



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝΤΕ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ & ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΤΟΧΗΣ
ΔΙΚΟΛΟΝΟΥ ΑΝΥΨΩΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ**

ΕΚΠΟΝΗΤΗΣ: ΑΛΕΒΙΖΑΚΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ (ΑΜ:5592)
ΛΙΤΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ (ΑΜ:5321)
ΤΣΙΡΙΓΩΤΗΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ(ΑΜ: 6414)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΣΑΓΡΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ (Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός)

ΣΕΡΡΕΣ
ΜΑΙΟΣ 2017

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ...

Με την ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όλους όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωσή της.

Αρχικά, ευχαριστούμε ιδιαίτερος τον Δρ. Δημήτριο Σαγρή επίκουρο καθηγητή του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε και επιβλέπων της εργασίας, για την πολύτιμη βοήθειά που μας προσέφερε κατά την διάρκεια εκπόνησης της εργασίας.

Θα θέλαμε επίσης να ευχαριστήσουμε τον κ. Θεόδωρο Παράσχου, για την συμβολή του στην ανεύρεση του θέματος.

Τελευταία αλλά εξίσου σημαντικά, ευχαριστούμε θερμά τον Διευθυντή του Εργαστηρίου Εργαλειομηχανών του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών ΤΕ

κ. Δαβίδ Κωνσταντίνο για την εμπιστοσύνη που μας έδειξε και την ανάθεση του θέματος.

Ευχαριστώ θερμά όλους τους φίλους και συναδέλφους μηχανικούς, για την πολύτιμη βοήθεια τους κατά την εκπόνηση της εν λόγω πτυχιακής εργασίας.

Σέρρες, Μάιος 2017

**ΑΛΕΒΙΖΑΚΗΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ
ΤΣΙΡΙΓΩΤΗΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ
ΛΙΤΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ**

Υπεύθυνη Δήλωση Φοιτητών:

Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι φοιτητές, έχοντας επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής, δηλώνουμε υπεύθυνα ότι είμαστε συγγραφείς αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, αναλαμβάνοντας την ευθύνη επί ολοκλήρου του κειμένου εξ ίσου, έχουμε δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μας όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποιήσαμε. Δηλώνουμε επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχουμε ενσωματώσει στην εργασία μας προερχόμενο από βιβλία, άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο επακριβώς ή παραφρασμένο, το έχουμε πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχουμε αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Οι φοιτητές:

Αλεβιζάκης Δημήτριος

Λίτος Δημήτριος

Τσιριγώτης Θεόδωρος

English Summary (Αγγλική Περίληψη)

Thesis Title: Cars lift, two posts with rotating arms: 3D design, strength analysis based on FEM.

Abstract

The present Thesis deals with designing and calculating the strength of a two post car lift that will be used in a car workshop, with a lifting capability of 2.5 t. The car lift consists of a fixed frame which has two vertical bolts of motion. The drive system consists of one power transmission belt, which transfers the power from AC motor in a bolt. The two Bolts are joined together by a closed kinetic chain with a gear ration 1:1 to rotate with the same speed and bearing nuts. The operation is as follows: The vehicle is placed on the feet and making use of the mechanism mentioned above, the nuts of the drive screws rotate on the bolts converting rotary motion to transport, lifting the car at the desired height.

In the first chapter of our thesis we have an introduction on car lifts and especially two post car lifts. In the second chapter we talk about the purpose of this thesis. On the third chapter we make an historical flashback to car lifts, listed the types of deal and their characteristics. The fourth chapter concerns the theory of screws. This chapter describes the types of bolts, the sinuous line, the ranking of threading, the forces deployed in bolts and special reference is made to drive bolts that are used in our thesis. In the sixth chapter we design our construction (each part separately) and then we assembly them on solidworks. On our seventh and final chapter we calculate, using the Finite Element Method, the strength of our construction and we present our results.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

i. Summary in English 2

1. Εισαγωγή 7

2. Σκοπός της εργασίας 8

3. Ανυψωτήρες αυτοκινήτων

3.1 Ιστορική αναδρομή 9-10

3.2 Τύποι ανυψωτήρων αυτοκινήτων 11-18

3.3 Δικόλonoι ανυψωτήρες αυτοκινήτων 19-24

3.4 Νομοθετικό πλαίσιο ανυψωτήρων αυτοκινήτων στην Ελλάδα 25-27

3.5 Κανόνες ασφαλείας ανυψωτήρων 27-28

4. Στοιχεία διάταξης και υπολογισμοί τους

4.1 Κοχλίες και υπολογισμοί τους 29

4.1.1 Είδη κοχλιών 29-32

4.1.2 Δυνάμεις κοχλία 33-36

4.1.3 Κοχλίες κίνησης 36-41

4.2 Ιμαντοκινήσεις

4.2.1 Είδη ιμαντοκινήσεων 43-45

4.2.2 Πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα 46-47

4.3 Αλίσκοκινήσεις

4.3.1 Είδη αλίσκοκινήσεων 48

4.3.2 Πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα 49-50

5. Λογισμικά σχεδίασης και υπολογισμού αντοχής

5.1. Solidworks 52

5.2. FEM – Ansys 52

6. Σχεδίαση

6.1. Σχεδίαση εξαρτημάτων 53-72

6.2. Σχεδίαση συναρμολογημένης διάταξης 73-74

7. Υπολογισμός αντοχής

7.1 Η μέθοδος των πεπερασμένων στοιχείων 75

7.2 Διαμόρφωση σχεδίου για διεξαγωγή υπολογισμών 76

7.3 Υπολογισμός αντοχής και αποτελέσματα 76-80

7.4 Υπολογισμός ιδιοσυχνοτήτων και ιδιομορφών 81-84

7.5 Παρατηρήσεις 84

7.6 Προτεινόμενη σχεδίαση 84

7.7 Υπολογισμοί νέας αντοχής 84-86

7.8 Υπολογισμοί νέων ιδιοσυχνοτήτων και ιδιομορφών 86-90

7.9 Παρατηρήσεις 90

8. Βιβλιογραφία 91

9. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

I. Κατασκευαστικά σχέδια

II. Τεχνικά-χαρακτηριστικά-υλικών-εξαρτημάτων

1. Εισαγωγή

Το παρόν τεύχος αποτελεί την πτυχιακή εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Κεντρικής Μακεδονίας και αναφέρεται στην μελέτη και σχεδίαση ανυψωτήρα συνεργείου αυτοκινήτων, ανυψωτικής ικανότητας 2.5 t. Με την χρήση του εν λόγω ανυψωτήρα καλύπτονται όλες οι ανάγκες για την συντήρηση, επισκευή, επιθεώρηση κ.α ενός αυτοκινήτου.

Στην εργασία αυτή μελετάται και σχεδιάζεται το σύστημα κίνησης του ανυψωτικού και η αντοχή του. Ο ανυψωτήρας αποτελείται από ένα σταθερό πλαίσιο το οποίο φέρει δύο κατακόρυφους κοχλίες κίνησης. Το σύστημα κίνησης αποτελείται από μια ιμαντοκίνηση, η οποία μεταφέρει την ισχύ από τριφασικό ηλεκτροκινητήρα στον έναν κοχλία. Οι δύο κοχλίες κίνησης ενώνονται μέσω αλυσοκίνησης μεταξύ τους με σχέση μετάδοσης 1:1 έτσι ώστε να περιστρέφονται και οι δύο με την ίδια ταχύτητα και φέρουν περικόχλια. Η λειτουργία του είναι η εξής: Το αυτοκίνητο τοποθετείται πάνω στα πέλματα και μέσω του μηχανισμού που αναφέραμε, τα περικόχλια των κοχλιών κίνησης περιστρέφονται πάνω στους κοχλίες μετατρέποντας την περιστροφική κίνηση των κοχλιών σε μεταφορική, ανυψώνοντας το αυτοκίνητο στο επιθυμητό ύψος.

2. Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η σχεδιομελέτη διάταξης ανύψωσης οχημάτων με δύο κολώνες και περιστρεφόμενα μπράτσα. Στα πλαίσια της εργασίας θα εκπονηθεί τρισδιάστατη σχεδίαση των εξαρτημάτων και της συναρμολογημένης διάταξης ανυψωτικού με χρήση κατάλληλου λογισμικού τρισδιάστατης σχεδίασης (3D-CAD). Θα παρατεθούν οι απαραίτητοι υπολογισμοί αντοχής για τα βασικά στοιχεία της διάταξης, με αριθμητικά αποτελέσματα.

Με χρήση της μεθόδου των πεπερασμένων στοιχείων θα διεξαχθεί η μελέτη της στατικής αντοχής της σχεδιασμένης διάταξης με εύρεση των τάσεων και παραμορφώσεων (staticanalysis) που αναπτύσσονται για τα μέγιστα φορτία λειτουργίας, καθώς και υπολογισμός ιδιοσυχνοτήτων (modalanalysis).

3. Ανυψωτήρες αυτοκινήτων

3.1 Ιστορική αναδρομή

Ανυψωτήρας ονομάζεται κάθε εγκατάσταση που χρησιμοποιείται για ανύψωση φορτίων (βαρών, προσώπων ή πραγμάτων). Η κατασκευή τους προέκυψε από την ανάγκη κατακόρυφης μεταφοράς διαφόρων φορτίων.

Στην αρχαία Ελλάδα είναι γνωστό ότι χρησιμοποιούσαν ειδικές πλατφόρμες, τις οποίες έσυραν κατακόρυφα με σχοινιά.

Η επισκευή των αυτοκινήτων ήταν απαραίτητη από τότε που κυκλοφόρησαν τα αυτοκίνητα. Οι ανυψωτήρες αυτοκινήτων εφευρέθηκαν

Πριν από περίπου 40 χρόνια και διευκόλυναν κατά πολύ την όλη διαδικασία. Μέχρι τότε ο μόνος τρόπος για να ελεγχεί ένα αυτοκίνητο ήταν οι μηχανικοί να συρθούν από κάτω του, το οποίο καθιστούσε τον έλεγχο και την επισκευή πολύ δύσκολη λόγω της άβολης στάσης και την έλλειψη επαρκή φωτισμού.

Με την ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας αναπτύχθηκαν μέθοδοι για τον τρόπο ανύψωσης του αυτοκινήτου. Ο πρώτος υποτυπώδης ανυψωτήρας που κατασκευάστηκε ονομάστηκε ενδοδαπέδιος ανυψωτήρας αυτοκινήτων (in ground car lift) σχήμα 3.1. Οι βάσεις του ανυψωτήρα ήταν μέσα στο έδαφος και μέσω ενός μηχανισμού ανύψωναν το αυτοκίνητο. Παρόλο που αυτή η μέθοδος ήταν επαναστατική για την εποχή της, η εγκατάσταση της προϋποθέτει εκσκαφή του εδάφους που είναι αρκετά δύσκολη και δαπανηρή εργασία.

Μέσα στη δεκαετία η τεχνολογία αυτή εξελίχθηκε στην Ευρώπη, όπου σχεδιάστηκε ένα νέο είδος ανυψωτήρα αυτοκινήτου, ο επιδαπέδιος ανυψωτήρας αυτοκινήτου (above ground car lift) (σχέδιο 3.2), ο οποίος ήταν πιά εύκολος στην τοποθέτηση και πιά οικονομικός σε σύγκριση με τον ενδοδαπέδιο. Διαφορές μεταξύ των δύο είναι ότι στον επιδαπέδιο ανυψωτήρα δεν απαιτείται εκσκαφή του εδάφους για την τοποθέτηση της εγκατάστασης και το αυτοκίνητο μπορεί να ανυψωθεί σε διάφορα ύψη που απαιτεί ο μηχανικός, επίσης ήταν πιά εύχρηστοι, ασφαλέστεροι και προσέφεραν μεγάλη ποικιλία επιλογών κατά τη λειτουργία τους.



Σχήμα3.1: Ενδοδαπέδιος ανυψωτήρας (in ground car lift).



Σχήμα3.2: Επιδαπέδιος ανυψωτήρας αυτοκινήτων (aboveground car lift).

3.2 ΤΥΠΟΙΑΝΥΨΩΤΗΡΩΝΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ

Ανυψωτήρας αυτοκινήτων ή ανυψωτικό μηχάνημα αυτοκινήτων είναι μια κατασκευή η οποία χρησιμοποιείται για την ανύψωση των αυτοκινήτων. Με τη χρήση του ανυψωτήρα αυτοκινήτου καλύπτονται όλες τις ανάγκες συντηρήσεως ενός αυτοκινήτου από τις πλέον απλές, όπως είναι το πλύσιμο και η λίπανση ως τις πιο σύνθετες, όπως είναι η συντήρηση, η επισκευή, η επιθεώρηση και άλλες. Ο ανυψωτήρας αυτοκινήτων παρέχει την δυνατότητα της τοποθέτησης του οχήματος σε ένα εργονομικό ύψος και αποτελεί απαραίτητο εξοπλισμό σε κάθε συνεργείο αυτοκινήτων, πλυντήριο αυτοκινήτων ή σε σταθμούς τεχνικών ελέγχων οχημάτων. Με την ανύψωση των αυτοκινήτων επιτυγχάνεται με μεγαλύτερη ευκολία ο έλεγχος στο κάτω μέρος τους και η επισκευή τους από τους μηχανικούς αυτοκινήτων, όπως επισκευές φρένων, αλλαγή σιλανσιέ και άλλες. Με αυτό τον τρόπο ο ανυψωτήρας αυτοκινήτων καθιστά την καθημερινή εργασία του μηχανικού ευκολότερη, λειτουργικότερη και πιο αξιόπιστη.

Οι ανυψωτήρες αυτοκινήτων ανάλογα με τον τρόπο τοποθέτησης στο έδαφος ταξινομούνται σε:

- Ενδοδαπέδιους (In ground car lifts)
- Επιδαπέδιους (above ground car lifts)

Και ανάλογα με την διάταξη τους σε:

- Ανυψωτήρες τύπου ανελκυστήρα (elevator lift)
- Ψαλιδωτούς ανυψωτήρες (scissors lifts)
- Ανεξάρτητες αυτοκινούμενες κολώνες (Mobile column lifts)

«In ground» ανυψωτήρες αυτοκινήτων

Οι ενδοδαπέδιοι (in ground) ανυψωτήρες αυτοκινήτων, ήταν το πρότυπο ανυψωτήρων στην βιομηχανία επισκευής αυτοκινήτων. Πάνω σε αυτούς στηρίχθηκε η εξέλιξη της τεχνολογίας των ανυψωτήρων αυτοκινήτων. Αν και η χρήση τους είναι ολοένα και λιγότερο συχνή με την πάροδο των χρόνων έχουν ένα βασικό πλεονέκτημα. Όταν δεν βρίσκονται σε κατάσταση λειτουργίας είναι «κρυμμένοι» στο

δάπεδο του συνεργείου. Αυτό συμβάλλει στην καλή οργάνωση του συνεργείου και παρέχει μια εικόνα ενός καθαρού επαγγελματικού χώρου.

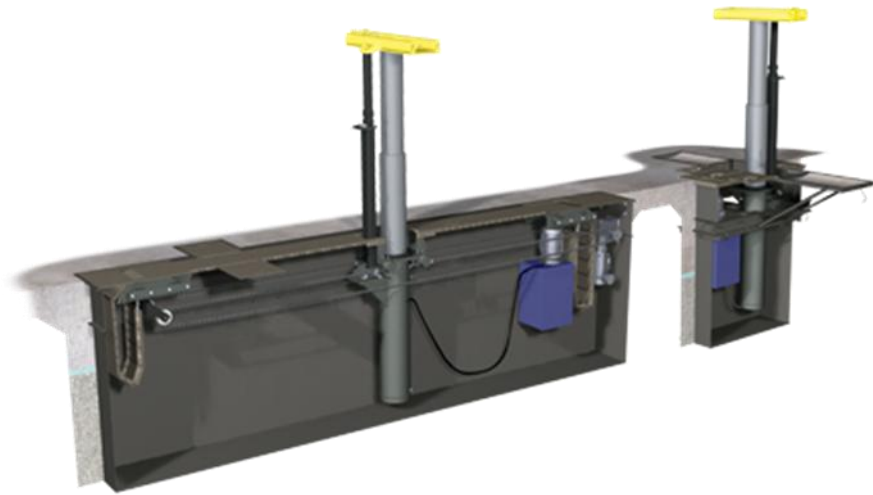
Ένα από τα οφέλη είναι ο επιπλέον χώρος που δημιουργείται ο οποίος είναι ιδιαίτερα σημαντικός σε μικρότερους χώρους επισκευής αυτοκινήτων. Στα μικρά συνεργεία όταν ο ανυψωτήρας δεν χρησιμοποιείται και εισχωρεί στο δάπεδο υπάρχει περισσότερος χώρος για την κίνηση των εργαζομένων στον χώρο και για να χρησιμοποιηθεί το δάπεδο με αποτελεσματικό τρόπο. Υπάρχουν δύο είδη ενδοδαπέδιων ανυψωτήρων οι ψαλιδωτοί και οι ανυψωτήρες τύπου ανελκυστήρα.

Κάθε είδος παρέχει μία ποικιλία επιλογών για την εξυπηρέτηση διαφόρων τύπων αυτοκινήτων.

Στα σχήματα 3.3 μέχρι 3.6 παρουσιάζονται σύγχρονοι ενδοδαπέδιοι ανυψωτήρες.



Σχήμα 3.3: Σύγχρονος ενδοδαπέδιος ανυψωτήρας (sl-rotary).



Σχημα 3.4: Σύγχρονος ενδοδαπέδιος ανυψωτήρας (rotary)



Σχημα 3.5: Ενδοδαπέδιος ανυψωτήρας αυτοκινήτου (OMNC).



Σχημα 3.6: Ρυθμιζόμενοι βραχίωνες (in ground) ανυψωτήρα (OMNC).

Ψαλιδωτοί ανυψωτήρες αυτοκινήτων

Οι ψαλιδωτοί ανυψωτήρες ή ψαλιδωτές ανυψωτικές πλατφόρμες μπορεί να έχουν ένα, δύο ή και τρία ψαλίδια. Υπάρχουν «in ground» και «above ground» ψαλιδωτοί ανυψωτήρες. Είναι ιδανικοί για συνεργεία επιδιόρθωσης αυτοκινήτων που θέλουν να εξοικονομήσουν πολύτιμο χώρο εργασίας. Οι ανυψωτήρες αυτοί είναι κατασκευασμένοι από ποιοτικά υλικά και συστήματα ασφαλείας που τους καθιστούν ασφαλείς, δυνατούς και για μακροχρόνια χρήση. Παραθέτονται πιο κάτω παραδείγματα ψαλιδωτών ανυψωτήρων.



Σχημα 3.7: Ψαλιδωτός ανυψωτήρας (VLS –BOSCH).



Σχημα 3.8: Heavy Duty 3200 Kg ψαλιδωτός ανυψωτήρας για χρήση πάνω απ' το έδαφος.



Σχημα 3.9: Ψαλιδωτός in ground ανυψωτήρας (OMNC).

«Above ground» ανυψωτήρες αυτοκινήτων

Οι «above ground» ανυψωτήρες αυτοκινήτων αποτελούνται από μια, δύο ή και τέσσερις κολώνες. Ανάλογα με τον μηχανισμό κίνησης κατηγοριοποιούνται σε ηλεκτρομηχανικούς και υδραυλικούς ανυψωτήρες. Στους ηλεκτρομηχανικούς ανυψωτήρες η ισχύς που απαιτείται για την ανύψωση του αυτοκινήτου μεταφέρεται με μηχανικό τρόπο, μέσω κοχλιών κίνησης. Αντίθετα, στους ηλεκτροϋδραυλικούς ανυψωτήρες η ανύψωση επιτυγχάνεται με την βοήθεια δύο υδραυλικών κυλίνδρων. Βασικό πλεονέκτημα των ηλεκτροϋδραυλικών έναντι των ηλεκτρομηχανικών ανυψωτήρων είναι ότι αφού δεν υπάρχουν μηχανικά μέρη δεν παρουσιάζουν σημαντική φθορά και έτσι μειώνεται κατά πολύ το κόστος συντήρησης. Τα μηχανικά μέρη του ηλεκτρομηχανικού ανυψωτήρα φθείρονται και απαιτείται κάποιο κόστος για την συντήρηση του.

Πλεονεκτήματα τους είναι :

A) Εξοικονόμηση χώρου.

B) Γρήγορη και εύκολη συντήρηση- επισκευή.

Γ) Ευρύ φάσμα περιστροφής βραχιώνων στήριξης επιτρέπει ανύψωση κάθε είδους αυτοκινήτου.

Οι κολώνες είναι σε μερική κλίση επιτρέποντας την εύκολη τοποθέτηση του οχήματος και εύκολο άνοιγμα κάθε πόρτας,δίνοντας πλήρη προσβασιμότητα στον μηχανικό.

Παραδείγματα διαφόρων τύπων aboveground ανυψωτήρων είναι τα εξής:



Σχημα 3.10: Μονοκόλonoς ανυψωτήρας (ικανότητα ανύψωσης 2t).



α)



β)

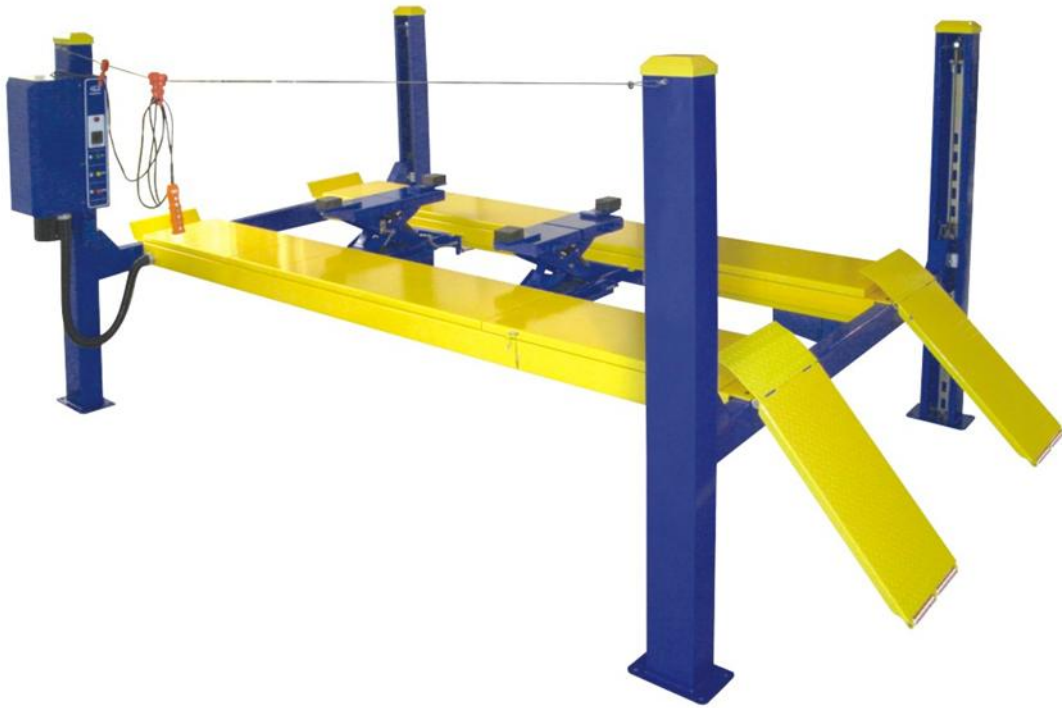


γ)



δ)

Σχήμα 3.11: α. Δικόλonos ανυψωτήρας 3t με οδηγό αλυσίδα (3 kW) (VLE 2130 - BOSCH), β. Περιστρεφόμενοι βραχίονες στήριξης με επέκταση, γ. Οδηγός αλυσίδα για την δεύτερη κολώνα δ. Στοπ πόρτας από καουτσούκ.



Σχημα 3.12: Τετρακόлонος ανυψωτήρας αυτοκινήτων (aboveground) με δυνατότητα ανύψωσης 5 t.

3.3 Δικόλωνοι ανυψωτήρες αυτοκινήτων

Στα Σχήματα 3.13 έως 3.17 παρουσιάζονται ηλεκτρομηχανικοί ανυψωτήρες δύο κολώνων (δικόλωνοι) διαφόρων εταιρειών. Οι ηλεκτρομηχανικοί ανυψωτήρες δύο κολώνων χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, αυτούς που έχουν βάση (withchaindrive) και αυτούς που δεν έχουν βάση (noconnection). Οι ανυψωτήρες με βάση είναι αυτοί οι οποίοι έχουν ένα κινητήρα και στην βάση τους μια αλυσοκίνηση για την μετάδοση της κίνησης από τον ένα κοχλία στον άλλο (Σχήματα 3.13 και 3.14), ενώ οι ανυψωτήρες χωρίς βάση χρησιμοποιούν δύο κινητήρες με την ίδια ισχύ (έναν για κάθε κοχλία) (Σχήμα 2.5). Μερικά από τα βασικά χαρακτηριστικά τους είναι τα εξής:

- Εξοικονόμηση χώρου.
- Η συντήρηση και η επισκευή μπορούν να πραγματοποιηθούν γρήγορα.
- Το ευρύ φάσμα περιστροφής των βραχιόνων στήριξης και ο εργονομικός σχεδιασμός τους επιτρέπει την ανύψωση κάθε είδους αυτοκινήτου.
- Οι κολώνες είναι σε μερική κλίση επιτρέποντας την εύκολη τοποθέτηση του οχήματος και το εύκολο άνοιγμα κάθε πόρτας στο αυτοκίνητο, δίνοντας πλήρη προσβασιμότητα στον μηχανικό.

Στο Σχήμα 3.13 παρουσιάζεται ηλεκτρομηχανικός ανυψωτήρας δύο κολώνων με αλυσοκίνηση, δυναμικότητας 2,3t της εταιρείας OMCN κατάλληλος για ΙΧ επιβατικά αυτοκίνητα και βαν, μοντέλο ART.199/UE. Έχει τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Ηλεκτρομηχανική λειτουργία.
- Κινητήρας 3,3 kW.
- Ύψος ανύψωσης 1975 mm.
- Η ανύψωση γίνεται με την βοήθεια τραπεζοειδών περιστρεφόμενων κοχλιών κίνησης (σπειρωμάτων), οι οποίοι είναι κατασκευασμένοι από χάλυβα υψηλής αντοχής, έτσι ώστε να μπορεί να γίνει αυτόματη πέδηση.
- Εσωτερικές πλήρως προστατευόμενες ράγες.
- Περικόχλια κατασκευασμένα από ειδικό υλικό για την ελαχιστοποίηση της λίπανσης.
- Αυτοπροστατευόμενα περικόχλια ασφαλείας.



α)



β)



γ)



δ)



ε)

Σχήμα 3.13: α. Δικόλonos ανυψωτήρας 3,2μ με οδηγό αλυσίδα (3,3kW) (ART.199/UE - OMCN), β. Περιστρεφόμενοι βραχίονες, γ. τακάκια (pads) δ. Ηλεκτροκινητήρας, ε. Ιμαντοκίνηση.



α)



β)



γ)

Σχήμα 3.14: α. Δικόλωνος ανυψωτήρας 3t με άξονα μετάδοσης κίνησης (shaft transmission) (253/3 - WERTHER), β. Μετάδοση κίνησης μέσω κωνικών οδοντωτών τροχών και ενός άξονα. γ. Χάλκινο περικόχλιο με υψηλή αντοχή στην φθορά για μεγαλύτερη ασφάλεια.

Στα Σχήμα 3.15 παρουσιάζεται δικόλωνος ηλεκτρομηχανικός ανυψωτήρας με δύο κινητήρες (χωρίς βάση). Εδώ η μετάδοση κίνησης σε κάθε κολώνα γίνεται από τον κάθε κινητήρα. Οι δύο κινητήρες έχουν ίδια ισχύ. Τα βασικά χαρακτηριστικά

των ανυψωτήρων χωρίς βάση είναι ίδια με εκείνα των ανυψωτήρων με βάση. Κάποια μοντέλα έχουν σύστημα ελέγχου ύψους έτσι ώστε όταν το όχημα περάσει κάποιο ύψος σταματάει η ανύψωση για λόγους ασφάλειας.



Σχήμα 3.15: Δικόλonos ανυψωτήρας 3,2t με 2 κινητήρες (2 kW) (ART.199/UE – OMCN)

Στο Σχήματα 3.16, 3.17 παρουσιάζονται ηλεκτροϋδραυλικοί ανυψωτήρες δύο κολώνων. Τα βασικά πλεονεκτήματα των ηλεκτροϋδραυλικών ανυψωτήρων είναι η μεγάλη διάρκεια ζωής, χαμηλές απαιτήσεις συντήρησης και η μείωση στην κατανάλωση ενέργειας. Λόγω του ότι ο ανυψωτήρας είναι υδραυλικός δεν έχει περικόχλια-οδηγούς (supporting nuts) έτσι ώστε να υπάρχει φθορά. Το Σχήμα 3.16 δείχνει ένα ηλεκτροϋδραυλικό ανυψωτήρα δύο κολώνων, δυναμικότητας 3,2t της εταιρείας OMCN κατάλληλος για ΙΧ επιβατικά αυτοκίνητα, μοντέλο ART.199/YC (2,2 kW). Έχει τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Ηλεκτροϋδραυλική λειτουργία.
- Μείωση των παρεμβάσεων συντήρησης (Μείωση της συχνότητας των συντηρήσεων) χάρη στη μεγάλη διάρκεια ζωής που έχουν τα εξαρτήματα του ανυψωτήρα και την πλήρη απουσία καλωδίων, αλυσίδων, τροχαλιών, ρουλεμάν, κοχλιών και οδηγών περικοχλίων.
- Συγχρονισμός των δύο saddles ανεξάρτητα από την κατανομή του φορτίου.
- Παρέχει μηχανική ασφάλεια με αυτόματη σύνδεση.
- Οι βαλβίδες ασφαλείας τοποθετούνται απευθείας στους κυλίνδρους.

- Συσσκευή ασφάλειας στην παρουσία εμποδίων στην φάση καθόδου του ανυψωτήρα.
 - Έλεγχος ταχύτητας αντιστάθμισης.
 - Προστασία ποδιών και αυτόματο κλείδωμα βραχίονα.
 - Χαμηλή τάση 24V και εργονομική θέση χειριστηρίων.
 - Συσσκευή για την αποφυγή της σύγκρουσης στο πάνω μέρος του πλαισίου.
 - Βαμμένο με εποξική βαφή.



Σχήμα 3.16: Δικόλωνος ηλεκτροϋδραυλικός ανυψωτήρας 3,2t (2,2 kW).
(ART.199/UE – OMCN).

Το Σχήμα 3.17 δείχνει έναν ηλεκτροϋδραυλικό ανυψωτήρα της εταιρείας BOSCH, μοντέλο VLH 2140. Μερικά από τα χαρακτηριστικά του είναι:

- Ηλεκτροϋδραυλική ανυψωτική δικόλωνη πλατφόρμα χωρίς βασικό πλαίσιο.
- Καλυμμένη υδραυλική μονάδα από τη Bosch Rexroth με χαμηλή στάθμη θορύβου.
- Βελτιωμένη κατασκευή για την υποδοχή επιβατικών οχημάτων. Τα φορεία ανύψωσης που έχουν περιστραφεί κατά 45° αποτελούν εγγύηση για μέγιστη ελευθερία θυρών και βοηθούν κατά την υποδοχή οχημάτων με κοντά αλλά και μακριά μεταξόνια.
- Συμβατότητα με επιβατικά οχήματα, πολλά ελαφρά φορτηγά και μικρά φορτηγά.
- Επάνω αυτόματη απενεργοποίηση (δύο λειτουργίες): 1.Απενεργοποίηση στο μέγιστο ύψος ανύψωσης 2. Προστασία του οχήματος κατά την ανύψωση.
- Κατέβασμα χωρίς ρεύμα: Η ταχύτητα κατεβάσματος μπορεί να ρυθμίζεται χωρίς διαβάθμιση, έτσι τα οχήματα μπορούν να ρυθμιστούν με ακρίβεια στο ύψος.
- Αυτόματες ασφάλειες (και στις δύο κολόνες).
- Συγχρονισμένη λειτουργία χάρη στα συρματόσχοινα.
- Δύο χωρίς ανάγκη συντήρησης υδραυλικοί κύλινδροι, υδραυλικά εξαρτήματα υψηλής ποιότητας.



Σχήμα 3.17: Δικόλωνος ηλεκτροϋδραυλικός ανυψωτήρας 4 metric t (2,2 kW). (VLH 2140 - BOSCH).

3.4 Νομοθετικό πλαίσιο ανυψωτήρων αυτοκινήτων στην Ελλάδα

Από το 1993, τα ανυψωτικά μηχανήματα τα οποία κατασκευάζονται, διατίθενται στην αγορά, εγκαθίστανται και λειτουργούν υποχρεούνται να συμμορφώνονται προς τις απαιτήσεις:

- του ΠΔ 57/2010 (ΦΕΚ 97/Α'/25.06.2010) «Προσαρμογή της Ελληνικής Νομοθεσίας προς την Οδηγία 2006/42/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου σχετικά με τα μηχανήματα και την τροποποίηση της οδηγίας 95/16/ΕΚ και κατάργηση των Π.. 18/96 και 377/93» και
- της ΚΥΑ υπ.αρ. Οικ 15085/593/25.08.2003 (ΦΕΚ 1186/Β/2003) «Κανονισμός Ελέγχων Ανυψωτικών Μηχανημάτων» για τον αρχικό έλεγχο και τον περιοδικό επανέλεγχο των ανυψωτικών μηχανημάτων.

Σύμφωνα με το άρθρο 2 της υπ. αριθμ. οικ. 15085/593 ΚΥΑ (ΦΕΚ 1186/Β'/25.08.2003) «Κανονισμός Ελέγχων Ανυψωτικών Μηχανημάτων», τα ανυψωτικά μηχανήματα ανάλογα με την επικινδυνότητά τους, κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες, την υψηλή, τη μέση και τη χαμηλή. Οι ανυψωτήρες αυτοκινήτων ανήκουν στα χαμηλής επικινδυνότητας ανυψωτικά μηχανήματα.

Αρχική διάθεση στην αγορά

Σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ΠΔ 57/2010 (ΦΕΚ 97/Α'/25.06.2010) «Προσαρμογή της Ελληνικής Νομοθεσίας προς την Οδηγία 2006/42/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου σχετικά με τα μηχανήματα και την τροποποίηση της οδηγίας 95/16/ΕΚ και κατάργηση των Π.. 18/96 και 377/93», τα ανυψωτικά μηχανήματα οφείλουν:

α) Να φέρουν ευκρινή, ευανάγνωστη και ανεξίτηλη σήμανση που θα παρέχει τουλάχιστον τα ακόλουθα στοιχεία:

- Την εμπορική επωνυμία και την πλήρη διεύθυνση του κατασκευαστή, και, ενδεχομένως, του εντολοδόχου του.
- Την περιγραφή του μηχανήματος.
- Τη σήμανση «CE».
- Την περιγραφή της σειράς ή του τύπου.
- Τον αριθμό σειράς εάν υπάρχει.

- Το έτος κατασκευής, ήτοι το έτος κατά το οποίο ολοκληρώθηκε η διαδικασία κατασκευής.

β) Να συνοδεύονται, μεταξύ άλλων, από τα ακόλουθα έγγραφα:

- Τη Δήλωση Συμμόρφωσης ΕΚ στην Ελληνική γλώσσα.
- Οδηγίες χρήσης στην Ελληνική γλώσσα.
- Σχέδια, διαγράμματα, περιγραφές κλπ, που απαιτούνται για την χρήση, τη συντήρηση και την επισκευή του μηχανήματος και για την επαλήθευση της ορθής λειτουργίας του.

Πριν από τη διάθεση του μηχανήματος στην αγορά ή και την έναρξη χρήσης του, ο κατασκευαστής, ή ο εξουσιοδοτημένος αντιπρόσωπός του, ή ο εισαγωγέας όταν πρόκειται για εισαγόμενο ανυψωτικό μηχάνημα από τρίτη εκτός ΕΕ χώρα και το διαθέτει με την επωνυμία του ή το δικό του εμπορικό σήμα, εξασφαλίζει ότι:

- Το μηχάνημα πληροί τις σχετικές απαιτήσεις υγείας και ασφάλειας.
- Ο τεχνικός φάκελος είναι διαθέσιμος.
- Παρέχει τις αναγκαίες πληροφορίες, όπως οδηγίες χρήσης, σχέδια, διαγράμματα.
- Εφαρμόζει τις δέουσες διαδικασίες εκτίμησης της συμμόρφωσης.
- Συντάσσει τη δήλωση συμμόρφωσης ΕΚ και ότι η δήλωση αυτή συνοδεύει το μηχάνημα σε κάθε περίπτωση.
- Επιθέτει ορθά τη σήμανση CE.

Για τα ανυψωτικά μηχανήματα που κατασκευάστηκαν μετά το 1993, ο κατασκευαστής οφείλει να χορηγήσει στον ιδιοκτήτη τα ανωτέρω αναφερόμενα συνοδευτικά έγγραφα.

Για περιπτώσεις όπου τα ανωτέρω έγγραφα δεν είναι δυνατόν να ανακτηθούν από τον κατασκευαστή, για πολύ ουσιαστικούς λόγους (π.χ. ο κατασκευαστής δεν υφίσταται πλέον, ή ο τεχνικός φάκελος δεν είναι πλέον διαθέσιμος λόγω παλαιότητας, ή το ανυψωτικό μηχάνημα μεταπωλήθηκε χωρίς να δοθούν στο νέο ιδιοκτήτη τα απαιτούμενα έγγραφα), ο ιδιοκτήτης οφείλει να ανασυστήσει τον τεχνικό φάκελο του μηχανήματος και να προβεί στις απαραίτητες διαδικασίες συμμόρφωσης του ανυψωτικού μηχανήματος. Στις περιπτώσεις αυτές, η δήλωση συμμόρφωσης ΕΚ υπογράφεται από τον ιδιοκτήτη.

Αρχικός και περιοδικός επανέλεγχος

Όλα τα ανυψωτικά μηχανήματα, ανεξαρτήτως ημερομηνίας πρώτης εγκατάστασης και λειτουργίας, υπόκεινται σε περιοδικό επανέλεγχο. Τα ανυψωτικά μηχανήματα σύμφωνα με το άρθρο 4 της υπ. αριθμ. οικ. 15085/593 ΚΥΑ (ΦΕΚ 1186/Β'/25.08.2003)

«Κανονισμός Ελέγχων Ανυψωτικών Μηχανημάτων», υπόκεινται υποχρεωτικά:

- Σε αρχικό έλεγχο Τύπου ΑΑ με φορτία και εντός συγκεκριμένων χρονικών περιθωρίων όπως ορίζονται στην ΚΥΑ, ώστε να εξασφαλιστεί η σωστή εγκατάσταση και καλή λειτουργία τους όταν τα ανυψωτικά μηχανήματα εγκαταστάθηκαν και λειτούργησαν πρώτη φορά μετά την 25/02/2004, ή συναρμολογήθηκαν, μετατράπηκαν ή υπέστησαν σοβαρή επισκευή μετά την 25/02/2004 ανεξαρτήτως ημερομηνίας πρώτης εγκατάστασης και λειτουργίας.
- Σε περιοδικό επανέλεγχο Τύπου Β (ενδιάμεσος έλεγχος χωρίς φορτία).
- Σε περιοδικό επανέλεγχο Τύπου Α (πλήρης έλεγχος με φορτία).

3.5 Κανόνες ασφαλείας

Είναι πολύ σημαντικό για την ασφάλεια των εργαζομένων και του αυτοκινήτου, να μην υπάρξει πτώση από τον ανυψωτήρα. Η έλλειψη κατάρτισης, τα σφάλματα χειρισμού, η παράληψη συντήρησης και η μη πραγματοποίηση των απαιτούμενων επιθεωρήσεων μπορεί να προκαλέσει ατυχήματα που σχετίζονται με τον ανυψωτήρα.

Είτε χρησιμοποιούνται ανυψωτήρες «inground» είτε «aboverground» για αυτοκίνητα και ελαφρά φορτηγά οχήματα πρέπει να τηρηθούν οι εξής βασικοί κανόνες :

1. Παροχή κατάλληλης εκπαίδευσης στους μηχανικούς πριν τους επιτραπεί να λειτουργήσουν τον εξοπλισμό ανύψωσης. Εάν στις εγκαταστάσεις χρησιμοποιούνται περισσότεροι από έναν τύπο ανυψωτήρα, πρέπει να παρέχεται εκπαίδευση για κάθε τύπο.
2. Οι χρήστες των ανυψωτήρων πρέπει να γνωρίζουν το μέγιστο όριο βάρους, πως λειτουργούν τα χειριστήρια, τα χαρακτηριστικά ασφαλείας του ανυψωτήρα, τους κανόνες για ασφαλή ανύψωση και τις διαδικασίες για σωστή καθαριότητα. Επίσης, πρέπει να βεβαιωθούν ότι όλες οι απαραίτητες ετικέτες ασφαλείας και οι οδηγίες χρήσης είναι πάνω στον ανυψωτήρα ή βρίσκονται κοντά στα χειριστήρια.

3.Οι χειριστές των ανυψωτήρων αυτοκινήτων πρέπει έχουν διαρκή επίγνωση των κινδύνων που εμφανίζονται κατά την ανύψωση των αυτοκινήτων. Πρέπει επίσης να είναι ενήμεροι για το τι συμβαίνει (να προσέχουν τι συμβαίνει) στην περιοχή γύρω από τον ανυψωτήρα και να μην επιτρέπουν σε μη εξουσιοδοτημένα άτομα να εισέλθουν στην περιοχή ανύψωσης.

4.Οι χρήστες των ανυψωτήρων πρέπει να φοράνε τον κατάλληλο εξοπλισμό προσωπικής προστασίας. Ένας από τους κινδύνους της εργασίας κάτω από ανυψωμένα αυτοκίνητα είναι η πτώση αντικειμένων. Απαιτείται η χρήση γυαλιών ασφαλείας για την προστασίας των ματιών και καπέλων ασφαλείας για την προστασία του κεφαλιού από το κάτω μέρος του αυτοκινήτου.

3. Δεν πρέπει το όχημα που ανυψώνεται να υπερβαίνει σε βάρος την φέρουσα ικανότητα του ανυψωτήρα (μέγιστο βάρος ανύψωσης). Το ονομαστικό φορτίο πρέπει να αναγράφεται σε εμφανές και ευδιάκριτο σημείο πάνω στον ανυψωτήρα.

4. Πρέπει πάντα να γίνεται χρήση των προκαθορισμένων σημείων ανύψωσης του ανυψωτήρα.

7.Πριν την ανύψωση πρέπει ο χρήστης να ελέγξει ότι το όχημα είναι κεντραρισμένο και θα ισορροπήσει σωστά πάνω στον ανυψωτήρα.

8.Πρέπει να έχει γίνει έλεγχος για την σωστή λειτουργία των συστημάτων κλειδώματος ασφαλείας.

9.Στην περίπτωση ανυψωτήρα πλατφόρμας πρέπει να έχουν ασφαλιστεί οι ρόδες του οχήματος.

4.1 Κοχλίες και υπολογισμοί τους

4.1.1 Είδη κοχλίων

Ο κοχλίας είναι μία απλή μηχανή που έχει την ικανότητα να μετατρέπει την περιστροφική κίνηση σε ευθύγραμμη. Πιο συγκεκριμένα, περιστρέφεται ο κοχλίας δίνοντας μία μικρή κινητήρια ροπή, και σαν αποτέλεσμα να υπερνικηθεί μία μεγάλη αξονική δύναμη. Με τους κοχλίες όχι μόνο συναρμολογούνται μηχανές, αλλά συνδέονται προσωρινά ή μόνιμα μεταλλικά τμήματα στις δομικές κατασκευές όπως για παράδειγμα οι στέγες, οι γέφυρες και άλλα. Οι κοχλίες διακρίνονται σε κοχλίες συσφίξεως και κοχλίες κινήσεως.



Σχήμα 4.1: κοχλίες.

Κάθε κοχλίας αποτελείται από τον κυλινδρικό κορμό και την κεφαλή, όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.2. Στον κορμό διακρίνουμε δύο μέρη. Το αυλακωτό, που είναι το τμήμα που φέρει την αυλάκωση και τον αυχένα, που είναι το τμήμα του κοχλίου που δεν φέρει αυλάκωση. Ο αυχένας βρίσκεται κάτω από την κεφαλή. Μερικοί κοχλίες δεν έχουν αυχένα και μερικοί δεν έχουν κεφαλή.



Σχημα 4.2: Μέρη κοχλίου.



Σχήμα 4.3: α. Κοχλίες χωρίς αυχένα, β. Κοχλίες χωρίς αυχένα και χωρίς κεφαλή, γ. κοχλίες χωρίς κεφαλή με αυχένα στο μέσο του κορμού.

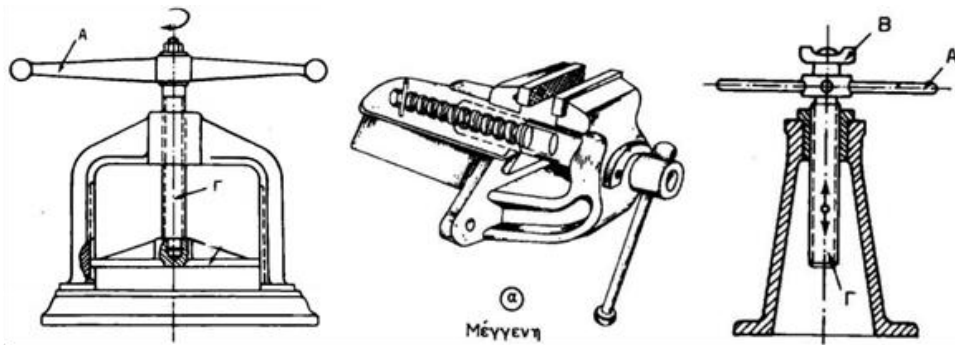
Αξίζει να σημειωθεί ότι υπάρχουν κοχλίες που δεν έχουν κεφαλή και ο αυχένάς τους βρίσκεται στο μέσο του κορμού τους (Σχήμα 4.3γ). Αυτοί οι κοχλίες λέγονται φυτευτοί κοχλίες ή μπουζόνια. Ο κοχλίας πολύ συχνά συνοδεύεται και από ένα περικόχλιο (παξιμάδι) που είναι απαραίτητο για τη στερέωση του.

Ανάλογα με τον σκοπό διακρίνονται σε : κοχλίες σύσφιξης και σε κοχλίες κίνησης.

Οι κοχλίες σύσφιξης έχουν σαν αποστολή να συγκρατούν δύο σώματα συμπιέζοντας τα. Χαρακτηρίζονται από το ότι τα συνδεδεμένα σώματα βρίσκονται ανάμεσα στο κεφάλι του κοχλίου και το περικόχλιο και έχουν επαφή μεταξύ τους. Τόσο ο κοχλίας όσο και τα σώματα παραμορφώνονται ελαστικά. Επειδή τα σώματα βρίσκονται σε επαφή και η αξονική δύναμη που ασκεί ο κοχλίας είναι μεγάλη, για αυτό η ελαστική παραμόρφωση παίζει σημαντικό ρόλο στη λειτουργία και την αντοχή της σύνδεσης. Σε κοχλίες σύσφιξης χρησιμοποιούνται συνήθως τριγωνικά σπειρώματα.

Οι κοχλίες κίνησης χρησιμοποιούνται για να μετακινούν ένα σώμα κατά μήκος μίας ευθείας. Το μετακινούμενο σώμα πρέπει να στηρίζεται στο περικόχλιο και να ολισθαίνει κατά μήκος ενός οδηγού. Ο κοχλίας πρέπει να στηρίζεται σε ένα ακλόνητο έδρανο. Με τον τρόπο αυτό, το έδρανο παίζει τον ίδιο ρόλο που παίζει και το κεφάλι του κοχλίου σύσφιξης. Όπως ο κοχλίας σύσφιξης συνδέει δύο σώματα που βρίσκονται σε επαφή, έτσι θα μπορούσε να ειπωθεί και για τον κοχλία κίνησης ότι συνδέει τα σώματα (σώμα και έδρανο) που δεν βρίσκονται σε επαφή. Είναι απολύτως απαραίτητο τα σώματα να μην βρίσκονται σε επαφή αλλά μεταξύ τους να μεσολαβεί το ελεύθερο

μήκος του κοχλίου l , γιατί μόνο τότε είναι δυνατή η μετακίνηση του σώματος σε ευθύγραμμη διαδρομή που το μήκος της είναι επίσης ίσο με l .



Σχήμα 4.4: κοχλίες κινήσεως.

Στους κοχλίες κινήσεως δέν είναι ανάγκη να ληφθεί υπόψη η ελαστική παραμόρφωση τών σωμάτων, γιατί η επιδρασή της στη λειτουργία και την αντοχή του κοχλία είναι αμελητέα. Είναι όμως απαραίτητο, εκτός από τον υπολογισμό αντοχής του ίδιου του κοχλία σε πλαστική παραμόρφωση, να γίνει υπολογισμός και τών τριβόμενων επιφανειών σε φθορά. Αν ο κοχλίας φορτίζεται σε θλίψη, πρέπει να γίνει και υπολογισμός σε λυγισμό.

Στούς κοχλίες κινήσεως χρησιμοποιούνται συνήθως τραπεζοειδή σπειρώματα, τα οποία έχουν μεγαλύτερη αντοχή σε φθορά λόγω του μεγάλου μεγέθους των δοντιών τους.

4.1.2 Δυνάμεις Κοχλία

Στη μέση διάμετρο d_2 ενός ορθογωνικού κοχλία επενεργεί η αξονική δύναμη F και η εφαπτόμενική F_u .

Αν παραλείφθει τριβή, τότε πρέπει για την ισοροπία των δυνάμεων η συνισταμένη F_e να συμπίπτει με την διεύθυνση της καθέτου F_N .

Συνεπώς θα ισχύει :

$$F_u = F * \tan(\alpha)$$

Όπου,

$$\tan \alpha = \frac{p}{2 * \pi * r_2} = \frac{P}{\pi * d_2}$$

Αν ληφθεί υπόψη και τη τριβή, το σπείρωμα του περικόχλιου θα αντικατασταθεί με ένα σώμα που ολισθαίνει και στο οποίο ενεργούν δυνάμεις αξονική F , εφαπτομενική F_u και F_e ως συνισταμένη της καθέτου F_N και της δύναμης τριβής F_R , τότε σε περίπτωση ισοροπίας το πολύγωνο των δυνάμεων (σχήμα 4.5 γ-δ) θα πρέπει να κλίνει.

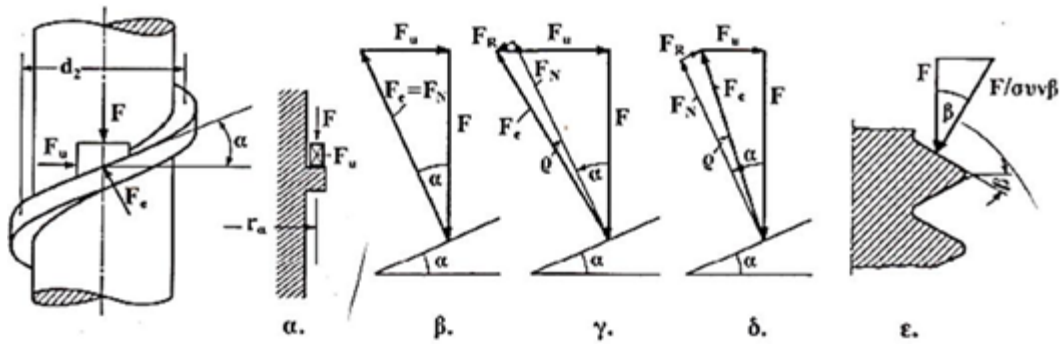
Δεδομένου ότι η δύναμη τριβής είναι πάντα αντίθετη στην κίνηση, για την ανύψωση του βάρους (που αντιστοιχεί στη σύσφιξη του κοχλία) ισχύει (σχήμα 4.5 γ)

$$F_u = F * \tan(\alpha + \rho)$$

Για την κάθοδο του βάρους (απόσφιξη του κοχλία σχήμα 3.2δ) έχω:

$$F_u = F * \tan(\alpha - \rho)$$

Θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι σε μετρικά, τραπεζοειδή η παραπλήσια σπειρώματα οι πλευρές δέν είναι ορθογωνικές αλλά έχουν κλίση, οπότε στη θέση της F παίρνεται η κάθετη συνιστώσα $F/\cos\beta$ (σχήμα 4.5) στη θέση του συντελεστή τριβής μ ο $\mu' = \mu/\cos\beta$ και της ρ ο ρ' με $\mu' = \tan\rho'$



Σχήμα 4.5: Δυνάμεις στον κοχλία [4]

Ροπή τριβής στο σπείρωμα

Με τον μοχλοβραχίονα r_2 των δυνάμεων, η ροπή τριβής M_G στο σπείρωμα του κοχλία, όταν κατά τη σύσφιξη επιτευχθεί η αξονική δύναμη F , θα είναι

$$M_G = F_u * r_2 = F * r_2 * \tan(\alpha \pm \rho')$$

Όπου

M_G : ροπή τριβής στο σπείρωμα του κοχλία σε Nm

F : αξονική δύναμη, σε N

$r_2 = d_2/2$ ακτίνα της κατατομής του σπειρώματος (απο πίνακες) σε mm

α : γωνία κλίσης του σπειρώματος

ρ' : γωνία τριβής του σπειρώματος που εξαρτάται από την κατάσταση επιφάνειας και τη λίπανση

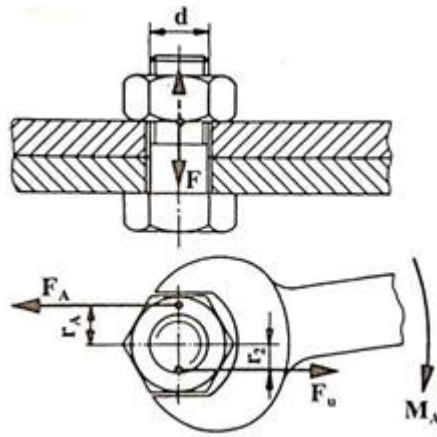
$\rho' = 8^\circ - 10^\circ$ ($\mu' = 0.14 - 0.18$) για ξηρά τριβή

$\rho' = 7.5^\circ - 8^\circ$ ($\mu' = 0.13 - 0.14$) για τριβή με λίπανση

Το σημείο + ισχύει για σύσφιξη και το - για απόσφιξη του κοχλία

Ροπή σύσφιξης

Κατά τη σύσφιξη του κοχλία, εκτός από τη ροπή τριβής M_G στο σπείρωμα, εμφανίζεται την τελευταία στιγμή, δηλαδή κατά την επίτευξη της απαιτούμενης αξονικής δύναμης F , μία ροπή τριβής M_A μεταξύ της κεφαλής του κοχλία (η περικόχλιου) και της επιφάνειας σύνδεσης. (Σχήμα 4.6)



Σχήμα 4.6: Τριβή στο σπείρωμα και στις επιφάνειες επαφής [4]

Λαμβάνεται σαν ροπή σύσφιξης M_{an} ,

$$\begin{aligned} M_{an} &= MG + MA = F * r_2 * \tan(\alpha \pm \rho') + F * \mu_A * r_A \\ &= F[r_2 * \tan(\alpha \pm \rho') + \mu_A * r_A] \end{aligned}$$

Όπου

M_{an} : ροπή σύσφιξης, σε Nmm

F, r_2, α, ρ' όπως προηγούμενη σχέση

μ_A = συντελεστής τριβής για επιφάνεια σύνδεσης. Για χάλυβα πάνω από χάλυβα $\mu_A = 0.10-0.12$

r_A = μοχλοβραχίονας της δύναμης τριβής στην επιφάνεια σύνδεσης σε mm για εξάγωνα περικόχλια είναι $r_A = 0.7d$

Για να προληφθεί μία υπερφόρτιση του κοχλία, η ροπή σύσφιξης M_{an} δεν πρέπει να καταπονήσει, μέσω της αξονικής δύναμης F , περισσότερο από το 80% του ορίου διαρροής.

Επειδή ο συντελεστής τριβής επηρεάζεται τόσο από την επιφάνεια σύσφιξης και τις συνθήκες λίπανσης, όσο και από την επαναλαμβανόμενη σύσφιξη και απόσφιξη του κοχλία, ο ακριβής υπολογισμός της ροπής M_{an} είναι αρκετά δύσκολος. Γι αυτό χρησιμοποιείται συχνά, με ικανοποιητική ακρίβεια, η προσεγγιστική σχέση :

$$M_{an} = 0.2 * F * d^2$$

Η απαιτούμενη αξονική δύναμη Φεπιτυγχάνεται με ασφάλεια με ειδικά κλειδιά σύσφιξης, τα ροπόκλειδα. Μόλις επιτευχθεί η F το κλειδί παρά την περιστροφή του δέν συσφίγγει πλέον τον κοχλία.

4.1.3 ΚΟΧΛΙΕΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

Γενικά

Κοχλίες που μετατρέπουν την περιστροφική κίνηση σε κατά μήκος κίνηση λέγονται κοχλίες κίνησης. Οι τελευταίοι υπάρχουν σε τόνους (οδηγός ράβδος), πρέσες, αποφρακτικά όργανα κλπ. Ένα παράδειγμα παρουσιάζει το Σχήμα 4.7

Επειδή το βήμα των τριγωνικών σπειρωμάτων είναι πολύ μικρό, οι κοχλίες κίνησης κατασκευάζονται συνήθως με τραπεζοειδές σπείρωμα κατά DIVISO 103.

Το τετραγωνικό σπείρωμα είναι δυσκολότερο στην κατασκευή του, δεν είναι τυποποιημένο και σχεδόν δεν χρησιμοποιείται πλέον. Για την παραλαβή μονόπλευρων δυνάμεων ενδείκνυται το πριονοειδές σπείρωμα (Σχήμα 4.7).

Για n αρχές,

$$Ph = P * n$$

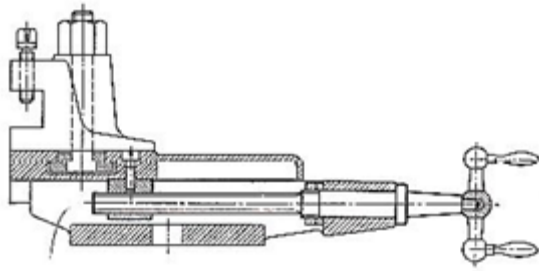
Όπου

Ph=βήμα κοχλία με πολλές αρχές

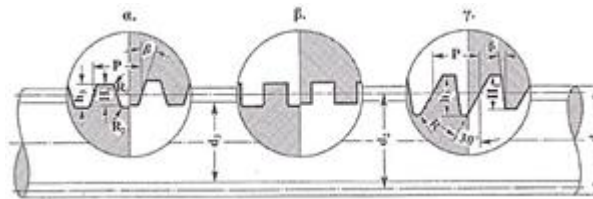
P=βήμα κοχλία με μία αρχή

n=αριθμός αρχών

Περικόχλια από χυτοσίδηρο (για κοχλία σκληρυμένο) ή από ορείχαλκο δημιουργούν πολύ καλές συνθήκες ολίσθησης μεταξύ των κατανομών.



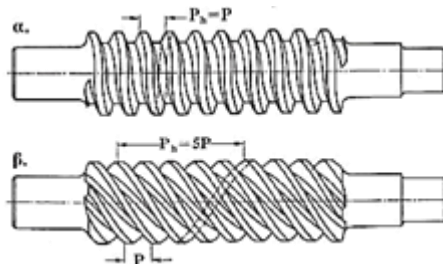
Σχήμα 4.7: κοχλίας σε ένα εργαλειοφόρο



Σχήμα 4.8: κοχλίες κίνησης σε σπείρωμα.

α) τραπεζοειδής, β) τετραγωνικό γ) πριονοειδές

Ταχύτερες κατα μήκος κινήσεις του περικόχλιου επιτυγχάνονται με κοχλίες με περισσότερες αρχές. Στην περίπτωση αυτή οι ελικοειδής γραμμές με το ίδιο βήμα είναι παράλληλες μεταξύ τους πάνω στον πυρήνα του κοχλία (σχήμα 4.9).



Σχήμα 4.9: Κοχλίες με διαφορετικές αρχές, α. τραπεζοειδής κοχλίας με μια αρχή, β. τραπεζοειδής κοχλίας με πέντε αρχές.

Υπολογισμός σε αντοχή-λυγισμό

Η αξονική δύναμη λειτουργίας F καταπονεί τον πυρήνα του κοχλία σε εφελκυσμό η θλίψη και η ροπή στρέψης σε στρέψη.

Τάση εφελκυσμού η θλίψης $\sigma = F/Ak$

Τάση στρέψης $\tau = \frac{T}{Wt} = \frac{T}{0.2 \cdot d^3}$

σ =τάση εφελκυσμού ή θλίψης στον κοχλία σε N/mm^2

τ =τάση στρέψης στον κοχλία σε N/mm^2

F =αξονική δύναμη λειτουργίας σε N

A_k =διατομή του πυρήνα του κοχλία σε mm^2

W_t =πολική ροπή αντίστασης σε στρέψη $=0.2 \cdot d^3 \text{ semm}^3$

d_3 =διάμετρος του πυρήνα του κοχλία σε mm

T =ροπή στρέψης που καταπονεί τον κοχλία σε Nmm

Αν δέν χρειάζεται να υπερνικηθούν άλλες δυνάμεις τριβής, τότε η T αντιστοιχεί στη ροπή τριβής $M_{\text{εστο}}$ σπειρώμα, δηλαδή

$$T = MG = F \cdot r_2 \cdot \tan(\alpha \pm \rho')$$

F =αξονική δύναμη κοχλία σε N

$r_2 = d_2/2$ ακτίνα κατατομής του σπειρώματος απο πίνακες

α =γωνία σπειρώματος. $\tan \alpha = \frac{Ph}{d_2 \cdot \pi}$ Για τραπεζοειδή κοχλία με μία αρχή είναι

$\alpha = 3^\circ \dots 5.5^\circ$ περίπου

ρ' γωνία τριβής του σπειρώματος.

Για τραπεζοειδή χαλύβδινο κοχλία, χαλύβδινο περικόχλιο και ξηρά τριβή

$\rho' = 9^\circ$ ($\mu' = 0.16$)

Για περικόχλιο απο α. Χυτοσίδηρο, β. ορείχαλκο, γ. φωσφορούχο ορείχαλκο και Ξηρά τριβή $\rho' = 10^\circ$ ($\mu' = 0.18$) για α. Και $\rho' = 12^\circ$ ($\mu' = 0.21$) για β.γ.

Για τα ανωτέρω υλικά αλλα με λίπανση $\rho' = 6^\circ$ ($\mu' = 0.11$)

Οι δύο ανωτέρω καταπονήσεις δίνουν μία ισοδύναμη τάση σν που είναι

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq \sigma_{\text{νεπσε}} \text{ N/mm}^2$$

σ : τάση εφελκυσμού ή θλίψης σε N/mm²

τ : τάση στρέψης σε N/mm²

σνεπ : επιτρεπόμενη ισοδύναμη τάση σε N/mm²

Λαμβάνεται σνεπ=0.2*Rm για επαναλαμβανόμενη καταπόνηση

σνεπ =0.13*Rm για αντιστρεφόμενη καταπόνηση

Η αντοχή σε εφελκυσμό Rm εξαρτάται από το υλικό του κοχλίου και είναι

Rm=500N/mm² για κοχλίο από st50 και Rm=600N/mm² για κοχλίο από st60.

Στο πριονοειδές σπείρωμα, λόγω της μικρότερης συγκέντρωσης τάσεων (μεγαλύτερη ακτίνα καμπυλότητας στη βάση του σπειρώματος) λαμβάνεται

σνεπ =0.25*Rm για επαναλαμβανόμενη καταπόνηση

σνεπ=0.16*Rm για αντιστρεφόμενη καταπόνηση

Κοχλίες που καταπονούνται σε θλίψη πρέπει να ελεγχθούν σε λυγισμό. Το σχήμα 4.10 παρουσιάζει 2 περιπτώσεις λυγισμού που εμφανίζονται αποκλειστικά στους κοχλίες κίνησης.

Η ασφάλεια έναντι λυγισμού εξαρτάται από το βαθμό λυγηρότητας λ του κοχλίου.

Για χαλύβδινους κοχλίες (συνήθως st50-st60) ισχύει λ>=90 υπολογισμός κατά Euler,

$$Sk = \frac{\pi^2 * E}{\sigma * \lambda^2} \geq 3 \dots 6$$

Για λ<90 υπολογισμός κατά Tetmajer,

$$Sk = \frac{335 - 0.62 * \lambda}{\sigma} \geq 1.75 \dots 4$$

Όπου

E: μέτρο ελαστικότητας του υλικού του κοχλίου E = 2.1 * 10⁵ N/mm² για χάλυβα

σ : υπάρχουσα τάση θλίψης σε N/mm²

Sk: συντελεστής ασφαλείας έναντι λυγισμού

λ: βαθμός λυγηρότητας του κοχλίου

Ο βαθμός λυγηρότητας λ δίνεται από τη σχέση :

$$\lambda = \frac{lk}{i} = \frac{\text{υπολογιστικό μήκος λυγισμού}}{\text{ακτίνα αδράνειας}} = \frac{4 * lk}{d^2}$$

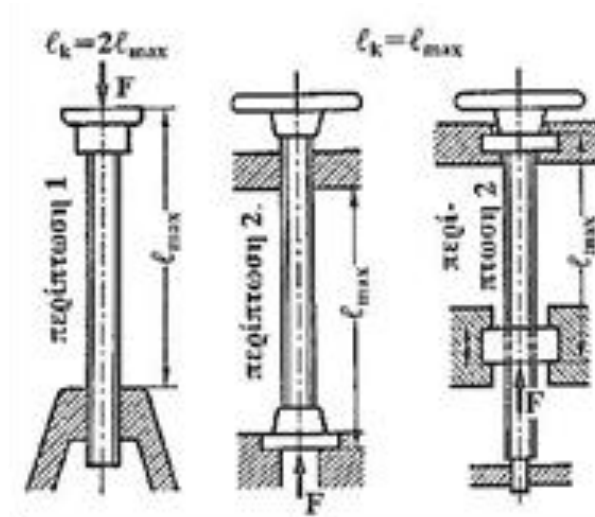
Όπου

d : διάμετρος πυρήνα του σπειρώματος, σε mm (απο πίνακες σπειρωμάτων)

lk : $2 * l_{\max}$ για την περίπτωση λυγισμού 1 (σχήμα 4.10)

lk : l_{\max} για την περίπτωση λυγισμού 2 (σχήμα 4.10)

Μικρές τιμές του S_k λαμβάνονται για διακεκομμένη λειτουργία. Μεγαλύτερες τιμές για συνεχή λειτουργία και αυξανόμενο βαθμό λυγρότητας λ. Για $\lambda < 50$ αρκεί ο έλεγχος σε αντοχή χωρίς να είναι απαραίτητος ο έλεγχος σε λυγισμό.



Σχήμα 4.10: συνήθεις περιπτώσεις λυγισμού για κοχλίες κίνησης.

Υπολογισμός σε πίεση επιφάνειας.

Για να παραμείνει η φθορά λόγω ολίσθησης των επιφανειών μεταξύ του κοχλία και περικόχλιου σε ανεκτά όρια πρέπει η πίεση επιφάνειας να μην υπερβαίνει ορισμένες επιτρεπόμενες τιμές. Δηλαδή να ισχύει:

$$p = \frac{F * P}{m * d^2 * \pi * H1} \leq p_{\epsilon\pi}$$

Όπου,

P :πίεση επιφάνειας στο σπείρωμα, σε N/mm^2

F :αξονική δύναμη λειτουργίας, σε N

P :βήμα του κοχλίου, σε mm (απο πίνακες)

m :Φέρον ύψος περικόχλιου, σε mm

d2 :μέση διάμετρος του σπειρώματος, σε mm

H1: βάθος σπειρώματος, σε mm

Ρεπ : επιτρεπόμενη τάση επιφάνειας, σε N/mm^2

$Ρεπ=8N/mm^2$ για περικόχλια χαλύβδινα

$Ρεπ=5...10N/mm^2$ για περικόχλια χυτοσιδηρά

$Ρεπ=10...20N/mm^2$ για περικόχλια ορειχάλκινα

$Ρεπ=25N/mm^2$ για περικόχλια φωσφορούχου ορείχαλκου

$Ρεπ=2...8N/mm^2$ για περικόχλια απο συνθετικό υλικό

Οι μεγάλες τιμές επιλέγονται για την συνεχή και οι μικρές για τη διακεκομμένη λειτουργία η για το υλικό περικοχλίων μεγαλύτερης αντοχής σε φθορά και σληρυμένους κοχλίες.

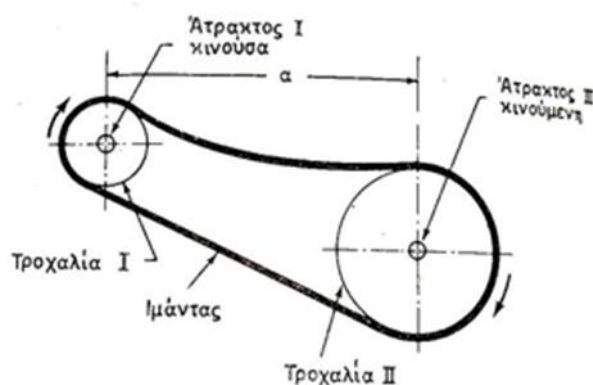
4.2 ΙΜΑΝΤΟΚΙΝΗΣΕΙΣ

Οι ιμαντοκινήσεις μεταφέρουν δυνάμεις ή κίνηση (δηλαδή ισχύ) μεταξύ δύο η περισσότερων ατράκτων, κατά προτίμηση σε μεγαλύτερη απόσταση ευρισκόμενων, με την βοήθεια της τριβής μεταξύ του ιμάντα και των τροχαλιών.

Είναι φθηνές και απλούστερες στην κατασκευή από τις αλυσοκινήσεις και οδοντοκινήσεις, απαιτούν όμως συνήθως μεγαλύτερα μεγέθη κατασκευής από αυτές. Χαρακτηρίζονται από την ελαστικότητα τους, χάρη στην οποία μπορούν να παραλάβουν μεγάλα κρουστικά φορτία καθώς και την αθόρυβη λειτουργία τους.

Μειονεκτήματά τους είναι η μεγάλες δυνάμεις προέκτασης που απαιτούνται να εφαρμοστούν, οι οποίες καταπονούν τις ατράκτους και τα έδρανα τους, ενώ πλεονεκτήματά τους είναι ότι μπορούν να λειτουργήσουν σαν ελαστικοί σύνδεσμοι και γλιστρώντας να μην μεταφέρουν μεγάλα κρουστικά φορτία στην μηχανή την οποία κινούν.

Στο σχήμα 4.11 δίνεται η σχηματική παράσταση μίας απλής ιμαντοκίνησης.



Σχήμα 4.11: Απλή ιμαντοκίνηση με δύο τροχαλίες.

Υπάρχουν δύο βασικά είδη ιμάντων, οι επίπεδοι και οι τραπεζοειδείς. Η περιοχή που χρησιμοποιούνται οι διάφοροι τύποι ιμάντων δεν μπορεί να οριοθετηθεί απόλυτα. Ένας γενικός κανόνας είναι ότι οι επίπεδοι ιμάντες χρησιμοποιούνται εκεί όπου έχουμε μεγάλες αποστάσεις αξόνων και σχετικά μικρές σχέσεις μετάδοσης.

Αντίθετα οι τραπεζοειδείς ιμάντες χρησιμοποιούνται σε μεγάλες σχέσεις μετάδοσης και μικρές αποστάσεις αξόνων.

4.2.1 Είδη μετάδοσης κίνησης

Οι μεταδόσεις κίνησης των ιμαντοκινήσεων ταξινομούνται ως εξής:

- Ανάλογα με τον τρόπο οδήγησης και σύμπλεξης του ιμάντα:

Διακρίνονται διατάξεις ανοιχτές, διασταυρούμενες, ημιδιασταυρούμενες και γωνιώδεις διατάξεις (Σχήμα 4.12) με δυνατότητα σύμπλεξης και καθώς και διατάξεις για τη μεταβολή της σχέσης μετάδοσης.

- Ανάλογα με την διατομή του ιμάντα:

Διακρίνονται μεταδόσεις με επίπεδο, τραπεζοειδή, κυλινδρικό και οδοντωτό ιμάντα (Σχήμα 4.13).

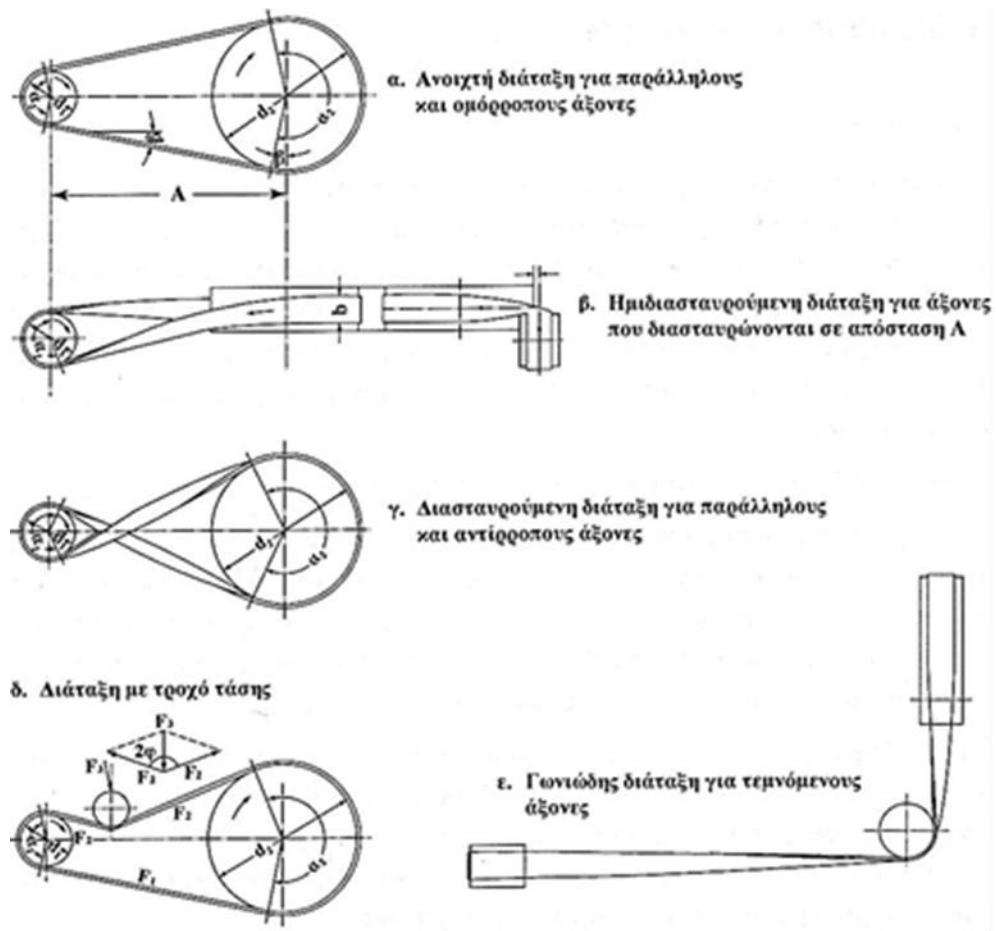
- Ανάλογα με τον τρόπο επιβολής της τάσης στον ιμάντα:

Διακρίνονται διατάξεις α) με τάση που προέρχεται από το ίδιο βάρος του ιμάντα, β) με τάση που επιβάλλεται κατά την τοποθέτηση του ιμάντα, γ) με μετακίνηση του κινητήρα πάνω σε ολισθητήρες, δ) με τροχό τάσης, ε) με φορείο τάσης, στ) με τον κινητήρα πάνω σε αιωρούμενη βάση (Σχήμα 4.11).

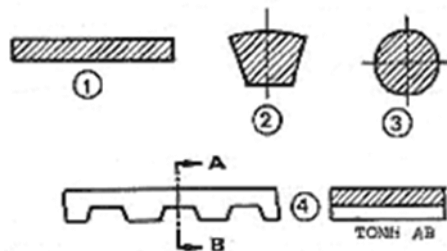
- Ανάλογα με το είδος του υλικού και την κατασκευή του ιμάντα:

Διακρίνονται δερμάτινους ιμάντες με μία, δύο ή τρεις στρώσεις από δέρμα, υφαντούς ιμάντες, ελαστικούς ιμάντες και συνθετικούς ιμάντες από πολλαπλές στρώσεις υλικών.

- Ανάλογα με την ένωση των άκρων, διακρίνονται ιμάντες με συνδετήρα, με συγκόλληση, με ραφή και ατέρμονες ιμάντες. Πιο ήσυχα από όλους εργάζονται οι ατέρμονες.

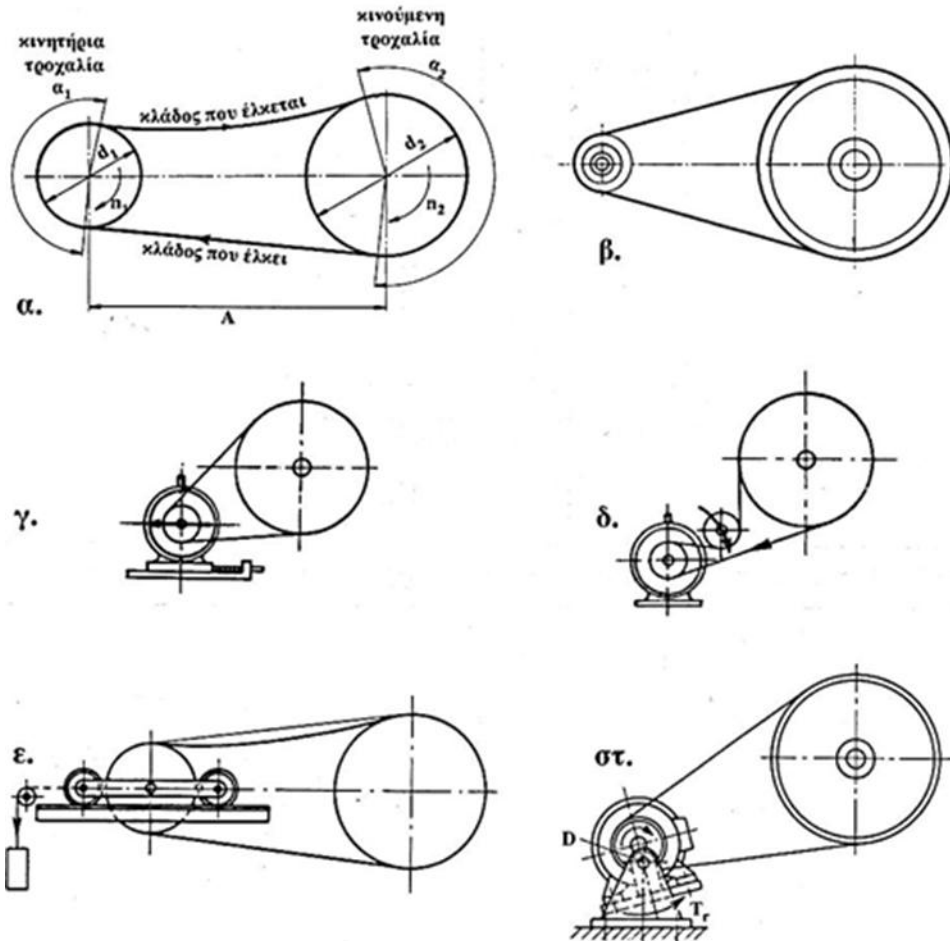


Σχήμα 4.12: Διατάξεις μετάδοσης με ιμάντες.



Σχήμα 4.13: Διατομές ιμάντων. 1. Επίπεδος, 2. Τραπεζοειδής, 3. Κυλινδρικός, 4. Οδοντωτός.

Γενικά επιθυμητοί είναι οι ιμάντες που διαθέτουν μεγάλη αντοχή σε εφελκυσμό, καλή επαφή μεταξύ τροχαλίας και ιμάντα (μεγάλος συντελεστής τριβής), μεγάλη ελαστικότητα με μικρή παραμένουσα επιμήκυνση, μεγάλη ευκαμψία, μικρό ειδικό βάρος (μικρή φυγόκεντρη δύναμη) και να μην επηρεάζεται από λάδια και χημικές ουσίες. Βέβαια όλες οι ανωτέρω απαιτήσεις δεν μπορούν να ικανοποιηθούν από ένα μόνο υλικό.



Σχήμα 4.14: Είδη ιμαντοκινήσεων ανάλογα με τον τρόπο επιβολής τάσης στον ιμάντα.

4.2.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ιμαντοκίνησης

Στά πλεονεκτήματα συγκαταλέγονται τα εξής χαρακτηριστικά τους γνωρίσματα:

α) Φθηνή και απλούστερη κατασκευή (μικρότερο κόστος αρχικής, εγκατάστασης) και υποτυπώδης συντήρηση (μικρότερο κόστος λειτουργίας).

β) Η δυνατότητα που υπάρχει με τους επίπεδους ιμάντες, να συνδεθούν ασύμβατοι άτρακτοι, η οποία δεν υπάρχει στις αλυσοκινήσεις. Η σύνδεση αυτή οδηγεί βέβαια σε μείωση της διάρκειας ζωής του ιμάντα λόγω της στρέβλωσης του.

γ) Λόγω της ελαστικότητας τους μπορούν να παραλαμβάνουν και να αποσβέσουν μεγάλα κρουστικά φορτία.

δ) Ο θόρυβος λειτουργίας τους είναι πολύ χαμηλότερος απ' τις άλλες δύο κινήσεις.

ε) Λόγω του γεγονότος ότι η μετάδοση τών δυνάμεων γίνεται με σύνδεση τριβής, είναι δυνατόν με ολίσθηση του ιμάντα επάνω στις τροχαλίες να λειτουργήσει η ιμαντοκίνηση σαν σύνδεσμος ασφαλείας.

ζ) Η δυνατότητα που υπάρχει για την μετάδοση της κίνησης σε περισσότερες από μία ατράκτους.

Στα μειονεκτήματα της ιμαντοκίνησης συγκαταλέγονται τα εξής γνωρίσματα της:

1) Λόγω της μετάδοσης της κίνησης με σύνδεση τριβής είναι απαραίτητη η προένταση του ιμάντα, ώστε να μπορεί να αναπτυχθεί η δύναμη τριβής. Η προένταση αυτή είναι πολύ μεγάλη στους επίπεδους ιμάντες και μικρότερη στους τραπεζοειδής ιμάντες. Εξ αιτίας της προέντασης του ιμάντα προκύπτει καμπική καταπόνηση της ατράκτου στην οποία στηρίζονται οι τροχαλίες της ιμαντοκίνησης. Επίσης είναι συχνά απαραίτητη μία διάταξη για την επαναρρύθμιση της προέντασης μετά από κάποιο χρόνο λειτουργίας, ώστε να είναι σίγουρη η μετάδοση της κίνησης χωρίς ολίσθηση του ιμάντα. Η ανάγκη αυτή οφείλεται στη φθορά και την ενδεχόμενη πλαστική επιμήκυνση του ιμάντα και αυξάνει το κόστος της εγκατάστασης.

2) Λόγω της μετάδοσης της κίνησης με σύνδεση τριβής υπάρχει άμεση εξάρτηση της δυνατότητας λειτουργίας της ιμαντοκίνησης από την τιμή του συντελεστή τριβής μεταξύ της τροχαλίας και του ιμάντα. Έτσι υπάρχει ευαισθησία της ιμαντοκίνησης στην υγρασία, τα λιπαντικά ή τις ακαθαρσίες που ενδεχομένως θα βρεθούν στην θέση επαφής του ιμάντα με την τροχαλία, διότι οι παράγοντες αυτοί επηρεάζουν άμεσα τον συντελεστή τριβής,

3) Η ευαισθησία που υπάρχει σε υψηλές θερμοκρασίες λειτουργίας, οι οποίες μειώνουν την αντοχή του υλικού του ιμάντα τόσο στις καταπονήσεις που υφίσταται όσο και στη φθορά,

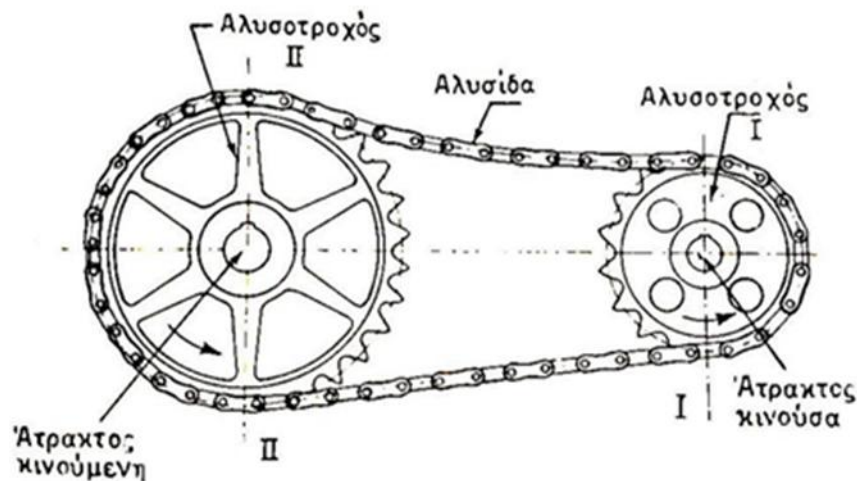
4) Εμφανίζεται μία ολίσθηση του ιμάντα επάνω στα αυλάκια των τροχαλιών, γεγονός που προκαλεί απόκλιση της σχέσης μετάδοσης της ιμαντοκίνησης από την ονομαστική της τιμή κατά 0 έως 2%,

5) Λόγω της καμπτικής καταπόνησης του ιμάντα δεν είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν οσοδήποτε μικρές διάμετροι τροχαλιών στις ιμαντοκινήσεις, γεγονός που περιορίζει προς τα κάτω τις αξονικές αποστάσεις των ατράκτων που μπορούν να συνδεθούν με ιμαντοκίνηση.

4.3.1 ΑΛΥΣΟΚΙΝΗΣΕΙΣ

Με την αλυσοκίνηση επιτυγχάνεται όπως και με την ιμαντοκίνηση και την οδοντοκίνηση, σύνδεση μεταξύ δύο ατράκτων, οι οποίες βρήσκονται σε κάποια απόσταση μεταξύ τους, προκειμένου να καταστεί δυνατή η μεταφορά κίνησης και δυνάμεων, άρα ισχύος, από την μία άτρακτο στην άλλη. Οι συνδεόμενες άτρακτοι θα πρέπει να είναι οπωσδήποτε παράλληλες μεταξύ τους, διότι σε αντίθετη περίπτωση είτε δεν είναι δυνατή η λειτουργία σύνδεσης είτε η φθορά της χρησιμοποιούμενης αλυσίδας είναι πολύ μεγάλη. Η αλυσοκίνηση χρησιμοποιείται κατά προτίμηση για μεγάλες αποστάσεις των συνδεόμενων ατράκτων, όπου δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί η ιμαντοκίνηση λόγω δυσμενών συνθηκών χώρου, σχέσης μετάδοσης ή αξονικής απόστασης.

Η αλυσοκίνηση, συγκαταλέγεται μεταξύ των συνδέσεων μορφής, όπως και η οδοντοκίνηση, γιατί η μετάδοση κίνησης σε αυτήν γίνεται λόγω της ειδικής μορφής που έχουν οι αλυσίδες και οι τροχοί που την αποτελούν, δηλαδή μέσω της εμπλοκής των διάκενων της ατέρμονης αλυσίδας και των δοντιών των αλυσοτροχών. Συγκρίνοντας τις ιδιότητες της αλυσοκίνησης με αυτές της οδοντοκίνησης και της ιμαντοκίνησης, κατατάσει κανείς την αλυσοκίνηση μεταξύ των άλλων δύο, αναφορικά με την δυνατότητα μεταφοράς ισχύος, τις απαιτήσεις χώρου καθώς και την ανάγκη συντήρησης.



Σχήμα 4.15: Απλή μορφή αλυσοκίνησης.

4.3.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα αλυσοκίνησης.

Τα κύρια πλεονεκτήματα της αλυσοκίνησης είναι τα εξής:

- 1) Λόγω τής σύνδεσης μορφής, η μετάδοση κίνησης γίνεται χωρίς ολίσθηση, με αποτέλεσμα η σχέση μετάδοσης να είναι σταθερή.
- 2) Λόγω της σύνδεσης μορφής, δεν είναι απαραίτητη η προένταση της αλυσίδας ώστε να εξασφαλιστεί δύναμη τριβής για την μεταφορά τών δυνάμεων, με αποτέλεσμα να μην καταπονούνται οι άτρακτοι και οι εδράσεις τους με δύναμη προέντασης, αλλά μόνο με δύναμη λειτουργίας.
- 3) Λόγω της σύνδεσης μορφής, δεν υπάρχει ευαισθησία της αλυσοκίνησης στις επιδράσεις του περιβάλλοντος, όπως υγρασία, λάδια, ακαθαρσίες κλπ, οι οποίες μεταβάλλουν τον συντελεστή τριβής στην ιμαντοκίνηση και επηρεάζουν την δυνατότητα λειτουργίας της. Η ύπαρξη βέβαια παρόμοιων επιδράσεων επηρεάζει βέβαια αρνητικά την ζωή της αλυσοκίνησης, αλλά δεν επιδρά στην δυνατότητα λειτουργίας της.
- 4) Η σύγχρονη μετάδοση κίνησης σε περισσότερες από μία ατράκτους με την ίδια ή αντίθετη φορά περιστροφής είναι δυνατή χωρίς προβλήματα και σε μεγάλες ακόμα αξονικές αποστάσεις.
- 5) Ο απαιτούμενος χώρος εγκατάστασης της αλυσοκίνησης είναι ίδιος περίπου με αυτόν της οδοντοκίνησης για μικρές περιστροφικές ταχύτητες και μικρότερος από ότι της ιμαντοκίνησης. Για μεσαίες ταχύτητες, ο απαιτούμενος χώρος εγκατάστασης της αλυσοκίνησης είναι περίπου 1/3 έως 1/4 του αντίστοιχου χώρου της ιμαντοκίνησης, με αποτέλεσμα το βάρος να είναι σημαντικά μικρότερο.
- 6) Ο βαθμός απόδοσης της αλυσοκίνησης (0.97 έως 0.98) είναι κατά μέσον όρο μεγαλύτερος από αυτόν της ιμαντοκίνησης (0.93-0.97) και της οδοντοκίνησης (0.93 - 0.99)
- 7) Για μεγάλες αξονικές αποστάσεις η αλυσοκίνηση είναι οικονομικότερη από την οδοντοκίνηση, διότι δεν απαιτούνται ενδιάμεσοι τροχοί και επιπλέον θέσεις έδρασης,
- 8) Με την ελαστικότητα της αλυσίδας μπορούν να αποσβεστούν καλύτερα ενδεχόμενα κρουστικά φορτία απ' ότι στην οδοντοκίνηση, όπου σε παρόμοια περίπτωση θα πρέπει να τοποθετηθούν ελαστικοί σύνδεσμοι,
- 9) Οι απαιτήσεις συντήρησης είναι σε γενικές γραμμές μεγαλύτερες στην αλυσοκίνηση απ' ότι στην ιμαντοκίνηση, αλλά κατά μέσο όρο μικρότερες απ' ότι στην οδοντοκίνηση,

10) Υψηλό φορτίο θράυσης, διότι η διάρκεια ζωής τους περιορίζεται απο την φθορά και όχι απο την αντοχή τους.

Τα κύρια μειονεκτήματα της αλυσοκίνησης είναι τα εξής :

1) Η ανελαστικότητα στην μετάδοση της κίνησης, η οποία δέν επιτρέπει μεγάλη απόσβεση κρούσεων, όπως συμβαίνει με την ιμαντοκίνηση, η οποία μπορεί να λειτουργήσει ως ελαστικός σύνδεσμος.

2) Η σύνδεση μόνο παράλληλων ατράκτων.

3) Η περιορισμένη διάρκεια ζωής λόγω της συνεχούς φθοράς της αλυσίδας ακόμη και υπό ιδανικές συνθήκες λειτουργίας και λιπάνσεως.

4) Το υψηλότερο κόστος κατασκευής και ο υψηλότερος θόρυβος λειτουργίας σε σύγκριση με την ιμαντοκίνηση.

5) Το μικρότερο επιτρεπόμενο σφάλμα παραλληλότητας των συνδεόμενων ατράκτων σε σύγκριση με την ιμαντοκίνηση. Το επιτρεπόμενο σφάλμα είναι βέβαια μεγαλύτερο απο ότι στην οδοντοκίνηση.

6) Η περιορισμένη ακρίβεια στην κίνηση εξ αιτίας της χάρης των στοιχείων μελών του ελκόμενου κλάδου, καθώς και η χαμηλή περιοδική διακύμανση της σχέσεως μετάδοσης για μικρούς αριθμούς δοντιών λόγω του φαινομένου του πολυγώνου.

5. Λογισμικά σχεδίασης και υπολογισμού αντοχής

5.1. Solidworks

Το Solidworks είναι ένα computer-aided design (CAD)-computer -aidedengineering (CAE) λογισμικό πρόγραμμα που υποστηρίζει την δισδιάστατη και τρισδιάστατη σχεδίαση αντικειμένων το οποίο λειτουργεί στην πλατφόρμα της Microsoft , Windows. Το Solidworks δημοσιεύεται από την εταιρία DassaultSystèmes. Η εταιρία SolidWorksCorporation δημιουργήθηκε τον Δεκέμβριο του 1993 απο τον JonHirschtick, η πρώτη δημοσίευση του σχεδιαστικού προγράμματος πραγματοποιήθηκε τον Νοέμβριο του 1995 και έκτοτε έχουν δημοσιευτεί 25 εκδόσεις του λογισμικού μέχρι σήμερα.

5.2. FEM - Ansys

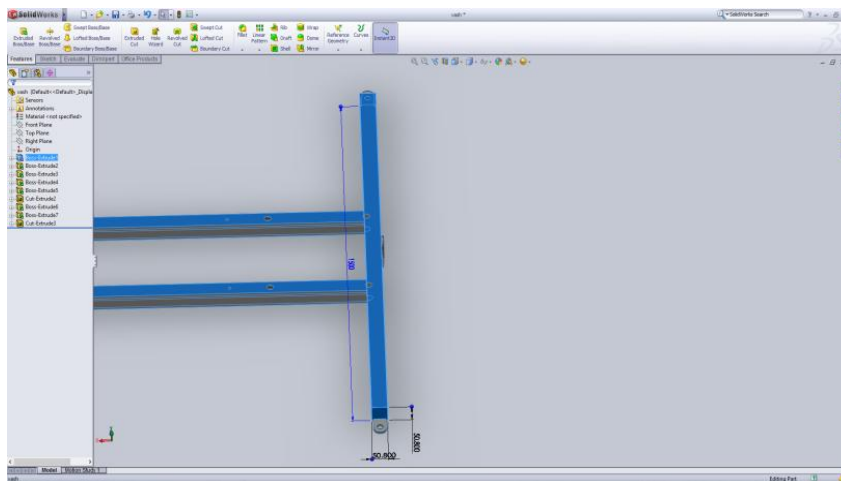
Το Ansys είναι ένα computer-aidedengineering software πρόγραμμα πεπερασμένων στοιχείων γενικού σκοπού. Η εταιρία δημιουργήθηκε το 1970 από τον JohnA. Swanson. ΤοAnsys έχει την δυνατότητα επίλυσης στατικών και δυναμικών προβλημάτων, προβλημάτων ροής ρευστών, μετάδοσης θερμότητας, ακουστικής, ηλεκτρισμού και ηλεκτρομαγνητισμού.

6. Σχεδίαση διάταξης

6.1 Σχεδίαση εξαρτημάτων

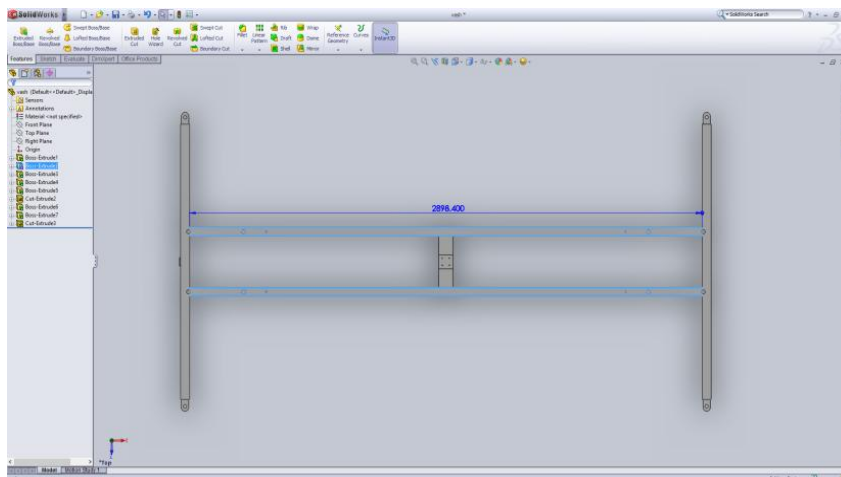
Ο σχεδιασμός των τεμαχίων της κατασκευής μας γίνεται στο σχεδιαστικό πρόγραμμα Solidworks σε τρισδιάστατη σχεδίαση. Ο τρόπος σχεδίασης των τεμαχίων και τα βήματα που πραγματοποιήθηκαν περιγράφονται παρακάτω.

Αρχικά σχεδιάστηκε η δεξιά δοκός της βάσης με την εντολή BossExtrude,



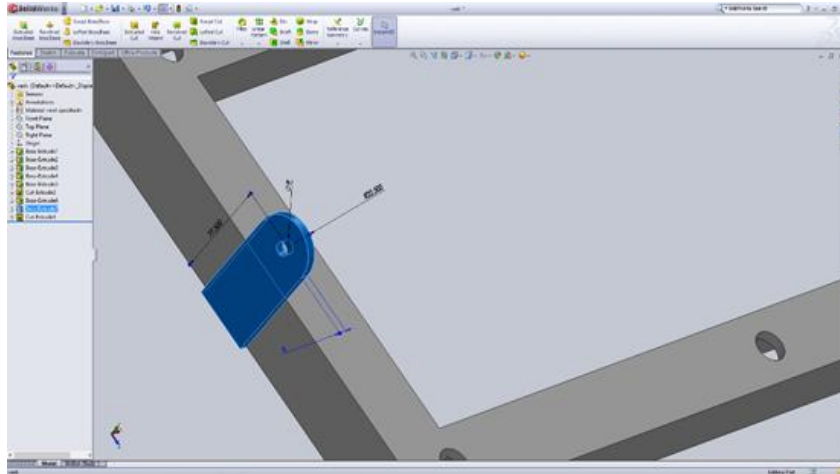
Σχήμα 6.1: Διαστάσεις δοκού

μετά χρησιμοποιώντας ξανά την ίδια εντολή σχεδιάστηκαν οι δυο οριζόντιοι δοκοί.



Σχήμα 6.2: Μήκος οριζόντιων δοκών.

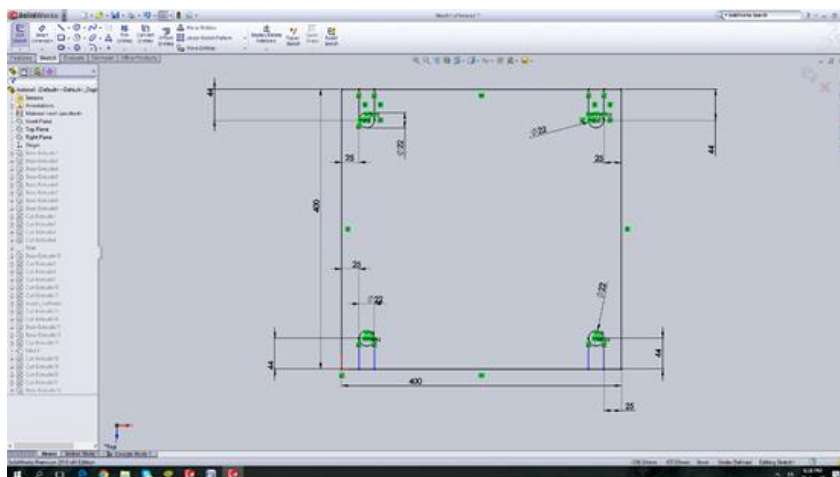
Με τον ίδιο τρόπο σχεδίασης της πρώτης κάθετης δοκού σχεδιάζουμε και από την αριστερή μεριά την δεύτερη δοκό . Με την εντολή BossExtrude σχεδιάζουμε την πλαϊνή υποδοχή του κοχλία, ο οποίος χρησιμοποιείται στην σύσφιξη της κολώνας όπου έχει αποτέλεσμα το χαλάρωμα και την σύσφιξη της αλυσίδας.



Σχήμα 6.3: Διαστάσεις υποδοχής κοχλία.

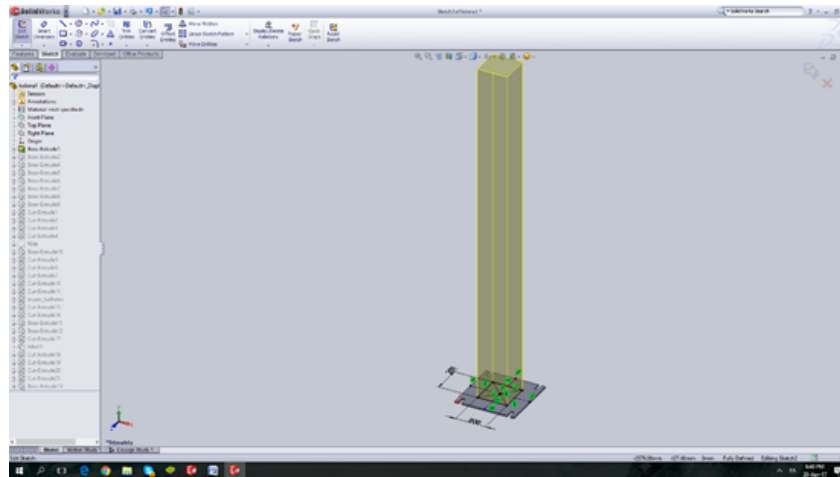
Για την ολοκλήρωση της βάσης χρησιμοποιήθηκε η εντολή CutExtrude ώστε να δημιουργηθούν οι οπές που χρειάζονται.

Στην συνέχεια σχεδιάστηκαν οι κολώνες του ανυψωτικού συστήματος



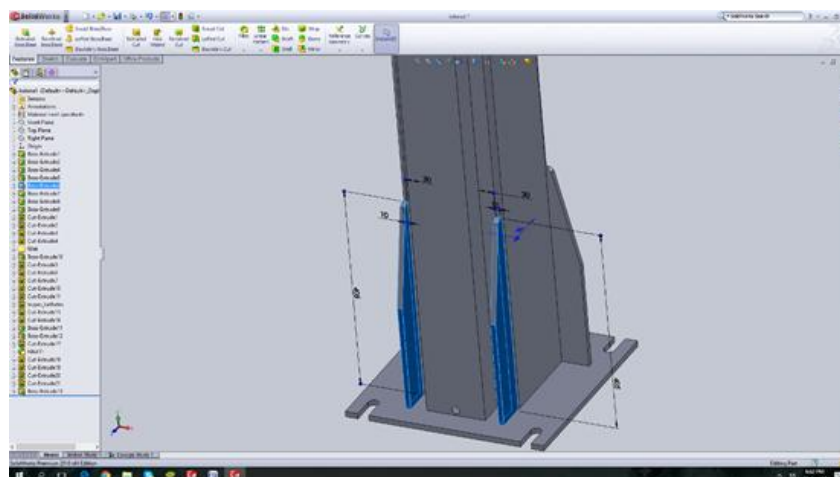
Σχήμα 6.4: Διαστάσεις της βάσης της κολώνας

Αρχικά με την εντολή BossExtrude σχεδιάστηκε το κάτω μέρος της κολώνας.

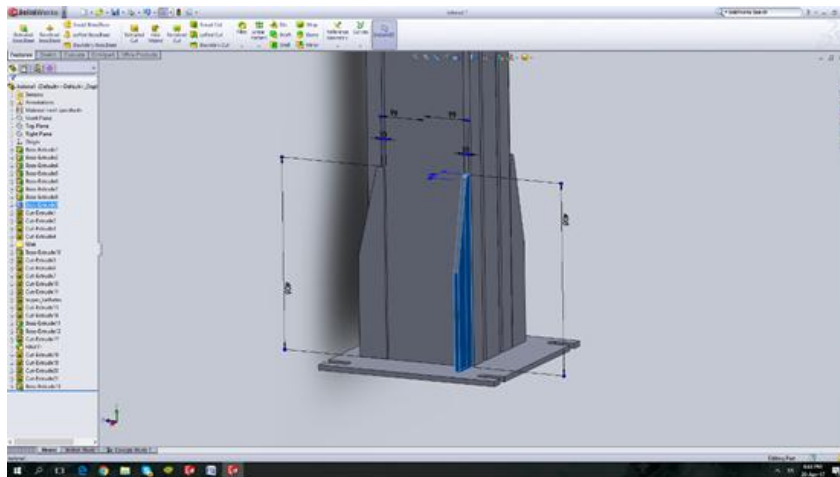


Σχήμα 6.5: Διαστάσεις κολώνας.

Στην συνέχεια χρησιμοποιώντας την ίδια εντολή δημιουργούμε την βασική γεωμετρία της κολώνας.

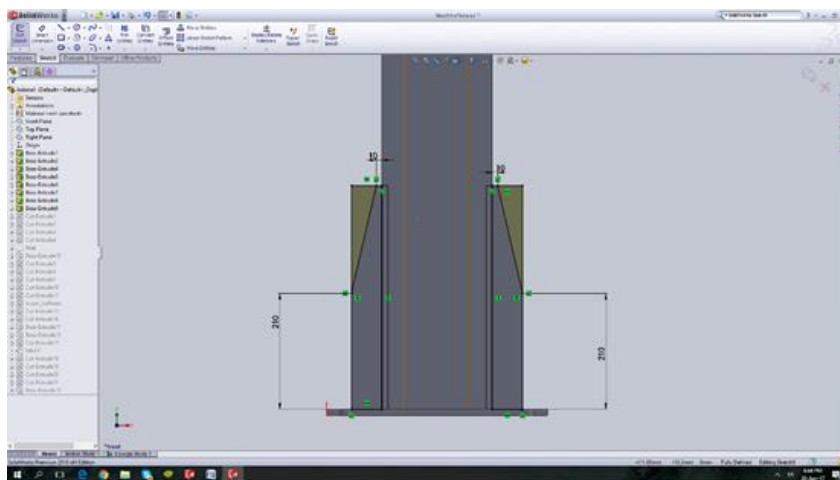


Σχήμα 6.6: Διαστάσεις στηριγμάτων κολώνας.



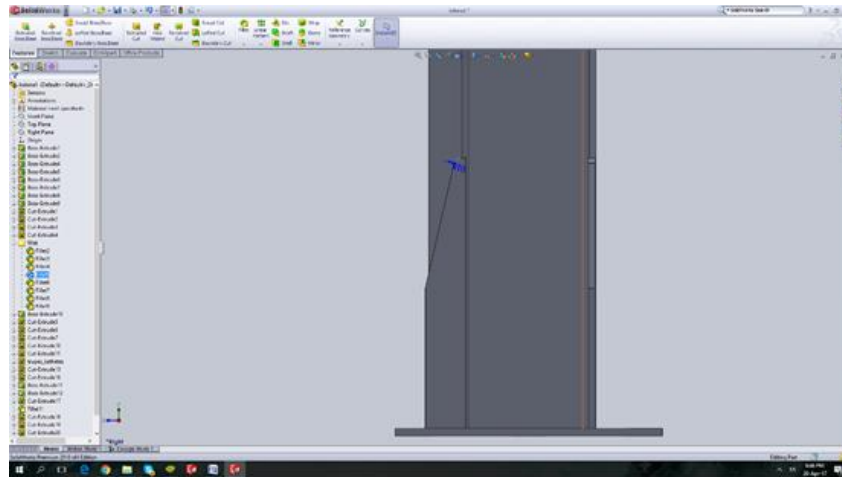
Σχήμα 6.7: Διαστάσεις στηριγμάτων κολώνας.

Σχεδιάζουμε αρχικά τα στηρίγματα της κολώνας με την εντολή BossExtrude.



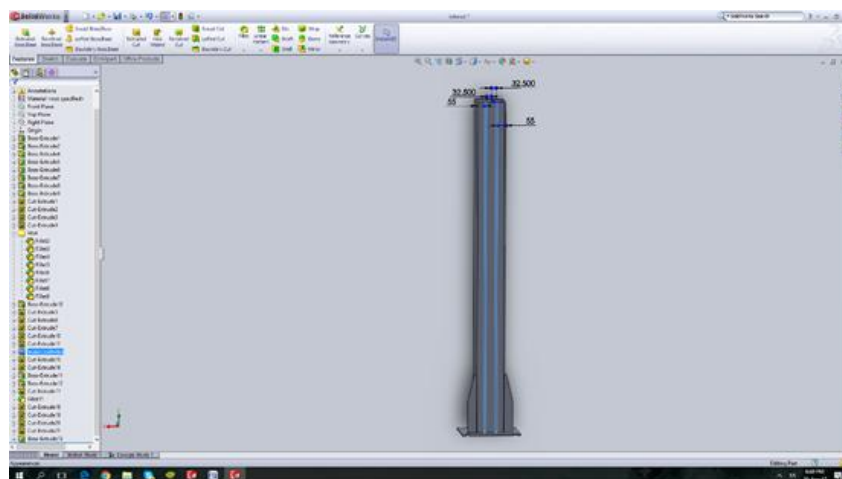
Σχήμα 6.8: Διαστάσεις στηριγμάτων κολώνας.

Στην συνέχεια με την εντολή ExtrudedCut αφαιρούμε το επιπλέον υλικό.



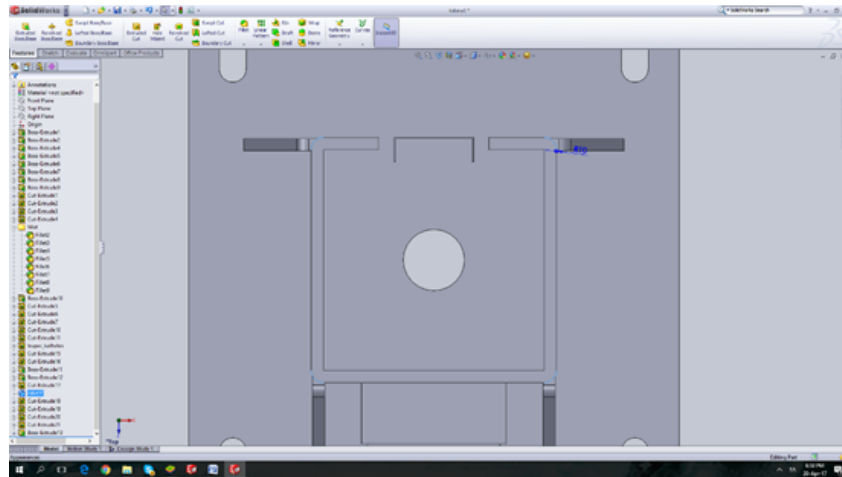
Σχήμα 6.9: Δημιουργία Fillet στα στηρίγματα της κολώνας.

Για να έχουμε την τελική μορφή των στηριγμάτων της κολώνας χρησιμοποιούμε την εντολή Fillet.



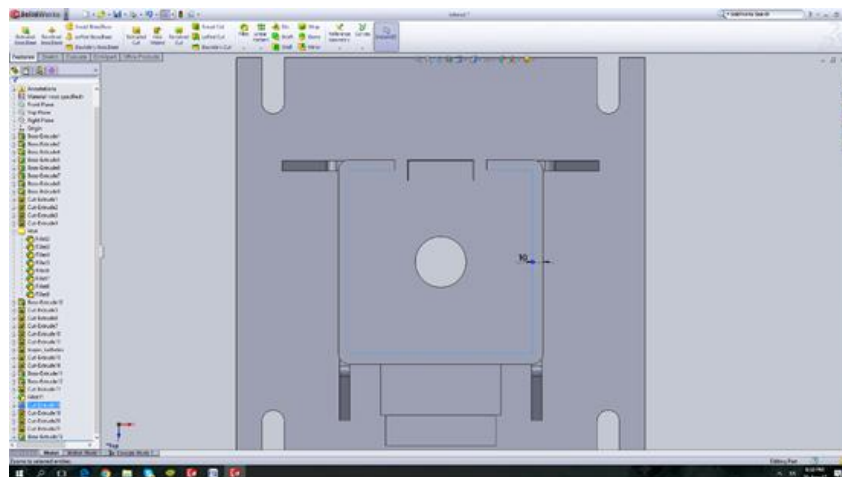
Σχήμα 6.10: Διαστάσεις εγκοπών βραχίονα.

Στην συνέχεια με την εντολή Extrudedcut δημιουργούμε τις εγκοπές στις οποίες θα κινείται ο βραχίονας.



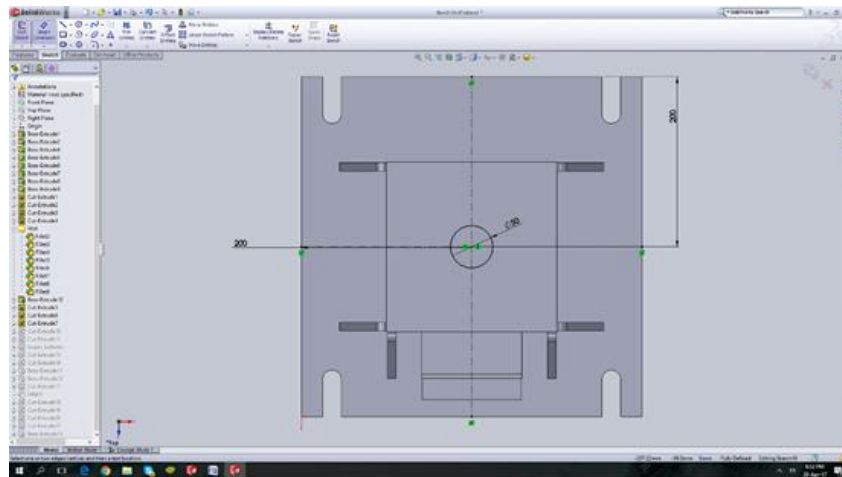
Σχήμα 6.11: Δημιουργία Fillet στην κολώνα.

Χρησιμοποιούμε την εντολή Fillet στις γωνίες της κολώνας για να έχουμε στρογγυλεμένες άκρες.



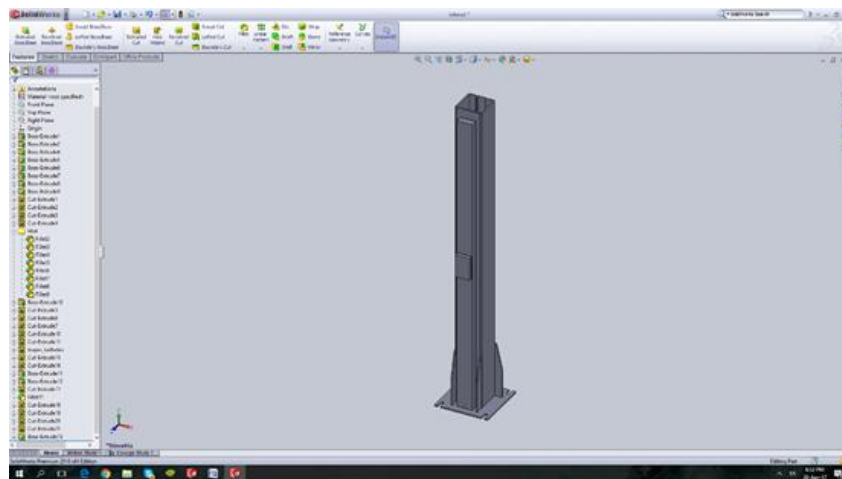
Σχήμα 6.12: Πάχος κολώνας.

Με την εντολή ExtrudedCut αφαιρούμε το επιπλέον υλικό.



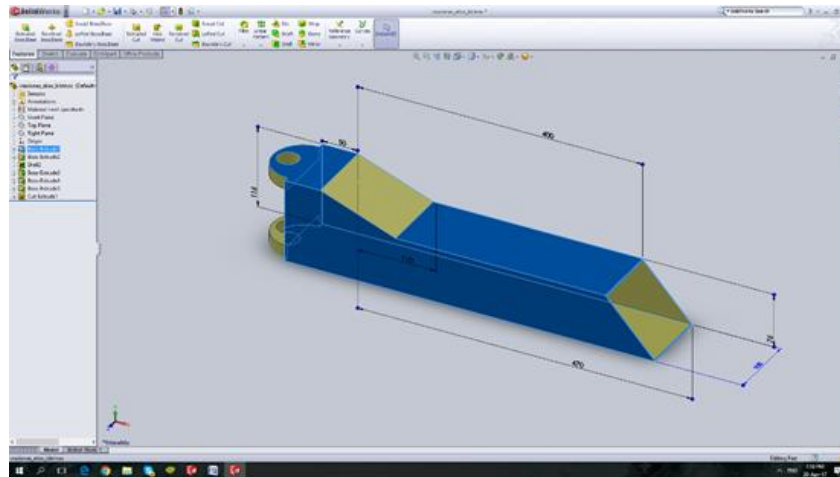
Σχήμα 6.14: Διάμετρος κοχλία.

Τέλος με την εντολή ExtrudedCut δημιουργούμε την τρύπα του κοχλία και έτσι διαμορφώνουμε το τελικό σχήμα της κολώνας του ανυψωτικού.



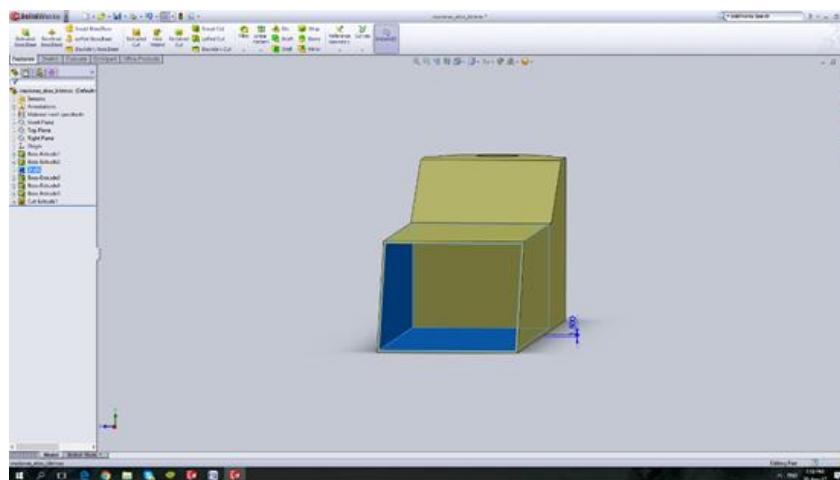
Σχήμα 6.14: Τελική μορφή κολώνας.

Στην συνέχεια σχεδιάζουμε το χέρι του βραχίονα.



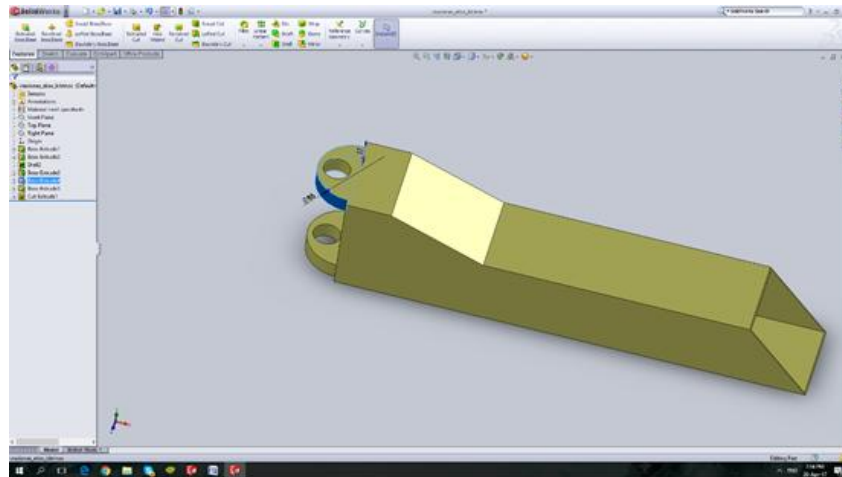
Σχήμα 6.15: Διαστάσεις χεριού.

Με την εντολή BossExtrude σχεδιάζουμε το χέρι του βραχίονα.



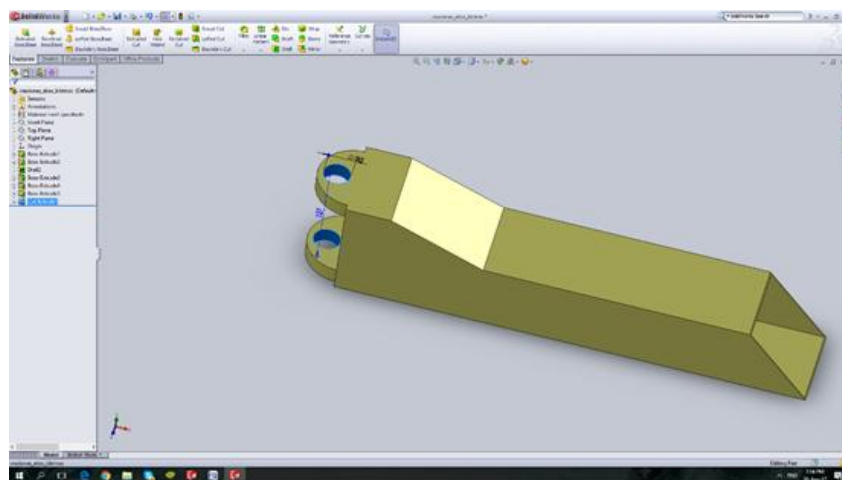
Σχήμα 6.16: Πάχος χεριού.

Με την εντολή shell δημιουργούμε το επιθυμητό πάχος του χεριού.



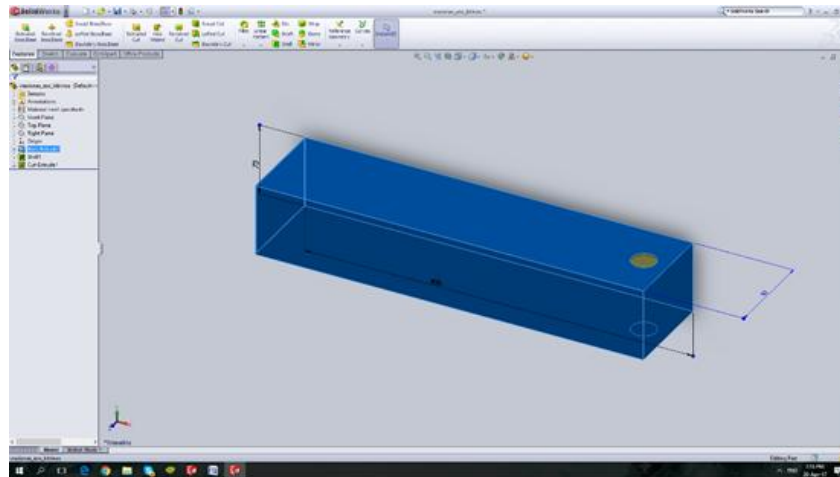
Σχήμα 6.17: Διαστάσεις χεριού.

Με την εντολή *Bossextrude* σχεδιάζουμε τα σημεία ένωσης του χεριού με τον βραχίονα.



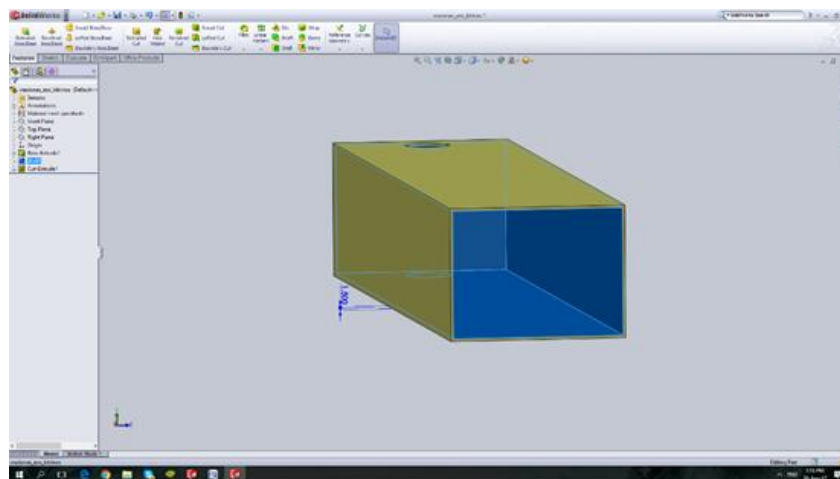
Σχήμα 6.18: Διαστάσεις οπών χεριού.

Με την εντολή *ExtrudedCut* σχεδιάζουμε τις οπές που θα τοποθετηθεί ο πύρος για την ένωση του χεριού με τον βραχίονα.



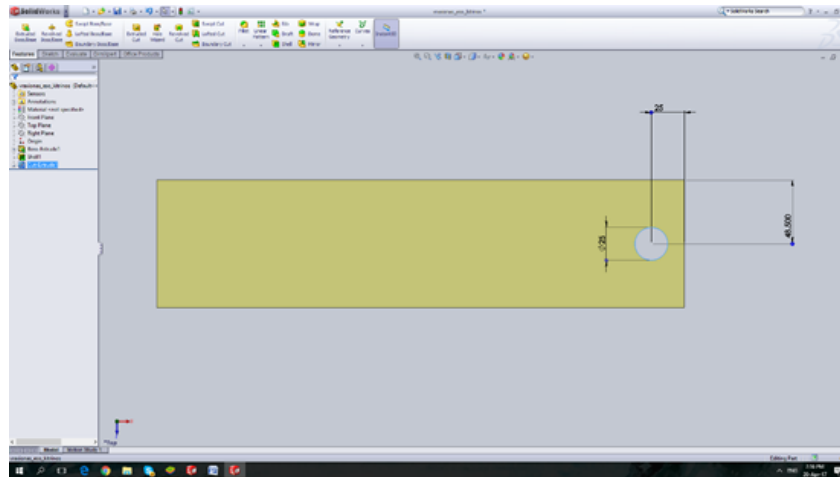
Σχήμα 6.19: Διαστάσεις τηλεσκοπικού χεριού.

Στην συνέχεια με την εντολή BossExtrude σχεδιάζουμε το τηλεσκοπικό μέρος του χεριού.



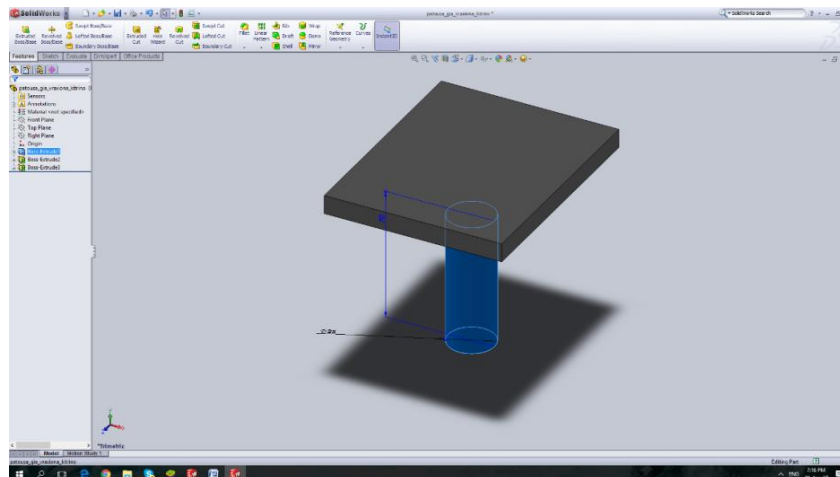
Σχήμα 6.20: Πάχος τηλεσκοπικού χεριού.

Με την εντολή Shell δημιουργούμε το επιθυμητό πάχος στο τηλεσκοπικό μέρος του χεριού.

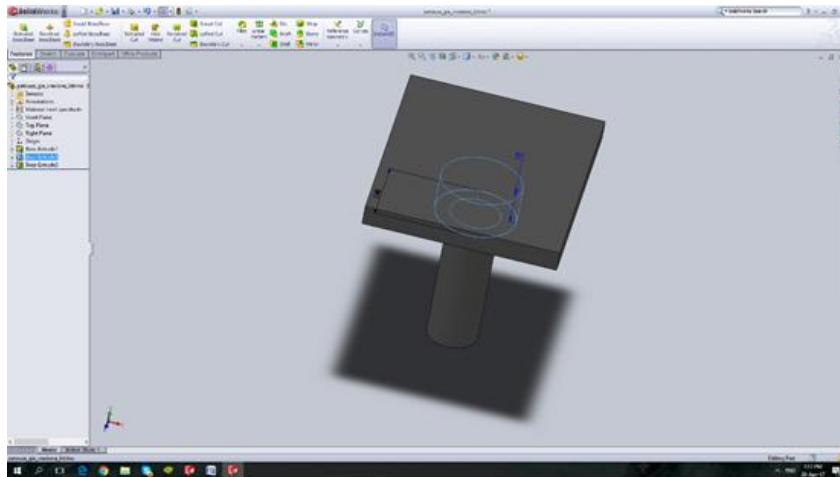


Σχήμα 6.21: Διαστάσεις οπής τηλεσκοπικού μέρους του χεριού.

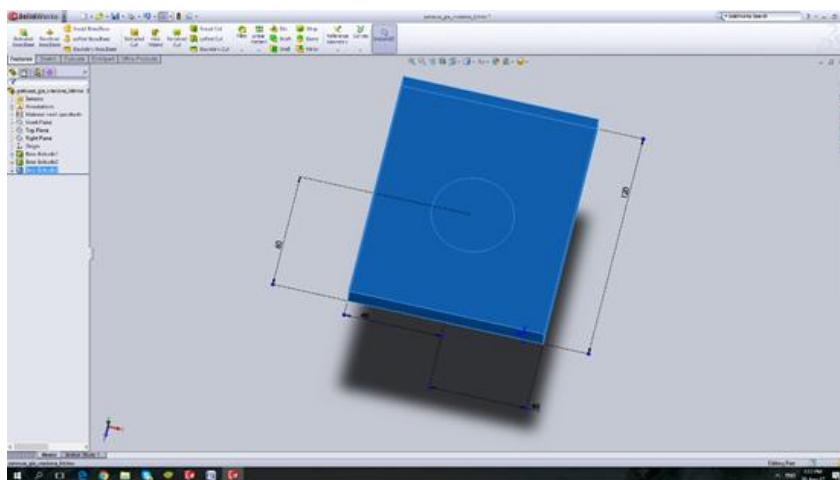
Ύστερα με την εντολή ExtrudedCut αφαιρούμε το υλικό που περισσεύει ώστε να τοποθετηθεί η πατούσα.



Σχήμα 6.22: Διαστάσεις κυλίνδρου της πατούσας.

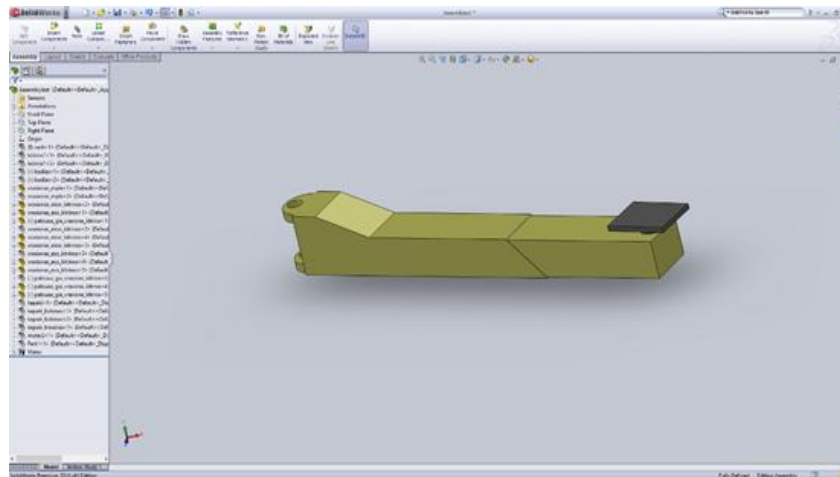


Σχήμα 6.23: Διαστάσεις πατούσας.



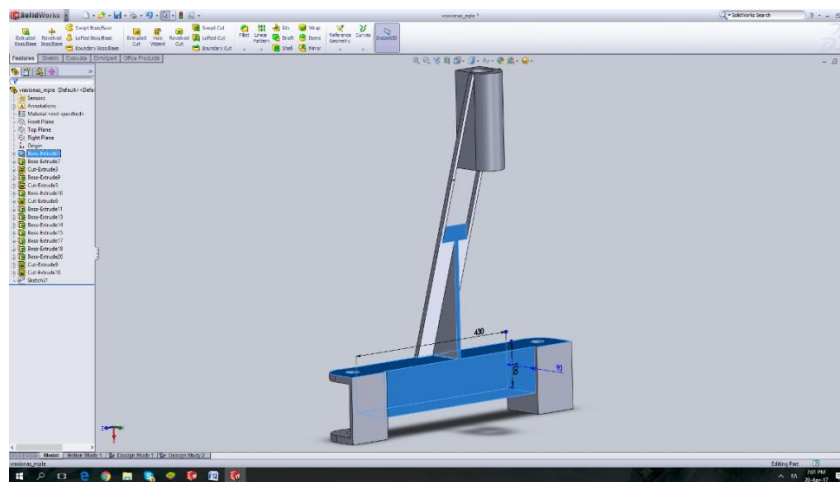
Σχήμα 6.24: Διαστάσεις επιφάνειας πατούσας.

Για τον σχεδιασμό της πατούσας χρησιμοποιήσαμε την εντολή BossExtrude αρχικά για τους δυο κυλίνδρους και τέλος για την επιφάνεια της πατούσας.



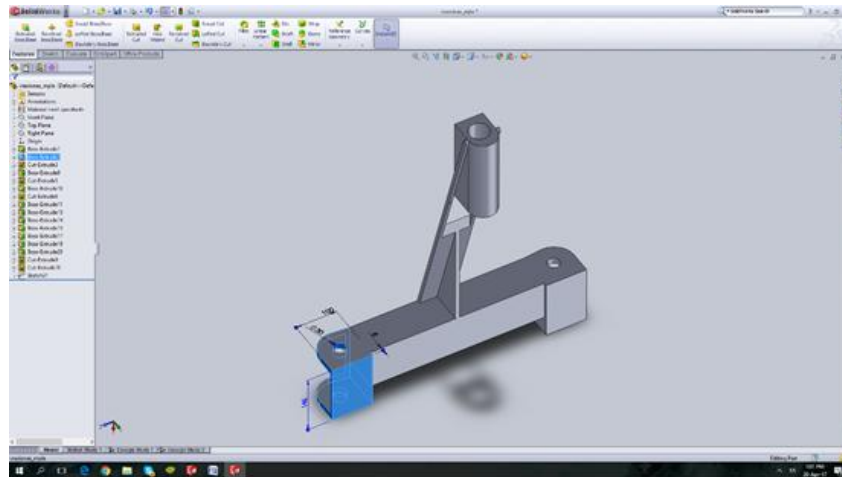
Σχήμα 6.25: Συναρμολογημένο χέρι βραχίονα.

Στην συνέχεια σχεδιάζουμε τον βραχίονα,



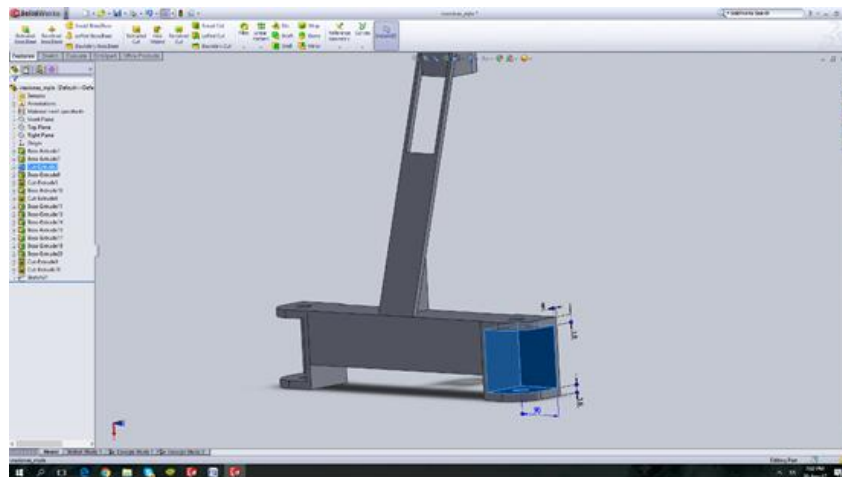
Σχήμα 6.26: Διαστάσεις βάσης βραχίονα.

Αρχικά χρησιμοποιούμε την εντολή BossExtrude για τον σχεδιασμό της βάσης του βραχίονα.



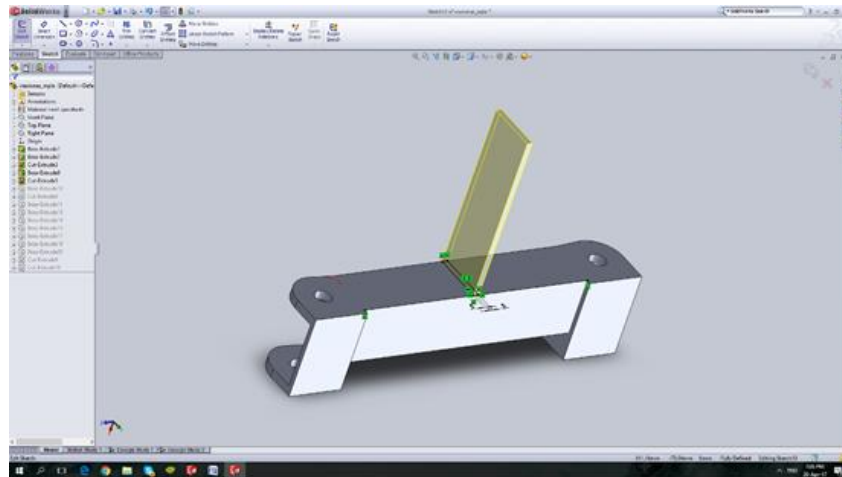
Σχήμα 6.27: Διαστάσεις ενώσεων βραχίονα.

Με την ίδια εντολή σχεδιάζουμε τις θέσεις για τις ενώσεις των χεριών με τον βραχίονα.



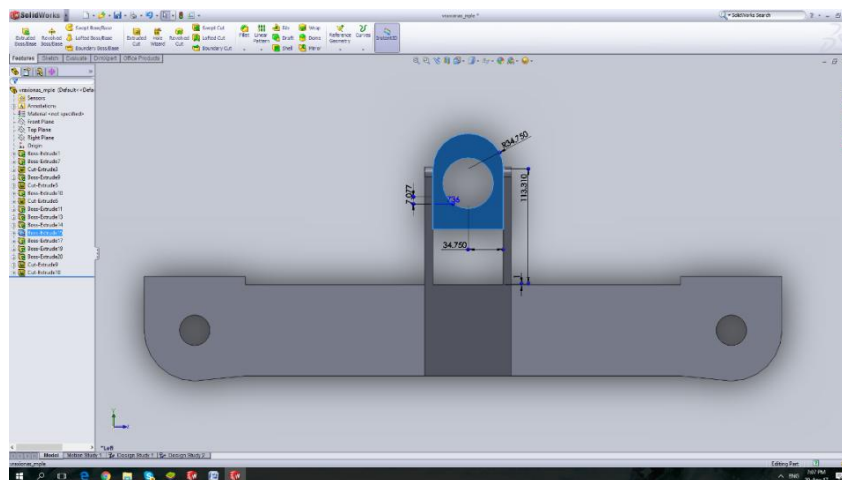
Σχήμα 6.28: Διαστάσεις θέσεων χεριού.

Με την εντολή ExtrudedCut διαμορφώνουμε την θέση τοποθέτησης των χεριών.



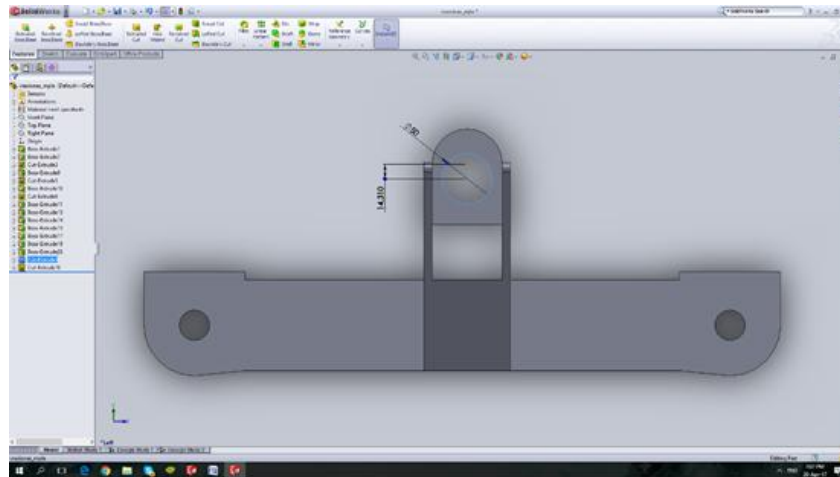
Σχήμα 6.29: Διαστάσεις νεύρωσης βραχίονα.

Χρησιμοποιώντας την εντολή BossExtrude δημιουργούμε την νεύρωση του βραχίονα.



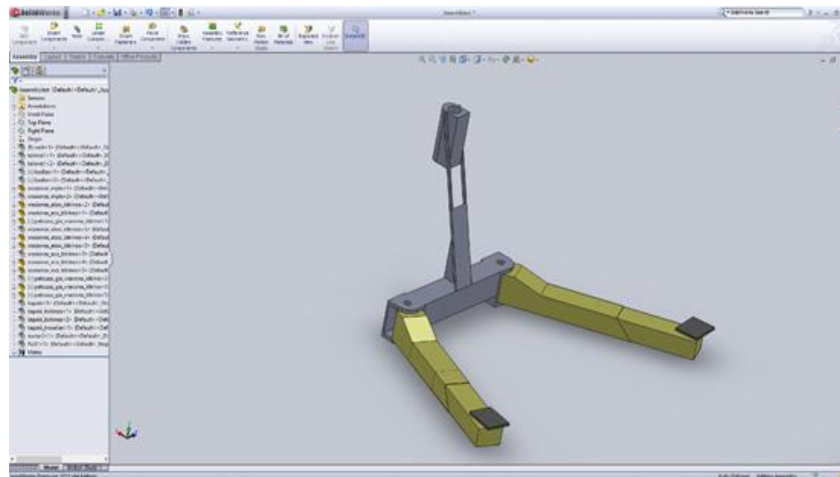
Σχήμα 6.30: Διαστάσεις σύνδεσης κοχλία.

Χρησιμοποιώντας την ίδια εντολή δημιουργούμε την σύνδεση του κοχλία με τον βραχίονα.



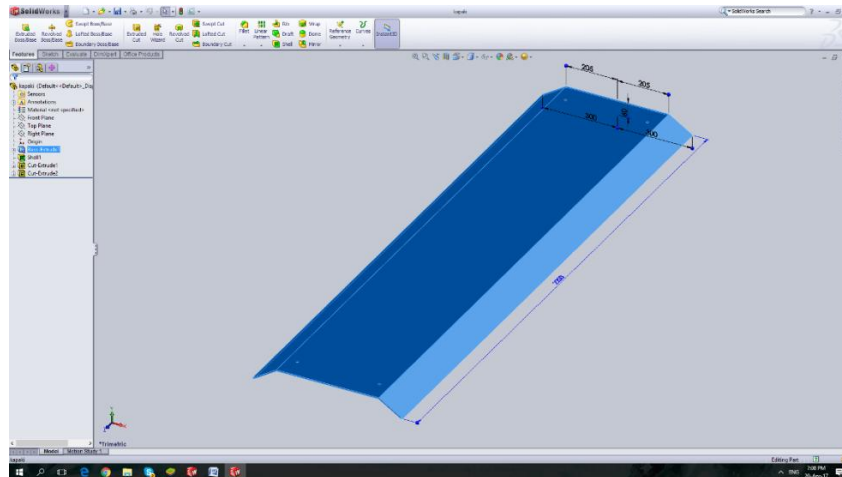
Σχήμα 6.31: Διαστάσεις κοχλίας.

Τέλος με την εντολή Extrudedcut δημιουργούμε την οπή για την ένωση του κοχλίας.



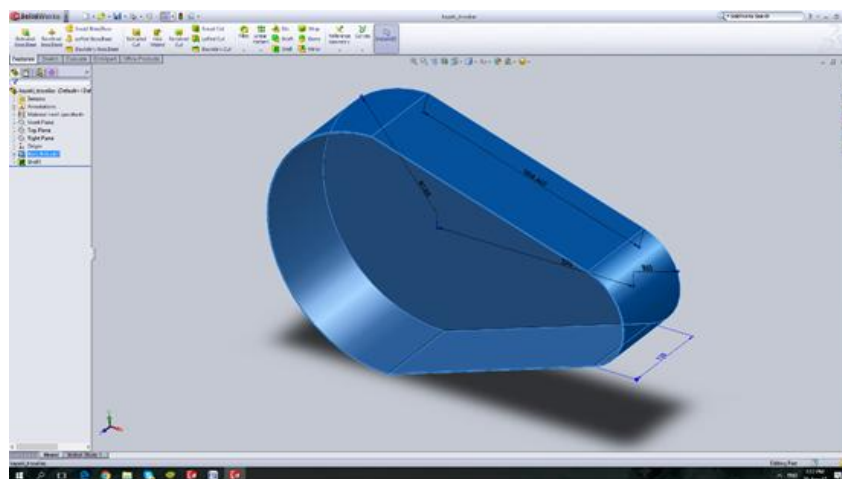
Σχήμα 6.32: Τελική μορφή βραχίονα.

Στην συνέχεια σχεδιάζουμε το καπάκι της βάσης,



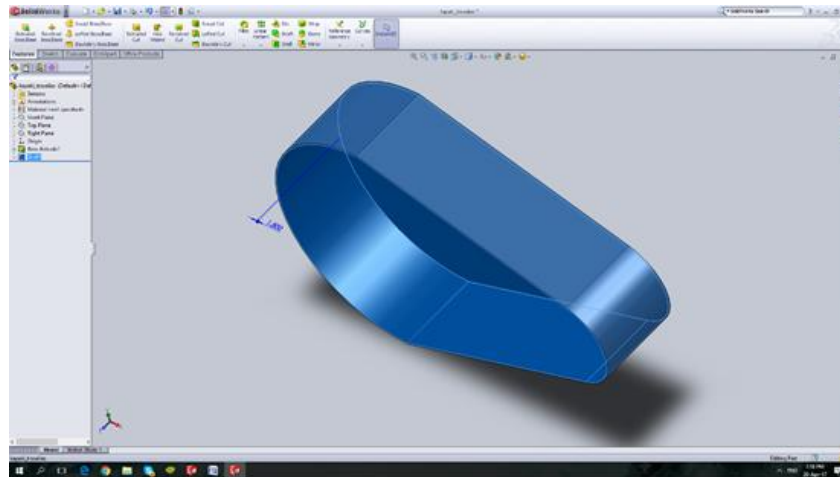
Σχήμα 6.33: Διαστάσεις καπακιού βάσης.

Με την εντολή BossExtrude σχεδιάζουμε το καπάκι της βάσης και τέλος με την εντολή ExtrudedCut αφαιρούμε το επιπλέον υλικό και φτάνουμε στο τελικό αποτέλεσμα. Τέλος σχεδιάζουμε το καπάκι προστασίας του ηλεκτροκινητήρα.



Σχήμα 6.34: Καπάκι προστασίας κινητήρα.

Αρχικά με την εντολή BossExtrude σχεδιάζουμε τις διαστάσεις του καπακιού προστασίας.

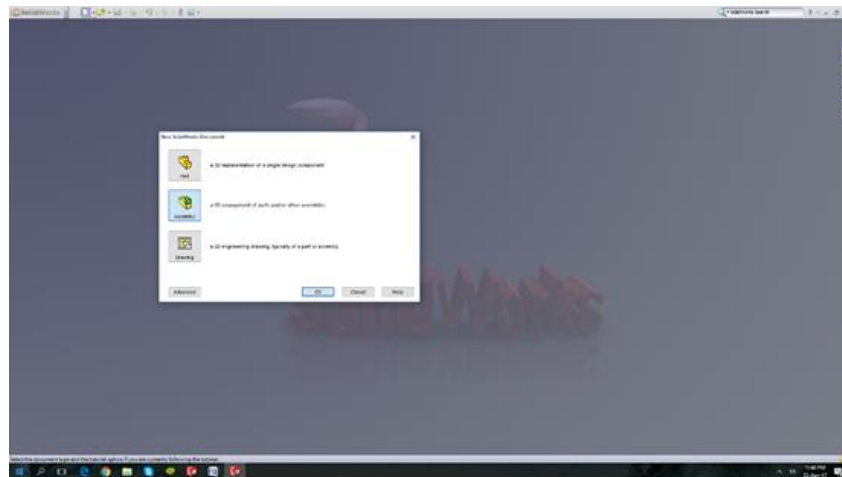


Σχήμα 6.35: Δημιουργία Shell στο καπάκι προστασίας.

Τέλος με την εντολή Shell δημιουργούμε την τελική μορφή για το καπάκι προστασίας του ηλεκτροκινητήρα.

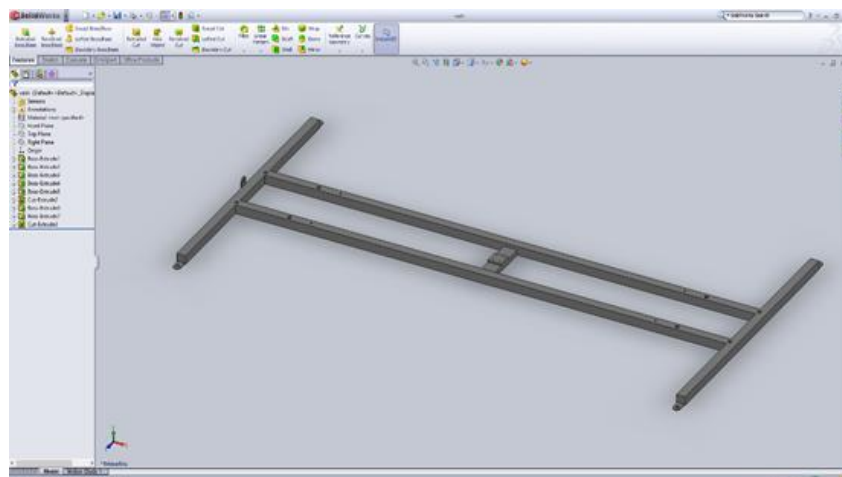
6.2 Συναρμολόγηση εξαρτημάτων

Για την συναρμολόγηση των εξαρτημάτων δημιουργήθηκε αρχείο Assembly

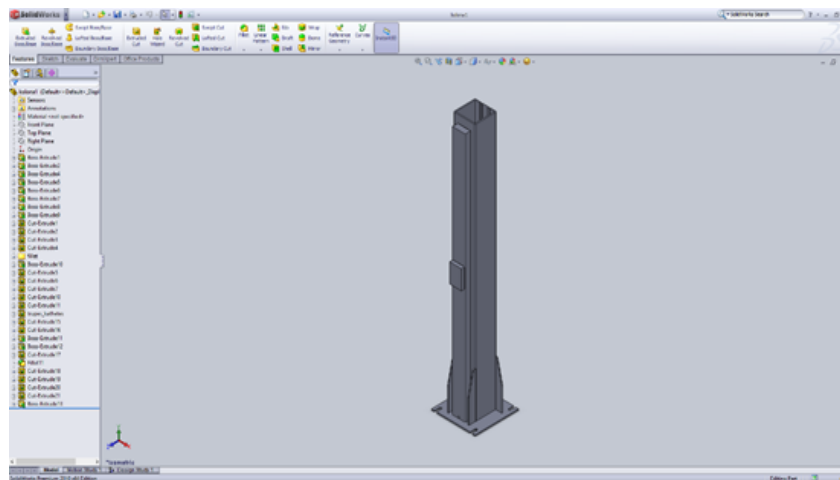


Σχήμα 6.36: Δημιουργία αρχείου Assembly.

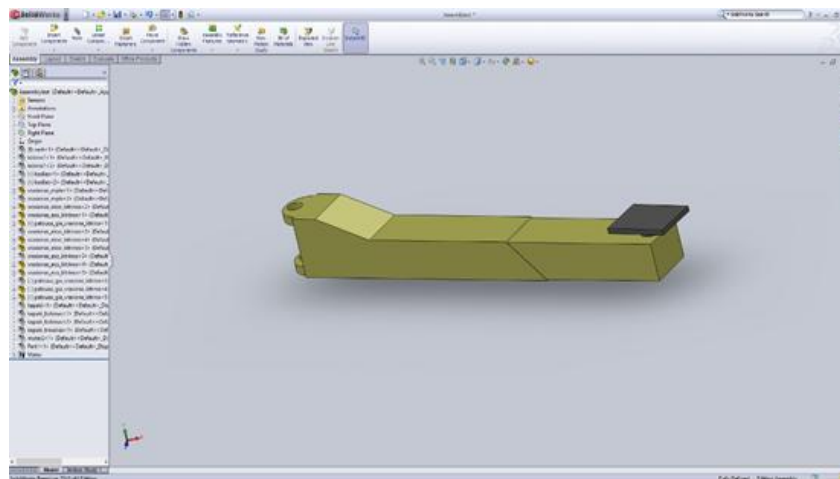
Στην συνέχεια έγινε η εισαγωγή των ξεχωριστών Part και στην συνέχεια με την εντολή Mate ενώθηκαν όλα τα εξαρτήματα μεταξύ τους ώστε να μας δώσουν την τελική μορφή του ανυψωτικού συστήματος. Παρακάτω βλέπουμε τα ξεχωριστά μέρη του συστήματος.



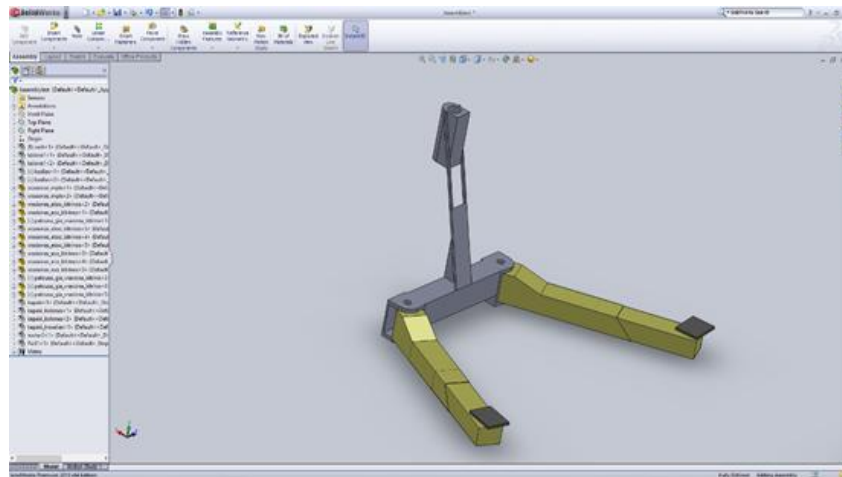
Σχήμα 6.37: Βάση ανυψωτικού.



Σχήμα 6.38: Κολώνα ανυψωτικού.



Σχήμα 6.39: Χέρι Βραχίονα μαζί με το τηλεσκοπικό μέρος του.

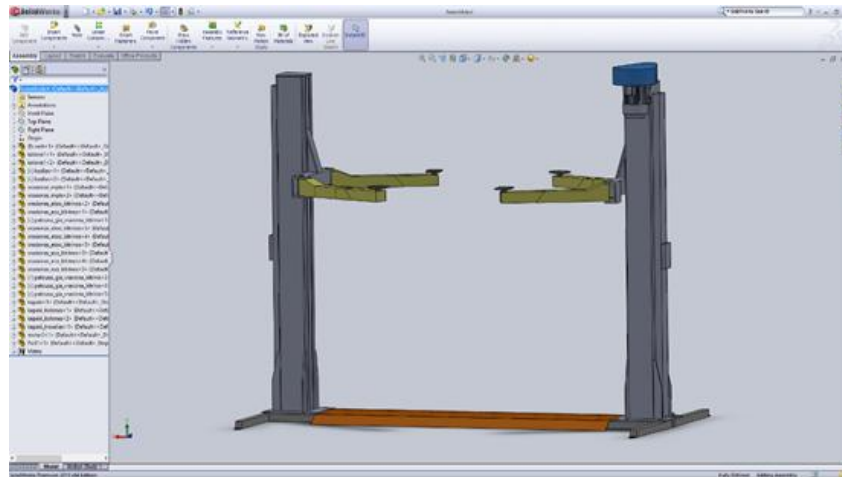


Σχήμα 6.40: Βραχίονας.

6.2. Σχεδίαση συναρμολογημένης διάταξης

Στο τέλος των εντολών Mate έγιναν οι εντολές LimitAngle στα σημεία μεταξύ βραχίονα και χεριού ώστε να επιτευχθεί η σωστή ελευθερία κινήσεων (κίνηση από 0 έως 90°) και η εντολή LimitDistance στα σημεία μεταξύ χεριού και τηλεσκοπικού άκρου ώστε το άκρο να μην διαχωρίζετε από τον βραχίονα (κίνηση από 0 έως 205 mm).

Παρακάτω βλέπουμε την ολοκληρωμένη συναρμολόγηση του ανυψωτικού συστήματος.



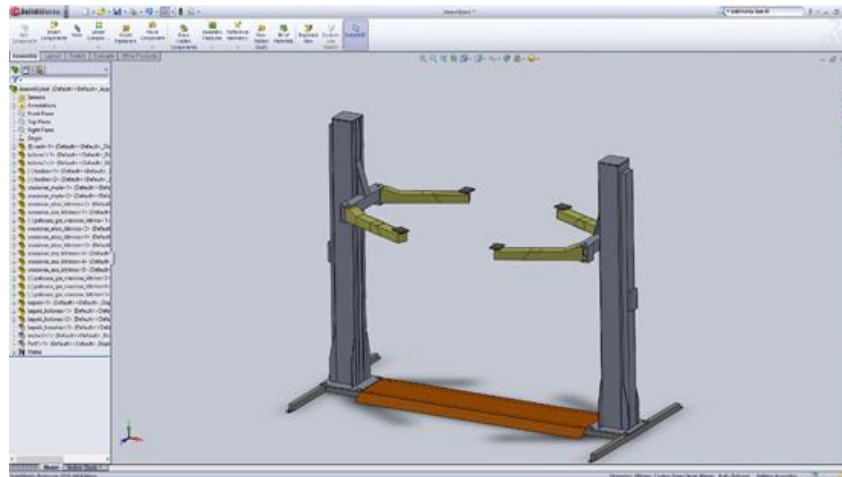
Σχήμα 6.41: Ολοκληρωμένη συναρμολόγηση ανυψωτικού συστήματος.

7.1 Η μέθοδος των πεπερασμένων στοιχείων

Η ανάλυση αντοχής γίνεται με ειδικά προγράμματα, τα οποία βασίζονται στα πεπερασμένα στοιχεία και αποτελούν την πιο διαδεδομένη μέθοδο για την επίλυση των προβλημάτων της μηχανικής. Με την συγκεκριμένη μέθοδο μπορούμε να διαχειριστούμε οποιαδήποτε μορφή γεωμετρίας του αντικειμένου, τα διαφορετικά υλικά από τα οποία μπορεί να αποτελείται, όλες τις οριακές συνθήκες και όλες τις συνθήκες φόρτισης στις οποίες υπόκειται το αντικείμενο μας. Σε προβλήματα στα οποία δεν είναι απαραίτητες οι αναλυτικές εξισώσεις επίλυσης μπορεί να εφαρμοστεί η ανάλυση με πεπερασμένα στοιχεία, η οποία επιτυγχάνει μια προσεγγιστική λύση επιλύοντας γνωστές εξισώσεις στα πεπερασμένα στοιχεία στα οποία έχουμε διαιρέσει το αντικείμενο μας και στη συνέχεια συνθέτει τις επιμέρους λύσεις για να επιλύσει το συνολικό πρόβλημα. Για την πλήρη κατανόηση των αποτελεσμάτων της επίλυσης απαιτείτε πολύ καλή γνώση της μηχανικής του εκάστοτε επιλυόμενου προβλήματος.

7.2 Διαμόρφωση σχεδίου για διεξαγωγή υπολογισμών

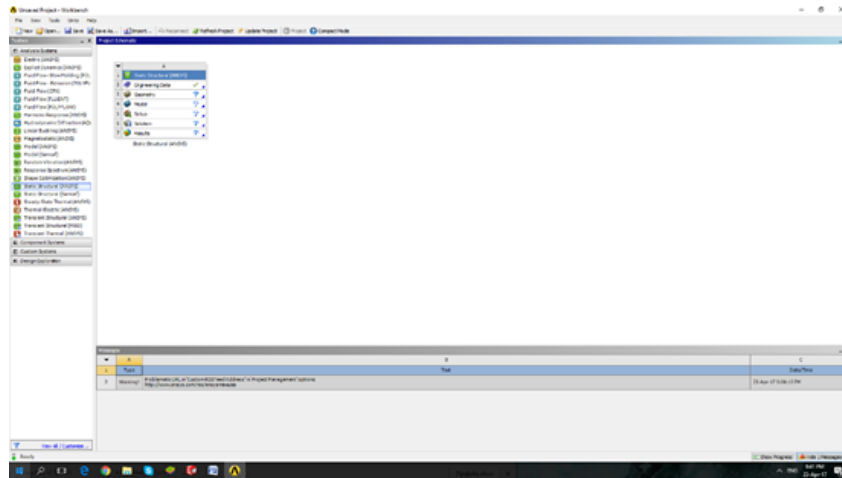
Από το σχέδιο για τους υπολογισμούς αφαιρέθηκε ο κινητήρας, οι τροχαλίες και το καπάκι προστασίας των τροχαλιών αυτό έγινε ώστε να έχουμε συγκέντρωση των στοιχείων mesh στα σημεία μεγαλύτερης επικινδυνότητας .



Σχήμα 7.1: Διαμορφωμένη διάταξη ανυψωτικού συστήματος.

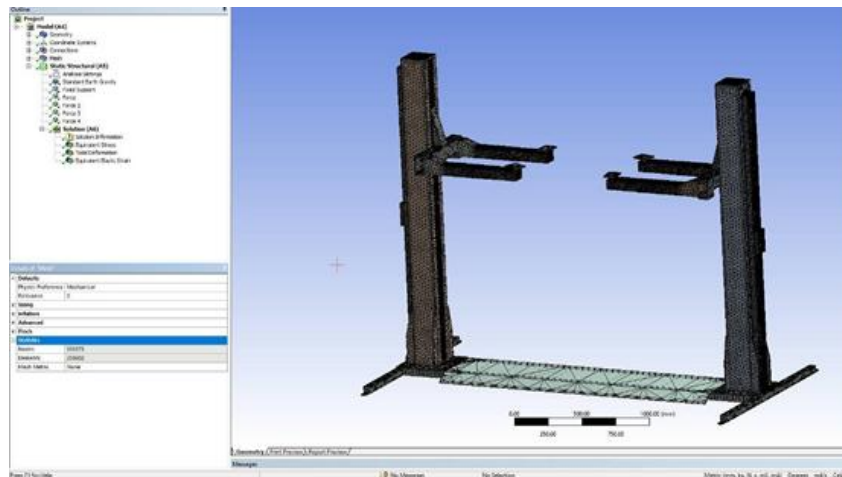
7.3 Υπολογισμός αντοχής και αποτελέσματα

Αρχικά επιλέγουμε τον τύπο λύσης που χρειαζόμαστε, στην συγκεκριμένη περίπτωση επιλέγουμε StaticStructural όπως βλέπουμε παρακάτω στο σχήμα 7.2.



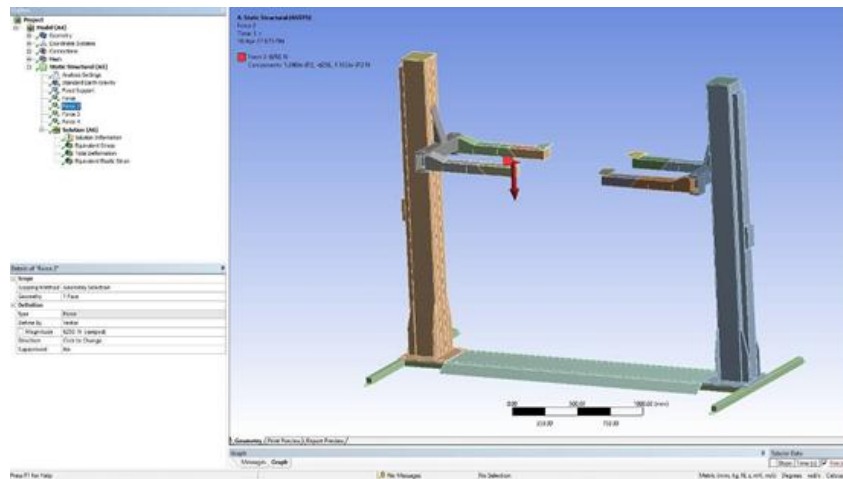
Σχήμα 7.1: Επιλογή επίλυσης StaticStructural.

Στην συνέχεια εισάγουμε το τρισδιάστατο σχέδιο στο πρόγραμμα μας μέσα από την εντολή Geometry, εφόσον η γεωμετρία του αντικειμένου μας είναι γνωστή στο πρόγραμμα επίλυσης συνεχίζουμε στην εντολή Model όπου ανοίγει ένα νέο παράθυρο όπου πλέον είναι ορατή στον χρήστη η γεωμετρία .Επιλέγοντας την κατηγορία Mesh θέτουμε το επιθυμητό αριθμό πλεγμάτων (mesh).



Σχήμα 7.3: Δημιουργία Mesh.

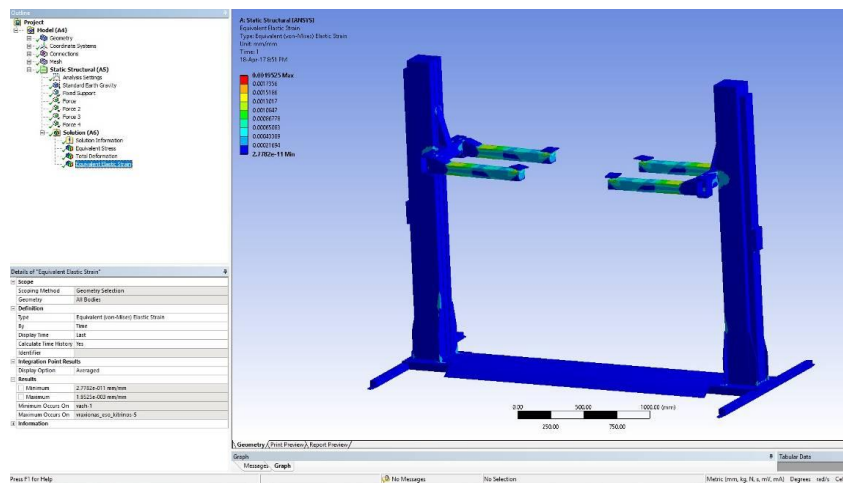
Στην συνέχεια επιλέγοντας την κατηγορία StaticStructural (A5) θέτουμε τις δυνάμεις που δέχεται το σύστημά μας (StandardEarthGravity ,Force, FixedSupport).



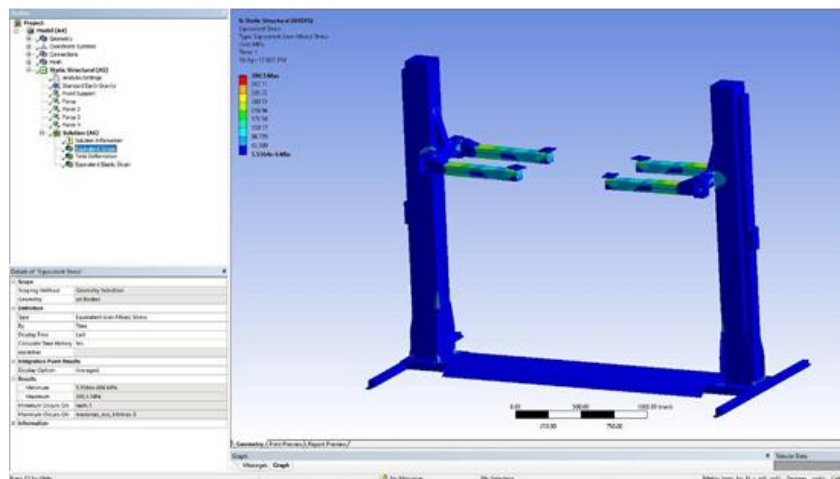
Σχήμα 7.4: Τοποθέτηση force (δύναμης).

Στην συνέχεια στην κατηγορία Solution (A6) επιλέγουμε τις λύσεις που επιθυμούμε (Equivalent Stress, Total Deformation, Equivalent Elastic Strain).

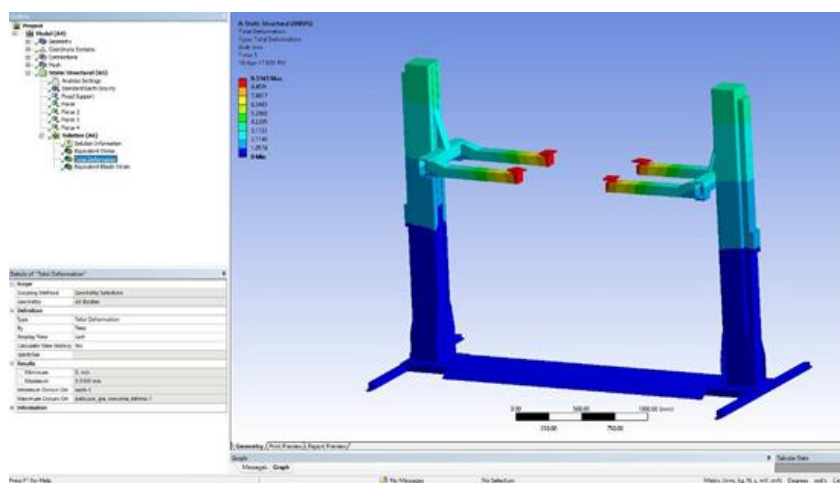
Τέλος επιλέγοντας την εντολή Solve πραγματοποιείτε η επίλυση του συστήματος και εμφανίζονται τα αποτελέσματα του προβλήματος μας.



Σχήμα 7.5: Αποτέλεσμα Elastic Strain (Result True Scale).



Σχήμα 7.6:ΑποτέλεσμαEquivalent Stress (Result True Scale).



Σχήμα 7.7:ΑποτέλεσμαTotal Deformation (Result True Scale).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Υλικό κατασκευής : απλός χάλυβας κατασκευών (St37)

Mesh : 258.602 Elements

Force : 6.250 N σε κάθε πατούσα βραχίονα

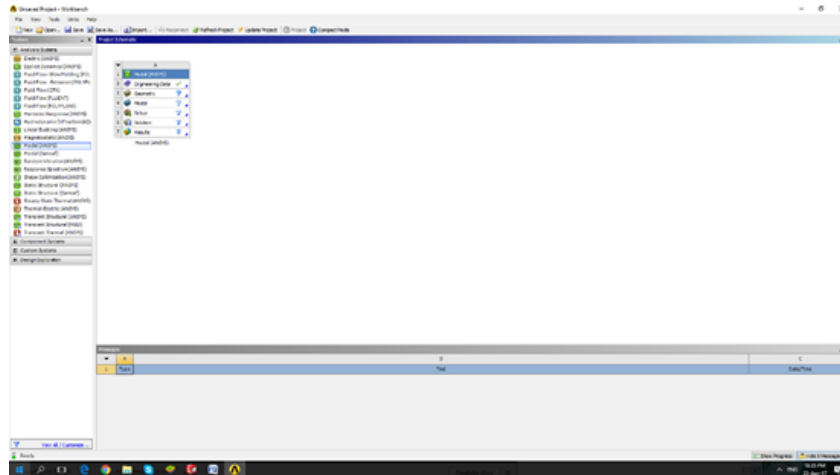
Equivalent Stress: 390,5 MPa

Total Deformation : 9,5165 mm

EquivalentElasticStrain : 0,0019525

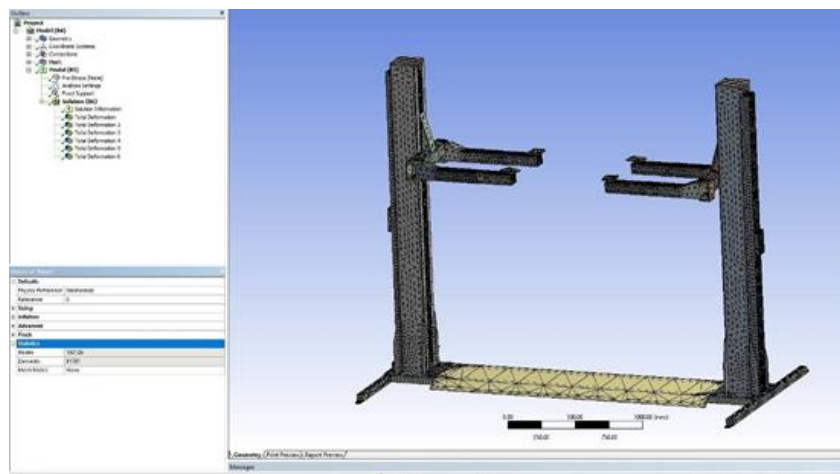
7.4 Υπολογισμός ιδιοσυχνοτήτων και ιδιομορφών

Τελειώνοντας με το στατικό πρόβλημα ξεκινάμε να λύσουμε το πρόβλημα ιδιοσυχνοτήτων και ιδιομορφών. Αρχικά επιλέγουμε λύση Modal όπως φαίνεται παρακάτω.



Σχήμα 7.8: Λύση Modal.

στην συνέχεια ακολουθώντας τα ίδια βήματα με την στατική λύση επιλέγουμε την επιθυμητή γεωμετρία και επιλέγουμε την εντολή Model, εμφανίζετε η τρισδιάστατη γεωμετρία και πρώτο βήμα είναι να επιλέξουμε την κατηγορία Mesh όπου θέτουμε τον επιθυμητό αριθμό πλεγμάτων (mesh).

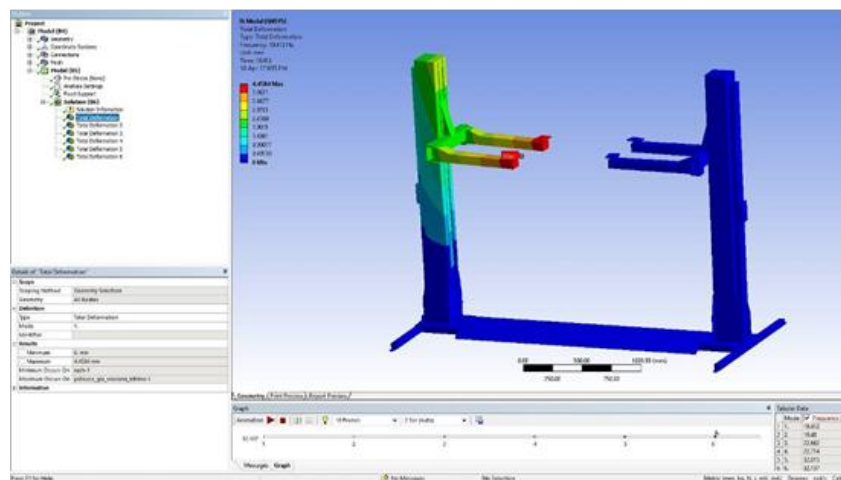


Σχήμα 7.9: Δημιουργία Mesh.

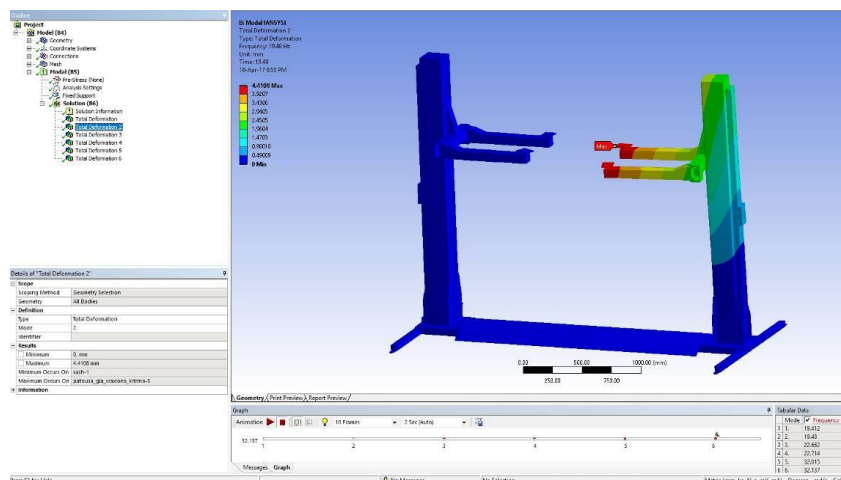
Στην συνέχεια επιλέγοντας την κατηγορία Modal (B5) θέτουμε μόνο FixedSupport.

Στην συνέχεια στην κατηγορία Solution (B6) επιλέγουμε τις λύσεις που επιθυμούμε (TotalDeformation 1-6). Τέλος επιλέγοντας την εντολή Solve πραγματοποιείται η επίλυση του συστήματος και εμφανίζονται τα αποτελέσματα του προβλήματος μας.

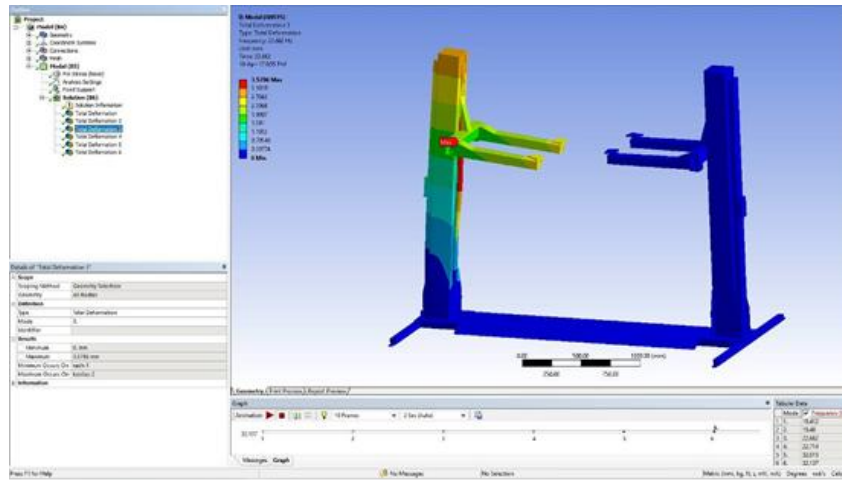
Στην συνέχεια στην κατηγορία Solution (B6) επιλέγουμε τις λύσεις που επιθυμούμε (TotalDeformation 1-6). Τέλος επιλέγοντας την εντολή Solve πραγματοποιείται η επίλυση του συστήματος και εμφανίζονται τα αποτελέσματα του προβλήματος μας.



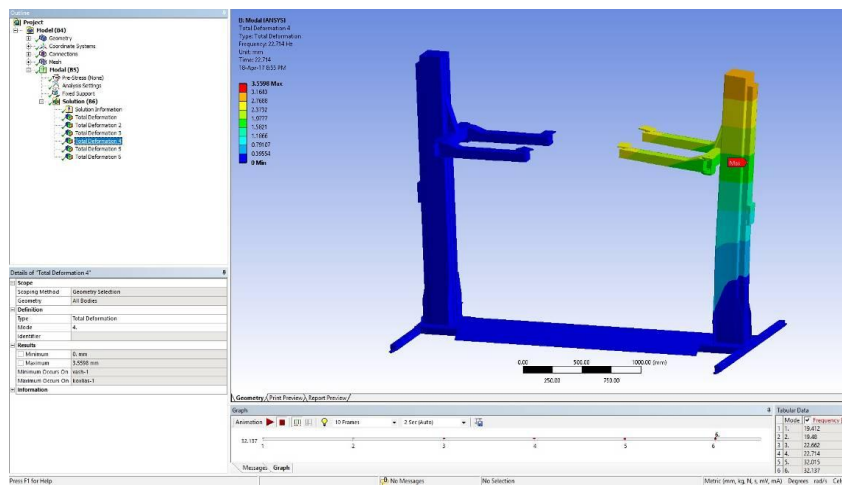
Σχήμα 7.10: Αποτέλεσμα Total deformation 1 (Result scale x47).



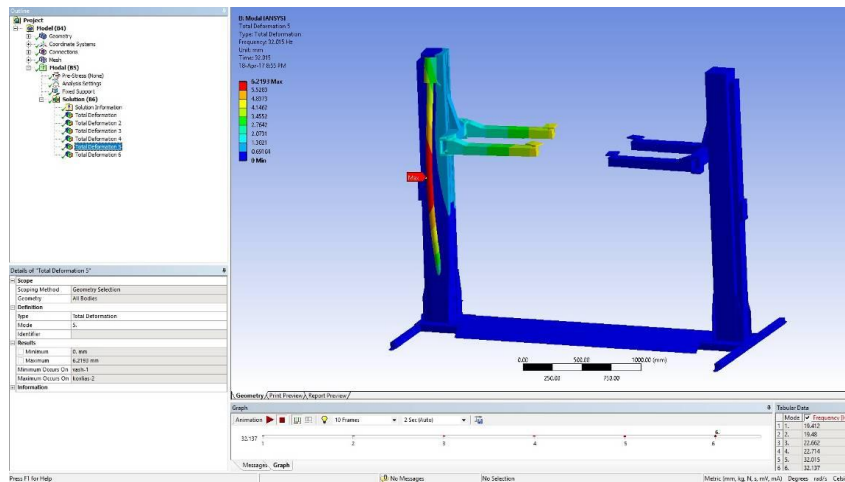
Σχήμα 7.11: Αποτέλεσμα Total deformation 2 (Result scale x48).



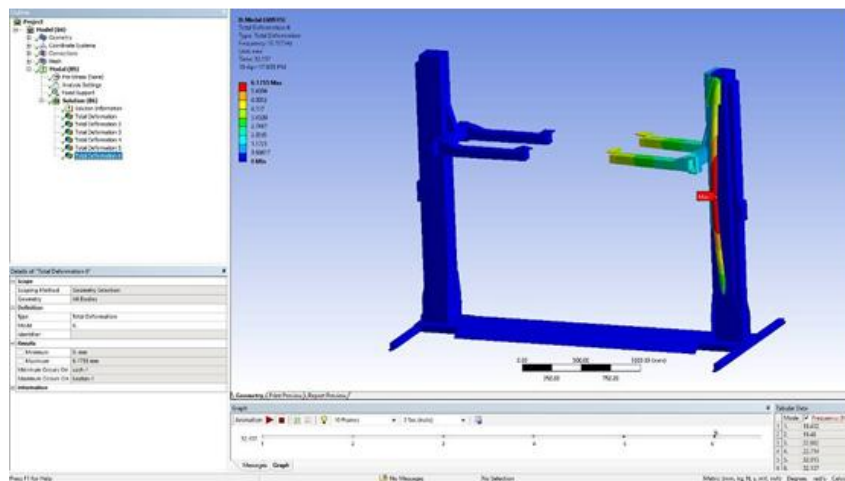
Σχήμα 7.12: Αποτέλεσμα Total Deformation 3 (Result Scale x58).



Σχήμα 7.13: Αποτέλεσμα Total Deformation 4 (Result Scale x58).



Σχήμα 7.14:ΑποτέλεσμαTotal Deformation 5 (Result Scale x33).



Σχήμα 7.15:ΑποτέλεσμαTotal Deformation 6 (Result Scale x34).

Αποτελέσματα

Mesh : 91.781 Elements

Mode 1: 19,412 Hz

Mode 2: 19,48 Hz

Mode 3: 22,662 Hz

Mode 4: 22,714 Hz

Mode 5: 32,015 Hz

Mode 6: 32.137 Hz

Total Deformation 1: 4,4584 mm

Total Deformation 2: 4,4108 mm

Total Deformation 3: 3,5796 mm

Total Deformation 4: 3,5598 mm

Total Deformation 5: 6,2193 mm

Total Deformation 6: 6,1755 mm

7.5 Παρατηρήσεις

Αρχικά παρατηρούμε ότι τα 390.5 MPa ως αποτέλεσμα είναι μη αποδεκτό επειδή ο St37 μετά από τον συντελεστή ασφαλείας, ο οποίος εκλέγεται βάσει νομοθεσίας, δεν πρέπει να ξεπερνάει τα 125 MPa. Στις ιδιοσυχνότητες παρατηρούμε ότι είναι ζευγάρια και παρουσιάζουν ανάλογη συμπεριφορά και οι δυο κολώνες του συστήματος μας, αυτό οφείλετε λόγω σχεδόν ίδιας γεωμετρίας των δυο κολώνων.

7.6 Προτεινόμενη σχεδίαση συστήματος

Επειδή η αρχική γεωμετρία είναι εκτός προδιαγραφών θα πραγματοποιήσουμε κάποιες αλλαγές στην γεωμετρία του συστήματος, οι αλλαγές έγιναν με την μέθοδο δοκιμής και λάθους (trialanderror) οι αλλαγές που πραγματοποιήθηκαν είναι οι εξής :

πάχος κολώνας : από 10 mm - 25 mm (βλέπε Σχήμα 6.12)

ύψος χεριού βραχίονα 116 mm - 150 mm (βλέπε Σχήμα 6.15)

πλάτος χεριού βραχίονα : από 100 mm - 120 mm (βλέπε Σχήμα 6.15)

πάχος χεριού βραχίονα : από 1.5 mm - 4 mm (βλέπε Σχήμα 6.16)

πλάτος τηλεσκοπικού μέρους χεριού : 97 mm - 112 mm (βλέπε Σχήμα 6.19)

πάχος τηλεσκοπικού μέρους χεριού : 1.5 mm - συμπαγές (βλέπε Σχήμα 6.20)

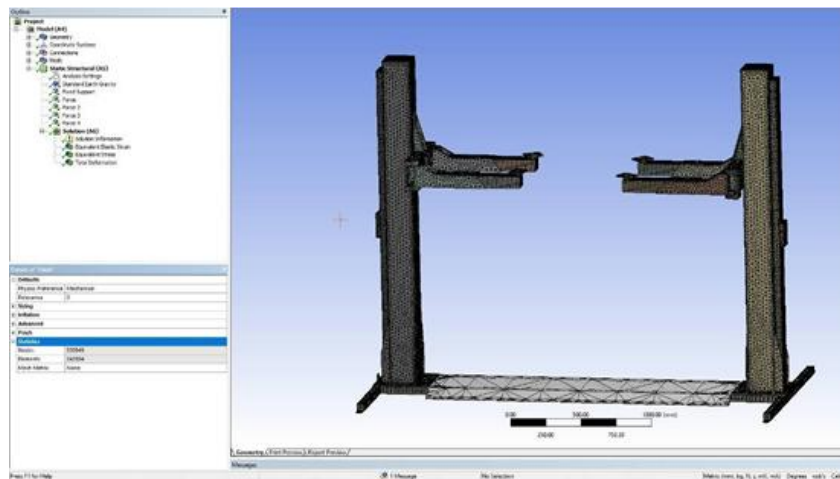
ύψος θέσεων χεριού βραχίονα : 146 mm - 210 mm (βλέπε Σχήμα 6.28)

πάχος θέσεων χεριού βραχίονα : 15 mm - 30 mm (βλέπε Σχήμα 6.28)

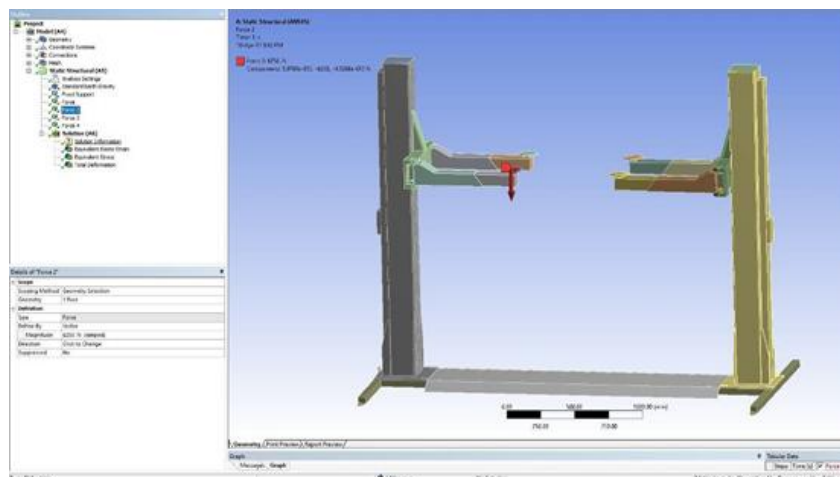
ύψος βάσης βραχίονα : 100 mm - 180 mm (βλέπε Σχήμα 6.26)

7.7 Υπολογισμός αντοχής και αποτελέσματα

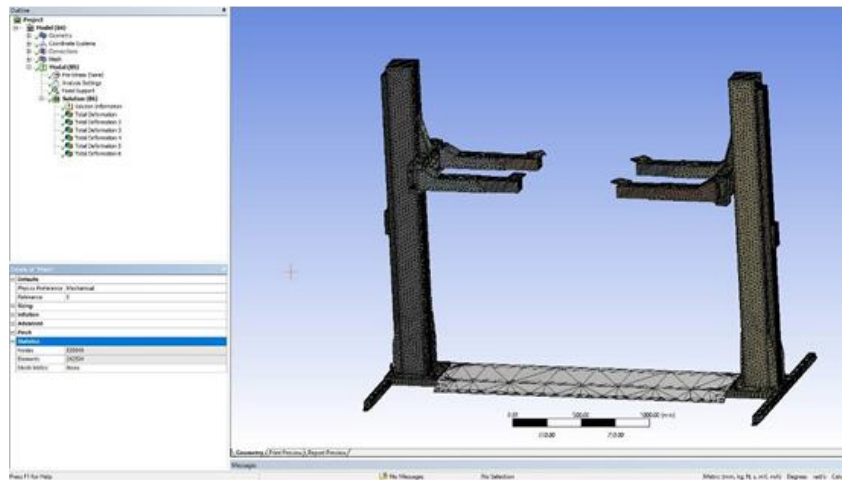
Θα ακολουθήσουμε τα ίδια βήματα με την παράγραφο 7.3



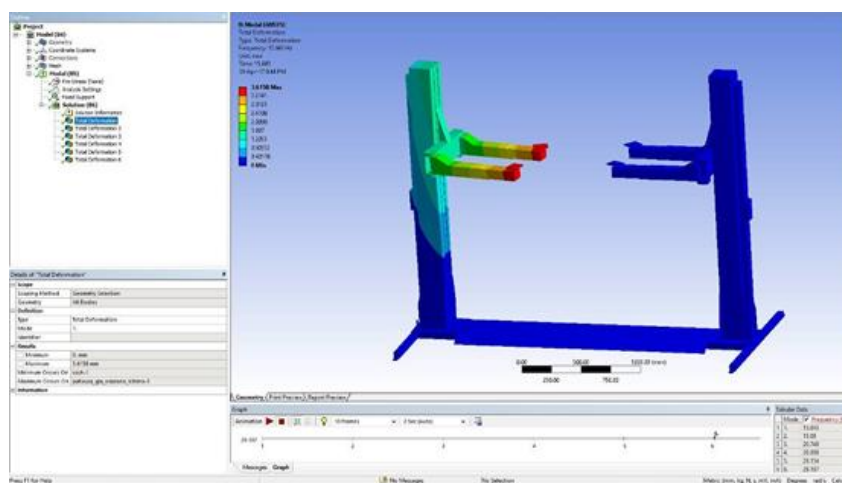
Σχήμα 7.16: Δημιουργία Mesh.



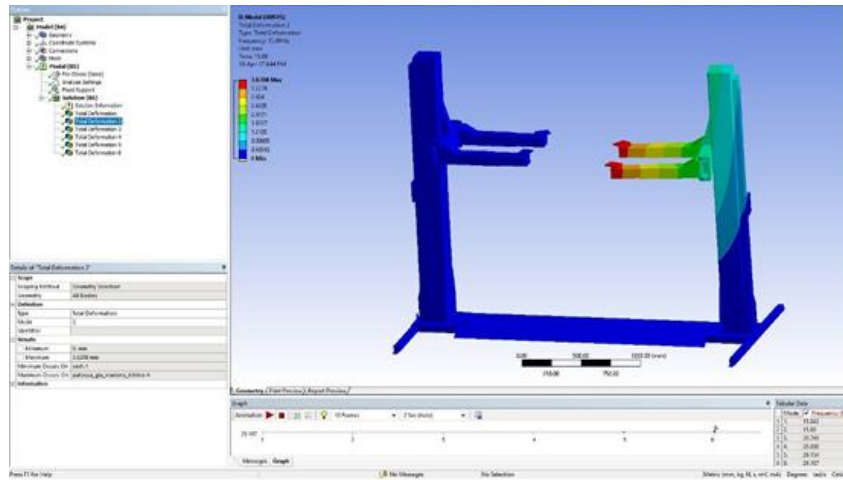
Σχήμα 7.17: Τοποθέτηση Force (δύναμης).



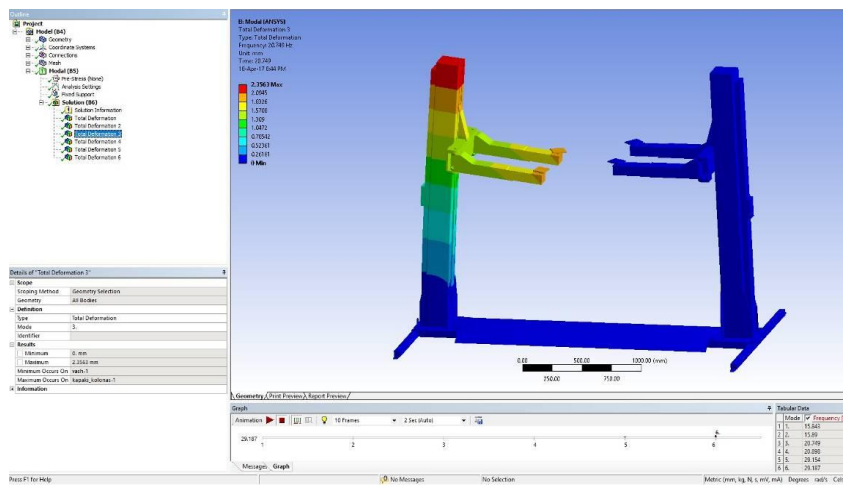
Σχήμα 7.21: Δημιουργία Mesh.



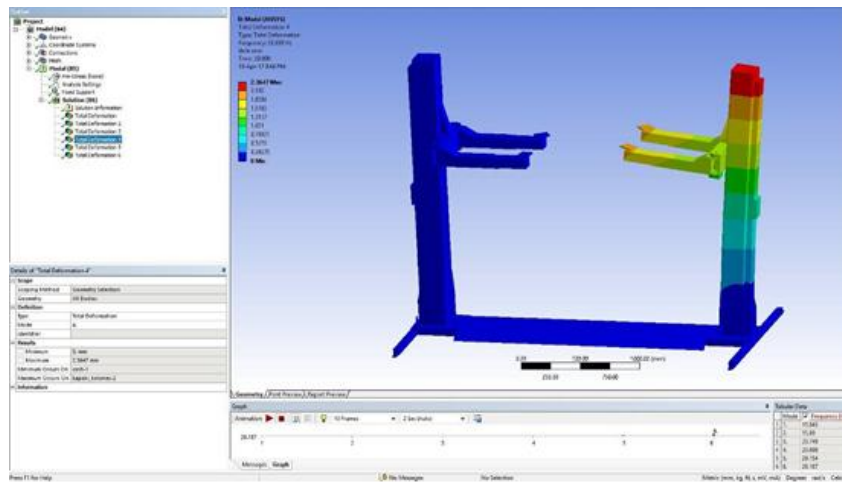
Σχήμα 7.22: Αποτέλεσμα Total Deformation 1 (Result Scale x58).



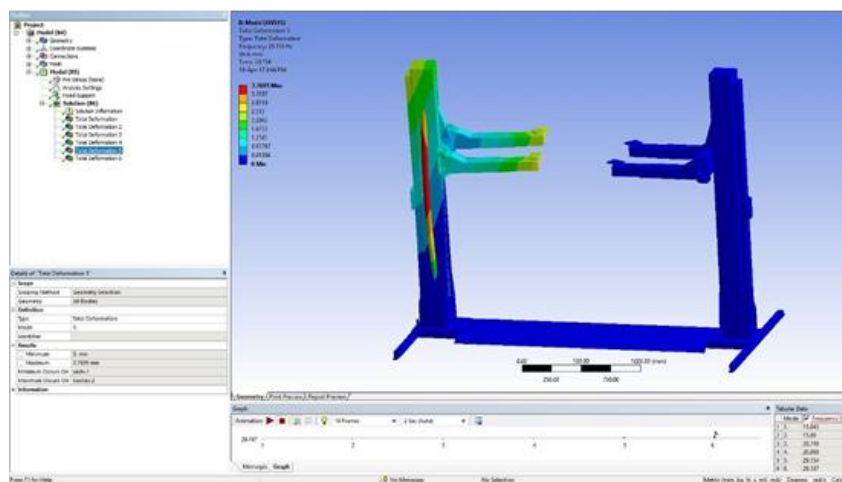
Σχήμα 7.23:ΑποτέλεσμαTotal Deformation 2 (Result Scale x58).



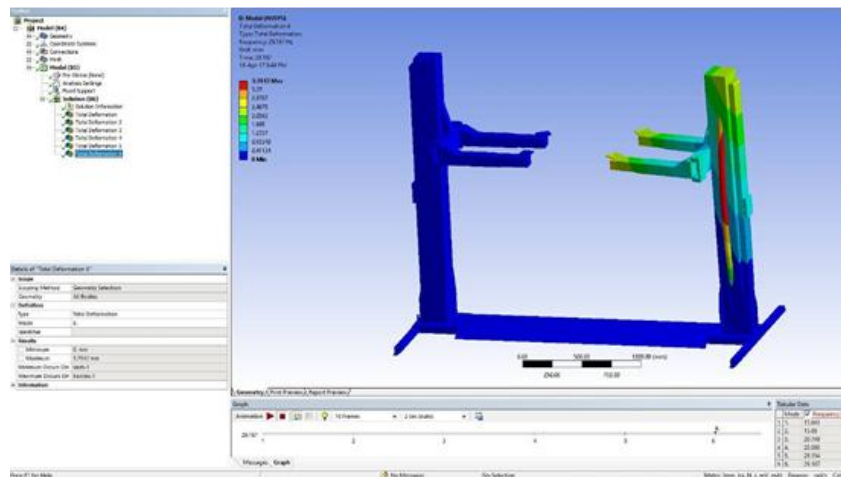
Σχήμα 7.24:ΑποτέλεσμαTotal Deformation 3 (Result Scale x88).



Σχήμα 7.25:ΑποτέλεσμαTotal Deformation 4 (Result Scale x88).



Σχήμα 7.26:ΑποτέλεσμαTotal Deformation 5 (Result Scale x55).



Σχήμα 7.27: Αποτέλεσμα Total deformation 6 (result scale x56).

Αποτελέσματα

Mesh : 242.504 Elements

Mode 1: 15.843 Hz

Mode 2: 15.89 Hz

Mode 3: 20.749 Hz

Mode 4: 20.898 Hz

Mode 5: 29.154 Hz

Mode 6: 29.187 Hz

Total Deformation 1: 3,6158 mm

Total Deformation 2: 3,6308 mm

Total Deformation 3: 2,3563 mm

Total Deformation 4: 2,3647 mm

Total Deformation 5: 3,7695 mm

Total Deformation 6: 3,7012 mm

7.9 Παρατηρήσεις

Παρατηρούμε ότι με τον καινούργιο σχεδιασμό έχουμε μέγιστες τάσεις στα 118 MPa και είμαστε εντός προδιαγραφών. Επίσης στις ιδιοσυχνότητες παρατηρούμε ότι είναι ζευγάρια και παρουσιάζουν ανάλογη συμπεριφορά και οι δυο κολώνες του συστήματος μας, αυτό οφείλεται λόγω σχεδόν ίδιας γεωμετρίας των δυο κολώνων.

8.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ν. Μοσχίδης, Στοιχεία Μηχανών Ι,Τ.Ε.Ι Σερρών, Τμήμα Μηχανολογίας, Σέρρες,Φεβρουάριος 2004.
2. Αν.Θ.Μωυσιάδης, Στοιχεία Μηχανών ΙΙ, Θεωρία, Τ.Ε.Ι Σερρών, Τμήμα Μηχανολογίας,Σέρρες, Φεβρουάριος 1997.
3. Αν.Θ.Μωυσιάδης, Στοιχεία Μηχανών ΙΙ, Εργαστήριο, Τ.Ε.Ι Σερρών, Τμήμα Μηχανολογίας, Σέρρες, Σεπτέμβριος 1996.
4. Λ. Ε. Λαζαρίδης, Στοιχεία Μηχανών, Ιδρυμα Ευγενίδου, 1993.
5. Σ. Γαβρίλης, Ν, Δημόπουλος, Πτυχιακή εργασία, "Μελέτη και σχεδίαση Ανυψωτήρα συνεργείου αυτοκινήτων, ανυψωτικής ικανότητας 3.2t", Πάτρα, 2015.
6. Α. Γιαννόπουλος, Στοιχεία Μηχανών Ι, Οδηγός Επίλυσης Ασκήσεων Πράξης, Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα 2011.
7. Ι. Βελαώρας, Στοιχεία Μηχανών, Εκδοτικός όμιλος Ιων, Επίτομο 8^η Έκδοση Ανανεωμένη, 1995.
8. Α. Γιαννόπουλος,Μεταλλικές Κατασκευές, Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα, 2005.

ΠΗΓΕΣ ΑΠΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

- I. www.voltapics.com
- II. www.carid.com
- III. www.deltaequipments.com
- IV. www.autoattrezzature.it
- V. www.lan-tech.ru
- VI. www.aspix.ru
- VII. www.kz.bizorg.su
- VIII. www.autolift.org
- IX. www.rotarylif.com
- X. www.cam.tuc.gr
- XI. www.omcn.it/en
- XII. www.bosch-automotive.com
- XIII. www.challengerlifts.com