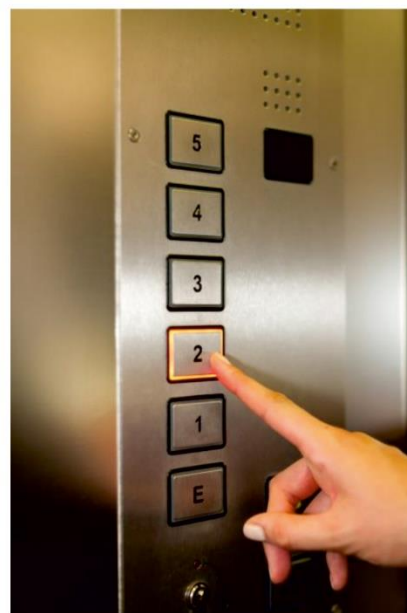
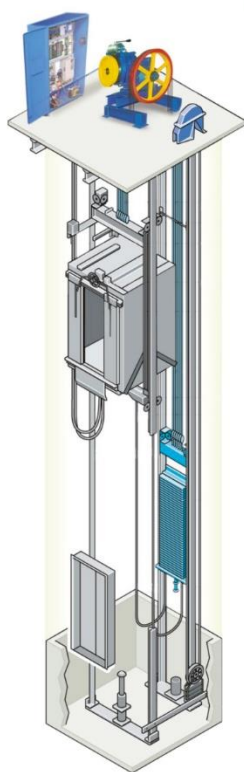




**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

## **ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ ΚΤΗΡΙΟΥ**



**ΚΑΤΣΙΦΑΡΑΚΗΣ  
ΕΥΤΥΧΙΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΑΡΙΣΤΟΜΕΝΗΣ ΑΝΤΩΝΙΑΔΗΣ**  
**ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

Ευχαριστώ όλους τους φίλους μου που ήταν και είναι δίπλα μου από την αρχή της εκπόνησης αυτής της εργασίας και με στήριζαν σε κάθε δυσκολία που συναντούσα.

Ιδιαίτερα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέπων καθηγητή μου, κύριο Αριστομένη Αντωνιάδη για την συνεχή επικοινωνία που είχε μαζί μου & τις συμβουλές του για την σωστή εκπόνηση αυτής της εργασίας.

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται τις αρχές λειτουργίας μηχανικών αλλά και υδραυλικών ανελκυστήρων και

Στο Κεφάλαιο 1 γίνεται μια ιστορική αναδρομή από την κατασκευή του πρώτου ανελκυστήρα το 235 π.Χ έως και τη σημερινή ημέρα, με ενδιάμεσους σταθμούς, στο μεσαίωνα αλλά και τους τελευταίους 2 αιώνες. Παρουσιάζονται τα ισχύοντα νομοθετικά πλαίσια που διέπουν την λειτουργία των ανελκυστήρων στην Ελλάδα όπως επίσης και οι Ευρωπαϊκές Νόρμες που εφαρμόζονται για την κατασκευή και λειτουργία των ανελκυστήρων. Επιπλέον, γίνεται διάκριση των ανελκυστήρων ανάλογα με τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα τους και τις αρχές λειτουργίας τους.

Στο Κεφάλαιο 2 & 4 αναλύονται οι αρχές λειτουργίας του μηχανικού και του υδραυλικού ανελκυστήρα αντίστοιχα, παραθέτοντας παράλληλα τις απαραίτητες προϋποθέσεις που πρέπει να τηρούνται για την ασφαλή και εύρυθμη λειτουργία όλων των εξαρτημάτων όπως αυτές υπαγορεύονται από τα Ευρωπαϊκά και λοιπά πρότυπα που αφορούν κάθε δομική μονάδα της κατασκευής.

Στο Κεφάλαιο 3 & 5 πραγματοποιείται τεχνική μελέτη ενός μηχανικού και ενός υδραυλικού ανελκυστήρα σύμφωνα με τα μαθηματικά μοντέλα που υπαγορεύονται από τα προαναφερθέντα πρότυπα: Πραγματοποιείται έλεγχος αντοχής και δοκιμής για κάθε εξάρτημα που συμμετέχει στην πραγματοποίηση της κίνησης (αλλά και στις ασφαλιστικές διατάξεις) του ανελκυστήρα και δίνεται έμφαση στην μελέτη της ακραίας περίπτωσης όπου παρατηρείται υπερφόρτωση του θαλάμου πάνω από τα επιτρεπτά όρια.

Τέλος στο Κεφάλαιο 6 παρουσιάζεται μια σύνοψη ενώ το Κεφάλαιο 7 περιλαμβάνει την βιβλιογραφία του χρησιμοποιήθηκε.

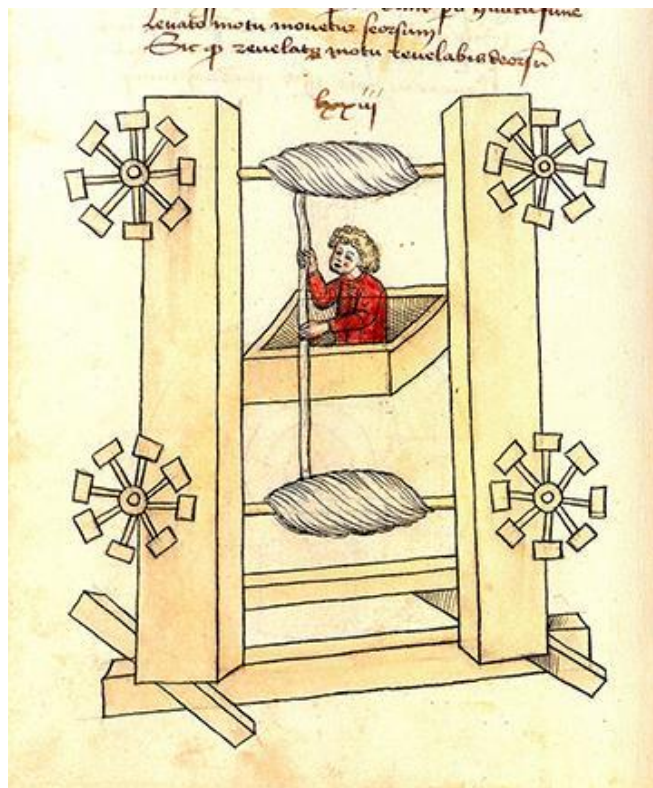
## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	5
1.2	Διάκριση ανελκυστήρων.....	7
2.	ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑΣ .....	11
2.1	Φρεάτιο.....	11
2.2	Θάλαμος .....	13
2.3	Στοιχεία ανάρτησης θαλάμου (συρματόσχοινα) .....	16
2.4	Αντίβαρα- επικαθίσεις θαλάμου & αντιβάρου .....	18
2.5	Πλαίσιο-ολισθητήρες-τροχοί κύλισης.....	20
2.6	Οδηγοί .....	22
2.7	Θύρες φρεατίου .....	22
2.8	Κινητήριος μηχανισμός- Μηχανοστάσιο .....	23
2.9	Τρόποι ανάρτησης .....	30
2.10	Ηλεκτρολογική εγκατάσταση ανελκυστήρα & Συστήματα ασφαλείας.....	32
2.11	Συντήρηση & Έλεγχος Ανελκυστήρα .....	39
3.	ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ (MRL).....	40
3.1	Τεχνικά χαρακτηριστικά μηχανικού ανελκυστήρα: .....	40
3.2	Υπολογισμός οδηγών. ....	42
3.3	Περίπτωση μετατόπισης φορτίου 1/8 ως προς Χ.....	44
3.4	Περίπτωση μετατόπισης φορτίου 1/8 ως προς Υ.....	48
3.5	Υπολογισμός οδηγών αντίβαρου .....	51
3.6	Υπολογισμός των ιμάντων ανάρτησης θαλάμου – αντίβαρου.....	53
3.7	Υπολογισμός ισχύος του Ηλεκτροκινητήρα: .....	54
3.8	Υπολογισμός του ρυθμιστή ταχύτητας.....	54
3.9	Υπολογισμός προσκρουστήρων .....	56
4.	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑΣ.....	57
4.1	Δομικά στοιχεία και τρόπος λειτουργίας.....	58
4.2	Τύποι υδραυλικών ανελκυστήρων .....	59
4.3	Κύλινδρος-έμβολο .....	64
4.4	Κύκλωμα υδραυλικού ανελκυστήρα- Κινητήριος μηχανισμός (Αντλία) .....	66
4.5	Μπλοκ βαλβίδων-Διατάξεις ασφαλείας .....	69
4.6	Λάδι υδραυλικού κυκλώματος.....	70
4.7	Δομή πλαισίου θαλάμου στην άμεση & έμμεση ανάρτηση .....	71
4.8	Τροχαλία υδραυλικού ανελκυστήρα .....	72
5.	ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ .....	73
5.1	Τεχνικά χαρακτηριστικά Υδραυλικού ανελκυστήρα:.....	73
5.2	Υπολογισμοί εμβόλου-κυλίνδρου & αγωγού τροφοδοσίας. ....	76
5.3	Υπολογισμός μονάδας ισχύος .....	78
5.4	Υπολογισμός συρματόσχοινων .....	78

5.5	Υπολογισμός οδηγών.....	79
5.6	Περίπτωση μετατόπισης φορτίου 1/8 ως προς Χ.....	80
5.7	Περίπτωση μετατόπισης φορτίου 1/8 ως προς Υ.....	84
5.8	Υπολογισμός προσκρουστήρων .....	88
6.	ΣΥΝΟΨΗ .....	89
7.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	90

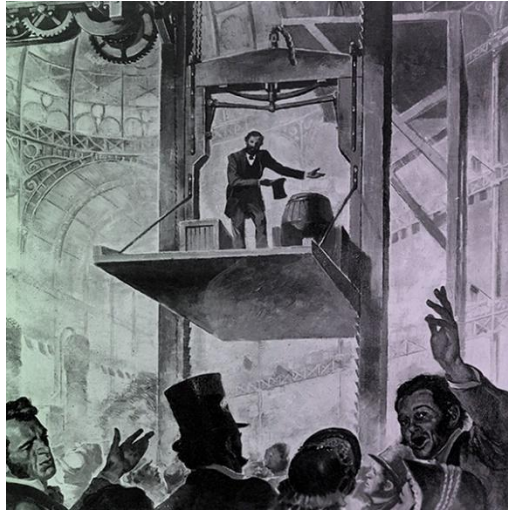
## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ανελκυστήρας ονομάζεται η συσκευή μεταφοράς ατόμων ή και φορτίου, η οποία μετακινείται κατακόρυφα μεταξύ ορόφων ενός κτιρίου. Η πρώτη γνωστή ιστορική αναφορά για τον ανελκυστήρα σαν κατασκευή, έγινε στα έργα του Ρωμαίου αρχιτέκτονα Vitruvius, ο οποίος ανέφερε ότι ο Αρχιμήδης κατασκεύασε τον πρώτο του ανελκυστήρα πιθανώς το 236 πΧ. Οι αρχαίοι και οι μεσαιωνικοί ανελκυστήρες χρησιμοποιούσαν συστήματα οδήγησης βασισμένα σε ανυψωτήρες και τροχαλίες. Το 1000 μΧ. ο Ανδαλουσιανός μηχανικός Ibn Khalaf al-Muradi, περιέγραψε στο βιβλίο του "Book of Secrets", μια κατασκευή σαν ανελκυστήρα, η οποία είχε σαν σκοπό την ανύψωση ενός κρουστικού κριού για τη καταστροφή κάστρων. Τον 17<sup>ο</sup> αιώνα, πρωτότυπα ανελκυστήρων εντοπίστηκαν στα κτήρια των παλατιών της Αγγλίας και της Γαλλίας.



Σχήμα 1.1: Σχέδιο ανελκυστήρα από τον Γερμανό μηχανικό Konrad Kyeser (1405)

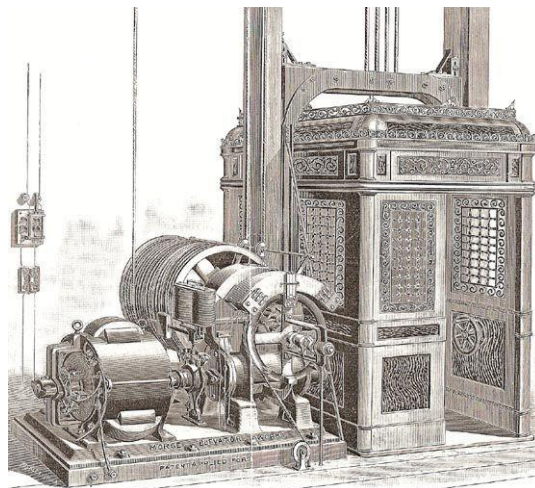
Περνώντας στη βιομηχανική εποχή, η ανάγκη για εξαγωγή άνθρακα από τα ορυχεία και η μεταφορά ξυλείας, οδήγησαν στην περαιτέρω τεχνολογική ανάπτυξη των ανελκυστήρων. Ξεκινώντας από τα ορυχεία άνθρακα, στα μέσα του 19<sup>ου</sup> αιώνα, οι ανελκυστήρες είχαν σαν κινητήρια δύναμη τον ατμό και χρησιμοποιούνταν για την μετακίνηση αγαθών στα ορυχεία και τα εργοστάσια. Αργότερα το 1845, ο αρχιτέκτονας Gaetano Genovese, εγκατέστησε στο βασιλικό παλάτι της Caserta την λεγόμενη «Ιπτάμενη καρέκλα». Πρόκειται για έναν ανελκυστήρα εξαιρετικά ανεπτυγμένο τεχνολογικά για την εποχή. Η κατασκευή είχε επικάλυψη από καστανόξυλο στο εξωτερικό και σφένδαμο στο εσωτερικό. Περιελάμβανε ένα φως, δύο παγκάκια και έναν μηχανισμό για παραγωγή χειροκίνητου σήματος. Η ενεργοποίηση του ανελκυστήρα πραγματοποιούνταν από το εξωτερικό του, χωρίς την παρέμβαση όσων επενέβαιναν στον ανελκυστήρα. Η ελκτική δύναμη ελεγχόταν από ένα σύστημα μετάδοσης ξύλινων οδοντωτών τροχών ενώ παράλληλα υπήρχε ανάλογο σύστημα ασφαλείας σε περίπτωση που τα συρματόσχοινα έσπαγαν.



Σχήμα 1.2: Ιπτάμενη καρέκλα του Gaetano Genovese στο παλάτι της Caserta (1845)

Ο πρώτος ανελκυστήρας για την μετακίνηση επιβατών, εγκαταστάθηκε στην Νέα Υόρκη το 1857: Πρόκειται για έναν ανελκυστήρα (με μηχανισμό ασφαλείας σε περίπτωση θραύσης των συρματόσχοινων) που είχε πρωτοπαρουσιαστεί το 1852 από τον Elisha Otis, δημιουργό της Otis Elevator Company.

Οι παραπάνω ανάγκες για μεταφορά φορτίου σε συνδυασμό με την εξέλιξη της μεταλλουργίας συνέβαλαν στην κατασκευή των ανελκυστήρων όπως τους γνωρίζουμε σήμερα. Ο πρώτος ηλεκτρικός ανελκυστήρας κατασκευάστηκε από την Siemens το 1880 στην Γερμανία (σχήμα 1.3). Ο εφευρέτης του, Anton Freissler, ανέπτυξε τις ιδέες του Werner Siemens, και γνώρισε επιτυχία στην Αυστρία και την Ουγγαρία. Η ασφάλεια αλλά και η ταχύτητα των ηλεκτρικών ανελκυστήρων βελτιώθηκε σημαντικά από τον Frank Sprague ο οποίος πρόσθεσε στοιχεία που αφορούσαν την ασφάλεια και τον αυτοματισμό. Πιο συγκεκριμένα, οι ανελκυστήρες του Sprague είχαν μεγαλύτερη ταχύτητα και ήταν ικανοί να μεταφέρουν μεγαλύτερο φορτίο από τους τότε ανελκυστήρες που έκαναν χρήση ατμού. Μέχρι το τέλος της δεκαετίας του 1870, οι υδραυλικοί ανελκυστήρες άρχισαν σιγά σιγά να εκτοπίζουν τους ανελκυστήρες ατμού. Οι πρώτοι υδραυλικοί ανελκυστήρες σχεδιάστηκαν για να χρησιμοποιούν την πίεση του νερού σαν κινητήριο δύναμη, η οποία επενεργεί πάνω στο έμβολο, που μετακινείται μεταξύ δύο ακραίων σημείων μέσα στον κατακόρυφο κύλινδρο. Η διαφορά πίεσης, επιτυγχανόταν με την χρήση αντλιών.



Σχήμα 1.3: Ο πρώτος ηλεκτρικός ανελκυστήρας από την Siemens (1880)

Το 1887 ο Αμερικανός εφευρέτης Alexander Miles, απέκτησε δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για τον ηλεκτρικό ανελκυστήρα με αυτόματες πόρτες. Στην αρχή του 20<sup>ου</sup> αιώνα, πλήρεις αυτοματοποιημένοι ανελκυστήρες ήταν διαθέσιμοι στην αγορά αλλά οι επιβάτες έδειχναν απρόθυμοι



στο να τους χρησιμοποιούν. Το 1945 πραγματοποιήθηκε μια απεργία στην Νέα Υόρκη από τους χειριστές των ανελκυστήρων, η οποία στοίχισε στην πόλη 100 εκατομμύρια δολάρια σε βάθος μιας εβδομάδας. Το κοινό και τα αγαθά ήταν ανίκανα να μετακινηθούν στα μεγάλα κτήρια της Νέας Υόρκης, τονίζοντας έτσι την σημασία που είχε αποκτήσει για την εποχή η εφεύρεση του ανελκυστήρα. Στα μετέπειτα χρόνια, οι ανελκυστήρες απέκτησαν τηλέφωνο έκτακτης ανάγκης και κομβίο που διακόπτει την κίνηση του ανελκυστήρα σε περίπτωση εκτάκτου ανάγκης. Τα δύο νέα αυτά χαρακτηριστικά έκαναν το κοινό να νιώθει πιο ασφαλές στην χρήση του ανελκυστήρα, κατά συνέπεια ο αριθμός των χρηστών αυξήθηκε. Το 1950 κατασκευάστηκε ο πρώτος αυτοματοποιημένος ανελκυστήρας ο οποίος δεν απαιτούσε εξωτερικό ανθρώπινο παράγοντα για την λειτουργία του.

Παρ' όλη την ασφάλεια που προσέφεραν όμως οι αυτοματοποιημένοι ανελκυστήρες, και τα επιπλέον χαρακτηριστικά ασφαλείας όπως διπλές πόρτες ασφαλείας και άλλα χειριστήρια, χρειάστηκαν πολλά χρόνια για να διαδοθούν οι αυτοματοποιημένοι ανελκυστήρες παγκοσμίως. Μέχρι την δεκαετία του 1970 οι περισσότεροι ανελκυστήρες στις Η.Π.Α λειτουργούσαν χωρίς χειριστή. Διανύοντας την δεύτερη δεκαετία του 2000, οι επικρατέστεροι ανελκυστήρες είναι οι υδραυλικοί, ενώ οι εναπομείναντες μηχανικοί ανελκυστήρες, τείνουν να αντικατασταθούν από τους υδραυλικούς. Οι εγκατεστημένοι ανελκυστήρες στη Ελλάδα σήμερα, εκτιμώνται περίπου στους 350.000 με 400.000. Ο ακριβής αριθμός αυτών δεν είναι όμως γνωστός, αφού περισσότεροι από τους μισούς δεν είναι καταχωρημένοι στα αρμόδια μητρώα. Οι περισσότεροι ανελκυστήρες ελέγχονται βάσει νομοθεσίας με τα πρότυπα που ίσχυαν την εποχή εγκατάστασης τους.

Σύμφωνα με το άρθρο 29 του Γενικού Οικοδομικού Κανονισμού (Γ.Ο.Κ., ΦΕΚ 210 Α/18/12/85), όταν σε ένα κτίριο υπάρχει υψομετρική διαφορά μεγαλύτερη των 9 μέτρων, ανάμεσα στην επιφάνεια του περιβάλλοντα χώρου και του δαπέδου του τελευταίου ορόφου, επιβάλλεται η εγκατάσταση ενός τουλάχιστον ανελκυστήρα προσώπων. Πέραν όμως των ελληνικών κανονισμών, υπάρχει μια σειρά από Ευρωπαϊκές οδηγίες και παγκόσμια πρότυπα τα οποία διέπουν την λειτουργία των ανελκυστήρων και πρέπει να τηρούνται κατά γράμμα κατά την κατασκευή τους και κατά την χρήση τους. Αυτά τα πρότυπα υποδεικνύουν στον μελετητή-κατασκευαστή-συντηρητή τα χαρακτηριστικά των χρησιμοποιούμενων υλικών και την μεταξύ τους σχέση, προκειμένου ο ανελκυστήρας να λειτουργεί πάντοτε με ασφάλεια. Για παράδειγμα τα πρότυπα DIN 51524-2, ISO 11158, ISO 6743-4, περιγράφουν τα απαραίτητα τεχνικά χαρακτηριστικά για το υδραυλικό μέσο σε έναν υδραυλικό ανελκυστήρα, ενώ τα πρότυπα EN 81.2 & EN 81.5, αναφέρονται σε γενικευμένες απαιτήσεις ασφαλείας, στους μηχανικούς και υδραυλικούς ανελκυστήρες αντίστοιχα, και αντικατέστησαν από 1 Σεπτεμβρίου 2017, τα παλαιότερα πρότυπα ΕΛΟΤ 81-1 και 81-2 που είχαν εκδοθεί από το 1985. Το πρότυπο EN 81.2, περιέχει απαιτήσεις για ανελκυστήρες μεταφοράς επιβατών ή επιβατών και εμπορευμάτων ανεξάρτητα από το σύστημα οδήγησης, λαμβάνοντας ως γενικές απαιτήσεις σχεδιασμού τα πρότυπα EN 81-1/2: 1998 και όλες τις τροποποιήσεις τους. Το πρότυπο EN 81.5, περιέχει περιγραφή των ελέγχων, υπολογισμών και δοκιμών των εξαρτημάτων του ανελκυστήρα που χρησιμοποιούνται σε οποιοδήποτε είδος ανελκυστήρα, είτε επιβατών, είτε εμπορευμάτων είτε και τα δύο μαζί. Τέλος, Τα πρότυπα EN 81.1 και EN 81.2 καθώς και τα λοιπά εναρμονισμένα πρότυπα της βιομηχανίας ανελκυστήρων δεν είναι υποχρεωτικής εφαρμογής. Ωστόσο η εφαρμογή τους αποτελεί άμεση απόδειξη της συμμόρφωσης ως προς την Οδηγία Ανελκυστήρων.

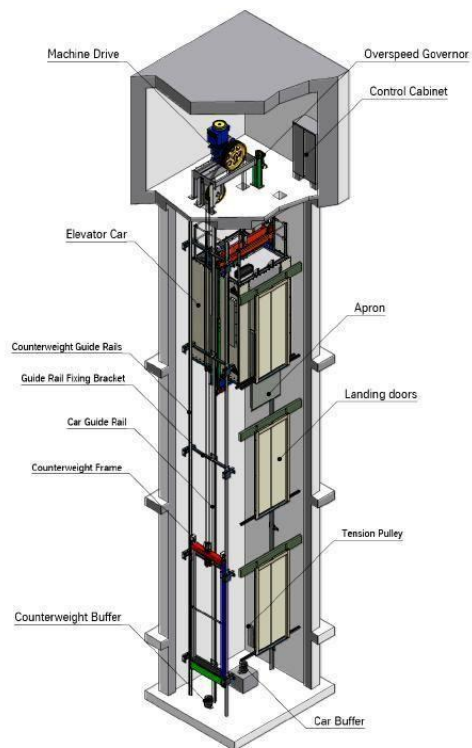
## **1.2 Διάκριση ανελκυστήρων**

Η διάκριση ανάμεσα στους ανελκυστήρες πραγματοποιείται εξαρτάται από παράγοντες όπως η αρχή λειτουργίας τους, ο τύπος μειωτήρα, η ταχύτητα κίνησης, το βαθμό αυτοματοποίησης τους.

### **Με βάση την αρχή λειτουργίας τους διακρίνονται σε :**

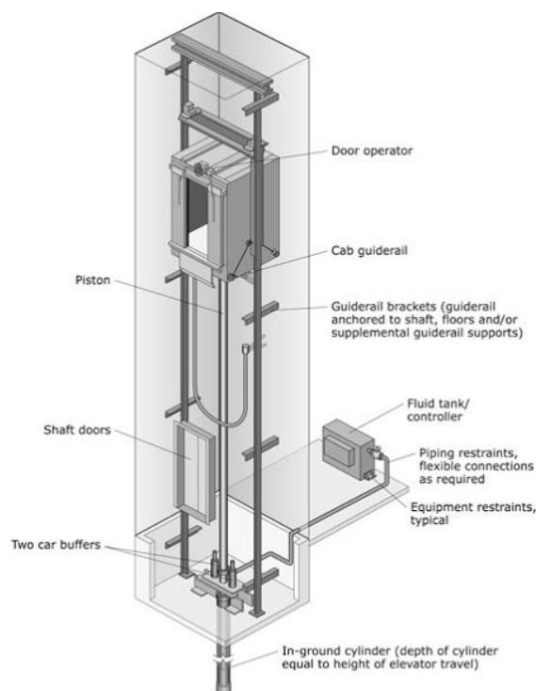
- Ανελκυστήρες μηχανικούς (γνωστοί και ως έλξεως/τριβής) (σχήμα 1.4). Σε αυτόν τον τύπο ανελκυστήρα η απαραίτητη ισχύς παρέχεται από τον ηλεκτροκινητήρα που βρίσκεται εγκατεστημένος στο μηχανοστάσιο. Ο ηλεκτροκινητήρας κινεί έμμεσα την τροχαλία τριβής της οποίας η περιστροφική κίνηση μεταφράζεται σε μεταφορική κίνηση στα συρματόσχοινα ανάρτησης του θαλάμου. Η τριβή μεταξύ συρματόσχοινου και τροχαλίας τριβής είναι η απαραίτητη δύναμη για την κίνηση του ανελκυστήρα.





Σχήμα 1.4: Μηχανικός ανελκυστήρας & κύρια μέρη του

•Ανελκυστήρες υδραυλικούς (σχήμα 1.5): Η κίνηση αυτού του τύπου ανελκυστήρα οφείλεται στην υδραυλική ισχύ η οποία εξασφαλίζεται μέσω λαδιού, του οποίου οι μεταβαλλόμενες τιμές στην πίεση οδηγούν στην κίνηση του ανελκυστήρα: Καθώς το λάδι συμπιέζεται από την αντλία του ηλεκτροκινητήρα, ωθεί το έμβολο πάνω στον οποίο είναι αναρτημένος ο θάλαμος των επιβατών. Αποτέλεσμα αυτής της ώθησης είναι η κίνηση του θαλάμου προς τα πάνω στην προκειμένη περίπτωση, ενώ κατά την κάθοδο του θαλάμου, πραγματοποιείται αποσυμπίεση του λαδιού το οποίο επιστρέφει σε δοχείο για να χρησιμοποιηθεί στην επόμενη ανάβαση του θαλάμου.



Σχήμα 1.5: Υδραυλικός ανελκυστήρας & κύρια μέρη του

**Με βάση την χρήση τους, διακρίνονται σε:**

- Ανελκυστήρες προσώπων, οι οποίοι βρίσκουν χρήση σε κτήρια όπως γραφεία, πολυκατοικίες. Το όνομα τους μαρτυρά την χρήση τους, και για αυτόν ακριβώς το λόγο, η μελέτη και η κατασκευή τους γίνεται με βάση τα απαραίτητα πρότυπα με γνώμονα την ασφάλεια των επιβατών. Διαθέτουν υψηλό συντελεστή ασφαλείας.
- Ανελκυστήρες φορτίων, για την μεταφορά αντικειμένων και εξοπλισμού, σε αποθήκες, εργοστάσια, εργοτάξια. Σε αυτή την κατηγορία ανελκυστήρων, η εμφάνιση δεν έχει τόση σημασία όσο η αντοχή της κατασκευής, ενάντια στην καταπόνηση που υφίσταται.

**Με βάση τον τύπο μειωτήρα διακρίνονται σε:**

- Ανελκυστήρες γραναζωτούς, στους οποίους το κιβώτιο ταχυτήτων είναι ενσωματωμένο με τον ηλεκτροκινητήρα ο οποίος δίνει κίνηση στο τροχό που μετακινεί τα συρματόσχοινα. Οι ταχύτητες που μπορούν να επιτευχθούν με αυτού του είδους ανελκυστήρα, φτάνουν μέχρι και 2.5 m/sec.
- Ανελκυστήρες χωρίς γρανάτζι (gearless) , στους οποίους ο τροχός είναι άμεσα ενσωματωμένος στον ηλεκτροκινητήρα. Αυτού του είδους ανελκυστήρες, είναι ικανοί να αναπτύξουν ταχύτητες έως και 10 m/sec.

**Με βάση την ταχύτητα κίνησης τους V διακρίνονται σε:**

- Χαμηλής ταχύτητας ανελκυστήρες:  $V < 1.0\text{m/s}$
- Μέτριας ταχύτητας ανελκυστήρες:  $1.0\text{m/s} \leq V < 2\text{m/s}$
- Υψηλής ταχύτητας ανελκυστήρες:  $2.0\text{m/s} \leq V < 4.0\text{m/s}$
- Υπερυψηλής ταχύτητας ανελκυστήρες:  $V \geq 4.0\text{m/s}$ .

Σε κάθε περίπτωση ταχύτητας, κάθε απόκλιση της τάξεως της  $\pm 8\%$  της ονομαστικής ταχύτητας, είναι αποδεκτή.

Λιγότερο σημαντικό χαρακτηριστικό για τη διάκριση των ανελκυστήρων, αποτελεί ο βαθμός αυτοματοποίησης της λειτουργίας τους. Υπάρχουν οι απλοί ανελκυστήρες χωρίς απομνημόνευση κλήσεων και ανελκυστήρες που μπορούν να απομνημονεύσουν κλήσεις.

Στους απλούς ανελκυστήρες χωρίς απομνημόνευση κλήσεων, η κλήση του θαλάμου είναι εφικτή μονάχα όταν αυτός δεν είναι κατειλημμένος ή δεν εκτελεί κάποια άλλη προγενέστερη κλήση. Η κίνηση γίνεται σύμφωνα με την πρώτη εντολή που έλαβε, είτε από κάποιον επιβάτη μέσα στο θάλαμο είτε από κάποιον που το κάλεσε από κάποιον όροφο, χωρίς να πραγματοποιείται στάση στη ενδιάμεσο. Στην περίπτωση που βρεθούν δύο ή περισσότερα άτομα στο θάλαμο με διαφορετικό προορισμό, ο ανελκυστήρας θα κατευθυνθεί στον όροφο που κλήθηκε πρώτος χωρίς να κάνει στάση στους ορόφους που επέλεξαν οι άλλοι επιβάτες, παρόλο που ενδέχεται να περάσει από αυτούς.

Από την άλλη πλευρά, υπάρχουν οι ανελκυστήρες που απομνημονεύουν κλήσεις (Λειτουργία Collective – Selective). Το σύστημα αυτό απομνημονεύει τις κλήσεις των επιβατών και τις εξυπηρετεί κατά σειρά ορόφων ανάλογα με την πορεία που ακολουθεί ο θάλαμος (κάθοδος ή άνοδος). Υπάρχουν δύο υποκατηγορίες ανελκυστήρων σε αυτή την κατηγορία. Ανόδου-Καθόδου (Full Collective) και μόνο καθόδου (Down Collective). Τα δύο αυτά συστήματα δεν παρουσιάζουν διαφορές ως προς τις εσωτερικές κλήσεις, στις εξωτερικές κλήσεις όμως, συμπεριφέρονται διαφορετικά. Η απομνημόνευση των κλήσεων πραγματοποιείται με ηλεκτρονικό πλέον τρόπο ενώ τα παλαιότερα χρόνια, πραγματοποιούνταν με ειδικά ρελέ αυτοσυγκράτησης τα οποία αποτελούνταν από ειδικά πηνία.

Στο σύστημα Full Collective, ο ανελκυστήρας καθώς ανέρχεται πραγματοποιεί στάσεις σε ορόφους που βρίσκονται στην πορεία του, αγνοώντας τις καθοδικές κλήσεις. Όταν πραγματοποιήσει την τελευταία στάση ανόδου, τότε αρχίζει να εξυπηρετεί στάσεις καθόδου παραβλέποντας κλήσεις ανόδου, μέχρις ότου να πραγματοποιηθούν όλες οι καθοδικές στάσεις. Ο κάθε όροφος διαθέτει κομβιοδόχο, μέσω του οποίου ο μελλοντικός επιβάτης, διευκρινίζει στον ανελκυστήρα προς ποια κατεύθυνση θέλει να κινηθεί, προκειμένου ο ανελκυστήρας να αποφανθεί εάν θα κάνει στάση για την περισυλλογή του επιβάτη στην κατεύθυνση της τωρινής του κίνησης ή στην αντίθετη κατεύθυνση

,αργότερα.

Στο σύστημα Down Collective, ο ανελκυστήρας πραγματοποιεί όλες τις εσωτερικές κλήσεις κατά σειρά ορόφου και όχι κατά σειρά χρονικής προτεραιότητας, και ανταποκρίνεται στις εξωτερικές κλήσεις μονάχα όταν βρίσκεται σε καθοδική πορεία. Όπως και στην προηγούμενη κατηγορία, έτσι και εδώ, υπάρχει κατάλληλος κομβιοδότης σε κάθε όροφο, ο οποίος δίνει εντολή στον ανελκυστήρα για στάση και επιβίβαση επιβάτη κατά την κάθοδο του. Στην περίπτωση που ο ανελκυστήρας βρίσκεται αδρανής σε χαμηλότερο όροφο, η εξυπηρέτηση του επιβάτη πραγματοποιείται και πάλι με επιτυχία.

Είναι προφανές ότι για απλές εφαρμογές μετακίνησης όπως για παράδειγμα σε κάποιο εργοτάξιο, ο ανελκυστήρας απλής λειτουργίας είναι ο καταλληλότερος ενώ για πολυσύνθετες εφαρμογές όπως για παράδειγμα η μετακίνηση σε έναν ουρανοξύστη ή σε μια πολυκατοικία πολλών ορόφων, ο ανελκυστήρας ανόδου- καθόδου είναι η καταλληλότερη επιλογή για την ταχύτερη εξυπηρέτηση των επιβατών.

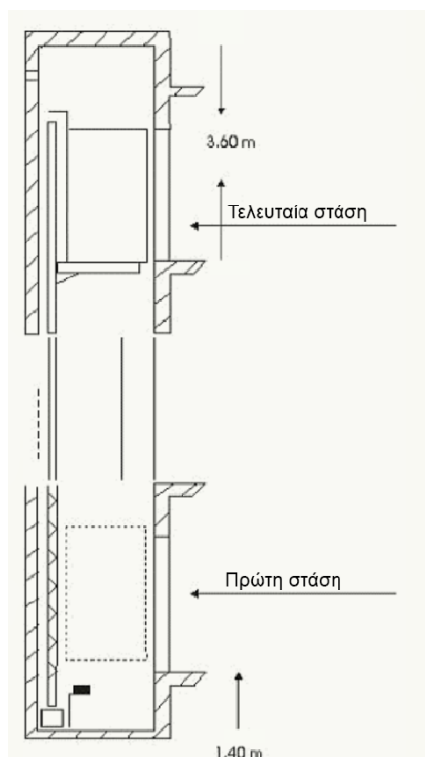
## 2. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑΣ

Οι μηχανικοί ανελκυστήρες αποτελούσαν για πολλά χρόνια την κυριότερη επιλογή σε ανελκυστήρα μέχρις ότου οι υδραυλικοί ανελκυστήρες τους αντικατέστησαν σταδιακά. Στον μηχανικό ανελκυστήρα, ο θάλαμος μετακινείται μέσω συρματόσχοινων τα οποία βρίσκονται αναρτημένα σε αυτόν. Τα συρματόσχοινα τυλίγονται γύρω από τύμπανα (τροχαλίες) ενώ το ένα από τα δύο άκρα τους συνδέονται με κατάλληλες αρθρώσεις με το θάλαμο επιβατών και το άλλο, με τα αντίβαρα. Η τριβή που αναπτύσσεται μεταξύ της τροχαλίας και των συρματόσχοινων είναι η κινητήρια δύναμη για την πραγματοποίηση της κίνησης του θαλάμου. Η ισχύς για την ανάπτυξη της τριβής, παρέχεται από ηλεκτροκινητήρα ο οποίος τοποθετείται στο μηχανοστάσιο μαζί με τον μειωτήρα, τις τροχαλίες τριβής-παρέκκλισης, τους ηλεκτρικούς μηχανισμούς και τα απαραίτητα συστήματα ασφαλείας. Ο ρόλος του αντίβαρου είναι να εξισορροπεί τμήμα του ωφέλιμου φορτίου και του βάρους του θαλάμου προκειμένου να μειωθεί η απαραίτητη ελάχιστη ισχύς για την μετακίνηση του θαλάμου μέσα στο φρεάτιο. Η κατασκευή ενός μηχανικού ανελκυστήρα περιλαμβάνει την μελέτη και κατασκευή των παρακάτω δομικών στοιχείων και εξαρτημάτων:

- Φρεάτιο
- Θάλαμος
- Στοιχεία ανάρτησης θαλάμου (συρματόσχοινα)
- Αντίβαρα-επικαθίσεις θαλάμου & αντιβάρου
- Πλαίσιο (σασί)
- Οδηγοί
- Θύρες φρεατίου
- Κινητήριος μηχανισμός- Μηχανοστάσιο
- Διατάξεις ασφαλείας ανελκυστήρα.

### 2.1 Φρεάτιο

Το φρεάτιο είναι κατακόρυφος χώρος μέσα στον οποίο μετακινείται ο θάλαμος επιβατών και κατασκευάζεται σύμφωνα με τα πρότυπα EN 81.2 και EN 81.5. Κατακόρυφη τομή του φρεατίου, φαίνεται στο σχήμα 2.1 Το πρώτο πρότυπο πραγματεύεται θέματα ασφαλείας και τις απαιτήσεις για την κατασκευή και την εγκατάσταση ανελκυστήρων ενώ το δεύτερο καθορίζει την δοκιμή και την μελέτη των απαιτήσεων για συγκεκριμένα εξαρτήματα του ανελκυστήρα. Κάθε ανελκυστήρας που εγκαθίσταται υπόκειται στις διατάξεις της Ευρωπαϊκής οδηγίας των παραπάνω προτύπων. Κατά την κατασκευή του φρεατίου τα πρότυπα EN 81.2 και EN 81.5 εφαρμόζονται δίνοντας προσοχή στις εξής κατασκευαστικές απαιτήσεις: Υψηλότερες απαιτήσεις μηχανικής αντοχής για τις θύρες θαλάμου και φρέατος (σε σχέση με το παλαιότερο πρότυπο ΕΛΟΤ EN 81.1), πρόληψη τραυματισμού επιβατών κατά την είσοδο στον θάλαμο από το χτύπημα της πόρτας, υψηλότερες απαιτήσεις μηχανικής αντοχής για τα τοιχώματα του φρεατίου, πρόληψη πτώσης στο φρεάτιο κατά τη διάρκεια απεγκλωβισμού, υψηλότερες απαιτήσεις ασφαλείας κατά τον απεγκλωβισμό ατόμων. Σε τμήματα του κτιρίου όπου υπάρχει απαίτηση το φρεάτιο να συμβάλλει ενάντια στην εξάπλωση πυρκαγιάς, πρέπει αυτό να περικλείεται πλήρως από αδιάτρητα τοιχώματα, δάπεδο και οροφή, με μόνα ανοίγματα να είναι αυτά που σχετίζονται με την λειτουργία του ανελκυστήρα ( θύρες φρεατίου, ανοίγματα εξαερισμού, οπές μεταξύ φρεατίου και μηχανοστασίου). Τα τοιχώματα του φρεατίου συνίσταται να αποτελούνται από οπλισμένο σκυρόδεμα. Η χρήση πλινθοδομής είναι επιτρεπτή αλλά κατασκευαστικά δεν συνίσταται.



Σχήμα 2.1: Κατακόρυφη τομή φρεατίου

Η εσωτερική επιφάνεια των τοιχείων του φρεατίου πρέπει να είναι λεία χωρίς προεξοχές για την αποφυγή τραυματισμού του συντηρητή. Τυχόν μπετόβεργες που εξέχουν από τα τοιχία, πρέπει να κόβονται και να τροχίζονται ενώ το σοβάτισμα της εσωτερικής επιφάνειας των τοιχείων, συνίσταται. Κατά την δόμηση των φρεατίων, πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν όσο το δυνατό ακριβέστερη κατακόρυφη δόμηση των τοιχείων. Αυτή η απαίτηση προκύπτει από το γεγονός ότι στους ανελκυστήρες, λόγω της κατακόρυφης κίνησης, θεωρούμε σαν καθαρές διαστάσεις φρέατος, αυτές που προκύπτουν αν πάρουμε τα στενότερα σημεία του φρέατος κατά το αλφάδιασμα του. Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δίνεται και τα ανοίγματα που προορίζονται για την τοποθέτηση των θυρών του κάθε ορόφου: Πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο κατακόρυφα καθώς τυχόν απόκλιση, δυσχεραίνει την τοποθέτηση κασωμάτων των θυρών. Με βάση τα Ευρωπαϊκά πρότυπα EN81.2 & EN81.5 καθορίζονται οι μέγιστες διαστάσεις του θαλάμου ανελκυστήρα, αναλόγως με το ωφέλιμο του φορτίο. Δεν επιτρέπεται μεγαλύτερο εμβαδόν θαλάμου (για δεδομένο ωφέλιμο φορτίο) προκειμένου να μην υπάρχει περίπτωση υπερφόρτωσης θαλάμου. Ο πίνακας 2.1.2, δίνει τους περιορισμούς σε ονομαστικό φορτίο, ελάχιστη και μέγιστη επιφάνεια δαπέδου, δεδομένου του αριθμού των επιβατών

Άτομα	Ονομαστικό φορτίο (kg)	Ελάχιστη ωφέλιμη επιφάνεια θαλάμου (εμβαδόν θαλάμου)	Μέγιστη ωφέλιμη επιφάνεια θαλάμου (εμβαδόν φρέατος)
1	100	0.28m <sup>2</sup>	0.37m <sup>2</sup>
2	130	0.49m <sup>2</sup>	0.58m <sup>2</sup>
3	225	0.60m <sup>2</sup>	0.70m <sup>2</sup>
4	300	0.79m <sup>2</sup>	0.90m <sup>2</sup>
5	375	0.98m <sup>2</sup>	1.10m <sup>2</sup>
6	450	1.17m <sup>2</sup>	1.30m <sup>2</sup>
7	525	1.31m <sup>2</sup>	1.45m <sup>2</sup>
8	600	1.45m <sup>2</sup>	1.60m <sup>2</sup>
9	675	1.59m <sup>2</sup>	1.75m <sup>2</sup>
10	750	1.73m <sup>2</sup>	1.90m <sup>2</sup>

## Πίνακας 2.2: Διαστασιολόγιο θαλάμου & φρεατίου

Αναφορικά με τον εξαερισμό του φρεατίου, αυτός πρέπει να πραγματοποιείται με ανοίγματα στην άνω απόληξη του φρεατίου, με ελάχιστη διατομή ίση με το 1% της οριζόντιας διατομή του φρεατίου. Ο χώρος που βρίσκεται πάνω από το επίπεδο της τελευταίας στάσης ονομάζεται άνω απόληξη. Ανάλογα, η κάτω απόληξη ορίζεται ο χώρος που βρίσκεται κάτω από την πρώτη στάση. Η άνω απόληξη πρέπει κατά κανόνα να έχει ύψος μεγαλύτερο από το σύνηθες ύψος των ορόφων της οικοδομής προκειμένου να υπάρχει χώρος για τις ασφαλιστικές διατάξεις του ανελκυστήρα όπως και χώρος για τον συντηρητή. Ενδεικτικά, το ύψος του τελευταίου ορόφου πρέπει να είναι της τάξεως των 3400 έως 3600 mm ενώ η κάτω απόληξη (ή αλλιώς βάθος πυθμένα), πρέπει να έχει βάθος της τάξεως 1200 έως 1400mm.

Ο πυθμένας του φρεατίου, πρέπει να είναι ενισχυμένης αντοχής ώστε να είναι ικανός να παραλάβει τις παρακάτω δυνάμεις:

- Κάτω από κάθε οδηγό θαλάμου, να μπορεί να δεχτεί φορτίο ίσο με το βάρος του οδηγού, συν τα φορτία που αναπτύσσονται κατά τη λειτουργία της αρπάγης. Πρακτικά για να υπάρχει κάλυψη σε θέματα ασφαλείας σε κάθε περίπτωση, μπορεί να θεωρηθεί φορτίο ίσο με το τετραπλάσιο του ωφέλιμου φορτίου κάτω από κάθε οδηγό.

- Για ηλεκτρομηχανικούς ανελκυστήρες, κάτω από κάθε οδηγό αντιβάρου, να μπορεί να παραλάβει (προσεγγιστικά) φορτίο ίσο με το τετραπλάσιο του ωφέλιμου φορτίου.

- Κάτω από την βάση του προσκρουστήρα θαλάμου (βρίσκεται περίπου στο κέντρο του θαλάμου), να υπάρχει αντοχή σε φορτίο περίπου τετραπλάσιο από το φορτίο που έχει ο θάλαμος πλήρως φορτωμένος. Πρακτικά πρέπει να υπολογιστεί για το σημείο αυτό, φορτίο ίσο με το οκταπλάσιο του ωφέλιμου φορτίου. Σε περίπτωση υδραυλικού ανελκυστήρα, το κάτω μέρος του εμβόλου θα πρέπει να μπορεί να παραλάβει φορτίο προσεγγιστικά ίσο με το δεκαπλάσιο του ωφέλιμου φορτίου.

## 2.2 Θάλαμος

Η μονάδα του θαλάμου απαρτίζεται από τον θάλαμο (σχήμα 2.3) και το πλαίσιο ανάρτησης του (σασί, σχήμα 2.4). Εκτενέστερη αναφορά στο πλαίσιο ανάρτησης γίνεται στην παράγραφο 2.5. Τα πρότυπα EN 81.2 και EN 81.5 καθορίζουν την μορφή και τις ιδιότητες του θαλάμου αλλά και του πλαισίου. Ο θάλαμος του ανελκυστήρα είναι ο κλωβός μέσα στον οποίο βρίσκονται οι επιβάτες. Τα τοιχώματα του κατασκευάζονται από λαμαρίνα DKP πάχους 2mm, με διπλή αναδίπλωση στα σημεία ένωσης για των σχηματισμό νευρώσεων. Τα μεταλλικά τοιχώματα υπόκεινται σε εσωτερική βαφή και εξωτερική βαφή με διπλή στρώση αντισκωριακού. Η εσωτερική επένδυση των μεταλλικών τοιχωμάτων, αποτελείται από φύλλα INOX πάχους 0.75mm για ενισχυμένη αντοχή σε κρουστικά φορτία.



Σχήμα 2.3: Θάλαμος ανελκυστήρα επενδεδυμένος με ξύλο



Σχήμα 2.4: Σιδηροκατασκευή-σασί θαλάμου μέσα στο φρεάτιο

Το δάπεδο του θαλάμου κατασκευάζεται από λαμαρίνα DPK πάχους 2mm και από δύο στρώσεις σκληρού ξύλου, πάχους μεγαλύτερου των 25mm (όταν πρόκειται για φορτίσεις μεγαλύτερες των  $700\text{kp/m}^2$ ) και πάνω σε αυτές, τοποθετείται πλαστική επίστρωση ή πλακάκι. Το μπροστινό μέρος του θαλάμου όπου εισέρχονται οι επιβάτες, πρέπει να καλύπτεται από προστατευτικό μεταλλικό έλασμα ενώ θα πρέπει να υπάρχει λαμαρίνα πάχους 1.5mm για την κάλυψη του κενού που δημιουργείται εάν ο ανελκυστήρας σταματήσει λίγο πιο πάνω από το επίπεδο του ορόφου. Ο θάλαμος στην περίπτωση που πρέπει να υποστηρίξει την εξυπηρέτηση ατόμων με ειδικές ανάγκες (κατασκευή ανελκυστήρα ικανού να εξυπηρετήσει χρήστες αναπηρικού καροτσιού), πρέπει να πληροί ορισμένες προϋποθέσεις αναφορικά με τις διαστάσεις: Το καθαρό πλάτος του θαλάμου θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 1100mm και το καθαρό βάθος του, από την πόρτα μέχρι απέναντι, να



είναι τουλάχιστον 1400mm. Οι ελάχιστες αυτές διαστάσεις αντιστοιχούν σε εμβαδόν  $1.54 \text{ m}^2$ , το οποίο από τον πίνακα 2.1.1, αντιστοιχεί σε ανελκυστήρα 9 ατόμων, ωφέλιμου φορτίου 675kg. Οι παραπάνω ελάχιστες διαστάσεις δεν εξασφαλίζουν την δυνατότητα περιστροφής μέσα στο θάλαμο. Εάν κάτι τέτοιο είναι επιθυμητό, οι ελάχιστες απαιτούμενες διαστάσεις μεταβάλλονται σε 2000mm x 1400mm.

Επιπλέον οι γενικοί κανονισμοί επιβάλλουν στιβαρότητα της οροφής με εσωτερική ενίσχυση και στεγανότητα. Η εσωτερική επένδυση με INOX και Plexiglass είναι απαραίτητη όπως επίσης και κατάλληλο άνοιγμα για την διαφυγή ατόμου όπως απεικονίζεται στο σχήμα 2.5, ενώ ο εξαερισμός του θαλάμου πρέπει να είναι επαρκής και να πραγματοποιείται με οπές στο πάνω μέρος του. Τα εσωτερικά διακοσμητικά στοιχεία του θαλάμου πρέπει να είναι περιορισμένης ευφλεκτότητας σύμφωνα με το πρότυπο EN 13501-1 και εφόσον υπάρχουν καθρέπτες θαλάμου θα πρέπει να είναι από γυαλί ασφαλείας κατά EN 12600. Ο φωτισμός του θαλάμου πρέπει να είναι επαρκής, ομοιόμορφα κατανεμημένος και συνεχής χωρίς διακοπές ελάχιστης έντασης 50 Lux όπως υπαγορεύεται από τα πρότυπα ασφαλείας.



Σχήμα 2.5: Έξοδος εκτάκτου ανάγκης μέσω της οροφής του θαλάμου

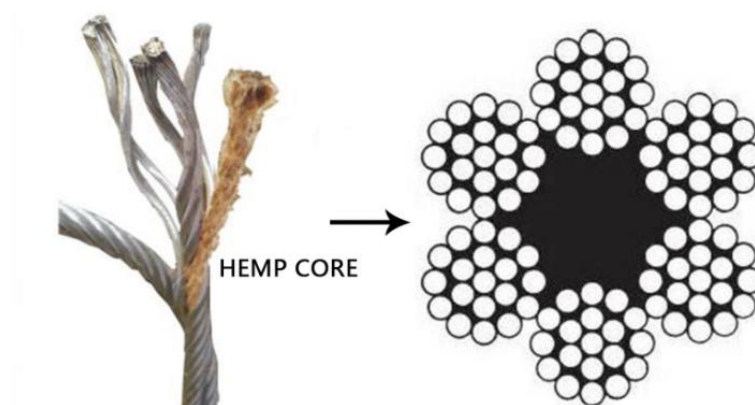
Στην περίπτωση διακοπής ρεύματος θα πρέπει να υπάρχει αυτόνομο φως ασφαλείας ελάχιστης ισχύος 15 W, το οποίο θα βρίσκεται ενσωματωμένο στην κομβιοδόχο. Η κομβιοδόχος (σχήμα 2.6) περιλαμβάνει τα κομβία για κάθε όροφο, όπως επίσης και κομβία εκτάκτου ανάγκης (συναγερμού). Τα νέα Ευρωπαϊκά πρότυπα απαγορεύουν ρητά την ύπαρξη κομβίου άμεσης διακοπής της λειτουργίας του ανελκυστήρα (STOP) για λόγους ασφαλείας των επιβατών καθώς επίσης και για λόγους ασφαλείας του εξοπλισμού (πάτημα του κουμπιού κατά την κίνηση στη μέγιστη ταχύτητα κίνησης του ανελκυστήρα έχει ως συνέπεια την άσκηση ισχυρών δυνάμεων στα στοιχεία κίνησης της όλης διάταξης). Εσωτερικά του θαλάμου θα πρέπει να βρίσκονται αναρτημένες οδηγίες χρήσης του ανελκυστήρα, προειδοποιήσεις αλλά και ενδείξεις αναφορικά με το ωφέλιμο φορτίο και τον μέγιστο αριθμό ατόμων. Θα πρέπει να αναγράφεται το όνομα του κατασκευαστή, καθώς επίσης και το όνομα του συντηρητή μαζί με τον τηλεφωνικό αριθμό αυτού. Απαραίτητα κρίνονται επίσης τα οπτικοακουστικά βοηθήματα σε περίπτωση ανάγκης. Συνεπώς πρέπει να τοποθετηθεί μια συσκευή αμφίδρομης επικοινωνίας (τηλέφωνο) στο εσωτερικό του ανελκυστήρα. Πάνω από την οροφή βρίσκονται εγκατεστημένα κομβία ανόδου-καθόδου όπως επίσης και διακόπτες στάσεως για επιθεώρηση. Επιπλέον, υπάρχει πηγή ρεύματος 42V ενώ περιμετρικά της οροφής υπάρχουν εγκατεστημένα κιγκλιδώματα που αποτρέπουν την πτώση του συντηρητή.



Σχήμα 2.6: Κομβιοδόχος θαλάμου ανελκυστήρα σύμφωνα με τα αρμόδια πρότυπα

### 2.3 Στοιχεία ανάρτησης θαλάμου (συρματόσχοινα)

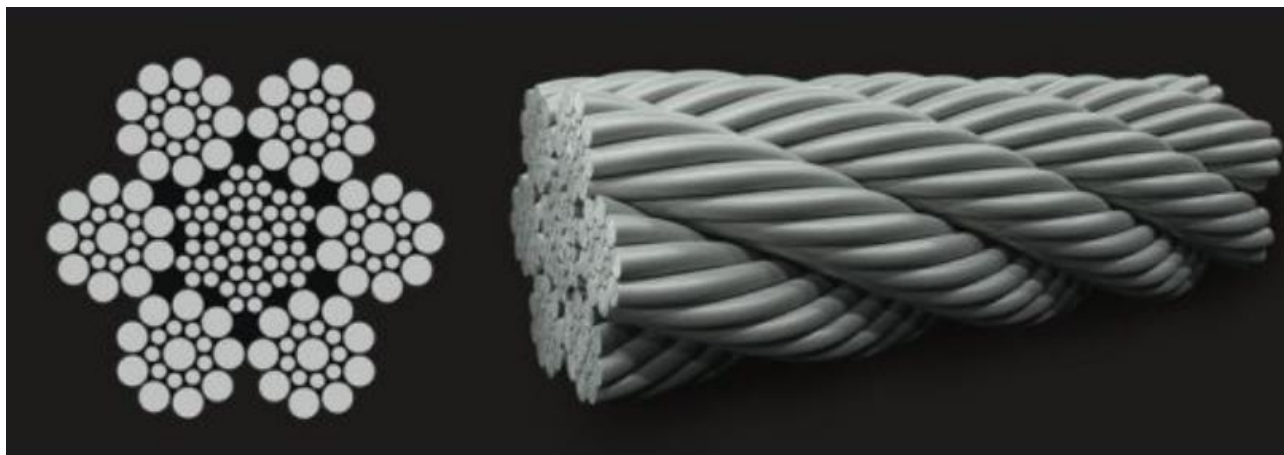
Η ανάρτηση του θαλάμου και των αντιβάρων πραγματοποιούνται με την χρήση χαλύβδινων συρματόσχοινων με κανάβινη ψυχή (σχήμα 2.7) κατά ISO-2408-73 & ISO-2403-73. Αυτού του είδους συρματόσχοινα έχουν συνήθως αντοχή  $1770\text{N/mm}^2$  και είναι ετερόστροφα.



Σχήμα 2.7: Χαλύβδινο συρματόσχοινο με κανάβινη ψυχή

Τα συρματόσχοινα που πλέον χρησιμοποιούνται, υπακούν στην Ευρωπαϊκή οδηγία EN 12385-2. Τα πιο συνηθισμένα συρματόσχοινα που χρησιμοποιούνται είναι τύπου Seale, με 6 δέσμες και 19 συρματίδια (σχήμα 2.8) η κάθε δέσμη ή με 8 δέσμες και 19 συρματίδια η κάθε δέσμη. Κάθε συρματίδιο έχει προδιαγραφές αντοχής σε εφελκυσμό  $1275$  έως  $1765\text{ N/mm}^2$  και η ελάχιστη διατομή του συρματόσχοινου δε μπορεί να είναι διατομή μικρότερης των  $8\text{mm}$ . Η λίπανση των συρματόσχοινων γίνεται κατά ISO-4346. Η πιο συνηθισμένη διάταξη αποτελείται από δύο δεξιόστροφα και δύο αριστερόστροφα συρματόσχοινα προκειμένου να εξουδετερώνεται η τάση του θαλάμου και του αντίβαρου. Τα συρματόσχοινα υπόκεινται σε ισχυρή καταπόνηση κατά τον εφελκυσμό από το ωφέλιμο φορτίο και το ίδιο βάρος του θαλάμου. Η κάμψη του συρματόσχοινου κατά το τύλιγμα του γύρω από την τροχαλία δεν είναι τόσο σπουδαία όσο η καταπόνηση κατά τον

εφελκυσμό και λαμβάνεται υπόψιν μονάχα στην επιλογή της διαμέτρου των τροχαλιών. Το πλήθος των συρματόσχοινων σε έναν ανελκυστήρα εξαρτάται φυσικά από το μέγιστο φορτίο που καλείται να μετακινήσει ο ανελκυστήρας αλλά σε καμία περίπτωση δεν επιτρέπεται να υπάρξει ανελκυστήρας με λιγότερα από 3 συρματόσχοινα.



Σχήμα 2.8: Συρματόσχοινο τύπου Seale με 6 δέσμες και 19 συρματίδια

Ο συντελεστής ασφαλείας του συρματόσχοινου εκφράζει την σχέση ανάμεσα στο ελάχιστο φορτίο θραύσης των συρματόσχοινων και το μέγιστο φορτίο που πρόκειται να εφαρμοστεί σε αυτά. Οι σύγχρονες προδιαγραφές για τα συρματόσχοινα επιβάλλουν τον συντελεστή ασφαλείας στην αντοχή τους σε θραύση κατά τον εφελκυσμό, να είναι μεγαλύτερος του 12 ( 3 συρματόσχοινα ή περισσότερα). Στην περίπτωση των 3 συρματόσχοινων, συντελεστής ασφαλείας 12 σημαίνει ότι η αντοχή κάθε συρματόσχοινου είναι 4 φορές.

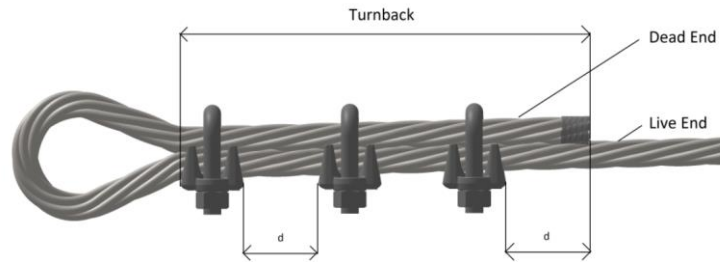
Εάν η είναι ο αριθμός των συρματόσχοινων στα οποία αναρτάται ο θάλαμος και  $F_b$  η δύναμη θραύσης του συρματόσχοινου τότε θα πρέπει να ισχύει:

$$\frac{nF_b}{Q + F} \geq 12$$

όπου  $Q$  το ωφέλιμο φορτίο του ανελκυστήρα και  $F$  το ίδιο βάρος του θαλάμου.

Στην περίπτωση φορτηγού ανελκυστήρα χωρίς οδηγό, ο συντελεστής ασφαλείας πρέπει να είναι μεγαλύτερος του 8

Η συγκράτηση των συρματόσχοινων με το θάλαμο και τα αντίβαρα στα άκρα τους πραγματοποιείται με διάφορους τρόπους. Υπάρχει η δυνατότητα χρήσης δακτυλίου κατασκευασμένου από αλουμίνιο, ο οποίος συγκρατεί το αναδιπλωμένο συρματόσχοινο. Η κατασκευή αυτή υπακούει το πρότυπο EN 13411-3 (Terminations for steel wire ropes) και χρησιμοποιείται πολύ συχνά στην Ευρώπη. Ο δακτύλιος προσαρμόζεται στο συρματόσχοινο στο εργοστάσιο κατασκευής και δεν μπορεί να προσαρμοστεί κατά την κατασκευή της κινητήριας διάταξης του ανελκυστήρα. Χρησιμοποιείται πολύ συχνά σε συνδυασμό με άλλη μία διάταξη συγκράτησης που ονομάζεται ντίζα. Η ντίζα είναι από τους πιο απλούς και οικονομικούς τρόπους για την σταθεροποίηση των συρματόσχοινων και κατασκευάζεται σύμφωνα με το πρότυπο EN13411-7. Η ασφάλιση της άκρης του συρματόσχοινου γίνεται κατά EN13411-5: Το συρματόσχοινο αναδιπλώνεται στο άκρο του και ασφαλίζεται με ειδικούς συγκρατητές με κατάλληλο τρόπο που παρουσιάζεται στο [σχήμα 2.9](#)



Σχήμα 2.9: Συγκράτηση & ασφάλιση συρματόσχοινου

Η απόσταση  $d$  μεταξύ των συγκρατητών και η απόσταση του τελευταίου συγκρατητή που βρίσκεται στην ελεύθερη άκρη του συρματόσχοινου, πρέπει να κυμαίνεται από 1.5 έως 3 φορές το πάχος της βάσης του συγκρατητή. Το σφίξιμο των παξιμαδιών του συγκρατητή πρέπει να εξασφαλίζεται με κατάλληλη και επαρκή ροπή ανάλογα με το μέγεθος του συγκρατητή. Υπερβολικό σφίξιμο έχει ως αποτέλεσμα τον τραυματισμό του συρματόσχοινου ενώ ελλιπές σφίξιμο έχει ως συνέπεια την ολίσθηση του συρματόσχοινου μέσα από τους συγκρατητές. Επιπλέον, όλοι οι συγκρατητές πρέπει να είναι διατεταγμένοι και να «κοιτάζουν» προς την ίδια κατακόρυφη κατεύθυνση.

Το Ευρωπαϊκό πρότυπο EN 81.2 δεν επιτρέπει πλέον την χρησιμοποίηση κώνου για την συγκράτηση των συρματόσχοινων. Η χρήση κώνων πρέπει να αποκλείεται σε εφαρμογές όπου απαιτείται υψηλή ασφάλεια και θα πρέπει να περιορίζεται μονάχα στην ασφάλιση των άκρων των συρματόσχοινων στην περίπτωση που γίνεται χρήση ντιζών. Προσωρινή μείωση του μήκους του συρματόσχοινου με χρήση κώνου θα πρέπει να αποφεύγεται σε κάθε περίπτωση καθώς υπάρχει πιθανότητα θραύσης του συρματόσχοινου στα προηγούμενα σημεία συγκράτησης με τον κώνο, λόγω αποδυνάμωσης του συγκεκριμένου σημείου και λόγω συγκέντρωσης τάσεων. Σε κάθε περίπτωση συγκράτησης, πρέπει να διασφαλιστεί η απουσία περιστροφής των συρματόσχοινων γύρω από τον εαυτό τους, γεγονός το οποίο θα προκαλούσε αλλαγές στην δομή τους και συνεπώς πρόωρη φθορά.

## 2.4 Αντίβαρα- επικαθίσσεις θαλάμου & αντιβάρου

Τα αντίβαρα (σχήμα 2.10) χρησιμοποιούνται για να εξισορροπήσουν μέρος του ωφέλιμου φορτίου και του βάρους του θαλάμου προκειμένου να μειωθεί η προσφερόμενη ισχύς από τον ηλεκτροκινητήρα, για την μετακίνηση του θαλάμου μέσα στο φρεάτιο. Πρόκειται για τυποποιημένα τεμάχια συνήθως κατασκευασμένα από μαντεμίτη ή σιμεντοσίδηρο επιμήκους παραλληλόγραμμου σχήματος και βάρους 15kg το καθένα. Επιβάλλεται η χρήση προστατευτικού καλύμματος αντιβάρων, το πάχος του οποίου κυμαίνεται από 0.3m έως ελάχιστο 2m από το δάπεδο.

Όπως και το πλαίσιο του θαλάμου, έτσι και τα αντίβαρα τοποθετούνται μέσα σε ειδικό πλαίσιο αποτελούμενο από μορφοσίδερα. Το πλαίσιο αυτό φέρει θέσεις συγκράτησης από τα συρματόσχοινα καθώς επίσης και ειδικούς ολισθητήρες για την οδήγηση του πάνω στους οδηγούς του αντιβάρου. Προσθαφαιρώντας τεμάχια, επιτυγχάνεται το τελικό επιθυμητό βάρος των αντιβάρων, το οποίο θα πρέπει να ισούται κατά κανόνα με το ίδιο βάρος του θαλάμου συν το μισό ωφέλιμο φορτίο

Δηλαδή:

$$G = 0.5Q + F$$

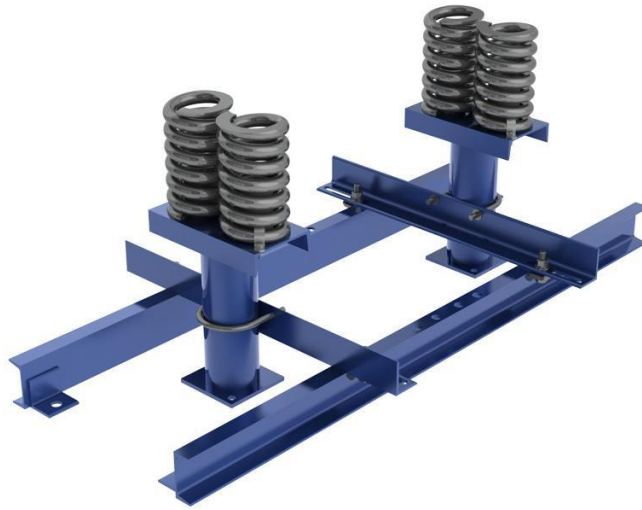


Σχήμα 2.10: Αντίβαρο μηχανικού ανελκυστήρα

Πολλές φορές είναι δυνατόν ο θάλαμος να διατρέξει την υπερδιαδρομή που αφήνεται για λόγους ασφαλείας στο κάτω μέρος του φρεατίου και να χτυπήσει στον πυθμένα. Το ίδιο μπορεί να συμβεί με το αντίβαρο, όταν ο θάλαμος διατρέξει την υπερδιαδρομή που αφήνεται για λόγους ασφαλείας στο επάνω μέρος του φρεατίου. Αιτία για αυτό το φαινόμενο είναι η ολίσθηση των συρματόσχοινων πάνω στην κινητήρια τροχαλία τριβής. Για την αντιμετώπιση της σύγκρουσης του θαλάμου ή του αντιβάρου στον πυθμένα του φρεατίου χρησιμοποιούνται κατάλληλοι αποσβεστήρες που ακολουθούν την παρακάτω διάταξη: Αρχικά κατασκευάζεται κάποια σιδηροκατασκευή ή κάποιο στήριγμα από μπετόν ύψους 0.5m, ακριβώς στο κέντρο του θαλάμου και του αντιβάρου. Επάνω στο στήριγμα αυτό τοποθετούνται ειδικοί αποσβεστήρες κρούσης με σκοπό την απορρόφηση μεγάλου τμήματος της κινητικής ενέργειας του θαλάμου ή του αντιβάρου και να μειώσουν το κρουστικό φορτίο. Οι αποσβεστήρες πρέπει να ακολουθούν τις απαιτήσεις απορρόφησης κινητικής ενέργειας σύμφωνα με το αρμόδιο πρότυπο EN 81.2

Έτσι για ταχύτητες που δεν ξεπερνούν το 1m/sec, χρησιμοποιούνται αποσβεστήρες διαμορφωμένοι σαν ελατήριο (spring buffer, [σχήμα 2.11](#)), ενώ για ταχύτητες μεγαλύτερες από 1m/sec, χρησιμοποιούνται υδραυλικοί αποσβεστήρες (oil buffer, [σχήμα 2.12](#)). Ο υδραυλικός αποσβεστήρας χρησιμοποιεί έναν συνδυασμό από λάδι και ελατήρια ενώ απαιτεί αυξημένη προσοχή καθώς λόγω της θέσης του, είναι ευάλωτος στην υγρασία και την οξείδωση (σε περίπτωση πλημμύρας). Τέλος, υπάρχει η ανάγκη για τακτικό έλεγχο για διαρροές του υδραυλικού μέσου.





Σχήμα 2.11: Επικάθηση & ελατήρια απόσβεσης μηχανικού ανελκυστήρα με αντίβαρο



Σχήμα 2.12: Αποσβεστήρας υδραυλικού ανελκυστήρα (έμβολο & ελατήριο)

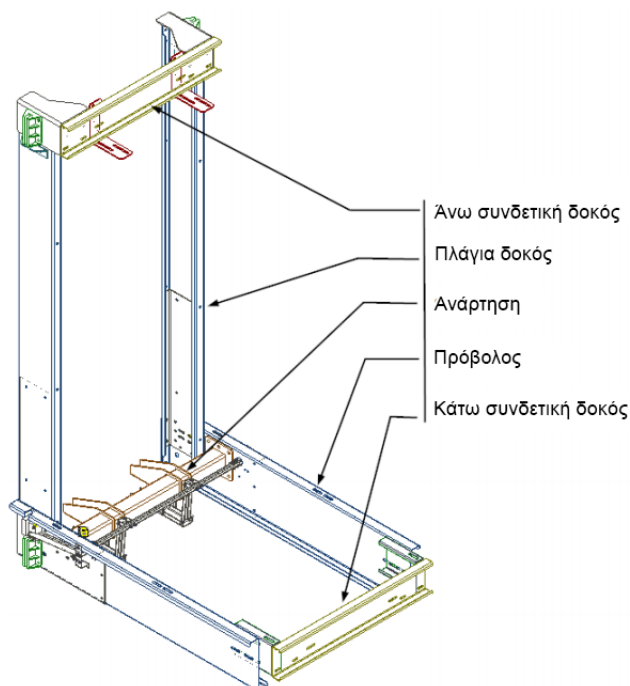
## 2.5 Πλαίσιο-ολισθητήρες-τροχοί κύλισης

Το πλαίσιο (σασί, σχήμα 2.13) είναι η μεταλλική κατασκευή πάνω στην οποία ολισθαίνει κατακόρυφα ο θάλαμος και αναρτώνται τα συρματόσχοινα. Πρέπει να χαρακτηρίζεται από μεγάλο συντελεστή ασφαλείας προκειμένου να μπορεί να ανταπεξέλθει στα μεγάλα φορτία που εμφανίζονται κατά την λειτουργία του. Το πλαίσιο περιλαμβάνει:

- Κατακόρυφα στοιχεία διατεταγμένα στις πλευρικά του πλαισίου για την οδήγηση του θαλάμου
- Βάση πλαισίου πάνω στην οποία εδράζεται ο θάλαμος των επιβατών
- Ολισθητήρες/τροχοί οδήγησης του θαλάμου πάνω στο πλαίσιο
- Κατάλληλη διάταξη με αρπάγη για ακαριαίο ή σταδιακό σταμάτημα του θαλάμου σε περίπτωση υπέρμετρης αύξησης της ταχύτητας του λόγω βλάβης.

Κατασκευάζεται από τυποποιημένα μορφοσίδερα διατομής τύπου Π ( UPN ) και έχει σχήμα ορθογωνίου παραλληλογράμμου. Οι διατομές των μορφοσιδέρων ποικίλουν ανάλογα με το ωφέλιμο φορτίο και τις διαστάσεις του θαλάμου. Διαθέτει δύο κατακόρυφα τμήματα, ένα επάνω οριζόντιο δοκάρι για το δέσιμο των πλαϊνών δοκαριών μεταξύ τους και μια οριζόντια βάση στο κάτω μέρος όπου βασίζεται ο θάλαμος. Το δέσιμο του πλαισίου στο πάνω μέρος, επιτυγχάνεται με την χρήση οριζόντιου δοκαριού τύπου Π. Πρέπει να διαθέτει αρπάγη (σύστημα ασφαλείας) όπως επίσης και

διάφορα άλλα στοιχεία αναγκαία για την οδήγηση του θαλάμου πάνω στους οδηγούς. Η οδήγηση του θαλάμου πάνω στους οδηγούς του πλαισίου, μπορεί να γίνει είτε με χρήση ολισθητήρων είτε με τροχών κύλισης.



Σχήμα 2.13: Συναρμολογημένο σασί ανελκυστήρα

Οι ολισθητήρες που απεικονίζονται στο σχήμα 2.14, είναι συνήθως κατασκευασμένοι από ειδικό πλαστικό χαμηλού συντελεστή τριβής ολίσθησης, διαμορφωμένοι σε σχήμα Π, ώστε να εφάπτονται και από τις δύο πλευρές στην επιφάνεια ολίσθησης του οδηγού. Τοποθετούνται σταθερά σε βάσεις από αλουμίνιο που εδράζονται με κοχλίες πάνω στα κατακόρυφα τμήματα του πλαισίου. Διαθέτουν εσωτερικές κοιλότητες για την αποθήκευση λιπαντικού, το οποίο συμβάλλει στην μείωση του συντελεστή τριβής. Η τυποποίηση των ολισθητήρων καθορίζεται από την τυποποίηση των οδηγών προκειμένου για κάθε τύπο οδηγού να υπάρχει ο αντίστοιχος τύπος ολισθητήρα.



Σχήμα 2.14: Πλαστικοί ολισθητήρες

Οι τροχοί κύλισης (σχήμα 2.15) είναι πιο ακριβοί σαν κατασκευή και χρησιμοποιούνται συνήθως σε περιπτώσεις ανελκυστήρων που κινούνται με μεγάλες ταχύτητες όπου απαιτείται μειωμένη αντίσταση στην κίνηση. Κατασκευάζονται με βάση το χυτοσίδηρο και φέρουν επίστρωση πολυουρεθάνης. Για μεγάλες ταχύτητες κίνησης του θαλάμου και για φορτία μεγαλύτερα των 10 ατόμων, χρησιμοποιούνται τροχοί κύλισης και στο επάνω μέρος του πλαισίου.





Σχήμα 2.15: Τροχός χυτοσίδηρου με πέλμα πολυουρεθανης με ένσφαιρα διπλα ρουλεμάν

## 2.6 Οδηγοί

Οι οδηγοί (σχήμα 2.16) είναι μεταλλικοί δοκοί σχήματος T κατασκευασμένοι από ειδικό Ταχυχάλυβα συνήθως St37-2 κατά EN 10025. Τα πρότυπα EN 81.2 & EN 81.5 υπαγορεύουν την κατασκευή των οδηγών με ψυχρή ή μηχανική κατεργασία (εξελασμένος χάλυβας ή μηχανικά κατεργασμένες επιφάνειες τριβής). Διαθέτουν ενισχυμένη και επιμελώς κατεργασμένη επιφάνεια, ενώ συνοδεύονται από ειδικές πλάκες συνδέσεως των τμημάτων τους, καθώς επίσης ειδικούς σφιγκτήρες και κοχλίες για την σύνδεση τους. Η στήριξη των οδηγών πραγματοποιείται στα πλευρικά τοιχώματα του φρεατίου μέσω ειδικών συγκρατητών που ονομάζονται πεταλούδες. Η στήριξη τους γίνεται μέσω τριβής έτσι ώστε να μπορούν να ολισθαίνουν σε περίπτωση υπερφόρτωσης. Τα δύο άκρα των οδηγών πακτώνονται είτε στον πυθμένα του φρεατίου, είτε στην οροφή του. Η κατεργασμένη επιφάνεια εξασφαλίζει ομαλή και αθόρυβη κίνηση του θαλάμου πάνω στους οδηγούς.



Σχήμα 2.16: Οδηγοί σχήματος T

Διατίθενται στο εμπόριο σε τυποποιημένο μήκος των 5 μέτρων και διαθέτουν κατάλληλη υποδοχή στην άκρη τους (προεξοχή στην μια πλευρά και εσοχή στην άλλη) έτσι ώστε η ένωση διαδοχικών οδηγών να μην σχηματίζει εμπόδια στην κίνηση, στην θέση σύνδεσής τους. Διαθέτουν επιπλέον σε κάθε πλευρά, ανοίγματα για την υποδοχή κοχλίων σύνδεσης. Η αρμοκαλύπτρα είναι το τελευταίο απαραίτητο στοιχείο για την σύνδεση των οδηγών: Έχει ορθογωνική διατομή, αποτελείται συνήθως από χάλυβα St37-2 κατά EN 10025 και φέρει ανοίγματα σε κάθε πλευρά για την σύνδεση της με τους οδηγούς με την χρήση κοχλίων.

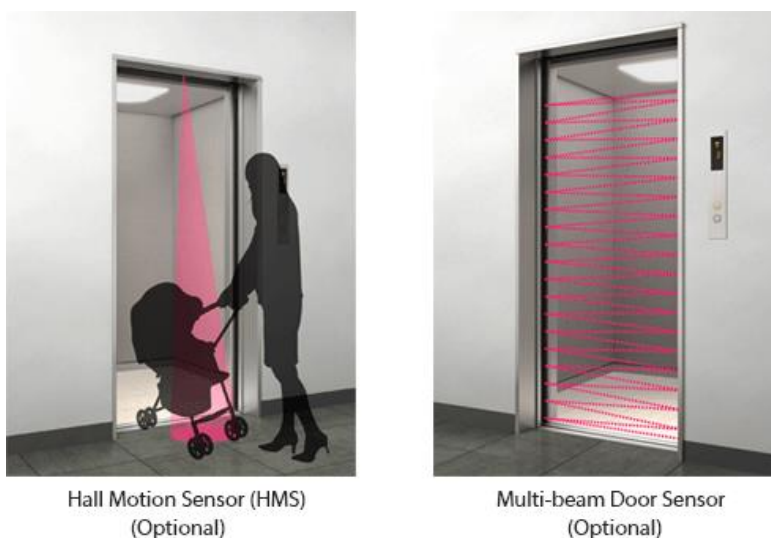
## 2.7 Θύρες φρεατίου

Οι εξωτερικές θύρες του φρεατίου είναι μεταλλικές και αυτόματες ενώ το καθαρό άνοιγμά τους πρέπει

να είναι τουλάχιστον 850mm και ύψος 2000mm. Κατασκευάζονται από λαμαρίνα DKP πάχους 1.5mm. Όλες οι θύρες πρέπει να υποβάλλονται σε δοκιμή αντοχής με κρούση από εκκρεμές βάσει των αναλυτικών κριτηρίων του EN 81.2. Το κλείσιμο των θυρών γίνεται μέσω αυτόματου μηχανισμού. Αναφορικά με το μηχανισμό ασφάλισης θυρών, σύμφωνα με το πρότυπο EN81.2, κατά τον έλεγχο αντοχής, θα πρέπει να πραγματοποιηθεί επιτυχής κύκλος ασφάλισης και απασφάλισης 1.000.000 φορές ( $\pm 1\%$ ) και εφόσον υπάρχουν μηχανικά μέρη τα οποία συμμετέχουν στον έλεγχο της ασφάλισης, ο μηχανισμός ασφάλισης θα κατά τη δοκιμή αντοχής να δοκιμαστεί σε κύκλο ασφάλισης και απασφάλισης 100.000 φορές ( $\pm 1\%$ )

Κατά το κλείσιμο της πόρτας, η κινητική ενέργεια των θυρών δεν πρέπει να ξεπερνά τα 10J, ενώ η δύναμη για το άνοιγμα της πόρτας δεν πρέπει να ξεπερνά τα 150N. Για την μείωση του ρίσκου τραυματισμού των επιβατών την στιγμή της εισόδου ή της εξόδου τους από τον θάλαμο, εγκαθίσταται κατάλληλος αισθητήριος μηχανισμός (σχήμα 2.17) που αποτρέπει το κλείσιμο της θύρας αν ανιχνευτεί εμπόδιο κοντά σε αυτές.

Οι νέες διατάξεις ασφαλείας επιβάλλουν επιπλέον την ασφάλιση των θυρών κατά την κίνηση του ανελκυστήρα για αποφυγή τυχόν άνοιγμα αυτών. Ο μηχανισμός ασφαρίζει τις θύρες, ενώ η απασφάλιση τους πραγματοποιείται αυτόματα όταν ο θάλαμος σταματήσει στον επιθυμητό όροφο.



Σχήμα 2.17: Αισθητήριοι μηχανισμοί για αποφυγή τραυματισμού ατόμων κατά την είσοδο τους στον θάλαμο.

## 2.8 Κινητήριος μηχανισμός- Μηχανοστάσιο

### 2.8.1 Μηχανοστάσιο

Ο κινητήριος μηχανισμός αποτελείται από τον ηλεκτροκινητήρα, τον μειωτήρα, τις τροχαλίες, και την πέδη του κινητήριου μηχανισμού και τοποθετείται στο μηχανοστάσιο πάνω σε ειδική βάση απόσβεσης κραδασμών. Το μηχανοστάσιο βρίσκεται είτε στην κορυφή του φρεατίου (σχήμα 2.18) σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο είτε στο υπόγειο του κτιρίου, με τον κινητήριο μηχανισμό τοποθετημένο δίπλα από το φρεάτιο. Στην περίπτωση εγκατάστασης του μηχανοστασίου σε υπόγειο χώρο, τα συρματόσχοινα έχουν μικρότερη διάρκεια ζωής καθώς υπόκεινται σε πολλαπλές κάμψεις στις τροχαλίες για την αλλαγή διεύθυνσεως.



Σχήμα 2.18: Μηχανοστάσιο ανελκυστήρα

Σύμφωνα με την Οδηγία 2014/33/ΕΕ, Κ.Υ.Α. 39507/167/Φ.9.2/2016 (ΦΕΚ 1047/Β/2016), η πόρτα εισόδου του μηχανοστασίου πρέπει να ανοίγει προς τα έξω και να έχει ελάχιστο ύψος 2m και πλάτος 0.6m. Το δε μηχανοστάσιο πρέπει να έχει κατάλληλο ύψος μεγαλύτερο από 2.1m. Το εσωτερικό του, πρέπει να έχει επαρκή ελεύθερο χώρο διαστάσεων 0.5m x 0.6m τουλάχιστον, για τους χειρισμούς συντήρησης και εκτάκτου ανάγκης ενώ η εσωτερική επιφάνεια του δαπέδου πρέπει να είναι στεγανή και αντλιοσθητική. Το τροχαλιοστάσιο πρέπει να διαθέτει πόρτα εισόδου με κατάλληλη πινακίδα που πληροφορεί την ύπαρξη τροχαλιοστασίου. Επάνω από τις τροχαλίες πρέπει να υπάρχει ακάλυπτος ελεύθερος χώρος τουλάχιστον 0.3m.

## 2.8.2 Ηλεκτροκινητήρας

Ο ηλεκτροκινητήρας (σχήμα 2.19) που χρησιμοποιείται είναι βραχυκυκλωμένου δρομέα ενός τυλίγματος, κατάλληλο για σύνδεση σε δίκτυο πολικών τάσεων, 380V, 50Hz, με στροφές λειτουργίας όχι μεγαλύτερων των 1500 ανά λεπτό. Ανάλογα με την ταχύτητα του ανελκυστήρα και το ωφέλιμο φορτίο, χρησιμοποιούνται κινητήρες μίας ή δύο ταχυτήτων. Η σχέση που δίνει τον αριθμό των σύγχρονων στροφών του κινητήρα είναι η εξής:

$$n = \frac{60f}{p}$$

όπου  $f$  συχνότητα ρεύματος και  $p$  ο αριθμός ζευγών των πόλων ( για ένα τύλιγμα  $p=2$ ) Οι στροφές προκύπτουν 1500.

Σε εγκαταστάσεις με μεγαλύτερες απαιτήσεις σε φορτίο και συχνή κίνηση, χρησιμοποιούνται κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα δύο ταχυτήτων. Η δεύτερη ταχύτητα επιτυγχάνεται με την χρήση δεύτερου τριφασικού τυλίγματος στον στάτη του κινητήρα. Το τύλιγμα αυτό δίνει συνήθως 8 ζεύγη πόλων. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα οι στροφές ανά λεπτό του κινητήρα με βάση την παραπάνω σχέση να είναι 375.



Σχήμα 2.19: Μονοφασικός ηλεκτροκινητήρας, ταχύτητας 0.4m/sec, 1.5kW

Η τέλεια και ομαλή λειτουργία του ανελκυστήρα επιτυγχάνεται με την χρήση κινητήρων συνεχούς ρεύματος οι οποίοι μπορούν να συνδυαστούν μονάχα με το σύστημα Ward-Leonard, το οποίο προσφέρει την απαραίτητη τροφοδοσία. Το σύστημα Ward-Leonard οδηγεί τον ανελκυστήρα εξασφαλίζει μεγάλη ποικιλία ταχυτήτων και προσφέρει πολύ απαλή εκκίνηση και πέδηση σε σημείο όπου δεν απαιτείται η χρήση μηχανικού μειωτήρα. Το βασικό χαρακτηριστικό του συστήματος ελέγχου Ward Leonard είναι η ικανότητα ομαλής μεταβολής της ταχύτητας του κινητήρα συνεχούς ρεύματος, η οποία ελέγχεται από την παρεχόμενη τάση. Σήμερα, οι κινητήρες με βραχυκυκλωμένο δρομέα διπλής ταχύτητας είναι οι επικρατέστεροι στην χρήση. Κατά την επιλογή του κινητήρα μιας εγκατάστασης, το κύριο κριτήριο είναι η ισχύς η οποία πρέπει να καλύπτει τις απαιτήσεις για κίνηση θαλάμου με πλήρες φορτίο με την επιθυμητή ταχύτητα ανόδου. Η δύναμη  $P$  που ασκείται από τον κινητήρα ισούται με το άθροισμα ωφέλιμου φορτίου συν το ίδιο βάρος του θαλάμου μείον το βάρος του αντίβαρου

Δηλαδή  $P = Q + F - G$

Εάν λάβουμε υπόψιν και το βάρος  $S$  των συρματόσχοινων ανάρτησης (χωρίς την παρουσία συρματόσχοινων αντιστάθμισης), τότε η παραπάνω σχέση γίνεται:

$$P = Q + F - G + S$$

Όμως  $G = 0.5Q + F$

Άρα η παραπάνω σχέση γίνεται

$$P = 0.5Q + S$$

Η απαιτούμενη ισχύς του κινητήρα υπολογίζεται από την σχέση

$$N = \frac{P_v}{75\eta}, \text{ σε HP}$$

Με  $v$  ταχύτητα σε m/s,  $P$  η δρώσα δύναμη σε N και  $\eta$  ο βαθμός απόδοσης της εγκατάστασης.

Ο βαθμός απόδοσης της εγκατάστασης λαμβάνεται ίσος με 0.3, τιμή αρκετά μικρότερη της πραγματικής, προκειμένου να υπάρχει υπερεπάρκεια του κινητήρα. Κατά την εκλογή κινητήρα, επιλέγεται κινητήρας με ισχύ 25% μεγαλύτερη από την απαιτούμενη έτσι ώστε να μην λειτουργεί ο κινητήρας σε περιοχή υψηλού θορύβου). Οι πίνακες των κατασκευαστών παρέχουν την ισχύ για κάθε κινητήρα και σε συνδυασμό με την διάρκεια συζεύξεως επιλέγεται ο καταλληλότερος κινητήρας για κάθε περίπτωση.

Απαραίτητες διαδικασίες που πρέπει να πραγματοποιηθούν στην συνέχεια είναι ο έλεγχος σχετικά

με:

- Την απαιτούμενη ροπή εκκίνησης υπό πλήρες φορτίο την ροπή ανατροπής του κινητήρα
- Την ροπή ανατροπής του κινητήρα ( ροπή εκκίνησης < 90% της ροπής ροπή ανατροπής)
- Τον μέγιστο επιτρεπτό αριθμό ατόμων και τον μέγιστο επιτρεπτό αριθμό ζεύξεων ανά ώρα προκειμένου να μην υπερθερμανθεί ο κινητήρας.

Στην περίπτωση που ο ανελκυστήρας χρησιμοποιείται με μεγάλη συχνότητα, επιβάλλεται η εγκατάσταση ειδικού ανεμιστήρα ψύξης, οποίος προσκολλάται στο κέλυφος του κινητήρα, για την απομάκρυνση της περιττής θερμότητας.

### 2.8.3 Μειωτήρας

Ο μειωτήρας είναι η διάταξη που μειώνει τις στροφές του ηλεκτροκινητήρα από τις 1500 rpm στις απαιτούμενες στροφές της τροχαλίας τριβής, οι οποίες δεν ξεπερνούν τις 50 rpm. Ο μειωτήρας παρεμβάλλεται ανάμεσα στον κινητήρα και την τροχαλία τριβής. Απουσία μειωτήρα θα σήμαινε χρήση κινητήρα λίγων στροφών, με συνεπακόλουθο στην αύξηση του μεγέθους και κόστους (μεγάλος αριθμός ζευγών πόντων) ή χρήση Gearless κινητήρα.

Ο Gearless κινητήρας πρόκειται για έναν υψηλής απόδοσης σύγχρονο κινητήρα με μόνιμα τοποθετημένους μαγνήτες. Η κατάργηση του μειωτήρα έχει σαν αποτέλεσμα να μειώνονται σημαντικά ο θόρυβος και οι δονήσεις, ενώ το βάρος της μηχανής είναι μικρότερο κατά 30-40% σε σύγκριση με μια παραδοσιακή με μειωτήρα. Στην περίπτωση του Gearless κινητήρα επιτυγχάνεται υψηλό επίπεδο απόδοσης.

Στην περίπτωση που γίνει χρήση μηχανής με μειωτήρα, υπάρχει η απαίτηση για σχετικά μεγάλη σχέση μετάδοσης ( $i \geq 30$ ) με μικρό όγκο και κόστος κατασκευής. Ο μειωτήρας με ατέρμονα και κορώνα με γωνία ασύμμετρων αξόνων 90 μοιρών (σχήμα 2.20), είναι μια ικανοποιητική επιλογή αφού επιτυγχάνεται λειτουργία με μειωμένους κραδασμούς και θόρυβο εφόσον υπάρχει επαρκής λίπανση. Το υλικό κατασκευής του ατέρμονα είναι ο χρωμονικελιούχος χάλυβας με επιφανειακή βαφή ενώ η κορώνα κατασκευάζεται συνήθως από φωσφορούχο ορείχαλκο για την εξασφάλιση μικρού συντελεστή τριβής στις επιφάνειες των γραναζιών. Για λόγους οικονομίας, οι άτρακτοι του ατέρμονα και της κορώνας, εδράζονται με έδρανα ολίσθησης ενώ σε ακριβότερες κατασκευές χρησιμοποιούνται έδρανα κύλισης μαζί με επιπλέον έδρανο για την παραλαβή των αξονικών δυνάμεων



Σχήμα 2.20: Μειωτήρας με ατέρμονα και κορώνα με γωνία ασύμμετρων αξόνων 90 μοιρών



#### 2.8.4 Τροχαλίες

Η τροχαλία τριβής μεταδίδει την κίνηση στον θάλαμο μέσω των συρματόσχοινων. Είναι κατασκευασμένη από χυτοσίδηρο συνήθως GG18 κατά DIN 1691 και φέρει κατάλληλες αυλακώσεις για την υποδοχή των συρματόσχοινων. Κατάλληλα προστατευτικά καλύμματα είναι απαραίτητα για την προστασία των τροχαλιών αλλά και για την αποφυγή εκτροπής του συρματόσχοινου και την αποφυγή εισόδου ξένων σωματιδίων σε αυτές. Η τροχαλία παίρνει κίνηση από την άτρακτο της κορώνας του μειωτήρα και η έδραση του άξονα της πραγματοποιείται σε έδρανα κύλισης. Η δύναμη έλξης στα δύο τμήματα του συρματόσχοινου, το οποίο τυλίγεται γύρω από την τροχαλία τριβής, προέρχεται στο ένα τμήμα από το ίδιο βάρος του θαλάμου και το ωφέλιμο φορτίο ενώ στο άλλο τμήμα προέρχεται από το βάρος των αντίβαρων. Ένα σέτ από τροχαλίες διαφορετικών διαμέτρων διακρίνεται στο [σχήμα 2.21](#)



Σχήμα 2.21: Τροχαλίες διαφορετικών διαμέτρων

Με χρήση της σχέσης του Euler μπορούμε να εξάγουμε μια σχέση σύνδεσης μεταξύ ελκόμενου αλλά και έλκοντα κλάδου της τροχαλίας του [σχήματος 2.21](#)

$$S1 = S2e^{(\mu\alpha)}$$

όπου  $S1$  είναι η δύναμη στον έλκοντα κλάδο  $S2$  η δύναμη στον ελκόμενο κλάδο,  $\mu$  είναι ο συντελεστής τριβής μεταξύ της τροχαλίας και του συρματόσχοινου και  $\alpha$  είναι το τόξο τύλιξης του συρματόσχοινου σε μοίρες πάνω στην τροχαλία. Ο συντελεστής τριβής  $\mu$  λαμβάνεται ίσος με 0.09 για τροχαλία αποτελούμενη από χυτοσίδηρο.

Η διαφορά  $U = S1 - S2 = S2(e^{(\mu\alpha)} - 1)$ , δίνει την περιφερειακή δύναμη που μεταφέρεται από την τροχαλία στο συρματόσχοινο ή αντίστροφα. Για την αύξηση της δύναμης αυτής, διαμορφώνονται κατάλληλα οι αυλακώσεις της τροχαλίας προκειμένου να αυξηθεί τεχνητά ο συντελεστής τριβής  $\mu$ . Στην πράξη ο συντελεστής  $\mu$  παραμένει σταθερός, αλλά αυξάνεται (λόγω μορφής αυλακώσεων) η δύναμη που πιέζεται το συρματόσχοινο κάθετα στα αυλάκια.

Στις περισσότερες πρακτικές εφαρμογές χρησιμοποιούνται σφηνοειδείς αυλακώσεις. Τέτοιου είδους διαμόρφωση επιτρέπει την μεταφορά μεγαλύτερης δύναμης στο συρματόσχοινο με μειονέκτημα την αυξημένη φθορά λόγω της επιφανειακής πίεσης. Η αύξηση της δύναμης μεταφοράς μπορεί να πραγματοποιηθεί με περισσότερες της μίας περιέλιξης γύρω από την τροχαλία, χρησιμοποιείται όμως μονάχα σε ειδικές περιπτώσεις. Η απαραίτητη προϋπόθεση για την εξασφάλιση της κίνησης του ανελκυστήρα εκφράζεται από την παρακάτω σχέση:

$$\frac{S1}{S2} \varphi(b) \leq e^{(f(\mu)\alpha)}$$

$$\varphi(b) = \frac{g+b}{g-b}$$

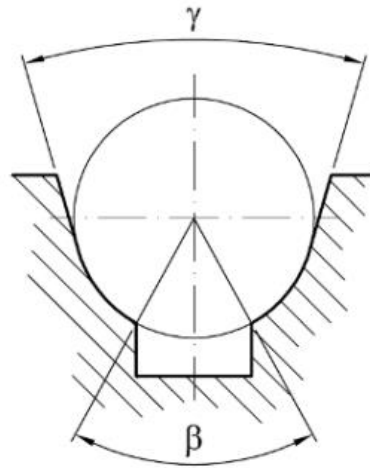
Όπου (ο όρος  $\varphi(b)$  συνήθως λαμβάνεται ίσο με 1.3 κατά την εκκίνηση και 1 κατά την σταθερή πορεία),  $g$  η επιτάχυνση της βαρύτητας,  $b$  την επιτάχυνση ή επιβράδυνση του θαλάμου κατά την κίνηση του και  $f(\mu)$  ο τεχνητός συντελεστής τριβής ο οποίος εξαρτάται από την μορφή των

$$f(\mu) = 0.09 \frac{1}{\sin \frac{\gamma}{2}}$$

αυλακώσεων και ισούται με

Όπου  $\gamma$  η γωνία του σφηνοειδούς αυλακιού σε μοίρες.

Συχνή είναι βέβαια και η χρήση ημικυκλικής αυλάκωσης με υποκοπή (σχήμα 2.22)



Σχήμα 2.22: Τροχαλία τριβής με ημικυκλικά αυλάκια με υποκοπή

Η επιφάνεια πίεσης στις αυλακώσεις είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την ζωή της τροχαλίας. Αυξημένη επιφάνεια πίεσης των συρματόσχοινων στην τροχαλία έχει ως αποτέλεσμα την μειωμένη διάρκεια ζωής της τροχαλίας. Για τροχαλίες κατασκευασμένες από χυτοσίδηρο, η επιτρεπόμενη

επιφανειακή πίεση στις αυλακώσεις είναι  $90 \text{ kp/cm}^2$  για αυλακώσεις σταθερής μορφής και  $23 \text{ kp/cm}^2$  για αυλακώσεις μη σταθερής μορφής. Η επιφανειακή πίεση για αυλακώσεις μη σταθερής μορφής (σφηνοειδή αυλάκια) υπολογίζεται ως εξής:

$$K = \frac{F+Q}{ZdD} \frac{1}{\sin(\frac{\gamma}{2})}$$

όπου  $\gamma$  είναι η γωνία σφηνοειδούς αυλακιού σε μοίρες,  $F$  το ίδιο βάρος του θαλάμου,  $Q$  το ωφέλιμο φορτίο,  $Z$  ο αριθμός συρματόσχοινων ανάρτησης,  $D$  η διάμετρος τροχαλίας &  $d$  η διάμετρος του συρματόσχοινου ανάρτησης.

Πέρα από τη μορφή των αυλακιών, σημαντική επίδραση στη λειτουργία και φθορά των συρματόσχοινων ασκεί και η γεωμετρική μορφή της εκάστοτε χρησιμοποιούμενης τροχαλίας. Η καμπτική τάση του συρματόσχοινου καθώς αυτό τυλίγεται γύρω από την τροχαλία τριβής, επηρεάζεται άμεσα από την διάμετρο της. Για την καμπτική τάση του συρματόσχοινου πάνω στην τροχαλία ισχύει ότι:

$$\sigma_b = E \frac{\delta}{D}$$

όπου  $E$  είναι το μέτρο ελαστικότητας του υλικού του συρματόσχοινου,  $D$  η διάμετρος της τροχαλίας και  $\delta$  η διάμετρος του σύρματος του συρματόσχοινου.

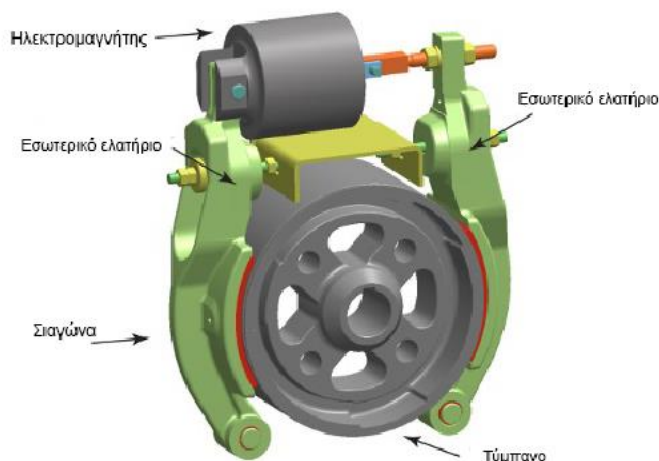


Η παραπάνω σχέση υποδεικνύει την χρήση τροχαλιών μεγάλων διαμέτρων για την μείωση της καμπτικής τάσης που ασκείται στο συρματόσχοινο. Υπέρμετρη δε αύξηση της διαμέτρου οδηγεί σε αυξημένα κόστη κατασκευής και περιττή καταπόνηση της κατασκευής λόγω μεγάλου βάρους της τροχαλίας.

Η τροχαλία παρέκκλισης είναι κατασκευασμένη από το ίδιο υλικό με την τροχαλία τριβής και έχει ως μοναδικό σκοπό την αύξηση της απόστασης μεταξύ των δύο κλάδων ανάρτησης του συρματόσχοινου, προκειμένου να είναι εφικτή η ανάρτηση του θαλάμου και του αντίβαρου μέσα στο φρεάτιο. Οι αυλακώσεις της τροχαλίας παρεκκλίσεως είναι ίδιες σε αριθμό με αυτές τις τροχαλίες τριβής. Στην περίπτωση όπου η διάμετρος της τροχαλίας τριβής είναι αρκετά μεγάλη για να διατηρείται ικανή απόσταση μεταξύ θαλάμου και αντιβάρου, η τροχαλία παρεκκλίσεως δεν έχει νόημα ύπαρξης. Στην πράξη, η τροχαλία παρέκκλισης δεν χρησιμοποιείται στην κατασκευή στην περίπτωση όπου η διάμετρος της τροχαλίας τριβής είναι περίπου ίση με την απόσταση κέντρου θαλάμου- κέντρου αντίβαρου.

### 2.8.5 Πέδη κινητήρα

Η πέδη του κινητήριου μηχανισμού (σχήμα 2.23) είναι μια πέδη τυμπάνου με δύο σιαγόνες. Το τύμπανο είναι συνδεδεμένο με τον άξονα που συνδέει κινητήρα και μειωτήρα. Όταν οι σιαγόνες κλείνουν, προκαλούν μηχανική πέδηση στην άτρακτο με την βοήθεια των ελατηρίων σύσφιξης, τα οποία μπορούν να σταματήσουν με ασφάλεια το θάλαμο ακόμη και αν αυτός είναι υπερφορτωμένος κατά 50%. Η πέδη του κινητήρα είναι ρυθμισμένη να κλείνει αυτόματα σε περίπτωση διακοπής ρεύματος ή βλάβης του κυκλώματος ελέγχου. Η πέδη του κινητήρα ρυθμίζεται με κατάλληλο τρόπο ώστε σε περίπτωση διακοπής ρεύματος, ο θάλαμος να ακινητοποιείται κατά την κάθοδο του με φορτίο έως και 25% μεγαλύτερο του ονομαστικού, μέχρι να πραγματοποιηθεί αποκατάσταση του ρεύματος στο δίκτυο.



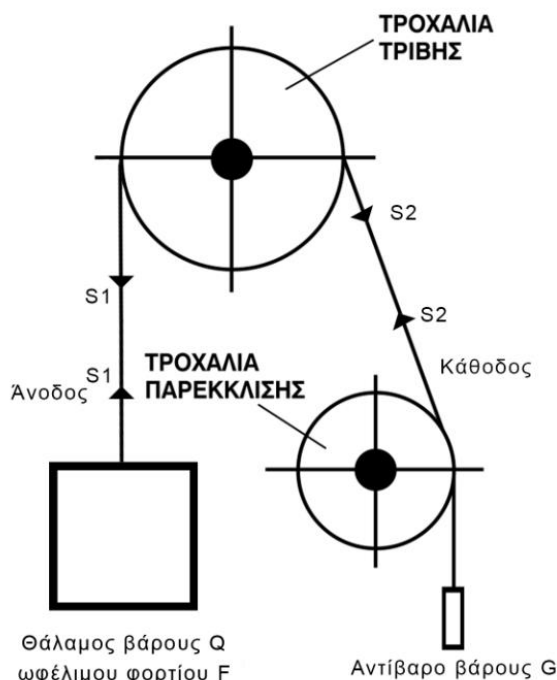
Σχήμα 2.23: Πέδη κινητήριου μηχανισμού ανελκυστήρα

Για το άνοιγμα των σιαγόνων, χρησιμοποιείται ηλεκτρομαγνήτης ο οποίος τροφοδοτείται από ρεύμα 110V ώστε να λειτουργεί αθόρυβα και χωρίς απώλειες. Η ύπαρξη του χειρομοχλού φρένου που εξασφαλίζει το προσωρινό άνοιγμα της πέδης, προκειμένου ο θάλαμος να μετακινηθεί στην πλησιέστερη στάση ώστε να απεγκλωβιστούν τα άτομα που επεμβαίνουν στο εσωτερικό του πλέον απαγορεύεται από τα νέα πρότυπα. Το διάκενο μεταξύ του τυμπάνου και των υλικών τριβής των σιαγόνων, πρέπει να είναι της τάξης των εκατοστών του χιλιοστού για την εξασφάλιση μαλακής και αθόρυβης λειτουργίας του φρένου. Το διάκενο αυτό πρέπει να μην επηρεάζεται από την λειτουργία του ελατηρίου σύσφιξης. Οποιαδήποτε ανομοιομορφία διακένου έχει ως αποτέλεσμα την μονόπλευρη φθορά των υλικών τριβής. Τα υλικά αυτά παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην λειτουργία της πέδης. Πρέπει να διατηρούν σταθερό συντελεστή τριβής ανάμεσα στην περιοχή μηδενικής και μέγιστης αναπτυσσόμενης ταχύτητας τυμπάνου. Επιπλέον ο συντελεστής τριβής δε θα πρέπει να επηρεάζεται από την αναπτυσσόμενη θερμότητα κατά την λειτουργία της πέδης.

## 2.9 Τρόποι ανάρτησης

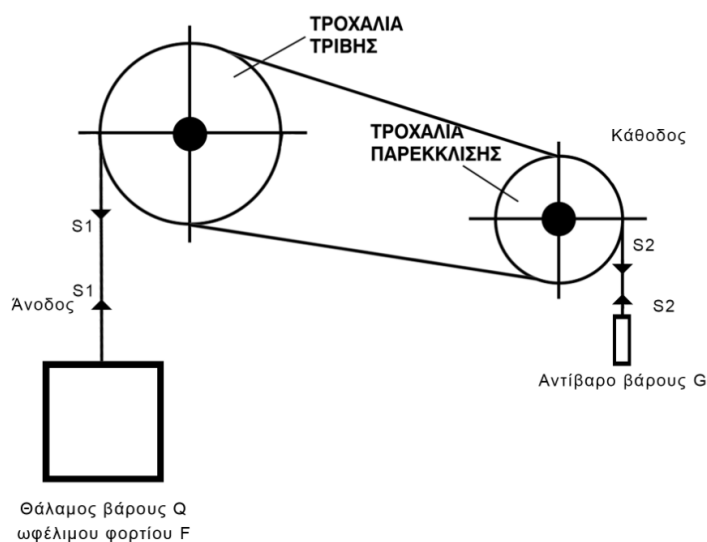
Ανάλογα με την απαιτούμενη γωνία τυλίγματος του συρματόσχοινου πάνω στις τροχαλίες και τον διαθέσιμο χώρο στο φρεάτιο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν διαφορετικές διατάξεις μεταξύ θαλάμου-τροχαλίας-συρματόσχοινου-αντιβάρων. Οι πιο συνηθισμένοι τρόποι ανάρτησης αναλύονται παρακάτω

•Απλή ανάρτηση με χρήση τροχαλίας τριβής και παρέκκλισης (σχήμα 2.24). Είναι ο πιο συνηθισμένος τρόπος ανάρτησης σε απλές εφαρμογές σε κτίρια κατοικιών. Το ωφέλιμο φορτίο που μπορεί να υποστηρίξει αυτή η διάταξη κυμαίνεται μεταξύ 800 και 1000kg και οι ταχύτητες που μπορούν να επιτευχθούν περιορίζονται μέχρι 1m/s. Αποτελεί την αποδοτικότερη λύση για τους συνήθεις ανελκυστήρες.



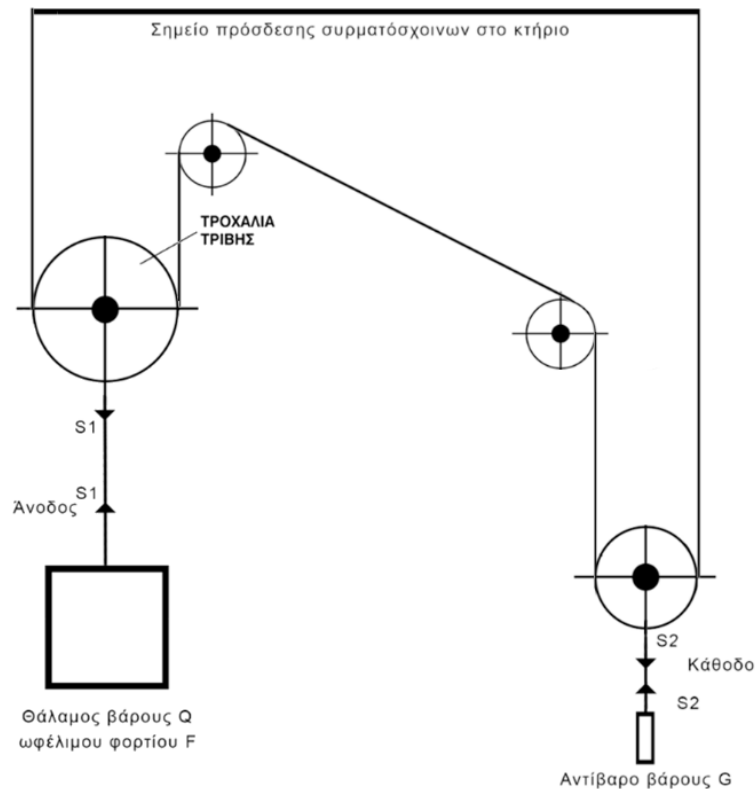
Σχήμα 2.24: Απλή ανάρτηση με χρήση τροχαλίας τριβής και παρέκκλισης

•Ανάρτηση με διπλή περιέλιξη του συρματόσχοινου πάνω στις τροχαλίες (σχήμα 2.25). Με αυτήν την μέθοδο επιτυγχάνεται αύξηση του τόξου τύλιξης του συρματόσχοινου για μεγάλα φορτία και ταχύτητες μέχρι 1m/s



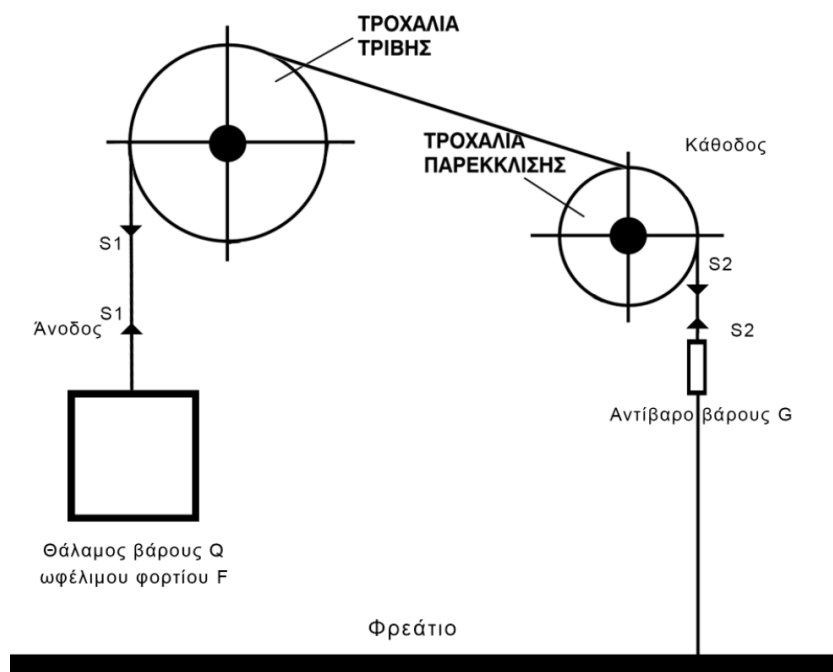
Σχήμα 2.25: Ανάρτηση με διπλή περιέλιξη του συρματόσχοινου πάνω στις τροχαλίες

Έμμεση ανάρτηση 2:1 με τροχαλία τριβής μέ ή χωρίς τροχαλία παρέκκλισης και τροχαλίες επάνω από τον θάλαμο και το αντίβαρο (σχήμα 2.26). Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται στους επιβατικούς ανελκυστήρες μεγάλου ωφέλιμου φορτίου και ταχύτητας μεγαλύτερης του 1m/sec αλλά και σε φορτηγούς ανελκυστήρες με μεγάλο ωφέλιμο φορτίο αλλά ταχύτητα έως 0.5m/sec. Στην ανάρτηση 2:1, η ικανότητα ανύψωσης διπλασιάζεται θυσιάζοντας ταχύτητα, η οποία μειώνεται στο μισό. Βρίσκει εφαρμογή σε ανελκυστήρες χωρίς μειωτήρα διότι επιτρέπει την επίτευξη επιθυμητής ταχύτητας με χρήση κινητήρα διπλάσιων στροφών απ' ότι με ανάρτηση 1:1. Η παραπάνω μέθοδος τροποποιείται κατάλληλα ώστε να επιτυγχάνεται διπλή περιέλιξη του συρματόσχοινου η οποία οδηγεί σε λιγότερη φθορά τροχαλιών και συρματόσχοινων.



Σχήμα 2.26: Έμμεση ανάρτηση 2:1 με τροχαλία τριβής μέ ή χωρίς τροχαλία παρέκκλισης και τροχαλίες επάνω από τον θάλαμο και το αντίβαρο

Όταν το ύψος του κτηρίου είναι μεγάλο και συνεπώς η διαδρομή που ακολουθεί ο ανελκυστήρας είναι μεγάλη, επιβάλλεται η χρήση συρματόσχοινων αντιστάθμισης όπως στο σχήμα 2.27. Τα συρματόσχοινα αυτά συνδέουν το κάτω μέρος του θαλάμου με το αντίβαρο μέσω μιας τροχαλίας που είναι ανεξάρτητη από τις άλλες και τοποθετείται στο κάτω μέρος του φρεατίου προκειμένου να διατηρεί υπό προένταση συνεχώς την διάταξη με τα συρματόσχοινα. Τα συρματόσχοινα αντιστάθμισης έχουν σαν αποκλειστική αποστολή να εξισορροπούν το φορτίο των συρματόσχοινων ανάρτησης προκειμένου να μην υπάρξει πρόσθετη επιβάρυνση του κινητήριου μηχανισμού του ανελκυστήρα



Σχήμα 2.27: Απλή ανάρτηση με χρήση τροχαλίας τριβής, παρέκκλισης και αντιστάθμιση αντιβάρου με συρματοσχοίνα αντιστάθμισης

## 2.10 Ηλεκτρολογική εγκατάσταση ανελκυστήρα & Συστήματα ασφαλείας

### 2.10.1 Πίνακας χειρισμού

Η ηλεκτρική ενέργεια είτε αυτή είναι τριφασική είτε μονοφασική, μεταφέρεται από τον κεντρικό πίνακα τροφοδοσίας στο μηχανοστάσιο του ανελκυστήρα και στον πίνακα χειρισμού. Ο κεντρικός πίνακας τροφοδοσίας περιλαμβάνει το γενικό διακόπτη τροφοδοσίας, τις ασφάλειες των φάσεων, θερμικό σύστημα ασφαλείας για αποφυγή υπερφόρτωσης του κινητήρα αλλά και το ηλεκτρομαγνητικό σύστημα αποτροπής βραχυκύκλωσης του κινητήρα. Ένας αγωγός γείωσης είναι συνδεδεμένος με όλα τα μεταλλικά τμήματα του πίνακα χειρισμού, του κινητήρα, του θαλάμου και των θυρών κάθε ορόφου. Η ηλεκτρική εγκατάσταση και η συνδεσμολογία γίνονται με τρόπο τέτοιο ώστε: Να αποκλείεται η κάθε σύγκυση με κυκλώματα που δεν ανήκουν στον ανελκυστήρα, οι κινήσεις του ανελκυστήρα να εξαρτώνται από μηχανισμούς ασφαλείας οι οποίοι περιλαμβάνονται σε σύστημα χειρισμού με δικές του διατάξεις ασφαλείας και οποιαδήποτε βλάβη της ηλεκτρικής εγκατάστασης να μην είναι δυνατόν να δημιουργήσει επικίνδυνη κατάσταση. Πέραν όμως του πίνακα χειρισμού, η ηλεκτρολογική εγκατάσταση περιλαμβάνει και άλλα βοηθητικά κυκλώματα όπως κυκλώματα φωτισμού, κλήσεων κλπ. Ο πίνακας χειρισμού περιέχει όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα για τη σωστή και ασφαλή λειτουργία του ανελκυστήρα. Όλα τα εξαρτήματα τοποθετούνται σε ειδικό μεταλλικό αεριζόμενο κουτί το οποίο με τη σειρά του εδράζεται στον τοίχο του μηχανοστασίου.

Τα βασικότερα εξαρτήματα και στοιχεία που περιλαμβάνονται στο μεταλλικό κουτί είναι:

- Ρελέ ισχύος για την μεταφορά της απαραίτητης ισχύος στον κινητήρα του ανελκυστήρα
- Ρελέ διαρροής για τον έλεγχο των διαρροών ρεύματος στα μεταλλικά μέρη της εγκατάστασης
- Επιτηρητής φάσεων για τον έλεγχο της σωστής διαδοχής των φάσεων του δικτύου
- Χρονικός επιτηρητής της διαδρομής του ανελκυστήρα
- Θερμικό ρελέ και ρελέ προστασίας από υπερφόρτωση κινητήρα.
- Ηλεκτρολογικές ασφάλειες των κυκλωμάτων ασφαλείας, κλήσεων, φωτισμού
- Μετασχηματιστές για τον υποβιβασμό της τάσης του ρεύματος στα κυκλώματα λειτουργίας.
- Ανορθωτές τάσης για τη μετατροπή του εναλλασσόμενου ρεύματος σε συνεχές.
- Πλακέτα οροφδιαλογέα

Η σύνδεση του ηλεκτρικού πίνακα με τον μετακινούμενο θάλαμο πραγματοποιείται με ένα ειδικό εύκαμπτο καλώδιο το οποίο αναρτάται στο πλαίσιο του θαλάμου και συνδέεται σε ειδικό κουτί στο

μέσον περίπου του ύψους των τοιχωμάτων του φρεατίου. Από εκεί μέσω ενός άλλου αγωγού, συνδέεται με τον πίνακα χειρισμού. Οι ρευματοδότες που χρησιμοποιούνται είναι τύπου 2P+PE (σούκο, [σχήμα 2.28](#)). Οι πίνακες χειρισμού ανελκυστήρα διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: Συμβατικός (μηχανικός) πίνακας και ηλεκτρονικός.

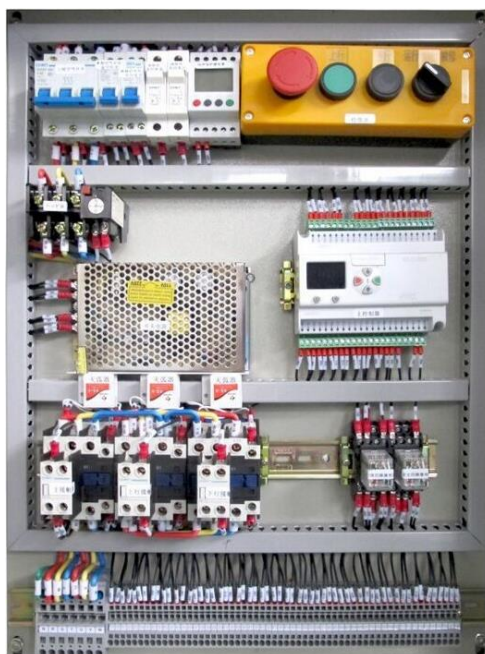


Σχήμα 2.28: Ρευματοδότης τύπου σούκο 2P+PE

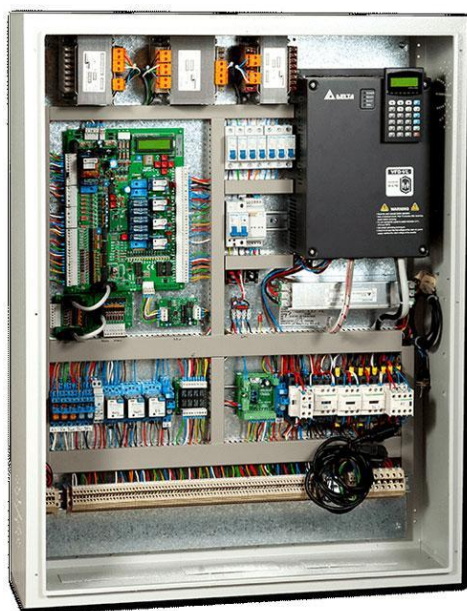
Στην περίπτωση του συμβατικού πίνακα, η διαδικασία των αυτοματισμών, ο έλεγχος των κυκλωμάτων ασφαλείας, οι κλήσεις και ο φωτισμός, πραγματοποιείται μηχανικά με τη βοήθεια ρελέ (ηλεκτρονόμων). Τα βοηθητικά πηνία σε αυτούς τους πίνακες είναι συνήθως 60V ή 110V συνεχούς ή εναλλασσόμενου ρεύματος. Ο συγκεκριμένος τύπος πίνακα πλέον δεν εγκαθίσταται σε κατασκευές και τείνει να καταργηθεί.

Οι ηλεκτρονικοί πίνακες αντικατέστησαν πλέον τους μηχανικούς. Στους ηλεκτρονικούς πίνακες ο έλεγχος του ανελκυστήρα πραγματοποιείται με προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές, οι οποίοι παραλαμβάνουν σήματα από το μηχανολογικό εξοπλισμό του ανελκυστήρα, επεξεργάζονται το σήμα και παράγουν το σήμα εξόδου από την κεντρική μονάδα επεξεργασίας προς τον εξοπλισμό του ανελκυστήρα. Η τάση λειτουργίας των πινάκων είναι κυρίως 12,24 ή 48V.

Οι ηλεκτρονικοί πίνακες έχουν δύο υποκατηγορίες, τους PLC πίνακες και τους ηλεκτρονικούς πίνακες με Inverter. Οι PLC πίνακες ([σχήμα 2.29](#)), χρησιμοποιούνται σε απαιτητικές σε ταχύτητα εγκαταστάσεις και μπορούν να συνδυαστούν με συσκευή Inverter, αλλά έχουν σαν μειονέκτημα το αυξημένο κόστος κατασκευής. Οι πίνακες με inverter ([σχήμα 2.30](#)) χρησιμοποιούν τεχνολογία ρυθμιστή στροφών inverter προκειμένου να επιτευχθεί ομαλή επιτάχυνση και επιβράδυνση του ανελκυστήρα.



Σχήμα 2.29: Πίνακας ανελκυστήρα τεχνολογίας PLC



Σχήμα 2.30: Πίνακας ανελκυστήρα Vassler με Inverter

### 2.10.2 Οροφολογίες, διακόπτες ορόφων & βοηθητικές διατάξεις ανελκυστήρα

Σε παλαιότερες εγκαταστάσεις ανελκυστήρων, ο οροφολογέας ήταν ξεχωριστή διάταξη μέσα στο μηχανοστάσιο του ανελκυστήρα και η λειτουργία του βασιζόταν σε μια μηχανική διάταξη τροχαλίας – κασάνιας που μετρούσε τη διαδρομή του θαλάμου. Όταν ο θάλαμος έφτανε στην επιθυμητή στάση, τότε ο πίνακας διέκοπτε την παροχή ρεύματος και ο θάλαμος σταματούσε. Πλέον ο οροφολογέας έχει αντικατασταθεί από μια ηλεκτρονική πλακέτα (σχήμα 2.31) που βρίσκεται στον πίνακα χειρισμού και ενημερώνεται για τις στάσεις που πρέπει να κάνει ο ανελκυστήρας σε κάθε όροφο. Πέραν των στάσεων, η πλακέτα αυτή ενημερώνεται και από ειδικούς μαγνητικούς αισθητήρες οι οποίοι βρίσκονται τοποθετημένοι στην κατακόρυφη διαδρομή που διανύει ο θάλαμος και ρυθμίζουν την εναλλαγή από την μικρή στη μεγάλη ταχύτητα και αντίστροφα.



Σχήμα 2.31: Ηλεκτρονική πλακέτα οροφωδιαλογέα

Οι διακόπτες των ορόφων (μαγνητικές επαφές) διακρίνονται σε τερματικούς διακόπτες ασφαλείας στις 2 ακραίες στάσεις του ανελκυστήρα και σε διακόπτες δύο επαφών. Οι πρώτοι τοποθετούνται στις υπερδιαδρομές του ανελκυστήρα, στις δύο ακραίες θέσεις το φρεατίου και έχουν ως σκοπό την διακοπή ρεύματος στον πίνακα χειρισμού όταν ο θάλαμος ξεπεράσει αυτές τις ακραίες θέσεις. Οι διακόπτες δύο επαφών χρησιμοποιούνται σε κάθε όροφο για να δηλώσουν την ανάγκη για στάθμευση του θαλάμου. Πέραν των διακοπών των ορόφων, τα βοηθητικά κυκλώματα του ανελκυστήρα, περιλαμβάνουν τα κυκλώματα φωτισμού θαλάμου, το κύκλωμα εσωτερικών και εξωτερικών κλήσεων, το κύκλωμα ένδειξης θέσης του θαλάμου, το κύκλωμα ενδοεπικοινωνίας σε περίπτωση κινδύνου και το κύκλωμα τροφοδοσίας της πέδης. Ο φωτισμός του θαλάμου πραγματοποιείται μέσω κυκλώματος που βρίσκεται στον πίνακα χειρισμού, και έχει τάση λειτουργίας τα 42V. Ο φωτισμός ενεργοποιείται όταν κάποιος εισέρχεται μέσα στο θάλαμο, όταν υπάρξει εξωτερική κλήση του ανελκυστήρα σε κάποιο όροφο, κατά την κίνηση του θαλάμου, και όταν ανοίγει η πόρτα θαλάμου (σε περίπτωση που ο θάλαμος αδρανεί για πολύ ώρα σε κάποιο όροφο).

Το κύκλωμα ένδειξης θέσης του θαλάμου, τροφοδοτεί όλες τις ενδείξεις στις μπουτονιέρες του θαλάμου αλλά και του φρεατίου σχετικά με την άνοδο, κάθοδο και την διαθεσιμότητα ή μή του θαλάμου. Όταν ο ανελκυστήρας δεχθεί κλήση, τότε η φωτεινή ένδειξη “κατειλημμένος” ανάβει στην εξωτερική μπουτονιέρα κάθε ορόφου ενώ παράλληλα με κατάλληλη φωτεινή ένδειξη δηλώνεται σε κάθε όροφο η κατεύθυνση κίνησης του θαλάμου και ο όροφος στον οποίο βρίσκεται στιγμιαία ο θάλαμος. Η ύπαρξη της μπουτονιέρας (σχήμα 2.32) σε κάθε όροφο έχει και ως σκοπό την κλήση του ανελκυστήρα για στάση και παραλαβή επιβατών.



Σχήμα 2.32: Εξωτερική μπουτονιέρα για κλήση του ανελκυστήρα

Στους ανελκυστήρες Collective-Selective, η μπουτονιέρα φέρει δύο κομβία, ένα για κίνηση προς τα



πάνω και ένα για κίνηση προς τα κάτω. Στο εσωτερικό του θαλάμου, υπάρχει μπουτονιέρα (σχήμα 2.33) με κομβία όσα οι στάσεις του θαλάμου, κουμπί έκτακτης ανάγκης (συναγερμό), σύστημα ηχητικής ειδοποίησης σε περίπτωση υπέρβασης του επιτρεπτού βάρους φορτίου και κατάλληλο κύκλωμα για τηλεφωνική επικοινωνία σε περίπτωση εκτάκτου ανάγκης. Το πάτημα ενός κουμπιού στην κομβιοδόχο ορόφου ή θαλάμου ενεργοποιεί το αντίστοιχο ρελέ ή ελεγκτή στον πίνακα χειρισμού, και μετά το πέρας της εντολής απενεργοποιείται ξανά. Σε περίπτωση διακοπής ρεύματος η τροφοδοσία των κυκλωμάτων πραγματοποιείται από μπαταρία.

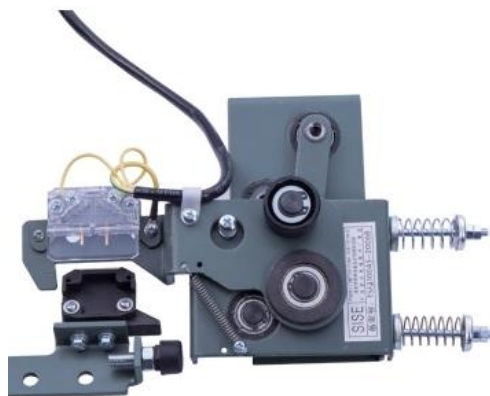


Σχήμα 2.33: Εσωτερική μπουτονιέρα (θαλάμου) ανελκυστήρα

### 2.10.3 Συστήματα ασφαλείας ανελκυστήρα

Τα συστήματα ασφαλείας έχουν ως σκοπό την εξασφάλιση της ακεραιότητας και της ασφάλειας των επιβατών. Παραδείγματα συστημάτων ασφαλείας είναι η διακοπή κίνησης του θαλάμου στην περίπτωση που ανοίξει κάποια θύρα (είτε φρεατίου είτε του θαλάμου αν υπάρχουν), η ασφάλιση των θυρών του φρεατίου όταν ο θάλαμος δεν βρίσκεται σε αυτόν τον όροφο, η συγκράτηση του θαλάμου πάνω στους οδηγούς σε περίπτωση εκτάκτου ανάγκης (θραύση συρματόσχοινου ή υπέρβαση ταχύτητας κίνησης), οι διατάξεις απεγκλωβισμού. Επιπλέον, σε κάθε ανελκυστήρα υπάρχουν εξειδικευμένα ηλεκτρικά κυκλώματα που τον ακινητοποιούν όταν ανιχνεύσουν βραχυκύκλωμα σε κάποιο εξάρτημα, υπέρταση ή υπόταση στο δίκτυο τροφοδοσίας ρεύματος, κίνηση θαλάμου πάνω από κάποιο επιτρεπτό χρονικό όριο.

Όλες οι θύρες των ορόφων πρέπει να ασφαλίζουν όταν ο θάλαμος βρίσκεται σε κίνηση. Η ασφάλιση των θυρών επιτυγχάνεται με κατάλληλη κλειδαριά η οποία εμποδίζει το άνοιγμα της θύρας εάν ο θάλαμος δεν βρίσκεται σταματημένος πίσω από αυτές. Στην περίπτωση που κάποια θύρα ανοίγει λόγω παραβίασης, ο θάλαμος είτε σταματάει ακαριαία και δεν συνεχίζει την πορεία του έως ότου κλείσει ξανά η πόρτα. Η ασφάλιση των θυρών πραγματοποιείται με ηλεκτρονική κλειδαριά (σχήμα 2.34) που τοποθετείται στο πλαίσιο κάθε πόρτας του φρεατίου και συνδέεται με το κύκλωμα ελέγχου του κινητήρα. Η κλειδαριά αποτελείται από τον πείρο ο οποίος κατά την επιλογή ορόφου εσωτερικά του θαλάμου, εισέρχεται σε κατάλληλη οπή του φύλλου της πόρτας για την ασφάλιση του φρεατίου ενώ ταυτόχρονα κλείνουν κατάλληλα μαγνητικές επαφές για την ενεργοποίηση του κυκλώματος του κινητήρα. Όταν ο θάλαμος φτάσει στον επιθυμητό όροφο και σταματήσει, τότε κατάλληλες μαγνητικές επαφές, δίνουν εντολή για απασφάλιση των θυρών μονάχα στον όροφο που βρίσκεται ο θάλαμος. Σε περιπτώσεις παλαιότερων ανελκυστήρων, τα κυκλώματα αυτά δεν ελέγχονταν ηλεκτρονικά, αλλά με τη χρήση κατάλληλων διατάξεων ηλεκτρομαγνητών και ελασμάτων, τα οποία συσπειρώνονταν και επεκτείνονταν ανάλογα με την διέγερση λόγω ηλεκτρικού φορτίου.



Σχήμα 2.34: Ηλεκτρονική κλειδαριά με πείρο για την ασφάλιση των θυρών του θαλάμου

Στην περίπτωση θραύσης των συρματόσχοινων ή υπέρβασης του ορίου ταχύτητας κίνησης του θαλάμου, ενεργοποιείται μέσω του ρυθμιστή ταχύτητας (Σχήμα 2.35), η αρπάγη ακαριαίας ή προοδευτικής πέδησης. Ο ρυθμιστής ταχύτητας είναι μια διάταξη που παρεμβαίνει και ενεργοποιεί την συσκευή της αρπάγης στην περίπτωση όπου ο θάλαμος υπερβεί κατά 15% το όριο της επιτρεπτής ταχύτητας κίνησης. Τοποθετείται πάντοτε στο πάνω μέρος του φρεατίου, στο τροχαλιοστάσιο ή στο μηχανοστάσιο και αποτελείται από τροχαλία συρματόσχοινου η οποία πέραν των αυλακώσεων για το συρματόσχοινο, φέρει εξωτερικά κυματοειδές αυλάκι πάνω στο οποίο μπορεί να ολισθαίνει μικρός τροχός. Κατάλληλες οδοντώσεις ανάσχεσης, επιτρέπουν την συγκράτηση της τροχαλίας σε περίπτωση υπέρβασης της ταχύτητας, ενώ η τριβή που αναπτύσσεται έλκει το συρματόσχοινο και ενεργοποιεί το σύστημα της αρπάγης. Για ανελκυστήρες μεγάλης ταχύτητας, χρησιμοποιείται ρυθμιστής WATT με περιστρεφόμενες μάζες. Πρόκειται για διάταξη που λειτουργεί με βάση τη φυγόκεντρη δύναμη: Όταν αυξηθεί αρκετά η ταχύτητα περιστροφής του ρυθμιστή, τότε οι μάζες ανέρχονται και ενεργοποιείται ο ρυθμιστής ταχύτητας. Το συρματόσχοινο τυλίγεται γύρω από την τροχαλία ενώ παράλληλα βρίσκεται σε προένταση με την χρήση των τροχαλιών τριβής-παρέκκλισης και του συστήματος των αντίβαρων.

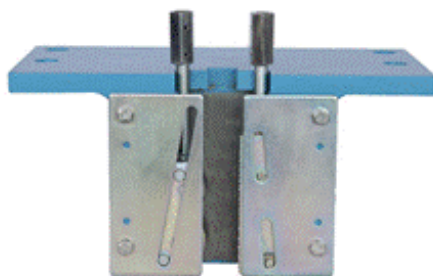


Σχήμα 2.35: Ρυθμιστής ταχύτητας

Κατά την υπέρβαση του ορίου ταχύτητας, και για ταχύτητες κίνησης έως 1m/sec, λαμβάνει χώρα ακαριαία πέδηση τύπου σφήνα. Η διάταξη ακαριαίας πέδησης αποτελείται από δύο δοκούς οι οποίες φέρουν κωνικά τεμάχια (σχήμα 2.36). Κατά την ενεργοποίηση αυτού του συστήματος, ο ρυθμιστής ταχύτητας επενεργεί μέσω του συρματόσχοινου στους οδοντωτούς σφήνες και τους συσφίγγει μεταξύ των οδηγών και των κωνικών τεμαχίων που συγκρατούνται πάνω στο πλαίσιο του θαλάμου, προκειμένου ο θάλαμος να φρενάρει πάνω στους οδηγούς.

Επειδή αυτός ο τρόπος πέδησης δημιουργεί στιγμιαία μεγάλο κρουστικό φορτίο με απότομο τρόπο, οι οδοντωτοί σφήνες έχουν πλέον αντικατασταθεί από κυλινδρικούς χάλυβα αυξημένης αντοχής, οι οποίοι παρεμβάλλονται μεταξύ των κωνικών τεμαχίων του πλαισίου και των οδηγών.

Ο ρυθμιστής ταχύτητας αποτελείται από τρία μέρη: Το πρώτο μέρος είναι το άνω μέρος διπλής ενέργειας, το οποίο και τοποθετείται στο πάνω μέρος του φρεατίου, συνήθως στο μηχανοστάσιο ή το τροχαλιοστάσιο. Πρόκειται για έναν ατέρμοντα κοχλία από ειδικό χάλυβα και έναν ελικοειδή οδοντωτό τροχό που συνοδεύεται από κατάλληλο διακόπτη ο οποίος επεμβαίνει στο ηλεκτρολογικό κύκλωμα του ανελκυστήρα για την διακοπή της λειτουργίας του στην περίπτωση που ενεργοποιείται ο ρυθμιστής ταχύτητας. Το δεύτερο μέρος είναι το συρματόσχοινο ασφαλείας διαμέτρου 6mm, το οποίο στερεώνεται στο θάλαμο του ανελκυστήρα και είναι υπεύθυνο για την ενεργοποίηση του συστήματος αρπάγης. Το τρίτο μέρος απαρτίζεται από το κάτω μέρος ή αλλιώς την τροχαλία τάνυσης η οποία τοποθετείται στην κάτω απόληξη του φρεατίου και πακτώνεται στον οδηγό του ανελκυστήρα. Στην διάταξη προστίθενται κατάλληλα υπολογισμένα αντίβαρα για την συνεχή προένταση του συρματόσχοινου ενώ κατάλληλος διακόπτης επεμβαίνει στο ηλεκτρολογικό κύκλωμα του ανελκυστήρα για την διακοπή της λειτουργίας του στην περίπτωση που ενεργοποιείται ο ρυθμιστής ταχύτητας ή στην περίπτωση που εκτρέπεται το συρματόσχοινο από την τροχαλία.



Σχήμα 2.36: Διάταξη ακαριαίας πέδησης θαλάμου

Για ταχύτητες θαλάμου μεγαλύτερες από 1m/sec, ενεργοποιείται το σύστημα προοδευτικής πέδησης (σχήμα 2.37), το οποίο αποτελείται από λαβές τύπου τσιμπιδας. Όταν το σύστημα ενεργοποιείται, τότε οι εξωτερικοί βραχίονες των λαβών σφίγγουν με ελαστικές φλάντζες τους οδηγούς. Οι εσωτερικοί βραχίονες καταλήγουν σε μικρούς τροχούς που ωθούνται δεξιά και αριστερά αντίστοιχα μέσω κωνικών σφηνών οι οποίοι κινούνται ο ένας δεξιόστροφα και ο άλλος από αριστερόστροφο σπείρωμα, τα οποία παίρνουν κίνηση από το ρυθμιστή ταχύτητας μέσω κατάλληλου βοηθητικού συρματόσχοινου. Όταν η ταχύτητα του θαλάμου γίνει υπέρμετρα μεγάλη τότε ενεργοποιείται το συρματόσχοινο του ρυθμιστή, σπάει ο σύνδεσμος με το βοηθητικό συρματόσχοινο της αρπάγης και αρχίζει να ξετυλίγεται από το τύμπανο με αποτέλεσμα να περιστρέψει μέσω του τυμπάνου, τα δύο ετερόστροφα σπείρώματα της αρπάγης.



Σχήμα 2.37: Διάταξη προοδευτικής πέδησης

Η ανοδική υπερτάχυνση του θαλάμου είναι ένας κίνδυνος που δεν λαμβάνονταν υπ' όψιν στους παλιούς ανελκυστήρες. Από το 1999 που τέθηκε σε ισχύ η Ευρωπαϊκή Οδηγία Ανελκυστήρων, όλοι οι νέοι μηχανικοί ανελκυστήρες πρέπει να εφοδιάζονται με διατάξεις που αποτρέπουν τον κίνδυνο αυτό. Ανοδική υπερτάχυνση θεωρείται η υπέρβαση της ονομαστικής ταχύτητας κίνησης του θαλάμου κατά 15%. Τα μέσα ασφαλείας που εξασφαλίζουν αποφυγή υπερτάχυνσης, ενεργούν επί

του θαλάμου (αρπάγη), του αντιβάρου (αρπάγη), των συρματοσχοινών (φρένο συρματοσχοινών) και των τροχαλίων (φρένο τροχαλίας)

Οι διατάξεις απεγκλωβισμού των επιβατών σε περίπτωση εκτάκτου ανάγκης (π.χ διακοπή ρεύματος), εξασφαλίζουν την κίνηση του θαλάμου στην πλησιέστερη στάση προς τα κάτω, προκειμένου οι επιβάτες να εξέλθουν του θαλάμου. Τέτοιες διατάξεις ασφαλείας περιλαμβάνουν κατάλληλη μπαταρία 24V για την τροφοδοσία κινητήρα συνεχούς ρεύματος, της ίδιας τάσης, για την κίνηση του θαλάμου στην πλησιέστερη στάση. Η μπαταρία φορτίζεται συνεχώς προκειμένου σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης να είναι διαθέσιμη για τον απεγκλωβισμό των επιβατών. Στην περίπτωση υδραυλικού ανελκυστήρα, η αρμόδια διάταξη απεγκλωβισμού αποτελείται από υδραυλική βαλβίδα, το άνοιγμα της οποίας (αποσυμπίεση) εξασφαλίζει κάθοδο του θαλάμου στην πλησιέστερη προς τα κάτω στάση.

## **2.11 Συντήρηση & Έλεγχος Ανελκυστήρα**

Ο έλεγχος και οι απαραίτητες δοκιμές του ανελκυστήρα πραγματοποιούνται από τα κατάλληλα πρόσωπα όπως αυτό υπαγορεύεται από το πρότυπο EN 81.2 παράγραφος 16.1 και τα ΦΕΚ 311/A/68 & 397/B/6.8.87 ενώ ο συστηματικός έλεγχος και η συντήρηση του, πρέπει να πραγματοποιείται από αρμόδιο εξουσιοδοτημένο άτομο όπως περιγράφεται στο πρότυπο EN 81.2 παράγραφος 16.3.

Ο περιοδικός έλεγχος θα πρέπει να πραγματοποιείται κάθε δύο μήνες και ο αρμόδιος συντηρητής θα πρέπει μετά το πέρας του ελέγχου να ενημερώνει το βιβλίο συντήρησης το οποίο θα πρέπει να είναι θεωρημένο από την αρμόδια επιτροπή του Υπουργείου Βιομηχανίας Ενέργειας και Τεχνολογίας. Το βιβλίο συντήρησης θα πρέπει να ενημερώνεται κάθε φορά που γίνεται έλεγχος αλλά και σε κάθε περίπτωση αποκατάστασης βλάβης ή/και αντικατάστασης εξαρτήματος. Οι περιοδικοί έλεγχοι δεν επιτρέπεται με την επανάληψή τους, να προκαλούν υπερβολική φθορά ή να καταπονούν εξαρτήματα του ανελκυστήρα οδηγώντας σε αμφιβολία για την ασφάλεια λειτουργίας του ( EN 81.1 παράγραφος E.1). Οποιαδήποτε σημαντική μετατροπή που γίνεται μετά την κατασκευή του ανελκυστήρα, πρέπει να αποφασίζεται, μελετάται και εκτελείται από αρμόδια πρόσωπα και θα πρέπει να αναγράφεται στο τεχνικό μέρος του μητρώου ή του φακέλου του ανελκυστήρα σύμφωνα με το EN 81.2 παράγραφος E.2. Επιπλέον πρέπει να αναγράφεται σε εμφανές σημείο του θαλάμου ή της εισόδου του ανελκυστήρα, πινακίδα που αναγράφει αριθμό αδείας του συνεργείου εγκατάστασης-συντήρησης αλλά και τα στοιχεία επικοινωνίας του.

### 3. ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ (MRL)

Κατά την σύνταξη της μελέτης τηρήθηκαν κανονισμοί για την εγκατάσταση και λειτουργία ανελκυστήρων προσώπων και φορτίων σύμφωνα με τα ΦΕΚ 311/Α/68 και ΦΕΚ 397/Β/6.8.87 καθώς και τα πρότυπα EN 81.2 & EN 81.5 αναφορικά με τους Κανόνες ασφάλειας για την κατασκευή και εγκατάσταση ανελκυστήρων προσώπων και φορτίων. Στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιείται τεχνική ανάλυση ενός μηχανικού ανελκυστήρα έμμεσης ανάρτησης. Αρχικά παρατίθενται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του ανελκυστήρα και έπειτα γίνεται ανάλυση απαιτήσεων για τα απαραίτητα για την κίνηση του εξαρτήματα και στη συνέχεια προσδιορίζονται οι δυνάμεις και οι τάσεις που ασκούνται στα εξαρτήματα που συμμετέχουν στην κίνηση του ανελκυστήρα. Τέλος γίνεται έλεγχος αυτών των δυνάμεων και τάσεων έτσι ώστε να ελεγχθεί αν βρίσκονται εντός των επιτρεπτών ορίων.

Ο ανελκυστήρας της μελέτης, είναι τύπου MRL (Machine room less): Πρόκειται για ανελκυστήρα του οποίου η μόνη διαφορά με έναν απλό ανελκυστήρα τριβής είναι η εξής: Η εγκατάσταση του κινητήριου μηχανισμού γίνεται συνδυαστικά εσωτερικά του φρεατίου και σε κάποιο κατάλληλο ερμάριο εφαιπτόμενο στο φρεάτιο, δεν διαθέτει δηλαδή μηχανοστάσιο, βελτιστοποιώντας τον απαιτούμενο χώρο εγκατάστασης.

#### 3.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά μηχανικού ανελκυστήρα:

Στάσεις: 8

Ανάρτηση: Έμμεση ( $C_m=2$ )

Ωφέλιμο Φορτίο:  $Q=225\text{kg}$  / 3 άτομα

Μέγεθος θαλάμου κατά την διεύθυνση x:  $D_x=740.00\text{ mm}$

Μέγεθος θαλάμου κατά την διεύθυνση y:  $D_y=840.00\text{ mm}$

Διαδρομή θαλάμου:  $I_g=20450\text{mm}$  / 20.45m

Ταχύτητα ανόδου θαλάμου:  $V_u=1.00\text{m/sec}$

Ταχύτητα καθόδου θαλάμου:  $V_d=1.00\text{m/sec}$

Ιδίο βάρος θαλάμου:  $F=530\text{kg}$

Αριθμός ιμάντων έλξης:  $N_{\text{wire}}=2$

Διάμετρος συρματιδίων ιμάντα έλξης:  $D_w=2.15\text{mm}$

Φορτίο θραύσης ιμάντων έλξης:  $F_b=4383\text{kg}$

Βάρος ιμάντων:  $W_i=10.02\text{kg}$

Βάρος εύκαμπτου καλωδίου:  $P_{\text{wire}}=6.14\text{kg}$

Διάμετρος τροχαλίας τριβής:  $D_f=86.00\text{mm}$

Διάμετρος τροχαλίας εκτροπής:  $D_p=0$

Γωνία επικάλυψης ιμάντα πάνω στην τροχαλία τριβής:  $A=180^\circ$

Αριθμός τροχαλιών που προκαλούν απλές κάμψεις:  $N_{ps}=1$

Αριθμός τροχαλιών που προκαλούν αντίστροφες κάμψεις:  $N_{pr}=0$

Διατομή οδηγού T 75 x 62 x 10:  $A_{od}=1043.00\text{mm}^2$

Αριθμός οδηγών:  $N_i=2$

Απόσταση στηριγμάτων οδηγών  $l=1300.00\text{mm}$

Διατομή αντίβαρου T 50 x 62 x 15:  $A_{cw}=473.00\text{mm}^2$

Βάρος αντίβαρου:  $G=640\text{ kg}$

Ταχύτητα ενεργοποίησης ρυθμιστή ταχύτητας:  $V_r=1.15\text{m/sec}$

Βάρος τανυστή:  $P_{ten}=50\text{kg}$

Διάμετρος συρματόσχοινου ρυθμιστή ταχύτητας:  $d_r=6.00\text{mm}$

Φορτίο θραύσης ρυθμιστή ταχύτητας:  $d_{rb}=1980\text{kg}$

Διάμετρος τροχαλίας τριβής ρυθμιστή:  $D_r=240.00\text{mm}$

Διάμετρος τροχαλίας τανυστή:  $D_{rten}=240.00\text{mm}$

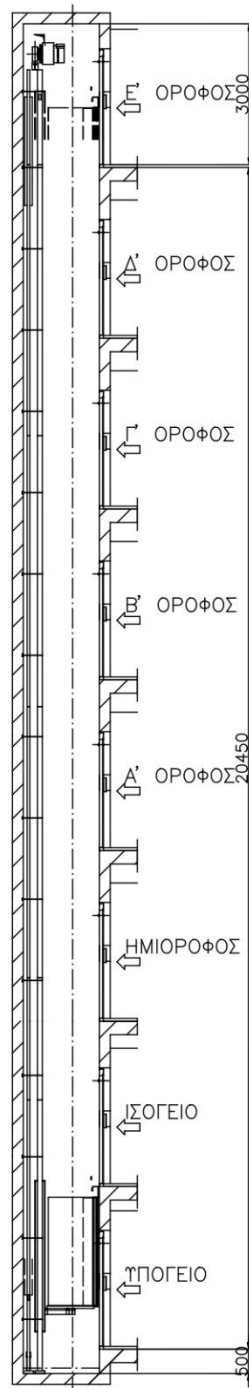
Είδος τροχαλιών ρυθμιστή: Αυλάκωση τύπου V με σκλήρυνση χωρίς υποκοπή.

Γωνία τύλιξης συρματόσχοινου πάνω στην τροχαλία του ρυθμιστή ταχύτητας:  $\alpha=180^\circ$

Γωνία υποκοπής αύλακος ή ημικυκλικής αύλακος της τροχαλίας του ρυθμιστή ταχύτητας:  $\beta=97^\circ$

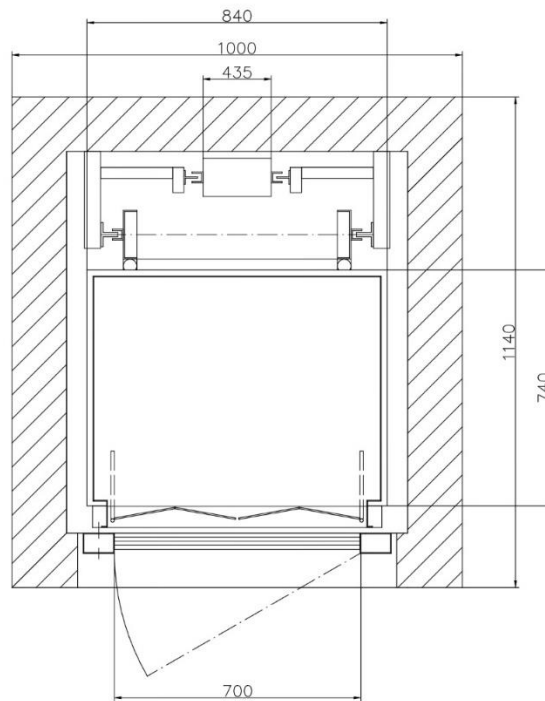
Γωνία αύλακος τροχαλίας ρυθμιστή ταχύτητας μη σταθερής μορφής:  $\gamma=35^\circ$

Αριθμός συρματόσχοινων ρυθμιστή ταχύτητας:  $N_{reg}=1$

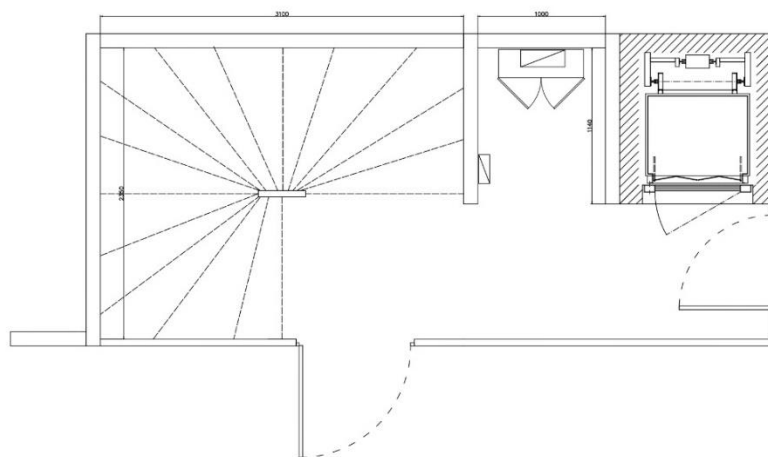


Σχήμα 3.1 : Τομή φρέατος





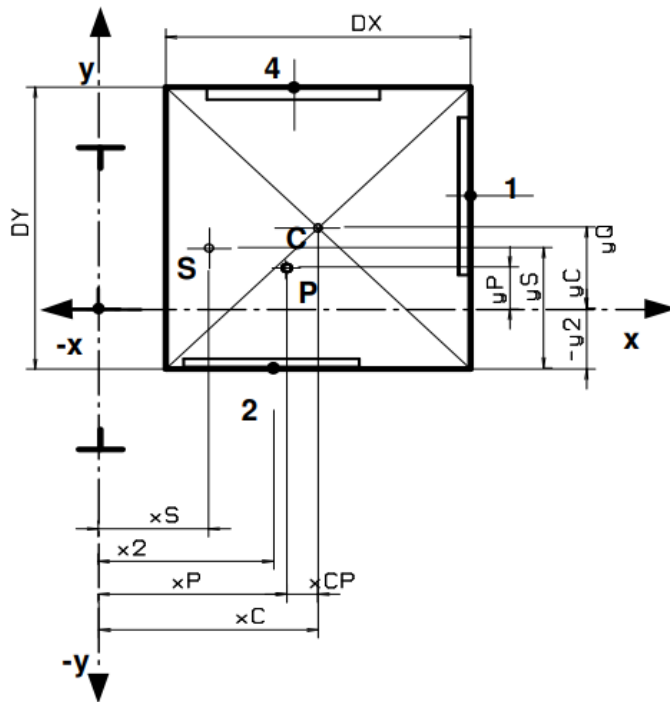
Σχήμα 3.2: Κάτοψη φρέατος



Σχήμα 3.3: Κάτοψη μηχανοστάσιου

### 3.2 Υπολογισμός οδηγών.

Οι οδηγοί της κατασκευής είναι τύπου T, διαστάσεων 75 x 62 x 10, από υλικό St37-2 κατά EN 10025. Το βάρος της καμπίνας χωρίς την πόρτα 1, ισούται με 450kg, ενώ το βάρος της πόρτας 1 ισούται με 80kg. Δηλαδή το βάρος του θαλάμου ισούται με 530kg. Η γενική κάτοψη του σχήματος 3.4, παρουσιάζει και μια δεύτερη πόρτα που δεν υπάρχει στην παρούσα κατασκευή, άρα θεωρούμε την μάζα της δεύτερης πόρτας μηδενική ( $W_{door}=0$ )



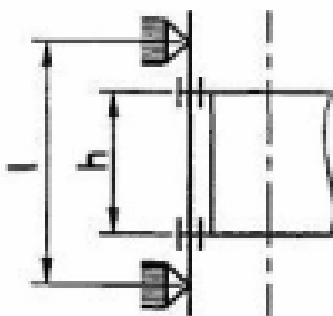
Σχήμα 3.4: Γενική Κάτοψη ανελκυστήρα

- Η θέση  $x$  του κέντρου του θαλάμου σε σχέση με τη συντεταγμένη  $x$  διατομής του οδηγού ισούται με  $X_c=520.00\text{mm}$
- Η θέση  $y$  του κέντρου του θαλάμου σε σχέση με τη συντεταγμένη  $y$  διατομής του οδηγού ισούται με  $Y_c=0\text{mm}$
- Η θέση  $x$  μάζας πλαισίου σε σχέση με τη συντεταγμένη  $x$  οδηγού ισούται με  $x_{\text{frame}}=0\text{mm}$
- Η θέση  $y$  μάζας πλαισίου σε σχέση με τη συντεταγμένη  $y$  οδηγού ισούται με  $y_{\text{frame}}=0\text{mm}$
- Η θέση  $x$  της πόρτας 1 σε σχέση με τη συντεταγμένη  $x$  οδηγού ισούται με  $X_1=940.00\text{mm}$
- Η θέση  $x$  της πόρτας 2 σε σχέση με τη συντεταγμένη  $x$  οδηγού ισούται με  $X_2=0\text{mm}$
- Η θέση  $y$  της πόρτας 1 σε σχέση με τη συντεταγμένη  $y$  οδηγού ισούται με  $Y_1=0\text{mm}$
- Η θέση  $y$  της πόρτας 2 σε σχέση με τη συντεταγμένη  $y$  οδηγού ισούται με  $Y_2=0\text{mm}$
- Θέση  $X_p$  της μάζας θαλάμου σε σχέση με τη συντεταγμένη  $x$  του οδηγού:

$$X_p = (W_{\text{car}} \cdot X_c + W_{\text{frame}} \cdot x_{\text{frame}} + W_{\text{door}} \cdot X_1 + W_{\text{door}}' \cdot X_2) / F = (450 \cdot 520.00 + 0 \cdot 0 + 80 \cdot 940 + 0 \cdot 0) / 530 = 583.39\text{mm}$$

- Θέση  $Y_p$  της μάζας θαλάμου σε σχέση με τη συντεταγμένη  $y$  του οδηγού:

$$Y_p = (W_{\text{car}} \cdot Y_c + W_{\text{frame}} \cdot y_{\text{frame}} + W_{\text{door}} \cdot Y_1 + W_{\text{door}}' \cdot Y_2) / F = (450 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 80 \cdot 0 + 0 \cdot 0) / 530 = 0\text{mm}$$

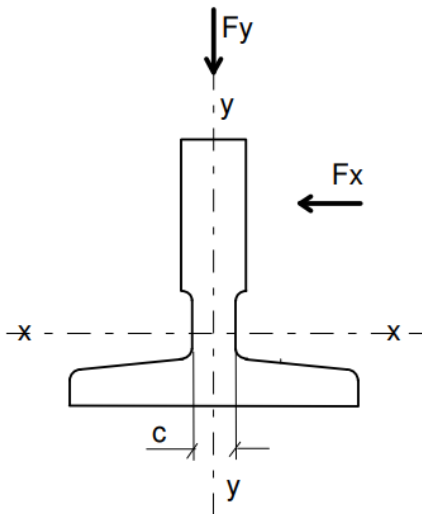


Σχήμα 3.5: Πλάγια όψη οδηγών στο φρεάτιο

- Απόσταση στηριγμάτων οδηγών  $L=1300.00\text{mm}$
- Κατακόρυφη απόσταση οδηγήσεως  $h=2650.00\text{mm}$
- Επιφάνεια της διατομής του οδηγού  $A_{\text{od}}= 1043\text{mm}^2$

- Ροπή αντίστασης της διατομής  $W_x=9290.00\text{mm}^3$
- Ροπή αντίστασης της διατομής  $W_y=7120.00\text{mm}^3$
- Ακτίνα αδράνειας  $i_y=16.00\text{mm}$
- Συντελεστής λυγρότητας  $\lambda=l/i_y=81.25$

Από πίνακες βάσει του υλικού και του  $\lambda$  λαμβάνουμε συντελεστή λυγισμού  $\omega(\lambda) = 1.577$



Σχήμα 3.6: Άξονας της τροχιάς των οδηγών

### 3.3 Περίπτωση μετατόπισης φορτίου 1/8 ως προς X

Δηλαδή:

$$X_q = X_c + D_x/8 = 612.50\text{mm}$$

$$Y_q = Y_c = 0\text{mm}$$

#### Λειτουργία συσκευής αρπάγης

Αναφορικά για την τάση κάμψεως αρπάγης πραγματοποιούνται οι εξής υπολογισμοί ( λαμβάνοντας συντελεστή κρούσης  $k_1=2.00$ )

Υπολογισμός τάσης κάμψεως  $\sigma_y$  ως προς τον άξονα Y του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης

Αρχικά υπολογίζεται η δύναμη  $F_x$

$$F_x = (k_1 \cdot 9.81 \cdot (Q \cdot X_q + F \cdot X_p)) / (n \cdot h) = (2 \cdot 9.81 \cdot (225 \cdot 612.50 + 530 \cdot 583.39)) / (2 \cdot 2650)$$

$$F_x = 1654.77 \text{ Nt.}$$

$$\text{Έπειτα } M_y = 3 \cdot F_x \cdot l / 16 = 3 \cdot 1654.77 \cdot 1300.00 / 16$$

$$M_y = 403350.18 \text{ Nt} \cdot \text{mm}$$

$$\text{Και τελικά } \sigma_y = M_y / W_y = 403350.18 / 7120.00$$

$$\sigma_y = 56.65 \text{ Nt/mm}^2$$

Υπολογισμός τάσης κάμψεως  $\sigma_x$  ως προς τον άξονα X του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης

Αρχικά υπολογίζεται η δύναμη  $F_y$

$$F_y = (k_1 \cdot 9.81 \cdot (Q \cdot Y_q + F \cdot Y_p)) / (n \cdot h / 2) = (3 \cdot 9.81 \cdot (225 \cdot 0 + 530 \cdot 0)) / (2 \cdot 2650 / 2)$$

$$F_y = 0 \text{ Nt.}$$

$$\text{Έπειτα } M_x = 3 \cdot F_y \cdot l / 16 = 3 \cdot 0 \cdot 1300.00 / 16$$

$$M_x = 0 \text{ Nt} \cdot \text{mm}$$

$$\text{Και τελικά } \sigma_x = M_x / W_x = 0.00 / 21900$$

$$\sigma_x=0 \text{ Nt/mm}^2$$

Αναφορικά με τη δύναμη λυγισμού  $F_{\text{bend}}$  και τάση λυγισμού  $\sigma_{\text{bend}}$

$$F_{\text{bend}}=(k_1 \cdot 9.81 \cdot (Q+F))/n=(2 \cdot 9.81 \cdot (225+530))/2$$

$$F_{\text{bend}}=7406.55 \text{ Nt}$$

$$\sigma_{\text{bend}}=((F_{\text{bend}}+k_3 \cdot M) \cdot \omega(\lambda))/A_{0\delta}=((7406.55+0 \cdot 0) \cdot 1.577)/1043.00$$

$$\sigma_{\text{bend}}=11.19 \text{ Nt}$$

όπου  $k_3$  συντελεστής βοηθητικών εξαρτημάτων και ισούται με 0

Αναφορικά με τη συνδυασμένη τάση  $\sigma_m$

Η επιτρεπτή μέγιστη τάση για συσκευή ακαριαίας πέδησης τύπου κυλίνδρου από υλικό St44 κατά EN 10025 ισούται με  $\sigma_{\text{επ.κυλ}}=244 \text{ Nt/mm}^2$  και η επιτρεπόμενη εκτροπή ισούται με  $\delta_{\text{επ}}=5.00 \text{ mm}$

$$\sigma_m=\sigma_x+\sigma_y=0+56.65=56.65 \text{ Nt/mm}^2$$

$$\text{Με } \sigma_m \leq \sigma_{\text{επ.κυλ}}$$

- Κάμψη αρμοκαλύπτρας

Πάχος σύνδεσης αρμοκαλύπτρας με λάμα  $c=7.00 \text{ mm}$

Ροπή αδράνειας ως προς άξονα x  $J_x=400800.00 \text{ mm}^4$

Ροπή αδράνειας ως προς άξονα y  $J_y=267000.00 \text{ mm}^4$

Η τάση  $\sigma_{\text{αρμ}}$  που ασκείται στην αρμοκαλύπτρα πρέπει να είναι μικρότερη της  $\sigma_{\text{επ.κυλ}}$  και υπολογίζεται ως εξής:

$$\sigma_{\text{αρμ}}=1.85 \cdot F_x/c^2=1.85 \cdot 1654.77/7.00^2$$

$$\sigma_{\text{αρμ}}=62.47 \text{ Nt/mm}^2$$

$$\text{Ισχύει ότι } \sigma_{\text{αρμ}} \leq \sigma_{\text{επ.κυλ}}$$

- Υπολογισμοί βελών κάμψης

$$\delta_x=0.7 \cdot (F_x \cdot I^3)/(48 \cdot E \cdot J_y)=0.7 \cdot (1654.77 \cdot 1300^3)/(48 \cdot 206010 \cdot 267000.00)$$

$$\delta_x=0.963 \text{ mm} \leq \delta_{\text{επ}}=5.00 \text{ mm}$$

Με  $E=206010 \text{ N/mm}^2$  για υλικό από St44 κατά EN 10025

$$\delta_y=0.7 \cdot (F_y \cdot I^3)/(48 \cdot E \cdot J_x)=0.7 \cdot (0 \cdot 1200^3)/(48 \cdot 206010 \cdot 267000.00)$$

$$\delta_y=0 \leq \delta_{\text{επ}}=5.00 \text{ mm}$$

Λειτουργία σε κανονική χρήση

Για τον υπολογισμό της τάσης κάμψης, ο συντελεστής λειτουργίας  $k_2$ , λαμβάνεται ίσος με 1.2

Η τάση κάμψης  $\sigma_y$  ως προς τον άξονα Y του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης υπολογίζεται ως εξής:

Αρχικά υπολογίζεται η δύναμη  $F_x$

$$F_x=(k_2 \cdot 9.81 \cdot (Q \cdot (X_q-X_s)+F \cdot (X_p-X_s)))/(n \cdot h)$$

$$F_x=(1.2 \cdot 9.81 \cdot (225 \cdot (612.50-0)+530 \cdot (583.39-0)))/(2 \cdot 2650.00)$$

$$F_x=992.86 \text{ Nt}$$

Όπου  $X_s=0 \text{ mm}$  η απόσταση του σημείου αιώρησης από τον άξονα y

$$\text{Έπειτα } M_y=3 \cdot F_x \cdot l/16=3 \cdot 992.86 \cdot 1300.00/16$$

$$M_y=242009.625 \text{ Nt} \cdot \text{mm}$$

Και τελικά  $\sigma_y = M_y/W_y = 242009.625/7120.00$   
 $\sigma_y = 33.99 \text{ Nt/mm}^2$

Υπολογισμός τάσης κάμψεως  $\sigma_x$  ως προς τον άξονα X του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης

Αρχικά υπολογίζεται η δύναμη  $F_y$

$$F_y = k_2 \cdot 9.81 \cdot (Q \cdot (Y_q - Y_s) + F \cdot (Y_p - Y_s)) / (n \cdot h/2) = 1.2 \cdot 9.81 \cdot (225 \cdot (0 - 0) + 530 \cdot (0 - 0)) / (2 \cdot 2650/2)$$

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

Όπου  $Y_s = 0 \text{ mm}$  η απόσταση του σημείου αιώρησης από τον άξονα y

$$\text{Έπειτα } M_x = 3 \cdot F_y \cdot l/16 = 3 \cdot 0 \cdot 1300.00/16$$

$$M_x = 0 \text{ Nt} \cdot \text{mm}$$

Και τελικά  $\sigma_x = M_x/W_x = 0.00/9290.00$

$$\sigma_x = 0 \text{ Nt/mm}^2$$

**Σε κανονική χρήση δεν εμφανίζονται δυνάμεις λυγισμού, άρα  $F_{\text{bend}} = 0$**

Αναφορικά με τη συνδυασμένη τάση  $\sigma_m$

Η επιτρεπτή μέγιστη τάση για συσκευή ακαριαίας πέδησης τύπου κυλίνδρου από υλικό St44 κατά DIN ισούται με  $\sigma_{\text{επ.κυλ}} = 244 \text{ Nt/mm}^2$  και η επιτρεπόμενη εκτροπή ισούται με  $\delta_{\text{επ}} = 5.00 \text{ mm}$

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y = 0 + 33.99 = 33.99 \text{ Nt/mm}^2$$

$$\text{Με } \sigma_m \leq \sigma_{\text{επ.κυλ}}$$

- Κάμψη αρμοκαλύπτρας

Πάχος σύνδεσης αρμοκαλύπτρας με λάμα  $c = 7.00 \text{ mm}$

Ροπή αδράνειας ως προς άξονα x  $J_x = 400800.00 \text{ mm}^4$

Ροπή αδράνειας ως προς άξονα y  $J_y = 267000.00 \text{ mm}^4$

Η τάση  $\sigma_{\text{αρμ}}$  που ασκείται στην αρμοκαλύπτρα πρέπει να είναι μικρότερη της  $\sigma_{\text{επ.κυλ}}$  και υπολογίζεται ως εξής:

$$\sigma_{\text{αρμ}} = 1.85 \cdot F_x / c^2 = 1.85 \cdot 992.86 / 7.00^2$$

$$\sigma_{\text{αρμ}} = 37.48 \text{ Nt/mm}^2$$

$$\text{Ισχύει ότι } \sigma_{\text{αρμ}} \leq \sigma_{\text{επ.κυλ}}$$

- Υπολογισμοί βελών κάμψης

$$\delta_x = 0.7 \cdot (F_x \cdot l^3) / (48 \cdot E \cdot J_y) = 0.7 \cdot (2187.45 \cdot 1300^3) / (48 \cdot 206010 \cdot 578000.00)$$

$$\delta_x = 0.58 \text{ mm} \leq \delta_{\text{επ}} = 5.00 \text{ mm}$$

Με  $E = 206010 \text{ N/mm}^2$  για υλικό από St44 κατά EN 10025

$$\delta_y = 0.7 \cdot (F_y \cdot l^3) / (48 \cdot E \cdot J_x) = 0.7 \cdot (0 \cdot 1300^3) / (48 \cdot 206010 \cdot 1030000.00)$$

$$\delta_y = 0 \leq \delta_{\text{επ}} = 5.00 \text{ mm}$$

### **Φόρτωση σε κανονική χρήση**

Για τον υπολογισμό της τάσης κάμψης, ο συντελεστής λειτουργίας  $k_2$ , λαμβάνεται ίσος με 1.2

Η τάση κάμψης  $\sigma_y$  ως προς τον άξονα Y του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης υπολογίζεται ως εξής:

Αρχικά υπολογίζεται η δύναμη  $F_x$

$$F_x = (F \cdot (X_p - X_s) + F_s \cdot (X_1 - X_s)) / (n \cdot h)$$

$$\text{Με } F_s = 0.40 \cdot 9.81 \cdot Q = 0.40 \cdot 9.81 \cdot 225 = 882.90 \text{ Nt}$$

$$\text{Άρα: } F_x = (9.81 \cdot 530 \cdot (583.39 - 0) + 882.90 \cdot (940.00 - 0)) / (2 \cdot 2650)$$

$$F_x = 728.89 \text{ Nt}$$

Όπου  $X_s = 0 \text{ mm}$  η απόσταση του σημείου αιώρησης από τον άξονα  $y$

$$\text{Έπειτα } M_y = 3 \cdot F_x \cdot l / 16 = 3 \cdot 728.89 \cdot 1300.00 / 16$$

$$M_y = 177666.93 \text{ Nt} \cdot \text{mm}$$

$$\text{Και τελικά } \sigma_y = M_y / W_y = 177666.93 / 7120.00$$

$$\sigma_y = 24.95 \text{ Nt/mm}^2$$

Υπολογισμός τάσης κάμψεως  $\sigma_x$  ως προς τον άξονα  $X$  του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης

Αρχικά υπολογίζεται η δύναμη  $F_y$

$$F_y = 9.81 \cdot (F \cdot (Y_p - Y_s) + F_s \cdot (Y_1 - Y_s)) / (n \cdot h / 2) = 9.81 \cdot (530 \cdot (0 - 0) + 882.90 \cdot (0 - 0)) / (2 \cdot 2650 / 2)$$

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

Όπου  $Y_s = 0 \text{ mm}$  η απόσταση του σημείου αιώρησης από τον άξονα  $y$

$$\text{Έπειτα } M_x = 3 \cdot F_y \cdot l / 16 = 3 \cdot 0 \cdot 1300.00 / 16$$

$$M_x = 0 \text{ Nt} \cdot \text{mm}$$

$$\text{Και τελικά } \sigma_x = M_x / W_x = 0.00 / 9290$$

$$\sigma_x = 0 \text{ Nt/mm}^2$$

**Σε κανονική χρήση δεν εμφανίζονται δυνάμεις λυγισμού, άρα  $F_{\text{bend}} = 0$**

Αναφορικά με τη συνδυασμένη τάση  $\sigma_m$

Η επιτρεπτή μέγιστη τάση για συσκευή ακαριαίας πέδησης τύπου κυλίνδρου από υλικό St44 κατά EN 10025 ισούται με  $\sigma_{\text{επ.κυλ}} = 244 \text{ Nt/mm}^2$  και η επιτρεπόμενη εκτροπή ισούται με  $\delta_{\text{επ}} = 5.00 \text{ mm}$

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y = 0 + 24.95 = 24.95 \text{ Nt/mm}^2$$

$$\text{Με } \sigma_m \leq \sigma_{\text{επ.κυλ}}$$

- Κάμψη αρμοκαλύπτρας

Πάχος σύνδεσης αρμοκαλύπτρας με λάμα  $c = 7.00 \text{ mm}$

Ροπή αδράνειας ως προς άξονα  $x$   $J_x = 400800.00 \text{ mm}^4$

Ροπή αδράνειας ως προς άξονα  $y$   $J_y = 267000.00 \text{ mm}^4$

Η τάση  $\sigma_{\text{αρμ}}$  που ασκείται στην αρμοκαλύπτρα πρέπει να είναι μικρότερη της  $\sigma_{\text{επ.κυλ}}$  και υπολογίζεται ως εξής:

$$\sigma_{\text{αρμ}} = 1.85 \cdot F_x / c^2 = 1.85 \cdot 728.89 / 7.00^2$$

$$\sigma_{\text{αρμ}} = 27.51 \text{ Nt/mm}^2$$

$$\text{Ισχύει ότι } \sigma_{\text{αρμ}} \leq \sigma_{\text{επ.κυλ}}$$

- Υπολογισμοί βελών κάμψης

$$\delta_x = 0.7 \cdot (F_x \cdot l^3) / (48 \cdot E \cdot J_y) = 0.7 \cdot (728.89 \cdot 1300^3) / (48 \cdot 206010 \cdot 267000.00)$$

$$\delta_x = 0.42 \text{ mm} \leq \delta_{\text{επ}} = 5.00 \text{ mm}$$

Με  $E = 206010 \text{ N/mm}^2$  για υλικό από St44 κατά EN 10025



$$\delta_y = 0.7 \cdot (F_y \cdot I^3) / (48 \cdot E \cdot J_x) = 0.7 \cdot (0 \cdot 1300^3) / (48 \cdot 206010 \cdot 400800.00)$$

$$\delta_y = 0 \leq \delta_{\text{επ}} = 5.00 \text{ mm}$$

### 3.4 Περίπτωση μετατόπισης φορτίου 1/8 ως προς Υ

Δηλαδή:

$$X_q = X_c = 520.00 \text{ mm}$$

$$Y_q = Y_c + D_y/8 = 105.00 \text{ mm}$$

#### Λειτουργία συσκευής αρπάγης

Αναφορικά για την τάση κάμψεως αρπάγης πραγματοποιούνται οι εξής υπολογισμοί ( λαμβάνοντας συντελεστή κρούσης  $k_1=2.00$ )

Υπολογισμός τάσης κάμψεως  $\sigma_y$  ως προς τον άξονα Υ του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης

Αρχικά υπολογίζεται η δύναμη  $F_x$

$$F_x = (k_1 \cdot 9.81 \cdot (Q \cdot X_q + F \cdot X_p)) / (n \cdot h) = (2 \cdot 9.81 \cdot (225 \cdot 520.00 + 530 \cdot 583.39)) / (2 \cdot 2650)$$

$$F_x = 1577.73 \text{ Nt.}$$

$$\text{Έπειτα } M_y = 3 \cdot F_x \cdot l / 16 = 3 \cdot 1577.73 \cdot 1300.00 / 16$$

$$M_y = 384571.68 \text{ Nt} \cdot \text{mm}$$

$$\text{Και τελικά } \sigma_y = M_y / W_y = 384571.68 / 7120.00$$

$$\sigma_y = 54.01 \text{ Nt/mm}^2$$

Υπολογισμός τάσης κάμψεως  $\sigma_x$  ως προς τον άξονα Χ του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης

Αρχικά υπολογίζεται η δύναμη  $F_y$

$$F_y = (k_1 \cdot 9.81 \cdot (Q \cdot Y_q + F \cdot Y_p)) / (n \cdot h/2) = (2 \cdot 9.81 \cdot (225 \cdot 105.00 + 530 \cdot 0)) / (2 \cdot 2650/2)$$

$$F_y = 174.91 \text{ Nt.}$$

$$\text{Έπειτα } M_x = 3 \cdot F_y \cdot l / 16 = 3 \cdot 174.91 \cdot 1300.00 / 16$$

$$M_x = 42634.31 \text{ Nt} \cdot \text{mm}$$

$$\text{Και τελικά } \sigma_x = M_x / W_x = 42634.31 / 9290.00$$

$$\sigma_x = 4.58 \text{ Nt/mm}^2$$

Αναφορικά με τη δύναμη λυγισμού  $F_{\text{bend}}$  και τάση λυγισμού  $\sigma_{\text{bend}}$

$$F_{\text{bend}} = (k_1 \cdot 9.81 \cdot (Q + F)) / n = (2 \cdot 9.81 \cdot (225 + 530)) / 2$$

$$F_{\text{bend}} = 7406.55 \text{ Nt}$$

$$\sigma_{\text{bend}} = ((F_{\text{bend}} + k_3 \cdot M) \cdot \omega(\lambda)) / A_{00} = ((7406.55 + 0 \cdot 0) \cdot 1.577) / 1043.00$$

$$\sigma_{\text{bend}} = 11.19 \text{ Nt}$$

όπου  $k_3$  συντελεστής βοηθητικών εξαρτημάτων και ισούται με 0

Αναφορικά με τη συνδυασμένη τάση  $\sigma_m$

Η επιτρεπτή μέγιστη τάση για συσκευή ακαριαίας πέδησης τύπου κυλίνδρου από υλικό St44 κατά EN 10025 ισούται με  $\sigma_{\text{επ.κυλ}} = 244 \text{ Nt/mm}^2$  και η επιτρεπόμενη εκτροπή ισούται με  $\delta_{\text{επ}} = 5.00 \text{ mm}$

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y = 4.58 + 54.01 = 58.59 \text{ Nt/mm}^2$$

$$Mε \sigma_m \leq \sigma_{\epsilon\pi\kappa\upsilon\lambda}$$

- Κάμψη αρμοκαλύπτρας

Πάχος σύνδεσης αρμοκαλύπτρας με λάμα  $c=7.00\text{mm}$

Ροπή αδράνειας ως προς άξονα  $x$   $J_x=400800.00\text{mm}^4$

Ροπή αδράνειας ως προς άξονα  $y$   $J_y=267000.00\text{mm}^4$

Η τάση  $\sigma_{\alpha\rho\mu}$  που ασκείται στην αρμοκαλύπτρα πρέπει να είναι μικρότερη της  $\sigma_{\epsilon\pi\kappa\upsilon\lambda}$  και υπολογίζεται ως εξής:

$$\sigma_{\alpha\rho\mu}=1.85 \cdot F_x / c^2 = 1.85 \cdot 1577.73 / 7.00^2$$

$$\sigma_{\alpha\rho\mu}=59.56 \text{ Nt/mm}^2$$

Ισχύει ότι  $\sigma_{\alpha\rho\mu} \leq \sigma_{\epsilon\pi\kappa\upsilon\lambda}$

- Υπολογισμοί βελών κάμψης

$$\delta_x = 0.7 \cdot (F_x \cdot l^3) / (48 \cdot E \cdot J_y) = 0.7 \cdot (1577.73 \cdot 1300^3) / (48 \cdot 206010 \cdot 267000.00)$$

$$\delta_x = 0.919\text{mm} \leq \delta_{\epsilon\pi} = 5.00\text{mm}$$

Με  $E=206010 \text{ N/mm}^2$  για υλικό από St44 κατά EN 10025

$$\delta_y = 0.7 \cdot (F_y \cdot l^3) / (48 \cdot E \cdot J_x) = 0.7 \cdot (174.91 \cdot 1300^3) / (48 \cdot 206010 \cdot 400800.00)$$

$$\delta_y = 0.068 \leq \delta_{\epsilon\pi} = 5.00\text{mm}$$

### Λειτουργία σε κανονική χρήση

Για τον υπολογισμό της τάσης κάμψης, ο συντελεστής λειτουργίας  $k_2$ , λαμβάνεται ίσος με 1.2

- Η τάση κάμψης  $\sigma_y$  ως προς τον άξονα  $Y$  του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης υπολογίζεται ως εξής:

Αρχικά υπολογίζεται η δύναμη  $F_x$

$$F_x = (k_2 \cdot 9.81 \cdot (Q \cdot (X_q - X_s) + F \cdot (X_p - X_s))) / (n \cdot h)$$

$$F_x = (1.2 \cdot 9.81 \cdot (225 \cdot (520.00 - 0) + 530 \cdot (583.39 - 0))) / (2 \cdot 2650)$$

$$F_x = 946.63 \text{ Nt}$$

Όπου  $X_s=0\text{mm}$  η απόσταση του σημείου αιώρησης από τον άξονα  $y$

$$\text{Έπειτα } M_y = 3 \cdot F_x \cdot l / 16 = 3 \cdot 946.63 \cdot 1300.00 / 16$$

$$M_y = 230741.06 \text{ Nt} \cdot \text{mm}$$

$$\text{Και τελικά } \sigma_y = M_y / W_y = 230741.06 / 7120.00$$

$$\sigma_y = 32.40 \text{ Nt/mm}^2$$

Υπολογισμός τάσης κάμψεως  $\sigma_x$  ως προς τον άξονα  $X$  του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης

Αρχικά υπολογίζεται η δύναμη  $F_y$

$$F_y = k_2 \cdot 9.81 \cdot (Q \cdot (Y_q - Y_s) + F \cdot (Y_p - Y_s)) / (n \cdot h / 2) = 1.2 \cdot 9.81 \cdot (225 \cdot (105.00 - 0) + 530 \cdot (0 - 0)) / (2 \cdot 2650 / 2)$$

$$F_y = 104.94 \text{ Nt}$$

Όπου  $Y_s=0\text{mm}$  η απόσταση του σημείου αιώρησης από τον άξονα  $y$

$$\text{Έπειτα } M_x = 3 \cdot F_y \cdot l / 16 = 3 \cdot 104.94 \cdot 1300.00 / 16$$

$$M_x = 25579.12 \text{ Nt} \cdot \text{mm}$$

$$\text{Και τελικά } \sigma_x = M_x / W_x = 25579.1 / 9290.00$$

$$\sigma_x = 2.75 \text{ Nt/mm}^2$$

**Σε κανονική χρήση δεν εμφανίζονται δυνάμεις λυγισμού, άρα  $F_{bend}=0$**

Αναφορικά με τη συνδυασμένη τάση  $\sigma_m$

Η επιτρεπτή μέγιστη τάση για συσκευή ακαριαίας πέδησης τύπου κυλίνδρου από υλικό St44 κατά EN 10025 ισούται με  $\sigma_{\text{επ.κυλ}}=244 \text{ Nt/mm}^2$  και η επιτρεπόμενη εκτροπή ισούται με  $\delta_{\text{επ}}=5.00 \text{ mm}$

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y = 2.75 + 32.40 = 35.15 \text{ Nt/mm}^2$$

$$\text{Με } \sigma_m \leq \sigma_{\text{επ.κυλ}}$$

- Κάμψη αρμοκαλύπτρας

Πάχος σύνδεσης αρμοκαλύπτρας με λάμα  $c=7.00 \text{ mm}$

Ροπή αδράνειας ως προς άξονα x  $J_x=400800.00 \text{ mm}^4$

Ροπή αδράνειας ως προς άξονα y  $J_y=267000.00 \text{ mm}^4$

Η τάση  $\sigma_{\text{αρμ}}$  που ασκείται στην αρμοκαλύπτρα πρέπει να είναι μικρότερη της  $\sigma_{\text{επ.κυλ}}$  και υπολογίζεται ως εξής:

$$\sigma_{\text{αρμ}} = 1.85 \cdot F_x / c^2 = 1.85 \cdot 946.63 / 7.00^2$$

$$\sigma_{\text{αρμ}} = 35.74 \text{ Nt/mm}^2$$

$$\text{Ισχύει ότι } \sigma_{\text{αρμ}} \leq \sigma_{\text{επ.κυλ}}$$

- Υπολογισμοί βελών κάμψης

$$\delta_x = 0.7 \cdot (F_x \cdot l^3) / (48 \cdot E \cdot J_y) = 0.7 \cdot (946.63 \cdot 1300^3) / (48 \cdot 206010 \cdot 267000.00)$$

$$\delta_x = 0.55 \text{ mm} \leq \delta_{\text{επ}} = 5.00 \text{ mm}$$

Με  $E=206010 \text{ N/mm}^2$  για υλικό από St44 κατά EN 10025

$$\delta_y = 0.7 \cdot (F_y \cdot l^3) / (48 \cdot E \cdot J_x) = 0.7 \cdot (104.94 \cdot 1300^3) / (48 \cdot 206010 \cdot 400800.00)$$

$$\delta_y = 0.04 \leq \delta_{\text{επ}} = 5.00 \text{ mm}$$

### **Φόρτωση σε κανονική χρήση**

Για τον υπολογισμό της τάσης κάμψης, ο συντελεστής λειτουργίας  $k_2$ , λαμβάνεται ίσος με 1.2

Η τάση κάμψης  $\sigma_y$  ως προς τον άξονα Y του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης υπολογίζεται ως εξής:

Αρχικά υπολογίζεται η δύναμη  $F_x$

$$F_x = (F \cdot (X_p - X_s) + F_s \cdot (X_1 - X_s)) / (n \cdot h)$$

$$\text{Με } F_s = 0.40 \cdot 9.81 \cdot Q = 0.40 \cdot 9.81 \cdot 225 = 882.9 \text{ Nt}$$

$$\text{Άρα: } F_x = (9.81 \cdot 530 \cdot (583.39 - 0) + 882.9 \cdot (940.00 - 0)) / (2 \cdot 2650)$$

$$F_x = 728.89 \text{ Nt}$$

Όπου  $X_s=0 \text{ mm}$  η απόσταση του σημείου αιώρησης από τον άξονα y

$$\text{Έπειτα } M_y = 3 \cdot F_x \cdot l / 16 = 3 \cdot 728.89 \cdot 1300.00 / 16$$

$$M_y = 177666.93 \text{ Nt} \cdot \text{mm}$$

$$\text{Και τελικά } \sigma_y = M_y / W_y = 177666.93 / 7120.00$$

$$\sigma_y = 24.93 \text{ Nt/mm}^2$$

Υπολογισμός τάσης κάμψεως  $\sigma_x$  ως προς τον άξονα X του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης

Αρχικά υπολογίζεται η δύναμη  $F_y$

$$F_y = 9.81 \cdot (F \cdot (Y_p - Y_s) + F_s(Y_1 - Y_s)) / (n \cdot h/2) = 9.81 \cdot (530 \cdot (0-0) + 882.9 \cdot (0-0)) / (2 \cdot 2650/2)$$

$$F_y = 0 \text{ Nt}$$

Όπου  $Y_s = 0 \text{ mm}$  η απόσταση του σημείου αιώρησης από τον άξονα  $y$

$$\text{Έπειτα } M_x = 3 \cdot F_y \cdot l/16 = 3 \cdot 0 \cdot 1300.00/16$$

$$M_x = 0 \text{ Nt} \cdot \text{mm}$$

$$\text{Και τελικά } \sigma_x = M_x/W_x = 0/9290.000$$

$$\sigma_x = 0 \text{ Nt/mm}^2$$

**Σε κανονική χρήση δεν εμφανίζονται δυνάμεις λυγισμού, άρα  $F_{\text{bend}} = 0$**

Αναφορικά με τη συνδυασμένη τάση  $\sigma_m$

Η επιτρεπτή μέγιστη τάση για συσκευή ακαριαίας πέδησης τύπου κυλίνδρου από υλικό St44 κατά EN 10025 ισούται με  $\sigma_{\text{επ.κυλ}} = 244 \text{ Nt/mm}^2$  και η επιτρεπόμενη εκτροπή ισούται με  $\delta_{\text{επ}} = 5.00 \text{ mm}$

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y = 0 + 24.93 = 24.93 \text{ Nt/mm}^2$$

$$\text{Με } \sigma_m \leq \sigma_{\text{επ.κυλ}}$$

- Κάμψη αρμοκαλύπτρας

Πάχος σύνδεσης αρμοκαλύπτρας με λάμα  $c = 7.00 \text{ mm}$

Ροπή αδράνειας ως προς άξονα  $x$   $J_x = 400800.00 \text{ mm}^4$

Ροπή αδράνειας ως προς άξονα  $y$   $J_y = 267000.00 \text{ mm}^4$

Η τάση  $\sigma_{\text{αρμ}}$  που ασκείται στην αρμοκαλύπτρα πρέπει να είναι μικρότερη της  $\sigma_{\text{επ.κυλ}}$  και υπολογίζεται ως εξής:

$$\sigma_{\text{αρμ}} = 1.85 \cdot F_x/c^2 = 1.85 \cdot 728.897/7.00^2$$

$$\sigma_{\text{αρμ}} = 27.51 \text{ Nt/mm}^2$$

$$\text{Ισχύει ότι } \sigma_{\text{αρμ}} \leq \sigma_{\text{επ.κυλ}}$$

- Υπολογισμοί βελών κάμψης

$$\delta_x = 0.7 \cdot (F_x \cdot l^3) / (48 \cdot E \cdot J_y) = 0.7 \cdot (728.897 \cdot 1300^3) / (48 \cdot 206010 \cdot 267000.00)$$

$$\delta_x = 0.42 \text{ mm} \leq \delta_{\text{επ}} = 5.00 \text{ mm}$$

Με  $E = 206010 \text{ N/mm}^2$  για υλικό από St44 κατά EN 10025

$$\delta_y = 0.7 \cdot (F_y \cdot l^3) / (48 \cdot E \cdot J_x) = 0.7 \cdot (0 \cdot 1300^3) / (48 \cdot 206010 \cdot 400800.00)$$

$$\delta_y = 0 \leq \delta_{\text{επ}} = 5.00 \text{ mm}$$

### 3.5 Υπολογισμός οδηγών αντίβαρου

Βάρος αντίβαρου :  $G = 640 \text{ kg}$  με διαστάσεις  $T 50 \times 50 \times 5$  ( Η κατασκευή διαθέτει  $n_{\text{cw}} = 2$  αντίβαρα )

Οδηγοί αντίβαρου τύπου L 125 υλικού St44 κατά EN 10025 ( $E = 206010 \text{ N/mm}^2$ ) με  $\sigma_{\text{επ.κυλ}} = 244 \text{ Nt/mm}^2$  και επιτρεπόμενη εκτροπή ισούται με  $\delta_{\text{επ}} = 5.00 \text{ mm}$

Διατομή οδηγών αντίβαρου:  $A_{\text{cw}} = 473.00 \text{ mm}^2$

Αριθμός οδηγών αντίβαρου:  $N_r = 2$

Απόσταση στηριγμάτων οδηγών αντίβαρου:  $l = 1300.00 \text{ mm}$

Κατακόρυφη απόσταση οδήγησης αντίβαρου:  $h = 2650.00 \text{ mm}$

Ακτίνα αδράνειας  $i_y = 10.54$

Υπολογισμοί για κανονική χρήση-λειτουργία

Για τον υπολογισμό της τάσης κάμψης, ο συντελεστής λειτουργίας  $k_2$ , λαμβάνεται ίσος με 1.2

Η τάση κάμψης  $\sigma_y$  ως προς τον άξονα Y του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης υπολογίζεται ως εξής:

Αρχικά υπολογίζεται η δύναμη  $F_{Gx}$

$$F_{Gx} = (k_2 \cdot 9.81 \cdot G \cdot X_g) / (n_{cw} \cdot h)$$

$$F_{Gx} = (1.2 \cdot 9.81 \cdot 640.00 \cdot 15.00) / (2 \cdot 2650.00)$$

$$F_{Gx} = 21.32 \text{ Nt}$$

$$\text{Έπειτα } M_{Gy} = 3 \cdot F_{Gx} \cdot l / 16 = 3 \cdot 21.32 \cdot 1300.00 / 16$$

$$M_{Gy} = 5196.75 \text{ Nt} \cdot \text{mm}$$

$$\text{Και τελικά } \sigma_y = M_{Gy} / W_{Gy} = 5196.75 / 2100.00$$

$$\sigma_y = 2.47 \text{ Nt/mm}^2$$

Υπολογισμός τάσης κάμψεως  $\sigma_x$  ως προς τον άξονα X του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης

Αρχικά υπολογίζεται η δύναμη  $F_{Gy}$

$$F_{Gy} = (k_2 \cdot 9.81 \cdot G \cdot Y_g) / (n_{cw} \cdot h)$$

$$F_{Gy} = (1.2 \cdot 9.81 \cdot 640.00 \cdot 25.00) / (2 \cdot 2650.00 / 2)$$

$$F_{Gy} = 71.07 \text{ Nt}$$

$$\text{Έπειτα } M_x = 3 \cdot F_{Gy} \cdot l / 16 = 3 \cdot 71.07 \cdot 1300.00 / 16$$

$$M_x = 17323.31 \text{ Nt} \cdot \text{mm}$$

$$\text{Και τελικά } \sigma_x = M_x / W_x = 17323.31 / 3090.00$$

$$\sigma_x = 5.60 \text{ Nt/mm}^2$$

όπου

$$\text{Ροπή αντίστασης της διατομής αντίβαρου } W_{Gx} = 3090.00 \text{ mm}^3$$

$$\text{Ροπή αντίστασης της διατομής αντίβαρου } W_{Gy} = 2100.00 \text{ mm}^3$$

**Σε κανονική χρήση δεν εμφανίζονται δυνάμεις λυγισμού στα αντίβαρα, άρα  $F_{\text{bend}} = 0$**

Αναφορικά με τη συνδυασμένη τάση  $\sigma_m$

Η επιτρεπτή μέγιστη τάση για συσκευή ακαριαίας πέδησης τύπου κυλίνδρου από υλικό St44 κατά EN 10025 ισούται με  $\sigma_{\text{επ.κυλ}} = 244 \text{ Nt/mm}^2$  και η επιτρεπόμενη εκτροπή ισούται με  $\delta_{\text{επ}} = 5.00 \text{ mm}$

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y = 5.60 + 2.47 = 8.07 \text{ Nt/mm}^2$$

$$\text{Με } \sigma_m \leq \sigma_{\text{επ.κυλ}}$$

- Κάμψη αρμοκαλύπτρας

Πάχος σύνδεσης αρμοκαλύπτρας με αντίβαρο  $c = 5.00 \text{ mm}$

Η τάση  $\sigma_{\text{αρμ}}$  που ασκείται στην αρμοκαλύπτρα πρέπει να είναι μικρότερη της  $\sigma_{\text{επ.κυλ}}$  και υπολογίζεται ως εξής:

$$\sigma_{\text{αρμ}} = 1.85 \cdot F_{Gx} / c^2 = 1.85 \cdot 21.32 / 5.00^2$$

$$\sigma_{\text{αρμ}} = 1.57 \text{ Nt/mm}^2$$

$$\text{Ισχύει ότι } \sigma_{\text{αρμ}} \leq \sigma_{\text{επ.κυλ}}$$

- Υπολογισμοί βελών κάμψης

$$\delta_{Gx} = 0.7 \cdot (F_{Gx} \cdot l_G^3) / (48 \cdot E \cdot J_{Gy}) = 0.7 \cdot (21.32 \cdot 1100^3) / (48 \cdot 206010 \cdot 70423.28)$$

$$\delta_{Gx}=0.028\text{mm}\leq \delta_{\varepsilon\pi}=5.00\text{mm}$$

Με  $E=206010 \text{ N/mm}^2$  για υλικό από St44 κατά EN 10025

$$\delta_{Gy}=0.7*(F_y*I_G^3)/(48*E*J_{Gx})=0.7*(71.07*1300^3)/(48*206010*112400.00)$$

$$\delta_{Gy}=0.09\text{mm}\leq \delta_{\varepsilon\pi}=5.00\text{mm}$$

### 3.6 Υπολογισμός των ιμάντων ανάρτησης θαλάμου – αντίβαρου.

Επιλέγονται  $n=2$  ιμάντες διαμέτρου  $31.0 \times 4.0$  με φορτίο θράυσεως ιμάντων έλξης:  $F_b=4383\text{kg}$ , βάρος ιμάντων:  $W_i=10.02\text{kg}$  και βάρος εύκαμπτου καλωδίου:  $P_{\text{wire}}=6.14\text{kg}$

Το όριο συντελεστή ασφαλείας ιμάντων ισούται με  $S_f=12$ . Ο συντελεστής ασφάλειας της εγκατάστασης  $\nu$  υπολογίζεται ως εξής:

$$\nu=n*F_b/(((F+Q)/C_m)+W_i)$$

$$\nu=2*4383/(((530+225)/2)+10.02))$$

$$\nu=22.62$$

Δηλαδή  $\nu>S_f$

#### Υπολογισμοί έλξης στην τροχαλία τριβής:

- Περίπτωση όπου ο θάλαμος βρίσκεται στην κάτω στάση υπερφορτωμένος κατά 25%, δηλαδή  $Q=1.25*Q$

Αναφορικά με το όριο ασφαλείας ολισθήσεως  $e^{f_1^*a}$ :

$e^{f_1^*a}=e^{0.20*180}=1.87$  με  $f_1=0.20$  ο συντελεστής τριβής του συρματόσχοινου στα αυλάκια της τροχαλίας του ρυθμιστή ταχύτητας

Αναφορικά με την ασφάλεια ολισθήσεως  $T_1/T_2$ :

$$T_1/T_2=(((1.25*Q+F)/C_m)+W_i)/(G/C_m)$$

$$T_1/T_2=1.30$$

Συμπερασματικά  $T_1/T_2 \leq e^{f_1^*a}$

#### Συνθήκες πέδησης έκτακτης ανάγκης

Το όριο ασφαλείας ολισθήσεως  $e^{f_2^*a}$  ισούται με:

$$e^{f_2^*a}=e^{(0.25*180)}$$

$e^{f_2^*a}=2.19$  με  $f_2=0.25$  ο συντελεστής τριβής του συρματόσχοινου στα αυλάκια της τροχαλίας του ρυθμιστή ταχύτητας

- Περίπτωση όπου ο θάλαμος βρίσκεται στην κάτω στάση με πλήρες φορτίο:

Η ασφάλεια ολισθήσεως  $T_1/T_2$  υπολογίζεται:

$$T_1=(Q+F)*(9.81+\gamma_{\pi})/C_m+W_i*(9.81+C_m*\gamma_{\pi})=(225+530)*(9.81+0.5)/2+10.02*(9.81+1)$$

$$T_1=4000.34 \text{ N}$$

$$T_2=G*(9.81-\gamma_{\pi})/C_m=640*(9.81-0.5)/2$$

$$T_2=2979.2 \text{ N}$$

Άρα  $T_1/T_2=1.34 \leq e^{f_2^*a}$

- Περίπτωση όπου ο θάλαμος βρίσκεται στην πάνω στάση χωρίς φορτίο:

Το όριο ασφαλείας ολισθήσεως  $e^{f_2^*a}$  ισούται με:



$$e^{f_2^* \alpha} = e^{(0.25 \cdot 180)}$$

$$e^{f_2^* \alpha} = 2.19$$

$$T_1 = (F + P_{\text{wire}}) \cdot (9.81 - \gamma_{\pi}) / C_m = (530 + 6.14) \cdot (9.81 - 0.5) / 2$$

$$T_1 = 2495.73 \text{ N}$$

$$T_2 = G \cdot (g + \gamma_{\pi}) / C_m + W_l \cdot (g + C_m \cdot \gamma_{\pi}) = 640 \cdot (9.81 + 0.5) / 2 + 10.02 \cdot (9.81 + 2 \cdot 0.5)$$

$$T_2 = 3407.51 \text{ N}$$

$$T_2 / T_1 = 3407.51 / 2495.73 = 1.36$$

$$\text{Άρα } T_2 / T_1 = 1.36 \leq e^{f_2^* \alpha}$$

- Περίπτωση όπου ο θάλαμος είναι άδειος και το αντίβαρο στην επικάθιση.

Το όριο ασφάλειας ολισθήσεως  $e^{f_3^* \alpha}$  ισούται με:

$$e^{f_3^* \alpha} = e^{(0.50 \cdot 180)}$$

$e^{f_3^* \alpha} = 4.81$  με  $f_3 = 0.50$  ο συντελεστής τριβής του συρματόσχοινου στα αυλάκια της τροχαλίας του ρυθμιστή ταχύτητας

Η ασφάλεια ολισθήσεως  $T_1 / T_2$  ισούται με:

$$T_1 / T_2 = (F + P_{\text{wire}}) / (W_l \cdot C_m) = (530 + 6.14) / (10.02 \cdot 2)$$

$$T_1 / T_2 = 26.75$$

$$\text{Άρα } T_1 / T_2 \leq e^{f_3^* \alpha}$$

Η Διάμετρος συρματιδίων του ιμάντα έλξης ισούται με  $D_w = 2.15 \text{ mm}$  και συνεπώς η τροχαλία που χρησιμοποιείται στην εγκατάσταση πρέπει να ικανοποιεί την παρακάτω σχέση

$$D_i \geq 40 \cdot D_w$$

$$D_i \geq 86 \text{ mm.}$$

Άρα η τροχαλία τριβής πρέπει να έχει διάμετρο τουλάχιστον 86mm.

### 3.7 Υπολογισμός ισχύος του Ηλεκτροκινητήρα:

Η ισχύς  $N$  του ηλεκτροκινητήρα δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$N = ((Q + F - G) / C_m) \cdot C_m / (n \cdot 75)$$

όπου  $n$  ο βαθμός απόδοσης όλου του συστήματος και ισούται με  $n = n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 = 0.94$

με  $n_1 = 0.96$  ο βαθμός απόδοσης της τροχαλίας τριβής

με  $n_2 = 0.98$  ο βαθμός απόδοσης των εδράνων της τροχαλίας τριβής

και  $n_3 = 1$  ο βαθμός απόδοσης του ατέρμονα.

$$\text{Άρα } N = ((225 + 530 - 640) / (0.94 \cdot 75))$$

$$N = 1.63 \text{ HP ή } 1.21 \text{ kW}$$

### 3.8 Υπολογισμός του ρυθμιστή ταχύτητας

Αρχικά υπολογίζεται ο συντελεστής τριβής  $\mu$  μεταξύ των συρματόσχοινων και της τροχαλίας του ρυθμιστή ταχύτητας:

$$\mu = 0.1 / (1 + 1.15 \cdot V / 10) = 0.1 / (1 + 1.15 / 10)$$

$$\mu = 0.089$$

Για αυλακώσεις τύπου  $V$  με σκλήρυνση χωρίς υποκοπή, ο συντελεστής τριβής  $f'$  του συρματόσχοινου στα αυλάκια της τροχαλίας του ρυθμιστή ταχύτητας υπολογίζεται ως εξής:

$$f' = \mu \cdot 1 / \sin(\gamma / 2)$$

$$f' = 0.089 \cdot 1 / \sin(35 / 2)$$

$$f'=0.295$$

Η Δύναμη ενεργοποίησης της συσκευής αρπάγης  $F_{Eav}$  κατά την άνοδο ισούται με:

$$F_{Eav}=P_{ten}*(e^{f'*a}-1)/2=50*(e^{0.295*180}-1)/2$$

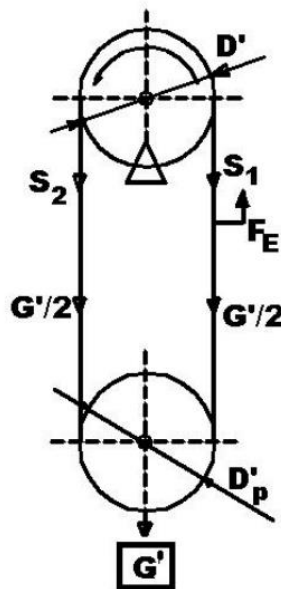
$$F_{Eav}=38.15kg$$

Ενώ η δύναμη που ενεργεί στο συρματόσχοινο κατά την άνοδο  $S_{2av}$  ισούται με:

$$S_{2av}=F_{Eav}+ P_{ten}/2=38.15+50/2$$

$$S_{2av}=63.15kg$$

Οι παραπάνω δύο δυνάμεις απεικονίζονται ως  $F_E$  και  $S_2$  στο παρακάτω σχήμα



Αναφορικά με τις δυνάμεις που ασκούνται στην κάθοδο του θαλάμου έχουμε:

Η δύναμη ενεργοποίησης της συσκευής αρπάγης  $F_{Eκαθ}$  κατά την κάθοδο ισούται με:

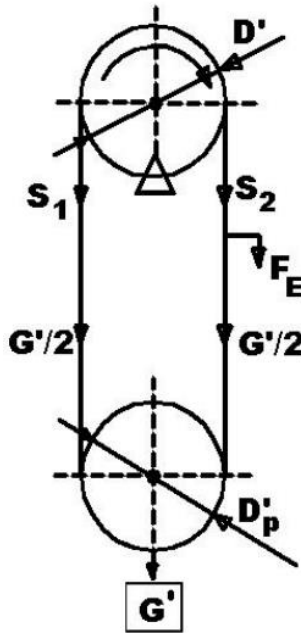
$$F_{Eκαθ}= (P_{ten}/2)*(1-1/(e^{f'*180}))$$

$$F_{Eκαθ}=19.07kg$$

Η δύναμη που ενεργεί στο συρματόσχοινο  $S_{2καθ}$  κατά την κάθοδο ισούται με:

$$S_{2καθ}= P_{ten}/2=25kg$$

Οι παραπάνω δύο δυνάμεις απεικονίζονται ως  $F_E$  και  $S_2$  στο παρακάτω σχήμα



$S_{2av} > S_{2καθ}$ , συνεπώς  $S_{2max} = S_{2av} = 63.15 \text{ kg}$  και ο συντελεστής ασφαλείας του συρματόσχοινου  $n$  ισούται με:

$$n = \frac{S_{2max}}{S_{2καθ}}$$

$$n = \frac{1 \cdot 1980}{63.15}$$

$$n = 31.35 \text{ kg}$$

Η τροχαλία διαμέτρου  $D_r = 240.00 \text{ mm}$  του ρυθμιστή και η τροχαλία διαμέτρου  $D_{rten} = 240.00 \text{ mm}$  του τανυστή ικανοποιούν την σχέση  $X \geq 30 \cdot d_r$  όπου  $X$  η διάμετρος τροχαλίας και  $d_r$  η Διάμετρος συρματόσχοινου ρυθμιστή ταχύτητας.

### 3.9 Υπολογισμός προσκρουστήρων

Τόσο για το αντίβαρο όσο και για το θάλαμο επιλέγονται προκρουστήρες συσσώρευσης ενέργειας με μη γραμμικά χαρακτηριστικά.

Ισχύει ότι  $a = (1.15 \cdot 1.00)^2 / (2s)$ , όπου  $s$  το ελάχιστο απαιτούμενο μήκος διαδρομής

Ο όρος 1.15 υποδηλώνει την ενεργοποίηση του ρυθμιστή ταχύτητας της κατασκευής.

Για το ελάχιστο απαιτούμενο μήκος διαδρομής  $s$ , πρέπει να ισχύει:

$$a < 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$(1.15 \cdot 1.00)^2 / (2s) < 9.81$$

$$s > 0.067 \text{ m}$$

Το ελάχιστο αναρτώμενο φορτίο που ασκείται στον προσκρουστήρα ισούται με:

$$P_{min} = (F + W_1) = 530 + 10.02 = 540.02 \text{ kg}$$

Το μέγιστο φορτίο που ασκείται στον προσκρουστήρα ισούται με:

$$P_{max} = (F + W_1 + Q) = 530 + 10.02 + 225 = 765.02 \text{ kg}$$

Συνεπώς επιλέγεται προσκρουστήρας που καλύπτει μετατόπιση μεγαλύτερη των  $0.067 \text{ m}$  ή  $67.0 \text{ mm}$ , με αντοχή σε μέγιστο φορτίο  $P_{max} = 765.02 \text{ kg}$

#### 4. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑΣ

Πλέον οι μηχανικοί ανελκυστήρες τείνουν να αντικατασταθούν από τους υδραυλικούς ανελκυστήρες: Το ανυψωτικό μέσο σε αυτήν την περίπτωση είναι το λάδι (υδραυλικό μέσο) το οποίο μεταβιβάζεται από την αντλία στην ανυψωτική μονάδα που επενεργεί άμεσα ή έμμεσα στο θάλαμο. Η κάθοδος του θαλάμου εξασφαλίζεται με το άνοιγμα της βαλβίδας καθόδου που επιτρέπει την επιστροφή του λαδιού στο δοχείο. Χρησιμοποιούνται σε κτήρια 2 έως 6 ορόφων (σπανιότερα για παραπάνω από 6 ορόφους) και μπορούν να πετύχουν ταχύτητες έως 1m/s. Στις κατασκευές που υπερβαίνουν τους 6 ορόφους, χρησιμοποιούνται τηλεσκοπικά έμβολα. Παρακάτω απεικονίζεται (Σχήμα 4.1) τμήμα εγκατάστασης μηχανισμού ανύψωσης υδραυλικού ανελκυστήρα.



Σχήμα 4.1: Τμήμα εγκατάστασης υδραυλικού ανελκυστήρα που περιλαμβάνει, κύλινδρο, έμβολο, βάσεις, επικαθίσεις και αγωγούς διακίνησης του υδραυλικού μέσου

Η χαμηλή μηχανική πολυπλοκότητα των υδραυλικών ανελκυστήρων σε σύγκριση με τους μηχανικούς, τους κάνει ιδανικούς για ανυψώσεις σε μικρά ύψη και χαμηλή χρήση. Το βασικότερο πλεονέκτημα του υδραυλικού ανελκυστήρα έναντι ενός μηχανικού, είναι η δυνατότητα ανύψωσης πολύ μεγάλων φορτίων με απλό και οικονομικό τρόπο και η ευκολία της εγκατάστασης καθώς το μηχανοστάσιο σε αυτήν την περίπτωση συνδέεται με το φρεάτιο μονάχα με ηλεκτρικά καλώδια και ένα εύκαμπτο σωλήνα για την παροχή του λαδιού προς το έμβολο. Το γεγονός αυτό δίνει μεγάλη ελευθερία στην επιλογή της θέσης τοποθέτησης του μηχανοστασίου του ανελκυστήρα. Επιπλέον, οι υδραυλικό ανελκυστήρες πλεονεκτούν στον απεγκλωβισμό κατά την διακοπή ρεύματος καθώς λαμβάνει χώρα αυτόματος απεγκλωβισμός: Κατά την διακοπή ρεύματος, ο θάλαμος κινείται με μικρή ταχύτητα (περίπου 20% της ονομαστικής) προς τα κάτω, υπό την επήρεια του βάρους των επιβατών και του θαλάμου, έως ότου συναντήσει την πρώτη διαθέσιμη στάση, επιτρέποντας έτσι τον απεγκλωβισμό των επιβατών χωρίς την συνδρομή εξωτερικής βοήθειας.

Η αυξημένη απόσβεση κρουστικών φορτίων λόγω της ανάρτησης του θαλάμου πάνω στο υδραυλικό μέσο θεωρείται σημαντικό πλεονέκτημα ειδικότερα στις φάσεις επιτάχυνσης και επιβράδυνσης, όπου επιτυγχάνεται ομαλότερη κίνηση (σε περιπτώσεις μικρών ταχυτήτων ανύψωσης). Τέλος, άλλο ένα σημείο όπου ο υδραυλικός ανελκυστήρας πλεονεκτεί έναντι του μηχανικού είναι το μηδαμινό κόστος συντήρησης του αφού ο κινητήρας, οι αντλίες και οι βαλβίδες βρίσκονται συνεχώς υπό την επίδραση του λιπαντικού ενώ το κόστος συντήρησης του κινητήρα μειώνεται κι αυτό καθώς ο κινητήρας και η αντλία, λειτουργούν μονάχα κατά την άνοδο του ανελκυστήρα.

Είναι λιγότερο ενεργειακά αποδοτικοί σε σχέση με τους μηχανικούς ανελκυστήρες καθώς τα αντίβαρα απουσιάζουν και η αντλία δρά ενάντια στη βαρύτητα για την ανύψωση του θαλάμου, αντλώντας μεγάλο ποσό ηλεκτρικής ενέργειας, γεγονός το οποίο σημαίνει υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις από την ηλεκτρική εγκατάσταση του κτιρίου. Ανάλογα τον τρόπο ανάρτησης, το προς ανύψωση φορτίο μεταβάλλεται: Στην περίπτωση της απευθείας ανάρτησης το συνολικό φορτίο που

καλείται να ανυψώσει ο κινητήρας, ισούνται με το ωφέλιμο φορτίο και το ίδιο βάρος του θαλάμου, ενώ σε αντιστοιχία με τον μηχανικό ανελκυστήρα, το φορτίο αυτό ισούται με το μισό ωφέλιμο φορτίο. Στην περίπτωση της έμμεσης ανάρτησης, το φορτίο αυτό ισούνται με το διπλάσιο του αθροίσματος ωφέλιμου φορτίου συν ίδιο βάρος θαλάμου. Συνεπώς υπάρχει ανάγκη για χρήση μεγαλύτερων κινητήρων και αυξημένης παροχής ρεύματος όπως προαναφέρθηκε.

Η κινητήριος μηχανισμός επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τις ιδιότητες του υδραυλικού μέσου (λάδι). Συχνή χρήση του ανελκυστήρα οδηγεί σε υπερθέρμανση του λαδιού η οποία με τη σειρά της μεταβάλλει τις ιδιότητες του με αποτέλεσμα να μην λειτουργεί σωστά ο κινητήριος μηχανισμός. Το ίδιο συμβαίνει και στην περίπτωση όπου έχουμε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες. Επιβάλλεται συνεπώς η εγκατάσταση ψυκτικής ή θερμαντικής συσκευής ανάλογα την κάθε περίπτωση εγκατάστασης.

Τα πρότυπα EN 81.2 & EN 81.5 βρίσκουν εφαρμογή και στους υδραυλικούς ανελκυστήρες. Παρακάτω αναφέρονται μερικά σημαντικά σημεία των παρακάτω προτύπων που πρέπει να τηρούνται κατά την κατασκευή ενός υδραυλικού ανελκυστήρα. Γενικά για το υδραυλικό μέρος, επιβάλλεται η ύπαρξη θερμικής προστασίας των κινητήρων λόγω υπερθέρμανσης από υπερβολική χρήση ενώ ο ανελκυστήρας θα πρέπει να ακινητοποιείται κάθε φορά που η θερμοκρασία του υδραυλικού μέσου υπερβεί κάποιο επιτρεπτό όριο. Η ακινητοποίηση του θαλάμου γίνεται στην κατώτερη στάση και η επαναφορά του συστήματος γίνεται αυτόματα όταν η θερμοκρασία επανέλθει στο κανονικό. Η ποιότητα της καλωδίωσης όπως και η μόνωση στο φρεάτιο πρέπει να είναι ιδιαίτερα υψηλή για την αποφυγή διαρροών στο κύκλωμα του υδραυλικού μέσου Όπως και στον μηχανικό, έτσι και στον υδραυλικό ανελκυστήρα, εφαρμόζονται ίδιες αρχές που αφορούν τις ράγες οδήγησης μέσα στο φρεάτιο, το εσωτερικό του θαλάμου, τις διατάξεις ασφαλείας στο εσωτερικό του, τις κοβιοδόχο, τα ανοίγματα για εξαερισμό κλπ.

#### **4.1 Δομικά στοιχεία και τρόπος λειτουργίας**

Τα βασικά μέρη που απαρτίζουν έναν υδραυλικό ανελκυστήρα είναι τα εξής:

- Ηλεκτροκινητήρας & αντλία που αντλεί το λάδι από το δοχείο λαδιού και ωθεί το έμβολο προς τα πάνω. Τα 2 παραπάνω στοιχεία λειτουργούν μονάχα κατά την άνοδο του θαλάμου. Κατά την κάθοδο του θαλάμου (υπό την επίδραση του βάρους του θαλάμου και του ωφέλιμου φορτίου), ανοίγει η βαλβίδα καθόδου, λαμβάνει χώρα αποσυμπίεση και το λάδι επιστρέφει στο δοχείο.
- Το μπλόκ των βαλβίδων που ρυθμίζουν την ροή του λαδιού τόσο κατά την άνοδο όσο και κατά την κάθοδο. Το σύστημα αυτό περιλαμβάνει επίσης συστήματα ασφαλείας (βαλβίδες) που προστατεύουν το κλειστό κύκλωμα αλλά και εξασφαλίζουν την ομαλή και ασφαλή λειτουργία του ανελκυστήρα.
- Αγωγοί διοχέτευσης και απομάκρυνσης του λαδιού από το δοχείο.
- Ο κύλινδρος με το έμβολο.
- Τα μέσα ανάρτησης και οδήγησης του θαλάμου μέσα στο φρεάτιο.
- Βοηθητικά συστήματα και συστήματα ελέγχου όπως: βάνες ελέγχου ροής λαδιού, σιγαστήρας λαδιού, επικαθίσεις θαλάμου, ηλεκτρικά κυκλώματα ελέγχου.

Η λειτουργία του υδραυλικού ανελκυστήρα βασίζεται στην κίνηση ενός υδραυλικού εμβόλου το οποίο ωθείται από το υδραυλικό μέσο (λάδι). Το λάδι ωθείται στον κύλινδρο του εμβόλου μέσω μιας ηλεκτροκίνητης αντλίας. Ο θάλαμος προσδένεται άμεσα ή έμμεσα στο έμβολο και έτσι πραγματοποιείται μετακίνηση των επιβατών. Στο σημείο τροφοδοσίας του κυλίνδρου, που είναι ταυτόχρονα και η είσοδος-έξοδος του λαδιού, υπάρχει ειδική βαλβίδα ασφαλείας (υδραυλική αρπάγη), που κλείνει την έξοδο του λαδιού σε περίπτωση υπερτάχυνσης του θαλάμου κατά την κάθοδο εξ' αιτίας διαρροών στον σωλήνα τροφοδοσίας, ή και θραύση αυτού. Μεταξύ εμβόλου και κυλίνδρου, υπάρχει αρκετό διάκενο για την άνετη ροή του λαδιού. Τα έμβολα που διατίθενται στο εμπόριο είναι σχεδιασμένα σύμφωνα με τις ειδικές απαιτήσεις της τεχνικής των ανελκυστήρων και κατασκευασμένα με την τέλεια επιμέλεια και ακρίβεια, πληρώνοντας απόλυτα τους αυστηρότερους κανονισμούς ασφαλείας ενώ τα ανθεκτικά σε τριβή στεγανοποιητικά στοιχεία εξασφαλίζουν μεγάλη αξιοπιστία και μακρά διάρκεια ζωής, ακόμα και σε πολύ υψηλές πιέσεις.

## 4.2 Τύποι υδραυλικών ανελκυστήρων

Η διάκριση των υδραυλικών ανελκυστήρων γίνεται ανάλογα με τον τρόπο ανάρτησης του θαλάμου πάνω στο έμβολο αλλά και τον αριθμό των χρησιμοποιούμενων εμβόλων. Ανάλογα με τον τρόπο ανάρτησης, οι υδραυλικοί ανελκυστήρες διακρίνονται σε ανελκυστήρες άμεσης και έμμεσης ανάρτησης. Δύο έμβολα χρησιμοποιούνται στις περιπτώσεις όπου το φορτίο προς ανύψωση είναι πολύ μεγάλο ή/και το μέγεθος του θαλάμου είναι επίσης μεγάλο. Για την ομοιόμορφη άνοδο του θαλάμου θα πρέπει τα δύο έμβολα να κινούνται συγχρόνως. Στις περισσότερες εγκαταστάσεις γίνεται χρήση ενός εμβόλου.

Στην **άμεση ανάρτηση** (συμβολίζεται 1:1), το έμβολο ενεργεί απευθείας πάνω στο θάλαμο, η ταχύτητα και η διαδρομή που διανύει το έμβολο είναι ίδια με την ταχύτητα και διαδρομή του θαλάμου, ενώ το φορτίο που ασκείται στο έμβολο ισούται με το άθροισμα του ωφέλιμου φορτίου και του βάρους του θαλάμου.

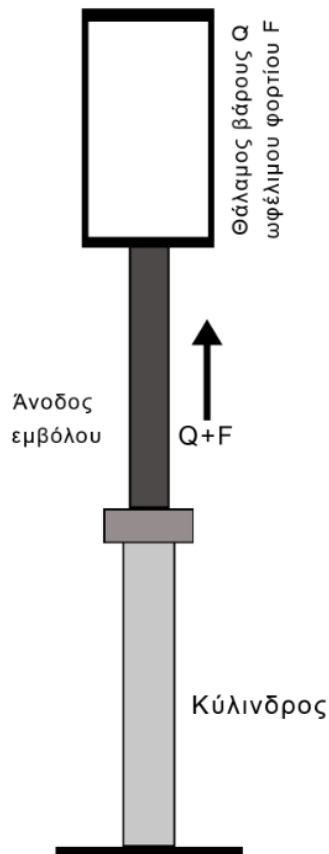
Στην **έμμεση ανάρτηση** (συμβολίζεται 2:1), το έμβολο προσδένεται έμμεσα στο θάλαμο και ενεργεί πάνω του με τη βοήθεια μέσων ανάρτησης όπως τροχαλία παρέκκλισης, συρματόσχοινα. Σε αυτήν την περίπτωση η ταχύτητα και η διαδρομή που διανύει ο θάλαμος είναι διπλάσια από την ταχύτητα και τη διαδρομή που διανύει το έμβολο. Τα χρησιμοποιούμενα έμβολα μπορούν να είναι είτε ένα είτε δύο σε ειδικές εφαρμογές μεγάλων θαλάμων ή ανύψωσης μεγάλων φορτίων.

### 4.2.1 Άμεση ανάρτηση του θαλάμου με ένα έμβολο κεντρικά τοποθετημένο (Τύπος ΗΑ 1:1).

Είναι ο απλούστερος τύπος ανάρτησης όπως παρουσιάζεται στο σχήμα 4.2. Ο θάλαμος τοποθετείται κεντρικά στο πάνω άκρο του εμβόλου και συνδέεται με αυτό μέσω μιας ημισφαιρικής άρθρωσης. Με αυτόν τον τρόπο ανάρτησης δεν υπάρχει ανάγκη για χρήση συρματόσχοινων γεγονός το οποίο αυξάνει την ασφάλεια λειτουργίας της εγκατάστασης και καθιστά μη απαραίτητη την χρήση ρυθμιστή ταχύτητας. Το μειονέκτημα σε αυτόν τον τρόπο ανάρτησης είναι η ανάγκη τοποθέτησης του εμβόλου κατά το μεγαλύτερο μήκος του εντός του εδάφους. Για την πραγματοποίηση αυτού του τύπου ανάρτησης είναι απαραίτητη η γεώτρηση οπής 300-350mm στον πυθμένα του φρεατίου σε προσεγγιστικό βάθος όσο η διαδρομή του εμβόλου, αυξημένη κατά ένα μέτρο. Μέσα στην γεώτρηση τοποθετείται ο κύλινδρος πάχους 250-300mm, επενδεδυμένος με πλαστικό προστατευτικό σωλήνα, σκοπός του οποίου είναι η αποφυγή διάβρωσης του κυλίνδρου από την υγρασία. Ο κύλινδρος εδράζεται μέσω ειδικής πλάκας πάνω σε βάση από μπετόν ή σίδερα μορφής ενώ ειδική βαλβίδα ασφαλείας στην είσοδο του λαδιού στον κύλινδρο, ελέγχει την ταχύτητα ροής του λαδιού για την αποφυγή της υπέρμετρης αύξησης της.

Η απευθείας παραλαβή των φορτίων από το έμβολο, επιτρέπει παραλαβή μεγάλων φορτίων για μικρές όμως ταχύτητες και διαδρομές θαλάμου. Στην περίπτωση μεγάλων διαδρομών μπορεί να γίνει χρήση τηλεσκοπικών εμβόλων. Η ταχύτητα του θαλάμου είναι ίδια με την ταχύτητα του εμβόλου και το φορτίο που αυτό παραλαμβάνει ισούται με το ωφέλιμο φορτίο, το βάρος του πλαισίου ανάρτησης, του θαλάμου και του ιδίου βάρους του θαλάμου.

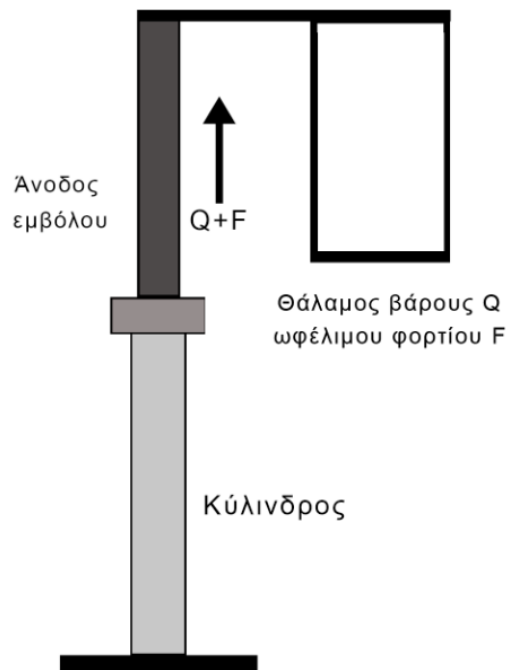




Σχήμα 4.2: Άμεση ανάρτηση του θαλάμου με ένα έμβολο κεντρικά τοποθετημένο.

#### 4.2.2 Άμεση ανάρτηση του θαλάμου με έμβολο πλευρικά τοποθετημένο (Τύπος HAS 1:1)

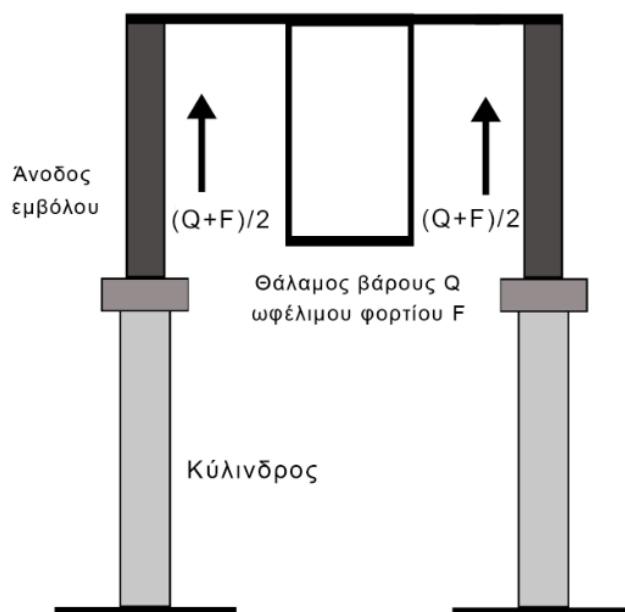
Αποτελεί παραλλαγή της άμεσης ανάρτησης το έμβολο κεντρικά τοποθετημένο όπως παρουσιάζεται στο σχήμα 4.3. Στην περίπτωση αυτή, ο κύλινδρος τοποθετείται δίπλα από το θάλαμο και όχι κάτω από αυτόν. Έτσι μειώνεται το απαιτούμενο βάθος της οπής στον πυθμένα του φρεατίου, από 2.5 έως 3 μέτρα. Σε ειδικές περιπτώσεις μικρών διαδρομών δεν υπάρχει η ανάγκη για άνοιγμα οπής στον πυθμένα του φρεατίου. Επειδή ο θάλαμος έχει έκκεντρη θέση ως προς την θέση των οδηγών και του εμβόλου, παρατηρείται σημαντική καταπόνηση των οδηγών με άμεση συνέπεια την χρήση οδηγών μεγαλύτερης διατομής από αυτής στην άμεση ανάρτηση με κεντρικά τοποθετημένο έμβολο. Η ταχύτητα του θαλάμου είναι ίδια με την ταχύτητα του εμβόλου, ενώ η απουσία συρματοσχοινίων και ρυθμιστή ταχύτητας οδηγεί σε αυξημένη ασφάλεια του συστήματος. Όπως και στην άμεση ανάρτηση με κεντρικά τοποθετημένο έμβολο, έτσι και σε αυτή την περίπτωση ειδική βαλβίδα ασφαλείας στην είσοδο του λαδιού στον κύλινδρο, ελέγχει την ταχύτητα ροής του λαδιού για την αποφυγή της υπέρμετρης αύξησης της ταχύτητας ενώ το φορτίο που ασκείται στο έμβολο ισούται με το άθροισμα του ωφέλιμου φορτίου και του ιδίου βάρους πλαισίου και θαλάμου.



Σχήμα 4.3: Άμεση ανάρτηση του θαλάμου με έμβολο πλευρικά τοποθετημένο

#### 4.2.3 Άμεση ανάρτηση του θαλάμου με δύο πλευρικά τοποθετημένα έμβολα (Τύπος HAD 1:1).

Στην περίπτωση αυτού του είδους ανάρτησης τοποθετημένο όπως παρουσιάζεται στο σχήμα 4.4, γίνεται χρήση δύο εμβόλων, διατεταγμένων σε διαγώνια διάταξη, στις δύο απέναντι πλευρές του θαλάμου. Βρίσκει εφαρμογή σε μεγάλα φορτία και μεγάλους θαλάμους αλλά και σε περιπτώσεις όπου η δομή του φρεατίου δεν επιτρέπει άμεση ανάρτηση με κεντρικά τοποθετημένο έμβολο. Η ανύψωση του θαλάμου επιτυγχάνεται με μια διαγώνια δοκό (πάνω στην οποία επενεργούν τα έμβολα), τοποθετημένη στο επάνω μέρος του πλαισίου του θαλάμου. Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό αυτής της κατασκευής, είναι η χρήση ενός μονάχα αγωγού ο οποίος χωρίζεται σε δύο παροχές για την ανεξάρτητη τροφοδοσία κάθε κυλίνδρου με λάδι. Ο διαχωρισμός της παροχής γίνεται σε κατάλληλη θέση (περίπου στο μέσον του πυθμένα του φρεατίου) ώστε η πτώση πίεσης του λαδιού να είναι περίπου ισοδύναμη. Όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις άμεσης ανάρτησης, η ταχύτητα του θαλάμου είναι ίδια με την ταχύτητα των εμβόλων ενώ το φορτίο που παραλαμβάνει το κάθε έμβολο ισούται με το μισό του ωφέλιμου φορτίου και το μισό του ιδίου βάρους του πλαισίου και του θαλάμου. Κατάλληλη βαλβίδα ασφαλείας στην είσοδο του λαδιού στον κάθε κύλινδρο, ελέγχει την ταχύτητα ροής του λαδιού για την αποφυγή της υπέρμετρης αύξησης της ταχύτητας



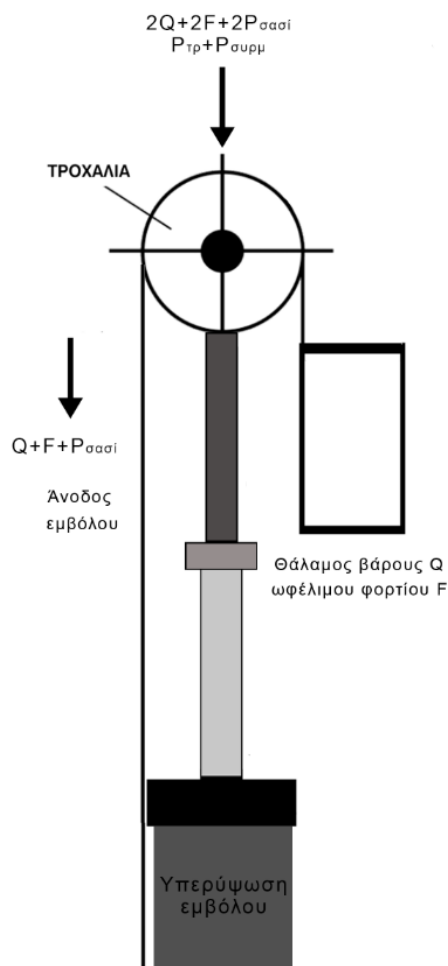
Σχήμα 4.4: Άμεση ανάρτηση του θαλάμου με δύο πλευρικά τοποθετημένα έμβολα.

#### 4.2.4 Έμμεση ανάρτηση θαλάμου με πλευρικά τοποθετημένο έμβολο (Τύπος ΗΑΙ 2:1).

Αυτός ο τρόπος ανάρτησης, όπως παρουσιάζεται στο σχήμα 4.5, είναι πλέον ο πιο ευρέως χρησιμοποιούμενος τρόπος ανάρτησης στους υδραυλικούς ανελκυστήρες. Είναι κατάλληλος για σχετικά μεγάλα φορτία και μεγάλες διαδρομές, με το έμβολο να τοποθετείται στο πλάι ή στο πίσω μέρος του θαλάμου, για την αποφυγή σύγκρουσης θαλάμου και συστήματος τροχαλίας-κυλίνδρου. Το έμβολο φέρει στο επάνω άκρο του μια τροχαλία πακτωμένη σε αυτό. Η τροχαλία κινείται μαζί με το έμβολο και έτσι πραγματοποιείται μετακίνηση του θαλάμου. Τα συρματόσχοινα που χρησιμοποιούνται, στερεώνονται στο ένα άκρο τους, σε σταθερά σημεία στον πυθμένα του φρεατίου ενώ το άλλο άκρο τους στερεώνεται σε κάποιο σταθερό σημείο του πλαισίου του θαλάμου. Καθώς η τροχαλία κινείται μαζί με το έμβολο, ωθεί τα συρματόσχοινα προς τα επάνω και αναγκάζει το τμήμα των συρματόσχοινων που συνδέονται με το θάλαμο, να ανέλθουν και να τυλιχθούν παρασύροντας τον. Ως διάταξη ασφαλείας χρησιμοποιείται **α)** σύστημα αρπάγης το οποίο ενεργοποιείται όταν υπάρξει υπέρβαση του ορίου ταχύτητας του ανελκυστήρα, **β)** κατάλληλος μηχανισμός που αποτρέπει την χαλάρωση των συρματόσχοινων, **γ)** κατάλληλη βαλβίδα ασφαλείας στην είσοδο του λαδιού στον κύλινδρο που ελέγχει την ταχύτητα ροής του λαδιού για την αποφυγή της υπέρμετρης αύξησης της ταχύτητας.

Στην περίπτωση αυτού του είδους ανάρτησης, η ταχύτητα του θαλάμου είναι διπλάσια αυτής του εμβόλου, δηλαδή το μήκος του εμβόλου πρέπει να ισούται με το μισό της διαδρομής που διανύει ο θάλαμος. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο ο κύλινδρος πρέπει να βρίσκεται υπερυψωμένος και όχι τοποθετημένος σε οπή στον πυθμένα του φρεατίου.

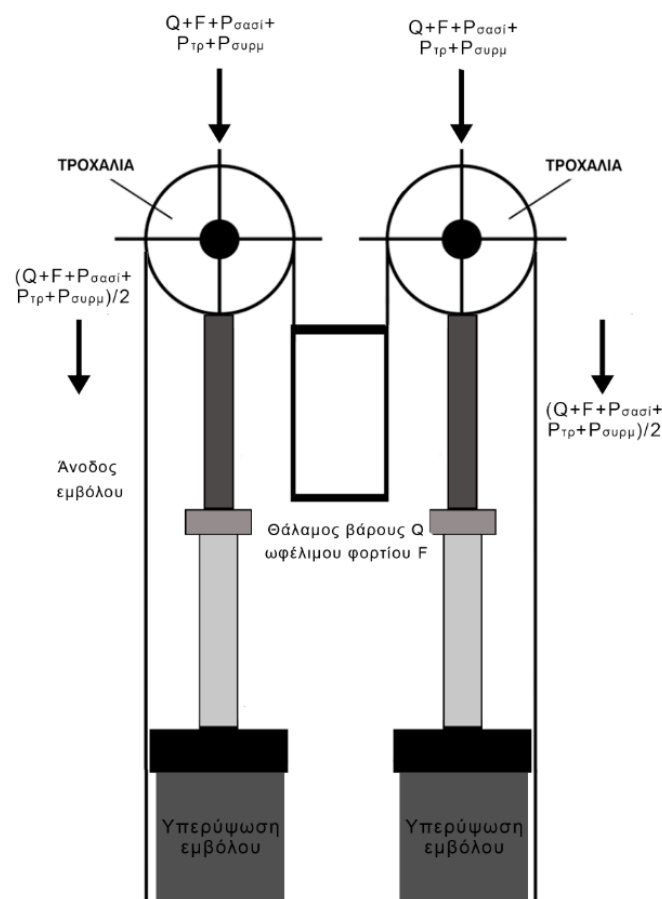
Η συγκεκριμένη διάταξη, προκαλεί τους οδηγούς αυξημένο καμπτικό φορτίο: Το φορτίο πάνω στο έμβολο, είναι ίσο με το διπλάσιο του αθροίσματος του ωφέλιμου φορτίου του βάρους του πλαισίου και του θαλάμου στο οποίο προσθέτουμε το βάρος της τροχαλίας και των συρματόσχοινων ενώ το φορτίο που ασκείται στα συρματόσχοινα ισούται με το άθροισμα του ωφέλιμου φορτίου, του ίδιου βάρους του θαλάμου, του πλαισίου του θαλάμου, το βάρος της τροχαλίας και των συρματόσχοινων. Το καμπτικό φορτίο σε συνδυασμό με την κρουστική φόρτιση των οδηγών (στην περίπτωση όπου ενεργοποιηθεί το σύστημα αρπάγης), αναγκάζει τον κατασκευαστή να επιλέξει οδηγούς μεγαλύτερης διατομής και συνεπώς μεγαλύτερης αντοχής, σε σχέση με τους οδηγούς που χρησιμοποιούνται στην άμεση ανάρτηση.



Σχήμα 4.5: Έμμεση ανάρτηση θαλάμου με πλευρικά τοποθετημένο έμβολο

#### 4.2.5 Έμμεση ανάρτηση του θαλάμου με δύο έμβολα πλευρικά τοποθετημένα (Τύπος HADI).

Πρόκειται για παραλλαγή της έμμεσης ανάρτησης με πλευρικά τοποθετημένο έμβολο. Τα έμβολα διαθέτουν το καθένα μια τροχαλία η οποία ακολουθεί την κίνηση τους, ενώ οι κύλινδροι είναι τοποθετημένοι διαγώνια στις δύο απέναντι πλευρές του θαλάμου, ενώ η παροχή λαδιού σε κάθε κύλινδρο γίνεται συγχρονισμένα με κοινό αγωγό (σχήμα 4.6). Αυτός ο τρόπος ανάρτησης βρίσκει εφαρμογή σε μεγάλα φορτία, μεγάλους θαλάμους και αρκετά μεγάλες διαδρομές. Το φορτίο που παραλαμβάνει κάθε έμβολο ισούται με το διπλάσιου του αθροίσματος του μισού ωφέλιμου φορτίου του μισού βάρους του πλαισίου ανάρτησης και του μισού ιδίου βάρους του θαλάμου. Στο φορτίο αυτό προστίθεται και το βάρος της τροχαλίας και των συρματόσχοινων. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται δύο οδηγοί, ένας σε κάθε πλευρά του θαλάμου, κεντρικά τοποθετημένοι στο μέσον της κάθε πλευράς του θαλάμου. Οι τροχαλίες των εμβόλων οδηγούνται με βοηθητικούς οδηγούς μικρότερης διατομής στα πλαίσια του θαλάμου. Τα συστήματα ασφαλείας είναι ίδια με εκείνα που χρησιμοποιούνται στην έμμεση ανάρτηση με ένα πλευρικό τοποθετημένο έμβολο.



Σχήμα 4.6: Έμμεση ανάρτηση του θαλάμου με δύο έμβολα πλευρικά τοποθετημένα.

### 4.3 Κύλινδρος-έμβολο

#### 4.3.1 Περίπτωση συστήματος απλού εμβόλου-κυλίνδρου

Ο κύλινδρος είναι συνήθως κατασκευασμένος από χάλυβα St37-2 κατά EN 10025 χωρίς ραφή. Το πάχος του είναι αρκετό ώστε να αντέχει στα φορτία που καλείται να παραλάβει. Το εσωτερικό του είναι πολύ καλά καθαρισμένο ώστε το έμβολο κατά την κίνηση στο εσωτερικό του κυλίνδρου, να μην συναντά εμπόδια. Η εξωτερική επιφάνεια του κυλίνδρου είναι επενδεδυμένη με κατάλληλο υλικό για την αποφυγή της διάβρωσης του από τις περιβαλλοντικές συνθήκες (υγρασία κλπ). Στο πάνω άκρο του κυλίνδρου, υπάρχει βιδωτή κεφαλή η οποία φέρει δύο δακτυλίους οδηγήσεως για το έμβολο. Η στεγανότητα του πάνω μέρους εξασφαλίζεται με σιμούχα υψηλής πίεσεως ενώ παράλληλα η ύπαρξη ειδικής ξύστρας καθαρίζει το έμβολο από ξένα σώματα προκειμένου αυτά να μην εισέλθουν στο εσωτερικό του κυλίνδρου κατά την επιστροφή του εμβόλου. Ειδικός εξαεριστήρας στο πάνω μέρος του κυλίνδρου επιτρέπει την συχνή εξαέρωση του αέρα που συγκεντρώνεται μέσα στον κύλινδρο. Μια ειδική λεκάνη περισυλλογής λαδιού, συλλέγει το λάδι που α) συγκεντρώνεται από την επιφάνεια του εμβόλου κατά την κάθοδο του, β) διαφεύγει από τους δακτυλίους στεγανότητας. Το έμβολο είναι κατασκευασμένο από το ίδιο υλικό με τον κύλινδρο, χωρίς ραφή κατά DIN 2448/1629 με βεβαίωση χυτηρίου όσον αφορά τη σύσταση κατά DIN 50049/2.2. Διαθέτει ενισχυμένα τοιχώματα για να αντέχει στα φορτία που δέχεται λόγω βάρους αλλά και λόγω πίεσης λαδιού. Η απόλυτη λεία επιφάνεια του (η οποία οφείλεται στο τορνάρισμα) εξασφαλίζει την σωστή λειτουργία των στεγανοποιητικών στοιχείων καθώς και των στοιχείων έδρασης του. Το κάτω μέρος του εμβόλου στεγανοποιείται με σιδερένια φλάντζα ενώ ένας συγκολλητός σιδερένιος δακτύλιος το αποτρέπει από το να φύγει από τον κύλινδρο όταν τερματίσει η διαδρομή του. Στο [σχήμα 4.7](#), παρουσιάζεται ένα σύστημα εμβόλου- κυλίνδρου κατασκευασμένο από ανοξείδωτο ασάλι ενώ στο [σχήμα 4.8](#) παρουσιάζεται το μέγιστο επιτρεπτό φορτίο που ασκείται στο έμβολο σύμφωνα με το πρότυπο EN81.2



Σχήμα 4.7: Σύστημα εμβόλου- κυλίνδρου, κατασκευή από ανοξείδωτο ατσάλι

**KLEEMANN**

**Maximum permissible Load on Piston Pk according to EN81.2**

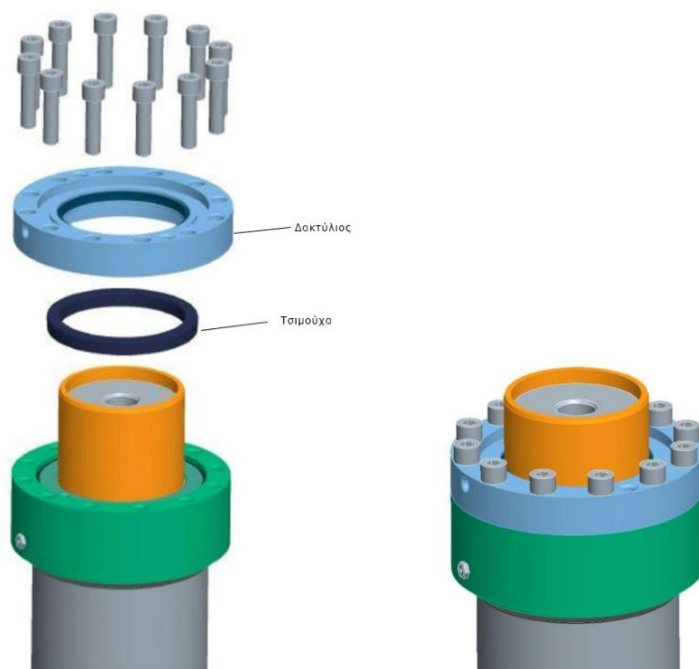
	Φ 70 x 5		Φ 80 x 5		Φ 90 x 5		Φ 90 x 6		Φ 100 x 5		Φ 100 x 6		Φ 100 x 7		Φ 100 x 8.5		Φ 100 x 12		Φ 110 x 5	
Lk	Pk	Pstat	Pk	Pstat	Pk	Pstat	Pk	Pstat	Pk	Pstat	Pk	Pstat	Pk	Pstat	Pk	Pstat	Pk	Pstat	Pk	Pstat
[cm]	[kp]	[bar]	[kp]	[bar]	[kp]	[bar]	[kp]	[bar]	[kp]	[bar]	[kp]	[bar]	[kp]	[bar]	[kp]	[bar]	[kp]	[bar]	[kp]	[bar]
180	1771	46	2375	48	2670	45	2867	45	3545	45	3541	45	3538	45	3533	45	3521	45	4309	46
200	1767	46	2370	48	2665	45	2860	45	3539	45	3534	45	3530	45	3523	45	3508	45	4303	46
250	1763	46	2365	48	2659	45	2854	45	3533	45	3528	45	3522	45	3514	45	3495	45	4296	46
300	1759	46	2361	48	2654	45	2848	45	3528	45	3521	45	3514	45	3504	45	3482	45	4290	46
350	1755	46	2356	48	2649	45	2842	45	3522	45	3514	45	3506	45	3494	45	3469	45	4284	46
400	1751	46	2352	48	2644	45	2836	45	3516	45	3507	45	3498	45	3485	45	3456	45	4277	46
450	1747	46	2347	48	2638	45	2829	45	3510	45	3500	45	3490	45	3475	45	3443	45	4271	46
500	1578	42	2342	48	2633	45	2823	45	3504	45	3493	45	3482	45	3468	45	3430	45	4264	46
550	1297	35	2000	41	2628	45	2817	45	3498	45	3486	45	3474	45	3456	45	3417	45	4258	46
600	1083	29	1673	34	2444	39	2811	45	3421	45	3479	45	3466	45	3446	45	3404	45	4251	46
650	916	25	1417	29	2073	34	2404	39	2904	38	3380	44	3458	45	3437	45	3391	45	3931	42
700	782	22	1214	25	1778	29	2062	34	2494	33	2902	38	3262	43	3427	45	3378	45	3378	37
750	674	19	1049	22	1540	25	1785	30	2162	29	2515	33	2845	38	3297	44	3365	45	2931	32
800	585	17	914	20	1344	22	1557	26	1890	25	2198	29	2486	33	2880	39	3352	45	2565	28
850	511	15	801	18	1181	20	1368	23	1663	22	1934	26	2187	30	2534	34	3205	44	2260	25
900	449	14	706	16	1044	18	1209	21	1473	20	1713	23	1937	27	2243	31	2835	39	2004	22
950	396	12	625	14	927	16	1074	19	1311	18	1525	21	1723	24	1996	28	2521	35	1787	20
1000	350	11	556	13	827	15	958	17	1173	16	1363	19	1541	22	1784	25	2251	32	1601	18
1050	310	10	496	12	741	13	857	16	1053	15	1224	17	1383	20	1600	23	2018	29	1440	17
1100	275	9	443	11	665	12	770	14	949	14	1102	16	1245	18	1440	21	1815	27	1300	15
1150	244	9	397	10	599	11	693	13	857	13	996	15	1125	17	1300	19	1637	25	1178	14
1200	217	8	358	9	541	11	625	12	777	12	902	14	1018	15	1177	18	1479	23	1070	13
1250	192	8	320	9	489	10	565	11	705	11	818	13	923	14	1067	17	1339	21	974	12

Σχήμα 4.8: Μέγιστο επιτρεπτό φορτίο που ασκείται στο έμβολο σύμφωνα με το πρότυπο EN81.2

#### 4.3.2 Κύλινδρος- έμβολο με διαιρούμενα τμήματα.

Στην περίπτωση εμβόλων μεγάλων μηκών, όπου είναι αδύνατη η εξ 'ολοκλήρου κατασκευή ολόκληρου του εμβόλου στον τόρνο, γίνεται χρήση εμβόλων αποτελούμενα από περισσότερα του ενός τεμαχίων (συνήθως δύο). Η σύνδεση των τμημάτων του εμβόλου, γίνεται είτε με σπείρωμα είτε με ενδιάμεσο δαχτυλίδι στο οποίο πιέζονται τα άκρα των τμημάτων του εμβόλου ενώ ένα O-RING εξασφαλίζει την απαραίτητη στεγανοποίηση. Στην περίπτωση που η ένωση γίνει με σπείρωμα, στις τελευταίες 5 σπείρες τοποθετείται ειδική κόλλα για στεγανοποίηση και σταθεροποίηση. Ο κύλινδρος ενώνεται με δύο μεταλλικές φλάντζες που συγκολλούνται πάνω σε κάθε τεμάχιο του κυλίνδρου. Στη συνέχεια η σύνδεση εξασφαλίζεται με συγκεκριμένο αριθμό κοχλίων, ενώ ανάμεσα στα τμήματα που συνδέονται παρεμβάλλεται ειδική φλάντζα από περμανίτη. Είναι σημαντικό η σύνδεση να έχει αντίστοιχη ροπή αδράνειας με την πλήρη διατομή ενός αντίστοιχου μονοκόμματου εμβόλου. Για

αυτόν τον λόγο η σύνδεση δεν θα πρέπει να πραγματοποιείται στο μέσον του μήκους του εμβόλου. Στο σχήμα 4.9, παρουσιάζεται σύστημα κυλίνδρου- εμβόλου με διαιρούμενα τμήματα πριν & μετά τη συναρμολόγηση.



Σχήμα 4.9: Κύλινδρος- έμβολο με διαιρούμενα τμήματα, πριν & μετά τη συναρμολόγηση (Morris Hellas)

#### 4.3.3 Τηλεσκοπικά έμβολα

Τα τηλεσκοπικά έμβολα (σχήμα 4.10) χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές όπου τα απλά έμβολα δεν μπορούν να εξυπηρετήσουν τις ανάγκες της κατασκευής: Μια συνηθισμένη χρήση τους είναι στην απευθείας ανάρτηση του θαλάμου όταν δεν είναι δυνατή η διάνοιξη οπής μεγάλου βάθους μέσα στο φρεάτιο. Είναι αρκετά ακριβότερα από τα απλά έμβολα και παρουσιάζουν δυσκολίες στην κατασκευή αλλά και την λειτουργία τους. Η απαιτούμενη οπή για τα τηλεσκοπικά έμβολα είναι αρκετά μικρότερη, ανάλογα βέβαια με τον αριθμό των βαθμίδων του. Για την ομαλή λειτουργία του τηλεσκοπικού εμβόλου απαιτείται η συγχρονισμένη κίνηση των βαθμίδων που απαρτίζουν το έμβολο. Η κίνηση αυτή επιτυγχάνεται με κατάλληλες υδραυλικές διατάξεις και διαμόρφωση των επιμέρους στοιχείων του.



Σχήμα 4.10: Τηλεσκοπικό έμβολο σε τομή

### 4.4 Κύκλωμα υδραυλικού ανελκυστήρα- Κινητήριος μηχανισμός (Αντλία)

Ο κινητήριος μηχανισμός (μονάδα ισχύος, σχήμα 4.11) του υδραυλικού ανελκυστήρα αποτελείται από τον ηλεκτροκινητήρα (αντλία λαδιού), τις βαλβίδες ελέγχου αλλά και τα λοιπά στοιχεία ελέγχου και υποβοήθησης του υδραυλικού κυκλώματος. Οι κινητήρες που χρησιμοποιούνται στους υδραυλικούς ανελκυστήρες είναι τριφασικοί ασύγχρονοι κατάλληλοι για λειτουργία κάτω από το λάδι. Η τάση λειτουργίας του κινητήρα ανέρχεται στα 380V, σε συχνότητα 50Hz (βασική συχνότητα του



ηλεκτρικού ρεύματος στην Ελλάδα) για την επίτευξη περίπου 2750rpm. Η ροπή εκκίνησης είναι διπλάσια της ονομαστικής και η συνδεσμολογία για κινητήρες έως 8.5 Kw είναι σε τρίγωνο ενώ για κινητήρες μεγαλύτερης ισχύος, είναι σε αστέρα-τρίγωνο. Ο κινητήριος μηχανισμός αγγίζει και μερικές φορές ξεπερνά τα 18kW, σε αντίθεση με έναν κινητήρα μηχανικού ανελκυστήρα που μπορεί να φτάσει τα 6.5kW ή και χαμηλότερα εάν γίνει χρήση V.V.V.F Inverter (μεταβλητή τάση-μεταβλητή συχνότητα)



Σχήμα 4.11: Μονάδα ισχύος υδραυλικού ανελκυστήρα

Διάταξη σιγαστήρα αποσβένει τους μεταφερόμενους παλμούς της αντλίας από το δοχείο στο φρεάτιο και συνεπώς στο θάλαμο μέσω του σωλήνα τροφοδοσίας λαδιού. Ο σιγαστήρας τοποθετείται σε σειρά με το σωλήνα τροφοδοσίας (στην επέκταση αυτού) και η λειτουργία του βασίζεται στην απότομη αλλαγή των συνθηκών ροής του λαδιού. Το λάδι καθώς εισέρχεται στον σιγαστήρα, κινείται με σταθερή ταχύτητα με διακυμάνσεις (παλμούς) όπως αυτές παράγονται από την αντλία. Καθώς το λάδι περνάει μέσα από τον σιγαστήρα ο οποίος διαθέτει μεγάλη επιφάνεια διατομής, η ταχύτητα πέφτει απότομα και δημιουργούνται στροβιλισμοί με την κρούση στα τοιχώματα του σιγαστήρα. Το λάδι εξερχόμενο από το μικρής διατομής στόμιο εξόδου του σιγαστήρα, αναγκάζεται να αποκτήσει την ίδια ταχύτητα με αυτήν που εισήλθε στον σιγαστήρα. Αυτή η πορεία του λαδιού μέσα από το σιγαστήρα, εξασφαλίζει την σχεδόν πλήρη απόσβεση των μεταφερόμενων παλμών. Πέρα από τον σιγαστήρα λαδιού, μπορεί να τοποθετηθεί και κατάλληλη μονωτική συσκευή, η οποία μονώνει ηλεκτρικά το κύκλωμα για την αποτροπή ηλεκτρόλυσης, δηλαδή της διάβρωσης του υλικού των αγωγών που μεταφέρουν το υδραυλικό μέσο. Στο σχήμα 4.12 παρουσιάζεται μία διάταξη μονωτικής συσκευής για αποτροπή ηλεκτρόλυσης και σιγαστήρας λαδιού, όπως έχει τοποθετηθεί σε σειρά με το σωλήνα τροφοδοσίας





Σχήμα 4.12: Διάταξη μονωτικής συσκευής για αποτροπή ηλεκτρόλυσης & σιγαστήρας λαδιού.

Η ψύξη του κινητήρα αλλά και η λίπανση του, πραγματοποιείται με τον κινητήρα εμβαπτισμένο μέσα στο δοχείο λαδιού. Για τον λόγο αυτό, το δοχείο λαδιού πρέπει να έχει μέγεθος κατάλληλο για σωστή αποβολή θερμότητας ανά μονάδα χρόνου. Με την τοποθέτηση του κινητήρα και της αντλίας μέσα στο λάδι, υπάρχει εκμετάλλευση των ηχομονωτικών ιδιοτήτων του λαδιού με αποτέλεσμα την απουσία δυνατών θορύβων. Το δοχείο θα πρέπει να είναι κατασκευασμένο από χαλύβδινη λαμαρίνα DPK πάχους 2mm και εδράζεται στο έδαφος με κατάλληλα αντικραδασμικά πλαστικά στηρίγματα προκειμένου να μειώνεται στο ελάχιστο η μετάδοση κραδασμών από το δοχείο στο κτήριο. Η στάθμη του λαδιού ελέγχεται από τον δείκτη λαδιού που βιδώνεται πάνω στον κρούνο εξαέρωσης. Το ελάχιστο επιτρεπτό επίπεδο λαδιού είναι τόσο ώστε να καλύπτονται πλήρως ο κινητήρας και η αντλία όταν το έμβολο βρίσκεται στην άνω ακραία θέση. Η προστασία από υπερθέρμανση (όπως υπαγορεύεται από το πρότυπο EN 81.2) εξασφαλίζεται με την παρουσία ειδικών αισθητήρων θερμοκρασίας, διατηρώντας την θερμοκρασία του λαδιού συνεχώς κάτω από 70°C. Εάν το μέγεθος του δοχείου δεν ευνοεί την απαγωγή της θερμότητας, τότε τοποθετείται ειδική επιπλέον ψύκτρα λαδιού.

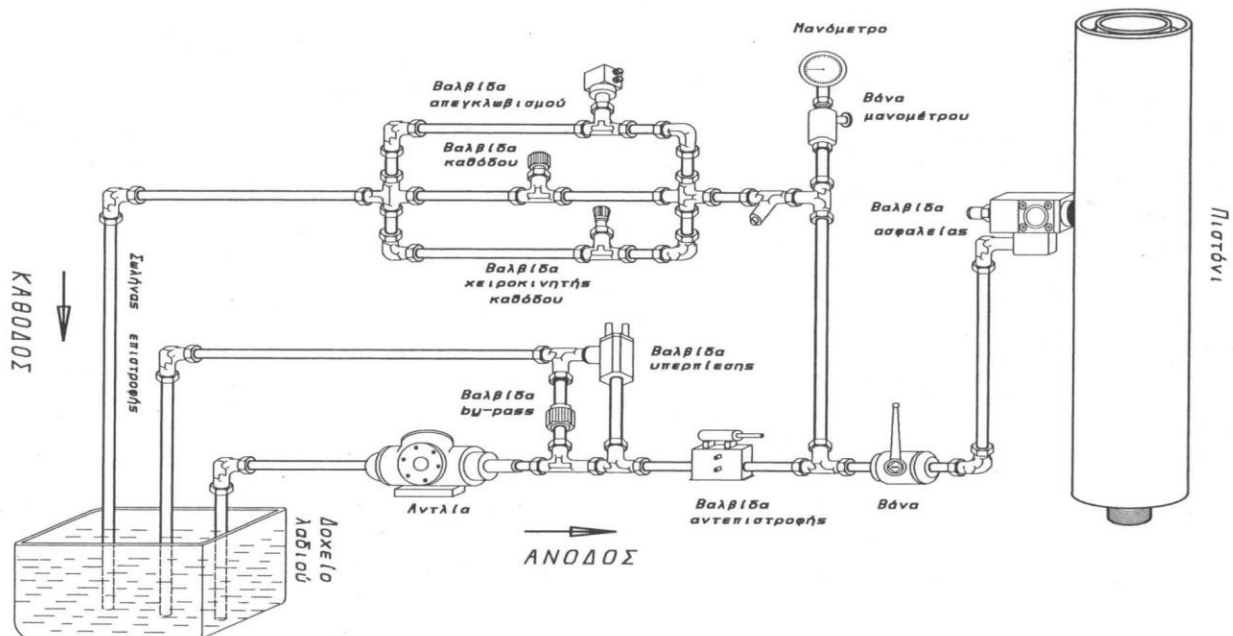
Οι κινητήρες έχουν την δυνατότητα να υπερφορτωθούν κατά 30% περίπου πέραν της ονομαστικής τους ισχύος. Συνεπώς η επιλογή κινητήρα γίνεται όχι μόνο με βάση το ποσοστό υπερφόρτωσης αλλά και με βάση την ισχύ αφού ληφθεί υπόψιν η προσαύξηση της πίεσης λόγω της δυναμικής πίεσης του λαδιού.

Η απαιτούμενη ισχύς του κινητήρα ισούται με:

$$N = \frac{PdQ}{600n1.3}$$

Όπου Pd είναι η δυναμική πίεση λαδιού, Q παροχή στην δεδομένη δυναμική πίεση, η ο βαθμός απόδοσης, 1.3 είναι ο συντελεστής δυνατότητας υπερφόρτωσης του κινητήρα.

Με βάση την ισχύ που προκύπτει από την παραπάνω σχέση, αναζητείται από πίνακες κατασκευαστών αντλιών-κινητήρων, ο κατάλληλος κινητήρας.



Σχήμα 4.13: Ολοκληρωμένο Κύκλωμα υδραυλικού ανελκυστήρα

#### 4.5 Μπλοκ βαλβίδων-Διατάξεις ασφαλείας

Οι βαλβίδες ρύθμισης της ροής του λαδιού καθορίζουν σημαντικά τις ιδιότητες λειτουργίας του ανελκυστήρα. Πλέον όλες οι ρυθμιστικές βαλβίδες τοποθετούνται σε χυτό μπλοκ ώστε να επιτυγχάνεται η απαιτούμενη συνδεσμολογία και να μην χρησιμοποιούνται πρόσθετα στοιχεία συνδέσεως πέρα του αγωγού σύνδεσης με τον κύλινδρο. Το μπλοκ των βαλβίδων βρίσκεται συνήθως πάνω στο καπάκι του δοχείου λαδιού και συνδέεται με τον υδραυλικό σύστημα ισχύος. Ρόλος του μπλοκ είναι ο συνεχής έλεγχος της σωστής και ομαλής λειτουργίας του ανελκυστήρα. Αποτελείται από 4 πηνία και βαλβίδες μεγίστης πίεσεως, By-pass, αντεπιστροφής, χειροκίνητης κατάβασης, μικρής και μεγάλης ταχύτητας ανόδου, μικρής ταχύτητας ανόδου και χαλάρωσης συρματόσχοινων (σε περίπτωση έμμεσης ανάρτησης), δικλείδα διακοπής του κυκλώματος. Η πληροφόρηση για την πίεση του λαδιού στο κύκλωμα γίνεται με το μανόμετρο που βρίσκεται ενσωματωμένο με το μπλοκ. Όλα τα μπλοκ θα πρέπει είναι εγκεκριμένα και πιστοποιημένα από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Πιστοποιήσεων και θα πρέπει να έχουν δοκιμαστεί όπως επιβάλλει το πρότυπο ISO 4411:2019 το οποίο αναφέρεται στην ροή του υδραυλικού μέσου, διαμέσου των βαλβίδων ασφαλείας.

Οι κυριότερες βαλβίδες ρύθμισης-ασφάλειας παρουσιάζονται παρακάτω:

- Κατά την εκκίνηση και το σταμάτημα του θαλάμου, μπορούν να εμφανιστούν κρουστικά φορτία. Για την αποφυγή αυτών των φορτίων, τοποθετείται βαλβίδα διαφυγής-by pass, ο ρόλος της οποίας είναι να επιτρέπει σε ένα τμήμα του λαδιού να επιστρέφει στο δοχείο κατά την εκκίνηση/σταμάτημα του θαλάμου: Το κλείσιμο της βαλβίδας πραγματοποιείται σταδιακά μετά την εκκίνηση του θαλάμου, προκειμένου να αυξηθεί η πίεση του λαδιού και να κινηθεί προς τα πάνω ο θάλαμος.
- Για την αποφυγή υπερπίεσης (και συνεπώς της υπέρμετρης αύξησης της ταχύτητας) πέρα από την ονομαστική πίεση λαδιού, κατά την άνοδο του εμβόλου, τοποθετείται στο κύκλωμα ασφαλείας μια βαλβίδα ρυθμιζόμενη σε μια πίεση ασφαλείας. Εάν η πίεση του λαδιού φτάσει ή ξεπεράσει κατά την λειτουργία της αντλίας, την πίεση ασφαλείας, η αντλία υπερπίεσεως ανοίγει, αναγκάζοντας το λάδι να επιστρέφει μέσω αυτής, στο δοχείο λαδιού.
- Στο σημείο τροφοδοσίας του κυλίνδρου τοποθετείται ειδική βαλβίδα έλλειψης πίεσεως και κατάλληλη υδραυλική αρπάγη η οποία ενεργοποιείται στην περίπτωση που υπάρχει κάποια διαρροή ή θραύση κάποιου αγωγού τροφοδοσίας. Η βαλβίδα απελευθερώνεται με μικρή ανοδική μετατόπιση του εμβόλου.
- Για την κάθοδο του θαλάμου, ενεργοποιούνται οι βαλβίδες καθόδου: Σε αυτή την φάση δεν

απαιτείται η χρήση ηλεκτροκίνητης αντλίας καθώς η πίεση που ασκείται στο λάδι μέσα στον κύλινδρο, από το ωφέλιμο φορτίο και το ίδιο βάρος του θαλάμου, το αναγκάζουν να επιστρέψει στο δοχείο, επιτρέποντας την καθόδο του θαλάμου. Η επιστροφή του λαδιού γίνεται μέσω των βαλβίδων καθόδου η οποίες ενεργοποιούνται ηλεκτρονικά. Διακρίνονται στη βαλβίδα μικρής ταχύτητας καθόδου η οποία παραμένει ενεργοποιημένη σε όλη την κίνηση της καθόδου και σε αυτή την μεγάλης ταχύτητας καθόδου η οποία ενεργοποιείται στην φάση κίνησης του θαλάμου με την μεγάλη ταχύτητα καθόδου.

- Χειροκίνητη βοηθητική βαλβίδα μικρής ταχύτητας καθόδου έκτακτης ανάγκης η οποία διαθέτει χειροκίνητη επαναφορά εξασφαλίζει τον απεγκλωβισμό των ατόμων από το εσωτερικό του θαλάμου σε περίπτωση απροσδόκητης βλάβης στο σύστημα αυτομάτου ελέγχου του ανελκυστήρα ενώ χειροκίνητη βοηθητική αντλία μετακινεί το έμβολο προς τα επάνω σε αντίστοιχη περίπτωση έκτακτης ανάγκης ή για την απελευθέρωση της αρπάγης.

Στο σχήμα 4.14, διακρίνεται ένα μπλοκ βαλβίδων κλειστού βρόχου, το οποίο παρέχει σταθερή επιτάχυνση και επιβράδυνση ανεξάρτητη σε μεγάλο βαθμό από το φορτίο και την θερμοκρασία του υδραυλικού μέσου. Το ηλεκτρονικό κύκλωμα ελέγχει τις επιδόσεις του θαλάμου μέσω σωληνοειδών βαλβίδων μεταβλητής ροής. Η λειτουργία του ανελκυστήρα μπορεί να καταγραφεί και να τροποποιηθούν μέσω Η/Υ παράμετροι που συμμετέχουν στην κίνηση που εκτελεί ο ανελκυστήρας.

Πέραν των παραπάνω βαλβίδων ασφαλείας, η διάταξη του ανελκυστήρα περιλαμβάνει κατάλληλους αποσβεστήρες, ίδιους με εκείνους που χρησιμοποιούνται στην περίπτωση του μηχανικού ανελκυστήρα.



Σχήμα 4.14: Μπλόκ Ηλεκτρονικής βαλβίδας τύπου Servo (Blain Hydraulics GmbH)

#### **4.6 Λάδι υδραυλικού κυκλώματος**

Η επιλογή του κατάλληλου λαδιού (υδραυλικό μέσο) για το υδραυλικό κύκλωμα του ανελκυστήρα, πρέπει να γίνεται με βάση τις συνθήκες λειτουργίας του. Βασικότερα κριτήρια για την εκλογή του κατάλληλου υδραυλικού μέσου είναι η θερμοκρασία λειτουργίας του και η συχνότητα χρήσης του ανελκυστήρα. Για υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος αλλά και μεγάλη συχνότητα χρήσης του ανελκυστήρα, είναι επιθυμητή η χρήση υδραυλικού μέσου με μεγάλο ιξώδες. Η μικρή συμπιεστότητα του υδραυλικού μέσου είναι επίσης επιθυμητή και επιτυγχάνεται με την προσθήκη προσμείξεων του πυριτίου. Τέτοιες προσμίξεις αποτρέπουν την συγκέντρωση μεγάλης ποσότητας αέρα στο

εσωτερικό του υδραυλικού μέσου. Τα πρότυπα DIN 51524-2, ISO 11158, ISO 6743-4, υποδεικνύουν στον μελετητή-κατασκευαστή του ανελκυστήρα, τις προδιαγραφές που πρέπει να τηρούνται όσον αφορά το υδραυλικό μέσο που θα χρησιμοποιηθεί. Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι ιδιότητες του υδραυλικού μέσου RENOLIN LIFT 22, της FUCHS, το οποίο υπακούει τα παραπάνω πρότυπα.

Density at 15 °C	869 kg/m <sup>3</sup>
Flash point cleveland	210 °C
Kinematic viscosity at 40 °C	22 mm <sup>2</sup> /s
Kinematic viscosity at 100 °C	4.3 mm <sup>2</sup> /s
VI	100
Pourpoint	-30 °C

Σχήμα 4.15: Ιδιότητες υδραυλικού μέσου RENOLIN LIFT 22

Η οξύτητα του λαδιού αυξάνεται με την χρονική πάροδο και την χρήση του ανελκυστήρα και μπορεί να προκαλέσει φθορές στον κινητήρα αλλά και στο σύστημα έμβολο-κύλινδρος. Για αυτό το λόγο προτείνεται η αντικατάσταση των λαδιών κάθε 5 με 7 έτη ανάλογα πάντοτε με τη συχνότητα χρήσης του ανελκυστήρα. Καθυστέρηση αλλαγής των λαδιών, έχει ως συνέπεια όχι μόνο την ύπαρξη δαπανηρής βλάβης αλλά και την πρόκληση δυσάρεστων οσμών και προβλημάτων υγείας σε όσους εισέρχονται συχνά στο θάλαμο, σε σπανιότερες περιπτώσεις. Ειδικότερα εάν το μηχανοστάσιο βρίσκεται εντός οικείας, θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην τακτική συντήρηση των λαδιών και στον επαρκή αερισμό του χώρου. Προσοχή θα πρέπει να δίνεται και στην στάθμη των λαδιών καθώς πολλές φορές η μειωμένη ποσότητα λαδιού στο υδραυλικό κύκλωμα μπορεί να προκαλέσει υπερθέρμανση του κινητήρα και μειωμένο ιξώδες: Η ύπαρξη χαμηλότερης στάθμης λαδιού από ότι ορίζει ο κατασκευαστής έχει σαν συνέπεια την συνεχή ανακύκλωση του ίδιου λαδιού, με αποτέλεσμα οι μοριακές αλυσίδες μεταξύ των μορίων του λαδιού, να σπάνε, μειώνοντας το ιξώδες του.

#### 4.7 Δομή πλαισίου θαλάμου στην άμεση & έμμεση ανάρτηση

Το πλαίσιο θαλάμου στην περίπτωση υδραυλικού ανελκυστήρα, επιτελεί τον ίδιο σκοπό με αυτόν της περίπτωσης του μηχανικού ανελκυστήρα (Παράγραφος 2.5) : Προσφέρει στήριξη του θαλάμου και καθορίζει τον χώρο μέσα στον οποίο θα κινείται κατακόρυφα στο φρεάτιο, ο θάλαμος του ανελκυστήρα. Στην περίπτωση του υδραυλικού ανελκυστήρα, τα κατακόρυφα πλαϊνά τμήματα του, φέρουν τους ολισθητήρες και την βάση του θαλάμου, κάτω από την οποία τοποθετείται μια μεταλλική πλάκα στην οποία επενεργεί το έμβολο του κυλίνδρου. Φέρει όλες τις απαραίτητες διατάξεις οδήγησης και ασφάλειας του ανελκυστήρα. Η κατασκευή του πλαισίου του θαλάμου διαφοροποιείται σε κάθε περίπτωση ανάλογα με τον τρόπο ανάρτησης του θαλάμου (έμμεση ή άμεση ανάρτηση).

##### 4.7.1 Πλαίσιο άμεσης ανάρτησης

Το πλαίσιο στην άμεση ανάρτηση με κεντρικά τοποθετημένο έμβολο, είναι μια μεταλλική κατασκευή ορθογωνικού σχήματος αποτελούμενη από μορφοσίδερα τύπου Π (UPN) διαφόρων διατομών (σχήμα 4.16), ανάλογα με το ωφέλιμο φορτίο και τις διαστάσεις του θαλάμου. Τα κατακόρυφα πλαϊνά τμήματα του, φέρουν τους ολισθητήρες και την βάση του θαλάμου, κάτω από την οποία τοποθετείται μια μεταλλική πλάκα στην οποία επενεργεί το έμβολο του κυλίνδρου. Το δέσιμο του πλαισίου στο πάνω μέρος, επιτυγχάνεται με την χρήση οριζόντιου δοκαριού τύπου Π. Στην περίπτωση άμεσης ανάρτησης με δύο πλευρικά τοποθετημένα έμβολα, ο θάλαμος οδηγείται με δύο κεντρικούς οδηγούς ενώ τα έμβολα ενεργούν στην ειδικά τοποθετημένη δοκό στερεωμένη στο πάνω μέρος του πλαισίου.



Σχήμα 4.16: Μορφοσίδερο τύπου UPN

#### 4.7.2 Πλαίσιο έμμεσης ανάρτησης

Όπως και στην περίπτωση της άμεσης ανάρτησης, το πλαίσιο αποτελείται από μορφοσίδερα τύπου Π (UPN), με διατομή κατάλληλη ώστε το πλαίσιο να μπορεί να παραλάβει τα φορτία που ασκούνται κατά την λειτουργία του ανελκυστήρα. Σε αυτό το είδος ανάρτησης, πάντοτε τοποθετούνται στο κάτω μέρος του πλαισίου, δύο τροχοί κύλισης, που κυλίνουν επάνω στις επιφάνειες ολίσθησης των οδηγών του πλαισίου. Οι τροχοί αυτοί στερεώνονται με τρόπο τέτοιο ώστε να μπορούν να ρυθμιστούν κατάλληλα για να υπάρχει ίση κατανομή φορτίων στήριξης.

#### 4.8 Τροχαλία υδραυλικού ανελκυστήρα

Οι τροχαλίες χρησιμοποιούνται στην πλάγια έμμεση ανάρτηση του θαλάμου του ανελκυστήρα. Η τροχαλία εδράζεται με ειδική βάση στο επάνω μέρος του εμβόλου και κινείται μαζί με αυτό, ωθώντας παράλληλα τα συρματόσχοινα προς τα πάνω. Η σημαντική διαφορά της τροχαλίας του υδραυλικού ανελκυστήρα με την τροχαλία του μηχανικού ανελκυστήρα, έγκειται στο γεγονός ότι η τροχαλία αυτή είναι κυλίσσεως και όχι τριβής. Κατασκευάζεται από χυτοσίδηρο GG25 κατά DIN 1691 και διαθέτει νεύρα ενίσχυσης καθώς και περιφερειακά ημικυκλικά αυλάκια για την τύλιξη του συρματόσχοινου. Είναι διαιρετέα σε δύο τμήματα τα οποία στηρίζονται σε κοινό άξονα μέσω εδράνων κύλισης (ρουλεμάν), ενώ ο σκελετός της τροχαλίας κατασκευάζεται από μορφοσίδερα μεγάλης αντοχής για την ασφαλή μεταφορά των απαιτούμενων φορτίων.



## 5. ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ

Κατά την σύνταξη της μελέτης τηρήθηκαν κανονισμοί για την εγκατάσταση και λειτουργία ανελκυστήρων προσώπων και φορτίων σύμφωνα με τα ΦΕΚ 311/Α/68 και ΦΕΚ 397/Β/6.8.87 καθώς και τα πρότυπα EN 81.2 & EN 81.5 αναφορικά με τους Κανόνες ασφαλείας για την κατασκευή και εγκατάσταση ανελκυστήρων προσώπων και φορτίων. Στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιείται τεχνική ανάλυση ενός υδραυλικού ανελκυστήρα έμμεσης ανάρτησης. Αρχικά παρατίθενται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του ανελκυστήρα και έπειτα γίνεται ανάλυση απαιτήσεων για τα απαραίτητα για την κίνηση του εξαρτήματα και στη συνέχεια προσδιορίζονται οι δυνάμεις και οι τάσεις που ασκούνται στα εξαρτήματα που συμμετέχουν στην κίνηση του ανελκυστήρα. Τέλος γίνεται έλεγχος αυτών των δυνάμεων και τάσεων έτσι ώστε να ελεγχθεί αν βρίσκονται εντός των επιτρεπτών ορίων.

### 5.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά Υδραυλικού ανελκυστήρα:

Διαστάσεις φρεατίου 1160.00mm\*1360.00mm  
Ανάρτηση: Έμμεση ( $C_m=2$ )  
Καθαρό ύψος θαλάμου: 2005.00mm  
Ωφέλιμο Φορτίο:  $Q=525\text{kg} / 7$  άτομα  
Μέγεθος θαλάμου κατά την διεύθυνση x:  $D_x=1150.00\text{ mm}$   
Μέγεθος θαλάμου κατά την διεύθυνση y:  $D_y=1180.00\text{ mm}$   
Διαδρομή θαλάμου:  $I_g=14460.00\text{mm} / 14.66\text{m}$   
Ταχύτητα ανόδου θαλάμου:  $V_u=0.63\text{m/sec}$   
Ταχύτητα καθόδου θαλάμου:  $V_d=0.63\text{m/sec}$   
Ιδίο βάρος θαλάμου:  $F=W_{car}+W_{door}=520\text{kg}+80\text{kg}=600\text{kg}$   
Στάσεις: 3 ( Υπόγειο, ισόγειο, 1<sup>ος</sup> όροφος )  
Αριθμός εμβόλων:  $N_e=1$   
Διάμετρος τροχαλίας:  $D_p=400.00\text{mm}$   
Διάμετρος άξονα τροχαλίας  $D_{pax}=40.00\text{mm}$   
Βάρος τροχαλίας:  $P_t=50\text{kg}$   
Ροπή αντίστασης άξονα τροχαλίας:  $T_p=6280.00\text{mm}^3$   
Απόσταση στήριξης τροχαλίας:  $C=35.00\text{mm}$   
Αριθμός συρματόσχοινων:  $N_{wire}=4$   
Διάμετρος συρματόσχοινων  $D_{wire}=10.00\text{mm}$   
Φορτίο θραύσης συρματόσχοινων  $F_b=4490\text{kg}$   
Βάρος συρματόσχοινων:  $W_t=34.16\text{kg}$   
Βάρος πλαισίου:  $W_{frame}=0\text{kg}$

### Έμβολο

Τύπος εμβόλου: 100 x 8.5  
Υλικό εμβόλου: St52-3 κατά EN 10025  
Αριθμός εμβόλων:  $N_e=1$   
Βάρος εμβόλου:  $W_p=128.62\text{kg}$   
Βάρος εμβόλου ανά μονάδα μήκους:  $W_{pm}= 17.14\text{ kg/m}$   
Μήκος εμβόλου:  $L=7500\text{mm}$   
Μήκος εμβόλου που υπόκειται σε λυγισμό  $L_k=L=7500.00\text{mm}$   
Εξωτερική διάμετρος σωλήνα εμβόλου:  $d_{out}=100.00\text{mm}$   
Εσωτερική διάμετρος σωλήνα εμβόλου:  $d_{in}=85.00\text{mm}$   
Πάχος τοιχώματος σωλήνα εμβόλου:  $P_{th}=75.00\text{mm}$

### Κυλίνδρος

Υλικό κυλίνδρου: St52-3 κατά EN 10025  
Εξωτερική διάμετρος σωλήνα κυλίνδρου  $D_{out}=127.00\text{mm}$   
Εσωτερική διάμετρος σωλήνα κυλίνδρου  $D_{in}=118.00\text{mm}$   
Πάχος τοιχώματος σωλήνα κυλίνδρου:  $C_{th}=4.5.00\text{mm}$   
Πάχος πάτου κυλίνδρου:  $Cl_{th}=20.00\text{mm}$   
Σωλήνας τροφοδοσίας : Ελαστικός  
Εξωτερική διάμετρος σωλήνα:  $D_{t_{out}}= 48.3\text{mm}$   
Πάχος τοιχώματος σωλήνα:  $T_{th}=8.30\text{mm}$

Παροχή αντλίας:  $Q_p=150\text{L/min}$

Ονομαστική ισχύς κινητήρα:  $N_{\text{nom}}=15\text{ HP}$

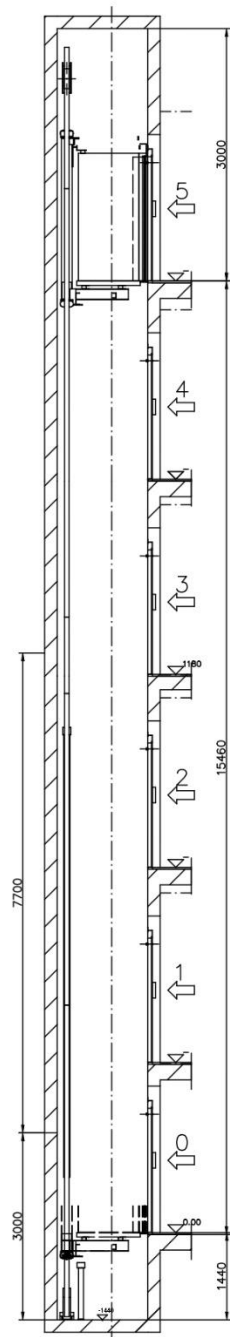
Συντελεστής α αντλίας:  $\alpha=1.03$

Συντελεστής β αντλίας:  $\beta=0.97\text{ Nt/mm}^2$

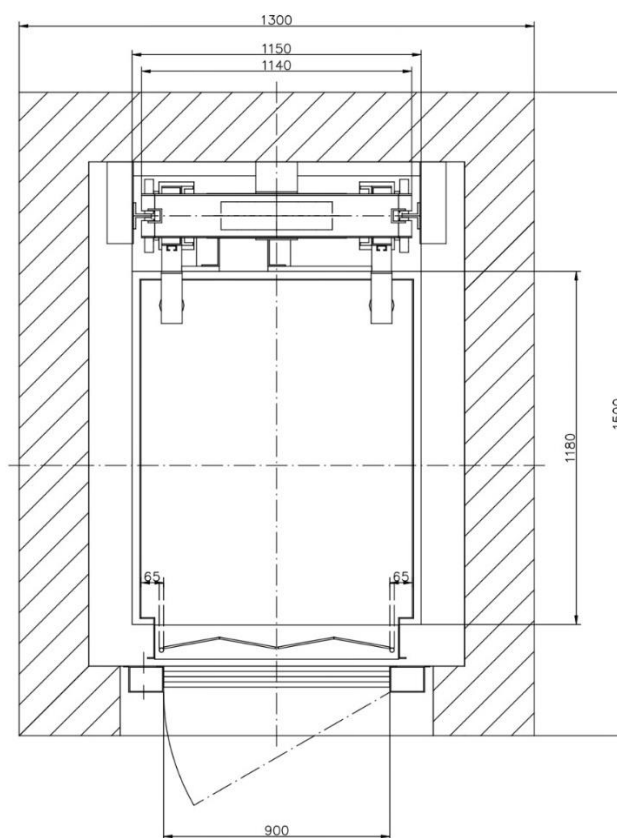
Τύπος οδηγών: Οδηγοί τύπου A & B

Αριθμός οδηγών:  $N_f=2$

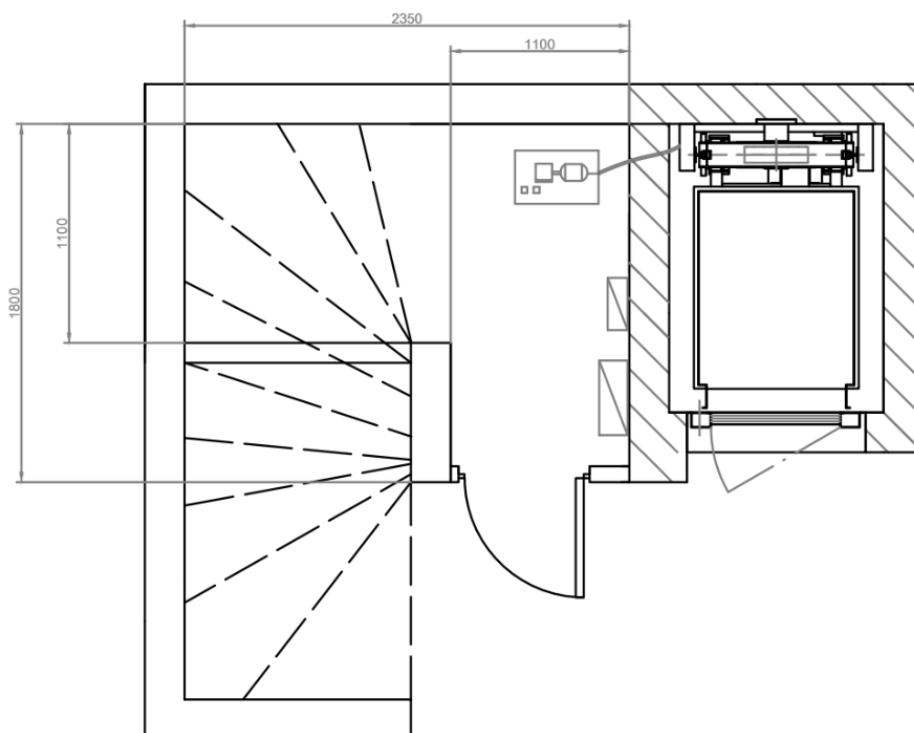
Υλικό αρμοκαλύπτρας & συσκευής ακαριαίας πέδησης: St44 κατά EN 10025



Σχήμα 5.1: Τομή φρέατος



Σχήμα 5.2: Κάτοψη φρέατος



Σχήμα 5.3: Κάτοψη μηχανοστάσιου



## 5.2 Υπολογισμοί εμβόλου-κυλίνδρου & αγωγού τροφοδοσίας.

Το έμβολο είναι κατασκευασμένο σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό κανονισμό EN 81.2 και διαθέτει συντελεστή ασφαλείας 2. Έχει υποστεί επεξεργασία σε τόρνο και ρεκτιφιάρισμα προκειμένου να διαθέτει απόλυτα λεία επιφάνεια και κυκλική διατομή. Το κάτω μέρος του εμβόλου διαθέτει φλάντζα μεγαλύτερης διαμέτρου για την αποφυγή εξόδου του εμβόλου από τον κύλινδρο.

### Έλεγχος εμβόλου σε λυγισμό

#### Επιφάνεια πίεσεως εμβόλου $A_0$

$$A_0 = \pi \cdot d_{out}^2 / 4 = 3.14 \cdot 100^2 / 4 = 7850.00 \text{ mm}^2$$

$$A_0 = 7850 \text{ mm}^2$$

#### Επιφάνεια διατομής εμβόλου $A$

$$A = \pi \cdot (d_{out}^2 - d_{in}^2) / 4 = 3.14 \cdot (100^2 - 85^2) / 4$$

$$A = 2178.37 \text{ mm}^2$$

#### Ροπή αδράνειας διατομής εμβόλου $J$

$$J = \pi \cdot (d_{out}^4 - d_{in}^4) / (64 \cdot 10000) = 3.14 \cdot (100^4 - 85^4) / (64 \cdot 10000)$$

$$J = 234.51 \text{ cm}^4$$

#### Συντελεστής λυγερότητας εμβόλου $\lambda$

$$\lambda = L_k / ((J \cdot 10000 / A)^{1/2}) = 75000 / 32.81$$

$$\lambda = 228.58$$

$$\text{όπου } (J \cdot 10000 / A)^{1/2} = 32.81 = i$$

#### Κρίσιμο φορτίο λυγισμού $F_{cr}$

Για  $\lambda > 100$  : ισχύει

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2$$

Και συνεπώς

$$F_{cr} = \pi^2 \cdot E \cdot A \cdot i^2 / (2 \cdot L_k^2) = (3.14^2 \cdot 210000 \cdot 2178.37 \cdot 32.81^2) / (2 \cdot 7500^2)$$

$$F_{cr} = 43158.88 \text{ Nt}$$

#### Φορτίο λυγισμού εμβόλου $F_s$

$$F_s = 1.4 \cdot ((F + Q) \cdot C_m + 0.64 \cdot W_{pm} \cdot N_e + P_l \cdot N_e + W_l) / N_e = 1.4 \cdot (9.81(600 + 525) \cdot 2 + 0.64 \cdot 9.81 \cdot 128.62 \cdot 1 + 50 \cdot 1 + 34.16) / 1$$

$$F_s = 32149.86 \text{ Nt}$$

Πρέπει  $F_s \leq F_{cr}$  κάτι το οποίο ισχύει.

DESCRIPTION			Symbol	100x5	100x6	100x7	100x8.5
PISTON	Outer Diameter	(mm)	De	100	100	100	100
	Inner Diameter	(mm)	de	90	88	86	83
	Wall thickness	(mm)	Se	5	6	7	8,5
	Pressure surface	(cm <sup>2</sup> )	Fe	78,50	78,50	78,50	78,50
	Section surface	(cm <sup>2</sup> )	Fr	14,92	17,71	20,44	24,42
	Moment of inertia	(cm <sup>4</sup> )	Jr	168,73	196,40	222,25	257,78
	Radius of inertia	(cm)	i	3,36	3,33	3,30	3,25
	Weight for length L=0	(Kgr)	Be0	3,2	3,2	3,2	3,2
	Weight per meter	(Kgr)	Be	11,71	13,90	16,05	19,17
	Max permissible pressure	(bar)	Pemax	72,54	90,67	108,81	136,01
CYLINDER	Outer Diameter	(mm)	Dk	139,7	139,7	139,7	139,7
	Inner Diameter	(mm)	dk	130,7	130,7	130,7	130,7
	Wall thickness	(mm)	Sk	4,5	4,5	4,5	4,5
	Max permissible pressure	(bar)	Pkmax	45,43	45,43	45,43	45,43
	Weight for length L=0	(Kgr)	Bk0	11	11	11	11
	Weight per meter	(Kgr)	Bk	15,00	15,00	15,00	15,00
	Head outer diameter	(mm)	K	159	159	159	159
SPLIT PISTON - Nut outer diameter				(mm)	Df	193	193
SHAPE DATA	Length of piston cutting	(mm)	-	L	L	L	L
	Piston projection	(mm)	-	18	18	18	18
	Total jack length in dead position	(mm)	-	L+158	L+158	L+158	L+158
	Piston travel	(mm)	-	L-146	L-146	L-146	L-146
	Total development	(mm)	-	2L+12	2L+12	2L+12	2L+12
	Piston projection	D (mm)	-	118	118	118	118
	Total jack length in dead position	D (mm)	-	L+258	L+258	L+258	L+258
SEALS	Total development	D (mm)	-	2L+112	2L+112	2L+112	2L+112
	U - Ring	-	-	S8-100	S8-100	S8-100	S8-100
	Wiper	-	-	PUS-100	PUS-100	PUS-100	PUS-100
	Guide Tapes	-	-	PTFE 9.7x2.5x314.1	PTFE 9.7x2.5x314.1	PTFE 9.7x2.5x314.1	PTFE 9.7x2.5x314.1

Σχήμα 5.4 Τεχνικές προδιαγραφές εμβόλου από υλικό St52

### Έλεγχος τοιχωμάτων εμβόλου κυλίνδρου και αγωγού τροφοδοσίας σε πίεση

Υπολογισμός στατικής πίεσης λειτουργίας  $P_{const}$ :

$$P_{const} = B_s / A_0$$

$$Mε \quad B_s = (9.81 \cdot (F+Q) \cdot C_m + W_{pm} \cdot N_e + P_i \cdot N_e + W_l) / N_e = (9.81 \cdot (600+525) \cdot 2 + 9.81 \cdot 128.62 \cdot 1 + 50 \cdot 1 + 34.16) / 1$$

$$B_s = 23418.42 \text{ Nt.}$$

$$\text{Συνεπώς } P_{const} = 23418.42 / 7850 = 2.98 \text{ Nt/mm}^2$$

### Έλεγχος τοιχωμάτων εμβόλου

Υπολογισμός μέγιστης πίεσης λειτουργίας εμβόλου:

$$P_{const.pist.} = (P_{th} - e_o) \cdot 2 \cdot \sigma_{\epsilon\pi} / (2.3 \cdot 1.7 \cdot d_{out}) = (7.5 - 0.5) \cdot 2 \cdot 355 / (2.3 \cdot 1.7 \cdot 100) = 12.71 \text{ Nt/mm}^2$$

Όπου Για St52-3 κατά EN 10025 είναι  $\sigma_{\epsilon\pi} = 355 \text{ Nt/mm}^2$

Πρέπει  $P_{const} \leq P_{const.pist.}$  το οποίο ισχύει

### Έλεγχος τοιχωμάτων κυλίνδρου

Ο κύλινδρος είναι κατασκευασμένος κι αυτός σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό κανονισμό EN 81.2. Το κάτω άκρο του στεγανοποιείται με ειδική φλάντζα ενώ στο πάνω άκρο προσαρμόζεται κεφαλή με κοχλίωση η οποία φέρει δύο δακτυλίους ολίσθησης και δύο στεγανοποιητικούς δακτυλίους, για αποτροπή εξόδου του υδραυλικού μέσου εξωτερικά του κυλίνδρου και για την αποφυγή εισόδου εξωτερικών σωματιδίων μέσα στον κύλινδρο

Υπολογισμός μέγιστης επιτρεπόμενης πίεσης λειτουργίας των τοιχωμάτων του κυλίνδρου.

$$P_{\text{const.cyl}} = (C_{\text{th}} - e_0) \cdot 2 \cdot \sigma_{\text{επ}} / (2.3 \cdot 1.7 \cdot D_{\text{out}}) = (4.5 - 1) \cdot 2 \cdot 355 / (2.3 \cdot 1.7 \cdot 127)$$

$$P_{\text{const.cyl}} = 5.00 \text{ Nt/mm}^2$$

Όπου για St52-3 κατά EN 10025 είναι  $\sigma_{\text{επ}} = 355 \text{ Nt/mm}^2$

Πρέπει  $P_{\text{const}} \leq P_{\text{const.cyl}}$  το οποίο ισχύει.

#### Έλεγχος τοιχωμάτων αγωγού τροφοδοσίας

Για ελαστικό αγωγό τροφοδοσίας εσωτερικής διαμέτρου  $D_{\text{εσ.}} = 31.7 \text{ mm}$  από πίνακες κατασκευαστή ισχύει ότι  $P_{\text{const.tube}} = 95.85 \text{ Nt/mm}^2$

Πρέπει  $8 \cdot P_{\text{const.}} \leq P_{\text{const.tube}}$  δηλαδή  $23.84 \leq 95.85 \text{ Nt/mm}^2$ , κάτι το οποίο ισχύει.

#### Έλεγχος πάχους βάσης κυλίνδρων

Για επίπεδη βάση κυλίνδρου με αυλακωτή βάση κυλίνδρου ισχύει:

$$P_{\text{const.base}} = ((C_{\text{th}} - e_0) \cdot \sigma_{\text{επ}}) / (((0.4 \cdot D_{\text{int}})^2) \cdot 2.3 \cdot 1.7) = ((20 - 1) \cdot 355) / ((0.4 \cdot 118)^2 \cdot 2.3 \cdot 1.7) =$$

$$128155 / 8710.8544 = 14.71 \text{ Nt/mm}^2$$

$$P_{\text{const.base}} = 14.71 \text{ Nt/mm}^2$$

Όπου Για St52-3 κατά EN 10025 είναι  $\sigma_{\text{επ}} = 355 \text{ Nt/mm}$

Πρέπει  $P_{\text{const}} \leq P_{\text{const.base}}$  κάτι το οποίο ισχύει.

### **5.3 Υπολογισμός μονάδας ισχύος**

Υπολογισμός απαιτούμενης ταχύτητας εμβόλου  $V_{\text{req.}}$ :

$$V_{\text{req}} = V_u / C_m = 0.63 / 2 = 0.315 \text{ m/sec}$$

Για την ελάχιστη απαιτούμενη παροχή αντλίας  $Q_{\text{min.}}$ :

$$Q_{\text{min}} = 0.06 \cdot V_{\text{req}} \cdot A_0 \cdot N_e = 0.06 \cdot 0.315 \cdot 148.36 \cdot 7850 \cdot 1 = 148.36 \text{ L/min}$$

$$Q_{\text{min}} = 148.36 \text{ L/min.}$$

Από πίνακες με χαρακτηριστικά αντλιών, επιλέγεται αντλία παροχής  $Q_p = 150 \text{ L/min}$ , με Συντελεστή  $\alpha$  αντλίας  $\alpha = 1.03$  και Συντελεστή  $\beta$  αντλίας:  $\beta = 0.97 \text{ Nt/mm}^2$ .

Με την εκλογή της παραπάνω αντλίας, το έμβολο κινείται με ταχύτητα  $V_e$ :

$$V_e = Q_p / (0.06 \cdot A_0 \cdot N_e) = 150 / (0.06 \cdot 7850 \cdot 1) = 0.318 \text{ m/s}$$

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

Ο Βαθμός απόδοσης μονάδος ισχύος υπολογίζεται ως εξής:

$$\eta = P_{\text{στατ.}} / (P_{\text{στατ.}} \cdot \alpha + \beta) = 2.98 / (2.98 \cdot 1.03 + 0.97) = 0.73$$

$$\eta = 0.73$$

Η απαιτούμενη ισχύς κινητήρα υπολογίζεται:

$$N = B_s \cdot V_e / (1000 \cdot \eta) = (23418.42 \cdot 0.318) / (1000 \cdot 0.73)$$

$$N = 10.2 \text{ HP}$$

Ενώ η απαιτούμενη ονομαστική ισχύς κινητήρα υπολογίζεται:

$$N_{\text{nom}} = N / 1.3 = 10.2 / 1.3 = 7.8 \text{ HP}$$

Από πίνακες κατασκευαστή επιλέγεται κινητήρας με ονομαστική ισχύ 15HP.

### **5.4 Υπολογισμός συρματόσχοινων**

Υπολογίζεται αρχικά ο συντελεστής ασφαλείας της εγκατάστασης  $v$ .

$$v = N_{\text{wire}} \cdot F_b / (((F + Q) / N_e) + W_i) = 4 \cdot 4490 / (((600 + 525) / 1) + 34.16) = 15.49$$

Ο συντελεστής ασφαλείας  $\gamma$  ισούται με 15.49 και είναι μεγαλύτερος του 12 όπως υποδηλώνουν τα πρότυπα ασφαλείας.

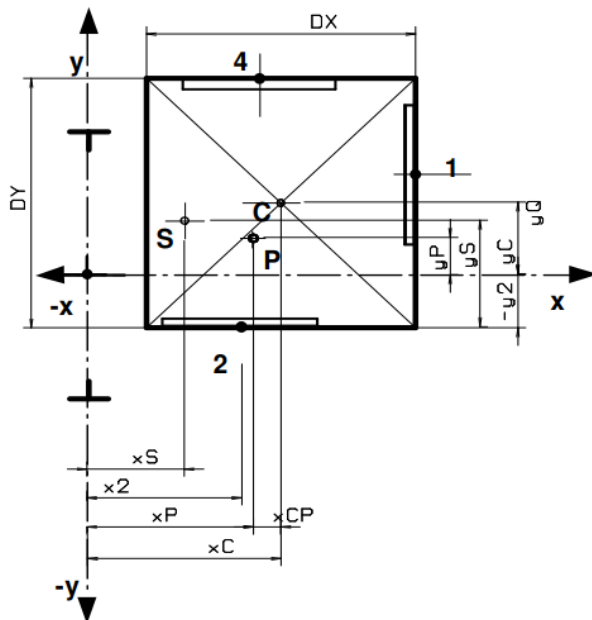
Ο άξονας τροχαλίας είναι κατασκευασμένος από τυποποιημένο χάλυβα St44 κατά EN 10025 με  $\sigma_{\text{επ}} = 91.7 \text{ Nt/mm}^2$

Η τάση που ασκείται στον άξονα της τροχαλίας υπολογίζεται ως εξής:

$$\sigma = (F + Q + (N_e * P_l)) * C / (T_p * N_e) = 9.81(600 + 525 + (1 * 50)) * 35 / (6280 * 1) = 64.24 \text{ Nt/mm}^2.$$

Η παραπάνω τάση δεν θα πρέπει σε καμία περίπτωση να ξεπερνάει την τάση  $\sigma_{\text{επ}}$ . Ισχύει δηλαδή  $\sigma \leq \sigma_{\text{επ}}$

## 5.5 Υπολογισμός οδηγών.



Σχήμα 5.5: Γενική Κάτοψη ανελκυστήρα

Οι οδηγοί της κατασκευής είναι τύπου A & B, διαστάσεων T 90 x 75 x 16, από υλικό St37-2 κατά EN 10025. Το βάρος της καμπίνας χωρίς την πόρτα 1, ισούται με 520 kg όπως προαναφέρθηκε, ενώ το βάρος της πόρτας 1 ισούται με 80kg. Δηλαδή το βάρος του θαλάμου ισούται με 600kg. Η γενική κάτοψη του σχήματος 5.5, παρουσιάζει και μια δεύτερη πόρτα που δεν υπάρχει στην παρούσα κατασκευή, άρα θεωρούμε την μάζα της δεύτερης πόρτας μηδενική ( $W_{\text{door}}' = 0$ )

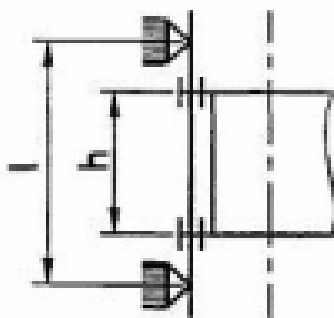
- Η θέση  $x$  του κέντρου του θαλάμου σε σχέση με τη συντεταγμένη  $x$  διατομής του οδηγού ισούται με  $X_c = 725.00 \text{ mm}$
- Η θέση  $y$  του κέντρου του θαλάμου σε σχέση με τη συντεταγμένη  $y$  διατομής του οδηγού ισούται με  $Y_c = 0 \text{ mm}$
- Η θέση  $x$  μάζας πλαισίου σε σχέση με τη συντεταγμένη  $x$  οδηγού ισούται με  $x_{\text{frame}} = 0 \text{ mm}$
- Η θέση  $y$  μάζας πλαισίου σε σχέση με τη συντεταγμένη  $y$  οδηγού ισούται με  $y_{\text{frame}} = 0 \text{ mm}$
- Η θέση  $x$  της πόρτας 1 σε σχέση με τη συντεταγμένη  $x$  οδηγού ισούται με  $X_1 = 1200.00 \text{ mm}$
- Η θέση  $x$  της πόρτας 2 σε σχέση με τη συντεταγμένη  $x$  οδηγού ισούται με  $X_2 = 0 \text{ mm}$
- Η θέση  $y$  της πόρτας 1 σε σχέση με τη συντεταγμένη  $y$  οδηγού ισούται με  $Y_1 = 0 \text{ mm}$
- Η θέση  $y$  της πόρτας 2 σε σχέση με τη συντεταγμένη  $y$  οδηγού ισούται με  $Y_2 = 0 \text{ mm}$
- Θέση  $X_p$  της μάζας θαλάμου σε σχέση με τη συντεταγμένη  $x$  του οδηγού:  

$$X_p = (W_{\text{car}} * X_c + W_{\text{frame}} * x_{\text{frame}} + W_{\text{door}} * X_1 + W_{\text{door}}' * X_2) / F =$$

$$(520 * 725 + 0 * 0 + 80 * 1200 + 0 * 0) / 600 = 788.33 \text{ mm}$$

- Θέση  $Y_p$  της μάζας θαλάμου σε σχέση με τη συντεταγμένη  $y$  του οδηγού:

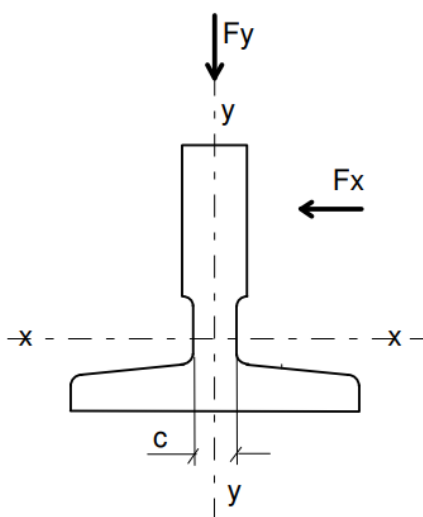
$$Y_p = (W_{car} \cdot Y_c + W_{frame} \cdot y_{frame} + W_{door} \cdot Y_1 + W_{door} \cdot Y_2) / F = (520 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 80 \cdot 0 + 0 \cdot 0) / 600 = 0 \text{ mm}$$



Σχήμα 5.6 : Πλάγια όψη οδηγών στο φρεάτιο

- Απόσταση στηριγμάτων οδηγών  $l=1300.00\text{mm}$
- Κατακόρυφη απόσταση οδηγήσεως σασί  $h=2500.00\text{mm}$
- Επιφάνεια της διατομή του οδηγού  $A_{od}=1700\text{mm}^2$
- Ροπή αντίστασης της διατομής  $W_x=21900.00\text{mm}^3$
- Ροπή αντίστασης της διατομής  $W_y=12900.00\text{mm}^3$
- Ακτίνα αδράνειας  $i_y=18.44\text{mm}$
- Συντελεστής λυγρότητας  $\lambda=l/i_y=70.49$

Από πίνακες βάσει του υλικού και του  $\lambda$  λαμβάνουμε συντελεστή λυγισμού  $\omega(\lambda) = 1.424$



Σχήμα 5.7: Άξονας της τροχιάς των οδηγών

## 5.6 Περίπτωση μετατόπισης φορτίου 1/8 ως προς X

Δηλαδή:

$$X_q = X_c + D_x / 8 = 868.75 \text{ mm}$$

$$Y_q = Y_c = 0 \text{ mm}$$

### Λειτουργία συσκευής αρπάγης

Αναφορικά για την τάση κάμψεως αρπάγης πραγματοποιούνται οι εξής υπολογισμοί ( λαμβάνοντας συντελεστή κρούσης  $k_1=3.00$ )

Υπολογισμός τάσης κάμψεως  $\sigma_y$  ως προς τον άξονα Y του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης

Αρχικά υπολογίζεται η δύναμη  $F_x$

$$F_x = (k_1 \cdot 9.81 \cdot (Q \cdot X_q + F \cdot X_p)) / (n \cdot h) = (3 \cdot 9.81 \cdot (525 \cdot 868.75 + 600 \cdot 788.33)) / (2 \cdot 2500)$$

$$F_x = 5468.33 \text{ Nt.}$$

$$\begin{aligned} \text{Έπειτα } M_y &= 3 \cdot F_x \cdot l / 16 = 3 \cdot 5468.33 \cdot 1300.00 / 16 \\ M_y &= 1332905.43 \text{ Nt} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Και τελικά } \sigma_y &= M_y / W_y = 1332905.45 / 12900.00 \\ \sigma_y &= 103.32 \text{ Nt/mm}^2 \end{aligned}$$

Υπολογισμός τάσης κάμψεως  $\sigma_x$  ως προς τον άξονα X του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης

$$\begin{aligned} \text{Αρχικά υπολογίζεται η δύναμη } F_y \\ F_y &= (k_1 \cdot 9.81 \cdot (Q \cdot Y_q + F \cdot Y_p)) / (n \cdot h / 2) = (3 \cdot 9.81 \cdot (525 \cdot 0 + 600 \cdot 0)) / (2 \cdot 2500 / 2) \\ F_y &= 0.00 \text{ Nt.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Έπειτα } M_x &= 3 \cdot F_y \cdot l / 16 = 3 \cdot 0 \cdot 1300.00 / 16 \\ M_x &= 0 \text{ Nt} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Και τελικά } \sigma_x &= M_x / W_x = 0.00 / 21900 \\ \sigma_x &= 0 \text{ Nt/mm}^2 \end{aligned}$$

Αναφορικά με τη δύναμη λυγισμού  $F_{\text{bend}}$  και τάση λυγισμού  $\sigma_{\text{bend}}$

$$\begin{aligned} F_{\text{bend}} &= (k_1 \cdot 9.81 \cdot (Q + F)) / n = (3 \cdot 9.81 \cdot (600 + 525)) / 2 \\ F_{\text{bend}} &= 16554.37 \text{ Nt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{bend}} &= ((F_{\text{bend}} + k_3 \cdot M) \cdot \omega(\lambda)) / A_{00} = ((16554.37 + 0 \cdot 0) \cdot 1.424) / 1700.00 \\ \sigma_{\text{bend}} &= 13.86 \text{ Nt} \\ \text{όπου } k_3 &\text{ συντελεστής βοηθητικών εξαρτημάτων και ισούται με 0} \end{aligned}$$

Αναφορικά με τη συνδυασμένη τάση  $\sigma_m$

Η επιτρεπτή μέγιστη τάση για συσκευή ακαριαίας πέδησης τύπου κυλίνδρου από υλικό St44 κατά EN 10025 ισούται με  $\sigma_{\text{επ.κυλ}} = 244 \text{ Nt/mm}^2$  και η επιτρεπόμενη εκτροπή ισούται με  $\delta_{\text{επ}} = 5.00 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} \sigma_m &= \sigma_x + \sigma_y = 0 + 103.32 = 103.32 \text{ Nt/mm}^2 \\ \text{Με } \sigma_m &\leq \sigma_{\text{επ.κυλ}} \end{aligned}$$

## Κάμψη αρμοκαλύπτρας

Πάχος σύνδεσης αρμοκαλύπτρας με λάμα  $c = 9.00 \text{ mm}$   
Ροπή αδράνειας ως προς άξονα x  $J_x = 1030000.00 \text{ mm}^4$   
Ροπή αδράνειας ως προς άξονα y  $J_y = 578000.00 \text{ mm}^4$

Η τάση  $\sigma_{\text{αρμ}}$  που ασκείται στην αρμοκαλύπτρα πρέπει να είναι μικρότερη της  $\sigma_{\text{επ.κυλ}}$  και υπολογίζεται ως εξής:

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{αρμ}} &= 1.85 \cdot F_x / c^2 = 1.85 \cdot 5468.33 / 9.00^2 \\ \sigma_{\text{αρμ}} &= 124.89 \text{ Nt/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Ισχύει ότι } \sigma_{\text{αρμ}} \leq \sigma_{\text{επ.κυλ}}$$

Υπολογισμοί βελών κάμψης

$$\delta_x = 0.7 \cdot (F_x \cdot l^3) / (48 \cdot E \cdot J_y) = 0.7 \cdot (5468.33 \cdot 1300^3) / (48 \cdot 206010 \cdot 578000.00)$$

$$\delta_x = 2.10 \text{ mm} \leq \delta_{\text{επ}} = 5.00 \text{ mm}$$

Με  $E = 206010 \text{ N/mm}^2$  για υλικό από St44 κατά EN 10025

$$\delta_y = 0.7 \cdot (F_y \cdot l^3) / (48 \cdot E \cdot J_x) = 0.7 \cdot (0 \cdot 1200^3) / (48 \cdot 206010 \cdot 1030000.00)$$

$$\delta_y=0 \leq \delta_{\varepsilon\pi}=5.00\text{mm}$$

### Λειτουργία σε κανονική χρήση

Για τον υπολογισμό της τάσης κάμψης, ο συντελεστής λειτουργίας  $k_2$ , λαμβάνεται ίσος με 1.2

Η τάση κάμψης  $\sigma_y$  ως προς τον άξονα Y του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης υπολογίζεται ως εξής:

Αρχικά υπολογίζεται η δύναμη  $F_x$

$$F_x = (k_2 \cdot 9.81 \cdot (Q \cdot (X_q - X_s) + F \cdot (X_p - X_s))) / (n \cdot h)$$

$$F_x = (1.2 \cdot 9.81 \cdot (525 \cdot (868.75 - 0) + 600 \cdot (788.33 - 0))) / (2 \cdot 2500)$$

$$F_x = 2187.45 \text{ Nt}$$

Όπου  $X_s=0\text{mm}$  η απόσταση του σημείου αιώρησης από τον άξονα y

$$\text{Έπειτα } M_y = 3 \cdot F_x \cdot l / 16 = 3 \cdot 2187.45 \cdot 1300.00 / 16$$

$$M_y = 533190.93 \text{ Nt} \cdot \text{mm}$$

$$\text{Και τελικά } \sigma_y = M_y / W_y = 533190.93 / 12900.00$$

$$\sigma_y = 41.33 \text{ Nt/mm}^2$$

Υπολογισμός τάσης κάμψεως  $\sigma_x$  ως προς τον άξονα X του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης

Αρχικά υπολογίζεται η δύναμη  $F_y$

$$F_y = k_2 \cdot 9.81 \cdot (Q \cdot (Y_q - Y_s) + F \cdot (Y_p - Y_s)) / (n \cdot h / 2) = 1.2 \cdot 9.81 \cdot (525 \cdot (0 - 0) + 600 \cdot (0 - 0)) / (2 \cdot 2500 / 2)$$

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

Όπου  $Y_s=0\text{mm}$  η απόσταση του σημείου αιώρησης από τον άξονα y

$$\text{Έπειτα } M_x = 3 \cdot F_y \cdot l / 16 = 3 \cdot 0 \cdot 1300.00 / 16$$

$$M_x = 0 \text{ Nt} \cdot \text{mm}$$

$$\text{Και τελικά } \sigma_x = M_x / W_x = 0.00 / 21900$$

$$\sigma_x = 0 \text{ Nt/mm}^2$$

**Σε κανονική χρήση δεν εμφανίζονται δυνάμεις λυγισμού, άρα  $F_{\text{bend}}=0$**

Αναφορικά με τη συνδυασμένη τάση  $\sigma_m$

Η επιτρεπτή μέγιστη τάση για συσκευή ακαριαίας πέδησης τύπου κυλίνδρου από υλικό St44 κατά EN 10025 ισούται με  $\sigma_{\varepsilon\pi.\text{κυλ}}=244 \text{ Nt/mm}^2$  και η επιτρεπόμενη εκτροπή ισούται με  $\delta_{\varepsilon\pi}=5.00\text{mm}$

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y = 0 + 41.44 = 41.33 \text{ Nt/mm}^2$$

$$\text{Με } \sigma_m \leq \sigma_{\varepsilon\pi.\text{κυλ}}$$

### Κάμψη αρμοκαλύπτρας

Πάχος σύνδεσης αρμοκαλύπτρας με λάμα  $c=9.00\text{mm}$

Ροπή αδράνειας ως προς άξονα x  $J_x=1030000.00\text{mm}^4$

Ροπή αδράνειας ως προς άξονα y  $J_y=578000.00\text{mm}^4$

Η τάση  $\sigma_{\text{αρμ}}$  που ασκείται στην αρμοκαλύπτρα πρέπει να είναι μικρότερη της  $\sigma_{\varepsilon\pi.\text{κυλ}}$  και υπολογίζεται ως εξής:

$$\sigma_{\text{αρμ}} = 1.85 \cdot F_x / c^2 = 1.85 \cdot 2187.45 / 9.00^2$$

$$\sigma_{\text{αρμ}} = 49.96 \text{ Nt/mm}^2$$

$$\text{Ισχύει ότι } \sigma_{\text{αρμ}} \leq \sigma_{\varepsilon\pi.\text{κυλ}}$$

### Υπολογισμοί βελών κάμψης

$$\delta_x = 0.7 \cdot (F_x \cdot I^3) / (48 \cdot E \cdot J_y) = 0.7 \cdot (2187.45 \cdot 1300^3) / (48 \cdot 206010 \cdot 578000.00)$$

$$\delta_x = 0.59 \text{ mm} \leq \delta_{\text{επ}} = 5.00 \text{ mm}$$

Με  $E = 206010 \text{ N/mm}^2$  για υλικό από St44 κατά EN 10025

$$\delta_y = 0.7 \cdot (F_y \cdot I^3) / (48 \cdot E \cdot J_x) = 0.7 \cdot (0 \cdot 1300^3) / (48 \cdot 206010 \cdot 1030000.00)$$

$$\delta_y = 0 \leq \delta_{\text{επ}} = 5.00 \text{ mm}$$

### Φόρτωση σε κανονική χρήση

Για τον υπολογισμό της τάσης κάμψης, ο συντελεστής λειτουργίας  $k_2$ , λαμβάνεται ίσος με 1.2

Η τάση κάμψης  $\sigma_y$  ως προς τον άξονα Y του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης υπολογίζεται ως εξής:

Αρχικά υπολογίζεται η δύναμη  $F_x$

$$F_x = (F \cdot (X_p - X_s) + F_s \cdot (X_1 - X_s)) / (n \cdot h)$$

$$\text{Με } F_s = 0.40 \cdot 9.81 \cdot Q = 0.40 \cdot 9.81 \cdot 525 = 2060.1 \text{ Nt}$$

$$\text{Άρα: } F_x = (9.81 \cdot 600 \cdot (788.33) + 2060.1 \cdot (1200 - 0)) / (2 \cdot 2500)$$

$$F_x = 1422.44 \text{ Nt}$$

Όπου  $X_s = 0 \text{ mm}$  η απόσταση του σημείου αιώρησης από τον άξονα y

$$\text{Έπειτα } M_y = 3 \cdot F_x \cdot l / 16 = 3 \cdot 1422.44 \cdot 1300.00 / 16$$

$$M_y = 346719.75 \text{ Nt} \cdot \text{mm}$$

$$\text{Και τελικά } \sigma_y = M_y / W_y = 346719.75 / 12900.00$$

$$\sigma_y = 26.87 \text{ Nt/mm}^2$$

Υπολογισμός τάσης κάμψεως  $\sigma_x$  ως προς τον άξονα X του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης

Αρχικά υπολογίζεται η δύναμη  $F_y$

$$F_y = 9.81 \cdot (F \cdot (Y_p - Y_s) + F_s \cdot (Y_1 - Y_s)) / (n \cdot h / 2) = 9.81 \cdot (600 \cdot (0 - 0) + 600 \cdot (0 - 0)) / (2 \cdot 2500 / 2)$$

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

Όπου  $Y_s = 0 \text{ mm}$  η απόσταση του σημείου αιώρησης από τον άξονα y

$$\text{Έπειτα } M_x = 3 \cdot F_y \cdot l / 16 = 3 \cdot 0 \cdot 1300.00 / 16$$

$$M_x = 0 \text{ Nt} \cdot \text{mm}$$

$$\text{Και τελικά } \sigma_x = M_x / W_x = 0.00 / 21900$$

$$\sigma_x = 0 \text{ Nt/mm}^2$$

**Σε κανονική χρήση δεν εμφανίζονται δυνάμεις λυγισμού, άρα  $F_{\text{bend}} = 0$**

Αναφορικά με τη συνδυασμένη τάση  $\sigma_m$

Η επιτρεπτή μέγιστη τάση για συσκευή ακαριαίας πέδησης τύπου κυλίνδρου από υλικό St44 κατά EN 10025 ισούται με  $\sigma_{\text{επ.κυλ}} = 244 \text{ Nt/mm}^2$  και η επιτρεπόμενη εκτροπή ισούται με  $\delta_{\text{επ}} = 5.00 \text{ mm}$

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y = 0 + 26.87 = 26.87 \text{ Nt/mm}^2$$

$$\text{Με } \sigma_m \leq \sigma_{\text{επ.κυλ}}$$



- Κάμψη αρμοκαλύπτρας

Πάχος σύνδεσης αρμοκαλύπτρας με λάμα  $c=9.00\text{mm}$   
 Ροπή αδράνειας ως προς άξονα  $x$   $J_x=1030000.00\text{mm}^4$   
 Ροπή αδράνειας ως προς άξονα  $y$   $J_y=578000.00\text{mm}^4$

Η τάση  $\sigma_{αρμ}$  που ασκείται στην αρμοκαλύπτρα πρέπει να είναι μικρότερη της  $\sigma_{επ.κυλ}$  και υπολογίζεται ως εξής:

$$\sigma_{αρμ}=1.85 \cdot F_x / c^2 = 1.85 \cdot 1422.44 / 9.00^2$$

$$\sigma_{αρμ}=32.48\text{Nt/mm}^2$$

Ισχύει ότι  $\sigma_{αρμ} \leq \sigma_{επ.κυλ}$

- Υπολογισμοί βελών κάμψης

$$\delta_x = 0.7 \cdot (F_x \cdot l^3) / (48 \cdot E \cdot J_y) = 0.7 \cdot (1422.44 \cdot 1300^3) / (48 \cdot 206010 \cdot 578000.00)$$

$$\delta_x = 0.38 \text{ mm} \leq \delta_{επ} = 5.00\text{mm}$$

Με  $E=206010\text{N/mm}^2$  για υλικό από St44 κατά EN 10025

$$\delta_y = 0.7 \cdot (F_y \cdot l^3) / (48 \cdot E \cdot J_x) = 0.7 \cdot (0 \cdot 1300^3) / (48 \cdot 206010 \cdot 1030000.00)$$

$$\delta_y = 0 \leq \delta_{επ} = 5.00\text{mm}$$

## 5.7 Περίπτωση μετατόπισης φορτίου 1/8 ως προς Υ

Δηλαδή:

$$X_q = X_c = 725.00\text{mm}$$

$$Y_q = Y_c + D_y / 8 = 147.50\text{mm}$$

### Λειτουργία συσκευής αρπάγης

Αναφορικά για την τάση κάμψεως αρπάγης πραγματοποιούνται οι εξής υπολογισμοί ( λαμβάνοντας συντελεστή κρούσης  $k_1=3.00$ )

Υπολογισμός τάσης κάμψεως  $\sigma_y$  ως προς τον άξονα Υ του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης

Αρχικά υπολογίζεται η δύναμη  $F_x$

$$F_x = (k_1 \cdot 9.81 \cdot (Q \cdot X_q + F \cdot X_p)) / (n \cdot h) = (3 \cdot 9.81 \cdot (525 \cdot 725 + 600 \cdot 788.33)) / (2 \cdot 2500)$$

$$F_x = 5024.42 \text{ Nt.}$$

$$\text{Έπειτα } M_y = 3 \cdot F_x \cdot l / 16 = 3 \cdot 5024.42 \cdot 1300.00 / 16$$

$$M_y = 1224702.37 \text{ Nt} \cdot \text{mm}$$

$$\text{Και τελικά } \sigma_y = M_y / W_y = 1224702.37 / 12900.00$$

$$\sigma_y = 94.93 \text{ Nt/mm}^2$$

Υπολογισμός τάσης κάμψεως  $\sigma_x$  ως προς τον άξονα Χ του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης

Αρχικά υπολογίζεται η δύναμη  $F_y$

$$F_y = (k_1 \cdot 9.81 \cdot (Q \cdot Y_q + F \cdot Y_p)) / (n \cdot h / 2) = (3 \cdot 9.81 \cdot (525 \cdot 147.50 + 600 \cdot 0)) / (2 \cdot 2500 / 2)$$

$$F_y = 911.53 \text{ Nt.}$$

$$\text{Έπειτα } M_x = 3 \cdot F_y \cdot l / 16 = 3 \cdot 911.53 \cdot 1300.00 / 16$$

$$M_x = 222185.43 \text{ Nt} \cdot \text{mm}$$

$$\text{Και τελικά } \sigma_x = M_x / W_x = 222185.43 / 21900$$

$$\sigma_x = 10.14 \text{ Nt/mm}^2$$

Αναφορικά με τη δύναμη λυγισμού  $F_{\text{bend}}$  και τάση λυγισμού  $\sigma_{\text{bend}}$

$$F_{\text{bend}} = (k_1 \cdot 9.81 \cdot (Q + F)) / n = (3 \cdot 9.81 \cdot (600 + 525)) / 2$$

$$F_{\text{bend}} = 16554.37 \text{ Nt}$$

$$\sigma_{\text{bend}} = ((F_{\text{bend}} + k_3 \cdot M) \cdot \omega(\lambda)) / A_{0\delta} = ((16554.37 + 0 \cdot 0) \cdot 1.424) / 1700.00$$

$$\sigma_{\text{bend}} = 13.86 \text{ Nt}$$

όπου  $k_3$  συντελεστής βοηθητικών εξαρτημάτων και ισούται με 0

Αναφορικά με τη συνδυασμένη τάση  $\sigma_m$

Η επιτρεπτή μέγιστη τάση για συσκευή ακαριαίας πέδησης τύπου κυλίνδρου από υλικό St44 κατά EN 10025 ισούται με  $\sigma_{\text{επ.κυλ}} = 244 \text{ Nt/mm}^2$  και η επιτρεπόμενη εκτροπή ισούται με  $\delta_{\text{επ}} = 5.00 \text{ mm}$

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y = 0 + 10.14 + 94.94 = 105.08 \text{ Nt/mm}^2$$

$$\text{Με } \sigma_m \leq \sigma_{\text{επ.κυλ}}$$

Κάμψη αρμοκαλύπτρας

Πάχος σύνδεσης αρμοκαλύπτρας με λάμα  $c = 9.00 \text{ mm}$

Ροπή αδράνειας ως προς άξονα x  $J_x = 1030000.00 \text{ mm}^4$

Ροπή αδράνειας ως προς άξονα y  $J_y = 578000.00 \text{ mm}^4$

Η τάση  $\sigma_{\text{αρμ}}$  που ασκείται στην αρμοκαλύπτρα πρέπει να είναι μικρότερη της  $\sigma_{\text{επ.κυλ}}$  και υπολογίζεται ως εξής:

$$\sigma_{\text{αρμ}} = 1.85 \cdot F_x / c^2 = 1.85 \cdot 5024.42 / 9.00^2$$

$$\sigma_{\text{αρμ}} = 114.75 \text{ Nt/mm}^2$$

$$\text{Ισχύει ότι } \sigma_{\text{αρμ}} \leq \sigma_{\text{επ.κυλ}}$$

- Υπολογισμοί βελών κάμψης

$$\delta_x = 0.7 \cdot (F_x \cdot l^3) / (48 \cdot E \cdot J_y) = 0.7 \cdot (5024.42 \cdot 1300^3) / (48 \cdot 206010 \cdot 578000.00)$$

$$\delta_x = 1.35 \text{ mm} \leq \delta_{\text{επ}} = 5.00 \text{ mm}$$

Με  $E = 206010 \text{ N/mm}^2$  για υλικό από St44 κατά EN 10025

$$\delta_y = 0.7 \cdot (F_y \cdot l^3) / (48 \cdot E \cdot J_x) = 0.7 \cdot (911.53 \cdot 1200^3) / (48 \cdot 206010 \cdot 1030000.00)$$

$$\delta_y = 0.10 \leq \delta_{\text{επ}} = 5.00 \text{ mm}$$

Λειτουργία σε κανονική χρήση

Για τον υπολογισμό της τάσης κάμψης, ο συντελεστής λειτουργίας  $k_2$ , λαμβάνεται ίσος με 1.2

- Η τάση κάμψης  $\sigma_y$  ως προς τον άξονα Y του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης υπολογίζεται ως εξής:

Αρχικά υπολογίζεται η δύναμη  $F_x$

$$F_x = (k_2 \cdot 9.81 \cdot (Q \cdot (X_q - X_s) + F \cdot (X_p - X_s))) / (n \cdot h)$$

$$F_x = (1.2 \cdot 9.81 \cdot (525 \cdot (725.00 - 0) + 600 \cdot (788.33 - 0))) / (2 \cdot 2500)$$

$$F_x = 2009.76 \text{ Nt}$$

Όπου  $X_s = 0 \text{ mm}$  η απόσταση του σημείου αιώρησης από τον άξονα y

$$\text{Έπειτα } M_y = 3 \cdot F_x \cdot l / 16 = 3 \cdot 2009.76 \cdot 1300.00 / 16$$

$$M_y = 489879 \text{ Nt} \cdot \text{mm}$$

Και τελικά  $\sigma_y = M_y/W_y = 489879/12900.00$   
 $\sigma_y = 37.39 \text{ Nt/mm}^2$

Υπολογισμός τάσης κάμψεως  $\sigma_x$  ως προς τον άξονα X του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης

Αρχικά υπολογίζεται η δύναμη  $F_y$   
 $F_y k_2 \cdot 9.81 \cdot (Q \cdot (Y_q - Y_s) + F \cdot (Y_p - Y_s)) / (n \cdot h/2) = 1.2 \cdot 9.81 \cdot (525 \cdot (147.50 - 0) + 600 \cdot (0 - 0)) / (2 \cdot 2500/2)$   
 $F_y = 364.63 \text{ Nt}$   
Όπου  $Y_s = 0 \text{ mm}$  η απόσταση του σημείου αιώρησης από τον άξονα y

Έπειτα  $M_x = 3 \cdot F_y \cdot l/16 = 3 \cdot 364.63 \cdot 1300.00/16$   
 $M_x = 88878.56 \text{ Nt} \cdot \text{mm}$

Και τελικά  $\sigma_x = M_x/W_x = 88878.56/21900$   
 $\sigma_x = 4.05 \text{ Nt/mm}^2$

**Σε κανονική χρήση δεν εμφανίζονται δυνάμεις λυγισμού, άρα  $F_{\text{bend}} = 0$**

Αναφορικά με τη συνδυασμένη τάση  $\sigma_m$

Η επιτρεπτή μέγιστη τάση για συσκευή ακαριαίας πέδησης τύπου κυλίνδρου από υλικό St44 κατά EN 10025 ισούται με  $\sigma_{\text{επ.κυλ}} = 244 \text{ Nt/mm}^2$  και η επιτρεπόμενη εκτροπή ισούται με  $\delta_{\text{επ}} = 5.00 \text{ mm}$

$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y = 4.05 + 37.39 = 41.44 \text{ Nt/mm}^2$

Με  $\sigma_m \leq \sigma_{\text{επ.κυλ}}$

- Κάμψη αρμοκαλύπτρας

Πάχος σύνδεσης αρμοκαλύπτρας με λάμα  $c = 9.00 \text{ mm}$   
Ροπή αδράνειας ως προς άξονα x  $J_x = 1030000.00 \text{ mm}^4$   
Ροπή αδράνειας ως προς άξονα y  $J_y = 578000.00 \text{ mm}^4$

Η τάση  $\sigma_{\text{αρμ}}$  που ασκείται στην αρμοκαλύπτρα πρέπει να είναι μικρότερη της  $\sigma_{\text{επ.κυλ}}$  και υπολογίζεται ως εξής:

$\sigma_{\text{αρμ}} = 1.85 \cdot F_x / c^2 = 1.85 \cdot 2009.76 / 9.00^2$

$\sigma_{\text{αρμ}} = 45.90 \text{ Nt/mm}^2$

Ισχύει ότι  $\sigma_{\text{αρμ}} \leq \sigma_{\text{επ.κυλ}}$

- Υπολογισμοί βελών κάμψης

$\delta_x = 0.7 \cdot (F_x \cdot l^3) / (48 \cdot E \cdot J_y) = 0.7 \cdot (2009.76 \cdot 1300^3) / (48 \cdot 206010 \cdot 578000.00)$

$\delta_x = 0.52 \text{ mm} \leq \delta_{\text{επ}} = 5.00 \text{ mm}$

Με  $E = 206010 \text{ N/mm}^2$  για υλικό από St44 κατά EN 10025

$\delta_y = 0.7 \cdot (F_y \cdot l^3) / (48 \cdot E \cdot J_x) = 0.7 \cdot (364.63 \cdot 1300^3) / (48 \cdot 206010 \cdot 1030000.00)$

$\delta_y = 0.05 \leq \delta_{\text{επ}} = 5.00 \text{ mm}$

**Φόρτωση σε κανονική χρήση**

Για τον υπολογισμό της τάσης κάμψης, ο συντελεστής λειτουργίας  $k_2$ , λαμβάνεται ίσος με 1.2

Η τάση κάμψης  $\sigma_y$  ως προς τον άξονα Y του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης υπολογίζεται ως εξής:

Αρχικά υπολογίζεται η δύναμη  $F_x$

$$F_x = (F \cdot (X_p - X_s) + F_s \cdot (X_1 - X_s)) / (n \cdot h)$$

$$\text{Με } F_s = 0.40 \cdot 9.81 \cdot Q = 0.40 \cdot 9.81 \cdot 525 = 2060.1 \text{ Nt}$$

$$\text{Άρα: } F_x = (9.81 \cdot 600 \cdot (788.33 - 0) + 2060.1 \cdot (1200 - 0)) / (2 \cdot 2500)$$

$$F_x = 1422.44 \text{ Nt}$$

Όπου  $X_s = 0 \text{ mm}$  η απόσταση του σημείου αιώρησης από τον άξονα  $y$

$$\text{Έπειτα } M_y = 3 \cdot F_x \cdot l / 16 = 3 \cdot 1422.44 \cdot 1300.00 / 16$$

$$M_y = 346719.75 \text{ Nt} \cdot \text{mm}$$

$$\text{Και τελικά } \sigma_y = M_y / W_y = 346719.75 / 12900.00$$

$$\sigma_y = 26.87 \text{ Nt/mm}^2$$

Υπολογισμός τάσης κάμψεως  $\sigma_x$  ως προς τον άξονα  $X$  του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης

Αρχικά υπολογίζεται η δύναμη  $F_y$

$$F_y = 9.81 \cdot (F \cdot (Y_p - Y_s) + F_s \cdot (Y_1 - Y_s)) / (n \cdot h / 2) = 9.81 \cdot (600 \cdot (0 - 0) + 600 \cdot (0 - 0)) / (2 \cdot 2500 / 2)$$

$$F_y = 0 \text{ Nt}$$

Όπου  $Y_s = 0 \text{ mm}$  η απόσταση του σημείου αιώρησης από τον άξονα  $y$

$$\text{Έπειτα } M_x = 3 \cdot F_y \cdot l / 16 = 3 \cdot 0 \cdot 1300.00 / 16$$

$$M_x = 0 \text{ Nt} \cdot \text{mm}$$

$$\text{Και τελικά } \sigma_x = M_x / W_x = 0 / 21900$$

$$\sigma_x = 0 \text{ Nt/mm}^2$$

**Σε κανονική χρήση δεν εμφανίζονται δυνάμεις λυγισμού, άρα  $F_{\text{bend}} = 0$**

Αναφορικά με τη συνδυασμένη τάση  $\sigma_m$

Η επιτρεπτή μέγιστη τάση για συσκευή ακαριαίας πέδησης τύπου κυλίνδρου από υλικό St44 κατά EN 10025 ισούται με  $\sigma_{\text{επ.κυλ}} = 244 \text{ Nt/mm}^2$  και η επιτρεπόμενη εκτροπή ισούται με  $\delta_{\text{επ}} = 5.00 \text{ mm}$

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y = 0 + 26.87 = 26.87 \text{ Nt/mm}^2$$

$$\text{Με } \sigma_m \leq \sigma_{\text{επ.κυλ}}$$

Κάμψη αρμοκαλύπτρας

Πάχος σύνδεσης αρμοκαλύπτρας με λάμα  $c = 9.00 \text{ mm}$

Ροπή αδράνειας ως προς άξονα  $x$   $J_x = 1030000.00 \text{ mm}^4$

Ροπή αδράνειας ως προς άξονα  $y$   $J_y = 578000.00 \text{ mm}^4$

Η τάση  $\sigma_{\text{αρμ}}$  που ασκείται στην αρμοκαλύπτρα πρέπει να είναι μικρότερη της  $\sigma_{\text{επ.κυλ}}$  και υπολογίζεται ως εξής:

$$\sigma_{\text{αρμ}} = 1.85 \cdot F_x / c^2 = 1.85 \cdot 1422.44 / 9.00^2$$

$$\sigma_{\text{αρμ}} = 32.48 \text{ Nt/mm}^2$$

$$\text{Ισχύει ότι } \sigma_{\text{αρμ}} \leq \sigma_{\text{επ.κυλ}}$$

Υπολογισμοί βελών κάμψης

$$\delta_x = 0.7 \cdot (F_x \cdot l^3) / (48 \cdot E \cdot J_y) = 0.7 \cdot (1422.44 \cdot 1300^3) / (48 \cdot 212000 \cdot 578000.00)$$

$$\delta_x = 0.37 \text{ mm} \leq \delta_{\text{επ}} = 5.00 \text{ mm}$$

$$\text{Με } E = 206010 \text{ Nt/mm}^2 \text{ για υλικό από St44 κατά EN 10025}$$

$$\delta_y = 0.7 \cdot (F_y \cdot I^3) / (48 \cdot E \cdot J_x) = 0.7 \cdot (0 \cdot 1300^3) / (48 \cdot 206010 \cdot 1030000.00)$$

$$\delta_y = 0 \leq \delta_{\varepsilon\pi} = 5\text{mm}$$

## 5.8 Υπολογισμός προσκρουστήρων

Η κατασκευή διαθέτει 1 προσκρουστήρα και η επιτάχυνση  $a$  του θαλάμου υπολογίζεται:

$$1.15 \cdot V_u = (2 \cdot a \cdot s)^{1/2}$$

$$a = (1.15 \cdot 0.63)^2 / (2s), \text{ όπου } s \text{ το ελάχιστο απαιτούμενο μήκος διαδρομής}$$

Ο όρος 1.15 υποδηλώνει την ενεργοποίηση του ρυθμιστή ταχύτητας της κατασκευής.

Για το ελάχιστο απαιτούμενο μήκος διαδρομής  $s$ , πρέπει να ισχύει:

$$a < 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$(1.15 \cdot 0.63)^2 / (2s) < 9.81$$

$$s > 0.026\text{m}$$

Το ελάχιστο αναρτώμενο φορτίο που ασκείται στον προσκρουστήρα ισούται με:

$$P_{\min} = (F + W_l) = 600 + 34.16 = 634.16\text{kg}$$

Το μέγιστο φορτίο που ασκείται στον προσκρουστήρα ισούται με:

$$P_{\max} = (F + W_l + Q) = 600 + 34.16 + 525 = 1159.16\text{kg}$$

Συνεπώς επιλέγεται προσκρουστήρας που καλύπτει μετατόπιση μεγαλύτερη των 0.02675m ή 26.75mm, με αντοχή σε μέγιστο φορτίο  $P_{\max} = 1159.16\text{kg}$

## 6. ΣΥΝΟΨΗ

Στην παρούσα εργασία προσδιορίστηκε ο τρόπος λειτουργίας του μηχανικού και του υδραυλικού ανελκυστήρα, τα στοιχεία αυτών και πώς αυτά συνεργαζόμενα μεταξύ τους φέρουν εις πέρας την αποστολή του ανελκυστήρα: Την μεταφορά επιβατών ή/ και φορτίων. Γνώμονα για την εργασία αυτή αποτέλεσαν οι αρμόδιες Ευρωπαϊκές οδηγίες & ΦΕΚ, τα οποία περιγράφουν αναλυτικά τις οδηγίες, δοκιμές και διαδικασίες που πρέπει να τηρούνται στην κατασκευή οποιουδήποτε ανελκυστήρα, επιβατηγού ή/και φορτίων.

Αναλυτικότερα, στο Κεφάλαιο 1 πραγματοποιήθηκε μια σύντομη ιστορική αναδρομή από την κατασκευή των πρώτων διατάξεων που μετέφεραν επιβάτες έως και τη σημερινή περίοδο στην οποία ο ανελκυστήρας κατέχει μια εξέχουσα θέση στην καθημερινότητα όλου του κόσμου. Έπειτα έγινε διάκριση των τύπων των ανελκυστήρων ανάλογα με διάφορα χαρακτηριστικά γνωρίσματα τους όπως ταχύτητα, βασική αρχή λειτουργίας και λοιπά.

Στα Κεφάλαια 2 & 4 αναλύθηκαν τα στοιχεία που απαρτίζουν τον μηχανικό και τον υδραυλικό ανελκυστήρα αντίστοιχα καθώς και ο τρόπος λειτουργίας αυτών. Κάθε στοιχείο εξετάζεται ως προς τον σκοπό που επιτελεί και ως προς την συμμόρφωση του με τα ΦΕΚ και τις Ευρωπαϊκές οδηγίες οι οποίες υποδεικνύουν την δομή και την λειτουργία του. Η συμμόρφωση κάθε εξαρτήματος με τις Ευρωπαϊκές οδηγίες καθώς και ολόκληρης της κατασκευής, είναι επιτακτική ανάγκη για την πιστοποίηση του ανελκυστήρα ως προς την ασφάλεια του.

Στα Κεφάλαια 3 & 5 έγινε τεχνική μελέτη ενός μηχανικού MRL και ενός υδραυλικού ανελκυστήρα αντίστοιχα. Η μελέτη περιλαμβάνει έλεγχο δυνάμεων και τάσεων που ασκούνται στην κατασκευή κατά την λειτουργία της και έλεγχο αντοχής στις ασφαλιστικές διατάξεις. Κάθε εξάρτημα που συμμετέχει στην κίνηση & ακινητοποίηση της διάταξης εξετάστηκε ως προς την αντοχή του και την ασφάλεια του όπως επιβάλλουν τα αρμόδια πρότυπα.

Τέλος, στο Κεφάλαιο 7 παρουσιάζεται η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε για την εκπόνηση αυτής της εργασίας.

## 7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Αν. Θ. Μωυσιάδης, Μηχανολογικές εγκαταστάσεις τεύχος πρώτο, ΤΕΙ Σερρών, τμήμα μηχανολογίας, 1995
- [2] Αριστομένης Θ. Αντωνιάδης, Μηχανουργική Τεχνολογία, 3<sup>η</sup> έκδοση, 2017
- [3] Moris Hellas
- [4] Kleemann Lifts
- [5] Otis Elevator Company
- [6] Μυλωνόπουλος Ιωάννης, Εγκατάσταση και συντήρηση υδραυλικού ανελκυστήρα, ΤΕΙ κρήτης, 2014
- [7] Direct Industry by Virtualexpo group, Elevator Valve SEV
- [8] Elevator Equipment Corporation, Hydraulic elevator control valves
- [9] Καρπούζα Ευγενία, Μελέτη εγκατάστασης ανελκυστήρα, ΤΕΙ Καβάλας, 2009
- [10] Αλέξανδρος Χασούρας, Μελέτη-σχεδίαση υδραυλικών ανελκυστήρων κατάλληλων για την ανύψωση οχημάτων σε πολυόροφα κτίρια, ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας, 2015
- [11] Κωνσταντίνος Γ. Πασπαλάς, Η ευρωπαϊκή τυποποίηση των χαλύβων και χυτοσιδήρων, Σύλλογος Μηχανολόγων-Ηλεκτρολόγων Β.Ελλάδος
- [12] Θηλύζας Άγγελος, Κατσάπης Γρηγόριος, Μελέτη εγκατάστασης υδραυλικού ανελκυστήρα πέντε ατόμων και τριών στάσεων, ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδος, 2019
- [13] EN 81-50, Safety rules for the construction and installation of lifts - Examinations and tests
- [14] EN 81-20, Safety rules for the construction and installation of lifts - Lifts for the transport of persons and goods
- [15] ΤΕΙ Θεσσαλίας, τμήμα μελετών-κατασκευών, Κατασκευή ανελκυστήρα στο κεντρικό κτίριο της Διοίκησης.
- [16] ΕΣΥ ΚΟ-ΑΝΕΛ/01/06/14-11-2017, Κατευθυντήρια οδηγία για φορείς πιστοποίησης ή / και ελέγχου εγκαταστάσεων ανελκυστήρων.
- [17] Iso.org, ISO 4411:2019 Hydraulic fluid power - Valves - Determination of differential pressure/flow rate characteristics.
- [18] DIN 1691 for Grey Iron, EN 10025 for Grade St37-2 & St52-3 & ST44
- [19] YuanBo Engineering Co., Ltd, Steel core wire rope specifications
- [20] ΦΕΚ 210 Α/18/12/85, 311/Α/68, 397/Β/6.8.87
- [21] ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΧΑΤΖΗΘΕΟΧΑΡΗΣ ΚΑΙ ΥΙΟΣ Ο.Ε., Τεχνικές μελέτες & εγκαταστάσεις ανελκυστήρων.
- [22] <http://www.elevatorhistory.net/>, History of Elevators

[23] EN 13411-3, Terminations for steel wire ropes

[24] Ascen.Tec– Τεχνολογίες Ανελκυστήρων

[25] Ανελκυστήρες Technol

[26] Elevatorsmarket.com, ELEVATOR- LIFT : DEFINITION AND HISTORY