

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

# **ΜΕΛΕΤΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΑΣ 5 ΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ 8 ΑΤΟΜΩΝ**



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΝΤΡΕΜΠΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ  
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ**

**ΠΑΤΡΑ 2010**

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στο τμήμα μηχανολογίας του τεχνολογικού εκπαιδευτικού ιδρύματος Πάτρας και αναφέρεται στην εγκατάσταση υδραυλικού ανελκυστήρα προσώπων σε κτίριο κατοικιών και συγκεκριμένα σε ανελκυστήρα 8 ατόμων και 5 στάσεων. Δεν υπάρχει αμφισβήτηση πως η συμβολή του ανελκυστήρα σαν εφεύρεση, στην διευκόλυνση των ανθρώπινων αναγκών είναι τεράστια.

Στα πλαίσια της εργασίας αυτής θα διερευνήσουμε βασικές έννοιες και στοιχεία σχεδιασμού τόσο των υδραυλικών όσο και των ηλεκτροκίνητων ανελκυστήρων. Στη συνέχεια θα εξετάσουμε πιο εμπειριστατωμένα τους υδραυλικούς ανελκυστήρες, παραθέτοντας και συγκεκριμένη μελέτη υδραυλικού ανελκυστήρα προσώπων κτιρίου κατοικιών με 8 άτομα και 5 στάσεις.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ. Γιαννόπουλο Ανδρέα Αναπληρωτή καθηγητή του τμήματος Μηχανολογίας για την πολύτιμη καθοδήγηση που μου παρείχε ώστε να εκπονηθεί η εργασία αυτή.

Ντρέμπος Δημήτριος  
Νοέμβριος 2010

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Με την εργασία αυτή εξετάζεται ο ανελκυστήρας ως μέσο μεταφοράς και ειδικότερα γίνεται μελέτη εγκατάστασης υδραυλικού ανελκυστήρα προσώπων σε κτίριο κατοικιών 5 στάσεων και 8 ατόμων.

Στο πρώτο κεφάλαιο εκτός από κάποιες εισαγωγικές παρατηρήσεις διεξάγεται ιστορική αναδρομή της εξέλιξης των ανελκυστήρων από την αρχαιότητα ως τις μέρες μας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο προσδιορίζονται βασικές έννοιες και στοιχεία σχεδιασμού των ανελκυστήρων. Γίνεται αναφορά στα κύρια μέρη της εγκατάστασής τους και στην συνέχεια περιγράφονται αναλυτικά ο εξοπλισμός τους τόσο για υδραυλικούς όσο και για ηλεκτροκίνητους ανελκυστήρες.

Το τρίτο κεφάλαιο περιλαμβάνει λεπτομερή περιγραφή των στοιχείων που απαρτίζουν έναν υδραυλικό ανελκυστήρα. Επιπρόσθετα γίνεται σύγκριση των δύο ειδών ανελκυστήρων που αναφέραμε στο προηγούμενο κεφάλαιο και παράλληλα περιγράφεται η αρχή πάνω στην οποία βασίζεται η λειτουργία του υδραυλικού ανελκυστήρα. Στη συνέχεια θα γίνει ανάλυση των βασικών ηλεκτρομηχανολογικών στοιχείων ενός υδραυλικού ανελκυστήρα όπως το φρεάτιο, το μηχανοστάσιο, ο θάλαμος καθώς και τα μέσα και οι τύποι ανάρτησης. Ακολουθεί η περιγραφή της μονάδος ισχύος ενός υδραυλικού ανελκυστήρα όπως αυτή απαρτίζεται από το δοχείο λαδιού, τον ηλεκτρικό κινητήρα, την αντλία και το συγκρότημα βαλβίδων. Επίσης ιδιαίτερη σημασία δίνεται και στο συγκρότημα εμβόλου – κυλίνδρου.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μελέτη υδραυλικού ανελκυστήρα προσώπων σε κτίριο κατοικιών 5 στάσεων και 8 ατόμων με υπολογισμό όλων των στοιχείων του ανελκυστήρα. Αρχικά γίνεται πλήρης αναφορά στα κατασκευαστικά δεδομένα και στη συνέχεια διεξάγονται υπολογισμοί όσο αφορά τα ακόλουθα:

- Ø Συγκρότημα εμβόλων – κυλίνδρων
- Ø Αγωγού τροφοδοσίας
- Ø Μονάδος ισχύος
- Ø Συρματόσχοινων
- Ø Προσκρουστήρων

Στα πλαίσια υπολογισμού των οδηγών εξετάζονται ειδικές περιπτώσεις μετατόπισης φορτίου του ανελκυστήρα. Στο τελευταίο τμήμα του κεφαλαίου αυτού δίνεται λεπτομερώς η τεχνική περιγραφή της εγκατάστασης του συγκεκριμένου υδραυλικού ανελκυστήρα.

Στο πέμπτο κεφάλαιο περιγράφεται το νομοθετικό πλαίσιο μέσα στο οποίο προσδιορίζεται η εγκατάσταση και η λειτουργία των ανελκυστήρων. Αναφέρονται οι αρμοδιότητες και οι υποχρεώσεις του συνεργείου συντήρησης ενός ανελκυστήρα, η αναγκαιότητα περιοδικών ελέγχων του ανελκυστήρα, ο έλεγχος πριν την εγκατάσταση καθώς και ο έλεγχος που πρέπει να διεξαχθεί μετά από τυχόν ατύχημα. Τέλος δίνεται μία σειρά περιπτώσεων που οδηγούν σε τερματισμό της λειτουργίας του ανελκυστήρα.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	1
1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ .....	1
2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ .....	3
2.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	3
2.2 ΚΥΡΙΑ ΜΕΡΗ ΜΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.....	4
2.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΑΝΑ ΕΙΔΟΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ.....	4
2.3.1 Υδραυλικοί ανελκυστήρες .....	4
2.3.2 Ηλεκτροκίνητοι ανελκυστήρες.....	7
3. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ.....	11
3.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	11
3.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΩΝ ΚΑΙ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ (πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα) .....	12
3.2.1 Πλεονεκτήματα .....	12
3.2.2 Μειονεκτήματα .....	13
3.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.....	15
3.4 ΒΑΣΙΚΑ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ .....	17
3.4.1 Τα βασικά μέρη μιας εγκατάστασης υδραυλικού ανελκυστήρα.....	17
3.4.2 Στοιχεία κατασκευής φρεατίου.....	17
3.4.3 Στοιχεία κατασκευής μηχανοστασίου.....	18
3.4.4 Θάλαμος.....	19
3.4.5 Μέσα και τύποι ανάρτησης.....	21
3.5 ΜΟΝΑΔΑ ΙΣΧΥΟΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ.....	25
3.5.1 Δοχείο λαδιού.....	26
3.5.2 Ο ηλεκτρικός κινητήρας.....	28
3.5.3 Η αντλία.....	29
3.5.4 Το συγκρότημα βαλβίδων .....	30
3.5.5 Η βαλβίδα blain.....	31
3.6 ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΕΜΒΟΛΟΥ – ΚΥΛΙΝΔΡΟΥ .....	36
3.6.1 Ο κύλινδρος .....	36
3.6.2 Το έμβολο.....	37
3.6.3 Η βαλβίδα ασφαλείας.....	38
4. ΜΕΛΕΤΗ.....	40
5. Νομοθεσία .....	62
5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	62
5.2 ΑΔΕΙΑ – ΑΡΜΟΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΙΣ ΣΥΝΕΡΓΕΙΟΥ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ .....	64
5.3 ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΕΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ.....	65
5.3.1 Έλεγχοι και δοκιμές πριν την εγκατάσταση του ανελκυστήρα.....	66
5.3.2 Περιοδικοί έλεγχοι και έλεγχοι δοκιμές μετά από τροποποίηση ή ατύχημα.....	66
5.4 ΔΙΑΚΟΠΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ .....	67
5.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	68
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	69

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Είναι σαφές πως τα τελευταία χρόνια ο τομέας των μεταφορών απασχολεί την κοινωνία μας ολοένα και περισσότερο. Στην ομάδα των χερσαίων μέσων μεταφοράς εκτός από το αυτοκίνητο, το δίκυκλο, το λεωφορείο και το τρένο συγκαταλέγεται και ο ανελκυστήρας. Στο κεφάλαιο αυτό θα κάνουμε μία ιστορική ανασκόπηση των ανελκυστήρων και θα καταλήξουμε στην σημερινή τους μορφή. Ανελκυστήρας είναι εκείνη η εγκατάσταση που χρησιμοποιείται για την ανύψωση προσώπων ή πραγμάτων. Πρόκειται ουσιαστικά για ένα θάλαμο που κινείται κατακόρυφα μέσα σε ένα φρεάτιο και μεταφέρει φορτίο. Στις μέρες μας έχει επικρατήσει και ο όρος «ασανσέρ» για τους ανελκυστήρες πολυώροφων κτιρίων . Αναμφισβήτητα μία σύγχρονη πόλη δεν θα είχε τη σημερινή της μορφή χωρίς την ύπαρξη ανελκυστήρων. Μπορούμε να καταλάβουμε την σημαντικότητα της εφεύρεσης αυτής αν αναλογισθούμε πως οι ανελκυστήρες στις μέρες μας μεταφέρουν ανά 72 ώρες, αριθμό ατόμων ίσο με τον πληθυσμό όλου του πλανήτη. Είναι εμφανές πως ψηλά κτίρια όπως γραφεία, ξενοδοχεία πολυκατοικίες και γενικότερα όλα όσα έφτιαξε ο άνθρωπος στη διάρκεια του 20<sup>ου</sup> και 21<sup>ου</sup> αιώνα δεν θα ήταν εύκολο να κατασκευαστούν, χωρίς τη βοήθεια του ανελκυστήρα .

## 1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Από την αρχαιότητα ο άνθρωπος χρησιμοποίησε διάφορους τρόπους ανέλκυσης εκμεταλλευόμενος κάθε μορφή ενέργειας, καθώς η ανάγκη αυτή υπήρχε όσο υπήρχε και ο πολιτισμός. Κατά τη διάρκεια του 7<sup>ου</sup> αιώνα π.Χ. χρησιμοποιούσαν μεγάλες τροχαλίες τυμπάνου, χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ο πύργος της Βαβέλ. Από το 2700 π.Χ. οι Αιγύπτιοι κατάφεραν να εκμεταλλευτούν το επικλινές έδαφος και να μεταφέρουν μεγάλες πέτρες ώστε να φτιάξουν τις πυραμίδες. Πολύ αργότερα το 250 π.Χ. στην Αρχαία Ρώμη εμφανίστηκαν οι πρώτοι χειροκίνητοι ανελκυστήρες. Είχαν κατασκευάσει πλατφόρμες οι οποίες ανέβαιναν ψηλά με τη χρήση σχοινιών, και τις χρησιμοποιούσαν σε διάφορα θεάματα. Το 236 π.Χ. ο Αρχιμήδης ανακάλυψε την χρήση του ατέρμονου κοχλία γνωστού ως υδρόβιδα, που εξακολουθεί να αποτελεί αρχή της μηχανικής μέχρι και σήμερα. Ακολουθεί το Θιβέτ και τα Μετέωρα όπου με αυτοσχέδιους ανελκυστήρες, καλάθια ανέβαζαν φορτία σε μεγάλα ύψη. Στην περίπτωση όμως που το σχοινί θα έσπαγε, τα αποτελέσματα θα ήταν τραγικά . Μέχρι τον 18<sup>ο</sup> αιώνα η μορφή του ανελκυστήρα είχε εξελιχθεί σημαντικά. Το 1743 μάλιστα ο Λουδοβίκος ΙΕ είχε στα προσωπικά του διαμερίσματα στις Βερσαλλίες ανελκυστήρα με αντίβαρο . Στη Γερμανία χρησιμοποιούσαν αμοιβαίες ράβδους για να ανεβοκατεβαίνουν οι ανθρακωρύχοι στα έγκατα της γης. Το 1846 έχουμε τον πρώτο υδραυλικό ανελκυστήρα που λειτούργησε με πίεση νερού.

Έως εδώ μιλήσαμε για περισσότερο πρωτόγονες μορφές ανέλκυσης. Σιγά - σιγά οι ανθρώπινες ανάγκες οδήγησαν στην δημιουργία σύγχρονου ανελκυστήρα, ο οποίος αποτελείται από θάλαμο που κυλά μεταξύ δύο οδηγών και είναι αναρτημένος σε συρματόσχοινα ή είναι συγκρατημένος από ένα ή δύο πιστόνια . Το 1853 λοιπόν στην Νέα Υόρκη δημιουργείται ο πρώτος ανελκυστήρας που αποκλείει την περίπτωση της ελεύθερης πτώσης από τον Elisha Otis. Λίγα χρόνια μετά, το 1857

εγκαταστάθηκε ο πρώτος ανελκυστήρας που ήταν κατάλληλος για χρήση από άνθρωπο. Ο συγκεκριμένος λειτουργούσε με κάρβουνο και ειδικότερα με τη βοήθεια ατμομηχανής μέσω μιας σειράς από άξονες και ιμάντες. Μετέπειτα το 1870 έχουμε σε λειτουργία τον πρώτο υδραυλικό ανελκυστήρα ενώ το 1880 στη Γερμανία κατασκευάστηκε από τον Werner von Siemens ο πρώτος ηλεκτροκίνητος ανελκυστήρας με ηλεκτρικό μοτέρ όπου και το 1889 τέθηκε σε λειτουργία. Στη συνέχεια γύρω στο 1903 λειτούργησε ο ανελκυστήρας με τροχαλία τριβής και αντίβαρο δηλαδή στη μορφή που υφίσταται και σήμερα. Πλέον οι ανελκυστήρες έχουν τελειοποιηθεί και πέρα από τη καθιερωμένη τους χρήση, τους συναντάμε και σε διάφορες εξειδικευμένες κατασκευές καθώς και με πολλές τροποποιήσεις. Βασικό στοιχείο είναι η όσο το δυνατό εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας και αυτό επιδιώκεται μέσα από τις νέες τεχνολογίες. Γενικότερα η διάρκεια ζωής τους θα πρέπει να προβλέπεται στα 25 μέχρι και 40 χρόνια και για αυτό επιδιώκεται συνεχής εξέλιξη.

## 2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

### 2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Ανάλογα με την χρήση που προβλέπεται να έχει ένας ανελκυστήρας αλλά και τις αρχές λειτουργίας τους διακρίνονται σε κατηγορίες. Έχουμε λοιπόν

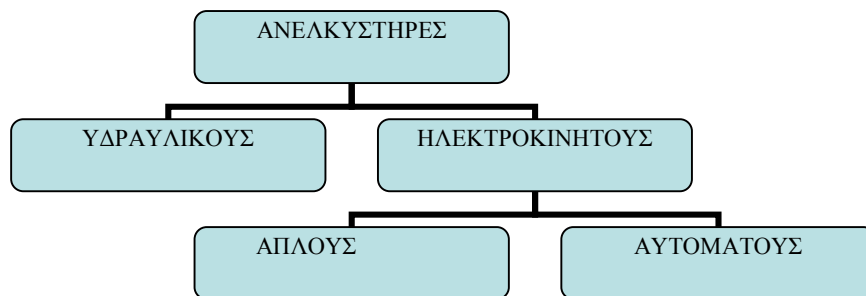
- Υδραυλικούς
- Ηλεκτροκίνητους

Ανάλογα με το είδος του φορτίου χωρίζονται σε

- ατόμων,
- φορτίων και
- Φορείων.

Ενώ αναλόγως του αριθμού ταχυτήτων κίνησης του θαλάμου διακρίνονται σε

- μία ταχύτητας
- δύο ταχυτήτων
- συνεχώς μεταβαλλόμενης ταχύτητας ανελκυστήρες .



Ανάλογα με τον τρόπο κίνησης του ανελκυστήρα διακρίνονται οι δύο παραπάνω κατηγορίες. Οι απλοί ηλεκτροκίνητοι ανελκυστήρες δεν έχουν μνήμη κλήσεων στον πίνακα χειρισμού σε αντίθεση με τους αυτόματους.

Επιπλέον ανάλογα με το σύστημα βάσει του οποίου λειτουργεί μία εγκατάσταση διαχωρίζονται οι ανελκυστήρες σε μεμονωμένους και ομάδες ανελκυστήρων. Το σύστημα καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την αποτελεσματικότητα και το κόστος μιας εγκατάστασης. Η μορφολογία του κτιρίου, οι απαιτήσεις της κίνησης και το κόστος κατασκευής και συντήρησης του ανελκυστήρα αποτελούν ένα φάσμα παραγόντων υπό εξέταση για την επιλογή του κατάλληλου ανελκυστήρα .



Επίσης υπάρχουν κάποια στοιχεία που καθιστούν μία εγκατάσταση ανελκυστήρα άρτια τεχνικά όπως:

- Ø Ικανοποιητική ταχύτητα, χωρίς κλυδωνισμούς
- Ø Αθόρυβη σχετικά λειτουργία
- Ø Ασφάλεια κατά την κίνηση αλλά και κατά την επιβίβαση – αποβίβαση
- Ø Απλή και εύκολη χρήση από οποιονδήποτε (ΑΜΕΑ)
- Ø Ομαλή επιτάχυνση και επιβράδυνση

## **2.2 ΚΥΡΙΑ ΜΕΡΗ ΜΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ**

Τα κύρια μέρη της εγκατάστασης ενός υδραυλικού ανελκυστήρα είναι τα εξής:

- Ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός
- Τη μονάδα ισχύος
- Τα μέσα ανάρτησης
- Τα συστήματα ασφαλείας

Αντίστοιχα, τα κύρια μέρη της εγκατάστασης ενός ηλεκτροκίνητου ανελκυστήρα είναι:

- Ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός
- Ο ανυψωτικός μηχανισμός
- Τα συστήματα ασφαλείας
- Ο ηλεκτρολογικός εξοπλισμός

## **2.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΑΝΑ ΕΙΔΟΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ**

### **2.3.1 Υδραυλικοί ανελκυστήρες**

#### *2.3.1.1 Ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός*

Αναφέρεται στο μηχανοστάσιο, το φρεάτιο και τα στοιχεία κατασκευής του θαλάμου. Το μηχανοστάσιο κατασκευάζεται εκτός του φρεατίου και έχει δική του γραμμή για ηλεκτρική παροχή απευθείας από των κοινόχρηστο πίνακα. Περιλαμβάνει τον μηχανισμό του ανελκυστήρα και τους πίνακες ελέγχου του, τον εξοπλισμό για κλιματισμό καθώς και τους ανιχνευτές πυρκαγιάς. Το φρεάτιο είναι ο χώρος μέσα στον οποίο κινούνται τα μέρη του ανελκυστήρα που έχουν ευθύγραμμη κίνηση και συγκεκριμένα ο θάλαμος, το αντίβαρο ή το βάρος της αντιστάθμισης . Το φρεάτιο έχει πυθμένα, τοιχώματα και οροφή. Η κατασκευή του γίνεται από άκαυστο υλικό και τα τοιχώματα είναι από μπετόν ενώ θα πρέπει να αποτελούν μία λεία και συνεχή επιφάνεια . Ο θάλαμος είναι το μέρος του ανελκυστήρα που μεταφέρει το φορτίο. Αποτελείται από το πλαίσιο και τον κυρίως θάλαμο. Βασικό στοιχείο του θαλάμου είναι η ωφέλιμη επιφάνεια, η οποία πρέπει να συσχετίζεται με το ονομαστικό φορτίο ώστε να μην υπερφορτώνεται ο θάλαμος. Για τους υδραυλικούς ανελκυστήρες η ωφέλιμη επιφάνεια πρέπει να είναι τόση ώστε να μην προκαλείται πίεση κατά 1,4 φορές περισσότερο από την πίεση που έχει μελετηθεί για τον ανυψωτικό μηχανισμό και τις σωληνώσεις .

### 2.3.1.2 Η μονάδα ισχύος

Η μονάδα ισχύος περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία:

- Ø Δοχείο λαδιού
- Ø Συγκρότημα ηλεκτροκινητήρα και της αντλίας
- Ø Συγκρότημα βαλβίδων
- Ø Μανόμετρο

Η μονάδα ισχύος ενός υδραυλικού ανελκυστήρα έχει ως βασικό στοιχείο το δοχείο λαδιού, η οποία είναι κατασκευασμένη από χαλυβδοελάσματα, ώστε να έχει στιβαρότητα. Δεν απαιτείται ειδική κατασκευή για την τοποθέτηση της αλλά γενικά χρησιμοποιείται βάση από ελαστικά στοιχεία με σκοπό την ελαχιστοποίηση των κραδασμών. Στο εσωτερικού του δοχείου πρέπει να υπάρχουν αναδιπλώσεις ώστε να μειώνονται κατά πολύ οι δονήσεις από την ιδιοσυχνότητά του. Η συντήρησή του επιτυγχάνεται με ύπαρξη πολλαπλών καπακιών ενώ το λάδι συντελεί στην ψύξη της μονάδας και την απορρόφηση θορύβων όταν λειτουργεί ο ανελκυστήρας . Το μανόμετρο και το συγκρότημα των βαλβίδων βρίσκεται πάνω στο δοχείο λαδιού. Το συγκρότημα των βαλβίδων αποσκοπεί στην πλήρη καθοδήγηση της πορείας του λαδιού μεταξύ εμβόλου και μονάδας ισχύος. Από την άλλη το συγκρότημα ηλεκτροκινητήρα και αντλίας τοποθετείται μέσα στο δοχείο λαδιού με χρήση αντιδονητικού μηχανισμού που παρουσιάζουν αντοχή στο λάδι και έτσι δεν απαιτείται συντήρηση . Η ισχύ του ηλεκτροκινητήρα του υδραυλικού ανελκυστήρα καλύπτει ένα φάσμα της τάξης από 7.8 k.w έως 78 k.w ενώ η ταχύτητά του είναι στα 2760 έως 2800 rpm . Η αντλία διαθέτει φίλτρο και κινείται με τη βοήθεια ηλεκτροκινητήρα εναλλασσόμενου ρεύματος . Όσο αφορά τις τιμές παροχής που αποδίδουν οι αντλίες, προκύπτουν από ειδικούς πίνακες για συγκεκριμένες συνθήκες λειτουργίας .

### 2.3.1.3 Το έμβολο

Αυτό βρίσκεται στο χώρο του φρεατίου περιβάλλεται από τον κύλινδρο και τοποθετούνται ανάλογα με τον τύπο ανάρτησης του θαλάμου . Είναι κατασκευασμένο από χαλυβδοσωλήνα χωρίς σημεία ραφής ώστε να επιτυγχάνεται υψηλός βαθμός στεγανοποίησης, με ικανοποιητική αντοχή για την παραλαβή του φορτίου λογισμού και τυχόν μικρών πλευρικών καταπονήσεων. Τα έμβολα των υδραυλικών ανελκυστήρων ποικίλουν στην μορφή, μπορεί να είναι είτε σε συνεχή, είτε διαιρούμενα, είτε τηλεσκοπικά.

### 2.3.1.4 Μέσα και τύποι ανάρτησης

Η ανάρτηση σχετίζεται με την στήριξη αλλά και την κίνηση του θαλάμου με τη χρήση του συγκροτήματος εμβόλου – κυλίνδρου. Ωστόσο κάποιες φορές απαιτείται η χρήση συρματοσχοινων καθώς και τροχαλιών, όπως συμβαίνει στους ηλεκτροκίνητους ανελκυστήρες. Γενικά οι τρόποι ανάρτησης στους υδραυλικούς ανελκυστήρες είναι η άμεση και η έμμεση ανάρτηση .

### 2.3.1.5 Τα συστήματα ασφαλείας

Γενικά σε κάθε εγκατάσταση υδραυλικού ανελκυστήρα υπάρχει ένα σύνολο διατάξεων ασφαλείας. Μερικά από τα στοιχεία αυτά είναι τα εξής :

- Ø Η βαλβίδα αντεπιστροφής
- Ø Η βαλβίδα ασφαλείας
- Ø Οι βαλβίδες διεύθυνσης πορείας
- Ø Η βαλβίδα θραύσης
- Ø Ο περιοριστής πίεσης
- Ø Ο περιοριστής παροχής
- Ø Η στρόφιγγα απομόνωσης
- Ø Τα φίλτρα
- Ø Χρονικός διακόπτης

Όλα τα παραπάνω απαιτούνται ώστε να αποφευχθεί ενδεχόμενη επιστροφή του λαδιού μέσω της αντλία στην δεξαμενή, την προστασία του συστήματος από τυχόν αύξηση της πίεσης και υπερθέρμανσης της αντλίας. Η βαλβίδα ασφαλείας συγκεκριμένα κλείνει σε περίπτωση που η ταχύτητα καθόδου του θαλάμου υπερβεί το όριο ταχύτητας αυξημένης κατά 0,3 m/s της ονομαστικής του θαλάμου . Επιπρόσθετα επιτυγχάνεται ισοστάθμιση του θαλάμου και ομαλή εκκίνηση και επιτάχυνση.

## 2.3.2 Ηλεκτροκίνητοι ανελκυστήρες

### 2.3.2.1 Ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός

Βασικά στοιχεία του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού ενός ηλεκτροκίνητου ανελκυστήρα είναι οι χώροι του μηχανοστασίου καθώς και τα μέσα και οι τύποι ανάρτησης του ανελκυστήρα.

Στο μηχανοστάσιο εναποθέτονται η βαρουλκός μηχανή με τον ηλεκτροκινητήρα, τα συστήματα ασφαλείας, οι τροχαλίες τριβής και παρεκκλίσεως καθώς και ηλεκτρικοί μηχανισμοί. Λόγω των μεγάλων φορτίων που μεταφέρουν οι ανελκυστήρες, τα μηχανοστάσια θα πρέπει να κατασκευάζονται από ανθεκτικά και συμπαγή υλικά. Ακόμη οι διαστάσεις του μηχανοστασίου καθώς και οι συνθήκες θερμοκρασίας και εξαερισμού του είναι σημαντικά στοιχεία της εγκατάστασης του ανελκυστήρα.

Τα μέσα ανάρτησης σε έναν ηλεκτροκίνητο ανελκυστήρα είναι τα συρματόσχοινα. Συνήθως είναι κατασκευασμένα από χάλυβα και συντελούν στην ανάρτηση του θαλάμου, των αντιβάρων και των βαρών αντιστάθμισης. Είναι σημαντική η συχνή συντήρησή τους καθώς έχουν πολύ μεγάλη φθορά. Η σωστή λειτουργία τους καθορίζεται από τον συντελεστή ασφαλείας, τις διαμέτρους της τροχαλίας μέσα από την οποία διέρχονται και τη διάμετρο των συρματόσχοινων. Δύο είναι οι τύποι ανάρτησης στην περίπτωση των ηλεκτροκίνητων ανελκυστήρων. Η ανάρτηση 1:1, η οποία εφαρμόζεται στις περισσότερες περιπτώσεις και η ανυψωτική ταχύτητα και ικανότητα του θαλάμου είναι στα κανονικά μεγέθη. Επίσης υπάρχει και η ανάρτηση 2:1 η οποία εφαρμόζεται σε ανελκυστήρες μη επιβατικούς αλλά φορτίων. Στην περίπτωση αυτή η ανυψωτική ικανότητα διπλασιάζεται ενώ η ταχύτητα ανύψωσης του θαλάμου μειώνεται κατά 50%. Σημαντικός είναι ο ρόλος των συρματόσχοινων αντιστάθμισης στην ομοιόμορφη κατανομή του βάρους.

### 2.3.2.2 Ανυψωτικός μηχανισμός

Ο ανυψωτικός μηχανισμός στον ηλεκτροκίνητο ανελκυστήρα περιλαμβάνει τον ηλεκτροκινητήρα, τον μειωτήρα στροφών (βαρούλκο), τα ηλεκτρομαγνητικά πέλδη και την τροχαλία τριβής. Τοποθετείται πάντα μέσα στο μηχανοστάσιο σε ειδική βάση από μπετόν με χρήση αντικραδασμικού υλικού.

Ο ηλεκτροκινητήρας περιστρέφει την τροχαλία και μέσω του αντίβαρου και των συρματόσχοινων προκύπτει η ανύψωση του θαλάμου. Είναι η συσκευή που παρέχει την απαιτούμενη μηχανική ενέργεια για την κίνηση του ανελκυστήρα. Η κίνηση της τροχαλίας γίνεται με δύο τρόπους. Είτε έμμεσα μέσω μειωτήρα στροφών είτε άμεσα χωρίς μειωτήρα αλλά απευθείας με τον άξονα τον άξονα του κινητήρα.

Ο μειωτήρας στροφών ή διαφορετικά βαρούλκο ουσιαστικά μειώνει την ταχύτητα που μεταδίδεται από τον κινητήρα στην τροχαλία και κατά συνέπεια την ταχύτητα περιστροφής του θαλάμου. Στους ανελκυστήρες χρησιμοποιείται ένα συγκεκριμένο είδος μειωτήρα, αυτός που συνίσταται από έναν ατέρμονα κοχλία και ένα γρανάζι τοποθετημένα σε κιβώτιο με λάδι.

Η ηλεκτρομαγνητική πέδη είναι απαραίτητη στη λειτουργία του ανελκυστήρα και πρέπει να ενεργοποιείται αυτόματα κατά περίπτωση. Το φρένο αποτελείται από έναν ηλεκτρομαγνήτη, δύο μπράτσα και ένα σύστημα μοχλών. Στην περίπτωση που ο ηλεκτρομαγνήτης δεν τροφοδοτείται με ρεύμα τότε ενεργοποιείται πέδηση στο τύμπανο του άξονα, του κινητήρα και έτσι ο ανελκυστήρας σταματά . Η πέδη θα πρέπει να εφαρμόζεται σε στοιχείο που να είναι συνδεδεμένο με την τροχαλία τριβής ή με το τύμπανο έλξης .

Η τροχαλία τριβής ουσιαστικά μεταφέρει την μηχανική ισχύ του κινητήρα και λόγω τριβής κινεί τα συρματόσχοινα και κατά συνέπεια το θάλαμο. Παλαιότερα αντί της τροχαλίας χρησιμοποιούσαν το τύμπανο στο οποίο οι αυλακώσεις είχαν σχήμα έλικας ενώ στην τροχαλία υπάρχουν τόσα αυλάκια όσα τα συρματόσχοινα.

### 2.3.2.3 Συστήματα ασφαλείας

Τα συστήματα ασφαλείας αποκτούν ιδιαίτερη σημασία σε ορισμένες περιπτώσεις όπως :

- Ø Σε συγκράτηση του θαλάμου πάνω στους οδηγούς σε περίπτωση που κοπούν τα συρματόσχοινα ή σε υπέρβαση του ορίου ταχύτητας του θαλάμου.
- Ø Σε ασφάλιση των θηρών όταν ο θάλαμος δεν βρίσκεται ακριβώς πίσω από αυτές.
- Ø Σε ακινητοποίηση του θαλάμου σε περίπτωση ανοίγματος κάποια θύρας του φρεατίου ή της εσωτερικής .

Το σύστημα ασφαλείας απαρτίζεται από τα εξής στοιχεία :

Ο περιοριστής ή ρυθμιστής ταχύτητας τοποθετείται στο μηχανοστάσιο και πρέπει να είναι εύκολα προσβάσιμος για συντήρηση. Ουσιαστικά αποτελεί φρένο σε περίπτωση υπέρβασης του ορίου ταχύτητας του θαλάμου και προκαλεί διακοπή της λειτουργίας του ηλεκτροκινητήρα του μηχανισμού ανύψωσης προτού η ταχύτητα του θαλάμου φτάσει την ταχύτητα της άμεσης ενεργοποίησής του. Θέτει σε λειτουργία την συσκευή αρπαγής όταν ο θάλαμος ξεπεράσει κατά 15% το όριο ταχύτητας του. Αποτελείται από:

- Ø Έκκεντρο τροχαλία
- Ø Συρματόσχοινο προσδεμένο στο θάλαμο του ανελκυστήρα
- Ø Διακόπτη για να επεμβαίνει στο κύκλωμα χειρισμού, όταν ακινητοποιηθεί ο ρυθμιστής .

Η συσκευή αρπαγής πρέπει να λειτουργεί και στην περίπτωση θραύσης των συρματόσχοινων. Πρέπει να δύναται να ακινητοποιήσει το θάλαμο στους οδηγούς με τη δεδομένη ταχύτητα και φορτίο που φέρει. Η αποδέσμευση της συσκευής αυτής πρέπει να γίνεται μόνο στην άνοδο και μετά από αυτό ο ρυθμιστής επανέρχεται σε κατάσταση λειτουργίας ώστε να μπορέσει να λειτουργήσει και πάλι ο ανελκυστήρας . Κάθε συσκευή αρπαγής ενεργοποιείται από δικό της ρυθμιστή ταχύτητας και δεν μπορεί να μπαίνει σε λειτουργία από υδραυλικά, πνευματικά ή ηλεκτρικά συστήματα .

Αξιόλογο στοιχείο της ασφάλειας των ανελκυστήρων είναι τα συστήματα εντοπισμού της θέσης του θαλάμου μέσα στο φρεάτιο. Σε σωστή λειτουργία θα πρέπει να υπάρχει ισοστάθμιση του δαπέδου του θαλάμου και του δαπέδου του ορόφου που φθάνει. Η διαδικασία αυτή, με την οποία βελτιώνεται η ακρίβεια στάθμευσης του θαλάμου στο επίπεδο στάσης και ειδικότερα ο εντοπισμός της θέσης του θαλάμου επιτυγχάνεται με τη χρήση :

- Ø Διακοπών ορόφων ενός βραχίονα, είτε
- Ø Διακοπών ορόφων δύο βραχιόνων, είτε
- Ø Του οροφοδιαλογέα, είτε
- Ø Του παλμικού διακόπτη, είτε
- Ø Του μαγνητικού διακόπτη

Πλέον χρησιμοποιείται ο ηλεκτρονικός οροφοδιαλογέας σε πιο σύγχρονες εγκαταστάσεις. Ουσιαστικά επεξεργάζεται όλες τις εντολές που πηγάζουν από τις κλήσεις του θαλάμου και μπορεί με αυτόν τον τρόπο να εξακριβώνει την θέση και την κίνησή του.

Εξίσου σημαντικά στοιχεία στο σύστημα ασφάλεια των ηλεκτροκίνητων ανελκυστήρων είναι η ηλεκτρομηχανική ασφάλιση των θηρών, δηλαδή σε περίπτωση που κάποια θήρα του φρεατίου δεν είναι κλειστή σταματά η λειτουργία της κινητήριας μηχανής. Επίσης οι διακόπτες κινητού δαπέδου μπλοκάρουν την κλήση του θαλάμου αν αντιληφθούν φόρτιση που υπερβαίνει τα 15 κρ. Για αυτό το λόγο όταν εισερχόμαστε σε θάλαμο ενός ανελκυστήρα δεν μπορεί να κινηθεί και ας έχει δεχθεί εξωτερική κλήση. Ενώ οι ασφαλιστικοί διακόπτες σε περίπτωση ανωμαλίας ως προς την λειτουργία του ανελκυστήρα σταματούν την παροχή ρεύματος.

#### *2.3.2.4 Ηλεκτρολογικός εξοπλισμός*

Το ηλεκτρολογικό κομμάτι των ανελκυστήρων είναι ένα από τα πλέον βασικά καθώς αυτό παρέχει στον ηλεκτρικό κινητήρα την απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια για τη λειτουργία του ανελκυστήρα. Επιπρόσθετα ελέγχει όλες τις λειτουργίες του, δηλαδή τότε θα κινηθεί και σε ποια κατεύθυνση, τότε θα ενεργοποιηθεί το σύστημα φωτισμού και πού και τότε θα σταματήσει ο θάλαμος.

Το ηλεκτρικό κύκλωμα απαρτίζεται από τα εξής στοιχεία:

- 1) **Τον γενικό πίνακα κίνησης**, μέσω του οποίου παρέχεται ηλεκτρική ενέργεια στον ηλεκτροκινητήρα και περιλαμβάνει τον ασφαλειοδιακόπτη και τον αυτόματο διακόπτη.
- 2) **Τον πίνακα χειρισμών του ανελκυστήρα**, ο οποίος δέχεται χρήσιμες πληροφορίες και δίνει εντολές. Στο κάτω μέρος του πίνακα υπάρχει κλεμμοσειρά με την οποία συνδέεται ο πίνακας με τα μέρη του ανελκυστήρα, όπως το φρεάτιο, το θάλαμο, το μηχανοστάσιο κλπ.. Περιλαμβάνει όλους τους μηχανισμούς αυτόματης λειτουργίας του ανελκυστήρα καθώς και τους διακόπτες κίνησης, ασφαλείας και τους χρονοδιακόπτες. Επίσης σε αυτόν υπάρχουν οι διακόπτες εξωτερικών και εσωτερικών κλήσεων, τα ρελέ διαφυγής, τα κυκλώματα συντονισμού εκκίνησης αλλά και της αναστροφής των μηχανισμών αυτόματων θηρών.

### **A. Διακόπτες ορόφων**

Όσα είναι τα επίπεδα στάσης του θαλάμου τόσο είναι και οι διακόπτες ορόφου. Εγκαθίστανται στο φρεάτιο και αλλάζουν θέση με το πέρασμα του θαλάμου από κάθε όροφο, λειτουργώντας με ένα ειδικό χωνί. Με τον μαγνητικό διακόπτη Ringel ή του διακόπτη ορόφου επιτυγχάνεται το σταμάτημα του θαλάμου.

### **B. Οροφοδιαλογέας**

Μία πιο αξιόπιστη και αθόρυβη λύση, που χρησιμοποιείται πλέον είναι η χρήση οροφοδιαλογέα, εφόσον οι κοινοί διακόπτες είναι πιθανόν να δημιουργήσουν πρόβλημα. Ουσιαστικά όλοι οι διακόπτες είναι συγκεντρωμένοι σε μία διάταξη στο μηχανοστάσιο και ενεργοποιούνται ανάλογα με τη θέση και την κίνηση του θαλάμου. Με τον τρόπο αυτό στέλνονται πληροφορίες από τον οροφοδιαλογέα στον πίνακα χειρισμών για τη λειτουργία του ανελκυστήρα.

## **3) Τα βοηθητικά κυκλώματα**

**A. Κύκλωμα φωτισμού**, το οποίο τροφοδοτείται με χαμηλή τάση (12V) και ενεργοποιείται στις εξής περιπτώσεις:

- όταν κινείται ο θάλαμος.
- όταν κλείσουν οι επαφές του ψευδοδαπέδου λόγω βάρους που έχει εισέλθει στο θάλαμο.
- όταν γίνει εξωτερική κλήση.
- όταν η πόρτα είναι ανοιχτή καθώς και για την χρονική διάρκεια αποκλεισμού εξωτερικών κλήσεων.

**B. Κύκλωμα σηματοδότησης του ανελκυστήρα**, με το οποίο γίνεται ασφαλής χρήση του ανελκυστήρα και περιλαμβάνει:

- την κομβιοδόχο κλήσης του θαλάμου.
- τους φωτεινούς δείκτες θέσης και κατεύθυνσης της διαδρομής του θαλάμου.

**Γ. Κύκλωμα ασφαλείας - αναγγελίας κινδύνου του ανελκυστήρα**, περιλαμβάνει τα εξής:

- τον διακόπτη αρπαγής
- τις κλειδαριές
- το σύστημα επαφών της πόρτας
- το σύστημα διακοπών τερμάτων
- τους διακόπτες stop
- τον διακόπτη του ρυθμιστή ταχύτητας

### 3. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ

#### 3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Στην περίπτωση των υδραυλικών ανελκυστήρων η κίνηση προέρχεται από μία ηλεκτροκίνητη αντλία και πιο συγκεκριμένα με τη βοήθεια εμβόλου που κινείται μέσα σε έναν κύλινδρο με υδραυλικό υγρό. Σε αυτόν τον τύπο ανελκυστήρα δεν υπάρχει αντίβαρο αλλά υδραυλικό υγρό, το οποίο μέσω της αντλίας που λειτουργεί με ηλεκτροκίνητη γίνεται η κίνηση του θαλάμου. Μπορούμε να πούμε πως οι υδραυλικοί ανελκυστήρες αποτελούν μία αξιόπιστη επιλογή για αυτό και τοποθετούνται στις πλέον σύγχρονες ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις. Ωστόσο υπάρχουν κάποιοι περιορισμοί στη χρήση τέτοιου τύπου ανελκυστήρα. Θα πρέπει να εξυπηρετούν μετακίνηση σε μικρό σχετικά ύψος (15-18 μέτρα) και με μικρή ταχύτητα(0,63m/s). Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφέρουμε πως η εταιρεία OTIS δημιούργησε το πρώτο υδραυλικό ανελκυστήρα και τέθηκε σε λειτουργία για πρώτη φορά στη Νέα Υόρκη. Τα βασικά στοιχεία που περιλαμβάνονται σε έναν υδραυλικό ανελκυστήρα είναι τα ακόλουθα :

- Ø δοχείο λαδιού
- Ø ηλεκτρικός κινητήρας
- Ø υδραυλική αντλία
- Ø συγκρότημα βαλβίδων (ελέγχου και λειτουργίας)
- Ø συγκρότημα εμβόλου – κυλίνδρου
- Ø ηλεκτρική εξάρτηση
- Ø διατάξεις ασφαλείας



### 3.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΩΝ ΚΑΙ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ (πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα)

Η διαφοροποίηση των ηλεκτροκίνητων και των υδραυλικών ανελκυστήρων οφείλεται στον κινητήριο μηχανισμό τους. Από την μία οι ηλεκτροκίνητοι ανελκυστήρες λειτουργούν με τη βοήθεια της τροχαλίας τριβής και έτσι ο ηλεκτροκίνητηρας δίνει ενέργεια και κίνηση στο συγκρότημα θαλάμου και αντίβαρου. Από την άλλη η λειτουργία των υδραυλικών ανελκυστήρων στηρίζεται στην κίνηση ενός εμβόλου μέσα σε έναν κύλινδρο με υδραυλικό υγρό. Λόγω του διαφορετικού τρόπου λειτουργίας τους, οι δύο τύποι ανελκυστήρων παρουσιάζουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

#### 3.2.1 Πλεονεκτήματα

- Ø Στους υδραυλικούς ανελκυστήρες δεν είναι απαραίτητη η κατασκευή μηχανοστασίου ή τροχαλιοστασίου και αυτό μειώνει το κόστος κατασκευής τους αλλά δίνει και αρχιτεκτονική ευελιξία εφόσον το μηχανοστάσιο μπορεί να κατασκευαστεί σε οποιοδήποτε σημείο, χωρίς να έρχεται σε επαφή με το φρεάτιο. Ακόμη το μηχανοστάσιο ενός υδραυλικού ανελκυστήρα είναι μικρότερο σε μέγεθος σε σχέση με ενός ηλεκτροκίνητου ανελκυστήρα καθώς δεν υπάρχουν κινούμενα μέρη και διατάξεις μετάδοσης κίνησης.
- Ø Στους υδραυλικούς ανελκυστήρες δεν απαιτείται φρεάτιο μεγάλων διαστάσεων καθώς δεν υπάρχουν αντίβαρα και με τον τρόπο αυτό προκύπτει μεγαλύτερος θάλαμος. Συνεπώς οι υδραυλικοί ανελκυστήρες συνιστούν την καλύτερη επιλογή για κτίρια μεσαίου μεγέθους.
- Ø Ακόμη λόγω της σχετικά μικρής ταχύτητας (ταχύτητες έως 0.8 m/sec) των υδραυλικών ανελκυστήρων παρουσιάζουν πιο ομαλή κίνηση και καλύτερη ποιότητα επιτάχυνσης, επιβράδυνσης και ισοστάθμισης.
- Ø Γενικά η συντήρηση ενός υδραυλικού ανελκυστήρα είναι απλή διαδικασία εφόσον τα βασικά στοιχεία όπως η αντλία και ο κινητήρας βρίσκονται μέσα στο λάδι και μειώνονται οι φθορές τους και ο κινητήρας λειτουργεί μόνο στην άνοδο. Έτσι λοιπόν και το κόστος συντήρησης είναι χαμηλότερο σε σχέση με έναν ηλεκτροκίνητο.
- Ø Επιπλέον τα φορτία μεταφέρονται στον πυθμένα του φρεατίου με αποτέλεσμα να μην επιβαρύνεται δομικά το κτίριο και κυρίως η πλάκα οροφής του φρεατίου.
- Ø Η διαδικασία απεγκλωβισμού σε περίπτωση πυρκαγιάς ή άλλου έκτακτου περιστατικού, είναι απλή και ασφαλής. Συγκεκριμένα μέσω ειδικής βαλβίδας ενεργοποιείται η διάταξη απεγκλωβισμού και ο θάλαμος μεταβαίνει στην επόμενη προς τα κάτω στάση. Ο συντελεστής ασφάλειας κατά την διάρκεια σεισμού, είναι 2 με 10 φορές υψηλότερος σε σχέση με έναν ανελκυστήρα έλξεως.
- Ø Επιπρόσθετα η αθόρυβη λειτουργία και τα χαμηλά επίπεδα κραδασμών αποτελούν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα των υδραυλικών ανελκυστήρων σε σχέση με τους ηλεκτροκίνητους.
- Ø Ακόμη η χρήση υδραυλικών ανελκυστήρων σε περιπτώσεις κτιρίων έως και 5 ορόφους αποτελεί την οικονομικότερη λύση δηλαδή το κόστος εγκατάστασης είναι το βέλτιστο.

- ∅ Τέλος η τεχνογνωσία για τους υδραυλικούς ανελκυστήρες είναι τόσο πολύ διαδεδομένη στους τεχνικούς ώστε η εγκατάσταση να είναι ευκολότερη χωρίς δεσμεύσεις με συγκεκριμένα συμβόλαια συντήρησης. Εξίσου σημαντική είναι η διαθεσιμότητα εξαρτημάτων για άμεση και σχετικά οικονομική επισκευή των υδραυλικών ανελκυστήρων.

### 3.2.2 Μειονεκτήματα

- ∅ Αρχικά οι υδραυλικοί ανελκυστήρες θεωρούνται κατάλληλοι μόνοι για κτίρια με ύψος από 17 – 20 μέτρα. Στην περίπτωση αυτή η χρήση υδραυλικού ανελκυστήρα είναι συμφέρουσα επιλογή χωρίς να απαιτείται έμβολο μεγάλου μήκους και ισχυρής καταπόνησης σε λύγισμα αυτό όμως δεν συνεπάγεται πως δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για μεγαλύτερα ύψη.
- ∅ Στους υδραυλικούς ανελκυστήρες απαιτείται μεγαλύτερη ισχύς αφού λόγω έλλειψης αντίβαρου, ο μηχανισμός ανύψωσης θα επιβαρυνθεί με όλο το φορτίο.
- ∅ Επίσης η κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος για τους υδραυλικούς ανελκυστήρες είναι κατά 10% αυξημένη σε σχέση με αυτή την ηλεκτροκίνητων ανελκυστήρων.
- ∅ Ένα ακόμη μειονέκτημα είναι η μικρή ταχύτητα του θαλάμου. Η βέλτιστη ταχύτητα στην περίπτωση των υδραυλικών ανελκυστήρων είναι 0,65 – 0,75 m/s. Βασικός λόγος είναι η υπερθέρμανση του μεγάλης ισχύος κινητήρα και του λαδιού. Μάλιστα σε περιπτώσεις κτιρίων με μεγάλη συχνότητα εκκίνησης για να αποφευχθεί η απώλεια των χαρακτηριστικών του λαδιού χρησιμοποιούνται συστήματα ψύξης του λαδιού.
- ∅ Τέλος οι υδραυλικοί ανελκυστήρες έχουν μεγαλύτερο κόστος εγκατάστασης συγκριτικά με έναν ανελκυστήρα έλξης.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρατηρούμε σύγκριση τεχνικών χαρακτηριστικών μεταξύ υδραυλικών και ηλεκτροκίνητων ανελκυστήρων.

**Πίνακας 3.1:** Σύγκριση τεχνικών χαρακτηριστικών μεταξύ υδραυλικών και ηλεκτροκίνητων ανελκυστήρων

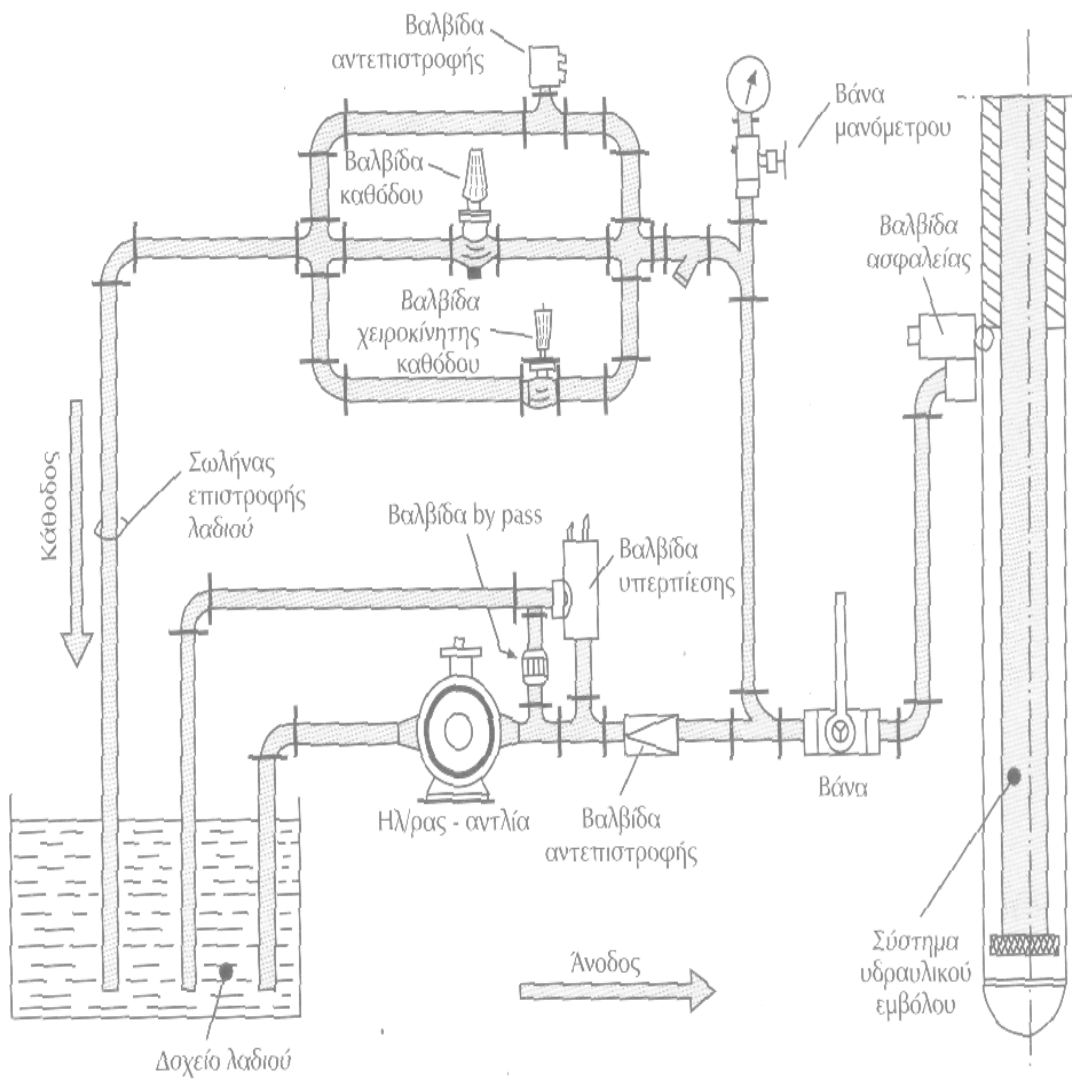
<b>A/A</b>	<b>ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΟ ΜΕΓΕΘΟΣ</b>	<b>ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑΣ</b>	<b>ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΟΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑΣ(2 ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ)</b>
<b>1</b>	Ταχύτητα (m/s)	0,63	1
<b>2</b>	Ισχύς κινητήρα (kW)	11	5,5
<b>3</b>	Τιμές ρεύματος (A) Ονομαστικό εκκίνησης	30 40(Υ-Δ)	20 60
<b>4</b>	Χρησιμοποιούμενη Ασφάλεια αM	50	35
<b>5</b>	Συμπεριφορά ενέργειας 100.000εκκινήσεις/χρόνο 200.000 εκκινήσεις/χρόνο 300.000 εκκινήσεις/χρόνο	4.200 7.000 -	3.000 5.000 8.000
<b>6</b>	Θερμικές απώλειες(Kw)	4,3	3
<b>7</b>	Απαιτήση λαδιού(lt)	2	3,5
<b>8</b>	Βάρος(kg)	650	430
<b>9</b>	Επίπεδο θορύβου(dBA)	65-70	65-70
<b>10</b>	Ελάχιστη επιφάνεια χώρου μηχανοστασίου (m <sup>2</sup> )	5	12

### 3.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Η αρχή λειτουργίας των υδραυλικών ανελκυστήρων βασίζεται σε μία σειρά στοιχείων. Βασικά στηρίζεται στην κίνηση ενός εμβόλου, υδραυλικού, πάνω στο οποίο έχει κρεμαστεί ο θαλαμίσκος του ανελκυστήρα. Στη διάρκεια ανόδου του θαλάμου χρησιμοποιείται ένα ζεύγος ηλεκτροκινητήρα – αντλίας όπου μέσω αυτού διοχετεύεται λάδι στο έμβολο με πίεση. Στη συνέχεια αυτό οδηγείται σε κίνηση ανόδου και μαζί του θα παρασύρει και το θάλαμο μέσω του συστήματος ανάρτησής του.

Ωστόσο η περιγραφή αυτή είναι αρκετά απλουστευμένη αφού σε περίπτωση διακοπής της λειτουργίας της αντλίας δεν μπλοκάρεται η επιστροφή του λαδιού μέσα στη δεξαμενή. Αφού το λάδι επιστρέψει στην δεξαμενή, η πίεση δεν διατηρείται σταθερή συνεπώς το έμβολο κατεβαίνει. Φαίνεται λοιπόν πως απαιτούνται κάποια επιπλέον στοιχεία ώστε να εξασφαλιστεί ακριβής ισοστάθμιση του θαλάμου με μικρή ταχύτητα.

Η προστασία του κυκλώματος εξασφαλίζεται με βαλβίδα υπερπίεσης ώστε σε περίπτωση που η πίεση ξεφύγει από το καθορισμένο επιτρεπτό όριο, ανοίγει η βαλβίδα και το λάδι επιστρέφει στο δοχείο του. Επίσης υπάρχει η βαλβίδα αντεπιστροφής, που παρεμποδίζει την επιστροφή του λαδιού μέσω της αντλίας καθώς και η βαλβίδα καθόδου ώστε να εξομαλύνεται ο τρόπος της εκκίνησης και του σταματήματος. Τέλος απαραίτητος είναι ένας χρονικός διακόπτης ρεύματος του ηλεκτροκινητήρα της αντλίας, ένα ειδικό σύστημα σιγαστήρα για μείωση των κραδασμών, ένα μανόμετρο, μία βάνα απομόνωσης της μονάδος ισχύος από το έμβολο και μία χειροκίνητη βαλβίδα καθόδου. Όσα προηγήθηκαν περιλαμβάνονται στο συγκρότημα βαλβίδων απαραίτητων για τη λειτουργία του συστήματος. Ακολουθεί το σχ.3.1 που απεικονίζει τη λειτουργία του υδραυλικού ανελκυστήρα.



**Σχήμα 3.1:** Λειτουργία υδραυλικού ανελκυστήρα

### **3.4 ΒΑΣΙΚΑ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ**

#### **3.4.1 Τα βασικά μέρη μιας εγκατάστασης υδραυλικού ανελκυστήρα**

Η εγκατάσταση ενός υδραυλικού ανελκυστήρα περιλαμβάνει τα ακόλουθα βασικά στοιχεία:

- ∅ Ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός της εγκατάστασης, ο οποίος περιλαμβάνει το μηχανοστάσιο, το φρεάτιο και τον θάλαμο.
- ∅ Τη διάταξη ηλεκτροκινητήρα – αντλίας μέσω του οποίου κινείται το έμβολο λόγω πίεσης του λαδιού.
- ∅ Το δοχείο λαδιού
- ∅ Το συγκρότημα των βαλβίδων ελέγχου και λειτουργίας, με το οποίο ρυθμίζεται η ροή του λαδιού και προστατεύεται το σύστημα από πιέσεις μεγαλύτερες των επιτρεπτών.
- ∅ Οι σωληνώσεις προσαγωγής και απαγωγής του λαδιού στο κύλινδρο
- ∅ Το κύλινδρο και το έμβολο
- ∅ Τα μέσα ανάρτησης
- ∅ Τα συστήματα ασφαλείας

#### **3.4.2 Στοιχεία κατασκευής φρεατίου**

Το φρεάτιο είναι το μέρος του ανελκυστήρα μέσα στο οποίο κινείται ο θάλαμος και διακρίνονται σε πλήρως ή μερικώς κλειστά. Γενικά παρουσιάζουν τα ίδια χαρακτηριστικά με αυτά των ηλεκτροκίνητων ανελκυστήρων. Σε περιπτώσεις όπου το φρεάτιο πρέπει να εμποδίζει την εξάπλωση πυρκαγιάς είναι επιβεβλημένη η κατασκευή αδιάτρητων τοιχωμάτων με μοναδικά ανοίγματα τα απαραίτητα για τη λειτουργία του ανελκυστήρα όπως οι θύρες του φρεατίου και τα ανοίγματα εξαερισμού. Αντίθετα όπου δεν απαιτείται το φρεάτιο να εμποδίζει την εξάπλωση της πυρκαγιάς δεν επιβάλλεται να είναι πλήρως καλυμμένο.

Επιπλέον η εσωτερική τοιχοποιία πρέπει να είναι λεία κυρίως για την ασφάλεια του συντηρητή του ανελκυστήρα. Σημαντικό στοιχείο στην κατασκευή του φρεατίου είναι η ακριβής κατακόρυφη δόμηση των τοίχων του ώστε να μην υπάρχουν μη ωφέλιμες περιοχές αλλά και για να μην υπάρχουν προβλήματα στην τοποθέτηση των κασωμάτων των θυρών των ορόφων. Ακόμη ο πυθμένας της κάτω απόληξης του φρεατίου πρέπει να μπορεί να δεχτεί μεγάλες δυνάμεις για αυτό συνίσταται ιδιαίτερη προσοχή στην κατασκευή του όσο αφορά την αντοχή του. Ιδιαίτερα σημαντικό στοιχείο είναι και ο εξαερισμός του φρεατίου, ο οποίος θα πρέπει να πραγματοποιείται με ανοίγματα στην άνω απόληξη του φρεατίου με διατομή τουλάχιστον 1% της οριζόντιας διατομής του φρεατίου.

Τον χώρο που βρίσκεται πάνω από το επίπεδο της τελευταίας στάσης τον ονομάζουμε άνω απόληξη φρεατίου και θα πρέπει να έχει ύψος μεγαλύτερο από το συνηθισμένο ύψος των ορόφων της οικοδομής, ώστε να υπάρχει χώρος για τις ασφαλιστικές διατάξεις του ανελκυστήρα. Συγκεκριμένα, το ύψος του τελευταίου ορόφου πρέπει να είναι της τάξεως των 3400 έως 3600mm ενώ ο υδραυλικός ανελκυστήρας μπορεί να λειτουργήσει και με ύψος της τάξεως των 3000 έως 3200 mm. Ωστόσο στην περίπτωση αυτή, κρίνονται απαραίτητες επιπρόσθετες ασφαλιστικές διατάξεις για την προστασία του συντηρητή.

Από την άλλη μεριά το χώρο που βρίσκεται κάτω από το επίπεδο της πρώτης στάσης τον ονομάζουμε κάτω απόληξη φρεατίου. Και αυτός ο χώρος προορίζεται για τις ασφαλιστικές διατάξεις του ανελκυστήρα, αλλά και σε περίπτωση ανεπιθύμητης καθόδου του θαλάμου σαν χώρο προστασίας του συντηρητή. Η κάτω απόληξη του φρεατίου πρέπει να έχει βάθος της τάξεως των 1200 έως 1400mm ενώ ο υδραυλικός ανελκυστήρας μπορεί να λειτουργήσει και με βάθος της τάξεως των 800 έως 1000mm. Στην κάτω απόληξη πρέπει να υπάρχουν τα ακόλουθα στοιχεία:

Ø Ένας διακόπτης στάσης που να μπορεί να διακόψει την λειτουργία του ανελκυστήρα και να είναι προσιτός από την πόρτα εισόδου.

Ø Ένας ρευματοδότης.

Το φρεάτιο έχει μεταλλικές πόρτες στις εισόδους με ειδικές επαφές που αποτρέπουν την κίνηση του θαλάμου όταν δεν έχουν κλείσει σωστά. Επίσης για λόγους ασφαλείας η πόρτα ανοίγει εφόσον το δάπεδο του θαλάμου βρεθεί 15 εκατοστά πάνω ή κάτω από το δάπεδο κάθε ορόφου. Ακόμη το φρεάτιο επιβάλλεται να έχει ηλεκτρική διάταξη φωτισμού που να λειτουργεί ακόμη και όταν οι πόρτες του φρεατίου είναι κλειστές. Η διάταξη αυτή συμπεριλαμβάνει έναν λαμπτήρα που να είναι τοποθετημένος το πολύ στα 0,50 μέτρα από το υψηλότερο σημείο του φρεατίου και άλλους λαμπτήρες μεταξύ των οποίων υπάρχει διάστημα το πολύ 7 μέτρων.

### 3.4.3 Στοιχεία κατασκευής μηχανοστασίου

Το μηχανοστάσιο των υδραυλικών ανελκυστήρων πρέπει να παρουσιάζει όμοιες προδιαγραφές με αυτό των ηλεκτροκίνητων ανελκυστήρων. Επίσης μπορεί να κατασκευαστεί σε ισόγειους ή υπόγειους χώρους εκτός του χώρου του φρεατίου. Συνήθως τοποθετείται στο δώμα πάνω από το φρεάτιο. Οι διαστάσεις του μηχανοστασίου πρέπει να είναι τέτοιες ώστε να είναι εύκολη η πρόσβαση και εφικτή η ασφαλής εκτέλεση εργασιών. Υπάρχουν δηλαδή δεσμεύσεις σε σχέση με τον τρόπο επιθεώρησης και συντήρησης του ανελκυστήρα. Συγκεκριμένα ορίζονται τα 2 μέτρα ως το ελάχιστο καθαρό ύψος καθώς και να υπάρχει ελεύθερη οριζόντια επιφάνεια στις περιοχές εργασίας. Ακόμη το ελεύθερο ύψος στο χώρο του μηχανοστασίου δεν μπορεί να είναι μικρότερο του 1,80 μέτρα και οι προσπελάσεις μικρότερες του 0,50 μέτρων.

Η πόρτα του μηχανοστασίου θα πρέπει να ανοίγει προς τα έξω και να φέρει περσίδες εξαερισμού και κλειδαριά "πανικού" ενώ οι διαστάσεις της πόρτας του μηχανοστασίου θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 0,8 μέτρα πλάτος και 1,8 μέτρα ύψος. Στο χώρο του μηχανοστασίου απαγορεύεται η τοποθέτηση στοιχείων πέρα αυτών που έχουν αυστηρή σχέση με το μηχανοστάσιο. Συγκεκριμένα περιλαμβάνεται ο ακόλουθος εξοπλισμός:

Ø Μηχανισμός ανελκυστήρα

Ø Ηλεκτρικοί πίνακες ελέγχου

Ø Εξοπλισμός κλιματισμού/θέρμανσης

Ø Ανιχνευτές πυρκαγιάς ή πυροσβεστήρες ανθεκτικούς σε υψηλές θερμοκρασίες.

Ακόμη στο χώρο του μηχανοστασίου επιβάλλεται να υπάρχει ξεχωριστή γραμμή φωτισμού η οποία τροφοδοτείται από τον πίνακα κοινοχρήστων του κτιρίου.

### 3.4.4 Θάλαμος

Ο θάλαμος ενός υδραυλικού ανελκυστήρα αποτελείται από τα ακόλουθα στοιχεία:

Ø Το πλαίσιο ή σασί

Ø Τον θαλαμίσκο ή κυρίως θάλαμο

Ο θαλαμίσκος κινείται κατακόρυφα με τη βοήθεια των πέδινων ολίσθησης ή κύλισης, τα οποία βρίσκονται πάνω στο πλαίσιο του θαλάμου. Το πλαίσιο ή σασί αποτελείται από τα πλαϊνά, τη βάση επικάθισης και τα οριζόντια πάω και κάτω δεσίματα ενώ η κατασκευή του εξαρτάται από τον τύπο ανάρτησης που θα εξηγήσουμε παρακάτω.

Το πλαίσιο πρέπει να παρουσιάζει μεγάλη ακαμψία για αυτό και κατασκευάζεται από ράβδους μορφοσιδήρου. Πάνω σε αυτό στερεώνονται τα συρματόσχοινα ανάρτησης του θαλαμίσκου ενώ στις τέσσερις άκρες του πλαισίου υπάρχουν τα πέδιλα ή γλίστρες επιστρωμένες με ειδικό υλικό για την μείωση του θορύβου.

Ο θάλαμος στηρίζεται στο πλαίσιο ενώ μεταξύ τους υπάρχει υλικό κατάλληλο για την αποφυγή κραδασμών και θορύβων. Επίσης το δάπεδο του θαλάμου αντιλαμβάνεται το φορτίο και μέσω ενός διακόπτη ενεργοποιείται το κύκλωμα εξωτερικών κλήσεων του ανελκυστήρα. Όσο αφορά την οροφή του θαλάμου πρέπει να διαθέτει θυρίδα έκτακτης ανάγκης που να ανοίγει από μέσα και να μπορεί να περάσει άνθρωπος. Τέλος με χρήση ειδικού φωτισμού με εξαεριστήρα αποφεύγεται η πιθανότητα ασφυξίας σε περίπτωση εγκλωβισμού. Εσωτερικά ο θάλαμος επενδύεται με διάφορα υλικά που έχουν να κάνουν με το αισθητικό αποτέλεσμα αλλά κατασκευαστικά αποτελείται από άφλεκτα αδιάτρητα τοιχώματα.

Η ωφέλιμη επιφάνεια ενός υδραυλικού ανελκυστήρα πρέπει να είναι σε άμεση σχέση με το ονομαστικό φορτίο και με το βάρος ζυγοστάθμισης ώστε το φορτίο του ανελκυστήρα να μην προκαλεί πίεση που να υπερβαίνει κατά 1,4 φορές την πίεση που έχει ορίσει ο κατασκευαστής. Στον πίνακα 3.2 που ακολουθεί καθορίζονται οι μέγιστες διαστάσεις που επιτρέπεται να έχει ένας θάλαμος ανελκυστήρα σε σχέση με το ωφέλιμο φορτίο του βάσει του ευρωπαϊκού προτύπου EN81-2 για υδραυλικούς ανελκυστήρες.

**Πίνακας 3.2:** Μέγιστη διάσταση θαλάμου σε σχέση με ωφέλιμο φορτίο του

ΑΤΟΜΑ	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΘΑΛΑΜΟΥ
1	100 <sup>1</sup>	0,37m <sup>2</sup>
2	180 <sup>2</sup>	0,58m <sup>2</sup>
3	225	0,70m <sup>2</sup>
4	300	0,90m <sup>2</sup>
5	375	1,10m <sup>2</sup>
6	450	1,30m <sup>2</sup>
7	525	1,45m <sup>2</sup>
8	600	1,60m <sup>2</sup>
9	675	1,75m <sup>2</sup>
10	750	1,90m <sup>2</sup>
11	825	2,05 m <sup>2</sup>
12	900	2,20 m <sup>2</sup>
13	975	2,35 m <sup>2</sup>

<sup>1</sup> ελάχιστο για ανελκυστήρα ενός ατόμου

<sup>2</sup> ελάχιστο για ανελκυστήρα δύο ατόμων



Για υδραυλικούς ανελκυστήρες φορτίων με συνοδεία ατόμων, η ωφέλιμη επιφάνεια θαλάμου μπορεί να είναι μεγαλύτερη από την τιμή που προσδιορίζεται από τον παραπάνω πίνακα 3.2 αλλά δεν πρέπει να υπερβαίνει την τιμή που προσδιορίζεται από τον πίνακα 3.3 που ακολουθεί, για το αντίστοιχο ονομαστικό φορτίο.

**Πίνακας 3.3:** Μέγιστη διάσταση θαλάμου σε σχέση με ωφέλιμο φορτίο του με συνοδεία ατόμων

<b>ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ (Kg)</b>	<b>ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΘΑΛΑΜΟΥ</b>
400	1,68m <sup>2</sup>
450	1,84m <sup>2</sup>
525	2,08m <sup>2</sup>
600	2,32m <sup>2</sup>
630	2,42m <sup>2</sup>
675	2,56m <sup>2</sup>
750	2,80m <sup>2</sup>
800	2,96m <sup>2</sup>
825	3,04m <sup>2</sup>
900	3,28m <sup>2</sup>
975	3,52 m <sup>2</sup>
1000	3,60 m <sup>2</sup>

### 3.4.5 Μέσα και τύποι ανάρτησης

Ανάρτηση ονομάζουμε τον τρόπο στήριξης του θαλάμου με τη χρήση των εμβόλων και κυλίνδρων. Σε ορισμένες περιπτώσεις απαιτείται χρήση συρματόσχοινων επομένως και τροχαλιών, οι οποίες στηρίζονται στο έμβολο και κινούνται καθώς κινείται και αυτό. Υπάρχουν δύο βασικά είδη ανάρτησης, η άμεση και η έμμεση ανάρτηση. Στην άμεση ανάρτηση το έμβολο επενεργεί απευθείας πάνω στο πλαίσιο του θαλάμου ενώ στην περίπτωση της έμμεσης ανάρτησης παρεμβάλλεται τροχαλία.

Στη περίπτωση της άμεσης ανάρτησης (1:1) εφόσον το έμβολο επενεργεί κατευθείαν στο θάλαμο, η ταχύτητα κίνησης του θαλάμου και του εμβόλου είναι ίδια. Ακόμη το φορτίο που επενεργεί στο έμβολο είναι ίσο με το βάρος του θαλάμου και το ωφέλιμο φορτίο του. Η άμεση ανάρτηση διακρίνεται σε:

∅ Άμεση ανάρτηση με κεντρικό έμβολο (HA 1:1), στην περίπτωση αυτή το έμβολο τοποθετείται στο κεντρικό μέρος του θαλάμου και απευθείας στο πλαίσιο. Ωστόσο ένα μέρος του κυλίνδρου και του εμβόλου τοποθετούνται μέσα στο έδαφος της κάτω απόληξης του φρεατίου. Σε αυτή την περίπτωση δεν υπάρχουν συρματόσχοινα και περιοριστής ταχύτητας αλλά μία βαλβίδα ασφαλείας στην εισαγωγή του κυλίνδρου και ονομάζεται υδραυλική αρπαγή. Χρησιμοποιείται στην ανύψωση μεγάλων φορτίων από 225 έως 6000 kg για διαδρομές από 2,5 έως 15m και για θαλάμους μεγάλων διαστάσεων. Τέλος σε αυτού του τύπου ανάρτηση πρέπει να ισχύει η σχέση **Βάθος πυθμένα από 1<sup>η</sup> στάση  $\geq$  στάση διαδρομού + 1000mm**

∅ Πλάγια ανάρτηση (HAS 1:1), στην οποία το έμβολο τοποθετείται πίσω από το θάλαμο και συνδέεται απευθείας στο πάνω μέρος του πλαισίου του και με ειδικά πιρούνια τον συγκρατεί. Το μέρος του κυλίνδρου και του εμβόλου που είναι μέσα στο έδαφος είναι περίπου 2,5 – 3 m μικρότερο σε σχέση με αυτό της άμεσης κεντρικής ανάρτησης. Ομοίως δεν υπάρχουν συρματόσχοινα αλλά βαλβίδα ασφαλείας ενώ στην περίπτωση αυτή πρέπει να ισχύει η ακόλουθη σχέση: **βάθος γεώτρησης + πυθμένας φρεατίου + ύψος τελευταίου ορόφου  $\geq$  διαδρομή +1000mm**. Η ανάρτηση αυτή βρίσκει εφαρμογή σε περιπτώσεις ανύψωσης έως 1500 kg σε μικρές διαδρομές από 2,5 έως 8m. Ενώ σε περίπτωση διαδρομής έως 12 μέτρα η πλάγια ανάρτηση σε συνδυασμό με τηλεσκοπικό έμβολο είναι η καλύτερη επιλογή, χωρίς να απαιτείται γεώτρηση.

∅ Άμεση πλάγια ανάρτηση με δύο έμβολα (HAD), η οποία επιλέγεται για φορτία από 750 έως 12000 kg και για μικρές διαδρομές από 2,5 έως 8 m.

Ακολουθούν τα σχήματα 3.2, 3.3, 3.4 που απεικονίζουν τους αντίστοιχους τύπους ανάρτησης.

HA

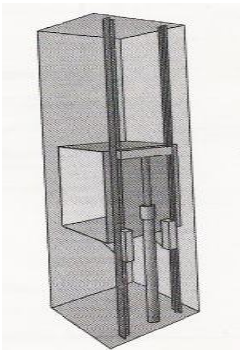


Απευθείας ανάρτηση με έμβολο από κάτω, απλό ή τηλεσκοπικό για μικρές διαδρομές και οποιαδήποτε φορτία.

**Σχήμα 3.3:** Απευθείας ανάρτηση

HAS

Πλάγια άμεση ανάρτηση για κανονικά φορτία, με απλό έμβολο για μικρές διαδρομές και με τηλεσκοπικό για μεγάλες.



**Σχήμα 3.4:** Πλάγια άμεση ανάρτηση

HAD



Πλάγια απευθείας ανάρτηση με δύο έμβολα είτε απλά είτε τηλεσκοπικά, για μεγάλα φορτία και μικρές διαδρομές.

**Σχήμα 3.5:** Πλάγια απευθείας ανάρτηση

Στην περίπτωση της έμμεσης ανάρτησης η κίνηση στο θάλαμο μεταβιβάζεται μέσω τροχαλιών από το έμβολο και η ταχύτητα κίνησης του θαλάμου είναι διπλάσια από αυτής του εμβόλου.. Αυτός ο τύπος ανάρτησης χρησιμοποιείται για να αποφευχθεί η γεώτρηση ώστε να τοποθετηθεί ο κύλινδρος του εμβόλου. Επίσης χρησιμοποιείται λόγω του διπλασιασμού της ταχύτητας του θαλάμου. Ωστόσο βασικό μειονέκτημα είναι το γεγονός πως το φορτίο που αναρτάται από τα συρματόσχοινα επενεργεί στο έμβολο κατά το διπλάσιο με αποτέλεσμα να απαιτούνται επιπρόσθετες ασφαλιστικές διατάξεις.

Η έμμεση ανάρτηση διακρίνεται σε:

- Ø Πλάγια έμμεση ανάρτηση (HAI 2:1), στην οποία το έμβολο τοποθετείται πίσω ή πλάγια από το θάλαμο και υπερυψωμένο από τον πυθμένα του φρεατίου. Η σύνδεση εμβόλου και θαλάμου πραγματοποιείται με τη χρήση ομόκεντρων τεμαχίων τροχαλιών που περιστρέφονται αντίρροπα. Σε αυτή την ανάρτηση είναι απαραίτητη η συσκευή αρπαγής αλλά και η βαλβίδα ασφαλείας στον κύλινδρο. Τέλος ο τύπος αυτής της ανάρτησης αποτελεί την πλέον συμφέρουσα επιλογή για ανύψωση φορτίων μεγαλύτερων των 1500kg και για διαδρομές μεγαλύτερες των 4 m.
- Ø Έμμεση ανάρτηση με δύο έμβολα(HADI), όπου τα έμβολα τοποθετούνται σε αντικριστές πλευρές του θαλάμου και με τη βοήθεια συρματόσχοινων τον αναρτούν. Τα άλλα άκρα των συρματόσχοινων είναι δεμένα σε σταθερά σημεία του πυθμένα του φρεατίου. Απαραίτητη είναι η συσκευή αρπαγής που λειτουργεί με τη βοήθεια περιοριστή ταχύτητας. Οι οδηγοί των εμβόλων ξεκινούν από την κορυφή του φρεατίου και καταλήγουν στο μέσο του ενώ οι τροχαλίες είναι διπλές με ομόκεντρα τεμάχια που περιστρέφονται με την ίδια φορά. Επιπλέον με έναν ειδικό διακλαδωτήρα στο κέντρο του πυθμένα του φρεατίου τροφοδοτούνται τα έμβολα με λάδι. Ο τύπος αυτός ανάρτησης χρησιμοποιείται κυρίως για ανύψωση μεγάλων φορτίων από 750 έως 6000kg σε συνδυασμό με μεγάλους θαλάμους για διαδρομές από 4 έως 35m.

Ακολουθούν τα σχήματα 3.5, 3.6 που απεικονίζουν τους αντίστοιχους τύπους ανάρτησης.

ΗΑΙ



Πλάγια έμμεση ανάρτηση με συρματόσχοινα, για κανονικά φορτία και μεγάλες διαδρομές.

**Σχήμα 3.6:** Πλάγια έμμεση ανάρτηση

ΗΑΔΙ



Έμμεση ανάρτηση μέσω συρματόσχοινων, με 2 έμβολα για μεγάλα φορτία και μεγάλες διαδρομές

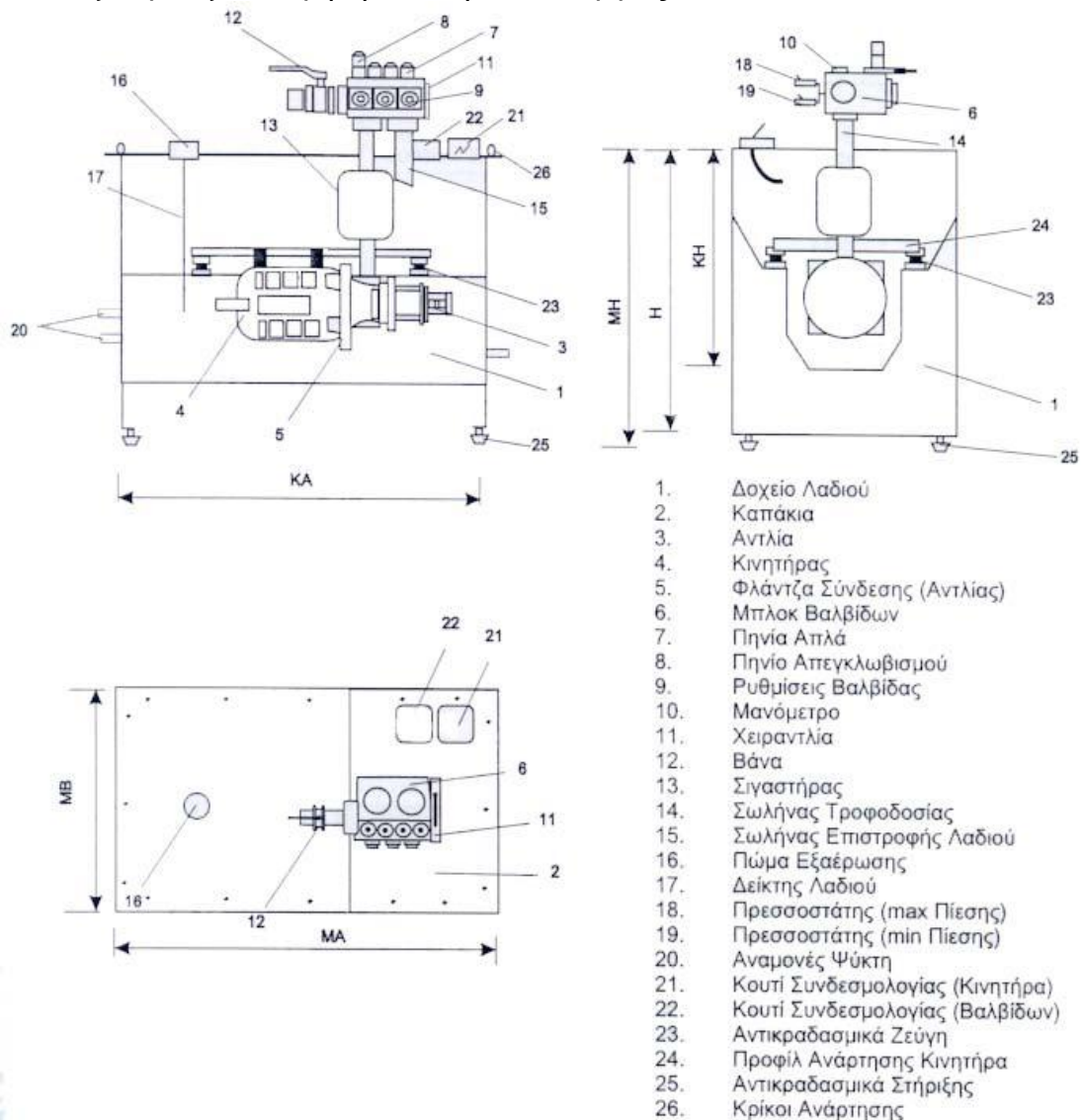
**Σχήμα 3.7:** Έμμεση ανάρτηση με δύο έμβολα

### 3.5 ΜΟΝΑΔΑ ΙΣΧΥΟΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ

Η μονάδα ισχύος ενός υδραυλικού ανελκυστήρα βρίσκεται στο χώρο του μηχανοστασίου και ουσιαστικά αποτελεί τον κινητήριο μηχανισμό τους. Τα στοιχεία που την αποτελούν είναι τα εξής:

- Ø Δοχείο λαδιού
- Ø Ηλεκτρικός κινητήρας
- Ø Αντλία
- Ø Συγκρότημα βαλβίδων

Όλα τα παραπάνω είναι κατάλληλα σχεδιασμένα με τις αυστηρότερες προδιαγραφές ώστε να εξασφαλίζεται υψηλή ποιότητα λειτουργίας.



Σχήμα 3.8: Μονάδα ισχύος ενός υδραυλικού ανελκυστήρα

### 3.5.1 Δοχείο λαδιού

Αποτελεί το μεγαλύτερο κομμάτι του υδραυλικού συστήματος του ανελκυστήρα μέσα στο μηχανοστάσιο. Το δοχείο λαδιού είναι κατασκευασμένο από χαλύβδινη λαμαρίνα και τεμάχια μορφοσιδήρου με ενισχυμένες αναδιπλώσεις ώστε να έχει τη στιβαρότητα που απαιτείται. Επίσης τοποθετείται επάνω σε ειδική βάση από ελαστικά στοιχεία με σκοπό την μείωση των κραδασμών. Η κατασκευή του δοχείου λαδιού προσδιορίζεται από την προδιαγραφή DIN 50049/2.2 όπως απεικονίζεται στο πίνακα 3.4.

**Πίνακας 3.4:** Χαρακτηριστικά του υλικού της δεξαμενής λαδιού κατά DIN 50049/2.2.

<b>Απαιτούμενα χαρακτηριστικά του υλικού της δεξαμενής λαδιού κατά DIN 50049/2.2.</b>	
Περιεκτικότητα σε άνθρακα	Max 0,18%
Περιεκτικότητα σε πυρίτιο	0,20 - 0,30%
Περιεκτικότητα σε μαγγάνιο	0,50 – 0,80%
Περιεκτικότητα σε φώσφορο	Max 0,50%
Περιεκτικότητα σε θείο	Max 0,50%
Τάση θραύσης	35-45 kg/cm <sup>2</sup>
Όριο διαρροής	25 kg/cm <sup>2</sup>
Επιμήκυνση θραύσης	25%
Πίεση δοκιμής	50 bar

Όσο αφορά τα αντικραδασμικά ελαστικά υλικά που τοποθετείται επάνω το δοχείο λαδιού πρέπει να πληρούνται οι προδιαγραφές του πίνακα που ακολουθεί.

**Πίνακας 3.5:** Χαρακτηριστικά υλικού έδρασης του δοχείου λαδιού

<b>Υλικό</b>	ελαστομερές
<b>Τύπος</b>	CVP 70 AW
<b>Σκληρότητα</b>	70 shore A
<b>Πυκνότητα</b>	1,18 gr/cm <sup>3</sup>
<b>Τάση θραύσης</b>	350 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Επιμήκυνση θραύσης</b>	950%

Η στάθμη του λαδιού πρέπει να ελέγχεται και αυτό επιτυγχάνεται με έναν δείκτη ο οποίος είναι βιδωμένος πάνω στο κινητό καπάκι - κρουνό εξαερώσεως. Απαραίτητο είναι και το κρουνό κενώσεως στο δοχείο του λαδιού ώστε να μπορεί να αφαιρεθεί το λάδι και να καθαριστεί από διάφορα στερεά που έχουν κατακάσει στον πάτο του δοχείου αλλά και την απομάκρυνση του νερού από το δοχείο. Η στάθμη του λαδιού πρέπει να είναι τόση ώστε να καλύπτονται πλήρως τόσο ο κινητήρας όσο και η αντλία συνεχώς με λάδι. Επιπλέον το λάδι πέρα από τη μετάδοση της ισχύς συντελεί σαν ψύκτης της μονάδας ισχύος αλλά και σαν μηχανισμός απορρόφησης του θορύβου. Εξίσου σημαντική είναι η διατήρηση της θερμοκρασίας του λαδιού εντός κάποιων ορίων και για αυτό με μία διάταξη ανίχνευσης της θερμοκρασίας του

διακόπτεται η λειτουργία του κινητήριου μηχανισμού. Τα λάδια που χρησιμοποιούνται είναι πετρελαιογενούς προέλευσης με χαμηλή συμπίεστικότητα και η επιλογή του θα πρέπει να γίνεται βάσει της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος αλλά και της συχνότητας χρήσης του ανελκυστήρα.

Στο επάνω μέρος του δοχείου τοποθετούνται :

- Ø Το συγκρότημα των βαλβίδων
- Ø Το στόμιο πλήρωσης του λαδιού
- Ø Το μανόμετρο
- Ø Ο διακόπτης πίεσης
- Ø Τα κιβώτια των ηλεκτρολογικών συνδέσεων

Ενώ στο κάτω μέρος του δοχείου υπάρχουν:

- Ø αντικραδασμικά τακάκια.

Ακόμη στο εσωτερικό του δοχείου υπάρχει ένας σιγαστήρας, ο οποίος βοηθά στον περιορισμό των παλμών που μεταδίδονται από τη λειτουργία της αντλίας. Οι σιγαστήρες διακρίνονται σε πνευματικούς και ροής. Πλέον χρησιμοποιούνται οι σιγαστήρες ροής με στόχο την αλλαγή των συνθηκών ροής του λαδιού εντός του θαλάμου. Η χωρητικότητα του δοχείου λαδιού είναι σε άμεση σχέση με την ισχύ του ηλεκτροκινητήρα. Οι διαστάσεις φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα 3.6.

**Πίνακας 3.6:** Διαστάσεις δοχείων λαδιού υδραυλικών ανελκυστήρων

ΤΥΠΟΣ	KA (mm)	MA (mm)	MB (mm)	H (mm)	KH (mm)	MH (mm)	Ολική Χωρητικότητα(lt)	Ωφέλιμη Χωρητικότητα (lt)
T100	755	825	500	580	480	620	110	50
T150	755	825	500	660	560	700	150	90
T250	1000	1070	500	740	640	780	246	165
T350	1000	1070	500	940	840	980	346	265
T450	1250	1325	500	940	840	980	432	331
T600	125	1325	620	1050	930	1090	620	480
T750	1500	1575	620	1050	930	1090	744	576
T1200	1500	1575	625	1300	1200	1340	1100	936



### 3.5.2 Ο ηλεκτρικός κινητήρας

Ο ηλεκτροκινητήρας των υδραυλικών ανελκυστήρων είναι ασύγχρονος τριφασικός 2750 RPM, 400V και 50Hz για λειτουργία μόνο μέσα σε λάδι. Η ροπή εκκίνησης τους είναι διπλάσια της ονομαστικής και η ένταση του ρεύματος εκκίνησης πάνω από δύο φορές μεγαλύτερη από την ονομαστική. Επίσης κατασκευάζονται με δυνατότητα λειτουργίας σε ισχύ 30% μεγαλύτερη από την ονομαστική τους. Ανάλογα με την ισχύ του ηλεκτροκινητήρα γίνεται η σύνδεση των τυλιγμάτων με το δίκτυο της ΔΕΗ. Για ισχύ μέχρι 8,5 Kw η σύνδεση γίνεται με τρίγωνο ενώ για ισχύ μεγαλύτερη των 8,5 Kw γίνεται σύνδεση αστέρα – τρίγωνο.

Η όλη κατασκευή είναι ανοικτού τύπου ώστε να αυτολιπαίνεται και να μειώνονται οι απώλειες ισχύος καθώς και ο θόρυβος. Στην εξωτερική απόληξη του κινητήρα προσαρμόζεται στρόφαλος (βολάν), περικλειόμενος με πλαστικό κάλυμμα που επιτρέπει την είσοδο του λαδιού μέσω μικρής διαμέτρου οπών, για να μην δημιουργούνται έντονοι στροβιλισμοί κατά την λειτουργία του κινητήρα. Το βολάν αυτό έχει σκοπό αφενός την εξομάλυνση όλων των φάσεων της κίνησης ανόδου αλλά και το ομαλό σταμάτημα στη περίπτωση διακοπής του ρεύματος.

Στον πίνακα 3.7 που ακολουθεί φαίνονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των ηλεκτροκινητήρων των υδραυλικών ανελκυστήρων.

**Πίνακας 3.7 :**Τεχνικά χαρακτηριστικά ηλεκτροκινητήρων μονάδος ισχύος υδραυλικών ανελκυστήρων

Τεχνικά χαρακτηριστικά ηλεκτροκινητήρων μονάδος ισχύος υδραυλικών ανελκυστήρων									
Ισχύς (kW)		Ένταση ρεύματος (A)				Ταχύτητα περιστροφής (στρ. / min.)		Διατομή αγωγής (mm <sup>2</sup> )	Ασφάλεια βραδείας τήξης (A)
Ονομαστική	εκλογής>30%	Ονομαστική	Πλήρες φορτίο	σε Εκκίνηση τρίγωνο	Εκκίνηση σε αστέρα	Ονομαστική	Πλήρες φορτίο		
3,3	4,9	10	10	30	-	2760	2550	2,5	16
6	7,8	17	20	54	-	2760	2550	4	25
8,5	11,05	22	27	70	-	2760	2550	6	25
9,5	12,35	23	29	77	-	2760	2550	6	25
12	15,6	34	42	96	64	2760	2600	10	35
16	20,8	42	53	122	81,3	2760	2600	16	50
20	26	51	65	150	100	2760	2600	25	63
24	31,2	57	74	176	117,3	2760	2600	25	80
28	36,4	64	85	192	128	2760	2600	35	80
33	42,9	73	97	240	160	2760	2600	35	80
40	52	99	126	336	224	2800	2650	50	100
47	61,1	112	143	384	256	2800	2650	70	125
60	78	137	177	476	317,3	2800	2650	95	160

### 3.5.3 Η αντλία

Η αντλία του υδραυλικού ανελκυστήρα διαθέτει φίλτρο και κινείται με τη βοήθεια του ηλεκτροκινητήρα. Όλο το σύστημα τοποθετείται πάνω στο δοχείο λαδιού μέσω αντικραδασμικού μηχανισμού. Η σύνδεση ηλεκτροκινητήρα και αντλίας είναι σταθερή και δεν χρειάζεται συντήρηση.

Η αντλία είναι κατασκευασμένη βασικά από τρεις κοχλίες, έναν κεντρικό και δύο περιφερειακούς. Η μετάδοση κίνησης από τον άξονα του κινητήρα γίνεται κατευθείαν στον κεντρικό κοχλία από τον οποίο παίρνουν κίνηση και οι δύο περιφερειακοί. Ο άξονας του κεντρικού κοχλία φέρει ρουλεμάν στο ένα άκρο και το άλλο συνδέεται σταθερά με σφήνα με τον άξονα του φλατζωτού κινητήρα. Η αντλία αναρροφά το υδραυλικό υγρό (λάδι) και μεταφέρεται μέσω του σιγαστήρα στη βαλβίδα ελέγχου όπου και ξεκινά ο σωλήνας λαδιού με κατάληξη τον κύλινδρο. Ο σιγαστήρας χρησιμεύει για την απόσβεση των μεταφερομένων παλμών της αντλίας από το δοχείο στο φρέαρ και συνεπώς και στον θάλαμο μέσω του σωλήνα τροφοδοσίας λαδιού. Τοποθετείται σε σειρά με τον σωλήνα τροφοδοσίας και η λειτουργία του βασίζεται στην απότομη αλλαγή των συνθηκών ροής του λαδιού. Το λάδι εισερχόμενο στον σιγαστήρα έχει μια σταθερή ταχύτητα με παλμούς όπως αυτοί παράγονται από την αντλία. Περνώντας μέσα από τον σιγαστήρα με την μεγάλη επιφάνεια διατομής, η ταχύτητα ροής πέφτει απότομα και δημιουργούνται στροβιλισμοί με κρούση στα τοιχώματα. Στη συνέχεια το λάδι φτάνει στο στόμιο εξόδου από τον σιγαστήρα με μικρή διατομή και εξαναγκάζεται να αποκτήσει πάλι την ίδια ταχύτητα, όπως αυτή της εισόδου στον σιγαστήρα. Με την αναγκαστική αυτή πορεία δημιουργείται δραματική αλλαγή στην κίνηση του λαδιού με αποτέλεσμα την σχεδόν πλήρη απόσβεση μεταφοράς παλμών.

Στο παρακάτω πίνακα δίνονται οι τιμές παροχής που δίνει κάθε τύπος αντλίας για συγκεκριμένα επίπεδα πίεσης και καθορισμένη θερμοκρασία.

**Πίνακας 3.8:** Τιμές παροχής ανά τύπο αντλίας

ΤΥΠΟΣ ΑΝΤΛΙΑΣ	ΠΑΡΟΧΗ
40 – 38	55 l/min
40 – 46	75 l/min
80 – 36	100 l/min
80 – 42	125 l/min
80 – 46	150 l/min
120 – 42	175 l/min
120 – 46	210 l/min
210 – 35	250 l/min
210 – 40	300 l/min
210 – 46	380 l/min

Οι τιμές αυτές ισχύουν για  
 $N_g = 2750 \text{ min}^{-1}$   
 $V = 75 \text{ cst}$   
 $P_{\text{στατ}} = 30 \text{ bar}$

### 3.5.4 Το συγκρότημα βαλβίδων

Πρόκειται για ένα ενιαίο συμπαγές συγκρότημα βαλβίδων ελεγχόμενο ηλεκτρικά ,με σκοπό να οδηγήσει το λάδι προς και από το έμβολο, από και προς τη μονάδα ισχύος του υδραυλικού ανελκυστήρα και με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Ø Διατηρεί ανεξάρτητες από θερμοκρασίες και φορτία τις επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις.
  - Ø Επιτυγχάνει μαλακό σταμάτημα και τέλεια ισοστάθμιση.
  - Ø Δεν επιτρέπει διαρροές λαδιού και συνεπώς ο θάλαμος δεν γλιστράει από την στάση του παρά μόνον λόγω της συστολής του λαδιού μετά την παραμονή του για αρκετή ώρα σε μια στάση.
  - Ø Επιτρέπει τον αυτόματο απεγκλωβισμό σε περίπτωση διακοπής ρεύματος.
- Το συγκρότημα βαλβίδων περιλαμβάνει κατά περίπτωση τα ακόλουθα:
- Ø Τις βαλβίδες μικρή και μεγάλης ταχύτητας
  - Ø Τη βάνα
  - Ø Το μανόμετρο
  - Ø Τους στραγγαλιστές επιταχύνσεων και επιβραδύνσεων
  - Ø Την αντλία χειρός

Το συγκρότημα των βαλβίδων είναι κατασκευασμένο από κορυφαίο ανά τον κόσμο κατασκευαστή βαλβίδων για υδραυλικά συστήματα και είναι ρυθμισμένο σύμφωνα με τις απαιτήσεις και τα στοιχεία του ανελκυστήρα που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί, ώστε να χρειάζεται τελικά μια πολύ μικρή ρύθμιση στον τόπο εγκατάστασης. Είναι κατασκευασμένο σε υψηλό επίπεδο ποιότητας με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Ø By pass λειτουργία, με σκοπό τη ομαλή εκκίνηση λειτουργίας
- Ø Λειτουργία υπερφόρτωσης, με σκοπό τον έλεγχο της πίεσης του λαδιού
- Ø Χειροκίνητη κάθοδος, με σκοπό το άνοιγμα με το χέρι μιας συγκεκριμένης διόδου επιστροφής
- Ø Φίλτρα εισόδου και εξόδου, με σκοπό τη διατήρηση της καθαρότητας του λαδιού
- Ø Ηλεκτρονόμοι, με σκοπό το συντονισμό των βαλβίδων

Σύμφωνα με το πρότυπο EN81.2 για του υδραυλικούς ανελκυστήρες είναι απαραίτητη η χρήση κάποιων βαλβίδων χειρισμού και ασφαλείας όπως:

- Ø Η βαλβίδα αντεπιστροφής
- Ø Ο περιοριστής πίεσης
- Ø Βαλβίδες καθόδου
- Ø Βαλβίδες ανόδου
- Ø Βαλβίδα θραύσης
- Ø Βαλβίδα περιορισμού ροής
- Ø Βαλβίδα χειροκίνητης λειτουργίας

### 3.5.5 Η βαλβίδα blain

Οι βαλβίδες blain (τύπου EV 100) αποτελούν μία αξιόπιστη επιλογή ομαλής λειτουργίας ανεξάρτητα της μεταβολής θερμοκρασίας και φορτίου. Είναι κατασκευασμένες σε διαφορετικούς τύπους ώστε να καλύπτουν διάφορες απαιτήσεις και εύκολες στην εγκατάστασή τους. Διατίθεται με παροχή εξόδου ¾", 1½", 2", και 2½", ανάλογα την παροχή. Είναι κατασκευασμένες σε υψηλό επίπεδο ποιότητας με τις εξής ιδιότητες:

- Ø Απλή και ακριβή ρύθμιση
- Ø Σταθερή λειτουργία, ανεπηρέαστη από θερμοκρασίες και πιέσεις
- Ø Εύκολο στις καλωδιώσεις για σύνδεση πηνίων
- Ø Επιτρέπει χειροκίνητο κατέβασμα θαλάμου με αυτόματη επαναφορά.
- Ø Διαθέτει πλήρες σετ αυτοκαθαριζόμενων φίλτρων
- Ø Μανόμετρο με βάνα απομόνωσης
- Ø Ελαχιστοποιεί τις τυρβώδεις ροές
- Ø Τα πηνία είναι κατάλληλα για διαρκή χρήση χωρίς υπερθερμάνσεις και αστοχίες.

Στο παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των βαλβίδων blain.

**Πίνακας 3.9:** Τεχνικά χαρακτηριστικά των βαλβίδων blain

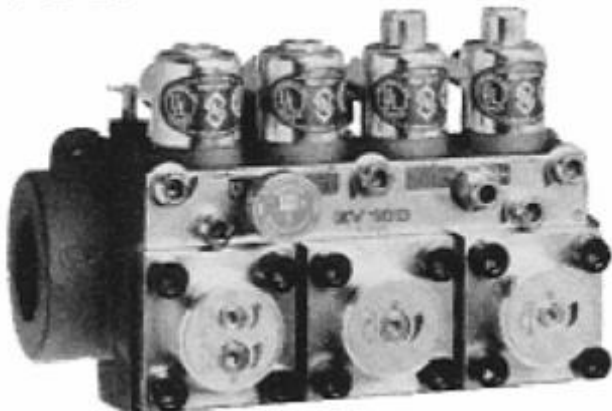
Τεχνικά χαρακτηριστικά	¾" EV	1 ½" & 2" EV	2 ½" EV
Παροχή λειτουργίας:	10-125 l/min (2-33 USgpm)	30-800 l/min (8-208 USgpm)	500-1530 l/min (130-400 USgpm)
Πίεση λειτουργίας:	5-100 bar (74-1500 psi)	3-100 bar (44-1500 psi)	3-68 bar (44-1000 psi)
Πίεση λειτουργίας UL/CSA:	5-100 bar (74-1500 psi)	3-70 bar (44-1030 psi)	3-47 bar (44-690 psi)
Πίεση θραύσεως Z:	575 bar (8450 psi)	505 bar (7420 psi)	265 bar (3890 psi)
Πτώση πίεσης P-Z:	6 (88 psi) at 125 lpm	4 (58 psi) at 800 lpm	4 (58 psi) at 1530 lpm
Βάρος: (kg)	5 (11 lbs)	10 (22 lbs)	14 (31 lbs)
Ιξώδες λαδιού:	25-60 mm <sup>2</sup> /sec. at 40°C (15-35 cSt. at 120°F).		
Μέγιστη θερμοκρασία λαδιού:	70°C (158°F)		
Τάση πηνίων AC:	24 V/1.8 A, 42 V/1.0 A, 110 V/0.43 A, 230 V/0.18 A, 50/60 Hz.		
Τάση πηνίων DC:	12 V/2.0 A, 24 V/1.1 A, 42 V/0.5 A, 48 V/0.6 A, 80 V/0.3 A, 110 V/0.25 A, 196 V/0.14 A.		
Κλάση μόνωσης πηνίων, AC and DC:	IP 68		

**¾" EV**



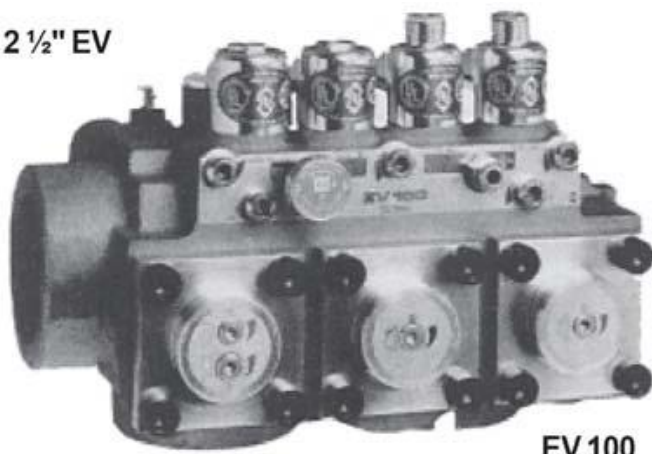
**Σχήμα 3.9:** Βαλβίδα ¾" EV

**1 ½" EV**



**Σχήμα 3.10:** Βαλβίδα 1 ½" EV

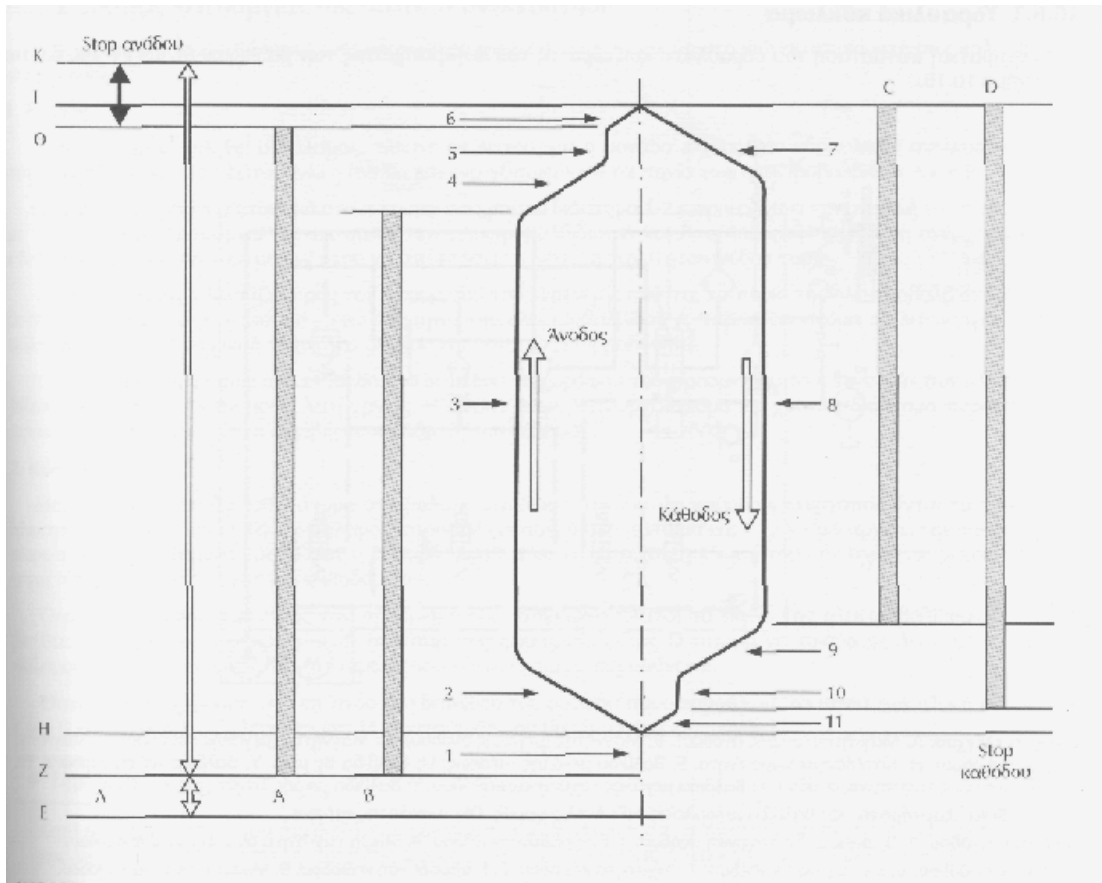
**2 ½" EV**



**EV 100**

**Σχήμα 3.11:** Βαλβίδα 2 ½" EV

Η βαλβίδα τύπου EV έχει μία μεγάλη και μία μικρή ταχύτητα ανά διεύθυνση και η μέγιστη συνιστώμενη ταχύτητα είναι 1m/sec. Όλες οι λειτουργίες ανόδου και καθόδου είναι ομαλές και ρυθμιζόμενες, ενώ στο διάγραμμα που ακολουθεί βλέπουμε το διάγραμμα ταχυτήτων, την ηλεκτρική ακολουθία και τις διατιθέμενες ρυθμίσεις. Το διάγραμμα ουσιαστικά δείχνει τις ταχύτητες που αναπτύσσει ο ανελκυστήρας κατά την ανοδική και κατά την καθοδική πορεία του θαλάμου του. Οι διάφορες φάσεις λειτουργίας κατά τις οποίες είναι ενεργοποιημένα τα πηνία των βαλβίδων και το συγκρότημα του ηλεκτροκινητήρα με την αντλία δίνονται στις κατακόρυφες δεξιές και αριστερές στήλες του διαγράμματος.



**Σχήμα 3.12:** Διάγραμμα ταχυτήτων υδραυλικού ανελκυστήρα

### ΑΝΟΔΟΣ

Ε: σημείο κλήσης ανόδου, ΕΖ : χρόνος λειτουργίας του ηλεκτροκινητήρα με τα τυλίγματα τους συνδεδεμένα σε αστέρα. Τα πηνία δεν ενεργοποιούνται. Ο θάλαμος παραμένει ακίνητος, Ζ: Σημείο αλλαγής σύνδεσης τυλιγμάτων από αστέρα σε τρίγωνο. Ταυτόχρονα με το τρίγωνο ενεργοποιούνται τα πηνία ανόδου. ΖΗ: Χρόνος καθυστέρησης για ομαλή εκκίνηση. Σε κινητήρες με σύνδεση σε τρίγωνο ΔΙ, ο χρόνος ΕΖ δεν υπάρχει. Θ: Σημείο απενεργοποίησης πηνίου μικρής ανόδου Α, ΘΙ: Χρόνος επιβράδυνσης θαλάμου από μικρή ταχύτητα μέχρι το τελικό σταμάτημα. Ι: Σημεία τελικού σταματήματος θαλάμου. ΘΚ: Χρόνος καθυστέρησης του ηλεκτροκινητήρα για το ομαλό του σταμάτημα.

## ΚΑΘΟΔΟΣ

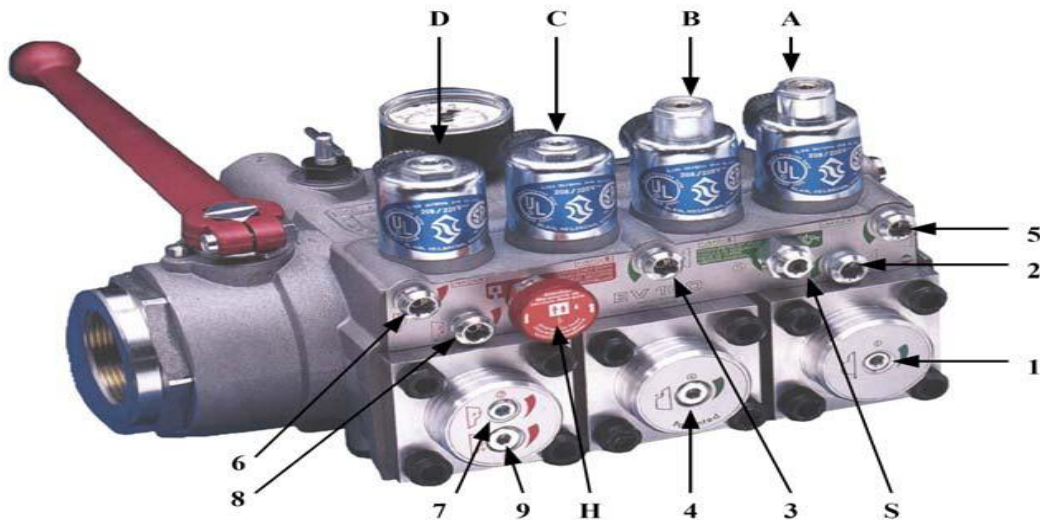
Ο κινητήρας και η αντλία δεν λειτουργούν. Ο θάλαμος κατεβαίνει με το βάρος του. Οι ταχύτητες, οι επιβραδύνσεις και επιταχύνσεις καθορίζονται από την ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση των πηνίων καθόδου. 1. By pass. 2. Επιτάχυνση ανόδου. 3. Μεγάλη ταχύτητα ανόδου. 4. Επιβράδυνση ανόδου. 5, Μικρή ταχύτητα ανόδου. 6. Ομαλό σταμάτημα. 7. επιτάχυνση καθόδου. 8. μεγάλη ταχύτητα καθόδου. 9. επιβράδυνση καθόδου. 10 μικρή ταχύτητα καθόδου. 11. Απαλό σταμάτημα. Α, Β. Ηλεκτρονόμος ανόδου. C, D, Ηλεκτρονόμοι καθόδου

### 3.1.1.1. Ρυθμίσεις βαλβίδας blain

Η βαλβίδα blain (EV 100) παρέχει πλήθος ρυθμίσεων ώστε να μπορεί να ελέγξει με ακρίβεια και ασφάλεια την κίνηση του ανελκυστήρα. Συγκεκριμένα διαθέτει 9 ρυθμιστές για τις ταχύτητες και τις επιταχύνσεις κατά την άνοδο και την κάθοδο.

- Ø Ρυθμιστής 1 – by pass: Καθορίζει το χρόνο που η αντλία θα δουλεύει χωρίς να κινείται ο θάλαμος ώστε να επιταχύνει αυτή και ο κινητήρας ομαλά.
- Ø Ρυθμιστής 2 – επιτάχυνση ανόδου: Καθορίζει το χρόνο στον οποίο ο θάλαμος θα επιταχυνθεί από την ηρεμία μέχρι την ονομαστική του ταχύτητα.
- Ø Ρυθμιστής 3 – επιβράδυνση ανόδου: Καθορίζει το χρόνο στον οποίο θα ελαττωθεί η ταχύτητα από την ονομαστική στη μικρή ταχύτητα ανόδου.
- Ø Ρυθμιστής 4 – μικρή ταχύτητα ανόδου: Καθορίζει την μικρή ταχύτητα ανόδου (ταχύτητα προσεγγίσεως).
- Ø Ρυθμιστής 5 – σταμάτημα ανόδου: καθορίζει τον χρόνο στον οποίο ο θάλαμος σταματά από την μικρή ταχύτητα.
- Ø Ρυθμιστής 6 – επιτάχυνση καθόδου: Καθορίζει την επιτάχυνση του θαλάμου από την ηρεμία ως την ταχύτητα καθόδου.
- Ø Ρυθμιστής 7 – ταχύτητα καθόδου: Καθορίζει την ταχύτητα καθόδου του ανελκυστήρα.
- Ø Ρυθμιστής 8 – επιβράδυνση καθόδου: Καθορίζει τόσο την επιβράδυνση από την ταχύτητα καθόδου στη μικρή.
- Ø Ρυθμιστής 9 – μικρή ταχύτητα καθόδου: Καθορίζει την ταχύτητα προσέγγισης κατά την κάθοδο.
- Ø Ρυθμιστής S – πίεση ανακούφισης: Καθορίζει την μέγιστη πίεση λειτουργίας στη βαλβίδα.
- Ø Ρυθμιστής KS –χαλάρωσης συρματόσχοινων: Ο ρυθμιστής αυτός τοποθετείται εάν χρησιμοποιούνται συρματόσχοινα για την κίνηση του θαλάμου. Σκοπός του είναι να αποκλείει την κίνηση του εμβόλου από την χειροκίνητη βαλβίδα ή το πηνίο ασφαλείας, όταν ο θάλαμος τερματίσει. Κάτι τέτοιο θα έχει αποτέλεσμα την χαλάρωση των συρματόσχοινων και πιθανώς την έξοδό τους από την τροχαλία με καταστρεπτικές συνέπειες.

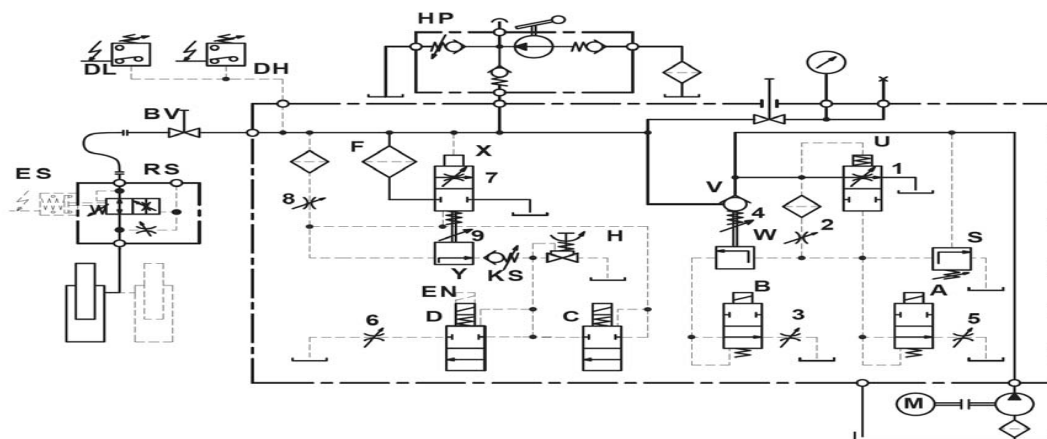
Στην εικόνα που ακολουθεί φαίνεται η θέση των ρυθμιστών στη βαλβίδα



Σχήμα 3.13: Βαλβίδα blain

### 3.1.1.2. Υδραυλικό διάγραμμα της βαλβίδας blain

Στο ακόλουθο σχήμα φαίνεται το υδραυλικό διάγραμμα της βαλβίδας blain.



Σχήμα 3.14: Υδραυλικό διάγραμμα της βαλβίδας blain

**Στοιχεία ελέγχου:** A: μαγνήτης (μικρής ανόδου), B: μαγνήτης (μεγάλης ανόδου), C: μαγνήτης (μεγάλης καθόδου), D: μαγνήτης(μικρής καθόδου), H: κατέβασμα χειροκίνητο, S: βαλβίδα μεγάλης πίεσης, U: βαλβίδα by pass, V: βαλβίδα αντεπιστροφής, W: βαλβίδα μεγάλης ταχύτητας ανόδου, X: βαλβίδα μεγάλης ταχύτητας καθόδου, Y:βαλβίδα μικρής ταχύτητας καθόδου

**Επιπρόσθετα εξαρτήματα:** RS:βαλβίδα ασφαλείας, HP:αντλία χειρός, DS:διακόπτης πίεσης



### 3.6 ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΕΜΒΟΛΟΥ – ΚΥΛΙΝΔΡΟΥ

Το συγκρότημα αυτό βρίσκεται στο χώρο του φρεατίου του υδραυλικού ανελκυστήρα και η τοποθέτησή του διαφέρει ανάλογα με την ανάρτηση του θαλάμου. Η εικόνα που ακολουθεί απεικονίζει τη μορφή του συγκροτήματος εμβόλου κυλίνδρου.



**Εικόνα 3.1:** συγκρότημα εμβόλου κυλίνδρου.

#### 3.6.1 Ο κύλινδρος

Ο κύλινδρος αποτελεί το εξωτερικό τμήμα του συγκροτήματος εμβόλου - κυλίνδρου δημιουργώντας το περίβλημα μέσα στο οποίο κινείται το έμβολο. Ο κύλινδρος είναι κατασκευασμένος από χαλυβδοσωλήνα κατάλληλου πάχους ώστε να υπερκαλύπτονται οι ανάγκες για αντοχή σε πίεση και τις λοιπές συνθήκες λειτουργίας. Το κάτω άκρο του κλείνεται με σιδηρά φλάντζα ενώ στο πάνω άκρο του είναι προσαρμοσμένη με κοχλίωση, η κεφαλή που φέρει δύο δακτυλίους οδηγήσεως του εμβόλου από ειδικό αντιτριβικό υλικό. Η στεγανότητα επιτυγχάνεται με ένα δακτύλιο στεγανοποίησης υψηλής πίεσης από ελαστικό υλικό. Επίσης, η κεφαλή παρουσιάζει κωνική διαμόρφωση με κατάλληλη κλίση, έτσι ώστε, όταν το κάτω μέρος του εμβόλου πλησιάζει στο τέλος της προς τα άνω διαδρομής του, να δημιουργείται ένα είδος υδραυλικού φρεναρίσματος προς απόσβεση της ενδεχόμενης κρούσης.

Μεταξύ εμβόλου και κυλίνδρου υπάρχει διάκενο για την άνετη ροή του λαδιού, ενώ η είσοδος ξένων σωματιδίων κατά την κάθοδο του εμβόλου θα εμποδίζεται με μία ξύστρα. Για την συλλογή του λαδιού που στραγγίζει από την επιφάνεια του εμβόλου, κατά την κάθοδό του ή του διαφεύγοντος από τους δακτυλίους στεγανότητας, η κεφαλή έχει στο πάνω μέρος της διαμόρφωση σαν μικρή λεκάνη. Το συλλεγμένο λάδι, οδηγείται από την λεκάνη αυτή, με πλαστικό σωληνάκι, σε ειδικό διαφανές πλαστικό δοχείο, στον πυθμένα του φρεατίου. Η προώθησή του απ' ευθείας στην μονάδα ισχύος αποφεύγεται για να είναι δυνατός, κατά την συντήρηση, ο έλεγχος της διαρρέουσας ποσότητας λαδιού. Στη κεφαλή του κυλίνδρου υπάρχει κρουνός για την εξαέρωση. Γενικά η κατασκευή και η εγκατάσταση του συστήματος κυλίνδρου-εμβόλου εξασφαλίζει την αθόρυβη και χωρίς τριβές λειτουργία του. Ο κύλινδρος τροφοδοτείται με το λάδι από την δεξαμενή της μονάδας ισχύος μέσω ελαστικού σωλήνα. Στην περίπτωση ελεύθερης πτώσης του θαλάμου λόγω θραύσεως του τροφοδοτικού σωλήνα προβλέπεται βαλβίδα ασφαλείας (pipe rupture valve), τοποθετημένη επί του κυλίνδρου στο σημείο εισαγωγής του λαδιού. Η βαλβίδα ασφαλείας λειτουργεί ως υδραυλική αρπάγη.

### 3.6.2 Το έμβολο

Το έμβολο είναι , κατασκευασμένο από χαλυβδοσωλήνα (st 37.0) χωρίς ραφή, βαρέως τύπου, με ικανοποιητική αντοχή. Η εξωτερική επιφάνειά του είναι προσεκτικά λειασμένη σε ειδικό μηχάνημα και το κάτω άκρο κλείνεται με σιδηρά φλάντζα και φέρει συγκολλημένους δακτυλίους για να μην είναι δυνατή η έξοδος από τον κύλινδρο. Τα έμβολα των υδραυλικών ανελκυστήρων διακρίνονται σε διαιρούμενα και τηλεσκοπικά.

Τα διαιρούμενα έμβολα αποτελούνται από δύο ή τρία τμήματα τα οποία ενώνονται μεταξύ τους κατακόρυφα και χρησιμοποιούνται όταν το μήκος είναι αρκετά μεγάλο. Στα σημεία της ένωσης των τμημάτων υπάρχει σπείρωμα αρσενικό και θηλυκό καθώς και οδηγός σταθεροποίησης ενώ στο σημείο αυτό απαιτείται να υπάρχουν όμοιες συνθήκες λειτουργίας με αυτές που επικρατούν στον κύλινδρο.

Τα τηλεσκοπικά έμβολα χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις με περιορισμένο διαθέσιμο ύψος για την ανάπτυξη του εμβόλου και διακρίνονται σε έμβολα δύο και τριών φάσεων ενώ η ανάρτηση του θαλάμου στην περίπτωση αυτή είναι άμεση με κεντρικό έμβολο.

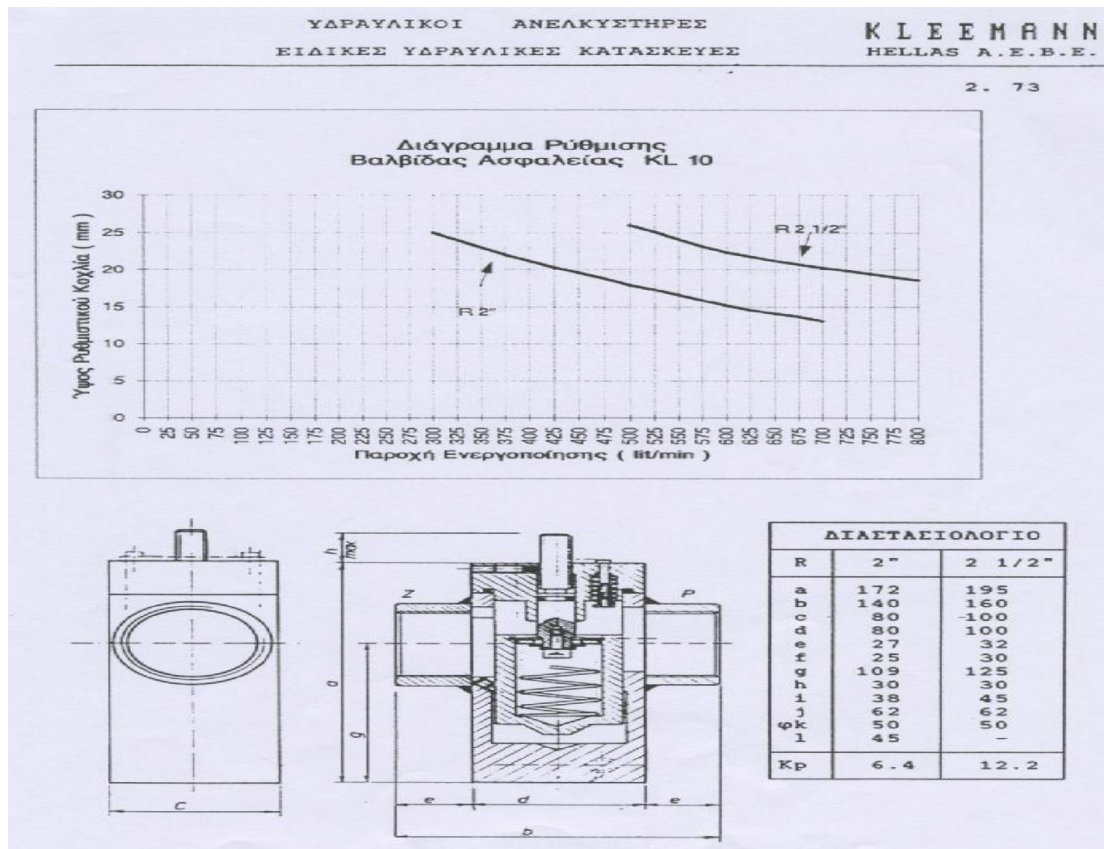
Ακολουθεί πίνακας με τα τεχνικά χαρακτηριστικά εμβόλων.

**Πίνακας 3.10:** Τεχνικά χαρακτηριστικά εμβόλων

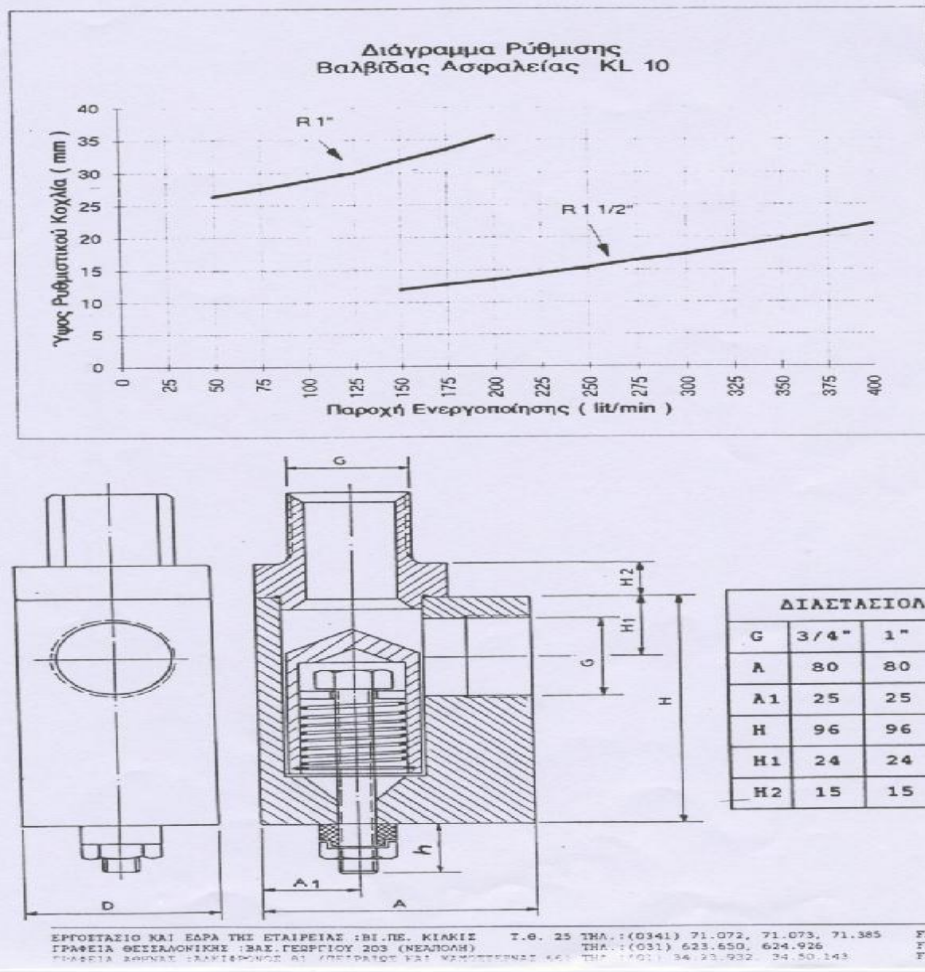
<b>ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΙΑΙΡΟΥΜΕΝΩΝ ΕΜΒΟΛΩΝ ΑΖΚΕΒ - ΑΖΚΒΖ</b>																
Τύπος =	70	80	85	90	100	110	120	130	140	150	160	170	185	195	210	
Φ d1	59,6	70	72,6	80	90	100	110	120	130	140	-	-	-	-	-	
Φ d2	55	65	-	75	84,6	95	106	115	125	135	-	-	-	-	-	
Φ d3	50	59,6	64,6	69,6	79,6	91,6	99,6	111	119	129	140	146	165	175	190	
Φ d4	-	-	-	-	-	-	71	79,7	96	119	128	139	144	159	175	
Φ D	114	133	133	140	152	152	178	194	194	219	245	245	267	273	299	
Φ Da	120	140	140	160	180	180	200	230	230	250	285	285	310	310	350	
Φ B	180	205	205	206	220	220	245	260	260	286	325	325	347	362	386	
S	140	160	160	165	190	190	203	219	219	245	269	269	291	297	323	
M	M30	M30	M30	M30	M30	M30	M36	M36	M36	M36	M42	M42	M42	M42	M48	
E	45	50	50	60	60	60	80	80	80	80	110	120	130	130	130	
m	M10	M12	M12	M12	M16	M16	M16	M16	M16	M16	M20	M20	M20	M20	M20	
e	50	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	
f	70	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	
g1	M10	M10	M10	M10	M10	M10	M10	M10	M10	M10	M10	M10	M12	M12	M12	
h1	15	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
x	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
R	R1	R1/2	R1/2	R1/2	R1/2	R1/2	R1/2	R1/2	R1/2	R1/2	R1/2	R1/2	R2	R2	R2	
c	23	23	23	23	25,2	25,2	27,8	28,9	28,9	30,4	31,4	31,4	32,3	32,3	33	
a	185	185	185	190	192	192	195	202	202	202	224	224	229	229	235	
<b>Υπόμνημα</b>																
Φ d	Εξωτερική διάμετρος εμβόλου							Φ D	Εξωτερική διάμετρος κυλίνδρου							
Φ d1	Εσωτερική διάμετρος εμβόλου							Φ Da	Εξωτερική διάμετρος κεφαλής κυλίνδρου							
Φ d2	Εσωτερική διάμετρος εμβόλου							Φ B	Διάμετρος φλάντζας σύνδεσης κυλίνδρου							
Φ d3	Εσωτερική διάμετρος εμβόλου							S	Βάθος φλάντζας σύνδεσης κυλίνδρου							
Φ d4	Εσωτερική διάμετρος εμβόλου							M	Διάμετρος βίδας εμβόλου							

### 3.6.3 Η βαλβίδα ασφαλείας

Αποτελεί μία διάταξη που βρίσκεται στο σημείο εισαγωγής του λαδιού στον κύλινδρο και εξετάζει και συγκρατεί την ποσότητα του λαδιού που επιστρέφει από το έμβολο προς τη μονάδα ισχύος. Σύμφωνα με το EN 81-2/98 παράγραφος 12.5.5.1 η βαλβίδα ασφαλείας πρέπει να ενεργοποιείται το αργότερο κατά την στιγμή, που η ταχύτητα φθάνει μία τιμή ίση με την τιμή της ονομαστικής ταχύτητας καθόδου αυξημένης κατά 0.3 m/sec. Κλείνει προσωρινά και με αυτό τον τρόπο το σταμάτημα του θαλάμου γίνεται ομαλά. Η βαλβίδα ανοίγει και πάλι, αυτόματα όταν η πίεση μειωθεί. Με ειδική βίδα στο κάτω μέρος της βαλβίδας ασφαλείας ρυθμίζεται η παροχή κατά 40% επιπλέον της ονομαστικής. Η ρύθμιση της βαλβίδας ασφαλείας, γίνεται με ένα κοχλία, ξεβιδώνοντας την βίδα αυξάνουμε την παροχή ενεργοποίησης της βαλβίδας. Το ύψος ρύθμισης του κοχλία σε σχέση με την παροχή ενεργοποίησης δίνεται στα σχήματα που ακολουθούν.



**Σχήμα 3.15:** Ύψος ρύθμισης κοχλία σε σχέση με την παροχή ενεργοποίησης



**Σχήμα 3.16:** Ύψος ρύθμισης κοχλία σε σχέση με την παροχή ενεργοποίησης

Σύμφωνα με το EN 81-2/98 παράγραφος 12.5.5.1 η βαλβίδα ασφαλείας πρέπει να ενεργοποιείται το αργότερο κατά την στιγμή, που η ταχύτητα φθάνει μία τιμή ίση με την τιμή της ονομαστικής ταχύτητας καθόδου αυξημένης κατά 0.3 m/sec. Όταν η βαλβίδα ασφαλείας λειτουργεί κανονικά το κυλινδρικό βάκτρο που περιέχει ισορροπεί στην αρχική του θέση λόγω :

- Ø Της ώθησης της πίεσης του λαδιού στο εσωτερικό του βάκτρου
- Ø Της έλξης της πίεσης του λαδιού που κινείται στην εξωτερική πλευρά του βάκτρου
- Ø Την έλξη της δράσης του ελατηρίου

Σε περίπτωση αύξησης της ταχύτητας του λαδιού, η πίεσή του μειώνεται σύμφωνα με τον νόμο του Bernoulli. Αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα η ώθηση από την πίεση στο εσωτερικό του βάκτρου να γίνει μεγαλύτερη από το άθροισμα των έλξεων της του ελατηρίου και της εξωτερικής πίεσης και το βάκτρο να μετακινηθεί. Με τον τρόπο αυτό εμποδίζεται η πορεία του λαδιού από το έμβολο προς το δοχείο και ο θάλαμος σταματά με ομαλό τρόπο. Σε αυτό στηρίζεται και ο χαρακτηρισμός της βαλβίδας ασφαλείας και ως υδραυλική αρπαγή.

## 4. ΜΕΛΕΤΗ

### ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ

Εργοδότης :  
:  
:  
:  
Έργο : ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑΣ  
: ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΑΣ  
: 5 ΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ 8 ΑΤΟΜΩΝ  
Θέση :  
:  
:  
Ημερομηνία :  
Μελετητές :  
:  
:  
:  
Παρατηρήσεις :  
:  
:

## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ

### 4.1 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

**Είδος ανελκυστήρα :** ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑΣ ΑΤΟΜΩΝ

**Άτομα :** 8

<b>Q</b> : Ωφέλιμο φορτίο (75 * άτομα) Αριθμός στάσεων : 5	<b>Q = 600 kg</b>
<b>D<sub>x</sub></b> : Μέγεθος θαλάμου κατά την διεύθυνση x	<b>D<sub>x</sub> = 1400.00 mm</b>
<b>D<sub>y</sub></b> : Μέγεθος θαλάμου κατά την διεύθυνση y	<b>D<sub>y</sub> = 1100.00 mm</b>
<b>I<sub>g</sub></b> : Διαδρομή θαλάμου	<b>I<sub>g</sub> = 12.00 m</b>
<b>V<sub>c</sub></b> : Ταχύτητα θαλάμου	<b>V<sub>c</sub> = 0.63 m/sec</b>
<b>P</b> : Ίδιο Βάρος Θαλάμου $P = P_{καμπ} + P_{πλ} + P_{T1} + P_{T2}$	<b>P = 700 kg</b>
<b>C<sub>m</sub></b> : Λόγος ανάρτησης θαλάμου: Έμμεση(2:1) Άμεση(1:1)	<b>C<sub>m</sub> = 2</b>
<b>N<sub>e</sub></b> : Αριθμός εμβόλων	<b>N<sub>e</sub> = 1</b>
<b>P<sub>rh</sub></b> : Βάρος τροχαλίας	<b>P<sub>rh</sub> = 58 kg</b>
<b>P<sub>συρμ</sub></b> : Βάρος συρματόσχοινων	<b>P<sub>συρμ</sub> = 25.90 kg</b>

**Τύπος εμβόλου :** 100 X 5

**Υλικό εμβόλου :** St52

<b>P<sub>el</sub></b> : Βάρος εμβόλου / m μήκους	<b>P<sub>el</sub> = 27.00 kg/m</b>
<b>L</b> : Μήκος εμβόλου	<b>L = 5.00 m</b>
<b>P<sub>e</sub></b> : Βάρος εμβόλου $P_e = P_{el} * L$	<b>P<sub>e</sub> = 135.00 kg</b>
<b>d<sub>r</sub></b> : Εξωτερική διάμετρος σωλήνα εμβόλου	<b>d<sub>r</sub> = 100.0 mm</b>
<b>d<sub>ri</sub></b> : Εσωτερική διάμετρος σωλήνα εμβόλου	<b>d<sub>ri</sub> = 90.0 mm</b>
<b>e<sub>r</sub></b> : Πάχος τοιχώματος σωλήνα εμβόλου	<b>e<sub>r</sub> = 5.0 mm</b>

**Υλικό κυλίνδρου :** St52

<b>D<sub>k</sub></b> : Εξωτερική διάμετρος σωλήνα κυλίνδρου	<b>D<sub>k</sub> = 127.0 mm</b>
<b>D<sub>ki</sub></b> : Εσωτερική διάμετρος σωλήνα κυλίνδρου	<b>D<sub>ki</sub> = 118.0 mm</b>
<b>e<sub>k</sub></b> : Πάχος τοιχώματος σωλήνα κυλίνδρου	<b>e<sub>k</sub> = 4.5 mm</b>
<b>e<sub>1</sub></b> : Πάχος πάτου κυλίνδρου	<b>e<sub>1</sub> = 20.00 mm</b>
<b>u<sub>1</sub></b> : Πάχος βάσης στο κοίλωμα	<b>u<sub>1</sub> = 6.50 mm</b>
<b>r<sub>1</sub></b> : Ακτίνα κοιλώματος	<b>r<sub>1</sub> = 6.00 mm</b>

**Υλικό σωλήνα τροφοδοσίας :** St37

<b>D<sub>σ</sub></b> : Εξωτερική διάμετρος σωλήνα τροφοδοσίας	<b>D<sub>σ</sub> = 25.0 mm</b>
<b>e<sub>σ</sub></b> : Πάχος τοιχώματος σωλήνα τροφοδοσίας	<b>e<sub>σ</sub> = 2.0 mm</b>
<b>Q<sub>α</sub></b> : Παροχή αντλίας	<b>Q<sub>α</sub> = 150.00 l/min</b>
<b>A</b> : Συντελεστής α αντλίας	<b>α = 1.03</b>
<b>B</b> : Συντελεστής β αντλίας	<b>β = 0.97 Nt/mm<sup>2</sup></b>
<b>N<sub>ov</sub></b> : Ονομαστική ισχύς κινητήρα	<b>N<sub>ov</sub> = 13.0 HP</b>
<b>n</b> : Αριθμός συρματόσχοινων	<b>n = 4</b>
<b>D</b> : Διάμετρος συρματόσχοινων	<b>d = 10.0 mm</b>
<b>F<sub>g</sub></b> : Φορτίο θραύσεως συρματόσχοινων	<b>F<sub>g</sub> = 4400 kg</b>
<b>D</b> : Διάμετρος τροχαλιών.	<b>D = 400.0 mm</b>

$d_a$  : Διάμετρος άξονα τροχαλίας  $d_a = 40.0 \text{ mm}$   
 $W$  : Ροπή αντίστασης άξονα τροχαλίας  $W = 6280 \text{ mm}^3$   
 $C$  : Απόσταση στήριξης άξονα τροχαλίας  $C = 35 \text{ mm}$

**Τύπος οδηγών :** ΟΔΗΓΟΙ ΤΥΠΟΥ A & B  
 $N_r$  : Αριθμός οδηγών  $N_r = 2$

Επιλέγεται 1 συσκευή αρπάγης τύπου : Ακαριαίας πέδησης τύπου κυλίνδρου

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

#### 4.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΕΜΒΟΛΟΥ ΚΥΛΙΝΔΡΟΥ ΚΑΙ ΑΓΩΓΟΥ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ

Μήκος εμβόλου που υπόκειται σε λύγισμα  $L_k$   
 $L_k = L = 5 \text{ m}$

α) Έλεγχος εμβόλου σε λύγισμα

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

Ροπή αδράνειας διατομής εμβόλου  $J$   
 $J = \pi \cdot (d_r^4 - d_{ri}^4) / (64 \cdot 10000) \Rightarrow$   
 $J = 3.14 \cdot (100 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100 - 90 \cdot 90 \cdot 90 \cdot 90) / (640000) = 168.81 \text{ cm}^4$   
 $J = 168.81 \text{ cm}^4$

$i = \sqrt{J_1 / A_1} = \sqrt{(168.81 \cdot 10000 / 1492)} = 33.63 \text{ mm}$   
 $i = 33.63 \text{ mm}$

Συντελεστής λυγερότητας εμβόλου  $\lambda$   
 $\lambda = L_k / i = 5 \cdot 1000 / 33.63 = 148.7$   
 $\lambda = 148.7$

Κρίσιμο φορτίο λυγισμού  $F_{κρ}$

Για  $\lambda > 100$  είναι :  
 $E = 206010 \text{ Nt/mm}^2$

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

$$F_{κρ} = 3.14^2 * 206010 * 1492 * 33.63^2 / (2 * (5 * 1000)^2) \Rightarrow$$

$$F_{κρ} = 68647 \text{ Nt}$$

Φορτίο λυγισμού εμβόλου  $F_s$

$$F_s = 1.4 * 9.81 * ((P+Q) * C_m + 0.64 * P_e * N_e + P_{rh} * N_e + P_{συρμ}) / N_e \Rightarrow$$

$$F_s = 1.4 * 9.81 * (700 + 600) * 2 + 0.64 * 9.81 * 135 * 1 + 9.81 * 58 * 1 + 9.81 * 25.9 / 1 = 38047.3 \text{ Nt}$$

$$F_s = 38047.3 \text{ Nt}$$

Πρέπει  $F_s \leq F_{κρ}$  ή  $38047 \leq 68647 \text{ Nt}$

**β)** Έλεγχος τοιχωμάτων εμβόλου κυλίνδρου και αγωγού τροφοδοσίας σε πίεση

Στατική πίεση λειτουργίας  $P_{στατ}$

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

$$B_s = (9.81 * (700 + 600) * 2 + 9.81 * 135 * 1 + 9.81 * 58 * 1 + 9.81 * 25.9) / 1 = 27653 \text{ Nt}$$

$$B_s = 27653 \text{ Nt}$$

$$P_{στατ.} = B_s / A_0 = 27653 / 7854 = 3.52 \text{ Nt/mm}^2$$

$$P_{στατ.} = 3.52 \text{ Nt/mm}^2$$

**β1)** Έλεγχος τοιχωμάτων εμβόλου

Μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας εμβόλου

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

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

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

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

$$P_{στατ.εμβ.} = 8.17 \text{ Nt/mm}^2$$

$$\text{Πρέπει } P_{στατ.} \leq P_{στατ.εμβ.} \Rightarrow 3.52 \leq 8.17 \text{ Nt/mm}^2$$

**β2)** Έλεγχος τοιχωμάτων κυλίνδρου

Μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας τοιχωμάτων κυλίνδρου

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

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

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

$$P_{στατ.κυλ.} = (4.5 - 1) * 2 * 355 / (2.38 * 1.7 * 127) = 5 \text{ Nt/mm}^2$$

$$P_{στατ.κυλ.} = 5 \text{ Nt/mm}^2$$

$$\text{Πρέπει } P_{στατ.} \leq P_{στατ.κυλ.} \Rightarrow 3.52 \leq 5 \text{ Nt/mm}^2$$



### β3) Έλεγχος τοιχωμάτων αγωγού τροφοδοσίας

Για μεταλλικό αγωγό τροφοδοσίας είναι :

$$P_{\text{στατ.αγ.}} = (e_{\sigma} - e_0) * 2 * \sigma_{\text{επ.}} / (2.3 * 1.7 * D_{\sigma})$$

$$e_0 = 0.5 \text{ mm}$$

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

$$P_{\text{στατ.αγ.}} = (2 - 0.5) * 2 * 235 / (2.3 * 1.7 * 25) = 7.21 \text{ Nt/mm}^2$$

$$P_{\text{στατ.αγ.}} = 7.21 \text{ Nt/mm}^2$$

$$\text{Πρέπει } P_{\text{στατ.}} \leq P_{\text{στατ.αγ.}} \Rightarrow 3.52 \leq 7.21 \text{ Nt/mm}^2$$

### β4) Έλεγχος πάχους βάσης κυλίνδρων

Για επίπεδη βάση κυλίνδρου με αυλάκωση βάση κυλίνδρου είναι :

$$P_{\text{στατ.πάτου.}} = \frac{(e_1 - e_0)^2 * \sigma_{\text{επ.}}}{(0.4 * D_{\text{ki}})^2 * 2.3 * 1.7} = \frac{(20.00 - 1)^2 * 355.00}{(0.4 * 118.00)^2 * 2.3 * 1.7} = 15.50$$

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

$$e_0 = 1 \text{ mm}$$

και ισχύει

$$P_{\text{στατ.}} \leq P_{\text{στατ.πάτου.}} \Rightarrow 3.52 \leq 15.50 \text{ Nt/mm}^2$$

Επίσης

$$P_{\text{στατ.αυλ.πάτου.}} = \frac{(u_1 - e_0) * \sigma_{\text{επ.}}}{1.3 * (D_{\text{ki}} / 2 - r_1) * 2.3 * 1.7} = \frac{(6.50 - 1) * 355.00}{1.3 * (118.00 / 2 - 6.00) * 2.3 * 1.7} = 7.91$$

$$\text{Πρέπει } P_{\text{στατ.}} \leq P_{\text{στατ.αυλ.πάτου.}} \Rightarrow 3.52 \leq 7.91 \text{ Nt/mm}^2$$

#### 4.3 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  $Q_\alpha$

$$Q_\alpha = 0.06 * V_{\text{εαπ}} * A_0 * N_e = 0.06 * 0.315 * 7854 * 1 = 148.44 \text{ l/min}$$

$$Q_\alpha = 148.44 \text{ l/min}$$

Από πίνακες κατασκευαστή επιλέγεται αντλία παροχής

$$Q_{\alpha'} = 150 \text{ l/min}$$

Ισχύει :  $Q_{\alpha'} \geq Q_\alpha$  ή  $150 \geq 148.44 \text{ l/min}$

Ταχύτητα Εμβόλου  $V_e$

$$V_e = Q_{\alpha'} / (0.06 * A_0 * N_e) = 150 / (0.06 * 7854 * 1)$$

$$V_e = 0.318 \text{ m/sec}$$

Βαθμός απόδοσης μονάδος ισχύος

$$n = P_{\text{στατ.}} / (P_{\text{στατ.}} + \beta) = 3.52 / (3.52 * 1.03 + 0.97) = 0.77$$

$$n = 0.77$$

Απαιτούμενη ισχύς κινητήρα

$$N = B_s * V_e / (1000 * n) = 1 * 27653 * 0.318 / (1000 * 0.77) * 1.341 = 15.4 \text{ HP}$$

$$N = 15.4 \text{ HP} \text{ ή } 11.5 \text{ KW}$$

Απαιτούμενη ονομαστική ισχύς κινητήρα

$$N_{\text{ov}} = N / 1.3 = 15.4 / 1.3 = 11.9 \text{ HP}$$

$$N_{\text{ov}} = 11.9 \text{ HP} \text{ ή } 8.8 \text{ KW}$$

Από πίνακες κατασκευαστή επιλέγεται κινητήρας με ονομαστική ισχύ

$$N_{\text{ov}} = 13 \text{ HP} \text{ ή } 9.7 \text{ KW}$$

#### 4.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΡΜΑΤΟΣΧΟΙΝΩΝ

Συντελεστής ασφαλείας

$$v = n * F_g / ( ((P+Q) / N_e) + P_{\text{συρμ}} ) = 4 * 4400 / (700 + 600) / 1 + 25.9 = 13.54$$

$$v = 13.54 \geq 12$$

Για υλικό άξονα τροχαλίας St 44

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

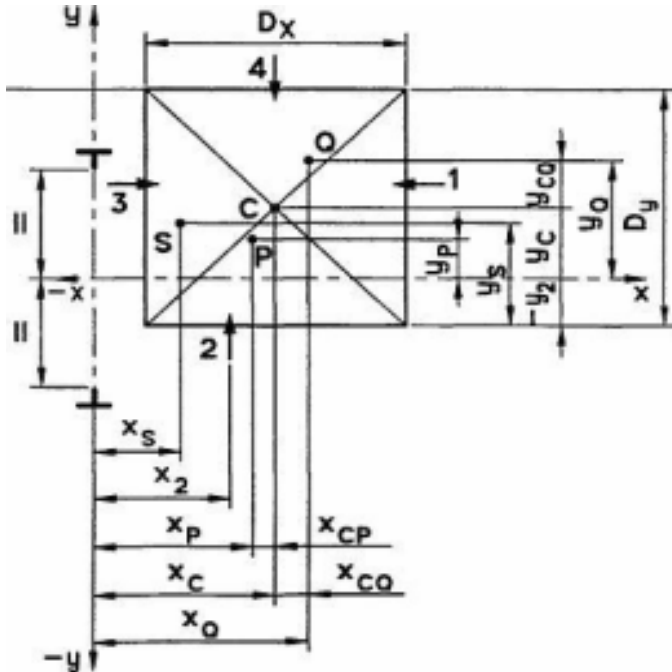
Τάση άξονα τροχαλίας

$$\sigma = (P+Q + (P_{\text{rh}} * N_e)) * C / (W * N_e) = 9.81 * (700 + 600 + (58 * 1)) * 35 / (6280 * 1) \Rightarrow$$

$$\sigma = 74.25 \text{ Nt/mm}^2$$

Πρέπει  $\sigma \leq \sigma_{\text{επ}}$  ή  $74.25 \leq 91.7 \text{ Nt/mm}^2$

#### 4.5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΔΗΓΩΝ



Σχήμα 4.1

#### 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  $P_{\text{καμπ}} = 450.00 \text{ kg}$

Βάρος πλαισίου  $P_{\text{πλ}} = 180.00 \text{ kg}$

Βάρος πόρτας 1  $P_{T1} = 70.00 \text{ kg}$

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

Βάρος Θαλάμου  $P = P_{\text{καμπ}} + P_{\text{πλ}} + P_{T1} + P_{T2} = 450.00 + 180.00 + 70.00 + 0.00 = 700.00 \text{ kg}$

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  $x_{\text{πλ}} = 875.00 \text{ mm}$

Θέση  $y$  μάζας πλαισίου σε σχέση με τη συντεταγμένη  $y$  οδηγού  $y_{\text{πλ}} = 688.00 \text{ mm}$

Θέση  $x$  πόρτας 1 σε σχέση με τη συντεταγμένη  $x$  οδηγού  $x_1 = 1550.00 \text{ mm}$

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  $y_1 = 550.00 \text{ mm}$

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

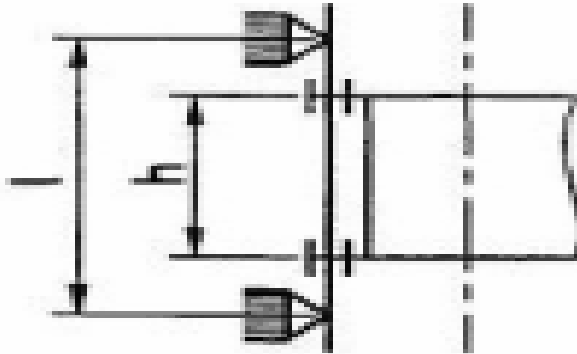
$$x_P = ( P_{\text{καμπ}} * X_c + P_{\text{πλ}} * X_{\text{πλ}} + P_{T1} * X_1 + P_{T2} * X_2 ) / P =$$

$$= ( 450.00 * 850.00 + 180.00 * 875.00 + 70.00 * 1550.00 + 0.00 * 0.00 ) / 700.00 = 926.43 \text{ mm}$$

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

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

$$= ( 450.00 \cdot 0.00 + 180.00 \cdot 688.00 + 70.00 \cdot 550.00 + 0.00 \cdot 0.00 ) / 700.00 = 231.91 \text{ mm}$$



Σχήμα 4.2

Απόσταση στηριγμάτων οδηγών  $l$  : 1300.0 mm

Κατακόρυφη απόσταση οδηγήσεως σασί  $h$  : 2700.0 mm

Αριθμός οδηγών  $n = 2$

Μέγεθος θαλάμου κατά την διεύθυνση  $x$   $D_x = 1400.00$  mm

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

Κατακόρυφη απόσταση οδηγήσεως σασί  $h = 2700.00$  mm

Απόσταση μεταξύ των στηριγμάτων των οδηγών  $l = 1300.00$  mm

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

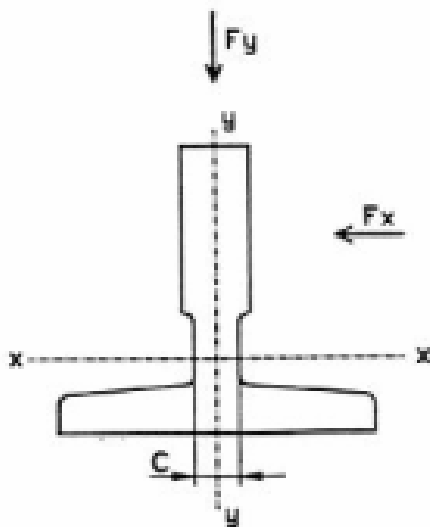
Ροπή αντίστασης της διατομής  $W_x = 14500.00$  mm<sup>3</sup>

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

Ακτίνα αδράνειας  $i_y = 18.29$  mm

Συντελεστής λυγρότητας  $\lambda = l/i_y = 71.09$

Από πίνακες βάσει του υλικού και του  $\lambda$  λαμβάνουμε συντελεστή λυγισμού  $\omega(\lambda) = 1.437$



Σχήμα 4.3

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

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

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

### 4.5.1. Λειτουργία συσκευής αρπάγης

#### 4.5.1.1. Τάση κάμψεως

Για λειτουργία συσκευής αρπάγης, ο συντελεστής κρούσης  $k_1 = 3.00$

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

$$F_x = \frac{k_1 * g_n * (Q * x_Q + P * x_P)}{n * h} = \frac{3.00 * 9.81 * (600.00 * 1025.00 + 700.00 * 926.43)}{2 * 2700.00} \Rightarrow$$

$$F_x = 6886.08 \text{ Nt}$$

$$M_y = \frac{3 * F_x * l}{16} = \frac{3 * 6886.08 * 1300.00}{16} = 1678480.78 \text{ Nt * mm}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{1678480.78}{11800.00} = 142.24 \text{ Nt / mm}^2$$

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

$$F_y = \frac{k_1 * g_n * (Q * y_Q + P * y_P)}{n * h/2} = \frac{3.00 * 9.81 * (600.00 * 0.00 + 700.00 * 231.91)}{2 * 2700.00 / 2} \Rightarrow$$

$$F_y = 1769.51 \text{ Nt}$$

$$M_x = \frac{3 * F_y * l}{16} = \frac{3 * 1769.51 * 1300.00}{16} = 431317.09 \text{ Nt * mm}$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{431317.09}{14500.00} = 29.75 \text{ Nt / mm}^2$$

#### 4.5.1.2 Λογισμός

$$F_k = \frac{k_1 * g_n * (Q + P)}{n} = \frac{3.00 * 9.81 * (600.00 + 700.00)}{2} = 19129.50 \text{ Nt}$$

$$\sigma_{Gk} = \frac{(F_k + k_3 * M) * \omega}{A} = \frac{(19129.50 + 0.000 * 0.000) * 1.437}{1570.00} = 17.50 \text{ Nt / mm}^2$$

#### 4. 5.1.3. Συνδυασμένη τάση

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \quad \leq \sigma_{\epsilon\pi\tau} \Rightarrow 171.99 = 29.75 + 142.24 \quad \leq 205.00 \text{ Nt / mm}^2$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_k + k_3 * M}{A} \leq \sigma_{\epsilon\pi\tau} \Rightarrow 184.17 = 171.99 + \frac{19129.50 + 0.000 * 0.000}{1570.00} \leq 205.00 \text{ Nt / mm}^2$$

$$\sigma_c = \sigma_k + 0.9 * \sigma_m \quad \leq \sigma_{\epsilon\pi\tau} \Rightarrow 172.29 = 17.50 + 0.9 * 171.99 \quad \leq 205.00 \text{ Nt / mm}^2$$

#### 4.5.1.4. 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  $y$   $J_y = 525000.00 \text{ mm}^4$

$$\sigma_f = \frac{1.85 * F_x}{c^2} \quad \leq \sigma_{\epsilon\pi\tau} \Rightarrow 127.39 = \frac{1.85 * 6886.08}{10.00^2} \quad \leq 205.00 \text{ Nt / mm}^2$$

#### 4.5.1.5. Βέλη κάμψης

$$\delta_x = 0.7 * \frac{F_x * l^3}{48 * E * J_y} \quad \leq \delta_{\epsilon\pi\tau} \Rightarrow 2.040 = 0.7 * \frac{6886.08 * 1300.00^3}{48 * 206010 * 525000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 0.7 * \frac{F_y * l^3}{48 * E * J_x} \quad \leq \delta_{\epsilon\pi\tau} \Rightarrow 0.462 = 0.7 * \frac{1769.51 * 1300.00^3}{48 * 206010 * 596000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

## 4.5.2. Λειτουργία σε κανονική χρήση

### 4.5.2.1. 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:

$$F_x = \frac{k_2 * g_n * ( Q * (x_Q - x_S) + P * (x_P - x_S) )}{n * h} = \frac{1.2 * 9.81 * ( 600.00 * ( 1025.00 - 75.00 ) + 700.00 * ( 926.43 - 75.00 ) )}{2 * 2700.00} = 2541.88 \text{ Nt}$$

$$M_y = \frac{3 * F_x * l}{16} = \frac{3 * 2541.88 * 1300.00}{16} = 619583.25 \text{ Nt * mm}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{619583.25}{11800.00} = 52.51 \text{ Nt / mm}^2$$

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

$$F_y = \frac{k_2 * g_n * ( Q * (y_Q - y_S) + P * (y_P - y_S) )}{n * h/2} = \frac{1.2 * 9.81 * ( 600.00 * ( 0.00 - 200.00 ) + 700.00 * ( 231.91 - 200.00 ) )}{2 * 2700.00 / 2} = -425.80 \text{ Nt}$$

$$M_x = \frac{3 * F_y * l}{16} = \frac{3 * 425.80 * 1300.00}{16} = 103788.17 \text{ Nt * mm}$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{103788.17}{14500.00} = 7.16 \text{ Nt / mm}^2$$

### 4.5.2.2. Λυγισμός

Σε κανονική χρήση δεν εμφανίζεται λυγισμός.

#### 4.5.2.3. Συνδυασμένη τάση

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \quad \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 59.665 = 7.16 + 52.51 \quad \leq 165.000 \text{ Nt / mm}^2$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 * M}{A} \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 59.665 = 59.665 + \frac{0.000 * 0.000}{1570.00} \leq 165.000 \text{ Nt / mm}^2$$

#### 4.5.2.4. Κάμψη αρμοκαλύπτρας

$$\sigma_F = \frac{1.85 * F_x}{c^2} \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 47.02 = \frac{1.85 * 2541.88}{10.00^2} \leq 165.000 \text{ Nt / mm}^2$$

#### 4.5.2.5. Βέλη κάμψης

$$\delta_x = 0.7 * \frac{F_x * l^3}{48 * E * J_y} \leq \delta_{\text{επ}} \Rightarrow 0.753 = 0.7 * \frac{2541.88 * 1300.00^3}{48 * 206010 * 525000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 0.7 * \frac{F_y * l^3}{48 * E * J_x} \leq \delta_{\text{επ}} \Rightarrow 0.111 = 0.7 * \frac{425.80 * 1300.00^3}{48 * 206010 * 596000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

### 4.5.3. Φόρτωση σε κανονική χρήση

#### 4.5.3.1. Τάση κάμψης

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

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

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

$$\frac{9.81 * 700.00 * (926.43 - 75.00) + 2354.40 * (1550.00 - 75.00)}{2 * 2700.00} = 1725.83 \text{ Nt}$$

$$M_y = \frac{3 * F_x * l}{16} = \frac{3 * 1725.83 * 1300.00}{16} = 420671.88 \text{ Nt * mm}$$



$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{420671.88}{11800.00} = 35.65 \text{ Nt / mm}^2$$

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

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

$$\frac{9.81 * 700.00 * (231.91 - 200.00) + 2354.40 * (550.00 - 200.00)}{2 * 2700.00 / 2} = 386.37 \text{ Nt}$$

$$M_x = \frac{3 * F_y * l}{16} = \frac{3 * 386.37 * 1300.00}{16} = 94177.36 \text{ Nt * mm}$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{94177.36}{14500.00} = 6.49 \text{ Nt / mm}^2$$

#### 4.5.3.2. Λυγισμός

Σε κανονική χρήση δεν εμφανίζεται λυγισμός.

#### 4.5.3.3. Συνδυασμένη τάση

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \quad \sigma_{\epsilon\pi\tau} \Rightarrow 42.145 = 6.49 + 35.65 \quad \leq 165.000 \text{ Nt / mm}^2$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 * M}{A} \leq \sigma_{\epsilon\pi\tau} \Rightarrow 42.145 = 42.145 + \frac{0.000 * 0.000}{1570.00} \leq 165.000 \text{ Nt / mm}^2$$

#### 4.5.3.4. Κάμψη αρμοκαλύπτρας

$$\sigma_f = \frac{1.85 * F_x}{c^2} \Leftrightarrow \sigma_{\epsilon\pi\tau} \Rightarrow 31.93 = \frac{1.85 * 1725.83}{10.00^2} \leq 165.000 \text{ Nt / mm}^2$$

#### 4.5.3.5. Βέλη κάμψης

$$\delta_x = 0.7 * \frac{F_x * l^3}{48 * E * J_y} \Leftrightarrow \delta_{\epsilon\pi\tau} \Rightarrow 0.511 = 0.7 * \frac{1725.83 * 1300.00^3}{48 * 206010 * 525000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

$$\bar{\delta}_y = 0.7 * \frac{F_y * l^3}{48 * E * J_x} \quad \leq \delta_{\text{επ}} \Rightarrow 0.101 = 0.7 * \frac{386.37 * 1300.00^3}{48 * 206010 * 596000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

### **ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ 1/8 ΩΣ ΠΡΟΣ (Y)**

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

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

#### **4.5.1. Λειτουργία συσκευής αρπάγης**

##### *4.5.1.1. Τάση κάμψεως*

Για λειτουργία συσκευής αρπάγης, ο συντελεστής κρούσης  $k_1 = 3.00$

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

$$F_x = \frac{k_1 * g_n * (Q * x_Q + P * x_P)}{n * h} = \frac{3.00 * 9.81 * (600.00 * 850.00 + 700.00 * 926.43)}{2 * 2700.00} \Rightarrow$$

$$F_x = 6313.83 \text{ Nt}$$

$$M_y = \frac{3 * F_x * l}{16} = \frac{3 * 6313.83 * 1300.00}{16} = 1538994.84 \text{ Nt * mm}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{1538994.84}{11800.00} = 130.42 \text{ Nt / mm}^2$$

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

$$F_y = \frac{k_1 * g_n * (Q * y_Q + P * y_P)}{n * h/2} = \frac{3.00 * 9.81 * (600.00 * 137.50 + 700.00 * 231.91)}{2 * 2700.00 / 2} \Rightarrow$$

$$F_y = 2668.76 \text{ Nt}$$

$$M_x = \frac{3 * F_y * l}{16} = \frac{3 * 2668.76 * 1300.00}{16} = 650509.27 \text{ Nt * mm}$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{650509.27}{14500.00} = 44.86 \text{ Nt / mm}^2$$

### 4.5.1.2 Λογισμός

$$F_k = \frac{k_1 * g_n * (Q + P)}{n} = \frac{3.00 * 9.81 * (600.00 + 700.00)}{2} = 19129.50 \text{ Nt}$$

$$\sigma_{Gk} = \frac{(F_k + k_3 * M) * \omega}{A} = \frac{(19129.50 + 0.000 * 0.000) * 1.437}{1570.00} = 17.50 \text{ Nt / mm}^2$$

### 4.5.1.3. Συνδυασμένη τάση

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{\text{εππ}} \Rightarrow 175.29 = 44.86 + 130.42 \leq 205.00 \text{ Nt / mm}^2$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_k + k_3 * M}{A} \leq \sigma_{\text{εππ}} \Rightarrow 187.47 = 175.29 + \frac{19129.50 + 0.000 * 0.000}{1570.00} \leq 205.00 \text{ Nt / mm}^2$$

$$\sigma_c = \sigma_k + 0.9 * \sigma_m \leq \sigma_{\text{εππ}} \Rightarrow 175.26 = 17.50 + 0.9 * 175.29 \leq 205.00 \text{ Nt / mm}^2$$

#### 4.5.1.4. 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  $y$   $J_y = 525000.00 \text{ mm}^4$

$$\sigma_f = \frac{1.85 * F_x}{c^2} \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 116.81 = \frac{1.85 * 6313.83}{10.00^2} \leq 205.00 \text{ Nt / mm}^2$$

#### 4.5.1.5. Βέλη κάμψης

$$\delta_x = 0.7 * \frac{F_x * l^3}{48 * E * J_y} \leq \delta_{\text{επ}} \Rightarrow 1.870 = 0.7 * \frac{6313.83 * 1300.00^3}{48 * 206010 * 525000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 0.7 * \frac{F_y * l^3}{48 * E * J_x} \leq \delta_{\text{επ}} \Rightarrow 0.696 = 0.7 * \frac{2668.76 * 1300.00^3}{48 * 206010 * 596000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

### 4.5.2. Λειτουργία σε κανονική χρήση

#### 4.5.2.1. 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:

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

$$\frac{1.2 * 9.81 * ( 600.00 * ( 850.00 - 75.00 ) + 700.00 * ( 926.43 - 75.00 ) )}{2 * 2700.00} = 2312.98 \text{ Nt}$$

$$M_y = \frac{3 * F_x * l}{16} = \frac{3 * 2312.98 * 1300.00}{16} = 563788.88 \text{ Nt * mm}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{563788.88}{11800.00} = 47.78 \text{ Nt / mm}^2$$

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

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

$$\frac{1.2 * 9.81 * (600.00 * (137.50 - 200.00) + 700.00 * (231.91 - 200.00))}{2 * 2700.00 / 2} = -66.10 \text{ Nt}$$

$$M_x = \frac{3 * F_y * l}{16} = \frac{3 * 66.10 * 1300.00}{16} = 16111.29 \text{ Nt} * \text{mm}$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{16111.29}{14500.00} = 1.11 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

#### 4.5.2.2. Λυγισμός

Σε κανονική χρήση δεν εμφανίζεται λυγισμός.

#### 4.5.2.3. Συνδυασμένη τάση

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \quad \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 48.890 = 1.11 + 47.78 \quad \leq 165.000 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 * M}{A} \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 48.890 = 48.890 + \frac{0.000 * 0.000}{1570.00} \leq 165.000 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

#### 4.5.2.4. Κάμψη αρμοκαλύπτρας

$$\sigma_F = \frac{1.85 * F_x}{c^2} \quad \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 42.79 = \frac{1.85 * 2312.98}{10.00^2} \quad \leq 165.000 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

#### 4.5.2.5. Βέλη κάμψης

$$\delta_x = 0.7 * \frac{F_x * l^3}{48 * E * J_y} \quad \leq \delta_{\text{επ}} \Rightarrow 0.685 = 0.7 * \frac{2312.98 * 1300.00^3}{48 * 206010 * 525000.00} \quad \leq 5 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 0.7 * \frac{F_y * l^3}{48 * E * J_x} \quad \leq \delta_{\text{επ}} \Rightarrow 0.017 = 0.7 * \frac{66.10 * 1300.00^3}{48 * 206010 * 596000.00} \quad \leq 5 \text{ mm}$$

### 4.5.3. Φόρτωση σε κανονική χρήση

#### 4.5.3.1. 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

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

$$\frac{9.81 * 700.00 * (926.43 - 75.00) + 2354.40 * (1550.00 - 75.00)}{2 * 2700.00} = 1725.83 \text{ Nt}$$

$$M_y = \frac{3 * F_x * l}{16} = \frac{3 * 1725.83 * 1300.00}{16} = 420671.88 \text{ Nt} * \text{mm}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{420671.88}{11800.00} = 35.65 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

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

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

$$\frac{9.81 * 700.00 * (231.91 - 200.00) + 2354.40 * (550.00 - 200.00)}{2 * 2700.00 / 2} = 386.37 \text{ Nt}$$

$$M_x = \frac{3 * F_y * l}{16} = \frac{3 * 386.37 * 1300.00}{16} = 94177.36 \text{ Nt} * \text{mm}$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{94177.36}{14500.00} = 6.49 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

#### 4.5.3.2. Λυγισμός

Σε κανονική χρήση δεν εμφανίζεται λυγισμός.

#### 4.5.3.3. Συνδυασμένη τάση

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{\varepsilon\pi} \Rightarrow 42.145 = 6.49 + 35.65 \leq 165.000 \text{ Nt / mm}^2$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 * M}{A} \leq \sigma_{\varepsilon\pi} \Rightarrow 42.145 = 42.145 + \frac{0.000 * 0.000}{1570.00} \leq 165.000 \text{ Nt / mm}^2$$

#### 4.5.3.4. Κάμψη αρμοκαλύπτρας

$$\sigma_f = \frac{1.85 * F_x}{c^2} \leq \sigma_{\varepsilon\pi} \Rightarrow 31.93 = \frac{1.85 * 1725.83}{10.00^2} \leq 165.000 \text{ Nt / mm}^2$$

#### 4.5.3.5. Βέλη κάμψης

$$\delta_x = 0.7 * \frac{F_x * l^3}{48 * E * J_y} \leq \delta_{\varepsilon\pi} \Rightarrow 0.511 = 0.7 * \frac{1725.83 * 1300.00^3}{48 * 206010 * 525000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 0.7 * \frac{F_y * l^3}{48 * E * J_x} \leq \delta_{\varepsilon\pi} \Rightarrow 0.101 = 0.7 * \frac{386.37 * 1300.00^3}{48 * 206010 * 596000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

#### 4.6 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΡΟΣΚΡΟΥΣΤΗΡΩΝ

##### Προσκρουστήρες θαλαμίσκου :

Επιλέγεται προσκρουστήρας τύπου: Συσσώρευσης ενέργειας με μη γραμμικά χαρακτηριστικά

Ελάχιστο απαιτούμενο μήκος διαδρομής S:

Η επιτάχυνση του θαλαμίσκου υπολογίζεται ως εξής:

$$\begin{aligned} 1.15 \cdot V_c &= (2 \cdot \gamma \cdot s)^{1/2} \Rightarrow \\ \Rightarrow (1.15 \cdot V_c)^2 &= 2 \cdot \gamma \cdot s \Rightarrow \\ \Rightarrow \gamma &= (1.15 \cdot V_c)^2 / (2 \cdot s) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Πρέπει να ισχύει : } \gamma &< g_n \Rightarrow \\ \Rightarrow (1.15 \cdot V_c)^2 / (2 \cdot s) &< g_n \Rightarrow \\ \Rightarrow s &> (1.15 \cdot V_c)^2 / (2 \cdot g_n) \Rightarrow \\ \Rightarrow s &> (1.15 \cdot 0.63)^2 / (2 \cdot 9.81) \Rightarrow \\ \Rightarrow s &> 0.02675 \text{ m} \end{aligned}$$

Αριθμός προσκρουστήρων  $n = 2$

Ελάχιστο αναρτημένο φορτίο ανά προσκρουστήρα  $P_{amin} = (P + P_{συρμ}) / n = 362.95 \text{ kg}$

Μέγιστο αναρτημένο φορτίο ανά προσκρουστήρα  $P_{amax} = (P + Q + P_{συρμ}) / n = 662.95 \text{ kg}$

Επιλέγονται προσκρουστήρες που καλύπτουν μετατόπιση  $S \geq 26.75 \text{ mm}$

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

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

Η επιβράδυνση που είναι μεγαλύτερη από  $2.5 \cdot g_n$  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.



## 4.7 ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ

Εργοδότης	:	
	:	
	:	
Έργο	:	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑΣ
	:	ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΑΣ
	:	5 ΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ 8 ΑΤΟΜΩΝ
Θέση	:	
	:	
Ημερομηνία	:	
Μελετητές	:	
	:	
	:	
Παρατηρήσεις	:	
	:	

### 4.7.1 Παραδοχές και κανονισμοί

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".

### 4.7.2 Έμβολο

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 торναρισμένο 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 μικρόμετρα (μm), που κατά περίπτωση μεταβάλλονται.

### 4.7.3 Κύλινδρος

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 δια κοχλιώσεως η κεφαλή η οποία φέρει 2 δακτυλίους οδηγήσεως 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 τριβιζομένος η ρεκτιφιομένος. Προδιαγραφές μεταλλικών εξαρτημάτων: Υλικό ST37 DIN 2449/1629. Προδιαγραφές δακτυλίων οδήγησης: Υλικά PTFE / Bronze

#### **4.7.4 Ηλεκτρολογικός εξοπλισμός**

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.

#### **4.7.5 Έλεγχος - Συντήρηση**

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.

**Ο Συντάξας**

## 5. Νομοθεσία

### 5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στη χώρα μας, το νομοθετικό πλαίσιο μέσα στο οποίο προσδιορίζεται η εγκατάσταση και λειτουργία των ανελκυστήρων ορίζεται από τον Γενικό Οικοδομικό Κανονισμό (ΓΟΚ) και την Ελληνική Έκδοση των Ευρωπαϊκών Προτύπων Ασφαλείας για την κατασκευή και εγκατάσταση ανελκυστήρων.

Σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 11 της ΑΠ 18173/30.8.88, η συντήρηση των ανελκυστήρων είναι υποχρεωτική τόσο για τους παλιούς όσο και για τους νέους ανελκυστήρες. Για λόγους κυρίως ασφαλείας επιβάλλεται τακτική συντήρηση των ανελκυστήρων και αυτή καθορίζεται ανάλογα με τη χρήση του ανελκυστήρα και συγκεκριμένα τον αριθμό των πλήρων διαδρομών που κάνει ανά εβδομάδα.

Το πλέον πρόσφατο αναθεωρημένο νομοθετικό πλαίσιο λειτουργίας των ανελκυστήρων είναι αυτό που προκύπτει με την υπ' αριθμό οικ. Φ.Α/9.2/ΟΙΚ.28425/2008 (ΦΕΚ 2604/Β/2008) κοινή υπουργική απόφαση. Με αυτό προστίθενται στο ήδη υπάρχον πλαίσιο κάποιες διατάξεις που αφορούν την εγκατάσταση, τη λειτουργία, τη συντήρηση και ασφάλεια των ανελκυστήρων. Γενικά με το νέο πλαίσιο έγινε προσπάθεια να διασαφηνιστούν ασάφειες των προηγούμενων διατάξεων ωστόσο εξακολουθεί να έχει κενά και παραλείψεις.

Είναι σαφές πως με τον νέο νόμο επιβάλλεται περιοδικός έλεγχος όλων των ανελκυστήρων αλλά και πιστοποίηση από αναγνωρισμένους φορείς ελέγχου. Ο αριθμός των στάσεων αλλά και η χρήση του ανελκυστήρα καθορίζουν την τακτικότητα του ελέγχου. Ωστόσο ο έλεγχος αυτός προγραμματίζεται ανάλογα με την κατασκευή του ανελκυστήρα και συγκεκριμένα τις προδιαγραφές του αλλά και σε συνδυασμό με το ευρωπαϊκό πρότυπο EN81-80/2003. Επίσης με τις νέες διατάξεις καθορίζονται μέτρα αναβάθμισης των ήδη εγκατεστημένων ανελκυστήρων. Ο πίνακας 3.11 που ακολουθεί δίνει τις περιπτώσεις που απαιτείται αναβάθμιση του συστήματος του ανελκυστήρα. Μάλιστα οι έξι πρώτες περιπτώσεις αφορούν την περίπτωση κλασσικής πολυκατοικίας ενώ όλες οι περιπτώσεις αφορούν δημόσια κτίρια.

**Πίνακας 5.1:** Περιπτώσεις που απαιτείται αναβάθμιση του συστήματος του ανελκυστήρα

	Περιγραφή κατάστασης
1	Φρεάτια μερικώς κλειστό ή κλειστό με πλέγμα
2	Επισφαλής κλειδαριές θυρών φρέατος Περιγραφή: Σε ανελκυστήρες με χειροκίνητες θύρες φρέατος (όχι αυτόματες) οι κλειδαριές πρέπει να διαθέτουν μηχανική εξακρίβωση της κλειστής θέσης και ηλεκτρικές επαφές (προμανδάλωση)
3	Θάλαμος χωρίς πόρτες Περιγραφή: Οι θάλαμοι των ανελκυστήρων πρέπει να φέρουν θύρες στις εξής περιπτώσεις: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ο ανελκυστήρας έχει ταχύτητα μεγαλύτερη από 0,7 m/sec</li> <li>• Όπου με την είσοδο επιβάτη στο θάλαμο δεν διακόπτονται οι εξωτερικοί χειρισμοί</li> </ul> Ειδικά για ανελκυστήρες με επιφάνεια θαλάμου μικρότερη από 0,6 τ.μ. (έως 2 ατόμων) εάν δεν προβλέπεται από τους κανονισμούς η ύπαρξη θυρών, δύναται να συστήνεται η χρήση φωτοκύτταρων κατανεμημένων καθ' ύψος της εισόδου στο θάλαμο
4	Έλλειψη ή ανεπαρκής φωτισμός κινδύνου στο θάλαμο
5	Έλλειψη ή ακαταλληλότητα συσκευής αρπάγης και περιοριστήρα ταχύτητας
6	Έλλειψη ή ανεπαρκές σύστημα συναγερμού
7	Σύστημα ισοστάθμισης στους ορόφους
8	Ανεπαρκείς χώροι προστασίας στην άνω και κάτω απόληξη φρέατος
9	Ανεπαρκές μήκος ποδιάς* προστασίας θαλάμου: Περιγραφή: Κάθε κατώφλι θαλάμου πρέπει να είναι εφοδιασμένο με προστατευτικό ποδιών, κατάλληλων διαστάσεων και κατασκευής
10	Έλλειψη ή ανεπαρκές κιγκλίδωμα στη στέγη του Θαλάμου
11	Έλλειψη ή ανεπαρκής διακόπτης ελέγχου χαλάρωσης συρματοσχοινου στην τροχαλία τάνυσης του περιοριστήρα ταχύτητας: Περιγραφή: Συστήνεται η τάνυση του συρματοσχοινου να επιτυγχάνεται με βάρος, και όχι ελατήριο, και να ελέγχεται μέσω διακόπτη, ο οποίος να ενεργοποιείται σε περίπτωση χαλάρωσης του συρματοσχοινου
12	Έλλειψη προστασίας κατά της υπερ -τάχυνσης του θαλάμου στην άνοδο
13	Έλλειψη προστασίας έναντι πτώσης και ολίσθησης σε υδραυλικούς ανελκυστήρες
14	Έλλειψη ή ανεπαρκείς προσκρουστήρες (Θαλάμου και αντιβαρου)
15	Μη ανεξάρτητοι ηλεκτρονόμοι ισχύος και περιοριστήρας χρόνου
16	Έλλειψη επιτηρητή φάσεων
17	Έλλειψη ή ανεπαρκής λειτουργία επιθεώρησης και διακόπτης τάσης (στοπ) στη στέγη του θαλάμου
18	Υπαρξη αντιστάθμισης της αέργου ισχύος της ηλεκτρικής εγκατάστασης του ανελκυστήρα

## 5.2 ΑΔΕΙΑ – ΑΡΜΟΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΙΣ ΣΥΝΕΡΓΕΙΟΥ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ

Η συντήρηση των ανελκυστήρων μπορεί να πραγματοποιείται από κινητό συνεργείο που κατέχει την άδεια που απαιτείται από τη Διεύθυνση Ανάπτυξης της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης στην οποία ανήκει και έχει έναν τεχνίτη ειδικότητας Δ'. Τα συνεργεία μπορούν να αναλάβουν για συντήρηση μέχρι ένα ορισμένο πλήθος ανελκυστήρων(240) και η συντήρηση πρέπει να διαρκεί το λιγότερο 45 λεπτά. Το άρθρο 7 της σχετικής απόφασης ορίζει λεπτομερώς τον τρόπο και τις προϋποθέσεις χορήγησης άδειας συνεργείου συντήρησης ανελκυστήρων. Εφόσον η αίτηση γίνει από έχοντες το επαγγελματικό δικαίωμα της συντήρησης ανελκυστήρα. Όλα τα απαραίτητα δικαιολογητικά που αναφέρονται στην παράγραφο 2 του άρθρου 7, ελέγχονται στη συνέχεια από την αρμόδια αρχή και ανάλογα χορηγείται η άδεια. Είναι σημαντικό να τονίσουμε πως η άδεια θα πρέπει να ανανεώνεται από την αρχή αυτή κάθε 5 χρόνια.

Οι αρμοδιότητες και οι υποχρεώσεις του συνεργείου συντήρησης ορίζονται στο άρθρο 6 της σχετικής απόφασης και περιληπτικά είναι οι εξής:

- Ø Η τακτική παρακολούθηση της λειτουργίας του ανελκυστήρα.
- Ø Την επίβλεψη και συντήρηση των στοιχείων εξοπλισμού του ανελκυστήρα.
- Ø Την επισκευή φθαρμένων τμημάτων της εγκατάστασης.
- Ø Η έγγραφη ενημέρωση των ιδιοκτητών για υποχρεωτικό έλεγχο από αναγνωρισμένο φορέα ελέγχου.
- Ø Η παράσταση κατά την διενέργεια έκτατων ελέγχων λόγω καταγγελιών ή ατυχημάτων.

Κατά την τυπική και συστηματική συντήρηση πρέπει να εξετάζονται τα παρακάτω:

- Ø Έλεγχος φρεατίου
- Ø Έλεγχος στη στήριξη και ευθυγράμμιση οδών
- Ø Έλεγχος και καθαρισμός διακοπών ασφαλείας
- Ø Έλεγχος συσκευής αρπαγής
- Ø Έλεγχος λειτουργίας των διακοπών τέρματος διαδρομής του κινητού δαπέδου
- Ø Έλεγχος των συρματοσχοινων ανάρτησης και ρυθμιστή ταχύτητας
- Ø Έλεγχος καλής λειτουργίας του συστήματος αναγγελίας κινδύνου
- Ø Έλεγχος για πιθανή διαρροή ρεύματος αλλά και τυχόν βραχυκύκλωμα των ασφαλειών
- Ø Εξέταση των επαφών των πηνίων των ορόφων
- Ø Επιθεώρηση του φωτισμού του μηχανοστασίου, του τροχαλιοστασίου και του φρεατίου
- Ø Έλεγχος της ολίσθησης των συρματοσχοινων στη τροχαλία τριβής και στο ρυθμιστή ταχύτητας
- Ø Έλεγχος της κομβιοδόχης χειρισμού

### 5.3 ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΕΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ

Ο έλεγχος σωστής λειτουργίας των ανελκυστήρων υλοποιείται για λόγους ασφαλείας τόσο κατά την εγκατάσταση του ανελκυστήρα όσο και περιοδικά όπως φαίνεται από τον παρακάτω πίνακα. Η χρήση των κτιρίων που είναι εγκατεστημένοι οι ανελκυστήρες καθώς και ο αριθμός των στάσεων που εκτελούν, συνιστούν κριτήρια για τη συχνότητα των ελέγχων αυτών. Ουσιαστικά στη συντήρηση γίνεται λεπτομερής έλεγχος όλων των διατάξεων ασφαλείας και των εξαρτημάτων του ανελκυστήρα ώστε να εκτιμηθεί η κατάσταση λειτουργίας του. Σε περίπτωση κάποια βλάβης γίνεται σχετική διόρθωση ή ρύθμιση καθώς επίσης και καθαρισμός και λίπανση όπου συνίσταται από τον κατασκευαστή.

**Πίνακας 5.2 :** Περιοδικότητα ελέγχου ανά κατηγορία ανελκυστήρα

ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΤΗΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ	
	ΧΡΗΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΑΣΕΩΝ
1 έτος	Ανελκυστήρες εγκατεστημένοι σε δημόσιους χώρους ή προσπελάσιμους από ευρύ κοινό (σιδηροδρομικοί σταθμοί, αεροδρόμια, νοσοκομεία, θέατρα, κινηματογράφοι, διαβάσεις, χώροι στάθμευσης, ξενοδοχεία με περισσότερες από 200 κλίνες)	ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΩΣ ΑΡΙΘΜΟΥ ΣΤΑΣΕΩΝ
3 έτη	Κτίριο επαγγελματικής χρήσης	> 6 στάσεις
4 έτη	Κτίριο επαγγελματικής χρήσης	≤ 6 στάσεις
5 έτη	Κτίριο Κατοικιών	> 6 στάσεις
6 έτη	Κτίριο Κατοικιών	≤ 6 στάσεις

Ιδιαίτερα σημαντικό είναι πως μετά την διενέργεια του ελέγχου, ο διαχειριστής θα πρέπει να υποβάλλει αίτηση για ανανέωση της καταχώρησης του ανελκυστήρα στην αρμόδια αρχή καταθέτοντας το σχετικό πιστοποιητικό από τον εξουσιοδοτημένο φορέα ελέγχου. Ακόμη ιδιαίτερη βαρύτητα έχει η τοποθέτηση πινακίδας σε εμφανές σημείο του θαλάμου, που να αναγράφει τον αριθμό αδείας του συνεργείου και τα στοιχεία επικοινωνίας του. Επίσης θα πρέπει να τηρείται βιβλίο του ανελκυστήρα, όπου και καταγράφονται πολλές λεπτομέρειες όσο αφορά τον ανελκυστήρα και τη λειτουργία του. Τέλος σε έναν φάκελο παρακολούθησης του ανελκυστήρα θα πρέπει να τηρούνται στο τεχνικό μέρος, τα βασικά χαρακτηριστικά του και στο ημερολογιακό

μέρος τα διπλά χρονολογημένα αντίγραφα εκθέσεων μετά από έλεγχο με τις ανάλογες παρατηρήσεις τους κάθε φορά.

### **5.3.1 Έλεγχοι και δοκιμές πριν την εγκατάσταση του ανελκυστήρα**

Είναι σαφές πως προτού μπει σε κατάσταση λειτουργίας ένας ανελκυστήρας είναι απαραίτητος σχετικός έλεγχος και δοκιμές για την εξακρίβωση πιθανής βλάβης. Ο έλεγχος αναφέρεται ουσιαστικά στη προέγκριση εγκατάστασης του ανελκυστήρα, την εξασφάλιση των αναγκαίων προτύπων που πρέπει να ακολουθούνται, σε έναν τυπικό έλεγχο της εγκατάστασης όσο αφορά την κατασκευή του και τέλος στην επαλήθευση της καταλληλότητας των διατάξεων ασφαλείας σε σχέση με τα χαρακτηριστικά του ανελκυστήρα. Στη συνέχεια έπονται δοκιμές για όλα σχεδόν τον μηχανικό και ηλεκτρικό εξοπλισμό αλλά και τις λειτουργίες του ανελκυστήρα όπως είναι οι διατάξεις ασφαλείας, διακόπτες, τα στοιχεία ανάρτησης, τους προσκρουστήρες, τις βαλβίδες, της πίεσης του συστήματος, της μετατόπισης του θαλάμου, τις λειτουργίες έκτακτης ανάγκης κλπ.

### **5.3.2 Περιοδικοί έλεγχοι και έλεγχοι δοκιμές μετά από τροποποίηση ή ατύχημα**

Αυτοί οι έλεγχοι είναι περιοδικά συστηματικοί και εξίσου σημαντικοί με τον αρχικό της εγκατάστασης ενώ θα πρέπει να επισημάνουμε πως η συντήρηση είναι επιβεβλημένη. Μερικές τροποποιήσεις ή ατυχήματα συνεπάγονται έλεγχο λειτουργίας του ανελκυστήρα και πρέπει να καταγράφονται στο τεχνικό μέρος του φακέλου παρακολούθησης τού. Η μεταβολή της ονομαστικής ταχύτητας, φορτίου, της μάζας του θαλάμου και της διαδρομής είναι στοιχεία που συνιστούν αξιοσημείωτη τροποποίηση. Επίσης σημαντική τροποποίηση όπως ορίζεται από το άρθρο 11 του σχετικής διάταξης είναι η αλλαγή χρήσης του ανελκυστήρα, η τροποποίηση της διαδρομής του ή αλλαγή στο ωφέλιμο φορτίο του. Στις περιπτώσεις που αναφέρθηκαν κρίνεται αναγκαίος ο έλεγχος από εξουσιοδοτημένο φορέα. Στην περίπτωση του ατυχήματος είτε εντός 48 ωρών αν η ενημέρωση είναι άμεση είτε εντός 15 ημερών εκτελείται πραγματογνωμοσύνη και σχετικό έλεγχος από το αρμόδιο κλιμάκιο της Διεύθυνσης Ανάπτυξης της σχετικής Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης. Στην έκθεση που συντάσσεται γίνεται καταλογισμός των ευθυνών και αντίστοιχη επιβολή κυρώσεων. Μάλιστα σε περίπτωση μη τήρησης των αναγκαίων συνθηκών για τη λειτουργία του ανελκυστήρα μπορεί να γίνει και διακοπή της λειτουργίας του. Μετά από κάποιο ατύχημα και εφόσον έχουν γίνει ζημιές θα πρέπει να αποκατασταθούν και στην συνέχεια να ζητηθεί από εξουσιοδοτημένο φορέα να γίνει έλεγχος και να εκδοθεί πιστοποιητικό ώστε να συνεχιστεί η λειτουργία του ανελκυστήρα.

#### 5.4 ΔΙΑΚΟΠΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ

Όπως ορίζεται από το άρθρο 12 της σχετικής υπουργική απόφασης σε ορισμένες περιπτώσεις με απόφαση της Διεύθυνσης Ανάπτυξης της αντίστοιχης Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης διακόπτεται η λειτουργία του ανελκυστήρα. Αυτό μπορεί να προκύψει είτε λόγω της μη τήρησης των αναγκαίων προϋποθέσεων λειτουργίας του ανελκυστήρα βάσει νόμου είτε λόγω καθυστέρησης αποκατάστασης ελλείψεων που διαπιστώθηκαν σε σχετικό έλεγχο. Επίσης προσωρινή αναστολή της λειτουργίας ενός ανελκυστήρα από την Διεύθυνση μπορεί να επιφέρει η διαπίστωση άμεσου κίνδυνου. Ο διαχειριστής στην περίπτωση αυτή οφείλει να λάβει μέτρα προστασίας ακόμη και αν αυτό σημαίνει ακινητοποίηση του ανελκυστήρα. Ο διαχειριστής ή συντηρητής οφείλει να διακόψει άμεσα τη λειτουργία του ανελκυστήρα στις εξής περιπτώσεις:

- Ø Όταν δεν λειτουργεί η αρπάγη
- Ø Όταν δεν λειτουργεί η μανδάλωση των θυρών
- Ø Όταν παρουσιάζονται προβλήματα στο μηχανισμό κίνησης, στον πίνακα χειρισμού, στο φωτισμό του θαλάμου, στα συρματόσχοινα κλπ.
- Ø Όταν υπάρχει ολίσθηση μεγαλύτερη της επιτρεπτής και όταν δεν σταματά ο θάλαμος στις ακραίες θέσεις.



## 5.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με την εργασία αυτή έγινε μία προσπάθεια διεξοδικής μελέτης των υδραυλικών ανελκυστήρων και συγκεκριμένα υδραυλικού ανελκυστήρα 5 στάσεων και 8 ατόμων. Ωστόσο έγινε περιγραφή του βασικού εξοπλισμού του ανελκυστήρα τόσο για υδραυλικό όσο και για ηλεκτροκίνητο και με τον τρόπο αυτό δόθηκε η δυνατότητα σύγκρισης των δύο αυτών ειδών. Φαίνεται πως οι υδραυλικοί ανελκυστήρες παρουσιάζουν περισσότερα πλεονεκτήματα ωστόσο κάθε είδος έχει κατασκευαστεί με διαφορετικές προδιαγραφές και για άλλες χρήσεις. Στη συνέχεια με τη μελέτη που παραθέσαμε για τον υδραυλικό ανελκυστήρα εξετάσαμε πιθανές περιπτώσεις μετατόπισης φορτίου  $1/8$  ως προς (x) και ως προς (y). Στο σημείο αυτό θα μπορούσε να επικεντρωθεί κανείς και να εξετάσει άλλες πιθανές περιπτώσεις ως αντικείμενο διερεύνησης του θέματος. Τέλος εξετάσαμε το νομοθετικό πλαίσιο μέσα στο οποίο προσδιορίζεται η λειτουργία των ανελκυστήρων και με μία πρώτη ανάγνωση παρατηρεί κανείς παραλήψεις όσο αφορά τις σχετικές διατάξεις. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να φανερωθεί ο ρόλος της πολιτείας στη θέσπιση επιπρόσθετων κανόνων για την διασφάλιση της προστασίας των ατόμων στα πλαίσια αυτού του τύπου χερσαίας μεταφοράς.

## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Βρούτσης Ανδρέας, Καραγιώργου Ευαγγελία, *Υπολογισμός υδραυλικού ανελκυστήρα. Ασφάλεια εργασίας κατασκευής, συντήρησης*, πτυχιακή εργασία, ΤΕΙ Πειραιά, Πειραιάς 2009
2. Κανατάς Πέτρος, *Γενικά περί ανελκυστήρων*, πτυχιακή εργασία, ΤΕΙ Μακεδονίας, 2008 – 2009
3. Μαλαχίας Γ., *Ανελκυστήρες θεωρία - κανονισμοί – υπολογισμοί*, Εκδόσεις Ίων, Αθήνα
4. Σαρδέλης Μιχάλης, *Ανελκυστήρες*, 1<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Π. Φαλήρου, 2003 – 2004
5. Τουλόγλου Στέφανος, *Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις ανελκυστήρων*, Εκδόσεις Ίων, Αθήνα
6. Διαδίκτυο

Ø [www.otis.com/site/gr/OT.../About%20Elevators%20Greek.doc](http://www.otis.com/site/gr/OT.../About%20Elevators%20Greek.doc)

Ø [www.lift.gr](http://www.lift.gr)

Ø <http://www.stavrakis.gr/pdf/Hydros2.pdf>

Ø <http://tsinas.gr/idravlikoi.htm>

Ø <http://www.s-elevator.gr/library/faq/11-advantages-disadvantages-hydraulic-lift.html>

Ø <http://www.teragroup.gr/hydraulic-elevators/>

Ø [http://news.tuv-nord.gr/March\\_2009/news10.html](http://news.tuv-nord.gr/March_2009/news10.html)

Ø <http://biofial.gr/download/manuals/EV100MANUAL.GR.pdf>

Ø [http://www.kleemann.gr/index.php?option=com\\_docman&task=cat\\_view&gid=86&Itemid=121&lang=el](http://www.kleemann.gr/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=86&Itemid=121&lang=el)

Ø [www.championlift.gr/site/serv.htm](http://www.championlift.gr/site/serv.htm)

Ø [www.kleemann.gr/index.php?option=com](http://www.kleemann.gr/index.php?option=com)

Ø [www.liftshop.gr](http://www.liftshop.gr)