

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΕΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΛΟΙΟΥ
FREEZER STERN TRAWLER 'ΠΑΟΛΑ ΦΩΚΑ'



ΒΕΛΙΣΣΑΡΙΟΣ ΠΑΝΤΕΛΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΑΠ.ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ

ΑΘΗΝΑ 2013

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές:

κ.Παπανικολάου που με καθοδήγησε

κ.Πολίτη για τη βοήθειά του στο κομμάτι της επιλογής της έλικας και της Κ.Μ.

Επίσης ευχαριστώ από καρδιάς τον κ.Γιώργο Παπατζανάκη για όλη τη βοήθειά του.

Ακόμα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ.Γιώργο Τζενάκη,μηχανολόγο.

Θα ήθελα ακόμα να ευχαριστήσω τους φίλους μου:

Ρένα Κεφαλληνού που με βοήθησε στο κομμάτι της αντίστασης

τον Νίκο τον Αλεξόπουλο

και τον Χαράλαμπο Ξανθόπουλο

Επίσης ευχαριστώ την Άννα Πολυζωάκη.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για τη στήριξή τους και τη βοήθειά τους όλα αυτά τα χρόνια.

Κεφάλαια

1.Εισαγωγή	9
2.Επιλογή Κυρίων Διαστάσεων και Υπολογισμός Γραμμής Φόρτωσης	22
3.Σχέδιο Γραμμών,Αλλαγές επί του Lightship και Διαμερισματοποίηση	93
4.Καταστάσεις Φόρτωσης και Άθικτη Ευστάθεια	108
5.Υπολογισμοί Αντίστασης και Επιλογή Προωστήριας Εγκατάστασης	183
6.Επιλογή και Σχεδίαση Πηδαλίου	304
7.Ανάλυση Βαρών και Σχεδίαση διαγραμμάτων Διατμητικών δυνάμεων και Καμπτικών Ροπών.....	322
8.Υπολογισμοί Στοιχείων Αντοχής Μέσης Τομής	350
9.Εφαρμογή Κανονισμού Καταμέτρησης	363
10.Οικονομοτεχνική Μελέτη	381
Μονάδες Μεγεθών	407
Βιβλιογραφία	408



Περιεχόμενα Κεφαλαίων

1.Εισαγωγή	9
1.1 Απαιτήσεις Πλοιοκτήτη	9
1.2 Περιοχή αλιείας Βόρειο-Ανατολικού Ατλαντικού Ωκεανού	10
1.3 Πιθανές Περιοχές Αλιείας	12
1.4 Ο μπακαλιάρος.....	17
1.5 Μεθοδος Αλιείας	18
1.6 Τα Stern Trawlers(Μηχανότρατες)	20
1.6.1 Τα Freezer Stern Trawlers	21
2.Επιλογή Κυρίων Διαστάσεων και Υπολογισμός Γραμμής Φόρτωσης	22
2.1 Εισαγωγή.....	22
2.2 Πίνακας Όμοιων Πλοίων	22
2.3 Ανάλυση Δεδομένων Όμοιων Πλοίων.....	27
2.4 Προκαταρκτική Προσέγγιση Ισχύος Κύριας Μηχανής	38
2.5 Προκαταρκτική Προσέγγιση Ισχύος Ψυκτικής Εγκατάστασης	38
2.5.1 Ψύξη Χώρου Φορτίου	39
2.5.2 Ψύξη Αλιεύματος	43
2.6 Ηλεκτροπαραγωγή Ζεύγη	47
2.7 Βοηθητική Μηχανή	48
2.8 Υπολογισμός του Lightship.....	48
2.8.1 Lightship DIMITRIOS	50
2.8.2 Lightship ΠΑΟΛΑ	60
2.9 Αναλυτικός Υπολογισμός DWT.....	64
2.9.1 Υπολογισμός βάρους D.O.....	65
2.9.1.1 Κατανάλωση Κύριας Μηχανής	65
2.9.1.2 Κατανάλωση Ηλεκτρογεννήτριας	66
2.9.1.3 Κατανάλωση Βοηθητικής Μηχανής	67
2.9.2 Υπολογισμός βάρους L.O.	67
2.9.3 Υπολογισμός βάρους F.W.	68
2.9.4 Υπολογισμός βάρους Crew	68
2.9.5 Υπολογισμός βάρους Provisions	68
2.9.6 Υπολογισμός βάρους Stores.....	68
2.9.7 Βάρος Payload	68
2.9.8 Πρόσθετο Βάρος DWT.....	68
2.10 Έλεγχος Εκτοπισμάτων.....	69
2.11 Προκαταρκτικός Έλεγχος Κανονισμών Ασφαλείας με Βάση την Ευστάθεια	70
2.11.1 Κέντρα Βάρους Ομάδων Βαρών.....	70
2.11.1.1 Κέντρα Βάρους Lightship(L.S.)	70
2.11.1.2 Κέντρα Βάρους Payload.....	72
2.11.1.3 Κέντρα Βάρους Μη Αναλωσίμων	72
2.11.1.4 Κέντρα Βάρους Αναλωσίμων.....	73
2.11.2 Καταστάσεις Φόρτωσης	76
2.11.2.1 Κατάσταση Αναχώρησης από Περιοχή Αλιείας με Πλήρες Φορτίο και 30% Αναλώσιμα	76

2.11.2.2 Κατάσταση Άφιξης στο Λιμάνι με Πλήρες Φορτίο και 10% Αναλώσιμα.....	77
2.11.2.3 Κατάσταση Αναχώρησης από το Λιμάνι Χωρίς Φορτίο και με 100% Αναλώσιμα	77
2.11.3 Υπολογισμος GM	77
2.11.3.1 Κατάσταση Αναχώρησης από Περιοχή Αλλείας με Πλήρες Φορτίο και 30% Αναλώσιμα	78
2.11.3.2 Κατάσταση Άφιξης στο Λιμάνι με Πλήρες Φορτίο και 10% Αναλώσιμα.....	79
2.11.3.3 Κατάσταση Αναχώρησης από το Λιμάνι Χωρίς Φορτίο και με 100% Αναλώσιμα	81
2.12 Αλλαγή στις Κύριες Διαστάσεις.....	82
2.13 Υπολογισμός Γραμμής Φόρτωσης (Γ.Φ.) σύμφωνα με την Διεθνή Σύμβαση Γραμμής Φορτώσεως 1966	84
Παράρτημα Α	90
3.Σχέδιο Γραμμών,Αλλαγές επί του Lightship και Διαμερισματοποίηση	93
3.1 Σχέδιο Γραμμών	93
3.2 Αλλαγές επί του Lightship	94
3.2.1 Αλλαγές στα Πρόσθετα Βάρη	94
3.2.2 Μετακίνηση Υπερκατασκευών.....	96
3.2.2.1 Συντελεστής Βάρους Υπερστεγασμάτων	97
3.2.2.2 Βάρη και Ροπές Υπερκατασκευής και Υπερστεγασμάτων	97
3.2.3 LCG _{HULL} και KG _{HULL}	98
3.2.4 Νέα LCG _{st} και KG _{st}	99
3.3 Διαμερισματοποίηση	100
3.3.1 Tankplan	102
3.3.1.1 Δεξαμενές Φορτίου(Fish)	102
3.3.1.2 Δεξαμενές D.O.	103
3.3.1.3 Δεξαμενές L.O.	103
3.3.1.4 Δεξαμενές F.W.	104
3.3.1.5 Λοιποί Χώροι εντός των Κυτών (Uncategorised Compartments).....	104
Παράρτημα Β	105
4.Καταστάσεις Φόρτωσης και Άθικτη Ευστάθεια.....	108
4.1 Εισαγωγή.....	108
4.2 Υδροστατικό Διάγραμμα	109
4.3 CrossCurves	109
4.4 Καμπύλες Κατακλύσεων Μηκών	110
4.4.1 Θέσεις στεγανών Φρακτών	110
4.4.2 Θέση Πρωραίας Φρακτής Σύγκρουσης.....	111
4.4.3 Κατάσταση αναχώρησης από το λιμάνι -Χωρίς Φορτίο 100% Αναλώσιμα	111
4.4.4 Κατάσταση άφιξης στον ψαρότοπο- Χωρίς Φορτίο και 80% Αναλώσιμα	112
4.4.5 Κατάσταση ενώ γίνεται αλίευση -50% Φορτίο και 60% Αναλώσιμα	113
4.4.6 Κατάσταση αναχώρησης από ψαρότοπο με γεμάτο χώρο φορτίου-100% Φορτίο και 30% Αναλώσιμα	113
4.4.7 Κατάσταση άφιξης στο λιμάνι με γεμάτο χώρο φορτίου- 100% Φορτίο και 10% Αναλώσιμα	115
4.4.8 Κατάσταση άφιξης στο λιμάνι με μερικώς γεμάτο χώρο φορτίου- 20% Φορτίο και 10% Αναλώσιμα	115
4.5 Καμπύλες Bonjean	116
4.6 Κριτήριο Καιρού(Weather Criterion-IMO).....	117
4.7 Unprotected Openings	122
4.8 Wind Profile Area και Deck Edge Points.....	123
4.9 Καταστάσεις Φόρτωσης-Reports	124
4.9.1 Κατάσταση αναχώρησης από το λιμάνι -Χωρίς Φορτίο 100% Αναλώσιμα	124

4.9.2 Κατάσταση άφιξης στον ψαρότοπο- Χωρίς Φορτίο και 80% Αναλώσιμα	130
4.9.3 Κατάσταση ενώ γίνεται αλιεύση -50% Φορτίο και 60% Αναλώσιμα	136
4.9.4 Κατασταση αναχώρησης από ψαρότοπο με γεμάτο χώρο φορτίου-100% Φορτίο και 30% Αναλώσιμα	143
4.9.5 Κατάσταση άφιξης στο λιμάνι με γεμάτο χώρο φορτίου- 100% Φορτίο και 10% Αναλώσιμα	150
4.9.6 Κατάσταση άφιξης στο λιμάνι με μερικώς γεμάτο χώρο φορτίου- 20% Φορτίο και 10% Αναλώσιμα	156
Παράρτημα Γ.....	163
5.Υπολογισμοί Αντίστασης και Επιλογή Προωστήριας Εγκατάστασης	183
5.1 Υπολογισμός Αντίστασης R_T	183
5.1.1 Μέθοδος Van Oortmerssen	184
5.1.1.1 Κατάσταση που το πλοίο με γεμάτο χώρο φορτίου και σταθερή ταχύτητα $V_{steam}=11kns$ αναχωρεί από τον ψαρότοπο προς το λιμάνι.	184
5.1.1.2 Κατάσταση που το πλοίο αλιεύει στον ψαρότοπο με σταθερή ταχύτητα $V_{trawl}=3.5kns$,και παράλληλα τραβάει τα δίχτυα.	193
5.1.2 Με χρήση λογισμικού CFD	197
5.1.3 Συγκριση Αντιστάσεων.....	204
5.2 Επιλογή Προωστήριας Εγκατάστασης.....	212
5.2.1 Υπολογισμός των Συντελεστών Πρόωσης.....	212
5.2.1.1 Συντελεστής ποσοστού ομόρου w	212
5.2.1.2 Συντελεστής ποσοστού μείωσης ώσης t	215
5.2.2 Υπολογισμός των Συντελεστών Απόδοσης	216
5.2.2.1 Συντελεστής απόδοσης σχετικής περιστροφής (n_R).....	216
5.2.2.2 Συντελεστής Απόδοσης Άξονα (n_S).....	217
5.2.2.3 Συντελεστής Απόδοσης Γάστρας (n_H).....	217
5.2.2.4 Συντελεστής Απόδοσης Έλικας επι του πλοίου (n_D).....	218
5.2.2.5 Ολικός Βαθμός Απόδοσης (P.C.) ή (n_T).....	218
5.2.3 Έλικα.....	218
5.2.3.1 Γεωμετρία της Έλικας	221
5.2.3.1.1 Διάμετρος D	221
5.2.3.1.2 Αριθμός πτερυγίων z	223
5.2.3.1.3 Λόγος εκτεταμένης επιφάνειας A_E/A_0	223
5.2.3.1.4 Ονομαστικό Βήμα P	223
5.2.3.2 Υπολογισμός Στοιχείων Έλικας.....	225
5.2.3.2.1 Ταχύτητα προχώρησης της ροής του νερού στην έλικα V_A	225
5.2.3.2.2 Ώση έλικας T	226
5.2.3.3 Επιλογή Σημείου Λειτουργίας Έλικας.....	226
5.2.3.3.1 Κατάσταση που το πλοίο με γεμάτο χώρο φορτίου και σταθερή ταχύτητα $V_{steam}=11kns$ αναχωρεί από τον ψαρότοπο προς το λιμάνι.....	227
5.2.3.3.2 Κατάσταση που το πλοίο αλιεύει στον ψαρότοπο με σταθερή ταχύτητα $V_{trawl}=3.5kns$ και παράλληλα τραβάει τα δίχτυα.....	229
5.2.3.4 Έλεγχος Σπηλαίωσης Έλικας.....	234
5.2.4 Κύρια Μηχανή(K.M.)	241
5.2.4.1 Υπολογισμός Ισχύος Κύριας Μηχανής	241
5.2.5 Μειωτήρας.....	244
5.2.6 Χαρακτηριστικές Έλικας και Διάγραμμα Φόρτισης K.M.	246
5.2.6.1 Χαρακτηριστικές Έλικας.....	246
5.2.6.2 Διαγράμμα Φόρτισης K.M.	251
5.3 Γεωμετρία Έλικας	255
5.3.1 Έλεγχος Πάχους Πτερυγίου της Έλικας	255
5.3.2 Σχέδιο Έλικας.....	259
5.3.3 Πλήμνη Έλικας.....	261
5.4 Γεωμετρία Δακτυλίου.....	263

Παράρτημα Δ	267
6.Επιλογή και Σχεδίαση Πηδαλίου	304
6.1 Εισαγωγή.....	304
6.2 Κύριες Διαστάσεις Πηδαλίου	304
6.3 Ελάχιστη Διάμετρος Άξονα Πηδαλίου	306
6.4 Έλεγχος Δυναμικής Ευστάθειας.....	307
6.5 Ζυγοστάθμιση Πηδαλίου	312
6.5.1 Υπολογισμός της θέσης του κέντρου πίεσης για γωνία εκτροπής πηδαλίου $\delta = 10^\circ$	314
6.5.2 Υπολογισμός της θέσης του κέντρου πίεσης για γωνία εκτροπής πηδαλίου $\delta = 15^\circ$	316
6.6 Εκλογή Μηχανήματος Πηδαλιουχίας.....	317
6.7 Έλεγχος Αντοχής Άξονα	319
Παράρτημα Ε.....	321
7.Ανάλυση Βαρών και Σχεδίαση διαγραμμάτων Διατμητικών δυνάμεων και Καμπτικών Ροπών	322
7.1 Εισαγωγή.....	322
7.2 Κατανομή Βάρους Άφορτου Σκάφους (<i>LightShip-W_{LS}</i>).....	322
7.2.1 Βάρος Μεταλλικής Κατασκευής (W_{ST})	322
7.2.1.1 Βάρος Υπερκατασκευών και Υπερστεγασμάτων (W_{SS})	323
7.2.1.2 Βάρος Μεταλλικής Κατασκευής της Γάστρας (<i>Whull</i>)	325
7.2.1.3 Κατανομή Βάρους Μεταλλικής Κατασκευής W_{ST}	327
7.2.2 Βάρος Ενδιαίτησης και Εξοπλισμού (W_{OT}).....	329
7.2.3 Βάρος Μηχανολογικής Εγκατάστασης (W_M)	330
7.2.4 Βάρος Προσθέτων	331
7.2.5 Συνολική Κατανομή Βάρους Άφορτου Σκάφους (W_{LS})	333
7.3 Κατανομή Πρόσθετου Βάρους (<i>DWT</i>)	335
7.3.1 Αναλώσιμα(30%)	335
7.3.1.1 Δεξαμενές D.O.	335
7.3.1.2 Δεξαμενές L.O.	336
7.3.1.3 Δεξαμενές F.W.	337
7.3.1.4 Αναλώσιμα Εφόδια (<i>Provisions</i>)	338
7.3.1.3 Συνολική Κατανομή Βάρους Αναλωσίμων	339
7.3.2 Μη αναλώσιμα	341
7.3.3 Βάρος Φορτίου (<i>FISH</i>)	342
7.4 Κατανομή Βαρών Κατάστασης Σχεδίασης(100% Φορτίο και 30% Αναλώσιμα)	345
7.5 Κατανομή Τεμνουσών Δυνάμεων και Καμπτικών Ροπών (<i>Κατάσταση Σχεδίασης</i>)	347
8.Υπολογισμοί Στοιχείων Αντοχής Μέσης Τομής.....	350
8.1 Εισαγωγή.....	350
8.2 Υπολογισμός πάχους ελασμάτων Μέσης Τομής	351
8.3 Υπολογισμός Διαμήκων Ενισχυτικών	354
8.4 Υπολογισμός Εγκαρσίων Ενισχυτικών.....	356
8.5 Υπολογισμός Ροπής Αντίστασης Μέσης Τομής	359
Παράρτημα ΣΤ.....	362
9.Εφαρμογή Κανονισμού Καταμέτρησης	363

9.1 Εισαγωγή.....	363
9.2 Ολική Χωρητικότητα	363
9.2.1 Συνολικός όγκος της γάστρας έως το κύριο κατάστρωμα	364
9.2.2 Συνολικός όγκος λόγω κυρτότητας καταστρώματος	364
9.2.3 Συνολικός κλειστός όγκος των στομιών κυτών	365
9.2.4 Όγκος Υπερκατασκευών και Υπερστεγασμάτων.....	365
9.2.4.1 Accomodation.....	366
9.2.4.2 Store Room	367
9.2.4.3 Wheel House	368
9.2.4.4 Main Deck Superstructure	369
9.3 Καθαρή Χωρητικότητα.....	370
9.4 Σύνθεση Πληρώματος με βάση το Προεδρικό Διάταγμα 382/1978	371
9.5 Δείκτης Εξαρτισμού.....	374
Παράρτημα Ζ.....	376
10.Οικονομοτεχνική Μελέτη.....	381
10.1 Εισαγωγή.....	381
10.2 Στοιχεία Λειτουργίας του Πλοίου.....	381
10.3 Κόστος Κτήσης Πλοίου	385
10.3.1 Κόστος Μεταλλικής Κατασκευής	385
10.3.2 Κόστος Ενδιαίτησης και Εξοπλισμού	387
10.3.2.1 Ηλεκτρονικός Εξοπλισμός	388
10.3.2.2 Horizontal Plate Freezers(x2).....	390
10.3.2.3 Gutting Machines(x2)	390
10.3.3 Κόστος Μηχανολογικής Εγκατάστασης	391
10.3.4 Κόστος Πρόσθετων Βαρών.....	392
10.3.4.1 Κόστος για τα Βίντζια.....	393
10.3.4.2 Κόστος για το Net Drum	393
10.3.4.3 Σύνολο Κόστους Πρόσθετων Βαρών	393
10.3.5 Συνολικό Κόστος Κτήσης Πλοίου.....	394
10.3.5.1 Υλικά	396
10.3.5.2 Εργατικά	396
10.4 Κόστος Εκμετάλλευσης Πλοίου.....	398
10.4.1 Κόστος καυσίμων	398
10.4.1.1 Κόστος D.O.	398
10.4.1.2 Κόστος L.O.	399
10.4.2 Κόστος F.W.	399
10.4.3 Κόστος Τροφοδοσίας	399
10.4.4 Κόστος Μισθοδοσίας	400
10.4.5 Κόστος Συντηρήσεως & Επισκευών	400
10.4.6 Κόστος Ασφάλισης	401
10.4.7 Λιμενικά έξοδα	401
10.4.8 Γενικά Έξοδα.....	401
10.4.9 Κόστος Εξοπλισμού Αλιείας (Fishing Gear)	401
10.4.10 Συνολικό Ετήσιο Κόστος Εκμετάλλευσης	402
10.5 Ελάχιστη Απαιτούμενη Τιμή Πώλησης του Φορτίου	403
10.5.1 Με Προσδοκώμενη Απόδοση Επενδυμένου Κεφαλαίου = 10%	404
10.5.2 Με Προσδοκώμενη Απόδοση Επενδυμένου Κεφαλαίου = 50%	406
Μονάδες Μεγεθών	407

Βιβλιογραφία..... 408

1.Εισαγωγή

1.1 Απαιτήσεις Πλοιοκτ΄ητη

Τύπος πλοίου	: Freezer Stern Trawler
Όγκος ψυγείου	: $V_{REF} = 200 \text{ m}^3$
Ταχύτητες	
Υπηρεσίας	: $V_{steam} = 11 \text{ kn}$
Πλήρες Φορτίο και 30% αναλώσιμα	: $V_{trawl} = 3.5 \text{ kn}$
Ακτίνα Ενέργειας	: $R = 14 \text{ days}$
Σημαία	: Ελληνική

Το ΠΑΟΛΑ θα είναι ένα αλιευτικό πλοίο με δυνατότητα βαθιάς κατάψυξης(-30°)του συνόλου του αλιεύματος του που θα είναι μπακαλιάρος και προορίζεται για αλιεία μπακαλιάρου στην περιοχή του Βόρειου Ανατολικού Ατλαντικού.

Η ακτίνα ενεργείας του είναι 14 ημέρες.Το νούμερο αυτό αναφέρεται σε ορισμένη απόσταση του ψαρότοπου από το λιμάνι εκκίνησης και σε συγκεκριμένες ψαριές ανά ημέρα.Σε περίπτωση διαφορετικων παραμέτρων απόστασης από το λιμάνι και αριθμού ψαριών,η ακτίνα ενεργείας θα αλλάξει.

Θα ξεκινήσουμε αναφέροντας κάποια στοιχεία για την αλιεία και το ρόλο των αλιευτικών πλοίων.

Η αλιεία στον ελληνικό χώρο(Αιγαίο-Ιόνιο) αντιμετωπίζει προβλήματα εδώ και αρκετά χρόνια που εντοπίζονται στην έλλειψη επαρκούς δικτύου διανομής του αλιεύματος προς το εξωτερικό,στις σχέσεις ψαράδων και μεταπωλητών στην Ελλάδα και στο γεγονός ότι στο Αιγαίο έχει πλέον μειωθεί σημαντικά ο αριθμός των ψαριών γεγονός που οφείλεται στην υπεραλιεία των προηγούμενων δεκαετιών.

Γι αυτό ,στην παρούσα διπλωματική εργασία επιλέξαμε να ασχοληθούμε με την μελετη ενός αλιευτικού πλοίου τύπου Stern Trawler το οποίο είναι προορισμένο να αλιεύει στο Βόρειο Ανατολικό Ατλαντικό,περιοχή που διαθέτει ακόμα αρκετά αποθέματα ψαριών.

Το πλοίο που θα μελετηθεί θα αλιεύει μπακαλιάρo,ένα δημοφιλές ψάρι σε παγκόσμιο επίπεδο του οποίου η εμπορική αξία είναι ακόμα υπολογίσιμη στις μέρες μας.

Παρακάτω θα αναφερθουμε πιο αναλυτικά στην περιοχή του Βόρειου Ατλαντικού και στους ψαρότοπους του,στο λιμάνι που θα επιλέξουμε σαν αφετηρία του πλοίου μας και θα δώσουμε στοιχεία για τον μπακαλιάρo.

Στη συνέχεια θα δώσουμε λίγες πληροφορίες για τα Stern Trawlers,τα κατεξοχήν πλοία για την αλιεία μπακαλιάρου.

1.2 Περιοχή αλιείας Βόρειο-Ανατολικού Ατλαντικού Ωκεανού

Η περιοχή του Βόρειο-Ανατολικού Ατλαντικού Ωκεανού ονομάζεται Major Fishing Area 27 οριοθετείται για στατιστικούς λόγους από το ICES(International Council for the Exploration of the Sea).Η οριοθέτηση του είναι η κάτωθι:

Βορειοδυτικά:

Γεωγραφικό μήκος:40°W

Γεωγραφικό πλάτος:90°N-North Pole

και

Γεωγραφικό μήκος:40°W

Γεωγραφικό πλάτος:86°N

(Βόρεια ακτη της Γροινλανδίας)

Νοτιοδυτικά:

Γεωγραφικό μήκος:40°W

Γεωγραφικό πλάτος:36°N

Νοτιοανατολικά:

Γεωγραφικό μήκος:5°36'W

Γεωγραφικό πλάτος:36°N

(Νοτιοανατολική Ακτή Ισπανίας,Punta Maroqqui Isthmus)

Βορειοανατολικά:

Γεωγραφικό μήκος:68°30'

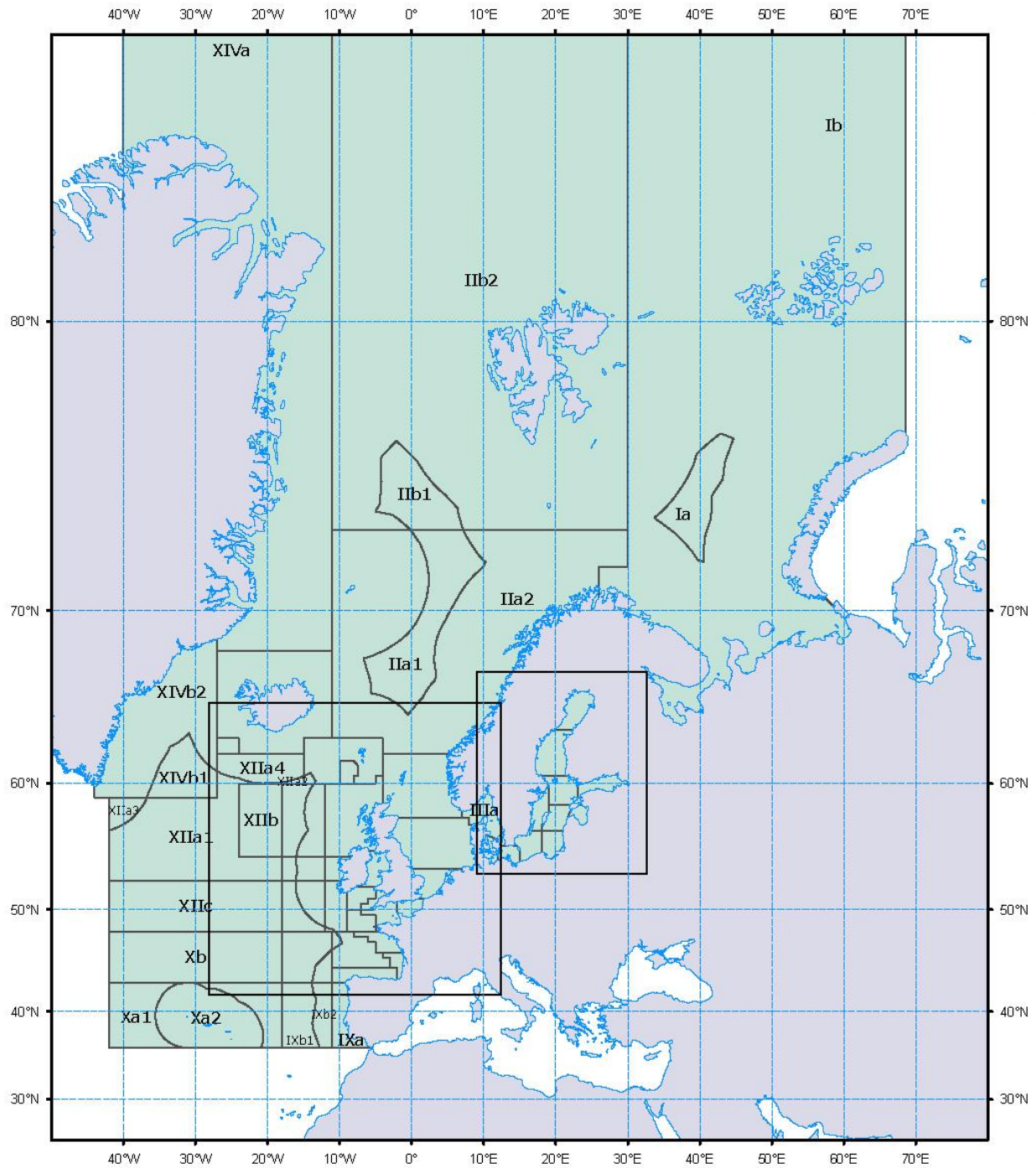
Γεωγραφικό πλάτος: 76°N

(Βόρειο ακρο του νησιού Novaya Zemlya)

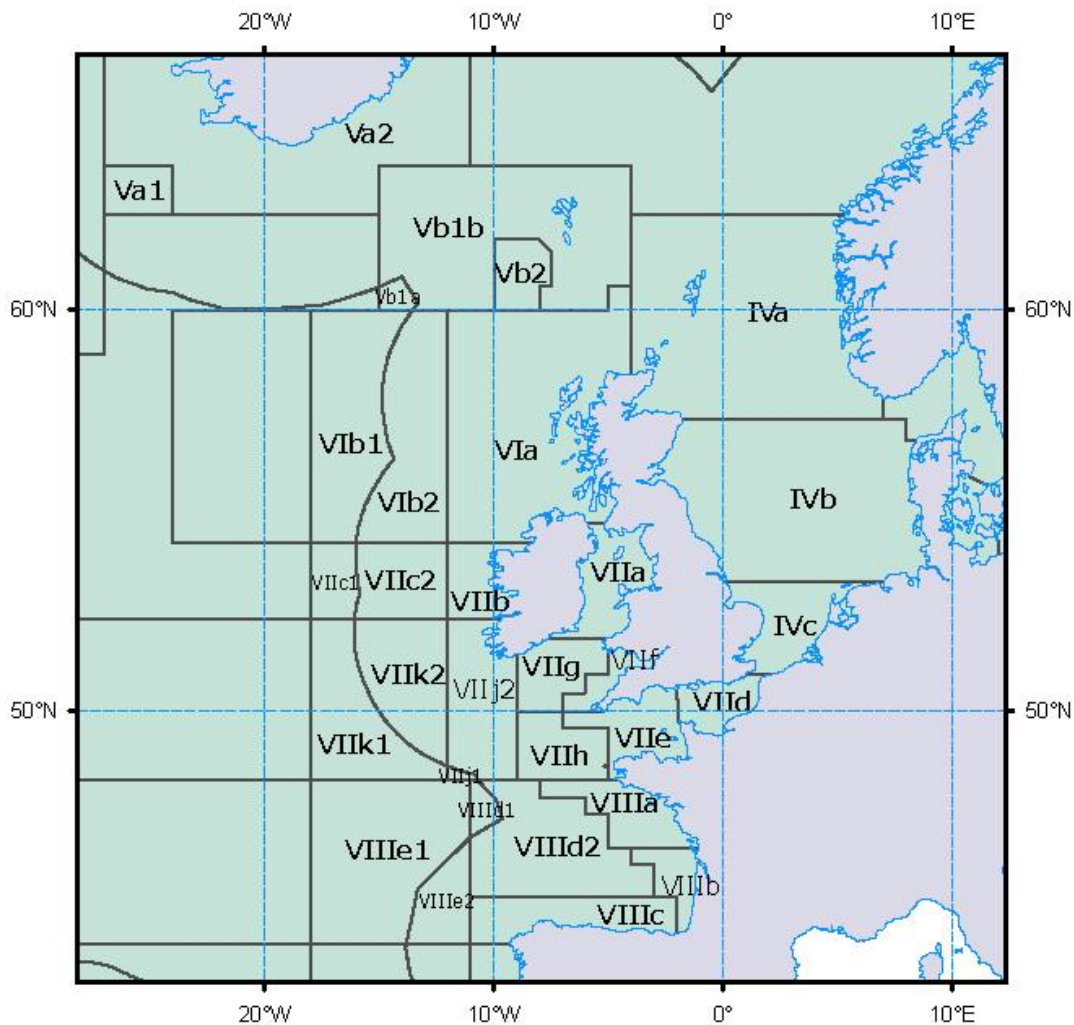
και

Γεωγραφικό μήκος:68°30'

Γεωγραφικό πλάτος: 90°N-North Pole



Εικόνα 1.1. Major Fishing Area 27 σύμφωνα με το ICES



Εικόνα 1.2.Υποπεριοχές(Subareas) του Major Fishing Area 27 σύμφωνα με το ICES

Στον παραπάνω χάρτη, φαίνεται η περιοχή αλιείας του Βορειο-Ανατολικού Ωκεανού με τις υποπεριοχές της(subareas).

1.3 Πιθανές Περιοχές Αλιείας

Θα επιλέξουμε το πλοίο μας να αλιεύει στις υποπεριοχές:

Ia,IIa1,IIa2,IIb1,IIb,IIIa4,Va1,Va2,Vb1b,Vb2,Vb1a,Ib(νότιο τμήμα)

Οι υποπεριοχές αυτές βρίσκονται στα ανοιχτά των ακτών της Νορβηγίας, της Ισλανδίας και των Νησιών Φαρόε και έχουν ακόμη αποθέματα σε ψάρια λόγω και της ορθής πολιτικής που ακολουθείται από αυτές τις χώρες σε θέματα αλιείας. Δεν θα επιλεγούν βορειότερες υποπεριοχές όπως η IIb2 και το βόρειο τμήμα της Ib λόγω του ότι για να πλεύσει σε αυτές τις περιοχές το πλοίο πρέπει να ενισχυθεί στην μεταλλική του κατασκευή(Κανονισμοί Νηογνομώνων Ice Class).

Παρακάτω θα αναφέρουμε ενδεικτικά σε κάποιους ψαρότοπους και στην απόστασή τους από κάποια λιμάνια της Νορβηγίας τα οποία το πλοίο μας μπορεί να τα έχει σαν αφετηρία. Τα παρακάτω λιμάνια

συμφωνα με τα όσα ισχύουν από τον διαχειριστικό οργανισμό για την βιωσιμότητα της αλιείας και του θαλασσίου περιβάλλοντος στο Βορειο-Ανατολικό Ατλαντικό, North East Atlantic Fisheries Commission(NEAFC),μπορούν να χρησιμοποιηθούν από πλοία με σημαία διαφορετική από αυτή των χωρών-μελών του οργανισμού(Νορβηγία,Δανία κτλ) για την εκφόρτωση κατεψυγμένου αλιεύματος.Αναφέρεται σχετικά στο Port State Control του οργανισμού:

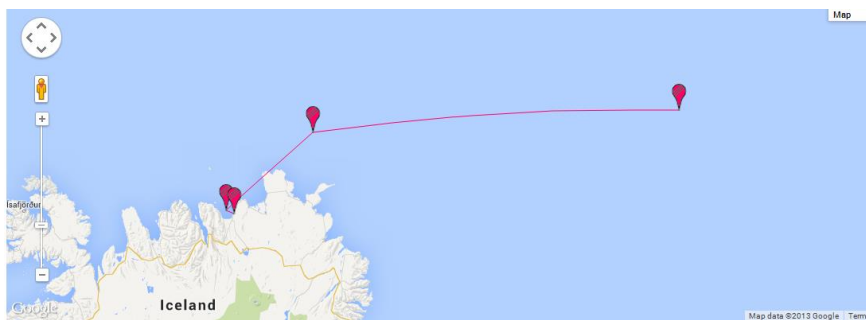
‘NEAFC Contracting-Parties have designated these ports in the countries below that will allow vessels to land or tranship of frozen catch caught by foreign vessels in the Convention Area’

Αναφέρουμε κάποια από αυτά τα λιμάνια στη Νορβηγία :

Υποπεριοχή IIa1

Λιμάνι Husavik(Ισλανδία)

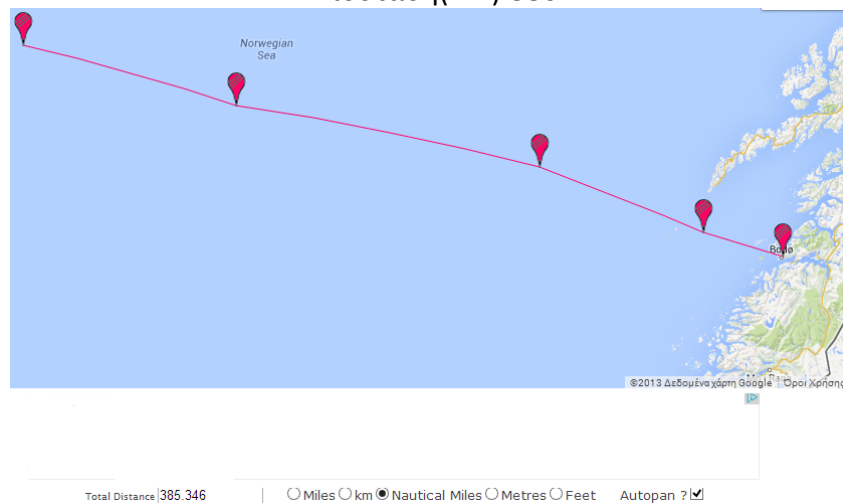
Αποσταση(nm):320



Εικονα 1.3 Λιμάνι Husavik(Ισλανδία)

Λιμάνι Bodo(Νορβηγία)

Αποσταση(nm):386



Εικονα 1.4 Λιμάνι Bodo(Νορβηγία)

Λιμάνι Kristiansund(Νορβηγία)

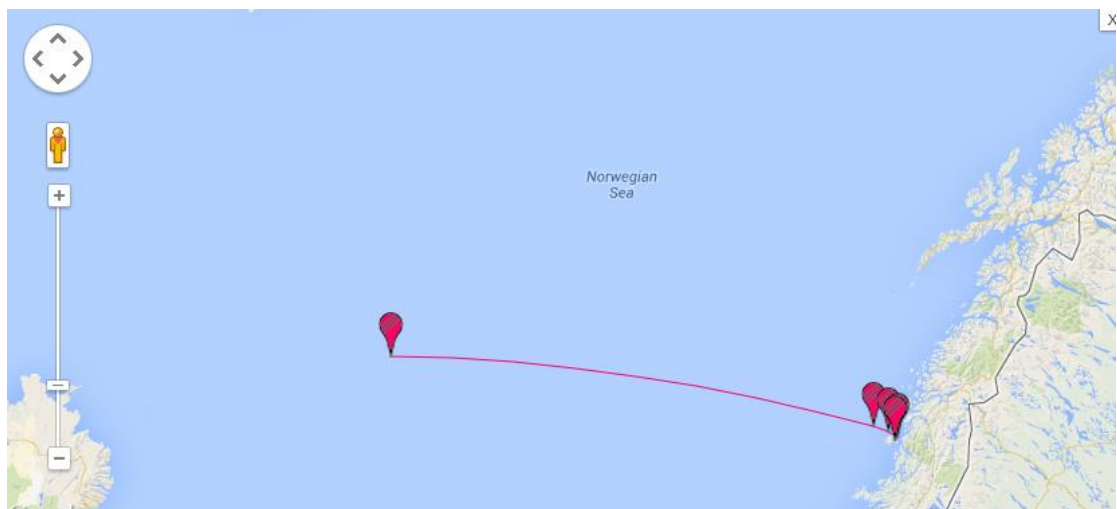
Αποσταση(nm):370



Εικόνα 1.5 Λιμάνι Kristiansund(Νορβηγία)

Λιμάνι Breivika

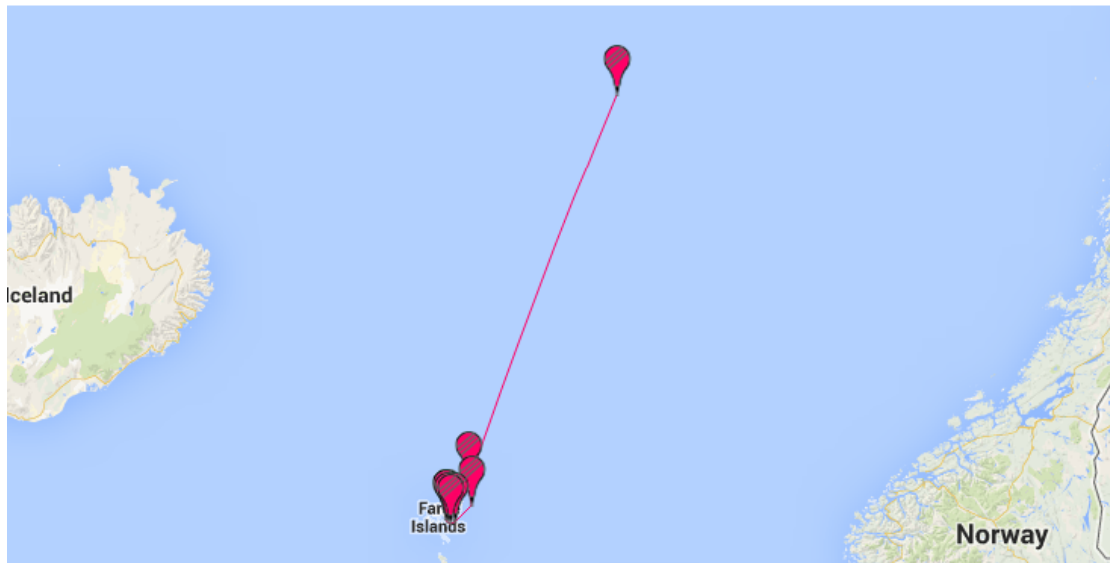
Αποσταση(nm):410



Εικόνα 1.6.Λιμάνι Breivika

Λιμάνι Runavik(Νησιά Φαρόε)

Αποσταση(nm):354

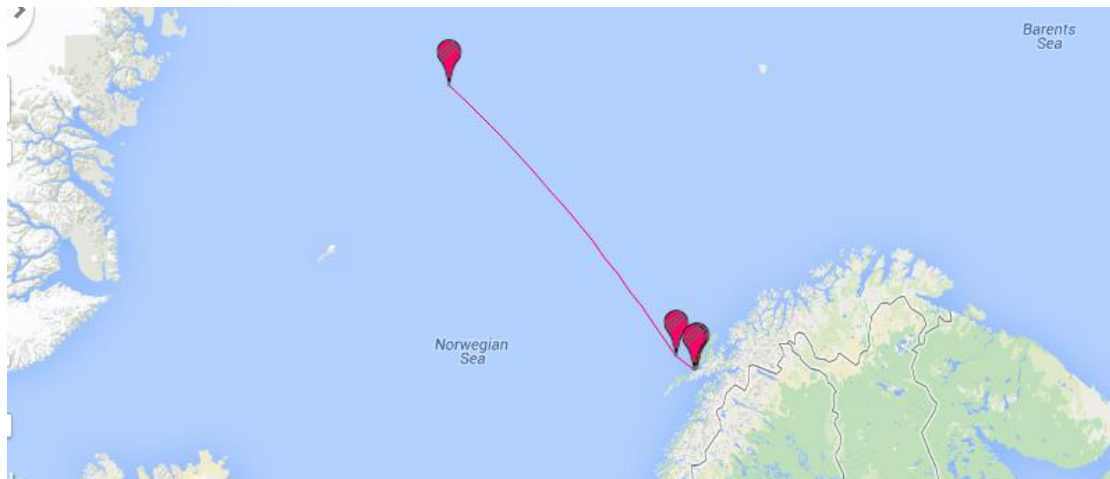


Εικόνα 1.7.Λιμάνι Runavik

Υποπεριοχή IIb1

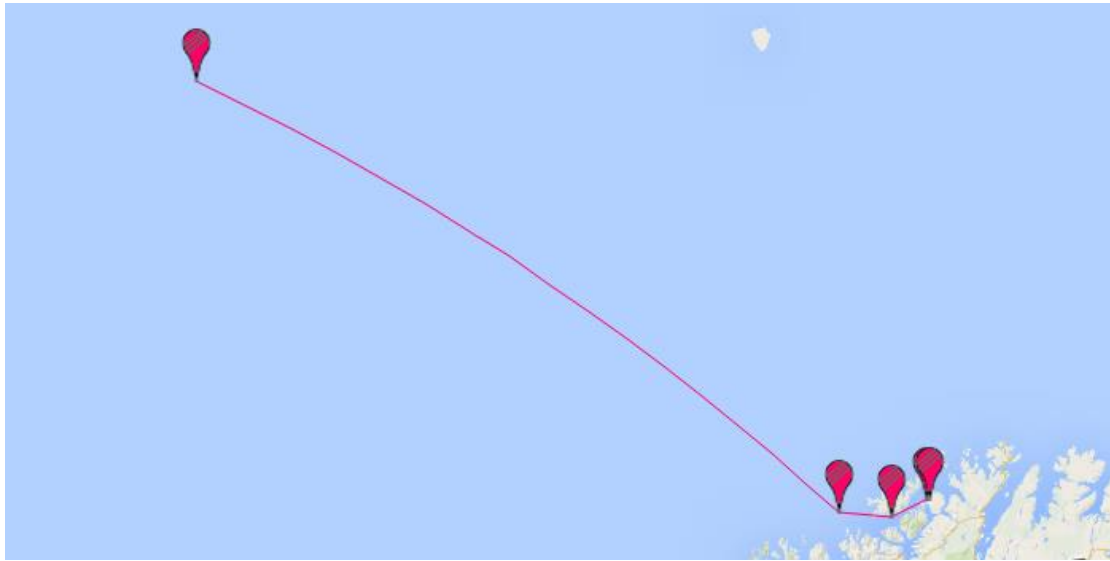
Λιμάνι Melbu(Νορβηγία)

Αποσταση(nm):460



Εικόνα 1.8.Λιμάνι Melbu

Λιμάνι Ryrefjord
Αποσταση(nm):440

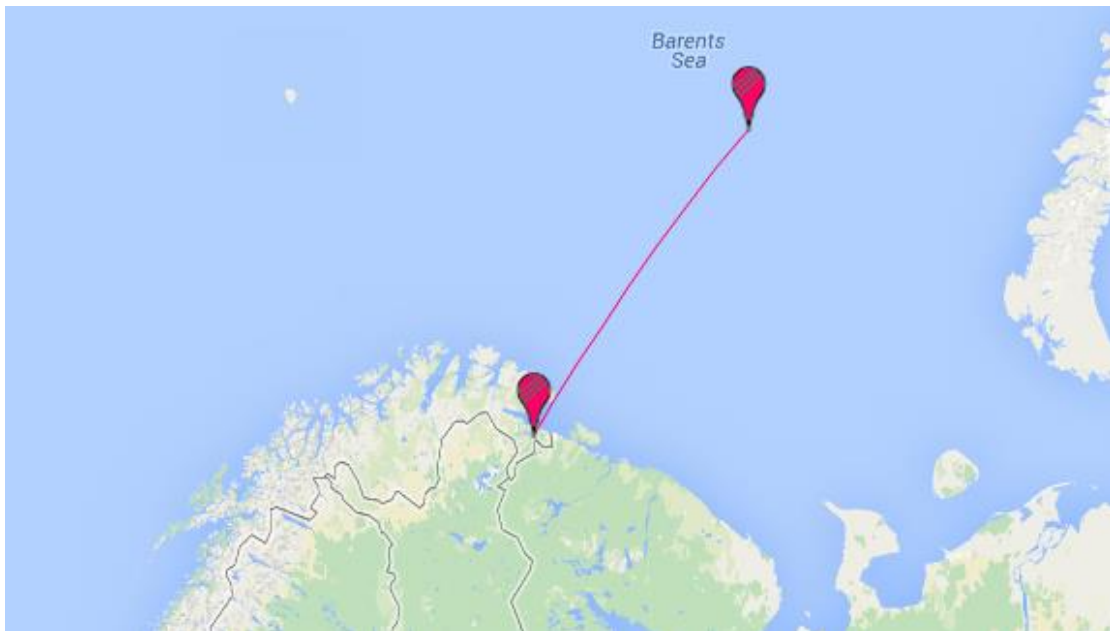


Εικόνα 1.9.Λιμάνι Ryrefjord

Υποπεριοχή Ia

Λιμάνι Kirkenes(Νορβηγία)

Αποσταση(nm):320



Εικόνα 1.10.Λιμάνι Kirkenes

Υποπεριοχή XIIa**Λιμάνι Reykjavik(Νορβηγία)**

Αποσταση(nm):455



Εικόνα 1.10.Λιμάνι Reykjavik

1.4 Ο μπακαλιάρος

Παρακάτω θα αναφέρουμε καποια γενικά στοιχεία για αυτό το πολύ σημαντικό ψάρι,το μπακαλιάρο.

Ο μπακαλιάρος του Ατλαντικού (*Gadus Morhua*) είναι ένα ψάρι βυθού που ανήκει στην οικογένεια των Gadidae. Θεωρείται ως ένα από τα πιο ψάρια με τη μεγαλύτερη εμπορική αξία.Αποκαλείται μάλιστα 'beef of the sea'(μοσχάρι της θάλασσας). Έγινε προϊόν εκμετάλλευσης από την πρώτη στιγμή που ο άνθρωπος ξεκίνησε να ψαρεύει στις Ευρωπαϊκές θάλασσες.

Ο μπακαλιάρος του Ατλαντικού μπορεί να φτάσει σε μήκος τα 2m (6 ft κ 7 in) και το βάρος του κυμαίνεται μεταξύ πέντε έως δέκα kg (220 lbs). Θεωρείται αναπαραγωγικά ώριμος στην ηλικία μεταξύ δύο και τεσσάρων ετών, ωστόσο σε κάποιες περιπτώσεις όπως στην περίπτωση του μπακαλιάρου της Αρκτικής, μπορεί να καθυστερήσει και να φτάσει στην ηλικία των οχτώ χρόνων. Μπορεί να αλλάξει χρώμα σε συγκεκριμένα βάθη και έχει δύο διακριτές χρωματικές φάσεις: πρασινο-γκρί και καφε-κόκκινο. Τα κυρίως χρώματα του είναι καφέ προς πράσινο με κηλίδες στη ράχη και ασημί σκίαση στην κοιλιακή χώρα, ενώ υπάρχει και μια ευδιάκριτη πλευρική γραμμή. Τον συναντάμε σε όλο το μήκος της ακτογραμμής μέχρι την υφαλοκρηπίδα.

Στον δυτικό Ατλαντικό, ο μπακαλιάρος συναντάται βόρεια του ακρωτηρίου Χατέρας, καθώς και στη βόρεια Καρολίνα αλλά και γύρω από τις ακτές της Γροιλανδίας. Στον ανατολικό Ατλαντικό τον βρίσκουμε από τον Βισκαϊκό κόλπο μέχρι βόρεια προς τον Αρκτικό Ωκεανό, συμπεριλαμβανομένης της Βόρειας θάλασσας, της Νορβηγικής θάλασσας και των περιοχών γύρω από την Ισλανδία και της θάλασσας του Μπάρεντς.

Τα μέσα αλίευσης του μπακαλιάρου είναι κυρίως οι τράτες βυθού με πόρτες(bottom trawls) και οι πελαγικές τράτες(pelagic trawls). Συσκευές όπως οι χειραγωγοί και οι παγίδες μπακαλιάρου, που χρησιμοποιούνταν παλαιότερα, έχουν προσφάτως αντικατασταθεί από τα απλάδια(gillnets) (ειδικά στη Νέα Γη). Άλλοι τύποι εργαλείων που χρησιμοποιούνται για την αλίευση του μπακαλιάρου είναι: τα παραγάδια, οι δανέζικες τράτες(danish trawls), οι τράτες γρι-γρι, οι τράτες σε ζεύγη(pair trawls), οι γαριδότρατες και τα round nets. Ο μπακαλιάρος του Ατλαντικού αλιεύεται όλο τον χρόνο στον κόλπο του Μείν, ενώ αλιεύεται σε βραχώδες και χαλικώδες έδαφος αλλά και σε αμμώδες βυθό. Το μεγαλύτερο μέρος των αλιευμάτων λαμβάνει χώρα στο Αρκτικό Ωκεανό, κυρίως γύρω από την Ισλανδία, στη θάλασσα του Μπάρεντς, ανοικτά της Νέας Γής και της δυτικής Γροιλανδίας, στη Νορβηγική θάλασσα, ανοικτά του Σπίτσμπεργκεν και γύρω από το νησί Μπέαρ. Οι χώρες με τις μεγαλύτερες ποσότητες αλιευμάτων είναι η Ισλανδία και η Νορβηγία.

Ο μπακαλιάρος φτάνει στην αγορά, νωπός ή κατεψυγμένος, ολόκληρος ή σε φιλέτα, αλατισμένος ή ξαρμυρισμένος, αποξηραμένος και παστός, σε άλμη ή καπνιστός. Άλλα προϊόντα που προέρχονται από τον μπακαλιάρo είναι: έλαιο συκωτιού και τα αυγά του.

1.5 Μεθοδος Αλιείας

Οι τύποι δικτυών που χρησιμοποιούνται για την αλιεία του μπακαλιάρου είναι 2:

- Η τράτα βυθού(bottom)
- Η τράτα μέσου βάθους(midwater trawl)

Λόγω του ότι ο μπακαλιάρος είναι ψάρι βυθού, η επικρατέστερη μέθοδος είναι με τράτα βυθού, της οποίας τα επιμέρους στοιχεία και τον τρόπο λειτουργίας θα εξηγήσουμε παρακάτω

Η τράτα βυθού αποτελείται λοιπόν από:

Δίκτυο: Το δίκτυο κατασκευάζεται από ειδικά νήματα ώστε να είναι ανθεκτικό και όσο το δυνατόν ελαφρύτερο για το μέγεθός του(mesh size)

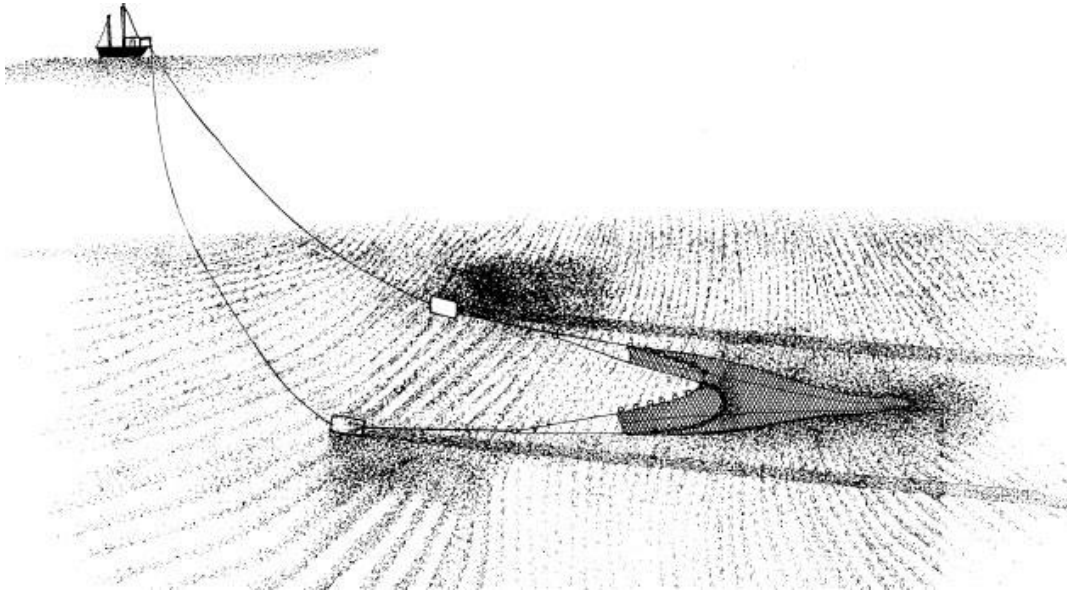
Πορτες Τράτας: Ορθογωνικές κατασκευές από χάλυβα που 'ξύνουν' το βυθό και δημιουργούν ένα νέφος από λάσπη που μπερδεύει τα ψάρια.

Συρματόσχοινα: Το μήκος τους κυμαίνεται από 1000 έως 1500m. Τα συρματόσχοινα τυλίγονται γύρω από τα τύμπανα των βιντζιών όταν δεν χρησιμοποιούνται.

Σχοινιά

Πλωτήρες-Φελάρια: Επιπλέοντα σώματα

Καδένες: Μεταλλικά σύρματα που τυλίγονται γύρω από την μπούκα(άνοιγμα της τράτας) και την κρατούν ανοιχτή



Εικόνα 1.13. Τράτα Βυθού

Η αλιεία με την τράτα βυθού γίνεται ως εξής:

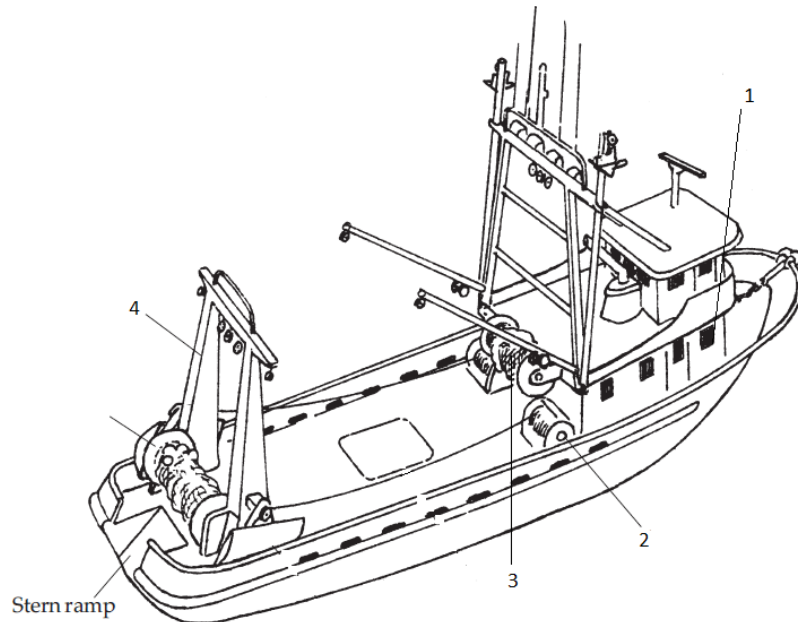
Το αλιευτικό κινείται μέσα στον ψαρότοπο και μόλις με το sonar εντοπίσει ένα κοπάδι από ψαρια κινείται προς αυτό ακολουθώντας το από πίσω. Καθώς το πλοίο πλησιάζει οι πόρτες της τράτες αυτές οι χαλύβδινες κατασκευές σερνονται στην επιφάνεια του βυθού που συνήθως είναι αμμώδης και τον 'ξύνουν' με αποτέλεσμα να σηκώνεται ένα νέφος από λάσπη το οποίο ταράζει και αποσυντονίζει τα προπορευόμενα ψαρια. Καθώς το πλοίο κινείται με μεγαλύτερη ταχύτητα (από 2 έως 5 knots) από το κοπάδι των ψαριών το δίχτυ το οποίο έχει μια μεγάλη μπούκα τα εγκολπώνει ενώ αυτά συνεχίζουν να κινούνται ελεύθερα αλλά μέσα σε αυτό. Εν τέλει τα ψάρια κουράζονται από την 'καταδιωξη' και λόγω της πρόσω κίνησης του πλοίου στοιβάζονται στην ακρη του δικτού (codend) η οποία είναι σαν μεγάλη σακούλα.

Μολις το δίχτυ γεμίσει με ψάρια αισθητήρες που βρίσκονται πάνω στα δίχτυα ειδοποιούν τη γέφυρα και αρχίζει το τραβηγμα των δικτυών στο κατάστρωμα το οποίο γίνεται με το πλοίο εν πλω και διαρκεί συνήθως 30 min. Στη συνέχεια τα δίχτυα ανεβαίνουν στο κατάστρωμα όπου ανοιγουν και τα ψάρια χυνονται επάνω στο κατάστρωμα όπου και στη συνέχεια μαζεύονται οδηγούνται για επεξεργασία, ψύξη και μετά κατάψυξη. Η όλη διαδικασία του ψαρέματος διαρκεί από 2 έως 4 h οπότε την ημέρα γίνονται 5 με 7 ψαριές αναλογως το μέρος, τον καιρό, την υπαρχη ψαριών κτλ.

Η τρλατα μεσου βάθους έχει παρόμοιο σχήμα με την τράτα βυθού όμως δεν έχει πορτες δεδομένου ότι τα δίχτυα δεν ακομπούν πυθμένα. Τετοιες τράτες συνήθως χρησιμοποιούνται για αλλα είδη είδη ψαριών αλλα και για μπακαλιάρο.

1.6 Τα Stern Trawlers(Μηχανότρατες)

Είναι πλοία τα οποία προορίζονται για αλιεία σε ανοιχτές θάλασσες. Παίρνουν το όνομά τους από τον τρόπο με την οποίο αλιεύουν(τράτα). Η διάταξη ενός τυπικού Stern Trawler φαίνεται στην παρακάτω εικόνα



Εικόνα 1.11.Stern Trawler(Μηχανότρατα)

,οπου

1.Υπερκατασκευές. Συνήθως βρίσκονται πλώραθεν για να υπάρχει χώρος εργασίας πρύμνηθεν

2.Βαρούλκα αλιείας(Βίντζια). Τραβούν τα συρματοσχοινα τα οποία κρατούν την τράτα

3.Net Drum. Τύμπανο που μαζεύει τα δίχτυα όταν δε χρησιμοποιούνται για την εξοικονόμηση χώρου στο κατάστρωμα.

4.A-Frame(‘Π’). Υποστηρικτική χαλύβδινη κατασκευή για την διευκόλυνση του χειρισμού των δικτύων όταν βρίσκονται επάνω στο κατάστρωμα. Δεν είναι απαραίτητο για τη λειτουργία του ψαρέματος. Πολλές φορές αντικαθίσταται με μια κατασκευή σχήματος Γ που επιτελεί την ίδια λειτουργία.

Stern Ramp: κεκλιμένη επιφάνεια στο πρυμναίο άκρο του κυρίου καταστρώματος που χρησιμοποιείται για την διευκόλυνση της εισόδου των δικτύων στο κατάστρωμα. Σε πλοία χωρίς Stern Ramp(όπως το ΠΑΟΛΑ) χρησιμοποιούνται rollers πάνω στα οποία ολισθαίνουν τα δίχτυα.



Εικόνα 1.12.Stern Trawler εν πλω

1.6.1 Τα Freezer Stern Trawlers

Είναι μια υποκατηγορία των Stern Trawlers. Τα πλοία αυτά ψύχουν εξ ολοκλήρου το φορτίο τους σε συνθήκες βαθιάς κατάψυξης(-30°) ενώ τα μεγαλύτερα από αυτά έχουν και μονάδες επεξεργασίας του αλιεύματος και παρασκευής ετοιμών γευμάτων ψαριών(Factory Trawlers).

Vessel Class(m)	30	36	40	>45
BHP	900	1000	1140	>
Tonnage	240	270	390	>

Πίνακας 1.1.Κατηγορίες Μεγεθών Freezer Trawlers

2.Επιλογή Κυρίων Διαστάσεων και Υπολογισμός Γραμμής Φόρτωσης

2.1 Εισαγωγή

Σε πρώτη φάση θα καταρτίσουμε ένα πίνακα ομοίων πλοίων από τον οποίο θα πάρουμε λόγους και στοιχεία που θα μας βοηθήσουν να επιλέξουμε Κύριες Διαστάσεις.Ο πίνακας των ομοίων βρίσκεται στην επόμενη σελίδα.

2.2 Πίνακας Όμοιων Πλοίων

ΓΕΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	Όνομα πλοίου		DIMITRIOS	ΜΑΡΙΑ Α	ΘΕΟΔΩΡΟΣ Β
ΚΥΡΙΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	LOA	m	33.4		
	LBP	m	27.95	32	37.5
	B	m	7.70	7.8	8.9
	D	m	4.15	3.95	4.1
	T(100%φορτίο και 30% αναλώσιμα)	m	3.78	3.294	3.6
ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ	GRT	tons	147.87		
	NT	tons	67.57		
ΒΑΡΗ	DWT(100%φορτίο και 30% αναλώσιμα)	tons	155.53	163.65	145.61
	Δ	tons	416.81	506.7	614.6
	LS	tons	261.28	343.05	468.99
	Payload	tons	99.29		
	Wst	tons			
	Wot	tons			
	Wm	tons			
ΟΓΚΟΙ	VREF	m ³	180.53	187	144
	VFO	m ³	83.21		
	VDO	m ³	83.21		
	VLO	m ³	3.87		
	VFW	m ³	41.43		
ΠΡΟΩΣΗ	VFREE	Kn	10		
	VFISH	Kn	3		
	PB	HP	700		
	Τύπος μηχανής				
ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ	KG(LS)	m	4.190		
	LCG(LS)	m	11.300		
	KG(100%φορτίο και 30% αναλώσιμα)	m	3.637		
	LCG(100%φορτίο και 30% αναλώσιμα)	m	12.660		
	GM(100%φορτίο και 30% αναλώσιμα)	m	0.799		
	LCB(100%φορτίο και 30% αναλώσιμα)	m	11.230		
	KG(Χωρίς φορτίο και 100% αναλώσιμα)	m	3.656		
	LCG(Χωρίς φορτίο και 100% αναλώσιμα)	m	11.900		
	GM(Χωρίς φορτίο και 100% αναλώσιμα)	m	0.776		
LCB(Χωρίς φορτίο και 100% αναλώσιμα)	m	11.270			
ΛΟΓΟΙ-ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ	LBP/B		3.630	4.103	4.213
	LBP/D		6.735	8.101	9.146
	B/T		2.036	2.368	2.472
	D/T		1.098	1.199	1.139
	CB		0.497	0.601	0.438
	CM		0.777		
	DWT/Δ		0.373	0.323	0.237
	WLS	t/m ³	0.293	0.348	0.343
	CAD		79.713		
	F _n	kn/ft ^{1/2}	0.333		
	KG/D(LS)		1.010		
	LCG/LBP(LS)		0.404		
	KG/D(100%φορτίο και 30% αναλώσιμα)		0.876		
	LCG/LBP(100%φορτίο και 30% αναλώσιμα)		0.453		
	KG/D(Χωρίς φορτίο και 100% αναλώσιμα)		0.881		
	LCG/LBP(Χωρίς φορτίο και 100% αναλώσιμα)		0.426		

ΓΕΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	Όνομα πλοίου		ΠΟΣΕΙΔΩΝ 3	ΓΙΑ ΚΥΡΙΑΚΗ	OCEAN
ΚΥΡΙΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	LOA	m			
	LBP	m	26.00	29.06	33.46
	B	m	8.00	8	9.3
	D	m	4.00	3.7	4.6
	T(100%φορτίο και 30% αναλώσιμα)	m	3.68	2.974	3.15
ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ	GRT	tons			
	NT	tons			
ΒΑΡΗ	DWT(100%φορτίο και 30% αναλώσιμα)	tons	117.65	128.83	193.47
	Δ	tons	460.60	355.46	514.44
	LS	tons	342.95	226.63	320.97
	Payload	tons			
	Wst	tons			
	Wot	tons			
	Wm	tons			
ΟΓΚΟΙ	VREF	m ³	153.440	44.570	232.000
	VFO	m ³			
	VDO	m ³			
	VLO	m ³			
	VFW	m ³			
ΠΡΟΣΩΠΗ	VFREE	Kn			
	VFISH	Kn			
	PB	HP		349	900
	Τύπος μηχανής				
ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ	KG(LS)	m			
	LCG(LS)	m			
	KG(100%φορτίο και 30% αναλώσιμα)	m			
	LCG(100%φορτίο και 30% αναλώσιμα)	m			
	GM(100%φορτίο και 30% αναλώσιμα)	m			
	LCB(100%φορτίο και 30% αναλώσιμα)	m			
	KG(Χωρίς φορτίο και 100% αναλώσιμα)	m			
	LCG(Χωρίς φορτίο και 100% αναλώσιμα)	m			
	GM(Χωρίς φορτίο και 100% αναλώσιμα)	m			
LCB(Χωρίς φορτίο και 100% αναλώσιμα)	m				
ΛΟΓΟΙ-ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ	LBP/B		3.250	3.633	3.598
	LBP/D		6.500	7.854	7.274
	B/T		2.174	2.690	2.952
	D/T		1.087	1.244	1.460
	CB		0.587	0.502	0.512
	CM				
	DWT/Δ		0.255	0.362	0.376
	WLS	t/m ³	0.412	0.263	0.224
	CAD				
	F _n	kn/ft ^{1/2}			
	KG/D(LS)				
	LCG/LBP(LS)				
	KG/D(100%φορτίο και 30% αναλώσιμα)				
	LCG/LBP(100%φορτίο και 30% αναλώσιμα)				
	KG/D(Χωρίς φορτίο και 100% αναλώσιμα)				
	LCG/LBP(Χωρίς φορτίο και 100% αναλώσιμα)				

ΓΕΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	Όνομα πλοίου		MARIA-CONSTANTINOS	POLYXRONIS T	ΤΑΞΙΑΡΧΗΣ
ΚΥΡΙΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	LOA	m			34,5
	LBP	m	24,01	24,01	29
	B	m	6,94	6,91	7,8
	D	m	3,26	3,26	3,7
	T(100%φορτίο και 30% αναλώσιμα)	m	3,08	2,93	2,922
ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ	GRT	tons			
	NT	tons			
ΒΑΡΗ	DWT(100%φορτίο και 30% αναλώσιμα)	tons	100	98,00	169,11
	Δ	tons	225	199,00	393,323
	LS	tons	125	101,00	224,213
	Payload	tons			
	Wst	tons			
	Wot	tons			
	Wm	tons			
ΟΓΚΟΙ	VREF	m ³			49,61
	VFO	m ³			
	VDO	m ³			124,17
	VLO	m ³			2,446
	VFW	m ³			44,81
ΠΡΟΣΩΗ	VFREE	Kn	11	10,5	10
	VFISH	Kn			
	PB	HP	500	500	520
	Τύπος μηχανής				
ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ	KG(LS)	m			3,494
	LCG(LS)	m			12,299
	KG(100%φορτίο και 30% αναλώσιμα)	m			
	LCG(100%φορτίο και 30% αναλώσιμα)	m			
	GM(100%φορτίο και 30% αναλώσιμα)	m			
	LCB(100%φορτίο και 30% αναλώσιμα)	m			
	KG(Χωρίς φορτίο και 100% αναλώσιμα)	m			
	LCG(Χωρίς φορτίο και 100% αναλώσιμα)	m			
	GM(Χωρίς φορτίο και 100% αναλώσιμα)	m			
LCB(Χωρίς φορτίο και 100% αναλώσιμα)	m				
ΛΟΓΟΙ-ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ	LBP/B		3,460	3,475	3,718
	LBP/D		7,365	7,365	7,838
	B/T		2,254	2,356	2,669
	D/T		1,059	1,111	1,266
	CB		0,428	0,399	0,58
	CM				
	DWT/Δ		0,444	0,492	0,43
	WLS	t/m ³	0,230	0,187	0,268
	CAD		98,476	78,916	103,23
	$F_n = V_{FREE} / ((g * LBP)^{0.5})$	kn/ft ^{1/2}	0,396	0,378	0,305
	KG/D(LS)				0,944
	LCG/LBP(LS)				0,424
	KG/D(100%φορτίο και 30% αναλώσιμα)				
	LCG/LBP(100%φορτίο και 30% αναλώσιμα)				
	KG/D(Χωρίς φορτίο και 100% αναλώσιμα)				
	LCG/LBP(Χωρίς φορτίο και 100% αναλώσιμα)				

ΓΕΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	Όνομα πλοίου		MARIA	ΝΙΚΟΣ	ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ Ι
ΚΥΡΙΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	L _{OA}	m	31	29	32
	L _{BP}	m	26,14	24,01	26,60
	B	m	7,50	7,50	7,50
	D	m	3,60	3,50	3,50
	T(100%φορτίο και 30% αναλώσιμα)	m	2,90	2,84	2,94
ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ	GRT	tons	196,00	155	216
	NT	tons	59,00	46	70
ΒΑΡΗ	DWT(100%φορτίο και 30% αναλώσιμα)	tons	110,16	103,20	100,20
	Δ	tons	322,80	254,63	347,13
	LS	tons	212,72	151,43	246,93
	Payload	tons			
	W _{st}	tons			
	W _{ot}	tons			
	W _m	tons			
ΟΓΚΟΙ	V _{REF}	m ³	47,75		240,16
	V _{FO}	m ³			
	V _{DO}	m ³	83,420	70,210	95,960
	V _{LO}	m ³	1,800	1,180	1,800
	V _{FW}	m ³	39,880	24,767	19,000
ΠΡΟΩΣΗ	V _{FREE}	Kn	11	11	11
	V _{FISH}	Kn			
	P _B	HP	850	800	800
	Τύπος μηχανής				
ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ	KG(LS)	m	3,425	2,847	3,327
	LCG(LS)	m	11,748	11,206	10,878
	KG(100%φορτίο και 30% αναλώσιμα)	m			
	LCG(100%φορτίο και 30% αναλώσιμα)	m			
	GM(100%φορτίο και 30% αναλώσιμα)	m			
	LCB(100%φορτίο και 30% αναλώσιμα)	m			
	KG(Χωρίς φορτίο και 100% αναλώσιμα)	m			
	LCG(Χωρίς φορτίο και 100% αναλώσιμα)	m			
	GM(Χωρίς φορτίο και 100% αναλώσιμα)	m			
LCB(Χωρίς φορτίο και 100% αναλώσιμα)	m				
ΛΟΤΟΙ-ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ	LBP/B		3,485	3,280	3,547
	LBP/D		7,261	7,029	7,600
	B/T		2,590	2,638	2,551
	D/T		1,243	1,231	1,190
	CB		0,554	0,473	0,577
	CM				
	DWT/Δ		0,341	0,405	0,289
	WLS	t/m ³	0,301	0,235	0,354
	CAD		73,680	66,840	82,170
	$F_n = V_{FREE} / ((g * LBP)^{0.5})$	kn/ft ^{1/2}	0,353	0,364	0,350
	KG/D(LS)		0,951	0,813	0,951
	LCG/LBP(LS)		0,449	0,456	0,409
	KG/D(100%φορτίο και 30% αναλώσιμα)				
	LCG/LBP(100%φορτίο και 30% αναλώσιμα)				
	KG/D(Χωρίς φορτίο και 100% αναλώσιμα)				
	LCG/LBP(Χωρίς φορτίο και 100% αναλώσιμα)				

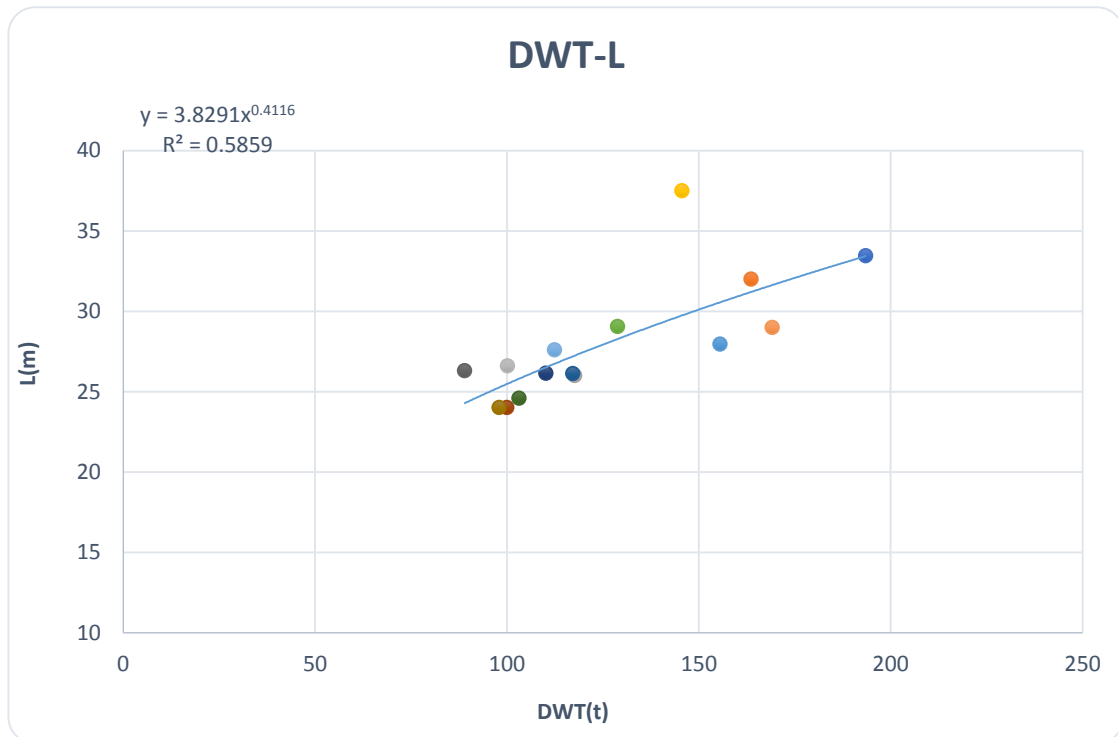
Πίνακας 2.1. Πίνακας Ομοίων Πλοίων

2.3 Ανάλυση Δεδομένων Όμοιων Πλοίων

Σε πρώτη φάση θα παρουσιάσουμε τα διαγράμματα παλινδρομικής ανάλυσης που προκύπτουν από τις διαστάσεις των ομοίων πλοίων ώστε να έχουμε μια εικόνα για το που βρίσκονται οι διάφορες διαστάσεις και οι διάφοροι λόγοι από τα ομοια.



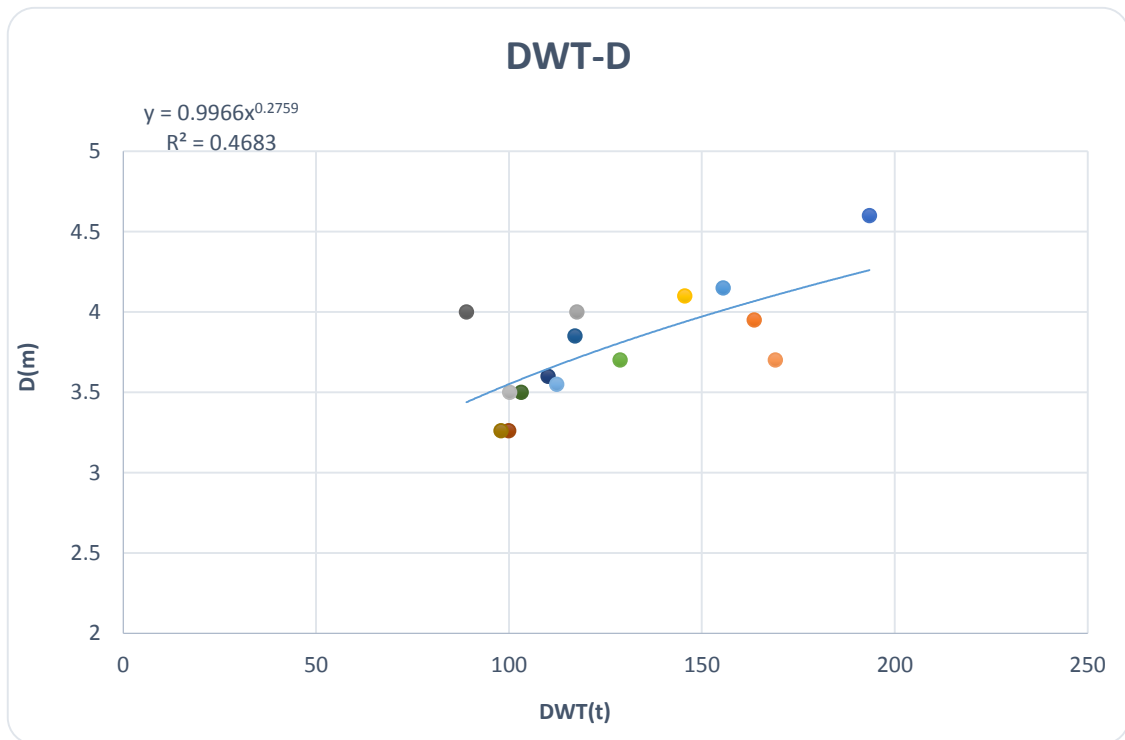
Διάγραμμα 2.1. Παλινδρομική Ανάλυση Δ συναρτήσσει του DWT



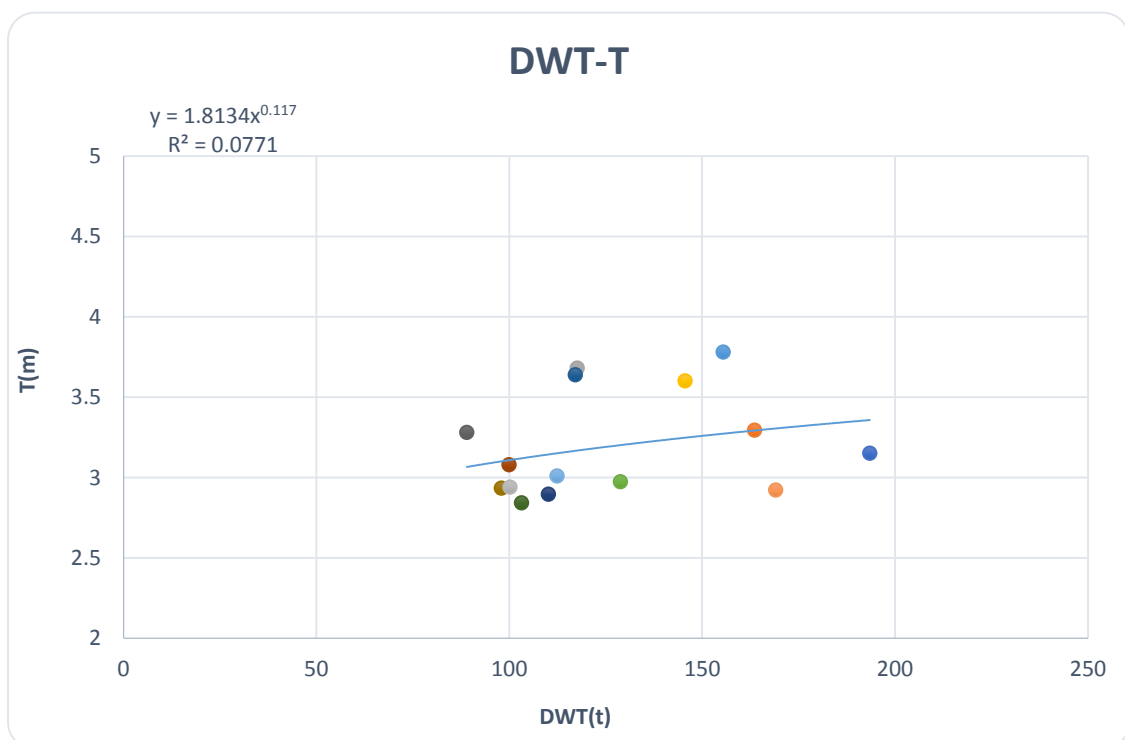
Διάγραμμα 2.2. Παλινδρομική Ανάλυση L συναρτήσει του DWT



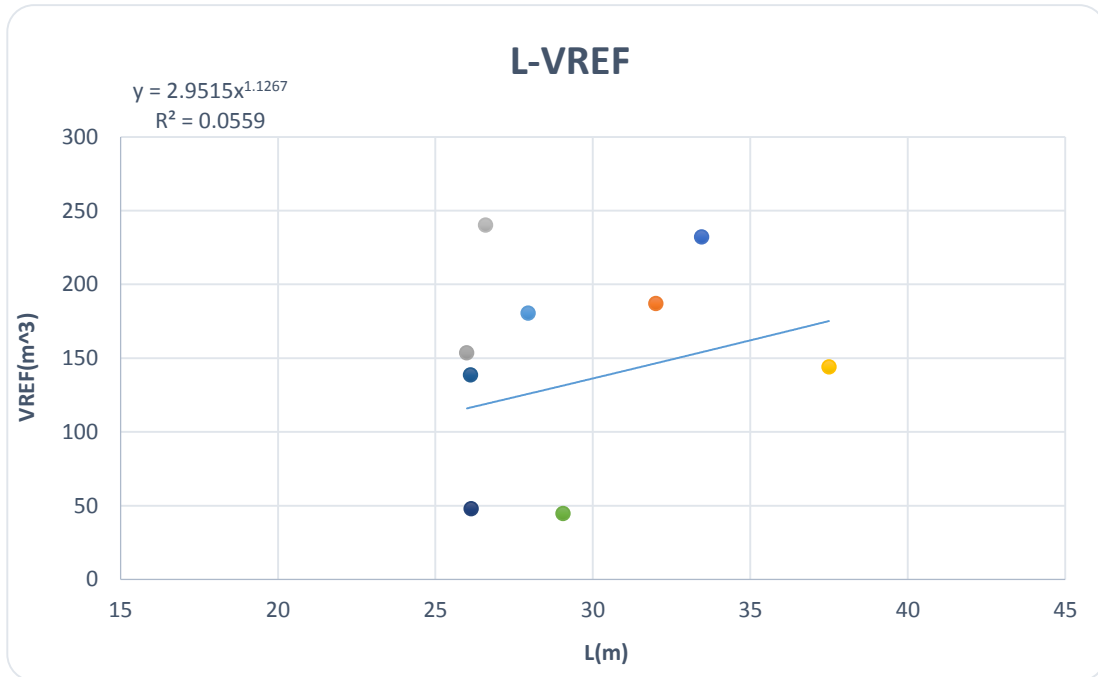
Διάγραμμα 2.3. Παλινδρομική Ανάλυση B συναρτήσει του DWT



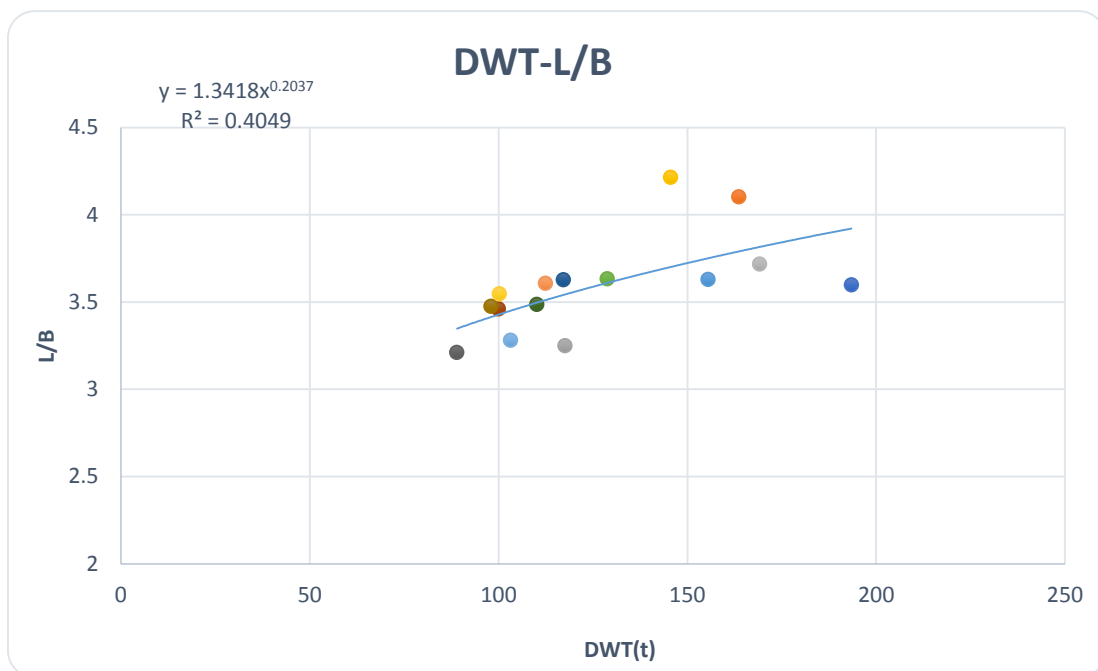
Διάγραμμα 2.4. Παλινδρομική Ανάλυση D συναρτήσει του DWT



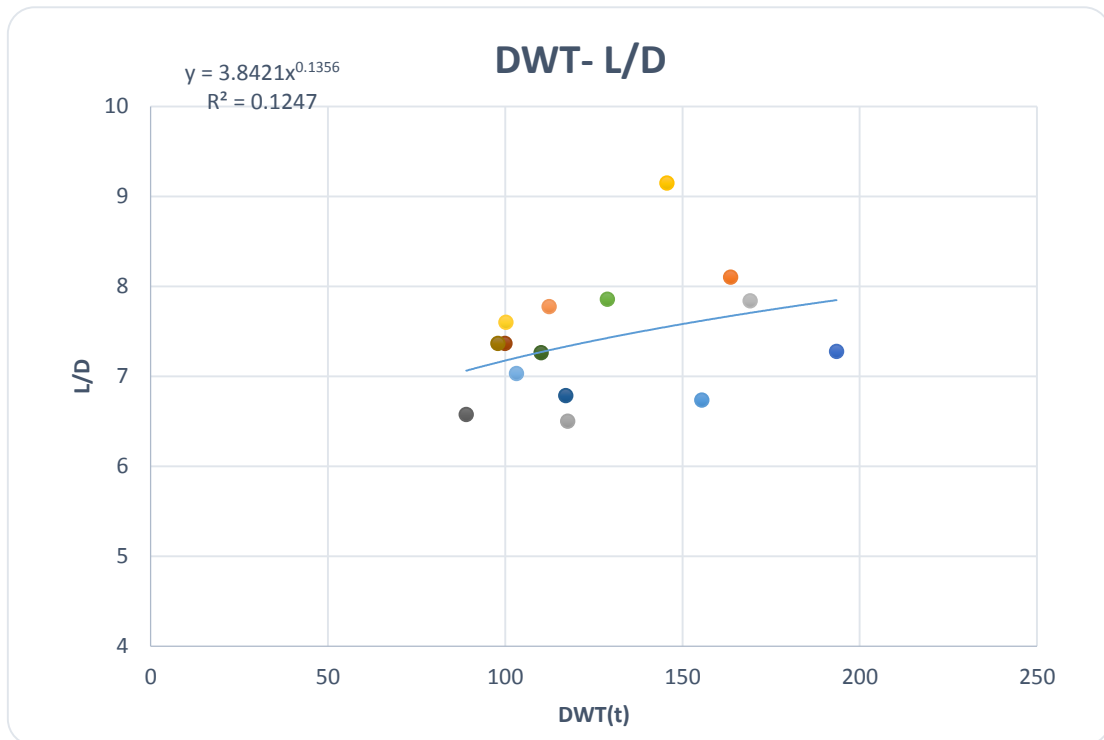
Διάγραμμα 2.5. Παλινδρομική Ανάλυση T συναρτήσει του DWT



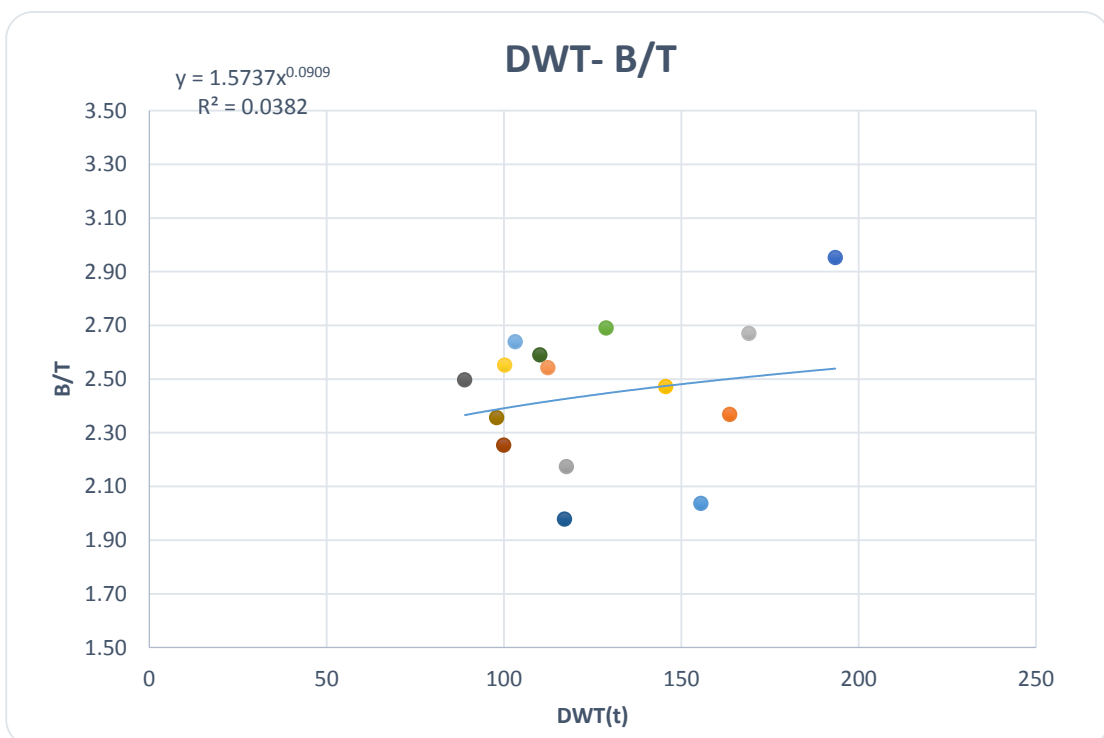
Διάγραμμα 2.6. Παλινδρομική Ανάλυση V_{REF} συναρτήσει του L_{BP}



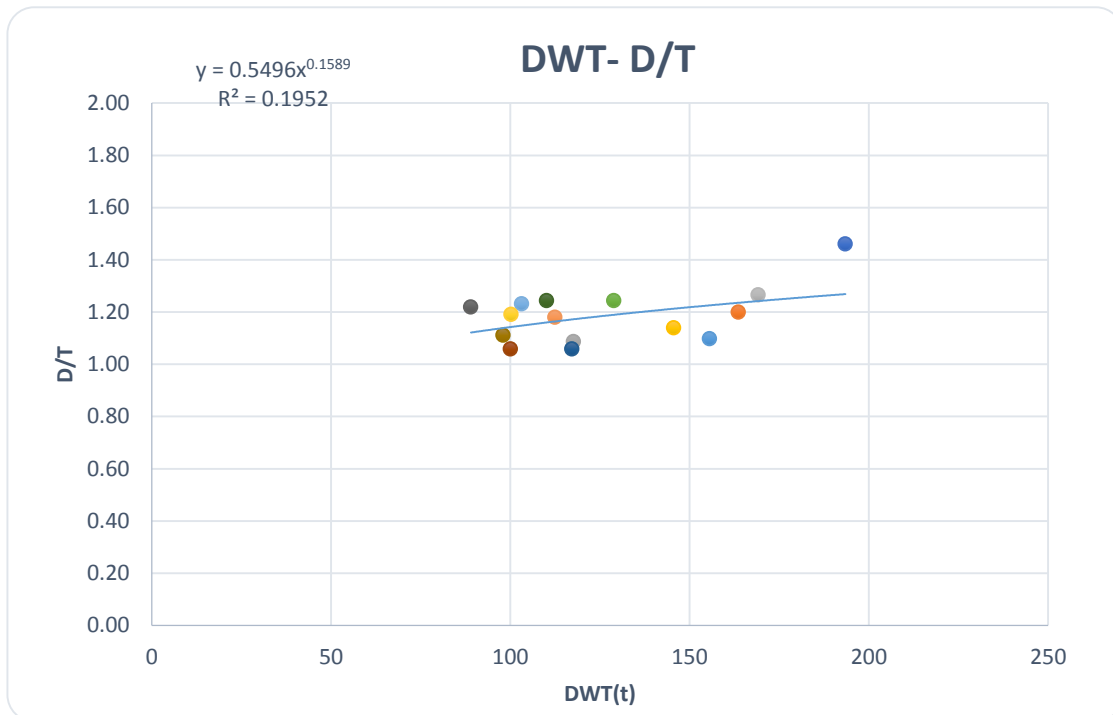
Διάγραμμα 2.7. Παλινδρομική Ανάλυση Λόγου L_{BP}/B συναρτήσει του DWT



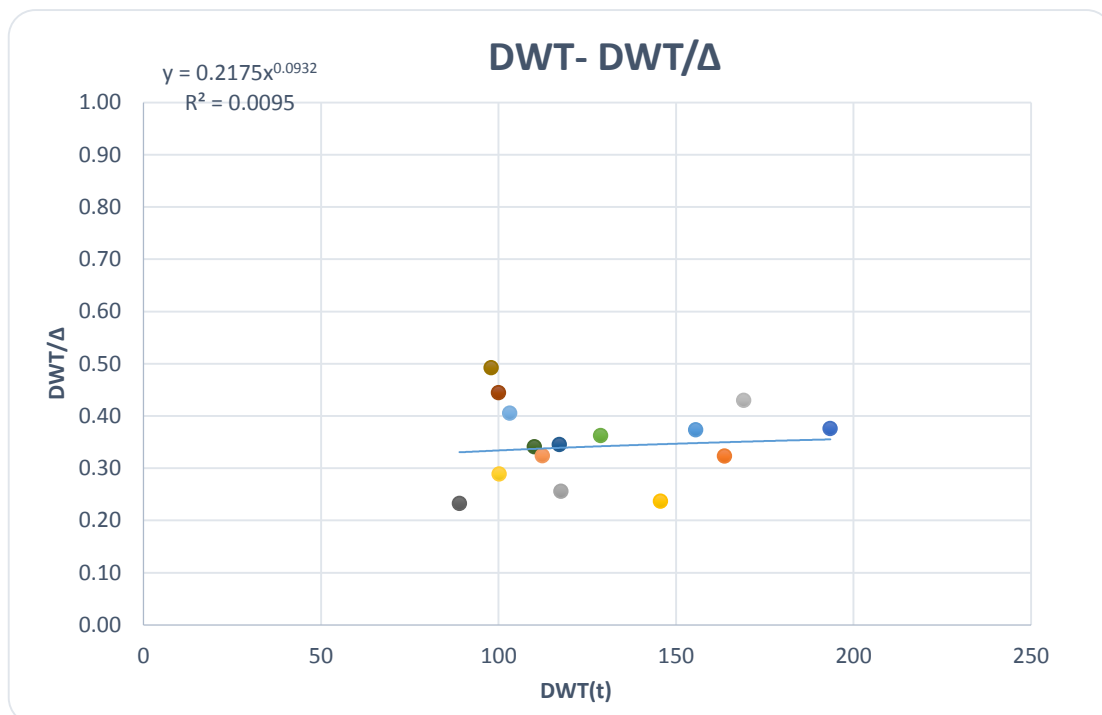
Διάγραμμα 2.8. Παλινδρομική Ανάλυση Λόγου L_{BP}/D συναρτήσει του DWT



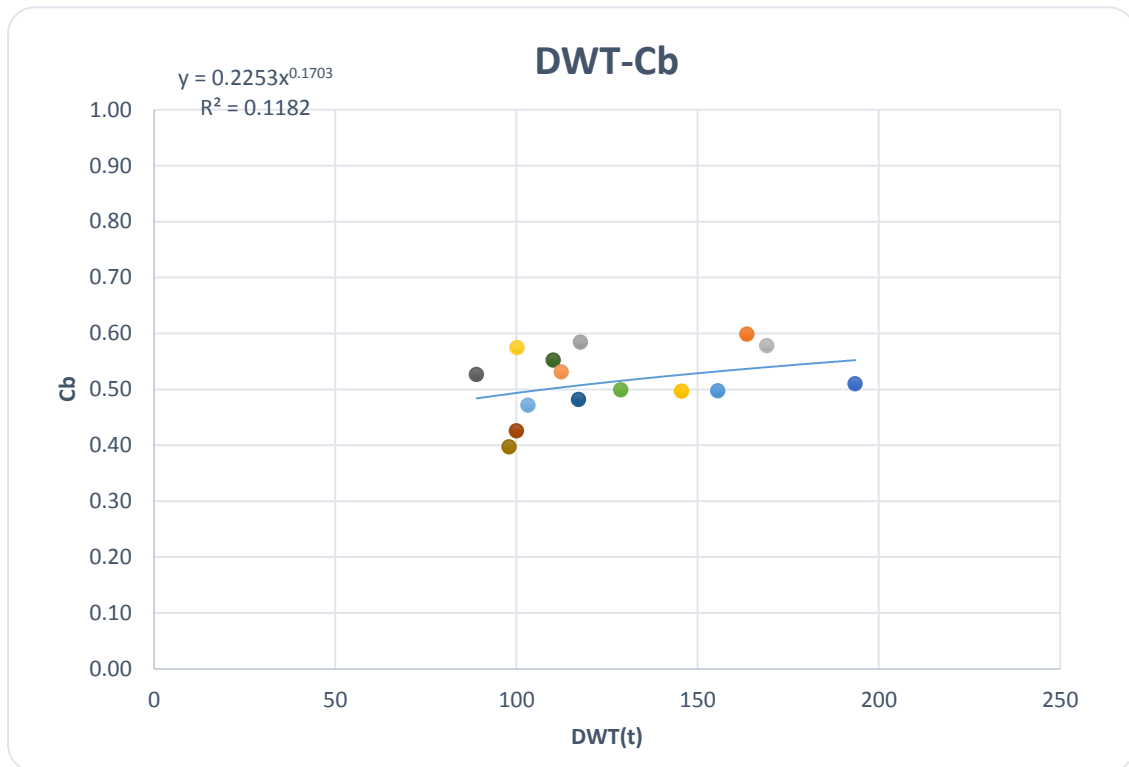
Διάγραμμα 2.9. Παλινδρομική Ανάλυση Λόγου B/T συναρτήσει του DWT



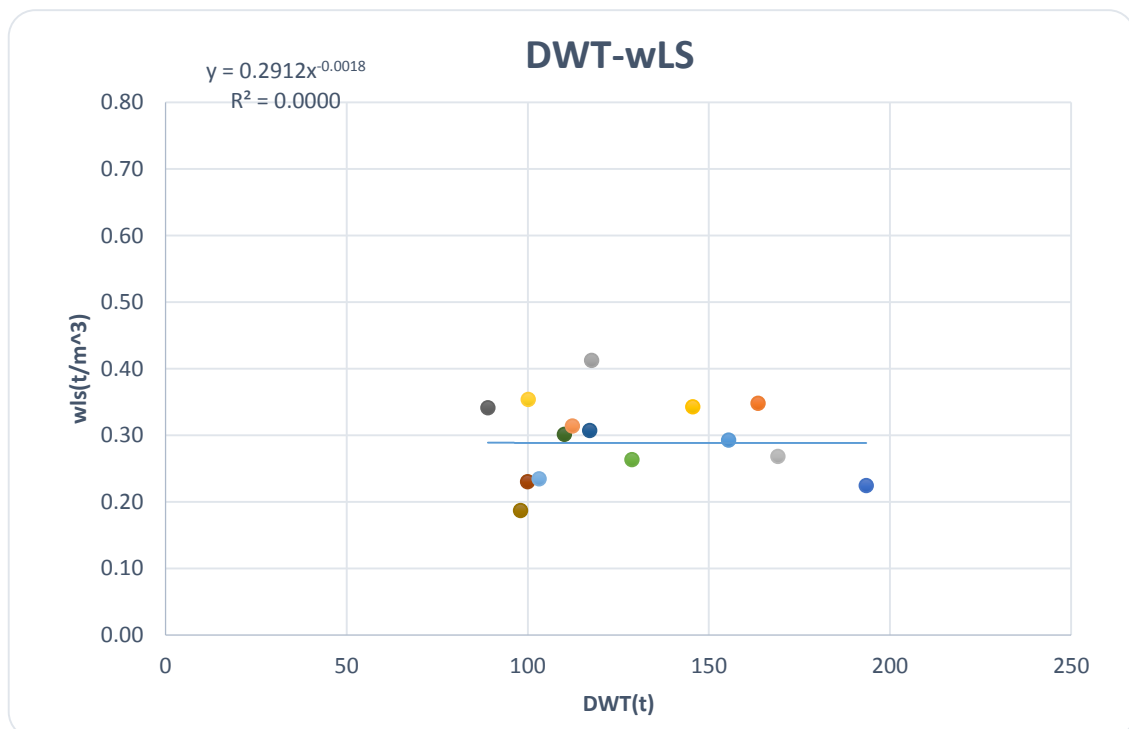
Διάγραμμα 2.10. Παλινδρομική Ανάλυση Λόγου D/T συναρτήσει του DWT



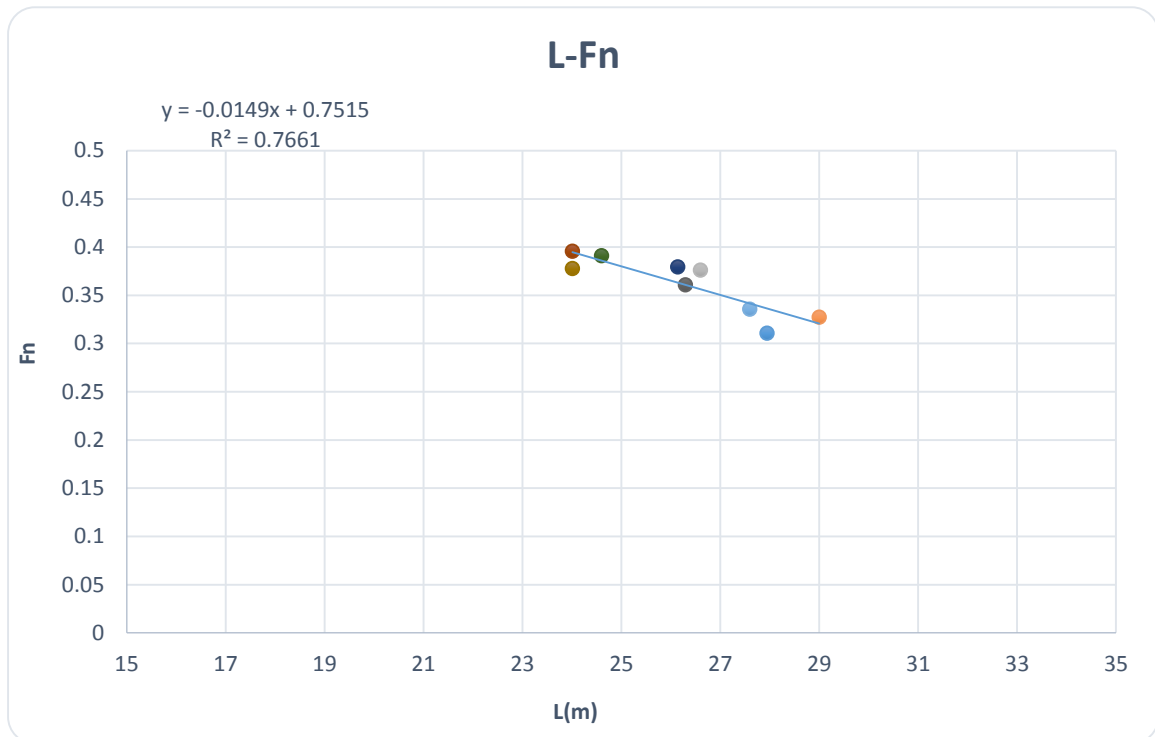
Διάγραμμα 2.11. Παλινδρομική Ανάλυση Λόγου DWT/Δ συναρτήσει του DWT



Διάγραμμα 2.12. Παλινδρομική Ανάλυση Cb συναρτήσει του DWT



Διάγραμμα 2.13. Παλινδρομική Ανάλυση wLS συναρτήσει του DWT



Διάγραμμα 2.14. Παλινδρομική Ανάλυση F_n συναρτήσει του L_{BP}

Από τα όμοια παίρνουμε επίσης τα παρακάτω:

Λόγοι κ Συντελεστές	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή
L_{BP}/B	3.211	4.213
L_{BP}/D	6.500	9.146
B/T	1.979	2.952
D/T	1.058	1.460
C_B	0.397	0.598
DWT/Δ	0.232	0.492
W_{LS}	0.153	0.412
Cad	66.839	135.392
F_n	0.327	0.396

Πίνακας 2.2. Λογοι Διαστάσεων και Συντελεστές Όμοιων Πλοίων

ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Οι τύποι υπολογισμού των συντελεστών C_B , w_{LS} , C_{ad} είναι:

$$C_B = \Delta / (1.030 * L_{BP} * B * T)$$

$$w_{LS} = LS / (L_{BP} * B * D)$$

$$C_{ad} = (\Delta^{2/3} * V_{FREE}(kn)) / P_b(HP)$$

Προχωράμε στην ομαδοποίηση των λόγων διαστάσεων των ομοίων πλοίων ούτως ώστε να επιλέξουμε με τη βοήθεια αυτών τις διαστάσεις του ΠΑΟΛΑ.

 L_{BP}/B

Περιοχές τιμών

A: 3.475 - 3.460 - 3.485 - 3.211 - 3.250 - 3.280

B: 3.628 - 3.633 - 3.598 - **3.630(λόγος πατρικού)** - 3.608 - 3.718 - 3.547

Γ: 4.103 - 4.213

 L_{BP}/D

Περιοχές τιμών

A: **6.735(λόγος πατρικού)** - 6.784 - 6.575 - 6.500

B: 7.274 - 7.365 - 7.365 - 7.261 - 7.029

Γ: 8.101 - 7.600 - 7.838 - 7.775 - 7.854

Δ: 9.146

 D/T

Περιοχές τιμών

A: 1.058 - **1.098(λόγος πατρικού)** - 1.087 - 1.059 - 1.111 - 1.179 - 1.190 - 1.139 - 1.199

B: 1.244 - 1.220 - 1.243 - 1.231 - 1.266

Γ: 1.460

 B/T

Περιοχές τιμών

A: **2.036(λόγος πατρικού)** - 2.174 - 1.979 - 2.254

B: 2.368 - 2.472 - 2.356 - 2.497 - 2.59 - 2.542 - 2.551

Γ: 2.690 - 2.669 - 2.638 - 2.952

C_B

Περιοχές τιμών

A: 0.397 – 0.426

B: 0.51 – **0.497(τιμή πατρικού)** – 0.499 – 0.482 – 0.497 – 0.471

Γ: 0.526 – 0.531 – 0.552

Δ: 0.578 - 0.598 – 0.575 – 0.584

DWT/Δ

Περιοχές τιμών

A: 0.232 - 0.255 - 0.237 – 0.289

B: **0.373(λόγος πατρικού)** - 0.323 - 0.376 - 0.362 - 0.345 – 0.341 – 0.324

Γ: 0.492 - 0.444 - 0.405 – 0.430

W_{LS}

Περιοχές τιμών

A: 0.187

B: 0.23 - 0.263 - 0.224 - 0.235 – 0.268

Γ: **0.293(λόγος πατρικού)** - 0.307 - 0.348 - 0.343 - 0.341 – 0.301 – 0.314 – 0.354

Δ: 0.412

C_{ad}

Σημειώνω ότι θα λάβω υπόψη μόνο τις τιμές του **C_{ad}** των πλοίων που έχουν ταχύτητα υπηρεσίας $V_s=11\text{kn}$ όσο και η ταχύτητα του πλοίου που θα σχεδιάσω.

Περιοχές τιμών

A: 98.476

B: 73.689 – 66.839 – 82.177

Επιλέγω,

C_{ad}=83**F_n**

Περιοχές τιμών

A: 0.327 – 0.333 – 0.336

B: 0.361 – 0.376 – 0.378 – 0.379 – 0.396

Πλάτος πλοίων B

Περιοχές τιμών

1:6.91 - 6.94 - 7.20

2:8.00 - 8.19 - 8.00 - **7.70(Τιμή πατρικού)** - 7.80 – 7.50 – 7.50 -7.50 - 7.65 – 7.80

3:8.90 - 9.30 - 9.3

Τώρα πάμε να βρούμε τις κύριες διαστάσεις ακολουθώντας την παρακάτω διαδικασία.Θα υποθέσουμε κάποιες κύριες διαστάσεις με βάση τους παραπάνω λόγους

Έστω μια τιμή του B,

B=8.4m

Παίρνοντας λόγο L/B εντός των ορίων των ομοίων πλοίων L/B=3.59 θα έχουμε

L_{BP}=30.17m

Τώρα υποθέτουμε μια τιμή για το D σχετικά χαμηλή,

Έστω

D=4.25m

Παίρνοντας λόγο D/T=1.2m εντός των ορίων των ομοίων πλοίων θα έχουμε

T=3.5417m

Για το C_B υποθέτουμε μια τιμή λίγο μεγαλύτερη από του πατρικού δεδομένου ότι έχουμε απαίτηση για μεγαλύτερο χώρο φορτίου.Εστω λοιπόν

C_B=0.52

Με αυτά τα στοιχεία μπορούμε να εξάγουμε το Γεωμετρικό Εκτόπισμα του ΠΑΟΛΑ.Κατα τα γνωστά θα είναι

$$\Delta_T = C_B * L * B * T * \gamma * (1 + A)$$

,με

$\gamma=1.025\text{t/m}^3$ ειδικό βάρος θαλασσινού νερού

A: συντελεστής για το εκτόπισμα περιβλήματος πηδαλίου και λοιπών εξαρτημάτων γάστρας,ισο με A=0.006

Άρα θα είναι

$\Delta_T=481.20\text{t}$

Τώρα θα κάνουμε μια προεκτίμηση της απαιτούμενης ισχύος για την πρόωση του ΠΑΟΛΑ καθώς και για την ισχύ της ψυκτικής εγκατάστασης και των ηλεκτρογεννητριών.

2.4 Προκαταρκτική Προσέγγιση Ισχύος Κύριας Μηχανής

Ο προκαταρκτικός υπολογισμός της απαιτούμενης ισχύος για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του υπό μελέτη πλοίου και η επιλογή της Κύριας Μηχανής Πρόωσης καθώς και των Ηλεκτροπαραγωγών ζευγών, γίνεται σύμφωνα με την απαίτηση του πλοιοκτήτη, ως προς την υπηρεσιακή ταχύτητα, $V_s=11\text{kns}$.

Από τον τύπο του συντελεστή ναυαρχείου,

$$C_{ad} = (\Delta^{2/3} * V_{FREE}^3) / P_b(\text{HP})$$

,όπου ως C_{ad} παίρνουμε την τιμή απο παραπάνω

$C_{ad}=82$

Και ως Δ έχουμε $\Delta_r=481.20\text{t}$

Λύνοντας ως προς την ισχύ P_b βρίσκουμε την απαιτούμενη ισχύ πρόωσης του πλοίου

$P_b=996.7\text{HP}=743.3\text{kW}$

($1\text{HP}=0.7457\text{kW}$)

Έχοντας την απαιτούμενη ισχύ θα επιλέξουμε κύρια μηχανή με κριτήριο το χαμηλότερο περιθώριο ισχύος σε σχέση με την ονομαστική ισχύ της μηχανής. Αυτή θα είναι η ταχύστροφη **CATERPILLAR 3508C-A** με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

Ονομαστική ισχύς πέδης(BHP)	:	1015HP=746kW
Ονομαστικές στροφές	:	1600 rpm
Ονομαστική κατανάλωση	:	185.0l/h=48.9g/h
Εκτόπισμα	:	34.5 l
Bore * stroke	:	6.7*7.5 in
Καθαρό βάρος μηχανής(περίπου)	:	4960 kg

2.5 Προκαταρκτική Προσέγγιση Ισχύος Ψυκτικής Εγκατάστασης

Η ψυκτική εγκατάσταση του ΠΑΟΛΑ θα διαθέτει μηχανήματα για την ψύξη:

- Του χώρου φορτίου
- Του αλιεύματος

Θα εξετάσουμε πρώτα τις απαιτήσεις ισχύος για την ψύξη του χώρου φορτίου.

2.5.1 Ψύξη Χώρου Φορτίου

Υποθέτουμε ότι το αλίευμα θα είναι μπακαλιάρος. Ο μπακαλιάρος αυτός θα υφίσταται επεξεργασία αφαίρεση εντόσθιων και θα ψύχεται σε μορφή παλετών οι οποίες θα πακετάρονται σε χάρτινες συσκευασίες.



Εικόνα 2.1. Επεξεργασμένος Μπακαλιάρος-Χωρίς Κεφάλι και Εντόσθια(Headed and Gutted-H&G)

Συμφωνα με στοιχεία του FAO(Food and Agriculture Organization of the United Nations) οι παγωμένες παλέτες μπακαλιάρου χωρίς εντόσθια συνυπολογίζοντας χώρο για στήριξη του φορτίου και για διαδρόμους μέσα στο ψυγείο έχουν ειδικό βάρος $0.55t/m^3$.

(Πηγή <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5898e/x5898e01.htm>).

Ο χώρος φορτίου του ΠΑΟΛΑ θα είναι σχεδιασμένος για κατάψυξη του φορτίου στους $-30^{\circ}C$.

Για το σκοπό αυτό θα χρειαστεί μια ψυκτική εγκατάσταση η οποία θα μπορεί να διατηρεί τη θερμοκρασία στο χώρο σταθερή στους $-30^{\circ}C$.

Μια τέτοια ψυκτική εγκατάσταση αποτελείται συνήθως από :

- Συμπιεστή
- Συμπυκνωτή
- Εκτονωτική Βαλβίδα
- Εξατμιστή

Το απαιτούμενο θερμικό φορτίο για την ψύξη ενός χώρου φορτίου που καλείται να παράγει η ψυκτική εγκατάσταση λαμβάνει υπόψη πολλούς παράγοντες και αποτελεί αντικείμενο εξειδίκευσης και δε μπορεί να προσδιοριστεί επακριβώς στο προκαταρκτικό στάδιο της μελέτης.

Στο σημείο που βρισκόμαστε θα κάνουμε μια προεκτίμηση του απαιτούμενου θερμικού φορτίου σύμφωνα με τις οδηγίες του εγχειριδίου Freezing and refrigerated storage in fisheries(FAO Fisheries Technical Paper - 340) του FAO(Food and Agriculture Organization of the United Nations). Σημειώνεται ότι η εκτίμηση αυτή θα γίνει για το μέγιστο απαιτούμενο θερμικό φορτίο ήτοι για γεμάτο χώρο φορτίου.

Παραθέτουμε τα απαραίτητα για την προεκτίμηση χαρακτηριστικά του χώρου ψυγείου που θέλουμε να φτιάξουμε

Χώρος φορτίου γεμάτος με παγωμένες παλέτες με μπακαλιάρο με ειδικό βάρος $=0.55\text{t}/\text{m}^3$ -συμπεριλαμβανόμενου του χώρου για στήριξη του φορτίου και για διαδρόμους μέσα στο ψυγείο.

Βάρος φορτίου $200*0.55=110\text{t}$

$V_{\text{REF}}=200\text{m}^3$

Πάχος μόνωσης(ίδιο με πατρικό)= 0.25m

Θερμοκρασία ψύξης= -30°C

Εξωτερική επιφάνεια χώρου ψυγείου(μαζί με τη μόνωση):

Υπολογίζουμε πρώτα την επιφάνεια του πατρικού και στη συνέχεια θα διορθώσουμε το αποτέλεσμα με έναν συντελεστή για να ανταποκρίνεται στις διαστάσεις του ΠΑΟΛΑ.Θα είναι:

Θα θεωρήσουμε ότι ο χώρος ψυγείου του DIMITRIOS έχει σχήμα ορθογωνίου παραλληλεπιπέδου.Θα είναι:

Διαστάσεις ψυγείου DIMITRIOS

$L_c=12.5\text{m}$

$B_c=6.4\text{m}$

$D_c=2.3\text{m}$

Πάχος μόνωσης= 0.25m

$\{(6.40+0.25*2)*(12.5*0.25+2)\}^2+\{(2.3)*(12.5+0.25*2)\}^2+\{(2.3*6.4)\}^2=179.4+59.8+29.44=268.84\text{m}^2$

Δεδομένου ότι θέλουμε στο πλοίο μας $V_{\text{REF}}=200\text{m}^3$,θα διορθώσουμε τις παραπάνω τιμή με το συντελεστή $\lambda=200/180=1.11$ άρα

$268.84 * \lambda=76.48 \approx 298.68=300\text{m}^2$

Μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος= 15°C

Η απαιτούμενη ισχύς θα αποτελεί άθροισμα των παρακάτω στοιχείων

Απώλεια θερμότητας μέσω των τοιχωμάτων

Θερμική αγωγιμότητα υλικού μόνωσης (πολυστερενιο)= $0.033\text{kcal}/(\text{h}*\text{m}*\text{C})$

Διαφορά θερμοκρασίας περιβάλλοντος-ψυγείου= $15-(-30)=45^\circ\text{C}$

Πάχος μόνωσης= 0.25m

Εξωτερική επιφάνεια χώρου ψυγείου= 300m^2

(1)= $300*45*0.033/0.25=1782\text{kcal}/\text{h}$

Αλλαγές αέρα στο χώρο ψυγείου

Κατά μέσο όρο 2.7 αλλαγές αέρα ανά 24h

$$V_{REF}=200m^3$$

Αύξηση θερμότητας(Μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος=15°C)=20kcal/h

$$(2)= 200*2.7*20/24=450kcal/h$$

Ισχύς για τα Φώτα(ανοιχτά μόνο όταν γίνεται η αποθήκευση)

$$(3)=86 kcal/h$$

Θερμικό φορτίο ανθρώπων που δουλεύουν στο χώρο

2 άνθρωποι να δουλεύουν στο χώρο παράγουν

$$(4)=756 kcal/h$$

Θερμικό φορτίο αλιεύματος(για γεμάτο χώρο φορτίου)

5.5 kcal/h θερμικό φορτίο για αλίευμα με μέση θερμοκρασία -20°C

Βάρος φορτίου 200*0.55=110t

$$(5)=5.5*110000/24=25208 kcal/h$$

Θερμικό φορτίο ανεμιστήρων

$$3*50 kcal/h$$

$$(6)=150 kcal/h$$

Θερμικό φορτίο απόψυξης

1 απόψυξη μιας ώρας με απαιτούμενη ισχύ

$$(7)=1000 kcal/h$$

Θα έχουμε επομένως:

$$Q_{REF}=(1)+(2)+(3)+(4)+(5)+(6)+(7)= 29432 kcal/h$$

Τιμή με περιθώριο ασφαλείας υπολογισμών (+15/%=4415 kcal/h)

$$Q_{REF}=33847 kcal/h$$

Η παραπάνω θερμική ισχύς ψύξης μετατρέπεται στην απαιτούμενη ηλεκτρική ισχύ της ψυκτικής εγκατάστασης με τη σχέση:

$$P_e= Q_{REF}/C_{op}$$

,όπου C_{op} ο συντελεστής συμπεριφοράς της ψυκτικής εγκατάστασης.

Ο C_{op} για μια ψυκτική εγκατάσταση επηρεάζεται από:

- την επιλογή του συμπιεστή

- το ψυκτικό μέσο που χρησιμοποιείται
- τη θερμοκρασία συμπύκνωσης του ψυκτικού μέσου
- τη θερμοκρασία εξάτμισης του ψυκτικού μέσου

Θα θεωρήσουμε για το ψυκτικό μέσο θερμοκρασία συμπύκνωσης 30°C και θερμοκρασία εξάτμισης -30°C και θα προχωρήσουμε στην επιλογή του συμπιεστή και του ψυκτικού μέσου της εγκατάστασης.

Ανατρέχοντας στα τεχνικά φυλλάδια της εταιρίας BITZER βλέπουμε ότι για τον παραπάνω συνδυασμό απαιτούμενου θερμικού φορτίου-θερμοκρασίας εξάτμισης και θερμοκρασίας συμπύκνωσης ο συμπιεστής HSN5363-25 δίνει :

$$Q=39800 \text{ kcal/h}$$

,με απαιτούμενη ηλεκτρική ισχύ

$$P_e=22.9\text{kW}$$

(ο συντελεστής συμπεριφοράς είναι $c_{op}=39800*0.001163/22.9=1.478$)

$$(1\text{kcal/h}=0.001163\text{Kw})$$

Συνοψίζοντας:

Συμπιεστής

Τύπος: Ημίκλειστος κοχλιωτός

Μοντέλο: HSN5353-25

Εκτόπισμα(Θεωρητικός Όγκος): (2900 RPM 50 Hz)= $100 \text{ m}^3/\text{h}$

(3500 RPM 60 Hz)= $121 \text{ m}^3/\text{h}$

Βάρος: 169kg

Ψυκτικό Μέσο

R404A-Οικολογικό

Εκτός από την παραπάνω ισχύ θα πρέπει να συνυπολογίσουμε και κάποιες άλλες απαιτήσεις ισχύος για τη σωστή λειτουργία του χώρου ψυγείου. Αυτές είναι:

Αντλία συμπυκνωτή και ανεμιστήρας 0.6 kW

Θέρμανση πόρτας και υπό του δαπέδου 0.5 kW

Μηχανολογικός Εξοπλισμός χειρισμού 1.5 kW

Οι τιμές για τις παραπάνω ισχύεις είναι προσεγγιστικές και δίνονται στο εγχειρίδιο FAO Fisheries Technical Paper -340 που αναφέρθηκε παραπάνω.

Άρα η συνολική απαίτηση ισχύος της ψυκτικής εγκατάστασης θα είναι:

$$P_{REF}=22.9+0.6+0.5+1.5=25.5 \text{ kW}$$

Η απαίτηση ισχύος αυτή θα καλυφθεί από την ηλεκτρογεννήτρια.

2.5.2 Ψύξη Αλιεύματος

Η επιλογή των ψυγείων για την ψύξη του αλιεύματος είναι και αυτή μια διαδικασία που απαιτεί πείρα και εξειδίκευση. Στη φάση της μελέτης που βρισκόμαστε θα κάνουμε μια προεπιλογή της απαιτούμενης ισχύος και του μεγέθους του ψυγείου που θα χρησιμοποιήσουμε.

Η επιλογή των ψυγείων για την ψύξη του αλιεύματος είναι και αυτή μια διαδικασία που απαιτεί πείρα και εξειδίκευση. Στη φάση της μελέτης που βρισκόμαστε θα κάνουμε μια προεπιλογή της απαιτούμενης ισχύος και του μεγέθους του ψυγείου που θα χρησιμοποιήσουμε.

Σημείο εκκίνησης είναι το ότι θα χρησιμοποιήσουμε ψυγείο τύπου Horizontal Plate Freezer. Τα ψυγεία αυτά έχουν οριζόντιες πλάκες από ανοξείδωτο αλουμίνιο πάνω στις οποίες τοποθετούνται τα ψάρια τα οποία έχουν πρώτα καθαριστεί/αποκεφαλιστεί και τοποθετηθεί σε χάρτινα πακέτα. Τα ψάρια δεν έρχονται σε άμεση επαφή με τις πλάκες του ψυγείου. Για να επιτευχθεί καλύτερη ποιότητα ψύξης καλό είναι οι πλάκες του ψυγείου να είναι τοποθετημένες έτσι ώστε να υπάρχει επαφή των πάνω και κάτω επιφανειών των πακετών με τα ψάρια με τις πλάκες του ψυγείου.



Εικόνα 2.2. Ψυγείο για την ψύξη του αλιεύματος τύπου Horizontal Plate Freezer.

Για την επιλογή των διαστάσεων του ψυγείου και την απαιτούμενη θερμική ισχύ που απαιτείται για τη λειτουργία του έγινε μια προεκτίμηση χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία που βρίσκεται στο εγχειρίδιο Freezing and refrigerated storage in fisheries (FAO Fisheries Technical Paper-340) και αναφέρεται σε ψυγείο τύπου HPF (Horizontal Plate Freezer).

Απαραίτητα στοιχεία για την εφαρμογή της μεθόδου

Διαστάσεις παλέτας με ψάρια: 50*1060*530 (mm)

Πυκνότητα φρέσκου μπακαλιάρου χωρίς εντόσθια και κεφάλι: 0.70t/m³

Συνολική ψυκτική δυναμικότητα: 21t αλιεύματος/day

Χρόνος ψυξης: 1 3/4h

Χρονική διάρκεια κύκλου ψύξη-απόψυξη: 2 και 1/4 h

Αρχική θερμοκρασία αλιεύματος: 10°C

Θερμοκρασία ατμοποίησης ψυκτικού μέσου: 47°C

1. Υπολογισμός απαιτούμενου αριθμού ψυγείων

Βάρος αλιεύματος ανά ημέρα : 21t/day = 21000kg/day

Διαστάσεις πακέτου: 50mm*1060mm*530mm

Βάρος παλέτας με ψάρια: 50mm*1060mm*530mm * πυκνότητα φορτίου φρέσκου μπακαλιάρου χωρίς εντόσθια και κεφάλι/m³ = 19.7kg

Κύκλοι ανά ημέρα: 24h / (2 και 1/4h) = 10 cycles/day

Βάρος αλιεύματος προς ψύξη ανά κύκλο: 21t / 10 = 1.75t

Παλέτες ανά ημέρα: 21000 / 19.7 = 1066 blocks/day

Παλέτες ανά κύκλο: 1066 / 10 = 106 blocks/cycle

Για την ικανοποίηση των παραπάνω απαιτήσεων θα ανατρέξουμε στα τεχνικά φυλλάδια της εταιρίας JACKSTONE.



Εικόνα 2.3. Ψυγεία της εταιρίας JACKSTONE.

Standard Horizontal Plate Freezer Options

No. of Stations: 5 - 20 Blocks per Station

Block Type \ Plate Size	European block 525 x 295 x 62 7.5 kg per block	Shrimps block 295 x 195 x 70 2.5 kg per block	Russia block 800 x 250 x 62 11 kg per block	Surimi/MDM block 600 x 400 x 55 10 kg per block
1550 x 1140 mm	10	25	7	4
1550 x 1240 mm	10	30	7	6
1650 x 1140 mm	10	25	8	4
1650 x 1240 mm	12	32	8	8
1850 x 1140 mm	12	30	9	6
1850 x 1240 mm	12	36	9	9
1930 x 1120 mm	12	30	9	6
1930 x 1227 mm	12	36	9	9
2200 x 1120 mm	14	35	9	6
2200 x 1227 mm	16	42	9	10
2450 x 1120 mm	16	40	12	9
2450 x 1227 mm	16	48	12	12

Refrigerants

- Amonia NH₃, CACL₂, CO₂
Freons and Hydrocarbons

Defrost

- Hot Gas
- Hot Brine

Refrigeration System

- Gravity system
- Pump circulation
- Direct expansion

Station Openings

- Minimum 25 ιm
- Maximum 180mm

Πίνακας 2.3. Διαστάσεις ψυγείων Horizontal Plate Freezer της εταιρίας JACKSTONE.

Από τον παραπάνω πίνακα θα επιλέξουμε ένα ψυγείο με διαστάσεις πλάκας :

2450*1227mm

Η επιφάνεια της πλάκας θα είναι:

$$A=2450*1227=3m^2$$

Η πλάκα αυτή μπορεί να χωρέσει

$$N=3/(1.060*0.53)=5.33=5 \text{ πακέτα με ψάρια}$$

Θέλουμε να βγάζουμε 106 πακέτα ανά κύκλο .Αν υποθέσουμε ότι παίρνουμε ένα ψυγείο με

13 stations

Το ψυγείο αυτό θα χωράει:

$$13*5=65 \text{ πακέτα}$$

Αρα αν πάρουμε 2 τέτοια ψυγεία θα δίνουν συνολικά:

$$2*65=130 \text{ πακέτα ανα κύκλο}$$

Νούμερο που είναι δεκτό

Η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ των πλακών του ψυγείου θα υποθέσουμε ότι θα είναι 50mm(υψος πακέτου) +7mm=57mm

Οι διαστάσεις του ψυγείου προσεγγιστικά θα είναι:

$$L_{\text{HPF}}=3\text{m}$$

$$H_{\text{HPF}}=2\text{m}$$

$$B_{\text{HPF}}=1.7\text{m}$$

2. Υπολογισμός θερμικού φορτίου αλιεύματος

$$\text{Kg αλιεύματος /h} = 21000/24 = 875\text{kg/h}$$

$$\text{Ενθαλπία στους } 10^{\circ}\text{C} = 85.9 \text{ kcal/kg}$$

$$\text{Ενθαλπία στους } -30^{\circ}\text{C} = 4.6 \text{ kcal/kg}$$

$$\text{Διαφορά ενθαλπίας} = 81.3 \text{ kcal/kg}$$

$$\text{Απώλεια Θερμότητας} = 875\text{kg/h} * 81.3 \text{ kcal/kg} = 71137.5 \text{ kcal/h}$$

Υποθέτοντας λειτουργία των ψυγείων για 18h/day η συνολική απαιτούμενη ισχύς θα είναι:

$$(2) = 71137.5 \text{ kcal/h} * 24/18 = \mathbf{94850 \text{ kcal/h}}$$

Η παραπάνω θερμική ισχύς μετατρέπεται στην απαιτούμενη ηλεκτρική της ψυκτικής εγκατάστασης με τη σχέση:

$$P_e = Q_{\text{REF}}/C_{\text{op}}$$

,όπου c_{op} ο συντελεστής συμπεριφοράς της ψυκτικής εγκατάστασης.

Θα θεωρήσουμε για το ψυκτικό μέσο θερμοκρασία συμπύκνωσης 30°C και θερμοκρασία εξάτμισης -30°C και θα προχωρήσουμε στην επιλογή του συμπιεστή και του ψυκτικού μέσου της εγκατάστασης.

Ανατρέχοντας στα τεχνικά φυλλάδια της εταιρίας BITZER βλέπουμε ότι για τον παραπάνω συνδυασμό απαιτούμενου θερμικού φορτίου-θερμοκρασίας εξάτμισης και θερμοκρασίας συμπύκνωσης θα χρησιμοποιήσουμε 2 συμπιεστές:

- HSN6451-40 με $Q=47800 \text{ kcal}$ για τον καθένα

,με συνολική απαιτούμενη ηλεκτρική ισχύ

$$P_e = 24.2 * 2 = \mathbf{48.4 \text{ kW}}$$

(ο συντελεστής συμπεριφοράς είναι $c_{\text{op}} = 95600 * 0.001163 / 48.4 = 2.23$)

$$(1\text{kcal/h} = 0.001163\text{Kw})$$

Συμπιεστής

Τύπος: Ημίκλειστος κοχλιωτός

Μοντέλο: HSN 6451-40

Εκτόπισμα (Θεωρητικός Όγκος): (50 Hz) = $140 \text{ m}^3/\text{h}$

(60 Hz)= 168 m³/h

Βάρος:234kg

Ψυκτικό Μέσο

R404A-Οικολογικό

Επιπλέον απαιτούμενα φορτία ψυκτικής εγκατάστασης (προσεγγιστικά)=3.6 kW

P_{FISH}=48.4+3.6=52 kW

2.6 Ηλεκτροπαραγωγή Ζεύγη

Υπολογίζουμε αρχικά την απαιτούμενη ηλεκτρική ισχύ για την κάλυψη των διαφόρων ενεργειακών του αναγκών,πέραν της πρόωσης.

Μία ικανοποιητική εκτίμηση του μέσου ηλεκτρικού φορτίου ενός εμπορικού πλοίου, ως συνάρτηση της Μ.Σ.Ι.(MCR) της Κύριας Μηχανής, δίνεται από τη παρακάτω σχέση η οποία βρίσκεται στη σελίδα 41 του βιβλίου Μέθοδος Προμελέτης Ναυτικών Συστημάτων με Κινητήρες Diesel.Θα είναι:

P_e=100+0.55*MCR^{0.7}=156.3kW

Στην παραπάνω τιμή θα προσθέσουμε και τις απαιτήσεις ισχύος για ψύξη του αλιεύματος και ψύξη του χώρου φορτίου όπως υπολογίστηκαν παραπάνω καθώς επίσης και την απαιτούμενη ισχύ για τα 2 μηχανήματα αφαίρεσης εντοσθίων καθώς και για το ice machine.Θα έχουμε επομένως

P_{REF}=25.5kW

P_{FISH}=52kW

P_{GUTTING-MACHINE}=2*5.25=10.5kW

P_{Gsum}= P_e+ P_{REF}+ P_{FISH}+ P_{GUTTING-MACHINE} =244.3kW

Θα χρησιμοποιηθούν 2 γεννήτριες συνολικά στο πλοίο θα υπάρχει και μια εφεδρική.

Η ηλεκτρογεννήτρια που θα επιλεγεί τελικά θα είναι η **CATERPILLAR C9 Genset** με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

Ονομαστική ισχύς λειτουργίας	:	250kW
Συχνότητα Λειτουργίας	:	60Hz
Ονομαστικές στροφές	:	1800 rpm
Ονομαστική κατανάλωση	:	68.1 l/h
Εκτόπισμα	:	8.8l
Bore * stroke	:	4.41*5.87 in
Καθαρό βάρος μηχανής(περίπου)	:	1900 kg

2.7 Βοηθητική Μηχανή

Η μηχανή αυτή θα τίθεται σε λειτουργία όταν το πλοίο ψαρεύει και συγκεκριμένα είναι αυτή που θα κινεί τα συρματόσχοινα αλιείας δηλαδή θα τα ελευθερώνει και θα τα τραβά. Παραλληλα θα δίνει στροφες και στο bow thruster όταν αυτό χρειάζεται να λειτουργήσει.

Θα μελετήσουμε την χειρότερη από πλευράς απαίτησης δυναμης κατάσταση για τη μηχανή που είναι η κατάσταση όπου η μηχανή θα τραβήξει τα δίχτυα.

Όπως είδαμε παραπάνω η απαιτούμενη δύναμη έλξης δικτύων όπως προέκυψε από στοιχεία ομοιων πλοίων θα είναι

$$F=16t=16000kp$$

Θεωρούμε ότι το πλοίο χρειάζεται 30 min για να τραβήξει τα δίχτυα στο κατάστρωμα του(ενώ παραλληλα θα κινείται με την $V_{TRAWL}=3.5kns$). Αν θεωρήσουμε ότι τα συρματόσχοινα αλιείας έχουν μήκος $L=1200m$, η ταχύτητα έλξης συρματοχοίνων θα πρέπει να είναι:

$$V_{PULL}=1200/30=40m/min$$

Θεωρώντας ότι η απαιτούμενη δύναμη έλξης δικτύων είναι $F=16t$ η ισχυς που θα χρειαστεί θα είναι:

$$P_{AUXILIARY}=F \cdot V_{PULL}=10667kpm/s=142.2 \text{ HP}$$

Επομένως η βοηθητική μηχανή που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι η:

Caterpillar C9 Auxilliary Machine

Ονομαστική ισχύς λειτουργίας	:	162 kW
Ονομαστικές στροφές	:	1500 rpm
Ονομαστική κατανάλωση	:	41.6 l/h
Εκτόπισμα	:	8.8l
Bore * stroke	:	4.41*5.87 in
Καθαρό βάρος μηχανής(περίπου)	:	947 kg

Θα προχωρήσουμε τώρα στον υπολογισμό του LS του ΠΑΟΛΑ ξεκινώντας από τον υπολογισμό του LS του DIMITRIOS.

2.8 Υπολογισμός του Lightship

Το βάρος κενού σκάφους του πλοίου (LS) αναλύεται ως εξής:

$$LS=W_{st}+W_{ot}+W_m$$

,όπου

Wst –βάρος της μεταλλικής κατασκευής:περιλαμβάνει το βάρος όλων των στοιχείων της μεταλλικής του πλοίου και αντιστοιχεί περίπου στο αντικείμενο εργασίας του ελασματοργείου ενός Ναυπηγείου.Στο βάρος αυτό περιλαμβάνονται:

- το σύνολο των ελασμάτων και ενισχυτικών του πλοίου.
- τα στοιχεία έδρασης της μηχανής.
- οι υπερκατασκευές και τα υπερκατασκευάσματα.
- το πηδάλιο και ο άξονας του.

Wot -βάρος εξοπλισμού και ενδιαίτησης:περιλαμβάνει το βάρος όλων των επί του «γυμνού» σκάφους εφαρμοσμένων/εγκατεστημένων και αποσυνδεδεμένων εξαρτημάτων του πλοίου χωρίς τη μηχανολογική εγκατάσταση.

Wm - βάρος της μηχανολογικής εγκατάστασης

Για να υπολογίσουμε το LS του ΠΑΟΛΑ θα εργαστούμε ως εξής. Πρώτα θα κάνουμε τον υπολογισμό με τις 2 παραπάνω μεθόδους του LS του πατρικού πλοίου DIMITRIOS .Θα χρησιμοποιήσουμε τις 4 παρακάτω μεθόδους υπολογισμού:

- Τους τύπους που προέκυψαν από στατιστική ανάλυση αλιευτικών πλοίων από τη διδακτορική διατριβή του Ηλία Καρυαμπά το 1990 στο Ε.Μ.Π..
- Τους συντελεστές ομάδων βαρών w για εμπορικά πλοία που βρίσκονται στη σελίδα 83 του βιβλίου Μελέτη και Εξοπλισμός Πλοίου Ι.
- Τη μέθοδο Watson για τον υπολογισμό του Wst που βρίσκεται στη σελίδα 219 του βιβλίου Μελέτη Πλοίου,Μεθοδολογίες Προμελέτης,Τεύχος 1.
- Τη μεθοδο Harvald-Jensen για τον υπολογισμό του Wst που βρίσκεται στη σελίδα 214 του βιβλίου Μελέτη Πλοίου,Μεθοδολογίες Προμελέτης,Τεύχος 1

Στη συνέχεια θα εξετάσουμε πόσο ακριβής είναι καθεμία από τις 2 μεθόδους ελέγχοντας αν ο λόγος λ,της πραγματικής τιμής του LS προς την τιμή που υπολογίσαμε είναι μεταξύ των αποδεκτών ορίων ήτοι θα πρέπει:

$$0.94 \leq \lambda = LS_{\text{REAL}} / LS_{\text{CALC}} \leq 1.06$$

Εφόσον οι μέθοδοι αυτοί δίνουν ικανοποιητικούς λόγους λ θα τις χρησιμοποιήσουμε στο ΠΑΟΛΑ ΦΩΚΑ για να βρούμε την τιμή LS_{CALC} την οποία θα διορθώσουμε με το λόγο λ (που θα έχουμε υπολογίσει πιο πάνω) για να υπολογίσουμε την πραγματική τιμή του LS του υπό μελέτη πλοίου, LS_{REAL} . Αλλιώς θα απορριφθούν.

Ακολουθεί ο υπολογισμός του LS του πατρικού πλοίου.

2.8.1 Lightship DIMITRIOS

Μέθοδος Καρυαμπά

Ως γνωστόν ισχύει ότι το LS ισούται με:

$$LS=W_{st}+W_{ot}+W_m$$

Από τη μέθοδο Καρυαμπά η οποία πρόεκυψε ύστερα από στατιστική ανάλυση υπαρχόντων αλιευτικών πλοίων θα έχουμε για τα επιμέρους βάρη:

ΜΕΤΑΛΛΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ W_{st}

Το βάρος της μεταλλικής κατασκευής των πλοίων που χρησιμοποιήθηκαν για να παραχθει ο παρακάτω τύπος πρόεκυψε από ακριβείς υπολογισμούς με βάση τη μέση τομή:

$$W_{st}=0.116 \cdot L_{BP} \cdot B \cdot D = \mathbf{103.6t}$$

ΕΝΔΙΑΙΤΗΣΗ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ W_{ot}

$$W_{ot} = 0.006598 \cdot (L_{BP} \cdot B \cdot D)^{1.161201} = \mathbf{17.62t}$$

ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ W_m

$$W_m = 28 \cdot (BHP + ELEHP) / 1000$$

Εδώ, θα χρειαστεί να υπολογίσουμε την ηλεκτρική ισχύ της γεννήτριας του πατρικού πλοίου. Ξερούμε ότι η ισχύς πέδης της κύριας μηχανής θα είναι

$$BHP = 700HP$$

Από τον τύπο της σελίδας 41 του βιβλίου Μέθοδος Προμελέτης Ναυτικών Συστημάτων με Κινητήρες Diesel θα έχουμε μια ικανοποιητική εκτίμηση του μέσου ηλεκτρικού φορτίου:

$$P_e = 100 + 0.55 \cdot MCR^{0.7} = 134.7kW = \mathbf{153.94HP}$$

Αρα θα έχουμε για το βάρος της μηχανολογικής εγκατάστασης

$$W_m = 28 \cdot (BHP + ELECHP) / 1000 = \mathbf{23.91t}$$

Στο βάρος της μεταλλικής κατασκευής θα συμπεριλάβουμε και τα παρακάτω Πρόσθετα Βάρη :

- A-Frame(΄Π΄)
- Bulwark
- Βαρούλκα αλιείας(Βίντζια)
- Πάτωμα στο Upper Deck

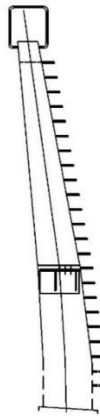
Για να βρούμε το συνολικό τους βαρους θα υπολογίσουμε το βάρος της κάθε μονάδας. Θα έχουμε:

A-Frame(‘Π’)

Θα χωρίσουμε το Π σε 3 κομματα και θα υπολογίσουμε το εμβαδό της επιφάνειας από τα σχέδια του πατρικού:

- Καθετο τμήμα(x2)
- Οριζόντιο τμήμα

Θα είναι:

Καθετο τμήμα

Εικόνα 2.4.Πλάγια Όψη Π

Το εμβαδόν της πλάγιας όψης του υπολογίστηκε στα $A_{KAΘ1}=5.78m^2$

Για τα 2 κάθετα τμήματα θα είναι: $A_{KAΘ1}=2*5.78=11.56m^2$

Το εμβαδο της πίσω και της μπροστά οψης του κάθετου τμήματος θεωρήθηκε ορθογώνιο παραλληλόγραμμα με μέσο πλατος 0.57m

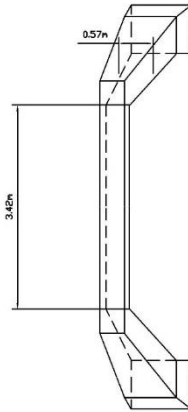
Θα είναι : $A_{KAΘ2}=8.55t$

Για το περίβλημα του κάθετου τμήματος συνολικά θα είναι:

$$A_{KAΘ}=2*(A_{KAΘ1}+2*A_{KAΘ2})=2*(17.1+11.56)=2*28.66=57.32m^2$$

Οριζόντιο τμημα

Εχει παχος 0.39m



Εικόνα 2.5. Κάτοψη Π

Το εμβαδόν του περιβλήματός του υπολογίστηκε στα $A_{ΟΡΙΖ}=2*1.33=2.66m^2$

Συνολικά επομένως θα είναι:

$$A_{\Pi}=A_{ΚΑΘ}+A_{ΟΡΙΖ}=57.32+2.66=59.98 m^2$$

Για να βρούμε το βάρος του Π θα θεωρήσουμε από τα σχέδια του πατρικού ένα πάχος ελάσματος

$$t=7mm$$

,συνυπολίζοντας μια αύξηση 30% στο βάρος λόγω της ύπαρξης ενισχυτικών χονδρικά

και για ναυπηγικό χάλυβα με πυκνότητα $\rho=7.8t/m^3$ θα έχουμε:

$$W_{\Pi}=7mm*7.8t/m^3*A_{\Pi}*1.3=4.25t$$

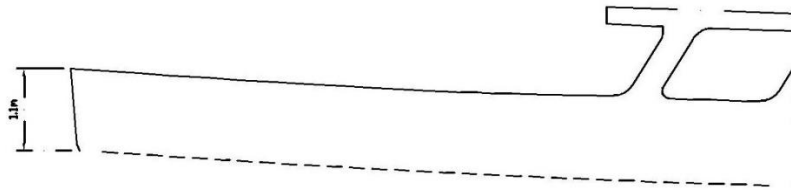
- Bulwark

Θα χωρίσουμε το Bulwark σε 2 κομμάτια και θα υπολογίσουμε το εμβαδό της επιφάνειας από τα σχέδια του πατρικού:

- Πλαγιο τμήμα(Χ2)
- Transom

Θα είναι:

Πλάγιο τμήμα



Εικόνα 2.6.Πλάγιο Τμήμα Bulwark

Το συνολικό εμβαδόν του υπολογίστηκε στα $A_{\text{ΠΛΑΓ}}=2*12.82=25.64\text{m}^2$

Transom

Θεωρείται παραλληλόγραμμο με διαστάσεις $1.1*6.5\text{m}$. Το εμβαδό του θα είναι:

$$A_{\text{transom}}=7.15\text{m}^2$$

Συνολικά επομένως θα είναι:

$$A_{\text{bulwark}}= A_{\text{ΠΛΑΓ}}+A_{\text{transom}}=25.64+7.15=32.79 \text{ m}^2$$

Για να βρούμε το βάρος του θα θεωρήσουμε από τα σχέδια του πατρικού ένα πάχος ελάσματος

$$t=7\text{mm}$$

,συνυπολίζοντας μια αύξηση 30% στο βάρος λόγω της ύπαρξης ενισχυτικών χονδρικά και για ναυπηγικό χάλυβα με πυκνότητα $\rho=7.8\text{t/m}^3$ θα έχουμε:

$$W_{\text{bulwark}}=7\text{mm}*7.8\text{t/m}^3*A_{\text{bulwark}}*1.3=2.33\text{t}$$

- Βαρούλκα αλιείας(Βίντζια)

Το βάρος τους τίθεται προσεγγιστικά στους **10t**.

$$W_{\text{winches}}=10\text{t}$$

- Πάτωμα στο Upper Deck

Προκειται για το πάτωμα από την έναρξη του Upper Deck μέχρι την έναρξη των υπερκατασκευών. Εμβαδομετρώντας στα σχέδια του πατρικού έχουμε ότι:

$$A_{\text{FLOOR}}=11.38\text{m}^2$$

Για να βρούμε το βάρος του θα θεωρήσουμε από τα σχέδια του πατρικού ένα πάχος ελάσματος

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

,συνυπολίζοντας μια αύξηση 30% στο βάρος λόγω της ύπαρξης ενισχυτικών χονδρικά

και για ναυπηγικό χάλυβα με πυκνότητα $\rho=7.8\text{t/m}^3$ θα έχουμε:

$$W_{\text{FLOOR}}=6\text{mm}\cdot 7.8\text{ t/m}^3 \cdot A_{\text{FLOOR}} \cdot 1.3=\mathbf{0.69\text{t}}$$

Το συνολικό βάρος των παραπάνω φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Ομάδα Βάρους	Βάρος(t)
A-Frame('Π')	4.25
Bulwark	2.33
Βαρούλκα αλιείας(Βίντζια)	10
Πάτωμα στο Upper Deck	0.69
Σύνολο Πρόσθετα Βάρη	17.28

Πίνακας 2.4.Πρόσθετα Βάρη DIMITRIOS

Επομένως για το βάρος του LS θα είναι

$$LS_{\text{CALC}}=W_{\text{st}}+W_{\text{ot}}+W_{\text{m}}+\text{Πρόσθετα Βάρη}=103.6+17.62+23.91+17.28+=\mathbf{162.413\text{t}}$$

Η τιμή του λόγου λ ο οποίος ορίστηκε παραπάνω θα είναι $\lambda=LS_{\text{REAL}}/LS_{\text{CALC}}=261.28/162.413=1.609$, εκτός των αποδεκτών ορίων οπότε η μέθοδος απορρίπτεται.

Προχωράμε στην επόμενη μέθοδο.

Μέθοδος Συντελεστών Ομάδων Βαρών Παπανικολάου

Η μέθοδος βρίσκεται στη σελίδα 85 του βιβλίου Μελέτη Πλοίου, Συλλογή Βοηθημάτων.

Ο συντελεστής βάρους w δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$w=(\text{ΒΑΡΟΣ})/(L\cdot B\cdot D) [\text{kp/m}^3] \text{ ή}$$

$$=(\text{ΒΑΡΟΣ})/(L\cdot B\cdot D\cdot 1000) [\text{t/m}^3]$$

,όπου L το L_{BP} του πλοίου.

Οι τιμές των συντελεστών βαρών για αλιευτικά δίνεται στον παρακάτω πίνακα:

	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ	ΕΥΡΟΣ ΤΙΜΩΝ	ΕΠΙΛΕΧΘΕΙΣΑ ΤΙΜΗ
ΜΕΤΑΛΛΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	w_{st}	100	100
ΕΝΔΙΑΙΤΗΣΗ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	w_{ot}	80-95	95
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	w_m	30-35	30

Πίνακας 2.5. Συντελεστες Ομάδων Βαρών - Μέθοδος Παπανικολάου DIMITRIOS

ΜΕΤΑΛΛΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ w_{st}

Για το βάρος της μεταλλικής κατασκευής θα έχουμε

$$W_{st} = L * B * D * w_{st} = 89.31t$$

,όπου L το L_{BP} του πλοίου.

Η τιμή αυτή θα θεωρηθεί μικρή και δε θα ληφθει υποψιν σους υπολογισμούς.

Για την εύρεση του βάρους της μεταλλικής κατασκευής θα χρησιμοποιήσουμε τις μεθόδους Watson και Harvald & Jensen που αναφέρθηκαν και παραπάνω.

Μέθοδος Watson για το w_{st}

Σύμφωνα με αυτή τη μεθοδο, το βάρος w_{st} μπορεί να υπολογιστεί με βάση το δείκτη εξοπλισμού E_N κατά Lloyds Register:

$$E_N = L(B+T) + 0.8L(D-T) + 0.85 * \sum h_{1i} l_{1i} + 0.75 * \sum h_{2i} l_{2i}$$

,οπου

N1. h_{1i}, l_{1i} : αριθμός .ύψος και μήκος των υπερκατασκευών

N2. h_{2i}, l_{2i} : αριθμός .ύψος και μήκος των υπερκατασκευών

Από τα σχέδια του πλοίου θα έχουμε για τις υπερκατασκευές και τα υπερστεγάσματα του πλοίου:

ΥΠΕΡΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ		
Υπερκατασκευή Main Deck	L(m)	H(m)
	10.2	2.20

Πίνακας 2.6. Υπερκατασκευές DIMITRIOS

ΥΠΕΡΣΤΕΓΑΣΜΑΤΑ		
	L(m)	H(m)
Υπερστέγασμα κουζίνας	2.1	2.20
Fish Processing Room-Main deck	6.2	2.20
Ενδιαίτηση-Upper deck	6.2	2.20
Store Room -Upper deck	4	1.5
Wheel house	4	2.20

Πίνακας 2.7.Υπερστεγάσματα DIMITRIOS

Κάνοντας τους υπολογισμούς με τα παραπάνω δεδομένα θα είναι για το δείκτη εξοπλισμού:

$$E_N = 385.14$$

Με βάση το E_N υπολογίζουμε τώρα το W_{ST} :

$$W_{ST}^* = K * E_N^{1.360} = 134.66$$

,με $K=0.041$ η τιμή του συντελεστή K η οποία προκύπτει από τον πίνακα στη Σελίδα 221 του βιβλίου Μελέτη και Εξοπλισμός Πλοίου –Μεθοδολογίες Προμελέτης Τεύχος 1

Επειδή όμως,

$$C_b^*(0.8D) = C_b + (1 - C_b)(0.8D - T)/3T = 0.477 \text{ όχι ίσο του } 0.7$$

,το W_{st} θα δίνεται από τον τύπο:

$$W_{st-watson} = (W_{st}^*) * (1 + 0.5 * (C_b^* - 0.7))$$

Τελικά, θα είναι:

$$W_{st-watson} = 119.63t$$

Μέθοδος Harvald & Jensen για το W_{st}

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί τον προσεγγιστικό όγκο της μεταλλικής κατασκευής V_c ο οποίος συμπεριλαμβάνει και τον όγκο των υπερκατασκευών και των υπερστεγασμάτων και της μεταλλικής κατασκευής C_s .

Θα είναι

$$V_c = L * B * D + \text{Όγκος υπερκατασκευών και υπερστεγασμάτων}$$

$$W_s = W_{st}$$

$$C_s = W_s / V_c$$

Για το C_s ανατρέχουμε στο σχήμα 2.42 της σελίδας 215 του βιβλίου Μελέτη Πλοίου, Μεθοδολογίες Προμελέτης, Τεύχος 1, όπου και δίνεται η σχέση για το C_s

$$C_s(\Delta_T) = C_{s0} + 0.064 \cdot \exp^*(-0.5 \log_{10} \Delta_T + 1 - 0.1 \cdot (\log_{10} \Delta_T - 2)^{2.45})$$

, με $C_{s0} = 0.087$ για αλιευτικά πλοία

Θα είναι επομένως για $\Delta_T = 416.81t$

$$C_s(\Delta_T) = 0.13251$$

Για το V_c θα βρούμε τον όγκο των υπερκατασκευών και των υπερστεγασμάτων:

ΥΠΕΡΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ				
Υπερκατασκευή Deck	Main	L(m)	H(m)	B-στο μέσον της υπερκατασκευής(m)
		10.2	2.20	7.6

Πίνακας 2.8. Υπερκατασκευές DIMITRIOS

Επειδή το σχήμα της υπερκατασκευής του Main Deck δεν είναι ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο αλλά ακολουθεί τη γεωμετρία του πλοίου και στενεύει σταδιακά, για να βρούμε τον όγκο του θα χρησιμοποιήσουμε τον κανόνα του Simpson για την εύρεση του εμβαδού της επιφάνειας του πατώματος της υπερκατασκευής και στη συνέχεια θα πολλαπλασιάσουμε αυτό το εμβαδό με το ύψος του που είναι σταθερό. Θα ανατρέξουμε στα σχέδια του DIMITRIOS και θα βρούμε τα ημιπλάτη της υπερκατασκευής σε διάφορα μήκη της. Θα έχουμε:

Σχετική Θέση στην Υπερκατασκευή(m)	Ημιπλάτος υπερκατασκευής b	Συντελεστής Simpson s	Γινόμενο
0	3.68	1	3.68
5.1	2.80	4	11.20
10.2	0	1	0
		$2 \cdot \sum b \cdot s$	29.76m

Πίνακας 2.9. Υπολογισμός Εμβαδού Υπερκατασκευής Main Deck DIMITRIOS-Μέθοδος Simpson

Το εμβαδόν θα δίνεται από την σχέση:

$$E = \frac{h}{3} * 2 * \sum b \cdot s$$

, όπου h η ισαπόσταση των κόμβων που χρησιμοποιούνται για την μέθοδο Simpson, h= 5.1 m

Θα είναι επομένως :

Εμβαδό Υπερκατασκευής Main Deck

$$E=50.592\text{m}^2$$

,και

Όγκος Υπερκατασκευής Main Deck

$$V=E \cdot h^2=111.30\text{m}^3$$

Περνάμε τώρα στα υπερστεγασματα τα οποία θα θεωρηθούν ορθογώνια παραλληλεπίπεδα:

ΥΠΕΡΣΤΕΓΑΣΜΑΤΑ				
	L(m)	H(m)	B(m)	V= L *H*B(m ³)
Υπερστεγάσμα κουζίνας	2.1	2.20	3.3	15.25
Fish Processing Room-Main deck	6.2	2.20	5.37	73.25
Ενδιάτιση-Upper deck	6.2	2.20	5.80	79.11
Store Room -Upper deck	4	1.50	5.80	34.80
Wheel house	4	2.20	5.80	51.04
Σύνολο Όγκου				253.44

Πίνακας 2.10. Όγκος Υπερστεγασμάτων DIMITRIOS

Επομένως ο συνολικός όγκος θα είναι

$$V_{\text{total}}=111.30+253.44=364.74 \text{ m}^2$$

Οποτε θα είναι για το Vc

$$V_c=L \cdot B \cdot D+ V_{\text{total}}=1257.89\text{m}^3$$

και

$$W_{st-HARVALD} = V_C * C_S = 166.68t$$

Βλέπω ότι η μέθοδος Harvald & Jensen δίνει αρκετά μεγαλύτερο αποτέλεσμα σε σχέση με τη Watson. Γι αυτό από τα W_{st} που βρήκα από τις μεθόδους Watson και Harvald & Jensen θα πάρω το μέσο όρο τους. Θα είναι

$$W_{st} = \frac{(W_{st-HARVALD} + W_{st-watson})}{2} = 143.16t$$

ΕΝΔΙΑΙΤΗΣΗ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ W_{ot}

Για το βάρος της ενδιαίτησης και του εξοπλισμού θα έχουμε

$$W_{ot} = L * B * D * w_{ot} = 84.84t$$

ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ W_m

Για το βάρος του μηχανολογικού εξοπλισμού θα έχουμε

$$W_m = L * B * D * w_m = 26.79t$$

Το βάρος αυτό κρίνεται υπερβολικό για την εγκατεστημένη ισχύ της Κύριας Μηχανής του DIMITRIOS που είναι 700HP και επομένως για την προσέγγιση του βάρους του μηχανολογικού εξοπλισμού θα χρησιμοποιηθεί ο τύπος του Καρυαμπά όπως αναφέρθηκε παραπάνω. Επομένως θα έχουμε

$$W_m = 28 * (BHP + ELECHP) / 1000 = 23.91t$$

Όπως και στην μεθοδο Καρυαμπά, στο βάρος της μεταλλικής κατασκευής θα συμπεριλάβουμε και τα παρακάτω πρόσθετα βάρη :

- A-Frame('Π')
- Bulwark
- Βαρούλκα αλιείας(Βίντζια)
- Πάτωμα στο Upper Deck

Το συνολικό βάρος τους υπολογίστηκε παραπάνω στους **17.28t**.

Επομένως θα είναι

$$L_{SCALC} = W_{st-watson} + W_{ot} + W_m + \text{Πρόσθετα Βάρη} = 269.19t$$

Η τιμή του λόγου λ ο οποίος ορίστηκε παραπάνω θα είναι

$$\lambda = L_{REAL} / L_{SCALC} = 261.28 / 269.19 = 0.9706$$

,εντός των αποδεκτών ορίων.

Ακολουθεί ο υπολογισμός του Lightship για το ΠΑΟΛΑ

2.8.2 Lightship ΠΑΟΛΑ

Μέθοδος Συντελεστών Ομάδων Βαρών Παπανικολάου

Ο συντελεστής βάρους w δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$w = (\text{ΒΑΡΟΣ}) / (L * B * D) \text{ [kr/m}^3\text{]} \text{ ή}$$

$$= (\text{ΒΑΡΟΣ}) / (L * B * D * 1000) \text{ [t/m}^3\text{]}$$

,όπου L το L_{BP} του πλοίου. Οι τιμές των συντελεστών βαρών για αλιευτικά δίνεται στον παρακάτω πίνακα

	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ	ΕΥΡΟΣ ΤΙΜΩΝ	ΕΠΙΛΕΧΘΕΙΣΑ ΤΙΜΗ
ΜΕΤΑΛΛΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	w_{st}	100	100
ΕΝΔΙΑΙΤΗΣΗ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	w_{ot}	80-95	95
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	w_m	30-35	30

Πίνακας 2.11. Συντελεστες Ομάδων Βαρών - Μέθοδος Παπανικολάου ΠΑΟΛΑ

ΜΕΤΑΛΛΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ w_{st}

Όπως και παραπάνω, για τον υπολογισμό του w_{st} θα χρησιμοποιήσουμε τις μεθόδους Watson και Harvald & Jensen.

Μέθοδος Watson για το w_{st}

Δουλεύουμε όπως και στο DIMITRIOS:

Σημείωση: Οι υπερκατασκευές και τα υπερστεγάσματα του ΠΑΟΛΑ θα αλλάξουν στο εξής σημείο. Το Main Deck θα είναι πλέον μια κλειστή υπερκατασκευή με μήκος $L=22\text{m}$. Αυτό θα γίνει για το λόγο ότι το ΠΑΟΛΑ θα κινείται σε περιοχές με κύματα άρα το πλοίο θα πρέπει να είναι επιπλέον προστατευμένο. Επίσης θα επικρατεί ψύχος άρα το πλήρωμα θα πρέπει να είναι επιπλέον προστατευμένο και ενώ χρειάζεται και άνεση χώρου για την επεξεργασία του αλιεύματος. Έτσι δε θα έχουμε τα 2 υπερστεγάσματα της κουζίνας και του Fish Processing Room που υπήρχαν στο DIMITRIOS. Επίσης θα υψώσουμε το υψος της υπερκατασκευής του Main Deck από τα 2.4m στα 2.2m.

ΥΠΕΡΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ		
Υπερκατασκευή Main Deck	L(m)	H(m)
	22	2.4

Πίνακας 2.12. Υπερκατασκευές ΠΑΟΛΑ

ΥΠΕΡΣΤΕΓΑΣΜΑΤΑ		
	L(m)	H(m)
Ενδιαίτηση-Upper deck	6.2	2.20
Store Room -Upper deck	4	1.50
Wheel house	4	2.15

Πίνακας 2.13.Υπερστεγάσματα ΠΑΟΛΑ

Εργαζόμαστε όπως και παραπάνω στη μέθοδο Watson και θα έχουμε:

$$E_N = L(B+T) + 0.8L(D-T) + 0.85*\sum h_{1i} |l_{1i}| + 0.75*\sum h_{2i} |l_{2i}| = 440.98$$

Με βάση το E_N υπολογίζουμε τώρα το W_{ST} :

$$W_{ST}^* = K * E_N^{1.360} = 161.88$$

,με $K=0.041$ η τιμή του συντελεστή K όπως πάρθηκε παραπάνω

Επειδή όμως,

$$C_b^*(0.8D) = C_b + (1 - C_b)(0.8D - T)/3T = 0.514 \text{ όχι ίσο του } 0.7$$

,το W_{st} θα δίνεται από τον τύπο:

$$W_{st-watson} = (W_{st}^*) * (1 + 0.5 * (C_b^* - 0.7))$$

Τελικά, θα είναι:

$$W_{st-watson} = 146.79t$$

Μέθοδος Harvald & Jensen για το W_{st}

Όπως και παραπάνω θα είναι

$$V_c = L * B * D + \text{Όγκος υπερκατασκευών και υπερστεγασμάτων}$$

$$W_s = W_{st}$$

$$C_s = W_s / V_c$$

Για το C_s ανατρέχουμε στο σχήμα 2.42 της σελίδας 215 του βιβλίου Μελέτη Πλοίου, Μεθοδολογίες Προμελέτης, Τεύχος 1, όπου και δίνεται η σχέση για το C_s .

$$C_s(\Delta_r) = C_{s0} + 0.064 * \exp^*(-0.5 \log_{10} \Delta_r + 1 - 0.1 * (\log_{10} \Delta_r - 2)^2 * 2.45)$$

,με $C_{s0} = 0.087$ για αλιευτικά πλοία

Θα είναι επομένως για το ΠΑΟΛΑ $\Delta_r=492.91t$

$C_s(\Delta_r)=0.1305$

Για το V_c θα βρούμε τον όγκο των υπερκατασκευών και των υπερστεγασμάτων:

ΥΠΕΡΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ				
Υπερκατασκευή Deck	Main	L(m)	H(m)	B-στο μέσον της υπερκατασκευής(m)
		22	2.40	8.4

Πίνακας 2.14.Υπερκατασκευές ΠΑΟΛΑ

Όπως δουλέψαμε και στο DIMITRIOS δεδομένου ότι το σχήμα της υπερκατασκευής του Main Deck δεν είναι ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο αλλά ακολουθεί τη γεωμετρία του πλοίου και στενεύει σταδιακά, θα εφαρμόσουμε τη μέθοδο Simpson για την εύρεση του εμβαδού της επιφάνειας του πατώματος της υπερκατασκευής:

Σχετική Θέση στην Υπερκατασκευή(m)	Ημιπλάτος υπερκατασκευής b	Συντελεστής Simpson s	Γινόμενο
0	4.02	1	4.02
11	4.20	4	16.80
22	0	1	0
		$2 * \sum b \cdot s$	41.64m

Πίνακας 2.15.Υπολογισμος Εμβαδού Υπερκατασκευής Main Deck ΠΑΟΛΑ-Μεθοδος Simpson

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η τιμή του ημιπλάτους της υπερκατασκευής στα 0m της υπερκατασκευής είναι η τιμή του πλάτους της υπερκατασκευής στα 0m του πατρικού πλοίου πολλαπλασιασμένη με το λόγο πλατών των 2 πλοίων $8.4/7.7=1.091$

Το εμβαδόν θα δίνεται από την σχέση:

$$E = \frac{h}{3} * 2 * \sum b \cdot s$$

, όπου h η ισαπόσταση των κόμβων που χρησιμοποιούνται για την μέθοδο Simpson, $h=11m$

Θα είναι επομένως :

Εμβαδό Υπερκατασκευής Main Deck

$$E=152.68\text{m}^2$$

,και

Όγκος Υπερκατασκευής Main Deck

$$V=E*h=366.43\text{m}^3$$

Περνάμε τώρα στα υπερστεγάσματα τα οποία θα θεωρηθούν ορθογώνια παραλληλεπίπεδα:

ΥΠΕΡΣΤΕΓΑΣΜΑΤΑ				
	L(m)	H(m)	B(m)	V= L*H*B(m ³)
Ενδιαίτηση-Upper deck	6.2	2.20	5.8	79.11
Store Room -Upper deck	4	1.50	5.8	34.80
Wheel house	4	2.15	5.8	49.88
Σύνολο Όγκου				163.79

Πίνακας 2.16.Όγκος Υπερστεγασμάτων ΠΑΟΛΑ

Επομένως ο συνολικός όγκος θα είναι

$$V_{\text{total}}=366.43+163.79=530.22\text{m}^3$$

Οποτε θα είναι για το Vc

$$V_c=L*B*D+ V_{\text{total}}=1607.29\text{m}^3$$

και

$$W_{\text{st-HARVALD}}= V_c * C_s=210.155\text{t}$$

Από τα Wst που βρήκα από τις μεθόδους Watson και Harvald & Jensen θα πάρω το μέσο όρο τους.Θα είναι

$$W_{\text{st}}= (W_{\text{st-HARVALD}}+ W_{\text{st-watson}})/2=178.47\text{t}$$

ΕΝΔΙΑΙΤΗΣΗ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ Wot

Για το βάρος της ενδιαίτησης και του εξοπλισμού θα έχουμε

$$W_{\text{ot}}=L*B*D*w_{\text{ot}}=105.32\text{t}$$

Στα Βάρη Ενδιαίτησης και εξοπλισμού θα συνυπολογίσουμε και τα βάρη των 2 gutting machines που λαμβάνονται προσεγγιστικά 1.5t το καθένα συνολικά **3t**.

ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ W_m

Χρησιμοποιώντας τη μέθοδο Καρυαμπά όπως και στο DIMITRIOS θα έχουμε:

$$W_m = 28 * (BHP + ELECHP) / 1000 = \mathbf{27.89t}$$

Όπως κάναμε και στο πατρικό θα συμπεριλάβουμε και τα παρακάτω Πρόσθετα Βάρη :

- A-Frame(‘Π’)
- Bulwark
- Βαρούλκα αλιείας(Βίντζια)
- Net Drum
- Πάτωμα στο Upper Deck

Τα βάρη αυτά θα είναι ίδια με του πατρικού

$$W_{\text{ΠΡΟΣΘΕΤΑ}} = \mathbf{17.28t}$$

Επομένως θα είναι για το LS θα έχουμε:

$$L_{\text{SCALC}} = W_{\text{st}} + W_{\text{ot}} + W_m + \text{Πρόσθετα Βάρη} = \mathbf{328.96 t}$$

Διορθώνοντας με το συντελεστή $\lambda = L_{\text{Sreal}} / L_{\text{Scalc}} = \mathbf{0.9706}$, όπως αυτός υπολογίστηκε παραπάνω θα έχουμε

$$L_{\text{REAL}} = \lambda * L_{\text{SCALC}} = \mathbf{319.29t}$$

Στο σημείο αυτό θα κάνουμε τον αναλυτικό υπολογισμό του DWT για το ΠΑΟΛΑ.

2.9 Αναλυτικός Υπολογισμός DWT

Στο βήμα αυτό θα γίνει ανάλυση του πρόσθετου βάρους DWT ,το οποίο αποτελείται από τα εξής επιμέρους βάρη:

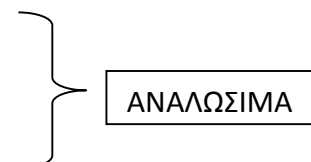
Βάρος ωφέλιμου φορτίου (Payload)

Βάρος καυσίμων Κ.Μ. και Ηλεκτρογεννήτριας (diesel oil – D.O.)

Βάρος λιπαντικών (lube oil – L.O.)

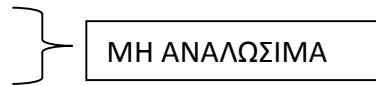
Βάρος εφοδίων νερού (fresh water – F.W.)

Βάρος εφοδίων (provisions)



Βάρος ανταλλακτικών και σχοινιών (stores)

Βάρος πληρώματος (crew)



Βάρος μη-μονιμου έρματος (WB) εφόσον απαιτείται στην κατάσταση πλήρους φόρτωσης(δε λαμβάνεται υπόψη-τα αλιευτικά δεν παίρνουν έρμα στην κατάσταση πλήρους φόρτωσης)

Επομένως για την κατάσταση των αναλωσίμων και φορτίου που έχουμε ορίσει εμείς ως DWT ισχύει:

$$DWT_{REAL} = \text{Payload} + 0.3 * (\text{F.O.} + \text{D.O.} + \text{L.O.} + \text{F.W.} + \text{Provisions}_{\text{ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ}}) + \text{Provisions}_{\text{ΜΗ-ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ}} \text{ Stores} + \text{Crew}$$

Υπολογίζουμε τα επιμέρους βάρη.

2.9.1 Υπολογισμός βάρους D.O.

Το συνολικό απαιτούμενο βάρος D.O. θα είναι το άθροισμα των βαρών καυσίμων της Κύριας Μηχανής και της Ηλεκτρογεννητριας.Αρα θα είναι:

$$W_{D.O.} = W_{D.O. \text{ ΚΥΡΙΑΣ ΜΗΧΑΝΗΣ}} + W_{D.O. \text{ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ}}$$

2.9.1.1 Κατανάλωση Κύριας Μηχανής

Η ποσότητα των καυσίμων της Κύριας Μηχανής του υπό μελέτη πλοίου υπολογίζεται με βάση τη μεθοδολογία που εμφανίζεται στη δημοσίευση SWIOP/WP/16 - Financial Feasibility Study of Trawling Operations on Saya de Malha Bank του οργανισμού Food and Agriculture Organisation of the United Nations(FAO).Σύμφωνα με αυτήν η κατανάλωση καυσίμου της Κ.Μ. είναι διαφορετική όταν το πλοίο ταξιδεύει προς τον ψαρότοπο με την ταχύτητα υπηρεσίας και διαφορετική όταν το πλοίο αλιεύει.Επομένως η συνολική κατανάλωση της Κ.Μ. ανα ταξίδι θα είναι άθροισμα αυτών των 2 συνιστωσών.Σύμφωνα με τη μεθοδολογία είναι:

Κατανάλωση καυσίμου με την ταχύτητα υπηρεσίας

Θεωρούμε ότι ο ψαρότοπος απέχει 500nm από το λιμάνι.Αρα ο χρόνος που χρειάζεται το πλοίο για να τον προσεγγίσει δεδομένου ότι κινείται με ταχύτητα $V_s=11\text{kns}$ θα είναι $t=500/11=45.45 \text{ h}$ και συνολικά συμπεριλαμβάνοντας και την επιστροφή,το πλοίο θα κινείται με την ταχύτητα υπηρεσίας $45.45*2=91\text{h}$.

Παίρνουμε τώρα στοιχεία για την κατανάλωση από την Κ.Μ. που επιλέξαμε **CATERPILLAR 3508C-A**:

Ονομαστική Ισχύς(bkW):746 kW

Ονομαστική Κατανάλωση (l/h):185 l/h

Ονομαστική Κατανάλωση (gr/kWh): $(0.845\text{t}/\text{m}^3 * 10^3 * 185 \text{ l/h}) / 746 = 209\text{gr}/\text{kWh}$

,όπου 0.845 το ειδικό βάρος του καυσίμου D.O.

Θεωρούμε ότι η μηχανή δουλεύει στο 85% της ονομαστικής της ισχυος.Θα είναι:

Κατανάλωση Καυσίμου όταν το πλοίο κινείται με την ταχύτητα υπηρεσίας(συνολικός χρόνος άφιξης και επιστροφής από τον ψαρότοπο):

$$W_{D.O.1} = 0.85 * 209 \text{ gr}/\text{kWh} * 746 \text{ kW} * 91\text{h} * 10^{-3} = \mathbf{12.08t}$$

Κατανάλωση καυσίμου όταν το πλοίο αλιεύει

Θεωρούμε ότι το πλοίο κάνει 5 ψαριές την ημέρα διάρκειας 3.5 h η καθεμιά. Αρα θα αλιεύει συνολικά $5*3.5=17.5$ h/day. Θα είναι:

Κατανάλωση Καυσίμου όταν το πλοίο αλιεύει (η μηχανή λειτουργεί στο 85% της ονομαστικής ισχύς της):

$$W_{D.O.21}=746kW*0.85*209gr/kWh*17.5h*10^{-3}=2.325t/day$$

Θεωρούμε ότι το πλοίο αλιεύει συνολικά για 10 days για να γεμίσει το αμπάρι του. Αρα θα είναι:

$$W_{D.O.2}=10*(2.32)=\mathbf{23.25t}$$

Κατανάλωση καυσίμου στον ψαρότοπο όταν το πλοίο δεν αλιεύει

Οι ώρες που το πλοίο δεν αλιεύει υπολογίζονται:

$$24-5*3.5=6.5h$$

Για αυτές τις ώρες, θεωρούμε ότι η μηχανή λειτουργεί στο 30% της ονομαστικής της ισχύος. Αρα θα είναι:

Κατανάλωση Καυσίμου στον ψαρότοπο όταν το πλοίο δεν αλιεύει (η μηχανή λειτουργεί στο 30% της ονομαστικής ισχύς της):

$$W_{D.O.31}=746kW*0.30*209gr/kWh*6.5h*10^{-3}=0.30t/day$$

Για τις 10 ημερες που χρειαζονται για να γεμίσει το αμπάρι θα έχουμε:

$$W_{D.O.3}=10* W_{D.O.31}=\mathbf{3.05t}$$

Η συνολική κατανάλωση καυσίμου από την Κ.Μ. για ένα ταξίδι θα είναι:

$$W_{D.O. \text{ ΚΥΡΙΑΣΜΗΧΑΝΗΣ}} = W_{D.O.1}+W_{D.O.2}+ W_{D.O.3}=\mathbf{38.38t}$$

2.9.1.2 Κατανάλωση Ηλεκτρογεννήτριας

Για την κατανάλωση της Ηλεκτρογεννήτριας του πλοίου θα έχουμε τα εξής:

Θυμίζουμε κάποια στοιχεία για τη ηλεκτρογεννήτρια **CATERPILLAR C9 Genset**

Ονομαστική Ισχύς(GkW):250kW

Ονομαστική Κατανάλωση(l/h): 68.1/h

Ονομαστική Κατανάλωση (gr/kWh): $(0.845t/m^3*10^3*68.1l/h)/250=230gr/kWh$

Κατανάλωση καυσίμου με την ταχύτητα υπηρεσίας

Κατανάλωση Καυσίμου για κάλυψη των ηλεκτρικών αναγκών του πλοίου όταν αυτό πηγαίνει στον ψαρότοπο (η γεννήτρια λειτουργεί στο 60% της ονομαστικής ισχύς της):

$$W_{D.O.3}=0.6*250kW*230gr/kWh*45.45h*10^{-3}=\mathbf{1.57t}$$

Κατανάλωση Καυσίμου για κάλυψη των ηλεκτρικών αναγκών του πλοίου και για ψύξη του χώρου φορτίου όταν αυτό επιστρέφει από τον ψαρότοπο στο λιμάνι με γεμάτο φορτίο (η γεννήτρια λειτουργεί στο 70% της ονομαστικής ισχύς της):

$$W_{D.O.4}=0.7*250kW*230gr/kWh*45.45h*10^{-3}=1.83t$$

Κατανάλωση καυσίμου όταν το πλοίο αλιεύει

Κατανάλωση Καυσίμου για ψυξη του χώρου φορτίου και για πάγωμα ψαριών (η γεννήτρια λειτουργεί στο 85% της ονομαστικής ισχύς):

$$W_{D.O.51}=0.85*250kW*230gr/kWh*24h*10^{-3}=1.17t$$

Για τις 10 ημερες που χρειαζονται για να γεμίσει το αμπάρι θα έχουμε:

$$W_{D.O.5}=10* W_{D.O.51}=11.74t$$

Οπότε θα έχουμε για τη συνολική κατανάλωση της Ηλεκτρογεννήτριας για ένα ταξιδι

$$W_{D.O.ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ} = W_{D.O.3}+ W_{D.O.4}+ W_{D.O.5}=15.14t$$

2.9.1.3 Κατανάλωση Βοηθητικής Μηχανής

Θεωρούμε ότι η Μηχανή δουλεύει 5 ώρες ανα ημέρα στο 85% της ονομαστικής της ισχύος για να ρίξει και να τραβήξει τα δίχτυα .Αρα για τις 5 μέρες που θα αλιεύει το πλοίο και θεωρώντας ότι η μηχανή δουλεύει στο 85% της ονομαστικής της ισχύος θα έχουμε:

Ονομαστική Ισχύς(GkW):162kW

Ονομαστική Κατανάλωση ανα ωρα(l/h):41.6

Ονομαστική Κατανάλωση ανα ωρα(gr/kWh):0.217gr/kWh

Κατανάλωση Καυσίμου για λειτουργία των βιντσιών για 5 ώρες συνολικά την ημέρα (η μηχανή λειτουργεί στο 85% της ονομαστικής ισχύς):

$$W_{D.O.AUX}=0.85*162kW*230gr/kWh*5h*10^{-3}=0.15t$$

Επομένως η κατανάλωση ανα ταξίδι (10 ημέρες) θα είναι:

$$W_{D.O.ΒΟΗΘΗΤΙΚΗΣ}=1.49t$$

Άρα για το βάρος του D.O. θα είναι συνολικά-συνολογίζοντας εφεδρεια 30%:

$$W_{D.O.}=(W_{D.O.ΚΥΡΙΑΣΜΗΧΑΝΗΣ}+ W_{D.O.ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ}+W_{D.O.ΒΟΗΘΗΤΙΚΗΣ})*1.3=(38.38+ 15.14+1.49)=55.01*1.3=71.52t$$

2.9.2 Υπολογισμός βάρους L.O.

Το βάρος των λιπαντικών ελαίων για την Κύρια Μηχανή και της Ηλεκτρογεννήτριας του υπό μελέτη πλοίου, υπολογίζεται προσεγγιστικά από τη σχέση στη σελίδα 284 του βιβλίου Μελέτη Πλοίου, Μεθοδολογίες Προμελέτης, Τεύχος Α:

$$W_{L.O.}=3%*W_{D.O.}=3%*71.52=2.15t$$

2.9.3 Υπολογισμός βάρους F.W.

Οι ανάγκες σε φρέσκο νερό στο ΠΑΟΛΑ υπολογίζονται ως εξής

Πόσιμο νερό:10kg/Ανθρωποημέρα

Νερό καθαριότητας:150 kg/Ανθρωποημέρα(μόνο για 1 από τις 6 ενδειατήσεις,αυτή του πλοιάρχου προβλέπεται ατομικός λουτήρας,προβλεπονται άλλοι 2 κοινοί)

Επομένως

$$W_{F.W.} = \text{Ανθρωποημέρες} * W_{DAILYFW} = (\text{Crew} * R/24) * (160/ \text{Ανθρωποημέρα}) * 30\% \text{ Εφεδρεία} = \mathbf{34.94t}$$

,με R=436.8h,ο χρόνος ενεργείας του πλοίου σε ώρες(14 ημέρες)

2.9.4 Υπολογισμός βάρους Crew

Ο αριθμός πληρώματος λαμβάνεται ίσος με αυτόν του πατρικού πλοίου DIMITRIOS,12 άτομα.

Θα θεωρήσουμε ότι το βάρος του κάθε μέλους του πληρώματος θα είναι 80 kg και επίσης θα προβλέψουμε και επιπλέον 10 kg για τις αποσκευές κάθε μέλους.

Αρα,για πλήρωμα 12 ατόμων θα έχουμε:

$$W_{CREW} = (80+10)*12/1000 = \mathbf{1.08t}$$

2.9.5 Υπολογισμός βάρους Provisions

Το βάρος των Provisions θα οριστεί ως εξής :

Εφόδια Αλιείας(Fishing Gear)-Μη αναλώσιμα(ίδια με αυτά του πατρικού πλοίου)=6.5t

Εφοδια/Τροφιμα-Αναλωσιμα=4 t

$$W_{PR} = W_{ΕΦ.ΑΛΕΙΑΣ} + W_{ΕΦΟΔΙΑ} = \mathbf{6.5+4=10.5t}$$

2.9.6 Υπολογισμός βάρους Stores

Το βάρος των ανταλλακτικών και των σχοινιών θα παρθεί ίσο με αυτό του πατρικού,

$$W_{STORES} = W_{ΑΝΤΑΛΛ} + W_{ΣΧΟΙΝΙΩΝ} = \mathbf{6+3=9t}$$

2.9.7 Βάρος Payload

Για χώρο φορτίου $V_{REF}=200m^3$,και ειδικό βάρος φορτίου (μπακαλιάρος) $0.55t/m^3$ θεωρούμε ότι το βάρος του φορτίου είναι ίσο με

$$\text{Payload} = 200 * 0.55 = \mathbf{110t}$$

2.9.8 Πρόσθετο Βάρος DWT

Θα ισχύει επομένως για το DWT_{real}

$DWT_{real} = \text{Payload} + 0.3 * (\text{F.O.} + \text{D.O.} + \text{L.O.} + \text{F.W.} + \text{Provisions}_{\text{ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ}}) + \text{Provisions}_{\text{ΣΜΗ-ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ}} \text{ Stores} + \text{Crew} = 160.36 \text{ t}$

2.10 Έλεγχος Εκτοπισμάτων

Τώρα θα κάνουμε τον έλεγχο των εκτοπισμάτων και θα πρέπει να ισχύει

$$(\Delta_{\Gamma} - \Delta_{\text{B}}) / \Delta_{\Gamma} < 0.5\%$$

Θα υπολογίσουμε το εκτόπισμα βαρών

ΕΚΤΟΠΙΣΜΑ ΒΑΡΩΝ - Δ_{B}

Θα είναι

$$\Delta_{\text{B}} = DWT_{real} + L.S. = 160.11 + 319.29 = 479.39$$

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟ ΕΚΤΟΠΙΣΜΑ - Δ_{Γ}

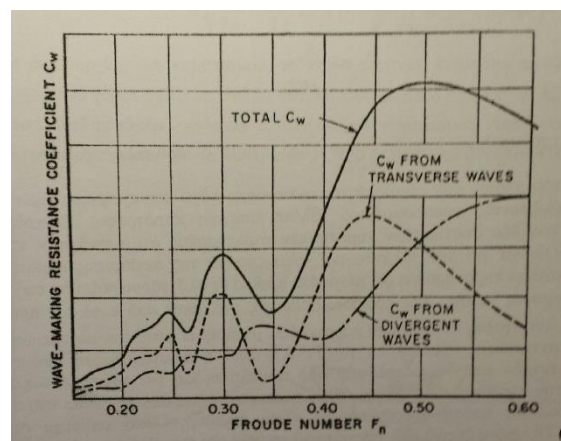
$$\Delta_{\Gamma} = C_{\text{B}} * 1.031 * (L * B * T) = 481.20 \text{ t}$$

Θα είναι επομένως

$$(\Delta_{\Gamma} - \Delta_{\text{B}}) / \Delta_{\Gamma} = 0.322\%$$

Πριν οριστικοποιήσουμε τις κύριες διαστάσεις κάνουμε έναν έλεγχο του αριθμού Froude για να δούμε σε ποια περιοχή τιμών βρίσκεται. Αυτό το κάνουμε γιατί η τιμή του αριθμού Froude είναι άμεσα συνδεδεμένη με την τιμή του συντελεστή της αντίστασης κυματισμού C_w καθώς και της υπόλοιπης αντίστασης C_R . Συμβουλευόμαστε τώρα το Σχήμα 2.6 στη Σελίδα 79 του βιβλίου Μελέτη Πλοίου Μεθοδολογίες Προμελέτης, Τεύχος Α.Αν σε αυτό το διάγραμμα η τιμή του F_n βρίσκεται σε όρος των καμπυλών $F_n - C_w$ ή $F_n - C_R$ τότε η αντίσταση κυματισμού αυξάνει κατά πολύ κι έτσι για την επίτευξη της απαιτούμενης ταχύτητας υπηρεσίας $V_{FREE} = 11 \text{ kn}$ χρειάζεται πολύ περισσότερη ισχύς πράγμα ανεπιθύμητο. Η τιμή του αριθμού Froude θα είναι:

$$F_n = \frac{V}{\sqrt{g * L}} = 0.3289$$



Διάγραμμα 2.15. Συντελεστής αντίστασης κυματισμού C_w συναρτήσεως του αριθμού Froude F_n

Από το διάγραμμα βλέπουμε ότι αυτή η τιμή βρίσκεται κοντά σε κοιλάδα της καμπύλης F_n-C_w και της καμπύλης F_n-C_R πράγμα επιθυμητό. Άρα μπορούμε να κρατήσουμε αυτό το μήκος.

Συνοψίζουμε τώρα κύριες διαστάσεις που επιλέξαμε:

L=30.17m

B=8.4m

D=4.25m

T=3.6m

C_B=0.52

2.11 Προκαταρκτικός Έλεγχος Κανονισμών Ασφαλείας με Βάση την Ευστάθεια

Σε αυτό το βήμα θα εκτελέσουμε τον έλεγχο ευστάθειας του ΠΑΟΛΑ ΦΩΚΑ για στις 3 παρακάτω καταστάσεις φόρτωσης:

- Κατάσταση Αναχώρησης από Περιοχή Αλιείας με Πλήρες Φορτίο και 30% Αναλώσιμα
- Κατάσταση Άφιξης στο Λιμάνι με Πλήρες Φορτίο και 10% Αναλώσιμα
- Κατάσταση Αναχώρησης από το Λιμάνι με Πλήρες Φορτίο και 100% Αναλώσιμα

Ο υπολογισμός θα γίνει αναλυτικά για τις διάφορες ομάδες βαρών.

Σε πρώτη φάση θα υπολογίσουμε τα κέντρα βάρους για το βάρος άφορτου σκάφους LS.

2.11.1 Κέντρα Βάρους Ομάδων Βαρών

2.11.1.1 Κέντρα Βάρους Lightship(L.S.)

Σε πρώτη φάση θα κάνουμε υπολογισμούς για το LS του DIMITRIOS, θα συγκρίνουμε το υπολογισθέν αποτέλεσμα με το πραγματικό LS του πλοίου όπως αυτό προκύπτει στο Stability Booklet του και θα εξάγουμε 2 διορθωτικούς συντελεστές $\lambda_{KG} = KG_{calc} / KG_{real}$ και $\lambda_{LCG} = LCG_{calc} / LCG_{real}$ τους οποίους θα χρησιμοποιήσουμε για να διορθώσουμε τις τιμές των KG, LCG που θα υπολογίσουμε για το ΠΑΟΛΑ.

Τα κέντρα βαρών θα υπολογιστούν με βάση τους συντελεστές KG/D και LCG/LBP που βρίσκονται στη σελίδα 101-102 του βιβλίου Μελέτη Πλοίου, Συλλογή Βοηθημάτων.

Στους υπολογισμούς, θα διορθώσουμε τα βάρη W_{ST} , W_{OT} και W_M που υπολογίστηκαν στην παράγραφο Lightship DIMITRIOS με το συντελεστή διόρθωσης $\lambda = LS_{real} / LS_{calc} = 0.9706$ που υπολογίστηκε στην ίδια παράγραφο

, ώστε το άθροισμα τους να μας δίνει το LS_{real} .

$$W_{ST_{real}} = \lambda * W_{ST_{calc}} = 138.95t$$

$$W_{OT_{real}} = \lambda * W_{OT_{calc}} = 82.35t$$

$$W_{Mreal} = \lambda * W_{Mcalc} = 23.21t$$

$$ΠΡΟΣΘΕΤΑ_{real} = \lambda * ΠΡΟΣΘΕΤΑ_{calc} = 16.77t$$

Προκύπτει ο παρακάτω πίνακας

ΟΜΑΔΑ ΒΑΡΩΝ	Βάρος (t)*λ	KG/D	KGALC(m)	MT (t-m)	LCG/LBP	LCGCALC (m)	ML (t-m)
W _{ST}	138.95	0.85	3.53	490.16	0.48	13.42	1864.20
W _{OT}	82.36	1.25	5.19	427.22	0.45	12.58	1035.83
W _M	23.21	0.65	2.70	62.60	0.25	6.99	162.17
ΠΡΟΣΘΕΤΑ	16.76	1.61	6.68	112.00	0.16	4.58	76.84
L.S.	261.28		4.18	1091.98		12.01	3139.03

Πίνακας 2.17. Βάρη και Κέντρα Βαρών LS DIMITRIOS

Οι πραγματικές τιμές των κέντρων βαρών από το Stability Booklet θα είναι:

$$KG_{REAL} = 4.19m$$

$$LCG_{REAL} = 11.33m$$

Οπότε, κανοντας τη διόρθωση με τις πραγματικές τιμές των κέντρων βάρους LS θα έχουμε:

$$\lambda_{KG} = KG_{REAL}/KG_{CALC} = 1.0025 \quad (0.94 \leq \lambda_{KG} \leq 1.06)$$

$$\lambda_{LCG} = LCG_{REAL}/LCG_{CALC} = 0.9431 \quad (0.94 \leq \lambda_{LCG} \leq 1.06)$$

Τώρα θα εργαστούμε με το ΠΑΟΛΑ:

Κρατάμε τους λόγους KG/D και LCGst/L ίδιους. Επίσης διορθώνουμε τα βάρη που υπολογίστηκαν στην παράγραφο Lightship ΠΑΟΛΑ με το συντελεστή

$$\lambda = LS_{REAL}/LS_{CALC} = 0.9706$$

Θα έχουμε

$$W_{STreal} = \lambda * W_{STcalc} = 173.23 t$$

$$W_{OTreal} = \lambda * W_{OTcalc} = 102.22t$$

$$W_{Mreal} = \lambda * W_{Mcalc} = 27.07t$$

$$ΠΡΟΣΘΕΤΑ_{real} = \lambda * ΠΡΟΣΘΕΤΑ_{calc} = 16.77 t$$

Προκύπτει ο παρακάτω πίνακας

ΟΜΑΔΑ ΒΑΡΩΝ	Βάρος (t)*λ	KG/D	KG _{CALC} (m)	MT (t·m)	LCG/LBP	LCG _{CALC} (m)	ML (t·m)
W _{ST}	173.23	0.85	3.61	625.78	0.48	14.48	2508.58
W _{OT}	102.22	1.25	5.31	543.06	0.45	13.58	1387.84
W _M	27.07	0.65	2.76	74.77	0.25	7.54	204.16
ΠΡΟΣΘΕΤΑ	16.77	1.61	6.84	114.76	0.16	4.95	82.98
L.S.	319.29		4.25	1358.38		13.10	4183.57

Πίνακας 2.18. Βάρη και Κέντρα Βαρών LS ΠΑΟΛΑ

Διορθώνοντας με τους συντελεστές που υπολογίστηκαν για το DIMITRIOS ,θα έχουμε τις πραγματικές τιμές των κέντρων βαρους για το L.S. του ΠΑΟΛΑ

$$\lambda_{KG} = KG_{REAL}/KG_{CALC} = 1.0377 \quad (0.94 \leq \lambda_{KG} \leq 1.06)$$

$$\text{Άρα } KG_{LS} = 4.27m$$

$$\lambda_{LCG} = LCG_{REAL}/LCG_{CALC} = 0.9435 \quad (0.94 \leq \lambda_{LCG} = LCG_{REAL}/LCG_{CALC} \leq 1.06)$$

$$\text{Άρα } LCG_{LS} = 12.357m$$

2.11.1.2 Κέντρα Βάρους Payload

Σε πρώτη φάση θα κάνουμε υπολογισμούς για το DIMITRIOS.

Στο Stability Booklet του έχουμε τις πραγματικές τιμές του KG όσο και του LCG του:

Ομάδα Βαρών	Βάρος (tons)	KG/D	KG _{REAL} (m)	M _T (tons·m)	LCG _{REAL} (m)	LCG/L	M _L (tons·m)
Payload	99.29	0.72	3.01	298.37	16.30	0.58	1618.43

Πίνακας 2.19. Βάρος και Κέντρα Βάρους Payload DIMITRIOS

Κρατάμε τους λόγους KG/D και LCG_{st}/L ίδιους και εργαζόμαστε στο ΠΑΟΛΑ:

Ομάδα Βαρών	Βάρος (tons)	KG/D	KG _{REAL} (m)	M _T (tons·m)	LCG _{REAL} (m)	LCG/L	M _L (tons·m)
Payload	110.00	3.08	0.72	338.52	17.59	0.58	1935.41

Πίνακας 2.20. Βάρος και Κέντρα Βάρους Payload ΠΑΟΛΑ

2.11.1.3 Κέντρα Βάρους Μη Αναλωσίμων

Από το Stability Booklet του πατρικού πλοίου έχω τα παρακάτω KG και LCG. Οι τιμές των λόγων KG/D και LCG/L που προκύπτουν για το πατρικό πλοίο θα χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό των KG και LCG του ΠΑΟΛΑ.

Ομάδα Βαρών	Βάρος (tons)	KG/D	KG _{REAL} (m)	M _T (tons·m)	LCG _{REAL} (m)	LCG/L	M _L (tons·m)
Crew	0.84	1.37	5.7	4.788	0.41	11.5	9.66
Ανταλλακτικά	6	0.70	2.9	17.4	0.88	24.5	147
Σχονιά	3	0.67	2.8	8.4	0.86	24	72
Εφόδια Αλιείας	6.5	1.27	5.25	34.125	0.45	12.50	81.25
ΣΥΝΟΛΟ ΜΗ ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ	16.34		3.960	64.713		18.966	309.910

Πίνακας 2.21. Βάρη και Κέντρα Βαρών Μη Αναλωσίμων DIMITRIOS

Οπότε για το ΠΑΟΛΑ κρατώντας σταθερούς τους λόγους KG/D και LCG/L θα έχουμε τον παρακάτω πίνακα:

Ομάδα Βαρών	Βάρος (tons)	KG/D	KG _{REAL} (m)	M _T (tons·m)	LCG _{REAL} (m)	LCG/L	M _L (tons·m)
Crew	1.08	1.37	5.84	6.30	0.41	12.41	13.41
Ανταλλακτικά	6	0.70	2.97	17.82	0.88	26.45	158.68
Σχονιά	3	0.67	2.87	8.60	0.86	25.91	77.72
Εφόδια Αλιείας	6.50	1.27	5.38	34.95	0.45	13.49	87.70
ΣΥΝΟΛΟ ΜΗ ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ	16.58		4.08	67.67		11.19	337.50

Πίνακας 2.22. Βάρη και Κέντρα Βαρών Μη Αναλωσίμων ΠΑΟΛΑ

2.11.1.4 Κέντρα Βάρους Αναλωσίμων

Ο υπολογισμός των KG και LCG των αναλωσίμων του ΠΑΟΛΑ θα γίνει στο 100%,30% και 10% του βάρους τους.

100% ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ

Αρχικά,δίνεται ο πίνακας υπολογισμού των KG και LCG των αναλωσίμων(100%) του πατρικού πλοίου,τα στοιχεία του οποίου βρίσκονται στο Stability Booklet.

Ομάδα Βαρών	Βάρος (tons)	KG/D	KG _{REAL} (m)	M _T (tons·m)	LCG _{REAL} (m)	LCG/L	M _L (tons·m)	F.S.M.(t-m)
D.O.	70.52	0.36	1.489	105.03	0.55	15.33	1081.41	43.4
L.O.	3.48	0.35	1.446	5.03	0.25	6.94	24.14	1.3
PROVISIONS	5	0.60	2.500	12.50	0.58	16.30	81.50	0
F.W.	41.43	1.01	4.178	173.09	0.27	7.41	306.86	0
ΣΥΝΟΛΟ ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ	120.43		2.45	295.65		12.40	1493.91	44.7

Πίνακας 2.23. Βάρη και Κέντρα Βαρών Αναλωσίμων(100%) DIMITRIOS

Κρατώντας σταθερούς τους λόγους KG/D και LCG/L για το ΠΑΟΛΑ θα έχω τον παρακάτω πίνακα

Ομάδα Βαρών	Βάρος (tons)	KG/D	KG _{REAL} (m)	M _T (tons·m)	LCG/L	LCG _{REAL} (m)	M _L (tons·m)	F.S.M.(t-m)
D.O.	71.52	0.36	1.53	109.08	0.55	16.55	1183.86	43.4
L.O.	2.15	0.35	1.48	3.18	0.25	7.49	16.06	1.3
PROVISIONS	4	0.60	2.56	10.24	0.58	17.59	70.38	0
F.W.	34.944	1.01	4.28	149.51	0.27	8.00	279.38	0
ΣΥΝΟΛΟ ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ	112.61		2.42	272.01		13.76	1549.68	44.7

Πίνακας 2.24. Βάρη και Κέντρα Βαρών Αναλωσίμων(100%) ΠΑΟΛΑ

30% ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ

Αρχικά, δίνεται ο πίνακας υπολογισμού των KG και LCG των αναλωσίμων(30%) του πατρικού πλοίου, τα στοιχεία του οποίου βρίσκονται στο Stability Booklet.

Ομάδα Βαρών	Βάρος (tons)	KG/D	KG _{REAL} (m)	M _T (tons·m)	LCG _{REAL} (m)	LCG/L	M _L (tons·m)	F.S.M.(t-m)
D.O.	23.41	0.37	1.536	35.957	0.38	10.642	249.123	19.6
L.O.	2.84	0.29	1.220	3.464	0.27	7.418	21.0667	1.3
PROVISIONS	1.5	0.58	2.400	3.600	0.41	11.500	17.25	0
F.W.	12.14	0.30	1.238	15.029	0.31	8.780	106.5922	15.5
ΣΥΝΟΛΟ ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ	39.89		1.455	58.049		9.878	394.0319	36.4

Πίνακας 2.25. Βάρη και Κέντρα Βαρών Αναλωσίμων(30%) DIMITRIOS

Κρατώντας σταθερούς τους λόγους KG/D και LCG/L για το ΠΑΟΛΑ θα έχω τον παρακάτω πίνακα

Ομάδα Βαρών	Βάρος (tons)	KG/D	KG _{REAL} (m)	M _T (tons·m)	LCG/L	LCG _{REAL} (m)	M _L (tons·m)	F.S.M.(t-m)
D.O.	21.46	0.37	1.57	33.75	0.38	11.49	246.46	19.6
L.O.	0.64	0.29	1.25	0.80	0.27	8.01	5.15	1.3
PROVISIONS	1.20	0.58	2.46	2.95	0.41	12.41	14.90	0
F.W.	10.48	0.30	1.27	13.29	0.31	9.48	99.36	15.5
ΣΥΝΟΛΟ ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ	33.78		1.50	50.79		10.83	365.87	36.4

Πίνακας 2.26. Βάρη και Κέντρα Βαρών Αναλωσίμων(30%) ΠΑΟΛΑ

10% ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ

Αρχικά, δίνεται ο πίνακας υπολογισμού των KG και LCG των αναλωσίμων(10%) του πατρικού πλοίου, τα στοιχεία του οποίου βρίσκονται στο Stability Booklet.

Ομάδα Βαρών	Βάρος (tons)	KG/D	KG _{REAL} (m)	M _T (tons·m)	LCG _{REAL} (m)	LCG/L	M _L (tons·m)	F.S.M.(t-m)
D.O.	9.88	0.23	0.97	9.56	0.41	11.53	113.94	9.1
L.O.	2.66	0.27	1.11	2.96	0.27	7.60	20.20	0
PROVISIONS	0.5	0.55	2.30	1.15	0.39	11.00	5.50	0
F.W.	4.14	0.76	3.15	13.03	0.94	26.23	108.59	1.8
ΣΥΝΟΛΟ ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ	17.18		1.55	26.70		14.50	249.04	10.9

Πίνακας 2.27. Βάρη και Κέντρα Βαρών Αναλωσίμων(10%) DIMITRIOS

Κρατώντας σταθερούς τους λόγους KG/D και LCG/L για το ΠΑΟΛΑ θα έχουμε τον παρακάτω πίνακα

Ομάδα Βαρών	Βάρος (tons)	KG/D	KG _{REAL} (m)	M _T (tons·m)	LCG/L	LCG _{REAL} (m)	M _L (tons·m)	F.S.M.(t-m)
D.O.	7.15	0.23	0.99	7.08	0.41	12.45	89.03	9.1
L.O.	0.21	0.27	1.14	0.24	0.27	8.20	1.76	0
PROVISIONS	0.40	0.55	2.36	0.94	0.39	11.87	4.75	0
F.W.	3.49	0.76	3.22	11.26	0.94	28.31	98.94	1.8
ΣΥΝΟΛΟ ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ	11.26		1.735	19.533		17.270	194.48	10.9

Πίνακας 2.28. Βάρη και Κέντρα Βαρών Αναλωσίμων(10%) ΠΑΟΛΑ

Αφού έχουμε ολοκληρώσει τους υπολογισμούς για τα κέντρα βάρους για τις επιμέρους ομάδες βαρών μπορούμε να προχωρήσουμε στον υπολογισμό των κέντρων βάρους του εκποπίσματος Δ_T του ΠΑΟΛΑ για τις 3 παραπάνω καταστάσεις φόρτωσης.

2.11.2 Καταστάσεις Φόρτωσης

2.11.2.1 Κατάσταση Αναχώρησης από Περιοχή Αλιείας με Πλήρες Φορτίο και 30% Αναλώσιμα

Ομάδα Βαρών	Βαρος(t)	KG (m)	MT (t-m)	LCG (m)	ML (t-m)
Payload	110.00	3.08	338.52	17.59	1935.41
ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ(30%)	33.78	1.50	50.79	10.83	365.87
ΜΗ ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ	16.58	4.08	67.67	11.19	185.48
DWT	160.36	2.85	456.98	39.61	2486.76
L.S.	319.29	4.27	1361.83	12.36	3945.36
ΔΒ	479.65	3.79	1818.82	13.41	6432.12

Πίνακας 2.29. Κατάσταση Αναχώρησης από Περιοχή Αλιείας με Πλήρες Φορτίο και 30% Αναλώσιμα

2.11.2.2 Κατάσταση Άφιξης στο Λιμάνι με Πλήρες Φορτίο και 10% Αναλώσιμα

Ομάδα Βαρών	Βαρος(t)	KG (m)	MT (t-m)	LCG (m)	ML (t-m)
Payload	110.00	3.08	338.52	17.59	1935.41
ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ(10%)	11.26	1.73	19.53	17.27	194.48
ΜΗ ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ	16.58	4.08	67.67	11.19	185.48
DWT	137.84	3.09	425.72	16.80	2315.37
L.S.	319.29	4.27	1361.83	12.36	3945.36
ΔΒ	457.13	3.91	1787.56	13.70	6260.73

Πίνακας 2.30. Κατάσταση Άφιξης στο Λιμάνι με Πλήρες Φορτίο και 10% Αναλώσιμα

2.11.2.3 Κατάσταση Αναχώρησης από το Λιμάνι Χωρίς Φορτίο και με 100% Αναλώσιμα

Ομάδα Βαρών	Βαρος(t)	KG (m)	MT (t-m)	LCG (m)	ML (t-m)
Payload	0	0	0	0	0
ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ(100%)	112.61	2.42	272.01	13.76	1549.68
ΜΗ ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ	16.58	4.08	67.67	11.19	185.48
DWT	129.19	2.63	339.69	13.43	1735.16
L.S.	319.29	4.27	1361.83	12.36	3945.36
ΔΒ	448.48	3.79	1701.52	12.67	5680.52

Πίνακας 2.31. Κατάσταση Αναχώρησης από το Λιμάνι Χωρίς Φορτίο και με 100% Αναλώσιμα

2.11.3 Υπολογισμός GM

Θα υπολογίσουμε τώρα την τιμή του μετακεντρικού ύψους GM του πλοίου για τις παραπάνω καταστάσεις φόρτωσης.

Για αλιευτικό πλοίο, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Π.Δ. 1337/81-κριτήρια ευστάθειας φορτηγων, ρυμουλκων και αλιευτικών πλοίων, πρέπει το μετακεντρικό ύψος του πλοίου να είναι

$$GM > 0.35m$$

Θα υπολογίσουμε το GM βάσει του τύπου

$$GM = KM - KG$$

Τέλος στον υπολογισμό του GM θα συμπεριλάβουμε και τη διόρθωση των ελεύθερων επιφανειών οπότε ο τελικός τύπος θα δίνεται από τη σχέση

$$GM_{cor} = GM - cor$$

Έχουμε προσδιορίσει τις τιμές των KG του ΠΑΟΛΑ για τις 3 κύριες καταστάσεις φόρτωσης που εξετάζουμε.

Για το μετάκεντρο KM ισχύει,

$$KM = KB + BM$$

,όπου

KB, το κατακόρυφο κέντρο άντωσης

και

BM, η μετακεντρική ακτίνα

Για τον υπολογισμό των KB και BM θα χρησιμοποιηθούν οι εμπειρικοί τύποι της σελίδας 38 του βιβλίου Μελέτη και Εξοπλισμός Πλοίου-Μεθοδολογίες Προμελέτης-Συλλογή Βοηθημάτων

Θα έχουμε:

$$KB = T * ((5 * C_{WL} - 2 * C_B) / (6 * C_{WL}))$$

$$BM = (0.008 + 0.0745 C_{WL}^2) B^2 / C_B * T$$

Έχοντας τα παραπάνω στοιχεία θα δουλέψουμε για τον υπολογισμό του GM ξεχωριστά για τις 3 παραπάνω καταστάσεις φόρτωσης:

2.11.3.1 Κατάσταση Αναχώρησης από Περιοχή Αλιείας με Πλήρες Φορτίο και 30% Αναλώσιμα

Αρχικά θα εφαρμόσουμε τις σχέσεις για το KB και το BM για το πατρικό πλοίο και σε συνδυασμό με τις γνωστές πραγματικές τιμές των μεγεθών που παίρνουμε από το stability booklet του, θα εξάγουμε ένα διορθωτικό συντελεστή λ, βάσει του οποίου θα γίνει διόρθωση των αντίστοιχων τιμών για το υπό μελέτη πλοίο.

Για το πατρικό DIMITRIOS και για βύθισμα $T = T_d = 3.78m$ θα έχουμε

$$KB = 2.21m$$

$$BM = 1.29m$$

$$\text{άρα } KM_{calc} = KB + BM = 3.50m$$

Από το Stability Booklet βλέπω γι' αυτήν την κατάσταση

$$KM_{real} = 4.44 m$$

Υπάρχει αρκετή διαφορά μεταξύ των 2 τιμών απ' ό,τι παρατηρούμε.

Η τιμή του διορθωτικού συντελεστή λ θα είναι

$$\lambda_{KM} = KM_{real} / KM_{calc} = 1.268$$

Για το ΠΑΟΛΑ τώρα, με τη χρήση των παραπάνω σχέσεων της σελίδας 38 του βιβλίου Μελέτη και Εξοπλισμός Πλοίου-Μεθοδολογίες Προμελέτης-Συλλογή Βοηθημάτων θα έχουμε

$$KB = 2.05m$$

$$BM = 1.63m$$

$$KM_{calc}=3.67m$$

και διορθώνοντας με το συντελεστή λ θα έχουμε

$$KM_{real} = KM_{calc} / \lambda_{KM} = 4.66m$$

Τέλος,θα λάβουμε υπόψη την διόρθωση ελεύθερων επιφανειών θεωρώντας δεξαμενές όμοιες με αυτές του πατρικού και με ίδιο ποσοστό φορτώσης.Θα ισχύει:

$$GM_{cor}=GM - Cor$$

Για τη διόρθωση ελεύθερων επιφανειών θα έχουμε

$$Cor=F.S.M./\Delta_B=0.076$$

Οπότε

$$GM_{cor}=GM- Cor=KM_{REAL}-KG+ Cor=0.791$$

2.11.3.2 Κατάσταση Άφιξης στο Λιμάνι με Πλήρες Φορτίο και 10% Αναλώσιμα

Το βύθισμα του DIMITRIOS σ αυτή την κατάσταση θα ναι διαφορετικό

απ την παραπάνω.Απο το Stability Booklet θα έχουμε

$$T_1 = 3.666m$$

Επομένως θα αλλάξει το C_b του πλοίου.Το νέο C_b θα βρεθεί απ τον τύπο

$$C_{B1} = C_{B0} \left(\frac{T_1}{T_0} \right)^{C_{w1}/C_b - 1}$$

Άρα

$$C_{B1} = 0.492$$

Δουλεύοντας όμοια με παραπάνω θα έχουμε

$$KB = 2.150m$$

$$BM = 1.345m$$

$$\text{άρα } KM_{calc} = KB + BM = 3.496m$$

Από το Stability Booklet βλέπω γι'αυτήν την κατάσταση

$$KM_{\text{real}} = 4.436 \text{ m}$$

Η τιμή του διορθωτικού συντελεστή λ θα είναι

$$\lambda_{KM} = KM_{\text{real}} / KM_{\text{calc}} = 1.269$$

Για το ΠΑΟΛΑ τώρα, θα υπολογίσουμε το βύθισμα στην κατάσταση αυτή που θα είναι διαφορετικό από αυτό της σχεδίασης. Θα χρησιμοποιήσουμε τη σχέση

$$T_1 = T_0 * \left[\frac{\nabla_1}{\nabla_0} \right]^{C_{B0} / C_{WL0}}$$

,με

$$T_0 = T_{\text{ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ}} = 3.67 \text{ m}$$

$$\nabla_0 = \frac{\Delta_0}{1.031} = 481.20 / 1.031 = 466.73 \text{ m}^3$$

$$C_{B0} = 0.52$$

$$C_{WL0} = 0.68$$

Αντικαθιστώντας στην παραπάνω σχέση, θα είναι για το T_1 :

$$T_1 = 3.41 \text{ m}$$

Το νέο C_b θα βρεθεί απ τον τύπο

$$C_{B1} = C_{B0} \left(\frac{T_1}{T_0} \right)^{C_{W1}/C_b - 1}$$

Θα είναι:

$$C_{B1} = 0.514$$

Δουλεύοντας όμοια με την προηγούμενη κατάσταση φόρτωσης για τα KB και BM θα έχουμε

$$KB = 1.98 \text{ m}$$

$$BM = 1.69 \text{ m}$$

$$\text{άρα } KM_{\text{calc}} = KB + BM = 3.67 \text{ m}$$

Διορθώνοντας με το συντελεστή λ θα έχουμε

$$KM_{\text{real}} = KM_{\text{calc}} / \lambda_{KM} = 4.66 \text{ m}$$

Για τη διόρθωση ελεύθερων επιφανειών θα έχουμε

$$Cor = F.S.M./\Delta_B = 0.024$$

Οπότε

$$GM_{cor} = GM - Cor = KM_{REAL} - KG - Cor = \mathbf{0.723}$$

2.11.3.3 Κατάσταση Αναχώρησης από το Λιμάνι Χωρίς Φορτίο και με 100% Αναλώσιμα

Και σ αυτή την κατάσταση το βυθισμα του DIMITRIOS θα ναι διαφορετικό

απ την παραπάνω. Απο το stability booklet βλεπουμε ότι

$$T_1 = 3.686m$$

Επομένως θα αλλάξει το C_b του πλοιου. Το νέο C_b θα βρεθεί απ τον τύπο

$$C_{B1} = C_{B0} \left(\frac{T_1}{T_0} \right)^{C_{wl}/C_b - 1}$$

Άρα

$$C_{B1} = 0.493$$

Δουλεύοντας όμοια με τις παραπάνω καταστάσεις θα έχουμε

$$KB = 2.161m$$

$$BM = 1.335m$$

$$\text{άρα } KM_{calc} = KB + BM = 3.496m$$

Από το Stability Booklet βλέπω γι' αυτήν την κατάσταση

$$KM_{real} = 4.431 m$$

Η τιμή του διορθωτικού συντελεστή λ θα είναι

$$\lambda_{KM} = KM_{real} / KM_{calc} = \mathbf{1.267}$$

Για το ΠΑΟΛΑ τώρα, θα υπολογίσουμε το βύθισμα στην κατάσταση αυτή που θα είναι διαφορετικό από αυτό της σχεδίασης. Θα χρησιμοποιήσουμε τη σχέση

$$T_1 = T_0 * \left[\frac{\nabla_1}{\nabla_0} \right]^{C_{B0}/C_{WL0}}$$

, με

$$T_0 = T_{\text{ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ}} = 3.67m$$

$$\nabla_0 = \frac{\Delta_0}{1.030} = 466.73m^3$$

$$C_{B0} = 0.52$$

$$C_{WL0} = 0.68$$

Αντικαθιστώντας στην παραπάνω σχέση, θα είναι για το T_1 :

$$T_1 = 3.36 \text{ m}$$

Το νέο C_b θα βρεθεί απ τον τύπο

$$C_{B1} = C_{B0} \left(\frac{T_1}{T_0} \right)^{C_{wl}/C_b - 1}$$

Θα είναι:

$$C_{B1} = 0.512$$

Δουλεύοντας όμοια με παραπάνω θα έχουμε

$$KB = 1.95 \text{ m}$$

$$BM = 1.72 \text{ m}$$

$$\text{άρα } KM_{\text{calc}} = KB + BM = 3.670 \text{ m}$$

Διορθώνοντας με το συντελεστή λ θα έχουμε

$$KM_{\text{real}} = KM_{\text{calc}} / \lambda_{KM} = 4.651 \text{ m}$$

Για τη διόρθωση ελεύθερων επιφανειών θα έχουμε

$$Cor = F.S.M. / \Delta_B = 0.100$$

Οπότε

$$GM_{\text{cor}} = GM - Cor = KM_{\text{REAL}} - KG + Cor = 0.758$$

2.12 Αλλαγή στις Κύριες Διαστάσεις

Φτιάχνοντας το σχέδιο γραμμών του πλοίου και περνώντας τη γάστρα στο πρόγραμμα AVEVA παρατηρήσαμε ότι τοποθετώντας τα βάρη που υπολογίσθηκαν παραπάνω, το πλοίο δεν βυθίζεται στο βύθισμα σχεδίασης του όπως το είχαμε υπολογίσει προηγουμένως. Αυτό συμβαίνει διότι είδαμε ότι υπάρχει χώρος για μεγαλύτερες δεξαμενές στη γάστρα του πλοίου. Επομένως οι δεξαμενές αυτές θα έχουν και μεγαλύτερα βάρη από αυτά των παραπάνω υπολογισμών.

Ετσι φορτώνοντας το πλοίο στην κατάσταση σχεδίασης του είδαμε ότι ισορροπεί σε βύθισμα

$$T_D = 3.67 \text{ m}$$

Αυτό θα είναι και το νέο βύθισμα σχεδίασης

Με αυτή την αλλαγή αλλάζει και το L_{BP} του πλοίου. Κρατήσαμε τις γραμμές του πλοίου ίδιες, οπότε το νέο L_{BP} θα είναι η οριζόντια απόσταση της τομής της καμπύλης Stem Profile του πλοίου με το βύθισμα $T_D=3.67m$. Προκύπτει $L_{BP}=30.227m$

Από την αλλαγή αυτή προκύπτει αλλαγή και στο LS του πλοίου καθώς και στα κέντρα βάρους των ομάδων βαρών. Η νέα τιμή του LS συνυπολογίζοντας και τις αλλαγές που θα γίνουν και θα εξηγηθούν στο κεφάλαιο 3 στην παράγραφο 3.2.2.4

Οι τελικές κυριες διαστάσεις του ΠΑΟΛΑ επομένως θα είναι:

$L=30.227m$

$B=8.4m$

$D=4.25m$

$T=3.67m$

$C_B=0.520$

Οι λόγοι και οι συντελεστές που προκύπτουν είναι οι εξής

L_{BP} / B	3.598
L_{BP} / D	7.112
B/T	2.289
D/T	1.158
DWT/Δ	0.349
$W_{LS} (t/m^3)$	0.304
C_B	0.521
F_n	0.3286

Πίνακας 2.32. Λόγοι Διαστάσεων και Συντελεστές ΠΑΟΛΑ.

2.13 Υπολογισμός Γραμμής Φόρτωσης (Γ.Φ.) σύμφωνα με την Διεθνή Σύμβαση Γραμμής Φορτώσεως 1966

Στο σημείο αυτό, αφού έχουμε φτιάξει το σχέδιο γραμμών του πλοίου ώστε να γνωρίζουμε την ακριβή γεωμετρία της γάστρας του, θα γίνει υπολογισμός του ύψους εξάλων, δηλαδή της κατακόρυφης απόστασης της άνω όψεως της γραμμής του καταστρώματος μέχρι την έμφορτο ίσαλο μετρούμενη στο μέσο μήκος του πλοίου όπως αυτό προσδιορίζεται από τη Διεθνή Σύμβαση Γραμμής Φορτώσεως 1966 που βρίσκεται στο Παράρτημα Δ του βιβλίου Μελέτη και Εξοπλισμός Πλοίου Ι Συλλογή Βοηθημάτων. Το ύψος εξάλων που θα υπολογιστεί θα είναι αυτό του θέρους που είναι το μεγαλύτερο δυνατό λόγω της μεγαλύτερης εξάτμισης νερού αυτή την περίοδο. Επιπλέον, θα υπολογιστεί το ελάχιστον ύψος πλώρας με σκοπό να ελεγχθεί αν καλύπτεται από το υπολογισθέν ύψος εξάλων.

Ο τύπος του ύψους εξάλων θέρους όπως ορίζεται από τη Διεθνή Σύμβαση είναι ο εξής

$$F_b = [BYE + \Delta 2 + \Delta 3 + \Delta 4] \Delta 5 + \Delta 6 + \Delta 7 + \Delta 8$$

,με

BYE : βασικό ύψος εξάλων και

$\Delta 2, \Delta 3, \Delta 4, \Delta 5, \Delta 6, \Delta 7, \Delta 8$: διορθώσεις όπως θα οριστούν παρακάτω

Το ελάχιστο υψος πλώρας υπολογίζεται από τη σχέση

$$E_{ΥΠ} = D_F - F_b$$

,με

D_F : πλευρικό υψος όπως θα οριστεί παρακάτω

Κυρια Χαρακτηριστικά Πλοίου (κανονισμός 3):

$$L_{BP} = L = 30.23 \text{ m}$$

$$L_{WL} \text{ στο } 0.85D = 32.17 \text{ m}$$

$$0.96 L_{WL} = 30.88 \text{ m}$$

$L_{Γ.Φ.}$ = απόσταση πρωραίου ακρου ίσαλου στο 0.85 του D από τον άξονα του πηδαλίου = $L = 30.18 \text{ m}$

$$B = 8.4 \text{ m}$$

$$D = 4.25 \text{ m} = 4250 \text{ mm}$$

Πάχος ελάσματος υδρορροής καταστρώματος εξάλλων: $t_Y = 0.00 \text{ mm}$.

Πάχος ξύλινης επενδύσεως καταστρώματος εξάλλων: $t_E = 0.00 \text{ mm}$.

Πλευρικό Ύψος: $D_F = D + t_Y + t_E (L - S)/L = 4290 + 0 + 0 = 4250 \text{ mm}$

$$\text{Συντελεστής γάστρας } C_{B(0.85D)} = C_B * \left[\frac{T_{(0.85D)}}{T} \right]^{(C_{WL}/C_B - 1)} = 0.4862$$

Θα παραθέσουμε και τον πίνακα με τις Υπερκατασκευές και τα Πυργωτά Υπερκατασκευάσματα του ΠΑΟΛΑ που είναι απαραίτητος για τον υπολογισμό της Γ.Φ. Σημειώνεται ότι λαμβάνονται υπόψη μόνο οι υπερκατασκευές και υπερστεγάσματα επί του Main Deck, αρα θα έχουμε θα λάβουμε υπόψη μόνο την υπερκατασκευή επί του Main Deck. (Κανονισμοί 33,34,35,36)

Τύπος		l(m) [1]	h(m) [2]	h _s (m) [3]	b(m) [4]	B _s (m) [5]	l _E (m) [6]=[1]*([4]/[5])
ΥΠΕΡΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	Υπερκατασκευή Main Deck	22	2.4	0.9	Πλάτος του πλοίου	Πλάτος του πλοίου	22.00
		S=Σli= 22.00					E=ΣlEi= 22.00

Πίνακας 2.33. Υπερκατασκευές και Πυργωτά Υπερκατασκευάσματα για υπολογισμό Γ.Φ.-ΠΑΟΛΑ.

Διευκρινίζουμε ακόμα τις έννοιες των εξής συμβόλων:

l: Πραγματικό μήκος υπερκατασκευών.

h: Πραγματικό ύψος υπερκατασκευών.

h_s: Κανονικό ύψος υπερκατασκευών.

b: Πλάτος υπερκατασκευής στα ½.

B_s: Πλάτος πλοίου στα ½.

l_E: Δρών μήκος με:
$$l_E = \begin{cases} l \cdot \frac{h}{h_s} \cdot \frac{b}{B_s}, \text{ για } h < h_s \\ l \cdot \frac{b}{B_s}, \text{ για } h \geq h_s \end{cases}$$

S: S = Σ li = 21.55m Ολικό πραγματικό μήκος υπερκατασκευών.

E: E = Σ lEi = 21.55m Ολικό δρών μήκος υπερκατασκευών.

Προχωράμε τώρα στον υπολογισμό του ύψους εξάλων

1. Βασικό Ύψος Εξαλλων (Πίνακας II Σελίδα Δ-14 βιβλίου Μελέτη και Εξοπλισμός Πλοίου I Συλλογή Βοηθημάτων):

Με γραμμική παρεμβολή από τις τιμές του Πίνακα θα έχουμε ότι το BVE για το ΠΑΟΛΑ που έχει μήκος $L=30.18\text{m}$ θα είναι

$$\mathbf{BVE=293.56\text{mm}}$$

Διορθώσεις

Για πλοία κατηγορίας “B-60” (Κανονισμός 27):

Το πλοίο ανήκει στην κατηγορία πλοίων B αλλά όχι σε αυτήν των B-60 οπότε δεν έχουμε διόρθωση.

$$\mathbf{\Delta 2=0}$$

Για Καλυμματα Στομιών Κυτών (Κανονισμός 27):

Δεν υπάρχουν καλύμματα στομιών κυτών οπότε δεν έχουμε διόρθωση.

$$\mathbf{\Delta 3=0}$$

Για πλοία κατηγορίας “B” κάτω των 100 m (Κανονισμός 29):

Η διόρθωση αυτή αφορά πλοία των οποίων το ολικό μήκος S ή το δρών των υπερκατασκευών και των πυργωτά υπερκατασκευασμάτων είναι μικρότερο ή ίσο από 0.35 του L_{BP} .

Έχουμε από τον Πίνακα 33 ότι

$$S = \sum l_i = 22 = 0.729 L. > 0.35 L_{BP}.$$

$$E = \sum |E_i| = 22 = 0.729 L. > 0.35 L_{BP}.$$

Άρα δεν έχουμε διόρθωση.

$$\mathbf{\Delta 4=0}$$

5. Για το Συντελεστή Γάστρας (Κανονισμός 30):

Από παραπάνω έχουμε ότι ο συντελεστής γάστρας στα 85% του D θα είναι

$$C_{B(0.85D)} = C_B * \left[\frac{T_{(0.85D)}}{T} \right]^{(C_{WL}/C_B - 1)} = 0.4862$$

Επειδή $C_{B,0.85D} = 0.4862 < 0.68$ **δε γίνεται διόρθωση.**

$$\mathbf{\Delta 5=1}$$

6. Για το πλευρικό Υψος (Κανονισμός 31):

Όπως είδαμε παραπάνω για το πλευρικό υψος ισχύει:

$$D_F = D + t_y + t_E (L - S)/L = 4250 + 0 + 0 = 4250 \text{ mm}$$

Χρειάζεται να υπολογίσουμε την τιμή $L/15$

$$L/15=2012\text{mm}$$

Επειδή $D_f = 4250 > 2012 = L/15$ τότε το ύψος εξάλλων υφίσταται προσαύξηση που δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$\Delta 6 = \left(D_f - \frac{L}{15} \right) \cdot R$$

,με $R = L/0.48=62.88$ για $L < 120 \text{ m}$.

Άρα

$$\Delta 6 = 140.71 \text{mm}$$

7. Για Υπερκατασκευές και Πυργωτά Υπερκατασκευάσματα(Κανονισμός 37):

(Κανονισμός 37):

Έχουμε δει από παραπάνω ότι το ολικό δρών μήκος των υπερκατασκευών και των πυργωτών υπερκατασκευασμάτων είναι: $E=22=0.729 \cdot L$. Σύμφωνα με τον κανονισμό θα έχουμε

7.1 Μείωση ύψους εξάλλων για $E = 1.0L$ (από πίνακα Σελίδα Δ-15 βιβλίου Μελέτη και Εξοπλισμός Πλοίου I): 401.67 mm

7.2 Ποσοστό εκπτώσεως για $E = 0.729$ (από πίνακα Σελίδα Δ-15): 66.56%

7.3 Μείωση ύψους εξάλλων για $E < 1.0L$: (7.1) x (7.2) -267.359mm

Άρα

$$\Delta 7 = - 267.359 \text{mm}$$

8. Για τη Σιμότητα(Κανονισμός 38):

Κανονική Σιμότητα

Από τον κανονισμό θα έχουμε για την κανονική σιμότητα του πλοίου:

Μέσο μέτρο κανονικής σιμότητας:

$$\text{Για το πρωραίο ήμισυ} \quad M_{NF} = 16.675 \cdot \left(\frac{L}{3} + 10 \right) = 333.99 \text{mm}$$

$$\text{Για το πρυμναίο ήμισυ} \quad M_{NA} = 8.3375 \cdot \left(\frac{L}{3} + 10 \right) = 167.25 \text{mm}$$

$$\text{Για όλο το πλοίο} \quad M_N = 12.5063 \cdot \left(\frac{L}{3} + 10 \right) = 250.88 \text{mm}$$

Πραγματική Σιμότητα

Σημείωση: η πραγματική σιμότητα του υπό μελέτη πλοίου λαμβάνεται ίδια με του πατρικού.

8.2 Μέσο μέτρο πραγματικής σιμότητας για το πρυμναίο και το πρωραίο ήμισυ:

	ΘΕΣΗ ΣΤΟ ΠΛΟΙΟ	ΣΥΝΤ. SIMPSON(1)	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΣΙΜΟΤΗΤΑ(2)	(3)=(1)*(2)
Msa	A.P.	1	550	550
	1/6 από AP	3	420	1260
	1/3 από AP	3	370	1110
	Μέσο Πλοίου	1	0	0
	Msa=Σ(3)/8	365.0000		
Msf	Μέσο Πλοίου	1	0	0
	1/3 από FP	3	420	1260
	1/6 από FP	3	550	1650
	F.P.	1	750	750
	Msf=Σ(3)/8	457.5000		

Πίνακας 2.34.Πραγματική Σιμότητα ΠΑΟΛΑ

8.3 Μέσο μέτρο πραγματικής σιμότητας:

Θα έχουμε λοιπόν:

$$\text{για το πρυμναίο ήμισυ} \quad M_{SA} = \frac{1}{8} \sum (h_{Si} \cdot k_i)_A = 365.00\text{mm}$$

$$\text{για το πρωραίο ήμισυ} \quad M_{SF} = \frac{1}{8} \sum (h_{Si} \cdot k_i)_F = 457.50\text{mm}$$

$$\text{για όλο το πλοίο} \quad M_S = \frac{M_{SF} + M_{SA}}{2} = 274.17\text{mm}$$

Τελικά η διόρθωση σιμοτητας θα είναι η κάτωθι:

Εχουμε περίσσεια σιμότητας διοτι:

$$M_N - M_S = -23.29\text{mm}$$

Αρα θα έχουμε μείωση στο Υ.Ε..

$$\text{Διόρθωση σιμότητας: } (M_N - M_S) \cdot \left(0.75 - \frac{S}{2 \cdot L}\right) = -10.678\text{mm}$$

$$\Delta 8 = -10.678\text{mm}$$

Υψος Εξάλων:

Υψος εξάλων θέρους:

$$F_b = [BYE + \Delta 2 + \Delta 3 + \Delta 4] * \Delta 5 + \Delta 6 + \Delta 7 + \Delta 8 = 156.24\text{mm}$$

Μέγιστο Εμφορτο Βυθισμα:

$$T_{\Gamma\Phi} = D_f - F_b = 4250 - 156.24 = 4093.76\text{mm} > 3670\text{mm}$$

Γραμμές Φόρτωσης (Κανονισμός 40):

11.2 Γραμμή Φόρτωσης Χειμώνος(W)

$$W = T_{\Gamma\Phi} - (1/48) * T = 4017.3\text{mm}$$

11.3 Γραμμή Φόρτωσης Βορείου Ατλαντικού(WNA)

$$WNA = W - 50 = 4043.69\text{mm}$$

Ελάχιστο Υψος Πρώρας (Κανονισμός 39):

Ελάχιστο απαιτούμενο ύψος πρώρας:

Επειδή $L = 30.18\text{m} < 250\text{m}$ ισχύει η σχέση

$$Fb_{F.P} = 56 * L * \left(1 - \frac{L}{500}\right) * \frac{1.36}{C_{B0.85D} + 0.68} = 2092.07\text{mm}$$

Θα πρέπει βασει του κανονισμού να ισχύει:

ΕΥΠ < Πραγματικό Υψος Πρώρας = $F_b + \text{Dist}(D - \text{Ανω Ακρο Πρώρας})$ (Μέτρηση από Σχέδιο Γραμμών) = 2092.07mm < 3065.80mm που ισχύει.

ΤΕΛΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ 'ΠΑΟΛΑ ΦΩΚΑ'

Μήκος μεταξύ καθέτων	L_{BP} (m)	30.227
Πλάτος	B (m)	8.4
Κοίλο	D (m)	4.25
Βύθισμα Σχεδίασης	T (m)	3.67
Συντελεστής Γάστρας	C_B	0.520

Πίνακας 2.35. Τελικές διαστάσεις ΠΑΟΛΑ

Παράρτημα ΑΟρισμοί Συμβόλων

L_{OA}	=Ολικό Μήκος Πλοίου(m)
L_{BP}	=Μήκος Μεταξύ Καθέτων(m)
$L_{T\Phi}$	=Μήκος Γραμμής Φόρτωσης(m)
B	=Μέγιστο Πλάτος(m)
D	= Κοίλο (Στο Ύψος του Κύριου Καταστρώματος)
T	=Βύθισμα Σχεδίασης(m)
$T_{T\Phi}$	=Βύθισμα Γραμμής Φόρτωσης(m)
Δ	=($\Delta_{Γ-Γεωμετρικό}$ Εκτόπισμα)Εκτόπισμα πλοίου (t)
Δ_B	=Εκτόπισμα Βαρών (t)
∇	=Όγκος Εκτοπίσματος (m ³)
C_B	=Συντελεστής Γάστρας
LS	=Βάρος Αφορτου Σκάφους(t)
w_{LS}	=Ποσοστό LS επί του γινομένου $L_{BP} * B * D$
C_W	=Συντελεστής Ισάλου Επιφανείας
C_M	=Συντελεστής Μέσης Τομής

C_{AD}	=Συντελεστής Ναυαρχείου
DWT	=Πρόσθετο Βάρος(t)
$Payload$	=Βάρος Ωφέλιμου Φορτίου(t)
W_{st}	=Βάρος Μεταλλικής Κατασκευής(t)
W_{ot}	=Βάρος Ενδιαίτησης και Εξοπλισμού(t)
W_m	=Βάρος Μηχανολογικής Εγκατάστασης(t)
$W_{\Pi\rho\sigma\theta\epsilon\tau\alpha}$	=Βάρος Προσθέτων(t)
W_{DO}	=Όγκος Diesel Oil
W_{LO}	=Βάρος Lube Oil
W_{FW}	=Βάρος Fresh Water
W_{Stores}	=Βάρος Προμηθειών
W_{PR}	=Βάρος Εφοδίων
V_{REF}	=Όγκος Ψυγείου/Χώρου Φορτίου (m^3)
V_{DO}	=Όγκος Diesel Oil(m^3)
V_{LO}	=Όγκος Lube Oil(m^3)
V_{FW}	=Όγκος Fresh Water
P_b	=Ισχύς Κύριας Μηχανής
P_G	=Ισχύς Ηλεκτρογεννήτριας
P_e	=Μέσο Ηλεκτρικό Φορτίο για τις ανάγκες του πλοίου
P_{REF}	=Ισχύς Ψύξης Ψυγείου(Kw)
P_{FISH}	=Ισχύς Ψύξης Αλιεύματος(Kw)
$P_{AUXILIARY}$	=Ισχύς Ψύξης Βοηθητικής Μηχανής(Kw)
GM	=Εγκάρσιο Μετακεντρικό Ύψος(m)
KG	= Κατακόρυφη θέση Κέντρου Άντωσης(m)
LCG	= Διαμήκης θέση Κέντρου Βάρους(m)

LCB	= Διαμήκης θέση Κέντρου Άντωσης(m)
LCF	= Διαμήκης θέση Κέντρου Πλευστότητας(m)
V_{steam}	=Ταχύτητα Ελεύθερης Πλεύσης(kn)
V_{trawl}	=Ταχύτητα Έλξης Διχτύων(kn)
$Fb(YE)$	=Υψος Εξάλων
ΕΥΠ	=Ελάχιστο Υψος Πρώρας
ΠΥΠ	=Πραγματικό Υψος Πρώρας

3.Σχέδιο Γραμμών,Αλλαγές επί του Lightship και Διαμερισματοποίηση

3.1 Σχέδιο Γραμμών

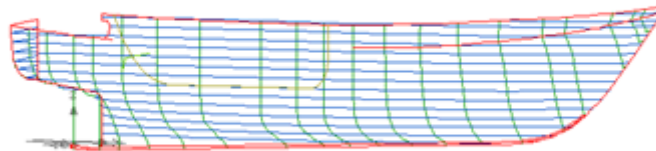
Το σχέδιο γραμμών έγινε με το πρόγραμμα Lined του AVEVA και στη συνέχεια στο πρόγραμμα AUTOCAD και συμπληρώνει αυτή τη διπλωματική εργασία.

Αφότου τελειώσαμε το σχέδιο γραμμών του πλοίου και κάναμε τη διαμερισματοποίηση στο πρόγραμμα AVEVA, είδαμε ότι δημιουργείται μια μεγάλη έμπυρμη διαγωγή της τάξης του ενός μέτρου στην κατάσταση όπου το πλοίο αναχωρεί από το λιμάνι με 100% αναλώσιμα και χωρίς Φορτίο.

Για να το διορθώσουμε προβήκαμε στην εξής αλλαγή:

- Αλλάξαμε τη μορφή των γραμμών του πλοίου ώστε το LCB του να μετακινηθεί πρύμνηθεν και έτσι να μειωθεί ο μοχλοβραχίονας που δημιουργείται με το LCG, όταν το πλοίο είναι φορτωμένο και έτσι να μειώνεται πρακτικά η διαγωγή.

Παρακάτω παρουσιάζονται κάποιες εικόνες με τη μορφή της γάστρας σε 3D επίπεδο.



Εικόνα 3.2. Πλάγια όψη γάστρας.



Εικόνα 3.3. Τελική Γάστρα ΠΑΟΛΑ

3.2 Αλλαγές επί του Lightship

Στο ΠΑΟΛΑ έγιναν κάποιες αλλαγές στη σχεδίαση σε σχέση με το πατρικό για να αυξηθεί η λειτουργικότητά του. Αυτές είναι:

Σε σχέση με το πατρικό έγιναν οι παρακάτω αλλαγές:

- Το Bulwark υψώθηκε από μέσο ύψος 1.1μ για το DIMITRIOS σε 1.48μ για το ΠΑΟΛΑ. Αυτό έγινε για το ότι το πλοίο πλέει σε βόρειες θάλασσες με κυματισμούς και κακό καιρό.
- Τα Βίντσια Αλιείας που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι πλέον τύπου split και θα υψωθούν από τη θέση που βρισκότουσαν στο πατρικό επί του MainDeck, στο πρυμναίο άκρο του UpperDeck για να εξοικονομηθεί χώρος για την επεξεργασία των ψαριών στο MainDeck.
- Λόγω αυτής της μετακίνησης των βιντσιών και για να δημιουργηθεί χώρος για την τοποθέτησή τους οι υπερκατασκευές επί του UpperDeck μεταφέρθηκαν κατά 1.3m πλώραθεν.

Λόγω των παραπάνω αλλαγών θα αλλάξουν τα πρόσθετα βάρη καθώς και τα κέντρα βάρους των ομάδων βαρών.

Οι αλλαγές θα εξηγηθούν παρακάτω

3.2.1 Αλλαγές στα Πρόσθετα Βάρη

Τα νέα Πρόσθετα Βάρη θα είναι τα εξής:

- A-Frame(΄Π΄)

Το A-frame θα είναι όμοιο με του πατρικού. Θα είναι:

$W_{\Pi}=4.25t$

- Bulwark

Εμβαδομετρώντας,θα έχουμε για την επιφάνεια του Bulwark $A_{bulwark}=44.9m^2$.Χρησιμοποιώντας το ίδιο πάχος ελάσματος και τον ίδιο χάλυβα με το πατρικό θα έχουμε για το βάρος του Bulwark:

$$W_{Bulwark}=3.19t$$

- Βαρούλκα αλιείας(Βίντσια)

Επειδή τα βίντζια που θα τοποθετηθούν θα είναι τύπου split το βάρος τους θα είναι ελαφρώς μεγαλύτερο από αυτών του πατρικού.Συγκεκριμένα το βάρος κάθε βιντσιού θεωρείται 6t.Αυτό συμβαίνει επειδή το κάθε splitβίντσι έχει δικό του μειωτήρα και άρα είναι πιο βαρύ από τον εννιαίσιότυπο βιντσιού που χρησιμοποιείται στο πατρικό.Αρα για τα 2 βίντσια θα είναι

$$W_{winches}=2*6=12t.$$

- Net Drum

Στο ΠΑΟΛΑ θα προστεθεί βίντσι για το τύλιγμα των δικτύων (netdrum) το οποίο θα τοποθετηθεί επί του UpperDeck.Το βάρος του θα τεθεί προσεγγιστικά στους 5t.

$$W_{netdrum}=5t.$$

- Πάτωμα επί του UpperDeck

Εμβαδομετρώντας,θα έχουμε για την επιφάνεια του πατώματος $A_{floor}=10.92m^2$.Χρησιμοποιώντας το ίδιο πάχος ελάσματος και τον ίδιο χάλυβα με το πατρικό θα έχουμε για το βάρος του πατώματος:

$$W_{floor}=0.66t$$

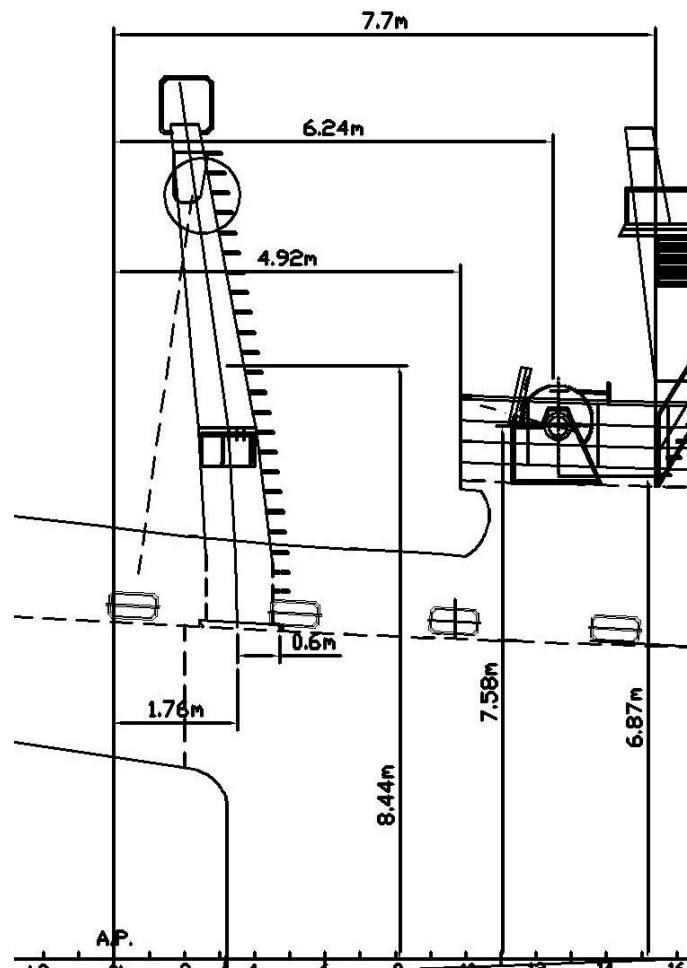
Θα έχουμε για τα Πρόσθετα Βάρη συνολικά:

$$\text{Πρόσθετα Βάρη}=W_{\pi} + W_{Bulwark} + W_{winches} + W_{netdrum} + W_{floor}=25.11t$$

Δημιουργείται ο παρακάτω πίνακας με τα Κέντρα Βάρους των Προσθέτων Βαρών.Τα βάρη αυτά τοποθετήθηκαν στο σχέδιο του πλοίου στο AUTOCADκαι από εκεί μετρήθηκαν οι αποστάσεις τους από το 0.

Βάρος	W(t)	LCG(m)	KG(m)	ML(t-m)	MT(t-m)
A Frame	4.26	1.76	8.45	7.49	35.95
Βίντσια	12.00	6.31	7.58	75.72	90.96
Bulwark	3.19	4.05	5.56	12.91	17.72
Πάτωμα	0.66	6.31	6.87	4.19	4.56
Net Drum	5.00	6.31	7.58	31.55	37.90
Sum	25.11	5.25	7.45	131.86	187.10

Πίνακας 3.1. Κέντρα βάρους πρόσθετων βαρών.



Εικόνα 3.4. Αποστάσεις πρόσθετων βαρών.

3.2.2 Μετακίνηση Υπερκατασκευών

Πρώτα παρουσιάζουμε τον πίνακα με τα κέντρα βαρών και τους όγκους των Υπερστεγασμάτων επί του UpperDeck με βάση τη θέση που έχουν στο πατρικό πλοίο:

Υπερστέγασμα	L	V(m ³)	AftExt.	FwdExt.	LCG(m)	KG(m)
Wheel House	4	49.88	6.4	10.4	8.4	9.34
StoreRoom	4	34.8	6.4	10.4	8.4	7.51
Ενδιαίτηση	6.2	79.11	10.52	16.72	13.62	8.1

Πίνακας 3.2. Κέντρο βάρους και όγκος των υπερκατασκευών.

Όπως προαναφέρθηκε οι υπερκατασκευές θα μετακινηθούν 1.3μπρώραθεν σε σχέση με την αρχική τους θέση. Δημιουργείται ο παρακάτω πίνακας:

Υπερστέγασμα	L	V(m ³)	AftExt.	FwdExt.	LCG(m)	KG(m)
Wheel House	4	49.88	7.70	11.70	9.70	9.3
StoreRoom	4	34.8	7.70	11.70	9.70	7.48
Ενδιαίτηση	6.2	79.11	11.70	17.90	14.80	8.02

Πίνακας 3.3. Μετακίνηση υπερκατασκευών σε σχέση με την αρχική τους θέση.

3.2.2.1 Συντελεστής Βάρους Υπερστεγασμάτων

Είναι απαραίτητος ο υπολογισμός ενός συντελεστή βάρους w για να βρούμε το βάρος τους. Ο συντελεστής βάρους w που θα χρησιμοποιηθεί είναι παρμένος από τη μεθοδολογία του Muller-Koster για την εύρεση του βάρους των υπερκατασκευών (Βιβλίο Μελέτη Πλοίου Μεθοδολογίες Προμελέτης Τεύχος 1, Α. Παπανικολάου).

Οι τιμές του συντελεστή w θα παρθούν ίσες με
 45 kp/m³ για το Wheelhouse και το Store Room
 50 kp/m³ για την Ενδιαίτηση
 60 kp/m³ για την Υπερκατασκευή επί του MainDeck

3.2.2.2 Βάρη και Ροπές Υπερκατασκευής και Υπερστεγασμάτων

Οι αρχικές τιμές για τα βάρη και τα κέντρα βαρών των Υπερκατασκευών φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Υπερστέγασμα	L	Area(m ²)	V(m ³)	W(kp/m ³)	W(t)	AftExt.	FwdExt.	LCG(m)	KG(m)
Wheel House	4	18.47	49.88	45	2.24	6.4	10.4	8.4	9.34
StoreRoom	4	18.47	34.8	45	1.57	6.4	10.4	8.4	7.51
Ενδιαίτηση	6.2	36.125	79.112	50	3.96	10.4	16.6	13.5	7.77
MainDeck	22	150.23	366.43	60	21.99	8.64	30.64	19.64	5.55
sum			530.22		29.75			17.38	6.23

Πίνακας 3.4. Αρχικές τιμές για τα βάρη και τα κέντρα βαρών των υπερκατασκευών.

Οι τελικές τιμές για τα βάρη και τα κέντρα βαρών φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Υπερστέγασμα	L	Area(m ²)	V(m ³)	W(kp/m ³)	W(t)	AftExt.	FwdExt.	LCG(m)	KG(m)
Wheel House	4	18.47	49.88	45	2.24	7.70	11.70	9.7	9.3
StoreRoom	4	18.47	34.8	45	1.57	7.70	11.70	9.7	7.48
Ενδιαίτηση	6.2	36.125	79.112	50	3.96	11.70	17.90	14.8	8.02
MainDeck	22	150.23	366.43	60	21.99	8.64	30.64	19.64	5.55
sum			530.22		29.75			17.72	6.26

Πίνακας 3.5. Τελικές τιμές για τα βάρη και τα κέντρα βαρών των υπερκατασκευών.

3.2.3 LCG_{HULL} και KG_{HULL}

Αρχικά επανεκτελούμε τους υπολογισμούς του Κεφαλαίου 2(2.11.1.1) με όμοιο τρόπο για τις τελικές Κύριες Διαστάσεις και βρίσκουμε ότι:

$$W_{st_{real}} = W_{st_{calc}} * \lambda (\lambda = LS_{REAL} / LS_{CALC} = 0.9706) = 178.36 * 0.9706 = \mathbf{173.12t}$$

Για τον υπολογισμό του LCG_{HULL}, θα πρέπει πρώτα να υπολογίσουμε το βάρος της γάστρας W_{HULL}. Θα έχουμε τα εξής:

$$W_{HULL} = W_{ST} - W_{SS} = 173.12 - 29.75 = \mathbf{143.37t}$$

και

$$W_{HULL} * LCG_{HULL} + W_{SS} * LCG_{SS} = W_{ST} * LCG_{ST}(1)$$

Σαν LCG_{ST} τώρα θα πάρουμε την τιμή του LCG που υπολογίσαμε στο κεφάλαιο 1 διορθωμένη με το συντελεστή διόρθωσης για το διάμηκες κέντρο βάρους

$$\lambda_{LCG} = LCG_{LSREAL} / LCG_{LSCALC} = \mathbf{0.9431}$$

Θα είναι επομένως:

$$LCG_{ST_{real}} = LCG_{ST_{CALC}} * \lambda = 14.51 * 0.9431 = \mathbf{13.68285m}$$

Επειδή η τιμή αυτή του LCG_{ST} διορθώθηκε με το συντελεστή λ θα αναφέρεται για πλοίο με θέση των υπερκατασκευών όπως στο πατρικό πλοίο. Επομένως στη σχέση (1) θα μπει το LCG_{SS} για θέσεις υπερκατασκευών ίδιες με το πατρικό, δηλαδή

$$LCG_{SS} = 17.38m$$

Θα έχουμε για το LCG_{HULL}:

$$LCG_{HULL} = (W_{ST} * LCG_{ST_{real}} - W_{SS} * LCG_{SS}) / W_{HULL} =>$$

$$LCG_{HULL} = \mathbf{12.92m}$$

Με τον ίδιο τρόπο θα εργαστούμε και για το KG_{HULL} ($\lambda_{KG} = KG_{LSREAL} / KG_{LSCALC} = 1.0025$)

Θα έχουμε:

$$W_{HULL} * KG_{HULL} + W_{SS} * KG_{SS} = W_{ST} * KG_{ST}(2) =>$$

$$KG_{HULL} = (W_{ST} * KG_{ST} - W_{SS} * KG_{SS}) / W_{HULL} =$$

KG_{HULL} = 3.08m

3.2.4 Νέα LCG_{st} και KG_{st}

Εχουμε για το W_{st} από τον υπολογισμό τα Κέντρα Βάρους(2.10.1.1)(υπολογίζοντας ξανά το W_{stcalc} λόγω του ότι έχουν αλλάξει οι Κυριες Διαστάσεις)ότι

$$W_{streal} = W_{stcalc} * \lambda (\lambda = LS_{REAL} / LS_{CALC} = 0.9706) = 178.36 * 0.9706 = \mathbf{173.12t}$$

Για τη θέση του διαμήκου κέντρου βάρους τώρα θα εργαστούμε ως εξής.

$$LCG_{st} = (LCG_{SS} * W_{SS} + LCG_{HULL} * W_{HULL}) / W_{streal}$$

Όπως υπολογίσαμε παραπάνω:

$$LCG_{HULL} = \mathbf{12.91m}$$

$$LCG_{SS} = \mathbf{17.77m}$$
 (Το LCG των νέων θέσεων των υπερκατασκευών)

Θα είναι επομένως για το LCG_{st} :

$$LCG_{st} = \mathbf{13.742699m}$$

Με όμοιο τρόπο δουλεύουμε για το KG_{st}. Θα είναι:

$$KG_{st} = (KG_{SS} * W_{SS} + KG_{HULL} * W_{HULL}) / W_{streal}$$

$$KG_{st} = \mathbf{3.62397738m}$$

Κατασκευάζοντας τώρα τον πίνακα με τα διαμήκη και κατακόρυφα κέντρα βάρους του LS με όμοιο τρόπο κατά το Κεφάλαιο 1 (συνυπολογίζοντας και την επίδραση των αλλαγών του T και του L_{BP} -(2.13) στο νέο βάρους του LS) αυτός θα έχει την παρακάτω μορφή:

Ομάδα Βαρών	W(t)	KG(m)	LCG(m)	ML (t-m)	MT (t-m)
W _{ST}	173.12	3.62	13.74	2379.14	627.38
W _{OT}	102.42	5.33	12.83	1313.75	545.47
W _M	27.75	2.77	7.13	197.75	76.85
Πρόσθετα Βάρη	24.37	7.45	5.25	127.96	181.57
LS	327.66	4.37	12.26	4018.59	1431.28

Πίνακας 3.6. Ομάδα βαρών και πρόσθετα βάρη

Με αυτές τις τιμές για το LS και τα κέντρα βάρους του θα προχωρήσουμε στις καταστάσεις φόρτωσης και μετέπειτα στην ανάλυση βαρών.

3.3 Διαμερισματοποίηση

Η διαμερισματοποίηση έγινε στο πρόγραμμα AVEVA. Παρακάτω παρουσιάζονται κάποιες τρισδιάστατες εικόνες από τη γάστρα και την εσωτερική διαμερισματοποίηση του πλοίου ενώ ακολουθεί το tankplan.



Εικόνα 3.5. Γάστρα ΠΑΟΛΑ

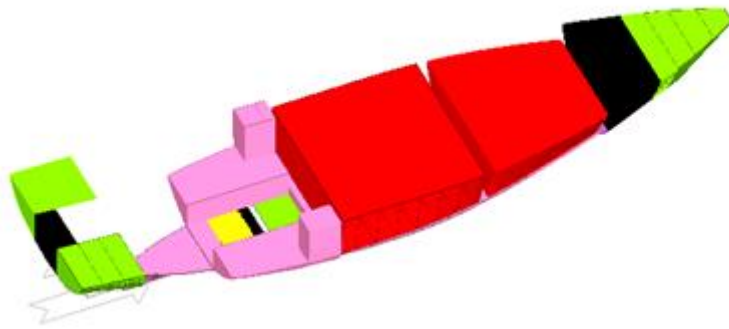
Στα σχήματα που ακολουθούν, τα χρώματα αντιστοιχούν στα εξής είδη φορτίου:

Είδος Φορτίου	Χρώμα
D.O.	Μαγenta
L.O.	Κίτρινο
F.W.	Πράσινο
Fish	Κόκκινο
Uncategorised (Stores, Fishing Gear etc)	Μαύρο
Steering Gear Room	Λευκό

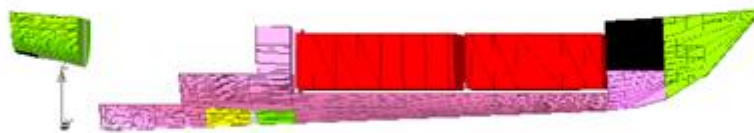
Πίνακας 3.7. Υπόμνημα με τα χρώματα που αντιστοιχούν σε κάθε σχήμα



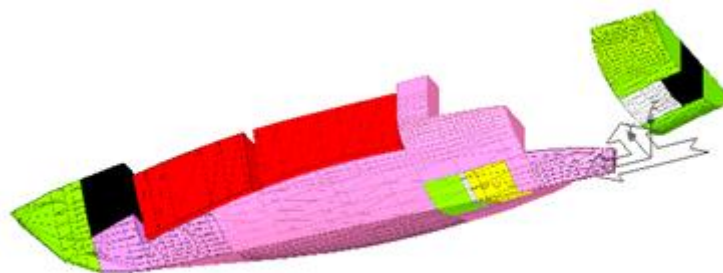
Εικόνα 3.6. FW - DO - Uncategorised (Stores, Fishing Gear etc)



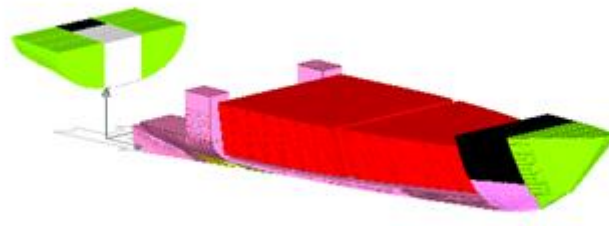
Εικόνα 3.7. **D.O.** - **L.O.** - **F.W.** - **Fish** - **Uncategorised**(Stores,Fishing Gear etc)



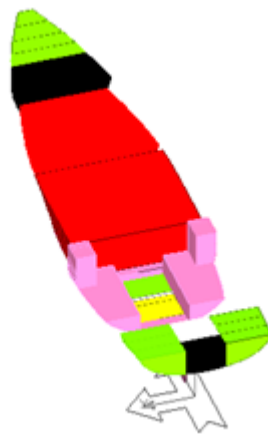
Εικόνα 3.8. **D.O.** - **L.O.** - **F.W.** - **Fish** - **Uncategorised**(Stores,Fishing Gear etc)



Εικόνα 3.9. **D.O.** - **L.O.** - **F.W.** - **Fish** - **Uncategorised**(Stores,Fishing Gear etc)



Εικόνα 3.10. D.O. - L.O. - F.W. - Fish - Uncategorised(Stores,Fishing Gear etc)



Εικόνα 3.11. D.O. - L.O. - F.W. - Fish - Uncategorised(Stores,Fishing Gear etc)

3.3.1 Tankplan

Παρακάτω παρουσιάζονται οι πίνακες με τους όγκους των δεξαμενών του πλοίου όπως προέκυψαν από το AVEVA.

3.3.1.1 Δεξαμενές Φορτίου(Fish)

Compartment	Frames	Volume	Weight	LCG	TCG	VCG
		(m ³)	(t)	(m)	(m)	(m)
Freezer1	21-35	122.848	0	14.209	0	2.828
Freezer2	36-48	77.415	0	20.977	0	2.886
Total		200.26	0	16.825	0	2.85

Πίνακας 3.8. Freezer Holds.

3.3.1.2 Δεξαμενές D.O.

Compartment	Frames	Volume	Weight	LCG	TCG	VCG	IT
		(m ³)	(t)	(m)	(m)	(m)	(m ⁴)
N1DO	49-54	6.654	0	25.513	0	1.846	6
N2DOP	41-49	3.169	0	22.155	-0.651	1.058	2
N2DOSB	41-49	3.169	0	22.155	0.651	1.058	2
N3DOP	36-41	3.616	0	19.18	-0.966	1.013	3
N3DOSB	36-41	3.616	0	19.18	0.966	1.013	3
N4DOP	29-36	6.776	0	16.181	-1.165	0.978	9
N4DOSB	29-36	6.776	0	16.181	1.165	0.978	9
N5DOP	21-29	8.828	0	12.492	-1.204	0.942	13
N5DOSB	21-29	8.828	0	12.492	1.204	0.942	13
N6DOP	11-21	11.213	0	8.208	-2.433	1.652	5
N6DOSB	11-21	11.213	0	8.208	2.433	1.652	5
N7DOP	18-21	3.751	0	9.749	-3.591	3.273	0
N7DOSB	18-21	3.751	0	9.749	3.591	3.273	0
N8DO	11-13	1.467	0	6.011	0	0.586	2
N9	4-11	3.199	0	4.06	0	0.569	3
Total		86.040	0	13.574	0	1.401	

Πίνακας 3.9. Δεξαμενές D.O.

3.3.1.3 Δεξαμενές L.O.

Compartment	Frames	Volume	Weight	LCG	TCG	VCG	IT
		(m ³)	(t)	(m)	(m)	(m)	(m ⁴)
HydraulicOil	16-17	0.825	0	8.251	0	0.59	1
N1LOP	13-16	1.19	0	7.257	-0.568	0.588	0
N1LOSB	13-16	1.19	0	7.257	0.568	0.588	0
Total		3.2	0	7.513	0	0.589	

Πίνακας 3.10. Δεξαμενές L.O.

3.3.1.4 Δεξαμενές F.W.

Compartment	Frames	Volume	Weight	LCG	TCG	VCG	IT
		(m ³)	(t)	(m)	(m)	(m)	(m ⁴)
APP	-4-2	11.357	0	-0.412	-2.367	4.091	5
APSB	-4-2	11.357	0	-0.412	2.367	4.091	5
FP	56-63	9.391	0	28.984	0	4.021	4
FW1	54-56	7.815	0	27.474	0	3.558	5
FWA	17-21	2.867	0	9.619	0	0.602	3
Total		42.79	0	11.806	0	3.745	

Πίνακας 3.11. Δεξαμενές F.W.

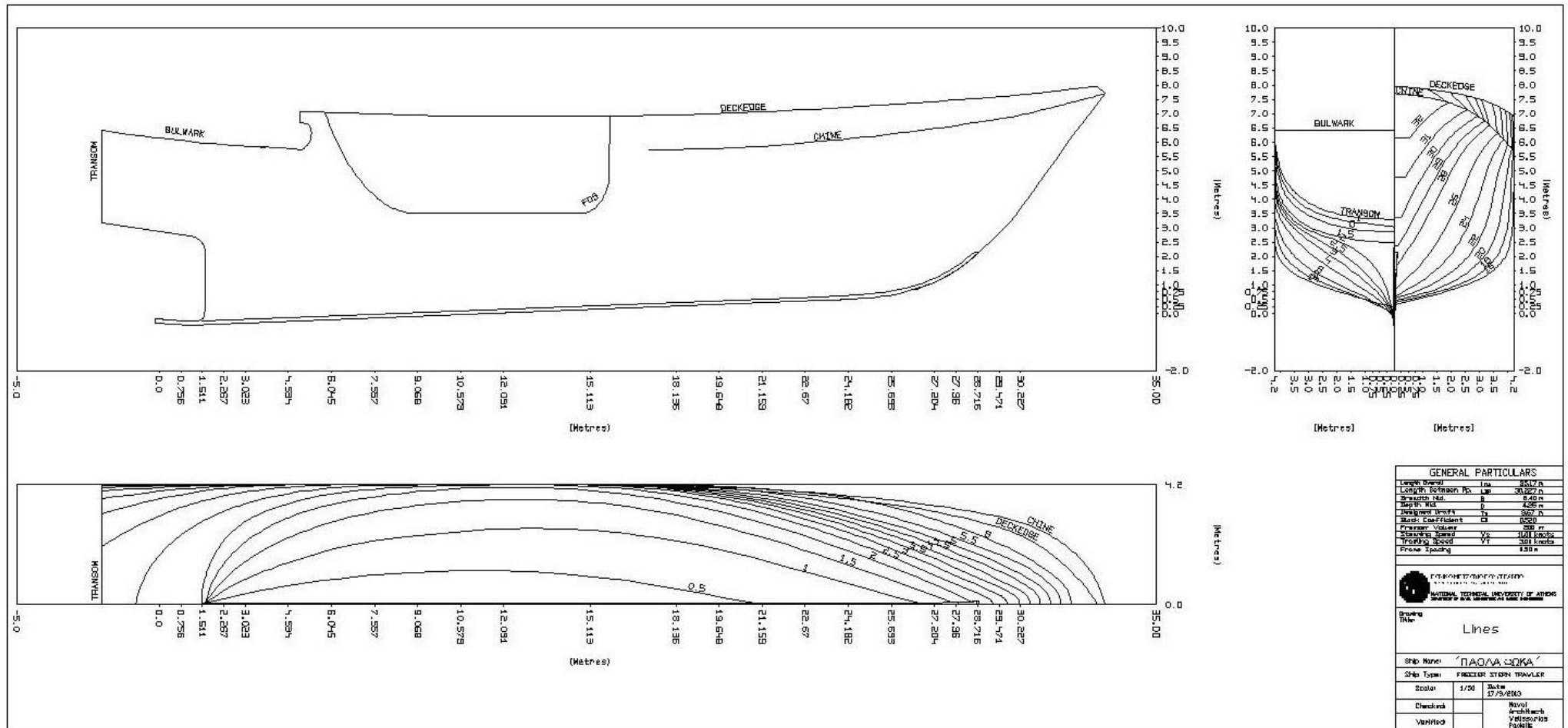
3.3.1.5 Λοιποί Χώροι εντός των Κυτών (Uncategorised Compartments)

Compartment	Frames	Volume	LCG	TCG	VCG
		(m ³)	(m)	(m)	(m)
BilgeWell	23-25	0.285	12	0	1.195
DirtyOil	17-17	0.418	8.625	0	0.59
SteeringGear	-2-2	9.23	0.027	0	3.837
Stores	49-54	23.526	25.678	0	3.603
TrawlDoors	-4--2	4.146	-1.495	0	4.063
Total		37.62	16.093	0	3.659

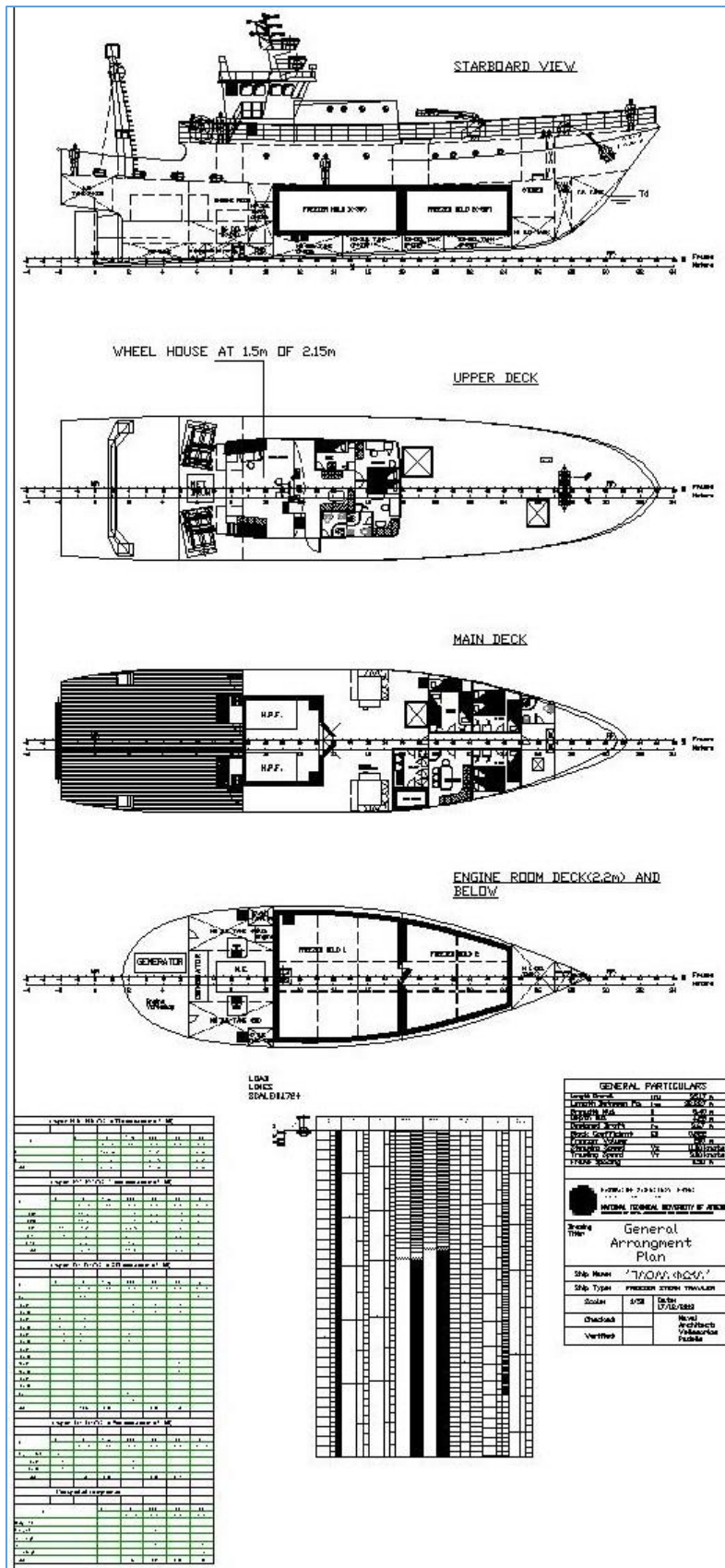
Πίνακας 3.12. Δεξαμενές λοιποί χώροι εντός των κοιτών.

Παράρτημα Β

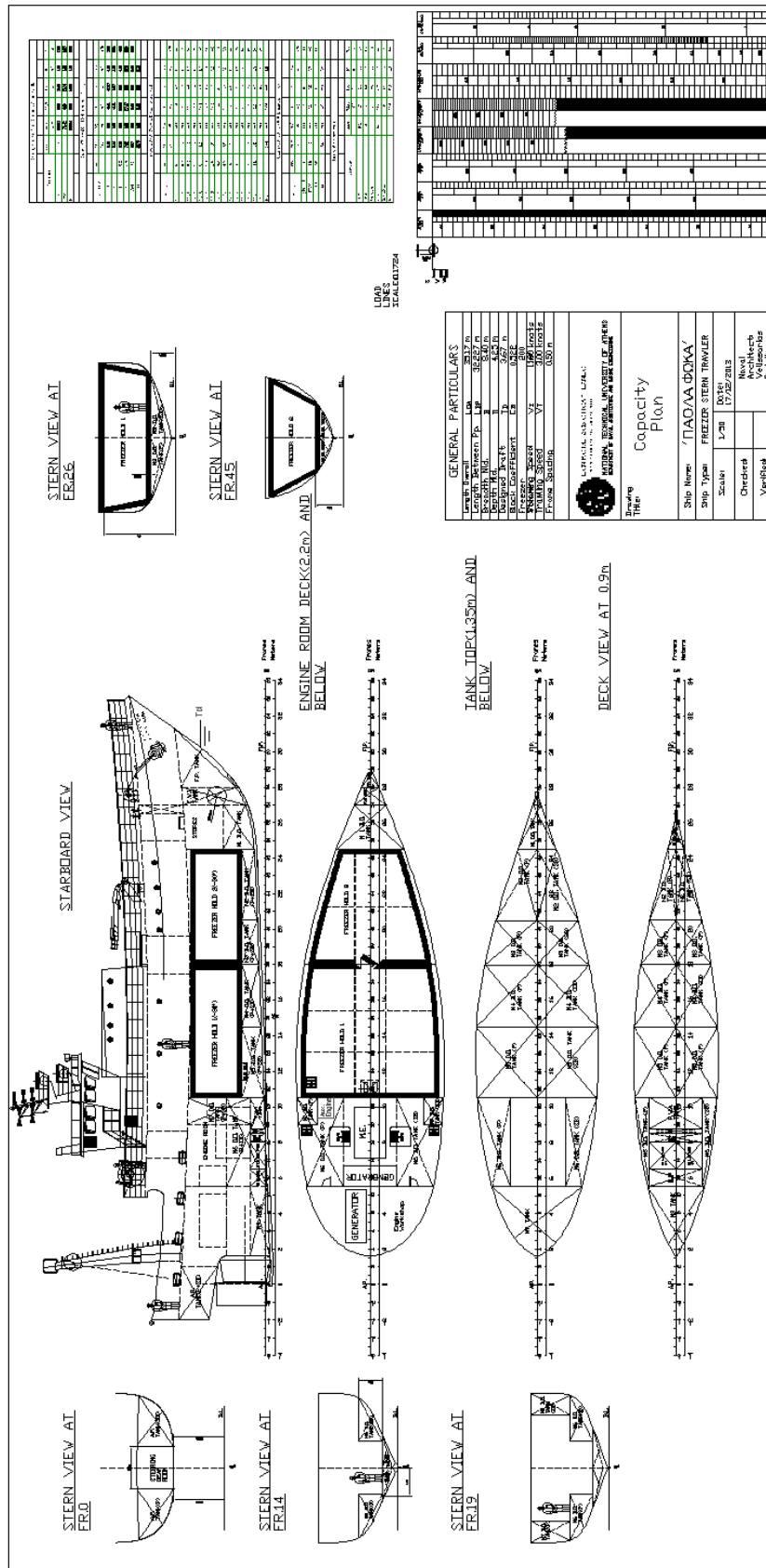
Β.1 Σχέδιο Γραμμών



B.2.Σχέδιο Γενικής Διάταξης(General Arrangement Plan)



B.2.Σχέδιο Χωρητικότητας(Capacity Plan)



4. Καταστάσεις Φόρτωσης και Άθικτη Ευστάθεια

4.1 Εισαγωγή

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο περιλαμβάνονται σύμφωνα με τις οδηγίες του γερμανικού νηογνώμονα (Germanischer Lloyd-εφεξής GL) οι παρακάτω καταστάσεις φόρτωσης:

- Κατάσταση αναχώρησης από το λιμάνι -Χωρίς Φορτίο και 100% Αναλώσιμα
- Κατάσταση άφιξης στον ψαρότοπο- Χωρίς Φορτίο και 80% Αναλώσιμα
- Κατάσταση ενώ γίνεται αλίευση -50% Φορτίο και 60% Αναλώσιμα
- Κατάσταση αναχώρησης από ψαρότοπο με γεμάτο χώρο φορτίου-100% Φορτίο και 30% Αναλώσιμα(Κατάσταση Σχεδίασης)
- Κατάσταση άφιξης στο λιμάνι με γεμάτο χώρο φορτίου- 100% Φορτίο και 10% Αναλώσιμα
- Κατάσταση άφιξης στο λιμάνι με μερικώς γεμάτο χώρο φορτίου- 20% Φορτίο και 10% Αναλώσιμα

Παρακάτω θα παρουσιαστούν τα δεδομένα όλων αυτών των καταστάσεων όπως πρόεκυψαν από την χρησιμοποίηση του προγράμματος AVEVA.

Περιορισμοί που αφορούν την άθικτη ευστάθεια των παραπάνω καταστάσεων είναι οι εξής

Περιορισμοί καμπύλης στατικής ευστάθειας, GZ-φ (απαιτήσεις IMO 749):

$$1\alpha) GZ-\phi (0 - 30^\circ) > 0.055 \text{ m}\cdot\text{rad}$$

$$1\beta) GZ-\phi (0 - 40^\circ \text{ ή } \theta_i(\text{όποια από τις 2 γωνίες είναι μικρότερη}) > 0.09 \text{ m}\cdot\text{rad}$$

$$2) GZ-\phi (30^\circ - 40^\circ \text{ ή } \theta_i(\text{όποια από τις 2 γωνίες είναι μικρότερη})) > 0.03 \text{ m}\cdot\text{rad}$$

$$3) GZ \geq 0.2 \text{ m για γωνία } \geq 30$$

$$4) GZ_{\max} \text{ να εμφανίζεται κατά προτίμηση σε γωνία } > 30^\circ \text{ αλλά οπωσδήποτε σε γωνία } > 25^\circ$$

$$5) GM_{\text{αρχικό}} > 0.15 \text{ m}$$

Υπολογισμοί προγράμματος AVEVA

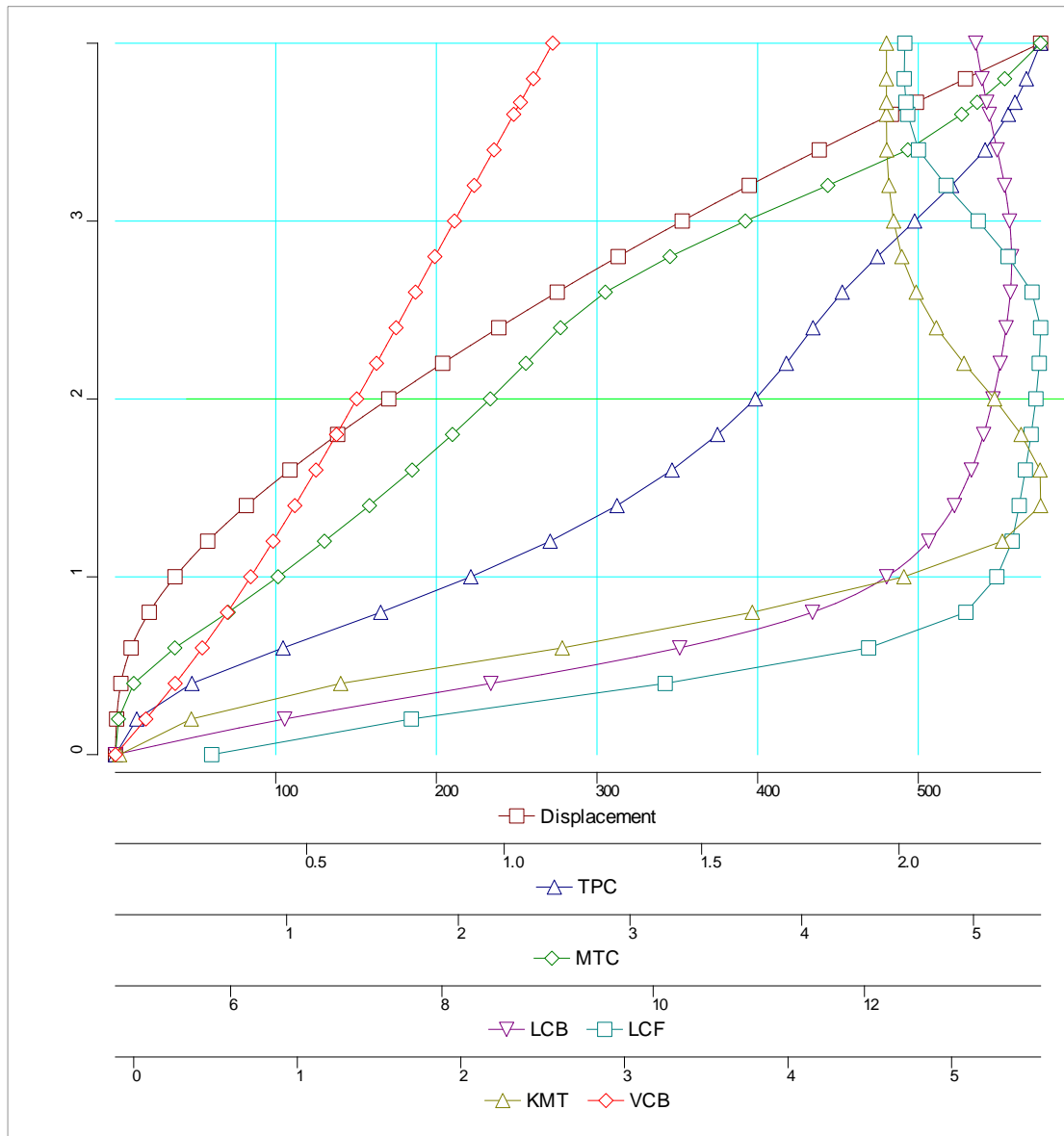
Με το πρόγραμμα AVEVA θα εξάγουμε τα απαραίτητα δεδομένα για τη σχεδίαση των απαιτούμενων καμπυλών που αποτελούν το υδροστατικό προφίλ του πλοίου. Οι καμπύλες αυτές είναι:

- Υδροστατικό Διάγραμμα
- CrossCurves
- Καμπύλες GZ-θ
- Καμπύλες Κατακλύσεων μηκών
- Καμπύλες Bonjean

4.2 Υδροστατικό Διάγραμμα

Παρακάτω παρατίθενται οι τιμές το υδροστατικό διάγραμμα του υπό μελέτη πλοίου, όπως αυτό υπολογίστηκε από το πρόγραμμα Calc & Hydro του AVEVA. Οι υπολογισμοί έγιναν για διάφορα βυθίσματα συμπεριλαμβανομένων του βυθίσματος σχεδίασης $T_d = 3.67\text{m}$.

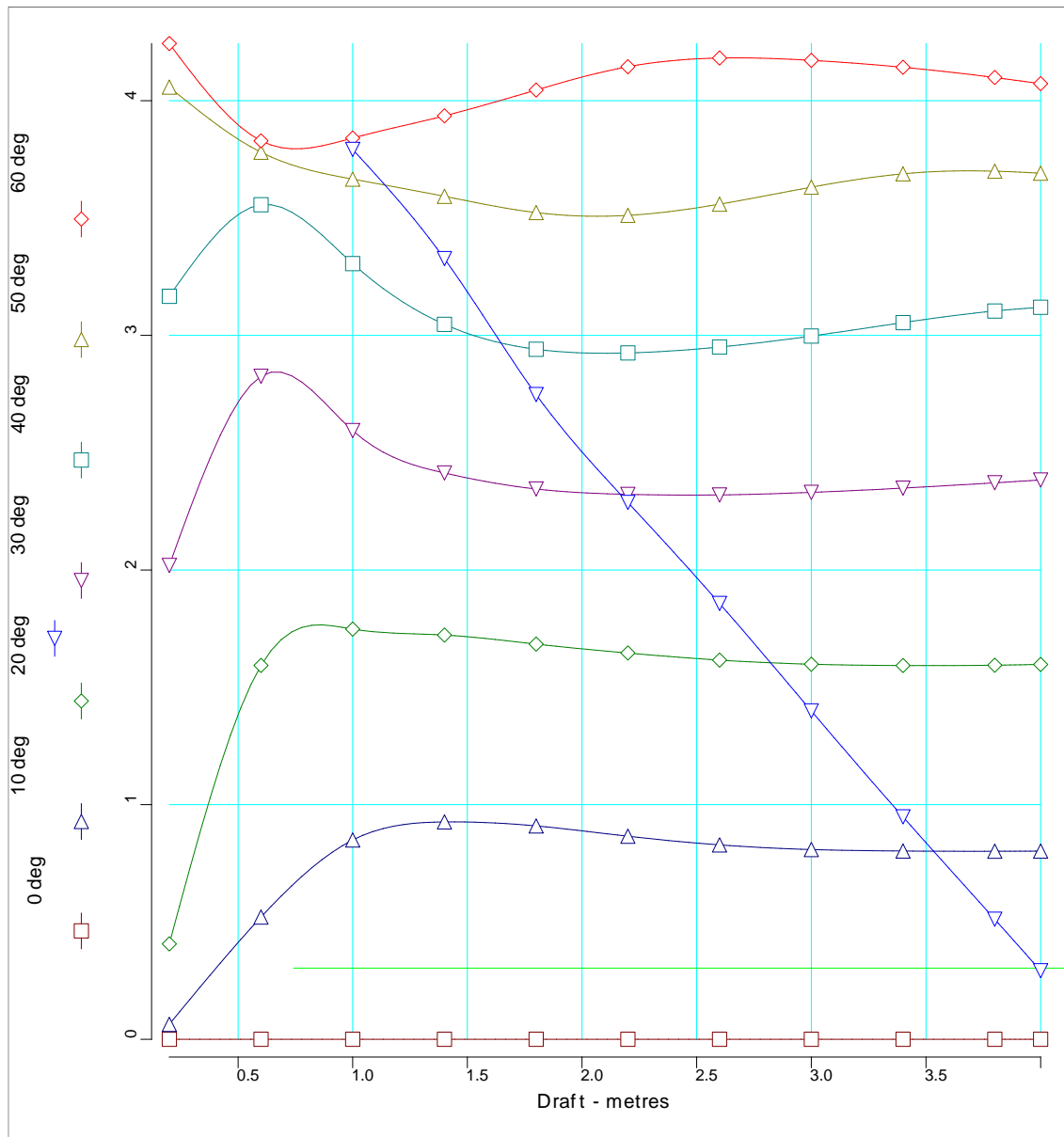
Οι πίνακες με τα στοιχεία υδροστατικών μεγεθών βρίσκονται στο παράρτημα.



Διάγραμμα 4.1. Υδροστατικό Διάγραμμα

4.3 CrossCurves

Οι παρακάτω υπολογισμοί για τις καμπύλες ευστάθειας πραγματοποιήθηκαν από το πρόγραμμα AVEVA, για γωνίες 10 ,20, 30, 40, 50, 60, μοιρών καθώς επίσης και για τη γωνία βύθισης του καταστρώματος (DeckEdgeImmersion -- D. E. I.). Οι υπολογισμοί έγιναν για βυθίσματα από 0.2 έως 4m.



Διάγραμμα 4.2. Καμπύλες ευστάθειας

4.4 Καμπύλες Κατακλύσεων Μηκών

Οι υπολογισμοί των κατακλύσεων μηκών βρίσκονται στους παρακάτω πίνακες και πραγματοποιήθηκαν από το AVEVA.

4.4.1 Θέσεις στεγανών Φρακτών

Αρχικά, στον παρακάτω πίνακα, παρατίθενται οι θέσεις των εγκάρσιων φρακτών μετρώμενες από την πρυμναία κάθετο AP. Η επιλογή των θέσεων των φρακτών για το υπό μελέτη πλοίο έγινε με βάση τα δεδομένα από το πατρικό πλοίο καθώς επίσης και τους κανονισμούς του γερμανικού νηογνώμονα (GL) σχετικά με τη θέση των απαιτούμενων φρακτών σύγκρουσης και τον αριθμό/ισαπόσταση των εγκάρσιων στεγανών φρακτών

Φρακτή	Θέση Φρακτής (m)
E.R. Aft	1.0
Amid E.R.	5.50
E.R. Fore	10.50
Freezer 1	18.00
FreezerEnd	24.50
F.P.	28.00

Πίνακας 4.1. Θέσεις των εγκάρσιων φρακτών.

4.4.2 Θέση Πρωραίας Φρακτής Σύγκρουσης

Συμφωνα με τις απαιτήσεις του γερμανικού νηογνώμονα (GL) πρέπει να βρίσκεται σε τέτοια αποσταση χαπο την πρωραία κάθετο FP(για πλοία μικρότερα των 45m):

$$0.05L \leq x(m) \leq 0.05L + 1.35$$

,όπου L, το μήκος αναφοράς για τους υπολογισμούς που ισούται με 96% του μήκους ισάλου της Γ.Φ. Θερους, $L = 0.96 * L_{WL-Γ.Φ.} = 0.96 * 32.53 = 31.23m$.

Η πρωραία φρακτής σύγκρουσης στο ΠΑΟΛΑ βρίσκεται στα 28m και απέχει από το FP, $30.227 - 28 = 2.23m$. Ισχύει επομένως:

$$1.56 \leq 2.23 \leq 2.91$$

,οπότε βρισκόμαστε εντός των ορίων των κανονισμών.

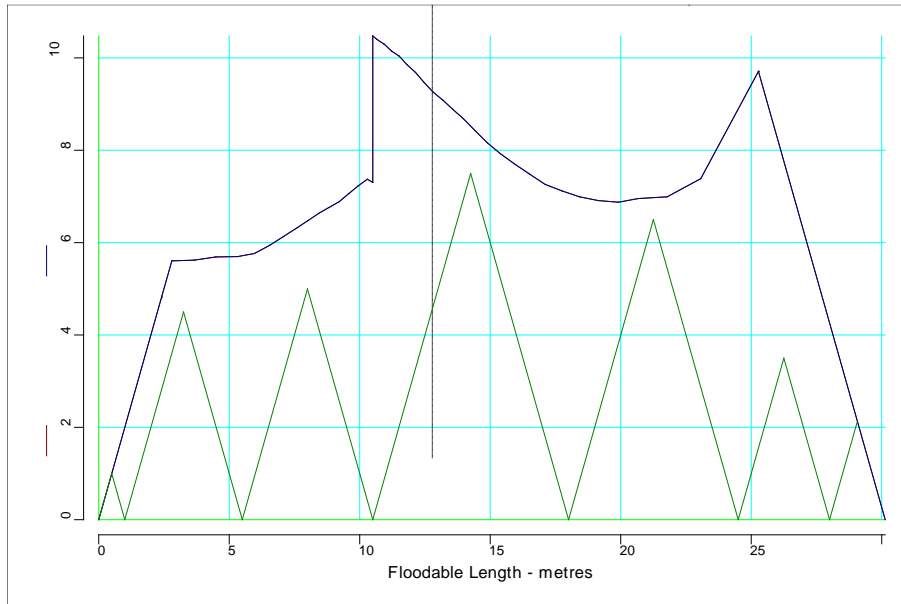
Παρακάτω θα παρατεθούν οι καμπύλες κατακλυσήμων μηκών για όλες τις καταστάσεις φόρτωσης με αφόρτωση γάστρα χωρίς διαγωγή. Οι πίνακες με τα στοιχεία των καμπυλών κατακλυσήμων μηκών βρίσκονται στο παράρτημα.

4.4.3 Κατάσταση αναχώρησης από το λιμάνι -Χωρίς Φορτίο 100% Αναλώσιμα

Διαχωρητότητα Μηχανοστασίου: 85%

Διαχωρητοτητα υπόλοιπων χώρων: 60%

Βύθισμα T: 3.463m



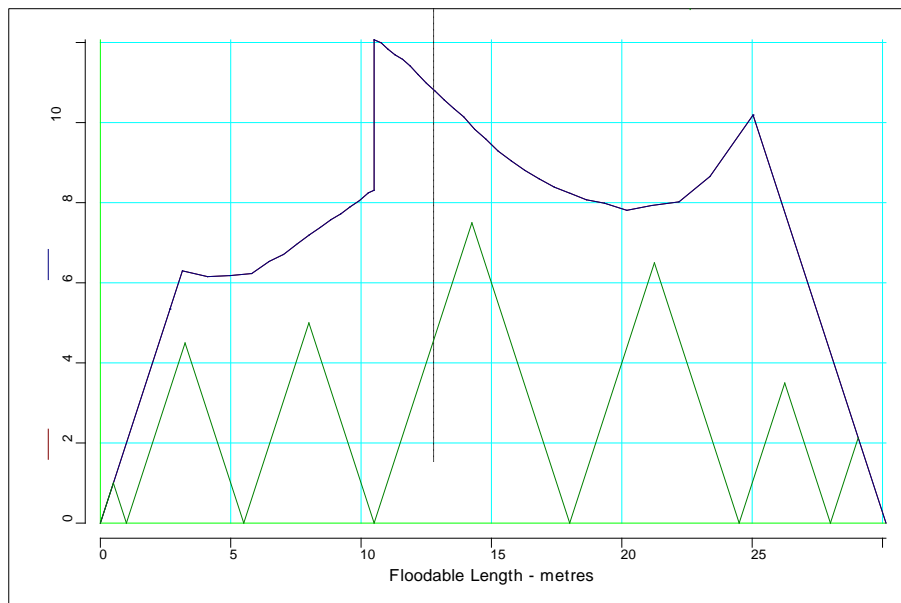
Διάγραμμα 4.3. Καμπύλη κατακλύσεων μηκών (χωρίς Φορτίο 100% Αναλώσιμα).

4.4.4 Κατάσταση άφιξης στον ψαρότοπο- Χωρίς Φορτίο και 80% Αναλώσιμα

Διαχωρητικότητα Μηχανοστασίου:85%

Διαχωρητικότητα υπόλοιπων χώρων:60%

ΒύθισμαT:3.371m



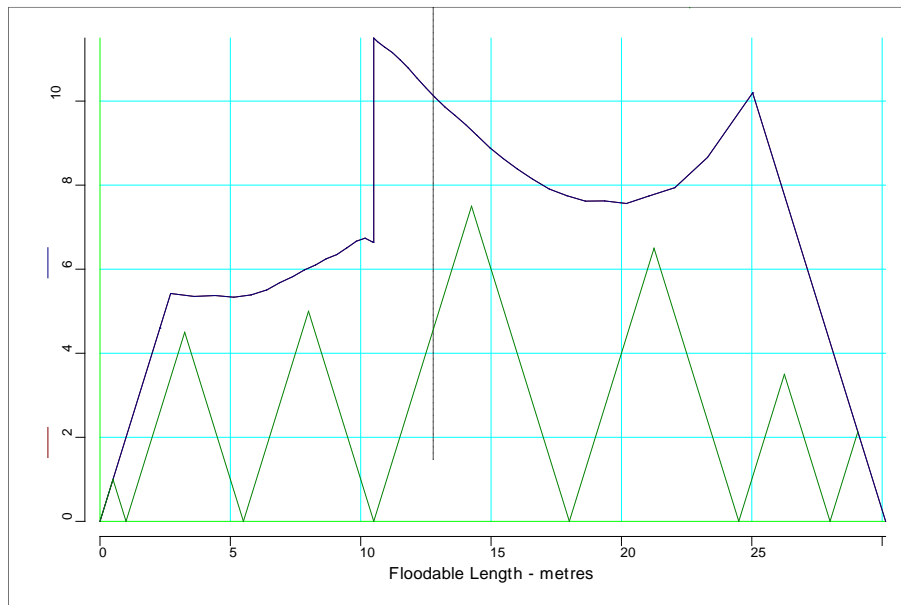
Διάγραμμα 4.4.Καμπύλη κατακλύσεων μηκών (χωρίς Φορτίο και 80% Αναλώσιμα).

4.4.5 Κατάσταση ενώ γίνεται αλίευση -50% Φορτίο και 60% Αναλώσιμα

Διαχωρητότητα Μηχανοστασίου:85%

Διαχωρητοτητα υπόλοιπων χώρων:50%

ΒύθισμαΤ:3.551m



Διάγραμμα 4.5.Καμπύλη κατακλύσημων μηκών (50% Φορτίο και 60% Αναλώσιμα).

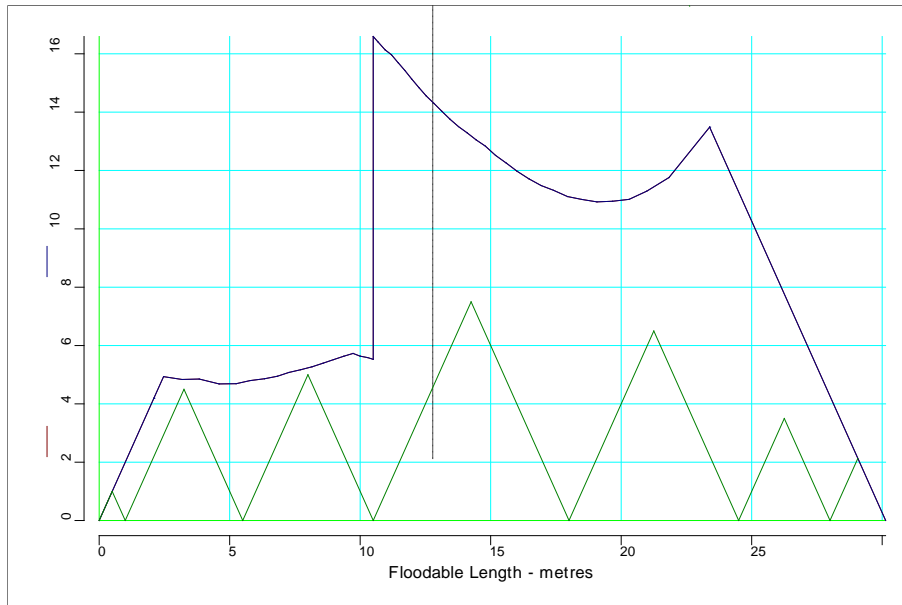
4.4.6 Κατάσταση αναχώρησης από ψαρότοπο με γεμάτο χώρο φορτίου-100% Φορτίο και 30% Αναλώσιμα

Α)Αφόρτωση γάστρα (διαγωγή trim=0)

Διαχωρητότητα Μηχανοστασίου:85%

Διαχωρητότητα υπόλοιπων χώρων:30%

ΒύθισμαΤ:3.67m



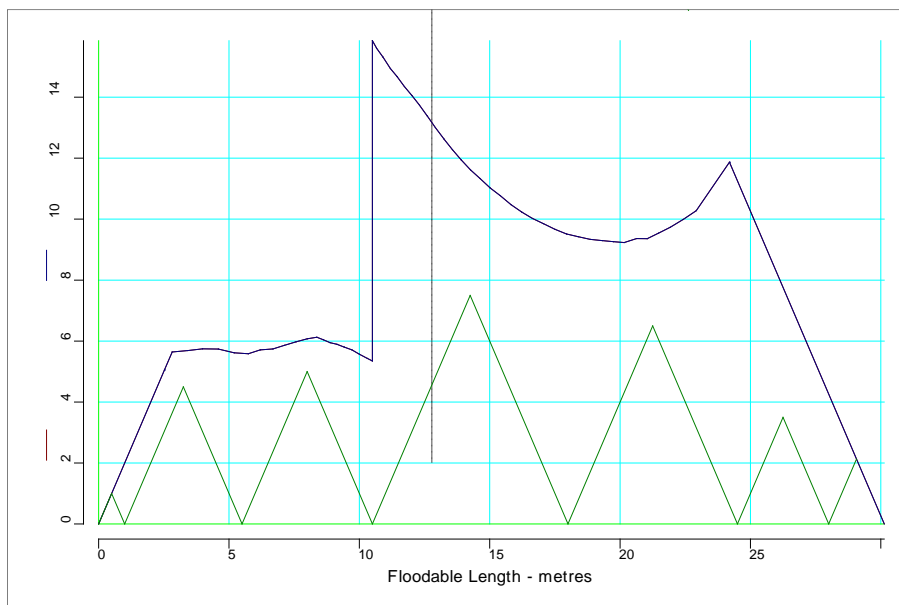
Διάγραμμα 4.6. Καμπύλη κατακλύσεων μηκών (100% Φορτίο και 30% Αναλώσιμα) χωρίς διαγωγή.

Β) Φορτωμένη γάστρα με διαγωγή trim=+0.445m (έμπροση)

Διαχωρητικότητα Μηχανοστασίου: 85%

Διαχωρητικότητα υπόλοιπων χώρων: 30%

Βύθισμα T: 3.67m



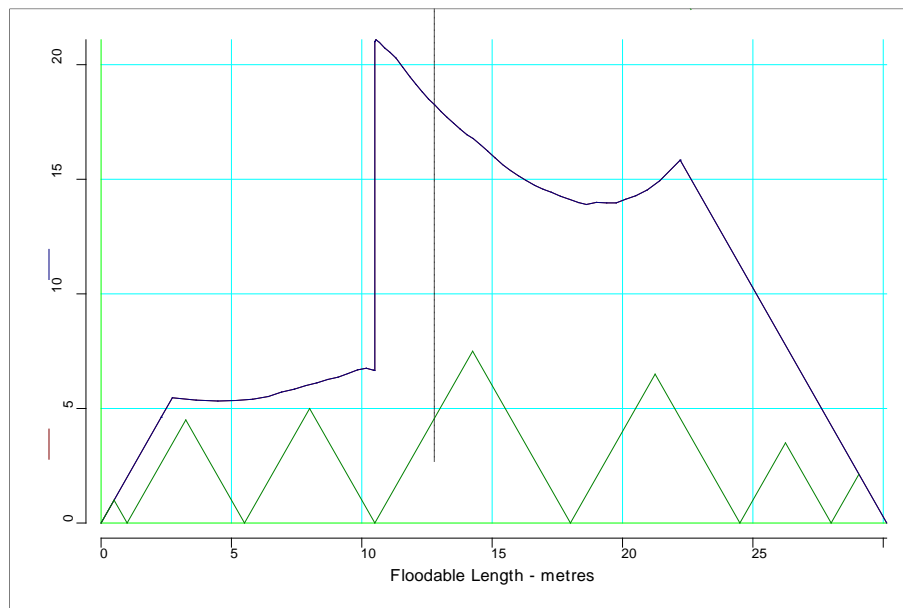
Διάγραμμα 4.7. Καμπύλη κατακλύσεων μηκών (100% Φορτίο και 30% Αναλώσιμα) με διαγωγή.

4.4.7 Κατάσταση άφιξης στο λιμάνι με γεμάτο χώρο φορτίου- 100% Φορτίο και 10% Αναλώσιμα

Διαχωρητικότητα Μηχανοστασίου:85%

Διαχωρητικότητα υπόλοιπων χώρων:60%

ΒύθισμαΤ:3.565m



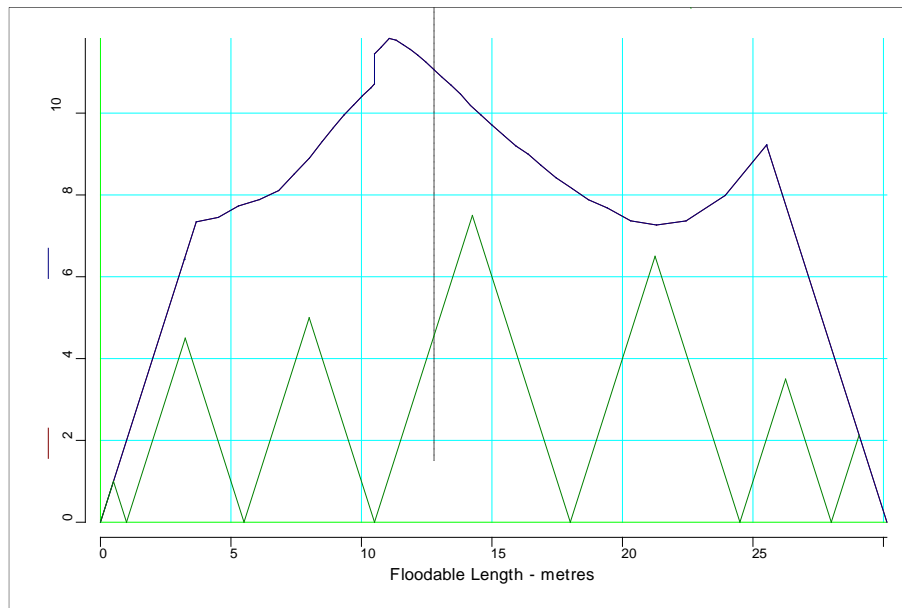
Διάγραμμα 4.8.Καμπύλη κατακλύσεων μηκών (100% Φορτίο και 10% Αναλώσιμα).

4.4.8 Κατάσταση άφιξης στο λιμάνι με μερικώς γεμάτο χώρο φορτίου- 20% Φορτίο και 10% Αναλώσιμα

Διαχωρητικότητα Μηχανοστασίου:85%

Διαχωρητικότητα υπολοίπων χώρων:60%

ΒύθισμαΤ:3.087m

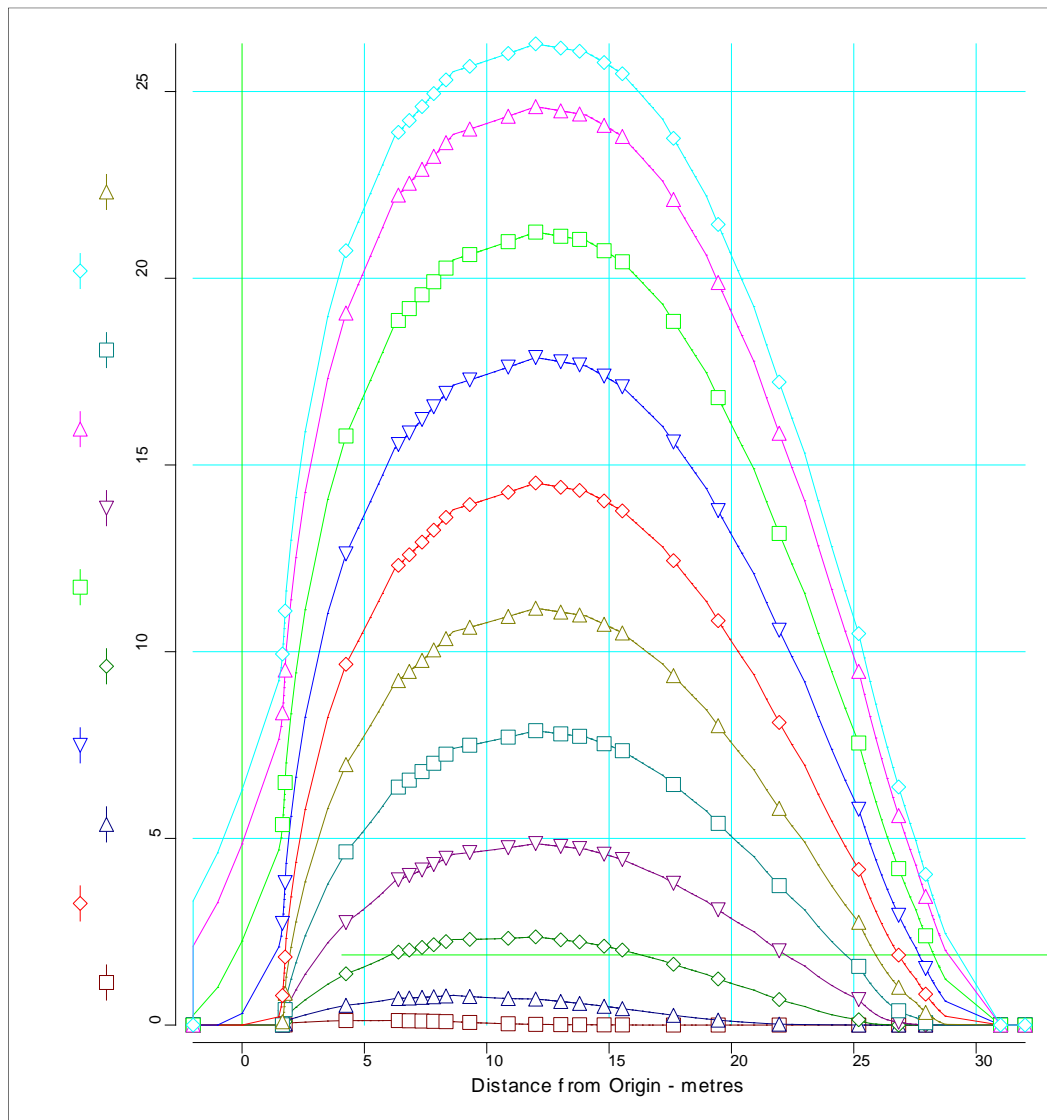


Διάγραμμα 4.9. Καμπύλη κατακλύσεων μηκών 20% Φορτίο και 10% Αναλώσιμα.

4.5 Καμπύλες Bonjean

Το σχέδιο των καμπύλων Bonjean έγινε στο AUTOCAD και συμπληρώνει αυτή τη διπλωματική εργασία.

Οι επιφάνειες των νομέων του πλοίου για βυθίσματα από 0.2 έως 4m φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα:



Διάγραμμα 4.10. Καμπύλες Bonjean.

Οι πίνακες με τις επιφάνειες των νομέων του πλοίου και με τις κάθετες ροπές τους ως προς άξονα που ταυτίζεται με τη Base Line του πλοίου βρίσκονται στο παραρτημα αυτού του κεφαλαίου.

4.6 Κριτήριο Καιρού (Weather Criterion-IMO)

Το Κριτήριο Καιρού κατά IMO εξετάζει την ικανότητα του πλοίου να αντέχει την επίδραση του συνδυασμού ανέμων που φυσούν προς το σκάφος με διεύθυνση κάθετη προς την τρόπιδά του (beamwinds) και του φαινομένου του διατοιχισμού (roll) που προκύπτει από τους ανέμους αυτούς. Θα εξετάσουμε το Κριτήριο Καιρού και στις 6 καταστάσεις φόρτωσης που θα παρουσιάσουμε παρακάτω

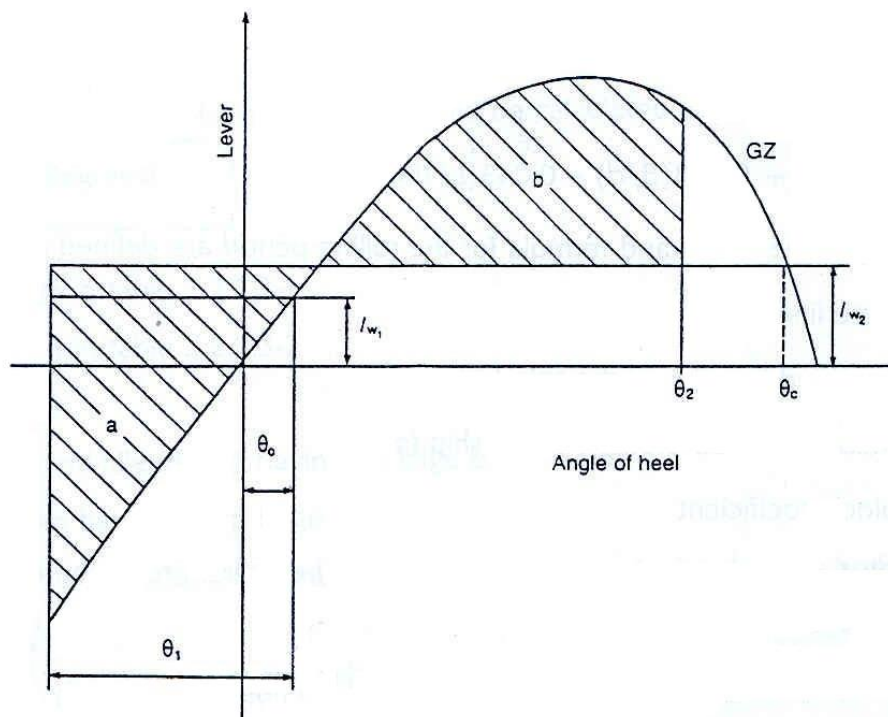
Συγκεκριμένα μελετάμε την κατάσταση όπου :

- Το πλοίο υπόκειται σε σταθερή πίεση αέρα η οποία ασκείται κάθετα στη κεντρική γραμμή του πλοίου και η οποία δημιουργεί μοχλοβραχίονα εγκάρσιας κλίσης l_{w1}

- Λόγω της προκύπτουσας γωνία εγκάρσιας κλίσης λόγω της επίδρασης σταθερού ανέμου, Θ_0 , το πλοίο θεωρείται ότι διατοιχίζεται σε γωνία Θ_1 προσήνεμα.
- Το πλοίο στη συνέχεια δέχεται μια στιγμιαία ριπή ανέμου η οποία δημιουργεί μοχλοβραχίονα εγκάρσιας κλίσης l_{w2}

Σύμφωνα με το Κριτήριο Καιρού θα πρέπει να ισχύει :

- Εμβαδόν Περιοχής a \leq Εμβαδόν Περιοχής b



Εικόνα 4.1. Μεγέθη του Κριτηρίου Καιρού (Weather Criterion-IMO).

Οι γωνίες που εμφανίζονται στο Κριτήριο Καιρού είναι τα εξής:

- Θ_0 , Γωνία εγκάρσιας κλίσης υπό την επίδραση σταθερού ανέμου. Πρέπει $\Theta_0 \leq \min[16^\circ, 0,8 \cdot \Theta_{\text{deck edge immersion}}]$, όπου $\Theta_{\text{deck edge immersion}}$, γωνία βύθισης του καταστρώματος που ορίζεται ως εξής: $\Theta_{\text{deck edge immersion}} = \arctan(z/y)$, όπου z, γοι συντεταγμένες των θέσεων των άκρων του καταστρώματος
- Θ_1 , Γωνία εγκάρσιας κλίσης προς την προσήνεμη κατεύθυνση λόγω επίδρασης κυματισμών. Δίνεται από τη σχέση:

$$\Theta_1 = 109 \cdot K \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot \sqrt{r \cdot s}$$

,όπου :

$K = 0.7$ για πλοία όπου έχουν skeg στην τρόπιδα τους

X_1 , τιμή που προκύπτει από το διάγραμμα του βιβλίου και εξαρτάται από το λόγο B/T_d και παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

B/T_d	X_1
≤ 2.4	1.00
2.5	0.98
2.6	0.96
2.7	0.95
2.8	0.93
2.9	0.91
3.0	0.90
3.1	0.88
3.2	0.86
3.3	0.84
3.4	0.82
≥ 3.5	0.80

Πίνακας 4.2. Συντελεστής X_1 -Κριτήριο Καιρού

Οι ενδιαμέσες τιμές των X_1 βρίσκονται με γραμμική παρεμβολή

X_2 , τιμή που προέκυψε από το διάγραμμα του βιβλίου και εξαρτάται από το C_b και παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

C_b	X_2
≤ 0.45	0.75
0.50	0.82
0.55	0.89
0.60	0.95
0.65	0.97
≥ 0.70	1.00

Πίνακας 4.3. Συντελεστής X_2 -Κριτήριο Καιρού

Οι ενδιαμέσες τιμές των X_2 βρίσκονται με γραμμική παρεμβολή

r , με τύπο $r = 0,73 \pm 0,6 \cdot OG/T_d$

OG , κατακόρυφη απόσταση του κέντρου βάρους του πλοίου και της ισάλου πλευσης, + εάν το κέντρο

βάρους βρίσκεται πάνω από την ίσαλο πλεύσης, - εάν
βρίσκεται κάτω από την ίσαλο πλεύσης

T_d , μέσο βύθισμα στην εκάστοτε κατάσταση φόρτωσης

s , συντελεστής που εξαρτάται από την περίοδο διατοιχισμού T και
παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

T	s
≤ 6	0.100
7	0.098
8	0.093
12	0.065
14	0.053
16	0.044
18	0.038
≥ 20	0.035

Πίνακας 4.4. Συντελεστής s -Κριτήριο Καιρού

Για την περίοδο διατοιχισμού T ισχύει:

$$T = \frac{2 * C * B}{\sqrt{GM}}$$

$$C = 0.373 + \frac{0.023 * B}{T_m} - \frac{0.043 * L_{wl}}{100}$$

L_{wl} , το μήκος ισάλου (m)

T_m , το μέσο βύθισμα του πλοίου (m)

A_k , άθροισμα επιφάνειας των παρατροπιδίων και του skeg

GM , το διορθωμένο (με τη διόρθωση ελεύθερων επιφανειών) μετακεντρικό ύψος

- $\Theta_f = \Theta_{gust}$, γωνία εγκάρσιας κλίσης όπου υπάρχουν ανοίγματα στη γάστρα ή στις υπερκατασκευές που δεν κλείνουν υδατοστεγώς (γωνία κατάκλυσης) που δίνεται από τη σχέση:

$$\Theta_{deck \ edge \ immersion} = \arctan(z/y)$$

, όπου z, y οι συντεταγμένες των θέσεων των ανοιγμάτων

Τα ανοίγματα αυτά βρίσκονται στις παρακάτω θέσεις του πλοίου:

#	x	y	z	Compartment	X-ray
	(m)	(m)	(m)	ID	
0	9.21	2.86	7.60		Closed
1	8.02	2.76	9.90		Closed

Πίνακας 4.5. Θέσεις ανοιγμάτων στο πλοίο.

- Θ_c , Γωνία εγκάρσιας κλίσης και μοχλοβραχίονας επαναφοράς στο **δεύτερο** σημείο τομής του μοχλοβραχίονα εγκάρσιας κλίσης λόγω στιγμιαίας ροπής ανέμου και της καμπύλης του μοχλοβραχίονα επαναφοράς GZ. Προκύπτει από το πρόγραμμα Calc/Hydro του AVEVA

Οι μοχλοβραχίονες εγκάρσιας κλίσης εμφανίζονται στο Κριτήριο Καιρού είναι οι εξής:

- I_{w1} , Μοχλοβραχίονας σταθερής εγκάρσιας κλίσης λόγω σταθερού ανέμου:

$$I_{w1} = \frac{P_w \cdot A \cdot Z}{1000 \cdot g \cdot \Delta}$$

,όπου :

P_w , πίεση του ανέμου. Για πλοία από $24m \leq L \leq 45m$ οι τιμές της πίεσης δίνονται από τον παρακάτω πίνακα:

h(m)	1	2	3	4	5	6 και άνω
$P_w(N/m^2)$	316	386	429	460	485	504

Πίνακας 4.6. Τιμές πίεσης ανέμου.

h(m): η κατακόρυφη απόσταση από το κέντρο της προβεβλημένης επιφάνειας του προφίλ του πλοίου πάνω από την ίσαλο πλεύσης από την ίσαλο πλεύσης της εκάστοτε κατάστασης φόρτωσης

Οι ενδιάμεσες τιμές των P_w βρίσκονται με γραμμική παρεμβολή

A, Επιφάνεια του προφίλ του πλοίου πάνω από την ίσαλο πλεύσης της εκάστοτε κατάστασης φόρτωσης

Z, Κάθετη απόσταση του κέντρου επιφανείας της επιφάνειας A και του κέντρου επιφανείας, της επιφάνειας του προφίλ του πλοίου κάτω από την ίσαλο πλεύσης

ή

Κάθετη απόσταση του κέντρου επιφανείας της επιφάνειας A και προσεγγιστικά ενός σημείου με καθ' ύψος θέση πάνω από την ΒL στο $\frac{1}{2}$ του βυθίσματος της ισάλου πλεύσης.

Δ , Εκτόπισμα στο βύθισμα της ισάλου πλεύσης (t)

g, Επιτάχυνση της βαρύτητας $g=9.80m/s^2$

- I_{w2} , Μοχλοβραχίονας εγκάρσιας κλίσης λόγω στιγμιαίας ροπής ανέμου. Ισχύει:

$$l_{w_2} = 1.5 \cdot l_{w_1}$$

Οι υπολογισμοί για το κριτήριο καιρού γίνονται από το πρόγραμμα ANEVA και τα αποτελέσματά τους για κάθε κατάσταση φόρτωσης παρουσιάζονται στα reports αυτών.

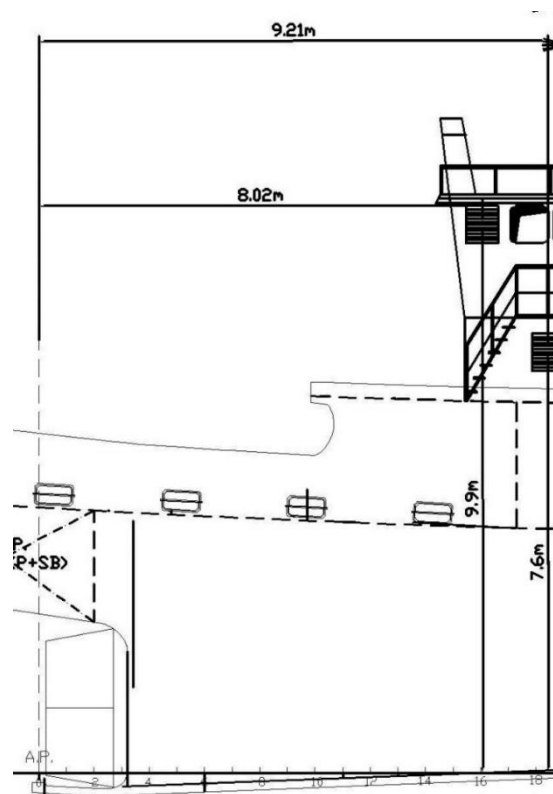
4.7 Unprotected Openings

Τα ανοίγματα αυτά βρίσκονται στις παρακάτω θέσεις του πλοίου:

Unprotected Openings

#	x (m)	y (m)	z (m)	Compartment ID	X-ray
0	9.21	2.86	7.60		Closed
1	8.02	2.76	9.90		Closed

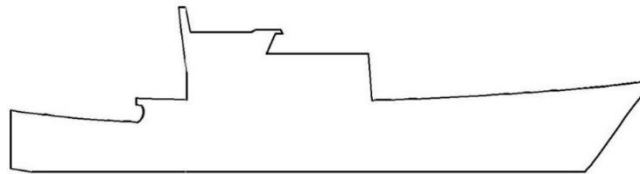
Πίνακας 4.7. Θέσεις Ανοιγμάτων



Εικόνα 4.2. Ανοίγματα πλοίου

4.8 Wind Profile Area και Deck Edge Points

Τα σημεία του περιγράμματος του πλοίου που θα χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό της προβεβλημένης επιφάνειας του πλοίου πάνω από κάθε ίσαλο στο κριτήριο καιρού κατά IMO φαίνονται στον παρακάτω πίνακα



Εικόνα 4.3. Πλάγια προβεβλημένη επιφάνεια πλοίου ($z_{min}=3m$)

Profile Points

#	x (m)	z (m)	#	x (m)	z (m)	#	x (m)	z (m)	#	x (m)	z (m)
0	-0.82	3.00	9	5.23	6.66	18	11.57	10.58	27	30.14	7.62
1	-2.00	3.18	10	4.93	6.67	19	12.91	10.58	28	32.06	7.83
2	-2.00	6.40	11	4.93	7.07	20	13.03	10.36	29	33.29	7.93
3	0.44	6.09	12	7.71	6.97	21	12.60	10.37	30	33.18	7.67
4	3.65	5.82	13	7.70	8.22	22	12.13	9.24	31	31.82	5.86
5	5.00	5.73	14	7.28	11.82	23	17.75	9.23	32	29.69	3.00
6	5.25	5.97	15	7.74	11.82	24	17.91	6.93			
7	5.33	6.20	16	7.92	10.44	25	23.71	7.17			
8	5.32	6.47	17	11.31	10.44	26	25.50	7.28			

Πίνακας 4.8. Σημεία του περιγράμματος του πλοίου

Deck Edge Points

#	x (m)	y (m)	z (m)	#	x (m)	y (m)	z (m)	#	x (m)	y (m)	z (m)
0	-2.00	3.93	6.40	4	4.93	4.20	6.67	8	25.00	3.63	7.28
1	0.44	4.10	6.09	5	13.83	4.20	6.90	9	29.36	1.38	7.58
2	3.65	4.20	5.82	6	20.00	4.07	7.02	10	32.93	0.00	7.96
3	5.00	4.20	5.73	7	22.00	3.93	7.11				

Πίνακας 4.9. Ανω Άκρα του καταστρώματος

4.9 Καταστάσεις Φόρτωσης-Reports

Στο report που ετοιμάζει το πρόγραμμα AVEVA για κάθε κατάσταση φόρτωσης περιλαμβάνονται πίνακες με τον ογκο, το βάρος του περιεχομένου των δεξαμενών, τα κέντρα βάρους και τις ροπές αδράνειας ελεύθερων επιφανειών, στοιχεία για τα βυθίσματα καθώς και όλα τα υδροστατικά μεγέθη. Επίσης υπολογίζεται η καμπύλη του μοχλοβραχίονα επαναφοράς GZ για διάφορες γωνίες θ και η διαμήκης αντοχή του πλοίου.

Παρακάτω, παρουσιάζονται τα reports των καταστάσεων φόρτωσης.

Ξεκινάμε από την παρουσίαση ενός πίνακα με τα ειδικά βάρη των ειδών φορτίου που υπάρχουν στο πλοίο

Key	Name	Density (t/m ³)
	FISH	0.5500
	FW	1.0000
	DO	0.8450
	LO	0.9000

Πίνακας 4.10. Ειδικά βάρη ειδών φορτίου

4.9.1 Κατάσταση αναχώρησης από το λιμάνι -Χωρίς Φορτίο 100% Αναλώσιμα

Δεξαμενές και βάρη

Intact State

Title	Frames	Cargo	% full	SG (t/m ³)	Weight (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	FSM (t-m)
<i>FW</i>									
APP	-4-2	FW	100.0	1.000	11.4	-0.41	- 2.37	4.09	0.0
APSB	-4-2	FW	100.0	1.000	11.4	-0.41	2.37	4.09	0.0
FP	56-63	FW	100.0	1.000	9.4	28.98	0.00	4.02	0.0
FW1	54-56	FW	100.0	1.000	7.8	27.47	0.00	3.56	0.0
FWA	17-21	FW	100.0	1.000	2.9	9.62	0.00	0.60	0.0
Total FW					42.9	11.81	0.00	3.74	0.0
<i>DO</i>									
N1DO	49-54	DO	98.0	0.845	5.5	25.51	0.00	1.83	5.5
N2DOP	41-49	DO	98.0	0.845	2.6	22.15	- 0.65	1.05	1.7
N2DOSB	41-49	DO	98.0	0.845	2.6	22.15	0.65	1.05	1.7
N3DOP	36-41	DO	98.0	0.845	3.0	19.18	- 0.96	1.01	3.2

N3DOSB	36-41	DO	98.0	0.845	3.0	19.18	0.96	1.01	3.2
N4DOP	29-36	DO	98.0	0.845	5.6	16.18	- 1.16	0.97	8.1
N4DOSB	29-36	DO	98.0	0.845	5.6	16.18	1.16	0.97	8.1
N5DOP	21-29	DO	98.0	0.845	7.3	12.49	- 1.19	0.93	11.0
N5DOSB	21-29	DO	98.0	0.845	7.3	12.49	1.19	0.93	11.0
N6DOP	11-21	DO	98.0	0.845	9.3	8.21	- 2.43	1.64	5.0
N6DOSB	11-21	DO	98.0	0.845	9.3	8.21	2.43	1.64	5.0
N7DOP	18-21	DO	98.0	0.845	3.1	9.75	- 3.59	3.25	0.2
N7DOSB	18-21	DO	98.0	0.845	3.1	9.75	3.59	3.25	0.2
N8DO	11-13	DO	98.0	0.845	1.2	6.01	0.00	0.58	1.9
Total DO					68.5	13.94	0.00	1.42	65.8
<i>LO</i>									
HydraulicOil	16-17	LO	98.0	0.900	0.7	8.25	0.00	0.58	1.0
N1LOP	13-16	LO	98.0	0.900	1.0	7.26	- 0.56	0.58	0.4
N1LOSB	13-16	LO	98.0	0.900	1.0	7.26	0.56	0.58	0.4
Total LO					2.7	7.51	0.00	0.58	1.8
<i>Ropes</i>									
Ropes					3.0	25.50	0.00	2.89	0.0
Total Ropes					3.0	25.50	0.00	2.89	0.0
<i>Promitheies -C-100</i>									
Promitheies					4.0	13.00	0.00	2.56	0.0
Total Promitheies -C-100					4.0	13.00	0.00	2.56	0.0
<i>FisgingGear</i>									
Fishing Gear					6.5	13.52	0.00	5.40	0.0
Total FisgingGear					6.5	13.52	0.00	5.40	0.0
<i>Crew</i>									
crew1					0.3	13.50	0.00	7.77	0.0
crew2					0.8	23.50	0.00	5.20	0.0
Total Crew					1.1	21.00	0.00	5.84	0.0

<i>Adallaktika</i>									
Adallaktika					6.0	25.50	0.00	4.00	0.0
Total Adallaktika					6.0	25.50	0.00	4.00	0.0
Lightweight					327.7	12.27	0.00	4.37	0.0
Deadweight					134.8	13.91	0.00	2.55	67.6
Total Displacement					462.4	12.75	0.00	3.84	67.6
Buoyancy					462.4	12.72	0.00	2.27	1101.8
Total Buoyancy					462.4	12.72	0.00	2.27	1101.8

Πίνακας 4.11. Βάρη και Κέντρα Βαρών- Χωρίς Φορτίο και 100% Αναλώσιμα

Άθικτη ευστάθεια

Drafts at equilibrium angle

Draft at LCF	3.510	metres
Draft aft at marks	3.703	metres
Draft fwd at marks	3.225	metres
Draft at AP	3.703	metres
Draft at FP	3.223	metres
Mean draft at midships	3.463	metres

Πίνακας 4.12. Στοιχεία για τα Βυθίσματα- Χωρίς Φορτίο και 100% Αναλώσιμα

Hydrostatics at equilibrium angle

Density of water	1.0310	tonnes/cu.m
Heel	No heel	
Trim by the stern	0.479	metres
KG	3.839	metres
FSC	0.146	metres
KGf	3.985	metres
GMt	0.669	metres
BMt	2.383	metres
BMI	31.404	metres
Waterplane area	219.42	sq.metres

LCG	12.746	metres
LCB	12.719	metres
TCB	0.000	metres
LCF	12.102	metres
TCF	0.000	metres
TPC	2.262	tonnes/cm
MTC	4.804	tonnes-m/cm
Shell thickness	0.000	mm

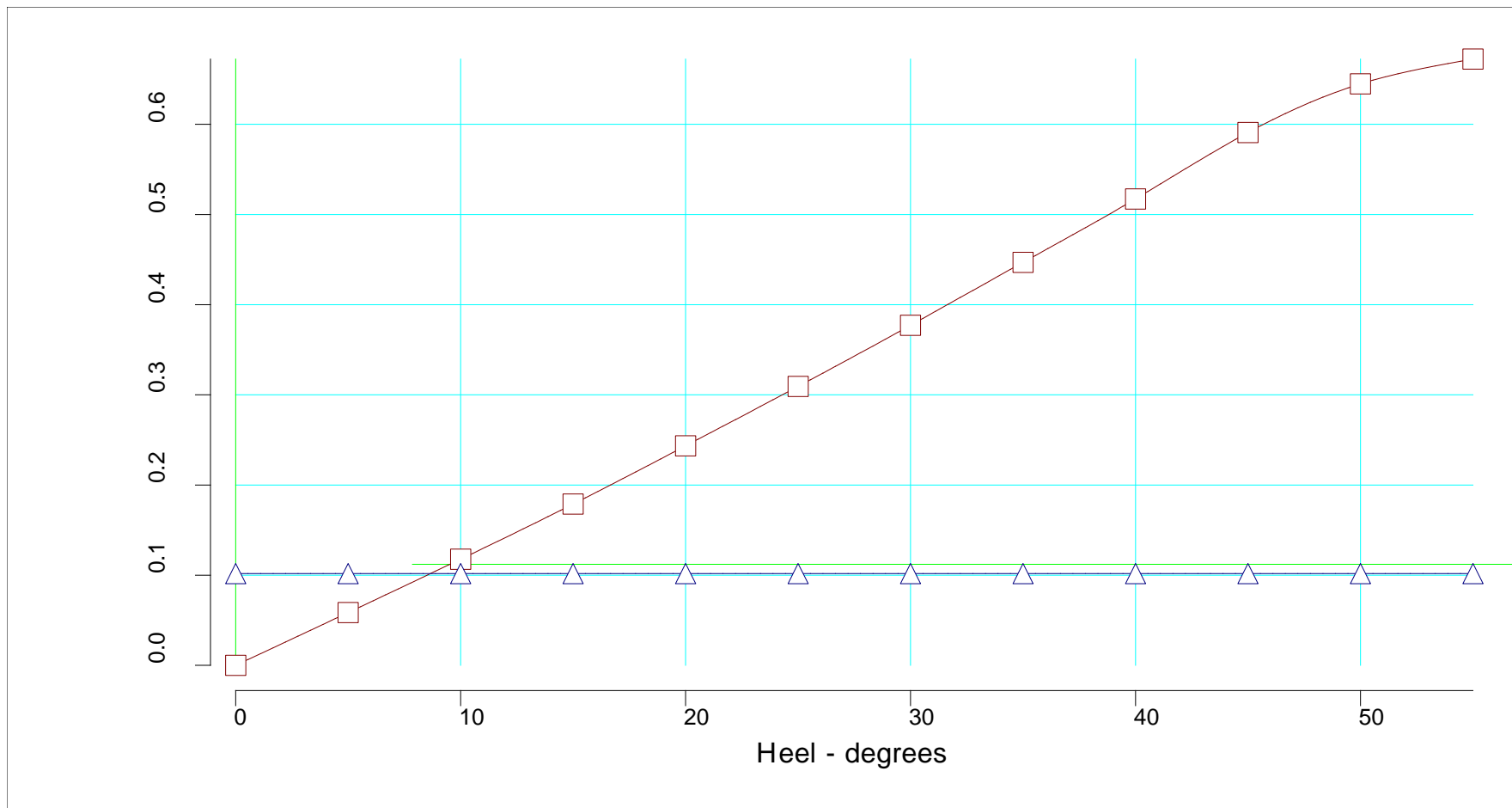
Πίνακας 4.13. Υδροστατικά μεγέθη - Χωρίς Φορτίο και 100% Αναλώσιμα

Καμπύλη GZ-φ και έλεγχος των σχετικών περιορισμών για τη στατική ευστάθεια

Righting Lever (GZ) Curve

Heel to Stbd (deg)	GZ (m)	Slope (m/rad)	Trim (m)	WLrad (m)	Freeboard (m)	Wind (m)
0.00	0.0000	0.6693	-0.479	3.463	2.11[3]	0.1018
5.00	0.0585	0.6759	-0.467	3.448	1.74[3]	0.1018
10.00	0.1177	0.6940	-0.432	3.400	1.37[3]	0.1018
15.00	0.1789	0.7322	-0.378	3.321	1.00[3]	0.1018
20.00	0.2434	0.7801	-0.308	3.208	0.64[3]	0.1018
25.00	0.3093	0.8030	-0.226	3.060	0.29[3]	0.1018
30.00	0.3771	0.8242	-0.136	2.874	-0.05[3]	0.1018
35.00	0.4469	0.8393	-0.044	2.649	-0.38[3]	0.1018
40.00	0.5173	0.8292	0.029	2.385	-0.68[3]	0.1018
45.00	0.5910	0.8062	0.076	2.085	-0.98[3]	0.1018
50.00	0.6449	0.4684	0.091	1.762	-1.26[3]	0.1018
55.00	0.6724	0.1863	0.076	1.427	-1.55[3]	0.1018

Πίνακας 4.14. Σημεία Καμπύλης GZ-φ και μοχλοβραίονας ροπής ανέμου I_{wz} - Χωρίς Φορτίο και 100% Αναλώσιμα



Διάγραμμα 4.11. Καμπύλη GZ-φ - Χωρίς Φορτίο και 100% Αναλώσιμα

IMO Wind heeling

Property	Value	Units
Length WL	31.134	metres
Profile area above WL	144.837	sq.metres
Area to leeward (Area b)	0.19500	m-radians
Area to windward (Area a)	0.00772	m-radians
GZc	0.102	metres
Gust angle	8.672	degrees
Rollback angle	24.541	degrees
Steady state angle	5.793	degrees
Max. angle to leeward	50.000	degrees
B/d'	2.425	
X1	0.995	
Cb	0.511	
Ar	0.000	
K	1.000	
Og	0.521	metres
r	0.820	
T	8.530	seconds

Πίνακας 4.15. Μεγέθη Κριτηρίου Καιρού- Χωρίς Φορτίο και 100% Αναλώσιμα

IMO 749 Intact Stability Criteria non - passenger

#	Criterion	Actual Value	Critical Value
1	Area under GZ curve up to 30 degrees > 0.055	0.096	0.055
2	Area under GZ curve from 30 to 40 deg. or downflood > 0.03	0.078	0.030
3	Area under GZ curve up to 40 deg. or downflood > 0.09	0.174	0.090
4	Initial GM to be at least 0.15 metres	0.669	0.150
5	GZ to be at least 0.20m at an angle > 30 degrees	0.672	0.200
6	Max GZ to be at an angle > 30 degrees	55.000	30.000
7	IMO Weather Criterion (Maximum Initial Angle Of Heel)	5.793	16.000
8	IMO Weather Criterion (Areas)	25.251	1.000

Πίνακας 4.16. Έλεγχος συμβιβασμού με κανονισμούς IMO 749- Χωρίς Φορτίο και 100% Αναλώσιμα

Immersion Particulars

State of Openings = X-ray: Normal condition

Deck Edge

Point #	X position (m)	Y position (m)	Z position (m)	Ht. above WL (m)	Flood Angle (deg)
0	-2.000	3.930	6.400	2.982	44.719
1	0.443	4.100	6.090	2.636	38.108
2	3.650	4.200	5.820	2.319	32.483
3	5.000	4.200	5.733	2.212	30.833
4	4.930	4.200	6.670	3.150	42.039
5	13.830	4.200	6.900	3.249	41.086
6	20.000	4.069	7.018	3.276	41.213
7	22.000	3.933	7.106	3.334	42.607
8	25.000	3.630	7.275	3.459	46.042
9	29.360	1.380	7.580	3.700	Not immersed
10	32.930	0.000	7.960	4.027	Not immersed

Πίνακας 4.17.Γωνίες Κατάκλυσης Άνω Άκρων Καταστρώματος- Χωρίς Φορτίο και 100% Αναλώσιμα

4.9.2 Κατάσταση άφιξης στον ψαρότοπο- Χωρίς Φορτίο και 80% Αναλώσιμα

Δεξαμενές και βάρη

Intact State

Title	Frames	Cargo	% full	SG (t/m3)	Weight (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	FSM (t-m)
FW									
APP	-4-2	FW	80.0	1.000	9.1	-0.34	- 2.31	3.93	5.1
APSB	-4-2	FW	80.0	1.000	9.1	-0.34	2.31	3.93	5.1
FP	56-63	FW	80.0	1.000	7.5	28.86	0.00	3.83	4.1
FW1	54-56	FW	80.0	1.000	6.3	27.47	0.00	3.31	4.5
FWA	17-21	FW	80.0	1.000	2.3	9.62	0.00	0.54	3.9
Total FW					34.3	11.82	0.00	3.57	22.7
DO									

N1DO	49-54	DO	98.0	0.845	5.5	25.51	0.00	1.83	5.5
N2DOP	41-49	DO	80.0	0.845	2.1	22.13	- 0.60	1.00	1.4
N2DOSB	41-49	DO	80.0	0.845	2.1	22.13	0.60	1.00	1.4
N3DOP	36-41	DO	80.0	0.845	2.4	19.18	- 0.89	0.94	2.6
N3DOSB	36-41	DO	80.0	0.845	2.4	19.18	0.89	0.94	2.6
N4DOP	29-36	DO	80.0	0.845	4.6	16.17	- 1.07	0.90	6.7
N4DOSB	29-36	DO	80.0	0.845	4.6	16.17	1.07	0.90	6.7
N5DOP	21-29	DO	80.0	0.845	6.0	12.49	- 1.09	0.86	8.9
N5DOSB	21-29	DO	80.0	0.845	6.0	12.49	1.09	0.86	8.9
N6DOP	11-21	DO	80.0	0.845	7.6	8.23	- 2.37	1.54	4.4
N6DOSB	11-21	DO	80.0	0.845	7.6	8.23	2.37	1.54	4.4
N7DOP	18-21	DO	80.0	0.845	2.5	9.75	- 3.59	3.06	0.2
N7DOSB	18-21	DO	80.0	0.845	2.5	9.75	3.59	3.06	0.2
N8DO	11-13	DO	80.0	0.845	1.0	6.01	0.00	0.52	1.7
N9	3-11	DO	60.0	0.845	1.6	4.05	0.00	0.42	1.0
Total DO					58.5	13.87	0.00	1.32	56.6
<i>LO</i>									
HydraulicOil	16-17	LO	80.0	0.900	0.6	8.25	0.00	0.53	1.0
N1LOP	13-16	LO	80.0	0.900	0.9	7.26	- 0.52	0.52	0.4
N1LOSB	13-16	LO	80.0	0.900	0.9	7.26	0.52	0.52	0.4
Total LO					2.4	7.51	0.00	0.52	1.8
<i>Ropes</i>									
Ropes					3.0	25.50	0.00	2.89	0.0
Total Ropes					3.0	25.50	0.00	2.89	0.0
<i>Promitheies-C-80</i>									
Promitheies					3.2	13.00	0.00	2.36	0.0
Total Promitheies-C-80					3.2	13.00	0.00	2.36	0.0

<i>FisgingGear</i>									
Fishing Gear					6.5	13.52	0.00	5.40	0.0
Total FisgingGear					6.5	13.52	0.00	5.40	0.0
<i>Crew</i>									
crew1					0.3	13.50	0.00	7.77	0.0
crew2					0.8	23.50	0.00	5.20	0.0
Total Crew					1.1	21.00	0.00	5.84	0.0
<i>Adallaktika</i>									
Adallaktika					6.0	25.50	0.00	4.00	0.0
Total Adallaktika					6.0	25.50	0.00	4.00	0.0
Lightweight					327.7	12.27	0.00	4.37	0.0
Deadweight					114.9	14.06	0.00	2.46	81.2
Total Displacement					442.6	12.73	0.00	3.87	81.2
Buoyancy					442.6	12.70	0.00	2.22	1083.9
Total Buoyancy					442.6	12.70	0.00	2.22	1083.9

Πίνακας 4.18. Βάρη και Κέντρα Βαρών- Χωρίς Φορτίο και 80% Αναλώσιμα.

Άθικτη ευστάθεια

Drafts at equilibrium angle

Draft at LCF	3.422	metres
Draft aft at marks	3.630	metres
Draft fwd at marks	3.114	metres
Draft at AP	3.630	metres
Draft at FP	3.112	metres
Mean draft at midships	3.371	metres

Πίνακας 4.19. Στοιχεία για τα Βυθίσματα- Χωρίς Φορτίο και 80% Αναλώσιμα

Hydrostatics at equilibrium angle

Density of water	1.0310	tonnes/cu.m
Heel	No heel	
Trim by the stern	0.518	metres
KG	3.872	metres
FSC	0.183	metres
KGf	4.056	metres
GMt	0.612	metres
BMt	2.449	metres
BMI	32.056	metres
Waterplane area	217.41	sq.metres
LCG	12.734	metres
LCB	12.703	metres
TCB	0.000	metres
LCF	12.093	metres
TCF	0.000	metres
TPC	2.241	tonnes/cm
MTC	4.694	tonnes-m/cm
Shell thickness	0.000	mm

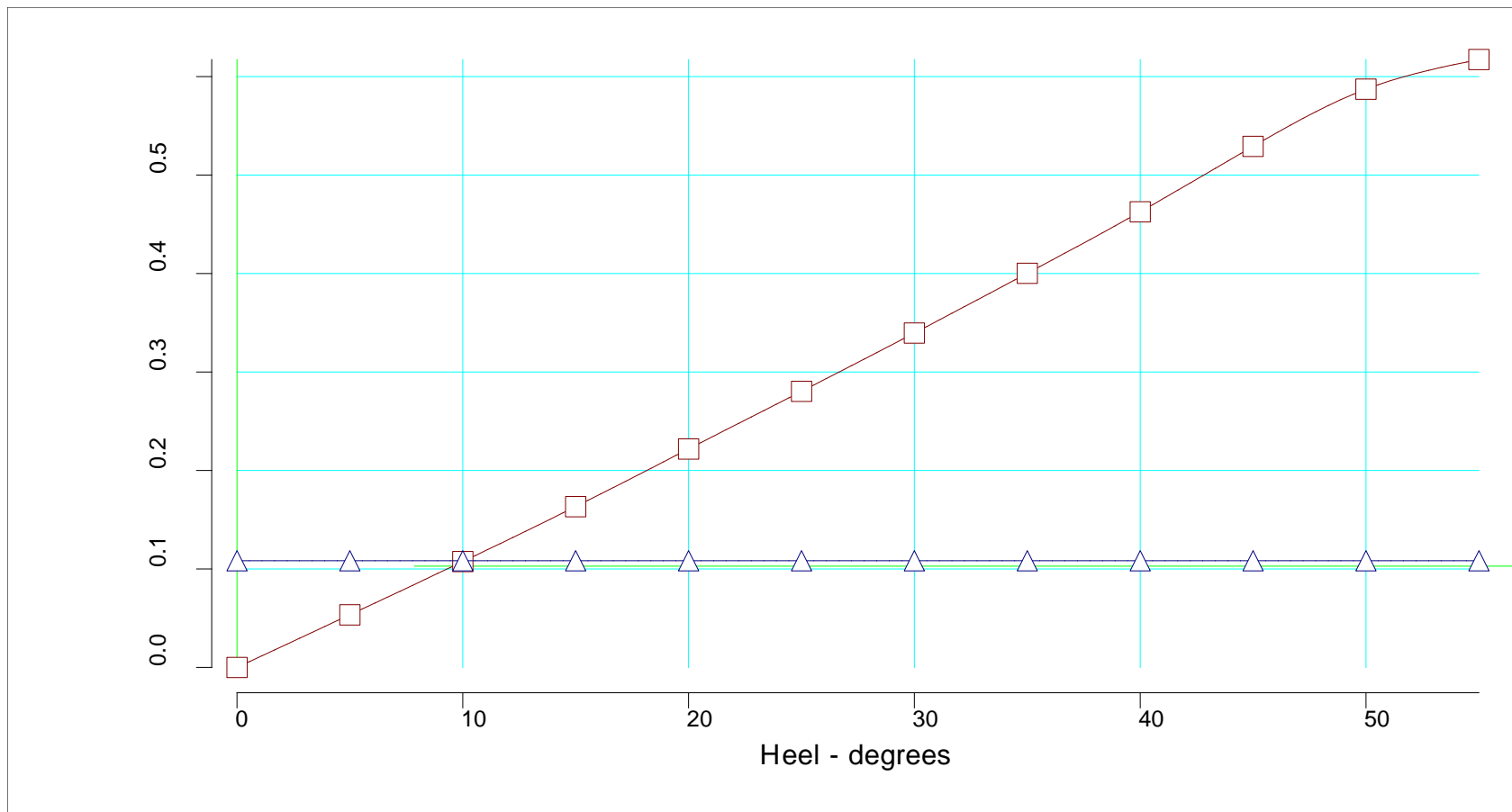
Πίνακας 4.20. Υδροστατικά μεγέθη - Χωρίς Φορτίο και 80% Αναλώσιμα

Καμπύλη GZ-φ και έλεγχος των σχετικών περιορισμών για τη στατική ευστάθεια

Righting Lever (GZ) Curve

Heel to Stbd (deg)	GZ (m)	Slope (m/rad)	Trim (m)	WLrad (m)	Freeboard (m)	Wind (m)
0.00	0.0000	0.6120	-0.518	3.372	2.19[3]	0.1084
5.00	0.0535	0.6194	-0.504	3.356	1.82[3]	0.1084
10.00	0.1076	0.6372	-0.466	3.309	1.45[3]	0.1084
15.00	0.1634	0.6726	-0.406	3.231	1.08[3]	0.1084
20.00	0.2219	0.7080	-0.330	3.119	0.72[3]	0.1084
25.00	0.2804	0.7155	-0.242	2.971	0.37[3]	0.1084
30.00	0.3396	0.7240	-0.145	2.787	0.03[3]	0.1084
35.00	0.4002	0.7514	-0.047	2.564	-0.29[3]	0.1084
40.00	0.4627	0.7509	0.039	2.302	-0.60[3]	0.1084
45.00	0.5291	0.8055	0.098	2.003	-0.89[3]	0.1084
50.00	0.5872	0.5019	0.126	1.678	-1.17[3]	0.1084
55.00	0.6173	0.2168	0.122	1.341	-1.45[3]	0.1084

Πίνακας 4.21. Σημεία Καμπύλης GZ-φ και μοχλοβραίονας ροπής ανέμου I_{w2} - Χωρίς Φορτίο και 80% Αναλώσιμα



Διάγραμμα 4.12. Καμπύλη GZ-φ- Χωρίς Φορτίο και 80% Αναλώσιμα

IMO Wind heeling

Property	Value	Units
Length WL	31.134	metres
Profile area above WL	147.711	sq.metres
Area to leeward (Area b)	0.16393	m-radians
Area to windward (Area a)	0.00957	m-radians
GZc	0.108	metres
Gust angle	10.072	degrees
Rollback angle	23.902	degrees
Steady state angle	6.746	degrees
Max. angle to leeward	50.000	degrees
B/d'	2.491	
X1	0.982	
Cb	0.502	
Ar	0.000	
K	1.000	
Og	0.684	metres
r	0.852	
T	8.953	seconds

Πίνακας 4.22. Μεγέθη Κριτηρίου Καιρού- Χωρίς Φορτίο και 80% Αναλώσιμα

IMO 749 Intact Stability Criteria non - passenger

#	Criterion	Actual Value	Critical Value
1	Area under GZ curve up to 30 degrees > 0.055	0.087	0.055
2	Area under GZ curve from 30 to 40 deg. or downflood > 0.03	0.070	0.030
3	Area under GZ curve up to 40 deg. or downflood > 0.09	0.157	0.090
4	Initial GM to be at least 0.15 metres	0.612	0.150
5	GZ to be at least 0.20m at an angle > 30 degrees	0.617	0.200
6	Max GZ to be at an angle > 30 degrees	55.000	30.000
7	IMO Weather Criterion (Maximum Initial Angle Of Heel)	6.746	16.000
8	IMO Weather Criterion (Areas)	17.126	1.000

Πίνακας 4.23. Έλεγχος συμβιβασμού με κανονισμούς IMO 749- Χωρίς Φορτίο και 80% Αναλώσιμα

Immersion Particulars

State of Openings = X-ray: Normal condition

Deck Edge

Point	X position	Y position	Z position	Ht. above	Flood
#	(m)	(m)	(m)	WL (m)	Angle (deg)
0	-2.000	3.930	6.400	2.735	41.660
1	0.443	4.100	6.090	2.467	35.854
2	3.650	4.200	5.820	2.252	31.563
3	5.000	4.200	5.733	2.188	30.469
4	4.930	4.200	6.670	3.124	41.787
5	13.830	4.200	6.900	3.506	43.828
6	20.000	4.069	7.018	3.730	45.908
7	22.000	3.933	7.106	3.852	47.969
8	25.000	3.630	7.275	4.073	52.480
9	29.360	1.380	7.580	4.452	Not immersed
10	32.930	0.000	7.960	4.893	Not immersed

Πίνακας 4.24.Γωνίες Κατάκλυσης Άνω Ακρων Καταστρώματος- Χωρίς Φορτίο και 80% Αναλώσιμα

4.9.3 Κατάσταση ενώ γίνεται αλίευση -50% Φορτίο και 60% Αναλώσιμα

Δεξαμενές και βάρη

Intact State

Title	Frames	Cargo	% full	SG	Weight	LCG	TCG	VCG	FSM
				(t/m ³)	(t)	(m)	(m)	(m)	(t-m)
<i>Fish</i>									
Freezer1	21-35	FISH	50.0	0.550	33.8	14.19	0.00	2.23	0.0
Freezer2	36-48	FISH	50.0	0.550	21.3	20.92	-0.00	2.29	0.0
Total Fish					55.1	16.79	-0.00	2.25	0.0
<i>FW</i>									
APP	-4-2	FW	60.0	1.000	6.8	-0.30	-2.24	3.77	4.4
APSB	-4-2	FW	60.0	1.000	6.8	-0.30	2.24	3.77	4.4

FP	56-63	FW	60.0	1.000	5.6	28.79	0.00	3.60	2.8
FW1	54-56	FW	60.0	1.000	4.7	27.46	0.00	3.03	3.2
FWA	17-21	FW	60.0	1.000	1.7	9.62	0.00	0.48	3.9
Total FW					25.6	11.82	0.00	3.38	18.7
<i>DO</i>									
N1DO	49-54	DO	60.0	0.845	3.4	25.46	0.00	1.60	3.2
N2DOP	41-49	DO	60.0	0.845	1.6	22.10	- 0.54	0.93	1.0
N2DOSB	41-49	DO	60.0	0.845	1.6	22.10	0.54	0.93	1.0
N3DOP	36-41	DO	60.0	0.845	1.8	19.17	- 0.80	0.87	1.9
N3DOSB	36-41	DO	60.0	0.845	1.8	19.17	0.80	0.87	1.9
N4DOP	29-36	DO	60.0	0.845	3.4	16.17	- 0.95	0.81	4.8
N4DOSB	29-36	DO	60.0	0.845	3.4	16.17	0.95	0.81	4.8
N5DOP	21-29	DO	60.0	0.845	4.5	12.48	- 0.96	0.76	6.2
N5DOSB	21-29	DO	60.0	0.845	4.5	12.48	0.96	0.76	6.2
N6DOP	11-21	DO	60.0	0.845	5.7	8.27	- 2.29	1.42	3.6
N6DOSB	11-21	DO	60.0	0.845	5.7	8.27	2.29	1.42	3.6
N7DOP	18-21	DO	60.0	0.845	1.9	9.75	- 3.58	2.85	0.2
N7DOSB	18-21	DO	60.0	0.845	1.9	9.75	3.58	2.85	0.2
N8DO	11-13	DO	60.0	0.845	0.7	6.01	0.00	0.44	1.1
N9	3-11	DO	60.0	0.845	1.6	4.05	0.00	0.42	1.0
Total DO					43.5	13.58	0.00	1.19	40.7
<i>LO</i>									

HydraulicOil	16-17	LO	60.0	0.900	0.4	8.25	0.00	0.46	1.0
N1LOP	13-16	LO	60.0	0.900	0.6	7.26	- 0.45	0.45	0.3
N1LOSB	13-16	LO	60.0	0.900	0.6	7.26	0.45	0.45	0.3
Total LO					1.6	7.52	0.00	0.45	1.6
<i>Ropes</i>									
Ropes					3.0	25.50	0.00	2.89	0.0
Total Ropes					3.0	25.50	0.00	2.89	0.0
<i>Promitheies-C-60</i>									
Promitheies					2.4	13.00	0.00	2.56	0.0
Total Promitheies-C-60					2.4	13.00	0.00	2.56	0.0
<i>FisgingGear</i>									
Fishing Gear					6.5	13.52	0.00	5.40	0.0
Total FisgingGear					6.5	13.52	0.00	5.40	0.0
<i>Crew</i>									
crew1					0.3	13.50	0.00	7.77	0.0
crew2					0.8	23.50	0.00	5.20	0.0
Total Crew					1.1	21.00	0.00	5.84	0.0
<i>Adallaktika</i>									
Adallaktika					6.0	25.50	0.00	4.00	0.0
Total Adallaktika					6.0	25.50	0.00	4.00	0.0
Lightweight					327.7	12.27	0.00	4.37	0.0
Deadweight					145.1	15.20	- 0.00	2.37	61.1
Total Displacement					472.7	13.17	0.00	3.75	61.1

Buoyancy					472.9	13.16	0.00	2.30	1092.2
Total Buoyancy					472.9	13.16	0.00	2.30	1092.2

Πίνακας 4.25. Βάρη και Κέντρα Βαρών- 50% Φορτίο και 60% Αναλώσιμα.

Άθικτη ευστάθεια

Drafts at equilibrium angle

Draft at LCF	3.554	metres
Draft aft at marks	3.568	metres
Draft fwd at marks	3.535	metres
Draft at AP	3.568	metres
Draft at FP	3.535	metres
Mean draft at midships	3.551	metres

Πίνακας 4.26. Στοιχεία για τα Βυθίσματα- 50% Φορτίο και 60% Αναλώσιμα

Hydrostatics at equilibrium angle

Density of water	1.0310	tonnes/cu.m
Heel	No heel	
Trim by the stern	0.033	metres
KG	3.755	metres
FSC	0.129	metres
KGf	3.884	metres
GMt	0.723	metres
BMt	2.310	metres
BMI	31.022	metres
Waterplane area	219.75	sq.metres
LCG	13.167	metres
LCB	13.165	metres
TCB	0.000	metres
LCF	12.400	metres
TCF	0.000	metres
TPC	2.266	tonnes/cm
MTC	4.853	tonnes-m/cm
Shell thickness	0.000	mm

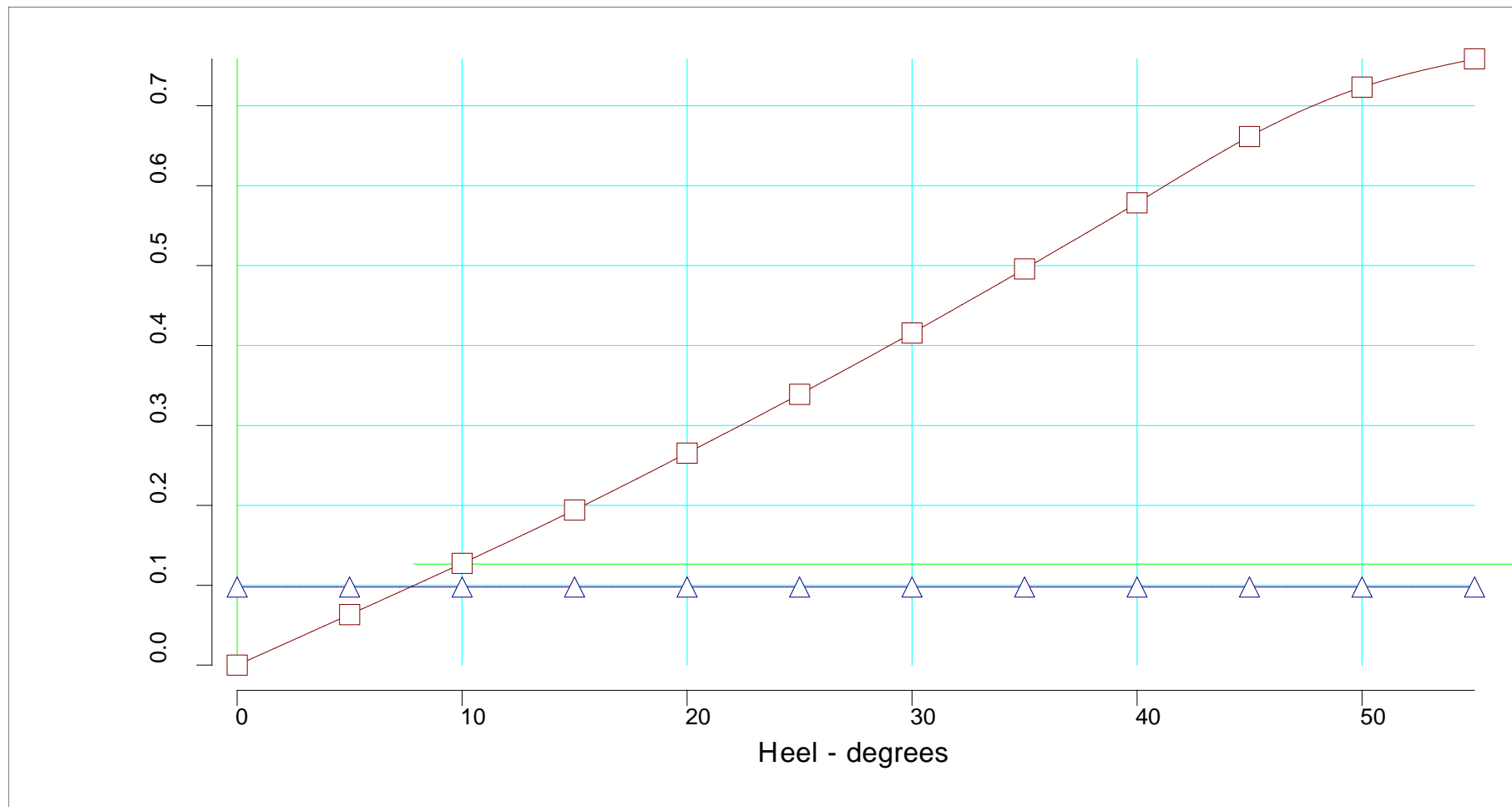
Πίνακας 4.27. Υδροστατικά μεγέθη - 50% Φορτίο και 60% Αναλώσιμα

Καμπύλη GZ-φ και έλεγχος των σχετικών περιορισμών για τη στατική ευστάθεια

Righting Lever (GZ) Curve

Heel to Stbd (deg)	GZ (m)	Slope (m/rad)	Trim (m)	WLrad (m)	Freeboard (m)	Wind (m)
0.00	0.0000	0.7227	-0.033	3.551	2.17[3]	0.0978
5.00	0.0633	0.7321	-0.021	3.535	1.80[3]	0.0978
10.00	0.1274	0.7553	0.013	3.485	1.44[3]	0.0978
15.00	0.1942	0.8001	0.066	3.404	1.07[3]	0.0978
20.00	0.2654	0.8568	0.131	3.289	0.71[3]	0.0978
25.00	0.3389	0.8893	0.204	3.137	0.35[3]	0.0978
30.00	0.4156	0.9236	0.282	2.948	0.01[3]	0.0978
35.00	0.4958	0.9611	0.357	2.718	-0.31[3]	0.0978
40.00	0.5785	0.9670	0.418	2.449	-0.62[3]	0.0978
45.00	0.6615	0.8985	0.454	2.144	-0.91[3]	0.0978
50.00	0.7232	0.5413	0.462	1.818	-1.20[3]	0.0978
55.00	0.7586	0.2432	0.446	1.483	-1.49[3]	0.0978

Πίνακας 4.28.Σημεία Καμπύλης GZ-φ και μοχλοβραίονας ροπής ανέμου l_{wz} - 50% Φορτίο και 60% Αναλώσιμα



Διάγραμμα 4.13. Καμπύλη GZ-φ - 50% Φορτίο και 60% Αναλώσιμα

IMO Wind heeling

Property	Value	Units
Length WL	31.134	metres
Profile area above WL	142.552	sq.metres
Area to leeward (Area b)	0.22700	m-radians
Area to windward (Area a)	0.00659	m-radians
GZc	0.098	metres
Gust angle	7.713	degrees
Rollback angle	24.420	degrees
Steady state angle	5.149	degrees
Max. angle to leeward	50.000	degrees
B/d'	2.365	
X1	1.000	
Cb	0.509	
Ar	0.000	
K	1.000	
Og	0.333	metres
r	0.786	
T	8.182	seconds

Πίνακας 4.29. Μεγέθη Κριτηρίου Καιρού- 50% Φορτίο και 60% Αναλώσιμα

IMO 749 Intact Stability Criteria non - passenger

#	Criterion	Actual Value	Critical Value
1	Area under GZ curve up to 30 degrees > 0.055	0.104	0.055
2	Area under GZ curve from 30 to 40 deg. or downflood > 0.03	0.087	0.030
3	Area under GZ curve up to 40 deg. or downflood > 0.09	0.191	0.090
4	Initial GM to be at least 0.15 metres	0.723	0.150
5	GZ to be at least 0.20m at an angle > 30 degrees	0.759	0.200
6	Max GZ to be at an angle > 30 degrees	55.000	30.000
7	IMO Weather Criterion (Maximum Initial Angle Of Heel)	5.149	16.000
8	IMO Weather Criterion (Areas)	34.422	1.000

Πίνακας 4.30. Έλεγχος συμβιβασμού με κανονισμούς IMO 749- 50% Φορτίο και 60% Αναλώσιμα

Immersion Particulars

State of Openings = X-ray: Normal condition

Deck Edge

Point #	X position (m)	Y position (m)	Z position (m)	Ht. above WL (m)	Flood Angle (deg)
0	-2.000	3.930	6.400	2.830	42.705
1	0.443	4.100	6.090	2.523	36.509
2	3.650	4.200	5.820	2.256	31.563
3	5.000	4.200	5.733	2.171	30.176
4	4.930	4.200	6.670	3.108	41.475
5	13.830	4.200	6.900	3.347	42.102
6	20.000	4.069	7.018	3.472	43.257
7	22.000	3.933	7.106	3.562	44.937
8	25.000	3.630	7.275	3.735	48.975
9	29.360	1.380	7.580	4.044	Not immersed
10	32.930	0.000	7.960	4.428	Not immersed

Πίνακας 4.31.Γωνίες Κατάκλυσης Άνω Άκρων Καταστρώματος- 50% Φορτίο και 60% Αναλώσιμα

4.9.4 Κατασταση αναχώρησης από ψαρότοπο με γεμάτο χώρο φορτίου-100% Φορτίο και 30% Αναλώσιμα

Δεξαμενές και βάρη

Intact State

Title	Fram es	Cargo	% full	SG (t/m3)	Weight (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	FSM (t-m)
Freezer1	21-35	FISH	100.0	0.550	67.6	14.21	0.00	2.83	0.0
Freezer2	36-48	FISH	100.0	0.550	42.6	20.98	- 0.00	2.89	0.0
TotalFish					110.2	16.82	- 0.00	2.85	0.0

APP	-4-2	FW	30.0	1.000	3.4	-0.16	- 2.07	3.48	2.8
APSB	-4-2	FW	30.0	1.000	3.4	-0.16	2.07	3.48	2.8
FP	56-63	FW	30.0	1.000	2.8	28.64	0.00	3.14	1.2
FW1	54-56	FW	30.0	1.000	2.3	27.45	0.00	2.51	1.3
FWA	17-21	FW	30.0	1.000	0.9	9.60	0.00	0.35	1.6
Total FW					12.8	11.85	0.00	3.02	9.7
N1DO	49-54	DO	21.0	0.845	1.2	25.31	0.00	1.25	0.9
N2DOP	41-49	DO	30.0	0.845	0.8	22.01	- 0.42	0.81	0.5
N2DOSB	41-49	DO	30.0	0.845	0.8	22.01	0.42	0.81	0.5
N3DOP	36-41	DO	30.0	0.845	0.9	19.15	- 0.60	0.73	0.9
N3DOSB	36-41	DO	30.0	0.845	0.9	19.15	0.60	0.73	0.9
N4DOP	29-36	DO	30.0	0.845	1.7	16.13	- 0.71	0.66	2.1
N4DOSB	29-36	DO	30.0	0.845	1.7	16.13	0.71	0.66	2.1
N5DOP	21-29	DO	30.0	0.845	2.2	12.45	- 0.70	0.58	2.4
N5DOSB	21-29	DO	30.0	0.845	2.2	12.45	0.70	0.58	2.4
N6DOP	11-21	DO	30.0	0.845	2.8	8.36	- 2.10	1.19	1.8
N6DOSB	11-21	DO	30.0	0.845	2.8	8.36	2.10	1.19	1.8
N7DOP	18-21	DO	30.0	0.845	1.0	9.75	- 3.57	2.53	0.2
N7DOSB	18-21	DO	30.0	0.845	1.0	9.75	3.57	2.53	0.2
N8DO	11-13	DO	30.0	0.845	0.4	6.01	0.00	0.29	0.3
N9	3-11	DO	30.0	0.845	0.8	4.01	0.00	0.25	0.3
Total DO					21.2	13.29	0.00	0.98	17.3
HydraulicOil	16-17	LO	30.0	0.900	0.2	8.25	0.00	0.32	0.3

N1LOP	13-16	LO	30.0	0.900	0.3	7.25	- 0.31	0.31	0.1
N1LOSB	13-16	LO	30.0	0.900	0.3	7.25	0.31	0.31	0.1
Total LO					0.8	7.51	0.00	0.31	0.5
Ropes					3.0	25.50	0.00	2.89	0.0
TotalRopes					3.0	25.50	0.00	2.89	0.0
Promitheies					1.2	13.00	0.00	2.46	0.0
TotalPromitheies - C-30					1.2	13.00	0.00	2.46	0.0
FishingGear					6.5	13.52	0.00	5.40	0.0
TotalFisgingGear					6.5	13.52	0.00	5.40	0.0
crew1					0.3	13.50	0.00	7.77	0.0
crew2					0.8	23.50	0.00	5.20	0.0
TotalCrew					1.1	21.00	0.00	5.84	0.0
Adallaktika					6.0	25.50	0.00	4.00	0.0
TotalAdallaktika					6.0	25.50	0.00	4.00	0.0
Lightweight					327.7	12.27	0.00	4.37	0.0
Deadweight					162.9	16.27	- 0.00	2.77	27.4
TotalDisplacement					490.6	13.60	- 0.00	3.84	27.4
Buoyancy					490.6	13.62	0.00	2.35	1086.2
TotalBuoyancy					490.6	13.62	0.00	2.35	1086.2

Πίνακας 4.32. Βάρη και Κέντρα Βαρών - 100% Φορτίο και 30% Αναλώσιμα.

Άθικτη ευστάθεια

Drafts at equilibrium angle

Draft at LCF	3.634	metres
Draft aft at marks	3.447	metres
Draft fwd at marks	3.891	metres
Draft at AP	3.447	metres
Draft at FP	3.892	metres
Mean draft at midships	3.670	metres

Πίνακας 4.33. Στοιχεία για τα Βυθίσματα- 100% Φορτίο και 30% Αναλώσιμα.

Hydrostatics at equilibrium angle

Density of water	1.0310	tonnes/cu.m
Heel	No heel	
Trim by the bow	0.445	metres
KG	3.837	metres
FSC	0.056	metres
KGf	3.893	metres
GMt	0.667	metres
BMt	2.214	metres
BMI	30.244	metres
Waterplane area	220.24	sq.metres
LCG	13.596	metres
LCB	13.619	metres
TCB	0.000	metres
LCF	12.749	metres
TCF	0.000	metres
TPC	2.271	tonnes/cm
MTC	4.909	tonnes-m/cm
Shell thickness	0.000	mm

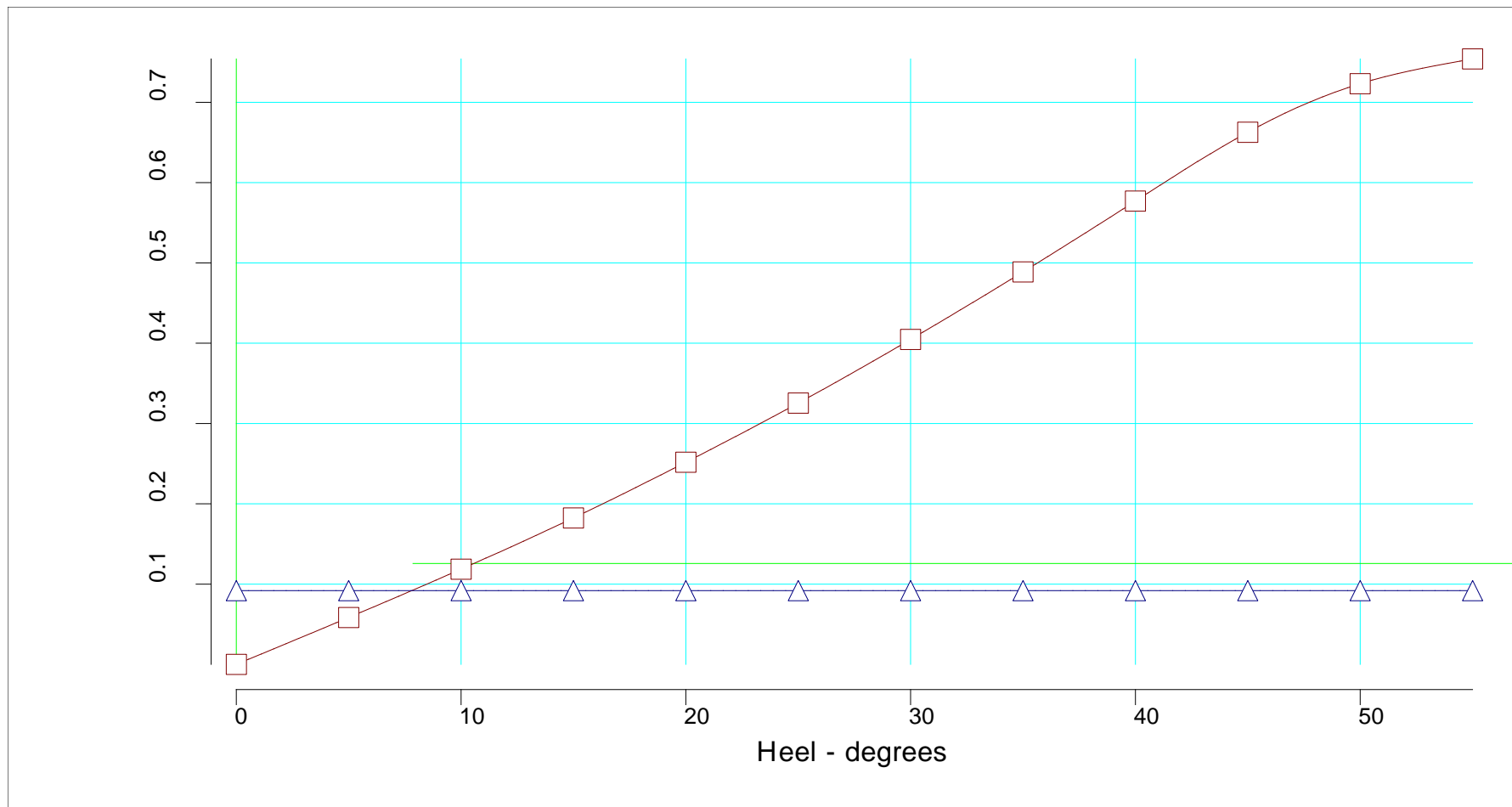
Πίνακας 4.34. Υδροστατικά μεγέθη -100% Φορτίο και 30% Αναλώσιμα

Καμπύλη GZ-φ και έλεγχος των σχετικών περιορισμών για τη στατική ευστάθεια

Righting Lever (GZ) Curve

Heel to Stbd (deg)	GZ (m)	Slope (m/rad)	Trim (m)	WLrad (m)	Freeboard (m)	Wind (m)
0.00	0.0000	0.6669	0.445	3.669	2.21[3]	0.0919
5.00	0.0584	0.6785	0.457	3.652	1.84[3]	0.0919
10.00	0.1186	0.7122	0.489	3.601	1.48[3]	0.0919
15.00	0.1824	0.7685	0.536	3.517	1.11[3]	0.0919
20.00	0.2518	0.8405	0.593	3.398	0.75[3]	0.0919
25.00	0.3254	0.8964	0.654	3.242	0.40[3]	0.0919
30.00	0.4047	0.9511	0.713	3.049	0.05[3]	0.0919
35.00	0.4888	1.0031	0.766	2.814	-0.27[3]	0.0919
40.00	0.5769	1.0305	0.807	2.540	-0.58[3]	0.0919
45.00	0.6627	0.8738	0.829	2.231	-0.87[3]	0.0919
50.00	0.7232	0.5128	0.832	1.905	-1.16[3]	0.0919
55.00	0.7540	0.2123	0.812	1.569	-1.45[3]	0.0919

Πίνακας 4.35. Σημεία Καμπύλης GZ-φ και μοχλοβραίονας ροπής ανέμου I_{w2} - 100% Φορτίο και 30% Αναλώσιμα



Διάγραμμα 4.14. Καμπύλη GZ-φ- 100% Φορτίο και 30% Αναλώσιμα

IMO Wind heeling

Property	Value	Units
Length WL	31.134	metres
Profile area above WL	139.243	sq.metres
Area to leeward (Area b)	0.22562	m-radians
Area to windward (Area a)	0.00631	m-radians
GZc	0.092	metres
Gust angle	7.815	degrees
Rollback angle	23.923	degrees
Steady state angle	5.243	degrees
Max. angle to leeward	50.000	degrees
B/d'	2.290	
X1	1.000	
Cb	0.511	
Ar	0.000	
K	1.000	
Og	0.224	metres
r	0.767	
T	8.481	seconds

Πίνακας 4.36. Μεγέθη Κριτηρίου Καιρού- 100% Φορτίο και 30% Αναλώσιμα

IMO 749 Intact Stability Criteria non - passenger

#	Criterion	Actual Value	Critical Value
1	Area under GZ curve up to 30 degrees > 0.055	0.099	0.055
2	Area under GZ curve from 30 to 40 deg. or downflood > 0.03	0.085	0.030
3	Area under GZ curve up to 40 deg. or downflood > 0.09	0.185	0.090
4	Initial GM to be at least 0.15 metres	0.667	0.150
5	GZ to be at least 0.20m at an angle > 30 degrees	0.754	0.200
6	Max GZ to be at an angle > 30 degrees	55.000	30.000
7	IMO Weather Criterion (Maximum Initial Angle Of Heel)	5.243	16.000
8	IMO Weather Criterion (Areas)	35.772	1.000

Πίνακας 4.37. Έλεγχος συμβιβασμού με κανονισμούς IMO 749- 100% Φορτίο και 30% Αναλώσιμα

Immersion Particulars

State of Openings = X-ray: Normal condition

Deck Edge

Point #	X position (m)	Y position (m)	Z position (m)	Ht. above WL (m)	Flood Angle (deg)
0	-2.000	3.930	6.400	2.982	44.719
1	0.443	4.100	6.090	2.636	38.108
2	3.650	4.200	5.820	2.319	32.483
3	5.000	4.200	5.733	2.212	30.833
4	4.930	4.200	6.670	3.150	42.039
5	13.830	4.200	6.900	3.249	41.086
6	20.000	4.069	7.018	3.276	41.213
7	22.000	3.933	7.106	3.334	42.607
8	25.000	3.630	7.275	3.459	46.042
9	29.360	1.380	7.580	3.700	Not immersed
10	32.930	0.000	7.960	4.027	Not immersed

Πίνακας 4.38.Γωνίες Κατάκλυσης Άνω Άκρων Καταστρώματος- 100% Φορτίο και 30% Αναλώσιμα

4.9.5 Κατάσταση άφιξης στο λιμάνι με γεμάτο χώρο φορτίου- 100% Φορτίο και 10% Αναλώσιμα

Δεξαμενές και βάρη

Intact State

Title	Frames	Cargo	% full	SG (t/m3)	Weight (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	FSM (t-m)
<i>Fish</i>									
Freezer1	21-35	FISH	100.0	0.550	67.6	14.21	0.00	2.83	0.0
Freezer2	36-48	FISH	100.0	0.550	42.6	20.98	- 0.00	2.89	0.0
Total Fish					110.2	16.82	- 0.00	2.85	0.0
<i>FW</i>									
APP	-4-2	FW	10.0	1.000	1.1	0.17	- 1.86	3.20	1.2
APSB	-4-2	FW	10.0	1.000	1.1	0.17	1.86	3.20	1.2

FP	56-63	FW	10.0	1.000	0.9	28.46	0.00	2.63	0.3
FW1	54-56	FW	10.0	1.000	0.8	27.42	0.00	2.01	0.3
FWA	17-21	FW	10.0	1.000	0.3	9.56	0.00	0.23	0.3
Total FW					4.2	11.99	0.00	2.66	3.3
<i>DO</i>									
N1DO	49-54	DO	10.0	0.845	0.6	25.20	0.00	1.09	0.4
N2DOP	41-49	DO	10.0	0.845	0.3	21.82	- 0.28	0.69	0.1
N2DOSB	41-49	DO	10.0	0.845	0.3	21.82	0.28	0.69	0.1
N3DOP	36-41	DO	10.0	0.845	0.3	19.09	- 0.38	0.59	0.2
N3DOSB	36-41	DO	10.0	0.845	0.3	19.09	0.38	0.59	0.2
N4DOP	29-36	DO	10.0	0.845	0.6	16.02	- 0.44	0.50	0.5
N4DOSB	29-36	DO	10.0	0.845	0.6	16.02	0.44	0.50	0.5
N5DOP	21-29	DO	10.0	0.845	0.7	12.36	- 0.41	0.40	0.5
N5DOSB	21-29	DO	10.0	0.845	0.7	12.36	0.41	0.40	0.5
N6DOP	11-21	DO	10.0	0.845	0.9	8.53	- 1.87	0.98	0.5
N6DOSB	11-21	DO	10.0	0.845	0.9	8.53	1.87	0.98	0.5
N7DOP	18-21	DO	10.0	0.845	0.3	9.76	- 3.55	2.31	0.1
N7DOSB	18-21	DO	10.0	0.845	0.3	9.76	3.55	2.31	0.1
N8DO	11-13	DO	10.0	0.845	0.1	6.00	0.00	0.13	0.1
N9	3-11	DO	10.0	0.845	0.3	3.89	0.00	0.06	0.0
Total DO					7.2	13.54	0.00	0.81	4.3
<i>LO</i>									
HydraulicOil	16-17	LO	10.0	0.900	0.1	8.25	0.00	0.19	0.1
N1LOP	13-16	LO	10.0	0.900	0.1	7.24	- 0.18	0.17	0.0
N1LOSB	13-16	LO	10.0	0.900	0.1	7.24	0.18	0.17	0.0
Total LO					0.3	7.50	0.00	0.17	0.1
<i>Ropes</i>									
Ropes					3.0	25.50	0.00	2.89	0.0
Total Ropes					3.0	25.50	0.00	2.89	0.0
<i>Promitheies -C-10</i>									
Promitheies					0.4	13.00	0.00	2.36	0.0

Total Promitheies - C-10					0.4	13.00	0.00	2.36	0.0
<i>FisgingGear</i>									
Fishing Gear					6.5	13.52	0.00	5.40	0.0
Total FisgingGear					6.5	13.52	0.00	5.40	0.0
<i>Crew</i>									
crew1					0.3	13.50	0.00	7.77	0.0
crew2					0.8	23.50	0.00	5.20	0.0
Total Crew					1.1	21.00	0.00	5.84	0.0
<i>Adallaktika</i>									
Adallaktika					6.0	25.50	0.00	4.00	0.0
Total Adallaktika					6.0	25.50	0.00	4.00	0.0
Lightweight					327.7	12.27	0.00	4.37	0.0
Deadweight					139.0	16.91	- 0.00	2.92	7.9
Total Displacement					466.6	13.65	- 0.00	3.94	7.9
Buoyancy					466.8	13.68	0.00	2.28	1059.1
Total Buoyancy					466.8	13.68	0.00	2.28	1059.1

Πίνακας 4.39. Βάρη και Κέντρα Βαρών-100% Φορτίο και 10% Αναλώσιμα.

Άθικτη ευστάθεια

Drafts at equilibrium angle

Draft at LCF	3.530	metres
Draft aft at marks	3.336	metres
Draft fwd at marks	3.793	metres
Draft at AP	3.336	metres
Draft at FP	3.794	metres
Mean draft at midships	3.565	metres

Πίνακας 4.40. Στοιχεία για τα Βυθίσματα- 100% Φορτίο και 10% Αναλώσιμα

Hydrostatics at equilibrium angle

Density of water	1.0310	tonnes/cu.m
Heel	No heel	
Trim by the bow	0.458	metres
KG	3.938	metres
FSC	0.017	metres
KGf	3.955	metres
GMt	0.598	metres
BMt	2.269	metres
BMI	30.408	metres
Waterplane area	216.56	sq.metres
LCG	13.651	metres
LCB	13.676	metres
TCB	0.000	metres
LCF	12.856	metres
TCF	0.000	metres
TPC	2.233	tonnes/cm
MTC	4.696	tonnes-m/cm
Shell thickness	0.000	mm

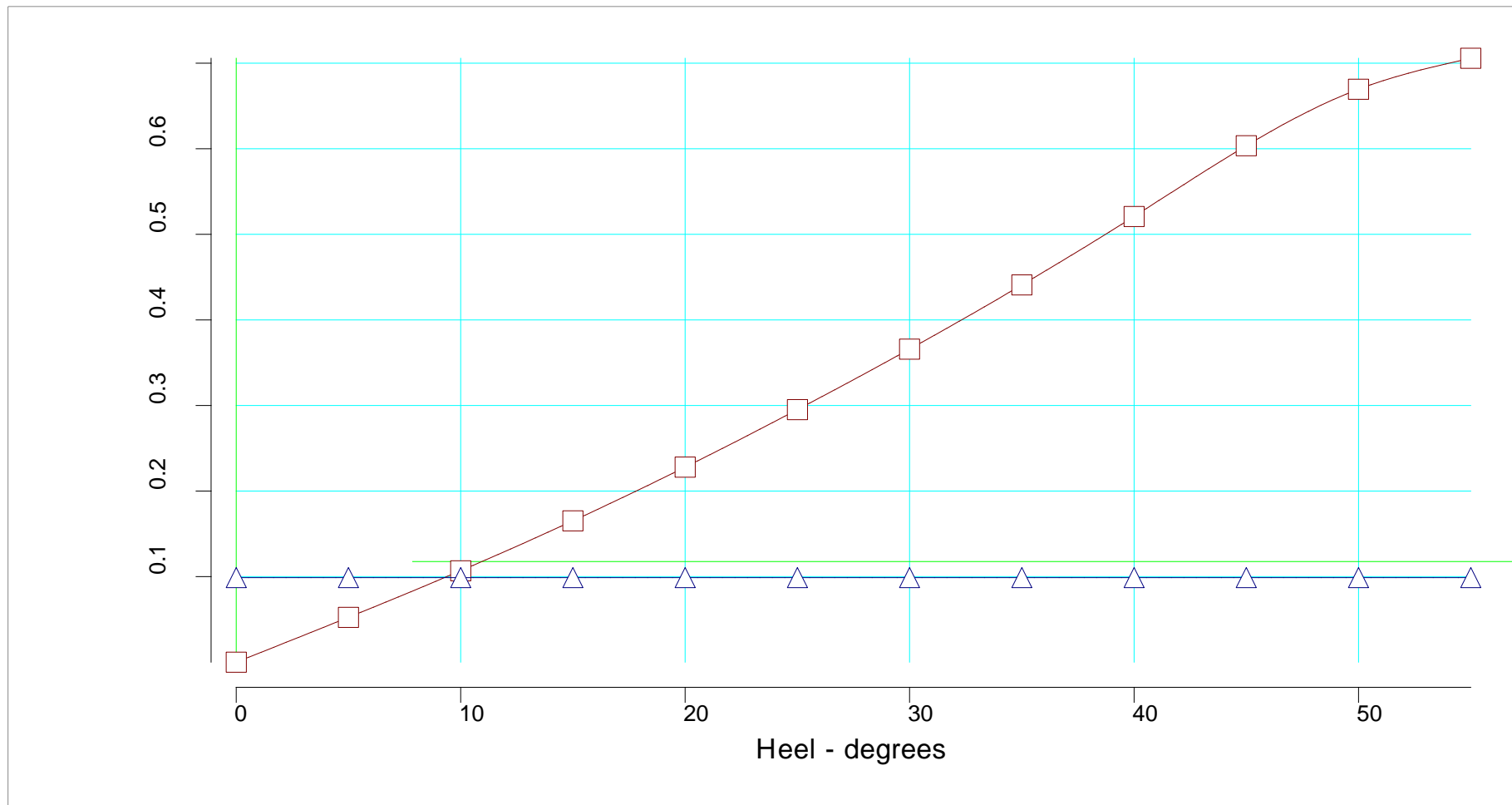
Πίνακας 4.41. Υδροστατικά μεγέθη - 100% Φορτίο και 10% Αναλώσιμα

Καμπύλη GZ-φ και έλεγχος των σχετικών περιορισμών για τη στατική ευστάθεια

Righting Lever (GZ) Curve

Heel to Stbd (deg)	GZ (m)	Slope (m/rad)	Trim (m)	WLrad (m)	Freeboard (m)	Wind (m)
0.00	0.0000	0.5984	0.458	3.564	2.32[3]	0.0989
5.00	0.0524	0.6114	0.470	3.546	1.95[3]	0.0989
10.00	0.1069	0.6509	0.506	3.496	1.59[3]	0.0989
15.00	0.1652	0.7086	0.559	3.413	1.22[3]	0.0989
20.00	0.2280	0.7684	0.622	3.295	0.86[3]	0.0989
25.00	0.2952	0.8085	0.689	3.142	0.51[3]	0.0989
30.00	0.3658	0.8535	0.756	2.949	0.17[3]	0.0989
35.00	0.4408	0.9001	0.816	2.717	-0.16[3]	0.0989
40.00	0.5209	0.9560	0.865	2.444	-0.47[3]	0.0989
45.00	0.6035	0.9044	0.896	2.135	-0.75[3]	0.0989
50.00	0.6696	0.5773	0.909	1.806	-1.04[3]	0.0989
55.00	0.7057	0.2658	0.900	1.467	-1.32[3]	0.0989

Πίνακας 4.42. Σημεία Καμπύλης GZ-φ και μοχλοβραίονας ροπής ανέμου I_{w2} - 100% Φορτίο και 10% Αναλώσιμα



Διάγραμμα 4.15. Καμπύλη GZ-φ - 100% Φορτίο και 10% Αναλώσιμα

IMO Wind heeling

Property	Value	Units
Length WL	31.134	metres
Profile area above WL	142.636	sq.metres
Area to leeward (Area b)	0.19353	m-radians
Area to windward (Area a)	0.00810	m-radians
GZc	0.099	metres
Gust angle	9.288	degrees
Rollback angle	23.448	degrees
Steady state angle	6.263	degrees
Max. angle to leeward	50.000	degrees
B/d'	2.357	
X1	1.000	
Cb	0.501	
Ar	0.000	
K	1.000	
Og	0.391	metres
r	0.796	
T	8.988	seconds

Πίνακας 4.43. Μεγέθη Κριτηρίου Καιρού- 100% Φορτίο και 10% Αναλώσιμα

IMO 749 Intact Stability Criteria non - passenger

#	Criterion	Actual Value	Critical Value
1	Area under GZ curve up to 30 degrees > 0.055	0.090	0.055
2	Area under GZ curve from 30 to 40 deg. or downflood > 0.03	0.077	0.030
3	Area under GZ curve up to 40 deg. or downflood > 0.09	0.167	0.090
4	Initial GM to be at least 0.15 metres	0.598	0.150
5	GZ to be at least 0.20m at an angle > 30 degrees	0.706	0.200
6	Max GZ to be at an angle > 30 degrees	55.000	30.000
7	IMO Weather Criterion (Maximum Initial Angle Of Heel)	6.263	16.000
8	IMO Weather Criterion (Areas)	23.889	1.000

Πίνακας 4.44. Έλεγχος συμβιβασμού με κανονισμούς IMO 749- 100% Φορτίο και 10% Αναλώσιμα

Immersion Particulars

State of Openings = X-ray: Normal condition

Deck Edge

Point #	X position (m)	Y position (m)	Z position (m)	Ht. above WL (m)	Flood Angle (deg)
0	-2.000	3.930	6.400	3.094	46.914
1	0.443	4.100	6.090	2.747	40.049
2	3.650	4.200	5.820	2.428	34.233
3	5.000	4.200	5.733	2.321	32.593
4	4.930	4.200	6.670	3.259	43.721
5	13.830	4.200	6.900	3.354	42.432
6	20.000	4.069	7.018	3.378	42.375
7	22.000	3.933	7.106	3.436	43.699
8	25.000	3.630	7.275	3.560	47.085
9	29.360	1.380	7.580	3.799	Not immersed
10	32.930	0.000	7.960	4.125	Not immersed

Πίνακας 4.45. Γωνίες Κατάκλισης Άνω Άκρων Καταστρώματος- 100% Φορτίο και 10% Αναλώσιμα

4.9.6 Κατάσταση άφιξης στο λιμάνι με μερικώς γεμάτο χώρο φορτίου- 20% Φορτίο και 10% Αναλώσιμα

Δεξαμενές και βάρη

Intact State

Title	Frames	Cargo	% full	SG (t/m3)	Weight (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	FSM (t-m)
<i>Fish</i>									
Freezer1	21-35	FISH	20.0	0.550	13.5	14.18	0.00	1.85	0.0
Freezer2	36-48	FISH	20.0	0.550	8.5	20.88	- 0.00	1.89	0.0
Total Fish					22.0	16.77	0.00	1.87	0.0
<i>FW</i>									
APP	-4-2	FW	10.0	1.000	1.1	0.17	- 1.86	3.20	1.2

APSB	-4-2	FW	10.0	1.000	1.1	0.17	1.86	3.20	1.2
FP	56-63	FW	10.0	1.000	0.9	28.46	0.00	2.63	0.3
FW1	54-56	FW	10.0	1.000	0.8	27.42	0.00	2.01	0.3
FWA	17-21	FW	10.0	1.000	0.3	9.56	0.00	0.23	0.3
Total FW					4.2	11.99	0.00	2.66	3.3
<i>DO</i>									
N1DO	49-54	DO	10.0	0.845	0.6	25.20	0.00	1.09	0.4
N2DOP	41-49	DO	10.0	0.845	0.3	21.82	- 0.28	0.69	0.1
N2DOSB	41-49	DO	10.0	0.845	0.3	21.82	0.28	0.69	0.1
N3DOP	36-41	DO	10.0	0.845	0.3	19.09	- 0.38	0.59	0.2
N3DOSB	36-41	DO	10.0	0.845	0.3	19.09	0.38	0.59	0.2
N4DOP	29-36	DO	10.0	0.845	0.6	16.02	- 0.44	0.50	0.5
N4DOSB	29-36	DO	10.0	0.845	0.6	16.02	0.44	0.50	0.5
N5DOP	21-29	DO	10.0	0.845	0.7	12.36	- 0.41	0.40	0.5
N5DOSB	21-29	DO	10.0	0.845	0.7	12.36	0.41	0.40	0.5
N6DOP	11-21	DO	10.0	0.845	0.9	8.53	- 1.87	0.98	0.5
N6DOSB	11-21	DO	10.0	0.845	0.9	8.53	1.87	0.98	0.5
N7DOP	18-21	DO	10.0	0.845	0.3	9.76	- 3.55	2.31	0.1
N7DOSB	18-21	DO	10.0	0.845	0.3	9.76	3.55	2.31	0.1
N8DO	11-13	DO	10.0	0.845	0.1	6.00	0.00	0.13	0.1
N9	3-11	DO	10.0	0.845	0.3	3.89	0.00	0.06	0.0
Total DO					7.2	13.54	0.00	0.81	4.3
<i>LO</i>									
HydraulicOil	16-17	LO	10.0	0.900	0.1	8.25	0.00	0.19	0.1
N1LOP	13-16	LO	10.0	0.900	0.1	7.24	- 0.18	0.17	0.0
N1LOSB	13-16	LO	10.0	0.900	0.1	7.24	0.18	0.17	0.0
Total LO					0.3	7.50	0.00	0.17	0.1
<i>Ropes</i>									
Ropes					3.0	25.50	0.00	2.89	0.0
Total Ropes					3.0	25.50	0.00	2.89	0.0
<i>Promitheies - C-10</i>									
Promitheies					0.4	13.00	0.00	2.36	0.0
Total Promitheies - C-10					0.4	13.00	0.00	2.36	0.0
<i>FisgingGear</i>									
Fishing Gear					6.5	13.52	0.00	5.40	0.0

Total FisingGear					6.5	13.52	0.00	5.40	0.0
<i>Crew</i>									
crew1					0.3	13.50	0.00	7.77	0.0
crew2					0.8	23.50	0.00	5.20	0.0
Total Crew					1.1	21.00	0.00	5.84	0.0
<i>Adallaktika</i>									
Adallaktika					6.0	25.50	0.00	4.00	0.0
Total Adallaktika					6.0	25.50	0.00	4.00	0.0
Lightweight					327.7	12.27	0.00	4.37	0.0
Deadweight					50.9	17.04	0.00	2.63	7.9
Total Displacement					378.5	12.91	0.00	4.13	7.9
Buoyancy					378.5	12.88	0.00	2.04	1003.9
Total Buoyancy					378.5	12.88	0.00	2.04	1003.9

Πίνακας 4.46. Βάρη και Κέντρα Βαρών-20% Φορτίο και 10% Αναλώσιμα.

Άθικτη ευστάθεια

Drafts at equilibrium angle

Draft at LCF	3.127	metres
Draft aft at marks	3.305	metres
Draft fwd at marks	2.871	metres
Draft at AP	3.305	metres
Draft at FP	2.870	metres
Mean draft at midships	3.087	metres

Πίνακας 4.47. Στοιχεία για τα Βυθίσματα- 20% Φορτίο και 10% Αναλώσιμα

Hydrostatics at equilibrium angle

Density of water	1.0310	tonnes/cu.m
Heel	No heel	
Trim by the stern	0.436	metres
KG	4.134	metres
FSC	0.021	metres
KGf	4.155	metres
GMt	0.535	metres

BMt	2.652	metres
BMI	33.607	metres
Waterplane area	208.02	sq.metres
LCG	12.909	metres
LCB	12.878	metres
TCB	0.000	metres
LCF	12.331	metres
TCF	0.000	metres
TPC	2.145	tonnes/cm
MTC	4.208	tonnes-m/cm
Shell thickness	0.000	mm

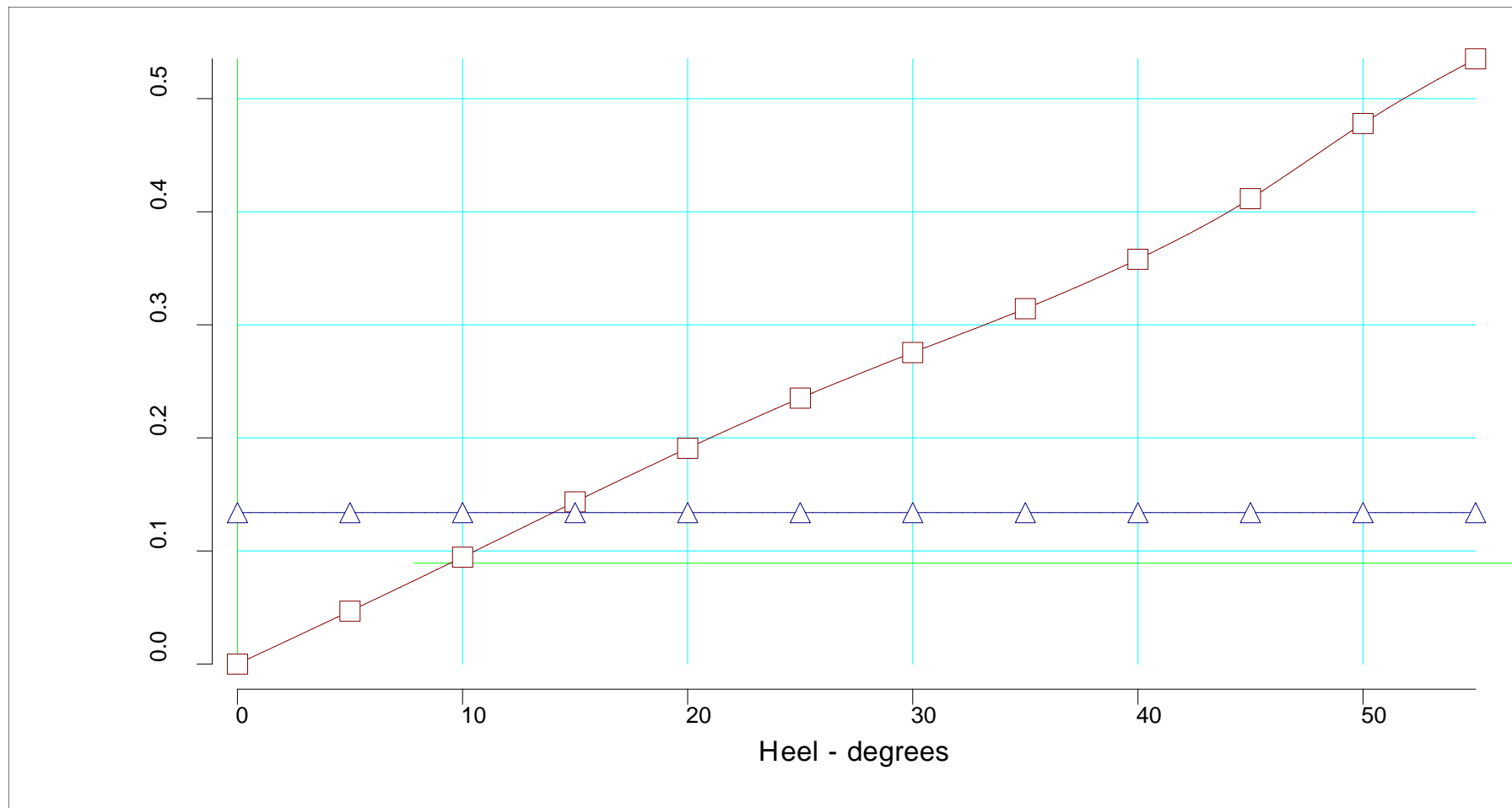
Πίνακας 4.48. Υδροστατικά μεγέθη -20% Φορτίο 10% Αναλώσιμα

Καμπύλη GZ-φ και έλεγχος των σχετικών περιορισμών για τη στατική ευστάθεια

Righting Lever (GZ) Curve

Heel to Stbd (deg)	GZ (m)	Slope (m/rad)	Trim (m)	WLrad (m)	Freeboard (m)	Wind (m)
0.00	0.0000	0.5352	-0.435	3.088	2.50[3]	0.1340
5.00	0.0468	0.5456	-0.418	3.072	2.13[3]	0.1340
10.00	0.0945	0.5720	-0.367	3.026	1.77[3]	0.1340
15.00	0.1435	0.5932	-0.291	2.949	1.40[3]	0.1340
20.00	0.1909	0.5764	-0.198	2.838	1.05[3]	0.1340
25.00	0.2352	0.5387	-0.093	2.693	0.70[3]	0.1340
30.00	0.2755	0.5082	0.019	2.511	0.36[3]	0.1340
35.00	0.3143	0.5208	0.133	2.291	0.04[3]	0.1340
40.00	0.3580	0.6098	0.243	2.034	-0.26[3]	0.1340
45.00	0.4117	0.7152	0.336	1.740	-0.54[3]	0.1340
50.00	0.4781	0.7905	0.399	1.413	-0.81[3]	0.1340
55.00	0.5352	0.4984	0.428	1.068	-1.08[3]	0.1340

Πίνακας 4.49. Σημεία Καμπύλης GZ-φ και μοχλοβραίονας ροπής ανέμου I_{w2} -20% Φορτίο 10% Αναλώσιμα



Διάγραμμα 4.16. Καμπύλη GZ-φ-20% Φορτίο και 10% Αναλώσιμα

IMO Wind heeling

Property	Value	Units
Length WL	31.134	metres
Profile area above WL	156.300	sq.metres
Area to leeward (Area b)	0.10106	m-radians
Area to windward (Area a)	0.01659	m-radians
GZc	0.134	metres
Gust angle	14.062	degrees
Rollback angle	22.080	degrees
Steady state angle	9.471	degrees
Max. angle to leeward	50.000	degrees
B/d'	2.720	
X1	0.946	
Cb	0.469	
Ar	0.000	
K	1.000	
Og	1.068	metres
r	0.937	
T	9.695	seconds

Πίνακας 4.50. Μεγέθη Κριτηρίου Καιρού-20% Φορτίο και 10% Αναλώσιμα

IMO 749 Intact Stability Criteria non - passenger

#	Criterion	Actual Value	Critical Value
1	Area under GZ curve up to 30 degrees > 0.055	0.074	0.055
2	Area under GZ curve from 30 to 40 deg. or downflood > 0.03	0.055	0.030
3	Area under GZ curve up to 40 deg. or downflood > 0.09	0.129	0.090
4	Initial GM to be at least 0.15 metres	0.535	0.150
5	GZ to be at least 0.20m at an angle > 30 degrees	0.535	0.200
6	Max GZ to be at an angle > 30 degrees	55.000	30.000
7	IMO Weather Criterion (Maximum Initial Angle Of Heel)	9.471	16.000
8	IMO Weather Criterion (Areas)	6.092	1.000

Πίνακας 4.51. Έλεγχος συμβιβασμού με κανονισμούς IMO 749-20% Φορτίο και 10% Αναλώσιμα

Immersion Particulars

State of Openings = X-ray: Normal condition

Deck Edge

Point	X position	Y position	Z position	Ht. above	Flood
#	(m)	(m)	(m)	WL (m)	Angle (deg)
0	-2.000	3.930	6.400	3.066	48.518
1	0.443	4.100	6.090	2.791	42.031
2	3.650	4.200	5.820	2.567	36.987
3	5.000	4.200	5.733	2.500	35.686
4	4.930	4.200	6.670	3.436	46.836
5	13.830	4.200	6.900	3.794	47.549
6	20.000	4.069	7.018	4.001	48.889
7	22.000	3.933	7.106	4.117	50.698
8	25.000	3.630	7.275	4.330	54.866
9	29.360	1.380	7.580	4.697	Not immersed
10	32.930	0.000	7.960	5.129	Not immersed

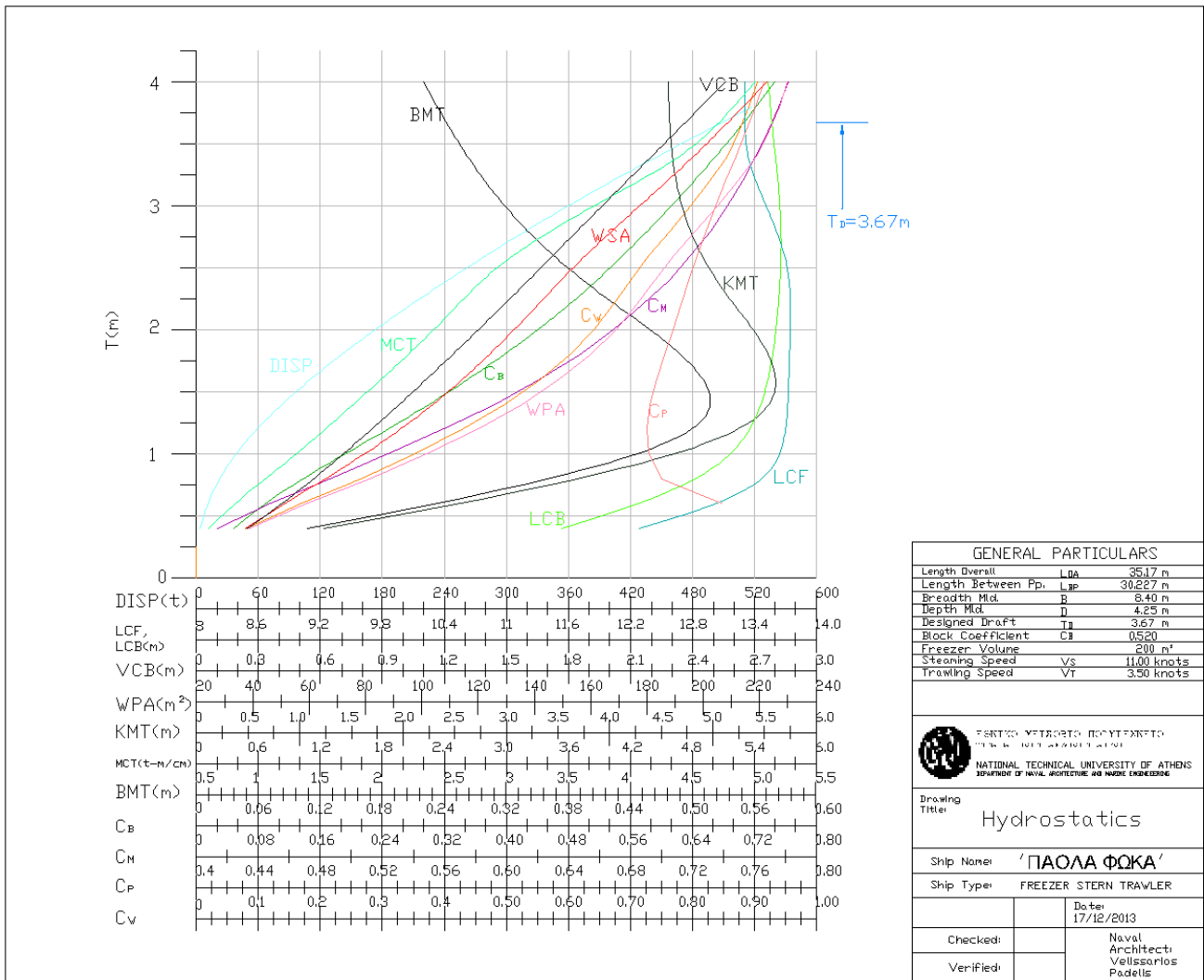
Πίνακας 4.52. Γωνίες Κατάκλυσης Άνω Άκρων Καταστρώματος-20% Φορτίο και 10% Αναλώσιμα

Παράρτημα Γ

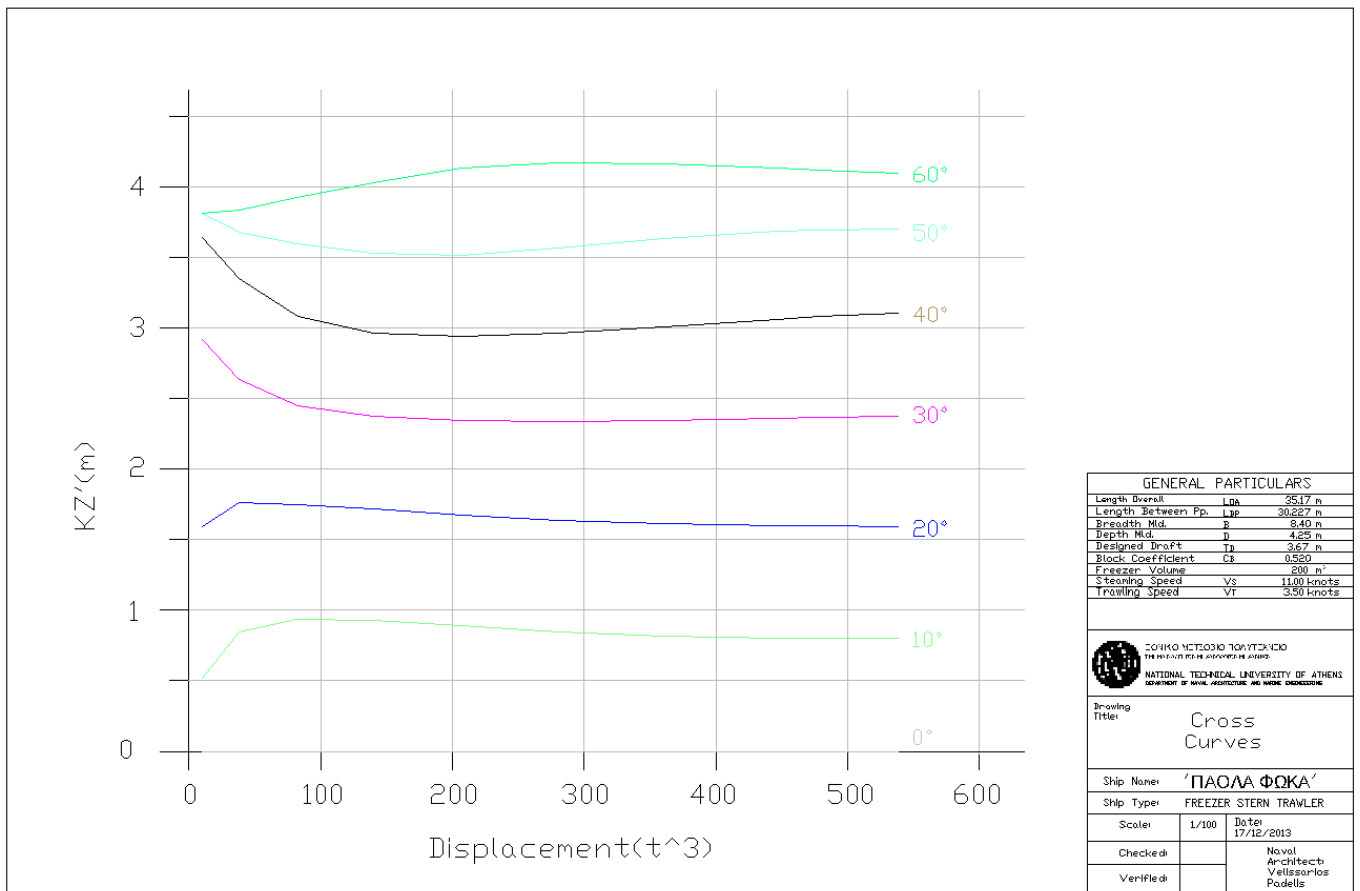
Γ.1.Ορισμοί Συμβόλων

GZ	=Μοχλοβραχίονας Επαναφοράς(m)
φ	=Γωνία Εγκάρσιας κλίσης πλοίου(°)
$GM(GMt)$	=Εγκάρσιο Μετακεντρικό Υψος(m)
$BMt(BMT)$	=Εγκάρσια Μετακεντρική ακτίνα(m)
BMI	=Διαμήκης Μετακεντρική ακτίνα(m)
WPA	=Ισαλος Επιφάνεια(m ²)
$WSA(S)$	=Βρεχόμενη Επιφάνεια κατω από μια Ισαλο(m ²)
FSC	=Διόρθωση Ελεύθερης Επιφάνειας(m)
$TCB(KB)$	=Κατακόρυφη θέση Κέντρου Άντωσης(m)
LCB	=Διαμήκης θέση Κέντρου Άντωσης(m)
TCF	=Κατακόρυφη θέση Κέντρου Πλευστότητας(m)
LCF	=Διαμήκης θέση Κέντρου Πλευστότητας(m)
C_B	=Συντελεστής Γάστρας
$C_{WP}(C_W)$	=Συντελεστής Ισάλου Επιφανείας
C_M	=Συντελεστής Μέσης Τομής
C_P	=Πρισματικός Συντελεστής
TPC	=Τόνοι(t) ανα εκατοστό(cm) βύθισης
MTC	=Απαιτούμενη Ροπή για να αλλάξει η διαγωγή


Γ.2.Σχέδιο Υδροστατικών μεγεθών



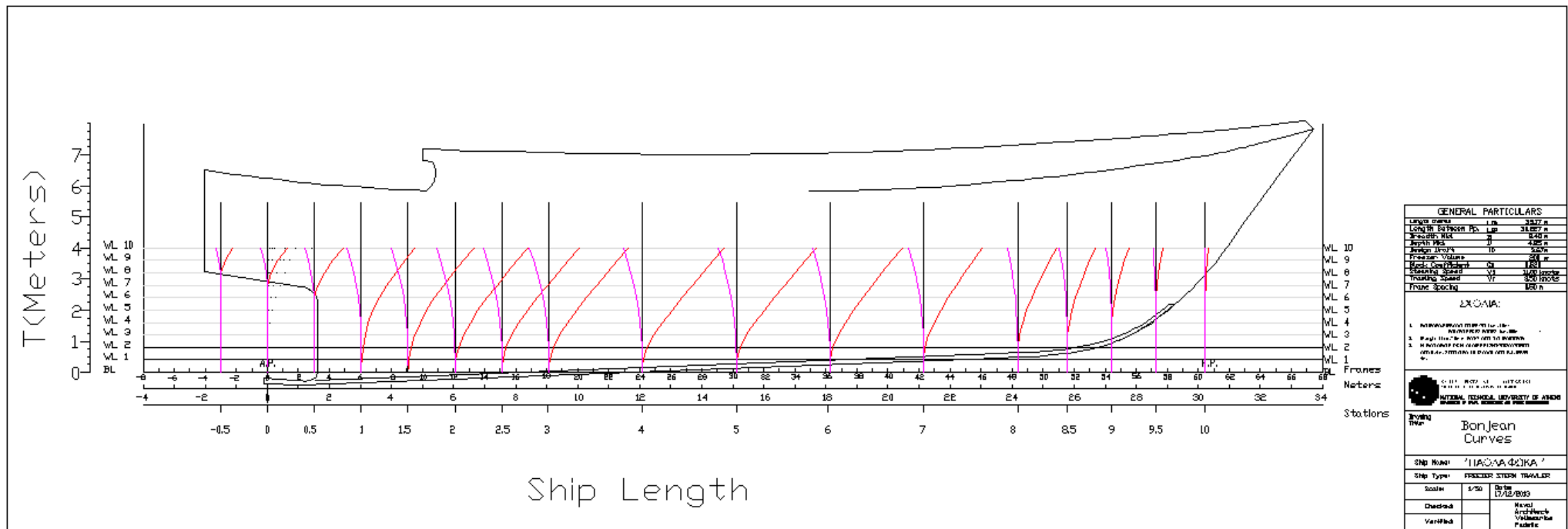
Γ.3.Σχέδιο καμπυλών Ευστάθειας-Cross Curves



GENERAL PARTICULARS	
Length Overall	L _{oa} 35.17 m
Length Between Pp.	L _{bp} 30.827 m
Breadth Mid.	B 8.40 m
Depth Mid.	D 4.25 m
Designed Draft	T _d 3.67 m
Block Coefficient	C _b 0.580
Freezer Volume	200 m ³
Steaming Speed	V _s 11.00 knots
Trawling Speed	V _T 3.50 knots

 ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ THE NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND MARINE ENGINEERING	
Drawing Title:	Cross Curves
Ship Name:	'ΠΑΟΛΑ ΦΩΚΑ'
Ship Type:	FREEZER STERN TRAWLER
Scale:	1/100
Date:	17/12/2013
Checked by:	Naval Architect Vasilios Podellis
Verified by:	

Γ.4.Σχέδιο καμπυλών Bonjean



Γ.5. Πίνακας Υδροστατικών Μεγεθών

Trim	0.00	metres
Heel	0.00	degrees
Shell thickness	0.00000	mm
Keel thickness	0.00000	mm
Hog (+ve)/ Sag (-ve)	0.00000	metres
Water density	1.03100	tonnes/cu.m

All drafts are moulded

Hydrostatics

Draft (m)	Displ (t)	LCB (m)	VCB (m)	WPA (m ²)	LCF (m)	KMT (m)	WSA (m ²)	MTC (t- m/cm)	CB	CM
0.00	0.20	4.910	- 0.112	1.51	5.821	- 0.086	4.88	0.00	0.000	0.000
0.20	0.94	6.512	0.075	6.75	7.710	0.352	13.02	0.02	0.018	0.003
0.40	3.58	8.464	0.254	20.29	10.114	1.265	29.61	0.11	0.034	0.027
0.60	9.95	10.251	0.419	42.69	12.040	2.620	54.96	0.35	0.064	0.096
0.80	21.26	11.508	0.572	66.67	12.960	3.781	81.39	0.66	0.102	0.172
1.00	37.28	12.211	0.715	88.80	13.254	4.709	106.16	0.95	0.143	0.247
1.20	57.62	12.608	0.852	108.29	13.399	5.310	128.73	1.22	0.184	0.319
1.40	81.70	12.852	0.985	124.73	13.465	5.544	148.78	1.48	0.224	0.385
1.60	108.86	13.013	1.114	138.24	13.523	5.541	166.50	1.73	0.261	0.443
1.80	138.56	13.128	1.240	149.41	13.579	5.424	182.59	1.97	0.295	0.494
2.00	170.35	13.217	1.363	158.70	13.624	5.263	197.60	2.19	0.326	0.538
2.20	203.88	13.286	1.484	166.30	13.655	5.076	211.86	2.39	0.355	0.576
2.40	238.86	13.342	1.604	172.85	13.668	4.907	225.84	2.60	0.381	0.610
2.60	275.20	13.382	1.722	180.04	13.587	4.783	240.78	2.86	0.406	0.638
2.80	313.20	13.394	1.841	188.68	13.359	4.695	257.68	3.23	0.429	0.664
3.00	353.04	13.374	1.961	197.81	13.077	4.645	275.47	3.67	0.451	0.686
3.20	394.77	13.327	2.081	206.89	12.774	4.616	293.74	4.15	0.473	0.705
3.40	438.34	13.257	2.202	215.13	12.511	4.603	311.92	4.62	0.494	0.722
3.60	483.31	13.182	2.323	220.84	12.410	4.601	328.41	4.93	0.515	0.738
3.67	498.85	13.158	2.364	222.46	12.393	4.601	333.86	5.02	0.521	0.743
3.80	529.33	13.113	2.443	225.27	12.377	4.601	344.28	5.18	0.534	0.752
4.00	576.15	13.053	2.561	228.76	12.382	4.602	359.82	5.39	0.552	0.764

Hydrostatics

Draft (m)	CP	CW	BMT (m)
0.00	0.000	0.006	0.025
0.20	5.683	0.027	0.278
0.40	1.285	0.080	1.012
0.60	0.664	0.169	2.201
0.80	0.592	0.263	3.209
1.00	0.578	0.351	3.993
1.20	0.577	0.428	4.458
1.40	0.581	0.493	4.559
1.60	0.589	0.546	4.427
1.80	0.597	0.590	4.185
2.00	0.607	0.627	3.900
2.20	0.616	0.657	3.591
2.40	0.626	0.683	3.303
2.60	0.635	0.711	3.061
2.80	0.646	0.746	2.854
3.00	0.658	0.782	2.684
3.20	0.670	0.817	2.535
3.40	0.684	0.850	2.401
3.60	0.697	0.873	2.278
3.67	0.702	0.879	2.237
3.80	0.710	0.890	2.158
4.00	0.723	0.904	2.040

Γ.6. Κατακλύσημα Μήκη

Κατάσταση αναχώρησης από το λιμάνι -Χωρίς Φορτίο και 100% Αναλώσιμα

Mean draft	3.463	metres
Trim over LBP	0.000	metres
Subdivision displacement	453.654	tonnes
Water density	1.031	tonnes/cu.m
L.C.B. from origin	13.261	metres

Criterion of Service	0.000	
Subdivision Factor	1.000	
Margin Line below Deck	76.000	mm

Region = 85.000

Lost	LCB of FL	Floodable	Centre of FL	Mean	Trim
buoyancy	from Origin	Length	from Origin	draft	by head
cu.metres	metres	metres	metres	metres	metres
101.73	2.515	3.246	3.623	3.696	-1.998
109.41	3.270	3.975	3.987	3.736	-1.927
117.31	4.158	4.853	4.427	3.779	-1.853
125.22	4.968	5.722	4.861	3.823	-1.776
134.10	5.713	5.857	5.652	3.869	-1.696
140.22	6.308	6.052	6.235	3.906	-1.614
146.62	6.857	6.206	6.809	3.943	-1.529
153.80	7.378	6.455	7.327	3.982	-1.442
159.22	7.839	6.615	7.801	4.015	-1.353
165.29	8.278	6.820	8.244	4.050	-1.262
169.62	8.673	6.956	8.646	4.079	-1.169
173.89	9.057	7.093	9.036	4.108	-1.074
179.12	9.430	7.265	9.417	4.137	-0.977
183.88	9.791	7.431	9.779	4.167	-0.879
188.66	10.142	7.592	10.132	4.198	-0.779
191.15	10.462	7.677	10.454	4.219	-0.679
		7.662	10.500		

New region = 60.000

Lost	LCB of FL	Floodable	Centre of FL	Mean	Trim
buoyancy	from Origin	Length	from Origin	draft	by head
cu.metres	metres	metres	metres	metres	metres
		11.000	10.500		
190.41	10.533	11.000	10.510	4.218	-0.651
187.30	10.790	10.859	10.773	4.216	-0.555
184.55	11.056	10.742	11.045	4.213	-0.458
181.53	11.334	10.605	11.329	4.210	-0.360
178.98	11.622	10.499	11.623	4.208	-0.262
174.78	11.917	10.306	11.924	4.200	-0.163
169.93	12.227	10.074	12.239	4.190	-0.064
166.25	12.554	9.913	12.573	4.181	0.035
161.61	12.898	9.691	12.924	4.171	0.134
157.31	13.253	9.491	13.285	4.162	0.233
153.45	13.625	9.322	13.663	4.152	0.331
148.78	14.019	9.098	14.067	4.141	0.429

142.72	14.452	8.807	14.508	4.125	0.526
137.20	14.906	8.546	14.974	4.109	0.623
131.61	15.388	8.281	15.471	4.094	0.719
126.73	15.905	8.071	16.006	4.078	0.813
121.30	16.455	7.840	16.572	4.063	0.906
115.97	17.025	7.621	17.159	4.047	0.998
110.79	17.637	7.456	17.780	4.032	1.088
106.40	18.273	7.324	18.453	4.018	1.177
100.78	18.979	7.228	19.156	4.003	1.264
97.63	19.630	7.216	19.865	3.989	1.349
90.20	20.515	7.152	20.759	3.968	1.432
85.20	21.450	7.294	21.800	3.943	1.512
79.08	22.548	7.759	23.067	3.920	1.591
73.43	23.879	11.828	26.313	3.897	1.667
		0.000	32.227		

Κατάσταση άφιξης στον ψαρότοπο- Χωρίς Φορτίο και 80% Αναλώσιμα

Mean draft	3.371	metres
Trim over LBP	0.000	metres
Subdivision displacement	433.046	tonnes
Water density	1.031	tonnes/cu.m
L.C.B. from origin	13.295	metres
Criterion of Service	0.000	
Subdivision Factor	1.000	
Margin Line below Deck	76.000	mm

Region = 85.000

Lost buoyancy	LCB of FL from Origin	Floodable Length	Centre of FL from Origin	Mean draft	Trim by head
cu.metres	metres	metres	metres	metres	metres
108.75	2.511	3.455	3.728	3.620	-2.130
116.81	3.413	4.294	4.147	3.664	-2.053
125.18	4.296	5.181	4.591	3.711	-1.972
133.85	5.104	6.066	5.033	3.759	-1.888
142.87	5.841	6.407	5.715	3.808	-1.801
152.26	6.517	6.594	6.443	3.860	-1.711
161.07	7.077	6.844	7.029	3.904	-1.619
167.74	7.580	7.069	7.532	3.945	-1.525
175.56	8.056	7.317	8.020	3.988	-1.428
181.30	8.480	7.511	8.445	4.025	-1.329
187.03	8.880	7.690	8.856	4.061	-1.227
192.26	9.249	7.866	9.231	4.092	-1.124

197.17	9.610	8.032	9.595	4.124	-1.020
202.57	9.959	8.212	9.950	4.157	-0.913
207.50	10.298	8.377	10.290	4.190	-0.806
		8.484	10.500		

New region = 60.000

Lost buoyancy cu.metres	LCB of FL from Origin metres	Floodable Length metres	Centre of FL from Origin metres	Mean draft metres	Trim by head metres
		12.279	10.500		
211.48	10.536	12.287	10.512	4.213	-0.728
209.78	10.796	12.222	10.777	4.217	-0.624
206.97	11.053	12.104	11.044	4.215	-0.519
203.69	11.320	11.960	11.318	4.212	-0.413
200.62	11.597	11.828	11.603	4.209	-0.307
196.93	11.882	11.668	11.895	4.203	-0.200
192.62	12.179	11.483	12.198	4.193	-0.093
187.44	12.490	11.241	12.517	4.183	0.014
182.98	12.817	11.039	12.853	4.172	0.121
178.21	13.155	10.817	13.200	4.162	0.228
173.91	13.508	10.626	13.561	4.152	0.335
168.41	13.882	10.370	13.940	4.139	0.441
162.14	14.289	10.071	14.358	4.122	0.546
156.48	14.713	9.808	14.797	4.105	0.651
150.49	15.163	9.533	15.259	4.088	0.754
144.63	15.645	9.255	15.762	4.071	0.857
138.52	16.145	8.993	16.270	4.054	0.958
133.51	16.666	8.786	16.816	4.037	1.058
128.57	17.218	8.619	17.388	4.021	1.156
122.39	17.805	8.389	17.990	4.005	1.252
117.92	18.380	8.253	18.605	3.989	1.347
111.47	19.073	8.072	19.335	3.965	1.439
104.79	19.874	8.008	20.169	3.938	1.529
97.58	20.749	7.921	21.131	3.912	1.617
91.97	21.645	8.142	22.149	3.886	1.702
83.47	22.641	8.546	23.248	3.861	1.785
79.66	23.602	12.295	26.080	3.831	1.865
		0.000	32.227		

Κατάσταση ενώ γίνεται αλίευση -50% Φορτίο και 60% Αναλώσιμα

Mean draft	3.551	metres
Trim over LBP	0.000	metres
Subdivision displacement	473.366	tonnes

Water density	1.031	tonnes/cu.m
L.C.B. from origin	13.231	metres
Criterion of Service	0.000	
Subdivision Factor	1.000	
Margin Line below Deck	76.000	mm

Region = 85.000

Lost buoyancy cu.metres	LCB of FL from Origin metres	Floodable Length metres	Centre of FL from Origin metres	Mean draft metres	Trim by head metres
96.11	2.288	2.907	3.453	3.772	-1.865
102.88	3.196	3.732	3.866	3.808	-1.802
110.13	4.055	4.576	4.288	3.846	-1.736
116.50	4.817	5.370	4.685	3.883	-1.668
121.62	5.436	5.317	5.381	3.914	-1.596
127.64	6.024	5.511	5.956	3.946	-1.523
133.69	6.583	5.648	6.537	3.980	-1.447
139.10	7.080	5.835	7.029	4.010	-1.369
143.91	7.549	5.971	7.510	4.039	-1.289
148.19	7.980	6.110	7.944	4.067	-1.206
151.85	8.384	6.210	8.361	4.093	-1.122
156.46	8.780	6.370	8.759	4.119	-1.037
160.46	9.164	6.496	9.149	4.146	-0.949
164.41	9.536	6.632	9.520	4.173	-0.860
169.23	9.897	6.797	9.885	4.200	-0.770
171.85	10.222	6.891	10.212	4.219	-0.679
168.99	10.490	6.804	10.482	4.216	-0.587
		6.797	10.500		

New region = 60.000

Lost buoyancy cu.metres	LCB of FL from Origin metres	Floodable Length metres	Centre of FL from Origin metres	Mean draft metres	Trim by head metres
		9.689	10.500		
167.98	10.533	9.683	10.512	4.216	-0.572
165.30	10.803	9.558	10.788	4.214	-0.482
163.17	11.085	9.472	11.073	4.211	-0.392
160.35	11.378	9.341	11.371	4.209	-0.301
157.09	11.681	9.188	11.679	4.204	-0.210
152.63	11.994	8.971	11.997	4.195	-0.118
149.32	12.325	8.824	12.334	4.187	-0.026
144.88	12.675	8.608	12.689	4.178	0.066
140.76	13.043	8.411	13.061	4.169	0.157

137.11	13.424	8.242	13.448	4.160	0.249
133.08	13.826	8.049	13.857	4.151	0.340
128.41	14.254	7.825	14.292	4.141	0.431
123.00	14.728	7.560	14.777	4.126	0.521
118.42	15.228	7.351	15.291	4.112	0.610
113.55	15.761	7.143	15.832	4.097	0.698
108.54	16.335	6.925	16.423	4.083	0.786
103.42	16.954	6.723	17.056	4.068	0.872
98.70	17.605	6.554	17.726	4.054	0.956
94.16	18.293	6.435	18.431	4.040	1.040
89.61	19.029	6.345	19.193	4.027	1.121
85.26	19.823	6.364	19.992	4.014	1.201
81.70	20.652	6.422	20.891	4.001	1.279
76.06	21.529	6.509	21.781	3.988	1.356
72.18	22.598	6.905	23.050	3.968	1.430
66.81	24.177	11.318	26.568	3.947	1.501
		0.000	32.227		

Κατάσταση αναχώρησης από ψαρότοπο με γεμάτο χώρο φορτίου-100% Φορτίο και 30% Αναλώσιμα-Χωρίς διαγωγή

Mean draft	3.670	metres
Trim over LBP	0.000	metres
Subdivision displacement	500.607	tonnes
Water density	1.031	tonnes/cu.m
L.C.B. from origin	13.189	metres
Criterion of Service	0.000	
Subdivision Factor	1.000	
Margin Line below Deck	76.000	mm

Region = 85.000

Lost buoyancy cu.metres	LCB of FL from Origin metres	Floodable Length metres	Centre of FL from Origin metres	Mean draft metres	Trim by head metres
89.44	2.291	2.707	3.353	3.883	-1.667
93.70	3.211	3.486	3.743	3.907	-1.613
97.65	3.895	4.136	4.068	3.931	-1.557
101.99	4.551	4.739	4.426	3.957	-1.498
107.10	5.179	4.686	5.131	3.984	-1.437
110.63	5.724	4.787	5.662	4.008	-1.374
115.44	6.249	4.881	6.208	4.032	-1.308
119.22	6.745	5.003	6.696	4.056	-1.241
122.32	7.190	5.077	7.151	4.078	-1.172

125.51	7.627	5.161	7.598	4.099	-1.100
129.71	8.053	5.298	8.029	4.122	-1.028
133.26	8.467	5.402	8.452	4.144	-0.953
136.55	8.867	5.517	8.851	4.168	-0.878
140.14	9.256	5.635	9.242	4.191	-0.800
144.40	9.636	5.780	9.623	4.215	-0.722
143.17	9.920	5.742	9.909	4.218	-0.643
140.70	10.195	5.662	10.185	4.216	-0.562
138.27	10.482	5.582	10.475	4.214	-0.481
		5.575	10.500		

New region = 30.000

Lost buoyancy cu.metres	LCB of FL from Origin metres	Floodable Length metres	Centre of FL from Origin metres	Mean draft metres	Trim by head metres
		16.810	10.500		
134.89	10.910	16.576	10.761	4.210	-0.365
133.26	11.126	16.297	11.044	4.209	-0.309
131.39	11.350	16.077	11.289	4.207	-0.252
129.18	11.576	15.802	11.551	4.203	-0.195
126.56	11.811	15.499	11.809	4.197	-0.138
124.17	12.056	15.230	12.079	4.192	-0.080
121.60	12.313	14.932	12.362	4.186	-0.022
118.95	12.580	14.643	12.649	4.181	0.036
116.44	12.859	14.385	12.943	4.175	0.093
113.93	13.149	14.099	13.265	4.170	0.151
111.39	13.445	13.835	13.580	4.164	0.208
109.06	13.752	13.605	13.907	4.159	0.265
106.68	14.071	13.372	14.248	4.153	0.322
104.00	14.402	13.111	14.594	4.148	0.378
101.36	14.754	12.867	14.968	4.140	0.434
98.07	15.133	12.552	15.368	4.131	0.489
94.98	15.531	12.273	15.791	4.123	0.543
91.93	15.942	12.005	16.230	4.114	0.596
88.85	16.370	11.744	16.690	4.105	0.648
85.90	16.818	11.515	17.174	4.097	0.700
83.29	17.283	11.363	17.682	4.088	0.750
80.28	17.776	11.201	18.211	4.080	0.799
77.63	18.292	11.117	18.789	4.072	0.847
75.51	18.786	11.131	19.361	4.065	0.894
72.57	19.352	11.128	20.009	4.057	0.939
70.20	19.897	11.278	20.684	4.050	0.983
68.34	20.384	11.595	21.339	4.043	1.025

65.53	21.043	12.400	22.309	4.036	1.066
63.92	21.484	15.598	24.428	4.030	1.105
		0.000	32.227		

Κατάσταση αναχώρησης από ψαρότοπο με γεμάτο χώρο φορτίου-100% Φορτίο και 30% Αναλώσιμα-Με
διαγωγή

Mean draft	3.670	metres
Trim over LBP	0.445	metres
Subdivision displacement	492.101	tonnes
Water density	1.031	tonnes/cu.m
L.C.B. from origin	13.648	metres
Criterion of Service	0.000	
Subdivision Factor	1.000	
Margin Line below Deck	76.000	mm

Region = 85.000

Lost buoyancy cu.metres	LCB of FL from Origin metres	Floodable Length metres	Centre of FL from Origin metres	Mean draft metres	Trim by head metres
105.38	2.526	3.287	3.644	3.927	-1.568
110.17	3.103	3.811	3.906	3.954	-1.505
115.59	3.788	4.453	4.227	3.983	-1.440
119.65	4.379	5.034	4.517	4.008	-1.372
124.12	4.945	5.622	4.811	4.034	-1.303
128.04	5.470	5.673	5.342	4.059	-1.231
131.50	5.943	5.639	5.868	4.082	-1.158
134.92	6.407	5.741	6.322	4.105	-1.083
138.36	6.859	5.781	6.800	4.128	-1.006
143.17	7.297	5.915	7.249	4.152	-0.928
146.57	7.722	6.025	7.670	4.177	-0.848
150.50	8.135	6.128	8.095	4.201	-0.767
152.50	8.493	6.179	8.458	4.219	-0.685
150.03	8.736	6.099	8.702	4.217	-0.601
147.56	8.990	6.007	8.964	4.215	-0.517
145.55	9.255	5.947	9.228	4.212	-0.432
143.00	9.533	5.859	9.507	4.210	-0.347
140.44	9.823	5.769	9.799	4.207	-0.260
136.88	10.107	5.645	10.086	4.201	-0.174
133.03	10.403	5.507	10.385	4.192	-0.087
		5.457	10.500		

New region = 30.000

Lost buoyancy cu.metres	LCB of FL from Origin metres	Floodable Length metres	Centre of FL from Origin metres	Mean draft metres	Trim by head metres
		16.170	10.500		
126.50	10.930	15.808	10.742	4.179	0.056
124.08	11.159	15.526	10.985	4.173	0.114
121.48	11.393	15.149	11.269	4.168	0.172
119.09	11.634	14.871	11.525	4.162	0.229
116.60	11.883	14.552	11.805	4.156	0.286
114.11	12.140	14.239	12.090	4.151	0.343
111.62	12.406	13.937	12.379	4.146	0.399
108.70	12.683	13.593	12.677	4.137	0.454
105.44	12.972	13.209	12.988	4.128	0.509
102.25	13.272	12.842	13.305	4.119	0.563
99.18	13.580	12.491	13.633	4.111	0.616
96.36	13.900	12.176	13.972	4.102	0.668
93.38	14.233	11.849	14.320	4.094	0.720
90.51	14.579	11.539	14.684	4.085	0.770
87.68	14.939	11.237	15.063	4.077	0.818
84.98	15.312	10.955	15.456	4.069	0.866
82.33	15.690	10.702	15.847	4.062	0.912
80.01	16.073	10.488	16.251	4.054	0.957
77.63	16.461	10.273	16.662	4.047	1.001
75.12	16.859	10.062	17.075	4.040	1.042
73.14	17.262	9.917	17.509	4.033	1.083
70.99	17.671	9.773	17.940	4.027	1.121
69.05	18.086	9.650	18.392	4.021	1.158
67.26	18.488	9.563	18.833	4.015	1.193
65.32	18.913	9.492	19.294	4.009	1.226
63.69	19.314	9.487	19.730	4.004	1.258
62.29	19.701	9.548	20.150	3.999	1.287
60.91	20.071	9.601	20.564	3.995	1.315
59.60	20.428	9.697	20.969	3.990	1.340
58.31	20.762	9.765	21.384	3.986	1.363
56.89	21.116	9.994	21.776	3.982	1.385
54.91	21.505	10.134	22.250	3.976	1.404
53.71	21.871	10.406	22.833	3.971	1.421
52.16	22.504	14.144	25.155	3.966	1.435
		0.000	32.227		

Κατάσταση άφιξης στο λιμάνι με γεμάτο χώρο φορτίου- 100% Φορτίο και 10% Αναλώσιμα

Mean draft	3.565	metres
Trim over LBP	0.000	metres
Subdivision displacement	476.502	tonnes
Water density	1.031	tonnes/cu.m
L.C.B. from origin	13.227	metres
Criterion of Service	0.000	
Subdivision Factor	1.000	
Margin Line below Deck	76.000	mm

Region = 85.000

Lost buoyancy cu.metres	LCB of FL from Origin metres	Floodable Length metres	Centre of FL from Origin metres	Mean draft metres	Trim by head metres
96.48	2.289	2.911	3.455	3.791	-1.832
102.95	3.351	3.839	3.920	3.826	-1.770
110.25	4.187	4.684	4.342	3.863	-1.706
115.83	4.873	5.333	4.736	3.895	-1.639
120.59	5.483	5.264	5.427	3.926	-1.569
126.69	6.064	5.461	5.994	3.958	-1.497
132.14	6.609	5.576	6.563	3.989	-1.423
136.37	7.095	5.715	7.043	4.018	-1.346
142.07	7.561	5.889	7.521	4.047	-1.267
145.96	7.979	6.001	7.950	4.073	-1.187
149.64	8.383	6.117	8.360	4.098	-1.104
153.50	8.778	6.246	8.756	4.124	-1.020
158.07	9.160	6.395	9.144	4.150	-0.935
161.97	9.530	6.528	9.515	4.177	-0.848
166.73	9.891	6.693	9.878	4.204	-0.759
167.55	10.205	6.720	10.194	4.219	-0.670
164.77	10.473	6.634	10.465	4.216	-0.579
		6.628	10.500		

New region = 30.000

Lost buoyancy cu.metres	LCB of FL from Origin metres	Floodable Length metres	Centre of FL from Origin metres	Mean draft metres	Trim by head metres
		17.000	10.500		
164.30	10.613	18.953	11.476	4.215	-0.544
162.84	10.726	18.973	11.486	4.214	-0.496

161.32	10.878	19.039	11.520	4.213	-0.448
159.99	11.035	19.126	11.563	4.211	-0.399
158.52	11.196	19.215	11.608	4.210	-0.349
156.93	11.363	19.301	11.651	4.209	-0.299
155.48	11.534	19.406	11.703	4.207	-0.248
153.46	11.707	19.479	11.740	4.203	-0.197
151.03	11.885	19.375	11.841	4.198	-0.146
148.90	12.070	19.058	12.083	4.193	-0.094
146.57	12.261	18.728	12.325	4.188	-0.042
144.22	12.458	18.422	12.561	4.183	0.010
142.04	12.661	18.178	12.789	4.178	0.062
139.71	12.871	17.880	13.039	4.173	0.113
137.39	13.085	17.622	13.276	4.168	0.165
135.15	13.302	17.353	13.529	4.163	0.216
133.06	13.525	17.126	13.781	4.158	0.267
130.86	13.753	16.908	14.027	4.153	0.318
128.79	13.987	16.722	14.275	4.149	0.368
126.29	14.227	16.422	14.556	4.143	0.417
123.56	14.484	16.152	14.831	4.135	0.466
120.73	14.745	15.850	15.120	4.127	0.515
117.96	15.017	15.584	15.412	4.119	0.562
115.15	15.290	15.317	15.702	4.112	0.608
112.63	15.569	15.073	16.016	4.104	0.654
110.16	15.853	14.880	16.319	4.097	0.699
107.59	16.159	14.687	16.650	4.090	0.742
105.25	16.439	14.471	16.976	4.083	0.784
102.93	16.739	14.349	17.293	4.076	0.826
100.68	17.043	14.183	17.650	4.069	0.865
98.49	17.346	14.036	18.007	4.063	0.904
96.54	17.645	13.984	18.345	4.057	0.941
94.44	17.941	13.963	18.657	4.051	0.977
92.65	18.235	13.915	19.035	4.045	1.011
90.82	18.526	13.872	19.421	4.040	1.044
88.68	18.834	13.917	19.779	4.035	1.075
87.54	19.094	14.057	20.167	4.030	1.104
86.08	19.368	14.237	20.570	4.025	1.132
84.65	19.633	14.462	21.008	4.021	1.158
82.63	19.925	14.807	21.455	4.017	1.182
82.66	20.146	17.937	23.259	4.013	1.204
		0.000	32.227		

Κατάσταση άφιξης στο λιμάνι με μερικώς γεμάτο χώρο φορτίου- 20% Φορτίο και 10% Αναλώσιμα

Mean draft	3.087	metres
Trim over LBP	0.000	metres
Subdivision displacement	371.866	tonnes
Water density	1.031	tonnes/cu.m
L.C.B. from origin	13.377	metres
Criterion of Service	0.000	
Subdivision Factor	1.000	
Margin Line below Deck	76.000	mm

Region = 85.000

Lost buoyancy cu.metres	LCB of FL from Origin metres	Floodable Length metres	Centre of FL from Origin metres	Mean draft metres	Trim by head metres
129.24	3.021	4.451	4.225	3.391	-2.528
138.84	3.950	5.364	4.682	3.448	-2.431
149.40	4.792	6.286	5.143	3.506	-2.329
159.59	5.562	7.176	5.588	3.566	-2.224
171.11	6.268	7.911	6.109	3.628	-2.116
183.47	6.913	8.167	6.843	3.692	-2.004
194.69	7.508	8.543	7.443	3.758	-1.889
207.62	8.053	8.942	8.016	3.825	-1.772
219.49	8.542	9.346	8.510	3.890	-1.652
228.38	8.960	9.644	8.934	3.944	-1.529
237.92	9.353	9.955	9.339	3.996	-1.404
246.19	9.713	10.236	9.705	4.044	-1.277
252.24	10.047	10.435	10.045	4.085	-1.148
258.23	10.371	10.628	10.375	4.125	-1.017
		10.716	10.500		

New region = 80.000

Lost buoyancy cu.metres	LCB of FL from Origin metres	Floodable Length metres	Centre of FL from Origin metres	Mean draft metres	Trim by head metres
		11.456	10.500		
265.66	10.710	11.605	10.719	4.169	-0.874
272.17	11.012	11.831	11.027	4.209	-0.742
270.69	11.276	11.801	11.295	4.217	-0.609
267.22	11.538	11.720	11.560	4.213	-0.475

263.03	11.809	11.606	11.832	4.210	-0.340
257.88	12.089	11.447	12.116	4.204	-0.205
252.36	12.379	11.295	12.408	4.191	-0.070
246.21	12.684	11.105	12.717	4.178	0.066
240.65	13.000	10.938	13.039	4.165	0.201
234.28	13.327	10.728	13.370	4.152	0.336
228.30	13.674	10.547	13.724	4.134	0.471
220.12	14.044	10.270	14.099	4.112	0.605
212.32	14.429	10.013	14.489	4.091	0.738
205.20	14.839	9.787	14.906	4.069	0.870
197.96	15.259	9.528	15.344	4.047	1.000
190.99	15.696	9.290	15.797	4.026	1.129
184.17	16.154	9.085	16.259	4.004	1.257
177.55	16.609	8.858	16.733	3.982	1.382
168.12	17.153	8.551	17.300	3.945	1.505
158.25	17.736	8.236	17.902	3.909	1.627
149.31	18.323	7.977	18.508	3.873	1.745
140.23	18.984	7.744	19.195	3.833	1.861
128.79	19.799	7.481	20.037	3.784	1.974
118.13	20.687	7.380	20.941	3.736	2.085
108.50	21.660	7.309	22.031	3.690	2.192
97.80	22.814	7.593	23.347	3.645	2.295
88.64	24.182	11.525	26.464	3.601	2.396
		0.000	32.227		

Γ.7.Καμπύλες BonjeanΓ.7.Α.Επιφάνειες Νομέων

Sectional Areas - sq.metres

WL Heights	0.20	0.60	1.00	1.40	1.80	2.20	2.60	3.00	3.40	3.80	4.00
Station											
-0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.626	2.682	3.953
-0.375	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.908	3.121	4.440
-0.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.075	1.311	3.661	5.024
-0.125	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.192	1.780	4.256	5.661
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.308	2.249	4.851	6.298
0.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.111	1.207	3.477	6.263	7.770
0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.251	2.125	4.725	7.692	9.259
0.750	0.069	0.213	0.509	1.014	1.794	2.951	4.607	6.920	9.732	12.827	14.438
1.000	0.092	0.346	0.876	1.765	3.056	4.780	6.958	9.580	12.546	15.732	17.374
1.500	0.120	0.550	1.443	2.885	4.860	7.272	10.020	13.020	16.206	19.508	21.182
2.000	0.122	0.687	1.877	3.732	6.138	8.925	11.965	15.169	18.475	21.827	23.507
2.500	0.104	0.749	2.109	4.213	6.881	9.884	13.068	16.359	19.704	23.063	24.743

3.000	0.077	0.775	2.293	4.603	7.463	10.612	13.891	17.227	20.584	23.944	25.624
3.500	0.040	0.720	2.316	4.723	7.668	10.886	14.204	17.552	20.912	24.272	25.952
4.000	0.020	0.692	2.356	4.853	7.876	11.155	14.507	17.867	21.227	24.587	26.267
5.000	0.005	0.478	2.070	4.516	7.455	10.636	13.924	17.260	20.613	23.971	25.651
6.000	0.000	0.223	1.522	3.607	6.169	9.009	12.023	15.144	18.327	21.547	23.167
6.500	0.000	0.122	1.192	3.001	5.275	7.854	10.634	13.549	16.547	19.604	21.148
7.000	0.000	0.052	0.872	2.373	4.321	6.585	9.074	11.721	14.477	17.312	18.752
7.500	0.000	0.016	0.551	1.699	3.275	5.168	7.299	9.607	12.046	14.588	15.892
8.000	0.000	0.007	0.265	1.030	2.183	3.648	5.355	7.256	9.311	11.494	12.628
8.500	0.000	0.000	0.042	0.382	1.101	2.111	3.360	4.807	6.427	8.199	9.136
9.000	0.000	0.000	0.000	0.040	0.271	0.775	1.513	2.455	3.584	4.884	5.595
9.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.057	0.325	0.806	1.485	2.353	3.398	3.985
9.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.026	0.251	0.664	1.262	2.040	2.495
9.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	0.160	0.434	0.832	1.353	1.657
10.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.081	0.219	0.421	0.684	0.838
10.125	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.041	0.112	0.215	0.350	0.428
10.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.005	0.009	0.015	0.019
10.375	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Γ.7.Β.Κατακόρυφες Ροπές Νομέων

Vertical Moments of Sectional Areas - cu.metres

WL Heights Station	0.20	0.60	1.00	1.40	1.80	2.20	2.60	3.00	3.40	3.80	4.00
-0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.057	9.489	14.447
-0.375	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.972	10.963	16.109
-0.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.222	4.236	12.718	18.036
-0.125	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.566	5.693	14.627	20.107
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.909	7.149	16.535	22.179
0.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.284	3.392	10.682	20.723	26.601
0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.638	5.919	14.255	24.949	31.060
0.750	-0.002	0.059	0.303	0.917	2.175	4.502	8.498	14.995	24.005	35.153	41.438
1.000	0.001	0.110	0.545	1.624	3.704	7.167	12.409	19.763	29.264	40.740	47.145
1.500	0.006	0.191	0.923	2.671	5.847	10.684	17.290	25.698	35.898	47.788	54.316
2.000	0.010	0.254	1.228	3.476	7.340	12.925	20.228	29.203	39.785	51.852	58.404
2.500	0.011	0.291	1.404	3.951	8.234	14.249	21.895	31.114	41.817	53.911	60.463

3.000	0.009	0.315	1.556	4.352	8.941	15.246	23.118	32.460	43.205	55.300	61.852
3.500	0.005	0.308	1.613	4.525	9.250	15.693	23.657	33.033	43.783	55.879	62.431
4.000	0.003	0.307	1.668	4.688	9.539	16.101	24.146	33.554	44.306	56.402	62.954
5.000	0.001	0.230	1.536	4.495	9.209	15.574	23.469	32.810	43.541	55.630	62.182
6.000	0.000	0.115	1.187	3.710	7.820	13.508	20.745	29.488	39.675	51.269	57.586
6.500	0.000	0.065	0.951	3.142	6.793	11.958	18.637	26.802	36.398	47.403	53.425
7.000	0.000	0.028	0.713	2.533	5.662	10.199	16.177	23.593	32.417	42.623	48.241
7.500	0.000	0.009	0.463	1.857	4.390	8.186	13.307	19.772	27.581	36.736	41.824
8.000	0.000	0.004	0.228	1.161	3.017	5.957	10.061	15.388	21.970	29.832	34.254
8.500	0.000	0.000	0.037	0.460	1.620	3.651	6.654	10.713	15.903	22.286	25.939
9.000	0.000	0.000	0.000	0.052	0.428	1.446	3.224	5.869	9.486	14.174	16.948
9.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.097	0.640	1.801	3.709	6.492	10.261	12.549
9.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.057	0.602	1.766	3.685	6.491	8.265
9.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.029	0.385	1.156	2.436	4.312	5.501
10.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.015	0.195	0.585	1.232	2.181	2.782
10.125	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.100	0.299	0.630	1.115	1.422
10.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.013	0.028	0.049	0.062
10.375	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

5.Υπολογισμοί Αντίστασης και Επιλογή Προωστήριας Εγκατάστασης

5.1 Υπολογισμός Αντίστασης R_T

Η εκτίμηση της συνολικής αντίστασης ρυμούλκησης του πλοίου και της ισχύς ρυμούλκησης του θα γίνει για 2 καταστάσεις:

- Κατάσταση που το πλοίο με γεμάτο χώρο φορτίου και σταθερή ταχύτητα $V_{\text{steam}}=11$ kns αναχωρεί από τον ψαρότοπο προς το λιμάνι
- Κατάσταση που το πλοίο αλιεύει στον ψαρότοπο με σταθερή ταχύτητα $V_{\text{trawl}}=3.5$ kns, ενώ παράλληλα τραβάει και τα δίχτυα.

Αυτό θα γίνει γιατί ένα αλιευτικό πλοίο λειτουργεί σε καταστάσεις οι οποίες είναι πολύ διαφορετικές μεταξύ τους όσον αφορά στις απαιτήσεις ισχύος από την Κύρια Μηχανή και στροφών από την ελικά, ενώ η έλικα θα πρέπει να λειτουργήσει με σχεδόν βέλτιστο τρόπο σε περισσότερο από ένα σημεία.

Ετσι, χρειάζεται να έχουμε μια εικόνα και για τις 2 παραπάνω καταστάσεις ώστε να επιλέξουμε μια προωστήρια εγκατάσταση που θα μπορέσει να ανταποκρίνεται ικανοποιητικά συνολικά.

Μια ελκυστική επιλογή για την εκτίμηση της αντίστασης θα μπορούσε να είναι η μέθοδος Holtrop&Mennen. Ωστόσο η μέθοδος αυτή δε μπορεί να εφαρμοστεί καθώς το C_{PT} του ΠΑΟΛΑ (0.70 στην κατάσταση σχεδίασης) βρίσκεται σημαντικά εκτός των ορίων της μεθόδου:

Τύπος Πλοίου	max Fn	C_p		L/B		B/T	
		min	max	min	max	min	max
Tankers, Bulk Carriers	0.24	0.73	0.85	5.1	7.1	2.4	3.2
Trawlers, Coasters, Tugs	0.38	0.55	0.65	3.9	6.3	2.1	3.0
Containerships, Destroyer Ships	0.45	0.55	0.67	6.0	9.5	3.0	4.0
Cargo Liners	0.30	0.56	0.75	5.3	8.0	2.4	4.0
Ro-Ro, Car Ferries	0.35	0.55	0.67	5.3	8.0	3.2	4.0

Πίνακας 5.1. Ορια λόγων και συντελεστών μεθόδου Holtrop&Mennen

Γενικά, η μέθοδος αυτή βρίσκει καλύτερη εφαρμογή σε μεγαλύτερα πλοία όπως πολεμικά και Ro-Ro, πλοία γενικού φορτίου.

Για την εκτίμηση της αντίστασης θα χρησιμοποιηθεί τελικά η συστηματική μέθοδος Van Oortmerseen. Ακολουθεί η παρουσίαση της.

5.1.1 Μέθοδος Van Oortmerssen

Η μέθοδος αυτή δημοσιεύθηκε από τον Ολλανδό Van Oortmersen το 1971 και περιελάμβανε τα αποτελέσματα παλινδρομικής ανάλυσης της υπόλοιπης αντίστασης (R_R) 93 μοντέλων αλιευτικών και ρυμουλκών πλοίων που δοκιμάστηκαν στη δεξαμενή του Maritime Research Institute (MARIN) της Ολλανδίας. Η μέθοδος χρησιμοποιείται σε εμπορικά πακέτα πρόβλεψης της αντίστασης και είναι αρκετά δημοφιλής μέχρι σήμερα.

Η πρώτη δημοσίευση της μεθόδου περιείχε κάποια σφάλματα τα οποία διορθώθηκαν έπειτα από τη συνεργασία του Van Oortmerssen με τον Αυστραλό Helmore.

5.1.1.1 Κατάσταση που το πλοίο με γεμάτο χώρο φορτίου και σταθερή ταχύτητα $V_{steam}=11kns$ αναχωρεί από τον ψαρότοπο προς το λιμάνι.

Τα απαραίτητα στοιχεία για την εφαρμογή της μεθόδου είναι τα κάτωθι:

Μήκος ισάλου πλεύσης, $L_{wl}(m)$	32.22
Μήκος μεταξύ καθέτων, $L_{BP}(m)$	30.23
Μήκος υπολογισμών, $L_{DISPLACEMENT}=L_D=(L_{WL}+L_{BP})/2(m)$	31.22
$L_D/2(m)$	15.61
Μέγιστο Πλάτος, $B(m)$	8.40
Βύθισμα κατάστασης λειτουργίας, $T(m)$	3.67
Συντελεστής Μέσης Τομής, C_M	0.742
Εκτόπισμα κατάστασης λειτουργίας, $\Delta(m^3)$	490.6
Βυθισμένος Όγκος Γάστρας κατάστασης λειτουργίας, $\nabla(m^3)$	475.85
Πρισματικός Συντελεστής, C_p	0.700
Διαμήκης θέση κέντρου άντωσης, $LCB(m)$	13.619
Βρεχόμενη επιφάνεια, $S(m^2)$	330.44

Θέση διαμήκους κέντρου πλευστότητας LCB ,σαν ποσοστό % του μήκους L_D από το μέσο νομέα , lcb (%)	-6.381
Ταχύτητα λειτουργίας, V_{STEAM} (m/s)	5.6584
½ γωνίας εισόδου στην πλώρη, ie (°)	27
Αριθμός Reynolds, Rn	1.48E+08
Αριθμός Froude, Fn	0.32337

Πίνακας 5.2.Στοιχεία για τη μέθοδο Van Oortmerseen, $V_{steam}=11kns$

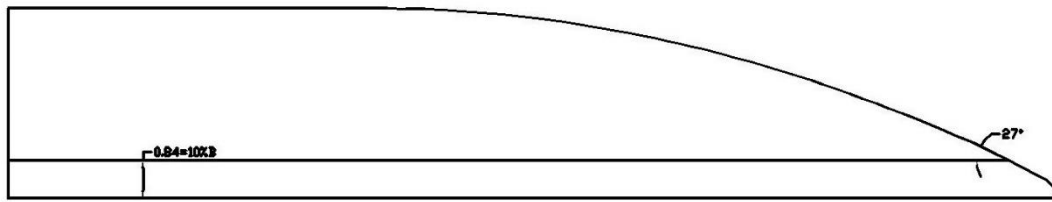
ΣΗΜΕΙΩΣΗ:Για την εύρεση του ημίσεως της γωνίας εισόδου ακολουθούμε τις συστάσεις από τη δημοσίευση του Zardi, V.,'A Study on the Influence of Angle of Entrance on the Added Resistance in Waves and Seakeeping Performance of Sailing Yachts', 2000, University of Southampton, School of Engineering Sciences.Συγκεκριμένα αναφέρεται:

'Measurement of this angle is somewhat subjective - it is not the measurement right at the bow. For example, you can take a bow shape, tug the stem forward and get a very acute local angle - without any measurable effect on drag. (The opposite example is with a small radius at the bow, such as from a small conical development. The measured geometric angle right at the bow is 90 degrees, but of course this is not its effective entrance angle.) You need to measure the angle some distance away from the centerline to avoid the local stem shape. We recommend drawing a line parallel to the centerline 10% of the maximum waterline beam (i.e., 20% of the half-breadth) off center, then take the tangent of the waterplane at that point. This gives a repeatable, quantifiable, measurement and avoids all of the small insignificant local shape right at the bow'.

Η συγκεκριμένη δημοσίευση αφορά ιστιοπλοικά σκάφη αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για το αλιευτικό μας σκάφος δεδομένου ότι και αυτό έχει ιδιαίτερη διαμόρφωση στην πλώρη παρόμοια με του ιστιοπλοιοκού.

Ακολουθούμε λοιπόν την εξής διαδικασία:

Φέρνουμε παράλληλη από την Center Line σε γ ίσο με το 10% του μέγιστου πλάτους της ισάλου=0.84m (ή 20% του ημιπλάτους) και μετρούμε τη γωνία στο σημείο τομής της παραλλήλου με το περίγραμμα της ισάλου.Η γωνία αυτή είναι το ήμισυ της γωνία εισόδου, i_e .



Εικόνα 5.1. Ημισυ γωνίας εισόδου-Κατάσταση 100% Φορτίο και 30% Αναλώσιμα

Όπως είδαμε παραπάνω προκύπτει:

$$i_e = 27^\circ$$

Περιορισμοί μεγεθών της μεθόδου:

Μέγεθος	Αποδεκτές Τιμές	Τιμές ΠΑΟΛΑ
Μήκος υπολογισμών, L_D (m)	8 έως 80m	31.22
Βυθισμένος Όγκος Γάστρας, ∇ (m ³)	5 έως 3000 m ³	475.85
Λόγος L_D/B	3 έως 6.2	3.72
Λόγος B/T	1.9 έως 4.0	2.29
Πρισματικός συντελεστής, C_p	0.50 έως 0.73	0.678
Συντελεστής Μέσης Τομής, C_M	0.70 έως 0.97	0.742
Θέση διαμήκους κέντρου πλευστότητας LCB, σαν ποσοστό % του μήκους L_D από το μέσο νομέα, l_{cb} (%)	-8% L έως 2.8%	-6.381
½ γωνίας εισόδου στην πλήρη, i_e (°)	10° έως 46°	27
Λόγος Ταχύτητας/Μήκος V (kns)/ $\sqrt{L_D}$ (ft)	0 έως 1.79	1.070
Αριθμός Froude, F_n	0 έως 0.50	0.32337

Πίνακας 5.3. Περιορισμοί μεγεθών της μεθόδου Van Oortmerseen, $V_{steam} = 11 \text{ kns}$

Η συνολική αντίσταση ρυμούλκησης του πλοίου που κινείται με σταθερή ταχύτητα V σε ήρεμο νερό δίνεται από τη σχέση

$$R_T = R_F + R_R$$

,όπου

R_F , ,η αντίσταση τριβής

R_R , η υπόλοιπη αντίσταση(κυρίως αντίσταση κυματισμού)

Σύμφωνα με τη μέθοδο η υπόλοιπη αντίσταση R_R δίνεται από την σχέση

$$\frac{R_R}{\Delta} = \left[C_1 e^{-(1/9)mF_n^{-2}} + C_2 e^{-mF_n^{-2}} + C_3 e^{-mF_n^{-2}} \sin(Fn^{-2}) + C_4 e^{-mF_n^{-2}} \cos(Fn^{-2}) \right]$$

,όπου

Δ ,το εκτόπισμα του πλοίου $\Delta=490.6(t)$

m ,σταθερά που δίνεται από τη σχέση $m = 0.14347C_p^{(-2.1976)} = 0.3142$

C_p ,ο πρισματικός συντελεστής $C_p=0.700$

C_i ,συντελεστές που δίνονται από την σχέση

$$10^3 C_i = d_{i0} + d_{i1}lcb + d_{i2}lcb^2 + d_{i3}C_p + d_{i4}C_p^2 + d_{i5}\left(\frac{L_D}{B}\right) + d_{i6}\left(\frac{L_D}{B}\right)^2 + d_{i7}C_{WL} + d_{i8}C_{WL}^2 + d_{i9}\left(\frac{B}{T}\right) + d_{i10}\left(\frac{B}{T}\right)^2 + d_{i11}C_M$$

,όπου

$$C_{WL},\text{συντελεστής που ισούται με } C_{WL} = i_e \left(\frac{L_D}{B}\right) = 100.358$$

C_M ,οσυντελεστής μέσης τομής $C_M=0.742$

d_{ij} ,συντελεστές που δίνονται από τον παρακάτω πίνακα

i	1	2	3	4
d_{i0}	79.32134	6714.88397	-908.44371	3012.14549
d_{i1}	-0.09287	19.83000	2.52704	2.71437
d_{i2}	-0.00209	2.66997	-0.35794	0.25521
d_{i3}	-246.46896	-19662.02400	755.18660	-9198.80840
d_{i4}	187.13664	14099.90400	-48.93952	6886.60416
d_{i5}	-1.42893	137.33613	9.86873	-159.92694
d_{i6}	0.11898	-13.36938	-0.77652	16.23621
d_{i7}	0.15727	-4.49852	3.79020	-0.82014
d_{i8}	-0.00064	0.02100	-0.01879	0.00225

d_{i9}	-2.52862	216.44923	-9.24399	236.37970
d_{i10}	0.50619	-35.07602	1.28571	-44.17820
d_{i11}	1.62851	-128.72535	250.64910	207.25580

Πίνακας 5.4. Συντελεστές d_{ij} μεθόδου Van Oortmerseen, $V_{steam}=11kns$

Εκτελώντας τις πράξεις θα έχουμε για τους συντελεστές C_i

$$C_1=0.00274$$

$$C_2=0.14455$$

$$C_3=-0.04585$$

$$C_4=0.02591$$

Και για την υπόλοιπη αντίσταση R_R προκύπτει,

$$R_R=5255.24kp=51.54kN$$

$$(1kN=101.97kp)$$

Η αντίσταση τριβής τώρα, υπολογίζεται χρησιμοποιώντας την σχέση:

$$R_F = \frac{1}{2} \rho S V^2 (C_F + \Delta C_F)$$

,όπου

C_F , ο συντελεστής τριβής επίπεδης πλακάς. Για τον υπολογισμό του θα χρησιμοποιηθεί η εμπειρική καμπύλη της ITTC 1957:

$$C_F = \frac{0.075}{(\log Rn - 2)^2}$$

,όπου

$$Rn, \text{ο αριθμός Reynolds, } Rn = \frac{VL_D}{\nu} = 1.48 * 10^8$$

,όπου

$$\nu, \text{η κινηματική συνεκτικότητα του νερού στους } 15^\circ \nu = 1.19 * 10^{-6} (m^2 / s)$$

Προκύπτει,

$$C_F=0.001969$$

Στην παραπάνω τιμή του συντελεστή C_F προστίθενται οι παρακάτω ανοχές

Ανοχή για	ΔC_F
Τραχύτητα της γάστρας	0.00035
Αντίσταση λόγω πηδαλιουχίας	0.00004
Αντίσταση λόγω του αέρα	0.00008
Αντίσταση Παρατροπιδίων(Bilge Keels)	0.00004

Πίνακας 5.5.Ανοχές συντελεστή C_F

Το άθροισμα των παραπάνω ανοχών θα είναι

$$\Delta C_F = 0.00051$$

Θα είναι επομένως,

$$C_F + \Delta C_F = 0.002479$$

Σ,η βρεχόμενη επιφάνεια της ισάλου με $S=330.44m^2$ (Εμπειρικός τύπος από AVEVA)

ρ ,η πυκνότητα του θαλασσινου νερού

Εδώ θα πρέπει να αναφέρουμε ότι η πυκνότητα του νερού είναι συνάρτηση:

- της περιεκτικότητας του νερού σε αλάτι, S
 - της θερμοκρασίας του νερού, t
- της πίεσης του νερού στο βάθος στο οποίο γίνεται η μέτρηση, p (Η πίεση στην επιφάνεια του νερού είναι ίση με την ατμοσφαιρική πίεση, $p=10330kp/m^2$)

Η περιοχή λειτουργίας του πλοίου είναι ο Βορειο-Ανατολικός Ατλαντικός Ωκεανός. Παρακάτω τώρα παρατίθενται κάποια γραφήματα που παρουσιάζουν την περιεκτικότητα του νερού σε αλάτι, την θερμοκρασία του νερού και την πυκνότητα του νερού σε σχέση με την πυκνότητα του γλυκού νερού (potential density) στην περιοχή του Βορειο-Ανατολικού Ωκεανού και που πάρθηκαν από τη δημοσίευση 'Seawater Density Variations in the North Atlantic and the Atlantic meridional overturning circulation', Atlantic Oceanographic & Meteorological Laboratory, NOAA, 2008.

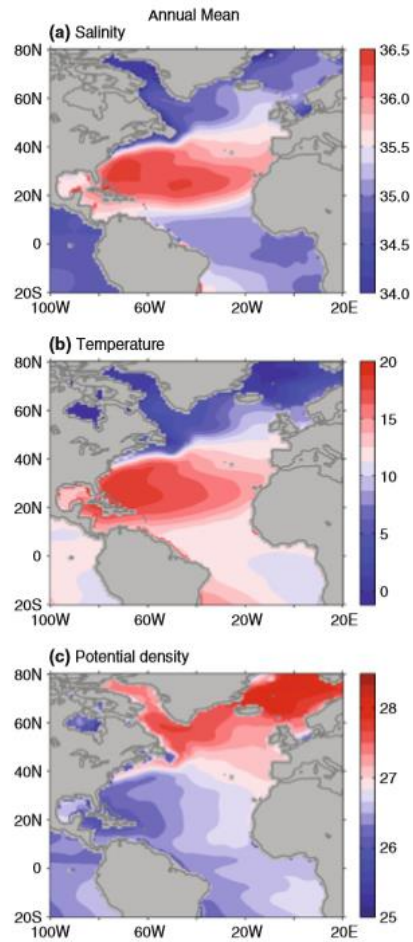


Fig. 3 The annual mean a salinity (psu), b temperature ($^{\circ}\text{C}$) and c potential density (kg/m^3) averaged over depths of 0-700 m

Εικόνα 5.4.Μεσες ετήσιες τιμές θερμοκρασίας,περιεκτικότητας σε αλάτι,πυκνότητας για το νερό του Βορειου Ατλαντικού(1)

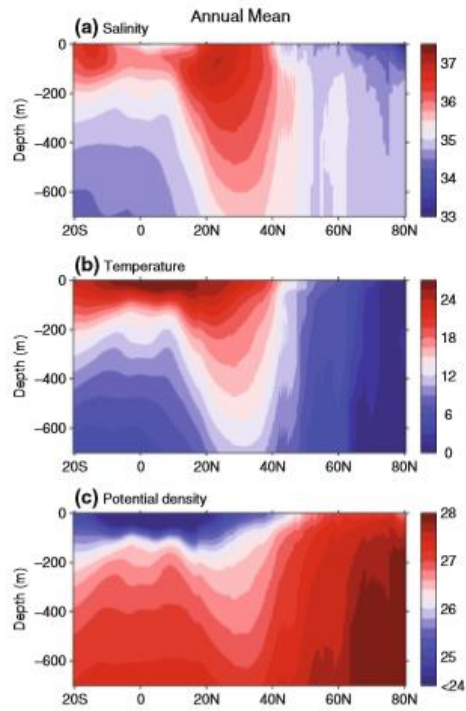
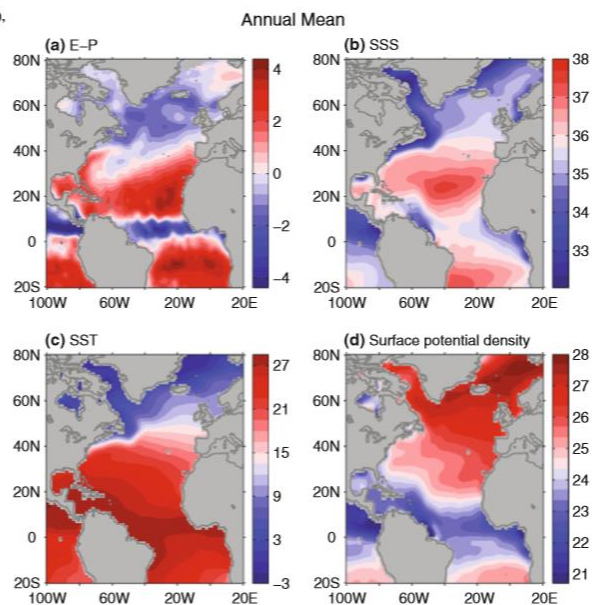


Fig. 2 The zonally averaged (between 80°W and 20°E) annual mean **a** salinity (psu), **b** temperature (°C), and **c** potential density (kg/m^3) as a function of depth and latitude

Fig. 1 The annual mean **a** E-P (mm/day), **b** SSS (psu), **c** SST (°C) and **d** surface potential density (kg/m^3) in the North Atlantic



Εικόνα 5.4.Μεσες ετήσιες τιμές θερμοκρασίας,περιεκτικότητας σε αλάτι,πυκνότητας για το νερό του Βορειου Ατλαντικού(2)

Από τα παραπάνω γραφήματα παίρνουμε:

Στην περιοχή αυτή, η **θερμοκρασία του νερού** κυμαίνεται από 5°-15°.

Η **περιεκτικότητα σε αλάτι** ορίζεται ως η ποσότητα των διαλυμένων αλάτων σε gr σε 1000 gr νερού. Είναι επομένως αδιάστατη ποσότητα. Το νερό της περιοχής του Βορειο-Ανατολικού Ατλαντικού Ωκεανού έχει περιεκτικότητα σε αλάτι που κυμαίνεται από 33 εως 35.

Η πυκνότητα του νερού (potential density) σε σχέση με την πυκνότητά του γλυκού νερού θα ληφθεί ίση με:

$$\rho = 1.028 \text{ t/m}^3 = 104.83 \text{ kp} \cdot \text{s}^2 / \text{m}^4 \quad (1 \text{ kp} \cdot \text{s}^2 / \text{m}^4 = 9.81 \text{ kg/m}^3)$$

Εκτελώντας τις πράξεις η τιμή της αντίστασης τριβής θα είναι

$$R_F = 1374.72 \text{ kp} = 13.48 \text{ kN}$$

$$(1 \text{ kN} = 101.97 \text{ kp})$$

Για την ολική αντίσταση ρυμούλκησης γυμνής γάστρας τώρα θα έχουμε

$$R_T = R_F + R_R$$

$$R_T = 6629.96 \text{ kp} = 65.02 \text{ kN}$$

$$(1 \text{ kN} = 101.97 \text{ kp})$$

Στην τιμή της ολικής αντίστασης ρυμούλκησης γυμνής γάστρας θα συμπεριλάβουμε και μια προσαύξηση 20% λόγω της ύπαρξης κυματισμών. Αρα θα έχουμε

$$R_T = 1.2 R_T$$

$$R_T = 7955.95 \text{ kp}$$

Με την τιμή αυτή της απαιτούμενης αντίστασης ρυμούλκησης R_T θα προχωρήσουμε στους υπολογισμούς για την επιλογή της ελίκας, της κυρίας μηχανής και του μειωτήρα της προωστήριας εγκατάστασης.

Η ισχύς ρυμούλκησης θα είναι:

$$EHP = \frac{R_T \cdot V (m/s)}{75} = 600.24 \text{ PS}$$

5.1.1.2 Κατάσταση που το πλοίο αλιεύει στον ψαρότοπο με σταθερή ταχύτητα $V_{\text{trawl}}=3.5\text{kns}$, και παράλληλα τραβάει τα δίχτυα.

Σε αυτή την κατάσταση λειτουργίας, στην ολική αντίσταση R_T θα προστεθεί και η δύναμη έλξης των δικτύων F . Η δύναμη αυτή θα τεθεί στους $F=16\text{t}$. Η τιμή αυτή προέκυψε μετά από εξέταση στοιχείων πλοίων παρόμοιου μεγέθους που εκτελούν αλιεία στον Ατλαντικό και είναι μια καλή τιμή για αλιευτικά πλοία αυτού του τύπου και μεγέθους.

Η συνολική αντίσταση σε αυτή την κατάσταση θα είναι επομένως :

$$R = R_T + F$$

Τα στοιχεία για την εφαρμογή της μεθόδου αναφέρονται στην κατάσταση με 50% Φορτίο και 60% Αναλώσιμα (δες Κεφάλαιο 4 παρ.4.9.3). Αυτή είναι μια κατάσταση κατά την οποία το ψάρεμα εξελίσσεται. Τα στοιχεία για την εφαρμογή της μεθόδου, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

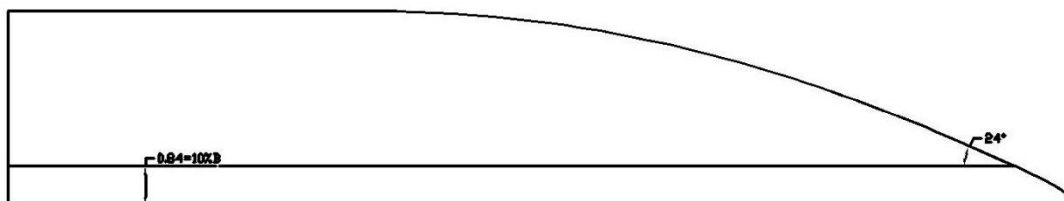
Μήκος ισάλου πλεύσης, L_{WL} (m)	32.13
Μήκος μεταξύ καθέτων, L_{BP} (m)	30.13
Μήκος υπολογισμών, $L_{DISPLACEMENT}=L_D=(L_{WL}+L_{BP})/2$ (m)	31.13
$L_D/2$ (m)	15.57
Μέγιστο Πλάτος, B (m)	8.40
Βύθισμα κατάστασης λειτουργίας, T (m)	3.551
Συντελεστής Μέσης Τομής, C_M	0.734
Εκτόπισμα κατάστασης λειτουργίας, Δ (m ³)	472.9
Βυθισμένος Όγκος Γάστρας κατάστασης λειτουργίας, ∇ (m ³)	458.68
Πρισματικός Συντελεστής, C_p	0.692
Διαμήκης θέση κέντρου άντωσης, LCB (m)	13.165
Βρεχόμενη επιφάνεια, S (m ²)	324.73
Θέση διαμήκους κέντρου πλευστότητας LCB , σαν ποσοστό % του μήκους L_D από το μέσο νομέα, lcb (%)	-7.710
Ταχύτητα λειτουργίας, V_{STEAM} (m/s)	1.8004
½ γωνίας εισόδου στην πλώρη, ie (°)	24
Αριθμός Reynolds, Rn	4.71E+07
Αριθμός Froude, Fn	0.103043

Πίνακας 5.6. Στοιχεία για τη μέθοδο Van Oortmerseen, $V_{\text{trawl}}=3.5\text{kns}$

Περιορισμοί μεγεθών της μεθόδου:

Μέγεθος	Αποδεκτές Τιμές	Τιμές ΠΑΟΛΑ
Μήκος υπολογισμών, L_D (m)	8 έως 80m	31.13
Βυθισμένος Όγκος Γάστρας, ∇ (m ³)	5 έως 3000 m ³	458.68
Λόγος L_D/B	3 έως 6.2	3.70
Λόγος B/T	1.9 έως 4.0	2.37
Πρισματικός συντελεστής, C_p	0.50 έως 0.73	0.692
Συντελεστής Μέσης Τομής, C_M	0.70 έως 0.97	0.734
Θέση διαμήκους κέντρου πλευστότητας LCB ,σαν ποσοστό % του μήκους L_D από το μέσο νομέα, lcb (%)	-8% L έως 2.8%	-7.710
½ γωνίας εισόδου στην πλώρη, ie (°)	10° έως 46°	24
Λόγος Ταχύτητας/Μήκος $V(kns)/\sqrt{L_D}(ft)$	0 έως 1.79	0.341
Αριθμός Froude, F_n	0 έως 0.50	0.103043

Πίνακας 5.7. Περιορισμοί μεγεθών της μεθόδου Van Oortmerseen, $V_{trawl}=3.5kns$



Εικόνα 5.5. Ημισυ γωνίας εισόδου-Κατάσταση 50% Φορτίο και 60% Αναλώσιμα

Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία για την R_T με παραπάνω έχουμε:

Για την υπόλοιπη αντίσταση R_R ,

$$\frac{R_R}{\Delta} = \left[C_1 e^{-(1/9)mF_n^{-2}} + C_2 e^{-mF_n^{-2}} + C_3 e^{-mF_n^{-2}} \sin(F_n^{-2}) + C_4 e^{-mF_n^{-2}} \cos(F_n^{-2}) \right]$$

,όπου

Δ , το εκτόπισμα του πλοίου $\Delta = 472.9(t)$

m , σταθερά που δίνεται από τη σχέση $m = 0.14347C_p^{(-2.1976)} = 0.32$

C_p , ο πρισματικός συντελεστής $C_p = 0.692$

C_i , συντελεστές που δίνονται από την σχέση

$$10^3 C_i = d_{i0} + d_{i1}lcb + d_{i2}lcb^2 + d_{i3}C_p + d_{i4}C_p^2 + d_{i5}\left(\frac{L_D}{B}\right) + d_{i6}\left(\frac{L_D}{B}\right)^2 + d_{i7}C_{WL} + d_{i8}C_{WL}^2 + d_{i9}\left(\frac{B}{T}\right) + d_{i10}\left(\frac{B}{T}\right)^2 + d_{i11}C_M$$

, όπου

$$C_{WL}, \text{ συντελεστής που ισούται με } C_{WL} = i_e \left(\frac{L_D}{B}\right) = 88.94$$

C_M , ο συντελεστής μέσης τομής $C_M = 0.734$

d_{ij} , συντελεστές που δίνονται από τον πίνακα (5.3)

Για τους συντελεστές C_i επομένως θα έχουμε

$$C_1 = 0.00228$$

$$C_2 = 0.179134$$

$$C_3 = -0.06637$$

$$C_4 = -0.0222$$

και για την υπόλοιπη αντίσταση,

$$R_R = 37.00 \text{ kP} = 0.363 \text{ kN}$$

$$(1 \text{ kN} = 101.97 \text{ kP})$$

Αντίστοιχα, για την αντίσταση τριβής θα είναι:

$$R_F = \frac{1}{2} \rho S V^2 (C_F + \Delta C_F)$$

, όπου

C_F , ο συντελεστής τριβής επίπεδης πλακάς. Για τον υπολογισμό του θα χρησιμοποιηθεί η εμπειρική καμπύλη της ITTC 1957:

$$C_F = \frac{0.075}{(\log Rn - 2)^2}$$

,όπου

$$Rn \text{ ,ο αριθμός Reynolds, } Rn = \frac{VL_D}{\nu}$$

,όπου

ν ,η κινηματική συνεκτικότητα του νερού στους 15° $\nu = 1.19 \cdot 10^{-6} (m^2 / s)$

Προκύπτει,

$$C_F = 0.00233$$

Στην τιμή του συντελεστή C_F προστίθενται όπως και παραπάνω οι ανοχές

$$\Delta C_F = 0.00051$$

,οπότε

$$C_F + \Delta C_F = 0.00284$$

S,η βρεχόμενη επιφάνεια της ισάλου με **S=324.73m²**(Εμπειρικός τύπος από AVEVA)

ρ ,η πυκνότητα του νερού **$\rho=1.028t/m^3=104.83 \text{ kp} \cdot s^2/m^4$** ($1 \text{ kp} \cdot s^2/m^4=9.81 \text{ kg/m}^3$)

Εκτελώντας τις πράξεις η τιμή της αντίστασης τριβής θα είναι

$$R_F = 156.71 \text{ kp} = 1.54 \text{ Kn}$$

$$(1 \text{ kN} = 101.97 \text{ kp})$$

Για την ολική αντίσταση τώρα θα έχουμε

$$R_T = R_F + R_R$$

$$R_T = 193.60 \text{ kp} = 1.90 \text{ kN}$$

$$(1 \text{ kN} = 101.97 \text{ kp})$$

Στην τιμή της ολικής αντίστασης ρυμούλκησης γυμνής γάστρας θα συμπεριλάβουμε και μια προσαύξηση 20% λόγω της ύπαρξης κυματισμών.Αρα θα έχουμε

$$R_T = 1.2 R_T$$

$$R_T = 232.32 \text{ kp}$$

Με την τιμή αυτή της απαιτούμενης αντίστασης ρυμούλκησης R_T θα προχωρήσουμε στους υπολογισμούς για την επιλογή της ελίκας,της κυρίας μηχανής και του μειωτήρα της προωστήριας εγκατάστασης.

Συνολικά για την κατάσταση αυτή θα είναι

$$R = R_T + F = R_T + 16$$

Η ισχύς ρυμούλκησης θα είναι:

$$EHP = \frac{R_T * V(m/s)}{75} = 5.58 \text{ PS}$$

Βοηθητικό Τυπολόγιο για την εφαρμογή της Μεθόδου Van Oortmerssen

Αριθμός Froude

$$Fn = \frac{V_s}{\sqrt{g * L_D}}$$

Αριθμός Reynolds

$$Rn = \frac{V_s * L_D}{\nu}$$

Πρισματικός Συντελεστής C_p

$$C_p = \frac{\nabla}{L_D * A_M}$$

Συντελεστής Μέσης Τομής C_m

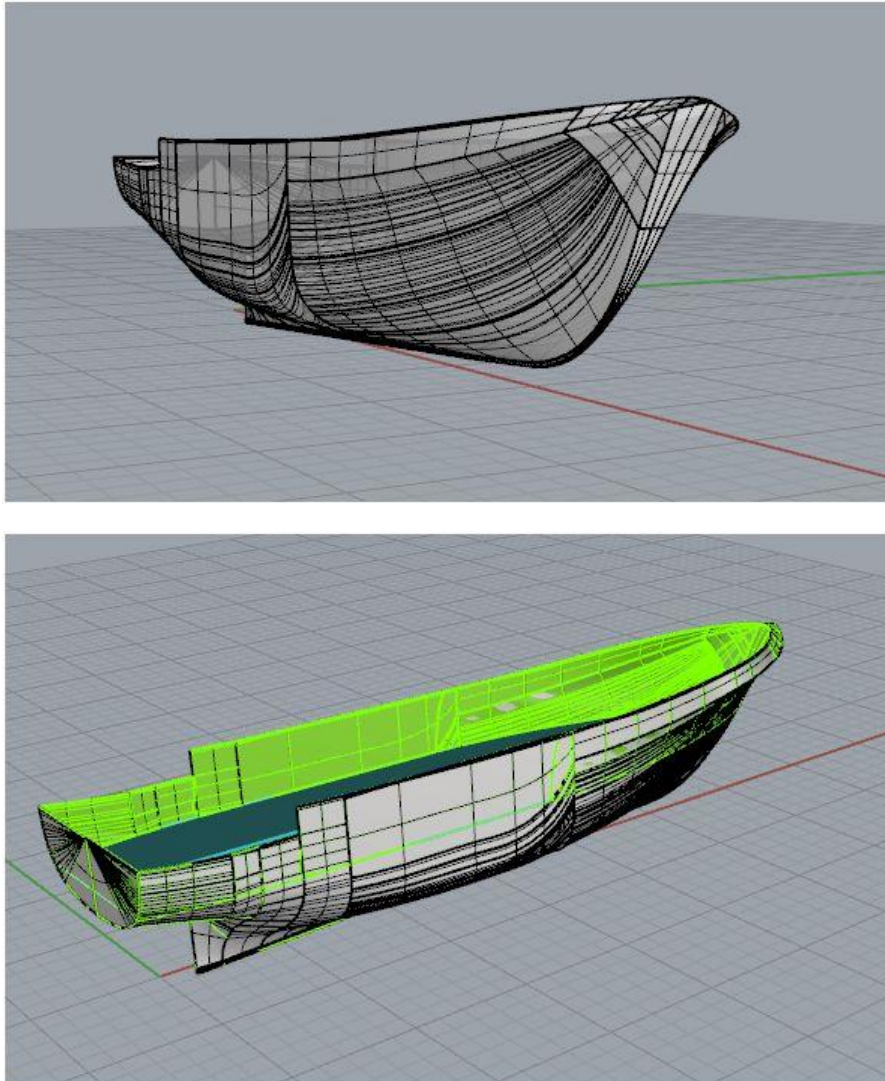
$$C_m = \frac{A_M}{B * T}$$

5.1.2 Με χρήση λογισμικού CFD

Θα χρησιμοποιήσουμε λογισμικό Computational Fluid Dynamics-CFD, συγκεκριμένα το πρόγραμμα Star-CCM+.

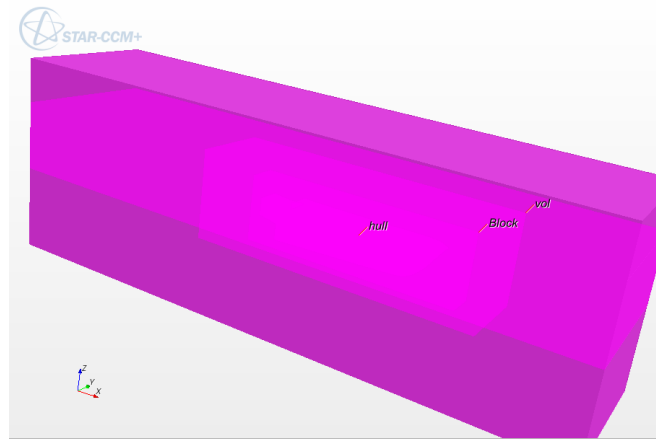
Συγκεκριμένα για την κατάσταση πλεύσης στους 11kns έγινε ο υπολογισμός της ολικής αντίστασης του σκάφους στο STAR CCM+ με αριθμητική επίλυση του μοντέλου εξισώσεων RANS (Reynolds-Averaged-Navier-Stokes) με βάση τις αρχικές συνθήκες για την ταχύτητα και την πίεση ενώ για την περιγραφή του τυρβώδους πεδίου ροής χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο τύρβης k-ε. Η εισαγωγή του στερεού συνόρου που αποτελεί η γάστρα μέσα σε κινούμενο ρευστό έγινε με τη χρήση του μοντέλου DFBI, όπου η γάστρα έχει δυνατότητα κίνησης και στους 6 βαθμούς ελευθερίας. Εδώ λόγω της απλότητας του πεδίου ροής (ταχύτητα σε ήρεμο νερό παράλληλη στον άξονα x'x) επιτράπηκε η κίνηση κατά τον κατακόρυφο άξονα z και περιστροφή γύρω από τον άξονα γ (heave-pitch). Για τον ορισμό της ελεύθερης επιφάνειας χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο VOF όπου τα δύο ρευστά αέρας-νερό είναι διαχωρισμένα μεταξύ τους με σύνορο την ελεύθερη επιφάνεια. Παράλληλα για την σωστή σύλληψη του οριακού στρώματος γύρω από την γάστρα έγινε χρήση πρισματικών κελιών πολύ κοντά στο στέρεο σύνορο (τοιχός).

Αρχικά η γεωμετρία του πλοίου εισήχθη ως αρχείο .iges από το πρόγραμμα Rhinoceros, όπου με τη χρήση των μοντέλων του STAR CCM+ έγινε η τριγωνοποίηση της επιφάνειας της γεωμετρίας και του υπολογιστικού χωρίου και εν συνεχεία αποτυπώθηκε ο όγκος του με την χρήση εξαεδρικών κελιών λόγω της ακρίβειας των αποτελεσμάτων και της σχετικά χαμηλής απαίτησης σε υπολογιστικό χρόνο.

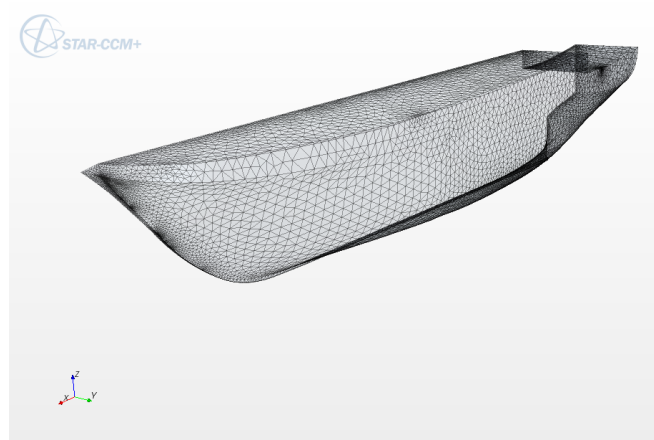


Εικόνα 5.5 Η γάστρα του πλοίου στο Rhinoceros.

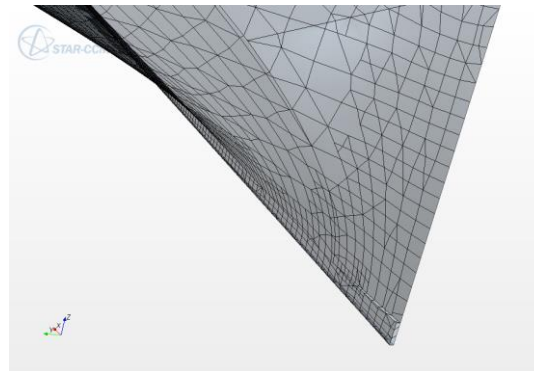
Το υπολογιστικό χωρίο εκτείνεται κατά $-2L < X < 2L, -L < y < 0, -1/2L < z < 1/2L$ με την αρχή των αξόνων στο πρυμναίο ποδόστημα. Όγκοι ελέγχου εισάγονται στο χωρίο για κλιμακωτή πύκνωση του πλέγματος μέχρι τη γάστρα, όπως φαίνεται και στα επόμενα σχήματα. Ταυτόχρονα μοντελοποιείται μόνο το ήμισυ της γάστρας λόγω συμμετρίας. Με τις δύο παραπάνω μεθόδους ο αριθμός των απαιτούμενων κελιών μειώνεται φτάνοντας τα 1.4 εκατ/ρια κελιά.



Εικόνα 5.6 Υπολογιστικό χωρίο, γάστρα και όγκοι ελέγχου.

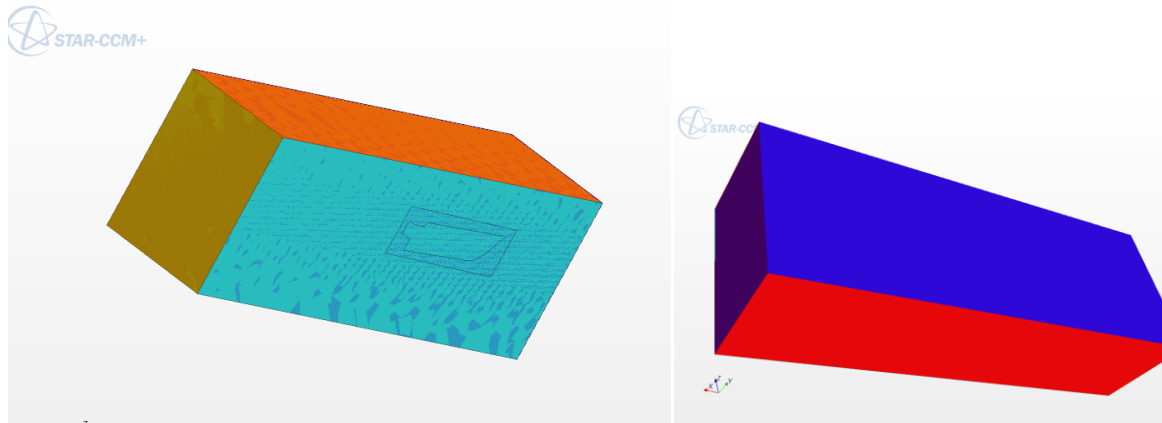


Εικόνα 5.7 Η τριγωνοποίηση της επιφάνειας (surface mesh)



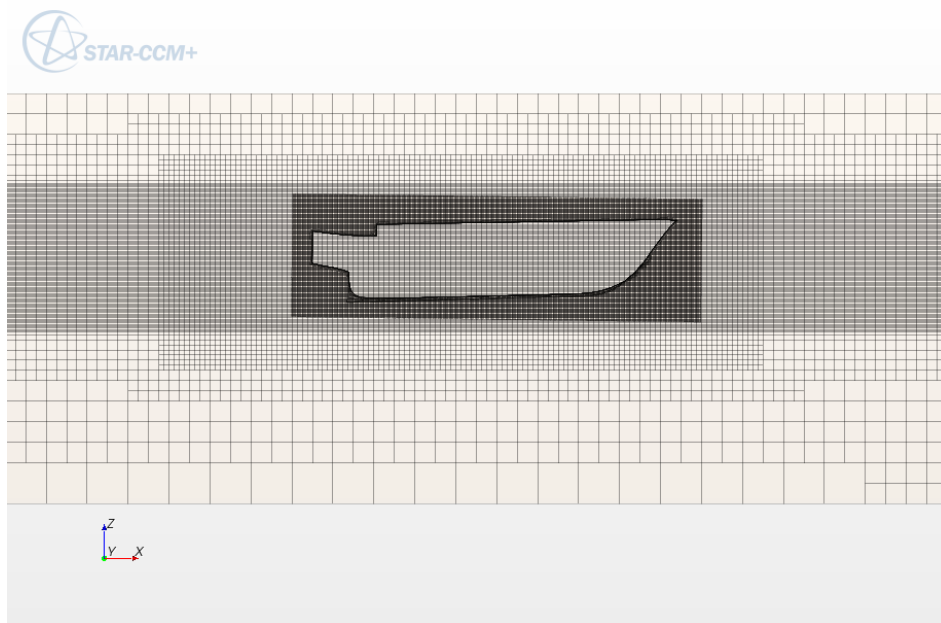
Εικόνα 5.8 Απεικόνιση με εξαεδρικά κελιά της περιοχής της πρύμνης

Προκειμένου να μοντελοποιήσουμε το φαινόμενο εισάγουμε συνοριακές συνθήκες πάνω στις 6 πλευρές του χωρίου. Με αναφορά στα επόμενα σχήματα αναθέτουμε το σύνορο μπροστά από το πλοίο, τον πυθμένα, την κορυφή, και το σύνορο αριστερά της γάστρας (με κατεύθυνση από την πρύμνη προς την πλώρη/portside) σαν σύνορα από τα οποία έχουμε/δύναται να έχουμε εισροή (velocity inlet). Στο σχήμα τα αντίστοιχα σύνορα απεικονίζονται κατά σειρά με τα χρώματα μωβ-κόκκινο-πορτοκαλί-μπλε. Το σύνορο πίσω από το πλοίο (κίτρινο χρώμα) είναι η έξοδος του ρευστού (pressure outlet) ενώ η γαλάζια επιφάνεια αποτελεί το επίπεδο συμμετρίας (symmetry plane).

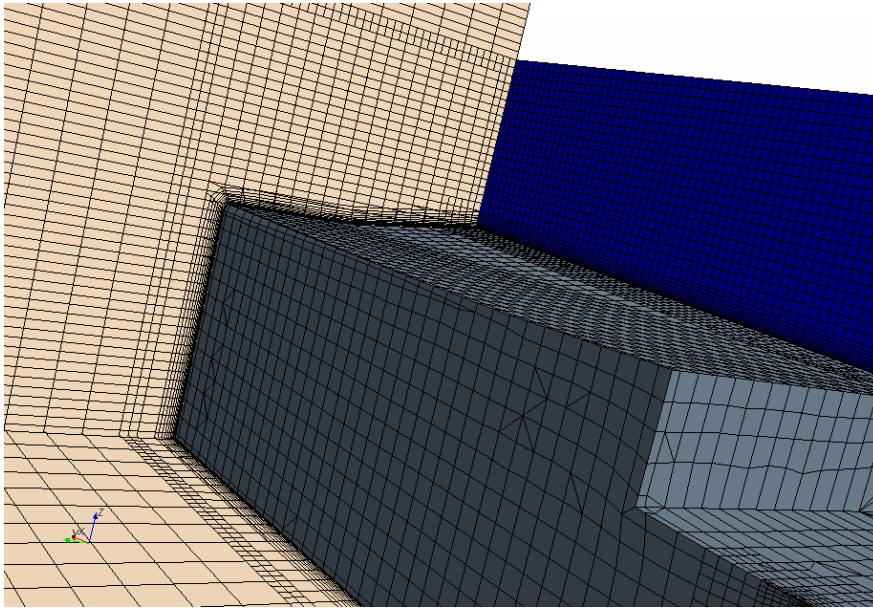


Εικόνα 5.9. Σύνορα υπολογιστικού πλεγματος

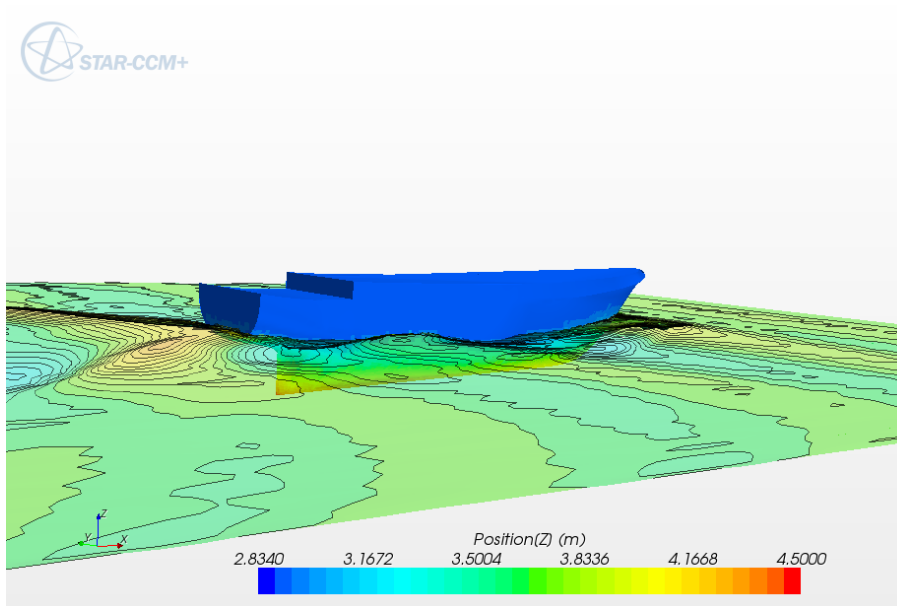
Η περιοχή γύρω από την γάστρα μοντελοποιείται ως ξεχωριστή region ώστε να μπορεί το πλοίο να λάβει μεγάλες γωνίες κλίσης (προαιρετική επιλογή που εδώ έγινε κυρίως για μείωση του υπολογιστικού χρόνου). Η διαγωγή του πλοίου στην κατάσταση των 11 knots επετεύχθη με περιστροφή της περιοχής αυτής.



Εικόνα 5.10. Το υπολογιστικό πλέγμα-εξαεδρικά κελιά. Παρατηρείται η κλίση της περιοχής που περιέχει τη γάστρα (σκούρα περιοχή) που αντιστοιχεί στη διαγωγή.



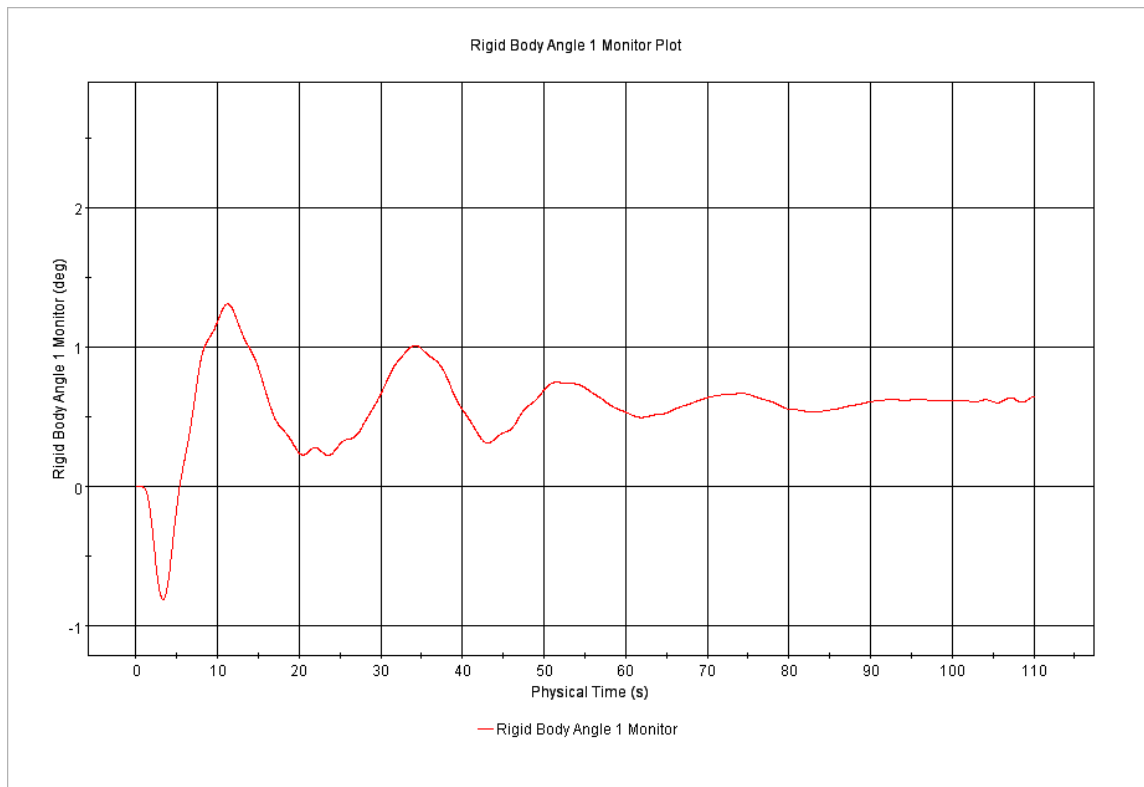
Εικόνα 5.11. Τα πρισματικά κελιά γύρω από το στέρεο σύνορο για την σωστή περιγραφή του οριακού στρώματος.



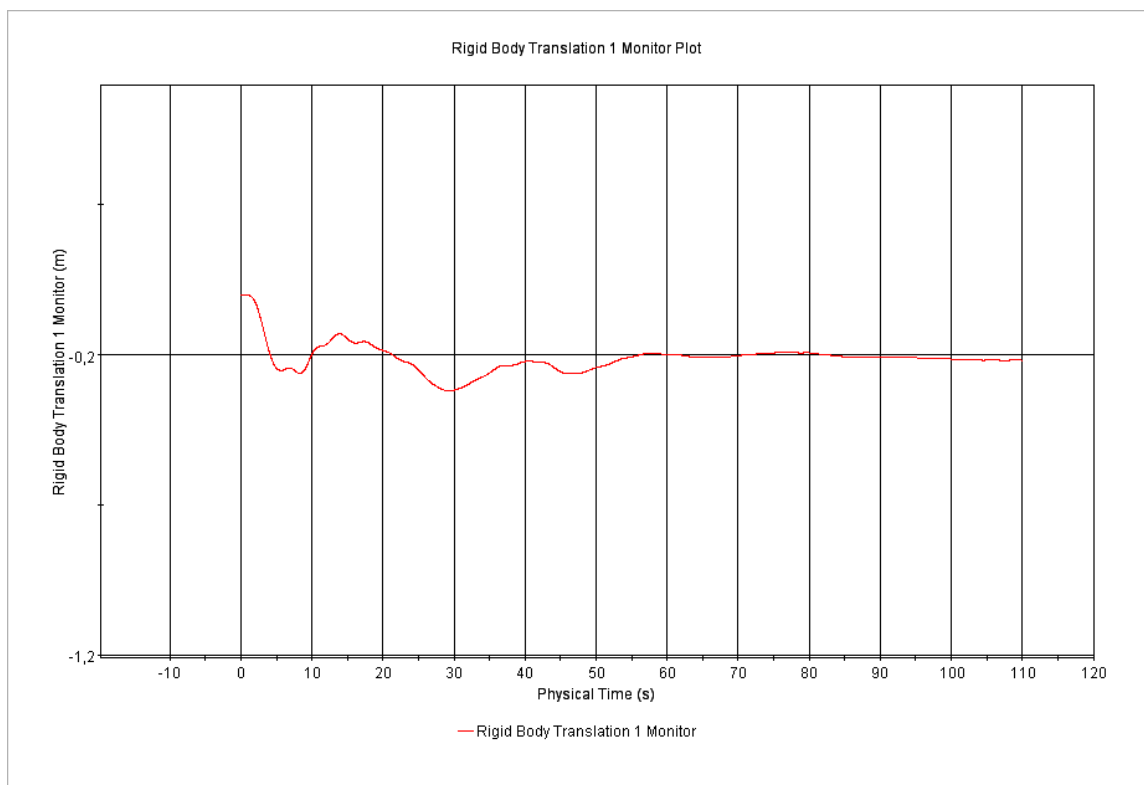
Εικόνα 5.11. Η ανύψωση της ελεύθερης επιφάνειας στα 110sec.

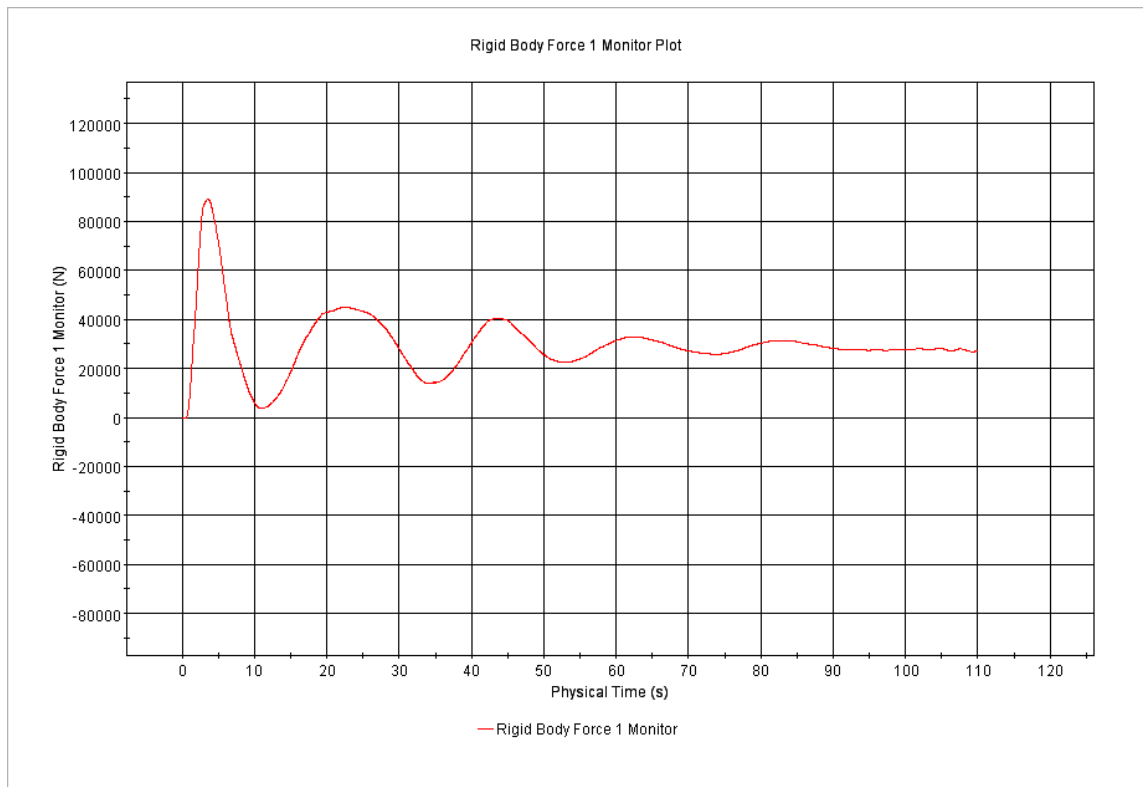
Το πρόγραμμα έτρεξε για 110 sec. Μέσα σε αυτό το χρονικό διάστημα οι τιμές της ολικής αντίστασης του πλοίου (Rigid Body Force-σε N), του προνευσμού (pitch) και της μετατόπισης από την επιφάνεια της θαλάσσης κατά τον κατακόρυφο άξονα (sinkage) φαίνεται ότι συγκλίνουν. Ακολουθούν τα διαγράμματα.

Προνευτασμός(pitch)



Βύθιση κατά τον z αξονα (sinkage)



Ολική αντίσταση(Rigid body Force)

Βλέπουμε από το παραπάνω διάγραμμα ότι η αντίσταση συγκλίνει περίπου γύρω από την τιμή των 26000N. Πράγματι από το report που ακολουθεί το πρόγραμμα βλέπουμε ότι η ολική αντίσταση (το μισό της) στα 110s συγκλίνει στην τιμή των **27232.34N=2776.88kp**. Το report δίνει τη μισή ολική αντίσταση γιατί το πρόγραμμα ρυθμίστηκε να υπολογίσει την αντίσταση σε μόνο μία πλευρά του πλοίου ώστε να εξοικονομηθεί χρόνος από τους υπολογισμούς

Για την συνολική ολική αντίσταση επομένως θα έχουμε:

$$R_{\text{CFD}} = 2776.88 * 2 = 5553.76 \text{kp}$$

Παρατίθεται το report με τα αποτελέσματα για την ταχύτητα των 11 κόμβων:

Orientation for Body 1

Eulerian angle: ROTATION_Y_AXIS

Angle: 0,646470 (deg)

Body Force for Body 1

Forces: Gravity Force, Fluid Force and Moment

Direction: [-1.0, 0.0, 0.0]

Coordinate System: Laboratory

Body Force: 27232,347656 (N)

Translation for Body 1

Direction: [0.0, 0.0, 1.0]

Coordinate System: Laboratory

Translation: -0,218356 (m)

5.1.3 Συγκριση Αντιστάσεων

Συγκρίνοντας τώρα τις 2 μεθόδους, έχουμε:

R-Clean Hull-Van Oortmerseen=6629.96kp

R-Clean Hull-CFD=5553.76kp

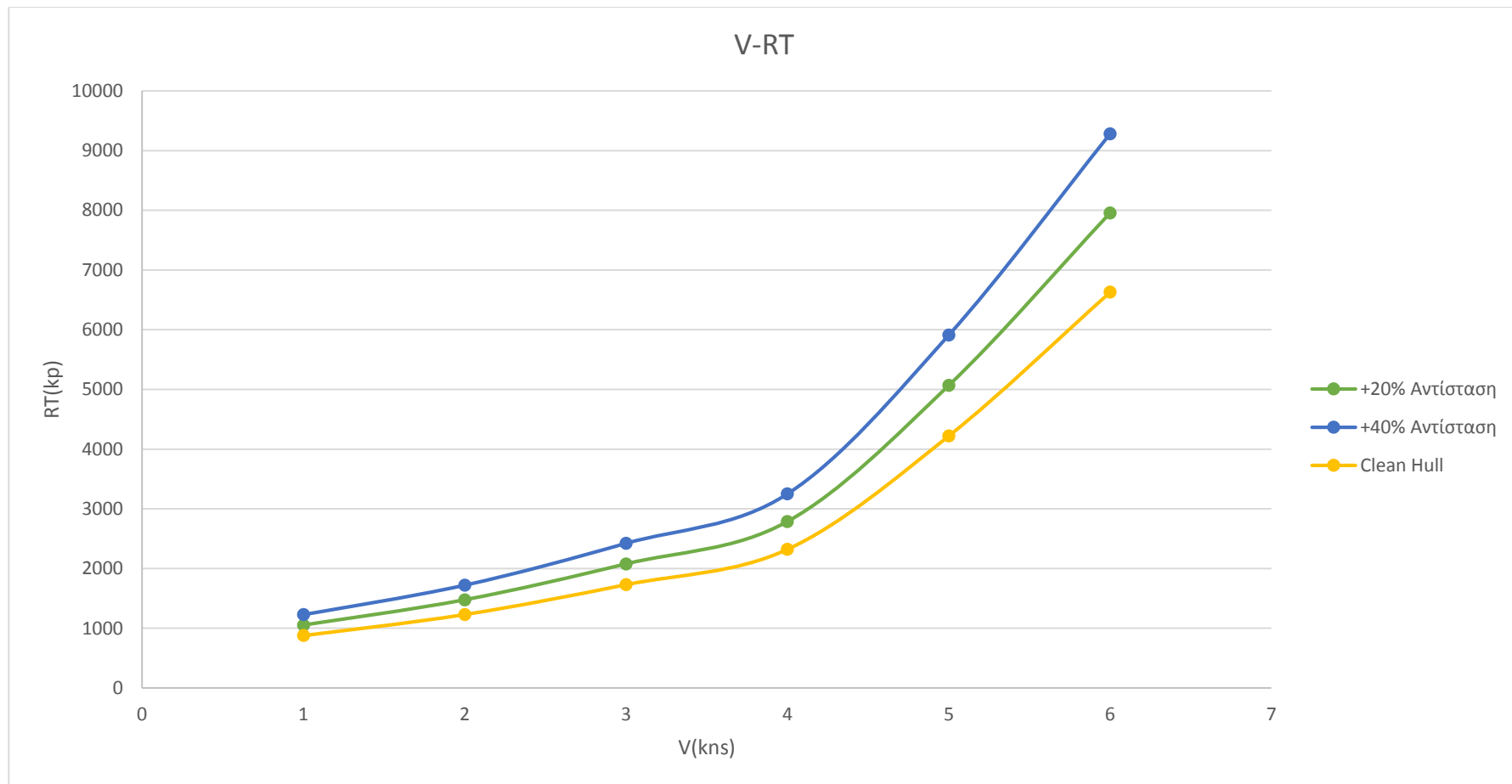
Βλεπουμε ότι υπάρχει μια μεγάλη διαφορά στην εκτίμηση μεταξύ των 2 μεθόδων της ταξης του 17%. Το λογισμικό CFD είναι γενικά πιο αξιόπιστο και οδηγεί σε εκτίμηση της αντίστασης με ένα σφάλμα της τάξης του 5% πιθανότητα υποεκτίμησης. Αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η μέθοδος Van Oortmerssen υπερεκτιμά την αντίσταση. Παρολα αυτά θα συνεχίσουμε στους υπολογισμούς για την επιλογή της προωστήριας εγκατάστασης με τα αποτελέσματα της μεθόδου Van Oortmerssen.

5.1.4 Διαγράμματα V-RT, RT-EHP, V-EHP

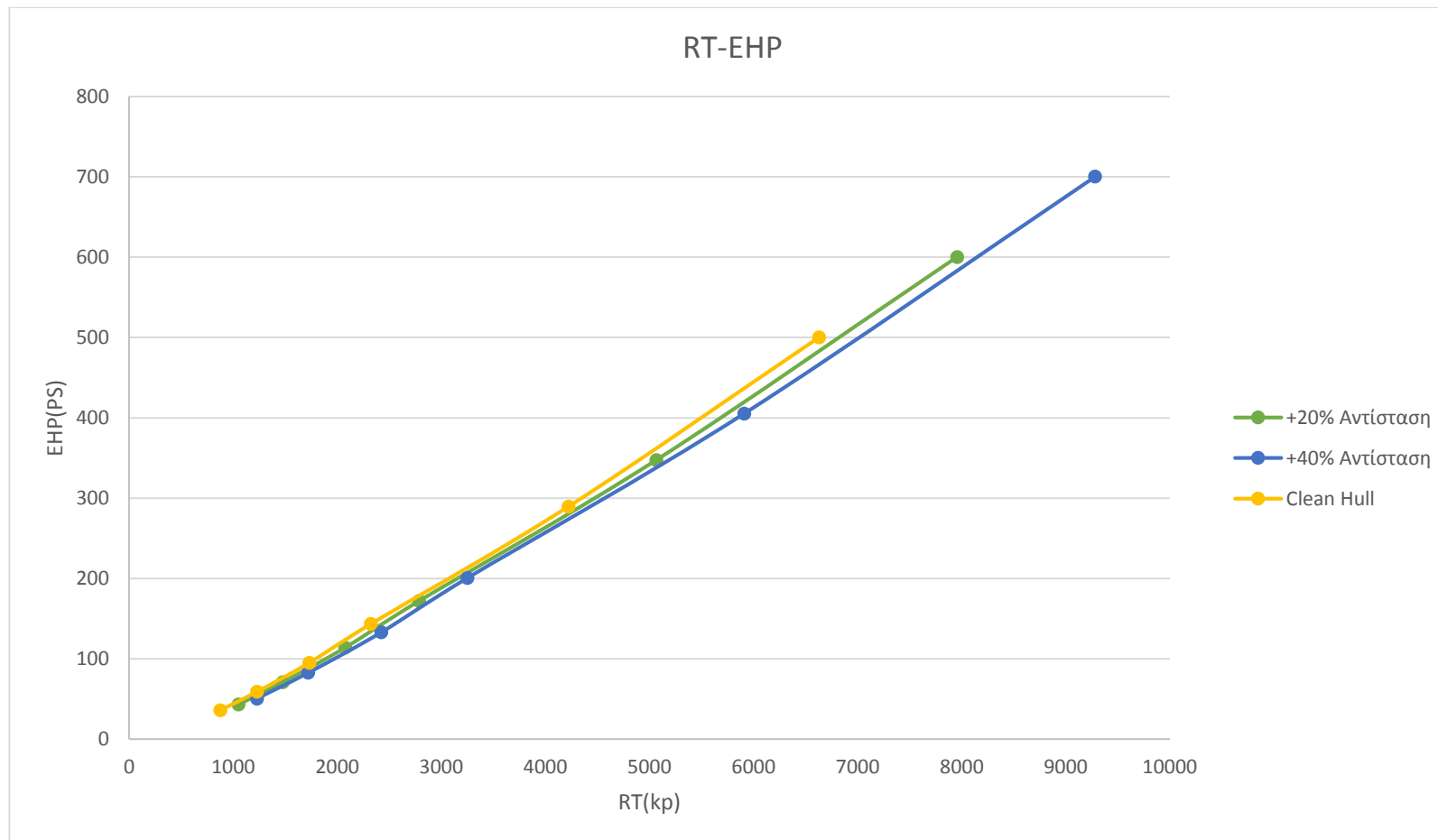
Παρουσιάζονται ο συγκεντρωτικός πίνακας και τα διαγράμματα για την κατάσταση πλεύσης με σταθερή ταχύτητα $V_{STEAM}=11\text{kns}$, με καθαρή γάστρα, με προσαυξημένη αντίσταση R_T κατά 20% λόγω ύπαρξης κυματισμών και με προσαυξημένη αντίσταση κατά 40%.

V(kns)	RTclean(kp)	EHPclean(PS)	RT+20%(kp)	EHP+20%(PS)	RT+40%(kp)	EHP+40%(PS)
6.00	876.93	36.09	1052.32	43.31	1227.70	50.52
7.00	1229.41	59.03	1475.29	70.83	1721.17	82.64
8.00	1730.37	94.95	2076.44	113.93	2422.52	132.92
9.00	2321.95	143.33	2786.33	172.00	3250.72	200.66
10.00	4222.13	289.59	5066.55	347.50	5910.98	405.42
11.00	6629.96	500.21	7955.95	600.24	9281.94	700.29

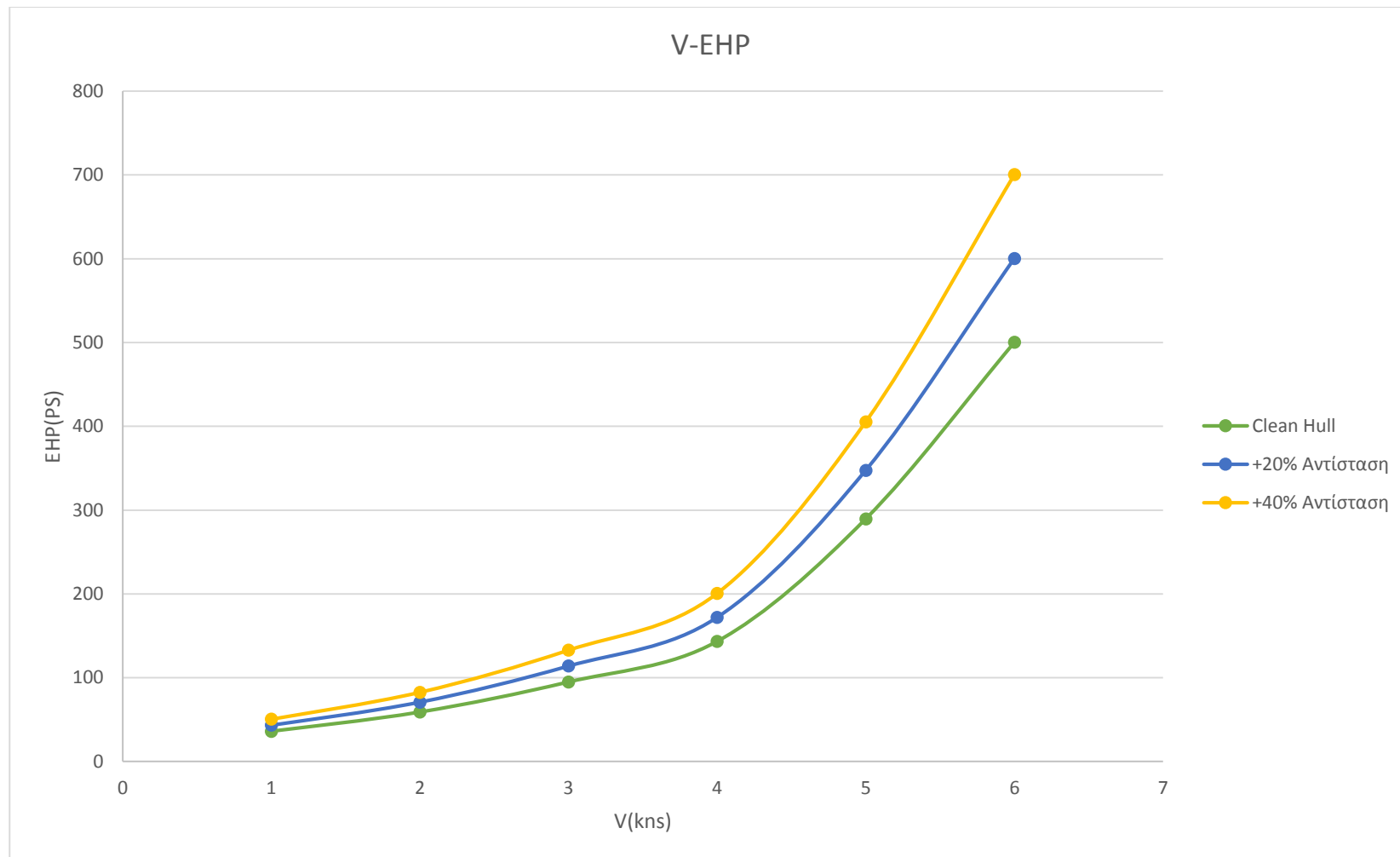
Πίνακας 5.8. Αντίσταση ρυμούλκησης και ισχύς ρυμούλκησης συναρτήσει της ταχύτητας



Διάγραμμα 5.1.V-RT - Κατάσταση πλευσής με σταθερή ταχύτητα



Διάγραμμα 5.2. RT-EHP - Κατάσταση πλευσής με σταθερή ταχύτητα

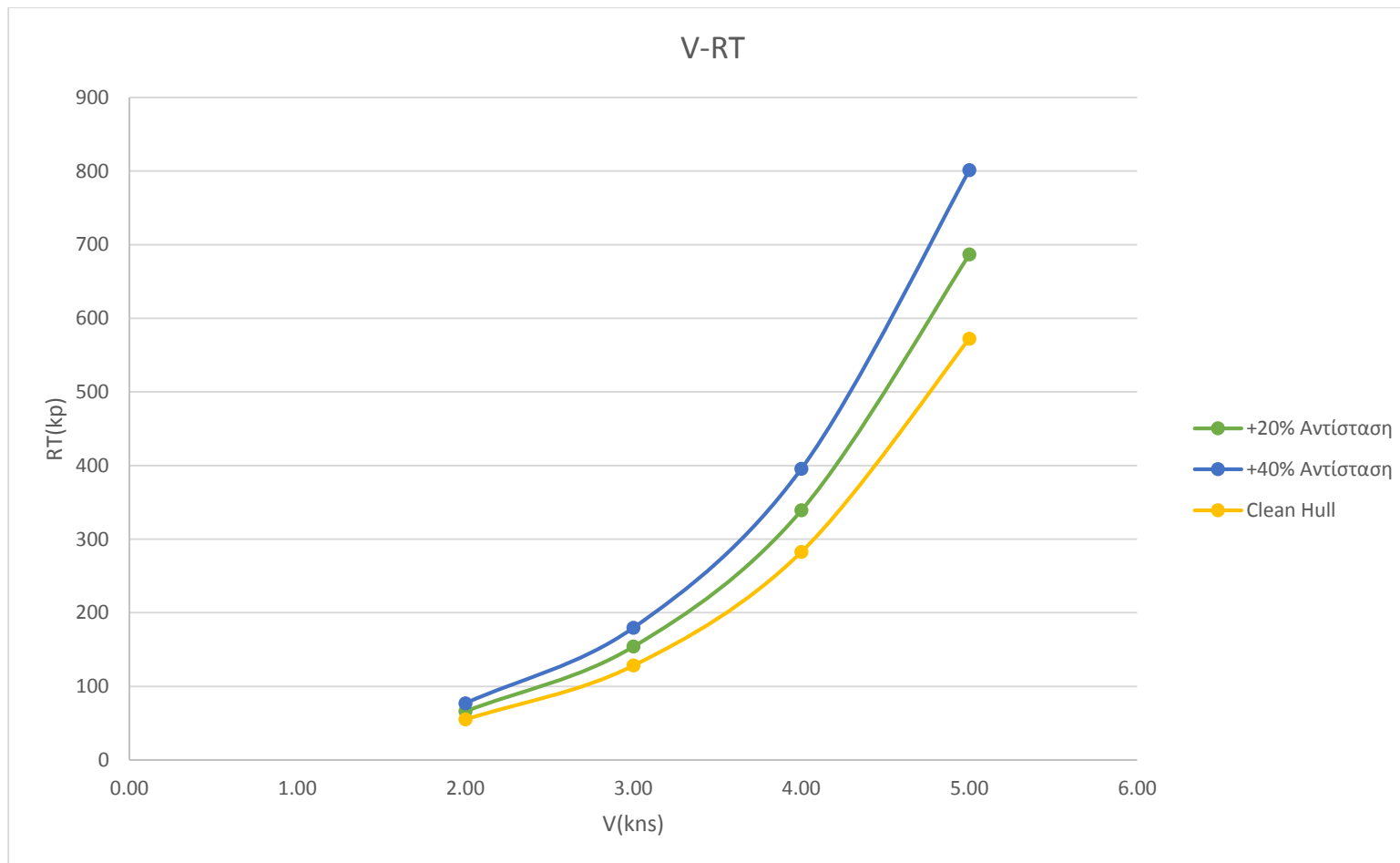


Διάγραμμα 5.3.V-EHP - Κατάσταση πλευσης με σταθερή ταχύτητα

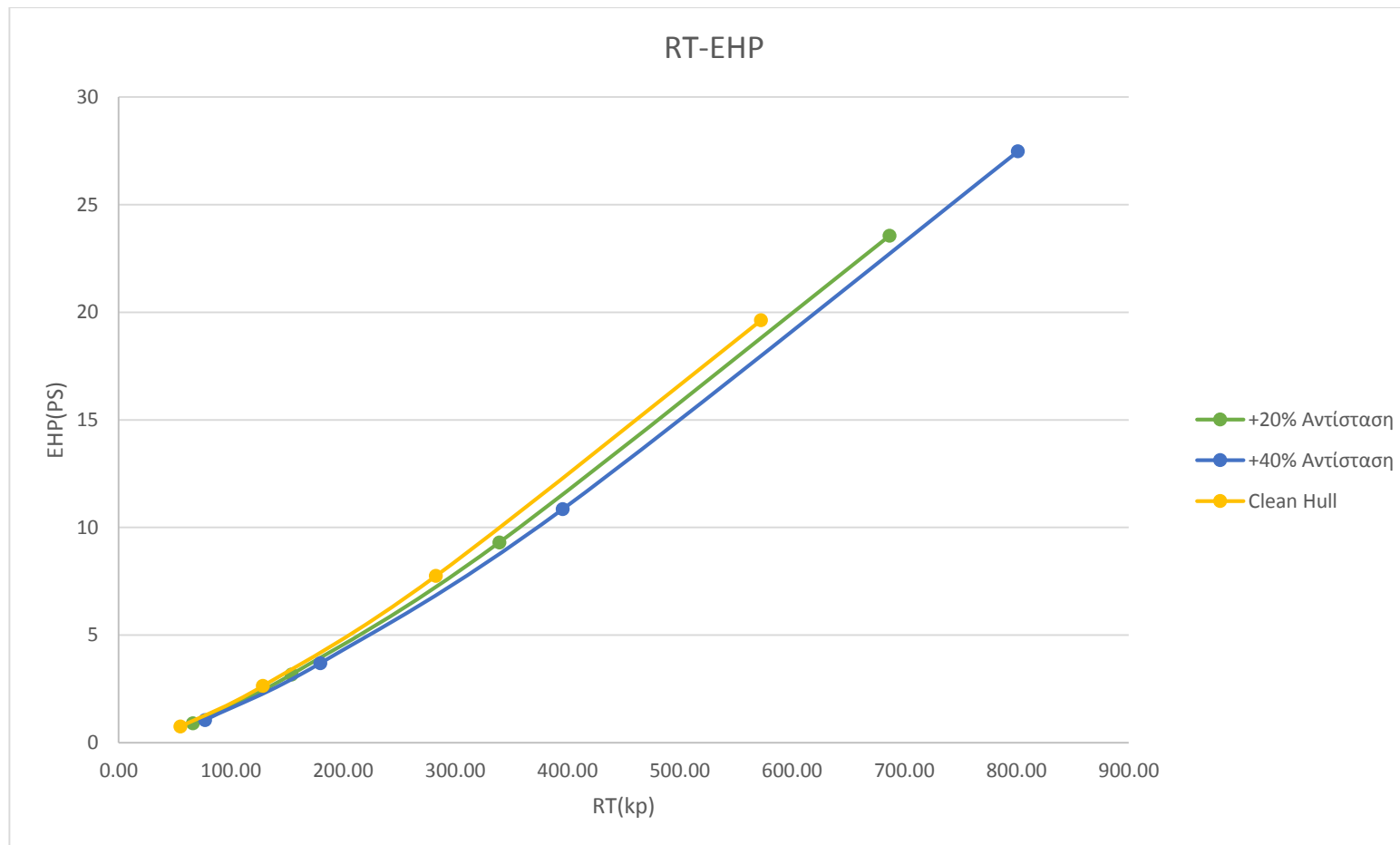
Στη συνέχεια, παρουσιάζεται ο συγκεντρωτικός πίνακας και τα διαγράμματα για την κατάσταση έλξης δικτύων, με καθαρή γάστρα, με προσαυξημένη αντίσταση R_T κατά 20% λόγω ύπαρξης κυματισμών και με προσαυξημένη αντίσταση κατά 40%.

V(kns)	RTclean(kp)	EHPclean(PS)	RT+20%(kp)	EHP+20%(PS)	RT+40%(kp)	EHP+40%(PS)
2.00	55.05	0.76	66.06	0.91	77.07	1.06
3.00	128.32	2.64	153.98	3.17	179.65	3.70
4.00	282.62	7.75	339.14	9.30	395.66	10.86
5.00	572.34	19.63	686.81	23.55	801.28	27.48

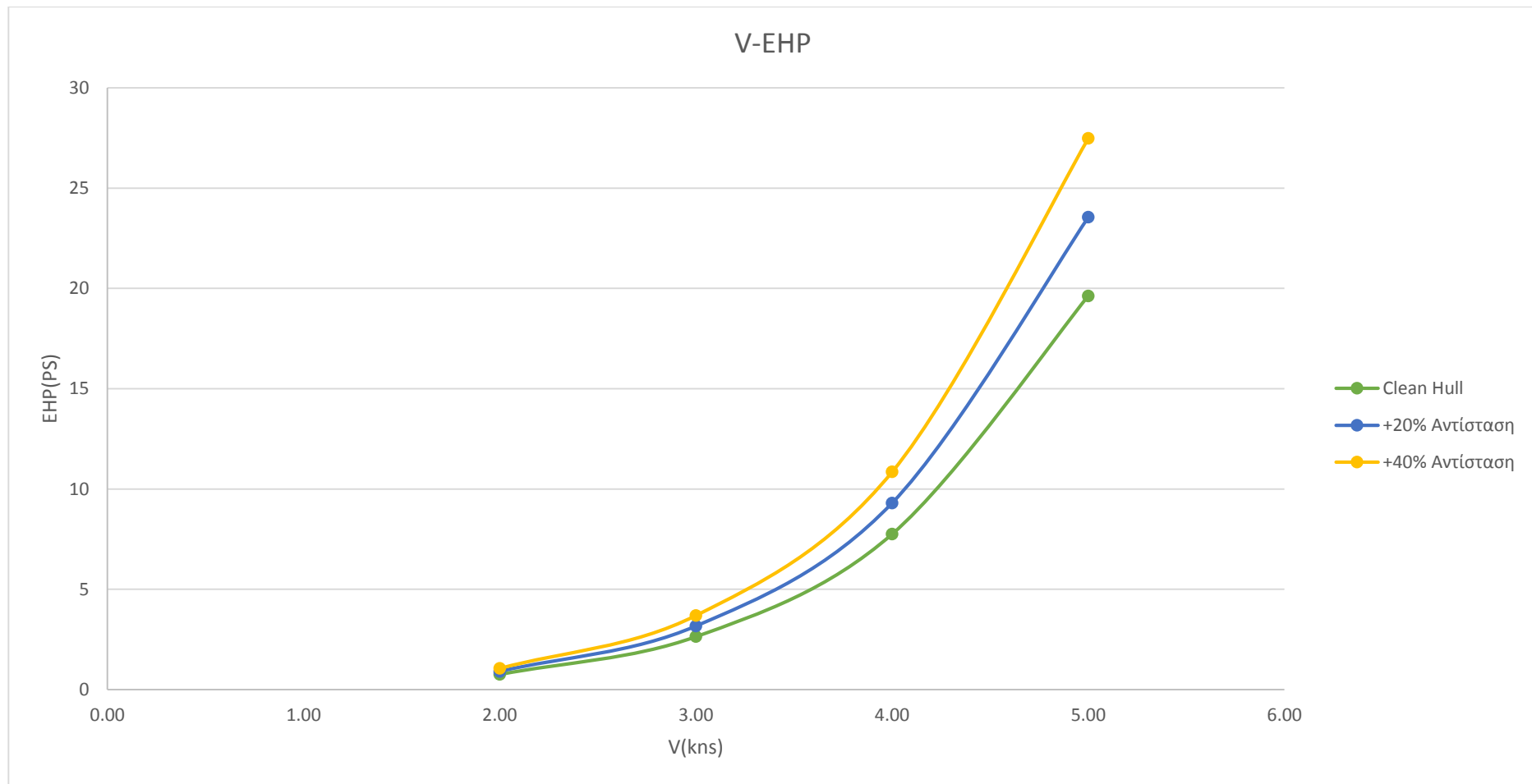
*Πίνακας 5.9. Αντίσταση ρυμούλκησης και ισχύς ρυμούλκησης συναρτήσει της ταχύτητας
-Κατάστασης έλξης δικτύων*



Διάγραμμα 5.1.V-RT - Κατάσταση έλξης δικτύων



Διάγραμμα 5.2.RT-EHP - Κατάσταση έλξης δικτύων



Διάγραμμα 5.3.V-EHP - Κατάσταση έλξης δικτύων

5.2 Επιλογή Προωστήριας Εγκατάστασης

Θα επιλέξουμε κύρια μηχανή η οποία θα λειτουργεί με ικανοποιητικό τρόπο στις 2 καταστάσεις για τις οποίες υπολογίσαμε την αντίσταση στην παράγραφο 1.

Σε πρώτη φάση θα υπολογίσουμε τους συντελεστές πρόωσης. Οι υπολογισμοί γίνονται για την κατάσταση φόρτωσης που έχουμε όταν το πλοίο κινείται με ταχύτητα ελεύθερης πλεύσης $V_{STEAM}=11\text{kns}$. Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν οι τιμές για την κατάσταση φόρτωσης που έχουμε όταν το πλοίο κινείται με ταχύτητα $V_{TRAWL}=3.5\text{kns}$.

5.2.1 Υπολογισμός των Συντελεστών Πρόωσης

Σε πρώτη φάση θα κάνουμε τον υπολογισμό των συντελεστών πρόωσης προκειμένου να προσδιοριστεί η ταχύτητα πρόωσης της έλικας V_A καθώς και η ώση της T .

Οι παρακάτω εμπειρικοί τύποι για τον υπολογισμό των συντελεστών αλληλεπίδρασης έλικας-πλοίου, w, n_R πάρθηκαν από το βιβλίο των Schneekluth, Bertam 'Ship Design for Efficiency and Economy', 1998.

5.2.1.1 Συντελεστής ποσοστού ομόρου w

Ισχύουν οι παρακάτω τύποι:

- **Heckchser** (μονέλικα trawlers) :

$$w_1 = 0.77 \cdot C_p - 0.28 = 0.77 \cdot 0.7 - 0.28 \Rightarrow$$

$$w_1 = 0.259$$

- **Holtrop**

$$w = c_9 c_{20} C_V \frac{L}{T_A} \left(0.050776 + 0.93495 c_{11} \frac{C_V}{(1 - C_{P1})} \right) + 0.27915 c_{20} \sqrt{\frac{B}{L(1 - C_{P1})}} + C_{19} C_{20}, \text{ όπου}$$

- $c_9 = \frac{B \cdot S}{L \cdot D \cdot T} = 10.48$

- $c_{20} = 1 + 0.015 C_{STERN}$

Για τον συντελεστή C_{STERN} ισχύει:

Afterbody Form	C_{STERN}
Pram with gondola	-25
V- shape sections	-10
Normal Section Shape	0
U- shaped sections with Hogner Stern	10

Πίνακας 5.9. Συντελεστής C_{STERN}

Οπότε για κανονική διαμόρφωση νομέων θα έχουμε

$$C_{STERN} = 0$$

Οπότε για τον συντελεστή C_{20} θα έχουμε,

$$C_{20} = 1$$

$$\bullet \quad C_V = (1+k)C_F + C_A$$

,με

$$1+k_1 = 0.93 + 0.487118 * c_{14} * (B/L)^{1.06806} * (T/L)^{0.46106} * (L/L_R)^{0.121563} * (L^3/\nabla)^{0.36486} * (1-C_p)^{-0.604247} = 1.468$$

,όπου

$$L = L_{WL} = 32.22m$$

$$C_p = 0.70$$

$$B = 8.4m$$

$$T = 3.67m$$

$$C_{14} = 1 + 0.011C_{STERN} = 1$$

$$\nabla = 475.85m^3$$

$$L_R = L * (1 - C_p + 0.06 * C_p * lcb / (4 * C_p - 1)) = 3.854$$

$$lcb = (LCB - L/2)/L = -7.731\%, \quad C_A = 0.006(L + 100)^{-0.16} - 0.00205 + 0.003 \sqrt{\frac{L}{7.5}} C_B^4 C_2 (0.04 - c_4)$$

,με

$$C_2 = e^{-1.86\sqrt{C_3}} \quad (C_3=0 \text{ επειδή δεν έχω βολβό}), \text{αρα}$$

$$C_2=1$$

$$C_4=0.04 \text{ επειδή } T_F/L=3.892/32.2=0.121>0.04$$

$$C_B=0.52 \text{ από το AVEVA}$$

Οπότε προκύπτει για το C_A ,

$$C_A = 0.000696,$$

$$C_F = \frac{0.075}{(\log_{10} Re - 2)^2} = 1.53 \cdot 10^8$$

,Οπότε προκύπτει για το C_V ,

$$C_V = (1+k)C_F + C_A = 0.003575$$

- $L = L_{WL} = 32.22m$
- $T_A=3.447m$
- $c_{11} = \frac{T}{D} = 1.539$

ΣΗΜΕΙΩΣΗ Η διάμετρος της έλικας D λαμβάνεται ίση με $D=2.38m$, όπως θα εξηγηθεί και στη σχετική παράγραφο(2.2.1.2)

- S , η βρεχόμενη επιφάνεια του πλοίου όπως προκύπτει από το AVEVA , $S=220.24m^2$

- $C_{P1} = 1.45C_p - 0.315 - 0.0225lcb = 0.8739$
,με

$$C_p = 0.70$$

$$lcb = (LCB-L/2)/L = -7.731\%$$

- $c_{19} = \frac{0.12997}{(0.95 - C_B)} - \frac{0.11056}{(0.95 - C_p)} = -0.13998$
,με

$$C_B=0.52$$

$$C_p = 0.70$$

Τελικώς προκύπτει w_2 ,

$$w_2 = 0.2935$$

Τελικά , ο συντελεστής ποσοστού ομόρου w θα είναι :

$$w = \frac{w_1 + w_2}{2} \Rightarrow$$

$$W_{\text{steam}} = 0.276$$

5.2.1.2 Συντελεστής ποσοστού μείωσης ώσης t

Ισχύουν οι παρακάτω τύποι:

Heckchser (μονέλικα trawlers):

$$t_1 = 0.77 \cdot C_p - 0.30 = 0.77 \cdot 0.7 - 0.30 \Rightarrow$$

$$t_1 = 0.2528$$

Holtrop (μονέλικα πλοία)

$$t = \frac{0.25014(B/L)^{0.28956} (\sqrt{BT}/D)^{0.2624}}{(1 - C_p + 0.0225lcb)^{0.01762}} + 0.0015C_{\text{STERN}}$$

,όπου

$$B = 8.4m$$

$$T = 3.67m$$

$$L = L_{\text{WL}} = 32.22m$$

$$lcb = (LCB - L/2)/L = -7.731\%$$

$$C_p = 0.70$$

$$C_{\text{STERN}} = 0$$

ΣΗΜΕΙΩΣΗ Η διάμετρος της έλικας D λαμβάνεται ίση με $D=2.38m$, όπως θα εξηγηθεί και στη σχετική παράγραφο()

Τελικά για το t_2 θα είναι:

$$t_2 = 0.219$$

Τελικά , ο συντελεστής ποσοστού μείωσης ώσης t είναι :

$$t = \frac{t_1 + t_2}{2} \Rightarrow$$

$$t_{\text{steam}} = 0.2292$$

Με όμοιο τρόπο δουλεύουμε και για την ταχύτητα $V_{\text{trawl}}=3.5\text{kns}$ όπου και έχουμε για το κλάσμα ομόρρου w και το λόγο μείωσης ώσης t :

$$w_{\text{trawl}}=0.2449$$

$$t_{\text{trawl}}=0.2283$$

5.2.2 Υπολογισμός των Συντελεστών Απόδοσης

5.2.2.1 Συντελεστής απόδοσης σχετικής περιστροφής (n_R)

Η πραγματική ροή του νερού που ρέει προς την έλικα πίσω από την γάστρα δεν είναι ούτε σταθερή ούτε σε ορθή γωνία προς τον δίσκο της έλικας, αλλά είναι ένα είδος περιστροφικής ροής. Συνεπώς, σε σχέση με την λειτουργία της έλικας σε ελεύθερη ροή, ο βαθμός απόδοσης της έλικας επηρεάζεται από τον συντελεστή n_R που ονομάζεται βαθμός απόδοσης της σχετικής περιστροφής. Σε πλοία με μία έλικα, ο βαθμός απόδοσης σχετικής περιστροφής είναι, κανονικά, γύρω στο 1.0 έως 1.07, με άλλα λόγια, η περιστροφή του νερού έχει ευεργετικό αποτέλεσμα.

Για μονοέλικα πλοία θα έχουμε:

- **Helm**(μικρά πλοία)

$$n_{R1} = 0.826 + 0.01 \frac{L}{\nabla^{1/3}} + 0.02 \frac{B}{T} + 0.1 C_M$$

,όπου

$$B = 8.4m$$

$$T = 3.67m$$

$$L = L_{WL} = 32.22m$$

$$\nabla = 475.85m^3$$

$$C_M = 0.742,$$

προκύπτει επομένως για το n_{R1} ,

$$n_{R1} = 0.987$$

- **Alte-Baur**(μονέλικα πλοία)

$$n_{R2} = 1$$

- **Holtrop**(μονέλικα πλοία)

$$n_{R3} = 0.9922 - 0.05908(A_E / A_0) + 0.07424(C_p - 0.0225lcb)$$

,όπου

$$C_p = 0.70$$

$$lcb = (LCB-L/2)/L = -7.731\%$$

ΣΗΜΕΙΩΣΗ Ο λόγος εκτεταμένης επιφάνειας A_E/A_0 λαμβάνεται ίσος με $A_E/A_0=0.70$ m, όπως θα εξηγηθεί και στη σχετική παράγραφο()

Προκύπτει για το n_{R3} ,

$$n_{R3} = 1.0157$$

Τελικά , ο βαθμός απόδοσης σχετικής περιστροφής n_R είναι :

$$n_R = \frac{n_{R1} + n_{R2} + n_{R3}}{4} =$$

$$n_{R\text{steam}} = 1.00091$$

Για την κατάσταση έλξης διχτύων ο συντελεστής n_R θα είναι:

$$n_{R\text{trawl}} = 1.000375$$

5.2.2.2 Συντελεστής Απόδοσης Άξονα (n_s)

Ο βαθμός απόδοσης άξονα (n_s) εξαρτάται μεταξύ άλλων από την ευθυγράμμιση και την λίπανση των εδράνων του άξονα και του μειωτήρα εάν υπάρχει. Ο βαθμός απόδοσης του άξονα είναι ίσος με τον λόγο της ισχύος P_D που προσδίδεται στην έλικα και της ισχύος πέδησης P_B , που παράγει η Κύρια Μηχανή , δηλαδή:

$$n_s = \frac{P_D}{P_B}$$

Ο βαθμός απόδοσης του άξονα είναι κανονικά περίπου 0.985, αλλά μπορεί να μεταβάλλεται από 0.96 έως 0.995.

Ο βαθμός απόδοσης άξονα για το υπό μελέτη πλοίο, με μηχανοστάσιο πρύμνηθεν, λαμβάνει την τιμή :

$$n_s = 0.98$$

5.2.2.3 Συντελεστής Απόδοσης Γάστρας (n_H)

Ο συντελεστής απόδοσης γάστρας (n_H) ορίζεται ως ο λόγος μεταξύ της ισχύος ρυμουλκήσεως $P_E = R_T * V$ και της ισχύος ώσης που η έλικα προσδίδει στο νερό $P_T = T * V_A$, δηλαδή:

$$n_H = \frac{P_E}{P_T} = \frac{R_T V}{T V_A} = \frac{R_T / T}{V_A / V} = \frac{1-t}{1-w}$$

Για την κατάσταση ελεύθερης πλεύσης θα είναι:

$$n_{H\text{steam}} = 1.065$$

Για την κατάσταση έλξης διχτύων ο συντελεστής n_H θα είναι:

$$n_{H\text{trawl}} = 1.022$$

5.2.2.4 Συντελεστής Απόδοσης Έλικας επι του πλοίου (n_D)

Βαθμός απόδοσης έλικας επί του πλοίου (n_D), είναι ίσος με τον λόγο ισχύος ρυμουλκήσεως P_E προς την απαιτούμενη ισχύ που προσδίδεται στην έλικα P_D , ή ίσος με το γινόμενο του βαθμού απόδοσης της γάστρας (n_H), του βαθμού απόδοσης της έλικας σε ελεύθερη ροή (n_0) και του βαθμού απόδοσης σχετικής περιστροφής (n_R). Δηλαδή :

$$n_D = \frac{P_E}{P_D} = n_H n_B = n_H n_0 n_R$$

5.2.2.5 Ολικός Βαθμός Απόδοσης (P.C.) ή (n_T)

Ο ολικός βαθμός απόδοσης (n_T), που είναι ίσος με τον λόγο της ισχύος ρυμουλκήσεως P_E προς την απαιτούμενη ισχύ πέδησης P_B , που παράγεται από την Κύρια Μηχανή, μπορεί να εκφραστεί ως ακολούθως:

$$P.C. = \frac{P_E}{P_B} = n_D n_S = n_H n_0 n_R n_S$$

Ο συντελεστής αυτός θα υπολογιστεί στη συνέχεια.

5.2.3 Έλικα

Στο πλοίο θα τοποθετηθεί έλικα σε δακτύλιο. Η τοποθέτηση δακτυλίου γύρω από την έλικα είναι μια πρακτική η οποία συνηθίζεται σε αλιευτικά πλοία.

Ο δακτύλιος είναι μια κατασκευή που αποτελείται από μια δακτυλιοειδή υδροτομή.

Ανάλογα με της γεωμετρία του δακτυλίου διακρίνονται 2 τύποι:

- Ο δακτύλιος που επιβραδύνει τη ροή προς την έλικα.
- Ο δακτύλιος που επιταχύνει τη ροή προς την έλικα.

Ο πρώτος τύπος δακτυλίου επιβραδύνει τη ροή προς την έλικα με αποτέλεσμα να δημιουργεί αρνητική ωση. Έχει αποδειχθεί ότι κάτι τέτοιο αυξάνει τη στατική πίεση στην έλικα και επιβραδύνει την ανάπτυξη

σπηλαίωσης. Για αυτό το λόγο τέτοιου τύπου δακτύλιοι χρησιμοποιούνται σε ταχύπλοα σκάφη για τη μείωση της σπηλαίωσης και σε πολεμικά σκάφη για τη μείωση του θορύβου από τη λειτουργία της έλικας.

Ο δεύτερος τύπος δακτυλίου με τον οποίο και θα ασχοληθούμε επιταχύνει τη ροή προς την έλικα με αποτέλεσμα η ίδια η δακτυλιοειδής κατασκευή να προσφέρει ώση σε χαμηλές ταχύτητες όπως έχει αποδειχθεί από πειράματα. Το αβαντάζ αυτό ώσης εξανεμίζεται στις υψηλές ταχύτητες (π.χ. 11 κόμβους και άνω). Η εφαρμογή αυτού του τύπου δακτυλίου έχει επίσης θετική επίδραση στον β.α. της προωστήριας εγκατάστασης.



Εικόνα 5.11. Έλικα σε δακτύλιο

Ο δακτύλιος που θα χρησιμοποιηθεί είναι ο δακτύλιος Kort Nozzle 19A ο οποίος χρησιμοποιείται πολύ συχνά σε συνδυασμό με έλικες της σειράς Karlan και έχει γεωμετρία με πολύ καλή υδροδυναμική συμπεριφορά. Η έλικα που θα χρησιμοποιηθεί ανήκει στην σειρά ελίκων Karlan. Οι έλικες της σειράς αυτής έχουν πλατύτερο «τελείωμα» πτερυγίου σε σχέση με τις Wageningen και παρουσιάζουν καλύτερη συμπεριφορά σε σπηλαίωση από τις πρώτες.

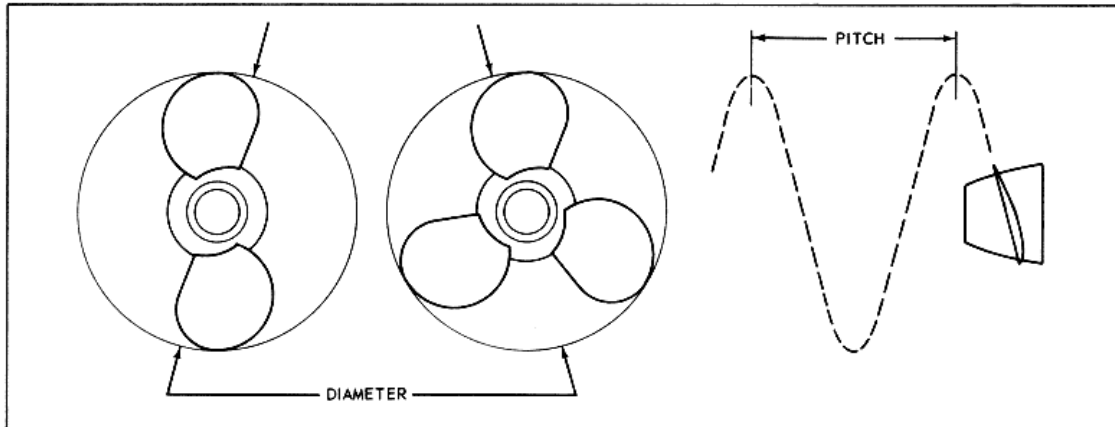


Εικόνα 5.12. Έλικα Σειράς Karlan

Όσον αφορά στο βήμα της, η έλικα που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι σταθερού βήματος (Fixed Pitch-FP). Σε αυτόν τον τύπο πλοίου η ιδανική λύση θα ήταν να χρησιμοποιούσαμε έλικα μεταβλητού βήματος –CP.

Αυτό γιατί σε ένα αλιευτικό πλοίο παρουσιάζονται 2 εντελώς διαφορετικές καταστάσεις λειτουργίας:

- Ελεύθερη πλεύση με υψηλή ταχύτητα V_{STEAM} προς τον ψαρότοπο
- Κατάσταση αλιείας όπου έχουμε έλξη δικτύων με χαμηλή ταχύτητα και υψηλή ώση T



Εικόνα 5.13. Διάμετρος (Diameter) και Βήμα (Pitch) Έλικας

Ετσι, η έλικα θα πρέπει να λειτουργήσει με ικανοποιητικό τρόπο σε δύο σημεία.

Αν η σχεδίαση της έλικας γίνει με βάση τη βέλτιστη απόδοση της στην πρώτη κατάσταση και καταλήξουμε σε ένα βήμα έλικας, στη δεύτερη λόγω του ότι θα μειωθεί η ταχύτητα και θα αυξηθεί η ώση, οι στροφές της έλικας θα πέσουν με αποτέλεσμα να μειωθεί η απόδοση της προωστήριας εγκατάστασης. Αν χρησιμοποιούσαμε έλικα CP θα ήταν δυνατό να μειωθεί το βήμα της έλικας έτσι ώστε να επιτευχθεί υψηλός αριθμός στροφών έλικας και σε αυτή την κατάσταση και κατά συνέπεια στροφών μηχανής με αποτέλεσμα καλύτερο βαθμό απόδοσης προωστήριας εγκατάστασης και χαμηλότερη ειδική κατανάλωση καυσίμου από την κύρια μηχανή.

Ωστόσο, λόγω έλλειψης πειραματικών δεδομένων για έλικα μεταβλητού βήματος Kaplan σε δακτύλιο, θα καταφύγουμε στη λύση της έλικας σταθερού βήματος.

Η σχεδίαση της έλικας θα γίνει ως εξής:

Αφού επιλέξουμε τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της, θα βρούμε το βέλτιστο σημείο λειτουργίας της ξεχωριστά και για τις 2 καταστάσεις λειτουργίας. Ετσι θα καταλήξουμε σε ένα βήμα για κάθε κατάσταση. Στη συνέχεια θα επιλέξουμε ένα ενδιάμεσο βήμα από τα βέλτιστα των 2 καταστάσεων.

Έπειτα θα καταρτίσουμε ένα κοινό διάγραμμα n-SHP με τις χαρακτηριστικές της έλικας για τις 2 καταστάσεις και θα επιλέξουμε ένα σημείο λειτουργίας έλικας-μηχανής που θα ικανοποιεί και τις 2 καταστάσεις με έμφαση στην κατάσταση έλξης δικτύων γιατί είναι η πιο σημαντική για τη λειτουργία του πλοίου.

Θα επιλέξουμε Κύρια μηχανή με βάση το παραπάνω σημείο λειτουργίας και τέλος με βάση τις στροφές έλικας του σημείου λειτουργίας θα επιλέξουμε έναν μειωτήρα με λόγο μείωσης που θα προσεγγίζει όσο το δυνατόν τις στροφές αυτές.

5.2.3.1 Γεωμετρία της Έλικας

Καλούμαστε σε πρώτη φάση να επιλέξουμε τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της έλικας.

Η γεωμετρία της έλικας χαρακτηρίζεται από 4 βασικές γεωμετρικές παραμέτρους που χαρακτηρίζουν σε μεγάλο βαθμό την υδροδυναμική συμπεριφορά της. Αυτές είναι :

- η διάμετρος της D
- το ονομαστικό βήμα της P
- ο λόγος εκτεταμένης επιφάνειας A_E/A_0
- ο αριθμός πτερυγίων της z

Οι άλλοι παράμετροι της γεωμετρίας όπως είναι η κατανομή της διαμήκουσ απόκλισης του πτερυγίου (rake) και η εγκάρσια απόκλιση του πτερυγίου (skew), το περίγραμμα του πτερυγίου, η κατανομή του πάχους κ.α. οι οποίες βρίσκουν εφαρμογή μόνο σε συνάρτηση με την «αναλυτική σχεδίαση της έλικας» (εφαρμογή μεθόδων CFD). Θα επιλέγουμε τώρα τις γεωμετρικές παραμέτρους της έλικας

5.2.3.1.1 Διάμετρος D

Γενικά, αυξάνοντας τη διάμετρο της έλικας οδηγούμαστε σε μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης ελεύθερης ροής της έλικας, επομένως η διάμετρος της έλικας επιλέγεται ώστε να είναι η μεγαλύτερη 'επιτρεπόμενη'. Αυτό καθορίζεται από τις ανοχές του περιγράμματος του πτερυγίου από την πρύμνη, το πηδάλιο και τα στηρίγματα των αξόνων. Θα πρέπει επίσης να λάβουμε υπόψη την ύπαρξη του δακτυλίου και τις ανοχές που θα υπάρχουν εκατέρωθεν των άνω ακμών της έλικας και των κάτω τμημάτων του δακτυλίου. Οι ανοχές αυτές σε κάθε πλευρά λαμβάνονται ίσες με 10mm.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω θα επιλέξουμε έλικα με διάμετρο:

$$D=2.3844\text{m}$$

Σημειώνουμε τις ελάχιστες ανοχές μεταξύ έλικας και κλωβού για σκάφη με ποδόστημα όπως αυτές προτείνονται από το Γερμανικό Νηογνώμονα GL:

$$a > 0.1D = 0.238\text{m}$$

$$b > 0.18D = 0.429\text{m}$$

$$c > 0.09D = 0.214\text{m}$$

$$e > 0.04D = 0.095\text{m}$$

,όπου

a, η οριζόντια απόσταση από το πηδάλιο

b, η οριζόντια απόσταση από το περίγραμμα του πλοίου σε ύψος 0.7R

c, η κατακόρυφη απόσταση από το περίγραμμα του πλοίου

e, η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ του κάτω άκρου της έλικας και του ποδοστήματος

D, η διάμετρος της έλικας

Από την μέτρηση των αποστάσεων στο σχέδιο Γενικής Διάταξης στο AUTOCAD έχουμε τα παρακάτω

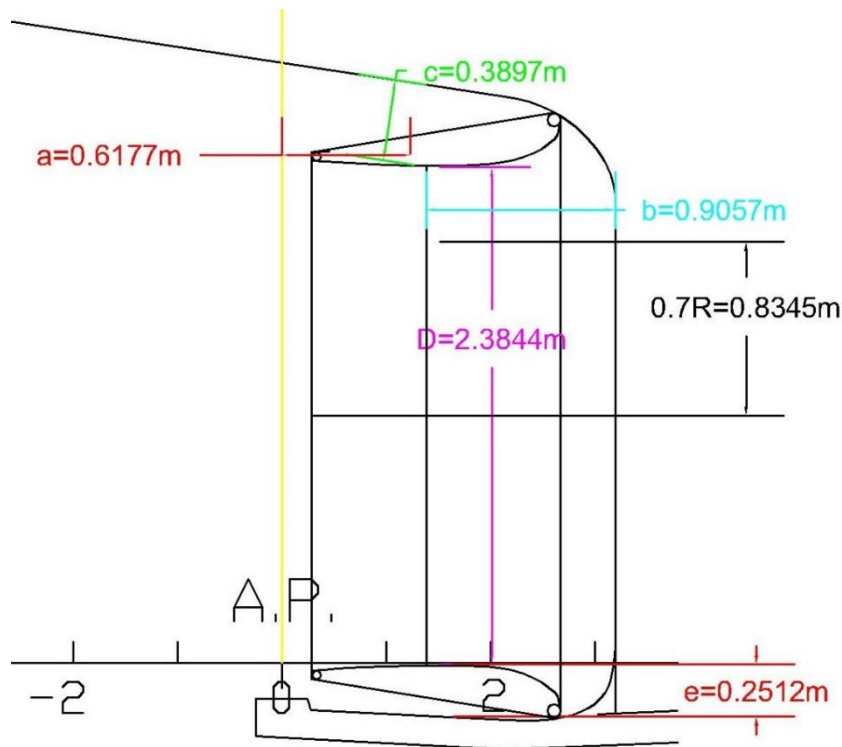
$$a=0.6177\text{m}>0.1D$$

$$b=0.9057\text{m}>0.18D$$

$$c=0.3897\text{m}>0.09D$$

$$e=0.2512\text{m}>0.04D$$

Βλέπουμε ότι οι αποστάσεις είναι μεγαλύτερες των ελαχίστων οπότε μπορούμε να κρατήσουμε αυτή τη διάμετρο.



Εικόνα 5.14. Ανοχές Ελικας

5.2.3.1.2 Αριθμός πτερυγίων z

Ο αριθμός πτερυγίων επιλέγεται ίδιος με αυτόν που διαθέτουν τα περισσότερα stern trawlers αυτών των διαστάσεων συμπεριλαμβανομένου και του πατρικού πλοίου, δηλαδή

$$z=4$$

5.2.3.1.3 Λόγος εκτεταμένης επιφάνειας A_E/A_0

Ο λόγος εκτεταμένης επιφάνειας θα επιλεγεί ίσος με $A_E/A_0=0.7$ με το σκεπτικό ότι θα χρησιμοποιηθεί η έλικας Ka 4-70 σε δακτύλιο Kort 19 A. Επομένως, θα επιλέξουμε λόγο $A_E/A_0=0.70$.

5.2.3.1.4 Ονομαστικό Βήμα P

Για τον καθορισμό του βήματος απαιτείται η μελέτη της απαίτησης της έλικας σε στροφές και η απαιτούμενη ισχύς για τις 2 καταστάσεις λειτουργίας της. Όπως προαναφέραμε η έλικα θα είναι σταθερού βήματος οπότε θα επιλεγεί ένα βήμα που να ικανοποιεί και τις 2 καταστάσεις με έμφαση στην κατάσταση έλξης διχτύων.

Τελικά επιλέχθηκε $P/D=1.1$

$$\text{Αρα, } P=1.1 * D=2.623\text{m}$$

Για το πώς οδηγηθήκαμε σε αυτή την επιλογή δείτε την παράγραφο (5.2.3.3)

Συνοψίζουμε τα χαρακτηριστικά της έλικας που επιλέξαμε:

Τύπος Έλικας	Ka 4 – 70 Fixed Pitch in Kort Nozzle 19A
Αριθμός πτερυγίων z	4
Διάμετρος $D(\text{m})$	2.3844
Λόγος εκτεταμένης επιφάνειας A_E/A_0	0.7
Ονομαστικό Βήμα P	2.623

Πίνακας 5.9. Στοιχεία γεωμετρίας επιλεγθείσας Έλικας

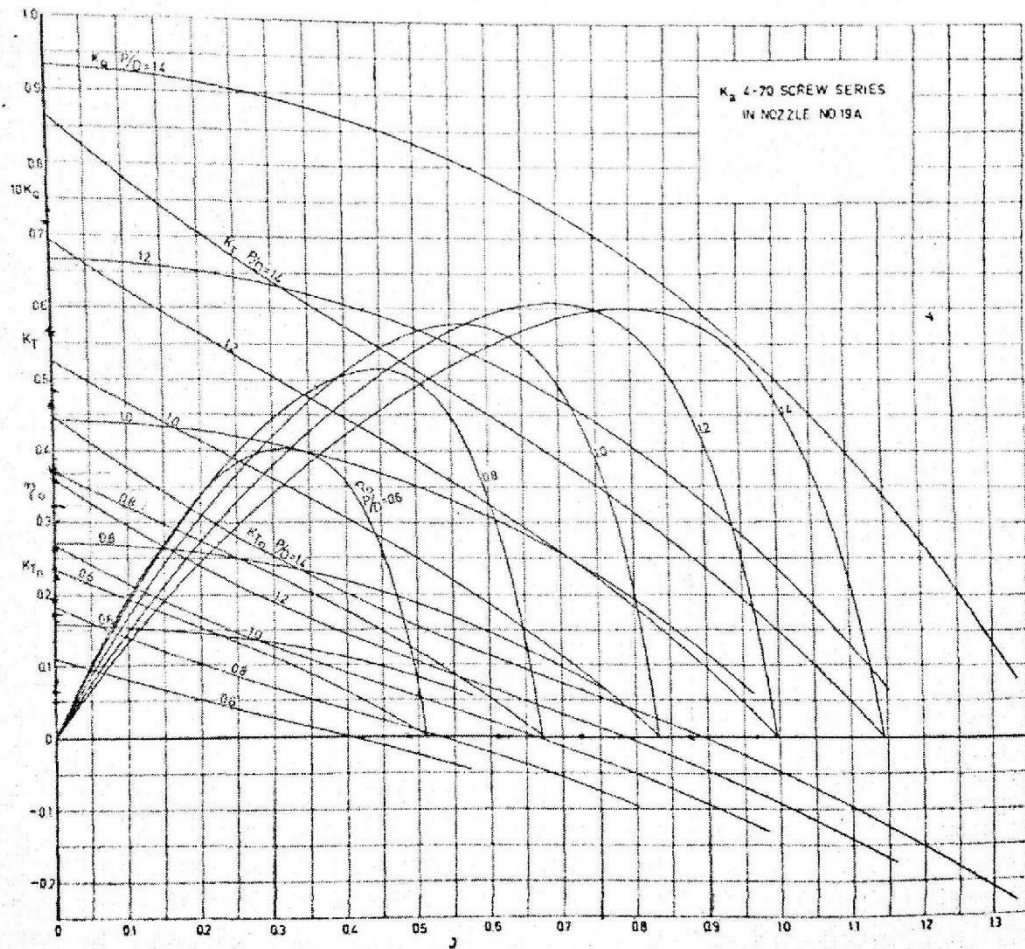
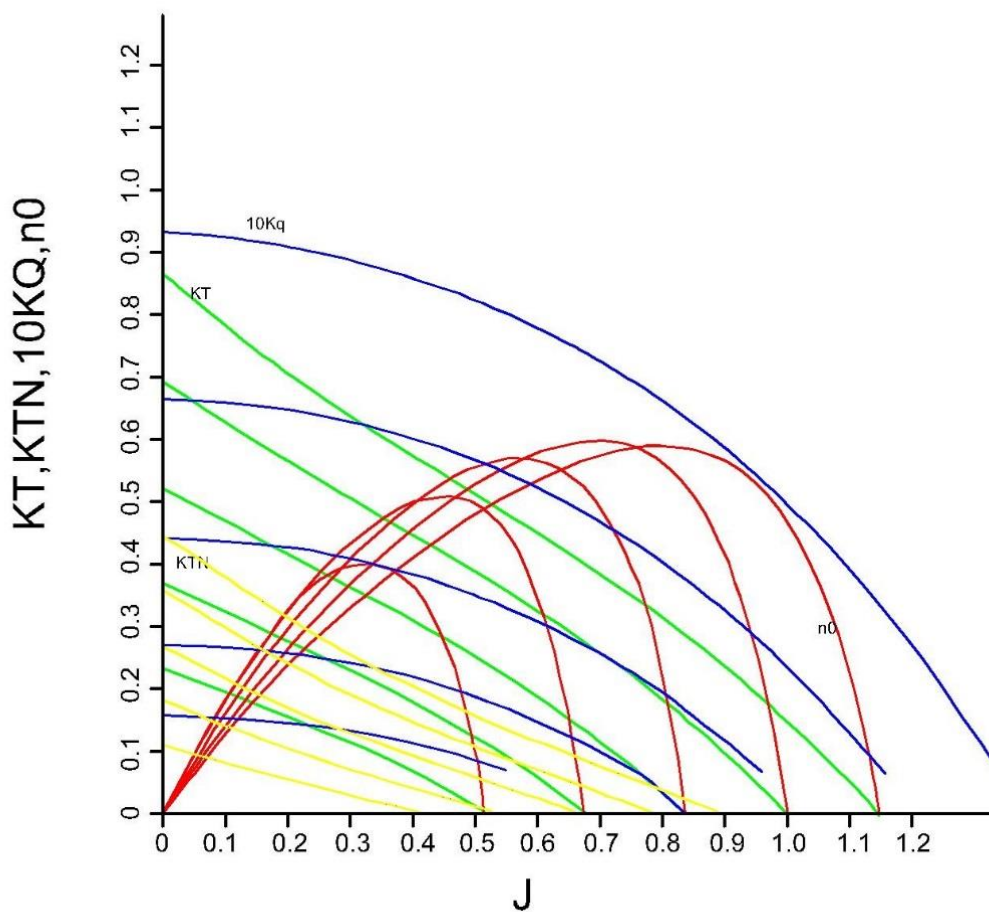


FIG. 23. Open-water test results of Ka 4-70 screw series with nozzle no. 19A.

Εικόνα 5.15. Διάγραμμα Ελεύθερης Ροής Έλικας Kaplan 4 - 70 σε δακτύλιο Kort Nozzle 19A



Εικόνα 5.16. Ψηφιοποιημένο Διάγραμμα Ελεύθερης Ροής Έλικας Kaplan 4 - 70 σε δακτύλιο Kort Nozzle 19A

5.2.3.2 Υπολογισμός Στοιχείων Έλικας

Υπολογίζονται τα μεγέθη

- ταχύτητα προχώρησης της ροής του νερού στην έλικα
- ώση της έλικας

με χρήση των συντελεστών απόδοσης και πρόωσης που υπολογίστηκαν προηγουμένως.

5.2.3.1 Ταχύτητα προχώρησης της ροής του νερού στην έλικα V_A

Πρώτα υπολογίζεται η ταχύτητα για την κατάσταση που το πλοίο με γεμάτο χώρο φορτίου και σταθερή ταχύτητα $V_{steam}=11kns$ αναχωρεί από τον ψαρότοπο προς το λιμάνι.

με βάση την σχέση

$$V_A = V * (1 - w)$$

,όπου

V η ταχύτητα ελεύθερης πλεύσης του πλοίου, $V=11\text{kn}$ και

w το ποσοστό ομόρρου ίσο με $w=0.276$

Συνεπώς

$$V_{\text{Asteam}}=7.96 \text{ kn}$$

Για την κατάσταση έλξης διχτύων η αντίστοιχη τιμή θα είναι:

$$V_{\text{Atrawl}}=2.64 \text{ kn}$$

5.2.3.2 Ώση έλικας T

Ισχύει η ακόλουθη σχέση

$$T = \frac{R}{(1-t)}$$

,όπου

R η αντίσταση ρυμούλκησης του πλοίου με $R=7955.9\text{kp}$

t : το ποσοστό μείωσης ώσης, ίσο με $t = 0.2292$

Επομένως

$$T = \frac{R}{(1-t)} \Rightarrow$$

$$T_{\text{steam}}=10321.9 \text{ kp}$$

Για την κατάσταση έλξης διχτύων η αντίστοιχη τιμή θα είναι:

$$T_{\text{trawl}}=16301.1 \text{ kp}$$

5.2.3.3 Επιλογή Σημείου Λειτουργίας Έλικας

Για να εργαστούμε στο κομμάτι αυτό,θα χρησιμοποιήσουμε το πρόγραμμα grid του κ.Πολίτη όπου και προσθέσαμε μια υπορουτίνα με τα χαρακτηριστικά πολυώνυμα για τους συντελεστές ώσης K_T και ροπής K_Q της έλικας $K_a 4 - 70$ σε δακτύλιο Kort Nozzle 19 A για τον προσδιορισμό του βέλτιστου σημείου λειτουργίας και των διαγραμμάτων ισοβηματικών και ισοταχών καμπυλών σε κάθε κατάσταση.

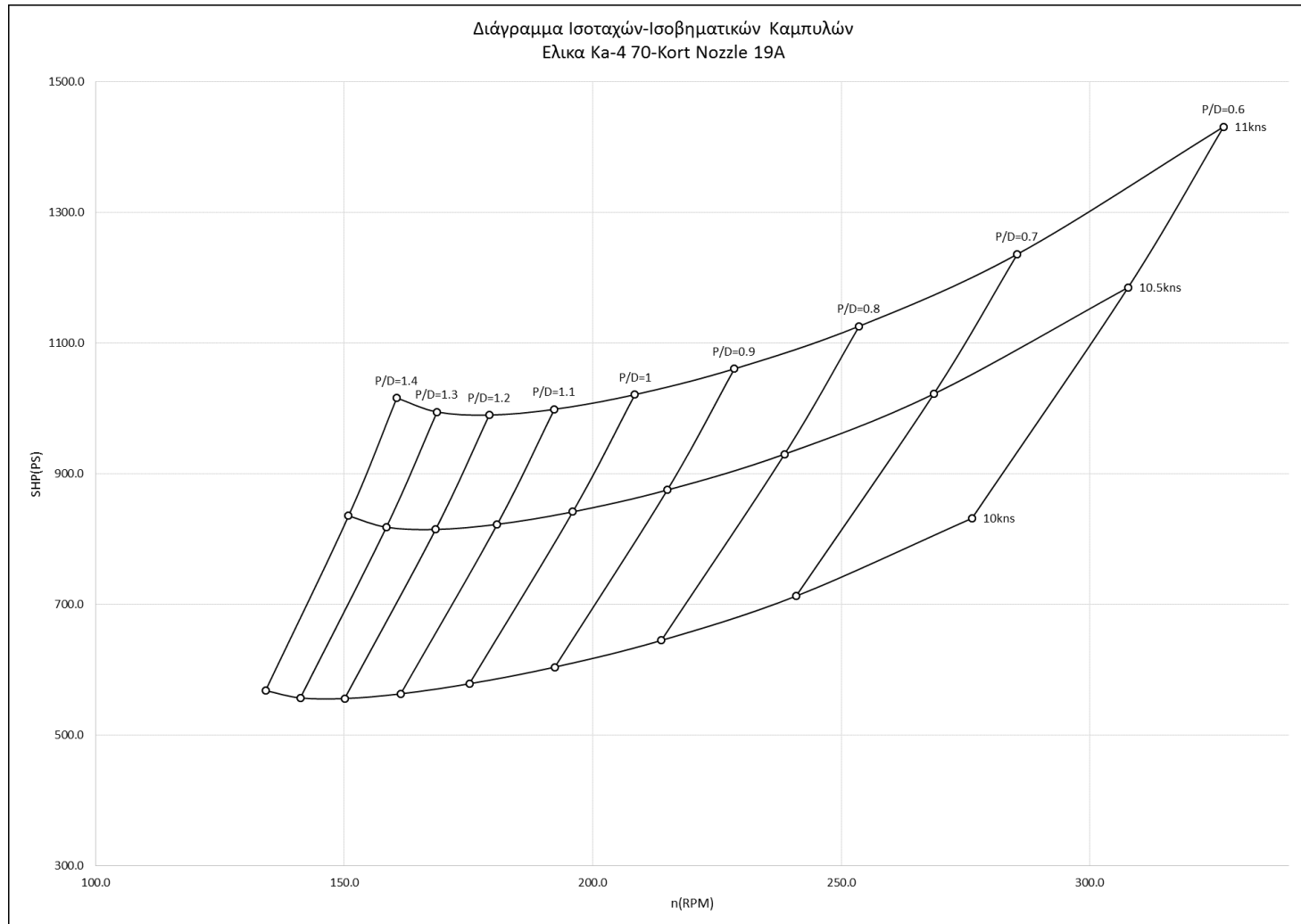
Πρώτα θα βρούμε το βέλτιστο σημείο λειτουργίας της ξεχωριστά και για τις 2 καταστάσεις λειτουργίας.Ετσι θα καταλήξουμε σε ένα βήμα για κάθε κατάσταση.

Στη συνέχεια θα επιλέξουμε ένα ενδιάμεσο βήμα από τα βέλτιστα των 2 καταστάσεων.

5.2.3.3.1 Κατάσταση που το πλοίο με γεμάτο χώρο φορτίου και σταθερή ταχύτητα $V_{steam}=11kns$ αναχωρεί από τον ψαρότοπο προς το λιμάνι

Θα παράξουμε τα διαγράμματα ισοβηματικών και ισοταχών για ταχύτητες $V=10kns, 10.5kns, 11kns$ με το πρόγραμμα grid για αυτή την κατάσταση λειτουργίας. Από το σχήμα θα βρούμε το βέλτιστο σημείο λειτουργίας της έλικας στην ταχύτητα διαγράμματα $V_{steam}=11kns$.

Προκύπτει το διάγραμμα:



Διάγραμμα 5.4. Διάγραμμα Ισοταχών-Ισοβηματικών Καμπυλών, Έλικα Ka 4-70 in Kort Nozzle 19A

Βλέπουμε ότι το βέλτιστο σημείο λειτουργίας της έλικας είναι το :

$$n_{\text{optSTEAM}}=179.2\text{RPM}$$

$$\text{SHP}_{\text{optSTEAM}}=990\text{PS}=976\text{HP}$$

$$(1\text{HP}=1.0138697\text{PS})$$

$$\text{P.C.}_{\text{optSTEAM}}=0.606$$

και αντιστοιχεί σε λόγο βήματος $\text{P/D}=1.2$

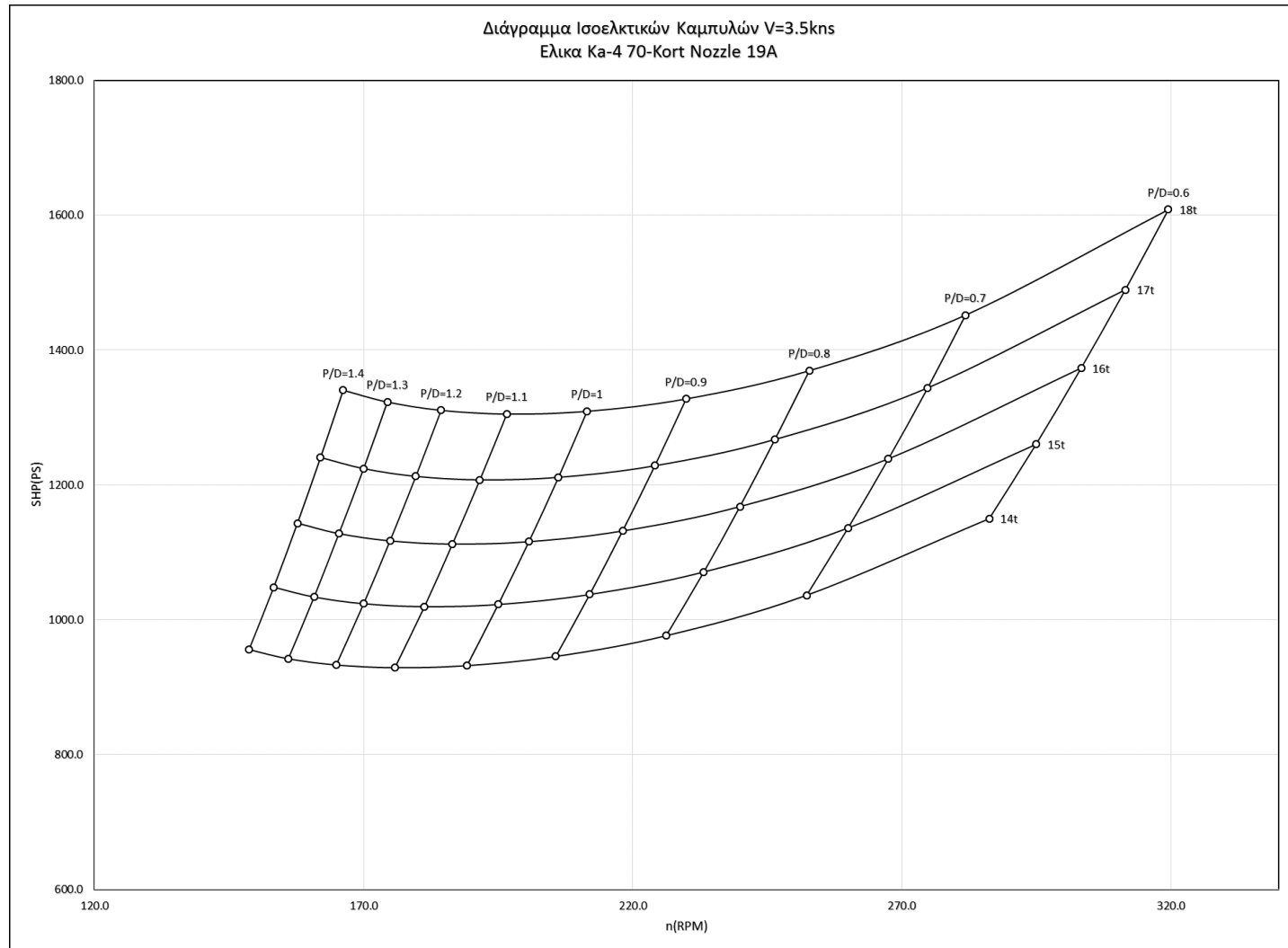
5.2.3.3.2 Κατάσταση που το πλοίο αλιεύει στον ψαρότοπο με σταθερή ταχύτητα $V_{\text{trawl}}=3.5\text{kns}$ και παράλληλα τραβάει τα δίχτυα

Πρώτα θα παράξουμε τα διαγράμματα ισοβηματικών και ισοελεκτικών με το πρόγραμμα grid για αυτή την κατάσταση λειτουργίας για να έχουμε μια εικόνα των απαιτήσεων σε ισχύ για διάφορες δυνάμεις έλξης.

Οι δυνάμεις έλξης θα είναι:

$$F=14\text{t},15\text{t},16,17\text{t},18\text{t}$$

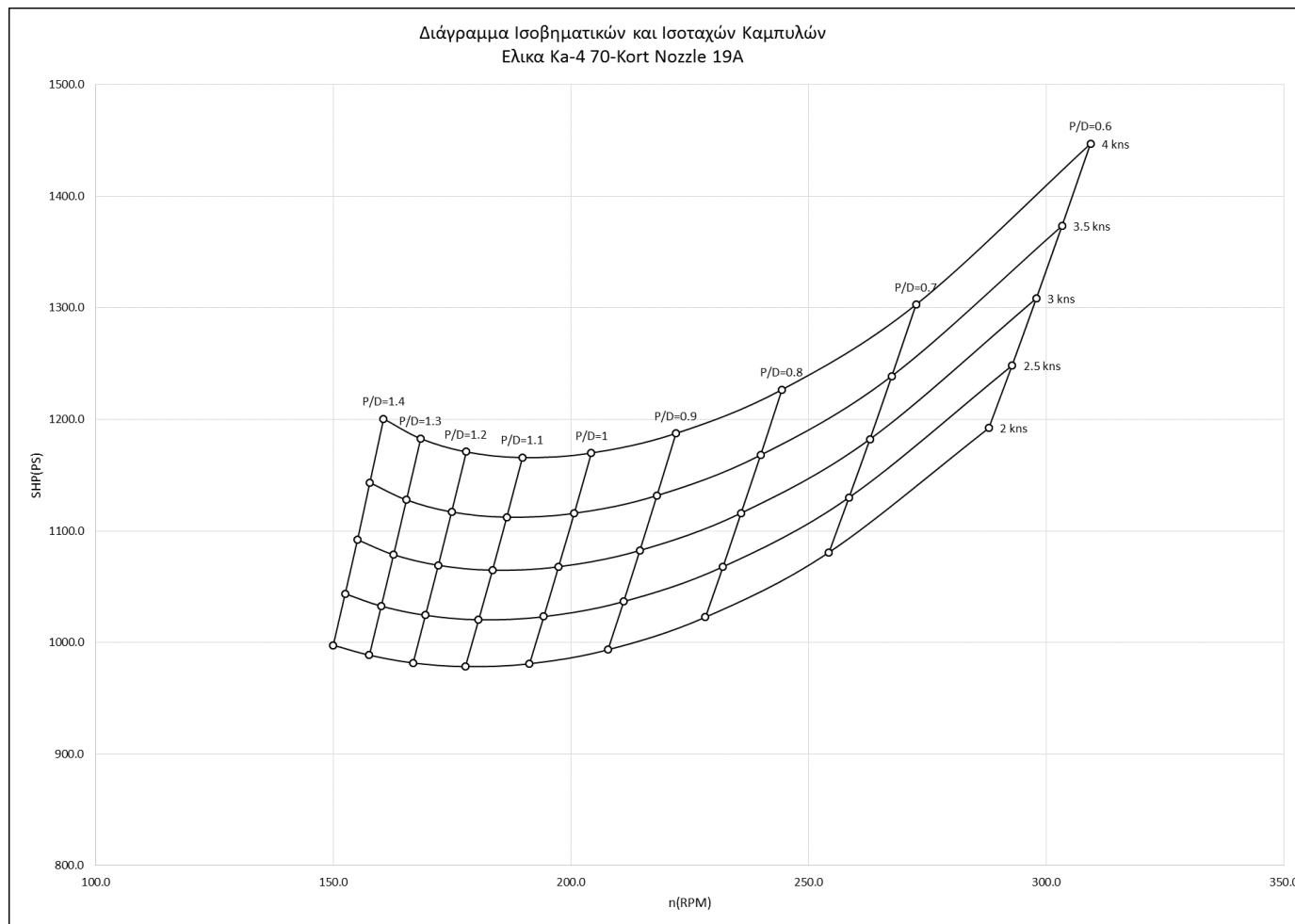
Προκύπτει το διάγραμμα:



Διάγραμμα 5.5. Διάγραμμα Ισοελκτικών-Ισοβηματικών Καμπυλών, Έλικα Ka 4-70 in Kort Nozzle 19A

Τώρα θα παράξουμε το διάγραμμα ισοταχών(2,2.5,3,3.5kns) και ισοβηματικών καμπυλών με παράλληλη έλξη δύναμης **F=16t** ώστε να βρούμε το βέλτιστο σημείο λειτουργίας της έλικας στην ταχύτητα **V_{trawl}=3.5kns**.

Προκύπτει το διάγραμμα:



Διάγραμμα 5.6. Διάγραμμα Ισοταχών-Ισοβηματικών Καμπυλών με δύναμη Έλξης $F=16t$, Έλικα Ka 4-70 in Kort Nozzle 19A

Βλέπουμε ότι το βέλτιστο σημείο λειτουργίας της έλικας είναι το :

$$n_{\text{optTRAWL}}=186.5\text{RPM}$$

$$\text{SHP}_{\text{optTRAWL}}=1112.3\text{PS}=1097\text{HP}$$

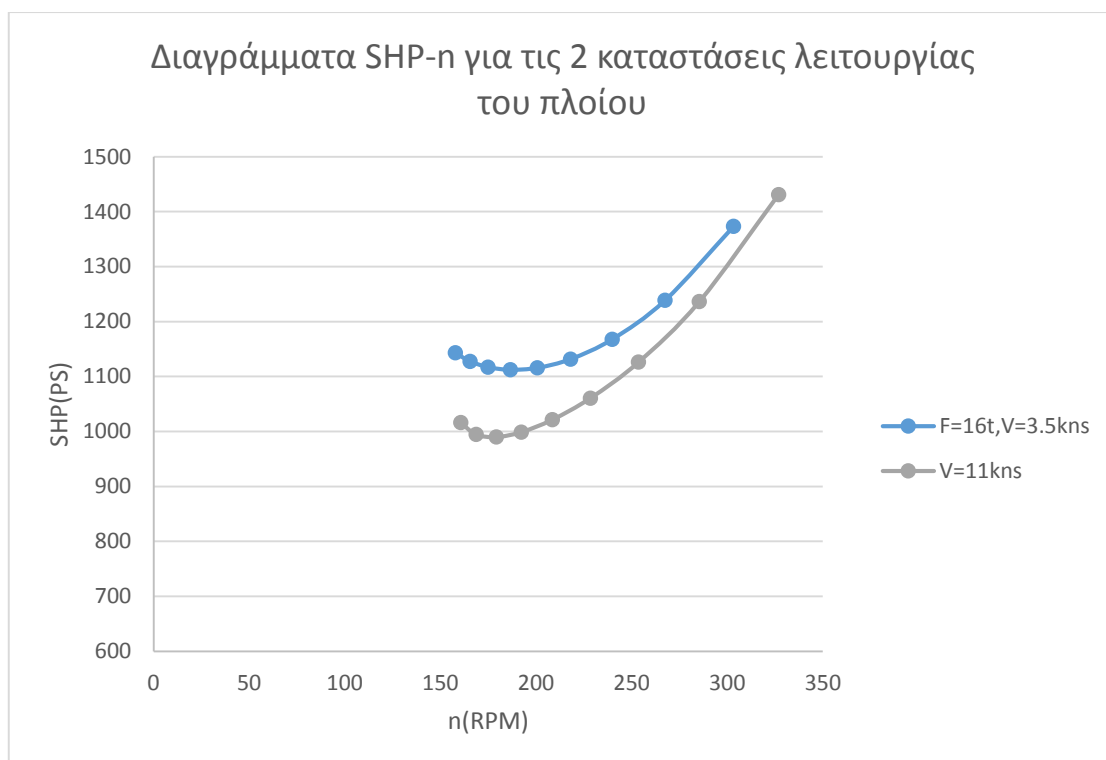
$$(1\text{HP}=1.0138697\text{PS})$$

$$\text{P.C.}_{\text{optTRAWL}}=0.271$$

και αντιστοιχεί σε λόγο βήματος $\text{P/D}=1.1$

Σε αυτό το σημείο θα καταρτίσουμε ένα διάγραμμα με τις καμπύλες SHP-n της έλικας για τις 2 καταστάσεις ώστε να επιλέξουμε βήμα και σημείο λειτουργίας.

Προκύπτει το διάγραμμα:



Διάγραμμα 5.7.Χαρακτηριστικές της έλικας για τις 2 καταστάσεις λειτουργίας του πλοίου

Βλέπουμε ότι η απαίτηση ισχύος από την έλικα είναι μεγαλύτερη κατά περίπου 100PS στην κατάσταση έλξης δικτύων. Το βήμα της έλικας θα επιλεγεί με γνώμονα την ικανοποίηση των αναγκών ισχύος αυτής της κατάστασης. Επιλέγεται

$$\text{P/D}=1.1$$

Το σημείο λειτουργίας της συνεργασίας Έλικας-Μηχανής επιλέγεται το σημείο βέλτιστης λειτουργίας της έλικας στην κατάσταση έλξης δικτύων:

n=187RPM

SHP=1112PS

P.C.=0.271

Ενδεικτικά τώρα αναφέρουμε για την αντίστοιχη έλικα της σειράς Wageningen με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, το πρόγραμμα grid έδωσε ότι για επίτευξη της δύναμης έλξης $F=16t$ σε ταχύτητα $V=3.5kns$ η έλικα ζητάει τις παρακάτω στροφές και ισχύ

n=196.4RPM

SHP=1789.3PS

P.C.=0.169

Βλέπουμε ότι υπάρχει μια διαφορά της τάξης του $(1789-1112)/1112=+ 60\%$ σε σχέση με την έλικα Kaplan για την τιμή της απαιτούμενης ισχύος. Εστω τώρα ότι χρησιμοποιούσαμε μια μεγαλύτερη έλικα Wageningen για να μειώσουμε την απαιτούμενη ισχύ. Αυτό θα ήταν δυνατόν διότι μια Wageningen χωρίς δακτύλιο θα μπορούσε να καλύψει περισσότερο χώρο στο stern tube. Η μέγιστη διάμετρός της βρέθηκε $D=2.56m$. Ακόμα και σε αυτή την περίπτωση λοιπόν, η απαιτούμενη ισχύς και στροφές για δύναμη έλξης $F=16t$ σε ταχύτητα $V=3.5kns$ θα ήταν:

n=171.2RPM

SHP=1676.1PS

P.C.=0.180

Σε αυτή την περίπτωση η διαφορά στην απαιτούμενη ισχύ σε σχέση με την έλικα Kaplan πεφτει στο ποσοστό $(1676-1112)/1112=+50\%$. Βλέπουμε επομένως ότι το αβαντάζ που δίνει στην μείωση της απαιτούμενης SHP μια έλικα σε δακτύλιο είναι πολύ σημαντικό.

5.2.3.4 Έλεγχος Σπηλαίωσης Έλικας

Ο έλεγχος για σπηλαίωση θα γίνει για το σημείο λειτουργίας έλικας μηχανής.

Για τον έλεγχο της σπηλαίωσης χρησιμοποιείται το κριτήριο του Burill. Σύμφωνα με αυτό, η έκταση της σπηλαίωσης, σαν ποσοστό της επιφάνειας πίσω όψης των πτερυγίων που σπηλαιώνεται, καθορίζεται σαν συνάρτηση του συνδυασμού των αδιάστατων παραμέτρων $\sigma_{0.7R}$ και τ_c . 'Μικρή' σπηλαίωση σημαίνει ποσοστό σπηλαίωσης πίσω όψης μικρότερο του 5%, χωρίς αυτό όμως να είναι κανόνας. Οι παράμετροι $\sigma_{0.7R}$ - τοπικός αριθμός σπηλαίωσης στο 0.7R και τ_c - συντελεστής φορτίσεως ορίζονται ως εξής:

$$\sigma_{0.7R} = \frac{P_0 - P_v}{\frac{1}{2} * \rho * V_R^2}$$

$$\tau_c = \frac{T}{\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_R^2 \cdot A_p}$$

Για το $\sigma_{0,7R}$ θα έχουμε:

$$\sigma_{0,7R} = \frac{p_0 - p_v}{\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_R^2} = \frac{p_a + \rho \cdot g \cdot h - p_v}{\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_R^2}$$

,όπου

$$V_R^2 = V_A^2 + (0.7 \cdot \pi \cdot D \cdot n)^2$$

,όπου

n , οι στροφές της έλικας σε rps, $n=187/60=3.12$

$$V_A = V_{A\text{trawl}} = 2.64 \text{ kn} = 1.36 \text{ m/s}$$

D , η διάμετρος της έλικας $D=2.3844 \text{ m}$

Συνεπώς,

$$V_R = \sqrt{V_A^2 + (0.7 \cdot \pi \cdot D \cdot n)^2} \Rightarrow$$

$$V_R = 16.4 \text{ m/s}$$

και

p_0 , στατική πίεση στο βάθος του κέντρου της πλήμνης της έλικας, ίση με

$$p_0 = p_a + \rho \cdot g \cdot h$$

,όπου

$$p_a, \text{ατμοσφαιρική πίεση, } p_a = 10329.72 \text{ kPa/m}^2$$

$\rho \cdot g \cdot h$, υδροστατική πίεση στο κέντρο της πλήμνης της έλικας, με

ρ ,

$$g, \text{η επιτάχυνση της βαρύτητας } g = 9.80665 \text{ m/s}^2$$

h , η απόσταση του άξονα της έλικας από την επιφάνεια του νερού $h = 3.551 - 1.185 = 2.366 \text{ m}$

ρ , η πυκνότητα του θαλασσινού νερού $\rho=1.028\text{t/m}^3=104.83\text{kp}\cdot\text{s}^2/\text{m}^4$

$$\rho\cdot g\cdot h=2432.32\text{kp/m}^2$$

Αρα,

$$p_0=12762.04\text{kp/m}^2$$

p_v , πίεση ατμοποίησης νερού στους 15° , $p_v=173.35\text{kp/m}^2$

Αρα θα έχουμε για το $\sigma_{0.7R}$:

$$\sigma_{0.7R} = \frac{p_0 - p_v}{\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_R^2} = 0.881$$

Για το τ_c θα έχουμε:

$$\tau_c = \frac{T}{\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_R^2 \cdot A_p}$$

,όπου

$$T=16300.2\text{kp}$$

$$V_R = 16.4\text{m/s}$$

ρ , η πυκνότητα του θαλασσινού νερού $\rho=1.028\text{t/m}^3=104.83\text{kp}\cdot\text{s}^2/\text{m}^4$

$$A_p = (1.067 - 0.229 \cdot \frac{P}{D}) \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \frac{A_E}{A_O}$$

,οπου

$$P/D=1.1$$

$$A_E/A_O=0.7$$

$$D=2.3844\text{m}$$

Συνεπώς,

$$A_p=2.548\text{m}^2$$

Συγκεντρωτικά, ο τοπικός αριθμός σπηλαιώσης στο $0.7r$ ($\sigma_{0.7R}$) και ο συντελεστής φορτισεως τ_c , θα είναι:

$$\sigma_{0,7R} = 0.881$$

$$\tau_c = 0.455$$

Με βάση αυτές τις τιμές, θα ελεγχθεί η σπηλαιώση των πτερυγίων με το διάγραμμα Birill, που βρίσκεται στη σελίδα 341 του βιβλίου «Αντίσταση και Πρόωση Πλοίου».

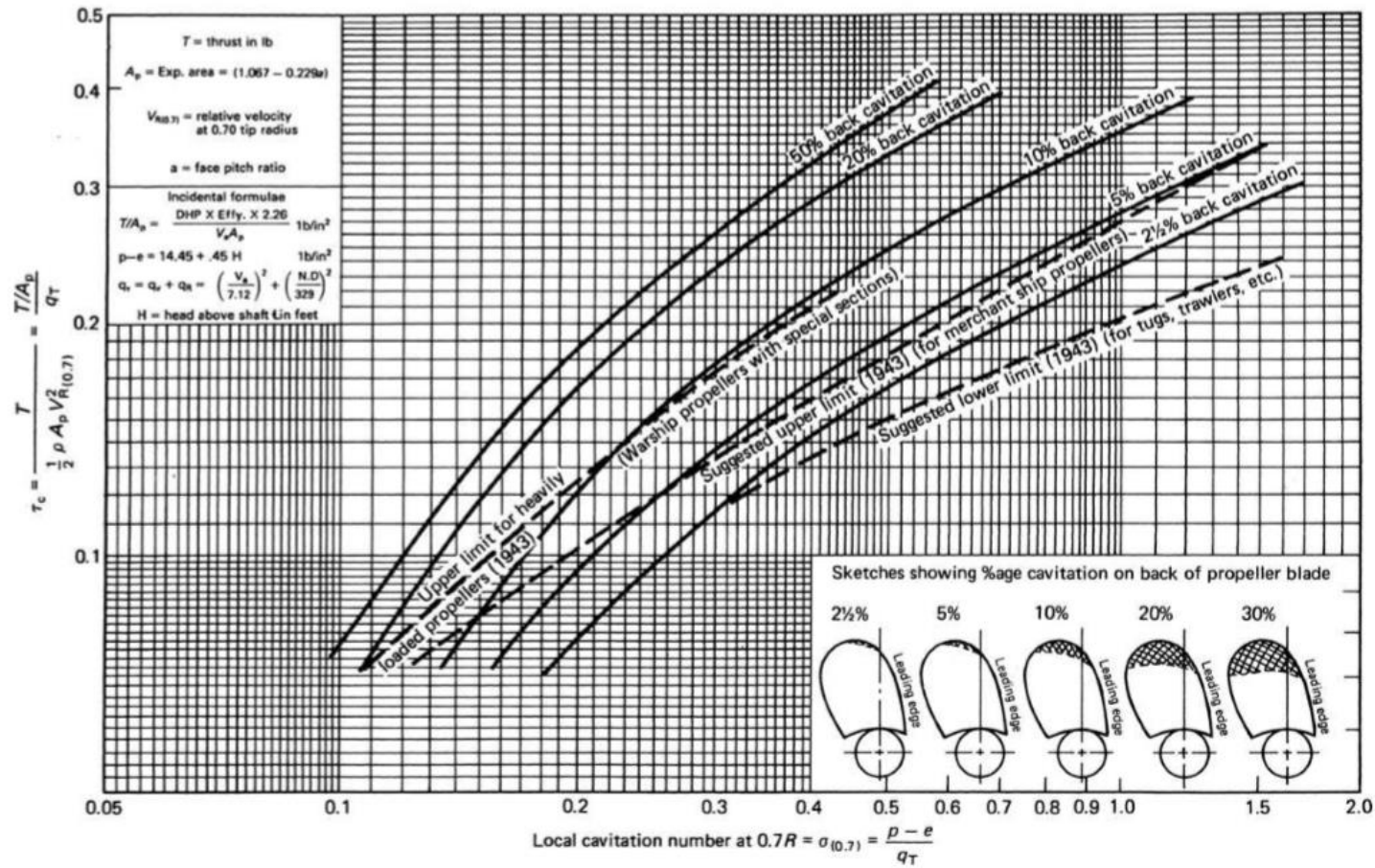


Figure 9.18 Burrill cavitation diagram for uniform flow (Reproduced from Reference 22)

Εικόνα 5.17. Διάγραμμα Σπηλαιώσης Burrill

Από το διάγραμμα Burrill προκύπτει ποσοστό σπηλαίωσης πίσω όψης 25-30% για την κατάσταση έλξης διχτύων. Το ποσοστό αυτό είναι αρκετά μεγάλο αλλά η σχεδίαση έγινε για την πιο ακραία κατάσταση από πλευράς δύναμης έλξης και δεν είναι μια συνεχής κατάσταση, δηλαδή η έλικα μπορεί να δουλεύει 17 ώρες τη μέρα σε αυτή την κατάσταση, τις μέρες που αλιεύει. Θα συνεχίσουμε τη μελέτη με αυτή την έλικα.

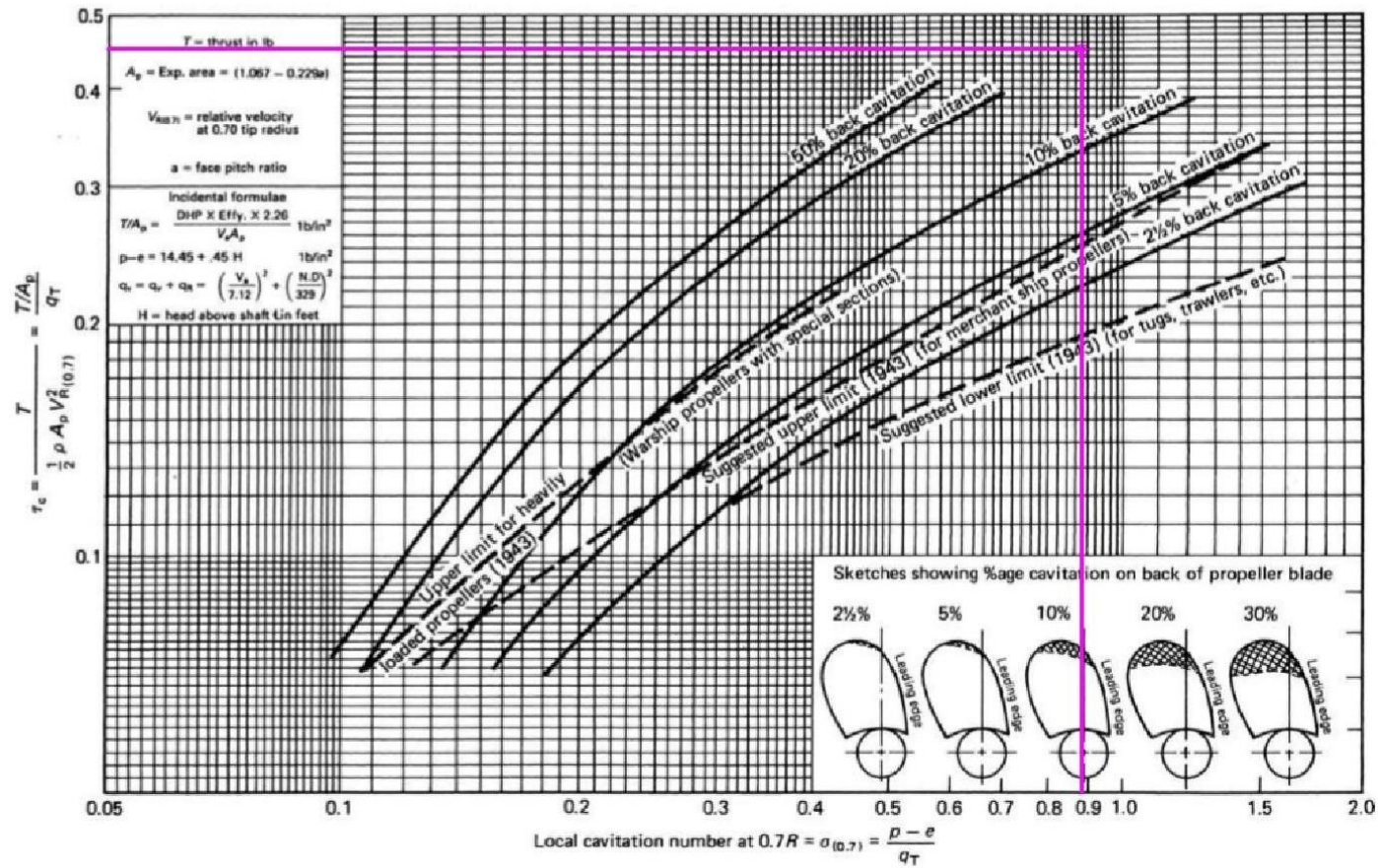


Figure 9.18 Burrill cavitation diagram for uniform flow (Reproduced from Reference 22)

Εικόνα 5.18. Διάγραμμα Burrill-Σπηλαίωση πίσω όψης για την κατάσταση έλξης διχτύων

5.2.4 Κύρια Μηχανή (Κ.Μ.)

5.2.4.1 Υπολογισμός Ισχύος Κύριας Μηχανής

Η Κ.Μ. θα επιλεγεί με το σκεπτικό η απαιτούμενη ισχύς στο Σημείο Λειτουργίας να αντιστοιχεί στο 85 % του MCR της Κ.Μ., συνυπολογίζοντας μάλιστα και το β.α. του μειωτήρα $\eta_g=0.96$. Άρα για την μέγιστη συνεχή ισχύ της θα είναι:

$$BHP_{REQ} = \frac{SHP}{85\% * \eta_g * \eta_t * \eta_h} = \frac{SHP}{0.85 * 0.96 * 0.995 * 0.97} = \frac{SHP}{0.787}$$

,όπου

η_g , β.α. του μειωτήρα στροφών $\eta_g=0.96$

η_t , συντελεστής μετάδοσης ισχύος ωστικού εδράνου στον άξονα της έλικας (απαιτείται όταν υπάρχει μειωτήρας στροφών), $\eta_t=0.995$

η_h , συντελεστής μετάδοσης ισχύος υδραυλικού συνδέσμου (χρησιμοποιείται για τη μείωση των εναλλασόμενων κρουστικών φορτίων που μεταφέρονται από την έλικα στον κινητήρα σε πλοία που χρησιμοποιούν μειωτήρα στροφών) $\eta_h=0.97$

Επομένως,

$$BHP_{REQ} = 1112/0.787 = \mathbf{1413PS=1394 HP}$$

$$(1HP=1.0138697PS)$$

Η μηχανή με τέτοια ΜHP είναι η Caterpillar 3512B-C με τα παρακάτω τεχνικά χαρακτηριστικά:

Εταιρία Κατασκευής	CATERPILLAR
Μοντέλο	3512B-C
Ονομαστική Ισχύς Πέδης (BkW)	1100
Ονομαστική Ισχύς Πέδης (BHP)	1475
Μέγιστη Συνεχής Ονομαστική Ισχύς (MHP)	1496
Ονομαστικές Στροφές (RPM)	1200
Ονομαστική Κατανάλωση (l/h)	270

Πίνακας 5.13. Στοιχεία Μηχανής Cat 3512B-C

ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Βλεπουμε ότι η απαιτούμενη ισχύς της κυρίας μηχανής είναι αρκετά μεγαλύτερη από αυτή που ειχαμε εκτιμησει στα αρχικά σταδια της μελετης.Χρησιμοποιώντας τον τυπο του συντελεστή Ναυαρχειου,ειχαμε βρει ότι BHP=1000HP.Αυτή η μεγαλη διαφορα οφείλεται στο ότι πήραμε δύναμη για έλξη δικτύων F=16t.

RATINGS AND FUEL CONSUMPTION

	mhp	bhp	bkW	rpm	U.S. g/h	l/hr	EPA - IMO - EU
A	1115	1100	820	1200	52.0	197	NC - I - NC
A	1298	1280	954	1600	60.4	229	NC - I - NC
A	1318	1300	969	1200	62.2	236	NC - I - NC
A	1521	1500	1118	1600	69.8	264	NC - I - NC
A	1521	1500	1118	1800	72.6	275	NC - I - NC
A ²	1521	1500	1118	1200	74.3	281	NC - I - NC
A ³	1521	1500	1118	1800	73.5	278	NC - I - NC
A ²	1699	1675	1249	1600	75.8	287	NC - I - NC
A ²	1835	1810	1350	1600	88.0	333	NC - I - NC
B	1171	1155	861	1200	54.5	206	NC - I - NC
B	1278	1260	939	1200	59.7	226	NC - I - NC
B	1369	1350	1007	1200	64.6	244	NC - I - NC
B	1379	1360	1014	1600	63.4	240	NC - I - NC
B	1379	1360	1014	1800	65.2	247	NC - I - NC
B	1597	1575	1174	1600	72.9	276	NC - I - NC
B	1597	1575	1174	1800	75.9	287	NC - I - NC
B ²	1775	1750	1305	1600	78.9	299	NC - I - NC
B ²	1938	1911	1425	1600	92.8	351	NC - I - NC
C	1227	1210	902	1200	57.6	218	NC - I - NC
C	1318	1300	969	1200	61.8	234	NC - I - NC
C	1430	1410	1051	1600	65.7	249	NC - I - NC
C	1430	1410	1051	1800	67.3	255	NC - I - NC
C	1496	1475	1100	1200	71.3	270	NC - I - NC
C	1673	1650	1230	1600	76.3	289	NC - I - NC
C	1673	1650	1230	1800	79.3	300	NC - I - NC
C ²	1876	1850	1379	1600	83.4	316	NC - I - NC
C ²	2040	2012	1500	1600	97.1	368	NC - I - NC
Bhp ¹	1825	1800	1342	1785	87.2	330	NC - I - NC
Chp ¹	1977	1950	1454	1835	96.0	363	NC - I - NC
Dhp ¹	2129	2100	1566	1880	101.3	383	NC - I - NC
Ehp ¹	2282	2250	1678	1925	109.6	415	NC - I - NC

¹Fuel consumption tolerance +5%. Reflects ISO standards. ²High displacement engine (HD)

³Wide operating speed range

	LE	H	WE
min.	111 in/2819 mm	71.1 in/1806 mm	67.1 in/1703 mm
max.	121 in/3067 mm	82.3 in/2091 mm	70.2 in/1785 mm
HD	120 in/3039 mm	81.7 in/2074 mm	78.3 in/1988 mm

Vee 12, 4-Stroke-Cycle Diesel

Aspiration	TTA	
Bore x Stroke	6.7 x 7.5 in	170 x 190 mm
Bore x Stroke ²	6.7 x 8.5 in	170 x 215 mm
Displacement	3158 cu in	51.8 liter
Displacement ²	3576 cu in	58.6 liter
Rotation (from flywheel end)	Counterclockwise or clockwise	
Engine dry weight (approx.)	14,398-14,411 lb	6531-6537 kg

Εικόνα 5.19. Μοντέλα Κύριας Μηχανής Cat 3512B



Εικόνα 5.20.Κύρια Μηχανή Cat 3512B

Με την επιλογή μεγαλύτερης Κύριας Μηχανής από ότι είχαμε αρχικά εκτιμήσει θα αλλάξει και η απαιτούμενη ισχύ των Ηλεκτρογεννητριών.

Χρησιμοποιώντας τον προσεγγιστικό τύπο για την εκτίμηση του μλεσου ηλεκτρικού φορτίου(βιβλίο Μέθοδος Προμελέτης Ναυτικών Συστημάτων με Κινητήρες Diesel,σελ 41)

$$P_G=100+0.55*MCR^{0.7}=174kW$$

Στην παραπάνω τιμή θα προσθέσουμε και τις απαιτήσεις ισχύος για ψύξη του αλιεύματος και ψύξη του χώρου φορτίου όπως υπολογίστηκαν στο Κεφάλαιο 2(παρ. 2.6):

$$P_F=88kW$$

Αρα τελικά θα είναι:

$$P_G= P_{G+} P_F=174+88=262kW$$

Θα επιλέξουμε την Ηλεκτρογεννήτρια **CATERPILLAR C18 Genset** με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

Ονομαστική ισχύς λειτουργίας	:	275kW
Συχνότητα Λειτουργίας	:	50Hz
Ονομαστικές στροφές	:	1500 rpm
Ονομαστική κατανάλωση	:	75.3 l/h

Εκτόπισμα	:	18.1l
Bore * stroke	:	4.41*5.87 in
Καθαρό βάρος μηχανής(περίπου)	:	4209 kg

C18 HEAT EXCHANGER/KEEL COOLED
ACERT
GENERATOR SET

RATINGS AND FUEL CONSUMPTION

Generator Set						
	ekW @ .8pf	kV•A	rpm	U.S. g/h	l/h	EPA - IMO - EU
60 Hertz	340	425	1800	25.4	96.0	T2C - II - CC2
60 Hertz	425	531	1800	31.5	119.1	T2C - II - CC2
60 Hertz	500*	625	1800	35.2	133.2	T2C - II - CC2
60 Hertz	550*	688	1800	38.3	145.1	T2C - II - CC2
50 Hertz	275	344	1500	19.9	75.3	T2C - II - CC2
50 Hertz	350	438	1500	25.2	95.4	T2C - II - CC2
50 Hertz	400	500	1500	28.7	108.6	T2C - II - CC2
50 Hertz	450	563	1500	32.3	122.3	T2C - II - CC2

*Keel cooling not available.
Heat Exchanger (32°C), Keel Cooled (52°C)

	LG	H	W
min.	119.7 in/3040 mm	61.3 in/1557.5 mm	45.3 in/1150.9 mm
max.	121.1 in/3075.5 mm	61.3 in/1557.5 mm	51.2 in/1300.9 mm

In-line 6, 4-Stroke-Cycle Diesel

Aspiration	TA, TTA	
Bore x Stroke	5.7 x 7.2 in	145 x 183 mm
Displacement	1100 cu in	18.1 liter
Rotation (from flywheel end)	Counterclockwise	
Generator set weight (approx)	9200-10,275 lb	4209-4681 kg

Εικόνα 5.21.Cat C18 Genset

5.2.5 Μειωτήρας

Με βάση τις στροφές λειτουργίας της Κύριας Μηχανής που επιλέξαμε θα επιλέξουμε μειωτήρα με γνώμονα την επίτευξη του βέλτιστου αριθμού στροφών στην έλικα αν αυτό είναι δυνατόν.

Θέλουμε λόγο μείωσης:

$$R=1200/187=6.42$$

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η λειτουργία του πλοίου έχει αυξομειώσεις σε ταχύτητα και ισχύ λειτουργίας. Γι αυτό η λειτουργία του μειωτήρα που θα χρησιμοποιηθεί χαρακτηρίζεται ως Medium Duty (MD).

Ο μειωτήρας με το μεγαλύτερο λόγο που βρέθηκε στο εμπόριο για λειτουργία MD είναι ο MG-5506 της εταιρίας Twin Disc με λόγο μείωσης:

R=6.0

INPUT RATINGS – KILOWATTS (KW) (HORSEPOWER (HP))*								
MG-5506	Reduction Ratios	Intermediate Duty		Medium Duty		Continuous duty	Input speed limits RPM	
	:1	@ 1600 RPM	@ 1800 RPM	@ 1600 RPM	@ 1800 RPM	@ 1600 RPM		@ 1800 RPM
	4.03, 4.55, 4.96	1323 kW (1774 hp)	1489 kW (1997 hp)	1281 kW (1718 hp)	1441 kW (1932 hp)	1249 kW (1675 hp)	1406 kW (1885 hp)	2000 MAX.
	5.44							
6.00	1197 kW (1605 hp)	1347 kW (1806 hp)	1159 kW (1554 hp)	1304 kW (1749 hp)	1130 kW (1515 hp)	1279 kW (1715 hp)		

* Ratings shown for use with standard right hand rotation engines.

Εικόνα 5.22. Λόγος Μείωσης Μειωτήρα Twin Disc MG-5506

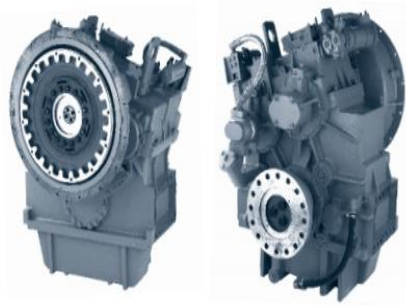
Twin Disc Marine Transmission **MG-5506 Series**

MAXIMUM 1489 KW (1997 HP) @ 1800 RPM [INTERMEDIATE DUTY]

STANDARD EQUIPMENT

MG-5506

- SAE J617 housing no. 0
- Flexible coupling for 18" flywheel (SAE J620 size 460)
- Mechanical control valve
- Oil strainer and oil filter
- Companion flange/bolts set
- Oil cooler for raw water cooling



OPTIONS	MG-5506
SAE J617 housing no. 00	x
Flexible coupling for 21" flywheel (SAE J620 size 530)	x
Input hub for freestanding installation	x
Electric GP-valve with manual override	x
Profile module - interface for engagement signals	x
E-Troll module - interface for engagement and trolling signals	x
Monitoring devices to customer's specification	x
Mounting brackets	x
Trailing pump (mechanically driven)	x
Live PTO - max. 600 Nm	
SAE J744 size 127-4, 32-4 (SAE "C", 4-bolt)	x
Hydraulic Clutchable PTO - max. 600 Nm	
SAE J744 size 127-4, 32-4 (SAE "C", 4-bolt)	x
Weight (dry weight with standard equipment)	2200 kg

Εικόνα 5.23. Μειωτήρας Twin Disc MG-5506

Εταιρία Κατασκευής	TwinDisc
Μοντέλο	MG-5506
Λειτουργία	Medium Duty
Max input(RPM)	2000
Max input(BkW)	1130
Λόγος Μείωσης(Ratio)	6:1

Πίνακας 5.10.Χαρακτηριστικά Μειωτήρα Twin Disc MG-5506

5.2.6 Χαρακτηριστικές Έλικας και Διάγραμμα Φόρτισης Κ.Μ.

Το διάγραμμα φόρτισης καθορίζει τα όρια ισχύος και στροφών λειτουργίας για συνεχή λειτουργία καθώς και για υπερφόρτιση ενός εγκατεστημένου κινητήρα που έχει καθορισμένο σημείο MCR που ανταποκρίνεται στις προδιαγραφές του πλοίου.

Πριν τη χάραξη του διαγράμματος φόρτισης αρχικά θα χαράξουμε τις χαρακτηριστικές καμπύλες έλικας για την κατάσταση έλξης διχτύων και για την κατάσταση πλεύσης με σταθερή ταχύτητα.

5.2.6.1 Χαρακτηριστικές Έλικας

Οι χαρακτηριστικές της έλικας όπως παραδοσιακά ονομάζονται είναι οι καμπύλες που συσχετίζουν τις απαιτήσεις της έλικας σε ισχύ με τις δυνατότητες της μηχανής.Είναι χαρακτηριστικές δηλαδή του συστήματος έλικας-πλοίου.Οι καμπύλες αυτές είναι οι:

SHP-N_{MHX}

($N_{MHX}=R \cdot n$)

Κατάσταση Έλξης Διχτύων

Για τις 3 καταστάσεις της γάστρας(καθαρή,+20% Αντίσταση,+40% Αντισταση)οι χαρακτηριστικές θα είναι:

ΣΗΜΕΙΩΣΗ:Επειδή σε ταχύτητες κοντά σε αυτήν την ταχύτητα ($V_{trawl}=3.5kns$) οι τιμές της αντίστασης ρυμούλκησης είναι πολύ μικρες ,της ταξης των μερικών εκατοντάδων kr ,οι διαφοροποιήσεις στην απαιτούμενη ισχύ στον άξονα SHP θα είναι πολύ μικρές για τις διαφορετικές καταστάσεις της γάστρας.Γι αυτό θα παρουσιάσουμε τις χαρακτηριστικές όχι όλες μαζί σε ένα διαγραμμα γιατί τότε θα έπεφταν όλες μαζί αλλα σε 3 ξεχωριστά διαγράμματα.

Θα έχουμε:

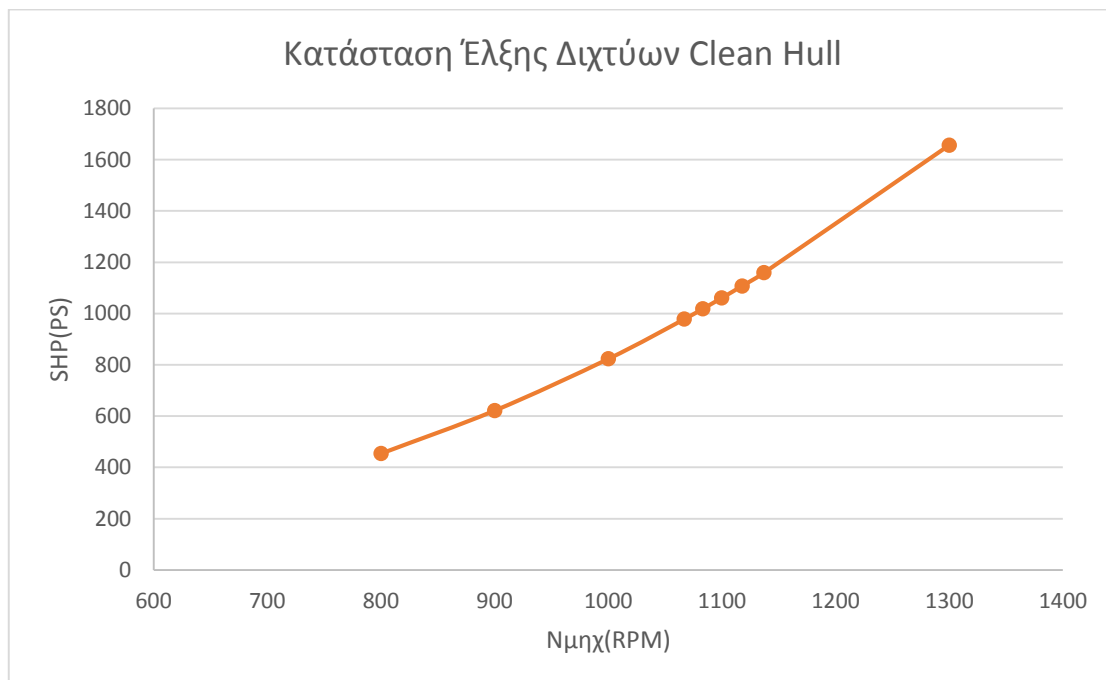
Καθαρή Γάστρα

Εξίσωση Χαρακ/ής:

$$y = 8.285446396 \cdot 10^{-6} x^{2.665710508}$$

clean hull	
n(RPM)	SHP(PS)
1300	1656.484695
1137	1159.014028
1117.8	1107.572438
1099.8	1060.66403
1083	1018.021328
1066.8	977.9318771
1000	823.0902096
900	621.543047
800	454.060158

Πίνακας 5.11.Χαρακτηριστική Έλικας-Κατάσταση Έλξης Διχτύων - Καθαρή Γάστρα



Διάγραμμα 5.8.Χαρακτηριστική Έλικας-Κατάσταση Έλξης Διχτύων-Καθαρή Γάστρα

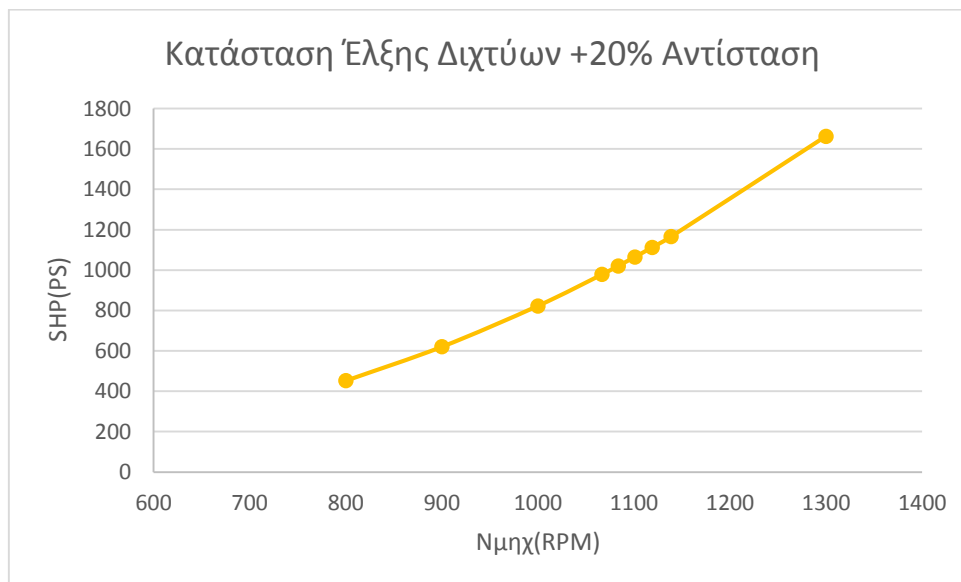
+ 20% Αντίσταση

Εξίσωση Χαρακ/ής:

$$\gamma = 7.400541937 \cdot 10^{-6} \chi^{2.681985589}$$

+ 20% Αντίσταση	
n(RPM)	SHP(PS)
1300	1662.703
1138.8	1165.766
1119	1112.197
1101	1064.862
1083.6	1020.325
1066.8	978.4497
1000	822.6598
900	620.1537
800	452.1776

Πίνακας 5.12.Χαρακτηριστική Έλικας-Κατάσταση Έλξης Διχτύων +20% Αντίσταση



Διάγραμμα 5.9.Χαρακτηριστική Έλικας-Κατάσταση Έλξης Διχτύων +20% Αντίσταση

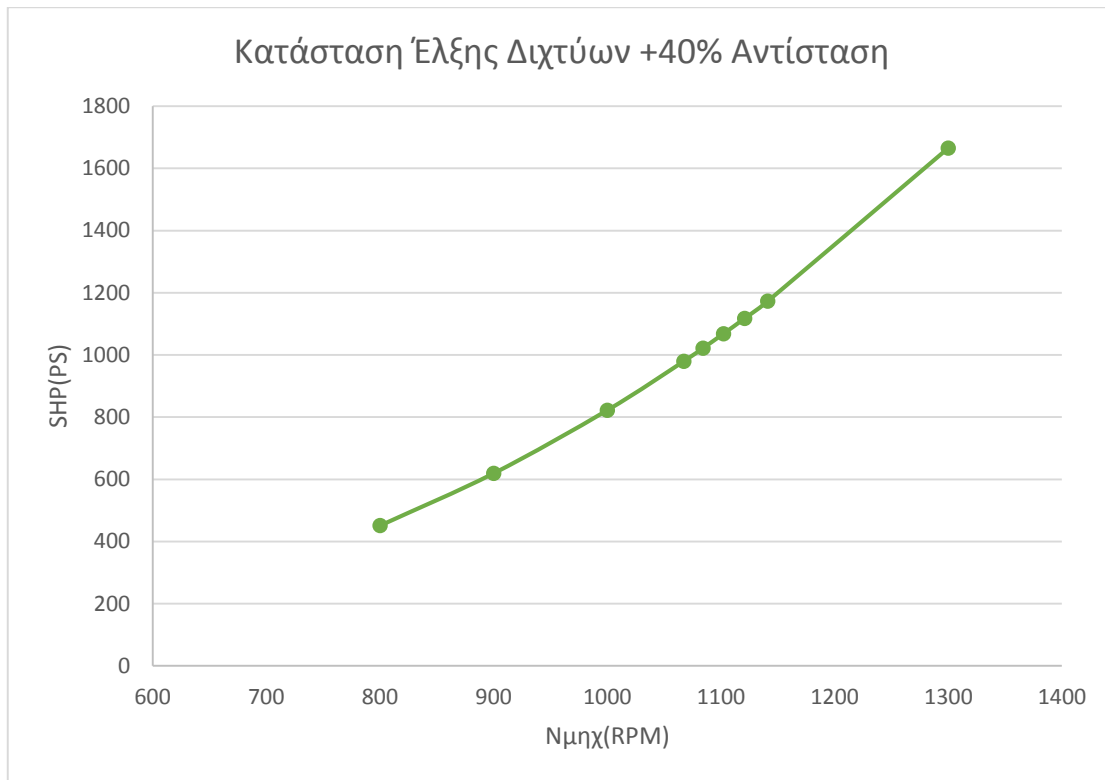
+40% Αντίσταση

Εξίσωση Χαρακ/ής:

$$\gamma = 6.987480743 \cdot 10^{-6} \chi^{2.690205524}$$

+ 40% Αντίσταση	
n(RPM)	SHP(PS)
1300	1665.207015
1141.2	1172.876076
1120.8	1117.321161
1102.2	1068.135565
1084.2	1021.853662
1067.4	979.812965
1000	822.1237528
900	619.2131092
800	451.0548362

Πίνακας 5.13.Χαρακτηριστική Έλικας-Κατάσταση Έλξης Διχτύων +40% Αντίσταση



Διάγραμμα 5.10.Χαρακτηριστική Έλικας-Κατάσταση Έλξης Διχτύων +40% Αντίσταση

Κατάσταση Πλεύσης με Σταθερή Ταχύτητα

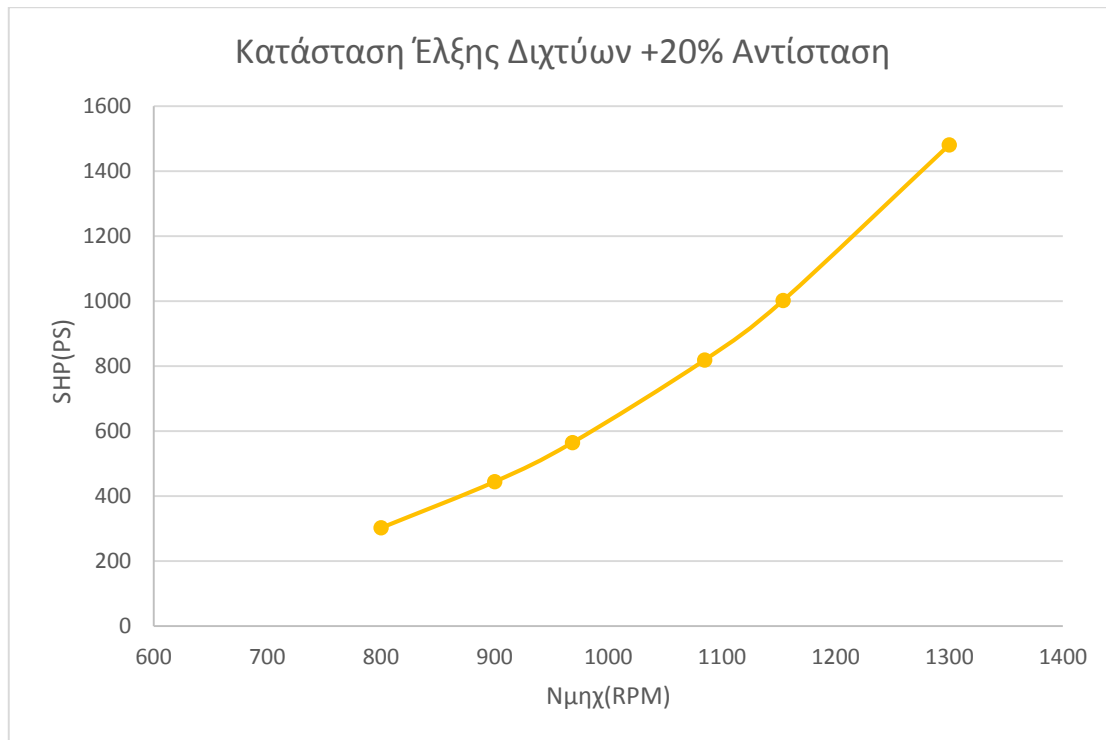
+ 20% Αντίσταση

Εξίσωση Χαρακ/ής:

$$\gamma = 9.350553086 \cdot 10^{-8} \chi^{3.275523041}$$

+ 20% Αντίσταση	
n(RPM)	SHP(PS)
1300	1481.257284
1153.8	1002.112365
1084.8	818.8325591
968.4	564.583961
900	444.146975
800	301.9780961

Πίνακας 5.14.Χαρακτηριστική Έλικας-Κατάσταση Πλεύσης με Σταθερή Ταχύτητα +20% Αντίσταση



Διάγραμμα 5.11.Χαρακτηριστική Έλικας-Κατάσταση Πλεύσης με Σταθερή Ταχύτητα +20% Αντίσταση

Στο διάγραμμα της φόρτισης του κινητήρα θα τοποθετήσουμε μόνο τη χαρακτηριστική της κατάστασης με +20% γιατί αν τις βάζαμε όλες θα επεφταν η μια πάνω στην άλλη.

5.2.6.2 Διαγράμμα Φόρτισης Κ.Μ.

Λόγω του ότι δεν υπάρχουν στοιχεία από τον κατασκευαστή της Κ.Μ. για την κατάρτιση του Διαγράμματος Φορτισης της,θα ανατρέξουμε στο βιβλίο 'Αντίσταση και Πρόωση Πλοίου',Γ.Πολίτη,οπου και ευρίσκεται διάγραμμα φόρτισης μηχανής με μέγιστη συνεχή ισχύ 1700 PS στις 1800 RPM.Πρόκειται για ένα μέγεθος που είναι συγκρίσιμο με την Μ.Σ.Ι. της μηχανής μας(1496 HP=1517PS).Θα κατασκευάσουμε λοιπόν το διάγραμμα φόρτισης μας κατά όμοιο τρόπο με το διάγραμμα αυτό.

Το διάγραμμα βρίσκεται στη σελίδα 320 του παραπάνω βιβλίου(Σχήμα 43).

Βλέπουμε ότι για την κατασκευή του διαγράμματος αρκούν 3 σημεία

Το Διάγραμμα Φόρτισης ορίζεται από 3 σημεία.Ακολουθεί ο προσδιορισμός τους.

Σημείο 1

Αντιστοιχεί σε $P=0$ και $N_{μηχ}=N_{ονομαστικές}$

Σημείο 2(M.C.R)

Αντιστοιχεί σε $P=MHP$ και σε στροφές $N_{μηχ}=N_{ονομαστικές}$ και είναι το σημείο της μέγιστης συνεχούς ισχύος λειτουργίας.

Σημείο 3

Αντιστοιχεί σε $P=1750/1800=97.2\%$ του MHP και σε στροφές ίσες με αυτές του MCR.

Από το σημείο 3 και αριστερά, η μορφή της καμπύλης φόρτισης σε συνεχή λειτουργία είναι η εξής:

Από την αρχή των αξόνων ως το σημείο 2 ορίζεται η ευθεία 2 η οποία είναι της μορφής $y=cx^2$ και αντιπροσωπεύει το όριο μέχρι το οποίο υπάρχει ικανοποιητική ποσότητα αέρα για καύση και θέτει έναν περιορισμό στον μέγιστο συνδυασμό ροπής και ταχύτητας.

Τα παραπάνω σημεία για τη μηχανή μας θα είναι:

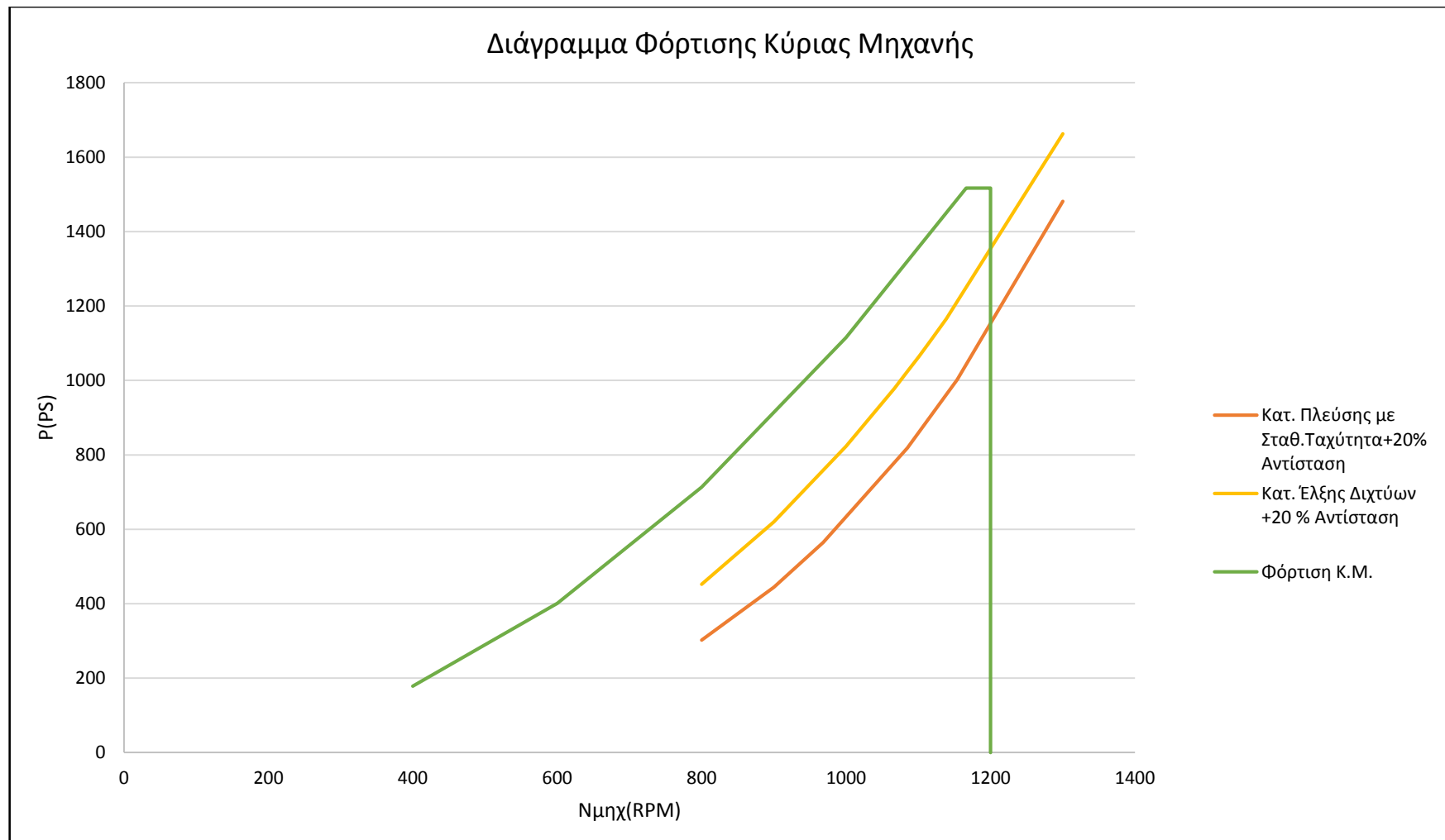
ο συντελεστής c

Διάγραμμα Φόρτισης Κινητήρα		
Σημείο	Νμηχ(RPM)	P(PS)
1	1200	0
2	1200	1517
3	1166	1517

Πίνακας 5.15.Σημεία Διαγράμματος φόρτισης κινητήρα

Ο συντελεστής c θα παίρνει τιμή $c=1517/1166^2=0.00111$

Με αυτά τα δεδομένα κατασκευάζουμε το διάγραμμα φόρτισης της Κ.Μ.



Διάγραμμα 5.12. Διάγραμμα Φόρτισης Κ.Μ.

Τώρα θα εξετάσουμε τη λειτουργία της μηχανής τόσο στο Σημείο Σχεδίασης της ελικας(N.C.R) όσο και στο σημείο λειτουργίας της μηχανης στην κατάσταση πλεύσης με $V=11\text{kns}$ (Σημειώνεται ότι το σημείο αυτό δεν είναι το σημείο της παραγράφου 5.2.3.3.1 αλλά το $n=192.3\text{RPM}$, $\text{SHP}=1154\text{ PS}$ που αντιστοιχεί σε έλικα με $P/D=1.1$ –όσο και το ονομαστικό βήμα της έλικάς μας)

Θα βρούμε τις στροφές της μηχανής και το περιθώριο ισχυος της μηχανής σε αυτές τις 2 καταστάσεις.

Σημειώνεται ότι οι καταστάσεις αφορούν σε αυξημενη ολική αντίσταση ρυμουλκησης κατά 20% λόγω υπαρξης κυματισμών.

Για τις στροφές της μηχανής θα ισχύει:

$$N_{\mu\chi} = n * R$$

,όπου

n,οι στροφές που ζητά η έλικα

Για το περιθώριο ισχύος στο MCR θα ισχύει:

$$\text{Power_Margin} = \frac{\text{SHP}_{\text{MCR}} - \text{SHP}}{\text{SHP}_{\text{MCR}}}$$

Οπου SHP η ισχύς που ζητά η έλικα στις ονομαστικές στροφές λειτουργίας $N_{\text{MCR}}=1200\text{RPM}$.

Συγκεντρωτικά τώρα θα έχουμε για τις 2 καταστάσεις λειτουργίας του πλοίου:

Κατάσταση Λειτουργίας	Σημείο Λειτουργίας						P.C.
	$n_{\text{ΕΛΙΚΑΣ}}(\text{RPM})$	$N_{\text{μηχ}}(\text{RPM})$	$\text{SHP}_{\text{ΕΛΙΚΑΣ}}(\text{PS})$	$\text{SHP}_{\text{ΟΡΙΟΥ ΜΗΧΑΝΗΣ}}(\text{PS})$	$(\text{SHP}_{\text{ΕΛΙΚΑΣ}} \% \text{ του M.C.R.})$	Power Margin(% του ορίου φόρτισης)	
Πλεύση με Σταθερή Ταχύτητα +20% Αντίσταση	193	1153.8	998.9	1484.16	65.8	32.69	0.601
Ελξη διχτύων +20% Αντίσταση	187	117	1112	1395.97	74.33	20.34	0.271

Πίνακας 5.16.Στοιχεία Λειτουργίας Συστήματος Ελικας Μηχανής

5.3 Γεωμετρία Έλικας

5.3.1 Έλεγχος Πάχους Πτερυγίου της Έλικας

Ο έλεγχος αφορά στην κατάσταση έλξης δικτύων με $V_{\text{trawl}}=3.5\text{ kns}$

Ο έλεγχος του ελάχιστου πάχους πτερυγίου θα γίνει με βάση τον κανονισμό του Αμερικάνικου Νηογνόμωνα (A.B.S.) για αλιευτικά πλοία (A.B.S. Guide for Fishing Vessels-Section 22, May 1989). Ο έλεγχος του πάχους σε αφορά ακτίνα της έλικας ίση με το 0.25 του R της, δηλαδή $r=0.25 \cdot R=298\text{ mm}$ και έγινε από το πρόγραμμα Propcad. Παρακάτω παρατίθεται το report. Το υλικό κατασκευής είναι Ni-Al.

<u>Principal Characteristics</u>			
Propeller type Blades Diameter Pitch	Fixed-pitch 4 2384.40 mm 2622.80 mm	Rotation Expanded area ratio Rake of GL aft Skew angle	Right 0.683 0.00 ° 0.00 °
Material Type Density	Ni-Al bronze[4] 7.50 g/cm³	Tip aft GL (K) Design power Design RPM Loading	0.00 mm 840 kW 187 Thrusting
<u>Properties at 0.25R</u>			
Pitch Chord length Max thickness Sectional area	2622.80 mm 584.29 mm 89.73 mm 36818.4 mm²	Moment of inertia Required t UF coefficient CS coefficient CN coefficient	18967942 mm⁴ 59.94 mm 38.00 mm 0.7023 0.1000

Πίνακας 5.17. Ελάχιστο πάχος πτερυγοτομής έλικας κατά A.B.S.

Βλέπουμε ότι για $r=0.25R$:

Max thickness=89.73mm > Required t=59.94mm

,οπότε είμαστε ok

Εκτός από τον κανονισμό του A.B.S., θα γίνει έλεγχος του πάχους του πτερυγίου της έλικας και με τους κανονισμούς του Γερμανικού Νηογνόμωνα (GL) για τα Αλιευτικά Πλοία.

Συμφωνα με τον GL, το υλικό κατασκευής της έλικας θα είναι είτε χυτό κράμα χαλκού είτε χυτό κράμα χάλυβα με αντοχή στο θαλασσινό νερό. Το ελάχιστο αποδεκτό όριο θραύσης του υλικού θα πρέπει να είναι 440N/mm². Θα επιλεγθεί υλικό Fe 5 –Φερριτικός-Ωστενιτικός Χυτός Χάλυβας 24/8.

Ο έλεγχος θα γίνει και πάλι για $r=0.25R$ θα πρέπει σε αυτό το r όπως προκύπτει από την παρακάτω σχέση να ισχύει:

$$t \geq K_0 * k * K_1 * C_G * C_{dyn}$$

,όπου

$$K_1, \text{ συντελεστής με, } K_1 = \sqrt{\frac{P_w * 10^5 * (2 * \frac{D}{H_m} * \cos a + \sin a)}{C_w * n_2 * B * z * \cos^2 \varepsilon}}$$

,όπου

B, το αναπτυγμένο μήκος του πτερυγίου στα 0.25R με, **B_{0.25}**=2042.56mm=2.04(μέτρηση στο AUTOCAD)

H_m, βήμα της έλικας σε ακτίνα $r=0.25R$, **H_m**=**2.622m**

P_w, ονομαστική ισχύς Κύριας Μηχανής **P_w**=**1100kW**

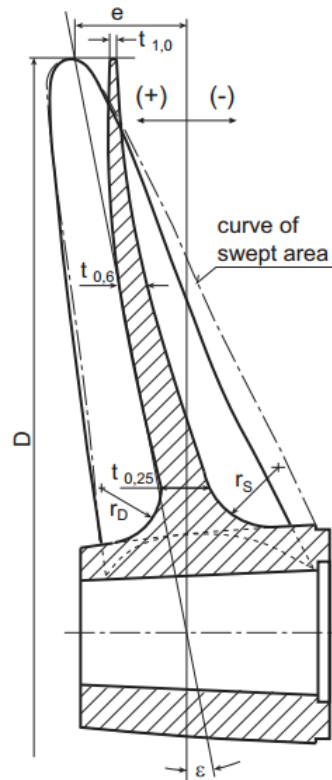
a, γωνία βήματος στα 0.25R και στα 0.60R της έλικας

$$a_{0.25R} = \arctan \frac{1.27 * H}{D} = \mathbf{0.95}$$

n₂, ταχύτητα έλικας με **n₂**=**187RPM**

z, ο αριθμός των πτερυγίων, **z** = **4**

ε, skew angle γωνία ίση με $\varepsilon=0^\circ$, για έλικα Kaplan



Εικόνα 5.24.Γωνία ε -skew angle(ελικά B-Series)

D , η διάμετρος της έλικας, $D = 2.3844 \text{ m}$

C_w , συντελεστής που εξαρτάται από το υλικό κατασκευής της έλικας, με $C_w=600$ για υλικό κατασκευής Fe 5

Προκύπτει από τα παραπάνω για το K_1 :

$$K_1 = 1.187$$

- K_0 , συντελεστής με τιμή $K_0 = 1 + \frac{e^* \cos a}{H} + \frac{n_2}{15000}$, όπου

e : η κατανομή της διαμήκουσ απόκλισης του πτερυγίου (rake), $e = R \cdot \tan \varepsilon = 0$

$$n_2 = 187 \text{ RPM}$$

$$\alpha = 0.95$$

Προκύπτει,

$$K_0 = 1.28$$

- k , συντελεστής με τιμή για έλικα με τοξειδή πίσω όψη

k=73 στα 0.25R

- C_G , συντελεστής μεγέθους με $C_G = \sqrt{\frac{f_1 - \frac{D}{1000}}{12.2}}$, με $f_1=7.2$ για χυτές έλικες

Προκύπτει,

$$\mathbf{C_G=0.77}$$

- C_{dyn} , συντελεστής που εξαρτάται από την τιμή του λόγου της μέγιστης ως προς τη μέση τάση στην εμπρός επιφάνεια των πτερυγίων της έλικας, $\frac{\sigma_{max}}{\sigma_m}$. Είναι:

$$\frac{\sigma_{max}}{\sigma_m} = f_2 * E_T + 1$$

,όπου

f_2 , συντελεστής $f_2=0.5$ για μονοέλικα πλοία

$$E_T = 4.3 * 10^{-9} \frac{V_s * n_2 * (1-w) * D^3}{T} =$$

,όπου

$$V_s = V_{TRAWL} = 3.5 * 0.5144 = 1.8 \text{ m/s}$$

T, η ώση της έλικας, $T=16301.1 \text{ kp} = 159859 \text{ N}$

Προκύπτει

$$E_T = \mathbf{9.09 * 10^{-9}}$$

Άρα, $\frac{\sigma_{max}}{\sigma_m} = f_2 * E_T + 1 = 0.5 * 9.27 * 10^{-11} + 1 \approx 1$ και συνεπώς

$$\mathbf{C_{dyn}=1}$$
, για τιμή $\frac{\sigma_{max}}{\sigma_m} < 1.5$

Συνοψίζοντας τους συντελεστές θα έχουμε:

K_1	k	K_0	C_G	C_{dyn}
1.187	73	1.01	0.77	1

Πίνακας 5.18. Τιμές συντελεστών-Υπολογισμός πάχους πτερυγίου t

Όπως είδαμε παραπάνω, για το πάχος t θα πρέπει:

$$t \geq K_0 * k * K_1 * C_G * C_{dyn}$$

Αρα θα πρέπει,

$$t \geq 67.40$$

Όμως είναι:

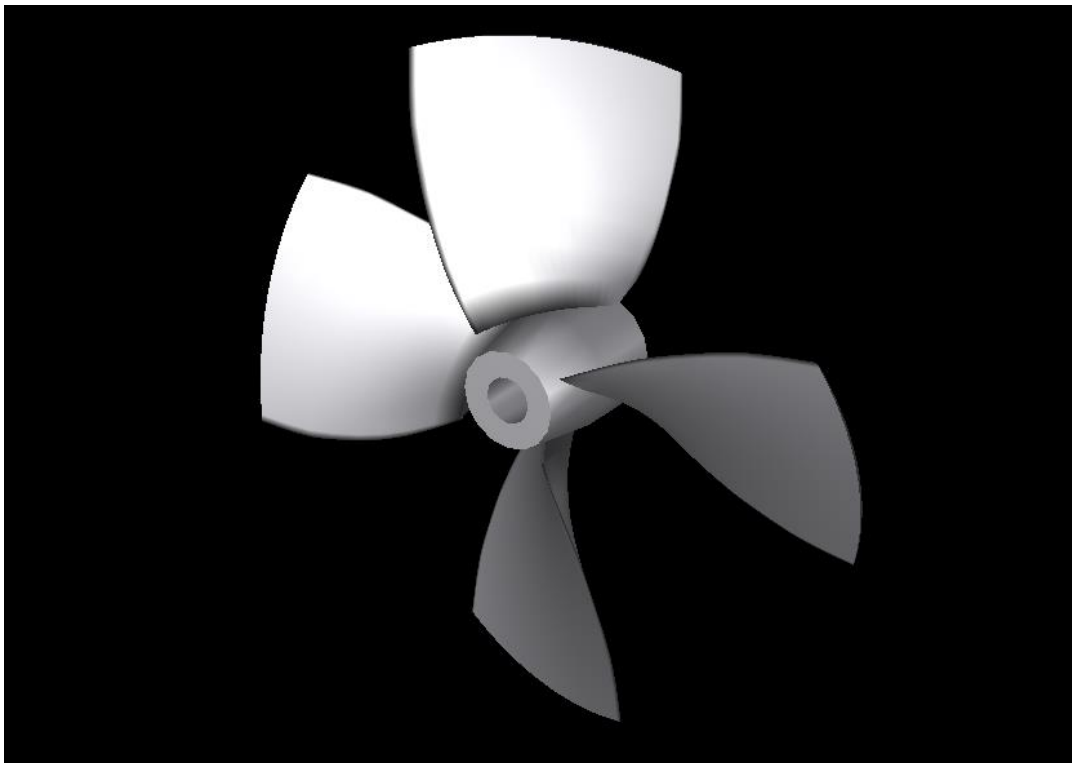
$$\text{Max thickness} = 89.73\text{mm} > \text{Required } t = 67.40\text{mm}$$

,οπότε και πάλι είμαστε οκ.

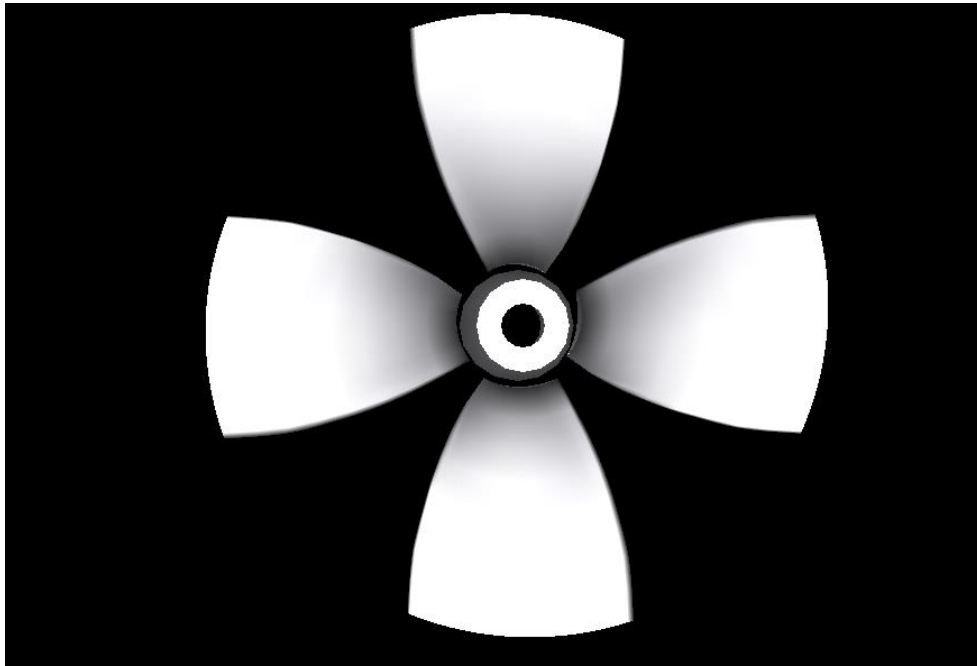
5.3.2 Σχέδιο Ελικας

Το σχέδιο της ελικας Ka 4-70 εγινε στο AUTOCAD με τη βοήθεια του προγράμματος PropCad που διαθέτει βιβλιοθήκη με τις συντεταγμένες των πτερυγίων της έλικας .

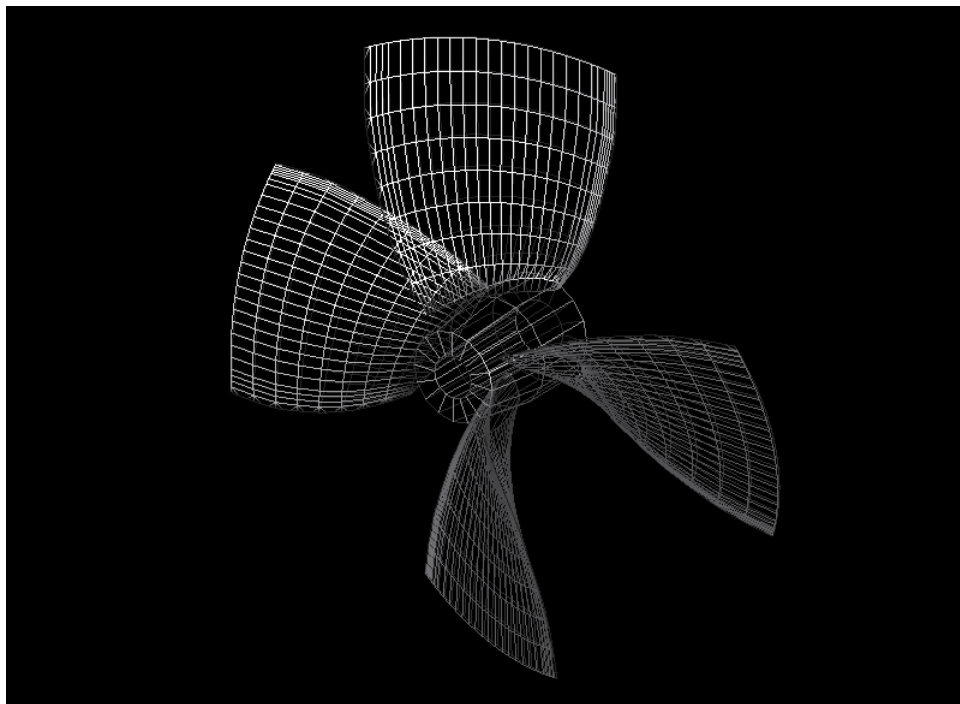
Στο παράρτημα αυτού του κεφαλαίου παρουσιάζονται οι συντεταγμένες των πτερυγίων της έλικας. Το σχεδιο της έλικας συμπληρώνει την εργασία. Παρακάτω παρατίθενται καποιες τρισδιαστατες εικόνες της έλικας από το PropCad.



Εικόνα 5.25.Οψη Ελικας Ka 4-70



Εικόνα 5.26.Πρόσοψη Ελικας Κα 4-70



Εικόνα 5.27.Οψη των sections της Κα 4-70

5.3.3 Πλήμνη Έλικας

Η σχεδίαση της πλήμνης βασίστηκε στη μέθοδο που περιγράφεται στη σελίδα 29 του φυλλαδίου Νο13-Στοιχεία και Διαγράμματα για την Επιλογή της Έλικας του μαθήματος Αντίσταση και Πρόωση Πλοίου.

Υπολογίζεται η ελάχιστη δυνατή διάμετρος του άξονα D_{min} με βάση τις απαιτήσεις του Νηογνώμονα ABS (Part 4. Chapter 3. Section 2. ¶ 5.1) από την σχέση

$$D_{min} = 100 \cdot K \cdot \sqrt[3]{\frac{H}{R} \cdot \left(\frac{C_1}{U + C_2} \right)}$$

,όπου

K,σχεδιαστικός συντελεστής με τιμή $K= 1.22$

H,η μέγιστη ισχύς στον άξονα. $H = MHP=1517PS=1100 \text{ kW}$

R,οι στροφές της έλικας στην μέγιστη συνεχή ισχύ. $R=1200/6=200 \text{ RPM}$

U,η ελάχιστη αντοχή σε εφελκυσμό του υλικού κατασκευής του άξονα. $U=600 \text{ N/mm}^2$

C₁, **C₂**συντελεστές με τιμές $C_1=560$ και $C_2=160$.

Αντικαθιστώντας προκύπτει

$$D_{min} = 100 \cdot K \cdot \sqrt[3]{\frac{H}{R} \cdot \left(\frac{C_1}{U + C_2} \right)} \Rightarrow$$

Dmin=194.50mm

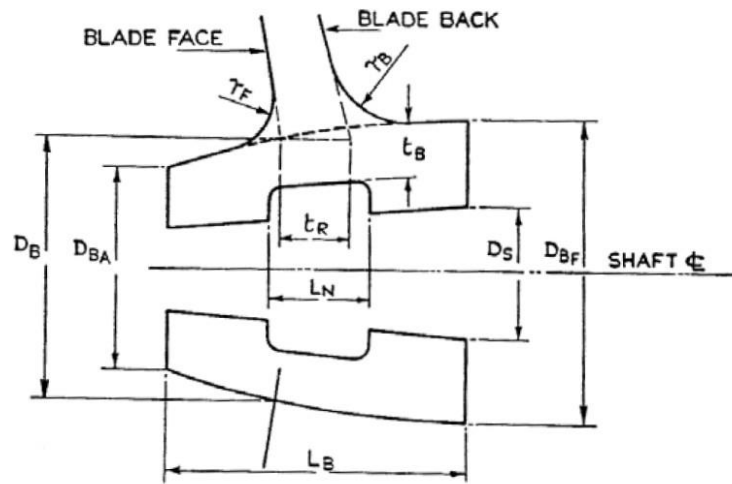
Προκειμένου να έχω ένα περιθώριο ασφάλειας 10% επιλέγεται άξονας με διάμετρο

$$D_s = 1.1 \cdot 194.5 \text{ mm} = 213.96 \text{ mm}$$

Επιλέγουμε τελικά:

Ds = 215 mm

Η σχεδίαση την πλήμνης έγινε σύμφωνα με το ακόλουθο σχήμα του φυλλαδίου και τις διαστάσεις του πίνακα 6.21 σελ.30.



Εικόνα 5.28.Λεπτομέρειες Πλήμνης

Έτσι έχουμε:

$$L_B = 2.4 * D_S$$

$$D_B = 0.167 * D_{PROP}$$

$$D_{BA} = 0.875 * D_B$$

$$D_{BF} = 1.075 * D_B$$

$$L_N = 0.3 * L_B$$

$$t_R = 0.04 * D_{PROP}$$

$$t_B = 0.75 * t_R$$

$$r_F = 0.75 * t_R$$

$$r_B = 1.0 * t_R$$

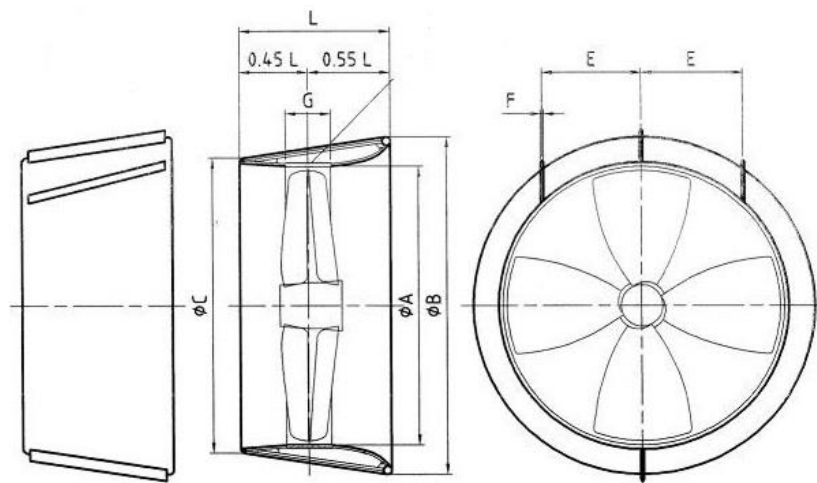
Δημιουργείται ο παρακάτω πίνακας με συγκεντρωμένα τα παραπάνω μεγέθη της γεωμετρίας της πλήμνης:

Μέγεθος	Τιμή(mm)
L_B	516
D_B	398.19
D_{BA}	348.42
D_{BF}	428.06
L_N	154.8
t_R	95.38
t_B	71.53
r_F	71.53
r_B	95.38

Πίνακας 5.19. Τιμές Μεγεθών Γεωμετρίας Πλήμνης

5.4 Γεωμετρία Δακτυλίου

Ο δακτύλιος Kort Nozzle 19A έχει γεωμετρία η οποία προέκυψε μετά από χρόνια πειραμάτων ώστε να επιταχύνεται με το βέλτιστο τρόπο η ροή προς την έλικα. Η μορφή του φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Εικόνα 5.29. Δακτύλιος Kort Nozzle 19A

Οι διαστάσεις του δακτυλίου είναι το μήκος L το οποίο εξαρτάται από τη διάμετρο της έλικας D και η διάμετρος του D_N .

$$D=2.3844mm$$

$$L=D*0.5=1.1922\text{m}$$

Μεταξύ των πλευρών του δακτυλίου και των ακρων της έλικας έχουμε εκατέρωθεν ανοχή:

$$C=7\text{mm}=0.007\text{m}$$

Η διαμετρός του, D_N θα βρεθεί από μέτρηση στο AUTOCAD. Είναι

$$D_N=D+c(\text{ανοχή})=2384.4\text{mm}+2*7\text{mm}=2398.4\text{mm}$$

Οι συντεταγμένες της διατομής βρέθηκαν στο βιβλίο του Carlton 'Marine Propellers' παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα σαν συνάρτηση του μήκους L του δακτυλίου:

	x/L	y_i/L	y_u/L
Leading Edge	0	0.1825	
	0.0125	0.1466	0.2072
	0.025	0.128	0.2107
	0.05	0.1087	0.208
	0.075	0.08	Ευθεία Γραμμή
	0.1	0.0634	
	0.15	0.0387	
	0.2	0.0217	
	0.25	0.011	
	0.3	0.0048	
	0.4	0	
	0.5	0	
	0.6	0	
	0.7	0.0029	
	0.8	0.0082	
	0.9	0.0145	Ευθεία Γραμμή
Trailing Edge	0.95	0.0186	0.0636
	1	0.0236	

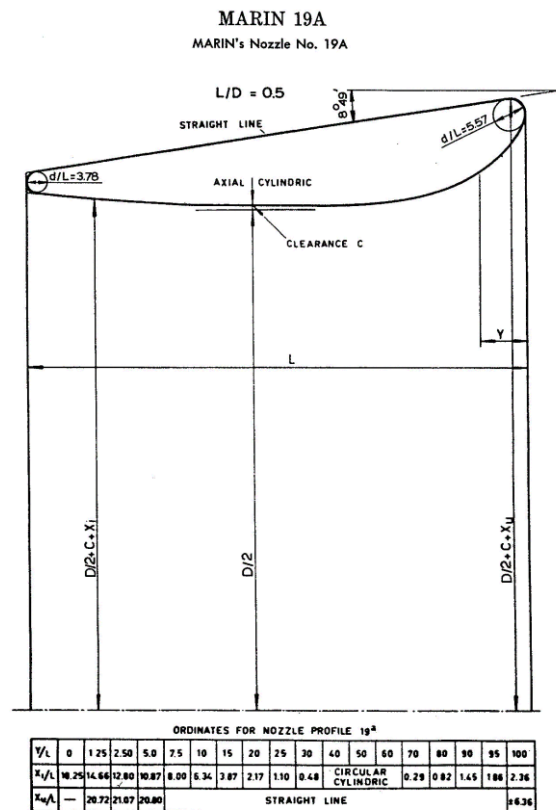
Πίνακας 5.20. Συντεταγμένες Δακτυλίου Kort 19A

,όπου :

X_i , η διαμήκης συντεταγμένη του περιβλήματος

y_i , η εσωτερική συντεταγμένη του περιβλήματος κατά τον y άξονα

y_u , η εξωτερική συντεταγμένη του περιβλήματος κατά τον y άξονα



Εικόνα 5.30. Δακτύλιος Nozzle 19A και συντεταγμένες του

Για

$$D = 2.3844 \text{ m}$$

$$L = D * 0.5 = 1.1922 \text{ m}$$

ο παραπάνω πίνακας γίνεται:

	x(m)	y _i (m)	y _u (m)
Leading Edge	0	0.217577	
	0.014903	0.174777	0.247024
	0.029805	0.152602	0.251197
	0.05961	0.129592	0.247978
	0.089415	0.095376	Ευθεία Γραμμή
	0.11922	0.075585	
	0.17883	0.046138	
	0.23844	0.025871	
	0.29805	0.013114	
	0.35766	0.005723	
	0.47688	0	
	0.5961	0	
	0.71532	0	
	0.83454	0.003457	
	0.95376	0.009776	
	1.07298	0.017287	Ευθεία Γραμμή
Trailing Edge	1.13259	0.022175	0.075824
	1.1922	0.028136	

Πίνακας 5.21. Δακτύλιος Kort 19A-ΠΑΟΛΑ

Η θέση των συντεταγμένων ως προς σύστημα συντεταγμένων x,y που έχει σαν (0,0) το δεξιότερο άκρο του οριζόντιου άξονα συμμετρίας δίνονται απ τις σχέσεις:

$$y_{εξωτ} = D/2 + C + y_u$$

$$y_{εσωτ} = D/2 + C + y_i$$

Το σχέδιο του δακτυλίου Kort 19A έγινε στο AUTOCAD και συμπληρώνει την εργασία.

Παράρτημα Δ

Δ.1.Ορισμοί Συμβόλων

i_e	=Ήμισυ Γωνίας Εισόδου(°)
C_B	=Συντελεστής Γάστρας
$C_W (C_{WP})$	=Συντελεστής Ισάλου Επιφανείας
C_M	=Συντελεστής Μέσης Τομής
C_P	=Πρισματικός Συντελεστής
Fn	=Αριθμός Froude
Rn	=Αριθμός Reynolds
V_s	=Ταχύτητα πλοίου(kn)
U_s	= Ταχύτητα πλοίου(m/s)
V_{steam}	=Ταχύτητα Ελεύθερης Πλεύσης(kn)
V_{trawl}	=Ταχύτητα Έλξης Διχτύων(kn)
V_A	= Ταχύτητα προχωρήσεως(kn)
U_A	= Ταχύτητα προχωρήσεως(m/s)
F	=Δύναμη έλξης Διχτύων
w	=Συντελεστής ποσοστού μείωσης ομόρρου
t	=Συντελεστής ποσοστού μείωσης ώσης
BHP	=Ισχύς Πέδης
SHP	=Ισχύς στον Αξονα
EHP	=Ισχύς Ρυμουλκήσεως
n_s	= Βαθμός Απόδοσης Άξονα
n_R	=Βαθμός Απόδοσης σχετικής περιστροφής
n_H	=Βαθμός Απόδοσης Γάστρας

n_D	=Βαθμός Απόδοσης Έλικας επί του πλοίου
$P.C.$	=Ολικός Βαθμός Απόδοσης Προωστήριας Εγκατάστασης
J	=Συντελεστής Προχώρησης
K_T	=Συντελεστής Ώσης
K_{TN}	=Συντελεστής Ώσης Δακτυλίου
K_Q	=Συντελεστής Ροπής Στρέψης
n_0	=Βαθμός Απόδοσης Έλικας
D	=Διάμετρος Ελικας
P	=Ονομαστικό Βήμα Ελικας
z	=Αριθμός πτερυγίων Ελικας
A_E	=Εκτεταμένη Επιφάνεια Έλικας
A_0	=Επιφάνεια κυκλικού δίσκου με διάμετρο τη διάμετρο της Έλικας
A_E / A_0	=Λόγος Εκτεταμένης Επιφάνειας
$\sigma_{0.7}$	=Τοπικός συντελεστής σπηλαιώσεως (στο 0.7 της ακτίνας)
τ_c	=Συντελεστής φορτίσεως

Δ.2.Τυπολόγιο

Ισχύς Ρυμουκλήσεως

$$EHP = \frac{R_T * U_S}{75} (PS)$$

Πρόωση

$$V_A = (1 - w) * V_S$$

$$R_T = T * (1 - t)$$

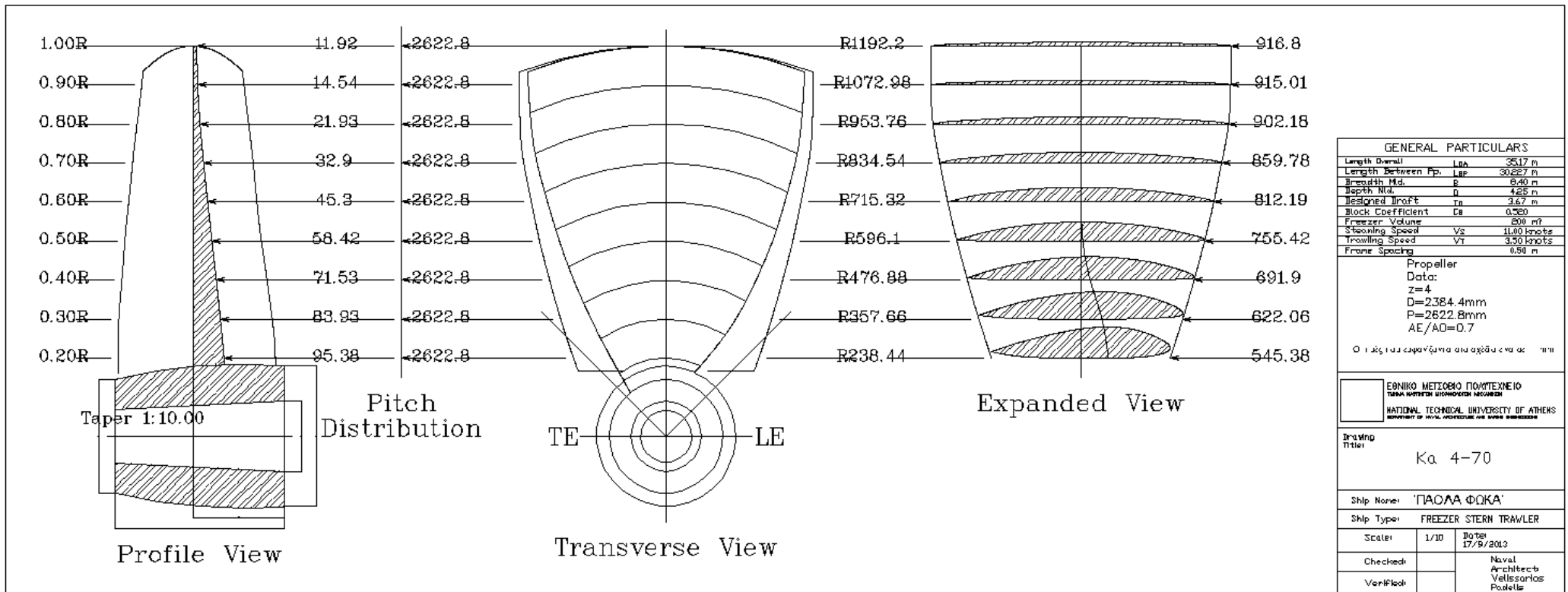
Σπηλαίωση

$$\sigma_{0.7R} = \frac{P_0 - P_v}{\frac{1}{2} * \rho * [U_A^2 + 0.7 * D * \pi * n]^2}$$

$$\tau_c = \frac{T}{\frac{1}{2} * \rho * [U_A^2 + 0.7 * D * \pi * n]^2}$$

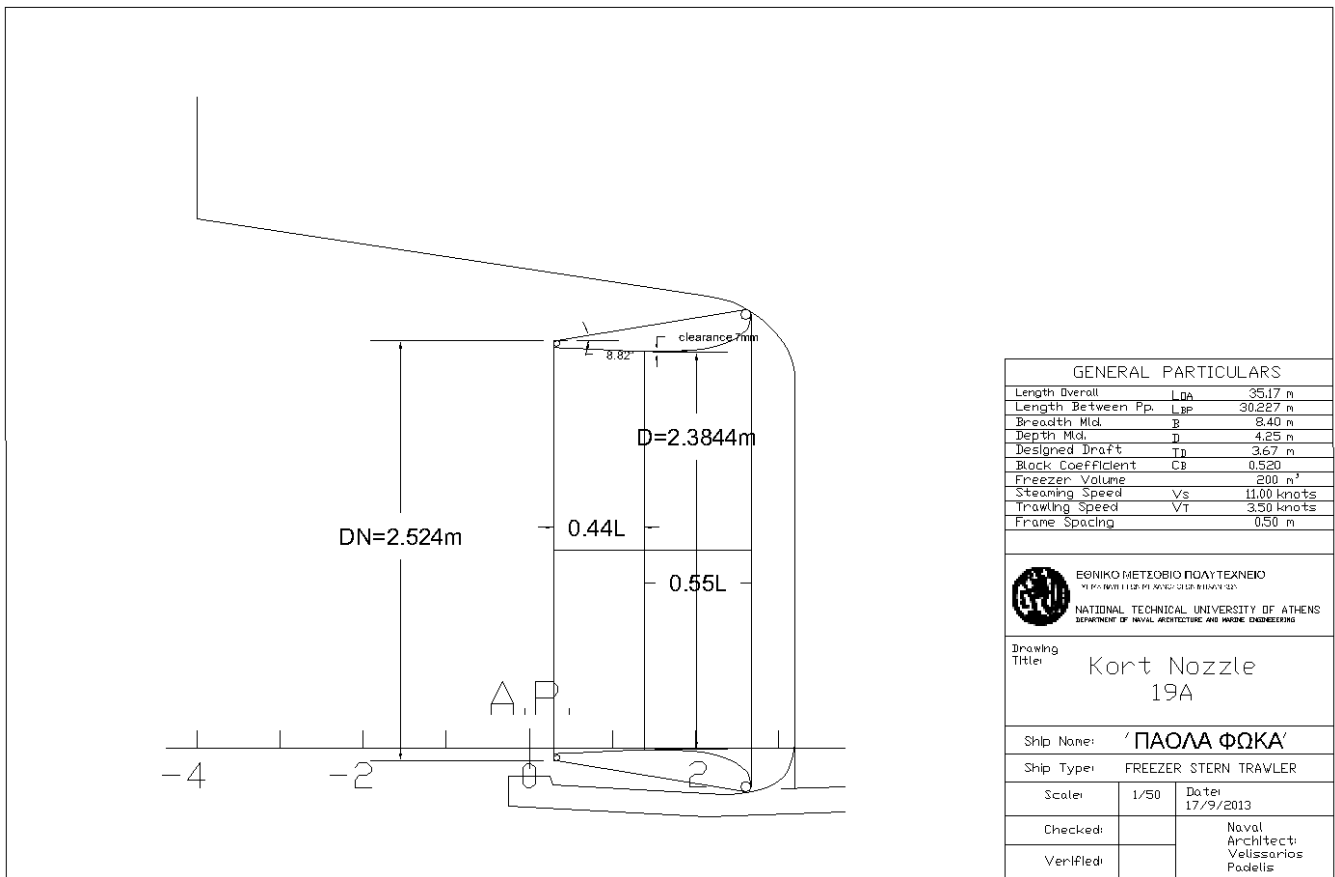
Δ.3.Σχέδιο Ελικας

Στην επόμενη σελίδα



GENERAL PARTICULARS	
Length Overall	L _{OA} 3517 m
Length Between Pp.	L _{BP} 30227 m
Breadth Mid.	B 840 m
Depth Mld.	D 425 m
Designed Draft	T _d 3.67 m
Block Coefficient	C _b 0.560
Freezer Volume	800 m ³
Trawling Speed	V _T 11.00 knots
Towing Speed	V _T 3.30 knots
Frame Spacing	0.50 m
Propeller Data: z=4 D=2384.4mm P=2622.8mm AE/A0=0.7	
ΟΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΕΙΣ ΕΙΝΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΜΗΝ	
ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΕΩΡΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND MARINE ENGINEERING	
Project Title	Ka 4-70
Ship Name	'ΠΑΟΛΑ ΦΩΚΑ'
Ship Type	FREEZER STERN TRAWLER
Scale	1/10 Date 17/9/2013
Checked	Naval Architect Yellissantos
Verified	Podella

Δ.4.Σχεδιο Δακτυλίου



Δ.5.Συντεταγμένες πτερυγίου έλικας Κα 4 -70 Από PropCad

UNIT	ROT	BLDS	DIAM	PITCH	RAKE	SECTIONS
METERS	RIGHT	4	2.3844	2.62284	0	9

Propeller

r/R	r	C	MT	SK	P	PA°	RL
.2	.23844	.545	.09538	-.02694	2.62284	60.26505	0
.3	.35766	.62161	.08393	-.01708	2.62284	49.4101	0
.4	.47688	.69141	.07153	-.00914	2.62284	41.19735	0
.5	.5961	.75488	.05842	-.00409	2.62284	35.00285	0
.6	.71532	.81161	.0453	-.00104	2.62284	30.26647	0
.7	.83454	.85917	.0329	0	2.62284	26.57428	0
.8	.95376	.90154	.02193	0	2.62284	23.63785	0
.9	1.07298	.91436	.01454	0	2.62284	21.2583	0
1	1.1922	.91615	.01192	0	2.62284	19.29724	0

Δ.6.2D Table of Offsets -PropCad

r/R	LE	2.5	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	TE	MT
x-back	0	.01363	.02725	.0545	.109	.1635	.218	.2725	.327	.3815	.436	.4905	.51775	.545	.18792
.2 y-back	.03179	.04888	.05689	.06972	.08687	.0945	.09449	.08916	.07978	.06766	.05413	.03823	.02897	.01927	.09538
x-face	0	.01363	.02725	.0545	.109	.1635	.218	.2725	.327	.3815	.436	.4905	.51775	.545	.18792
y-face	.03179	.01738	.01277	.00699	.00167	.00007	.00001	-.00001	.00005	.00096	.00336	.00927	.01399	.01927	0
x-back	0	.01554	.03108	.06216	.12432	.18648	.24864	.31081	.37297	.43513	.49729	.55945	.59053	.62161	.24608
.3 y-back	.01778	.03381	.04177	.05439	.07182	.08109	.08392	.08142	.07426	.0642	.05071	.03263	.02232	.01162	.08393
x-face	0	.01554	.03108	.06216	.12432	.18648	.24864	.31081	.37297	.43513	.49729	.55945	.59053	.62161	.24608
y-face	.01778	.00781	.00657	.00427	.00132	.00017	0	0	0	.00026	.00151	.00489	.00801	.01162	0
x-back	0	.01729	.03457	.06914	.13828	.20742	.27656	.34571	.41485	.48399	.55313	.62227	.65684	.69141	.31679
.4 y-back	.00963	.02225	.02854	.03945	.0558	.06574	.07066	.07112	.06716	.05885	.04602	.02912	.0183	.00656	.07153
x-face	0	.01729	.03457	.06914	.13828	.20742	.27656	.34571	.41485	.48399	.55313	.62227	.65684	.69141	.31679
y-face	.00963	.00298	.00282	.00193	.00087	.00017	0	0	0	.00003	.00047	.00193	.00397	.00656	0

	x-back	0	.01887	.03774	.07549	.15098	.22646	.30195	.37744	.45293	.52842	.6039	.67939	.71714	.75488	.37086	
.5	y-back		.00456	.01398	.0186	.02767	.04187	.05137	.05679	.05841	.05616	.05007	.03973	.02448	.01461	.00387	
			.05842														
	x-face	0	.01887	.03774	.07549	.15098	.22646	.30195	.37744	.45293	.52842	.6039	.67939	.71714	.75488	.37086	
	y-face		.00456	.00089	.00079	.00059	.00029	.00009	0	0	0	0	.00009	.00043	.00185	.00387	0
	x-back	0	.02029	.04058	.08116	.16232	.24348	.32464	.40581	.48697	.56813	.64929	.73045	.77103	.81161	.40513	
.6	y-back	0	.00872	.01295	.01975	.03093	.03892	.04371	.0453	.0437	.0389	.03091	.01974	.01067	0	.0453	
	x-face	0	.02029	.04058	.08116	.16232	.24348	.32464	.40581	.48697	.56813	.64929	.73045	.77103	.81161	.40513	
	y-face	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	x-back	0	.02148	.04296	.08592	.17183	.25775	.34367	.42959	.5155	.60142	.68734	.77325	.81621	.85917	.42959	
.7	y-back	0	.00688	.01013	.01491	.02278	.0284	.03177	.0329	.03177	.0284	.02278	.01491	.01013	0	.0329	
	x-face	0	.02148	.04296	.08592	.17183	.25775	.34367	.42959	.5155	.60142	.68734	.77325	.81621	.85917	.42959	
	y-face	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	x-back	0	.02254	.04508	.09015	.18031	.27046	.36062	.45077	.54092	.63108	.72123	.81139	.85646	.90154	.45077	
.8	y-back	0	.00518	.00754	.01056	.01554	.01909	.02122	.02193	.02122	.01909	.01554	.01056	.00754	0	.02193	
	x-face	0	.02254	.04508	.09015	.18031	.27046	.36062	.45077	.54092	.63108	.72123	.81139	.85646	.90154	.45077	

	y-face	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	x-back	0	.02286	.04572	.09144	.18287	.27431	.36574	.45718	.54862	.64005	.73149	.82292	.86864	.91436	.45718
.9	y-back	0	.00392	.00565	.00752	.01061	.01281	.01413	.01454	.01413	.01281	.01061	.00752	.00565	0	.01454
	x-face	0	.02286	.04572	.09144	.18287	.27431	.36574	.45718	.54862	.64005	.73149	.82292	.86864	.91436	.45718
	y-face	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	x-back	0	.0229	.04581	.09162	.18323	.27485	.36646	.45808	.54969	.64131	.73292	.82454	.87034	.91615	.45808
1	y-back	0	.00325	.00468	.0062	.0087	.01049	.01156	.01192	.01156	.01049	.0087	.0062	.00468	0	.01192
	x-face	0	.0229	.04581	.09162	.18323	.27485	.36646	.45808	.54969	.64131	.73292	.82454	.87034	.91615	.45808
	y-face	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Δ.7.Outputs του προγράμματος gridKaplan in Kort Nozzle 19AΕλικά Ka 4-70 D=2.3844m – V=10,10.5,11kns,F=0kp

2.38440

0.980000

1

104.830

9 3

Diam (m)= 2.384 Shaft efficiency= 0.980

no of propellers= 1

fluid density ($\text{kp}\cdot\text{s}^2/\text{m}^4$)= 104.83

Kaplan 4_70

V (m/s)	R (kp)	w	t	nr	F (kp)
5.144	5066.5	0.276	0.229	1.001	0.0
5.401	6906.5	0.276	0.229	1.001	0.0
5.658	7956.0	0.276	0.229	1.001	0.0

***** iso - P/D *****

P/D= 0.600 number of propellers= 1

rpm V (knots) T (kp) Q ($\text{kp}\cdot\text{m}$) DHP (PS) SHP (PS) P.C.

276.3 10.000 6573.1 2114.2 815.6 832.2 0.418

307.7 10.500 8960.1 2704.1 1161.6 1185.4 0.420

326.9 11.000 10321.7 3073.0 1402.5 1431.2 0.419

P/D= 0.700 number of propellers= 1

rpm V (knots) T (kp) Q (kp*m) DHP (PS) SHP (PS) P.C.

240.9 10.000 6573.1 2077.4 698.8 713.1 0.487

268.6 10.500 8960.1 2671.7 1002.0 1022.4 0.486

285.4 11.000 10321.7 3039.8 1211.5 1236.2 0.486

P/D= 0.800 number of propellers= 1

rpm V (knots) T (kp) Q (kp*m) DHP (PS) SHP (PS) P.C.

213.8 10.000 6573.1 2118.9 632.4 645.3 0.538

238.6 10.500 8960.1 2736.8 911.7 930.3 0.535

253.6 11.000 10321.7 3116.7 1103.6 1126.1 0.533

P/D= 0.900 number of propellers= 1

rpm V (knots) T (kp) Q (kp*m) DHP (PS) SHP (PS) P.C.

192.4 10.000 6573.1 2205.4 592.4 604.5 0.575

215.0 10.500 8960.1 2858.6 857.9 875.4 0.568

228.5 11.000 10321.7 3257.8 1039.6 1060.8 0.566

P/D= 1.000 number of propellers= 1

rpm V (knots) T (kp) Q (kp*m) DHP (PS) SHP (PS) P.C.

175.2 10.000 6573.1 2319.0 567.4 579.0 0.600

196.0 10.500 8959.8 3014.9 825.2 842.1 0.591

208.5 11.000 10321.4 3438.2 1000.9 1021.4 0.588

P/D= 1.100 number of propellers= 1

rpm V (knots) T (kp) Q (kp*m) DHP (PS) SHP (PS) P.C.

161.4 10.000 6573.1 2451.3 552.3 563.6 0.617

180.8 10.500 8960.2 3195.3 806.4 822.9 0.604

192.3 11.000 10321.8 3645.9 978.9 998.9 0.601

P/D= 1.200 number of propellers= 1

rpm V (knots) T (kp) Q (kp*m) DHP (PS) SHP (PS) P.C.

150.1 10.000 6573.1 2600.5 545.2 556.3 0.625

168.4 10.500 8960.1 3396.9 798.7 815.0 0.610

179.2 11.000 10321.7 3877.7 970.2 990.0 0.606

P/D= 1.300 number of propellers= 1

rpm V (knots) T (kp) Q (kp*m) DHP (PS) SHP (PS) P.C.

141.2 10.000 6573.1 2770.9 546.2 557.3 0.624

158.5 10.500 8960.1 3624.2 802.1 818.5 0.608

168.7 11.000 10321.7 4138.2 974.9 994.8 0.603

P/D= 1.400 number of propellers= 1

rpm V (knots) T (kp) Q (kp*m) DHP (PS) SHP (PS) P.C.

134.2 10.000 6573.1 2973.1 557.2 568.6 0.611

150.9 10.500 8960.1 3888.7 819.2 835.9 0.595

160.6 11.000 10321.7 4440.1 995.8 1016.2 0.591

***** iso - V (or iso - pull) *****

V (knots)= 10.000 number of propellers= 1

rpm P/D T (kp) Q (kp*m) DHP (PS) SHP (PS) P.C.

276.3 0.60 6573.1 2114.2 815.6 832.2 0.418

240.9 0.70 6573.1 2077.4 698.8 713.1 0.487

213.8 0.80 6573.1 2118.9 632.4 645.3 0.538

192.4	0.90	6573.1	2205.4	592.4	604.5	0.575
175.2	1.00	6573.1	2319.0	567.4	579.0	0.600
161.4	1.10	6573.1	2451.3	552.3	563.6	0.617
150.1	1.20	6573.1	2600.5	545.2	556.3	0.625
141.2	1.30	6573.1	2770.9	546.2	557.3	0.624
134.2	1.40	6573.1	2973.1	557.2	568.6	0.611

V (knots)= 10.500 number of propellers= 1

rpm	P/D	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
307.7	0.60	8960.1	2704.1	1161.6	1185.4	0.420
268.6	0.70	8960.1	2671.7	1002.0	1022.4	0.486
238.6	0.80	8960.1	2736.8	911.7	930.3	0.535
215.0	0.90	8960.1	2858.6	857.9	875.4	0.568
196.0	1.00	8959.8	3014.9	825.2	842.1	0.591
180.8	1.10	8960.2	3195.3	806.4	822.9	0.604
168.4	1.20	8960.1	3396.9	798.7	815.0	0.610
158.5	1.30	8960.1	3624.2	802.1	818.5	0.608
150.9	1.40	8960.1	3888.7	819.2	835.9	0.595

V (knots)= 11.000 number of propellers= 1

rpm	P/D	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
326.9	0.60	10321.7	3073.0	1402.5	1431.2	0.419
285.4	0.70	10321.7	3039.8	1211.5	1236.2	0.486
253.6	0.80	10321.7	3116.7	1103.6	1126.1	0.533
228.5	0.90	10321.7	3257.8	1039.6	1060.8	0.566
208.5	1.00	10321.4	3438.2	1000.9	1021.4	0.588
192.3	1.10	10321.8	3645.9	978.9	998.9	0.601

179.2	1.20	10321.7	3877.7	970.2	990.0	0.606
168.7	1.30	10321.7	4138.2	974.9	994.8	0.603
160.6	1.40	10321.7	4440.1	995.8	1016.2	0.591

Ελικά Κα 4-70 D=2.3844m V=2,2.5,3,3.5,4kns,F=16t

2.38440

0.980000

1

104.830

9 5

Diam (m)= 2.384 Shaft efficiency= 0.980

no of propellers= 1

fluid density ($\text{kp}\cdot\text{s}^2/\text{m}^4$)= 104.83

Kaplan 4_70

V (m/s)	R (kp)	w	t	nr	F (kp)
1.029	66.0	0.245	0.228	1.000	16000.0
1.286	102.3	0.245	0.228	1.000	16000.0
1.543	156.3	0.245	0.228	1.000	16000.0
1.800	232.3	0.245	0.228	1.000	16000.0
2.058	351.4	0.245	0.228	1.000	16000.0

***** iso - P/D *****

P/D= 0.600 number of propellers= 1

rpm	V (knots)	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
287.9	2.000	16085.6	2906.4	1168.2	1192.1	0.143
292.8	2.500	16132.5	2992.6	1223.2	1248.2	0.171
297.9	3.000	16202.5	3082.6	1282.1	1308.3	0.197
303.3	3.500	16301.0	3177.9	1345.8	1373.3	0.220
309.3	4.000	16455.4	3283.6	1417.9	1446.9	0.241

P/D= 0.700 number of propellers= 1

rpm	V (knots)	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
254.3	2.000	16085.6	2983.2	1059.2	1080.8	0.158
258.5	2.500	16132.5	3068.2	1107.3	1129.9	0.189
262.9	3.000	16202.5	3156.7	1158.6	1182.2	0.218
267.5	3.500	16301.0	3250.2	1214.0	1238.8	0.244
272.6	4.000	16455.4	3354.0	1276.8	1302.8	0.267

P/D= 0.800 number of propellers= 1

rpm	V (knots)	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
228.3	2.000	16085.6	3143.8	1002.2	1022.7	0.167
232.0	2.500	16132.5	3230.9	1046.5	1067.9	0.200
235.8	3.000	16202.5	3321.5	1093.7	1116.0	0.231
239.9	3.500	16301.0	3416.8	1144.6	1167.9	0.259
244.4	4.000	16455.4	3522.6	1202.1	1226.6	0.284

P/D= 0.900 number of propellers= 1

rpm	V (knots)	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
207.8	2.000	16085.6	3355.9	973.7	993.5	0.171
211.1	2.500	16132.5	3447.3	1015.9	1036.7	0.206
214.5	3.000	16202.5	3541.9	1060.8	1082.5	0.238

218.1 3.500 16301.0 3641.3 1109.1 1131.7 0.267

222.1 4.000 16455.4 3751.7 1163.7 1187.4 0.293

P/D= 1.000 number of propellers= 1

rpm V (knots) T (kp) Q (kp*m) DHP (PS) SHP (PS) P.C.

191.3 2.000 16085.6 3599.6 961.4 981.0 0.174

194.3 2.500 16132.5 3696.6 1002.7 1023.2 0.209

197.4 3.000 16202.5 3796.9 1046.5 1067.9 0.241

200.7 3.500 16301.0 3902.2 1093.5 1115.8 0.271

204.3 4.000 16455.4 4018.8 1146.4 1169.8 0.298

P/D= 1.100 number of propellers= 1

rpm V (knots) T (kp) Q (kp*m) DHP (PS) SHP (PS) P.C.

177.8 2.000 16085.6 3861.5 958.8 978.4 0.174

180.6 2.500 16132.5 3965.7 1000.0 1020.4 0.209

183.5 3.000 16202.5 4073.1 1043.5 1064.8 0.242

186.5 3.500 16301.0 4185.4 1090.0 1112.3 0.271

189.8 4.000 16455.4 4309.8 1142.4 1165.7 0.299

P/D= 1.200 number of propellers= 1

rpm V (knots) T (kp) Q (kp*m) DHP (PS) SHP (PS) P.C.

166.8 2.000 16085.6 4131.9 962.1 981.7 0.173

169.4 2.500 16132.5 4244.7 1003.9 1024.4 0.208

172.1 3.000 16202.5 4360.7 1047.8 1069.2 0.241

174.9 3.500 16301.0 4481.8 1094.7 1117.0 0.270

178.0 4.000 16455.4 4615.4 1147.4 1170.8 0.298

P/D= 1.300 number of propellers= 1

rpm V (knots) T (kp) Q (kp*m) DHP (PS) SHP (PS) P.C.

157.6	2.000	16085.6	4402.8	968.9	988.7	0.172
160.1	2.500	16132.5	4526.1	1012.0	1032.6	0.207
162.7	3.000	16202.5	4652.6	1057.2	1078.7	0.238
165.4	3.500	16301.0	4784.3	1105.2	1127.8	0.268
168.4	4.000	16455.4	4929.2	1159.0	1182.7	0.295

P/D= 1.400 number of propellers= 1

rpm V (knots) T (kp) Q (kp*m) DHP (PS) SHP (PS) P.C.

150.0	2.000	16085.6	4666.7	977.7	997.6	0.171
152.5	2.500	16132.5	4803.1	1022.9	1043.7	0.205
155.1	3.000	16202.5	4942.7	1070.2	1092.1	0.236
157.7	3.500	16301.0	5087.8	1120.4	1143.3	0.264
160.6	4.000	16455.4	5246.7	1176.5	1200.5	0.290

***** iso - V (or iso - pull) *****

V (knots)= 2.000 number of propellers= 1

rpm P/D T (kp) Q (kp*m) DHP (PS) SHP (PS) P.C.

287.9	0.60	16085.6	2906.4	1168.2	1192.1	0.143
254.3	0.70	16085.6	2983.2	1059.2	1080.8	0.158
228.3	0.80	16085.6	3143.8	1002.2	1022.7	0.167
207.8	0.90	16085.6	3355.9	973.7	993.5	0.171
191.3	1.00	16085.6	3599.6	961.4	981.0	0.174
177.8	1.10	16085.6	3861.5	958.8	978.4	0.174
166.8	1.20	16085.6	4131.9	962.1	981.7	0.173
157.6	1.30	16085.6	4402.8	968.9	988.7	0.172

150.0 1.40 16085.6 4666.7 977.7 997.6 0.171

V (knots)= 2.500 number of propellers= 1

rpm P/D T (kp) Q (kp*m) DHP (PS) SHP (PS) P.C.

292.8 0.60 16132.5 2992.6 1223.2 1248.2 0.171

258.5 0.70 16132.5 3068.2 1107.3 1129.9 0.189

232.0 0.80 16132.5 3230.9 1046.5 1067.9 0.200

211.1 0.90 16132.5 3447.3 1015.9 1036.7 0.206

194.3 1.00 16132.5 3696.6 1002.7 1023.2 0.209

180.6 1.10 16132.5 3965.7 1000.0 1020.4 0.209

169.4 1.20 16132.5 4244.7 1003.9 1024.4 0.208

160.1 1.30 16132.5 4526.1 1012.0 1032.6 0.207

152.5 1.40 16132.5 4803.1 1022.9 1043.7 0.205

V (knots)= 3.000 number of propellers= 1

rpm P/D T (kp) Q (kp*m) DHP (PS) SHP (PS) P.C.

297.9 0.60 16202.5 3082.6 1282.1 1308.3 0.197

262.9 0.70 16202.5 3156.7 1158.6 1182.2 0.218

235.8 0.80 16202.5 3321.5 1093.7 1116.0 0.231

214.5 0.90 16202.5 3541.9 1060.8 1082.5 0.238

197.4 1.00 16202.5 3796.9 1046.5 1067.9 0.241

183.5 1.10 16202.5 4073.1 1043.5 1064.8 0.242

172.1 1.20 16202.5 4360.7 1047.8 1069.2 0.241

162.7 1.30 16202.5 4652.6 1057.2 1078.7 0.238

155.1 1.40 16202.5 4942.7 1070.2 1092.1 0.236

V (knots)= 3.500 number of propellers= 1

rpm P/D T (kp) Q (kp*m) DHP (PS) SHP (PS) P.C.

303.3	0.60	16301.0	3177.9	1345.8	1373.3	0.220
267.5	0.70	16301.0	3250.2	1214.0	1238.8	0.244
239.9	0.80	16301.0	3416.8	1144.6	1167.9	0.259
218.1	0.90	16301.0	3641.3	1109.1	1131.7	0.267
200.7	1.00	16301.0	3902.2	1093.5	1115.8	0.271
186.5	1.10	16301.0	4185.4	1090.0	1112.3	0.271
174.9	1.20	16301.0	4481.8	1094.7	1117.0	0.270
165.4	1.30	16301.0	4784.3	1105.2	1127.8	0.268
157.7	1.40	16301.0	5087.8	1120.4	1143.3	0.264

V (knots)= 4.000 number of propellers= 1

rpm	P/D	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
309.3	0.60	16455.4	3283.6	1417.9	1446.9	0.241
272.6	0.70	16455.4	3354.0	1276.8	1302.8	0.267
244.4	0.80	16455.4	3522.6	1202.1	1226.6	0.284
222.1	0.90	16455.4	3751.7	1163.7	1187.4	0.293
204.3	1.00	16455.4	4018.8	1146.4	1169.8	0.298
189.8	1.10	16455.4	4309.8	1142.4	1165.7	0.299
178.0	1.20	16455.4	4615.4	1147.4	1170.8	0.298
168.4	1.30	16455.4	4929.2	1159.0	1182.7	0.295
160.6	1.40	16455.4	5246.7	1176.5	1200.5	0.290

Ελικά Κα 4-70 D=2.3844m V=3.5 kns,F=14,15,16,17,18t

2.38440

0.980000

1

104.830

9 5

Diam (m)= 2.384 Shaft efficiency= 0.980

no of propellers= 1

fluid density ($\text{kp}\cdot\text{s}^2/\text{m}^4$)= 104.83

Kaplan 4_70

V (m/s)	R (kp)	w	t	nr	F (kp)
1.800	232.3	0.245	0.228	1.000	14000.0
1.800	232.3	0.245	0.228	1.000	15000.0
1.800	232.3	0.245	0.228	1.000	16000.0
1.800	232.3	0.245	0.228	1.000	17000.0
1.800	232.3	0.245	0.228	1.000	18000.0

***** iso - P/D *****

P/D= 0.600 number of propellers= 1

rpm V (knots) T (kp) Q ($\text{kp}\cdot\text{m}$) DHP (PS) SHP (PS) P.C.

286.2 3.500 14301.0 2820.3 1126.9 1149.9 0.230

294.9	3.500	15301.0	2999.4	1234.9	1260.1	0.225
303.3	3.500	16301.0	3177.9	1345.8	1373.3	0.220
311.5	3.500	17301.1	3355.8	1459.6	1489.4	0.215
319.5	3.500	18301.0	3533.4	1576.0	1608.2	0.211

P/D= 0.700 number of propellers= 1

rpm	V (knots)	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
252.3	3.500	14301.0	2882.7	1015.6	1036.4	0.256
260.0	3.500	15301.0	3066.7	1113.5	1136.2	0.249
267.5	3.500	16301.0	3250.2	1214.0	1238.8	0.244
274.8	3.500	17301.1	3433.1	1317.1	1344.0	0.238
281.8	3.500	18301.0	3615.6	1422.7	1451.7	0.234

P/D= 0.800 number of propellers= 1

rpm	V (knots)	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
226.2	3.500	14301.1	3029.1	956.9	976.4	0.271
233.2	3.500	15301.1	3223.2	1049.5	1070.9	0.265
239.9	3.500	16301.0	3416.8	1144.6	1167.9	0.259
246.4	3.500	17301.1	3609.8	1242.1	1267.4	0.253
252.8	3.500	18301.0	3802.3	1342.0	1369.4	0.248

P/D= 0.900 number of propellers= 1

rpm	V (knots)	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
205.7	3.500	14301.1	3227.1	926.8	945.7	0.280
212.0	3.500	15301.0	3434.6	1016.7	1037.5	0.273
218.1	3.500	16301.0	3641.3	1109.1	1131.7	0.267
224.1	3.500	17301.1	3847.5	1203.9	1228.4	0.261
229.9	3.500	18301.0	4053.2	1300.9	1327.5	0.255

P/D= 1.000 number of propellers= 1

rpm	V (knots)	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
189.2	3.500	14301.0	3457.6	913.4	932.0	0.284
195.0	3.500	15301.0	3680.2	1002.2	1022.7	0.277
200.7	3.500	16301.0	3902.2	1093.5	1115.8	0.271
206.2	3.500	17301.0	4123.5	1187.0	1211.3	0.265
211.5	3.500	18301.0	4344.2	1282.9	1309.1	0.259

P/D= 1.100 number of propellers= 1

rpm	V (knots)	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
175.8	3.500	14301.0	3708.3	910.4	929.0	0.285
181.3	3.500	15301.0	3947.2	999.0	1019.4	0.278
186.5	3.500	16301.0	4185.4	1090.0	1112.3	0.271
191.6	3.500	17301.1	4422.9	1183.4	1207.5	0.265
196.6	3.500	18301.0	4659.8	1279.0	1305.1	0.260

P/D= 1.200 number of propellers= 1

rpm	V (knots)	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
164.9	3.500	14301.0	3971.1	914.3	933.0	0.284
170.0	3.500	15301.0	4226.8	1003.3	1023.8	0.277
174.9	3.500	16301.0	4481.8	1094.7	1117.0	0.270
179.7	3.500	17301.0	4735.9	1188.4	1212.7	0.264
184.4	3.500	18301.0	4989.4	1284.4	1310.6	0.259

P/D= 1.300 number of propellers= 1

rpm	V (knots)	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
156.0	3.500	14301.0	4240.2	923.4	942.2	0.281
160.8	3.500	15301.0	4512.7	1013.1	1033.8	0.274

165.4	3.500	16301.0	4784.3	1105.2	1127.8	0.268
170.0	3.500	17301.0	5055.1	1199.7	1224.2	0.262
174.4	3.500	18301.0	5325.2	1296.4	1322.9	0.256
P/D= 1.400 number of propellers= 1						
rpm	V (knots)	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
148.7	3.500	14301.0	4511.2	936.7	955.8	0.277
153.3	3.500	15301.0	4800.0	1027.4	1048.3	0.270
157.7	3.500	16301.0	5087.8	1120.4	1143.3	0.264
162.0	3.500	17301.0	5374.7	1215.9	1240.7	0.258
166.2	3.500	18301.0	5660.7	1313.6	1340.4	0.253

***** iso - V (or iso - pull) *****

V (knots)= 3.500 number of propellers= 1						
rpm	P/D	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
286.2	0.60	14301.0	2820.3	1126.9	1149.9	0.230
252.3	0.70	14301.0	2882.7	1015.6	1036.4	0.256
226.2	0.80	14301.1	3029.1	956.9	976.4	0.271
205.7	0.90	14301.1	3227.1	926.8	945.7	0.280
189.2	1.00	14301.0	3457.6	913.4	932.0	0.284
175.8	1.10	14301.0	3708.3	910.4	929.0	0.285
164.9	1.20	14301.0	3971.1	914.3	933.0	0.284
156.0	1.30	14301.0	4240.2	923.4	942.2	0.281
148.7	1.40	14301.0	4511.2	936.7	955.8	0.277
V (knots)= 3.500 number of propellers= 1						

rpm	P/D	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
294.9	0.60	15301.0	2999.4	1234.9	1260.1	0.225
260.0	0.70	15301.0	3066.7	1113.5	1136.2	0.249
233.2	0.80	15301.1	3223.2	1049.5	1070.9	0.265
212.0	0.90	15301.0	3434.6	1016.7	1037.5	0.273
195.0	1.00	15301.0	3680.2	1002.2	1022.7	0.277
181.3	1.10	15301.0	3947.2	999.0	1019.4	0.278
170.0	1.20	15301.0	4226.8	1003.3	1023.8	0.277
160.8	1.30	15301.0	4512.7	1013.1	1033.8	0.274
153.3	1.40	15301.0	4800.0	1027.4	1048.3	0.270

V (knots)= 3.500 number of propellers= 1

rpm	P/D	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
303.3	0.60	16301.0	3177.9	1345.8	1373.3	0.220
267.5	0.70	16301.0	3250.2	1214.0	1238.8	0.244
239.9	0.80	16301.0	3416.8	1144.6	1167.9	0.259
218.1	0.90	16301.0	3641.3	1109.1	1131.7	0.267
200.7	1.00	16301.0	3902.2	1093.5	1115.8	0.271
186.5	1.10	16301.0	4185.4	1090.0	1112.3	0.271
174.9	1.20	16301.0	4481.8	1094.7	1117.0	0.270
165.4	1.30	16301.0	4784.3	1105.2	1127.8	0.268
157.7	1.40	16301.0	5087.8	1120.4	1143.3	0.264

V (knots)= 3.500 number of propellers= 1

rpm	P/D	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
311.5	0.60	17301.1	3355.8	1459.6	1489.4	0.215
274.8	0.70	17301.1	3433.1	1317.1	1344.0	0.238

246.4	0.80	17301.1	3609.8	1242.1	1267.4	0.253
224.1	0.90	17301.1	3847.5	1203.9	1228.4	0.261
206.2	1.00	17301.0	4123.5	1187.0	1211.3	0.265
191.6	1.10	17301.1	4422.9	1183.4	1207.5	0.265
179.7	1.20	17301.0	4735.9	1188.4	1212.7	0.264
170.0	1.30	17301.0	5055.1	1199.7	1224.2	0.262
162.0	1.40	17301.0	5374.7	1215.9	1240.7	0.258

V (knots)= 3.500 number of propellers= 1

rpm	P/D	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
319.5	0.60	18301.0	3533.4	1576.0	1608.2	0.211
281.8	0.70	18301.0	3615.6	1422.7	1451.7	0.234
252.8	0.80	18301.0	3802.3	1342.0	1369.4	0.248
229.9	0.90	18301.0	4053.2	1300.9	1327.5	0.255
211.5	1.00	18301.0	4344.2	1282.9	1309.1	0.259
196.6	1.10	18301.0	4659.8	1279.0	1305.1	0.260
184.4	1.20	18301.0	4989.4	1284.4	1310.6	0.259
174.4	1.30	18301.0	5325.2	1296.4	1322.9	0.256
166.2	1.40	18301.0	5660.7	1313.6	1340.4	0.253

B-Series

Ελικα Β 4-70 D=2.3844m

2.384400 0.7000000 4

0.9800000

1

104.8300

9 5

Diam (m)= 2.384 AE/A0= 0.700 No of blades= 4

Shaft efficiency= 0.980

no of propellers= 1

fluid density ($\text{kp}\cdot\text{s}^2/\text{m}^4$)= 104.83

Wagenigen B-series

V (m/s)	R (kp)	w	t	nr	F (kp)
1.029	66.0	0.245	0.228	1.000	16000.0
1.286	102.3	0.245	0.228	1.000	16000.0
1.543	156.3	0.245	0.228	1.000	16000.0
1.800	232.3	0.245	0.228	1.000	16000.0
2.058	351.4	0.245	0.228	1.000	16000.0

***** iso - P/D *****

P/D= 0.600 number of propellers= 1

rpm	V (knots)	T (kp)	Q ($\text{kp}\cdot\text{m}$)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
272.9	2.000	16085.9	3882.2	1479.0	1509.2	0.113
276.3	2.500	16133.0	3913.9	1510.2	1541.0	0.139
280.1	3.000	16203.2	3951.7	1545.6	1577.1	0.163
284.2	3.500	16301.7	3997.1	1586.2	1618.6	0.187
288.8	4.000	16456.0	4056.7	1636.1	1669.4	0.209

P/D= 0.700 number of propellers= 1

rpm	V (knots)	T (kp)	Q ($\text{kp}\cdot\text{m}$)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
247.4	2.000	16086.1	4295.7	1484.2	1514.5	0.112

250.4	2.500	16133.1	4325.6	1512.5	1543.3	0.138
253.7	3.000	16203.2	4362.2	1544.9	1576.5	0.163
257.2	3.500	16301.9	4406.9	1582.4	1614.7	0.187
261.2	4.000	16455.8	4467.0	1629.0	1662.2	0.210

P/D= 0.800 number of propellers= 1

rpm	V (knots)	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
227.9	2.000	16085.9	4752.5	1512.4	1543.3	0.110
230.5	2.500	16133.3	4782.3	1539.2	1570.6	0.136
233.3	3.000	16203.0	4819.2	1570.1	1602.1	0.161
236.4	3.500	16301.9	4865.1	1606.1	1638.8	0.184
240.0	4.000	16455.8	4927.8	1651.1	1684.8	0.207

P/D= 0.900 number of propellers= 1

rpm	V (knots)	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
212.6	2.000	16086.1	5238.1	1554.6	1586.3	0.107
214.9	2.500	16133.3	5268.3	1580.4	1612.7	0.132
217.4	3.000	16202.6	5306.2	1610.4	1643.2	0.157
220.1	3.500	16301.4	5354.1	1645.5	1679.1	0.180
223.3	4.000	16456.2	5420.8	1690.0	1724.5	0.202

P/D= 1.000 number of propellers= 1

rpm	V (knots)	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
200.3	2.000	16086.1	5745.3	1606.4	1639.2	0.104
202.3	2.500	16132.7	5776.0	1631.5	1664.8	0.128
204.6	3.000	16202.7	5815.5	1661.0	1694.9	0.152
207.0	3.500	16301.7	5865.8	1695.7	1730.3	0.175
209.9	4.000	16455.9	5936.5	1739.9	1775.4	0.196

P/D= 1.100 number of propellers= 1

rpm	V (knots)	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
190.3	2.000	16086.1	6269.8	1665.5	1699.5	0.100
192.1	2.500	16132.9	6300.9	1690.0	1724.5	0.124
194.1	3.000	16202.8	6341.7	1719.0	1754.1	0.147
196.4	3.500	16301.8	6394.4	1753.5	1789.3	0.169
199.0	4.000	16456.3	6469.3	1797.7	1834.4	0.190

P/D= 1.200 number of propellers= 1

rpm	V (knots)	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
182.0	2.000	16086.2	6806.8	1730.0	1765.3	0.096
183.7	2.500	16132.9	6837.8	1753.8	1789.6	0.119
185.5	3.000	16203.2	6879.6	1782.3	1818.6	0.141
187.6	3.500	16301.1	6933.8	1816.2	1853.3	0.163
190.0	4.000	16456.3	7012.8	1860.6	1898.5	0.184

P/D= 1.300 number of propellers= 1

rpm	V (knots)	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
175.2	2.000	16086.6	7349.4	1797.4	1834.1	0.093
176.7	2.500	16133.4	7379.7	1820.3	1857.4	0.115
178.3	3.000	16202.9	7421.2	1847.9	1885.6	0.136
180.2	3.500	16301.4	7476.8	1881.4	1919.8	0.157
182.4	4.000	16456.4	7558.9	1925.5	1964.8	0.177

P/D= 1.400 number of propellers= 1

rpm	V (knots)	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
169.3	2.000	16085.8	7886.0	1864.3	1902.3	0.090
170.7	2.500	16133.1	7914.6	1886.0	1924.5	0.111

172.2	3.000	16202.9	7955.3	1912.6	1951.6	0.132
173.9	3.500	16301.9	8011.2	1945.3	1985.0	0.152
176.0	4.000	16455.7	8095.0	1988.7	2029.3	0.172

***** iso - V (or iso - pull) *****

V (knots)= 2.000 number of propellers= 1

rpm	P/D	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
272.9	0.60	16085.9	3882.2	1479.0	1509.2	0.113
247.4	0.70	16086.1	4295.7	1484.2	1514.5	0.112
227.9	0.80	16085.9	4752.5	1512.4	1543.3	0.110
212.6	0.90	16086.1	5238.1	1554.6	1586.3	0.107
200.3	1.00	16086.1	5745.3	1606.4	1639.2	0.104
190.3	1.10	16086.1	6269.8	1665.5	1699.5	0.100
182.0	1.20	16086.2	6806.8	1730.0	1765.3	0.096
175.2	1.30	16086.6	7349.4	1797.4	1834.1	0.093
169.3	1.40	16085.8	7886.0	1864.3	1902.3	0.090

V (knots)= 2.500 number of propellers= 1

rpm	P/D	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
276.3	0.60	16133.0	3913.9	1510.2	1541.0	0.139
250.4	0.70	16133.1	4325.6	1512.5	1543.3	0.138
230.5	0.80	16133.3	4782.3	1539.2	1570.6	0.136
214.9	0.90	16133.3	5268.3	1580.4	1612.7	0.132
202.3	1.00	16132.7	5776.0	1631.5	1664.8	0.128
192.1	1.10	16132.9	6300.9	1690.0	1724.5	0.124

183.7 1.20 16132.9 6837.8 1753.8 1789.6 0.119

176.7 1.30 16133.4 7379.7 1820.3 1857.4 0.115

170.7 1.40 16133.1 7914.6 1886.0 1924.5 0.111

V (knots)= 3.000 number of propellers= 1

rpm P/D T (kp) Q (kp*m) DHP (PS) SHP (PS) P.C.

280.1 0.60 16203.2 3951.7 1545.6 1577.1 0.163

253.7 0.70 16203.2 4362.2 1544.9 1576.5 0.163

233.3 0.80 16203.0 4819.2 1570.1 1602.1 0.161

217.4 0.90 16202.6 5306.2 1610.4 1643.2 0.157

204.6 1.00 16202.7 5815.5 1661.0 1694.9 0.152

194.1 1.10 16202.8 6341.7 1719.0 1754.1 0.147

185.5 1.20 16203.2 6879.6 1782.3 1818.6 0.141

178.3 1.30 16202.9 7421.2 1847.9 1885.6 0.136

172.2 1.40 16202.9 7955.3 1912.6 1951.6 0.132

V (knots)= 3.500 number of propellers= 1

rpm P/D T (kp) Q (kp*m) DHP (PS) SHP (PS) P.C.

284.2 0.60 16301.7 3997.1 1586.2 1618.6 0.187

257.2 0.70 16301.9 4406.9 1582.4 1614.7 0.187

236.4 0.80 16301.9 4865.1 1606.1 1638.8 0.184

220.1 0.90 16301.4 5354.1 1645.5 1679.1 0.180

207.0 1.00 16301.7 5865.8 1695.7 1730.3 0.175

196.4 1.10 16301.8 6394.4 1753.5 1789.3 0.169

187.6 1.20 16301.1 6933.8 1816.2 1853.3 0.163

180.2 1.30 16301.4 7476.8 1881.4 1919.8 0.157

173.9 1.40 16301.9 8011.2 1945.3 1985.0 0.152

V (knots)= 4.000 number of propellers= 1

rpm	P/D	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
288.8	0.60	16456.0	4056.7	1636.1	1669.4	0.209
261.2	0.70	16455.8	4467.0	1629.0	1662.2	0.210
240.0	0.80	16455.8	4927.8	1651.1	1684.8	0.207
223.3	0.90	16456.2	5420.8	1690.0	1724.5	0.202
209.9	1.00	16455.9	5936.5	1739.9	1775.4	0.196
199.0	1.10	16456.3	6469.3	1797.7	1834.4	0.190
190.0	1.20	16456.3	7012.8	1860.6	1898.5	0.184
182.4	1.30	16456.4	7558.9	1925.5	1964.8	0.177
176.0	1.40	16455.7	8095.0	1988.7	2029.3	0.172

Έλικα Β - 4 70 D=2.56m

2.560000 0.7000000 4

0.9800000

1

104.8300

9 5

Diam (m)= 2.560 AE/A0= 0.700 No of blades= 4

Shaft efficiency= 0.980

no of propellers= 1

fluid density (kp*s²/m⁴)= 104.83

Wagenigen B-series

V (m/s)	R (kp)	w	t	nr	F (kp)
1.029	66.0	0.245	0.228	1.000	16000.0
1.286	102.3	0.245	0.228	1.000	16000.0
1.543	156.3	0.245	0.228	1.000	16000.0
1.800	232.3	0.245	0.228	1.000	16000.0
2.058	351.4	0.245	0.228	1.000	16000.0

***** iso - P/D *****

P/D= 0.600 number of propellers= 1

rpm	V (knots)	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
237.5	2.000	16085.9	4174.5	1384.3	1412.5	0.121
240.7	2.500	16132.8	4210.3	1415.3	1444.2	0.148
244.3	3.000	16202.9	4252.9	1450.5	1480.1	0.174
248.1	3.500	16301.4	4303.7	1490.7	1521.1	0.199
252.3	4.000	16455.7	4369.9	1539.7	1571.1	0.222

P/D= 0.700 number of propellers= 1

rpm	V (knots)	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
215.3	2.000	16086.4	4617.6	1388.3	1416.7	0.120
218.1	2.500	16133.4	4651.2	1416.5	1445.4	0.148
221.1	3.000	16202.7	4691.9	1448.5	1478.1	0.174
224.4	3.500	16301.7	4741.9	1485.6	1515.9	0.199
228.1	4.000	16456.1	4808.4	1531.3	1562.5	0.223

P/D= 0.800 number of propellers= 1

rpm	V (knots)	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
198.3	2.000	16085.8	5107.4	1414.1	1443.0	0.118
200.7	2.500	16133.3	5140.9	1440.8	1470.2	0.145
203.3	3.000	16202.5	5181.8	1471.2	1501.3	0.171
206.2	3.500	16301.3	5232.7	1506.7	1537.4	0.196
209.5	4.000	16455.5	5301.9	1550.7	1582.4	0.220

P/D= 0.900 number of propellers= 1

rpm	V (knots)	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
184.9	2.000	16086.1	5628.5	1453.1	1482.8	0.115
187.0	2.500	16133.1	5662.3	1478.7	1508.9	0.141
189.4	3.000	16203.5	5704.7	1508.5	1539.2	0.167
191.9	3.500	16301.3	5757.4	1542.9	1574.4	0.192
194.9	4.000	16456.3	5830.7	1586.4	1618.7	0.215

P/D= 1.000 number of propellers= 1

rpm	V (knots)	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
174.2	2.000	16085.6	6172.6	1501.1	1531.7	0.111
176.1	2.500	16133.4	6207.3	1526.1	1557.3	0.137
178.2	3.000	16202.5	6250.8	1555.1	1586.8	0.162
180.5	3.500	16301.7	6306.4	1589.2	1621.7	0.186
183.1	4.000	16456.5	6384.0	1632.4	1665.7	0.209

P/D= 1.100 number of propellers= 1

rpm	V (knots)	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
165.4	2.000	16085.7	6735.4	1555.9	1587.7	0.107
167.2	2.500	16133.4	6770.5	1580.3	1612.6	0.132
169.1	3.000	16203.2	6815.5	1608.9	1641.7	0.157

171.2 3.500 16301.6 6873.3 1642.6 1676.1 0.180

173.6 4.000 16455.7 6955.1 1685.6 1720.0 0.203

P/D= 1.200 number of propellers= 1

rpm V (knots) T (kp) Q (kp*m) DHP (PS) SHP (PS) P.C.

158.3 2.000 16086.1 7311.5 1615.7 1648.6 0.103

159.8 2.500 16133.7 7346.5 1639.4 1672.8 0.128

161.5 3.000 16203.7 7392.5 1667.4 1701.4 0.151

163.4 3.500 16301.9 7452.1 1700.7 1735.4 0.174

165.7 4.000 16456.1 7538.0 1743.6 1779.2 0.196

P/D= 1.300 number of propellers= 1

rpm V (knots) T (kp) Q (kp*m) DHP (PS) SHP (PS) P.C.

152.3 2.000 16086.0 7893.1 1678.1 1712.3 0.099

153.7 2.500 16132.8 7926.6 1700.7 1735.4 0.123

155.2 3.000 16203.2 7972.8 1728.0 1763.3 0.146

157.0 3.500 16302.1 8033.9 1760.9 1796.8 0.168

159.0 4.000 16455.5 8122.7 1803.4 1840.2 0.189

P/D= 1.400 number of propellers= 1

rpm V (knots) T (kp) Q (kp*m) DHP (PS) SHP (PS) P.C.

147.2 2.000 16086.5 8468.8 1740.1 1775.7 0.096

148.4 2.500 16132.9 8499.8 1761.5 1797.4 0.119

149.8 3.000 16202.6 8544.4 1787.6 1824.1 0.141

151.4 3.500 16302.0 8605.8 1819.6 1856.7 0.163

153.3 4.000 16456.6 8697.4 1861.8 1899.8 0.183

***** iso - V (or iso - pull) *****

V (knots)= 2.000 number of propellers= 1

rpm	P/D	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
237.5	0.60	16085.9	4174.5	1384.3	1412.5	0.121
215.3	0.70	16086.4	4617.6	1388.3	1416.7	0.120
198.3	0.80	16085.8	5107.4	1414.1	1443.0	0.118
184.9	0.90	16086.1	5628.5	1453.1	1482.8	0.115
174.2	1.00	16085.6	6172.6	1501.1	1531.7	0.111
165.4	1.10	16085.7	6735.4	1555.9	1587.7	0.107
158.3	1.20	16086.1	7311.5	1615.7	1648.6	0.103
152.3	1.30	16086.0	7893.1	1678.1	1712.3	0.099
147.2	1.40	16086.5	8468.8	1740.1	1775.7	0.096

V (knots)= 2.500 number of propellers= 1

rpm	P/D	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
240.7	0.60	16132.8	4210.3	1415.3	1444.2	0.148
218.1	0.70	16133.4	4651.2	1416.5	1445.4	0.148
200.7	0.80	16133.3	5140.9	1440.8	1470.2	0.145
187.0	0.90	16133.1	5662.3	1478.7	1508.9	0.141
176.1	1.00	16133.4	6207.3	1526.1	1557.3	0.137
167.2	1.10	16133.4	6770.5	1580.3	1612.6	0.132
159.8	1.20	16133.7	7346.5	1639.4	1672.8	0.128
153.7	1.30	16132.8	7926.6	1700.7	1735.4	0.123
148.4	1.40	16132.9	8499.8	1761.5	1797.4	0.119

V (knots)= 3.000 number of propellers= 1

rpm	P/D	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
-----	-----	--------	----------	----------	----------	------

244.3	0.60	16202.9	4252.9	1450.5	1480.1	0.174
221.1	0.70	16202.7	4691.9	1448.5	1478.1	0.174
203.3	0.80	16202.5	5181.8	1471.2	1501.3	0.171
189.4	0.90	16203.5	5704.7	1508.5	1539.2	0.167
178.2	1.00	16202.5	6250.8	1555.1	1586.8	0.162
169.1	1.10	16203.2	6815.5	1608.9	1641.7	0.157
161.5	1.20	16203.7	7392.5	1667.4	1701.4	0.151
155.2	1.30	16203.2	7972.8	1728.0	1763.3	0.146
149.8	1.40	16202.6	8544.4	1787.6	1824.1	0.141

V (knots)= 3.500 number of propellers= 1

rpm	P/D	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
248.1	0.60	16301.4	4303.7	1490.7	1521.1	0.199
224.4	0.70	16301.7	4741.9	1485.6	1515.9	0.199
206.2	0.80	16301.3	5232.7	1506.7	1537.4	0.196
191.9	0.90	16301.3	5757.4	1542.9	1574.4	0.192
180.5	1.00	16301.7	6306.4	1589.2	1621.7	0.186
171.2	1.10	16301.6	6873.3	1642.6	1676.1	0.180
163.4	1.20	16301.9	7452.1	1700.7	1735.4	0.174
157.0	1.30	16302.1	8033.9	1760.9	1796.8	0.168
151.4	1.40	16302.0	8605.8	1819.6	1856.7	0.163

V (knots)= 4.000 number of propellers= 1

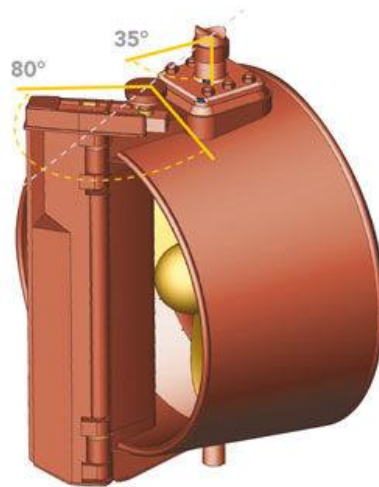
rpm	P/D	T (kp)	Q (kp*m)	DHP (PS)	SHP (PS)	P.C.
252.3	0.60	16455.7	4369.9	1539.7	1571.1	0.222
228.1	0.70	16456.1	4808.4	1531.3	1562.5	0.223
209.5	0.80	16455.5	5301.9	1550.7	1582.4	0.220

194.9	0.90	16456.3	5830.7	1586.4	1618.7	0.215
183.1	1.00	16456.5	6384.0	1632.4	1665.7	0.209
173.6	1.10	16455.7	6955.1	1685.6	1720.0	0.203
165.7	1.20	16456.1	7538.0	1743.6	1779.2	0.196
159.0	1.30	16455.5	8122.7	1803.4	1840.2	0.189
153.3	1.40	16456.6	8697.4	1861.8	1899.8	0.183

6.Επιλογή και Σχεδίαση Πηδαλίου

6.1 Εισαγωγή

Σε αλιευτικά, ρυμουλκά και research vessels είναι αρκετά συνήθης πρακτική να χρησιμοποιείται για την πηδαλιουχία του πλοίου, σύστημα έλικας-δακτυλίου-πηδαλίου (Steering Nozzle), το οποίο περιστρέφεται ως ένα και πλεονεκτεί από το κλασσικό πηδάλιο στο ότι δημιουργεί σχεδόν διπλάσια δύναμη L-υδροδυναμική άνωση κατά την πηδαλιουχία. Επίσης είναι ιδανική επιλογή για πλοία με μικρό χώρο στην περιοχή της πρύμνης για την τοποθέτηση της έλικας και του πηδαλίου.



Εικόνα 6.1. Steering Nozzle

Τα διαθέσιμα στοιχεία όμως δεν είναι επαρκή για την μελέτη και επιλογή ενός τέτοιου συστήματος για το ΠΑΟΛΑ διότι μια τέτοια κατασκευή παρουσιάζει υδροδυναμική συμπεριφορά που πρέπει να εξεταστεί σε δεξαμενή δοκιμών και να παραχθούν πειραματικά δεδομένα προς χρησιμοποίηση. Η γερμανική εταιρία Becker κατασκευάζει Steering Nozzles.

Έτσι, η μελέτη του συστήματος πηδαλιουχίας θα γίνει με τη χρήση συμβατικού πηδαλίου για το οποίο υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία και κανονισμοί από τους Νηογνώμονες.

6.2 Κύριες Διαστάσεις Πηδαλίου

Στο πλοίο θα τοποθετηθεί ορθογωνικό κρεμαστό πηδάλιο (flap) ημι-ζυγοσταθμισμένο (semi-balanced) και θα βρίσκεται ακριβώς πίσω από το δακτύλιο.

Το υλικό κατασκευής θα είναι χάλυβας με τις εξής ιδιότητες:

- Όριο διαρροής: 235 N/mm^2
- Αντοχή σε Εφελευσμό: 400 N/mm^2

Η ελάχιστη συνολική απαιτούμενη επιφάνειά του, A , δίνεται από τον τύπο του GL (Germanischer Lloyd):

$$A = c_1 * c_2 * c_3 * c_4 * \frac{1.75 * L * T}{100}$$

,όπου

c_1 , συντελεστής με $c_1=1.07$ για ρυμουλκά και αλιευτικά

c_2 , συντελεστής σχετικός με τον τύπο του πηδαλίου, με γενική τιμή $c_2=1.0$

c_3 , συντελεστής σχετικός με την υδροτομή του πηδαλίου, με $c_3=1.00$ για υδροτομές τύπου NACA

c_4 , συντελεστής σχετικός με τη θέση του πηδαλίου $c_4=1.5$ για πηδάλιο εκτός του jet της έλικας

L, το μήκος του πλοίου με $L=0.96 * L_{WL-ΓΦ}=0.96 * 32.53=31.23m$

T, το βύθισμα του πλοίου στο μέσον του μήκους L μετρούμενο από τη βασική γραμμή έως το σημάδι του Υ.Ε. θέρους, $T=4.093m$

Επομένως

$$A=3.59m^2$$

Από την μορφή της πρύμνης του πλοίου προκύπτει ότι το μέσο άνοιγμα του \bar{b} πηδαλίου (καθ' ύψος διάσταση του πηδαλίου), μπορεί να πάρει την τιμή $\bar{b} = 3 m$. Επιλέγω $\bar{b}=2.77m$.

Η χορδή \bar{c} και ο λόγος επιμήκους AR προκύπτουν από τις παρακάτω σχέσεις

$$\left\{ \begin{array}{l} A = \bar{b} * \bar{c} \\ AR = \frac{\bar{b}}{\bar{c}} \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \bar{c} = \frac{A}{\bar{b}} \\ AR = \frac{\bar{b}}{\bar{c}} \end{array} \right\}$$

Θα επιλέξουμε:

$$\bar{c} = 1.3m$$

$$AR = 2.1308m$$

Συγκεντρωτικά, θα έχουμε για τις διαστάσεις του πηδαλίου:

Όσον αφορά την μορφή της υδροτομής του πηδαλίου συστηματικές μελέτες έχουν δείξει ότι οι συμμετρικές υδροτομές τύπου NACA έχουν καλύτερη υδροδυναμική συμπεριφορά (Nomoto 1966). Για καλύτερη υδροδυναμική άνωση ο λόγος πάχους προς χορδή θα πρέπει να βρίσκεται μεταξύ 0.12 και 0.20. Λαμβάνεται ίσος με

$$\frac{\bar{t}}{\bar{c}} = 0.18$$

δηλαδή γίνεται αναφορά για την υδροτομή του πηδαλίου NACA 0015 διότι πλεονεκτεί ως προς την μεγαλύτερη γωνία απώλειας ώσης και τη σχετικά σταθερή θέση του κέντρου πίεσης. Επομένως το μέσο πάχος του πηδαλίου προκύπτει

$$\bar{t} = 0.18 \cdot \bar{c} = 0.18 \cdot 1.3 = 0.234 \Rightarrow$$

$$\bar{t} = 0.930m$$

6.3 Ελάχιστη Διάμετρος Άξονα Πηδαλίου

Σύμφωνα με τις οδηγίες του GL η ελάχιστη διάμετρος θα πρέπει να είναι:

$$D_t = 4.2 \cdot \sqrt[3]{Q_R \cdot k_r}$$

,όπου

$$Q_R = C_R \cdot r$$

$$\rightarrow Q_R = 22944.9 \text{ [N}\cdot\text{m]}$$

με

$$C_R = 132 \cdot A \cdot v^2 \cdot \kappa_1 \cdot \kappa_2 \cdot \kappa_3 \cdot \kappa_t \rightarrow C_R = 69590$$

όπου

$$\kappa_1 = (\Lambda + 2) / 3$$

και

$$\Lambda = \frac{b^2}{A}$$

$$\rightarrow \Lambda = 2.137 \rightarrow \kappa_1 = 1.379$$

κ_2 , συντελεστής ανάλογα με τον τύπο της υδροτομής, $\kappa_2 = 1.1$ για υδροτομές τύπου NACA

$\kappa_3 = 0.8$ από Germanischer Lloyd 1.1.1/Section 14

r , μοχλοβραχίονας με τιμή $r = c \cdot (a - k_b)$

$$r = 0.3297$$

a , συντελεστής με τιμή $a = 0.33$ για πρόσω κίνηση πρόσω

$$k_b = \frac{A_f}{A}$$

$$k_b = 0.0764$$

A_f , η επιφάνεια του πηδαλίου εμπρός του άξονα του, $A_f = 0.2742$

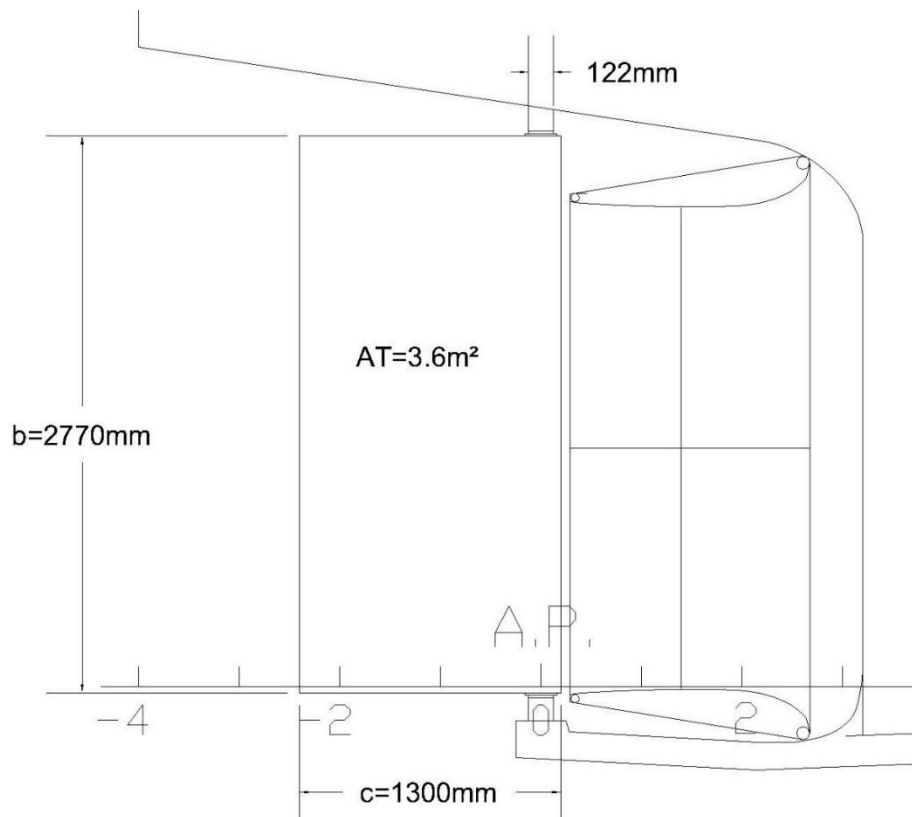
k_r , συντελεστής σχετικός με το υλικό κατασκευής με τιμή $k_r=1$ για χάλυβα με όριο διαρροής 235N/mm^2

Προκύπτει:

$D_t=119.34\text{mm}$

Επιλέγω

$D_t=122\text{mm}$



Εικόνα 6.2.Γεωμετρία και διαστάσεις πηδαλίου και διαστάσεις άξονα

6.4 Έλεγχος Δυναμικής Ευστάθειας

Οι ελκτικές ικανότητες ενός πλοίου περιγράφονται ικανοποιητικά από τους συντελεστές K και T , γνωστοί ως δείκτες ποιότητας πηδαλιουχίας. Οι πραγματικές τιμές των συντελεστών αυτών υπολογίζονται από πειράματα σε μοντέλα ή με την εκτέλεση δοκιμών πηδαλιουχίας στο κατασκευασμένο πλοίο. Στην περίπτωση αυτή όμως επειδή τα παραπάνω δε είναι εφικτά, θα υπολογιστούν με την βοήθεια διαγραμμάτων τα οποία προέκυψαν από δοκιμές σε πραγματικά πλοία και δίνουν τον αδιάστατο συντελεστή απόσβεσης γωνιακής ταχύτητας $A_T/L_{BP}TK'$ συναρτήσεως των ποσοτήτων ∇/L_{BP}^2T και $A_T/L_{BP}T$. Συνεπώς

$$\frac{\nabla}{L^2 * T} = 0.1489$$

$$\frac{A_T}{L * T} = 0.032$$

Με βάση το διάγραμμα 7.10 από το σύγγραμμα "Υδροδυναμική Πλοίου" (Δυναμική ευστάθεια και πηδαλιουχία – Συμπεριφορά σε θαλάσσιους κυματισμούς) των Θ. Λουκάκη, Γ. Αθανασούλη και Γ. Γάνου, στη σελ.72 προκύπτει

$$\frac{A_T}{L * T * K'} = 0,022 \rightarrow K' = 1.472$$

Ο συντελεστής Κ, που εκφράζει την ικανότητα στροφής του πλοίου, δίνεται από τη σχέση :

$$K = K' * \frac{V_{ship}}{L_{BP}} \Rightarrow K = 0.276 \text{ sec}^{-1}$$

Ο συντελεστής Τ που εκφράζει την ευστάθεια του πλοίου, θα υπολογιστεί από το σχ.7.11 της σελ.73, αφού πρώτα υπολογίσουμε τον παρακάτω παράγοντα,

$$\frac{L_{BP} * A_T}{K' * \nabla} = \frac{30,227 * 3,59}{1,472 * 483,95} = 0.147$$

Από το σχ.7.11 προκύπτει

$$\frac{1}{T'} = 0,61 \rightarrow T' = 1.64$$

Επομένως ο συντελεστής Τ είναι

$$T = T' \frac{L_{BP}}{V_{ship}} = 8.7567 \text{ sec}$$

Εκτός από τους δείκτες ποιότητας πηδαλιουχίας, ένα άλλο κριτήριο για τις ελκτικές ικανότητες του πλοίου αποτελούν τα χαρακτηριστικά του κυκλικού ελιγμού. Για το υπό μελέτη πλοίο τα χαρακτηριστικά αυτά θα υπολογιστούν με τη βοήθεια εξισώσεων που προέκυψαν από στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων δοκιμών κυκλικού ελιγμού σημαντικού αριθμού πλοίων και υπάρχουν που προέρχονται από τη δημοσίευση "Prediction Equations for ShipTurning Circles" των C.A. LYSTER και H.L. KNIGHTS, Transactions 1979, North East Coast Institution of Engineers and Shipbuilders.. Οι εξισώσεις αυτές για μονέλικά πλοία παρατίθενται στη συνέχεια

Διάμετρος κύκλου στροφής ,STD

$$\frac{STD}{L_{BP}} = 4.19 - 203 \frac{c_B}{\delta_R} + 47.4 \frac{Trim}{L_{BP}} - 13 \frac{B}{L_{BP}} + \frac{194}{\delta_R} - 35.8 \frac{\bar{b} \cdot \bar{c}}{L_{BP} \cdot T} (ST-1)$$

$$+ 3.82 \frac{\bar{b} \cdot \bar{c}}{L_{BP} \cdot T} (ST-2) + 7.79 \frac{A_B}{L_{BP} \cdot T} + 0.70 \left(\frac{T}{T_L} - 1 \right) \left(\frac{\delta_R}{|\delta_R|} \right) (ST-1)$$

Τακτική διάμετρος ,TD

$$\frac{TD}{L_{BP}} = 0.910 \frac{STD}{L_{BP}} + 0.424 \frac{V_A}{\sqrt{L_{BP}}} + 0.675$$

Προχώρηση για στροφή 90°,AD

$$\frac{AD}{L_{BP}} = 0.519 \frac{TD}{L_{BP}} + 1.33$$

Μεταφορά για στροφή 90°,TR

$$\frac{TR}{L_{BP}} = 0.497 \frac{TD}{L_{BP}} - 0.065$$

Λόγος μείωσης ταχύτητας κατά τη στροφή V_T/V_A

$$\frac{V_T}{V_A} = 0.074 \frac{TD}{L_{BP}} + 0.149$$

όπου, στις παραπάνω σχέσεις υπεισέρχονται τα μεγέθη που παρατίθενται στον Πίνακα 3.1.

Μεγέθη Υπολογισμών	
Μήκος μεταξύ καθέτων	$L_{BP} = 30.227 \text{ m}$
Πλάτος πλοίου	$B = 8.4 \text{ m}$
Βύθισμα του πλοίου στην κατάσταση πλήρους φορτίου	$T = 3.67 \text{ m}$
Βύθισμα του πλοίου που αντιστοιχεί στη γραμμή φόρτωσης	$T_L = 4.09 \text{ m}$
Συντελεστής γάστρας	$C_B = 0.52$
Διαγωγή του πλοίου στην κατάσταση σχεδίασης	$Trim = 0.445 \text{ m}$
Ταχύτητα με την οποία γίνεται ο κυκλικός ελιγμός (υπηρεσιακή)	$V_A = 11 \text{ kn}$
Χορδή πηδαλίου (chord)	$\bar{c} = 4.265 \text{ feet}$
Άνοιγμα πηδαλίου (span)	$\bar{b} = 9.087 \text{ feet}$
Τύπος πρύμνης (πρύμνη άβακος)	$ST = 2$
Αριθμός πηδαλίων	$NR = 1$

Πίνακας 6.1: Μεγέθη υπολογισμών κυκλικών ελιγμών.

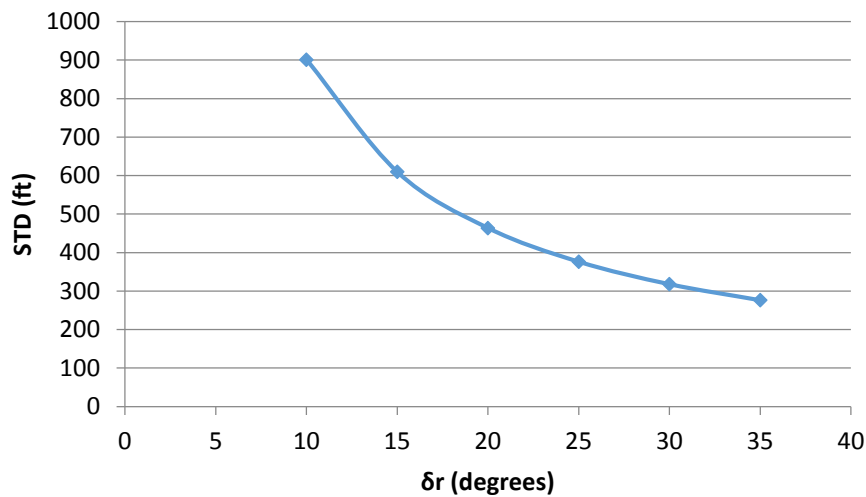
Στον Πίνακα 3.2 που παρουσιάζεται στη συνέχεια, παρατίθενται οι τιμές των χαρακτηριστικών μεγεθών για τους κυκλικούς ελιγμούς που αναφέρονται παραπάνω, για διάφορες τιμές της γωνίας εκτροπής του πηδαλίου δ_R (αρνητική τιμή αν είναι προς τα δεξιά). Τέλος, απεικονίζονται τα αποτελέσματα και γραφικά στα σχήματα 1 έως 5.

Υπολογισμός των στοιχείων του κύκλου στροφής

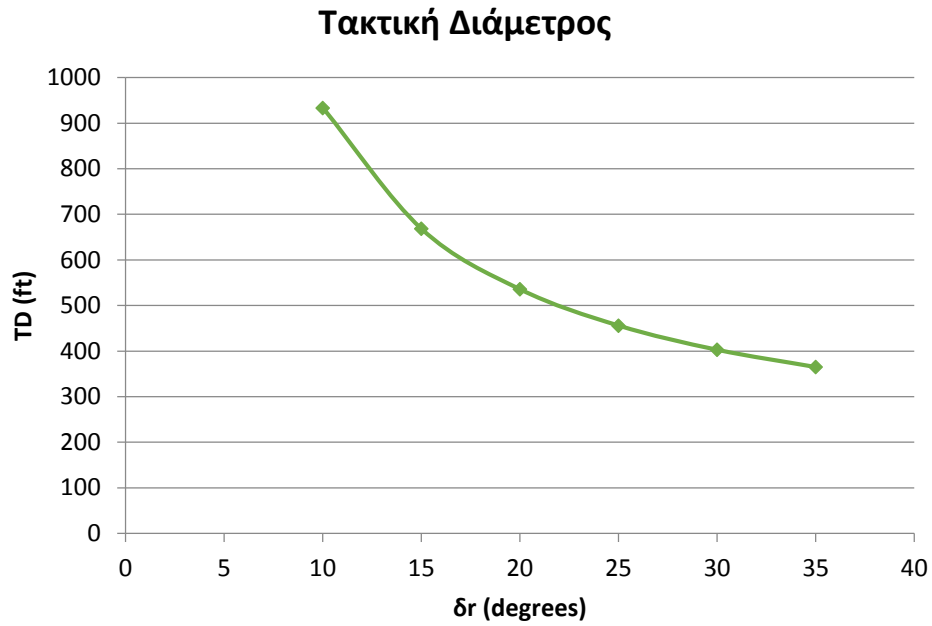
δR	STD/L	STD(ft)	TD/L	TD(ft)	AD/L	AD(ft)	TR/L	TR	Vt/Va	Vt
10	9,091568	901,5507	9,416691	933,7909	6,217262	616,5248	4,615095	457,6485	0,845835	9,304186
15	6,150335	609,8881	6,740168	668,3779	4,828147	478,7754	3,284864	325,7382	0,647772	7,125497
20	4,679718	464,0567	5,401907	535,6714	4,13359	409,9008	2,619748	259,7831	0,548741	6,036152
25	3,797348	376,5579	4,59895	456,0475	3,716855	368,576	2,220678	220,21	0,489322	5,382546
30	3,209102	318,2254	4,063646	402,9649	3,439032	341,0261	1,954632	193,8279	0,44971	4,946808
35	2,788926	276,5593	3,681286	365,0487	3,240587	321,3476	1,764599	174,9836	0,421415	4,635566

Πίνακας 6.2: Χαρακτηριστικά κυκλικών ελιγμών.

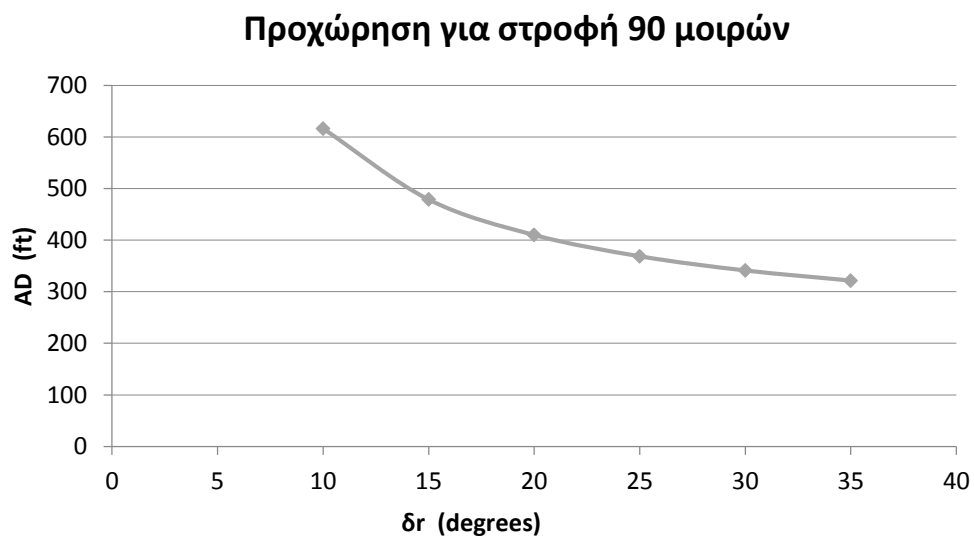
Μόνιμη Διάμετρος Κύκλου Στροφής



Διάγραμμα 6.1 .Μόνιμη Διάμετρος Κύκλου Στροφής

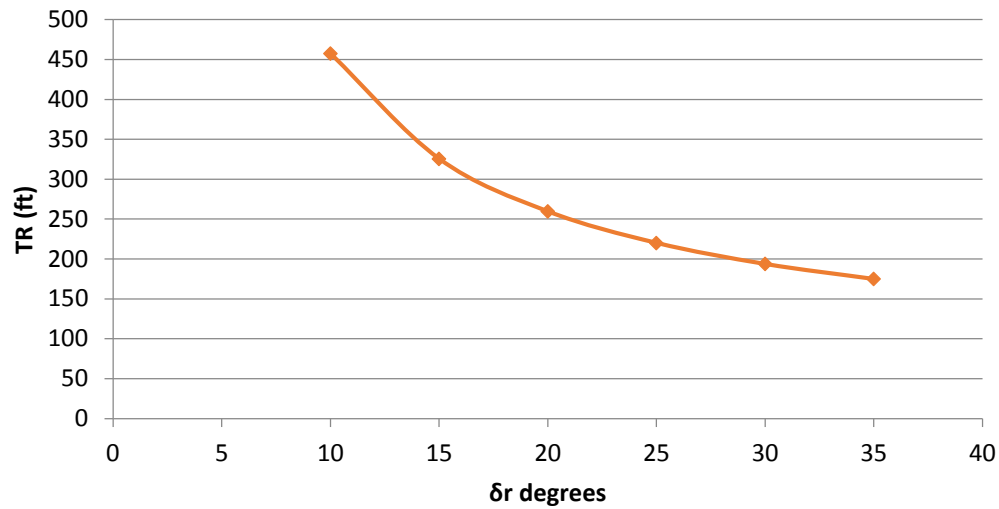


Διάγραμμα 6.2. Τακτική Διάμετρος



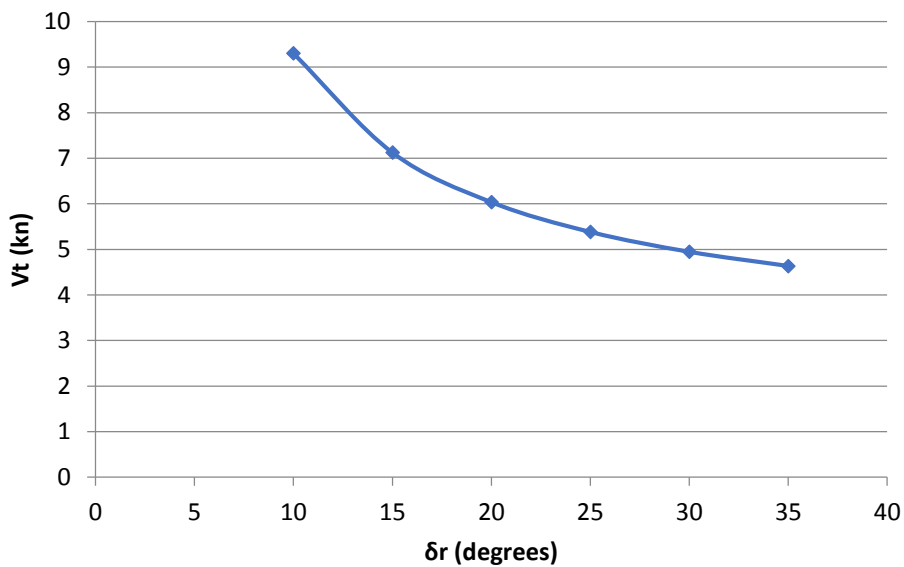
Διάγραμμα 6.3. Προχώρηση για στροφή 90°

Μεταφορά για στροφή 90 μοιρών



Διάγραμμα 6.4. Μεταφορά για στροφή 90°

Ταχύτητα κατά την στροφή



Διάγραμμα 6.5. Ταχύτητα κατά την στροφή

6.5 Ζυγοστάθμιση Πηδαλίου

Για να είναι ζυγοσταθμισμένο το πηδάλιο, θα πρέπει η θέση του άξονα περιστροφής του να είναι τέτοια ώστε να μηδενίζεται η στρεπτική ροπή για γωνία εκτροπής δ μεταξύ 10° και 15° . Η στρεπτική ροπή Q_H ως προς τον άξονα του πηδαλίου δίνεται από τη σχέση

$$Q_H = F \cdot (d - CP_{\bar{c}})$$

όπου :

F , η κάθετη, στο επίπεδο συμμετρίας του πηδαλίου, συνιστώσα της συνολικής υδροδυναμικής δύναμης

D , η απόσταση του άξονα από το χείλος πρόσπτωσης του πηδαλίου

$CP_{\bar{c}}$, η απόσταση του κέντρου πίεσης από το χείλος πρόσπτωσης του πηδαλίου

Από την παραπάνω σχέση είναι φανερό πως για να μηδενίζεται η στρεπτική ροπή Q_H θα πρέπει να ισχύει η σχέση $d = CP_{\bar{c}}$

Το παρακάτω συμπληρωματικό σχήμα, παριστάνει τη τομή του πηδαλίου στη θέση της μέσης χορδής. Τα διάφορα μεγέθη που φαίνονται είναι:

CP: κέντρο πίεσης

A: άξονας περιστροφής

α : γωνία πρόσπτωσης

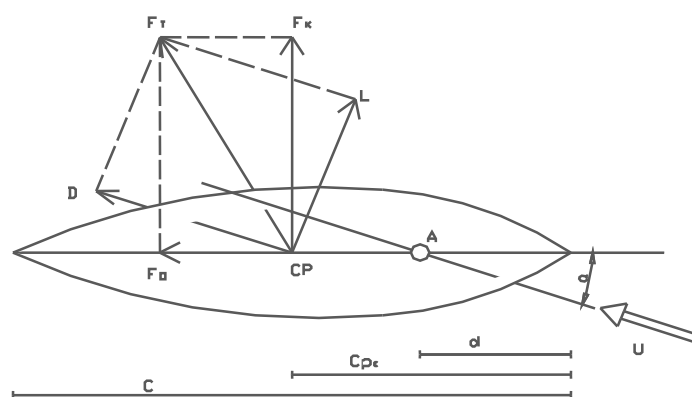
U: ταχύτητα προσπίπτοντος ρευστού

F_T : ολική υδροδυναμική δύναμη = $D + L$

$D_N(N)$: αντίσταση

$L_N(N)$: άνωση

F_K : κάθετη συνιστώσα δύναμης



Εικόνα 6.3. Δυνάμεις επι του πηδαλίου

Για το υπό σχεδίαση πηδάλιο έχει επιλέγει υδροτομή NACA 0015. Η ζυγοστάθμιση του πηδαλίου επιτυγχάνεται με την εύρεση της θέσης του άξονα του. Η ροπή που αναπτύσσεται σε αυτόν πρέπει να είναι μηδενική. Για τη μείωση της στρεπτικής ροπής στον άξονα του πηδαλίου, πρέπει ο άξονας να τοποθετείται

κοντά στη διαμήκη θέση του κέντρου πίεσης του πηδαλίου . Ωστόσο το κέντρο πίεσης αλλάζει διαμήκη θέση για τις διάφορες εκτροπές του πηδαλίου.

Στη συνέχεια υπολογίζεται η τιμή του CP_c για δύο γωνίες εκτροπής του πηδαλίου, 10° και 15° , και με βάση τα αποτελέσματα θα προκύψει η θέση του άξονα του πηδαλίου, d .

Λόγω της παρουσίας της γάστρας του πλοίου η γωνία πρόσπτωσης της ροής α , που πραγματικά "βλέπει" το πηδάλιο όταν εκτρέπεται κατά γωνία δ , είναι μικρότερη από τη γωνία εκτροπής. Για συνηθισμένες μορφές πλοίων ισχύει η σχέση

$$a = \frac{5}{7} \cdot \delta$$

6.5.1 Υπολογισμός της θέσης του κέντρου πίεσης για γωνία εκτροπής πηδαλίου $\delta = 10^\circ$

Για γωνία εκτροπής του πηδαλίου ίση με 10° , η γωνία πρόσπτωσης της ροής α βάσει της παραπάνω σχέσης είναι

$$a = \frac{5}{7} \cdot \delta = \frac{5}{7} \cdot 10^\circ \Rightarrow a = 0.7143$$

Η παρουσία της γάστρας του πλοίου επηρεάζει και την τιμή του λόγου επιμήκους. Προκειμένου να λάβουμε υπ' όψη την επίδραση αυτή, θεωρούμε ότι ο λόγος επιμήκους μεταβάλλεται γραμμικά από την τιμή $2 \cdot AR$, για μηδενική εκτροπή, μέχρι την τιμή AR , για γωνία εκτροπής 35° . Επομένως, για γωνία εκτροπής δ μεταξύ 0° και 35° ο φαινόμενος λόγος επιμήκους AR' δίνεται από τη σχέση

$$AR' = 2 \cdot AR - \frac{\delta}{35} \cdot AR$$

Συνεπώς, για $\delta=10^\circ$ από την παραπάνω σχέση προκύπτει

$$AR' = 2 \cdot 1.258 - \frac{10}{35} \cdot 1.258 = 2.157 \Rightarrow AR' = 3.956$$

Ο συντελεστής ανώσεως C_L του πηδαλίου δίνεται από τη σχέση

$$C_L = a \cdot \left(\frac{\partial C_L}{\partial a} \right)_{a=0} + \frac{C_{DC}}{AR'} \cdot \left(\frac{a}{57.3} \right)^2 \quad (3.1)$$

όπου η κλίση του συντελεστού ανώσεως για $\alpha = 0$ είναι

$$\left(\frac{\partial C_L}{\partial a} \right)_{a=0} = \frac{0.9 \cdot 2\pi \cdot AR'}{57.3 \cdot \left(\cos\Lambda \sqrt{\frac{AR'^2}{\cos^4\Lambda} + 4} + 1.8 \right)} \quad (3.2)$$

Ο συντελεστής C_{DC} δίνεται ως συνάρτηση του συντελεστή συγκλίσεως (taperratio) c_t/c_r στο σχ. 7.7 σελ. 69. Θεωρώντας πηδάλιο με τετραγωνισμένα άκρα έχουμε ότι $c_t/c_r = 1$ και προκύπτει $C_{DC} = 1.7$. Ακόμη, για

ορθογωνικό πηδάλιο είναι Λ (Γωνία της ευθείας του 1/4 της χορδής με τον άξονα του πηδαλίου) = 0° και συνεπώς

$$\left(\frac{\partial C_L}{\partial a}\right)_{a=0} = 0.06264$$

Επομένως, ο συντελεστής ανώσεως του πηδαλίου από τη σχέση 3.1 θα είναι:

$$\Rightarrow C_L = 0.454$$

Ο συντελεστής αντιστάσεως C_D του πηδαλίου, δίνεται από τη σχέση

$$C_D = C_{d0} + \frac{C_L^2}{0.9 \cdot \pi \cdot AR'}$$

Στην παραπάνω σχέση C_{d0} είναι ο ελάχιστος συντελεστής αντιστάσεως της διατομής του πηδαλίου, που για τον τύπο NACA 0015 έχει τιμή $C_{d0} = 0.0065$. Επομένως ο συντελεστής αντιστάσεως C_D του πηδαλίου θα είναι

$$\Rightarrow C_D = 0.0249$$

Ο συντελεστής κάθετης δύναμης C_N του πηδαλίου, όταν αυτό είναι

εντελώς βυθισμένο και δεν δέχεται την επίδραση της ελεύθερης επιφάνειας του νερού υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση

$$C_N = C_L \cdot \cos a + C_D \cdot \sin a =$$

$$C_N = 0.454$$

Η τιμή του συντελεστή C_N που υπολογίσαμε με την παραπάνω σχέση ισχύει όταν το πηδάλιο είναι εντελώς βυθισμένο, μακριά από την ελεύθερη επιφάνεια του νερού. Στην περίπτωση μας κάτι τέτοιο ισχύει, οπότε δεν χρειάζεται να πάρουμε την αντίστοιχη διόρθωση του C_N .

Ο συντελεστής ροπής γύρω από το τέταρτο της χορδής, δίνεται από τη σχέση

$$C_{M_{c/4}} = a \cdot \left(\frac{\partial C_L}{\partial a}\right)_{a=0} \cdot \left[0.25 - \left(\frac{\partial C_M}{\partial C_L}\right)_{C_L=0}\right] - \left[\frac{1}{2} \cdot \frac{C_{DC}}{AR'} \cdot \left(\frac{a}{57.3}\right)^2\right]$$

,όπου

$$\left(\frac{\partial C_M}{\partial C_L}\right)_{C_L=0} = \frac{1}{2} - \frac{1.11 \cdot (\sqrt{AR'^2 + 4}) + 2}{4 \cdot (AR' + 2)} \Rightarrow$$

$$\left(\frac{\partial C_M}{\partial C_L}\right)_{C_L=0} = 0.4019$$

Συνεπώς ο συντελεστής ροπής γύρω από το ένα τέταρτο της χορδής είναι

$$C_{M_{c/4}} = -0.07134$$

Συγκεντρωτικά τα παραπάνω αποτελέσματα φαίνονται στον επόμενο πίνακα

α [deg]	AR'	C_L	C_D	C_N	$C_{Mc/4}$
7.143	3.956	0.454	0.0249	0.454	-0.07134

Πίνακας 6.3. Υπολογισμοί για την εύρεση του κέντρου πίεσης για $\delta=10^\circ$

Τελικά, η θέση του κέντρου πίεσης CP_c δίνεται από τη σχέση :

$$CP_c = \left(0,25 - \frac{C_{Mc/4}}{C_N} \right) \cdot \bar{c} \Rightarrow CP_c = 0.529$$

6.5.2 Υπολογισμός της θέσης του κέντρου πίεσης για γωνία εκτροπής ηδαλίου $\delta = 15^\circ$

Στη συνέχεια επαναλαμβάνονται οι ίδιοι ακριβώς υπολογισμοί για τη γωνία εκτροπής ηδαλίου των 15° ώστε να βρεθεί η νέα θέση του κέντρου πίεσης CP_c . Τα αποτελέσματα που προκύπτουν σε αυτή την περίπτωση είναι τα εξής

α [deg]	AR'	C_L	C_D	C_N	$C_{Mc/4}$
10.714	3.6264	0.662	0.0492	0.659	-0.0993

Πίνακας 6.4. Υπολογισμοί για την εύρεση του κέντρου πίεσης για $\delta=15^\circ$

Συνεπώς για γωνία εκτροπής ηδαλίου $\delta=15^\circ$ η θέση του κέντρου πίεσης είναι

$$CP_c = \left(0,25 - \frac{C_{Mc/4}}{C_N} \right) \cdot \bar{c} \Rightarrow CP_c = 0,521$$

Συνεπώς, προκειμένου να μηδενίζεται η ροπή στρέψης Q_H για γωνίες εκτροπής του ηδαλίου μεταξύ 10° και 15° θα πρέπει η απόσταση του άξονα, d , από το χείλος πρόσπτωσης του ηδαλίου να είναι

$$0.529 < d < 0.521$$

Τελικά, επιλέγεται ως τιμή της απόστασης αυτής το μέσο του παραπάνω διαστήματος και προκύπτει

$$d=0.525 \text{ m}$$

6.6 Εκλογή Μηχανήματος Πηδαλιουχίας

Η εκλογή του μηχανισμού πηδαλιουχίας θα είναι τέτοια ώστε να είναι σε θέση αυτό να αποδώσει την απαιτούμενη ροπή στρέψης για την εκτροπή του πηδαλίου στις 35° κατά τις δύο επόμενες καταστάσεις πλεύσεως :

α) Πορεία πρόσω με ταχύτητα 11 kn (υπηρεσιακή)

β) Πορεία ανάποδα με ταχύτητα 4 kn

Στη συνέχεια παραθέτονται οι υπολογισμοί για τις δύο παραπάνω καταστάσεις .

Ροπή στρέψης για πορεία πρόσω με ταχύτητα 11 kn

Για τη γωνία εκτροπής του πηδαλίου κατά 35°, εφαρμόζοντας τους ίδιους ακριβώς τύπους που χρησιμοποιήσαμε στη ζυγοστάθμιση του πηδαλίου, προκύπτουν τα αποτελέσματα που παρατίθενται στον Πίνακα 3.5.

δ [deg]	α [deg]	AR'	C_L	C_D	C_N	$C_{M/4}$	CP_c
35	25	2.308	1.313	0.271	1.305	-0.148	0.472

Πίνακας 6.5. Υπολογισμοί για την εύρεση του κέντρου πίεσης για $\delta=35^\circ-V=11kns$

Η κάθετη δύναμη F που ασκείται στο πηδάλιο είναι

$$F = \frac{1}{2} \cdot C_N \cdot \rho \cdot A_T \cdot V^2$$

,όπου :

$\rho = 104.61 \text{ kp} \cdot \text{sec}^2/\text{m}^4$: η πυκνότητα του θαλασσινού νερού στους 15°C

V : η ταχύτητα ροής στο πηδάλιο

Λόγω της περιστροφής της έλικας, η ταχύτητα ροής στο πηδάλιο είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα του πλοίου V_S . Την ταχύτητα ροής μπορούμε να την υπολογίσουμε με την βοήθεια του διαγράμματος στο σχ.7.8 του συγγράμματος που χρησιμοποιούμε στην παρούσα φάση της μελέτης μας, στο οποίο δίνεται ο λόγος ταχυτήτων V/V_S συναρτήσει του λόγου ολίσθησης S_A . Έτσι, στην περίπτωση αυτή που ο λόγος ολίσθησης

είναι $S_A = \frac{P * N - V_S}{P * N} = 0.307$ προκύπτει ότι

$$V_T/V_S = 1,18 \rightarrow V_T = 6.677 \text{ m/sec}$$

Συνεπώς η κάθετη δύναμη στο πηδάλιο είναι

$$F = 10922.5 \text{ kp} = 10.9 \text{ tn}$$

και η ροπή στρέψης που αναπτύσσεται

$$Q_H = F \cdot (d - CP_c) \Rightarrow Q_H = 0.578 \text{ tn} \cdot \text{m}$$

Ροπή στρέψης για πορεία ανάποδα με ταχύτητα 4 kn

Επαναλαμβάνοντας τους υπολογισμούς για την ταχύτητα αυτή και γωνία εκτροπής του πηδαλίου κατά 35°, προκύπτουν τα αποτελέσματα του Πίνακα 3.6.

δ [deg]	α [deg]	AR'	C_L	C_D	C_N	$C_{Mc/4}$	CPc
35	35	2.308	1.918	0.569	1.897	-0.246	0.493

Πίνακας 6.6. Υπολογισμοί για την εύρεση του κέντρου πίεσης για $\delta=10^\circ-V=4kns$

Παρατηρούμε, ότι η γωνία πρόσπτωσης της ροής α είναι όση ακριβώς και η γωνία εκτροπής του πηδαλίου, καθώς στην κίνηση ανάποδα δεν επιδρά η γάστρα στη ροή του νερού. Η κάθετη δύναμη F που ασκείται στο πηδάλιο είναι

$$F = \frac{1}{2} \cdot C_N \cdot \rho \cdot A_T \cdot V^2$$

Θεωρούμε ότι η ταχύτητα ροής του ρευστού στο πηδάλιο ισούται, περίπου, με τη ταχύτητα του πλοίου στη πορεία ανάποδα, αφού δεν υπάρχει πληροφορία στροφών για μικρές ταχύτητες για τη πορεία ανάποδα.

Συνεπώς δουλεύοντας όπως και παραπάνω θα είναι

$$V_T = 4 \cdot 0.5144 = 2.058 \text{ m/s}$$

Συνεπώς η κάθετη δύναμη στο πηδάλιο είναι

$$F = 1508.4 \text{ kp} = 1.508 \text{ tn}$$

και η ροπή στρέψης που αναπτύσσεται

$$Q_H = 0,048 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Έχοντας υπολογίσει την ροπή στρέψης που αναπτύσσεται στο πηδάλιο κατά τις δύο παραπάνω καταστάσεις πλεύσης του πλοίου μας, παρατηρούμε ότι μεγαλύτερη ροπή αναπτύσσεται κατά την πορεία πρόσω. Άρα, η ροπή στρέψης που θα πρέπει να αναπτύσσει το μηχανήμα πηδαλιουχίας που θα τοποθετηθεί θα υπολογιστεί με βάση αυτή που υπολογίστηκε κατά την πρόσω πορεία του πλοίου. Μάλιστα, η ροπή στρέψης που πρέπει να υπερνικά το μηχανήμα πηδαλιουχίας θα πρέπει να είναι όση και η ροπή που αναπτύσσεται στο πηδάλιο από τη ροή του νερού προσαυξημένη κατά δύο ακόμη παράγοντες

α) τη ροπή που ασκούν τα έδρανα του άξονα του πηδαλίου, λόγω τριβής.

β) έναν παράγοντα λάθους που δίνεται από τη σχέση :

$$Q_{\text{ERROR}} = F_{\text{max}} \cdot (\varepsilon \cdot \bar{c})$$

όπου F_{max} είναι η μέγιστη προβλεπόμενη κάθετη δύναμη που αναπτύσσεται στο πηδάλιο και $\varepsilon = 0,001 \div 0,002$ ένας συντελεστής που εκφράζει την εμπιστοσύνη που έχουμε στη μέθοδο υπολογισμού. Προκειμένου να συμπεριλάβουμε την επιπλέον ροπή που ασκούν τα έδρανα του άξονα περιστροφής λαμβάνουμε την τιμή του συντελεστή ε ίση με $\varepsilon = 0.002$.

Επομένως, αν λάβουμε υπ' όψιν μας ότι η μέγιστη κάθετη δύναμη που αναπτύσσεται στο πηδάλιο είναι $F_{\max} = 10,93 \text{ tn}$ (κατά την πορεία πρόσω) ο συνολικός παράγοντας που πρέπει να προστεθεί στην ροπή στρέψης στο πηδάλιο είναι

$$Q_{\text{error}} = Q_{\max} * C_f * e = 0.602 \text{ ton}\cdot\text{m}$$

Συμπεραίνουμε λοιπόν, πως η ροπή που πρέπει να αναπτύσσει το μηχάνημα πηδαλιουχίας πρέπει να είναι μεγαλύτερη ή ίση από

$$Q = Q_H + Q_{\text{ERROR}} \Rightarrow Q = 1.18 \text{ tn}\cdot\text{m} = 11576 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Επομένως, έχοντας ως προϋπόθεση το μηχάνημα πηδαλιουχίας να αναπτύσσει την παραπάνω ροπή στρέψης (τουλάχιστον) επιλέγουμε το μηχάνημα της εταιρείας Rolls-Royce Rotary Vane SR/SV Steering Gear με **maximum torque = 16000 N*m**.

6.7 Έλεγχος Αντοχής Άξονα

Η κατακόρυφη απόσταση του κέντρου πίεσης, CP_{BR} , από την άνω ακμή του πηδαλίου δίνεται από τη σχέση

$$CP_{BR} = \frac{4}{3\pi} B_R = 1.273 \text{ m}$$

Στη συνέχεια θα υπολογιστούν οι τάσεις που εμφανίζονται στον άξονα του πηδαλίου στις δύο συνθήκες πλεύσης που μελετήσαμε πρωτίτερα (πορεία πρόσω 11 kn και πορεία ανάποδα 4 kn), με σκοπό να γίνει επιλογή του υλικού κατασκευής του.

Φόρτιση άξονα πηδαλίου για πορεία πρόσω (13 kn) - γωνία εκτροπής 35°

Η κάθετη δύναμη F που εξασκείται στο πηδάλιο δημιουργεί στον άξονα αυτού μια στρεπτική ροπή και μία καμπτική.

Η ροπή στρέψης Q_H έχει υπολογιστεί στην προηγούμενη ενότητα και έχει την τιμή

$$Q_H = 11576 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Η ροπή κάμψης M_b προκύπτει από την σχέση

$$M_b = F * CP_{BR} = 136426.9 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Λόγο της στήριξης του πηδαλίου στην ενδιάμεση θέση, και καθώς ο άξονας έχει και στα δύο του άκρα στήριξη, θεωρούμε ότι η ροπή κάμψης των ενεργεί μόνο κατα το 20% ίση δηλαδή με 27285,38 N*m.

Η μέγιστη στρεπτική τάση τ , δίνεται από τη σχέση

$$\tau_t = \frac{Q_H}{W_t} = \frac{16 \times Q_H}{\pi \times D^3} = 2.184 \text{ N/mm}^2$$

Η μέγιστη καμπτική τάση σ_b , δίνεται από τη σχέση

$$\sigma_b = \frac{M_{b,20\%}}{W_b} = \frac{32 \times M_{b,20\%}}{\pi \times D^3} = 10.29 \text{ N/mm}^2$$

Τελικά, η ισοδύναμη ορθή τάση σ_{VG} , δίνεται από τη σχέση του G. Niemann ("Στοιχεία Μηχανών Ι" Τόμος 1, σελ. 134, σχ.3.60) και είναι

$$\sigma = \sqrt{\sigma_b^2 + 3 \times \tau_t^2} = 10.97 \text{ N/mm}^2$$

Φόρτιση άξονα πηδαλίου για πορεία ανάποδα (4 kn)-γωνία εκτροπής 35°

Με τον ίδιο ακριβώς τρόπο όπως και παραπάνω υπολογίζουμε την αντοχή του άξονα περιστροφής του πηδαλίου για πορεία ανάποδα.

Ακολουθείται η ίδια διαδικασία υπολογισμού, όπως και στη πορεία πρόσω. Έτσι συνοπτικά παρουσιάζονται τα διάφορα μεγέθη:

$$Q_H = 465,98 \text{ N} * m$$

$$\left\{ \begin{array}{l} M_b = 18840 \text{ N} * m \\ M_{b,20\%} = 3768 \text{ N} * m \\ \tau_t = 0,0879 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_b = 1.421 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma = 1.429 \text{ N/mm}^2 \end{array} \right.$$

Όπως φαίνεται από τις δύο περιπτώσεις, η μέγιστη ισοδύναμη ορθή τάση αναπτύσσεται στον άξονα του πηδαλίου κατά την πορεία πρόσω και έχει τιμή

$$\sigma_{VG} = 10.97 \text{ N/mm}^2$$

Λαμβάνοντας όμως συντελεστή ασφαλείας ίσο με $C=1.8$ η τιμή της αναπτυσσόμενης τάσης στον άξονα περιστροφής του πηδαλίου θα είναι τελικά

$$\sigma'_{VG} = 1.8 * 10.97 = 19.746 \text{ N/mm}^2$$

Συνεπώς, το υλικό του άξονα του πηδαλίου θα πρέπει να έχει αντοχή στην τάση αυτή και από πίνακες αντοχής υλικών αξόνων (Στοιχεία Μηχανών. Ι ,σελ.3.14, Πίνακας 3.3/1) καταλήγουμε στην επιλογή χάλυβα με όριο διαρροής 235 Nt/mm^2 και όριο θραύσης 400 Nt/mm^2 .

Παράρτημα Ε

Ορισμοί συμβόλων

\bar{c}	=Χορδή Πηδαλίου
\bar{b}	=Μέσο άνοιγμα Πηδαλίου
A_T	=Επιφάνεια Πηδαλίου
AR	=Λόγος Επιμήκους
D_t	=Διάμετρος Άξονα Πηδαλίου
STD	=Διάμετρος κύκλου στροφής
TD	=Τακτική διάμετρος
AD	=Προχώρηση για στροφή 90°
TR	=Μεταφορά για στροφή 90°
CP	=Κέντρο πίεσης Πηδαλίου
δ	=Γωνία Εκτροπής Πηδαλίου
C_L	=Συντελεστής Άνωσης Πηδαλίου
C_N	=Συντελεστής κάθετης Δύναμης Πηδαλίου
C_D	= Συντελεστής Αντίστασης Πηδαλίου
$C_{M\bar{c}/4}$	=Συντελεστής ροπής γύρω από το τέταρτο της χορδής του πηδαλίου
F	=Κάθετη Δύναμη στο Πηδάλιο
Q_H	=Ροπή Στρέψης Πηδαλίου
S_A	=Λόγος Ολίσθησης
σ_{VG}	=μέγιστη ισοδύναμη ορθή τάση αναπτύσσεται στον άξονα του πηδαλίου

7. Ανάλυση Βαρών και Σχεδίαση διαγραμμάτων Διατμητικών δυνάμεων και Καμπτικών Ροπών

7.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιάσουμε τις κατανομές βαρών του πλοίου. Αυτές θα γίνουν για το άφορτο σκάφος (LightShip), και για το πρόσθετο βάρος (DWT) στην κατάσταση σχεδίασης με 100% Φορτίο και 30% Αναλώσιμα.

Στη συνέχεια, θα γίνει ο υπολογισμός των διαγραμμάτων των τεμνουσών δυνάμεων και των καμπτικών ροπών για την κατάσταση σχεδίασης του πλοίου, η οποία είναι και η δυσμενέστερη από πλευράς βαρών. Τα διαγράμματα αυτά θα υπολογισθούν για τη κατάσταση ήρεμου νερού (StillWaterCondition).

Παρακάτω θα γίνει ανάλυση των επί μέρους ομάδων βαρών. Θα ξεκινήσουμε με το άφορτο σκάφος (LightShip) και μετά θα κάνουμε την κατανομή για το πρόσθετο βάρος (DWT).

7.2 Κατανομή Βάρους Άφορτου Σκάφους (LightShip- W_{LS})

Το βάρος κενού σκάφους LightShipWeight χωρίζεται σε τρεις κύριες κατηγορίες:

- Το βάρος μεταλλικής κατασκευής W_{ST}
- Το βάρος μηχανολογικής εγκατάστασης W_M
- Το βάρος ενδιαίτησης και εξοπλισμού W_{OT}

7.2.1 Βάρος Μεταλλικής Κατασκευής (W_{ST})

Το βάρος της μεταλλικής κατασκευής του σκάφους, αναλύεται σε επιμέρους κατηγορίες. Ισχύει

$$W_{ST} = W_{SS} + W_{hull}$$

,όπου

W_{hull} , το βάρος της μεταλλικής κατασκευής της γάστρας έως το κύριο κατάστρωμα και

W_{SS} , το βάρος των υπερκατασκευών.

Έχει υπολογιστεί στο Κεφάλαιο 3(3.2.3) ότι

$$W_{ST} = 173.12t$$

Υπενθυμίζονται τα στοιχεία για τα κέντρα βαρών του W_{ST} όπως υπολογίστηκαν στο Κεφάλαιο 1(1.10.1.1).

Ομάδα Βαρών	W(t)	KG(m)	LCG(m)	ML (t-m)	MT (t-m)
W _{ST}	173.12	3.62	13.74	2379.14	627.38

Πίνακας 7.1. Στοιχεία κέντρων βαρών του W_{ST}.

Οι συντελεστές διόρθωσης $\lambda_{KG}, \lambda_{LCG}$ υπολογίστηκαν από τη διαφορά της πραγματικής τιμής από την υπολογισθείσα για το Πατρικό Πλοίο και βρέθηκαν

$$\lambda_{KG} = KG_{REAL}/KG_{CALC}=1.0025 \quad (0.94 \leq \lambda_{KG} \leq 1.06)$$

$$\lambda_{LCG} = LCG_{REAL}/LCG_{CALC} = 0.9431 \quad (0.94 \leq \lambda_{LCG} \leq 1.06)$$

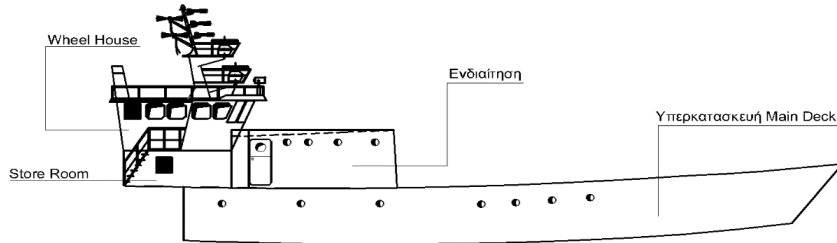
7.2.1.1 Βάρος Υπερκατασκευών και Υπερστεγασμάτων (W_{SS})

Το βάρος των Υπερκατασκευών και των Υπερστεγασμάτων και τα βάρη και τα κέντρα βαρών υπολογίστηκαν στο Κεφάλαιο 2. Δημιουργήθηκε ο παρακάτω πίνακας:

Υπερστέγασμα	L	W(t)	AftExt.	FwdExt.	LCG(m)	KG(m)	MT(t-m)	ML(t-m)
Wheel House	4	2.24	7.70	11.70	9.7	9.3	20.87	21.77
StoreRoom	4	1.57	7.70	11.70	9.7	7.48	11.71	15.19
Ενδιαίτηση	6.2	3.96	11.70	17.90	14.8	8.02	31.72	58.54
MainDeck	22	21.99	8.64	30.64	19.64	5.55	122.02	431.80
sum		29.75			17.72	6.26	186.33	527.306812

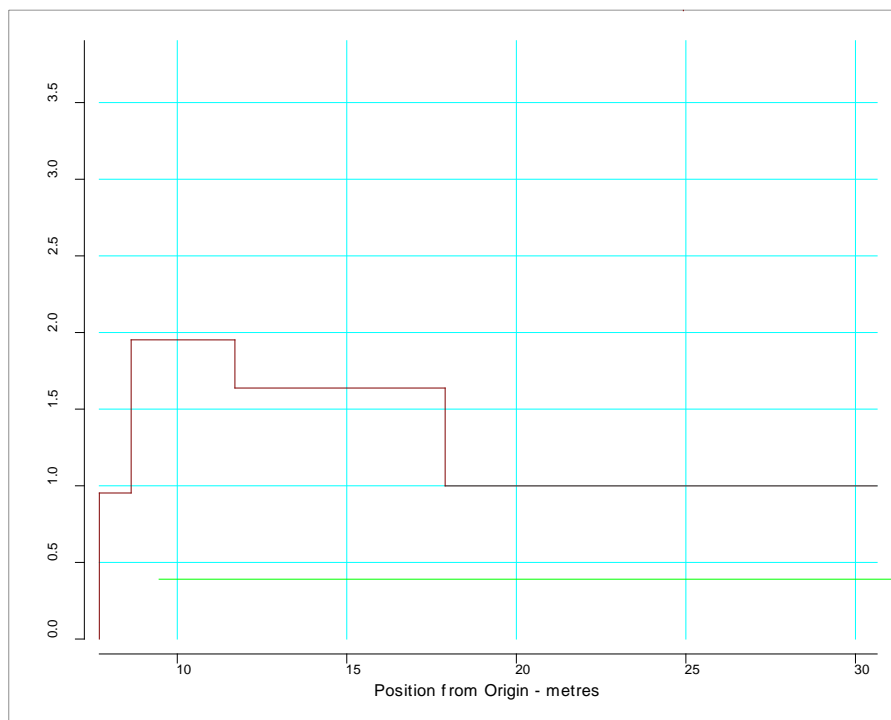
Πίνακας 7.2. Βαρη, Κέντρα βαρών (Κατακόρυφα και Διαμήκη) και Ροπές Υπερκατασκευών

Στο παρακάτω σκαρίφημα φαίνεται η διάταξη των υπερκατασκευών πιο λεπτομερώς.



Εικόνα 7.1. Σκαριφήμα Υπερκατασκευών και Υπερστεγασμάτων

Βάζοντας τα παραπάνω δεδομένα στο πρόγραμμα AVEVA θα έχουμε την κατανομή βάρους των Υπερκατασκευών. Αυτή φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Διάγραμμα 7.1. Κατανομή W_{ss}

7.2.1.2 Βάρος Μεταλλικής Κατασκευής της Γάστρας (Whull)

Αρχικά, το βάρος της μεταλλικής κατασκευής της γάστρας υπολογίζεται ως εξής:

$$W_{HULL} = W_{ST} - W_{SS} = 173.120 - 29.752 = \mathbf{143.3684t}$$

Επίσης, είναι άγνωστη η διαμήκης και η κατακόρυφη θέση του κέντρου βάρους του W_{HULL} . Αυτές υπολογίζονται από τις εξισώσεις των ροπών για το συνολικό βάρος της μεταλλικής κατασκευής:

$$W_{HULL} * LCG_{HULL} + W_{SS} * LCG_{SS} = W_{ST} * LCG_{ST} \Rightarrow$$

$$LCG_{HULL} = (W_{ST} * LCG_{ST} - W_{SS} * LCG_{SS}) / W_{HULL} \Rightarrow$$

$$\mathbf{LCG_{HULL} = 12.92m}$$

και

$$W_{HULL} * KG_{HULL} + W_{SS} * KG_{SS} = W_{ST} * KG_{ST} \Rightarrow$$

$$KG_{HULL} = (W_{ST} * KG_{ST} - W_{SS} * KG_{SS}) / W_{HULL} =$$

$$\mathbf{KG_{HULL} = 3.08m}$$

Το ΠΑΟΛΑ δεν έχει παράλληλο τμήμα. Για το λόγο αυτό η κατανομή του βάρους της μεταλλικής κατασκευής του γίνεται με βάση τη κατανομή βαρών κατά Lloyd's Register.

Σαν είσοδος δόθηκαν τα:

$$\mathbf{W_{HULL} = 143.3684t}$$

$$\mathbf{LCG_{HULL} = 12.92m}$$

$$\mathbf{KG_{HULL} = 3.08m}$$

Το σύνολο του μήκους του πλοίου (από -2 έως 33.17m) χωρίζεται σε 30 τμήματα με ίσο μήκος στον άξονα x. Τα εμβαδά των τμημάτων αντιστοιχούν σε βάρος μεταλλικής κατασκευής σε (t).

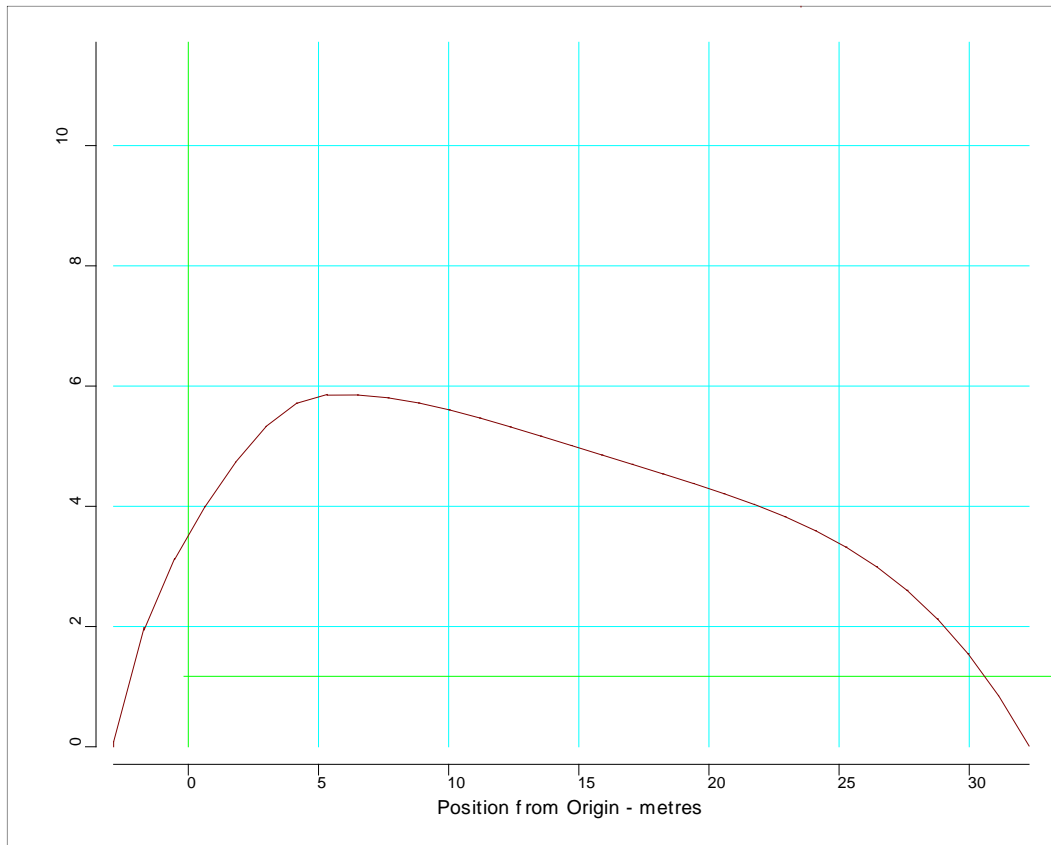
Παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας με τα εμβαδά των επιφανειών της κατανομής.

Item	Weight	LCG	TCG	VCG	FSM	Aft ext.	Fwd ext.
	(t)	(m)	(m)	(m)	(t-m)	(m)	(m)
LR 1	1.211	-2.1072	0	3.08	0	-2.873	-1.701
LR 2	2.976	-1.0688	0	3.08	0	-1.701	-0.528
LR 3	4.169	0.0821	0	3.08	0	-0.528	0.644
LR 4	5.114	1.2467	0	3.08	0	0.644	1.816
LR 5	5.897	2.414	0	3.08	0	1.816	2.989
LR 6	6.474	3.5816	0	3.08	0	2.989	4.161
LR 7	6.784	4.7496	0	3.08	0	4.161	5.333
LR 8	6.858	5.9196	0	3.08	0	5.333	6.506
LR 9	6.833	7.0911	0	3.08	0	6.506	7.678

LR 10	6.754	8.2627	0	3.08	0	7.678	8.85
LR 11	6.637	9.4345	0	3.08	0	8.85	10.023
LR 12	6.49	10.6065	0	3.08	0	10.023	11.195
LR 13	6.325	11.7785	0	3.08	0	11.195	12.367
LR 14	6.149	12.9506	0	3.08	0	12.367	13.54
LR 15	5.967	14.1228	0	3.08	0	13.54	14.712
LR 16	5.783	15.2951	0	3.08	0	14.712	15.884
LR 17	5.599	16.4673	0	3.08	0	15.884	17.057
LR 18	5.415	17.6395	0	3.08	0	17.057	18.229
LR 19	5.228	18.8116	0	3.08	0	18.229	19.401
LR 20	5.036	19.9837	0	3.08	0	19.401	20.574
LR 21	4.831	21.1555	0	3.08	0	20.574	21.746
LR 22	4.606	22.3271	0	3.08	0	21.746	22.918
LR 23	4.351	23.4984	0	3.08	0	22.918	24.091
LR 24	4.055	24.6691	0	3.08	0	24.091	25.263
LR 25	3.704	25.839	0	3.08	0	25.263	26.435
LR 26	3.282	27.0077	0	3.08	0	26.435	27.608
LR 27	2.772	28.1741	0	3.08	0	27.608	28.78
LR 28	2.154	29.3354	0	3.08	0	28.78	29.952
LR 29	1.407	30.4816	0	3.08	0	29.952	31.125
LR 30	0.507	31.5212	0	3.08	0	31.125	32.297

Πίνακας 7.3.Βαρη,Κεντρα βαρών(Κατακόρυφα και Διαμήκη) Μεταλλικής Κατασκευής Γάστρας

Τα συγκεκριμένα στοιχεία εισήχθησαν στο AVEVA και προέκυψε η παρακάτω κατανομή για το βάρος
 W_{HULL} :



Διάγραμμα 7.2. Κατανομή W_{hull}

7.2.1.3 Κατανομή Βάρους Μεταλλικής Κατασκευής W_{ST}

Το συνολικό βάρος είναι ίσο με:

$$W_{ST} = 173.12t$$

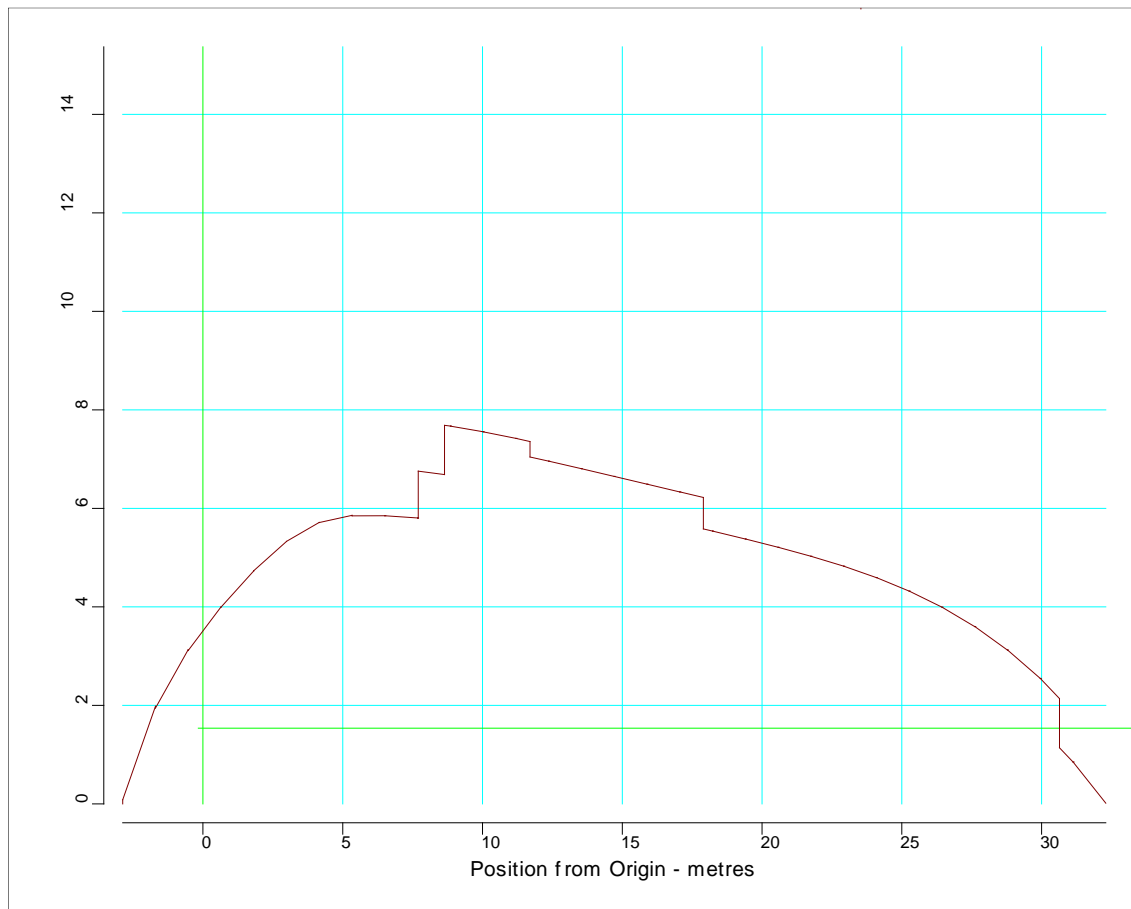
Προκύπτει ο παρακάτω πίνακας για το W_{ST}

Item	Weight (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	FSM (t-m)	Aft ext. (m)	Fwd ext. (m)
LR 1	1.21	-2.107	0.000	3.008	0.00	-2.873	-1.701
LR 2	2.98	-1.069	0.000	3.008	0.00	-1.701	-0.528
LR 3	4.17	0.082	0.000	3.008	0.00	-0.528	0.644
LR 4	5.11	1.247	0.000	3.008	0.00	0.644	1.816
LR 5	5.90	2.414	0.000	3.008	0.00	1.816	2.989
LR 6	6.47	3.582	0.000	3.008	0.00	2.989	4.161
LR 7	6.78	4.750	0.000	3.008	0.00	4.161	5.333
LR 8	6.86	5.920	0.000	3.008	0.00	5.333	6.506
LR 9	6.83	7.091	0.000	3.008	0.00	6.506	7.678
LR 10	6.75	8.263	0.000	3.008	0.00	7.678	8.850
LR 11	6.64	9.435	0.000	3.008	0.00	8.850	10.023
LR 12	6.49	10.606	0.000	3.008	0.00	10.023	11.195
LR 13	6.33	11.779	0.000	3.008	0.00	11.195	12.367

LR 14	6.15	12.951	0.000	3.008	0.00	12.367	13.540
LR 15	5.97	14.123	0.000	3.008	0.00	13.540	14.712
LR 16	5.78	15.295	0.000	3.008	0.00	14.712	15.884
LR 17	5.60	16.467	0.000	3.008	0.00	15.884	17.057
LR 18	5.41	17.639	0.000	3.008	0.00	17.057	18.229
LR 19	5.23	18.812	0.000	3.008	0.00	18.229	19.401
LR 20	5.04	19.984	0.000	3.008	0.00	19.401	20.574
LR 21	4.83	21.156	0.000	3.008	0.00	20.574	21.746
LR 22	4.61	22.327	0.000	3.008	0.00	21.746	22.918
LR 23	4.35	23.498	0.000	3.008	0.00	22.918	24.091
LR 24	4.06	24.669	0.000	3.008	0.00	24.091	25.263
LR 25	3.70	25.839	0.000	3.008	0.00	25.263	26.435
LR 26	3.28	27.008	0.000	3.008	0.00	26.435	27.608
LR 27	2.77	28.174	0.000	3.008	0.00	27.608	28.780
LR 28	2.15	29.335	0.000	3.008	0.00	28.780	29.952
LR 29	1.41	30.482	0.000	3.008	0.00	29.952	31.125
LR 30	0.51	31.521	0.000	3.008	0.00	31.125	32.297
Wheel House	2.24	9.700	0.000	9.340	0.00	7.700	11.700
Store Room	1.57	9.700	0.000	7.510	0.00	7.700	11.700
Accomodation	3.96	14.800	0.000	7.770	0.00	11.700	17.900
Main Deck SS	21.99	19.640	0.000	5.550	0.00	8.640	30.640
Total	173.12	13.746	0.000	3.562	0.00		

Πίνακας 7.4.Βαρη,Κεντρα βαρων(Κατακόρυφα και Διαμήκη) Μεταλλικής Κατασκευής

Απο τα παραπάνω, παίρνουμε τη συνολική κατανομή του βάρους της μεταλλικής κατασκευής, όπως φαίνεται παρακάτω



Διάγραμμα 7.3. Κατανομή W_{st}

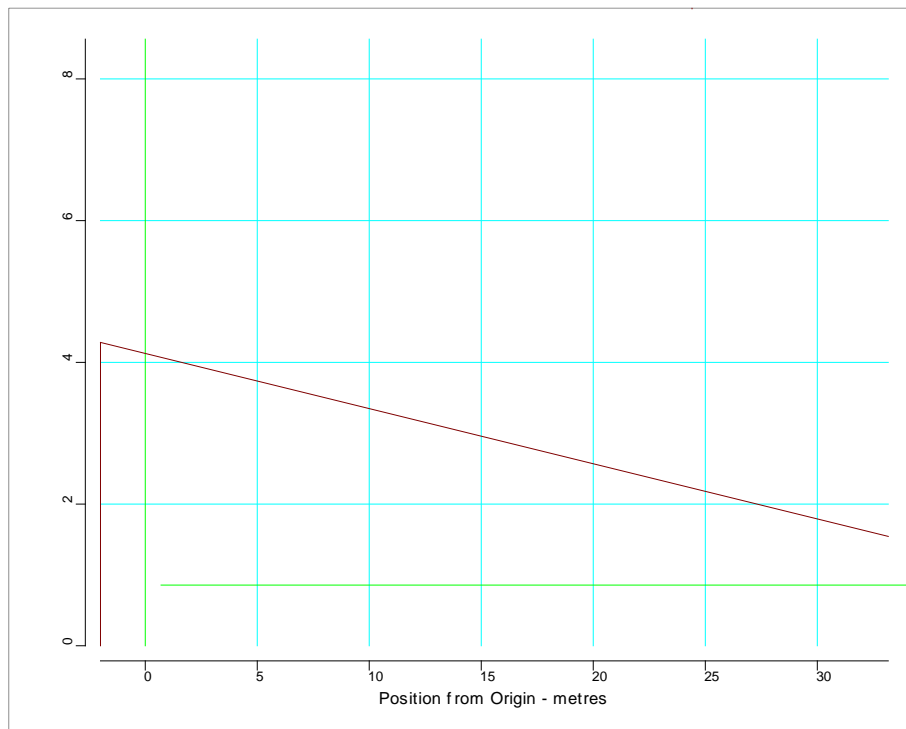
7.2.2 Βάρος Ενδιαίτησης και Εξοπλισμού (W_{OT})

Το βάρος και τα κέντρα βάρους ενδιαίτησης και εξοπλισμού έχουν υπολογιστεί στο Κεφάλαιο 1 (1.13),(1.10.1.1).Θεωρούμε ότι το βάρος κατανέμεται σε όλο το μήκος του πλοίου.Δημιουργείται ο παρακάτω πίνακας με τα κέντρα βαρών:

Item	Weight (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	FSM (t-m)	Aft ext. (m)	Fwd ext. (m)
Outfit	102.42	12.830	0.000	5.330	0.00	-2.000	33.170
Total	102.42	12.830	0.000	5.330	0.00		

Πίνακας 7.5.Βαρη,Κεντρα βαρών(Κατακόρυφα και Διαμήκη) Ενδιαίτησης και Εξοπλισμού

Η κατανομή του βάρους ενδιαίτησης και εξοπλισμού φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί και έγινε από το AVEVA:



Διάγραμμα 7.4. Κατανομή Βάρους Ενδιάιτησης και Εξοπλισμού

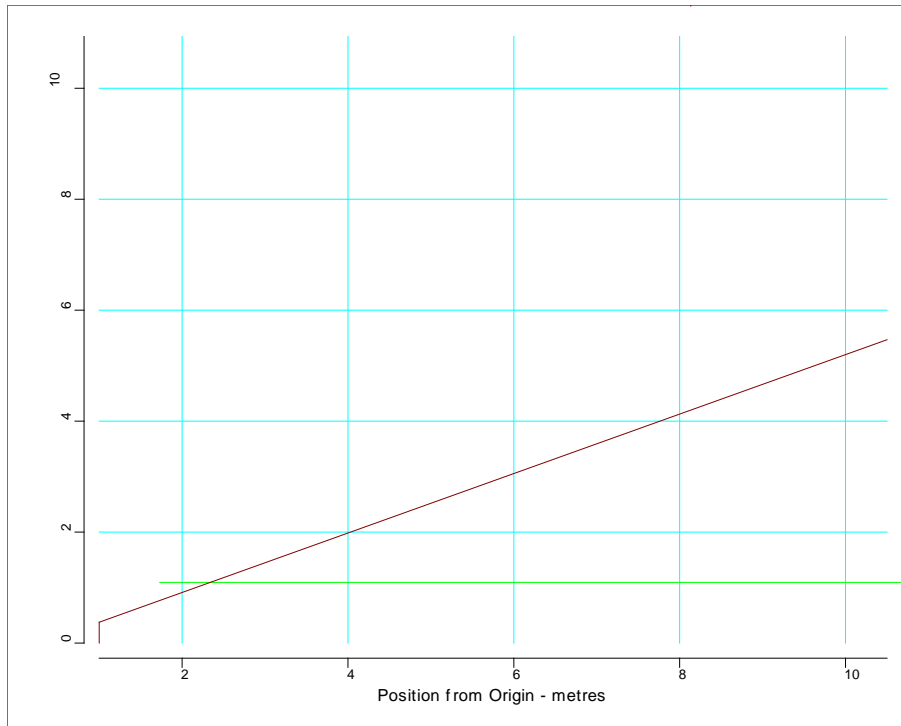
7.2.3 Βάρος Μηχανολογικής Εγκατάστασης (W_M)

Το βάρος και τα κέντρα βαρών της μηχανολογικής εγκατάστασης έχουν υπολογιστεί στο Κεφάλαιο 1 (1.10.1.1). Θεωρούμε ότι το βάρος κατανέμεται σε όλο το μήκος του μηχανοστασίου, το οποίο εκτείνεται από το νομέα 2 έως το νομέα 21, σε συνολικό μήκος 9.5 m. Δημιουργείται ο παρακάτω πίνακας με τα κέντρα βαρών:

Item	Weight (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	FSM (t-m)	Aft ext. (m)	Fwd ext. (m)
Machinery	27.75	7.130	0.000	2.770	0.00	1.000	10.500
Total	27.75	7.130	0.000	2.770	0.00		

Πίνακας 7.6. Βαρη, Κέντρα βαρών (Κατακόρυφα και Διαμήκη) Μηχανολογικής Εγκατάστασης

Η κατανομή του βάρους μηχανολογικής εγκατάστασης φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί και έγινε από το AVEVA:



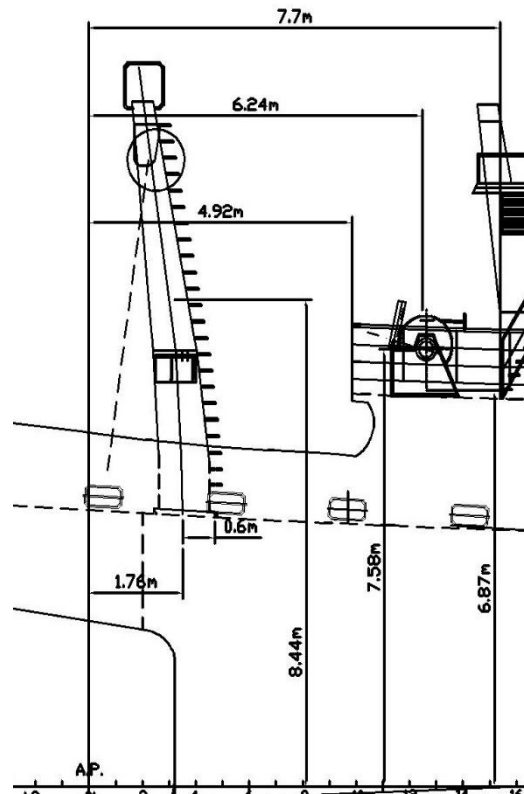
Διάγραμμα 7.5. Κατανομή Βάρους Μηχανολογικής Εγκατάστασης

7.2.4 Βάρος Προσθέτων

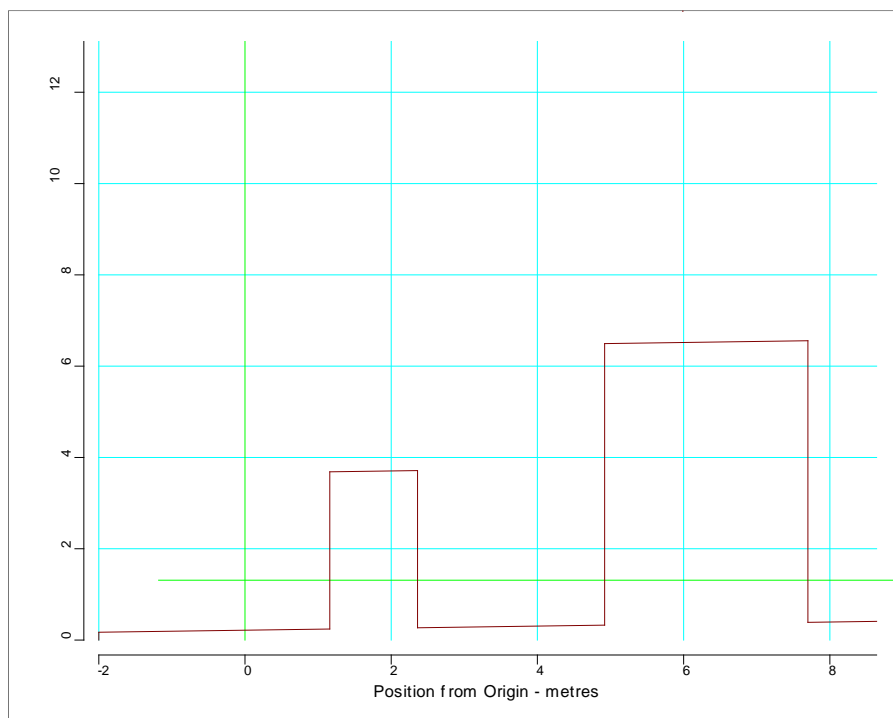
Το βάρος και τα κέντρα βαρών των προσθέτων βαρών έχουν υπολογιστεί στο Κεφάλαιο 2 (1.10.1.1). Θεωρούμε ότι το βάρος τους κατανέμεται από -2m έως 12m. Δημιουργείται ο παρακάτω πίνακας με τα κέντρα βαρών:

Item	Weight	LCG	TCG	VCG	FSM	Aft ext.	Fwd ext.
	(t)	(m)	(m)	(m)	(t-m)	(m)	(m)
A Frame	4.13	1.760	0.000	8.445	0.00	1.160	2.360
Bulwark	3.09	4.050	0.000	5.560	0.00	-2.000	8.640
NetDrum	4.85	6.310	0.000	7.580	0.00	4.920	7.700
Split Winches	11.65	6.310	0.000	7.580	0.00	4.920	7.700
Upper Deck Floor	0.64	6.310	0.000	6.870	0.00	4.920	7.700
Total	24.37	5.253	0.000	7.451	0.00		

Πίνακας 7.7. Βαρη, Κέντρα βαρών (Κατακόρυφα και Διαμήκη) Προσθέτων Βαρών



Εικόνα 7.2.Κέντρα Βάρους Πρόσθετων Βαρών



Διάγραμμα 7.6. Κατανομή Βάρους Προσθέτων

7.2.5 Συνολική Κατανομή Βάρους Άφορτου Σκάφους (W_{LS})

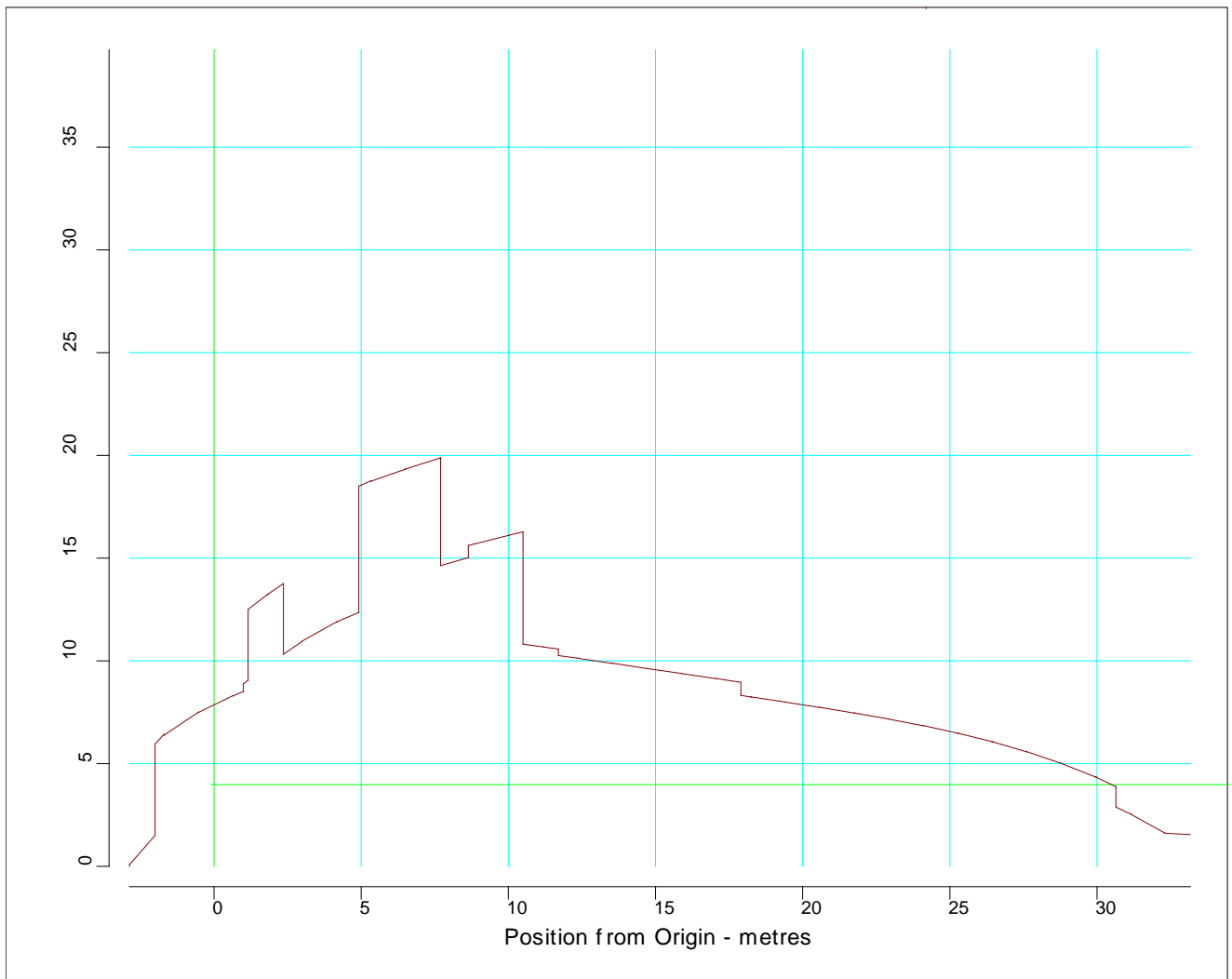
Προσθέτοντας τα παραπάνω βάρη W_{ST}, W_{OT}, W_M , Πρόσθετα Βάρη, προκύπτει το συνολικό βάρος άφορτου σκάφους (Lightship). Δημιουργείται ο παρακάτω πίνακας με τα κέντρα βαρών:

Item	Weight (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	FSM (t-m)	Aft ext. (m)	Fwd ext. (m)
A Frame	4.13	1.760	0.000	8.445	0.00	1.160	2.360
Bulwark	3.09	4.050	0.000	5.560	0.00	-2.000	8.640
NetDrum	4.85	6.310	0.000	7.580	0.00	4.920	7.700
Split Winches	11.65	6.310	0.000	7.580	0.00	4.920	7.700
Upper Deck Floor	0.64	6.310	0.000	6.870	0.00	4.920	7.700
Wheel House	2.25	9.700	0.000	9.340	0.00	7.700	11.700
Store Room	1.57	9.700	0.000	7.510	0.00	7.700	11.700
Accomodation	3.96	14.800	0.000	7.770	0.00	11.700	17.900
Main Deck SS	21.99	19.640	0.000	5.550	0.00	8.640	30.640
Outfit	102.42	12.830	0.000	5.330	0.00	-2.000	33.170
Machinery	27.75	7.130	0.000	2.770	0.00	1.000	10.500
LR 1	1.21	-2.107	0.000	3.080	0.00	-2.873	-1.701
LR 2	2.98	-1.069	0.000	3.080	0.00	-1.701	-0.528
LR 3	4.17	0.082	0.000	3.080	0.00	-0.528	0.644
LR 4	5.11	1.247	0.000	3.080	0.00	0.644	1.816
LR 5	5.90	2.414	0.000	3.080	0.00	1.816	2.989
LR 6	6.47	3.582	0.000	3.080	0.00	2.989	4.161
LR 7	6.78	4.750	0.000	3.080	0.00	4.161	5.333
LR 8	6.86	5.920	0.000	3.080	0.00	5.333	6.506
LR 9	6.83	7.091	0.000	3.080	0.00	6.506	7.678
LR 10	6.75	8.263	0.000	3.080	0.00	7.678	8.850
LR 11	6.64	9.434	0.000	3.080	0.00	8.850	10.023
LR 12	6.49	10.607	0.000	3.080	0.00	10.023	11.195
LR 13	6.33	11.778	0.000	3.080	0.00	11.195	12.367
LR 14	6.15	12.951	0.000	3.080	0.00	12.367	13.540
LR 15	5.97	14.123	0.000	3.080	0.00	13.540	14.712
LR 16	5.78	15.295	0.000	3.080	0.00	14.712	15.884
LR 17	5.60	16.467	0.000	3.080	0.00	15.884	17.057
LR 18	5.42	17.640	0.000	3.080	0.00	17.057	18.229
LR 19	5.23	18.812	0.000	3.080	0.00	18.229	19.401
LR 20	5.04	19.984	0.000	3.080	0.00	19.401	20.574
LR 21	4.83	21.156	0.000	3.080	0.00	20.574	21.746
LR 22	4.61	22.327	0.000	3.080	0.00	21.746	22.918
LR 23	4.35	23.498	0.000	3.080	0.00	22.918	24.091
LR 24	4.05	24.669	0.000	3.080	0.00	24.091	25.263
LR 25	3.70	25.839	0.000	3.080	0.00	25.263	26.435
LR 26	3.28	27.008	0.000	3.080	0.00	26.435	27.608
LR 27	2.77	28.174	0.000	3.080	0.00	27.608	28.780

LR 28	2.15	29.335	0.000	3.080	0.00	28.780	29.952
LR 29	1.41	30.482	0.000	3.080	0.00	29.952	31.125
LR 30	0.51	31.521	0.000	3.080	0.00	31.125	32.297
Total	327.65	12.267	0.000	4.369	0.00		

Πίνακας 7.8.Βαρη,Κεντρα βαρών(Κατακόρυφα και Διαμήκη) Άφορτου Σκάφους

Η κατανομή του βάρους άφορτου σκάφους φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί και έγινε από το AVEVA



Διάγραμμα 7.7. Κατανομή Βάρους Κενού Σκάφους (LightShip)

7.3 Κατανομή Πρόσθετου Βάρους (DWT)

Το πρόσθετο βάρος χωρίζεται στο φορτίο, στα μη αναλώσιμα και τα αναλώσιμα. Παρακάτω παρουσιάζονται κατά σειρά τα αποτελέσματα των κατανομών βαρών των αναλωσίμων, των μη αναλωσίμων και του φορτίου:

7.3.1 Αναλώσιμα(30%)

Το βάρος αυτό αναλύεται σε επιμέρους βάρη. Αυτά είναι:

- Το βάρος Diesel Oil (D.O.),
- Το βάρος Lubricant Oil (L.O.)
- Το βάρος Fresh Water (F.W.)
- Το βάρος Εφοδίων (Provisions)

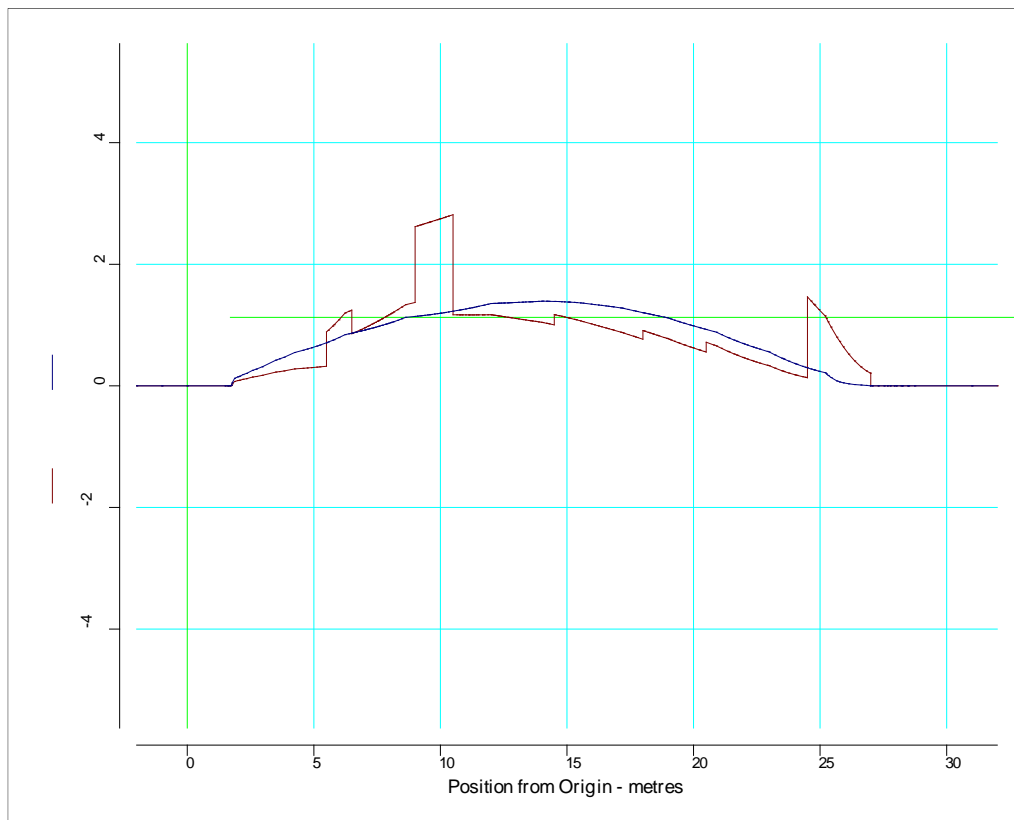
Η σχεδίαση των δεξαμενών του D.O., L.O., F.W. έγινε στο πρόγραμμα AVEVA Surface & Compartment. Η κατανομή των βαρών αυτών αφορά στην Κατάσταση Σχεδίασης όπου τα Αναλώσιμα βρίσκονται στο 30% του αρχικού τους βάρους.

7.3.1.1 Δεξαμενές D.O.

Title	Frames	Cargo	% full	SG (t/m ³)	Weight (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	FSM (t-m)
<i>DO</i>									
N1DO	49-54	DO	35.0	0.845	2.0	25.38	0.00	1.40	1.7
N2DOP	41-49	DO	30.0	0.845	0.8	22.01	-0.42	0.81	0.5
N2DOSB	41-49	DO	30.0	0.845	0.8	22.01	0.42	0.81	0.5
N3DOP	36-41	DO	30.0	0.845	0.9	19.15	-0.60	0.73	0.9
N3DOSB	36-41	DO	30.0	0.845	0.9	19.15	0.60	0.73	0.9
N4DOP	29-36	DO	30.0	0.845	1.7	16.13	-0.71	0.66	2.1
N4DOSB	29-36	DO	30.0	0.845	1.7	16.13	0.71	0.66	2.1
N5DOP	21-29	DO	30.0	0.845	2.2	12.45	-0.70	0.58	2.4
N5DOSB	21-29	DO	30.0	0.845	2.2	12.45	0.70	0.58	2.4
N6DOP	11-21	DO	30.0	0.845	2.8	8.36	-2.10	1.19	1.8
N6DOSB	11-21	DO	30.0	0.845	2.8	8.36	2.10	1.19	1.8
N7DOP	18-21	DO	30.0	0.845	1.0	9.75	-3.57	2.53	0.2
N7DOSB	18-21	DO	30.0	0.845	1.0	9.75	3.57	2.53	0.2
N8DO	11-13	DO	30.0	0.845	0.4	6.01	0.00	0.29	0.3
N9	3-11	DO	30.0	0.845	0.8	4.01	0.00	0.25	0.3
Total DO					22.0	13.72	0.00	1.00	18.1
Lightweight					0.0	0.00	0.00	0.00	0.0
Deadweight					22.1	13.72	0.00	1.00	18.0
Total Displacement					22.1	13.72	0.00	1.00	18.0

Πίνακας 7.9. Βαρη, Κεντρα βαρών (Κατακόρυφα και Διαμήκη) D.O.

Η κατανομή του βάρους D.O. φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί και έγινε από το AVEVA.



Διάγραμμα 7.8. Κατανομή Βάρους D.O.

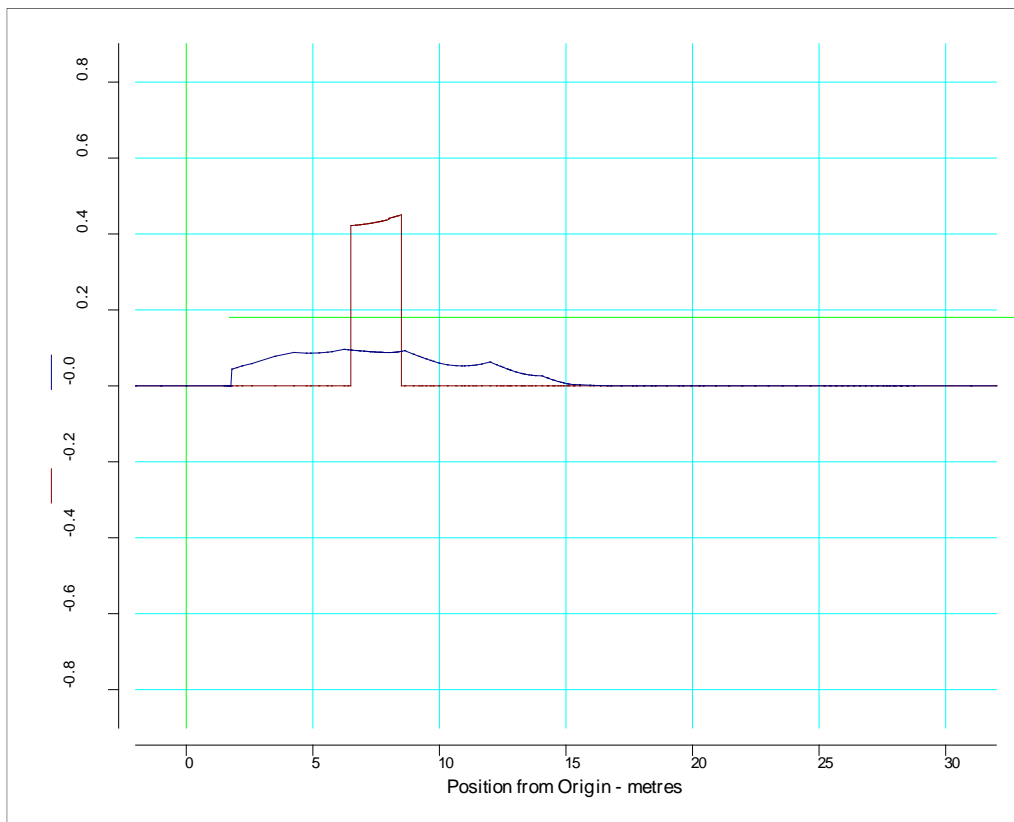
7.3.1.2 Δεξαμενές L.O.

Δημιουργείται ο παρακάτω πίνακας με τα κέντρα βαρών:

Title	Frames	Cargo	% full	SG	Weight	LCG	TCG	VCG	FSM
				(t/m3)	(t)	(m)	(m)	(m)	(t-m)
<i>LO</i>									
HydraulicOil	16-17	LO	30.0	0.900	0.2	8.25	0.00	0.32	0.3
N1LOP	13-16	LO	30.0	0.900	0.3	7.25	-0.31	0.31	0.1
N1LOSB	13-16	LO	30.0	0.900	0.3	7.25	0.31	0.31	0.1
Total LO					0.8	7.51	0.00	0.31	0.5
Lightweight					0.0	0.00	0.00	0.00	0.0
Deadweight					0.9	7.51	0.00	0.31	0.5
Total Displacement					0.9	7.51	0.00	0.31	0.5

Πίνακας 7.10. Κέντρα βαρών(Κατακόρυφα και Διαμήκη) L.O.

Η κατανομή του βάρους L.O. φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί και έγινε από το AVEVA



Διάγραμμα 7.9. Κατανομή Βάρους L.O.

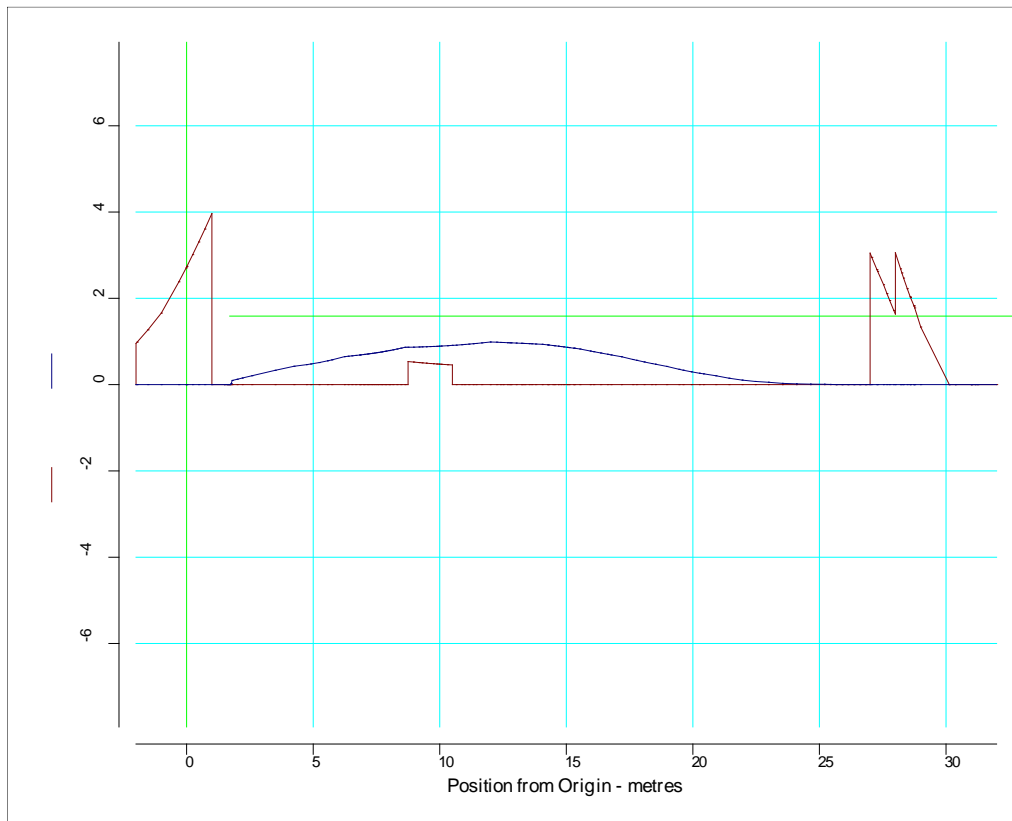
7.3.1.3 Δεξαμενές F.W.

Δημιουργείται ο παρακάτω πίνακας με τα κέντρα βαρών:

Title	Frames	Cargo	% full	SG (t/m ³)	Weight (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	FSM (t-m)
<i>FW</i>									
APP	-4-2	FW	30.0	1.000	3.4	-0.16	-2.07	3.48	2.8
APSB	-4-2	FW	30.0	1.000	3.4	-0.16	2.07	3.48	2.8
FP	56-63	FW	30.0	1.000	2.8	28.64	0.00	3.14	1.2
FW1	54-56	FW	30.0	1.000	2.3	27.45	0.00	2.51	1.3
FWA	17-21	FW	30.0	1.000	0.9	9.60	0.00	0.35	1.6
Total FW					12.8	11.85	0.00	3.02	9.7
Lightweight					0.0	0.00	0.00	0.00	0.0
Deadweight					12.8	11.85	0.00	3.02	9.7
Total Displacement					12.8	11.85	0.00	3.02	9.7

Πίνακας 7.11.Βαρη,Κέντρα βαρών(Κατακόρυφα και Διαμήκη) F.W.

Η κατανομή του βάρους F.W. φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί και έγινε από το AVEVA



Διάγραμμα 7.10. Κατανομή Βάρους F.W.

7.3.1.4 Αναλώσιμα Εφόδια (Provisions)

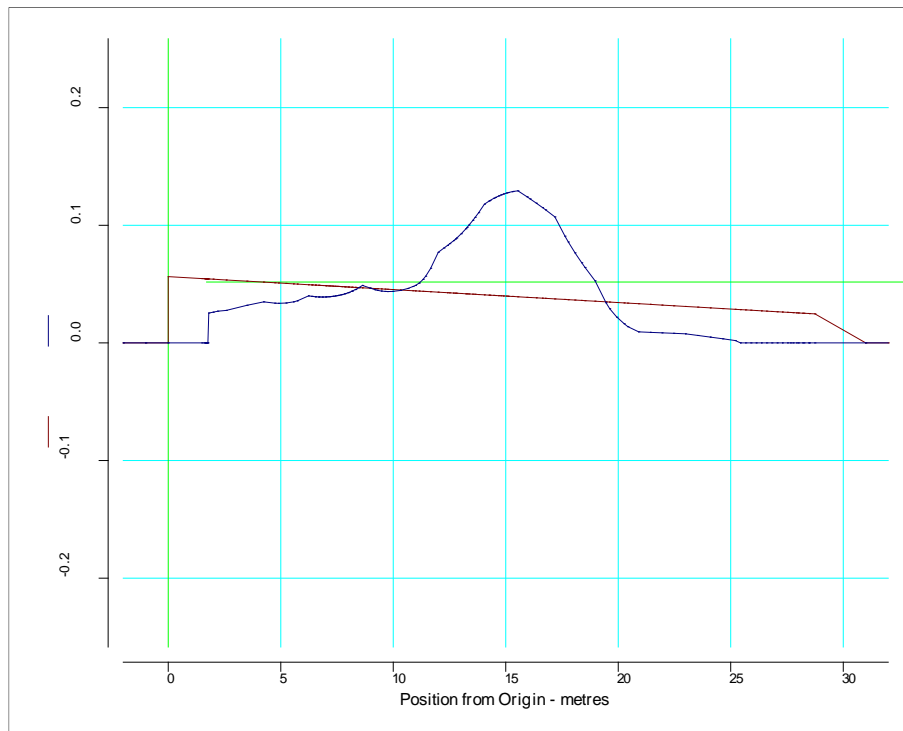
Το βάρος και τα κέντρα βαρών αναλωσίμων εφοδίων υπολογίστηκαν στο Κεφάλαιο 1 (1.8.5) και (1.10.1.3)

Δημιουργείται ο παρακάτω πίνακας με τα κέντρα βαρών:

Title	Frames	Cargo	% full	SG (t/m ³)	Weight (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	FSM (t-m)
<i>Promitheies -C-30</i>									
Promitheies					1.2	13.00	0.00	2.46	0.0
Total Promitheies -C-30					1.2	13.00	0.00	2.46	0.0
Lightweight					0.0	0.00	0.00	0.00	0.0
Deadweight					1.2	13.00	0.00	2.46	0.0
Total Displacement					1.2	13.00	0.00	2.46	0.0

Πίνακας 7.12. Κεντρα βαρών(Κατακόρυφα και Διαμήκη) L.O.

Η κατανομή του βάρους αναλωσίμων Εφοδίων φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί και έγινε από το AVEVA



Διάγραμμα 7.11. Κατανομή Βάρους αναλωσίμων Εφοδίων

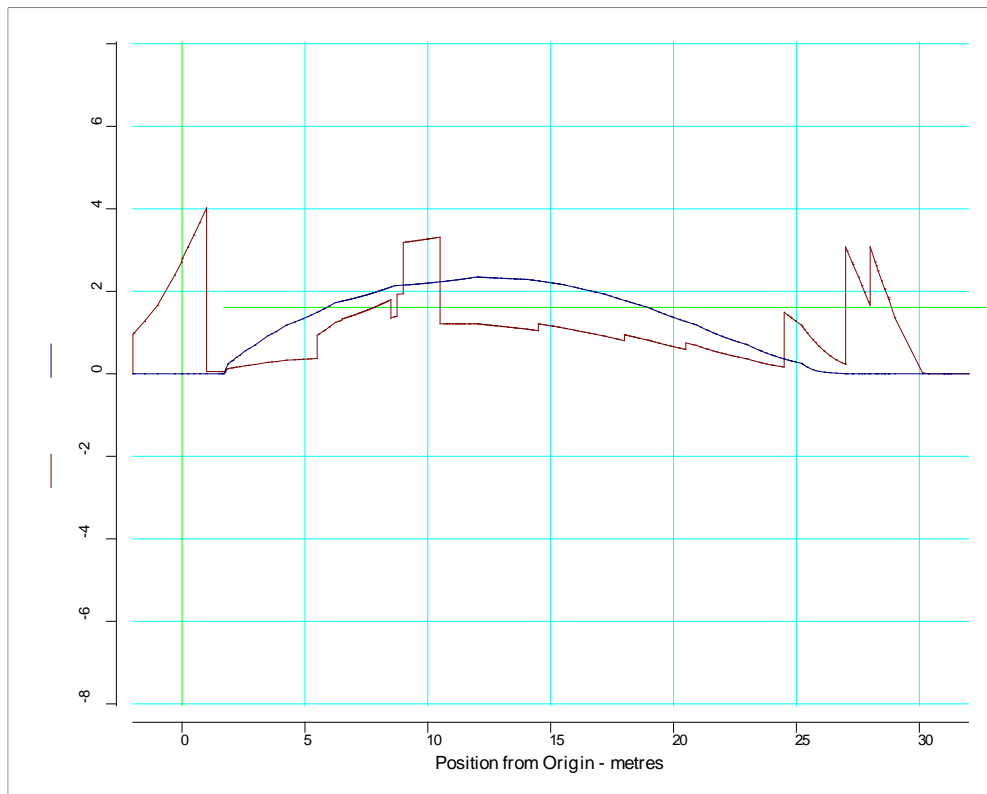
7.3.1.3 Συνολική Κατανομή Βάρους Αναλωσίμων

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται το συνολικό βάρος των αναλωσίμων και ακολουθεί η κατανομή του κατά μήκος του πλοίου όπως έγινε από το AVEVA.

Title	Frames	Cargo	% full	SG (t/m ³)	Weight (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	FSM (t-m)
<i>FW</i>									
APP	-4-2	FW	30.0	1.000	3.4	-0.16	-2.07	3.48	2.8
APSB	-4-2	FW	30.0	1.000	3.4	-0.16	2.07	3.48	2.8
FP	56-63	FW	30.0	1.000	2.8	28.64	0.00	3.14	1.2
FW1	54-56	FW	30.0	1.000	2.3	27.45	0.00	2.51	1.3
FWA	17-21	FW	30.0	1.000	0.9	9.60	0.00	0.35	1.6
Total FW					12.8	11.85	0.00	3.02	9.7
<i>DO</i>									
N1DO	49-54	DO	35.0	0.845	2.0	25.38	0.00	1.40	1.7
N2DOP	41-49	DO	30.0	0.845	0.8	22.01	-0.42	0.81	0.5
N2DOSB	41-49	DO	30.0	0.845	0.8	22.01	0.42	0.81	0.5
N3DOP	36-41	DO	30.0	0.845	0.9	19.15	-0.60	0.73	0.9
N3DOSB	36-41	DO	30.0	0.845	0.9	19.15	0.60	0.73	0.9
N4DOP	29-36	DO	30.0	0.845	1.7	16.13	-0.71	0.66	2.1
N4DOSB	29-36	DO	30.0	0.845	1.7	16.13	0.71	0.66	2.1
N5DOP	21-29	DO	30.0	0.845	2.2	12.45	-0.70	0.58	2.4
N5DOSB	21-29	DO	30.0	0.845	2.2	12.45	0.70	0.58	2.4
N6DOP	11-21	DO	30.0	0.845	2.8	8.36	-2.10	1.19	1.8

N6DOSB	11-21	DO	30.0	0.845	2.8	8.36	2.10	1.19	1.8
N7DOP	18-21	DO	30.0	0.845	1.0	9.75	-3.57	2.53	0.2
N7DOSB	18-21	DO	30.0	0.845	1.0	9.75	3.57	2.53	0.2
N8DO	11-13	DO	30.0	0.845	0.4	6.01	0.00	0.29	0.3
N9	3-11	DO	30.0	0.845	0.8	4.01	0.00	0.25	0.3
Total DO					22.0	13.72	0.00	1.00	18.1
<i>LO</i>									
HydraulicOil	16-17	LO	30.0	0.900	0.2	8.25	0.00	0.32	0.3
N1LOP	13-16	LO	30.0	0.900	0.3	7.25	-0.31	0.31	0.1
N1LOSB	13-16	LO	30.0	0.900	0.3	7.25	0.31	0.31	0.1
Total LO					0.8	7.51	0.00	0.31	0.5
<i>Promitheies -C-30</i>									
Promitheies					1.2	13.00	0.00	2.46	0.0
Total Promitheies -C-30					1.2	13.00	0.00	2.46	0.0
Lightweight					0.0	0.00	0.00	0.00	0.0
Deadweight					37.0	12.90	0.00	1.73	28.2
Total Displacement					37.0	12.90	0.00	1.73	28.2

Πίνακας 7.13. Βαρη,Κεντρα βαρών(Κατακόρυφα και Διαμήκη) Συνολικών Αναλωσίμων



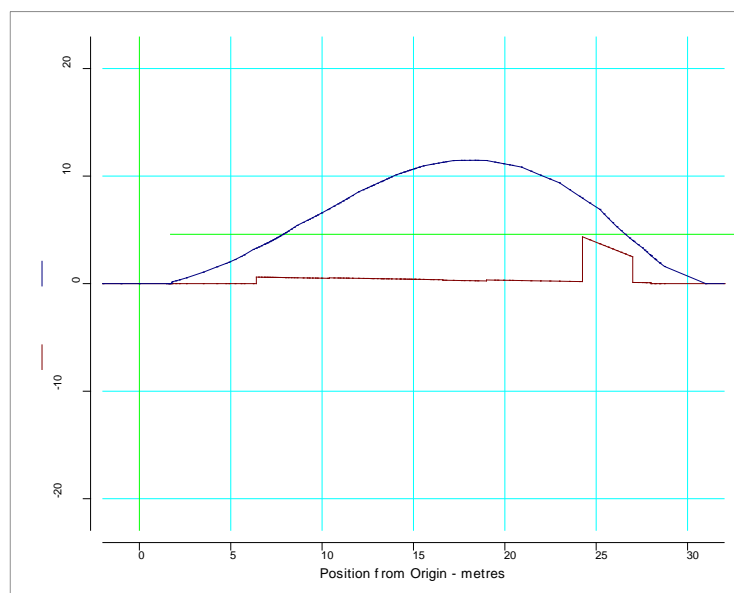
Διάγραμμα 7.12. Κατανομή Βάρους αναλωσίμων

7.3.2 Μη αναλώσιμα

Τα μη αναλώσιμα βάρη αποτελούνται από το βάρος του πληρώματος (Crew), το βάρος των Εφοδίων Αλιείας (Fishing Gear) το βάρος των ανταλλακτικών και το βάρος των σχοινιών (Ropes). Παρακάτω ακολουθεί η συνολική κατανομή τους:

Title	Frames	Cargo	% full	SG (t/m ³)	Weight (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	FSM (t-m)
<i>Ropes</i>									
Ropes					3.0	25.50	0.00	2.89	0.0
Total Ropes					3.0	25.50	0.00	2.89	0.0
<i>Fishing Gear</i>									
Fishing Gear					6.5	13.52	0.00	5.40	0.0
Total Fishing Gear					6.5	13.52	0.00	5.40	0.0
<i>Crew</i>									
crew1					0.3	13.50	0.00	7.77	0.0
crew2					0.8	23.50	0.00	5.20	0.0
Total Crew					1.1	21.00	0.00	5.84	0.0
<i>Adallaktika</i>									
Adallaktika					6.0	25.50	0.00	4.00	0.0
Total Adallaktika					6.0	25.50	0.00	4.00	0.0
Lightweight					0.0	0.00	0.00	0.00	0.0
Deadweight					16.6	20.51	0.00	4.47	0.0
Total Displacement					16.6	20.51	0.00	4.47	0.0

Πίνακας 7.14. Βαρη, Κεντρα βαρών (Κατακόρυφα και Διαμήκη) Συνολικών Μη Αναλωσίμων



Διάγραμμα 7.13. Κατανομή Βάρους Μη αναλωσίμων

7.3.3 Βάρος Φορτίου (FISH)

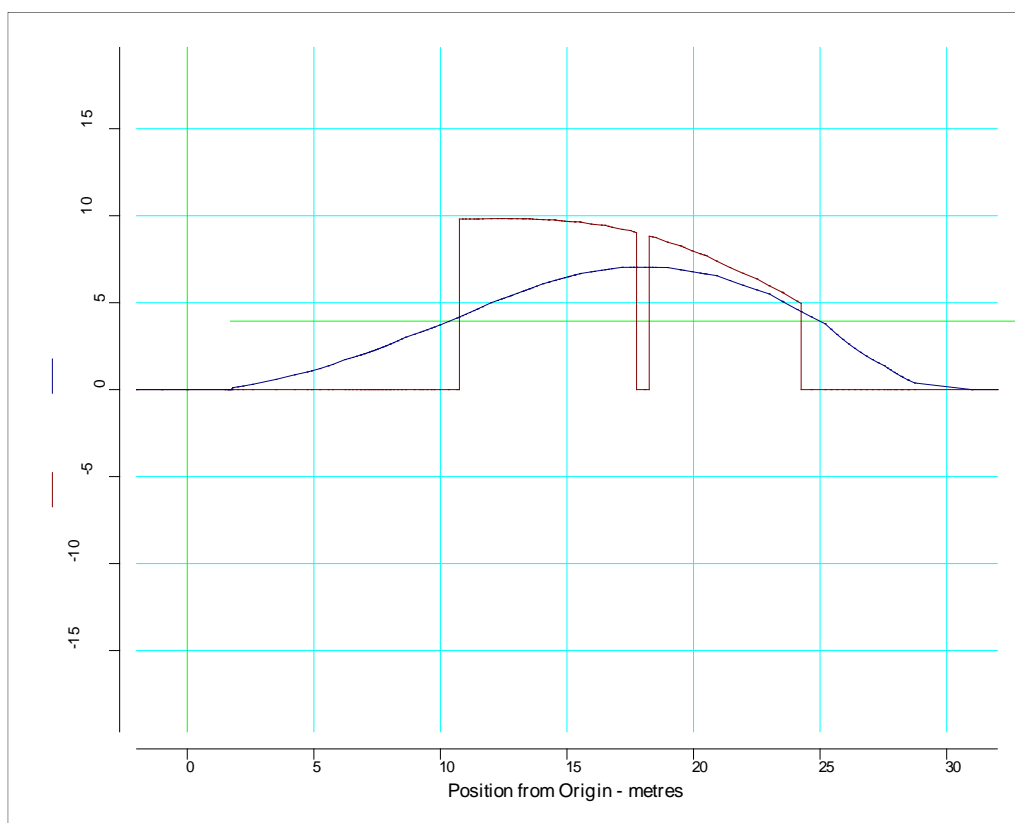
Η σχεδίαση των δεξαμεμών φορτίου έγινε στο πρόγραμμα AVEVASurface&Compartment.

Δημιουργείται ο παρακάτω πίνακας με τα κέντρα βαρών:

Title	Frames	Cargo	% full	SG (t/m ³)	Weight (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	FSM (t-m)
<i>Fish</i>									
Freezer1	21-35	FISH	100.0	0.550	67.6	14.21	0.00	2.83	0.0
Freezer2	36-48	FISH	100.0	0.550	42.6	20.98	-0.00	2.89	0.0
Total Fish					110.2	16.82	-0.00	2.85	0.0
Lightweight					0.0	0.00	0.00	0.00	0.0
Deadweight					110.1	16.82	-0.00	2.85	0.0
Total Displacement					110.1	16.82	-0.00	2.85	0.0

Πίνακας 7.15. Βαρη,Κεντρα βαρών(Κατακόρυφα και Διαμήκη) Φορτίου

Η κατανομή του βάρους φορτίου φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί και έγινε από το AVEVA



Διάγραμμα 7.14. Κατανομή Βάρους Μεταφερόμενου Φορτίου

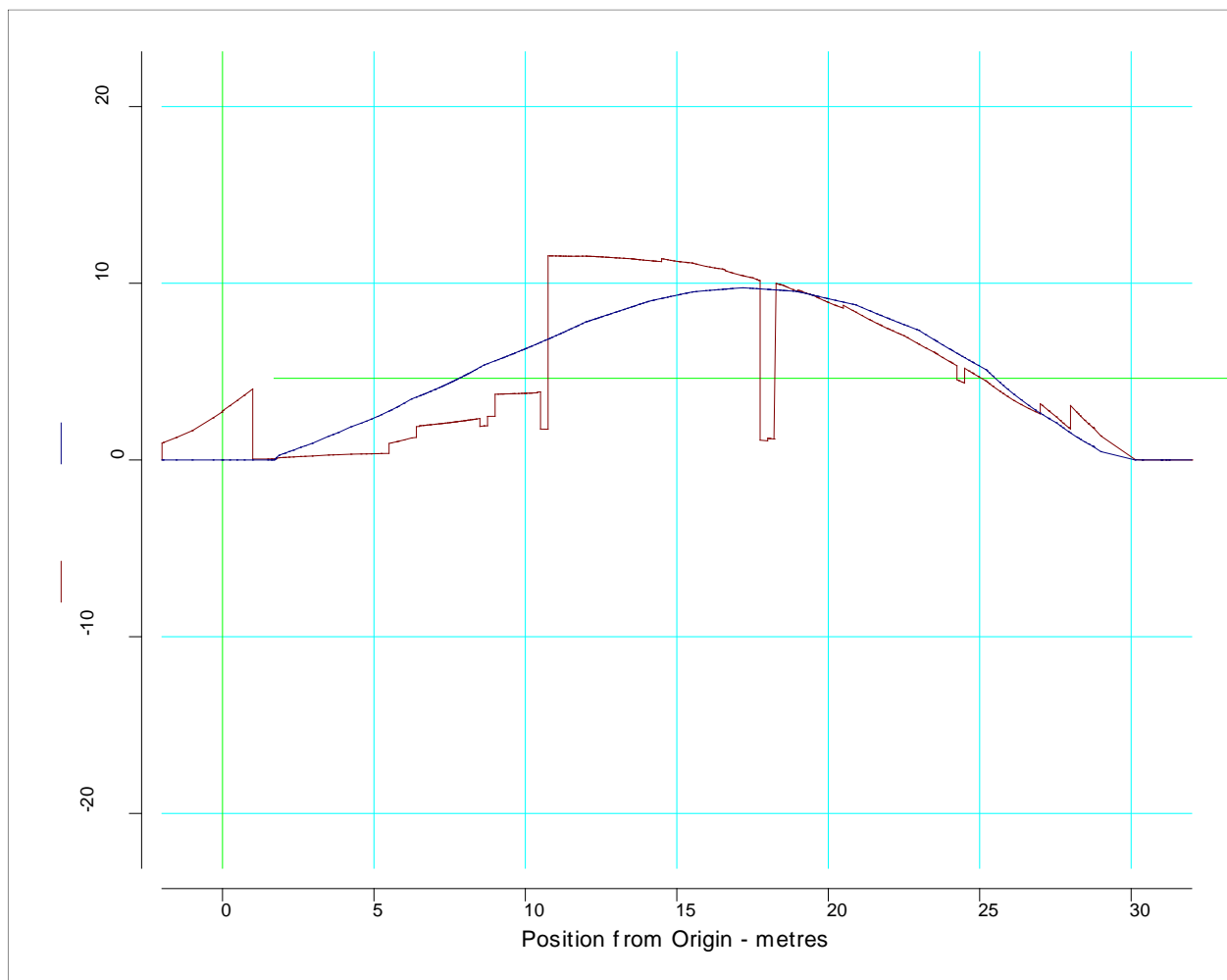
Στη συνέχεια, βρίσκουμε την κατανομή του πρόσθετου βάρους Deadweight με πρόσθεση όλων των παραπάνω επιμέρους ομάδων βαρών(Αναλώσιμα,Μη Αναλώσιμα,Φορτίο).

Title	Frames	Cargo	% full	SG (t/m ³)	Weight (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	FSM (t-m)
<i>Fish</i>									
Freezer1	21-35	FISH	100.0	0.550	67.6	14.21	0.00	2.83	0.0
Freezer2	36-48	FISH	100.0	0.550	42.6	20.98	-0.00	2.89	0.0
Total Fish					110.2	16.82	-0.00	2.85	0.0
<i>FW</i>									
APP	-4-2	FW	30.0	1.000	3.4	-0.16	-2.07	3.48	2.8
APSB	-4-2	FW	30.0	1.000	3.4	-0.16	2.07	3.48	2.8
FP	56-63	FW	30.0	1.000	2.8	28.64	0.00	3.14	1.2
FW1	54-56	FW	30.0	1.000	2.3	27.45	0.00	2.51	1.3
FWA	17-21	FW	30.0	1.000	0.9	9.60	0.00	0.35	1.6
Total FW					12.8	11.85	0.00	3.02	9.7
<i>DO</i>									
N1DO	49-54	DO	21.0	0.845	1.2	25.31	0.00	1.25	0.9
N2DOP	41-49	DO	30.0	0.845	0.8	22.01	-0.42	0.81	0.5
N2DOSB	41-49	DO	30.0	0.845	0.8	22.01	0.42	0.81	0.5
N3DOP	36-41	DO	30.0	0.845	0.9	19.15	-0.60	0.73	0.9
N3DOSB	36-41	DO	30.0	0.845	0.9	19.15	0.60	0.73	0.9
N4DOP	29-36	DO	30.0	0.845	1.7	16.13	-0.71	0.66	2.1
N4DOSB	29-36	DO	30.0	0.845	1.7	16.13	0.71	0.66	2.1
N5DOP	21-29	DO	30.0	0.845	2.2	12.45	-0.70	0.58	2.4
N5DOSB	21-29	DO	30.0	0.845	2.2	12.45	0.70	0.58	2.4
N6DOP	11-21	DO	30.0	0.845	2.8	8.36	-2.10	1.19	1.8
N6DOSB	11-21	DO	30.0	0.845	2.8	8.36	2.10	1.19	1.8
N7DOP	18-21	DO	30.0	0.845	1.0	9.75	-3.57	2.53	0.2
N7DOSB	18-21	DO	30.0	0.845	1.0	9.75	3.57	2.53	0.2
N8DO	11-13	DO	30.0	0.845	0.4	6.01	0.00	0.29	0.3
N9	3-11	DO	30.0	0.845	0.8	4.01	0.00	0.25	0.3
Total DO					21.2	13.29	0.00	0.98	17.3
<i>LO</i>									
HydraulicOil	16-17	LO	30.0	0.900	0.2	8.25	0.00	0.32	0.3
N1LOP	13-16	LO	30.0	0.900	0.3	7.25	-0.31	0.31	0.1
N1LOSB	13-16	LO	30.0	0.900	0.3	7.25	0.31	0.31	0.1
Total LO					0.8	7.51	0.00	0.31	0.5
<i>Ropes</i>									
Ropes					3.0	25.50	0.00	2.89	0.0
Total Ropes					3.0	25.50	0.00	2.89	0.0
<i>Promitheies -C-30</i>									
Promitheies					1.2	13.00	0.00	2.46	0.0
Total Promitheies -C-30					1.2	13.00	0.00	2.46	0.0
<i>FisgingGear</i>									
Fishing Gear					6.5	13.52	0.00	5.40	0.0
Total FisgingGear					6.5	13.52	0.00	5.40	0.0

<i>Crew</i>									
crew1					0.3	13.50	0.00	7.77	0.0
crew2					0.8	23.50	0.00	5.20	0.0
Total Crew					1.1	21.00	0.00	5.84	0.0
<i>Adallaktika</i>									
Adallaktika					6.0	25.50	0.00	4.00	0.0
Total Adallaktika					6.0	25.50	0.00	4.00	0.0
Lightweight					0.0	0.00	0.00	0.00	0.0
Deadweight					162.9	16.27	-0.00	2.77	27.4
Total Displacement					162.9	16.27	-0.00	2.77	27.4
Buoyancy					162.9	16.38	0.00	1.46	585.6
Total Buoyancy					162.9	16.38	0.00	1.46	585.6

Πίνακας 7.16. Βαρη,Κεντρα βαρών(Κατακόρυφα και Διαμήκη) DWT

Η κατανομή του πρόσθετου βάρους DWT φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί και έγινε από το AVEVA



Διάγραμμα 7.15. Κατανομή συνολικού βάρους DWT

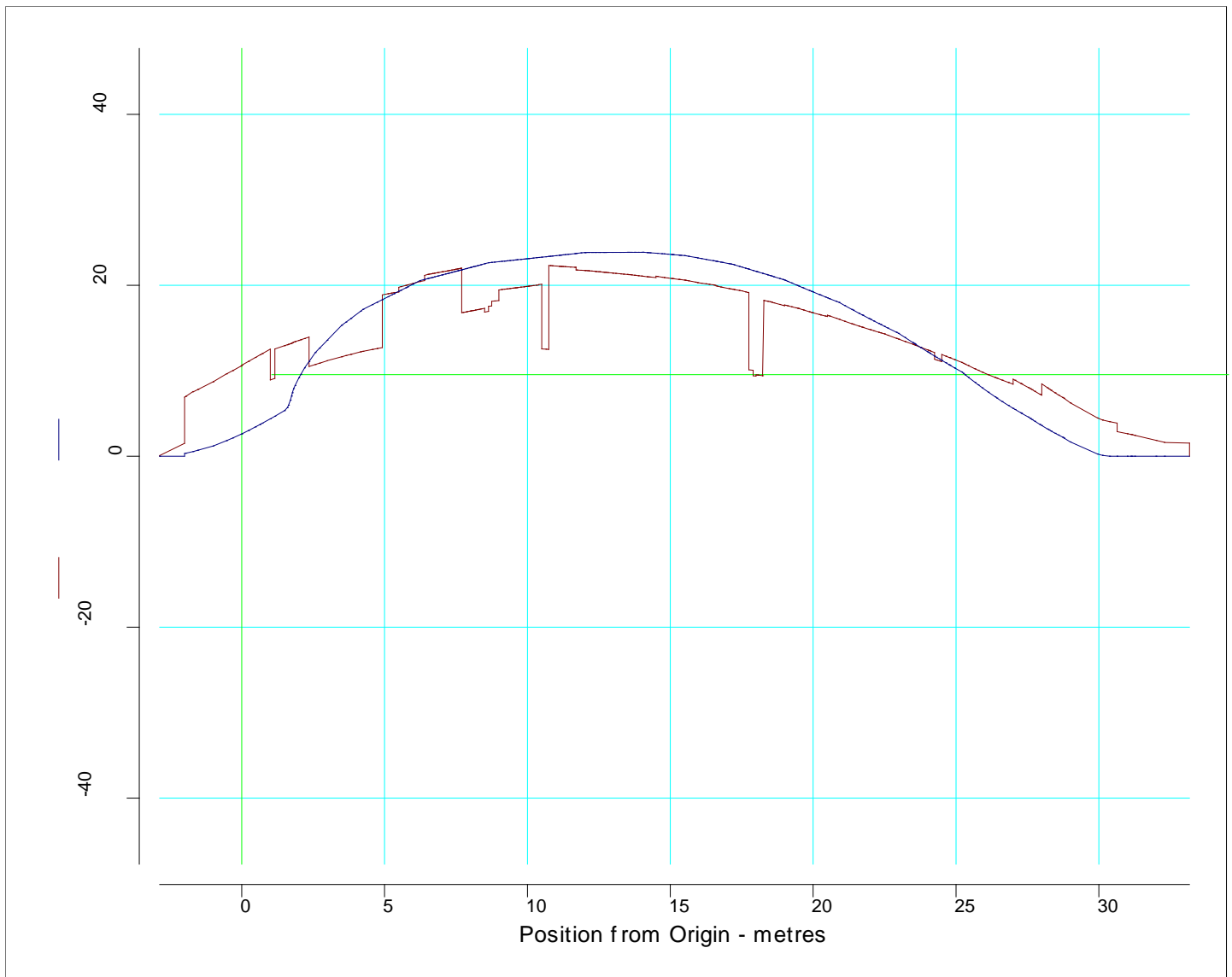
7.4 Κατανομή Βαρών Κατάστασης Σχεδίασης(100% Φορτίο και 30% Αναλώσιμα)

Τα στοιχεία όλων των βαρών της κατάστασης αυτής καθώς επίσης και η κατανομή του εκτοπίσματος φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Title	Frames	Cargo	% full	SG (t/m ³)	Weight (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	FSM (t-m)
<i>Fish</i>									
Freezer1	21-35	FISH	100.0	0.550	67.6	14.21	0.00	2.83	0.0
Freezer2	36-48	FISH	100.0	0.550	42.6	20.98	-0.00	2.89	0.0
Total Fish					110.2	16.82	-0.00	2.85	0.0
<i>FW</i>									
APP	-4-2	FW	30.0	1.000	3.4	-0.16	-2.07	3.48	2.8
APSB	-4-2	FW	30.0	1.000	3.4	-0.16	2.07	3.48	2.8
FP	56-63	FW	30.0	1.000	2.8	28.64	0.00	3.14	1.2
FW1	54-56	FW	30.0	1.000	2.3	27.45	0.00	2.51	1.3
FWA	17-21	FW	30.0	1.000	0.9	9.60	0.00	0.35	1.6
Total FW					12.8	11.85	0.00	3.02	9.7
<i>DO</i>									
N1DO	49-54	DO	21.0	0.845	1.2	25.31	0.00	1.25	0.9
N2DOP	41-49	DO	30.0	0.845	0.8	22.01	-0.42	0.81	0.5
N2DOSB	41-49	DO	30.0	0.845	0.8	22.01	0.42	0.81	0.5
N3DOP	36-41	DO	30.0	0.845	0.9	19.15	-0.60	0.73	0.9
N3DOSB	36-41	DO	30.0	0.845	0.9	19.15	0.60	0.73	0.9
N4DOP	29-36	DO	30.0	0.845	1.7	16.13	-0.71	0.66	2.1
N4DOSB	29-36	DO	30.0	0.845	1.7	16.13	0.71	0.66	2.1
N5DOP	21-29	DO	30.0	0.845	2.2	12.45	-0.70	0.58	2.4
N5DOSB	21-29	DO	30.0	0.845	2.2	12.45	0.70	0.58	2.4
N6DOP	11-21	DO	30.0	0.845	2.8	8.36	-2.10	1.19	1.8
N6DOSB	11-21	DO	30.0	0.845	2.8	8.36	2.10	1.19	1.8
N7DOP	18-21	DO	30.0	0.845	1.0	9.75	-3.57	2.53	0.2
N7DOSB	18-21	DO	30.0	0.845	1.0	9.75	3.57	2.53	0.2
N8DO	11-13	DO	30.0	0.845	0.4	6.01	0.00	0.29	0.3
N9	3-11	DO	30.0	0.845	0.8	4.01	0.00	0.25	0.3
Total DO					21.2	13.29	0.00	0.98	17.3
<i>LO</i>									
HydraulicOil	16-17	LO	30.0	0.900	0.2	8.25	0.00	0.32	0.3
N1LOP	13-16	LO	30.0	0.900	0.3	7.25	-0.31	0.31	0.1
N1LOSB	13-16	LO	30.0	0.900	0.3	7.25	0.31	0.31	0.1
Total LO					0.8	7.51	0.00	0.31	0.5
<i>Ropes</i>									
Ropes					3.0	25.50	0.00	2.89	0.0
Total Ropes					3.0	25.50	0.00	2.89	0.0
<i>Promitheies -C-30</i>									

Promitheies					1.2	13.00	0.00	2.46	0.0
Total Promitheies -C-30					1.2	13.00	0.00	2.46	0.0
<i>FisgingGear</i>									
Fishing Gear					6.5	13.52	0.00	5.40	0.0
Total FisgingGear					6.5	13.52	0.00	5.40	0.0
<i>Crew</i>									
crew1					0.3	13.50	0.00	7.77	0.0
crew2					0.8	23.50	0.00	5.20	0.0
Total Crew					1.1	21.00	0.00	5.84	0.0
<i>Adallaktika</i>									
Adallaktika					6.0	25.50	0.00	4.00	0.0
Total Adallaktika					6.0	25.50	0.00	4.00	0.0
Lightweight					327.7	12.27	0.00	4.37	0.0
Deadweight					162.9	16.27	-0.00	2.77	27.4
Total Displacement					490.6	13.60	-0.00	3.84	27.4
Buoyancy					490.6	13.62	0.00	2.35	1086.2
Total Buoyancy					490.6	13.62	0.00	2.35	1086.2

Πίνακας 7.17.Βαρη,Κεντρα βαρών(Κατακόρυφα και Διαμήκη) στην Κατάσταση Σχεδίασης



Διάγραμμα 7.16. Κατανομή συνολικού βάρους στην Κατάσταση Σχεδίασης

7.5 Κατανομή Τεμνουσών Δυνάμεων και Καμπτικών Ροπών (Κατάσταση Σχεδίασης)

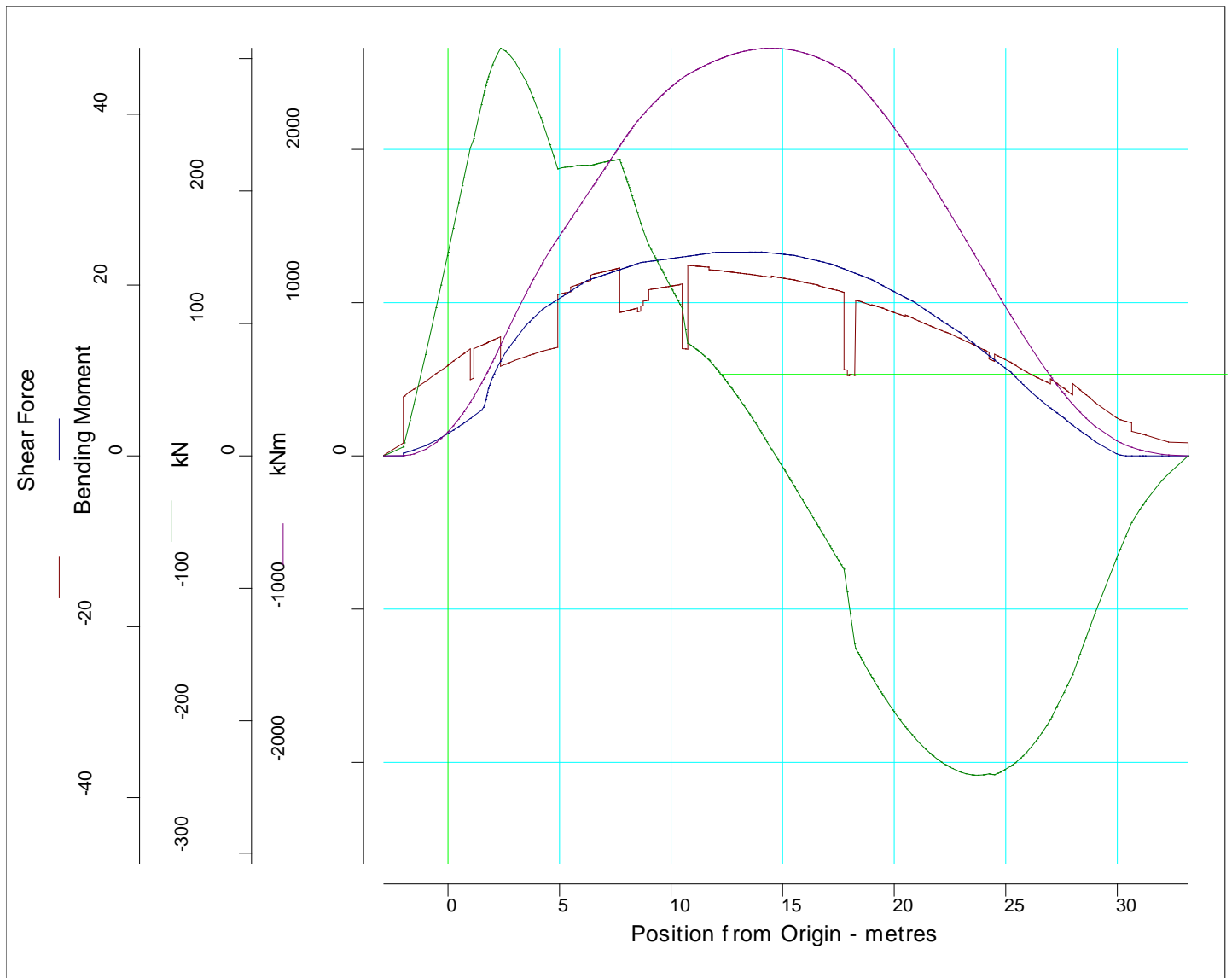
Θα εξετάσουμε τις κατανομές των τεμνουσών δυνάμεων $F(x)$ και των καμπτικών ροπών $M(x)$ για την κατάσταση ήρεμου νερού (Still Water) στην Κατάσταση Σχεδίασης (100% Φορτίο και 30% Αναλώσιμα) που είναι η δυσμενέστερη από πλευράς βαρών.

Στον πίνακα που ακολουθεί, φαίνονται οι τιμές των διατμητικών δυνάμεων και των καμπτικών ροπών σε διάφορες θέσεις του πλοίου καθώς επίσης και η μέγιστη καμπτική ροπή που αναπτύσσεται.

Distance from Origin (m)		Shearing Force (kN)	% of Max allowed	Bending Moment (kNm)	% of Max allowed
2.36	--	307.8	---	722.8	---
5.99	--	219.5	---	1649.8	---
7.70	--	223.8	---	2023.8	---
14.69	--	0.0	---	2659.0	---
23.77	--	-241.1	---	1271.4	---
24.50	#49	-240.7	---	1092.0	---
<i>Maximum BM</i>					
14.50				2659.7	---
<i>Maximum SF</i>					
2.36		307.8	---		

Πίνακας 7.18. Τιμές διατμητικών δυνάμεων και καμπτικών ροπών σε διάφορες θέσεις του πλοίου καθώς επίσης και η μέγιστη καμπτική ροπή που αναπτύσσεται.

Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνεται η κατανομή του βάρους, της άντωσης, των διατμητικών δυνάμεων και των καμπτικών ροπών κατά το μήκος του υπό μελέτη πλοίου.



Διάγραμμα 7.17. Κατανομή του βάρους, της άντωσης, των διατμητικών δυνάμεων και των καμπτικών ροπών κατά το μήκος

8.Υπολογισμοί Στοιχείων Αντοχής Μέσης Τομής

8.1 Εισαγωγή

Στους υπολογισμούς που ακολουθούν ,χρησιμοποιούμε τους κανονισμούς του A.B.S. ‘Rules for building and classing steel vessels under 90 meters in length’,2012.Ως μήκος χρησιμοποιείται το scantling length όπως αυτό ορίζεται στους κανονισμούς [3.1.1/3.1] όπου διαβάζουμε πως:

«*L is the distance in meters (feet) on the summer load line from the fore side of the stem to the centerline of the rudder stock. For use with the Rules, L is not to be less than 96% and need not be greater than 97% of the length on the summer load line. The forward end of L is to coincide with the fore side of the stem on the waterline on which L is measured.*»

Το summer load draft είναι $T_s = 4.094$ m και το $L_s = 31.23$ m.

Κατά τους κανονισμούς [3.2.1/3.1] του A.B.S. (2013) ορίζεται η τιμή της ελάχιστης επιτρεπόμενης ροπής αντίστασης της μέσης τομής του πλοίου ως ακολούθως:

$$SM_{\min} = C_1 * C_2 * L^2 * B * (Cb + 0.7)(m - cm^2)$$

Όπου:

- $L = 31.23$ m, το μήκος υπολογισμών,96% του μήκους της ισάλου θέρους $L_{WL}=32.53$ m
- $C_1=15.20-0.22L=8.33$, για $24m \leq L \leq 35m$
- $C_2=0.01$
- $B = 8.4$ m, το πλάτος του πλοίου.
- C_b η τιμή για το συντελεστής γάστρας στην ίσαλο θέρους (λαμβάνεται $C_b = 0.6$ καθώς είναι η ελάχιστη που ορίζεται από τον ABSγια το συγκεκριμένο τύπο)

$$\text{Τελικά προκύπτει } SM_{\text{req}} = 887.0758 \text{ m} * \text{cm}^2 = 88707.58 \text{ cm}^3.$$

Επίσης, από τους κανονισμούς του A.B.S. , η ελάχιστη ροπή αδράνειας της μέσης τομής θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από αυτή που υπολογίζεται από την σχέση [3.2.1/3.5]:

$$I_{req} = \frac{L \times SM_{req}}{33,3} \Rightarrow$$

$$\Leftrightarrow I_{req} = 8319013 [cm^4]$$

Τα στοιχεία αντοχής της μέσης τομής του πλοίου , θα υπολογιστούν βάσει των προδιαγραφών που προβλέπει ο Αμερικάνικος νηογνώμονας ABS. Τα βασικά μεγέθη του υπό μελέτη πλοίου είναι τα εξής:

- $L_{BP} = 30.23$ m, μήκος μεταξύ καθέτων
- $L_S = 31.23$ m, μήκος αντοχής (scantling length)
- $B = 8.4$ m, πλάτος
- $D = 4.25$ m, κοίλο
- $D_S = 4.25$ m, κοίλο αντοχής στη μέση τομή (scantling depth) από [3.1.1/7.3]
- $T_d = 3.67$ m, βύθισμα σχεδίασης
- $T_S = 4.094$ m, βύθισμα αντοχής
- $C_B = 0.520$
- $V_S = 11$ kn, ταχύτητα υπηρεσίας

8.2 Υπολογισμός πάχους ελασμάτων Μέσης Τομής

Το υλικό ναυπήγησης είναι ο κοινός ναυπηγικός χάλυβας με όριο διαρροής

[2.1.2/TABLE2]:

- $\sigma_s = 235 N / mm^2$

1. Πάχος ελάσματος κύριου καταστρώματος (main deck plating)

Βάσει του κανονισμού [3.2.3/3.1] το ελάχιστο πάχος του ελάσματος του κύριου καταστρώματος θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο των 5 mm και μεγαλύτερο της τιμής που προκύπτει από τον ακόλουθο τύπο:

$$t = \frac{s \sqrt{h}}{254} + 2.5 [mm]$$

,Όπου

$s = \text{frame spacing} = 500 \text{ mm}$

$h = \text{ύψος σε } m \text{ ως ακολούθως:}$

από 3.2.3./3.1.1

Exposed Freeboard deck having no deck below

$$h = 0.028L + 0.18 = 1.954 \text{ m}$$

Τελικά προκύπτει $t_{\min} = 5.252 \text{ mm}$ και επιλέγουμε **$t=6\text{mm}$** .

Επιπλέον πάνω στο main deck υπάρχει ξύλινη επίστρωση πάχους 50 mm.

2. Πάχος ελάσματος upper deck:

Χρησιμοποιούμε τον παραπάνω τύπο με τη διαφορά πως για h θα χρησιμοποιήσουμε τον τύπο της παραγράφου [3-2-3/3.1.2]

$$h = 0.028L + 0.66 = 1.5344 \text{ m}$$

και $t_{\min} = 4.938 \text{ mm}$

και επιλέγουμε **$t = 6 \text{ mm}$** .

3. Πάχος ελάσματος superstructure deck:

Υπολογίζω το h βάσει του τύπου της παραγράφου [3-2-3/3.1.3],

“Superstructure deck between 0.25L Forward of and 0.20L Aft of Amidship”

$$h = 0.014L + 0.87 = 1.307203 \text{ m}$$

και $t_{\min} = 4.751 \text{ mm}$ οπότε διαλέγουμε **$t = 5 \text{ mm}$** .

4. Έλασμα πυθμένα (bottom shell plating):

Το ελάχιστο πλάτος του ελάσματος του πυθμένα είναι [3.2.2/3.3]:

$$t = \frac{s \sqrt{h}}{254} + 2.5 \text{ [mm]}$$

,όπου:

$s = \text{frame spacing [mm]}$

$h = \max [D, 0.1L, 1.18d]$, όπου $d = \max [T, 0.066L]$

$T = 3.668 \text{ m}$

$0.066L = 2.061 \text{ m}$

$$\rightarrow d = 3.668 \text{ m}$$

και

$$D = 4.25 \text{ m}$$

$$0.1L = 3.123 \text{ m}$$

$$1.18d = 4.328 \text{ m}$$

$$\rightarrow h = 4.328 \text{ m} \quad \text{και} \quad t_{\min} = 6.59 \text{ mm}$$

και επιλέγουμε **t = 8 mm**.

5. Έλασμα πλευράς πλοίου (Side shell Plating):

Δουλεύουμε βάσει της παραγράφου [3-2-2/5.5.1].

$$t = \frac{s\sqrt{h}}{268} + 2.5 \text{ [mm]}$$

όπου τα διάφορα μεγέθη είναι όπως επεξηγήθηκαν στην παραπάνω παράγραφο.

Έτσι προκύπτει $t_{\min} = 6.38 \text{ mm}$ και για να ικανοποιείται και η απαίτηση "t is not to be

taken less than 8.5 mm for offshore vessels", διαλέγουμε

t = 8.5 mm.

6. Έλασμα πλευράς στις άκρες (Side shell Plating at Ends):

Στην παράγραφο [3-2-2/5.5] διαβάζουμε

" It is not to be extended for more than 0.1L from the ends "

δηλαδή μιλάμε για ένα ύψος της τάξεως των $0.1L = 3.123 \text{ m}$

με $t_{\min} = 0.0455L + 0.009s = 5.920 \text{ mm}$, και επιλέγουμε **t = 7 mm**.

7. Έλασμα κεντρικής σταθμίδας (Center Girder):

Χρησιμοποιούμε τον τύπο της παραγράφου [3-2-4/1.3] που μας δίνει

$$t_{\min} = 0.056L + 5.5 = 7.2488 \text{ mm}$$

Έστω **t = 8mm**.

Το ύψος (Depth) της σταθμίδας θα είναι τουλάχιστον όσο προκύπτει από την εξίσωση της παραγράφου [3-2-4/1.3.3]:

$h_g = 32B + 190\sqrt{d}$ [mm], όπου $d = \text{draft for scantlings}$ όπως ορίσθηκε στην παράγραφο [3-1-1/9]. Έχουμε ήδη υπολογίσει $d = 3.668$ m και έτσι προκύπτει $h_g = 632$ mm ενώ έχει ήδη επιλεγεί ύψος ίσο με 1000 mm > 632 mm.

8. Έλασμα τρόπιδας (keelplating):

Από παράγραφο [3-2-2/3.3] διαβάζουμε πως το πάχος του ελάσματος της τρόπιδας πρέπει να είναι μεγαλύτερο από την απαίτηση για το πάχος του ελάσματος πυθμένα όπως αυτό ορίσθηκε στην παράγραφο [3-2-10/1.3]. Η απαίτηση για το bottom shell υπολογίσθηκε στα 6.6 mm.

Διαλέγουμε $t = 30$ mm όπως βλέπουμε στο πατρικό πλοίο και ύψος τρόπιδας 180 mm.

9. Έλασμα εσωτερικού πυθμένα (inner bottom plating):

Για τον υπολογισμό του πάχους του ελάσματος διπυθμένου, ακολουθώ τους κανονισμούς [3-2-4/1.13]

Η εξίσωση που δίνει το πάχος είναι:

$$t_{\min} = 0.037L + 0.009s + c = 5.155 \text{ mm}$$

και διαλέγουμε $t = 6$ mm.

10. Έλασμα συμπαγούς έδρας:

Δουλεύουμε βάσει του ABS [3-2-4/1.7] όπου μας δίδεται ο τύπος για το πάχος του ελάσματος αυτού ως

$$t = 0.036L + c ,$$

$$\text{όπου } c = 4.7 \text{ mm}$$

$$\text{οπότε προκύπτει } t = 5.8242 \text{ mm}$$

και επιλέγω $t = 7$ mm.

Στη συνέχεια ακολουθεί ο υπολογισμός των ενισχυτικών της μέσης τομής. Να σημειώσουμε ότι ο νηογνώμονας, υπολογίζει την ελάχιστη ροπή αντίστασης (SM).

8.3 Υπολογισμός Διαμήκων Ενισχυτικών

Αρχικά θα υπολογίσω την ροπή επιφάνειας (Section Modulus) κάθε ενισχυτικού όπως αυτή προβλέπεται από τους κανονισμούς του A.B.S. και στη συνέχεια θα υπολογιστούν τα ακριβή χαρακτηριστικά τους.

Γενικά για τους τύπους που ακολουθούν:

SM: κύρια ροπή αντίστασης επιφάνειας της εγκάρσιας, ως προς το πλοίο, τομής του ενισχυτικού.

s: ισαπόσταση ενισχυτικών

ℓ: μη υποστηριζόμενο μήκος ενισχυτικού

h: απόσταση που έχει σχέση με την υδροστατική φόρτιση που δέχεται το ενισχυτικό

c: συντελεστής διόρθωσης ανάλογα με την θέση και το σκοπό του ενισχυτικού

Διαμήκη Ενισχυτικά Κυρίου καταστρώματος (Main deck longitudinals)

Η ροπή αντίστασης του συνδυασμού ελάσματος Κυρίου καταστρώματος - ενισχυτικού δίνεται από την σχέση της παραγράφου [3-2-6/3.3] ,

$$SM = 7.8 * c * b * h * l^2 \text{ cm}^3$$

όπου ,

h = 1.385 m : σύμφωνα με τον τύπο της παραγράφου [3-2-6/1.3.1]

l = 2.57 m : είναι η απόσταση στήριξης των διαμήκων ενισχυτικών

c: είναι μια σταθερά που για δίνεται ίση με 0,6

b: μέσο πλάτος επιφάνειας στήριξης για κάθε ενισχυτικό. Έχουμε 2 ίδια ενισχυτικά τοποθετημένα συμμετρικά οπότε θεωρούμε πως η στήριξη διαμοιράζεται εξίσου στα 2 ενισχυτικά. B = 8.4 m οπότε θεωρούμε b = 4.2 m.

Όπότε για το main deck προκύπτει

$$SM_{req} = 179.8 \text{ cm}^3$$

Διαμήκη Ενισχυτικά Upper Deck (Upper Deck longitudinals)

Ομοίως με παραπάνω έχω

$$SM = 7.8 * c * b * h * l^2 \text{ cm}^3$$

όπου ,

h = 1.085 m : σύμφωνα με τον τύπο της παραγράφου [3-2-6/1.3.2]

l = 2.57 m : είναι η απόσταση στήριξης των διαμήκων ενισχυτικών

c: είναι μια σταθερά που για δίνεται ίση με 0,6

b = 4.2 m

Όπότε για το upper deck προκύπτει

$$SM_{req} = 140.86 \text{ cm}^3$$

Διάμηκες ενισχυτικό Superstructure Deck:

Δουλεύουμε βάσει της παραγράφου [3-2-6/1.3] και έχουμε

$$SM = 7.8 \cdot c \cdot b \cdot h \cdot l^2 \text{ cm}^3$$

όπου ,

$h = 0.922 \text{ m}$: σύμφωνα με τον τύπο της παραγράφου [3-2-6/1.3.]

$l = 3.7 \text{ m}$

c : είναι μια σταθερά που για δίνεται ίση με 0,7

$b = 0.5 \text{ m}$

Όπότε για το superstructure deck προκύπτει

$$SM_{req} = 34.46 \text{ cm}^3$$

Διαμήκη Ενισχυτικά Πλευρικών Ελασμάτων [3-2-6/1.3]

Ισχύει η σχέση: $SM = 7.8 \cdot c \cdot h \cdot s \cdot l^2 \text{ (cm}^3)$

,όπου για το άνω πλευρικό ενισχυτικό:

$$s = 0.500\text{m}$$

$$c = 0.7\text{m}$$

$$h = 1.45\text{m}$$

$$l = 2.9\text{m}$$

Με αντικατάσταση προκύπτει $SM_1 = 33.29 \text{ cm}^3$.

Ομοίως για το κάτω πλευρικό ενισχυτικό:

$$s = 0.500\text{m}$$

$$c = 0.7\text{m}$$

$$h = 0.922\text{m}$$

$$l = 2.9\text{m}$$

και $SM_2 = 21.168 \text{ cm}^3$

8.4 Υπολογισμός Εγκαρσίων ΕνισχυτικώνΕγκάρσια Ενισχυτικά Πλευράς Πλοίου[3-2-5/5.1]

Βάσει της παραγράφου για εγκάρσια ενισχυτικά έχω

$$SM = 7.8 \cdot c \cdot h \cdot s \cdot l^2 \text{ (cm}^3)$$

$$s = 0.500\text{m}$$

$$c = 0.915\text{m}$$

$$h = 1.45\text{m}$$

$$l = 2.9\text{m}$$

$$\text{και } SM = 43.52 \text{ cm}^3$$

Εγκάρσιο Ενισχυτικό Κυρίου Καταστρώματος [3-2-5/5.1]

$$SM = 7.8 \cdot c \cdot h \cdot s \cdot l^2 \quad (\text{cm}^3)$$

$$s = 0.500\text{m}$$

$$c = 1\text{m}$$

$$h = 1.385\text{m}$$

$$l = 2.9\text{m}$$

$$\text{και } SM = 45.427 \text{ cm}^3$$

Εγκάρσιο Ενισχυτικό Upper Deck [3-2-5/5.1]

$$SM = 7.8 \cdot c \cdot h \cdot s \cdot l^2 \quad (\text{cm}^3)$$

$$s = 0.500\text{m}$$

$$c = 1\text{m}$$

$$h = 1.085\text{m}$$

$$l = 2.4\text{m}$$

$$\text{και } SM = 24.373 \text{ cm}^3$$

Εγκάρσιο Ενισχυτικό Superstructure Deck [3-2-5/5.1]

$$SM = 7.8 \cdot c \cdot h \cdot s \cdot l^2 \quad (\text{cm}^3)$$

$$s = 0.500\text{m}$$

$$c = 0.7\text{m}$$

$$h = 0.922\text{m}$$

$$l = 3.7\text{m}$$

$$\text{και } SM = 34.46 \text{ cm}^3$$

Εγκάρσια Πλευρικά Ενισχυτικά Superstructure Deck [3-2-5/5.1]

$$SM = 7.8 \cdot c \cdot h \cdot s \cdot l^2 \quad (\text{cm}^3)$$

$$s = 0.500\text{m}$$

$$c = 0.6\text{m}$$

$$h = 0.922\text{m}$$

$$l = 2.2\text{m}$$

και $SM = 10.442 \text{ cm}^3$

Με βάση τις παραπάνω ελάχιστες ροπές αντίστασης που υπολογίσθηκαν, θα επιλεγθούν τα κατάλληλα ενισχυτικά με βάση το πρόγραμμα του ABS. Ο τύπος των ενισχυτικών και η ροπή αντίστασή του καθενός παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Περιοχή	Τύπος Ενισχυτικού	Απαιτούμενη Ροπή Αντίστασης (cm^3)	Διαθέσιμη Ροπή Αντίστασης Ενισχυτικού (cm^3)
Διάμηκες Superstructure Deck	JUA100A 100x75x7 UIA	34.46	38.99
Διαμήκη Upper Deck	Girder 200x100x8	140.86	143.12
Διαμήκη Main Deck	Girder 200x110x10	179.8	185.73
Διαμήκη Πλευρικά Ελάσματα	JUA100A 100x75x7 UIA	33.29	38.99
Εγκάρσια Πλευρικά Ελάσματα	KUA100B 100x75x10 UIA	43.52	50.96
Εγκάρσιο Πλευρικό Ενισχυτικό Superstructure Deck	JEA075B 65x65x6 EIA	10.442	16.44
Εγκάρσιο Ενισχυτικό Superstructure Deck	JUA100A 100x75x7 UIA	34.46	38.99
Εγκάρσιο Ενισχυτικό Upper Deck	JEA075B 75x75x9 EIA	24.373	30.21
Εγκάρσιο Ενισχυτικό Main Deck	KUA100B 100x75x10 UIA	45.427	50.96

Πίνακας 8.1. Τύπος ενισχυτικών και ροπή αντίστασης του.

8.5 Υπολογισμός Ροπής Αντίστασης Μέσης Τομής

Συνεχίζουμε με τον υπολογισμό της ροπής αντίστασης (SectionModulus = S.M.) της μέσης τομής του πλοίου. Σκοπός είναι να διαπιστωθεί αν αυτή είναι μεγαλύτερη από την απαιτούμενη που υπολογίστηκε στην αρχή του ερωτήματος ίση με: **S.M._{req} = 88707.58cm³**

Οι υπολογισμοί παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Από τον πίνακα 8.1 έχουμε τα ακόλουθα:

ITEM	n	χ διασταση		Αi(cm2)	ΣΑi(cm2)	hi(cm)	ΣΑi*hi(cm3)	ΣΑi*hi2	ως προς κ.β.			ΣΙ ως προς κ.β.
		πλάτος(cm)	γ διαστασ t(cm)						ως προς bottom	bottom	bottom	
									li(cm4)	li(cm4)	Σli (cm4)	
Έλασμα πυθμένα	2			282,4	282,4	564,8	39536	2767520	257885,67	1641645,67	3283291,34	515771,34
Πλευρικό έλασμα κύτους	2	0,85	290	246,5	246,5	493	138040	38651200	1727554,167	21053154,17	42106308,33	3455108,333
Έλασμα ζωστήρα κύτους	2	0,6	7,5	4,5	4,5	9	668,75	6018,75	4025039,063	21,09375	2012540,625	42,1875
Έλασμα main deck	1	840	0,6	504	504	504	214351,2	91163565,36	15,12	91163580,48	91163580,48	15,12
long.girder main deck	2			30	30	60	411,83	24709,8	10176236,93	1296,167	5089414,634	2592,334
Έλασμα τρόπιδας(keel plating)	1	3	18	54	54	54	1080	21600	1458	23058	23058	1458
Έλασμα inner bottom	1	674	0,6	404,4	404,4	134,7	54472,68	7337469,996	12,132	7337482,128	7337482,128	12,132
Girder inner bottom	1	0,8	100	80	80	80	6160	474320	66666,66667	540986,6667	540986,6667	66666,66667
TOTAL						2169,2	484368,43	154616951,4				4041666,114

Απόσταση ουδέτερου άξονα από πυθμένα	223,2935783	cm
Ροπή αδράν. ως προς ΟΑ	50502257,5	cm4
Yd	201,706422	cm
SM(katastroma)	250375,06	cm3
SM(bottom)	226169,771	cm3

Πίνακας 8.2. Υπολογισμός Ροπής Αντίστασης Μέσης Τομής

Απόσταση ουδέτερου άξονα από πυθμένα		223,2935783
Ροπή αδράν. ως προς ΟΑ	50502257,5	cm ⁴
Yd	201,706422	cm
SM(katastroma)	250375,06	cm ³
SM(bottom)	226169,771	cm ³

Ybottom [cm]	ydeck [cm]	Ixx [cm ⁴]	SMbottom [cm ³]	SMdeck [cm ³]
223.29	201.71	50502257.5	226169.7	250375.1

Πίνακας 8.3. Τελικές τιμές υπολογισμού ροπής αντίστασης μέσης τομής.

,όχεις αλλεπου:

- n , πλήθος
- I_i , κύρια ροπή αδράνειας στοιχείου
- A_i , ενεργή επιφάνεια στοιχείου
- h_i , απόσταση κέντρου βάρους στοιχείου από βασική γραμμή αναφοράς
- y_{bottom} , απόσταση ουδέτερου άξονα μέσης τομής από βασική γραμμή αναφοράς
- y_{deck} , απόσταση ουδέτερου άξονα μέσης τομής από κύριο κατάστρωμα
- I_{xx} , κύρια ροπή αδράνειας μέσης τομής ως προς ουδέτερο άξονα
- SM_{bottom} , ροπή αντίστασης μέσης τομής ως προς βασική γραμμή αναφοράς
- SM_{deck} , ροπή αντίστασης μέσης τομής ως προς κύριο κατάστρωμα

Στη συνέχεια θα ελέγξουμε αν ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του νηογνώμονα για τη ροπή αντίστασης και τη ροπή αδράνειας.

	Calculated	Required (ABS)
SM_{bottom}	226169.7 cm ³	88707,6cm ³
SM_{deck}	250375.1 cm ³	88707,6cm ³

Πίνακας 8.4. απαιτήσεις του νηογνώμονα για τη ροπή αντίστασης και τη ροπή αδράνειας.

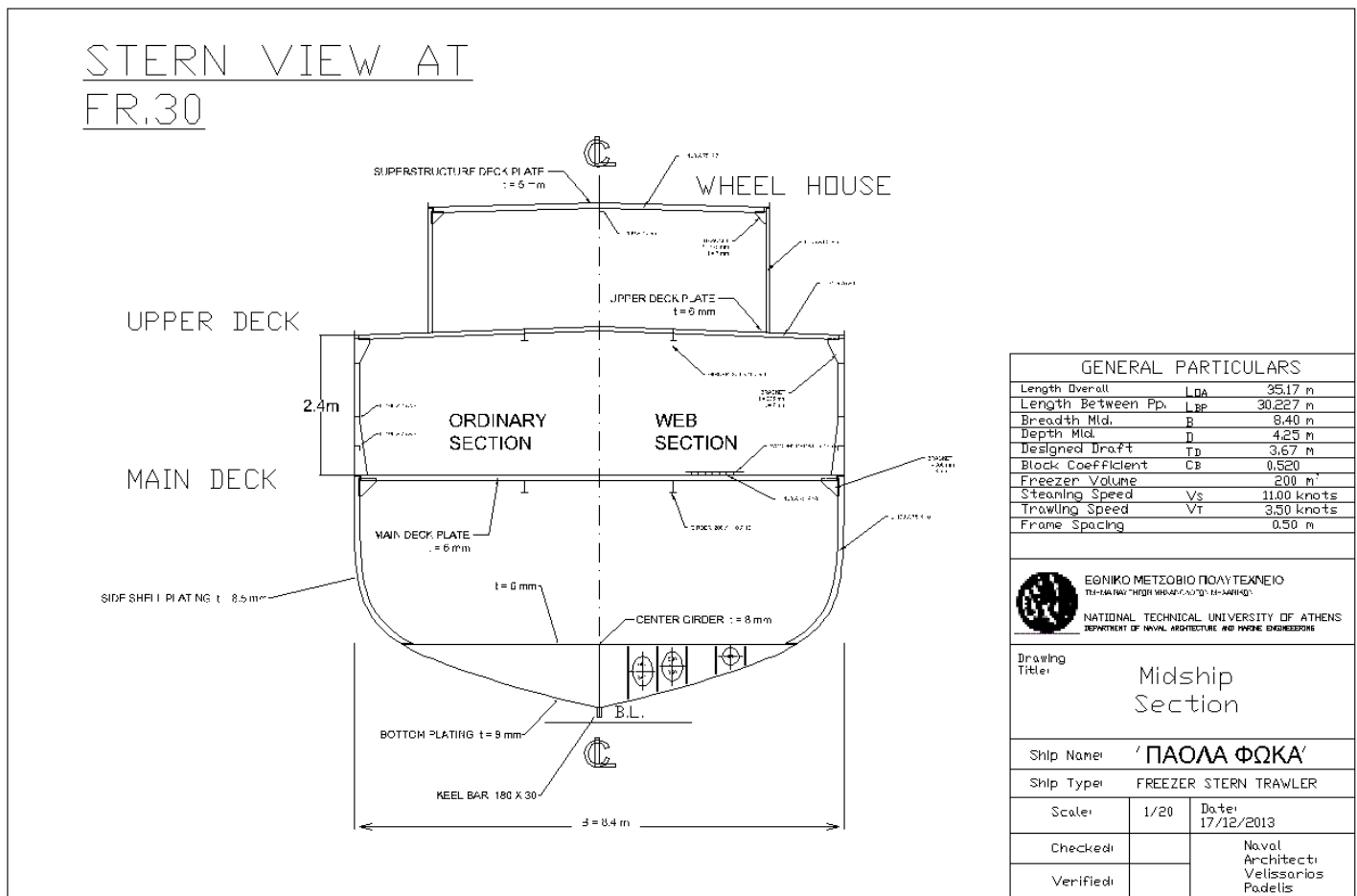
Βλέπουμε πως η απαίτηση ικανοποιείται.

Παράρτημα ΣΤ

ΣΤ.1.Ορισμοί Συμβόλων

- I_{REQ} = Ελάχιστη απαιτούμενη ροπή αδράνειας της Μέσης Τομής
- σ_b = Όριο διαρροής χρησιμοποιούμενου Χάλυβα
- I_{XX} = Κύρια ροπή αδράνειας μέσης τομής ως προς ουδέτερο άξονα
- SM_{bottom} = Ροπή αντίστασης μέσης τομής ως προς βασική γραμμή αναφοράς
- SM_{deck} = Ροπή αντίστασης μέσης τομής ως προς κύριο κατάστρωμα

ΣΤ.2.Σχέδιο Μέσης Τομής



9. Εφαρμογή Κανονισμού Καταμέτρησης

9.1 Εισαγωγή

Το παρόν κεφάλαιο αναλύεται σε 3 επιμέρους στάδια.

Στο πρώτο στάδιο, στη μελέτη καταμέτρησης θα βασιστούμε στους κανονισμούς που πρότεινε η Διεθνής Διάσκεψη Καταμετρήσεως Χωρητικότητας του 1969 (βλέπε ,Μελέτη και Εξοπλισμός Πλοίου', Παράρτημα Α»).

Σκοπός της καταμετρήσεως είναι η εύρεση του όγκου ή της χωρητικότητας των κλειστών χώρων ενός πλοίου. Έτσι μπορεί να εκφραστεί ένα επίσημο μέγεθος εκφρασμένο σε μονάδες όγκου που χρησιμεύει στην ρύθμιση όλων των οικονομικών σχέσεων του πλοίου.

Με τη χρήση του Διεθνούς Κανονισμού Καταμέτρησης για το υπό μελέτη πλοίο, υπολογίζεται η ολική (Gross Tonnage) και η καθαρή (Net Tonnage) χωρητικότητα καθώς και η σύνθεση του πληρώματος.

Πιο συγκεκριμένα η καταμέτρηση επιδρά στα παρακάτω:

- λιμενικά τέλη
- φαρικά τέλη
- τέλη διωρύγων
- δεξαμενιστικά έξοδα
- σύνθεση πληρώματος
- μισθολογική κλίμακα πληρώματος
- έξοδα ρυμουλκήσεως
- έξοδα επιθεώρησης

Στο δεύτερο στάδιο, προσδιορίζεται η σύνθεση του πληρώματος (crew), σύμφωνα με το Π.Δ. 382/1978.

Στο τρίτο και τελευταίο στάδιο, γίνεται ο υπολογισμός του Equipment Number του πλοίου και παρατίθεται ο αντίστοιχος πίνακας.

9.2 Ολική Χωρητικότητα

Σύμφωνα με τους διεθνείς κανονισμούς η ολική χωρητικότητα GT υπολογίζεται από την σχέση:

$$GT = K_1 \cdot \nabla$$

,όπου

- ∇ : συνολικός όγκος όλων των κλειστών χώρων του πλοίου σε m^3
- $K_1 = 0.2 + 0.02 \cdot \log_{10} \nabla$

Ως κλειστοί χώροι νοούνται εδώ όλοι οι χώροι που περικλείονται από το περίβλημα του πλοίου, κινητά ή μόνιμα διαφράγματα, καταστρώματα ή καλύμματα εκτός των σκιάστρων.

Ο όγκος V_{Total} ($V_{Total} = V_D + V_{SS} + V_b + V_{HATCH}$) μπορεί να αναλυθεί στα παρακάτω μέρη:

- V_D , ο συνολικός όγκος της γάστρας έως το κύριο κατάστρωμα,
- V_b , ο συνολικός όγκος
- V_{SS} , ο συνολικός κλειστός όγκος των υπερκατασκευών
- V_{HATCH} , ο συνολικός κλειστός όγκος των στομιών κυττω

9.2.1 Συνολικός όγκος της γάστρας έως το κύριο κατάστρωμα

Ο συνολικός όγκος μέχρι το κύριο κατάστρωμα εξάγεται από το υδροστατικό διάγραμμα ή και τον πίνακα εκτοπισμάτων που έχουν υπολογιστεί από το AVEVA.

Έτσι λοιπόν για $T=D=4.25m$ έχουμε:

$$V_D = 653.61m^3$$

Ο συνολικός όγκος λόγω κυρτότητας καταστρώματος υπολογίζεται ως εξής.

9.2.2 Συνολικός όγκος λόγω κυρτότητας καταστρώματος

Η κυρτότητα του Main Deck από -2m έως 8.64m που είναι ίση με $b=0.15m$ στο τμήμα του πλοίου και $b=0m$ στο υπόλοιπο τμήμα του.

Για τον υπολογισμό του όγκου της κυρτότητας από -2m έως 8.64m υπολογίστηκε το εμβαδό της κυρτής επιφάνειας από το Main Deck θεωρώντας την ως άθροισμα ορθογώνιο τρίγωνο με βάση το πλάτος του πλοίου B και ύψος την κυρτότητα στη μέση τομή b . Χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Simpson, όπως παρουσιάζεται στο ακόλουθο σχήμα. Με τη μέθοδο αυτή, ο όγκος υπολογίζεται από τη σχέση:

$$V = \frac{1}{3} \cdot s \cdot \Sigma f(A)$$

Επιλέγουμε

$$s = (8.64 + 2) / 4 = 2.66m$$

x(m)	Συντελεστής Simpson(1)	B	b	f(A)
		(2)	(3)	(4)=[(2)*(3)/2]*(1)
-2	1	7.87	0.15	0.15
0.66	4	8.19	0.15	0.6
3.32	2	8.37	0.15	0.3
5.98	4	8.4	0.15	0.6
8.64	1	8.4	0.15	0.15
		Σf(A)		1.8
s/3=2.66		V=Σf(A)*s/3		1.596

Πίνακας 9.1. Συνολικός όγκος λόγω κυρτότητας καταστρώματος (μέθοδος Simpson)

Επομένως ο όγκος της κυρτότητας θα είναι:

$$V_b = 1.596m^3$$

9.2.3 Συνολικός κλειστός όγκος των στομιών κυτών

Υπάρχουν 2 μικρά hatches αλλά βρίσκονται στο Upper Deck και επομένως θα ισχύει:

$$V_{HATCH}=0m^3$$

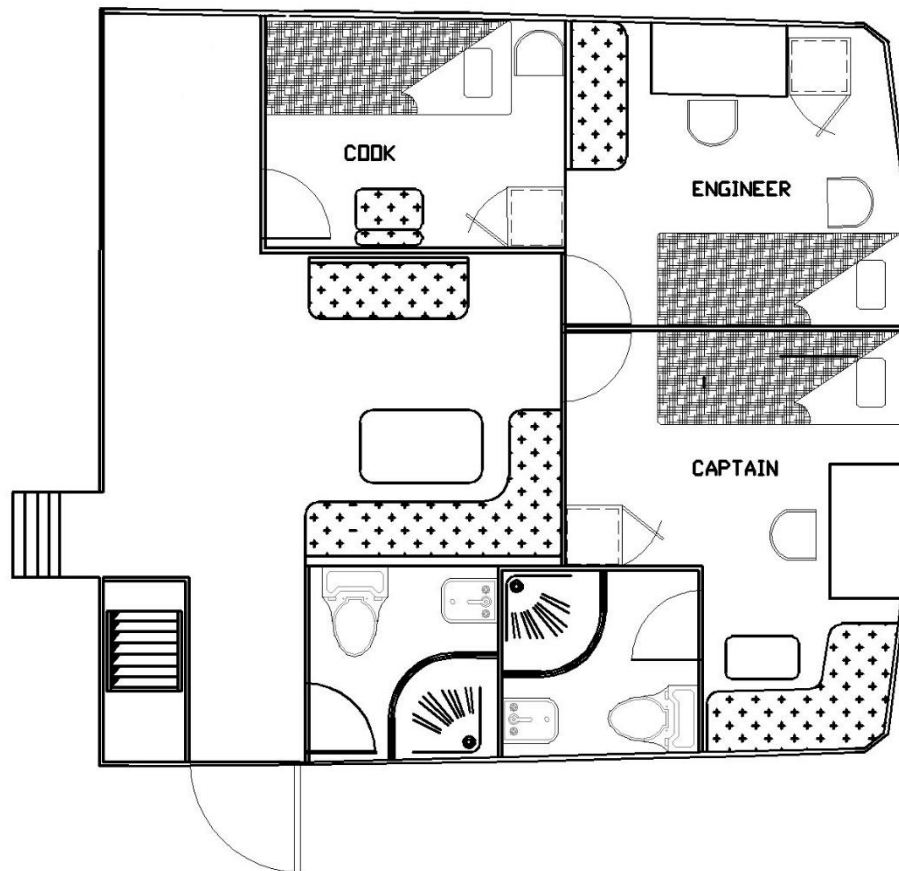
9.2.4 Όγκος Υπερκατασκευών και Υπερστεγασμάτων

Ο συνολικός κλειστός όγκος των υπερκατασκευών τώρα, περιλαμβάνει τους όγκους των εξής κατασκευασμάτων:

- Accomodation
- Store Room
- Wheel House
- MainDeck Superstructure

Παρακάτω γίνονται οι υπολογισμοί των προαναφερθέντων λόγων.

9.2.4.1 Accomodation



Εικόνα 9.1. Κάτοψη Accomodation

Το εμβαδό της βάσης του υπερστεγάσματος μετρήθηκε με την εντολή AREA του AUTOCAD .

Βρέθηκε

$$A_{accommodation_1} = 35.2 \text{ m}^2$$

Το εμβαδό της οροφής μετρήθηκε

$$A_2 = 34.58 \text{ m}^2$$

Το μέσο εμβαδο θα είναι

$$A_m = (A_{accommodation_1} + A_{accommodation_2}) / 2 = 34.89 \text{ m}^2$$

Πολλαπλασιάζοντας επί το ύψος, 2.2m θα έχουμε για τον όγκο του Accomodation

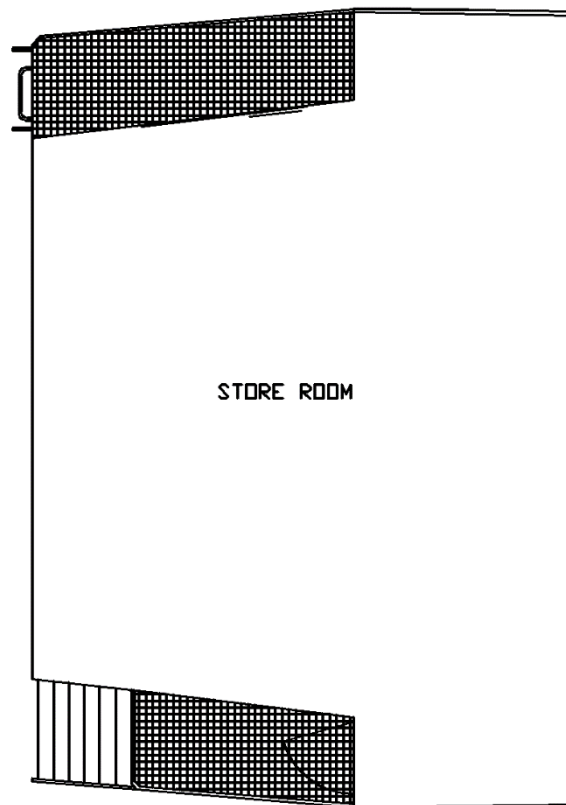
$$V_{accommodation} = A_m * 2.2 = 76.76 \text{ m}^3$$

9.2.4.2 Store Room

Το εμβαδό του υπερστεγάσματος μετρήθηκε με την εντολή AREA του AUTOCAD

Βρέθηκε

$$A_{\text{storeroom}}=19.14\text{m}^2$$

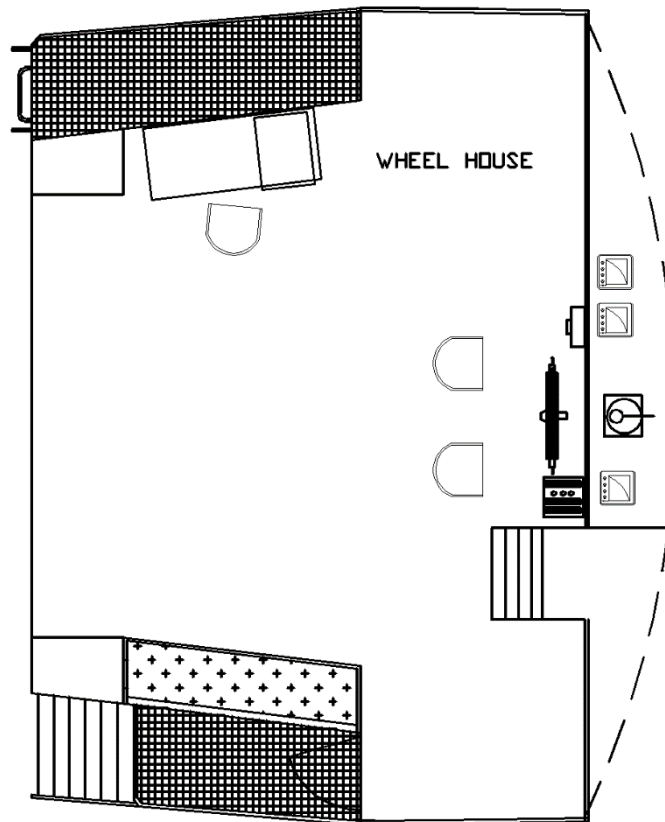


Εικόνα.9.2. Κάτοψη Store Room

Πολλαπλασιάζοντας επί το ύψος,1.5m θα έχουμε για τον όγκο του Store Room

$$V_{\text{storeroom}}=A_{\text{storeroom}}*1.5=28.71\text{m}^3$$

9.2.4.3 Wheel House



Εικόνα 9.3. Κάτοψη Wheel House

Το εμβαδό της βάσης του υπερστεγάσματος μετρήθηκε με την εντολή AREA του AUTOCAD

Βρέθηκε

$$A_{\text{wheelhouse}_1} = 18.69 \text{m}^2$$

Το εμβαδό της οροφής μετρήθηκε

$$A_{\text{wheelhouse}_2} = 22.56 \text{m}^2$$

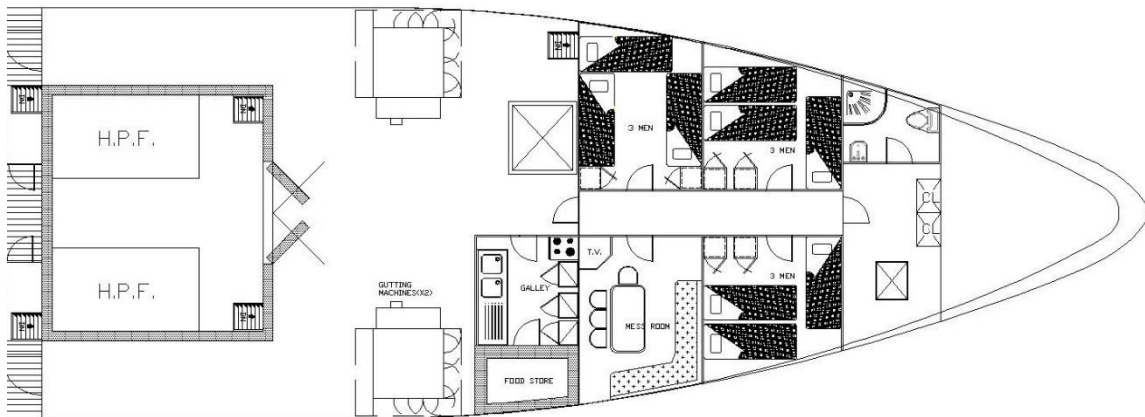
Το μέσο εμβαδο θα είναι

$$A_m = (A_{\text{wheelhouse}_1} + A_{\text{wheelhouse}_2}) / 2 = 20.62 \text{m}^2$$

Πολλαπλασιάζοντας επί το ύψος, 2.15m θα έχουμε για τον όγκο του Wheel House

$$V_{\text{wheelhouse}} = A_m * 2.15 = 44.34 \text{m}^3$$

9.2.4.4 Main Deck Superstructure



Εικόνα 9.4. Κάτοψη Main Deck Superstructure

Το εμβαδό της βάσης της υπερκατασκευής μετρήθηκε με την εντολή AREA του AUTOCAD
Βρέθηκε

$$A_{md1}=176.78m^2$$

Το εμβαδό της οροφής μετρήθηκε

$$A_{md2}=150.4m^2$$

Το μέσο εμβαδο θα είναι

$$A_m=(A_{md1}+A_{md2})/2=163.59 m^2$$

Πολλαπλασιάζοντας επί το ύψος,2.4m θα έχουμε για τον όγκο του Accomodation

$$V_{md}=A_m*2.4=392.62m^2$$

Συγκεντρωτικά θα έχουμε:

Υπερκατασκευή ή Υπερστεγάσμα	Εμβαδόν (A) [m ²]	Ύψος	Όγκος (V _{ss}) [m ³]
Wheel House	20.62	2.15	44.333
Store Room	19.14	1.5	28.71
Ενδιαίτηση	34.89	2.2	76.758
MainDeck	163.59	2.4	392.616
V_{ss}			542.417

Πίνακας 9.2. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Όγκων Υπερκατασκευών και Υπερστεγασμάτων

Άρα,

$$\nabla = \nabla_D + \nabla_b + \nabla_{SS} + \nabla_{HATCH} = 635.61 + 1.596 + 542.42 + 0 = 1180.69 \text{ m}^3.$$

και για το K_1 θα είναι

$$K_1 = 0.2 + 0.02 \cdot \log_{10} \nabla = 0.2 + 0.02 \cdot \log_{10}(1178.03) = 0.261$$

Οπότε για την συνολική χωρητικότητα προκύπτει:

$$GT = K_1 \cdot \nabla \Rightarrow$$

$$GT = 308.68 \text{ κόροι}$$

9.3 Καθαρή Χωρητικότητα

Σύμφωνα με τους διεθνείς κανονισμούς η καθαρή χωρητικότητα NT υπολογίζεται από την σχέση:

$$NT = K_2 \nabla_c \left(\frac{4T}{3D} \right)^2 + K_3 \left(N_1 + \frac{N_2}{10} \right)$$

όπου

- $\nabla_c =$ ο συνολικός όγκος των χώρων φορτίου = 200.26 m³ (Από το AVEVA).
- $K_2 = 0.2 + 0.02 \cdot \log_{10} \nabla_c = 0.261$
- $K_3 = 1.25 \cdot (GT + 10000) / 10000 = 1.29$
- $D =$ πλευρικό ύψος αναφοράς σε m = 4.25m
- $T =$ βύθισμα αναφοράς σε m = 3.67m
- $N_1 =$ αριθμός επιβατών σε κοιτώνες με όχι περισσότερες από 8 κλίνες = 12
- $N_2 =$ αριθμός λοιπών επιβατών = 0

Για να γίνει δεκτή όμως η τιμή της καθαρής χωρητικότητας που θα προκύψει από τις παραπάνω σχέσεις, θα πρέπει να ισχύουν οι τρεις παρακάτω προϋποθέσεις:

- $(4 \cdot T / 3 \cdot D)^2 = \min(((4 \cdot T) / (3 \cdot D))^2, 1) = \min(1.326, 1) = 1$
- $K_2 \cdot \nabla_c \cdot ((4 \cdot T) / (3 \cdot D))^2 = \max(K_2 \cdot \nabla_c \cdot ((4 \cdot T) / (3 \cdot D))^2, 0.25 \cdot GT) =$
 $= \max(49.27, 77.17) = 77.17$
- $NT = \max(NT, 0.3 \cdot GT)$

,με NT από παραπάνω σχέση,

$$NT = K_2 \nabla_c \left(\frac{4T}{3D} \right)^2 + K_3 \left(N_1 + \frac{N_2}{10} \right)$$

$$NT = 0.261 * 200.26 * 1^2 + 1.29 * (12 + 0/10) = 64.73$$

Άρα θα έχουμε για την Καθαρή Χωρητικότητα NT,

$$NT = \max (NT, 0.3 * GT) = \max (64.73 , 92.60) = 92.60 \text{ κόροι.}$$

NT = 92.60 κόροι

9.4 Σύνθεση Πληρώματος με βάση το Προεδρικό Διάταγμα 382/1978

Το πλοίο μας έχει ολική χωρητικότητα **GT = 307.96 κόρους** και εγκατεστημένη ισχύ πρόωσης **P_B = 1475 BHP**, οπότε ανήκει στην κατηγορία από 300 μέχρι 400 κόρους ολικής χωρητικότητας και στην κατηγορία άνω των 1000 HP εγκατεστημένης ισχύος πρόωσης. Η απαραίτητη σύνθεση πληρώματος θα είναι η εξής: Η σύνθεση του πληρώματος θα παρθεί ίδια με αυτή του πατρικού πλοίου DIMITRIOS και θα είναι η εξής:

Ειδικότητα	Αριθμός ατόμων
A. Προσωπικό Καταστρώματος	
Πλοίαρχος Γ'	1
Κυβερνήτης Α'	-
Κυβερνήτης Β'	-
Κυβερνήτης Γ'	-
Ναύκληρος	1
Ναύτες	2
Ναυτοπαίδες	1
Μερικό Σύνολο	5
B. Προσωπικό Μηχανής	
Μηχανικός Β'	1
Μηχανικός Γ'	-
Μηχαν/γος Α'	1
Μηχαν/γος Β'	1

Μαθητευόμενος Μηχανικός	-
Ηλεκτρολόγος	-
Χειριστής	-
Μερικό Σύνολο	3
Γενικό Σύνολο Πληρώματος	5+3=8

Πίνακας 9.3. Σύνθεση Πληρώματος κατά Π.Δ. 382-1978.

Η σύνθεση θα αλλάξει στο Προσωπικό Καταστρώματος ως εξής:

Στη θέση του Ναύκληρου θα τοποθετηθεί ένας Κυβερνήτης Β' ο οποίος θα γνωρίζει τον ψαρότοπο(ψαροκαπετάνιος).

Αυτό γίνεται γιατί χρειάζεται να υπάρχει κάποιος,πιθανότατα ντοπιος ο οποίος να γνωρίζει καλά τον ψαρότοπο.

Το Π.Δ. ορίζει επίσης ότι: 'Εις την σύνθεσιν πλοίων επεικτεινόντων τους πλόας των πέραν του Γιβραλτάρ και Σουέζ προστίθενται εις ναύτης και εις μαθητευόμενος μηχανής'. Λόγω του ότι το πλοίο είναι αλιευτικό δεν θα προστεθεί μαθητευόμενος μηχανής,μόνο **1 ναύτης**. Το γενικό σύνολο τώρα θα είναι:

Γενικό Σύνολο Πληρώματος=5+3+1=9

Λόγω του ότι το πλοίο έχει τις ίδιες ενδιατήσεις με του πατρικού DIMITRIOS,ο αριθμός του πληρώματος θα παρθεί ίδια με αυτή του πατρικού δηλαδή **12 άτομα**. Απ' ότι είδαμε παραπάνω ο ελάχιστος απαιτούμενος αριθμός πληρώματος είναι **9 άτομα**. Τα 3 επιπλέον άτομα που θα προστεθούν θα είναι:

- 1 Ηλεκτρολόγος
- 1 Μάγειρας
- 1 επιπλέον Ναύτης

Παρουσιάζεται τώρα ο πίνακας με την τελική σύνθεση του πληρώματος

Ειδικότητα	Αριθμός ατόμων
A. Προσωπικό Καταστρώματος	
Πλοίαρχος Γ'	1
Κυβερνήτης Α'	-
Κυβερνήτης Β'	1
Κυβερνήτης Γ'	-
Ναύκληρος	-
Ναυτοπαίδες	1

Ναύτες	4
Μερικό Σύνολο	7
Β. Προσωπικό Μηχανής	
Μηχανικός Β΄	1
Μηχανικός Γ΄	-
Μηχαν/γος Α΄	1
Μηχαν/γος Β΄	1
Μαθητευόμενος Μηχανικός	-
Ηλεκτρολόγος	1
Χειριστής	-
Μερικό Σύνολο	4
Γ. Προσωπικό Γενικών Υπηρεσιών	
Μάγειρας	1
Βοηθός Μάγειρα	-
Θαλαμηπόλος	-
Βοηθός Θαλαμηπόλου	-
Ραδιοτηλεγραφετής Α΄	-
Δόκιμος Ραδιοτηλεγραφετής	-
Μερικό Σύνολο	1
Γενικό Σύνολο Πληρώματος	7+4+1=12

Πίνακας 9.4. Τελική Σύνθεση Πληρώματος.

9.5 Δείκτης Εξαρτισμού

Στο κομμάτι αυτό, θα γίνει ο υπολογισμός του Δείκτη Εξαρτισμού (Equipment Number) του πλοίου. Ο υπολογισμός του, όπως και ο υπολογισμός του αριθμού των αγκυρών, των καδένων, των ρυμουλκίων και των κάβων που θα χρησιμοποιηθούν για τον εξαρτισμό του, θα γίνουν σύμφωνα με τη μεθοδολογία που αναλύεται στο βιβλίο "Μελέτη και Εξοπλισμός Πλοίου Ι, Συλλογή Βοηθημάτων".

Ο Δείκτης Εξαρτισμού-Ε.Ν., ο οποίος καθορίζει τον αριθμό και το μέγεθος τους, υπολογίζεται μέσω της σχέσης:

$$E.N. = \Delta^{\frac{2}{3}} + 2Bh + 0.1A$$

όπου,

Δ , το εκτόπισμα της γάστρας σε μετρητικούς τόννους στη θερινή έμφορτη ίσαλο

B , το θεωρητικό πλάτος σε μέτρα

h , τα ύψη των υπερστεγασμάτων, δηλαδή τα ύψη στον κεντρικό διαμήκη άξονα των υπερστεγασμάτων με πλάτος μεγαλύτερο από $B/4$, συν το ύψος εξάλλων μέχρι τη θερινή έμφορτη ίσαλο.

A , το εμβαδόν της πάνω από τη θερινή ίσαλο, πλευρικής επιφάνειας του σκάφους, των υπερκατασκευών και των υπερστεγασμάτων, που βρίσκονται μέσα στο μήκος των κανονισμών

Για το ΠΑΟΛΑ έχουμε:

- $\Delta=598.16t$, σύμφωνα με το υδροστατικό διάγραμμα για $T=T_{ΓΦ}=4.093m$
- $B=8.4 m$
- $h=Y_E+h_1+h_2+h_3+h_4+h_5$

με $Y_E=0.156 m$

$h_1= 2.15 m$

$h_2= 2.2 m$

$h_3= 1.5m$

$h_4= 2.4 m$

Άρα $h=8.40m$

- $A=128.35 m^2$, όπως υπολογίζεται απ' το την εντολή εμβαδομέτρησης AREA του AUTOCAD

Επομένως, ο δείκτης εξαρτισμού ισούται με:

$$E.N.=225.09$$

Απ' τον Πίνακα 28.1, Σελίδα E-7 του βιβλίου 'Μελέτη και Εξοπλισμός Πλοίου Ι, Παράρτημα Ε, επιλέγουμε Δείκτη Εξαρτισμού με τύπο:

E.N.=240

Οπότε το πλοίο ανήκει στην κατηγορία Αριθμού Εξαρτισμού E=240, με Equipment Letter
Equipment Letter=U9

Γι' αυτόν τον αριθμό εξαρτισμού που επιλέξαμε, καταλήγουμε στην επιλογή:

3 Άγκυρες(Stockles Anchors) με βάρος 780 kg η κάθε μια

Μήκος αλυσίδας(Chain Cable) 330 m

Διάμετρο 28 mm, για χάλυβα κανονικής αντοχής (Grade 1)

Ρυμούλκια ή Σχοινιά(Tow Line) διαμέτρου 180 m και Αντοχή Θραύσεως 150000 kg

4 Κάβους(Mooring Lines), μήκους 120 m έκαστος, με Αντοχής Θραύσεως 7000 kg

Τα μεγέθη που επιλέχθηκαν καθώς και οι υπολογισμοί, συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα:

EQUIPMENT NUMBER			
EQUIPMENT NUMBER	=	225.09	-
EQUIPMENT NUMBER*	=	240	-
EQUIPMENT LETTER	=	U9	-
STOCKLES ANCHORS			
BOWEAR ANCHOR NUMBER	=	3	-
WEIGHT PER ANCHOR	=	780	kg
CHAIN CABLE			
STUD LINK BOWER CHAIN LENGTH	=	330	m
DIAMETER (GRADE 1)	=	28	mm
TOW LINE			
MINIMUM LENGTH	=	180	m
BREAKING STRENGTH	=	15300	kg
MOORING LINES			
NUMBER	=	4	-
MINIMUM LENGTH OF EACH	=	120	m
MINIMUM BREAKING STRENGTH	=	7000	kg

Πίνακας 9.5. Εξοπλισμός πλοίου κατά Δείκτη Εξαρτισμού EN.

Παράρτημα Ζ

Z.1.Ορισμοί Συμβόλων

∇ =συνολικός όγκος όλων των κλειστών χώρων του πλοίου σε m^3

Κόρος =Μονάδα Μέτρησης Ογκου (=2.832 m^3)

GT =Ολική χωρητικότητα(κόροι)

NT =Καθαρή χωρητικότητα(κόροι)

E.N. =Δείκτης Εξαρτισμού

Z.2. Πίνακας Φορτίου

Category Fish - Fish (SG = 0.550 tonnes/cu.m 0 % full)

Compartment	Frames	Volume (m^3)	Weight (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Freezer1	21-35	122.848	0.000	14.209	0.000	2.828
Freezer2	36-48	77.415	0.000	20.977	-0.000	2.886
Total		200.260	0.000	16.825	-0.000	2.850

Z.3.Προεδρικό Διάταγμα 382-1978:΄Περί Συνθέσεως των Πληρωμάτων Φορτηγών Πλοίων πάσης κατηγορίας Ολικής Χωρητικότητας μεχρι 500 κόρων΄

Στην επόμενη σελίδα.

(8)

ΠΡΟΕΔΡΙΚΟΝ ΔΙΑΤΑΓΜΑ ΥΠ' ΑΡΙΘ. 382

Περὶ συνθέσεως τῶν πληρωμάτων φορτηγῶν πλοίων πάσης κατηγορίας ὀλικῆς χωρητικότητος μέχρι 500 κόντων.

**Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ
ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ**

Ἐχοντες ὑπ' ὄψει:

1. Τὰς διατάξεις τοῦ ἀρθροῦ 87 παρ. 2 τοῦ Ν.Δ. 187/1973 «περὶ Κώδικος Δημοσίου Ναυτικοῦ Δικαίου» (ΦΕΚ 261 Α' 1973).
2. Τὴν ὑπ' ἀριθ. 311/78 γνωμοδότησιν τοῦ Συμβουλίου τῆς Ἐπικρατείας, προτάσει τοῦ ἐπὶ τῆς Ἐμπορικῆς Ναυτιλίας Ὑπουργοῦ, ἀπεφασίσασμεν:

Ἄρθρον 1 .

1. Ἡ ὀργανικὴ σύνθεσις τοῦ πληρώματος τῶν φορτηγῶν πλοίων πάσης κατηγορίας ὀλικῆς χωρητικότητος μέχρι 500 κόντων καθορίζεται ὡς κάτωθι:

(6)

ΠΡΟΕΔΡΙΚΟΝ ΔΙΑΤΑΓΜΑ ΥΠ' ΑΡΙΘ. 382

Περὶ συνθέσεως τῶν πληρωμάτων φορτηγῶν πλοίων πάσης κατηγορίας ὀλικῆς χωρητικότητος μέχρι 500 κόνων.

**Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ
ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ**

Ἐχοντες ὑπ' ὄψει:

1. Τὰς διατάξεις τοῦ ἀρθροῦ 87 παρ. 2 τοῦ Ν.Δ. 187/1973 «περὶ Κώδικος Δημοσίου Ναυτικοῦ Δικαίου» (ΦΕΚ 261 Α' 1973).
2. Τὴν ὑπ' ἀριθ. 311/78 γνωμοδότησιν τοῦ Συμβουλίου τῆς Ἐπικρατείας, προτάσει τοῦ ἐπὶ τῆς Ἐμπορικῆς Ναυτιλίας Ὑπουργοῦ, ἀπεφασίσασμεν:

Ἄρθρον 1 .

1. Ἡ ὀργανικὴ σύνθεσις τοῦ πληρώματος τῶν φορτηγῶν πλοίων πάσης κατηγορίας ὀλικῆς χωρητικότητος μέχρι 500 κόνων καθορίζεται ὡς κάτωθι:

748

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ (ΤΕΥΧΟΣ ΠΡΩΤΟΝ)

Α' Προσωπικόν Καταστρώματος.								
Όλική χωρητικότης εις κόρους	Πλ/ρχος	Κυβ/της	Κυβ/της	Κυβ/της	Ναύκ/ρος	Ναῦται	Ναυτ/δες	Σύνολον
	Γ'	Α'	Β'	Γ'				
5,01- 10				1				1
10,01- 25				1			1	2
25,01- 50				1		1		2
50,01- 75				1		1	1	3
75,01-100			1			2		3
100,01-200			1			2	1	4
200,01-300		1				3		4
300,01-400	1				1	2	1	5
400,01-500	1		1			3		5

Β' Προσωπικόν Μηχανῆς.						
Ίπποδ. εις BHP	Μηχ/κός		Μηχ/δηγός		Χειρ/στής	Σύνολον
	Β'	Γ'	Α'	Β'		
Μέχρι 75					1	1
76- 200					1	1
201- 500				1	1	2
501- 750				1	1	2
751-1000			1		1	3
ἄνω τῶν 1000		1		1	1	

2. Προκειμένου περὶ πλοίων κινουμένων διὰ δύο ἢ πλείονων μηχανῶν λαμβάνεται ὑπ' ὄψιν τὸ ἄρθροισμα τῆς ἱπποδυνάμειος τῶν μηχανῶν.

3. Εἰς πλοία ἄνω τῶν 100 κοχ. εἰς ἓκ τοῦ κατωτέρου πληρώματος καταστρώματος (ναύτης ἢ ναυτόπαις) δύναται νὰ ἀσχολῆται ἀποκλειστικῶς, ἐφ' ὅσον οἱ συνθήκες ἐργασίας τὸ ἐπιτρέπουν, μὲ τὴν παρασκευὴν τοῦ συσσιτίου τοῦ πληρώματος.

4. Εἰς τὴν σύνθεσιν πλοίων ἐπεκτεινόντων τοὺς πλάας των πέραν τοῦ Γιβραλτάρ καὶ Σουέζ προστίθεται εἰς ναύτης καὶ εἰς μαθητευόμενος μηχανῆς.

*Ἄρθρον 2.

*Άρθρον 2.

Ἐκ τῆς δημοσιεύσεως τοῦ παρόντος καταργεῖται τὸ ὑπ' ἀριθ. 696/1971 Β. Διάταγμα «περὶ συνθέσεως τῶν πληρωμάτων φορτηγῶν πλοίων πάσης κατηγορίας ὀλικῆς χωρητικότητος μέχρι 500 κόντων».

Εἰς τὸν αὐτὸν ἐπὶ τῆς Ἐμπορικῆς Ναυτιλίας Ὑπουργόν, ἀνατίθεμεν τὴν δημοσίευσιν καὶ ἐκτέλεσιν τοῦ παρόντος.

Ἐν Ἀθήναις τῇ 9 Μαΐου 1978

Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΤΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Δ. ΤΣΑΤΣΟΣ

Ο ΥΠΟΥΡΓΟΣ ΕΜΠΟΡΙΚΗΣ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ

ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ ΚΕΦΑΛΟΓΙΑΝΝΗΣ

ΔΙΟΡΘΩΣΕΙΣ ΗΜΑΡΤΗΜΕΝΩΝ

Εἰς τὸ κείμενον τοῦ Π. Διατάγματος ὑπ' ἀριθ. 341/10. 5.1978 «περὶ τῆς ἐνώπιον τῶν τακτικῶν διοικητικῶν δικαστηρίων διαδικασίας ἐπὶ τῶν ὑπαγομένων εἰς αὐτὰ διοικητικῶν διαφορῶν δυνάμει τοῦ ἀρθρου 7 τοῦ Ν. 702/1977», δημοσιευθέντος εἰς τὸ ὑπ' ἀριθ. 71 τῆς 10ης Μαΐου 1978

(9) ΦΕΚ (τ. Α'), ἐπιφέρονται αἱ ἀκόλουθοι διορθώσεις ἡμαρτημένων:

α) Εἰς τὸ ἀρθρον 20 παρ. 2 στιχ. 9ος, ἡ παραπομπή: «παρ. 2 Ν. 733/1977» διορθοῦται εἰς: «9 παρ. 2 Ν. 733/1977».

β) Εἰς τὸ ἀρθρον 70 παρ. 1 στιχ. 1ος ἡ λέξις «ἐμπροθέσμως» διορθοῦται εἰς «ἐμπροθέσμως».

(Ἐκ τοῦ Ὑπουργ. Δικαιοσύνης)

ΑΠΟ ΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟ

10. Οικονομοτεχνική Μελέτη

10.1 Εισαγωγή

Στο Κεφάλαιο αυτό θα γίνει ένας προκαταρκτικός - προσεγγιστικός υπολογισμός του συνολικού κόστους κτήσεως και εκμετάλλευσής του ΠΑΟΛΑ. Στη συνέχεια υπολογίζεται η ελάχιστη απαιτούμενη τιμή πώλησης για την οικονομική βιωσιμότητα του πλοίου, εν συγκρίσει με το προκύπτον συνολικό κόστος.

10.2 Στοιχεία Λειτουργίας του Πλοίου

Σε πρώτη φάση θα παρουσιαστούν στοιχεία σχετικά με τη λειτουργία του πλοίου. Τα στοιχεία αυτά έχουν παρθεί από μελέτη του FAO (<http://www.fao.org/docrep/field/279539.htm>) για το οικονομικό όφελος λειτουργίας ναυπήγησης ενός sterntrawler και λειτουργίας του στην περιοχή SayadeMalha της Μαδαγασκάρης, ένα παρόμοιο πρόβλημα με αυτό που εξετάζουμε εμείς, καθώς η μελέτη αναφέρεται σε νεότευκτο πλοίο με παρόμοιες διαστάσεις με το ΠΑΟΛΑ. Θεωρούμε ότι το πλοίο κάνει 5 ψαριές την ημέρα διάρκειας 3.5 h η καθεμιά. Άρα θα αλιεύει συνολικά $5 \times 3.5 = 17.5$ h/day. Θα έχουμε για τη λειτουργία του

Μέση Ωριαία Ψαριά

Θα δημιουργήσουμε 3 Σενάρια σχετικά με τα ψάρια που θα πιάνει το πλοίο ανά ώρα με βάση στοιχεία από μελέτες για την περιοχή του Β.Α. και για αυτά τα Σενάρια θα γίνουν οι υπολογισμοί.

<u>Μέση Ωριαία Ψαριά</u>	
Σενάριο	(kg)
1	1200
2	600
3	300

Πίνακας 10.1. Μέση Ωριαία Ψαριά

Μέση Ημερήσια Ψαριά

Η διαδικασία ψαρέματος γίνεται κυκλικά. Ο ημερήσιος κύκλος του ψαρέματος περιγράφεται στον παρακάτω πίνακα:

Διάρκεια	(h)
Trawling, 3 hauls of 3.5 hours each	17.5
Shooting-hauling, 1 hour per haul	5.0
Drifting or anchoring	1.5
Σύνολο	24.0

Πίνακας 10.2. Ημερήσιος Κύκλος Ψαρέματος

Όπως βλέπουμε, η διαδικασία του ψαρέματος διαρκεί καθαρά 17.5 ώρες. Αρα με βάση τις παραπάνω τιμές για τις μέσες ωριαίες ψαριές, θα έχουμε:

Σενάριο 1 : $1200 \cdot 17.5 = 21000 \text{ kg}$

Σενάριο 2: $600 \cdot 17.5 = 10500 \text{ kg}$

Σενάριο 3: $300 \cdot 17.5 = 5750 \text{ kg}$

Δημιουργείται ο πίνακας:

<u>Μέση Ημερήσια Ψαριά</u>	
Σενάριο	(kg)
1	21000
2	10500
3	5750

Πίνακας 10.3. Μέση Ημερήσια Ψαριά

Ακτίνα Ενεργείας

Όπως έχουμε δει κι από τα αρχικά στοιχεία του πλοίου η ακτίνα ενεργείας του είναι

R=14days

Το πλοίο έχει εφεδρεία 30% σε καύσιμα και προμήθειες επί αυτού του αριθμού R.

Χρόνος για να προσεγγίσει το πλοίο τον ψαρότοπο και πίσω

Θεωρούμε ότι ο ψαρότοπος απέχει 500 ναυτικά μίλια από το λιμάνι αφετηρίας. Με ταχύτητα υπηρεσίας $V_{STEAM}=11\text{kns}$, η απόσταση αυτή διανύεται σε

$$t=500/11=45.45\text{h}$$

και ο χρόνος για να πάει και να έρθει το πλοίο είναι

$$T=2*t=91\text{h}$$

Ψαριά ανά Ταξίδι

Το πλοίο θα έχει στη διάθεση του αν το λιμάνι απέχει $T=91\text{h}$ για να πάει και να επιστρέψει σε αυτό,

$$t_{\text{fishing}}=R-T=14*24-91=245\text{ hours}$$

διαθέσιμες για ψάρεμα

Με βάση αυτό και τα 3 Σενάρια για τη Μέση Ωριαία Ψαριά θα έχουμε τη σχέση για την Ψαριά ανά Ταξίδι (σε t νωπού ψαριού):

$$\text{Ψαριά ανά Ταξίδι}(t) = \text{Μέση Ημερήσια Ψαριά}(t) * t_{\text{fishing}}$$

Δημιουργείται ο παρακάτω πίνακας:

<u>Ψαριά ανά Ταξίδι</u>	
Σενάριο	(t)
1	210.00
2	105.00
3	57.50

Πίνακας 10.4. Ψαριά ανά Ταξίδι

Για την ποσότητα του κατεψυγμένου αλιεύματος ανα ταξίδι θα είναι:

$$\text{Number of packets/day} * \text{Volume of single packet} * 0.55\text{t/m}^3 \text{ (ειδικό βάρος κατεψυγμένου μπακαλιάρου)}$$

Η διαδικασία ευρεσης του αριθμού των πακέτων ανα μέρα καθώς και ο όγκος του κάθε πακέτου βρίσκεται στο Κεφάλαιο 2(παρ.2.5.2)

Δημιουργείται ο πίνακας:

<u>Κατεψυγμένο Φορτίο ανά Ταξίδι</u>	
Σενάριο	(t)
1	110
2	82.34
3	41.25

Πίνακας 10.5. Κατεψυγμένο Φορτίο ανά Ταξίδι

Ημέρες Λειτουργίας

Θεωρούμε ότι το πλοίο λόγω συντήρησης του, παραμονής στο λιμάνι και κακού καιρού βρίσκεται εκτός λειτουργίας το 15% των ημερών του χρόνου, ητοι

$$15\% * 365 = 54.75 \text{ ημέρες}$$

Άρα είναι σε λειτουργία για

$$85\% * 365 = 310 \text{ ημέρες ανά έτος.}$$

Αριθμός ταξιδιών ανά έτος

Θα είναι $N = 310 / R = 310 / 14 = 22$ ταξίδια ανά έτος.

Απαιτούμενος χρόνος μέχρι να γεμίσει το αμπάρι σε ένα ταξίδι

Ο χώρος φορτίου είναι $V_{REF} = 200 \text{ m}^3$. Ο φρέσκος μπακαλιάρος στους $10^\circ - 15^\circ$ έχει ειδικό βάρος περίπου 1 t/m^3 ενώ ο κατεψυγμένος μπακαλιάρος έχει ειδικό βάρος 0.55 t/m^3 (συνυπολογίζοντας τα κενά για τους χώρους διαδρόμων και τα ράφια στο χώρο φορτίου).

Εξετάζουμε αρχικά το Σενάριο με τα 1200 kg ψάρια ανα ώρα. Την ημέρα θα αλιευόνται 21 t νωπού ψαριού.

Είδαμε από το κεφάλαιο 2(2.5.2) ότι 21 t νωπού μπακαλιάρου δίνουν την ημέρα 1066 πακέτα την ημέρα με συνολικό βάρος $1066 * 0.55 \text{ t/m}^3 * (\text{Διαστάσεις Πακέτου: } 0.05 \text{ m} * 1.06 \text{ m} * 0.53 \text{ m}) = 16.47 \text{ t/day}$

Αν για να γεμίσει ο χώρος φορτίου χρειάζονται $200 \text{ m}^3 * 0.55 \text{ t/m}^3 = 110 \text{ t}$ κατεψυγμένου αλιεύματος, θέλουμε $110 \text{ t} / 16.47 \text{ t/day} = 6.67 = 7 \text{ days}$ προκειμένου να γεμίσει το αμπάρι.

Για τα άλλα σενάρια τώρα, ακολουθώντας την διαδικασία της παραγράφου 2.5.2., υπολογίζονται οι χρόνοι που χρειάζονται για να γεμίσει το αμπάρι (σε days) για καθαρή διάρκεια ψαρέματος 17.5 h τη μέρα είναι:

<u>Απαιτούμενος χρόνος μέχρι να γεμίσει το αμπάρι</u>	
Σενάριο	(days)
1	7
2	14
3	27

Πίνακας 10.6.Απαιτούμενος Χρόνος μέχρι να γεμίσει το Αμπάρι

Παρακάτω θα υπολογιστεί το κόστος κτήσης του υπό μελέτη πλοίου.

10.3 Κόστος Κτήσης Πλοίου

Το κόστος κτήσης του υπό μελέτη πλοίου χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες, οι οποίες αφορούν το κόστος της κάθε ομάδας βαρών που αποτελούν το συνολικό βάρος κενού σκάφους (Lightship). Οι ομάδες και το βάρος της κάθε μιας, φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί:

Ομάδα Βάρους	Βάρος (t)
Βάρος Μεταλλικής Κατασκευής (W_{ST})	173.12
Βάρος Ενδιαίτησης και Εξοπλισμού (W_{OT})	102.42
Βάρος Μηχανολογικής Εγκατάστασης (W_M)	27.75
Βάρος Προσθέτων ($W_{ΠΡΟΣΘΕΤΑ}$)	24.37
Lightship (W_{LS})	327.66

Πίνακας 10.7.Ομάδες βαρών Lightship

Το κόστος της κάθε ομάδας θα διαχωριστεί σε κόστος υλικών και κόστος εργατικών.

Στη συνέχεια θα υπολογιστούν τα παρακάτω ποσά με βάση εμπειρικές σχέσεις που αναπτύχθηκαν στο μάθημα 'Οικονομική Θαλασσίων Μεταφορών Ι'.

10.3.1 Κόστος Μεταλλικής Κατασκευής

Σύμφωνα με στοιχεία που αντλούμε από πίνακες που βρίσκονται στο βιβλίο Μελέτη και Εξοπλισμός Πλοίου Ι (Μεθοδολογία Προμελέτης) Συλλογή Βοηθημάτων των Α. Παπανικολάου και Κ. Αναστασόπουλου, το κόστος των υλικών της μεταλλικής κατασκευής αποτελεί το 30% του συνολικού κόστους της μεταλλικής

κατασκευής ενώ το κόστος των εργατικών αποτελεί περίπου το 70% με 80% του συνολικού κόστους της μεταλλικής κατασκευής.

Η τιμή του χάλυβα σε \$/t λαμβάνεται ίση με 800\$/t που είναι μια ρεαλιστική τιμή που χρεώνει ένα ναυπηγείο αυτή την εποχή.

Στο βάρος της μεταλλικής κατασκευής θα πρέπει να συνυπολογίσουμε ένα ποσοστό 15%, το οποίο αντιστοιχεί σε χάλυβα που μένει αναξιοποίητος, φύρα. Οπότε, το κόστος των υλικών της μεταλλικής κατασκευής θα είναι:

$$C_{ST} = (1 + 0.15) * W_{ST} * 800 = 1.15 * 173.12 * 582 = \mathbf{115,869\$}$$

Όπως αναφέραμε και παραπάνω, το κόστος των εργατικών αποτελεί το 70% του κόστους της μεταλλικής κατασκευής, ωστόσο από τον τύπο του Benford μπορούμε να υπολογίσουμε τις εργατοώρες και έπειτα το κόστος των εργατικών και να είμαστε πιο ακριβείς:

Benford:

$$MHS_{ST} = 175 \cdot W_{ST}^{0.91} = 19051.71\$$$

Αν θεωρήσουμε ότι το κόστος της εργατοώρας λαμβάνεται ίσο προς 40\$, τότε το συνολικό κόστος των εργατικών της μεταλλικής κατασκευής είναι:

$$C_{MHS} = 40 \frac{\$}{mhr} \cdot MHS_{ST} = 40 \cdot 19051.71 \Rightarrow C_{ST-ΕΡΓΑΤΙΚΑ} = 762,069\$$$

Επομένως για το συνολικό κόστος της μεταλλικής κατασκευής θα ισχύει ότι:

$$C_{ST,TOTAL} = C_{ST} + C_{ST,ΕΡΓΑΤΙΚΑ} = 115869 + 762069 = \mathbf{877,938\$}$$

Συγκεντρικά τα αποτελέσματα παρατίθενται στον πίνακα και αποτυπώνονται στο διάγραμμα που ακολουθεί. Στην τελευταία στήλη έχουμε διαιρέσει το κόστος με το βάρος της μεταλλικής κατασκευής

	Κόστος (\$)	Ποσοστό		Κόστος ανά Τόνο
Κόστος Εργατικών	\$762,069	82.71	%	\$4,402
Κόστος Υλικών	\$159,270	17.29	%	\$920
ΣΥΝΟΛΟ	\$921,339	100.00	%	\$5,322

Πίνακας 10.8. Κόστος Μεταλλικής Κατασκευής



Διάγραμμα 10.1. Κόστος Μεταλλικής Κατασκευής

10.3.2 Κόστος Ενδιαίτησης και Εξοπλισμού

Οι εργατοώρες που απαιτούνται για την ενδιαίτηση και τον εξοπλισμό δίδονται από την παρακάτω σχέση κατά *Jhonson* και *Rumble*:

$$MSH_{OT} = 253 \times W_{OT}^{0.86}$$

Θα έχουμε

$$MSH_{OT} = 12940.40 \text{ mhrs}$$

Το κόστος της εργατοώρας λαμβάνεται ίσο προς 15\$, οπότε το συνολικό κόστος των εργατικών είναι:

$$C_{OT,ΕΡΓΑΤΙΚΑ} = 15 * MSH_{OT} = \mathbf{194,106\$}$$

Το κόστος των υλικών δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$C_{OT,ΥΛΙΚΑ} = A_o * W_{OT}^{0.95} = 5500 * 99.80^{0.95} = \mathbf{446,918\$}$$

όπου A_o σταθερά, η οποία λαμβάνει την τιμή $A_o = 5500$.

Στο παραπάνω κόστος υλικών θα προστεθούν και τα εξοδα για την αγορά του Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού καθώς και των Gutting Machines και των Horizontal Plate Freezers. Τα εξοδα για την αγορά θα του Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού θα συμπεριληφθούν στο κόστος υλικών Ενδιαίτησης και Εξοπλισμού.

10.3.2.1 Ηλεκτρονικός Εξοπλισμός

Ο Ηλεκτρονικός Εξοπλισμός που θα χρησιμοποιηθεί χωρίζεται σε 3 κατηγορίες:

- Εξοπλισμός Εντοπισμού Ψαριών
- Εξοπλισμός Ναυσιπλοΐας
- Εξοπλισμός Επικοινωνίας

Τα όργανα της κάθε κατηγορίας έχουν επιλεγθεί με βάση στοιχεία από παρόμοια αλιευτικά πλοία και μετά από ερωτήσεις σε εταιρίες του χώρου.

Εξοπλισμός Εντοπισμού Ψαριών

Ο Εξοπλισμός Εντοπισμού Ψαριών ενός Αλιευτικού πλοίου συνήθως αποτελείται από:

- Βυθόμετρο
- Sonar

Ο εξοπλισμός που θα χρησιμοποιηθεί και οι τιμές του ευρέθησαν μετά από επικοινωνία με εταιρίες του χώρου. Θα χρησιμοποιήσουμε τα εξής όργανα:

<u>Εξοπλισμός Εντοπισμού Ψαριών</u>	
Όργανο	Κόστος(\$)
Βυθόμετρο FURUNOFCV 295 ΟθόνηLCD 10,4"	3618
FURUNO LCD 10.4" SEARCHLIGHT SONAR CH-250	16495
Σύνολο	20113

Πίνακας 10.9.Εξοπλισμός Εντοπισμού Ψαριών

Εξοπλισμός Ναυσιπλοΐας

Ο Εξοπλισμός Ναυσιπλοΐας ενός Αλιευτικού πλοίου συνήθως αποτελείται από:

- GPS-Chart Plotter
- Radar
- Γυροσκοπική Πυξίδα
- Αυτόματο Πιλότο

Ο εξοπλισμός που θα χρησιμοποιηθεί και οι τιμές του ευρέθησαν μετά από επικοινωνία με εταιρίες του χώρου. Θα χρησιμοποιήσουμε τα εξής όργανα:

<u>Εξοπλισμός Ναυσιπλοΐας</u>	
Όργανο	Κόστος(\$)
RADAR FURUNO FR 8062 Οθόνη 12,1" 6 KW Ανοικτη Κεραία 4 Feet	13529
RADAR FURUNO FR 1835 Οθόνη 10,4" 4KW Κλειστή Κεραία 24"	5534
GPS-Chart Plotter FURUNO GP1850W	1700
Γυροσκοπική Πυξίδα SPERRY MARINE NAVIGAT X MK 1	16120
Αυτόματος Πιλότος FURUNO NAVPILOT 700	3271
Σύνολο	40150

Πίνακας 10.10..Εξοπλισμός Ναυσιπλοιας

Εξοπλισμός Επικοινωνίας

Θα χρησιμοποιήσουμε τα εξής όργανα:

<u>Εξοπλισμός Επικοινωνίας</u>	
Όργανο	Κόστος(\$)
Pocket VHF FURUNO 4300	134
Ραδιοτηλέφωνο FURUNO FM 4721 ClassDVHF	1364
Ραδιοτηλέφωνο SAILOR RT 4800	663
Inmarsat-C SAILOR TT-3020C	3660
Satallite TV Antenna TrackVision M5	6000
NavTex Receiver Target Navtex Pro-Plus V2	396
Σύνολο	12218

Πίνακας 10.11.Εξοπλισμός Επικοινωνίας

Συνοψίζοντας θα έχουμε για το κόστος του Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού:

Ηλεκτρονικός Εξοπλισμός	
Ομάδα Εξοπλισμού	Κόστος(\$)
Εξοπλισμός Εντοπισμού Ψαριών	20113
Εξοπλισμός Ναυσιπλοΐας	40150
Εξοπλισμός Επικοινωνίας	12218
Σύνολο-C_{elec}	72400

Πίνακας 10.12.Συνολικό κόστος Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, τα εξοδα για την αγορά θα του Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού θα συμπεριληφθούν στο κόστος υλικών Ενδιαίτησης και Εξοπλισμού.

10.3.2.2 Horizontal Plate Freezers(x2)

Η τιμή τους ευρέθηκε προσεγγιστικά μετά από επικοινωνία με εταιρίες του χώρου.Θα έχουμε:

2xHorizontal Plate Freezes της εταιριας Jackstone με κόστος:

$$C_{\text{freezers}}=2*100000=200,000\$$$

10.3.2.3 Gutting Machines(x2)

Ο εξοπλισμός που θα χρησιμοποιηθεί και η τιμή του ευρέθησαν μετά από επικοινωνία με εταιρίες του χώρου.Θα έχουμε:

2x Gutting Machines 444 της εταιρίας Baader με κόστος

$$C_{\text{guttingmachines}}=2*300000=600,000\$$$

Επομένως, το συνολικό κόστος των υλικών θα είναι:

$$C_{\text{ΟΤ,ΥΛΙΚΑ-ΤΕΛ}} = C_{\text{ΟΤ,ΥΛΙΚΑ}} + C_{\text{freezers}} + C_{\text{guttingmachines}} = 1,246,918 \$$$

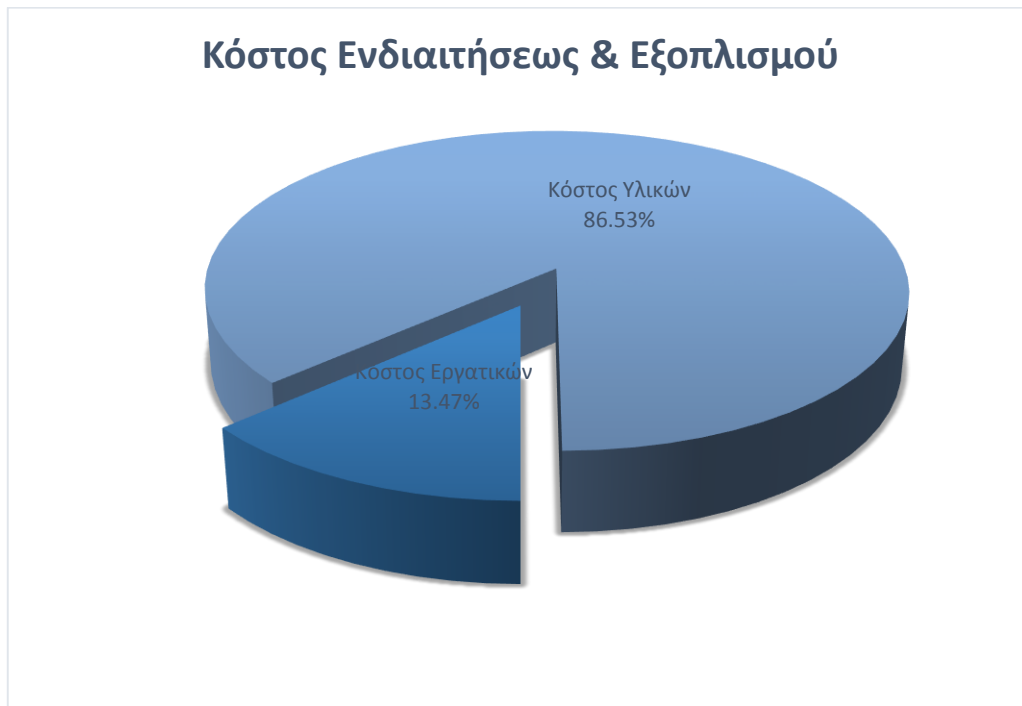
Τελικά, για το συνολικό κόστος της ενδιαίτησης και του εξοπλισμού θα ισχύει ότι:

$$C_{\text{ΟΤ,TOTAL}} = C_{\text{ΟΤ,ΥΛΙΚΑ-ΤΕΛ}} + C_{\text{ΟΤ,ΕΡΓΑΤΙΚΑ}} = 1,441,024 \$$$

Τα παραπάνω βρίσκονται συγκεντρωμένα στον πίνακα και στο διάγραμμα που ακολουθεί. Στην τελευταία στήλη του πίνακα, τα κόστη έχουν διαιρεθεί με το γινόμενο $L_{BP} \cdot B \cdot D$.

	Κόστος (\$)	Ποσοστό	Κόστος ανά κυβικό μέτρο
Κόστος Εργατικών	\$194,106	13.47	\$179.86
Κόστος Υλικών	\$1,246,918	86.53	\$1,155.40
	\$1,441,024	100.00	\$1,335.26

Πίνακας 10.13. Κόστος Ενδιαίτησης και Εξοπλισμού



Διάγραμμα 10.2.Κόστος Ενδιαίτησης και Εξοπλισμού

10.3.3 Κόστος Μηχανολογικής Εγκατάστασης

Οι εργατώρες που απαιτούνται για την μηχανολογική εγκατάσταση δίδονται από την σχέση:

$$MHS_M = 20000 \times \left(\frac{BHP}{1000} \right)^{0.30}$$

,οπου

BHP, η ισχύς πέδης της Κ.Μ., BHP=1475HP

Κάνοντας αντικατάσταση βρίσκουμε:

$$MHS_M = 22473.34 \text{ mhrs}$$

Το κόστος της εργατοώρας λαμβάνεται ίσο 35\$, οπότε το συνολικό κόστος των εργατικών είναι:

$$C_{M,ΕΡΓΑΤΙΚΑ} = 35 * MHS_M = 786,567\$$$

Το κόστος των υλικών είναι:

$$C_{M,ΥΛΙΚΑ} = 2500 * BHP^{0.82} = 2500 * 1475^{0.82} = 991,630\$$$

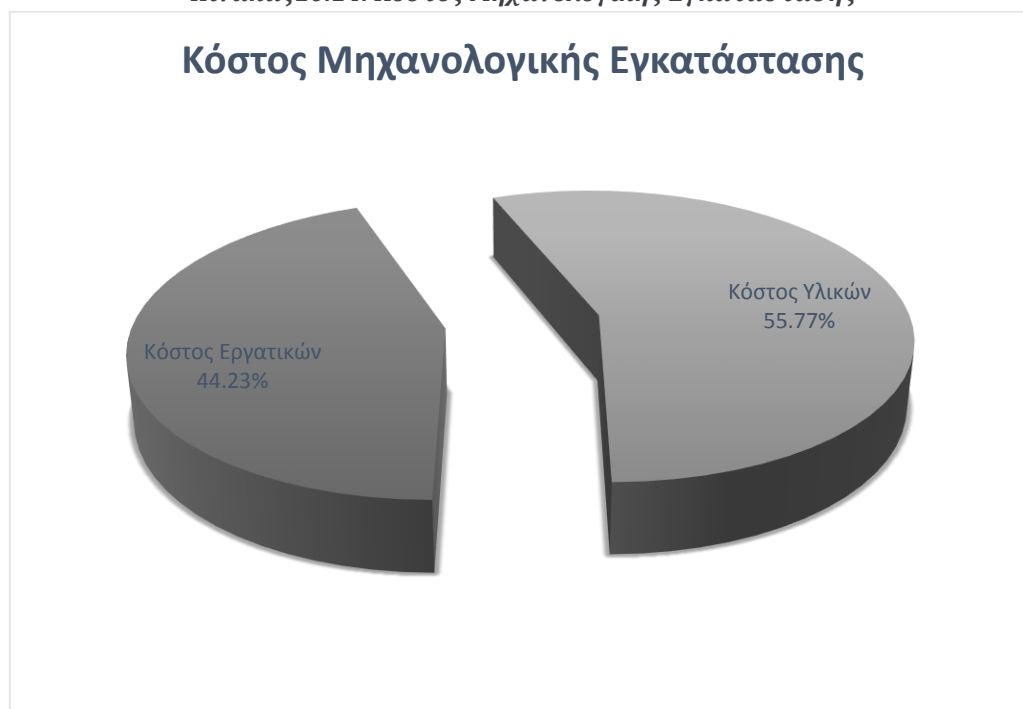
Άρα το συνολικό κόστος μηχανολογικής εγκατάστασης είναι:

$$C_{M,TOTAL} = C_{M,ΥΛΙΚΑ} + C_{M,ΕΡΓΑΤΙΚΑ} = 1,778,196\$$$

Τα παραπάνω βρίσκονται συγκεντρωμένα στον πίνακα και στο διάγραμμα που ακολουθεί. Στην τελευταία στήλη του πίνακα, τα κόστη έχουν διαιρεθεί με την εγκατεστημένη ισχύ.

	Κόστος (\$)	Ποσοστό	Κόστος ανά Ιπποδύναμη
Κόστος Εργατικών	\$786,567	44.23	\$533.27
Κόστος Υλικών	\$991,630	55.77	\$672.29
	\$1,778,196	100.00	\$1,205.56

Πίνακας 10.14. Κόστος Μηχανολογικής Εγκατάστασης



Διάγραμμα 10.3. Κόστος Μηχανολογικής Εγκατάστασης

10.3.4 Κόστος Πρόσθετων Βαρών

Όπως είδαμε και στο Κεφάλαιο 1 (1.7.2) τα πρόσθετα Βάρη είναι τα εξής:

- Βίντζια
- Net Drum
- A-Frame(‘Π’)
- Bulwark
- Πάτωμα επί του Upper Deck

Το κόστος του Π, του Bulwark και του πατώματος συμπεριλαμβάνεται στο Κόστος Μεταλλικής Κατασκευής επειδή αυτά τα τμήματα είναι ουσιαστικά τμήματα της μεταλλικής κατασκευής του πλοίου.

Για την εκτίμηση του κόστους των Βιντσιών και του Net Drum, ήρθαμε σε επικοινωνία με κατασκευαστές αντίστοιχων προϊόντων.

10.3.4.1 Κόστος για τα Βίντζια

Ο εξοπλισμός που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι ο κάτωθι:

2*Split Winches αντοχής 20t

Το κόστος τους θα είναι προσεγγιστικά:

$$C_{\text{splitwinches}} = 2 * 38000 = 76000\$$$

10.3.4.2 Κόστος για το Net Drum

Θα χρησιμοποιηθεί 1 Net Drum με κόστος προσεγγιστικά:

$$C_{\text{netdrum}} = 23000\$$$

10.3.4.3 Σύνολο Κόστους Πρόσθετων Βαρών

Αθροίζοντας τα παραπάνω θα έχουμε:

Πρόσθετα Βάρη	
Ομάδα Βάρους	Κόστος(\$)
Βίντζια	76000
Net Drum	23000
Σύνολο-C_{ΠΡΟΣΘΕΤΑ-ΥΛΙΚΑ}	99000

Πίνακας 10.15. Σύνολο Κόστους Πρόσθετων Βαρών

Για το εργατικό κόστος της τοποθέτησης των πρόσθετων βαρών τώρα, θα θεωρήσουμε για την εύρεση των εργατωρών τον τύπο Jhonson και Rumble:

$$MSH_{\text{Πρόσθετα}} = 253 \times W_{\text{Πρόσθετα}}^{0.86} = 1392.64\$$$

Το κόστος της εργατοώρας λαμβάνεται ίσο προς 15\$, οπότε το συνολικό κόστος των εργατικών είναι:

$$C_{OT,ΕΡΓΑΤΙΚΑ} = 15 * MSH_{ΠΡΟΣΘΕΤΑ} = 20.890\$$$

Για το συνολικό κόστος της ενδιαίτησης και του εξοπλισμού θα ισχύει ότι:

$$C_{OT,TOTAL} = C_{ΠΡΟΣΘΕΤΑ,ΥΛΙΚΑ} + C_{ΠΡΟΣΘΕΤΑ,ΕΡΓΑΤΙΚΑ} = 1,441,024 \$$$

Τα παραπάνω βρίσκονται συγκεντρωμένα στον πίνακα και στο διάγραμμα που ακολουθεί.

	Κόστος (\$)	Ποσοστό
Κόστος Εργατικών	\$20,890	17.42
Κόστος Υλικών	\$99,000	82.58
	\$119,890	100.00

Πίνακας 10.16. Κόστος Πρόσθετων Βαρών

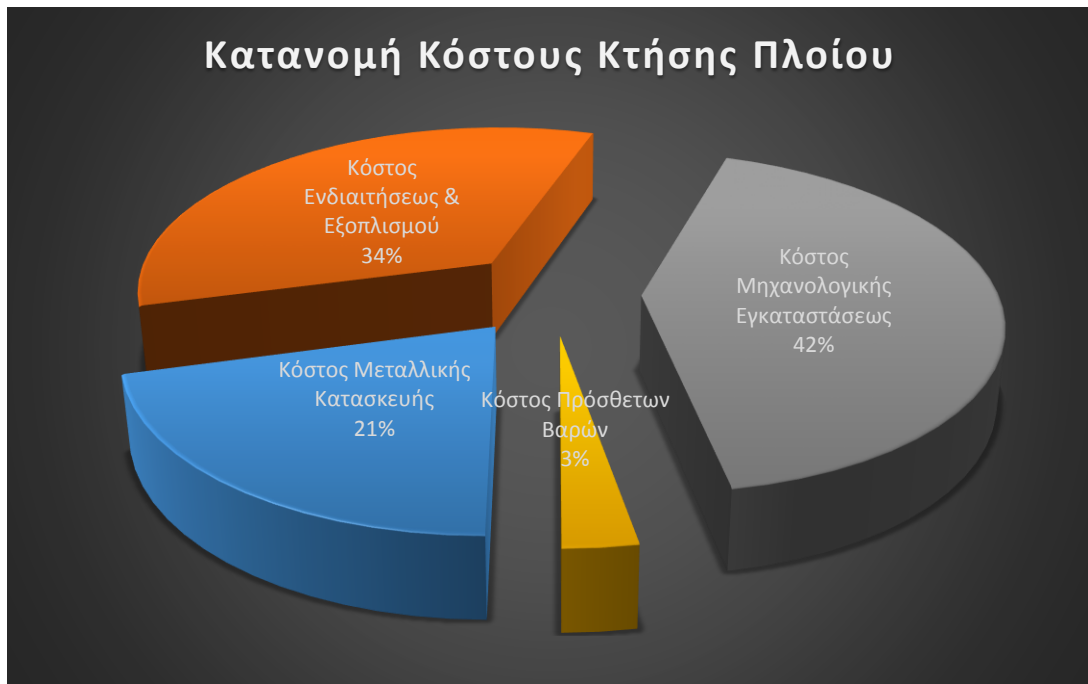
10.3.5 Συνολικό Κόστος Κτήσης Πλοίου

Αθροίζοντας τα παραπάνω θα έχουμε για το συνολικό κόστος κτήσης του πλοίου:

Στον παρακάτω πίνακα και το παρακάτω διάγραμμα φαίνεται συνολικά το κόστος κτήσης του υπό μελέτη πλοίου καθώς και το κόστος κατασκευής του πλοίου ανά κατηγορία βάρους.

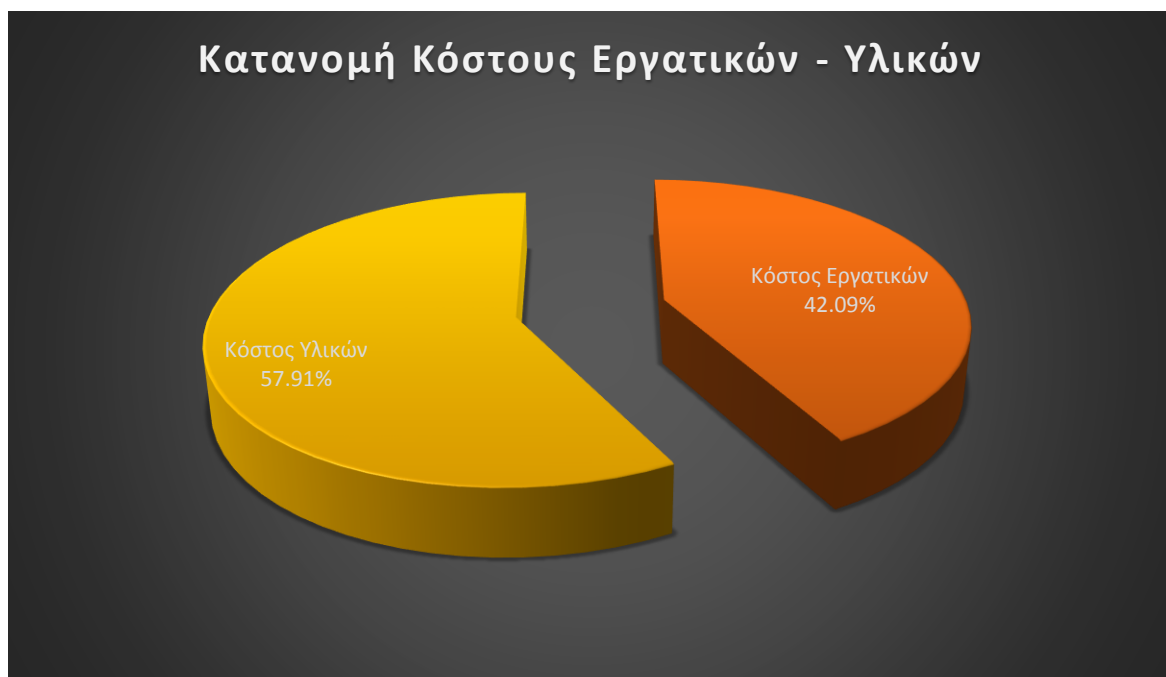
Κόστος Κτήσης Πλοίου (Total)		
	\$	%
Κόστος μεταλλικής κατασκευής	\$921,339	21.63
Κόστος μηχανολογικής εγκατάστασης	\$1,441,024	33.82
Κόστος ενδιαίτησης και εξοπλισμού	\$1,778,196	41.74
Κόστος Πρόσθετων Βαρών	\$119,890	2.81
Κόστος Κτήσης πλοίου	\$4,260,449	100

Πίνακας 10.17. Κόστος Κτήσης Πλοίου



Διάγραμμα 10.4. Κατανομή Κόστους Κτήσης Πλοίου

Στους παρακάτω πίνακες και τα παρακάτω διαγράμματα γίνεται ανάλυση του συνολικού κόστους σε κόστος υλικών και κόστος εργατικών. Πιο συγκεκριμένα αρχικά γίνεται η ανάλυση του συνολικού κόστους των υλικών ανά κατηγορία βάρους και κατόπιν αναλύεται το συνολικό εργατικό κόστος ανά κατηγορία βάρους.



Διαγραμμα 10.5. Κατανομή Κόστους Εργατικών Υλικών

10.3.5.1 Υλικά

Κόστος Υλικών		
	\$	%
Κόστος υλικών μεταλλικής κατασκευής	\$159,270	32.53
Κόστος υλικών μηχανολογικής εγκατάστασης	\$991,630	39.12
Κόστος υλικών ενδιαίτησης και εξοπλισμού	\$1,246,918	28.35
Κόστος υλικών πρόσθετων βαρών	\$99,000	\$0.04
Ολικό κόστος υλικών	2,496,818	100

Πίνακας 10.18. Κόστος Υλικών



Διάγραμμα 10.6. Κατανομή Κόστους Υλικών Πλοίου

10.3.5.2 Εργατικά

Κόστος Εργατικών		
	\$	%
Κόστος υλικών μεταλλικής κατασκευής	\$762,069	32.53
Κόστος υλικών μηχανολογικής εγκατάστασης	\$786,567	39.12
Κόστος υλικών ενδιαίτησης και εξοπλισμού	\$194,106	28.35
Κόστος υλικών πρόσθετων βαρών	\$20,890	\$0.01
Ολικό κόστος υλικών	1,763,631	100

Πίνακας 10.19. Κόστος Εργατικών



Διάγραμμα 10.7. Κατανομή Κόστους Εργατικών Πλοίου

Συγκεντρωτικά για τα Κόστη Υλικών και Εργατικών:



Διάγραμμα 10.8. Κατανομή Κόστους Εργατικών -Υλικών Πλοίου

10.4 Κόστος Εκμετάλλευσης Πλοίου

Το συνολικό κόστος εκμετάλλευσης του υπό σχεδίαση πλοίου αποτελείται από επιμέρους κόστη, τα οποία μπορούν να χωριστούν στις εξής κατηγορίες:

- Κόστος D.O.
- Κόστος L.O.
- Κόστος F.W.
- Κόστος Τροφοδοσίας
- Κόστος Μισθοδοσίας
- Κόστος Συντηρήσεως & Επισκευών
- Κόστος Ασφάλισης
- Λιμενικά έξοδα
- Γενικά έξοδα

Θεωρούμε χρονικό διάστημα ενός έτους, για τον προσεγγιστικό υπολογισμό των παραπάνω μεγεθών.

10.4.1 Κόστος καυσίμων

10.4.1.1 Κόστος D.O.

Κατανάλωση D.O. ανα ταξίδι

Στο Κεφάλαιο 1 (1.8.1) εκτιμήσαμε την απαραίτητη ποσότητα καυσίμου D.O. ανά ταξίδι με διάρκεια με την ακτίνα ενεργείας $R=14$ days. Η κατανάλωση είχε εκτιμηθεί για μηχανή με $BHP=746Kw$. Στο Κεφάλαιο 5 όπου επιλέχτηκε Κ.Μ. η ισχύς πέδης της βρέθηκε $BHP=1100Kw$. Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία για την εύρεση της κατανάλωσης θα έχουμε:

$$D.O./trip=66.32t$$

Κατανάλωση D.O. ανά έτος

Με βάση τα δεδομένα από τον πίνακα για την κατανάλωση D.O. ανά ταξίδι και τον αριθμό ταξιδιών ανά έτος $N=22$ θα έχουμε:

$$D.O./year=N*D.O./trip$$

Κόστος D.O. ανά τόνο

Το κόστος καυσίμου στη βόρεια Ευρώπη είναι (Νοέμβριος 2013) βρέθηκε από την περιήγηση στη σελίδα www.BunkerWorld.com και θα είναι:

$$\$/D.O./t=830$$

Κόστος D.O. ανά έτος

Με βάση την κατανάλωση καυσίμου ανά έτος και το κόστος καυσίμου D.O., θα έχουμε

$$C_{D.O.} = \$D.O./t * \text{Κατανάλωση D.O./year} = 1,210,942\$$$

10.4.1.2 Κόστος L.O.Κατανάλωση L.O. ανά ταξίδι

Η κατανάλωση L.O. ανά ταξίδι θεωρείται ίση με 3% της κατανάλωσης D.O.:

$$L.O./trip = 2.15t$$

Κατανάλωση L.O. ανά έτος

Με βάση τα δεδομένα από τον πίνακα για την κατανάλωση D.O. ανά ταξίδι και τον αριθμό ταξιδιών ανά έτος **N=22** θα έχουμε:

$$L.O./year = N * L.O./trip$$

Κόστος L.O. ανά τόνο

Απο το διαδίκτυο παίρνουμε ότι για την τρέχουσα περίοδο:

$$\$L.O./t = 1800 \$/ton$$

Κόστος L.O. ανά έτος

Με βάση την κατανάλωση καυσίμου ανά έτος και το κόστος καυσίμου D.O., θα έχουμε

$$C_{L.O.} = \$L.O./trip * L.O./year = 78,784\$$$

10.4.2 Κόστος F.W.

Για κόστος F.W. ίσο με **5\$/ton**, το συνολικό ετήσιο κόστος θα είναι:

$$C_{FW} = 42.43 \frac{tons}{trip} * 5 \frac{\$}{ton} * 19 \frac{trips}{year} = 4,030.85 \frac{\$}{year}$$

10.4.3 Κόστος Τροφοδοσίας

Για πλήρωμα **Crew=12 άτομα** και κόστος τροφοδοσίας κατά μέσο όρο ίσο με

7 \$/άτομο/ημέρα

Το συνολικό ετήσιο κόστος τροφοδοσίας προκύπτει:

$$C_{FS} = 12 persons * \frac{7 \$}{persons \cdot day} * 310 \frac{days}{year} = 26,061 \frac{\$}{year}$$

10.4.4 Κόστος Μισθοδοσίας

Το πλοίο είναι υπό ελληνική σημαία.

Στην ελληνική νομοθεσία δεν υπάρχει συλλογική σύμβαση εργασίας για τα πληρώματα των αλιευτικών πλοίων. Συνεπώς ο μισθός των μελών του πληρώματος θα συμφωνείται με τον πλοιοκτήτη.

Αν θεωρήσουμε ότι το πλοίο αλιεύει στη Νορβηγία και προσλαμβάνει Νορβηγούς ψαράδες, θεωρούμε ότι αυτοί αμοιβονται με τον κατώτατο μισθό. Αυτός είναι:

22.6 \$/h για ανειδίκευτο ναύτη

24.2 \$/h για ειδικευμένο μέλο πληρώματος

Στο πλοίο έχουμε 5 ναύτες και 7 άτομα ειδικευμένο πλήρωμα. Αρα,

Για τις 310 ημέρες λοιπόν όπου λειτουργεί το πλοίο το συνολικό κόστος μισθοδοσίας θα είναι:

$$C_S = (5 * (22.6 * 8) + 7 * (24.2 * 8)) * 310 = \mathbf{700,352 \$ / year}$$

10.4.5 Κόστος Συντηρήσεως & Επισκευών

Οι δαπάνες συντηρήσεως και επισκευών της μεταλλικής κατασκευής δίνονται από την παρακάτω εμπειρική σχέση:

$$C_{R+M,ST} = 25000 * \left(\frac{L_{BP} * B * D}{10^5} \right)^{2/3} = \mathbf{13,141.58 \frac{\$}{year}}$$

όπου, L_{BP} , B, D: οι κύριες διαστάσεις του υπό μελέτη πλοίου σε ft

Main Particulars	(m)	(ft)
L_{BP}	30.23	99.18
B	8.4	27.56
D	4.25	13.94

Πίνακας 10.20. Κύριες διαστάσεις ΠΑΟΛΑ

Οι δαπάνες συντηρήσεως & επισκευών της μηχανολογικής εγκατάστασης δίνονται από την παρακάτω εμπειρική σχέση:

$$C_{R+M,M} = 13.6 * BHP = 13.6 * 1475 = \mathbf{20,060 \frac{\$}{year}}$$

,όπου

BHP: η ισχύς της κύριας μηχανής ίση με BHP=1475HP

Συνεπώς οι συνολικές ετήσιες δαπάνες συντηρήσεως & επισκευών θα είναι:

$$C_{R+M} = C_{R+M,ST} + C_{R+M,M} = 33,202 \frac{\$}{year}$$

10.4.6 Κόστος Ασφάλισης

Το κόστος ασφαλίσεως λαμβάνεται ίσο με 5% του κόστους κτήσης πλοίου
Θα είναι:

$$C_{IN} = 1925 * \left(N_{CREW} + \frac{GT}{1000} \right) = 114396 \frac{\$}{year}$$

,οπου

GT, η μικτή χωρητικότητα του πλοίου ίση με GT=308.68 Κόρους

N_{CREW}, ο αριθμός πληρώματος με N_{CREW}=12

10.4.7 Λιμενικά έξοδα

Τα έξοδα για κάθε προσέγγιση σε λιμένα δίδονται από την εξής σχέση:

$$600 + 50 * \left(\frac{L_{BP} \times B \times D}{10^5} \right) = 600.54 \frac{\$}{single\ trip}$$

,όπου

L_{BP}, B, D: οι κύριες διαστάσεις του υπό μελέτη πλοίου σε ft

Εφόσον το πλοίο κάνει N=19 ταξίδια/έτος, το συνολικό ετήσιο κόστος για ελλιμενισμό θα είναι:

$$C_{Port} = 600.54 \frac{\$}{single\ trip} \times 2 \times 19 \frac{trips}{year} = 27,328 \frac{\$}{year}$$

10.4.8 Γενικά Έξοδα

Τα γενικά έξοδα ανά έτος δίδονται από τον παρακάτω εμπειρικό τύπο:

$$C_G = 6500 + 70 \times \left(\frac{L_{BP} \times B \times D}{100} \right) = 7255.45 \frac{\$}{year}$$

,όπου

L_{BP}, B, D: οι κύριες διαστάσεις του υπό μελέτη πλοίου σε (m)

10.4.9 Κόστος Εξοπλισμού Αλιείας (Fishing Gear)

Στο κόστος αυτό περιλαμβάνονται:

- 3 Τράτες Βυθού(Κόστος περίπου 1200\$ έκαστη)
- 4 Πόρτες Τράτας
- Σχοινιά
- Καδένες(Κρατούν τη μπούκα της τράτας ανοιχτή)
- Πλωτήρες-Φελάρια για την τράτα
- Συρματόσχοινα(L=1200m,φ=25mm)
- Ανταλλακτικά

και λαμβάνεται προσεγγιστικά

$$C_{\text{FishingGear}}=50,000\$$$

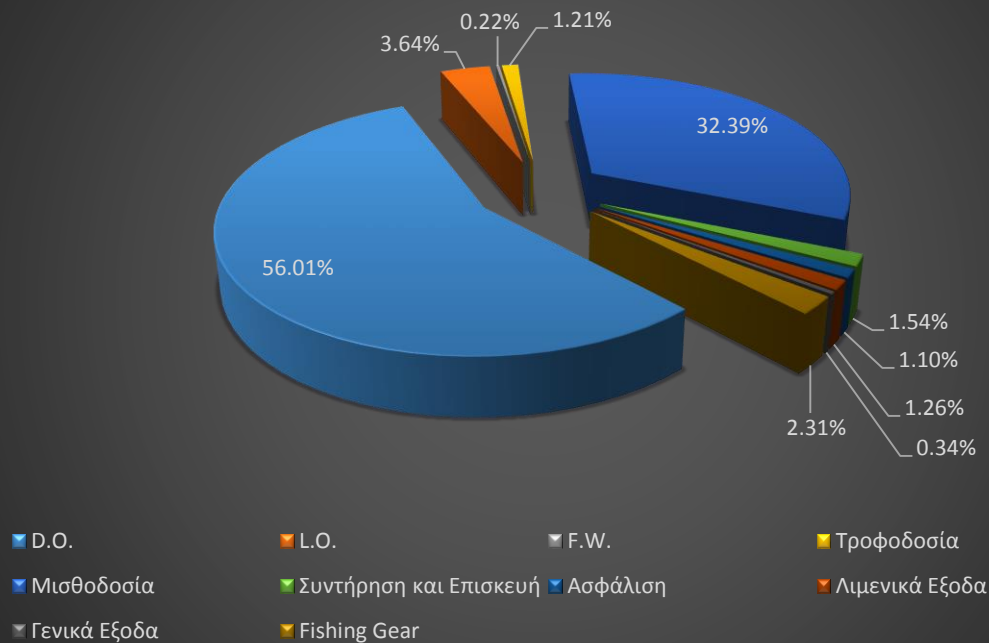
10.4.10 Συνολικό Ετήσιο Κόστος Εκμετάλλευσης

Το συνολικό κόστος εκμετάλλευσης του πλοίου ανά έτος θα είναι το άθροισμα των επιμέρους εξόδων, όπως αυτά υπολογίστηκαν σε κάθε μια απ' τις παραπάνω περιπτώσεις. Επομένως, έχουμε τον παρακάτω πίνακα:

Κατηγορία Κόστους	Κατηγορία	Ποσοστό
D.O.	\$1,210,942.07	56.00519
L.O.	\$78,784.18	3.643711
F.W.	\$4,667.30	0.215859
Τροφοδοσία	\$26,061.00	1.205302
Μισθοδοσία	\$700,352.00	32.39077
Συντήρηση και Επισκευή	\$33,201.58	1.535549
Ασφάλιση	\$23,694.21	1.09584
Λιμενικά Εξοδα	\$27,238.46	1.259759
Γενικά Εξοδα	\$7,255.45	0.335559
Fishing Gear	\$50,000.00	2.312464
Σύνολο	\$2,162,197	100

Πίνακας 10.21.Συνολικό Ετήσιο Κόστος Εκμετάλλευσης

Κατανομή Κόστους Εκμετάλλευσης Πλοίου



Διάγραμμα 10.9. Κατανομή Κόστους Εκμετάλλευσης Πλοίου

10.5 Ελάχιστη Απαιτούμενη Τιμή Πώλησης του Φορτίου

Για να δούμε αν η επένδυση είναι οικονομικά βιώσιμη, θα υπολογίσουμε την ελάχιστη τιμή πώλησης του φορτίου η οποία οδηγεί σε μια προσδοκόμενη απόδοση % 100 επί του επενδυμένου κεφαλαίου. Αν αυτή η τιμή πώλησης είναι μικρότερη από την τιμή που πωλείται σήμερα το αλιευμα, σημαίνει ότι η επένδυση είναι ελκυστική.

Αρχικά, θα υποθέσουμε ότι για την αγορά του πλοίου θα παρθεί δάνειο ίσο με το 60% της αξίας του ενώ για το υπόλοιπο 40% θα διατεθούν ίδια κεφάλαια. Οπότε, έχουμε:

Ύψος δανείου:

$$K_{\Delta} = 0.6 * \text{Κόστος Κτήσης πλοίου} = 0.6 * 4,217,048 = 2,556,269 \$$$

Ύψος ιδίων κεφαλαίων:

$$K_{\Pi} = 0.4 * \text{Κόστος Κτήσης πλοίου} = 1,704,180 \$$$

10.5.1 Με Προσδοκώμενη Απόδοση Επενδυμένου Κεφαλαίου = 10%

Η διάρκεια εκμετάλλευσης του πλοίου είναι 10 χρόνια, η προσδοκώμενη απόδοση του επενδυμένου κεφαλαίου 10%, ενώ η αξία του πλοίου στο τέλος της διάρκειας ζωής του είναι σύμφωνα με τη θεωρία στο 10% της αρχικής τιμής, δηλαδή:

$$\Pi_{10}=0.10*4,217,048=426,045\$$$

Ο υπολογισμός του ελάχιστης τιμής πώλησης P_{\min} γίνεται με το μηδενισμό της εξίσωσης της Καθαρής Παρούσας Αξίας (Κ.Π.Α.) του πλοίου για την αναμενόμενη διάρκεια ζωής του. Η Κ.Π.Α. δίνεται από τον γενικό τύπο:

$$\text{Κ.Π.Α.} = \sum \left(\frac{E\Sigma_t - E\xi_t}{(1+i)^t} \right)$$

Και τελικά προκύπτει:

$$ΚΠΑ = -K_{\Pi} + \frac{\Pi_{10}}{(1+i)^{10}} + (P_{\min} * \sum PL - E_{\Lambda} - \Delta) * \sum_{j=1}^{10} (1+i)^{-j}$$

,όπου

K_{Π} , Κεφάλαιο Πλοιοκτήτη, $K_{\Pi} = 1,704,180\$$

K_{Δ} , Ύψος Δανείου, $K_{\Delta} = 2,556,269\$$

R , Δανειακός Τόκος: $r = 0.10$

N , Οικονομική Διάρκεια Ζωής του πλοίου: $N = 10$

I , Προσδοκώμενη απόδοση επενδυμένου κεφαλαίου: $i = 10\%$

E_{Λ} , λειτουργικά έξοδα/έτος, $E_{\Lambda} = 2,162,197\$$

ΣPL , το σύνολο του αλιεύματος που μεταφέρεται σε ένα έτος. Το αλίευμα ανα μονό ταξίδι θα θεωρηθεί ίσο με $PL = 110t$ τον (Σενάριο 1). Το σύνολο, λοιπόν, του αλιεύματος σε ένα έτος θα είναι $\Sigma PL = 110 * N = 11 * 22 = 2420 t/\text{έτος}$

Δόση Δανείου (σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του πλοίου) :

$$\Delta = K_{\Delta} \frac{r(1+r)^N}{(1+r)^N - 1} = 380,960\$$$

$$\text{Είναι επίσης : } \sum_{j=1}^{10} (1+i)^{-j} = \sum_{j=1}^{10} \frac{1}{1.10^j} = 7.606$$

Αντικαθιστώντας τα παραπάνω και λύνοντας την εξίσωση για Κ.Π.Α. = 0 προκύπτει η σχέση για την ελάχιστη απαιτούμενη τιμή πώλησης P_{\min} για να είναι το πλοίο οικονομικά βιώσιμο:

$$P_{\min} = [(K_{\Pi} - \Pi_{10} / (1+i)^{10}) * \sum_{j=1}^{10} (1+i)^{-j} + E_{\Lambda} + \Delta] / \sum PL$$

$$P_{\min} = 1274\$/\text{ton}$$

Θα συγκρίνουμε τώρα αυτή την τιμή με την χονδρική τιμή πώλησης του φορτίου που είναι μπακαλιάρος χωρίς εντόσθια και κεφάλι (Headed & Gutted Cod – H&G).

Τιμή Πώλησης Μπακαλιάρου

Η χονδρική τιμή πώλησης του κατεψυγμένου μπακαλιάρου σύμφωνα με στοιχεία από τις αγορές (<http://www.undercurrentnews.com/2013/07/10/cod-prices-creep-up-as-haddock-prices-rocket/>) για την τρέχουσα περίοδο (Φθινόπωρο 2013) κυμαίνεται στα 2500\$/t με 2700\$/t.

Βλέπουμε επομένως ότι υπάρχει περιθώριο κέρδους.

Επειδή το Σενάριο 1 που εξετάσαμε είναι αρκετά αισιόδοξο, καθώς υποθέτει ότι σε κάθε ταξίδι του το πλοίο γυρνάει με γεμάτο αμπάρι, θα εξετάσουμε και τα άλλα 2 σενάρια ως προς τη βιωσιμότητα τους εκτελώντας την παραπάνω διαδικασία για τα Payloads των άλλων 2 σεναρίων (δες 10.2 Πίνακας 10.5). Θα είναι:

Σενάριο 2 (600kg ψάρια /h): $P_{\min} = 1702 \$/\text{ton}$

Σενάριο 3 (300kg ψάρια /h): $P_{\min} = 3396 \$/\text{ton}$

Συγκεντωτικά θα έχουμε για τα 3 Σενάρια:

Σενάριο	Pmin(\$/t)
1(1200kg/h)	1274
2(600kg/h)	1702
3(300kg/h)	3396

Πίνακας 10.22. Ελάχιστη συμφέρουσα τιμή πώλησης φορτίου/t (i=10%)

Θα βρούμε τώρα το οριακό σημείο, εκφρασμένο σε t κατεψυγμένου φορτίου/ταξίδι, για το οποίο η επένδυση είναι συμφέρουσα για μια τιμή πώλησης που βρίσκεται στα σημερινά επίπεδα τιμών πώλησης του κατεψυγμένου μπακαλιάρου χωρίς κεφάλι και εντόσθια (H&G cod). Αυτή κυμαίνεται μεταξύ 2000 και 2500\$/t. Θα έχουμε:

$$P(\text{τιμή πώλησης/t}) = 2200\$/\text{t}$$

Λύνοντας ως προς PL την εξίσωση της ΚΠΑ με ΚΠΑ=0 και P=2200 θα έχουμε:

$$PL_{\text{CRIT}/\text{YEAR}} = 1258\text{t}/\text{έτος}$$

Ανα ταξίδι θα είναι:

$$PL_{\text{CRIT}/\text{TRIP}} = PL_{\text{CRIT}/\text{YEAR}}/22 = 57.17\text{t}/\text{trip}$$

Σε ποσοστό του γεμάτιου αμπαριού θα είναι:

$$PL_{CRIT\%/TRIP}=52\%$$

Επομένως, η επένδυση κρίνεται συμφέρουσα όριακα αν το πλοίο γεμίζει σε κάθε ταξίδι με 52% Φορτίο το αμπάρι του.

10.5.2 Με Προσδοκώμενη Απόδοση Επενδυμένου Κεφαλαίου = 50%

Θα εξετάσουμε τώρα την περίπτωση όπου η προσδοκώμενη Απόδοση Κεφαλαίου είναι $i=50\%$

Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία με παραπάνω θα είναι για τις ελάχιστες πώλησης:

Σενάριο	Pmin(\$/t)
1(1200kg/h)	1932
2(600kg/h)	2581
3(300kg/h)	5152

Πίνακας 10.23.Ελάχιστη συμφέρουσα τιμή πώλησης φορτίου/t($i=50\%$)

Θα βρούμε τώρα το Οριακό Σημείο εκφρασμένο σε t κατεψυγμένου φορτίου /ταξίδι σε ποσοστό του γεμάτου αμπαριού, ακολουθώντας την ίδια διαδικασία με παραπάνω:

$$PL_{CRIT/YEAR}=1545t/\acute{\epsilon}τος$$

$$PL_{CRIT/TRIP}=70.19t/trip$$

$$PL_{CRIT\%/TRIP}=64\%$$

Μονάδες Μεγεθών

Μονάδες Πυκνότητας

$$1 \text{ kg} / \text{m}^3 = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^3} = 1 \frac{\text{Ns}^2}{\text{m}^4} = \frac{1}{9.80665} \frac{\text{kps}^2}{\text{m}^4} = 0.10197 \frac{\text{kps}^2}{\text{m}^4}$$

Μονάδες Δυναμης

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kgm} / \text{s}^2 = \frac{1}{9.80665} \text{ kgf} (\text{kp}) = 0.10197 \text{ kp} = 0.2248 \text{ lb}_f = 10^5 \text{ dyne}$$

$$1 \text{ kp} = 9.80665 \text{ N} = 2.205 \text{ lb}_f$$

$$1 \text{ dyne} = 1 \text{ gcm} / \text{s}^2$$

Μονάδες Ισχύος

$$1 \text{ PS} [\text{HP}(\text{Metric})] = 0.986 \text{ HP}(\text{British}) = 75 \text{ kp} * \text{m} / \text{s} = 735.5 \text{ W}$$

Μονάδες Πίεσης

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N} / \text{m}^2 = \frac{1}{9.80665} \text{ kp} / \text{m}^2 = 0.10197 \text{ kp} / \text{m}^2$$

$$1 \text{ atm} = 101.325 \text{ kN} / \text{m}^2 = 1.01325 \text{ bar} = 101.325 \text{ kPa}$$

Χρήσιμα Δεδομένα

$$p_a = 101300 \text{ Pa} = 10329.72 \text{ kp} / \text{m}^2$$

$$p_{v,15^\circ} = 1700 \text{ Pa} = 173.35 \text{ kp} / \text{m}^2$$

$$\rho_{\text{fresh_water},15^\circ} = 999 \text{ kg} / \text{m}^3 = 101.8696 \frac{\text{kps}^2}{\text{m}^4}$$

$$\rho_{\text{salt_water},15^\circ} = 1025.9 \text{ kg} / \text{m}^3 = 104.6127 \frac{\text{kps}^2}{\text{m}^4}$$

Βιβλιογραφία

Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

1. <http://www.fao.org/fishery/area/Area27/en>
2. <http://www.fao.org/docrep/x0487e/x0487e04.htm>
3. <http://www.fao.org/fishery/vesseltype/30/en>
4. <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5898e/x5898e01.htm>
5. http://www.fisheries.no/ecosystems-and-stocks/marine_stocks/fish_stocks/cod/
6. <http://www.fishsafe.info/USCGbestpracticeguidetovesselstability2004.pdf>
7. <http://www.fao.org/fishery/area/Area27/en>
8. <http://www.msc.org/track-a-fishery/fisheries-in-the-program/certified/north-east-atlantic/Norway-north-east-arctic-offshore-cod>
9. <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5911e/x5911e01.htm>
10. <http://www.icmrt07.unina.it/Proceedings/Papers/c/58.pdf>
11. <http://www.peturlarsen.fo/data/attachments/6E74776B-FF76-47EF-A331-F64F8FD48BA6/7FC6850A-1275-43F7-8738-CD0D6BE4682A.pdf>
12. <http://www.dieselduck.net/machine/02%20propulsion/2010%20GL%20on%20Bullard%20Pull.pdf>
13. <http://www.youtube.com/watch?v=W6y8WngR6B4>
14. <http://skipasyn.is/>
15. <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5898e/x5898e01.htm>
16. <http://www.maritimeparts.com/Freezer-Trawlers/1497-Freezer-stern-trawler-Folio-T147/View-details.html>
17. <http://www.reykjavikseafood.com/product/cod-heads-and-bones/>
18. <http://www.daftlogic.com/projects-google-maps-distance-calculator.htm>
19. <http://www.atlanticship.dk/sw/frontend/show.asp?parent=206920&layout=4&subgroup=4&page=2>

20. <http://www.fao.org/docrep/field/279539.htm>
21. <http://www.icmrt07.unina.it/Proceedings/Papers/c/58.pdf>
22. http://en.wikipedia.org/wiki/Variable_pitch_propeller
23. <http://marine.cat.com/>
24. <http://www.twindisc.com/>
25. http://en.wikipedia.org/wiki/Ducted_propeller
26. <http://airfoiltools.com/airfoil/details?airfoil=naca4415-il>
27. http://www.gl-group.com/infoServices/rules/pdfs/gl_vi-2-2_e.pdf
28. <http://www.trawlerphotos.co.uk/gallery/showphoto.php?photo=55775>
29. <http://www.marinepropulsors.com/proceedings/MA3-2-Minchev%20-%20Ducted%20Propeller%20Design%20and%20Verification%20for%20Contempor.pdf>
30. <http://www.leadmar.gr>
31. <http://www.bunkerworld.com/>
32. <http://www.steelfirst.com/Default.aspx>
33. <http://leadmar.gr/>
34. <http://www.balikbul.com/>
35. <http://www.aerohydraulic.gr/>
36. <https://www.nav.no/82986.cms>
37. <http://www.fisheries.is/fisheries/fishing-gear/bottom-trawl/>
38. http://www.twindisc.com/Downloads/pdfs/marine_pdfs/MARINE_TRANSMISSIONS/MGX-5321_Bulletin.pdf
39. <http://www.seafish.org/media/Publications/SR165.pdf>
40. <http://www.elicheradice.com/dimensioni-mantello-fisso-19a/&m58LangNew=ENG>
41. <http://www.wiley.com/legacy/wileychi/morvayindustrial/supp/toolbox4.pdf>
42. <http://www.neafc.org/>
43. http://oceanworld.tamu.edu/resources/ocng_textbook/chapter06/chapter06_01.htm

Δημοσιεύσεις

1. J.Holtrop,G.G.J. Mennen,'An approximate power prediction method', ,International Shipbuilding Progress,Vol 29,July 1982
2. V.Zardi,'A Study on the Influence of Angle of Entrance on the Added Resistance in Waves and Seakeeping Performance of Sailing Yachts',University of Southampton, School of Engineering Sciences, 2000
3. P.J.Helmore.'Update on Van Oortmerssen's Resistance Prediction',2000
4. M.W.C. Oosterveld,H.Veenman & N.V. Zonen 'Wake Adapted Ducted Propellers',1970
5. C.Wang,S.Dong,E.Munoz,.'Seawater Density Variations in the North Atlantic and the Atlantic meridional overturning circulation', Atlantic Oceanographic & Meteorological Laboratory,NOAA,October 2008

Συγγράμματα

1. Schneekluth,Bertam.'Ship Design for Efficiency and Economy', ,1998
2. Γ.Πολίτη,Σημειώσεις Μαθήματος 'Αντίσταση και Πρόωση Πλοίου',Εκδόσεις ΕΜΠ,2008
3. Α.Παπανικολάου.'Μελέτη Πλοίου,Μεθοδολογίες Προμελέτης',Τεύχη1,2, , Εκδ.Συμείων,2009
4. Φυλλάδιο 13 Μαθήματος 'Αντίσταση και Πρόωση'-Στοιχεία και Διαγράμματα για την Επιλογή Έλικας
5. Γ.Πολίτη,Γ.Λαμπρινάκη.'Η Υδροδυναμική της Πρόωσης του Πλοίου',Εκδόσεις Αστήρ,1993
6. D.Gerr,'The Propeller Handbook', International Marine,1989
7. Μ.Σαμουηλίδη 'Σημειώσεις Αντοχής Πλοίου',Εκδόσεις ΕΜΠ,2007
8. Χ.Ψαραύτη 'Οικονομική Θαλασσιών Μεταφορών Ι', Εκδόσεις ΕΜΠ,2007
9. Κ.Σπύρου.'Σχεδίαση Πλοίων για Ελκτικότητα και Δυναμική Ευστάθεια', Εκδόσεις ΕΜΠ,2007
- 10.SNAME,Μετάφραση:Παπαδόπουλος Χ. 'Μέθοδος Προμελέτης Ναυτικών Συστημάτων με Κινητήρες Diesel',Εκδόσεις ΕΜΠ,2008
11. J.Carlton,'Marine Propellers and Propulsion',Elsevier Publications,2004
12. Γ.Τζαμπίρα,'Υδροστατική και Ευστάθεια Πλοίου Ι',Εκδόσεις Ε.Μ.Π.,2007

Διπλωματικές Εργασίες

1. Ε.Αγγέλου Ε.'Μελέτη Καρίνας Ιστιοπλοϊκού Σκάφους',.,Ε.Μ.Π. 2008
2. M.Nizam.'Research on Prediction Resistance on 28.3m Maju Ikan fishing trawler', ,University of Kuala Lumpur, Malaysian Institute of Marine Engineering Technology

Κανονισμοί Νηογνομώνων

1. 'Rules for Classification and Construction' (I-1-8) Fishing Vessels-GL Group,October 2007
2. 'Rules for Classification and Construction' (I-1-1) Hull Structures-GL Group,October 2007
3. 'Rules for building and classing steel vessels under 90 meters in length' A.B.S.,2012

