

# ΑΓΕΤ ΗΡΑΚΛΗΣ

Έργο:

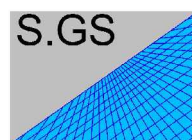
Αγκυροβολία νέου ναυδέτου Γ΄ προβλήτα

Θέση:

Εργοστάσιο ΑΓΕΤ ΗΡΑΚΛΗΣ - LAFARGE GROUP  
Βόλος, Ν. Μαγνησίας

## ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

Πόντιση Ναυδέτου στο Εργοστάσιο της Α.Γ.Ε.Τ. ΗΡΑΚΛΗΣ Βόλου



Ιανουάριος 2014

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.1	Γενικά .....	1
1.2	Σκοπός.....	1
1.3	Περιγραφή λιμενικής εγκατάστασης εργοστασίου .....	2
1.4	Κλιματολογικά στοιχεία - Φυσικές συνθήκες .....	2
1.4.1	Εκτίμηση κυματικών συνθηκών.....	2
1.4.2	Υπολογισμός κύματος σχεδιασμού .....	3
1.4.3	Παλίρροια.....	4
1.5	Εξυπηρετούμενα σκάφη.....	4
1.6	Ναύδετο αγκυροβόλησης.....	4
1.7	Ασφάλεια των έργων.....	5

Φωτογραφική Τεκμηρίωση

### ΠΡΟΣΑΡΤΗΜΑ

Ανεμολογικά στοιχεία

Υπολογισμός ενεργών αναπτυγμάτων πελάγους

Υπολογισμός χαρακτηριστικών υψών κύματος

### ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ ΠΛΟΙΟΥ ΑΠΟ ΑΝΕΜΟ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΡΕΥΜΑ  
ΜΕΛΕΤΗ ΑΓΚΥΡΟΒΟΛΙΑΣ ΝΑΥΔΕΤΟΥ

## ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

### Πόντιση Ναυδέτου στο Εργοστάσιο της Α.Γ.Ε.Τ. ΗΡΑΚΛΗΣ Βόλου.

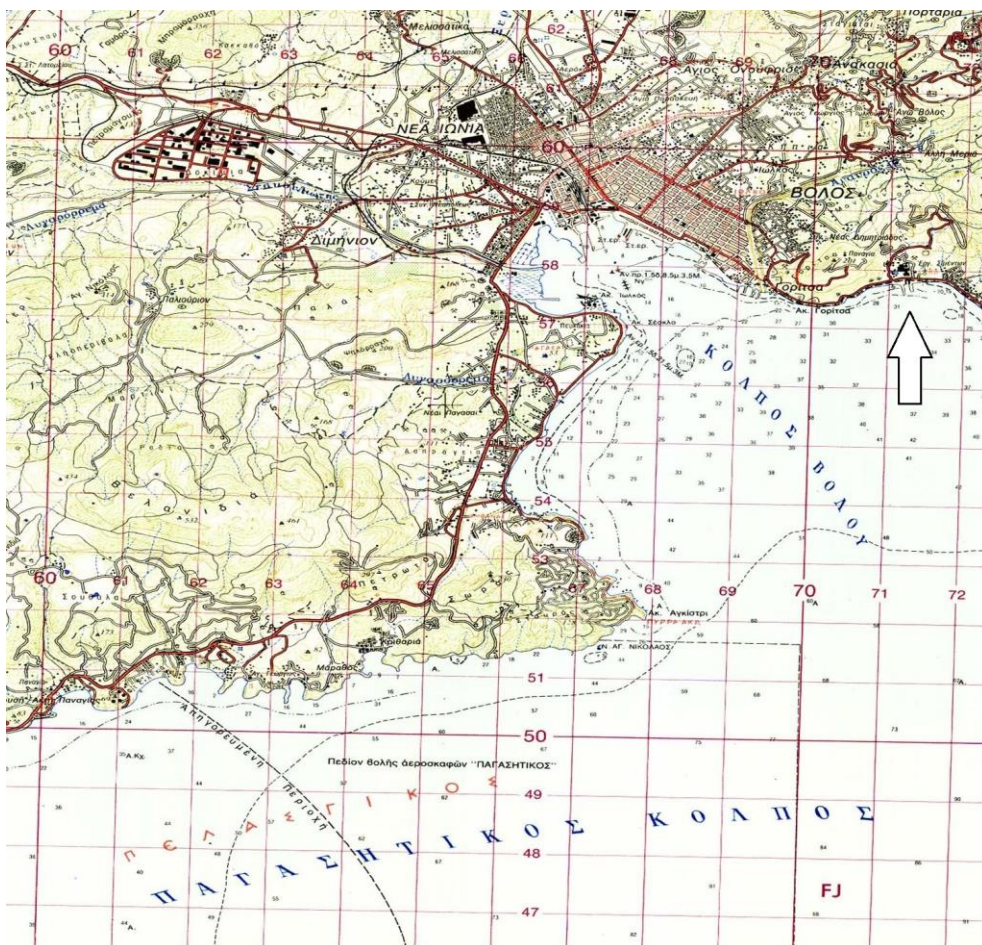
#### 1.1 Γενικά

Στην παρούσα έκθεση παρουσιάζεται η τεχνική τεκμηρίωση προς υποστήριξη του αιτήματος για την αδειοδότηση πόντισης ναυδέτου στην θαλάσσια περιοχή του Εργοστασίου της Α.Γ.Ε.Τ. ΗΡΑΚΛΗΣ ανατολικά του λιμένα Βόλου.

Το όλο έργο μελετών εκπονήθηκε από την εταιρεία ΠΑΡΑΛΟΣ ΑΕ σε συνεργασία με την εταιρεία PL surveyors και τον Πολιτικό Μηχανικό - Λιμενολόγο Σπύρο Γουλουμή. Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν σχέδια και σχετικές μελέτες που χορηγήθηκαν από την Α.Γ.Ε.Τ. ΗΡΑΚΛΗΣ.

#### 1.2 Σκοπός

Στην παρούσα μελέτη προτείνεται η βέλτιστη τεχνική μέθοδος για την ασφαλή πρόσδεση μικρού φορτηγού πλοίου, ή δεξαμενόπλοιου, το οποίο πλαγιοδετείται με την αριστερή του πλευρά στο ανατολικό τμήμα του προβλήτα Γ του εργοστασίου της Α.Γ.Ε.Τ. ΗΡΑΚΛΗΣ, βορειοανατολικά του Παγασητικού Κόλπου (βλ. Χάρτης 1).

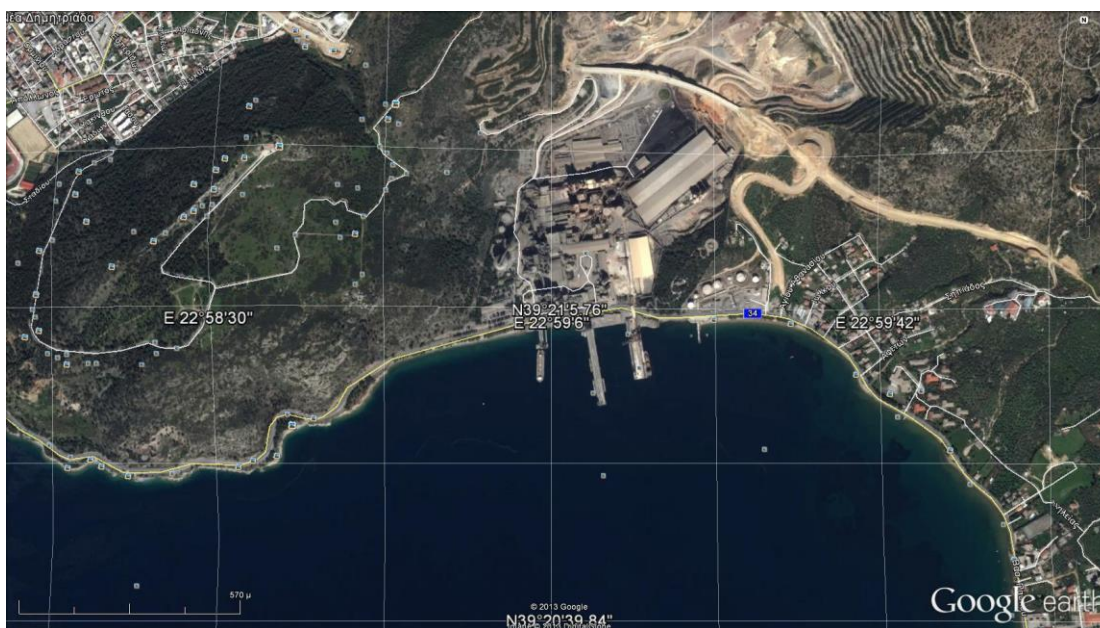


Χάρτης 1. Θέση λιμενικής εγκατάστασης του εργοστασίου της Α.Γ.Ε.Τ. ΗΡΑΚΛΗΣ Βόλου.

### 1.3 Περιγραφή λιμενικής εγκατάστασης εργοστασίου

Το εργοστάσιο της Α.Γ.Ε.Τ. ΗΡΑΚΛΗΣ χωροθετείται στην περιοχή της Αγριάς Μαγνησίας, περίπου 4 χλμ. από την πόλη του Βόλου. Η λιμενική εγκατάσταση του εργοστασίου αποτελείται από τρεις προβλήτες στην θαλάσσια περιοχή στο βόρειο τμήμα του Παγασητικού Κόλπου, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την φορτοεκφόρτωση φορτηγών πλοίων.

Η περιοχή της λιμενικής εγκατάστασης του εργοστασίου της Α.Γ.Ε.Τ. είναι σχετικά προστατευμένη από δυσμενείς καιρικές συνθήκες καθώς δεν προβλέπονται υψηλά θαλάσσια κύματα, δεν έχουν διαπιστωθεί έντονα θαλάσσια ρεύματα, ενώ η παλίρροια είναι ασήμαντη (συνήθως έως 15 εκ. και μέχρι 40 εκ.).



Σχ. 1 Δορυφορική φωτογραφία λιμενικής εγκατάστασης του εργοστασίου της Α.Γ.Ε.Τ ΗΡΑΚΛΗΣ στον Βόλο.

### 1.4 Κλιματολογικά στοιχεία – Φυσικές συνθήκες

#### 1.4.1 Εκτίμηση κυματικών συνθηκών.

Για την εκτίμηση των συνθηκών ανέμου στην περιοχή, χρησιμοποιήθηκαν τα ανεμολογικά στοιχεία του Μετεωρολογικού Σταθμού της Ε.Μ.Υ. στην Αγχίαλο που βρίσκεται στην ευρύτερη περιοχή ανάπτυξης των κυμάτων. Όπως φαίνεται στο Σχέδιο LIM 01, τα κύματα που πλήττουν την περιοχή του έργου προέρχονται από νότιες διευθύνσεις, τα οποία αναπτύσσονται στον Παγασητικό Κόλπο.

Χρησιμοποιήθηκαν δόκιμες μέθοδοι για τον υπολογισμό του αναπτύγματος πελάγους ανά 5° και σε συνδυασμό με τα ανεμολογικά στοιχεία, υπολογίστηκε το κύμα σχεδιασμού με την μέθοδο S.M.B. Έγινε υπολογισμός για δύο τομείς πελάγους καθώς εκτιμάται ότι επικρατούν σχετικά διαφορετικές συνθήκες ανάπτυξης του κυματισμού.

Το ενεργό ανάπτυγμα πελάγους για νοτιοανατολικές διευθύνσεις και για τομέα πελάγους 10 μοιρών, υπολογίζεται στα 28,34 χλμ.

Το ενεργό ανάπτυγμα πελάγους για νότιες διευθύνσεις και για τομέα πελάγους 60 μοιρών, υπολογίζεται στα 24,60 χλμ.

Στο Προσάρτημα, έχουν περιληφθεί τα ανεμολογικά στοιχεία ενώ επίσης παρουσιάζονται οι υπολογισμοί του ενεργού αναπτύγματος πελάγους καθώς και του αναμενόμενου χαρακτηριστικού ύψους κύματος στα βαθιά.

Το ειδικό λογισμικό CEDAS 3.04 της εταιρίας VeriTech Inc. USA (S.N. VTCEDAS-0130842047-C341), χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό των μέγιστων αναμενόμενων κυμάτων με την μέθοδο S.M.B., σύμφωνα με τους U.S. Corps of Engineers.

Παρατηρούμε ότι το μεγαλύτερο κύμα από νοτιοανατολικές διευθύνσεις που πλήττει την θέση του έργου, έχει χαρακτηριστικό ύψος 1,44 μέτρα και περίοδο 4,71 δευτερόλεπτα, ενώ από νότιες έχει χαρακτηριστικό ύψος 1,43 μέτρα και περίοδο 4,49 δευτερόλεπτα.

Οι υπολογισμοί που δίνουν τα χαρακτηριστικά των κυμάτων, παρουσιάζονται παρακάτω:

-----					
DIRECTION OF WIND :SE_Agxialos EF.FETCH : 28.3400 km					
-----					
Ua (Beauf)	Dua (%)	min D (hr)	Ho (m)	T (sec)	Lo (m)
-----					
1.000	0.405	11.093	0.064	1.056	1.741
2.000	2.213	6.787	0.202	1.813	5.132
3.000	2.454	4.968	0.416	2.580	10.389
4.000	1.556	3.803	0.762	3.470	18.800
5.000	0.318	3.276	1.065	4.080	25.993
6.000	0.088	2.859	<b>1.442</b>	<b>4.716</b>	34.722
7.000	0.011	0.964	1.080	3.936	24.186
8.000	0.011	0.964	1.429	4.495	31.549
-----					

-----					
DIRECTION OF WIND :S_Agxialos EF.FETCH : 24.6000 km					
-----					
Ua (Beauf)	Dua (%)	min D (hr)	Ho (m)	T (sec)	Lo (m)
-----					
1.000	0.296	9.785	0.063	1.043	1.699
2.000	0.800	6.044	0.195	1.778	4.933
3.000	0.405	4.442	0.397	2.517	9.891
4.000	0.131	3.407	0.722	3.374	17.775
5.000	0.055	2.937	1.007	3.961	24.501
6.000	0.011	0.964	0.807	3.424	18.310
7.000	0.011	0.964	1.080	3.936	24.186
8.000	0.011	0.964	<b>1.429</b>	<b>4.495</b>	31.549
-----					

#### 1.4.2 Υπολογισμός κύματος σχεδιασμού

Το ναύδετο πρόκειται να ποντισθεί σε σχετικά βαθιά νερά στα 26,50 μέτρα βάθος από την Μ.Σ.Θ., οπότε θεωρούμε ότι το κύμα σχεδιασμού είναι το υπολογιζόμενο χαρακτηριστικό ύψος κύματος  $H_s = 1.44m$ , παραλείποντας την ρήχωση του κύματος.

### 1.4.3 Παλίρροια

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Γ' ΤΟΜΟΥ ΠΛΟΗΓΟΥ της Υδρογραφικής Υπηρεσίας τα χαρακτηριστικά της παλίρροιας στο λιμένα Βόλου έχουν ως εξής :

<b>Μέσο εύρος</b>	0,20 μ.	<b>Ελάχιστο εύρος</b>	0,01 μ.
<b>Μέγιστο εύρος</b>	0,94 μ.	<b>Επάλλαξη</b>	1,47 μ.

### 1.5 Εξυπηρετούμενα σκάφη

Στον προβλήτα Γ' της λιμενικής εγκατάστασης του εργοστασίου της Α.Γ.Ε.Τ. Ηρακλής Βόλου εξυπηρετούνται τα αδελφά φορτηγά πλοία "ΙΩΛΚΟΣ Ι" και "ΙΩΛΚΟΣ ΙΙ" μήκους 85,00 μέτρων, ιδιοκτησίας του ίδιου ομίλου εταιρειών του εργοστασίου, τα οποία προσδένονται διαδοχικά και σε συνεχή βάση στην κεφαλή του προβλήτα.

Το μέγιστο πλοίο που θα εξυπηρετείται από το ναύδετο που πρόκειται να τοποθετηθεί, προβλέπεται να είναι ολικού μήκους 135 έως 140 μ., θα πλαγιοδετείται στην ανατολική πλευρά του μόλου και η πρύμνη του θα εξέχει προς νότο 35 μ. περίπου.

Κατά την παρούσα μελέτη, εξετάζονται οι ανεμοπιέσεις που δρουν σε αγκυροβολημένο σκάφος και σχεδιάζεται η αγκυροβολία του ναυδέτου για την ασφαλή πρόσδεση των σκαφών.

### 1.6 Ναύδετο αγκυροβόλησης

Για την πρόσδεση και ασφάλιση του πλοίου, ιδιαίτερα κατά την πνοή πολύ ισχυρών ανέμων από νότιες διευθύνσεις, θα πρέπει να υπάρχει σημείο πρόσδεσης στην διεύθυνση που πνέουν οι νότιοι άνεμοι, όπως φαίνεται στο Σχέδιο LIM 03. Ποντίζοντας ναύδετο στην προτεινόμενη θέση, το πλοίο θα δύναται να προσδένει στις δέστρες του προβλήτα και επικουρικά με κάβο που θα προσδένεται στο ναύδετο.

Το σημείο πόντισης του ναυδέτου θα έχει συντεταγμένες: 39°20'57,40" N(B) και 22°59'17,17" E(A) όπου το βάθος της θάλασσας στο σημείο αυτό είναι 26,50μ. Η πόντιση του ναυδέτου θα πραγματοποιηθεί με έναν τεχνητό ογκόλιθο στο σημείο του πυθμένα που βρίσκεται κατακόρυφα κάτω από το ναύδετο, ο οποίος με την σειρά του θα αγκυροβοληθεί με τρεις άγκυρες σε μεταξύ τους γωνίες 120 μοιρών ώστε ο ογκόλιθος να είναι ακλόνητος.

Το ναύδετο που θα ποντισθεί θα είναι χαλύβδινο, κυλινδρικό με γενικές διαστάσεις 2.50m διάμετρος x 1.70m ύψος και θα έχει βάρος 4.40 tn. Θα ποντισθεί στην προβλεπόμενη θέση με τον τεχνητό ογκόλιθο και με την διαθέσιμη στο εργοστάσιο αλυσίδα, με κρίκο διαμέτρου 45mm και εσωτερικών διαστάσεων 190mm x 70mm, όπως περιγράφεται στην Μελέτη Αγκυροβολίας ναυδέτου που έχει εκπονηθεί από την εταιρεία «Α. Ματθαίου & Συνεργάτες» για την Α.Γ.Ε.Τ. τον Αύγουστο 2013.

Ο τεχνητός ογκόλιθος από σκυρόδεμα θα έχει διαστάσεις 1.50m x 1.50m x 1.50m, ο οποίος θα αγκυρωθεί με τρεις άγκυρες τύπου άστυπη επιωτίδιος (stockless bower anchor) βάρους 1.920 κιλών.

Στο τεύχος Υπολογισμών, επισυνάπτονται οι υπολογισμοί για την πλευστότητα του ναυδέτου και την αγκυροβολία του.

## 1.7 Ασφάλεια των έργων

Κατά τις εργασίες πόντισης του ναυδέτου θα πρέπει να τηρούνται όλα τα απαραίτητα μέτρα ασφάλειας και υγιεινής των εργαζομένων, σύμφωνα με την Εγκύκλιο 27 με αρ. πρωτ. ΔΙΠΑΔ/ΟΙΚ/369/15.10.2012 (ΑΔΑ:Β4301-8ΞΩ) του Υπουργείου Ανάπτυξης, Ανταγωνιστικότητας, Υποδομών, Μεταφορών & Δικτύων.

Τα έργα που προβλέπονται, θα έχουν αποτέλεσμα την σημαντική βελτίωση της ασφάλειας των εξυπηρετούμενων πλοίων και των εργαζομένων στην εγκατάσταση.

Δεκέμβριος 2013  
Ο μηχανικός

Σπύρος Γουλουμής  
Πολιτικός Μηχανικός Ε.Μ.Π.  
Λιμενολόγος

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ

ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ





Φωτογραφία 1: Προβλήτας Γ' της λιμενικής εγκατάστασης του εργοστασίου της Α.Γ.Ε.Τ. Ηρακλής Βόλου.



Φωτογραφία 2: Πρόσδεση του πλοίου "ΙΩΛΑΚΟΣ ΙΙ" στην κεφαλή του προβλήτα Γ'.

# ΠΡΟΣΑΡΤΗΜΑ

## ΑΝΕΜΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΩΝ ΑΝΑΠΤΥΓΜΑΤΩΝ ΠΕΛΑΓΟΥ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΥΨΩΝ ΚΥΜΑΤΟΣ

HELLENIC NATIONAL METEOROLOGICAL SERVICE  
 DIRECTION OF CLIMATOLOG.  
 SECTION OF STATISTICAL CLIMATOLOGY

CLIMATOLOGICAL DATA BASE

D A T A B A S E

STATION ΑΙΧΜΑΛΟΣ 665  
 LATITUDE 39° 13' N LONGITUDE 22° 48' E ALTITUDE OF BAROMETER 15.3 METERS

PERIOD 1956-1997

ANNUAL FREQUENCY (PER CENT) OF WIND DIRECTION AND FORCES IN BEAUFORT SCALE  
 FROM OBSERVATIONS 06H, 12H, 18H GMT

MONTH =00 YEAR =00

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALM	SUM
0	.537	.219	.920	.405	.296	.175	1.468	.679	34.594	4.699
1	2.618	1.413	5.850	2.213	.800	.668	5.423	5.620		24.605
2	1.786	1.337	7.384	2.454	.405	.307	4.043	4.229		21.945
3	.646	.767	4.294	1.556	.131	.121	1.862	1.578		10.955
4	.121	.131	.734	.318	.055	.066	.537	.329		2.291
5	.011	.066	.186	.088	.011	.022	.175	.077		.636
6	.011	.011	.066	.011	.011	.011	.033	.011		.165
7	.011	.011	.033	.011	.011	.000	.011	.011		.099
8	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
9	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.011	.000		.011
>10	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
SUM	5.741	3.955	19.467	7.056	1.720	1.370	13.563	12.534	34.594	100.000

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΟΥ : SE (180°)				ΠΕΡΙΟΧΗ: Α.Γ.Ε.Τ. ΗΡΑΚΛΗΣ	
ΑΖΙΜΟΥΘΙΟ (°)	ΓΩΝΙΑ (α) (°)	cosa	cos <sup>2</sup> a	R <sub>i</sub> ( km )	R <sub>i</sub> * cos <sup>2</sup> a ( km )
140	-5	0,996	0,992	27,43	27,22
145	0	1,000	1,000	28,56	28,56
150	5	0,996	0,992	29,23	29,01
<b>TOTAL :</b>		2,992		<b>TOTAL:</b>	84,79
<b><u>FETCH EFFECTIVE</u></b>					<b>28,34 Km</b>

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΟΥ : S (185°)				ΠΕΡΙΟΧΗ: Α.Γ.Ε.Τ. ΗΡΑΚΛΗΣ	
ΑΖΙΜΟΥΘΙΟ (°)	ΓΩΝΙΑ (α) (°)	cosa	cos <sup>2</sup> a	R <sub>i</sub> ( km )	R <sub>i</sub> * cos <sup>2</sup> a ( km )
155	-30	0,866	0,750	23,79	17,84
160	-25	0,906	0,821	21,26	17,46
165	-20	0,940	0,883	25,72	22,71
170	-15	0,966	0,933	34,94	32,60
175	-10	0,985	0,970	35,51	34,44
180	-5	0,996	0,992	30,56	30,33
185	0	1,000	1,000	25,44	25,44
190	5	0,996	0,992	24,95	24,76
195	10	0,985	0,970	25,27	24,51
200	15	0,966	0,933	21,77	20,31
205	20	0,940	0,883	20,97	18,52
210	25	0,906	0,821	20,49	16,83
215	30	0,866	0,750	23,02	17,27
<b>TOTAL :</b>		12,318		<b>TOTAL:</b>	303,02
<b><u>FETCH EFFECTIVE</u></b>					<b>24,60 Km</b>

**ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΥΨΩΝ ΚΥΜΑΤΟΣ  
ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ ΑΓΕΤ ΒΟΛΟΥ**

-----  
DIRECTION OF WIND :SE\_Agxialos EF.FETCH : 28.3400 km  
-----

Ua (Beauf)	Dua (%)	min D (hr)	Ho (m)	T (sec)	Lo (m)
1.000	0.405	11.093	0.064	1.056	1.741
2.000	2.213	6.787	0.202	1.813	5.132
3.000	2.454	4.968	0.416	2.580	10.389
4.000	1.556	3.803	0.762	3.470	18.800
5.000	0.318	3.276	1.065	4.080	25.993
6.000	0.088	2.859	<b>1.442</b>	<b>4.716</b>	34.722
7.000	0.011	0.964	1.080	3.936	24.186
8.000	0.011	0.964	1.429	4.495	31.549

-----  
DIRECTION OF WIND :S\_Agxialos EF.FETCH : 24.6000 km  
-----

Ua (Beauf)	Dua (%)	min D (hr)	Ho (m)	T (sec)	Lo (m)
1.000	0.296	9.785	0.063	1.043	1.699
2.000	0.800	6.044	0.195	1.778	4.933
3.000	0.405	4.442	0.397	2.517	9.891
4.000	0.131	3.407	0.722	3.374	17.775
5.000	0.055	2.937	1.007	3.961	24.501
6.000	0.011	0.964	0.807	3.424	18.310
7.000	0.011	0.964	1.080	3.936	24.186
8.000	0.011	0.964	<b>1.429</b>	<b>4.495</b>	31.549

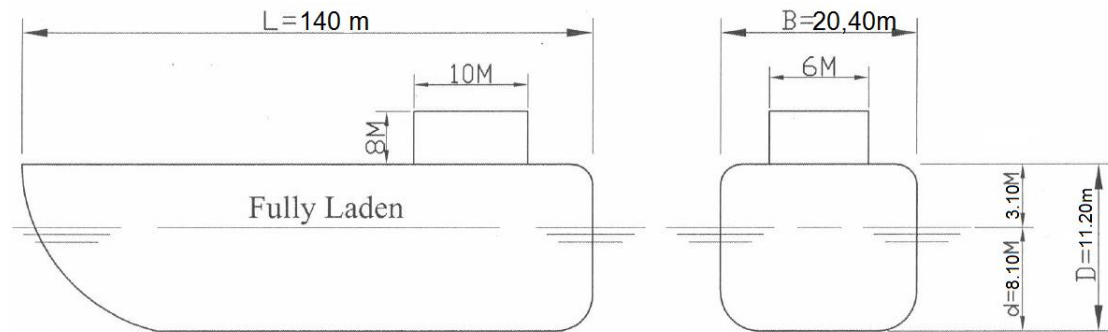
-----

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ ΠΛΟΙΟΥ ΑΠΟ ΑΝΕΜΟ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΡΕΥΜΑ

Θεωρώντας ότι το πλοίο μήκους 140,00 μ. και πλάτους 20,40 μ. είναι πλήρως φορτωμένο, το βύθισμά του θα είναι 8,10 μ. ενώ το έξαλο τμήμα του είναι 3,10 μ., όπως φαίνεται στο παρακάτω σχέδιο.

Επίσης η γέφυρα του πλοίου έχει διαστάσεις 10,00μ X 6,00μ X 8,00μ.



Η μέγιστη ένταση ανέμου που έχει καταγραφεί στο Μ.Σ. Αγκιάλου της ΕΜΥ στον Παγασητικό κόλπο, φθάνει τα 8 Bf για Βόρειες και Νότιες διευθύνσεις, που αντιστοιχεί σε ταχύτητα 45 mph. Η γωνία προσβολής του ανέμου από Β ή Ν διευθύνσεις στο πλοίο το οποίο θα προσδεθεί σε κατεύθυνση βορρά-νότου, είναι 0°.

Χρησιμοποιώντας απλοποιημένες σχέσεις, οι δρώσες δυνάμεις επί του πλοίου υπολογίζονται όπως παρακάτω :

### A) Δύναμη λόγω ανέμου

Η γενική έκφραση της φόρτισης λόγω ανεμοπίεσης (πνοής ανέμου), ανάλογα με την γωνία πνοής του ανέμου, δίδεται από τη σχέση :

$$\Phi_1 = 0,0125 \times (\text{Ταχύτητα ανέμου})^2 \times \text{Έξαλλη επιφάνεια πλοίου, οπότε :}$$
$$\Phi_1 = 0,0125 \times 45^2 \times (20,40 \times 3,10 + 6,00 \times 8,00) / 1000 = 2,81 \text{ τόνοι}$$

Θεωρώντας συντελεστή οπισθέλκουσας 0,60 , προκύπτει:

$$\Phi_1 = 2,81 \times 0,60 = 1,686 \text{ τόνοι.}$$

### B) Δύναμη λόγω θαλάσσιου ρεύματος

Η γενική έκφραση της φόρτισης λόγω θαλάσσιου ρεύματος, δίδεται από τη σχέση :

$$\Phi_2 = 11,95 \times (\text{Ταχύτητα ρεύματος} + 0,3)^2 \times \text{Υψαλη επιφάνεια πλοίου.}$$

Καθώς το πλοίο θα είναι πλαγιοδετημένο στο μόλο κοντά στην ακτή, θεωρούμε ότι δεν εμφανίζεται ροή ρεύματος, οπότε η συνολική μέγιστη φόρτιση προκύπτει  $\Phi_1 + \Phi_2 = 1,686 + 0 = 1,686$  τόνοι και είναι η μέγιστη που υπολογίσθηκε με τις δύο μεθόδους και είναι μικρότερο των 2tn, το οποίο είναι το φορτίο ασφαλούς λειτουργίας του γάντζου στο ναύδετο.

Επίσης, η φόρτιση είναι μικρότερη και από το φορτίο που μπορεί να αναλάβει η κάθε άγκυρα βάρους 1.920 κιλών που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν και δεχόμαστε ότι σε αμμώδη βυθό ενεργοποιεί το τριπλάσιο του βάρους της, δηλ.  $3 \times 1.920 = 5,76$  τόνοι.



**ΑΝΤΩΝΗΣ ΑΛ. ΜΑΤΘΑΙΟΥ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ**  
ΔΙΠΛ. ΝΑΥΠΗΓΟΙ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΙ Ε.Μ.Π.  
ΔΙΠΛ. ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΙ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΙ Ε.Μ.Π.  
ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ & ΝΑΥΤΙΚΟΙ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΕΣ

ΑΚΤΗ ΜΙΑΟΥΛΗ 7-9  
185 35 ΠΕΙΡΑΙΑΣ  
ΤΗΛ.: 210 4117707 & 210 4118408  
ΤΗΛΕΟΜΟΙΟΤΥΠΟ: 210 4221880  
E-MAIL:mattheou@otenet.gr

**Α.Γ.Ε.Τ. ΗΡΑΚΛΗΣ - LAFARGE GROUP**  
ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΒΟΛΟΥ  
ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ / ΑΓΚΥΡΟΒΟΛΙΑ ΝΑΥΔΕΤΟΥ  
ΣΤΟΝ ΠΡΟΒΛΗΤΑ Γ

**ΜΕΛΕΤΗ ΑΓΚΥΡΟΒΟΛΙΑΣ ΝΑΥΔΕΤΟΥ**

**ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΝΤΟΛΗΣ : 2089 Δ**  
**ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : 30 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2013**



## **1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Το ναύδετο θα τοποθετηθεί / αγκυροβοληθεί στον προβλήτα Γ του εργοστασίου της Α.Γ.Ε.Τ. ΗΡΑΚΛΗΣ στον Βόλο. Η εταιρεία διαθέτει ένα χαλύβδινο ναύδετο, κυλινδρικής μορφής, με γενικές διαστάσεις διάμετρος x ύψος  $2,50 \times 1,70 m$ , καθώς και αλυσίδα αγκυρών με διαστάσεις και αντοχή που αναφέρονται παρακάτω. Σκοπός της παρούσης μελέτης είναι η επιλογή και ο έλεγχος της επάρκειας και αντοχής των στοιχείων της αγκυροβολίας του ναυδέτου για την συγκεκριμένη θέση και τρόπο πόντισης που έχει επιλεγεί από την εταιρεία, σύμφωνα με την λειτουργικότητα των λιμενικών εγκαταστάσεων του εργοστασίου.

## **2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΘΕΣΗΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΥ ΠΟΝΤΙΣΗΣ ΝΑΥΔΕΤΟΥ**

Το πλοίο που θα εξυπηρετείται από το συγκεκριμένο ναύδετο θα πλαγιοδετείται με την αριστερή του πλευρά στο ανατολικό τμήμα του προβλήτα Γ του εργοστασίου (βλ. σκαρίφημα με αριθμό 1). Το μέγιστο πλοίο προβλέπεται να είναι ολικού μήκους 135 έως 140 m και η πρύμνη του να εξέχει από την άκρη (κεφαλή) του προβλήτα 35 m περίπου. Η πρόσδεση και ασφάλιση του πλοίου θα πραγματοποιείται κυρίως με κάβους στον προβλήτα και επικουρικά με κάβο που θα προσδένεται στο ναύδετο.

Στην κεφαλή του προβλήτα πρυμνοδετούνται διαδοχικά και σε συνεχή βάση, τα αδελφά φορτηγά πλοία 'ΙΩΛΚΟΣ Ι' και 'ΙΩΛΚΟΣ ΙΙ', ιδιοκτησίας του ίδιου ομίλου εταιρειών του εργοστασίου, των οποίων η πλώρη φτάνει σε απόσταση 90 m περίπου από την κεφαλή του προβλήτα. Για να μην εμποδίζεται η πραγματοποίηση ελιγμών και αγκυροβολίας – πρυμνοδέτησης των πλοίων αυτών, των οποίων η θέση είναι αυστηρά προσδιορισμένη ώστε να συνεργάζονται για την εκφόρτωσή τους με ταινιόδρομο του προβλήτα, αλλά και για να μην εμποδίζεται η πραγματοποίηση

ελιγμών και πλαγιοδέτησης του εξυπηρετούμενου πλοίου, η εταιρεία έχει αποφασίσει την πόντιση του ναυδέτου στην προέκταση της ευθείας της ανατολικής πλευράς του προβλήτα Γ και σε απόσταση  $90\text{ m}$  από την κεφαλή του. Οι συντεταγμένες του σημείου εκείνου είναι  $39^{\circ} 20' 57,40'' N(B)$  και  $022^{\circ} 59' 17,17'' E(A)$ . Η αγκυροβολία του ναυδέτου θα πραγματοποιηθεί με έναν τεχνητό ογκόλιθο στο σημείο του βυθού που βρίσκεται κατακόρυφα κάτω από το ναύδετο. Ο τεχνητός ογκόλιθος θα επαρκεί για να συγκρατεί μόνος του και χωρίς να μετακινείται το ναύδετο, ωστόσο, για λόγους πρόσθετης ασφάλειας προβλέπεται αυτός να αγκυροβοληθεί με δύο άγκυρες. Οι αλυσίδες των αγκυρών θα εκταθούν πάνω στον βυθό και η διεύθυνσή τους θα είναι, της πρώτης άγκυρας κάθετη στην προέκταση της ευθείας της ανατολικής πλευράς του προβλήτα Γ και της δεύτερης σε γωνία  $120^{\circ}$  από την προηγούμενη (βλ. σκαρίφημα με αριθμό 1).

Το βάθος της θάλασσας στο σημείο πόντισης του ναυδέτου είναι  $26,50\text{ m}$ . Η παλίρροια στην περιοχή είναι ασήμαντη (συνήθως έως  $15$  εκατοστόμετρα και σε εξαιρετικές περιπτώσεις μπορεί να φθάσει τα  $40$ ). Όπως φαίνεται στο σκαρίφημα με αριθμό 1, η περιοχή πρυμνοδέτησης των 'ΙΩΛΚΟΣ Ι' και 'ΙΩΛΚΟΣ ΙΙ' απέχει από την προέκταση της ευθείας της ανατολικής πλευράς του προβλήτα Γ περίπου  $8\text{ m}$ . Για να αποφευχθεί πρόσκρουση του ναυδέτου πάνω στα πλοία αυτά, όταν το ναύδετο είναι ελεύθερο από πλοίο και μετατοπίζεται από τις καιρικές συνθήκες, η αλυσίδα αγκυροβόλησής του θα έχει τέτοιο μήκος ώστε η ακτίνα της περιοχής μετατοπίσεων να είναι αρκετά μικρότερη από τα παραπάνω  $8$  μέτρα. Επιλογή της εταιρείας είναι η ακτίνα της περιοχής μετατοπίσεων του κέντρου του ναυδέτου να μην υπερβαίνει τα  $4\text{ m}$ . Δεδομένης της ακτίνας αυτής και της ακτίνας του ναυδέτου  $1,25\text{ m}$ , η εξωτερική πλευρική επιφάνεια του τελευταίου θα έχει ακτίνα περιοχής

μετατοπίσεων που δεν θα υπερβαίνει τα  $4+1,25=5,25\text{ m}$ . Η περιοχή αυτή έχει σημειωθεί με τον διακεκομμένο κύκλο ακτίνας  $5,25\text{ m}$  στο σκαρίφημα με αριθμό 1.

### 3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΛΕΥΣΤΟΤΗΤΑΣ ΝΑΥΔΕΤΟΥ

#### Υπολογισμός βάρους ναυδέτου

Όλα τα ελάσματα θεωρούνται πάχους  $10\text{ mm}$  εκτός του νέου ζωναριού πλευρικού ελάσματος, των νέων εξωτερικών λαμών – δακτυλίων και των νέων εσωτερικών κατακόρυφων λαμών, που έχουν πάχος  $12\text{ mm}$ .

$$\text{Εμβαδόν καταστρώματος και πυθμένα: } 2 \times \pi \frac{2,5^2}{4} = 9,817\text{ m}^2.$$

$$\text{Περίμετρος ναυδέτου: } \pi \times 2,5 = 7,854\text{ m}.$$

$$\text{Εμβαδόν πλευρικού ελάσματος } 10\text{ mm: } 7,854 \times (1,70 - 0,45) = 9,818\text{ m}^2.$$

$$\text{Εμβαδόν φρακτών: } 2 \times 2,50 \times 1,70 = 8,5\text{ m}^2.$$

$$\text{Βάρος ελασμάτων } 10\text{ mm: } (9,817 + 9,818 + 8,5) \times 10 \times 8 = 2251\text{ kg}.$$

$$\text{Βάρος πλευρικού ελάσματος } 12\text{ mm: } 0,45 \times 7,854 \times 12 \times 8 = 340\text{ kg}.$$

$$\begin{aligned} \text{Μήκος } L80 \times 10\text{ mm: } & 2 \times 7,854 \text{ (περιμετρικά κατάστρωμα και πυθμένας)} + 2 \times 4 \times 1,70 \\ & \text{(όρθια στον σωλήνα)} + 2 \times 4 \times 1,70 \text{ (όρθια περιμετρικά)} + 2 \times 2 \times 4 \times 1,15 \text{ (ακτινωτά στις} \\ & \text{φρακτές)} = 61,308\text{ m}. \end{aligned}$$

$$\text{Βάρος } L80 \times 10\text{ mm: } 61,308 \times 11,90 = 730\text{ kg}.$$

$$\text{Βάρος } T80 \times 9\text{ mm: } 7,854 \times 10,70 = 85\text{ kg}.$$

$$\text{Βάρος λαμών μέσα από το ζωνάρι: } 4 \times 0,85 \times 0,08 \times 12 \times 8 = 27\text{ kg}.$$

$$\text{Βάρος σωλήνα: } 1,94 \times 25 = 49\text{ kg}.$$

Βάρος άξονα:  $1,94 \times 200 = 388 \text{ kg}$ .

Βάρος εξωτερικών λαμών – δακτυλίων ζωναριού:  $2 \times \pi \frac{2,7^2 - 2,5^2}{4} \times 12 \times 8 = 157 \text{ kg}$ .

Βάρος επιθεμάτων πυθμένα στο κέντρο:

$\frac{\pi}{4} \times [(0,22^2 - 0,2^2) \times 80 + (0,27^2 - 0,2^2) \times 20 + (0,38^2 - 0,2^2) \times 40] \times 8 = 35 \text{ kg}$ .

Βάρος επιθεμάτων καταστρώματος στο κέντρο:

$\frac{\pi}{4} \times [(0,22^2 - 0,2^2) \times 40 + (0,27^2 - 0,2^2) \times 20 + (0,40^2 - 0,2^2) \times 40] \times 8 = 37 \text{ kg}$ .

Συνολικό βάρος:  $2251 + 340 + 730 + 85 + 27 + 49 + 388 + 157 + 35 + 37 = 4099 \text{ kg}$ .

Προσαύξηση  $300 \text{ kg}$  για τα λοιπά (π.χ. γάντζος, κλειδιά): Τελικό βάρος ναυδέτου  $4,40 \text{ t}$ .

### **Υπολογισμός βάρους κάβου**

Για το μέγιστο πλοίο που θα εξυπηρετείται από τον προβλήτα θεωρούμε κάβο διαμέτρου  $64 \text{ mm}$  polypropylene με αντοχή κατά US  $36,7 \text{ t}$  και βάρος  $185 \text{ kg}/100 \text{ m}$ .

Οριζόντια προβολή κάβου: περίπου  $58 \text{ m}$ .

Υψομετρική διαφορά μεταξύ της πρύμνης του πλοίου και του ναυδέτου:  $6 \text{ m}$ .

Γωνία τεντωμένου κάβου ως προς την οριζόντιο:  $5,91^\circ$ .

Λόγω της μικρής τάσης του κάβου (βλ. παρακάτω) και της επακόλουθης σημαντικής κάμψης του, θεωρείται ότι στο ναύδετο θα φτάνει οριζόντιος.

Μήκος τεντωμένου κάβου:  $\sqrt{58^2 + 6^2} = 58,31 \text{ m}$  προσαύξηση 10% λόγω κάμψης άρα μήκος κάβου:  $64 \text{ m}$ .

Βάρος κάβου:  $64 \times 1,85 = 119 \text{ kg}$  λαμβάνεται  $0,12 \text{ t}$ .

Από αυτό το μισό φέρεται από το ναύδετο, δηλ.  $0,06 \text{ t}$ , στο σημείο Β (βλ. σκαρίφημα με αριθμό 2).

## Υπολογισμός βάρους αλυσίδας

Για την διαθέσιμη στο εργοστάσιο αλυσίδα με κρίκο διαμέτρου  $45\text{ mm}$  και εσωτερικών διαστάσεων  $190 \times 70\text{ mm}$  προκύπτει από πίνακες βάρος ανά κρίκο  $8,1\text{ kg}$ .

Μήκος δύο κρίκων στα αντίστοιχα σημεία:  $2 \times 190 = 380\text{ mm}$ .

Μήκος 10 κρίκων:  $380 \times 5 = 1900\text{ mm} = 1,90\text{ m}$ .

Βάρος 10 κρίκων:  $10 \times 8,1 = 81\text{ kg}$ .

Βάρος / m στον αέρα:  $81 / 1,90 = 42,632\text{ kg/m}$ .

Βάρος / m στο θαλασσινό νερό:  $\frac{42,632}{8} \times (8 - 1,025) = 37,169\text{ kg/m}$

Το ναύδετο, πριν το τέντωμα του κάβου έχει εκτόπισμα:  $\Delta = \text{Βάρος ναυδέτου} + \text{Βάρος κάβου} + \text{Βάρος αλυσίδας} = 4,40 + 0,06 + 0,90$  (βλ. παρακάτω)  $= 5,36\text{ t}$ .

Με ναυπηγικό λογισμικό βρίσκονται τα χαρακτηριστικά πλευστότητας του ναυδέτου. Στην προκειμένη περίπτωση, για το παραπάνω εκτόπισμα, το βύθισμα θα είναι  $1,05\text{ m}$ .

Το ναυπηγικό λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε είναι το AUTOHYDRO, έκδοση 5.2.0 της AUTOSHIP SYSTEMS CORPORATION με έδρα το Vancouver του Καναδά.

Απόσταση εσωτερικής επιφάνειας δακτυλίου αλυσίδας από το έλασμα πυθμένα ναυδέτου:  $380\text{ mm} = 0,38\text{ m}$ .

Έστω κατακόρυφο ύψος αλυσίδας:  $= 26,50 - 1,50$  (ογκόλιθος)  $- (1,05 + 0,38)$  (βύθισμα + δακτύλιος)  $= 23,57\text{ m}$  και οριζόντια μετατόπιση  $4,50\text{ m}$  οπότε μήκος αλυσίδας  $= \sqrt{23,57^2 + 4,50^2} = 24\text{ m}$ .

Σημείωση: Στην πραγματικότητα, λόγω κάμψης της αλυσίδας όταν το ναύδετο είναι ελεύθερο, η οριζόντια μετατόπισή του θα είναι μικρότερη από  $4,50\text{ m}$ , περίπου  $4\text{ m}$ .

Βάρος αλυσίδας στο νερό:  $24 \times 37,169 = 893 \text{ kg}$  λαμβάνουμε  $0,90 \text{ t}$ .

### Υπολογισμός πλευστότητας ναυδέτου

Απόσταση κέντρου κλειδιού γάντζου από το έλασμα καταστρώματος ναυδέτου:  
 $250 \text{ mm} = 0,25 \text{ m}$ .

Αρχική γωνία τεντωμένης αλυσίδας ως προς την κατακόρυφο:  
 $\tan \phi = \frac{4,50}{23,57} \Rightarrow \phi = 10,809^\circ$ .

Αν τραβήξουμε το ναύδετο κατά  $1,10 \text{ m}$  πιο πέρα χωρίς περιστροφή του θα έχουμε γωνία τεντωμένης αλυσίδας ως προς την κατακόρυφο:  $\tan \phi = \frac{4,50 + 1,10}{23,57} \Rightarrow \phi = 13,365^\circ$ .

Το σημείο Α (βλ. σκαρίφημα με αριθμό 2) ενώ αρχικά ήταν σε βύθισμα  $1,05 + 0,38 = 1,43 \text{ m}$  τώρα πήγε σε βύθισμα  $26,50 - 1,50 - 24 \cos 13,365 = 1,65 \text{ m}$ .

Βύθιση ναυδέτου κατά  $1,65 - 1,43 = 0,22 \text{ m}$ .

Για περιστροφή του ναυδέτου κατά γωνία  $13,365^\circ$  γύρω από το σημείο Α ώστε ο άξονάς του να έλθει σε ευθεία με την τεντωμένη αλυσίδα, θα έχουμε πρόσθετη βύθιση που προκύπτει από το σκαρίφημα με αριθμό 3:

Πρόσθετη βύθιση  $= 0,38 - 0,38 \cos 13,365 = 0,01 \text{ m}$

Συνολική βύθιση  $0,22 + 0,01 = 0,23 \text{ m}$ .

Μέσο βύθισμα  $= 1,05 + 0,23 = 1,28 \text{ m}$ .

Διαγωγή (trim)  $= 13,365^\circ$  ή  $0,594 / 2,50 \text{ m}$ .

Από το ναυπηγικό λογισμικό:

$\Delta = 6,528 \text{ t}$     $LCB = 0,071 \text{ m}$     $VCB = 0,644 \text{ m}$     $MTC = 0,11 \text{ t m/deg}$ .

Σε ελεύθερη πλευύση το εκτόπισμα ήταν  $\Delta = 5,36 \text{ t}$ .

Διαφορά εκτοπισμάτων:  $\delta\Delta = 6,528 - 5,36 = 1,168 \text{ t}$ .

Αυτή ισούται με την δύναμη  $T_V$  (βλ. σκαρίφημα με αριθμό 2).

$$T_V = 1,168 t.$$

$$T_H = T_V \tan 13,365 = 0,278 t.$$

$$S = T_H = 0,278 t.$$

$$AB = 1,70 + 0,38 + 0,25 = 2,33 m.$$

Ροπή τάσης κάβου  $S$  ως προς  $A$ :  $M_S = S \times AB \cos 13,365 = 0,278 \times 2,33 \times \cos 13,365 = 0,63 t m$ .

Ροπή βάρους κάβου  $R$  ως προς  $A$ :  $M_R = R \times AB \sin 13,365 = 0,06 \times 2,33 \times \sin 13,365 = 0,032 t m$

Ροπή βάρους ναυδέτου ως προς  $A$ :  $M_{LS} = 4,40 \times \Gamma E$

$\Gamma E = A\Gamma \sin 13,365$  (βλ. σκαρίφημα με αριθμό 4).

$$A\Gamma = AI + I\Gamma = 0,38 + 0,85 = 1,23 m.$$

$$M_{LS} = 4,40 \times 1,23 \sin 13,365 = 1,251 t m$$

Ροπή άντωσης (εκτοπίσματος) ναυδέτου ως προς  $A$ :  $M_\Delta = \Delta \times HZ$

$$HZ = \Theta H \sin 13,365 + \Theta K \cos 13,365.$$

$$\Theta H = VCB = 0,644 m.$$

$$\Theta K = \Theta I + IK = LCB + AI \tan 13,365 = 0,071 + 0,38 \tan 13,365 = 0,161 m.$$

$$HZ = 0,644 \sin 13,365 + 0,161 \cos 13,365 = 0,306 m.$$

$$M_\Delta = 6,528 \times 0,306 = 1,998 t m.$$

Συνολική ροπή:  $M_S + M_R + M_{LS} - M_\Delta = 0,63 + 0,032 + 1,251 - 1,998 = -0,085 t m$ .

Λόγω αρνητικού προσήμου, η παραπάνω ροπή προκαλεί κλίση του ναυδέτου αντίθετη σ' αυτήν που έχει, κατά  $-0,085 t m / MTC = -0,085 / 0,11 = 0,773^\circ$ .

Έτσι η τελική κλίση του ναυδέτου θα είναι  $13,365^\circ - 0,773^\circ = 12,592^\circ$ , η οποία προκαλεί διαγωγή (trim)  $0,558 / 2,50 m$ , οπότε το ύψος εξάλων στο πιο βυθισμένο σημείο του ναυδέτου θα είναι ίσο με το μέσο ύψος εξάλων μειωμένο κατά το μισό της διαγωγής, ή  $1,70 - 1,28 - 0,558 / 2 = 0,14 t m$ .



Το συμπέρασμα από τους παραπάνω υπολογισμούς, που βασίζονται στα δεδομένα της συγκεκριμένης τοποθέτησης και αγκυροβολίας του ναυδέτου, είναι ότι όταν το ναύδετο έλκει τον κάβο του εξυπηρετούμενου πλοίου με δύναμη 278 κιλών, παίρνει κλίση περίπου 12,60 μοιρών με αποτέλεσμα το ύψος εξάλων στο πιο βυθισμένο σημείο του να είναι 14 εκατοστά.

#### 4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΓΚΥΡΟΒΟΛΙΑΣ ΝΑΥΔΕΤΟΥ

Από την προηγούμενη παράγραφο και το σκαρίφημα με αριθμό 2 προκύπτει:

$$\text{Τάση αλυσίδας: } T = \sqrt{T_V^2 + T_H^2} = \sqrt{1,168^2 + 0,278^2} = 1,201 t .$$

$$\text{Προσαύξηση 40\% για δυναμικές φορτίσεις: } T = 1,4 \times 1,201 = 1,681 t .$$

Φορτίο ασφαλούς λειτουργίας της συγκεκριμένης αλυσίδας κατά Lloyd's Register of Shipping, για  $d = 45 \text{ mm}$ :  $SWL = 0,0063 d^2 = 0,0063 \times 45^2 = 12,758 t$  (κοινός χάλυβας, μακρύς κρίκος).

$$12,758 t \gg 1,681 t .$$

Στον τεχνητό ογκόλιθο εξασκούνται οι εξής δυνάμεις (βλ. σκαρίφημα με αριθμό 5):

$W$ = Βάρος.

$B$ = Άντωση.

$T_V$ = Κατακόρυφη συνιστώσα τάσης αλυσίδας  $= 1,4 \times 1,168 = 1,635 t$  (προσαύξηση 40% για δυναμικές φορτίσεις)

$T_H$ = Οριζόντια συνιστώσα τάσης αλυσίδας  $= 1,4 \times 0,278 = 0,389 t$  (προσαύξηση 40% για δυναμικές φορτίσεις)

$R$ = Στατική τριβή από τον βυθό.

Είναι:  $R = T_H = 0,389 t$ .

και  $R = c(W - B - T_V)$ .

όπου  $c =$  Συντελεστής τριβής μεταξύ βυθού και τεχνητού ογκολίθου  $=2$  (για λασπώδη βυθό).

$$\text{Άρα } W-B-T_v = \frac{R}{c} = \frac{0,389}{2} = 0,195 t.$$

$$W-B = 0,195 + T_v = 0,195 + 1,635 = 1,83 t.$$

Αν  $V$  είναι ο όγκος του τεχνητού ογκολίθου και  $\rho$  η πυκνότητά του στον αέρα,  $\rho = 2,40 t/m^3$ .

$$W = V\rho.$$

$$B = V1,025 \quad (1,025 : \text{πυκνότητα θαλασσινού νερού})$$

$$\text{Άρα } W-B = V(\rho - 1,025) = V(2,40 - 1,025) = 1,375 V.$$

$$\text{Οπότε } 1,375 V = 1,83 \Rightarrow V = 1,331 m^3.$$

Διαστάσεις τεχνητού ογκολίθου: Μήκος  $\times$  Πλάτος  $\times$  Ύψος:  $1,50 \times 1,50 \times 1,50 m$ .

Φορτίο ασφαλούς λειτουργίας του γάντζου στο ναύδετο:  $2 t$ .

Η διαθέσιμη στο εργοστάσιο αλυσίδα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αγκυροβολία του τεχνητού ογκολίθου (βλ. σκαρίφημα με αριθμό 1). Η άγκυρα που αντιστοιχεί στο συγκεκριμένο τύπο της αλυσίδας είναι η άστυπη επωτίδιος (stockless bower anchor) βάρους 1920 κιλών. Βεβαίως μπορεί να χρησιμοποιηθεί και άγκυρα ελαφρώς διαφορετικού βάρους, αρκεί να μπορεί να δεθεί στην διαθέσιμη αλυσίδα.

Σημείωση: Καλό είναι η κατακόρυφη αλυσίδα σύνδεσης του ναυδέτου με τον τεχνητό ογκολίθο να τοποθετηθεί στο μήκος που αναφέρεται παραπάνω (24 μέτρα) αλλά να έχει περιθώριο προέκτασής της, εφόσον αποδειχθεί στην πράξη ότι υπάρχει μεγαλύτερο περιθώριο οριζόντιων μετατοπίσεων του ναυδέτου όταν αυτό είναι ελεύθερο από πλοίο. Αυτό διότι όσο μεγαλύτερο είναι το μήκος της αλυσίδας αυτής, τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η τάση του κάβου πρόσδεσης του εξυπηρετούμενου πλοίου.