

ΑΕΝ ΑΣΠΡΟΠΥΡΓΟΥ ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΝΑΥΠΗΓΙΑ Β' Εξαμήνου Καθηγητής : Κ. Τατζίδης	ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΛΥΜΕΝΕΣ
--	---	-------------------------

1. Οι συντελεστές όγκου ενός πλοίου είναι **0,70** και **0,80**. Ποιος από τους δύο είναι ο συντελεστής γάστρας και ποιος ο πρισματικός και γιατί; Πόσος είναι ο συντελεστής μέσης τομής του πλοίου;

Λύση: $C_B = 0,70$ και $C_P = 0,80$ διότι $C_B < C_P$

$$C_M \cdot C_P = C_B \Rightarrow C_M = \frac{C_B}{C_P} = \frac{0,70}{0,80} \Rightarrow C_M = 0,875$$

2. Η ίσαλος πλεύσης ενός πλοίου έχει συντελεστή $C_W=0,80$, μήκος $L=100$ m και πλάτος $B=20$ m. Να υπολογιστεί η αύξηση του βυθίσματος του πλοίου αν προστεθεί σ' αυτό βάρος $\delta W=800$ t. (σε κατάλληλη θέση ώστε να μη προκληθεί εγκάρσια κλίση ή διαγωγή). Το TPC του πλοίου να θεωρηθεί σταθερό για το προστιθέμενο βάρος. Το ειδικό βάρος του θαλασσινού νερού δίνεται $\gamma_w=1,025$ t/m

Λύση: $C_W = \frac{A_W}{L \cdot B} \Rightarrow A_W = C_W \cdot L \cdot B = 0,80 \cdot 100 \cdot 20 \Rightarrow A_W = 1600 m^2$

$$TPC = A_W \cdot \frac{1}{100} \cdot \gamma_w = 1600 \cdot \frac{1}{100} \cdot 1,025 \Rightarrow TPC = 16,4 t/cm \quad \delta D = \frac{\delta W}{TPC} = \frac{800}{16,4} \Rightarrow \delta D = 48,70 cm$$

3. Πλοίο έχει εκτόπισμα $W=20000$ tons και εγκάρσιο μετακεντρικό ύψος $GM=1,2$ m. Βάρος $w=400$ tons μετακινείται εγκάρσια στο κατάστρωμα κατά $d=6$ m. Να υπολογιστεί η γωνία της εγκάρσιας κλίσης του πλοίου.

Λύση: $\varepsilon\varphi\theta = \frac{w \cdot d}{W \cdot GM} = \frac{400 \cdot 6}{20000 \cdot 1,2} = 0,1 \Rightarrow \theta = 5,71^\circ$

4. Πλοίο έχει εκτόπισμα $W=30000$ tons και εγκάρσιο μετακεντρικό ύψος $GM=1,1$ m. Το κέντρο βάρους του πλοίου έχει κατακόρυφη απόσταση από την τρόπιδα $KG=6,80$ m. Η κατακόρυφη απόσταση του καταστρώματος από την τρόπιδα είναι $KA=7,40$ m. Στο κατάστρωμα του πλοίου προστίθεται βάρος $w=1000$ tons σε απόσταση $d=5$ m από το διάμηκες επίπεδο συμμετρίας του πλοίου. Να υπολογιστεί η γωνία της εγκάρσιας κλίσης του πλοίου.

Λύση:

$$GG_1 = \frac{w \cdot h}{W_1} = \frac{w \cdot (KA - KG)}{W + w} = \frac{1000 \cdot (7,4 - 6,8)}{30000 + 1000} \Rightarrow GG_1 \cong 0,02 m, G_1M = GM - GG_1 = 1,1 - 0,02 \Rightarrow G_1M = 1,08 m$$

$$\varepsilon\varphi\theta = \frac{w \cdot d}{W_1 \cdot G_1M} = \frac{1000 \cdot 5}{31000 \cdot 1,08} = 0,149 \Rightarrow \theta \cong 8,5^\circ$$

5. Πλοίο έχει εκτόπισμα $W=18000$ tons και εγκάρσιο μετακεντρικό ύψος $GM=0,95$ m. Από δεξαμενή **A** με διαστάσεις: μήκος $l=15$ m, πλάτος $b=6$ m και ύψος $c=3$ m, που βρίσκεται αριστερά και είναι γεμάτη με λιπαντικό ειδικού βάρους $\gamma_\lambda=0,96$ tons/m³, μεταφέρεται η μισή ποσότητα του λιπαντικού σε άλλη δεξαμενή **B** ίδιων διαστάσεων, που βρίσκεται δεξιά σε εγκάρσια απόσταση 5 m από την δεξαμενή **A** και της οποίας ο πυθμένας είναι 4 m πάνω από την οροφή της δεξαμενής **A**. Να υπολογιστεί η γωνία της εγκάρσιας κλίσης του πλοίου

Λύση: Το βάρος του λιπαντικού που μεταφέρθηκε από τη γεμάτη δεξαμενή **A** στην άδεια δεξαμενή **B**, είναι το μισό του συνολικού βάρους του λιπαντικού που περιείχε η δεξαμενή **A**, δηλαδή:

$$w = \frac{1}{2} \cdot l \cdot b \cdot c \cdot \gamma_\lambda = \frac{1}{2} \cdot 15 \cdot 6 \cdot 3 \cdot 0,96 \Rightarrow w = 129,6 tons$$

Η κατακόρυφη ανύψωση h του κέντρου βάρους του μεταφερθέντος λιπαντικού από το σημείο g στο g_1 είναι:

$$h = 0,75 + 4 + 0,75 \Rightarrow h = 5,5 m$$

η οποία προκαλεί μια κατακόρυφη ανύψωση του κέντρου βάρους του πλοίου από το σημείο G στο σημείο G_1 η οποία είναι:

$$GG_1 = \frac{w \cdot h}{W} = \frac{129,6 \cdot 5,5}{18000} \Rightarrow GG_1 = 0,04 m$$

Η ύπαρξη δύο ελευθέρων επιφανειών στο πλοίο προκαλεί μια φαινομενική ανύψωση του κέντρου βάρους του πλοίου από

το σημείο G_1 στο σημείο G_2 , που είναι:
$$G_1G_2 = 2 \cdot \frac{J_x \cdot \gamma_\lambda}{W} = 2 \cdot \frac{l \cdot b^3}{12} \cdot \frac{\gamma_\lambda}{W} = 2 \cdot \frac{15 \cdot 6^3}{12} \cdot \frac{0,96}{18000} \Rightarrow G_1G_2 = 0,03m$$

Το νέο εγκάρσιο μετακεντρικό ύψος λόγω των δύο ανυψώσεων του κέντρου βάρους του πλοίου είναι:

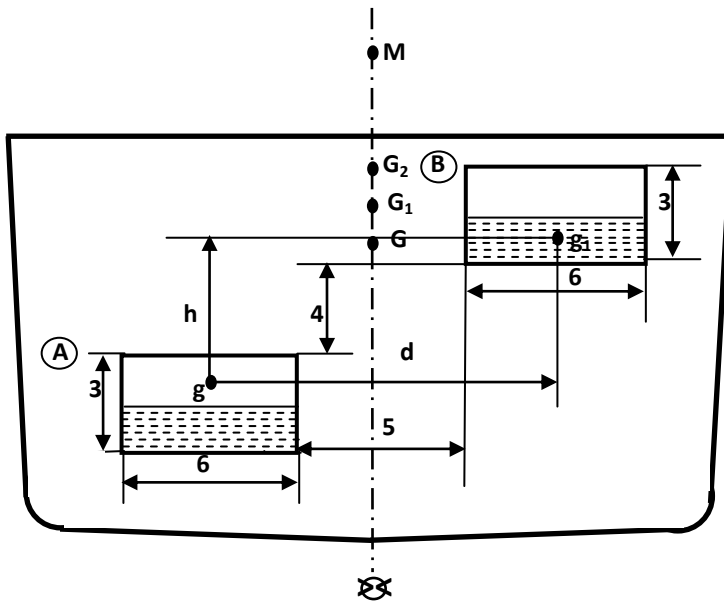
$$G_2M = GM - GG_1 - G_1G_2 = 0,95 - 0,04 - 0,03 \Rightarrow G_2M = 0,88m$$

Η εγκάρσια μετακίνηση d του κέντρου βάρους του μεταφερθέντος λιπαντικού από το σημείο g στο σημείο g_1 είναι:

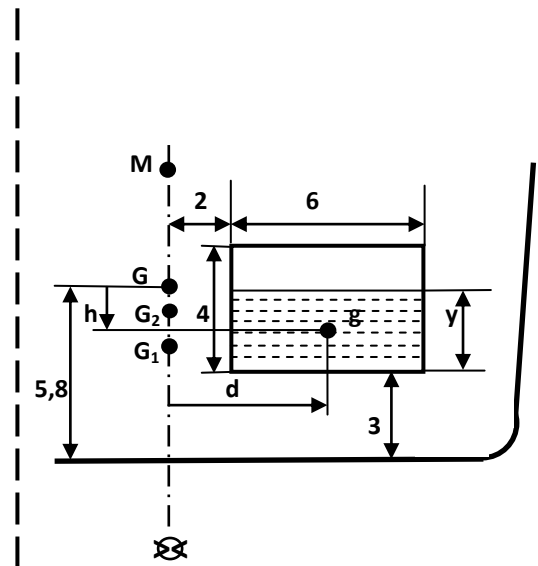
$$d = 3 + 5 + 3 \Rightarrow d = 11m$$

Η οποία προκαλεί μια εγκάρσια γωνία κλίσης θ προς τα δεξιά που είναι:

$$\varepsilon\varphi\theta = \frac{w \cdot d}{W \cdot G_2M} = \frac{129,6 \cdot 11}{18000 \cdot 0,88} = 0,09 \Rightarrow \theta = 5,1^\circ$$



Σχήμα άσκησης 5



Σχήμα άσκησης 6

6. Πλοίο έχει εκτόπισμα $W=15000$ tons και εγκάρσιο μετακεντρικό ύψος $GM=0,90$ m και πλέει χωρίς εγκάρσια κλίση. Στο πλοίο φορτώνεται ποσότητα καυσίμου βάρους $w=330$ tons με ειδικό βάρος $\gamma_k=0,98$ tons/m³ σε δεξαμενή μήκους $l=20$ m, πλάτους $b=6$ m και ύψους $c=4$ m, που βρίσκεται στη δεξιά πλευρά του πλοίου, απέχει 2m από το διάμηκες επίπεδο συμμετρίας του πλοίου και της οποίας ο πυθμένας βρίσκεται 3 m ψηλότερα από το βασικό επίπεδο κατασκευής. Αν το κέντρο βάρους G του πλοίου απέχει κατακόρυφα από το βασικό επίπεδο κατασκευής 5,8 m, να υπολογιστεί η γωνία θ της εγκάρσιας κλίσης του σκάφους.

Λύση: Μετά τη φόρτωση του καυσίμου το εκτόπισμα του πλοίου γίνεται: $W_1 = W + w_1 = 15000 + 330 \Rightarrow W_1 = 15330t$

Το ύψος της y στάθμης του καυσίμου μέσα στη δεξαμενή είναι: $w = l \cdot b \cdot y \cdot \gamma_k \Rightarrow y = \frac{w}{l \cdot b \cdot \gamma_k} = \frac{330}{20 \cdot 6 \cdot 0,98} \Rightarrow y = 2,8m$

Υποθέτουμε ότι το φορτίο προστίθεται αρχικά στο κέντρο βάρους του πλοίου και στη συνέχεια μετακινείται κατακόρυφα προς τα κάτω σε απόσταση: $h = 5,8 - (3 + \frac{y}{2}) = 5,8 - (3 + \frac{2,8}{2}) \Rightarrow h = 1,4m$, οπότε και το κέντρο βάρους του πλοίου

μετακινείται προς τα κάτω σε απόσταση: $GG_1 = \frac{w \cdot h}{W_1} = \frac{330 \cdot 1,4}{15330} \Rightarrow GG_1 = 0,03m$

Η ελεύθερη επιφάνεια του καυσίμου στη δεξαμενή προκαλεί μια φαινομενική ανύψωση του κέντρου βάρους του πλοίου

κατά:
$$G_1 G_2 = \frac{J_x \cdot \gamma_\kappa}{W_1} = \frac{l \cdot b^3 \cdot \gamma_\kappa}{12 \cdot W_1} = \frac{20 \cdot 6^3 \cdot 0,98}{15330} \Rightarrow G_1 G_2 = 0,023m$$

Άρα η τελική τιμή του εγκάρσιου μετακεντρικού ύψους του πλοίου είναι:

$$G_2 M = GM + GG_1 - G_1 G_2 = 0,9 + 0,03 - 0,023 \Rightarrow G_2 M = 0,907m$$

Η εγκάρσια μετακίνηση του βάρους w είναι: $d = 2 + \frac{6}{2} \Rightarrow d = 5m$ οπότε η γωνία της εγκάρσιας κλίσης του πλοίου είναι:

$$\varepsilon\varphi\theta = \frac{w \cdot d}{W_1 \cdot G_2 M} = \frac{330 \cdot 5}{15330 \cdot 0,907} = 0,11867 \Rightarrow \theta \approx 6,8^\circ$$

7. Πλοίο μήκους $L=100\text{ m}$ πλέει με βυθίσματα: πρυμναίο $D_A=5,40\text{ m}$ και πρωραίο $D_F=5,20\text{ m}$.

Από το διάγραμμα υδροστατικών καμπύλων του πλοίου προκύπτουν τα παρακάτω στοιχεία: **LCF=2,30 m** πρύμνηθεν της μέσης τομής, **TPC=50 t/cm**, **MCT/cm=150tm/cm**, τα οποία θεωρούμε ότι παραμένουν σταθερά για μικρές μεταβολές βυθισμάτων.

Βάρος **$w=400\text{ tons}$** μετακινείται κατά μήκος του πλοίου με κατεύθυνση πρύμη-πρώρη κατά απόσταση **$l=20\text{ m}$** .

Να υπολογιστούν τα νέα βυθίσματα του πλοίου. Πόση θα έπρεπε να είναι η διαμήκης μετακίνηση l' του βάρους w ώστε να μηδενιστεί η διαγωγή του; Να υπολογιστούν τα νέα βυθίσματα στην περίπτωση αυτή.

Λύση: Η μεταβολή δT της διαγωγής, που προκαλεί η μετακίνηση του βάρους, είναι:

$$\delta T = \frac{w \cdot l}{100 \cdot MCT / cm} = \frac{400 \cdot (-20)}{100 \cdot 150} \Rightarrow \delta T = -0,53m \quad \text{οπότε τα νέα βυθίσματα θα είναι:}$$

$$D_A' = D_A + \delta T \cdot \frac{\frac{L}{2} - LCF}{L} = 5,40 + (-0,53) \cdot \frac{\frac{100}{2} - 2,30}{100} \Rightarrow D_A' = 5,15m$$

$$D_F' = D_F - \delta T \cdot \frac{\frac{L}{2} + LCF}{L} = 5,20 - (-0,53) \cdot \frac{\frac{100}{2} + 2,30}{100} \Rightarrow D_F' = 5,48m$$

Η αρχική διαγωγή του πλοίου είναι: $T = D_A - D_F = 5,40 - 5,20 \Rightarrow T = 0,20m$

Για να μηδενιστεί η διαγωγή του πλοίου πρέπει η μετακίνηση του βάρους να προκαλέσει μια μεταβολή διαγωγής:

$$\delta T = -0,20m \quad \text{οπότε:}$$

$$\delta T = \frac{w \cdot l'}{100 \cdot MCT / cm} \Rightarrow l' = \frac{\delta T \cdot 100 \cdot MCT / cm}{w} = \frac{(-0,20) \cdot 100 \cdot 150}{400} \Rightarrow l' = -7,5m$$

Το πρόσημο (-) υποδηλώνει ότι η μετακίνηση l' του βάρους πρέπει να γίνει στην κατεύθυνση **πρύμνη-πρώρα**.

Τα νέα βυθίσματα θα είναι:

$$D_A' = D_A + \delta T \cdot \frac{\frac{L}{2} - LCF}{L} = 5,40 + (-0,20) \cdot \frac{\frac{100}{2} - 2,30}{100} \Rightarrow D_A' = 5,30m$$

$$D_F' = D_F - \delta T \cdot \frac{\frac{L}{2} + LCF}{L} = 5,20 - (-0,20) \cdot \frac{\frac{100}{2} + 2,30}{100} \Rightarrow D_F' = 5,30m$$

8. Πλοίο μήκους $L=120\text{ m}$ πλέει με βυθίσματα: πρυμναίο $D_A=6,30\text{ m}$ και πρωραίο $D_F=6,80\text{ m}$.

Από το διάγραμμα υδροστατικών καμπύλων του πλοίου προκύπτουν τα παρακάτω στοιχεία: **LCF=3,50 m** πρύμνηθεν της μέσης τομής, **TPC=60 t/cm**, **MCT/cm=180 tm/cm**, τα οποία θεωρούμε ότι παραμένουν σταθερά για μικρές μεταβολές βυθισμάτων.

Πόσο έρμα πρέπει να βάλει στην πρυμναία δεξαμενή ζυγοσταθμίσεως, ώστε να μηδενιστεί η διαγωγή του, αν το κέντρο βάρους της πρυμναίας δεξαμενής ζυγοσταθμίσεως βρίσκεται σε απόσταση $l=54\text{ m}$ πρύμνηθεν της μέσης τομής και ποια θα είναι τα νέα βυθίσματα;

Λύση: Η αρχική διαγωγή του πλοίου είναι: $T = D_A - D_F = 6,30 - 6,80 \Rightarrow T = -0,50\text{m}$

Για να μηδενιστεί η διαγωγή του πλοίου πρέπει το βάρος του έρματος w που θα προστεθεί στην πρυμναία δεξαμενή ζυγοσταθμίσεως να προκαλέσει μια μεταβολή διαγωγής: $\delta T = 0,50\text{m}$, οπότε:

$$\delta T = \frac{w \cdot (l - LCF)}{100 \cdot MCT / cm} \Rightarrow w = \frac{\delta T \cdot 100 \cdot MCT / cm}{(l - LCF)} = \frac{0,50 \cdot 100 \cdot 180}{(54 - 3,50)} \Rightarrow w = 178,2\text{ tons}$$

οπότε τα νέα βυθίσματα θα είναι:

$$D_F' = D_F + \frac{w}{100 \cdot TPC} - \delta T \cdot \frac{\frac{L}{2} + LCF}{L} = 6,80 + \frac{178,2}{100 \cdot 60} - 0,50 \cdot \frac{\frac{120}{2} + 3,50}{120} \Rightarrow D_F' = 6,565\text{m}$$

$$D_A' = D_A + \frac{w}{100 \cdot TPC} + \delta T \cdot \frac{\frac{L}{2} - LCF}{L} = 6,30 + \frac{178,2}{100 \cdot 60} + 0,50 \cdot \frac{\frac{120}{2} - 3,50}{120} \Rightarrow D_A' = 6,565\text{m}$$

9. Πλοίο έχει μήκος $L=140\text{ m}$, εκτόπισμα $W=6250\text{ tons}$ και βυθίσματα: πρυμναίο $D_A=4,05\text{ m}$, πρωραίο $D_F=4,25\text{ m}$.

Από το διάγραμμα υδροστατικών καμπύλων του πλοίου για το εκτόπισμα αυτό προκύπτουν τα παρακάτω υδροστατικά στοιχεία του πλοίου: $LCF=1,3\text{ m}$ πρύμνηθεν της μέσης τομής, $TPC=20\text{ t/cm}$, $MCT/cm=80\text{ tm/cm}$, $KM=4,6\text{ m}$, τα οποία θεωρούνται σταθερά για τη μεταβολή του εκτοπίσματος που ακολουθεί. Είναι επίσης γνωστό ότι το κέντρο βάρους του πλοίου βρίσκεται σε απόσταση $KG=3,8\text{ m}$ από το βασικό επίπεδο κατασκευής (τρόπιδα) και απόσταση $LCG=2\text{ m}$ πρώραθεν της μέσης τομής. Το πλοίο καταπλέει σε λιμάνι **A**, χωρίς εγκάρσια κλίση, για ανεφοδιασμό και στη συνέχεια καταπλέει σε λιμάνι **B** για εκφόρτωση.

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται το βάρος και η θέση των φορτίων που φορτώθηκαν στο λιμάνι **A** και τα φορτία που καταναλώθηκαν κατά τη διάρκεια του πλού από το λιμάνι **A** στο λιμάνι **B**.

Κατά τον κατάπλου στο λιμάνι **B** στο πλοίο υπάρχουν δύο δεξαμενές με ελεύθερη επιφάνεια:

Η Δ_1 , που περιέχει πόσιμο νερό ειδικού βάρους $\gamma_{\nu 1}=1\text{ t/m}^3$ και έχει διαστάσεις: μήκος $l_1=10\text{ m}$ πλάτος $b_1=4\text{ m}$ και

η Δ_2 , που περιέχει καύσιμο ειδικού βάρους $\gamma_{\nu 2}=0,96\text{ t/m}^3$ και έχει διαστάσεις: μήκος $l_2=15\text{ m}$ και πλάτος $b_2=8\text{ m}$.

Να υπολογιστούν το εκτόπισμα, τα βυθίσματα, η θέση του κέντρου βάρους και η γωνία της εγκάρσιας κλίσης κατά τον κατάπλου του πλοίου στο λιμάνι **B**

Κατά τον απόπλου από το λιμάνι A				Αποστάσεις κέντρου βάρους φορτίου (m)		
α/α	Είδος φορτίου	Προσθαφαίρεση	Βάρος φορτίου (tons)	Από τρόπιδα	Από διάμ. επίπ. συμμετρ.	Από μέση τομή
1	Εφόδια	Πρόσθεση	300	3,5	2,5 ΔΕ	3,5 ΠΡ
2	Καύσιμα	Πρόσθεση	1000	4,6	0	5,2 ΠΜ
3	Πόσιμο νερό	Πρόσθεση	200	5,5	2,0 ΑΡ	1,5 ΠΡ

Κατά τον κατάπλου στο λιμάνι B				Αποστάσεις κέντρου βάρους φορτίου (m)		
α/α	Είδος φορτίου	Προσθαφαίρεση	Βάρος φορτίου (tons)	Από τρόπιδα	Από διάμ. επίπ. συμμετρ.	Από μέση τομή
1	Εφόδια	Κατανάλωση	120	4,5	2,5 ΔΕ	3,5 ΠΡ
2	Καύσιμα	Κατανάλωση	400	7,2	0	5,2 ΠΜ
3	Πόσιμο νερό	Κατανάλωση	90	6,9	2,0 ΑΡ	1,5 ΠΡ

Ψ Λύση

1. ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΡΟΠΩΝ ΠΡΟΣΘΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΩΝ ΒΑΡΩΝ

α/α	Είδος φορτίου	w _i (tons)	z _i (m)	γ _i (m)	x _i (m)	x _i -LCF (m)	w _i · z _i (tm)	w _i · γ _i (tm)	w _i ·x _i (tm)	w _i ·(x _i -LCF) (tm)
1	Εφόδια	+300	+3,5	+2,5	-3,5	-4,8	+1050	+750	-1050	-1440
2	Καύσιμο	+1000	+4,6	0	+5,2	+3,9	+4600	0	+5200	+3900
3	Νερό	+200	+5,5	-2	-1,5	-2,8	+1100	-400	-300	-560
4	Εφόδια	-120	+4,5	+2,5	-3,5	-4,8	-540	-300	+420	+576
5	Καύσιμο	-400	+7,2	0	+5,2	+3,9	-2880	0	-2080	-1560
6	Νερό	-90	+6,9	-2	-1,5	-2,8	-621	+180	+135	+252
		Σw_i +890					Σ(w_i·z_i) +2709	Σ(w_i·γ_i) +230	Σ(w_i·x_i) +2325	Σ[w_i·(x_i-LCF)] +1168

2. ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΜΕΙΩΣΗΣ ΕΓΚΑΡΣΙΟΥ ΜΕΤΑΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΥΨΟΥΣ
ΛΟΓΩ ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ ΥΓΡΩΝ

α/α	Είδος υγρού	γ _{ui} (tons/m ³)	l _i (m)	b _i (m)	J _{xi} =l _i b _i ³ /12 (m ⁴)	J _{xi} ·γ _{ui} (tm)
1	νερό	1	10	4	53,3	53,3
2	καύσιμο	0,96	15	8	640	614,4
						Σ(J_{xi}·γ_{ui}) 667,7

Αρχικά στοιχεία του πλοίου

W=6250 tons, D_A=4,05m, D_F=4,25m
KG=3,8m, LCG=-2m, L=140 m
LCF=+1,3m, KM=4,6m
TPC=20tons/cm, MCT/cm=80tm/cm

$$W_1 = W + \sum w_i = 6250 + 890 \Rightarrow W_1 = 7140 \text{ tons}$$

$$KG_1 = \frac{W \cdot KG + \sum (w_i \cdot z_i)}{W_1} = \frac{6250 \cdot 3,8 + 2709}{7140} \Rightarrow KG_1 = 3,7 \text{ m}$$

$$LCG_1 = \frac{W \cdot LCG + \sum (w_i \cdot x_i)}{W_1} = \frac{6250 \cdot (-2) + 2325}{7140} \Rightarrow LCG_1 = -1,43 \text{ m}$$

$$\delta T = \frac{\sum [w_i \cdot (x_i - LCF)]}{100 \cdot MCT / cm} = \frac{1168}{100 \cdot 80} \Rightarrow \delta T = 0,15 \text{ m}$$

$$D_{A'} = D_A + \frac{\sum w_i}{100 \cdot TPC} + \delta T \cdot \frac{(\frac{L}{2} - LCF)}{L} = 4,05 + \frac{890}{100 \cdot 20} + 0,15 \cdot \frac{(\frac{140}{2} - 1,3)}{140} \Rightarrow D_{A'} = 4,57 \text{ m}$$

$$D_{F'} = D_F + \frac{\sum w_i}{100 \cdot TPC} - \delta T \cdot \frac{(\frac{L}{2} + LCF)}{L} = 4,25 + \frac{890}{100 \cdot 20} - 0,15 \cdot \frac{(\frac{140}{2} + 1,3)}{140} \Rightarrow D_{F'} = 4,62 \text{ m}$$

$$G_1 M = KM - KG_1 - \frac{\sum (J_{xi} \cdot \gamma_{ui})}{W_1} = 4,6 - 3,7 - \frac{667,7}{7140} \Rightarrow G_1 M = 0,81 \text{ m}$$

$$\varepsilon \varphi \theta = \frac{\sum (w_i \cdot \gamma_i)}{W_1 \cdot G_1 M} = \frac{230}{7140 \cdot 0,81} = 0,0398 \Rightarrow \theta = 2,3^\circ$$

10. Για τον υπολογισμό της ισχύος της κύριας μηχανής (SHP) ενός υπό κατασκευή πλοίου, μήκους $L_s=160$ m, για μέγιστη ταχύτητα $V_s=18$ Knots, με τη «μέθοδο του μοντέλου», κατασκευάστηκε ομοίωμα του πλοίου μήκους $L_m=10$ m, που έχει εμβαδόν βρεχόμενης επιφάνειας $S_m=87$ m², το οποίο ρυμουλκήθηκε σε δεξαμενή με θαλασσινό νερό, με κατάλληλη ταχύτητα, και η αντίσταση πρόωσης του μετρήθηκε $R_{tm}=83$ Kp.

α. Με ποια ταχύτητα ρυμουλκήθηκε το μοντέλο;

β. Πόση είναι η αντίσταση πρόωσης του πλοίου;

γ. Πόση είναι η ισχύς ρυμουλκήσεως του πλοίου (EHP);

δ. Πόση είναι η ισχύς της κύριας μηχανής (SHP), αν ο συντελεστής πρόωσης του πλοίου είναι $\eta_p=0,65$;

Λύση: α. $\lambda = \frac{L_s}{L_m} = \frac{160}{10} \Rightarrow \lambda = 16$

$$\frac{V_s}{V_m} = \sqrt{\lambda} \Rightarrow V_m = \frac{V_s}{\sqrt{\lambda}} = \frac{18}{\sqrt{16}} = \frac{18}{4} \Rightarrow V_m = 4,5 \text{ Knots}$$

β. $R_{tm} = 83 \text{ Kp}$

$$R_{fm} = f \cdot S_m \cdot V_m^{1,825} = 0,05 \cdot 87 \cdot 4,5^{1,825} \Rightarrow R_{fm} = 67,7 \text{ Kp}$$

$$R_{rm} = R_{tm} - R_{fm} = 83 - 67,7 \Rightarrow R_{rm} = 15,3 \text{ Kp}$$

$$R_{rs} = \lambda^3 \cdot R_{rm} = 16^3 \cdot 15,3 \Rightarrow R_{rs} = 62669 \text{ Kp}$$

$$\frac{S_s}{S_m} = \lambda^2 \Rightarrow S_s = \lambda^2 \cdot S_m = 16^2 \cdot 87 \Rightarrow S_s = 22272 \text{ m}^2$$

$$R_{fs} = f \cdot S_s \cdot V_s^{1,825} = 0,05 \cdot 22272 \cdot 18^{1,825} \Rightarrow R_{fs} = 217571 \text{ Kp}$$

$$R_{ts} = R_{fs} + R_{rs} = 217571 + 62669 \Rightarrow R_{ts} = 280240 \text{ Kp}$$

γ. $EHP = a \cdot R_{ts} \cdot V_s = 0,0067 \cdot 280240 \cdot 18 \Rightarrow EHP = 33797 \text{ hp}$

δ. $\eta_p = \frac{EHP}{SHP} \Rightarrow SHP = \frac{EHP}{\eta_p} = \frac{33797}{0,65} = 51995 \Rightarrow SHP \cong 52000 \text{ hp}$

11. Έλικά έχει βήμα $P=5,6$ m και στρέφεται με $N=105$ rpm. Η ταχύτητα του πλοίου είναι $V=16$ Knots. Ο συντελεστής ομόρρου είναι $w=0,25$ και ο συντελεστής συντελεστής ώσης είναι $t=0,22$. Να υπολογιστούν:

α. οι συντελεστές φαινόμενης και πραγματικής ολίσθησης της έλικας και

β. ο συντελεστής πρόωσης του πλοίου αν ο συντελεστής απόδοσης της έλικας είναι $\eta_{pr}=0,65$ και ο συντελεστής μετάδοσης κίνησης είναι $\eta_s=0,93$.

Λύση: α. $N = 105 \text{ rpm} = \frac{105}{60} \text{ rps} \Rightarrow N = 1,75 \text{ rps}$,

$$V = 16 \text{ Knots} = 16 \cdot \frac{1852 \text{ m}}{3600 \text{ s}} \Rightarrow V = 8,23 \text{ m/s}$$

$$S_0 = \frac{(P \cdot N) - V}{P \cdot N} = \frac{(5,6 \cdot 1,75) - 8,23}{5,6 \cdot 1,75} \Rightarrow S_0 = 0,16$$

$$V_e = (1 - w) \cdot V = (1 - 0,25) \cdot 8,23 \Rightarrow V_e = 6,17 \text{ m/s}$$

$$S_T = \frac{(P \cdot N) - V_e}{P \cdot N} = \frac{5,6 \cdot 1,75 - 6,17}{5,6 \cdot 1,75} \Rightarrow S_T = 0,37$$

β. $\eta_p = \frac{1-t}{1-w} \cdot \eta_{pr} \cdot \eta_s = \frac{1-0,22}{1-0,25} \cdot 0,65 \cdot 0,93 \Rightarrow \eta_p = 0,63$