

## ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ

Φορέας : Δήμος Λεβαδέων  
:  
:  
Έργο : ΑΠΟΠΕΡΑΤΩΣΗ ΤΗΣ ΑΙΘΟΥΣΑΣ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ  
: ΜΕΡΙΚΗ ΑΝΑΔΙΑΡΡΥΘΜΙΣΗ ΣΤΟ ΥΠΑΡΧΟΝ ΚΤΙΡΙΟ ΣΤΗ ΘΕΣΗ  
: ΤΗΣ ΥΠΟ ΚΑΤΑΡΓΗΣΗ ΑΠΧ ΤΟΥ 6ου ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ  
: ΛΙΒΑΔΕΙΑΣ  
Θέση : Οδός Βαγιών Λιβαδειά  
:  
:  
Ημερομηνία : 23-05-2017  
Μελετητές : Χατζόπουλος Παρασκευας  
: Ηλεκτρολόγος Μηχανικός  
ΑΡΙΘΜ ΜΕΛΕΤΗΣ : 105/2017  
:  
:  
Παρατηρήσεις :  
:  
:

Ο Συντάξας	Ελέγχθηκε	Λιβαδειά 23-05-2017 Θεωρήθηκε
Χατζόπουλος Παρασκευας Ηλεκτρολόγος Μηχανικός	Καρβούνη Δήμητρα Πολιτικός Μηχανικός	Νταλιάνης Χρήστος Τοπογράφος Μηχανικός

## 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:  $Q = ( 75 \times \text{Αριθμός Ατόμων} ) (Kp)$

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

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

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

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

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

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

β) Λοιποί Ανελκυστήρες:

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

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

### β) Συρματόσχοινο, Τροχαλία, Άξονας Τροχαλίας

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

1. Έλεγχος αντοχής συρματόσχοινου

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

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

$\sigma_{\text{επ}} = 77 \text{ N/mm}^2$  για St37

$\sigma_{\text{επ}} = 92 \text{ N/mm}^2$  για St44

$\sigma_{\text{επ}} = 108 \text{ N/mm}^2$  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:

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

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

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

$$\lambda = l_k / i$$

2. Έλεγχος τοιχωμάτων εμβόλου σε πίεση

Πρέπει:

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

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

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

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

3. Έλεγχος τοιχωμάτων εμβόλου σε πίεση

Πρέπει:

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

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

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

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

4. Έλεγχος τοιχωμάτων αγωγού τροφοδοσίας σε πίεση

Πρέπει  $P_{στατ} \leq P_{στατ.αγ.}$  (N/mm<sup>2</sup>)

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

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

$e_o = 0.5$  mm

Όπου:

P: ίδιο βάρος θαλάμου (Kp)

Q: ονομαστικό φορτίο (Kp)

R<sub>m</sub>: αντοχή σε εφελκυσμό του υλικού

240 (N/mm<sup>2</sup>) για St37

360 (N/mm<sup>2</sup>) για St52

C<sub>m</sub>: σχέση ανάρτησης

N<sub>e</sub>: αριθμός εμβόλων

P<sub>e</sub>: βάρος εμβόλου (Kp)

P<sub>rh</sub>: βάρος τροχαλίας (Kp)

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

i: ακτίνα αδράνειας εμβόλου (mm)

l<sub>k</sub>: μήκος λυγισμού εμβόλου (mm)

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

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

e<sub>r</sub>: πάχος τοιχώματος σωλήνα εμβόλου (mm)

d<sub>r</sub>: εξωτερική διάμετρος σωλήνα εμβόλου (mm)

e<sub>k</sub>: πάχος τοιχώματος σωλήνα κυλίνδρου (mm)

D<sub>k</sub>: εξωτερική διάμετρος σωλήνα κυλίνδρου (mm)

e<sub>s</sub>: πάχος τοιχώματος αγωγού τροφοδοσίας (mm)

d<sub>s</sub>: εξωτερική διάμετρος αγωγού τροφοδοσίας (mm)

σ<sub>επ</sub>: αντοχή του υλικού:

240 (N/mm<sup>2</sup>) για St37

360 (N/mm<sup>2</sup>) για St52

l<sub>g</sub> = Μήκος διαδρομής θαλάμου (m)

### 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

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

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

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

Όπου:

$V_c$ : ταχύτητα θαλάμου (m/sec)

$C_m$ : λόγος ανάρτησης θαλάμου

$A_0$ : επιφάνεια πίεσεως εμβόλου ( $\text{mm}^2$ )

$\alpha$ : συντελεστής  $\alpha$  αντλίας

$\beta$ : συντελεστής  $\beta$  αντλίας

$\eta$ : βαθμός απόδοσης μονάδος

$P_{στατ}$ : πίεση υπό πλήρες φορτίο ( $\text{N/mm}^2$ )

$B_s$ : 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

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

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

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

$$c = 0.5 \times k + a \quad (\text{mm})$$

$$d = 2 \times k / 3 + a \quad (\text{mm})$$

$$P_k = 1.5 \times 9.81 \times (P + Q) \quad (\text{N})$$

$$\lambda = l / i_y$$

$$\omega = f(\lambda)$$

Όπου:

$\sigma_{επ}$ : μέγιστη επιτρεπόμενη τάση

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

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

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

- Q: Ωφέλιμο φορτίο (Κρ)
- F: Βάρος καμπίνας (Κρ)
- R: Βάρος πλαισίου (Κρ)
- P: Ίδιο βάρος θαλάμου (Κρ)
- 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)
- Pb: Καταπόνηση οδηγών σε κάμψη (N)
- Pbf: Καμπτική καταπόνηση για λειτουργία αρπάγης
- Pk: Καταπόνηση οδηγών σε λυγισμό (N)
- A: Διατομή Οδηγού (mm<sup>2</sup>)
- Wy: ροπή αντίστασης (mm<sup>3</sup>)
- iy: ακτίνα αδράνειας (mm)
- λ: συντελεστής λυγρότητας
- ω: συντελεστής λυγισμού

## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ

## 1. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Είδος ανελκυστήρα : ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑΣ ΑΤΟΜΩΝ

Άτομα : 8

<b>Q</b> : Ωφέλιμο φορτίο (75 * άτομα) Αριθμός στάσεων : 2	<b>Q</b> = 600 kg
<b>D<sub>x</sub></b> : Μέγεθος θαλάμου κατα την διεύθυνση x	<b>D<sub>x</sub></b> = 1400.00 mm
<b>D<sub>y</sub></b> : Μέγεθος θαλάμου κατα την διεύθυνση y	<b>D<sub>y</sub></b> = 1100.00 mm
<b>I<sub>g</sub></b> : Διαδρομή θαλάμου	<b>I<sub>g</sub></b> = 3.80 m
<b>V<sub>c</sub></b> : Ταχύτητα ανόδου θαλάμου	<b>V<sub>c</sub></b> = 0.50 m/sec
<b>V'<sub>c</sub></b> : Ταχύτητα καθόδου θαλάμου	<b>V'<sub>c</sub></b> = 0.50 m/sec
<b>P</b> : Ίδιο Βάρος Θαλάμου $P = P_{\text{κομπ}} + P_{\text{πλ}} + P_{\text{T1}} + P_{\text{T2}}$	<b>P</b> = 600 kg
<b>C<sub>m</sub></b> : Λόγος ανάρτησης θαλάμου: Έμμεση(2:1) Άμεση(1:1)	<b>C<sub>m</sub></b> = 2
<b>N<sub>e</sub></b> : Αριθμός εμβόλων	<b>N<sub>e</sub></b> = 1
<b>P<sub>rh</sub></b> : Βάρος τροχαλίας	<b>P<sub>rh</sub></b> = 58 kg
<b>P<sub>συρμ.</sub></b> : Βάρος συρματοσχοίνων	<b>P<sub>συρμ.</sub></b> = 14.01 kg

Τύπος εμβόλου : 100 x 5

Υλικό εμβόλου : St52

<b>P<sub>el</sub></b> : Βάρος εμβόλου / m μήκους	<b>P<sub>el</sub></b> = 15.00 kg/m
<b>L</b> : Μήκος εμβόλου	<b>L</b> = 2.40 m
<b>P<sub>e</sub></b> : Βάρος εμβόλου $P_e = P_{el} * L$	<b>P<sub>e</sub></b> = 53.50 kg
<b>d<sub>r</sub></b> : Εξωτερική διάμετρος σωλήνα εμβόλου	<b>d<sub>r</sub></b> = 100.0 mm
<b>d<sub>ri</sub></b> : Εσωτερική διάμετρος σωλήνα εμβόλου	<b>d<sub>ri</sub></b> = 90.0 mm
<b>e<sub>r</sub></b> : Πάχος τοιχώματος σωλήνα εμβόλου	<b>e<sub>r</sub></b> = 5.0 mm

Υλικό κυλίνδρου : St52

<b>D<sub>k</sub></b> : Εξωτερική διάμετρος σωλήνα κυλίνδρου	<b>D<sub>k</sub></b> = 133.0 mm
<b>D<sub>ki</sub></b> : Εσωτερική διάμετρος σωλήνα κυλίνδρου	<b>D<sub>ki</sub></b> = 123.0 mm
<b>e<sub>k</sub></b> : Πάχος τοιχώματος σωλήνα κυλίνδρου	<b>e<sub>k</sub></b> = 5.0 mm
<b>e<sub>1</sub></b> : Πάχος πάτου κυλίνδρου	<b>e<sub>1</sub></b> = 29.00 mm
<b>u<sub>1</sub></b> : Πάχος βάσης στο κοίλωμα	<b>u<sub>1</sub></b> = 8.00 mm
<b>r<sub>1</sub></b> : Ακτίνα κοίλωματος	<b>r<sub>1</sub></b> = 6.00 mm

Υλικό σωλήνα τροφοδοσίας : ΕΛΑΣΤΙΚΟΣ

<b>D<sub>σ</sub></b> : Εξωτερική διάμετρος σωλήνα τροφοδοσίας	<b>D<sub>σ</sub></b> = 38.2 mm
<b>e<sub>σ</sub></b> : Πάχος τοιχώματος σωλήνα τροφοδοσίας	<b>e<sub>σ</sub></b> = 6.4 mm
<b>Q<sub>α</sub></b> : Παροχή αντλίας	<b>Q<sub>α</sub></b> = 125.00 l/min
<b>A</b> : Συντελεστής α αντλίας	<b>α</b> = 1.07
<b>B</b> : Συντελεστής β αντλίας	<b>β</b> = 1.06 Nt/mm <sup>2</sup>
<b>N<sub>ov</sub></b> : Ονομαστική ισχύς κινητήρα	<b>N<sub>ov</sub></b> = 11.4 HP
<b>n</b> : Αριθμός συρματόσχοινων	<b>n</b> = 4
<b>D</b> : Διάμετρος συρματόσχοινων	<b>d</b> = 10.0 mm
<b>F<sub>g</sub></b> : Φορτίο θραύσεως συρματόσχοινων	<b>F<sub>g</sub></b> = 4840 kg
<b>D</b> : Διάμετρος τροχαλιών.	<b>D</b> = 400.0 mm
<b>d<sub>a</sub></b> : Διάμετρος άξονα τροχαλίας	<b>d<sub>a</sub></b> = 40.0 mm
<b>W</b> : Ροπή αντίστασης άξονα τροχαλίας	<b>W</b> = 6280 mm <sup>3</sup>
<b>C</b> : Απόσταση στήριξης άξονα τροχαλίας	<b>C</b> = 35 mm

Τύπος οδηγών : ΟΔΗΓΟΙ ΤΥΠΟΥ A &amp; B

<b>N<sub>r</sub></b> : Αριθμός οδηγών	<b>N<sub>r</sub></b> = 2
---------------------------------------	--------------------------

Επιλέγονται 2 συσκευές 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  $L_k$

$$L_k = L = 2.4 \text{ m}$$

α) Έλεγχος εμβόλου σε λυγισμό

Επιφάνεια πίεσεως εμβόλου  $A_0$

$$A_0 = \pi \cdot d_r^2 / 4 = 3.14 \cdot 100 \cdot 100 / 4 = 7854 \text{ mm}^2$$

$$A_0 = 7854 \text{ mm}^2$$

Επιφάνεια διατομής εμβόλου  $A$

$$A = \pi \cdot (d_r^2 - d_{ri}^2) / 4 = 3.14 \cdot (100^2 - 90^2) / 4 = 1492 \text{ mm}^2$$

$$A = 1492 \text{ mm}^2$$

Ροπή αδράνειας διατομής εμβόλου  $J$

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

$$J = 3.14 \cdot (100^4 - 90^4) / (640000) = 168.81 \text{ cm}^4$$

$$J = 168.81 \text{ cm}^4$$

$$i = \sqrt{J_i / A_i} = \sqrt{(168.81 \cdot 10000) / 1492} = 33.63 \text{ mm}$$

$$i = 33.63 \text{ mm}$$

Συντελεστής λυγρότητας εμβόλου  $\lambda$

$$\lambda = L_k / i = 2.4 \cdot 1000 / 33.63 = 71.4$$

$$\lambda = 71.4$$

Κρίσιμο φορτίο λυγισμού  $F_{κρ}$

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

Για  $\lambda \leq 100$

$R_m$  : αντοχή σε εφελκυσμό του υλικού

Για St52 είναι  $R_m = 520 \text{ Nt/mm}^2$

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

$$F_{κρ} = (1492/2) \cdot (520 - (520 - 206) \cdot (71.4/100)^2) = 268696 \text{ Nt}$$

$$F_{κρ} = 268696 \text{ Nt}$$

Φορτίο λυγισμού εμβόλου  $F_s$

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

$$F_s = 1.4 \cdot (9.81 \cdot (600+600) \cdot 2 + 0.64 \cdot 9.81 \cdot 53.5 \cdot 1 + 9.81 \cdot 58 \cdot 1 + 9.81 \cdot 14.01) / 1 = 34420.81 \text{ Nt}$$

$$F_s = 34420.81 \text{ Nt}$$

Πρέπει  $F_s \leq F_{κρ}$  ή  $34421 \leq 268696 \text{ Nt}$

β) Έλεγχος τοιχωμάτων εμβόλου κυλίνδρου και αγωγού τροφοδοσίας σε πίεση

Στατική πίεση λειτουργίας  $P_{\text{στατ}}$

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

$$B_s = (9.81 \cdot (600+600) \cdot 2 + 9.81 \cdot 53.5 \cdot 1 + 9.81 \cdot 58 \cdot 1 + 9.81 \cdot 14.01) / 1 = 24775 \text{ Nt}$$

$$B_s = 24775 \text{ Nt}$$

$$P_{\text{στατ.}} = B_s / A_0 = 24775 / 7854 = 3.15 \text{ Nt/mm}^2$$

$$P_{\text{στατ.}} = 3.15 \text{ Nt/mm}^2$$

β1) Έλεγχος τοιχωμάτων εμβόλου

Μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας εμβόλου

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



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

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

$$P_{\text{στατ.εμ.}} = (5-0.5) \cdot 2 \cdot 355 / (2.3 \cdot 1.7 \cdot 100) = 8.17 \text{ Nt/mm}^2$$

$$P_{\text{στα.εμ.}} = 8.17 \text{ Nt/mm}^2$$

$$\text{Πρέπει } P_{\text{στατ.}} \leq P_{\text{στατ.εμ.}} \Rightarrow 3.15 \leq 8.17 \text{ Nt/mm}^2$$

### β2) Έλεγχος τοιχωμάτων κυλίνδρου

Μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας τοιχωμάτων κυλίνδρου

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

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

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

$$P_{\text{στατ.κυλ.}} = (5-1) \cdot 2 \cdot 355 / (2.38 \cdot 1.7 \cdot 133) = 5.46 \text{ Nt/mm}^2$$

$$P_{\text{στατ.κυλ.}} = 5.46 \text{ Nt/mm}^2$$

$$\text{Πρέπει } P_{\text{στατ.}} \leq P_{\text{στατ.κυλ.}} \Rightarrow 3.15 \leq 5.46 \text{ Nt/mm}^2$$

### β3) Έλεγχος τοιχωμάτων αγωγού τροφοδοσίας

Για ελαστικό αγωγό τροφοδοσίας εσωτερικής διαμέτρου  $D_{\text{εσο.}} = 25.4 \text{ mm}$  από πίνακες κατασκευαστή είναι :

$$P_{\text{στατ.αγ.}} = 35 \text{ Nt/mm}^2$$

$$\text{Πρέπει } 8 \cdot P_{\text{στατ.}} \leq P_{\text{στατ.αγ.}} \Rightarrow 25.24 \leq 35 \text{ Nt/mm}^2$$

$$P_{\text{δοκιμης αγ.}} = 22 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Πρέπει } 5 \cdot P_{\text{στατ.}} \leq P_{\text{δοκιμης αγ.}} \Rightarrow 15.77 \text{ N/mm}^2 \leq 22 \text{ N/mm}^2$$

### β4) Έλεγχος πάχους βάσης κυλίνδρων

Για επίπεδη βάση κυλίνδρου με αυλάκωση βάση κυλίνδρου είναι :

$$P_{\text{στατ.πάτου.}} = \frac{(e_1 - e_o)^2 \cdot \sigma_{\text{επ}}}{(0.4 \cdot D_{ki})^2 \cdot 2.3 \cdot 1.7} = \frac{(29.00 - 1)^2 \cdot 355.00}{(0.4 \cdot 123.00)^2 \cdot 2.3 \cdot 1.7} = 30.47$$

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

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

και ισχύει

$$P_{\text{στατ.}} \leq P_{\text{στατ.πάτου.}} \Rightarrow 3.15 \leq 30.47 \text{ Nt/mm}^2$$

Επίσης

$$P_{\text{στατ.αυλ.πάτου.}} = \frac{(u_1 - e_o) \cdot \sigma_{\text{επ}}}{1.3 \cdot (D_{ki} / 2 - r_1) \cdot 2.3 \cdot 1.7} = \frac{(8.00 - 1) \cdot 355.00}{1.3 \cdot (123.00 / 2 - 6.00) \cdot 2.3 \cdot 1.7} = 9.44$$

$$\text{Πρέπει } P_{\text{στατ.}} \leq P_{\text{στατ.αυλ.πάτου.}} \Rightarrow 3.15 \leq 9.44 \text{ Nt/mm}^2$$

## 3.ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΟΝΑΔΟΣ ΙΣΧΥΟΣ

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

$$V_{\text{εαπ}} = V_c / C_m = 0.5 / 2 = 0.25 \text{ m/sec}$$

$$V_{\text{εαπ}} = 0.25 \text{ m/sec}$$

Ελάχιστη απαιτούμενη παροχή αντλίας  $Q_a$

$$Q_a = 0.06 \cdot V_{\text{εαπ}} \cdot A_0 \cdot N_e = 0.06 \cdot 0.25 \cdot 7854 \cdot 1 = 117.81 \text{ l/min}$$

$$Q_a = 117.81 \text{ l/min}$$

Από πίνακες κατασκευαστή επιλέγεται αντλία παροχής

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

Ισχύει :  $Q_a' \geq Q_a$  ή  $125 \geq 117.81$  l/min

Ταχύτητα Εμβόλου  $V_e$

$$V_e = Q_a' / (0.06 * A_0 * N_e) = 125 / (0.06 * 7854 * 1)$$

$$V_e = 0.265 \text{ m/sec}$$

Βαθμός απόδοσης μονάδος ισχύος

$$n = P_{\text{στατ.}} / (P_{\text{στατ.}} \cdot \alpha + \beta) = 3.15 / (3.15 * 1.07 + 1.06) = 0.71$$

$$n = 0.71$$

Απαιτούμενη ισχύς κινητήρα

$$N = B_s * V_e / (1000 * n) = 1 * 24775 * 0.265 / (1000 * 0.71) * 1.341 = 12.4 \text{ HP}$$

$$N = 12.4 \text{ HP} \text{ ή } 9.2 \text{ KW}$$

Απαιτούμενη ονομαστική ισχύς κινητήρα

$$N_{ov} = N / 1.3 = 12.4 / 1.3 = 9.5 \text{ HP}$$

$$N_{ov} = 9.5 \text{ HP} \text{ ή } 7.1 \text{ KW}$$

Από πίνακες κατασκευαστή επιλέγεται κινητήρας με ονομαστική ισχύ

$$N_{ov'} = 11.4 \text{ HP} \text{ ή } 8.5 \text{ KW}$$

#### 4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΡΜΑΤΟΣΧΟΙΝΩΝ

Συντελεστής ασφαλείας

$$v = n * F_g / ((P + Q) / N_e + P_{\text{συρμ}}) = 4 * 4840 / (600 + 600) / 1 + 14.01 = 15.95$$

$$v = 15.95 \geq 12$$

Για υλικό άξονα τροχαλίας St 44

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

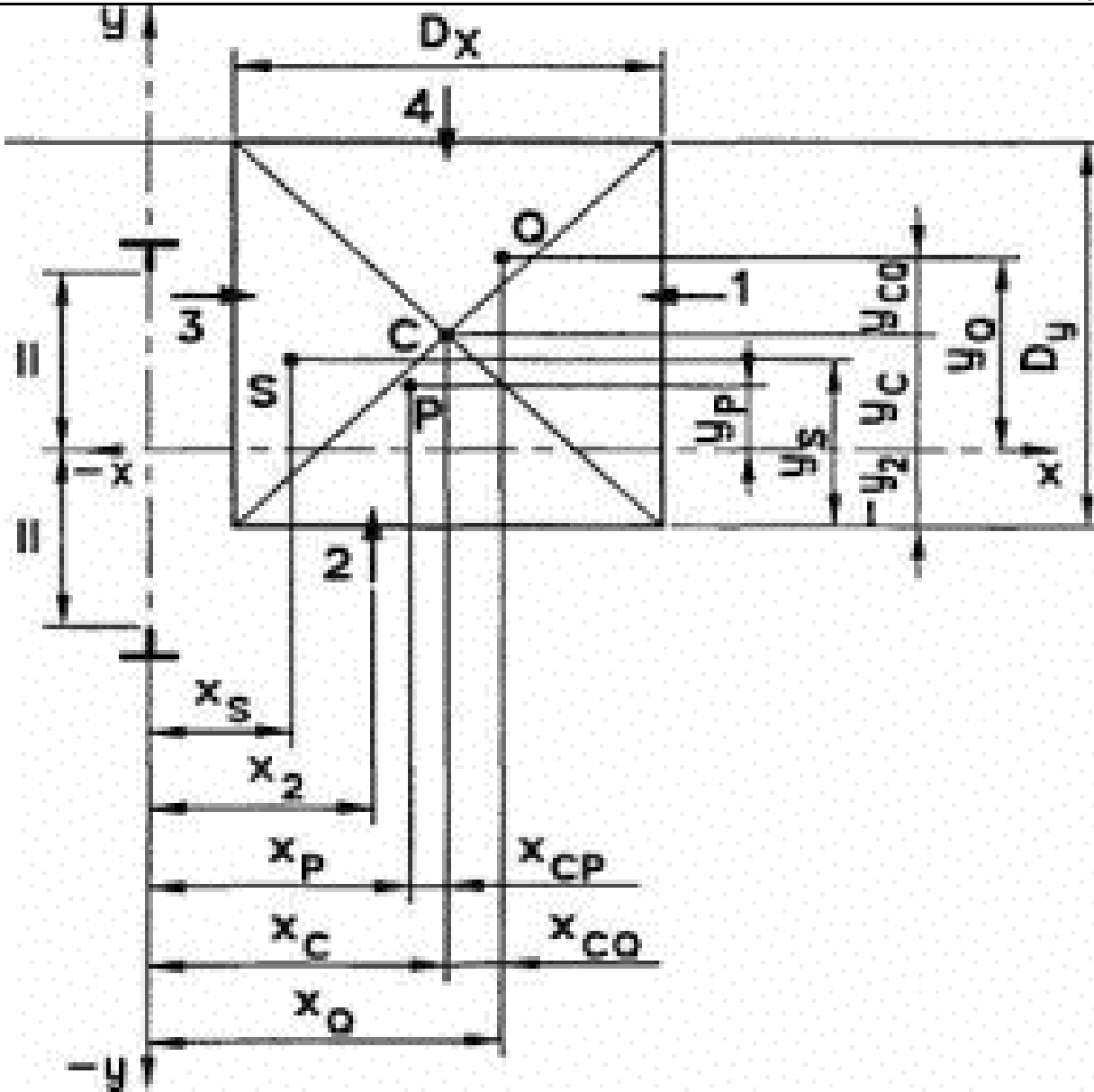
Τάση άξονα τροχαλίας

$$\sigma = (P + Q + (P_{rh} * N_e)) * C / (W * N_e) = 9.81 * (600 + 600 + (58 * 1)) * 35 / (6280 * 1) \Rightarrow$$

$$\sigma = 68.78 \text{ Nt/mm}^2$$

Πρέπει  $\sigma \leq \sigma_{\text{εττ}}$  ή  $68.78 \leq 91.7 \text{ Nt/mm}^2$

#### 5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΔΗΓΩΝ



## Τεχνικά δεδομένα οδηγών

Τύπος : ΟΔΗΓΟΙ ΤΥΠΟΥ A & B

Διαστάσεις : T 89 x 62 x 16

Υλικό : St 37

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

Βάρος καμπίνας  $P_{\text{καμπ}} = 410.00 \text{ kg}$

Βάρος πλαισίου  $P_{\text{πλ}} = 140.00 \text{ kg}$

Βάρος πόρτας 1  $P_{T1} = 50.00 \text{ kg}$

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

Βάρος Θαλάμου  $P = P_{\text{καμπ}} + P_{\text{πλ}} + P_{T1} + P_{T2} = 410.00 + 140.00 + 50.00 + 0.00 = 600.00 \text{ kg}$

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  $y_2 = 0.00 \text{ mm}$

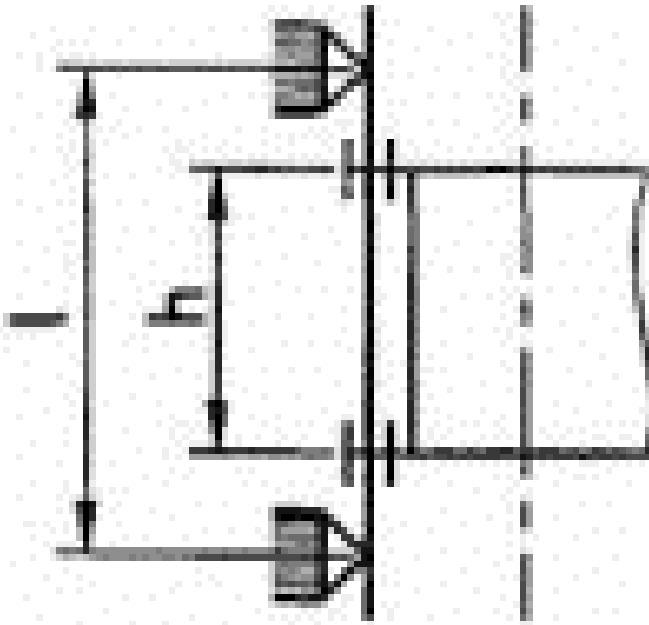
$$x_P = (P_{\text{καμπ}} \cdot X_c + P_{\text{πλ}} \cdot X_{\text{πλ}} + P_{T1} \cdot X_1 + P_{T2} \cdot X_2) / P =$$

$$= (410.00 \cdot 850.00 + 140.00 \cdot 0.00 + 50.00 \cdot 850.00 + 0.00 \cdot 0.00) / 600.00 = 651.67 \text{ mm}$$

Θέση y μάζας θαλάμου σε σχέση με τη συντεταγμένη y οδηγού

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

$$= (410.00 \cdot 0.00 + 140.00 \cdot 0.00 + 50.00 \cdot 700.00 + 0.00 \cdot 0.00) / 600.00 = 58.33 \text{ mm}$$



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 mm

Μέγεθος θαλάμου κατα την διεύθυνση  $y$   $D_y$  = 1100.00 mm

Κατακόρυφη απόσταση οδηγήσεως σασί  $h$  = 2700.00 mm

Απόσταση μεταξύ των στηριγμάτων των οδηγών  $l$  = 1100.00 mm

Επιφάνεια της διατομής του οδηγού  $A$  = 1570.00 mm<sup>2</sup>

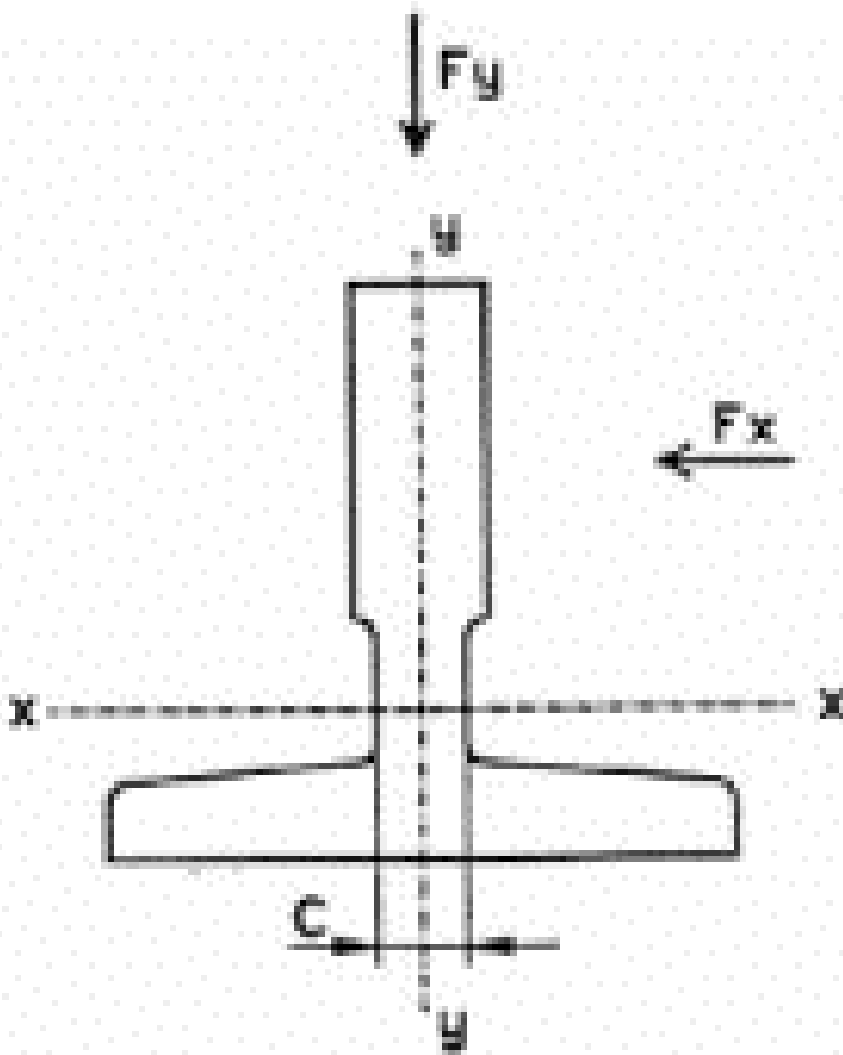
Ροπή αντίστασης της διατομής  $W_x$  = 14500.00 mm<sup>3</sup>

Ροπή αντίστασης της διατομής  $W_y$  = 11800.00 mm<sup>3</sup>

Ακτίνα αδράνειας  $i_y$  = 18.29 mm

Συντελεστής λυγερότητας  $\lambda$  =  $l/i_y$  = 60.15

Από πίνακες βάσει του υλικού και του  $\lambda$  λαμβάνουμε συντελεστή λυγισμού  $\omega(\lambda)$  = 1.306



### 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:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} = \frac{2.00 \cdot 9.81 \cdot (600.00 \cdot 1025.00 + 600.00 \cdot 651.67)}{2 \cdot 2700.00} \Rightarrow$$

$$F_x = 3655.13 \text{ Nt}$$

$$M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16} = \frac{3 \cdot 3655.13 \cdot 1100.00}{16} = 753871.25 \text{ Nt} \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{753871.25}{11800.00} = 63.89 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

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

$$F_y = \frac{k_1 * g_n * (Q * y_Q + P * y_P)}{n * h/2} = \frac{2.00 * 9.81 * (600.00 * 0.00 + 600.00 * 58.33)}{2 * 2700.00 / 2} \Rightarrow$$

$$F_y = 254.33 \text{ Nt}$$

$$M_x = \frac{3 * F_y * l}{16} = \frac{3 * 254.33 * 1100.00}{16} = 52456.25 \text{ Nt} * \text{mm}$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{52456.25}{14500.00} = 3.62 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

### 5.1.2 Λυγισμός

Επειδή έχουμε βαλβίδα ασφαλείας, και όχι συσκευή αρπάγης  $F_k = 0$

$$F_k = \frac{k_1 * g_n * (Q + P)}{n} = \frac{2.00 * 9.81 * (600.00 + 600.00)}{2} = 11772.00 \text{ Nt}$$

$$\sigma_{Gk} = \frac{(F_k + k_3 * M) * \omega}{A} = \frac{(11772.00 + 0.000 * 0.000) * 1.306}{1570.00} = 9.79 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

### 5.1.3. Συνδυασμένη τάση

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 67.51 = 3.62 + 63.89 \leq 205.00 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_k + k_3 * M}{A} \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 75.00 = 67.51 + \frac{11772.00 + 0.000 * 0.000}{1570.00} \leq 205.00 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

$$\sigma_c = \sigma_k + 0.9 * \sigma_m \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 70.55 = 9.79 + 0.9 * 67.51 \leq 205.00 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

### 5.1.4. Κάμψη αρμοκαλύπτρας

Πάχος σύνδεσης αρμοκαλύπτρας με λάμα  $c = 10.00 \text{ mm}$

Ροπή αδράνειας ως προς άξονα x  $J_x = 596000.00 \text{ mm}^4$

Ροπή αδράνειας ως προς άξονα y  $J_y = 525000.00 \text{ mm}^4$

$$\sigma_f = \frac{1.85 * F_x}{c^2} \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 67.62 = \frac{1.85 * 3655.13}{10.00^2} \leq 205.00 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

### 5.1.5. Βέλη κάμψης

$$\delta_x = 0.7 * \frac{F_x * l^3}{48 * E * J_y} \leq \delta_{\text{επ}} \Rightarrow 0.656 = 0.7 * \frac{3655.13 * 1100.00^3}{48 * 206010 * 525000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 0.7 * \frac{F_y * l^3}{48 * E * J_x} \leq \delta_{\text{επ}} \Rightarrow 0.040 = 0.7 * \frac{254.33 * 1100.00^3}{48 * 206010 * 596000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

## 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:

$$F_x = \frac{k_2 * g_n * (Q * (x_Q - x_S) + P * (x_P - x_S))}{n * h} =$$

$$\frac{1.2 * 9.81 * (600.00 * (1025.00 - 0.00) + 600.00 * (651.67 - 0.00))}{2 * 2700.00} = 2193.08 \text{ Nt}$$

Η απόλυτη τιμή της τάσης κάμψης είναι  $F_x = 2193.08 \text{ Nt}$

$$M_y = \frac{3 * F_x * l}{16} = \frac{3 * 2193.08 * 1100.00}{16} = 452322.75 \text{ Nt * mm}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{452322.75}{11800.00} = 38.33 \text{ Nt / mm}^2$$

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

$$F_y = \frac{k_2 * g_n * (Q * (y_Q - y_S) + P * (y_P - y_S))}{n * h/2} =$$

$$\frac{1.2 * 9.81 * (600.00 * (0.00 - 0.00) + 600.00 * (58.33 - 0.00))}{2 * 2700.00 / 2} = 152.60 \text{ Nt}$$

Η απόλυτη τιμή της τάσης κάμψης είναι  $F_x = 152.60 \text{ Nt}$

$$M_x = \frac{3 * F_y * l}{16} = \frac{3 * 152.60 * 1100.00}{16} = 31473.75 \text{ Nt * mm}$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{31473.75}{14500.00} = 2.17 \text{ Nt / mm}^2$$

## 5.2.2. Λυγισμός

Σε κανονική χρήση δεν εμφανίζεται λυγισμός.

## 5.2.3. Συνδυασμένη τάση

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 40.503 = 2.17 + 38.33 \leq 165.000 \text{ Nt / mm}^2$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 * M}{A} \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 40.503 = 40.503 + \frac{0.000 * 0.000}{1570.00} \leq 165.000 \text{ Nt / mm}^2$$

## 5.2.4. Κάμψη αρμοκαλύπτρας

$$\sigma_F = \frac{1.85 * F_x}{c^2} \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 40.57 = \frac{1.85 * 2193.08}{10.00^2} \leq 165.000 \text{ Nt / mm}^2$$

## 5.2.5. Βέλη κάμψης

$$F_x * l^3 \quad 2193.08 * 1100.00^3$$

$$\delta_x = 0.7 * \frac{F_y * I^3}{48 * E * J_y} \leq \delta_{\text{επ}} \Rightarrow 0.394 = 0.7 * \frac{152.60 * 1100.00^3}{48 * 206010 * 525000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 0.7 * \frac{F_x * I^3}{48 * E * J_x} \leq \delta_{\text{επ}} \Rightarrow 0.024 = 0.7 * \frac{152.60 * 1100.00^3}{48 * 206010 * 596000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

### 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:

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

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

$$\frac{9.81 * 600.00 * (651.67 - 0.00) + 2354.40 * (850.00 - 0.00)}{2 * 2700.00} = 1080.92 \text{ Nt}$$

Η απόλυτη τιμή της τάσης κάμψης είναι  $F_x = 1080.92 \text{ Nt}$

$$M_y = \frac{3 * F_x * I}{16} = \frac{3 * 1080.92 * 1100.00}{16} = 222939.06 \text{ Nt * mm}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{222939.06}{11800.00} = 18.89 \text{ Nt / mm}^2$$

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

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

$$\frac{9.81 * 600.00 * (58.33 - 0.00) + 2354.40 * (700.00 - 0.00)}{2 * 2700.00 / 2} = 737.57 \text{ Nt}$$

Η απόλυτη τιμή της τάσης κάμψης είναι  $F_x = 737.57 \text{ Nt}$

$$M_x = \frac{3 * F_y * I}{16} = \frac{3 * 737.57 * 1100.00}{16} = 152123.13 \text{ Nt * mm}$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{152123.13}{14500.00} = 10.49 \text{ Nt / mm}^2$$

#### 5.3.2. Λυγισμός

Σε κανονική χρήση δεν εμφανίζεται λυγισμός.

#### 5.3.3. Συνδυασμένη τάση

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 29.384 = 10.49 + 18.89 \leq 165.000 \text{ Nt / mm}^2$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 * M}{A} \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 29.384 = 29.384 + \frac{0.000 * 0.000}{1570.00} \leq 165.000 \text{ Nt / mm}^2$$



## 5.3.4. Κάμψη αρμοκαλύπτρας

$$\sigma_f = \frac{1.85 * F_x}{c^2} \leq \sigma_{\varepsilon\pi} \Rightarrow 20.00 = \frac{1.85 * 1080.92}{10.00^2} \leq 165.000 \text{ Nt / mm}^2$$

## 5.3.5. Βέλη κάμψης

$$\delta_x = 0.7 * \frac{F_x * I^3}{48 * E * J_y} \leq \delta_{\varepsilon\pi} \Rightarrow 0.194 = 0.7 * \frac{1080.92 * 1100.00^3}{48 * 206010 * 525000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 0.7 * \frac{F_y * I^3}{48 * E * J_x} \leq \delta_{\varepsilon\pi} \Rightarrow 0.117 = 0.7 * \frac{737.57 * 1100.00^3}{48 * 206010 * 596000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

**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:

$$F_x = \frac{k_1 * g_n * (Q * x_Q + P * x_P)}{n * h} = \frac{2.00 * 9.81 * (600.00 * 850.00 + 600.00 * 651.67)}{2 * 2700.00} \Rightarrow$$

$$F_x = 3273.63 \text{ Nt}$$

$$M_y = \frac{3 * F_x * I}{16} = \frac{3 * 3273.63 * 1100.00}{16} = 675186.88 \text{ Nt * mm}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{675186.88}{11800.00} = 57.22 \text{ Nt / mm}^2$$

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

$$F_y = \frac{k_1 * g_n * (Q * y_Q + P * y_P)}{n * h/2} = \frac{2.00 * 9.81 * (600.00 * 137.50 + 600.00 * 58.33)}{2 * 2700.00 / 2} \Rightarrow$$

$$F_y = 853.83 \text{ Nt}$$

$$M_x = \frac{3 * F_y * I}{16} = \frac{3 * 853.83 * 1100.00}{16} = 176103.13 \text{ Nt * mm}$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{176103.13}{14500.00} = 12.15 \text{ Nt / mm}^2$$

## 5.1.2 Λυγισμός

Επειδή έχουμε βαλβίδα ασφαλείας, και όχι συσκευή αρπάγης  $F_k = 0$

$$F_k = \frac{k_1 * g_n * (Q + P)}{n} = \frac{2.00 * 9.81 * (600.00 + 600.00)}{2} = 11772.00 \text{ Nt}$$

$$\sigma_{Gk} = \frac{(F_k + k_3 * M) * \omega}{A} = \frac{(11772.00 + 0.000 * 0.000) * 1.306}{1570.00} = 9.79 \text{ Nt / mm}^2$$

### 5.1.3. Συνδυασμένη τάση

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{\varepsilon\pi\pi} \Rightarrow 69.36 = 12.15 + 57.22 \leq 205.00 \text{ Nt / mm}^2$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_k + k_3 * M}{A} \leq \sigma_{\varepsilon\pi\pi} \Rightarrow 76.86 = 69.36 + \frac{11772.00 + 0.000 * 0.000}{1570.00} \leq 205.00 \text{ Nt / mm}^2$$

$$\sigma_c = \sigma_k + 0.9 * \sigma_m \leq \sigma_{\varepsilon\pi\pi} \Rightarrow 72.22 = 9.79 + 0.9 * 69.36 \leq 205.00 \text{ Nt / mm}^2$$

### 5.1.4. Κάμψη αρμοκαλύπτρας

Πάχος σύνδεσης αρμοκαλύπτρας με λάμα  $c = 10.00 \text{ mm}$

Ροπή αδράνειας ως προς άξονα  $x$   $J_x = 596000.00 \text{ mm}^4$

Ροπή αδράνειας ως προς άξονα  $y$   $J_y = 525000.00 \text{ mm}^4$

$$\sigma_f = \frac{1.85 * F_x}{c^2} \leq \sigma_{\varepsilon\pi\pi} \Rightarrow 60.56 = \frac{1.85 * 3273.63}{10.00^2} \leq 205.00 \text{ Nt / mm}^2$$

### 5.1.5. Βέλη κάμψης

$$\delta_x = 0.7 * \frac{F_x * l^3}{48 * E * J_y} \leq \delta_{\varepsilon\pi\pi} \Rightarrow 0.588 = 0.7 * \frac{3273.63 * 1100.00^3}{48 * 206010 * 525000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 0.7 * \frac{F_y * l^3}{48 * E * J_x} \leq \delta_{\varepsilon\pi\pi} \Rightarrow 0.135 = 0.7 * \frac{853.83 * 1100.00^3}{48 * 206010 * 596000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

## 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:

$$F_x = \frac{k_2 * g_n * (Q * (x_Q - x_S) + P * (x_P - x_S))}{n * h} = \frac{1.2 * 9.81 * (600.00 * (850.00 - 0.00) + 600.00 * (651.67 - 0.00))}{2 * 2700.00} = 1964.18 \text{ Nt}$$

Η απόλυτη τιμή της τάσης κάμψης είναι  $F_x = 1964.18 \text{ Nt}$

$$M_y = \frac{3 * F_x * l}{16} = \frac{3 * 1964.18 * 1100.00}{16} = 405112.12 \text{ Nt * mm}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{405112.12}{11800.00} = 34.33 \text{ Nt / mm}^2$$

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

$$F_y = \frac{k_2 * g_n * ( Q * (y_Q - y_S) + P * (y_P - y_S) )}{n * h/2} = \frac{1.2 * 9.81 * ( 600.00 * ( 137.50 - 0.00 ) + 600.00 * ( 58.33 - 0.00 ) )}{2 * 2700.00 / 2} = 512.30 \text{ Nt}$$

Η απόλυτη τιμή της τάσης κάμψης είναι  $F_x = 512.30 \text{ Nt}$

$$M_x = \frac{3 * F_y * l}{16} = \frac{3 * 512.30 * 1100.00}{16} = 105661.88 \text{ Nt * mm}$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{105661.88}{14500.00} = 7.29 \text{ Nt / mm}^2$$

### 5.2.2. Λυγισμός

Σε κανονική χρήση δεν εμφανίζεται λυγισμός.

### 5.2.3. Συνδυασμένη τάση

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 41.619 = 7.29 + 34.33 \leq 165.000 \text{ Nt / mm}^2$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 * M}{A} \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 41.619 = 41.619 + \frac{0.000 * 0.000}{1570.00} \leq 165.000 \text{ Nt / mm}^2$$

### 5.2.4. Κάμψη αρμοκαλύπτρας

$$\sigma_F = \frac{1.85 * F_x}{c^2} \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 36.34 = \frac{1.85 * 1964.18}{10.00^2} \leq 165.000 \text{ Nt / mm}^2$$

### 5.2.5. Βέλη κάμψης

$$\delta_x = 0.7 * \frac{F_x * l^3}{48 * E * J_y} \leq \delta_{\text{επ}} \Rightarrow 0.353 = 0.7 * \frac{1964.18 * 1100.00^3}{48 * 206010 * 525000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 0.7 * \frac{F_y * l^3}{48 * E * J_x} \leq \delta_{\text{επ}} \Rightarrow 0.081 = 0.7 * \frac{512.30 * 1100.00^3}{48 * 206010 * 596000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

## 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:

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

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

$$9.81 * 600.00 * ( 651.67 - 0.00 ) + 2354.40 * ( 850.00 - 0.00 )$$

$$\frac{2 * 2700.00}{16} = 1080.92 \text{ Nt}$$

Η απόλυτη τιμή της τάσης κάμψης είναι  $F_x = 1080.92 \text{ Nt}$

$$M_y = \frac{3 * F_x * l}{16} = \frac{3 * 1080.92 * 1100.00}{16} = 222939.06 \text{ Nt} * \text{mm}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{222939.06}{11800.00} = 18.89 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

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

$$F_y = \frac{g_n * P * (y_p - y_s) + F * (y_i - y_s)}{n * h/2} = \frac{9.81 * 600.00 * (58.33 - 0.00) + 2354.40 * (700.00 - 0.00)}{2 * 2700.00 / 2} = 737.57 \text{ Nt}$$

Η απόλυτη τιμή της τάσης κάμψης είναι  $F_x = 737.57 \text{ Nt}$

$$M_x = \frac{3 * F_y * l}{16} = \frac{3 * 737.57 * 1100.00}{16} = 152123.13 \text{ Nt} * \text{mm}$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{152123.13}{14500.00} = 10.49 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

### 5.3.2. Λυγισμός

Σε κανονική χρήση δεν εμφανίζεται λυγισμός.

### 5.3.3. Συνδυασμένη τάση

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 29.384 = 10.49 + 18.89 \leq 165.000 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 * M}{A} \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 29.384 = 29.384 + \frac{0.000 * 0.000}{1570.00} \leq 165.000 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

### 5.3.4. Κάμψη αρμοκαλύπτρας

$$\sigma_f = \frac{1.85 * F_x}{c^2} \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 20.00 = \frac{1.85 * 1080.92}{10.00^2} \leq 165.000 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

### 5.3.5. Βέλη κάμψης

$$\delta_x = 0.7 * \frac{F_x * l^3}{48 * E * J_y} \leq \delta_{\text{επ}} \Rightarrow 0.194 = 0.7 * \frac{1080.92 * 1100.00^3}{48 * 206010 * 525000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 0.7 * \frac{F_y * l^3}{48 * E * J_x} \leq \delta_{\text{επ}} \Rightarrow 0.117 = 0.7 * \frac{737.57 * 1100.00^3}{48 * 206010 * 596000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

**6. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΡΟΣΚΡΟΥΣΤΗΡΩΝ**

Προσκρουστήρες θαλαμίσκου :

Επιλέγεται προσκρουστήρας τύπου: Συσώρευσης ενέργειας με γραμμικά χαρακτηριστικά

Ελάχιστο απαιτούμενο μήκος διαδρομής S:

$$S = 135 \cdot V_c^2 = 135 \cdot 0.5^2 = 33.75 \text{ mm}$$

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

Αριθμός προσκρουστήρων  $n = 1$

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

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

$$\Rightarrow 2.5 \cdot (600+600+14.01) / 1 < f_m < 4 \cdot (600+600+14.01) / 1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 3035.02 \text{ kg} < f_m < 4856.03 \text{ kg}$$

Λιβαδειά 21 / 09 / 2016  
Συντάχθηκε

Λιβαδειά 21 / 09 / 2016  
Θεωρήθηκε

Χατζόπουλος Παρασκευάς  
Ηλεκτρολόγος Μηχανικός

Νταλιάνης Χρήστος  
Τοπογράφος Μηχανικός

**ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΓΚ/ΣΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ**

Φορέας	: Δήμος Λεβαδέων
	:
	:
Έργο	: ΑΠΟΠΕΡΑΤΩΣΗ ΤΗΣ ΑΙΘΟΥΣΑΣ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ : ΜΕΡΙΚΗ ΑΝΑΔΙΑΡΡΥΘΜΙΣΗ ΣΤΟ ΥΠΑΡΧΟΝ ΚΤΙΡΙΟ ΣΤΗ ΘΕΣΗ : ΤΗΣ ΥΠΟ ΚΑΤΑΡΓΗΣΗ ΑΠΧ ΤΟΥ 6ου ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ : ΛΙΒΑΔΕΙΑΣ
Θέση	: Οδός Βαγιών Λιβαδειά
	:
Ημερομηνία	: 21-09-2016
Μελετητές	: Χατζόπουλος Παρασκευας : Ηλεκτρολόγος Μηχανικός
ΑΡΙΘΜ ΜΕΛΕΤΗΣ	: 152/2016
	:
Παρατηρήσεις	:
	:

**1. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ - ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ**

Κατά τη σύνταξη της μελέτης τηρήθηκαν οι αντίστοιχοι κανονισμοί για την εγκατάσταση και λειτουργία ανελκυστήρων προσώπων και φορτίων και ειδικότερα τις Αποφ-3899/253/Φ.9.2/02 "Ανελκυστήρες, εγκατάσταση, λειτουργία, συντήρηση και Ασφάλεια" (ΦΕΚ 291/Β/8-3-02) και Αποφ-Φ.9.2/32803/1308/97 "Κατασκευή και λειτουργία Ανελκυστήρων" (ΦΕΚ 815/Β/11-9-97) καθώς και τα πρότυπα "ΕΛΟΤ EN 81.2: Κανόνες ασφάλειας για την κατασκευή και εγκατάσταση ανελκυστήρων προσώπων και φορτίων μέρος 2 : ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ".

**2. ΕΜΒΟΛΟ**

Το έμβολο είναι κατασκευασμένο από χαλυβδοσωλήνα άνευ ραφής ενισχυμένου τοιχώματος, για αντοχή στις διάφορες καταπονήσεις που δέχεται καθώς επίσης και στη πίεση του λαδιού. Είναι τoρνιρισμένο και ρεκτιφιαρισμένο, παρουσιάζει απόλυτα λεία επιφάνεια, για την καλή λειτουργία των στεγανοποιητικών στοιχείων καθώς και εκείνων της έδρασης (κουζινέτων). Εναλλακτικά χρησιμοποιούμε και άξονες massif αντί χαλυβδοσωλήνα, για υψηλότερες αντοχές με μικρότερες διατομές.

Προδιαγραφές εμβόλου: Είναι σωλήνας άνευ ραφής, υλικού ST37 κατά DIN 2448/1629 με βεβαίωση χυτηρίου όσον αφορά την σύσταση κατά DIN 50049/2.2, βεβαίωση δοκιμής εμβόλου 100 Bar και ανοχές διαμέτρου το πολύ 75 μικρά, που κατά περίπτωση μεταβάλλονται.

**3. ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ**

Ο κύλινδρος είναι και αυτός κατασκευασμένος από χαλυβδοσωλήνα άνευ ραφής ικανού πάχους για την αντοχή σε πίεση και τις λοιπές συνθήκες λειτουργίας. Το κάτω άκρο του εμβόλου είναι ταπωμένο με σιδηρά φλάντζα και έχει συγκολλημένο σιδερένιο δακτύλιο για να μην είναι δυνατή η έξοδος του από τον κύλινδρο.

Το κάτω άκρο του κυλίνδρου είναι κλειστό με σιδερένια φλάντζα και έχει προσαρμοσμένη κωνική προεξοχή για το σωστό κεντράρισμα του εμβόλου μέσα στον κύλινδρο. Στο πάνω άκρο του κυλίνδρου είναι προσαρμοσμένη διακοχλιώσεως η κεφαλή η οποία φέρει 2 δακτυλίους οδηγίσεως για το έμβολο. Η στεγανότητα επιτυγχάνεται με μια τσιμούχα υψηλής πίεσης, η δε είσοδος ξένων σωμάτων κατά την επιστροφή του εμβόλου εμποδίζεται με μια ξύστρα.

Στο πάνω μέρος του κυλίνδρου υπάρχει ένας εξαεριστήρας για περιοδική εξαέρωση και επιπλέον για τη συλλογή του λαδιού που στραγγίζεται από την επιφάνεια του εμβόλου κατά την κάθοδο του η διαφεύγει από τους δακτυλίους στεγανότητας, υπάρχει ειδική λεκάνη περισυλλογής λαδιού. Το συλλεγόμενο λάδι με πλαστική σωλήνα οδηγείται στη δεξαμενή λαδιού. Στο σημείο τροφοδοσίας του κυλίνδρου, που είναι ταυτοχρόνως η είσοδος και η έξοδος λαδιού σε περίπτωση υπερτάχυνσης του θαλάμου κατά την κάθοδο, π.χ. διαρροές στο σωλήνα τροφοδοσίας η και θραύση. Μεταξύ κυλίνδρου και εμβόλου υπάρχει αρκετό διάκενο για την άνετη ροή του λαδιού.

Οι προδιαγραφές του υλικού του κυλίνδρου είναι όμοιες με του εμβόλου. Εσωτερικά είναι καθαρισμένος αλλά όχι τορνιαρισμένος η ρεκτιφιαρισμένος.

Προδιαγραφές μεταλλικών εξαρτημάτων: Υλικό ST37 DIN 2449/1629.

Προδιαγραφές δακτυλίων οδήγησης: Υλικά PTFE / Bronze

#### **4. ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ**

Ο Γενικός Πίνακας κινήσεως θα τοποθετηθεί στο μηχανοστάσιο κοντά στην είσοδο και θα συνοδεύεται με όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα.

Ο πίνακας φωτισμού θα τοποθετηθεί δίπλα στον Γενικό Πίνακα με όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα. Θα έχει μετασχηματιστή 220/42 για τον φωτισμό του θαλάμου. Ο πίνακας χειρισμού θα τοποθετηθεί σε κλειστό μεταλλικό κιβώτιο και θα περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα όργανα. Τα χειριστήρια θα έχουν τις κατάλληλες επαφές και όλες τις απαιτούμενες φωτεινές ενδείξεις.

#### **5. ΕΛΕΓΧΟΣ - ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ**

Ο έλεγχος και οι δοκιμές παραλαβής θα γίνουν από αρμόδια πρόσωπα (ΕΛΟΤ EN81.1 παράγραφος 16.1).

Ο ανελκυστήρας θα υπόκειται σε τακτικό έλεγχο και συντήρηση από εξουσιοδοτημένο άτομο, σύμφωνα με τους κανονισμούς (ΒΔ. 37/23.12.65 άρθρα 20,26, ΕΛΟΤ EN 81.1 Παράρτημα Ε. α). Οποιοσδήποτε μετατροπές που θα γίνονται μετά την παράδοση του ανελκυστήρα πρέπει να μελετώνται, αποφασίζονται και κατασκευάζονται μόνο από αρμόδια πρόσωπα και να αναγράφονται στο τεχνικό μέρος του μητρώου η του φακέλου του ανελκυστήρα (ΕΛΟΤ EN 81.1 παραγ. Ε.2).

Θα πρέπει υποχρεωτικά να υπάρχει μητρώο που ενημερώνεται συνέχεια και θα περιέχει τεχνικά και χρονολογικά στοιχεία για όλες τις διαδικασίες τοποθέτησης η αντικατάστασης στοιχείων του ανελκυστήρα. ( ΕΛΟΤ EN 81.1 παραγρ. 16.2.)

Αλλαγές ή τροποποιήσεις σε όσα αναφέρονται παραπάνω μπορούν να γίνουν μόνο μετά από την γραπτή έγκριση του μελετητή.

Λιβαδειά 23 / 05 / 2017  
Συντάχθηκε

Λιβαδειά 23 / 05 / 2017  
Θεωρήθηκε

Χατζόπουλος Παρασκευάς  
Ηλεκτρολόγος Μηχανικός

Νταλιάνης Χρήστος  
Τοπογράφος Μηχανικός