{mm}^2 = 0,003400 \text{m}^2$$

$$\text{Μήκος } l = (1,35 + 2,37) \times 4 = 14,88 \text{m}$$

$$\text{Αριθμ. Στοιχ. } N = 295$$

Συνολικός όγκος

$$V_{16a} = 0,003400 \times 14,88 \times 295 = 14,92 \text{m}^3$$

$$KG_{16a} = 10,29 \text{m}$$

b. Διατομή L300x100x13

$$\text{Εμβαδό } A = 5031 \text{mm}^2 = 0,005031 \text{m}^2$$

$$\text{Μήκος } l = 2,63 \times 4 = 10,52\text{m}$$

$$\text{Αριθμ. Στοιχ. } N = 295$$

Συνολικός όγκος

$$V_{16b} = 0,005031 \times 10,52 \times 295 = 15,61\text{m}^3$$

$$KG_{16b} = 7,15\text{m}$$

c. Διατομή L350x200x15

$$\text{Εμβαδό } A = 8025\text{mm}^2 = 0,008025\text{m}^2$$

$$\text{Μήκος } l = 2,48 \times 4 = 9,92\text{m}$$

$$\text{Αριθμ. Στοιχ. } N = 295$$

Συνολικός όγκος

$$V_{16c} = 0,008025 \times 9,92 \times 295 = 23,48\text{m}^3$$

$$KG_{16c} = 4,94\text{m}$$

17. Διατομή L250x100x10

$$\text{Εμβαδό } A = 3400\text{mm}^2 = 0,003400\text{m}^2$$

$$\text{Μήκος } l = 4,02\text{m}$$

$$\text{Αριθμ. Στοιχ. } N = 2 \times 30 \times 7 = 420$$

Συνολικός όγκος

$$V_{17} = 0,003400 \times 4,02 \times 420 = 5,74\text{m}^3$$

$$KG_{17} = 2,01\text{m}$$

18. Διατομή L400x100x10

$$\text{Εμβαδό } A = 3900\text{mm}^2 = 0,003900\text{m}^2$$

$$\text{Μήκος } l = 4,1\text{m}$$

$$\text{Αριθμ. Στοιχ. } N = 2 \times 12 \times 7 = 168$$

Συνολικός όγκος

$$V_{18} = 0,003900 \times 4,1 \times 168 = 2,69\text{m}^3$$

$$KG_{18} = 7,75\text{m}$$

19. Διατομή L400x100x10

$$\text{Εμβαδό } A = 3900\text{mm}^2 = 0,003900\text{m}^2$$

$$\text{Μήκος } l = 4,1\text{m}$$

$$\text{Αριθμ. Στοιχ. } N = 2 \times 6 \times 7 = 84$$

Συνολικός όγκος

$$V_{19} = 0,003900 \times 4,1 \times 84 = 1,34\text{m}^3$$

$$KG_{19} = 13,65\text{m}$$

20. Στεγανή Φρακτή

$$\text{Εμβαδό } A = 188,31\text{m}^2$$

$$\text{Παχος } t = 8\text{mm}$$

$$\text{Αριθμ. Στοιχ. } N = 7$$

Συνολικός όγκος

$$V_{20} = 188,31 \times 0,0012 \times 7 = 15,82\text{m}^3$$

$$KG_{20} = 2,01m$$

21. Διατομή L300x100x12

$$\text{Εμβαδό } A = 4656\text{mm}^2 = 0,004656\text{m}^2$$

$$\text{Μήκος } l = 3,76\text{m}$$

$$\text{Αριθμ. Στοιχ. } N = 11 \times 302 = 3322$$

Συνολικός όγκος

$$V_{21} = 0,004656 \times 3,76 \times 3322 = 58,16\text{m}^3$$

$$KG_{21} = 2,01m$$

22. Κικλιδώματα

Ένισχυτικά στίριξης

$$\text{Διατομή } A = 1900\text{mm}^2 = 0,0019\text{m}^2$$

$$\text{Μήκος } l = 1\text{m}$$

$$\text{Αριθμ. Στοιχ. } N = 2 \times 302 = 604$$

Ραβδοι κυκλιδώματος

$$\text{Διατομή } A = 0,000511\text{m}^2$$

$$\text{Μήκος } l = 1354,2\text{m}$$

Συνολικός όγκος

$$V_{22} = 0,0019 \times 1 \times 604 + 0,000511 \times 1354,2 = 1,85\text{m}^3$$

$$KG_{22} = 13,22m$$

23. Διατομή L250x100x10

$$\text{Εμβαδό } A = 3400\text{mm}^2 = 0,003400\text{m}^2$$

$$\text{Μήκος } l = 225,70\text{m}$$

$$\text{Αριθμ. Στοιχ. } N = 26$$

Συνολικός όγκος

$$V_{21} = 0,003400 \times 225,70 \times 26 = 19,95\text{m}^3$$

$$KG_{21} = 5,01\text{m}$$

24. Διατομή L300x150x12

$$\text{Εμβαδό } A = 5031\text{mm}^2 = 0,005031\text{m}^2$$

$$\text{Μήκος } l = 225,70\text{m}$$

$$\text{Αριθμ. Στοιχ. } N = 30$$

Συνολικός όγκος

$$V_{21} = 0,005031 \times 225,70 \times 30 = 29,52\text{m}^3$$

$$KG_{21} = 0,15\text{m}$$

25. Διατομή L200x100x12

$$\text{Εμβαδό } A = 3456\text{mm}^2 = 0,003456\text{m}^2$$

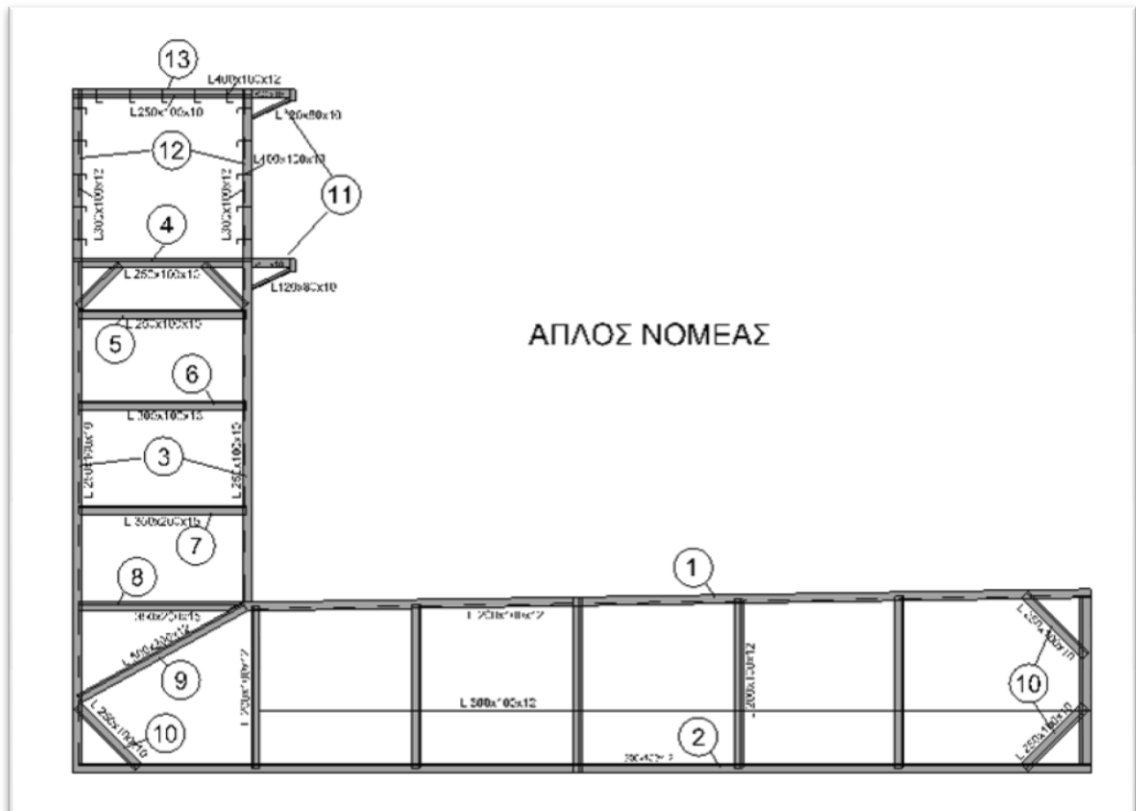
$$\text{Μήκος } l = 225,70\text{m}$$

$$\text{Αριθμ. Στοιχ. } N = 25$$

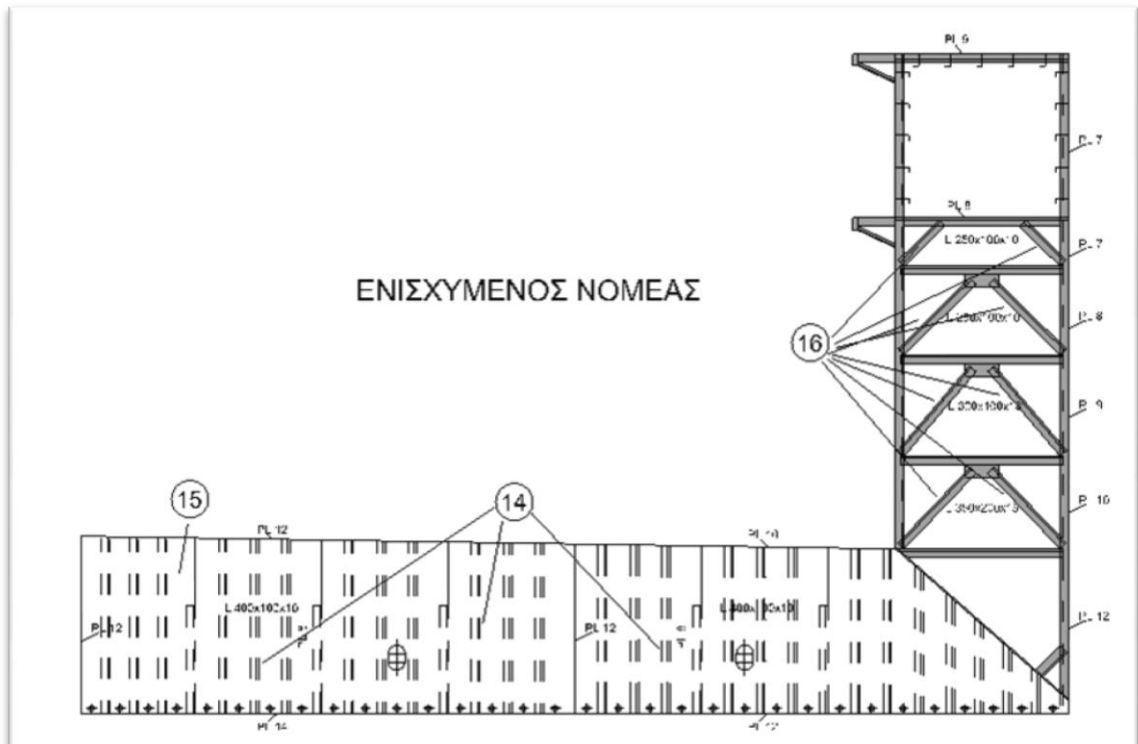
Συνολικός όγκος

$$V_{21} = 0,003456 \times 225,70 \times 25 = 19,50 \text{m}^3$$

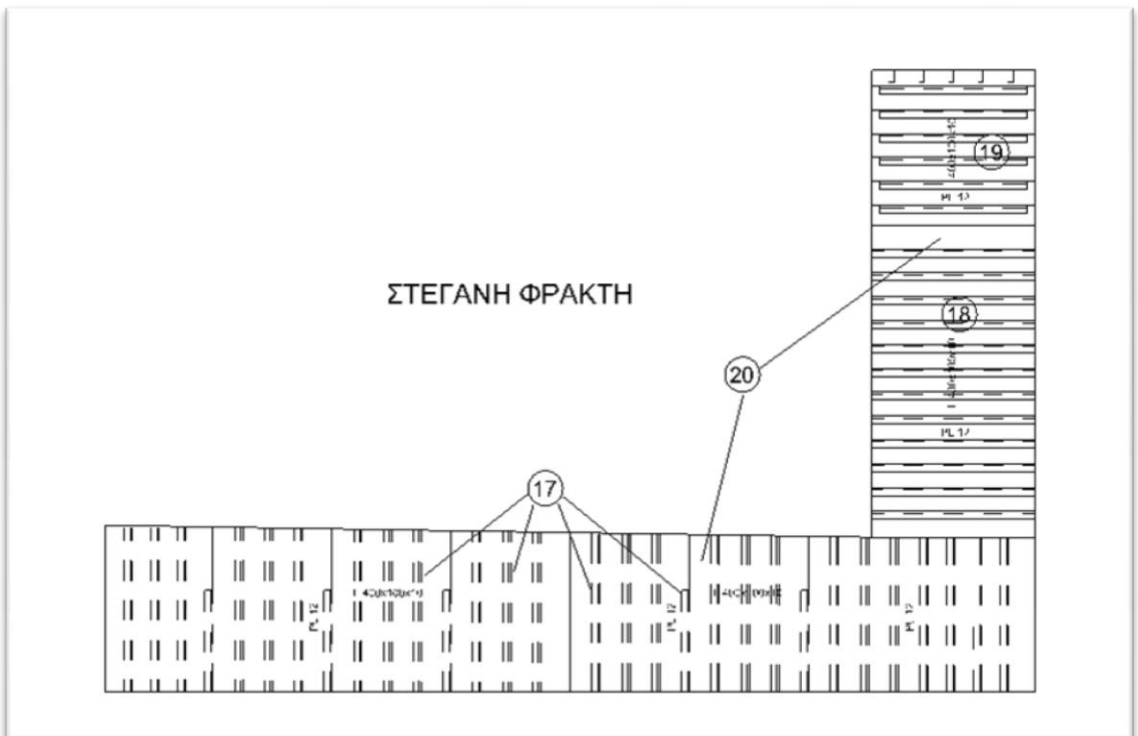
$$KG_{21} = 4,00 \text{m}$$



Σχήμα 14.α: Σκαρίφημα απλού νομέα



Σχήμα 14.b: Σκαρίφημα ενισχυμένου νομέα



Σχημα 14.c: Σκαρίφημα στεγανής φρακτής

Συνοψίζουμε στον παρακάτω πίνακα:

A/A	V (m ³)	KG (m)	VxKG (m ⁴)
1	46,80	3,92	183,46
2	79,30	0,11	8,72
3	40,25	6,34	255,19
4	8,42	11,74	98,85
5	8,42	10,60	89,25
6	12,46	8,45	105,29
7	19,87	6,05	120,21
8	19,87	3,85	76,50
9	21,69	2,78	60,30
10	12,20	1,44	17,57
11	2,36	13,26	31,29
12	23,70	13,70	324,69
13	8,42	15,65	131,77
14	28,65	15,65	448,37
15	33,14	2,01	66,61
16	55,01	7,15	393,32
17	5,74	2,01	11,54
18	2,69	7,75	20,85
19	1,34	13,65	18,29
20	15,82	2,01	31,80
21	58,16	2,01	116,90
22	1,85	13,22	24,46
23	19,95	8,40	167,58
24	29,52	0,16	4,72
25	19,50	4,20	81,90
ΣΥΝΟΛΟ	575,13	5,02	2889,43

Οπότε ο συνολικός όγκος των μεταλλικών στοιχείων της κατασκευής είναι:

$$\underline{V = 575,13,16 \text{ m}^3}$$

και η απόσταση του κέντρου βάρους από τον πυθμένα είναι:

$$\underline{KG = 5,02 \text{ m}}$$

(A3) Ο όγκος του μετάλλου κατασκευής των πλατφορμών βρίσκεται ως εξής:

1.Έλασμα πυθμένα

$$\text{Επιφάνεια} = 2 \times 413,45 \text{ m}^2$$

$$\text{Πάχος} = 12 \text{ mm}$$

$$V_1 = 9,92 \text{ m}^3$$

$$KG_1 = 1,38 \text{ m}$$

2.Έλασμα καταστρώματος

$$\text{Επιφάνεια} = 2 \times 353,14 \text{ m}^2$$

$$\text{Πάχος} = 11 \text{ mm}$$

$$V_2 = 7,77 \text{ m}^3$$

$$KG_2 = 4 \text{ m}$$

3.Έλασμα πλευρών

$$\text{Επιφάνεια} = 63,84 \text{ m}^2$$

$$\text{Πάχος} = 11 \text{ mm}$$

$$V_3 = 0,70 \text{ m}^3$$

$$KG_3 = 2,9 \text{ m}$$

4.Εγκάρσια ενισχυτικά καταστρώματος

$$\text{Αριθμός ενισχυτικών } N = 26$$

Διατομή L200x100x10

Επιφάνεια $A=0,002979\text{m}^2$

Μήκος $l=212\text{m}$

$V_4=0,62\text{ m}^3$

$KG_4= 4,1\text{ m}$

5.Εγκάρσια ενισχυτικά πυθμένα

Αριθμός ενισχυτικών $N=26$

Διατομή $L200\times 100\times 10$

Επιφάνεια $A=0,002979\text{m}^2$

Μήκος $l=217\text{m}$

$V_5=0,63\text{m}^3$

$KG_5= 2,18\text{ m}$

6.Εγκάρσια ενισχυτικά πλευρών

Αριθμός ενισχυτικών $N=52$

Διατομή $L200\times 100\times 11$

Επιφάνεια $A=0,003179\text{m}^2$

Μήκος $l=64\text{m}$

$V_6=0,21\text{m}^3$

$KG_6= 2,18\text{ m}$

7. Διακμήκη ενισχυτικά καταστρώματος

Διατομή L200x100x10

Επιφάνεια $A=0,002979\text{m}^2$ Μήκος $l=84,52\text{m}$ $V_7=0,25\text{m}^3$ $KG_7= 4,1 \text{ m}$

8. Διακμήκη ενισχυτικά πυθμένα

Διατομή L200x100x11

Επιφάνεια $A=0,003179\text{m}^2$ Μήκος $l=91,03\text{m}$ $V_8=0,27\text{m}^3$ $KG_8= 2,18 \text{ m}$

9. Ενισχυτικά καταστρώματος πυθμένα

Διατομή L200x100x10

Επιφάνεια $A=0,002979\text{m}^2$ Μήκος $l=448\text{m}$ $V_9=1,33\text{m}^3$ $KG_9= 2,87 \text{ m}$

Έτσι προκύπτει ο παρακάτω πίνακας:

A/A	V (m ³)	KG (m)	VxKG (m ⁴)
1	9,92	1,38	13,69
2	7,77	4,00	31,08
3	0,70	2,90	2,03
4	0,62	4,10	2,54
5	0,63	2,18	1,37
6	0,21	2,18	0,46
7	0,25	4,10	1,03
8	0,27	2,18	0,59
9	1,33	2,87	3,82
Σύνολο	21,70	2,61	56,60

Επομένως ο όγκος του χάλυβα των στοιχείων που αποτελούν τις πλατφόρμες της δεξαμενής θα είναι:

$$V_{\text{ΠΛΑΤΦ.}} = 21,70\text{m}^3$$

Και το κέντρο βαρών:

$$KG = 2,61\text{m}$$

Συνολικό βάρος μεταλλικής κατασκευής

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται συνοπτικά τα επιμέρους στοιχεία της μεταλλικής κατασκευής όπως υπολογίστηκαν προηγούμενα.

A/A	V (m ³)	KG (m)	VxKG (m ⁴)
A1	372,41	4,41	1642,31
A2	575,13	5,02	2889,43
A3	21,70	2,61	56,60
Vst	969,24	4,73	4588,34

Το βάρος λοιπόν της μεταλλικής κατασκευής θα βρεθεί απο το γινόμενο του παραπάνω όγκου με το ειδικό βάρος του χάλυβα. Για να λάβουμε υπόψη και το βάρος των συγκολλήσεων θα κάνουμε προσαύξηση του ειδικού βάρους του χάλυβα και απο 7,8tons/m³ θα το λάβουμε 8tons/m³.

Έτσι:

$$W = 969,24 \text{ m}^3 \times 8\text{tons/m}^3 = 7754\text{tons}$$

Στο παραπάνω βάρος θα προσθέσουμε 500 τόνους έτσι ώστε να ληφθούν υπόψη στο βάρος μεταλλικής κατασκευής και κάποιες

λεπτομέρειες, όπως σκαλοπάτια καπάκια δεξαμενών, αεραγωγοί, μεταλλικές πόρτες κ.α.

Έτσι

$$W_{ST} = 8254\text{tons}$$

$$KG_{ST} = 4,73\text{m}$$

$$LCG_{ST} = 123,2\text{m}$$

B. Βάρος ενδιαίτησης και εξοπλισμού (W_{OT})

(B1) Βάρος χρωμάτων

Το βάρος των χρωμάτων θα ληφθεί ίσο με το 1% του βάρους της μεταλλικής κατασκευής.

$$W_{\text{paint}} = 1\% \times 8254 = 83\text{tons}$$

$$KG_{\text{PAINT}} = 4,73\text{m}$$

$$LCG_{\text{PAINT}} = 123,2\text{m}$$

(B2) Βάρος υποβάθρων

Ο συνολικός αριθμός υποβάθρων είναι 150. Ακόμη υπάρχουν $2 \times 25 = 50$ πλευρικά υπόβαθρα. Το κάθε υπόβαθρο έχει βάρος περίπου 920kg. Έτσι το συνολικό βάρος των υποβάθρων θα είναι:

$$W_{\text{ΥΠΟΒΑΘΡ}} = (150+50) \times 0,92 = 184\text{tons}$$

$$KG_{\text{ΥΠΟΒΑΘΡ}} = 5\text{m}$$

$$LCG_{\text{ΥΠΟΒΑΘΡ}} = 123,2\text{m}$$

(B3) Βάρος χώρων ενδιαίτησης

Οι χώροι ενδιαίτησης περιλαμβάνουν

1. Ένα δωμάτιο για τον δεξαμενιστή
2. Ένα δωμάτιο για τον βοηθό δεξαμενιστή

3. Ένα δωμάτιο για τον ναυκληρο
4. Ένα μπάνιο για τους παραπάνω
5. Μια τραπεζαρία
6. Αποδυτήρια για το προσωπικό που εργάζεται στη δεξαμενή
7. Τουαλέτες και μπάνια για το προσωπικό του πλοίου
8. Τουαλέτες και μπάνια για τους αξιωματικούς του πλοίου
9. Τουαλέτες και μπάνια γυναικών

Ακόμη στους παραπάνω χώρους πρέπει να προστεθούν η καμπίνα ελέγχου (control room) το ηλεκτρολογείο και το μηχανουργείο που βρίσκονται στο κατάστρωμα ασφαλείας.

Το συνολικό βάρος των παραπάνω συμπεριλαμβανομένων των επίπλων, των ηλεκτρικών συσκευών κλπ θα είναι περίπου 50tons

$$W = 50\text{ton}$$

$$KG = 15,65\text{m}$$

$$LCG = 114,85\text{m}$$

(B4) Βαρος χρησιμοποιούμενης Ξυλείας

Στην δεξαμενή θα χρησιμοποιήσουμε την παρακάτω ξυλεία:

50mm Ξύλο ελάτου θα υπάρχει πάνω στις πλατφόρμες συνολικής επιφάνειας 706m^2

100X400 mm ξύλο γύρω από την δεξαμενή σαν προφυλακτήρας.

Ο συνολικός όγκος της ξυλείας θα είναι:

$$706 \times 0,05 + 0,1 \times 0,4 \times 561,24 = 35,3 + 22,45 = 57,75\text{m}^3$$

Το βάρος της ξυλείας θα είναι:

$$W = 57,75 \times 0,6 + (57,75 \times 0,6) \times 1\% = 35\text{tons}$$

και το κέντρο βάρους θα είναι

$$KG = 4\text{m}$$

LCG = 123,2m

Συνοψίζουμε στον παρακάτω πίνακα

	W(tons)	KG(m)	M _T (tonsxm)	LCG(m)	M _L (tonsxm)
Χρώματα	83,00	4,73	392,59	123,20	10225,60
Υποβαθρα	184,00	5,00	920,00	123,20	22668,80
Χώροι ενδιαίτησης	50,00	15,65	782,50	114,85	5742,50
Ξυλεία	35,00	4,00	140,00	123,20	4312,00
W_{OT}	352,00	6,35	2235,09	122,01	42948,90

Επομένως το βάρος ενδιαίτησης και εξοπλισμού είναι:

$$W_{OT} = 352 \text{ tons}$$

$$KG_{OT} = 6,35m$$

$$LCG_{OT} = 122,01m$$

Γ. Βάρος μηχανολογικού εξοπλισμού (W_M)

(Γ1) Βάρος Δικτύων

1. Δίκτυο έρματος

Τα βάρη των σωληνώσεων λαμβάνονται απο το Βιβλίο του Ι.Π. Ιωαννίδη “Βοηθητικά μηχανήματα πλοίων”.

Από το σχέδιο του συστήματος ερματισμού, και το σχέδιο γενικής διάταξης υπολογίζουμε το μήκος των σωλήνων κάθε τύπου που χρησιμοποιούμε.

ΚΥΡΙΟΙ ΑΓΩΓΟΙ NW500 6x7,5 m x 108,90kgr/m = 4,9tons

ΑΓΩΓΟΙ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ NW700 560m x 77,4kgr /m = 43,34tons

Τα επιστόμια που χρησιμοποιούμε είναι:

12xNW700 ηλεκτροκίνητα = 6,0 tons

12xNW400 ηλεκτροκίνητα = 2,4 tons

12xNW300 ηλεκτροκίνητα = 2,0 tons

6xNW300 ηλεκτροκίνητα = 1,0 tons

προκύπτει βάρος σωληνώσεων δικτύου ερματισμού

$W_{\sigma\omega\lambda} = 59,7$ tons

και θεωρούμε $KG_{\sigma\omega\lambda} = 0,3$ m

Ακόμη έχουμε 6 κύριες αντλίες έρματος συνολικού βάρους $6 \times 4 = 24$ tons με κέντρο βάρους 12,48m

Συνοψίζοντας:

A/A	W (tons)	KG (m)	WxKG (tonsxm)
Σωληνώσεις	59,70	0,30	17,91
Αντλίες	24,00	12,48	299,52
$W_{\Delta 1}$	83,70	3,79	317,43

Άρα το βάρος του δικτύου ερματισμού είναι **$W_{\Delta 1} = 83,7$ tons** και το κέντρο βάρους είναι **$KG_{\Delta 1} = 3,79$ m**

και λόγω συμμετρίας του δικτύου

$LCG_{\Delta 1} = 123,2$ m

2. Δίκτυο πυρκαϊάς

Θεωρούμαι βάρος δικτύου πυρκαϊάς

$W_{\Delta 2} = 20$ tons

$KG_{\Delta 2} = 7$ m

$LCG_{\Delta 2} = 123,2$ m

3. Δίκτυο πόσιμου νερού

Θεωρούμαι βάρος δικτύου πόσιμου νερού

$W_{\Delta 3} = 15$ tons

$KG_{\Delta 3} = 15$ m

Το LCG θα το θεωρήσουμε ίδιο με το LCG των χώρων ενδιαίτησης

$$\mathbf{KG_{\Delta 3} = 114,85m}$$

4. Δίκτυο Θαλάσσης για τους χώρους υγιεινής

Θεωρούμαι βάρος δίκτυο θαλάσσης για τους χώρους υγιεινής

$$\mathbf{W_{\Delta 4} = 1tons}$$

$$\mathbf{KG_{\Delta 4} = 15m}$$

$$\mathbf{LCG_{\Delta 4} = 103,26m}$$

5. Δίκτυο πεπιεσμένου αέρα

Το συνολικό βάρος του δικτύου πεπιεσμένου αέρα συμπεριλαμβανομένου και του συμπιεστή λαμβάνεται ίσο με 100kg = 0,1ton

$$\mathbf{W_{\Delta 5} = 0,1tons}$$

$$\mathbf{KG_{\Delta 5} = 11m}$$

$$\mathbf{LCG_{\Delta 5} = 192,57m}$$

6. Δίκτυα Οξυγόνου και ασετυλίνης

Σε ύψος περίπου 14m από τον πυθμένα βρίσκονται τα δίκτυα οξυγόνου και ασετυλίνης. Το συνολικό βάρος λαμβανεται

$$\mathbf{W_{\Delta 6} = 0,2tons}$$

$$\mathbf{KG_{\Delta 6} = 14m}$$

$$\mathbf{LCG_{\Delta 6} = 178,4m}$$

7. Δίκτυα μεταφοράς καυσίμου πλοίου

Στο κατάστρωμα ασφαλείας θα υπάρχει μια αντλία για την μεταφορά καυσίμων από τη δεξαμενή στο πλοίο και αντίστροφα. Το δίκτυο θα έχει συνολικό μήκος περίπου 160 μέτρων με ονομαστική διάμετρο NW80. Το βάρος του δικτύου θα είναι

$$160 \times 17,9 \text{ kgr} = 2,864 \text{ tons}$$

Αν σε αυτό προσθέσουμε και το βάρος της αντλίας και των επιστομίων θα έχουμε περίπου συνολικό βάρος

$$W_{\Delta 7} = 3,5 \text{ tons}$$

$$KG_{\Delta 7} = 11,75 \text{ m}$$

$$LCG_{\Delta 7} = 199,26 \text{ m}$$

Στον παρακάτω πίνακα συνοψίζονται τα επιμέρους βάρη δικτύων

	W(tons)	KG(m)	M _T (tonxm)	LCG(m)	M _L (tonxm)
1	83,70	3,79	317,22	123,20	10311,84
2	20,00	7,00	140,00	123,20	2464,00
3	15,00	15,00	225,00	114,85	1722,75
4	1,00	15,00	15,00	103,26	103,26
5	0,10	11,00	1,10	192,57	19,26
6	0,20	14,00	2,80	178,40	35,68
7	3,50	11,75	41,13	199,26	697,41
W δικτύων	123,50	6,01	742,25	124,33	15354,20

(Γ2) Βάρος Άλλων Βοηθητικών Μηχανημάτων

Τα στοιχεία που θα χρησιμοποιηθούν παρακάτω για τον υπολογισμό των βαρών βοηθητικών μηχανημάτων έχουν ληφθεί από τα ναυπηγεία Ελευσίνας και από τις δεξαμενές που υπάρχουν εκεί.

1. Γερανοί

Οι γερανοί που εξοπλίζουν την δεξαμενή είναι ειδικά σχεδιασμένοι για πλωτές δεξαμενές, είναι ηλεκτροκίνητοι και έχουν συνολικό βάρος 110 τόνους. Άρα:

$$W_1 = 2 \times 110 = 220 \text{ tons}$$

$$KG_1 = 31 \text{ m}$$

$$LCG_1 = 123,2 \text{ m}$$

2. Εργάτες Capstans

Η δεξαμενή είναι εφοδιασμένη με έξι ηλεκτροκίνητους εργάτες για την έλξη του πλοίου εντός της δεξαμενής. Το βάρος τους θα είναι περίπου 10 tons ο καθένας.

$$W_2 = 60 \text{ tons}$$

$$KG_2 = 14 \text{ m}$$

$$LCG_2 = 123,2 \text{ m}$$

3. Βοηθητική γεννήτρια

Μια γεννήτρια (εφεδρική) πετρελαιοκίνητη θα βρίσκεται στην αριστερή πλευρά της δεξαμενής στο κατάστρωμα ασφαλείας και μαζί με τα δίκτυα πετρελαίου, ψύξης και τις αντίστοιχες αντλίες θα έχει βάρος περίπου 20 tons

$$W_3 = 20 \text{ tons}$$

$$KG_3 = 12,52 \text{ m}$$

$$LCG_{23} = 185,55 \text{ m}$$

Συνοψίζουμε στον παρακάτω πίνακα

	W(tons)	KG(m)	M _T (tonsxm)	LCG(m)	M _L (tonsxm)
1	220,00	31,00	6820,00	123,20	27104,00
2	60,00	14,00	840,00	123,20	7392,00
3	20,00	12,52	250,40	185,55	3711,00
W Βοηθητικων	300,00	26,37	7910,40	127,36	38207,00

(Γ3). Βάρος ηλεκτρικής εγκατάστασης

Το βάρος της ηλεκτρικής εγκατάστασης θα ληφθεί

$$W_{\eta\lambda.\epsilon\gamma\kappa} = 100\text{tons}$$

$$KG_{\eta\lambda.\epsilon\gamma\kappa} = 15\text{m}$$

$$LCG_{\eta\lambda.\epsilon\gamma\kappa} = 123,2\text{m}$$

Στη συνέχεια συνοψίζουμε όλα τα στοιχεία του βάρους μηχανολογικού εξοπλισμού

	W(tons)	KG(m)	M _T (tonsxm)	LCG(m)	M _L (tonsxm)
Δίκτυα	123,50	6,01	742,25	124,33	15354,20
Βοηθητικά	300,00	26,37	7910,40	127,36	38207,00
Ηλεκτρ. Εγκ	100,00	15,00	1500,00	123,20	12320,00
W_M	523,50	19,39	10152,65	125,85	65881,20

ΤΕΛΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ LIGHTSHIP

Συνοψίζοντας τα προηγούμενα αποτελέσματα προκύπτει ο παρακάτω πίνακας, όπου υπολογίζεται το LightShip τη υπό κατασκευή δεξαμενής.

	W(tons)	KG(m)	M _T (tonsxm)	LCG(m)	M _L (tonsxm)
W _{ST}	8254,00	4,73	39041,42	123,20	1016892,80
W _{OT}	352,00	6,35	2235,09	122,01	42948,90
W _M	523,50	19,39	10152,65	125,85	65881,20
LIGHT SHIP	9129,50	5,63	51429,16	123,31	1125722,90

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 15

Μελέτη ευστάθειας και διαγωγής

Για την υπό μελέτη πλωτή δεξαμενή συντάσσουμε το φυλλάδιο ευστάθειας και διαγωγής για τις παρακάτω καταστάσεις:

1. Κατάσταση άφορτης δεξαμενής
2. Κατάσταση ερμητισμού (μέγιστου βυθίσματος)
3. Κατάσταση πλήρους φόρτωσης
4. Κατάσταση άφορτης δεξαμενής μετά από χρήση¹

¹ Συνοπλογίζεται το έρμα που δεν είναι δυνατόν να απαντηθεί και παραμένει στις δεξαμενές.

Κριτήρια ευστάθειας

ABS RULES

Σύμφωνα με τον ABS (Rules of building and classing steel floating docks- Part 3 – Chapter 3) το GM δεν πρέπει να είναι μικρότερο από 1,525m (5ft) για δεξαμενές με ανυψωτική ικανότητα 10.000ton. Η τιμή αυτή μειώνεται γραμμικά μέχρι το 1m για δεξαμενές με ανυψωτική ικανότητα 50.000ton. Επομένως για την υπό μελέτη δεξαμενή, η ελάχιστη τιμή του GM είναι:

$$GM_{\min} = 1.525 - (1.525-1)(30.000-10.000)/(50.000 - 10.000) =>$$

$$GM_{\min} = 1.2625m$$

Π.Δ. 1337/81

Παρόλο που δεν απαιτείται, θα ελέγξουμε την ευστάθεια της δεξαμενής και με βάση το προεδρικό διάταγμα 1337/81. Τα κριτήρια ευστάθειας με βάση το ΠΔ 1337/81 είναι:

α) Το αρχικό μετακεντρικό ύψος GM πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 0,15 m

β) Η γωνία θ_m η οποία αντιστοιχεί στο μέγιστο μοχλοβραχίονα επαναφοράς πρέπει να είναι $\theta_m > 25^\circ$

γ) Ο μοχλοβραχίονας GZ πρέπει να έχει τιμή τουλάχιστον 0,20 m σε γωνία μεγαλύτερη ή ίση των 30°

δ) το εμβαδό κάτω της καμπύλης του μοχλοβραχίονα επαναφοράς GZ πρέπει να είναι μεγαλύτερο

1. των 0,055 μέτρων-ακτινίων μέχρι τη γωνία $\theta = 30^\circ$

2. των 0,060 μέτρων-ακτινίων μέχρι τη γωνία $\theta = 40^\circ$ ή τη γωνία κατάκλισης θ_f αν η γωνία αυτή είναι μικρότερη των 40°

ε) Επιπρόσθετα η επιφάνεια κάτω της καμπύλης του μοχλοβραχίονα επαναφοράς μεταξύ των γωνιών κλίσεως 30° και 40° , ή 30° και θ_f αν η

γωνία αυτή είναι μικρότερη των 40^0 , δεν πρέπει να είναι μικρότερη 0,03 μέτρα ακτίνια.

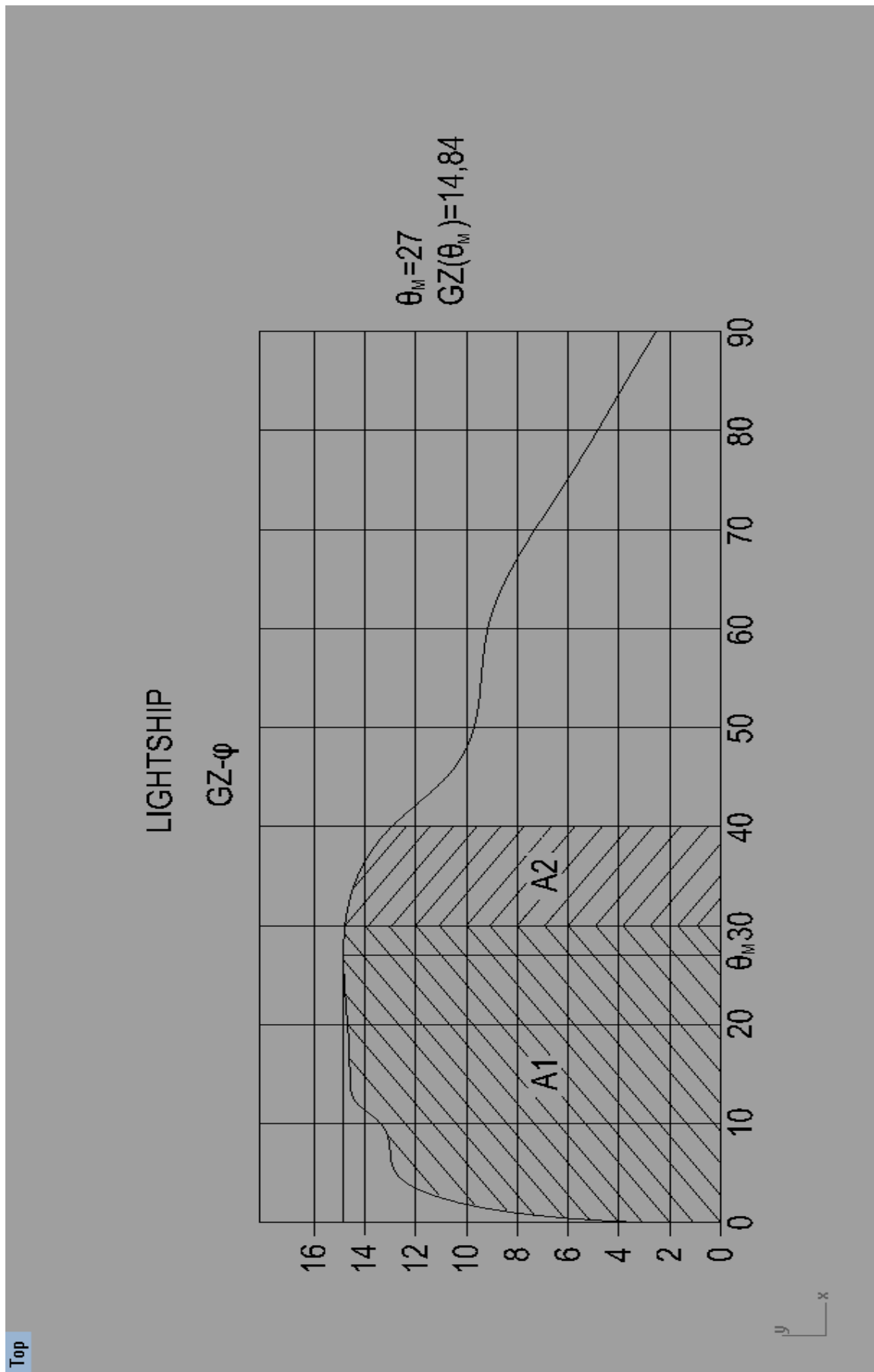
Κατά την μελέτη της ευστάθειας και της διαγωγής, για τις δεξαμενές που υπάρχουν επί της δεξαμενής θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η επίδραση των ελευθέρων επιφανειών.

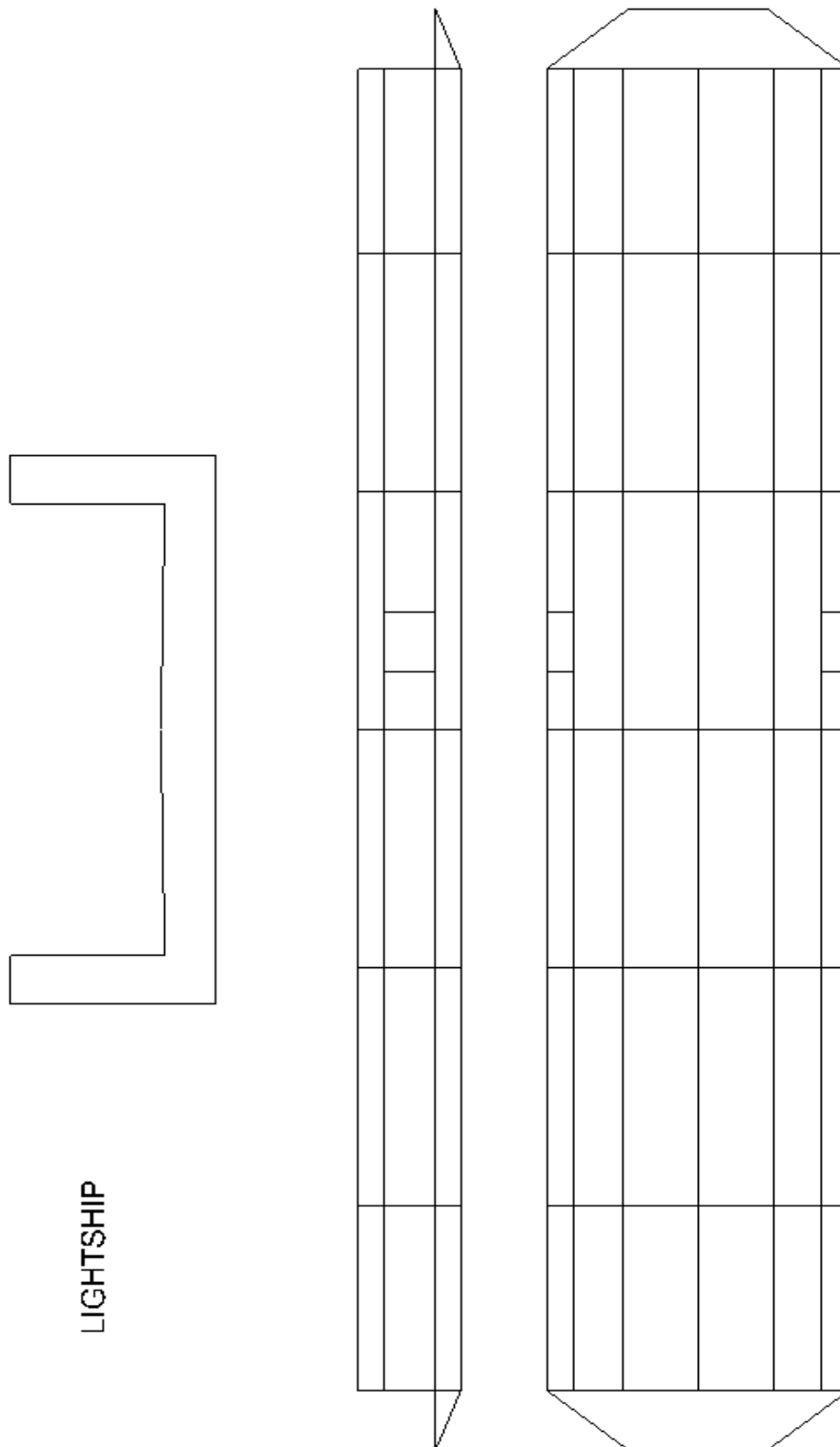
Η επίδραση των ελευθέρων επιφανειών επιφέρει μείωση του GM κατά D όπου:

$$D = \sum(I \times \gamma) / \Delta$$

1. Κατάσταση Αφορτής Δεξαμενής (Light Ship)

CASE	1		CONDITION	LIGHTSHIP	
	Weight (tons)	KG (m)	M (tonsxm)	LCG(m)	M (tonsxm)
W _{ST}	8254,00	4,73	39041,42	123,20	1016892,80
W _{OT}	352,00	6,35	2235,20	122,01	42947,52
W _M	523,50	19,39	10150,67	125,85	65882,48
Displacement	9129,50	5,63	51427,29	123,31	1125722,80
Δ	9129,50	tons		LCB	0 m
V	8906,83	m ³		LCG	0,1061 m
MCT	214500	mxt/m		ΔT	0,00451 m
TPI	112,50	t/cm		ΔTA	0,00226 m
Lg/Lpp	0,49957			ΔTF	0,00226 m
Lf/Lpp	0,50043				
KB	0,40			Draught AFT	0,8423 m
BM	198,90			Draught MID	0,8400 m
KM	199,30			Draught FWD	0,8377 m
KG	5,63	KG corrected	5,63		
GM	193,67				
Σ (Ixy)/Δ	0,00				
GM corrected	193,67				
φ	sinφ	KZ	KG cor sinφ	GZ	
5	0,08716	13,26	0,49	12,77	
10	0,17365	14,35	0,98	13,37	
12	0,20791	15,46	1,17	14,29	
15	0,25882	16,05	1,46	14,59	
30	0,50000	17,60	2,82	14,78	
40	0,64279	16,56	3,62	12,94	
45	0,70711	14,76	3,98	10,78	
60	0,86600	14,05	4,88	9,17	
75	0,96593	11,47	5,44	6,03	
90	1,00000	8,17	5,63	2,54	





LIGHTSHIP

∞

ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ LIGHTSHIP

α) Το αρχικό μετακεντρικό ύψος είναι $GM = 193,57m > 0,15$
($GM > 1,2625m$ όπως απαιτείται κατά ABS)

β) Η γωνία θ_M , η οποία αντιστοιχεί στο μέγιστο μοχλοβραχίονα επαναφοράς είναι $\theta_M = 27^\circ > 25^\circ$

γ) Ο μοχλοβραχίονας $GZ = 14,78m > 0,20m$ σε γωνία 30°

δ) Το εμβαδό κάτω της καμπύλης του μοχλοβραχίονα επαναφοράς είναι

$$1.A_1 = 7,125 \text{ m} \times \text{rad} > 0,055 \text{ m} \times \text{rad} \text{ μέχρι τη γωνία } 30^\circ$$

$$2.A_1 + A_2 = 9,59 \text{ m} \times \text{rad} > 0,06 \text{ m} \times \text{rad} \text{ μέχρι τη γωνία } 40^\circ$$

ε) Επιπρόσθετα η επιφάνεια κάτω της καμπύλης του μοχλοβραχίονα επαναφοράς μεταξύ των γωνιών 30° και 40° είναι:

$$A_2 = 9,59 - 7,125 = 2,465 \text{ m} \times \text{rad} > 0,03 \text{ m} \times \text{rad}$$

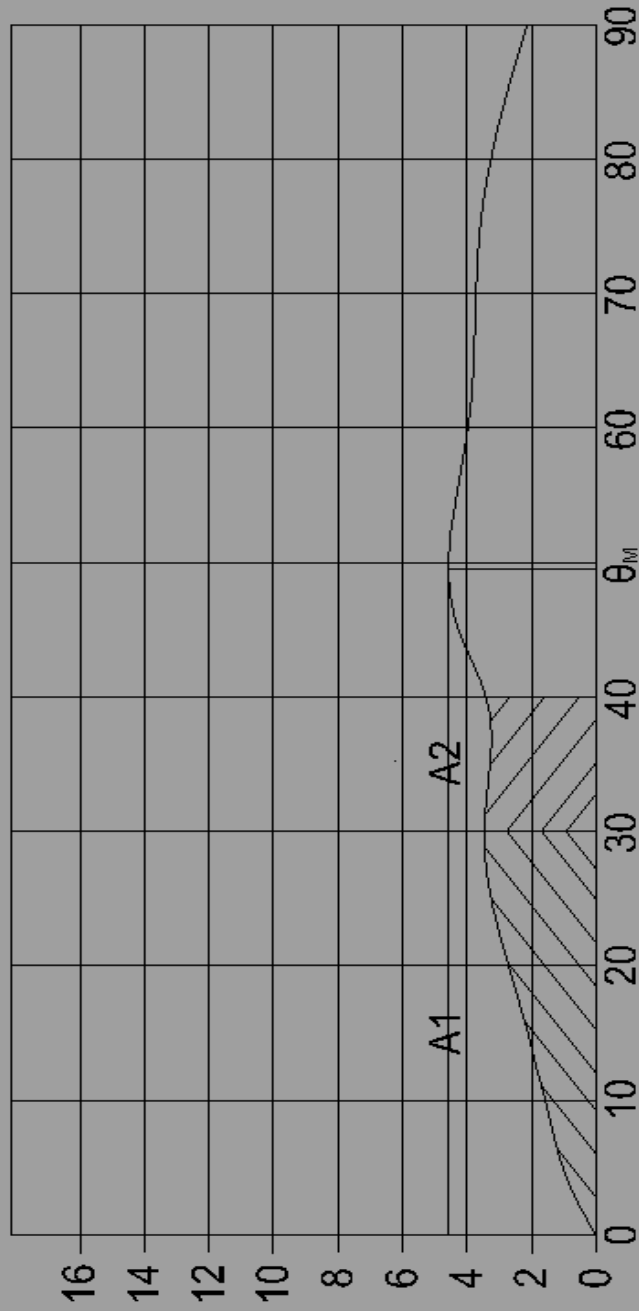
2. Κατάσταση ερματισμού (Μέγιστου βυθίσματος)

CASE	4		CONDITION	Max Draught		
	Weight (tons)	KG (m)	M (tonsxm)	LCG(m)	M (tonsxm)	
W _{ST}	8254,00	4,73	39041,42	123,20	1016892,80	
W _{OT}	352,00	6,35	2235,20	122,01	42947,52	
W _M	523,50	19,39	10150,67	125,85	65882,48	
W _B	53202,05	3,21	170778,58	123,20	6554492,56	
W _{TANKS}	1238,45	7,76	9610,37	133,63	165494,07	
Displacement	63570,00	3,65	231816,24	123,42	7845709,43	
Δ	63570,00	tons		LCB	0	m
V	62019,51	m ³		LCG	0,2184	m
MCT	35700	mxt/m		ΔT	0,38895	m
TPI	19,00	t/cm		ΔTA	0,19413	m
Lg/Lpp	0,49911			ΔTF	0,19482	m
Lf/Lpp	0,50089					
KB	4,10			Draught AFT	13,7941	m
BM	13,50			Draught MID	13,6000	m
KM	17,60			Draught FWD	13,4052	m
KG	3,65	KG corrected	3,72			
GM	13,95					
Σ (Ixy)/Δ	0,07					
GM corrected	13,88					
φ	sinφ	KZ	KG cor sinφ	GZ		
5	0,08716	1,35	0,32	1,03		
10	0,17365	2,22	0,65	1,57		
12	0,20791	2,57	0,77	1,8		
15	0,25882	3,07	0,96	2,11		
30	0,50000	5,33	1,86	3,47		
40	0,64279	5,80	2,39	3,41		
45	0,70711	6,89	2,63	4,26		
60	0,86600	7,19	3,22	3,97		
75	0,96593	7,18	3,59	3,59		
90	1,00000	5,85	3,72	2,13		

Top

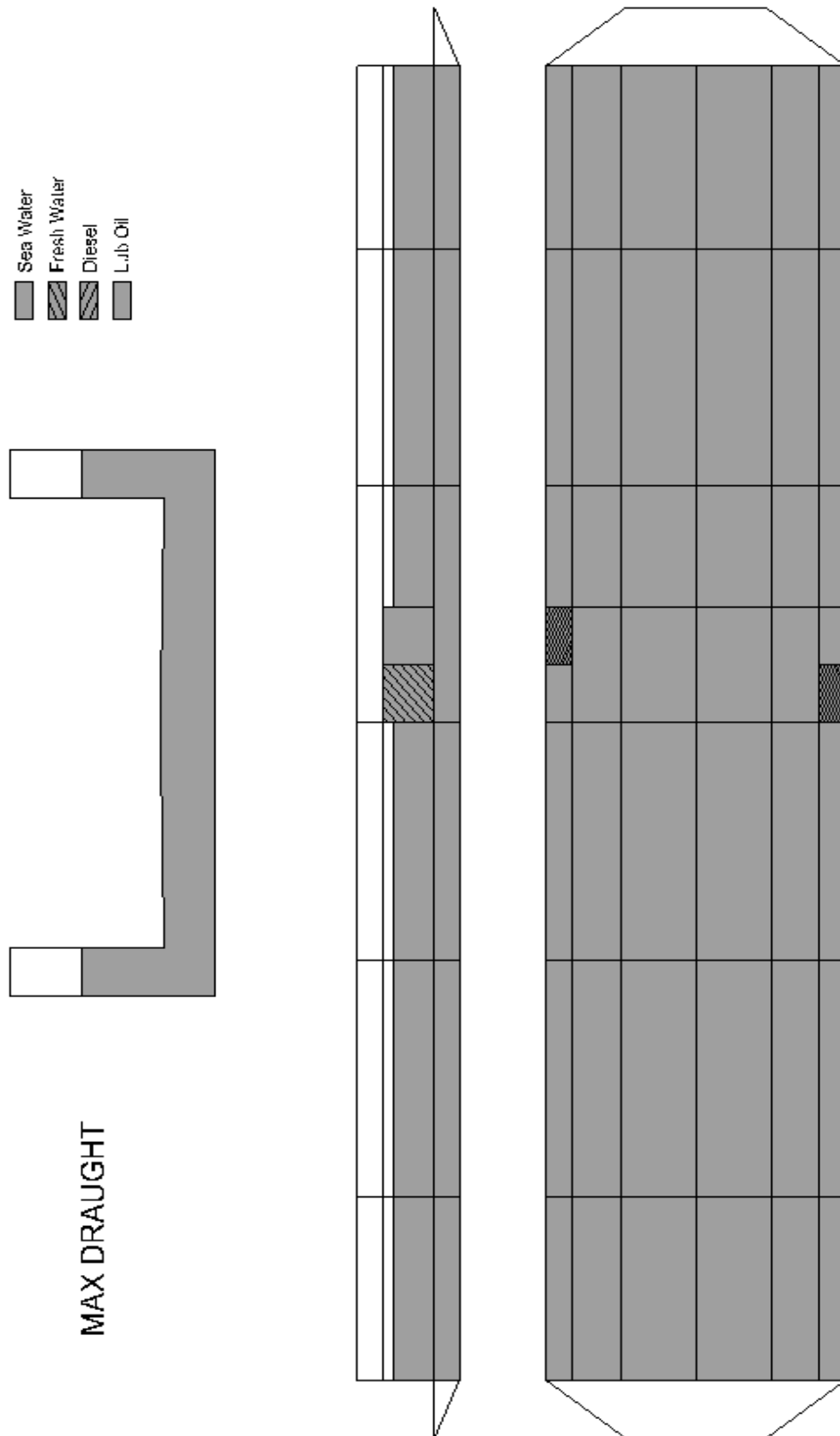
MAX DRAUGHT

GZ-φ



$\theta_M = 49,54$
 $GZ(\theta_M) = 4.57$





Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η διόρθωση του GM από τις δεξαμενές που συνεισφέρουν σε αυτήν.

	L(m)	b(m)	I(m ⁴)	γ (tons/m ³)	Ixγ/Δ
Tank 1	10,00	4,10	57,43	0,920	0,00122
Tank 2	10,00	4,10	57,43	1,000	0,00133
Tank 3	10,00	4,10	57,43	0,980	0,00130
Tank 4	10,00	4,10	57,43	1,027	0,00136
B.T. 1	31,50	4,10	180,92	1,027	0,00430
B.T. 4	31,50	4,10	180,92	1,027	0,00430
B.T. 5	40,51	4,10	232,67	1,027	0,00552
B.T. 8	40,51	4,10	232,67	1,027	0,00552
B.T. 9	40,51	4,10	232,67	1,027	0,00552
B.T. 12	40,51	4,10	232,67	1,027	0,00552
B.T. 13	40,51	4,10	232,67	1,027	0,00552
B.T. 16	40,51	4,10	232,67	1,027	0,00552
B.T. 17	40,51	4,10	232,67	1,027	0,00552
B.T. 20	40,51	4,10	232,67	1,027	0,00552
B.T. 21	31,50	4,10	180,92	1,027	0,00430
B.T. 24	31,50	4,10	180,92	1,027	0,00430
Correction					0,07

ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ Max Draught Condition

α) Το αρχικό μετακεντρικό ύψος είναι $GM = 13,88m > 0,15$
($GM > 1,2625m$ όπως απαιτείται κατά ABS)

β) Η γωνία θ_M , η οποία αντιστοιχεί στο μέγιστο μοχλοβραχίονα επαναφοράς είναι $\theta_M = 49,54^\circ > 25^\circ$

γ) Ο μοχλοβραχίονας $GZ = 3,47m > 0,20m$ σε γωνία 30°

δ) Το εμβαδό κάτω της καμπύλης του μοχλοβραχίονα επαναφοράς είναι

$$1.A_1 = 1,092 \text{ m} \times \text{rad} > 0,055 \text{ m} \times \text{rad} \text{ μέχρι τη γωνία } 30^\circ$$

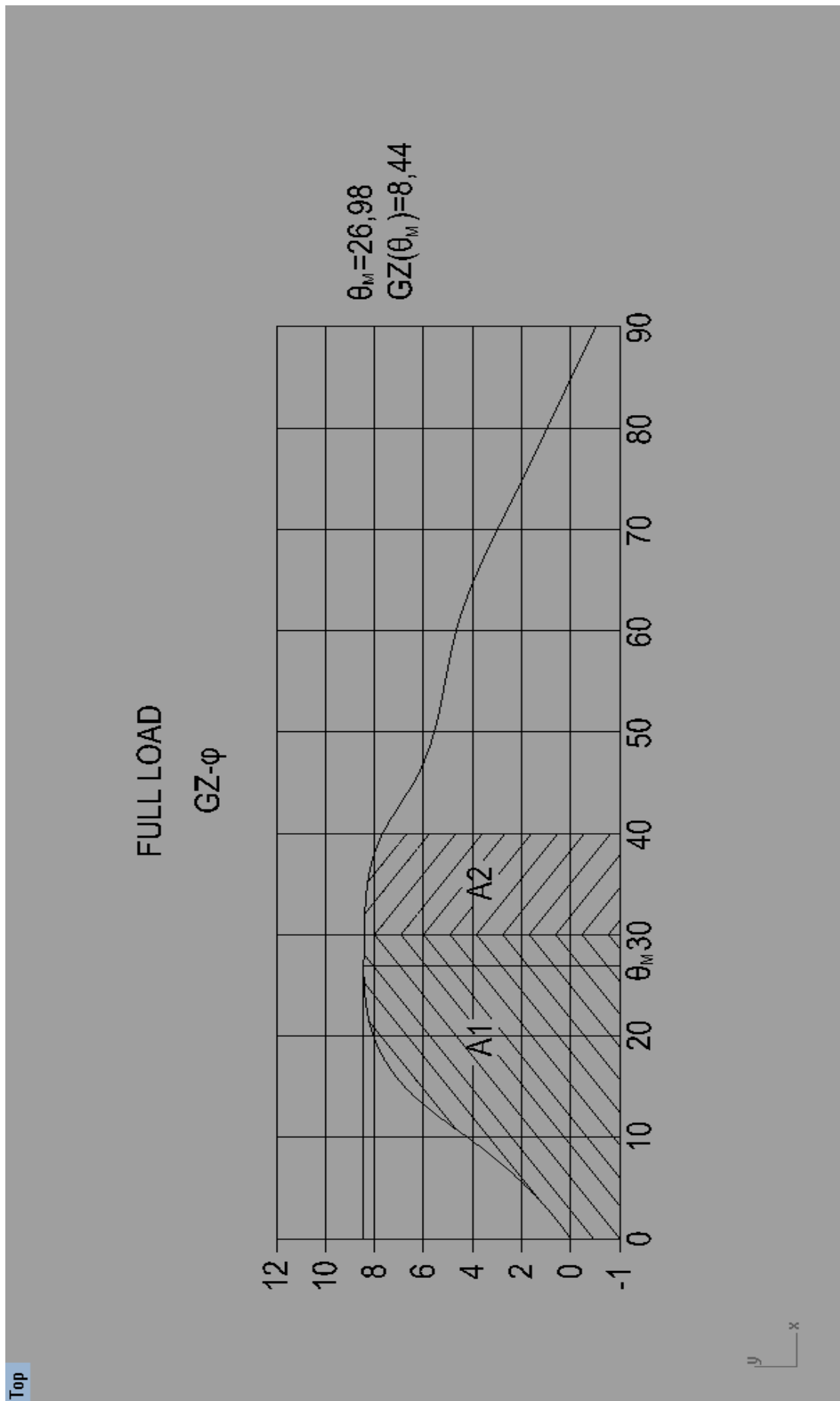
$$2.A_1 + A_2 = 1,674 \text{ m} \times \text{rad} > 0,06 \text{ m} \times \text{rad} \text{ μέχρι τη γωνία } 40^\circ$$

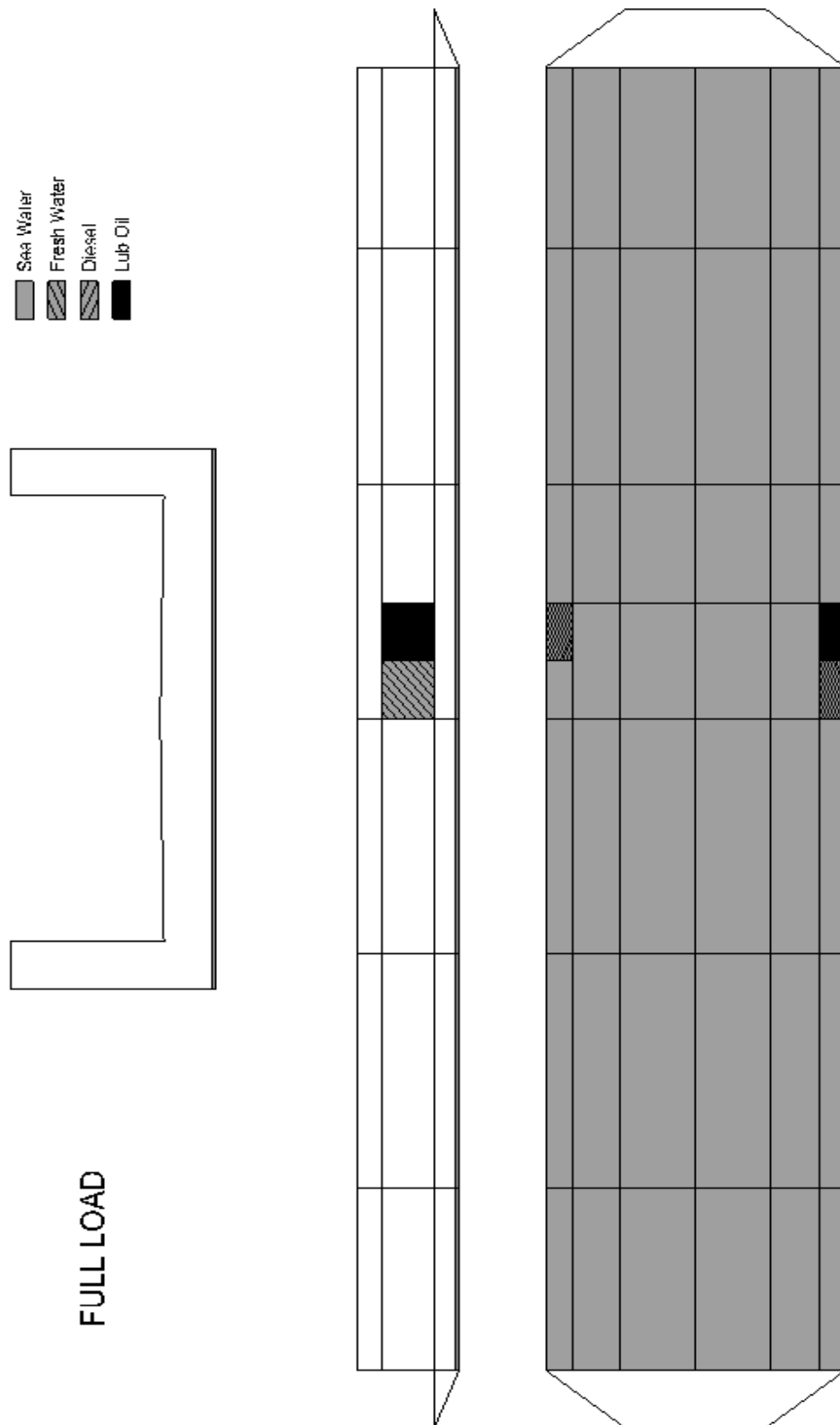
ε) Επιπρόσθετα η επιφάνεια κάτω της καμπύλης του μοχλοβραχίονα επαναφοράς μεταξύ των γωνιών 30° και 40° είναι:

$$A_2 = 1,674 - 1,092 = 0,582 \text{ m} \times \text{rad} > 0,03 \text{ m} \times \text{rad}$$

3. Κατάσταση πλήρους φόρτωσης (Full Load Condition)

CASE	3		CONDITION	Full Load	
	Weight (tons)	KG (m)	M (tonsxm)	LCG(m)	M (tonsxm)
W _{ST}	8254,00	4,73	39041,42	123,20	1016892,80
W _{OT}	352,00	6,35	2235,20	122,01	42947,52
W _M	523,50	19,39	10150,67	125,85	65882,48
W _B	2992,05	0,14	418,89	118,73	355246,10
W _{SHIP}	30000,00	10,30	309000,00	123,20	3696000,00
W _{TANKS}	1238,45	7,76	9610,37	133,63	165494,07
Displacement	43360,00	8,54	370456,54	123,21	5342462,97
Δ	43360,00	tons		LCB	0 m
V	42302,44	m ³		LCG	0,0118 m
MCT	189650	mxt/m		ΔT	0,00269 m
TPI	89,05	t/cm		ΔTA	0,00135 m
Lg/Lpp	0,49995			ΔTF	0,00135 m
Lf/Lpp	0,50005				
KB	1,95			Draught AFT	3,8253 m
BM	34,00			Draught MID	3,8240 m
KM	35,95			Draught FWD	3,8253 m
KG	8,54	KG corrected	8,55		
GM	27,41				
Σ (Ixy)/Δ	0,01				
GM corrected	27,40				
φ	sinφ	KZ	KG cor sinφ	GZ	
5	0,08716	2,48	0,75	1,73	
10	0,17365	5,68	1,48	4,2	
12	0,20791	7,13	1,78	5,35	
15	0,25882	8,98	2,21	6,77	
30	0,50000	12,69	4,27	8,42	
40	0,64279	13,16	5,5	7,66	
45	0,70711	12,44	6,05	6,39	
60	0,86600	12,07	7,4	4,67	
75	0,96593	10,20	8,26	1,94	
90	1,00000	7,51	8,55	-1,04	





Σε αυτήν την περίπτωση προσθέτουμε και το μέγιστο βάρος που μπορεί να φέρει η δεξαμενή, δηλαδή πλοίο 30.000tons. Ο δεξαμενιστής φροντίζει ώστε το LCG του υπο δεξαμενισμό πλοίου να συμπίπτει με το μέσο νομέα της δεξαμενής. Το έρμα που απαιτείται έτσι ώστε η δεξαμενή να έχει βύθισμα $T = 3,824\text{m}$ (δλδ ίσο με την γραμμή ορίου βυθίσεως) κατανέμεται με τέτοιον τρόπο ώστε να πετύχουμε μηδενική διαγωγή.

Στο συγκεκριμένο βύθισμα το εκτόπισμα είναι $\Delta = 43.260\text{tons}$.

Οι βοηθητικές δεξαμενές της δεξαμενής φαίνονται στον παρακάτω πίνακα

	V (m ³)	W (tons)	KG (m)	M (tonsxm)	LCG (m)	M (tonsxm)
TANK 1 (OIL)	325,00	293,02	7,76	2273,84	128,62	37688,23
TANK 2 (FRESH WATER)	325,00	325,00	7,76	2522,00	128,62	41801,50
TANK 3 (DIESEL)	325,00	286,65	7,76	2224,40	138,63	39738,29
TANK 4 (SEA WATER)	325,00	333,78	7,76	2590,09	138,63	46271,23
ΣΥΝΟΛΟ	1300,00	1238,45	7,76	9610,33	133,63	165499,25

Επομένως το επιπλέον έρμα που θα χρειαστεί θα είναι:

$$W_{\text{BALLAST}} = \Delta - W_{\text{SHIP}} - LS - W_{\text{TANKS}} = 43.260 - 30.000 - 9.129,50 - 1.238,45 = 2892,05 \text{ tons}$$

Οι βοηθητικές δεξαμενές έχουν $LCG = 133,63\text{m}$ ή $LCG = 10,43\text{m}$ απο το μέσο νομέα. Έτσι δημιουργείται διαμήκης ροπή $M = 1238,45 \times 10,43 = 12421,6535 \text{ tonsxm}$.

Θα αφαιρέσουμε μία ποσότητα νερού απο τις πρωραίες δεξαμενές και θα την προσθέσουμε στις πρυμναίες. Η απόσταση των κέντρων βαρών των δεξαμενών είναι 195 μέτρα. Επομένως $W_{\text{μετακ}} = 12421,6535 / 195 = 63,7\text{m}^3$. Στον επόμενο πίνακα φαίνεται η κατανομή του βάρους του έρματος στις δεξαμενές.

	W (tons)	KG (m)	M(tonsxm)	LCG(m)	M(tonsxm)
B.T.1	116,48	0,16	18,64	26,10	3040,13
B.T.2	116,48	0,16	18,64	26,10	3040,13
B.T.3	116,48	0,16	18,64	26,10	3040,13
B.T.4	116,48	0,16	18,64	26,10	3040,13
B.T.5	129,33	0,14	17,46	62,10	8031,39
B.T.6	129,33	0,14	17,46	62,10	8031,39
B.T.7	129,33	0,14	17,46	62,10	8031,39
B.T.8	129,33	0,14	17,46	62,10	8031,39
B.T.9	129,33	0,14	17,46	102,96	13315,82
B.T.10	129,33	0,14	17,46	102,96	13315,82
B.T.11	129,33	0,14	17,46	102,96	13315,82
B.T.12	129,33	0,14	17,46	102,96	13315,82
B.T.13	129,33	0,14	17,46	144,23	18653,27
B.T.14	129,33	0,14	17,46	144,23	18653,27
B.T.15	129,33	0,14	17,46	144,23	18653,27
B.T.16	129,33	0,14	17,46	144,23	18653,27
B.T.17	129,33	0,14	17,46	185,10	23938,98
B.T.18	129,33	0,14	17,46	185,10	23938,98
B.T.19	129,33	0,14	17,46	185,10	23938,98
B.T.20	129,33	0,14	17,46	185,10	23938,98
B.T.21	84,64	0,12	9,73	221,10	18713,90
B.T.22	84,64	0,12	9,73	221,10	18713,90
B.T.23	84,64	0,12	9,73	221,10	18713,90
B.T.24	84,64	0,12	9,73	221,10	18713,90
W_{BALLAST}	2892,05	0,14	807,85	118,73	343378,35

Θα υπολογίσουμε το M_F για τις δεξαμενές. Για τις δεξαμενές που $M_F < 10\%$ Δ δεν λαμβάνουμε υπόψη την διόρθωση λόγω ελευθέρων επιφανειών.

Για τις δεξαμενές 1,4,21,24 είναι

$$M_F = 1,028 \times 31,5 \times 11,7 \times 0,32 \times 5,85 = \mathbf{709,24 < 10\% \times 43.260 \text{ tons}}$$

Για τις δεξαμενές 2,3,22,23 είναι

$$M_F = 1,028 \times 31,5 \times 11,7 \times 0,32 \times 17,55 = \mathbf{2127,73 < 10\% \times 43.260 \text{ tons}}$$

Για τις δεξαμενές 5,8,9,12,13, 16, 17, 20 είναι

$$M_F = 1,028 \times 40,5 \times 11,7 \times 0,27 \times 17,55 = \mathbf{2308,21 < 10\% \times 43.260 \text{ tons}}$$

Για τις δεξαμενές 6,7,10,11,14, 15, 18, 19 είναι

$$M_F = 1,028 \times 40,5 \times 11,7 \times 0,27 \times 5,85 = \mathbf{769,40 < 10\% \times 43.260 \text{ tons}}$$

Επομένως δεν λαμβάνουμε καμία από τις παραπάνω δεξαμενές υπόψη για διόρθωση του GM.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η διόρθωση του GM απο τις υπόλοιπες δεξαμενές.

	L(m)	b(m)	I(m ⁴)	γ (tons/m ³)	I _{xy} /Δ
Tank 1	10,00	4,10	57,43	0,920	0,00122
Tank 2	10,00	4,10	57,43	1,000	0,00133
Tank 3	10,00	4,10	57,43	0,980	0,00130
Tank 4	10,00	4,10	57,43	1,027	0,00136
Correction					0,00521

ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ FULL LOAD Condition

α) Το αρχικό μετακεντρικό ύψος είναι $GM = 27,41m > 0,15$ ($GM > 1,525m$ όπως απαιτείται κατα ABS)

β) Η γωνία θ_M , η οποία αντιστοιχεί στο μέγιστο μοχλοβραχίονα επαναφοράς είναι $\theta_M = 26,98^\circ > 25^\circ$

γ) Ο μοχλοβραχίονας $GZ = 10,42m > 0,20m$ σε γωνία 30°

δ) Το εμβαδό κάτω της καμπύλης του μοχλοβραχίονα επαναφοράς είναι

$$1.A_1 = 2,92 \text{ m} \times \text{rad} > 0,055 \text{ m} \times \text{rad} \text{ μέχρι τη γωνία } 30^\circ$$

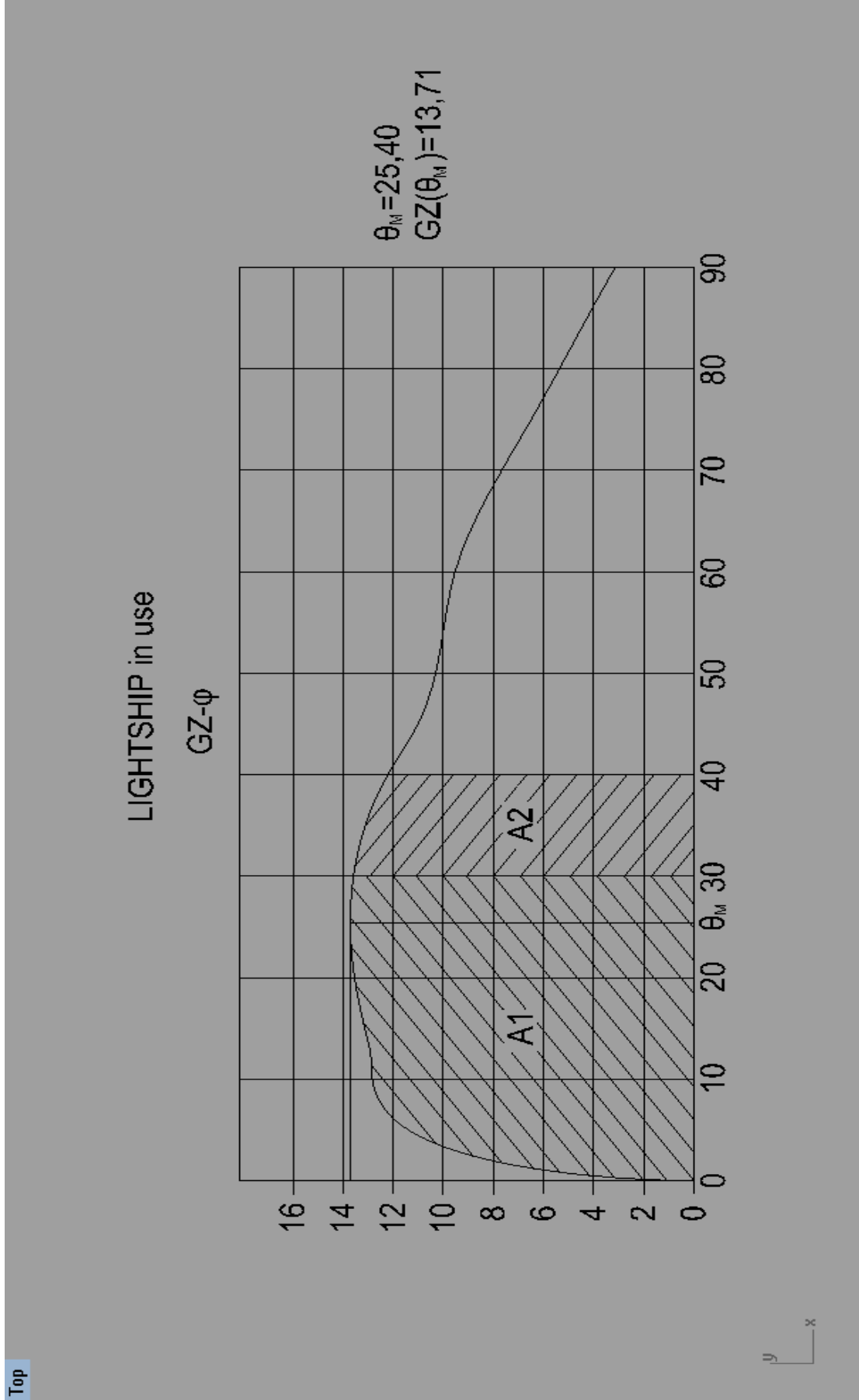
$$2.A_1 + A_2 = 4,35 \text{ m} \times \text{rad} > 0,06 \text{ m} \times \text{rad} \text{ μέχρι τη γωνία } 40^\circ$$

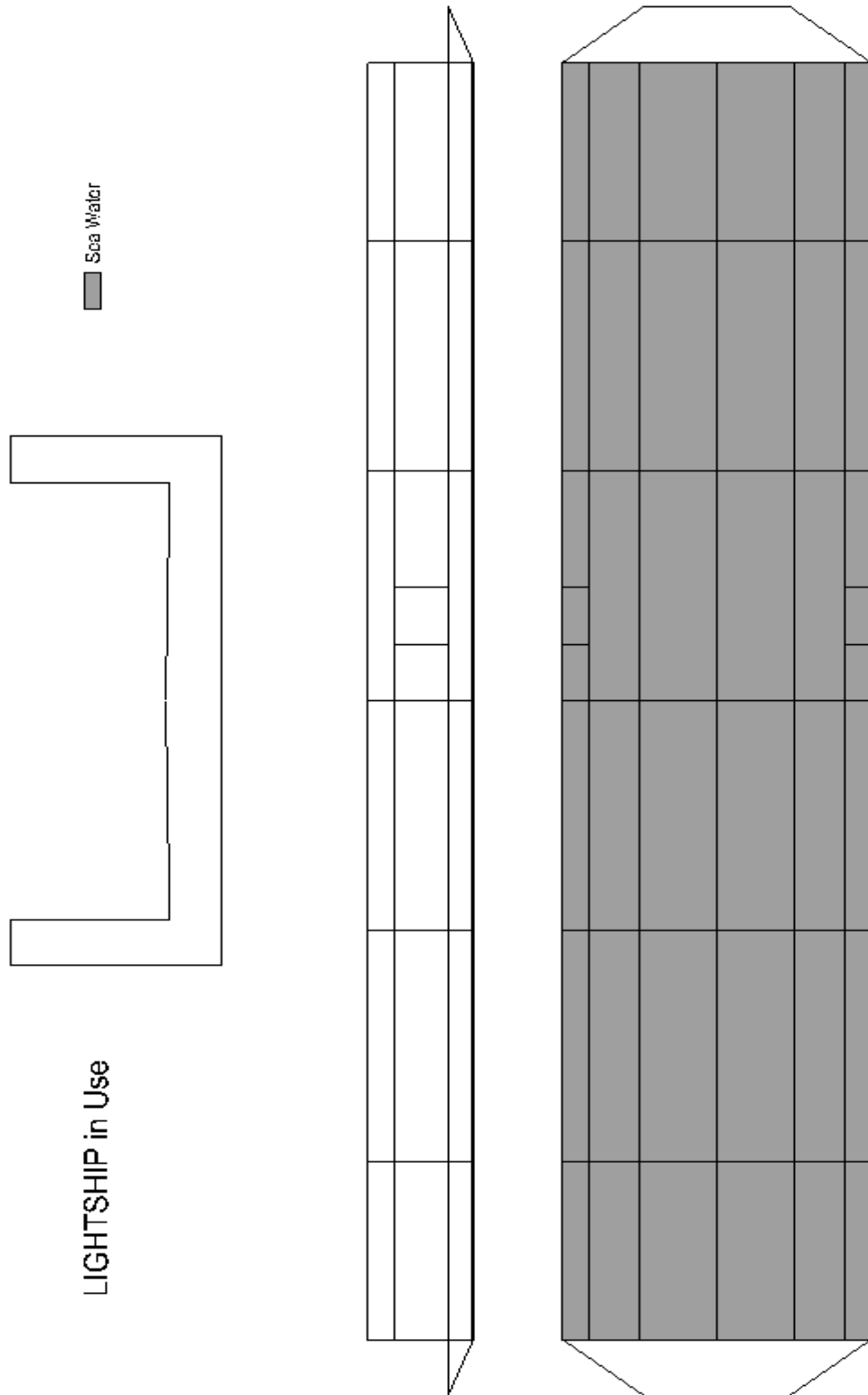
ε) Επιπρόσθετα η επιφάνεια κάτω της καμπύλης του μοχλοβραχίονα επαναφοράς μεταξύ των γωνιών 30° και 40° είναι:

$$A_2 = 4,35 - 2,92 = 1,43 \text{ m} \times \text{rad} > 0,03 \text{ m} \times \text{rad}$$

4. Κατάσταση άφορτης δεξαμενής μετά από χρήση.

CASE	2		CONDITION	LS after use	
	Weight (tons)	KG (m)	M (tonsxm)	LCG(m)	M (tonsxm)
W _{ST}	8254,00	4,73	39041,42	123,20	1016892,80
W _{OT}	352,00	6,35	2235,20	122,01	42947,52
W _M	523,50	19,39	10150,67	125,85	65882,48
W _B	1085,85	0,05	54,29	123,20	133776,72
Displacement	10215,35	5,04	51481,58	123,29	1259499,52
Δ	10215,35	tons		LCB	0 m
V	9966,20	m ³		LCG	0,0948 m
MCT	215400	mxt/m		ΔT	0,00450 m
TPI	110,40	t/cm		ΔTA	0,00225 m
Lg/Lpp	0,49962			ΔTF	0,00225 m
Lf/Lpp	0,50038				
KB	0,45			Draught AFT	0,9322 m
BM	191,65			Draught MID	0,9300 m
KM	192,10			Draught FWD	0,9278 m
KG	5,04	KG corrected	5,04		
GM	187,06				
Σ (Ixy)/Δ	0,00				
GM corrected	187,06				
φ	sinφ	KZ	KG cor sinφ	GZ	
5	0,08716	11,84	0,44	11,4	
10	0,17365	13,72	0,88	12,84	
12	0,20791	13,93	1,05	12,88	
15	0,25882	14,13	1,3	12,83	
30	0,50000	14,99	2,52	12,47	
40	0,64279	15,45	3,24	12,21	
45	0,70711	14,57	3,56	11,01	
60	0,86600	13,89	4,36	9,53	
75	0,96593	11,36	4,87	6,49	
90	1,00000	8,18	5,04	3,14	





Στην κατάσταση αυτή θα προσθέσουμε στους υπολογισμούς το έρμα που παραμένει στις δεξαμενές και δεν μπορεί να αντληθεί. Θεωρούμε ότι το ύψος του έρματος στις δεξαμενές είναι 100mm. Επομένως ο όγκος του νερού θα είναι

$$V = 225,70 \times 46,80 \times 0,25 = 1056,27 \text{m}^3$$

$$W_B = 2640,69 \times 1,028 = 1085,85 \text{ tons}$$

Και το συνολικό εκτόπισμα της δεξαμενής θα είναι

$$\Delta = 10215,35 \text{ tons}$$

Θα υπολογίσουμε το M_F για τις δεξαμενές. Για τις δεξαμενές που $M_F < 10\% \Delta$ δεν λαμβάνουμε υπόψη την διόρθωση λόγω ελευθέρων επιφανειών.

Για τις δεξαμενές 1,4,21,24 είναι

$$M_F = 1,028 \times 31,5 \times 11,7 \times 0,1 \times 5,85 = 221,63 < 10\% \times 10215,35 \text{ tons}$$

Για τις δεξαμενές 2,3,22,23 είναι

$$M_F = 1,028 \times 31,5 \times 11,7 \times 0,1 \times 17,55 = 664,92 < 10\% \times 10215,35 \text{ tons}$$

Για τις δεξαμενές 5,8,9,12,13, 16, 17, 20 είναι

$$M_F = 1,028 \times 40,5 \times 11,7 \times 0,1 \times 17,55 = 854,89 < 10\% \times 10215,35 \text{ tons}$$

Για τις δεξαμενές 6,7,10,11,14, 15, 18, 19 είναι

$$M_F = 1,028 \times 40,5 \times 11,7 \times 0,1 \times 5,85 = 284,96 < 10\% \times 10215,35 \text{ tons}$$

Επομένως δεν λαμβάνουμε καμία απο τις δεξαμενές υποψηνη για διόρθωση του GM

ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ LIGHTSHIP in use

α) Το αρχικό μετακεντρικό ύψος είναι $GM = 187,06m > 0,15$
($GM > 1,2625m$ όπως απαιτείται κατά ABS)

β) Η γωνία θ_M , η οποία αντιστοιχεί στο μέγιστο μοχλοβραχίονα επαναφοράς είναι $\theta_M = 25,04^\circ > 25^\circ$

γ) Ο μοχλοβραχίονας $GZ = 13,59m > 0,20m$ σε γωνία 30°

δ) Το εμβαδό κάτω της καμπύλης του μοχλοβραχίονα επαναφοράς είναι

$$1.A_1 = 6,471 \text{ m x rad} > 0,055 \text{ m x rad} \text{ μέχρι τη γωνία } 30^\circ$$

$$1.A_1 + A_2 = 8,746 \text{ m x rad} > 0,06 \text{ m x rad} \text{ μέχρι τη γωνία } 40^\circ$$

ε) Επιπρόσθετα η επιφάνεια κάτω της καμπύλης του μοχλοβραχίονα επαναφοράς μεταξύ των γωνιών 30° και 40° είναι:

$$A_2 = 8,746 - 6,471 = 2,275 \text{ m x rad} > 0,03 \text{ m x rad}$$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 16

Έλεγχος γραμμής φόρτωσης

Στο παρόν κεφάλαιο θα πραγματοποιηθεί έλεγχος της γραμμής φόρτωσης. Ο έλεγχος θα γίνει με βάση τις απαιτήσεις του ABS, ενώ συμπληρωματικά, αν και δεν απαιτείται, θα εξεταστεί αν ικανοποιούνται οι απαιτήσεις της Διεθνούς Σύμβασης γραμμής φόρτωσης 1966.

A. Σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ABS

Σύμφωνα με τους κανονισμούς του ABS (Rules for Building and classing steel floating dry docks, Part 3, Chapter 3, Section 2) θα πρέπει να πληρούνται οι παρακάτω απαιτήσεις:

Έξαλα στα side walls

Όταν το βύθισμα της δεξαμενής είναι το μέγιστο ($T_{MAX} = 13,60m$) θα πρέπει τα έξαλα να μην είναι λιγότερο από 1m, με την προϋπόθεση ότι τα side walls είναι υδατοστεγή έως το υψηλότερο κατάστρωμα. Στην περίπτωση μας έχουμε:

$$YE = 15,65 - 13,60 = 2,05m > 1m.$$

Έξαλα Ποντονιού

Στην περίπτωση που η δεξαμενή έχει δεξαμενισμένο πλοίο με βάρος ίσο με τη μέγιστη ανυψωτική ικανότητα 30.000tons τα έξαλα πρέπει να είναι

Για το μέσο της δεξαμενής: 300mm

Για τα άκρα: 75mm

Συνεπώς το μέγιστο βύθισμα πρέπει να είναι :

$$T_{max} = \max \{ 4.200 - 0.300, 4.200 - 0.075 \} = 4,125$$

Εξετάζουμε αν ικανοποιείται αυτή η απαίτηση.

$$T_{MAX} = 4,125m$$

$$\Delta = 45508,00tons$$

$$LS = 9129,50 tons$$

$$LC = 30000,00tons$$

Additional water ballast = 45508,00 - 9129,50 – 30000,00 = 6378,50tons

Επομένως πληρούνται οι προϋποθέσεις γραμμής φόρτωσης του ABS και επιπλέον υπάρχει περιθώριο για δεξαμενισμό μεγαλύτερου πλοίου, η/και για την χρήση επιπλέον έρματος για ρύθμιση τυχόν διαγωγής ή κλίσης.

B. Σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Διεθνούς Σύμβασης Γραμμής Φόρτωσης 1966.

1. Βασικό ύψος εξάλλων

Από τον πίνακα Α (πλοία μεταφοράς υγρού φορτίου) παίρνουμε τις τιμές

Για μήκος 225m → BYE = 2833

Για μήκος 230m → BYE = 2872

με γραμμική παρεμβολή προκύπτει

$$BYE = (2872-2833)(225,70-225,00)/(230-225)+2833 \Rightarrow \underline{BYE = 2838,46mm}$$

2. Διόρθωση για πλοία κάτω των 100m

Καμία διόρθωση

$$YE_2 = BYE = 2838,46mm$$

3. Διόρθωση για το συντελεστή γάστρας

Από το υδροστατικό διάγραμμα προκύπτει $C_{B0,85D} = 0.958$

$$YE_3 = YE_2 \times (C_{B0,85D} + 0,68)/1,36 = 2838,46 \times (0,958 + 0,68)/1,36 = 3418,67mm$$

$$\underline{YE_3 = 3418,67mm}$$

4. Διόρθωση για το πλευρικό ύψος

Το πλευρικό ύψος είναι $4,6m < 15,046 = L/15$

Άρα καμία διόρθωση δεν γίνεται

$$\underline{YE_4 = YE_3 = 3418,67\text{mm}}$$

5. Διόρθωση για τις υπερκατασκευές.

Καμία διόρθωση δεν γίνεται καθώς το πλάτος των πλευρικών πύργων είναι

$$2 \times 4,2 = 8,4 < 28,8 = 0,6B$$

$$\underline{YE_5 = YE_4 = 3418,67\text{mm}}$$

6. Διόρθωση για τη σιμότητα

Το μέσο μέτρο της κανονικής σιμότητας για το πρωραίο και το πρυμναίο ήμισυ της δεξαμενής δίνεται από τις σχέσεις:

$$M_{NF} = 16,6750 (L/3 + 10) \text{ για το πρωραίο}$$

$$M_{NA} = 8,3375 (L/3 + 10) \text{ για το πρυμναίο}$$

$$M_{NF} = 16,6750 (225,70/3 + 10) = 1421,26$$

$$M_{NA} = 8,3375 (225,70/3 + 10) = 710,63$$

οπότε το σύνολο ελλείμματος είναι

$$1421,26 + 710,63 = 2131,89$$

Άρα

$$YE_6 = YE_5 + 2131,89 * (0,75 - S/2L) = 3418,67 + 2131,89 \times 0,25 = 3951,64\text{mm}$$

$$\text{Συνεπώς } YE = 3951,64\text{mm}$$

$$\text{οπότε μέγιστο βύθισμα } T_{MAX} = D_f - YE = 4210,00 - 3951,64 = 258,36\text{mm} = 0,258\text{m}$$

Αυτό είναι αδύνατο να συμβεί καθώς από το υδροστατικό διάγραμμα προκύπτει ότι η άφορτη δεξαμενή έχει βύθισμα 0,84m (για εκτόπισμα ίσο με το $LS = 9129,50 \text{ tons}$ που υπολογίστηκε προσεγγιστικά στο κεφάλαιο 1)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 17

Υπολογισμός αντίστασης ρυμούλκησης

Ο θεωρητικός υπολογισμός της αντίστασης ενός πλοίου και κατά συνέπεια οποιασδήποτε πλωτής κατασκευής, όπως είναι και οι πλωτές δεξαμενές, είναι πρακτικά αρκετά δύσκολος. Γι' αυτό το λόγο είναι φυσική η καταφυγή σε πειράματα σε πειραματικές δεξαμενές, με μοντέλα υπό κλίμακα και τις διάφορες συστηματικές μεθόδους που έχουν αναπτυχθεί για τον προσδιορισμό της αντίστασης. Καθότι στα πλαίσια της παρούσας εργασίας είναι αδύνατη η πραγματοποίηση πειραμάτων, και καθώς δεν έχουν αναπτυχθεί συστηματικές σειρές για πλωτές δεξαμενές, θα χρησιμοποιήσουμε μέθοδο που αντιστοιχεί σε πλοία που το σχήμα τους παρουσιάζει ομοιότητες με μια πλωτή

δεξαμενή. Ένα τέτοιο πλοίο είναι ένα μεγάλο οχηματαγωγό ανοιχτού τύπου.

Σειρά για Ε/Γ – Ο/Γ ανοιχτού τύπου.

Οι πειραματικές καμπύλες αντίστασης δίνονται με άξονα τετμημένων που αντιστοιχεί στον αριθμό Froude και με άξονα τεταγμένων που αντιστοιχεί στο μέγεθος $EHP \times 10^3 / \Delta^{2/3} \times V^3$ [PS/(tons)^{2/3}(knots)³].

Τα στοιχεία που θα χρειαστούν για αυτή τη μέθοδο είναι

$$L_{BP}/B = 225.70 / 46.80 = 4.83 \quad B/T = 46.80 / 0.84 = 55.71$$

$$C_1 = EHP \times 10^3 / [\Delta^{2/3} \times V^3] \text{ από το σχήμα 3 για } B/T = 55.71$$

Επίσης είναι γνωστές οι σχέσεις:

$$EHP \text{ (PS)} = R_T \times U_s / 75$$

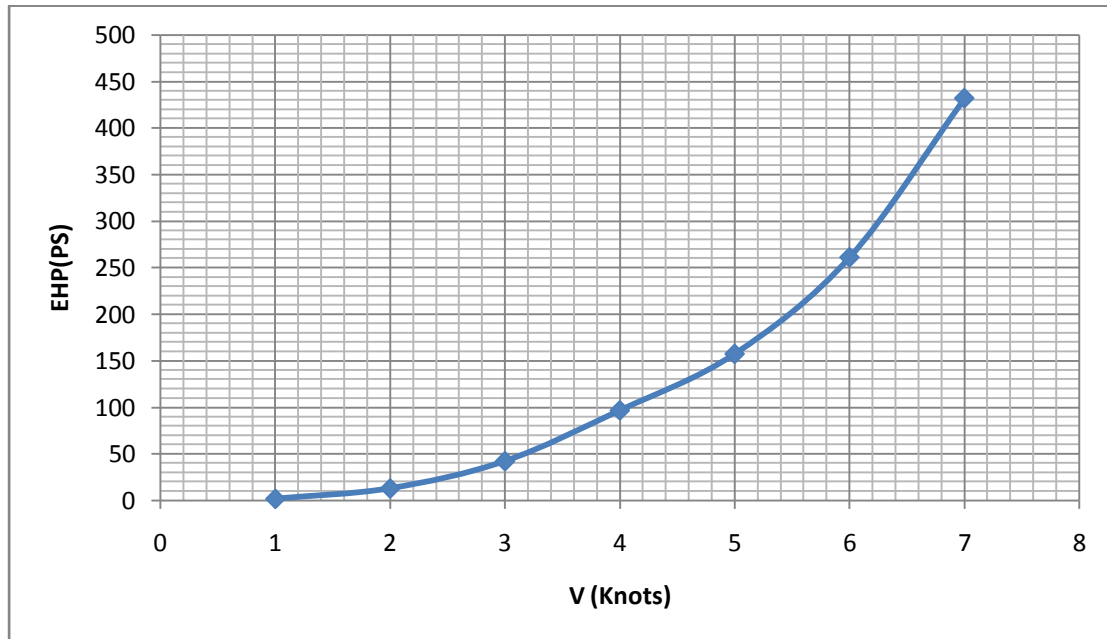
$$C_T = EHP / [\rho \times U_s^3 \times (V/L)]$$

Έτσι συμπληρώνουμε τον παρακάτω πίνακα.

V_s (kn)	U_s (m/sec)	F_n	C	EHP(PS)	R_T (kp)	$C_T \times 10^3$
1	0.5144	0.011401	3.4	1.712	249.62	0.230977
2	1.0288	0.022803	3.2	12.891	939.77	0.217390
3	1.5432	0.034204	3.1	42.148	2048.41	0.210596
4	2.0576	0.045606	3.0	96.683	3524.15	0.203803
5	2.5720	0.057007	2.5	157.363	4588.73	0.169836
6	3.0864	0.068408	2.4	261.046	6343.46	0.163042
7	3.6008	0.079810	2.5	431.804	8993.91	0.169836

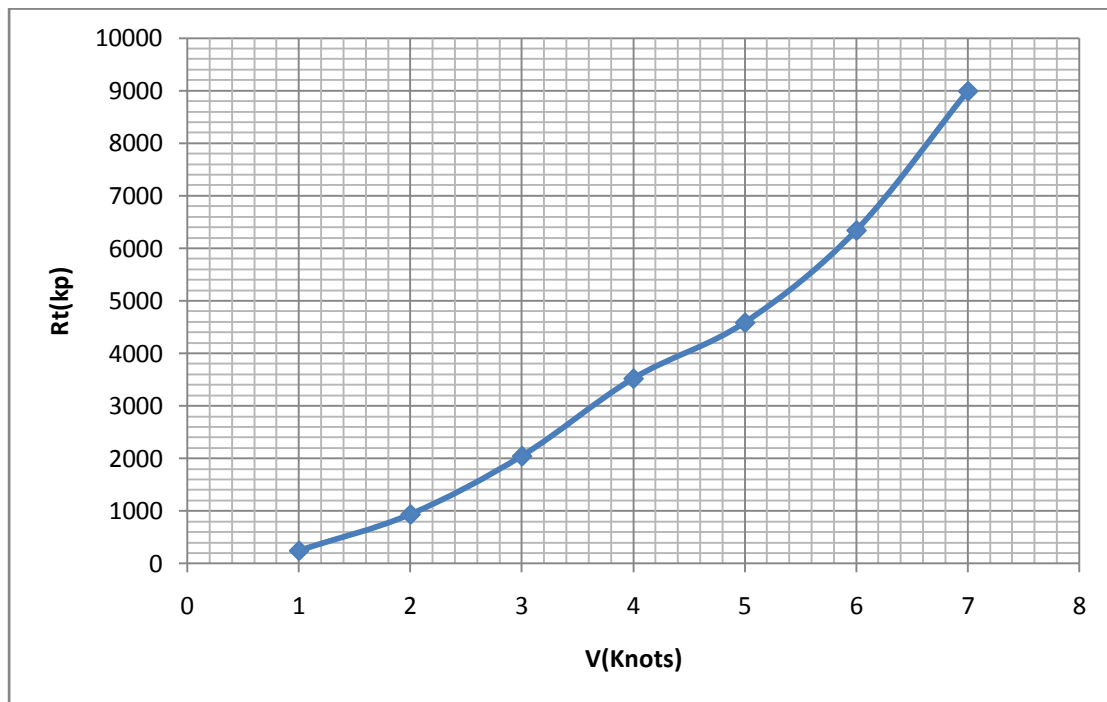
Τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα παρουσιάζονται και υπό μορφή διαγραμμάτων

Στο διάγραμμα 1 φαίνεται η κατανομή της ισχύος ρυμούλκησης EHP σε σχέση με την ταχύτητα με την οποία κινείται η δεξαμενή.



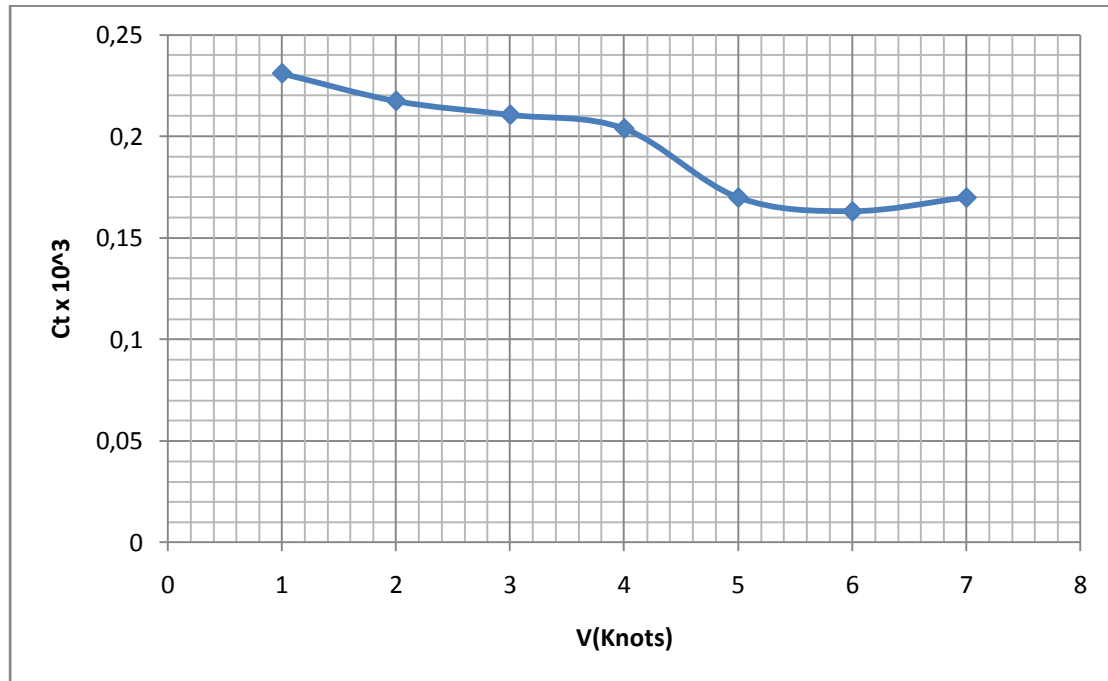
Διάγραμμα 1: EHP-V

Στο διάγραμμα 2 υπάρχει η κατανομή της αντίστασης έλξης σε kp σε σχέση με την ταχύτητα που κινείται η δεξαμενή.



Διάγραμμα 2: R_t - V

Στο διάγραμμα 3 υπάρχει η κατανομή του συντελεστή ολικής αντίστασης C_T σε σχέση με την ταχύτητα που κινείται η δεξαμενή.



Διάγραμμα 3: $C_t - V$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 18

Οδηγίες δεξαμενισμού

Στο παρών κεφάλαιο παρουσιάζονται οι οδηγίες για τον ασφαλή δεξαμενισμό πλοίου επί της υπό μελέτη δεξαμενής.

1. Προετοιμασία για την διαδικασία δεξαμενισμού

1.01. Απαιτούμενα στοιχεία για το πλοίο

Τα παρακάτω στοιχεία για το πλοίο που πρόκειται να δεξαμενιστεί θα πρέπει να διατίθενται το νωρίτερο δυνατόν

- A) Κύριες διαστάσεις
- B) Πρωραίο και πρυμναίο βύθισμα και βάρος δεξαμενισμού
- Γ) Σχήμα της τρόπιδας και του πυθμένα του πλοίου
- Δ) Θέση του κέντρου βαρους

Διαστάσεις των ελευθέρων επιφανειών των δεξαμενών του πλοίου, στην περίπτωση που το πλοίο απαιτεί την μέγιστη ανυψωτική ικανότητα της δεξαμενής

1.02. Έλεγχος διαστάσεων

Το μέγιστο βύθισμα δεν πρέπει να ξεπερνά τα 8m. Πλοίο με μέγιστο πλάτος 34m μπορεί να δεξαμενιστεί με ασφάλεια.

Το ελάχιστο μήκος πλοίου καθορίζεται στο 1.03. Η αποδεκτή προβολή του μήκους στα άκρα των δεξαμενών εξαρτάται από την κατασκευή της γάστρας του πλοίου.

1.03. Έλεγχος φόρτωσης κεντρικών υποβάθρων

Η ανά μέτρο κατανομή βάρους του πλοίου δεν πρέπει να ξεπερνάει τη μέγιστη αποδεκτή φόρτωση των κεντρικών υποβάθρων 145t/m.

1.04. Έλεγχος πλευρικής στήριξης.

Πρέπει να ελεγχθεί σε σχέση με το body plan του πλοίου, πόσα πλευρικά υπόβαθρα μπορούν να τοποθετηθούν. Ο ελάχιστος αριθμός πλευρικών υποβάθρων είναι 8.

1.05. Έλεγχος ευστάθειας

Ο έλεγχος ευστάθειας πρέπει να γίνει με σύμφωνα με τα έγγραφα ευστάθειας. Η χαρακτηριστική τιμή του GM δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 1m.

1.06. Σημείωση της θέσης του πλοίου

Στις περιπτώσεις πλοίων που χρησιμοποιούν τη μέγιστη ανυψωτική ικανότητα της δεξαμενής, το κέντρο βάρους πρέπει να τοποθετείται κατά το διάμηκες πάνω στο κέντρο πλευστότητας της δεξαμενής.

1.07. Έλεγχος κεντρικών και πλευρικών υποβάθρων

Πριν από την διαδικασία δεξαμενισμού, πρέπει να ελέγχεται η κατάσταση της ξύλινης επένδυσης των υποβάθρων.

1.08. Εκκένωση της δεξαμενής

Κάθε μέρος εξοπλισμού που παρεμποδίζει την ελεύθερη είσοδο του πλοίου στη δεξαμενή, όπως σκάλες, σκαλωσιές κλπ, θα πρέπει να αφαιρείται. Αντικείμενα που μπορούν να βυθιστούν θα πρέπει να προστατεύονται από την βύθιση.

1.09. Προετοιμασία των σχοινιών για τον δεξαμενισμό του πλοίου

Τα σχοινιά που χρειάζονται για τον δεξαμενισμό και το δέσιμο του πλοίου.

1.10. Προετοιμασία των μετρητικών οργάνων

ώστε να ελέγχεται το πραγματικό κέντρο της δεξαμενής.

1.11. Έλεγχος ακριβούς ένδειξης για:

Μετρητές βυθίσματος, κλισιόμετρα και δείκτες εκτροπής στο control room.

Μετά από έναν ορισμένο αριθμό διαδικασιών δεξαμενισμού, όλα τα όργανα πρέπει να ελέγχονται κατά την διαδικασία βύθισης της δεξαμενής, όταν η δεξαμενή βρίσκεται βυθισμένη τόσο ώστε η κορυφή των υποβάθρων να βρίσκεται στην στάθμη της επιφάνειας της θάλασσας. Όταν η δεξαμενή βρίσκεται σε οριζόντια θέση, θα πρέπει τα διαμήκη και εγκάρσια κλισιόμετρα να δείχνουν οριζόντια θέση.

1.12. Έλεγχος ετοιμότητας του απαιτούμενου εξοπλισμού για την διαδικασία δεξαμενισμού

Οι κύριες αντλίες και οι αντλίες πυρκαγιάς πρέπει να ελέγχονται για κατάλληλη λειτουργία.

Έλεγχος των αντλιών εκκένωσης διατηρώντας τα κύρια επιστόμια και τα επιστόμια διανομής κλειστά.

Έλεγχος λειτουργίας των κυρίων επιστομιών με κλειστά τα επιστόμια διανομής, και αντίστροφα.

Έλεγχος ηλεκτρικών εργατών και των μηχανισμών τους.

Έλεγχος τηλεφωνικού συστήματος, και ειδικά τις συνδέσεις στο χώρο της δεξαμενής.

Έλεγχος των μεγαφώνων.

1.13. Στήριξη γερανών

Για την διαδικασία δεξαμενισμού οι γερανοί δεν θα πρέπει να είναι σε λειτουργία, και να είναι στηριγμένοι στο σημείο που προβλέπεται, από την αντίθετη πλευρά από αυτήν της εισόδου του πλοίου και οι βραχίονες θα είναι τοποθετημένοι κατά το διάμηκες της δεξαμενής.

1.14. Απαιτούμενο προσωπικό

Ένας δεξαμενιστής

Ένας ηλεκτρολόγος

Ένας χειριστής μηχανημάτων

Εργάτες δεξαμενής έμπειροι στο χειρισμό των απαιτούμενων μηχανημάτων

2. Διαδικασία δεξαμενισμού

2.01. Βύθιση της δεξαμενής.

Η δεξαμενή βυθίζεται μέχρι η κορυφή των υποβάθρων να βρίσκεται τουλάχιστον 30cm κάτω από την τρόπιδα του πλοίου.

Για το δεξαμενισμό πλοίων με μεγάλη διαγωγή, η δεξαμενή θα πρέπει να πάρει κατάλληλη διαγωγή.

2.02. Τοποθέτηση του πλοίου μπροστά από την είσοδο της δεξαμενής.

Το προς δεξαμενισμό πλοίο θα πρέπει να έχει κατάλληλη διαγωγή ώστε να επικαθίσει σε όσο το δυνατόν περισσότερα υπόβαθρα. Μετά την βύθιση της δεξαμενής στο κατάλληλο βύθισμα, μέσω των μεγαφώνων δίνονται οδηγίες στο πλοίο για την είσοδο στη δεξαμενή.

2.03. Είσοδος του πλοίου

Η είσοδος του πλοίου εξαρτάται από τις συνήθειες πρακτικές του ναυπηγείου, είτε με ρυμουλκά πλοία, είτε χρησιμοποιώντας μεγάλο μήκους συρματόσχοινα δεμένα στους ηλεκτρικούς εργάτες.

2.04. Ευθυγράμμιση του πλοίου

Το δεμένο πλοίο ευθυγραμμίζεται κατά μήκος στο κέντρο της δεξαμενής. Η κατά το πλάτος ευθυγράμμιση γίνεται με χρήση μετρητικών οργάνων που διαθέτει το ναυπηγείο για αυτήν τη χρήση. Στην περίπτωση πλοίων που έχουν μικρό βάρος δεξαμενισμού δεν είναι απαραίτητη η απόλυτη ευθυγράμμιση κατά μήκος. Το κέντρο βάρους του πλοίου θα πρέπει να βρίσκεται σε μικρότερη από 20cm απόσταση από το κέντρο άντωσης της δεξαμενής κατά το διάμηκες και μικρότερη από 5cm εγκάρσιως.

2.05. Ανέλκυση της δεξαμενής.

Μετά την κατάλληλη τοποθέτηση του πλοίου στη δεξαμενή αρχίζει η διαδικασία ανέλκυσης της δεξαμενής.

Για τον σκοπό αυτό οι αντλίες τίθενται σε λειτουργία η μία μετά την άλλη με τα κύρια επιστόμια και τα επιστόμια διανομής κλειστά. Μόλις

ανοίξουν τα επιστόμια διανομής η δεξαμενή ανελκύεται μέχρι το πλοίο να ακουμπήσει τα υπόβαθρα. Σε αυτό το σημείο είναι απαραίτητο να ελεγχθεί η θέση του πλοίου στη δεξαμενή.

Κατά την ανέλκυση της δεξαμενής, οι προσδέσεις που χαλαρώνουν πρέπει να τεντώνονται. Αν οι χαλαρές προσδέσεις προκαλούν μετατόπιση του πλοίου, τότε η δεξαμενή θα πρέπει να ξαναβυθιστεί ώστε να τοποθετηθεί το πλοίο στην σωστή θέση.

2.06. Έλεγχος θέσης πλοίου στη δεξαμενή

Είναι απαραίτητος ο έλεγχος της κατάλληλης στήριξης του πλοίου από τα κεντρικά και τα πλευρικά υπόβαθρα. Αν παρατηρηθεί ότι ο αριθμός των πλευρικών υποβάθρων είναι ανεπαρκής, τότε θα πρέπει να εφαρμοστούν επιπλέον πλευρικά υπόβαθρα.

3. Επιτρεπόμενα όρια εκτροπής και διαφορές στη στάθμη του νερού.

Όταν δεξαμενίζονται αβλαβή πλοία που συνεπώς έχουν πλήρη καμπτική αντοχή, η εκτροπή δεν πρέπει να ξεπερνά τα 12cm. Για τον έλεγχο χρησιμοποιείται υδραυλικό όργανο μέτρησης. Σε περίπτωση ασυνήθιστων διαδικασιών δεξαμενισμού η εκτροπή δεν πρέπει να ξεπερνά τα 25cm που αντιστοιχούν στο 1/1000 του μήκους της δεξαμενής.

Για την αποφυγή υψηλής καταπόνησης των φρακτών όλες οι δεξαμενές έρματος θα πρέπει να εκκενώνονται και να γεμίζουν κατά το δυνατότερο ομοιόμορφα. Όταν αυτό δεν είναι δυνατό για λόγους κατανομής βάρους και επίτευξης της απαραίτητης διαγωγής, οι γειτονικές δεξαμενές δεν πρέπει να έχουν μεγαλύτερη διαφορά στάθμης νερού από 3,5m.

4. Διαδικασία αποδεξαμενισμού.

Κατά τη διαδικασία εξόδου του πλοίου από την δεξαμενή είναι απαραίτητη η ασφάλιση του πλοίου κατά την εγκάρσια κατεύθυνση ώστε να αποφευχθεί να παρασυρθεί το πλοίο.

Αμέσως πριν το πλοίο βρεθεί σε κατάσταση ελεύθερης πλεύσης, θα πρέπει α πλευρικά υπόβαθρα να τοποθετηθούν στην χαμηλότερή τους θέση.

Η δεξαμενή θα πρέπει να βυθιστεί έως τα κεντρικά υπόβαθρα να βρίσκονται 30cm κάτω από την τρόπιδα του πλοίου.

Η ρυμούλκηση του πλοίου έξω από την δεξαμενή μπορεί να γίνει σύμφωνα με τις συνήθεις πρακτικές του ναυπηγείου είτε με ρυμουλκά πλοία είτε χρησιμοποιώντας τους ηλεκτρικούς εργάτες που βρίσκονται στην πλευρά της εισόδου της δεξαμενής.

5. Ασυνήθιστες διαδικασίες δεξαμενισμού

5.01. Δεξαμενισμός πλοίων με μεγάλη διαγωγή

Πλοία με τοποθετημένη τη μηχανή στο πίσω μέρος έχουν μεγάλη έμπρυμη διαγωγή. Αν δεν μπορεί να διορθωθεί η διαγωγή με την προσθήκη έρματος, τότε το πλοίο πρέπει να εισέλθει στην δεξαμενή με αυτήν την διαγωγή. Σε αυτή την περίπτωση η απαιτούμενη διαγωγή δεν πρέπει να ξεπερνά τα 2.9m.

Μετά την τοποθέτηση του πλοίου πάνω στα κεντρικά υπόβαθρα η δεξαμενή θα πρέπει να έλθει στην οριζόντια θέση.

5.02. Δεξαμενισμός πλοίων με βλάβες

Στην περίπτωση δεξαμενισμού πλοίων με βλάβες θα πρέπει να ελέγχεται αν τα ελάσματα του πυθμένα έχουν παραμορφωθεί προς τα έξω.

5.03. Αφαίρεση των κεντρικών και πλευρικών υποβάθρων

Αν εργασίες επισκευής απαιτούν αφαίρεση κάποιων υποβάθρων σε μεγάλη περιοχή, τα γειτονικά υπόβαθρα θα πρέπει να ανακουφιστούν από την επιπλέον φόρτωση. Αν το πλοίο έχει επαρκή ακαμψία δεν απαιτείται τοποθέτηση επιπλέον υποβάθρων, εάν τα αφαιρούμενα υπόβαθρα δεν καλύπτουν περιοχή μεγαλύτερη από το 10% του μήκους. Εξάλλου η απαιτούμενη επιπλέον στήριξη εξαρτάται από την φύση της εκάστοτε ζημιάς.

5.04. Έλεγχος πίεσης των δεξαμενών

Τα tanker με μέγεθος που επιτρέπεται να δεξαμενιστούν στην δεξαμενή έχουν συνήθως μικρότερο βάρος από την μεταφορική ικανότητα της δεξαμενής. Με τέτοια tankers, ο έλεγχος πίεσης δεξαμενών μπορούν να γίνουν γεμίζοντας ξεχωριστά κάθε δεξαμενή τόσο ώστε να μην ξεπερνιέται το αποδεκτό βάρος για κάθε υπόβαθρο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 19

Τεχνική προδιαγραφή

Η δεξαμενή θα κατασκευαστεί σύμφωνα με τις προδιαγραφές του American Buereu Shipping (ABS).

ΜΕΡΟΣ 1^ο:ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

1. Κύριες διαστάσεις

Ολικό μήκος	L_{OA}	246.40	m
Μήκος ποντογιού	L_{IN}	225.70	m
Μήκος διάταξης υποβάθρων		225.70	m
Ολικό πλάτος της μεταλλικής κατασκευής	B_{OF}	46.80	m
Πλάτος των πλαϊνών Πύργων (side walls)	b	4.10	m
Καθαρό πλάτος μεταξύ πλαϊνών πύργων	B_{IN}	37.40	m
Καθαρό πλάτος μεταξύ των διαδρόμων		35,34	m
Κλίση καταστρώματος του ποντογιού		0.30	m
Ύψος των υποβάθρων (Keel blocks)		1.40	m
Ύψος των εξάλων στο μέγιστο βύθισμα		2.05	m
Ύψος εξάλων με μέγιστο φορτίο στη center line		2.05	m
Μέγιστο βύθισμα πάνω από τα υπόβαθρα		10.05	m
Ανυψωτική ικανότητα		30 000	tons
Χρόνος άντλησης, μέχρι την αποβύθιση του ποντογιού		120	minutes

Όταν εάν πλοίο βάρους 30000tons είναι δεξαμενισμένο μια επιπλέον ποσότητα έρματος 4000tons θα είναι διαθέσιμα πιθανή διόρθωση της διαγωγής και της εγκάρσιας κλίσης

2. Τύπος δεξαμενής και κεντρική διάταξη

Η δεξαμενή θα έχει μέγιστη ανυψωτική ικανότητα 30.000tons και θα κατασκευαστεί σύμφωνα με την τεχνική προδιαγραφή. Είναι τύπου caisson dock, με μέση τομή σχήματος ανάποδου Π. Η απόσταση μεταξύ των εγκάρσιων ενισχυτικών ορίζεται σε 750mm

Η δεξαμενή υποδιαιρείται σε 24 τμήματα από δύο υδατοστεγείς διαμήκεις πλευρικές φρακτές, μία πλευρική και πέντε εγκάρσιες. Η άντληση του έρματος των δεξαμενών γίνεται από έξι κύριες αντλίες έρματος. Η κάθε αντλία θα καταθλίβει στη θάλασσα μέσω ξεχωριστού επιστομίου. Από την άλλη πλευρά θα ενώνεται με έναν συλλέκτη προς κάθε δεξαμενή. Κάθε κλάδος έχει ξεχωριστό επιστόμιο. Επιπλέον θα υπάρχει βοηθητικό δίκτυο με τα απαραίτητα επιστόμια έτσι ώστε να είναι δυνατή η άντληση του έρματος οποιασδήποτε δεξαμενής από οποιαδήποτε αντλία. Το δίκτυο έρματος περιλαμβάνει ακόμα 12 κύρια

ηλεκτροκίνητα επιστόμια, 24 επιμεριστικά επίσης ηλεκτροκίνητα και 6 επιστόμια χειροκίνητα τα οποία χωρίζουν τα δίκτυα των αντλιών μεταξύ τους. Περισσότερες πληροφορίες υπάρχουν στο τρίτο μέρος αυτής της προδιαγραφής.

Κάθε πλευρικός πύργος υποδιαιρείται σε δύο τμήματα από το κατάστρωμα ασφαλείας. Το κατάστρωμα αυτό βρίσκεται 3,90m κάτω από το ψηλότερο κατάστρωμα και είναι το ανώτερο όριο που μπορεί το νερό να φθάσει μέσα στις δεξαμενές. Οι δεξαμενές των πύργων συνεχίζονται και στο ποντόνι και υποδιαιρούνται κατά το διάμηκες από πέντε υδατοστεγείς φρακτές όπως ακριβώς και οι δεξαμενές του ποντονιού.

Οι μεταλλικές φρακτές για την δεξαμενή κάτω από το κατάστρωμα ασφαλείας ενισχύονται από frames τύπου L με εγκάρσια απόσταση 750mm. Κάθε frame είναι ενισχυμένο στην center line φρακτή για την αντιμετώπιση των φορτίων των υποβάθρων. Πάνω από το κατάστρωμα ασφαλείας, εκτείνονται εγκάρσια και διαμήκη ενισχυτικά τύπου L. Κάθε 6m υπάρχει ενισχυμένος νομέας που αποτελείται από μια μη στεγανή εγκάρσια φρακτή στο ποντόνι και από διαγώνια ενισχυτικά τύπου L στα side walls. Στο ποντόνι υπάρχουν υποστυλώματα σε κάθε νομέα, ενωμένα με τα διαμήκη ενισχυτικά του καταστρώματος, και απέχουν μεταξύ τους 3,70m.

Για την καλύτερη άντληση του νερού των δεξαμενών υπάρχουν πηγάδια αναρρόφησης με βάθος περίπου 100mm στο άκρο κάθε αγωγού του κυρίως δικτύου έρματος.

Στις άκρες των πύργων, πλώρα και πρύμα, υπάρχουν σκάλες που οδηγούν στο ψηλότερο κατάστρωμα, στο οποίο βρίσκεται γερανός που κινείται πάνω σε ράγες που εκτείνονται σε όλο το μήκος των πύργων.

3. Ύψα

Ύψος εξάλων στο μέγιστο βύθισμα	2,050m
Ύψος εξάλων με μέγιστο φορτίο Μετρημένο στη Center line	0,376m
Μετρημένο στην πλευρά του ποντονιού	0,076m

4. Καταστάσεις φόρτωσης και τάσεις

Οι καταστάσεις φόρτισης και οι τιμές των τάσεων πρέπει να είναι σύμφωνες με τους κανόνες του A.B.S. για απλωτές δεξαμενές.

Οι επιτρεπόμενες πιέσεις στο υλικό της μεταλλικής κατασκευής θα συμφωνούν με τις αντίστοιχες του παραπάνω Νηογνώμονα.

5. Ευστάθεια

Η ευστάθεια της δεξαμενής υπολογίζεται όταν η δεξαμενή είναι φορτωμένη με ένα σκάφος συνολικού βάρους 30.000tons. Στη χειρότερη κατάσταση από πλευράς ευστάθειας θα πρέπει το μετακεντρικό ύψος να είναι τουλάχιστον 2,40m.

6. Υλικά κατασκευής

Τα υλικά των ελασμάτων και των νομέων της δεξαμενής επιλέγονται σύμφωνα με τον A.B.S.

7. Κατασκευή

Το σχέδιο γενικής διάταξης (General Arrangement Plan) και η κατασκευαστική προδιαγραφή υποβάλλονται για την κατασκευή της

δεξαμενής. Η εργασία θα εκτελεστεί σύμφωνα με τις προδιαγραφές τις τεχνικές του ναυπηγείου για συγκολλητές κατασκευές.

Οι ακμές των ελασμάτων θα καθαριστούν με τη μέθοδο της οξυγόνο-ασετιλίνης.

Τα επιμέρους τμήματα της μεταλλικής κατασκευής θα συγκολληθούν με τη μέθοδο ηλεκτρικού τόξου. Ειδικά για μεγάλου μήκους ραφές συγκόλλησης θα χρησιμοποιηθούν μηχανές συγκόλλησης.

Για τον έλεγχο της συγκόλλησης και όταν αυτή έχει ολοκληρωθεί θα χρησιμοποιηθεί η τεχνική των ακτινών Χ, όπου περισσότερες από 00 ακτινογραφίες θα γίνουν, κυρίως στις διασταυρώσεις και σε άλλα σημαντικά τμήματα ραφής.

Οι έλεγχοι στεγανότητας των δεξαμενών θα γίνουν πριν την καθέλκυση της δεξαμενής με αέρα πίεσης $0,2\text{kg}/\text{cm}^2$. Οι ραφές συγκόλλησης των δεξαμενών θα έχουν επαλειφθεί με σαπούνι πριν την πίεσής του με αέρα.

Σύμφωνα με της πρακτικές του Ναυπηγείου είναι δυνατή η κατασκευή με προκατασκευασμένα τμήματα.

8. Πάχη ελασμάτων

Τα πάχη ελασμάτων θα είναι αυτά που προκύπτουν από το αντίστοιχο κεφάλαιο του ABS.

9. Αποθηκευτικές δεξαμενές

Δύο αποθηκευτικές δεξαμενές χωρητικότητας 145m^3 η κάθε μία, είναι εγκατεστημένες στη δεξιά και την αριστερή πλευρά των πύργων και μεταξύ των frames 151 και 178.

α) Δεξαμενές καυσίμων

Οι παραπάνω δεξαμενές που βρίσκονται στον αριστερό πύργο έχουν σκοπό την εξυπηρέτηση του πλοίου με καύσιμα. Ανάμεσα στις δύο δεξαμενές υπάρχει αντλιοστάσιο όπου στο επίπεδο του πυθμένα της δεξαμενής είναι εγκατεστημένη η αντλία καυσίμου, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η ροή καυσίμου στην αντλία.

β) Δεξαμενές ποσίμου νερού

Οι δεξαμενές που βρίσκονται στην δεξιά πλευρά έχουν σκοπό να χρησιμοποιηθούν για να καλύψουν τις ανάγκες του πλοίου και της δεξαμενής σε πόσιμο νερό. Το αντίστοιχο αντλιοστάσιο περιέχει και μια αντλία ποσίμου, για να τροφοδοτεί το δεξαμενισμένο πλοίο με πόσιμο νερό.

γ) Επιπρόσθετες δεξαμενές

Για την εγκατάσταση του ατμού είναι απαραίτητο να υπάρχουν

I) Μία δεξαμενή καυσίμου λέβητα 25m²

II) Μία δεξαμενή τροφοδοτικού νερού λέβητα 25m²

Επιπλέον θα υπάρχει μία δεξαμενή θαλασσινού νερού ψύξης

10. Στήριξη του σκάφους

α) Κεντρικά υπόβαθρα

Μια σειρά από κεντρικά υπόβαθρα (συνολικός αριθμός 167) διανέμονται πάνω από την κεντρική φρακτή σε όλο το μήκος της δεξαμενής. Η μεταξύ τους απόσταση είναι 1,250m και έχουν τις παρακάτω διαστάσεις:

Ύψος	1,400m
Μήκος	1,600m
Πλάτος	0,400m

Το κάθε υπόβαθρο χωρίζεται σε δύο μέρη. Το κάτω μέρος με ύψος 600mm είναι μεταλλικό συγκολλητό και το πάνω μέρος αποτελείται από ξύλινα τμήματα (βελανιδιά). Ειδικά η κορυφή του υποβάθρου θα είναι ένα κομμάτι μαλακού ξύλου πάχους 100mm.

Τα κεντρικά υπόβαθρα θα ενώνονται ανά δυο για μεγαλύτερη σταθερότητα.

β) Υπόβαθρα πλευρών

Για την υποστήριξη των πλευρών του δεξαμενισμένου σκάφους, 2x25=50 υπόβαθρα διανεμημένα πάνω από τις πλευρικές φρακτές του

ποντονιού. Κάθε υπόβαθρο αποτελείται από δυο μέρη. Το κάτω μέρος θα είναι μια μεταλλική βάση και το πάνω μέρος θα είναι κατασκευασμένο από ξύλο βελανιδιάς. Το πάνω τμήμα μπορεί να παίρνει κλίσεις έτσι ώστε να ταιριάζει με τη γάστρα του πλοίου. Οι ροπές που δημιουργούνται εξουδετερώνονται από το ψηλότερο κατάστρωμα με χειροκίνητα βαρούλκα, διαμέσου αλυσίδων.

γ) Εξέδρες

Δύο εξέδρες υπάρχουν σε κάθε side wall στην εσωτερική πλευρά. Είναι εγκατεστημένες σε απόσταση 3,90m. Οι εξέδρες έχουν πλάτος 0,60m και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν διάδρομοι. Η πρώτη βρίσκεται στο ύψος του ανώτερου καταστρώματος και η δεύτερη στο ύψος του καταστρώματος ασφαλείας. Όλες είναι εφοδιασμένες με προφυλακτήρες και με κιγκλιδώματα.

11. Συνδέσεις καλωδίων

Όλες οι παροχές ηλεκτρικού ρεύματος είναι εφοδιασμένες με καπάκια υδατοστεγή και βρίσκονται πάνω από το όριο της γραμμής βυθίσεως στην μέσα πλευρά της δεξαμενής. Οι παροχές είναι προσιτές από το εσωτερικό της δεξαμενής με σκάλες.

12. Προφυλακτήρες

Μια προφυλακτική λωρίδα διαστάσεων 100x400mm από ξύλο ελάτου είναι γύρω από την δεξαμενή στο ύψος του καταστρώματος του ποντονιού. Αυτή η λωρίδα έχει πλάτος 400mm και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν μονοπάτι. Ένα κάγκελο είναι τοποθετημένο πάνω στην εξωτερική πλευρά της δεξαμενής σε ύψος 1,00m πάνω από την λωρίδα και χρησιμοποιείται για χειρολαβή.

Οι εξέδρες που υπάρχουν στο εσωτερικό των side walls είναι εφοδιασμένες με προφυλακτήρες ίδιου ξύλου και ίδιων διαστάσεων.

Τα “πρόσωπα” των side walls στην είσοδο τη δεξαμενής προστατεύονται από ξύλα βελανιδιάς διαστάσεων 150x200mm περίπου.

13.Κλίμακες βυθισμάτων

Κλίμακες βυθίσματος σε μέτρα και πόδια (σύμφωνα με το βρετανικό σύστημα μέτρησης) που θα δείχνουν το επίπεδο του νερού θα υπάρξουν στις δύο άκρες τις δεξαμενής και στο κέντρο της. Αυτές οι κλίμακες θα είναι φτιαγμένες με σημάδια και νούμερα από συγκολλητά μεταλλικά φύλλα.

14.Σκάλες και ανεμόσκαλες

Στις επικλινείς πλευρές των side walls σκάλες πλάτους περίπου 1,20 m ανεβαίνουν από το κατάστρωμα του ποντογιού στο ψηλότερο κατάστρωμα. Τα σκαλοπάτια είναι κατασκευασμένα από έλασμα πάχους 4mm. Επίσης σκαλοπάτια πάχους 4mm οδηγούν από ανοίγματα που υπάρχουν στο ψηλότερο στο ψηλότερο κατάστρωμα προς το κατάστρωμα ασφαλείας.

Ανεμόσκαλες δίνουν πρόσβαση από τις εξέδρες στο κατάστρωμα του ποντογιού. Υπάρχουν επίσης ανεμόσκαλες που οδηγούν από κάθε ανθρωποθυρίδα στο κατάστρωμα του ποντογιού προς τον πυθμένα σε κάθε δεξαμενή. Ακόμα από το ψηλότερο κατάστρωμα δια μέσω τούνελ υπάρχουν σκάλες που οδηγούν στον πυθμένα του ποντογιού σε κάθε δεξαμενή. Άλλες σκάλες δίνουν πρόσβαση στα βοηθητικά μηχανήματα της δεξαμενής, όπως αντλίες, γεννήτριες κλπ.

15.Ανθρωποθυρίδες

Κάθε δεξαμενή του ποντογιού έχει δύο ανθρωποθυρίδες διαστάσεων 400x600mm. Οι ανθρωποθυρίδες καλύπτονται με αντίστοιχα καπάκια που κλείνουν με κοχλίες. Ένα σύνολο από 22 ανθρωποθυρίδες του ίδιου τύπου υπάρχουν στο εσωτερικό της δεξαμενής πάνω από το κατάστρωμα του ποντογιού για να διευκολύνουν την πρόσβαση και τον αερισμό.

16.Τούνελ καθόδων

Πρόσβαση από το ψηλότερο κατάστρωμα στα πλευρικά διαμερίσματα των δεξαμενών κάτω από το κατάστρωμα ασφαλείας γίνεται από ανθρωποθυρίδες που υπάρχουν στο ψηλότερο κατάστρωμα. Οι θυρίδες αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για τον φωτισμό και τον αερισμό των δεξαμενών.

17. Προστατευτικές σχάρες

Για να αποφευχθεί η διείσδυση ξένων σωμάτων στις δεξαμενές έρματος, σε κάθε αναρρόφηση και κατάθλιψη υπάρχουν προστατευτικές σχάρες (φίλτρα). Οι προστατευτικές αυτές σχάρες είναι τοποθετημένες συρταρωτά σε οδηγούς έτσι ώστε να είναι δυνατή η συντήρησή τους και η αντικατάστασή τους.

18. Φωταγωγοί και παράθυρα

Οι χώροι κάτω από το ψηλότερο κατάστρωμα και πάνω από το κατάστρωμα ασφαλείας και οι σκάλες που οδηγούν σ' αυτούς είναι εφοδιασμένοι με ανοίγματα στην οροφή τα οποία κλείνουν με χαλύβδινα καπάκια και έχουν την δυνατότητα να παραμείνουν ανοιχτά με τους μηχανισμούς στήριξης με τους οποίους είναι εφοδιασμένα. Όπου υπάρχουν γυάλινα φύλλα, στους φωταγωγούς και στα παράθυρα του χώρου ελέγχου, αυτά θα έχουν πάχος 5mm.

19. Πλατφόρμες ποντονιού

Η πλωτή δεξαμενή έχει δύο πλατφόρμες μήκους 10m η κάθε μία με επικάλυψη 50mm από ξύλο ελάτου. Οι πλατφόρμες αυτές χρησιμοποιούνται από το προσωπικό της δεξαμενής σαν χώροι εργασίας και θα είναι κατασκευασμένοι να αντέχουν φορτίο $1000\text{kg}/\text{m}^2$. Για την προστασία τους χρησιμοποιούμε προφυλακτήρες από ξύλο ελάτου όπως και στο 12.

20. Διάδρομοι

Περίπου 400mm πάνω από το κατάστρωμα του ποντονιού διάδρομοι πλάτους 0,6m φτιαγμένοι από ξύλο ελάτου πάχους 5cm εκτείνονται κατά μήκος της εσωτερικής πλευράς των side walls έως της σκάλες που οδηγούν στο ψηλότερο κατάστρωμα. Οι παραπάνω

διάδρομοι θα αποτελούνται από ξεχωριστά κομμάτια και θα είναι δυνατή η αποσυναρμολόγησή τους.

21.Μπίντες

Για την μετακίνηση της δεξαμενής αρκούν 4 διπλές μπίντες (bollards) διαμέτρου 500mm οι οποίες βρίσκονται στο κατάστρωμα του ποντογιού. Στο ψηλότερο κατάστρωμα των side walls υπάρχει ένα σύνολο από 19 διπλές μπίντες 200mm, και επίσης 12 απλοί περιστρεφόμενοι κύλινδροι για τους εργάτες.

22.Γέφυρα μεταξύ των side walls

Στην μία άκρη της δεξαμενής, μια αιωρούμενη γέφυρα αποτελούμενη από δύο τμήματα με κάγκελα ενώνει τα side walls. Είναι κατασκευασμένη για ασφαλές φορτίο $500\text{kg}/\text{m}^2$. Το καθαρό πλάτος ανάμεσα στα κάγκελα είναι 800mm. Στο σημείο όπου τα δύο τμήματα συναντώνται υπάρχει μηχανισμό ένωσης.

23.Οδηγοί για την αγκύρωση της δεξαμενής

Για την αγκύρωση της δεξαμενής, οδηγοί θα είναι τοποθετημένοι στο επίπεδο του καταστρώματος του ποντογιού. Αυτοί οι οδηγοί είναι κατασκευασμένοι να επιτρέπουν τη διαγωγή και την εγκάρσια κλίση σε μια λογική τιμή.

24.Άγκυρες

Οι άγκυρες της πλωτής δεξαμενής δεν καλύπτονται απ' αυτήν την προδιαγραφή

25.Συντήρηση και εργασίες βαφής

Το κάθε τμήμα της δεξαμενής θα επικαλυφθεί όπως περιγράφεται παρακάτω:

A) Οι εκτεθειμένες επιφάνειες του πυθμένα του ποντογιού και τα “πρόσωπα” των side walls, καθώς επίσης και τα πρόσωπα του

ποντονιού θα υποστούν αμμοβολή και θα επικαλυφθούν με δύο διαφορετικά υλικά. Η πρώτη επικάλυψη θα έχει σαν βάση τον ψευδάργυρο και η δεύτερη θα είναι δύο στρώσεις εποξικού χρώματος απλωμένο σε ύψος 5m πάνω από τον πυθμένα.

Β) Όλες οι εσωτερικές επιφάνειες των δεξαμενών έρματος συμπεριλαμβανομένων και των σωληνώσεων κτλ. Που βρίσκονται μέσα στις δεξαμενές αυτές θα καλυφθούν μια φορά με “comastic”, ένα απλής σύνθεσης επικάλυμμα βασισμένο σε πολυμερή ρητίνη.

Γ) Κατάστρωμα ποντονιού, ανώτερο κατάστρωμα, κατάστρωμα ασφαλείας καλύπτονται με μία στρώση “comastic”.

Δ) Οι επιφάνειες μεταξύ των καταστρωμάτων ασφαλείας και του ανώτερου καταστρώματος, όπως και οι επιφάνειες του μηχανοστασίου, των αντλιοστασίων, οι αποθήκες κτλ θα επικαλυφθούν με δύο υποστρώματα με βάση τον γραφίτη και μία επικάλυψη απλού χρώματος.

Ε) Οι εσωτερικές επιφάνειες των εξωτερικών πλευρών της δεξαμενής θα επικαλυφθούν με ένα πισσώδες βερνίκι και με χρώμα που περιέχει πίσσα.

Στ) Οι επιφάνειες πάνω από την γραμμή ορίου βυθίσεως καθώς και τα ενισχυτικά στήριξης των διαδρόμων θα επικαλυφθούν με δύο στρώσεις “comastic”.

26. Μονώσεις και εξαερισμός

Ο χώρος ελέγχου και οι χώροι διαμονής θα είναι μονωμένοι έναντι στη θέρμανση. Τα δωμάτια του υπεύθυνου δεξαμενιστή και του βοηθού του, καθώς και οι κοινόχρηστοι χώροι θα είναι εφοδιασμένοι με κλιματιστικά συστήματα ανάλογα με τις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες.

27. Χώρος ελέγχου (control room)

Ο έλεγχος της δεξαμενής γίνεται από τον χώρο ελέγχου, ένα δωμάτιο που βρίσκεται στο ανώτερο κατάστρωμα στην αριστερά πλευρά της δεξαμενής. Ο χώρος αυτός είναι κατασκευασμένος από μέταλλο και θα έχει ξύλινη επένδυση στο εσωτερικό του. Κατάλληλος

αριθμός παραθύρων θα επιτρέπει τον καλό φωτισμό του χώρου και θα παρέχει καλή θέα του έξω χώρου.

Στο εσωτερικό του χώρου ελέγχου θα υπάρχουν τα παρακάτω:

- α) Διακόπτες για τον έλεγχο των ηλεκτρικών επιστομίων διανομής έρματος
- β) Πίνακες ένδειξης στάθμης νερού όλων των δεξαμενών που κατακλύζονται
- γ) Ενδείξεις βυθισμάτων πλώρα και πρύμα
- δ) Ένα εκκρεμές με ενδείξεις για την διαγωγή της δεξαμενής
- ε) Πίνακας ισχύος για κάθε αντλία έρματος
- στ) Διακόπτες ελέγχου κάθε αντλίας έρματος
- ζ) Έξι λάμπες ένδειξης λειτουργίας των αντλιών
- η) Διακόπτες για το φωτισμό της δεξαμενής
- θ) Κλινόμετρο για την εγκάρσια και τη διαμήκη κλίση
- ι) Οπτικό όργανο μέτρησης της κάμψης της δεξαμενής
- ια) Υδραυλικό όργανο μέτρησης κάμψης της δεξαμενής
- ιβ) Οδηγίες λειτουργίας
- ιγ) Σχέδια δεξαμενισμού

Όλα τα παραπάνω θα είναι τοποθετημένα σε έναν πίνακα ελέγχου. Ακόμη θα υπάρχει καλά προστατευμένο με γυαλί ένα διάγραμμα με τις θέσεις των αντλιοστασίων και τις θέσεις των δεξαμενών. Όταν ανοίγει κάποιο επιστόμιο θα σημειώνεται πάνω στο διάγραμμα για λόγους ασφαλείας.

Ένα τμήμα του χώρου ελέγχου θα έχει τη δυνατότητα να απομονωθεί από τον υπόλοιπο χώρο και θα είναι εφοδιασμένο με ένα πλήρες γραφείο και κλειδοθήκη και θα χρησιμεύει σαν γραφείο του δεξαμενιστή.

28. Ενδiciaitήσεις για το προσωπικό της δεξαμενής

Στην δεξιά πλευρά της δεξαμενής και κάτω από το ανώτερο κατάστρωμα θα υπάρχει ένα διπλό κατάστρωμα (living quarter deck) που θα περιλαμβάνει τους παρακάτω χώρους.

- α) Ένα δωμάτιο για τον Δεξαμενιστή (Dock Master)

Επίπλωση Ένα σχεδιαστήριο

Ένα γραφείο
Μία διπλή ντουλάπα με δυνατότητα να κλειδώνει
Ένα κρεβάτι
Ένα τραπέζι
Τρεις καρέκλες
Ένα νιπτήρα
Μία προθήκη με δυνατότητα να κλειδώνει

β) Ένα δωμάτιο για το Βοηθό Δεξαμενιστή

Επίπλωση Ένα σχεδιαστήριο
Ένα γραφείο
Μία ντουλάπα με δυνατότητα να κλειδώνει
Ένα κρεβάτι
Ένα τραπέζι

γ) Ένα δωμάτιο για τον ναύκληρο

Επίπλωση Ένα γραφείο
Μία ντουλάπα με δυνατότητα να κλειδώνει
Ένα κρεβάτι
Ένα τραπέζι

δ) Χώρος υγιεινής για τα παραπάνω δωμάτια

Μία ντουζιέρα με κρεμάστρες ρούχων
Ένας χώρος με νιπτήρες
Μία τουαλέτα

ε) Τραπεζαρία

Επίπλωση Δύο τραπέζια
Δύο πάγκοι για κάθε τραπέζι
Ένας νιπτήρας
Ένα ψυγείο
Ένα ντουλάπι

στ) Αποδυτήρια

Επίπλωση 30 ντουλάπια με κλειδαριές

Ένας νιπτήρας
4 ντουζιέρες
Μια τουαλέτα τύπου WC
2 πάγκοι

ζ) Χώροι υγιεινής για το πλήρωμα του πλοίου

4 τουαλέτες τύπου WC
2 νιπτήρες

Τα ντους και οι νιπτήρες θα έχουν ζεστό και κρύο νερό. Το ζεστό νερό θα τροφοδοτείται από θερμοσίφωνες που θα εγκατασταθούν.

29.Αναγνωριστικές επιγραφές

Καθαρές και ευανάγνωστες επιγραφές θα τοποθετηθούν σε όλες τις πόρτες, όπως επίσης και σε όλους τους διακόπτες, τα επιστόμια και σε όλα τα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της δεξαμενής.

ΜΕΡΟΣ 2^ο: ΔΙΚΤΥΑ

1. Σύστημα ερματισμού

Το σύστημα ερματισμού θα αποτελείται από 6 κύριες αντλίες ονομαστικής διαμέτρου 700mm η κάθε μία συνδεδεμένη με διανομέα ονομαστικής διαμέτρου 800mm. Στο σύστημα ερματισμού θα είναι εγκατεστημένα και τα κάτωθι επιστόμια:

- 6 επιστόμια αναρρόφησης, 700mm ονομαστικής διαμέτρου
- 6 επιστόμια κατάθλιψης, 700mm ονομαστικής διαμέτρου
- 12 επιμέρους επιστόμια, 300mm ονομαστικής διαμέτρου
- 12 επιμέρους επιστόμια, 400mm ονομαστικής διαμέτρου
- 6 επιμέρους επιστόμια, 300mm ονομαστικής διαμέτρου

Όλα τα παραπάνω επιστόμια είναι βαρέως τύπου, ειδικά σχεδιασμένα για δεξαμενές

Το σύστημα ερματισμού θα αποτελείται από συγκολλητές χαλύβδινες σωληνώσεις. Οι συνδέσεις θα είναι συγκολλητές. Φλάντζες θα χρησιμοποιηθούν στις ενώσεις των σωληνώσεων με τα επιστόμια και τις αναρροφήσεις. Οι σωληνώσεις που διαπερνούν μια στεγανή φρακτή θα είναι εφοδιασμένες με στεγανοποιητικά δακτυλίδια. Οι σωλήνες που περνούν από την κεντρική στεγανή φρακτή θα συγκολλούνται με την φρακτή για την στεγανοποίηση της ένωσης.

Τα επιστόμια ισοστάθμισης θα είναι φραγμένα από χυτοσίδηρο και θα έχουν μεταλλικούς άξονες μέχρι το κατάστρωμα ασφαλείας έτσι ώστε να γίνεται ο χειρισμός τους από εκεί ακόμα και όταν η δεξαμενή είναι πλήρως βυθισμένη.

Τα υπόλοιπα επιστόμια, αναρρόφησης κατάθλιψης καθώς και τα επιμέρους θα είναι ηλεκτροκίνητα και ο χειρισμός τους θα γίνεται από το χώρο ελέγχου. Η διάταξη των διακοπών λειτουργίας των επιστομίων θα είναι αντίστοιχη με τη διάταξη των επιστομίων. Φωτεινά σήματα θα ανάβουν στον πίνακα ελέγχου που θα δείχνουν την κατάσταση κάθε επιστομίου (ανοιχτό- κλειστό)

Τα παραπάνω επιστόμια θα έχουν την δυνατότητα να λειτουργούν και χειροκίνητα σε περίπτωση ανάγκης. Όταν κάποιο

επιστόμιο λειτουργεί χειροκίνητα τότε αυτόματα κλείνει το ρεύμα στον πίνακα ελέγχου και δεν έχουμε καμία ένδειξη. Τα επιστόμια ισοστάθμισης θα χρησιμοποιούνται μόνο αν κάποια αντλία έχει βλάβη και πρέπει να εκκενωθεί η δεξαμενή με τις υπόλοιπες αντλίες.

Ο χρόνος για το άνοιγμα ή το κλείσιμο των επιστομίων δεν προδιαγράφεται. Το σύστημα ερματισμού θα ελεγχθεί έναντι πίεσης μετά την εγκατάστασή του.

2. Εξαέρωση των δεξαμενών

Η εξαέρωση των κεντρικών δεξαμενών (αυτών που βρίσκονται μεταξύ της κεντρικής και των πλευρικών φρακτών) θα γίνεται μέσω γαλβανισμένων σωλήνων, που θα ξεκινούν από το μέσο περίπου της δεξαμενής, θα συνεχίζουν οριζόντια ακριβώς κάτω από το κατάστρωμα του ποντογιού και θα ανεβαίνουν μέσα από τους πλευρικούς πύργους μέχρι το κατάστρωμα ασφαλείας. Μετά το κατάστρωμα ασφαλείας θα περνούν την εσωτερική πλευρά του πύργου και θα καταλήγουν σε ένα σημείο πάνω από την ίσαλο γραμμή του μέγιστου βυθίσματος, με ανοιχτά τα επιστόμια αναρρόφησης. Οι σωλήνες αυτές στα άκρα τους θα έχουν προστατευτικές διατάξεις έτσι ώστε να μην επιτρέπουν την είσοδο σ' αυτές ξένων σωμάτων.

Οι εξωτερικές δεξαμενές θα αερίζονται από τις καθόδους που υπάρχουν και από τηλεσκοπικούς σωλήνες. Αυτοί οι σωλήνες χρησιμοποιούνται για την διατήρηση ενός στρώματος αέρα κάτω από το κατάστρωμα ασφαλείας και καταλήγουν πάνω από τη γραμμή μέγιστου βυθίσματος.

3. Δείκτες στάθμης νερού και μετρητές βυθίσματος

Για την ένδειξη της στάθμης του νερού σε κάθε ξεχωριστή δεξαμενή όπως επίσης και του βυθίσματος στα δύο άκρα της δεξαμενής θα είναι εγκατεστημένο ένα σύστημα μέτρησης που θα λειτουργεί με πεπιεσμένο αέρα. Όργανα πίεσης θα είναι τοποθετημένα στα σημεία που θέλουμε μετρήσεις και οι μετρήσεις θα φθάνουν στο πίνακα ελέγχου που θα είναι σχεδιασμένος ώστε να υπάρχει αντιστοιχία των μετρήσεων με τη δεξαμενή απ' όπου προέρχονται. Οι σωληνώσεις μεταξύ των οργάνων μέτρησης και των ενδείξεων θα είναι χάλκινοι και θα στηρίζονται σε επίπεδες σιδερένιες βάσεις.

Δια μέσω ειδικών επιστομίων το δίκτυο πεπιεσμένου αέρα θα τροφοδοτείται από ένα ηλεκτρικό αεροσυμπιεστή που θα ελέγχεται από το χώρο ελέγχου.

4. Όργανα μέτρησης και ελέγχου

(α) Κλινόμετρα για τη μέτρηση της εγκάρσιας και της διαμήκουσ κλίσης

Κλινόμετρα τύπου V. Klitzing – Palmblad ή παρόμοιου τύπου θα δείχνουν τις κλίσεις κατά τη διάρκεια της λειτουργίας της δεξαμενής. Ένα μετρητικό όργανο θα δείχνει την εγκάρσια κλίση και ένα άλλο την διαμήκη. Το κλινόμετρο της διαμήκουσ κλίσης θα είναι τοποθετημένο στον πίνακα ελέγχου και αυτό της εγκάρσιας κλίσης θα είναι τοποθετημένο σε μια εγκάρσια φρακτή του control room. Ένα άλλο ζευγάρι κλινομέτρων θα είναι τοποθετημένο στην καμπίνα του δεξαμενιστή (Dock Master).

(β) Οπτικά και υδραυλικά όργανα μέτρησης βέλους κάμψης

Ένας υδραυλικός δείκτης απόκλισης θα δείχνει συνεχώς το βέλος κάμψης του σώματος της δεξαμενής. Ο δείκτης αυτός θα βρίσκεται στον πίνακα ελέγχου, έτσι ώστε ο δεξαμενιστής να παρακολουθεί κάθε στιγμή το βέλος κάμψης της δεξαμενής χωρίς να μετακινείται από την θέση του.

Επιπλέον θα υπάρχει ένα οπτικό όργανο μέτρησης του βέλους κάμψης της δεξαμενής. Το όργανο αυτό θα μπορεί να ελέγχει τις μετρήσεις του υδραυλικού οργάνου. Τα στοιχεία που το αποτελούν θα είναι ένα τηλεσκόπιο εγκατεστημένο στο control room και δύο διαβαθμισμένοι ηλεκτρικοί πίνακες στις άκρες του πάνω καταστρώματος της δεξαμενής. Το βέλος κάμψης θα διαβιβάζεται απ' ευθείας σε φυσική κλίμακα από τους πίνακες αυτούς.

Επιπρόσθετα θα υπάρχει ένα απλό εκκρεμές στον πίνακα ελέγχου, ώστε να επιτρέπει μία επιπλέον παρακολούθηση της διαγωγής στην δεξαμενή.

5. Σύστημα κατάσβεσης πυρκαϊάς

Σε κάθε πλευρά της δεξαμενής θα βρίσκεται ένα δίκτυο αποτελούμενο από γαλβανισμένους σωλήνες σε ύψος περίπου 1,2m

πάνω από το κατάστρωμα του ποντονιού. Το δίκτυο θα τροφοδοτείται από δύο αντλίες πυρκαϊάς. Οκτώ επιστόμια θα βρίσκονται σε αποστάσεις περίπου 25m μεταξύ τους και σε ίσο ύψος με το ύψος του δικτύου και τέσσερα επιστόμια στο ψηλότερο κατάστρωμα θα ενώνουν τα δίκτυα πυρκαϊάς της κάθε πλευράς της δεξαμενής.

Αναλυτικά το δίκτυο πυρκαϊάς αποτελείται:

- 2 επιστόμια gate-type διαμέτρου 150mm στις αναρροφήσεις των δύο αντλιών
- 2x3 ίδιου τύπου επιστόμια ονομαστικής διαμέτρου 125mm στις καταθλίψεις των αντλιών
- 2 επιστόμια ονομαστικής διαμέτρου 100mm στις άκρες της δεξαμενής Frame 0 για να μπορεί το δίκτυο να τροφοδοτείται από τη στεριά
- 2 επιστόμια ονομαστικής διαμέτρου 100mm στις άκρες της δεξαμενής frame 302 για να μπορεί η δεξαμενή να τροφοδοτείται από κάποιο πλεούμενο
- 2x8 επιστόμια ονομαστικής διαμέτρου 100mm πάνω από το κατάστρωμα του ποντονιού
- 2x4 επιστόμια ονομαστικής διαμέτρου 100mm στο επίπεδο της υψηλότερης εξέδρας στην εσωτερική πλευρά της δεξαμενής.
- 2x2 επιστόμια ονομαστικής διαμέτρου 100mm στο υψηλότερο κατάστρωμα.

Οι σωληνώσεις που θα χρησιμοποιηθούν θα έχουν ονομαστικές διαμέτρους 150-125-100-65mm

6. Σύστημα πεπιεσμένου αέρα

Το δίκτυο πεπιεσμένου αέρα θα είναι κατασκευασμένο από μη-γαλβανισμένο μέταλλο και θα έχει εσωτερική διάμετρο 100mm. Αυτό το δίκτυο θα είναι εγκατεστημένο στις πλευρές της δεξαμενής, κάτω από το δίκτυο πυρκαϊάς.

Το κύριο δίκτυο πεπιεσμένου αέρα θα έχει τη δυνατότητα να τροφοδοτηθεί μέσω δύο επιστομίων ονομαστικής διαμέτρου 100mm από την στεριά. Ακόμη τρία επιστόμια ίδιας ονομαστικής διαμέτρου θα διαμοιράζουν τον αέρα σε δύο ξεχωριστά δίκτυα, ένα σε κάθε πλευρά της δεξαμενής. Το κάθε δίκτυο θα διακλαδίζεται με 4 επιστόμια

ονομαστικής διαμέτρου 50mm σε 4 κλάδους. Σε κάθε κλάδο θα υπάρχουν 6 “θηλυκά” επιστόμια για την τροφοδότηση κάθε σημείου της δεξαμενής με πεπιεσμένο αέρα.

Ένας ηλεκτροκίνητος συμπιεστής θα βρίσκεται εγκατεστημένος στην δεξαμενή για την παραγωγή πεπιεσμένου αέρα.

7. Διατάξεις υγιεινής για την εξυπηρέτηση του πληρώματος του πλοίου

Οι χώροι υγιεινής της δεξαμενής για την εξυπηρέτηση του πληρώματος του πλοίου θα είναι εγκατεστημένοι στο δεξιό ανώτερο κατάστρωμα και θα περιλαμβάνουν

Ένας χώρος για τους αξιωματικούς

Περιέχει 2 WC
1 Νιπτήρα
1 Ντους
1 Πτυσσόμενο κάθισμα

Ένας χώρος για γυναίκες

Περιέχει 2 WC
1 Νιπτήρα
1 Ντους
1 Πτυσσόμενο κάθισμα

Δύο χώροι για το πλήρωμα

Περιέχουν 4 WC ανατολικού τύπου
1 Νιπτήρα
1 Ουρητήρα

Ένας χώρος για το πλήρωμα του πλοίου

Περιέχει 4 Ντους
2 Πάγκους

Τα απαραίτητα εξαρτήματα, όπως ξύλινες κρεμάστρες στα ντους για τα ρούχα θα περιέχονται

Το νερό στις τουαλέτες θα παρέχεται από την αντίστοιχη αντλία θαλάσσης μέσω ξεχωριστού δικτύου.

Ένα δίκτυο πόσιμου νερού θα τροφοδοτεί τις ντουζιέρες και τους νιπτήρες με γλυκό νερό από την δεξαμενή ποσίμου ύδατος ή από την στεριά. Ένας ηλεκτρικός θερμοσίφωνα θα παρέχει ζεστό νερό στα μπάνια.

8. Σύστημα ποσίμου ύδατος

Για την τροφοδότηση του δεξαμενισμένου σκάφους με γλυκό, πόσιμο νερό ένα δίκτυο με κύριο σωλήνα ονομαστικής διαμέτρου 80mm θα είναι εγκατεστημένο στην δεξιά πλευρά της δεξαμενής. Μια αντλία γλυκού ύδατος θα μεταφέρει το νερό από την δεξαμενή ποσίμου ύδατος, που βρίσκεται στην δεξιά πλευρά της δεξαμενής, στο δεξαμενισμένο σκάφος. Τα χαρακτηριστικά της αντλίας θα είναι: παροχή 80m³/h σε ύψος 40m.

Η δεξαμενή γλυκού νερού θα συνδέεται διαμέσω σωληνώσεων ονομαστικής διαμέτρου 65mm με την στεριά για την πλήρωσή της.

9. Λεβητοστάσιο

Ένας χώρος για το λεβητοστάσιο προβλέπεται στη δεξαμενή καθώς και δεξαμενές για τροφοδοτικό νερό και καύσιμα, για πιθανή μελλοντική εγκατάσταση λέβητα. Ο λέβητας δεν προδιαγράφεται από την παρούσα προδιαγραφή.

10. Σύστημα οξυγόνου

Ένα δίκτυο με κύρια γραμμή ονομαστικής διαμέτρου 20mm θα βρίσκεται εγκατεστημένο σε κάθε πλευρά δεξαμενής και κάτω από την ψηλότερη πλευρική εξέδρα. Από κάθε κύρια γραμμή θα ξεκινούν 12 κλάδοι με ονομαστική διάμετρο 15mm, εφοδιασμένοι με τα επιστόμια, για την παροχή οξυγόνου σε όλο το μήκος της δεξαμενής

Η παροχή οξυγόνου θα γίνεται από τη στεριά. Επίσης θα είναι δυνατή η τροφοδότηση με οξυγόνο κάθε πλεούμενου από το άλλο άκρο της δεξαμενής.

11.Σύστημα ασετιλίνης

Παράλληλα με το δίκτυο οξυγόνου θα εκτείνεται το δίκτυο ασετιλίνης. Οι διαστάσεις των σωλήνων θα είναι ίδιες με αυτές του οξυγόνου και θα έχει τις ίδιες δυνατότητες.

12.Σύστημα μεταφοράς επαναφοράς καυσίμου

Δύο δεξαμενές καυσίμου χωρητικότητας 145m^3 η κάθε μία, βρίσκονται κάτω από το κατάστρωμα ασφαλείας στην αριστερή πλευρά της δεξαμενής. Αυτές οι δεξαμενές θα υπάρχουν για την πιθανότητα της μεταφοράς των καυσίμων του πλοίου στην δεξαμενή για την πραγματοποίηση κάποιων εργασιών και την επαναφορά των καυσίμων αυτών στο πλοίο μετά το πέρας των εργασιών.

Το σύστημα αυτό θα περιλαμβάνει εκτός από την αντλία καυσίμου και ένα δίκτυο περίπου 160m και ονομαστικής διαμέτρου 80mm.

Οι παραπάνω δεξαμενές θα είναι εφοδιασμένες με ασφαλιστικές βαλβίδες υπερχειλίσης και με σύστημα θέρμανσης του καυσίμου με βάση τον ατμό.

ΜΕΡΟΣ 3^ο: ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

1. Γενικά

Η ηλεκτρική ενέργεια για την λειτουργία της δεξαμενής θα παρέχεται από την στεριά με καλώδια υψηλής τάσης 6600volt 50Hz.

Οι τάσεις λειτουργίας θα είναι: 380V τριφασικό εναλασσόμενο για ισχύ

220V για φωτισμό

Συχνότητα λειτουργίας: 50Hz

Ολόκληρη η ηλεκτρική εγκατάσταση θα γίνει σύμφωνα με τους κανονισμούς για πλωτές δεξαμενές των Lloyd's Register of Shipping.

Η εγκατάσταση θα εξασφαλίζεται για την καλή της λειτουργία μέχρι θερμοκρασίας 50⁰C.

Γεννήτριες, κινητήρες, μετασχηματιστές, κύριοι διακόπτες, θα επιλεγούν με βάση τους παραπάνω κανονισμούς και αντοχή στου 50⁰C.

2. Κύριες αντλίες

Η πλωτή δεξαμενή θα είναι εφοδιασμένη με 6 κύριες αντλίες έρματος (3 αριστερόστροφες και 3 δεξιόστροφες) έχοντας συνολική δυνατότητα 18900m³/h με ένα μέσο μανομετρικό ύψος 15 μέτρων Σ.Υ.

Για ένα πλοίο βάρους 30.000 τόνων ο χρόνος άντλησης θα είναι περίπου 120 λεπτά. Ο χρόνος που χρειάζεται για μικρότερα πλοία δεν προδιαγράφεται.

Το υλικό κατασκευής του υδραυλικού μέρους της αντλίας θα είναι χυτοσίδηρος GG 25, ενώ του άξονα θα είναι ένα κράμα ανθεκτικό στο θαλασσινό νερό X22 Cr Ni 17.

Κάθε αντλία θα κινείται με ένα κινητήρα AC 120KW τριφασικό 750RPM κατακόρυφης διάταξης. Οι κινητήρες θα είναι τοποθετημένοι στο κατάστρωμα ασφαλείας και θα συνδέονται με τις αντίστοιχες

αντλίες μέσω κατακόρυφων αξόνων. Τα ρουλεμάν μέσα στα οποία στρέφονται οι άξονες αυτοί θα λιπαίνονται αυτόματα.

Για τον έλεγχο των αντλιών αυτών θα υπάρχουν στο control room τα παρακάτω:

- 1x6 διακόπτες λειτουργίας
- 1x6 δείκτες ισχύος
- 1x6 φωτεινές ενδείξεις λειτουργίας

Ένας χειροκίνητος διακόπτης θα βρίσκεται κοντά σε κάθε κινητήρα των αντλιών. Σε κάθε κινητήρα θα υπάρχουν ασφαλιστικές διατάξεις έτσι ώστε αν κατά την διάρκεια λειτουργίας των αντλιών διακοπεί η παροχή ρεύματος και στη συνέχεια το ρεύμα επανέλθει να μην είναι δυνατή η επαναλειτουργία αυτών αυτόματα.

3. Αντλίες πυρκαϊάς

Δύο κατακόρυφες αντλίες πυρκαϊάς δύο ταχυτήτων παροχής $120\text{m}^3/\text{h}$ σε ύψος 80m Σ.Υ. στις 1450 RPM και $80\text{m}^3/\text{h}$ σε ύψος 40m στις 975 RPM. Η μία από αυτές τις αντλίες θα βρίσκεται στην αριστερή πλευρά της δεξαμενής και η άλλη στην δεξιά πλευρά.

Το υλικό κατασκευής του υδραυλικού μέρους της αντλίας θα είναι χυτοσίδηρος GG25, ενώ του άξονα θα είναι ένα κράμα ανθεκτικό στο θαλασσινό νερό X22 Cr Ni 17.

Η ισχύς των τριφασικών κινητήρων θα είναι:

48KW	στις 1470RPM
25KW	στις 975 RPM

Ο σχεδιασμός και η εγκατάσταση των αντλιών πυρκαϊάς είναι παρόμοιος με των αντλιών έρματος.

Οι αντλίες πυρκαϊάς μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν αντλίες μεταφοράς θαλασσινού νερού σε έκτακτες περιπτώσεις.

4. Αντλία μεταφοράς θαλασσινού νερού

Μια αντλία θαλάσσης παροχής $80\text{m}^3/\text{h}$ σε ύψος 40m Σ.Υ. θα είναι εγκατεστημένη στην αριστερή πλευρά του πλοίου στο κεντρικό αντλιοστάσιο.

Αυτή η αντλία θα τροφοδοτεί με θαλασσινό νερό το δεξαμενισμένο πλοίο και θα συμπληρώνει αυτόματα την δεξαμενή νερού ψύξης χωρητικότητας 20m^3 . Από τη δεξαμενή αυτή θα τροφοδοτείται με νερό ψύξης η γεννήτρια καθώς και ο συμπιεστής αέρα.

5. Αντλία ποσίμου νερού

Μια αντλία ποσίμου θα είναι εγκατεστημένη στη δεξιά πλευρά της δεξαμενής στο κεντρικό αντλιοστάσιο για να τροφοδοτεί το δεξαμενισμένο πλοίο με πόσιμο νερό. Η παροχή της αντλίας θα είναι $80\text{m}^3/\text{h}$ σε ύψος 40m Σ.Υ. Η αναρρόφηση αυτής της αντλίας θα είναι στην δεξαμενή ύδατος.

6. Αντλία γλυκού νερού για τους χώρους υγιεινής

Ένα δίκτυο παροχής γλυκού νερού στους χώρους υγιεινής θα είναι εγκατεστημένο στην δεξαμενή. Το δίκτυο αυτό θα ξεκινά επίσης από τη δεξαμενή ποσίμου που αναφέρθηκε στο 5. Η αντλία θα έχει παροχή $40\text{m}^3/\text{h}$ σε ύψος 40m Σ.Υ.

7. Αντλία θαλασσινού νερού για τους χώρους υγιεινής

Μια αντλία θαλασσινού νερού για την τροφοδότηση των χώρων υγιεινής θα είναι εγκατεστημένη στο δεξιό κεντρικό αντλιοστάσιο. Το νερό θα αντλείται απ' ευθείας από το κατάστρωμα ασφαλείας. Το δίκτυο θα είναι παρόμοιο με το δίκτυο γλυκού νερού για τους χώρους υγιεινής, όμως οι σωληνώσεις θα είναι πιο ανθεκτικές στο θαλασσινό νερό.

8. Ηλεκτροκίνητοι εργάτες

Τρεις ηλεκτροκίνητοι εργάτες θα είναι εγκατεστημένοι σε κάθε κατάστρωμα. Οι 4 από αυτούς οι οποίοι θα βρίσκονται στις γωνίες της δεξαμενής θα έχουν δυνατότητα έλξης 12ton με ταχύτητα $12\text{m}/\text{min}$ ενώ οι άλλοι δύο που θα βρίσκονται περίπου στο μέσο της δεξαμενής θα έχουν δυνατότητα έλξης 8ton με την ίδια ταχύτητα $12\text{m}/\text{min}$.

Οι εργάτες θα είναι εγκατεστημένοι με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε οι κινητήρες τους να βρίσκονται στο κατάστρωμα ασφαλείας και τα "βαρέλια" τους στο ανώτερο κατάστρωμα. Η κίνηση θα μεταφέρεται

μέσω ενός μηχανισμού ατέρμονος κοχλία και ενός κατακόρυφου οδοντωτού άξονα.

Έξι τριφασικοί κινητήρες οριζώντιου τύπου ειδικά μονωμένους και εφοδιασμένους με ένα ζευγάρι μαγνητικών δισκοφρένων.

Τα χειριστήρια των εργατών θα έχουν διακόπτες τριών θέσεων. Στην μεσαία θέση θα βρίσκεται το “νεκρό”. Στις άλλες δύο θέσεις θα υπάρχουν οι δύο ταχύτητες των 12m/min και 6m/min στην μέγιστη ροπή στρέψης. Η ταχύτητα θα μεταβάλλεται αυτόματα ανάλογα με την ασκούμενη ροπή στρέψης.

Σε μια υπερφόρτωση 40% ο κινητήρας θα σταματάει αυτόματα και θα ξεκινά αυτόματα όταν μειωθεί το φορτίο.

9. Κινητήρες επιστομίων

Κάθε ένα από τα 12 κύρια και τα 24 δευτερεύοντα επιστόμια του δικτύου έρματος θα είναι ηλεκτροκίνητο. Οι απαραίτητες ασφάλειες, οι διακόπτες κτλ. Θα βρίσκονται σε ξεχωριστό πίνακα για το κάθε επιστόμιο.

Το μηχανικό μέρος του κάθε κινητήρα θα περιλαμβάνει δύο διακόπτες που θα οριοθετούν τα άκρα της λειτουργίας του (ανοιχτό - κλειστό), όπως επίσης και ένας βοηθητικός διακόπτης. Ο διακόπτης αυτός θα μπορεί να μεταβάλλει τον τρόπο λειτουργίας του επιστομίου και από ηλεκτροκίνητο να γίνει χειροκίνητο και αντίστροφα.

Για το κάθε επιστόμιο θα υπάρχουν 2 ενδείξεις στο control room. Η μία ένδειξη θα δείχνει την λειτουργία του κινητήρα του επιστομίου, ενώ η άλλη θα αποτελείται από δύο λάμπες διαφορετικού χρώματος πάνω στο διάγραμμα που θα απεικονίζει το δίκτυο έρματος και θα δείχνει την κατάσταση στην οποία βρίσκεται το επιστόμιο (ανοιχτό – κλειστό).

Σε περίπτωση υπερφόρτωσης θα σταματά αυτόματα ο κινητήρας του επιστομίου, και σ' αυτήν την περίπτωση το επιστόμιο θα λειτουργεί χειροκίνητα.

Τα χαρακτηριστικά των κινητήρων θα είναι:

Για τα 12 κύρια επιστόμια 1,9KW για περιστροφή 15min
380volt, 50Hz
1410 R.P.M.

Για τα 24 δευτερεύοντα 1,5KW για περιστροφή 15min
380volt, 50Hz
1410 R.P.M.

10. Σύστημα επικοινωνιών

(α) Επικοινωνία με τους εργάτες

Θα υπάρχει η δυνατότητα επικοινωνίας του δεξαμενιστή από το control room με τους χειριστές των εργατών, με μικρόφωνα και μεγάφωνα που θα βρίσκονται κοντά στους εργάτες.

(β) Σύστημα μεγαφώνων

Για τον έλεγχο των εργατών του πληρώματος της δεξαμενής προβλέπονται τα κάτωθι:

- 1 Μικρόφωνο στο control room
 - 1 Ενισχυτής
 - 2 Μεγάφωνα 12watt τοποθετημένα στο μέσο της δεξαμενής
- Στο δεξιό κατάστρωμα με κατευθύνσεις προς τα άκρα.

(γ) Σύστημα επικοινωνίας με τη στεριά

Στο control room θα υπάρχουν δύο τηλεφωνικές συνδέσεις, μία με το ναυπηγείο και μία εξωτερική. Δύο ακόμα τηλεφωνικές γραμμές θα υπάρχουν σε άλλα σημεία της δεξαμενής.

(δ) Σύστημα τηλεφωνικής επικοινωνίας με το πλοίο.

Σε ένα σημείο κοντά στο control room στο αριστερό κατάστρωμα θα υπάρχουν 3 τηλεφωνικά κουτιά τα οποία θα παρέχουν στο πλοίο τηλεφωνικές γραμμές για επικοινωνία με τη δεξαμενή και με τη στεριά.

(ε) Σύστημα επικοινωνίας με το πλοίο κατά την είσοδο στη δεξαμενή

Στην είσοδο της δεξαμενής ένα απλό μεγάφωνο ισχύος 25W θα βρίσκεται σε ύψος 3m πάνω από το κατάστρωμα στην πλευρά που βρίσκεται το control room.

11. Τερματικοί σταθμοί για μηχανές συγκόλλησης

Σε κάθε side wall, στο κατάστρωμα ασφαλείας, θα υπάρχουν πέντε τερματικοί σταθμοί που θα τροφοδοτούν μηχανές συγκόλλησης με ρεύμα τάσης 380Volt.

12. Ανορθωτής ρεύματος συγκόλλησης

Για την τροφοδότηση ρεύματος συγκόλλησης θα βρίσκεται στην αριστερή πλευρά της δεξαμενής ένας ανορθωτής ρεύματος που θα δίνει συνεχώς ρεύμα εντάσεως 2500A και τάσης 65V. Ο ανορθωτής θα είναι εφοδιασμένος με ανεμιστήρα για την ψύξη του.

13. Περιοχή ρεύματος στους γερανούς

Κάθε γερανός θα είναι εφοδιασμένος με δύο καλώδια σε ρολό μήκους περίπου 130m το κάθε ένα. Τα καλώδια αυτά θα φέρουν ειδική oil-resistant επένδυση. Έτσι θα είναι δυνατή η παροχή ρεύματος σε όποιο σημείο του καταστρώματος βρίσκεται ο γερανός.

14. Παροχή συνεχούς ρεύματος στο πλοίο και φωτισμός για επισκευές

Για την παροχή συνεχούς ρεύματος στα δεξαμενισμένα πλοία και στις διατάξεις πρόχειρου φωτισμού για επισκευές θα είναι εγκατεστημένα.

- Ένας τριφασικός αερόψυκτος μετασχηματιστής εναλλασσόμενου ρεύματος
- Ένας ανορθωτής με ενσωματωμένο ανεμιστήρα και χαρακτηριστικά ρεύματος 2x115Volt 600amp
- Ένας πλήρης πίνακας ελέγχου με τους απαραίτητους διακόπτες και ασφαλιστικές διατάξεις για την περίπτωση υπερφόρτωσης, επιλογή τάσης στην πλευρά του εναλλασσόμενου, αμπερόμετρα και βολτόμετρα στην πλευρά του συνεχούς ρεύματος.

- Τρεις τριπολικοί τερματικοί σταθμοί για συνδέσεις με τα πλοία στο αριστερό side wall.
- Τρεις τερματικοί σταθμοί σε κάθε side wall για τις διατάξεις φωτισμού. Τα χαρακτηριστικά του ρεύματος θα είναι 110V 60A.

Οι παραπάνω τερματικοί σταθμοί θα είναι εγκατεστημένοι στο εσωτερικό των side walls και τα καλώδια θα περνούν τις φρακτές πάνω από το όριο υψηλότερο όριο βύθισης.

15. Παροχή τριφασικού εναλλασσόμενου ρεύματος

(α) 380V – 50Hz τριφασικό εναλλασσόμενο

Για την τροφοδότηση με τριφασικό εναλλασσόμενο ρεύμα 380V 50Hz στο δεξαμενισμένο πλοίο θα είναι εγκατεστημένος ένας μετασχηματιστής αερόψυκτος ισχύος 400kVA ο οποίος θα χρησιμοποιείται σαν σταθεροποιητής τάσης με αναλογία 380/380 V $\pm 5\%$ και θα είναι εφοδιασμένος με ανεμηστήρα και τις απαραίτητες διατάξεις ασφαλείας.

(β) 440V – 60Hz τριφασικό εναλλασσόμενο

Για την παροχή του παραπάνω ρεύματος στη δεξαμενή θα υπάρχει κατάλληλη διάταξη μεταβολής της συχνότητας και της τάσης.

(γ) Τερματικοί σταθμοί για τροφοδότηση τριφασικού εναλλασσόμενου ρεύματος

Για την παροχή τριφασικού εναλλασσόμενου ρεύματος στα δεξαμενισμένα πλοία θα είναι εγκατεστημένος ένας τερματικός σταθμός πάνω στο κατάστρωμα ασφαλείας στην αριστερή πλευρά της δεξαμενής. Τα καλώδια σύνδεσης θα διαπερνούν την εσωτερική φρακτή του side wall πάνω από το ανώτερο κατάστρωμα.

16. 220V Εναλλασσόμενο ρεύμα-διατάξεις φωτισμού

Συνοπτικά υπάρχουν

Φωτισμός στο ανώτερο κατάστρωμα

- 2x10 λάμπες πάνω σε στύλους ύψους περίπου 3m ισχύος 250Watt η κάθε μία διανεμημένες στα δύο καταστρώματα. Ο έλεγχός τους θα γίνεται από το control room.
- 2x12 προβολείς ισχύος 250Watt ο καθένας, διατεταγμένοι κάτω από την πλευρική εξέδρα με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι δυνατός ο φωτισμό όλου του δεξαμενισμένου σκάφους. Ο έλεγχός τους θα γίνεται από το control room

Φώτα θέσης

- 4 αδιάβροχα φώτα θέσης ισχύος 100Watt, ένα σε κάθε γωνία της δεξαμενής. Ο έλεγχος τους θα γίνεται από το control room

Φωτισμός των οπτικών οργάνων μέτρησης της κάμψης της δεξαμενής.

- 2 Λάμπες ισχύος 100Watt θα βρίσκονται στα άκρα του αριστερού ανώτερου καταστρώματος της δεξαμενής για να είναι δυνατή η λειτουργία του οπτικού οργάνου μέτρησης της κάμψης. Ο έλεγχος θα γίνεται από το control room.

Υποβρύχιος φωτισμός

Για τον φωτισμό του πυθμένα του πλοίου θα υπάρχουν 2x19 υποβρύχιοι προβολείς ισχύος 250Watt ο καθένας, θα είναι εγκατεστημένοι σε ύψος 1,5m περίπου πάνω από το κατάστρωμα του ποντογιού.

17.220V Εσωτερικός φωτισμός

Για τον εσωτερικό φωτισμό της δεξαμενής θα υπάρχουν περίπου 140 αδιάβροχες λάμπες ισχύος 100Watt η κάθε μία, συνδεδεμένες ξεχωριστά ή σε ομάδες. Ο έλεγχός του θα γίνεται από το control room.

18. 24V Παροχές για συνδέσεις με λάμπες χειρός

20 υδατοστεγείς 24V πρίζες κοντά στις καθόδους θα παρέχουν ρεύμα σε λάμπες χειρός για να είναι δυνατός ο φωτισμός δυσπρόσιτων χώρων όταν αυτό είναι αναγκαίο.

19. Ηλεκτρική θέρμανση και εξαερισμός

Για τη θέρμανση της δεξαμενής υπάρχουν 14 θερμαντικές μονάδες ισχύος 5 KW.

Για τον εξαερισμό των μηχανοστασίων, αντλιοστασίων κτλ. Υπάρχουν 13 μεγάλοι ανεμιστήρες ισχύος 5KW. Δύο μικρότεροι ανεμιστήρες φροντίζουν για τον αερισμό του control room.

Για το ζεστό νερό υπάρχουν τρεις θερμοσίφωνες 200λίτρων, ισχύος 18KW ο καθένας.

20. Ηλεκτρικοί πίνακες

(α) Υψηλής τάσης ηλεκτρικό πίνακας

1 τριφασικός A.C. ηλεκτρικός πίνακας, απόλυτα προστατευμένος έναντι ατυχήματος. Η τάση λειτουργίας θα είναι 6,6KV – 50Hz

Μετασχηματιστές

1 τριφασικό A.C. μετασχηματιστής αερόψυκτος με χαρακτηριστικά: Χωρητικότητα 1500kVA – 50Hz, Αναλογία τάσης 6600/460/230 Volts

Τερματικός σταθμός σύνδεσης με τη στεριά

Ένας τερματικός σταθμός θα είναι εγκατεστημένος στην δεξαμενή έτσι ώστε να είναι δυνατή η ηλεκτρική σύνδεση με τη στεριά. Από τον σταθμό αυτό θα μεταφέρεται ρεύμα τάσης 6kV. Επίσης θα είναι δυνατή η σύνδεση με βοηθητικό δίκτυο με τα εξής χαρακτηριστικά: 380V – 50Hz – 300A για την περίπτωση ανάγκης. Από τον ίδιο σταθμό θα γίνεται και η σύνδεση του συστήματος επικοινωνίας με την στεριά.

(β) Χαμηλής τάσης ηλεκτρικός πίνακας

Ένας κύριος πίνακας και το σύστημα διανομής ισχύος θα είναι εγκατεστημένος στο control room. Η τάση λειτουργίας θα είναι 380/220V – 50Hz. Ο πίνακας θα είναι συμπληρωμένος με όλα τα απαραίτητα στοιχεία όπως διακόπτες, όργανα μέτρησης κτλ, σύμφωνα

με τους κανονισμούς για πλωτές δεξαμενές των Lloyd's Register of Shipping.

21. Ηλεκτρικά καλώδια

Τα ηλεκτρικά καλώδια θα επιλεγούν σύμφωνα με τους κανονισμούς για πλωτές δεξαμενές των Lloyd's Register of Shipping.

22. Βοηθητική γεννήτρια

Για την περίπτωση ανάγκης θα υπάρχει εγκατεστημένη μια ηλεκτρογεννήτρια με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

Ισχύς	500kVA
Ταχύτητα	1000/1200 RPM
Τάση	400/450 V
Συχνότητα	50/60Hz

Η γεννήτρια θα κινείται από κινητήρα Diesel:

Κατασκευαστής	MAN B&W
Αριθμός κυλίνδρων	12 τύπου V
Συνεχής ισχύς	390HP στις 1000RPM 480HP στις 1200RPM

Η εκκίνηση του κινητήρα θα γίνεται από μία μπαταρία με ένα βοηθητικό κινητήρα.

Στο αριστερό μηχανοστάσιο θα είναι εγκατεστημένος ένας αεροσυμπιεστής που θα παρέχει πεπιεσμένο αέρα στο αντίστοιχο δίκτυο της δεξαμενής. Η παροχή του αέρα θα είναι περίπου 680m³/h και πίεση 7kgr/cm².

Η κίνησή του γίνεται από έναν τριφασικό κινητήρα εναλλασσόμενου ρεύματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 20

Προϋπολογισμός κόστους κατασκευής

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται μία εκτίμηση του κόστους κατασκευής της υπό μελέτη πλωτής δεξαμενής. Το συνολικό κόστος κατασκευής του πλοίου αποτελείται από το κόστος της μεταλλικής κατασκευής (C_{ST}), το κόστος μηχανολογικής εγκατάστασης (C_M) και το κόστος ενδιαίτησης και εξοπλισμού (C_{OT}). Κάθε μία από τις τρεις κατηγορίες αποτελείται από τα κόστη των υλικών και τα κόστη των εργατικών.

1. Κόστος Μεταλλικής Κατασκευής

Το βάρος της μεταλλικής κατασκευής έχει υπολογιστεί

$$W_{ST} = 8254 \text{ ton}$$

Θεωρούμε ένα ποσοστό 15% “φύρα” για τον χάλυβα, και στο κόστος C_{ST1} για τον χάλυβα δίνεται από την παρακάτω σχέση

$$C_{st1} = 1,15 \times K_{ST1} \times W_{ST1}$$

Όπου:

K_{ST1} : κόστος ανά τόνο χάλυβα, το οποίο είναι περίπου (για ελάσματα και γωνιές) $K_{ST1}=900$ \$/t.

W_{ST1} : το βάρος της μεταλλικής κατασκευής $W_{ST1} = 8254$ ton.

Άρα

$$C_{st1} = 1,15 \times K_{ST1} \times W_{ST1} = 1,15 \times 900 \times 8254 \Rightarrow C_{st1} = 8.542.890 \text{ \$}$$

Οι εργατομέρες που απαιτούνται για την μεταλλική κατασκευή, μπορούν να προσεγγιστούν από τις εξής σχέσεις:

Κατά BenfordQ:

$$MHS_{ST} = 141,2 \times W_{ST}^{0,90} \text{ Mdays} = 141,2 \times 8254^{0,90} \text{ Mdays}$$

$$MHS_{ST} = 472.969 \text{ Mdays}$$

Κατά Johnson και Rumble:

$$MDS_{ST} = 420 \times W_{ST}^{0,765} \text{ Mdays} = 420 \times 8254^{0,765}$$

$$MDS_{ST} = 416.387 \text{ Mdays}$$

Ο μέσος όρος των δύο προηγούμενων υπολογισμών είναι:

$$MDS_{ST} = 444.678 \text{ Mdays}$$

Το κόστος των εργατικών δίνεται από τη σχέση

$$C_{ST2} = K_{MD} \times MHS_{ST}$$

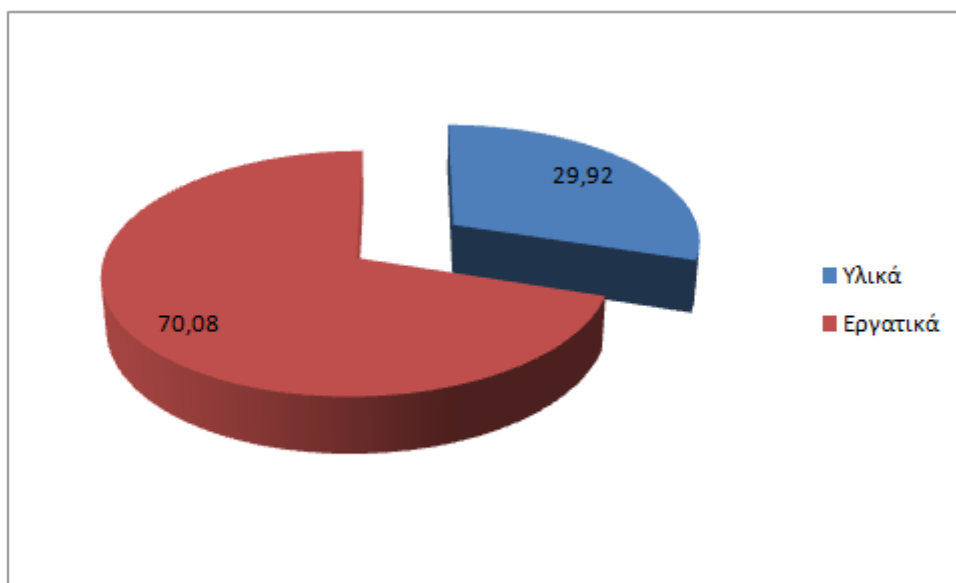
Όπου K_{MD} είναι το κόστος της εργατομέρας, το οποίο είναι $K_{MD} = 45$ \$/Mday

$$C_{ST2} = K_{MD} \times MDS_{ST} = 45 \times 444.678 \Rightarrow C_{ST2} = 20.010.510 \text{ \$}$$

Το συνολικό κόστος της μεταλλικής κατασκευής θα είναι

$$C_{ST} = C_{ST1} + C_{ST2} = 8.542.890 + 20.010.510 = \Rightarrow C_{ST} = \mathbf{28.553.400\$}$$

Κατηγορία	Κόστος (\$)	Ποσοστό (%)	\$/Kg
Υλικά	8.542.890	29,92	1,035
Εργατικά	20.010.510	70,08	2,424
Cst	28.553.400	100,00	3,459



2. Κόστος ενδιαίτησης και εξοπλισμού

Το κόστος των υλικών για τον εξοπλισμό της δεξαμενής μπορεί να προσεγγιστεί από τη σχέση:

$$C_{OT} = A_0 \times W_{OT}^{0.96}$$

Το A_0 είναι σταθερά που παίρνει την τιμή $A_0 = 3880$ \$/t. Οπότε από την παραπάνω σχέση έχουμε

$$C_{OT1} = A_0 \times W_{OT}^{0.96} = 3880 \times 352^{0.96} \Rightarrow$$

$$C_{OT1} = 1.080.221\$$$

Οι εργατομέρες για τον εξοπλισμό της δεξαμενής δίνονται από τη σχέση των Johnson και Rumble:

$$MD_{OT} = 603 \times W_{OT}^{0.73} = 603 \times 352^{0.73} \Rightarrow$$

$$MD_{OT} = 43.580 \text{Mdays}$$

Το κόστος των εργατικών δίνεται από τη σχέση

$$C_{OT2} = K_{MD} \times MD_{OT}$$

Όπου K_{MD} είναι το κόστος της εργατοημέρας, το οποίο είναι $K_{MD} = 30\$/\text{Mday}$

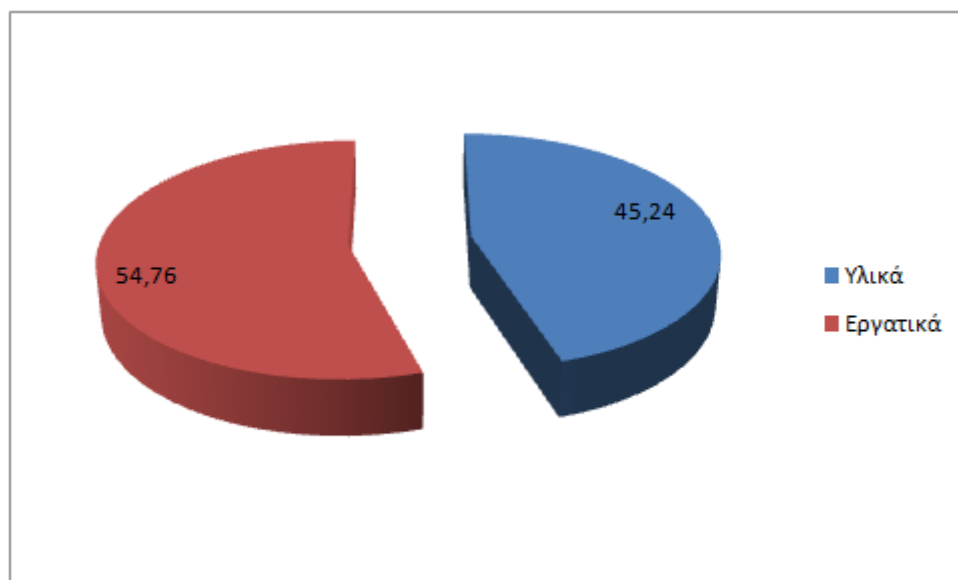
$$C_{OT2} = 30 \times 43.580 \Rightarrow C_{OT2} = 1.307.400$$

Επομένως το κόστος ενδιαίτησης και εξοπλισμού θα είναι

$$C_{OT} = C_{OT1} + C_{OT2} = 1.080.221 + 1.307.400 \Rightarrow$$

$$C_{OT} = 2.387.621\$$$

Κατηγορία	Κόστος (\$)	Ποσοστό(%)	\$/Kg
Υλικά	1.080.221	45,24	0,131
Εργατικά	1.307.400	54,76	0,158
Cot	2.387.621	100,00	0,289



3. Κόστος Μηχανολογικού Εξοπλισμού

α. Αντλίες

Στην δεξαμενή εγκαθίστανται οι παρακάτω αντλίες

6 Αντλίες έρματος

2 Αντλίες πυρκαϊάς

1 Αντλία μεταφοράς καυσίμου

3 Αντλίες πόσιμου νερού

3 Αντλίες κυκλοφορίας θαλασσινού νερού

Το συνολικό κόστος των παραπάνω αντλιών συμπεριλαμβανομένων και των ηλεκτρικών κινητήρων, των συστημάτων λίπανσης, των πινάκων ελέγχου είναι

$$C_{\text{pumps1}} = 582.000\text{\$}$$

Το κόστος εγκατάστασης θα είναι

$$C_{\text{pumps2}} = 53.000\text{\$}$$

β. Γερανοί

Το κόστος κάθε ενός από τους γεραμούς θα είναι 122.000\$. Στην δεξαμενή θα εγκατασταθούν δύο γεραμοί οπότε:

$$C_{\text{cranes1}} = 244.000\text{\$}$$

Το κόστος εγκατάστασης θα είναι

$$C_{\text{cranes2}} = 22.204$$

γ. Εργάτες κατασρώματος

Το κόστος κάθε εργάτη κατασρώματος, συμπεριλαμβανομένου του κινητήρα, ανέρχεται σε 60.000\$. Στην δεξαμενή εγκαθίστανται 6 εργάτες σύμφωνα με την προδιαγραφή.

$$C_{\text{capstan1}} = 6 \times 60.000 = 360.000\$$$

Το κόστος εγκατάστασης θα είναι

$$C_{\text{cranes2}} = 32.760\$$$

δ. Αεροσυμπιεστής

Ο αεροσυμπιεστής που προδιαγράφεται κοστίζει 27.500\$. Άρα

$$C_{\text{aircomp1}} = 27.500\$$$

Το κόστος εγκατάστασης θα είναι

$$C_{\text{aircomp2}} = 2.500\$$$

ε. Βοηθητική γεννήτρια

Μία γεννήτρια ισχύος 500KW , 440Volt, Catterpillar – D398 συμπεριλαμβανομένου του κινητήρα κοστίζει 80.000\$

$$C_{\text{gen1}} = 80.000\$$$

Το κόστος εγκατάστασης θα είναι

$$C_{\text{gen1}} = 7280\$$$

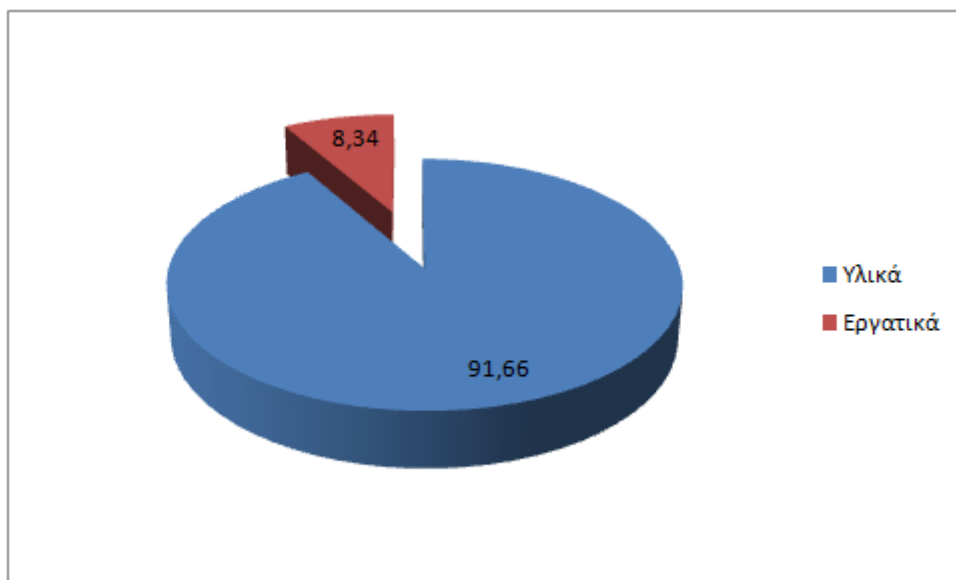
Συνοψίζουμε στον παρακάτω πίνακα

	ΚΤΗΣΗ (\$)	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (\$)
ΑΝΤΛΙΕΣ	582.000	53.000
ΓΕΡΑΝΟΙ	244.000	22.204
ΕΡΓΑΤΕΣ	360.000	32.706
AIRCOMP	27.500	2.500
ΓΕΝ/ΤΡΙΑ	80.000	7.280
ΣΥΝΟΛΟ	1.293.500	117.690

Επομένως το κόστος του μηχανολογικού εξοπλισμού θα είναι

$$C_M = 1.293.000 + 117.690 \Rightarrow C_M = 1.410.690\$$$

Κατηγορία	Κόστος (\$)	Ποσοστό (%)
Υλικά	1.293.500	91,66
Εργατικά	117.690	8,34
C_m	1.411.190	100,00



ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Το συνολικό κόστος κατασκευής της δεξαμενής θα είναι ίσο με το άθροισμα των παραπάνω κατηγοριών κόστους.

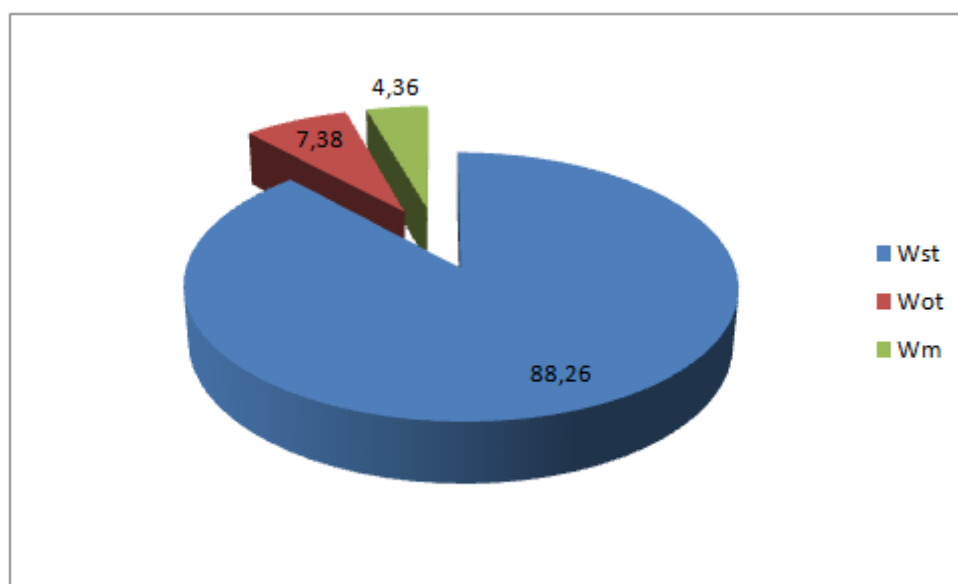
$$C_T = C_{ST} + C_{OT} + C_M = 28.553.400 + 2.387.621 + 1.410.690$$

$$C_T = \mathbf{32.351.711\$}$$

Στα παρακάτω διαγράμματα συνοψίζονται τα αποτελέσματα.

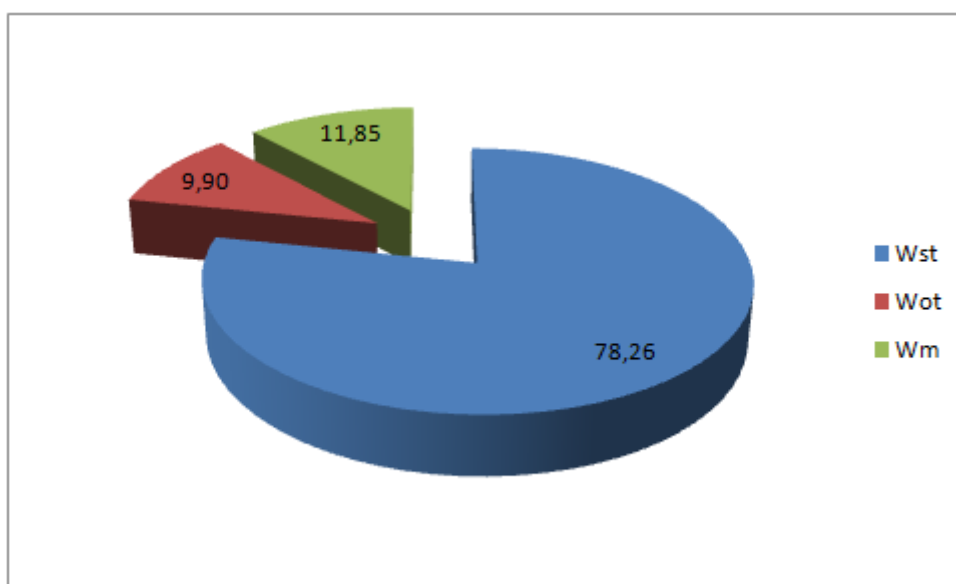
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Κατηγορία	Κόστος (\$)	Ποσοστό (%)
Μεταλλική κατασκευή	28.553.400	88,26
Ενδιαίτηση Εξοπλισμός	2.387.621	7,38
Μηχανολογικός Εξοπλισμός	1.410.690	4,36
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ	32.351.711	100,00



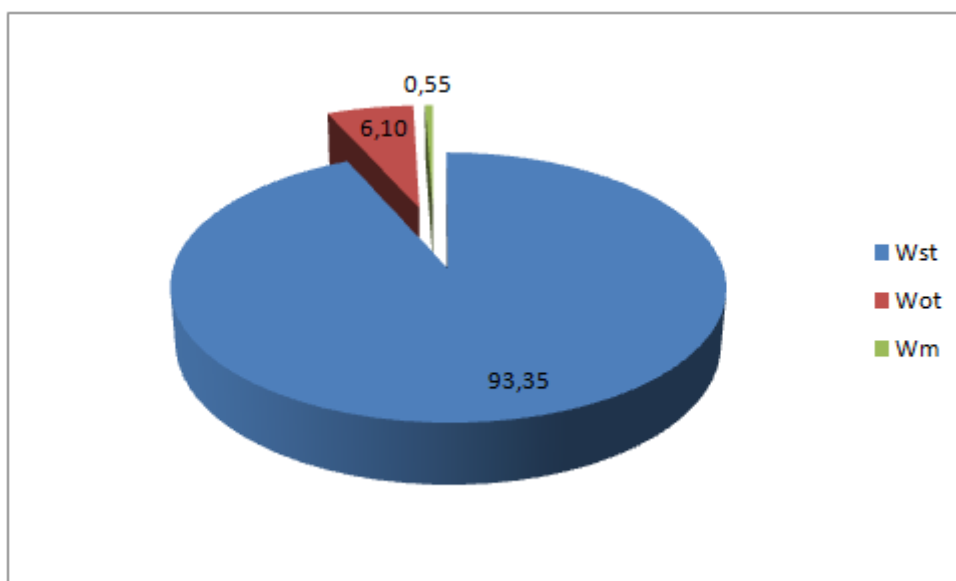
ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΩΝ

Κατηγορία	Κόστος (\$)	Ποσοστό (%)
Μεταλλική κατασκευή	8.542.890	78,26
Ενδιαίτηση Εξοπλισμός	1.080.221	9,90
Μηχανολογικός Εξοπλισμός	1.293.500	11,85
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ	10.916.611	100,00



ΚΟΣΤΟΣ ΕΡΓΑΤΙΚΩΝ

Κατηγορία	Κόστος (\$)	Ποσοστό (%)
Μεταλλική κατασκευή	20.010.510	93,35
Ενδίαιτηση Εξοπλισμός	1.307.400	6,10
Μηχανολογικός Εξοπλισμός	117.690	0,55
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ	21.435.600	100,00



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ABS

RULES OF BUILDING AND CLASSING STEEL FLOATING DOCKS



RULES FOR BUILDING AND CLASSING

**STEEL FLOATING DRY DOCKS
2009**

**American Bureau of Shipping
Incorporated by Act of Legislature of
the State of New York 1862**

**Copyright © 2009
American Bureau of Shipping
ABS Plaza
16855 Northchase Drive
Houston, TX 77060 USA**



RULES FOR BUILDING AND CLASSING STEEL FLOATING DRY DOCKS

CONTENTS

Notices and General Information.....		1
PART 1	Conditions of Classification	4
	CHAPTER 1 Scope and Conditions of Classification	5
	[See also separately published booklet <i>ABS Rules for Conditions of Classification (Part 1)</i>]	
PART 2	Materials and Welding.....	11
	[See separately published booklet <i>ABS Rules for Materials and Welding (Part 2)</i>]	
PART 3	Hull Construction and Equipment.....	12
	CHAPTER 1 General	13
	CHAPTER 2 Hull Structures and Arrangements.....	17
	CHAPTER 3 Stability.....	28
	CHAPTER 4 Testing During Construction – Hull	31
PART 4	Machinery Installations.....	33
	CHAPTER 1 Classification of Machinery	34
PART 7	Surveys After Construction	42
	[See also separately published booklet <i>ABS Rules for Survey After Construction (Part 7)</i>]	
APPENDIX 1	Comparison of the Numbering System of the 1977 Rules vs. 2009 Rules.....	43

Notices and General Information

CONTENTS

Introduction.....	2
TABLE 1 Applicable Editions of Booklets Comprising 2009 Floating Dry Dock Rules	3
TABLE 2 Division and Numbering of Rules.....	3

Notices and General Information

Introduction

For the year 2009 edition of the *Rules for Building and Classing Steel Floating Dry Docks*, the Rules have been re-organized and re-formatted for the purpose of improving their ease of use. In this regard, we advise the following primary changes.

1. The year 2009 edition is a complete re-print of the Floating Dry Dock Rules.
2. A new numbering system was incorporated into the Rules, in accordance with Table 2, which organizes the requirements into “Parts,” “Chapters” and “Sections”. A comparison of the old “1977” numbering system versus the new “2009” numbering system is shown in Appendix 1 as a guide map for users who are familiar with the existing Rules.
3. The 2009 edition of the Rules becomes effective on 1 October 2009.
4. The effective date of each technical change is shown in parenthesis at the end of the subsection/paragraph titles within the text of each Part. Unless a particular date and month are shown, the years in parentheses refer to the following effective dates:

(2000) and after	1 January 2000 (and subsequent years)	(1995)	15 May 1995
(1999)	12 May 1999	(1994)	9 May 1994
(1998)	13 May 1998	(1993)	11 May 1993
(1997)	19 May 1997	(1992)	13 May 1992
(1996)	9 May 1996		

5. The Rule Changes contained in the previously published Notices 1 and 2 to the 1977 Floating Dry Dock Rules (together with Corrigenda) have been incorporated into the text of the reformatted 2009 Floating Dry Dock Rules.
6. Until the next edition of the Floating Dry Dock Rules is published, Rule Change Notices and/or Corrigenda, as necessary, will be published on the ABS website – www.eagle.org – and will be available free for downloading.
7. The listing of CLASSIFICATION SYMBOLS AND NOTATIONS is available from the Rules and Guides Downloads page of the ABS website www.eagle.org for download.

**TABLE 1
Applicable Editions of Booklets Comprising 2009 Floating Dry Dock Rules**

Rules for Building and Classing Steel Floating Dry Docks		
Notices and General Information		2009
Part 1:	Conditions of Classification (Supplement to the <i>ABS Rules for Conditions of Classification</i>) ⁽²⁾	2009
Part 3:	Hull Construction and Equipment	2009
Part 4:	Machinery Installations	2009
Rules for Conditions of Classification – not included ^(1,2)		
Part 1:	Rules for Conditions of Classification	2009
Rules for Materials and Welding – not included ⁽¹⁾		
Part 2:	Rules for Materials and Welding	2009
Rules for Survey After Construction – not included ⁽¹⁾		
Part 7:	Rules for Survey After Construction	2009

Notes:

- 1 These Rules are available for download from the ABS website at www.eagle.org, Rules and Guides, Downloads or may be ordered separately from the ABS Publications online catalog at www.eagle.org, Rules and Guides, Catalog.
- 2 The requirements for conditions of classification are contained in the separate, generic *ABS Rules for Conditions of Classification (Part 1)*. Additional specific requirements are contained in Part 1 of these Rules.

**TABLE 2
Division and Numbering of Rules**

<i>Division</i>	<i>Number</i>
Part	Part 1
Chapter	Part 1, Chapter 1
Section	Section 1-1-1
Subsection (see Note 1)	1-1-1/1
Paragraph (see Note 1)	1-1-1/1.1
Subparagraph	1-1-1/1.1.1
Item	1-1-1/1.1.1(a)
Subitem	1-1-1/1.1.1(a)i
Appendix	Appendix 1-1-A1 or Appendix 1-A1-1

Note:

- 1 An odd number (1, 3, 5, etc.) numbering system is used for the Rules. The purpose is to permit future insertions of even-numbered paragraphs (2, 4, 6, etc.) of text and to avoid the necessity of having to renumber the existing text and associated cross-references, as applicable, within the Rules and associated process instructions, check sheets, etc.

PART

1

Conditions of Classification

(Supplement to the ABS Rules for Conditions of Classification)

CONTENTS

CHAPTER 1	Scope and Conditions of Classification	6
Section 1	Classification	7
Section 2	Classification Symbols and Notations.....	8
Section 3	Rules for Classification	9
Section 4	Submission of Plans	10

PART

1

Foreword (1 January 2008)

In 2008, Part 1, “Conditions of Classification” was consolidated into a generic booklet, entitled *Rules for Conditions of Classification (Part 1)* for all vessels other than those in offshore service. The purpose of this consolidation was to emphasize the common applicability of the classification requirements in “Part 1” to ABS-classed vessels, other marine structures and their associated machinery, and thereby make “Conditions of Classification” more readily a common Rule of the various ABS Rules and Guides, as appropriate.

Thus, this supplement specifies only the unique requirements applicable to steel floating dry docks. This supplement is always to be used with the aforementioned *Rules for Conditions of Classification (Part 1)*.

CHAPTER 1 Scope and Conditions of Classification

CONTENTS

SECTION 1	Classification	7
SECTION 2	Classification Symbols and Notations	8
1	Dry Docks Built Under Survey	8
3	Dry Docks not Built Under Survey	8
SECTION 3	Rules for Classification.....	9
1	Application.....	9
3	Dry Dock Types	9
SECTION 4	Submission of Plans	10

PART

1

CHAPTER **1** **Scope and Conditions of Classification**

SECTION **1** **Classification** (*1 January 2008*)

The requirements for conditions of classification are contained in the separate, generic *ABS Rules for Conditions of Classification (Part 1)*.

Additional requirements specific to steel floating dry docks are contained in the following Sections of this Part.

PART

1

CHAPTER **1** **Scope and Conditions of Classification**

SECTION **2** **Classification Symbols and Notations (1 January 2008)**

A listing of Classification Symbols and Notations available to the Owners of vessels, offshore drilling and production units, and other marine structures and systems, “List of ABS Notations and Symbols” is available from the ABS website “<http://www.eagle.org/absdownloads/index.cfm>”.

The following notations are specific to steel floating dry docks.

1 **Dry Docks Built Under Survey**

Dry docks which have been built to the satisfaction of the ABS Surveyors to the requirements as contained in these Rules will be classed and distinguished in the *Record* by the symbols **⊠ A1 Floating Dry Dock**. Notations indicating the dry dock lifting capacities and the operating site also will be shown in the *Record*.

3 **Dry Docks not Built Under Survey**

Dry docks which have not been built under survey to ABS, but which are submitted for classification, will be subject to a special classification survey. Where found satisfactory and thereafter approved by the Classification Committee, they will be classed and distinguished in the *Record* by **A1 Floating Dry Dock**. The symbol **⊠** signifying survey during construction will be omitted. Notations indicating the dry dock lifting capacities and the operating site also will be shown in the *Record*.

PART

1

CHAPTER **1** **Scope and Conditions of Classification**

SECTION **3** **Rules for Classification** (*1 January 2008*)

1 **Application**

These Rules apply in general to dry docks over 61 m (200 ft) in length. Dry docks of less length will be subject to special consideration. When the dry dock is to be operated or towed in other than sheltered waters, special consideration is to be given to the longitudinal strength, wing wall strength, reinforcement against slamming, freeboard and stability, and other items as considered necessary.

3 **Dry Dock Types**

These Rules apply to the following dry dock types.

- One piece dry dock type in which the wing walls and the pontoon are continuous and inseparable along the dock structure
- Continuous-wing, sectional-pontoon type in which the wing walls run continuously and the bottom is formed of separable or permanently attached sectional pontoons
- Continuous pontoons and discontinuous wing walls.
- Sectional type with discontinuous sections of the wing walls and the bottom pontoon in which rotation or vertical movement or both is possible between each discontinuous section.

PART

1

CHAPTER **1** **Scope and Conditions of Classification**

SECTION **4** **Submission of Plans**

Plans showing the scantlings, arrangements, and details of the principal parts of the structure to be built under survey are to be submitted for review or approval before construction is commenced. These plans are to clearly indicate the scantlings, joint details and welding, or other methods of connection.

Plans should generally be submitted electronically. If plans are submitted in hard copy, then they are generally to be submitted in triplicate, one copy to be returned to those making the submission, one copy for the use of the Surveyor where the vessel is being built, and one copy to be retained in the Bureau Technical office for record. Additional copies may be required where the required attendance of the Surveyor is anticipated at more than one location.

In general, these plans are to include the following where applicable.

- General arrangement plan
- Transverse section scantlings at mid-length of dry dock
- Structural plans of the wing walls and pontoons
- Structural plans of the decks and bulkheads
- Tank arrangements showing also maximum service heads and heights of overflows and vent pipes and where used in design, data showing the maximum differential service head
- Pumping arrangements
- Machinery and electrical plans
- Piping systems
- Fire extinguishing systems
- Stability calculations and hydrostatic curves
- Calculations and data for longitudinal strength analysis
- Block loading data
- Operating manual
- Crane load distribution
- Particulars of indicator systems for tank water level and drafts
- Particulars of deflection indicating system

PART

2

Materials and Welding

The independent booklet, *ABS Rules for Materials and Welding (Part 2)*, for steels, irons, bronzes, etc., is to be referred to. This booklet consists of the following Chapters:

Rules for Testing and Certification of Materials

CHAPTER 1 Materials for Hull Construction

CHAPTER 2 Materials for Equipment

CHAPTER 3 Materials for Machinery, Boilers, Pressure Vessels, and Piping

APPENDIX 1 List of Destructive and Nondestructive Tests Required in Part 2, Chapters 1, 2 and 3 and Responsibility for Verifying

APPENDIX 4 Scheme for the Approval of Rolled Hull Structural Steel Manufacturer

APPENDIX 5 Scheme for the Approval of Manufacturers of Hull Structural Steels Intended for Welding with High Heat Input

APPENDIX 6 Guide for Nondestructive Examination of Marine Steel Castings

APPENDIX 7 Guide for Nondestructive Examination of Hull and Machinery Steel Forgings

Rules for Welding and Fabrication

CHAPTER 4 Welding and Fabrication

APPENDIX 2 Requirements for the Approval of Filler Metals

APPENDIX 3 Application of Filler Metals to ABS Steels

Hull Construction and Equipment**CONTENTS**

CHAPTER 1	General	13	
	Section 1	Definitions	14
	Section 2	General Requirements	16
CHAPTER 2	Hull Structures and Arrangements	17	
	Section 1	Longitudinal Strength	18
	Section 2	Transverse Strength	20
	Section 3	Local Strength	21
	Section 4	Welding and Corrosion Control	27
CHAPTER 3	Stability	28	
	Section 1	General Requirements	29
	Section 2	Freeboard	30
CHAPTER 4	Testing During Construction – Hull	31	
	Section 1	Tank, Immersion, and Inclining Tests	32

PART
3

CHAPTER **1** **General**

CONTENTS

SECTION 1	Definitions.....	14
1	Application	14
3	Length	14
5	Breadth.....	14
7	Depth.....	14
9	Clear Draft.....	14
11	Safety Deck.....	14
13	Top Deck.....	14
15	Pontoon.....	15
17	Residual Water	15
19	Ballast Water.....	15
21	Lifting Capacity	15
	21.1 Rated Lifting Capacity	15
	21.3 Maximum Lifting Capacity	15
23	Buoyancy Chamber	15
25	Units	15
SECTION 2	General Requirements	16
1	Material	16
3	General Arrangement	16
	3.1 Safety Deck	16
	3.3 Top Deck.....	16
	3.5 Ventilation and Access	16
5	Indicator Systems	16

PART

3

CHAPTER 1 General

SECTION 1 Definitions

1 Application

The following definitions apply throughout these Rules.

3 Length

L_m is the molded length, in m (ft), between the end bulkheads of the lifting portion of the dry dock in its normal operating mode.

L_{oa} is the length overall, in m (ft), and indicates the extreme length over aprons.

5 Breadth

B is the greatest horizontal distance, in m (ft), between the outer surfaces of the outer side plating of the wing walls.

B_O is the greatest horizontal distance, in m (ft), between the outer surfaces of the outer wing walls or fixed projections thereon.

B_I is the least breadth, in m (ft), between the inner sides of the wing wall surfaces measured at the top of the keel blocks.

B_{IC} is the least breadth, in m (ft), between inner wing wall surfaces, or fixed projections thereon, measured at any point above the keel blocks.

7 Depth

D is the molded depth, in m (ft), measured at the centerline from the inner surface of the bottom plating to the inner surface of the top deck plating.

9 Clear Draft

d_c is the distance, in m (ft), from the top of the keel blocks to the waterline corresponding to the wing wall freeboard.

11 Safety Deck

The *Safety Deck* is a watertight deck extending over the length of the wing walls and located below the top deck.

13 Top Deck

The *Top Deck* is the deck extending over the length of the wing walls to form the top of the wing walls.

15 Pontoon

The *Pontoon* is the structure that extends between and under the wing walls to form the bottom of the dock.

17 Residual Water

Residual Water is water which cannot be discharged by pumps from ballast compartments.

19 Ballast Water

Ballast Water is the water, other than residual water, used in ballast compartments.

21 Lifting Capacity

The lifting capacities given below are to be with all dry dock service tanks full and operating equipment in place. In determining the dry dock lifting capacities, account is to be taken of the residual water defined in 3-1-2/17, or any ballast water required for longitudinal strength purposes.

21.1 Rated Lifting Capacity

The *Rated Lifting Capacity* is the ship weight, in metric tons (long tons), that the dry dock can lift and support in a satisfactory condition at the rated pontoon freeboard.

21.3 Maximum Lifting Capacity

The *Maximum Lifting Capacity*, in metric tons (long tons), is the ship weight that the dry dock can lift and support in a satisfactory condition at the minimum pontoon freeboard.

23 Buoyancy Chamber

A *Buoyancy Chamber* is a watertight compartment in the wing walls or pontoon, designed to be empty at all times and provided with neither filling lines nor flooding valves.

25 Units

These Rules are written in two systems of units, i.e., MKS units and US customary units. Each system is to be used independently of any other system.

Unless indicated otherwise, the format of presentation in the Rules of the two systems of units is as follows:

MKS units (US customary units)

PART

3

CHAPTER 1 General

SECTION 2 General Requirements

1 Material

The material for the structural members of dry docks having operating sites in sheltered waters is to be hull structural steel, castings, etc., complying with the relevant requirements of the *ABS Rules for Materials and Welding (Part 2)*. Steel plate and rolled sections are generally to be of Grade A material. Attention is to be given to the notch toughness of the material for dry docks that are to operate in low temperature environments, in unprotected locations, or are to undergo an ocean delivery voyage.

3 General Arrangement

3.1 Safety Deck

A watertight safety deck as defined in 3-1-1/11 is to be fitted. When all tanks below the safety deck are flooded, the dry dock is to remain afloat at a draft no greater than that corresponding to the wing wall freeboard. Alternative arrangements to fitting a safety deck, such as the provision of an air cushion, will be given special consideration. Special consideration will also be given to the need for a safety deck in relation to the depth of water in which the dry dock operates.

3.3 Top Deck

The dry dock is to be provided with a top deck as defined in 3-1-1/13. Where a watertight safety deck is required, the top deck is to be weathertight ('weathertight' in this case meaning the ability to exclude water other than that due to rainfall in way of necessary access openings). Special consideration will be given to the top deck, including the scantlings, where air cushions are proposed in lieu of a safety deck.

3.5 Ventilation and Access

All ballast and service tanks are to have vent or overflow pipes that generally terminate above the top deck. All compartments are to be provided with manholes for access, and openings are to be arranged to provide adequate ventilation and access to all parts of the structure.

5 Indicator Systems

Deflection meters or acceptable alternatives, tank level, draft, and trim indicators are to be provided to enable the operation of the dry dock to be controlled within the draft and deflection limits.

PART
3

CHAPTER **2 Hull Structures and Arrangements**

CONTENTS

SECTION 1	Longitudinal Strength	18
1	Loading Conditions	18
3	Permissible Stresses	18
5	Extent of Scantlings	18
7	Deflection Indicator Systems	19
SECTION 2	Transverse Strength	20
1	Loading Conditions	20
3	Permissible Stresses	20
SECTION 3	Local Strength	21
1	Buckling.....	21
3	Tank and Shell Scantlings	21
	3.1 Plating	21
	3.3 Stiffeners	22
	3.5 Stringers, Webs, and Girders	22
5	Decks	23
	5.1 Plating	23
	5.3 Longitudinals and Beams	24
	5.5 Deck Transverses and Girders.....	24
7	Structure Under the Keel and Side Blocks	25
	7.1 Loading.....	25
	7.3 Structural Arrangement	25
	7.5 Permissible Local Stresses	25
9	Dock Cranes	25
	TABLE 1 Thickness and Flanges of Brackets and Knees.....	26
SECTION 4	Welding and Corrosion Control	27
1	Welding	27
3	Corrosion Control.....	27

CHAPTER **2 Hull Structures and Arrangements**SECTION **1 Longitudinal Strength****1 Loading Conditions**

The longitudinal strength is to be determined from the data given for a ship having a weight equal to the maximum lifting capacity of the dry dock. Longitudinal bending moments and shear forces are to be investigated for the condition in which the weight of the vessel is distributed, in an acceptable form, over a length corresponding to the shortest vessel intended to be lifted and supported at the maximum lifting capacity of the dry dock. Where governing bending moments and shear forces may occur at less than the maximum lifting capacity such conditions are also to be investigated.

Information on the loading conditions is to be contained in the operating manual, including the length of the shortest vessel used to determine the bending moment and shearing forces at the maximum lifting capacity. Information on the shortest vessel that may be docked at the various other lifting capacities is also to be indicated in the operating manual, as well as the longitudinal deflections of the dry dock associated with the maximum allowable bending moment for which the dock is approved.

Alternatively, consideration will be given to the approval of the dry dock based on allowable operating deflections that have been established from satisfactory service with dry docks of specific size, proportion, and scantlings. For approval, the proposed maximum allowable values of deflection along the length of the dock and the longitudinal bending moments and shear forces associated with them are to be submitted.

Special consideration will be given to the longitudinal strength where it is intended to tow the dry dock in unprotected waters, including particulars of the season and the duration and area of the towing operation.

3 Permissible Stresses

For the loading conditions defined in 3-2-1/1, the longitudinal bending stresses are not to exceed 1400 kg/cm^2 ($8.9 \text{ long tons/in}^2$) and the shear stresses are not to exceed 787 kg/cm^2 ($5.0 \text{ long tons/in}^2$). Alternatively, the design stresses may be in accordance with other recognized standards, provided all related requirements of the standard are also complied with. Where approval is based upon allowable deflection standards established by satisfactory service experience, the associated permissible stresses may vary from those given above.

5 Extent of Scantlings

The scantlings of members included in the dry dock mid-length section modulus are to be maintained over the $0.4L_m$ mid-length of the dry dock, beyond which they may be gradually reduced towards the ends. Where the maximum bending moment is outside the $0.4L_m$ mid-length of the dry dock, special consideration will be given to the longitudinal distribution of material. The requirements of Sections 3-2-2 and 3-2-3 are also to be complied with.

7 Deflection Indicator Systems

The deflection indicator systems as required by 3-1-2/5 are to provide a means by which the operating personnel can promptly see the effects of loading on the longitudinal strength. The allowable deflection limits are to correspond to the governing longitudinal bending condition for which the dock is approved and are to be readily apparent to operating personnel. Where anticipated as operating conditions, the deflection control systems are to be capable of showing the effects on the longitudinal strength of load discontinuities resulting from conditions such as supporting a vessel in two or more parts or the simultaneous support of two or more vessels. Information on the deflection indicator system, including the limits of allowable deflection, is to be included in the operating manual.

CHAPTER **2** **Hull Structures and Arrangements**SECTION **2** **Transverse Strength****1** **Loading Conditions**

The transverse strength of the dry dock is to be considered with the dry dock at the minimum pontoon freeboard and the keel blocks loaded to the maximum permissible value per m (ft) of length of dry dock indicated in the building specifications or operating manual. The maximum permissible keel block load is to be not less than determined from the data given for the shortest ship intended to be docked at the maximum lifting capacity of the dry dock with the vessel weight supported only by the keel blocks. Alternatively, where it is the operating condition, the weight corresponding to the shortest vessel to be docked at the maximum lifting capacity may be distributed on both the keel and side blocks. In such cases, the keel block load is also not to be less than that corresponding to the shortest heaviest vessel to be supported only by the keel blocks, and the transverse strength of the dock is to be considered for both conditions. With the dry dock at the minimum pontoon freeboard, consideration is to be given also to the effect on the transverse strength of the pontoon structure not subject to block loading. The maximum keel block load and the side block design loads as indicated in 3-2-3/7.1 need not be considered to apply simultaneously to a member supporting both unless it is anticipated as an operational loading arrangement.

The transverse strength of the dry dock is also to be considered with the dry dock at those drafts which give the maximum water pressure differential on the dock structure.

3 **Permissible Stresses**

Under the loading conditions in 3-2-2/1, the compressive or tensile stresses in transverse members are not to exceed 1600 kg/cm^2 ($10.1 \text{ long tons/in}^2$). The shear stresses in the transverse members are not to exceed 1000 kg/cm^2 ($6.3 \text{ long tons/in}^2$). Alternatively, the design stresses may be in accordance with other recognized standards, provided all related requirements of the standard are also complied with.

PART

3

CHAPTER **2 Hull Structures and Arrangements**

SECTION **3 Local Strength**

1 Buckling

The structural panels and members are to be adequately stiffened to prevent buckling. It may be required that calculations be submitted in support of resistance to buckling for any part of the vessel's structure.

3 Tank and Shell Scantlings

3.1 Plating

Plating is to be of the thickness obtained from the following equation.

$$t = \frac{s\sqrt{h}}{283} + 2.30 \text{ mm} \qquad t = \frac{s\sqrt{h}}{511} + 0.09 \text{ in.}$$

where

s = spacing of stiffeners, in mm (in.)

h = for ballast tanks, the greatest of the following distances, in m (ft), from the lower edge of the plate:

i) To a point located at two-thirds of the distance from the top of the tank to the top of the overflow. As an alternative, the maximum differential head in service may be used, provided hydrostatic data is submitted to show the differential head based on the highest levels to which water will rise on each side of the structure in service. Where the head is obtained using the maximum differential head in service, data on operating the dry dock within such design limits are to be included in the operating manual.

ii) 2.5 m (8.2 ft)

= for all other tanks, the greatest of the following distances, in m (ft), from the lower edge of the plate:

i) To a point located two-thirds of the distance from the top of the tank to the top of the overflow

ii) To the maximum immersion waterline, for wing wall and pontoon plating

iii) 2.5 m (8.2 ft)

= for void spaces and cofferdams, the greater of the following distances, in m (ft), from the lower edge of the plate:

i) To the maximum immersion waterline, for wing wall and pontoon plating

ii) 2.5 m (8.2 ft)

The thickness is not to be less than 6.5 mm ($1/4$ in.). Special consideration is to be given to the required plating thickness where it forms the boundary of an air cushion.

The arrangement of all tanks, showing the maximum heads to which they will be subjected in service and the heights of all overflow and vent pipes, is to be clearly indicated on the submitted plans.

3.3 Stiffeners

Each stiffener, in association with the plating to which it is attached, is to have section modulus, SM , not less than obtained from the following equation:

$$SM = 6.75hs\ell^2 \text{ cm}^3 \qquad SM = 0.0035hs\ell^2 \text{ in}^3$$

where

- h = for ballast tanks, the greatest of the following distances, in m (ft), from the middle of ℓ :
- i) To a point located at two-thirds of the distance from the top of the tank to the top of the overflow. As an alternative, the maximum differential head in service may be used, provided hydrostatic data is submitted to show the differential head based on the highest levels to which water will rise on each side of the structure in service. Where the head is obtained using the maximum differential head in service, data on operating the dry dock within such design limits are to be included in the operating manual.
 - ii) 2.5 m (8.2 ft)
- = for all other tanks, the greatest of the following distances, in m (ft), from the middle of ℓ :
- i) To a point located two-thirds of the distance from the top of the tank to the top of the overflow
 - ii) To the maximum immersion waterline, for wing wall and pontoon plating
 - iii) 2.5 m (8.2 ft)
- = for void spaces, the distance, in m (ft), from the middle of ℓ to the maximum immersion waterline for wing wall and pontoon stiffeners, but not less than 2.5 m (8.2 ft) for wing wall, pontoon, and bulkhead stiffeners.
- s = spacing of the stiffeners, in m (ft)
- ℓ = span, in m (ft), between effective supporting members. Where brackets complying with 3-2-3/Table 1 are fitted at bulkheads, decks, or shell and intersect the stiffeners at about 45 degrees, the span ℓ may be measured to a point 25% of the extent of the bracket beyond the bracket toe.

Special consideration is to be given to the scantlings of stiffeners supporting plating which forms the boundary of an air cushion.

3.5 Stringers, Webs, and Girders

3.5.1 Strength Requirements

Each stringer, web, or girder which supports stiffeners is to have a section modulus, SM , not less than obtained from the following equation:

$$SM = 6.75hs\ell^2 \text{ cm}^3 \qquad SM = 0.0035hs\ell^2 \text{ in}^3$$

where

- h = vertical distance, in m (ft), from the center of the area supported to the same heights to which h for the stiffeners is measured (see 3-2-3/3.3)
- s = spacing of stringers, webs, and girders, in m (ft)
- ℓ = span, in m (ft), between effective supporting members. Where effective brackets are fitted, ℓ may be modified as indicated in 3-2-3/3.5.3. Where efficient struts are fitted across tanks connection stringers, webs, or girders on each side of the tanks and spaced not over four times the depth of the girder, the value for the section modulus, SM , for each stringer, web, or girder may be one-half that given above.

3.5.2 Proportions

The web depth is not to be less than 0.145ℓ (1.75 in. per ft of span ℓ) where no struts or ties are fitted, and 0.0833ℓ (1 in. per ft of span ℓ) where struts or ties are fitted or where the member is a deck girder or deck transverse. In general, the depth is not to be less than 3 times the depth of the slots for stiffeners, and the thickness is not to be less than 1 mm per 100 mm (0.01 in. per in.) of depth plus 3 mm (0.12 in.), but need not exceed 11.5 mm (0.46 in.).

3.5.3 Brackets

Where brackets are fitted having thicknesses of not less than the stringer, web, or girder web plates, the value for ℓ may be modified in accordance with the following:

- Where the face area on the bracket is not less than one-half that on the stringer, web, or girder and the face plate or flange on the stringer, web, or girder is carried to the bulkhead or base, the length ℓ may be measured to a point 150 mm (6 in.) onto the bracket. In no case is the allowance at either end to exceed one-quarter of the overall length of the stringer, web, or girder.
- Where the face area on the bracket is less than one-half that on the stringer, web, or girder and the face plate or flange on the stringer, web, or girder is carried to the bulkhead or base, ℓ may be measured to a point where the area of the bracket and its flange, outside the line of the stringer, web, or girder is equal to the flange area on the girder.
- Where the face plate or flange area of the stringer, web, or girder is carried along the face of the bracket, which may be curved for the purpose, ℓ may be measured to the point of the bracket.

Brackets are not to be considered effective beyond the point where the arm on the girder or web is 1.5 times the length of the arm on the bulkhead or base.

5 Decks

5.1 Plating

5.1.1 Top Deck

The thickness of top deck plating over the $0.4L_m$ mid-length of the dry dock is to be as required for longitudinal strength, see 3-2-1/1, 3-2-1/3, 3-2-1/5, and 3-2-3/1. (See also 3-1-2/3.3.) Outside the $0.4L_m$ mid-length the plate thickness may be gradually reduced until for $0.1L_m$ from each end of the dry dock it is to be not less than determined from the following equations:

$$t = 0.0095s + 0.86 \text{ mm} \quad s \leq 760 \text{ mm}$$

$$t = 0.0095s + 0.033 \text{ in.} \quad s \leq 30 \text{ in.}$$

$$t = 0.0064s + 3.2 \text{ mm} \quad s > 760 \text{ mm}$$

$$t = 0.0064s + 0.127 \text{ in.} \quad s > 30 \text{ in.}$$

where

$$t = \text{required thickness of deck plating, in mm (in.)}$$

$$s = \text{spacing of longitudinals or transverse beams, in mm (in.)}$$

5.1.2 Safety Deck

The thickness of the safety deck is to be in accordance with 3-2-3/1 and 3-2-3/3.1, but is generally to be not less than 7.0 mm (0.28 in.). Special consideration is to be given to the thickness where the deck forms an air cushion boundary.

5.3 Longitudinals and Beams

5.3.1 Top Deck

In general, the top deck is to be framed longitudinally over the $0.4L_m$ mid-length of the dry dock. The section modulus, SM , of each top deck longitudinal or transverse beam is to be obtained from the following equation:

$$SM = 12.04cs\ell^2 \quad \text{cm}^3 \qquad SM = 0.0205cs\ell^2 \quad \text{in}^3$$

where

- c = 0.874 for longitudinals within the $0.4L_m$ mid-length of the dry dock
 = 0.55 for transverse beams throughout and for longitudinals within $0.1L_m$ from the end of the dry dock. The c value for longitudinals between the $0.4L_m$ mid-length and the end $0.1L_m$ lengths of the dry dock may be obtained by interpolation between the two above indicated values. Where the maximum longitudinal bending moment is outside the $0.4L_m$ mid-length of the dry dock, special consideration will be given to the value of c for top deck longitudinals.

s = spacing of longitudinal or transverse beams, in m (ft)

ℓ = span, in m (ft), between effective supporting members. Where brackets complying with 3-2-3/Table 1 are fitted at bulkhead, deck, or shell supports and intersect the longitudinal or beam at about 45 degrees, the span ℓ may be measured to a point 25% of the extent of the bracket beyond the bracket toe.

In way of tanks and if greater than the foregoing, the requirements of 3-2-3/3.3 are to apply.

5.3.2 Safety Deck

The section modulus, SM , of each safety deck longitudinal or transverse beam is to be obtained from the following equation:

$$SM = 4.27hs\ell^2 \quad \text{cm}^3 \qquad SM = 0.0022hs\ell^2 \quad \text{in}^3$$

where

h = height from the top of the safety deck to the underside of the top deck plating, in m (ft)

s = spacing of longitudinals or beams, in m (ft)

ℓ = span, in m (ft) between effective supporting members. Where brackets complying with 3-2-3/Table 1 are fitted at bulkhead, deck, or shell supports and intersect the longitudinal or beam at about 45 degrees, the span ℓ may be measured to a point 25% of the extent of the bracket beyond the bracket toe.

In way of tanks, and if greater than the foregoing, the requirements of 3-2-3/3.3 are to apply. Special consideration is to be given to the scantlings where the deck forms an air cushion boundary.

5.5 Deck Transverses and Girders

The section modulus, SM , of each top and safety deck member supporting longitudinals or beams is to be obtained from the following equation:

$$SM = 4.74hs\ell^2 \quad \text{cm}^3 \qquad SM = 0.0025hs\ell^2 \quad \text{in}^3$$

where

h = 1.52 m (5 ft) for top deck members for safety deck members

= height from the top of the safety deck to the underside of the top deck plating, in m (ft)

s = spacing of deck transverses or girders, in m (ft)

ℓ = as defined in 3-2-3/3.5, in m (ft)

Clear of tanks, the depth of deck transverse or girder is to be not less than 0.0583ℓ (0.7 in. per ft of span ℓ). In way of tanks, the proportions given in 3-2-3/3.5.2 are to apply.

The span ℓ may be modified for brackets in accordance with 3-2-3/3.5.3. In way of tanks, and if greater than the foregoing, the requirements of 3-2-3/3.5 are to apply.

Special consideration is to be given to the scantlings of deck girders and transverses where the deck forms an air cushion boundary.

7 Structure Under the Keel and Side Blocks

7.1 Loading

The loading on the keel blocks is to be the maximum permissible value per m (ft) of dry dock length given in the building specifications or operating manual, but is not to be less than that determined from the data given for the shortest ship intended to be docked at the maximum lifting capacity of the dry dock with the vessel weight supported only by the keel blocks. Alternatively, where it is the operating condition, the weight corresponding to the shortest vessel to be docked at the maximum lifting capacity may be distributed on both the keel and side blocks. In such cases, the keel and side blocks load is also not to be less than that corresponding to the shortest, heaviest vessel to be supported only by the keel blocks. In the absence of other standards or specifications, the side block design load is not to be less than one-half that of the keel blocks. The maximum keel block load and the design side block loads need not be applied simultaneously to a member supporting both unless it is anticipated as an operational loading condition.

7.3 Structural Arrangement

A centerline girder is to provide adequate support for the keel blocks. Side girders or transverse members are to be arranged to support the side blocks. The block loading on local supporting members is to be as given in 3-2-3/7.1.

7.5 Permissible Local Stresses

In association with the local loading given in 3-2-3/7.1, the tensile or compressive stress is not to exceed 1600 kg/cm^2 (10.1 long tons/in²). The shear stresses are not to exceed 1000 kg/cm^2 (6.3 long tons/in²). Alternatively, the design stresses may be in accordance with another recognized standard, provided all the related requirements of the standard are also complied with.

9 Dock Cranes

If cranes are fitted, the resulting loads on the dry dock structure are to be indicated on the submitted plans. The total crane weight including hook load and the arrangement of wheels and rails are to be taken into consideration in determining the crane foundations. This information is to be indicated on the submitted plans. Certification for the cranes, if required, will be subject to special consideration.

TABLE 1
Thickness and Flanges of Brackets and Knees

Millimeters	Thickness		Width of Flange
	Plain	Flanged	
150	6.5		
175	7.0		
200	7.0	6.5	30
225	7.5	6.5	30
250	8.0	6.5	30
275	8.0	7.0	35
300	8.5	7.0	35
325	9.0	7.0	40
350	9.0	7.5	40
375	9.5	7.5	45
400	10.0	7.5	45
425	10.0	8.0	45
450	11.5	8.0	50
475	11.0	8.0	50
500	11.0	8.5	55
525	11.5	8.5	55
550	12.0	8.5	55
600	12.5	9.0	60
650	13.0	9.5	65
700	14.0	9.5	70
750	14.5	10.0	75
800		10.5	80
850		10.5	85
900		11.0	90
950		11.5	90
1000		11.5	95
1050		12.0	100
1100		12.5	105
1150		12.5	110
1200		13.0	110

Inches	Thickness		Width of Flange
	Plain	Flanged	
6.0	0.26		
7.5	0.28		
9.0	0.30	0.26	1 ¹ / ₄
10.5	0.32	0.26	1 ¹ / ₄
12.0	0.34	0.28	1 ¹ / ₂
13.5	0.36	0.28	1 ¹ / ₂
15.0	0.38	0.30	1 ³ / ₄
16.5	0.40	0.30	1 ³ / ₄
18.0	0.42	0.32	2
19.5	0.44	0.32	2
21.0	0.46	0.34	2 ¹ / ₄
22.5	0.48	0.34	2 ¹ / ₄
24.0	0.50	0.36	2 ¹ / ₂
25.5	0.52	0.36	2 ¹ / ₂
27.0	0.54	0.38	2 ³ / ₄
28.5	0.56	0.38	2 ³ / ₄
30.0	0.58	0.40	3
33.0		0.42	3 ¹ / ₄
36.0		0.44	3 ¹ / ₂
39.0		0.46	3 ³ / ₄
42.0		0.48	4
45.0		0.50	4 ¹ / ₄

Note: The thickness of brackets is to be suitably increased in cases where the depth at throat is less than two-thirds that of the knee.

PART

3

CHAPTER 2 Hull Structures and Arrangements

SECTION 4 Welding and Corrosion Control

1 Welding

Welding is to be in accordance with the *ABS Rules for Materials and Welding (Part 2)* and Section 3-2-19 of the *ABS Rules for Building and Classing Steel Vessels*. Alternatively, welding may be in accordance with another recognized standard, provided all related requirements of the standard are also complied with.

3 Corrosion Control

Where special protective coatings are applied to the boundaries and internal framing members, or other effective methods of corrosion control are adopted, reductions in scantlings may be specially considered.

Where any of the proposed reductions are approved, a notation will be made in the *Record* that such reductions have been taken.

PART
3

CHAPTER **3** **Stability**

CONTENTS

SECTION 1	General Requirements	29
1	General	29
3	Transverse Stability	29
SECTION 2	Freeboard	30
1	General	30
3	Wing Wall Freeboard	30
5	Pontoon Freeboard	30
5.1	Rated Pontoon Freeboard	30
5.3	Minimum Pontoon Freeboard	30

PART

3

CHAPTER **3** **Stability**

SECTION **1** **General Requirements**

1 **General**

Transverse stability calculations for the dry dock in the various operating conditions are to be submitted. The conditions to be considered are to include that of the dry dock loaded, with the top of the keel blocks breaking water, with the top of the pontoon at water level and other conditions that may be critical from initial ship touchdown to normal operating conditions. Longitudinal stability is also to be considered.

3 **Transverse Stability**

In general, the transverse *GM* of the combined ship and dry dock unit, after all free surface corrections are made for spaces in the dry dock, is not to be less than 1.525 m (5.0 ft) for dry docks with a rated lifting capacity of up to 10,200 metric tons (10,000 long tons). This transverse *GM* may be reduced linearly for rated capacities over 10,200 metric tons (10,000 long tons) to a minimum of 1.0 m (3.28 ft) for a rated lifting capacity of 51,000 metric tons (50,000 long tons) and above.

The operating manual for the dry dock is to include, preferably in the form of curves, data giving a range of ship weights and the associated ship centers of gravity that would result in the dry dock complying with the foregoing stability standards. In general, the foregoing transverse *GM* values are minimum. However, consideration of the operational environment may require an increase.

PART

3

CHAPTER **3 Stability**

SECTION **2 Freeboard**

1 General

The following freeboards are considered suitable for dry docks operating in sheltered waters. Where the operating site is not in sheltered waters, the freeboards are to be specially considered.

3 Wing Wall Freeboard

When the dry dock is submerged to its maximum draft, the wing wall freeboard is the least distance from the upper surface of the top deck to the waterline and is generally to be not less than 1.0 m (3.28 ft), provided the wing walls are watertight to the top deck.

5 Pontoon Freeboard

5.1 Rated Pontoon Freeboard

When the dry dock is supporting a ship of weight equal to the rated lifting capacity of the dock, the rated pontoon freeboard is the least distance from the waterline to the upper surface of the pontoon top plating. The rated freeboard is to be not less than 300 mm (12 in.).

5.3 Minimum Pontoon Freeboard

When the dry dock is supporting a ship of weight equal to the maximum lifting capacity of the dry dock, the minimum pontoon freeboard is the least distance from the waterline to the upper surface of the pontoon top plating. The minimum freeboard is to be not less than 75 mm (3 in.).

PART
3

CHAPTER **4** **Testing During Construction – Hull**

CONTENTS

SECTION 1	Tank, Immersion, and Inclining Tests	32
1	Tank Testing	32
3	Immersion Test	32
5	Inclining Test.....	32

PART

3

CHAPTER **4 Testing During Construction – Hull**

SECTION **1 Tank, Immersion, and Inclining Tests**

1 Tank Testing

All tanks, except those used for ballast, and cofferdams are to be separately tested by a head of water to the highest point to which the liquid will rise in service. Where the scantlings of a tank boundary are based on the maximum differential head in service, care is to be taken so that test heads do not exceed the design differential head. Ballast compartments are to be hose tested. The tests are to be carried out under simultaneous inspection of both sides of the plating. The water pressure in the hose is not to be less than 2.11 kg/cm² (30 psi). On submission of all necessary detail, air testing may be considered as an alternative to the foregoing.

3 Immersion Test

Tests are to be carried out on completion of the dry dock to determine the dry dock lightweight. The density of water in which the tests are made is to be noted.

5 Inclining Test

On completion of construction, the dry dock is to be inclined to determine the vertical center of gravity. Alternatively, consideration may be given to determining the vertical center of gravity of the dry dock by calculation.

PART

4

Machinery Installations

CONTENTS

CHAPTER 1	Classification of Machinery	34
	Section 1	General Provisions.....35
	Section 2	Piping Systems36
	Section 3	Electric Power and Lighting38
	Section 4	Control and Communications Systems.....41

CHAPTER 1 Classification of Machinery**CONTENTS**

SECTION 1	General Provisions.....	35
1	General	35
3	Testing	35
3.1	Piping Systems	35
3.3	General Systems	35
SECTION 2	Piping Systems.....	36
1	Dewatering and Flooding Systems	36
3	Venting Arrangements	36
5	Service Systems	36
7	Fire System	36
SECTION 3	Electric Power and Lighting	38
1	General	38
3	Shoreside Utility Power Supply	38
5	Electric Generators Installed on the Dry Dock.....	38
7	Combined Electric Power Supply	38
9	Emergency Service.....	39
11	Voltage	39
13	Unit Substations.....	39
15	Transformers.....	39
17	Service Disconnect Switch.....	39
19	Switchgear	39
21	Cables	40
23	Lighting.....	40
SECTION 4	Control and Communications Systems.....	41
1	Control Systems.....	41
3	Communications Systems	41

PART

4

CHAPTER **1** **Classification of Machinery**

SECTION **1** **General Provisions**

1 **General**

These Rules set forth requirements for the construction and installation of equipment and systems for dry docks. It is not intended by these Rules to require a particular arrangement of machinery. Other arrangements which are considered to offer comparable levels of safety for the proper functioning of the dry dock may be accepted.

Except as provided herein, requirements for boilers, pressure vessels, auxiliary engines, electrical equipment, pumps, and piping systems are to be in general accordance with the *ABS Rules for Building and Classing Steel Vessels*, as far as applicable. Consideration will be given to electrical equipment constructed in accordance with a national or international standard for industrial equipment.

3 **Testing**

3.1 **Piping Systems**

Piping systems are to be tested to one and one-half times the working pressure.

3.3 **General Systems**

In general, the machinery, pumps, piping, materials, electrical systems, and fire-extinguishing systems are to be tested in accordance with the applicable requirements of the *ABS Rules for Building and Classing Steel Vessels*, but need not be inspected at the plant of the manufacturer. The manufacturer's guarantee will be accepted, subject to satisfactory performance witnessed by the Surveyor after installation.

PART

4

CHAPTER **1 Classification of Machinery**

SECTION **2 Piping Systems**

1 Dewatering and Flooding Systems

A fixed dewatering system is to be installed with pumps securely mounted on structural foundations and arranged to permit unrestricted flow to the pump suction. The arrangements for dewatering are to be such that in case of failure of the normal means an alternative means of pumping is available for each ballast tank. Each overboard discharge line is to have a positive-closing overboard discharge valve located adjacent to the shell of the dry dock and operable from above the safety deck (see 3-1-1/11). In addition, a non-return valve is to be provided inboard or outboard of the overboard discharge valve. Systems providing bypasses around pump and non-return valves to permit fast flooding will be subject to special consideration.

The arrangements for flooding are to be such that in the case of failure of the normal means an alternative means of flooding is available for each ballast tank. Cross flooding, if provided, is to be arranged so that adequate stability is maintained. Flooding valves are to be located as close as practicable to the shell of the dry dock or inlet sea chest. The inlet is to be protected by a bar type strainer.

Pump and valve shafts and extension drives located in the ballast tanks are to be of suitable corrosion resistant materials. Requirements for valves and piping systems are to be in general accordance with the *ABS Rules for Building and Classing Steel Vessels*. However, the use of cast iron valves attached to the dry dock shell may be considered.

3 Venting Arrangements

Adequate venting is to be provided. Where air pipes are extended below decks to form an air cushion, they are to be of substantial thickness and also adequately supported at their lower ends.

5 Service Systems

When provided, connections to the dry dock for service systems including compressed air, salt water, fresh water, steam, oxygen, and natural and manufactured gases are to be permanently connected flexible hoses. Oxygen and acetylene lines are to have flashback arresters in the main and in all portable branches and are to have excess flow shut-off valves on the supply connection for the hoses. Piping for oxygen and acetylene is to be of seamless steel not less than American National Standards Institution (ANSI) schedule 40 or equivalent with all welded joints with brass valves for oxygen and diaphragm type for natural and manufactured gas, and fittings of ANSI 150 pound standard or equivalent.

7 Fire System

A water fire extinguishing system is to be provided for the protection of the dry dock and docked vessels. There is to be a branch of the fire main on each wing wall with fire hydrants on the top deck located not more than 30.5 m (100 ft) apart. The fire main is to have a capacity of 6.3 liters/sec (100 gpm) for every 30.5 m (100 ft) of length of the dry dock, except that this capacity is not to be less than 15.8 liters/sec (250 gpm) and is not required to be more than 47.3 liters/sec (750 gpm).

Two separate means of water supply are to be provided for the fire main. Where an adequate shoreside supply is not available, a fire pump is to be provided on the dry dock. Each means is to be capable of providing the above required flow of water at a pressure of not less than 8.8 kg/cm² (125 psi) gauge in the fire main. However, consideration will be given to the use of pressure less than this where, with standard nozzle sizes of 12 mm (0.5 in.), 16 mm (0.625 in.) and 20 mm (0.75 in.), a pressure of 2.8 kg/cm² (40 psi) can be maintained at all hydrants of the dry dock and largest docked vessel, while one of the means of water supply delivers the required capacity through adjacent hydrants.

Where operated in temperatures below 0°C (32°F), a means of draining the fire mains is to be provided. The fire main lines are to be located on or preferably just below the top deck. Provision is to be made for connecting a docked vessel fire system to the dry dock fire system. The interior spaces of the dry dock are to have portable fire extinguishers in general accordance with the *ABS Rules for Building and Classing Steel Vessels*.

PART

4

CHAPTER 1 Classification of Machinery

SECTION 3 Electric Power and Lighting

1 General

All dry docks using electricity for power or lighting are to be provided with at least two sources of electric power. These sources may comprise:

- Feeders from shoreside utility power supply
- Electric generators installed on the dry dock
- A combination of the above

Other arrangements will be subject to special consideration.

3 Shoreside Utility Power Supply

Dry docks having electric power supplied from shoreside sources are to be provided with at least one main feeder and one standby feeder from the shipyard or public utility substation. The capacity of the main feeder is to be sufficient for operation of the dewatering pumps at stated capacities plus operation of the fire pump, if provided on the dry dock, operation of valves, communication system, alarms, and lighting. In addition, with the main feeder out of service, the capacity and arrangement of the standby feeder is to be such that the dry dock maintains use of the fire pump, valve operation, lighting, alarms, and communication system. Feeders to the dry dock are to be separated as far as practicable and are preferably to be run to each wing wall.

Feeder cables to the dry dock are to be fully insulated and suitable for flexing service. They are to enter the dry dock through watertight heads and up to the distribution center or unit substation they are to run in a steel conduit or are to be protected by cable trays or rigid wire nets.

5 Electric Generators Installed on the Dry Dock

As an alternative to 4-1-3/3, dry docks may have electric power supplied by generators located onboard the dry dock. In such arrangements, there are to be not less than two generators, the combined capacity of which is sufficient for operation of the dewatering pumps. In addition, with any one generator out of service, the capacity of the remaining generators is to be sufficient so that the dry dock maintains use of the valve operation, lighting, alarms, communication system, and fire pump, if provided on the dry dock.

7 Combined Electric Power Supply

Arrangements in which the normal electric power supply is from a shoreside substation and standby power is provided by a generator located on the dry dock, or in which the normal power is supplied by onboard generation with standby power from shoreside, will receive special consideration. Such installations are to be arranged to prevent paralleling of the electric power generated onboard with shoreside power supply. The standby source of power is to be sufficient for the dry dock to maintain use of the fire pump, if provided on the dry dock, valve operation, lighting, alarms, and communication system.

9 Emergency Service

Where both the main and standby sources of power are provided from the shipyard or from a public utility substation, a self-contained emergency source of power is to be provided. This emergency power is to operate automatically on failure of normal supply and is to have sufficient capacity to provide emergency lighting, alarms, and communication for a period of two hours.

11 Voltage

In general, the voltage for the electric power supply to the dry dock is not to exceed 15,000 volts. Higher voltages will be subject to special consideration.

13 Unit Substations

Where required by the design, unit substations are to be of the number and capacity required for shoreside feeders. Substations are to be located on the safety deck within the wing wall or as may otherwise be approved, and they are to be metal enclosed and drip-proof protected. Distribution sections are to be of the dead-front type.

15 Transformers

In general, transformers installed on the dry dock are to be of the dry type. The use of liquid filled transformers will be subject to special consideration. The design temperature rise of insulated windings, based on an ambient temperature of 40°C, is not to exceed the values in the following table:

<i>Class of Insulation</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>F</i>	<i>H</i>
Temperature Rise (°C)	55	80	115	150
Maximum Hot Spot Temperature Rise (°C)	65	110	145	180

Appropriate reductions are to be made in the table values where ambient temperatures are in excess of 40°C.

17 Service Disconnect Switch

A fused service disconnect switch or circuit breaker is to be provided for each feeder and is to be located ashore as close as practicable to the dry dock. This switch is to be capable of being safely opened under load or closed into a fault.

19 Switchgear

Feeder and distribution switchgear for shoreside power supply is to be of the metal enclosed or dead-front type. The following instruments are to be provided for each voltage level.

- Voltmeter
- Ammeter
- Ground fault indication

Switchgear is to be braced for maximum available fault current, and circuit breakers and fuses are to be capable of interrupting maximum fault current at their point of application. Fault current studies are to be submitted for approval and are to include determination of available feeder source current at the service disconnect switch.

21 Cables

Cables are to be constructed in accordance with a recognized standard and are to have water resistant insulation. In general, conductors are to be of copper. However, in sizes above No. 4 AWG (21 mm²), special consideration will be given to the use of aluminum conductors. When aluminum conductors are proposed, terminations, connections, and other installation details will be subject to review and approval.

23 Lighting

Permanent lighting is to be on the top deck, wing walls, and in interior spaces as necessary for access and operation of the dry dock. Exterior and interior operating and control areas are to have the lighting arranged so that failure of one branch circuit will not leave these areas in darkness. Where lighting is installed in the wing walls, which is liable to submergence, the fixtures are to be watertight and are to be vented above the safety deck.

PART

4

CHAPTER **1 Classification of Machinery**

SECTION **4 Control and Communications Systems**

1 Control Systems

Controls and indicators are to be provided as necessary for the operation of the dry dock. Dewatering pumps are to have motor running indication. Flooding and discharge valves are to be provided with valve position indicators. Means are to be provided for determining the water level in each of the ballast compartments and the draft at each of the corners and at mid-length of the dry dock. When it is desired to fit a centralized control system with remote control of the flooding and dewatering systems, the arrangements and details of the system will be subject to approval.

3 Communications Systems

A public address system or other system of communication is to be provided between the control center, the centering station and both wing walls. A sound powered telephone or other communications system is also to be provided between the control center and each safety deck substation or motor control center to facilitate the operation of the dewatering pumps and the flooding and dewatering valves.

Surveys After Construction (1 January 2001)

The independent booklet, *ABS Rules for Survey After Construction (Part 7)* is to be referred to. This booklet consists of the following Chapters:

- CHAPTER 1 Conditions for Survey After Construction**
- CHAPTER 2 Survey Intervals**
- CHAPTER 3 Hull Surveys**
- CHAPTER 4 Drydocking Surveys**
- CHAPTER 5 Tailshaft Surveys**
- CHAPTER 6 Machinery Surveys**
- CHAPTER 7 Boiler Surveys**
- CHAPTER 8 Shipboard Automatic and Remote-control Systems**
- CHAPTER 9 Survey Requirements for Additional Systems and Services**
- CHAPTER 10 Steel Floating Drydocks**
- CHAPTER 11 Underwater Vehicles, Systems and Hyperbaric Facilities**
- CHAPTER 12 Offshore Racing Yachts and Sailing Yachts**
- APPENDIX**

Appendix 1
Comparison of the Numbering System
of the 1977 Rules vs. 2009 Rules

Comparison of the Numbering System of the 1977 Rules vs. the 2009 Rules

<i>Dry Dock 1977</i>	<i>Title</i>	<i>Dry Dock 2009</i>
Section 1	Conditions of Classification	
Whole Section	<p>The requirements for “Conditions of Classification” in Section 1 of the 1977 edition of the <i>Rules for Building and Classing Steel Floating Dry Docks</i> were relocated to the new, generically re-titled <i>ABS Rules for Conditions of Classification (Part 1)</i>, which now includes consolidated requirements applicable to all offshore units, installations, vessels or systems. Those classification requirements specific to aluminum vessels were retained in a supplemental Part 1 of the <i>Aluminum Vessel Rules</i>.</p> <p>In the list below, references to the <i>ABS Rules for Conditions of Classification (Part 1)</i> are given as “CC 1-1-X/Y.Y.Y” and references to Part 1 of the <i>Floating Dry Dock Rules</i> are given as “1-1-X/Y.Y.Y”.</p>	Part 1 and New “Generic” Part 1
1.1	Classification	Section 1-1-2
1.1.1	Dry Docks Built Under Survey	1-1-2/1
1.1.2	Dry Docks Not Built Under Survey	1-1-2/3
1.2	Application	1-1-3/1
1.3	Dry-dock Types	1-1-3/3
1.4	Novel Features	CC 1-1-4/5
1.5	Alternatives	CC 1-1-4/7.1
1.6	Submission of Plans	Section 1-1-4
1.7	Fees for Classification	CC Section 1-1-9
1.8	Fee for Plan Approval	CC Section 1-1-9
1.9	Responsibility	CC 1-1-1/5
1.10	Termination of Classification	CC 1-1-2/1
1.11	Material	3-1-2/1
1.12	Disagreement	CC 1-1-10/3
1.13	Interpretation	CC 1-1-10/1
1.14	Effective Date of Rule Change	CC 1-1-4/3
1.14.1	Six Month Rule	CC 1-1-4/3.1
1.14.2	Implementation of Rule Changes	CC 1-1-4/3.3
1.15	Other Regulations	CC 1-1-5/1
Section 2	Definitions	
Section 2	Definitions	Section 3-1-1
2.1	Length	3-1-1/3
2.2	Breadth	3-1-1/5
2.3	Depth	3-1-1/7
2.4	Clear Draft	3-1-1/9
2.5	Safety Deck	3-1-1/11
2.6	Top Deck	3-1-1/13
2.7	Pontoon	3-1-1/15
2.8	Residual Water	3-1-1/17
2.9	Ballast Water	3-1-1/19
2.10	Lifting Capacity	3-1-1/21
2.10.1	Rated Lifting Capacity	3-1-1/21.1
2.10.2	Maximum Lifting Capacity	3-1-1/21.3
2.11	Buoyancy Chamber	3-1-1/23
Section 3	General Arrangement and Indicator Systems	
Section 3	General Arrangement and Indicator Systems	3-1-2/3
3.1	Safety Deck	3-1-2/3.1
3.2	Top Deck	3-1-2/3.3
3.3	Ventilation and Access	3-1-2/3.5
3.4	Indicator Systems	3-1-2/5
Section 4	Freeboard	
Section 4	Freeboard	Section 3-3-2
4.1	General	3-3-2/1
4.2	Wing Wall Freeboard	3-3-2/3
4.3	Pontoon Freeboard	3-3-2/5
4.3.1	Rated Pontoon Freeboard	3-3-2/5.1
4.3.2	Minimum Pontoon Freeboard	3-3-2/5.3
Section 5	Stability	
Section 5	Stability	Section 3-3-1
5.1	General	3-3-1/1
5.2	Transverse Stability	3-3-1/3

Comparison of the Numbering System of the 1977 Rules vs. the 2009 Rules

<i>Dry Dock 1977</i>	<i>Title</i>	<i>Dry Dock 2009</i>
Section 6	Longitudinal Strength	
Section 6	Longitudinal Strength	Section 3-2-1
6.1	Loading Conditions	3-2-1/1
6.2	Permissible Stresses	3-2-1/3
6.3	Extent of Scantlings	3-2-1/5
6.4	Deflection Indicator System	3-2-1/7
Section 7	Transverse Strength	
Section 7	Transverse Strength	Section 3-2-2
7.1	Loading Conditions	3-2-2/1
7.2	Permissible Stresses	3-2-2/3
Section 8	Local Strength	
Section 8	Local Strength	Section 3-2-3
8.1	Buckling	3-2-3/1
8.2	Tank and Shell Scantlings	3-2-3/3
8.2.1	Plating	3-2-3/3.1
8.2.2	Stiffeners	3-2-3/3.3
8.2.3	Stringers, Webs, and Girders	3-2-3/3.5
8.2.3a	Strength Requirements	3-2-3/3.5.1
8.2.3b	Proportions	3-2-3/3.5.2
8.2.3c	Brackets	3-2-3/3.5.3
8.3	Decks	3-2-3/5
8.3.1	Plating	3-2-3/5.1
8.3.1a	Top Deck	3-2-3/5.1.1
8.3.1b	Safety Deck	3-2-3/5.1.2
8.3.2	Longitudinals and Beams	3-2-3/5.3
8.3.2a	Top Deck	3-2-3/5.3.1
8.3.2b	Safety Deck	3-2-3/5.3.2
8.3.3	Deck Transverses and Girders	3-2-3/5.5
8.4	Structure Under the Keel and Side Blocks	3-2-3/7
8.4.1	Loading	3-2-3/7.1
8.4.2	Structural Arrangement	3-2-3/7.3
8.4.3	Permissible Local Stresses	3-2-3/7.5
8.5	Dock Cranes	3-2-3/9
Table 8.1	Thickness and Flanges of Brackets and Knees	3-2-3/Table 1
Section 9	Welding and Corrosion Control	
Section 9	Welding and Corrosion Control	Section 3-2-4
9.1	Welding	3-2-4/1
9.2	Corrosion Control	3-2-4/3
Section 10	Machinery Installations	
Section 10	Machinery Installations	Part 4
10.1	General	Section 4-1-1
10.2	Electric Power and Lighting	Section 4-1-3
10.2.1	General	4-1-3/1
10.2.2	Shoreside Utility Power Supply	4-1-3/3
10.2.3	Electric Generators Installed on the Dry Dock	4-1-3/5
10.2.4	Combined Electric Power Supply	4-1-3/7
10.2.5	Emergency Service	4-1-3/9
10.2.6	Voltage	4-1-3/11
10.2.7	Unit Substations	4-1-3/13
10.2.8	Transformers	4-1-3/15
10.2.9	Service Disconnect Switch	4-1-3/17
10.2.10	Switchgear	4-1-3/19
10.2.11	Cables	4-1-3/21
10.2.12	Lighting	4-1-3/23
10.3	Control and Communications Systems	Section 4-1-4
10.3.1	Control Systems	4-1-4/1
10.3.2	Communications Systems	4-1-4/3
10.4	Piping Systems	Section 4-1-2
10.4.1	Dewatering and Flooding Systems	4-1-2/1
10.4.2	Venting Arrangements	4-1-2/3
10.4.3	Service Systems	4-1-2/5
10.4.4	Fire Systems	4-1-2/7

Comparison of the Numbering System of the 1977 Rules vs. the 2009 Rules

<i>Dry Dock 1977</i>	<i>Title</i>	<i>Dry Dock 2009</i>
Section 11	Testing	
Section 11	Testing	Section 3-4-1 4-1-1/3
11.1	Tank Testing	3-4-1/1
11.2	Immersion Test	3-4-1/3
11.3	Inclining Test	3-4-1/5
11.4	Piping System	4-1-1/3.1
11.5	General Systems	4-1-1/3.3
Section 12	Surveys After Construction	
Whole Section	The requirements for “Survey After Construction” in Section 12 of the 1977 edition of the <i>Rules for Building and Classing Steel Floating Dry Docks</i> were relocated to the generically re-titled ABS <i>Rules for Survey After Construction (Part 7)</i> , which now includes consolidated requirements applicable to all types and sizes of vessels, barges and specific shipboard arrangements/systems, etc., as specified in Part 7, Chapter 1, Section 1.	New “Generic” Part 7

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Απόστολος Παπανικολάου, Μελέτη πλοίου, ΕΜΠ Αθήνα 2007
- [2] Απόστολος Παπανικολάου και Κωνσταντίνος Αναστασόπουλος, Μελέτη και εξοπλισμός πλοίου Ι (Μέθοδος προμελέτης) συλλογή βοηθημάτων, ΕΜΠ Αθήνα 2007
- [3] Arsham Amirikian, Analysis and Design of Dry Docks, Washington 1957
- [4] ABS, Rules of Building And Classing Steel Floating Docks, New York 2007
- [5] Κώστας Λαναράς, Strength Calculations for Floating Docks, Eleusis Shipyards s.a.
- [6] Θόδωρος Λουκάκης Υδροδυναμική και Αντίσταση Πλοίου (Αντίσταση-Πρόωση) ΕΜΠ Αθήνα 1990
- [7] Ι. Ιωαννιδης, Μαθήματα Βοηθητικών Μηχανών και Εγκαταστάσεων Πλοίου, ΕΜΠ Αθήνα 1987
- [8] Χρήστος φραγκόπουλος, Ενεργειακά Συστήματα Πλοίου, ΕΜΠ Αθήνα 1990
- [9] Νικόλαος Κυρτάτος, Αντλίες και Δικτυα Μηχανοστασίου Πλοίου, ΕΜΠ Αθήνα 1991
- [10] Πέτρος Καρύδης και Βασίλειος Παπάζογλου, Δυναμική πλοίου, ΕΜΠ Αθήνα 1992
- [11] Helmut Warnke, The Construction and Testing of a Floating Dock with Lifting Capacity of 33.000tons, Ship and Maintenance International, July 1974