'Υπό Θεοδώρου Φραγκουλάκη
Ναυπηγοῦ

ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΠΛΟΙΑΡΧΟΝ

ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΔΙΑ ΤΟΝ ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΝ ΤΗΣ ΔΙΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

Μέ τό παρόν θά ἐπιχειρήσω νά δώσω, σέ ἁπλοποιημένη μορφή, ὁδηγίες, προκειμένου ὁ πλοίαρχος νά ὑπολογίση ἐκ τῶν προτέρων, τήν διαγωγή καί τήν εὐστάθεια, τήν ὁποίαν θά ἔχη τό πλοῖο του μετά ἀπό μία φόρτωση, πού σκοπεύει νά κάνη, ὅπως ἐπίσης καί τά κριτήρια εὐσταθείας τά ὁποῖα πρέπει νά πληρῆ τοῦτο.

Πρίν ξεκινήση τούς ὑπολογισμούς, θά πρέπει νά ἔχη στήν διάθεση του ὁρισμένα στοιχεῖα καί σχέδια τοῦ πλοίου, ὅπως εἶναι:

I) Τό σχέδιο χωρητικότητων τοῦ πλοίου (CAPACITY PLAN)

2) Τό ὑδροστατικό διάγραμμα (HYDROSTATIC CURVES)

3) Τίς διασταυρούμενες καμπύλες εὐσταθείας (CROSS CURVES) καί

4) Τό βιβλίον διαγωγῆς καί εὐσταθείας (TRIM AND STABILITY BOOKLET).

Στό σχέδιον χωρητικότητων τοῦ πλοίου θά βρῆ πληροφορίες πού ἀφοροῦν τόν ὄγκον (VOLUME) τῶν δεξαμενῶν καί τῶν κυτῶν, τήν κατακόρυφο (VCG ἤ KG) καί διαμήκη (LCG,ΔG) θέσι τοῦ κέντρου βάρους τῶν ἀνωτέρω χώρων, τήν κλίμακα φορτώσεως (DEADWEIGHT SCALE) καί τίς ροπές ἀδρανείας ἐλευθέρων ἐπιφανειῶν τῶν ὑγρῶν (FREE SURFACE INERTIA MOMENT). 'Εδῶ πρέπει νά ποῦμε ὅτι καλόν εἶναι νά ψάξη νά βρῆ, ἐάν ὑπάρχουν στό ἀρχεῖο τοῦ πλοίου, καμπύλες διά τόν ὑπολογισμόν τῆς θέσεως τοῦ κέντρου βάρους διά ἡμιπλήρης χώρους.

Στό ὑδροστατικό διάγραμμα θά βρῆ μέ τήν βοήθεια τοῦ βυθίσματος, ὅλα τά ὑδροστατικά στοιχεῖα ὅπως εἶναι: ἡ διαμήκης θέσις τοῦ κέντρου ἀντώσεως (LCB ΔB), ἡ διαμήκης θέσις τοῦ κέντρου πλευστότητος (LCG,ΔF), ἡ ροπή ἀλλαγῆς τῆς διαγωγῆς ἀνά μονάδα (MCT,MTI), τό ἐγκάρσιο μετάκεντρο (KM) καί τό ἐκτόπισμα (Δ).

Στίς διασταυρούμενες καμπύλες εὐσταθείας θά βρῆ τίς τιμές τῶν μοχλοβραχιόνων εὐσταθείας (GZ).

Στό βιβλιαράκι εὐσταθείας θά βρῆ στοιχεῖα τοῦ ἄφορτου ἐκτοπίσματος καί χρήσιμες πληροφορίες διά τόν προϋπολογισμόν τῆς φορτώσεως.

'Εφ'ὅσον ἔχη στήν διάθεση του τά ἀνωτέρω στοιχεῖα μπορεῖ νά προχωρήση στήν διαδικασία γιά τήν εὕρεσιν τῆς διαγωγῆς καί τῆς εὐσταθείας.

'Εννοεῖται ὅτι ὁ πλοίαρχος θά ἐχη καταλήξη στούς χώρους ὅπου θά βάλη τό φορτίο, ὅπως ἐπίσης θά ξέρη καί τήν περιεκτικότητα τῶν ὑγρῶν στίς δεξαμενές.

Πρός εὐκολίαν καλόν εἶναι οἱ ὑπολογισμοί νά γίνονται ἐπί τυποποιημένου ἐντύπου, πού θά ἔχη τήν μορφή πού δεικνύεται στό σχ. I.

'Εκτόπισμα καί θέσις τοῦ κέντρου βάρους

Στήν πρώτη στήλη (ITEM) ἀναφέρονται ὅλοι οἱ χῶροι τοῦ πλοίου ὅπου θά μποῦν καύσιμα, φορτία, νερά κλπ καθώς καί τό ἄφορτον ἐκτόπισμα.

Στήν δεύτερη στήλη (WEIGHT) γράφουμε τά βάρη σέ τόννους πού θά ὑπάρχουν στούς ἀντιστοίχους χώρους τῆς πρώτης στήλης (διά τόν ὑπολογισμόν τοῦ βάρους

ἤ πολλαπλασιάζουμε τόν ὄγκο ἐπί τό εἰδικόν βάρος ἤ διαιροῦμε τόν ὄγκο διά τοῦ συντελεστοῦ στοιβασίας).

Στήν τρίτη καί πέμπτη στήλη (KG,LCG) ἀναγράφουμε τίς ἀποστάσεις τῶν κέντρων βαρῶν ἀπό τήν τρόπιδα καί τήν πρυμναία κάθετο ἀντιστοίχως διά τά βάρη πού ἀναφέρονται στήν δεύτερη στήλη.

Στήν τέταρτη καί ἕκτη στήλη (MOMENT) ἀναγράφουμε τίς ροπές τῶν ἐπί μέρους βαρῶν, δηλαδή πολλαπλασιάζουμε κάθε βάρος τῆς δεύτερης στήλης ἐπί τήν κατακόρυφο ἤ διαμήκη ἀπόστασιν τοῦ κέντρου βάρους του καί τό γινόμενο εἶναι ἡ κατακόρυφος, ἤ ἡ διαμήκης ροπή.

Στήν τελευταία στήλη ἀναγράφουμε τίς μέγιστες ροπές ἀδρανείας ἐλευθέρων ἐπιφανειῶν τῶν ἡμιπλήρων δεξαμενῶν σέ T-M ἤ T-F.

'Αφοῦ λοιπόν συμπληρώσουμε ὅλον τόν πίνακα, προσθέτουμε τήν δεύτερη, τέταρτη, ἕκτη καί τελευταία στήλη, τά δέ ἀθροίσματα τά γράφουμε στήν τελευταία σειρά.

Διαιροῦμε τό ἄθροισμα τῆς τέταρτης στήλης (κατακόρυφο ροπή) μέ τό ἄθροισμα τῆς δεύτερης στήλης (ἐκτόπισμα) καί τό πηλίκον τό ἀναγράφουμε στήν τρίτη στήλη (κατακόρυφος ἀπόστασις τοῦ κέντρου βάρους τοῦ φορτωμένου πλοίου ἀπό τήν τρόπιδα). Διαιροῦμε τό ἄθροισμα τῆς ἕκτης στήλης (διαμήκης ροπή) μέ τό ἄθροισμα τῆς δεύτερης στήλης (ἐκτόπισμα) καί τό πηλίκον τό ἀναγράφουμε στήν τρίτη στήλη (διαμήκης ἀπόστασις τοῦ κέντρου βάρους τοῦ φορτωμένου πλοίου ἀπό τήν πρυμναία κάθετον).

Διαγωγή

Διά τόν ὑπολογισμό τῆς διαγωγῆς ἐργαζόμαστε ὡς ἐξῆς:

- 'Από τήν κλίμακα φορτώσεως ἤ ἀπό τό ὑδροστατικό διάγραμμα βρίσκουμε τό βύθισμα ἰσοβυθίστου (d_o) πού ἀντιστοιχεῖ στό ἐκτόπισμα τοῦ πλοίου.
- 'Από τό ὑδροστατικό διάγραμμα μέ βύθισμα ἰσοβυθίστου πλοίου (d_o) βρίσκουμε ἐκεῖνα τά ὑδροστατικά στοιχεῖα τά ὁποῖα θά χρειασθοῦν δηλαδή, τό διάμηκες κέντρον ἀντώσεως (MB), τήν ροπή ἀλλαγῆς τῆς διαγωγῆς ἀνά μονάδα (MCT) καί τό διάμηκες κέντρον πλευστότητος (MF).
- Βρίσκουμε τήν διαμήκη ἀπόστασιν τοῦ κέντρου βάρους ἀπό τό κέντρον ἀντώσεως (GB). GB = MG ± MB ὅπου + ἐάν τά σημεῖα G,B εὑρίσκονται ἐκατέρωθεν τῆς μέσης καί - ἐάν ἀμφότερα εἶναι πρύμα ἤ πρῶρα τῆς μέσης.
- Βρίσκουμε τήν διαγωγή ἀπό τόν τύπο $T = \frac{\Delta \cdot GB}{MCT}$
- Χαρακτηρίζουμε τήν διαγωγή ἐάν εἶναι πρωραία ἤ πρυμναία. 'Η διαγωγή εἶναι πρυμναία ἐάν τό κέντρον βάρους (G) εἶναι πρύμα ἀπό τό κέντρο ἀντώσεως (B), διαφορετικά εἶναι πρωραία. Φυσικά ἐάν οἱ διαμήκεις θέσεις ταυτίζονται τό πλοῖον δέν ἔχει διαγωγή.

'Αφοῦ ἐλέγξουμε ἐάν τό μέγεθος τῆς διαγωγῆς εἶναι ἐπιθυμητόν, προχωροῦμε στόν ὑπολογισμό τῶν ἀκραίων βυθισμάτων ὡς ἐξῆς:

- 'Υπολογίζουμε τίς μεταβολές τῶν ἀκραίων βυθισμάτων λόγω διαγωγῆς μέ τούς τύπους.

πρυμναία μεταβολή $t_\sigma = \frac{LCF}{LCB} T$

πρωραία μεταβολή $t_\varphi = \frac{LBP - LCF}{LBP} T$

ὅπου LCF ἡ ἀπόστασις τοῦ κέντρου ζυγοσταθμίσεως ἀπό τήν πρυμναία κάθετο

LBP τό μῆκος μεταξύ καθέτων.

- Ὑπολογίζουμε τά ἀκραῖα βυθίσματα μέ τούς τύπους

πρυμναῖο βύθισμα $d_a = d_o \pm t_a$ (+ ἐάν T πρυμναῖα)

πρωραῖο βύθισμα $d_f = d_o \pm t_f$ (+ ἐάν T πρωραῖα)

ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ

I. Μετακεντρικόν ὕψος

Διά τόν ὑπολογισμόν τοῦ μετακεντρικοῦ ὕψους ἀκολουθεῖται ἡ ἐξῆς διαδικασία:

- Ὑπολογισμός τοῦ ἐγκαρσίου μετακέντρου (KM) ἀπό τό ὑδροστατικό διάγραμμα μέ τήν βοήθεια τοῦ βυθίσματος d_o.
- Ὑπολογισμός τοῦ μετακεντρικοῦ ὕψους ἀπό τόν τύπο GM = KM − KG.
- Ὑπολογισμός τῆς μειώσεως τοῦ μετακεντρικοῦ ὕψους λόγω ὑπάρξεως ἐλευθέρων ἐπιφανειῶν στίς δεξαμενές τῶν ὑγρῶν, ἀπό τόν τύπο $GG_o = -\frac{I}{\Delta}$ ὅπου I τό ἄθροισμα τῆς τελευταίας στήλης σέ T-M ἤ T-F.
- Ὑπολογισμός τοῦ μετακεντρικοῦ ὕψους πού εἶναι διορθωμένο διά τίς ἐλεύθερες ἐπιφάνειες ἀπό τόν τύπο $G_oM = GM - GG_o$.

Μετά τόν ὑπολογισμό τοῦ μετακεντρικοῦ ὕψους (G_oM) θά πρέπει νά δοῦμε ἐάν ἡ τιμή του εἶναι σύμφωνος μέ τούς κανονισμούς ἀνάλογα μέ τό φορτίον πού μεταφέρει τό πλοῖο. Οἱ κανονισμοί ὁρίζουν ὅτι ἐάν τόν πλοῖον μεταφέρει σιτηρά θά πρέπει νά ἔχη ἐλάχιστο G_oM = 30 CM, ἐάν μεταφέρει ξυλεία 10 CM καί διά ἄλλα φορτία 15 CM.

2. Δυναμική εὐστάθεια

Διά τήν εὕρεσιν τῆς δυναμικῆς εὐσταθείας πρέπει πρῶτα νά χαραχθῆ ἡ καμπύλη στατικῆς εὐσταθείας. Γιά τήν χάραξιν αὐτῆς τῆς καμπύλης πρέπει πρῶτα νά συμπληρωθῆ ὁ πίνακας 2.

Στήν πρώτη στήλη ἀναγράφουμε τίς γωνίες κλίσεως πού ἀναφέρονται στό σχέδιο διασταυρουμένων καμπυλῶν εὐσταθείας (CROSS CURVES).

Στήν δεύτερη στήλη ἀναγράφουμε τά ἡμίτονα τῶν γωνιῶν τῆς πρώτης στήλης.

Διά τήν συμπλήρωσιν τῆς τρίτης στήλης, χρησιμοποιοῦμε τό σχέδιο διασταυρουμένων καμπυλῶν εὐσταθείας (CROSS CURVES) ἀπ'ὅπου, μέ τήν βοήθεια τοῦ ἐκτοπίσματος, βρίσκουμε τόν μοχλοβραχίονα εὐσταθείας (W) σέ κάθε γωνία κλίσεως καί διά ἕνα θεωρητικό κατακόρυφο κέντρον βάρους (ASSUMED KG_a) τό ὁποῖον ἀναγράφεται στό σχέδιο.

Πολλαπλασιάζουμε τήν διαφορά τοῦ θεωρητικοῦ (KG_a) ἀπό τό πραγματικό KG_o ($KG_o = KG + GG_o$) ἐπί τό ἡμίτονο τῆς γωνίας κλίσεως καί τό γινόμενο τό ἀναγράφουμε στήν τέταρτη στήλη.

Ἐάν $KG_a < KG_o$ ἀφαιροῦμε τήν τέταρτη στήλη ἀπό τήν τρίτη καί τό ὑπόλοιπο τό γράφουμε στήν πέμπτην στήλη. Ἐάν $KG_a > KG_o$ προσθέτουμε τήν τρίτη καί τέταρτη στήλη τό δέ ἄθροισμα τό γράφουμε στήν τελευταία στήλη.

ITEM	WEIGHT	VCG	V.MOMENT	LCG	LMOMENT	VHM	F.S.M.
Deadweight							
Lightship							
Displacement (Δ)							

TRIM			STABILITY	
Draft	d_a		KM	
	d_a		KG	
	d_f		GG_0	
	d_m		G_0M	
Trim				
MCT				
TPC				
LCF				
LCB				
LCG				

GRAIN STABILITY

For displacement = and virtual vertical centre of gravity=

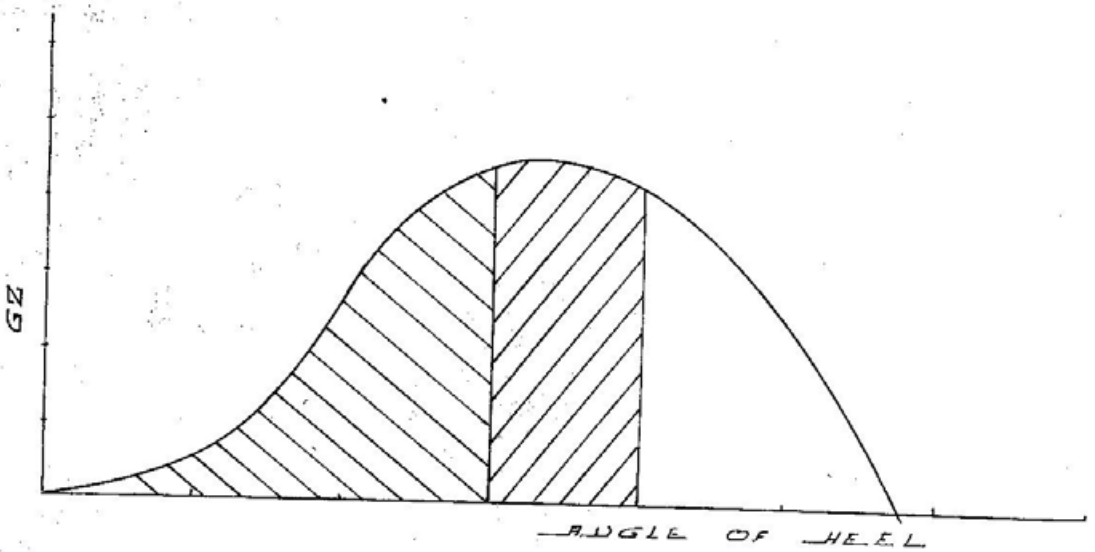
Allowable heeling moment$_1$ =

Actual heeling moment$_2$ =

AHM_1 = > $= A_2HM$

Therefore ship condition meets the intact grain stability requirements

CONDITION Nº

Cargo in holds at ft^3/tn or m^3/tn

ANGLE of HEEL	Sin θ	W	GoGa sinθ	GZ