

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΓΕΡΑΝΟΦΟΡΟΥ ΦΟΡΤΗΓΟΥ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:

ΤΡΑΠΕΖΙΩΤΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΤΣΙΚΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΣ: ΒΑΣΙΛΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

Εργαστηριακός Συνεργάτης

ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΡΙΑ: ΜΟΥΖΑΚΙΤΗ ΑΛΙΚΗ, MSC

Καθηγήτρια Εφαρμογών

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολογίας του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πατρών και διαπραγματεύεται κατά βάση, τη διαδικασία που ακολουθεί ο ιδιοκτήτης ενός γερανοφόρου οχήματος προκειμένου το όχημα να πάρει άδεια κυκλοφορίας από το Υπουργείο Μεταφορών και Συγκοινωνιών. Είναι υψίστης σημασίας το γερανοφόρο όχημα που θα βγει σε κυκλοφορία να είναι ασφαλές, γι' αυτό, πριν την εκπόνηση της απαραίτητης μελέτης, απαιτείται βαθιά γνώση των αρχών λειτουργίας των ανυψωτικών μηχανημάτων, των κανόνων ασφάλειας όσον αφορά στον χειρισμό των μηχανημάτων και των κανόνων ευστάθειας.

Αρχικά, μελετάμε τις βασικές αρχές λειτουργίας των ανυψωτικών μηχανημάτων και των υδραυλικών συστημάτων και στη συνέχεια παραθέτουμε αναλυτικά όλα τα βήματα της διαδικασίας για την απόκτηση άδειας κυκλοφορίας ενός πραγματικού γερανοφόρου οχήματος. Η νομοθεσία που διέπει την παραπάνω διαδικασία καθώς και τα έντυπα που συμπληρώνονται και παραδίδονται συνημμένα στη μελέτη, βρίσκονται στο παράρτημα της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον επιβλέποντα εκπαιδευτικό κ. Βασιλάκη Νικόλαο εργαστηριακό συνεργάτη του Τμήματος Μηχανολογίας, καθώς και την κα. Μουζακίτη Αλίκη, καθηγήτρια εφαρμογών για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μας προσέφεραν για την ολοκλήρωση της πτυχιακής εργασίας.

Τραπεζιώτης Κωνσταντίνος
Τσίκος Κωνσταντίνος
Πάτρα, 2012

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία διαπραγματεύεται τη μελέτη ενός γερανοφόρου οχήματος μεσαίας ανυψωτικής ικανότητας το οποίο ανήκει στην κατηγορία των κινητών γερανών και χρησιμοποιείται ευρύτατα στην κατασκευή οικοδομών και δρόμων για μεταφορά φορτίων κατά μήκος ή κατά ύψος. Είναι λίγες οι φορές που γίνεται σωστή μελέτη και εφαρμογή τέτοιων γερανών, αλλά δυστυχώς ακόμα πιο λίγες οι φορές που γίνεται σωστή και ενδελεχής επιθεώρηση των γερανοφόρων οχημάτων πριν πάρουν άδεια κυκλοφορίας αλλά και μετά, κατά τη λειτουργία τους.

Σκοπός της εργασίας είναι να αναλύσει την ορθή δομή της μελέτης που απαιτεί το Υπουργείο Μεταφορών και Συγκοινωνιών αλλά και να παρουσιάσει τις επικίνδυνες συνέπειες για το εργατικό δυναμικό κυρίως, μιας επιφανειακής επιθεώρησης λειτουργίας του γερανοφόρου οχήματος.

Η ανάπτυξη του θέματος της παρούσας πτυχιακής εργασίας γίνεται σε έξι κεφάλαια:

Στο πρώτο κεφάλαιο εμβαθύνουμε στις βασικές αρχές λειτουργίας των ανυψωτικών μηχανημάτων και εντοπίζουμε τα σημεία κάθε κατηγορίας ανυψωτικού μηχανήματος, τα οποία πρέπει να προσέξουμε ιδιαίτερα κατά τη μελέτη, για παράδειγμα αντοχή υλικών κατασκευής των γερανών, αντοχή φόρτισης του αμαξώματος και των αξόνων του οχήματος, ανυψωτική ικανότητα της μπούμας κ.λπ.

Στο δεύτερο κεφάλαιο μελετάμε τους γεραμούς και τις γερανογέφυρες.

Στο τρίτο κεφάλαιο μελετάμε τις αρχές τεχνικής μηχανικής που χρησιμοποιούνται ευρέως στη μελέτη του γερανοφόρου οχήματος. Η γνώση των αρχών αυτών είναι μεγίστης σημασίας διότι τίθεται θέμα ευστάθειας. Στο τέλος της

μελέτης πρέπει να αποδείξουμε με υπολογισμούς ότι δεν υπάρχει κίνδυνος ανατροπής του γερανοφόρου οχήματος.

Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύουμε τις αρχές λειτουργίας των υδραυλικών συστημάτων, προκειμένου να κατανοήσουμε σε βάθος τη λειτουργία του υδραυλικού γερανού του οχήματος. Έχει μεγάλη σημασία να γνωρίζουμε τον τρόπο ανάπτυξης της υδραυλικής μπούμας και τα μέγιστα φορτία ανύψωσης κάθε τμήματος, προκειμένου να αποφύγουμε την πιθανότητα ρήξης του σκελετού του γερανού.

Στο πέμπτο κεφάλαιο αναπτύσσεται αναλυτικά η μελέτη πραγματικού γερανοφόρου οχήματος. Υπάρχει ολοκληρωμένη ανάλυση των τεχνικών στοιχείων του οχήματος, υπολογίζεται η ικανότητα φόρτισης των αξόνων και η πιθανότητα κινδύνου ανατροπής του οχήματος. Όλη η δομή της μελέτης βασίζεται αυστηρά στη νομοθεσία και λαμβάνονται υπόψη όλοι οι πιθανοί περιορισμοί που τίθενται από αυτήν καθώς και από τα τεχνικά εγχειρίδια του κατασκευαστή που συνοδεύουν το όχημα.

Στο έκτο κεφάλαιο αναφερόμαστε στη διαδικασία ελέγχου των ανυψωτικών μηχανημάτων, η οποία είναι υψίστης σημασίας για τη σωστή συντήρηση αυτών καθώς και στα αναγκαία μέτρα προστασίας των μηχανημάτων αλλά πρωτίστως του ανθρώπινου δυναμικού.

Τέλος, στο έβδομο κεφάλαιο αναφέρουμε τα συμπεράσματά μας από την εκπόνηση αυτής της εργασίας και σε παράρτημα παραθέτουμε τη νομοθεσία και τα έντυπα που απαιτούνται από το Υπουργείο Μεταφορών και Συγκοινωνιών προκειμένου να χορηγηθεί η άδεια κυκλοφορίας του οχήματος.

Συμπερασματικά, η ασφάλεια του εργατικού δυναμικού είναι πρωτεύον ζήτημα και ακολουθεί η ασφάλεια της μεταφοράς των φορτίων. Οι κίνδυνοι π.χ. ρήξης του σκελετού του υδραυλικού γερανού, μπορούν να προβλεφθούν με την προγραμματισμένη και λεπτομερή επιθεώρηση του οχήματος από εξειδικευμένο μηχανικό ή τεχνικό και, απαραιτήτως, με την τήρηση των οποιονδήποτε παρατηρήσεών του.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	ΑΝΥΨΩΤΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ.....	1
1.1	ΓΕΝΙΚΑ.....	1
1.2	ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΥΨΩΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ.....	1
1.2.1	Κίνηση των ανυψωτικών μηχανών.....	2
1.3	ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΑΝΥΨΩΣΗΣ ΤΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ.....	4
1.3.1	Καννάβινα καλώδια ή σχοινιά.....	5
1.3.2	Συρματόσχοινα.....	6
1.3.3	Αλυσίδες.....	6
1.3.4	Άγκιστρα.....	7
1.3.5	Στρόφαλα.....	7
1.4	ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΩΝ ΑΝΥΨΩΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ.....	9
1.4.1	Τροχοί αναστολής.....	9
1.4.2	Φρένα.....	10
1.4.2.1	Φρένα με μία σιαγόνα.....	11
1.4.2.2	Φρένα με δύο σιαγόνες.....	12
1.4.2.3	Φρένα με ταινία.....	12
1.4.2.4	Αυτόματα φρένα.....	13
2	ΓΕΡΑΝΟΙ – ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΕΣ.....	14
2.1	ΓΕΡΑΝΟΙ ΤΟΙΧΟΥ.....	15
2.1.1	Γερανοί τοίχου σταθερού ανοίγματος.....	15
2.1.2	Γερανοί τοίχου μεταβλητού ανοίγματος.....	16
2.2	ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟΙ ΓΕΡΑΝΟΙ.....	17
2.2.1	Περιστρεφόμενοι γερανοί με σταθερό στύλο.....	17
2.2.2	Γερανοί περιστρεφόμενης πλάκας.....	18
2.3	ΚΙΝΗΤΟΙ ΓΕΡΑΝΟΙ.....	19
2.3.1	Καταναλισκόμενη ενέργεια.....	23
2.3.2	Ευστάθεια κινητών γερανών.....	23
2.4	ΓΕΡΑΝΟΙ ΜΕ ΑΡΠΑΓΗ.....	25
2.5	ΓΕΡΑΝΟΙ ΕΙΔΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ.....	26
2.5.1	Δομικοί γερανοί με πύργο.....	26
2.5.2	Γερανοί ναυπηγείων.....	28
2.5.3	Πλωτοί γερανοί.....	29
3	ΔΟΚΟΙ.....	31
3.1	ΓΕΝΙΚΑ.....	31
3.2	ΕΙΔΗ ΦΟΡΕΩΝ.....	32
3.2.1	Τρόπος στήριξης και είδη στήριξης των δοκών.....	33
3.2.2	Είδη δοκών.....	34
3.3	Εξισώσεις ισορροπίας.....	37
3.4	Υπολογισμός των αντιδράσεων.....	37
4	ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	42
4.1	ΓΕΝΙΚΑ.....	42
4.2	ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	43
4.2.1	Επενεργητές.....	43
4.2.2	Βαλβίδες ελέγχου.....	45

4.2.2.1	Βαλβίδες ελέγχου κατεύθυνσης ροής (Directional control valves)	46
4.2.2.2	Βαλβίδες ελέγχου ροής (παροχής) (Flow control valves)	51
4.2.2.3	Βαλβίδες ελέγχου πίεσης	52
	Βαλβίδες ανακούφισης (Pressure relief valves)	52
	Βαλβίδες ρύθμισης (περιορισμού) πίεσης (Pressure reducing valves).....	53
5	ΜΕΛΕΤΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΓΕΡΑΝΟΥ (ΠΑΠΑΓΑΛΑΚΙ).....	55
5.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	55
5.2	ΕΛΕΓΧΟΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΑΞΟΝΩΝ ΟΤΑΝ ΚΑΙ ΤΟ ΦΟΡΤΗΓΟ ΚΑΙ Ο ΓΕΡΑΝΟΣ ΕΙΝΑΙ ΧΩΡΙΣ ΦΟΡΤΙΟ	61
5.3	ΕΛΕΓΧΟΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΑΞΟΝΩΝ ΟΤΑΝ ΤΟ ΦΟΡΤΗΓΟ ΦΕΡΕΙ ΦΟΡΤΙΟ ΕΝΩ Ο ΓΕΡΑΝΟΣ ΔΕΝ ΦΕΡΕΙ ΦΟΡΤΙΟ.....	64
5.4	ΕΛΕΓΧΟΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΑΞΟΝΩΝ ΟΤΑΝ ΤΟ ΦΟΡΤΗΓΟ ΕΙΝΑΙ ΧΩΡΙΣ ΦΟΡΤΙΟ ΕΝΩ Ο ΓΕΡΑΝΟΣ ΕΧΕΙ ΦΟΡΤΙΟ.....	67
5.5	ΕΛΕΓΧΟΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΑΞΟΝΩΝ ΟΤΑΝ ΤΟ ΦΟΡΤΗΓΟ ΚΑΙ Ο ΓΕΡΑΝΟΣ ΕΧΟΥΝ ΦΟΡΤΙΟ	70
5.6	ΕΛΕΓΧΟΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΑΞΟΝΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΛΑΪΝΗ (ΕΚ)ΦΟΡΤΩΣΗ	74
5.7	ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΓΕΡΑΝΟΦΟΡΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΣΕ ΚΙΝΗΣΗ.....	79
5.7.1	Γενικά.....	79
5.7.2	Ευστάθεια του γερανοφόρου οχήματος κατά τις στροφές.....	79
6	ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΥΨΩΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ	84
6.1	Γενικά.....	84
6.2	Τυπικοί έλεγχοι.....	86
6.3	Λειτουργικοί έλεγχοι	87
6.3.1	Στατική δοκιμή.....	87
6.3.2	Δυναμική δοκιμή.....	87
6.3.3	Δοκιμή ευστάθειας.....	88
6.3.4	Συνθήκες δοκιμών.....	88
6.4	ΠΡΟΛΗΨΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ	89
6.4.1	Προληπτικά μέτρα κατά τον χειρισμό των γερανών	90
6.4.2	Υπερφόρτωση του άγκιστρου	91
6.4.3	Πρόωρη φθορά εξαρτημάτων	91
6.5	Γενικά μέτρα ασφαλείας	92
6.5.1	Σημεία που πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή.....	92
6.6	ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΓΕΡΑΝΩΝ	95
6.6.1	Πρόγραμμα συντήρησης.....	95
6.6.2	Συντήρηση καλωδίων των γερανών	96
6.6.3	Συντήρηση των αλυσίδων των γερανών	97
6.6.4	Συντήρηση των κιβωτίων οδοντωτών τροχών.....	97
7	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	98
8	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	99
9	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	100

1 ΑΝΥΨΩΤΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Ανυψωτικές μηχανές ονομάζονται οι μηχανικές κατασκευές, οι οποίες χρησιμεύουν στη μεταφορά φορτίων από τη μία θέση στην άλλη κατακόρυφα, οριζόντια, κατακόρυφα και οριζόντια ταυτόχρονα, περιστροφικά κ.λπ.

Με την πάροδο των χρόνων ο ρόλος των ανυψωτικών μηχανών έγινε όλο και πιο σημαντικός και πλέον χρησιμοποιούνται στη σύγχρονη βιομηχανία για τη μετακίνηση μεγάλων φορτίων σε αποβάθρες, σε σιδηροδρομικούς σταθμούς για την φόρτωση υλικών, στα εργοστάσια για τη μετακίνηση μηχανών και υλικών, σε πολυώροφα κτίρια για την εξυπηρέτηση ανυψωτικών και μεταφορικών αναγκών προσωπικού και υλικού σε άλλους ορόφους κ.λπ.

1.2 ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΥΨΩΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ

Η λειτουργία των ανυψωτικών μηχανών στηρίζεται στην αρχή διατήρησης της ενέργειας. Όπως γνωρίζουμε, **έργο είναι το γινόμενο της δύναμης επί την διανυθείσα απόσταση κατά τη διεύθυνση της δύναμης**. Για να υπάρχει επομένως ισορροπία κατά τη λειτουργία του ανυψωτικού μηχανήματος, πρέπει το γινόμενο του ανυψωμένου φορτίου επί την απόστασή του να ισούται με το γινόμενο της ενεργούσας δύναμης επί την διανυθείσα απόσταση κατά τον ίδιο χρόνο, μη λαμβάνοντας υπόψη τις τριβές. Επομένως, ό,τι κερδίζουμε σε δύναμη, το χάνουμε σε απόσταση και χρόνο.

Τα ανυψωτικά μηχανήματα δεν λειτουργούν συνεχώς αλλά σε κύκλους λειτουργίας, που ακολουθούνται αποστάσεις.

1.2.1 Κίνηση των ανυψωτικών μηχανών

Για να καθορίσουμε τον τρόπο κίνησης μίας ανυψωτικής μηχανής και να προβλέψουμε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα κάθε συστήματος κίνησης, πρέπει να γνωρίζουμε τα χαρακτηριστικά κάθε ανυψωτικής μηχανής από άποψη λειτουργίας της, τα οποία είναι τα εξής:

- **Διακεκομμένη λειτουργία:** στην περίπτωση αυτή είναι αποδεκτή η υπερφόρτιση για μικρούς χρόνους εκκινήσεως και η κινητήρια ισχύς καθορίζεται στη διάρκεια της κανονικής λειτουργίας,
- **Ταχεία και διαρκής μεταβολή της φοράς περιστροφής ή της κατευθύνσεως πορείας:** στην περίπτωση αυτή ο τρόπος κινήσεως της ανυψωτικής μηχανής πρέπει να ανταποκρίνεται στην ταχεία αλλαγή της πορείας,
- **Επιζητούμενη ακρίβεια θέσης,** για παράδειγμα προσαρμογή του φορτίου σε κατάλληλη θέση: στην περίπτωση αυτή ο τρόπος κινήσεως πρέπει να επιτρέπει τη λεπτομερή ρύθμισή της,
- **Κίνηση γερανών ή γερανογεφυρών** με αναρτημένο φορτίο ή άνευ,
- **Ταχεία και διαρκής μεταβολή της φόρτισης,** αυτό συμβαίνει όταν μεταφέρονται για παράδειγμα τεμάχια διαφόρου βάρους έκαστο: στην περίπτωση αυτή η κίνηση πρέπει να γίνεται κατά τρόπο που να επιτρέπει τη μεταβολή στροφών, αν είναι δυνατόν αυτόματα, σε αντίστροφο λόγο προς το μέγεθος του φορτίου.

Η κίνηση των ανυψωτικών μηχανών γίνεται με τους εξής τρόπους:

- **Κίνηση με τη μυϊκή δύναμη του ανθρώπου:** χρησιμοποιείται επί τροχαλιών, βαρούλκων, ατερμόνων κοχλίων κ.λπ. Το πλεονέκτημα στην περίπτωση αυτή είναι ότι είναι οικονομική και απλή. Το μειονέκτημα είναι ότι η ταχύτητα είναι πολύ μικρή και για μακρά και συνεχή εργασία επέρχεται σωματική καταπόνηση του χειριστή ενώ η συνεργασία πολλών ανθρώπων μαζί δυσχεραίνει τη λειτουργία.

- **Άμεση μηχανική κίνηση (με ατμό):** ως μέσο κίνησης χρησιμοποιείται μία ατμομηχανή, η οποία είτε θέτει σε περιστροφή έναν άξονα είτε κινεί ένα έμβολο εσωτερικά ενός κυλίνδρου. Τα πλεονεκτήματα είναι ο υψηλός βαθμός απόδοσης, διότι ενεργεί αμέσως και λειτουργεί μόνο κατά τον χρόνο ανύψωσης του φορτίου, μπορεί δε να εκκινήσει υπό πλήρες φορτίο, ενώ μέσω της μεταβολής του βαθμού εισροής η ατμομηχανή ανταποκρίνεται προς το εκάστοτε βάρος του ανυψωμένου

φορτίου. Το μειονέκτημα είναι ότι απαιτείται εξειδικευμένος χειρισμός και δεν υπάρχει η δυνατότητα άμεσης πέδησης.

- **Έμμεση μηχανική κίνηση (με ΜΕΚ):** επιτυγχάνεται με διάταξη τροχαλιών και ιμάντων ή καλωδίων, τα οποία παραλαμβάνουν την κίνηση από μία ΜΕΚ. Τα πλεονεκτήματα σ' αυτήν την περίπτωση είναι ότι χάρη στην ολίσθηση των ιμάντων επιτυγχάνεται άνευ κρούσεων λειτουργία, έχουμε ανεξαρτησία από κεντρικό σταθμό παραγωγής ενέργειας, είναι δυνατές οι μικρές μετακινήσεις και η αλλαγή ταχύτητας με ενδιάμεση εγκατάσταση μηχανισμού. Το μειονέκτημα είναι ο μικρός βαθμός απόδοσης, διότι ορισμένοι άξονες, τροχαλίες και ιμάντες λειτουργούν διαρκώς και συνήθως άσκοπα.

- **Λειτουργία με πεπιεσμένο αέρα:** ο πεπιεσμένος αέρας συγκεντρώνεται σε αεροθάλαμους υπό πίεση 5 έως 6atm και μέσω σωλήνων μεταφέρεται στους κινητήρες, οι οποίοι προκαλούν περιστροφή άξονα ή κίνηση εμβόλου. Τα πλεονεκτήματα είναι η ευκολία μεταφοράς και η διανομή ενέργειας, μηδαμινές απώλειες και η ανυπαρξία κινδύνου ψύξης όπως στις μηχανές που λειτουργούν με πεπιεσμένο υγρό. Τα μειονεκτήματα είναι η ανάγκη μεγάλων αεροφυλακίων και ο μικρός βαθμός απόδοσης λόγω της μεγάλης κατανάλωσης από τις συνεχείς διακοπές. Επίσης, λόγω της χαμηλής πίεσης του αέρος η χρήση τους είναι περιορισμένη σε μικρά και μεσαία φορτία.

- **Λειτουργία με πεπιεσμένο ύδωρ:** Το υπό πίεση ύδωρ είτε προέρχεται από το δίκτυο της πόλης είτε παρέχεται από κεντρικές εγκαταστάσεις κινητήρων και αντλιών και συγκεντρώνεται σε δοχεία που βρίσκονται σε ύψος. Από εκεί διοχετεύεται στο έμβολο της ανυψωτικής μηχανής, το οποίο κατευθείαν ή μέσω διατάξεων ενεργεί επί των φορτίων. Τα πλεονεκτήματα είναι η απλότητα του κινητήρα και η ήρεμη και ασφαλής λειτουργία υπό απλή επίβλεψη. Δεν υπάρχουν απώλειες ούτε από τους αγωγούς ούτε από άσκοπη λειτουργία. Η κινητήρια μηχανή μπορεί να προσαρμοστεί σε εκάστοτε παρουσιαζόμενες ανάγκες φόρτισης. Τα μειονεκτήματα είναι ότι η κατανάλωση του έργου ανά διαδρομή είναι μέγιστη ανεξαρτήτως του βάρους του ανυψωμένου φορτίου, η διάταξη των εγκαταστάσεων είναι περίπλοκη και δαπανηρή, απαιτείται πρόληψη για την πήξη του υγρού και η χρήση του συστήματος αυτού σε γερανογέφυρες είναι αδύνατη. Σήμερα χρησιμοποιούνται απλοί υδραυλικοί γερανοί που αντί ύδατος χρησιμοποιούν λάδι και άλλα αντιοξειδωτικά υλικά.

- **Λειτουργία με ηλεκτρισμό:** το σύστημα κινήσεως με ηλεκτρισμό είναι το πιο διαδεδομένο. Τα πλεονεκτήματα του συστήματος αυτού είναι ο υψηλός βαθμός απόδοσης, διότι δεν υφίσταται απώλειες από άσκοπη λειτουργία και η κατανάλωση ρεύματος είναι σχεδόν ανάλογη προς το παραγόμενο έργο. Με ένα απλό καλώδιο συνδέεται με το υφιστάμενο δίκτυο με την πιο μικρή δαπάνη. Απαιτείται ελάχιστη επίβλεψη, λίγες επισκευές, μικρού βάρους κινητήρας και λίγος χώρος. Οι κινητήρες έχουν απλή λειτουργία, επιτρέπουν την περιστροφή προς τις δύο φορές και επιτρέπουν την εύκολη μεταβολή της ταχύτητας. Τα μειονεκτήματα είναι η κατανάλωση της ενέργειας σε ρυθμιστικές αντιστάσεις εκκινήσεως και ρυθμιστές εκκίνησης. Κατά την πέδηση χρειάζεται τροχοπέδη, η οποία περικλείει πάντα κινδύνους. Η χρήση των ηλεκτροκινητήρων βρίσκει ευρύτατη εφαρμογή σε ανελκυστήρες και γερανογέφυρες.

Η εκλογή του τρόπου λειτουργίας μιας ανυψωτικής μηχανής θα πρέπει να είναι αποτέλεσμα μελέτης των συνθηκών, αναλόγως των περιπτώσεων. Πρέπει οπωσδήποτε να μελετηθούν και να ληφθούν υπόψη τα εξής στοιχεία:

- Η ελάττωση της ολικής δαπάνης λειτουργίας, δηλαδή η επίτευξη υψηλού βαθμού απόδοσης,
- Η ταχύτητα της εκτέλεσης των εργασιών,
- Ο κινητήρας που θα επιλεγεί πρέπει να ανταποκρίνεται στη μέγιστη ισχύ και να έχει ικανοποιητικό βαθμό απόδοσης και σε μικρότερα φορτία,
- Η ομαλή λειτουργία και η ευκολία στον χειρισμό
- Η ασφάλεια της λειτουργίας.

1.3 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΑΝΥΨΩΣΗΣ ΤΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

Οι ανυψωτικές μηχανές τελειοποιούνται συνεχώς, διότι καθημερινά τα φορτία που πρέπει ανυψώνονται γίνονται μεγαλύτερα και παράλληλα οι ταχύτητες ανυψώσεως πρέπει να βελτιώνονται και οι χειρισμοί να είναι πιο ακριβείς.

Μία ανυψωτική μηχανή αποτελείται από: το μηχανισμό ανύψωσης των φορτίων (καλώδια, αλυσίδες, άγκιστρα, τροχαλίες, στρόφαλοι, κ.λπ. και από τις διατάξεις ασφαλείας (τροχοί αναστολής και φρένα).

Οι ανυψωτικές μηχανές κατατάσσονται σε έξι κατηγορίες:

1. **απλές μηχανές:** για την ανύψωση μικρών φορτίων συνήθως κατακόρυφα, δηλαδή τροχαλίες, βαρούλκα κ.λπ.,
2. **γερανοί:** για την ανύψωση φορτίων κατακόρυφα και οριζόντια συγχρόνως σε συγκεκριμένη τροχιά,
3. **γερανογέφυρες:** για την εξυπηρέτηση ανυψωτικών αναγκών σε εργοστάσια, αποθήκες κ.λπ.,
4. **ανελκυστήρες:** για την εξυπηρέτηση αναγκών ανόδου και καθόδου προσώπων, ή φορτίων σε κτίρια, σιδηροδρομικούς σταθμούς κ.λπ.,
5. **μηχανισμοί εναέριων μεταφορών**
6. **μηχανήματα μετακίνησης υλικών.**

1.3.1 Καννάβινα καλώδια ή σχοινιά

Η ποιότητα των καλωδίων αυτών εξαρτάται από την ποιότητα των σχοινιών και από το μέγεθός τους. Εκείνα με μικρότερο μήκος έχουν μικρότερη αντοχή σε σχέση με εκείνα με μεγαλύτερο μήκος.

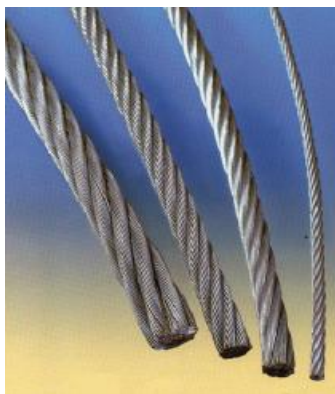
Για να επιτευχθεί η ελάττωση των φθορών των σχοινιών από τις καιρικές συνθήκες, αυτά εμβαπτίζονται σε ειδικό διάλυμα και κατόπιν, αφού το ειδικό διάλυμα ξεραθεί, εμβαπτίζονται σε θερμή πίσσα. Η κατεργασία αυτή παρατείνει μεν τη διάρκεια ζωής τους αλλά ελαττώνει την αντοχή τους περίπου κατά 10%.



Εικόνα 1: Καννάβινο σχοινί

1.3.2 Συρματόσχοινα

Τα συρματόσχοινα ή χαλύβδινα καλώδια κατασκευάζονται από χαλύβδινα συρματίδια υψηλής αντοχής (130 έως 180kg/mm²). Πολλά συρματίδια τυλιγμένα ελικοειδώς σχηματίζουν δέσμες. Πολλές δέσμες μαζί σχηματίζουν ένα πολύκλωνο καλώδιο (συρματόσχοινο) και αναλόγως τη φορά τύλιξης, διακρίνονται σε αριστερόστροφα ή δεξιόστροφα συρματόσχοινα.



Εικόνα 2: Συρματόσχοινο

Τα συρματόσχοινα πλεονεκτούν των αλυσίδων, διότι είναι αθόρυβα κατά τη λειτουργία τους, παρέχουν μεγαλύτερη ασφάλεια έναντι απότομων θραύσεων και έχουν μικρότερο βάρος. Μία σημαντική ιδιότητά τους είναι η ευκαμψία, η οποία εξαρτάται από το πάχος, τον αριθμό των συρματιδίων και τη φορά περιτύλιξής τους.

1.3.3 Αλυσίδες

Οι αλυσίδες χρησιμοποιούνται ευρύτατα στις ανυψωτικές μηχανές λόγω της ευκαμψίας τους, η οποία τους επιτρέπει και την χρήση τροχαλιών και την μεγαλύτερη διάρκεια ζωής σε σχέση με τα συρματόσχοινα. Διακρίνουμε τις **αλυσίδες με κρίκους** και τις **αρθρωτές αλυσίδες**.



Εικόνα 3: Αλυσίδα αρθρωτή



Εικόνα 4: Αλυσίδα με κρίκους

1.3.4 Άγκιστρα

Τα φορτία δεν προσδένονται απευθείας στα καλώδια ή στις αλυσίδες, αλλά στα άγκιστρα για λόγους ευκολίας. Για να εκπληρεί το άγκιστρο τη λειτουργία του σωστά, πρέπει να έχει τις εξής ιδιότητες: να μην είναι ούτε πολύ βαρύ, για να το χειρίζεται άνετα ο εργάτης, αλλά ούτε πολύ ελαφρύ, για να μην παρεκκλίνει της πορείας του κατά την κατακόρυφη μετακίνηση, να μπορεί να στραφεί γύρω από τον άξονά του και να έχει το κατάλληλο άνοιγμα.

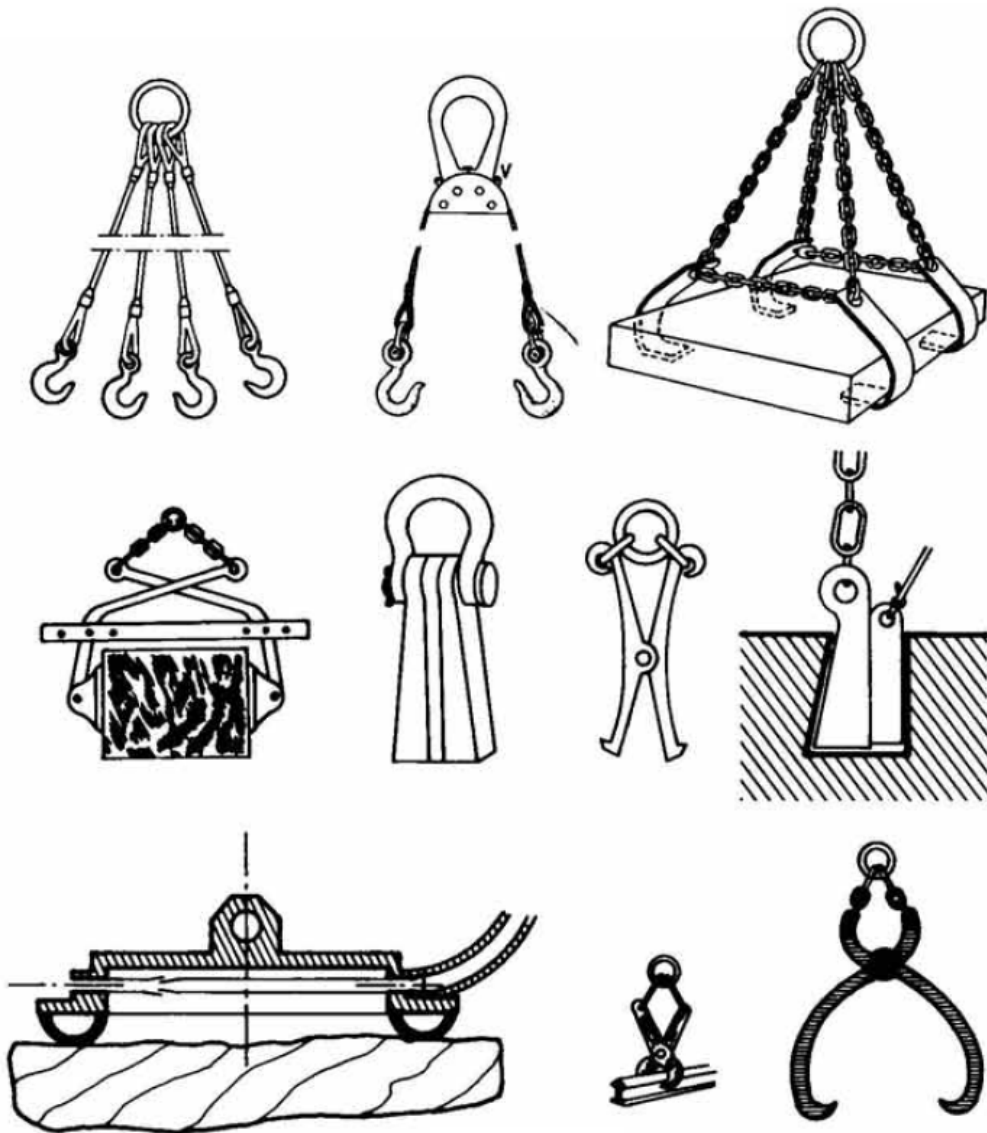


Εικόνα 5: Άγκιστρο

1.3.5 Στρόφαλα

Τα στρόφαλα είναι όργανα, μέσω των οποίων μεταβιβάζεται στο τύμπανο η δύναμη που θα χρησιμοποιηθεί για την ανύψωση του φορτίου και συνήθως είναι

χειροκίνητα. Τα φορτία αναρτώνται απευθείας μέσω ενός άγκιστρου στο ελεύθερο άκρο της αλυσίδας ή των ελεύθερων τροχαλιών. Η πρόσδεση των φορτίων στα άκρα της αλυσίδας ή των καλωδίων γίνεται με τα εξαρτήματα που απεικονίζονται παρακάτω για λόγους ασφαλείας και για αύξηση της ταχύτητας της ανύψωσης.



Εικόνα 6: Στρόφαλα

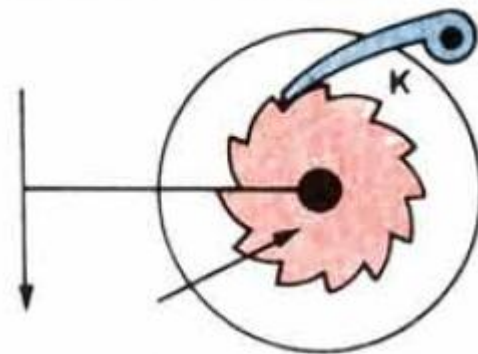
Ανάλογα με το σχήμα και τις διαστάσεις του φορτίου επιλέγεται και ο κατάλληλος τρόπος πρόσδεσης.

1.4 ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΩΝ ΑΝΥΨΩΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ

Οι ανυψωτικές μηχανές επιβάλλεται να εφοδιάζονται με κατάλληλες διατάξεις, μέσω των οποίων επιτυγχάνεται πρώτα η πρόληψη πτώσης του φορτίου και η ακινητοποίησή του σε οποιαδήποτε θέση και έπειτα η ομαλή ταχύτητα καθόδου του φορτίου. Οι αναγκαίες διατάξεις για τους σκοπούς αυτούς είναι οι τροχοί αναστολής και τα φρένα. Η σπουδαιότητα των διατάξεων αυτών για τις ανυψωτικές μηχανές είναι μέγιστη, διότι εξασφαλίζεται όχι μόνο η ασφάλεια της λειτουργίας αυτών αλλά και η ασφάλεια του προσωπικού.

1.4.1 Τροχοί αναστολής

Οι τροχοί αναστολής είναι μηχανισμοί, οι οποίοι επιτρέπουν την περιστροφή του άξονά τους μόνο κατά τη μία φορά, τη φορά ανόδου του φορτίου.

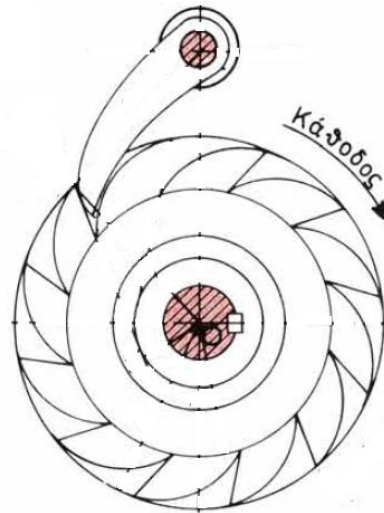


Εικόνα 7: Τροχός αναστολής

Οι τροχοί αναστολής κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες: στους **οδοντωτούς τροχούς αναστολής** και στους **τροχούς αναστολής που λειτουργούν μέσω τριβής**.

Οι *οδοντωτοί τροχοί αναστολής* αποτελούνται από ένα δίσκο από χυτοσίδηρο, ο οποίος είναι εξωτερικά οδοντωτός. Κατά τη φορά της περιστροφής ανυψώσεως του

φορτίου μία «γλώσσα» περνά μέσα από τα «δόντια» του τροχού ελεύθερα. Κατά την αντίθετη φορά η «γλώσσα» αυτή εμπλέκεται στα «δόντια» του τροχού και ακινητοποιείται το σύστημα. Η περιστροφή κατά τη φορά της καθόδου γίνεται μόνο αν ανυψωθεί η «γλώσσα».



Εικόνα 8: Οδοντωτός τροχός αναστολής

Οι τροχοί αναστολής που λειτουργούν μέσω τριβής αποτελούνται από ένα λείο τροχό επί του οποίου κατά την ανύψωση ολισθαίνει μία «γλώσσα», ενώ κατά την κάθοδο η «γλώσσα» αυτή πιέζεται επί του τροχού μέσω του ίδιου του βάρους του και παρασύρεται προς τα αριστερά. Τότε, αυξάνεται η συμπίεση και από την τριβή που αναπτύσσεται, το σύστημα μεταδόσεως της κίνησης σταματά.

1.4.2 Φρένα

Τα φρένα είναι εκείνες οι διατάξεις, οι οποίες, μέσω της τριβής, απορροφούν το μέρος εκείνο της ενέργειας κατά την κάθοδο του φορτίου, το οποίο θα προκαλούσε περαιτέρω επιτάχυνση αυτού. Η βέλτιστη περίπτωση είναι εκείνη κατά την οποία τα φρένα θα μπορούσαν να απορροφήσουν όλο το ποσό αυτής της ενέργειας και να επιτευχθεί έτσι, πλήρης ακινησία. Η απορρόφηση ή ο περιορισμός της κινητικής ενέργειας του κατερχόμενου φορτίου γίνεται με δημιουργία τριβής επί της επιφάνειας ενός περιστρεφόμενου τυμπάνου. Η απορροφούμενη ενέργεια από τα φρένα

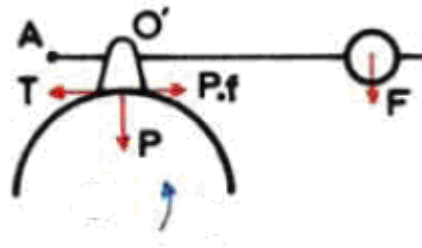
μετατρέπεται σε θερμότητα και γι' αυτό πρέπει να έχει γίνει πρόβλεψη για την εξουδετέρωσή της. Η λειτουργία των φρένων γίνεται είτε αυτόματα, μέσω μηχανικής δύναμης, είτε χειροκίνητα, μέσω της παρέμβασης του χειριστή με τα χέρια ή με πεντάλ.

Τα φρένα διακρίνονται σε τέσσερις κατηγορίες:

1. στα φρένα με σιαγόνες,
2. στα φρένα με ταινία,
3. στα δισκοειδή ή κωνικά φρένα,
4. στα φρένα ειδικών κατασκευών.

1.4.2.1 Φρένα με μία σιαγόνα

Αποτελούνται από μία τροχαλία ακτίνας R και μία σιαγόνα, η οποία πιέζεται επί της επιφάνειας της τροχαλίας με δύναμη F .



Εικόνα 9: Φρένα με μία σιαγόνα

Στην εικόνα 9 φαίνονται:

T: μία εφαπτομένη δύναμη που αναπτύσσεται λόγω της πίεσης,

P: η κάθετος δύναμη που ασκείται από τη σιαγόνα στη ζάντα της τροχαλίας

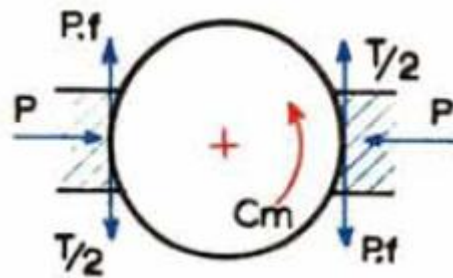
f: ο συντελεστής τριβής.

Τα φρένα με μία σιαγόνα χρησιμοποιούνται σε μικρές ανυψωτικές μηχανές με διάμετρο τροχαλίας μικρότερη των 40mm. Στην περίπτωση που η δύναμη F είναι το αντίβαρο, η χαλάρωση των φρένων κατά την κάθοδο του φορτίου γίνεται είτε χειροκίνητα, είτε με ηλεκτρομαγνήτη. Το μειονέκτημα των φρένων με μία σιαγόνα

είναι η καταπόνηση, που μπορεί να οδηγήσει σε κάμψη, του άξονα της τροχαλίας, επειδή ο άξονας πιέζεται μονομερώς.

1.4.2.2 Φρένα με δύο σιαγόνες

Τα φρένα αυτά δεν καταπονούν τον άξονα της τροχαλίας και δεν τον οδηγούν σε κάμψη διότι, τον πιέζουν σε δύο αντίθετες κατευθύνσεις.

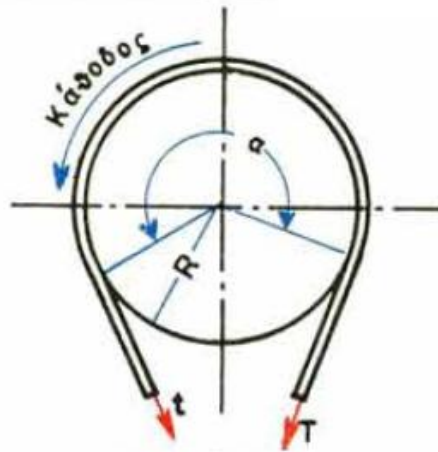


Εικόνα 10: Φρένα με δύο σιαγόνες

Τα φρένα αυτά χρησιμοποιούνται και για τις δύο φορές περιστροφής. Η φόρτιση γίνεται με αντίβαρο και η χαλάρωση με ηλεκτρομαγνήτη. Τα φρένα με δύο σιαγόνες χρησιμοποιούνται σε ηλεκτροκίνητες ανυψωτικές μηχανές (γερανοί, ανελκυστήρες, κ.λπ.).

1.4.2.3 Φρένα με ταινία

Τα φρένα με ταινία αποτελούνται από ένα χυτοσιδηρό δίσκο, στην επιφάνεια του οποίου συσφίγγεται με κατάλληλο μοχλό, ταινία από χάλυβα, υλικό που παρουσιάζει ελαστικότητα. Με την τριβή που αναπτύσσεται προκαλείται ελάττωση της ταχύτητας καθόδου του φορτίου μέχρι να ακινητοποιηθεί.



Εικόνα 11: Φρένα με ταινία

Τα φρένα με ταινία πλεονεκτούν έναντι των φρένων με σιαγόνες, διότι η πέδηση είναι ηπιότερη και μεγαλύτερης ισχύος. Μειονεκτούν όμως, διότι καταπονούν την άτρακτο αυτών σε κάμψη.

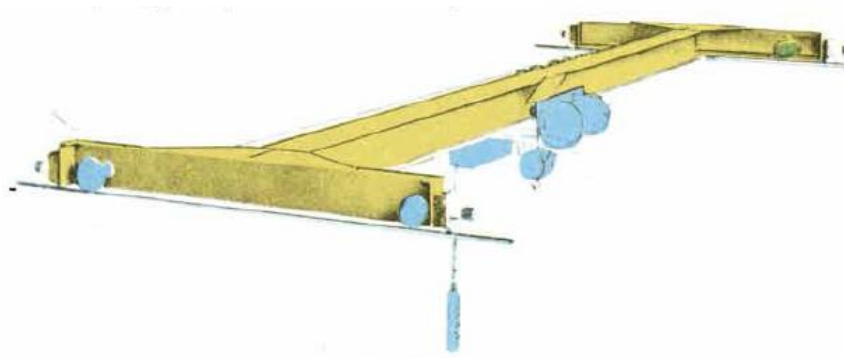
1.4.2.4 Αυτόματα φρένα

Σε όλα τα παραπάνω είδη πέδησης απαιτούνταν η επέμβαση χειριστή προκειμένου να επιτευχθεί το φρενάρισμα. Για λόγους όμως ταχύτητας, ακρίβειας και ασφάλειας είναι προτιμότερο η πέδηση να γίνεται αυτόματα. Μία περίπτωση αυτόματης πέδησης είναι τα **κωνικά φρένα**, τα οποία λειτουργούν με την πίεση του φορτίου της ανυψωτικής μηχανής. Άλλο είδος αυτόματης πέδησης είναι η φυγοκεντρική πέδηση. Η τροχαλία της φυγοκεντρικής πέδησης φέρει τρεις σιαγόνες, οι οποίες συνδέονται με ένα ελατήριο. Όταν η ταχύτητα υπερβεί έναν συγκεκριμένο αριθμό στροφών, η αναπτυσσόμενη φυγόκεντρος δύναμη υπερνικά την τάση των ελατηρίων και οι σιαγόνες φρενάρουν το φορτίο.

2 ΓΕΡΑΝΟΙ – ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΕΣ

Οι γερανοί και οι γερανογέφυρες είναι ανυψωτικές μηχανές κατάλληλες για την κατακόρυφη και οριζόντια μετακίνηση φορτίων. Η μορφή και το βάρος των προς ανύψωση φορτίων, ο διατιθέμενος χώρος, η απόσταση μετακίνησης και ανύψωσης, το είδος της εργασίας, η διατιθέμενη πηγή ενέργειας, η μονιμότητα ή μη της εγκατάστασης είναι παράγοντες, οι οποίοι λαμβάνονται υπόψη κατά τη σχεδίαση των ανυψωτικών μηχανών. Έτσι, υπάρχουν ποικίλοι τύποι, καθένας από τους οποίους ανταποκρίνεται στις ειδικές απαιτήσεις των κλάδων της τεχνολογίας και του εμπορίου.

Οι γερανογέφυρες γενικά αποτελούνται από δύο σιδηροτροχιές, στηριζόμενες σε τοίχους ή σε ειδικούς στύλους, πάνω στους οποίους κινείται ο κύριος φορέας (γέφυρα).



Εικόνα 12: Γερανογέφυρα

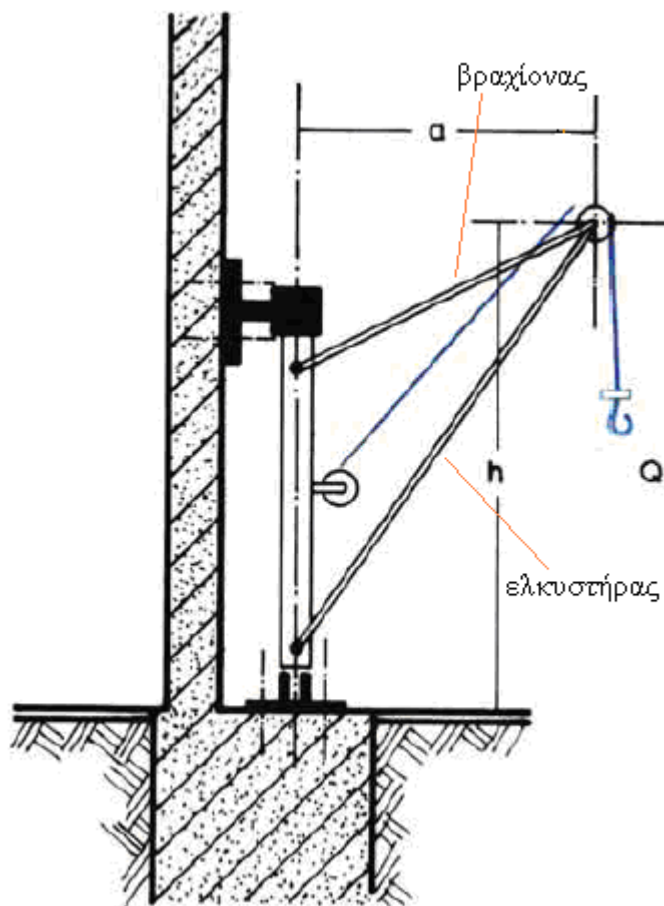
Για την κατασκευή των διαφόρων τμημάτων των γερανών και γερανογεφυρών χρησιμοποιείται συνήθως χάλυβας St 37 (αντοχής θραύσεως $\sigma_{\theta\rho}=3700\text{kg/cm}^2$). Για την κατασκευή του δικτυωτού φορέα των γερανογεφυρών χρησιμοποιούνται και κράματα αλουμινίου αντοχής 4000 έως 6000kg/cm^2 , τα οποία προσφέρουν το πλεονέκτημα του μικρού βάρους. Από κατασκευαστικά στοιχεία προκύπτει ότι το

βάρος κατασκευής του φορέα από αλουμίνιο είναι σχεδόν ίσο με το μισό από τον αντίστοιχο φορέα κατασκευασμένο από χάλυβα, για ανυψωτική ικανότητα 100tn. Το υψηλό κόστος όμως του αλουμινίου περιορίζει την ευρεία χρήση του σε επίγειες κατασκευές.

2.1 ΓΕΡΑΝΟΙ ΤΟΙΧΟΥ

2.1.1 Γερανοί τοίχου σταθερού ανοίγματος

Ο σκελετός τους αποτελείται από τρία μέρη: τον στύλο, τον βραχίονα και τον ελκυστήρα. Τα τρία αυτά μέρη σχηματίζουν ένα τρίγωνο στηριζόμενο μέσω δύο εδράνων σε τοίχο, το οποίο μπορεί να περιστραφεί κατά 180° ή 270° (όταν είναι τοποθετημένο επί εξεχούσης γωνίας).



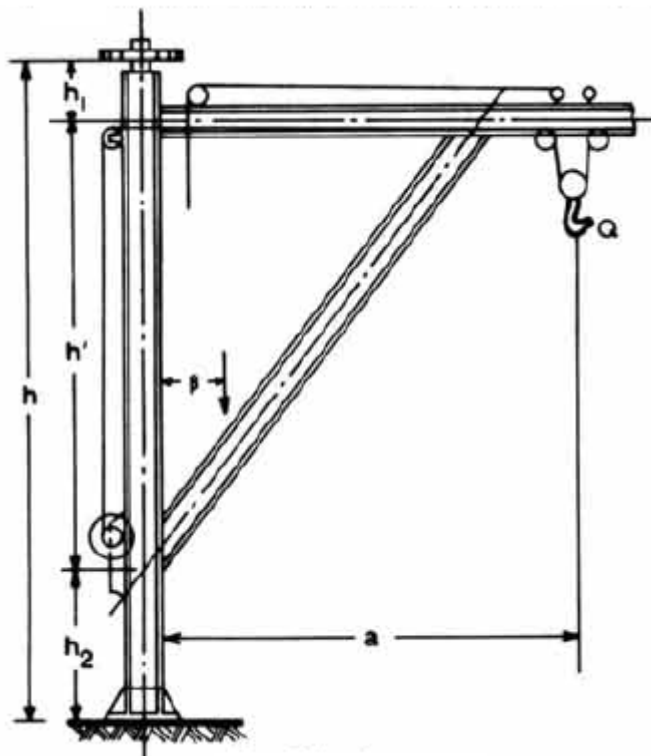
Εικόνα 13: Γερανός τοίχου σταθερού ανοίγματος

Επειδή η αντοχή των τοίχων των κτιρίων είναι περιορισμένη, τα ανυψούμενα φορτία δεν υπερβαίνουν τους $3tn$. Στο προτεταμένο άκρο του βραχίονα στηρίζεται τροχαλία μέσα από την οποία διέρχεται το καλώδιο αναρτήσεως του φορτίου. Αν το φορτίο είναι μεγαλύτερο από $1tn$ αναρτάται μέσω ελευθέρων τροχαλιών. Το άγκιστρο είναι απλό και χωρίς ασφάλεια. Η ανύψωση είναι δυνατόν να είναι χειροκίνητη ή ηλεκτροκίνητη και η πέδηση επιτυγχάνεται είτε με τροχό αναστολής είτε ηλεκτροκίνητα.

Οι γερανοί τοίχου χρησιμοποιούνται σε μηχανουργεία, αποθήκες, σταθμούς και λιμάνια.

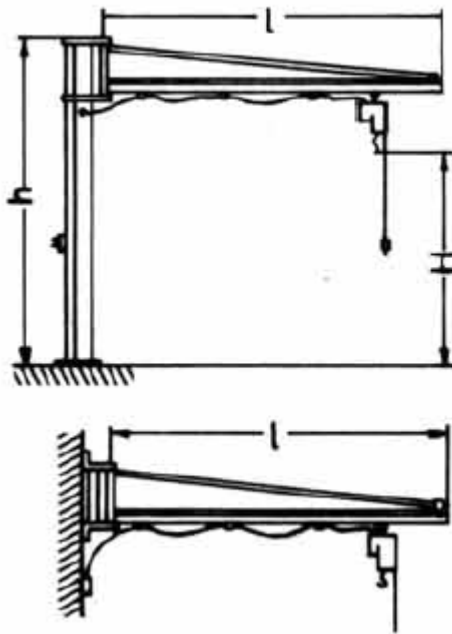
2.1.2 Γερανοί τοίχου μεταβλητού ανοίγματος

Για την ανύψωση σχετικά μικρών φορτίων και όταν η φύση της εργασίας απαιτεί να είναι ελεύθερος όσο το δυνατό περισσότερος χώρος κάτω του γερανού, χρησιμοποιούνται γερανοί τοίχου μεταβλητού ανοίγματος.



Εικόνα 14: Γερανός τοίχου μεταβλητού ανοίγματος

Στους γερανούς τοίχου μεταβλητού ανοίγματος ο ελκυστήρας είναι οριζόντιος και κατά μήκος αυτού κινείται το φορείο στο οποίο αναρτάται το φορτίο. Για να υπάρξει η απαραίτητη οικονομία χώρου, ο βραχίονας δεν φτάνει έως το άκρο του ελκυστήρα και πολλές φορές τοποθετείται πάνω από αυτόν.

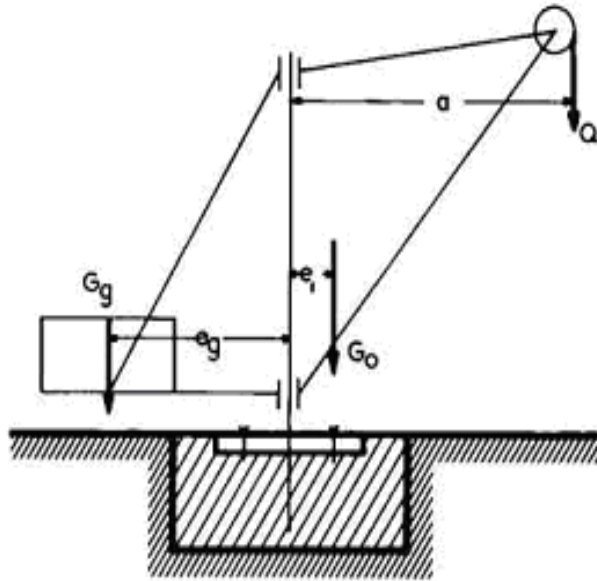


Εικόνα 15: Θέσεις βραχίονα

2.2 ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟΙ ΓΕΡΑΝΟΙ

2.2.1 Περιστρεφόμενοι γερανοί με σταθερό στύλο

Οι γερανοί αυτοί αποτελούνται από ένα στύλο, ο οποίος στηρίζεται σε πλάκα συνδεδεμένη με τη θεμελίωση μέσω κοχλιών ή αγκυρώσεων.

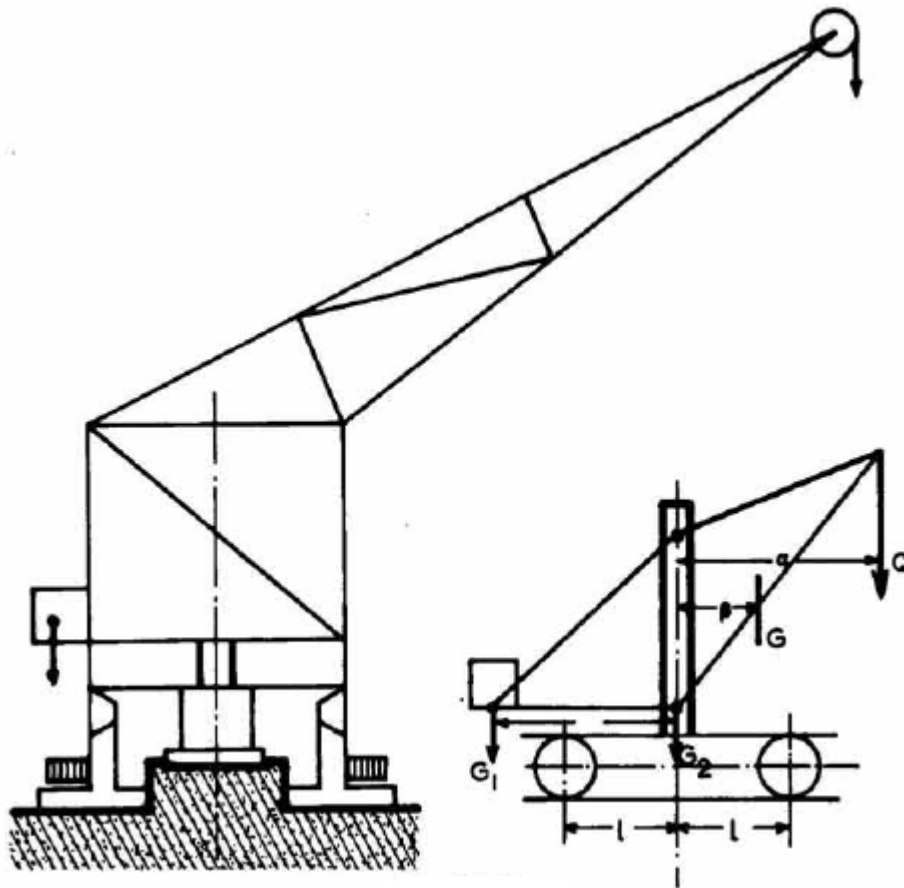


Εικόνα 16: Περιστρεφόμενος γερανός με σταθερό στύλο

Το περιστρεφόμενο μέρος του γερανού έχει μορφή τριγώνου και αποτελείται από δύο ελκυστήρες, τον βραχίονα και δύο κατακόρυφους προφυλακτήρες μεταξύ των δύο εδράνων. Οι γερανοί αυτοί μπορούν να στρέφονται κατά 360° . Ο στύλος του γερανού δέχεται σημαντικές τάσεις κάμψεως, γι' αυτό για φορτία άνω των 25tn προβλέπεται αντίβαρο προκειμένου να μην καταπονείται τόσο πολύ ο στύλος.

2.2.2 Γερανοί περιστρεφόμενης πλάκας

Οι γερανοί αυτοί στηρίζονται σε ένα δίσκο, ο οποίος χρησιμεύει και ως δάπεδο και ο οποίος περιστρέφεται.

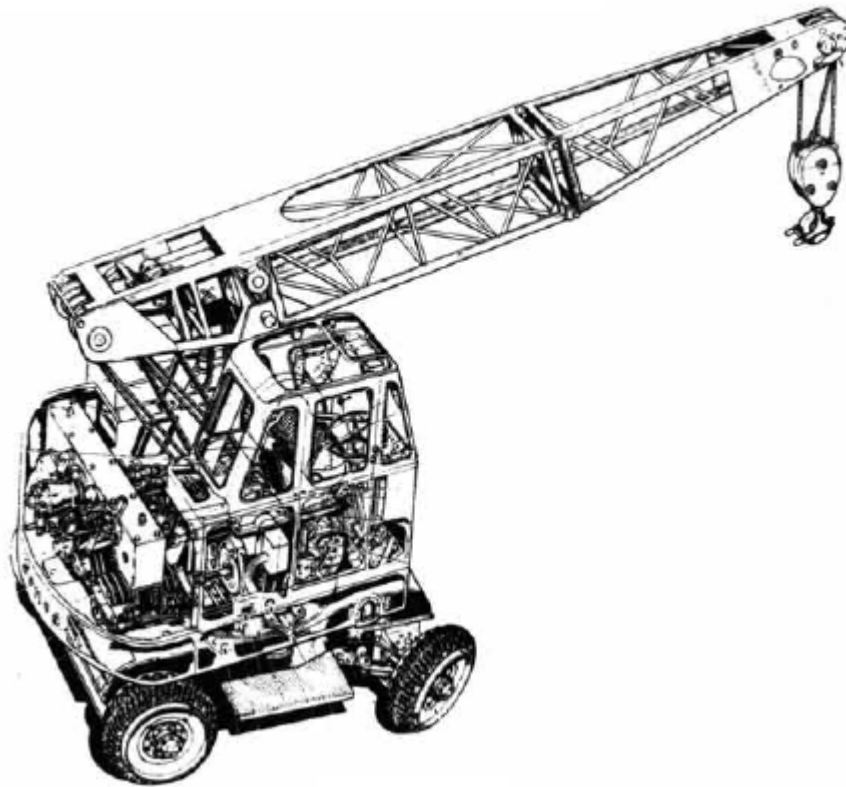


Εικόνα 17: Γερανός περιστρεφόμενης πλάκας

Το όλο σύστημα στρέφεται γύρω από ένα κατακόρυφο στρόφείο, ο οποίος στερεώνεται στο κέντρο της θεμελίωσης μέσω μιας χυτοσιδηρής πλάκας, με αγκύρωση. Η στήριξη πραγματοποιείται με τέσσερις ή οκτώ τροχούς ή κυλίνδρους, κυλιόμενων επί κυκλικής σιδηροτροχιάς στερεωμένης με αγκύρωση επί της θεμελίωσης.

2.3 ΚΙΝΗΤΟΙ ΓΕΡΑΝΟΙ

Με τον όρο **κίνητοι γερανοί** εννοούμε τους γεραμούς που έχουν τη δυνατότητα να μετακινούνται ελεύθερα επί του εδάφους και όχι επί συγκεκριμένης τροχιάς.



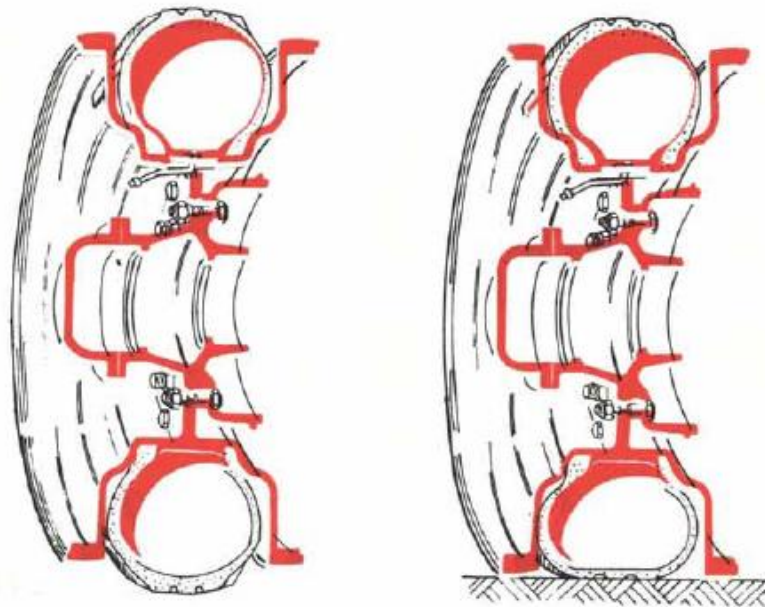
Εικόνα 18: Κινητός γερανός

Ευρεία χρήση των κινητών γερανών γίνεται για την κατασκευή οικοδομών και δρόμων επιτυγχάνοντας, έτσι, όχι μόνο οικονομία στα χρήματα, αφού δεν είναι αναγκαίες οι σκαλωσιές αλλά και στον χρόνο εκτέλεσης των εργασιών.

Διακρίνουμε δύο κατηγορίες κινητών γερανών: α) εκείνους που διαθέτουν κοινή πηγή ισχύος για τη μετακίνηση του πλαισίου (chassis) και τις μετακινήσεις του ικριώματος και β) εκείνους που διαθέτουν ανεξάρτητους κινητήρες για την εκτέλεση κάθε κίνησης (πλαισίου-ικριώματος). Στην πρώτη κατηγορία η ταχύτητα μετακίνησης του πλαισίου είναι μικρή, αφού κριτήριο επιλογής του κινητήρα είναι η ανάπτυξη ισχυρής ροπής στρέψης σε λίγες στροφές. Αντιθέτως, στην δεύτερη κατηγορία, η ταχύτητα μετακινήσεως είναι δυνατό να είναι υψηλή και γι' αυτό οι γερανοί αυτής της κατηγορίας χρησιμοποιούνται για εργασίες σε χώρους μεγάλης έκτασης.

Τα ελαστικά επίσωτρα στηρίξεως του πλαισίου των γερανών βαρέος τύπου είναι ειδικής κατασκευής και από συνθετικό ελαστικό, ώστε να αντέχουν στις ισχυρές πιέσεις, οι οποίες αναπτύσσονται κατά την ανύψωση του φορτίου. Για μεγαλύτερη ασφάλεια πολλές εταιρείες κατασκευής εφοδιάζουν τα επίσωτρα με ειδικές ζάντες,

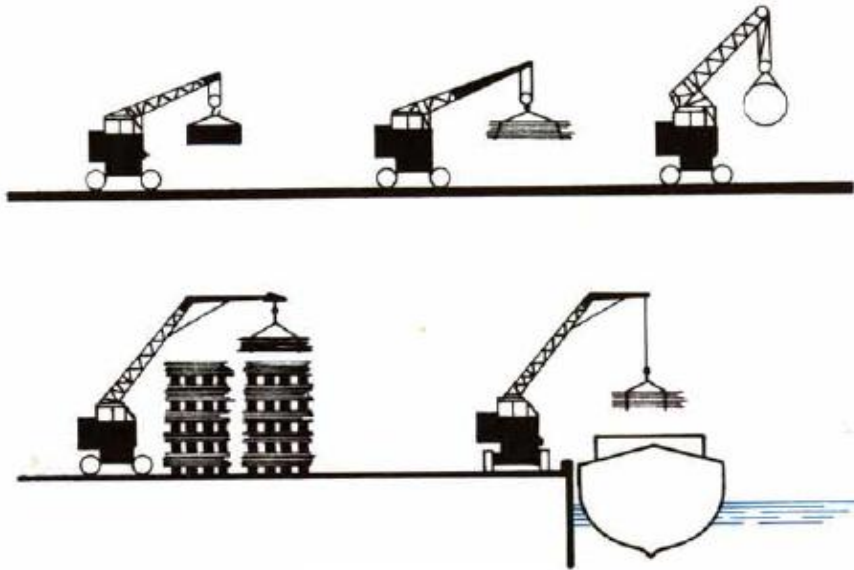
ώστε όταν η πίεση υπερβεί ένα ορισμένο όριο, το ελαστικό να επικάθεται και ο γερανός να στηρίζεται στην μεταλλική ζάντα.



Εικόνα 19: Ελαστικά επίσωτρα στηρίξεως του πλαισίου των γερανών βαρέος τύπου

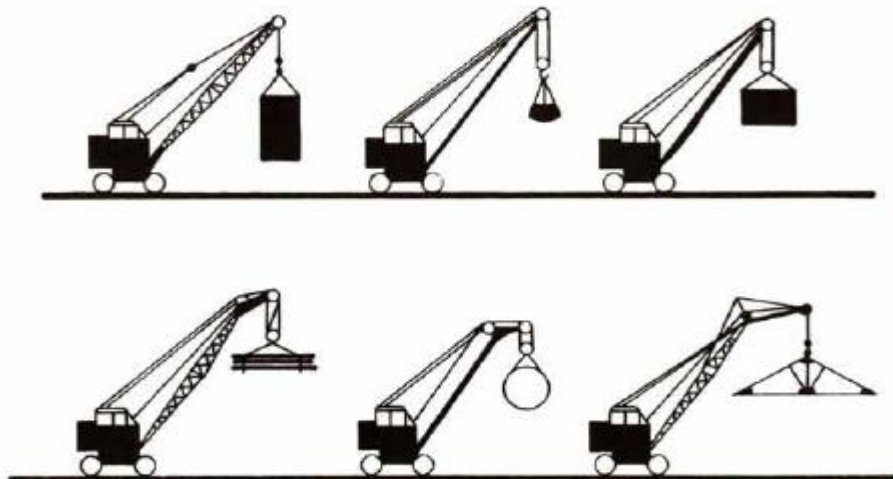
Εκτός από την αποφυγή της θραύσης του επισώτρου, ο τύπος αυτός προσφέρει και μεγαλύτερη ευστάθεια, διότι το σημείο στηρίξεως στο κέντρο του τροχού μετατοπίζεται στο σημείο επαφής του εξωτερικού τμήματος της ζάντας, με αποτέλεσμα την αύξηση της επιφάνειας στηρίξεως.

Για φορτίο ανυψώσεως μικρότερο των 10tn, η ράβδος είναι δυνατόν να προεξέχει σαν πρόβολος.



Εικόνα 20: Διάφοροι τύποι κινητών γερανών

Για μεγαλύτερα φορτία χρησιμοποιείται και συρματόσχοινο ως ελκυστήρας, οπότε εκτός του τμήματος του φορτίου το οποίο αναλαμβάνει, χρησιμεύει και για τη μεταβολή του ανοίγματος του γερανού.



Εικόνα 21: Διάφοροι τρόποι φόρτωσης

Αυτό επιτυγχάνεται με το τύλιγμα του συρματόσχοινου περιμετρικά του τυμπάνου, το οποίο είτε περιστρέφεται από ένα ηλεκτροκινητήρα (ανεξάρτητη κίνηση), είτε συνδέεται με οδοντωτούς τροχούς με τον άξονα του κινητήρα του γερανού. Στην πρώτη περίπτωση το μήκος του προβόλου δεν υπερβαίνει τα 12m και συνήθως δεν είναι μία συμπαγής δομή αλλά μία δικτυωτή κατασκευή. Στη δεύτερη περίπτωση η

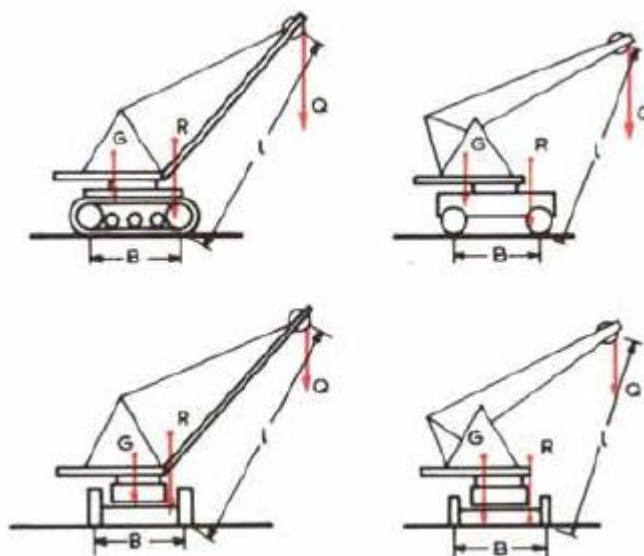
ράβδος μπορεί να υπερβεί τα 30m και κατασκευάζεται είτε από τμήματα τυποποιημένων διατομών, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με κοχλίες ώστε να εξασφαλίζεται μεταβλητό μήκος, είτε από δικτυώματα σύνθετης κατασκευής.

2.3.1 Καταναλισκόμενη ενέργεια

Η κίνηση για γερανούς ικανότητας έως και 1tn συνήθως γίνεται χειροκίνητα. Για μεγαλύτερα φορτία χρησιμοποιείται είτε ηλεκτρική ενέργεια, η οποία παράγεται από πετρελαιομηχανές ή βενζινομηχανές εδρασμένες επί του πλαισίου, είτε μηχανική μέσω της μεταδόσεως της ισχύος κινητήρα εσωτερικής καύσης στους μηχανισμούς που κινούν το δικτύωμα. Όπως αναφέραμε προηγουμένως πολλές φορές χρησιμοποιείται ο κινητήρας του οχήματος στο οποίο στηρίζεται το δικτύωμα. Στην περίπτωση της ηλεκτρικής ενέργειας ο κινητήρας περιστρέφει μία γεννήτρια μεταβλητής τάσης η οποία παρέχει δυνατότητα μεταβολής της ταχύτητας, ομαλή επιτάχυνση και επιβράδυνση και ελεγχόμενη κάθοδο του φορτίου υπό ισχύ. Οι τρεις κινήσεις του γερανού, της περιστροφής του δικτυώματος, της ανύψωσης του φορτίου και της ανύψωσης της ράβδου, εκτελούνται από ξεχωριστούς ηλεκτροκινητήρες συνδεδεμένους με τη γεννήτρια.

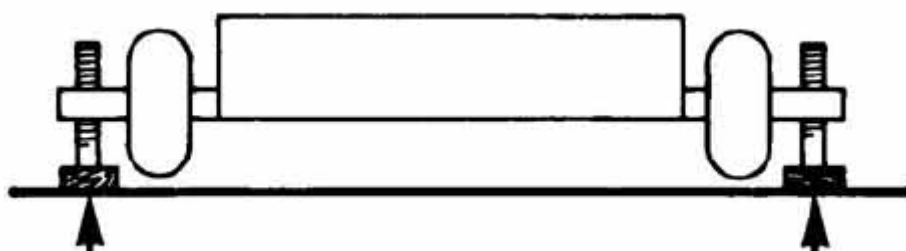
2.3.2 Ευστάθεια κινητών γερανών

Ο γερανός που μελετάμε στην πτυχιακή εργασία αυτή, ανήκει στους κινητούς γερανούς. Βασικότατο στοιχείο είναι η χρησιμοποίηση στηριγμάτων που θα μπορέσουν να απορροφήσουν την ροπή ανατροπής αν και περιορίζουν το μέγεθος των ανυψωμένων φορτίων και το άνοιγμα του γερανού για προφανείς λόγους ευστάθειας. Βασική προϋπόθεση για να μην ανατραπεί ο κινητός γερανός είναι **η κατακόρυφη, η διερχόμενη από το κέντρο βάρους του συστήματος να βρίσκεται εντός της βάσεως ισορροπίας ($R=G+Q$)**. Ως βάση ισορροπίας θεωρείται το άνοιγμα της βάσης στήριξης (B). Το μέγεθος της βάσης ισορροπίας εξαρτάται, σε σχέση με τη βάση στήριξης, από το είδος της στήριξης του οχήματος.



Εικόνα 22: Δρώσες δυνάμεις κατά τη φόρτωση

Πολλές φορές για να αυξηθεί το φορτίο ανύψωσης χωρίς τον φόβο ανατροπής, χρησιμοποιούνται ειδικά υποστηρίγματα εκτεινόμενα εκ του άξονος των τροχών.



Εικόνα 23: Ειδικά υποστηρίγματα γερανού

Στην περίπτωση αυτή, για να υπολογίσουμε τη βάση ισορροπίας πρέπει να εξετάσουμε αν ο γερανός στηρίζεται καθ' ολοκληρίαν επί των υποστηριγμάτων ή μερικώς. Επίσης, η ευστάθεια των κινητών γερανών επηρεάζεται και από άλλους παράγοντες, όπως είναι:

- η επίδραση του ανέμου,
- τα δυναμικά φορτία τα οποία αναπτύσσονται κατά τις επιταχύνσεις και
- η κλίση του εδάφους.

Για το λόγο αυτό οι κανονισμοί διαφόρων κρατών ορίζουν το μέγιστο επιτρεπόμενο φορτίο ανύψωσης ως ποσοστό του φορτίου ανατροπής. Συνήθως δεν υπερβαίνει τα $2/3$ αυτού.

Για να μην υπάρχει κίνδυνος ανατροπής, εκτός από την σχολαστική τήρηση των προδιαγραφών του κατασκευαστή, σχετικά με το άνοιγμα του γερανού και το βάρος του φορτίου που ανυψώνει, πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στα εξής:

- στην παρακολούθηση της κατάστασης των ελαστικών,
- στην αποφυγή της στήριξης των ποδαρικών σε οπή του εδάφους,
- κατά την κίνηση του γερανού με φορτίο επί του αγκίστρου πρέπει το φορτίο να μην ταλαντεύεται υπερβολικά και
- κατά τη λειτουργία σε κεκλιμένο έδαφος πρέπει να γίνεται σωστή εκμετάλλευση της κλίσης για να βελτιστοποιήσουμε την ευστάθεια. Ο γερανός πρέπει να ανυψώνει τα φορτία από τη μεριά με την ανηφορική κλίση. Αν η φύση της εργασίας επιβάλλει το άγκιστρο να φορτώνει από την μεριά με την κατηφορική κλίση τότε μειώνεται το ελάχιστο άνοιγμα του γερανού.

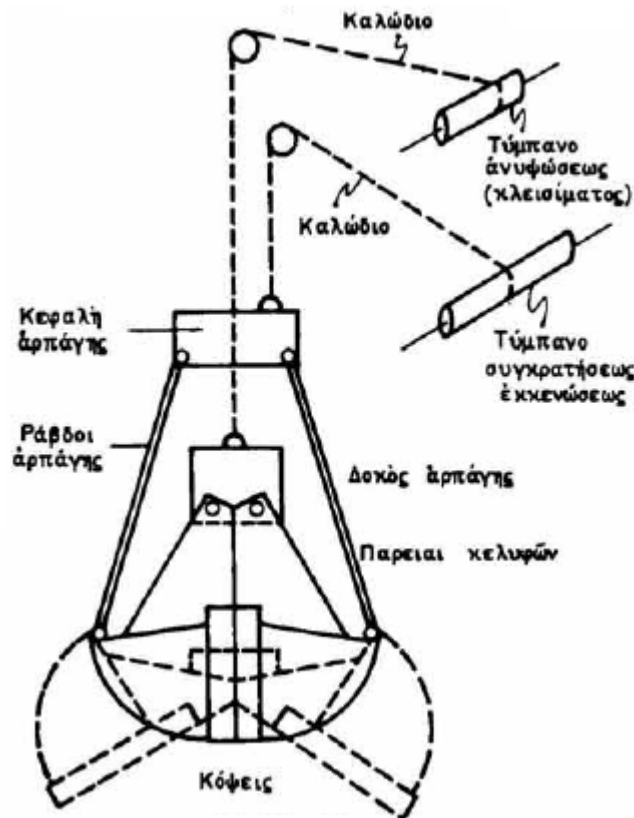
2.4 ΓΕΡΑΝΟΙ ΜΕ ΑΡΠΑΓΗ

Για την ανύψωση υλικών σωρού (άμμος, μεταλλεύματα, σιτηρά κ.λπ.) χρησιμοποιούνται γερανοί συνήθως κινητοί με αρπάγη.



Εικόνα 24: Γερανός με αρπάγη

Για την εκτέλεση χωματουργικών εργασιών οι γερανοί εδράζονται σε πλαίσιο που φέρει ερπύστρια. Οι ερπύστριες έχουν το πλεονέκτημα της εξίσου καλής κίνησης σε ανώμαλο, βραχώδες και μαλακό έδαφος. Για την ενεργοποίηση της αρπάγης απαιτείται ειδικός μηχανισμός βαρούλκου με δύο τύμπανα.



Εικόνα 25: Λεπτομέρεια αρπάγης

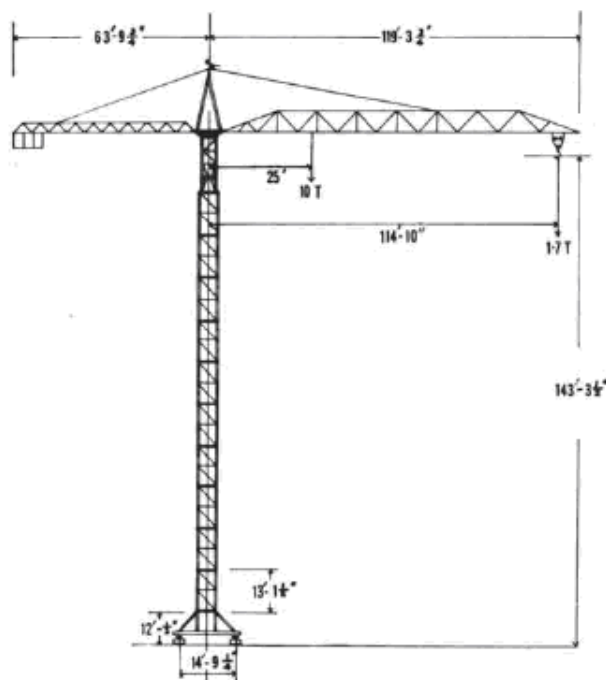
Τα τύμπανα προσαρμόζονται σε ένα σύστημα οδοντώσεων επί κινητήρων. Το κλείσιμο ή το άνοιγμα της αρπάγης επιτυγχάνεται με τη συγκράτησή της από το καλώδιο ανυψώσεως ή συγκρατήσεως αντιστοίχως. Η ακινητοποίηση επιτυγχάνεται με την πέδη των διπλών σιαγόνων.

2.5 ΓΕΡΑΝΟΙ ΕΙΔΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ

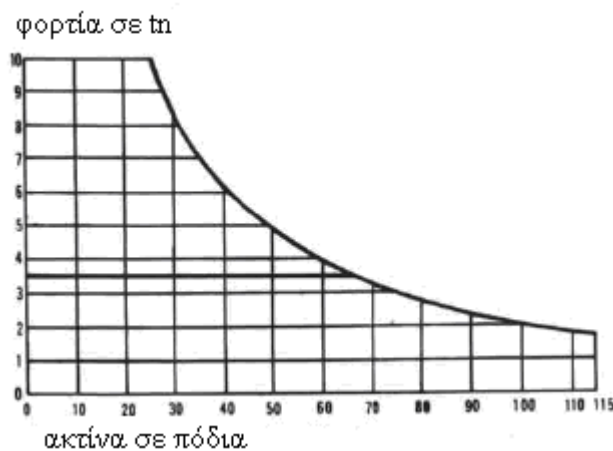
2.5.1 Δομικοί γερανοί με πύργο

Χρησιμοποιούνται για την κατασκευή κτιρίων και μπορεί να είναι σταθεροί ή κινητοί. Εδράζονται επί βάσεως, η οποία φέρει ερπύστρια. Αποτελούνται από ένα κατακόρυφο και ένα οριζόντιο δικτύωμα. Το οριζόντιο διαιρείται από το κατακόρυφο σε δύο μέρη. Το μεγαλύτερο χρησιμεύει ως τροχιά ενός φορείου, στο οποίο

αναρτάται το φορτίο, ενώ το μικρότερο φέρει το αντίβαρο. Για να αυξηθεί η ευστάθεια οι κινητοί γερανοί φέρουν τέσσερα εκτεινόμενα υδραυλικά υποστηρίγματα. Η περιστροφή του οριζόντιου βραχίονα καθώς και η κίνηση του φορείου επιτυγχάνεται με ηλεκτρική ενέργεια, η οποία συνήθως παράγεται από γεννήτρια τροφοδοτούμενη από κινητήρα Diesel. Το μέγεθος του ανυψωμένου φορτίου είναι συνάρτηση της θέσης του φορείου επί της οριζόντιας τροχιάς του. Πάντοτε οι κατασκευαστές παρέχουν διάγραμμα μεταβολής του φορτίου συναρτήσει της ακτίνας του φορείου.



(α)



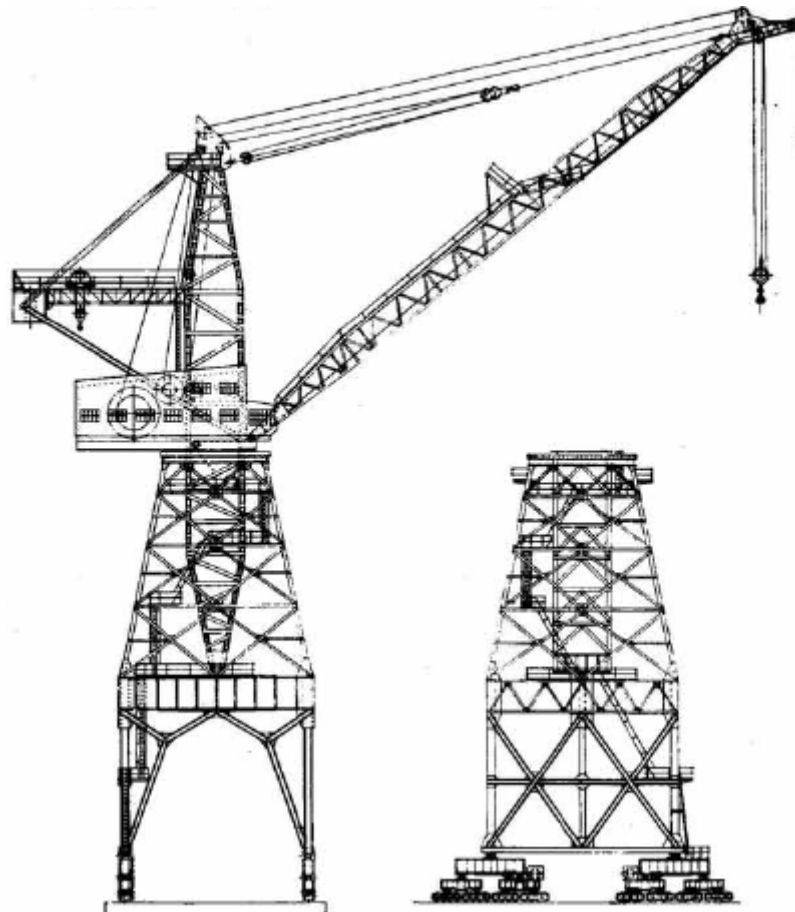
(β)

Εικόνα 26: (α) Δομικός γερανός με πύργο και (β) το διάγραμμα φόρτισης

Η ταχύτητα ανύψωσης εξαρτάται από το βάρος του φορτίου και κυμαίνεται μεταξύ των 15 έως 20m/min. Για τον υπολογισμό των δικτυωμάτων προσδιορίζουμε τις τάσεις των ράβδων με τη μέθοδο των τομών Ritter, καταστρώνοντας τις εξισώσεις ισορροπίας σε κάθε κόμβο.

2.5.2 Γερανοί ναυπηγείων

Είναι πυργωτοί γερανοί ισχυρής κατασκευής και ανυψωτικής ικανότητας 19 έως 100tn. Χρησιμοποιούνται στα ναυπηγεία για τη μεταφορά προκατασκευαζόμενων τμημάτων πλωτών μέσων και γι' αυτό δεν είναι σταθεροί, αλλά κινούνται επί σιδηροτροχιών.



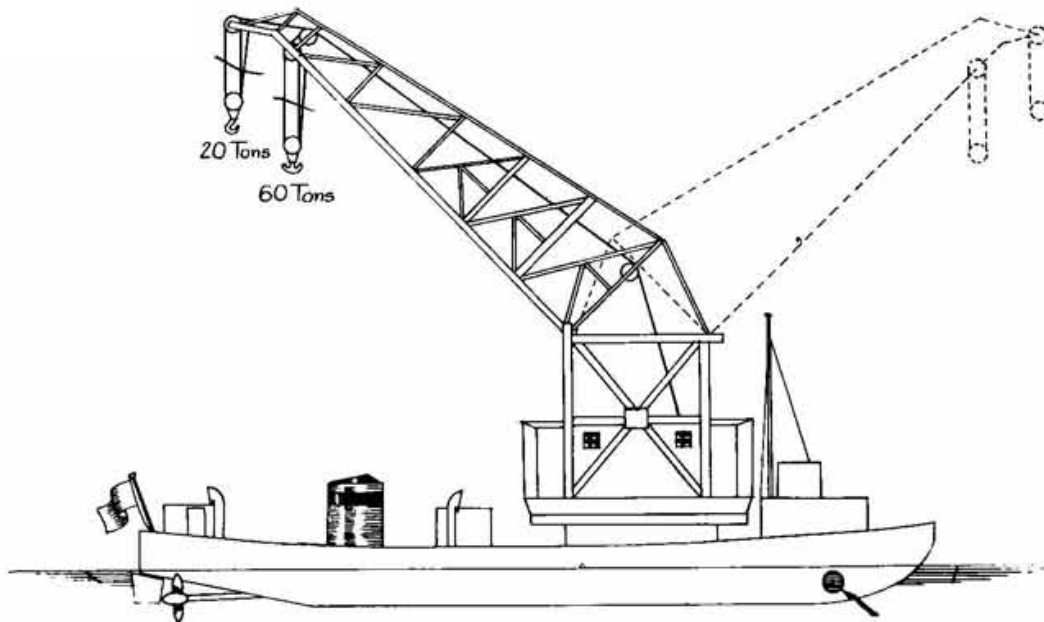
Εικόνα 27: Γερανός ναυπηγείων

Για να είναι δυνατή η γρήγορη ανύψωση μικρών φορτίων οι γερανοί αυτοί φέρουν δύο άγκιστρα, το κύριο και το βοηθητικό. Το κύριο ανυψώνει αργά (3m/min) φορτίο έως 100tn, ενώ το βοηθητικό, φορτίο έως 10tn με ταχύτητα 30m/min.

Οι κινήσεις γίνονται από διαφορετικούς ηλεκτροκινητήρες και τα δύο συστήματα φέρουν ηλεκτρομαγνητικά φρένα ελέγχου. Η κίνηση του γερανού επί των τροχιών επιτυγχάνεται με ανεξάρτητο κινητήρα. Για να αποφεύγεται η καταπόνηση του πυργωτού δικτυώματος από τυχόν απότομη εφαρμογή της πέδης, αυτή (η πέδη) είναι ηλεκτρομηχανικού τύπου και σχεδιάζεται ούτως ώστε ανεξαρτήτως της ενέργειας του χειριστή, να ενεργοποιείται βαθμιαίως.

2.5.3 Πλωτοί γερανοί

Οι πλωτοί γερανοί χρησιμοποιούνται για την ανέλκυση βυθισμένων πλοίων, την τοποθέτηση θεμελίων γεφυρών και λιμενοβραχιόνων εντός της θάλασσας, φόρτωση πλοίων, ανύψωση πλωτήρων για επιθεώρηση κ.λπ. Ο γερανός είναι περιστρεφόμενου τύπου με αντίβαρο και ελέγχεται από ένα κινητήρα ανεξάρτητο του κινητήρα πλοηγήσεως του σκάφους.



Εικόνα 28: Πλωτός γερανός

Για να αντιμετωπίσουμε τη δυσκολία εκτέλεσης των ελιγμών, η οποία είναι αποτέλεσμα της στηρίξεως επί του σκάφους της τεράστιας υψωμένης κατασκευής του γερανού, κατά τα τελευταία χρόνια εφαρμόζεται μία επαναστατική μέθοδος στηριζόμενη στην αρχή της προωθήσεως των αεροπλάνων. Σύμφωνα με αυτή και στις δύο πλευρές του πλοίου υπάρχουν αγωγοί, μέσω των οποίων εκτινάσσεται προς τη θάλασσα ταχύ ρεύμα νερού το οποίο συμπιέζεται από φυγοκεντρικό συμπιεστή και μπορεί να δώσει πλάγια ώθηση 2tn. Η δύναμη αυτή διευκολύνει το σκάφος να εισέρχεται εντός περιορισμένων χώρων και επίσης να απομακρύνεται από το τοίχωμα της αποβάθρας ακόμα και υπό ισχυρό πλευρικό άνεμο.

Ως ονομαστικό φορτίο νοείται η μέγιστη ανυψωτική ικανότητα που ορίζεται από τον κατασκευαστή, υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας του ανυψωτικού μηχανήματος. Στις περιπτώσεις όπου το ανυψωτικό μηχάνημα για οποιοδήποτε λόγο οφείλει να λειτουργεί σε χαμηλότερο φορτίο, τότε ως ονομαστικό φορτίο νοείται το μειωμένο αυτό φορτίο.

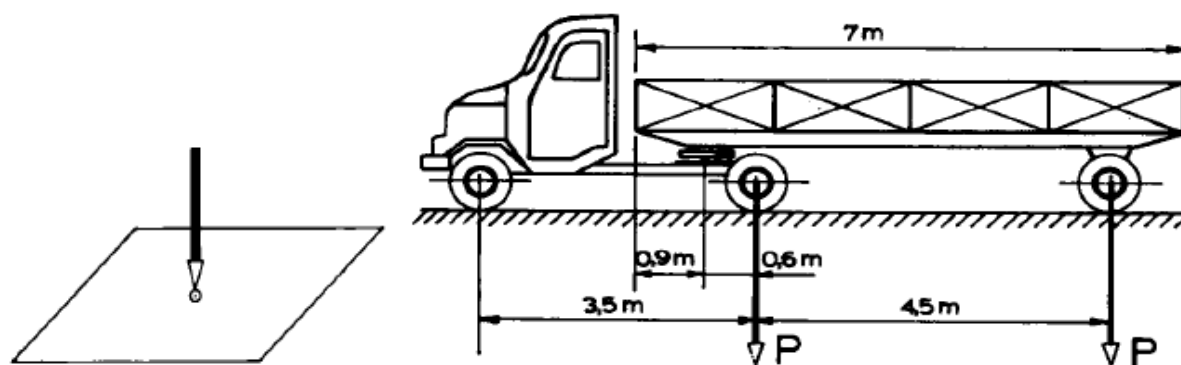
3 ΔΟΚΟΙ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Σε κάθε κατασκευή, π.χ. όχημα, οικοδομικό κτίριο, γέφυρα κ.λπ., κατά τη διάρκεια της λειτουργίας της θα δράσουν διάφορα φορτία. Η κατασκευή θα πρέπει να σχεδιαστεί και να διαστασιολογηθεί σωστά ώστε να αντισταθεί στις διάφορες φορτίσεις κι έτσι να εξασφαλισθεί η φέρουσα ικανότητά της και η λειτουργικότητά της. Τα φορτία τα οποία καταπονούν μία κατασκευή είναι εξωτερικά φορτία αλλά και το ίδιο το βάρος της.

Τα εξωτερικά φορτία, ανάλογα με τον τρόπο που δρουν, διακρίνονται σε:

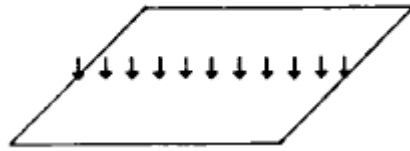
1. συγκεντρωμένα φορτία ή συγκεντρωμένες δυνάμεις, όταν ασκούνται σε πολύ μικρή περιοχή του σώματος που πρακτικά θεωρούμε σημείο, γι' αυτό και ονομάζονται και σημειακά φορτία. Τα φορτία αυτά παρίστανται με τα κεφαλαία γράμματα G ή P και έχουν μονάδα μέτρησης το kp .



Εικόνα 29: Παραδείγματα συγκεντρωμένων φορτίων

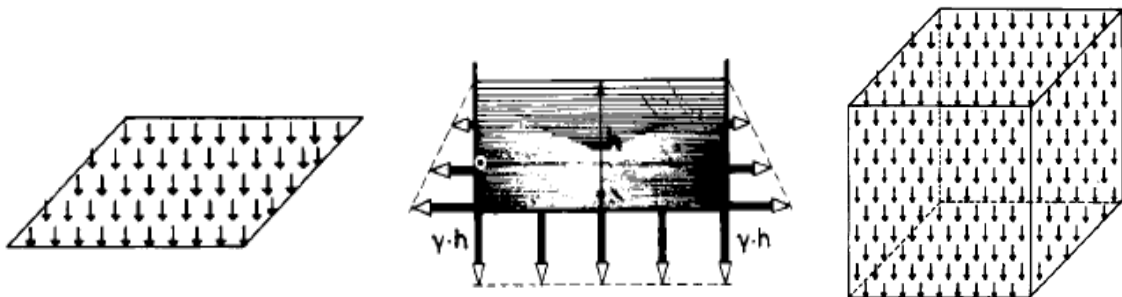
2. κατανεμημένα φορτία, όταν ασκούνται σε μια ορισμένη περιοχή του σώματος. Η κατανομή των φορτίων αυτών μπορεί να είναι ομοιόμορφη, τριγωνική, παραβολική

κ.λπ. Στην περίπτωση αυτή, εκφράζονται με μία σταθερή ποσότητα που συμβολίζουμε με q και έχει μονάδα μέτρησης το $\text{κρ}/\text{m}$.



Εικόνα 30: Παράδειγμα κατανεμημένης φόρτισης

3. επιφανειακά κατανεμημένα φορτία, όπως είναι το ίδιο το βάρος των επιφανειών, το βάρος του χιονιού σε μία επιφάνεια κ.λπ., καθώς επίσης και φορτία κατανεμημένα σε όλο τον όγκο του σώματος που χαρακτηρίζονται σαν χωρικά κατανεμημένα. Τα φορτία αυτά παρίστανται με τα γράμματα g, p ή q και έχουν μονάδα μέτρησης το $\text{κρ}/\text{m}^2$ αν είναι επιφανειακά κατανεμημένα ή με γ και έχουν μονάδα μέτρησης το $\text{κρ}/\text{m}^3$ αν είναι χωρικά κατανεμημένα.



Εικόνα 31: Παραδείγματα επιφανειακής φόρτισης

3.2 ΕΙΔΗ ΦΟΡΕΩΝ

Φορέας ονομάζεται γενικά κάθε σώμα ή κατασκευή που μπορεί να φέρει εξωτερικά φορτία, τα οποία και μεταφέρει στις στηρίξεις του, διαμέσου των οποίων καταλήγουν τελικά συνήθως στο έδαφος. Ανάλογα με τον τρόπο στήριξης των φορέων, διακρίνουμε τα εξής είδη:

Ισοστατικοί φορείς λέγονται αυτοί που από τις στηρίξεις τους υπάρχουν τόσες αντιδράσεις όσες και οι διατιθέμενες εξισώσεις ισορροπίας.

Υπερστατικοί λέγονται οι φορείς που λόγω στήριξης έχουν περισσότερες δεσμεύσεις κίνησης από τις εξισώσεις ισορροπίας.

Χαλαροί λέγονται οι φορείς που ο τρόπος στήριξής τους είναι τέτοιος, ώστε να μην εξασφαλίζει τη σταθερότητά τους, άρα οι αντιδράσεις των στηρίξεων είναι λιγότερες από τις εξισώσεις ισορροπίας.

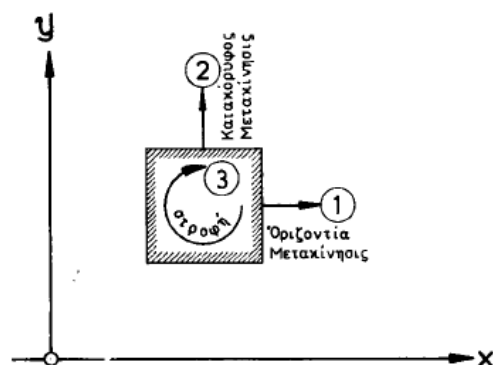
Ανάλογα με τη μορφή τους, οι φορείς διακρίνονται στις εξής κατηγορίες: **ράβδος, δοκός, πλαίσιο, τόξο, δίσκος, πλάκα και κέλυφος.**

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία το αμάξωμα του γερανοφόρου οχήματος απεικονίζεται με τη μορφή δοκών στα διαγράμματα ελευθέρου σώματος, οπότε θα επικεντρωθούμε στις δοκούς.

Δοκός χαρακτηρίζεται ένα σώμα που το μήκος του είναι αισθητά μεγαλύτερο από τις άλλες του διαστάσεις και έχει ένα ευθύγραμμο άξονα συμμετρίας. Η δοκός καταπονείται από αξονικά και εγκάρσια φορτία.

3.2.1 Τρόπος στήριξης και είδη στήριξης των δοκών

Η δοκός σαν σύνολο, δεν επιτρέπεται να μετακινείται στο επίπεδό της. Θα πρέπει να εδράζεται σε σταθερά σημεία, τις στηρίξεις της, τα οποία να την κρατούν αμετάθετη. Ένα σώμα στο επίπεδο μπορεί να μετακινηθεί κατά δύο διευθύνσεις (και ιδιαίτερα στις δοκούς λαμβάνουμε συνήθως την οριζόντια, την κατακόρυφη) ή να στραφεί. Έχει δηλαδή τρεις βαθμούς ελευθερίας κινήσεως.



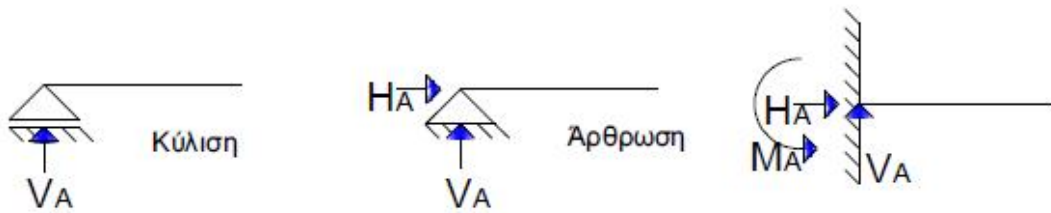
Εικόνα 32: Βαθμοί ελευθερίας δοκών

Διακρίνουμε τρία είδη στηρίξεως:

α. έδραση ή κύλιση: λέγεται η στήριξη εκείνη που αναπτύσσει αντίδραση μόνο κατά διεύθυνση κάθετη στην επιφάνεια στήριξης (V_A). Επομένως, επιτρέπει στο φορέα κάθε κίνηση, εκτός από διεύθυνση κάθετη στην επιφάνεια στήριξης, π.χ. στήριξη του τραπεζιού στο πάτωμα, δηλαδή επιτρέπει συγχρόνως ένα βαθμό ελευθερίας και στροφή.

β. άρθρωση: λέγεται η στήριξη εκείνη που αναπτύσσει αντίδραση κατά οποιαδήποτε τυχούσα διεύθυνση. Η αντίδραση της άρθρωσης, συνήθως, αναλύεται σε δύο συνιστώσες: **μια συνιστώσα κάθετη (V_A) και μια παράλληλη (H_A) στην επιφάνεια επαφής.** Επομένως η άρθρωση απαγορεύει στο φορέα κάθε μετατόπιση, αλλά του επιτρέπει να στραφεί, π.χ. στήριξη πόρτας στο κάσωμα δηλαδή η άρθρωση επιτρέπει την ελεύθερη στροφή και περιορίζει τους δύο βαθμούς ελευθερίας.

γ. πάκτωση: λέγεται η στήριξη εκείνη που αναπτύσσει αντίδραση κατά οποιαδήποτε τυχούσα διεύθυνση και ροπή αντίθετη με αυτή που δέχεται. Συνεπώς απαγορεύει κάθε κίνηση (μετατόπιση ή στροφή) στο φορέα, π.χ. στήριξη δένδρου στο έδαφος. Οι αντιδράσεις είναι τρεις, αφενός μεν οι δύο συνιστώσες της δύναμης (V_A και H_A) αφετέρου δε και μία ροπή που ονομάζεται **ροπή πάκτωσης** και συμβολίζεται με M_A . Με πάκτωση στηρίζονται οι πρόβολοι.



Εικόνα 33: Είδη στήριξης δοκών

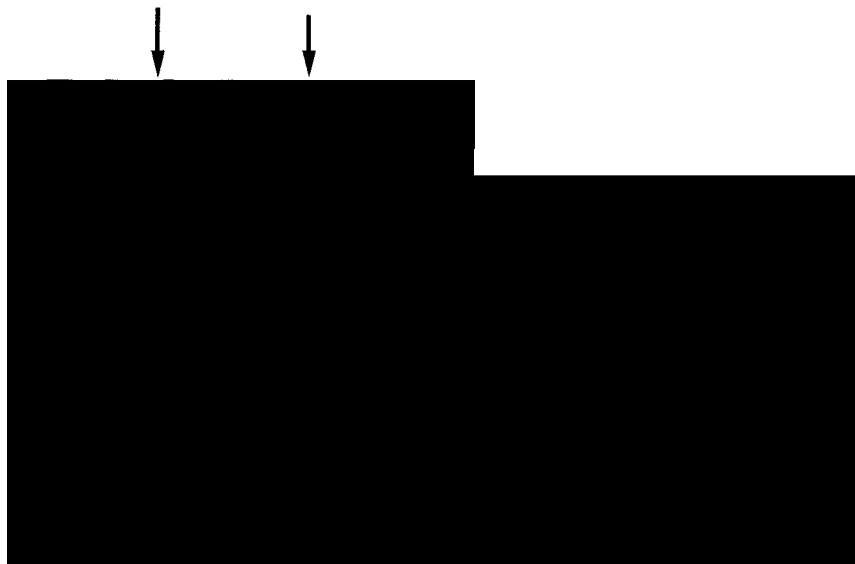
3.2.2 Είδη δοκών

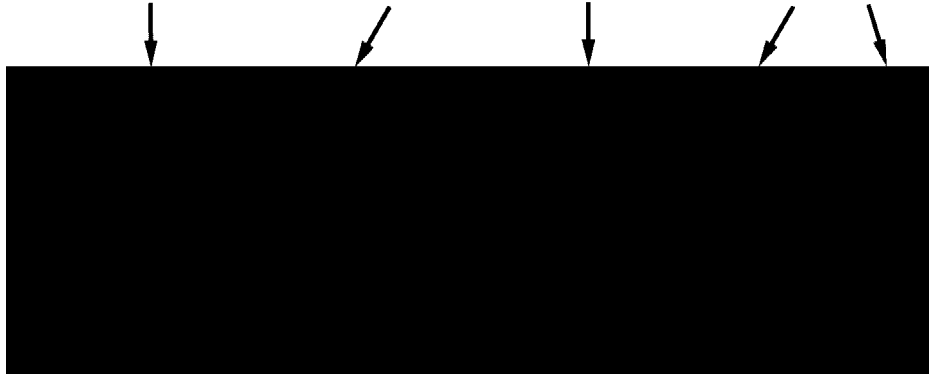
Όπως αναφέραμε προηγουμένως, η δοκός είναι ένας γραμμικός φορέας, στον οποίο μπορούν να δρουν εξωτερικά φορτία οποιουδήποτε είδους, δηλαδή αξονικά, εγκάρσια, κ.λ.π. Το απλούστερο είδος δοκού είναι μία πρισματική ράβδος που στηρίζεται στα άκρα της σε δύο στηρίγματα. Μία τέτοια δοκός όμως, μπορεί να

φορτιστεί μόνο με κατακόρυφα φορτία (διότι η τριβή στα σημεία επαφής της είναι πολύ μικρή) και επομένως, ακόμη και με μικρό οριζόντιο φορτίο, αυτή θα έπεφτε.

Για να μπορεί λοιπόν μία δοκός να φορτίζεται με εγκάρσια αλλά και με οριζόντια φορτία (άρα και με κεκλιμένα) πρέπει στο ένα της άκρο να αρθρώνεται με τη βοήθεια ενός *πείρου*, ενώ στο άλλο να στηρίζεται με τη βοήθεια ενός κατάλληλου *εδράνου κύλισης* (π.χ. ρουλεμάν). Τόσο βέβαια η δοκός όσο και τα δύο είδη στηρίξεων, σαν υλικά σώματα έχουν κάποιες διαστάσεις. Για απλούστευση όμως των υπολογισμών, θεωρούμε, τη μεν δοκό σαν ευθύγραμμο τμήμα με μέσο μήκος \sim που συμπίπτει με τον γεωμετρικό της άξονα, τις δε στηρίξεις σαν απλά γεωμετρικά σημεία. Έτσι προκύπτει η εξιδανικευμένη μορφή της απλής **αμφιέρειστης** δοκού. Στη δοκό αυτή, θεωρούμε ότι το αριστερό της στήριγμα είναι αμετακίνητο (αμετάθετο), ενώ το δεξιό μπορεί να μετακινείται ελεύθερα χωρίς τριβές, με την βοήθεια του εδράνου κύλισης.

Ένας άλλος τρόπος στήριξης είναι ο *πρόβολος* (ή *μονόπακτη δοκός*), ο οποίος αποτελείται από μία δοκό που είναι καλά εντοιχισμένη (πακτωμένη) στο ένα άκρο, ενώ το άλλο της είναι ελεύθερο. Το μήκος που προεξέχει ονομάζεται *μήκος του προβόλου*.





Μία δοκός που το μήκος προεκτείνεται και πέρα από το ένα στηρίγμα ονομάζεται **μονοπροέχουσα** (ή και *προεξέχουσα*). Αν επεκτείνεται εκατέρωθεν και από τα δύο στηρίγματά της, λέγεται **αμφιπροέχουσα**. Αν η δοκός επεκτείνεται χωρίς ενδιάμεση διακοπή, πάνω από πολλά στηρίγματα, ονομάζεται **συνεχής** δοκός. Μερικές φορές η συνέχεια της δοκού διακόπτεται με κατάλληλες αρθρώσεις, οπότε ονομάζεται **αρθρωτή ή δοκός του Gerber**.

Όταν οι δοκοί, αποτελούνται από συμπαγές υλικό, όπως είναι ο χάλυβας, ονομάζονται **ολόσωμοι**. Όταν αποτελούνται από περισσότερες ράβδους που συνδέονται κατάλληλα μεταξύ τους με αρθρώσεις (πείρους), ονομάζονται δικτυωτοί. Όταν σε μία δοκό οι αντιδράσεις των στηριγμάτων μπορούν να υπολογιστούν από τις εξισώσεις *στατικής ισορροπίας*, η δοκός αυτή ονομάζεται **στατικά ορισμένη ή ισοστατική**. Ο υπολογισμός αυτός είναι αντικείμενο της *Μηχανικής του απαραμόρφωτου σώματος*. Αντίστροφα, αν ο αριθμός των αντιδράσεων στη δοκό είναι μεγαλύτερος από τον αριθμό των εξισώσεων στατικής ισορροπίας, η δοκός ονομάζεται **στατικά αόριστη (ή υπερστατική)**. Στις εξισώσεις στατικής ισορροπίας, πρέπει τότε να προστεθούν και επιπλέον εξισώσεις, που προκύπτουν από την παραμόρφωση της δοκού.



3.3 Εξισώσεις ισορροπίας

Ανάλογα με το είδος του φορέα και των επιβαλλόμενων φορτίσεων, καταστρώνουμε τις εξισώσεις ισορροπίας. Συγκεκριμένα, αν ο φορέας είναι γραμμικός με επίπεδη φόρτιση, καταστρώνουμε τις εξισώσεις ισορροπίας για επίπεδη φόρτιση, που είναι:

$$R_x = \sum_{i=1}^n P_{ix} = 0$$

$$R_y = \sum_{i=1}^n P_{iy} = 0$$

$$M_A = \sum_{i=1}^n r_{ix} P_{ix} + \sum_{i=1}^n r_{iy} P_{iy} = 0$$

Αν ο φορέας είναι γραμμικός, αλλά η φόρτισή του είναι γενική, καταστρώνουμε τις γενικές εξισώσεις ισορροπίας στο χώρο, δηλαδή:

$$R_x = \sum_{i=1}^n P_{ix} = 0$$

$$R_y = \sum_{i=1}^n P_{iy} = 0$$

$$R_z = \sum_{i=1}^n P_{iz} = 0$$

$$M_A = \sum_{i=1}^n r_{ix} P_{ix} + \sum_{i=1}^n r_{iy} P_{iy} + \sum_{i=1}^n r_{iz} P_{iz} = 0$$

3.4 Υπολογισμός των αντιδράσεων

Όπως αναφέραμε και σε προηγούμενα, όταν σε μια δοκό επενεργούν φορτία κάθετα στον άξονα της, αυτά μεταφέρονται στο έδαφος από τα σημεία στήριξής της. Λόγω δράσης-αντίδρασης όμως, και το έδαφος ασκεί στη δοκό δυνάμεις ίσες και αντίθετες, που ονομάζονται αντιδράσεις.

Αν τα φορτία είναι με κλίση, τα αναλύουμε σε δύο συνιστώσες, σε μία οριζόντια και σε μία κατακόρυφη. Οι αντιδράσεις συμβολίζονται συνήθως με V_A ή A_y η κατακόρυφη συνιστώσα και με H_A ή A_x , η οριζόντια.

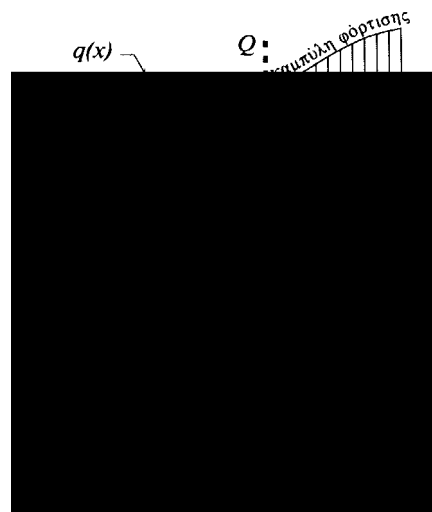
Για τον υπολογισμό των αντιδράσεων αυτών, σχεδιάζουμε το *διάγραμμα ελεύθερου σώματος* της δοκού, σχεδιάζουμε δηλαδή όλα τα εξωτερικά φορτία που ασκούνται, αλλά τα σημεία στήριξης τα αντικαθιστούμε με *δυνάμεις ή ροπές* που τα θέτουμε συνήθως κατά την θετική φορά.

Εφαρμόζοντας στη γενική περίπτωση τις *τρεις εξισώσεις στατικής ισορροπίας* στο Δ.Ε.Σ,



προσδιορίζονται οι τρεις άγνωστες αντιδράσεις (ή οι δύο όταν τα φορτία είναι μόνον κατακόρυφα), σύμφωνα με τα γνωστά από τη Στατική.

Στην περίπτωση που η δοκός κατά μήκος της φέρει *συνεχές φορτίο όχι ομοιόμορφο, αλλά μεταβαλλόμενο* κατά καμπύλη γραμμή, της οποίας οι εκάστοτε τεταγμένες q δίνονται με κλίμακα από την γραφική παράστασή του, για οποιοδήποτε σημείο της δοκού έχουμε το παρακάτω σχήμα:

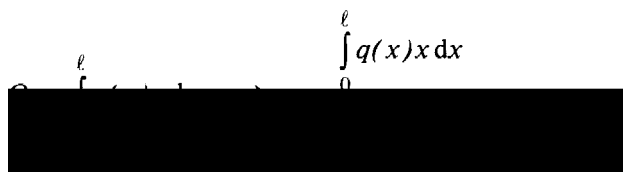


Η σχέση $q = q(x)$ (αν υπάρχει), φανερώνει πως μεταβάλλονται οι τεταγμένες συναρτήσεως των τετμημένων x , όπου το x μετρούμενο από το αριστερό στήριγμα A , ορίζει την *καμπύλη φόρτισης*. Η επιφάνεια δηλαδή μεταξύ της καμπύλης φόρτισης και

της δοκού, ονομάζεται *επιφάνεια φόρτισης*, το δε εμβαδόν της, ισούται με την συνισταμένη Q όλων των επί μέρους $q(x)$ κατά μήκος της δοκού, που είναι:

$$Q = \int_0^{\ell} q(x) dx$$

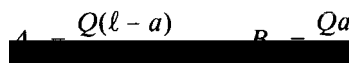
Για να βρεθεί το σημείο που ασκείται η συνισταμένη δύναμη Q [που αντικαθιστά ισοδύναμα σύμφωνα με την αρχή του Saint Venant όλο το κατανεμημένο φορτίο $q(x)$], εφαρμόζουμε το θεώρημα του Varignon κατά το οποίο, η ροπή της συνισταμένης ισούται με το άθροισμα των ροπών των συνιστωσών. Οπότε, αν η δύναμη Q απέχει απόσταση a από το σημείο A , όπου οι συνιστώσες δυνάμεις είναι $q(x) dx$, οι δε ροπές τους ως προς το σημείο A είναι $q(x)xdx$, έχουμε

$$Q \cdot a = \int_0^{\ell} q(x)x dx$$


Από τη σχέση αυτή εύκολα παρατηρούμε ότι ισχύει ο εξής κανόνας:

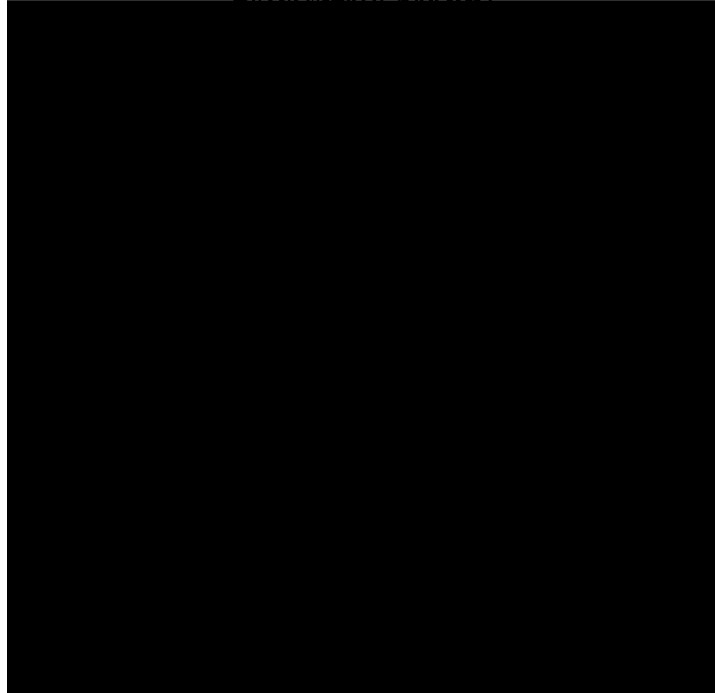
"Η απόσταση a που ορίζει το σημείο που δρα η συνισταμένη δύναμη Q του κατανεμημένου φορτίου $q(x)$, συμπίπτει με την τετμημένη του κέντρου βάρους της επιφάνειας φόρτισης".

Οι κατακόρυφες αντιδράσεις έστω A_y και B_y προκύπτουν εύκολα τώρα από τις συνθήκες της στατικής ισορροπίας της δοκού και βρίσκονται:

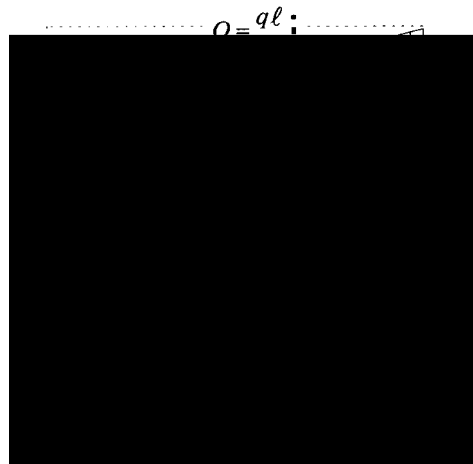
$$A_y = Q(\ell - a) \quad B_y = Qa$$


Στον ακόλουθο Πίνακα δίνονται μερικές καμπύλες φόρτισης, με τη συνισταμένη του φορτίου, καθώς και το κέντρο βάρους της επιφάνειας φόρτισης.

Συνισταμένη φορτίων



Έστω για παράδειγμα δοκός με τριγωνικό φορτίο, με τιμή 0 στο σημείο A, με γνωστή τιμή έστω q_0 στο σημείο B και με γραμμική μεταβολή της καμπύλης φόρτισης μεταξύ των δύο αυτών σημείων A και B.



Σύμφωνα με τα προηγούμενα, η στατικά ισοδύναμη δύναμη Q θα ισούται με το εμβαδόν της τριγωνικής επιφάνειας φόρτισης, δηλαδή θα είναι:

$$Q = \frac{1}{2} q_0 \ell$$

Θα απέχει δε απόσταση a από το σημείο A , ίση με την απόσταση του κέντρου βάρους (Κ.Β.) του τριγώνου, που είναι $2l / 3$. Οι αντιδράσεις στα σημεία στήριξης με βάση τα προηγούμενα θα είναι:

$$A_y = Q/3 \quad , \quad B_y = 2Q/3$$

4 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Κάθε αυτόματο σύστημα διαθέτει συνήθως αισθητήρια, με την βοήθεια των οποίων παίρνει πληροφορίες από την εγκατάσταση. Διαθέτει ακόμη κάποιας μορφής ελεγκτήρα, ο οποίος 'σκέπτεται' και 'αποφασίζει' για τις δράσεις που πρέπει να ληφθούν και διαθέτει επιπλέον και τρόπους επενέργειας, προκειμένου να επεμβαίνει και να ρυθμίζει. Σε πολλά συστήματα η επένεργεια αυτή είναι κίνηση **γραμμική** ή **περιστροφική**.

Διαθέτουμε τρεις τρόπους προκειμένου να πραγματοποιήσουμε τις επενέργειες - κινήσεις:

α) καθαρά μηχανικά: μοχλοί, έκκεντρα, γρανάζια, τροχαλίες και μηχανισμοί διάφοροι - καθαρά μηχανικά στοιχεία - έχουν χρησιμοποιηθεί παραδοσιακά προκειμένου να επιτευχθούν κινήσεις,

β) με ηλεκτρικούς επενεργητές: μπορούν να χρησιμοποιηθούν, ιδίως δε σε συνδυασμό με τα παραπάνω μηχανικά στοιχεία, προκειμένου να υλοποιηθούν οι απαραίτητες κινήσεις σε ένα αυτόματο σύστημα. Ο τρόπος αυτός έχει ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά, ιδίως αν ληφθεί υπόψη το γεγονός ότι οι ηλεκτρικοί κινητήρες - εναλλασσόμενου, συνεχούς ή βηματικοί - μπορούν να ελεγχθούν με ακρίβεια με τη βοήθεια φτηνών ηλεκτρονικών, και

γ) με συστήματα που χρησιμοποιούν κάποιο ρευστό: περιλαμβάνονται τα πνευματικά και τα υδραυλικά συστήματα.

4.2 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Η σύγχρονη βιομηχανία χρησιμοποιεί υδραυλικά συστήματα με αυξανόμενους ρυθμούς. Οι κύριες μονάδες κάθε υδραυλικού συστήματος είναι :

α) Η μονάδα παροχής υδραυλικής ισχύος. Περιλαμβάνει δοχείο λαδιού, αντλία και ηλεκτρικό κινητήρα για την κίνησή της.

β) Βαλβίδες ελέγχου ροής και πίεσης και

γ) Επενεργητές γραμμικούς (κύλινδροι) ή περιστροφικούς (κινητήρες) για την μετατροπή της υδραυλικής ισχύος σε ωφέλιμο έργο.

Τα υδραυλικά συστήματα λειτουργούν σε πολύ υψηλές πιέσεις και ενδείκνυνται για εφαρμογές όπου απαιτείται να εξασκηθούν μεγάλες δυνάμεις. Η πίεση λειτουργίας μπορεί να φτάσει μέχρι και 500bar. Εξ άλλου, επειδή το χρησιμοποιούμενο μέσο είναι πρακτικά ασυμπίεστο, τα υδραυλικά συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περιπτώσεις όπου απαιτείται ακρίβεια ελέγχου κίνησης.

Το βασικό πλεονέκτημα των υδραυλικών συστημάτων είναι η πολύ καλή σχέση **ισχύος** προς **βάρος** που τα καθιστά ανυπέρβλητα σε εφαρμογές κίνησης μεγάλων φορτίων ή εφαρμογές που απαιτούν υψηλές επιταχύνσεις.

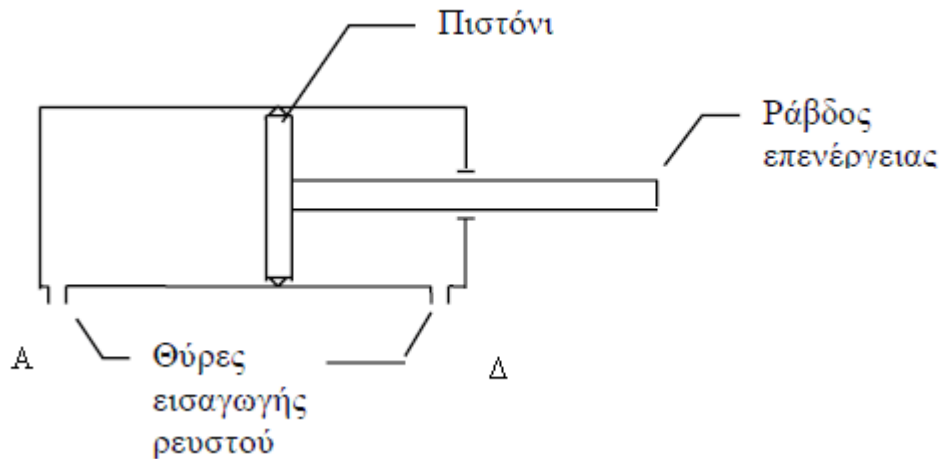
Το σημαντικότερο μειονέκτημά τους είναι το υψηλό τους κόστος.

4.2.1 Επενεργητές

Γραμμικοί επενεργητές:

Μία σειρά από εφαρμογές αυτοματισμού απαιτούν ευθύγραμμες κινήσεις, τέτοιες που να μπορούν εύκολα να πραγματοποιηθούν με χρήση πνευματικών ή υδραυλικών κυλίνδρων. Οι μονάδες αυτές είναι απλές κατασκευαστικά και από τη φύση τους αντέχουν σε σοβαρές υπερφορτίσεις. Τυπικά η μονάδα, όπως φαίνεται στην επόμενη εικόνα, αποτελείται από το περίβλημα ενός κυλίνδρου με τις θύρες

εισαγωγής του ρευστού, το έμβολο, τη ράβδο επενέργειας και τα κατάλληλα στεγανωτικά.



Εικόνα 34: Τομή κυλίνδρου

Η λειτουργία του κυλίνδρου είναι σχεδόν προφανής: Αν ρευστό υπό πίεση εισέλθει από την αριστερή, ως υποθέσουμε, θύρα, τότε εξασκείται δύναμη στην αριστερή μεριά του πιστονιού $F = p \cdot S$ (p : πίεση ρευστού, S : επιφάνεια πιστονιού). Υπό την επενέργεια της δύναμης αυτής το πιστόνι με την ράβδο είναι σε θέση να κινηθούν προς τα δεξιά. Ακριβώς ανάλογα θα συμβούν, αν ρευστό εισέλθει από την δεξιά θύρα.

Κύλινδροι υπάρχουν διαθέσιμοι σε δύο τύπους :

1. Απλής ενέργειας με μία θύρα εισόδου ρευστού - την αριστερή. Η ράβδος μπορεί να εξασκήσει συνεπώς δύναμη μόνο εξερχόμενη. Η επαναφορά γίνεται συνήθως με ενσωματωμένο ελατήριο, σε κάποιες περιπτώσεις δε, με την βοήθεια του ίδιου του φορτίου.

2. Διπλής επενέργειας με δύο θύρες εισόδου ρευστού. Οι περισσότεροι κύλινδροι σχεδιάζονται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να επιβραδύνουν καθώς πλησιάζουν το τέλος διαδρομής τους, προκειμένου να αποφεύγονται κτυπήματα. Αυτό συνήθως επιτυγχάνεται με κατάλληλο σχεδιασμό σώματος κυλίνδρου και πιστονιού, έτσι που, όταν το τελευταίο πλησιάζει στο τέλος διαδρομής, να εκτρέπει το ρευστό προς θύρα στραγγαλισμού της ροής (στένεμα) και έτσι να επιβραδύνεται η κίνηση.

Περιστροφικοί επενεργητές:

Εναλλακτικά με τους γραμμικούς επενεργητές έχει κανείς την δυνατότητα να χρησιμοποιήσει περιστροφικούς επενεργητές, αν η εφαρμογή το απαιτεί. Πρόκειται α) για τους κινητήρες αέρα και β) τους υδραυλικούς κινητήρες.

α) Οι κινητήρες αέρα έχουν σχετικά μικρό βαθμό απόδοσης συγκρινόμενοι με τους ηλεκτρικούς, έχουν όμως το μεγάλο πλεονέκτημα ότι, μπορούν να υπερφορτισθούν ακόμη και να εξασκήσουν ροπή σε πολύ χαμηλές στροφές χωρίς πρόβλημα. Υπερτερούν ακόμη σε κάποιες εφαρμογές χαμηλής ισχύος που απαιτούν πολύ υψηλές στροφές (μέχρι και 15000 RPM) π.χ μικροί φορητοί λειαντικοί τροχοί. Η ταχύτητα περιστροφής μπορεί να μεταβληθεί, αν μεταβάλλει κανείς την παροχή αέρα προς τον αεροκινητήρα.

β) Οι υδραυλικοί κινητήρες χρησιμοποιούνται γενικά σε περιπτώσεις όπου απαιτείται να εξασκηθεί υψηλή ροπή σε χαμηλές στροφές. Λόγω των υψηλών πιέσεων των υδραυλικών συστημάτων, οι αντίστοιχοι κινητήρες είναι στιβαρές κατασκευές, μάλλον ακριβοί, με πολύ καλό βαθμό απόδοσης (80..90%). Μπορούν να υπερφορτισθούν και να εξασκήσουν υψηλή ροπή ακόμη και σε στάση, πράγμα χρήσιμο σε πολλές εφαρμογές. Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι υδραυλικών κινητήρων: με οδοντωτούς τροχούς (γρανάζια), τύπου βάνας και με πιστόνια.

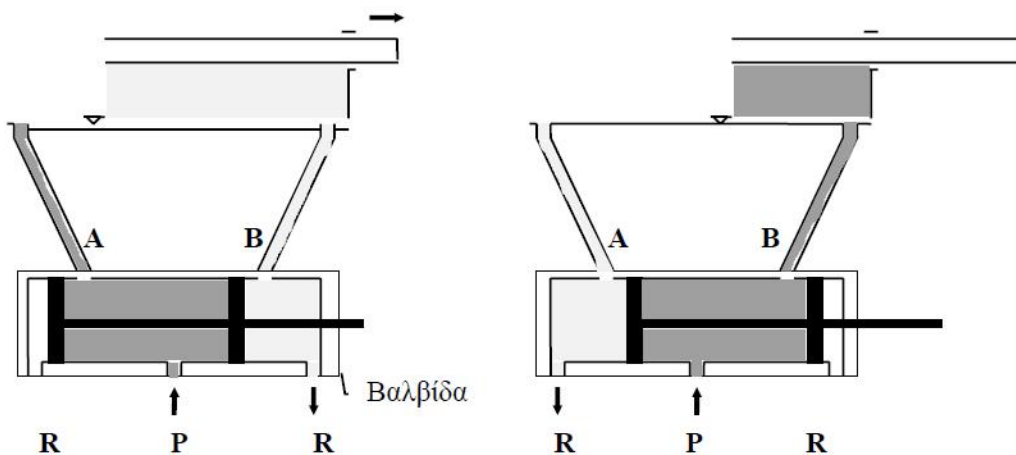
4.2.2 Βαλβίδες ελέγχου

Προκειμένου να λειτουργήσουν οι επενεργητές που περιγράψαμε κατά ένα επιθυμητό τρόπο, πρέπει να χρησιμοποιηθούν κατάλληλες βαλβίδες οι οποίες τους ελέγχουν. Βαλβίδες χρησιμοποιούνται προκειμένου να :

1. ρυθμισθεί η κατεύθυνση της ροής και συνεπώς η φορά κίνησης του επενεργητή οπότε έχουμε τις **βαλβίδες ελέγχου κατεύθυνσης ροής**.
2. ρυθμισθεί η ταχύτητα λειτουργίας του επενεργητή μέσω του ελέγχου της παροχής του ρευστού, οπότε έχουμε τις **βαλβίδες ελέγχου ροής (παροχής)**.
3. ρυθμισθεί η δύναμη ή η ροπή επενέργειας μέσω του ελέγχου της πίεσης του ρευστού οπότε έχουμε τις **βαλβίδες ρύθμισης πίεσης**.

4.2.2.1 Βαλβίδες ελέγχου κατεύθυνσης ροής (Directional control valves)

Οι βαλβίδες ελέγχου κατεύθυνσης ροής χρησιμοποιούνται προκειμένου να ελέγξουν το 'πέρασμα' του ρευστού προς τον επενεργητή : σταμάτημα , ξεκίνημα και κατεύθυνση. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται μία τυπική τέτοια βαλβίδα, όπως χρησιμοποιείται προκειμένου να κινήσει δεξιά ή αριστερά ένα κύλινδρο διπλής ενέργειας.



Εικόνα 35: Βαλβίδα ελέγχου κατεύθυνσης ροής

Η βαλβίδα αυτή είναι τύπου τύμπανου (spool) και αποτελείται από το σώμα, πάνω στο οποίο υπάρχουν οι θύρες - στην προκειμένη περίπτωση 5 - , καθώς και το διπλό πιστόνι - τύμπανο. Στις θύρες A, B έχει συνδεθεί ο κύλινδρος διπλής ενέργειας, στην θύρα P το ρευστό υπό πίεση, οι δε άλλες θύρες οδηγούν το ρευστό στην επιστροφή - αν πρόκειται για λάδι στο δοχείο και αν πρόκειται για αέρα στην ατμόσφαιρα.

Στην εικόνα 35, αριστερά, το τύμπανο της βαλβίδας βρίσκεται σε τέτοια θέση που το ρευστό υπό πίεση οδηγείται στα αριστερά του κυλίνδρου και συνεπώς ο τελευταίος ωθείται προς τα δεξιά. Συγχρόνως, το ρευστό που βρίσκεται στον δεξιά του πιστονιού χώρο, είναι ελεύθερο να επιστρέψει είτε στο δοχείο είτε στην ατμόσφαιρα. Στην ίδια εικόνα δεξιά, το τύμπανο της βαλβίδας είναι σε τέτοια θέση που το ρευστό υπό πίεση οδηγείται στα δεξιά του κυλίνδρου. Συμβαίνουν δηλαδή ακριβώς τα αντίθετα από την προηγούμενη περίπτωση. Είναι επίσης φανερό ότι, αν το τύμπανο βρεθεί στο μέσο, τότε οι θύρες A,B κλείνουν και συνεπώς ο κύλινδρος

ακίνητοποιείται (αν πρόκειται για αέρα, τότε κινείται όσο του επιτρέπει η συμπιεστότητα του μέσου).

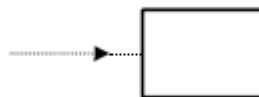
Ο έλεγχος, εν τέλει, της κίνησης του κυλίνδρου ανάγεται σε έλεγχο θέσης του τύμπανου της βαλβίδας, το οποίο βέβαια είναι πολύ μικρότερο του κυλίνδρου. Ο τρόπος με τον οποίο επενεργούμε για να αλλάξουμε θέση στο τύμπανο, καθορίζει την βαλβίδα από την άποψη της **ενεργοποίησης**. Διακρίνομε τους παρακάτω τρόπους με τα αντίστοιχα γραφικά σύμβολά τους :

α. Χειροκίνητη, με την βοήθεια μοχλού ή απ' ευθείας επί του τύμπανου.



Εικόνα 36: Σχηματικό διάγραμμα επενέργειας στη βαλβίδα με μοχλό ή απ' ευθείας στο τύμπανο

β. Με την βοήθεια βοηθητικής πίεσης από το ίδιο το ρευστό που επενεργεί σε βοηθητική επιφάνεια του τύμπανου.



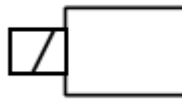
Εικόνα 37: Σχηματικό διάγραμμα επενέργειας στη βαλβίδα με βοηθητική πίεση

γ. Με την βοήθεια ενσωματωμένου ελατηρίου.



Εικόνα 38: Σχηματικό διάγραμμα επενέργειας στη βαλβίδα με ενσωματωμένο ελατήριο

δ. Ηλεκτρικά : είτε με ηλεκτρομαγνήτη που έλκει απ' ευθείας το τύμπανο, είτε με μικρή ηλεκτροβάννα που ελέγχει βοηθητική πίεση.



Εικόνα 39: Σχηματικό διάγραμμα επενέργειας στη βαλβίδα ηλεκτρικά

Εκτός του τρόπου ενεργοποίησης, οι βαλβίδες ελέγχου κατεύθυνσης ροής διακρίνονται και από :

- τον αριθμό των θυρών που διαθέτουν - 2, 3, 4 ή 5
- τον αριθμό των θέσεων που μπορεί να λάβει το τύμπανο - 2 ή 3.

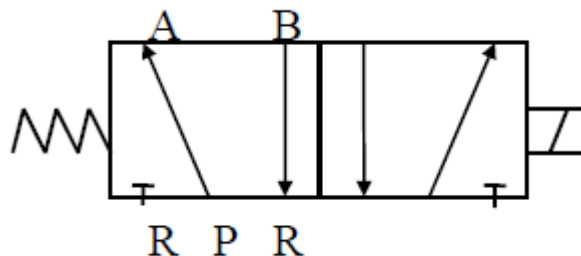
Έτσι, δίδεται συνήθως **ένα κλάσμα με αριθμητή των αριθμό των θυρών και παρονομαστή τον αριθμό των θέσεων, προκειμένου να χαρακτηριστεί η βαλβίδα**. Ο χαρακτηρισμός π.χ. μίας βαλβίδας σαν 4/2, δηλώνει ότι η βαλβίδα διαθέτει 4 θύρες (πίεση και επιστροφή που υπάρχουν πάντα, και δύο άλλες για σύνδεση με κύλινδρο διπλής ενέργειας) και μπορεί να βρεθεί σε 2 διακριτές καταστάσεις : μία στην οποία το τύμπανο ακινητεί δεξιά και μία που ακινητεί αριστερά, δεν μπορεί δηλαδή το τελευταίο να βρεθεί σε μεσαία θέση.

Εκτός του συμβολισμού με το κλάσμα υπάρχει και ο γραφικός συμβολισμός που μας δείχνει καθαρότερα τις δυνατότητες μίας βαλβίδας καθώς και τους τρόπους ενεργοποίησής της. Στην εικόνα 36 φαίνονται οι καταστάσεις της βαλβίδας που περιγράφηκε παραπάνω: Στην εικόνα 36, αριστερά, η πίεση οδηγείται στην θύρα A της βαλβίδας ενώ η θύρα B συνδέεται στην επιστροφή. Αντίστοιχα για την εικόνα 36 δεξιά.



Εικόνα 40: Οι δύο καταστάσεις λειτουργίας της βαλβίδας

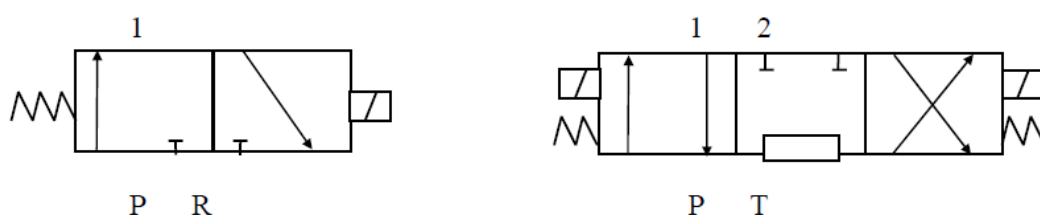
Προκειμένου να δώσει κανείς τώρα ένα πλήρες σύμβολο για την βαλβίδα, αρκεί να τοποθετήσει κοντά τα δύο παραπάνω σύμβολα και να προσθέσει δίπλα από κάθε κατάσταση, συμβολικά, τον τρόπο που η βαλβίδα μεταβαίνει σε αυτή την κατάσταση. Έτσι στην εικόνα 41, φαίνεται το πλήρες σύμβολο της βαλβίδας που δηλώνει ότι : **α)** Η βαλβίδα διαθέτει 5 θύρες, **β)** ότι έχει δύο καταστάσεις ισορροπίας και **γ)** ότι στην δεξιά εξ αυτών μεταβαίνει με ηλεκτρική ενεργοποίηση, ενώ στην αριστερή επανέρχεται με την βοήθεια ελατηρίου, όταν σταματήσει η ηλεκτρική ενεργοποίηση.



Εικόνα 41: Πλήρες σύμβολο της βαλβίδας

Ο παραπάνω συμβολισμός των βαλβίδων έχει προτυποποιηθεί, με εξαίρεση ίσως την ονομασία των θυρών, για την οποία μερικοί κατασκευαστές χρησιμοποιούν αριθμούς αντί γράμματα. Ο συμβολισμός διευκολύνει τα μέγιστα το σχεδιασμό κυκλωμάτων αέρα ή λαδιού, αφού δεν χρειάζεται κάθε φορά να σχεδιάζει κανείς τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες των βαλβίδων, αλλά το σύμβολό τους μίας και αυτό μας δίδει όλες τις πληροφορίες που χρειάζονται για την κατανόηση ενός κυκλώματος.

Στην εικόνα 42 για παράδειγμα εμφανίζονται δύο βαλβίδες με τα σύμβολά τους. Η αριστερή εξ' αυτών είναι μία βαλβίδα 3/2, τριών θυρών και 2 καταστάσεων ισορροπίας δηλαδή. Στην αριστερή θέση της - εκεί που μεταβαίνει δηλαδή με την βοήθεια του ελατηρίου όταν δεν εφαρμόζεται τάση στο πηνίο - , η πίεση συνδέεται στην θύρα 1. Όταν εφαρμοσθεί τάση στο πηνίο τότε η βαλβίδα μεταβαίνει στην άλλη κατάσταση, εκεί δηλαδή που η θύρα 1 συνδέεται με την επιστροφή, η δε παροχή πίεσης διακόπτεται. Με την βοήθεια μίας τέτοιας βαλβίδας μπορούμε να ελέγξουμε την κίνηση εμβόλων απλής ενέργειας.



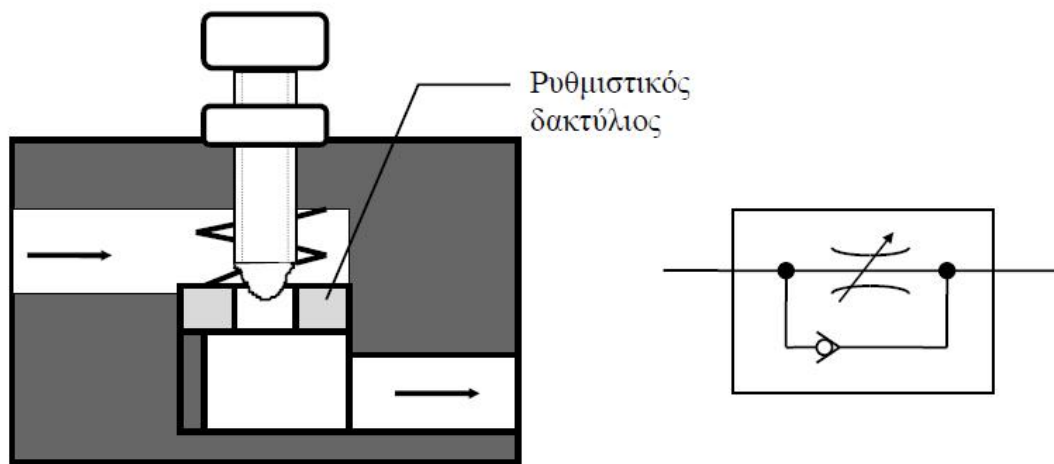
Εικόνα 42: Βαλβίδες

Η άλλη βαλβίδα της εικόνας 42 διαθέτει 4 θύρες και μπορεί να βρεθεί σε τρεις καταστάσεις. Στην αριστερή εξ' αυτών, όπου έρχεται με ενεργοποίηση του αντίστοιχου πηνίου, η πίεση συνδέεται με την θύρα 1, ενώ η θύρα 2 συνδέεται στην επιστροφή. Στην δεξιά κατάσταση συμβαίνουν τα αντίστροφα. Όταν δεν τροφοδοτείται με τάση κανένα πηνίο, η βαλβίδα με την βοήθεια ελατηρίων ισορροπεί στην μεσαία θέση, όπου οι θύρες 1 , 2 είναι κλειστές η δε πίεση συνδέεται με την επιστροφή. Η βαλβίδα αυτή είναι μία τυπική βαλβίδα λαδιού, κατάλληλη να ελέγξει την κίνηση κυλίνδρων διπλής ενέργειας. Στην μεσαία θέση της, ο μεν κύλινδρος ακινητοποιείται, η δε παροχή της αντλίας παροχετεύεται στην επιστροφή (δοχείο).

Εκτός των παραπάνω χαρακτηριστικών, οι βαλβίδες διακρίνονται ακόμη από το μέγεθός των θυρών τους, που σχετίζεται άμεσα με την ικανότητα τους να 'οδηγήσουν' τις απαιτούμενες παροχές χωρίς να δημιουργήσουν στραγγαλισμό στην ροή. Ακόμη, αν πρόκειται για ηλεκτρικά 'οδηγούμενες' βαλβίδες, από την τάση λειτουργίας των πηνίων τους.

4.2.2.2 Βαλβίδες ελέγχου ροής (παροχής) (Flow control valves)

Προκειμένου να ελέγξουμε την ταχύτητα λειτουργίας ενός πνευματικού ή υδραυλικού επενεργητή (κυλίνδρου ή κινητήρα), ελέγχουμε την παροχή του ρευστού προς τον επενεργητή. Ο έλεγχος (περιορισμός) της παροχής γίνεται σχεδόν πάντα με την χρήση αντίστοιχων βαλβίδων που δημιουργούν κάποιου είδους μεταβλητό 'στένεμα' μέσα από το οποίο αναγκάζεται να περάσει η ροή. Στην εικόνα 43 φαίνεται μία τυπική τέτοια βαλβίδα.



Εικόνα 43: Βαλβίδα ελέγχου ροής

Κατά την διεύθυνση των βελών, η ροή αναγκάζεται να περάσει μέσα από το ρυθμιζόμενο στένεμα, άρα έχουμε ρύθμιση της παροχής. Όταν έχουμε ροή προς την αντίθετη κατεύθυνση, τότε δεν έχουμε στραγγαλισμό της ροής αφού ο ρυθμιστικός δακτύλιος - που συγκρατείται στη θέση ρύθμισης με μαλακό ελατήριο - ανεβαίνει και η ροή γίνεται ανεμπόδιστα. Το τελευταίο αυτό χαρακτηριστικό, η ρύθμιση δηλαδή της ροής μόνο κατά την μία κατεύθυνση, υπάρχει στις περισσότερες των περιπτώσεων, χρησιμεύει δε σε τούτο: Επιτρέπει να ρυθμίζουμε την ταχύτητα επενέργειας των κυλίνδρων διαφορετικά κατά τις δύο φορές λειτουργίας τους (έξοδος - εισαγωγή).

Η αρχή λειτουργίας των βαλβίδων ρύθμισης παροχής είναι ίδια για υδραυλικά και πνευματικά συστήματα. Παρόλα αυτά υπάρχουν κάποιες ουσιώδεις διαφορές στη συμπεριφορά των συστημάτων που οφείλονται στο γεγονός ότι, ο αέρας είναι συμπιεστός ενώ το λάδι πρακτικά όχι.

Στα πνευματικά συστήματα μπορεί να στραγγαλίσει κανείς είτε τον αέρα προσαγωγής στον κύλινδρο είτε τον αέρα εξαγωγής από τον κύλινδρο. Η δεύτερη περίπτωση έχει αποδειχθεί ότι προσφέρει πλέον ευσταθή ρύθμιση ταχύτητας.

Στα υδραυλικά συστήματα που χρησιμοποιούν αντλία 'σταθερής παροχής', όταν η ροή περιορίζεται από κάποια βαλβίδα, τότε αυξάνει η πίεση της ροής μέχρι που να ανοίξει η ανακουφιστική βαλβίδα του κυκλώματος και να παροχετεύσει μία ποσότητα ρευστού πίσω στο δοχείο. Αυτό βέβαια σημαίνει απώλεια ενεργείας και αύξηση της θερμοκρασίας του λαδιού.

4.2.2.3 Βαλβίδες ελέγχου πίεσης

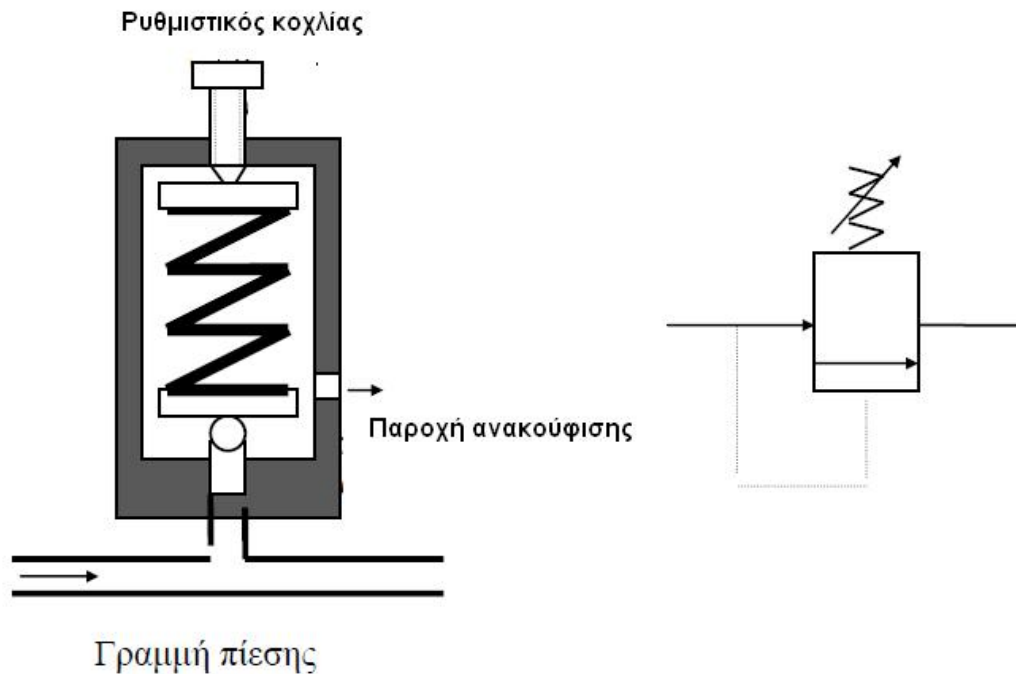
Ο έλεγχος πίεσης σε ένα πνευματικό ή υδραυλικό σύστημα έχει σπουδαία σημασία, είτε πρόκειται για λόγους ασφάλειας είτε για λόγους ελέγχου της δύναμης ή της ροπής που πρέπει να εξασκήσουν κάποιοι επενεργητές. Με τον όρο έλεγχο εδώ εννοούμε πάντα περιορισμό. Οι σχετικές βαλβίδες ονομάζονται **βαλβίδες ανακούφισης** και **βαλβίδες ελέγχου (περιορισμού) πίεσης**.

Βαλβίδες ανακούφισης (Pressure relief valves)

Οι βαλβίδες ανακούφισης τοποθετούνται συνήθως αμέσως μετά τον αεροσυμπιεστή ή την αντλία λαδιού και περιορίζουν την πίεση σε όλο το σύστημα κάτω από μία ορισμένη τιμή. Είναι συνεπώς βασικές μονάδες της ασφάλειας του συστήματος, γι αυτό και συχνά αποκαλούνται και βαλβίδες ασφαλείας. Σε ένα πνευματικό σύστημα, αν για κάποιο λόγο ο πιεσοστάτης που ρυθμίζει το σταμάτημα και την εκκίνηση του αεροσυμπιεστή δεν λειτουργήσει καλά, η πίεση στο σύστημα μπορεί να ανέβει μέχρι το όριο που έχει ρυθμισθεί η βαλβίδα ανακούφισης, οπότε η τελευταία ανοίγει και διοχετεύει αέρα στην ατμόσφαιρα. Για να μην ανέβει φυσικά η πίεση πρέπει η βαλβίδα να είναι ικανή να διοχετεύει παροχή μεγαλύτερη από την παροχή του αεροσυμπιεστή. Ανάλογα πράγματα συμβαίνουν και σε ένα υδραυλικό σύστημα, μόνο που εδώ υπερπιέσεις εμφανίζονται πολύ συχνότερα : όταν τερματίσει ένας κύλινδρος ή σε μία υπερφόρτιση. Η ανακουφιστική βαλβίδα παροχετεύει τότε μία ποσότητα λαδιού πίσω στο δοχείο, έτσι που να μην υπερβεί η πίεση το σημείο

ρύθμισης, που εδώ πρέπει να είναι λίγο ψηλότερο από την επιθυμητή πίεση λειτουργίας.

Η αρχή λειτουργίας μία βαλβίδας ανακούφισης φαίνεται στην εικόνα 44.



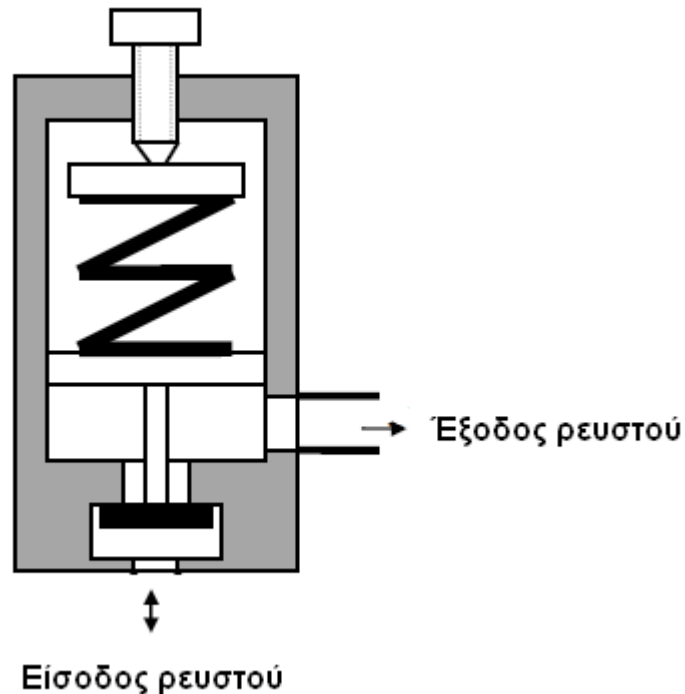
Εικόνα 44: Σχηματικό διάγραμμα της αρχής λειτουργίας μιας βαλβίδας

Το όργανο συνδέεται πάνω στην γραμμή της πίεσης και δεν υπάρχει κανονικά διαρροή ρευστού προς την παροχή ανακούφισης, διότι το ελατήριο πιέζει την 'μπίλια' που κλείνει το πέρασμα. Όταν όμως η πίεση υπερβεί κάποιο όριο, τότε η δύναμη που εξασκείται από το ρευστό στην 'μπίλια' υπερνικά την δύναμη του ελατηρίου, οπότε ανοίγει το πέρασμα του ρευστού προς την ανακούφιση και η πίεση δεν αυξάνει πλέον. Με τη βοήθεια του ρυθμιστικού κοχλίας ρυθμίζει κανείς την πίεση 'ανοίγματος' της βαλβίδας. Στην ίδια εικόνα φαίνεται και το σύμβολο της βαλβίδας αυτής.

Βαλβίδες ρύθμισης (περιορισμού) πίεσης (Pressure reducing valves)

Βαλβίδες ρύθμισης πίεσης χρησιμοποιούνται σε θέσεις των κυκλωμάτων όπου επιθυμούμε να έχουμε συγκεκριμένη πίεση - μικρότερη αυτής που λειτουργεί το σύστημα. Για παράδειγμα, θέλουμε να ελέγξουμε την δύναμη επενέργειας κάποιου κυλίνδρου ή τη ροπή κάποιου κινητήρα.

Παρόλο που έχουν σχεδιασθεί και διατίθενται μία σειρά από τέτοιες βαλβίδες, η βασική ιδέα είναι αυτή που φαίνεται στην εικόνα 45.



Εικόνα 45: Βαλβίδα ρύθμισης πίεσης

Ο μηχανισμός μοιάζει κάπως με αυτόν της βαλβίδας ανακούφισης μόνο που εδώ δεν υπάρχει χωριστή οδός διαφυγής. Το ελατήριο πιέζει το διάφραγμα που με την σειρά του ανοίγει την παροχή του ρευστού προς την έξοδο. Από την άλλη μεριά του το διάφραγμα δέχεται την πίεση εξόδου του ρευστού. Όταν η τελευταία περάσει κάποιο όριο, η δύναμη γίνεται μεγαλύτερη αυτής του ελατηρίου, οπότε το διάφραγμα κινείται προς τα άνω, διακόπτει την παροχή και η πίεση στην έξοδο δεν αυξάνει άλλο. Και πάλι, με την βοήθεια του κοχλίου ρυθμίζεται η τάνυση του ελατηρίου και συνεπώς η πίεση εξόδου. Πρέπει να αναφερθεί ότι οι ρυθμιστικές βαλβίδες ρυθμίζουν και κατά την αντίστροφη φορά : Αν δηλαδή αυξηθεί για κάποιο λόγο η πίεση από την μεριά της εξόδου, τότε με κατάλληλη ανακούφιση την επαναφέρουν στα επίπεδα ρύθμισης.

5 ΜΕΛΕΤΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΓΕΡΑΝΟΥ (ΠΑΠΑΓΑΛΑΚΙ) ΕΠΙ ΦΟΡΤΗΓΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Για να ξεκινήσουμε τη μελέτη χρειαζόμαστε πληροφορίες που παίρνουμε αρχικά από την ξένη άδεια του οχήματος, έπειτα από το ζυγολόγιο που δίνεται στον ιδιοκτήτη του οχήματος από Δημόσιο ΚΤΕΟ και τέλος, από μετρήσεις που κάνουμε εμείς επιτόπου στο όχημα και τις οποίες καταγράφουμε σε ειδικό έντυπο, το πρακτικό επιθεώρησης, το οποίο και καταθέτουμε στην υπηρεσία συγκοινωνιών με τη μελέτη του γερανοφόρου οχήματος. Σημειώνουμε, ότι στο απόβαρο του οχήματος προσθέτουμε 150 kg προκειμένου να λάβουμε υπόψη το συνολικό βάρος του οδηγού και του συνοδηγού. Για τον ανυψωτικό μηχανισμό τις πληροφορίες τις αντλούμε από το ταμπελάκι που υπάρχει στερεωμένο πάνω σε αυτόν. Ο γερανός που μελετάμε είναι της εταιρείας FASSI, έχει μέγιστη ανάπτυξη μπούμας 12,20μ και περιλαμβάνει 7 μπράτσα, 3 αρθρωτά και 4 με δρομική ανάπτυξη, τα οποία κινούνται με υδραυλικό σύστημα.

Επομένως, από τα στοιχεία που συγκεντρώνουμε από την ξένη άδεια, το ζυγολόγιο, τις μετρήσεις και το ταμπελάκι του ανυψωτικού μηχανισμού προκύπτει το παρακάτω τεχνικό υπόμνημα:

Στοιχεία οχήματος	
Είδος οχήματος	Φορηγό ανοικτό, μη ανατρεπόμενο, φέρων ανυψωτικό μηχανισμό
Εργοστάσιο κατασκευής	MERCEDES - BENZ
Τύπος	1422L
Αριθμός πλαισίου	WDB61642715447115
Αριθμός αξόνων	2
Απόσταση αξόνων	4200mm
Ολικό μήκος οχήματος	7620mm
Ολικό πλάτος οχήματος	2550mm
Μήκος εμπρόσθιου προβόλου	1520mm
Μήκος οπίσθιου προβόλου	1900mm
Αριθμός-Διαστάσεις ελαστικών	6 – 225/75 R 17,5
Απόβαρο οχήματος (ζυγολόγιο + 150kg) (AR)	11410 kg
Μικτό βάρος (από ξένη άδεια) (MB)	14000 kg
Ωφέλιμο φορτίο (ΩΦ)	2590 kg
Απόβαρο εμπρόσθιου άξονα (ζυγολόγιο ΚΤΕΟ) (AREA)	6150 kg
Απόβαρο οπίσθιου άξονα (ζυγολόγιο ΚΤΕΟ) (AROA)	5260 kg
Ικανότητα φόρτισης εμπρόσθιου άξονα (από ξένη άδεια) (IEA)	6500 kg
Ικανότητα φόρτισης οπίσθιου άξονα (από ξένη άδεια) (IOA)	9200 kg

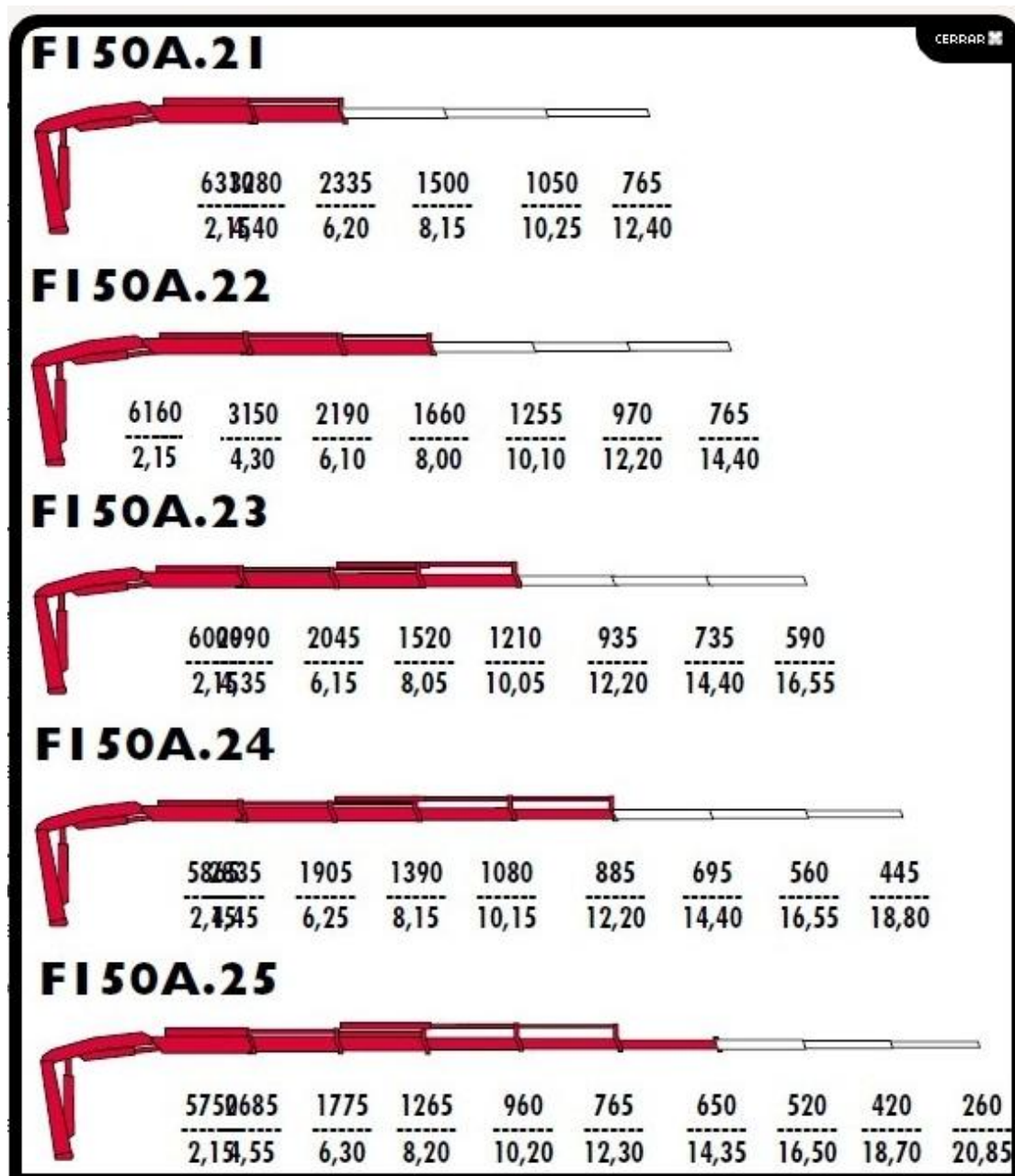
Στοιχεία γερανού	
Εργοστάσιο κατασκευής	FASSI
Τύπος	F150A.24
Βάρος γερανού	2080 kg
Μέγιστο άνοιγμα μπούμας	12,20m
Βάρος ανύψωσης κατά το μέγιστο άνοιγμα	885 kg
Άνοιγμαπέδλων στήριξης	2,20m



Εικόνα 43: Γερανός εταιρείας FASSI

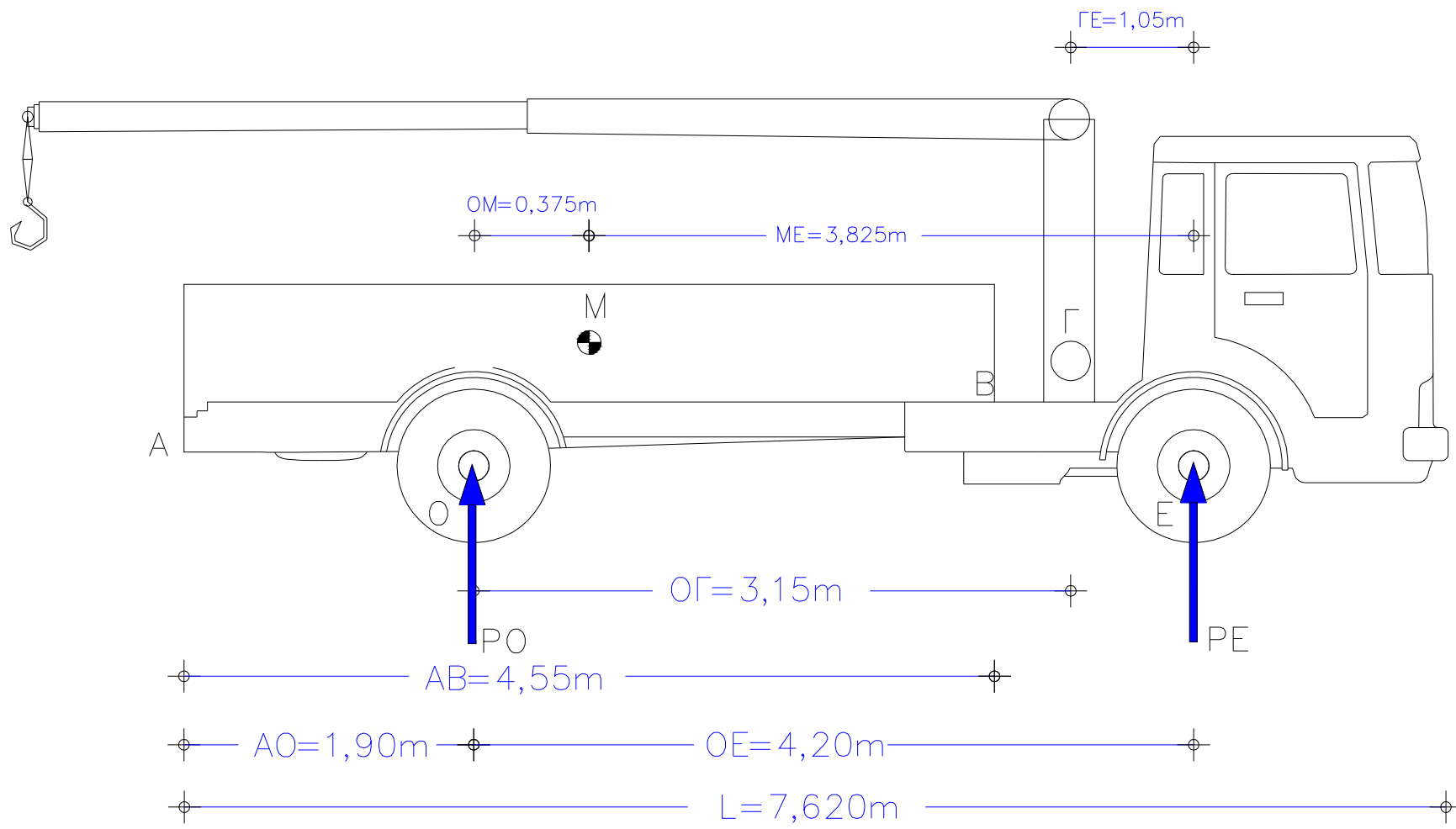
Από το ταμπελάκι που φέρει πάνω του ο γερανός φαίνεται ότι, για τα διάφορα μήκη της μπούμας σε mm έχουμε τα παρακάτω αντίστοιχα βάρη (δυνατότητα ανύψωσης):

Μήκος μπούμας (m)	2,15	4,45	6,25	8,15	10,15	12,20
Φορτίο (kg)	5865	2835	1905	1390	1080	885

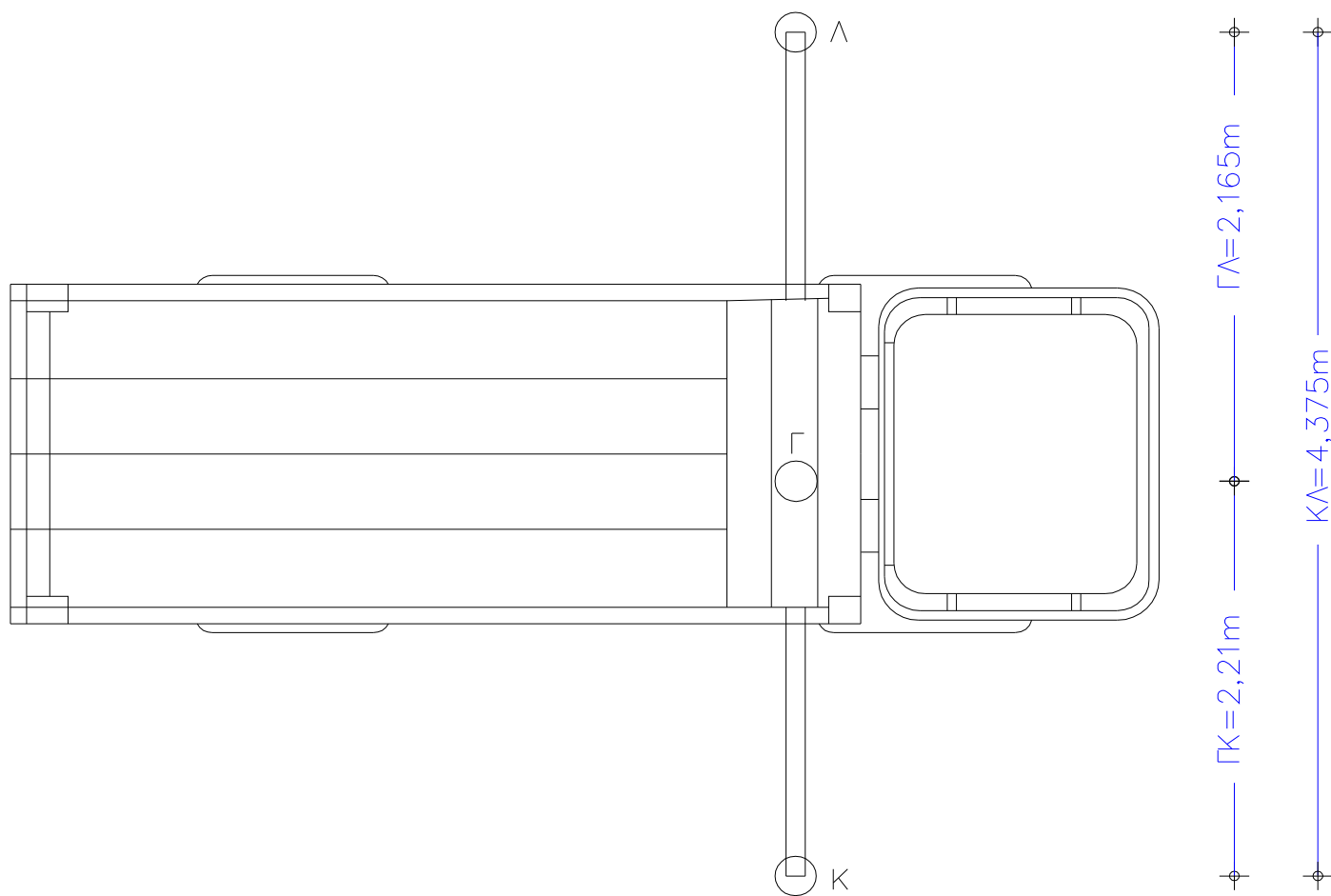


Εικόνα 44: Μήκη και ικανότητα ανύψωσης μπούμας (φυλλάδιο κατασκευαστή)

Στο σημείο αυτό, αφού έχουμε συγκεντρώσει όλες τις πληροφορίες που χρειαζόμαστε, σχεδιάζουμε το σκαρίφημα του οχήματος και πάνω στο σχέδιο καταγράφουμε τις μετρήσεις που έχουμε πάρει. Στις εικόνες 49 και 50 που ακολουθούν τα σχέδια είναι χωρίς κλίμακα, υπάρχουν όμως στο παράρτημα της εργασίας σε κλίμακα, για διευκόλυνση του αναγνώστη.



Εικόνα 458: Πλάγια όψη του οχήματος



Εικόνα 46: Κάτοψη του οχήματος με τα ποδαράκια ανοικτά

Από τις μετρήσεις που πραγματοποιήσαμε, προέκυψαν τα εξής:

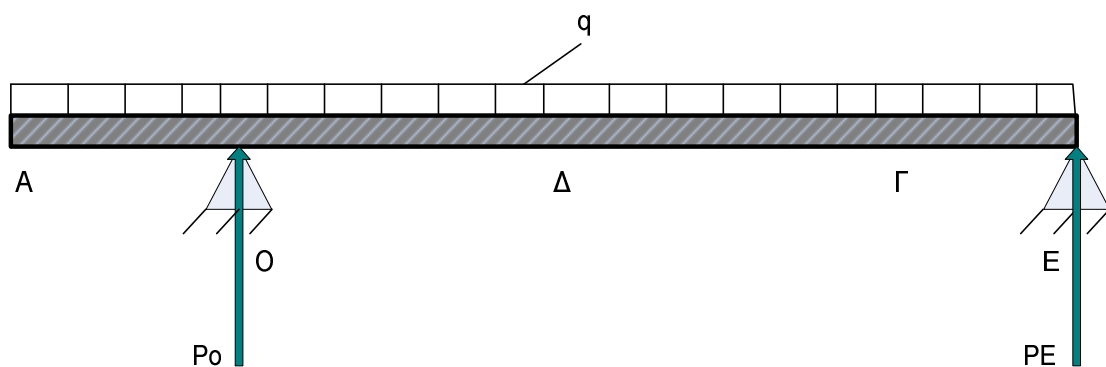
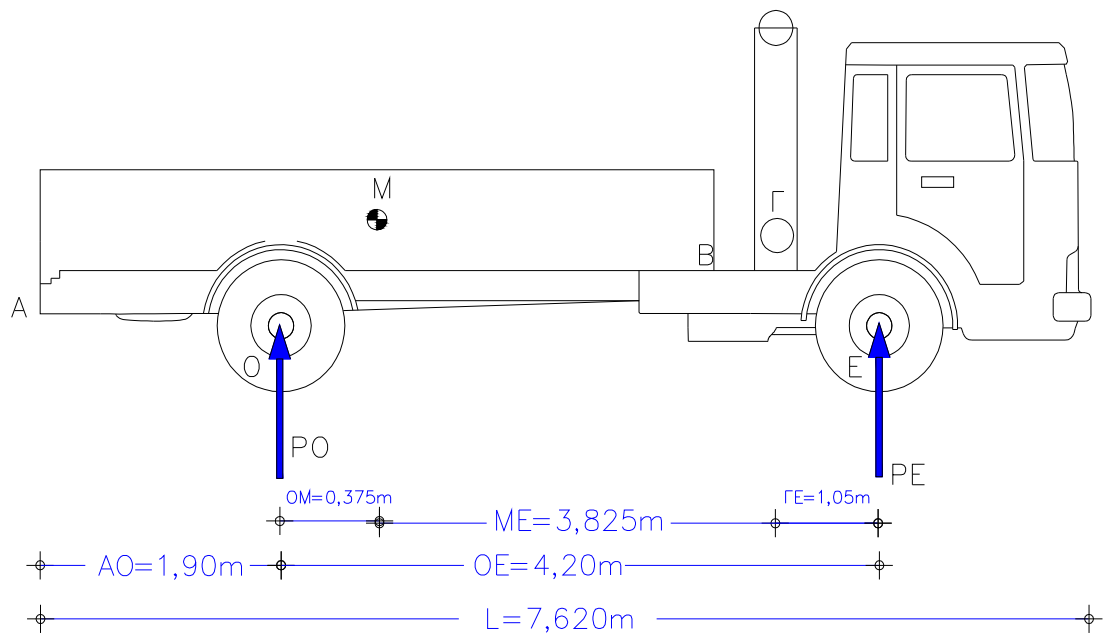
Τμήμα	Μήκος (m)	Τμήμα	Μήκος (m)
AB	4,55	ΕΓ	1,05
ΟΕ	4,20	ΒΓ	0,50
ΑΟ	1,90	ΑΓ	5,05
ΟΓ	3,15	ΚΛ	4,375
ΟΜ	0,375	ΓΛ	2,165
ΜΕ	3,825	ΓΚ	2,21
ΒΕ	1,55		

Υπάρχουν τέσσερις περιπτώσεις που θα μελετήσουμε:

1. έλεγχος φόρτισης αξόνων, όταν και το φορτηγό και ο γερανός είναι χωρίς φορτίο,
2. έλεγχος φόρτισης αξόνων, όταν το φορτηγό έχει φορτίο ενώ ο γερανός είναι χωρίς φορτίο,
3. έλεγχος φόρτισης αξόνων, όταν το φορτηγό είναι χωρίς φορτίο στην καρότσα ενώ ο γερανός έχει φορτίο και
4. έλεγχος φόρτισης αξόνων, όταν και το φορτηγό και γερανός έχουν φορτίο.

5.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΑΞΟΝΩΝ ΟΤΑΝ ΚΑΙ ΤΟ ΦΟΡΤΗΓΟ ΚΑΙ Ο ΓΕΡΑΝΟΣ ΕΙΝΑΙ ΧΩΡΙΣ ΦΟΡΤΙΟ

Το πρώτο βήμα που κάνουμε είναι να σχεδιάσουμε το διάγραμμα ελευθέρου σώματος (Δ.Ε.Σ.). Στην περίπτωση που μελετάμε οι δυνάμεις που ασκούνται πάνω στο αμάξωμα (σασί) του φορτηγού είναι το απόβαρο του φορτηγού (που περιλαμβάνει το βάρος του γερανού), αν αφαιρέσουμε το βάρος των ελαστικών, των τροχών και των ελατηρίων ανάρτησης, το οποίο δεν καταπονεί το σασί.



Εικόνα 50: Δοκός οχήματος: διάγραμμα ελεύθερου σώματος

Το βάρος των ελαστικών, των τροχών και των ελατηρίων ανάρτησης υπολογίζεται περίπου στα 600kg, οπότε έχουμε:

$$AR' = AR - \sum (\text{Βάρους Τροχών, Ελαστικών, Ελατηρίων ανάρτησης}) \Rightarrow$$

$$AR' = 11410 \text{ kg} - 600 \text{ kg} \Rightarrow$$

$$AR' = 10810 \text{ kg}$$

Το απόβαρο (AR') του οχήματος θεωρούμε ότι κατανέμεται ομοιόμορφα στη δοκό του πλαισίου, οπότε το γραμμικό κατανεμημένο φορτίο q είναι:

$$q = \frac{AR'}{(AE)} \frac{\text{kg}}{\text{m}} \Rightarrow q = \frac{10810 \text{ kg}}{6,10 \text{ m}} \Rightarrow q = 1772,13 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Για να υπάρχει στατική ισορροπία πρέπει να ισχύει:

$$\sum M_E = 0 \quad \text{και} \quad \sum M_O = 0$$

Θεωρούμε ως θετική φορά ροπής την φορά των δεικτών του ρολογιού, επομένως:

$$\sum M_E = 0 \Rightarrow P_O = \frac{AR' * (AE)}{(OE)} \Rightarrow$$

$$P_O = \frac{10810 * \frac{6,10}{2}}{4,20} \text{ kg} \Rightarrow$$

$$P_O = 7850,12 \text{ kg}$$

και

$$\sum M_o = 0 \Rightarrow P_E = \frac{AR * (\frac{AE}{2} - AO)}{(OE)} \Rightarrow$$

$$P_E = \frac{10810 * (\frac{6,1}{2} - 1,90)}{4,20} kg \Rightarrow$$

$$P_E = 2960kg$$

Συμπέρασμα:

Παρατηρούμε ότι:

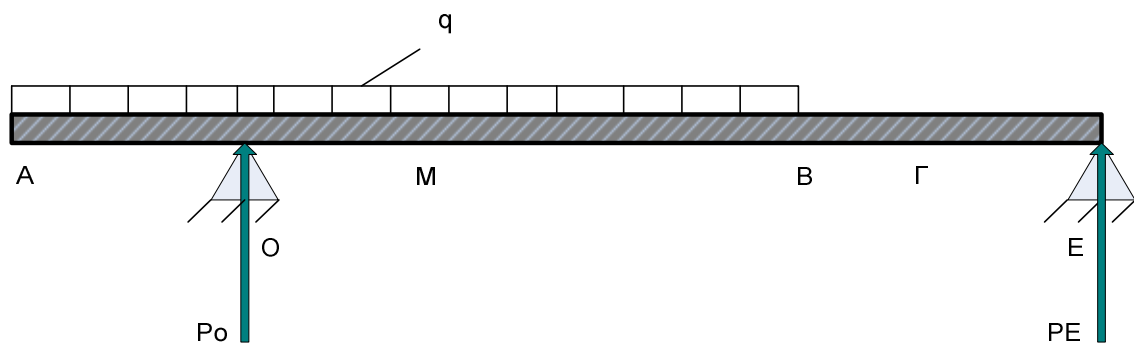
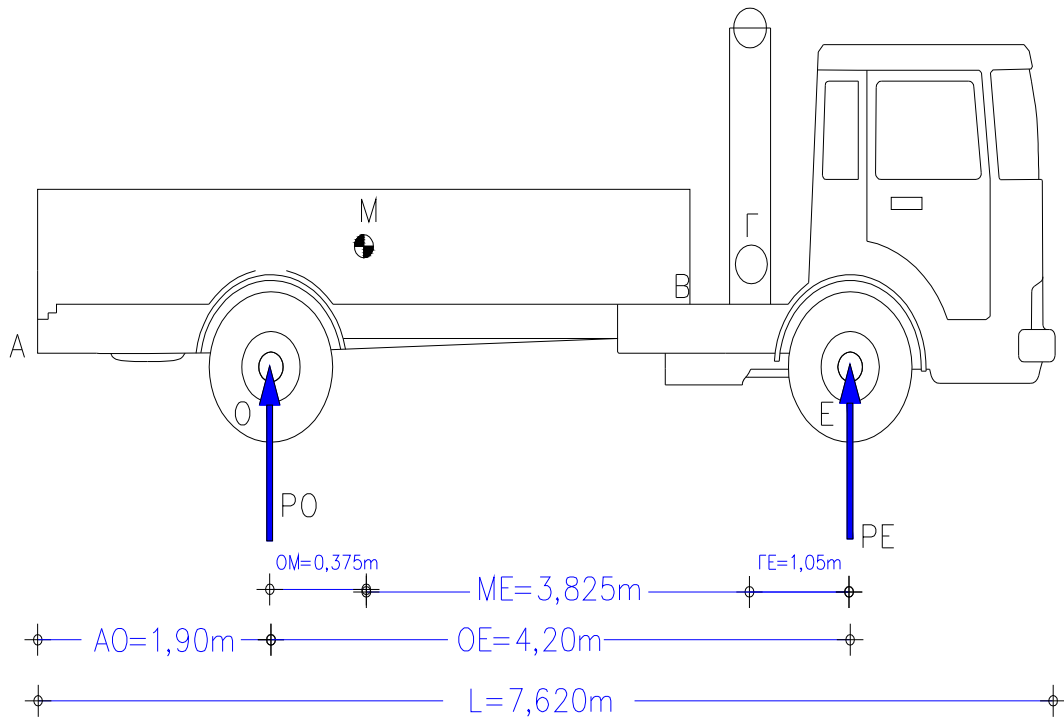
$P_E = 2960kg < IEA = 6500kg$, δηλαδή η φόρτιση του εμπρόσθιου άξονα είναι μικρότερη από τη μέγιστη επιτρεπόμενη φόρτιση που μας δίνει η ξένη άδεια.

Ακόμη, $P_o = 7850,12kg < IOA = 9200kg$, δηλαδή η φόρτιση του οπίσθιου άξονα είναι μικρότερη από τη μέγιστη επιτρεπόμενη φόρτιση που μας δίνει η ξένη άδεια.

Τελικά, συμπεραίνουμε ότι οι άξονες αντέχουν την κατασκευή του γερανού στην περίπτωση που το φορτηγό είναι άδειο.

5.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΑΞΟΝΩΝ ΟΤΑΝ ΤΟ ΦΟΡΤΗΓΟ ΦΕΡΕΙ ΦΟΡΤΙΟ ΕΝΩ Ο ΓΕΡΑΝΟΣ ΔΕΝ ΦΕΡΕΙ ΦΟΡΤΙΟ

Ξεκινάμε σχεδιάζοντας το διάγραμμα ελευθέρου σώματος της δοκού για την περίπτωση που η καρότσα του φορτηγού φέρει φορτίο ενώ ο γερανός δεν φέρει φορτίο. Οι δυνάμεις που καταπονούν το πλαίσιο είναι αυτή του μεταφερόμενου ωφέλιμου φορτίου και η δύναμη που ασκεί το ίδιο το πλαίσιο στους άξονες.



Εικόνα 51: Δοκός οχήματος: διάγραμμα ελευθέρου σώματος

Το ωφέλιμο φορτίο κατανέμεται ομοιόμορφα στη δοκό του πλαισίου κατά μήκος της καρότσας. Το γραμμικό κατανεμημένο φορτίο q είναι:

$$q = \frac{\Omega\Phi}{(AB)} \frac{kg}{m} \Rightarrow q = \frac{2590kg}{4,55m} \Rightarrow q = 569,23 \frac{kg}{m}$$

Για να υπάρχει στατική ισορροπία πρέπει να ισχύει:

$$\sum M_E = 0 \quad \text{και} \quad \sum M_O = 0$$

Θεωρούμε ως θετική φορά ροπής την φορά των δεικτών του ρολογιού, επομένως:

$$\sum M_E = 0 \Rightarrow P_O = \frac{AROA*(OE) + \Omega\Phi*(EM)}{(OE)} \Rightarrow$$

$$P_O = \frac{5260*4,20 + 2590*3,825}{4,20} \text{ kg} \Rightarrow$$

$$P_O = 7618,75 \text{ kg}$$

και

$$\sum M_O = 0 \Rightarrow P_E = \frac{AREA*(OE) + \Omega\Phi*(MO)}{(OE)} \Rightarrow$$

$$P_E = \frac{6150*4,20 + 2590*0,375}{4,20} \text{ kg} \Rightarrow$$

$$P_E = 6381,25 \text{ kg}$$

Συμπέρασμα:

Παρατηρούμε ότι:

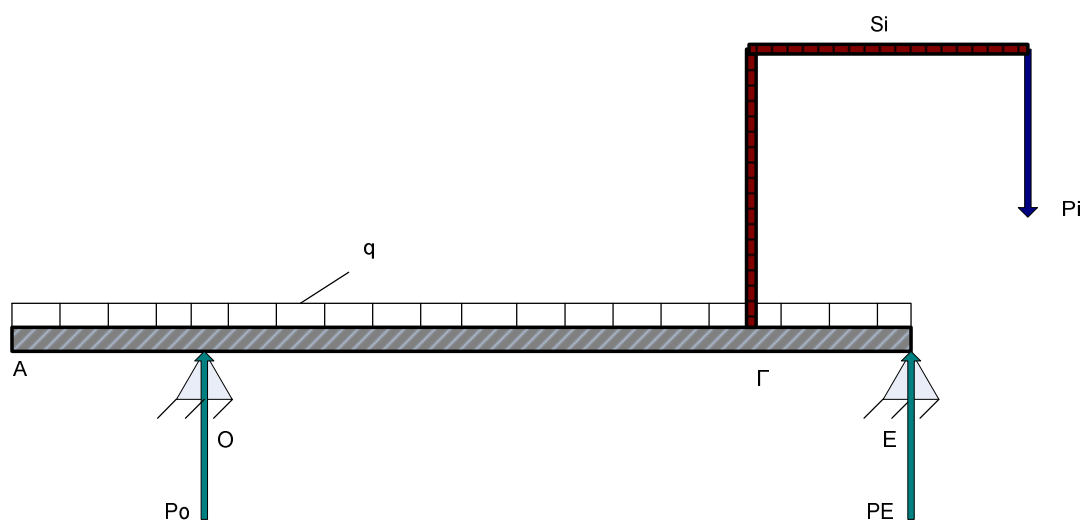
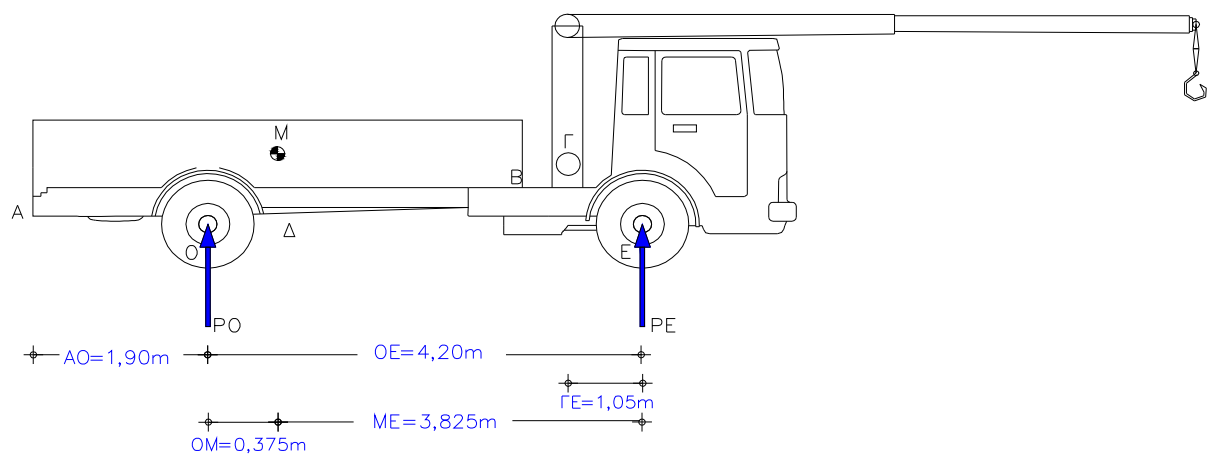
$P_E = 6381,25 \text{ kg} < IEA = 6500 \text{ kg}$, δηλαδή η φόρτιση του εμπρόσθιου άξονα είναι μικρότερη από τη μέγιστη επιτρεπόμενη φόρτιση που μας δίνει η ξένη άδεια.

Ακόμη, $P_O = 7618,75 \text{ kg} < IOA = 9200 \text{ kg}$, δηλαδή η φόρτιση του οπίσθιου άξονα είναι μικρότερη από τη μέγιστη επιτρεπόμενη φόρτιση που μας δίνει η ξένη άδεια.

Τελικά, συμπεραίνουμε ότι οι άξονες αντέχουν την κατασκευή του γερανού στην περίπτωση που το φορτηγό είναι υπό πλήρη φόρτιση.

5.4 ΕΛΕΓΧΟΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΑΞΟΝΩΝ ΟΤΑΝ ΤΟ ΦΟΡΤΗΓΟ ΕΙΝΑΙ ΧΩΡΙΣ ΦΟΡΤΙΟ ΕΝΩ Ο ΓΕΡΑΝΟΣ ΕΧΕΙ ΦΟΡΤΙΟ

Ξεκινάμε σχεδιάζοντας το διάγραμμα ελευθέρου σώματος της δοκού για την περίπτωση που το φορτηγό δεν φέρει φορτίο ενώ ο γερανός φέρει φορτίο.



Εικόνα 47: Δοκός οχήματος: γερανός με φορτίο

Οι δυνάμεις που καταπονούν το πλαίσιο είναι: α) αυτή του φορτίου που ανυψώνει ο γερανός για τα διάφορα μήκη της μπούμας και β) η δύναμη που ασκεί το ίδιο το πλαίσιο στους άξονες δηλαδή, το απόβαρο του φορτηγού (που περιλαμβάνει το βάρος του γερανού) αν αφαιρέσουμε το βάρος των ελαστικών, των τροχών και των ελατηρίων ανάρτησης, το οποίο δεν καταπονεί το σασί.

Στάδιο Α:

Το βάρος των ελαστικών, των τροχών και των ελατηρίων ανάρτησης υπολογίζεται περίπου στα 600kg, οπότε έχουμε:

$$AR' = AR - \sum (\text{Βάρος Τροχών, Ελαστικών, Ελατηρίων ανάρτησης}) \Rightarrow$$

$$AR' = 11410\text{kg} - 600\text{kg} \Rightarrow$$

$$AR' = 10810\text{kg}$$

Το απόβαρο (AR') του οχήματος θεωρούμε ότι κατανέμεται ομοιόμορφα στη δοκό του πλαισίου, οπότε το γραμμικό κατανεμημένο φορτίο q είναι:

$$q = \frac{AR' \text{ kg}}{(AE) \text{ m}} \Rightarrow q = \frac{10810\text{kg}}{6,10\text{m}} \Rightarrow q = 1772,13 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Για να υπάρχει στατική ισορροπία πρέπει να ισχύει: $\sum M_E = 0$ και $\sum M_O = 0$.

Θεωρούμε ως θετική φορά ροπής την φορά των δεικτών του ρολογιού, επομένως:

$$\sum M_E = 0 \Rightarrow P_O = \frac{AROA * (OE) + Pi * (Si + (EΓ))}{(OE)} \quad \text{και}$$

$$\sum M_O = 0 \Rightarrow P_E = \frac{AREA * (OE) + Pi * (Si + (OΓ))}{(OE)}$$

Στάδιο Β:

Για τα διάφορα μήκη μπούμας και τα αντίστοιχα φορτία (Si, Pi) εκτελώντας τις πράξεις δημιουργούμε τον παρακάτω πίνακα:

$$\sum M_E = 0 \Rightarrow P_O = \frac{AROA * (OE) + P_i * (S_i + (ΕΓ))}{(OE)} \Rightarrow P_O = \frac{5260kg * 4,20m + 5865kg * (2,15m + 1,05m)}{4,20m}$$

$$\Rightarrow P_O = \frac{22092kg * m + 18768kg * m}{4,20m} \Rightarrow P_O = \frac{40860kg * m}{4,20m} \Rightarrow P_O = 9728,57kg$$

και

$$\sum M_O = 0 \Rightarrow P_E = \frac{AREA * (OE) + P_i * (S_i + (ΟΓ))}{(OE)} \Rightarrow P_E = \frac{6150kg * 4,20m + 5865kg * (2,15m + 3,15m)}{4,20m}$$

$$\Rightarrow P_E = \frac{25830kg * m + 31084,5kg * m}{4,20m} \Rightarrow P_E = \frac{56914,5kg * m}{4,20m} \Rightarrow P_E = 13551,07kg$$

Si (m)	Pi (kg)	PO (kg)	PE (kg)
2,15	5865	9728,57	13551,07
4,45	2835	8972,50	11280,00
6,25	1905	8571,07	10413,57
8,15	1390	8304,76	9889,76
10,15	1080	8140,00	9570,00
12,20	885	8051,96	9384,46

Συμπέρασμα:

Παρατηρούμε ότι στην περίπτωση του μέγιστου μήκους της μπούμας, Si = 12,20m, με φορτίο ανύψωσης Pi = 885kg, βλ. εικόνα 47 και εικόνα 48, έχουμε την ελάχιστη φόρτιση του εμπρόσθιου άξονα PE η οποία είναι PE = 9384,46kg.

Βλέπουμε όμως ότι: $P_E = 9384,46kg > IEA = 6500kg$ δηλαδή ο εμπρόσθιος άξονας δεν αντέχει το βάρος Pi, **επομένως η χρήση του γερανού για φόρτωση από εμπρός χωρίς ποδαράκια στήριξης απαγορεύεται σε κάθε περίπτωση!**

Για τον οπίσθιο άξονα βλέπουμε ότι:

Si (m)	Pi (kg)	PO (kg)		IOA (kg)
2,15	5865	9728,57	>	9200
4,45	2835	8972,50	<	9200
6,25	1905	8571,07	<	9200
8,15	1390	8304,76	<	9200
10,15	1080	8140,00	<	9200
12,20	885	8051,96	<	9200

Παρατηρούμε, ότι ο οπίσθιος άξονας αντέχει το βάρος Pi του γερανού για όλα τα μήκη μπούμας εκτός από το πιο μικρό δηλαδή τα 2,15m, όπου η φόρτιση που δέχεται ο άξονας είναι μεγαλύτερη από το μέγιστο επιτρεπτό του όριο. **Επομένως, η χρήση του γερανού για φόρτωση από πίσω χωρίς ποδαράκια επιτρέπεται για τα μήκη μπούμας 4,45| 6,25| 8,15| 10,15| 12,20m αλλά για τα 2,15m επιβάλλεται η χρήση στηριγμάτων (ποδαράκια).**

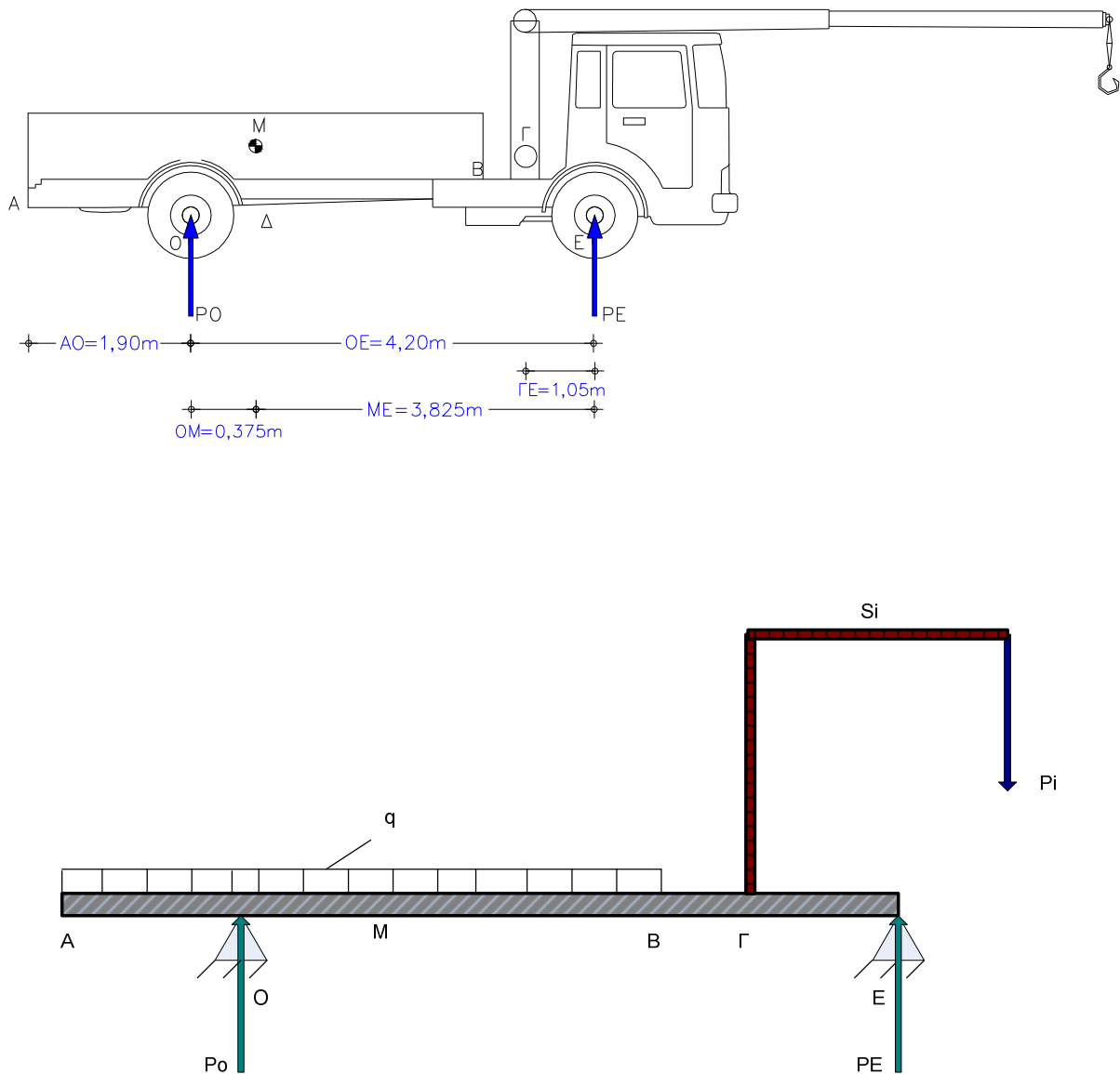
5.5 ΕΛΕΓΧΟΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΑΞΟΝΩΝ ΟΤΑΝ ΤΟ ΦΟΡΤΗΓΟ ΚΑΙ Ο ΓΕΡΑΝΟΣ ΕΧΟΥΝ ΦΟΡΤΙΟ

Ξεκινάμε σχεδιάζοντας το διάγραμμα ελευθέρου σώματος της δοκού για την περίπτωση που το φορτηγό και ο γερανός φέρουν φορτίο. Οι δυνάμεις που καταπονούν το πλαίσιο είναι αυτή του φορτίου που ανυψώνει ο γερανός για τα διάφορα μήκη της μπούμας, η δύναμη που ασκεί το ίδιο το πλαίσιο στους άξονες δηλαδή, το απόβαρο του φορτηγού (που περιλαμβάνει το βάρος του γερανού) αν αφαιρέσουμε το βάρος των ελαστικών, των τροχών και των ελατηρίων ανάρτησης, το οποίο δεν καταπονεί το σασί και το ωφέλιμο φορτίο που μεταφέρεται στην καρότσα.

Το ωφέλιμο φορτίο κατανέμεται ομοιόμορφα στη δοκό του πλαισίου κατά μήκος της καρότσας. Το γραμμικό κατανεμημένο φορτίο q είναι:

$$q = \frac{\Omega\Phi}{(AB)} \frac{kg}{m} \Rightarrow q = \frac{2590kg}{4,55m} \Rightarrow q = 569,23 \frac{kg}{m}$$

Για την περίπτωση της φόρτωσης από το μπροστινό μέρος του οχήματος το ΔΕΣ φαίνεται στην εικόνα 53.

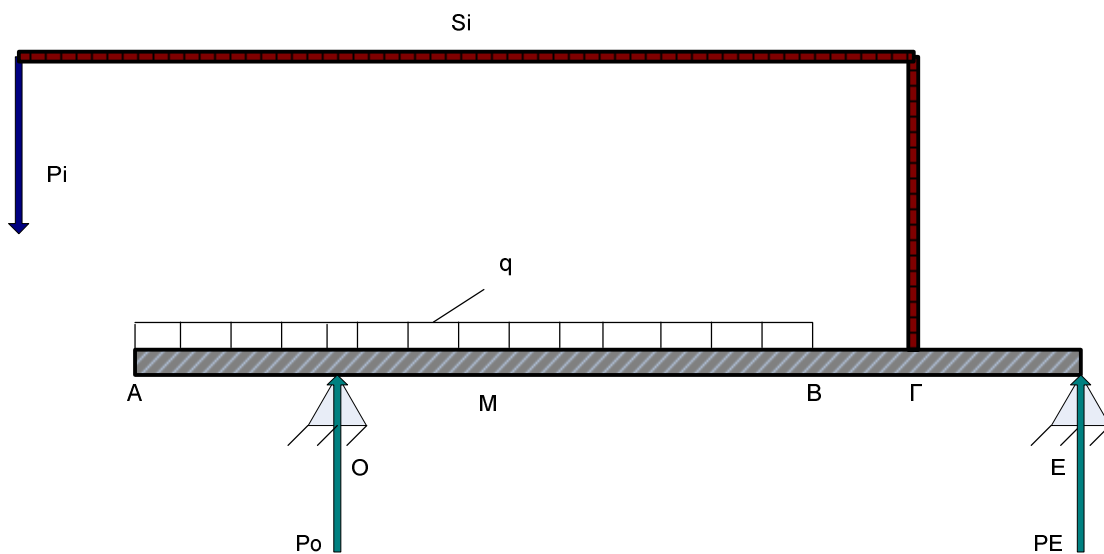
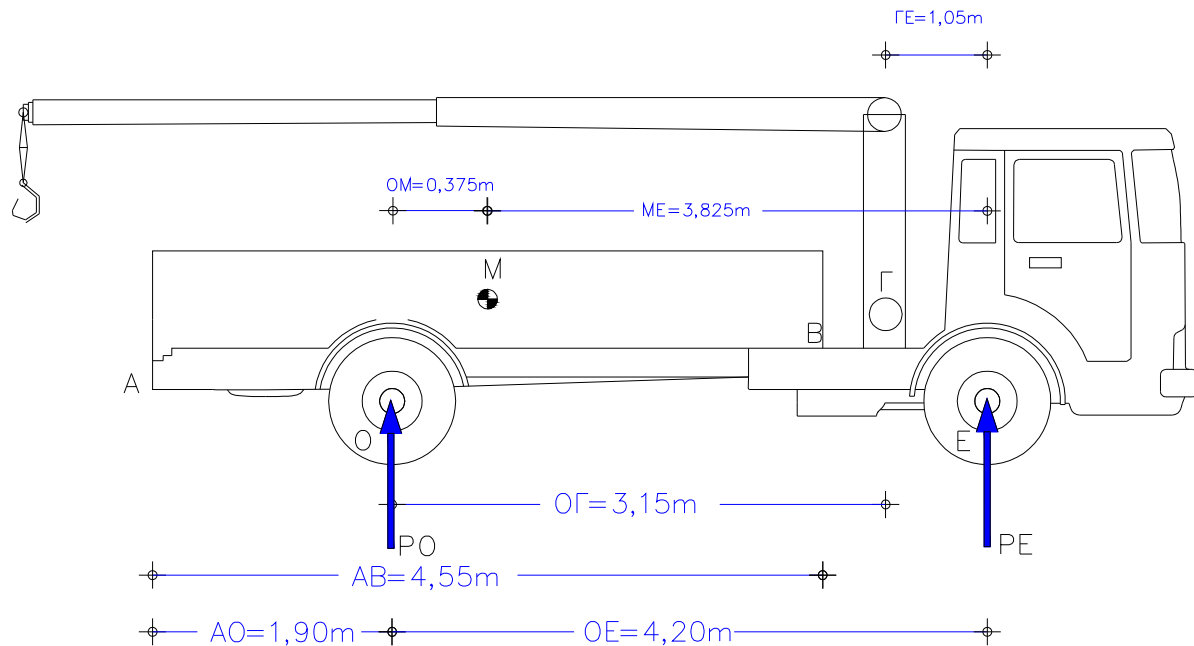


Εικόνα 483: Δοκός οχήματος: ΔΕΣ φόρτωση εμπρός

Σε προηγούμενη παράγραφο, είδαμε ότι ο εμπρόσθιος άξονας δεν αντέχει την εμπρός φόρτωση χωρίς ποδαράκια, όταν το φορτηγό όχημα δεν φέρει φορτίο στην καρότσα και ότι απαγορεύεται σε κάθε περίπτωση. Στην περίπτωση που μελετάμε στην παράγραφο αυτή, δηλαδή όταν το φορτηγό φέρει φορτίο στην καρότσα,

προφανώς η φόρτιση του εμπρόσθιου άξονα είναι μεγαλύτερη οπότε και τώρα απαγορεύεται σε κάθε περίπτωση η εμπρός φόρτωση χωρίς ποδαράκια.

Για την περίπτωση της φόρτωσης από το πίσω μέρος του οχήματος το ΔΕΣ φαίνεται στην εικόνα 54.



Εικόνα 49: Δοκός οχήματος: ΔΕΣ φόρτωση πίσω

Στάδιο Α:

Για να υπάρχει στατική ισορροπία πρέπει να ισχύει: $\sum M_E = 0$ και $\sum M_O = 0$

Θεωρούμε ως θετική φορά ροπής την φορά των δεικτών του ρολογιού, επομένως:

$$\sum M_E = 0 \Rightarrow P_O = \frac{AROA * (OE) + (\Omega\Phi - Pi) * (EM) + Pi * (Si + (E\Gamma))}{(OE)}$$

Στάδιο Β:

Προφανώς η σχέση αυτή έχει νόημα για $Si > (A\Gamma) \Rightarrow Si > 5,05m$. Κάνοντας τις πράξεις δημιουργείται ο παρακάτω πίνακας:

$$\sum M_E = 0 \Rightarrow P_O = \frac{AROA * (OE) + (\Omega\Phi - Pi) * (EM) + Pi * (Si + (E\Gamma))}{(OE)}$$

$$\Rightarrow P_O = \frac{5260kg * 4,20m + (2590kg - 5865kg) * 3,825m + 5865kg * (2,15m + 1,05m)}{4,20m}$$

$$\Rightarrow P_O = \frac{22092kg * m - 12526.875kg)m + 18768kg * m}{4,20m} \Rightarrow P_O = \frac{28333,125kg * m}{4,20m} \Rightarrow P_O = 6745,98kg$$

Si (m)	Pi (kg)	PO (kg)		IOA (kg)
2,15	5865	6745,98	<	9200
4,45	2835	8749,38	<	9200
6,25	1905	9194,91	<	9200
8,15	1390	9397,62	>	9200
10,15	1080	9515,18	>	9200
12,20	885	9604,73	>	9200

Παρατηρούμε, ότι στις περιπτώσεις που το μήκος μπούμας είναι έως $Si=6,25m$ επιτρέπεται η φόρτωση από το πίσω μέρος χωρίς ποδαράκια. Για οποιοδήποτε άλλο μήκος μεγαλύτερο από αυτό, απαγορεύεται.

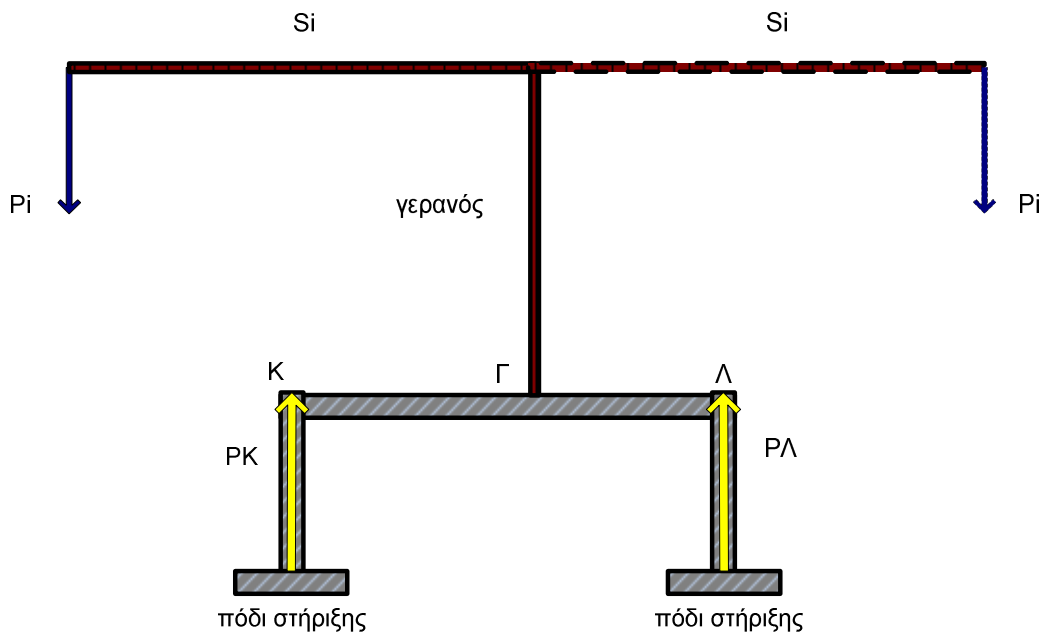
5.6 ΕΛΕΓΧΟΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΑΞΟΝΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΛΑΪΝΗ (ΕΚ)ΦΟΡΤΩΣΗ

Η δυσμενέστερη περίπτωση φόρτισης του οχήματος είναι όταν η εκφόρτωση γίνεται από τα πλάγια και μάλιστα η μπούμα να είναι στην ίδια διεύθυνση με τα ποδαράκια στήριξης.



Εικόνα 50: Φόρτωση από τα πλάγια με ποδαράκια

Ξεκινάμε σχεδιάζοντας το διάγραμμα ελευθέρου σώματος της δοκού για την περίπτωση που το φορτηγό και ο γερανός φέρουν φορτίο.



Εικόνα 51: Δοκός οχήματος: πλαϊνή (εκ)φόρτωση

A - Περίπτωση πλαϊνής φόρτωσης από αριστερά, όπως βλέπουμε το όχημα (από μπροστά).

Για να υπάρχει στατική ισορροπία πρέπει να ισχύει: $\sum M_{\Lambda} = 0$ και $\sum M_K = 0$.

Θεωρούμε ως θετική φορά ροπής την φορά των δεικτών του ρολογιού, επομένως:

$$\sum M_{\Lambda} = 0 \Rightarrow P_K = \frac{\Omega\Phi * \frac{(K\Lambda)}{2} + P_i * (S_i + (M\Lambda))}{(K\Lambda)} \quad \text{και} \quad \sum M_K = 0 \Rightarrow P_{\Lambda} = \frac{\Omega\Phi * \frac{(K\Lambda)}{2} - P_i * (S_i - (MK))}{(K\Lambda)}$$

Κάνοντας τις πράξεις δημιουργείται ο παρακάτω πίνακας:

$$\sum M_{\Lambda} = 0 \Rightarrow P_{\kappa} = \frac{\Omega\Phi * \frac{(K\Lambda)}{2} + P_i * (S_i + (M\Lambda))}{(K\Lambda)} \Rightarrow P_{\kappa} = \frac{2590kg * \frac{4,375m}{2} + 5865kg * (2,15m + 0,017m)}{4,375m}$$

$$\Rightarrow P_{\kappa} = \frac{5665,625kg * m + 12709,455kg * m}{4,375m} \Rightarrow P_{\kappa} = \frac{18375,08kg * m}{4,375m} \Rightarrow P_{\kappa} = 4200,02kg$$

και

$$\sum M_{\kappa} = 0 \Rightarrow P_{\Lambda} = \frac{\Omega\Phi * \frac{(K\Lambda)}{2} - P_i * (S_i - (M\kappa))}{(K\Lambda)} \Rightarrow P_{\Lambda} = \frac{2590kg * \frac{4,375m}{2} - 5865kg * (2,15m - 4,36m)}{4,375m}$$

$$\Rightarrow P_{\Lambda} = \frac{5665,625kg * m + 12961,65kg * m}{4,375m} \Rightarrow P_{\Lambda} = \frac{18627,275kg * m}{4,375m} \Rightarrow P_{\Lambda} = 4254,78kg$$

Si (m)	Pi (kg)	PK (kg)	PΛ (kg)
2,15	5865	4200,02	4254,78
4,45	2835	2700,80	2724,20
6,25	1905	2240,42	2254,58
8,15	1390	1985,44	1994,56
10,15	1080	1831,95	1838,05
12,20	885	1735,42	1739,58

B - Περίπτωση πλαϊνής φόρτωσης από δεξιά, όπως βλέπουμε το όχημα (από μπροστά).

Για να υπάρχει στατική ισορροπία πρέπει να ισχύει: $\sum M_{\Lambda} = 0$ και $\sum M_{\kappa} = 0$.

Θεωρούμε ως θετική φορά ροπής την φορά των δεικτών του ρολογιού, επομένως:

$$\sum M_{\Lambda} = 0 \Rightarrow P_{\kappa} = \frac{\Omega\Phi * \frac{(K\Lambda)}{2} - P_i * (S_i - (M\Lambda))}{(K\Lambda)} \text{ και } \sum M_{\kappa} = 0 \Rightarrow P_{\Lambda} = \frac{\Omega\Phi * \frac{(K\Lambda)}{2} + P_i * (S_i + (M\kappa))}{(K\Lambda)}$$

Κάνοντας τις πράξεις δημιουργείται ο παρακάτω πίνακας:

$$\sum M_{\Lambda}=0 \Rightarrow P_{\kappa} = \frac{\Omega \Phi * \frac{(K\Lambda)}{2} - P_i * (S_i - (M\Lambda))}{(K\Lambda)} \Rightarrow P_{\kappa} = \frac{2590kg * \frac{4,375m}{2} - 5865kg * (2,15m - 4,31m)}{4,375m}$$

$$\Rightarrow P_{\kappa} = \frac{5665,625kg * m + 12668,4kg * m}{4,375m} \Rightarrow P_{\kappa} = \frac{18350,719kg * m}{4,375m} \Rightarrow P_{\kappa} = 4194,45kg$$

και

$$\sum M_{\kappa}=0 \Rightarrow P_{\Lambda} = \frac{\Omega \Phi * \frac{(K\Lambda)}{2} + P_i * (S_i + (M\kappa))}{(K\Lambda)} \Rightarrow P_{\Lambda} = \frac{2590kg * \frac{4,375m}{2} + 5865kg * (2,15m + 0,062m)}{4,375m}$$

$$\Rightarrow P_{\Lambda} = \frac{5665,625kg * m + 12973,38kg * m}{4,375m} \Rightarrow P_{\Lambda} = \frac{18639,91kg * m}{4,375m} \Rightarrow P_{\Lambda} = 4260,55kg$$

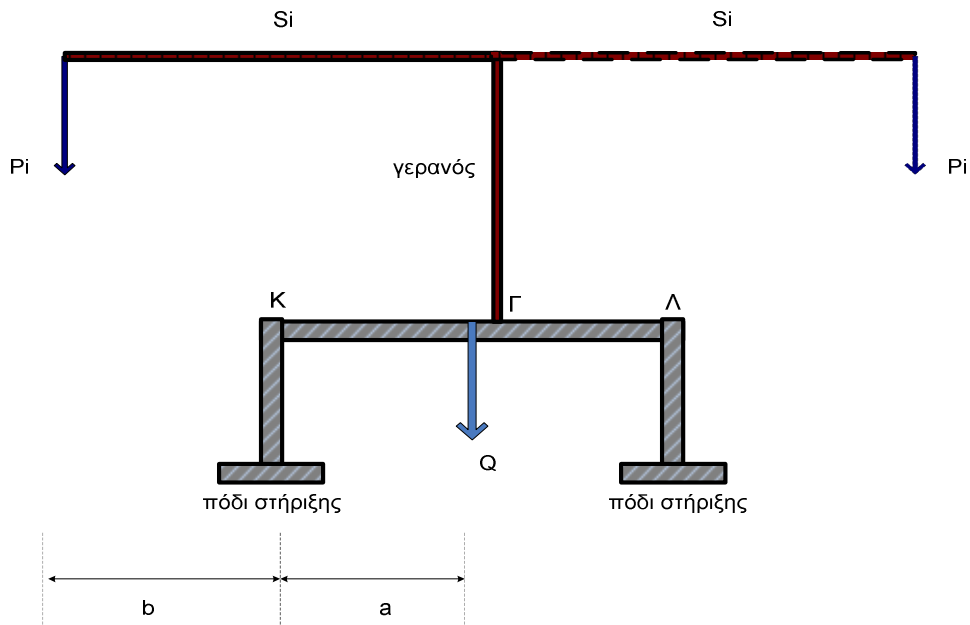
Si (m)	Pi (kg)	PK (kg)	PL (kg)
2,15	5865	4194,45	4260,55
4,45	2835	2695,04	2729,96
6,25	1905	2234,98	2260,02
8,15	1390	1980,26	1999,74
10,15	1080	1826,94	1843,06
12,20	885	1730,48	1744,52

Γ - Η δυσμενέστερη περίπτωση είναι όταν το φορτηγό δεν έχει φορτίο ενώ ο γερανός έχει.

Για να μην υπάρχει κίνδυνος ανατροπής του οχήματος πρέπει να ισχύει:

$$M_{gerano\acute{o}} < M_{och\acute{i}mato\upsilon}$$

όπου: $M_{gerano\acute{o}}$ ροπή ανατροπής γερανού, $M_{och\acute{i}mato\upsilon}$ ροπή ανατροπής οχήματος



Εικόνα 57: Δοκός οχήματος: πλαϊνή (εκ)φόρτωση

Εφόσον η καρότσα είναι άδεια, ισχύει: $M_{\text{geranoú}} = Pi * Si$

και

$$M_{\text{οχήματος}} = Q * a \text{ όπου } Q = AR' = 10810 \text{ kg και } a = \frac{(AE)}{2} - (E\Gamma) \Rightarrow a = 2 \text{ m ,}$$

α: η απόσταση του κέντρου βάρους του οχήματος από τα πέδιλα στήριξης,

οπότε: $M_{\text{οχήματος}} = (10810 * 9,81 \text{ Nt}) * 2 \text{ m} \Rightarrow M_{\text{οχήματος}} = 212092,2 \text{ Nt} * \text{m}$

Si (m)	Pi (kg)	Μγερανού (Nt*m)		Μοχήματος (Nt*m)
2,15	5865	123701,65	<	212092,2
4,45	2835	123760,51	<	212092,2
6,25	1905	116800,31	<	212092,2
8,15	1390	111132,59	<	212092,2
10,15	1080	107537,22	<	212092,2
12,20	885	105918,57	<	212092,2

Οπότε βλέπουμε ότι ισχύει η σχέση $M_{\text{geranoú}} < M_{\text{οχήματος}}$ άρα, δεν υπάρχει κίνδυνος ανατροπής του οχήματος.

5.7 ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΓΕΡΑΝΟΦΟΡΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΣΕ ΚΙΝΗΣΗ

5.7.1 Γενικά

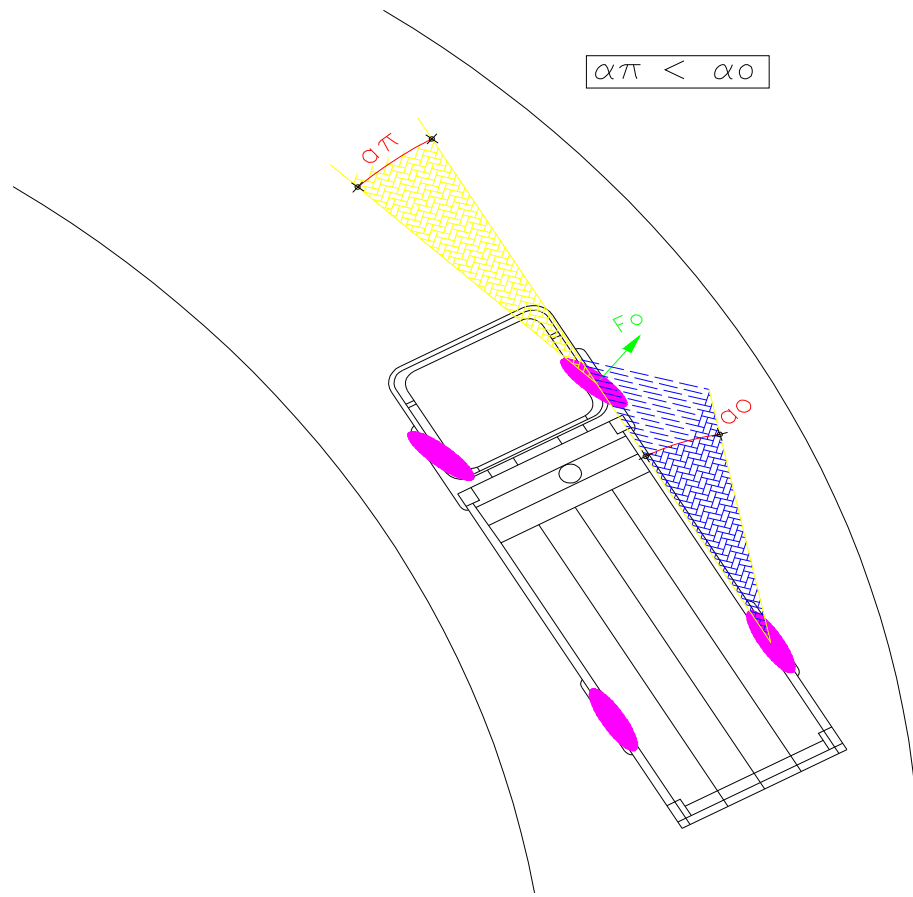
Με τον όρο «ευστάθεια κίνησης του οχήματος» εννοούμε την ικανότητα, που πρέπει να έχει ένα όχημα που κινείται σε οριζόντιο επίπεδο έδαφος, χωρίς εξωτερικές επιδράσεις αφενός, και αφετέρου να διατηρεί, χωρίς επέμβαση στο σύστημα διεύθυνσής του, την τροχιά την οποία προσδιορίζει η σχετική θέση των τροχών του. Αν, δηλαδή, οι τροχοί βρίσκονται σε ευθύγραμμη πορεία, το όχημα αυτό πρέπει να συνεχίζει να κινείται ευθύγραμμα προς την κατεύθυνση των τροχών του ή, αν οι τροχοί του βρίσκονται σε θέση στροφής, να εξακολουθεί να διαγράφει την καμπύλη στην οποία εφάπτονται τα επίπεδα συμμετρίας των τροχών του.

Ο ορισμός αυτός έχει μόνο θεωρητική σημασία, διότι στην πράξη το όχημα όταν κινείται, βρίσκεται πάντοτε κάτω από εξωτερικές επιδράσεις, όπως είναι ένας πλευρικός άνεμος, μία ανωμαλία του δρόμου, η φυγόκεντρος δύναμη κατά τις στροφές, κ.λπ. Συνεπώς, πρακτικά, **ευσταθές** ονομάζεται ένα όχημα, που όταν εκτραπεί για οποιοδήποτε λόγο από την ευθύγραμμη πορεία του, έχει την τάση να επανέλθει μόνο του στην κανονική του τροχιά, χωρίς, δηλαδή, να επέμβει το σύστημα διεύθυνσής του. Αντίθετα, **ασταθές** ονομάζεται το όχημα, που έχει την τάση να αυξάνει την εκτροπή του από την φυσιολογική του πορεία.

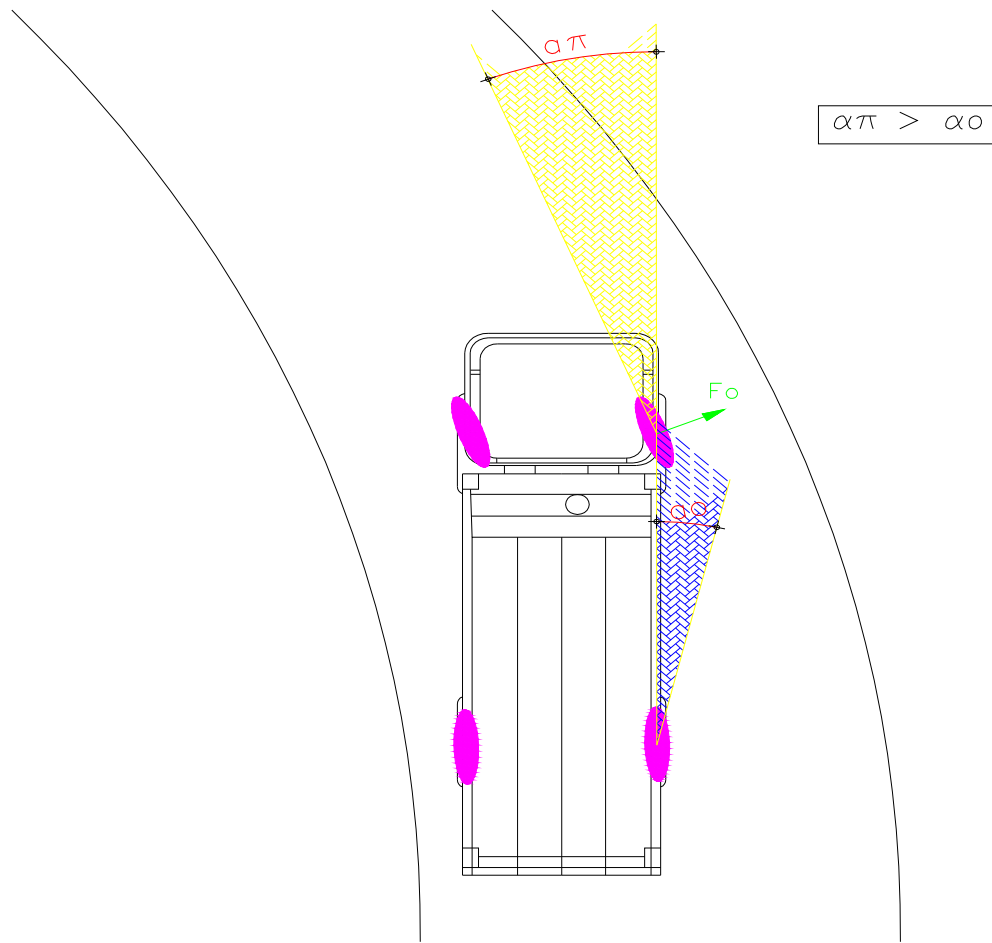
Συμπεραίνουμε, ότι με την έννοια αυτή, η «ευστάθεια» είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων, όπως, π.χ. του συστήματος διεύθυνσης, του συστήματος ανάρτησης, του είδους των ελαστικών, της θέσης του κέντρου βάρους του οχήματος, του είδους του οδοστρώματος επάνω στο οποίο κινείται, κ.λπ.

5.7.2 Ευστάθεια του γερανοφόρου οχήματος κατά τις στροφές

Ας υποθέσουμε ότι το όχημα που μελετάμε κινείται σε μία αριστερή στροφή και υφίσταται πλευρική (φυγόκεντρη) δύναμη, εικ. 58.



(a)



(β)

Εικόνα 58: (α) Υπερστροφή, (β) Υποστροφή

Η πλευρική αυτή δύναμη, που επιδρά στα ελαστικά του οχήματος, θα παραμορφώσει την περιοχή της επιφάνειας επαφής τροχού – εδάφους. Το αποτέλεσμα θα είναι να εμφανιστεί μία πλευρική μετατόπιση του τροχού και να πάψει η τροχιά να είναι κάθετη στον άξονα περιστροφής του τροχού, οπότε θα γίνει πλάγια ως προς αυτόν. Έτσι, δημιουργείται η γωνία α μεταξύ της νέας τροχιάς της εκτροπής των τροχών και της κατεύθυνσης του επιπέδου συμμετρίας του τροχού, που ονομάζεται «γωνία ολίσθησης». Σύμφωνα με τα παραπάνω, σε κάθε τροχό του οχήματος θα παρουσιασθεί και μία γωνία ολίσθησης. Μάλιστα, οι γωνίες αυτές στους τροχούς σε κάθε άξονα, δηλαδή ανά δύο (εμπρός - πίσω), είναι ίσες μεταξύ τους.

Αν η γωνία ολίσθησης των οπισθίων τροχών α_0 είναι μεγαλύτερη από τη γωνία ολίσθησης των πρόσθιων τροχών α_{π} , δηλαδή αν $\alpha_0 > \alpha_{\pi}$, τότε το οπίσθιο μέρος του οχήματος, θα εκτραπεί περισσότερο από τον πρόσθιο, που στην πράξη σημαίνει ότι το πίσω μέρος του οχήματος θα στρέφεται γύρω από τον κατακόρυφο άξονά του, με φορά αντίθετη από αυτήν του εμπρόσθιου μέρους του οχήματος. Τότε, όμως, η φυγόκεντρος δύναμη που θα αναπτυχθεί από τη στροφή αυτή, θα ενισχύει την τάση της στροφής. Έτσι, τελικά το όχημα θα υπερβεί την θεωρητική τροχιά του και θα κινηθεί προς την πλευρά όπου ασκείται η δύναμη (F_0), που προκαλεί την ολίσθηση, οπότε και θα βρεθεί, στο τέλος, σε διαφορετική τροχιά κατά γωνία α_0 (εικόνα 58α). Στην περίπτωση αυτή, το όχημα **υπερστρέφει**, έχει δηλαδή από μόνο του την τάση, όταν κινείται σε οριζόντιο έδαφος, να ξεφύγει από την ευθύγραμμη πορεία κάτω από την παραμικρή πλευρική ώθηση. Έτσι, στις στροφές του δρόμου το όχημα έχει την τάση να κινηθεί με μικρότερη ακτίνα καμπυλότητας από αυτή που αντιστοιχεί στη συγκεκριμένη στροφή του τιμονιού και, κατ' επέκταση στη στροφή των τροχών. Πρέπει, συνεπώς, ο οδηγός να βρίσκεται πάντα σε ετοιμότητα και, συνεχώς, να διορθώνει την πορεία του οχήματος με το σύστημα διεύθυνσης.

Αν η γωνία ολίσθησης των πρόσθιων τροχών είναι μεγαλύτερη από τη γωνία ολίσθησης των οπισθίων, αν δηλαδή $\alpha_0 < \alpha_{\pi}$, τότε, με την επίδραση πλευρικής (φυγόκεντρης) δύναμης, η ολίσθηση των πρόσθιων τροχών θα είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη των οπίσθιων και το εμπρόσθιο μέρος του οχήματος θα έχει την τάση να απομακρυνθεί από την αρχική τροχιά του και να κινηθεί προς την πλευρά, κατά την οποία το ωθεί η πλευρική δύναμη F_0 (εικόνα 58β). Στην περίπτωση αυτή, το όχημα **υποστρέφει**, δηλαδή, το όχημα έχει την τάση να κινηθεί με μεγαλύτερη ακτίνα καμπυλότητας, από αυτή που αντιστοιχεί στην συγκεκριμένη στροφή του τιμονιού.

Αν $\alpha_0 = \alpha_{\pi}$, δηλαδή, οι γωνίες ολίσθησης των πρόσθιων και των οπίσθιων τροχών είναι ίσες, τότε το όχημα ακολουθεί τη μέση γραμμή του δρόμου, χωρίς να φεύγει προς τα δεξιά ή τα αριστερά. Στην περίπτωση αυτή το όχημα είναι, από άποψη διεύθυνσης, **ουδέτερο**.

Όταν το όχημα υποστρέφει, δηλαδή όταν κινείται ευθύγραμμα σε δρόμο με μικρή κυρτότητα, είναι άνετο στην οδήγηση, δεν χρειάζεται συνεχή παρακολούθηση και διόρθωση πορείας από τον οδηγό και ακολουθεί με ευχέρεια στροφές του δρόμου ακόμη και με μεγάλη ακτίνα καμπυλότητας. Στις «κλειστές» στροφές, όμως, επειδή το όχημα έχει την τάση να ακολουθεί ευθύγραμμη πορεία, χρειάζεται να στραφούν οι τροχοί του περισσότερο από όσο απαιτούν, γεωμετρικά, οι στροφές αυτές. Από όλα τα παραπάνω, συμπεραίνουμε ότι όταν το όχημά μας υποστρέφει θεωρείται ότι είναι ασφαλές και ευσταθές.

Αντίθετα, όταν το όχημα υπερστρέφει, παρουσιάζει μεν ευκαμψία και διαγράφει με ευχέρεια κλειστές στροφές με μικρή ταχύτητα, εάν όμως κινείται με μεγάλη ταχύτητα, απαιτεί το «ανάποδο» τιμόνι. Επίσης, στην ευθύγραμμη πορεία έχει τάσεις απόκλισης και χρειάζεται συνεχής ετοιμότητα από τον οδηγό και διόρθωση πορείας. Από όλα τα παραπάνω, συμπεραίνουμε ότι όταν το όχημά μας είναι υπέρστροφο θεωρείται ότι είναι ασταθές και δύσκολο στην οδήγησή του.

Όταν το όχημά μας είναι ουδέτερο, είναι η ιδανική περίπτωση κυκλοφορίας. Όμως, στην πράξη, το όχημα αυτό δεν είναι ούτε ευσταθές, ούτε ασταθές αλλά, μεταπίπτει από τη μία κατάσταση στην άλλη, σε κάθε αλλαγή παράγοντα που επιδρά την ευστάθειά του, δεδομένου ότι δεν ελέγχεται απόλυτα η κατανομή του βάρους στους άξονες, επειδή το φορτίο συνεχώς μεταβάλλεται.

Συνοψίζοντας, τον βασικό ρόλο στην ευστάθεια ενός οχήματος στο δρόμο, είτε σε συνθήκες υποστροφής, είτε σε συνθήκες υπερστροφής, παίζει η θέση του κέντρου βάρους του οχήματος. **Αν δηλαδή, το κέντρο βάρους του οχήματος είναι κοντά στον πρόσθιο άξονα, το όχημα έχει τάσεις υποστροφής στην καμπύλη τροχιά. Αντίθετα, όταν το κέντρο βάρους είναι κοντά στον οπίσθιο άξονά του, υπάρχουν τάσεις υπερστροφής.** Τα οχήματα με πρόσθια κίνηση κατά κανόνα υποστρέφουν, ενώ τα οχήματα με οπίσθια κίνηση υπερστρέφουν. Τα οχήματα με κίνηση και στους τέσσερις τροχούς, εφόσον έχουν ομοιόμορφη κατανομή βάρους, έχουν ουδέτερη συμπεριφορά.

6 ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΥΨΩΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ

6.1 Γενικά

Τα ανυψωτικά μηχανήματα, ανάλογα με την επικινδυνότητα, κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες: Κατηγορία **υψηλής, μέσης** και **χαμηλής** επικινδυνότητας.

α) Η κατηγορία της **υψηλής επικινδυνότητας** περιλαμβάνει δύο υποκατηγορίες μηχανημάτων:

> **Υποκατηγορία Υ1:** σε αυτήν υπάγονται τα κάτωθι μηχανήματα:

- γερανοί που λειτουργούν πλησίον της θαλάσσης, (γερανοί ναυπηγοεπισκευαστικής ζώνης),
- γερανοί εξυπηρέτησης λιμένων,
- γερανοί που λειτουργούν σε χαλυβουργία, χυτήρια ή άλλες εγκαταστάσεις όπου διακινούνται επικίνδυνα υλικά (όπως εύφλεκτα, εκρηκτικά, τοξικά, διαβρωτικά), ανυψωτικής ικανότητας ίσης ή άνω των δύο (2) τόνων,
- γερανογέφυρες ανυψωτικής ικανότητας ίσης ή άνω των πέντε (5) τόνων,
- οικοδομικοί πυργογερανοί,
- ανυψωτικές γέφυρες οχημάτων άνω των 4 μ.,
- γερανοί επίτοιχοι ή επί ιστού ανυψωτικής ικανότητας ίσης ή άνω των δύο (2) τόνων.

> **Υποκατηγορία Υ2,** σε αυτήν υπάγονται τα κάτωθι μηχανήματα:

- ανυψωτικά, για τα οποία υπάρχει κίνδυνος πτώσης του χειριστή ή άλλου εργαζόμενου σε αυτά από κατακόρυφο ύψος άνω των τριών μέτρων,
- μηχανήματα έργων που είναι γερανοί,
- καλαθοφόρα,
- γερανοί- εκσκαφείς,
- γερανογέφυρες,

- γερανοί που λειτουργούν σε χαλυβουργεία, χυτήρια ή άλλες εγκαταστάσεις όπου επεξεργάζονται επικίνδυνα υλικά, ανυψωτικής ικανότητας κάτω των δύο (2) τόνων,
- γερανογέφυρες ανυψωτικής ικανότητας έως πέντε (5) τόνων,
- γερανοί επίτοιχοι ή επί ιστού ανυψωτικής ικανότητας κάτω των δύο τόνων.

β) Στη **μεσαία κατηγορία** κατατάσσονται τα εξής μηχανήματα:

- μικροί γερανοί οικοδομών μέχρι 250 Kg (παπαγαλάκια),
- μηχανήματα έργων που είναι αναβατόρια (π.χ. ανύψωσης οικοσκευών, τροφοδοσίας αεροσκαφών, ασθενών επιβατών αεροσκαφών, εξέδρες εργασίας κ.α.),
- αντλίες σκυροδέματος ή περονοφόρα οχήματα,
- ανυψωτικές γέφυρες οχημάτων μέχρι 4 μ.

γ) Στη **χαμηλή κατηγορία** κατατάσσονται τα εξής μηχανήματα:

- γερανοί μετακίνησης οχημάτων (π.χ. τροχαίας),
- χειροκίνητες μηχανές ανύψωσης φορτίου άνω των 100 κιλών,
- αναβατόρια μη αυτοκινούμενα και
- υδραυλικοί μηχανισμοί με ψαλιδωτές εξέδρες, ανυψωτικής ικανότητας άνω των διακοσίων (200) κιλών, με εξαίρεση αυτά, για τα οποία ισχύουν ειδικότερες διατάξεις.

Τα ανυψωτικά μηχανήματα που διατίθενται στην αγορά, τα οποία εγκαθίστανται και λειτουργούν για πρώτη φορά, οφείλουν να ικανοποιούν τις απαιτήσεις των ΠΔ 377/93 και 18/96, καθώς επίσης και τις απαιτήσεις των ΠΔ 394/94 (ΦΕΚ 220/Α/94) και ΠΔ 89/99 (ΦΕΚ 94/Α/13.5.1999). Σε κάθε περίπτωση, τα ανυψωτικά μηχανήματα πρέπει να συνοδεύονται με οδηγίες χρήσης και συντήρησης, καθώς και με αντίστοιχο βιβλίο συντήρησης και ελέγχων, στο οποίο θα αναγράφονται, επίσης, οι εκάστοτε βλάβες και ο τρόπος αντιμετώπισης τους.

6.2 Τυπικοί έλεγχοι

Τα ανυψωτικά μηχανήματα υπόκεινται υποχρεωτικά:

1. Σε αρχικό έλεγχο, Τύπος ΑΑ.

Σκοπός του αρχικού ελέγχου είναι να εξασφαλίσει την ορθή εγκατάσταση και καλή λειτουργία της ανυψωτικής συσκευής. Περιλαμβάνει:

- έλεγχο μελέτης
- ταύτιση των πιστοποιητικών με τα υπάρχοντα εξαρτήματα
- σύγκριση τυχόν μετατροπών με την υπάρχουσα μελέτη

Σημείωση 1: ο αρχικός έλεγχος έχει ισχύ ενός έτους.

Σημείωση 2: η συχνότητα και ο τύπος των ελέγχων εξαρτώνται από την κατηγορία επικινδυνότητας, στην οποία εμπίπτει το κάθε ανυψωτικό μηχάνημα.

2. Σε περιοδικό επανέλεγχο, Τύπος Α (πλήρης έλεγχος) Τύπος Β (μερικός έλεγχος).

Κατά τον περιοδικό επανέλεγχο γίνεται:

- οπτικός έλεγχος μηχανικών και ηλεκτρικών μερών
- οπτικός έλεγχος μεταλλικού σκελετού
- έλεγχος βιβλίων συντήρησης
- έλεγχος βιβλίων επιθεώρησης
- έλεγχος πιστοποιητικών
- έλεγχος σήμανσης, ηχητικών σημάτων, φωτεινών ενδείξεων
- λειτουργικός έλεγχος χωρίς φορτία
- λειτουργικός έλεγχος με φορτία (στατική φόρτιση, δυναμική φόρτιση και δοκιμή ευστάθειας).

6.3 Λειτουργικοί έλεγχοι

Προκειμένου να πάρει άδεια κυκλοφορίας ένα γερανοφόρο όχημα γίνεται ενδελεχής έλεγχος του οχήματος που περιλαμβάνει:

6.3.1 Στατική δοκιμή

Η στατική δοκιμή γίνεται για να διαπιστωθεί η κατασκευαστική καταλληλότητα και η απουσία κατασκευαστικών ατελειών του ανυψωτικού και των επιμέρους κατασκευαστικών του στοιχείων, καθώς και η ευστάθεια του ανυψωτικού. Το φορτίο δοκιμής που ασκείται προοδευτικά πρέπει να ανυψώνεται από 100 mm έως 200 mm πάνω από το έδαφος και να παραμένει αναρτημένο για τουλάχιστον 10min.

Στην περίπτωση ανυψωτικών μεταβλητής ακτίνας, η στατική δοκιμή πρέπει να γίνεται οπωσδήποτε για το ονομαστικό φορτίο που αντιστοιχεί στην μικρότερη ακτίνα, καθώς επίσης και σε θέσεις πλησίον της μέσης και της μέγιστης ακτίνας κατά την εκτίμηση του ελεγκτή.

Η δοκιμή θεωρείται επιτυχής αν:

- α.** μετά το πέρας της δεν παρατηρείται καμία ρωγμή, μόνιμη παραμόρφωση, ρηγμάτωση του χρώματος, χαλάρωση συνδέσεων ή οποιαδήποτε άλλη φθορά που επηρεάζει τη λειτουργία και την ασφάλεια του ανυψωτικού.
- β.** τα σχετικά εξαρτήματα του ανυψωτικού εκτελούν επαρκώς και με ασφάλεια τις λειτουργίες για τις οποίες έχουν προβλεφθεί.

Μετά το πέρας της δοκιμής ακολουθεί οπτικός έλεγχος, από τον οποίο δεν πρέπει να προκύπτει καμία βλάβη ή φθορά των μηχανισμών και των κατασκευαστικών στοιχείων του ανυψωτικού, ούτε χαλάρωση των συνδέσεων.

6.3.2 Δυναμική δοκιμή

Η δυναμική δοκιμή γίνεται κυρίως για να διαπιστωθεί η καλή λειτουργία των μηχανισμών και των φρένων του ανυψωτικού. Οι δυναμικές δοκιμές πρέπει να γίνονται για κάθε κίνηση του ανυψωτικού, ανεξάρτητα η μία από την άλλη εκτός αν προκύπτει από το εγχειρίδιο λειτουργίας ότι κάποιοι συνδυασμοί κινήσεων επάγουν μεγαλύτερες φορτίσεις στους μηχανισμούς του ανυψωτικού μέσου. Οι δοκιμές πρέπει να περιλαμβάνουν επαναλαμβανόμενες εκκινήσεις και σταματήματα καθ' όλη τη

διαδρομή κάθε κίνησης. Κατά τη δοκιμή πρέπει να λαμβάνεται πρόνοια ώστε οι αναπτυσσόμενες επιταχύνσεις, επιβραδύνσεις και ταχύτητες, να είναι κατά το δυνατόν πλησιέστερα στις μέγιστες αποδεκτές από τον κατασκευαστή για την κανονική λειτουργία του ανυψωτικού. Το φορτίο δοκιμής πρέπει να είναι $1.1 \chi P$, όπου P το ονομαστικό φορτίο του ανυψωτικού, εκτός αν ειδικοί λόγοι επιβάλλουν μεγαλύτερη τιμή.

6.3.3 Δοκιμή ευστάθειας

Η δοκιμή αυτή πραγματοποιείται στα αυτοκινούμενα ανυψωτικά προκειμένου να ελεγχθεί η ευστάθεια τους. Κατά τη δοκιμή επιλέγονται από όλους τους συνδυασμούς λειτουργίας εκείνοι, κατά τους οποίους ασκείται στο ανυψωτικό η μεγαλύτερη ροπή ανατροπής.

Η δοκιμή θεωρείται επιτυχής αν κατά τη διάρκεια της δεν παρατηρηθεί ταλάντωση του ανυψωτικού.

6.3.4 Συνθήκες δοκιμών

Πρέπει να σημειώσουμε ότι, είναι υποχρεωτικό να ισχύουν συγκεκριμένες συνθήκες εκτέλεσης δοκιμών:

- 1.** Η εκτέλεση των δοκιμών ανύψωσης φορτίου γίνεται μετά την ενδελεχή επιθεώρηση του ανυψωτικού και τη συναρμολόγηση τυχόν τμημάτων του ανυψωτικού, τα οποία αποσυναρμολογήθηκαν κατά την επιθεώρηση.
- 2.** Μετά την εκτέλεση κάθε δοκιμής πρέπει να ακολουθεί οπτικός ή/και διαστασιολογικός έλεγχος του ανυψωτικού προκειμένου να διαπιστωθεί αν η δοκιμή προκάλεσε βλάβες ή φθορές.
- 3.** Για τις δοκιμές, το ανυψωτικό πρέπει να είναι εφοδιασμένο με τον απαραίτητο εξοπλισμό λειτουργίας υπό το ονομαστικό φορτίο, σύμφωνα με τις προδιαγραφές.
- 4.** Κατά τη διάρκεια των δοκιμών, η ταχύτητα του ανέμου θα πρέπει να είναι η προβλεπόμενη από τον κατασκευαστή και δεν πρέπει να ξεπερνά τα 30 km/h.
- 5.** Ο χειρισμός του ανυψωτικού κατά τη διάρκεια των δοκιμών, πρέπει να γίνεται από αδειούχο χειριστή και να λαμβάνονται όλα τα απαραίτητα μέτρα ασφάλειας.

6. Τα βάρη που χρησιμοποιούνται κατά την εκτέλεση των δοκιμών πρέπει, είτε να προκύπτουν από ζύγισμα σε ελεγμένη γεφυροπλάστιγγα, είτε, όταν αυτό δεν είναι εφικτό, να τεκμηριώνεται με σαφή τρόπο η τιμή τους.

Ακόμη, είναι υποχρεωτικό τα φορτία δοκιμών να είναι σύμφωνα με τα πρότυπα, η δε στατική και δυναμική δοκιμή υπερφόρτισης να μην απαιτούνται ως μέρος του αρχικού ελέγχου, εάν έχουν ήδη διεξαχθεί από κατασκευαστή της συσκευής με την ίδια διάταξη χρήσης. Μόνο αν αυτές οι στατικές και δυναμικές δοκιμές δεν πραγματοποιήθηκαν από τον κατασκευαστή, ή, εάν πραγματοποιήθηκαν με διαφορετική διάταξη των εξαρτημάτων της συσκευής απ' ότι κατά την εγκατάσταση της, απαιτούνται νέες στατικές και δυναμικές δοκιμές υπερφόρτισης.

6.4 ΠΡΟΛΗΨΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

Η ανύψωση φορτίων σε μεγάλο ύψος πάνω από το έδαφος με γεραμούς και γερανογέφυρες, εκτός από τη μεγάλη διευκόλυνση που παρέχει στον άνθρωπο, αποτελεί και ένα διαρκή κίνδυνο δημιουργίας ατυχήματος λόγω κακού χειρισμού, βλάβης φρένων, θραύσης του καλωδίου κ.λπ. Τα συνηθέστερα ατυχήματα ανυψωτικών μηχανημάτων είναι:

- ανατροπές ανυψωτικών από κακή τοποθέτηση φορτίων ή υπερβολική ταχύτητα,
- τραυματισμός ή/και θάνατος εργαζομένων σε χώρους κυκλοφορίας ανυψωτικών μέσων ή κάτω από ανυψωμένα φορτία,
- τραυματισμός ή/και θάνατος εργαζομένων ως αποτέλεσμα χρήσης ανυψωτικού μέσου για ανύψωση ανθρώπων,
- ηλεκτροπληξίες από επαφή ανυψωτικών μέσων ή εξαρτημάτων τους με ηλεκτροφόρα δίκτυα.

Συνεπώς είναι αναγκαίο να καταβάλλεται κάθε δυνατή προσπάθεια για την εξασφάλιση των προϋποθέσεων ασφαλούς εκτέλεσης των εργασιών. **Αυτό επιτυγχάνεται με τον εντοπισμό των αιτιών δημιουργίας των ατυχημάτων και της λήψης ακολούθως προληπτικών μέτρων.**

Από μελέτη στατιστικών στοιχείων ατυχημάτων, τα οποία έχουν συμβεί σε ανυψωτικές μηχανές, προκύπτει ότι τα κύρια αίτια αυτών είναι:

1. εσφαλμένος χειρισμός ανυψωτικών μέσων από χειριστές,
2. υπερφόρτωση του άγκιστρου ανύψωσης,

3. ελλιπής συντήρηση των καλωδίων και των αλυσίδων,
4. πρόωρη φθορά των εξαρτημάτων,
5. αδιαφορία και έλλειψη ενημέρωσης,
6. απασχόληση στα ανυψωτικά μέσα μη αδειούχων ή άπειρων χειριστών,
7. κίνηση προσωπικού σε χώρους διέλευσης οχημάτων ή το αντίστροφο.

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω, ο ανθρώπινος παράγοντας είναι η κυριότερη αιτία των ατυχημάτων και συνεπώς υπάρχουν πολλά περιθώρια βελτίωσης.

6.4.1 Προληπτικά μέτρα κατά τον χειρισμό των γερανών

Για την αποφυγή των ατυχημάτων κατά το χειρισμό των γερανών πρέπει να δίνεται μεγάλη προσοχή στα εξής:

- Να μην ανυψώνεται φορτίο, το οποίο δεν βρίσκεται ακριβώς κάτω από το άγκιστρο ανυψώσεως, πριν ο ειδικός αποφανθεί για τις τυχόν συνέπειες επί του γερανού.
- Πρέπει οπωσδήποτε να υπάρχει κώδικας συνεννοήσεως με τα χέρια μεταξύ του χειριστή του γερανού και του καθοδηγητή επί εδάφους.
- Απαγορεύεται η κίνηση ατόμων κάτω από το ανυψωμένο φορτίο ή η μετακίνηση φορτίου με εργαζόμενους πάνω σε αυτό.
- Όσο αφορά στους κινητούς γεραμούς, πρέπει να εξετάζεται και η κλίση και στερεότητα του εδάφους, ώστε να αποφεύγεται η περίπτωση ανατροπής.
- Κατά την εργασία κοντά σε αγωγούς ηλεκτρικού ρεύματος υψηλής τάσης δεν πρέπει το άγκιστρο να τους πλησιάζει περισσότερο από 2m, προς αποφυγή βραχυκυκλώματος.
- Το φορτίο πρέπει να επιταχύνεται ομαλά, ώστε να αποφεύγεται η υπερβολική καταπόνηση του κινητήρα και των καλωδίων.
- Να γίνεται ρύθμιση του οριακού διακόπτη, ο οποίος αυτομάτως σταματά την ανύψωση, όταν το άγκιστρο φτάσει στο προκαθορισμένο ανώτατο ή κατώτατο όριο. Προς αποφυγή βλάβης του μηχανισμού και προκλήσεως ατυχήματος πρέπει κατά τη ρύθμιση να αφήνεται διάκενο τουλάχιστον 15cm μεταξύ άγκιστρου και του κατωτέρου τμήματος του καλύμματος του τυμπάνου ως και του κατώτατου εμποδίου.

6.4.2 Υπερφόρτωση του άγκιστρου

Η θραύση των καλωδίων λόγω υπερφόρτωσης ή η ανατροπή του ανυψωτικού μηχανήματος αποφεύγεται, όταν η εργασία εκτελείται κανονικώς και **το προσωπικό χειρισμού έχει απαλλαγεί από την επικρατούσα αντίληψη ότι η ανύψωση φορτίων λίγο μεγαλύτερων από την ικανότητα του γερανού δεν δημιουργεί επικίνδυνη κατάσταση.**

Απαραίτητη επίσης είναι η τοποθέτηση πινακίδας επί του γερανού, στην οποία να αναγράφεται το μέγιστο φορτίο ή φορτία ανύψωσης, όταν ο γερανός είναι μεταβλητού ανοίγματος.

Τέλος, πρέπει ανά διαστήματα να ελέγχεται η ανυψωτική ικανότητα των ανυψωτικών μηχανών.

6.4.3 Πρόωρη φθορά εξαρτημάτων

Η πρόωρη φθορά κάποιου εξαρτήματος του γερανού είναι δυνατόν να οφείλεται σε εσφαλμένο υπολογισμό κατά τη σχεδίαση του μηχανήματος ή σε ελαττωματικότητα κατά την κατεργασία, π.χ. ανομοιόμορφο πάχος χυτού τυμπάνου περιελίξεως.

Η αποφυγή ατυχημάτων στην πρώτη περίπτωση επιτυγχάνεται με το λειτουργικό έλεγχο των ανυψωτικών μηχανών υπό συνθήκες μέγιστου φορτίου και τη λήψη των κατάλληλων μέτρων ασφαλείας, όπως η ύπαρξη παρατηρητών και η απαγόρευση προσεγγίσεως ατόμων σε απόσταση ασφαλείας ανάλογα με το είδος και τις διαστάσεις του ανυψωτικού μηχανήματος.

Η δεύτερη περίπτωση είναι η μόνη στην οποία είναι αδύνατη η πρόληψη. Είναι γεγονός όμως ότι τα ατυχήματα που οφείλονται σε αστοχία υλικού δεν υπερβαίνουν το 5%.

6.5 Γενικά μέτρα ασφαλείας

Για τα ανυψωτικά μηχανήματα με ηλεκτροκίνητο κινητήρα πρέπει:

- Να αναγράφεται η τάση λειτουργίας στα πινακίδια με τα χαρακτηριστικά λειτουργίας των ηλεκτρικών εξαρτημάτων.
- Να χρησιμοποιούνται οι κατάλληλες ηλεκτρικές ασφάλειες του κυκλώματος που συστήνει ο κατασκευαστής.
- Οι επιφάνειες πάνω στις οποίες κινείται το φορείο, δεν πρέπει να επιχρίωνται με βαφές, διότι επηρεάζεται η μετακίνηση των φορείων και η γείωση.

Όσο αφορά στην τροχιά που ακολουθούν τα ανυψωτικά μηχανήματα πρέπει:

- Να δίνεται προσοχή στην κατάλληλη κάμψη των τροχιών σε περίπτωση καμπύλης τροχιάς.
- Οι κλίσεις να μην είναι μεγαλύτερες του 2%, εφόσον η μορφολογία του χώρου επιβάλλει την κλίση.
- Στα άκρα των τροχιών να τοποθετούνται συγκρατητήρες για να αποφεύγεται ο εκτροχιασμός των φορείων.

Συνοπτικά, η σωστή χρήση των γερανών εξασφαλίζεται όταν ελέγχονται κατάλληλα τα ακόλουθα:

- διαγράμματα ασφαλούς φορτίου
- ικανότητα των μηχανικών βαρούλκων
- φύση του εδάφους – επαρκής φέρουσα ικανότητα
- καιρικές συνθήκες (άπνοια, διεύθυνση και ένταση του αέρα κ.ο.κ.)
- συνεχής διατήρηση σε επάρκεια όλων των μηχανικών και ηλεκτρικών βαρούλκων των γερανών και συστηματική συντήρηση των μηχανημάτων
- καθημερινός έλεγχος της κατάστασης των συρματοσχοινων και αντικατάσταση με την πρώτη ένδειξη φθοράς

6.5.1 Σημεία που πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή

F Σε γερανούς μεταβλητής ακτίνας δράσης πρέπει να σημειώνονται σε θέση ορατή από το χειριστήριο, τα φορτία ασφαλείας για τις διάφορες ακτίνες λειτουργίας και ο δείκτης της ακτίνας της κεραίας.

F Πρέπει να υπάρχουν ορατές ενδείξεις των ορίων ασφαλούς χρήσης κοντά στο χειριστήριο.

F Η επιφάνεια έδρασης του ανυψωτικού πρέπει να είναι επαρκούς αντοχής.

F Πρέπει να έχει εξασφαλισθεί η καλή έδραση (με φορέα, στρωτήρες ή άλλο) και στερέωση (με αντίβαρα ή αγκύρωση) ακόμα και μικρών γερανών τοποθετημένων πάνω σε πλάκες.

F Η ευστάθεια των ανυψωτικών μηχανημάτων γενικά πρέπει να είναι εξασφαλισμένη ακόμα και όταν δεν λειτουργούν.

F Τα μηχανήματα δεν πρέπει να υπερφορτώνονται, ούτε για μικρό χρονικό διάστημα.

F Πρέπει να υπάρχει μέριμνα προστασίας των ίδιων των μηχανημάτων και των γειτονικών τους στοιχείων από κραδασμούς.

F Απαγορεύεται τα ανυψωτικά μηχανήματα να μεταφέρουν άτομα.

F Απαγορεύεται να χρησιμοποιούνται ή να εγκαθίστανται γερανοί υπό καιρικές συνθήκες, οι οποίες είναι δυνατόν να δημιουργήσουν προβλήματα ευστάθειας και γενικότερα ατυχημάτων.

F Απαγορεύεται η κυκλοφορία ατόμων κάτω από ανυψωτικά μηχανήματα ή/και ανυψούμενα φορτία, καθώς και η περιφορά φορτίων πάνω από άτομα.

F Απαγορεύεται η προσέγγιση ανυψωτικών ή άλλων μηχανημάτων, τμήματός τους ή του φορτίου τους σε ηλεκτρικούς αγωγούς, δίκτυα κ.λπ.

F Ο χειρισμός των ανυψωτικών μηχανημάτων πρέπει να γίνεται μόνον από χειριστές οι οποίοι διαθέτουν κατάλληλη άδεια και την οποία φέρουν πάντα μαζί τους.

F Πρέπει να γίνεται έλεγχος των πιστοποιητικών καταλληλότητας των ανυψωτικών μηχανημάτων καθώς και των πιστοποιητικών επιθεώρησης συντήρησης

F Πρέπει να εξασφαλίζεται πλήρης ορατότητα της φόρτωσης, εκφόρτωσης, ανύψωσης και μεταφοράς του φορτίου και εάν αυτό δεν είναι εφικτό, να εξασφαλίζεται η ύπαρξη κατάλληλα εκπαιδευμένου προσώπου ως «σηματωρού» ή «κουμανταδόρου».

F Απαγορεύεται η ελεύθερη αιώρηση φορτίων, η μη κατακόρυφη ανύψωση, η υπερφόρτωση των μηχανών και η ανύψωση ή εναπόθεση φορτίων πέραν της προβολής του βραχίονα.

Τέλος, ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δώσουμε στα εξής:

F Τα άγκιστρα πρέπει να είναι τύπου ασφαλείας, με διάταξη που να εμποδίζει την τυχαία απαγκίστρωση των εξαρτημένων φορτίων.

- F** Να αποφεύγεται η τριβή με μεταλλικές επιφάνειες, η έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες και η υπερφόρτωση πάνω από το όριο αντοχής των εξαρτημάτων.
- F** Τα συρματόσχοινα πρέπει να ελέγχονται οπτικά και να λιπαίνονται τακτικά.
- F** Απαγορεύεται η χρήση συρματόσχοινου, όταν επί μήκους 10πλάσιου της διαμέτρου, ο ολικός αριθμός των ορατών θραυσμένων συρμάτων υπερβαίνει το 5% ή έχουν σπάσει πάνω από 3 σύρματα του ίδιου κλώνου.
- F** Τα τύμπανα των βαρούλκων καθώς και οι αύλακες των τροχαλιών πρέπει να έχουν λείες επιφάνειες, η διάμετρος του τυμπάνου πρέπει να είναι τουλάχιστον εικοσαπλάσια της διαμέτρου του συρματόσχοινου που χρησιμοποιείται.
- F** Η διάμετρος του συρματόσχοινου που χρησιμοποιείται δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη του πλάτους του αύλακος της τροχαλίας.
- F** Οι τροχαλίες που βρίσκονται σε θέσεις στις οποίες ενδέχεται να εμπλακεί χέρι εργαζόμενου πρέπει να είναι εφοδιασμένες με κατάλληλη προστατευτική διάταξη.
- F** Οι οδηγοί των αντίβαρων πρέπει να είναι κατάλληλα προφυλαγμένοι.
- F** Απαγορεύεται η χρήση αλυσίδας, ως ανυψωτικού εξαρτήματος, η οποία έχει βραχυνθεί ή που συνδέθηκε με άλλη αλυσίδα με κοχλία και περικόχλιο μέσω των κρίκων της
- F** Η πρόσδεση του αγκίστρου στο σχοινί πρέπει να γίνεται με ειδικό κόμβο που θα αποκλείει τη χαλάρωση της ανάρτησης.
- F** Σε περίπτωση χρησιμοποίησης καινούριου σχοινοῦ, πριν την τοποθέτησή του πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα για την απόσβεση των συστροφών.
- F** Η στερέωση αγκίστρου σε συρματόσχοινο γίνεται με καρδιά ή αγκύλιο ή άλλα εξαρτήματα εγγυημένης αντοχής.
- F** Η σύσφιξη του συρματόσχοινου γίνεται με τη χρήση ειδικών σφικτήρων.
- F** Κατά την περιέλιξη συρματόσχοινου σε τύμπανο, οι σπείρες πρέπει να βρίσκονται κοντά-κοντά και ομοιόμορφα κατανεμημένες, για αποφυγή μόνιμων παραμορφώσεων και χαλάρωση της πλοκής του συρματόσχοινου.
- F** Πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στο συνδυασμό της φοράς πλοκής του συρματόσχοινου και της φοράς περιέλιξης επί του τυμπάνου, ώστε η περιέλιξη-εκτύλιξη να γίνεται αβίαστα και ομαλά.
- F** Εφόσον υπάρχουν ιδιαίτερες ενδείξεις (π.χ. σκουριά), οι οποίες πείθουν για την κακή κατάσταση του συρματόσχοινου είναι αναγκαία η αντικατάστασή του, ανεξάρτητα του αριθμού των θραυσμένων συρμάτων.

F Απαγορεύεται η χρήση αλυσίδας, κρίκου, δακτυλίου, αγκίστρου, συνδετήρα ή κοχλιωτού κρίκου εάν έχουν υποστεί επιμήκυνση, μετασκευή ή επισκευή με συγκόλληση.

6.6 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΓΕΡΑΝΩΝ

6.6.1 Πρόγραμμα συντήρησης

Οι απαιτήσεις συντηρήσεως εξαρτώνται από τη συχνότητα χρησιμοποίησεως του γερανού και από το περιβάλλον, π.χ. γερανοί εκτεθειμένοι στις καιρικές συνθήκες απαιτούν πιο συχνή επιθεώρηση σε σχέση με άλλους, τοποθετημένους εντός στεγασμένων χώρων.

Για να είναι αποτελεσματική η συντήρηση επιβάλλεται **η σχεδίαση ενός πίνακα συντηρήσεως, όπου θα αναγράφονται οι κύριες εργασίες συντηρήσεως και οι επιτρεπόμενες ώρες λειτουργίας μεταξύ δύο περιοδικών επιθεωρήσεων.** Σαν παράδειγμα αναφέρουμε την επιθεώρηση των καλωδίων, για τα οποία οι εταιρείες κατασκευής συνιστούν κατά μέσο όρο την εκτέλεση της επιθεώρησης ανά 50 ώρες λειτουργίας ή μία φορά το μήνα. Αν ο γερανός εντός δέκα ημερών συμπληρώσει 50 ώρες λειτουργίας, πρέπει να γίνει επιθεώρηση καλωδίων. Αν όμως, λόγω μη συχνής χρησιμοποίησης την 29^η ημέρα από την προηγούμενη επιθεώρηση έχει εργαστεί μόνο 30 ώρες, τότε πρέπει την επόμενη να επιθεωρηθεί.

Παρακάτω θα παραθέσουμε τις βασικές εργασίες περιοδικής συντηρήσεως. Τονίζεται όμως ότι πάντοτε πρέπει να ακολουθείται το πρόγραμμα συντηρήσεως της κατασκευαστικής εταιρείας του ανυψωτικού μηχανήματος.

- Û** Λειτουργικός έλεγχος οριακού διακόπτη.
- Û** Έλεγχος ψηκτρών.
- Û** Έλεγχος ηλεκτρικού κυκλώματος.
- Û** Έλεγχος καλωδίων και τυμπάνων.
- Û** Λίπανση καλωδίων και τυμπάνων.
- Û** Έλεγχος αγκίστρων για ύπαρξη ρωγμών.
- Û** Επιθεώρηση φορέων.

- Û Έλεγχος σύσφιξης όλων των κοχλιών.
- Û Έλεγχος πάχους δίσκου πέδης.
- Û Αλλαγή λαδιού στα κιβώτια οδοντωτών τροχών.

6.6.2 Συντήρηση καλωδίων των γερανών

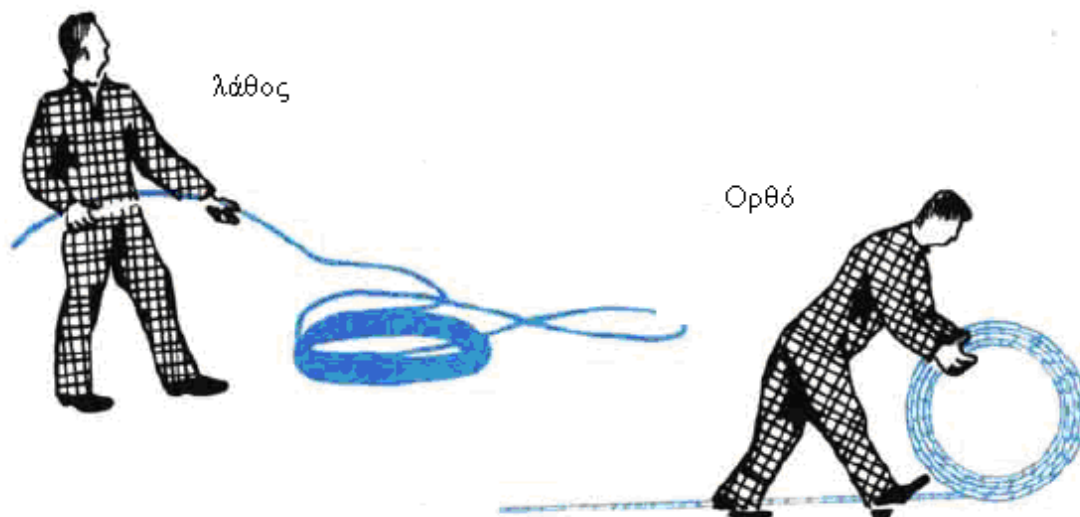
Η πολύωρη δυναμική καταπόνηση προκαλεί συσσωρευτική εξασθένηση των καλωδίων, η οποία οδηγεί στην σταδιακή θραύση των συρμάτων και τελικώς των καλωδίων. Άλλη μία σημαντική αιτία θραύσης των καλωδίων είναι η διάβρωση, η οποία μειώνει την ενεργό διατομή τους και δημιουργεί τραχείες επιφάνειες προκαλώντας έτσι κατά την τριβή του καλωδίου, τη θραύση των συρμάτων. Ιδιαίτερη διάβρωση υφίσταται το τμήμα του καλωδίου που εφάπτεται της τροχαλίας, όταν ο γερανός παραμένει αχρησιμοποίητος για μεγάλο διάστημα. Επίσης, είναι δυνατό να εισχωρήσει υγρασία στο εσωτερικό του καλωδίου.

Η διάβρωση αντιμετωπίζεται με τη λίπανση. Η καλύτερη λίπανση επιτυγχάνεται με την επάλειψη του λιπαντικού με πινέλο. Πριν από τη λίπανση πρέπει να καθαρίζεται το καλώδιο ώστε να μην παραμένουν ακαθαρσίες και υγρασία κάτω από το λιπαντικό. Ο καθαρισμός δεν πρέπει να επιχειρείται με διαλυτικό, διότι αυτό διεισδύει και διαλύει το λιπαντικό, το οποίο κατά την κατασκευή του καλωδίου έχει τοποθετηθεί γύρω από τον πυρήνα. Ως λιπαντικό πρέπει να χρησιμοποιείται αυτό το οποίο συνιστά ο κατασκευαστής των καλωδίων.

Η λίπανση επιβάλλεται και για τους εξής λόγους:

- Για τη μείωση της τριβής μεταξύ των συρμάτων λόγω της συστροφής, την οποία υφίστανται κατά την διέλευσή τους γύρω από τις τροχαλίες.
- Για τη μείωση της τριβής μεταξύ των καλωδίων και των τυμπάνων ή των τροχαλιών.

Για λόγους ασφαλείας τα καλώδια πρέπει να αντικαθιστώνται, όταν μία δέσμη θραυσθεί ή ο αριθμός των θραυσμένων συρμάτων υπερβεί το όριο που έχει θέσει ο κατασκευαστής για το συγκεκριμένο τμήμα του καλωδίου. Κατά την επιθεώρηση των καλωδίων πρέπει να κόβεται το προεξέχον του καλωδίου τμήμα με τα μεμονωμένα θραυσμένα σύρματα, με μία ψαλίδα. Κατά την τοποθέτηση νέου καλωδίου στο τύμπανο πρέπει αυτό να τοποθετείται στο έδαφος κατά τον ορθό τρόπο.



Εικόνα 52: Λανθασμένος και ορθός τρόπος απλώματος του καλωδίου

Αν το καλώδιο απλωθεί όπως φαίνεται αριστερά, θα ελαττωθεί η διάρκεια ζωής του καλωδίου λόγω στρεπτικής καταπόνησης των κλώνων.

6.6.3 Συντήρηση των αλυσίδων των γερανών

Η κυριότερη αιτία καταστροφής των αλυσίδων είναι η οξείδωση, διότι όχι μόνο εξασθενεί το μέταλλο, αλλά προκαλεί και εστία ρωγμών. Η συντήρηση των αλυσίδων περιλαμβάνει τον καθαρισμό, την επάλειψη με ένα λεπτό στρώμα λιπαντικού και έλεγχο των κρίκων με εφελκυσμό.

6.6.4 Συντήρηση των κιβωτίων οδοντωτών τροχών

Η διάρκεια ζωής των οδοντωτών τροχών εξαρτάται κυρίως από τη συνεχή ύπαρξη λαδιού, κατάλληλου να δημιουργεί το απαιτούμενο λεπτό στρώμα λιπάνσεως (film). Γι' αυτό απαιτείται περιοδική αντικατάσταση του λαδιού λιπάνσεως κατά χρονικά διαστήματα, τα οποία καθορίζονται από τις προδιαγραφές. Η αμέλεια αντικατάστασης του λαδιού προκαλεί ταχεία φθορά των οδόντων, διότι η παρατεταμένη χρήση μειώνει το ιξώδες του λαδιού και το μολύνει με ψήγματα προερχόμενα από την τριβή των μετάλλων.

7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Για να αποκτήσει άδεια κυκλοφορίας ένα γερανοφόρο όχημα μεσαίας ανυψωτικής ικανότητας το Υπουργείο Μεταφορών και Συγκοινωνιών απαιτεί να ακολουθηθεί μία συγκεκριμένη διαδικασία, βάσει νομοθεσίας. Ο ιδιοκτήτης του γερανοφόρου οχήματος παίρνει αρχικά το απαραίτητο ζυγολόγιο από το δημόσιο ΚΤΕΟ, όπου φαίνεται η φόρτιση των αξόνων του φορτηγού με τον γερανό πλέον εγκατεστημένο πάνω του. Στη συνέχεια, απευθύνεται σε ένα μηχανικό, ο οποίος μετά την αυτοψία στο γερανοφόρο όχημα καταγράφει τις απαραίτητες μετρήσεις και συμπληρώνει το πρακτικό επιθεώρησης. Αφού ολοκληρωθεί η παραπάνω διαδικασία, ο μηχανικός είναι πλέον σε θέση να συντάξει τη μελέτη, (όπως αναλύσαμε στο τεύχος αυτό), και να συμπεράνει, αν το γερανοφόρο όχημα αντέχει τις φορτίσεις που δέχεται κατά τη λειτουργία του και αν υπάρχει κίνδυνος ανατροπής του.

Ακόμη, μία τελευταία αλλά βασικότερη ενέργεια που πρέπει να γίνει, είναι η επιθεώρηση του γερανοφόρου οχήματος και η διενέργεια των απαραίτητων δοκιμών με φορτία. Ο μηχανικός που θα αναλάβει το έργο αυτό πρέπει να είναι πιστοποιημένος από το κράτος. Έτσι, τώρα ο ιδιοκτήτης έχει στα χέρια του όλα τα απαραίτητα έγγραφα για να περάσει το όχημά του από τον έλεγχο του τεχνικού τμήματος του Υπουργείου Μεταφορών και Συγκοινωνιών και κατόπιν να παραλάβει την άδεια κυκλοφορίας από το τμήμα των αδειών.

Συνοψίζοντας, πρέπει να τονίσουμε την ευθύνη που έχει ο μηχανικός που αναλαμβάνει την σύνταξη των μελετών, διότι με την υπογραφή του αναγνωρίζει ότι το εκάστοτε γερανοφόρο όχημα είναι ικανό να αντέξει τις φορτίσεις κατά τις διάφορες φάσεις λειτουργίας του (πίσω φόρτιση, μπροστινή φόρτιση, πλαϊνή φόρτιση) και ότι δεν διατρέχει κανένα κίνδυνο ανατροπής. Φυσικά, δεν παραλείπουμε να τονίσουμε και την ευθύνη του ιδιοκτήτη του οχήματος, στη συμμόρφωσή του με τις οδηγίες του μηχανικού, στην ορθή και τακτική συντήρηση του οχήματός του και στην τακτική επανάληψη των υποχρεωτικών επιθεωρήσεων.

8 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Στα παραρτήματα παραθέτουμε:

1. ΦΕΚ 1405/17-7-2008, «Έκδοση αδειών κυκλοφορίας γερανοφόρων φορτηγών οχημάτων»,
2. ΦΕΚ 121/5-7-2004, Τροποποίηση του Π.Δ. 395/1994 «Ελάχιστες προδιαγραφές ασφάλειας και υγείας για τη χρησιμοποίηση εξοπλισμού εργασίας από τους εργαζόμενους κατά την εργασία τους σε συμμόρφωση με την οδηγία 89/655/ΕΟΚ» (Α' 220) όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει, σε συμμόρφωση με την οδηγία 2001/45/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27^{ης} Ιουνίου 2001....,
3. ΦΕΚ 1186/25-8-2003, «Κανονισμός Ελέγχων Ανυψωτικών Μηχανημάτων»,
4. Προεδρικό Διάταγμα: 31/90, «Επίβλεψη λειτουργίας, χειρισμός και συντήρηση μηχανημάτων εκτέλεσης τεχνικών έργων», ΦΕΚ 11/Α/5-2-1990,
5. Φυλλάδια λειτουργίας του κατασκευαστή για το γερανό τύπου FASSI,
6. Το πρακτικό επιθεώρησης.

9 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) “Ανυψωτικά Μηχαναί”, Νικ. Ι. Θεοφανόπουλου, Γ. Ν. Μαλαχία, Αθήναι 1980
- 2) “Ανυψωτικά Μηχανήματα”, Γ. Μαλαχίας, Δεύτερη έκδοση
- 3) “Ανυψωτικά και Μεταφορικά Μηχανήματα”, Κωνσταντίνος Ι. Στεργίου, Ιωάννης Κ. Στεργίου, Σύγχρονη Εκδοτική
- 4) “Συστήματα Αυτοκινήτου Ι”, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Ανδρινός Νικόλαος, Παναγιωτίδης Παναγιώτης, Παπαδόπουλος Νικόλαος, Αθήνα 2001
- 5) Υδραυλικά – Πνευματικά Συστήματα Αυτοματισμού, Α.Τ. ΡΟΥΤΟΥΛΑΣ
- 6) “Τεχνική μηχανική , αντοχή των υλικών”, ΒΟΥΘΟΥΝΗ Π.Α, Αθήνα 1998
- 7) Applied pneumatics and hydraulics – H, tutorial – Hydraulic and pneumatic cylinders”
- 8) Training Basic Hydraulics, Parker,
- 9) Understanding Truck Mounted Hydraulic Systems, Muncle Power Products
- 10) Miralbes R., Castejon L., “Design and Optimisation of Crane Jibs for Forklift Trucks”
- 11) Παρουσιάσεις: «Ανυψωτικά Μηχανήματα» & «Μηχανήματα Τεχνικών Έργων», Ενδυνάμωση του Τμήματος Επιθεώρησης Εργασίας καθώς και του ευρύτερου δημόσιου τομέα και των ιδιωτικών επιχειρήσεων, με σκοπό τη βελτίωση των συνθηκών εργασίας στους τομείς των κατασκευών, των εξορυκτικών βιομηχανιών και των λιμενικών εργασιών, Αρ.Συμβ.: CY2005/17/643.03.01.01
- 12) www.yme.gr
- 13) www.elinyae.gr
- 14) www.fassi.de