

## ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ

Εργοδότης	: ΔΗΜΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
	:
Έργο	: ΚΕΝΤΡΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΚΑΙ
	: ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ
	:
Θέση	:
	:
Ημερομηνία	: ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑΣ ΑΤΟΜΩΝ
Μελετητές	: ΑΝ-1
	:
	:
Παρατηρήσεις	:
	:

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με ΕΛΟΤ, χρησιμοποιώντας τα ακόλουθα βοηθήματα:

α) Ελληνικό Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 81.2.

β) Ανελκυστήρες Μελέτη-Υπολογισμοί, Φ. Δημόπουλου, Αθήνα 1990.

γ) Τεχνικά Εγχειρίδια και Σημειώσεις KLEEMANN.

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με ΕΛΟΤ EN81.2, χρησιμοποιώντας τα ακόλουθα βοηθήματα:

## 2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

### α) Γενικά Στοιχεία Ανελκυστήρα

**Εμβαδόν επιφάνειας θαλάμου (F):** Για τους ανελκυστήρες ατόμων, όταν δεν ορίζεται διαφορετικά από τον μελετητή, υπολογίζεται σύμφωνα με τον πίνακα 1.2 του ΕΛΟΤ 81.2.

**Ονομαστικό φορτίο ανελκυστήρα (Q):** Ανάλογα με το είδος του ανελκυστήρα και εφόσον δεν ορίζεται διαφορετικά από τον μελετητή, υπολογίζεται ως εξής:

α) Ανελκυστήρες ατόμων :

i) Αριθμός ατόμων < 20:  $Q = (75 \times \text{Αριθμός Ατόμων}) \text{ (Kp)}$

ii) Αριθμός ατόμων  $\geq 20$ :  $Q = (500 \times \text{Εμβαδόν Επιφ. Θαλάμου}) \text{ (Kp)}$

β) Ανελκυστήρες Νοσοκομείων:  $Q = (200 \times \text{Εμβαδόν Επιφ. Θαλάμου}) \text{ (Kp)}$

γ) Ανελκυστήρες Οχημάτων:  $Q = (200 \times \text{Εμβαδόν Επιφ. Θαλάμου}) \text{ (Kp)}$

δ) Ανελκυστήρες Φορτίων:  $Q = (300 \times \text{Εμβαδόν Επιφ. Θαλάμου}) \text{ (Kp)}$

**Ίδιο βάρος θαλάμου:** Εφόσον δεν οριστεί διαφορετικά από τον μελετητή υπολογίζεται ως εξής:

α) Ανελκυστήρες ατόμων:  $P = 100 + (50 \times \text{Αριθμός Ατόμων}) \text{ (Kp)}$

β) Λοιποί Ανελκυστήρες:

i)  $Q \leq 500 \text{ Kp}$ :  $P = 100 \times (3 + \text{Εμβαδόν Επιφ. Θαλάμου}) \text{ (Kp)}$

ii)  $Q > 500 \text{ Kp}$ :  $P = 100 \times (3 + (1.25 \times \text{Εμβ. Επιφ. Θαλάμου})) \text{ (Kp)}$

### β) Συρματόσχοινο, Τροχαλία, Άξονας Τροχαλίας

Για την επιλογή συρματόσχοινων, τροχαλίας και άξονα τροχαλίας γίνονται οι παρακάτω υπολογισμοί:

1. Έλεγχος αντοχής συρματόσχοινου

Πρέπει  $v = n \times F_g / ((P+Q)/N_e) \geq v_{\text{επ.}}$

2. Υπολογισμός διαμέτρου τροχαλίας

Πρέπει  $D \geq 40 \times d$

3. Έλεγχος τάσης άξονα τροχαλίας

Πρέπει  $\sigma_{\text{λειτ.}} = (P+Q) \times C / W \leq \sigma_{\text{επ.}}$

Όπου  $\sigma_{\text{επ.}}$ : μέγιστη επιτρεπόμενη τάση

σεπ = 77 N/mm<sup>2</sup> για St37  
 σεπ = 92 N/mm<sup>2</sup> για St44  
 σεπ = 108 N/mm<sup>2</sup> για St52

n: αριθμός συρματόσχοινων έλξης  
 d: διάμετρος συρματόσχοινων έλξης (mm)  
 P: ίδιο βάρος θαλάμου (Kp)  
 Q: ονομαστικό φορτίο (Kp)  
 D: διάμετρος τροχαλίας τριβής (mm)  
 Fg: δύναμη θραύσεως συρματόσχοινων (Kp)  
 W: Ροπή αντίστασης άξονα τροχαλίας (mm<sup>3</sup>)  
 C: Απόσταση στήριξης (mm)  
 Ne: Αριθμός εμβόλων

### γ) Έμβολο, Κύλινδρος, Αγωγός Τροφοδοσίας

Για την επιλογή εμβόλου - κυλίνδρου - αγωγού τροφοδοσίας γίνονται οι παρακάτω έλεγχοι:

1. Έλεγχος εμβόλου σε λυγισμό.

Πρέπει:

$$F_s \leq F_{kp} \quad (N)$$

$$F_{kp} = \pi^2 \times E \times A \times i^2 / (2 \times l_k^2) \text{ για } \lambda > 100 \text{ ή } (A/2) \times (R_m - (R_m - 206) \times (\lambda/100)^2) \text{ για } \lambda \leq 100$$

είναι:

$$E = 206010 \text{ Nt/mm}^2$$

$$F_s = 1.4 \times 9.81 \times ((P+Q) \times C_m + 0.64 \times P_{ex} \times N_e + P_{rh} \times N_e) / N_e$$

$$l_k = (l_g / C_m + 0.5) \text{ (mm)}$$

$$\lambda = l_k / i$$

2. Έλεγχος τοιχωμάτων εμβόλου σε πίεση

Πρέπει:

$$P_{στατ} \leq P_{στατ.εμ.} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$P_{στατ} = ((9.81 \times (P+Q) \times C_m + P_{ex} \times N_e + P_{rh} \times N_e) / N_e) / A_0$$

$$P_{στατ.εμ.} = (e_r - e_o) \times 2 \times σεπ / (2.3 \times 1.7 \times d_r) \text{ ή από πίνακες κατασκευαστή για συμπαγές έμβολο}$$

$$e_o = 1 \text{ mm}$$

## 3. Έλεγχος τοιχωμάτων εμβόλου σε πίεση

Πρέπει:

$$P_{στατ} \leq P_{στατ.κυλ.} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$P_{στατ} = ((9.81 \times (P+Q) \times C_m + P_{ex} Ne + P_{rh} Ne) / Ne) / A_0$$

$$P_{στατ.κυλ.} = (e_k - e_o) \times 2 \times \chi_{σεπ} / (2.3 \times 1.7 \times D_k) \text{ ή από πίνακες κατασκευαστή για συμπαγές έμβολο}$$

$$e_o = 1 \text{ mm}$$

## 4. Έλεγχος τοιχωμάτων αγωγού τροφοδοσίας σε πίεση

$$P_{στατ} \leq P_{στατ.αγ.} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$P_{στατ} = ((9.81 \times (P+Q) \times C_m + P_{ex} Ne + P_{rh} Ne) / Ne) / A_0$$

$$P_{στατ.αγ.} = (e_s - e_o) \times 2 \times \chi_{σεπ} / (2.3 \times 1.7 \times D_s) \text{ ή από πίνακες κατασκευαστή για ελαστικούς αγωγούς τροφοδοσίας}$$

$$e_o = 0.5 \text{ mm}$$

Όπου:

P: ίδιο βάρος θαλάμου (Kp)

Q: ονομαστικό φορτίο (Kp)

Rm: αντοχή σε εφελκυσμό του υλικού

240 (N/mm<sup>2</sup>) για St37360 (N/mm<sup>2</sup>) για St52

Cm: σχέση ανάρτησης

Ne: αριθμός εμβόλων

Pe: βάρος εμβόλου (Kp)

Prh: βάρος τροχαλίας (Kp)

J: ροπή αδράνειας εμβόλου (mm<sup>4</sup>)

i: ακτίνα αδράνειας εμβόλου (mm)

lk: μήκος λυγισμού εμβόλου (mm)

A0: επιφάνεια πίεσεως εμβόλου (mm<sup>2</sup>)A: επιφάνεια διατομής εμβόλου (mm<sup>2</sup>)

er: πάχος τοιχώματος σωλήνα εμβόλου (mm)

dr: εξωτερική διάμετρος σωλήνα εμβόλου (mm)

ek: πάχος τοιχώματος σωλήνα κυλίνδρου (mm)

Dk: εξωτερική διάμετρος σωλήνα κυλίνδρου (mm)

εσ: πάχος τοιχώματος αγωγού τροφοδοσίας (mm)

δσ: εξωτερική διάμετρος αγωγού τροφοδοσίας (mm)

σεπ: αντοχή του υλικού:

240 (N/mm<sup>2</sup>) για St37

360 (N/mm<sup>2</sup>) για St52

### δ) Μονάδα Ισχύος

Ο υπολογισμός της ελάχιστης παροχής αντλίας και της ελάχιστης ονομαστικής ισχύος κινητήρα γίνεται με τη βοήθεια των παρακάτω σχέσεων:

1. Απαιτούμενη παροχή αντλίας

$$Q_a = 600 \times V_e \times A_0 \quad (\text{l/min})$$

$$V_e = V_c / C_m \quad (\text{m/sec})$$

2. Απαιτούμενη ονομαστική ισχύς κινητήρα

$$N_{ov} = B_s \times V_e / (100 \times \eta \times 1.3) \quad (\text{HP})$$

$$\eta = P_{στατ} / (P_{στατ} \alpha + \beta)$$

$$B_s = P_{στατ} \times A_0 \quad (\text{N})$$

Όπου:

V<sub>c</sub>: ταχύτητα θαλάμου (m/sec)

C<sub>m</sub>: λόγος ανάρτησης θαλάμου

A<sub>0</sub>: επιφάνεια πίεσεως εμβόλου (mm<sup>2</sup>)

α: συντελεστής α αντλίας

β: συντελεστής β αντλίας

η: βαθμός απόδοσης μονάδος

P<sub>στατ</sub>: πίεση υπό πλήρες φορτίο (N/mm<sup>2</sup>)

B<sub>s</sub>: στατικό φορτίο (N)

### ε) Οδηγοί

Για την επιλογή οδηγών γίνονται όλοι οι απαραίτητοι έλεγχοι, που φαίνονται αναλυτικά στα "αποτελέσματα". Πχ. στην ειδική περίπτωση που τα βάρη πλαισίου και πορτών δίνονται μηδέν (συμπεριλαμβάνονται στο βάρος θαλαμίσκου) και για πλάγια ανάρτηση και έναν οδηγό, οι έλεγχοι είναι:

1. Έλεγχος συνολικής καταπόνησης των οδηγών σε κάμψη και λυγισμό για λειτουργία αρπάγης

Πρέπει  $\sigma_v = 0.9 \times P_{bf} x l / (4 \times W_y) + P_k x w / A \leq \sigma_{επ}$ .

$P_{bf} = 3 \times P_b$  (N)

$P_b = 0.5 \times 9.81 \times (R_{xb} + F_{xc} + Q_{xd}) / H$  (N)

$c = 0.5 \times k + a$  (mm)

$d = 2 \times k / 3 + a$  (mm)

$P_k = 1.5 \times 9.81 \times (P + Q)$  (N)

$\lambda = l / i_y$

$\omega = f(\lambda)$

Όπου:

$\sigma_{επ}$ : μέγιστη επιτρεπόμενη τάση

$\sigma_{επ} = 180 \text{ N/mm}^2$  για St37

$\sigma_{επ} = 217 \text{ N/mm}^2$  για St44

$\sigma_{επ} = 260 \text{ N/mm}^2$  για St52

Q: Ωφέλιμο φορτίο (Kp)

F: Βάρος καμπίνας (Kp)

R: Βάρος πλαισίου (Kp)

P: Ίδιο βάρος θαλάμου (Kp)

a: Απόσταση κέντρου οδηγών - τοίχου καμπίνας (mm)

b: Απόσταση κέντρου οδηγών - Κέντρο βάρους πλαισίου (mm)

k: Μήκος καμπίνας (mm)

c: Κέντρο βάρους καμπίνας (mm)

d: Κέντρο βάρους φορτίου (mm)

l: Απόσταση στηριγμάτων οδηγών (mm)

$P_b$ : Καταπόνηση οδηγών σε κάμψη (N)

$P_{bf}$ : Καμπτική καταπόνηση για λειτουργία αρπάγης

$P_k$ : Καταπόνηση οδηγών σε λυγισμό (N)

A: Διατομή Οδηγού ( $\text{mm}^2$ )

$W_y$ : ροπή αντίστασης ( $\text{mm}^3$ )

$i_y$ : ακτίνα αδράνειας (mm)

$\lambda$ : συντελεστής λυγερότητας

ω: συντελεστής λυγισμού

## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ

## 1.ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Είδος ανελκυστήρα : ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑΣ ΑΤΟΜΩΝ

Ατομα : 8

Q : Ωφέλιμο φορτίο (75 \* άτομα)

Q = 600 kg

Αριθμός στάσεων : 3

D<sub>x</sub> : Μέγεθος θαλάμου κατα την διεύθυνση xD<sub>x</sub> = 1400.00 mmD<sub>y</sub> : Μέγεθος θαλάμου κατα την διεύθυνση yD<sub>y</sub> = 1100.00 mmI<sub>g</sub> : Διαδρομή θαλάμουI<sub>g</sub> = 8.60 mV<sub>c</sub> : Ταχύτητα ανόδου θαλάμουV<sub>c</sub> = 0.63 m/secV'<sub>c</sub> : Ταχύτητα καθόδου θαλάμουV'<sub>c</sub> = 0.63 m/secP : Ιδίο Βάρος Θαλάμου P = P<sub>καμπ</sub> + P<sub>πλ</sub> + P<sub>T1</sub> + P<sub>T2</sub>

P = 500 kg

C<sub>m</sub> : Λόγος ανάρτησης θαλάμου: Έμμεση(2:1) Άμεση(1:1)C<sub>m</sub> = 2N<sub>e</sub> : Αριθμός εμβόλωνN<sub>e</sub> = 1P<sub>rh</sub> : Βάρος τροχαλίαςP<sub>rh</sub> = 58 kgP<sub>συρμ</sub> : Βάρος συρματοσχοίνωνP<sub>συρμ</sub> = 30.80 kg

Τύπος εμβόλου : 90x6

Υλικό εμβόλου : St52

P<sub>el</sub> : Βάρος εμβόλου / m μήκουςP<sub>el</sub> = 12.42 kg/m

L : Μήκος εμβόλου

L = 4.80 m

P<sub>e</sub> : Βάρος εμβόλου P<sub>e</sub> = P<sub>el</sub> \* LP<sub>e</sub> = 62.32 kgd<sub>r</sub> : Εξωτερική διάμετρος σωλήνα εμβόλουd<sub>r</sub> = 90.0 mmd<sub>ri</sub> : Εσωτερική διάμετρος σωλήνα εμβόλουd<sub>ri</sub> = 78.0 mme<sub>r</sub> : Πάχος τοιχώματος σωλήνα εμβόλουe<sub>r</sub> = 6.0 mm

Υλικό κυλίνδρου : St52

D<sub>k</sub> : Εξωτερική διάμετρος σωλήνα κυλίνδρουD<sub>k</sub> = 139.7 mmD<sub>ki</sub> : Εσωτερική διάμετρος σωλήνα κυλίνδρουD<sub>ki</sub> = 130.7 mme<sub>k</sub> : Πάχος τοιχώματος σωλήνα κυλίνδρουe<sub>k</sub> = 4.5 mme<sub>1</sub> : Πάχος πάτου κυλίνδρουe<sub>1</sub> = 20.00 mmr<sub>1</sub> : Ακτίνα κοίλωματοςr<sub>1</sub> = mm

Υλικό σωλήνα τροφοδοσίας : St 37

D<sub>σ</sub> : Εξωτερική διάμετρος σωλήνα τροφοδοσίαςD<sub>σ</sub> = 42.0 mme<sub>σ</sub> : Πάχος τοιχώματος σωλήνα τροφοδοσίαςe<sub>σ</sub> = 4.0 mmQ<sub>α</sub> : Παροχή αντλίαςQ<sub>α</sub> = 125.00 l/min

A : Συντελεστής α αντλίας

α = 1.07

B : Συντελεστής β αντλίας

β = 1.06 Nt/mm<sup>2</sup>N<sub>ov</sub> : Ονομαστική ισχύς κινητήραN<sub>ov</sub> = 12.7 HP

N : Αριθμός συρματόσχοινων

n = 6

D : Διάμετρος συρματόσχοινων

d = 10.0 mm

F<sub>g</sub> : Φορτίο θραύσεως συρματόσχοινωνF<sub>g</sub> = 4840 kg

D : Διάμετρος τροχαλίων.

D = 400.0 mm

d<sub>a</sub> : Διάμετρος άξονα τροχαλίαςd<sub>a</sub> = 40.0 mm

W : Ροπή αντίστασης άξονα τροχαλίας

W = 6280 mm<sup>3</sup>

C : Απόσταση στήριξης άξονα τροχαλίας

C = 35 mm

Τύπος οδηγών : WIKAR - KARABELAS St 44/B

N<sub>r</sub> : Αριθμός οδηγώνN<sub>r</sub> = 2

Επιλέγεται 1 συσκευή αρπάγης τύπου : Προοδευτικής πέδησης

ΜΟΝΑΔΕΣ: 1 KW = 1.341 \* HP    Joule = Ntm



## 2.ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΕΜΒΟΛΟΥ ΚΥΛΙΝΔΡΟΥ ΚΑΙ ΑΓΩΓΟΥ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ

Μήκος εμβόλου που υπόκειται σε λυγισμό  $L_k$

$$L_k = L = 4.8 \text{ m}$$

α) Έλεγχος εμβόλου σε λυγισμό

Επιφάνεια πύσεως εμβόλου  $A_0$

$$A_0 = \pi \cdot d_r^2 / 4 = 3.14 \cdot 90 \cdot 90 / 4 = 6362 \text{ mm}^2$$

$$A_0 = 6362 \text{ mm}^2$$

Επιφάνεια διατομής εμβόλου  $A$

$$A = \pi \cdot (d_r^2 - d_{ri}^2) / 4 = 3.14 \cdot (90 \cdot 90 - 78 \cdot 78) / 4 = 1583 \text{ mm}^2$$

$$A = 1583 \text{ mm}^2$$

Ροπή αδράνειας διατομής εμβόλου  $J$

$$J = \pi \cdot (d_r^4 - d_{ri}^4) / (64 \cdot 10000) \Rightarrow$$

$$J = 3.14 \cdot (90 \cdot 90 \cdot 90 \cdot 90 - 78 \cdot 78 \cdot 78 \cdot 78) / (640000) = 140.37 \text{ cm}^4$$

$$J = 140.37 \text{ cm}^4$$

Ακτίνα αδράνειας εμβόλου  $i$

$$i = \sqrt{J_1 / A_1} = \sqrt{(140.37 \cdot 10000) / 1583} = 29.77 \text{ mm}$$

$$i = 29.77 \text{ mm}$$

Συντελεστής λυγρότητας εμβόλου  $\lambda$

$$\lambda = L_k / i = 4.8 \cdot 1000 / 29.77 = 161.2$$

$$\lambda = 161.2$$

Κρίσιμο φορτίο λυγισμού  $F_{kp}$

Για  $\lambda > 100$  είναι :

$$E = 206010 \text{ Nt/mm}^2$$

$$F_{kp} = \pi^2 \cdot E \cdot A \cdot i^2 / (2 \cdot L_k^2) \Rightarrow$$

$$F_{kp} = 3.14^2 \cdot 206010 \cdot 1583 \cdot 29.77^2 / (2 \cdot (4.8 \cdot 1000)^2) \Rightarrow$$

Για  $\lambda \leq 100$

$R_m$  : αντοχή σε εφελκυσμό του υλικού

Για  $St$

$$F_{kp} = (A/2) \cdot (R_m - (R_m - 206) \cdot (\lambda/100)^2) \Rightarrow$$

$$F_{kp} = ($$

$$F_{kp} = 61935 \text{ Nt}$$

Φορτίο λυγισμού εμβόλου  $F_s$

$$F_s = 1.4 \cdot ((P+Q) \cdot C_m + 0.64 \cdot P_e \cdot N_e + P_{rh} \cdot N_e + P_{συρμ}) / N_e \Rightarrow$$

$$F_s = 1.4 \cdot (9.81 \cdot (500+600) \cdot 2 + 0.64 \cdot 9.81 \cdot 62.32 \cdot 1 + 9.81 \cdot 58 \cdot 1 + 9.81 \cdot 30.8) / 1 = 31982.18 \text{ Nt}$$

$$F_s = 31982.18 \text{ Nt}$$

Πρέπει  $F_s \leq F_{kp}$  ή  $31982 \leq 61935 \text{ Nt}$

β) Έλεγχος τοιχωμάτων εμβόλου κυλίνδρου και αγωγού τροφοδοσίας σε πίεση

Στατική πίεση λειτουργίας  $P_{στατ}$

$$B_s = ((P+Q) \cdot C_m + P_e \cdot N_e + P_{rh} \cdot N_e + P_{συρμ}) / N_e \Rightarrow$$

$$B_s = (9.81 \cdot (500+600) \cdot 2 + 9.81 \cdot 62.32 \cdot 1 + 9.81 \cdot 58 \cdot 1 + 9.81 \cdot 30.8) / 1 = 23064 \text{ Nt}$$

$$B_s = 23064 \text{ Nt}$$

$$P_{\text{στατ.}} = B_s/A_0 = 23064/6362 = 3.63 \text{ Nt/mm}^2$$

$$P_{\text{στατ.}} = 3.63 \text{ Nt/mm}^2$$

### β1) Έλεγχος τοιχωμάτων εμβόλου

Μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας εμβόλου

$$P_{\text{στατ.εμ.}} = (e_r - e_o) \cdot 2 \cdot \sigma_{\text{επ}} / (2.3 \cdot 1.7 \cdot d_r)$$

$$e_o = 0.5 \text{ mm}$$

$$\text{Για St 52 είναι σεπ} = 355 \text{ Nt/mm}^2$$

$$P_{\text{στατ.εμ.}} = (6 - 0.5) \cdot 2 \cdot 355 / (2.3 \cdot 1.7 \cdot 90) = 11.1 \text{ Nt/mm}^2$$

$$P_{\text{στα.εμ.}} = 11.1 \text{ Nt/mm}^2$$

$$\text{Πρέπει } P_{\text{στατ.}} \leq P_{\text{στατ.εμ.}} \Rightarrow 3.63 \leq 11.1 \text{ Nt/mm}^2$$

### β2) Έλεγχος τοιχωμάτων κυλίνδρου

Μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας τοιχωμάτων κυλίνδρου

$$P_{\text{στατ.κυλ.}} = (e_k - e_o) \cdot 2 \cdot \sigma_{\text{επ}} / (2.3 \cdot 1.7 \cdot D_k)$$

$$e_o = 1 \text{ mm}$$

$$\text{Για St 52 είναι σεπ} = 355 \text{ Nt/mm}^2$$

$$P_{\text{στατ.κυλ.}} = (4.5 - 1) \cdot 2 \cdot 355 / (2.38 \cdot 1.7 \cdot 139.7) = 4.55 \text{ Nt/mm}^2$$

$$P_{\text{στατ.κυλ.}} = 4.55 \text{ Nt/mm}^2$$

$$\text{Πρέπει } P_{\text{στατ.}} \leq P_{\text{στατ.κυλ.}} \Rightarrow 3.63 \leq 4.55 \text{ Nt/mm}^2$$

### β3) Έλεγχος τοιχωμάτων αγωγού τροφοδοσίας

Για μεταλλικό αγωγό τροφοδοσίας είναι :

$$P_{\text{στατ.αγ.}} = (e_\sigma - e_o) \cdot 2 \cdot \sigma_{\text{επ}} / (2.3 \cdot 1.7 \cdot D_\sigma)$$

$$e_o = 0.5 \text{ mm}$$

$$\text{Για St 37 είναι σεπ} = 235 \text{ Nt/mm}^2$$

$$P_{\text{στατ.αγ.}} = (4 - 0.5) \cdot 2 \cdot 235 / (2.3 \cdot 1.7 \cdot 42) = 10.02 \text{ Nt/mm}^2$$

$$P_{\text{στατ.αγ.}} = 10.02 \text{ Nt/mm}^2$$

$$\text{Πρέπει } P_{\text{στατ.}} \leq P_{\text{στατ.αγ.}} \Rightarrow 3.63 \leq 10.02 \text{ Nt/mm}^2$$

### β4) Έλεγχος πάχους βάσης κυλίνδρων

Για επίπεδη βάση κυλίνδρου βάση κυλίνδρου είναι :

$$P_{\text{στατ.πάτου.}} = \frac{(e_1 - e_o)^2 \cdot \sigma_{\text{επ}}}{(0.4 \cdot D_{ki})^2 \cdot 2.3 \cdot 1.7} = \frac{(20.00 - 1)^2 \cdot 355.00}{(0.4 \cdot 130.70)^2 \cdot 2.3 \cdot 1.7} = 12.63$$

$$\text{Για St52 είναι } \sigma_{\text{επ}} = 355.00$$

$$e_o = 1 \text{ mm}$$

και ισχύει

$$P_{\text{στατ.}} \leq P_{\text{στατ.πλάτου}} \Rightarrow 3.63 \leq 12.63 \text{ Nt/mm}^2$$

### 3.ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΟΝΑΔΟΣ ΙΣΧΥΟΣ

Απαιτούμενη ταχύτητα εμβόλου  $V_{\text{εαπ}}$

$$V_{\text{εαπ}} = V_c / C_m = 0.63/2 = 0.315 \text{ m/sec}$$

$$V_{\text{εαπ}} = 0.315 \text{ m/sec}$$

Ελάχιστη απαιτούμενη παροχή αντλίας  $Q_a$

$$Q_a = 0.06 \cdot V_{\text{εαπ}} \cdot A_0 \cdot N_e = 0.06 \cdot 0.315 \cdot 6362 \cdot 1 = 120.24 \text{ l/min}$$

$$Q_a = 120.24 \text{ l/min}$$

Από πίνακες κατασκευαστή επιλέγεται αντλία παροχής

$$Q_a' = 125 \text{ l/min}$$

$$\text{Ισχύει : } Q_a' \geq Q_a \text{ ή } 125 \geq 120.24 \text{ l/min}$$

Ταχύτητα Εμβόλου  $V_e$

$$V_e = Q_a' / (0.06 \cdot A_0 \cdot N_e) = 125 / (0.06 \cdot 6362 \cdot 1)$$

$$V_e = 0.327 \text{ m/sec}$$

Βαθμός απόδοσης μονάδος ισχύος

$$\eta = P_{\text{στατ.}} / (P_{\text{στατ.}} \cdot \alpha + \beta) = 3.63 / (3.63 \cdot 1.07 + 1.06) = 0.73$$

$$\eta = 0.73$$

Απαιτούμενη ισχύς κινητήρα

$$N = B_s \cdot V_e / (1000 \cdot \eta) = 1 \cdot 23064 \cdot 0.327 / (1000 \cdot 0.73) \cdot 1.341 = 13.8 \text{ HP}$$

$$N = 13.8 \text{ HP ή } 10.3 \text{ KW}$$

Απαιτούμενη ονομαστική ισχύς κινητήρα

$$N_{\text{ov}} = N / 1.3 = 13.8 / 1.3 = 10.6 \text{ HP}$$

$$N_{\text{ov}} = 10.6 \text{ HP ή } 7.9 \text{ KW}$$

Από πίνακες κατασκευαστή επιλέγεται κινητήρας με ονομαστική ισχύ

$$N_{\text{ov}} = 12.7 \text{ HP ή } 9.5 \text{ KW}$$

### 4.ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΡΜΑΤΟΣΧΟΙΝΩΝ

Συντελεστής ασφαλείας

$$v = n \cdot F_g / ((P+Q) / N_e) + P_{\text{συρμ}} = 6 \cdot 4840 / (500+600) / 1 + 30.8 = 25.68$$

$$v = 25.68 \geq 12$$

Για υλικό άξονα τροχαλίας St 44

$$\text{είναι } \sigma_{\text{επ}} = 91.7 \text{ Nt/mm}^2$$

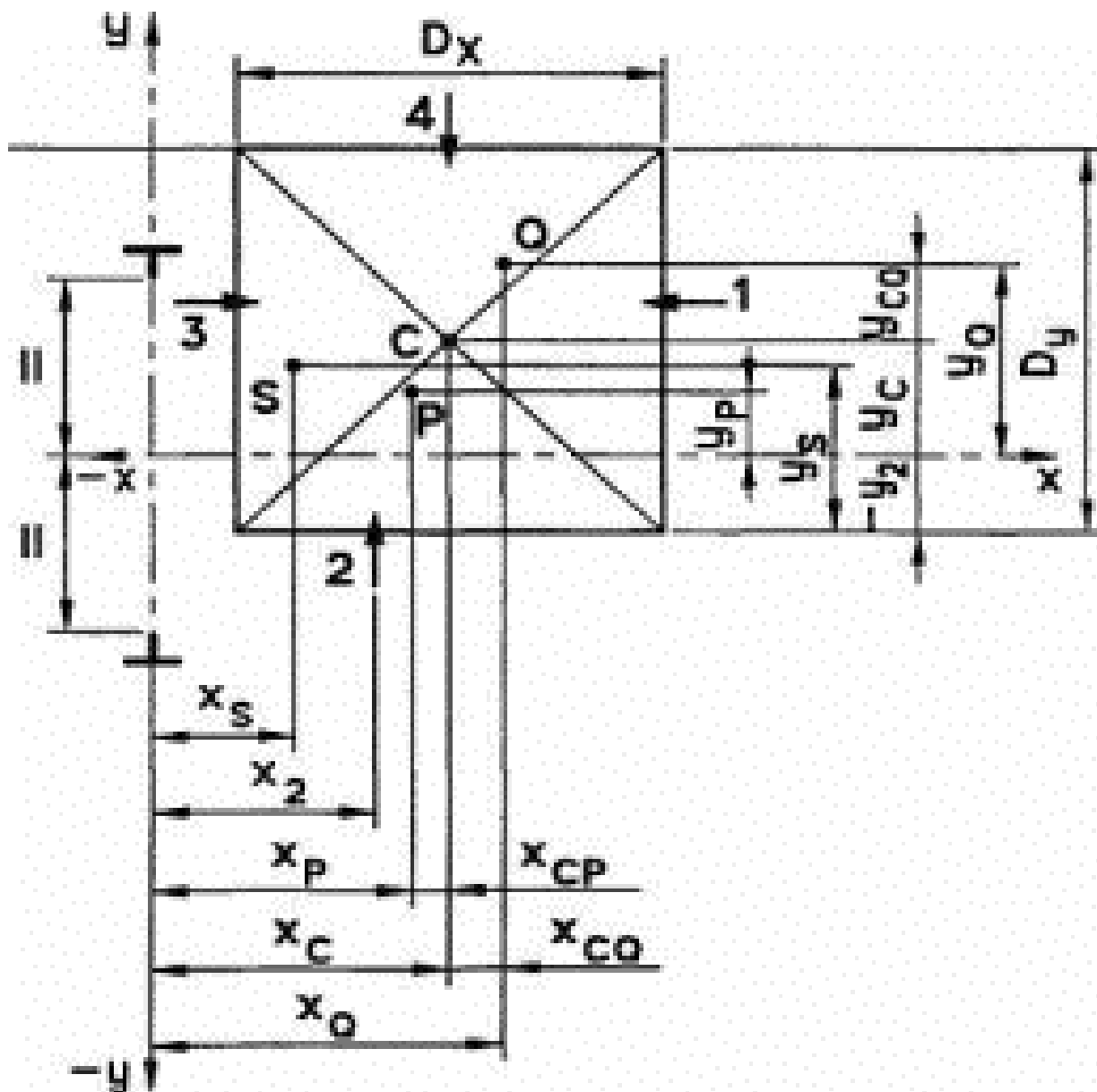
Τάση άξονα τροχαλίας

$$\sigma = (P+Q+(P_{\text{rn}} \cdot N_e)) \cdot C / (W \cdot N_e) = 9.81 \cdot (500+600+(58 \cdot 1)) \cdot 35 / (6280 \cdot 1) \Rightarrow$$

$$\sigma = 63.31 \text{ Nt/mm}^2$$

$$\text{Πρέπει } \sigma \leq \sigma_{\text{επ}} \text{ ή } 63.31 \leq 91.7 \text{ Nt/mm}^2$$

### 5.ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΔΗΓΩΝ



Τεχνικά δεδομένα οδηγών

Τύπος : WIKAR - KARABELAS St 44/B

Διαστάσεις : 89 x 62 x 15.88

Υλικό : St 44

Ωφέλιμο φορτίο  $Q = 600.00 \text{ kg}$

Βάρος καμπίνας  $P_{\text{καμπ}} = 500.00 \text{ kg}$

Βάρος πλαισίου  $P_{\text{πλ}} = 0.00 \text{ kg}$

Βάρος πόρτας 1  $P_{T1} = 0.00 \text{ kg}$

Βάρος πόρτας 2  $P_{T2} = 0.00 \text{ kg}$

Βάρος Θαλάμου  $P = P_{\text{καμπ}} + P_{\text{πλ}} + P_{T1} + P_{T2} = 500.00 + 0.00 + 0.00 + 0.00 = 500.00 \text{ kg}$

Θέση  $x$  του κέντρου του θαλάμου σε σχέση με τη συντεταγμένη  $x$  διατομής του οδηγού  $X_c = 850.00 \text{ mm}$

Θέση  $y$  του κέντρου του θαλάμου σε σχέση με τη συντεταγμένη  $y$  διατομής του οδηγού  $Y_c = 0.00 \text{ mm}$

Θέση  $x$  μάζας πλαισίου σε σχέση με τη συντεταγμένη  $x$  οδηγού  $x_{\text{πλ}} = 0.00 \text{ mm}$

Θέση  $y$  μάζας πλαισίου σε σχέση με τη συντεταγμένη  $y$  οδηγού  $y_{\text{πλ}} = 0.00 \text{ mm}$

Θέση  $x$  πόρτας 1 σε σχέση με τη συντεταγμένη  $x$  οδηγού  $x_1 = 850.00 \text{ mm}$

Θέση  $x$  πόρτας 2 σε σχέση με τη συντεταγμένη  $x$  οδηγού  $x_2 = 0.00 \text{ mm}$

Θέση  $y$  πόρτας 1 σε σχέση με τη συντεταγμένη  $y$  οδηγού  $y_1 = 700.00 \text{ mm}$

Θέση  $y$  πόρτας 2 σε σχέση με τη συντεταγμένη  $y$  οδηγού  $y_2 = 0.00 \text{ mm}$

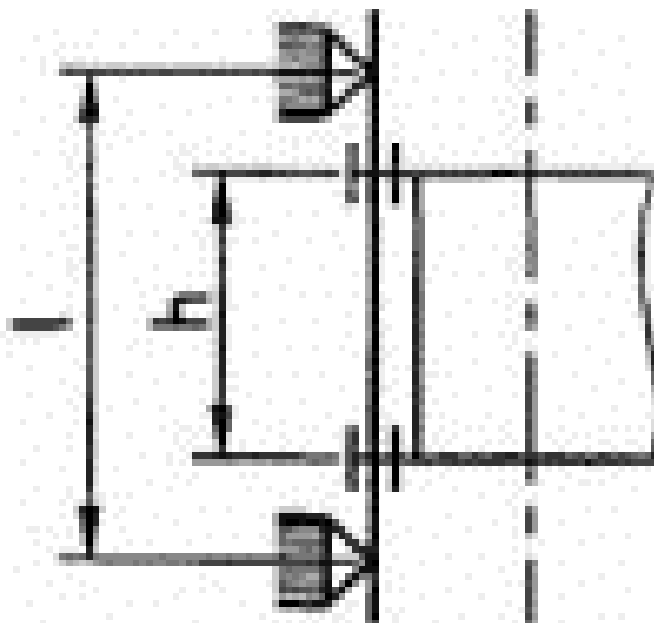
$X_P = (P_{\text{καμπ}} \cdot X_c + P_{\text{πλ}} \cdot X_{\text{πλ}} + P_{T1} \cdot X_1 + P_{T2} \cdot X_2) / P =$

$= (500.00 \cdot 850.00 + 0.00 \cdot 0.00 + 0.00 \cdot 850.00 + 0.00 \cdot 0.00) / 500.00 = 850.00 \text{ mm}$

Θέση  $y$  μάζας θαλάμου σε σχέση με τη συντεταγμένη  $y$  οδηγού

$$y_P = (P_{καμπ} * Y_c + P_{πλ} * Y_{πλ} + P_{T1} * Y_1 + P_{T2} * Y_2) / P =$$

$$= (500.00 * 0.00 + 0.00 * 0.00 + 0.00 * 700.00 + 0.00 * 0.00) / 500.00 = 0.00 \text{ mm}$$



Απόσταση στηριγμάτων οδηγών  $l$  : 1100.0 mm

Κατακόρυφη απόσταση οδηγήσεως σασί  $h$  : 2700.0 mm

Αριθμός οδηγών  $n = 2$

Μέγεθος θαλάμου κατα την διεύθυνση  $x$   $D_x = 1400.00 \text{ mm}$

Μέγεθος θαλάμου κατα την διεύθυνση  $y$   $D_y = 1100.00 \text{ mm}$

Κατακόρυφη απόσταση οδηγήσεως σασί  $h = 2700.00 \text{ mm}$

Απόσταση μεταξύ των στηριγμάτων των οδηγών  $l = 1100.00 \text{ mm}$

Επιφάνεια της διατομής του οδηγού  $A = 1570.00 \text{ mm}^2$

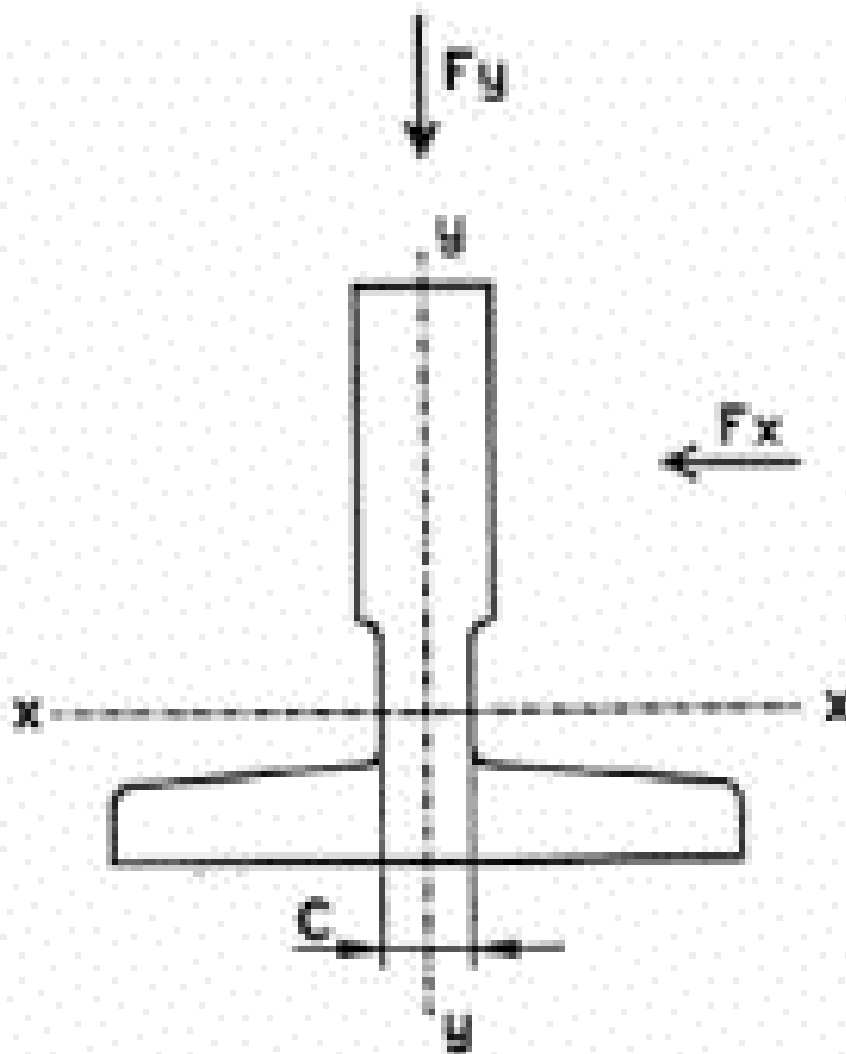
Ροπή αντίστασης της διατομής  $W_x = 14250.00 \text{ mm}^3$

Ροπή αντίστασης της διατομής  $W_y = 11800.00 \text{ mm}^3$

Ακτίνα αδράνειας  $i_y = 18.27 \text{ mm}$

Συντελεστής λυγρότητας  $\lambda = l/i_y = 60.21$

Από πίνακες βάσει του υλικού και του  $\lambda$  λαμβάνουμε συντελεστή λυγισμού  $\omega(\lambda) = 1.364$



### ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ 1/8 ΩΣ ΠΡΟΣ (X)

$$X_q = X_c + D_x / 8 = 1025.00 \text{ mm}$$

$$Y_q = Y_c = 0.00 \text{ mm}$$

#### 5.1. Λειτουργία συσκευής αρπάγης

##### 5.1.1. Τάση κάμψεως

Για λειτουργία συσκευής αρπάγης, ο συντελεστής κρούσης  $k_1 = 2.00$

α) Τάση κάμψεως ως προς τον άξονα Y του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} = \frac{2.00 \cdot 9.81 \cdot (600.00 \cdot 1025.00 + 500.00 \cdot 850.00)}{2 \cdot 2700.00} \Rightarrow$$

$$F_x = 3778.67 \text{ Nt}$$

$$M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16} = \frac{3 \cdot 3778.67 \cdot 1100.00}{16} = 779350.00 \text{ Nt} \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{779350.00}{11800.00} = 66.05 \text{ Nt / mm}^2$$

β) Τάση κάμψεως ως προς τον άξονα X του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης:

$$F_y = \frac{k_1 * g_n * (Q * y_Q + P * y_P)}{n * h/2} = \frac{2.00 * 9.81 * (600.00 * 0.00 + 500.00 * 0.00)}{2 * 2700.00 / 2} \Rightarrow$$

$$F_y = 0.00 \text{ Nt}$$

$$M_x = \frac{3 * F_y * l}{16} = \frac{3 * 0.00 * 1100.00}{16} = 0.00 \text{ Nt * mm}$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{0.00}{14250.00} = 0.00 \text{ Nt / mm}^2$$

#### 5.1.2 Λυγισμός

$$F_k = \frac{k_1 * g_n * (Q + P)}{n} = \frac{2.00 * 9.81 * (600.00 + 500.00)}{2} = 10791.00 \text{ Nt}$$

$$\sigma_{Gk} = \frac{(F_k + k_3 * M) * \omega}{A} = \frac{(10791.00 + 0.000 * 0.000) * 1.364}{1570.00} = 9.38 \text{ Nt / mm}^2$$

#### 5.1.3. Συνδυασμένη τάση

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \quad \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 66.05 = 0.00 + 66.05 \quad \leq 244.00 \text{ Nt / mm}^2$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_k + k_3 * M}{A} \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 72.92 = 66.05 + \frac{10791.00 + 0.000 * 0.000}{1570.00} \leq 244.00 \text{ Nt / mm}^2$$

$$\sigma_c = \sigma_k + 0.9 * \sigma_m \quad \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 68.82 = 9.38 + 0.9 * 66.05 \quad \leq 244.00 \text{ Nt / mm}^2$$

#### 5.1.4. Κάμψη αρμοκαλύπτρας

Πάχος σύνδεσης αρμοκαλύπτρας με λάμα c = 10.00 mm

Ροπή αδράνειας ως προς άξονα x J<sub>x</sub> = 595200.00 mm<sup>4</sup>

Ροπή αδράνειας ως προς άξονα y J<sub>y</sub> = 524000.00 mm<sup>4</sup>

$$\sigma_f = \frac{1.85 * F_x}{c^2} \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 69.91 = \frac{1.85 * 3778.67}{10.00^2} \leq 244.00 \text{ Nt / mm}^2$$

#### 5.1.5. Βέλη κάμψης

$$\delta_x = 0.7 * \frac{F_x * l^3}{384 * E * I_x} \leq \delta_{\text{επ}} \Rightarrow 0.679 = 0.7 * \frac{3778.67 * 1100.00^3}{384 * 210000 * 595200} \leq 5 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 0.7 \cdot \frac{48 \cdot E \cdot J_y}{F_y \cdot l^3} \leq \delta_{\text{επ}} \Rightarrow 0.000 = 0.7 \cdot \frac{48 \cdot 206010 \cdot 524000.00}{0.00 \cdot 1100.00^3} \leq 5 \text{ mm}$$

## 5.2. Λειτουργία σε κανονική χρήση

### 5.2.1. Τάση κάμψης

Για λειτουργία σε κανονική χρήση, ο συντελεστής κρούσης  $k_2 = 1.2$

α) Τάση κάμψης ως προς τον άξονα Y του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot (x_Q - x_S) + P \cdot (x_P - x_S))}{n \cdot h} = \frac{1.2 \cdot 9.81 \cdot (600.00 \cdot (1025.00 - 0.00) + 500.00 \cdot (850.00 - 0.00))}{2 \cdot 2700.00} = 2267.20 \text{ Nt}$$

$$M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16} = \frac{3 \cdot 2267.20 \cdot 1100.00}{16} = 467610.00 \text{ Nt} \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{467610.00}{11800.00} = 39.63 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

β) Τάση κάμψης ως προς τον άξονα X του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης:

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot (y_Q - y_S) + P \cdot (y_P - y_S))}{n \cdot h/2} = \frac{1.2 \cdot 9.81 \cdot (600.00 \cdot (0.00 - 0.00) + 500.00 \cdot (0.00 - 0.00))}{2 \cdot 2700.00 / 2} = 0.00 \text{ Nt}$$

$$M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16} = \frac{3 \cdot 0.00 \cdot 1100.00}{16} = 0.00 \text{ Nt} \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{0.00}{14250.00} = 0.00 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

### 5.2.2. Λυγισμός

Σε κανονική χρήση δεν εμφανίζεται λυγισμός.

### 5.2.3. Συνδυασμένη τάση

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 39.628 = 0.00 + 39.63 \leq 195.000 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

$$k_3 \cdot M \quad 0.000 \cdot 0.000$$



$$\sigma = \sigma_m + \frac{\quad}{A} \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 39.628 = 39.628 + \frac{\quad}{1570.00} \leq 195.000 \text{ Nt / mm}^2$$

#### 5.2.4. Κάμψη αρμοκαλύπτρας

$$\sigma_F = \frac{1.85 * F_x}{c^2} \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 41.94 = \frac{1.85 * 2267.20}{10.00^2} \leq 195.000 \text{ Nt / mm}^2$$

#### 5.2.5. Βέλη κάμψης

$$\delta_x = 0.7 * \frac{F_x * I^3}{48 * E * J_y} \leq \delta_{\text{επ}} \Rightarrow 0.408 = 0.7 * \frac{2267.20 * 1100.00^3}{48 * 206010 * 524000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 0.7 * \frac{F_y * I^3}{48 * E * J_x} \leq \delta_{\text{επ}} \Rightarrow 0.000 = 0.7 * \frac{0.00 * 1100.00^3}{48 * 206010 * 595200.00} \leq 5 \text{ mm}$$

### 5.3. Φόρτωση σε κανονική χρήση

#### 5.3.1. Τάση κάμψης

α) Τάση κάμψης ως προς τον άξονα Y του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης:

$$F_S = 0.40 * g_n * Q = 2354.40 \quad \text{Επειδή το ονομαστικό φορτίο είναι μικρότερο από 2500 Kg}$$

$$F_x = \frac{g_n * P * (x_P - x_S) + F_S * (x_i - x_S)}{n * h} =$$

$$\frac{9.81 * 500.00 * (850.00 - 0.00) + 2354.40 * (850.00 - 0.00)}{2 * 2700.00} = 1142.68 \text{ Nt}$$

$$M_y = \frac{3 * F_x * I}{16} = \frac{3 * 1142.68 * 1100.00}{16} = 235678.44 \text{ Nt * mm}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{235678.44}{11800.00} = 19.97 \text{ Nt / mm}^2$$

β) Τάση κάμψης ως προς τον άξονα X του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης:

$$F_y = \frac{g_n * P * (y_P - y_S) + F * (y_i - y_S)}{n * h/2} =$$

$$\frac{9.81 * 500.00 * (0.00 - 0.00) + 2354.40 * (700.00 - 0.00)}{2 * 2700.00 / 2} = 610.40 \text{ Nt}$$

$$M_x = \frac{3 * F_y * I}{16} = \frac{3 * 610.40 * 1100.00}{16} = 125895.00 \text{ Nt * mm}$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{125895.00}{14250.00} = 8.83 \text{ Nt / mm}^2$$

### 5.3.2. Λυγισμός

Σε κανονική χρήση δεν εμφανίζεται λυγισμός.

### 5.3.3. Συνδυασμένη τάση

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 28.807 = 8.83 + 19.97 \leq 195.000 \text{ Nt / mm}^2$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 * M}{A} \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 28.807 = 28.807 + \frac{0.000 * 0.000}{1570.00} \leq 195.000 \text{ Nt / mm}^2$$

### 5.3.4. Κάμψη αρμοκαλύπτρας

$$\sigma_f = \frac{1.85 * F_x}{c^2} \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 21.14 = \frac{1.85 * 1142.68}{10.00^2} \leq 195.000 \text{ Nt / mm}^2$$

### 5.3.5. Βέλη κάμψης

$$\delta_x = 0.7 * \frac{F_x * l^3}{48 * E * J_y} \leq \delta_{\text{επ}} \Rightarrow 0.205 = 0.7 * \frac{1142.68 * 1100.00^3}{48 * 206010 * 524000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 0.7 * \frac{F_y * l^3}{48 * E * J_x} \leq \delta_{\text{επ}} \Rightarrow 0.097 = 0.7 * \frac{610.40 * 1100.00^3}{48 * 206010 * 595200.00} \leq 5 \text{ mm}$$

## ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ 1/8 ΩΣ ΠΡΟΣ (Υ)

$$X_q = X_c = 850.00 \text{ mm}$$

$$Y_q = Y_c + D_y / 8 = 137.50 \text{ mm}$$

## 5.1. Λειτουργία συσκευής αρπάγης

### 5.1.1. Τάση κάμψεως

Για λειτουργία συσκευής αρπάγης, ο συντελεστής κρούσης  $k_1 = 2.00$

α) Τάση κάμψεως ως προς τον άξονα Υ του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης:

$$F_x = \frac{k_1 * g_n * (Q * x_Q + P * x_P)}{n * h} = \frac{2.00 * 9.81 * (600.00 * 850.00 + 500.00 * 850.00)}{2 * 2700.00} \Rightarrow$$

$$F_x = 3397.17 \text{ Nt}$$

$$M_y = \frac{3 * F_x * l}{16} = \frac{3 * 3397.17 * 1100.00}{16} = 700665.63 \text{ Nt * mm}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{700665.63}{11800.00} = 59.38 \text{ Nt / mm}^2$$

β) Τάση κάμψεως ως προς τον άξονα X του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης:

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n \cdot h/2} = \frac{2.00 \cdot 9.81 \cdot (600.00 \cdot 137.50 + 500.00 \cdot 0.00)}{2 \cdot 2700.00 / 2} \Rightarrow$$

$$F_y = 599.50 \text{ Nt}$$

$$M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16} = \frac{3 \cdot 599.50 \cdot 1100.00}{16} = 123646.88 \text{ Nt} \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{123646.88}{14250.00} = 8.68 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

### 5.1.2 Λυγισμός

$$F_k = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q + P)}{n} = \frac{2.00 \cdot 9.81 \cdot (600.00 + 500.00)}{2} = 10791.00 \text{ Nt}$$

$$\sigma_{Gk} = \frac{(F_k + k_3 \cdot M) \cdot \omega}{A} = \frac{(10791.00 + 0.000 \cdot 0.000) \cdot 1.364}{1570.00} = 9.38 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

### 5.1.3. Συνδυασμένη τάση

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \quad \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 68.06 = 8.68 + 59.38 \quad \leq 244.00 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_k + k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 74.93 = 68.06 + \frac{10791.00 + 0.000 \cdot 0.000}{1570.00} \leq 244.00 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

$$\sigma_c = \sigma_k + 0.9 \cdot \sigma_m \quad \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 70.63 = 9.38 + 0.9 \cdot 68.06 \quad \leq 244.00 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

### 5.1.4. Κάμψη αρμοκαλύπτρας

Πάχος σύνδεσης αρμοκαλύπτρας με λάμα c = 10.00 mm

Ροπή αδράνειας ως προς άξονα x J<sub>x</sub> = 595200.00 mm<sup>4</sup>

Ροπή αδράνειας ως προς άξονα y J<sub>y</sub> = 524000.00 mm<sup>4</sup>

$$\sigma_f = \frac{1.85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 62.85 = \frac{1.85 \cdot 3397.17}{10.00^2} \leq 244.00 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

### 5.1.5. Βέλη κάμψης

$$\delta_x = 0.7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J_y} \leq \delta_{\text{επ}} \Rightarrow 0.611 = 0.7 \cdot \frac{3397.17 \cdot 1100.00^3}{48 \cdot 206010 \cdot 524000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 0.7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J_x} \leq \delta_{\text{επ}} \Rightarrow 0.095 = 0.7 \cdot \frac{599.50 \cdot 1100.00^3}{48 \cdot 206010 \cdot 595200.00} \leq 5 \text{ mm}$$

## 5.2. Λειτουργία σε κανονική χρήση

### 5.2.1. Τάση κάμψης

Για λειτουργία σε κανονική χρήση, ο συντελεστής κρούσης  $k_2 = 1.2$

α) Τάση κάμψης ως προς τον άξονα Y του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot (x_Q - x_S) + P \cdot (x_P - x_S))}{n \cdot h} = \frac{1.2 \cdot 9.81 \cdot (600.00 \cdot (850.00 - 0.00) + 500.00 \cdot (850.00 - 0.00))}{2 \cdot 2700.00} = 2038.30 \text{ Nt}$$

$$M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16} = \frac{3 \cdot 2038.30 \cdot 1100.00}{16} = 420399.38 \text{ Nt} \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{420399.38}{11800.00} = 35.63 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

β) Τάση κάμψης ως προς τον άξονα X του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης:

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot (y_Q - y_S) + P \cdot (y_P - y_S))}{n \cdot h/2} = \frac{1.2 \cdot 9.81 \cdot (600.00 \cdot (137.50 - 0.00) + 500.00 \cdot (0.00 - 0.00))}{2 \cdot 2700.00 / 2} = 359.70 \text{ Nt}$$

$$M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16} = \frac{3 \cdot 359.70 \cdot 1100.00}{16} = 74188.13 \text{ Nt} \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{74188.13}{14250.00} = 5.21 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

### 5.2.2. Λυγισμός

Σε κανονική χρήση δεν εμφανίζεται λυγισμός.

### 5.2.3. Συνδυασμένη τάση

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 40.833 = 5.21 + 35.63 \leq 195.000 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 40.833 = 40.833 + \frac{0.000 \cdot 0.000}{1570.00} \leq 195.000 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

### 5.2.4. Κάμψη αρμοκαλύπτρας

$$\sigma_F = \frac{1.85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 37.71 = \frac{1.85 \cdot 2038.30}{10.00^2} \leq 195.000 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

## 5.2.5. Βέλη κάμψης

$$\delta_x = 0.7 * \frac{F_x * I^3}{48 * E * J_y} \leq \delta_{\text{επ}} \Rightarrow 0.367 = 0.7 * \frac{2038.30 * 1100.00^3}{48 * 206010 * 524000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 0.7 * \frac{F_y * I^3}{48 * E * J_x} \leq \delta_{\text{επ}} \Rightarrow 0.057 = 0.7 * \frac{359.70 * 1100.00^3}{48 * 206010 * 595200.00} \leq 5 \text{ mm}$$

## 5.3. Φόρτωση σε κανονική χρήση

## 5.3.1. Τάση κάμψης

α) Τάση κάμψης ως προς τον άξονα Y του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης:

$F_S = 0.40 * g_n * Q = 2354.40$  Επειδή το ονομαστικό φορτίο είναι μικρότερο από 2500 Kg

$$F_x = \frac{g_n * P * (x_P - x_S) + F_S * (x_i - x_S)}{n * h} =$$

$$\frac{9.81 * 500.00 * (850.00 - 0.00) + 2354.40 * (850.00 - 0.00)}{2 * 2700.00} = 1142.68 \text{ Nt}$$

$$M_y = \frac{3 * F_x * I}{16} = \frac{3 * 1142.68 * 1100.00}{16} = 235678.44 \text{ Nt} * \text{mm}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{235678.44}{11800.00} = 19.97 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

β) Τάση κάμψης ως προς τον άξονα X του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης:

$$F_y = \frac{g_n * P * (y_P - y_S) + F * (y_i - y_S)}{n * h/2} =$$

$$\frac{9.81 * 500.00 * (0.00 - 0.00) + 2354.40 * (700.00 - 0.00)}{2 * 2700.00 / 2} = 610.40 \text{ Nt}$$

$$M_x = \frac{3 * F_y * I}{16} = \frac{3 * 610.40 * 1100.00}{16} = 125895.00 \text{ Nt} * \text{mm}$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{125895.00}{14250.00} = 8.83 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

## 5.3.2. Λυγισμός

Σε κανονική χρήση δεν εμφανίζεται λυγισμός.

## 5.3.3. Συνδυασμένη τάση

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \quad \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 28.807 = 8.83 + 19.97 \quad \leq 195.000 \text{ Nt / mm}^2$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 * M}{A} \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 28.807 = 28.807 + \frac{0.000 * 0.000}{1570.00} \leq 195.000 \text{ Nt / mm}^2$$

## 5.3.4. Κάμψη αρμοκαλύπτρας

$$\sigma_f = \frac{1.85 * F_x}{c^2} \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 21.14 = \frac{1.85 * 1142.68}{10.00^2} \leq 195.000 \text{ Nt / mm}^2$$

## 5.3.5. Βέλη κάμψης

$$\delta_x = 0.7 * \frac{F_x * l^3}{48 * E * J_y} \leq \delta_{\text{επ}} \Rightarrow 0.205 = 0.7 * \frac{1142.68 * 1100.00^3}{48 * 206010 * 524000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 0.7 * \frac{F_y * l^3}{48 * E * J_x} \leq \delta_{\text{επ}} \Rightarrow 0.097 = 0.7 * \frac{610.40 * 1100.00^3}{48 * 206010 * 595200.00} \leq 5 \text{ mm}$$

## 6. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΡΟΣΚΡΟΥΣΤΗΡΩΝ

Προσक्रουστήρες θαλαμίσκου :

Επιλέγεται προσκρουστήρας τύπου:

Ελάχιστο απαιτούμενο μήκος διαδρομής S:

$$S = 135 * V'_c{}^2 = 135 * 0.63^2 = 53.58 \text{ mm}$$

Εφ' όσον είναι  $S < 65 \text{ mm}$ , λαμβάνουμε  $S = 65 \text{ mm}$

Εφ' όσον είναι  $S < 420 \text{ mm}$ , λαμβάνουμε  $S = 420 \text{ mm}$

Εφ' όσον είναι  $S < 540 \text{ mm}$ , λαμβάνουμε  $S = 540 \text{ mm}$

Η επιτάχυνση του θαλαμίσκου υπολογίζεται ως εξής:

$$1.15 * V'_c = (2 * \gamma * s)^{1/2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (1.15 * V'_c)^2 = 2 * \gamma * s \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \gamma = (1.15 * V'_c)^2 / (2 * s)$$

Πρέπει να ισχύει :  $\gamma < g_n \Rightarrow$

$$\Rightarrow (1.15 * V'_c)^2 / (2 * s) < g_n \Rightarrow$$

$$\Rightarrow s > (1.15 * V'_c)^2 / (2 * g_n) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow s > (1.15 * 0.63)^2 / (2 * 9.81) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow s > 0.065 \text{ m}$$

Αριθμός προσκρουστήρων  $n = 1$

Ελάχιστο αναρτόμενο φορτίο ανά προσκρουστήρα  $P_{\text{amin}} = (P + P_{\text{συρμ}}) / n = 2827.01 \text{ kg}$

Μέγιστο αναρτόμενο φορτίο ανά προσκρουστήρα  $P_{\text{amax}} = (P + Q + P_{\text{συρμ}}) / n = 4523.22 \text{ kg}$

Επιλέγεται προσκρουστήρας που καλύπτει μετατόπιση  $S \geq 65 \text{ mm}$

με ελάχιστο ολικό επιτρεπόμενο φορτίο  $f_{\text{min}} \leq P_{\text{amin}}$

και μέγιστο ολικό επιτρεπόμενο φορτίο  $f_{\text{max}} \geq P_{\text{amax}}$

Η επιβράδυνση που είναι μεγαλύτερη από  $2.5 * g_n$  δεν διαρκεί περισσότερο από  $0.04 \text{ sec}$ .

Η ταχύτητα επαναφοράς του θαλάμου δεν υπερβαίνει το  $1 \text{ m/sec}$ .

Μετά την ενεργοποίηση του προσκρουστήρα δεν υπάρχει μόνιμη παραμόρφωση.

Οι προσκρουστήρες έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να καλύπτουν την παραπάνω διαδρομή με την ενέργεια στατικού φορτίου ανά προσκρουστήρα,  $f_m$  να είναι :

$$3.25 \cdot (P+Q+P_{\text{συρμ}})/n = 3.25 \cdot (2.5 \cdot (P+Q+P_{\text{συρμ}})/n < f_m < 4 \cdot (P+Q+P_{\text{συρμ}})/n \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2.5 \cdot (500+600+30.8)/1 < f_m < 4 \cdot (500+600+30.8)/1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2827.01 \text{ kg} < f_m < 4523.22 \text{ kg}$$

....., ...../...../.....2012

**Ο ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ**

**AN-1**