

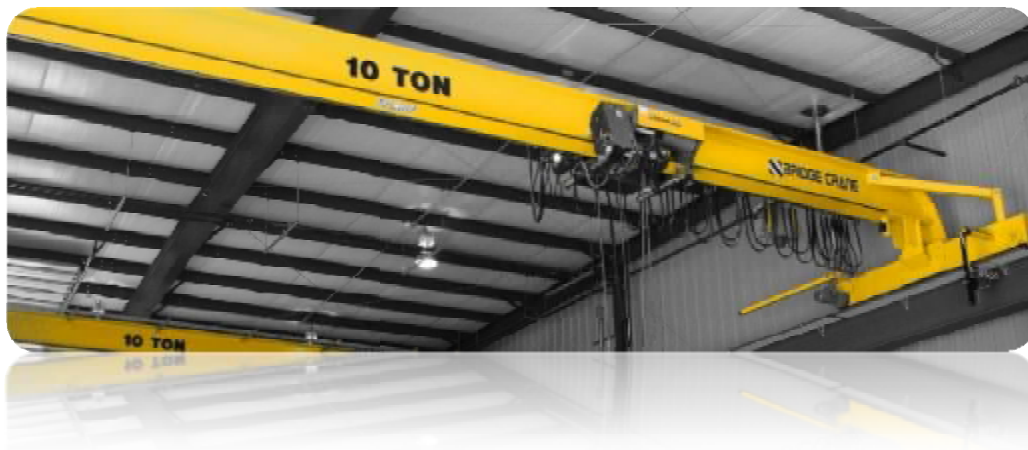
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ



ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΑΣ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ
ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΑΝΥΨΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ
10 ΤΟΝΩΝ ΚΑΙ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ 15 ΜΕΤΡΩΝ**



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΤΣΑΚΛΑΣ ΠΑΡΙΣ-ΘΕΟΔΩΡΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ
ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΠΑΤΡΑ 2019

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Πτυχιακή Εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Δυτικής Ελλάδας και αναφέρεται στην στατική μελέτη και την ηλεκτρονική σχεδίαση μιας γερανογέφυρας ανοίγματος 15 μέτρων και ανυψωτικής ικανότητας 10 τόνων.

Οι γερανογέφυρες είναι βασικό εργαλείο στο χώρο του κατασκευαστικού τομέα. Χρησιμοποιούνται από μικρά μηχανουργεία μέχρι και μεγάλες βιομηχανίες για τις ανυψώσεις και τις μετακινήσεις τεμαχίων. Η ευκολία που παρέχουν στους χειριστές έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των νεκρών χρόνων κατι που συμβάλλει φυσικά στην αύξηση της παραγωγικότητας αλλά και της ασφάλειας στον χώρο εργασίας.

Τα βασικά στοιχεία που συνθέτουν την γερανογέφυρα, θα επιλεγούν αφού πρώτα γίνει έλεγχος για την αντοχή τους. Κάποια από τα επιμέρους στοιχεία της γερανογέφυρας όπως τροχοί, άξονες και ρουλεμάν, έχουν επιλεγεί από κατασκευαστές οι οποίοι και αναφέρονται. Ο σχεδιασμός όλων των επιμέρους στοιχείων και η μεταξύ τους σύνδεση θα δώσουν το τελικό αποτέλεσμα, που θα είναι σύμφωνα με τα δεδομένα της μελέτης.

Ευχαριστώ θερμά τους γονείς και την αδερφή μου, που με στήριξαν σε όλο το διάστημα εκπόνησης της εργασίας αυτής, και φυσικά τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κύριο Γιαννόπουλο Ανδρέα, Αναπληρωτή Καθηγητή του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε., για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου προσέφερε για την υλοποίηση της εργασίας.

Τσάκλας Πάρις Θεόδωρος
Φεβρουάριος 2019

Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστή: Ο κάτωθι υπογεγραμμένος σπουδαστής έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, έχω δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Ο σπουδαστής
Τσάκλας Πάρις - Θεόδωρος

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην συγκεκριμένη μελέτη θα αναλυθούν τα βήματα τα οποία ακολουθούνται προκειμένου να κατασκευαστεί μια γερανογέφυρα που προορίζεται για εργοστάσια μεταλλικών κατασκευών. Η γερανογέφυρα της μελέτης θα έχει άνοιγμα 15 μέτρα και ανυψωτική ικανότητα 10 τόνων. Η γερανογέφυρα μέσω του ηλεκτρικά χειριζόμενου βαρούλκου αλλά και των τροχών μετακίνησης της, μπορεί να κινεί τεμάχια σε όλο το μήκος και πλάτος του χώρου που βρίσκεται. Το ύψος της είναι κατι που μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τη διάταξη του χώρου στον οποίο θα εγκατασταθεί, αφού οι δοκοί στους οποίους μετακινείται διαφέρουν για τις ανάγκες του κάθε εργοστασίου.

Η μελέτη θα αναπτυχθεί σε 5 κεφάλαια. Στο πρώτο θα γίνει αναφορά στο δομικό χάλυβα όπου θα αναφερθούμε στις μηχανικές κατεργασίες που υποβάλλεται ο χάλυβας προκειμένου να παραχθούν όλα τα προϊόντα του τα οποία χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον από τις κατασκευαστικές εταιρίες και βιομηχανίες.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, θα γίνει αναφορά στα συστήματα ανύψωσης και μεταφοράς φορτίων και τεμαχίων. Θα μιλήσουμε για βασικά γερανοφόρα οχήματα όπως οι αυτοκίνητοι γερανοί και τα Κλαρκ. Επίσης, θα αναφερθούμε σε διάφορους τύπους περιστρεφόμενων γερανών αλλά και γεραμούς με πυλώνες, χρήση των οποίων γίνεται σε ναυπηγεία και χώρους φόρτωσης πλοίων και τρένων. Τέλος θα επισημάνουμε τα σημεία εκείνα που διαφοροποιούν τις γερανογέφυρες και πως αυτά περιορίζουν τις δυνατότητες τους.

Στο τρίτο κεφάλαιο, θα αναφερθούμε σε ατυχήματα κατά τη χρήση γερανογεφυρών και θα εξετάσουμε τα αίτια τους. Έπειτα, θα περιγράψουμε τους τρόπους με τους οποίους πρέπει να χειριζόμαστε τα ανυψωτικά μηχανήματα ειδικά σε χώρους που συνυπάρχουν με άλλα άτομα.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, θα ξεκινήσουμε τον υπολογισμό των δυνάμεων και ροπών και αφού επιλέξουμε τυποποιημένες διατομές των γερμανικών προτύπων για όλα τα τμήματα της γερανογέφυρας, θα ελέγξουμε την αντοχή τους σε φορτίσεις εφελκυστικές και θλιπτικές. Έπειτα θα αναφερθούμε εν συντομία στις μεθόδους συγκολλήσεων και θα εξετασθούν τα σημεία της μελέτης που είναι συνδεδεμένα με συγκεκριμένους τύπους συγκολλήσεων. Κάποια από τα εξαρτήματα της κατασκευής είναι επιλεγμένα βάσει των καταλόγων εταιριών και για το λόγο αυτό οι πίνακες με τα χαρακτηριστικά τους έχουν προστεθεί.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, θα παρουσιαστεί ο τρισδιάστατος σχεδιασμός όλων των επιμέρους στοιχείων της γερανογέφυρας. Τα σχέδια απεικονίζουν μερικές από τις κρισιμότερες διαστάσεις των τεμαχίων και σε κάποιες περιπτώσεις φαίνονται δύο ή και περισσότερες όψεις τους. Η σχεδίαση έλαβε χώρα με τη χρήση του προγράμματος Solidworks. Τεμάχια των οποίων ο σχεδιασμός δεν αποτελεί κομμάτι της μελέτης όπως το βαρούλκο με το ηλεκτρικό φορείο, προστέθηκαν έτοιμα από τον μηχανολογικό διαδικτυακό ιστότοπο GrabCAD. Συνθέτοντας όλα τα σχεδιασμένα τμήματα, τελικά γίνεται η παρουσίαση του ολοκληρωμένου έργου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ
ΠΕΡΙΛΗΨΗ
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Ο ΧΑΛΥΒΑΣ, ΟΙ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ ΤΟΥ ΚΑΙ ΤΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΤΟΥ	1
1.1 ΔΟΜΙΚΟΣ ΧΑΛΥΒΑΣ	1
1.2 ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ ΧΑΛΥΒΑ	1
1.2.1 Έλαση	2
1.2.2 Διέλαση	3
1.2.3 Ολκή	4
1.3 ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΑΠΟ ΧΑΛΥΒΑ	5
2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΥΨΩΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΦΟΡΤΙΩΝ	7
2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ ΑΝΥΨΩΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	7
2.2 ΓΕΡΑΝΟΦΟΡΑ ΟΧΗΜΑΤΑ	8
2.2.1 Μικρά Οχήματα (Clark)	8
2.2.2 Μεγάλα Οχήματα (Αυτοκίνητοι γερανοί)	9
2.3 ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟΙ ΓΕΡΑΝΟΙ	10
2.3.1 Περιστρεφόμενοι γερανοί κολώνας	10
2.3.2 Γερανοί Προβόλου	11
2.3.3 Γερανοί περιστρεφόμενου πύργου	12
2.4 ΓΕΡΑΝΟΙ ΜΕ ΠΥΛΩΝΕΣ	13
2.4.1 Γερανοί Ναυπηγείων	13
2.4.2 Γερανοί φόρτωσης πλοίων και τρένων	14

2.5 ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΕΣ	15
2.5.1 Αναρτώμενες γερανογέφυρες	15
2.5.2 Επικαθήμενες γερανογέφυρες	16
3. ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΚΑΤΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΩΝ.....	17
3.1 ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ.....	17
3.2 ΒΑΣΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΑΣΦΑΛΟΥΣ ΧΡΗΣΗΣ ΑΝΥΨΩΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ.....	19
3.3 ΚΡΙΣΙΜΑ ΣΗΜΕΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	23
4. ΜΕΛΕΤΗ ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΑΣ ΓΙΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ ΚΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ	24
4.1 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	24
4.2 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΗΣ ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΑΣ.....	25
4.3 ΕΠΙΛΟΓΗ ΒΑΡΟΥΛΚΟΦΟΡΕΙΟΥ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ ΣΥΡΜΑΤΟΣΧΟΙΝΟΥ	26
4.3.1 Έλεγχος συρματόσχοινου	29
4.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΥΡΙΑΣ ΔΟΚΟΥ	34
4.5 ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΠΛΑΓΙΟΦΟΡΕΩΝ.....	38
4.5.1 Επιλογή Ορθογωνικής Διατομής για τη δοκό των πλαγιοφορέων	40
4.5.2 Επιλογή τροχών και αξόνων των πλαγιοφορέων	44
4.5.3 Επιλογή Ρουλεμάν για τους τροχούς	45
4.5.4 Τελική διαμόρφωση των πλαγιοφορέων	47
4.6 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΔΟΚΩΝ ΚΥΛΙΣΕΩΣ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΡΟΧΙΑΣ	48
4.7 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΔΟΚΩΝ ΚΥΛΙΣΕΩΣ	49
4.8 ΚΟΛΩΝΕΣ ΤΩΝ ΔΟΚΩΝ ΚΥΛΙΣΕΩΣ	56
4.9 ΈΛΕΓΧΟΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ.....	63
4.9.1 Γενικά για της Συγκολλήσεις	63
4.9.2 Μέθοδοι Συγκόλλησης	64
4.9.3 Ελαττώματα Συγκολλήσεων	68
4.9.4 Ποιοτικός Έλεγχος Συγκολλήσεων.....	69
4.9.5 Έλεγχος Συγκόλλησης κολώνας-βάσης.....	70
4.9.6 Έλεγχος Συγκόλλησης κύριας δοκού στη (βιδωτή) βάση του πλαγιοφορέα.....	73
5. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	76
5.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΥΡΙΟΥ ΦΟΡΕΑ.....	76
5.2 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΠΛΑΓΙΟΦΟΡΕΩΝ	77
5.3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΤΡΟΧΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΞΟΝΩΝ ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΠΟΣΤΑΤΩΝ ΤΩΝ ΤΡΟΧΩΝ	81

5.4 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΗΣ ΓΕΡΑΝΟΤΡΟΧΙΑΣ	86
5.5 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΔΟΚΩΝ ΚΥΛΙΣΕΩΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΟΚΩΝ ΣΤΗΡΙΞΕΩΣ ΑΥΤΩΝ.....	87
5.6 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΛΑΚΑΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΤΩΝ ΔΟΚΩΝ ΚΥΛΙΣΗΣ	88
5.7 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΛΑΚΑΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΤΩΝ ΚΟΛΩΝΩΝ	89
5.8 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΝΕΥΡΩΝ ΤΩΝ ΚΟΛΩΝΩΝ.....	90
5.9 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΟΧΛΙΩΝ, ΠΕΡΙΚΟΧΛΙΩΝ ΚΑΙ ΔΑΚΤΥΛΙΩΝ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ.....	94
5.10 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΛΚΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΤΕΡ ΤΩΝ ΠΛΑΓΙΟΦΟΡΕΩΝ.....	97
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	101
ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ.....	102

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα πτυχιακή πραγματεύεται τη μελέτη και το σχεδιασμό μιας γερανογέφυρας που προορίζεται για ένα εργοστάσιο μεταλλικών κατασκευών. Η κατασκευή ενός τέτοιου έργου είναι αρκετά περίπλοκη, καθώς οι μελέτες και οι υπολογισμοί πρέπει να είναι αυστηροί και όλες οι προδιαγραφές να βρίσκονται εντός των πλαισίων. Με τη χρήση της επιστήμης της αντοχής των υλικών αλλά και της στατικής, οι υπολογισμοί εκτελούνται με τόση ακρίβεια έτσι ώστε να παρέχεται στο σχεδιαστικό κομμάτι ακόμα και η πιο μικρή λεπτομέρεια. Στη μελέτη που ακολουθεί υπάρχει μια συνοχή στους υπολογισμούς κάτι που διαβεβαιώνει ότι όλοι οι υπολογισμοί έχουν γίνει με πρώτο και κύριο κριτήριο την άρτια αντοχή όλων των τμημάτων. Οι περισσότερες διατομές όπως δοκοί τύπου HEA και HEB αλλά και κοίλες ορθογωνικές διατομές, είναι τυποποιημένες και εύκολα μπορεί κανείς να τις βρει στο εμπόριο ετοιμοπαράδοτες ή ακόμα και κατόπιν παραγγελίας. Κατά τη συγγραφή της πτυχιακής δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση ώστε όλα όσα γράφτηκαν να είναι κατανοητά προς τον αναγνώστη. Αυτό επιτεύχθηκε με τη χρήση επεξηγήσεων στα περισσότερα σημεία των υπολογισμών. Επίσης η χρήση εικόνων και πινάκων συντελούν σε αυτό το κομμάτι αφού, ο αναγνώστης για όποια απορία έχει δεν χρειάζεται να ανατρέχει σε καταλόγους εταιριών.

Η παρούσα μελέτη ξεκινά με την επιλογή του βαρουλκοφορείου. Αυτό επιλέχτηκε με γνώμονα την ανυψωτική ικανότητα της γερανογέφυρας της μελέτης η οποία και είναι 10 τόνοι. Έπειτα ακολούθησε ο υπολογισμός της κύριας δοκού την οποία αποτελεί μια μονή δοκός διπλού ταυ από χάλυβα ποιότητας St52 με μήκος 15 μέτρα. Στη συνέχεια ξεκίνησε η μελέτη των δυο πλαγιοφορέων. Το κύριο σώμα αποτελείται από μια χαλύβδινη ορθογωνική κοίλη διατομή ποιότητας St52. Η διατομή αυτή θα φιλοξενήσει στο εσωτερικό της τους δυο τροχούς που θα της επιτρέπουν να κινείται. Την ομαλή και αξιόπιστη κύλιση εγγυώνται τα τρία ρουλεμάν τύπου 6209-Z που υπάρχουν σε κάθε τροχό και είναι ικανά να φέρουν όλα τα φορτία της φορτωμένης γερανογέφυρας. Οι τροχιές στις οποίες κινείται η γερανογέφυρα είναι τυποποιημένες γερανοτροχιές και επιλέγονται βάσει των τροχών των πλαγιοφορέων. Οι τροχιές αυτές συγκολλούνται ή

συγκρατούνται με ειδικές πιάστρες σε δοκούς ΗΕΑ οι οποίες ονομάζονται δοκοί κυλίσεως της γερανογέφυρας. Τέλος οι δοκοί κυλίσεως στερεώνονται στο επιθυμητό ύψος με τη χρήση δοκών ανά 6 μέτρα. Σε δυο τουλάχιστον σημεία χρησιμοποιούνται συγκολλήσεις για την ένωση ή τη συγκράτηση των τεμαχίων. Προσπαθούμε λοιπόν, εν συντομία να περιγράψουμε μερικούς τύπους συγκόλλησης αλλά και τρόπους με τους οποίους συχνά διαπιστώνουμε την ποιότητα αυτών.

Τεμάχια όπως δακτύλιοι, κοχλίες, περικόχλια και ροδέλες επιλέχτηκαν για να τοποθετηθούν, αντί συγκολλήσεων, σε σημεία που διευκολύνουν τη συντήρηση της γερανογέφυρας.

Τέλος, πρέπει να αναφέρουμε πως το φορείο του βαρούλκου, το βαρούλκο, το άγκιστρο και τα δυο μοτέρ των πλαγιοφορέων επιλέχτηκαν έτοιμα από το εμπόριο για άμεση χρήση.

1. Ο ΧΑΛΥΒΑΣ, ΟΙ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ ΤΟΥ ΚΑΙ ΤΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΤΟΥ

1.1 ΔΟΜΙΚΟΣ ΧΑΛΥΒΑΣ

Ο χάλυβας αποτελεί το πιο κοινό κατασκευαστικό υλικό. Παράγεται από τις χαλυβουργίες και είναι το σημαντικότερο βιομηχανικό υλικό. Χρησιμοποιείται από πολλούς κλάδους όπως η αρχιτεκτονική και η ναυπηγική. Η αντοχή του και η αντίσταση στις φθορές τον καθιστά ένα από τα καλύτερα και πιο αξιόπιστα υλικά. Είναι ένα κράμα σιδήρου και άνθρακα 2,05% κατά βάρος. Οι χάλυβες χωρίζονται σε δυο βασικές κατηγορίες που είναι οι εξής:

∅ Οι μη κραματωμένοι χάλυβες.

Τέτοιοι χάλυβες είναι οι χάλυβες υψηλής αντοχής και οι κοινοί χάλυβες.

∅ Οι κραματωμένοι χάλυβες.

Τέτοιοι χάλυβες είναι οι ανοξείδωτοι και οι αντιδιαβρωτικοί χάλυβες. Η περιεκτικότητά τους σε νικέλιο, χρώμιο και πυρίτιο είναι αυξημένη ώστε να παρουσιάζουν αντοχή στις διαβρώσεις.

1.2 ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ ΧΑΛΥΒΑ

Για παραχθούν τα προϊόντα του δομικού χάλυβα από τις σιδηρεμπορικές βιομηχανίες γίνεται χρήση τριών μηχανικών διεργασιών οι οποίες μας δίνουν πλατέα και επιμήκη προϊόντα. Παρακάτω θα περιγράψουμε τις κατεργασίες αυτές.

1.2.1 Έλαση

Η τεχνική της έλασης στην ουσία είναι η κυλινδρική ή επίπεδη μορφοποίηση του μετάλλου. Το τεμάχιο κατά τη διάρκεια της έλασης έχει τη μορφή ράβδου ή πλάκας και διερχόμενο μέσα από δυο ράουλα αντίστροφης περιστροφής μορφοποιείται πλαστικά. Το προϊόν σαν αποτέλεσμα έχει μικρότερο πάχος και μεγαλύτερο μήκος. Η έλαση γίνεται ή με τη χρήση υψηλών θερμοκρασιών ή με τη χρήση χαμηλών θερμοκρασιών. Η έλαση χωρίζεται σε δυο υποκατηγορίες. Πρώτη είναι η έλαση πλάκας, που δεν παρατηρείται αλλαγή στην μεταβολή του πλάτους του προϊόντος. Δεύτερη είναι η έλαση μπιγέτας όπου έχουμε μεταβολή στο πλάτος του προϊόντος.

Ανάλογα με τη φάση της έλασης αλλά και της μορφής του προϊόντος που παράγει υπάρχει και η αντίστοιχη τυποποίηση.

Οι κατηγορίες είναι οι εξής δυο:

1. Τα ημικατεργασμένα προϊόντα τα οποία είναι:

- Ø Μπιγέτα πρώτης έλασης (τετραγωνικής διατομής έως και $15 * 15 \text{ cm}^2$)
- Ø Μπιγέτα μικρότερων τετραγωνικών διατομών
- Ø Πλάκες ορθογωνικής διατομής.

2. Τα τελικά προϊόντα τα οποία είναι:

- Ø Μορφοδοκοί, δακτύλιοι και ήλοι.
- Ø Ελάσματα πάχους από 1mm έως 6mm (λωρίδες, λαμαρίνες).

Το έλαστρο είναι η εργαλειομηχανή η οποία παράγει όλα τα επιμήκη προϊόντα. Αποτελείται από τα ράουλα τα οποία είναι περαστά σε άξονες και με τη χρήση κουζινέτων περιστρέφονται ελεύθερα. Την κίνηση στα ράουλα μεταδίδει ένας ηλεκτροκινητήρας με τη χρήση μειωτήρα. Τα ράουλα είναι από χάλυβα και η διατομή τους είναι ίδια σε όλο το μήκος τους. Για τη δημιουργία προϊόντων όπως οι δοκοί, το έλαστρο πρέπει να αποτελείται τουλάχιστον από τέσσερα ράουλα καθώς έτσι θα μορφοποιήσουν το προϊόν σε όλους τους άξονες.



Εικόνα 1.21: Θερμή έλαση επιμήκους προϊόντος.
Πηγή: google.com

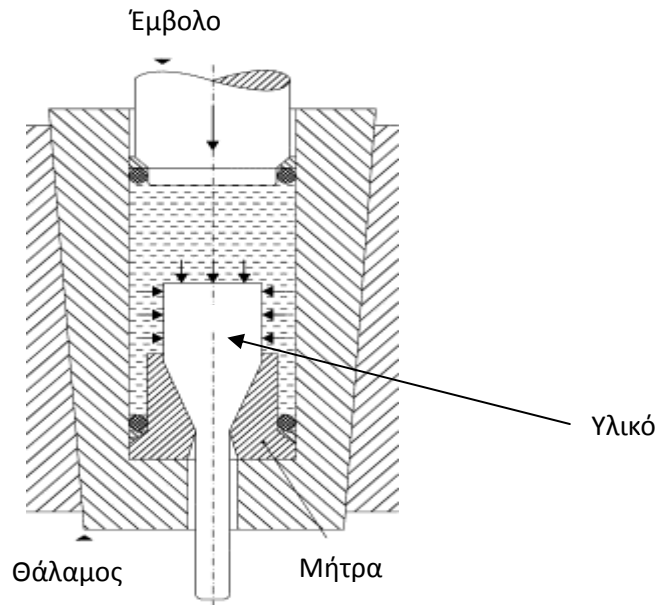
1.2.2 Διέλαση

Κατά τη διέλαση το τεμάχιο συμπιέζεται με τη βοήθεια ενός εμβόλου μέσα σε ένα μεταλλικό θάλαμο. Το υλικό με τη βοήθεια της ειδικά διαμορφωμένης μήτρας παίρνει το επιθυμητό σχήμα. Η διέλαση μπορεί να δώσει προϊόντα αρίστης ποιότητας καθώς από αυτή παράγονται σωλήνες χωρίς ραφή και προϊόντα “προφίλ”. Η πίεση του εμβόλου γίνεται με τη βοήθεια υδραυλικής πρέσας και η ταχύτητα του εμβόλου ρυθμίζεται με κριτήριο την σκληρότητα του υλικού.

Υπάρχουν τέσσερεις μέθοδοι διέλασης.

- Ø Πρώτη είναι η κλασσική διέλαση (άμεση) κατά την οποία το τεμάχιο συμπιέζεται στη ίδια κατεύθυνση με το έμβολο και γλιστράει στα τοιχώματα του θαλάμου. Αυτό σαν αποτέλεσμα έχει τη δημιουργία μεγάλων δυνάμεων τριβής.
- Ø Δεύτερη μέθοδος είναι η έμμεση διέλαση. Στη περίπτωση αυτή το έμβολο είναι ένα με τη μήτρα και καθώς αυτό κινείται, ενώ το τεμάχιο παραμένει ακίνητο, το μορφοποιημένο υλικό εξέρχεται από την οπή διαφυγής στον άξονα του εμβόλου.
- Ø Τρίτη μέθοδος είναι η κρουστική διέλαση. Η ταχύτητα του εμβόλου είναι αρκετά μεγάλη. Ο θάλαμος έχει αντικατασταθεί από μια αβαθή κοιλότητα και το πιεσμένο υλικό ρέει στο περίγραμμα αυτής. Η μέθοδος αυτή είναι για μαλακά υλικά όπως το αλουμίνιο ή ο ψευδάργυρος.

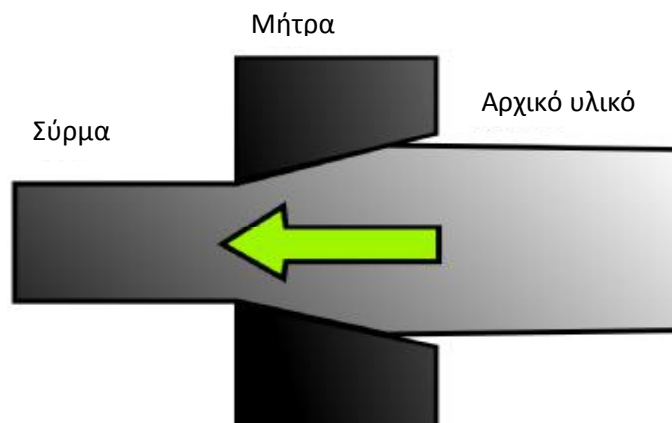
- Ø Τέταρτη μέθοδος είναι η υδροστατική διέλαση. Στην περίπτωση αυτή ο θάλαμος γεμίζει με υγρό που συμπιέζεται από το έμβολο. Η απουσία τριβής και η ομοιομορφία που παρέχει η πίεση του υγρού έχει ως αποτέλεσμα ένα πολύ ποιοτικό προϊόν.



Εικόνα 1.2.2: Υδροστατική διέλαση.
 Πηγή: sciencedirect.com

1.2.3 Ολκή

Η μορφοποίηση ενός μετάλλου με ελκυσμό, δηλαδή τράβηγμα, ονομάζεται ολκή. Το μεταλλικό τεμάχιο αναγκάζεται να περάσει μέσα από μια πολύ μικρή μήτρα με σκοπό να μειωθεί δραματικά το πάχος του. Η ολκή χρησιμοποιείται για την παραγωγή συρμάτων.



Εικόνα 1.2.3: Παραγωγή Σύρματος.
 Πηγή: Wikipedia.com

1.3 ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΑΠΟ ΧΑΛΥΒΑ

Τα προϊόντα που μπορούν να παραχθούν από τις βιομηχανίες σιδήρου είναι πάρα πολλά και οι ποιότητες τους επίσης. Με τη βοήθεια των τεχνολογικών επιτευγμάτων η παραγωγή γίνεται ολοένα και πιο εύκολη αλλά και γρήγορη. Τα σχήματα και οι μορφές που πλέον μπορούμε να δώσουμε στο χάλυβα μας παρέχουν την δυνατότητα να κατασκευάσουμε σχετικά εύκολα εργαλεία που θα μας λύσουν τα χέρια.

Παρακάτω φαίνονται βασικά προϊόντα του χάλυβα:



Εικόνα 1.3i

Πηγή: google.com

Υψίκορμοι δοκοί διπλού ταυ



Εικόνα 1.3ii

Πηγή: google.com

Ορθογωνικές κοίλες διατομές



Εικόνα 1.3iii

Πηγή: google.com

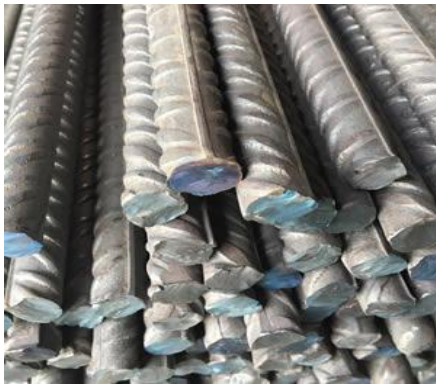
Δοκοί τύπου Π



Εικόνα 1.3iv

Πηγή: google.com

Κυλινδρικές χαλύβδινες
σωλήνες



Εικόνα 1.3iv

Πηγή: google.com

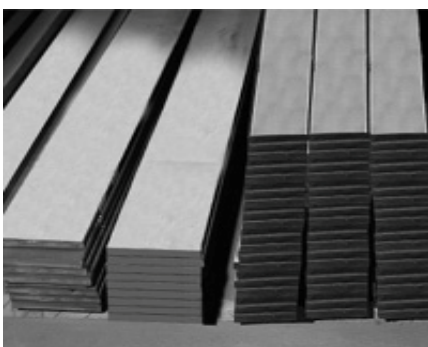
Χάλυβας οπλισμού
σκυροδέματος



Εικόνα 1.3vi

Πηγή: google.com

Ράβδοι γωνιακής ισοσκελούς
διατομής



Εικόνα 1.3vii

Πηγή: google.com

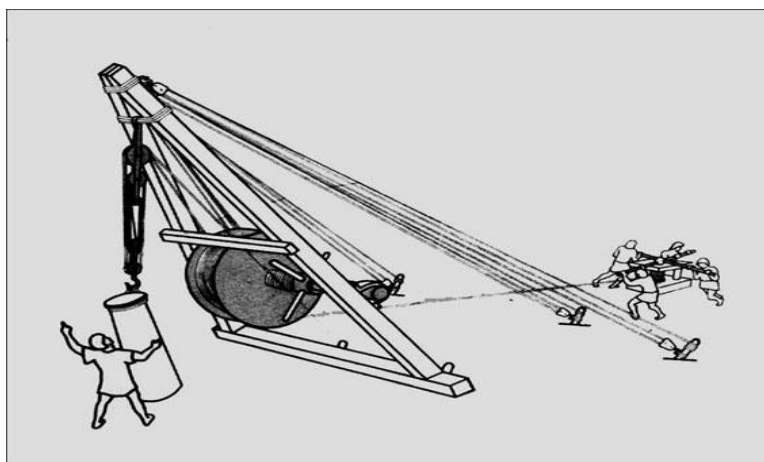
Ράβδοι ορθογωνικής διατομής

2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΥΨΩΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΦΟΡΤΙΩΝ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ ΑΝΥΨΩΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Ο γερανός αποτελεί μια από τις κυριότερες μηχανολογικές εφευρέσεις του ανθρώπου. Από την αρχαιότητα, οι γερανοί χρησιμοποιούνταν για την κατασκευή κτηρίων. Ήταν κατασκευασμένοι από ξύλο και ο μόνος τρόπος για να λειτουργήσουν ήταν η σωματική άσκηση προερχόμενη από τη δύναμη τόσο των ανθρώπων που τους χειρίζονταν όσο και των ζώων που τους βοηθούσαν. Με το πέρασμα των αιώνων και κυρίως με τον ερχομό της βιομηχανικής επανάστασης οι γερανοί πλέον κατασκευάζονταν από χάλυβα και χυτοσίδηρο. Αυτό φυσικά συνέβαλε αρκετά στην εξέλιξη των γερανών αφού πλέον η αντοχή τους ήταν σαφώς ανώτερη.

Όμως τη σημαντικότερη εξέλιξη αποτέλεσε η χρήση των ατμομηχανών ως μηχανική δύναμη τον 19^ο αιώνα οι οποίοι, αργότερα αντικαταστάθηκαν από της μηχανές εσωτερικής καύσης και τους ηλεκτρικούς κινητήρες. Στις μέρες μας τα υδραυλικά συστήματα αποτελούν την καλύτερη λύση αφού μας επιτρέπουν να ανυψώνουμε πολύ βαριά φορτία γρήγορα, αξιόπιστα και με ασφάλεια. Οι γερανοί κατατάσσονται σε αρκετές κατηγορίες και έχουν αρκετές μορφές, καθεμιά από τις οποίες εξειδικεύεται στο δικό της ξεχωριστό πεδίο.



Εικόνα 2.1: Αρχαίος Ρωμαϊκός τρίσπαστος γερανός.
Πηγή: bloggruastomi.es/la-historia-de-la-grua-industrial

2.2 ΓΕΡΑΝΟΦΟΡΑ ΟΧΗΜΑΤΑ

Σκοπός των γερανοφόρων οχημάτων είναι η ευκολία στη μεταφορά ενός ανυψωτικού συστήματος σε μέρη όπου είναι αδύνατον να εγκατασταθεί ένας γερανός ή μια γερανογέφυρα. Επίσης η ανάγκη για φορτώσεις, μεταφορές και εγκαταστάσεις βιομηχανικού εξοπλισμού καθιστούν τα οχήματα αυτά άκρως αναγκαία και χρήσιμα.

2.2.1 Μικρά Οχήματα (Clark)

Τα οχήματα Clark ή αλλιώς περονοφόρα οχήματα αποτελούν έναν ιδανικό τρόπο φόρτωσης και μεταφοράς φορτίων σε περιοχές αρκετά στενές και μικρές. Το σύστημα διεύθυνσής τους είναι σχεδιασμένο με τρόπο τέτοιο που ο χειριστής μπορεί να κινηθεί με γρήγορους ελιγμούς. Το σύστημα ανύψωσης είναι σχεδιασμένο να λειτουργεί με τη βοήθεια του κινητήρα του οχήματος κάτι το οποίο του επιτρέπει να σηκώνει φορτία αρκετά μεγάλα σε σχέση με το μέγεθος του. Το πίσω μέρος του οχήματος είναι αρκετά βαρύ και λειτουργεί ως αντίβαρο.



Εικόνα 2.2.1: Περονοφόρο όχημα.
Πηγή: uprent.gr

2.2.2 Μεγάλα Οχήματα (Αυτοκίνητοι γερανοί)

Οι αυτοκίνητοι γερανοί είναι οχήματα ομαλού και ανωμάλου δρόμου τα οποία διαθέτουν περιστρεφόμενες και τηλεσκοπικές κεραίες. Ο χειρισμός τους γίνεται με τη χρήση των χειριστηρίων τα οποία μέσω του υδραυλικού συστήματος μετακινούν και υψώνουν την κεραία. Τέτοια οχήματα μπορεί να είναι απλά φορητά, κοινώς παπαγαλάκια, ή τετρακίνητα φορητά με υπερμεγέθη ελαστικά.



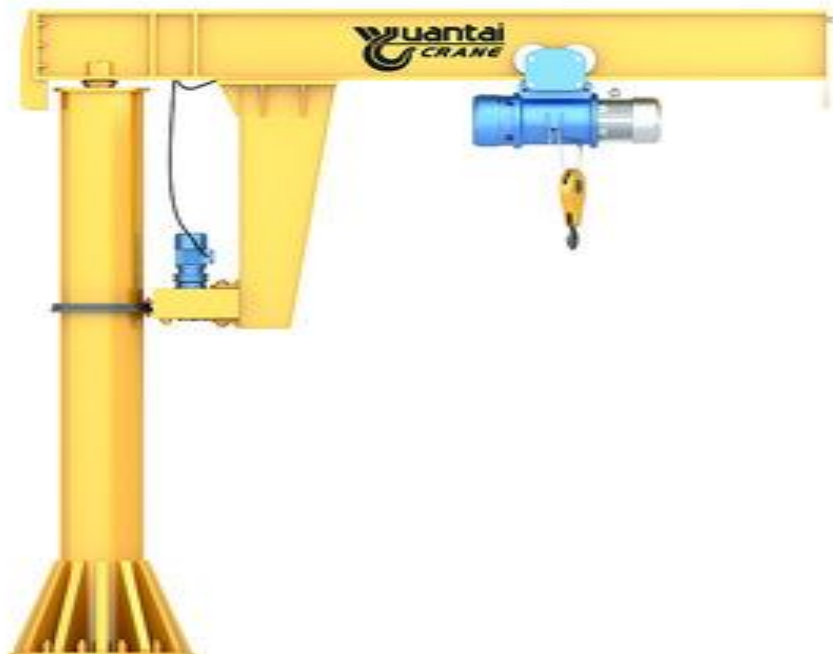
Εικόνα 2.2.2: Γερανοφόρο όχημα τηλεσκοπικής κεραίας.
Πηγή: chinaliftmachinery.com

2.3 ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟΙ ΓΕΡΑΝΟΙ

Οι περιστρεφόμενοι γερανοί είναι από τους σημαντικότερους τύπους γερανών. Χρησιμοποιούνται σε εργοστάσια κατασκευών, χώρους συναρμολόγησης, σε γραμμές συναρμολόγησης αλλά και σε εξωτερικούς χώρους για την ανέγερση και επισκευή κτηρίων. Η κίνηση του προβόλου συμβαίνει γύρω από τον στύλο στήριξης του, και την ανέγερση των φορτίων αναλαμβάνουν μετακινούμενα ηλεκτρικά βαρούλκα.

2.3.1 Περιστρεφόμενοι γερανοί κολώνας

Οι γερανοί αυτοί αποτελούνται από έναν σωληνωτό στύλο που συνήθως είναι πακτωμένος στο έδαφος. Στο πάνω μέρος του στύλου βρίσκεται ο περιστρεφόμενος βραχίονας που συνήθως κατασκευάζεται από υψίκορμους δοκούς. Την περιστροφή 360° μοιρών εξασφαλίζει ένα ηλεκτρικό μοτέρ και η κίνηση μεταδίδεται από αυτό με τη βοήθεια γραναζιών. Μπορούν να υψώσουν φορτία έως και 8 τόνους και το άνοιγμά τους σε κάποιες περιπτώσεις φτάνει τα 8 μέτρα.

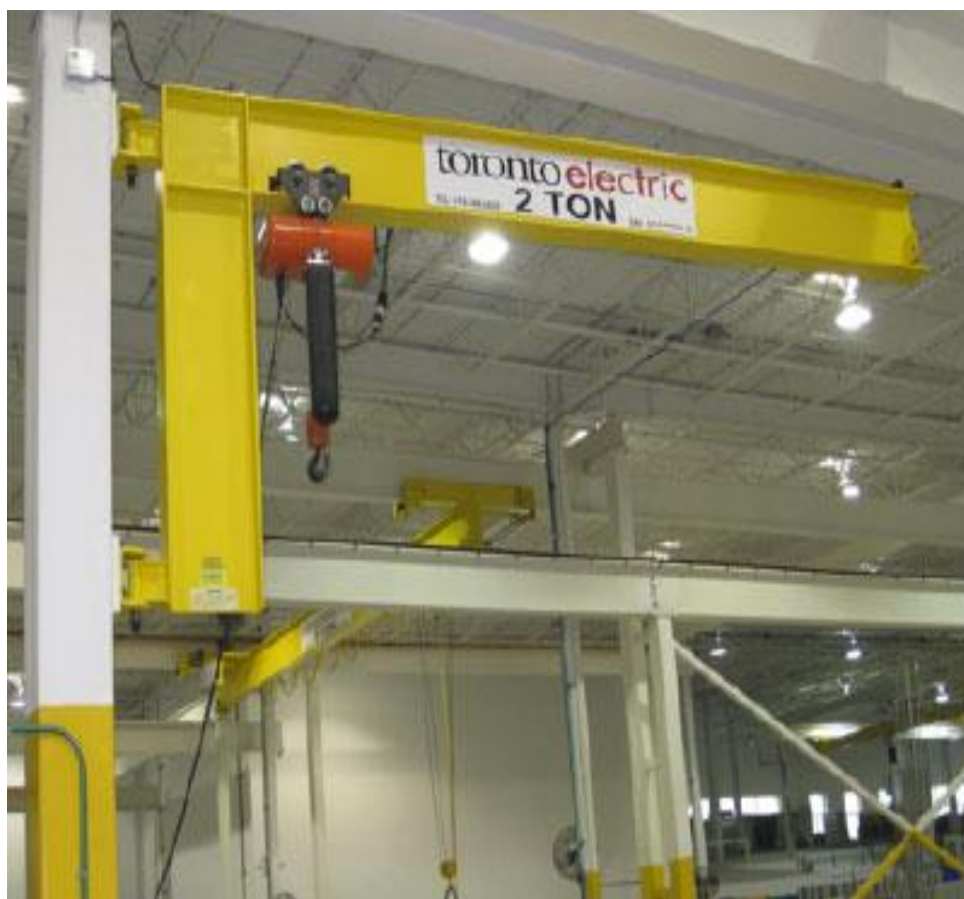


Εικόνα 2.3.1: Περιστρεφόμενος γερανός.

Πηγή: google.com

2.3.2 Γερανοί Προβόλου

Οι περιστρεφόμενοι γερανοί προβόλου συνήθως είναι αναρτημένοι σε τοίχους ή σκελετούς κτηρίων. Ο βραχίονας τους είναι στις πιο πολλές περιπτώσεις μια υψίκορμη δοκός τύπου IPN. Το εύρος της κίνησης τους είναι μικρότερο από αυτό των περιστρεφόμενων και για το λόγο αυτό συχνά τους συναντάμε σε γραμμές συναρμολόγησης. Η ανυψωτική τους ικανότητα είναι επίσης μικρότερη όπως και τα ανοίγματα τους. Τα βαρούλκα μπορεί να είναι είτε ηλεκτρικά είτε χειροκίνητα.



Εικόνα 2.3.2: Περιστρεφόμενος γερανός τοίχου.
Πηγή: torontoelectric.com

2.3.3 Γερανοί περιστρεφόμενου πύργου

Οι περιστρεφόμενοι γερανοί πύργου είναι ψηλοί πύργοι κατασκευασμένοι από δικτυώματα. Ο βραχίονας ή κεραία, είναι επίσης κατασκευασμένος από δικτυώματα. Αυτό συμβαίνει για να κρατηθεί το βάρος της όλης κατασκευής σε όσο το δυνατόν χαμηλότερα επίπεδα γίνεται καθώς επίσης για την αντιμετώπιση των δυνάμεων του ανέμου. Η ευστάθεια επιτυγχάνεται με τη χρήση αντίβαρων που τοποθετούνται αντικριστά στο φορείο αλλά και στη βάση του πύργου. Οι γερανοί πύργου συνήθως χρησιμοποιούνται για την κατασκευή οικοδομικών έργων και την επισκευή υψηλών κτηρίων. Τα ανοίγματά τους μπορεί να φτάσουν έως και τα 60 μέτρα και το μήκος ανύψωσης τα 100.



Εικόνα 2.3.3: Περιστρεφόμενος γερανός πύργου.
Πηγή: indiamart.com

2.4 ΓΕΡΑΝΟΙ ΜΕ ΠΥΛΩΝΕΣ

Οι γερανογέφυρες που προορίζονται για εργασίες σε εξωτερικούς χώρους συνήθως, στηρίζονται σε πυλώνες. Οι πυλώνες στις βάσεις συνδέονται με τους πλαγιοφορείς οι οποίοι πατάνε στις τροχιές. Οι τροχιές αυτές συνδέονται κατευθείαν στο έδαφος. Αποτέλεσμα όλου αυτού είναι ότι τέτοιες γερανογέφυρες έχουν πολύ μεγάλες ανυψωτικές ικανότητες που σε διάφορες περιπτώσεις φτάνουν έως και τους 800 τόνους.

2.4.1 Γερανοί Ναυπηγείων

Οι γερανοί των ναυπηγείων συνήθως αποτελούνται από δυο κύριους φορείς. Μπορεί να έχουν παραπάνω από ένα φορείο, τα οποία τοποθετούνται στην κορυφή των φορέων. Επίσης τα πολλαπλά φορεία μπορούν να κινούνται ανεξάρτητα το ένα από το άλλο.



Εικόνα 2.4.1: Γερανογέφυρα ναυπηγείου με δυο φορεία.

Πηγή: google.com

2.4.2 Γερανοί φόρτωσης πλοίων και τρένων

Οι γερανοί φόρτωσης πλοίων και τρένων κατασκευάζονται πάντα με πυλώνες. Τα ανοίγματα τους μπορεί να φτάσουν και τα 40 μέτρα και το ύψος τους τα 80. Τα φορεία τους έχουν τη δυνατότητα να περιστρέφονται για να μπορούν να παραλαμβάνουν τα φορτία είτε από τα πλοία είτε από τα τρένα και να τα εναποθέτουν στα φορητά οχήματα. Οι ανυψωτικές ικανότητες τέτοιων γερανών μπορεί να φτάσουν και τους 100 τόνους.



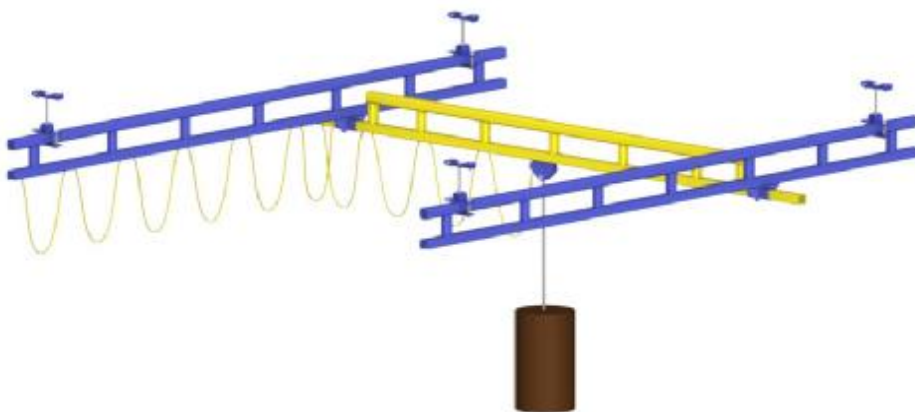
Εικόνα 2.4.2: Γερανογέφυρα φορτοεκφόρτωσης.
Πηγή: google.com

2.5 ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΕΣ

Οι γερανογέφυρες είναι ο συνηθέστερος τρόπος μετακίνησης τεμαχίων σε εργοστάσια και σε μηχανουργεία. Μπορούν να καλύψουν μια μεγάλη επιφάνεια εργασίας αφού έχουν τη δυνατότητα να κινούνται κατά το μήκος και το πλάτος του χώρου που είναι εγκατεστημένες. Οι ανυψωτικές ικανότητες τους μπορεί να φτάνουν και τους 80 τόνους ανάλογα πάντα με τον τύπο τους.

2.5.1 Αναρτώμενες γερανογέφυρες

Οι αναρτώμενες γερανογέφυρες ή και κρεμαστές, αναρτώνται από το υψηλότερο μέρος του κτηρίου και η μετακίνησή τους γίνεται χάρη στους τροχούς τριβής. Οι τροχοί αυτοί πατούν συνήθως σε υψίκορμες δοκούς. Τέτοιου τύπου γερανοί τοποθετούνται σε κτήρια που η ανάγκη για μεγάλους χώρους μετακίνησης είναι μεγάλη και έτσι δεν είναι δυνατό να υπάρχουν κολώνες. Η ανύψωση του φορτίου γίνεται με ηλεκτρικό βαρούλκο. Ένα μειονέκτημα των αναρτώμενων γερανογεφυρών είναι ότι δεν μπορούν να ανυψώσουν φορτία μεγαλύτερα των 7 τόνων.

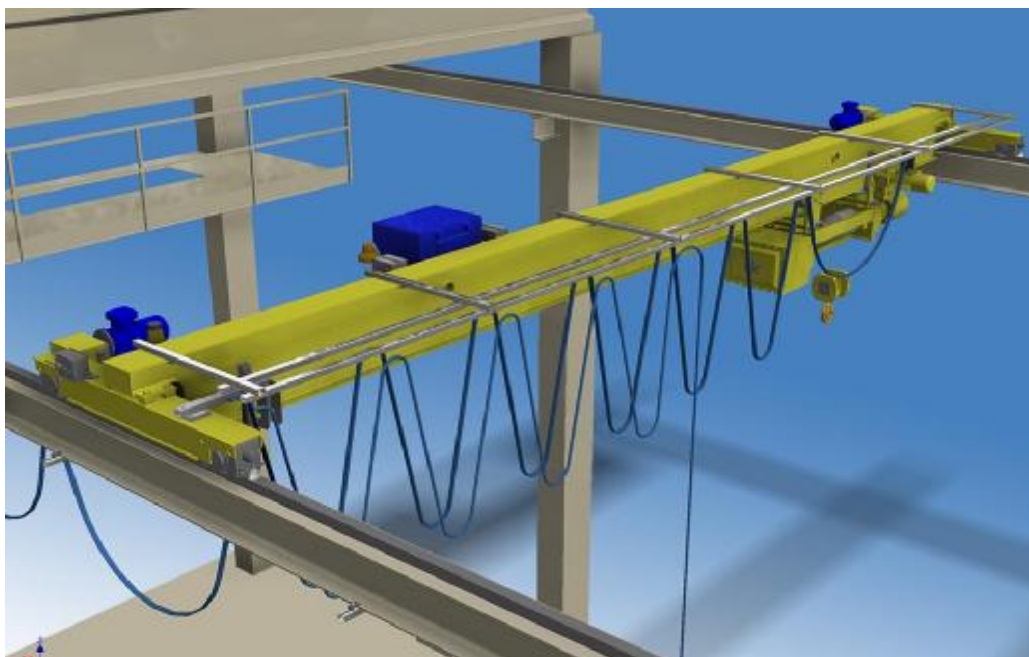


Εικόνα 2.5.1: Αναρτώμενη γερανογέφυρα.

Πηγή: aec-carolina.com

2.5.2 Επικαθήμενες γερανογέφυρες

Οι επικαθήμενες γερανογέφυρες είναι παρόμοιες με τις κρεμαστές. Κύρια διαφορά τους είναι ότι αυτές κινούνται πάνω σε γερανοτροχιές στηριγμένες σε κολώνες. Αυτό σημαίνει πως μπορούν να υψώσουν πολύ βαρύτερα φορτία. Η κύρια δοκός η οποία και φέρει το βαρουλκοφορείο, μπορεί να είναι μονού ή διπλού φορέα. Οι φορείς είναι κατασκευασμένοι είτε από δοκούς διπλού ταυ είτε από κατασκευές κιβωτίου με ενσωματωμένα νεύρα. Για φορτία έως και 10 τόνων και άνοιγμα μέχρι 16,2 μέτρα, τον φορέα μπορεί να αποτελεί μια δοκός διπλού ταυ. Για βαρύτερα φορτία ενδείκνυνται οι κατασκευές κιβωτίου.



Εικόνα 2.5.1: Επικαθήμενη γερανογέφυρα.

Πηγή: bridgecrane.com

3. ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΚΑΤΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΩΝ

3.1 ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ

Δυστυχώς σε χώρους εργασίας όπως τα εργοστάσια, τα μηχανουργεία, τα ναυπηγεία αλλά και τις αποθήκες βαρέως εξοπλισμού αρκετές φορές σημειώνονται ατυχήματα κατά τη μεταφορά των φορτίων. Τα πιο συνηθισμένα από αυτά οφείλονται στους παρακάτω παράγοντες.

- Ø Στην εσφαλμένη φόρτωση του γερανού.
- Ø Στην αδιαφορία και την έλλειψη ενημέρωσης και από μεριάς χειριστή αλλά και από πλευράς του υπευθύνου του.
- Ø Στους λανθασμένους χειρισμούς των ανυψωτικών από απρόσεκτους χειριστές.
- Ø Στον ελλιπή έλεγχο και συντήρηση του ανυψωτικού μηχανήματος.
- Ø Στο χειρισμό του μηχανήματος από ένα εντελώς άπειρο άτομο.

Οι παράγοντες που αναφέρθηκαν είναι οι αιτίες των παρακάτω ατυχημάτων.

- Ø Ανατροπή του ανυψωτικού μηχανήματος λόγω της κακής τοποθέτησης του φορτίου.
- Ø Ανατροπή του ανυψωτικού μηχανήματος λόγω μεγάλης ταχύτητας.
- Ø Ηλεκτροπληξίες λόγω επαφής του ανυψούμενου φορτίου με ηλεκτροφόρα δίκτυα.
- Ø Τραυματισμός ή ακόμα και θάνατος εργαζομένου σε χώρο με ανυψωτικά μηχανήματα λόγω απροσεξίας. (Πέρασμα κάτω από ανυψωμένα φορτία).
- Ø Τραυματισμός ή ακόμα και θάνατος εργαζομένου ως αποτέλεσμα χρήσης του ανυψωτικού μέσου για την ανύψωση προσωπικού.



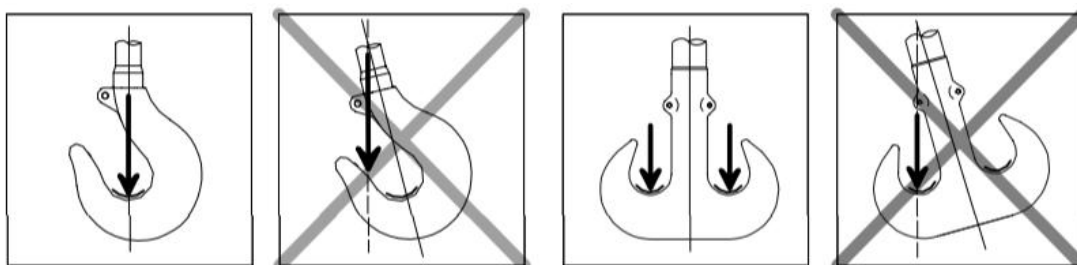
Εικόνα 3.1i: Υπερφόρτωση γερανογέφυρας.
Πηγή: google.com



Εικόνα 3.1ii : Υπερφόρτωση γερανογέφυρας.
Πηγή: google.com

3.2 ΒΑΣΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΑΣΦΑΛΟΥΣ ΧΡΗΣΗΣ ΑΝΥΨΩΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ

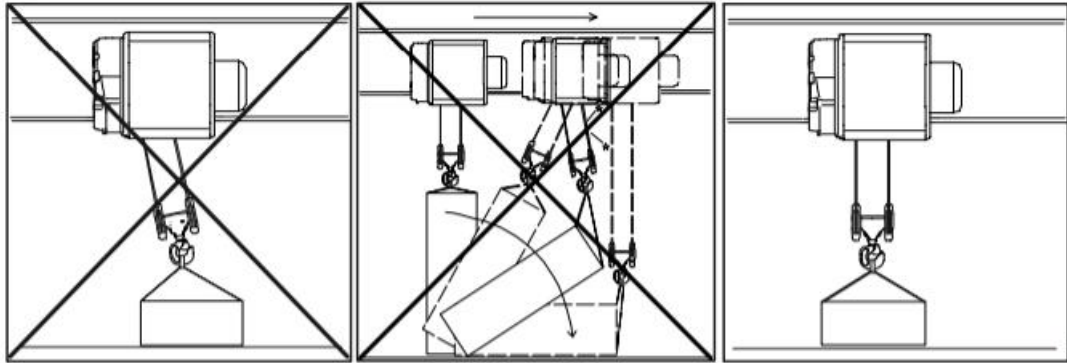
- Όλες οι οδηγίες που παρέχει ο κατασκευαστής πρέπει να διαβαστούν πριν τη χρήση. Ο χειριστής του γερανού πρέπει να είναι εξοικειωμένος με τις οδηγίες και να τις ακολουθεί όπως αυτές αναγράφονται. Ο εκάστοτε χειριστής που είναι αρμόδιος για μια εργασία επιβάλλεται να γνωρίζει όλα τα χειριστήρια του ανυψωτήρα και πρέπει να είναι σε θέση να τα χρησιμοποιεί σωστά και με ασφάλεια καθώς και να γνωρίζει κάθε κίνδυνο ατυχήματος που μπορεί να προκληθεί. Είναι σημαντικό οι πιθανοί χειριστές του ανυψωτικού, να μάθουν να το χειρίζονται πρώτα υπό ασφαλείς συνθήκες (απουσία φορτίου) πριν αρχίσουν να εργάζονται πραγματικά. Αυτό συμπεριλαμβάνει την εκμάθηση του ελέγχου του αγκίστρου αλλά και μικρών φορτίων. Επίσης πρέπει να υπάρχει εξοικείωση με τα σήματα και τις προειδοποιήσεις όπως και με τα σύμβολα κατεύθυνσης του φορτίου και του γερανού. Πολύ σημαντικό είναι οι χειριστές με διάφορα σήματα των χεριών να συνεννοούνται για την κάθε κίνηση που θέλουν να πραγματοποιήσουν.
- Ο τρόπος με τον οποίο χειριζόμαστε το ανυψωτικό μας μηχάνημα θα ορίσει σε πολύ μεγάλο βαθμό και τη διάρκεια ζωής του. Σε περίπτωση που γίνεται χρήση διαφορετική πέραν από αυτή για την οποία ενδείκνυται ο γερανός τότε είναι προφανές ότι η ωφέλιμη διάρκεια ζωής του θα αλλάξει. Για το λόγο αυτό πριν ανυψώσουμε ένα φορτίο είμαστε σίγουροι ότι γνωρίζουμε μια αποτελεσματική και ασφαλή διαδρομή για τη μεταφορά του. Βεβαιωνόμαστε ότι το φορτίο δεν συγκρούεται με άλλα αντικείμενα και είναι μακριά από ανθρώπους. Πριν από κάθε ανύψωση ελέγχουμε ότι η ασφάλεια του αγκίστρου είναι κλειστή και ότι η δύναμη εφαρμόζεται στο χαμηλότερο του σημείο.



Εικόνα 3.2.i

Πηγή: Konecranes.com

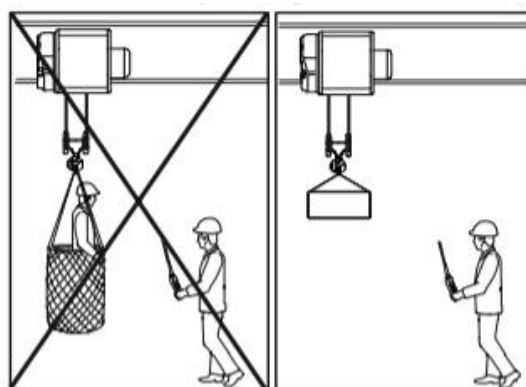
- Πριν από την ανύψωση βεβαιωνόμαστε ότι το φορτίο δεν μπορεί να γλιστρήσει ή να αποσυνδεθεί από το άγκιστρο. Τα σχοινιά πρέπει να είναι τοποθετημένα ισομερώς και το φορτίο με το άγκιστρο να βρίσκονται σε σειρά μεταξύ τους στον κάθετο άξονα. Επίσης το φορτίο δεν πρέπει να σέρνεται κατά μήκος του εδάφους.



Εικόνα 3.2.ii

Πηγή: Konecranes.com

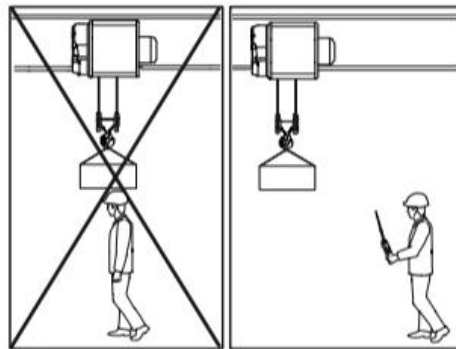
- Πάντα όταν χρησιμοποιούμε ένα αξεσουάρ ανύψωσης (ιμάντες) ακολουθούμε τις οδηγίες που παρέχει ο κατασκευαστής του. Σε περίπτωση που γίνεται ταυτόχρονη χρήση δυο γερανογεφυρών πρέπει η ανύψωση να εποπτεύεται από έναν ειδικό και να γίνεται με εξαιρετικά αργό ρυθμό. Το ξεκίνημα και το σταμάτημα της γερανογέφυρας είναι καλό να γίνεται με χαμηλή ταχύτητα. Ομοίως το ίδιο ισχύει και για το άγκιστρο ειδικά όταν φέρει μεγάλο φορτίο. Η υπερβολική αιώρηση ενός φορτίου καθώς και η ταλάντευση του πρέπει να αποφεύγεται κατά την κίνηση της γερανογέφυρας. Δεν θα πρέπει να πραγματοποιείται ανύψωση ατόμων καθώς είναι κάτι που απαγορεύεται (εκτός φυσικά αν ο σκοπός του ανυψωτικού είναι αυτός).



Εικόνα 3.2iii

Πηγή: Konecranes.com

- Απαγορεύεται να στεκόμαστε κάτω από ένα ανυψωμένο φορτίο καθώς και να το μετακινούμε κοντά σε άτομα. Ποτέ δεν πρέπει ανυψώνουμε ένα φορτίο όταν υπάρχει κίνδυνος να τραυματίσουμε κάποιον.

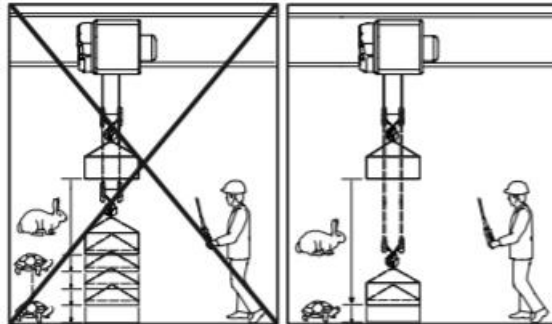


Εικόνα 3.2iv

Πηγή: Konecranes.com

- Δεν ανυψώνουμε φορτίο που είναι βαρύτερο από το μέγιστο επιτρεπόμενο φορτίο ανύψωσης. Απότομες κινήσεις και τραντάγματα μπορούν να προκαλέσουν υπερφορτίσεις κάτι το οποίο βάζει σε ρίσκο την αντοχή της γερανογέφυρας. Η ανύψωση του φορτίου πρέπει να γίνεται τόσο ψηλά ώστε να μην χτυπάει άλλα αντικείμενα κατά την μεταφορά του. Ωστόσο δεν χρειάζεται να το ανυψώνουμε μέχρι την ανώτατη θέση του αγκίστρου. Κατά την ανύψωση φορτίων πάντα βεβαιωνόμαστε ότι αυτά δεν κινδυνεύουν να χτυπήσουν αντικείμενα ή άτομα.
- Εφόσον η γερανογέφυρα είναι εξοπλισμένη με κόρνα, την χρησιμοποιούμε για να ειδοποιήσουμε άτομα ώστε να προσέξουν. Δεν μετακινούμε το φορτίο αν δεν βεβαιωθούμε ότι είναι πιασμένο σωστά στο άγκιστρο. Δεν χρησιμοποιούμε την ένδειξη για την προστασία υπερφόρτωσης για να ζυγίζουμε ένα φορτίο. Σταματούμε όλες τις κινήσεις είτε του φορείου, είτε της γερανογέφυρας πριν τα σημεία τερματισμού. Δεν χρησιμοποιούμε τον μηχανισμό ανύψωσης αν υπάρχουν ορατά ελαττώματα ή βλάβες στο συρματόσχοινο. Αν διαπιστώσουμε υψηλά επίπεδα θορύβου ή αν κάτι λειτουργεί ασυνήθιστα διακόπτουμε αμέσως τη λειτουργία.

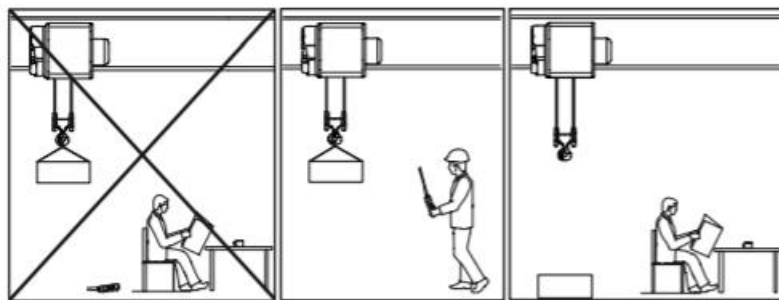
- Δεν χρησιμοποιούμε άσκοπα το κουμπί έκτακτης ανάγκης. Επίσης αποφεύγουμε μικρές και άγαρμπες κινήσεις για τον έλεγχο του άγκιστρου και του φορείου καθώς αυτές δημιουργούν υπερθερμάνσεις οι οποίες φθείρουν τους κινητήρες.



Εικόνα 3.2v

Πηγή: Konecranes.com

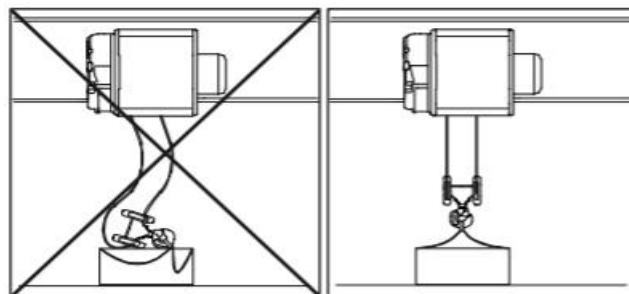
- Αποφεύγουμε τις βίαιες συγκρούσεις σε άλλα ανυψωτικά μηχανήματα ή στα στοπ και ποτέ δεν αφήνουμε αναρτημένα φορτία αφύλακτα.



Εικόνα 3.2vi

Πηγή: Konecranes.com

- Δεν χαμηλώνουμε το άγκιστρο τόσο χαμηλά ώστε να χαλαρώνουν τα συρματόσχοινα.



Εικόνα 3.2vii

Πηγή: Konecranes.com

- Δεν τραβάμε ένα φορτίο από το πλάι. Πάντα χαμηλώνουμε ένα φορτίο με τη γερανογέφυρα σταματημένη και τα συρματοσχοινα κάθετα προς το έδαφος. Σε περίπτωση ηλεκτρικής βλάβης μόνο εξειδικευμένο προσωπικό μπορεί να εκτελέσει επισκευές. Τέλος, πάντα πραγματοποιούμε τακτικές επιθεωρήσεις και προληπτική συντήρηση σύμφωνα με τα στοιχεία του κατασκευαστή.

3.3 ΚΡΙΣΙΜΑ ΣΗΜΕΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

Με την εγκατάσταση μιας γερανογέφυρας και συνεπώς το ξεκίνημα της λειτουργίας της πρέπει πάντα να γίνεται λεπτομερής έλεγχος αυτής, τηρώντας ένα βασικό πλάνο επιθεώρησης. Οι οδηγίες επιθεώρησης που αφορούν τον ανυψωτήρα πρέπει να συμμορφώνονται με τους κανονισμούς του κατασκευαστή του. Πρέπει να αναφέρουμε ότι το διάστημα ελέγχου για έναν γερανό, σε συνεχή εργασία, είναι μια εβδομάδα. Οι μετρήσεις που πρέπει να λαμβάνονται στα σημεία επιθεώρησης είναι απαραίτητες εάν άλλες μέθοδοι δεν παράγουν επαρκές αποτέλεσμα. Σε περίπτωση που παρατηρηθούν ελαττώματα ή ανωμαλίες πρέπει να διερευνηθούν και να ληφθούν διορθωτικά μέτρα τα οποία ορίζει ο κατασκευαστής και είναι μοναδικά για κάθε μελέτη και έργο.



Εικόνα 3.3i: Έλεγχος καλής λειτουργίας.

Πηγή: google.com

4. ΜΕΛΕΤΗ ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΑΣ ΓΙΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ ΚΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

4.1 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Όπως είπαμε και στην ενότητα 2.5.2 οι αναρτώμενες γερανογέφυρες χωρίζονται σε αυτές που είναι διπλού φορέα και σε αυτές που είναι μονού. Οι γερανογέφυρες μονού φορέα συνήθως χρησιμοποιούνται για ανοίγματα έως και 16,2 μέτρα και ο κύριος φορέας τους είναι μια χαλύβδινη διατομή διπλού ταυ. Οι διατομές αυτές επιλέγονται πολλές φορές λόγω της εύκολης διαχείρισής τους σε σχέση με τους φορείς τύπου ΒΟΧ, αλλά και για λόγους χρηματικούς, καθώς είναι αρκετά πιο προσιτές από τις άλλες.

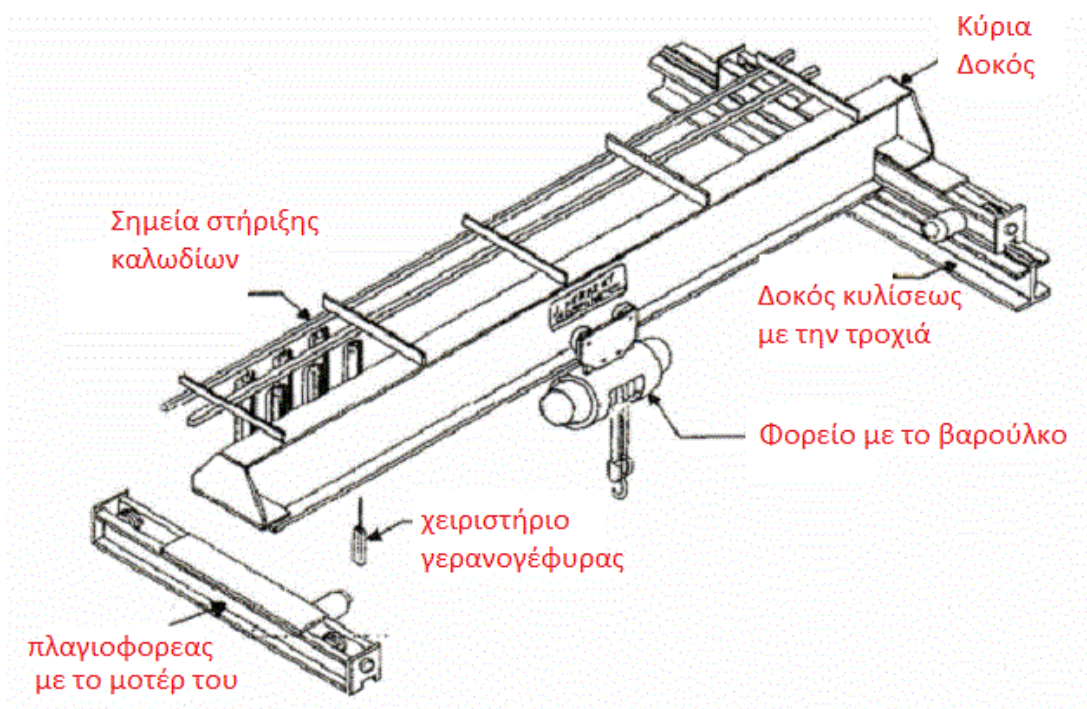
Για τη γερανογέφυρα της παρούσας μελέτης θα λάβουμε υπόψιν μας τα εξής κύρια στοιχεία:

- ∅ Η γερανογέφυρα θα έχει άνοιγμα 15 μέτρα (Δηλαδή η απόσταση από τα μέσα των κολώνων στηρίξεως θα είναι 15 μέτρα).
- ∅ Το ωφέλιμο φορτίο ανύψωσης θα ανέρχεται στους 10 τόνους.
- ∅ Ο κύριος φορέας θα αποτελείται από μια δοκό διπλού ταυ, της οποίας ο έλεγχος θα πραγματοποιηθεί στην συνέχεια του κεφαλαίου.
- ∅ Το φορείο που θα επιλεχθεί θα είναι ηλεκτρικού τύπου με συρματόσχοινο και θα αναρτηθεί στα πέλματα της δοκού του κύριου φορέα, όπου και θα κινείται.
- ∅ Η δυνατότητα ανύψωσης θα είναι 6,7 μέτρα.

4.2 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΗΣ ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΑΣ

Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε τη διάταξη που θα έχει η γερανογέφυρα της μελέτης. Πρόκειται για μια πολύ συνηθισμένη διάταξη γερανογέφυρας μονού φορέα, ευρέως διαδεδομένη η οποία έχει αποδειχθεί ότι αποτελεί μια απλή σχεδιαστικά λύση αλλά και ταυτόχρονα οικονομική.

Με λίγα λόγια η γερανογέφυρα θα αποτελείται από την κύρια δοκό (διπλού ταυ), τους δυο πλαγιοφορείς με τους τροχούς τους και με ένα μοτέρ στον καθένα, το ηλεκτρικό βαρούλκο το οποίο θα εκτελεί τις εντολές του χειριστή μέσω του χειριστηρίου και τέλος το άγκιστρο στο οποίο θα αναρτώνται τα φορτία που πρέπει να μεταφερθούν για τον οποιοδήποτε σκοπό.



Εικόνα 4.2: Διάταξη γερανογέφυρας μονού φορέα.

4.3 ΕΠΙΛΟΓΗ ΒΑΡΟΥΛΚΟΦΟΡΕΙΟΥ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ ΣΥΡΜΑΤΟΣΧΟΙΝΟΥ

Το φορείο είναι ένα από τα σημαντικότερα κομμάτια της γερανογέφυρας καθώς αυτό θα κρίνει ή θα περιορίσει το πόσο γρήγορα θα γίνει η ανύψωση ενός φορτίου ή η μεταφορά του στον οριζόντιο άξονα. Πρέπει να είναι σε θέση να υψώσει το μέγιστο σχεδιαστικό ωφέλιμο φορτίο της γερανογέφυρας στην οποία τοποθετείται και φυσικά δεν πρέπει ποτέ να υπερβούμε το μέγιστο. Επίσης για λόγους καλής και ασφαλούς λειτουργίας το άγκιστρο καλό θα είναι να μην φτάνει στην άνω ακραία θέση αλλά και να μην το ακουμπάμε στο έδαφος, καθώς αυτό χαλάει τη συνοχή της τύλιξης του συρματόσχοινου στα τύμπανα κάτι που φυσικά προκαλεί ανεπιθύμητες φθορές.

Από τον παρακάτω κατάλογο μιας εταιρίας (πίνακας 4.3i), θα επιλέξουμε το φορείο το οποίο αντιστοιχεί στα τεχνικά χαρακτηριστικά που μας έχουν δοθεί.

Επιλέγουμε το φορείο RH10S-23 4L το οποίο έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Βάρος : **870kg** (μαζί με άγκιστρο και συρματόσχοινο)
- Μέγιστη ανύψωση: **7 μέτρα**.
- Ταχύτητες ανύψωσης: **4,8 και 1,6 μέτρα/λεπτό**.
- Διάμετρος συρματόσχοινου: **13 χιλιοστά**.

Πίνακας 4.3i: Χαρακτηριστικά βαρουλκοφορείου.

Πηγή: Harringtonhoist.com

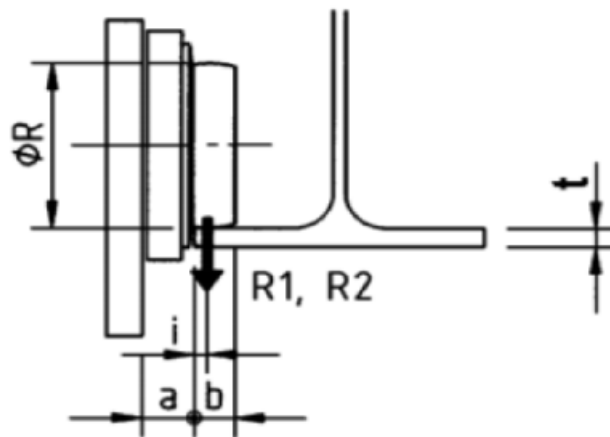
Δυνατότητα Ανύψωσης (τόνοι)	Κωδικός προϊόντος	Μέγιστο Μήκος Ανύψωσης (μέτρα)	Ταχύτητα Ανύψωσης Μοτέρ διπλής ταχύτητας (μέτρα/λεπτό)	Διάμετρος Συρματόσχοινου (χιλιοστά)	Ισχύς Ηλεκτροκινητήρα (KWatts)	Βάρος Βαρουλκο φορείου (κιλά)
10	RH10S-23-4L	7	4,8/1,6	13	12	870

Σε αυτόν τον πίνακα (4.3ii) φαίνονται οι διαστάσεις των τροχών του φορείου.

Πίνακας 4.3ii: Διαστάσεις των τροχών του φορείου. Όλες οι διαστάσεις είναι σε χιλιοστά.

Πηγή: Harringtonhoist.com

Δυνατότητα Ανύψωσης (τόνοι)	Κωδικός προϊόντος	a	b	i	Διάμετρος τροχού R	Μέγιστο πάχος πέλματος κύριου φορέα t
10	RH10S-23-4L	45	38	19	160	35

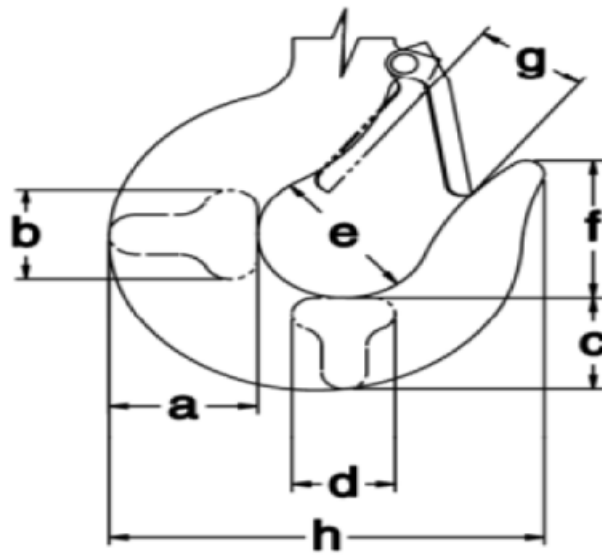


Όπως θα δούμε και στη συνέχεια της μελέτης, οι διαστάσεις είναι μέσα στα όρια για τον κύριο φορέα που θα επιλέξουμε.

Στον κάτωθι πίνακα (4.3iii) φαίνονται οι διαστάσεις του αγκίστρου του φορείου που επιλέξαμε.

Πίνακας 4.3iii: Διαστάσεις αγκίστρου. Όλες οι διαστάσεις είναι σε χιλιοστά.
 Πηγή: Harringtonhoist.com

a	b	c	d	e	f	g	h
89	71	76	61	79	89	51	226



4.3.1 Έλεγχος συρματόσχοινου

Η γερανογέφυρα πρόκειται να εγκατασταθεί στον εσωτερικό χώρο ενός εργοστασίου μεταλλικών κατασκευών, κάτι το οποίο βάσει του παρακάτω πίνακα (πίνακας 4.3.1) θα ορίσει και την ομάδα κατάταξής του.

Πίνακας 4.3.1: Ομάδα κατάταξης

Πηγή: Ανυψωτικά Μηχανήματα, Μαλαχίας Γ.

Είδος Ανυψωτικής Μηχανής	Μηχανισμός	Ομάδα
Μικρές ανυψωτικές μηχανές και χειροκίνητοι γερανοί	ανυψώσεως	II
Γερανοί εργοστασίων	ανυψώσεως	II
Γερανοί εργοστασίων και αποθηκών μικρών φορτίων	ανυψώσεως	II και III
Γερανοί εργοστασίων και αποθηκών μεγάλων φορτίων	ανυψώσεως	II
Γερανοί χυτηρίου	ανυψώσεως	II και III
Γερανοί υπαίθρου	ανυψώσεως	II και III
Γερανοί βαρέων φορτίων (επίσης πλωτοί)	έλξεως ανυψώσεως	I I και II
Στρεφόμενοι, πύλης, πλωτοί Γερανοί	έλξεως	I
α) Λειτουργία ανά τεμάχιο	ανυψώσεως	II και III
β) Λειτουργία με αρπάγη και μαγν.	ανυψώσεως	III και IV
Γερανοί φορτώσεως, εναέριοι κλπ	ανυψώσεως	II και IV
Γερανοί πλινθωμάτων	ανυψώσεως	V
Γερανοί λωρίδων	ανυψώσεως	V

Η ομάδα κατάταξης είναι η II και η III , δηλαδή η συχνότητα της κίνησης και το είδος της φόρτισης είναι οι εξής:

Πίνακας 4.3.2: Πίνακας κατανομής των ομάδων των ανυψωτικών μηχανών.

Πηγή: Ανυψωτικά Μηχανήματα, Μαλαχίας Γ.

ΟΜΑΔΑ	Συχνότητα της κινήσεως	Είδος της φορτίσεως
I	Διακεκομμένη κίνηση	Τυχαία
II	Λίγο συχνή κίνηση	Μερικά φορτία
III	Συχνή κίνηση Λίγο συχνή κίνηση	Μερικά φορτία Μέγιστα φορτία
IV	Συχνή κίνηση	Μέγιστο φορτίο
V	Συχνή κίνηση	Λειτουργία Μεταλλουργική

Η συχνότητα της φόρτισης είναι λίγο συχνή έως συχνή και το είδος της φορτίσεως είναι από μερικά φορτία έως και μέγιστα φορτία.

Το συρματόσχοινο του φορείου που επιλέξαμε για την γερανογέφυρα της μελέτης έχει διάμετρο $d = 13$ χιλιοστά και μπορεί να σηκώσει 10 τόνους.

Καθώς δεν υπάρχει καμία πληροφορία για το πόσες ελεύθερες τροχαλίες έχει το άγκιστρο, θα θεωρήσουμε ότι υπάρχουν δύο, καθώς επίσης ότι ζυγίζουν 150 kg.

Η φόρτιση κάθε συρματόσχοινου είναι:

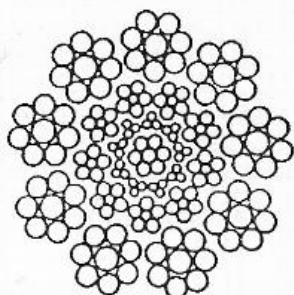
$$S = \frac{10000 \text{ KP} + 150 \text{ KP}}{4} = 2538 \text{ KP}$$

Επειδή η γερανογέφυρα ανήκει στη ομάδα II (πίνακας 4.3.2) και αφού η διάμετρος του συρματόσχοινου είναι 13 χιλιοστά, λαμβάνουμε τα στοιχεία για το συρματόσχοινο βάσει των πινάκων 4.3.3 για τον τύπο του συρματόσχοινου και πίνακα 4.3.4 για την ασφάλεια.

Πίνακας 4.3.3: Στοιχεία συρματόσχοινου τύπου DIEPA A

Πηγή: Ανυψωτικά Μηχάνηματα, Μαλαχίας Γ.

Τύπος Diepa A 160	Διάμε- τρος Ø mm	Εξ. σύρ- ματος Ø mm	Μεταθλικ. διατομή mm ²	Βάρος 100 m εις kp/m	Θεωρητ. φορτίο θραύσεως για αντοχή σύρματος σε kp/mm ²		
					130/140	141/160	161/180
Πυρήνας 1+6 σύρματα Προστατευτικό στρώμα 9x3 Εσωτερικό στρώμα 9x9x(1+5) Εξωτερικό στρώμα 9x(1+7)	7	0,50	24,6	23,5	3 130	3 620	4 100
	8	0,55	30,2	29,0	3 790	4 370	4 960
	9	0,65	40,4	38,5	5 130	5 920	6 710
	10	0,70	48,8	46,0	6 170	7 120	8 070
	11	0,80	61,6	58,5	7 850	9 050	10 260
	12	0,85	69,1	65,5	8 880	10 250	11 610
	13	0,90	80,1	76,0	10 170	11 740	13 310
	14	1,00	94,4	89,0	11 900	13 740	15 570
	15	1,05	106,7	101,0	13 610	15 710	17 800
	16	1,10	123,3	117,0	15 660	18 080	20 490
	17	1,20	138,8	132,0	17 750	20 480	23 210
	18	1,25	153,6	146,0	19 490	22 490	25 480
	20	1,40	189,5	180,0	24 120	27 840	31 550
22	1,55	231,6	220,0	29 530	34 080	38 620	



Διατομή του συρματό-
σχοίνου A 160

Πίνακας 4.3.4: Συντελεστής K

Πηγή: Ανυψωτικά Μηχανήματα, Μαλαχίας Γ.

ΟΜΑΔΑ	ΑΣΦΑΛ. ν	DIN 655, 656			DIN 21255			CASAR SPEZIAL			DIEPA SPEZIAL			DIN 6895		
		σ_B kp/mm ²			σ_B kp/mm ²			σ_B kp/mm ²			σ_B kp/mm ²			σ_B kp/mm ²		
		130	160	180	130	160	180	130	160	180	130	160	180	130	160	180
I	5.5	0.34	0.30	0.28	0.32	0.29	0.27	0.29	0.26	0.24	0.31	0.27	0.25	0.32	0.29	0.27
	έως 6.0	έως 0.36	έως 0.32	έως 0.30	έως 0.35	έως 0.31	έως 0.29	έως 0.31	έως 0.28	έως 0.26	έως 0.33	έως 0.29	έως 0.27	έως 0.34	έως 0.31	έως 0.29
II	5.5	0.34	0.30	0.28	0.32	0.29	0.27	0.29	0.26	0.24	0.31	0.27	0.25	0.32	0.29	0.27
	έως 6.0	έως 0.36	έως 0.32	έως 0.30	έως 0.35	έως 0.31	έως 0.29	έως 0.31	έως 0.28	έως 0.26	έως 0.33	έως 0.29	έως 0.27	έως 0.34	έως 0.31	έως 0.29
III	6.0	0.36	0.32	0.30	0.35	0.31	0.29	0.31	0.27	0.26	0.33	0.29	0.27	0.34	0.31	0.29
	έως 7.0	έως 0.38	έως 0.34	έως 0.32	έως 0.37	έως 0.33	έως 0.31	έως 0.33	έως 0.29	έως 0.28	έως 0.35	έως 0.31	έως 0.29	έως 0.36	έως 0.33	έως 0.31
IV	7.0	0.38	0.34	0.32	0.37	0.33	0.31	0.33	0.29	0.28	0.35	0.31	0.29	0.36	0.33	0.31
	έως 8.0	έως 0.41	έως 0.37	έως 0.35	έως 0.40	έως 0.36	έως 0.34	έως 0.35	έως 0.32	έως 0.30	έως 0.37	έως 0.33	έως 0.31	έως 0.39	έως 0.35	έως 0.34
V	8	0.41	0.37	0.35	0.40	0.36	0.34	0.36	0.32	0.30	0.37	0.34	0.32	0.39	0.35	0.34
	έως 9,5	έως 0.45	έως 0.40	έως 0.38	έως 0.43	έως 0.39	έως 0.37	έως 0.39	έως 0.34	έως 0.33	έως 0.40	έως 0.36	έως 0.34	έως 0.43	έως 0.38	έως 0.36
	ΜΕΙΣΤΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ Χ		0.46			0.50			0.62			0.57		0.51		

Ø Τύπος συρματόσχοινου DIEPA A160.

Ø $\sigma_B = 180 \frac{KP}{mm^2}$ το θεωρητικό φορτίο θραύσεως (το λαμβάνουμε από την ομάδα και το K).

Ø $\delta = 0,90mm$ η εξωτερική διάμετρος του συρματιδίου.

Ø $F = 80,1mm^2$ η μεταλλική διατομή του συρματόσχοινου.

Ø $S = 2538 KP$ η φόρτιση κάθε συρματόσχοινου.

Βρίσκουμε την τιμή του K από την σχέση:

$$d = K * \sqrt{S} \quad \text{Ø} \quad K = \frac{d}{\sqrt{S}} \quad \text{Ø} \quad K = \frac{13mm}{\sqrt{2538 KP}} \quad \text{Ø} \quad K = 0,256$$

Η αναπτυσσομένη τάση εφελκυσμού είναι:

$$\sigma_f = \frac{S}{F} = \frac{2538 KP}{80,1mm^2} = 31,69 \frac{KP}{mm^2}$$

Η ασφάλεια σε εφελκυσμό είναι:

$$V = \frac{\sigma_B}{\sigma_f} = \frac{180 \frac{KP}{mm^2}}{31,69 \frac{KP}{mm^2}} = 5,7$$

Είναι αρκετή.

Για το τύμπανο από τον πίνακα 4.3.5 έχουμε:

Πίνακας 4.3.5: Ελάχιστες τιμές του συντελεστή C.

Πηγή: Ανυψωτικά Μηχανήματα, Μαλαχίας Γ.

Ομάδα	Τύμπανο	Τροχαλία	Τροχαλία Εξισώσεως
I	5+6	5,5+7	4,5 έως 5
II	6+7	7 έως 8	4,5 +5,5
III	7+8	8 έως 10	5+6
IV	8+9	9 έως 12	6+7,5
V	8+9	9 έως 12	6+7,5

Από την ομάδα II του πίνακα 4.3.5 παίρνουμε τιμή για το C του τυμπάνου ίση με 7.

$$D_{\text{τυμπ}} = C * \sqrt{S} \quad D_{\text{τυμπ}} = 7 \frac{\text{mm}}{\sqrt{\text{KP}}} * \sqrt{2538 \text{ KP}} \quad D_{\text{τυμπ}} = 353 \text{ mm}$$

Η τάση κάμψης είναι:

$$\sigma_b = E * \frac{\delta}{D_{\text{τυμπ}}} = 20000 \frac{\text{KP}}{\text{mm}^2} * \frac{0,90 \text{ mm}}{353 \text{ mm}} = 51 \frac{\text{KP}}{\text{mm}^2}, \text{ όπου } \delta \text{ η εξωτερική διάμετρος}$$

συρματιδίου και E το μέτρο ελαστικότητας του Young σε $\frac{\text{KP}}{\text{mm}^2}$

Άρα η συνολική τάση είναι:

$$\sigma_\tau = \sigma_b + \sigma_f = 51 \frac{\text{KP}}{\text{mm}^2} + 31,69 \frac{\text{KP}}{\text{mm}^2} = 82,7 \frac{\text{KP}}{\text{mm}^2}$$

Η ασφάλεια για τη συνολική τάση θα είναι $V = \frac{\sigma_B}{\sigma_\tau} = \frac{180 \frac{\text{KP}}{\text{mm}^2}}{82,7 \frac{\text{KP}}{\text{mm}^2}} = 2,17$ Είναι αρκετή.

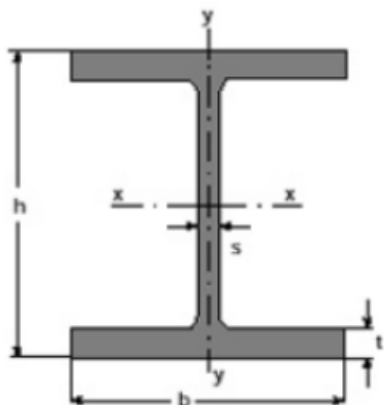
Το υπολογιστικό φορτίο θραύσης Q_r ισούται με το γινόμενο της μεταλλικής διατομής του συρματιδίου F επί της ονομαστικής τιμής του υλικού των συρμάτων σ_B .

$$Q_r = F * \sigma_B = 80,1 \text{ mm}^2 * 180 \frac{\text{KP}}{\text{mm}^2} = 14418 \text{ KP}$$

4.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΥΡΙΑΣ ΔΟΚΟΥ

Επιλέγουμε τη δοκό ΗΕΒ 450 St52 η οποία έχει τα εξής χαρακτηριστικά.

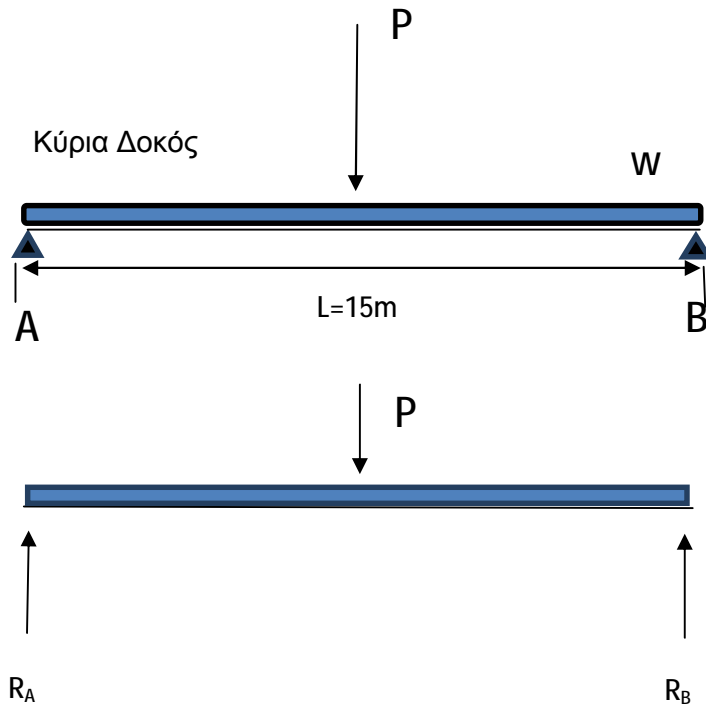
Πίνακας 4.4: Στοιχεία δοκού ΗΕΒ 450



h(mm)	450
b(mm)	300
s(mm)	14
t(mm)	26
F(Διατομή)	218
h-2c(mm) ύψος κορμού	344
$W_x(\text{cm}^3)$ Ροπή αντίστασης ως προς τον X άξονα	3551
$W_y(\text{cm}^3)$ Ροπή αντίστασης ως προς τον Y άξονα	781,4
ΒΑΡΟΣ (Kg/m)	171

Στην δοκό επιδρούν η δύναμη P και η κατανεμημένη φόρτιση $w = 1,71 \frac{KP}{cm}$ από το ίδιο το βάρος της δοκού.

Η δύναμη P ισούται με το άθροισμα του ωφέλιμου φορτίου ανύψωσης δηλαδή τα $10000 KP$ (κεφάλαιο 4.1) συν το βάρος του βαρουλκοφορείου $870 KP$ (πίνακας 4.3ι).



Αρχικά βρίσκουμε την δύναμη της αντίδρασης A .



$$\Sigma_{MB} = 0 \text{ \textcircled{O}}$$

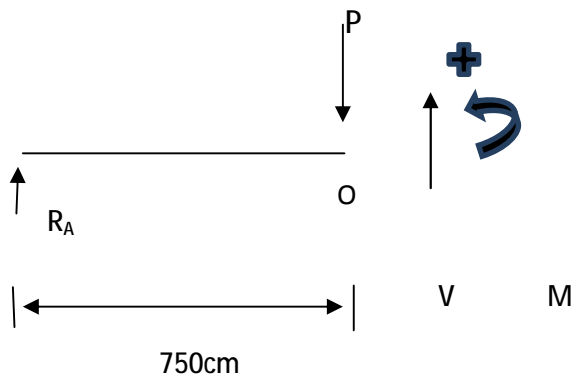
$$-R_A * \frac{L}{2} + P * \frac{L}{2} + W * L * \frac{L}{2} = 0 \text{ \textcircled{O}}$$

$$R_A = \frac{P}{2} + W * \frac{L}{2} \text{ \textcircled{O}}$$

$$R_A = \frac{10870 KP}{2} + 1,71 \frac{KP}{cm} * \frac{1500}{2} cm \text{ \textcircled{O}}$$

$$R_A = 6717,5 KP$$

Στο μέσο της δοκού θα βρούμε τη ροπή που δημιουργείται στο σημείο Ο.



$$\Sigma M_o = 0 \text{ ó}$$

$$-R_A * \frac{L}{2} + P * \frac{L}{2} + W * \frac{L}{2} * \frac{L}{4} + M_o \text{ ó}$$

$$M_o = R_A * \frac{L}{2} - W * \frac{L^2}{8} \text{ ó}$$

$$M_o = 6717,5 \text{ KP} * 750\text{cm} - 1,71 \frac{\text{KP}}{\text{cm}} * \frac{1500\text{cm}^2}{8} \text{ ó}$$

$$M_o = 6717,5 \text{ KP} * 750\text{cm} - 480938 \text{ KPcm} \text{ ó}$$

$$M_o = 5038125 \text{ KPcm} - 480938 \text{ KPcm} \text{ ó}$$

$$M_o = 4557562 \text{ KPcm}$$

Η ροπή M_o είναι η μέγιστη καμπτική ροπή M_{max} στο κέντρο της δοκού.

Οι επιτρεπόμενες τάσεις για υλικό St 52 λαμβάνονται από τον πίνακα 4.4i.

Πίνακας 4.4i: Επιτρεπόμενες τάσεις τεμαχίων σε $\frac{KP}{cm^2}$

Πηγή: Μεταλλικές Κατασκευές, Γιαννόπουλος Ανδρέας.

Α/Α	Είδος τάσης	Υλικό τεμαχίων					
		St 33		St 37		St 52	
		Περίπτωση φορτίσεως					
		H	HZ	H	HZ	H	HZ
1	<ul style="list-style-type: none"> • Θλίψη από αξονική δύναμη. • Θλίψη από κάμψη όταν τα θλιβόμενα μέρη ενδέχεται να υποστούν λυγισμό, στρέβλωση ή κύρτωση. 	1100	1250	1400	1600	2100	2400
2	<ul style="list-style-type: none"> • Εφελκυσμός από αξονική δύναμη. • Εφελκυσμός από κάμψη. • Θλίψη από κάμψη όταν δεν είναι δυνατή η πλαγία παρέκκλιση των θλιβομένων πελμάτων. 	1250	1400	1600	1800	2400	2700
3	<ul style="list-style-type: none"> • Διάτμηση κατά τον έλεγχο της μέσης τάσης της διατομής. 	700	800	900	1050	1350	1550
4	<ul style="list-style-type: none"> • Διάτμηση κατά τον έλεγχο της ισοδύναμης τάσης της διατομής σε πολυαξονική εντατική κατάσταση. 	1425	1520	1800	1920	2700	2880
5	<ul style="list-style-type: none"> • Σύνθλιψη άντυνας(*) οπών κατά την ένωση ελασμάτων με συνήθεις κοχλίες. 	2200	2500	2400	2700	-	-
6	<ul style="list-style-type: none"> • Σύνθλιψη άντυνας οπών κατά την ένωση ελασμάτων με ήλους ή εφαρμοσμένους κοχλίες. 	2200	2500	2800	3200	4200	4800

∅ Θλίψη λόγω κάμψεως $\sigma_{\epsilon\pi} = 2100 \frac{KP}{cm^2}$

∅ Εφελκυσμός λόγω κάμψεως $\sigma_{\epsilon\pi} = 2400 \frac{KP}{cm^2}$

∅ Διάτμηση κατά τον έλεγχο της μέσης τάσης $\tau_{\epsilon\pi} = 1350 \frac{KP}{cm^2}$

∅ Διάτμηση κατά τον έλεγχο της ισοδύναμης τάσης $\sigma_{v\epsilon\pi} = 2700 \frac{KP}{cm^2}$

Τάση κάμψης : $\sigma_{v\pi} = \frac{M_{max}}{w_x} = \frac{4557562 KPcm}{3550 cm^3} \sigma$, όπου w_x η ροπή αντίστασης του κύριου φορέα από πίνακα 4.4

$\sigma_{v\pi} = 1284 \frac{KP}{cm^2}$

Ελέγχουμε τη διατομή για να βρούμε τη μέση τάση διάτμησης t_m .

Από τον πίνακα 4.4 της σελίδας 35 των τυποποιημένων διατομών λαμβάνουμε τα εξής στοιχεία:

$$h - 2c = 344mm$$

$$s = 14mm$$

Η επιφάνεια κορμού F_k ισούται με $F_k = (h - 2c) * s$ ό

$$F_k = 34,4cm * 1,4cm \text{ ό}$$

$$F_k = 48,16cm^2$$

Η μέση τάση διάτμησης είναι $t_m = \frac{Q}{F_k}$ ό

$$t_m = \frac{10870 KP}{48,16cm^2} \text{ ό}$$

$$t_m = 226 \frac{KP}{cm^2} < 0,5t_{\varepsilon\pi} \text{ όπου } t_{\varepsilon\pi} = 1350 \frac{KP}{cm^2} \text{ από πίνακα 4.4i}$$

Έτσι δεν χρειάζεται έλεγχος της ισοδύναμης τάσης.

Άρα έχουμε:

$$\sigma_{\text{υπ}} = 1284 \frac{KP}{cm^2} < \sigma_{\varepsilon\pi} = 2100 \frac{KP}{cm^2} \text{ και } t_m < 0,5t_{\varepsilon\pi}$$

Συνεπώς, η διατομή HEB 450 St52 μπορεί να φέρει στο μέσο της φορτίο 10870 KP.

4.5 ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΠΛΑΓΙΟΦΟΡΕΩΝ

Οι πλαγιοφορείς είναι τα μέσα στα οποία στηρίζεται η κύρια δοκός της γερανογέφυρας και τα οποία επιτρέπουν την κίνηση της. Φέρουν δύο τροχούς ο καθένας, εκ των οποίων ο ένας είναι οδοντωτός για να μπορεί να παίρνει κίνηση από το μοτέρ. Κάθε πλαγιοφορέας έχει το δικό του μοτέρ όπως και τα δικά του προστατευτικά στοπ. Η κύρια δοκός τοποθετείται στο μέσο του πλαγιοφορέα αφού πρώτα συγκολληθεί σε ένα ορθογωνικό έλασμα το οποίο βιδώνεται με τέσσερις κοχλίες στην άνω πλευρά του πλαγιοφορέα.



Εικόνα 4.5i: Πλαγιοφορέας μονής δοκού με θέση στήριξης του μοτέρ και ελαστικά στοπ.
Πηγή: google.com



Εικόνα 4.5ii: Τροχοί των πλαγιοφορέων. Οδοντωτοί και απλοί.
Πηγή: google.com



Εικόνα 4.5iii: Πλαγιοφορέας με τον κύριο φορέα, το μοτέρ του και τα πλαιϊνά στοπ.
Πηγή: google.com

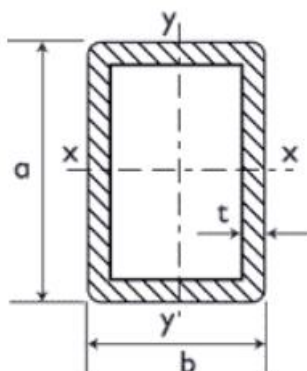
4.5.1 Επιλογή Ορθογωνικής Διατομής για τη δοκό των πλαγιοφορέων

Για την κατασκευή των πλαγιοφορέων επιλέγουμε ορθογωνικές κοίλες διατομές καθώς μας διευκολύνουν αρκετά στην παραγωγή του προϊόντος.

Επιλέγουμε την διατομή $300 * 200 * 6mm$ ποιότητας St52 και ελέγχουμε την επάρκεια της. Ο πίνακας (πίνακας 4.5.1) με τα στοιχεία της διατομής παρατίθεται στη συνέχεια.

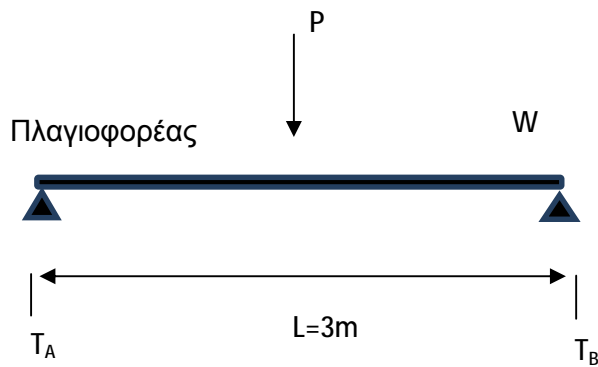
Πίνακας 4.5.1: Στοιχεία Ορθογωνικών Κοίλων Διατομών.

Πηγή: sidma.gr



ΔΙΑΤΟΜΗ	ΠΑΧΟΣ	ΒΑΡΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΔΙΑΤΟΜΗΣ	ΡΟΠΗ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ		ΡΟΠΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ		ΑΚΤΙΝΑ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ	
				J_x	J_y	W_x	W_y	i_x	i_y
$a \times b$ (mm)	t (mm)	G (kg/m)	A (cm ²)	(cm ⁴)	(cm ⁴)	(cm ³)	(cm ³)	(cm)	(cm)
150x100	3	11,30	14,40	464,60	248,60	62,00	49,70	5,69	4,16
	4	14,98	19,08	601,56	321,55	80,21	64,31	5,62	4,11
	5	18,34	23,36	718,83	383,72	95,84	76,74	5,55	4,05
	6	21,69	27,63	833,82	443,55	111,18	88,71	5,49	4,01
160x80	3	10,80	13,80	469,50	159,70	58,70	39,90	5,84	3,41
	4	14,30	18,20	612,20	206,20	76,50	51,60	5,80	3,37
	5	17,70	22,60	748,40	249,70	93,50	62,40	5,76	3,33
	6	21,10	26,80	878,20	290,10	109,80	72,50	5,72	3,29
180x60	3	10,80	13,80	535,20	94,00	59,50	31,30	6,24	2,61
	4	14,30	18,20	698,00	120,40	77,60	40,10	6,19	2,57
	5	17,70	22,60	853,50	144,60	94,80	48,20	6,15	2,53
	6	21,10	26,80	1001,70	166,60	111,30	55,50	6,11	2,49
200x100	4	18,00	22,90	1217,20	413,20	121,70	82,60	7,29	4,25
	5	22,26	28,36	1458,86	496,69	145,89	99,33	7,17	4,19
	6	26,40	33,63	1702,32	576,27	170,23	115,25	7,12	4,14
	8	34,38	43,79	2139,78	716,81	213,98	143,36	6,99	4,05
250x150	10	43,10	55,00	2733,10	885,40	273,30	177,10	7,05	4,01
	6	35,82	45,63	3884,52	1767,48	319,76	235,66	9,23	6,23
	8	46,94	59,79	4963,19	2246,22	397,06	299,50	9,11	6,13
	300x200	6	45,24	57,63	7369,24	3961,20	491,28	396,12	11,31
300x200	8	59,50	75,79	9501,57	5090,61	633,44	509,06	11,20	8,20
	10	73,90	94,20	11857,20	6281,50	790,50	628,20	11,22	8,17
	400x200	8	73,10	93,10	19710,00	6695,00	985,00	669,00	14,60
400x200	10	90,70	116,00	24140,00	8128,00	1207,00	813,00	14,50	8,39

Το μεταξόνιο του πλαγιοφορέα θα έχει άνοιγμα 3 μέτρα.



$$\Sigma M_B = 0 \text{ } \acute{\omicron}$$

$$T_A = \frac{P}{2} + w * \frac{L}{2} \text{ } \acute{\omicron} \text{ ,}$$

όπου P η δύναμη από το άθροισμα του μέγιστου βάρους ανύψωσης και του βάρους του βαρουλκοφορείου (10870 KP)

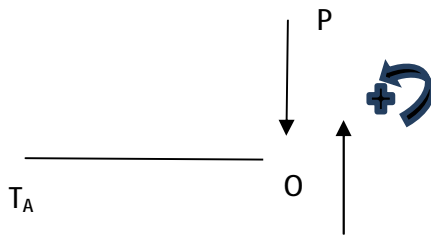
και

w το κατανεμημένο φορτίο λόγω του βάρους της ορθογωνικής κοίλης διατομής (πίνακας 4.5.1)

$$T_A = \frac{10870 \text{ KP}}{2} + 0,453 \frac{\text{KP}}{\text{cm}} * \frac{300 \text{ cm}}{2} \text{ } \acute{\omicron}$$

$$T_A = 5503 \text{ KP}$$

Στο μέσο της δοκού θα βρούμε τη ροπή που δημιουργείται στο σημείο Ο.



$$\Sigma M_O = 0 \text{ } \ominus$$

$$M_O = T_A \frac{L}{2} - W * \frac{L^2}{8} \text{ } \ominus$$

$$M_O = 5503 \text{ KP} * 150\text{cm} - 0,453 \frac{\text{KP}}{\text{cm}} * 90000 \frac{\text{cm}^2}{8} \text{ } \ominus$$

$$M_O = 820354 \text{ KPcm}$$

Τάση κάμψης : $\sigma_{υπ} = \frac{M_O}{W_x} \text{ } \ominus$, όπου W_x η ροπή αντίστασης της ορθογωνικής κοίλης διατομής (πίνακας 4.5.1)

$$\sigma_{υπ} = \frac{820354 \text{ KPcm}}{491,3 \text{ cm}^3} \text{ } \ominus$$

$$\sigma_{υπ} = 1670 \frac{\text{KP}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{υπ} < \sigma_{επ} \quad (1670 \frac{\text{KP}}{\text{cm}^2} < 2100 \frac{\text{KP}}{\text{cm}^2}) \quad \text{από πίνακα 4.4i}$$

Άρα η διατομή αντέχει.

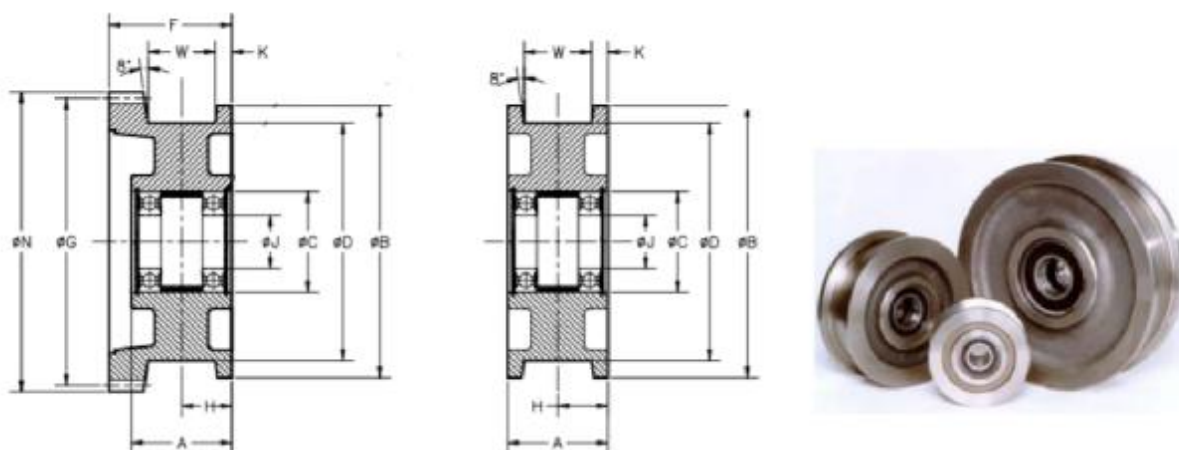
4.5.2 Επιλογή τροχών και αξόνων των πλαγιοφορέων

Γνωρίζουμε από πριν ότι η αντίδραση $T_A = 5503 \text{ KP}$ (σελίδα 43) είναι το μέγιστο δυνατό φορτίο που μπορεί ο κάθε τροχός να φέρει πάνω του. Στον παρακάτω τυποποιημένο πίνακα της εταιρίας Hydramachcrane βλέπουμε βάσει του φορτίου ανά τροχό, το είδος των τροχών που θα επιλέξουμε για τη δική μας εφαρμογή.

Οι τροχοί είναι δύο ειδών. Το ένα είδος φέρει τα δόντια για τη μεταφορά της κίνησης από το ηλεκτρικό μοτέρ ενώ το δεύτερο δεν έχει δόντια.

Πίνακας 4.5.2i: Τυποποιήσεις τροχών. Όλες οι διαστάσεις είναι σε χιλιοστά.

Πηγή: Hydramchcrane.com

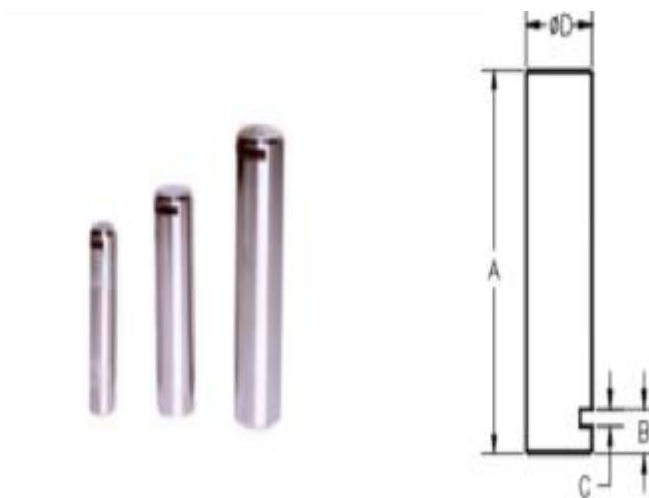


<u>Μοντέλο</u>	A	F	K
DF200B	85	103	14
<u>Μοντούλ</u>	B	G	N
3	229	247	252
<u>Αριθμός Ρουλεμάν</u>	C	H	W
3	85	42	57
<u>Αριθμός δοντιών</u>	D	J	<u>Μέγιστο Αξονικό Φορτίο</u>
82	200	45	5767 KP

Επιλέγουμε το μοντέλο DF200B διότι καθένας από αυτούς μπορεί να φέρει φορτίο 5767 *KP* που συνδυαστικά είναι μεγαλύτερο από το φορτίο της μελέτης (10870 *KP*). Σύμφωνα με έρευνα στο διαδίκτυο το βάρος των τροχών τύπου DF200B κυμαίνεται στα 40 *kg* ο οδοντωτός και στα 37 *kg* ο απλός.

Από το μοντέλο των τροχών και βάσει της εσωτερικής διαμέτρου $J = 45\text{mm}$ (πίνακας 4.5.2i) επιλέγουμε τους πείρους συγκράτησής τους.

Πίνακας 4.5.2ii: Τυποποιήσεις αξόνων. Όλες οι διαστάσεις είναι σε χιλιοστά.
 Πηγή: Hydramchcrane.com



Μοντέλο	A	B	C	D
DFA45	181	14	8	45

Η εταιρία μας δίνει τη δυνατότητα να επιλέξουμε κατά παραγγελία άξονες. Η μετατροπή που θα κάνουμε στον DFA45 είναι να τον προεκτείνουμε στο μήκος του, ώστε να εφαρμόζει σωστά στην ορθογωνική κοίλη διατομή που έχουμε επιλέξει.

Το υλικό των τροχών και των πείρων είναι σίδηρος τύπου SAE J434C D5506; ISO 1083 500-7

4.5.3 Επιλογή Ρουλεμάν για τους τροχούς

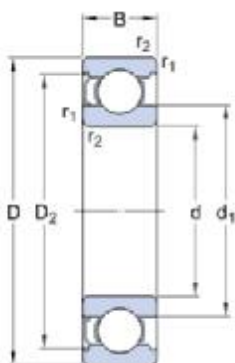
Τα ρουλεμάν παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο για τη σωστή κύλιση της γερανογέφυρας στο μήκος των τροχιών της. Τα ρουλεμάν πρέπει να αντέχουν στο μέγιστο φορτίο που αναλογεί σε κάθε τροχό και φυσικά να ανταποκρίνονται στις

απαιτούμενες από τον κατασκευαστή διαστάσεις. Έτσι, για την περίπτωση μας επιλέγουμε ρουλεμάν βαθιάς αύλακος σειράς 6209-Z. Ρουλεμάν τέτοιου τύπου είναι σχεδιασμένα ώστε να δέχονται ακτινικά και αξονικά φορτία. Ο σχεδιασμός τους είναι σχετικά απλός κάτι που τα κάνει πολύ ανθεκτικά αλλά και εύκολα στη συντήρηση. Επίσης είναι αρκετά οικονομικά.

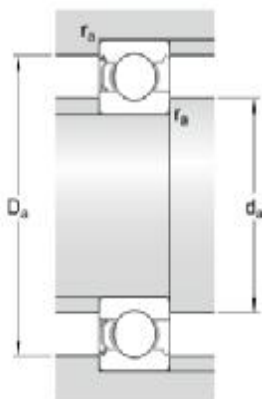
Τα χαρακτηριστικά τους φαίνονται παρακάτω στον πίνακα 4.5.3ι που ακολουθεί.

Πίνακας 4.5.3ι: Στοιχεία ρουλεμάν τύπου 6209-Z

Πηγή: SKF.com



d	45	mm
D	85	mm
B	19	mm
d ₁	≈ 57.6	mm
D ₂	≈ 75.19	mm
r _{1,2}	min. 1.1	mm



d _a	min.	52	mm
d _a	max.	57.6	mm
D _a	max.	78	mm
r _a	max.	1	mm

Μέγιστο στατικό φορτίο	2141 KP
-------------------------------	----------------

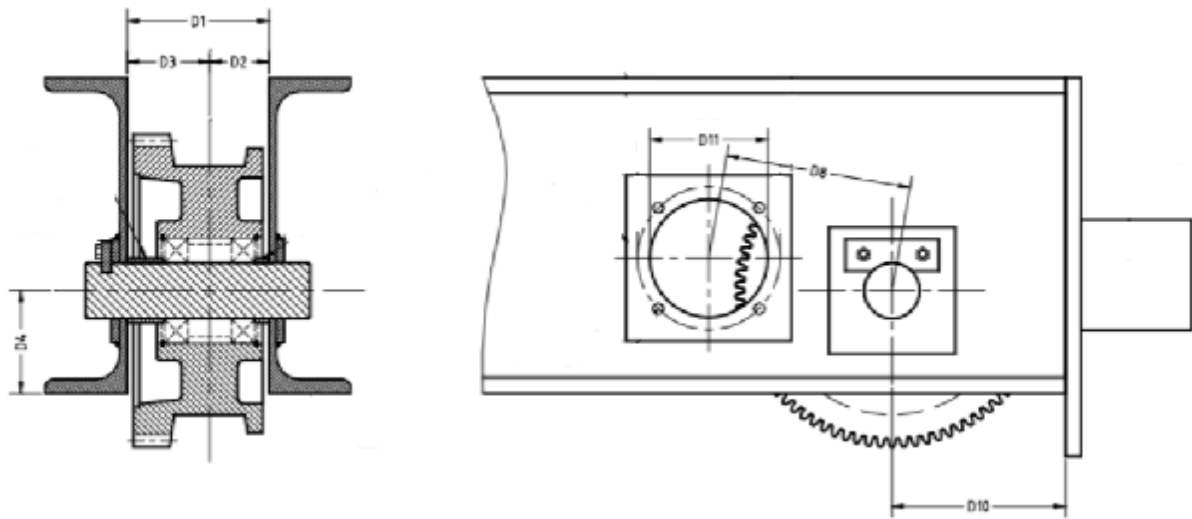
Σε κάθε τροχό θα τοποθετήσουμε 3 ρουλεμάν καθώς έτσι ορίζει ο κατασκευαστής (πίνακας 4.5.2ι)

4.5.4 Τελική διαμόρφωση των πλαγιοφορέων

Για να τοποθετήσουμε σωστά τους τροχούς στην κοίλη διατομή μας, χρησιμοποιούμε τον παρακάτω πίνακα (της ίδιας εταιρίας) για να βρούμε τις σωστές διαστάσεις οπών και τις σωστές αποστάσεις.

Πίνακας 4.5.4: Στερέωση τροχών στους πλαγιοφορείς. Όλες οι διαστάσεις είναι σε χιλιοστά.

Πηγή: Hydramachcrane.com



Μοντέλο	D1	D2	D3	D4	D8 Για γρανάζι 18 δοντιών	D10	D11
DF200	114	47	67	86	150	165	130

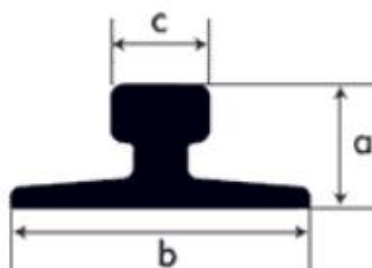
Το ολικό βάρος του πλαγιοφορέα με τους δύο τροχούς, τα ρουλεμάν, τους άξονες και τους αποστάτες των τροχών, τα προστατευτικά στοπ και το μοτέρ, ανέρχεται στα **273kg**.

4.6 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΔΟΚΩΝ ΚΥΛΙΣΕΩΣ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΡΟΧΙΑΣ

Από τους υπολογισμούς για τους τροχούς και συγκεκριμένα βάσει της διάστασης W που είναι η αύλακα των τροχών (πίνακας 4.5.2i), προκύπτει ότι η KS 22 είναι η τροχιά που θα χρησιμοποιήσουμε.

Πίνακας 4.6: Στοιχεία γερανοτροχιάς

Πηγή: sidma.gr



ΣΥΜΒΟΛΟ	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ a x b x c (mm)	ΒΑΡΟΣ (kg/m)
A - 45 (KS 22)	55x125x45	22,20
A - 55 (KS 32)	65x150x55	32,00
A - 65 (KS 43)	75x175x65	43,50
A - 75 (KS 56)	85x200x75	56,60
A - 100 (KS 75)	95x200x100	75,20

Standard Runway Beam



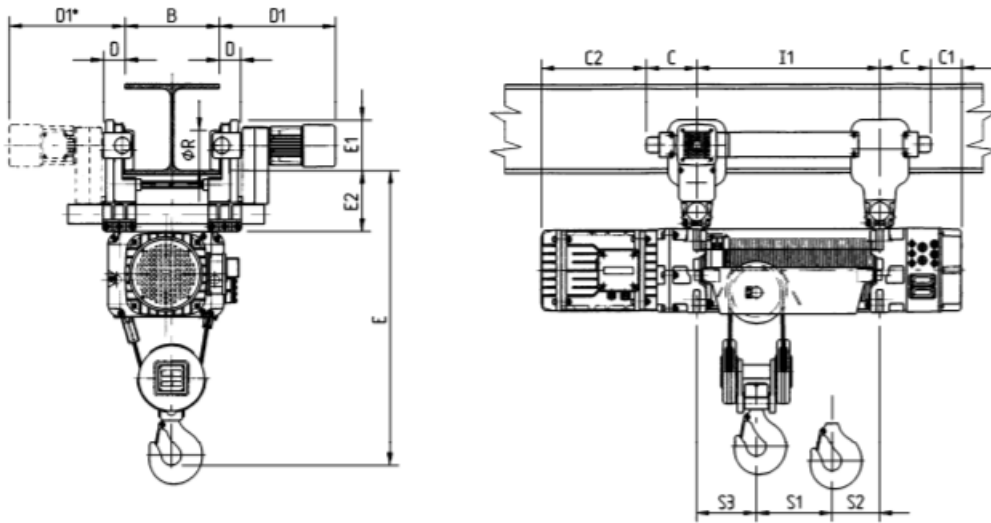
Εικόνα 4.6: Στερέωση τροχιάς σε δοκό κυλίσεως.
Πηγή: google.com

4.7 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΔΟΚΩΝ ΚΥΛΙΣΕΩΣ

Για να ξεκινήσουμε τον έλεγχο επάρκειας της δοκού κυλίσεως, πρέπει πρώτα να βρούμε τη δύναμη που επιδρά σε αυτή, και που προέρχεται από το ωφέλιμο φορτίο μαζί με το βάρος του φορείου αλλά και από το βάρος του πλαγιοφορέα και της τροχιάς.

Από τον κατασκευαστή του φορείου έχουμε την ακραία θέση του αγκίστρου σε σχέση με τη δοκό κυλίσεως (πίνακας 4.7i).

Πίνακας 4.7i: Στοιχεία βαρουλκοφορείου. Όλες οι διαστάσεις είναι σε χιλιοστά.
 Πηγή: Harringtonhoists.com



Δυνατότητα Ανύψωσης (τόνοι)	Κωδικός προϊόντος	C	C1	C2
10	RH10S-23-4L	290	-85	395
D	D1	E	E1	E2
90	400	1290	250	265
I1	R	S1	S2	S3
740	160	160	340	240

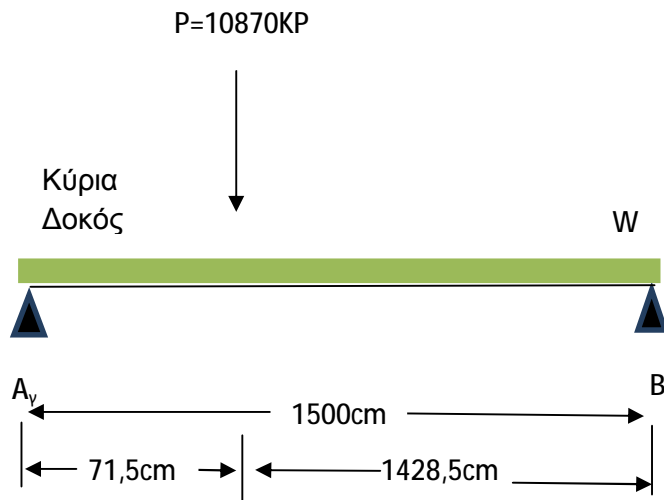
Το φορείο που έχουμε επιλέξει είναι το RH10S-23-4L. Το φορείο έχει δύο ακραίες θέσεις.

Η πρώτη ακραία θέση (αριστερά) αντιστοιχεί σε 92,5 cm (από πίνακα 4.7i $S_3 + C + C_2 = 240mm + 290mm + 395mm = 925mm$)

Η δεύτερη ακραία θέση (δεξιά) αντιστοιχεί σε 71,5 cm (από πίνακα 4.7i $S_2 + C + C_1 = 340mm + 290mm - 85mm = 715mm$)

Θα επιλέξουμε την δεύτερη για τον έλεγχο των δοκών κυλίσεως αφού αυτή δίνει μεγαλύτερη ροπή.

Βρίσκουμε τη μέγιστη δύναμη A_γ στον κύριο φορέα.



$$\Sigma M_B = 0 \quad \circlearrowleft$$

$$P * 1428,5 \text{ cm} + W * 1500 \text{ cm} * 750 \text{ cm} = A_\gamma * 1500 \text{ cm} \quad \circlearrowleft$$

$$10870 \text{ KP} * 1428,5 \text{ cm} + 1,71 \frac{\text{KP}}{\text{cm}} * 750 \text{ cm} * 1500 \text{ cm} = A_\gamma * 1500 \text{ cm} \quad \circlearrowleft$$

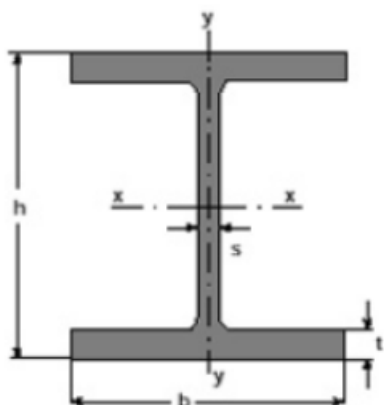
$$A_\gamma = \frac{15527795 \text{ KPcm} + 1923750 \text{ KPcm}}{1500 \text{ cm}} \quad \circlearrowleft$$

$$A_\gamma = 11634 \text{ KP} = P_{max}$$

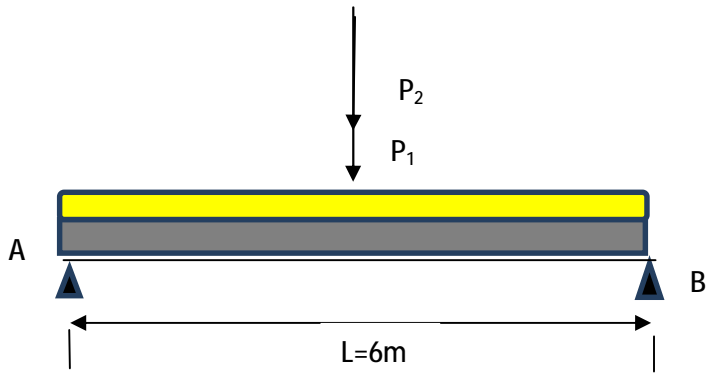
Στη δοκό κυλίσεως πέραν της P_{max} επιδρά η συγκεντρωμένη δύναμη από τον πλαγιοφορέα καθώς και η κατανεμημένη δύναμη από την τροχιά. Επιλέγουμε τη δοκό HEA 400 St37 ως δοκό κυλίσεως και προβαίνουμε στον έλεγχο της αφού πρώτα ορίσουμε ως δεδομένο πως οι κολώνες στηρίξεως της θα απέχουν μεταξύ τους 6 μέτρα.

Τα χαρακτηριστικά της δοκού φαίνονται στον πίνακα 4.7ii

Πίνακας 4.7ii: Στοιχεία δοκού ΗΕΑ 400



h(mm)	390
b(mm)	300
s(mm)	11
t(mm)	19
F(Διατομή)	159
h-2c(mm) ύψος κορμού	298
$W_x(\text{cm}^3)$ Ροπή αντίστασης ως προς τον X άξονα	2311
$W_y(\text{cm}^3)$ Ροπή αντίστασης ως προς τον Y άξονα	570,9
$I_y(\text{cm}^4)$ Ροπή αδράνειας ως προς τον Y άξονα	8560
ΒΑΡΟΣ (Kg/m)	125

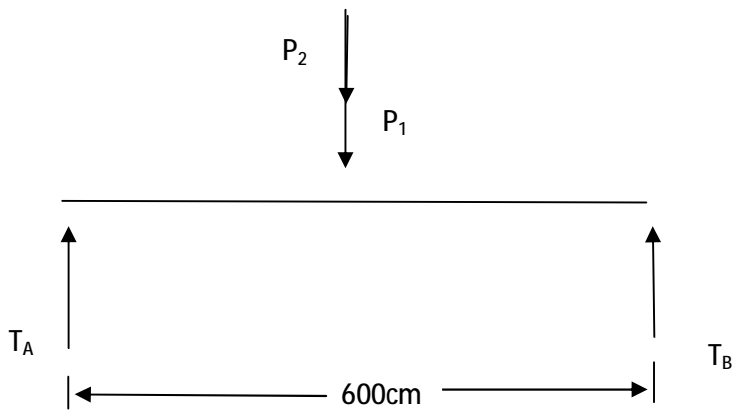


Η P_1 ισούται με την $P_{max} = 11634 \text{ KP}$ (κεφάλαιο 4.7) και η $P_2 = 273 \text{ KP}$ δηλαδή το συγκεντρωμένο φορτίο του πλαγιοφορέα (πίνακας 4.3i).

- ✓ Με κίτρινο χρώμα απεικονίζεται το κατανεμημένο φορτίο της τροχιάς
 $W_r = 0,22 \frac{\text{KP}}{\text{cm}}$ (πίνακας 4.6)
- ✓ Με γκρι χρώμα απεικονίζεται το κατανεμημένο φορτίο της δοκού HEA 400
 $W_H = 1,25 \frac{\text{KP}}{\text{cm}}$ (πίνακας 4.7ii)

Για λόγους συντομίας θα συμπύξουμε τα συγκεντρωμένα φορτία της δοκού και της τροχιάς σε ένα, το W_Δ .

$$\checkmark W_\Delta = W_r + W_H = 0,22 \frac{\text{KP}}{\text{cm}} + 1,25 \frac{\text{KP}}{\text{cm}} = 1,47 \frac{\text{KP}}{\text{cm}}$$

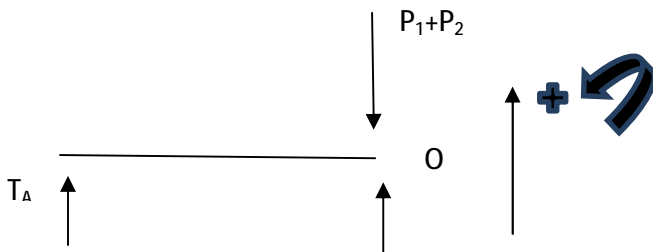


$$\Sigma M_B = 0 \text{ ó}$$

$$-T_A * 600cm + P_1 * 300cm + W_{\Delta} * 600cm * 300cm + P_2 * 300cm = 0 \text{ ó}$$

$$-T_A * 600cm + 11634 \text{ KP} * 300cm + 1,47 \frac{\text{KP}}{\text{cm}} * 600cm * 300cm + 273 \text{ KP} * 300cm = 0 \text{ ó}$$

$$T_A = 6395 \text{ KP}$$



$$\Sigma M_o = 0 \text{ ó}$$

$$-T_A * 300cm + W_{\Delta} * 300cm * 150cm + M_o = 0 \text{ ó}$$

$$-6395 \text{ KP} * 300cm + 1,47 \frac{\text{KP}}{\text{cm}} * 300cm * 150cm + M_o = 0 \text{ ó}$$

$$M_o = 1918500 \text{ KPcm} - 66150 \text{ KPcm} \text{ ó}$$

$$M_o = 1852350 \text{ KPcm}$$

Άρα η τάση κάμψης είναι :

$$\sigma_{υπ} = \frac{M_O}{W_x} = \frac{1852350 \text{ KPcm}}{2311 \text{ cm}^3} \text{ } \text{ό}, \text{ όπου } W_x \text{ η ροπή αντίστασης της δοκού κυλίσεως}$$

από πίνακα 4.7ii

$$\sigma_{υπ} = 802 \frac{\text{KP}}{\text{cm}^2}$$

Από τον πίνακα 4.7ii της σελίδας 52 έχουμε:

$$h - 2c = 290 \text{ mm}$$

$$s = 11 \text{ mm}$$

$$\text{Η επιφάνεια κορμού } F_k \text{ ισούται με } F_k = (h - 2c) * s \text{ } \text{ό} \text{ } F_k = 29,8 \text{ cm} * 1,1 \text{ cm } \text{ό}$$

$$F_k = 32,78 \text{ cm}^2$$

$$\text{Η μέση τάση διάτμησης είναι } t_m = \frac{Q}{F_k} \text{ } \text{ό}$$

$$t_m = \frac{P_1 + P_2}{F_k} = \frac{11634 \text{ KP} + 273 \text{ KP}}{32,78 \text{ cm}^2} \text{ } \text{ό}$$

$$t_m = 363 \frac{\text{KP}}{\text{cm}^2}$$

$$t_m = < 0,5 \tau_{επ} \text{ } \text{όπου } \tau_{επ} = 900 \frac{\text{KP}}{\text{cm}} \text{ από πίνακα 4.4i}$$

Έτσι δεν χρειάζεται έλεγχος της ισοδύναμης τάσης.

Άρα έχουμε:

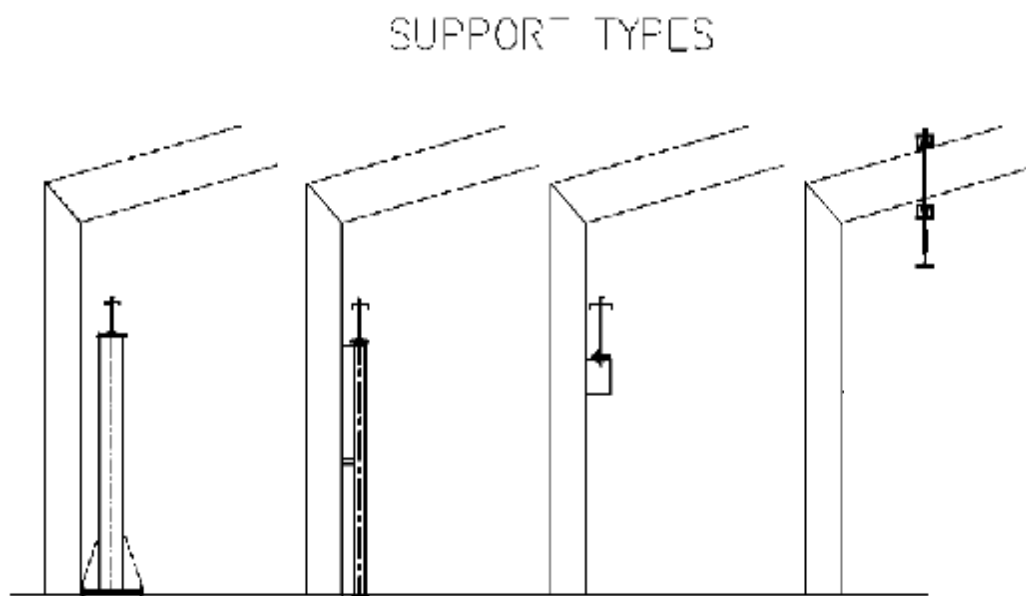
$$\sigma_{υπ} = 802 \frac{\text{KP}}{\text{cm}^2} < \sigma_{επ} = 1400 \frac{\text{KP}}{\text{cm}^2} \text{ (από πίνακα 4.4i της σελίδας 37) και}$$

$$t_m = 363 \frac{\text{KP}}{\text{cm}^2} < 0,5 \tau_{επ}$$

Έτσι, η διατομή HEA 400 St37 επαρκεί και μπορεί να φέρει στο μέσο της φορτίο 11634 KP.

4.8 ΚΟΛΩΝΕΣ ΤΩΝ ΔΟΚΩΝ ΚΥΛΙΣΕΩΣ

Οι δοκοί κυλίσεως μαζί με τις τροχιές στερεώνονται με τους εξής τρόπους στο επιθυμητό ύψος.



Εικόνα 4.8: Τρόποι στερέωσης δοκών κυλίσεως.
Πηγή: google.com

Από αριστερά προς τα δεξιά :

- Ø Με κυλινδρικές κολώνες χωρίς υποστηρίγματα.
- Ø Με δοκό διπλού ταυ.
- Ø Σε προβόλους εγκατεστημένους στο σκελετό του κτηρίου.
- Ø Κρεμασμένες από την οροφή του κτηρίου.

Παρακάτω φαίνονται μερικά φωτογραφικά παραδείγματα.

Δοκός κυλίσεως αναρτημένη σε προβόλους.



Εικόνα 4.8i

Πηγή: google.com

Δοκός κυλίσεως σε δοκούς τύπου διπλού ταυ.



Εικόνα 4.8ii

Πηγή: google.com

Δοκός κυλίσεως κρεμασμένη από την οροφή.

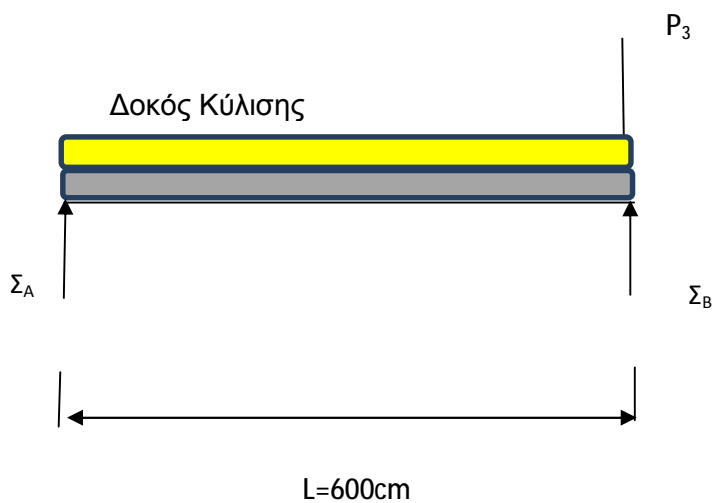


Εικόνα 4.8iii
Πηγή: google.com

Οι κολώνες στήριξης της δοκού κυλίσεως της μελέτης μας θα είναι κάθετα τοποθετημένες δοκοί HEA. Συγκεκριμένα HEA 400 St37. Οι κολώνες της κατασκευής υπόκεινται σε λυγισμό και για το λόγο αυτό θα πρέπει να ελέγξουμε αν είναι σε θέση να αντέξουν τη μέγιστη δύναμη που επιδρά σε αυτές όταν το φορείο ανυψώνει το μέγιστο ωφέλιμο φορτίο αλλά και όταν βρίσκεται στην κοντινότερη θέση, δηλαδή κοντά στους πλαγιοφορείς.

Το παρακάτω διάγραμμα δείχνει τον πλαγιοφορέα ακριβώς πάνω από τη μια κολώνα στήριξης. Έχουμε υποθέσει ότι η δύναμη P_3 είναι η $P_{max} = 11634 \text{ KP}$ από την ενότητα 4.7 (Ακραία θέση του φορείου σύμφωνα με τον κατασκευαστή) συν το βάρος του πλαγιοφορέα 273 kg .

$$\text{Έτσι } P_3 = 11634 \text{ KP} + 273 \text{ KP} = 11907 \text{ KP}$$



- ✓ Με κίτρινο χρώμα απεικονίζεται το κατανεμημένο φορτίο από την τροχιά
 $W_r = 0,22 \frac{KP}{cm}$ (πίνακας 4.6)
- ✓ Με γκρί χρώμα απεικονίζεται το κατανεμημένο φορτίο από την δοκό
 $W_H = 1,25 \frac{KP}{cm}$ (πίνακας 4.7ii)

$$\Sigma M_A = 0 \quad \text{ό}$$

$$P_3 * 600cm + 1,25 \frac{KP}{cm} * 600cm * 300cm + 0,22 \frac{KP}{cm} * 600cm * 300cm = \Sigma_B * 600cm \quad \text{ό}$$

$$\Sigma_B = \frac{11907 KP * 600cm + 225000 KPcm + 39600 KPcm}{600cm} \quad \text{ό}$$

$$\Sigma_B = 12348 KP$$

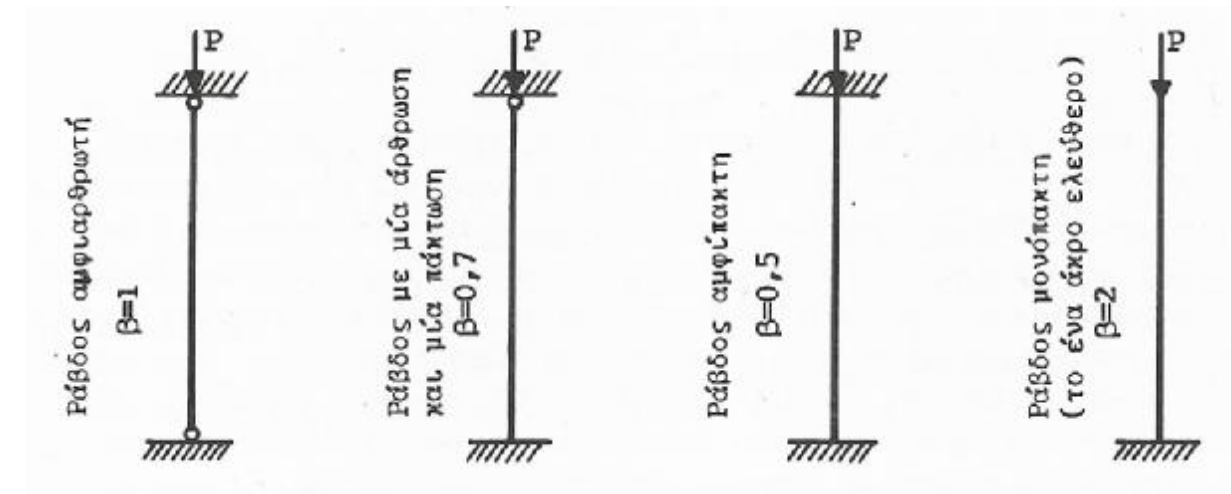
Η Σ_B είναι η μέγιστη δύναμη P_Δ που επιδρά στην δοκό στήριξης στην δυσμενέστερη θέση του φορείου.

Για να υπολογίσουμε την αντοχή της κολώνας θα ακολουθήσουμε την μέθοδο ω του βιβλίου "Μεταλλικές Κατασκευές".

Από τον παρακάτω πίνακα (4.8i) λαμβάνουμε την τιμή του συντελεστή β .

Πίνακας 4.8i

Πηγή: Μεταλλικές Κατασκευές, Γιαννόπουλος Ανδρέας.



Θα επιλέξουμε την 4^η περίπτωση καθώς οι κολώνες αρχικά δεν θέλουμε να έχουν υποστηρίγματα αφού αυτή είναι και η δυσμενέστερη περίπτωση.

$$\beta = 2$$

Γνωρίζουμε από τα τεχνικά χαρακτηριστικά ότι το μήκος της κολώνας θα είναι 7 μέτρα. Συνεπώς, :

$$L = 700cm$$

Το ελεύθερο μήκος λυγισμού S_k θα είναι:

$$S_k = \beta * L \text{ ὅ } S_k = 1400cm$$

Η ελάχιστη ακτίνα αδράνειας της διατομής HEA 400 δίνεται από τον τύπο:

$$i_{\min} = \sqrt{\frac{I_{\min}}{F_k}}, \text{ όπου } I_{\min} \text{ η ελάχιστη ροπή αδράνειας της διατομής σε } cm^4$$

όπου F_k η επιφάνεια πλήρους διατομής της ράβδου σε cm^2

Άρα από τον Πίνακα 4.7ii έχουμε:

$$F_k = 159 cm^2$$

$$I_y = 8560 cm^4$$

$$\text{Έτσι } i_{\min} = \sqrt{\frac{8560 cm^4}{159 cm^2}} = 7,34 cm$$

Ο βαθμός λυγυρότητας της ράβδου δίνεται από τον τύπο:

$$\lambda = \frac{S_k}{i_{\min}} \sigma$$

$$\lambda = \frac{1400 cm}{7,34 cm} \sigma$$

$$\lambda = 191$$

Από τον επόμενο πίνακα (4.8ii), βάσει του λ βρίσκουμε τον συντελεστή λυγισμού ω .

Πίνακας 4.8ii

Πηγή: Μεταλλικές Κατασκευές, Γιαννόπουλος Ανδρέας.

Συντελεστής λυγισμού ω ράβδων από δομικό χάλυβα St 33 και St 37

λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	λ
20	1,04	1,04	1,04	1,05	1,05	1,06	1,06	1,07	1,07	1,08	20
30	1,08	1,09	1,09	1,10	1,10	1,11	1,11	1,12	1,13	1,13	30
40	1,14	1,14	1,15	1,16	1,16	1,17	1,18	1,19	1,19	1,20	40
50	1,21	1,22	1,23	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	1,28	1,29	50
60	1,30	1,31	1,32	1,33	1,34	1,35	1,36	1,37	1,39	1,40	60
70	1,41	1,42	1,44	1,45	1,46	1,48	1,49	1,50	1,52	1,53	70
80	1,55	1,56	1,58	1,59	1,61	1,62	1,64	1,66	1,68	1,69	80
90	1,71	1,73	1,74	1,76	1,78	1,80	1,82	1,84	1,86	1,88	90
100	1,90	1,92	1,94	1,96	1,98	2,00	2,02	2,05	2,07	2,09	100
110	2,11	2,14	2,16	2,18	2,21	2,23	2,27	2,31	2,35	2,39	110
120	2,43	2,47	2,51	2,55	2,60	2,64	2,68	2,72	2,77	2,81	120
130	2,85	2,90	2,94	2,99	3,03	3,08	3,12	3,17	3,22	3,26	130
140	3,31	3,36	3,41	3,45	3,50	3,55	3,60	3,65	3,70	3,75	140
150	3,80	3,85	3,90	3,95	4,00	4,06	4,11	4,16	4,22	4,27	150
160	4,32	4,38	4,43	4,49	4,54	4,60	4,65	4,71	4,77	4,82	160
170	4,88	4,94	5,00	5,05	5,11	5,17	5,23	5,29	5,35	5,41	170
180	5,47	5,53	5,59	5,66	5,72	5,78	5,84	5,91	5,97	6,03	180
190	6,10	6,16	6,23	6,29	6,36	6,42	6,49	6,55	6,62	6,69	190
200	6,75	6,82	6,89	6,96	7,03	7,10	7,17	7,24	7,31	7,38	200
210	7,45	7,52	7,59	7,66	7,73	7,81	7,88	7,95	8,03	8,10	210
220	8,17	8,25	8,32	8,40	8,47	8,55	8,63	8,70	8,78	8,86	220
230	8,93	9,01	9,09	9,17	9,25	9,33	9,41	9,49	9,57	9,65	230
240	9,73	9,81	9,89	9,97	10,05	10,14	10,22	10,30	10,39	10,47	240
250	10,55										250

Η πρώτη αριστερή στήλη (και η τελευταία δεξιά) δίνει τις δεκάδες του αριθμού λ , ενώ η πρώτη σειρά στο επάνω μέρος δίνει τις μονάδες αυτού. Παράδειγμα: Για $\lambda=124$ διαβάζουμε στην σειρά 120 και στην στήλη 4 τον συντελεστή $\omega=2,60$.

Έτσι για $\lambda = 191$, παίρνουμε τιμή $\omega = 6,16$

Ελέγχουμε την υπάρχουσα τάση:

$$\sigma_{υπ} = \frac{\omega * P_{\Delta}}{F} \quad \acute{\omicron}$$

$$\sigma_{υπ} = \frac{6,16 * 12348 \text{ KP}}{159 \text{ cm}^2} \quad \acute{\omicron}$$

$$\sigma_{υπ} = 478 \frac{\text{KP}}{\text{cm}^2} < \sigma_{επ} \quad \acute{\omicron} \text{που } \sigma_{επ} = 1400 \frac{\text{KP}}{\text{cm}^2} \text{ από πίνακα 4.4i}$$

Άρα η διατομή είναι επαρκής.

4.9 ΈΛΕΓΧΟΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ

4.9.1 Γενικά για της Συγκολλήσεις

Σε κάθε κατασκευή οποιασδήποτε τεχνολογικής εφαρμογής, υπάρχουν τρόποι με τους οποίους μπορούμε να πετύχουμε τη σύνδεση των μεταλλικών τεμαχίων. Κυριότεροι είναι οι συνδέσεις με κοχλίες και βίδες, με τη χρήση ήλων και τέλος με τη μέθοδο της μόνιμης συγκράτησης που είναι η χρήση της συγκόλλησης. Οι συγκολλήσεις δεν είναι πάντα η καλύτερη επιλογή σύνδεσης, καθώς απαιτούνται ειδικές τεχνικές και γνώσεις για την ορθή επίτευξη τους. Για αυτό σε εργοστάσια και βιομηχανίες ο κάθε συγκολλητής πάντα έχει στην κατοχή του τις κατάλληλες πιστοποιήσεις.

Οι συνδέσεις με τη χρήση συγκολλήσεων έχουν αρκετά πλεονεκτήματα κυρίως σε θέματα αντοχής αλλά και εξοικονόμησης βάρους. Μια συγκόλληση παρέχει πολύ μεγάλη αντοχή στην σύνδεση αλλά και αρκετά μεγαλύτερη δυσκαμψία στην όλη κατασκευή.

Δεν θα μπορούσαν να λείπουν και οι περιπτώσεις που είναι αδύνατον να χρησιμοποιηθεί η εφαρμογή της συγκόλλησης. Τέτοιες περιπτώσεις συνήθως είναι η αναγκαιότητα για αποσύνδεση μιας κατασκευής για μεταφορά σε άλλο χώρο αλλά και η διαφορετικότητα των δυο μετάλλων των μεταλλικών τεμαχίων κάτι που καθιστά πολλές φορές τη συγκόλληση αρκετά δύσκολη.

Χρησιμοποιώντας τον όρο συγκόλληση αναφερόμαστε στην μίξη δυο ή και παραπάνω μεταλλικών στοιχείων με τη βοήθεια της θέρμανσης. Οι τρόποι συγκόλλησης κατατάσσονται βάσει του τρόπου της κόλλησης που χρησιμοποιούμε και χωρίζονται στις εξής κατηγορίες.

- Ø Τις ετερογενείς
- Ø Τις αυτογενείς

Ετερογενείς λέγονται οι συγκολλήσεις που η θερμοκρασία τήξης της κόλλησης είναι πολύ χαμηλότερη από τη θερμοκρασία τήξης του υλικού των μεταλλικών στοιχείων. Επίσης η κόλληση έχει πάντα διαφορετική χημική σύσταση από το υλικό των τεμαχίων που συγκολλούνται.

Αυτογενείς λέγονται οι συγκολλήσεις τήξης όταν τα προς συγκόλληση μεταλλικά τεμάχια είναι από το ίδιο υλικό. Σε αυτού του είδους τις συγκολλήσεις οι θερμοκρασίες που απαιτούνται είναι πολύ υψηλές και εξαρτώνται από τα τεμάχια που θα συγκολληθούν.

4.9.2 Μέθοδοι Συγκόλλησης

i. Συγκόλληση με επενδυμένο ηλεκτρόδιο.

Η μέθοδος συγκόλλησης με επενδυμένο ηλεκτρόδιο (Stick Welding/MMA) είναι μια από τις βασικότερες και πιο διαδεδομένες μεθόδους συγκόλλησης. Είναι μια χειροκίνητη μέθοδος και βασικό της στοιχείο είναι ένα ηλεκτρόδιο το οποίο τήκεται απελευθερώνοντας αέρια προστασίας, και συγκολλώντας τα δυο μεταλλικά τεμάχια αφήνει μια πάστα προστασίας να καλύπτει την ραφή. Για να σχηματιστεί το ηλεκτρικό τόξο χρησιμοποιείται συνεχές ή και εναλλασσόμενο ρεύμα.

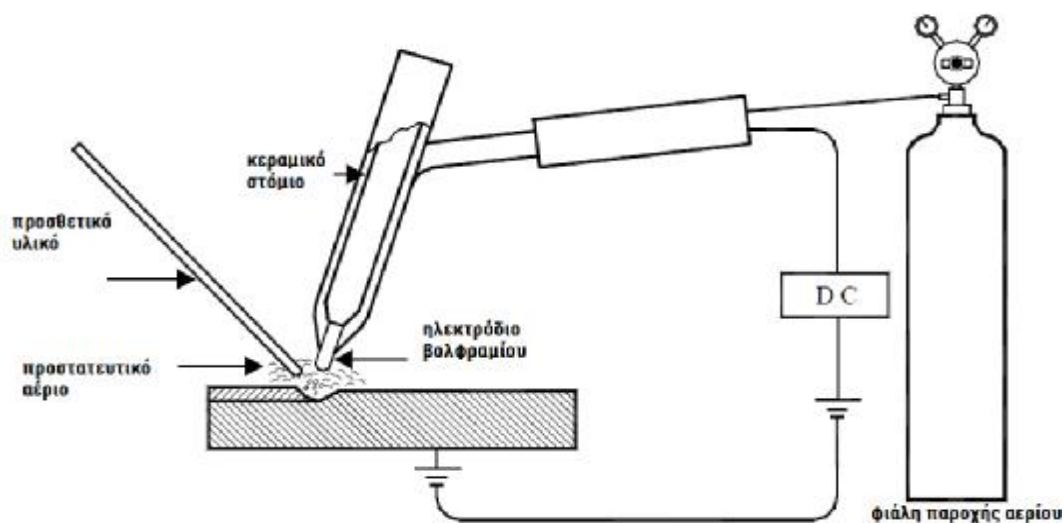


Εικόνα 4.9.2i: Συγκόλληση MMA
Πηγή: google.com

Στη συγκόλληση αυτού του είδους, το ηλεκτρόδιο είναι κατασκευασμένο από την εξωτερική επικάλυψη και τον μεταλλικό πυρήνα. Καθώς ο πυρήνας λιώνει λόγω του σχηματιζόμενου τόξου, κατά την ψύξη του δημιουργεί την ραφή. Τα ηλεκτρόδια έχουν μικρό μήκος κάτι που κάνει την διαδικασία αρκετά αργή σε σχέση με άλλες μεθόδους συγκόλλησης. Η πάστα η οποία δημιουργείται κατά τη συγκόλληση πρέπει να αφαιρείται κατά την αλλαγή του ηλεκτροδίου. Το τόξο, ανάλογα με τον τύπο των μετάλλων που συγκολλούνται αλλά και το πάχος τους, δημιουργείται με την αλλαγή έντασης του ρεύματος. Τα ηλεκτρόδια επιλέγονται βάσει αρκετών κριτηρίων και τα πιο συνήθη είναι ο τύπος του συγκολλούμενου μετάλλου, η αντοχή σε εφελκυσμό που ορίζει η μελέτη, ο τύπος του ρεύματος και ο ρυθμός εναπόθεσης υλικού.

ii. Συγκόλληση με ηλεκτρόδιο βολφραμίου.

Η μέθοδος συγκόλλησης με ηλεκτρόδιο βολφραμίου ή TIG (tungsten inert gas) γίνεται παρουσία μιας προστατευτικής ατμόσφαιρας ενός αδρανούς αερίου, όπως το καθαρό αέριο αργό. Το αργό βοηθά σημαντικά στην αποφυγή της οξειδωσης του ηλεκτροδίου βολφραμίου. Η μέθοδος αυτή δεν απαιτεί προσθετικό υλικό. Αυτό όμως εξαρτάται πάντα από τον τύπο της ραφής που ο συγκολλητής θέλει να εκτελέσει. Σε περίπτωση που χρειάζεται, αυτό γίνεται χειροκίνητα από τον συγκολλητή. Η συγκόλληση TIG είναι η καλύτερη επιλογή συγκόλλησης για σύνδεση λεπτών ελασμάτων αλλά και για περιπτώσεις που η ποιότητα της συγκόλλησης πρέπει να είναι εξαιρετική. Οι συγκολλητές που χρησιμοποιούν αυτή τη μέθοδο πρέπει να είναι έμπειροι και πάρα πολύ ικανοί. Πρέπει να αναφέρουμε ότι η ταχύτητα της εκτέλεσης της συγκόλλησης είναι αρκετά μικρότερη σε σχέση με άλλες μεθόδους και για αυτό δεν επιλέγεται συχνά σε σιδηροκατασκευές όπως τα πλαίσια στήριξης.



Εικόνα 4.9.2ii: Συγκόλληση TIG

Πηγή: reisen-fuer-meister.de

Στην εικόνα 4.9.2ii βλέπουμε το ηλεκτρικό κύκλωμα με την πηγή ρεύματος, τη γείωση και την τσιμπίδα (Torch), την παροχή του αερίου μαζί με τους σωλήνες και τέλος το ηλεκτρόδιο. Κάποιες τσιμπίδες μπορούν να ψύχονται από ένα κύκλωμα ψύξης. Επίσης ολοένα και περισσότερο γίνεται διαδεδομένη η χρήση πεντάλ για την αυξομείωση του ρεύματος και κατ επέκταση την αλλαγή του τόξου.



Εικόνα 4.9.2 ii: Έλεγχος τόξου με χρήση πεντάλ
Πηγή: google.com

Ο πυρσός της συγκόλλησης αποτελείται από δυο πολύ σημαντικά στοιχεία. Το πρώτο είναι το ηλεκτρόδιο βολφραμίου. Ταξινομούνται βάσει της χημικής του σύστασης με διάφορα χρώματα. Για παράδειγμα τα πράσινα ηλεκτρόδια περιέχουν ένα πολύ μικρό ποσοστό βολφραμίου. Τα ηλεκτρόδια αυτά είναι αρκετά φθηνά και χρησιμοποιούνται κυρίως σε συγκολλήσεις αλουμινίου. Επίσης τα ροζ ηλεκτρόδια είναι και τα πιο συνηθισμένα καθώς χρησιμοποιούνται για χάλυβες ανοξείδωτους και μη, με περιεκτικότητα σε θόριο από 0,35 έως και 4,2%. Το δεύτερο στοιχείο είναι το κεραμικό στόμιο. Από την ποιότητα και τον τύπο του στομίου εξαρτάται η ομαλή και επαρκής ροή του εκάστοτε προστατευτικού αερίου.



Εικόνα 4.9.2iii: Πυρσός Συγκόλλησης TIG
Πηγή: google.com

iii. Συγκόλληση με ημιαυτόματη μηχανή σύρματος.

Η συγκόλληση με την ημιαυτόματη μηχανή η αλλιώς MIG/MAG μοιάζει πολύ με την μέθοδο *ii*. Και οι δυο χρησιμοποιούν μια προστατευτική ατμόσφαιρα αερίου όπως επίσης και ηλεκτρόδιο ως τηκτικό στοιχείο. Όμως υπάρχει μια κύρια διαφορά στον τρόπο με τον οποίο το στοιχείο αυτό τροφοδοτείται κατά τη διάρκεια της συγκόλλησης. Το ηλεκτρόδιο η αλλιώς σύρμα τροφοδοτείται από το εξωτερικό του πυρσού που περνάει μέσω αυτού αφού ξετυλιχτεί από το καρούλι του. Η ταχύτητα με την οποία ξετυλίγεται το καρούλι καθώς και το επιλεγμένο ρεύμα συγκόλλησης καθορίζει την χρόνο πλήρωσης μιας συγκόλλησης. Η μέθοδος αυτή, αν και χειρωνακτική, είναι από τις γρηγορότερες που υπάρχουν. Όμως λόγω της μεγάλης ταχύτητας εναπόθεσης σύρματος υπάρχουν πολλές ατέλειες στην ραφή όπως η ατελής τήξη και ύπαρξη κομματιών του σύρματος ανάμεσα στα κολλημένα τεμάχια. Για το λόγο αυτό η μέθοδος MIG/MAG χρησιμοποιείται σε κατασκευές όπου η οπτική λεπτομέρεια είναι λιγότερο σημαντική από την ορθή λειτουργικότητα.



Εικόνα 4.9.2iv: Τροφοδοσία σύρματος σε μηχανή MIG/MAG
Πηγή: google.com



Εικόνα 4.9.2v: Πυρσός Συγκόλλησης MIG/MAG
Πηγή: google.com

4.9.3 Ελαττώματα Συγκολλήσεων

Πολλές φορές μια συγκόλληση μπορεί να κριθεί ως ελαττωματική όταν είναι εμφανές ότι έχουν δημιουργηθεί παραμορφώσεις, ρήγματα, καψίματα αλλά και πόροι. Τα ρήγματα συνήθως είναι αποτέλεσμα της μη σωστής προετοιμασίας του συγκολλούμενου μετάλλου. Η ύπαρξη ακαθαρσιών και χρωμάτων έχουν ως αποτέλεσμα την αργοπορημένη στερεοποίηση και τη συγκέντρωση των ακαθαρσιών στην περιοχή εκείνη. Επίσης, το μεγάλο ύψος ραφής από την προσθήκη μετάλλου συχνά ξεπερνά το πλάτος της ραφής, κάτι το οποίο δεν είναι ορθό.

Σε πολλές περιπτώσεις η γρήγορη ψύξη της ένωσης μπορεί να ραγίσει την επιφάνεια μιας συγκολλημένης περιοχής. Μια πολύ σημαντική περίπτωση δημιουργίας ρηγματος που πρέπει πάντα να ελέγχεται ακόμα και μετά από πολλές ώρες, είναι η ρηγματώση δίπλα από την ραφή και σε όλο το μήκος της λόγω της παρουσίας υδρογόνου κατά την εκτέλεση της συγκόλλησης.

Οι παραμορφώσεις αποτελούν ένα μεγάλο κομμάτι των ελαττωμάτων των συγκολλήσεων και χωρίζονται σε κάποιες βασικές κατηγορίες. Μια από αυτές είναι η μεταβολή της γωνίας μεταξύ δυο συγκολλημένων επιφανειών γύρω από τον άξονα της συγκόλλησης. Κύρια αιτία των παραμορφώσεων είναι η ανομοιομορφία της θερμικής κατανομής και η εναπόθεση παραπανίσιου υλικού συγκόλλησης. Μια ακόμα αιτία είναι η επιλογή λανθασμένου τρόπου συγκόλλησης ειδικά σε ελάσματα που πρέπει να συγκολλούνται με μικρότερο ρυθμό εισερχομένης θερμότητας όπως το αλουμίνιο.

Η δημιουργία πόρων στη ραφή είναι κάτι που πάντα υπάρχει. Συνήθως όταν η απόσταση μεταξύ τους είναι αραιή δεν αποτελούν κίνδυνο. Οι πόροι που δεν είναι οπτικά εμφανείς μπορεί να επιφέρουν θραύση και πρέπει μέσω της διαδικασίας του ποιοτικού ελέγχου να ανιχνευτούν. Ακόμα, τα καψίματα σε μια ραφή, λόγω του κακού τόξου, μπορεί να υποδηλώνουν ότι η ποιότητα της συγκόλλησης δεν είναι καλή.

Τέλος το “πιπίλισμα” παρατηρείται αρκετά συχνά όταν χρησιμοποιούμε τη μέθοδο MIG/MAG και παρόλο που δεν επηρεάζει την αντοχή, αλλά επηρεάζει την εμφάνιση του τελικού οπτικού αποτελέσματος.



Εικόνα 4.9.3: "Πιπίλισματα" κατά τη συγκόλληση.
Πηγή: Makemoneywelding.com

4.9.4 Ποιοτικός Έλεγχος Συγκολλήσεων

Σε εργοστάσια και μεγάλες βιομηχανίες ο ποιοτικός έλεγχος των ηλεκτροσυγκολλήσεων είναι αναγκαίος. Παρόλο που οι συγκολλητές είναι κάτοχοι πιστοποιήσεων και συνεπώς εγγυούνται με την εργασία τους την ποιότητα της συγκόλλησης, υπάρχουν ορισμένοι έλεγχοι για την εξακρίβωση της ποιότητας της δουλειάς τους. Οι έλεγχοι αυτοί συνήθως πραγματοποιούνται μια μέρα μετά (η ακόμα και δυο μέρες μετά) διότι η ρηγμάτωση που προκαλεί το υδρογόνο δεν συμβαίνει άμεσα. Τα είδη των επιθεωρήσεων είναι τρία. Η οπτική επιθεώρηση, οι μη καταστρεπτικές δοκιμές και οι καταστρεπτικές δοκιμές.

Τις οπτικές επιθεωρήσεις αποτελούν τα εξής σημεία. Πρώτον, διαπιστώνεται αν οι ραφές έχουν τις σωστές διαστάσεις και μορφές για κάθε περίπτωση συγκόλλησης. Δεύτερον, γίνεται έλεγχος για καψίματα και εμφάνιση πόρων ή κρατήρων στην επιφάνεια των ραφών. Τρίτον, αν υπάρχουν ρωγμές και αν υπάρχει διείσδυση μέχρι τη ρίζα και τέλος αν τα τελικά τεμάχια έχουν τις απαιτούμενες διαστάσεις.

Οι μη καταστρεπτικές δοκιμές μπορούν να δείξουν αν υπάρχουν λάθη στις συγκολλήσεις, όμως δεν μπορούν να εγγυηθούν για την ορθή μηχανική ιδιότητα που θεωρητικά θα πρέπει να παρέχει η συγκόλληση. Μερικές πολύ συχνές μέθοδοι για τους ελέγχους αυτούς είναι οι παρακάτω. Η χρήση ειδικών υγρών πάνω στη ραφή, μπορεί να δείξει, με την αλλαγή του χρώματος, αν υπάρχει κάποια ρωγμή. Με τη χρήση ακτινογραφιών γίνεται δυνατή η εύρεση των πόρων στο εσωτερικό της συγκόλλησης.

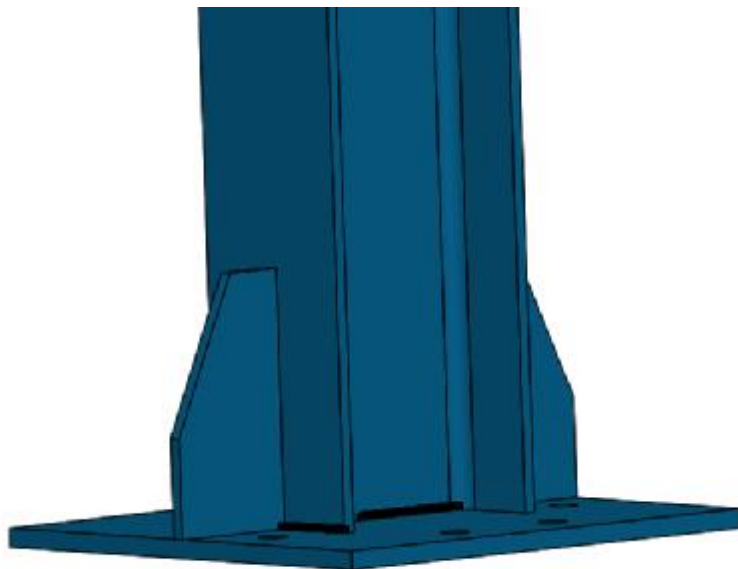
Τέλος με τη χρήση υπέρηχων μπορούν να διαπιστωθούν ακόμα και τα πιο μικρά ελαττώματα. Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι, οι δυο τελευταίες μέθοδοι διεξάγονται από ειδικά εκπαιδευμένο προσωπικό με όργανα ακρίβειας και συνήθως λαμβάνουν χώρα σε περιστάσεις που η ακρίβεια στη συγκόλληση παίζει τεράστιο ρόλο.

Οι καταστρεπτικές δοκιμές όπως είναι λογικό, διεξάγονται σε ορισμένα τεμάχια συνήθως μαζικής παραγωγής. Τα τεμάχια αυτά μπορεί να ελεγχτούν για την αντοχή τους σε κρούσεις, εφελκυστικές δυνάμεις, τεστ σκληρότητας και αντοχής στην συνεχομένη έκθεση υψηλών θερμοκρασιών.

4.9.5 Έλεγχος Συγκόλλησης κολώνας-βάσης

Οι κολώνες που στηρίζουν τις δοκούς κυλίσεως θα συγκολληθούν με τις πλάκες στήριξης χρησιμοποιώντας δύο εξωραφές στα πέλματα και δυο εξωραφές στον κορμό της κολώνας HEA 400. Το πάχος της ραφής πρέπει να υπολογιστεί βρίσκοντας κάποια πολύ σημαντικά στοιχεία τα οποία πρέπει να συμμορφώνονται με τους κανονισμούς .

Στην εικόνα 4.9.5 φαίνεται με έντονο χρώμα η ραφή στη βάση της κολώνας.



Εικόνα 4.9.5: Περιμετρική Συγκόλληση Δοκού HEA με πλάκα

Η σύνδεση της εικόνας 4.9.5 καταπονείται από μια αξονική δύναμη που έχει την τάση να θλίβει τη δοκό.

- Ø Το πάχος της πλάκας βάσης είναι $30mm$.
- Ø Το πάχος της δοκού HEA 400 είναι $11mm$ για τον κορμό και $19mm$ για τα πέλματα.
- Ø Το μήκος του κορμού της δοκού είναι $298mm$ και το μήκος των πελμάτων $300mm$.

Έτσι έχουμε:

$$l_1 = 300mm$$

$$l_2 = 298mm$$

$$t_{min} \text{ κορμού} = 11mm$$

$$t_{min} \text{ πελματος} = 19mm$$

$$t_{max} = 30mm$$

Βασιζόμενοι στους περιορισμούς έχουμε:

$$3 \leq \alpha_1 \leq 0,7 * t_{min} \text{ πελματος} \quad \text{Ø} \quad 3 \leq \alpha_1 \leq 0,7 * 19mm \quad \text{Ø} \quad 3 \leq \alpha_1 \leq 13,3mm$$

$$3 \leq \alpha_2 \leq 0,7 * t_{min} \text{ κορμού} \quad \text{Ø} \quad 3 \leq \alpha_2 \leq 0,7 * 11mm \quad \text{Ø} \quad 3 \leq \alpha_2 \leq 7,7mm$$

Για το πάχος των ραφών α πρέπει να ισχύει:

$$a \geq \sqrt{t_{max}} - 0,5 = \sqrt{30} - 0,5mm = 5mm$$

Βάσει των προηγούμενων επιλέγουμε πάχος ραφής $7mm$

Το ενεργό μήκος των ραφών πρέπει να υπολογιστεί όπως προ είπαμε. Η συγκόλληση που θα πραγματοποιηθεί δεν είναι περιμετρική αλλά τμηματική.

$$\text{Για τα πέλματα : } ln_1 = l_1 - 2 * \alpha = 300mm - 2 * 7mm = 286mm = 28,6cm$$

$$\text{Για τον κορμό : } ln_2 = l_2 - 2 * \alpha = 298mm - 2 * 7mm = 284mm = 28,4cm$$

Βάσει των ενεργών μηκών των ραφών, υπολογίζουμε την επιφάνεια των ραφών.

$$\text{Για τα πέλματα : } Fw1 = 2 * \alpha * ln_1 = 2 * 7mm * 286mm = 4004mm^2 = 40,04cm^2$$

$$\text{Για τον κορμό : } Fw2 = 2 * \alpha * ln_2 = 2 * 7mm * 284mm = 3976mm^2 = 39,76cm^2$$

Ο υπολογισμός των θλιπτικών τάσεων των ραφών, θα υπολογιστεί θεωρώντας ότι η τέμνουσα δύναμη Q , που είναι ίση με την δύναμη $\Sigma_B = 12348 KP$ του κεφαλαίου 4.8, θα την παραλαμβάνουν όλες οι ραφές του κορμού.

Έτσι η μέση τάση λόγω θλιπτικών και αξονικών δυνάμεων είναι:

$$\sigma_w = \frac{Q}{F_{w2} + F_{w1}} = \frac{12348 \text{ KP}}{(40,04 + 39,76) \text{ cm}^2} = \frac{12348 \text{ KP}}{79,8 \text{ cm}^2} = 154,7 \frac{\text{KP}}{\text{cm}^2}$$

Από τον πίνακα 4.9.5 που ακολουθεί λαμβάνουμε την επιτρεπόμενη τιμή για θλιπτικές τάσεις σε συγκολλήσεις με εξωραφές υλικού St37 :

Πίνακας 4.9.5: Επιτρεπόμενες τάσεις ραφών συγκολλήσεως σε $\frac{\text{KP}}{\text{cm}^2}$

Πηγή: Μεταλλικές Κατασκευές, Γιαννόπουλος Ανδρέας.

Α/Α	Είδος τάσης	Είδος ραφής	Υλικό τεμαχίων			
			St 37		St 52	
			Περίπτωση φορτίσεως			
		H	HZ	H	HZ	
1	-Θλίψη από αξονική δύναμη -Θλίψη από κάμψη	-Εσωραφές (όλων των ποιοτήτων)	1600	1800	2400	2700
		-Εξωραφές (όλων των ποιοτήτων)	1350	1500	1700	1900
		-Ειδικές ραφές: <i>Ραφή K</i> , συγκολλημένη ή μή μέχρι τον κρατήρα, χωρίς έλεγχο για ρωγμές και ελαττώματα.	1350	1500	1700	1900
		<i>Ραφή K</i> , συγκολλημένη ή μή μέχρι τον κρατήρα και με διαπιστωμένη κατόπιν ελέγχου την μη ύπαρξη ρωγμών και ελαττωμάτων.	1600	1800	2400	2700
		<i>Ραφή HV</i> , με συγκόλληση της απέναντι πλευράς και με διαπιστωμένη κατόπιν ελέγχου την μη ύπαρξη ρωγμών και ελαττωμάτων.	1600	1800	2400	2700
		<i>Ραφή HV</i> , χωρίς συγκόλληση της απέναντι πλευράς ή χωρίς έλεγχο για ρωγμές και ελαττώματα.	1350	1500	1700	1900
2	-Εφελκυσμός από αξονική δύναμη -Εφελκυσμός από κάμψη εγκάρσια προς την διεύθυνση της ραφής	-Εσωραφές: Χωρίς έλεγχο για ρωγμές και ελαττώματα. Με διαπιστωμένη κατόπιν ελέγχου την μη ύπαρξη ρωγμών και ελαττωμάτων.	1350	1500	1700	1900
		-Εξωραφές (όλων των ποιοτήτων)	1600	1800	2400	2700
		-Ειδικές ραφές: <i>Ραφή K</i> , συγκολλημένη ή μή μέχρι τον κρατήρα, χωρίς έλεγχο για ρωγμές και ελαττώματα.	1350	1500	1700	1900
		<i>Ραφή K</i> , συγκολλημένη ή μή μέχρι τον κρατήρα και με διαπιστωμένη κατόπιν ελέγχου την μη ύπαρξη ρωγμών και ελαττωμάτων.	1600	1800	2400	2700
		<i>Ραφή HV</i> , με συγκολλημένη την απέναντι πλευρά και με διαπιστωμένη κατόπιν ελέγχου την μη ύπαρξη ρωγμών και ελαττωμάτων.	1600	1800	2400	2700
		<i>Ραφή HV</i> , χωρίς συγκόλληση της απέναντι πλευράς ή χωρίς έλεγχο για ρωγμές και ελαττώματα.	1350	1500	1700	1900
3	-Διάτμηση	-Όλες οι ραφές, όλες οι ποιότητες	1350	1500	1700	1900
4	-Τάση συγκρίσεως	-Όλες οι ραφές, όλες οι ποιότητες	1350	1500	1700	1900

Έτσι έχουμε:

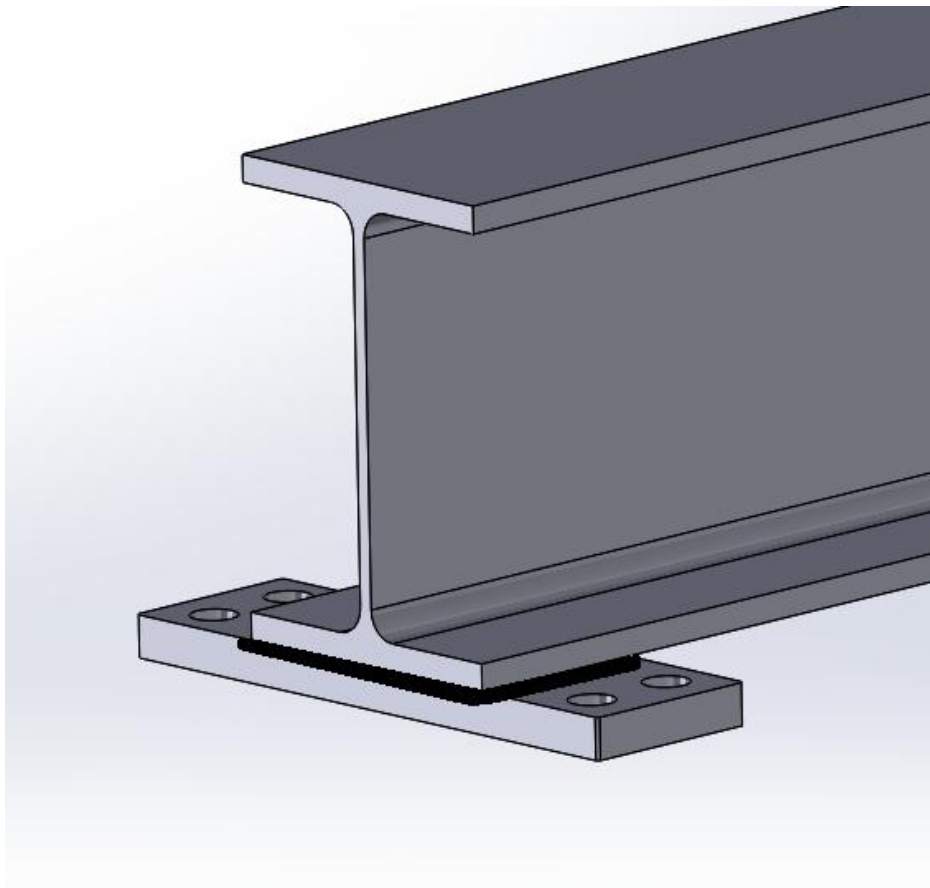
$$\sigma_w = 154,7 \frac{KP}{cm^2} \leq \sigma_{m,επ} = 1350 \frac{KP}{cm^2}$$

Συμπεραίνουμε πως οι ραφές θα αντέξουν στην φόρτιση της θλιπτικής δύναμης Q .

4.9.6 Έλεγχος Συγκόλλησης κύριας δοκού στη (βιδωτή) βάση του πλαγιοφορέα

Η πλάκα σύνδεσης του πλαγιοφορέα είναι συγκολλητή με τον κύριο φορέα. Η ένωση των δυο θα πραγματοποιηθεί περιμετρικά με δυο εξωραφές κατά μήκος της, και δυο κατά το πλάτος της. Οι συγκολλήσεις αυτές καταπονούνται σε θλίψη προερχόμενη τόσο από το ωφέλιμο φορτίο ($10000 KP$), όσο και από το βάρος του βαρουλκοφορείου ($870 KP$).

Στην εικόνα 4.9.6 φαίνεται η ραφή με έντονο χρώμα.



Εικόνα 4.9.6

Η πλάκα που επιλέχθηκε να συγκολληθεί στην κύρια δοκό έχει διαστάσεις $600 * 200 * 30mm$.

Για τον υπολογισμό της συγκόλλησης έχουμε τα εξής στοιχεία:

∅ $t_{min} = 26mm$, το πάχος του πέλματος της δοκού HEB 450

∅ $t_{max} = 30mm$, το πάχος της πλάκας στερέωσης.

Το πάχος των ραφών, α πρέπει να βρίσκεται εντός των παρακάτω περιορισμών:

$$3 \leq \alpha \leq 0,7 * t_{min} \quad \text{∅} \quad 3 \leq \alpha \leq 0,7 * 26mm \quad \text{∅} \quad 3 \leq \alpha \leq 18,2mm$$

και

$$\alpha \geq \sqrt{t_{max}} - 0,5 \quad \text{∅} \quad \alpha \geq \sqrt{30mm} - 0,5 \quad \text{∅} \quad \alpha \geq 5mm$$

Επιλέγουμε πάχος ραφών $\alpha = 15 mm$

Το ενεργό μήκος των ραφών θα είναι :

$$l_{n1} = l_1 - 2 * a = 200mm - 30mm = 170mm \text{ ή } 17cm$$

$$l_{n2} = l_2 - 2 * a = 300mm - 30mm = 270mm \text{ ή } 27cm$$

Όπου:

l_1 το πλάτος της πλάκας ίσο με $200 mm$ (σελίδα 74).

l_2 το πλάτος του πέλματος της δοκού HEB 450 ίσο με $300 mm$ από πίνακα 4.4

Για τις εξωραφές πρέπει να ισχύει:

$$10 * a \leq l_{n1} \leq 100 * a \quad \text{δ} \quad 150mm \leq 170mm \leq 1500mm$$

Και

$$10 * a \leq l_{n2} \leq 100 * a \quad \text{δ} \quad 150mm \leq 270mm \leq 1500mm$$

Το πάχος της ραφής είναι αποδεκτό.

Για να υπολογίσουμε τις επιφάνειες των ραφών λειτουργούμε ως εξής:

$$f_{w1} = 2 * a * l_{n1} = 3cm * 17cm = 51cm^2$$

$$f_{w2} = 2 * a * l_{n2} = 3cm * 27cm = 81cm^2$$

Το τμήμα αυτό επηρεάζεται από την θλιπτική δύναμη που είναι κάθετη προς τις ραφές με τιμή $Q = 11634 \text{ KP}$ από το κεφάλαιο 4.7

Άρα έχουμε:

$$\sigma_w = \frac{Q}{f_{w1} + f_{w2}} = \frac{11634 \text{ KP}}{(51 + 81) \text{ cm}^2} = \frac{11634}{132} \frac{\text{KP}}{\text{cm}^2} = 88,14 \frac{\text{KP}}{\text{cm}^2} \leq \sigma_{\varepsilon\pi} = 1700 \frac{\text{KP}}{\text{cm}^2} ,$$

από το πίνακα 4.9.5

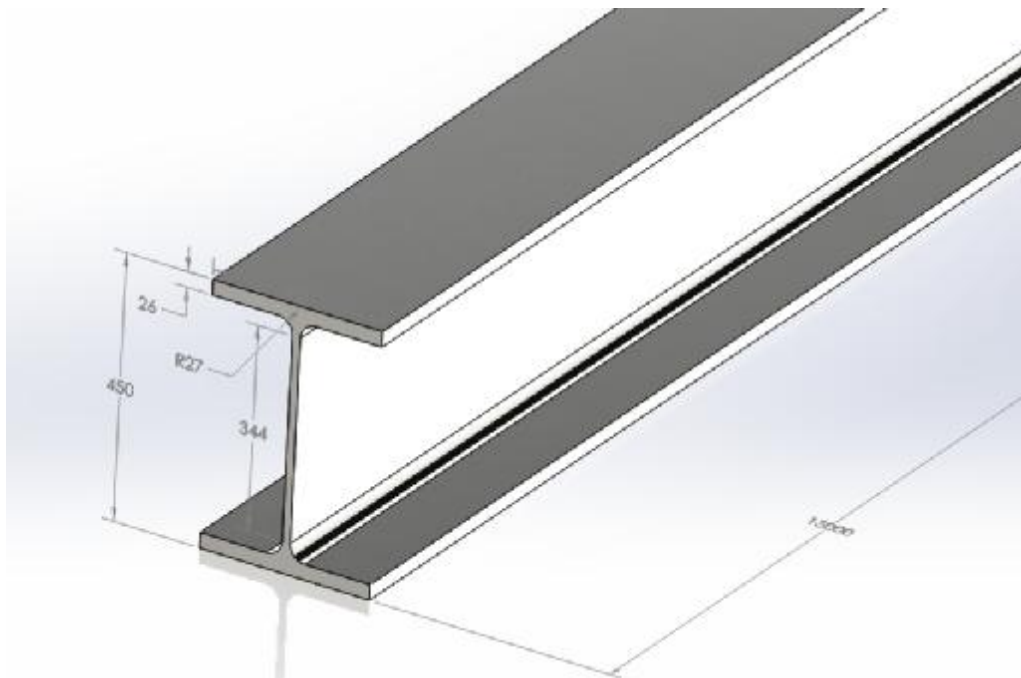
Οι συγκολλήσεις κρίνονται ανθεκτικές.

5. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Ο σχεδιασμός γίνεται με το σχεδιαστικό πρόγραμμα *Solidworks*. Όλες οι διαστάσεις είναι σε mm.

5.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΥΡΙΟΥ ΦΟΡΕΑ

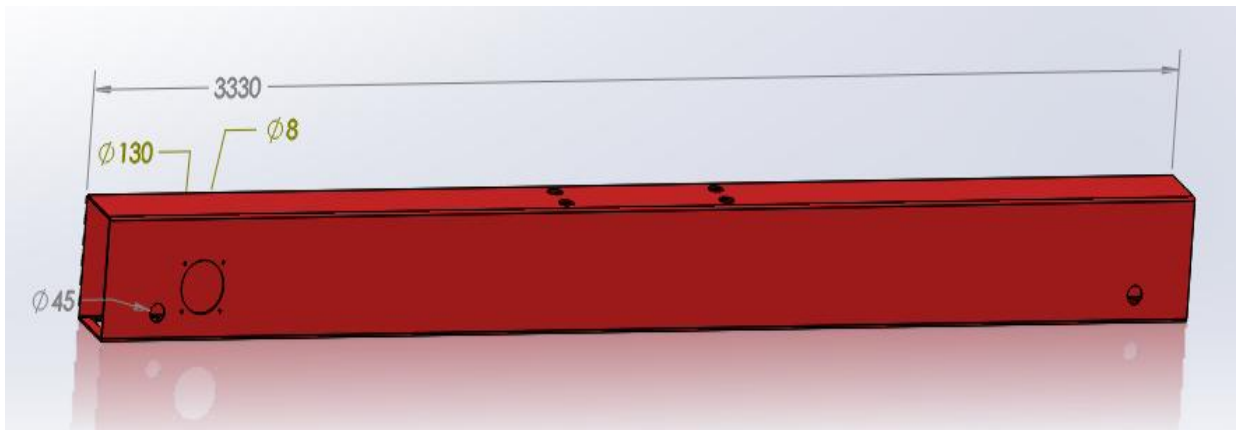
Ο κύριος φορέας όπως αναλύσαμε και στο 4^ο κεφάλαιο, θα αποτελείται από μια δοκό διπλού ταυ τύπου HEB 450 από χάλυβα της ποιότητας St52. Δοκοί τέτοιου τύπου αποτελούν πολύ καλές επιλογές καθώς είναι αρκετά οικονομικότερες λύσεις από τις κατά παραγγελία ορθογωνικές κατασκευές.



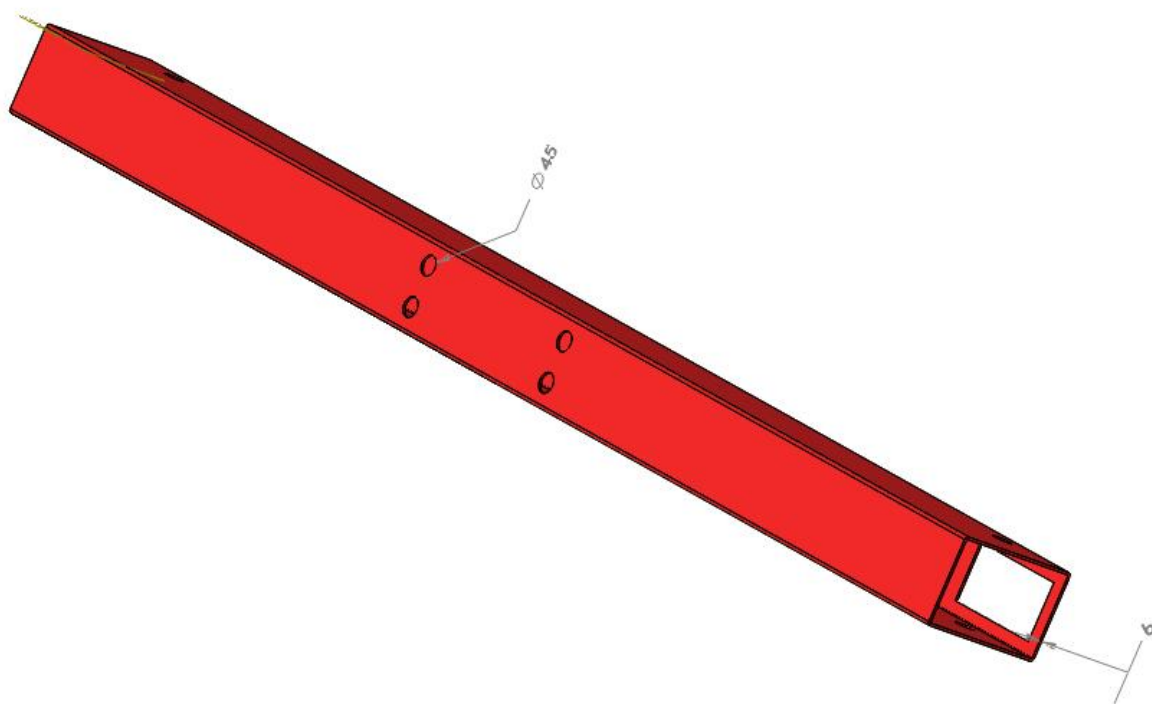
Εικόνα 5.1: Κύρια Δοκός της Γερανογέφυρας HEB 450.

5.2 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΠΛΑΓΙΟΦΟΡΕΩΝ

Οι πλαγιοφορείς είναι τα στοιχεία της γερανογέφυρας τα οποία της επιτρέπουν να κινείται κατά μήκος του χώρου στον οποίο βρίσκεται. Συγκεκριμένα για την μελέτη αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθούν δυο χαλύβδινες ορθογωνικές κοίλες διατομές υλικού St52 και δημιουργήθηκαν οι σπές που χρειάζονται για να δεχτούν τους τροχούς κύλισης βάσει του σχεδίου της εταιρίας Hydramachcrane.com (πίνακας 4.5.4).

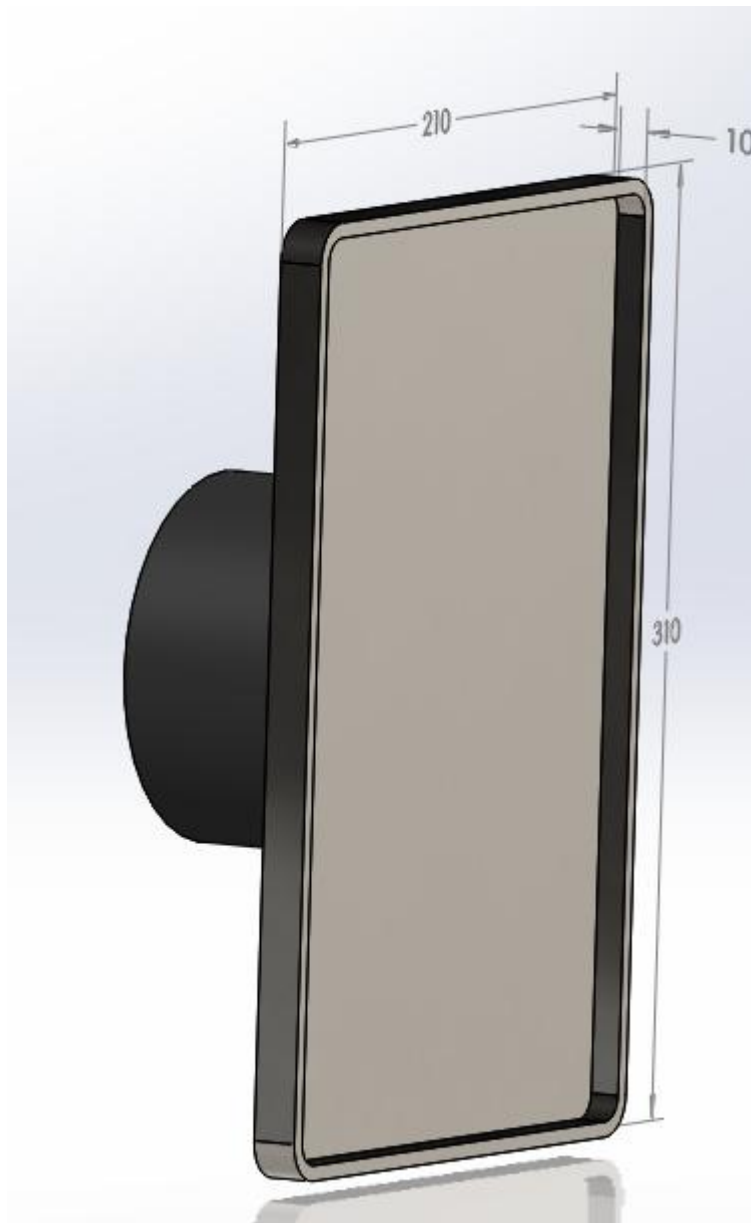


Εικόνα 5.2i: Πλαγιοφορέας.



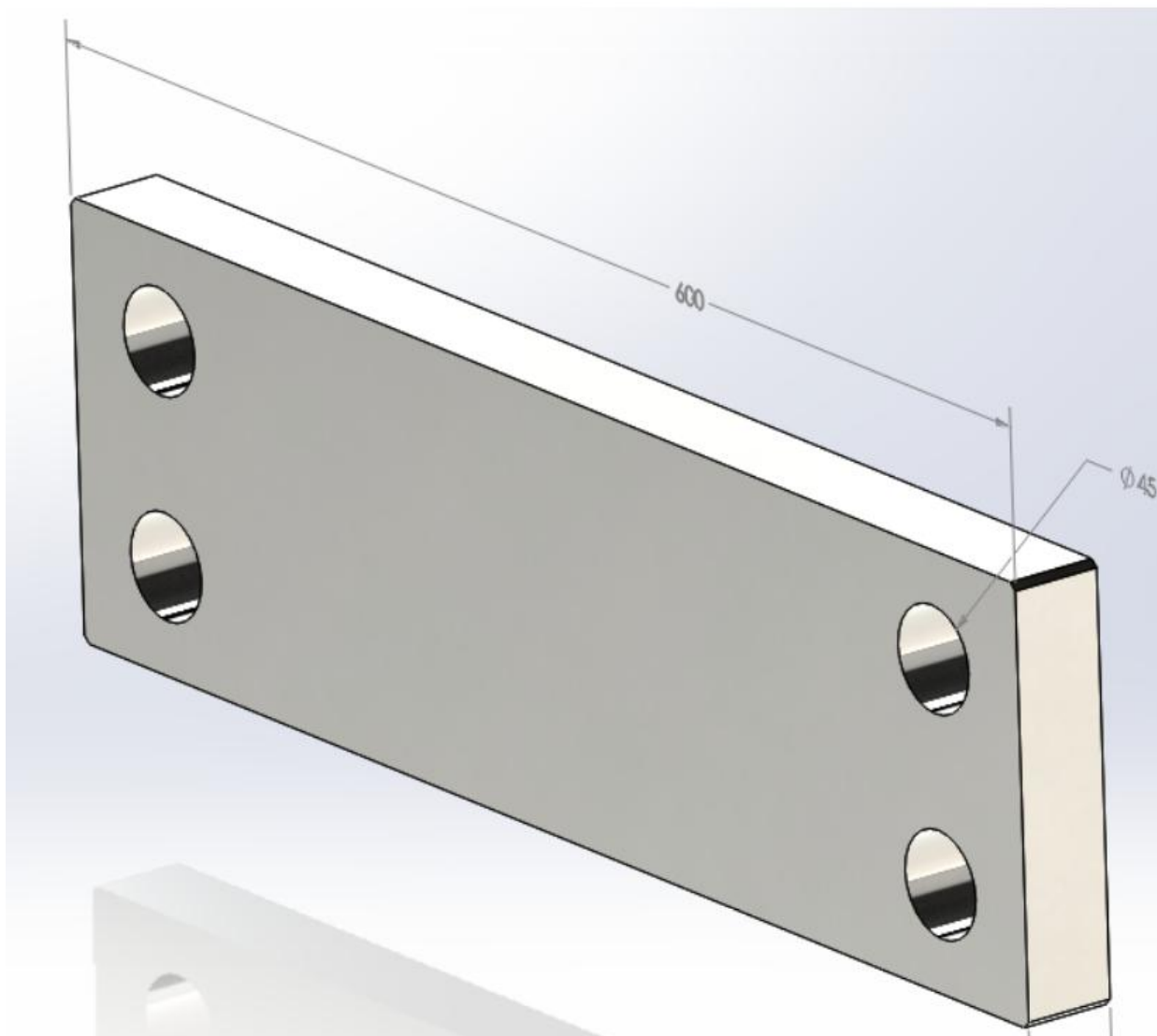
Εικόνα 5.2ii: Πλαγιοφορέας.

Στην εικόνα 5.2iii που ακολουθεί φαίνεται το μεταλλικό καπάκι που φέρει το πλαστικό στοπ. Η κατασκευή αυτή εφαρμόζει στα άκρα των πλαγιοφορέων και σκοπός της είναι η προστασία των άκρων τους από τις συγκρούσεις.



Εικόνα 5.2iii: Καπάκι με ελαστικό στοπ για τα άκρα των πλαγιοφορέων.

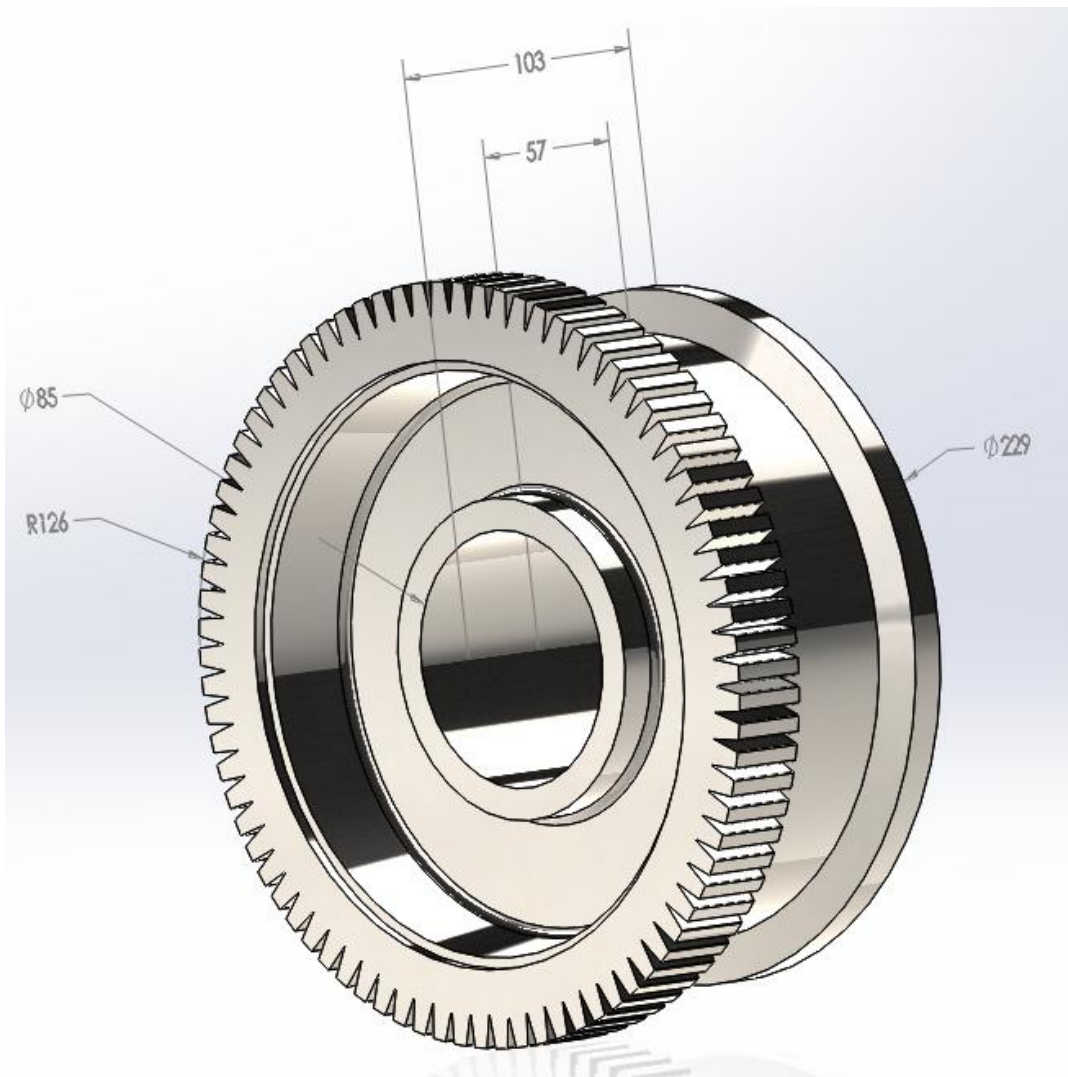
Στην εικόνα 5.2 iv απεικονίζεται η βάση που συνδέει την κύρια δοκό με τον πλαγιοφορέα. Το υλικό της είναι ίδιο με της κύριας δοκού (St52) και η ένωση των δυο επιτυγχάνεται με ηλεκτροσυγκόλληση. Οι οπές έχουν διάμετρο 45 χιλιοστά, προκειμένου να δεχτούν κοχλίες M42, και είναι σχεδιασμένες ώστε να συμπίπτουν με τις οπές στο κέντρο του πλαγιοφορέα.



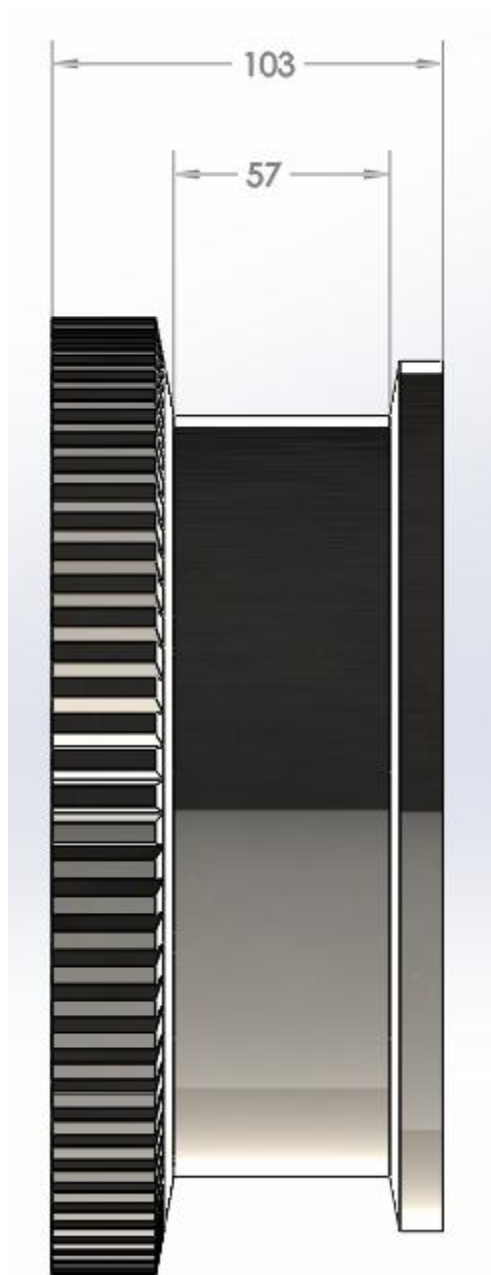
Εικόνα 5.2iv: Βάση σύνδεσης κύριας δοκού με τον πλαγιοφορέα.

5.3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΤΡΟΧΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΞΟΝΩΝ ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΠΟΣΤΑΤΩΝ ΤΩΝ ΤΡΟΧΩΝ

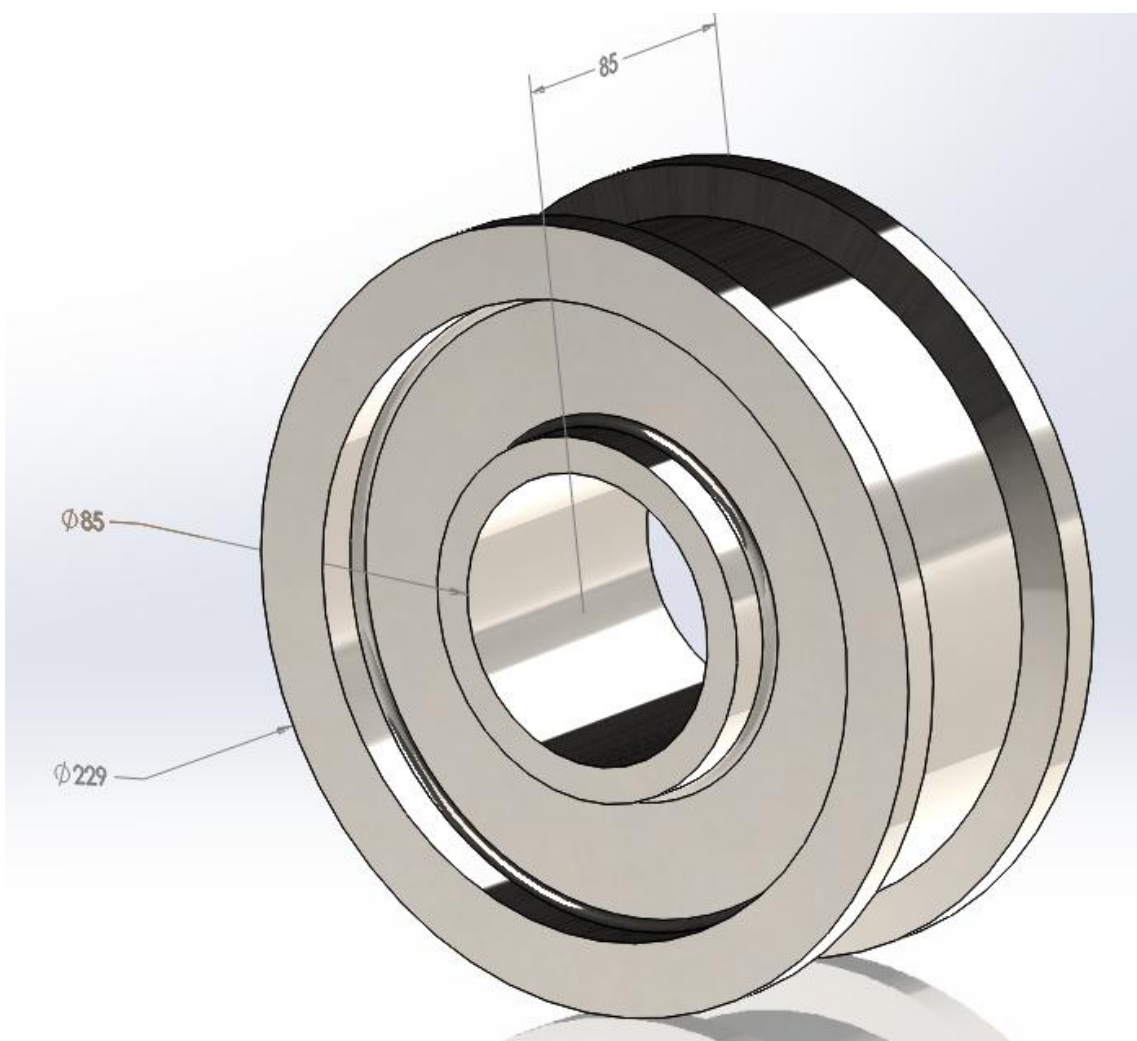
Οι τροχοί των πλαγιοφορέων τοποθετούνται στο εμπρόσθιο και στο πίσω μέρος του πλαγιοφορέα. Ο πίσω τροχός είναι οδοντωτός και μέσω του μοτέρ που του δίνει κίνηση, αυτός με τη σειρά του κινεί τον πλαγιοφορέα. Οι άξονες των τροχών και οι αποστάτες, στερεώνουν τους τροχούς στις προεπιλεγμένες θέσεις. Το υλικό των τροχών είναι βαμμένος χάλυβας τύπου ASTM A536-80 Grade 80-55-06.



Εικόνα 5.3i: Οδοντωτός τροχός με 82 δόντια και μοντούλ 3.

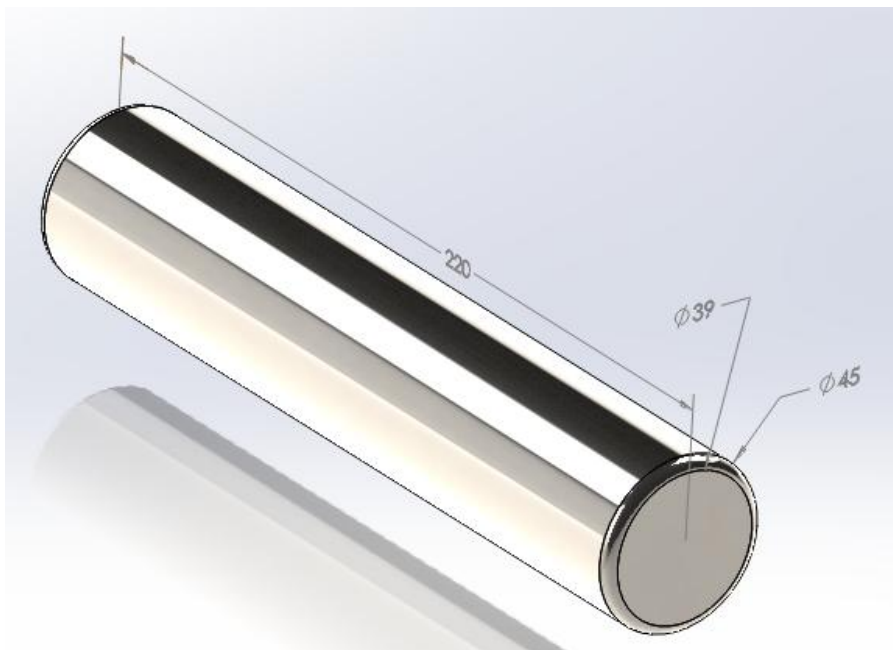


Εικόνα 5.3ii: Οδοντωτός τροχός.

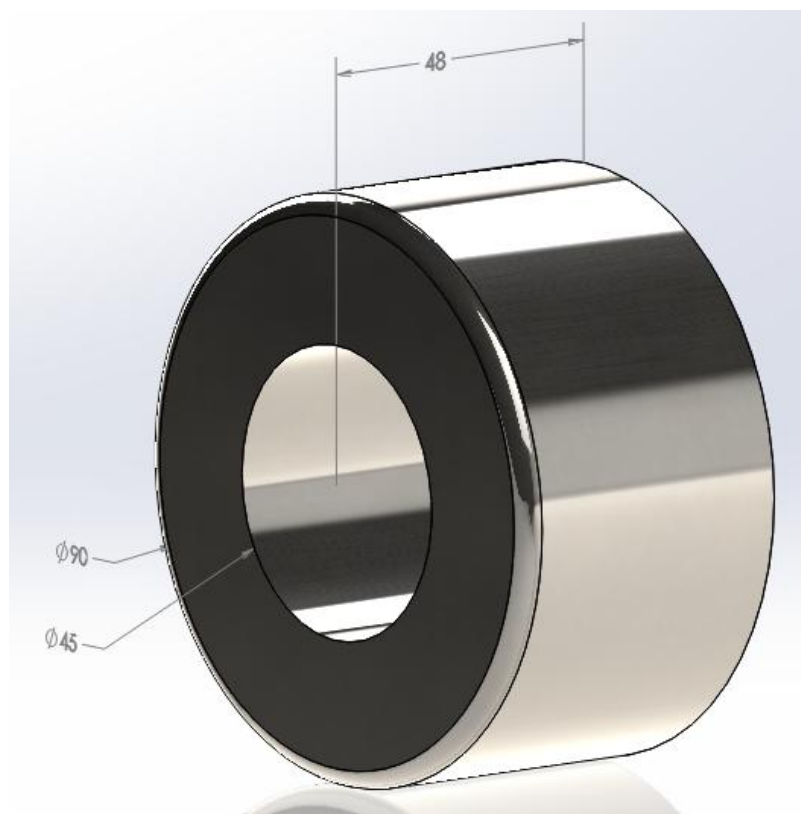


Εικόνα 5.3iii: Τροχός απλός.

Ο άξονας είναι κατασκευασμένος από χρώμιο μολυβδαίνιο καθώς πρέπει να είναι σε θέση να αντέχει τα μεγάλα φορτία της γερανογέφυρας.

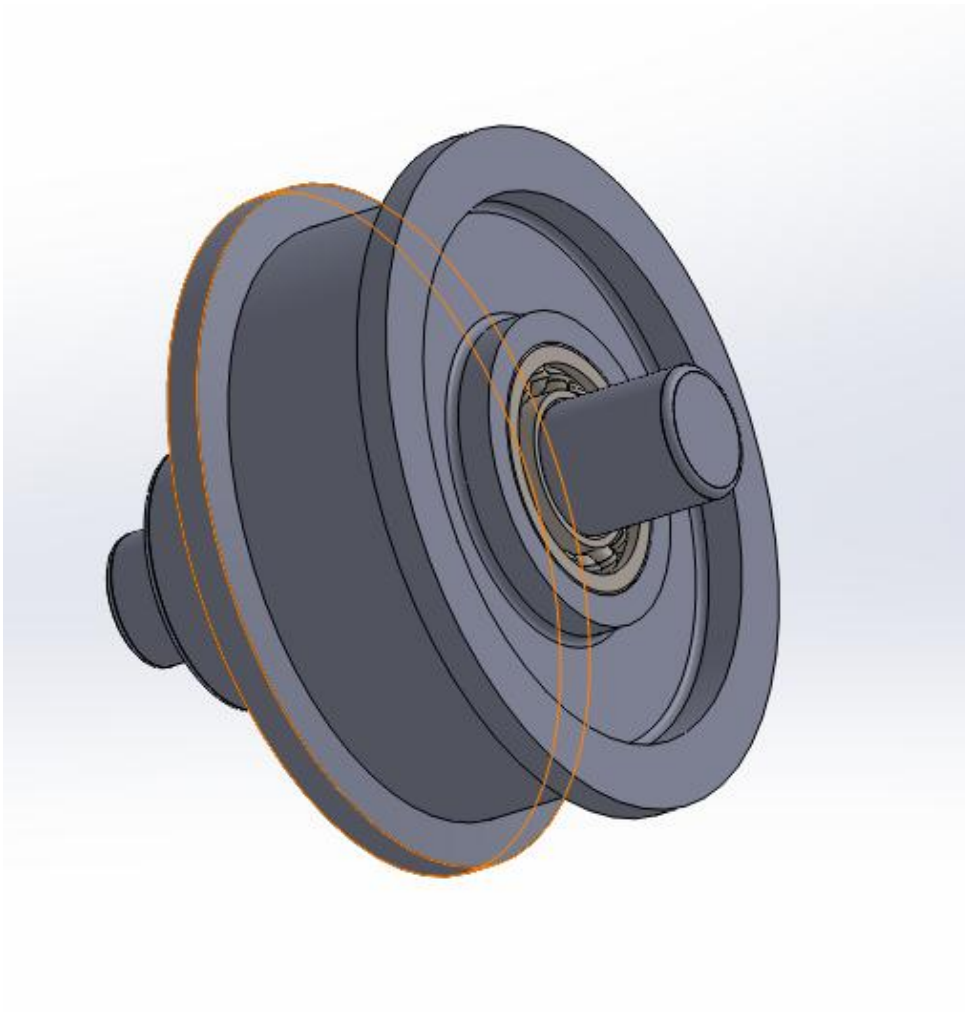


Εικόνα 5.3iv: Άξονας τροχών.



Εικόνα 5.3v: Αποστάτης τροχών από "μαύρο" χάλυβα.

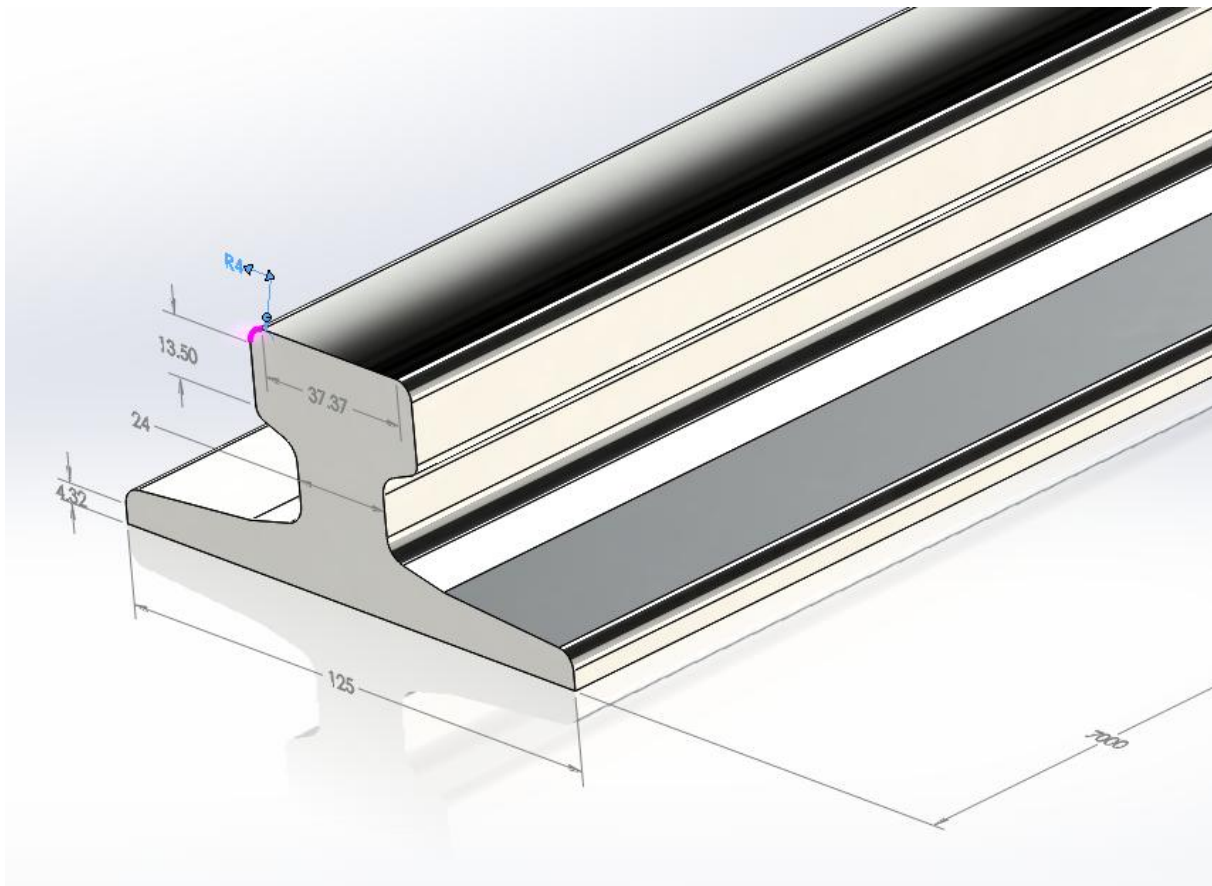
Στην εικόνα 5.3νι φαίνεται ο τροχός, με τον άξονα περασμένο, και τα ρουλεμάν τύπου 6209-Z με διαστάσεις $45 * 85 * 19mm$



Εικόνα 5.23νι: Τροχός με τον άξονα του και τα ρουλεμάν.

5.4 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΗΣ ΓΕΡΑΝΟΤΡΟΧΙΑΣ

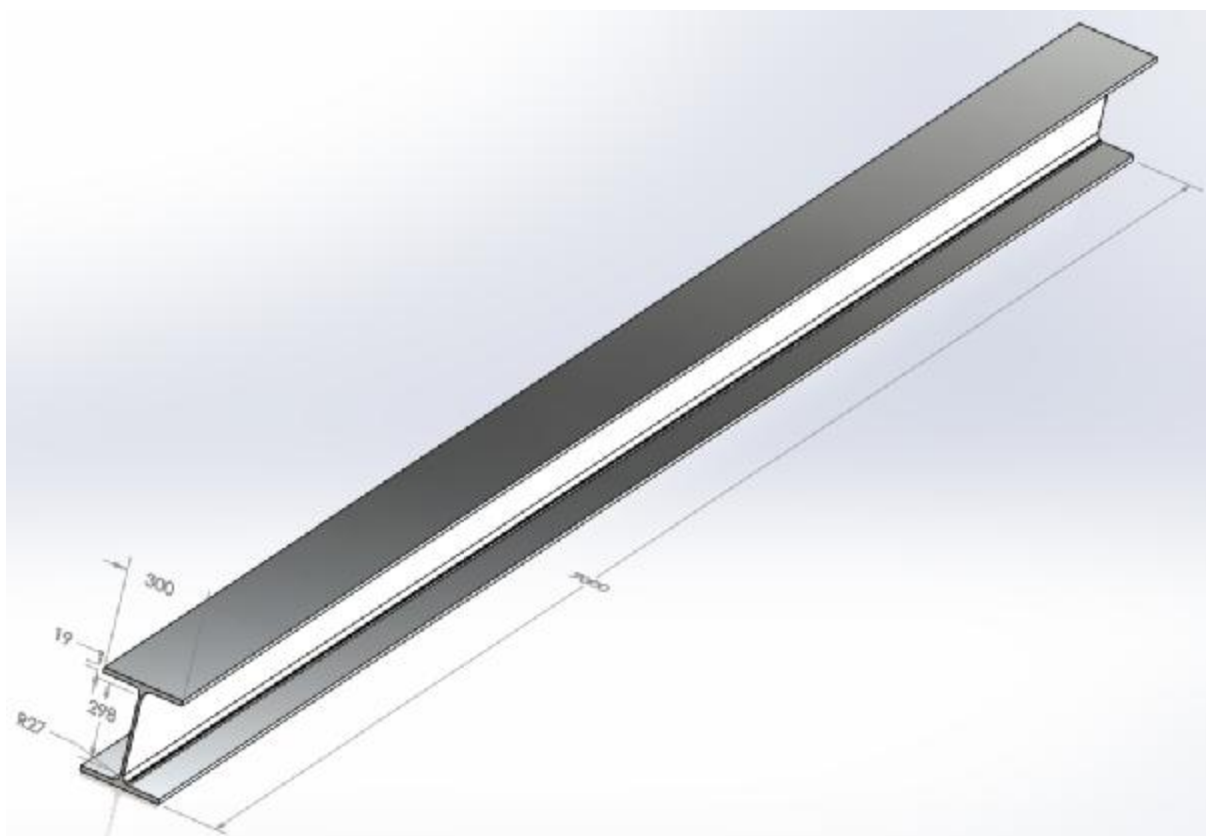
Η τροχιά κύλισης επιλέγεται σύμφωνα με το αυλάκι (W) στους τροχούς των πλαγιοφορέων και η λειτουργία της είναι να μετακινεί τη γερανογέφυρα σε μια απόλυτα ευθεία γραμμή. Το υλικό της είναι χάλυβας St37 με ανοχές κατά DIN 536.



Εικόνα 5.4: Τροχιά κυλίσεως.

5.5 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΔΟΚΩΝ ΚΥΛΙΣΕΩΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΟΚΩΝ ΣΤΗΡΙΞΕΩΣ ΑΥΤΩΝ

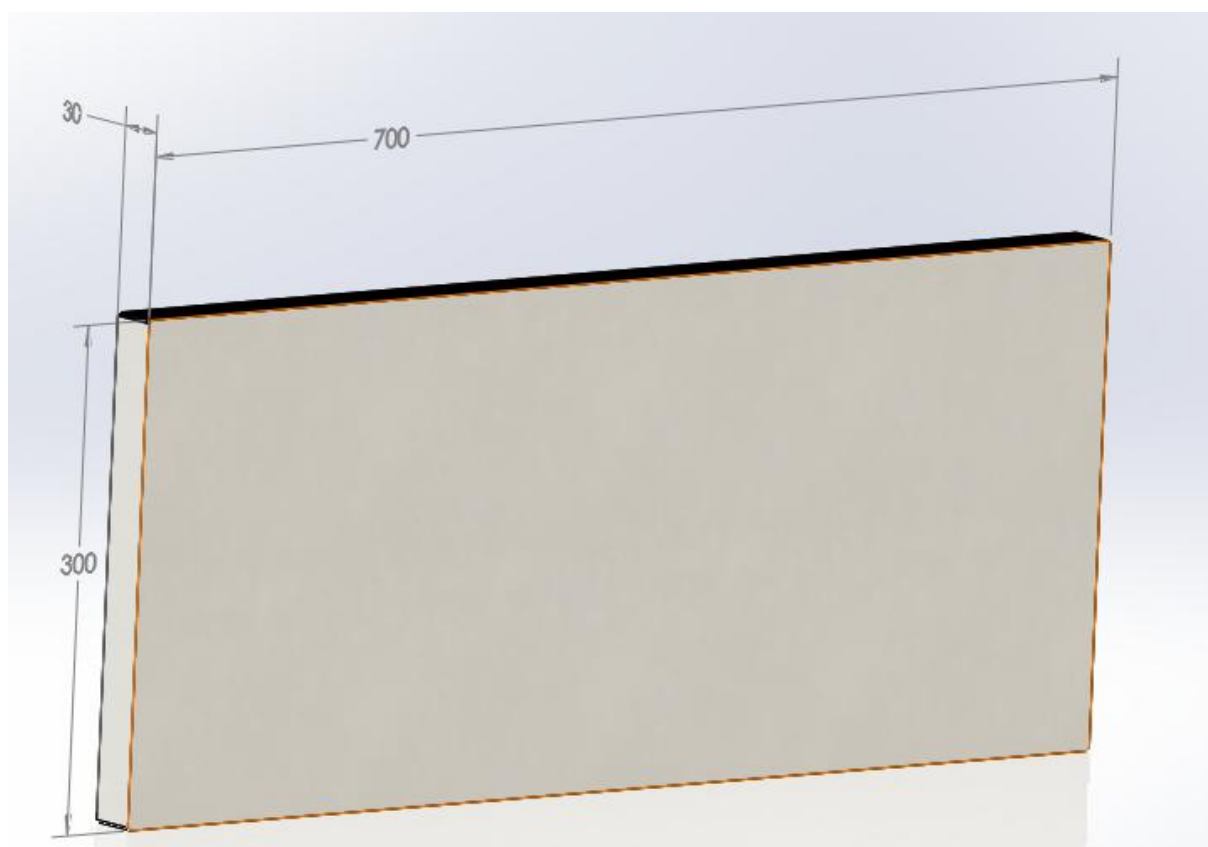
Οι δοκοί κύλισης τύπου HEA 400 στερεώνονται στις κολώνες στήριξης και φέρουν πάνω τους την γερανοτροχιά. Είναι πολύ σημαντικό να μπορούν να αντέξουν τις φορτίσεις και για αυτό η επιλογή τους γίνεται με μεγάλη προσοχή. Οι κολώνες (επίσης τύπου HEA 400) έχουν ύψος 7 μέτρα και επιλέγονται βάσει της ικανότητας τους να αντέχουν στις θλιπτικές δυνάμεις. Το υλικό και των δυο τεμαχίων είναι χάλυβας St37.



Εικόνα 5.5: Δοκός τύπου HEA 400 με πλάτος πέλματος 300mm.

5.6 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΛΑΚΑΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΤΩΝ ΔΟΚΩΝ ΚΥΛΙΣΗΣ

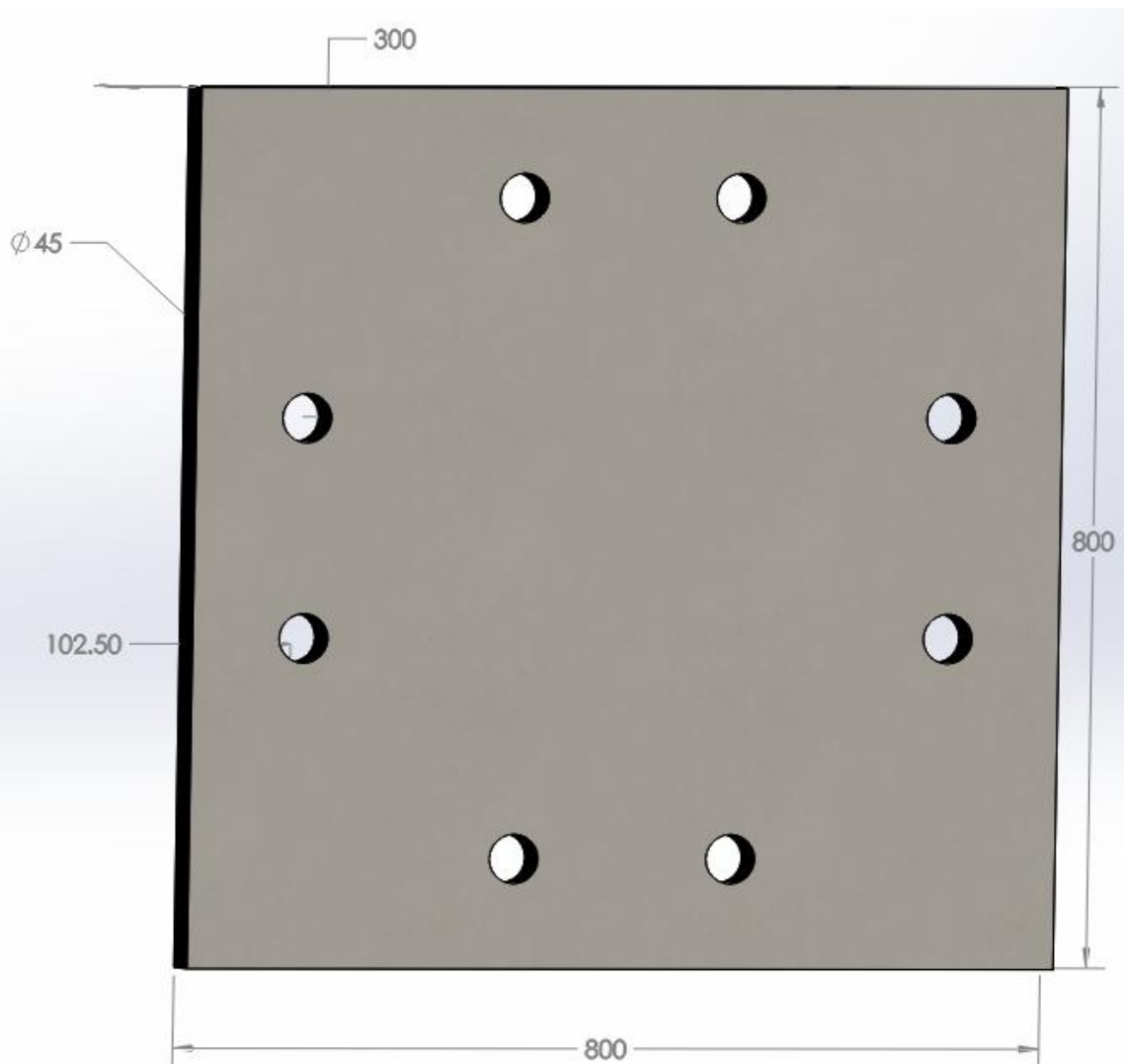
Οι δοκοί κύλισης στηρίζονται στις κολώνες της κατασκευής με τη βοήθεια των πλακών στηρίξεως. Οι πλάκες αυτές είναι από λαμαρίνα υλικού St37 πάχους 30 χιλιοστών και η ένωση των τριών τεμαχίων (εικόνα 5.8iii) πραγματοποιείται με την ημιαυτόματη μηχανή συγκόλλησης MIG .



Εικόνα 5.6i: Χαλύβδινη πλάκα ορθογωνικού σχήματος.

5.7 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΛΑΚΑΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΤΩΝ ΚΟΛΩΝΩΝ

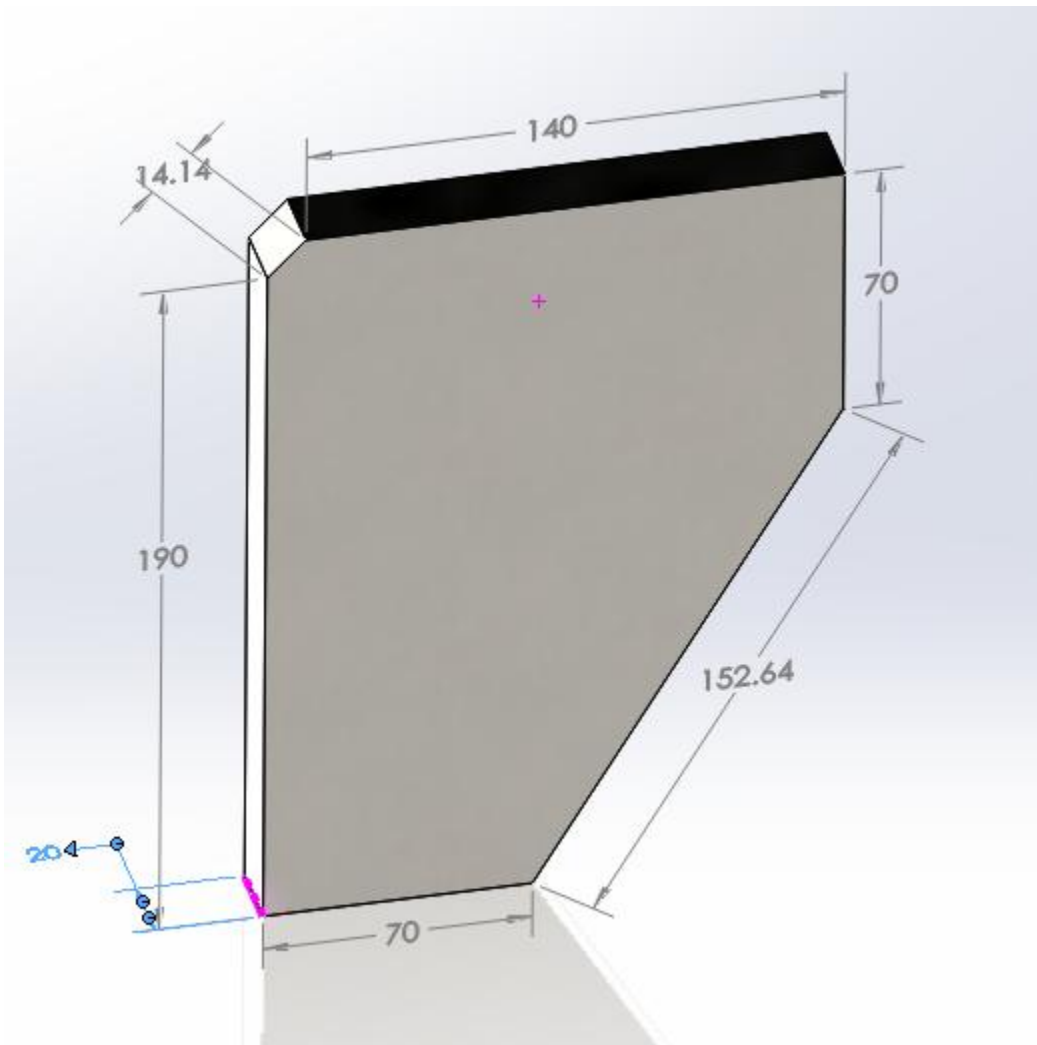
Η πλάκα στήριξης των κολώνων είναι επί της ουσίας μια χαλύβδινη λαμαρίνα St37 πάχους 30 χιλιοστών. Οι οκτώ σπές που σχεδιάστηκαν σε αυτή έχουν διάμετρο 45 χιλιοστά και είναι τοποθετημένες περιμετρικά της κολώνας που πρόκειται να συγκολληθεί πάνω στη πλάκα.



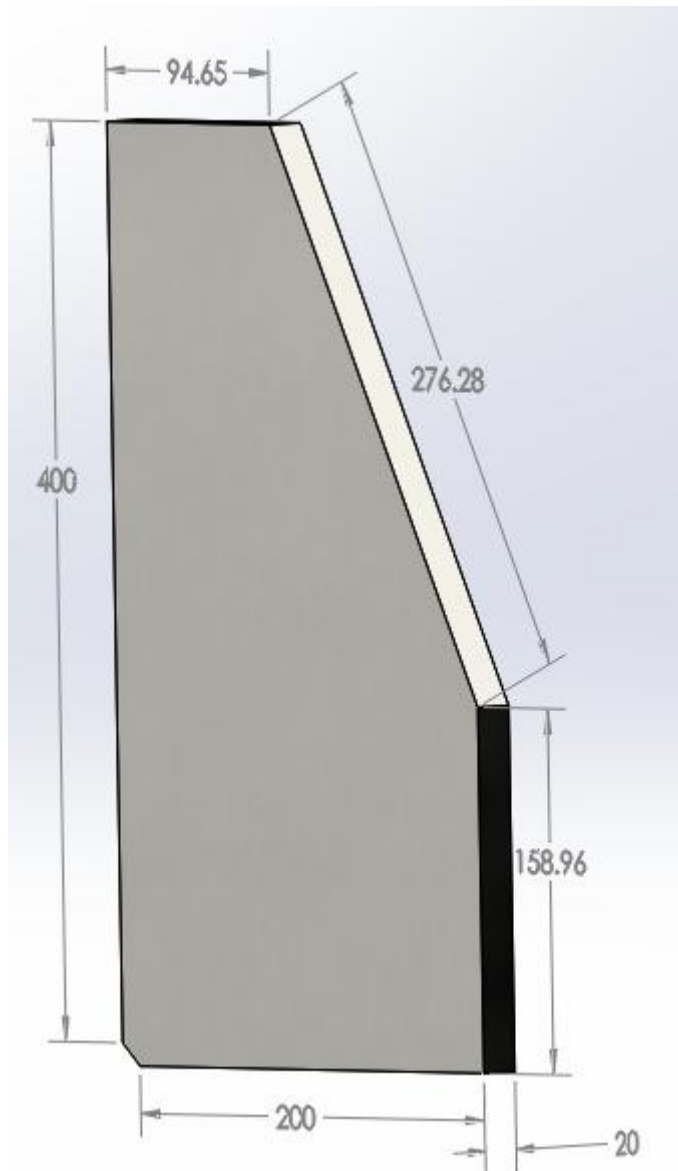
Εικόνα 5.7: Χαλύβδινη Ορθογωνική πλάκα.

5.8 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΝΕΥΡΩΝ ΤΩΝ ΚΟΛΩΝΩΝ

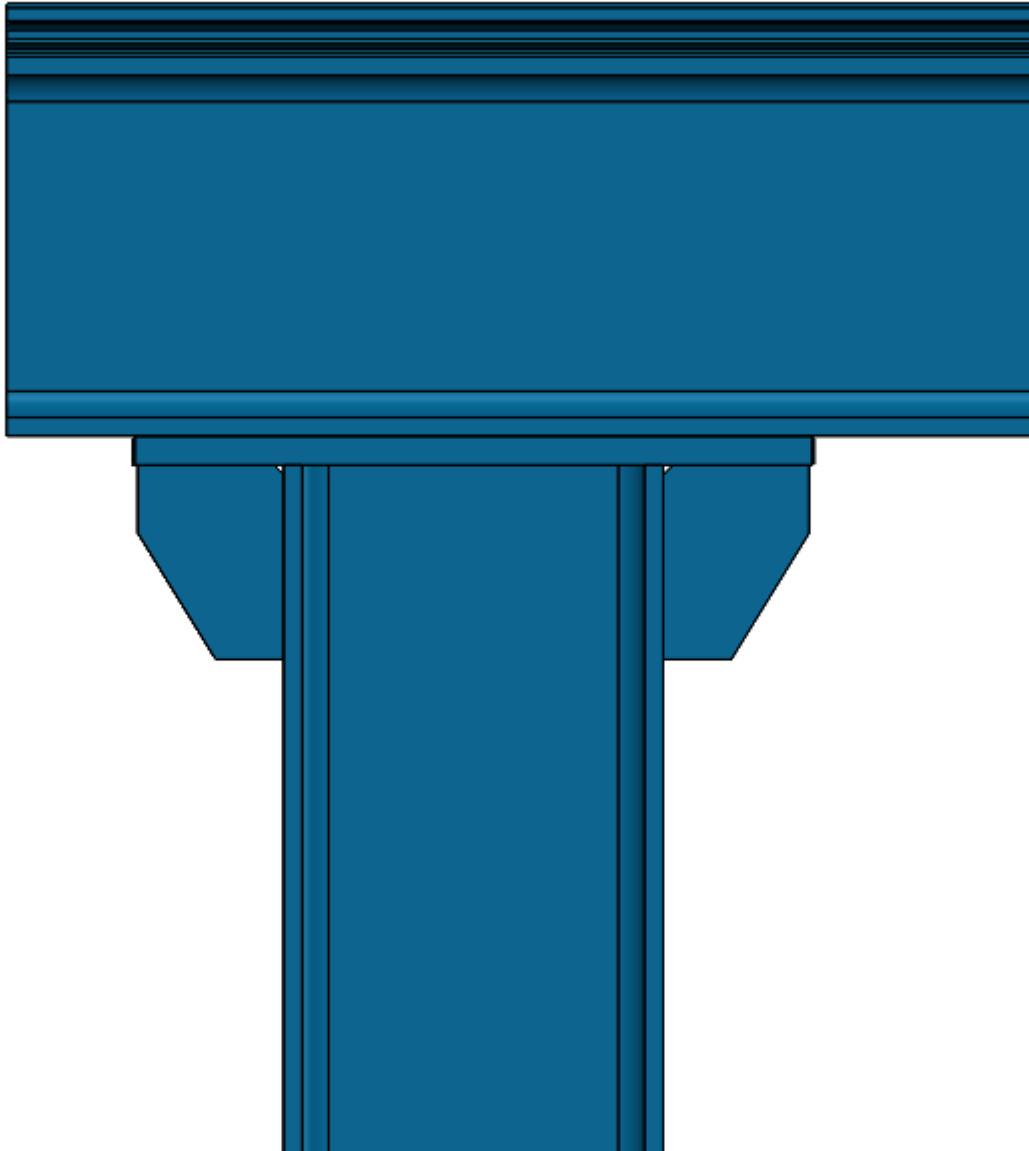
Τα νεύρα πρόκειται να τοποθετηθούν ανά δύο στη βάση κάθε κολώνας και δυο στις βάσεις στερέωσης των δοκών κυλίσεως. Σκοπός της ύπαρξης τους είναι πρώτον η μείωση, σε ένα μικρό βαθμό, των καμπτικών ροπών λόγω του φορτίου που φτάνουν στις βάσεις των κολώνων καθώς και η ενδυνάμωση του πατήματος της δοκού κυλίσεως στην πλάκα στηρίξεως. Το υλικό τους είναι χάλυβας τύπου St37 και το πάχος τους 20 χιλιοστά.



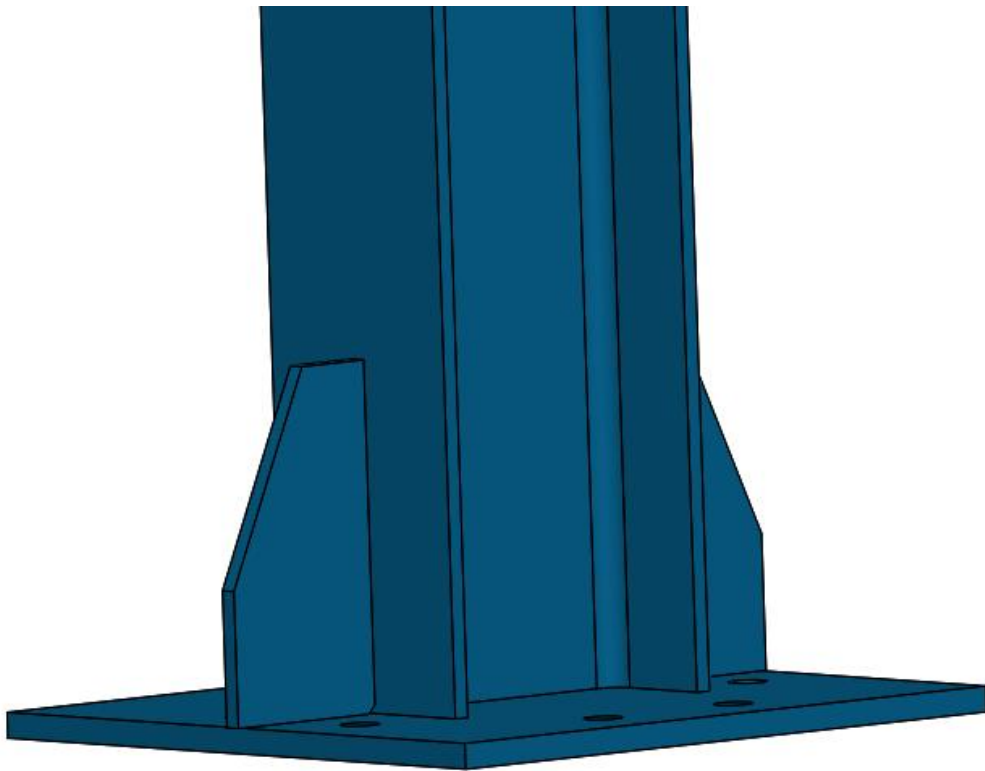
Εικόνα 5.8i: Νεύρο της πλάκας στήριξης της δοκού κύλισης.



Εικόνα 5.8ii: Νεύρο της βάσης στήριξης των κολώνων.



Εικόνα 5.8iii: Κολώνα στήριξης της δοκού κύλισης με δυο άνω νεύρα.



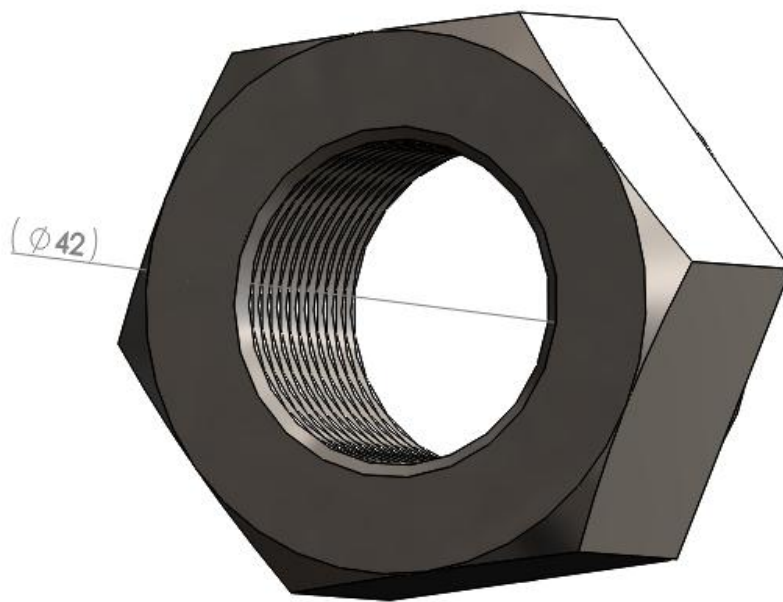
Εικόνα 5.8iv: Πλάκα βάσης με δυο νεύρα συγκολλημένα στα πέλματα της κολώνας.

5.9 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΟΧΛΙΩΝ, ΠΕΡΙΚΟΧΛΙΩΝ ΚΑΙ ΔΑΚΤΥΛΙΩΝ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ

Οι κοχλίες που θα χρησιμοποιηθούν για την συγκράτηση του κύριου φορέα στους πλαγιοφορείς θα είναι M42 με βήμα σπειρώματος 4,5 και μήκος 120mm



Εικόνα 5.9i: Κοχλίας M42 * 120 με εσωτερική διάμετρο 36,4mm κατά DIN 931.



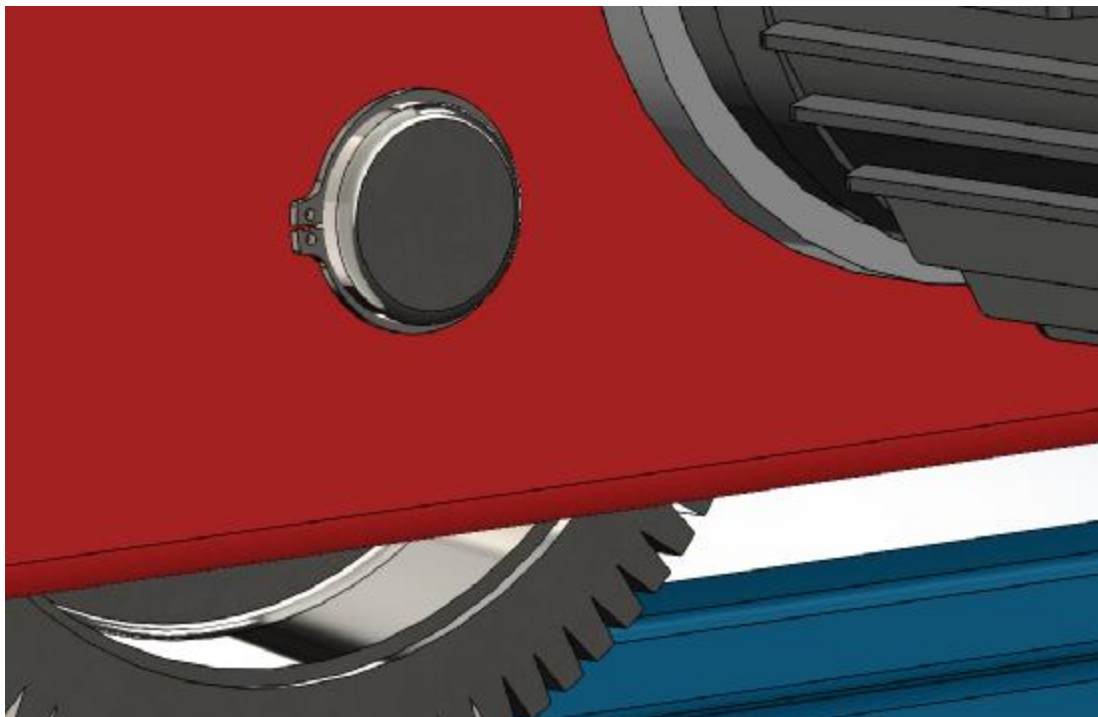
Εικόνα 5.9ii: Περικόχλιο με εσωτερική διάμετρο $37,13mm$.



Εικόνα 5.9iii: Ροδέλα πάχους $5mm$ κατά DIN 988.



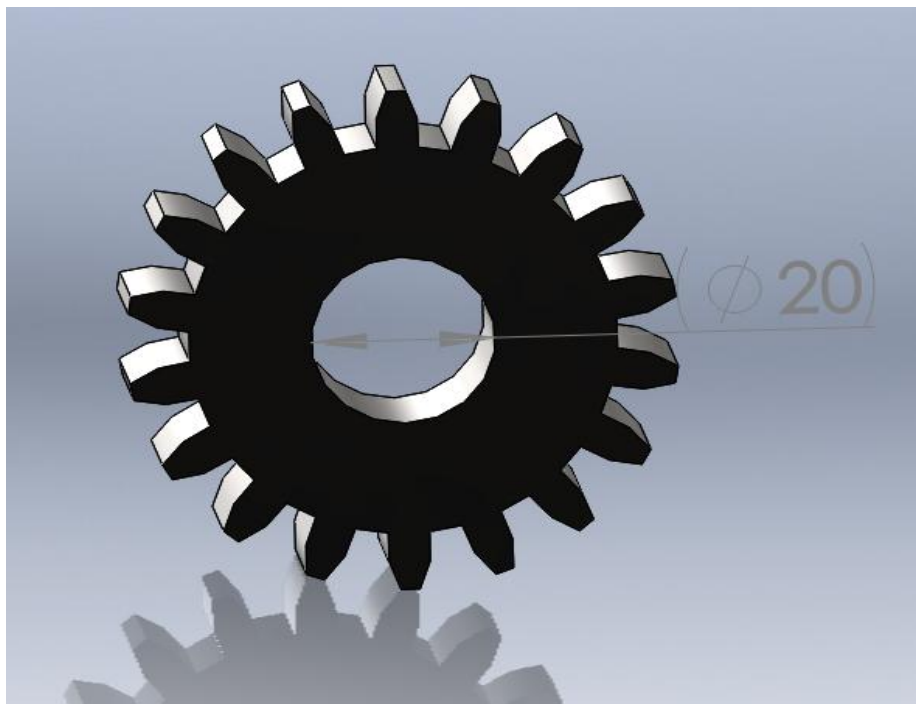
Εικόνα 5.9iv: Δακτύλιος συγκράτησης αξόνων των τροχών πλαγιοφορέα με εσωτερική διάμετρο $42,5mm$ κατά DIN 471.



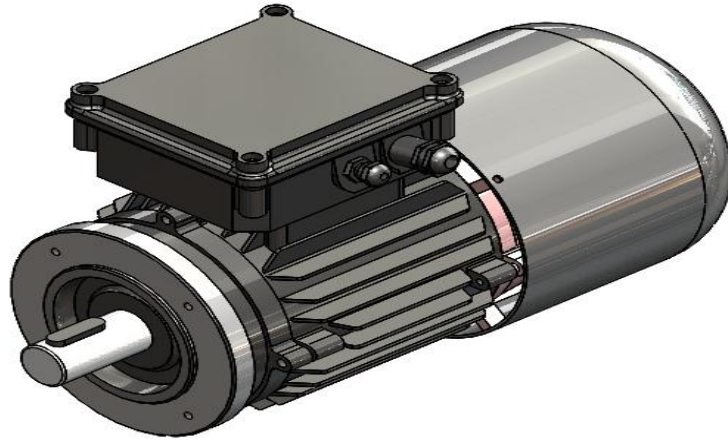
Εικόνα 5.9v: Δακτύλιος συγκράτησης εφαρμοσμένος στον άξονα του τροχού.

5.10 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΛΚΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΟΤΕΡ ΤΩΝ ΠΛΑΓΙΟΦΟΡΕΩΝ

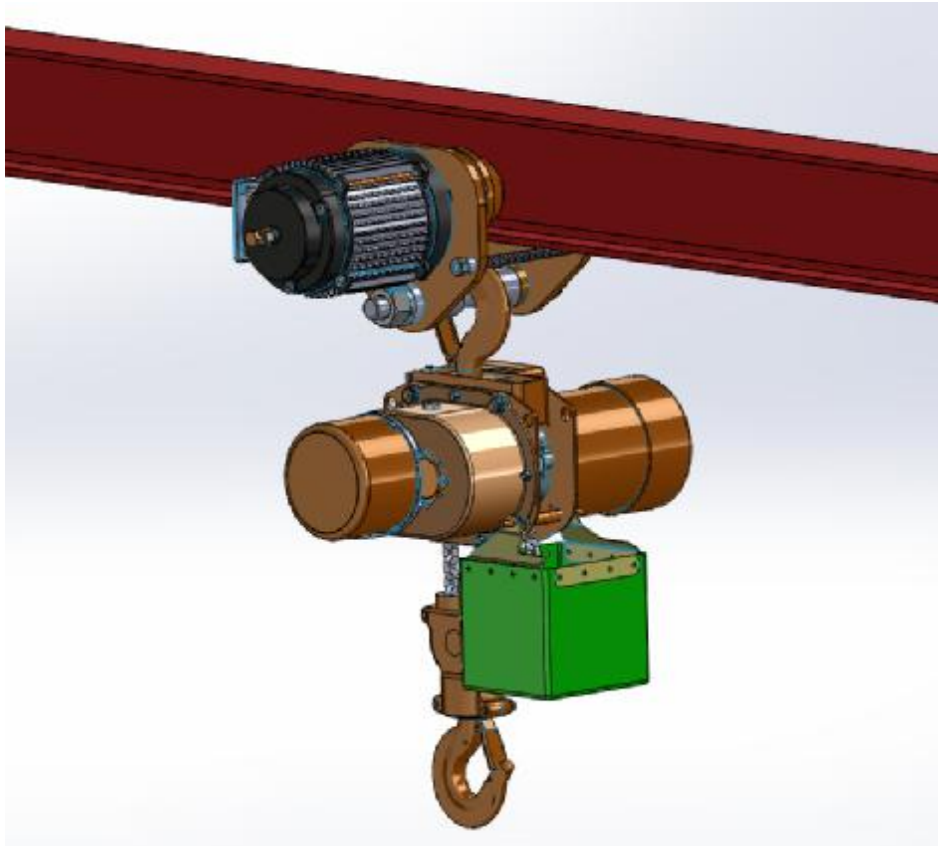
Τα παρακάτω τεμάχια επιτρέπουν στην γερανογέφυρα να κινείται και να ανυψώνει το φορτίο. Το βαρούλκο που έχει επιλεγεί είναι συρματόσχοινου και το βάρος του ανέρχεται στα $870kg$. Το μοτέρ των πλαγιοφορέων δίνει κίνηση στους οδοντωτούς τροχούς μέσω ενός γριναζιού. Γνωρίζοντας ότι ο τροχός έχει 82 δόντια και ότι το μοντούλ του είναι 3, σχεδιάσαμε ένα γριναζί με 18 δόντια του ίδιου μοντούλ. Το φορείο με το βαρούλκο καθώς και το μοτέρ, λόγω της πολυπλοκότητας και των ελλειπών στοιχείων σχεδίασης ελήφθησαν έτοιμα από την σελίδα Grabcad. Για λόγους συνοχής θα παρουσιαστούν και αυτά.



Εικόνα 5.10i: Γριναζί μετάδοσης κίνησης διαμέτρου $3 * 18 = 54mm$.



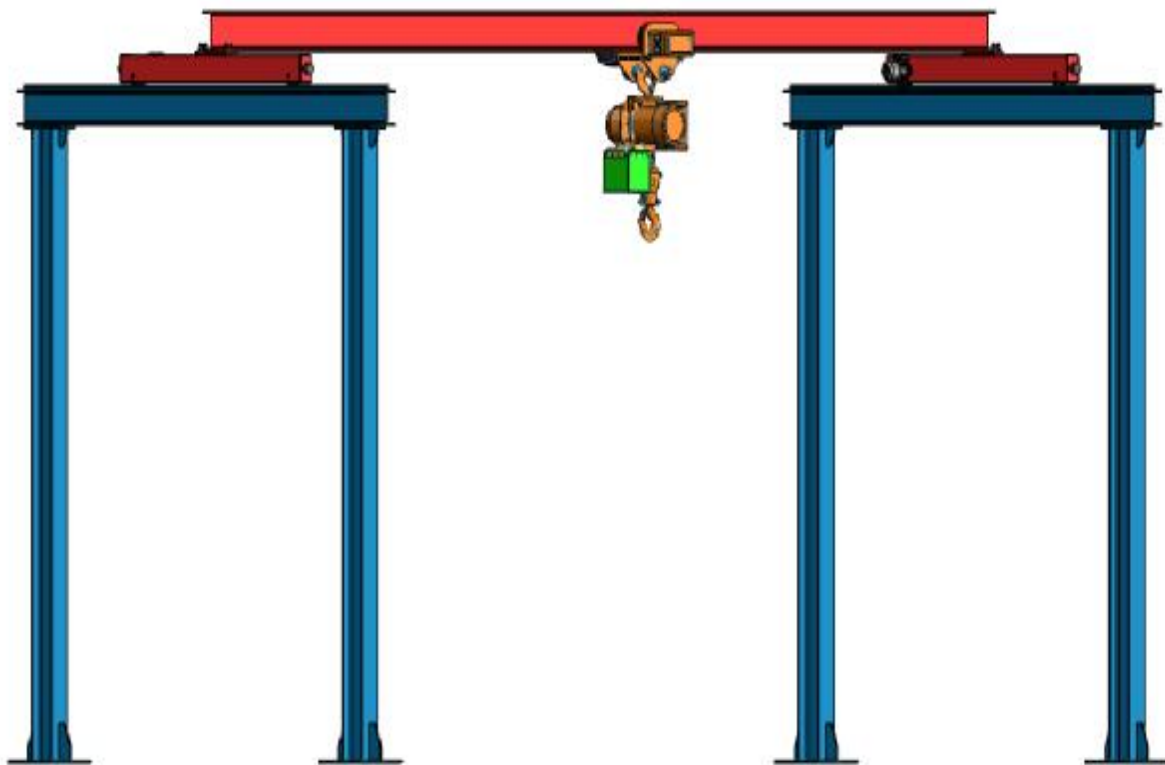
Εικόνα 5.10ii: Μοτέρ πλαγιοφορέων.
Πηγή: Crabcad.com

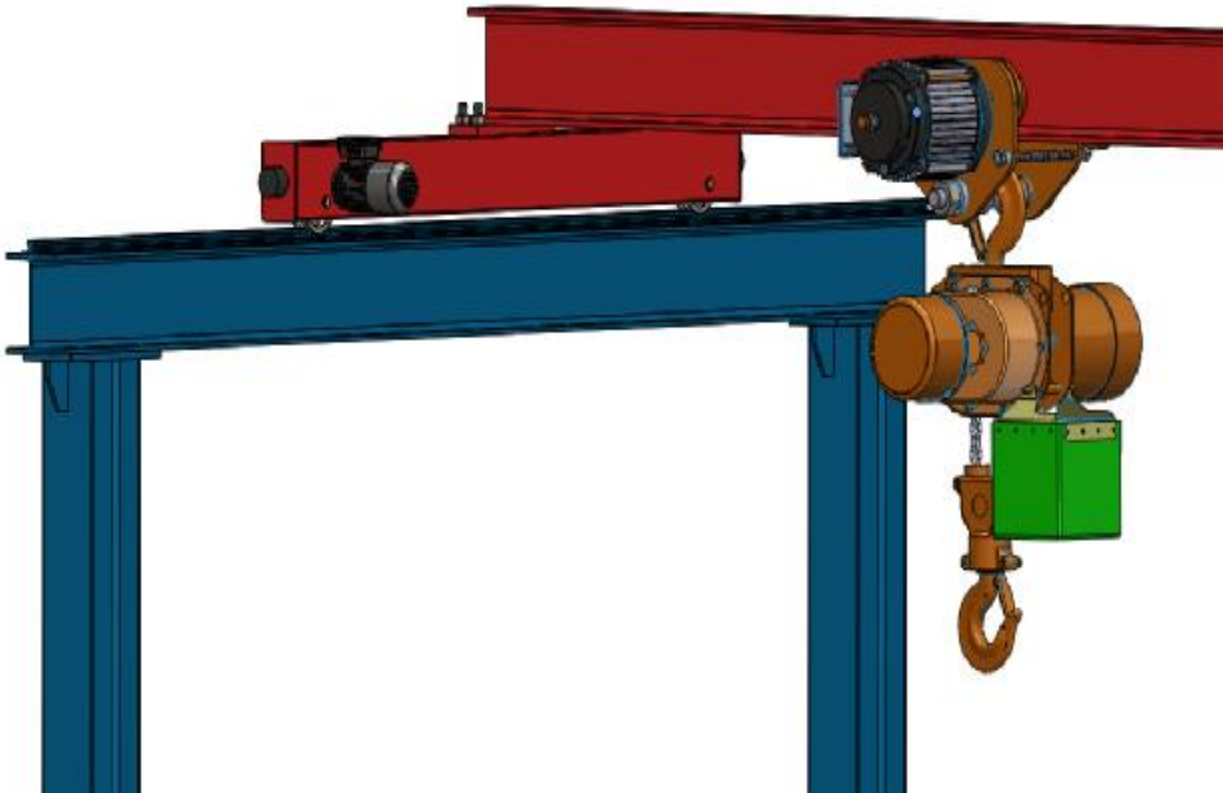


Εικόνα 5.10iii: Βαρουλκοφορείο.
Πηγή: Crabcad.com

5.11 ΤΕΛΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΑΣ

Στο τελευταίο υποκεφάλαιο της πτυχιακής παρουσιάζεται το τελικό σχέδιο όλων των συνδεδεμένων τεμαχίων της γερανογέφυρας.





ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ανδρέας Χρ. Γιαννόπουλος, Μεταλλικές Κατασκευές, 2^η έκδοση, εκδόσεις Gotsis, Πάτρα 2005
2. Ανδρέας Χρ. Γιαννόπουλος, Στοιχεία Μηχανών Ι, 2^η έκδοση, εκδόσεις Gotsis, Πάτρα 2017
3. Χρήστος Α. Παπαδόπουλος, Στοιχεία Μηχανών, 2^η έκδοση, εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη 2012
4. Μηχανική των Υλικών, Ferdinand P.Bear, E.Russel Johnston, Jr., John T. Dewolf, David F. Mazurek, 6^η έκδοση, εκδόσεις Τζιόλα, 2012
5. Μαλαχίας Γ. Ανυψωτικά Μηχανήματα, εκδόσεις Ίων, 2001
6. Π.Γ. Πετροπούλου, Μεταλλουργία, εκδόσεις Ευγενιδείου Ιδρύματος, Αθήνα 1993
7. Ασημακόπουλος Α., Κ Διακουμάκος, Συγκολλήσεις, Τεχνικά Επαγγελματικά Εκπαιδευτήρια 2^η τάξη 1^{ου} κύκλου Ειδικότητα: Αμαξωμάτων, Ο.Ε.Δ.Β. 2004
8. Γ.Δ. Χρυσουλάκη ,Δ. Ι. Παντελή, Επιστήμη και Τεχνολογία των Μεταλλικών Υλικών, εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 1996
9. Ιωάννης Κ.Στεργίου, Κωνσταντίνος Ι. Στεργίου, Ανυψωτικά και Μεταφορικά Μηχανήματα, Σύγχρονη Εκδοτική, Αθήνα 2006
10. Beer Johnston, Τεχνική Μηχανική Τόμος Ι, Εισαγωγή στη Μηχανική-Στατική, εκδόσεις FountasBooks, Αθήνα 2009

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

1. Bitros.gr
2. Elastron.gr
3. Sidma.gr
4. SKF.com
5. HydramachCrane.com
6. HarringtonHoists.com
7. HoosierCrane.com
8. CrabCad.com
9. Wikipedia.com
10. Wikibooks.org
11. Anastasopoulos.gr
12. Sidenor.gr