

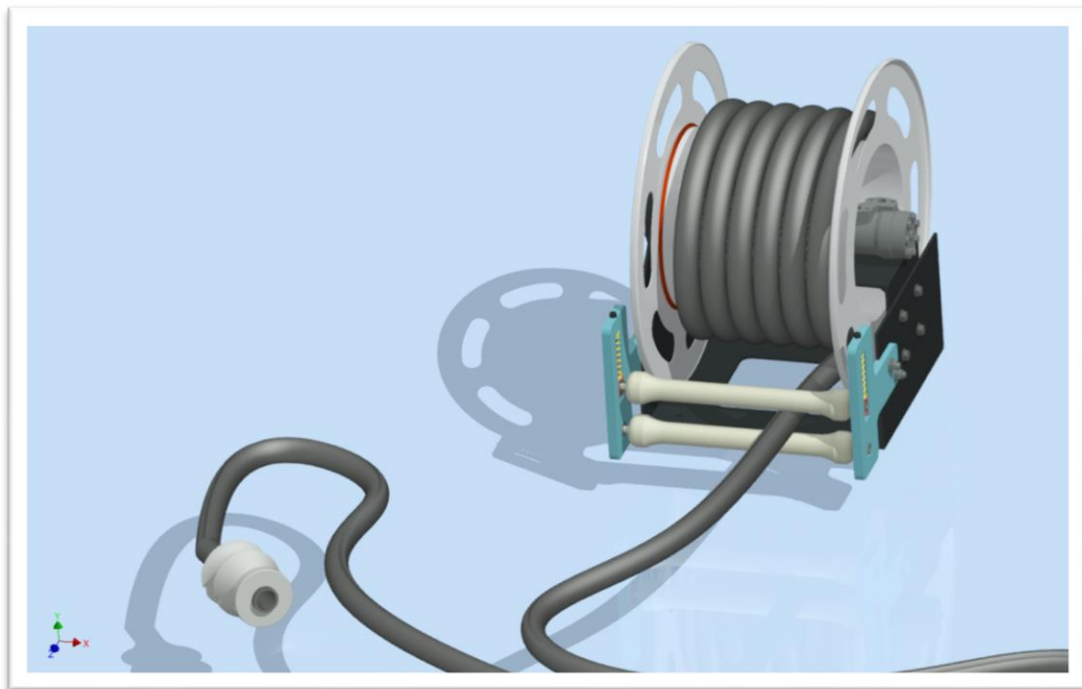
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΕ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΥΛΙΞΗΣ ΕΥΚΑΜΠΤΟΥ ΣΩΛΗΝΑ ΒΥΤΙΟΦΟΡΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ



ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΣΚΛΗΒΑΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΠΑΤΡΑ 2019

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την πτυχιακή εργασία που εκπονήθηκε στο τμήμα μηχανολόγων μηχανικών του τεχνολογικού εκπαιδευτικού ιδρύματος δυτικής Ελλάδας και αναφέρεται στον σχεδιασμό συστήματος τύλιξης εύκαμπτου αγωγού για βυτιοφόρα οχήματα μεταφοράς καυσίμων με κινητήρες για την τύλιξη του. τα υγρά καύσιμα μας παρέχουν μεγάλο τμήμα της απαιτούμενης ενέργειας. Η συσκευή που εξετάζεται στο τεύχος μπορεί να συμβάλει στην μεταφορά του από το βυτιοφόρο όχημα προς την δεξαμενή αποθήκευσης βελτιώνοντας την χρηστικότητα και την ασφάλεια.

Αρχικά θα αναφερθεί η ισχύουσα νομοθεσία για την μεταφορά υγρών καυσίμων στην Ελλάδα. Θα αναπτυχθεί η ροή των δραστηριοτήτων για τον σχεδιασμό μιας συσκευής και η χρήση σχεδιαστικού προγράμματος σε ηλεκτρονικό υπολογιστή για την επίτευξη του στόχου. Θα αναφερθεί πλάνο παραγωγής και τέλος μέσω παρατηρήσεων από το τελικό προϊόν θα προταθούν υποσυστήματα βελτίωσης του αρχικού συστήματος.

Ευχαριστώ θερμά τον Επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Ανδρέα Γιαννόπουλο Αναπληρωτή καθηγητή του τμήματος μηχανολόγων μηχανικών Τ.Ε. για την βοήθεια και καθοδήγηση που προσέφερε καθώς και τον κ. Χρήστο Βακαλόπουλο της εταιρίας VAK-PUMPS για την εμπιστοσύνη και τις γνώσεις του που μοιράστηκε μαζί μου κατά την πρακτική άσκηση στην εταιρία του.

Σκλήβας Ευάγγελος

Απρίλιος 2019

Υπεύθυνη Δήλωση Φοιτητή: Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Φοιτητής 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 Φοιτητής

Σκλήβας Ευάγγελος



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία αναφέρεται στον σχεδιασμό συστήματος τύλιξης εύκαμπτου αγωγού μεταφοράς υγρών καυσίμων για βυτιοφόρο όχημα. Ο κύριος σκοπός αυτής της εργασίας είναι να σχεδιαστεί πλήρως ένα σύστημα που να επιτρέπει στον χειριστή της να μπορεί να μεταγγίζει το υγρό καύσιμο από την δεξαμενή του οχήματος στην σταθερή δεξαμενή αποθήκευσης του. Αυτή η διαδικασία θα γίνει με την χρήση του λογισμικού Autodesk Inventor στοχεύοντας στην ανάδειξη της διευκόλυνσης που παρέχει σε έναν μηχανικό η χρήση ενός αντίστοιχου λογισμικού για τον σχεδιασμό αλλά και τον έλεγχο μηχανολογικών εξαρτημάτων.

Η ανάπτυξη του θέματος θα πραγματοποιηθεί σε έξι κεφάλαια. Εισαγωγικά θα αναφερθεί η ισχύουσα νομοθεσία για την μεταφορά υγρών καυσίμων ώστε να ώστε να γίνουν αντιληπτοί οι παράμετροι που τίθενται νομικά για τον σχεδιασμό του συστήματος καθώς και κάποιες βασικές πληροφορίες για τα υγρά καύσιμα.

Στο πρώτο κεφάλαιο θα παρουσιαστεί το λογισμικό που θα χρησιμοποιηθεί και θα αναφερθούν δυνατότητες που θα βοηθήσουν στον σχεδιασμό και τον έλεγχο. Θα υπάρχει μια σύντομη αναφορά στην εξέλιξη αντίστοιχων λογισμικών σαν εργαλεία στα χέρια μηχανικών.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αρχίζει η διαδικασία του σχεδιασμού με τα πρώτα βήματα της σύνθεσης και ανάλυσης της συσκευής. Θα παρουσιαστούν αναλυτικά τα βήματα από την ανάγκη του σχεδιασμού μέχρι τον έλεγχο του τελικού μοντέλου σε ψηφιακή μορφή.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναπτύσσεται η διαδικασία κατασκευής του συστήματος. Εμφανίζονται οι ανάγκες επικοινωνίας μεταξύ των τμημάτων της εταιρίας που θα παράγει την συσκευή και διαδικασίες που πρέπει να πραγματοποιηθούν για την υλοποίηση της. Ολοκληρώνεται με την παρουσίαση του μοντέλου έτοιμο προς διάθεση στην αγορά.

Το τέταρτο κεφάλαιο αφιερώνεται στην ανάδραση. Ένα σημαντικό βήμα του ποιοτικού ελέγχου που πραγματοποιείτε καθ' όλη την διαδικασία παραγωγής αλλά και μετά το πέρας της. Έχοντας αντιληφθεί αδυναμίες στην κατασκευαστική διαδικασία ή ακόμη και στην χρήση του τελικού προϊόντος παρουσιάζονται πιθανά υποσυστήματα για την βελτίωση της λειτουργίας κάνοντας την συσκευή ακόμη πιο φιλική προς τον χειριστή της. Εντάσσονται εναλλακτικές επιλογές κινητήρων για την τύλιξη ανάλογα των υποσυστημάτων που διαθέτει το βυτιοφόρο όχημα και των απαιτήσεων του πελάτη.

Το πέμπτο κεφάλαιο αναφέρεται στα συμπεράσματα που προκύπτουν από την εργασία αυτή. Αναφέρονται επιπλέον προτάσεις που θα μπορούσαν να μελετηθούν αποσκοπώντας στην περαιτέρω βελτίωση του προϊόντος, τα οφέλη που παρείχε στην συγκεκριμένη εργασία η χρήση του λογισμικού στον ηλεκτρονικό

υπολογιστή και πώς μπορεί η χρήση του τελικού ψηφιακού μοντέλου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για επόμενες βελτιωμένες εκδόσεις.

Στο έκτο κεφάλαιο θα βρίσκονται τα μηχανολογικά σχέδια των τμημάτων προς κατασκευή. Σημαντικό να σημειωθεί ότι λόγω του περιορισμού χώρου που δημιουργείται από το μέγεθος A4 των φύλλων, τα σχέδια δεν θα περιέχουν υπόμνημα και κατά περιπτώσεις θα θυσιαστεί η ορθή σημείωση των διαστάσεων του μηχανολογικού σχεδίου προκειμένου να είναι ευανάγνωστα. Οι διαστάσεις που θα αναφέρονται θα είναι αρκετές ώστε οι τεχνικοί να μπορούν να δημιουργήσουν τα κομμάτια.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	i
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	ii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	iv
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1. Ο ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ.....	5
1.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΕ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ.....	5
1.2 AUTODESK INVENTOR.....	6
2. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ- ΣΥΝΘΕΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	7
2.1 ΑΠΛΑ ΚΑΙ ΣΥΝΘΕΤΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ.....	7
2.1.1 Σύνθεση.....	7
2.1.2 Ανάγκη σχεδιασμού.....	8
2.1.3 Ορισμός προδιαγραφών και απαιτήσεων σχεδιασμού.....	9
2.1.4 Συλλογή σχετικών πληροφοριών και μελέτη σκοπιμότητας.....	9
2.1.5 Σύλληψη ιδέας σχεδιασμού.....	10
2.1.6 Μοντελοποίηση και εξομοίωση.....	11
2.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ Η/Υ.....	18
2.2.1 Ανάλυση σχεδιασμού.....	19
2.2.2 Βελτιστοποίηση σχεδιασμού.....	27
2.2.3 Αξιολόγηση σχεδιασμού.....	28
2.2.4 Τεκμηρίωση και επικοινωνία.....	29
3. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....	33
3.1 ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ.....	33
3.2 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ.....	35
3.3 ΠΑΡΑΓΩΓΗ.....	38
3.4 ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ – ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ.....	41
3.5 ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗ ΣΤΗΝ ΑΓΟΡΑ.....	43

4. ΑΝΑΔΡΑΣΗ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ	45
4.1 ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΑΣΗ	45
4.2 ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΑΣΗ.....	46
4.3 ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ	54
5.ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ	57
5.1 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ	57
5.1.1 Είδη μηχανολογικού σχεδίου	57
5.1.2 Όψεις και τομές	58
5.1.3 Διαστασιολόγηση	58
5.2 ΣΧΕΔΙΑ ΚΥΡΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....	59
5.3 ΣΧΕΔΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΟΔΗΓΟΥ.....	71
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	76
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	78

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΕΙΔΗ ΠΡΟΪΟΝΤΑ

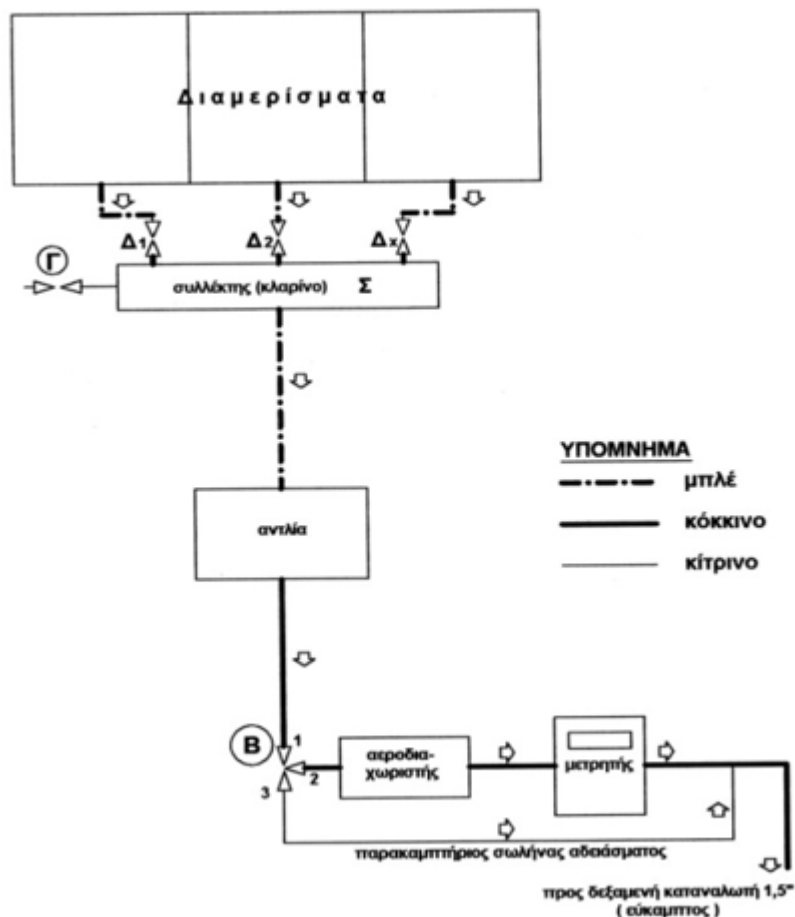
Ως πετρελαιοειδή προϊόντα ορίζονται τα πάσης φύσεως προϊόντα διύλισης του αργού πετρελαίου στα οποία περιλαμβάνονται και τα ημι-κατεργασμένα προϊόντα. Αυτά χωρίζονται σε έξι βασικές κατηγορίες.

- i. Ελαφρά κλάσματα.**
Βενζίνη αυτοκινήτων
Καύσιμα αεροπλάνων
- ii. Μεσαία κλάσματα**
Πετρέλαιο κίνησης
Πετρέλαιο θέρμανσης
Φωτιστικό πετρέλαιο
Καύσιμο αερο-προωθούμενων τύπου κηροζίνης
- iii. Βαρέα κλάσματα**
Μαζούτ
Απασφαλτωμένο μαζούτ
- iv. Ασφαλτος**
- v. Υγραέρια**
Βουτάνιο
Προπάνιο
Μείγμα βουτανίου προπτανίου
- vi. Νάφθα και Κωκ**

Κυρίως για τις δύο πρώτες κατηγορίες συχνά συναντάμε την ανάγκη της μεταφοράς τους να καλύπτεται από βυτιοφόρα οχήματα εξοπλισμένα με ανάλογα συστήματα μετάγγισης του ρευστού. Αν πάμε πίσω στο 1950 τα βυτία που ήταν εξοπλισμένα τα βυτιοφόρα οχήματα δεν ξεπερνούσαν τα 18 κυβικά μέτρα. Από το 1964 και έπειτα επιτράπηκαν να κυκλοφορούν βυτιοφόρα οχήματα 32 τόνων GLW. Πλέον οχήματα με δεξαμενές μέχρι και 38 τόνων κινούνται στους δρόμους.

ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΒΥΤΙΟΦΟΡΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

Βάση του κανονισμού διακίνησης και εμπορίας προϊόντων και παροχής υπηρεσιών (ΔΙ.Ε.Π.Π.Υ.) υπάρχουν συγκεκριμένες προϋποθέσεις για κάθε μέρος της διαδικασίας. Το άρθρο 119 «σωληνώσεις στα βυτιοφόρα οχήματα διανομής πετρελαίου» αναφέρεται στο τμήμα που ενδιαφέρει και το ζήτημα της παρούσας εργασίας. Πιο συγκεκριμένα παρουσιάζεται το συγκρότημα εξαρτημάτων που λειτουργεί από την δεξαμενή του οχήματος μέχρι και την είσοδο στο σύστημα που μελετάται στο παρόν τεύχος. Δίνονται δύο επιλογές για σύστημα σωληνώσεων χωρίς δυνατότητα αναρρόφησης πετρελαίου και με δυνατότητα αναρρόφησης πετρελαίου. Στην πρώτη εκδοχή έχουμε την ακόλουθη διάταξη (σχ.1)

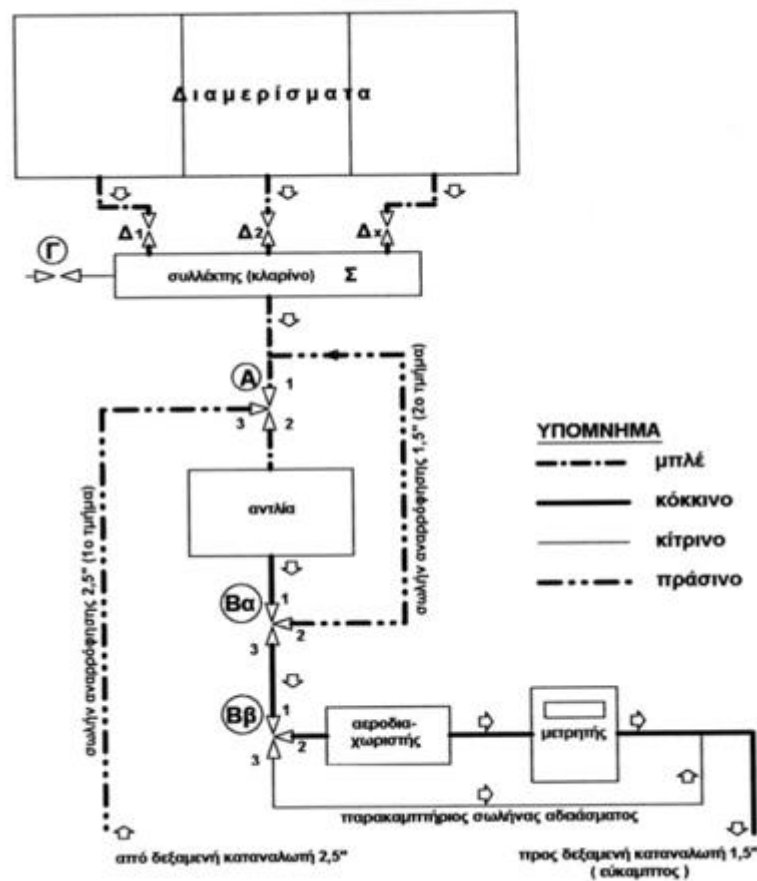


Σχήμα 1 : Κύκλωμα μετάγγισης καυσίμου σε βυτιοφόρα πετρελαίου θέρμανσης (χωρίς σύστημα αναρρόφησης)

Κάθε διαμέρισμα του βυτίου συνδέεται με μοναδιαίο αποκλειστικό σωλήνα που φέρει διακόπτη Δ(χ) με τον συλλέκτη (κλαρίνο) (Σ). ο συλλέκτης συνδέεται απευθείας με την αντλία στην έξοδο του ενώ επίσης διαθέτει και άκρο σύνδεσης με

τον ατμοσφαιρικό αέρα που φράσσεται από τον διακόπτη (Γ). Η αντλία με την σειρά της έχει σαν είσοδο την έξοδο του συλλέκτη και στην έξοδο της υπάρχει τριόδος βαλβίδα (B). Η βαλβίδα αυτή συνδέει την αντλία με τον αεροδιαχωριστή τον οποίο ακολουθεί ο μετρητής του οποίου η έξοδος θα συνδεθεί με το σύστημα τύλιξης του εύκαμπτου αγωγού. Όμως πριν το σύστημα τύλιξης και μετά τον μετρητή υπάρχει ακόμη μια σωλήνωση η οποία ενώνει το σύστημα τύλιξης με την τρίτη θέση της τριόδου βαλβίδας. Η παράκαμψη (by pass) αυτή χρησιμοποιείται στην διαδικασία αδειάσματος των σωληνώσεων.

Όταν υπάρχει και η επιλογή δυνατότητας αναρρόφησης πετρελαίου από την σταθερή δεξαμενή προς το βυτιοφόρο όχημα τότε το σύστημα έχει την παρακάτω μορφή. (Σχ.2)



Σχήμα 2: Κύκλωμα μετάγγισης καυσίμου σε βυτιοφόρα πετρελαίου θέρμανσης (με σύστημα αναρρόφησης)

Σε αυτή την εκδοχή με τις πρόσθετες τριόδους βάνες που προσαρμόζονται στην είσοδο και την έξοδο της αντλίας και τα πρόσθετα τμήματα σωληνώσεων που φαίνονται στο σχήμα 2 δίνεται η δυνατότητα στον χειριστή αν θέσει την βαλβίδα Βα

στην θέση 1-2 και την Α στην θέση 1-3 να πραγματοποιήσει αναρρόφηση από την δεξαμενή αποθήκευσης προς την δεξαμενή του βυτιοφόρου.

Και στις δύο περιπτώσεις στην έξοδο του μετρητή και μετά την διακλάδωση του παρακαμπτήριου σωλήνα θα υπάρχει αναμονή για την σύνδεση με σωλήνα 1,5 ιντσών ενώ η εύκαμπτη σωλήνα αναρρόφησης θα είναι διαμέτρου 2,5 ιντσών.

1. Ο ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ

1.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΕ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ

Από τα πρώτα βήματα του ανθρώπου στην γη υπήρξε η ανάγκη κατασκευών αποσκοπώντας στην βελτίωση του τρόπου ζωής αλλά κυρίως και για την υπεράσπιση της ζωής τους με την κατασκευή οχυρών και μηχανών στρατιωτικού ενδιαφέροντος. Πολλά σχέδια έχουν διασωθεί σμιλεμένα σε πλάκες και πάπυρους που περιγράφουν στρατιωτικές μηχανές ανά τα έτη. Φυσικά υπήρξε και η πολιτική μηχανική που διαχωρίστηκε από τους στρατιωτικούς σκοπούς. Τον 15^ο αιώνα που το χαρτί άρχισε να αντικαθιστά κάθε μέσο αποτύπωσης σχεδίου κυρίως Ιταλοί αρχιτέκτονες ξεκίνησαν να δημιουργούν τα σχέδια τους σε αυτό το νέο μέσο. Συχνά η απουσία κλίμακας και διαστάσεων ήταν εμφανή στα σκίτσα εκείνης της εποχής. Χαρακτηριστικό παράδειγμα θα μπορούσαν να θεωρηθούν έργα του Leonardo Da Vinci του οποίου σκίτσα σώζονται μέχρι σήμερα και αρκετοί τεχνίτες προσπαθούν να τα υλοποιήσουν. Από τα σκίτσα μέχρι το μηχανολογικό σχέδιο έκανε το πρώτο βήμα ο Leon Battista Alberti ο οποίος το 1435 και 1436 με δύο έργα του προσπάθησε να ενσωματώσει την ευκλείδεια γεωμετρία στο μηχανολογικό σχέδιο. Τον 18^ο αιώνα ξεκίνησε να μορφοποιείται το τεχνικό σχέδιο φτάνοντας στην αρχή της σημερινής του μορφής από τον 19^ο αιώνα και την βιομηχανική επανάσταση. Οι Frederick Post, Brunning, Keuffel και Esser δημιούργησαν μια συσκευή που συνδύαζε τρίγωνα μοιρογνομόνια, T και κανόνες η οποία έφερε την ονομασία Universal Drafting Machine.

Οι Esser και Keuffel πραγματοποίησαν και την πρώτη απόπειρα ανάπτυξης συστήματος CAD (Computer Aided Design). Την δεκαετία του 1930 δημιουργήθηκαν οι μηχανές Turing. Με την χρήση τους μειώθηκε ο χρόνος περίπλοκων υπολογισμών και θα μπορούσαν να θεωρηθούν προκάτοχοι των σημερινών ηλεκτρονικών υπολογιστών. Αποτελούνταν από κινητά μέρη με γρανάζια ενώ στα μέσα του 1980 με την ανακάλυψη του μικροσίπ ξεκίνησαν να δίνουν την θέση τους στους σύγχρονους ηλεκτρονικούς υπολογιστές οι οποίοι όσο μειώνονταν σε όγκο και αύξαναν την υπολογιστική τους δύναμη παρείχαν την δυνατότητα αναπαράστασης γραφικών αντικειμένων.

Το 1957 ο Δρ. Patrick J. Hanratty δημιούργησε για εμπορικούς σκοπούς το PRONTO (Program for Numerical Tooling Operations) και μόλις το 1960 από εργαστήριο του MIT εμφανίζεται το Sketchpad. Δέκα χρόνια μετά εντάσσετε και η τρίτη διάσταση στα σχεδιαστικά προγράμματα από τον Ken Versprille με την εφεύρεση των μαθηματικών μοντέλων NURBS αλλά και με την συνεισφορά της στερεάς μοντελοποίησης PADL από τους Lang, Grayer και Braid.

Η δεκαετία του '80 επεφύλασσε άλματα στα συστήματα CAD στηριζόμενα στον πρώτο υπολογιστή της IBM. Συστήματα που η φήμη τους συνεχίζεται ακόμη και σήμερα εμφανίζονται όπως το CATIA, AutoCAD, ProENGINEER, Parasolids και ACIS. Από τότε μέχρι σήμερα πληθώρα σχεδιαστικών προγραμμάτων έχουν δοθεί στην αγορά. Οι δυνατότητες τους έχουν αφήσει πίσω το παρελθόν καθώς σήμερα δεν είναι απλά ένας αντικαταστάτης του χαρτιού αλλά μπορούν να μας μεταφέρουν σε έναν τρισδιάστατο χώρο με ελεύθερη επιλογή της οπτικής γωνίας του χρήστη. Υπάρχει δυνατότητα να προσδιοριστεί το υλικό για το προϊόν που σχεδιάζει ο χειριστής, να δοκιμαστούν διάφορες υφές και χρώματα, να πραγματοποιηθούν ψηφιακές συναρμολογήσεις ακόμα και έλεγχος στατικής ή δυναμικής αντοχής. Αξιοσημείωτες αναφορές σε αυτή την κατηγορία αποτελούν λογισμικά όπως το Solidworks, SketchUp, SolidEdge και το Inventor. Το τελευταίο είναι και αυτό που θα χρησιμοποιηθεί για την υλοποίηση της κατασκευής που μελετάται στον παρόν τόμο.

1.2 AUTODESK INVENTOR

Το 1990 η Autodesk πριν δημοσιεύσει την πρώτη έκδοσή του Inventor κατείχε ένα ειδικό παραμετρικό εργαλείο που ονόμαζε Designer. Ο ανταγωνιστής του προγράμματος αυτού ήταν το λογισμικό Solidworks από την ομώνυμη εταιρεία. Τότε ήταν που η Autodesk μάζεψε μια ομάδα σχεδιαστών και προγραμματιστών σε μια αίθουσα γεμάτη υπολογιστές κάπου στην βόρεια Καλιφόρνια. Οι χρήστες κάθισαν ανά δύο σε κάθε υπολογιστή για να αντικρίσουν στις οθόνες τους ένα νέο πρόγραμμα με κωδικό όνομα Mustang. Αυτή ήταν η πρώτη έκδοση του Autodesk Inventor. Σημαντικός παράγοντας στον σχεδιασμό αυτού του προγράμματος ήταν ότι δεν δόθηκαν οδηγίες στους χρήστες του. Σκοπός του πειράματος της Autodesk ήταν οι χρήστες του Mustang να κινηθούν διαισθητικά στην νέα πλατφόρμα. Αντιμέτωποι με μια νέα μεθοδολογία σχεδιασμού οι χρήστες γρήγορα αντιλήφθηκαν την δυνατότητα του λογισμικού να επιτρέπει την δημιουργία των γραφικών ξεχωριστά από το υλικό και τα γεωμετρικά δεδομένα. Μέχρι και σήμερα που αναμένετε η έκδοση του λογισμικού Autodesk Inventor 2020 έχει διατηρηθεί αυτή η νοοτροπία στο πρόγραμμα που επιτρέπει σε ένα εύχρηστο και φιλικό περιβάλλον την άνεση της παραμετρικής σχεδίασης.

2. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ- ΣΥΝΘΕΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ

2.1 ΑΠΛΑ ΚΑΙ ΣΥΝΘΕΤΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ

Όλα τα προϊόντα που χρησιμοποιούμε στην καθημερινότητα μας αν τα δούμε μέσα από ένα φίλτρο άποψης βιομηχανικού σχεδιασμού χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες. Τα απλά αντικείμενα όπως είναι ένα πιρούνι, μια βίδα και πολλά άλλα και τα σύνθετα αντικείμενα όπως είναι ένα αυτοκίνητο το οποίο αποτελείτε από 15.000 διαφορετικά απλά αντικείμενα αλλά και ένας λαμπτήρας πυρακτώσεως που αποτελείτε από πολύ λιγότερα αλλά πάλι περισσότερα του ενός. Το σύστημα τύλιξης εύκαμπτου αγωγού, στο εξής θα αναφέρεται ως **ανέμη**, που θα μελετηθεί στον τόμο είναι ένα σύνθετο προϊόν. Για να πραγματοποιηθεί η υλοποίηση αυτού του προϊόντος χρειάζεται μια σειρά διεργασιών μετατροπής πρώτων υλών σε χρήσιμα προϊόντα, γνωστή ως βιομηχανική παραγωγή. Η διαδικασία αυτή προσθέτει αξία στην πρώτη ύλη καθώς στο τελικό προϊόν πρέπει να συνυπολογιστεί το κόστος παραγωγής.

Οι παραγωγικές διαδικασίες οφείλουν να πληρούν κάποιες απαιτήσεις όπως:

- Το τελικό προϊόν να καλύπτει τις σχεδιαστικές απαιτήσεις.
- Το κόστος παραγωγής να είναι στα μικρότερα δυνατά επίπεδα.
- Έλεγχος ποιότητας σε όλα τα στάδια παραγωγής και όχι μόνο στο τελικό προϊόν.
- Παρακολούθηση των εξελίξεων της τεχνολογίας και των υλικών αποσκοπώντας σε κερδοφόρα εξέλιξη της παραγωγικής μονάδος.
- Η αντιμετώπιση των παραγωγικών διαδικασιών σαν έναν ζωντανό οργανισμό που κάθε τμήμα του αλληλεπιδρά με τα υπόλοιπα, όπως για παράδειγμα οι απαιτήσεις σχεδιασμού με την ποιότητα και το κόστος.
- Πρέπει η παραγωγική μονάδα να επιδιώκει συνεχώς την αύξηση της παραγωγικότητας της στοχεύοντας στην άριστη χρησιμοποιήσιμη όλων των διαθέσιμων μέσων.

2.1.1 Σύνθεση

Η διαδικασία του **σχεδιασμού** ξεκινάει με την ανάπτυξη μιας ιδέας ενός νέου προϊόντος ή την βελτίωση ενός υπάρχοντος. Αυτή η διαδικασία είναι μια ακολουθία βημάτων που θα οδηγήσουν στην βέλτιστη εκδοχή του προϊόντος. Για την **σύνθεση** του ακολουθείτε η εξής σειρά:

- Ανάγκη σχεδιασμού.** Ο σχεδιαστής πρέπει να προσδιορίσει τις ανάγκες που θα καλύπτει το προϊόν.

- ii. **Ορισμός προδιαγραφών και απαιτήσεων σχεδιασμού.** Βάση του περιβάλλοντος λειτουργίας του προϊόντος οφείλουν να οριστούν οι απαιτήσεις από νομοθετικά πλαίσια, λοιπά συστήματα πιθανής συνεργασίας ακόμη και τους χειριστές του τελικού προϊόντος.
- iii. **Συλλογή σχετικών πληροφοριών και μελέτη σκοπιμότητας.** Εύκολα γίνεται κατανοητό ότι πρέπει να συλλεχτούν πληροφορίες σχετικές με την λειτουργία του προϊόντος καθώς και να μελετηθεί αν αξίζει για την παραγωγική μονάδα να προβεί στην υλοποίηση του προϊόντος.
- iv. **Σύλληψη ιδέας σχεδιασμού.** Η ομάδα έρευνας και ανάπτυξης οφείλει να δώσει την αρχική ιδέα για την μορφή του προϊόντος και την αρχή λειτουργίας του.
- v. **Μοντελοποίηση και εξομοίωση.** Σε αυτό το βήμα η ιδέα αποκτά υπόσταση στην πραγματικότητα. Στην σύγχρονη εποχή του βιομηχανικού σχεδιασμού δίνεται η δυνατότητα της εικονικής πραγματικότητας όπου με την χρήση κατάλληλου λογισμικού σε ηλεκτρονικό υπολογιστή μπορεί ο σχεδιαστής να έχει πλήρη εικόνα και λειτουργικότητα της συσκευής. Ακόμη όπως προαναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 1 αυτά τα λειτουργικά παρέχουν την δυνατότητα να γίνουν και οι έλεγχοι αντοχής χωρίς να χρειάζεται να δημιουργούνται πραγματικά υλικά μοντέλα, μειώνοντας έτσι το κόστος και τον χρόνο.

Ακολουθώντας αυτά τα βήματα θα αρχίσει να δίνεται και η μορφή στο σύστημα Ανέμης που αναφέρεται στην εργασία.

2.1.2 Ανάγκη σχεδιασμού

Τα βυτιοφόρα οχήματα καταλαμβάνουν μεγάλο ποσοστό στις χερσαίες μεταφορές υγρών καυσίμων. Για να μεταγγίσουν το ρευστό από τις δεξαμενές τους στις δεξαμενές του πελάτη πριν την χρήση της ανέμης η κύρια μέθοδο ήταν με τμήματα εύκαμπτων σωλήνων που ήταν εξοπλισμένα, τα οποία είχαν την δυνατότητα να συνδέονται στην έξοδο του μετρητή και μεταξύ τους. Έτσι με την επιλογή αριθμού τέτοιων σωλήνων ο χειριστής συναρμολογούσε το απαιτούμενο μήκος αγωγού για την κάθε περίπτωση. Με την είσοδο της ανέμης στην αγορά εξοπλισμού των βυτιοφόρων οχημάτων προσφέρονται τα εξής πλεονεκτήματα:

- Άνεση καθώς ο χειριστής δεν χρειάζεται να προσθαφαιρεί τμήματα αγωγών.
- Σημαντική μείωση του χρόνου καθώς το σύστημα μπορεί να είναι μόνιμα συνδεδεμένο με την έξοδο του μετρητή.
- Ευκολότερη διαχείριση σε περιπτώσεις που ο χώρος είναι περιορισμένος.
- Αποφυγή ατυχημάτων από λάστιχα που απλώνονται στο έδαφος.
- Ταχύτητα στο μάζεμα μετά το τέλος της διαδικασίας καθώς συνεργάζεται με κινητήρες για την ταχύτερη και ευκολότερη τύλιξη του.

- Λιγότερα πιθανά σημεία διαρροής καθώς μειώνονται οι σύνδεσμοι.

2.1.3 Ορισμός προδιαγραφών και απαιτήσεων σχεδιασμού

Το σύστημα της ανέμης θα είναι μόνιμα συνδεδεμένο στο όχημα με κοχλίες. Θα πρέπει να είναι εξοπλισμένο με κινητήρα ο οποίος θα πραγματοποιεί την τύλιξη του εύκαμπτου αγωγού μετά το πέρας της μετάγγισης του καυσίμου. Πειραματικά ορίζεται ότι μια ταχύτητα περιστροφής που μπορεί να παρέχει άνεση στον χρήστη είναι κοντά στις 30 στροφές ανά λεπτό. Βάση των κανονισμών που αναφέρθηκαν θα πρέπει να φέρει αγωγό διαμέτρου 1 ½ ίντσας κατάλληλου για πετρελαιοειδή καύσιμα. Το μήκος του αγωγού θα είναι 20 μέτρα. Επίσης λόγω της πιθανότητας ύπαρξης εκρηκτικής ατμόσφαιρας στον περιβάλλοντα χώρο πρέπει να μπορεί να χαρακτηριστεί με πιστοποίηση ATEX. Τέλος η ύπαρξη κραδασμών στον δρόμο αλλά και η πιθανότητα κακής χρήσης από τον χειριστή θα απαιτηθεί συντελεστής ασφαλείας μεγαλύτερος του 3 σε όλα τα τμήματα.

2.1.4 Συλλογή σχετικών πληροφοριών και μελέτη σκοπιμότητας

Σε προηγούμενο κεφάλαιο αναφέρθηκαν τα συστήματα που βρίσκονται πριν το ρευστό φτάσει στην ανέμη. Πέραν αυτών υπάρχουν και υποσυστήματα τα οποία έχει την δυνατότητα να φέρει το όχημα και μπορούν να εκμεταλλευθούν για την λειτουργία της. Όλα τα βυτιοφόρα οχήματα όπως και τα φορτηγά είναι εξοπλισμένα με αεροσυμπιεστή που μπορεί να παρέχει μέγιστη πίεση από έξι έως 8 bar. Υπάρχουν παροχές ρεύματος τάσης 12V, 24V και 230V, καθώς και δυνατότητα παροχής λαδιού από αντλία. Λαμβάνοντας υπ' όψιν αυτές τις εναλλακτικές παροχές ενέργειας το σύστημα της ανέμης θα σχεδιαστεί ώστε να μπορεί να εξοπλιστεί με αντίστοιχους κινητήρες ανάλογα την απαίτηση του πελάτη.

Αναφερόμενοι στην μελέτη σκοπιμότητας αξίζει να σημειωθεί ότι μεγάλες εταιρίες που συνδέονται με την μεταφορά υγρών καυσίμων φροντίζουν όλα τους τα βυτιοφόρα να φέρουν αντίστοιχο σύστημα τύλιξης. Επομένως ένα προϊόν που προσφέρει αξιοπιστία διατηρώντας την παραγωγική διαδικασία σε χαμηλό κόστος μπορεί να έχει μεγάλο κομμάτι από την πίτα της αγοράς.

Τέλος αναφερόμενοι στον αγωγό που θα φέρει η ανέμη ορίζεται το μήκος του στα 20 μέτρα (κατόπιν συνεννόησης με πελάτη). Στον πίνακα 2.1 φαίνονται τα στοιχεία του αγωγού 1 ½ ίντσας που επιλέχθηκε για την συσκευή.

Πίνακας 2.1: Εύκαμπτος αγωγός

T-605 AA



ΣΩΛΗΝΑΣ: ΜΑΥΡΟ ΑΓΩΓΙΜΟ NBR
ΕΝΕΧ: ΣΥΝΘΕΤΙΚΑ ΝΗΜΑΤΑ ΜΕ ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΗ ΧΑΛΥΒΔΙΝΗ ΣΠΕΙΡΑ
ΕΞ ΤΟΚΛ: ΜΑΥΡΟ CR - ΑΝΘΡΑΚΤΙΚΟ ΣΤΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ, ΟΞΟΝ ΚΑΙ ΣΤΟΥΣ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ
ΕΦΑΡΜ: ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΘΛΙΨΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΕΧΡΙ 50% ΣΕ ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΣΕ ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΥΓΡΑ. ΕΙΔΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΕΝΟΣ ΓΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ ΜΕ ΒΥΤΙΟΦΟΡΑ ΚΑΙ ΓΕΝΙΚΕΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ
ΣΥΝΤ.ΑΣΦ: 3:1
ΘΕΡΜ.: -30°C +80°C (-22°F +176°F)
ΠΡΟΣΩΓΡ: ΥΠΕΡΒΑΙΝΕΙ ΤΗΝ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ SAE 100 R4

ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΕΙΔΩΝ ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΕΩΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΘΛΙΨΕΩΣ 10 BAR (150 PSI) - SAE 100 R4

Κωδικός Σωλήνα	Αναφ. Αποθ. θ.μ.	Εσωτ. Διαμ. mm	Εσωτ. Διαμ. inch	Εξωτ. Διαμ. mm	Πάχος Τοιχ. mm	Πίε. Λειτ. bar	Πίε. Λειτ. PSI	Κενό %	Ακτίνα κάμψ. mm	Βάρος kg/m	Διαθέσιμο μήκος	Μήκος αποθεμ. ματος
605AA019296MD0	CS	19	3/4	29	5	10	150	100	76	0,610	20/30,5/61	30,5/61
605AA025356MD0	LS	25	1	35	5	10	150	100	100	0,760	20/30,5/61	30,5/61
605AA032426MD0	LS	32	1 1/4	42	5	10	150	100	128	0,900	20/30,5/61	30,5/61
605AA038486MD0	LS	38	1 1/2	48	5	10	150	100	152	1,050	20/30,5/61	30,5/61
605AA051616MD0	LS	51	2	61	5	10	150	100	204	1,350	20/30,5/61	30,5/61
605AA063756MD0	LS	63	2 1/2	75	6	10	150	90	252	2,110	20/30,5	30,5
605AA076886MD0	LS	76	3	88	6	10	150	90	304	2,520	20/30,5/61	30,5
605AA090046MD0	CS	90	3 1/2	104	7	10	150	90	360	3,140	20/30,5	30,5
605AA102166MD0	CS	102	4	116	7	10	150	90	408	3,500	20/30,5	30,5
605AA110246MD0	NS	110	4 5/16	124	7	10	150	90	440	4,240	30,5	

2.1.5 Σύλληψη ιδέας σχεδιασμού

Η αρχική ιδέα βασίζεται στην ύπαρξη ενός περιστρεφόμενου τυμπάνου στηριζόμενο σε δύο άξονες. Ο ένας θα είναι αυτός ο οποίος θα μεταφέρει την κίνηση από το μοτέρ στο καρούλι ενώ ο δεύτερος με κατάλληλη διάταξη θα επιτρέπει στο ρευστό να εισέρχεται στην σωλήνωση του συστήματος και να προσαρμόζεται στο σταθερό άκρο του εύκαμπτου σωλήνα πάνω στην ανέμη. Το σύστημα θα στηρίζεται σε μια βάση σχήματος Π που θα βιδώνεται στον σκελετό του οχήματος.

Για κάθε τύπο κινητήρα θα υπάρχει διαφορετική βάση που θα επιτρέπει την συναρμολόγηση του συστήματος χωρίς να επηρεάζει την υπόλοιπη κατασκευή.

Ακόμη κάθε άξονας θα μπορεί να φέρει πλήρως το στατικό φορτίο της συσκευής ώστε σε πιθανή αστοχία του ενός να μην υπάρχουν καταστροφικές συνέπειες.

Τέλος ο σχεδιασμός του θα γίνει με την χρήση του Autodesk Inventor φροντίζοντας με αυτόν τον τρόπο σε περίπτωση ανάγκης διαφορετικών διαστάσεων να υπάρχει ένα παραμετροποιημένο μοντέλο στο αρχείο της παραγωγικής μονάδας.

Θα είναι μια μεταλλική κατασκευή στον κορμό της (από χυτοσίδηρο) με μόνη εξαίρεση τις τσιμούχες στεγανοποίησης Viton και τον εύκαμπτο αγωγό.

2.1.6 Μοντελοποίηση και εξομοίωση

Αντιλαμβανόμενοι ότι το σύστημα της ανέμης είναι ένα σύνθετο προϊόν θα πρέπει να χωριστεί σε τμήματα από απλά προϊόντα για να σχεδιαστεί. Από την αρχική ιδέα αναφέρθηκε η ύπαρξη τυμπάνου στο οποίο θα τυλίγεται ο αγωγός. Η πρώτη διάσταση που θα δοθεί είναι η εξωτερική διάμετρος του κυλίνδρου του τυμπάνου και θα βασίζεται στην ακτίνα τύλιξης του αγωγού που επιλέχτηκε. Από τον πίνακα 2.1 φαίνεται ότι ο αγωγός έχει ακτίνα κάμψης 152mm επομένως ο κύλινδρος πρέπει να ξεπερνάει την διάμετρο των 304mm. Αυθαίρετα δίνοντας μια μικρή προσαύξηση στο μέγεθος αυτό θα ορίσουμε την διάμετρο 328mm. Συντάσσοντας κάποιες μαθηματικές εξισώσεις στο λογισμικό υπολογιστικών φύλων excel δίνεται ο παρακάτω πίνακας (πίνακας 2.2). Σε αυτόν τον πίνακα ο χρήστης μπορεί να ορίσει την εξωτερική διάμετρο του αγωγού, την μάζα ανά μέτρο αγωγού, το επιθυμητό μήκος του τυμπάνου και μια προσαύξηση σαν χάρη που μπορεί να υπάρχει συνολικά ανάμεσα στις τυλίξεις του εύκαμπτου αγωγού και σαν αποτέλεσμα να έχει το βάρος του εύκαμπτου σωλήνα, και το μήκος του ανά κάθε στροφή τύλιξης και σειρά του αγωγού για τις δοθείσες διαστάσεις τυμπάνου. Με αυτόν τον προγραμματισμό εμφανίζεται η πρώτη παραμετρική σχεδίαση του συστήματος καθώς ο πίνακας αυτός λειτουργεί για όποιες τιμές εισόδου θέλει ο χρήστης.

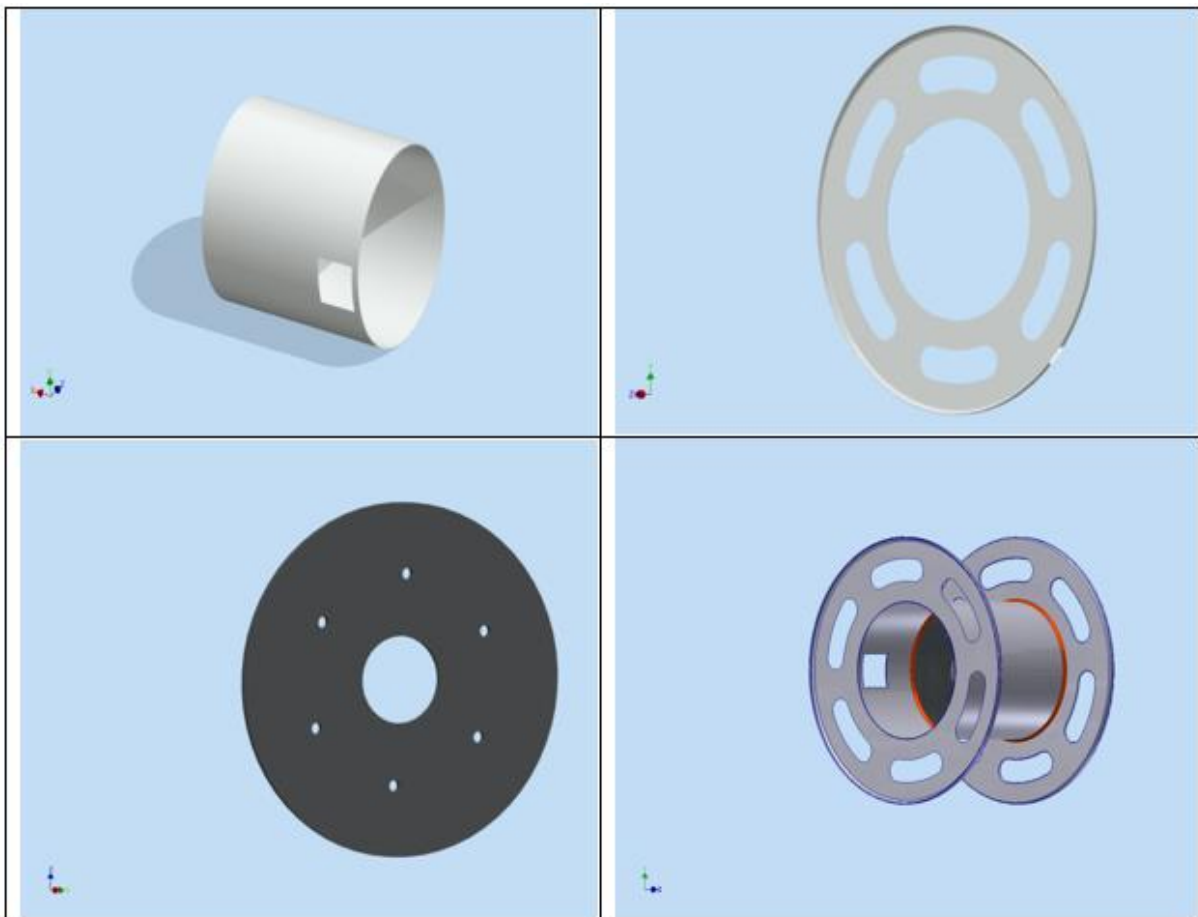
Πίνακας 2.1: Υπολογιστικό φύλλο για το μήκος τύλιξης

	A	B	C	D	E
1	λάστιχο	εξ. Διαμετρος :	48	βάρος/μέτρο:	1,05
2	διάμετρος τυμπάνου:	328		επιθυμητά μέτρα:	20
3	μήκος τυμπάνου:	360		βάρος λάστιχου (kg):	21
4	μήκος/εξ.διάμετρος λάστιχου:	7,5			
5	σπείρες ανα σειρά:	7			
6	χάρη (mm):	24			
7					
8	1η σειρά				
9	μήκος λαστιχου ανά στροφή (mm)	1180,64			
10	μήκος λαστιχου ανά σειρά (mm)	8264,48			
11	συνολικό μέγιστο μήκος (mm)	8264,48			
12					
13					
14	2η σειρά				
15	μήκος λαστιχου ανά στροφή (mm)	1482,08			
16	μήκος λαστιχου ανά σειρά (mm)	10374,56			
17	συνολικό μέγιστο μήκος (mm)	18639,04			
18					
19					
20	3η σειρά				
21	μήκος λαστιχου ανά στροφή (mm)	1783,52			
22	μήκος λαστιχου ανά σειρά (mm)	12484,64			
23	συνολικό μέγιστο μήκος (mm)	31123,68			

Οι διαστάσεις αυτές παρέχουν μια μικρή σε διαστάσεις κατασκευή ώστε να προσαρμοστεί με ευκολία στο όχημα. Ακόμη μικρό αριθμό διακυμάνσεων στην ταχύτητα που θα συλλέγεται ο αγωγός καθώς στην δεύτερη σειρά θα έχει ήδη τυλίξει το 93% του αγωγού.

Έχοντας αυτές τις διαστάσεις θα αρχίσει η σχεδίαση-μοντελοποίηση του πρώτου τμήματος της ανέμης που για λόγους συντομίας θα ονομαστεί «καρούλι».

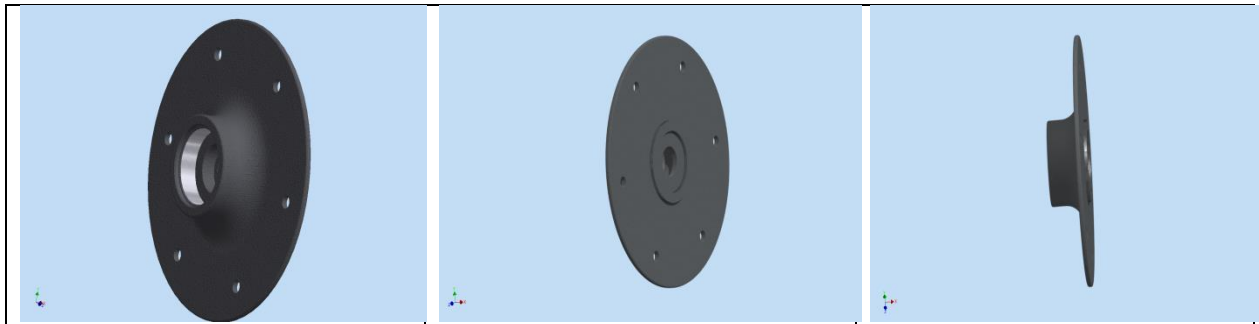
Στην κατασκευή του το καρούλι θα αποτελείται από 4 τμήματα. Τον κύλινδρο, τα δύο πλαϊνά και τον κεντρικό δίσκο. Ο κύλινδρος και τα δύο πλαϊνά θα είναι κατασκευασμένα από φύλλα χυτοσίδηρου πάχους 2 mm ενώ ο κεντρικός δίσκος από χυτοσίδηρο 6mm. Τα τμήματα αυτά θα ηλεκτρο-συγκολληθούν μεταξύ τους δίνοντας το ακόλουθο αποτέλεσμα. Τα πλαϊνά θα τοποθετηθούν στα άκρα του κυλίνδρου ενώ ο κεντρικός δίσκος θα συγκολληθεί στο κέντρο του.



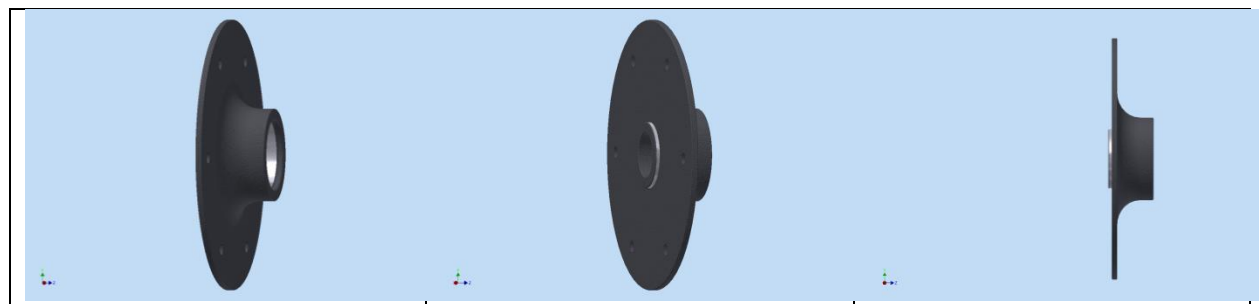
Εικόνα 2.1: Καρούλι

Για την ψηφιακή μοντελοποίηση του τμήματος χρησιμοποιήθηκε η εντολή extrude δίνοντας στην τιμή του μήκους του τυμπάνου την ονομασία L (L=360). Προς ακολουθία του παραμετρικού σχεδιασμού η εξωτερική διάμετρος του τυμπάνου δηλώνεται στο πρόγραμμα σαν μεταβλητή η οποία δίνεται και στην εσωτερική διάμετρο των πλαϊνών. Ενώ η εσωτερική διάμετρος δίνεται από την εξίσωση $D_{\text{εσωτερικό}} = D_{\text{εξωτερικό}} - 2 \times S_{\text{πάχος λαμαρίνας}}$. Δίνοντας στην εξωτερική διάμετρο του κεντρικού δίσκου την διάσταση $D_{\text{εσωτερικό}}$ ολοκληρώνουμε τον κορμό της συναρμολόγησης. Με αυτή τη μέθοδο ανά πάσα στιγμή ο χρήστης μπορεί να μεταβάλλει το μήκος του τυμπάνου ή το πάχος των τμημάτων αλλάζοντας απλά την τιμή της εκάστοτε μεταβλητής κατά βούληση μόνο μια φορά και όχι σε κάθε τμήμα του προϊόντος.

Για την σύνδεση των αξόνων στο καρούλι θα χρειαστούν δύο σύνδεσμοι που θα συνδέονται στον κεντρικό δίσκο. Αυτοί οι δίσκοι θα πρέπει να είναι ομόκεντροι και να μπορούν να συγκρατήσουν το καρούλι σε οριζόντια θέση σε σχέση με το υπόλοιπο σύστημα. Θα ονομαστούν σύνδεσμος εισαγωγής και σύνδεσμος συμπλέκτη αντίστοιχα.



Εικόνα 2.2: Σύνδεσμος συμπλέκτη

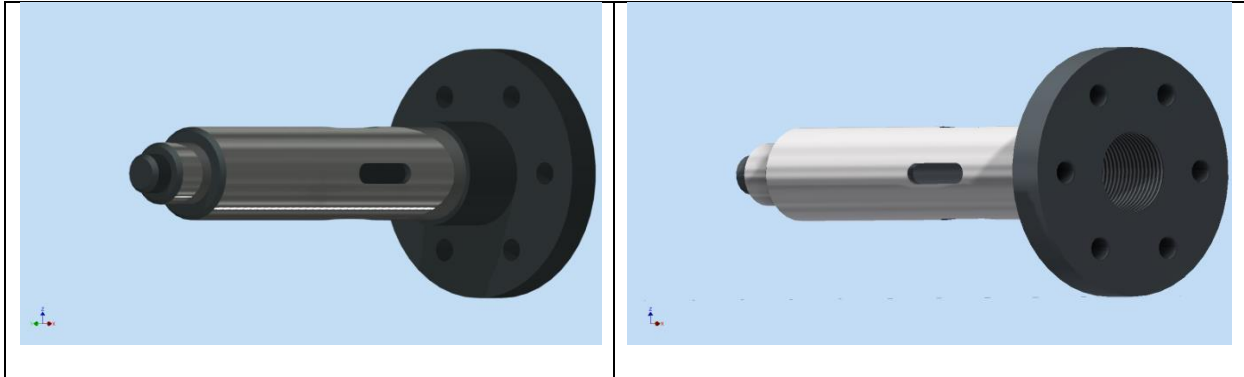


Εικόνα 2.3: Σύνδεσμος εισαγωγής

Η κυλινδρική προεξοχή από την εσωτερική πλευρά τους (επίπεδη πλευρά) θα προεξέχει σε μήκος $a_{\text{συνδέσμων}} = S_{\text{κεντρικού δίσκου}} - 2$ (mm), όπου $S_{\text{κεντρικού δίσκου}}$ είναι το

πάχος του κεντρικού δίσκου. Αυτό θα μας βεβαιώσει την ομόκεντρη συναρμολόγηση των συνδέσμων με το τύμπανο. Ενώ η μείωση κατά 2mm αποκλείει την δυσκολία στην συναρμολόγηση που θα προκαλούσε αν οι σύνδεσμοι ακουμπάνε μεταξύ τους και δεν μπορούν να σφίξουν πάνω στο τύμπανο.

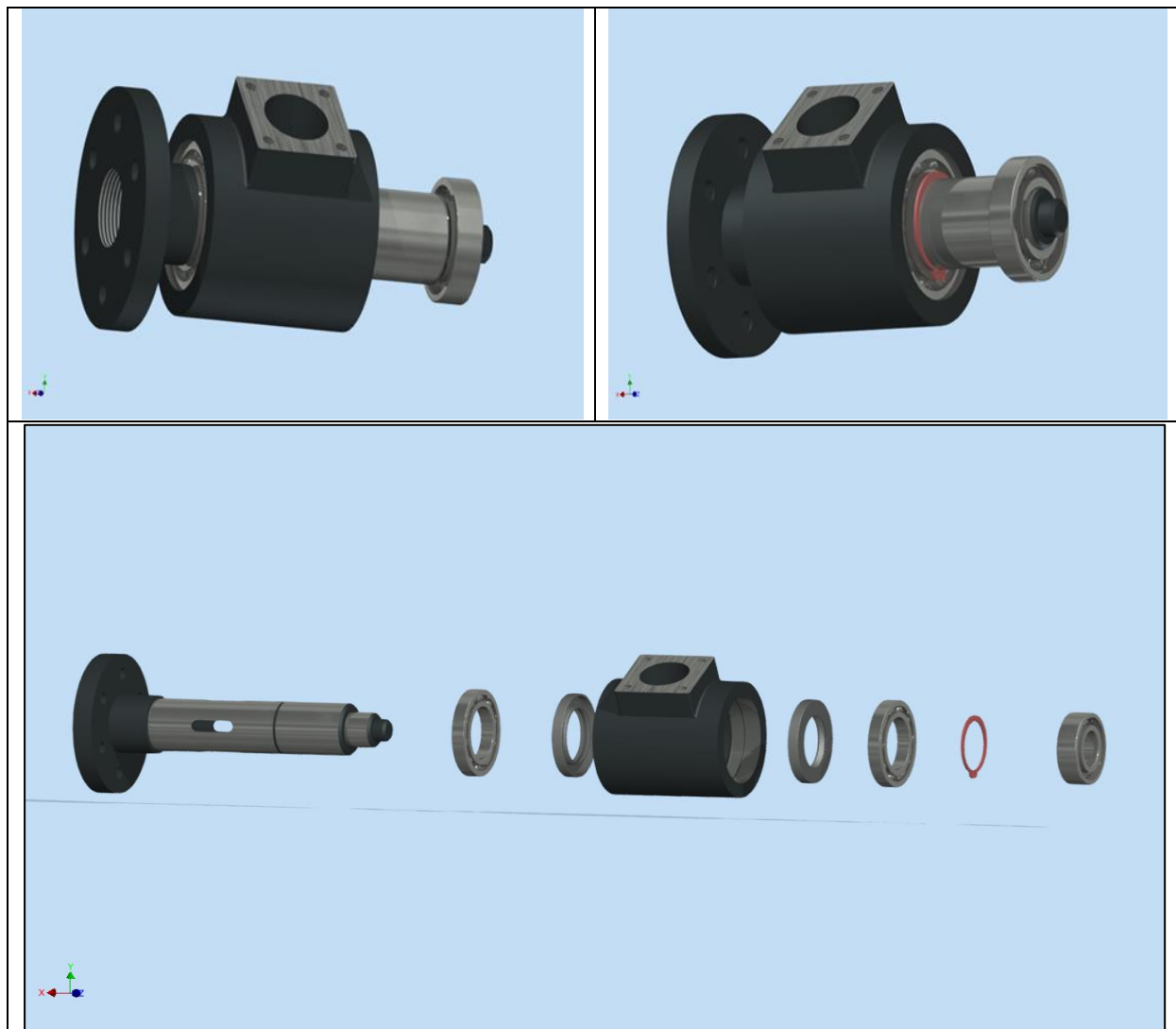
Στην συνέχεια ακολουθεί ο άξονας εισαγωγής.



Εικόνα 2.4: Άξονας εισαγωγής

Στον σχεδιασμό του άξονα πρέπει να διατηρηθεί η διάμετρος της 1 ½ ίντσας στην εσωτερική του οπή από όπου θα διέρχεται το ρευστό στην προσπάθεια να διατηρηθεί όμοια διατομή καθ' όλο το σύστημα. Το μήκος του εξαρτάτε από το μήκος του τυμπάνου και η βαθμίδα της μικρότερης διατομής στην άκρη του από το ρουλεμάν που θα χρησιμοποιηθεί για να τον συνδέσει με τον σύνδεσμο εισαγωγής. Η είσοδος του άξονα εισαγωγής παρέχει συνδεσμολογία με δύο μεθόδους. Είτε με ρακόρ που συνδέεται στο εσωτερικό σπείρωμα της κεντρικής οπής είτε με φλάντζα η οποία θα συναρμολογηθεί με κοχλίες χρησιμοποιώντας τις έξι ομόκεντρες οπές που θα χρησιμοποιηθούν και για την στήριξη του άξονα στην βάση.

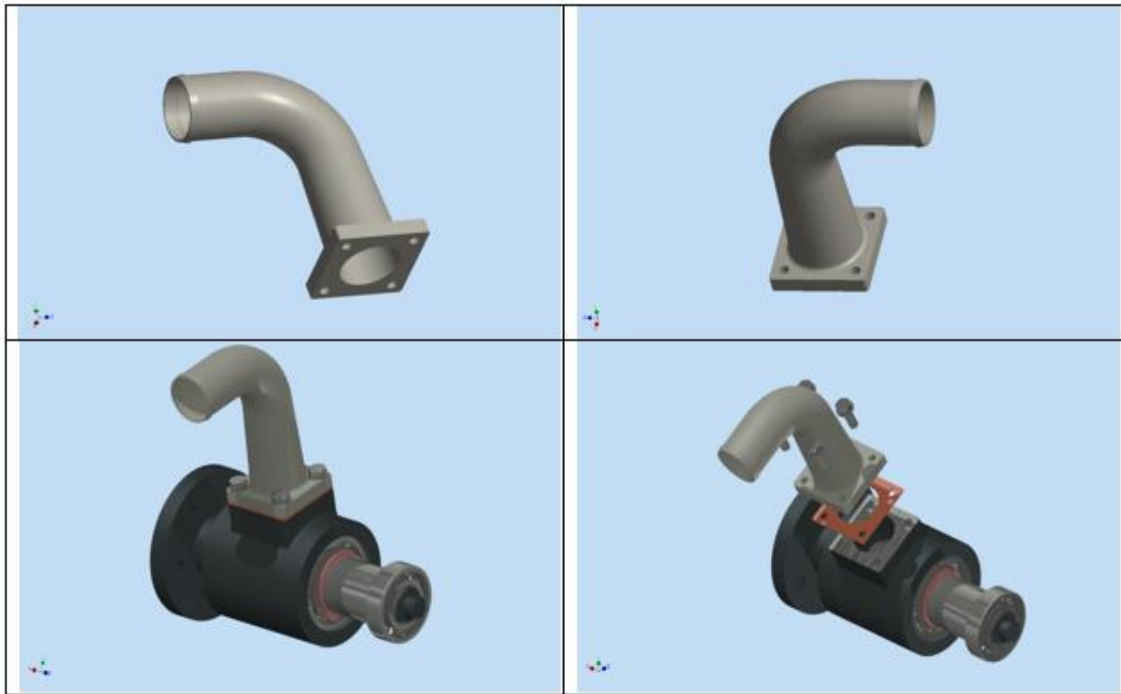
Άμεση συνεργασία του άξονα εισαγωγής θα γίνεται με το τμήμα του περιστροφικού. Το τμήμα αυτό έχει την δυνατότητα να περιστρέφεται ελεύθερα πάνω στον άξονα εισαγωγής μεταβάλλοντας κατά 90 μοίρες την ροή του καυσίμου από την είσοδο του. Σημαντικό σε αυτή τη φάση είναι το περιστροφικό να περιστρέφεται ομόκεντρα με τον άξονα ώστε να μην υπάρχει διαρροή από τις τσιμούχες στεγανοποίησης που θα είναι εξοπλισμένο το υποσύστημα. Στην εικόνα 2.6 φαίνεται η διάταξη του συστήματος και η συναρμολόγηση του.



Εικόνα 2.5: Περιστροφικό

Για την συναρμολόγηση του περιστροφικού με τον άξονα εισαγωγής όπως φαίνεται θα χρησιμοποιηθούν εκατέρωθεν τσιμούχες και ρουλεμάν καθώς και ασφάλεια άξονα, όπως σχηματικά αναπαριστάτε, η οποία δεν θα επιτρέπει την μετακίνηση του περιστροφικού κατά μήκος του άξονα εισαγωγής.

Στην έξοδο του περιστροφικού θα προσαρμόζεται η ακόλουθη διάταξη που θα επιτρέπει την διέλευση του ρευστού εξωτερικά του τυμπάνου και θα συνδέεται με τον εύκαμπτο αγωγό.

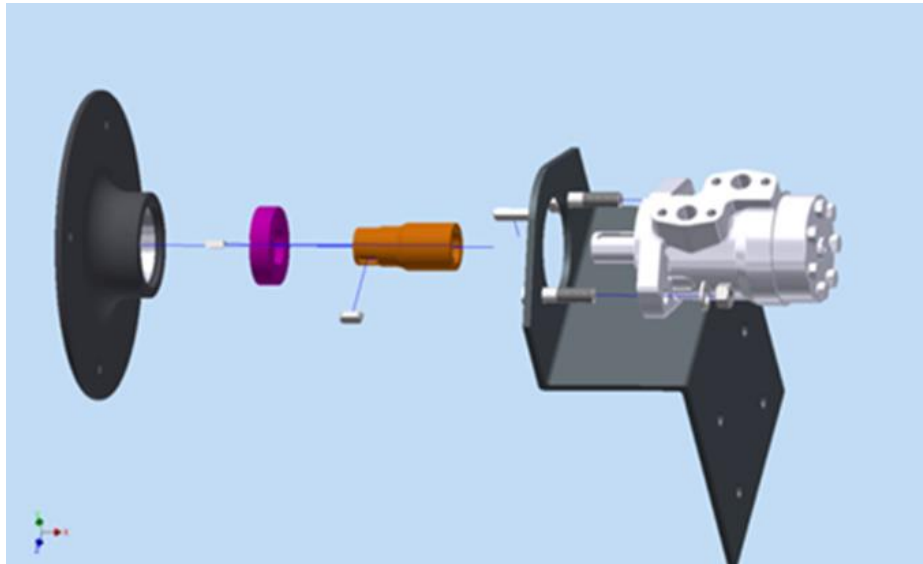


Εικόνα 2.6: Έξοδος περιστροφικού

Στις διαστάσεις της αυτή η διάταξη εξαρτάται από την διάμετρο του τυμπάνου και την διάμετρο του αγωγού. Η χρήση φλάντζας φελλού θα εξασφαλίσει την στεγανοποίηση στο σημείο. Ο λαιμός του εξαρτήματος θα διέρχεται εντός της τετραγωνικής οπής που σχηματίστηκε στο τύμπανο αποτρέποντας την απαίτηση από τον αγωγό να τεθεί αυτός σε τόσο μικρή ακτίνα καμπυλότητας.

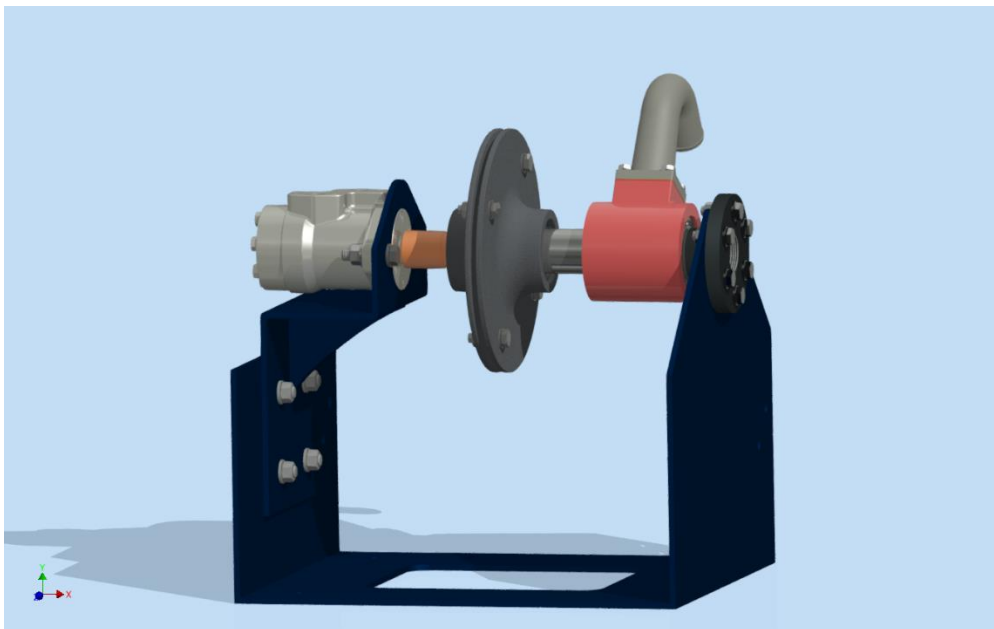
Για την στήριξη του συστήματος θα κατασκευαστεί μια βάση μορφής Π η οποία σε συνεργασία με ένα πρόσθετο τμήμα στήριξης του κινητήρα θα μπορεί στηρίζει το σύστημα. Για την χρήση του υδραυλικού κινητήρα θα χρησιμοποιηθεί η ακόλουθη διάταξη η οποία με την χρήση ρουλεμάν μονής κατεύθυνσης θα επιτρέπει στο τύμπανο να περιστρέφεται ελεύθερα όταν ο χρήστης χρειάζεται να απλώσει τον αγωγό, αλλά θα παρασύρει το τύμπανο στην κίνηση του κινητήρα για την τύλιξη του όταν αυτός ενεργοποιηθεί. Ο λόγος που θα χρησιμοποιηθεί ρουλεμάν μονής κατεύθυνσης και δεν θα συνδεθεί απευθείας ο κινητήρας με τον σύνδεσμο συμπλέκτη είναι για την αποφυγή της αντίστροφης κίνησης του άξονα του εκάστοτε κινητήρα κατά το ξετύλιγμα του αγωγού.

Με μωβ χρώμα φαίνεται το ρουλεμάν μονής φοράς και με το πορτοκαλί χρώμα είναι ο σύνδεσμος ανάμεσα στο μοτέρ και το ρουλεμάν. Η χρήση του συνδέσμου αυτού επιτρέπει την χρήση κινητήρων με διαφορετική διάμετρο άξονα αλλάζοντας μόνο αυτό το τμήμα και όχι το ρουλεμάν ή τον σύνδεσμο συμπλέκτη. Επίσης μειώνει το μήκος της βάσης του κινητήρα και μπορεί να φέρει τον κινητήρα σε πιο εμφανή θέση για τον χειριστή.



Εικόνα 2.7: Διάταξη υδραυλικού κινητήρα

Συνολικά η ανέμη θα έχει την μορφή της εικόνας 2.8 (χωρίς το καρούλι).



Εικόνα 2.8: Συναρμολόγηση χωρίς καρούλι

Με αυτό το μοντέλο ολοκληρώνεται η αρχική μοντελοποίηση του συστήματος ανέμης ορίζοντας τον τρόπο λειτουργίας της. Διατηρώντας αρχείο με τις διαστάσεις

και τις εξαρτήσεις τους σε μορφή εξισώσεων με την χρήση του λογισμικού μπορεί ο σχεδιαστής πλέον με ευκολία να δώσει τις τελικές επιθυμητές διαστάσεις.

2.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ Η/Υ

Οι φάσεις της σύνθεσης και της ανάλυσης είναι άμεσα συνδεδεμένες αποσκοπώντας στην βελτιστοποίηση του σχεδιασμού. Στην φάση της σύνθεσης πραγματοποιήθηκε ο σχεδιασμός πληρώντας τα κριτήρια που θα πρέπει κατά κανόνα να καλύπτει. Στην φάση της ανάλυσης υπόκειται το αρχικό σχέδιο σε ελέγχους αντοχής (στατικής, δυναμικής, θερμικής κ.α.). Σκοπός είναι η απόρριξη ενός σχεδίου που καλύπτει τόσο τις ανάγκες που ορίζονται από το περιβάλλον του προϊόντος και την νομοθεσία περί αυτού αλλά και την αντοχή του βάσει των μηχανικών απαιτήσεων.

Η μηχανική ανάλυση κυρίως αποτελείται από τον αριθμητικό υπολογισμό του πεδίου των εμφανιζόμενων τάσεων και παραμορφώσεων αλλά και της δυναμικής και θερμικής συμπεριφοράς του προϊόντος. Για τον υπολογισμό αυτών των τάσεων σε ένα προϊόν με σύνθετες επιφάνειες είναι προφανές ότι χρειάζονται περίπλοκες συναρτήσεις και μακροσκελή υπολογισμούς πινάκων βασισμένων στην μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων (finite element method). Με την χρήση κατάλληλων λογισμικών σε ηλεκτρονικό υπολογιστή δίνεται η δυνατότητα σημαντικής μείωσης του χρόνου πραγματοποίησης αυτών των πράξεων. Σήμερα πολλά τέτοια προγράμματα έχουν την δυνατότητα να επεξεργάζονται σύνθετα προϊόντα αποτελούμενα από μεγάλο αριθμό τμημάτων προσφέροντας στον χρήστη την άνεση να επικεντρώνει το ενδιαφέρον του σε συγκεκριμένα σημεία της συναρμολόγησης. Επίσης μπορεί να έχει τα αποτελέσματα όχι μόνο σε αριθμούς αλλά και σε γραφική αναπαράσταση. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα συστήματα αυτά ακολουθούν την ίδια μεθοδολογία που θα ακολουθούσε ο άνθρωπος χειρόγραφα αλλά με πολύ μεγαλύτερες ταχύτητες.

Η πλειοψηφία των συστημάτων CAD δύνανται να συνεργάζονται με πακέτα αντίστοιχης ανάλυσης. Τα αποτελέσματα που δίνονται στον χειριστή καθορίζουν την κρίση του σχεδίου σαν αποδεκτό ή όχι, προβάλλοντας τα σημεία που χρήζουν τροποποίησης.

Ακόμη μια σημαντική διευκόλυνση που παρέχουν τέτοια προγράμματα είναι οι βιβλιοθήκες που είναι εξοπλισμένα ή έχουν πρόσβαση διαδικτυακά. Με αυτήν την προσθήκη ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από ένα εύρος διαθέσιμων προϊόντων όπως κοχλίες, ρουλεμάν, σφήνες κ.α. αλλά και πιο σύνθετα προϊόντα που μπορεί να έχουν καταχωρηθεί όπως κινητήρες ή ακόμη και έπιπλα ανάλογα με το είδος του σχεδιασμού.

Για τους μηχανικούς ελέγχους όμως σημαντική βοήθεια προσφέρει ακόμη μια βιβλιοθήκη που συνεργάζεται με το λογισμικό. Καταχωρημένα υλικά κατασκευής είναι

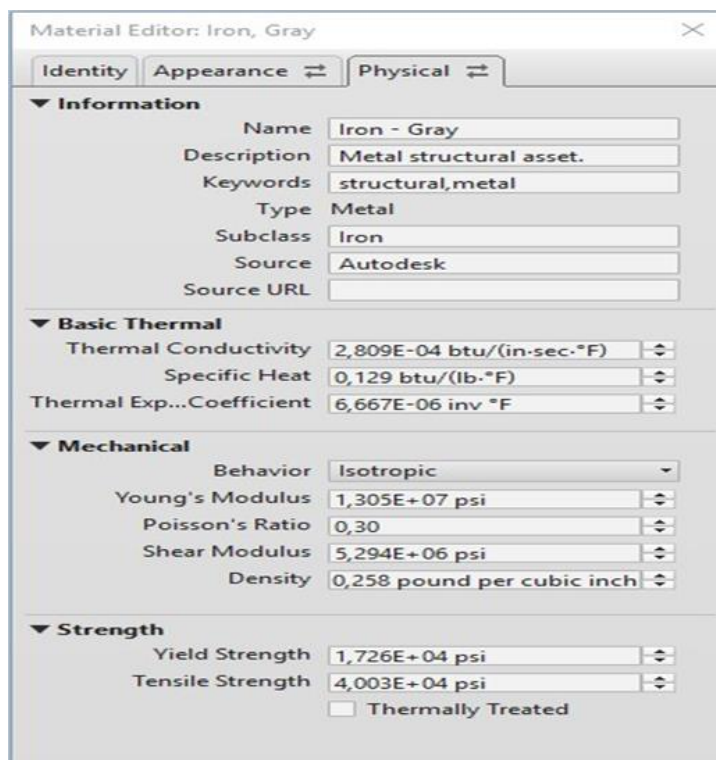
συγκεντρωμένα σε αυτήν την βιβλιοθήκη έχοντας πλήρη αναφορά των μηχανικών χαρακτηριστικών τους αλλά και οπτική αποτύπωση της υφής τους. Αυτό δίνει την δυνατότητα στον χειριστή να πράττει τους ελέγχους που επιθυμεί βάση σχήματος και υλικού επιλέγοντας εύκολα από μια μεγάλη βάση δεδομένων. Καθώς και να έχει αποτελέσματα για μια γκάμα υλικών που είναι προτεινόμενα για την κατασκευή του τελικού προϊόντος.

Με την βοήθεια του λογισμικού βάση των δυνατοτήτων που προαναφέρθηκαν θα γίνει η ανάλυση του σχεδίου της ανέμης. Τα βήματα που θα ακολουθηθούν είναι τα εξής.

- i. **Ανάλυση σχεδιασμού.** ελέγχονται όλα τα τμήματα του προϊόντος για την μηχανική αντοχή τους βάση των καταπονήσεων που θα δέχονται.
- ii. **Βελτιστοποίηση σχεδιασμού.** Εντοπίζοντας πιθανές αδυναμίες του σχεδίου όπως έλλειψη αντοχής, υπερ-διαστασιολόγηση τμημάτων ή ακόμη και πιθανές δυσκολίες στην κατασκευή, πραγματοποιούνται αλλαγές στο σχέδιο του προϊόντος.
- iii. **Αξιολόγηση προϊόντος.** Ελέγχεται το σχέδιο που προέκυψε μετά από κάθε αλλαγή που προέκυψε κατά την βελτιστοποίηση. Τα τρία αυτά βήματα σχηματίζουν έναν κύκλο διεργασιών ο οποίος λαμβάνει χώρα από την πρώτη ανάλυση σχεδιασμού μέχρι το τελικό σχέδιο που θα δοθεί προς κατασκευή.
- iv. **Τεκμηρίωση και επικοινωνία.** Φυσικά όταν το σχέδιο του προϊόντος πάρει την τελική του μορφή και καλύπτει όλες τις ανάγκες, κατασκευαστικές και μηχανικές, διανέμεται στα εμπλεκόμενα τμήματα της παραγωγικής μονάδας ώστε να αρχίσει η υλοποίησή του. Ανάλογα το κάθε τμήμα που θα εμπλακεί με την διαδικασία αυτή χρειάζεται να γνωρίζει τι πρέπει να κάνει, είτε αυτό είναι να φροντίσει για τις απαραίτητες προμήθειες ή για επεξεργασία τμημάτων του προϊόντος και ούτω καθ' εξής.

2.2.1 Ανάλυση σχεδιασμού

Η ανάλυση των σχεδίων της ανέμης θα πραγματοποιηθεί με την χρήση της εντολής Stress analysis του λογισμικού Autodesk Inventor 2015. Για την επιλογή του υλικού που θα χρησιμοποιηθεί δηλώθηκε στο σύστημα από την βάση δεδομένων της Autodesk με την ονομασία Iron-Gray (χυτοσίδηρος) με τις μηχανικές ιδιότητες όπως αυτές είναι καταχωρημένες στο σύστημα.



Εικόνα 2.9: Χαρακτηριστικά υλικού. Autodesk®

Λόγω της χαμηλής ταχύτητας περιστροφής του τυμπάνου (περίπου 30 στροφές ανά λεπτό) για την εργασία αυτή η συσκευή θα ελεγχθεί σε στατικά φορτία. Πειραματικά από πρωτότυπο μοντέλο που κατασκευάστηκε, ορίστηκε η απαιτούμενη ροπή για την περιστροφή του τυμπάνου ώστε να πραγματοποιηθεί η τύλιξη του αγωγού να μην ξεπερνά τα 20 Nm. Ο έλεγχος αυτός έγινε με την προσαρμογή δυναμόκλειδου προσαρμοσμένου στον άξονα μεταφοράς κίνησης για το διάστημα που απαιτείται η πλήρη τύλιξη του αγωγού. Η αντοχή των επιμέρους τμημάτων της ανέμης θα πραγματοποιηθεί για ροπή 50Nm.

Στόχος του σχεδιασμού είναι το σύστημα να αντέχει το πλήρες φορτίο ακόμη και σε περίπτωση απουσίας ενός εκ των δύο αξόνων και στο χειρότερο δυνατό σενάριο όπου το καρούλι θα φέρει τυλιγμένο όλον τον αγωγό και γεμάτο πετρέλαιο (αν και κάτι τέτοιο δεν προβλέπεται να συμβεί υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας).

Ο έλεγχος θα γίνει για κάθε τμήμα του συστήματος ξεχωριστά ξεκινώντας από το καρούλι μέχρι την βάση του. Η πρώτη δύναμη που εμφανίζεται δημιουργείται από τον εύκαμπτο αγωγό λόγω του βάρους του. Από τον πίνακα 2.2 είναι γνωστή η μάζα του 21kg. Στην περίπτωση που ο αγωγός είναι γεμάτος με πετρέλαιο ειδικού βάρους 870γρ./λίτρο τότε υπάρχει αύξηση της μάζας κατά 19,8 Kg. Αυτό είναι το χειρότερο σενάριο καθώς προϋποθέτει ότι όλο το μήκος του αγωγού θα είναι τυλιγμένο στην συσκευή και γεμάτο πετρέλαιο. Συνολικά το καρούλι θα δέχεται μια κάθετη δύναμη περίπου 400N. Για να έχει την δυνατότητα το λειτουργικό σύστημα να ελέγξει την αντοχή του κομματιού θα πρέπει πέραν του να δηλωθούν οι δυνάμεις που θα

ασκηθούν σε μέτρο και διεύθυνση να υπάρχει και (τουλάχιστον) ένα σημείο στήριξης. Επομένως θα οριστεί πάκτωση στον κεντρικό δίσκο του τυμπάνου όπως αυτός θα συνδέεται με τους συνδέσμους εισαγωγής και συμπλέκτη.

Με την ολοκλήρωση της εντολής Stress Analysis το Inventor μπορεί να παρέχει στον χρήστη μια αναφορά με όλα τα δεδομένα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι οι τιμές συνολικής μάζας επιφάνειας και όγκου. Καθώς επίσης φαίνονται και οι συντεταγμένες του κέντρου βάρους αν και σε σύνθετα σχέδια είναι προτιμότερο να παρουσιαστεί και γραφικά.

☐ Physical

Mass	15,22 kg
Area	1788980 mm ²
Volume	2128670 mm ³
Center of Gravity	x=116,084 mm y=969,494 mm z=945,333 mm

Εικόνα 2.10: Φυσικά μεγέθη τυμπάνου

Ακόμη ένας σημαντικός πίνακας βρίσκετε να υπενθυμίσει το υλικό που έχει δηλωθεί σε κάθε τμήμα. Σε αυτόν τον πίνακα εμφανίζονται στοιχεία όπως η πυκνότητα, όριο διαρροής και αντοχή σε εφελκυσμό, αλλά και τιμή Young, συντελεστής Poisson και μέτρο διάτμησης.

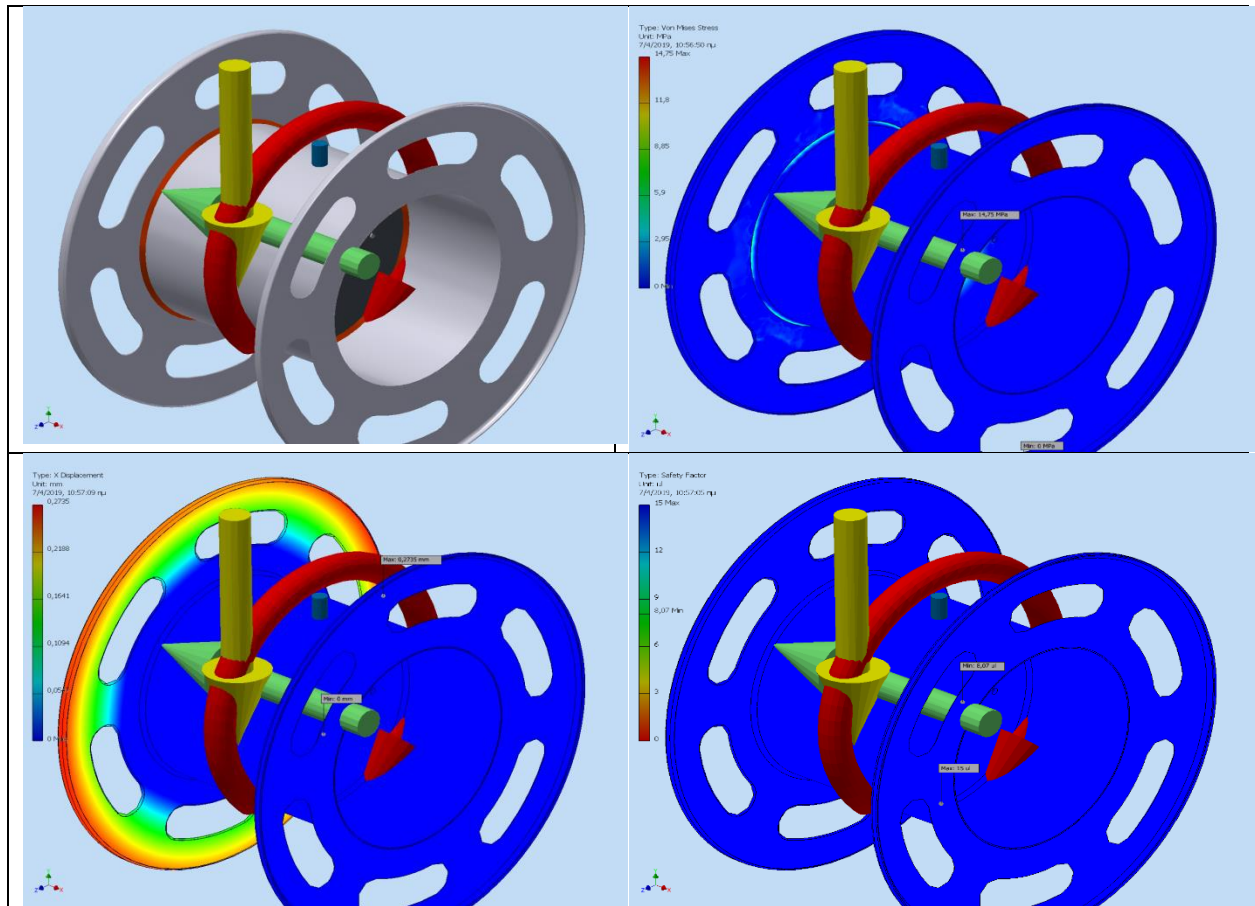
☐ Material(s)

Name	Iron, Gray	
General	Mass Density	7,15 g/cm ³
	Yield Strength	119 MPa
	Ultimate Tensile Strength	276 MPa
Stress	Young's Modulus	90 GPa
	Poisson's Ratio	0,3 ul
	Shear Modulus	34,6154 GPa
Part Name(s)	κεντρικός δίσκος πλαϊνό τύμπανο πλαϊνό	

Εικόνα 2.11: Πίνακας υλικού Stress Analysis

Ακόμη σε αυτό το στάδιο θα υπολογιστεί και μια κάθετη δύναμη στα πλαϊνά 100N ώστε να ελεγχθεί και η αντοχή τους σε φορτία που μπορεί να ασκηθούν από τον χειριστή. Επίσης θα συνυπολογιστεί και το βάρος του προϊόντος.

Από αυτήν την αναφορά θα ελεγχθεί το κριτήριο Von Mises, η μετατόπιση, και ο συντελεστής ασφαλείας.

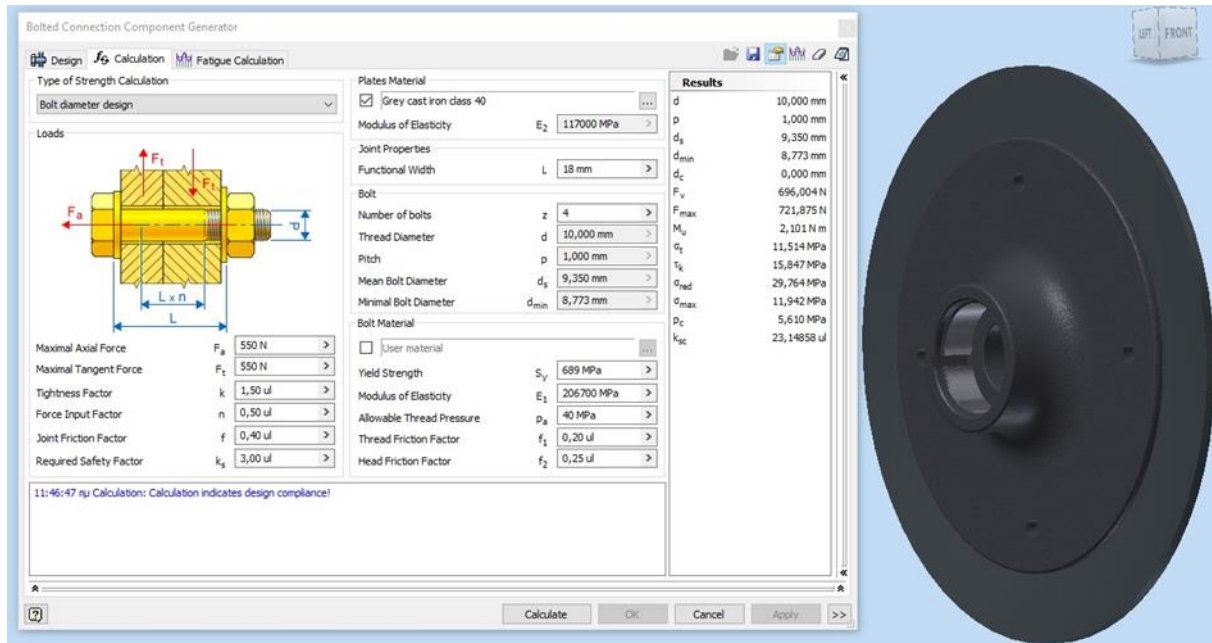


Εικόνα 2.12: Αναφορά τυμπάνου

Η χρωματική απεικόνιση διαχωρίζει στον χειριστή τις τάσεις που εμφανίζονται βάση των φορτίων ανάλογα με την κλίμακα της χρωματισμένης μπάρας στην οθόνη. Ακόμη υπάρχει η δυνατότητα εμφάνισης αριθμητικής τιμής σε σημεία ενδιαφέροντος. Τέλος από την αναφορά της ανάλυσης δίνεται η συνολική δύναμη που ασκείται στο σημείο που δηλώθηκε σαν σταθερό. Η τιμή της είναι 550N και συνυπολογίζει τις δυνάμεις από τον γεμάτο αγωγό και την μάζα του τυμπάνου. Με αυτή την τιμή θα υπολογιστεί η αντοχή στο επόμενο βήμα.

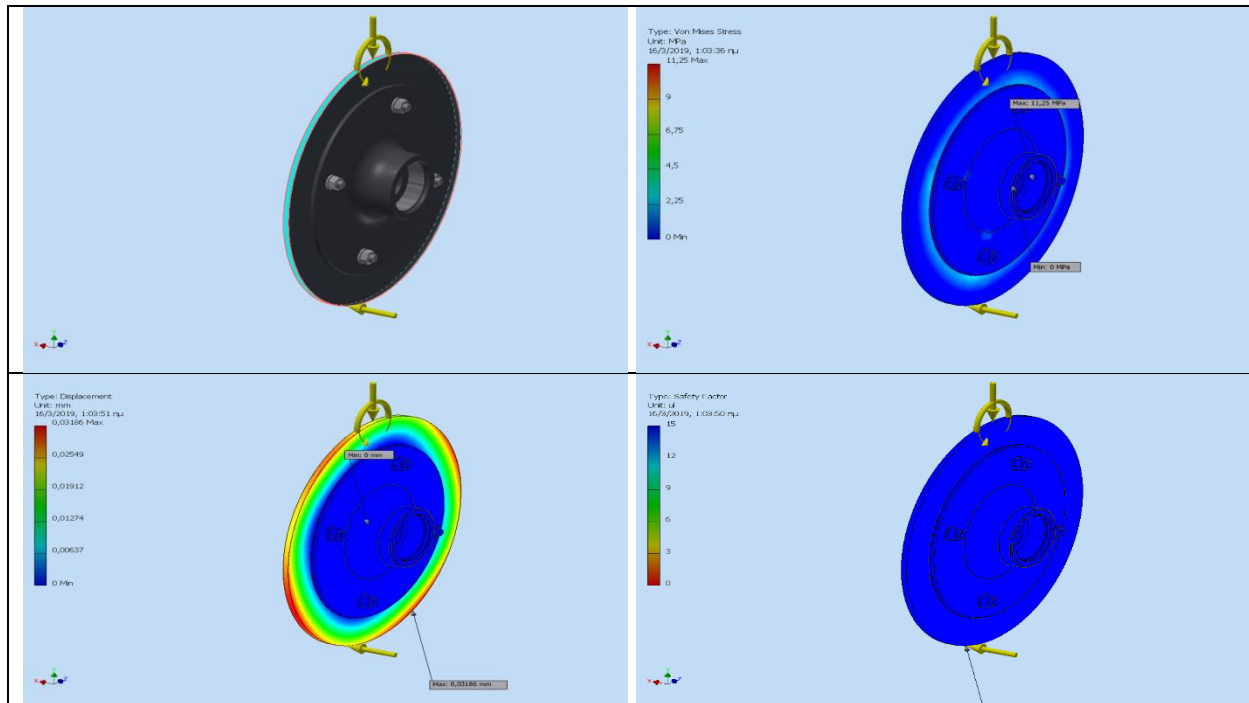
Από τον κεντρικό δίσκο του τυμπάνου οι δυνάμεις μεταφέρονται στους δυο συνδέσμους που θα ενώνονται με τους άξονες μεταφοράς κίνησης και μεταφοράς ρευστού εκατέρωθεν. Αυτή η συνδεσμολογία θα γίνεται με κοχλίες και για τον υπολογισμό τους θα χρησιμοποιήσουμε την εφαρμογή bolted connection component

generator του Autodesk Inventor. Στο αρχικό σχέδιο η σύνδεση αυτή θα πραγματοποιούνταν με την χρήση έξι κοχλιών διαμέτρου 10mm. Βάση των υπολογισμών κάτι τέτοιο εκτινάσσει τον συντελεστή ασφαλείας σε τιμή 35. Μειώνοντας τον αριθμό στους 4 κοχλίες το σύστημα επιτρέπει ακόμα έναν μεγάλο συντελεστή ασφαλείας μεγέθους 24 χωρίς όμως να επιτρέπει δημιουργία κενών στις επαπτόμενες επιφάνειες καθώς θα διατηρηθεί ένα περιστροφικό μοτίβο στους κοχλίες.



Εικόνα 2.13: Βίδες κεντρικού δίσκου

Ομοίως με το καρούλι θα ελεγχθεί και η συνδεσμολογία των στοιχείων αυτών. Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης είναι εμφανή ότι η κατασκευή μπορεί να φέρει με ευκολία το φορτίο που της ζητείται. Αν και ο συντελεστής ασφαλείας του συστήματος υπερβαίνει το 15 θα διατηρηθεί αυτός ο σχεδιασμός λόγω ευκολίας στην κατασκευή.



Εικόνα 2.14: Αναφορά κεντρικού δίσκου με συνδέσμους

Η σύνδεση του άξονα συνδέσμου με τον σύνδεσμο συμπλέκτη θα πραγματοποιηθεί όπως έχει προαναφερθεί με ρουλεμάν μονής κατεύθυνσης. Το εξάρτημα αυτό θα ληφθεί από προμηθευτή συμπεριλαμβανομένων και των αποτελεσμάτων του ελέγχου που έχει υποβληθεί.

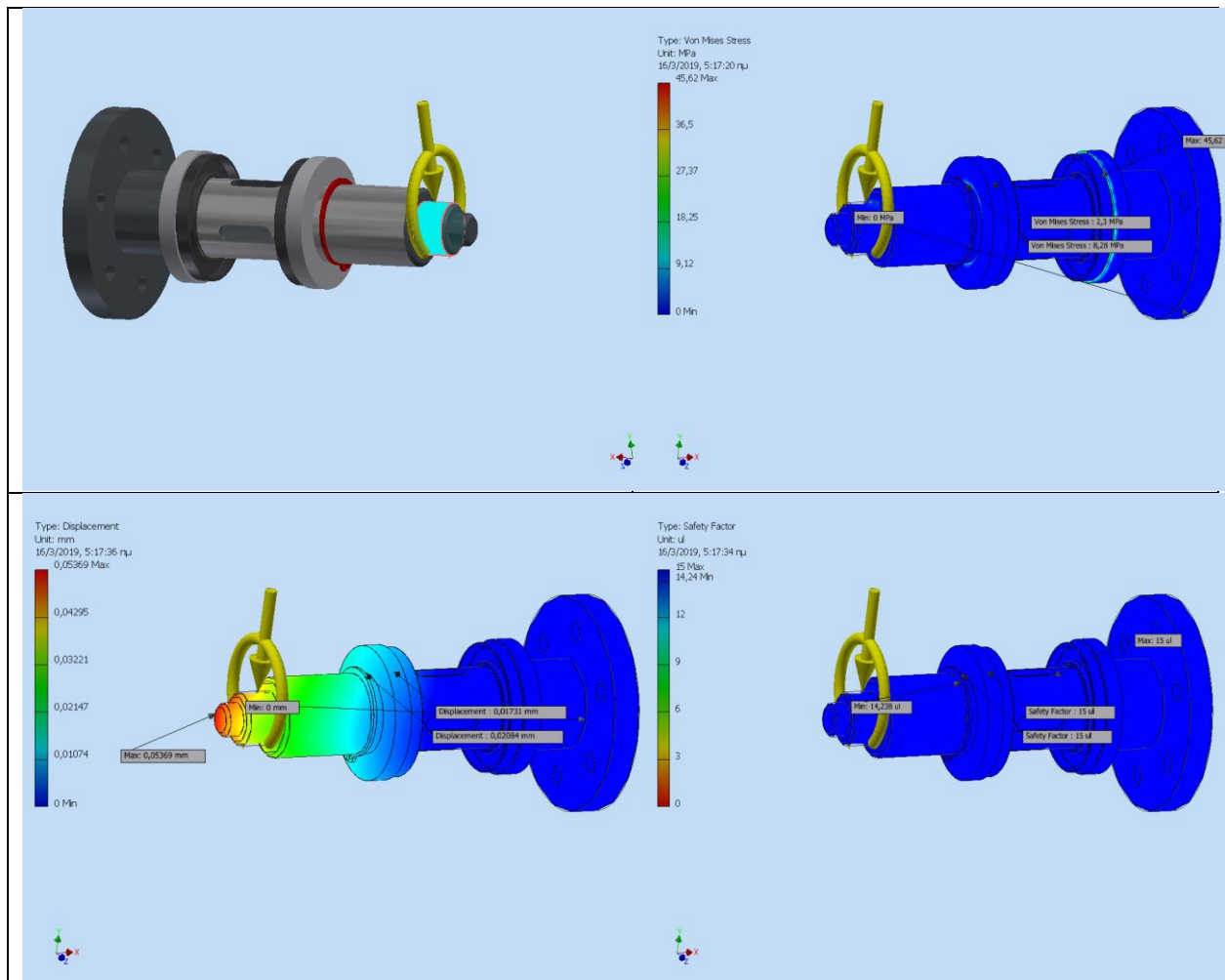
Type	Size	Bearing series	Bearing loads						Weight	Drag torque		
			$T_{KH}^{(1)}$ [Nm]	n_{max} [min ⁻¹]	D [mm]	L [mm]	b [mm]	t [mm]			C [kN]	C_0 [kN]
CSK..P ²⁾	12	6201	9,3	10000	32	10			6,1	2,77	0,04	0,7
	15	6202	17	8400	35	11			7,4	3,42	0,06	0,9
	17	6203	30	7350	40	12			7,9	3,8	0,070	1,1
	20	6204	50	6000	47	14			9,4	4,46	0,110	1,3
	25	6205	85	5200	52	15			10,7	5,46	0,140	2,0
	30	6206	138	4200	62	16			11,7	6,45	0,210	4,4
	35	6207	175	3600	72	17			12,6	7,28	0,300	5,8
	40	-	325	3000	80	22			15,54	12,25	0,5	7,0

Εικόνα 2.15: Ρουλεμάν μονής διεύθυνσης

Όπως φαίνεται από τον πίνακα για το ρουλεμάν 6206 που επιλέχτηκε η αντοχή του τόσο σε στατικό φορτίο όσο και στην ροπή που θα χρειάζεται να μεταφέρει υπερκαλύπτει τις απαιτήσεις. Η συναρμολόγηση του θα πραγματοποιηθεί με την χρήση σφηνών τόσο στον κινητήριο άξονα όσο και στον σύνδεσμο.

Αντίστοιχες θα είναι και οι διαστάσεις στο ρουλεμάν διπλής κατεύθυνσης που θα υπάρχει στον άξονα εισαγωγής.

Για τον άξονα εισαγωγής ο σχεδιασμός του εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από διαστάσεις συνεργαζόμενων τμημάτων. Πρέπει η διάμετρος της διόδου του ρευστού να είναι σταθερή στο μέγεθος 1 ½ ίντσας, ενώ οι εξωτερικοί διάμετροι πρέπει να συμβαδίζουν με τις διαστάσεις της αγοράς σε τσιμούχες στεγανοποίησης, ρουλεμάν, και ασφάλειας άξονα. Παράλληλα οφείλει να παρέχει αντοχή σε όλα τα πιθανά φορτία και να επιτρέπει στο εξωτερικό του άκρο την σύνδεση της ανέμης με τον μετρητή του οχήματος.



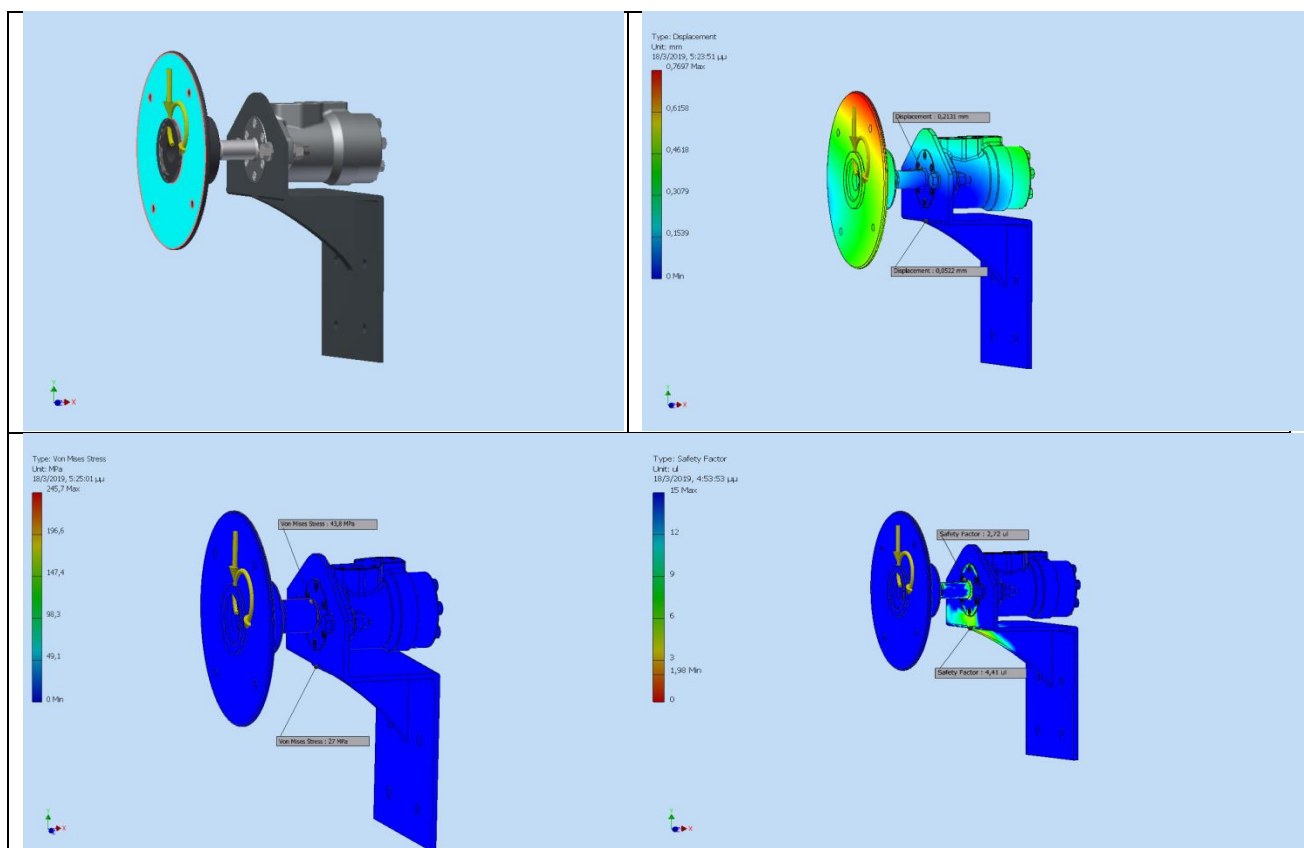
Εικόνα 2.16: Ανάλυση άξονα εισαγωγής

Είναι σημαντικό σε αυτό το τμήμα να υπάρχουν οι μικρότερες πιθανές μετατοπίσεις επιφανειών κατά μήκος του άξονα στην περιοχή όπου συνδέεται το περιστροφικό σύστημα. Όπως φαίνεται από το αποτέλεσμα η μεγαλύτερη μετατόπιση στο σημείο είναι 0,02mm. Με την ύπαρξη μεγάλων μετατοπίσεων στην περιοχή υπάρχει κίνδυνος διαρροής καυσίμου στο σημείο. Ένας ακόμη παράγοντας που

επηρεάζει τον σχεδιασμό του συγκεκριμένου τμήματος είναι ότι σε αυτό βρίσκεται το σημείο που χρειάζεται συχνότερα συντήρηση. Οι τσιμούχες στεγανοποίησης πρέπει να αλλάζονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα οπότε ο συντηρητής πρέπει να έχει εύκολη πρόσβαση σε αυτές.

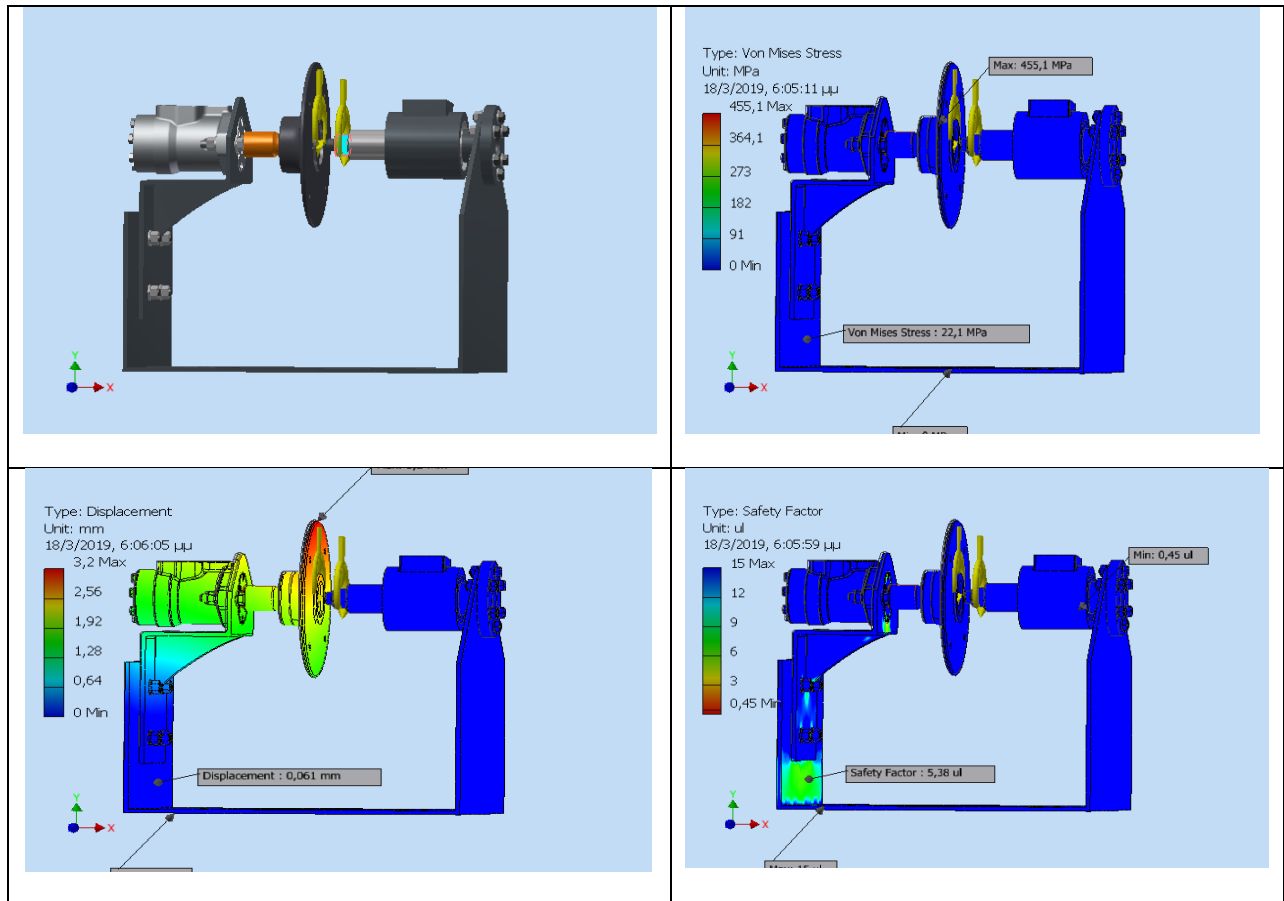
Τμήματα που επίσης θα ελεγχθούν είναι η βάση του κινητήρα και η βάση του συστήματος ανέμης. Με την ίδια μέθοδο όπως και στα υπόλοιπα από χυτοσίδηρο πάχους 6 mm τα τμήματα αυτά θα καταπονηθούν με τις ανάλογες τάσεις.

Για την βάση του υδραυλικού κινητήρα τα αποτελέσματα φαίνονται στην εικόνα 2.19. Για την σύνδεση του κινητήρα με το ρουλεμάν χρησιμοποιείται ειδικός σύνδεσμος ώστε να υπάρχει μεταβολή από την διάμετρο 25mm που έχει ο άξονας του κινητήρα στην διάμετρο 30mm του ρουλεμάν.



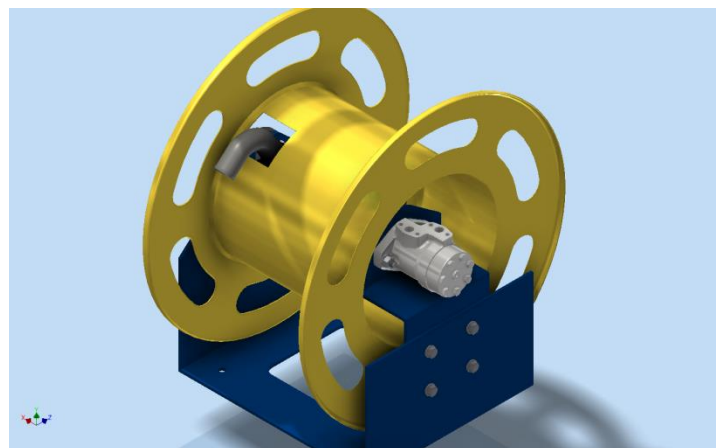
Εικόνα 2.17: Ανάλυση βάσης υδραυλικού κινητήρα

Τέλος θα ελεγχθεί ολόκληρη η συναρμολόγηση ασκώντας και στους δύο άξονες το πλήρες φορτίο ανεξάρτητα, για την διαβεβαίωση ότι δεν θα υπάρχουν καταστρεπτικά αποτελέσματα σε περίπτωση αστοχίας ή προσωρινής απουσίας (συντήρηση) ενός εκ των δύο.



Εικόνα 2.18: Ανάλυση βάσης με άξονες

Με την ολοκλήρωση του ελέγχου σε όλα τα τμήματα εύκολα διακρίνετε η ικανότητα του μοντέλου να φέρει τα απαιτούμενα φορτία ακόμα και με μεγάλες προσαυξήσεις. Αυτό βεβαιώνει τον πελάτη για την αντοχή της συσκευής ακόμα και σε κάποια λάθη του χειριστή ενώ παράλληλα διατηρεί απλές γεωμετρίες στα προϊόντα προς κατασκευή χωρίς να αυξάνει τον χρόνο και το κόστος που απαιτείται.



Εικόνα 2.19: Ολοκληρωμένο σύστημα ανέμης

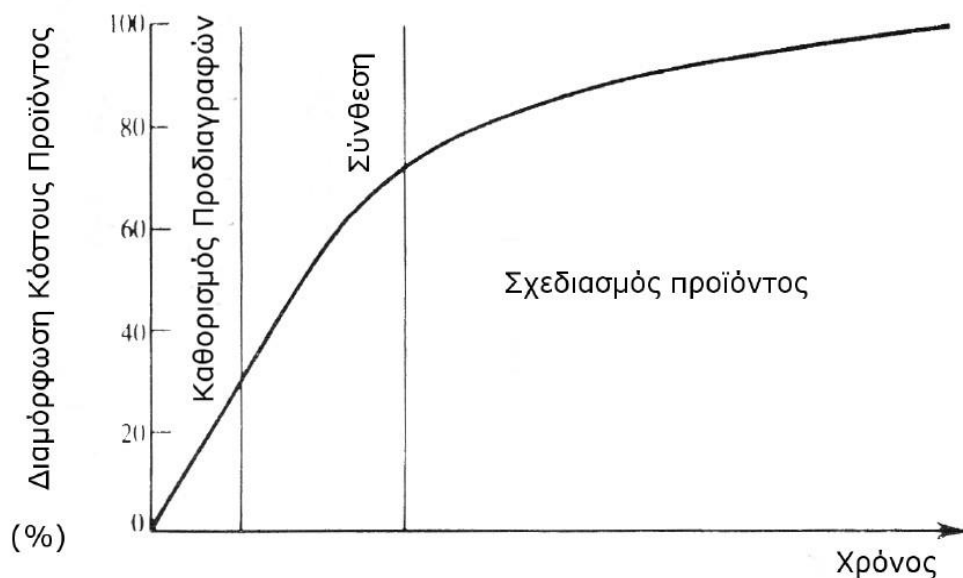
2.2.2 Βελτιστοποίηση σχεδιασμού

Κατά την διαδικασία ανάλυσης του σχεδιασμού έλαβε χώρα και η διαδικασία βελτιστοποίησης του σχεδίου με τις αλλαγές που έγιναν στις διαστάσεις ώστε να

αποφευχθεί η υπερ-διαστασιολόγηση, όπου αυτό ήταν δυνατόν, αλλά και για την κατάλληλη συνδεσμολογία ώστε να διευκολυνθεί η διαδικασία συναρμολόγησης και συντήρησης.

2.2.3 Αξιολόγηση σχεδιασμού

Για να χαρακτηριστεί επαρκής το νέο σχέδιο πρέπει να εμφανίζει τα χαρακτηριστικά για τα οποία υπήρξε η ανάγκη της δημιουργίας του. Το σχέδιο της συσκευής που μελετάται στην παρούσα εργασία πληροί όλες τις προϋποθέσεις που απαιτούσε η ανάγκη της δημιουργίας του. Μηχανικά μπορεί να ανταπεξέλθει σε όλα τα φορτία που ελέγχθηκε, νομοθετικά ανταποκρίνεται στους κανονισμούς που το ορίζουν και τεχνικά δεν απαιτεί περίπλοκες κατασκευές. Ο σχεδιασμός είναι σημαντικός παράγοντας στο τελικό κόστος του προϊόντος. Στο σχήμα της εικόνας 2.20 φαίνεται το ποσοστό διαμόρφωσης του τελικού κόστους ενός τυπικού προϊόντος σε συνάρτηση των διαφόρων σταδίων σχεδιασμού και παραγωγής. Είναι εμφανές ότι οι αποφάσεις που λαμβάνονται μετά την σύνθεση του σχεδίου επηρεάζουν μόνο το 25% του τελικού κόστους.



Εικόνα 2.20: Διαμόρφωση τελικού κόστους

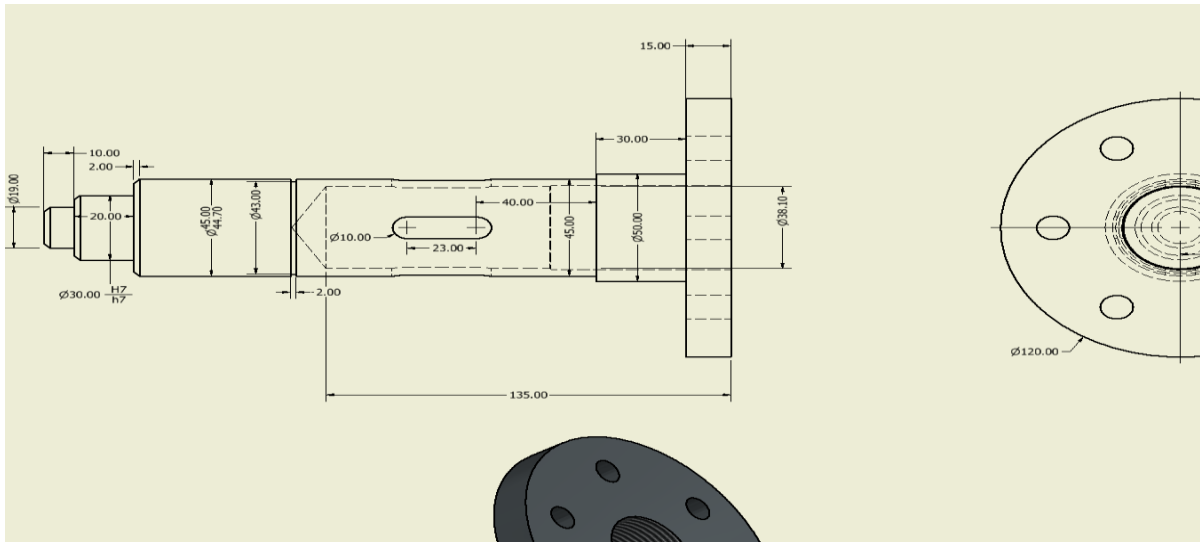
2.2.4 Τεκμηρίωση και επικοινωνία

Η τελική αυτή φάση του σχεδιασμού αναφέρεται στην παρουσίαση της ολοκληρωμένης σχεδιαστικής λύσης. Συνήθως κατασκευάζεται το πρωτότυπο προϊόν που θα πρέπει να επιβεβαιώσει τα αποτελέσματα του ψηφιακού μοντέλου. Σκοπός είναι η δημιουργία λεπτομερών κατασκευαστικών σχεδίων και οδηγιών παραγωγής του προϊόντος εφόσον αποδεικνύεται ότι υπάρχει η απαιτούμενη λειτουργικότητα του. Στη φάση αυτή δημιουργείται δηλαδή η βάση των δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν για την υλοποίηση της σχεδιαστικής λύσης που τελικά επιλέχθηκε, για την παραγωγή δηλαδή του συγκεκριμένου προϊόντος.

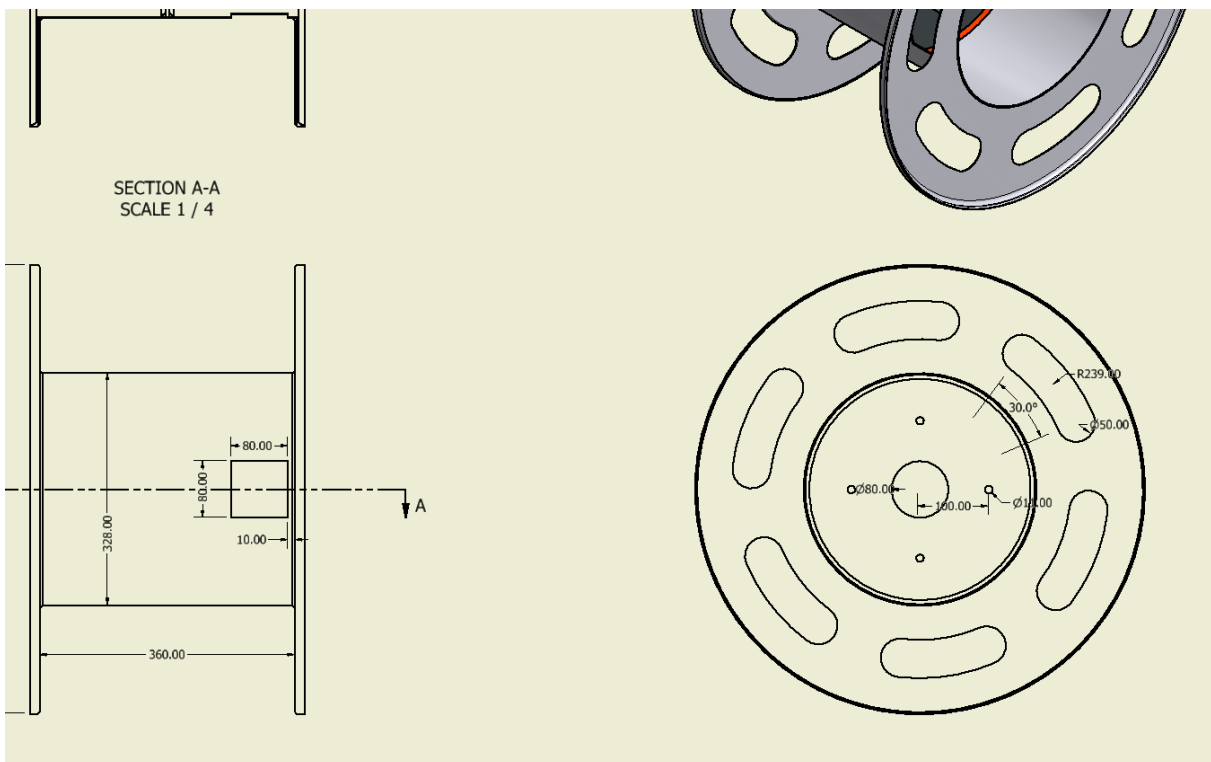
Αναφερόμενοι στην ανέμη που σχεδιάστηκε στο παρόν τεύχος θα συμπληρωθεί πίνακας με ομάδες των υλικών σε δύο βασικές κατηγορίες. Η κατηγορία Α είναι τα προϊόντα που θα έρθουν από προμηθευτές ολοκληρωμένα και Β η κατηγορία με τα προϊόντα που χρειάζονται επεξεργασία στον χώρο της παραγωγικής μονάδας. Ο πίνακας αυτός θα είναι μέρος του φακέλου που θα αφορά το σύστημα της ανέμης. Στον ίδιο φάκελο θα υπάρχουν πλήρως τα μηχανολογικά σχέδια από όλα τα τμήματα του συστήματος. Ακόμη χρειάζονται οδηγίες για τις επεξεργασίες που θα λάβουν χώρα καθώς και οδηγίες συναρμολόγησης. Ενδεικτικά ο πίνακας 2.3 χωρίζει τα προϊόντα βάση αυτών των δύο κατηγοριών. Ο διαχωρισμός μπορεί να συμβεί σε πολλά επίπεδα. Μια ακόμη συχνή μέθοδος κατηγοριοποίησης είναι με βάση το σχήμα και το μέγεθος των προϊόντων. Ακόμη γίνεται να πραγματοποιηθεί διαχωρισμός ανάλογα του τύπου επεξεργασίας που χρειάζεται κάθε τμήμα. Έτσι το κάθε κομμάτι μπορεί να χαρακτηρίζεται από την εργαλειομηχανή που θα του δώσει την τελική του μορφή. Η τελική απόφαση για τις επιλογές αυτές δίνεται κατά την διαδικασία του σχεδιασμού παραγωγής.

Τα μηχανολογικά σχέδια που θα εντάσσονται στον φάκελο πρέπει να έχουν επαρκή διαστάσεις και όψεις. Βοηθητικό είναι να σημειώνονται οι διαστάσεις που θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία στην ακρίβεια τους όπως είναι η διάμετρος εδράνων ρουλεμάν σε άξονες ή πιθανές συναρμογές.

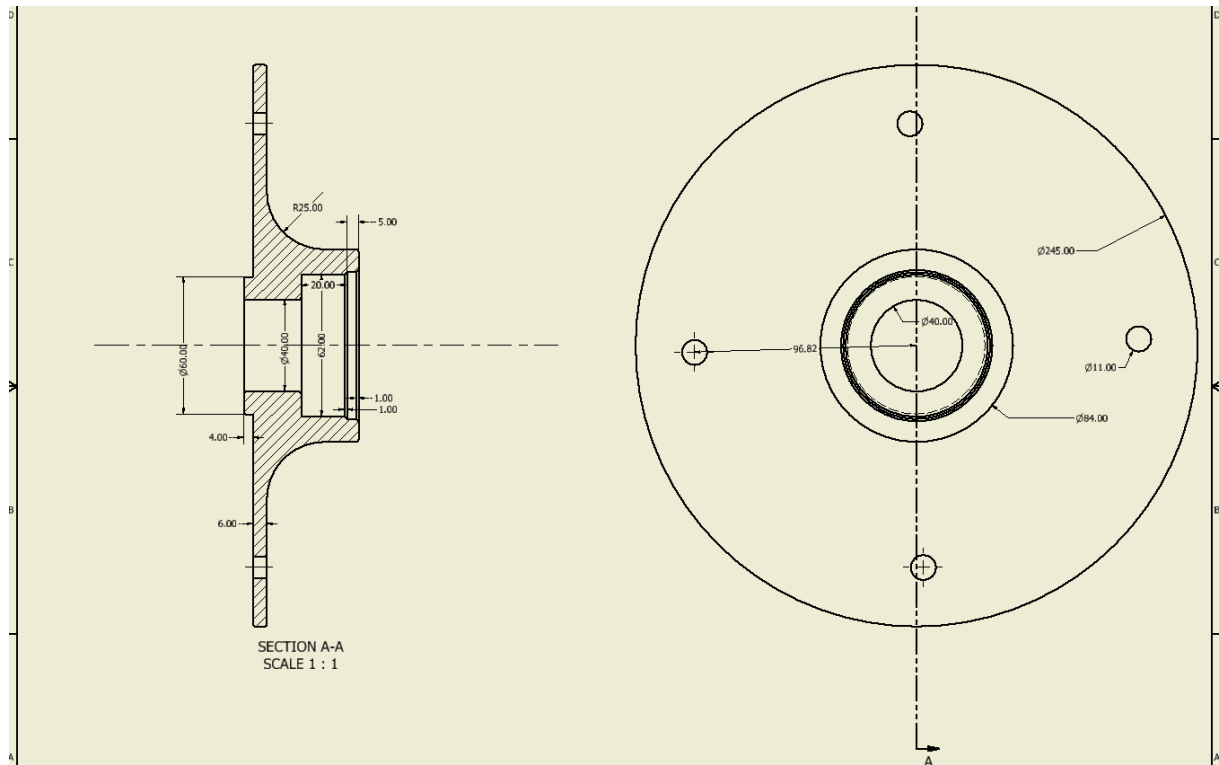
Ενδεικτικά τμήματα από σχέδια με τις διαστάσεις τους φαίνονται στις εικόνες 2.21 – 2.22. - 2.23.



Εικόνα 2.21: Μέρος μηχανολογικού σχεδίου άξονα εισαγωγής



Εικόνα 2.22: Μέρος μηχανολογικού σχεδίου τυμπάνου



Εικόνα 2: Μέρος μηχανολογικού σχεδίου συνδέσμου εισαγωγής

Πίνακας 2.2: Τμήματα συναρμολόγησης ανέμης με υδραυλικό κινητήρα

Όνομα	ποσότητα	κωδικός	επεξεργασία
τύμπανο	1	(εσωτερικός κωδικός)	B
πλαϊνό τυμπάνου	2	(εσωτερικός κωδικός)	B
κεντρικός δίσκος	1	(εσωτερικός κωδικός)	B
άξονας εισαγωγής	1	(εσωτερικός κωδικός)	B
περιστροφικό	1	(εσωτερικός κωδικός)	B
ασφάλεια άξονα	1	DIN 471-45*1,75	A
τσιμούχα στεγανοποίησης	2	DIN 3760-AS-45*72*8	A
ρουλεμάν περιστροφικού	2	DIN 625 SKF 16009	A
φλάτζα φελού	1	(εσωτερικός κωδικός)	A
βίδες (έξοδος- περιστροφικό)	4	ISO 4017 M8*25	A
ροδέλες (έξοδος- περιστροφικό)	4	ISO 7089-8-140 HV	A
σύνδεσμος εξόδου	1	(εσωτερικός κωδικός)	B
σφυκτήρας φ 1 1/2 ίντσας	1	(εσωτερικός κωδικός)	A
σύνδεσμος εισαγωγής	1	(εσωτερικός κωδικός)	B
ρουλεμάν διπλής κατεύθυνσης	1	6206-2LS	A
σύνδεσμος συμπλέκτη	1	(εσωτερικός κωδικός)	B
ρουλεμάν κασάνια	1	CSK PP 6206	A
σύνδεσμος μοτέρ-ρουλεμάν	1	(εσωτερικός κωδικός)	B
βάση Z υδραυλικού μοτερ	1	(εσωτερικός κωδικός)	B
βίδες (βάση-μοτέρ)	2	ISO 4014 M12*50	A
ροδέλες (βάση-μοτέρ)	4	ISO 7089-12-140 HV	A
παξιμάδια (βάση μοτέρ)	2	ISO 4032-M12	A
σφήνα	1	GB/T 1096 A 8*7*32	A
σφήνα	1	GB/T 1096 A 8*7*18	A
σφήνα	1	GB/T 1096 A 6*6*16	A
βίδες (κεντρικός δίσκος)	4	ISO 4018- M10*35	A
ροδέλες (κεντρικός δίσκος)	8	ISO 7089-10-140 HV	A
παξιμάδια (κεντρικός δίσκος)	4	ISO 4032-M10	A
βίδες (Z-βάση)	4	ISO 4018- M10*35	A
ροδέλες (Z-βάση)	8	ISO 7089-10-140 HV	A
παξιμάδια (Z-βάση)	4	ISO 4032-M10	A
βάση ανέμης	1	(εσωτερικός κωδικός)	B
υδραυλικό μοτέρ 80 cc	1		A
*A: έτοιμο από προμηθευτή			
*B: απαιτείτε επεξεργασία			

3. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

3.1 ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Με την ολοκλήρωση της σύνθεσης και της ανάλυσης του προϊόντος το επόμενο στάδιο είναι η διαδικασία κατασκευής. Η σωστή οργάνωση στο στάδιο αυτό μπορεί να μεγιστοποιήσει την αποδοτικότητα της παραγωγικής μονάδας αλλά και να μειώσει το τελικό κόστος του παραγόμενου προϊόντος.

Αυτό το στάδιο θα χωριστεί στα εξής βήματα:

- i. **Σχεδιασμός διαδικασιών παραγωγής.** Εδώ οφείλουμε να ορίσουμε τις διαδικασίες που θα πράξει το κάθε τμήμα της επιχείρησης (όπως προμήθειες υλικών, λειτουργία εργαλειομηχανών συντήρηση και προμήθεια νέων εργαλείων κ.α.) καθώς και ολοκληρωτικά την μέθοδο της κάθε επεξεργασίας που απαιτείται.
- ii. **Παραγωγή.** Σε αυτό το βήμα λαμβάνει χώρα η υλοποίηση του σχεδίου που επιλέχθηκε.
- iii. **Ποιοτικός έλεγχος.** Ένα σημαντικότατο μερίδιο στις βιομηχανίες έχει ο ποιοτικός έλεγχος όπου μπορούμε να συγκρίνουμε το τελικό αποτέλεσμα μας με το επιθυμητό. Έτσι έχουμε την ικανότητα να κάνουμε διορθώσεις στις διαδικασίες ή ακόμα και να αποτρέψουμε την διανομή προϊόντων ακατάλληλων να βγουν στην αγορά.
- iv. **Συσκευασία και διάθεση στην αγορά.** Τελευταίο βήμα για το προϊόν μέσα στην επιχείρηση.

Η υλοποίηση ενός προϊόντος απαιτεί την συνδυασμένη εφαρμογή ενέργειας, εργαλείων, εξοπλισμού και ανθρώπινης εργασίας. Πλέον το ποσοστό της ανθρώπινης ενέργειας που δαπανάται για τον έλεγχο τον σχεδιασμό και την επίβλεψη της κατασκευαστικής διαδικασίας είναι κατά πολύ μεγαλύτερο από αυτό που δαπανάται στην επεξεργασία των πρώτων υλών.

Η κατασκευαστική διαδικασία στα περισσότερα προϊόντα αποτελείται από περισσότερα του ενός σταδίου και σχετίζονται με τις απαιτήσεις που θέτει το μηχανολογικό σχέδιο του προϊόντος. Από αυτές τις διαδικασίες υπάρχουν δύο παράγωγα. Το τελικό προϊόν αλλά και τα απόβλητα που δημιουργούνται κατά την επεξεργασία, συνυπολογίζοντας και τα ελαττωματικά προϊόντα που δεν δέχονται διόρθωση. Η ελαχιστοποίηση και η εκμετάλλευση αυτών των αποβλήτων αποτελεί βασικό στόχο της διοικητικής επιστήμης αλλά και των επιστημών που ασχολούνται με τη μελέτη και βελτίωση των κατασκευαστικών μεθόδων.

Η μεταποίηση των πρώτων υλών στο τελικό προϊόν από οικονομικής πλευράς είναι μια διαδικασία που προσθέτει αξία στις πρώτες ύλες. Για πολλά προϊόντα αυτή

η διαδικασία αυξάνει κατά πολύ την τελική τους τιμή ανάλογα το υλικό που θα χρησιμοποιηθεί, την πολυπλοκότητα των επιφανειών ακόμη και την απαιτούμενη τεχνογνωσία. Σημαντικό παράγοντα για την επιλογή της κατάλληλης διαδικασίας επεξεργασίας των πρώτων υλών είναι οι ιδιότητες του υλικού, η ακρίβεια που απαιτείται και οι ποιότητα επιφάνειας. Επιπλέον παράγοντες που επηρεάζουν το τελικό κόστος είναι ο χρόνος και ο όγκος παραγωγής.

Συνήθως η διαδικασία παραγωγής ενός προϊόντος αποτελείται από μία Πρωτεύουσα μέθοδο επεξεργασίας, μία ή περισσότερες δευτερεύουσες μεθόδους επεξεργασίας, κάποια μέθοδο βελτίωσης μηχανικών ιδιοτήτων (π.χ. θερμική επεξεργασία) και την τεχνική τελειοποίησης. Η επιλογή πρωτεύουσας και δευτερεύουσας μεθόδους είναι άμεσα συνδεδεμένες. Για παράδειγμα ένα προϊόν χύτευσης συχνά ακολουθείται από κάποια μορφή κοπής. Με αυτή την μέθοδο αποφεύγεται η δημιουργία μεγάλου όγκου αποβλήτων που θα μπορούσε να παράγει η δημιουργία του ίδιου προϊόντος αποκλειστικά με την χρήση μεθόδου κοπής. Σε αυτή την περίπτωση συναντώνται δύο κατηγορίες κατεργασιών. Η κατηγορία **net shape process** όπου υπάρχει η ελάχιστη απώλεια πρώτης ύλης προσφέροντας με την πρωτεύουσα μέθοδο επεξεργασίας την τελική μορφή στο προϊόν και η κατηγορία **near net shape process** όπου απαιτείται δεύτερο στάδιο επεξεργασίας.

Πίνακας 3.1: Τυπικές διαδικασίες κατασκευής προϊόντων

Πρωτεύουσα μέθοδος	Δευτερεύουσα μέθοδος	Μέθοδος βελτίωσης ιδιοτήτων	Τεχνική Τελειοποίησης
Χύτευση σε άμμο	Κοπή, Λείανση	(προαιρετική)	Βαφή
Χύτευση με πίεση	(Δεν απαιτείται συνήθως)	(προαιρετική)	Βαφή
Έγχυση με πίεση	(Δεν απαιτείται συνήθως)	(καμία)	(καμία)
Έγχυση με πίεση	Φύσημα σε καλούπια	Θερμική επεξεργασία	(καμία)
Διέλαση φύλλων	Διάτμηση, Πρεσάρισμα	(καμία)	Επιμετάλλωση, Βαφή
Σφυρηλάτηση	Κοπή	(καμία)	Επιμετάλλωση, Βαφή
Διέλαση ράβδων	Κοπή	Θερμική επεξεργασία	Επιμετάλλωση, Βαφή
Παραγωγή κόκκων	Συμπύκνωση κόκκων με μήτρες	Συσσωμάτωση	Βαφή
Εξέλαση νήματος	Τριδιάστατη εκτύπωση	(καμία)	Βαφή

Οι διαδικασίες βαφής και λείανσης επιφάνειας ονομάζονται εργασίες φινιρίσματος και συνήθως αποτελούν το τελευταίο στάδιο επεξεργασίας. Συνολικά όλες οι διαδικασίες επεξεργασίας συμπεριλαμβάνονται στο φύλο εργασιών του κάθε προϊόντος με όλες τις τεχνικές πληροφορίες που απαιτούνται, όπως ο εξοπλισμός και η μεθοδολογία δεσίματος στις εργαλειομηχανές.

Αντίστοιχα λειτουργεί και η διαδικασία συναρμολόγησης η οποία μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε σε μία γραμμή συναρμολόγησης είτε σε τμηματικές ομάδες συναρμολόγησης υποσυστημάτων.

3.2 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Έχοντας διαχωρίσει τα προϊόντα που θα συμπεριληφθούν στην συναρμολόγηση του συστήματος ανέμης στις δύο κατηγορίες του πίνακα 2.2, το επόμενο βήμα είναι ο σχεδιασμός διαγραμμάτων ροής που θα καθορίζουν την σειρά επεξεργασίας για το κάθε τμήμα στην παραγωγική μονάδα. Οι κατηγορίες των επεξεργασιών χωρίζονται βάση των εργαλειομηχανών και εργαλείων της παραγωγικής μονάδας αντιστοιχώντας έναν αριθμό σε κάθε στάδιο κατεργασίας.

1. Χύτευση σε καλούπι.
2. Κοπή laser.
3. Τόρνος.
4. Φρέζα.
5. Δράπανο.
6. Μηχανή ρεκτιφιέ.
7. Ηλεκτροσυγκόλληση.
8. Πρέσα – κούρμπα.
9. Φινίρισμα.
10. Βαφή.

Για παράδειγμα για την δημιουργία του καρουλιού η ροή των εργασιών θα είναι η εξής



Εικόνα 3: Διάγραμμα ροής παραγωγικής διαδικασίας για το προϊόν "Καρούλι"

Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι αν και δεν φαίνεται στο διάγραμμα ο ποιοτικός έλεγχος του προϊόντος αυτός πρέπει να λαμβάνει χώρα μετά από κάθε φάση της διαδικασίας και για όλα τα κομμάτια που θα παραχθούν. Αν και η απόδοση ακρίβειας μιας κοπής laser μπορεί να φτάσει μέχρι κάποιες δεκάδες μm οι επόμενες διαδικασίες δεν δίνουν το ίδιο εύκολα αυτή την ακρίβεια.

Ένα πιο σύνθετο προϊόν που χρειάζεται να κατασκευαστεί για την συναρμολόγηση της ανέμης είναι ο άξονας εισαγωγής. Για την παραγωγή του το διάγραμμα ροής θα έχει περισσότερα στάδια καθώς απαιτείται μεγαλύτερος αριθμός εργαλείων και η μορφολογία του έχει περισσότερες επιφάνειες κατεργασίας.



Εικόνα 4: Διάγραμμα ροής παραγωγικής διαδικασίας για τον άξονα εισαγωγής

Αν η αγορά επιβάλει ταχύτερους ρυθμούς παραγωγής ώστε το προϊόν να χρειάζεται να ενταχτεί σε κάποια σταθερή γραμμή παραγωγής τότε θα ήταν φρόνιμο να υπάρχει διαχωρισμός βάση κατεργασιών και όχι βάση τμημάτων των προϊόντων.

Για παράδειγμα θα πρέπει να υπάρχει κάποιος χειριστής στην κοπή laser ο οποίος θα πρέπει να παράγει όλα τα αναπτύγματα που θα παραχθούν από φύλλα χυτοσίδηρου, την βάση της ανέμης, τα τμήματα του καρουλιού και τις βάσεις των κινητήρων. Ανάλογα με την επόμενη κατεργασία που απαιτείται τα τμήματα αυτά θα μεταβούν στο αντίστοιχο τμήμα για ηλεκτροσυγκόλληση ή βαφή. Ομοίως το χυτήριο θα μεταβιβάζει τα παραγόμενα προϊόντα του αντίστοιχα στον χειριστή του τόννου ή της φρέζας ανάλογα των δευτερευόντων κατεργασιών.

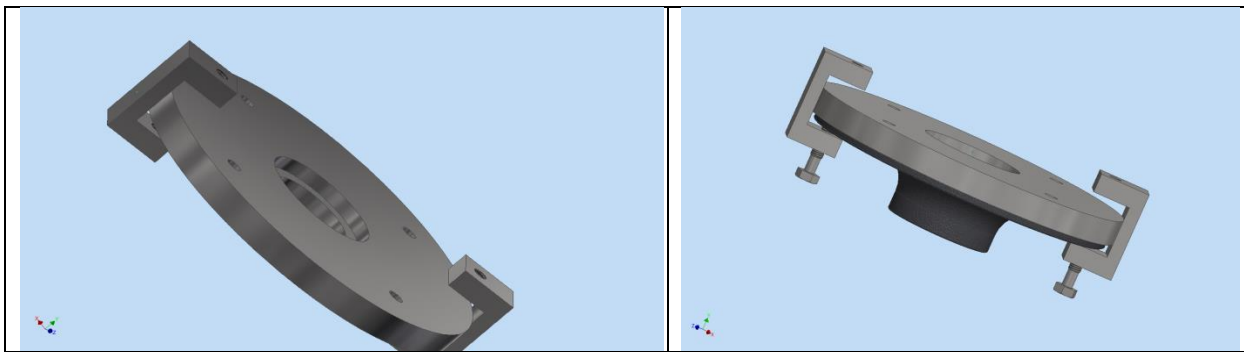
Σε αυτήν την περίπτωση η ανθρώπινη εργασία μπορεί να καταλήξει σε ρουτίνα η οποία με το πέρασ του χρόνου να γίνει κουραστική για τους εργάτες. Αυτό συχνά έχει σαν αποτέλεσμα τον αποσυντονισμό του προσωπικού από την εργασία του δημιουργώντας ευνοϊκές συνθήκες λάθους. Αν η τεχνογνωσία του προσωπικού το επιτρέπει θα ήταν ορθό ανά διαστήματα να γίνονται αλλαγές στις θέσεις εργασίας ώστε να υπάρχει μια ποικιλία δραστηριοτήτων που δεν κάνει την εργασία ανίερη αλλά δίνει έναν πιο δημιουργικό χαρακτήρα. Ακόμη με αυτήν την μέθοδο οι τεχνίτες μπορούν να κατανοήσουν σε μεγαλύτερο ποσοστό την χρησιμότητα κάθε διαδικασίας που πραγματοποιείται για το κάθε προϊόν καθώς μπορεί να αντιληφθούν δυσκολίες που ενδέχεται να δημιουργούνται σε επόμενες φάσεις.

3.3 ΠΑΡΑΓΩΓΗ

Σε αυτό το στάδιο γίνεται πραγματικότητα η έως τώρα μελέτη. Οι τεχνίτες αναλαμβάνουν να δώσουν υλική υπόσταση στον σχεδιασμό που πραγματοποιήθηκε. Θα ήταν μεγάλο σφάλμα όμως αν σκεφτεί κάποιος αυτή την διαδικασία σαν έναν μονόδρομο που δεν επιτρέπει επικοινωνία με άλλες φάσεις. Η ανάδραση από την παραγωγική διαδικασία μπορεί να είναι σημαντικός παράγοντας στην ταχύτητα και το κόστος κατασκευής ενός σχεδίου. Αλλαγές τόσο στην διαδικασία όσο και στο αρχικό σχέδιο μπορεί να πραγματοποιηθούν από την διεργασία αυτή. Ο επιβλέπων της παραγωγής οφείλει να ακούει πιθανές παρατηρήσεις των τεχνικών που ασχολούνται με την παραγωγή και να τις λάβει υπ' όψιν. Ακόμη ο τεχνικός ασφαλείας είναι ένα στέλεχος της διεργασίας με μεγάλη βαρύτητα στον χώρο. Η εκμηδένιση εργατικών ατυχημάτων είναι σημαντικός στόχος πλέον την βιομηχανία.

Από την διαδικασία παραγωγής της ανέμης σε παραγωγική μονάδα εντοπίστηκαν περιπτώσεις όπου η χρήση κάποιων πρόσθετων εξαρτημάτων θα μπορούσε να παρέχει άνεση, ταχύτητα και μείωση της πιθανότητας εσφαλμένων τεμαχίων. Πρόσθετα εργαλεία που με την χρήση τους βοηθούν αυτούς τους σκοπούς είναι κάποια καλίμπρα που κατασκευάστηκαν για την ομοιομορφία των απαιτούμενων διατρήσεων σε δευτερεύουσες διαδικασίες. Με αυτή την μέθοδο διαβεβαιώνεται η ακρίβεια σε κάποιες κατεργασίες μειώνοντας αισθητά τον χρόνο που απαιτείται εν απουσία τους.

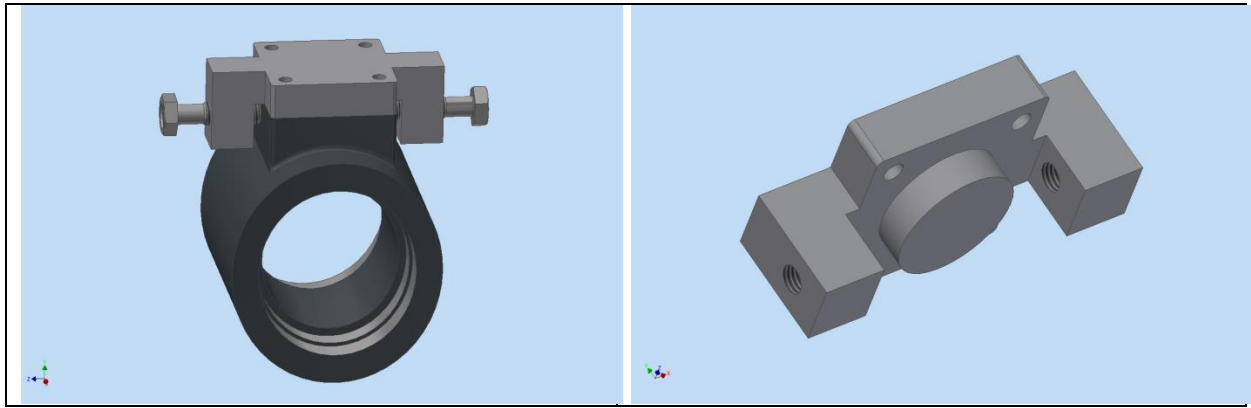
Κάποια από αυτά φαίνονται στην συνέχεια ξεκινώντας με ένα εξάρτημα που κατασκευάστηκε προκειμένου οι τέσσερις διατρήσεις που γίνονται στους συνδέσμους εισαγωγής και συμπλέκτη να συμπίπτουν μεταξύ τους αλλά και με τις οπές που δημιουργούνται από το κοπτικό laser στον κεντρικό δίσκο. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως η ακρίβεια της κοπής laser είναι εξαιρετικά ικανοποιητική για την κατασκευή οπότε με την προσαύξηση της διαμέτρου της οπής κατά 1mm από την ονομαστική διάμετρο του κοχλίου βεβαιώνεται η άνεση στην συναρμολόγηση. Για τους συνδέσμους θα θεωρηθεί σαν επιφάνεια ελέγχου η εσωτερική κυλινδρική επιφάνεια η οποία έχει δημιουργηθεί στον τόρνο. Μια απλή διάταξη όπως φαίνεται στην εικόνα 3.3 επιτρέπει την δημιουργία των τεσσάρων διατρήσεων αποτρέποντας την παρουσία έκκεντρης περιστροφής στο σύστημα.



Εικόνα 3.3: Καλίμπρο συνδέσμων εισαγωγής-συμπλέκτη

Το εξάρτημα αυτό έχει την δυνατότητα να προσδένεται και στους δύο συνδέσμους εκατέρωθεν ανάλογα με ποιόν θέλει ο χρήστης να επεξεργαστεί. Δένεται στο τραπέζι του δραπάνου και οι υπάρχουσες οπές του λειτουργούν σαν οδηγί για το κοπτικό εξαλείφοντας τον χρόνο που χρειάζεται ο χειριστής να μηδενίσει την μηχανή και να υπολογίσει αποστάσεις. Οι κοχλίες περιστρεφόμενοι μέσα από το σπείρωμα που υπάρχει μπορούν να συγκρατούν το καλίμπρο και το παραγόμενο κομμάτι σταθερά.

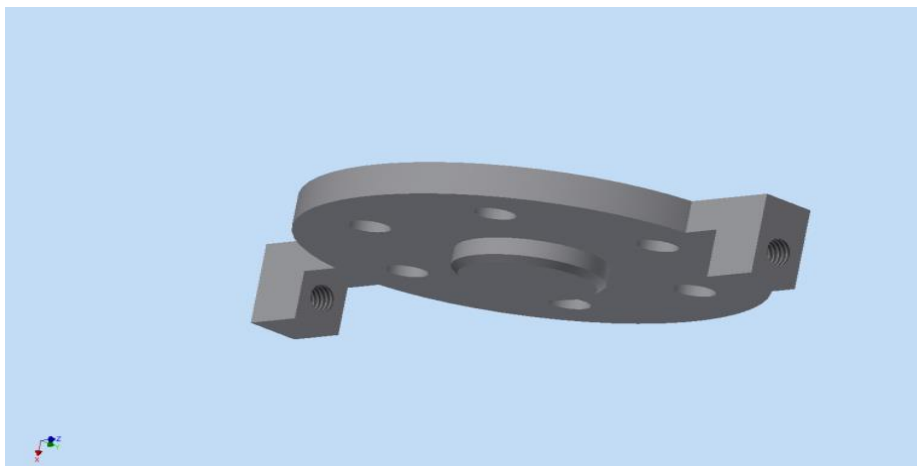
Ομοίως κατασκευάστηκε και για το «περιστροφικό» προκειμένου οι τρύπες για το σπείρωμα με τις τρύπες του συνδέσμου εξόδου να συμπίπτουν.



Εικόνα 5.4: Καλίμπρο περιστροφικού

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η διάμετρος στις τρύπες του καλίμπρου είναι 6,6mm. Αυτό συμβαίνει γιατί αυτή είναι η αρχική διάμετρος που πρέπει να δημιουργηθεί ώστε έπειτα με σπειροτόμο M8x1.25 να δοθεί η τελική μορφή στο εσωτερικό σπείρωμα. Σε αυτήν την περίπτωση το εξάρτημα αυτό αποτρέπει τον χρήστη να χρησιμοποιήσει μεγαλύτερης διαμέτρου κοπτικό που θα κατέστρεφε ένα κομμάτι που χρειάστηκε χρονοβόρα επεξεργασία μέχρι αυτό το στάδιο. Για την βάση του συνδέσμου εξόδου δημιουργούνται αρχικά οι διάμετροι 6,6mm και στην συνέχεια με κοπτικό 9mm θα τους δοθεί η τελική τους διάσταση.

Τέλος θα κατασκευαστεί ακόμη ένα καλίμπρο για την σύνδεση του άξονα εισαγωγής με την βάση της ανέμης. Με την χρήση του οι έξι περιμετρικές διατρήσεις του θα είναι ομοίως με προηγουμένως στην σωστή θέση βάσει της οπής εισόδου του ρευστού. Το ίδιο καλίμπρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στην δημιουργία φλάντζας σύνδεσης για τον αγωγό που μεταβιβάζει το ρευστό από τον μετρητή στην ανέμη.



Εικόνα 3.5: Καλίμπρο άξονα εισόδου

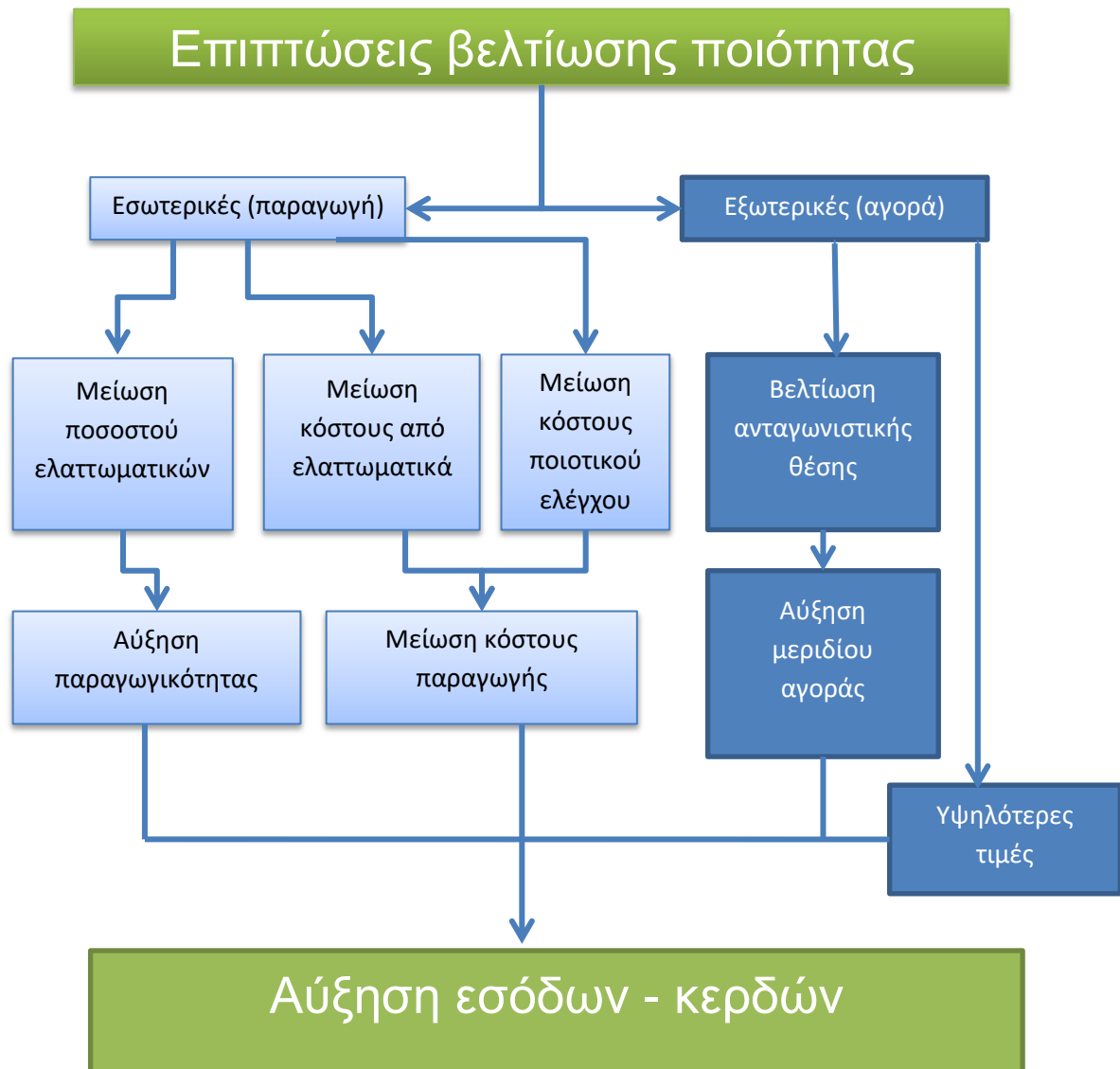
Η χρήση των παραπάνω εξαρτημάτων στην διαδικασία παραγωγής επιτρέπει κατεργασίες σε χειροκίνητες εργαλειομηχανές προσφέροντας την απαιτούμενη ακρίβεια του σχεδίου. Αυτό συνεπάγεται ότι δεν θα χρειάζεται στην διαδικασία παραγωγής να καταναλώνεται χρόνος λειτουργίας κάποιας σύγχρονης μηχανής η οποία μπορεί να πραγματοποιεί πιο σύνθετες διεργασίες. Επίσης η ακρίβεια που προσδίδουν στο προϊόν επιτρέπει την χρήση κάθε παραγόμενου κομματιού σε κάθε συναρμολόγηση.

3.4 ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ – ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Η διαδικασία της συναρμολόγησης εμπεριέχει από την φύση της μια μορφή ποιοτικού ελέγχου. Τμήματα που αδυνατούν να συνεργαστούν για την συναρμολόγηση του προϊόντος υποδηλώνουν αστοχία σε κάποια παραγωγική διαδικασία. Μια συσκευή που μεταφέρει πετρελαιοειδή καύσιμα είναι λογικό ότι δεν επιτρέπεται να συμπεριλαμβάνει ελαττωματικά τμήματα. Για τον λόγο αυτό καθ' όλη την παραγωγική διαδικασία πραγματοποιείται 100% ποιοτικός έλεγχος σε κάθε παραγόμενο προϊόν. Δικλίδα ασφαλείας του ελέγχου αυτού είναι η απαίτηση κατά την συναρμολόγηση να εξασφαλίζεται η σωστή συνεργασία των τμημάτων της συσκευής. Χαρακτηριστικό παράδειγμα στην ανέμη που σχεδιάζεται είναι η επιβεβαίωση της στεγανοποίησης που απαιτείται μεταξύ του περιστροφικού και του άξονα εισαγωγής. Η σύνδεση αυτών των τμημάτων θα πραγματοποιηθεί σε ξεχωριστή διαδικασία συναρμολόγησης και θα ελέγχεται. Όταν τοποθετηθεί το περιστροφικό στον άξονα με τις τσιμούχες στεγανοποίησης τα ρουλεμάν και την ασφάλεια του άξονα θα δοκιμαστεί σε συνθήκες πίεσης. Κάθε συναρμολόγηση θα φράζεται στην έξοδο της και θα γεμίζει στο εσωτερικό της με πετρέλαιο. Στην είσοδο του θα τοποθετείτε φλάντζα που θα μπορεί να παρέχει στο σύστημα αέρα υπό πίεση από το δίκτυο της παραγωγικής μονάδας με πίεση μεγαλύτερη από την πιθανή έξοδο της αντλίας του βυτιοφόρου οχήματος (συνήθως δεν υπερβαίνει τα 6 bar). Οπτικά ελέγχεται η λειτουργία σε κάθε τσιμούχα στεγανοποίησης περιστρέφοντας πλήρως το κινούμενο μέρος. Μόνο αν δεν υπάρχει καμία διαρροή μπορεί να μεταβεί το σύστημα για την πλήρη συναρμολόγηση. Σε αντίθετη περίπτωση πραγματοποιείται έλεγχος στα επιμέρους κομμάτια με τις απαιτούμενες διορθώσεις, όπου αυτό είναι εφικτό, ή αντικατάσταση. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι να κριθεί το σύστημα σαν ολοκληρωμένο ή θεωρηθεί ότι είναι κατεστραμμένο.

Η διαδικασία της συναρμολόγησης οφείλει να είναι διατυπωμένη στον φάκελο του προϊόντος της παραγωγικής μονάδας και φυσικά να έχει δοθεί λεπτομερώς στο τμήμα συναρμολόγησης. Βοηθητικό θα ήταν να αναφέρονται τα εργαλεία και οι μηχανές που χρειάζονται σε κάθε βήμα αλλά και συνολικά. Όπως και στην παραγωγική διαδικασία ομοίως και σε αυτό το βήμα μπορούν να δημιουργηθούν συσκευές οι οποίες θα βοηθούν την διαδικασία μειώνοντας τον απαιτούμενο χρόνο αλλά και αποτρέποντας λάθη του χειριστή.

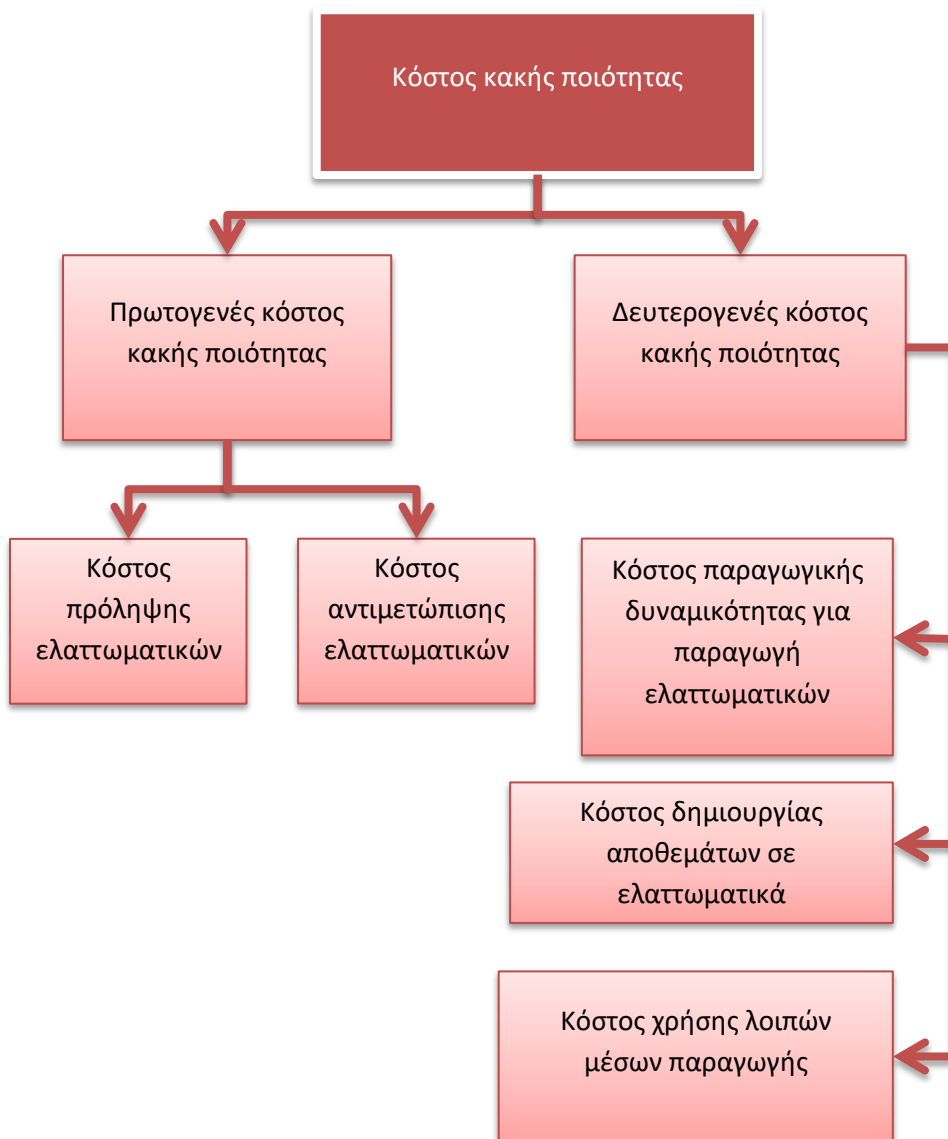
Από την πλευρά της παραγωγικής μονάδος η συνεχής προσπάθεια βελτίωσης της ποιότητας είναι άμεσα συνδεδεμένη με τους οικονομικούς συντελεστές του προϊόντος. Με κάθε βελτίωση της ποιότητας, είτε εντός της επιχείρησης είτε από εξωτερικούς παράγοντες, το τελικό αποτέλεσμα είναι αύξηση στα έσοδα-κέρδη της.



Εικόνα 3.6: Θετικές επιπτώσεις βελτίωσης ποιότητας

Η έλλειψη παρουσίας ποιότητας από ένα προϊόν αντιθέτως δημιουργεί κόστος για την επιχείρηση. Κόστος που δεν μεταφράζεται μόνο στην κακή φήμη στην αγορά για την επιχείρηση αλλά και σε οικονομικούς παράγοντες μέσα στην επιχείρηση.

Όπως φαίνεται και στο ακόλουθο διάγραμμα το κόστος κακής ποιότητας προσθέτει πολλές μορφές κόστους στην παραγωγική διαδικασία της επιχείρησης.



Εικόνα 3.7: Κόστος κακής ποιότητας

3.5 ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗ ΣΤΗΝ ΑΓΟΡΑ

Τελικό στάδιο της διαδικασίας κατασκευής. Όντας έτοιμο και δοκιμασμένο το προϊόν αφού έχει τοποθετηθεί γράσο όπου χρειάζεται και σφραγιστούν η είσοδο και η έξοδος του, το προϊόν μπορεί να συσκευαστεί προς αποστολή ή αποθήκευση. Θα

θεωρηθεί φρόνιμο στην δεύτερη περίπτωση ο χρόνος που θα παραμείνει στην αποθήκη το προϊόν να μην ξεπερνά τους έξι μήνες για λόγους λειτουργικότητας στις τσιμούχες στεγανοποίησης. Θα ήταν προτιμότερο αν υπάρχει η δυνατότητα στην παραγωγική μονάδα να διατηρεί αποθήκη με έτοιμα τα τμήματα του συστήματος και η τελική συναρμολόγηση να πραγματοποιείται κατά την παραγγελία του πελάτη.

4. ΑΝΑΔΡΑΣΗ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ

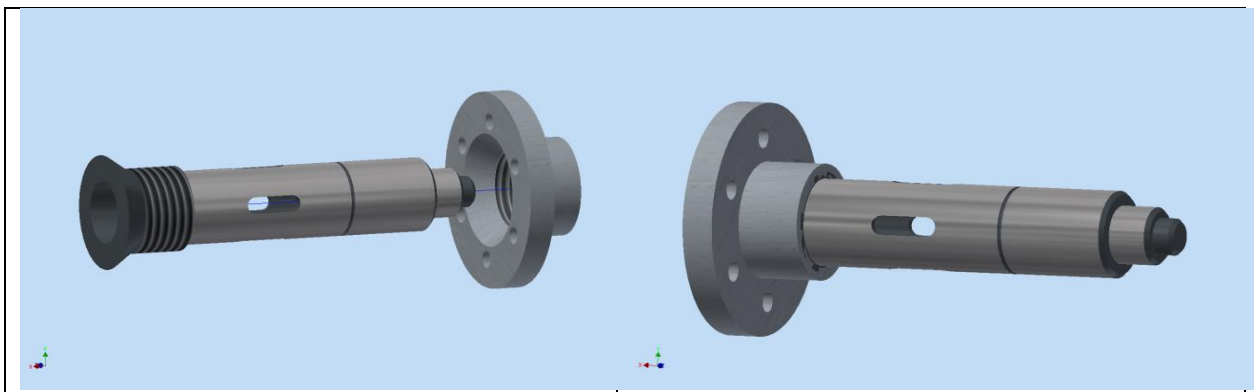
Όπως αναφέρθηκε και στην παραγωγική διαδικασία η ανάδραση μπορεί να προέρχεται από εσωτερικούς ή εξωτερικούς παράγοντες. Σκοπός είναι η βελτιστοποίηση της ποιότητας του είτε στον αρχικό σχεδιασμό είτε στην παραγωγική διαδικασία που ακολουθεί στην κατασκευή του. Είναι προφανές ότι η σωστή αντιμετώπιση των δεδομένων που συλλέγονται μέσω της ανάδρασης συνδέονται άμεσα με όλα τα προηγούμενα βήματα.

Στο παρόν τεύχος θα εξεταστούν παραδείγματα και προτεινόμενες λύσεις σε ανάγκες που δημιουργούνται και από τις δύο περιπτώσεις.

4.1 ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΑΣΗ

Ένα ζήτημα που παρουσιάζεται κατά την κατασκευή εμφανίζεται στην δημιουργία του άξονα εισαγωγής. παρατηρούμε ότι η διάμετρος στο σημείο που συνδέεται με την βάση της ανέμης (120mm) είναι κατά πολύ μεγαλύτερη από την αμέσως επόμενη διάμετρο που θα συναντήσουμε στο τμήμα (50mm). Συνεπώς για την κατασκευή κάθε άξονα σαν μονοκόμματο χρειάζεται πολύ μεγάλη αρχική διάμετρο. Αποτέλεσμα αυτής της επιλογής είναι να σπαταλάμε πολύ υλικό και ο χρόνος κατεργασίας μεγαλώνει.

Μια λύση που θα ελεγχθεί είναι να χωριστεί αυτός ο άξονας σε δύο τμήματα όπως φαίνεται στις εικόνες που ακολουθούν.



Εικόνα 4.1: Πρόταση αλλαγής σχεδιασμού άξονα εισαγωγής

Βάζοντας το νέο σχέδιο στην διαδικασία του stress analysis θα δούμε ότι υπάρχει μεγάλη διαφορά στην αντοχή του. Συγκεκριμένα στο αρχικό σχέδιο για

κάθετη δύναμη 800N και ροπή 50Nm στη θέση του ρουλεμάν έχουμε ελάχιστο συντελεστή ασφαλείας 5,46 έναντι του 1,66 που θα βρούμε στο νέο σχέδιο. Έχοντας ορίσει ελάχιστο συντελεστή ασφαλείας 3 στο σύστημα αυτή η τιμή δεν μπορεί να γίνει δεκτή. Επίσης η διαδικασία κατασκευής των νέων επιφανειών είναι κατά πολύ πιο χρονοβόρα από το πρωταρχικό σχέδιο. Επομένως θα διατηρηθεί το αρχικό σχέδιο στοχεύοντας στην καλύτερη δυνατή διαχείριση των παραγόμενων αποβλήτων από την κατεργασία αφαίρεσης υλικού.

4.2 ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΑΣΗ

Συλλέγοντας πληροφορίες και από τους χρήστες του προϊόντος μπορεί κάποιος να εντοπίσει ζητήματα που πρέπει να ελεγχθούν. Όπως η δυνατότητα επιλογής διαφορετικού τύπου κινητήρα από τον υδραυλικό που επιλέχτηκε για την δημιουργία του τεύχους. Αυτό το ζήτημα υπήρχε από την αρχή της σχεδίασης του προϊόντος και για αυτόν τον λόγο η βάση του κινητήρα και ο σύνδεσμος του με το ρουλεμάν μόνης κατεύθυνσης είναι εύκολα αποσπώμενα και μπορούν να αντικατασταθούν ανάλογα με την επιλογή του κινητήρα. Επίσης αυτός είναι ο λόγος που δεν συνδέεται απευθείας ο κινητήρας στο καρούλι αλλά μεσολαβεί το ρουλεμάν, διότι οι πνευματικοί κινητήρες δεν έχουν την δυνατότητα να περιστρέφονται και προς τις δυο κατευθύνσεις, συνήθως είναι μόνης κατεύθυνσης, όπως μπορεί να συμβεί σε έναν υδραυλικό (ανοικτό κύκλωμα λαδιού) ή ηλεκτρικό κινητήρα. Κάτι που θα δυσκόλευε την διαδικασία ξετυλίγματος του αγωγού.



DL
Dall Hydraulic Motor

ΜΟΤΕΡ ΕΡΜ (BMP) ΜΕ ΑΞΟΝΑ Ø 25 mm

Κωδικός	Χωρητ. cc/rev	Ταχ. max rpm	Ροπή max Lt/min	Ροπή max Nm	Ισχύς maxkW	W.P (Bar)	€
ΕΡΜ 50	51,7	879	45	81	7	175	
ΕΡΜ 80	77,7	740	60	129	9,1	175	
ΕΡΜ 100	96,2	589	60	161	9	175	
ΕΡΜ 125	117,9	475	60	202	9,1	175	
ΕΡΜ 160	155,5	370	60	245	8,7	175	
ΕΡΜ 200	189,9	296	60	286	8,1	175	
ΕΡΜ 250	231	237	60	360	8,2	175	
ΕΡΜ 315	311,7	189	60	406	7,2	175	
ΕΡΜ 400	386,2	149	60	435	6,1	175	

Για την εκδοχή του υδραυλικού κινητήρα θα επιλέξουμε το μοντέλο των 50cc. Η ρύθμιση των στροφών γίνεται με στραγγαλισμό στην παροχή του λαδιού στην είσοδο με την χρήση ρυθμιζόμενης βάνας. Ο κινητήρας επιλέγεται από προμηθευτή βάση της ισχύς του και της μέγιστης ροπής.

Εικόνα 4.2: Υδραυλικά μοτέρ

Στην επιλογή του ηλεκτρικού κινητήρα θα εκμεταλλευθεί η δυνατότητα παροχής ηλεκτρικού ρεύματος τάσης 230V από υποσύστημα του βυτιοφόρου οχήματος. Για 30 στροφές ανά λεπτό και μέγιστη ροπή 50Nm χρειάζεται ισχύς 157 Watt ή 0.210HP.

Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να επιτευχθεί με συνδυασμό γωνιακού μειωτήρα ατέρμονα κοχλία και ηλεκτροκινητήρα μονοφασικού σε λειτουργία 1400 στροφών ανά λεπτό. Βάση των κανονισμών για τον εξοπλισμό βυτιοφόρων οχημάτων ο κινητήρας πρέπει να φέρει πιστοποίηση ATEX σε ZONE 22 λόγω της λειτουργίας του σε περιβάλλον με πιθανότητα εκρηκτικής ατμόσφαιρας.



Εικόνα 4.3: Γωνιακός μειωτήρας ατέρμονα κοχλία



Εικόνα 4.4: Μονοφασικός ηλεκτρικός κινητήρας

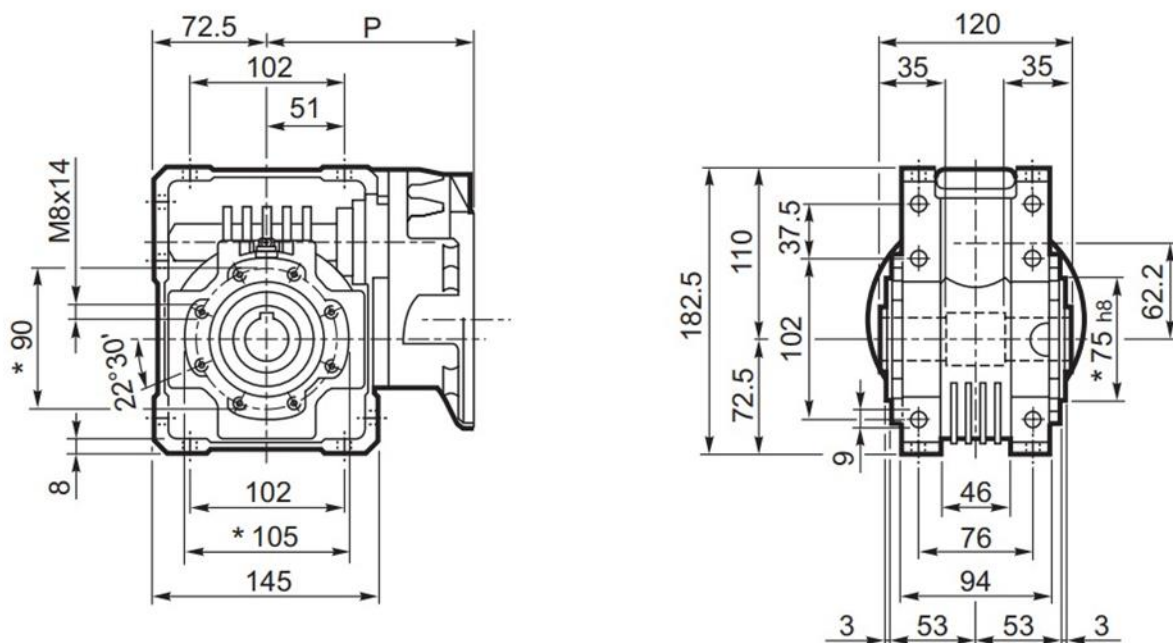
Οι γωνιακοί μειωτήρες με ατέρμονα κοχλία έχουν την ικανότητα να προσφέρουν μεγάλες σχέσεις μετάδοσης με υψηλή ροπή στον άξονα εξόδου.

Πίνακας 4.1: Τεχνικά χαρακτηριστικά σειράς γωνιακών μειωτήρων με σύστημα ατέρμονα κοχλία

0.25kW / 0.33HP					0.37kW / 0.5HP				
Στροφές ηλεκτροκινητήρα : 1400					Στροφές ηλεκτροκινητήρα : 1400				
Τύπος	i	S	M₂	n₂	Τύπος	i	S	M₂	n₂
W63	100	1.3	89	13.8	W75	100	1.1	142	13.7
W75	100	1.6	96	13.8	W86	100	1.5	152	13.7
W86	100	2.2	102	13.8	W63	80	1.0	116	17.1
W63	80	1.5	78	17.2	W75	80	1.5	122	17.1
W75	80	2.2	82	17.2	W86	80	1.9	132	17.1
W86	80	2.9	89	17.2	W63	64	1.2	101	21.4
W63	64	1.8	68	21.5	W86	64	2.5	112	21.4
W75	60	3.0	68	22.9	W75	60	2.0	101	22.8
W63	45	2.8	52	31	W86	56	3.0	101	24.5
W63	38	3.4	46	36	W75	50	2.5	88	27.4
					W63	45	1.9	78	30
					W75	40	3.4	74	34
					W63	38	2.3	69	36
					W63	30	2.8	57	46
					W63	24	3.2	48	57
					W63	19	3.8	40	72

Από τον πίνακα 4.1 θα επιλεγθεί ο τύπος W63 με συντελεστή μείωσης $i=45$, συντελεστή ασφαλείας $S=2.8$, ροπή εξόδου 52 Nm, στροφές εξόδου $n_2=31$ rpm και βάρος 7,1kg.

Οι διαστάσεις του μειωτήρα φαίνονται στο ακόλουθο σχέδιο και χρειάζονται για την κατασκευή της βάσης που θα στηριχτεί.



Εικόνα 4.5: Διαστάσεις γωνιακού μειωτήρα W63. Bonfiglioli Gears

Η είσοδος του μειωτήρα έχει αναμονή για φλάτζα B5. Επομένως με την επιλογή κινητήρα με τύπο στερέωσης B5 δεν χρειάζεται κάποια επιπλέον βάση για τον ηλεκτροκινητήρα. Πλέον γνωρίζοντας την ισχύ, την ταχύτητα, την τάση του δικτύου και τον τρόπο στήριξης εύκολα από την λίστα του προμηθευτή γίνεται η κατάλληλη επιλογή. Από τον πίνακα 4.2 θα επιλεγθεί ο κινητήρας MK71. Ο προμηθευτής παρέχει πλήρες σχέδιο του κινητήρα ώστε να ελεγχθεί διαστασιολογικά το σχέδιο της συναρμολόγησης.

Πίνακας 4.2: Ηλεκτροκινητήρες VALIADIS HELLENIC MOTORS

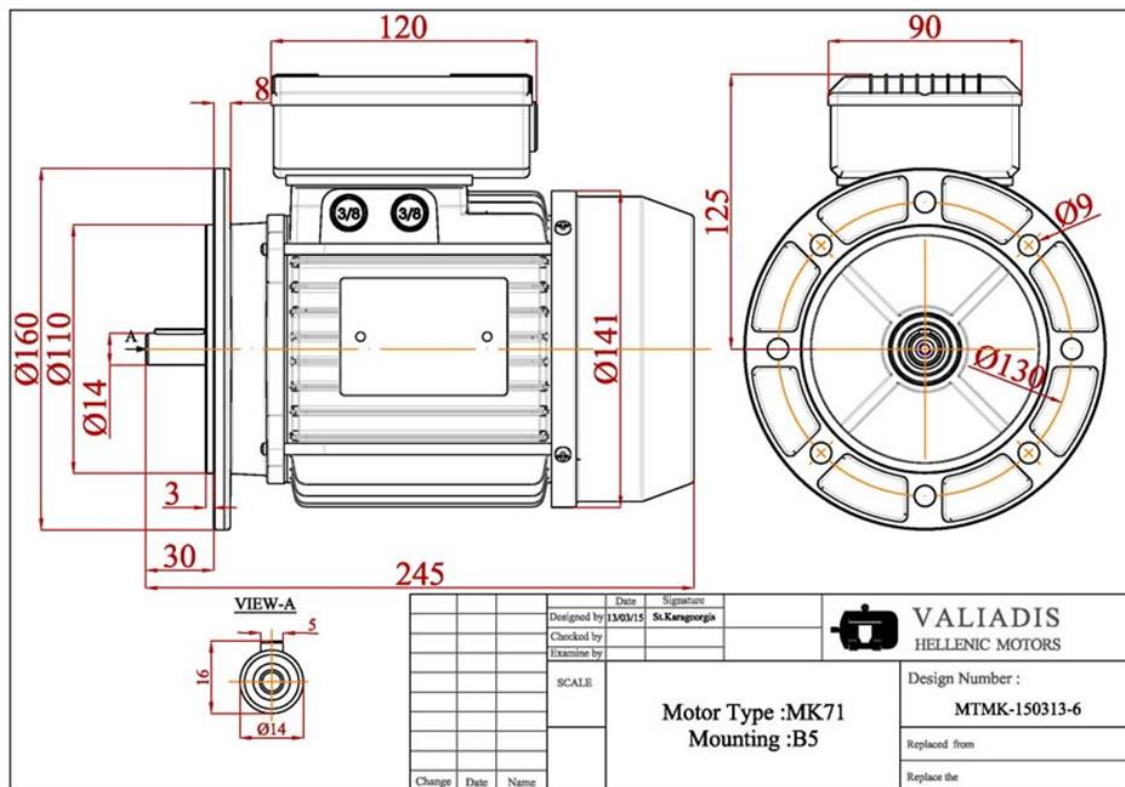
» » KW: 0.25 HP: 0.33 : 4

Motors search

Dimension sheet

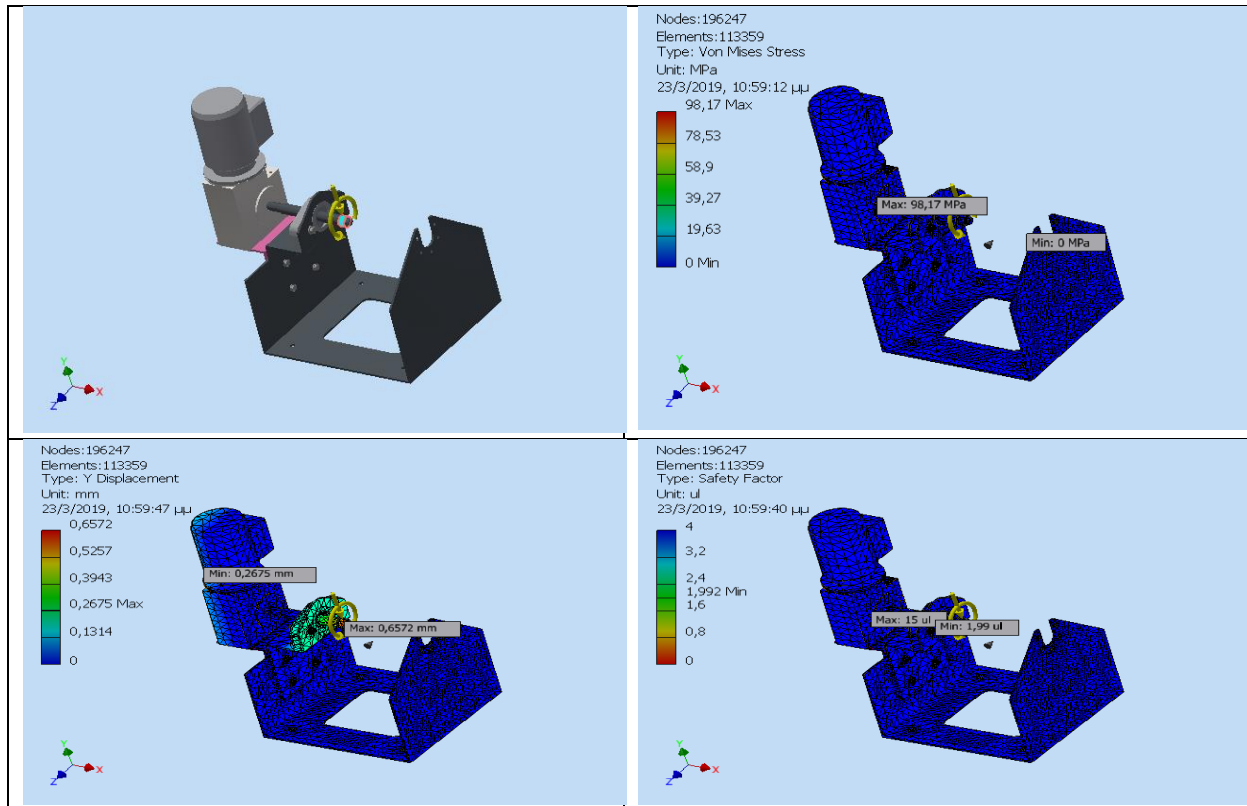
Listing: 19 Motors

Type	Power		Poles	Speed RPM	Mounting	Family	Stock
	kW	hp					
AK71	0.25	0.33	4	1,390	B3	Low Voltage 3-Phase Aluminium	1
MK71	0.25	0.33	4	1,350	B3	Low Voltage 1-Phase Aluminium	
KEX71	0.25	0.33	4	1,330	B3	Low Voltage 3-Phase Explosion Group	
AK63	0.25	0.33	4	1,350	B3	Low Voltage 3-Phase High Output	6
AK71	0.25	0.33	4	1,390	B5	Low Voltage 3-Phase Aluminium	5
MK71	0.25	0.33	4	1,350	B5	Low Voltage 1-Phase Aluminium	
KEX71	0.25	0.33	4	1,330	B5	Low Voltage 3-Phase Explosion Group	
AK63	0.25	0.33	4	1,350	B5	Low Voltage 3-Phase High Output	
KEX71	0.25	0.33	4	1,330	V1	Low Voltage 3-Phase Explosion Group	
AK71	0.25	0.33	4	1,390	B14A	Low Voltage 3-Phase Aluminium	
MK71	0.25	0.33	4	1,350	B14A	Low Voltage 1-Phase Aluminium	
AK63	0.25	0.33	4	1,350	B14A	Low Voltage 3-Phase High Output	
AK71	0.25	0.33	4	1,390	B34A	Low Voltage 3-Phase Aluminium	
MK71	0.25	0.33	4	1,350	B34A	Low Voltage 1-Phase Aluminium	
AK63	0.25	0.33	4	1,350	B34A	Low Voltage 3-Phase High Output	
AK71	0.25	0.33	4	1,390	B34B	Low Voltage 3-Phase Aluminium	
AK71	0.25	0.33	4	1,390	B35	Low Voltage 3-Phase Aluminium	
MK71	0.25	0.33	4	1,350	B35	Low Voltage 1-Phase Aluminium	
AK63	0.25	0.33	4	1,350	B35	Low Voltage 3-Phase High Output	2



Εικόνα 4.6: Σχέδιο Η/Κ

Για την συναρμολόγηση του συστήματος με αυτόν τον κινητήρα θα σχεδιαστεί μια επιπλέον βάση η οποία θα συνδυαστεί με νέο άξονα μετάδοσης και έδρανο με ρουλεμάν που θα συνδεθεί στην βάση Z του υδραυλικού μοτέρ. Η συνδεσμολογία αυτή θα μοντελοποιηθεί πλήρως στο λογισμικό Autodesk Inventor και θα ελεγχθεί στα πιθανά φορτία όπως φαίνεται στην εικόνα.

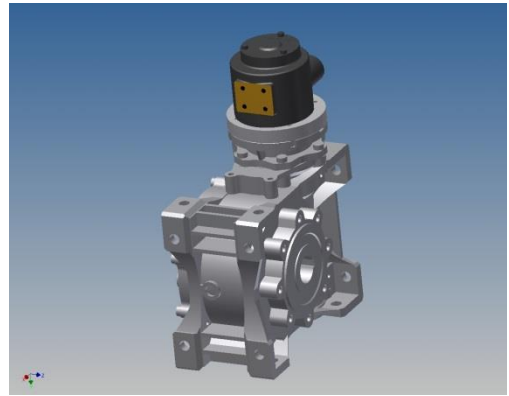


Εικόνα 4.7: Ανάλυση βάσης H/K με γωνιακό μειωτήρα

Η νέα βάση θα συνδέεται με τους ίδιους κοχλίες με την βάση Z που προϋπάρχει στο αρχικό σχέδιο χωρίς να απαιτείται διαμόρφωση στην βάση της ανέμης και να επιτρέπει την μετατροπή του συστήματος ανάλογα με την επιθυμία του πελάτη.

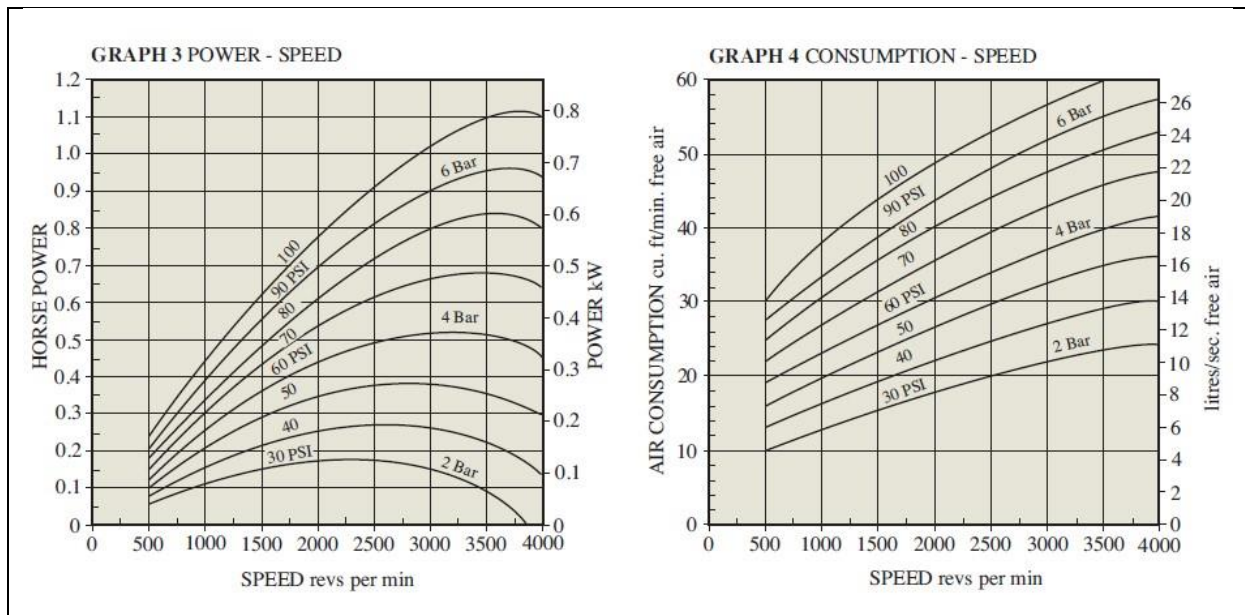
Αντίστοιχα η ίδια διάταξη θα χρησιμοποιηθεί και στην εκδοχή λειτουργίας με τον πνευματικό κινητήρα. Το σύστημα παροχής αέρα που είναι εφοδιασμένα τα βυτιοφόρα οχήματα μπορούν να παρέχουν μέγιστη πίεση 8 bar ενώ η ονομαστική τους λειτουργία βρίσκεται στα 6 - 6.5 bar. Δύσκολα θα συναντηθεί κάποιος πνευματικός κινητήρας με στροφές στην έξοδο στην κατηγορία που χρειάζεται το σύστημα της ανέμης. Με την χρήση του γωνιακού μειωτήρα θα δοθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα καθώς με την μείωση των στροφών στο επιθυμητό θα υπάρχει και ανάλογη αύξηση στην ροπή όπου υστερούν αυτοί οι κινητήρες. Ο κινητήρας θα συναρμολογηθεί ομοίως με τον H/K με φλάτζα B5 στον γωνιακό μειωτήρα. Η ρύθμιση των στροφών γίνεται με βάνα στραγγαλισμού στην παροχή του αέρα. Είναι

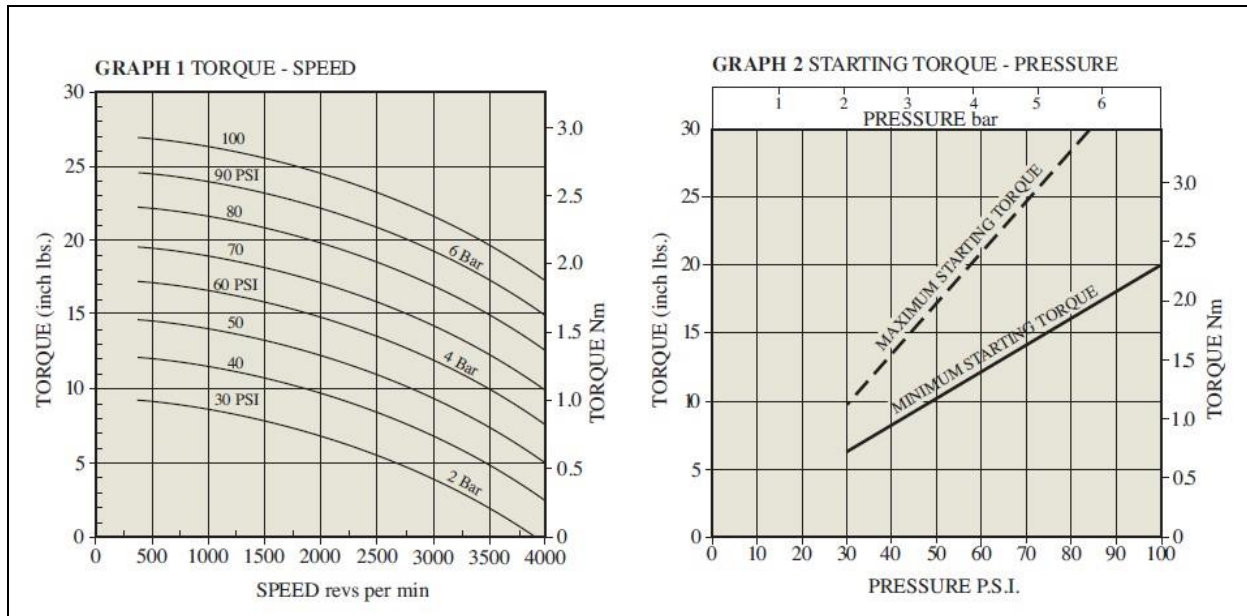
σημαντικό να σημειωθεί πως αυτό το σύστημα είναι ανοικτό. Ο αέρας που διέρχεται από τον κινητήρα δεν επιστρέφει άμεσα σε κάποιο δοχείο, όπως συμβαίνει στον υδραυλικό κινητήρα, αλλά αφήνεται στην ατμόσφαιρα. Για τον λόγο αυτό στην έξοδο του κινητήρα τοποθετείται φίλτρο αποτρέποντας ακαθαρσίες να εισέλθουν σε αυτόν.



Εικόνα 4.8: Πνευματικός κινητήρας με μειωτήρα

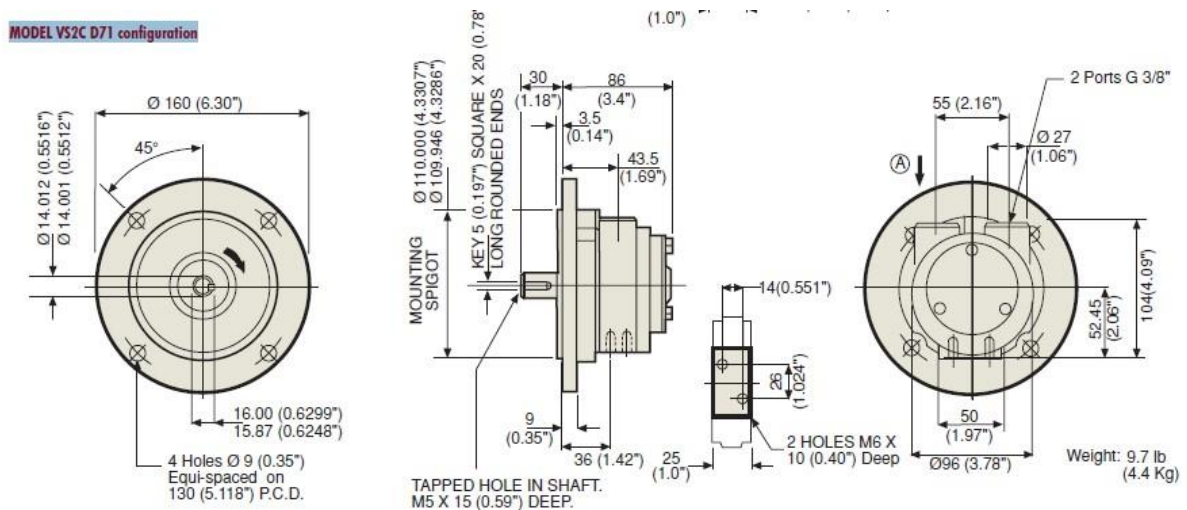
Για την τύλιξη του συνολικού μήκους 20 μέτρων του αγωγού από τον πίνακα 2.2 υπολογίζεται ότι χρειάζονται 15 περιστροφές. Επομένως ο χρόνος λειτουργίας του κινητήρα με ταχύτητα περιστροφής 30 στροφές ανά λεπτό είναι 30 δευτερόλεπτα. Στην περίπτωση του πνευματικού κινητήρα ο χρόνος λειτουργίας επηρεάζει περισσότερο την επιλογή και την ρύθμιση του καθώς πρέπει το σύστημα του αεροσυμπιεστή να μπορεί να παρέχει σταθερή, όσο δύναται, παροχή στον κινητήρα. Όπως φαίνεται από τα διαγράμματα του κινητήρα της εταιρίας Globe Air Motors για τον κινητήρα VS2C D71, διαφορετικές συνθήκες ισχύουν ανάλογα την πίεση στην είσοδο.





Εικόνα 4.9: Διαγράμματα πνευματικού κινητήρα

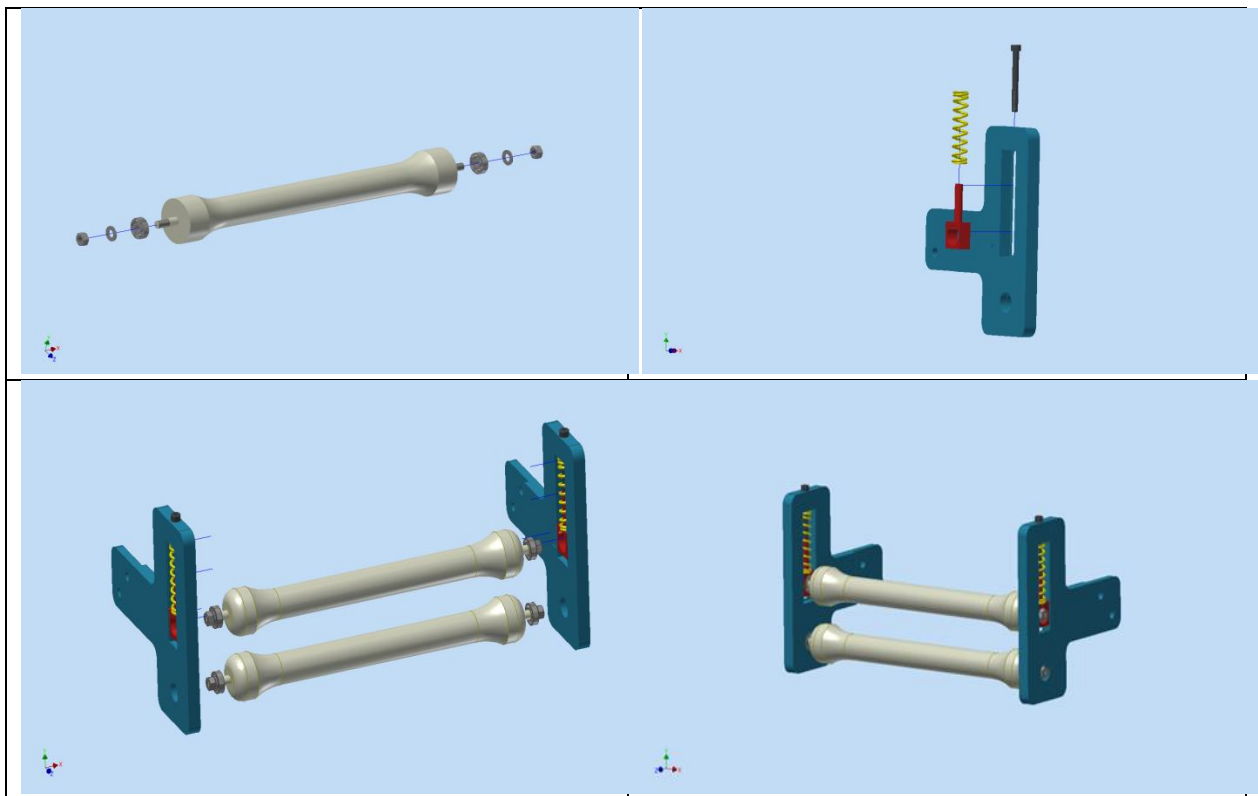
Και αυτός ο κινητήρας ακολουθείται από σχέδιο της εταιρίας παραγωγής με όλες τις εξωτερικές διαστάσεις.



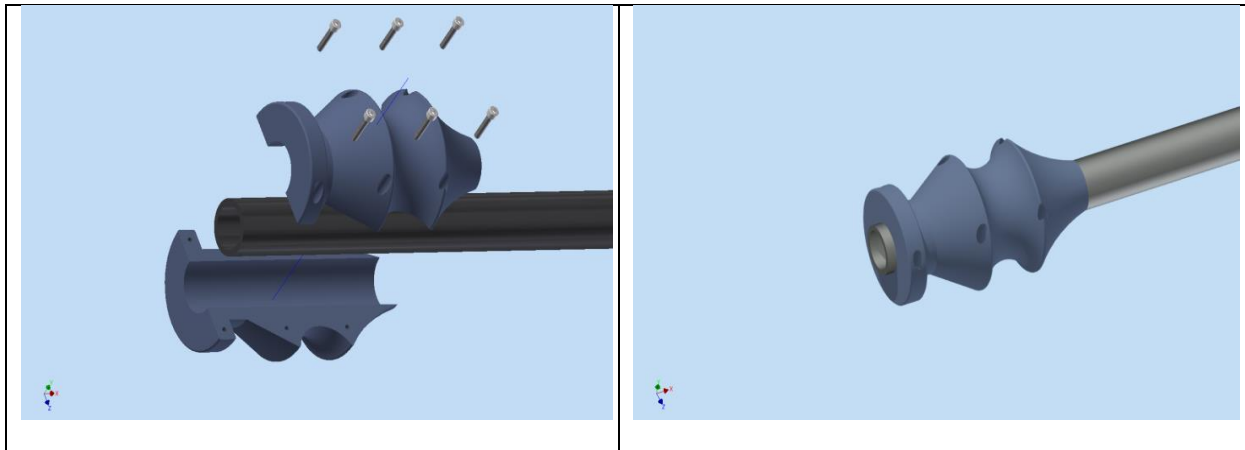
Εικόνα 4.10: Διαστάσεις πνευματικού κινητήρα Globe Pneumatic Air Motors

4.3 ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ

Στην προσπάθεια να υπάρχει βελτίωση στην ποιότητα του νέου σχεδιασμού του συστήματος που μελετάται, το πρωτότυπο σύστημα θα έχει την δυνατότητα προσθήκης ενός επιπλέον τμήματος. Η πρόσθετη συσκευή έχει ως σκοπό την βελτίωση της εμπειρίας χρήσης του προϊόντος. Οδηγός κυλίνδρων θα συγκρατεί τον αγωγό αποφεύγοντας ανεξέλεγκτες κινήσεις κατά την διαδικασία της τύλιξης του. Η συσκευή αυτή έχει την δυνατότητα να συναρμολογείται στην βάση του συστήματος τύλιξης προσδίδοντας σταθερότητα στον χειριστή αλλά και ασφαλίζοντας τον αγωγό μετά το πέρας της εργασίας. Πιο αναλυτικά ο αγωγός θα δύναται να διέρχεται ανάμεσα σε δύο κυλινδρικές επιφάνειες με καμπυλότητα ώστε να μην επιτρέπει μονομερώς την τύλιξη του στο καρούλι ενώ παράλληλα θα το αποτρέπει από ταλαντώσεις. Με τον ένα κύλινδρο σταθερό και τον δεύτερο να έχει ελευθερία κίνησης στο κατακόρυφο επίπεδο και την προσθήκη ενός τερματικού στο ελεύθερο άκρο του αγωγού, όταν ο χειριστής ολοκληρώσει την διαδικασία τύλιξης, το τερματικό ασφαλίζει ανάμεσα στους δύο κυλίνδρους. Ο σχεδιασμός του τερματικού έχει υλοποιηθεί με σκοπό να παρέχει εργονομία στον χειριστή ώστε να δίνει πιο σταθερή λαβή ακόμη και όταν ο αγωγός βρίσκεται στην θέση ασφάλισης. Οι κύλινδροι περιστρέφονται με την βοήθεια ρουλεμάν ελεύθερα ώστε να μην εμποδίζουν τις λειτουργίες του συστήματος.



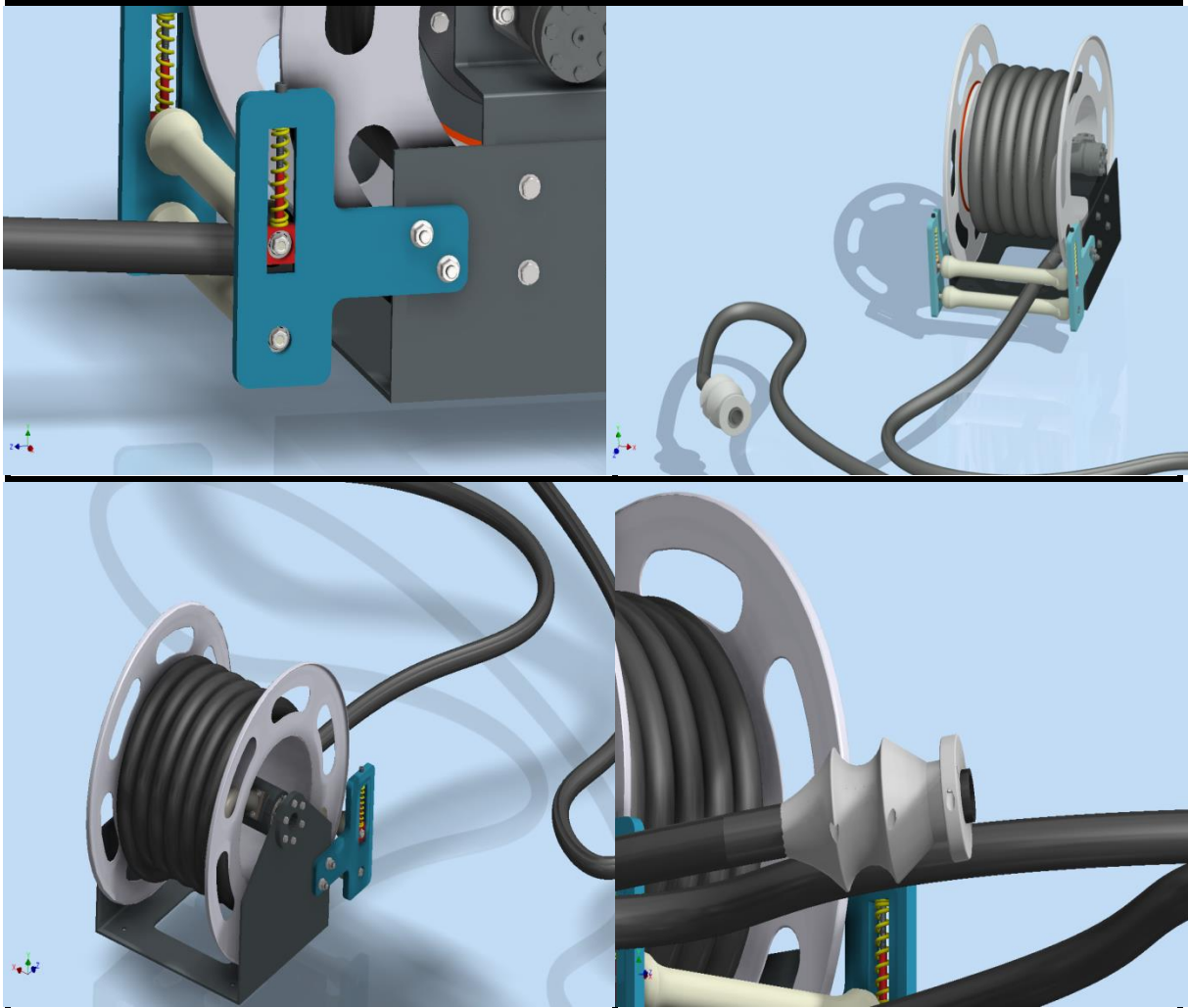
Εικόνα 4.11: Σύστημα υποβοήθησης



Εικόνα 4.12: Τερματικό ελαστικού

Το σύστημα αυτό έχει την δυνατότητα να λάβει επιπλέον ένα βοήθημα για τον χειριστή. Εκμεταλλευόμενοι την κάθετη κίνηση που θα πραγματοποιεί ο άνω κύλινδρος υπάρχει η δυνατότητα εγκατάστασης τερματικού διακόπτη ο οποίος μέσω ηλεκτρονόμου θα τερματίζει την παροχή ρεύματος στον ηλεκτροκινητήρα ή μέσω ηλεκτροβάνας την παροχή στο υδραυλικό και πνευματικό κινητήρα με ανάλογες διατάξεις.

Ολοκληρωμένο το σύστημα θα έχει την μορφή που φαίνεται στην εικόνα 4.13.



Εικόνα 4.13: Γραφική αναπαράσταση ολοκληρωμένου του συστήματος με υδραυλικό κινητήρα

5.ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

5.1 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

Το μηχανολογικό σχέδιο χρησιμοποιείται στην βιομηχανία, στη βιοτεχνία, στα εφαρμοσθήρια – μηχανουργία και στα δομικά έργα για μέρος των εγκαταστάσεων των κτιρίων κ.λπ.. Η σωστή απόδοση του δημιουργεί ένα μέσο επικοινωνίας μεταξύ του μελετητή μίας κατασκευής και του κατασκευαστή. Ένα πλήρες μηχανολογικό σχέδιο περιέχει με σαφήνεια, πληρότητα και ακρίβεια όλες τις πληροφορίες για την μορφή και τις διαστάσεις του. Δύναται ακόμη να παρέχει πληροφορίες για την ποιότητα και μέθοδο κατεργασίας των επιφανειών του προϊόντος. Συχνά απλούστερης μορφής μηχανολογικά σχέδια θα συναντηθούν και στα εγχειρίδια χρήσης και συντήρησης που θα δοθούν με το τελικό προϊόν στον πελάτη - χειριστή.

5.1.1 Είδη μηχανολογικού σχεδίου

- **Κατασκευαστικό σχέδιο.** Η μορφή αυτή παρουσιάζει αποκλειστικά το αντικείμενο προς κατασκευή. Δίνονται πλήρως όλες οι διαστάσεις που απαιτούνται για τον ορισμό του προϊόντος σε συγκεκριμένη κλίμακα που αναγράφεται σε αυτό. Αποτυπώνεται το αντικείμενο σε μορφή δύο διαστάσεων σε πρόσοψη ενώ επιπροσθέτως μπορεί να συνοδεύεται από πλάγιες όψεις, άνω όψη και κάτω όψη. Η χρήση συμβόλων περιορίζεται κατά κύριο λόγο μόνο στην αποτύπωση τυποποιημένων στοιχείων όπως σπειρώματα, ελατήρια οδοντωτούς τροχούς κ.α..
- **Κατασκευαστικό σχέδιο εγκαταστάσεων.** Χρησιμοποιείται για την απεικόνιση μηχανολογικών εγκαταστάσεων και δικτύων (ανελκυστήρες, αποχετεύσεις, δίκτυα θέρμανσης κ.α.). Συνήθως παρουσιάζεται πάνω στα σχέδια των χώρων που θα εγκατασταθεί στην ίδια κλίμακα. Σημαντικό χαρακτηριστικό αυτού του σχεδίου είναι ότι αποσκοπεί στην τοποθέτηση των διαφόρων εξαρτημάτων και όχι στην διαδικασία κατασκευής. Συχνά συναντούνται συμβολισμοί σε αυτή τη μορφή βάση τυποποιήσεων.
- **Το λειτουργικό σχέδιο εγκαταστάσεων.** Συχνά ακολουθεί το κατασκευαστικό σχέδιο εγκαταστάσεων. Αν και παρουσιάζεται με αντίστοιχη μορφή σκοπός του είναι να προβάλει τον τρόπο λειτουργίας της εγκατάστασης που παρουσιάζεται. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το διάγραμμα δικτύου ύδρευσης ενός κτηρίου.
- **Το σχέδιο ομάδων.** Το σχέδιο αυτό το συναντάμε συχνά ακόμη και στην καθημερινότητα μας. Αναφέρεται στην απεικόνιση συνεργαζόμενων εξαρτημάτων και στην συναρμολόγησή τους. Συνήθως δεν περιέχουν

διαστάσεις ενώ αν χρειάζεται παραπέμπουν στα κατασκευαστικά σχέδια των εξαρτημάτων που το απαιτούν.

5.1.2 Όψεις και τομές

Συχνά η μορφολογία του αντικειμένου που σχεδιάζεται δεν μπορεί να αποτυπωθεί πλήρως σε μία όψη μόνο. Το πρόβλημα αυτό λύνεται με την παρουσία πρόσθετων όψεων στο σχέδιο. Συνήθως συναντάμε μία άνω ή πλάγια όψη να εμφανίζεται μαζί με την πρόσοψη. Η διάταξη τους στην Ελλάδα ακολουθεί κανονισμούς του ευρωπαϊκού συστήματος ISO E.

Με την ικανότητα να δημιουργούνται όλο και πιο σύνθετες επιφάνειες η χρήση των όψεων δεν καλύπτει όλες τις περιπτώσεις αποτύπωσης που χρειάζονται για την αποτύπωση. Με την ένταξη των τομών στο μηχανολογικό σχέδιο δίνεται η ικανότητα να ορίζονται με σαφήνεια και εσωτερικές διαστάσεις. Σημαντικό να σημειωθεί ότι και οι τομές ακολουθούν συγκεκριμένους κανονισμούς. Επίσης τομή δεν γίνεται σε τμήματα που ουσιαστικά δεν θα προσφέρει επιπλέον πληροφορίες ή σε τυποποιημένα εξαρτήματα (άξονες ,βραχίονες τροχών, κοχλίες κ.α.).

5.1.3 Διαστασιολόγηση

Η διαδικασία της αποτύπωσης των διαστάσεων στο σχέδιο είναι μία από τις πιο σημαντικές διαδικασίες για την επιτυχία της κατασκευής. Η σωστή σχεδίαση και διαστασιολόγηση είναι απαραίτητες για την κατανόηση του απεικονιζόμενου προϊόντος.

Στις διαστάσεις που παρουσιάζονται δεν χρειάζεται να αναφέρεται η μονάδα μέτρησης που είναι πάντοτε mm. Στην περίπτωση που κάποια διάσταση πρέπει να αποτυπωθεί σε άλλη μονάδα τότε μετά την τιμή της σημειώνεται και το σύμβολο της μονάδας. Όταν δεν είναι αμέσως φανερό ότι πρόκειται για διάμετρο ή ακτίνα τότε πριν την αριθμητική τιμή τοποθετείτε το σύμβολο Φ ή R αντίστοιχα.

Για την εκπλήρωση των βασικών στόχων του σχεδίου όπως αναφέρθηκαν και στην ενότητα 6.1 (πληρότητα, ευκρίνεια και σαφήνεια) ακολουθούνται κάποιοι γενικοί κανόνες.

Η κάθε διάσταση σημειώνεται μία φορά στο σχέδιο στην όψη που είναι πιο ευδιάκριτη. Η πιο κατάλληλη θέση επιλέγεται με βάση την σαφήνεια. Επιλέγεται διαστάσεις που σχετίζονται να τοποθετούνται στην ίδια όψη χωρίς όμως να μειώνεται η ευκρίνεια του σχεδίου. Δεν αναγράφονται διαστάσεις οι οποίες μπορούν να προκύψουν από μόνες τους. Αξίζει να σημειωθεί ότι δεν αναγράφονται διαστάσεις

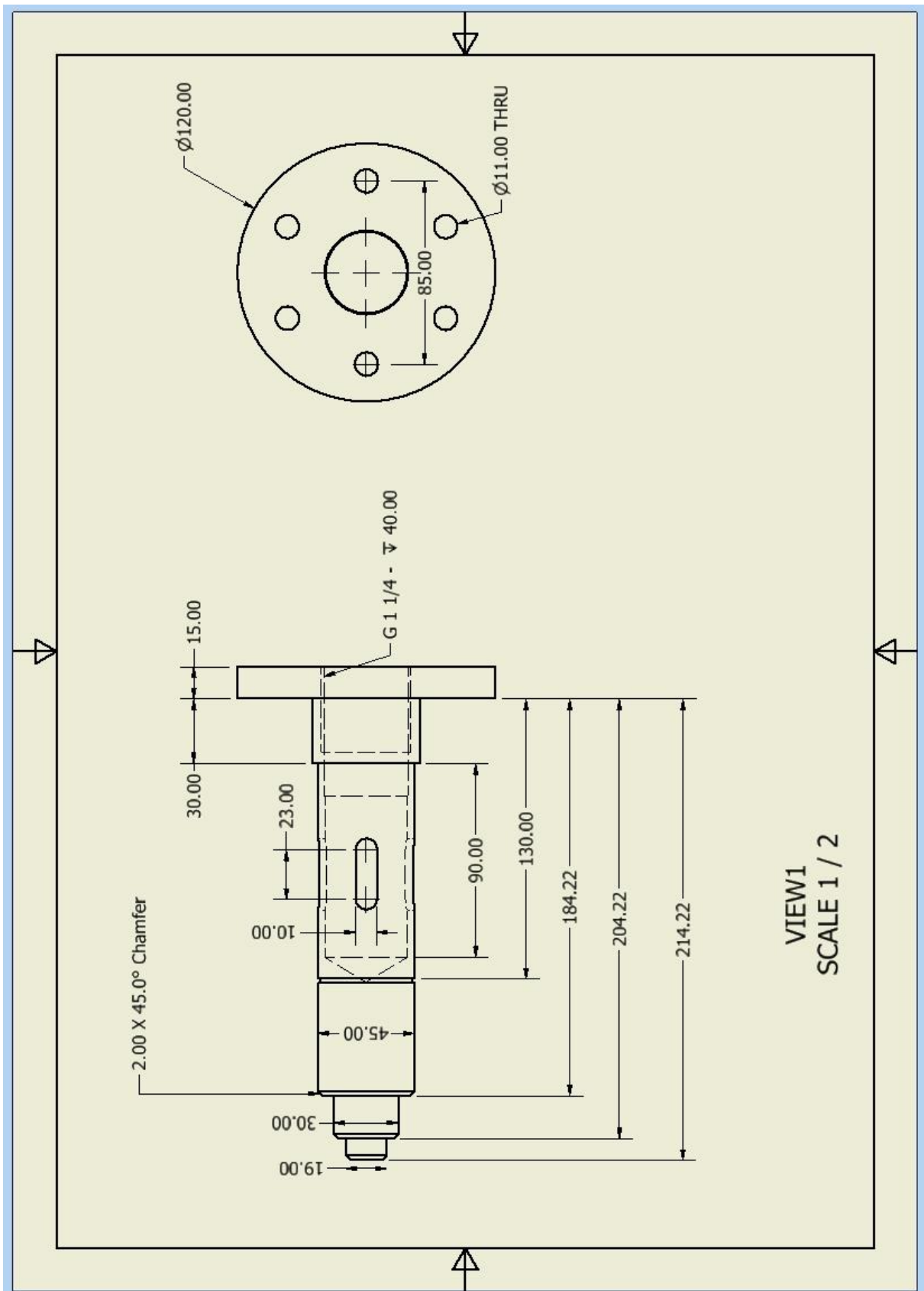
που δεν φαίνονται στην συγκεκριμένη όψη εκτός και αν δεν γίνεται αλλιώς. Συνήθως αυτό το ζήτημα λύνεται με την χρήση τομής, εκτός και αν το σχέδιο επιτρέπει (μορφολογία, πλήθος όψεων που απεικονίζονται κ.α.) να υπάρξει αυτή η παράκαμψη του κανόνα. Ακόμη οι γραμμές των διαστάσεων σχεδιάζονται από κύριες ή βοηθητικές γραμμές και δεν πρέπει να τέμνονται μεταξύ τους.

Τέλος αν το σχέδιο δίνει την δυνατότητα για πλήθος δυνατών τρόπων σημείωσης των διαστάσεων τότε θα επιλεγθεί ο πιο κατάλληλος για την διευκόλυνση του κατασκευαστή. Λαμβάνοντας υπ' όψιν το είδος της κατεργασίας που χρειάζεται μέσα από τις διαστάσεις που αποτυπώνονται στο σχέδιο καθοδηγούμε τον κατασκευαστή από την αρχή ως το τέλος της επεξεργασίας του μειώνοντας τον χρόνο που θα χρειαζόταν για υπολογισμούς κατά την διαδικασία της κατασκευής.

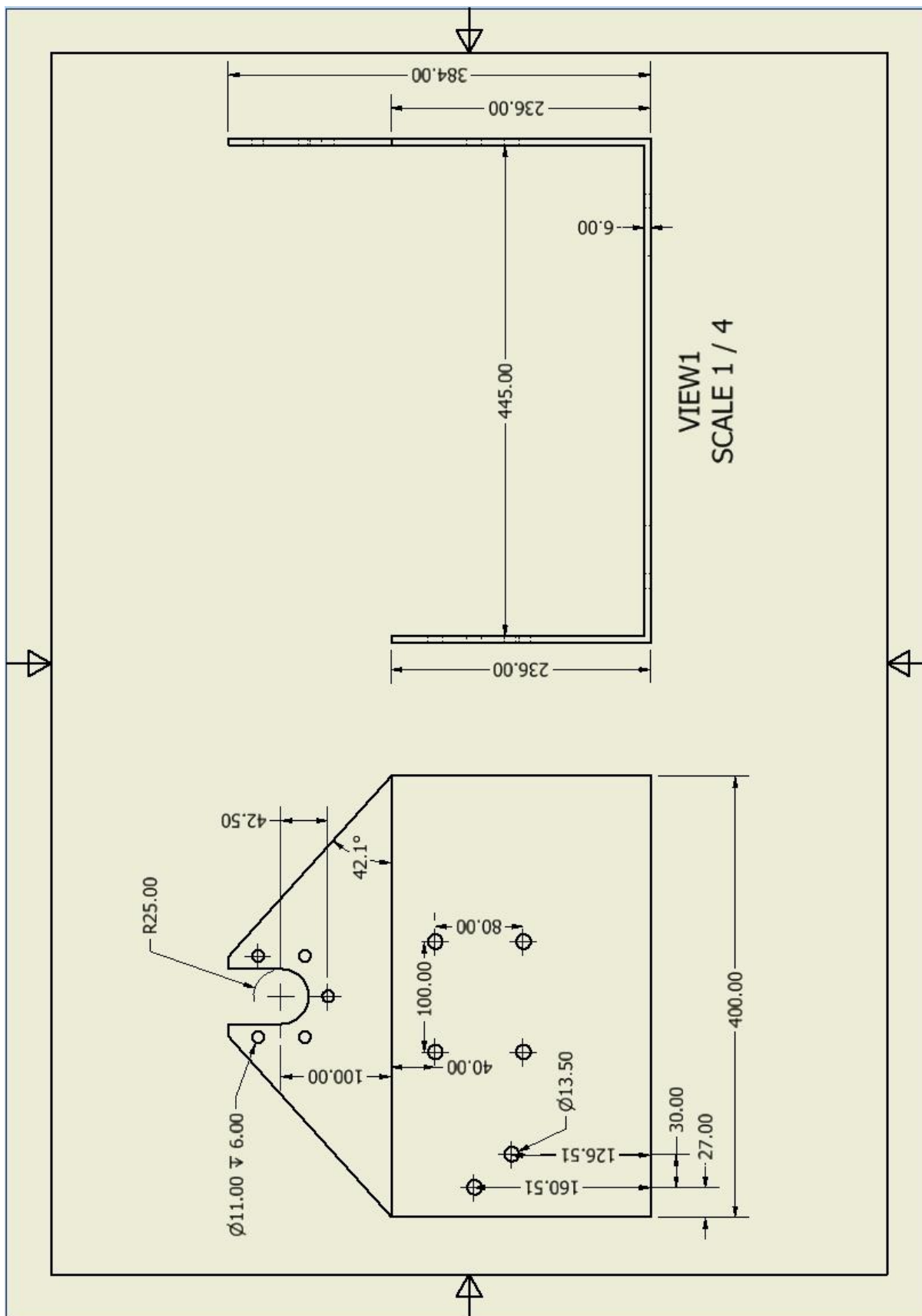
5.2 ΣΧΕΔΙΑ ΚΥΡΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Τα σχέδια που απαρτίζουν την κύρια κατασκευή παρουσιάζονται με αλφαβητική σειρά στο τρέχον κεφάλαιο.

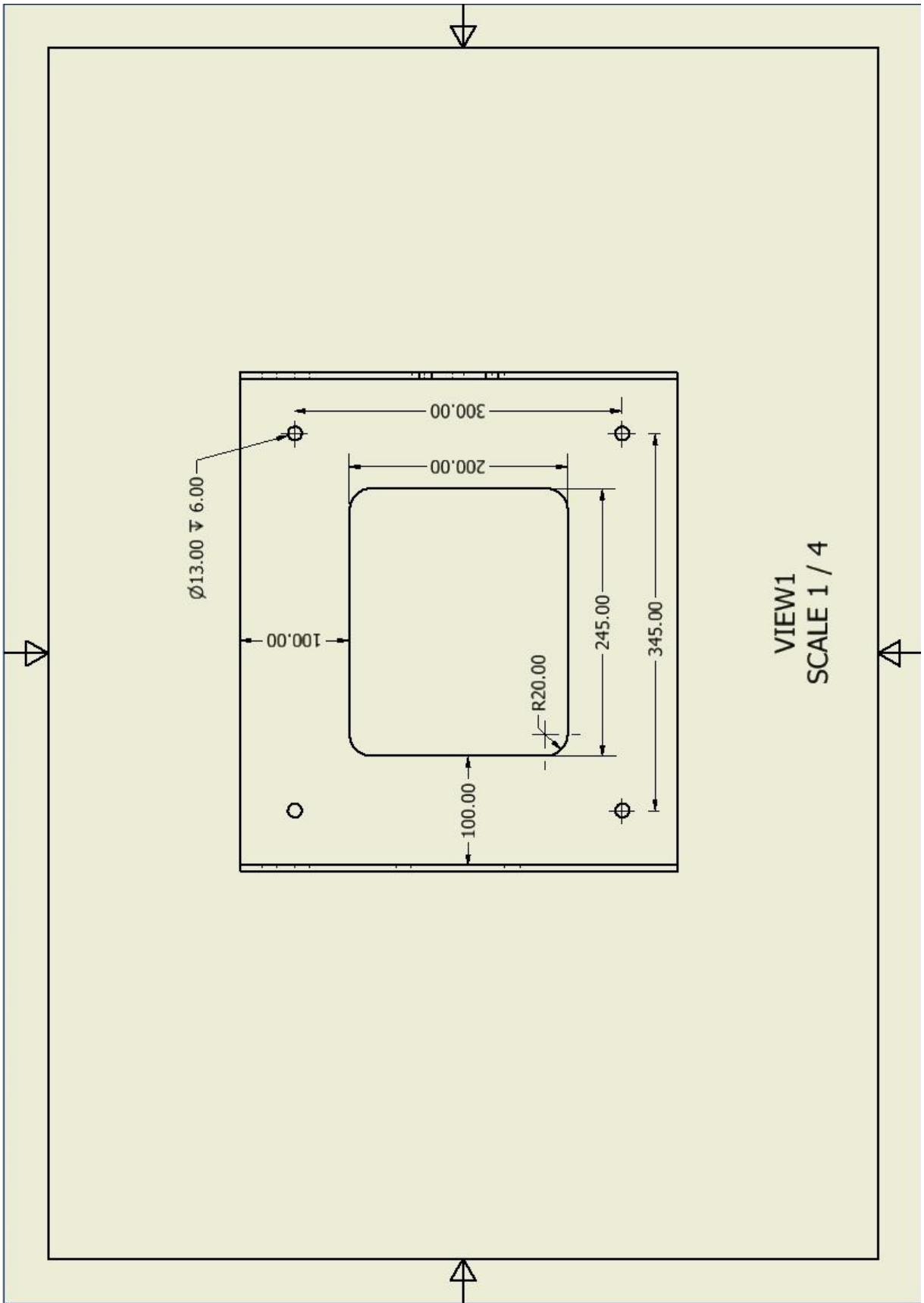
- 1. Άξονας εισαγωγής.**
- 2. Βάση ανέμης (φύλλο 1).**
- 3. Βάση ανέμης (φύλλο 2)**
- 4. Βάση υδραυλικού κινητήρα Z.**
- 5. Επέκταση άξονα υδραυλικού κινητήρα.**
- 6. Κεντρικός δίσκος.**
- 7. Περιστροφικό.**
- 8. Πλαϊνό τυμπάνου.**
- 9. Σύνδεσμος εισαγωγής.**
- 10. Σύνδεσμος συμπλέκτη.**
- 11. Τύμπανο.**



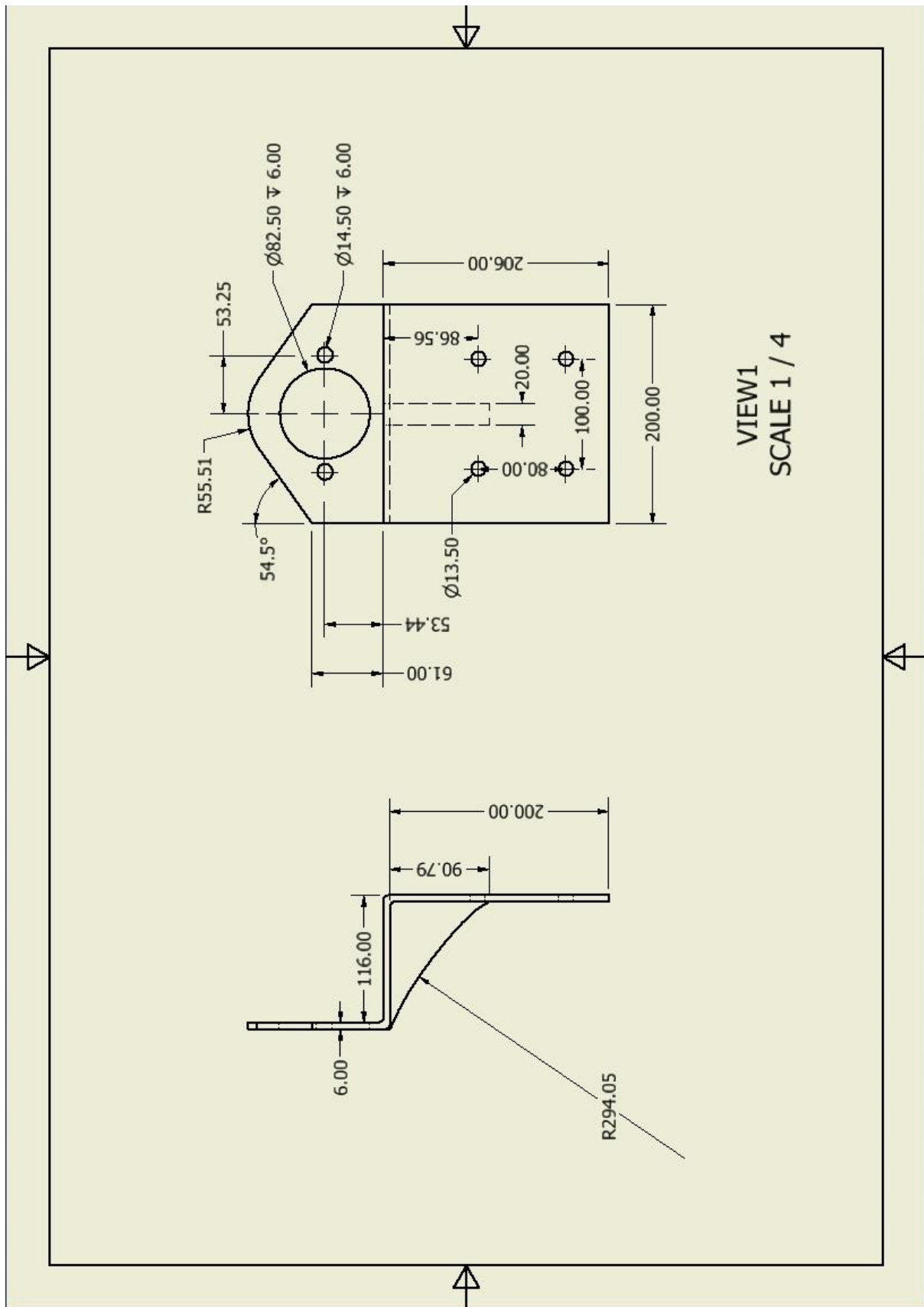
Εικόνα 5.1: Ο άξονας εισαγωγής



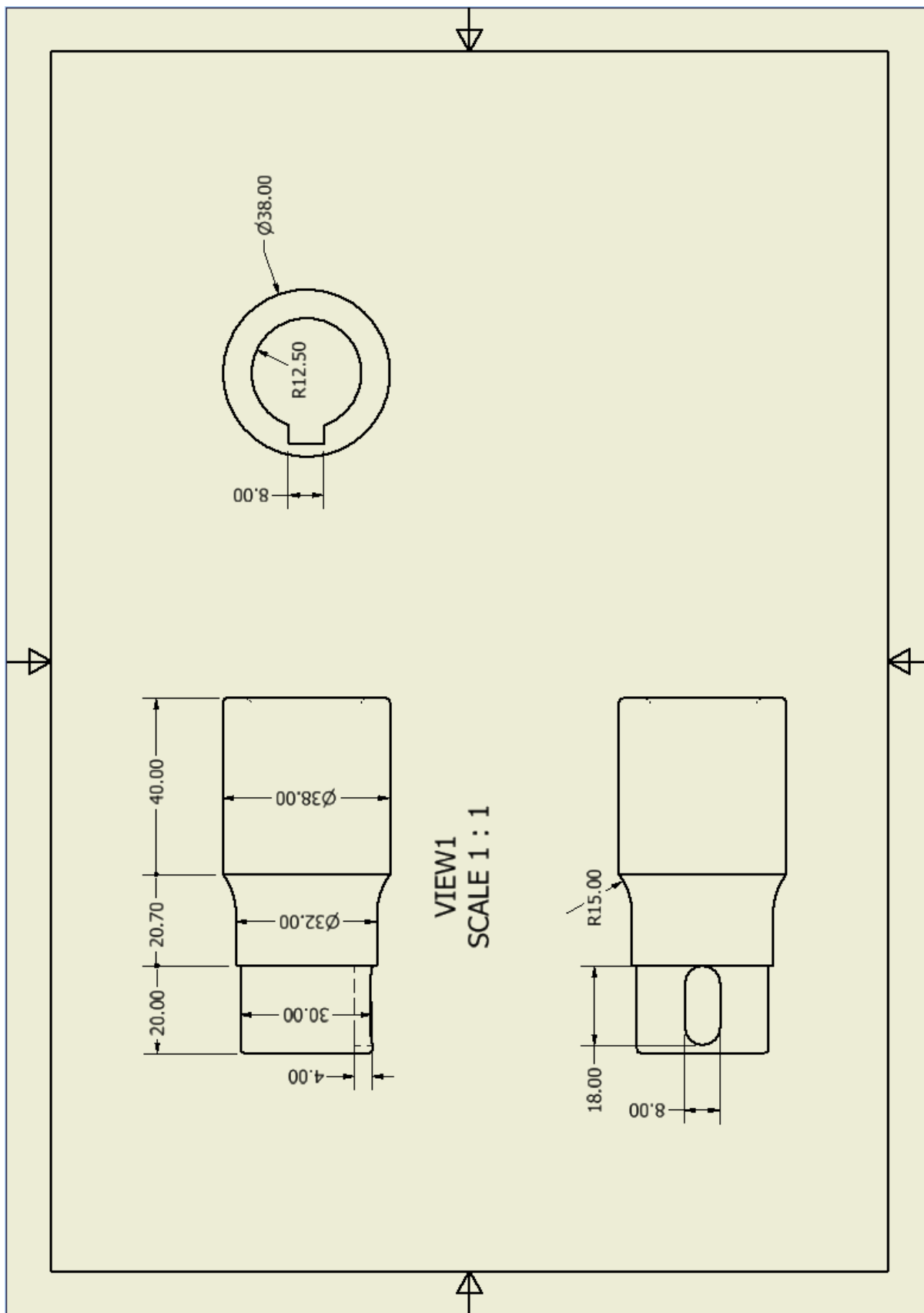
Εικόνα 5.2: Η βάση ανέμης φύλλο 1



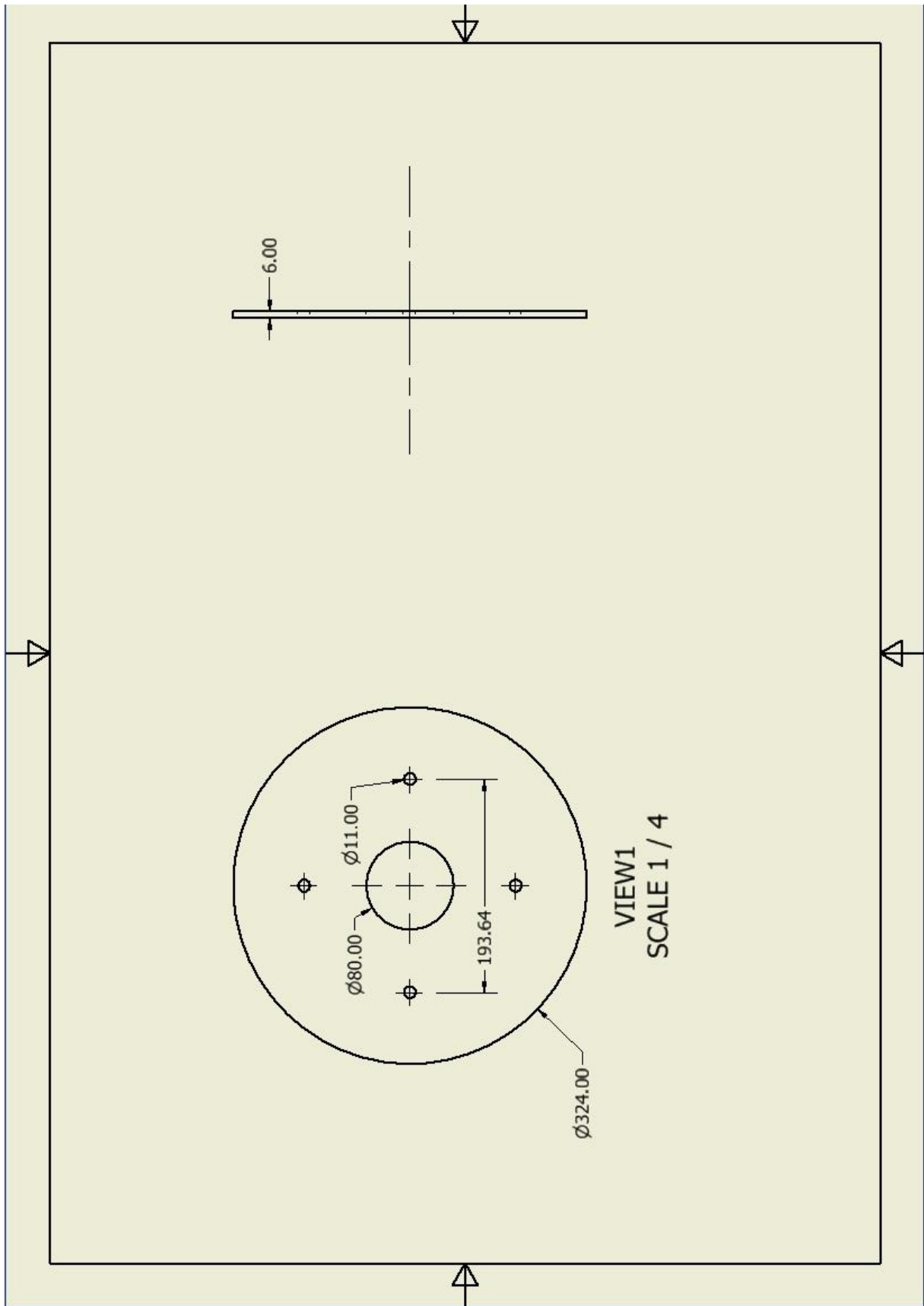
Εικόνα 5.3: Η βάση ανέμης φύλλο 2



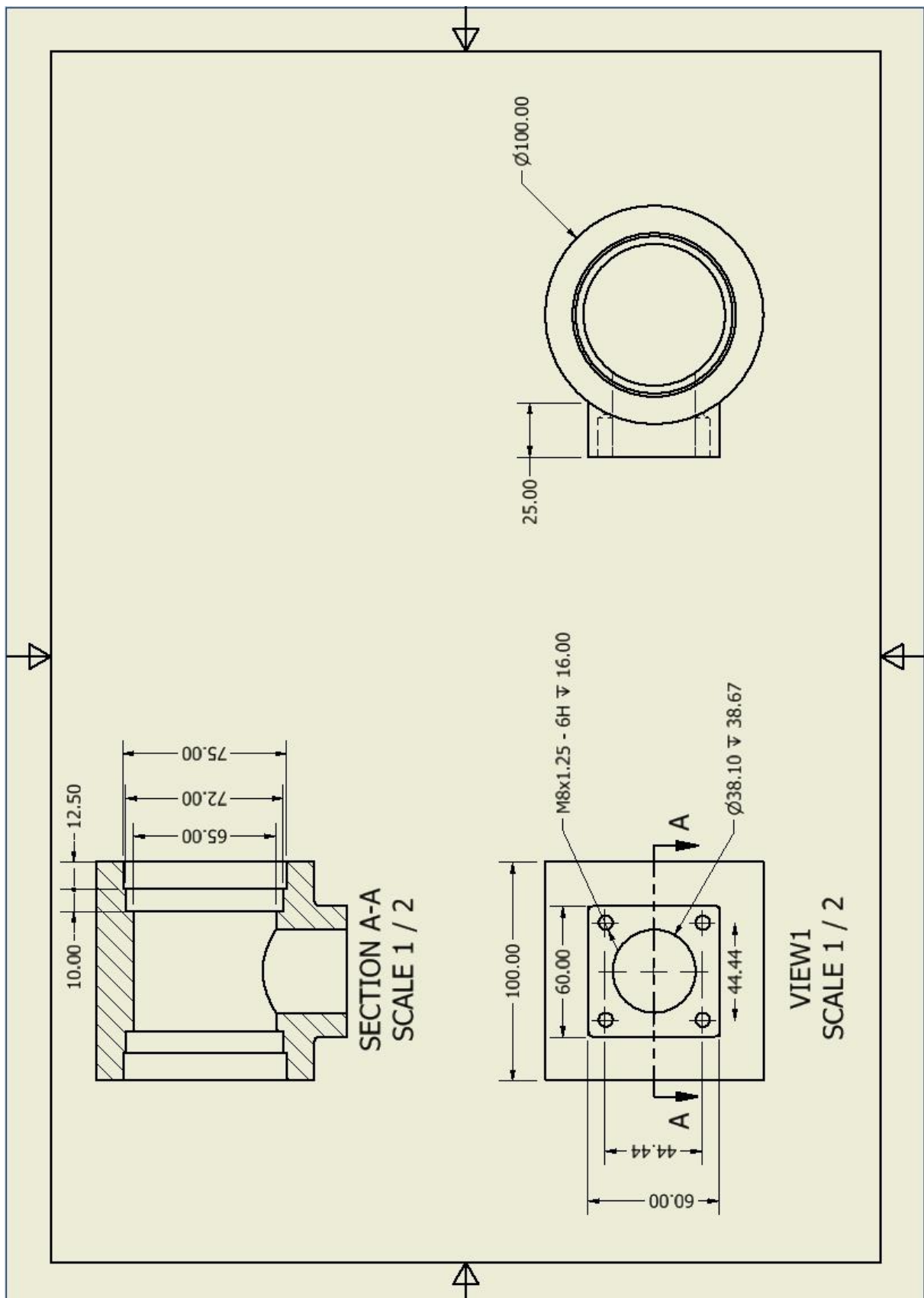
Εικόνα 5.4: Βάση υδραυλικού κινητήρα Z



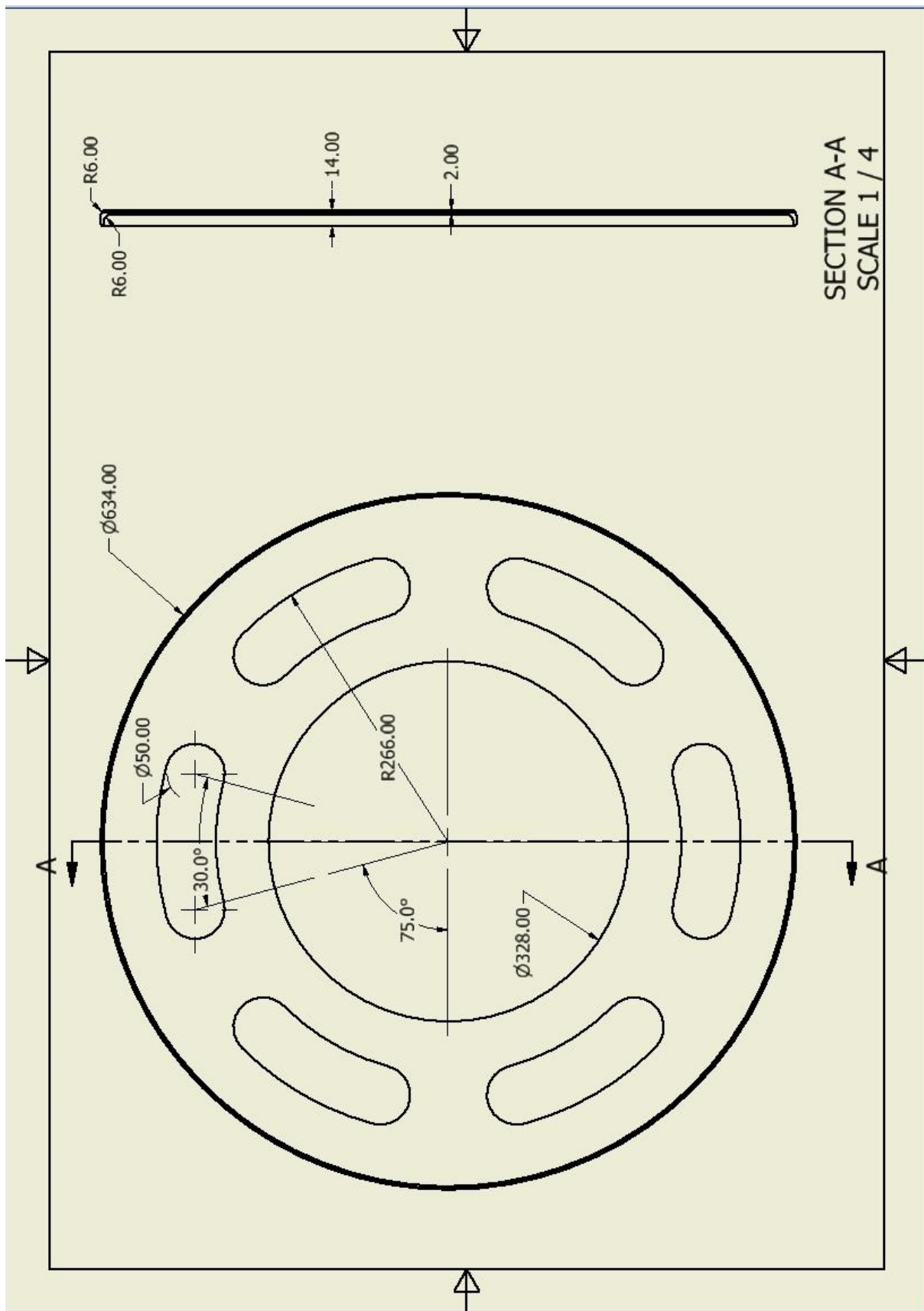
Εικόνα 5.5: Επέκταση άξονα υδραυλικού κινητήρα



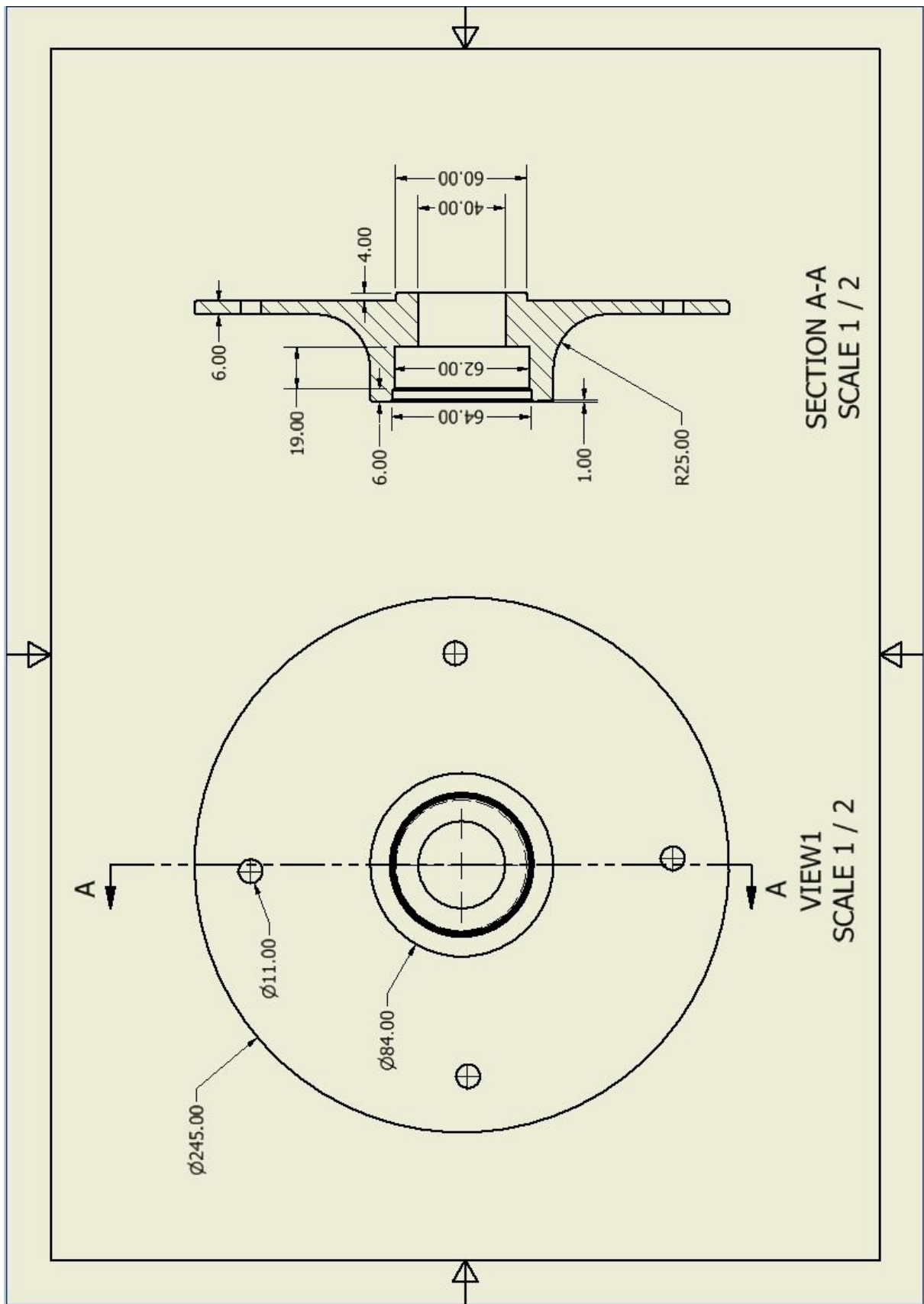
Εικόνα 5.6: Κεντρικός δίσκος



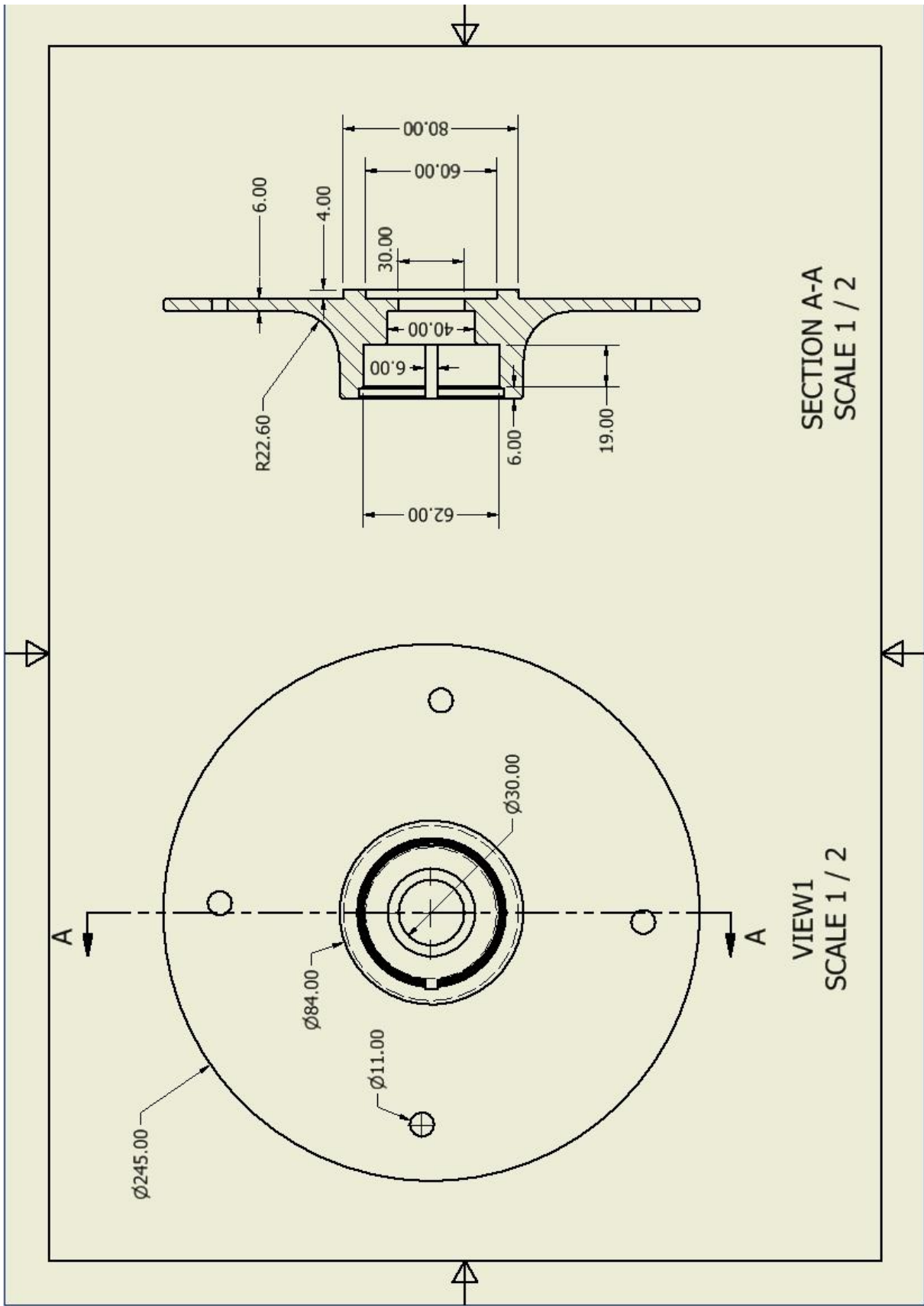
Εικόνα 5.7: Περιστροφικό



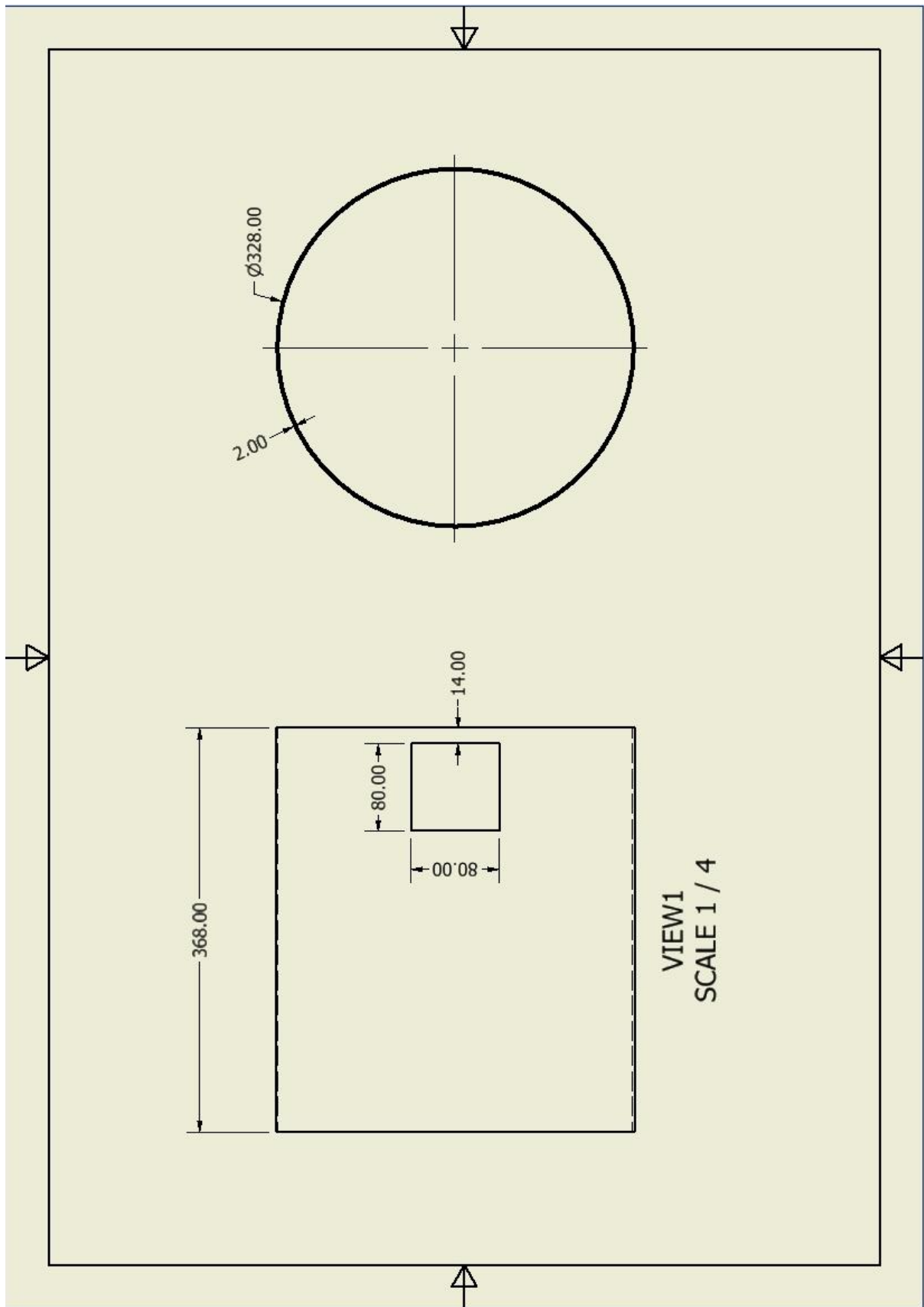
Εικόνα 5.8: Πλαϊνό τυμπάνου



Εικόνα 5.9: Σύνδεσμος εισαγωγής

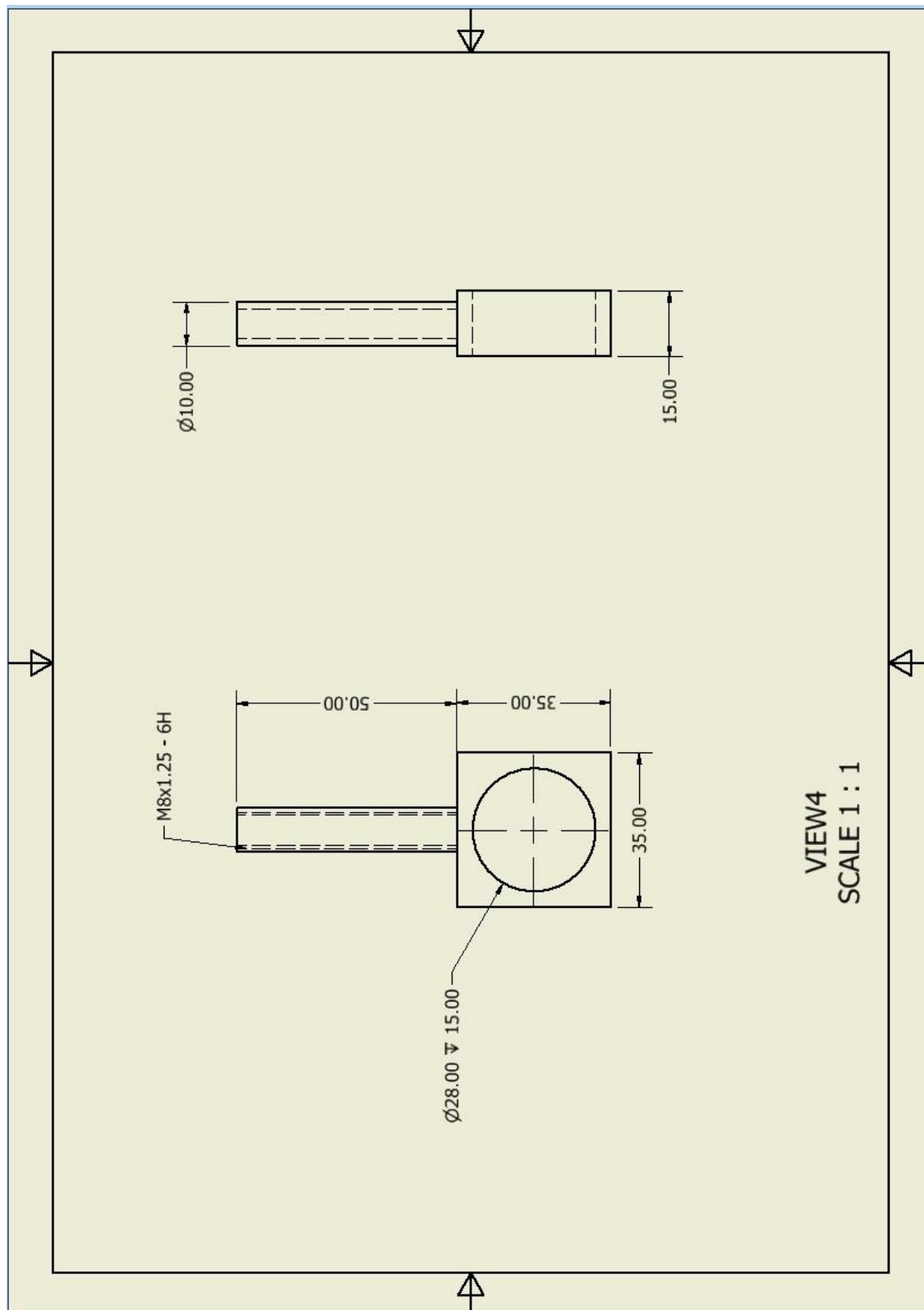


Εικόνα 5.10: Σύνδεσμος συμπλέκτη

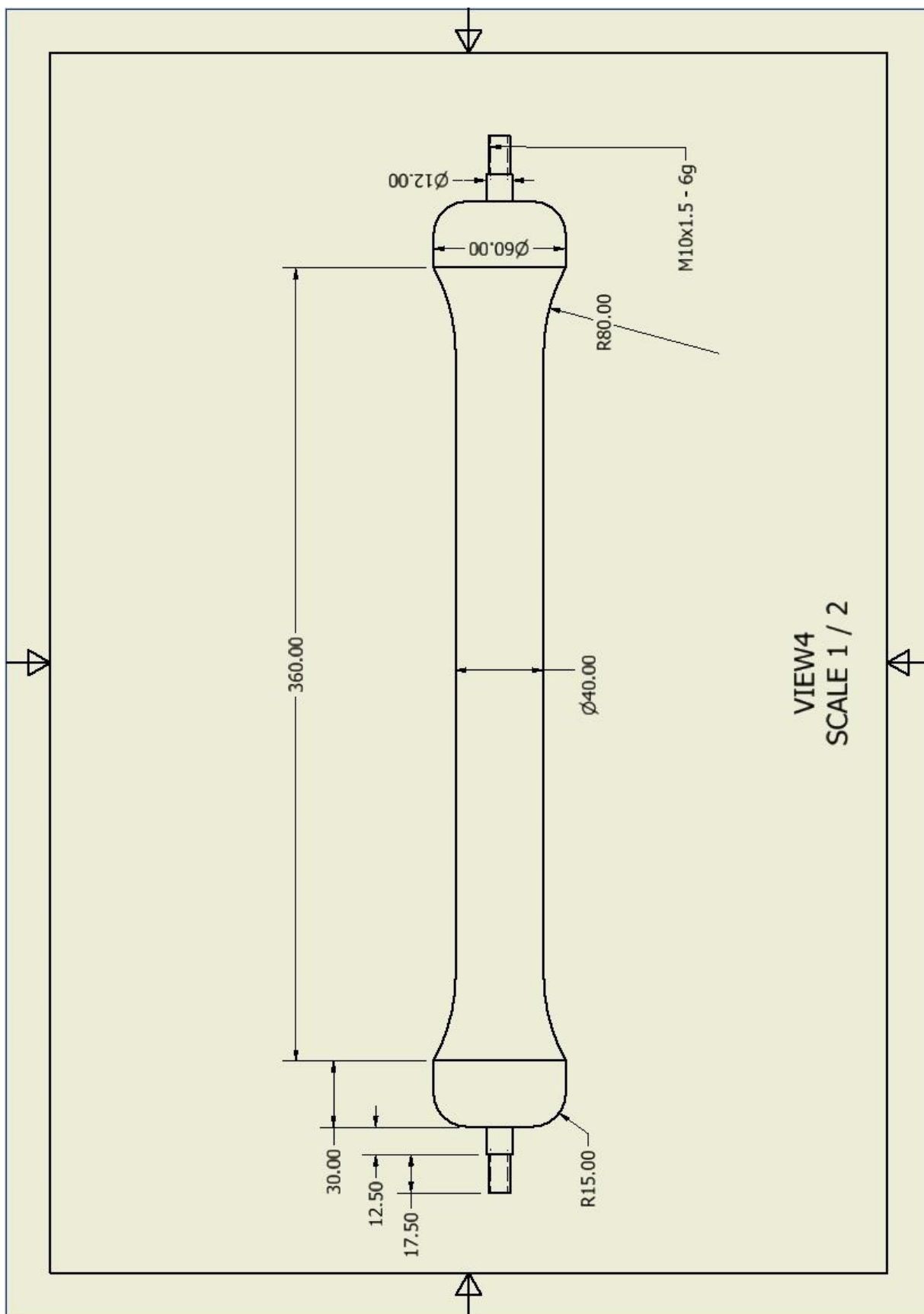


Εικόνα 5.11: Τύμπανο

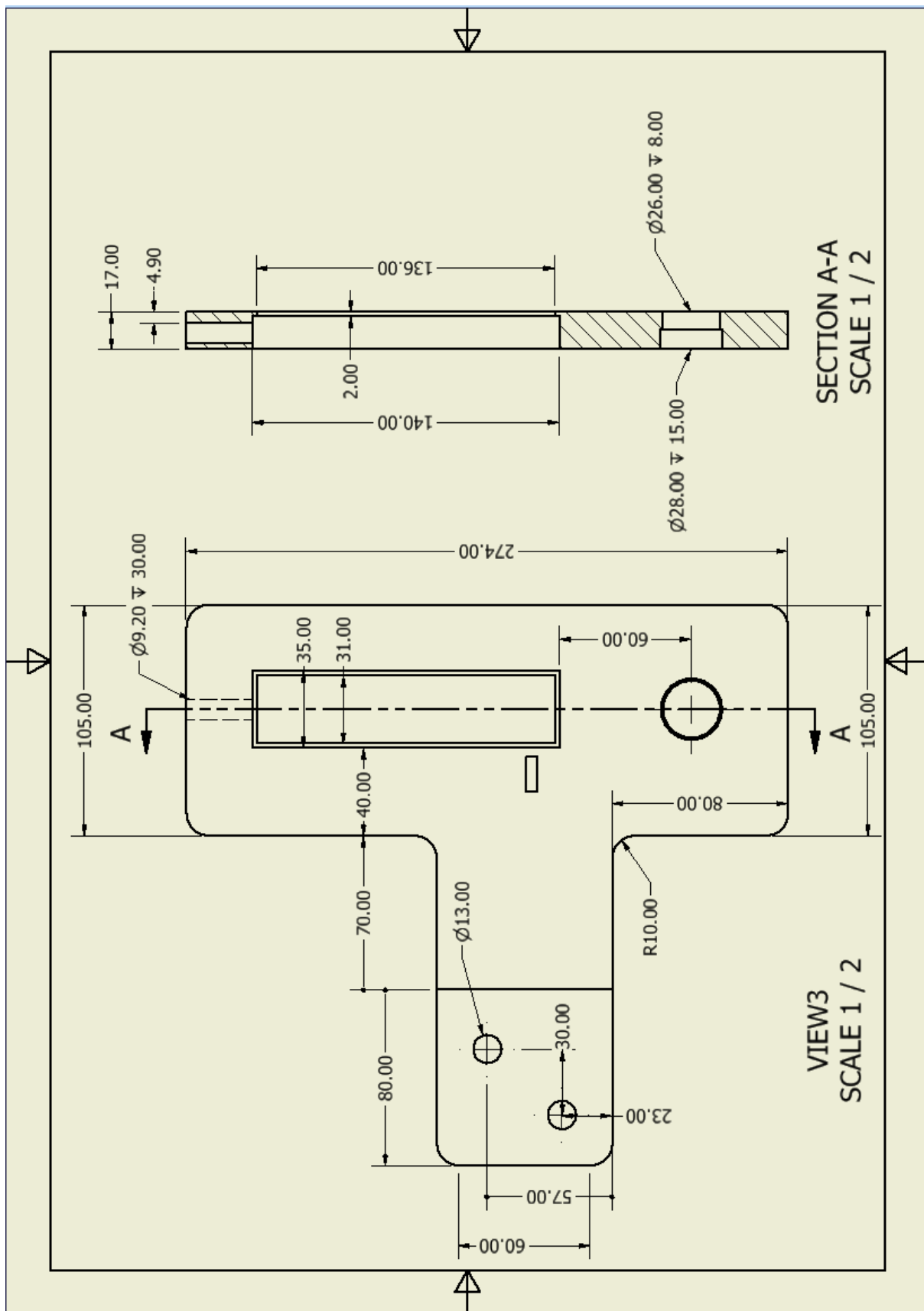
5.3 ΣΧΕΔΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΟΔΗΓΟΥ



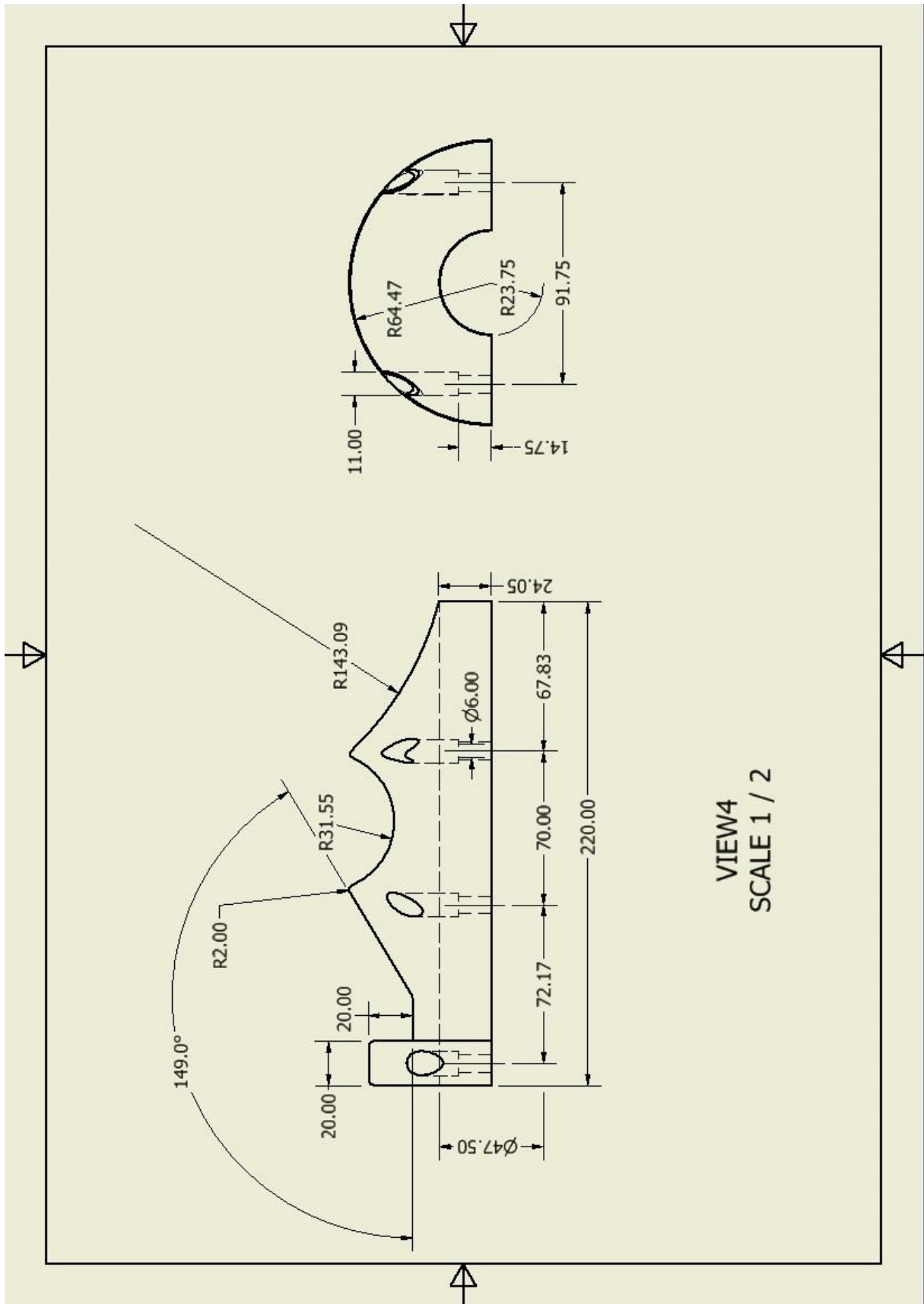
Εικόνα 5.12: Κινητά μέρη



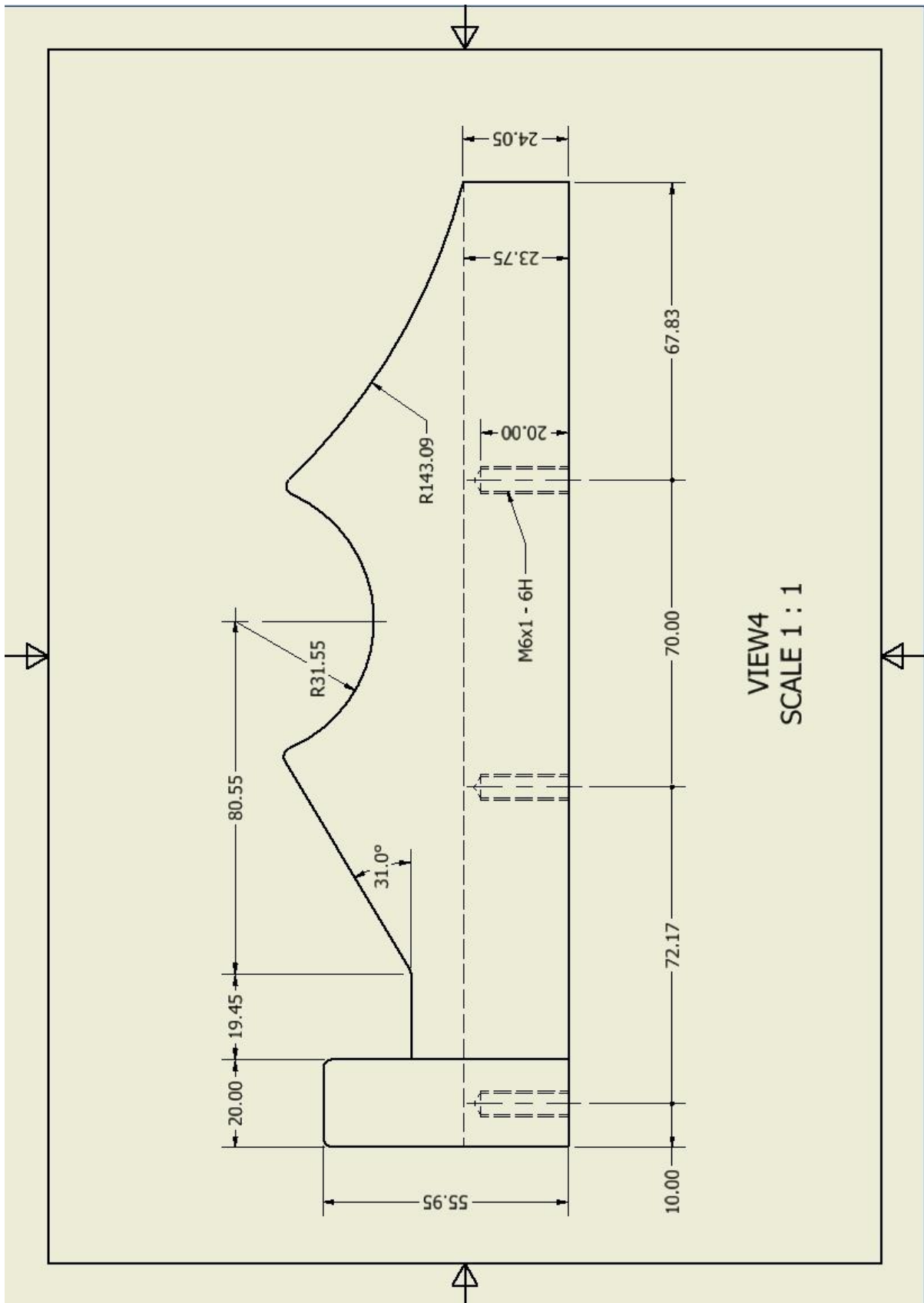
Εικόνα 5.13: Κύλινδρος



Εικόνα 5.14: Πλαϊνά στήριξης



Εικόνα 5.15: Τερματικό (part 1)



Εικόνα 5.16: Τερματικό (part 2)

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο σχεδιασμός του συστήματος που μελετήθηκε στο παρόν τεύχος είχε ως σκοπό να λάβει μερίδιο στην αγορά των συστημάτων τύλιξης εύκαμπτου αγωγού μεταφοράς υγρών καυσίμων προσαρμοσμένων σε βυτιοφόρα οχήματα. Με τις συσκευές αυτές να πρέπει να ακολουθούν ορισμένη νομοθεσία ορίστηκαν οι πρώτοι σχεδιαστικοί παράμετροι. Τμήματα του συστήματος, όπως οι κινητήρες και τα ρουλεμάν προήλθαν από προμηθευτές ολοκληρωμένα. Βάση της ζήτησης για προϊόντα ανέμης από την αγορά τα υποσυστήματα αυτά μπορεί να φανούν οικονομικά επιζήμια να κατασκευαστούν εξ ολοκλήρου στην ίδια παραγωγική μονάδα. Στοχεύοντας στην παραγωγή του συστήματος κατά παραγγελία από μονάδα σχετική με το αντικείμενο αλλά όχι αποκλειστικής παραγωγής του συστήματος οι μηχανές και τα εργαλεία που απαιτούνται μπορούν εύκολα να συναντηθούν σε έναν σύνηθες χώρο μηχανουργείου. Δεύτερος παράγοντας για τον σχεδιασμό του υπήρξε η εμφανή παροχή ποιότητας του προϊόντος. Το προϊόν ελέγχθηκε και φαίνεται να μπορεί να λειτουργήσει στις απαιτούμενες συνθήκες με σημαντικές προσαυξήσεις στον συντελεστή λειτουργίας του. Επιπλέον η εμπειρία χρήσης του προσδίδει ποιότητα στο τελικό προϊόν κάνοντας το φιλικό προς τον χειριστή με τα βοηθήματα που μπορεί να εξοπλιστεί.

Η χρήση του λογισμικού Autodesk Inventor για την δημιουργία της σύνθεσης του αποδείχθηκε ένα σημαντικό εργαλείο για τον σχεδιαστή. Ο χρόνος που απαιτήθηκε είναι αισθητά μικρότερος από τον χρόνο που θα απαιτούσε η ίδια διαδικασία πριν την ένταξη συστημάτων CAD στην βιομηχανία παραγωγής. Όπως αναφέρθηκε, στοχεύοντας στην διάθεση του προϊόντος κατά παραγγελία, η ύπαρξη των ψηφιακών μοντέλων στο αρχείο της παραγωγικής μονάδας σε συνδυασμό με την παραμετρική σχεδίαση που ακολουθήθηκε επιτρέπει στον σχεδιαστή να μεταβάλει διαστάσεις προσαρμόζοντας εύκολα την συσκευή στις ανάγκες του πελάτη. Διατηρώντας την ίδια αρχή λειτουργίας υπάρχει σημαντικό εύρος μεταβολών που μπορεί να πραγματοποιηθεί χωρίς την απαίτηση δημιουργίας νέων τμημάτων από χύτευση σε καλούπι αλλά αλλάζοντας μόνο διαστάσεις που θα δοθούν στην κοπή laser, π.χ. βάση συστήματος, ή στον τόρνο, π.χ. μήκος άξονα. Σε μια σύγχρονα εξοπλισμένη μονάδα παραγωγής με συστήματα CNC (Computer Numerical Control) οι αλλαγές αυτές δύναται να πραγματοποιηθούν με ελάχιστο κόπο από συστήματα CAD-CAM (Computer Aided Design – Computer Aided Manufacturing).

Η δυνατότητα της επιλογής συναρμολόγησης του συστήματος στον ψηφιακό χώρο προσφέρει έναν πρώτο έλεγχο συμβατότητας των επιμέρους τμημάτων της συσκευής αλλά και ευκολία αναγνώρισης πιθανών αστοχιών στις διαστάσεις τους.

Με τις εξελίξεις στις τεχνολογίες της βιομηχανίας να καλπάζουν (3D εκτυπώσεις, νέα υλικά κ.α.) η ύπαρξη αυτού του αρχείου αφήνει ανοικτό ένα παράθυρο επικοινωνίας για μελλοντικές εξελίξεις του προϊόντος.

Τα υγρά καύσιμα αναμένεται να μας παρέχουν για πολλά χρόνια ακόμα την ενέργεια τους και σίγουρα τα βυτιοφόρα οχήματα θα είναι αναπόσπαστο εργαλείο για την μεταφορά τους. Συστήματα όπως αυτό που σχεδιάστηκε θα είναι απαραίτητα για τον εξοπλισμό τους. Ακόμη και αν η αρχή λειτουργίας τους παραμείνει σταθερή στο πέρασμα των χρόνων ελπίζουμε οι μηχανικοί του μέλλοντος να βελτιώσουν την ποιότητα τους και την ασφάλεια που θα παρέχουν με όποια εργαλεία μας δώσει η τεχνολογία.

‘Η τέχνη είναι Εγώ. Η επιστήμη είναι Εμείς.’

Claude Bernard, 1813-1878, Γάλλος ψυχολόγος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αδαμίδης Ε., *Σχεδιασμός και διοίκηση βιομηχανικών μονάδων*, Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών, Αθήνα 2016.
2. Αδαμίδης Ε., *Τεχνολογία παραγωγής και σχεδιασμός εργασίας*, Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών, Αθήνα 2016.
3. Αρχεία της εταιρίας Globe Air motors.
4. Αρχεία της εταιρίας Valiadis Hellenic Motors.
5. Αρχεία της εταιρίας VakPumps, Χ. Βακαλόπουλος & ΣΙΑ Ο.Ε..
6. Βάση δεδομένων της Autodesk® για εξαρτήματα που χρησιμοποιήθηκαν στην συναρμολόγηση του σχεδίου.
7. Βουλγάρη Ιωάννα, *Επισκόπηση μεθοδολογιών ανάπτυξης νέων προϊόντων*, Μεταπτυχιακή διατριβή Πολυτεχνείου Κρήτης 2006.
8. Γιαννατσής Ι κ.α., *Σύγχρονες τεχνολογίες κατασκευής με τη βοήθεια Η/Υ*, Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών, Αθήνα 2015.
9. Γράψας Ε. κ.α., *Τεχνικό σχέδιο*, Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων, Αθήνα, 2001.
10. Δεδούσης Β. κ.α., *Συστήματα CAD*, Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών, Αθήνα 2015.
11. *Mastering Autodesk Inventor 2015*, Waguespack Curtis 06/06/2014 Εκδότης John Wiley & Sons Inc.