



**ΑΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ ΠΟΛΥΩΡΟΦΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ»**

**“DESIGN LIFT-RISE BUILDINGS”**



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΠΑΤΡΙΚΙΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ, ΑΜ: 34121**

**ΤΡΑΚΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ, ΑΜ: 29475**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΜΑΛΑΤΕΣΤΑΣ ΠΑΝΤΕΛΗΣ**

Νοέμβριος 2013  
Πειραιάς

# Περιεχόμενα

<b>Περιεχόμενα</b>	<b>2</b>
<b>Εισαγωγή</b>	<b>5</b>
<b>Κεφάλαιο 1: Ανελκυστήρας</b>	<b>7</b>
<b>1.1. Τι είναι ο ανελκυστήρας</b>	<b>7</b>
<b>1.2. Ιστορική Αναδρομή</b>	<b>7</b>
<b>1.3. Κατηγορίες ανελκυστήρων</b>	<b>12</b>
1.3.1. Υδραυλικοί ανελκυστήρες	12
1.3.2. Ηλεκτροκίνητοι ανελκυστήρες έλξεως	13
<b>1.4. Σύγκριση ενός υδραυλικού Ανελκυστήρα με τους κοινούς ηλεκτροκίνητους Ανελκυστήρες έλξεως</b>	<b>15</b>
1.4.1 Πλεονεκτήματα	15
1.4.2 Μειονεκτήματα	16
<b>1.5. Τύποι υδραυλικών ανελκυστήρων</b>	<b>17</b>
1.5.1 Τύποι A1, A2, A3 Άμεσης ανάρτησης	18
1.5.2 Τύποι B1, B2 Έμμεσης Ανάρτησης	20
<b>Κεφάλαιο 2: Νομοθετικό Πλαίσιο</b>	<b>22</b>
<b>2.1. Εγκατάσταση ανελκυστήρα</b>	<b>22</b>
2.1.1 Νέος Ανελκυστήρας	22
2.1.2 Ανελκυστήρες με άδεια λειτουργίας	23
<b>2.2 Συντήρηση Ανελκυστήρα</b>	<b>24</b>
<b>2.3. Συνεργεία Συντήρησης</b>	<b>25</b>
<b>2.4. Περιοδικοί έλεγχοι και δοκιμές</b>	<b>27</b>
<b>Κεφάλαιο 3: Υδραυλικοί Ανελκυστήρες</b>	<b>31</b>
<b>3.1. Περιγραφή των Βασικών Στοιχείων Υδραυλικού Ανελκυστήρα</b>	<b>31</b>
3.1.1. Μονάδα ισχύος	31
3.1.2. Χειροκίνητος χειρισμός έκτακτης ανάγκης	36

3.1.3. Έλεγχος της θέσης του θαλάμου	36
3.1.4. Μπλοκ Βαλβίδων Ελέγχου	37
3.1.5. Έμβολο – Κύλινδρος	40
3.1.6. Υπολογισμός κυλίνδρου και Εμβόλου	41
3.1.7. Σύνδεση θαλάμου/εμβόλου (κυλίνδρου)	42
3.1.8. Περιορισμός της διαδρομής του εμβόλου	43
3.1.9. Προσκρουστήρας απόσβεσης	44
3.1.10. Μέσα προστασίας	44
<b>3.2. Σωληνώσεις Γενικά</b>	<b>47</b>
3.2.1. Άκαμπτες σωληνώσεις	48
3.2.2. Εύκαμπτες σωληνώσεις	49
<b>3.3. Υπολογισμός των Κυριότερων Στοιχείων Υδραυλικού Ανελκυστήρα</b>	<b>50</b>
3.3.1. Περίπτωση απλού Εμβόλου	52
3.3.2. Υπολογισμός της στατικής πίεσεως υπό πλήρες φορτίο	55
3.3.3. Υπολογισμός του πάχους των τοιχωμάτων των εμβόλων, κυλίνδρων, άκαμπτων σωληνώσεων και εξαρτημάτων	56
3.3.4. Υπολογισμός του πάχους του πυθμένα των κυλίνδρων	58
3.3.5. Υπολογισμός της παροχής της αντλίας	61
3.3.6. Υπολογισμός της ισχύος του κινητήρα	61
3.3.7. Υπολογισμός των συρματόσχοινων για έμμεση ανάρτηση	62
3.3.8. Υπολογισμός των οδηγών για έμμεση ανάρτηση	63
<b>Κεφάλαιο 4: Μελέτη ανελκυστήρα</b>	<b>71</b>
<b>4.1. Υπολογισμός Εμβόλου-Κυλίνδρου και Αγωγού Τροφοδοσίας</b>	<b>72</b>
4.1.1 Υπολογισμός της στατικής πίεσης υπό πλήρες φορτίο	72
4.1.2 Έλεγχος εμβόλου σε λογισμό	73
4.1.3 Έμβολο:	74
4.1.4 Κύλινδρος	75
4.1.5 (Μεταλλικός) αγωγός προσαγωγής (τροφοδοσίας)	76
<b>4.2. Υπολογισμός της Μονάδας Ισχύος</b>	<b>76</b>
4.2.1 Υπολογισμός παροχής της αντλίας	76
4.2.2 Υπολογισμός της ισχύος του κινητήρα	77
<b>4.3. Υπολογισμός των συρματόσχοινων</b>	<b>77</b>

<b>4.4. Υπολογισμός Οδηγών – Τύπος Β1</b>	<b>78</b>
4.4.1 Καταπόνηση οδηγών σε κάμψη	80
4.4.2 Καταπόνηση οδηγών σε λυγισμό	80
4.4.3 Συνολική καταπόνηση οδηγών, σε κάμψη και λύγισμά, για λειτουργία αρπάγης	81
<b>4.5. Υπολογισμός Άξονα Τροχαλίας</b>	<b>81</b>
<b>Συμπεράσματα</b>	<b>84</b>
<b>Βιβλιογραφία</b>	<b>86</b>

## Εισαγωγή

Οι ανελκυστήρες είναι αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινής μας ζωής. Ο σύγχρονος τρόπος ζωής με τις πολυόροφες πολυκατοικίες απαιτεί τη δημιουργία ανελκυστήρων αλλά και τη συνεχή εξέλιξη αυτών.

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι να παρουσιασθεί η δομή και η λειτουργία ενός υδραυλικού ανελκυστήρα εμμέσου αναρτήσεως μιας συμβατικής (συνήθως τεσσάρων ορόφων) πολυκατοικίας.

Για τον λόγο αυτό, η παρούσα μελέτη έχει χωριστεί σε 4 κεφάλαια. Συγκεκριμένα, στο Κεφάλαιο 1 παρουσιάζεται η έννοια του ανελκυστήρα, ποιες κατηγορίες και ποιοι τύποι ανελκυστήρων υπάρχουν και γίνεται μια σύγκριση του υδραυλικού ανελκυστήρα με τους κοινούς ηλεκτροκίνητους ανελκυστήρες.

Στο Κεφάλαιο 2 παρουσιάζεται το νομοθετικό πλαίσιο που καθορίζει τι ισχύει γύρω από την εγκατάσταση ενός ανελκυστήρα και την συντήρησή του. Επίσης, παρουσιάζονται τα όσα προβλέπονται για τα συνεργεία συντήρησης και τότε θα πρέπει να γίνονται περιοδικοί έλεγχοι και δοκιμές.

Στο κεφάλαιο 3 παρατίθεται το θεωρητικό υπόβαθρο μιας μελέτης εγκατάστασης υδραυλικού ανελκυστήρα. Περιγράφονται όλα τα βασικά στοιχεία του υδραυλικού ανελκυστήρα και δίνονται αναλυτικά όλες οι σχέσεις υπολογισμού που χρησιμοποιούνται κατά την κατάρτιση της μελέτης για την εγκατάσταση του συγκεκριμένου τύπου ανελκυστήρα.

Στο κεφάλαιο 4 παρουσιάζεται η πρακτική εφαρμογή μιας μελέτης εγκατάστασης υδραυλικού ανελκυστήρα σε τετραώροφη πολυκατοικία, για ανελκυστήρα με θάλαμο χωρητικότητας 8 ατόμων και ωφέλιμου φορτίου 600 Kg, ο οποίος θα πραγματοποιεί 5 στάσεις, ενώ η θέση του μηχανοστασίου θα είναι στο Υπόγειο. Συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκαν οι υπολογισμοί για τον καθορισμό των προϋποθέσεων επιλογής του εμβόλου, του κυλίνδρου, του αγωγού τροφοδοσίας, των συρματόσχοινων, της μονάδας ισχύος, των οδηγών και του άξονα της τροχαλίας.

Τέλος, ακολουθούν τα Συμπεράσματα που προέκυψαν από την πτυχιακή αυτή εργασία.

# Κεφάλαιο 1: Ανελκυστήρας

## 1.1. Τι είναι ο ανελκυστήρας

Ανελκυστήρας ή ανυψωτήρας, ονομάζεται κάθε εγκατάσταση που χρησιμοποιείται για την ανύψωση προσώπων ή φορτίων. Σήμερα έχει επικρατήσει ο γαλλικός όρος ασανσέρ για τον ανελκυστήρα που χρησιμοποιείται στα πολυώροφα κτίρια.

## 1.2. Ιστορική Αναδρομή

Η πρώτη αναφορά σε ανελκυστήρες έγινε από τον Ρωμαίο αρχιτέκτονα Vitruvius, ο οποίος ανέφερε ότι ο Αρχιμήδης ( περίπου 287π.Χ. – 212μ.Χ) έχτισε τον πρώτο ανελκυστήρα, πιθανόν το 236π.Χ. Σε ορισμένες λογοτεχνικές αναφορές σε μετέπειτα ιστορικές περιόδους, οι ανελκυστήρες αναφερόντουσαν ως καμπίνες κρεμάμενες επί κανάβινου σχοινού και ήταν χειροκίνητες η έπαιρναν ενέργεια από ζώα. Το 1000, το Book of Secrets από τον al-Muradi, περιέγραψε τη χρήση του ανελκυστήρα ως συσκευή ανύψωσης, για να ανυψώνονται πολιορκητικοί κριοί για επιθέσεις σε οχυρά. Τον 17<sup>ο</sup> αιώνα, πρώιμοι ανελκυστήρες υπήρχαν στα παλάτια της Αγγλίας και της Γαλλίας. Οι αρχαίοι και μεσαιωνικοί ανελκυστήρες χρησιμοποιούσαν συστήματα οδήγησης βασισμένα σε βαρούλκα και σχοινιά. Η εφεύρεση ενός συστήματος βασισμένου σε ένα σύστημα κοχλία είναι ίσως το πιο σημαντικό βήμα στην εξέλιξη της τεχνολογίας του ανελκυστήρα από τα αρχαία χρόνια και οδήγησε στη δημιουργία νέων μοντέρνων ανελκυστήρων. Ο πρώτος ανελκυστήρας με κοχλία κατασκευάστηκε από τον Ivan Kulibin και εγκαταστάθηκε στο Winter Palace το 1793. Αρκετά χρόνια αργότερα ένας άλλος ανελκυστήρας του Kubilin εγκαταστάθηκε στη Arkhangelskoye κοντά στη Μόσχα. Το 1823, ένα «δωμάτιο αναρρίχησης» έκανε το ντεμπούτο του στο Λονδίνο.

Ξεκινώντας από τα ανθρακωρυχεία, στα μέσα του 19<sup>ου</sup> αιώνα, οι ανελκυστήρες λειτουργούσαν με τη δύναμη του ατμού και χρησιμοποιούνταν για να μεταφέρουν προϊόντα σε μεγάλες ποσότητες στα ορυχεία και στα εργοστάσια. Το 1823 στο Λονδίνο, ένα «δωμάτιο αναρρίχησης» χτίστηκε και τέθηκε σε λειτουργία από δύο αρχιτέκτονες, τους Burton και Horner. Είχε σχεδιαστεί σαν τουριστική ατραξιόν ώστε να ανυψώνει πελάτες επί πληρωμή και να προσφέρει μια πανοραμική θέα της πόλης. Το “Teagle”, ένας ανελκυστήρας με μάντα και μετρητή βάρους, αναπτύχθηκε από τους Frost και Stuff στην Αγγλία το 1835.

Ο υδραυλικός γερανός εφευρέθηκε από τον William Armstrong το 1846 κυρίως για φόρτωση φορτίων στις αποβάθρες του Λονδίνου. Αυτοί γρήγορα αντικατέστησαν τους ατμοκίνητους ανελκυστήρες καθώς ήταν ικανοί να αντέξουν μεγαλύτερη πίεση. Χρησιμοποιούσαν ένα έμβολο κάτω από το δάπεδο, προκειμένου να ανυψώσουν ή να χαμηλώσουν τον ανελκυστήρα. Μια αντλία διοχέτευε νερό σε κάθετο κύλινδρο ο οποίος περιείχε ατσάλινη δοκό. Η αύξηση της πίεσης είχε ως αποτέλεσμα την ανύψωση της δοκού, και άρα και του ανελκυστήρα. Επίσης χρησιμοποιούνταν ένα σύστημα αντιστάθμισης έτσι ώστε το έμβολο δεν χρειαζόταν να σηκώσει όλο το βάρος του ανελκυστήρα και του φορτίου. Το έμβολο παρόλα αυτά δεν ήταν πρακτικό σε ψηλά κτήρια, διότι απαιτούσε βάθος φρεατίου όσο ήταν το ύψος του κτηρίου, έτσι ώστε να εγκατασταθεί εκεί ο κάθετος κύλινδρος. Αργότερα αναπτύχθηκαν ανελκυστήρες με πολλαπλές τροχαλίες και σχοινιά.

Το 1852, ο Elisha Otis εισήγαγε τον ασφαλή ανελκυστήρα, ο οποίος αποτρέπει την πτώση της καμπίνας αν τα σχοινιά σπάσουν, κάτι πολύ συνηθισμένο εκείνη την εποχή. Ο σχεδιασμός αυτός του Otis είναι παρόμοιος με αυτόν που χρησιμοποιείται και σήμερα. Μια συσκευή ενεργοποιεί οδοντωτές σφήνες οι οποίες σφίγγονται στους οδηγούς του ανελκυστήρα με αποτέλεσμα να εξασφαλίζεται η ακαριαία πέδηση του, εάν αποκτηθεί μεγαλύτερη ταχύτητα από ένα επιτρεπτό όριο. Στις 23 Μαρτίου του 1857, ο πρώτος ανελκυστήρας του Otis για επιβατική χρήση εγκαταστάθηκε στη Νέα Υόρκη, στην οδό 488 Broadway.





Πηγή: <http://www.otis.com>

### Εικόνα 1.2.1. Παρουσίαση συσκευής αρπάγης από τον Otis στην Αμερική

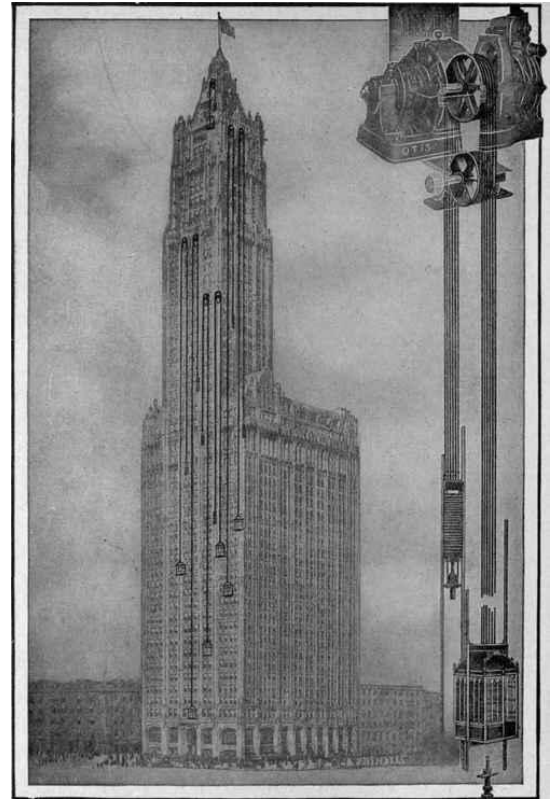
Το πρώτο φρεάτιο ανελκυστήρα προηγήθηκε του πρώτου ανελκυστήρα κατά τέσσερα χρόνια. Η κατασκευή έγινε από τον Οργανισμό Peter Cooper's Cooper Union και ξεκίνησε το 1853. Το φρεάτιο συμπεριλήφθηκε στην κατασκευή, γιατί ο Cooper ήταν βέβαιος ότι θα εφευρεθεί άμεσα ένας ασφαλής ανελκυστήρας. Το φρεάτιο ήταν κυλινδρικό γιατί ο Cooper πίστευε ότι ήταν η πλέον αποδοτική σχεδίαση.

Το Equitable Life Building, που ολοκληρώθηκε το 1870 στη Νέα Υόρκη ήταν το πρώτο κτήριο γραφείων που είχε ανελκυστήρες για επιβάτες (Wikipedia).

Ο πρώτος ηλεκτρικός ανελκυστήρας χτίστηκε από τον Werner von Siemens το 1880 στη Γερμανία.



Πηγή: <http://www.Wikipedia.gr/el>



Πηγή: <http://chestofbooks.com>

**Εικόνα 1.2.2:** *Αριστερά: το Equitable Life Building. Δεξιά: Εγκατάσταση ανελκυστήρα στη Νέα Υόρκη*

Η ασφάλεια και η ταχύτητα των ηλεκτρικών ανελκυστήρων είχε σημαντικά προωθηθεί από τον Frank Sprague, ο οποίος και πρόσθεσε τον έλεγχο δαπέδου, τους αυτόματους ανελκυστήρες, έλεγχο επιτάχυνσης στα σασί και συστήματα ασφαλειών. Ο ανελκυστήρας του λειτουργούσε πιο γρήγορα και με μεγαλύτερα φορτία, από τους υδραυλικούς και ατμοκίνητους ανελκυστήρες και 584 ηλεκτρικοί ανελκυστήρες εγκαταστάθηκαν πριν ο Sprague πουλήσει την εταιρία του στην Otis Elevator Company το 1895. Ο Sprague ανέπτυξε την ιδέα και την τεχνολογία για πολλαπλούς ανελκυστήρες σε ένα φρεάτιο.

Ο εφευρέτης Anton Freissler ανέπτυξε την ιδέα του Siemens και δημιούργησε μια επιτυχημένη επιχείρηση στην Αυστρία-Ουγγαρία

Η ανάπτυξη των ανελκυστήρων προκλήθηκε από την ανάγκη για μετακίνηση πρώτων υλών, συμπεριλαμβανομένου του άνθρακα και της ξυλείας από τις πλαγιές λόφων. Η τεχνολογία που αναπτύχθηκε από τις βιομηχανίες αυτές και η εισαγωγή

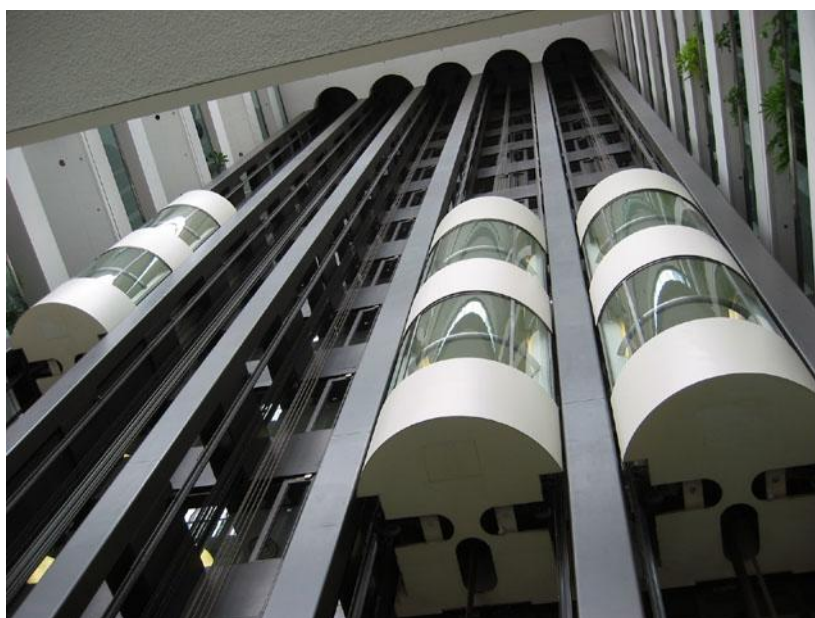
κατασκευής χαλύβδινων δοκών επέτρεψε τη χρήση επιβατικών ανελκυστήρων και ανελκυστήρων φορτίων σήμερα.

Το 1874, ο J.W. Meaker πατένταρε μια μέθοδο έτσι ώστε οι πόρτες του ανελκυστήρα ανοίγουν και να κλείνουν με ασφάλεια όταν αυτός είναι στον όροφο.

Το 1882, όταν η υδραυλική δύναμη ήταν πλέον μια καλά καθιερωμένη τεχνολογία, δημιουργήθηκε μια εταιρία που αργότερα ονομάστηκε London Hydraulic Power Company. Κατασκεύασε ένα δίκτυο αγωγών υψηλής πίεσης στις όχθες του Τάμεση, το οποίο εκτεινόταν έως και 250 km και τροφοδοτούσε περίπου 8000 μηχανήματα, κυρίως ανελκυστήρες και γερανούς.

Το 1887, ο Αμερικανός εφευρέτης Alexander Miles, πατεντάρισε έναν ανελκυστήρα με αυτόματες πόρτες οι οποίες απομονώνανε τον θάλαμο από το φρεάτιο.

Το 2000 ένας ανελκυστήρας κενού δημιουργήθηκε για εμπορική χρήση (Wikipedia).



Πηγή: <http://timeselevators.com/gallery.html>

**Εικόνα 1.2.3.: Σύγχρονοι ανελκυστήρες**

### 1.3. Κατηγορίες ανελκυστήρων

Οι ανελκυστήρες, ανάλογα με την αρχή λειτουργίας τους, διακρίνονται σε ηλεκτροκίνητους και σε υδραυλικούς.

Επιπλέον, ανάλογα με τη χρήση τους διακρίνονται σε επιβατηγούς, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά προσώπων και σε φορτηγούς, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά φορτίων.

Ακόμα, οι ανελκυστήρες ανάλογα με τον αριθμό ταχυτήτων που λειτουργούν, διακρίνονται σε ανελκυστήρες μιας ταχύτητας και σε ανελκυστήρες πολλών ταχυτήτων και κατά συνέπεια ανάλογα με την ταχύτητα τους διακρίνονται σε ανελκυστήρες μικρής, μέσης και μεγάλης ταχύτητας (Δαλαμάρας, 2011).

#### 1.3.1. Υδραυλικοί ανελκυστήρες

Υδραυλικός Ανελκυστήρας ονομάζεται εκείνος στον οποίο η ενέργεια που απαιτείται για την ανύψωση του φορτίου μεταφέρεται από μία ηλεκτροκίνητη αντλία η οποία προωθεί υδραυλικό ρευστό σε μία ανυψωτική διάταξη επενεργεί άμεσα ή έμμεσα στον θάλαμο.

Ένας υδραυλικός Ανελκυστήρας περιλαμβάνει:

- το δοχείο λαδιού
- την υδραυλική αντλία
- τις διάφορες βαλβίδες ελέγχου και λειτουργίας
- Τη σωλήνωση μεταφοράς του λαδιού στον κύλινδρο
- Τον κύλινδρο με το έμβολο
- Το θάλαμο με τη διάταξη επενεργείας του εμβόλου
- τους οδηγούς
- Την ηλεκτρική εξάρτηση
- Τις διατάξεις ασφαλείας και
- Τα λοιπά στοιχεία

Το Δοχείο του λαδιού μαζί με την Υδραυλική Αντλία και τις διάφορες βαλβίδες βρίσκονται μέσα σε ενιαία κατάσταση του "Υδραυλικού Συγκροτήματος" το οποίο εγκαθίσταται στο Μηχανοστάσιο και περιλαμβάνει όλες τις λειτουργικές διατάξεις για την αυτόματη λειτουργία και έλεγχο του Ανελκυστήρα (Μαλαχιάς, 2006).

### 1.3.2. Ηλεκτροκίνητοι ανελκυστήρες έλξεως

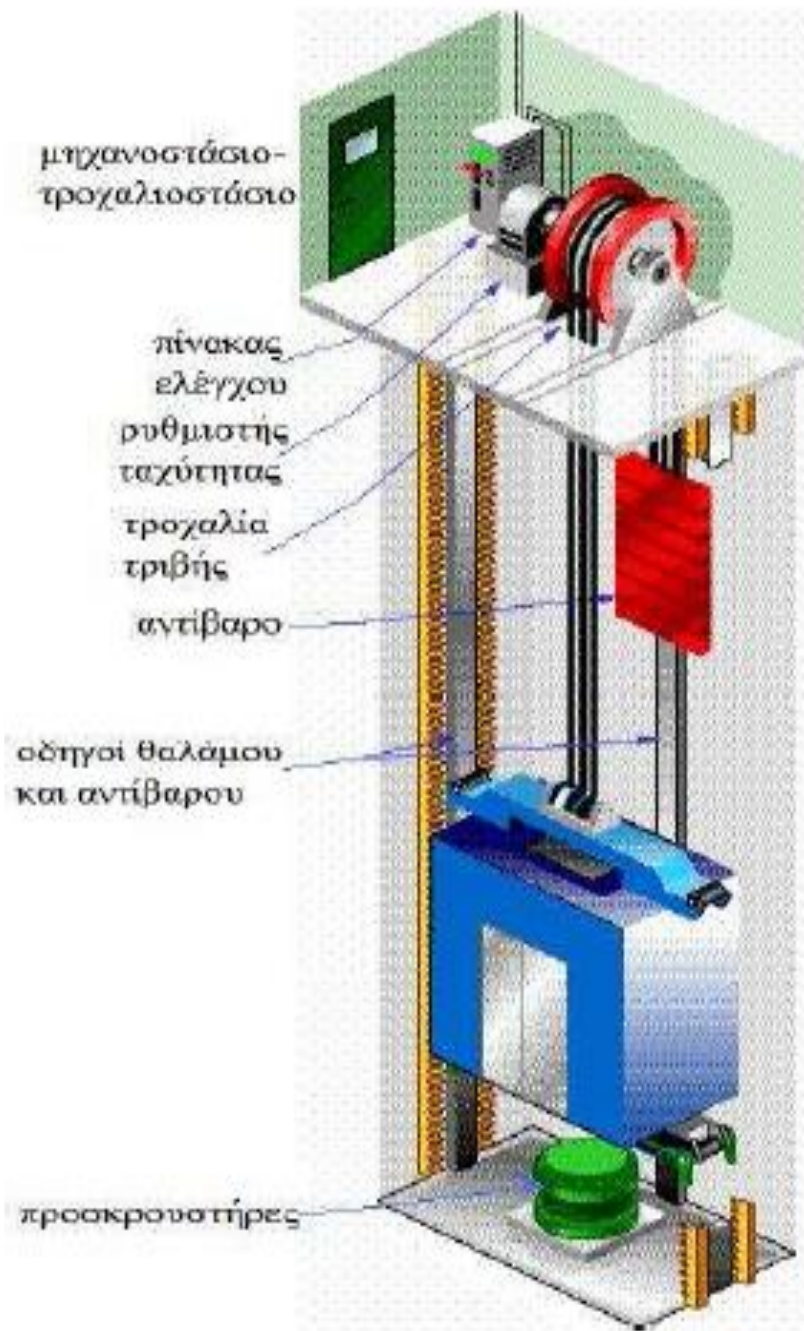
Στην περίπτωση των ηλεκτροκίνητων ανελκυστήρων έλξεως, η κίνηση του θαλάμου επιτυγχάνεται μέσω μιας τροχαλίας, πάνω στην οποία κινείται το συρματόσχοινο, το οποίο φέρει στο ένα άκρο το θάλαμο και στο άλλο το αντίβαρο (Μαλαχιάς, 2006).

Οι ηλεκτροκίνητοι ανελκυστήρες έλξεως, με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά και τις δυνατότητες τους χρησιμοποιούνται στις εξής περιπτώσεις:

- Για κτίρια με μέση έως μεγάλη κίνηση
- Για κτίρια με πολλές στάσεις
- Για κτίρια όπου απαιτούνται μεγάλες ταχύτητες κίνησης του θαλάμου

Κύρια μέρη ενός ηλεκτροκίνητου ανελκυστήρα:

- Φρεάτιο
- Μηχανοστάσιο-τροχαλιοστάσιο
- Θάλαμος
- Αντίβαρο
- Οδηγοί
- Συρματόσχοινο ανάρτησης
- Τροχαλία τριβής
- Κινητήρας
- Προσκρουστήρες



Πηγή: Δαλαμάρας, 2011

Εικόνα 1.3.1: Απεικόνιση ολοκληρωμένης εγκατάστασης ηλεκτροκίνητου ανελκυστήρα έλξεως

## 1.4. Σύγκριση ενός υδραυλικού Ανελκυστήρα με τους κοινούς ηλεκτροκίνητους Ανελκυστήρες έλξεως

Εάν συγκρίνουμε τους Υδραυλικούς Ανελκυστήρες με τους κοινούς Ανελκυστήρες διαπιστώνουμε τα παρακάτω πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

### 1.4.1 Πλεονεκτήματα

1. Δεν απαιτείται Μηχανοστάσιο ή τροχαλιοστάσιο πάνω από το φρέαρ και έτσι απαλλασσόμαστε από τη δημιουργία των χώρων αυτών οι οποίοι εκτός του ότι προσθέτουν κόστος, απαιτούν και δημιουργούν δέσμευση στην όλη αρχιτεκτονική δομή του κτιρίου.

2. Γενικώς το Μηχανοστάσιο είναι μικρότερων διαστάσεων από το αντίστοιχο του κοινού ανελκυστήρα έλξεως επειδή δεν υπάρχουν κινούμενα μέρη και οι διατάξεις μεταδόσεως.

3. Για τις μικρές γενικώς ταχύτητες έχουμε πιο ομαλή κίνηση (επιτάχυνση, επιβράδυνση, ισοστάθμιση) από τους κοινούς ανελκυστήρες και γενικώς αθόρυβη λειτουργία χωρίς κραδασμούς δεδομένου ότι ο φορέας της κίνησης είναι υδραυλικό υγρό.

4. Απαιτούνται γενικώς μικρότερες διαστάσεις φρέατος λόγω ελλείψεως αντίβαρου ιδιαίτερα στην περίπτωση που το έμβολο ενεργεί κάτω από το θάλαμο.

5. Στους Υδραυλικούς Ανελκυστήρες τα φορτία μεταφέρονται στο έδαφος και δεν καταπονούν τα ενδιάμεσα δομικά στοιχεία και ιδιαίτερα την πλάκα οροφής του φρέατος όπως συμβαίνει στις περισσότερες περιπτώσεις των κοινών ανελκυστήρων έλξεως.

6. Απαιτεί λιγότερη συντήρηση ο κινητήριος μηχανισμός και εμφανίζει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής διότι ο κινητήρας και η αντλία λειτουργούν μέσα στο λάδι και κατά συνέπεια εμφανίζουν λιγότερες φθορές.

7. Παρέχεται μέσω ειδικής βαλβίδας αυτόματη διάταξη απεγκλωβισμού σε περίπτωση διακοπής του ρεύματος, οπότε ο θάλαμος μεταβαίνει στην επόμενη στάση και η έξοδος των επιβατών γίνεται χωρίς εξωτερική βοήθεια.

#### 1.4.2 Μειονεκτήματα

α) Επειδή δεν υπάρχει αντίβαρο ο ανυψωτικός μηχανισμός πρέπει να αντιμετωπίσει το πλήρες φορτίο οπότε απαιτείται μεγαλύτερη ισχύς από τους αντίστοιχους ανελκυστήρες έλξεως. Πάντως η συνολική κατανάλωση ενέργειας δεν είναι πολύ μεγαλύτερη (συνήθως είναι 15% περίπου) δεδομένου ότι ο κινητήρας του υδραυλικού ανελκυστήρα δεν λειτουργεί κατά την κάθοδο (δηλαδή κατά τον μισό χρόνο λειτουργίας του Ανελκυστήρα) εφ' όσον η κάθοδος πραγματοποιείται λόγω του βάρους του θαλάμου και της καθόδου του εμβόλου από τη δημιουργούμενη εκ των άνω πίεση στο υδραυλικό υγρό.

β) Οι υδραυλικοί ανελκυστήρες δεν θεωρούνται κατάλληλοι για μεγάλα ύψη διαδρομής (θεωρούνται αντιοικονομικοί) διότι μεγάλα ύψη απαιτούν μεγάλο μήκος εμβόλου με ισχυρή καταπόνηση σε λυγισμό (χρήση μεγάλων διατομών εμβόλων), λειτουργία με μεγάλο βαθμό λυγηρότητας και μετατόπιση του θαλάμου λόγω κάμψεως του εμβόλου. Σχετικά προς το ύψος διαδρομής θεωρείται σήμερα η τιμή των 17 έως 20 μέτρων το μέγιστο ύψος για το οποίο θεωρείται οικονομικά συμφέρουσα η εγκατάσταση υδραυλικού ανελκυστήρα. Βεβαίως αυτό δεν σημαίνει ότι δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε υδραυλικούς ανελκυστήρες μεγαλύτερων υψών διαδρομής.

γ) Στους υδραυλικούς ανελκυστήρες δεν μπορούμε γενικά να χρησιμοποιήσουμε μεγάλες ταχύτητες ανυψώσεως όπως στους ανελκυστήρες έλξεως διότι απαιτούνται τότε μεγάλες αντλίες, αλλά επιπροσθέτως επειδή τότε θα έχουμε κατ' ανάγκην και μεγάλο αριθμό εκκινήσεων και στάσεων θα προκαλείται υπερβολική θέρμανση του λαδιού με αποτέλεσμα την αλλοίωση των τεχνικών χαρακτηριστικών του. Η οικονομική ταχύτητα που χρησιμοποιείται σήμερα στους Υδραυλικούς Ανελκυστήρες είναι 0,65 - 0,75 m/sec. Σαν μέγιστη ταχύτητα θεωρείται η τιμή των 0,90 m/sec. Πάνω από την



τιμή αυτή προκύπτουν ορισμένα προβλήματα ρυθμίσεων. Η Εταιρεία OTIS χρησιμοποιώντας ορισμένες ηλεκτρικές βαλβίδες πέτυχε ακόμη μεγαλύτερες ταχύτητες Ανυψώσεως (μέχρι 1,60 m/sec). Γενικώς με την αύξηση της συχνότητας εκκινήσεων (κτίρια Γραφείων, Ξενοδοχείων, κ.λπ.) προκαλείται υπερθέρμανση του κινητήρα και του λαδιού. Σ' αυτές τις περιπτώσεις επιβάλλεται η εγκατάσταση συστήματος ψύξεως του λαδιού (π.χ. μέσω ανεμιστήρος).

δ) Το κόστος εγκατάστασης υδραυλικού ανελκυστήρα είναι κατά τι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο κόστος εγκατάστασης ενός ισοδύναμου ανελκυστήρα έλξεως. Πάντως η διαφορά αυτή στους σύγχρονους ανελκυστήρες ολοένα και μικραίνει.

Συμπερασματικά μπορούμε να τονίσουμε ότι για μεγάλα φορτία με μικρές σχετικά ταχύτητες και για όχι μεγάλα ύψη συμφέρει απόλυτα η χρησιμοποίηση υδραυλικού ανελκυστήρα έναντι του ανελκυστήρα έλξεως.

## 1.5. Τύποι υδραυλικών ανελκυστήρων

Από πλευράς ανάρτησης διακρίνουμε 2 κατηγορίες υδραυλικών ανελκυστήρων:

**ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Α:** υδραυλικοί ανελκυστήρες άμεσης ανάρτησης όπου το έμβολο επενεργεί απ' ευθείας στο πλαίσιο του θαλάμου. Στην περίπτωση αυτή συνήθως απαιτείται εκσκαφή για την τοποθέτηση κυλίνδρου.

**ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Β:** υδραυλικοί ανελκυστήρες έμμεσης ανάρτησης όπου το έμβολο τοποθετείται πλαγίως του θαλάμου πάνω στην επιφάνεια του πυθμένα και στο επάνω μέρος φέρει τροχαλία (η τροχαλίες). Συνδέεται με το θάλαμο μέσω συρματόσχοινων που κινούνται πάνω στις τροχαλίες και των οποίων το άλλο άκρο στερεώνεται σε σταθερά σημεία (ανάρτηση 1:2). Στην περίπτωση αυτή η ταχύτητα του θαλάμου είναι διπλάσια από την ταχύτητα του εμβόλου.

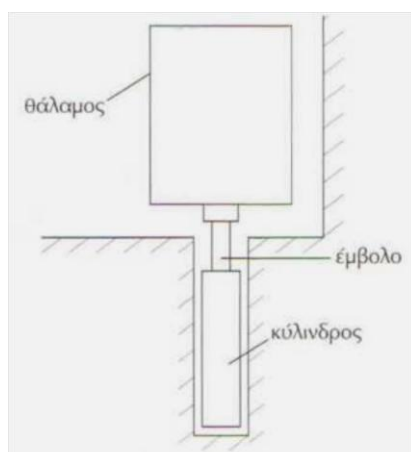
Αυτό σημαίνει ότι μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε υδραυλικούς ανελκυστήρες για μεγάλες διαδρομές χωρίς εκσκαφή και χωρίς τη χρήση τηλεσκοπικών εμβόλων που εμφανίζουν μεγάλο κόστος. Επίσης για κάλυψη της ίδιας διαδρομής απαιτείται το ήμισυ μήκος εμβόλου από το απαιτούμενο στην άμεση ανάρτηση. Όμως στην έμμεση ανάρτηση το φορτίο στο έμβολο είναι διπλάσιο απ' ότι στην άμεση ανάρτηση λόγω τροχαλίας και του διπλού κλάδου συρματόσχοινου. Κάθε μία από τις παραπάνω κατηγορίες χωρίζεται στις εξής υποκατηγορίες:

1. **Κατηγορία Α: Υποκατηγορίες Α1, Α2, Α3**
2. **Κατηγορία Β: Υποκατηγορίες Β1, Β2**

Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά οι περιπτώσεις αυτές:

### 1.5.1 Τύποι Α1, Α2, Α3 Άμεσης ανάρτησης

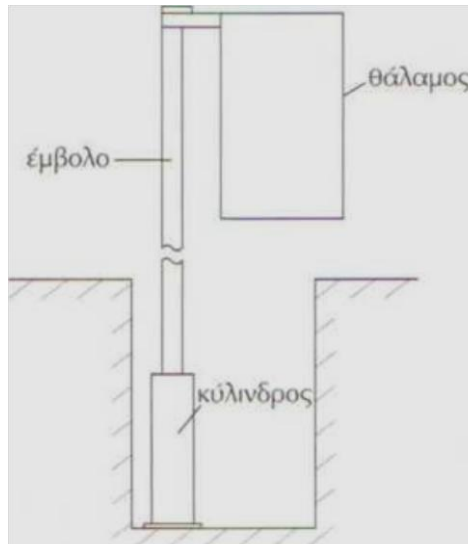
**Τύπος Α1:** Απ' ευθείας άμεση Ανάρτηση, απαιτείται εκσκαφή για την τοποθέτηση του κυλίνδρου στο κέντρο του φρεατίου. Θεωρείται η απλούστερη λύση για οποιοδήποτε φορτίο με απλό ή τηλεσκοπικό έμβολο. Το ύψος διαδρομής είναι σχετικά μικρό.



Πηγή: Μαλαχιάς, 2006

**Εικόνα 1.5.1: Τύπος Α1: Απ' ευθείας άμεση Ανάρτηση**

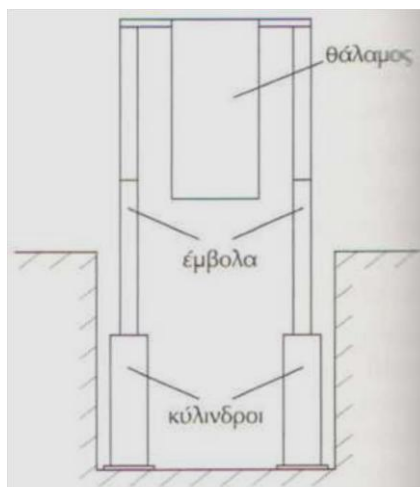
**Τύπος A2:** Άμεση πλάγια ανάρτηση με ένα έμβολο. Χρησιμοποιείται για κανονικά φορτία με απλό έμβολο για μικρές διαδρομές και με τηλεοπτικό έμβολο για μεγαλύτερες διαδρομές.



Πηγή: Μαλαχιάς, 2006

**Εικόνα 1.5.2.: Τύπος A2: Άμεση πλάγια ανάρτηση με ένα έμβολο**

**Τύπος A3:** Διπλή άμεση πλάγια ανάρτηση με έμβολα για μεγάλα φορτία και μικρές διαδρομές. Για μεγαλύτερες διαδρομές χρησιμοποιούμε τηλεσκοπικά έμβολα.

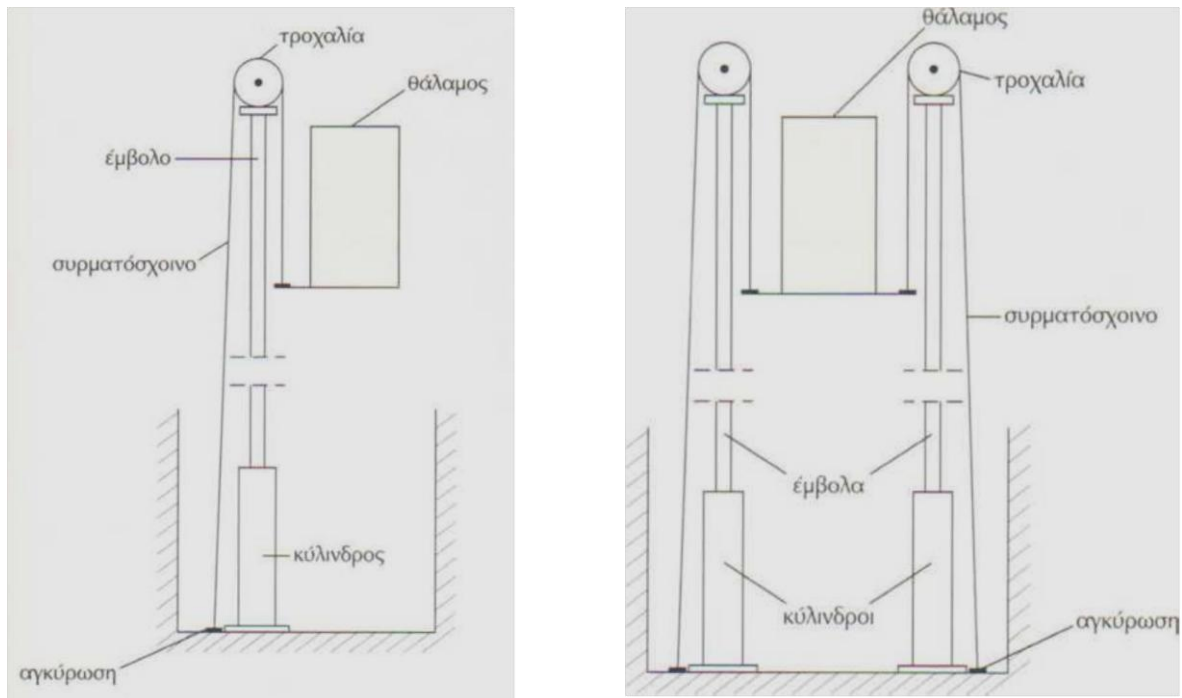


Πηγή: Μαλαχιάς, 2006

**Εικόνα 1.5.3.: Τύπος A3: Διπλή άμεση πλάγια ανάρτηση με έμβολα**

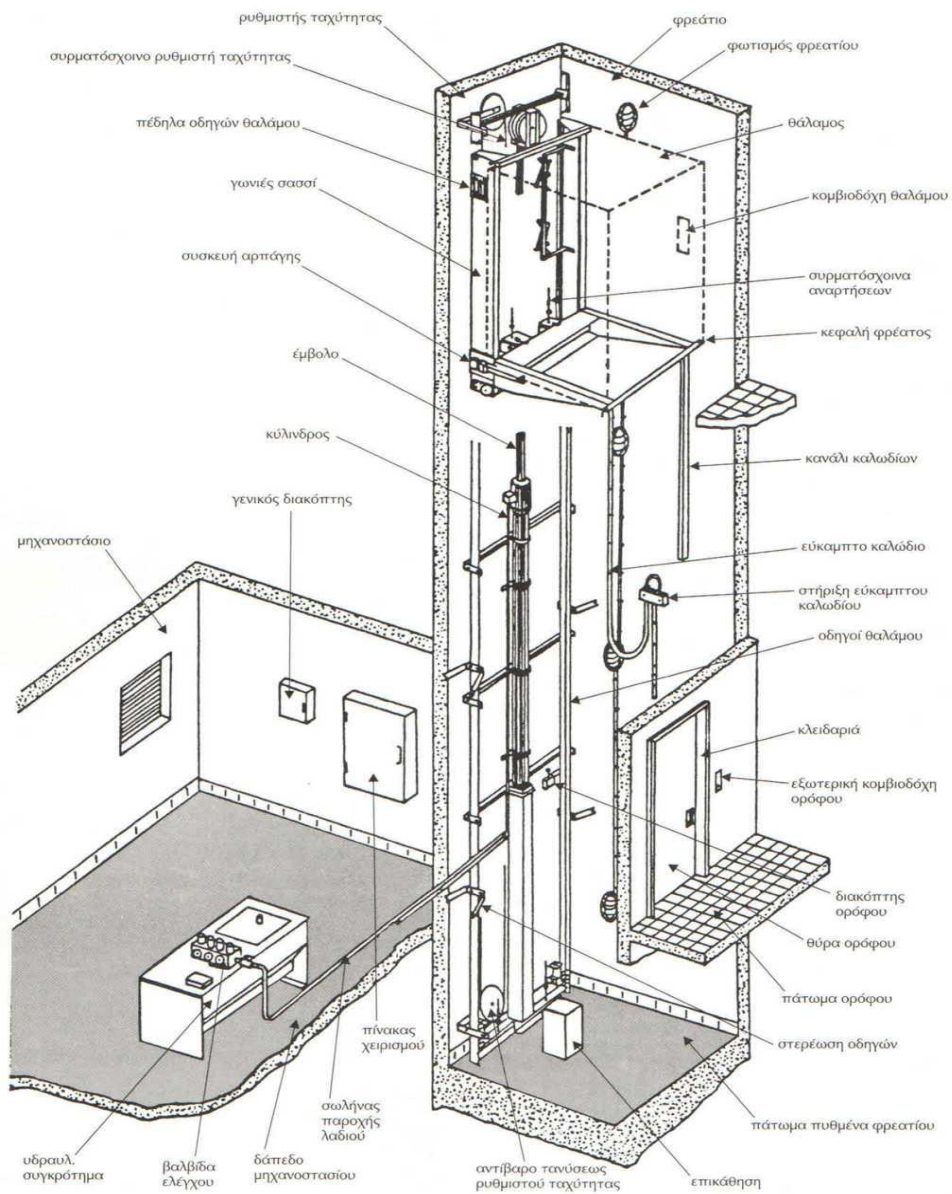
### 1.5.2 Τύποι B1, B2 Έμμεσης Ανάρτησης

Στην εικόνα 1.5.4 αριστερά φαίνεται έμμεση ανάρτηση μέσω συρματόσχοινων για κανονικά φορτία και μεγάλες διαδρομές, ενώ δεξιά φαίνεται διπλή έμμεση ανάρτηση μέσω συρματόσχοινων με δυο έμβολα για μεγάλα φορτία και μεγάλες διαδρομές.



*Πηγή: Μαλαχιάς, 2006*

**Εικόνα 1.5.4:** Αριστερά: Τύπος B1 – έμμεση ανάρτηση μέσω συρματόσχοινων για κανονικά φορτία και μεγάλες διαδρομές. Δεξιά: Τύπος B2 – διπλή έμμεση ανάρτηση μέσω συρματόσχοινων με δυο έμβολα για μεγάλα φορτία και μεγάλες διαδρομές



Σχήμα 4.7 Υδραυλική ανελκυστήρας έμμεσης ανάρτησης

Πηγή: Μαλαχιάς, 2006

### Εικόνα 1.5.5. Υδραυλικός ανελκυστήρας έμμεσης ανάρτησης

Και αυτός είναι και ο τύπος ανελκυστήρα που θα αναλυθεί στην παρούσα εργασία.

## Κεφάλαιο 2: Νομοθετικό Πλαίσιο

Σύμφωνα με την Υπουργική Απόφαση Φ.Α./9.2./ΟΙΚ. 28425 που δημοσιεύτηκε στο ΦΕΚ 2604 στις 22/12/2008 έχουμε τα παρακάτω:

### 2.1. Εγκατάσταση ανελκυστήρα

Για την εγκατάσταση νέου ανελκυστήρα, μαζί με την αίτηση καταχώρησης, τα δικαιολογητικά που απαιτούνται κατά περίπτωση<sup>1</sup>:

#### 2.1.1 Νέος Ανελκυστήρας

1. Αντίγραφο οικοδομικής άδειας θεωρημένο από αρμόδια δημόσια αρχή.
2. Μηχανολογικό σχέδιο στο οποίο θα απεικονίζονται η τομή και η κάτοψη του φρεατίου, η κάτοψη του μηχανοστασίου, ο τρόπος ανάρτησης και η κάτοψη του τροχαλιοστασίου εάν υπάρχει. Εάν πρόκειται για υδραυλικό ανελκυστήρα θα πρέπει να απεικονίζεται και ο τρόπος σύνδεσης με την αντλία.
3. Ηλεκτρολογικό σχηματικό σχεδιάγραμμα κατά CENELEC (καλωδιακή συνδεσμολογία κυκλωμάτων ισχύος και ασφάλειας κινητήρα, οργάνων του πίνακα, του θαλάμου, του φρεατίου και του μηχανοστασίου.
4. Υπεύθυνες δηλώσεις του ν. 1599/1986 θεωρημένες για το γνήσιο της υπογραφής, στις οποίες δηλώνεται:
  - α) Η ανάθεση της εγκατάστασης του ανελκυστήρα σε εγκαταστάτη από τον ιδιοκτήτη ή τον διαχειριστή ή το νόμιμο εκπρόσωπο τους.

---

<sup>1</sup> Υπουργική Απόφαση Φ.Α./9.2./ΟΙΚ. 28425, άρθρο 3

- β) Η ανάληψη της εγκατάστασης του ανελκυστήρα από τον εγκαταστάτη.
  - γ) Η ανάθεση της συντήρησης του ανελκυστήρα σε αδειούχο συντηρητή από τον ιδιοκτήτη ή τον διαχειριστή ή το νόμιμο εκπρόσωπό τους (εις διπλούν)
  - δ) Η ανάληψη της συντήρησης του ανελκυστήρα από το συντηρητή.
5. Βιβλιάριο παρακολούθησης ανελκυστήρα (βιβλιάριο συντήρησης) για θεώρηση των στοιχείων της ταυτότητας του ανελκυστήρα
  6. Έγγραφο δήλωσης πιστότητας του εγκαταστάτη και βεβαίωση πιστότητας του αναγνωρισμένου φορέα.

### **2.1.2 Ανελκυστήρες με άδεια λειτουργίας**

1. Αντίγραφο της άδεια λειτουργίας του ανελκυστήρα που εφόσον ο ενδιαφερόμενος δεν το έχει, μπορεί να το λαμβάνει με αίτηση του από την αρμόδια υπηρεσία της οικείας Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης.
2. Υπεύθυνες δηλώσεις του ν. 1599/1986, θεωρημένες για το γνήσιο της υπογραφής, στις οποίες δηλώνεται:
  - α) Η ανάθεση της συντήρησης του ανελκυστήρα σε αδειούχο συντηρητή από τον ιδιοκτήτη ή το διαχειριστή ή το νόμιμο εκπρόσωπό τους (εις διπλούν).
  - β) Η ανάληψη της συντήρησης του ανελκυστήρα από τον συντηρητή (εις διπλούν).
3. Βιβλιάριο παρακολούθησης ανελκυστήρα για θεώρηση των στοιχείων ταυτότητας του ανελκυστήρα.
4. Πιστοποιητικό περιοδικού ελέγχου από αναγνωρισμένο φορέα ελέγχου.

## 2.2 Συντήρηση Ανελκυστήρα

Σύμφωνα με το άρθρο 4 της παραπάνω υπουργικής απόφασης (ΦΕΚ 2604), για όλους τους εγκατεστημένους ανελκυστήρες η συντήρηση είναι υποχρεωτική<sup>2</sup>. Κάθε ανελκυστήρας πρέπει να συντηρείται περιοδικά με συχνότητα που προσδιορίζεται ως ακολούθως:

- Για ανελκυστήρες εγκατεστημένους σε μονοκατοικίες ανεξαρτήτως στάσεων και ορόφων, κάθε δύο μήνες.
- Για ανελκυστήρες εγκατεστημένους σε πολυκατοικίες και σε ξενοδοχεία μέχρι 200 κλίνες ανεξαρτήτως στάσεων και ορόφων, κάθε σαράντα πέντε ημέρες.
- Για ανελκυστήρες εγκατεστημένους:
  - i. σε δημόσιους χώρους, σε σιδηροδρομικούς σταθμούς, σε αεροδρόμια, σε υπόγειες ή υπέργειες διαβάσεις και γενικά σε προσπελάσιμα από το ευρύ κοινό κτίρια ή χώρους στάθμευσης,
  - ii. σε χώρους που είναι εκτεθειμένοι σε ιδιαίτερες επιδράσεις της ατμόσφαιρας ή του περιβάλλοντος χώρου όπως π.χ. σε πολύ ψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες, σε αυξημένη ανάπτυξη σκόνης, σε αυξημένο κίνδυνο διαβρώσεων, σε κίνδυνο εκρήξεων κ.λπ.,
  - iii. σε ξενοδοχεία με παραπάνω από 200 κλίνες ή σε κτίρια όπου εξυπηρετείται ευρύ κοινό (>10000 διαδρομές/ εκκινήσεις την εβδομάδα)
  - iv. σε νοσοκομεία, ο αριθμός των συντηρήσεων ανέρχεται σε δύο φορές το μήνα.

Αν διακοπεί η λειτουργία ενός ανελκυστήρα μπορεί να μη γίνεται καμία συντήρηση κατά το διάστημα της διακοπής. Αν όμως η διακοπή της λειτουργίας υπερβεί τους τρεις μήνες τότε, πριν τεθεί σε λειτουργία, πρέπει να γίνει συντήρηση σύμφωνα με την παράγραφο 2 του παραπάνω ΦΕΚ<sup>3</sup>. Η διακοπή λειτουργίας

---

<sup>2</sup> Υπουργική Απόφαση Φ.Α./9.2./ΟΙΚ. 28425, άρθρο 4, παράγραφος 1

<sup>3</sup> Υπουργική Απόφαση Φ.Α./9.2./ΟΙΚ. 28425, άρθρο 4, παράγραφος 2



ανεγκυστήρα των παραπάνω περιπτώσεων ανακοινώνεται στην αρμόδια υπηρεσία της Νομαρχιακής αυτοδιοίκησης<sup>4</sup>.

### 2.3. Συνεργεία Συντήρησης

Σύμφωνα με το νομοθετικό πλαίσιο, για τα συνεργεία συντηρήσεων 5 ισχύουν τα κάτωθι<sup>5</sup>:

1. Οι εργασίες συντήρησης σ' έναν ανεγκυστήρα γίνονται αποκλειστικά και μόνο από συνεργείο συντήρησης, το οποίο έχει την απαιτούμενη άδεια από τη Διεύθυνση Ανάπτυξης της οικείας Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης, έχει καταχωρηθεί στο μητρώο συντήρησης που τηρεί η Διεύθυνση αυτή και διαθέτει τα κατάλληλα όργανα, μέσα και προσωπικό.
2. Κάθε κάτοχος αδειάς (υπεύθυνος συντηρητής) έχει το δικαίωμα να προϊσταται σε τρία κινητά συνεργεία συντήρησης ανεγκυστήρων<sup>6</sup>.
3. Κάθε κινητό συνεργείο συντήρησης ανεγκυστήρων πρέπει να αποτελείται από τουλάχιστον έναν ηλεκτροτεχνίτη Δ' ειδικότητας και έναν βοηθό ηλεκτροτεχνίτη Δ' ειδικότητας ή ηλεκτροτεχνίτη Δ' ειδικότητας. Ο υπεύθυνος συντηρητής μπορεί να δηλώνεται ως μέλος ενός εκ των συνεργείων, των οποίων έχει δικαίωμα να προϊσταται.
4. Κάθε συνεργείο μπορεί να πραγματοποιεί τη συντήρηση μέχρι διακοσίων σαράντα ανεγκυστήρων.
5. Η χρονική διάρκεια της συντήρησης του ανεγκυστήρα πρέπει να είναι τουλάχιστον σαράντα πέντε λεπτά της ώρας ή όσο περισσότερο απαιτηθεί κατά την κρίση του συνεργείου συντήρησης. Ο επικεφαλής του συνεργείου

---

<sup>4</sup> Υπουργική Απόφαση Φ.Α./9.2./ΟΙΚ. 28425, άρθρο 4, παράγραφος 5

<sup>5</sup> Υπουργική Απόφαση Φ.Α./9.2./ΟΙΚ. 28425, άρθρο 5

<sup>6</sup> Υπουργική Απόφαση Φ.Α./9.2./ΟΙΚ. 28425, άρθρο 5, παράγραφος 1

συντήρησης και ο ιδιοκτήτης ή ο διαχειριστής ή ο νόμιμος εκπρόσωπος τους επιβλέπουν αν εξαντλείται το παραπάνω χρονικό διάστημα από το προσωπικό του εν λόγω συνεργείου ΚΥΑ.

6. Οι συντηρητές που έχουν το δικαίωμα εγκατάστασης ανελκυστήρων σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις κατάταξης των ηλεκτρολογικών και μηχανολογικών εγκαταστάσεων και κατοχύρωσης των επαγγελματικών δικαιωμάτων, εφόσον πραγματοποιούν και εγκαταστάσεις, μπορούν να χρησιμοποιούν το προσωπικό των κινητών συνεργείων συντήρησης σε εργασίες εγκατάστασης, εφόσον δεν συμπληρώνεται ο προβλεπόμενος αριθμός των 240 ανελκυστήρων που αυτό μπορεί να συντηρηθεί<sup>7</sup> σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία. Το προσωπικό αυτό υποχρεωτικά αποτελείται μεταξύ των άλλων και από έναν αδειούχο εγκαταστάτη Δ' ειδικότητας. Οι αδειούχοι συντηρητές Δ' ειδικότητας δεν έχουν δικαίωμα εγκατάστασης ανελκυστήρων.
7. Σε περίπτωση που αποδεδειγμένα δεν πραγματοποιούνται, από παράλειψη του συντηρητή οι ελάχιστες συντηρήσεις που προβλέπονται στην παρούσα για τον συγκεκριμένο τύπο ανελκυστήρα, ή δεν τηρείται η ελάχιστη χρονική διάρκεια της συντήρησης των σαράντα πέντε λεπτών της ώρας, ο ιδιοκτήτης ή ο διαχειριστής μπορεί να αναφέρεται στην αρμόδια Νομαρχιακή Υπηρεσία που έχει εκδώσει την άδεια του συνεργείου συντήρησης και το έχει εγγεγραμμένο στο Μητρώο που τηρεί.
8. Σε περίπτωση εργασιακής σχέσης του συντηρητή με νομικό πρόσωπο, για κάθε υποχρέωση του συντηρητή, ευθύνονται εξ αδιαίρετου τόσο ο ίδιος συντηρητής ως φυσικό πρόσωπο, όσο και το νομικό πρόσωπο για λογαριασμό του οποίου ενεργεί, εκπρόσωπος του οποίου οφείλει να επιβλέπει την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών του φυσικού προσώπου συντηρητή προς τον χρήστη των υπηρεσιών αυτών.

---

<sup>7</sup> Υπουργική Απόφαση Φ.Α./9.2./ΟΙΚ. 28425, άρθρο 5, παράγραφος 4

## 2.4. Περιοδικοί έλεγχοι και δοκιμές

Για τους περιοδικούς ελέγχους και τις δοκιμές των ανελκυστήρων ισχύουν τα παρακάτω<sup>8</sup>:

1. Οι έλεγχοι και οι δοκιμές πραγματοποιούνται στα πλαίσια επιβεβαίωσης της καλής κατάστασης και λειτουργίας των ανελκυστήρων από τους αναγνωρισμένους φορείς ελέγχου ανελκυστήρων. Περιλαμβάνουν όλες τις δοκιμές και τους ελέγχους που διενεργούνται κατά την πρώτη εγκατάσταση του ανελκυστήρα, όπως αυτοί προβλέπονταν κατά το χρόνο εγκατάστασης τους, εκτός από τη χρήση δοκιμαστικών βαρών, και επαναλαμβάνονται ως εξής:
  - α) για ανελκυστήρες μέχρι 6 στάσεις, σε κτίρια με χρήση κατοικίας, κάθε εξαετία.
  - β) για ανελκυστήρες με περισσότερες από 6 στάσεις, σε κτίρια με χρήση κατοικίας, κάθε πενταετία.
  - γ) για ανελκυστήρες μέχρι 6 στάσεις σε κτίρια με επαγγελματική χρήση, κάθε τετραετία
  - δ) για ανελκυστήρες με περισσότερες από 6 στάσεις σε κτίρια με επαγγελματική χρήση, κάθε τριετία ή/και σε ξενοδοχεία μέχρι 200 κλίνες.
  - ε) για ανελκυστήρες σε δημόσιους χώρους, σε σιδηροδρομικούς σταθμούς, σε αεροδρόμια, σε υπόγειες ή υπέργειες διαβάσεις, σε χώρους στάθμευσης, σε χώρους που είναι εκτεθειμένοι σε ιδιαίτερες επιδράσεις της ατμόσφαιρας ή του περιβάλλοντος χώρου (π.χ. σε πολύ υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες, σε αυξημένη ανάπτυξη σκόνης, σε αυξημένο κίνδυνο διαβρώσεων, σε κίνδυνο εκρήξεων κλπ), σε ξενοδοχεία πλέον των 200 κλινών ή νοσοκομεία, σε θέατρα ή κινηματογράφους, καθώς επίσης σε κτίρια και εγκαταστάσεις που εξυπηρετούν ευρύ κοινό, κάθε έτος.

---

<sup>8</sup> Υπουργική Απόφαση Φ.Α./9.2./ΟΙΚ. 28425, άρθρο 10

Σύμφωνα με το άρθρο 29 του Κτιριοδομικού Κανονισμού<sup>9</sup> σχετικά με την εγκατάσταση ανελκυστήρων έχουμε:

1. Σε κάθε κτίριο για την εξυπηρέτηση χώρων που διατάσσονται σε τέσσερις τουλάχιστον ορόφους από τη στάθμη εισόδου ή όταν η τελευταία εξυπηρετούμενη από το κοινόχρηστο κλιμακοστάσιο στάθμη ορόφου απέχει περισσότερο από 10 μέτρα από τη στάθμη κυρίας εισόδου του κτιρίου από την οποία εξυπηρετούνται οι ως άνω όροφοι ή οι πιο πάνω στάθμη, όροφο, επιβάλλεται η εγκατάσταση ενός τουλάχιστον ανελκυστήρα προσώπων με την επιφύλαξη της παραγρ. 5 του άρθρου 29 του Ν. 1577/85 (Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός).
2. Υποχρεωτικά κάθε σημείο του ορόφου του κτιρίου δεν πρέπει να απέχει περισσότερο από 60 μέτρα από τον ανελκυστήρα, μετρούμενο σε φυσική όδευση.  
Ο τύπος και το είδος του ανελκυστήρα που εγκαθίσταται σε ένα κτίριο πρέπει να είναι κατάλληλος γι' αυτό και να πληροί όλες τις απαιτήσεις - προδιαγραφές κατασκευής, για την άνετη και ασφαλή μεταφορά ατόμων.
3. Σε κτίρια στα οποία απαιτείται η κατασκευή ανελκυστήρα πρέπει να συντάσσεται κυκλοφοριακή μελέτη του κτιρίου όταν ισχύει ένα από τα επόμενα:
  - α. Ο ανελκυστήρας εξυπηρετεί τουλάχιστον επτά υπέργειους ορόφους.
  - β. Ο πληθυσμός του κτιρίου είναι μεγαλύτερος από 200 άτομα.Στην κυκλοφοριακή μελέτη του κτιρίου θα προσδιορίζονται ο αριθμός των ανελκυστήρων, η χωρητικότητα και η ταχύτητά τους.
4. Η εγκατάσταση των (ηλεκτροκινήτων) ανελκυστήρων σε ένα κτίριο, δηλαδή τα οικοδομικά στοιχεία φρέατος, τα ύψη, διαστάσεις μηχανοστασίου, τροχαλιοστασίου, διαμόρφωση φρέατος καθώς και ο τρόπος κατασκευής γίνονται σύμφωνα με το Β.Δ. 37/1966<sup>10</sup>.

---

<sup>9</sup> ΦΕΚ 59, τεύχος Δ, 03-02-1989

<sup>10</sup> ΦΕΚ 10/Α «Περί κατασκευής, εγκατάστασης και λειτουργίας ηλεκτροκινήτων ανελκυστήρων»

Ειδικά στους υδραυλικούς ανελκυστήρες, ισχύουν οι παρακάτω παρεκκλίσεις:

α) Δεν απαιτείται ιδιαίτερος χώρος τροχαλιοστασίου.

β) Το μηχανοστάσιο μπορεί να μην είναι σε επαφή με το φρέαρ. Στην περίπτωση αυτή, οι υδραυλικοί σωλήνες και τα καλώδια που συνδέουν το μηχανοστάσιο με το φρέαρ πρέπει να τοποθετούνται σε ειδικό για το σκοπό αυτό κανάλι.

γ) Οι ελάχιστες αποστάσεις του μηχανισμού κίνησης από τους τοίχους του μηχανοστασίου πρέπει να είναι τουλάχιστον 0,20 μ. εκτός από την απόστασή της μιας από τις μεγάλες πλευρές του, που πρέπει να είναι 0,80 μ.

δ) Μπροστά από τον ηλεκτρικό πίνακα του ανελκυστήρα που τοποθετείται στο μηχανοστάσιο πρέπει να αφήνεται ελεύθερη απόσταση από οποιοδήποτε εμπόδιο τουλάχιστο 0,80 μ.

ε) Η ελεύθερη απόσταση μεταξύ του ανώτατου σημείου της οροφής του θαλάμου και του κατώτατου σημείου της οροφής του φρέατος πρέπει να είναι τουλάχιστο 1,15 μ. Επίσης, ειδικά στους υδραυλικούς ανελκυστήρες, το δάπεδο του μηχανοστασίου πρέπει να κατασκευάζεται έτσι ώστε σε περίπτωση διαρροής όλο το υδραυλικό υγρό να παραμένει στο μηχανοστάσιο.

5. Κατά την κατασκευή και εγκατάσταση ανελκυστήρων σε κτίρια, λαμβάνονται τα κατά περίπτωση κατάλληλα μέτρα ηχομόνωσης, όπως προβλέπονται από τις ισχύουσες διατάξεις ώστε να μην υπάρχει μεταφορά θορύβου σε διπλανά διαμερίσματα ή χώρους. Επίσης, λαμβάνονται αντικραδασματικά μέτρα στο χώρο του κλιμακοστασίου, ώστε να μη μεταδίδονται στο κτίριο οι κραδασμοί.

Επίσης, λαμβάνεται πρόνοια για την προστασία της εγκατάστασης από φωτιά (τοίχοι, κουφώματα με ψηλή αντίσταση στη φωτιά) και εξασφαλίζεται φράγμα για την αποτροπή διάδοσης φωτιάς ή καπνού μέσω της εγκατάστασης.

6. Κάθε μηχανοστάσιο ανελκυστήρα που βρίσκεται σε οποιονδήποτε όροφο, εκτός από τον ανώτατο όροφο του κτιρίου, πρέπει να μην έχει οποιοδήποτε άνοιγμα προς άλλο χώρο του κτιρίου, εκτός από την πόρτα του, η οποία πρέπει να έχει δείκτη πυραντίστασης τουλάχιστο μισής ώρας, όπως προκύπτει από πιστοποιητικό αναγνωρισμένου εργαστηρίου.

## Κεφάλαιο 3: Υδραυλικοί Ανελκυστήρες

### 3.1. Περιγραφή των Βασικών Στοιχείων Υδραυλικού Ανελκυστήρα

#### 3.1.1. Μονάδα ισχύος

Τα βασικά στοιχεία του αποτελούν τη μονάδα ισχύος είναι:

- το συγκρότημα κινητήρα – αντλία,
- το μπλοκ των βαλβίδων
- καθώς επίσης και τα υπόλοιπα στοιχεία του Υδραυλικού Ελέγχου του Ανελκυστήρα.

Η αντλία είναι συνήθως κοχλιωτή, χαμηλού θορύβου, εργάζεται μέσα στο λάδι και είναι σταθερά συνδεδεμένη με τον κινητήρα με φλάντζα και με άξονες συνδεδεμένους με σφήνα.

Η ανάρτηση του συγκροτήματος κινητήρα-αντλία πρέπει να γίνεται μέσω αντικραδασμικών ζευγών, ανθεκτικών στο λάδι, απ' ευθείας πάνω στο δοχείο. Η διάταξη αυτή αναρτήσεως, συνδυαζόμενη με μόνωση στα καπάκια του δοχείου συντελεί στην αποφυγή μεταδόσεως θορύβου. Συνιστάται η χρήση σιγαστήρα για την αποτελεσματική μείωση των δονήσεων της αντλίας ώστε να μειωθεί η μετάδοση παλμών από τη μονάδα ισχύος στα λοιπά δομικά στοιχεία του κτιρίου. Επίσης συνιστάται η τοποθέτηση ελαστικών αντικραδασμικών κάτω από το δοχείο του λαδιού.

Το δοχείο λαδιού είναι συγκολλητό κατασκευασμένο από χαλύβδινη λαμαρίνα με ενισχυμένες αναδιπλώσεις. Η στάθμη του λαδιού πρέπει να ελέγχεται από ένα δείκτη λαδιού ο οποίος είναι συνήθως βιδωμένος πάνω στο κρουνό εξαερώσεως. Επίσης απαιτείται η τοποθέτηση κρουνού κενώσεως στο κατώτερο σημείο του δοχείου για την δυνατότητα εκκενώσεως του λαδιού όπως και για τον

καθορισμό του λαδιού από καθιζάνοντα στεριά. Η ελάχιστη στάθμη του λαδιού είναι εκείνη στην οποία καλύπτονται και ο κινητήρας και η αντλία συνεχώς με λάδι ακόμη και όταν το έμβολο βρίσκεται στο υψηλότερο σημείο.

Σημειώνεται ότι το λάδι εκτός της μετάδοσης ισχύος ενεργεί σαν ψύκτης της μονάδας και επί πλέον απορροφά τους θορύβους. Τέλος πρέπει να υπάρχει προστασία κατά της υπερθέρμανσης του λαδιού, με διάταξη ανίχνευσης της θερμοκρασίας η οποία πρέπει να διακόπτει τον κινητήριο μηχανισμό και να τον διατηρεί εκτός λειτουργίας όσο η θερμοκρασία του λαδιού υπερβαίνει μία προκαθορισμένη τιμή.

Πάνω από το δοχείο τοποθετούνται:

- Μπλοκ βαλβίδων (π.χ. BLAIN Γερμανίας, ή BERINGER Ηλεκτρονική Ελβετίας)
- Στόμιο πληρώσεως λαδιού, με εξαερισμό Μανόμετρο
- Διακόπτης υψηλής ή χαμηλής πίεσης (όταν απαιτείται)
- Κυτία ηλεκτρολογικών συνδέσεων

Ο **κινητήρας** είναι τριφασικός για τάση 380V/50HZ και συνήθως είναι 2πολικός με αριθμό στροφών 2750 ανά πρώτο λεπτό (rpm). Η ροπή εκκινήσεως πρέπει να είναι περίπου 2πλάσια της ονομαστικής και η συνδεσμολογία εκκινήσεως συνιστάται μέχρι 8,50 kw να είναι σε τρίγωνο και πέραν των 8,50 kw με διακόπτη αστέρος – τριγώνου.

Το μπλοκ των βαλβίδων ελέγχου είναι ένα συγκρότημα ελεγχόμενο ηλεκτρικά με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Είναι ένα ενιαίο συμπαγές συγκρότημα βαλβίδων.
- Διατηρεί σταθερές τις ταχύτητες, όπως ρυθμίστηκαν ανεξάρτητα από θερμοκρασία και φορτίο.
- Οι επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις: είναι ανεξάρτητες από θερμοκρασία και φορτίο.
- Ήρεμο σταμάτημα και τέλεια ισοστάθμιση.
- Δεν υπάρχει ολίσθηση του θαλάμου όταν είναι σε στάση.
- Αυτόματος απεγκλωβισμός σε περίπτωση διακοπής ρεύματος.



- Απλή ηλεκτρική συνδεσμολογία.

Στη βιβλιογραφία αναφέρονται οι απαιτούμενες βαλβίδες χειρισμού και ασφαλείας σύμφωνα με το πρότυπο EN81.2 (Μαλαχιάς, 2006).

→ **Βαλβίδα Αντεπιστροφής:** Η βαλβίδα αυτή πρέπει να είναι εγκατεστημένη μεταξύ της αντλίας και της στρόφιγγας απομόνωσης και πρέπει να μπορεί να συγκρατεί το θάλαμο του Ανελκυστήρα με το ονομαστικό του φορτίο σε οποιοδήποτε σημείο της διαδρομής του όταν η πίεση της αντλίας πέσει κάτω από την ελάχιστη πίεση λειτουργίας. Το κλείσιμο της βαλβίδας αντεπιστροφής πρέπει να εξασφαλίζεται με την Υδραυλική πίεση της Ανυψωτικής Μονάδας και με ένα τουλάχιστο καθοδηγούμενο ελατήριο συμπίεσης ή και με τη Βαρύτητα.

→ **Περιοριστήρας Πίεσης:** Πρέπει στην εγκατάσταση να υπάρχει περιοριστήρας πίεσης ο οποίος να συνδέεται στο κύκλωμα μεταξύ της αντλίας και της βαλβίδας αντεπιστροφής. Το υδραυλικό υγρό πρέπει να επανέρχεται στη δεξαμενή. Ο περιοριστήρας πίεσης πρέπει να είναι ρυθμισμένος ώστε να περιορίζει την πίεση στο 140% της πίεσης υπό πλήρες φορτίο. Είναι δυνατόν σε ειδικές περιπτώσεις λόγω μεγάλων εσωτερικών απωλειών (απώλειες φορτίου, τριβή) ο περιοριστήρας πίεσης να ρυθμιστεί σε υψηλότερη από την ανωτέρω τιμή χωρίς όμως να ξεπερνά το 170% της πίεσης υπό πλήρες φορτίο. Σ' αυτή την περίπτωση, για τον υπολογισμό του υδραυλικού εξοπλισμού (συμπεριλαμβανομένης και της Ανυψωτικής Μονάδας) χρησιμοποιείται μία **συμβατική** πίεση υπό πλήρες φορτίο ίση προς την επιλεγείσα πίεση ρύθμισης διαιρουμένης δια 1,40. Εξ' άλλου στον υπολογισμό του συστήματος σε λυγισμό ο συντελεστής υπερπίεσης 1,40, πρέπει να αντικαθίσταται από ένα συντελεστή που να αντιστοιχεί στην επαυξημένη ρύθμιση του περιοριστήρα πίεσης.

→ **Βαλβίδες καθόδου:** Κάθε βαλβίδα καθόδου πρέπει να διατηρείται ανοικτή, με ηλεκτρικό τρόπο. Το κλείσιμό της πρέπει να γίνεται με την υδραυλική πίεση της Ανυψωτικής Μονάδας και με ένα καθοδηγούμενο

ελατήριο συμπίεσης. Επίσης κατά την στάση του Ανελκυστήρα κατά την κάθοδο πρέπει η παροχή ενέργειας προς τις βαλβίδες καθόδου να διακόπτεται από δυο τουλάχιστον ηλεκτρικές διατάξεις συνδεδεμένες εν σειρά από κύκλωμα τροφοδοσίας.

→ **Βαλβίδες Ανόδου:** Οι βαλβίδες ανόδου ή βαλβίδες παράπλευρης κυκλοφορίας πρέπει να είναι κλειστές με ηλεκτρικό τρόπο και το άνοιγμά τους πρέπει να γίνεται με την υδραυλική πίεση της Ανυψωτικής μονάδας, και από ένα τουλάχιστο καθοδηγούμενο ελατήριο συμπίεσης. Εξ' άλλου για την στάση του Ανελκυστήρα κατά την Άνοδο πρέπει αφ' ενός μεν να διακόπτεται η παροχή ενέργειας προς τον ηλεκτροκινητήρα από ένα ηλεκτρονόμο ισχύος και αφ' ετέρου να διακόπτεται η τροφοδοσία προς τις ανωτέρω βαλβίδες παράπλευρης κυκλοφορίας από δύο τουλάχιστον ανεξάρτητες ηλεκτρικές διατάξεις συνδεδεμένες εν σειρά, στο κύκλωμα τροφοδοσίας των βαλβίδων αυτών.

→ **Βαλβίδα Θραύσης:** όπου απαιτείται η εγκατάσταση βαλβίδας θραύσης πρέπει να ικανοποιεί τις ακόλουθες απαιτήσεις:

- Πρέπει να είναι ικανή να σταματά τον θάλαμο κατά την κάθοδο και να τον διατηρεί σταματημένο, το αργότερο όταν η ταχύτητα αποκτήσει τιμή ίση προς την ονομαστική ταχύτητα καθόδου ( $V_d$ ) αυξημένη κατά 0,3 m/s. Η μέση επιβράδυνση δεν πρέπει να υπερβαίνει το  $g_n$ .
- Η βαλβίδα θραύσης πρέπει να είναι προσβάσιμη για τη ρύθμιση και την επιθεώρησή της.
- Η βαλβίδα θραύσης πρέπει:
  - να αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα του κυλίνδρου
  - ή να είναι απ' ευθείας με φλάντζα στερεωμένη στον κύλινδρο
  - ή να είναι κοντά στον κύλινδρο και συνδεδεμένη με αυτόν με άκαμπτη σωλήνωση με συγκολλημένες φλάντζες ή κοχλιωτές συνδέσεις ή να κοχλιώνεται στον κύλινδρο. Η βαλβίδα θραύσης πρέπει να έχει σπείρωμα, που να καταλήγει σε κεφαλή η οποία να εφάπτεται του κυλίνδρου. Άλλοι τρόποι σύνδεσης, όπως ελατήρια συμπίεσης ή τορνιρισμένα τμήματα

δεν επιτρέπονται μεταξύ του κυλίνδρου και της βαλβίδας θραύσης.

Επίσης σε Ανελκυστήρες με περισσότερες ανυψωτικές Μονάδες που λειτουργούν παράλληλα, μπορεί να χρησιμοποιείται κοινή βαλβίδα θραύσης. Διαφορετικά οι βαλβίδες θραύσης πρέπει να είναι συνδεδεμένες μεταξύ τους, κατά τέτοιο τρόπο ώστε να κλείνουν ταυτόχρονα για να αποφεύγεται η κλίση του δαπέδου του θαλάμου περισσότερο από 5% σε σχέση με την κανονική του θέση.

Βαλβίδα περιορισμού ροής [Περιοριστήρας παροχής]: Όπου προβλέπεται και βαλβίδα περιορισμού της ροής πρέπει να ικανοποιούνται οι ακόλουθες απαιτήσεις. Στην περίπτωση που η ταχύτητα του φορτωμένου με το πλήρες φορτίο θαλάμου κατά την κάθοδο (λόγω διαρροής στο υδραυλικό σύστημα) υπερβεί την ονομαστική ταχύτητα καθόδου πάνω από 0,3 m/s.

Η βαλβίδα περιορισμού ροής πρέπει να είναι προσβάσιμη για επιθεώρηση και πρέπει επίσης:

- να αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα του κυλίνδρου
- ή να είναι απ' ευθείας με φλάντζα στερεωμένη στον κύλινδρο
- ή να είναι κοντά στον κύλινδρο και συνδεδεμένη με αυτόν με άκαμπτη σωλήνωση με συγκολλημένες φλάντζες ή κοχλιωτές συνδέσεις
- ή να κοχλιώνεται στον κύλινδρο. Ο περιοριστήρας παροχής πρέπει να έχει σπείρωμα που να καταλήγει σε κεφαλή η οποία να εφάπτεται του κυλίνδρου. Τέλος δεν επιτρέπονται άλλοι τρόποι σύνδεσης μεταξύ του κυλίνδρου και του περιοριστήρα παροχής όπως ελατήρια συμπίεσης ή торνιρισμένα τμήματα κ.λπ. (Μαλαχιάς, 2006).

### 3.1.2. Χειροκίνητος χειρισμός έκτακτης ανάγκης

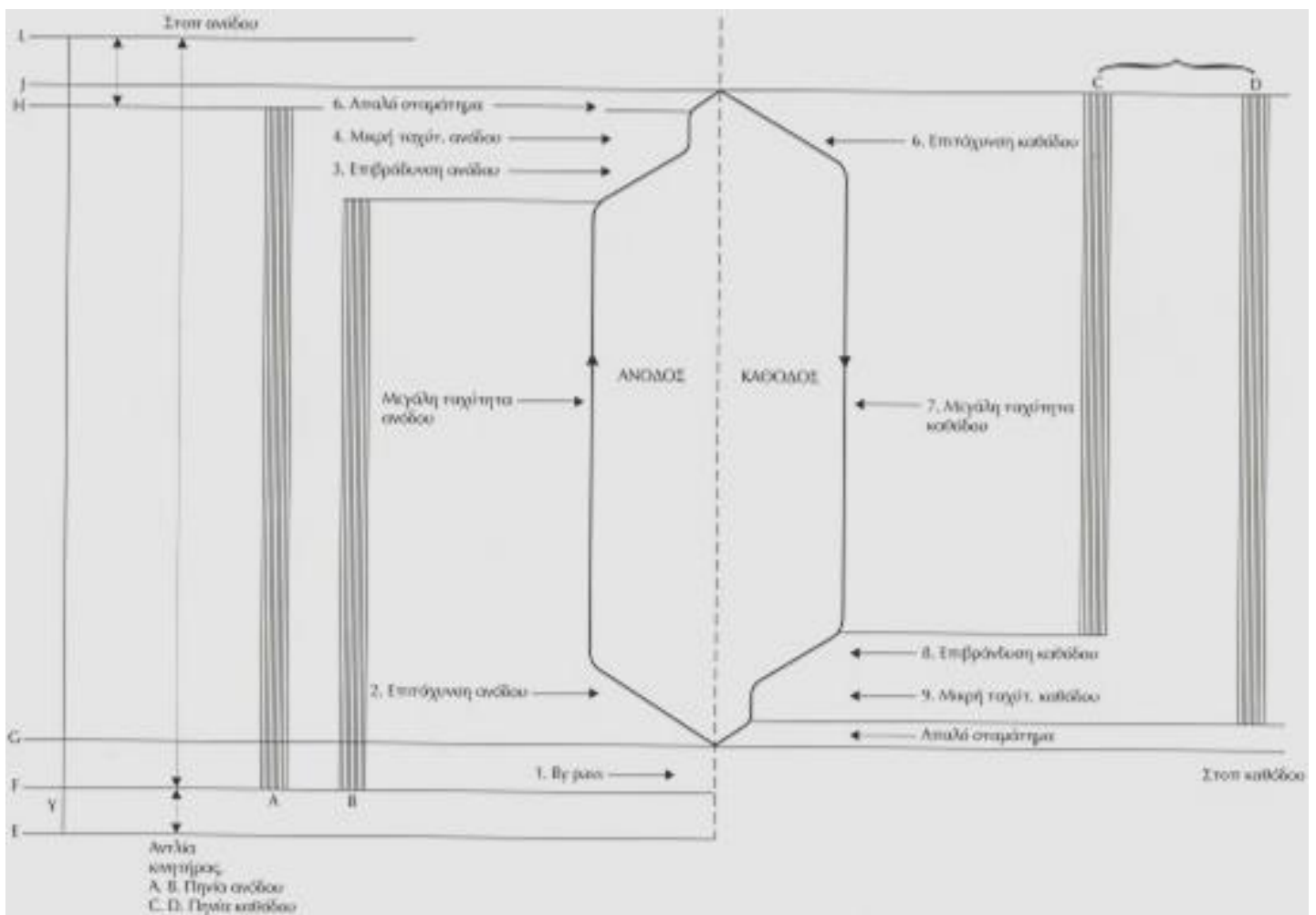
Ο χειροκίνητος χειρισμός του θαλάμου σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης, περιλαμβάνει τις περιπτώσεις όπου ο θάλαμος πρέπει να μετακινηθεί προς τα πάνω ή προς τα κάτω.

**A. Μετακίνηση του θαλάμου προς τα κάτω:** Ο Ανελκυστήρας πρέπει να είναι εφοδιασμένος με μία βαλβίδα χειροκίνητης λειτουργίας, τοποθετημένη μέσα στο μηχανοστάσιο, ώστε και στην περίπτωση έλλειψης ρεύματος τροφοδοσίας, να επιτρέπει την κάθοδο του θαλάμου σε ένα επίπεδο στάσης, όπου οι επιβάτες θα μπορέσουν να εγκαταλείψουν τον θάλαμο. Η ταχύτητα του θαλάμου δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 0,3 m/s. Το άνοιγμα της βαλβίδας αυτής πρέπει να απαιτεί μία συνεχή πίεση με το χέρι. Επίσης στην περίπτωση Ανελκυστήρων έμμεσης ενέργειας όπου μπορεί να παρουσιασθεί χαλάρωση των συρματόσχοινων η χειροκίνητη ενέργεια δεν πρέπει να προκαλεί το άνοιγμα της βαλβίδας αυτής, όταν η πίεση είναι μικρότερη από την ελάχιστη πίεση λειτουργίας.

**B. Μετακίνηση του θαλάμου προς τα πάνω:** Σε όλους τους Ανελκυστήρες των οποίων ο θάλαμος είναι εφοδιασμένος με μία συσκευή αρπάγης ή με μία διάταξη εμπλοκής πρέπει να είναι εγκατεστημένη μόνιμα μία χειροκίνητη αντλία η οποία να επιτρέπει την μετακίνηση του θαλάμου προς τα πάνω. Η χειροκίνητη αντλία πρέπει να είναι συνδεδεμένη στο κύκλωμα μεταξύ της βαλβίδας αντεπιστροφής ή της βαλβίδας καθόδου και της βάνας απομόνωσης. Η χειροκίνητη αντλία πρέπει να είναι εφοδιασμένη με έναν περιοριστήρα πίεσης που να περιορίζει την πίεση σε 2, 3 φορές την πίεση υπό πλήρες φορτίο.

### 3.1.3. Έλεγχος της θέσης του θαλάμου

Όταν ο ανελκυστήρας εξυπηρετεί περισσότερα από δύο επίπεδα, πρέπει να ελέγχεται από το Μηχανοστάσιο με ένα μέσο ανεξάρτητο από το κύκλωμα τροφοδοσίας ενέργειας, αν ο θάλαμος βρίσκεται σε μία ζώνη απομανδάλωσης.



Πηγή: Μαλαχιάς, 2006

**Εικόνα 3.1.3: διάγραμμα κίνησης υδραυλικού ανελκυστήρα**

Η απαίτηση αυτή δεν είναι απαραίτητη σε Ανελκυστήρες εφοδιασμένους με μηχανική διάταξη αποφυγής ολίσθησης θαλάμου και οι οποίοι δεν είναι εφοδιασμένοι με μία χειροκίνητη αντλία για την μετακίνηση του θαλάμου προς τα πάνω.

### 3.1.4. Μπλοκ Βαλβίδων Ελέγχου

Παρακάτω γίνεται περιγραφή του συγκροτήματος βαλβίδων ελέγχου τύπου BLAIN Γερμανίας EV100, τα τεχνικά χαρακτηριστικά αυτών, το κυκλωματικό-υδραυλικό διάγραμμα, και αναλυτική περιγραφή του τρόπου λειτουργίας.

**Βαλβίδα BLAIN (Γερμανίας) τύπου EV:** Οι βαλβίδες BLAIN είναι κατασκευασμένες σε μία πλήρη σειρά για να καλύψουν διαφορετικές απαιτήσεις από μικρές εγκαταστάσεις έως μεγάλους ανελκυστήρες. Εύκολες στην εγκατάσταση, αξιόπιστες και ομαλές στην λειτουργία, ακόμα και σε ακραίες περιπτώσεις φορτίου και θερμοκρασίας.

### **Περιγραφή**

Το μέγεθος της βαλβίδας 3/4", 1 1/2", 2" και 2 1/2" (που είναι και συγχρόνως) το μέγεθος της εισόδου και εξόδου της βαλβίδας, καθορισμένη από τις παροχές. Η ίδια βαλβίδα χρησιμοποιείται για κινητήρες με σύνδεση είτε σε τρίγωνο είτε σε αστερα τρίγωνο. Οι βαλβίδες είναι ρυθμισμένες από το εργοστάσιο ανάλογα με τα στοιχεία του ανελκυστήρα, ώστε να χρειαστεί στο φρεάτιο μια μικρή τελική ρύθμιση. Το σύστημα ισοσταθμίσεως εξασφαλίζει σταθερότητα στη λειτουργία του ανελκυστήρα και ακρίβεια στο τελικό σταμάτημα ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία (έως 70°).

Είναι κατασκευασμένες και φινιρισμένες σε μεγάλα επίπεδα ποιότητας και περιέχουν τις παρακάτω απαραίτητες ιδιότητες για μια αποδοτικότητα στην εγκατάσταση και στο σέρβις δίχως προβλήματα:

- απλή αποδοτική ρύθμιση
- δεν επηρεάζεται από θερμοκρασία και πίεση
- καλωδιώσεις για σύνδεση πηνίων
- μανόμετρο και βάνα μανομέτρου
- χειροκίνητο κατέβασμα επανερχόμενο αυτόματα
- αυτοκαθοριζόμενα φίλτρα πιλότων
- αυτοκαθοριζόμενα φίλτρα εισόδου-εξόδου
- καταστέλλει τις τιρβώδεις ροές
- σκληρότητα χιτωνίων πιλότων 70° Rockwell
- πηνία διαρκούς χρήσεως

**Η υδραυλική αντλία** όπως αναφέρθηκε είναι σταθερά συνδεδεμένη με τον κινητήρα και πρέπει να παρέχει την απαιτούμενη παροχή λαδιού υπό την εκάστοτε

απαιτούμενη στατική πίεση. Για την εκλογή του κινητήρα της αντλίας πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη ο βαθμός αποδόσεως ο οποίος είναι συνάρτηση της στατικής πίεσεως και του τύπου της αντλίας. Επίσης στο κύκλωμα μεταξύ της Δεξαμενής και της αντλίας όπως και στο κύκλωμα μεταξύ της βάνας απομόνωσης και της βαλβίδας καθόδου πρέπει να τοποθετούνται φίλτρα ή ανάλογες διατάξεις. Το φίλτρο ή η ανάλογη διάταξη μεταξύ της βάνας απομόνωσης και της βαλβίδας καθόδου πρέπει να είναι προσιτό για επιθεώρηση και συντήρηση.

**Για τον έλεγχο πίεσης** πρέπει να υπάρχει μανόμετρο στο κύκλωμα μεταξύ της βαλβίδας αντεπιστροφής ή της βαλβίδας καθόδου και της βάνας απομόνωσης. Μεταξύ του κυρίου κυκλώματος πίεσης και του συνδέσμου του μανομέτρου, πρέπει να υπάρχει μία βάνα απομόνωσης του μανομέτρου. Ο σύνδεσμος του μανομέτρου πρέπει να έχει εσωτερικό σπείρωμα M20 × 1,50 ή G 1/2". Τέλος πρέπει να τονισθεί ότι πρέπει να είναι ευχερής ο έλεγχος της στάθμης του λαδιού μέσα στη Δεξαμενή.

Παρακάτω αναφέρονται οι τυποποιημένες παροχές των Υδραυλικών Αντλιών της Εταιρείας KLEEMANN.

**Πίνακας 3.1 Τυποποιημένες παροχές Υδραυλικών Αντλιών της Εταιρείας KLEEMANN**

<i>Τύπος Αντλίας</i>	<i>Παροχή</i>
<b>40-38</b>	<b>55 lit/min</b>
<b>40-46</b>	<b>75 lit/min</b>
<b>80-36</b>	<b>100 lit/min</b>
<b>80-42</b>	<b>125 lit/min</b>
<b>80-46</b>	<b>150 lit/min</b>
<b>120-42</b>	<b>175 lit/min</b>
<b>120-46</b>	<b>210 lit/min</b>
<b>210-35</b>	<b>250 lit/min</b>
<b>210-40</b>	<b>300 lit/min</b>
<b>210-46</b>	<b>380 lit/min</b>

Οι ανωτέρω τιμές ισχύουν για:

$$n_G = 2750 \text{ στροφές / min}$$

$$v = 75 \text{ cst}$$

$$P_{\text{στατ}} = 30 \text{ bar}$$

Ο βαθμός αποδόσεως της μονάδας ισχύος δίδεται από τη σχέση

$$N = \frac{P}{(\alpha P + \beta)}$$

**Όπου:**

**P:** στατική πίεση  $P_{\text{στατ}}$ . (bar)

**α, β:** σταθερές εξαρτώμενες από τον τύπο της αντλίας οι οποίες δίνονται από πίνακες (Μαλαχιάς, 2006).

### 3.1.5. Έμβολο – Κύλινδρος

Το έμβολο κατασκευάζεται είτε συμπαγές (massif) σαν άξονας είτε κατασκευάζεται από χαλυβδοσωλήνα άνευ ραφής ενισχυμένου τοιχώματος, ώστε να εμφανίζει επαρκή αντοχή στις διάφορες καταπονήσεις και στην πίεση του λαδιού, πρέπει να είναι τονισμένο και ρεκτιφιαρισμένο ώστε να παρουσιάζει απόλυτα λεία επιφάνεια, για την καλή λειτουργία των στεγανοποιητικών στοιχείων καθώς και εκείνων της έδρασης (κουζινέτων). Ο κύλινδρος κατασκευάζεται και αυτός από χαλυβδοσωλήνα άνευ ραφής, ικανού πάχους για την αντοχή σε πίεση και τις λοιπές συνθήκες λειτουργίας. Το κάτω άκρο του εμβόλου κλείνεται 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 ορθό κεντράρισμα του εμβόλου μέσα στον κύλινδρο. Στο άνω άκρο του κυλίνδρου προσαρμόζεται δια κοχλιώσεως η κεφαλή η οποία φέρει δύο δακτυλίους οδηγήσεως για το έμβολο. Η στεγανότητα επιτυγχάνεται με μία τσιμούχα υψηλής πίεσεως, η δε είσοδος ξένων σωμάτων κατά την επιστροφή του εμβόλου εμποδίζεται με ειδική διάταξη. Στο επάνω μέρος του κυλίνδρου υπάρχει ένας εξαεριστήρας για περιοδική εξαέρωση και επί πλέον υπάρχει ειδική λεκάνη για



τη συλλογή του λαδιού που στραγγίζεται από την επιφάνεια του εμβόλου κατά την κάθοδό του ή διαφεύγει από τους δακτυλίους στεγανότητας. Στο σημείο τροφοδοσίας του κυλίνδρου, που είναι συγχρόνως η είσοδος και η έξοδος του λαδιού, τοποθετείται η ειδική βαλβίδα ασφαλείας "υδραυλική αρπάγη" που κλείνει την έξοδο του λαδιού σε περίπτωση υπερτάχυνσης του θαλάμου κατά την κάθοδο π.χ. διαρροές στον σωλήνα τροφοδοσίας, ή και θραύση. Μεταξύ του κυλίνδρου και του εμβόλου υπάρχει διάκενο για την άνετη ροή του λαδιού.

Τα στεγανοποιητικά στοιχεία πρέπει να παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή στην τριβή ώστε να εξασφαλίζεται μεγάλη διάρκεια ζωής ακόμη και σε μεγάλες πιέσεις.

Όσον αφορά για τις ποιότητες των υλικών αναφέρεται:

- Για το έμβολο χρησιμοποιείται χαλυβδοσωλήνας άνευ ραφής από χάλυβα st37 κατά DIN 2448/1629 με πίεση δοκιμής 100 bar. Για συμπαγές έμβολο (άξονας) χρησιμοποιείται st37, st42 ή st50.
- Για τον κύλινδρο χρησιμοποιείται όμοιο υλικό με το έμβολο (με απόλυτα εσωτερικό καθαρισμό) χωρίς να είναι τورνιρισμένος ή ρεκτιφιαρισμένος.
- Λοιπά μεταλλικά εξαρτήματα από st 37 (DIN 2449/1629)
- Δακτύλιοι οδηγήσεως: Υλικά PTFE/Bronze (πολυτετρο- φθοραιθυλένιο και μπρούντζος).

Παρακάτω αναφέρονται οι γενικές απαιτήσεις της Υδραυλικής Ανυψωτικής μονάδας όπως αυτές καθορίζονται στο πρότυπο του ΕΑΟΤ EN81.2 (Άρθρο 12).

Στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται για την ανύψωση του θαλάμου πολλές Ανυψωτικές Μονάδες, πρέπει αυτές να είναι συνδεδεμένες Υδραυλικά, για να εξασφαλίζεται η εξισορρόπηση της πίεσης (Μαλαχιάς, 2006).

### **3.1.6. Υπολογισμός κυλίνδρου και Εμβόλου**

Ο κύλινδρος και το έμβολο πρέπει να είναι σχεδιασμένα κατά τέτοιο τρόπο, ώστε κάτω από δυνάμεις που προκύπτουν από μία πίεση ίση προς 2,3 φορές την

πίεση υπό πλήρες φορτίο, να εξασφαλίζεται ένας συντελεστής ασφαλείας τουλάχιστο 1,7 σε σχέση με το όριο μόνιμης παραμόρφωσης 0,2 ( $R_{p0,2}$ ).

Για τον υπολογισμό των βαθμίδων τηλεσκοπικής Ανυψωτικής μονάδας με υδραυλική διάταξη συγχρονισμού της κίνησής τους, η πίεση σε πλήρες φορτίο πρέπει να αντικαθίσταται από τη μεγαλύτερη πίεση που παράγεται σε μία βαθμίδα εξ' αιτίας της υδραυλικής διάταξης συγχρονισμένης κίνησης.

Στον υπολογισμό του πάχους των απλών ή τηλεσκοπικών Ανυψωτικών Μονάδων, πρέπει να προστίθεται επί πλέον 1,0 mm για τα τοιχώματα του κυλίνδρου και τον πυθμένα του κυλίνδρου καθώς και 0,5 mm για τα τοιχώματα των κοίλων εμβόλων.

Κατά τον υπολογισμό σε λυγισμό των Ανυψωτικών Μονάδων που καταπονούνται από δυνάμεις συμπίεσης πρέπει ο σχεδιασμός να είναι τέτοιος ώστε στη θέση της ακραίας διαδρομής τους κάτω από μία φόρτιση ίση με το 1,4 φορές την πίεση σε πλήρες φορτίο να εξασφαλίζεται τουλάχιστον ένας συντελεστής ασφαλείας 2 σε λυγισμό.

Οι Ανυψωτικές μονάδες υποκείμενες σε δυνάμεις έλξης πρέπει να υπολογίζονται κατά τέτοιο τρόπο ώστε κάτω από δυνάμεις που προκύπτουν από μία πίεση ίση προς 1,4 φορές την πίεση πλήρους φορτίου να εξασφαλίζεται ένας συντελεστής ασφαλείας τουλάχιστο 2 σε σχέση με το όριο μόνιμης παραμόρφωσης 0,2 ( $R_{p0,2}$ ).

### **3.1.7. Σύνδεση θαλάμου/εμβόλου (κυλίνδρου)**

Στην περίπτωση ανελκυστήρα με άμεση επενέργεια, η σύνδεση μεταξύ θαλάμου και εμβόλου δεν πρέπει να είναι άκαμπτη.

Η σύνδεση μεταξύ θαλάμου και εμβόλου πρέπει να πραγματοποιείται έτσι ώστε να δέχεται το βάρος του εμβόλου και τις πρόσθετες δυναμικές καταπονήσεις. Οι διατάξεις σύνδεσης δεν πρέπει να μπορούν να χαλαρώνουν από μόνες τους.

Στην περίπτωση εμβόλου που αποτελείται από περισσότερα από ένα τμήματα πρέπει οι συνδέσεις μεταξύ των τμημάτων να μπορούν να δέχονται το βάρος των ανηρημένων τμημάτων και τις πρόσθετες δυναμικές φορτίσεις.

Στην περίπτωση ανελκυστήρων με έμμεση επενέργεια, η κεφαλή του εμβόλου πρέπει να καθοδηγείται. Η απαίτηση αυτή δεν εφαρμόζεται στις ανυψωτικές μονάδες που λειτουργούν με έλξη, με την προϋπόθεση ότι η διάταξη έλξης δεν προκαλεί καμπτικές δυνάμεις στο έμβολο.

Στην περίπτωση Ανελκυστήρων με έμμεση επενέργεια, κανένα τμήμα του συστήματος οδήγησης της κεφαλής του εμβόλου δεν πρέπει να βρίσκεται στην κατακόρυφη προβολή της στέγης του θαλάμου.

### **3.1.8. Περιορισμός της διαδρομής του εμβόλου**

Πρέπει να υπάρχουν διατάξεις για το σταμάτημα του εμβόλου με απόσβεση, σε τέτοια θέση ώστε να εξασφαλίζονται οι εκάστοτε απαιτούμενες αποστάσεις.

Το όριο αυτό πρέπει:

- α)** Είτε να είναι ένας προσκρουστήρας με απόσβεση,
- β)** Είτε να πραγματοποιείται με διακοπή της υδραυλικής τροφοδότησης της Ανυψωτικής μονάδας μέσω μηχανικής σύνδεσης μεταξύ της Ανυψωτικής μονάδας και μιας υδραυλικής Βαλβίδας. Η θραύση ή η επιμήκυνση της σύνδεσης αυτής, δεν πρέπει να προκαλεί επιβράδυνση του θαλάμου μεγαλύτερη από  $1,0 g_n$ .

### 3.1.9. Προσκρουστήρας απόσβεσης

Ο προσκρουστήρας αυτός πρέπει:

- α)** Να αποτελεί ενσωματωμένο τμήμα της Ανυψωτικής μονάδας ή
- β)** Να αποτελείται από μία ή περισσότερες διατάξεις τοποθετημένες, έξω από την Ανυψωτική Μονάδα και από την προβολή του θαλάμου έτσι ώστε η προκύπτουσα δύναμη να ασκείται στον άξονα της Ανυψωτικής μονάδας.

Ο σχεδιασμός του προσκρουστήρα απόσβεσης πρέπει να είναι τέτοιος ώστε η μέση επιβράδυνση του θαλάμου να μην υπερβαίνει το  $1,0g_n$  και στην περίπτωση Ανελκυστήρα με έμμεση επενέργεια, η επιβράδυνση να μην προκαλεί τη δημιουργία χαλάρωσης του συρματόσκοινου ή της αλυσίδας.

### 3.1.10. Μέσα προστασίας

Όταν μία Ανυψωτική μονάδα έχει τμήμα εντός του εδάφους πρέπει να τοποθετείται μέσα σε προστατευτικό σωλήνα. Αν προεκτείνεται σε άλλους χώρους, πρέπει αυτή να προστατεύεται με κατάλληλο τρόπο. Θα πρέπει επίσης να φέρει διάταξη αερισμού και η συλλογή των διαρροών και η συσσώρευση ρευστού να γίνεται στην κεφαλή του κυλίνδρου.

Αν χρησιμοποιούνται συρματόσχοινα ή αλυσίδες και όχι μέσα συγχρονισμένης κίνησης βαθμίδων πρέπει να εφαρμόζονται οι ακόλουθες απαιτήσεις:

- α)** πρέπει να υπάρχουν τουλάχιστον δύο ανεξάρτητα συρματόσχοινα ή αλυσίδες.
- β)** να υπάρχει διάταξη προστασίας από εκφυγή συρματόσχοινων ή εισχώρηση ξένων σωμάτων μεταξύ συρματόσχοινων και αυλακιών
- γ)** να είναι ο συντελεστής ασφαλείας τουλάχιστον 12 για τα συρματόσχοινα και 10 για αλυσίδες.

Ο Συντελεστής ασφαλείας είναι η σχέση μεταξύ του ελάχιστου φορτίου θραύσης (N) ενός συρματόσχοινου (ή μίας αλυσίδας) και της μέγιστης

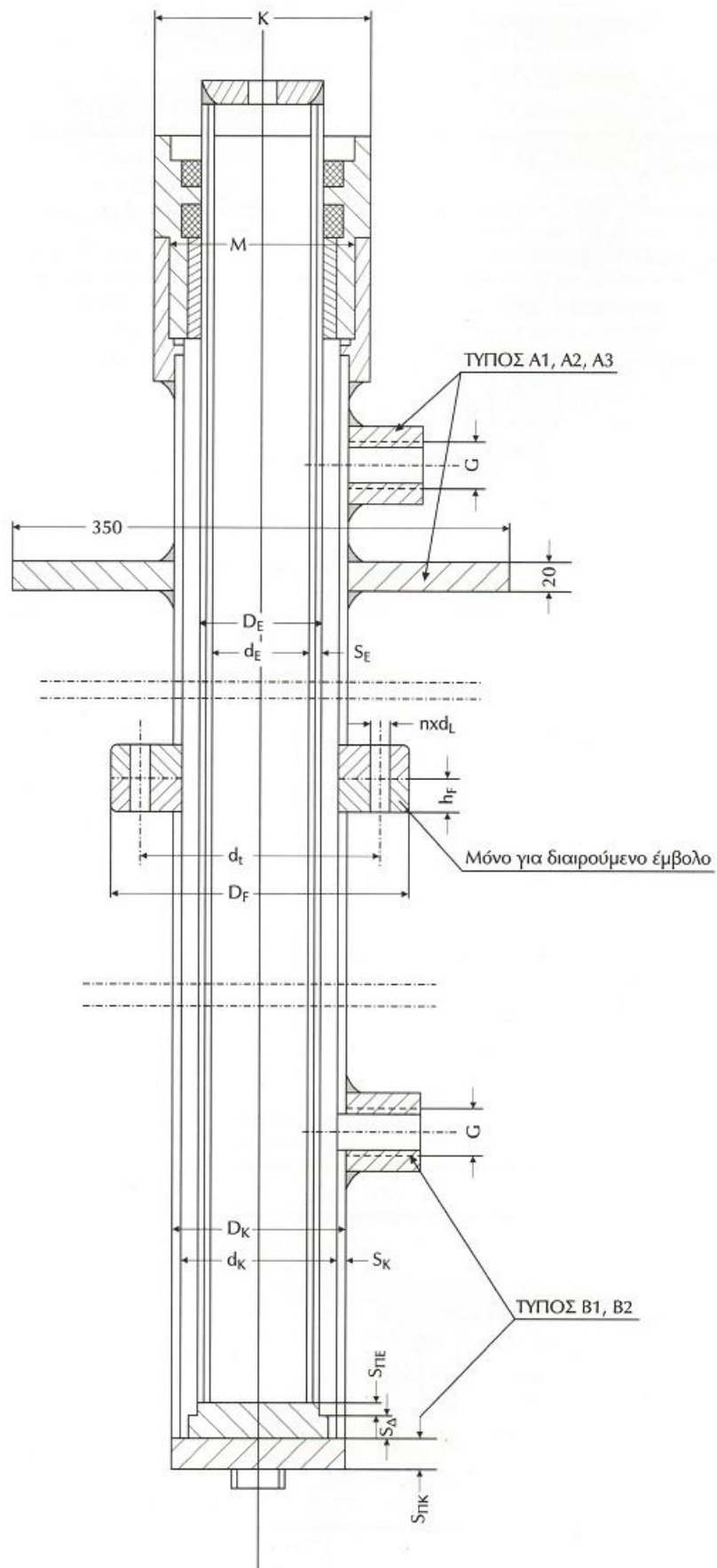
*εφαρμοζόμενης* δύναμης (N) σ' αυτό το συρματόσχοινο (ή σ' αυτή *την* αλυσίδα).

Για τον υπολογισμό της μέγιστης δύναμης πρέπει να λαμβάνεται υπόψη:

- οι δυνάμεις που προκύπτουν από την πίεση *υπό* πλήρες φορτίο
- ο αριθμός των συρματόσχοινων (ή αλυσίδων)

**δ)** πρέπει να προβλέπεται μία διάταξη που να εμπόδιζε την ταχύτητα του θαλάμου να υπερβεί την ονομαστική ταχύτητα καθόδου (Vd) πάνω από 0,3 m/s σε περίπτωση σφάλματος στην διάταξη συγχρονισμένης κίνησης.

Στα επόμενα φαίνεται η τομή κοίλου εμβόλου όπως και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των τυποποιημένων εμβόλων της Εταιρείας KLEEMANN (60.00 - 70.0 - 80.0 - 80.6 - 100.0 - 100.6 - 100.8 - 120.9 - 130.9 - 150.8 - 185.10 - 210.11).



Πηγή: Μαλαχιάς, 2006


Εικόνα 2.1.10: Τομή εμβόλου KLEEMANN

### 3.2. Σωληνώσεις Γενικά

Οι σωληνώσεις και τα εξαρτήματά τους, τα οποία υποβάλλονται σε πίεση, (συνδετήρες, βαλβίδες, κ.λπ.) καθώς και όλα γενικά τα όργανα του Υδραυλικού Συστήματος ενός ανελκυστήρα, πρέπει:

- α)** να είναι κατάλληλα για το χρησιμοποιούμενο υδραυλικό ρευστό
- β)** να είναι σχεδιασμένα και εγκατεστημένα έτσι ώστε, να αποφεύγονται, ανεπίτρεπτες καταπονήσεις από τις στηρίξεις, από την επίδραση στρέψεως ή δονήσεων
- γ)** να είναι προστατευμένα από φθορές που δημιουργούνται από μηχανική προέλευση
- δ)** να έχουν επαρκή αντοχή κάτω από την πίεση λειτουργίας.

Οι σωληνώσεις όπως και τα εξαρτήματά τους πρέπει να είναι κατάλληλα στερεωμένες και να είναι προσιτές για επιθεώρηση και συντήρηση. Αν οι σωληνώσεις (άκαμπτες ή εύκαμπτες) διαπερνούν τοίχους ή πατώματα, πρέπει αυτές να προστατεύονται με περιβλήματα με διαστάσεις που να επιτρέπουν την αποσυναρμολόγηση, αν χρειασθεί, των σωληνώσεων για συντήρηση ή αντικατάσταση. Δεν επιτρέπεται σύνδεση της σωληνώσεως στο εσωτερικό αυτών των περιβλημάτων.

<b>Ελαστικός σωλήνας υψηλής πίεσης</b> ενός χαλύβδινου πλέγματος και συνθετικού καλύμματος SAE 100 RIA 1 ST DIN 20022				<b>Κατασκευή</b> Σωλήνας από συνθετικό ελαστικό NEOPRENE, μιας σειράς ενισχυμένου χαλύβδινου πλέγματος και συνθετικού ελαστικού καλύμματος HYPALON <b>Χρήση σωλήνα και θερμοκρασία λειτουργίας</b> Δια υδραυλικά έλαια, πετρελαιο, μαζούτ, αέρα, νερό. -40°C έως 125°C.			
							
Σωλήν inches	Εσωτ. Ø mm	Εξωτ. Ø mm	r min mm	Πιέσεις bar		Βάρος kg/m	Αριθ. παραγγελίας
				Λειτ.	Θραύσ.		
RI 3/16	4,8	12,8	90	235	940	0,22	0010 113 160
RI 1/4	6,35	15,9	100	225	900	0,32	0010 111 400
RI 5/16	7,95	17,6	115	215	850	0,37	0010 115 160
RI 3/8	9,52	20	125	180	720	0,45	0010 113 800
RI 1/2	12,7	23,1	180	160	640	0,55	0010 111 200
RI 5/8	15,9	26,1	200	130	520	0,66	0010 115 800
RI 3/4	19,1	30,2	240	105	420	0,79	0010 113 400
RI 1	25,4	38,2	280	88	350	1,16	0010 111 000
RI 1 1/4	31,8	46	420	63	250	1,58	0010 111 140
RI 1 1/2	38,1	52	510	50	200	1,95	0010 111 120
RI 2	50,8	67	630	40	160	2,60	0010 112 000

Πηγή: Μαλαχιάς, 2006

Εικόνα 3.2.: Τεχνικά χαρακτηριστικά ελαστικών σωλήνων υψηλής πίεσης

### 3.2.1. Άκαμπτες σωληνώσεις

Οι άκαμπτες σωληνώσεις και τα εξαρτήματά τους μεταξύ του κυλίνδρου και της βαλβίδας αντεπιστροφής ή της βαλβίδας καθόδου πρέπει να είναι σχεδιασμένες κατά τέτοιο τρόπο, ώστε κάτω από φορτία που προκύπτουν από πίεση ίση προς 2,3 φορές την πίεση υπό πλήρες φορτίο, να εξασφαλίζεται ένας συντελεστής ασφάλειας τουλάχιστον 1,7 σε σχέση με το όριο μόνιμης παραμόρφωσης 0,2 ( $R_{p0,2}$ ). Στους υπολογισμούς για το πάχος των τοιχωμάτων πρέπει να προστίθεται επί πλέον 1,0 mm για τον σύνδεσμο μεταξύ του κυλίνδρου και της βαλβίδας θραύσης αν αυτή υπάρχει και 0,5 mm για τις υπόλοιπες άκαμπτες σωληνώσεις.



Οι σωληνώσεις και τα εξαρτήματά τους, αν υπάρχουν, μεταξύ του κυλίνδρου και της βαλβίδας θραύσης, πρέπει να υπολογίζονται με πίεση ίση προς εκείνη που υπολογίσθηκε ο κύλινδρος.

### 3.2.2. Εύκαμπτες σωληνώσεις

Η εύκαμπτη σωλήνωση μεταξύ του κυλίνδρου και της βαλβίδας αντεπιστροφής ή της βαλβίδας καθόδου πρέπει να επιλέγεται με ένα συντελεστή ασφαλείας τουλάχιστον 8 για τη σχέση μεταξύ της πίεσης υπό πλήρες φορτίο και της πίεσης θραύσης.

Η εύκαμπτη σωλήνωση και οι σύνδεσμοί της μεταξύ του κυλίνδρου και της βαλβίδας αντεπιστροφής ή της βαλβίδας καθόδου πρέπει να αντέχει χωρίς βλάβη, σε πίεση πενταπλάσια της πίεσης υπό πλήρες φορτίο. Η δοκιμή αυτή πρέπει υποχρεωτικά να γίνεται από τον κατασκευαστή στο σύνολο των σωληνώσεων και συνδέσμων.

Επίσης, η εύκαμπτη σωλήνωση πρέπει να *φέρει ανεξίτηλη* σήμανση που να δείχνει:

- το όνομα του κατασκευαστή, ή το εμπορικό σήμα
- την πίεση δοκιμής
- την ημερομηνία δοκιμής.

Τέλος, η εύκαμπτη σωλήνωση δεν πρέπει να εγκαθίσταται με ακτίνα καμπυλότητας μικρότερη από την καθοριζόμενη από τον κατασκευαστή της.

### 3.3. Υπολογισμός των Κυριοτέρων Στοιχείων Υδραυλικού Ανελκυστήρα

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι επεξηγήσεις των συμβολισμών που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των κυριοτέρων στοιχείων ενός υδραυλικού ανελκυστήρα.

$D_E$  = Εξωτερική διάμετρος σωλήνα εμβόλου

$d_E$  = Εσωτερική διάμετρος σωλήνα εμβόλου

$e_E$  = Πάχος τοιχώματος σωλήνα εμβόλου

$D_k$  = Εξωτερική διάμετρος κυλίνδρου

$d_k$  = Εσωτερική διάμετρος κυλίνδρου

$e_{\text{κυλ}}$  = Πάχος τοιχώματος κυλίνδρου

$E_{\text{ΠΕ}}$  = Πάχος πάτου εμβόλου

$E_{\Delta}$  = Πάχος πέλματος πάτου εμβόλου

$e_{\text{ΠΚ}}$  = Πάχος πάτου κυλίνδρου

$M$  = Σπείρωμα κεφαλής εμβόλου

$K$  = Εξωτερική διάμετρος κεφαλής εμβόλου

$G$  = Σπείρωμα μούφας τροφοδοσίας

$D_F$  = Εξωτερική διάμετρος φλάντζας συνδέσεως

$d_t$  = Διάμετρος κέντρων κοχλιοσυνδέσεως

$h_F$  = Πάχος φλάντζας συνδέσεως

$L$  = Μήκος εμβόλου

$L_k$  = Μήκος λυγισμού εμβόλου ( $L = L_k$ )

$P_k$  = Κρίσιμο φορτίο λυγισμού

$P_{κεπ}$  = Επιτρεπόμενο φορτίο λυγισμού =  $P_K/v$  ( $v$  = συντ.ασφαλείας)

$P_{στατ.}$  = Στατική πίεση λειτουργίας

$P_{μεγ. επιτρ.}$  = Μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας (bar)

$F_E$  = Επιφάνεια πίεσεως εμβόλου ( $mm^2$ )

$F_R$  = Επιφάνεια διατομής εμβόλου ( $mm^2$ )

$F_{κλ}$  = Επιφάνεια πίεσεως κυλίνδρου ( $mm^2$ )

$J_R$  = Ροπή αδράνειας διατομής εμβόλου ( $mm^4$ )

$i$  = Ακτίνα αδρανείας διατομής εμβόλου (mm)

$P$  = Ωφέλιμο φορτίο (kg)

$P_0$  = Μάζα άδειου θαλάμου (μάζα θαλάμου, πλαισίου, πόρτας) (kg)

$P_{Γ}$  = Μάζα του υπολογιζόμενου εμβόλου (kg)

$P_{rh}$  = Μάζα εξοπλισμού στην κεφαλή του εμβόλου (kg)

$V$  = Ονομαστική ταχύτητα του θαλάμου (m/s) (η μέγιστη μεταξύ  $V_m$  και  $V_d$ )

$V_m$  = Ονομαστική ταχύτητα ανόδου του θαλάμου (m/s)

$V_d$  = Ονομαστική ταχύτητα καθόδου του θαλάμου (m/s)

$\lambda_e$  = Συντελεστής λυγηρότητας ισοδύναμης προς εκείνον μιας τηλεσκοπικής μονάδας

$V_E$  = Ταχύτητα εμβόλου (m/s)

$F_s$  = Δύναμη εφαρμοζόμενης συμπίεσης (N)

$E$  = Μέτρο ελαστικότητας (για χάλυβα) =  $2 \times 10^5$  N/mm<sup>2</sup>

$R_m$  = Αντοχή του υλικού σε εφελκυσμό (N/mm<sup>2</sup>)

$g_n$  = Κανονική επιτάχυνση ελευθέρως πτώσεως (m/s<sup>2</sup>)

$N$  = ισχύς κινητήρα (KW)

$\eta$  = Βαθμός αποδόσεως

$A$  = Διατομή οδηγού ( $\text{mm}^2$ )

$d$  = Ονομαστική διάμετρος συρματοσχοίνου (mm)

$z$  = Αριθμός συρματοσχοίνων

$B$  = Όριο θραύσεως (ελάχιστη αντοχή) συρματοσχοίνων (N)

$Q$  = Παροχή αντλίας (lit/min)

A. Υπολογισμός του εμβόλου σε λυγισμό

### 3.3.1. Περίπτωση απλού Εμβόλου

Θεωρούμε τον λυγισμό απλού εμβόλου (συμπαγούς ή σωληνοειδούς) με (ελεύθερο) μήκος λυγισμού  $L_k$ . Αν είναι  $i$  η (ελάχιστη) ακτίνα αδρανείας της διατομής του εμβόλου, ο συντελεστής (βαθμός) λυγηρότητας θα είναι:

$$\lambda = \frac{L_k}{i}.$$

Επειδή το φορτίο (θάλαμος) είναι καθοδηγούμενο  $L_k \sim L$ .

Η ακτίνα αδρανείας  $i$  θα είναι:

$$i = \sqrt{\frac{J_R}{F_R}}$$

**Όπου:**

$J_R$  = η ροπή αδρανείας της διατομής του εμβόλου και

$F_R$  = η επιφάνεια της διατομής του εμβόλου.

Για συμπαγές έμβολο θα είναι:

$$J_R = \frac{\pi}{64} D_E^4, \quad F_R = \frac{\pi D_E^2}{4}$$

Οπότε

$$i = \sqrt{\frac{\pi D_E^4/64}{\pi D_E^2/4}} = \frac{D_E}{4}$$

Για σωληνοειδές έμβολο έχουμε αντίστοιχα

$$J_R = \frac{\pi}{64} (D_E^4 - d_E^4), \quad F_R = \frac{\pi}{4} (D_E^2 - d_E^2)$$

Οπότε

$$i = \sqrt{\frac{\pi/64 (D_E^4 - d_E^4)}{\pi/4 (D_E^2 - d_E^2)}} = \frac{1}{4} \sqrt{(D_E^2 + d_E^2)}$$

**Όπου:**

$D_E$  = η εξωτερική διάμετρος του εμβόλου και

$d_E$  = η εσωτερική διάμετρος του εμβόλου

Η κρίσιμη τάση λυγισμού δίνεται για μεν την ελαστική περιοχή ( $\lambda \geq \lambda_0$ ) από τον τύπο του *Euler*:

$$\sigma_k = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

**Όπου:**

$E$  = το μέτρο ελαστικότητας (Για τον χάλυβα = 200.000 N/mm<sup>2</sup>)

ή

$$\sigma_K = \frac{\pi^2 E I^2}{L_K^2} = \frac{\pi^2 E J_R}{F_R L_K^2}$$

Για την πλαστική περιοχή (λυγισμού)  $\lambda < \lambda_0$  η κρίσιμη τάση δίνεται από τον τύπο του Tetmajer:

$$\sigma_K = R_m - (R_m - 210) \left( \frac{\lambda}{100} \right)^2 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

**Όπου:**

**R<sub>m</sub>** = η αντοχή σε εφελκυσμό του υλικού σε N/mm<sup>2</sup>

Για:

st37,

R<sub>m</sub> = 370 N/mm

λ<sub>0</sub> : ο οριακός βαθμός λυγηρότητας = (E/σ<sub>A</sub>), (σ<sub>A</sub>: το όριο αναλογίας του υλικού)

Για st37 ο οριακός βαθμός λυγηρότητας λ<sub>0</sub> = 100.

Κατόπιν των ανωτέρω η επιτρεπόμενη τάση λυγισμού λαμβάνεται:

$$\sigma_{\text{κεπ}} = \frac{\sigma_K}{\nu}$$

**Όπου:**

ν = ο συντελεστής ασφαλείας σε λυγισμό ο οποίος για την περίπτωση των Υδραυλικών εμβόλων Ανελκυστήρων λαμβάνεται 2 όπως αναφέρθηκε προηγουμένως (βάσει των κανονισμών).

Άρα το επιτρεπόμενο φορτίο λυγισμού θα είναι:

$$P_{\text{κεπ}} = F_R \sigma_{\text{κεπ}} = \frac{\sigma_K}{\nu} \cdot F_R = \frac{P_K}{\nu} \quad (\nu = 2)$$

**Όπου:**

$$P_k = \text{το κρίσιμο φορτίο λυγισμού} = \sigma_k \times F_R$$

Κατά συνέπεια για να υπάρχει ασφάλεια σε λυγισμό θα πρέπει:

$$FS \leq P_{κεπ}$$

**Όπου:**

$P_s$  = η (μέγιστη) εφαρμοζόμενη δύναμη συμπίεσης στο έμβολο (N)

Η  $F_S$  λαμβάνεται για λόγους ασφαλείας με προσαύξηση 40% σε σχέση με την ονομαστική φόρτιση. Επομένως η Δύναμη  $F_s$  θα είναι:

$$F_S = 1,4 g_n [2 (P + P_o) + P_{rh} + 0,64 P_r]$$

Σημειώνεται ότι η καταπονούσα το έμβολο δύναμη λυγισμού (στην κορυφή αυτού) εκ του ιδίου βάρους  $P_k$  λαμβάνεται το 0,64 αυτού όπως αποδεικνύεται σχετικά. Τέλος όπως προκύπτει από τα προηγούμενα η  $P_{κεπ}$  θα είναι:

$$P_{κεπ} = \frac{\pi^2 E J_R}{2 L_k^2}$$

- για  $\lambda \geq 100$
- για  $\lambda < 100$

$$P_{κεπ} = \frac{F_R}{2} \left[ R_m - (R_m - 210) \left( \frac{\lambda}{100} \right)^2 \right]$$

### 3.3.2. Υπολογισμός της στατικής πίεσεως υπό πλήρες φορτίο

Η στατική πίεση υπό πλήρες φορτίο (ανοιγμένη στην εξωτερική επιφάνεια  $D_E$  του εμβόλου) θα είναι:

$$p = \frac{g_n [C_m (P + P_o) + 0,64 P_r + P_{rh}]}{\frac{\pi}{4} D_E^2} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

και θα πρέπει να είναι  $\rho < \rho_{\text{μεγ.επ.}}$ .

**Όπου:**

**Cm** = συντελεστής ο οποίος λαμβάνεται:

Το  $P_{\text{μεγ.επ.}}$  λαμβάνεται εκ του προηγούμενου πίνακα και έχει τις τιμές:

Έμβολο	60.0	70.0	80.0	80.6	100.	100.	100.8	120.9	130.9	150.8	185.1	
$P_{\text{μεγ.επ.}}$	48,3	48,3	56,8	56,8	46,5	46,5	46,5	47	48,2	44,3	57,66	59,28

### 3.3.3. Υπολογισμός του πάχους των τοιχωμάτων των εμβόλων, κυλίνδρων, άκαμπτων σωληνώσεων και εξαρτημάτων

Ας θεωρήσουμε σωλήνα (εξωτερικής) διαμέτρου  $D$  και πάχους  $e$  ο οποίος δέχεται εσωτερική ομοιόμορφη πίεση  $P$ . Εάν είναι  $l$  το μήκος του σωλήνα θα υπολογίσουμε την (ορθή) τάση  $\sigma$  η οποία αναπτύσσεται στο τοίχωμα του σωλήνα. Αν τμήσουμε τον σωλήνα κατά επίπεδο  $\chi\chi'$  τ: οποίο διέρχεται από το κέντρο, και καλέσουμε  $S$  τη δύναμη που δέχεται το ήμισυ τμήμα του σωλήνα θα έχουμε:

$$2S = \int_{-\pi/2}^{\pi/2} dF_y \quad (1)$$

**Όπου:**

$dF$  = η απειροστή δύναμη που ασκείται στο τόξο

$dS = R \times d\phi = D/2 \times d\phi$  και

$dF_y$  = η προβολή στον άξονα  $yy'$  θα είναι

$$dF_y = dF \times \sin\phi = dS / p \times \sin\phi = R \cdot d\phi / \sin\phi$$



Άρα η σχέση (1) γράφεται:

$$2S = \int_{-\pi/2}^{\pi/2} p R / \sin \varphi d\varphi$$

ή

$$2S = p R / [\eta \mu \varphi]_{-\pi/2}^{\pi/2} = 2 p R /$$

Άρα

$$S = p R l = p \frac{D}{2} l$$

και η τάση  $\sigma$  θα είναι:

$$\sigma = \frac{S}{e l} = \frac{p D}{2e} \leq \sigma_{επ}$$

τότε προκύπτει

$$e \geq \frac{p D}{2 \sigma_{επ}}$$

Επί πλέον λαμβάνεται λόγω φθοράς μία προσαύξηση  $e_0$  οπότε ο προηγούμενος τύπος γίνεται:

$$e \geq \frac{p D}{2 \sigma_{επ}} + e_0$$

Η επιτρεπόμενη ορθή τάση  $\sigma_{επ}$  λαμβάνεται συναρτήσει του ορίου μόνιμης παραμόρφωσης 0,2% ( $R_{p0.2}$ ) με συντελεστή ασφαλείας 1,7 δηλαδή είναι

$$\sigma_{επ} = \frac{R_{p0.2}}{1,7}$$

Επίσης για λόγους ασφαλείας η ονομαστική πίεση **P** πολλαπλασιάζεται με τον συντελεστή 2,3 (1,15 για απώλειες τριβής και 2 για αιχμές πίεσης). Τότε η παραπάνω σχέση παίρνει τη μορφή:

$$e \geq \frac{2,3 \times 1,7 \times P}{R_{P_{0,2}}} \cdot \frac{D}{2} + e_0 \text{ (mm)}$$

η ποσότητα **e<sub>0</sub>** λαμβάνεται:

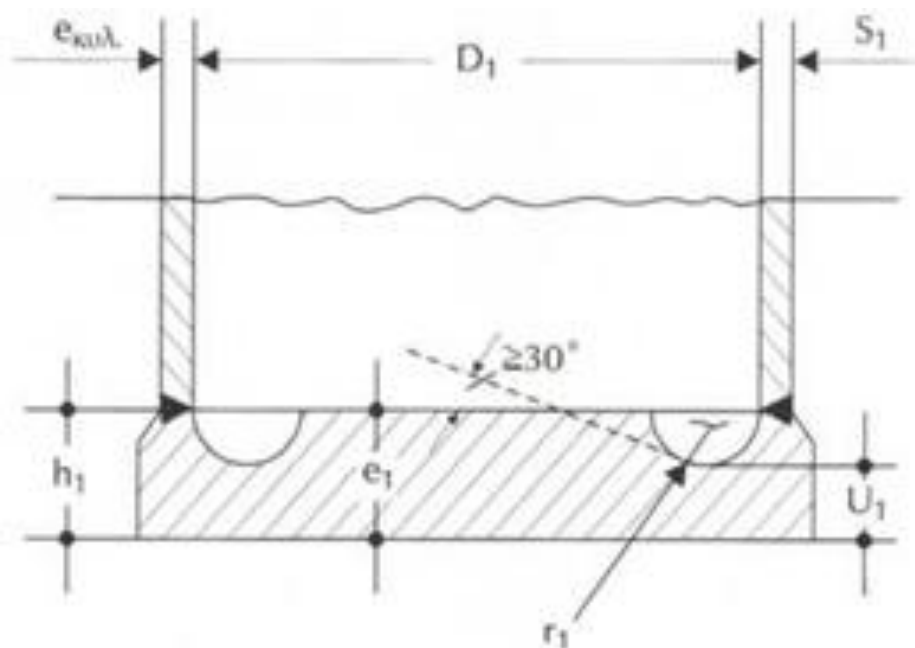
- 1,0 mm για τα τοιχώματα και τους πυθμένες των κυλίνδρων και τις άκαμπτες σωληνώσεις, μεταξύ κυλίνδρου και βαλβίδας θραύσης (αν υπάρχουν).
- 0,5 mm για το έμβολο και τις άλλες άκαμπτες σωληνώσεις

Το όριο μόνιμης παραμόρφωσης **R<sub>P02</sub>** λαμβάνεται:

- 240 N/mm<sup>2</sup> για χάλυβα st37
- 350 N/mm<sup>2</sup> για χάλυβα st52

### 3.3.4. Υπολογισμός του πάχους του πυθμένα των κυλίνδρων

- Επίπεδοι πυθμένες με αυλάκια ανακούφισης:



Συνθήκες για την ανακούφιση συγκολλημένης σύνδεσης:

$$r_1 \geq 2 \times S_1 \text{ και } r_1 \geq 5 \text{ mm } U_1 \leq 1.5 S_1, h_1 \geq U_1 + r_1$$

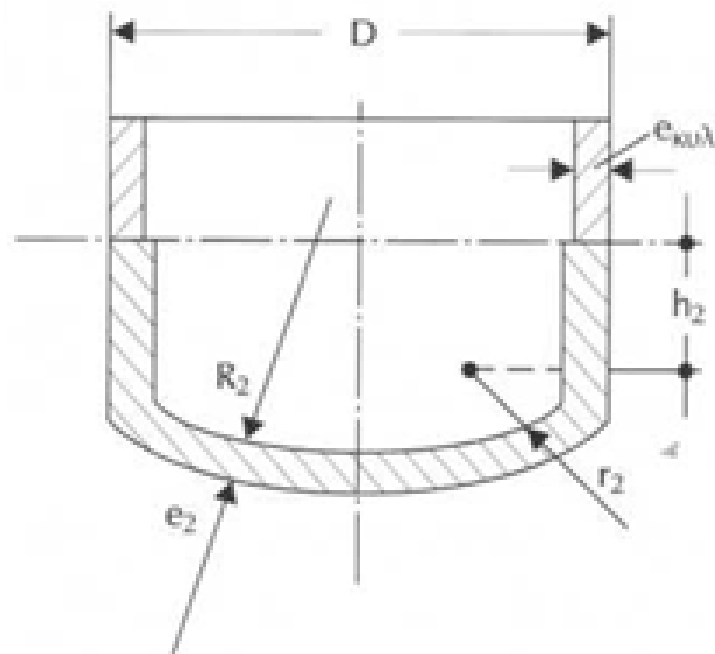
για τα πάχη του πυθμένα  $e_1$  και  $U_1$  ισχύει:

$$e_1 \geq 0,4D_1 \sqrt{\frac{2,3 \times 1,7 P}{R_{P_{0,2}}}} + e_0 \text{ (mm)}$$

και

$$U_1 \geq 1,3 \cdot \left( \frac{D_1}{2} - r_1 \right) \cdot \frac{2,3 \times 1,7 \times p}{R_{P_{0,2}}} + e_0 \text{ (mm)}$$

- Θολωτοί πυθμένες:



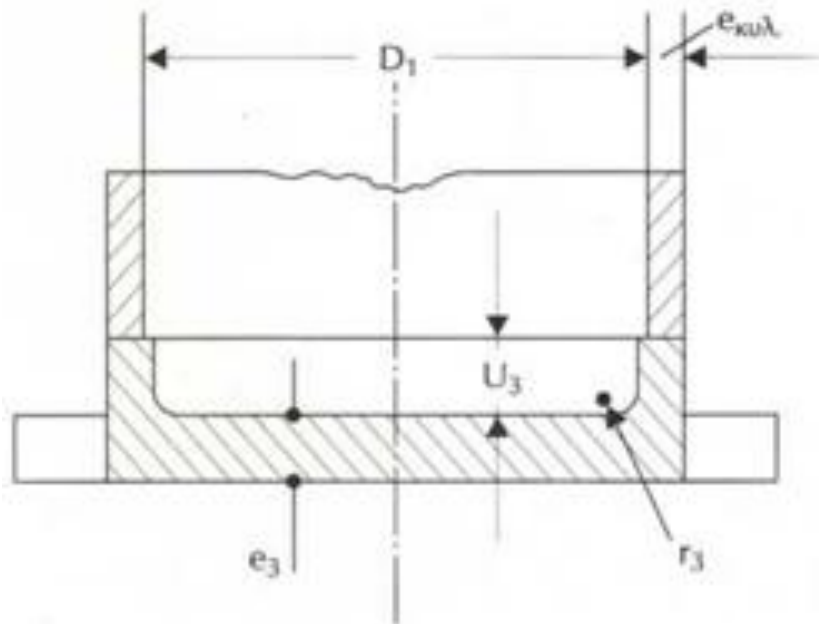
4

Συνθήκες:  $h_2 \geq 3e_2$ ,  $r_1 \geq 0,15D$ ,  $R_2 = 0,8D$ .

Για το πλάτος του πυθμένα  $e_2$  ισχύει:

$$e_2 \geq \frac{2,3 \times 1,7 \times P}{R_{P_{0,2}}} \cdot \frac{D}{2} + e_0 \text{ (mm)}.$$

- Επίπεδοι πυθμένες συγκολλητοί στον περίγυρο τους



Συνθήκες:  $U_3 \geq e_3 + r_3$ ,  $r_3 \geq e_{\kappa\omega\lambda} / 3$ ,  $r_3 \geq 8 \text{ mm}$

Το πάχος του πυθμένα υπολογίζεται από την σχέση:

$$e_3 \geq 0,4 \cdot D_1 \cdot \sqrt{\frac{2,3 \times 1,7 \times P}{R_{P_{0,2}}}} + e_0 \text{ (mm)}$$

### 3.3.5. Υπολογισμός της παροχής της αντλίας

Η παροχή της αντλίας υπολογίζεται από τη σχέση:

$$Q = 6 \cdot 10^{-2} \frac{\pi D_E^2}{4} v_E \text{ (lit/min)}$$

**Όπου:**

$D_E$  = η εξωτερική διάμετρος του εμβόλου σε mm

$v_E$  = η ταχύτητα του εμβόλου σε m/s

**όπου:**  $U_e$  = υθαλάμου για άμεση ανάρτηση

$U_e$  = υθαλάμου/2 για έμμεση ανάρτηση. Η παροχή της αντλίας τυποποιείται στην αμέσως μεγαλύτερη ονομαστική παροχή των προτύπων αντλιών.

### 3.3.6. Υπολογισμός της ισχύος του κινητήρα

Η θεωρητική ισχύς της αντλίας υπολογίζεται από τη σχέση:

$$N = F_s \times v_E \times 10^{-3} \text{ (KW)}$$

**Όπου:**

$F_s$  = η εφαρμοζόμενη δύναμη στο έμβολο σε (N)

$v_E$  = η ταχύτητα του εμβόλου σε (m/s)

Αλλά:

$$F_s = P \times F_e \times 10^5 \text{ (N)}$$

**Όπου:**

$P$  = η στατική πίεση σε bar και

$F_e$  = η διατομή του εμβόλου (σε  $m^2$ )

Αν  $D_E$  η εξωτερική διάμετρος του εμβόλου σε mm θα είναι:

$$F_E = \frac{\pi D_E^2}{4} \cdot 10^{-6}$$

άρα

$$F_S = P \cdot \frac{\pi D_E^2}{4} \cdot 10^{-1}$$

οπότε η ισχύς προκύπτει:

$$N = P \cdot \frac{\pi D_E^2}{4} \cdot V_E \cdot 10^{-4} \text{ (KW)}$$

Αλλά

$$Q = 6 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{\pi D_E^2}{4} V_E$$

οπότε η ανωτέρω σχέση παίρνει τη μορφή

$$N = \frac{Q \cdot P}{600} \text{ (KW)}$$

και τέλος η πραγματική ισχύς του κινητήρα αν η είναι ο ολικός βαθμός αποδόσεως θα είναι:

$$N = \frac{Q \cdot P}{600 \cdot \eta}$$

Ο βαθμός αποδόσεως η υπολογίζεται όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα συναρτήσει της πίεσεως P και του τύπου της αντλίας. Ως μέση τιμή του η μπορεί να ληφθεί 0,70.

### 3.3.7. Υπολογισμός των συρματόσχοινων για έμμεση ανάρτηση

Όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα ο ελάχιστος συντελεστής ασφαλείας των συρματόσχοινων για τον εφελκυσμό είναι 12. Επομένως αν:

$\zeta$  = ο αριθμός των συρματόσχοινων:

$B$  = το ελάχιστο φορτίο θραύσεως σε (N)

$P$  = η μάζα του ωφελίμου φορτίου σε kg

$P_0$  = η μάζα του άδειου θαλάμου σε kg Θα πρέπει να ισχύει:

Συντελεστής ασφαλείας:

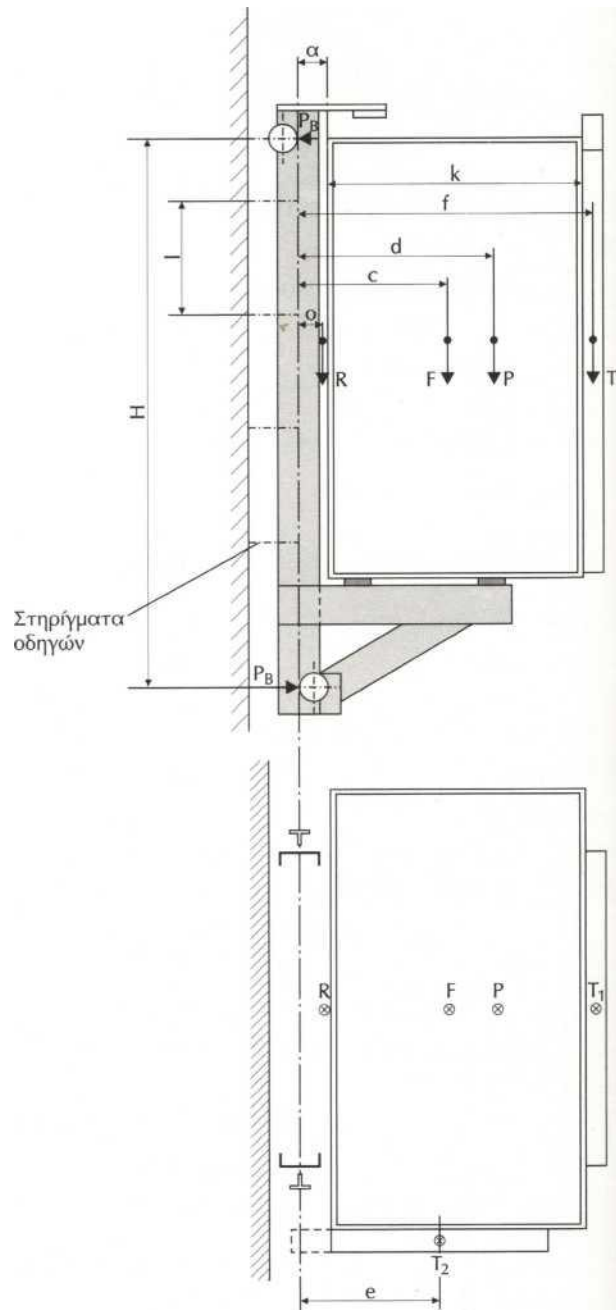
$$r = \frac{\zeta B}{g_n (P + P_0)} \geq 12$$

ή προσεγγιστικά

$$v = \frac{\zeta B}{10 (P + P_0)} \geq 12$$

### 3.3.8. Υπολογισμός των οδηγών για έμμεση ανάρτηση

Για τον υπολογισμό των οδηγών λαμβάνεται η πιο δυσμενής περίπτωση που είναι ο λυγισμός και η κάμψη που προκαλείται κατά τη λειτουργία της συσκευής αρπάγης και μάλιστα όταν η καταπονούσα σε κάμψη τον οδηγό δύναμη (**PBF**) ληφθεί στο μέσον της αποστάσεως των στηριγμάτων των οδηγών. Έχουμε σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα



Όπου:

$P$  = μάζα ωφελίμου φορτίου (kg)

$F$  = μάζα καμπίνας (kg)

$T_1$  = μάζα πόρτας 1 (αν υπάρχει) kg

$T_2$  = μάζα πόρτας 2 (αν υπάρχει) kg

$R$  = μάζα πλαισίου (kg)

$P_0$  = μάζα άδειου θαλάμου πλαισίου πόρτας

$$P_0 = F + R + T_1 + T_2 \text{ (kg)}$$

Ολική μάζα:

$$P + P_0 = P + F + R + T_1 + T_2 \text{ (kg)}$$



**a** = απόσταση κέντρου οδηγών – τοίχου καμπίνας (cm)

**b** = απόσταση κέντρο βάρους πλαισίου – κέντρου οδηγών (cm)

**κ** = μήκος καμπίνας (cm)

**c** = απόσταση κέντρου βάρους καμπίνας – κέντρου οδηγών (cm) =  $k/2 + a$

**d** = απόσταση κέντρου βάρους φορτίου – κέντρου οδηγών (cm) =  $2κ/3 + a$

**f** = απόσταση κέντρου βάρους πόρτας  $T_1$  – κέντρου οδηγών (cm)

**e** = απόσταση κέντρου βάρους πόρτας  $T_2$  – κέντρου οδηγών (cm) (αν υπάρχει)

**H** = απόσταση πέλδων ολισθήσεως ολισθητήρων πλαισίου θαλάμου = 280 cm

**I** = απόσταση στηριγμάτων οδηγών (cm) (συνήθως 1,30 έως 1,60 m )

### Υπολογισμός σε κάμψη

Το άθροισμα των ροπών όλων των κατακόρυφων δυνάμεων ως προς τον άξονα των οδηγών θα είναι:

$$M_{ολ} = (R \times b + F \times C + P_d + T_1 \times f + T_2 \cdot e) \times g_n \text{ (Ncm)}$$

Η ροπή αυτή αντισταθμίζεται από ζεύγος δυνάμεων (**P<sub>B</sub>**, - **P<sub>B</sub>**) οι οποίες εφαρμόζονται στους 2 οδηγούς στις θέσεις των πέλδων ολισθήσεως τα οποία απέχουν απόσταση H. Επομένως

$$2 P_B \times H = M_{ολ}$$

Άρα η κάμπουσα τον οδηγό δύναμη στην κανονική λειτουργία θα είναι:

$$P_B = \frac{1}{2} \cdot \frac{(Rb + FC + Pd + T_1 f + T_2 e) g_n}{H} \text{ (N)}$$

Κατά τη λειτουργία της συσκευής αρπάγης η κάμπουσα δύναμη πολλαπλασιάζεται με τον συντελεστή κρούσεως m και είναι:

$$P_{BF} = m P_B$$

**Όπου:**

m = 5 για αρπάγη ακαριαίας πεδήσεως

$m = 3$  για αρπάγη ακαριαίας πεδήσεως με κυλίνδρους

$m = 2$  για αρπάγη προοδευτικής πεδήσεως ή για επενέργεια της βαλβίδας ασφαλείας

Για τη δυσμενέστερη θέση που η δύναμη  $P_{BF}$  εφαρμοσθεί στο μέσον της αποστάσεως των οδηγών στηριγμάτων.

Η μέγιστη ροπή κάμψεως σε κάθε οδηγό θα είναι:

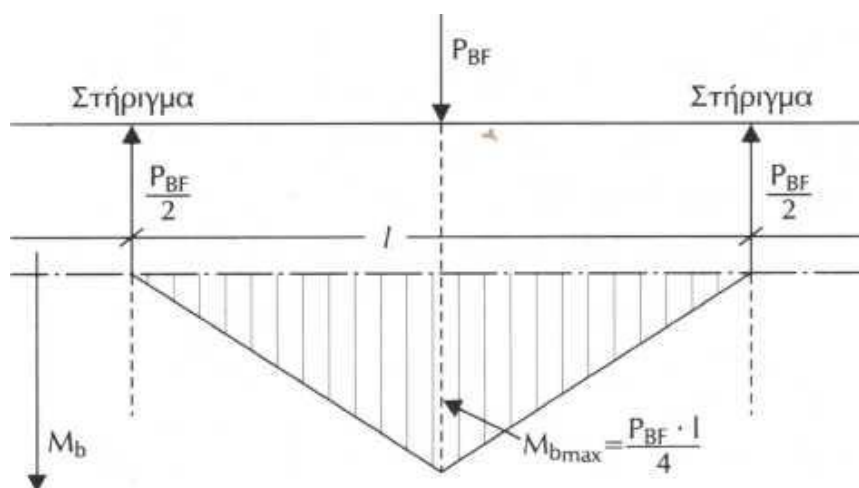
$$M_{b_{\max}} = \frac{P_{BF} \cdot l}{4}$$

και η (μέγιστη) τάση κάμψεως θα είναι:

$$\sigma_b = \frac{M_{b_{\max}}}{W_y}$$

**Όπου:**

$W_y$  = η (ελάχιστη) ροπή αντιστάσεως (ως προς τον άξονα  $yy$ ) της διατομής του οδηγού.



### Υπολογισμός σε λογισμό

Η τάση λυγισμού (εφ' όσον οι οδηγοί πακτώνονται στον πυθμένα του φρέατος) θα είναι κατά τη λειτουργία της συσκευής αρπάγης

$$\sigma_{\kappa} = \frac{m P_{\kappa} \cdot \omega}{2 A} \text{ (N/mm}^2\text{)} \leq \sigma_{\kappa\epsilon\pi}$$

Όπου το  $\sigma_{\kappa\epsilon\pi}$  λαμβάνεται:

$$\sigma_{\kappa\epsilon\pi} = 140 \text{ N/mm}^2 \text{ για st37,}$$

$$\sigma_{\kappa\epsilon\pi} = 170 \text{ N/mm}^2 \text{ για st44 και}$$

$$\sigma_{\kappa\epsilon\pi} = 210 \text{ N/mm}^2 \text{ για st52 mm}$$

**Όπου:**

$P_{\kappa}$  = η συνισταμένη των κατακόρυφων φορτίσεων

$M$  = ο συντ. κρούσεως

$\omega$  = ο συντελεστής λυγισμού

$A$  = η διατομή κάθε οδηγού ( $\text{mm}^2$ )

η  $P_{\kappa}$  θα είναι:

$$P_{\kappa} = g_n (P + F + R + T_1 + T_2) \text{ (N)}$$

**Συνολική καταπόνηση των οδηγών σε κάμψη και λογισμό κατά τη λειτουργία της αρπάγης**

Η συνολική τάση για την περίπτωση αυτή θα είναι:

$$\sigma_{\nu} = \sigma_b + \sigma_{\kappa} = \frac{M_{b\max}}{W_y} + \frac{m P_{\kappa} \omega}{A} \leq \sigma_{\nu\epsilon\pi.} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Η επιτρεπόμενη τάση για τη συνολική καταπόνηση λαμβάνεται συναρτήσει του υλικού του οδηγού από τον παρακάτω πίνακα:

Υλικό st37 ..  $\sigma_{\text{veπ.}} = 180 \text{ N/mm}^2$

Υλικό st44 ..  $\sigma_{\text{veπ.}} = 220 \text{ N/mm}^2$

Υλικό st52 ..  $\sigma_{\text{veπ.}} = 260 \text{ N/mm}^2$

Στη σημείο αυτό, είναι χρήσιμο να σημειωθεί ότι συνιστάται από την Εταιρεία KLEEMANN η προεπιλογή των οδηγών για την περίπτωση έμμεσης ανάρτησης κατηγορίας B1 για ωφέλιμο φορτίο  $P < 1000 \text{ kg}$  να γίνεται από τον τύπο:

$$W_{\text{γαν}} = \frac{P / (K + 27,5)}{130000} (\text{cm}^3)$$

**Όπου:**

$I$  = η απόσταση των στηριγμάτων των οδηγών (cm) και

$\kappa$  = το βάθος του θαλάμου (cm)

### **Υπολογισμός του άξονα της τροχαλίας για έμμεση ανάρτηση**

Στην περίπτωση της έμμεσης ανάρτησης πρέπει να υπολογισθεί σε κάμψη ο άξονας της τροχαλίας. Η φόρτιση του άξονα φαίνεται στο σχήμα. Η καταπονούσα σε κάμψη τον άξονα δύναμη  $P_G$  θα είναι:

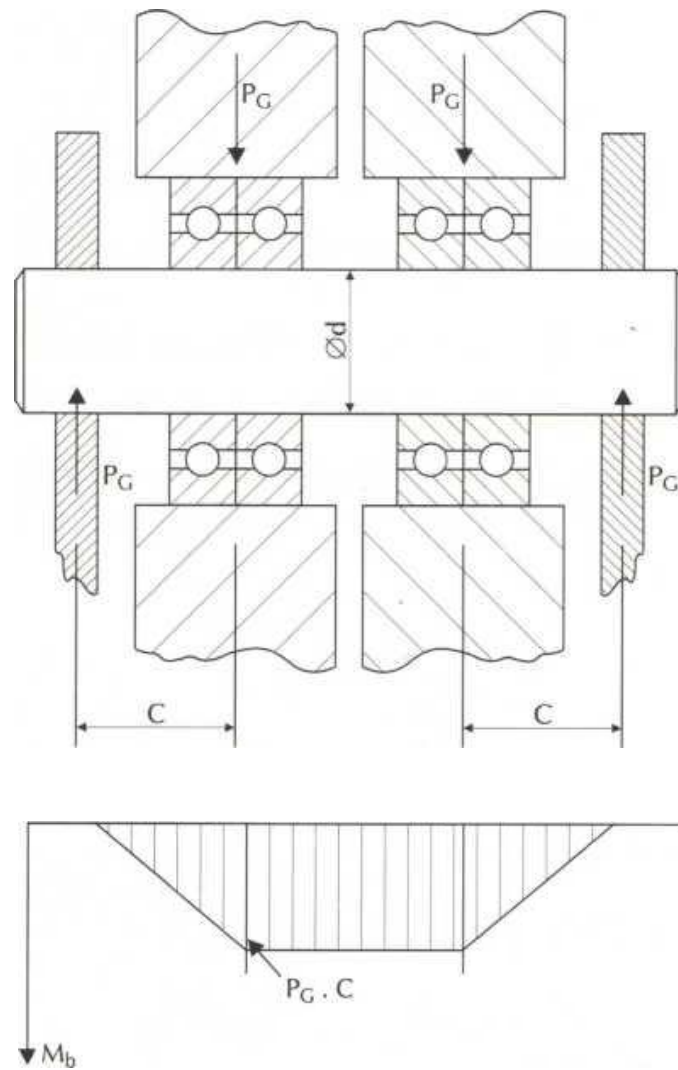
$$P_G = g_n (P + P_0 + P_{rh}) (\text{N})$$

**Όπου:**

$P$  = το ωφέλιμο φορτίο (kg)

$P_0$  = η μάζα του άδειου θαλάμου (kg)

$P_{rh}$  = η μάζα των τροχαλιών, συρματόσχοινων κ.λπ. (kg)



Η μέγιστη τάση κάμψεως  $\sigma_b$  (στο μέσον του άξονα) θα είναι:

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} = \frac{P_G \cdot C}{\frac{\pi d^3}{32}} \leq \sigma_{βεπ}$$

Όπου:

$\sigma_{βεπ} = 90 \text{ N/mm}^2$  για Υλικό άξονα st42

$C =$  η απόσταση στήριξης (mm)

$W_b = \pi d^3/32$  η ροπή αντιστάσεως σε κάμψη του άξονα

Στον παρακάτω πίνακα αναγράφονται οι τιμές της διαμέτρου του άξονα ( $d$ ) και των μεγεθών  $W_b$  και  $C$ .

**Πίνακας 3.2 Τιμές Διαμέτρου άξονα σε σχέση με Ροπή αντιστάσεως και Αποστάσεως στήριξης**

<b>Διάμετρος άξονα d (mm)</b>	40	45	50	55
<b>Ροπή αντιστάσεως <math>W_b</math> (mm<sup>3</sup>)</b>	6.280	8.950	12.270	16.330
<b>Απόσταση στήριξης C (mm)</b>	35	35	35	35

Παρατηρούμε ότι όσο αυξάνει η διάμετρος του άξονα (d) τόσο αυξάνει ροπή αντιστάσεως  $W_b$ , ενώ η απόσταση στήριξης (C) παραμένει σταθερή.

## Κεφάλαιο 4: Μελέτη ανελκυστήρα

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει μια προσπάθεια πρακτικής εφαρμογής μελέτης εγκατάστασης υδραυλικού ανελκυστήρα. Η μελέτη περίπτωσης θα αφορά τετραώροφη πολυκατοικία, για ανελκυστήρα με θάλαμο χωρητικότητας 8 ατόμων και ωφέλιμου φορτίου 600 Kg, ο οποίος θα πραγματοποιεί 5 στάσεις, ενώ η θέση του μηχανοστασίου θα είναι στο Υπόγειο.

Στον πίνακα που ακολουθεί, παρουσιάζονται όλα τα δεδομένα που απαιτούνται για την μελέτη εγκατάστασης του επιλεγμένου υδραυλικού ανελκυστήρα για την συγκεκριμένη πολυκατοικία.

**Πίνακας 4.1 Δεδομένα εγκατάστασης υδραυλικού ανελκυστήρα**

Αριθμός ορόφων	5 (ισόγειο και 4 όροφοι)
Αριθμός στάσεων	5 (ισόγειο και 4 όροφοι)
Αριθμός ατόμων	8
Θέση Μηχανοστασίου	Υπόγειο
Ωφέλιμο φορτίο	600 kg
Μάζα άδειου θαλάμου	500 kg
Διαστάσεις θαλάμου	1,10 × 1,40 (8 άτομα)
Διαστάσεις φρέατος	1,40 × 1,80
Μήκος Διαδρομής Θαλάμου	14 m
Απόσταση στηριγμάτων οδηγού	1,5 m
Αριθμός συρματόσχοινων	4
Ονομαστική ταχύτητα θαλάμου (v)	0,65 m/s
Μάζα εξοπλισμού στην κεφαλή του εμβόλου	100 kg
Συντελεστής ανάρτησης (Cm)	2 (έμμεση)
Μήκος εμβόλου (L)	7,5 m

Το μήκος εμβόλου υπολογίστηκε ως το άθροισμα του μήκους της διαδρομής και των υπερδιαδρομών, διαιρεμένο με 2 και στο πηλίκο προστέθηκαν 0,2 m, ως εξής:

$$\text{Μήκος εμβόλου (L)} = \frac{\text{Μήκος Διαδρομής} + \text{Υπερδιαδρομές}}{2} + 0,20\text{m} =$$

$$\frac{14\text{ m} + 0,6\text{m}}{2} + 0,20\text{m} = 7,5\text{m}$$

#### 4.1. Υπολογισμός Εμβόλου-Κυλίνδρου και Αγωγού Τροφοδοσίας

Με βάση τα δεδομένα του πίνακα 4.1, το έμβολο που επιλέγεται είναι  $10 \times 6 \text{ mm}$  ( $D_E = 100 \text{ mm}$ ,  $d_E = 88 \text{ mm}$ ,  $\theta_E = 6 \text{ mm}$ ) οπότε από πίνακα των τυποποιημένων εμβόλων προκύπτει:

**Πίνακας 4.2 Χαρακτηριστικά εμβόλου**

<b>Βάρος εμβόλου ανά μέτρο</b>	<b><math>P_E = 13,9 \text{ kg}</math></b>
<b>Εξωτερική διάμετρος κυλίνδρου</b>	<b><math>D_K = 139,7 \text{ mm}</math></b>
<b>Εσωτερική διάμετρος κυλίνδρου</b>	<b><math>d_K = 127,1 \text{ mm}</math></b>
<b>Πάχος τοιχώματος κυλίνδρου</b>	<b><math>e_{\text{κυλ}} = 6,3 \text{ mm}</math></b>
<b>Πάχος πάτου κυλίνδρου</b>	<b><math>e_{\text{πκ}} = 20 \text{ mm}</math></b>
<b>Επιτρεπόμενη πίεση</b>	<b><math>P_{\text{maxελ}} = 46,5 \text{ bar}</math></b>

Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα του πίνακα 4.2, υπολογίζουμε τη μάζα του εμβόλου για μήκος 8m. Έτσι η μάζα του Εμβόλου θα είναι:

$$P_T = 8 \times 13,9 = 111 \text{ kg}$$

Ο μεταλλικός αγωγός τροφοδοσίας θα είναι:

$$D_T \times \varepsilon_T = 42 \times 2,50 \text{ mm} = 105$$

##### 4.1.1 Υπολογισμός της στατικής πίεσης υπό πλήρες φορτίο

Η στατική πίεση P δίδεται από τον τύπο:



$$P = \frac{g_n [C_m (P + P_0) + 0,64 P_r + P_{rh}]}{\frac{\pi}{4} D_E^2} \quad (\text{N/mm}^2)$$

ή

$$P = \frac{10 [2 (600 + 500) + 0,64 \times 111 + 100]}{\frac{\pi}{4} \times 100^2} = 3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 30 \text{ bar} < 46,5 \text{ bar}$$

#### 4.1.2 Έλεγχος εμβόλου σε λογισμό

Έχουμε επιφάνεια πίεσεως εμβόλου:

$$A_0 = \frac{\pi D_E^2}{4} = \frac{3,14 \times 100^2}{4} = 7850 \text{ mm}^2$$

Επιφάνεια διατομής εμβόλου:

$$A_R = \frac{\pi}{4} (D_E^2 - d_E^2) = \frac{3,14}{4} (100^2 - 88^2) = 1770,96 \text{ mm}^2$$

Ροπή αδράνειας της διατομής εμβόλου:

$$J_R = \frac{\pi}{64} (D_E^4 - d_E^4) = \frac{3,14}{64} (100^4 - 88^4) = 196,4 \times 10^4 \text{ mm}^4$$

Ακτίνα αδράνειας

$$i = \sqrt{\frac{J_R}{A_R}} = \sqrt{\frac{196,4 \times 10^4}{1770,96}} = 33,3 \text{ mm}$$

Μήκος λυγισμού εμβόλου  $L_k = 7500 \text{ mm}$

Βαθμός λυγηρότητας  $\lambda = L_k/i = 7500/33.3 = 225 > 100$

Άρα έχουμε ελαστικό λυγισμό και ισχύει ο τύπος του *Euler* με επιτρεπόμενο φορτίο λυγισμού (με συντελεστή ασφαλείας  $\nu = 2$ )

$$P_{\text{κεπ}} = \frac{\pi^2 E J_R}{2 L_k^2} = \frac{3,14^2 \times 2,1 \times 10^5 \times 196,4 \times 10^4}{2 \times 7500^2} = 36146 \text{ N}$$

Η δύναμη εφαρμοζόμενης συμπίεσης υπολογίζεται σε:

$$\begin{aligned} F_S &= 1,4 g_n [2 (P + P_0) + P_{th} + 0,64 P_r] = \\ &= 1,4 \times 10 [2 (600 + 500) + 100 + 0,64 \times 111] = \\ &= 3195 \text{ N} \end{aligned}$$

και είναι  $F_S = 33195 \text{ N} < P_{\text{κεπ}} = 36146 \text{ N}$

Επομένως είμαστε ασφαλείς από πλευράς λυγισμού του εμβόλου.

#### 4.1.3 Έμβολο:

Θα πρέπει να είναι:

$$e_E > \frac{2,3 \times 1,7 \times P}{R_{P_{02}}} \cdot \frac{D_E}{2} + e_0 \text{ όπου } e_0 = 0,5 \text{ mm}$$

Έχουμε επιλέξει  $e_E = 6 \text{ mm}$  και  $D_E = 100 \text{ mm}$  άρα

$$P = 3 \frac{N}{\text{mm}^2}, R_{P_{0,2}} = 240 \frac{N}{\text{mm}^2} \text{ για υλικό st37.}$$

Και επομένως:

$$e_E = 6 > \frac{2,3 \times 1,7 \times 3}{240} \times \frac{100}{2} + 0,50 = 2,44 + 0,50 = 2,94 \text{ mm}$$

#### 4.1.4 Κόλινδρος

Έχουμε εκλέξει το πάχος του τοιχώματος και του κυλίνδρου  $e_{\text{κυλ.}} = 6,3 \text{ mm}$  και πάχος πάτου κυλίνδρου  $e_{\text{πκ}} = 20 \text{ mm}$

θα πρέπει να είναι:

$$e_{\text{κυλ}} > \frac{2,3 \times 1,7 \times P}{R_{P_{0,2}}} \cdot \frac{D_K}{2} + e_0 \text{ όπου } e_0 = 1 \text{ mm}$$

πράγματι

$$e_{\text{κυλ}} = 6,3 > \frac{2,3 \times 1,7 \times 3}{240} \cdot \frac{139,7}{2} + 1,0 = 4,41 \text{ mm}$$

επίσης για πυθμένα συγκολλημένο στον περίγυρο πρέπει να ισχύει

$$e_{\text{πκυλ}} \geq 0,4 d_K \sqrt{\frac{2,3 \times 1,7 \times P}{R_{P_{0,2}}}} + e_0, (e_0 = 1 \text{ mm})$$

Όπου  $d_K = 12701 \text{ mm}$  και έτσι έχουμε

$$e_{\text{πκυλ}} = 20 \text{ mm} > 0,40 \times 127,1 \sqrt{\frac{2,3 \times 1,7 \times 3}{240}} + 1,0 = 12,23 \text{ mm}$$

#### 4.1.5 (Μεταλλικός) αγωγός προσαγωγής (τροφοδοσίας)

Έχουμε επιλέξει  $D_T = 42 \text{ mm}$ ,  $e_T = 2,5 \text{ mm}$ . Όπως παραπάνω θα πρέπει να ισχύει:

$$e_T > \frac{2,3 \times 1,7 \times P}{R_{P_{0,2}}} \cdot \frac{D_T}{2} + 0,5 \text{ mm}$$

έχουμε:

$$e_T = 2,50 > \frac{2,3 \times 1,7 \times 3}{240} \times \frac{42}{2} + 0,50 = 1,52 \text{ mm}$$

## 4.2. Υπολογισμός της Μονάδας Ισχύος

### 4.2.1 Υπολογισμός παροχής της αντλίας

Η παροχή της αντλίας δίδεται από τη σχέση:

$$Q = 6 \times 10^{-2} \frac{\pi D_E^2}{4} U_E \text{ (lit/min)}$$

Αντικαθιστώντας στην παραπάνω σχέση τα αριθμητικά δεδομένα έχουμε:

$$Q = 6 \times 10^{-2} \times 3,14 \times \frac{100^2}{4} \times 0,325 \cong \mathbf{150 \text{ lit/min}}$$

και διαλέγουμε τύπο αντλίας KLEEMANN 80-46 με παροχή **150 lit/min**

#### 4.2.2 Υπολογισμός της ισχύος του κινητήρα

Η ισχύς του κινητήρα υπολογίζεται από τον τύπο:

$$N = \frac{Q \cdot p}{600 \eta}$$

Όπου:

$Q$  = παροχή = 150 lit/min

$p$  = η στατική πίεση = 30 bar (3 N/mm<sup>2</sup>)

$\eta$  = βαθμός αποδόσεως =  $p / (ap + \beta)$

Οι συντελεστές  $a$  και  $\beta$  λαμβάνονται από πίνακα και είναι:  $a = 1,07$  και  $\beta = 10,30$ ,  
οπότε είναι:  $\eta = 0,70$

Και έτσι η ισχύς προκύπτει:

$$N = \frac{150 \times 30}{600 \times 0,70} = 10,71 \text{ KW}$$

Έτσι, διαλέγουμε από πίνακα των κινητήρων τον ZIEHL - ABEGG τύπος HYZT132.16 ονομαστικής ισχύος 12 KW.

#### 4.3. Υπολογισμός των συρματόσχοινων

Επιλέγουμε συρματόσχοινα SEALE (DIN 656) διαμέτρου 10 mm αντοχής σύρματος 160 kp/mm<sup>2</sup> με θεωρητικό φορτίο θραύσεως 6350 kp = 63500 N. Για απώλεια σχοινοποίησης 20% το ελάχιστο φορτίο θραύσεως θα είναι:

$$B = 0,80 \times 63500 = 50800 \text{ N}$$

Θα πρέπει για το συντελεστή ασφαλείας να ισχύει  $v > 12$ . Στην περίπτωση μελέτης, ισχύει  $z = 4$ ,  $P = 600 \text{ kg}$ ,  $P_0 = 500 \text{ kg}$ . Άρα είναι  $v = 18,83 > 12$

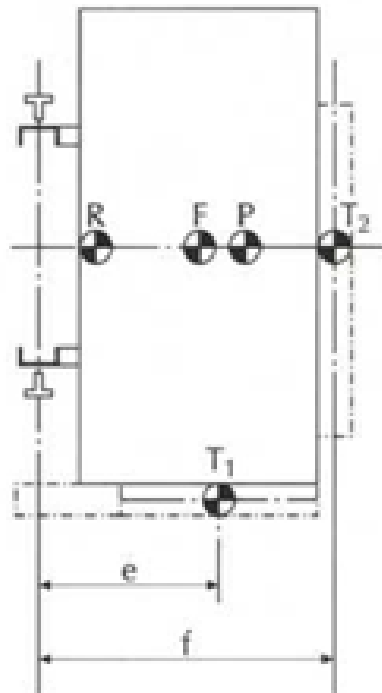
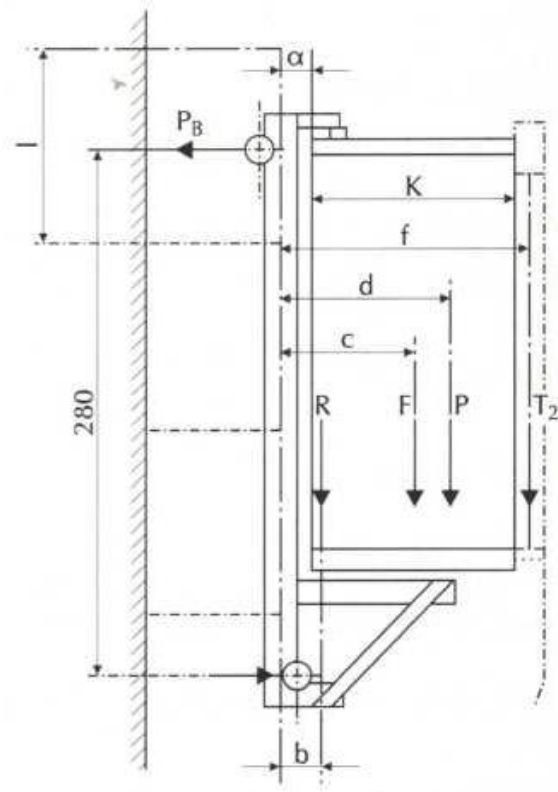
#### 4.4. Υπολογισμός Οδηγών – Τύπος B1

Στον πίνακα που ακολουθεί, παρουσιάζονται όλα τα δεδομένα που απαιτούνται για τον υπολογισμό των οδηγών του τύπου B1.

**Πίνακας 4.3 Δεδομένα υπολογισμού Οδηγών**

<b>Ωφέλιμο φορτίο</b>	$P = 600 \text{ kg}$
<b>Μάζα καμπίνας</b>	$F = 350 \text{ kg}$
<b>Μάζα πόρτας</b>	$T_1 = -$
<b>Μάζα πόρτας</b>	$T_2 = -$
<b>Μάζα πλαισίου</b>	$R = 150 \text{ kg}$
<b>Ολική μάζα</b>	$P + F + T_1 + T_2 + R = 1100 \text{ kg}$
<b>Απόσταση κέντρου οδηγών - τοίχου καμπίνας</b>	$a = 15 \text{ cm}$
<b>Κέντρο βάρους πλαισίου</b>	$b = 30 \text{ cm}$
<b>Μήκος καμπίνας</b>	$k = 140 \text{ cm}$
<b>Κέντρο βάρους καμπίνας (<math>k/2 + a</math>)</b>	$c = 85 \text{ cm}$
<b>Κέντρο βάρους φορτίου (<math>2k/3 + a</math>)</b>	$d = 109 \text{ cm}$
<b>Κέντρο βάρους πόρτας <math>T_1</math></b>	$e = - \text{ cm}$
<b>Κέντρο βάρους πόρτας <math>T_2</math></b>	$f = - \text{ cm}$
<b>Απόσταση στηριγμάτων οδηγών</b>	$I = 150 \text{ cm}$

Τα δεδομένα του πίνακα 4.3 παρουσιάζονται στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 4.1 Οδηγοί του ανελκυστήρα

#### 4.4.1 Καταπόνηση οδηγών σε κάμψη

Ο υπολογισμός της καταπόνησης των οδηγών γίνεται ως εξής:

$$P_B = \frac{1}{2} \cdot \frac{(R \cdot b + F \cdot c + P \cdot d + T_1 \cdot e + T_2 \cdot f) g_n}{280}$$
$$= \frac{(150 \times 30 + 350 \times 85 + 600 \times 109) \times 9,81}{560} = 1745 \text{ N}$$

Η καμπτική καταπόνηση για λειτουργία αρπάγης ακαριαίας πεδήσεως με κυλίνδρους υπολογίζεται ως εξής:

$$P_{BF} = 3 \cdot P_B = 3 \times 1745 = 5235 \text{ N}$$

#### 4.4.2 Καταπόνηση οδηγών σε λυγισμό

Ο υπολογισμός της καταπόνησης των οδηγών σε λυγισμό γίνεται ως εξής:

$$P_k = 3/2(P+F+T_1+T_2+R)g_n$$

$$P_k = 1,5 \times (600 + 500) \times 9,81 = 16.187 \text{ N}$$

Συνεπώς, οι οδηγοί πρέπει να έχουν τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά, όπως φαίνονται στον πίνακα 4.4:

**Πίνακας 4.4 Τεχνικά χαρακτηριστικά Οδηγών**

Τύπος	90 × 65 × 14
Υλικό	st37
Διατομή	A = 1488 mm <sup>2</sup>
W <sub>y</sub>	12,38 x 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
i <sub>y</sub>	19,3 mm
λ = I / I <sub>y</sub>	77,7
συντελεστής ω = ω (λ)	ω = 1,52



#### 4.4.3 Συνολική καταπόνηση οδηγών, σε κάμψη και λύγισμά, για λειτουργία αρπάγης

Ο υπολογισμός της καταπόνησης των οδηγών σε κάμψη και λύγισμα για τη λειτουργία αρπαγής γίνεται ως εξής:

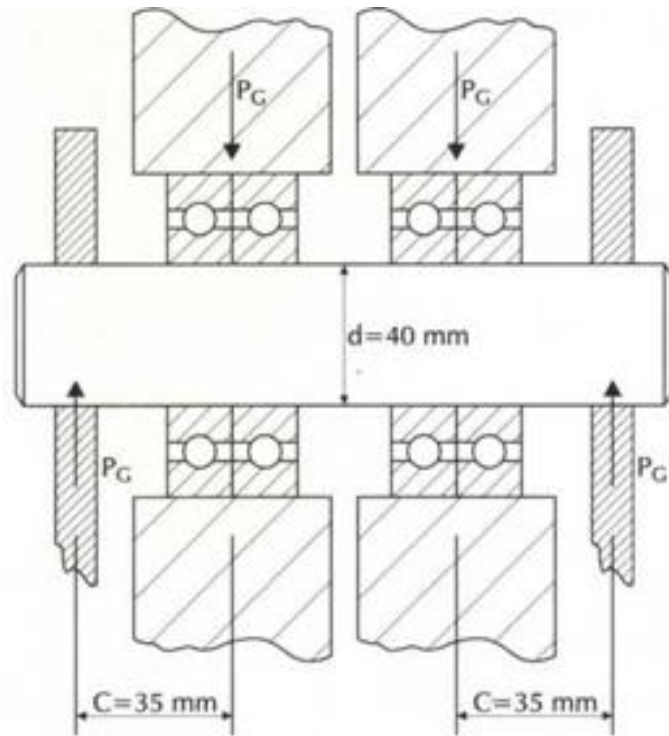
$$\begin{aligned}\sigma_v &= \sigma_B + \sigma_K = \frac{M_b}{W_y} + \frac{P_k \cdot \omega}{A} = \\ &= \frac{P_{BF} \cdot l}{4 \cdot W_y} + \frac{P_k \cdot \omega}{A} = \\ &= \frac{5235 \times 1500}{4 \times 12,38 \times 1000} + \frac{16187 \times 1,52}{1488} = \\ &= 159 + 16,5 = 175,5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \\ \sigma_v &= 175,5 < \sigma_{v\epsilon\pi} = 180 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\end{aligned}$$

$$\sigma_v = \frac{5.235 \times 1.500}{4 \times 12,38 \times 1.000} + \frac{16.187 \times 1,52}{1.488} = 159 + 16,5 = 175,5 \text{ N} / \text{mm}^2$$

$$\sigma_v = 175,5 < 180 \text{ N} / \text{mm}^2$$

#### 4.5. Υπολογισμός Άξονα Τροχαλίας

Στην εικόνα 4.2 που ακολουθεί απεικονίζεται ο άξονας της τροχαλίας



Εικόνα 4.2 Άξονας τροχαλίας

Η δύναμη  $P_G$  η οποία καταπονεί τον άξονα σε κάμψη θα είναι:

$$P_G = g_n (P + P_0 + P_{rh}) = 9,81 (600 + 500 + 100) = \mathbf{11.772 \text{ N}}$$

Διαλέγουμε διάμετρο άξονα  $d = 40 \text{ mm}$

οπότε:

$$W_b = 6.280 \text{ mm}^3 \text{ και}$$

$$C = 35 \text{ mm}$$

Η ροπή κάμψεως θα είναι :

$$M_b = P_G \times C = 11772 \times 35 = \mathbf{412.020 \text{ Nmm}}$$

άρα η τάση κάμψεως θα είναι:

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

$$\frac{412.020}{6.280} = 65,6 \text{ N / mm}^2 < 90 \text{ N / mm}^2$$

Με sb για st37:

$$\sigma_{\text{βεπ}} = 90 \text{ N / mm}^2$$

## Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται σε θεωρητικό και πρακτικό επίπεδο η μελέτη εγκατάστασης υδραυλικού ανελκυστήρα. Η μελέτη περίπτωσης αφορούσε τετραώροφη πολυκατοικία, για ανελκυστήρα με θάλαμο χωρητικότητας 8 ατόμων και ωφέλιμο φορτίου 600 Kg, ο οποίος θα πραγματοποιεί 5 στάσεις, ενώ η θέση του μηχανοστασίου θα είναι στο Υπόγειο. Συγκεκριμένα, τα δεδομένα είναι:

- Αριθμός ατόμων : 8
- Ωφέλιμο φορτίο : 600 kg
- Μάζα άδειου θαλάμου : 500 kg
- Μάζα εξοπλισμού στην κεφαλή του εμβόλου : 100 kg
- Ονομαστική ταχύτητα θαλάμου  $v = 0,65$  m/s
- Αριθμός ορόφων : 5 (ισόγειο και 4 όροφοι)
- Αριθμός στάσεων : 5
- Θέση Μηχανοστασίου : στο Υπόγειο
- Μήκος Διαδρομής Θαλάμου : 14 m
- Απόσταση στηριγμάτων οδηγού : 1,5m
- Συντελεστής ανάρτησης  $C_m = 2,0$  (έμμεση)
- Αριθμός συρματοσχοίνων : 4,0
- Διατάσεις θαλάμου : 1,10 χ 1,40 (8 άτομα)
- Διαστάσεις φρέατος : 1,40 χ 1,80
- Μήκος εμβόλου  $L = (\text{Μήκος Διαδρομής} + \text{Υπερδιαδρομές}) / 2 + 0,20 = (14 \text{ m} + 0,6 \text{ m}) / 2 + 0,20 \text{ m} = 7,5 \text{ m}$

Από την εφαρμογή των απαραίτητων τύπων για τον υπολογισμό των κρίσιμων χαρακτηριστικών και προϋποθέσεων που θα πρέπει να πληρούνται, προέκυψαν τα ακόλουθα αποτελέσματα:

- Το έμβολο που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι  $10 \times 6$  mm

- Ο κινητήρας που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι ZIEHL-ABEGG του τύπου HYZT132.16 με ονομαστική ισχύ 12 KW
- Τα συρματόσχοινα που θα επιλεγθούν θα SEALE (DIN 656) διαμέτρου 10 mm αντοχής σύρματος 160 kp/mm<sup>2</sup> με θεωρητικό φορτίο θραύσεως 6350 kp = 63500 N
- Η αντλία που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι KLEEMANN του τύπου 80-46 με παροχή 150 lit/min

## Βιβλιογραφία

1. **Μαλαχιάς Γ.**, «*Ανελκυστήρες θεωρία κανονισμοί υπολογισμοί*», εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα, 2006.
2. **Β.Δ. 37/1966**, «*Περί κατασκευής, εγκατάστασης και λειτουργίας ηλεκτροκινήτων ανελκυστήρων*», ΦΕΚ 10, τεύχος Α, 17 – 01 – 1966, Αθήνα.
3. **Δαλαμάρας Ε.Π.**, «*Μελέτη Ανελκυστήρα Προσώπων με τη βοήθεια υπολογιστή*», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα 2011.
4. **Φ.Α./9.2./ΟΙΚ. 28425**, «*Συμπλήρωση διατάξεων σχετικά με την εγκατάσταση, λειτουργία, συντήρηση και ασφάλεια των ανελκυστήρων*», ΦΕΚ 2604, τεύχος Β, 22-12-08, οι Υπουργοί Οικονομίας και Οικονομικών - Ανάπτυξης - Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, Αθήνα.
5. **Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων**, «*Κτιριοδομικός Κανονισμός*», Υπουργική Απόφαση 3046/304/89, ΦΕΚ 59, τεύχος Δ, 03-02-1989, Αθήνα.

## Ηλεκτρονικές Αναφορές

1. <http://chestofbooks.com>, The Story in Elevators and Escalators, 3.07μμ, 21/06/2013
2. <http://www.otis.com>, Otis Elevator Company, 2.46μμ, 21/06/2013 (<http://www.otis.com/site/us/pages/OtisHistory.aspx>)
3. [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org), Elevator, 3.12μμ, 21/06/2013

4. <http://timeselevators.com/gallery.html>, Gallary - Times Elevators, 10.23  
μμ, 26/06/2013