



ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

Πτυχιακή εργασία:
Μηχανολογικός σχεδιασμός μονάδων
Μηχανικής-οικιακής κομποστοποίησης

Σπουδάστρια : Ταβερναράκη Ανδρονίκη
Εισηγητής : Θρασύβουλος Μανιός

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή.....	3
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο</u>	
1.1.Τι είναι κόμποστ.....	4
1.2.Η Φυσική διεργασία.....	5
1.3.Βιομηχανική παραγωγή.....	6
1.4.Οικιακή κομποστοποίηση.....	10
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο</u>	
2.1.Σκοπός του πειράματος.....	12
2.2.Κατασκευή κομποστοποιητή.....	13
2.2.1.Υλικά και μέρη του μηχανισμού.....	13
2.2.2.Κατασκευαστικές τεχνολογίες.....	19
2.3.Επιλογή ηλεκτρομειωτήρα.....	19
2.4. Υπολογισμός γραναζιών και αλυσίδας.....	19
2.5.Έλεγχος αντοχής αλυσίδας.....	20
2.6.Συντελεστές ασφαλείας	20
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο</u>	
3.1.Πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για το σχεδιασμό..	21
3.2. Σχεδιασμός αναλυτικά	21
3.2.1. Σχεδιασμός κομματιών (parts).....	24
3.2.2. Συναρμολόγηση.....	32
3.3. Στατικές αναλύσεις.....	35
3.3. Ρευστοδυναμική.....	41
Επίλογος.....	42
Βιβλιογραφία	43

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένα θέμα που απασχολεί έντονα την κοινωνία τα τελευταία χρόνια είναι η προστασία του περιβάλλοντος. Μονάδες ανακύκλωσης και επεξεργασίας αποβλήτων υπάρχουν πλέον σε όλες τις μεγάλες ευρωπαϊκές πόλεις.

Στην εργασία αυτή θα ασχοληθούμε με τα οργανικά απόβλητα και με ποιους τρόπους μπορούμε να τα μετατρέψουμε σε χρήσιμο, και μη επιβλαβή για το περιβάλλον, υλικό το λεγόμενο φυτόχωμα η κόμποστ.

Συγκεκριμένα θα δούμε αναλυτικά από τι αποτελείται, πώς κατασκευάζεται και πώς λειτουργεί ένας μηχανικός οικιακός κομποστοποιητής. Με τη βοήθεια του σχεδιαστικού προγράμματος solidworks, πέρα από το σχεδιασμό του μηχανήματος έχει γίνει και μια προσεγγιστική μελέτη της ροής του υλικού και των δυνάμεων που ασκούνται στα μέρη του κομποστοποιητή.

Μιας και το φυτόχωμα δεν είναι νευτώνιο ρευστό και μάλιστα αλλάζει σύσταση κατά τη διαδικασία παραγωγής του στη μελέτη ρευστοδυναμικής έχει χρησιμοποιηθεί υλικό μη Νευτώνιο με παρόμοιες ιδιότητες το οποίο υπάρχει στις βιβλιοθήκες του προγράμματος.

Το solidworks σαν πρόγραμμα έχει τη δυνατότητα να κάνει και στατικές αναλύσεις. Εδώ θα δούμε μια τέτοια ανάλυση στη βάση, πάνω στην οποία είναι τοποθετημένος ο κομποστοποιητής, και στον κάδο, για να δούμε πως καταπονείται στατικά από το βάρος του υλικού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1.1 Τι είναι κόμποστ:



Η λέξη κόμποστ προέρχεται από το λατινικό *compositum* που σημαίνει συνθέτω. Το κομπόστ είναι μερικώς αποσυντεθειμένη οργανική ύλη. Προέρχεται από τα φυτικά υπολείμματα του κήπου και της κουζίνας μας τα οποία η ίδια η φύση, μέσα από τη διαδικασία της αποσύνθεσης μετατρέπει σε ένα πλούσιο φυτόχωμα που χρησιμεύει για λίπασμα και βελτιωτικό του εδάφους. Είναι αγνό, καθαρό και φυσικό ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλες τις καλλιέργειες δεδομένου ότι δεν περιέχει παθογόνα. Έχει άριστες φυσικές, χημικές ιδιότητες και υψηλές περιεκτικότητες σε θρεπτικά στοιχεία. Στατιστικά τα φυτικά κατάλοιπα των κήπων και της κουζίνας συνιστούν το 30% του όγκου των σκουπιδιών που στέλνουμε στις χωματερές. Τα κατάλοιπα αυτά, επειδή περιέχουν υψηλό ποσοστό υγρασίας, δυσχεραίνουν την αποδοτικότητα των συστημάτων καύσεως. Με την κομποστοποίηση καταναλώνουμε λιγότερη ενέργεια και για την αποκομιδή των απορριμμάτων αλλά και για την καύση τους.

1.1.1. Ιστορική ανασκόπηση

Το *composting* είναι μια από τις πιο παλιές γεωργικές τεχνικές και η ιστορία του ανάγεται στο απώτερο παρελθόν, πολλούς αιώνες πριν, όπου έχουν τις ρίζες τους γεωργικές διαδικασίες, όπως το χώνεμα της κοπριάς. Οι πρώτες προσπάθειες επέμβασης στη βιολογική διαδικασία έλαβαν χώρα στην Κίνα πριν από 5.000 χρόνια. Μέχρι και τις αρχές του 20ου αιώνα η διαδικασία παρέμενε ουσιαστικά πρωτόγονη, χωρίς κανέναν έλεγχο ή επηρεασμό της αποδόμησης των οργανικών υλικών.

Η πρώτη βελτίωση της παραδοσιακής διαδικασίας του composting, εμφανίζεται μέσα στην τρίτη δεκαετία του αιώνα μας στην Ινδία, από τον Sir Albert Howard και τους συνεργάτες του. Ουσιαστικά πρόκειται για μια απλή συστηματοποίηση της διαδικασίας στον ελεύθερο χώρο. Την ίδια περίοδο το composting αρχίζει να αποκτά ενδιαφέρον και ως εργαλείο υγιεινής, ιδιαίτερα σε πυκνοκατοικημένες περιοχές, για τον υγιεινότερο χειρισμό των αποβλήτων του ανθρώπινου οργανισμού και τον περιορισμό της μετάδοσης ασθενειών. Πρώτος ο Waksman και οι συνεργάτες του (1926 – 41) ασχολήθηκαν συστηματικά με την επιστημονική μελέτη του composting και ιδιαίτερα με την μικροβιολογία της βιολογικής αποδόμησης οργανικών υπολειμμάτων γενικά. Μετά τον Waksman, η μελέτη του composting επεκτάθηκε σε όλο σχεδόν τον ανεπτυγμένο κόσμο και ουσιαστικά συνεχίζεται μέχρι και σήμερα, με αποτέλεσμα τη συνεχή βελτίωση της όλης διαδικασίας.

Παράλληλα με τη μελέτη του composting ως βιολογικού φαινομένου, αρχίζει και μια συστηματική προσπάθεια για την μηχανοποίηση της διαδικασίας εφαρμογής του. Πολύ μεγάλη ώθηση προς αυτή την κατεύθυνση έδωσε η σκέψη της εφαρμογής του στα δημοτικά απορρίμματα, που η παρουσία τους άρχισε να γίνεται απειλητική για το περιβάλλον και τον άνθρωπο.

1.2. Η φυσική διεργασία

Η κομποστοποίηση ακολουθεί το βιολογικό κύκλο της Γης: ανάπτυξη και φθορά. Τα κλαδέματα του κήπου και τα φυτικά υπολείμματα από τις τροφές μας που αποτελούν το σωρό του κόμποστ γίνονται η τροφή για μικροοργανισμούς, μύκητες, βακτηρίδια, έντομα και ζώφια τα οποία χρησιμοποιούν τον άνθρακα (C) από τα ξερά φυτά για την ανάπτυξή τους. Ο άνθρακας οξειδώνεται μετατρέπόμενος σε διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) γι' αυτό μειώνεται η μάζα και εκλύεται θερμότητα κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης. Το άζωτο (N) είναι το βασικό συστατικό για τον πολλαπλασιασμό των μικροοργανισμών. Με αυτό τον τρόπο τα θρεπτικά συστατικά από τα φυτά ανακυκλώνονται στον οργανισμό τους, αποσυντίθενται και επιστρέφουν με το κομπόστ πίσω στο έδαφος. Η κομποστοποίηση είναι μια φυσική βιολογική διαδικασία αποδόμησης της οργανικής ύλης, την οποία η παρέμβαση του ανθρώπου έχει απλώς εντατικοποιήσει και έχει μεγιστοποιήσει την απόδοσή της. Η διαδικασία είναι **μικροβιακή, αερόβια και θερμοφιλή.**

Μικροβιακή :

υπεύθυνοι για την διαδικασία της κομποστοποίησης είναι διάφοροι μικροοργανισμοί και βακτήρια.

Αερόβια :

Η παρουσία επαρκούς ποσότητας οξυγόνου είναι αναγκαία για τη γρήγορη, αποτελεσματική και χωρίς προβλήματα αποδόμηση της οργανικής ουσίας μέσω των αερόβιων μικροοργανισμών. Ως αναερόβιες χαρακτηρίζονται οι συνθήκες εκείνες που η περιεκτικότητά τους σε οξυγόνο έχει πέσει σε επίπεδα χαμηλότερα του 1 %. Οι μικροοργανισμοί που επικρατούν στις συγκεκριμένες αναερόβιες συνθήκες είναι κυρίως μεθανογενείς και το οξυγόνο αποτελεί τοξικό παράγοντα γι' αυτούς.

Θερμόφιλη :

Το αποτέλεσμα της μικροβιακής αποδόμησης είναι η παραγωγή

ενέργειας, η οποία οδηγεί στην αύξηση της θερμοκρασίας των υλικών που αποδομούνται.

1.3.Βιομηχανική παραγωγή

Υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν:

- Υπολείμματα καλλωπιστικών φυτών (κλαδιά, βλαστοί).
- Διάφορα αγριόχορτα (να μην έχουν ώριμους σπόρους).
- Φύλλα.
- Χώμα από γλάστρες (όταν ανανεώνεται το χώμα τους).
- Κλαδιά δένδρων και θάμνων.
- Κομμένο γρασίδι από χλοοτάπητες.
- Υπερώριμα ή χαλασμένα φρούτα.
- Τσόφλια από αυγά.
- Υπολείμματα του καφέ (με τα φίλτρα) και υπολείμματα τσαγιού.
- Υπολείμματα λαχανικών από το καθάρισμα τους στην κουζίνα (πατατόφλουδες, βολβοί από φασόλια, αρακά, κουκιά κ.ά.)
- Υπολείμματα βρασμένων φαγητών στα οποία δεν έχει προστεθεί λάδι.
- Λουλούδια από τα ανθοδοχεία.
- Ροκανίδια και πριονίδια ξύλου σε μικρές ποσότητες
- Άχυρο από καλλιέργειες ή από ενσταυλισμό ζώων.
- Φύκια θάλασσας.
- Ελαιόφυλλα.

Τα προς κομποστοποίηση υλικά τεμαχίζονται και τοποθετούνται σε σωρούς. Υπάρχουν δύο κύριες κατηγορίες συστημάτων κομποστοποίησης: 1) τα συστήματα κλειστού τύπου και 2) τα συστήματα ανοικτού τύπου.

1. Συστήματα κλειστού τύπου.

Είναι συστήματα στα οποία τα τεμαχισμένα υλικά προωθούνται σε βιοαντιδραστήρες όπου μετά την επεξεργασία τους οδηγούνται σε συστήματα ανοικτού τύπου για περεταίρω σταθεροποίηση. Είναι οικονομικά συμφέρουσες μόνο για βιομηχανικές μονάδες.

2. Συστήματα ανοικτού τύπου.

Είναι συστήματα καταλληλότερα για μικρές μονάδες και για μεμονωμένους παραγωγούς. Χωρίζονται σε συστήματα με δυναμικό αερισμό και σε συστήματα με στατικό αερισμό.

Τεχνικές κομποστοποίησης

Οι πλέον συνηθισμένοι μέθοδοι κομποστοποίησης είναι οι παρακάτω:

♦ Αναστρεφόμενων σειραδίων

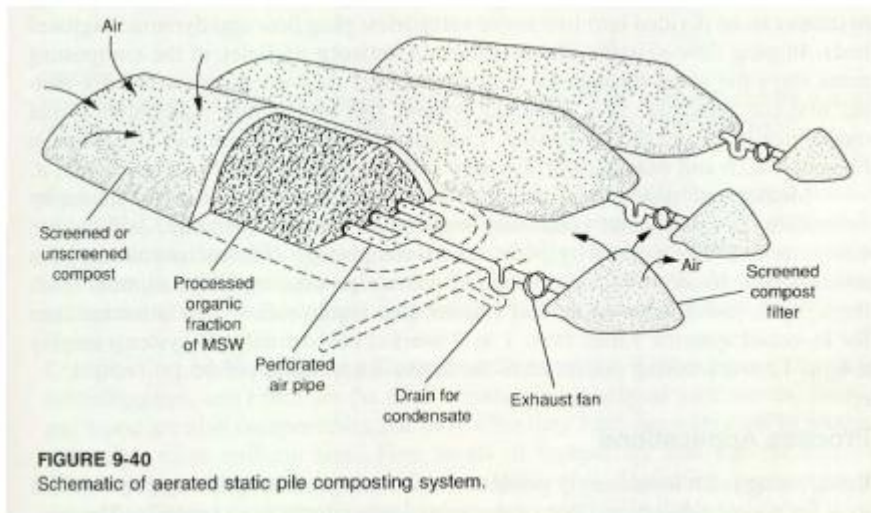
Ουσιαστικά τα υπολείμματα τοποθετούνται σε μακρόστενους σωρούς, όπως προαναφέρθηκε. Η επίβλεψη της διαδικασίας βασίζεται στη θερμοκρασία που ελέγχεται αυτόματα (μόνιμο σύστημα καταγραφής και ελέγχου συνδεδεμένο με υπολογιστή) ή χειρονακτικά (με ειδικά θερμομέτρα). Όταν η θερμοκρασία ανέβει πάνω από τους 65 με 70 ο C, τότε με τη βοήθεια ειδικών μηχανημάτων γίνεται ανάδευση του σωρού, προσθέτοντας αέρα στο σύστημα και πολύ συχνά και υγρασία, ανάλογα με την ποσότητα των υλικών. Ο όγκος κάθε σωρού κυμαίνεται στα 120-130 m³.

Στην πράξη η ανάδευση των σωρών πραγματοποιείται χωρίς να καθορίζεται από τη θερμοκρασία σε τακτά χρονικά διαστήματα που ποικίλουν από δύο φορές την εβδομάδα έως μια φορά κάθε δυο εβδομάδες. Η συγκέντρωση του αζώτου στο σωρό είναι σημαντική για την έναρξη της κομποστοποίησης. Αν το άζωτο δεν είναι αρκετό η διαδικασία δεν ξεκινά.



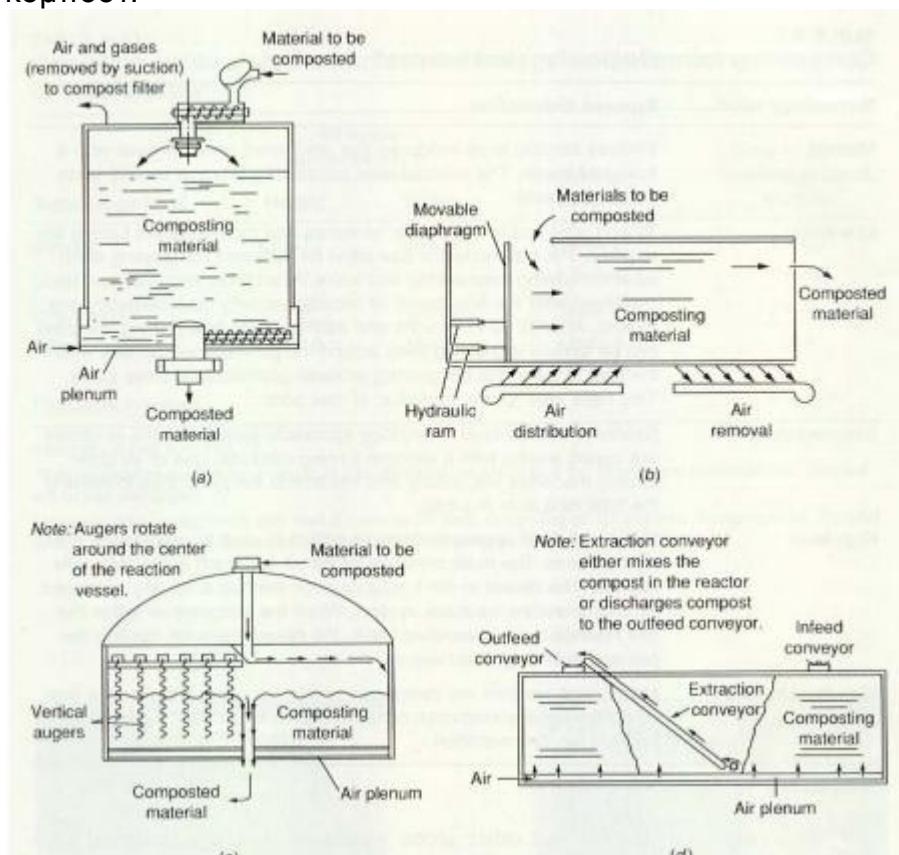
♦ Αεριζόμενων σωρών

Η προσπάθεια μείωσης της ανάγκης γυρίσματος των σωρών με τη συνεχή και αυτόματη προσθήκη αέρα στους σωρούς των υλικών οδήγησε σ' αυτόν τον τύπο των αεριζόμενων σωρών. Αυτό γίνεται με τη βοήθεια ανεμιστήρων που είτε προωθούν αέρα στο σωρό είτε τον απομακρύνουν (αναρρόφηση) με αποτέλεσμα νέος αέρας να εισέρχεται στο σύστημα. Ο έλεγχος της ποσότητας αέρα που περνάει στο σωρό καθορίζεται από τη θερμοκρασία. Έχουν γίνει και προσπάθειες προσθήκης υγρασίας μαζί με τον αέρα, χωρίς όμως μεγάλη επιτυχία. Τα πλέον κοινά συστήματα είναι αυτά που προωθούν μόνο αέρα στο σωρό.



◆ Σε δοχεία

Είναι η πλέον καινούργια μέθοδος κομποστοποίησης όπου ένα μέρος της διαδικασίας (συνήθως οι πρώτες 3 με 4 εβδομάδες που είναι και οι πιο ενεργές) λαμβάνει χώρα σε κλειστά δοχεία ή κλειστούς χώρους, με πλήρη έλεγχο θερμοκρασίας, αερισμού και υγρασίας. Το σύστημα είναι αυτοματοποιημένο και το πλεονέκτημα του είναι ο πλήρης έλεγχος των παραγόμενων οσμών και μείωση της ενόχλησης των περιόικων. Η απόσπηση δύσσομων αερίων γίνεται με το πέρασμά τους από βιοφίλτρα με ώριμο κόμποστ.



Κύριο χαρακτηριστικό της νεκρής οργανικής ύλης είναι η αστάθειά της, δεδομένου ότι βρίσκεται συνεχώς στη διαδικασία της αποδόμησης. Με την κομποστοποίηση επιτυγχάνεται η γρήγορη αποσύνθεσή της και το πέρασμά της σε σχετική σταθεροποίηση, κατά την οποία η αποδόμησή της συνεχίζεται σε αργούς ρυθμούς. Όταν η ύλη φτάσει σε αυτή την κατάσταση, δεν προκαλούνται περιβαλλοντικά προβλήματα και ταυτόχρονα καθίσταται δυνατή η αξιοποίησή της γεωργικά.

Τι εννοούμε με τον όρο σταθεροποίηση:

1. Να φτάσει η οργανική ύλη σε μια μορφή που να είναι βιολογικά σχετικά αδρανής, απουσία έντονων μικροβιακών δραστηριοτήτων και διάσπαση των πολύπλοκων οργανικών μεγαλο-μορίων σε πιο σταθερά οργανικά και ανόργανα συστατικά.
2. Να μειωθεί ή ακόμα και να εξαφανιστεί η δυσάρεστη οσμή που μερικά οργανικά υλικά αναδίδουν.
3. Να μειωθεί ή και να καταστραφεί πλήρως το παθογόνο για τον άνθρωπο μικροβιακό φορτίο, καθώς και παθογόνοι μικροοργανισμοί φυτών και ζώων.
4. Να μειωθεί ο όγκος των υλικών αυτών καθώς και η υγρασία τους έτσι ώστε να είναι ευκολότερη και πλέον οικονομική η μεταφορά τους από το σημείο συσσώρευσης-παραγωγής στο σημείο εφαρμογής.
5. Να μειωθεί η φυτοτοξική δράση του οργανικού φορτίου μέσα από διαδικασίες ωρίμανσης του υλικού.
6. Να παραχθεί τελικά ένα οργανικό υλικό που θα μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί σε διάφορες καλλιέργειες καλύπτοντας έτσι ανάγκες σε οργανικό λίπασμα αλλά και την Ευρωπαϊκή Νομοθεσία, στην περίπτωση των απορριμμάτων ενέργειας ή υλικών



1.4.Οικιακή κομποστοποίηση

Η οικιακή κομποστοποίηση είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος μείωσης του 70-80% των οργανικών απορριμμάτων της κουζίνας και του κήπου. Η διαδικασία περιλαμβάνει την χρήση ειδικών κάδων- κομποστοποιητών στους οποίους τοποθετούνται τα οργανικά υλικά και μετατρέπονται σε κόμποστ.

Ο εξοπλισμός που είναι απαραίτητος :

- Ένας ειδικός κάδος κομποστοποίησης



- Χώμα από τον κήπο
- Εργαλεία κήπου (ποτιστήρι,σκαλιστήρι,παλάμη κ.α.)
- Κάδος μικρός για την κουζίνα, για τη συλλογή των υλικών.



Τα οργανικά υλικά τοποθετούνται στον κομποστοποιητή μαζί με φύλλα, κλαδιά και λίγο χώμα. Η τροφοδοσία με νέα υλικά θα πρέπει να είναι συχνή, όπως και το ανακάτεμα ώστε να εμπλουτίζετε το μίγμα με οξυγόνο και πρέπει να δίνεται προσοχή στη διατήρηση της υγρασίας σε μέτριο επίπεδο έτσι ώστε να γίνεται σωστά η αποικοδόμηση.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2.1. Σκοπός του πειράματος

Η διαδικασία της οικιακής κομποστοποίησης με τον τρόπο που αναφέρθηκε, είναι αρκετά χρονοβόρα και περιορίζει την ποσότητα των απορριμμάτων που μπορούν να αποικοδομηθούν. Επιπλέον όταν υπάρχει αρκετός όγκος οργανικών αποβλήτων χρειάζεται και ο κατάλληλος χώρος για την επεξεργασία τους . Για το λόγο αυτό προσπαθήσαμε να κατασκευάσουμε έναν κομποστοποιητή ο οποίος θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί από μια πολυκατοικία, ένα ξενοδοχείο, εστιατόρια και γενικά χώρους που παράγουν μεγάλη ποσότητα οργανικών και φυτικών αποβλήτων έτσι ώστε να μειωθεί σημαντικά η ποσότητα των παραπάνω υλικών που απορρίπτονται στο περιβάλλον. Με δεδομένο ότι ειδικά στους χώρους εστίασης το μεγαλύτερο ποσοστό των απορριμμάτων είναι οργανικό, εύκολα μπορεί να κατανοήσει κάποιος τη χρησιμότητα ενός τέτοιου κομποστοποιητή.

Το κόμποστ που θα παράγουν οι χώροι αυτοί θα μπορεί να διατεθεί στη αγορά αποφέροντας επιπλέον έσοδα. Παράλληλα μειώνεται ο όγκος των απορριμμάτων που καταλήγουν στις χωματερές και βελτιώνεται η καύση των μη οργανικών υλικών.

Το μηχάνημα αυτό μπορεί να αποφέρει ένα σημαντικό χρηματικό ποσό στο χρήστη το οποίο στην ουσία θα προέρχεται από τα σκουπίδια. Σαν υλικό το φυτόχωμα είναι εξαιρετικά χρήσιμο σε αγροτικές καλλιέργειες, σε φυτώρια και κήπους ενώ παράλληλα είναι πολύ πιο οικονομικό από τις οργανικές κοπριές και τα λιπάσματα.

2.2.Κατασκευή του κομποστοποιητή

Πρίν δύο χρόνια είχε γίνει μια προσπάθεια κατασκευής ενός παρόμοιου κομποστοποιητή , όμως λόγω σφάλματος στον σχεδιασμό δεν κατάφερε να λειτουργήσει. Η διαδικασία κατασκευής του παρόντος κομποστοποιητή κράτησε 4 μήνες. Χρησιμοποιήθηκε η βασική ιδέα του προ υπάρχοντος πειράματος και έγιναν κατασκευαστικές και σχεδιαστικές βελτιώσεις. Τα υλικά και οι κατεργασίες που έλαβαν χώρα καταγράφονται παρακάτω.

Ο ωφέλιμος όγκος του κάδου στον οποίο γίνεται η κομποστοποίηση είναι 0,47 m³ , οι επιθυμητές στροφές της ατράκτου προκειμένου να ανακατεύεται σωστά το μίγμα είναι 7rpm ενώ η κίνηση προέρχεται από ηλεκτρομειωτήρα και μεταδίδεται στην άτρακτο με διπλή αλυσίδα και 2 γρανάζια.

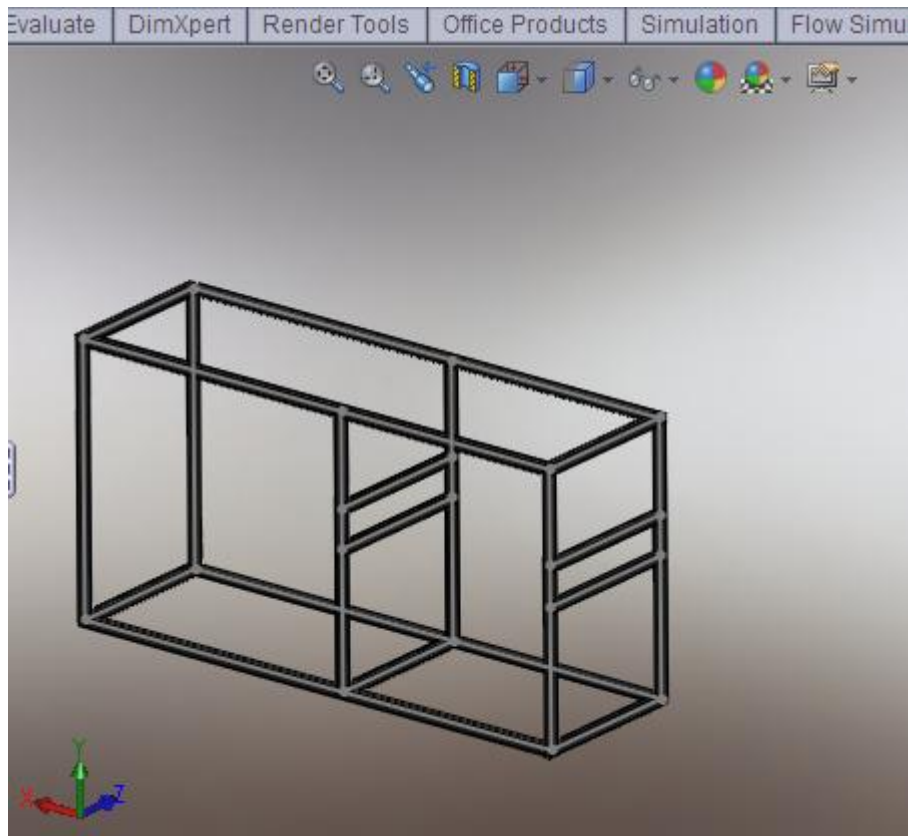
2.2.1 Υλικά και μέρη του μηχανήματος

Όλα τα τεμάχια είναι από κατασκευαστικό σίδηρο.

Ο κομποστοποιητής αποτελείται από 10 μέρη:

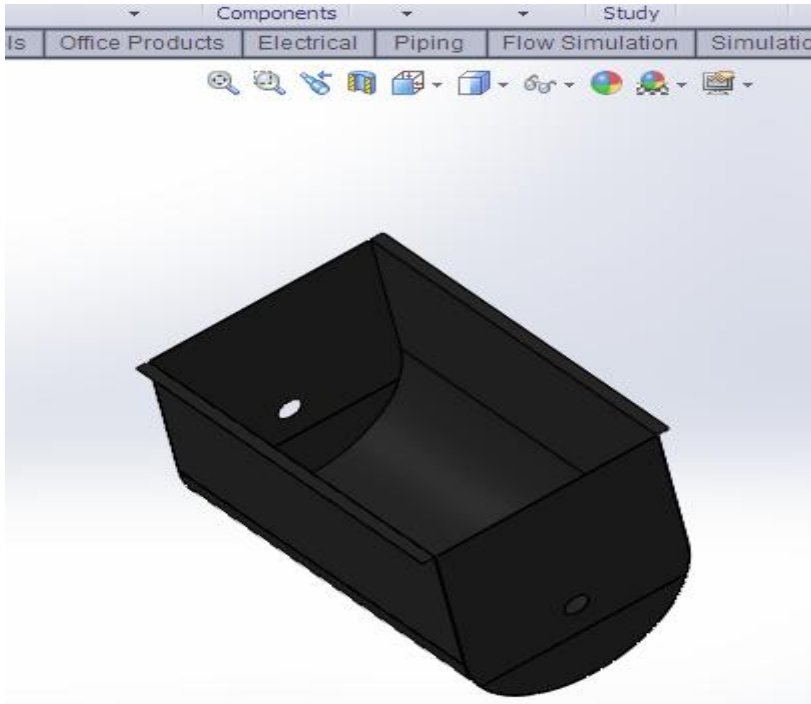
1)βάση

Η βάση είναι κατασκευασμένη από σιδηροσωλήνες ορθογωνικής διατομής, οι οποίοι έχουν ενωθεί με ηλεκτροκόλληση .

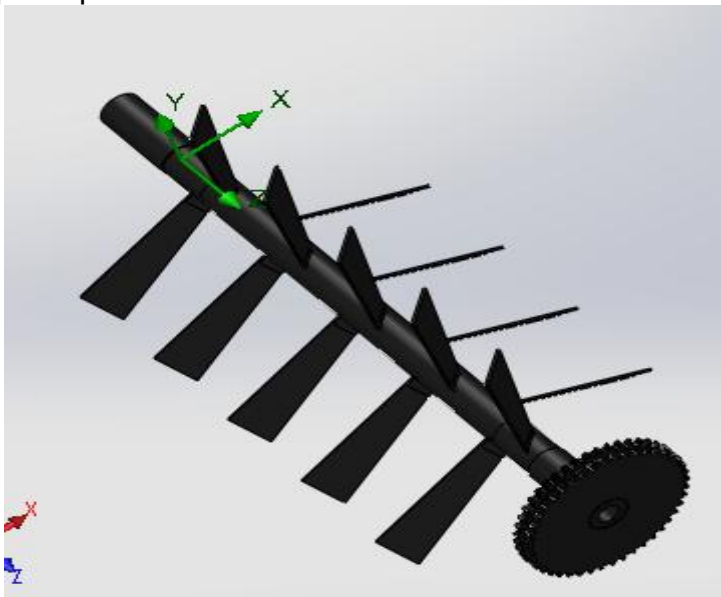


2) κάδος

ο κάδος αποτελείται από 7 κομμάτια, δύο ορθογώνια τμήματα δεξιά και αριστερά, ένα κοίλο διαμέτρου 76cm πάνω στο οποίο τοποθετούνται τα ορθογώνια τμήματα, δύο κομμάτια μπροστά και πίσω πάνω στα οποία στηρίζεται το ρουλεμάν η άτρακτος και δύο καπάκια μπροστά και πίσω που λειτουργούν σαν έξοδοι του κόμποστ

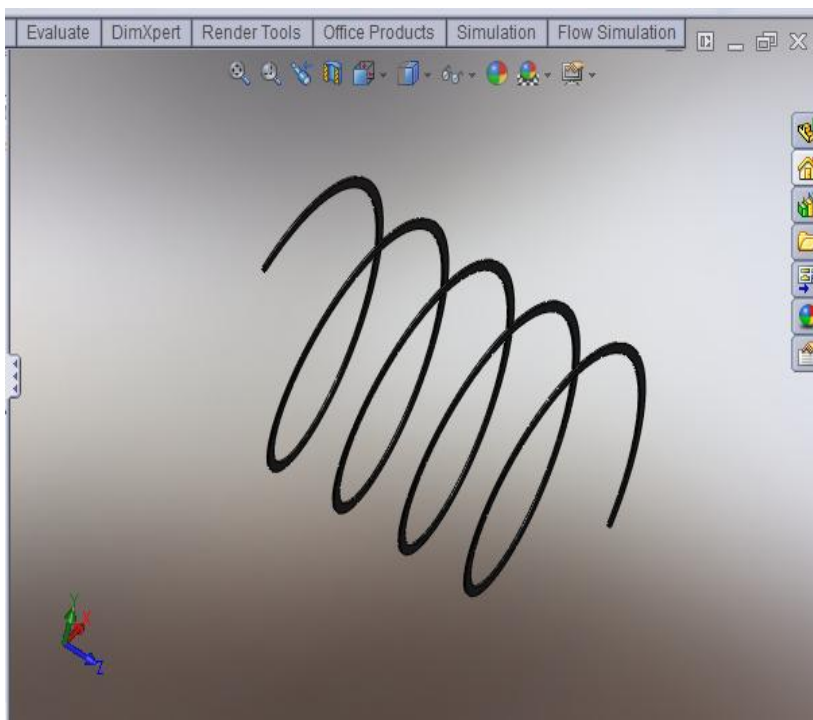


3) άτρακτος Η άτρακτος είναι διάτρητη και πάνω της έχουν τοποθετηθεί τα πτερύγια με ηλεκτροκόλληση. Στις 2 άκρες της εφαρμόζουν τα ρουλεμάν.



4) πτερύγια

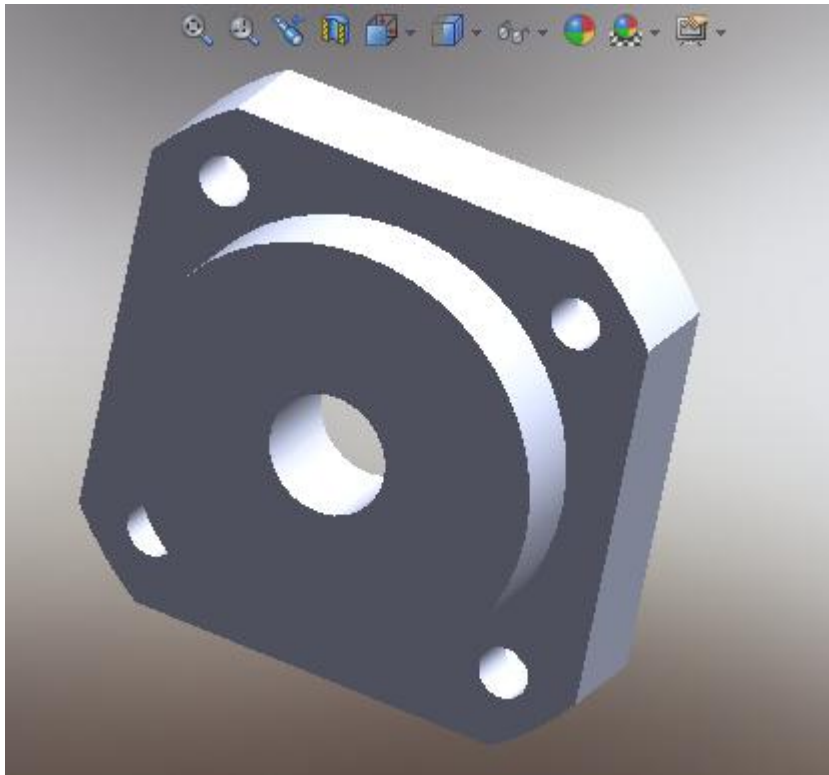
5) **σπείρα** Η σπείρα τοποθετείται πάνω στα πτερύγια για την σταθεροποίηση τους και για την καλύτερη ανάδευση των υλικών.



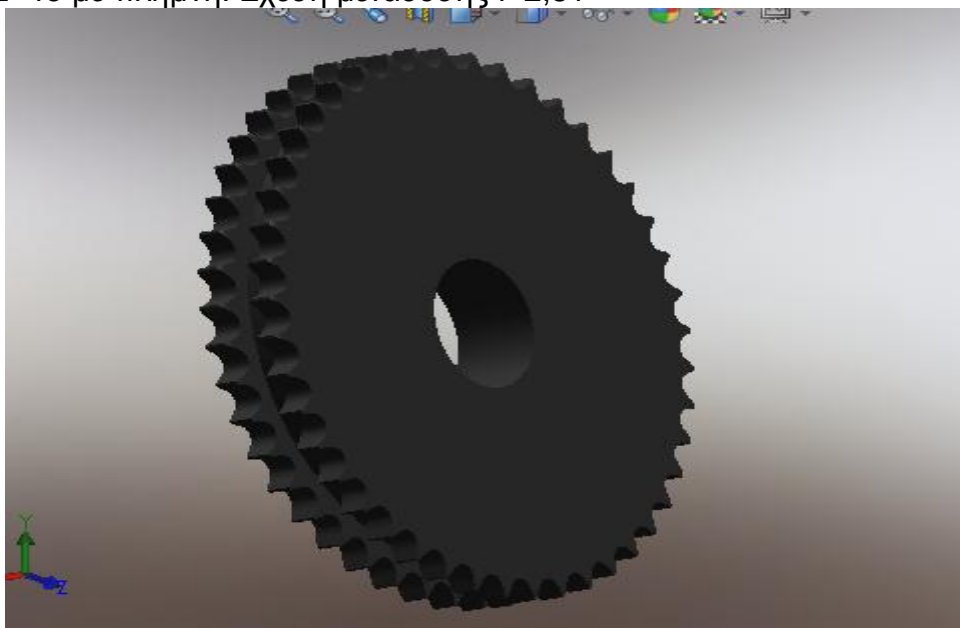
6) **2 ρουλεμάν** τύπου UC216FC

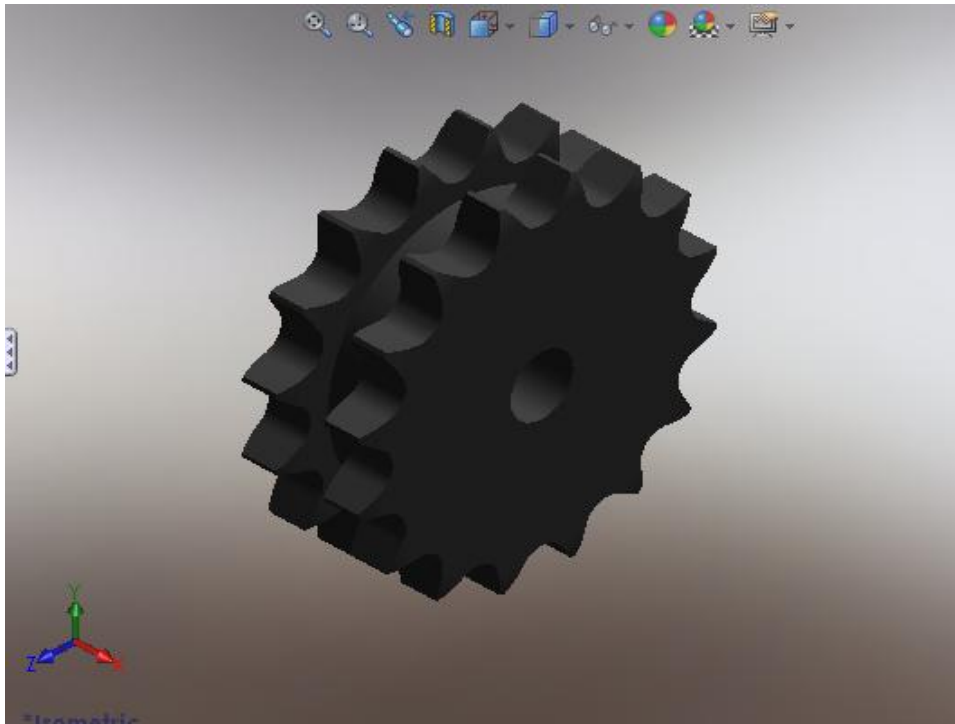


7) **δύο μαντέμια** (για τη στήριξη των ρουλεμάν) τύπου F216

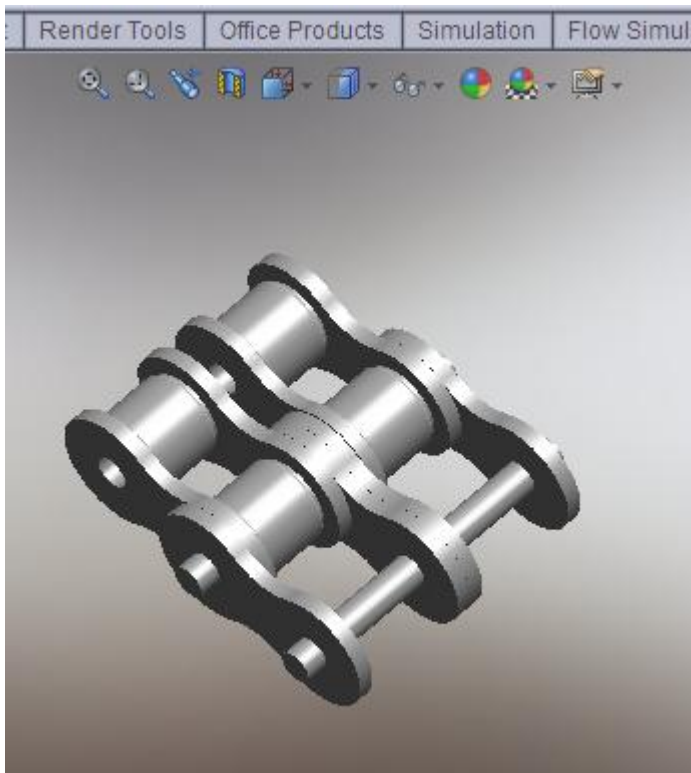


8) δύο γρανάζια :μικρό 1" 16B-2, $z=16$ με πλήμνη EL και μεγάλο 1" 16B-2, $z=45$ με πλήμνη. Σχέση μετάδοσης $i=2,81$





9) αλυσίδα κίνησης 1" D16B-2 Flexon



10) ηλεκτρομειωτήρας motovario
CB-0835C, 2.2KW, 19.1 rpm, $i=73.1$, $S_f=0.86/B3$



2.2.2.Κατασκευαστικές τεχνολογίες

Ηλεκτροκόλληση :Τα τμήματα της βάσης πάνω στην οποία έχει τοποθετηθεί ο κάδος και ο μειωτήρας, τα κομμάτια του κάδου, τα πτερύγια και η σπείρα (τα κομμάτια της και η ίδια πάνω στα πτερύγια), έχουν ενωθεί με ηλεκτροκόλληση .

Διάτρηση : Στην άτρακτο έχουν τοποθετηθεί δύο επιπλέον κομμάτια στις άκρες τα οποία έχουν ενωθεί με βίδες M8

Λείανση : Οι ραφές της συγκόλλησης έχουν λειανθεί με κατάλληλο τροχό

Τόρνευση : Τα δύο πρόσθετα κυλινδρικά κομμάτια που υπάρχουν στην άτρακτο, έχουν υποστεί κατεργασία σε τόρνο ώστε να μπορούν να τοποθετηθούν σε αυτά τα ρουλεμάν

Διαμόρφωση : Η σπείρα που υπάρχει γύρω από τα πτερύγια έχει υποστεί διαμόρφωση με ραουλιέρα. Έχει κατασκευαστεί τμηματικά, περίπου μια μια σπείρα και στη συνέχεια τα κομμάτια ενώθηκαν με ηλεκτροκόλληση

2.3.Επιλογή ηλεκτρομειωτήρα

Θέλοντας να εξασφαλίσουμε την καλύτερη λειτουργία του μηχανήματος επιλέξαμε ένα τριφασικό ηλεκτρομειωτήρα με τα παρακάτω χαρακτηριστικά :

Τάση λειτουργίας: 230 V

Συχνότητα 50Hz

Ισχύς 2.2 kw

Στροφές κινητήρα 1420 rpm

cosf 0.78

Στροφές στην έξοδο του μειωτήρα 19.1 rpm

Σχέση μετάδοσης $i=73.1$

Ροπή κινητήρα 11Nm

TYPE: CB083

Ένας τέτοιος ηλεκτρομειωτήρας θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και σε μεγαλύτερο κομποστοποιητή.

2.4.Υπολογισμός γραναζιών και αλυσίδας

Για να υπολογίσουμε τα γρανάζια παίρνουμε σαν δεδομένα την ισχύ του ηλεκτρομειωτήρα ($P=2.2$), τις στροφές στην έξοδο του $n_{ηλ}$ και τις απαιτούμενες στροφές που θέλουμε να έχει η άτρακτος $n_{ατρ}$

Αρχικά θα βρούμε τη σχέση μετάδοσης

$$i = \frac{n_{\eta\lambda}}{n_{\alpha\sigma\rho}} = \frac{19.1}{7} = 2.75$$

Έχοντας τη σχέση μετάδοσης και τον πίνακα που υπάρχει για τυποποιημένα γρανάζια, θα βρούμε το συνδυασμό μικρού-μεγάλου τροχού που θα μας δίνει το ίδιο i

Επιλέγω μεγάλο τροχό με $z = 45$ δόντια και μικρό με $z = 16$ δόντια

$$\frac{45}{16} = 2.8 \text{ είναι αρκετά κοντά στο } 2.75$$

Για τον υπολογισμό της αλυσίδας θα χρειαστούν ορισμένοι συντελεστές ασφαλείας.

F_1 είναι ο συντελεστής λειτουργίας και F_2 ο συντελεστής οδόντωσης

Από τους κατάλληλους πίνακες έχω:

$F_1 = 1.5$ για ανομοιόμορφη λειτουργία και $F_2 = 1.17$ για $z = 16$ δόντια στον μικρό τροχό

Οπότε θα βρούμε την ισχύ P_D για την αλυσίδα

$$P_D = P * F_1 * F_2 = 2.2 * 1.5 * 1.17 = 3.86 \text{ Kw}$$

Από το διάγραμμα ισχύος για αλυσίδες έχοντας την ισχύ και τις στροφές του μικρού τροχού επιλέγω διπλή αλυσίδα 16B με βήμα $p = 25.4$

2.5 Έλεγχοι :

Στατική δύναμη

$$F_u = \frac{1000 * P}{u}$$

$$u = \frac{\pi d_1 n_1}{60} \quad (1)$$

$$d = \frac{\rho}{\eta\mu} \frac{180}{z_1} = \frac{25.4}{\eta\mu} \frac{180}{16} = 130.19 \quad (2)$$

$$(1)+(2) \Rightarrow u = \frac{\pi 130.19 * 19.1}{60} = 0.130 \text{ m/s}$$

$$\text{Άρα } F_u = \frac{1000P}{u} = \frac{1000 * 2.2}{0.130} = 16913.07 \text{ Nt}$$

Δυναμικό φορτίο

$$F_d = F_u * f_1 \Rightarrow F_d = 16913 * 1.5 = 25384.5 \text{ Nt}$$

Φυγόκεντρη δύναμη

$$F_f = q * u^2 \quad q = \text{βάρος αλυσίδας ανα μέτρο μήκους}$$

Για 16B διπλή αλυσίδα το $q = 5.4 \text{ Kg/m}$

$$\text{Άρα } F_f = 5.4 * 0.130^2 = 0.09126 \text{ Nt}$$

$$F_{ολ} = F_d + F_f \Rightarrow F_{ολ} = 25384.5 + 0.09126 = 25384.5 \text{ Nt}$$

2.6. Συντελεστές ασφαλείας

$$\text{Στατικός : } S_B = \frac{F_B}{F_u} \text{ από πίνακα βλέπουμε } F_B = 110 \text{ KN}$$

$$S_B = \frac{110000}{16923} = 6.5$$

$$\text{Δυναμικός : } S_D = \frac{F_B}{F_{ολ}} = \frac{110000}{25384.5} = 4.33$$

Επιτρεπόμενη πίεση επιφάνειας

$$P_{επ} = c * \lambda * P_o$$

Για $u = 0.130 \text{ m/s}$

και $z_1 = 16$

το $P_o \square 3300 \text{ Nt/cm}^2$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 °

3.1. Πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για το σχεδιασμό

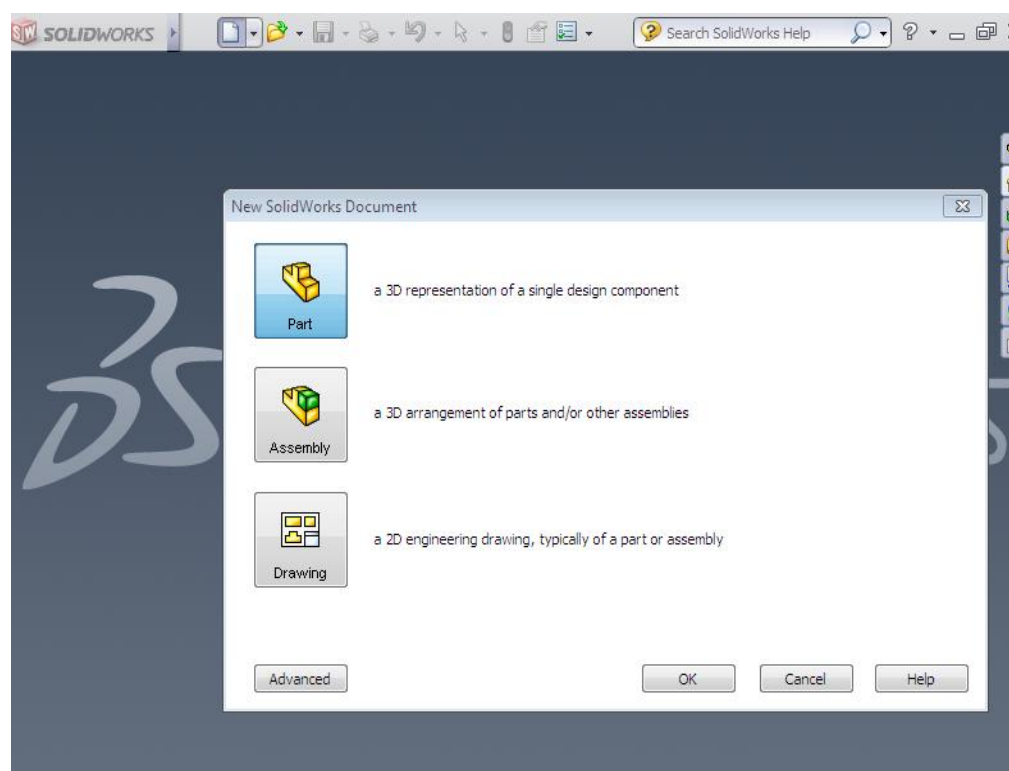
Λόγω της ανάγκης για τρισδιάστατη απεικόνιση, χρησιμοποιήθηκε στο σχεδιασμό το Solidworks 2012.

Το πρόγραμμα αυτό δίνει τη δυνατότητα πέρα από τον 3D σχεδιασμό να γίνουν και κάποιες αναλύσεις οι οποίες δίνουν χρήσιμα στοιχεία για τον κομποστοποιητή.

Το SolidWorks είναι ένα 3D μηχανολογικό CAD (computer-aided design) πρόγραμμα που τρέχει σε Microsoft Windows και έχει αναπτυχθεί από την Dassault Systèmes SolidWorks Corp.

3.2. Σχεδιασμός αναλυτικά

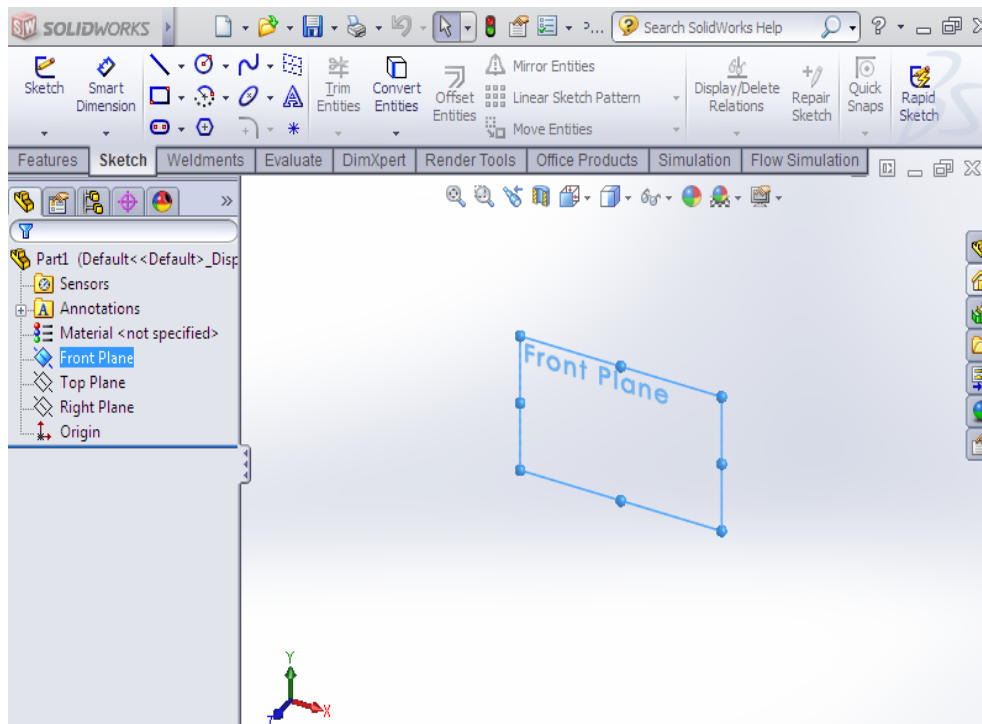
Ανοίγοντας το πρόγραμμα έχουμε τη δυνατότητα είτε να επεξεργαστούμε ένα υπάρχον σχέδιο η να φτιάξουμε ένα καινούριο. Επιλέγοντας την εντολή New θα εμφανιστεί το ακόλουθο παράθυρο



Εδώ έχουμε 3 επιλογές

Το part που μας δίνει τη δυνατότητα να σχεδιάσουμε ένα κομμάτι , το assembly στο οποίο τοποθετούμε η σχεδιάζουμε συναρμολόγημα, δηλαδή πολλά κομμάτια μαζί τα οποία συνδέονται μεταξύ τους σε ένα ενιαίο σχέδιο, και τέλος το drawing που είναι μηχανολογικό σχέδιο δύο διαστάσεων και χρησιμοποιείτε όπως τα σχέδια του autocad.

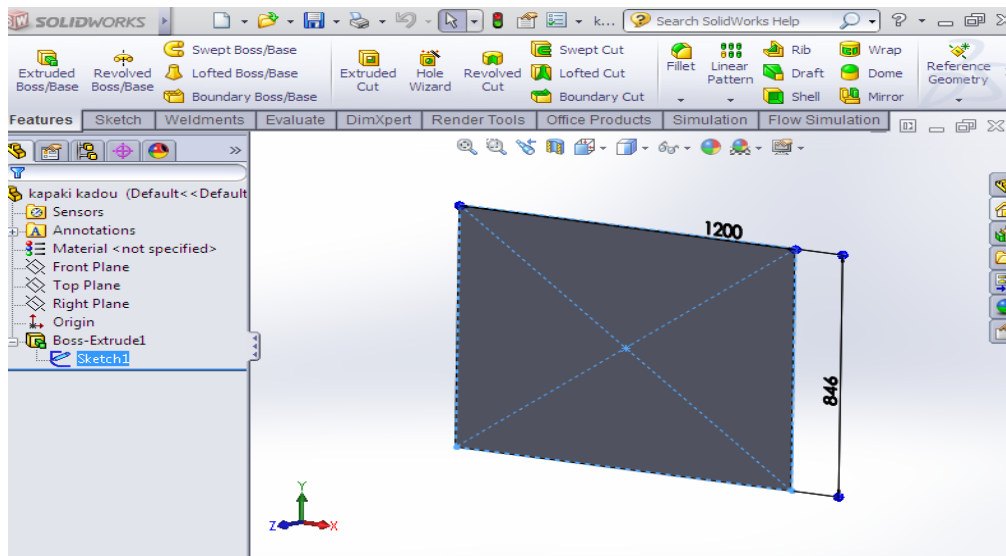
Επιλέγοντας το part θα βρεθούμε στην περιοχή σχεδιασμού του solidworks



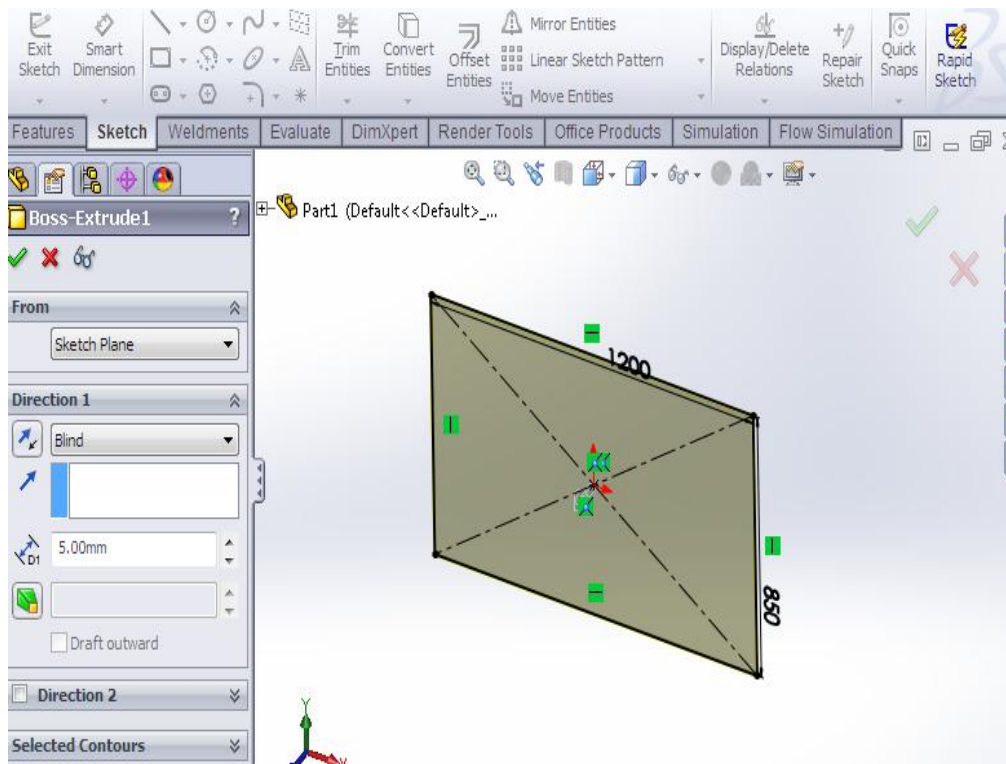
Αρχικά για να σχεδιάσουμε οτιδήποτε επιλέγουμε ένα πεδίο. Κάνοντας το αυτό ενεργοποιούνται οι εντολές που υπάρχουν στην καρτέλα πάνω από την περιοχή σχεδίασης.

3.2.1 σχεδιασμός κομματιών (parts)

Τα πιο απλά κομμάτια στο σχεδιασμό είναι αυτά από τα οποία αποτελείτε ο κάδος. Θα δούμε αναλυτικά μόνο ένα από τα κομμάτια του μιας και πρόκειται για λαμαρίνες λεπτές σε απλά γεωμετρικά σχήματα



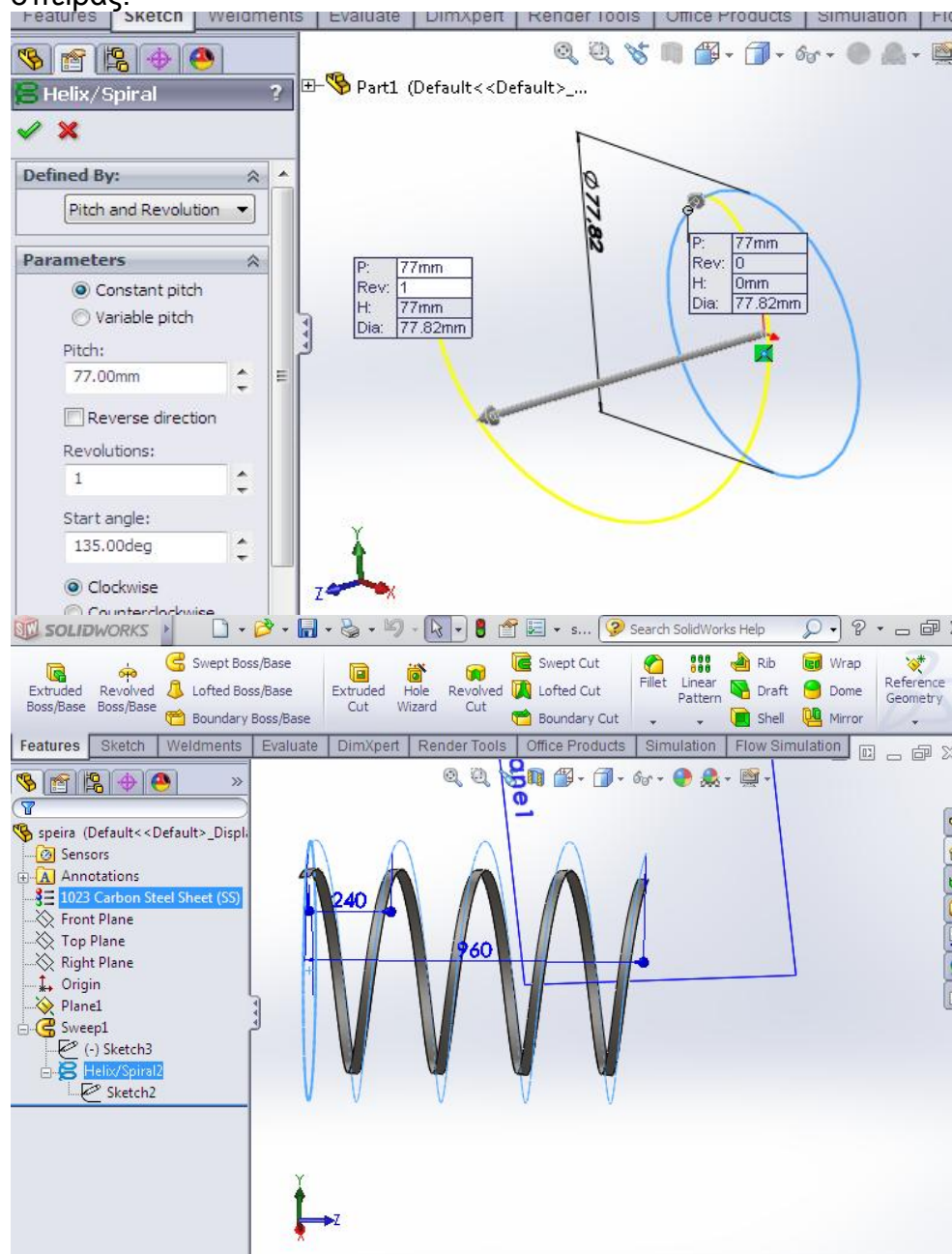
Έχουμε σχεδιάσει ένα ορθογώνιο με τις επιθυμητές διαστάσεις. Πρώτα σχεδιάζουμε το ορθογώνιο με τυχαίες γραμμές και μετά προσθέτουμε τις διαστάσεις. Αυτό γίνεται για να μπορούμε να το επεξεργαστούμε αργότερα σε περίπτωση που χρειαστεί. Αφού βάλουμε τις απαραίτητες διαστάσεις επιλέγουμε το εικονίδιο edit sketch που βρίσκεται πάνω δεξιά στο σχέδιο. Για να δώσουμε τώρα όγκο θα πάμε στην καρτέλα features και μετά extruded boss/base.



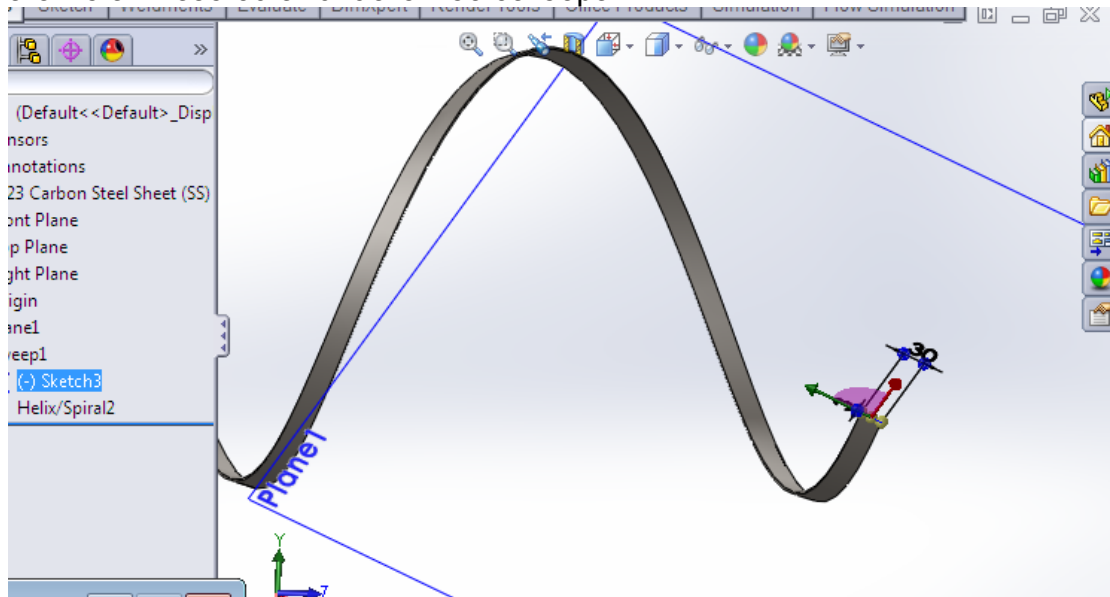
Μας ζητάει να δώσουμε το πάχος και την κατεύθυνση που θα κάνει extrude
Μόλις ορίσουμε αυτές τις παραμέτρους επιλέγουμε ok (το πράσινο βέλος) και
το κομμάτι είναι έτοιμο.

ΣΠΕΙΡΑ

Στη συνέχεια θα δούμε τη διαδικασία σχεδιασμού της σπείρας. Από την
αρχική καρτέλα features επιλέγουμε της ακόλουθες εντολές reference
geometry -> curves-> helix. Το πρόγραμμα θα εμφανίσει την καρτέλα sketch.
Σ' αυτό το σημείο θα σχεδιάσουμε ένα κύκλο με την διάμετρο που θέλουμε να
έχει η σπείρα. Πατώντας edit sketch θα ανοίξει το ακόλουθο παράθυρο όπου
μας ζητάει να ορίσουμε το βήμα, τις περιστροφές και την κατεύθυνση της
σπείρας.



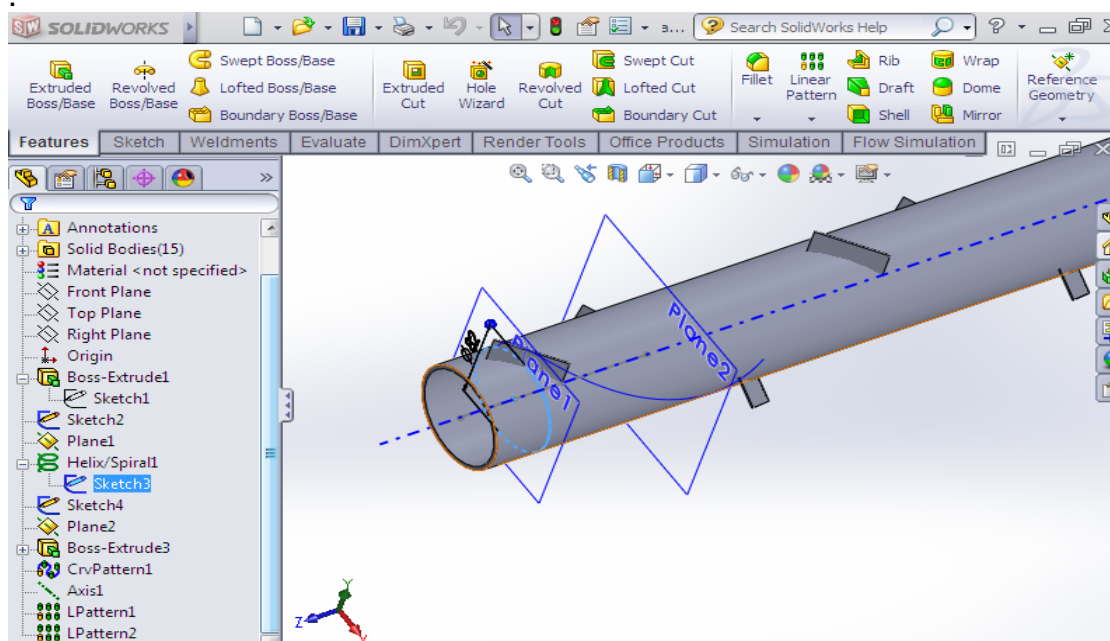
‘το επόμενο βήμα είναι να δημιουργήσουμε ένα επίπεδο στην άκρη της σπείρας, κάθετο προς αυτήν και εφαπτόμενο. Από την καρτέλα reference geometry επιλέγω plane και δίνω ως πρώτο σημείο αναφοράς την άκρη της σπείρας και επιλέγω την ίδια τη σπείρα και έτσι το επίπεδο θα είναι αυτό που θέλουμε.



Τώρα θα δώσουμε την τελική μορφή του εξαρτήματος. Επιλέγοντας το επίπεδο που φτιάξαμε σχεδιάζουμε το προφίλ που θα έχει η σπείρα, ύψος και πάχος. Η επόμενη εντολή βρίσκεται στην καρτέλα features -> swept boss/base. Επιλέγοντας την το πρόγραμμα έχει δημιουργήσει τη σπείρα.

ΑΤΡΑΚΤΟΣ

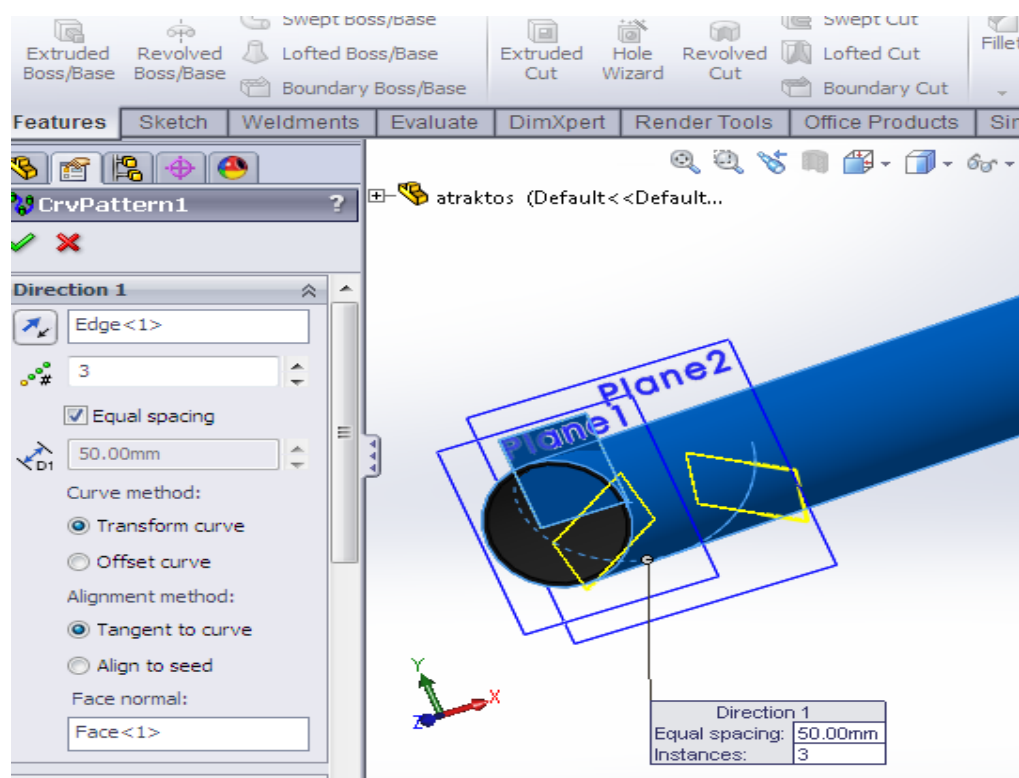
Ένα ποιο περίπλοκο εξάρτημα είναι η άτρακτος, πάνω στην οποία τοποθετούνται τα πτερύγια και η σπείρα. Αρχικά σχεδιάζουμε μια σωλήνα με την επιθυμητή διάμετρο και το πάχος



Κατασκευαστικά τα πτερύγια τοποθετούνται με ηλεκτροκόλληση πάνω στην άτρακτο. Το πρόγραμμα δεν έχει τη δυνατότητα να ενώσει τα πτερύγια με την κυλινδρική επιφάνεια της ατράκτου, οπότε θα χρησιμοποιήσουμε βοηθητικά 'εξαρτήματα' μόνο για το κομμάτι του σχεδιασμού.

Αφού λοιπόν έχουμε φτιάξει την άτρακτο και προκειμένου να τοποθετήσουμε τα πτερύγια περιμετρικά και στις κατάλληλες θέσεις θα σχεδιάσουμε μικρά κομμάτια μετάλλου και πάνω εκεί θα κολλήσουμε τα πτερύγια.

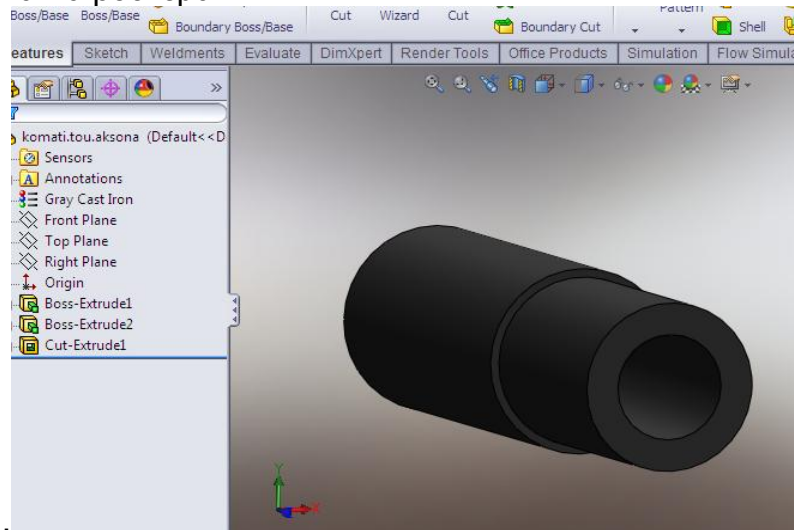
Από την καρτέλα features ->linear pattern->curve driven pattern



Έχουμε φτιάξει μια ελικοειδή γραμμή που ξεκινάει από το επίπεδο 1. Στο κουτάκι με το βέλος, για να επιλέξουμε κατεύθυνση επιλέγουμε την άκρη της έλικας. Ακριβώς από κάτω γράφουμε τον αριθμό κομματιών που θέλουμε. Πάνω στο επίπεδο αυτό έχουμε σχεδιάσει το κομμάτι που χρειαζόμαστε και το επιλέγουμε να είναι εφαπτόμενο με την έλικα.

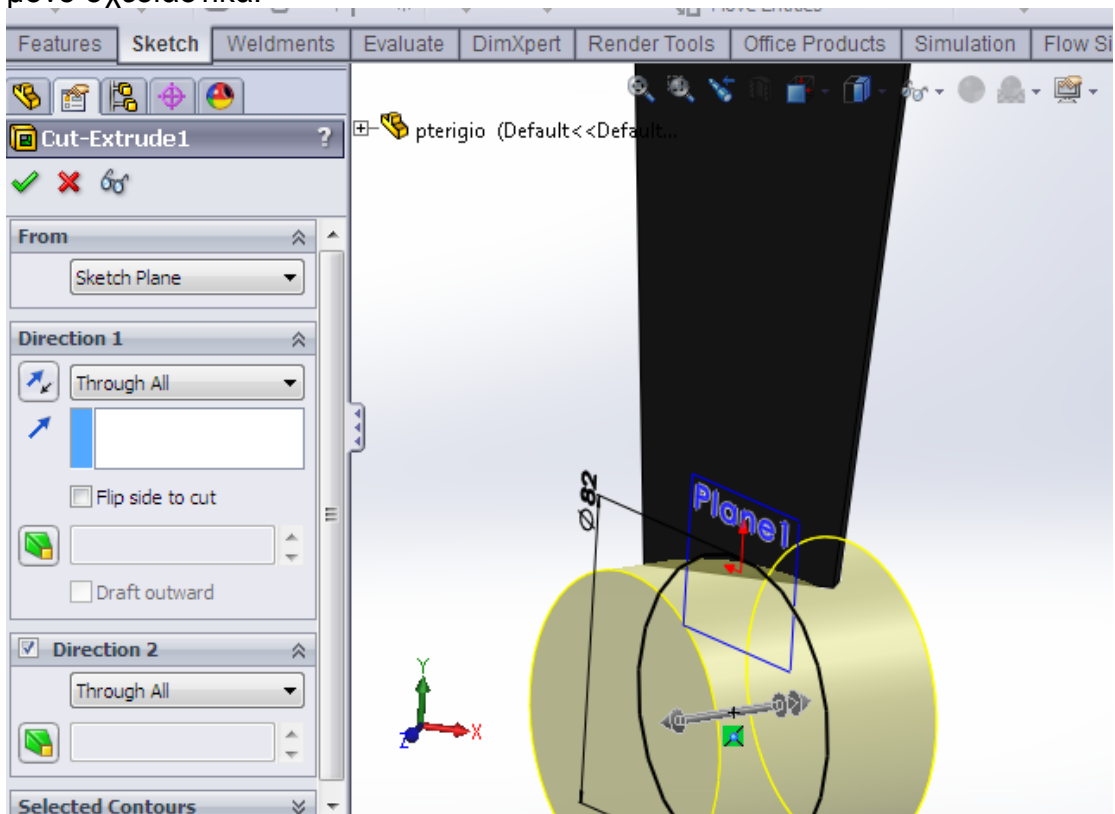
Για να επεκταθεί το σχέδιο σε όλη την άτρακτο θα κάνουμε τα εξής : features-> linear pattern->linear pattern και αφού ανοίξει η καρτέλα επιλέγουμε bodies to pattern και μετά το σχέδιο crv pattern και το boss extrude.

Για να μπορεί όμως η άτρακτος να τοποθετηθεί μέσα στον κάδο, αφού τοποθετηθούν και τα πτερύγια με τη σπείρα, δεν μπορεί να έχει το ίδιο μήκος με αυτόν. Για το λόγο αυτό κατασκευάσαμε δυο επιπλέον κομμάτια, τα οποία τοποθετήθηκαν από τις δύο πλευρές της, και πάνω σε αυτά βάλουμε αργότερα και τα ρουλεμάν



ΠΤΕΡΥΓΙΟ

Το πτερύγιο είναι από λαμαρίνα όπως και ο κάδος. Αφού κάνουμε το σχέδιο θα πρέπει να κόψουμε το κομμάτι με τέτοιο τρόπο ώστε να ταιριάζει με τη διάμετρο του κυλίνδρου πάνω στον οποίο θα τοποθετηθεί. Αυτό συμβαίνει μόνο σχεδιαστικά.

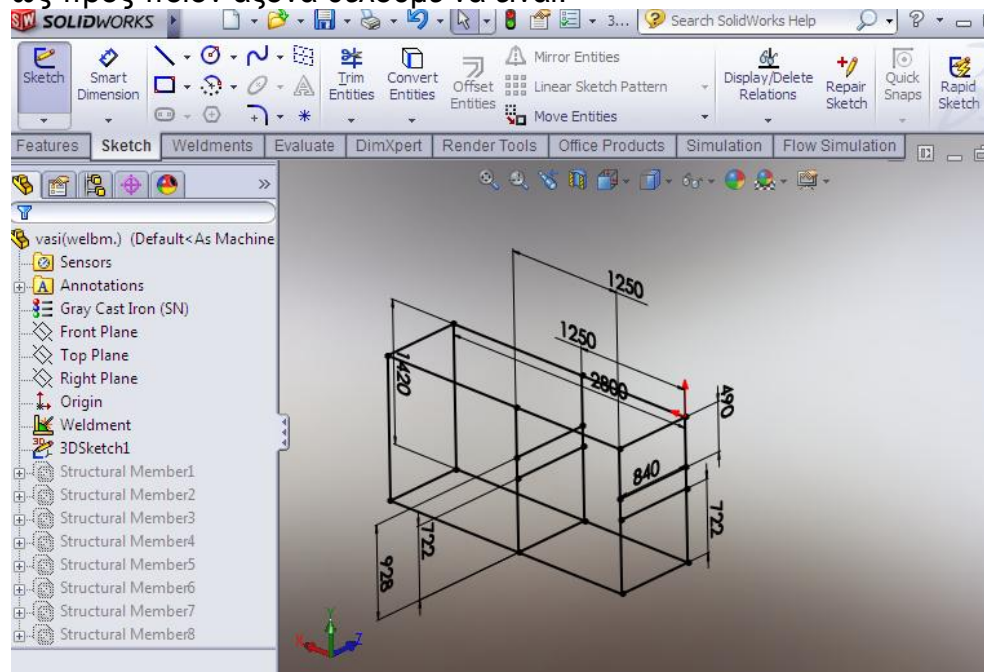


Αρχικά φτιάχνουμε ένα επίπεδο στη μέση του κομματιού, που να έχει την ίδια γωνία με τα κομμάτια μετάλλου που υπάρχουν στην άτρακτο. Αργότερα όταν θα ενώσουμε αυτά τα κομμάτια, αυτό θα είναι απαραίτητο. Πάνω στο επίπεδο που έχουμε φτιάξει, σχεδιάζουμε ένα κύκλο ίσης διαμέτρου με το εξωτερικό της ατράκτου, και στη συνέχεια με την εντολή cut extrude και με κατεύθυνση through all κόβω το κομμάτι ακριβώς όπως το χρειαζόμαστε.

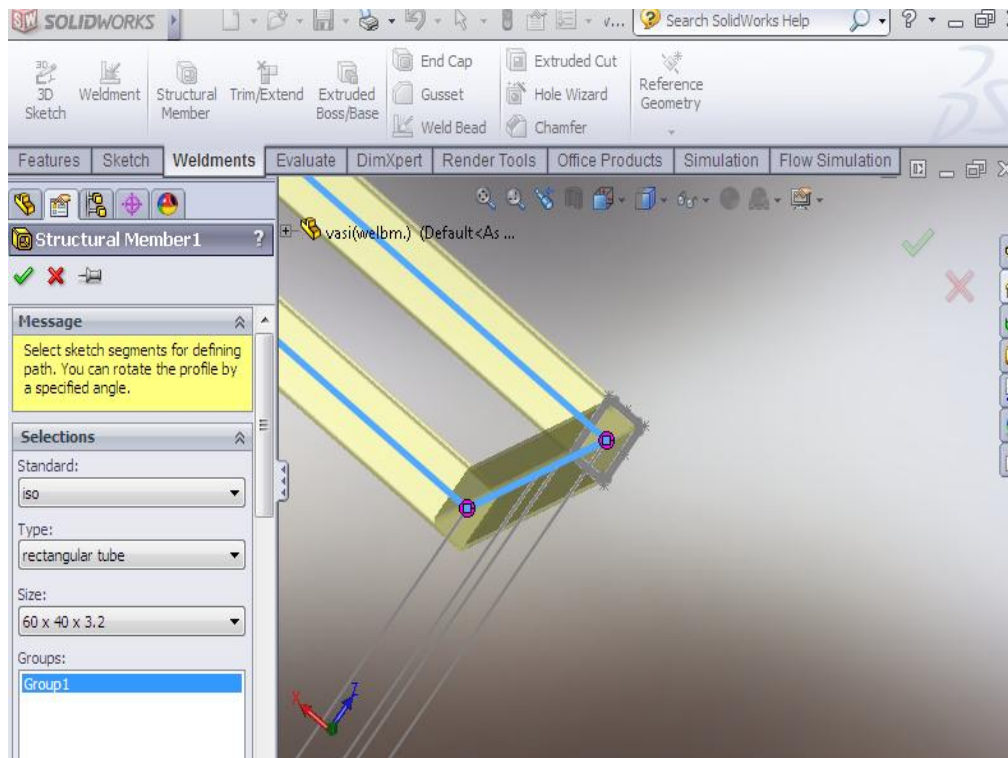
ΒΑΣΗ

Το επόμενο μέρος που σχεδιάσαμε είναι η βάση του κομποστοποιητή. Η διαδικασία σχεδιασμού προκειμένου να φτιάξουμε αυτό το κομμάτι αλλάζει αρκετά, κι αυτό γιατί θα πρέπει να σχεδιάσουμε σε 3 διαστάσεις, και μετά να δώσουμε στο σχέδιο την ιδιότητα 'σωλήνας', χρησιμοποιώντας τις βιβλιοθήκες του προγράμματος.

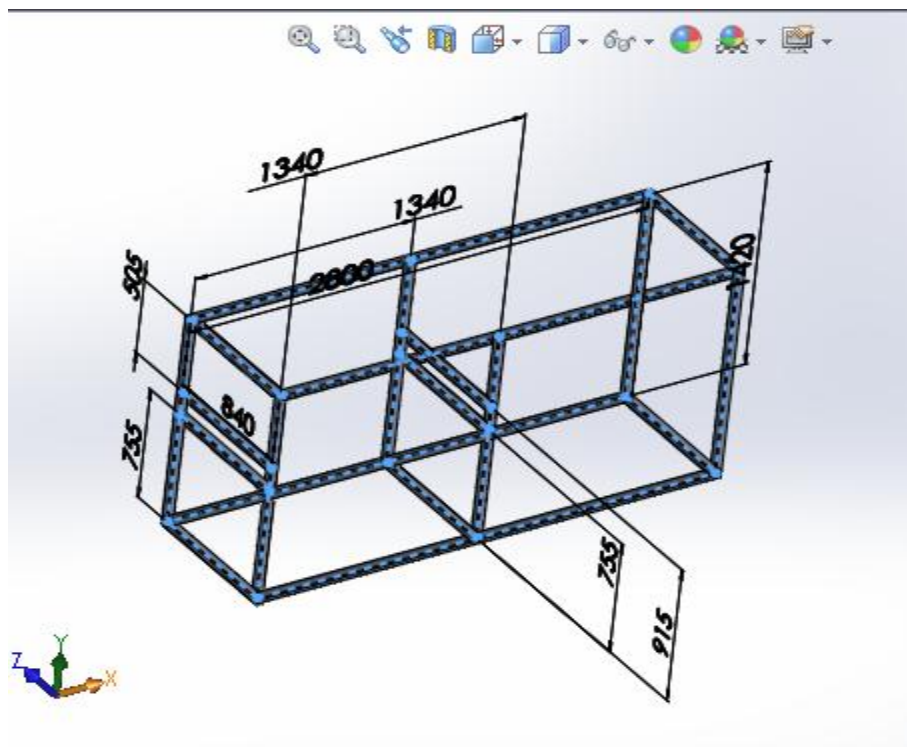
Από την καρτέλα weldments επιλέγουμε 3D sketch. Μιας και σχεδιάζουμε ποια σε 3 διαστάσεις, χρειάζεται πολύ προσοχή στους άξονες x,y,z για να ξέρουμε κάθε φορά σε τι κατεύθυνση κινούμαστε. Για να πάρει την επιθυμητή μορφή αυτό που σχεδιάζουμε, χρησιμοποιούμε τις ιδιότητες των γραμμών. Αν επιλέξουμε μια γραμμή και έχοντας πατημένο το shift επιλέξουμε και μια άλλη θα εμφανιστεί ένας πίνακας με ιδιότητες που θέλουμε να έχουν αυτές οι δυο γραμμές μεταξύ τους, κάθετες, παράλληλες, ίσες, συνεχόμενες και ακόμα ως προς ποιόν άξονα θέλουμε να είναι.



Αφού τελειώσουμε με το σχέδιο θα πάμε στην καρτέλα weldments και θα επιλέξουμε Structural members. Η εντολή αυτή ανοίγει ένα πίνακα ο οποίος περιέχει μια βιβλιοθήκη με έτοιμα τυποποιημένα κατασκευαστικά μέρη.



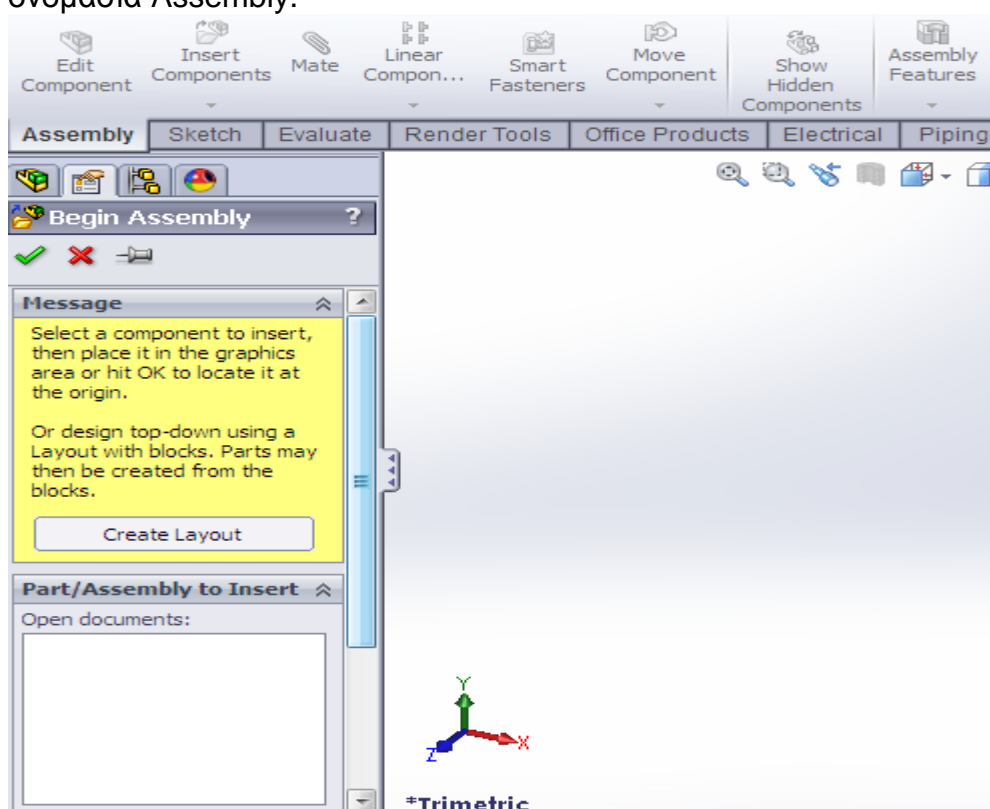
Έχουμε αρχικά να επιλέξουμε αν θα χρησιμοποιήσουμε σύστημα iso (διεθνές) η ansi inch (αγγλικό). Μετά θα επιλέξουμε τον τύπο (γωνιά, σωλήνα, σωλήνα ορθογωνικής διατομής, σωλήνα τετραγωνικής διατομής, παραβολική δοκός (I), και κανάλι). Αφού επιλέξουμε τι θέλουμε να φτιάξουμε θα ορίσουμε και τις διαστάσεις. Στο κουτί groups επιλέγουμε τις γραμμές από το σχέδιο που θα έχουν τη μορφή που επιλέξαμε.



3.2.2 Συναρμολόγηση

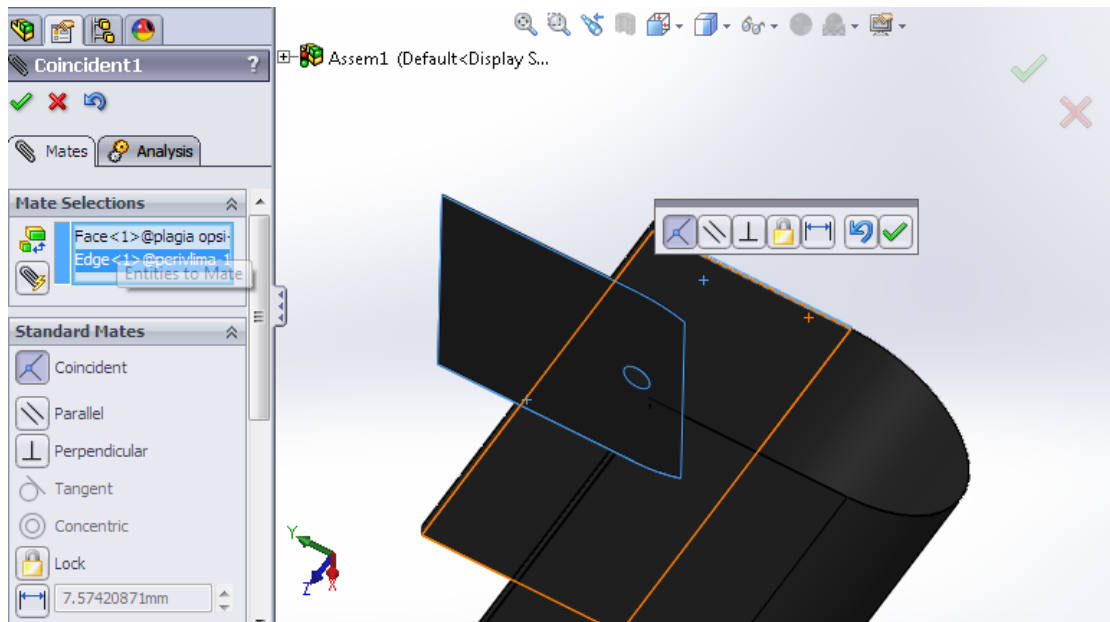
Το κομμάτι της συναρμολόγησης είναι το πιο σημαντικό, αν θέλουμε να κάνουμε κάποιου είδους ανάλυση στο μηχανισμό που σχεδιάσαμε. Αυτό που κάνει το πρόγραμμα, προκειμένου να ενώσει τα κομμάτια μεταξύ τους είναι στην ουσία περιορισμός των βαθμών ελευθερίας της κίνησης του κάθε εξαρτήματος. Όταν εισάγουμε ένα κομμάτι στο περιβάλλον συναρμολόγησης του προγράμματος, είναι ελεύθερο να το μετακινήσουμε προς κάθε κατεύθυνση στις 3 διαστάσεις, και να το περιστρέψουμε. Χρησιμοποιώντας έννοιες όπως εφαπτόμενο, ομόκεντρο, πακτωμένο κ.α. προσπαθούμε να δώσουμε στο σχέδιο μηχανικές ιδιότητες.

Από την αρχική οθόνη του προγράμματος επιλέγω το δεύτερο εικονίδιο με την ονομασία Assembly.



Μόλις ανοίξει η καρτέλα με το όνομα αυτό θα μας ζητηθεί να εισάγουμε ένα κομμάτι ή ένα άλλο assembly. Το πρώτο αντικείμενο που θα τοποθετήσουμε θα έχει έναν περιορισμό, το origin ή αρχή των αξόνων δηλαδή του assembly θα ταυτιστεί με αυτό του κομματιού και έτσι αυτό θα παραμείνει ακίνητο στο επίπεδο. Δίπλα στο όνομα του κομματιού αυτού θα εμφανιστεί το γράμμα (f) που σημαίνει fix. Θα πρέπει λοιπόν να συσχετίσουμε τα υπόλοιπα κομμάτια με αυτό.

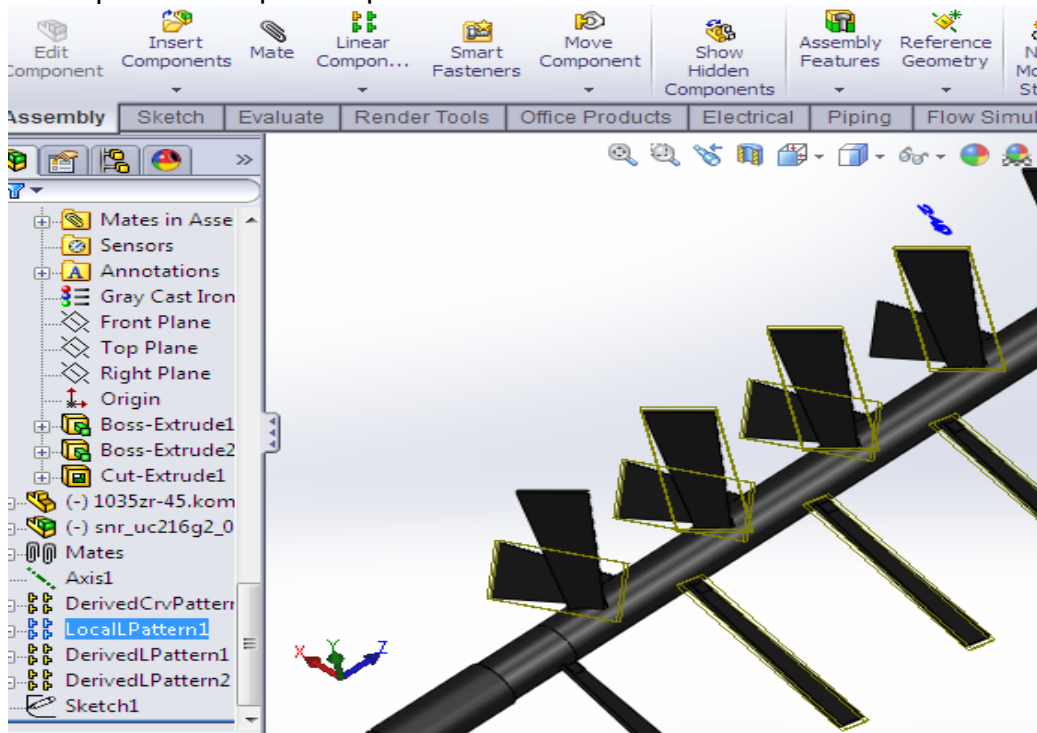
Αφού τοποθετήσουμε το κομμάτι, από την καρτέλα insert components μπορούμε να βάζουμε κάθε φορά όσα κομμάτια χρειαζόμαστε.



Στην παραπάνω εικόνα έχουμε ένα assembly (ο μισός κάδος) και ένα part (η μπροστινή/πίσω πλευρά).

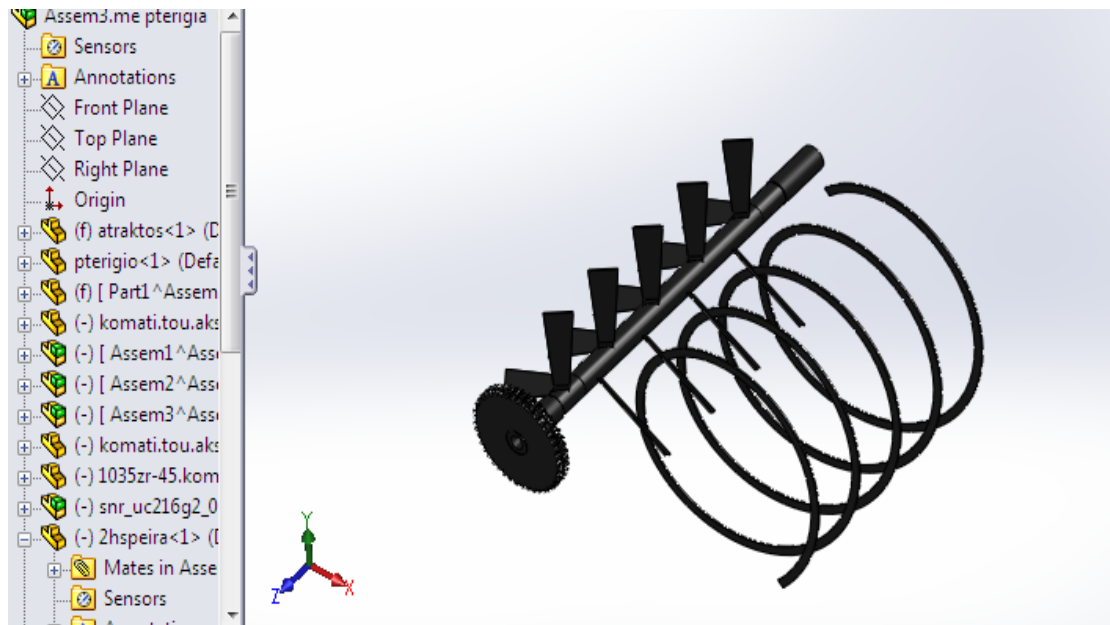
Επιλέγοντας την εντολή mates ανοίγει ένα παράθυρο που περιέχει όλες τις δυνατές συσχετίσεις που μπορεί να κάνει το πρόγραμμα. Μπορώ να συσχετίσω μεταξύ τους ακμές, επιφάνειες, οπές, άξονες και επίπεδα. Κάθε φορά που επιλέγω κάποια , το πρόγραμμα αφήνει ενεργές μόνο τις εργασίες που είναι εφικτές για αυτά που έχω επιλέξει. Στο mate selections εμφανίζονται τα επιλεγμένα μέρη και ποιο κάτω τι μπορούμε να κάνουμε με αυτά. Στο σχέδιο ότι έχω επιλέξει εμφανίζεται με μπλε χρώμα.

Αν έχω πολλά ίδια αντικείμενα και θέλω να κάνω τα ίδια mates υπάρχει η εντολή linear component pattern.



Ενεργοποιώντας αυτή την εντολή, επιλέγω ένα κομμάτι (component) το οποίο θέλω να αντιγράψω και στη συνέχεια ορίζω ένα feature, ένα 'μονοπάτι' το οποίο θέλω να ακολουθεί. Εδώ, όταν σχεδιάσαμε την άτρακτο, χρησιμοποιήσαμε ένα linear pattern για να τοποθετήσουμε τα κομμάτια του μετάλλου. Αυτή την εντολή θα επιλέξω στο πλαίσιο driving pattern. Εκτός από λόγους εξοικονόμησης χρόνου, αυτή η εντολή εξασφαλίζει και το ότι τα πτερύγια που θα δημιουργηθούν δε θα μπορούν να κινούνται ανεξάρτητα το ένα από το άλλο.

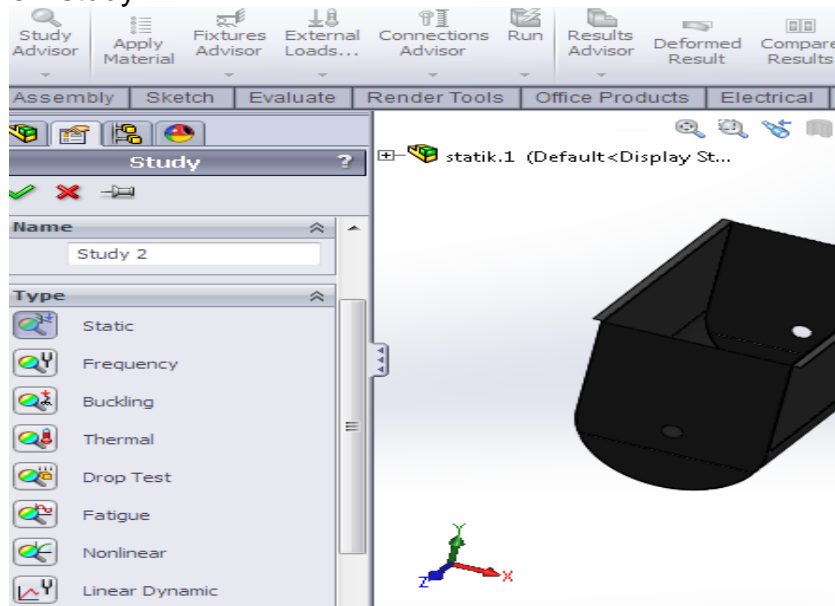
Γύρω από τα πτερύγια, κατασκευαστικά έχει τοποθετηθεί η σπείρα με ηλεκτροκόλληση. Επειδή όμως η πλευρές της σπείρας είναι υπο κλίση, δεν μπορούμε να κάνουμε mate με καμία επιφάνεια των πτερυγίων. Μπορούν να γίνουν κάποια mates μεταξύ της εξωτερικής πλευράς της σπείρας και της ατράκτου, όχι όμως τέτοια που θα μας επιτρέψουν να αξιοποιήσουμε τη σπείρα στο assembly.



3.3. Στατικές αναλύσεις

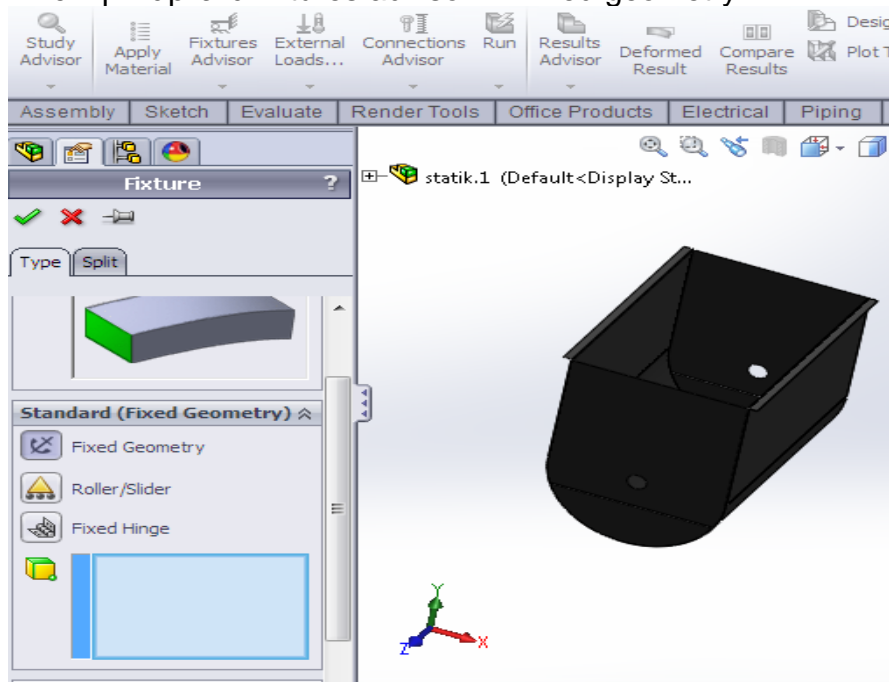
Ο κάδος του κομποστοποιητή καταπονείται στατικά από το βάρος του υλικού που περιέχει. Το solidworks μας δίνει τη δυνατότητα να δούμε, σε μορφή εικόνας αλλά και σε πίνακα, πώς κατανέμεται η τάση και η παραμόρφωση σε κάθε σημείο του.

Βρισκόμαστε μέσα στο assembly και έχουμε τελειώσει με το σχεδιασμό και τη συναρμολόγηση. Από την καρτέλα simulation επιλέγουμε study advisor -> new study.

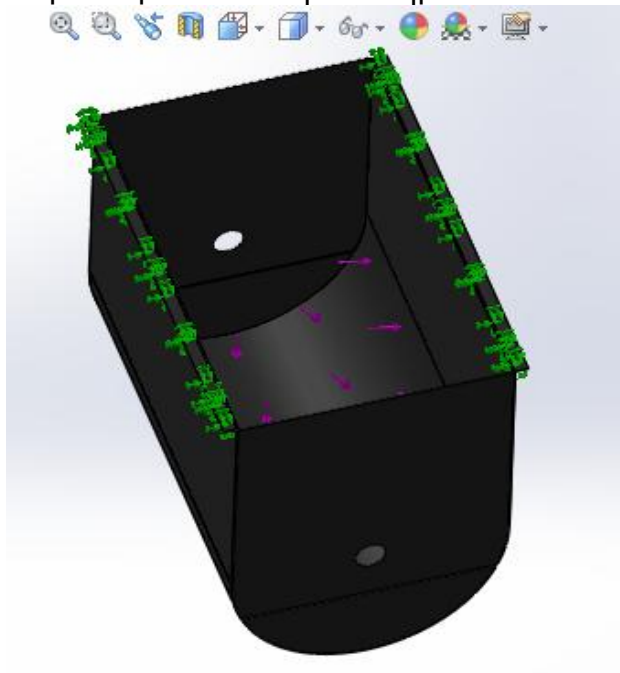


Το πρόγραμμα έχει τη δυνατότητα να κάνει πολλών ειδών αναλύσεις. Εμείς θα επιλέξουμε τη στατική ανάλυση (static). Το πρώτο πράγμα που ορίζουμε σε μια στατική ανάλυση, είναι το είδος στήριξης.

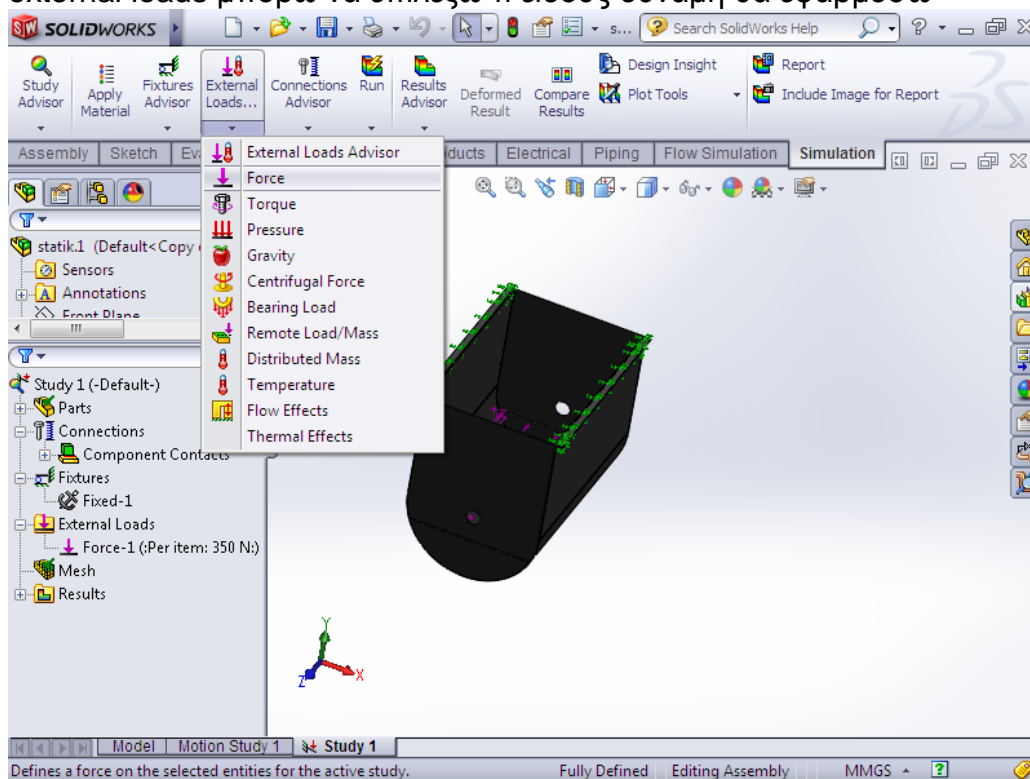
Από την καρτέλα fixtures advisor -> fixed geometry.



Η πρώτη επιλογή (fix geometry) αντιστοιχεί σε πάκτωση, η δεύτερη (roller/slider) είναι η κύλιση και η τρίτη (fixed hinge) η άρθρωση. Επιλέγουμε να βάλουμε πάκτωση στα σημεία που ο κάδος στηρίζεται πάνω στη βάση.

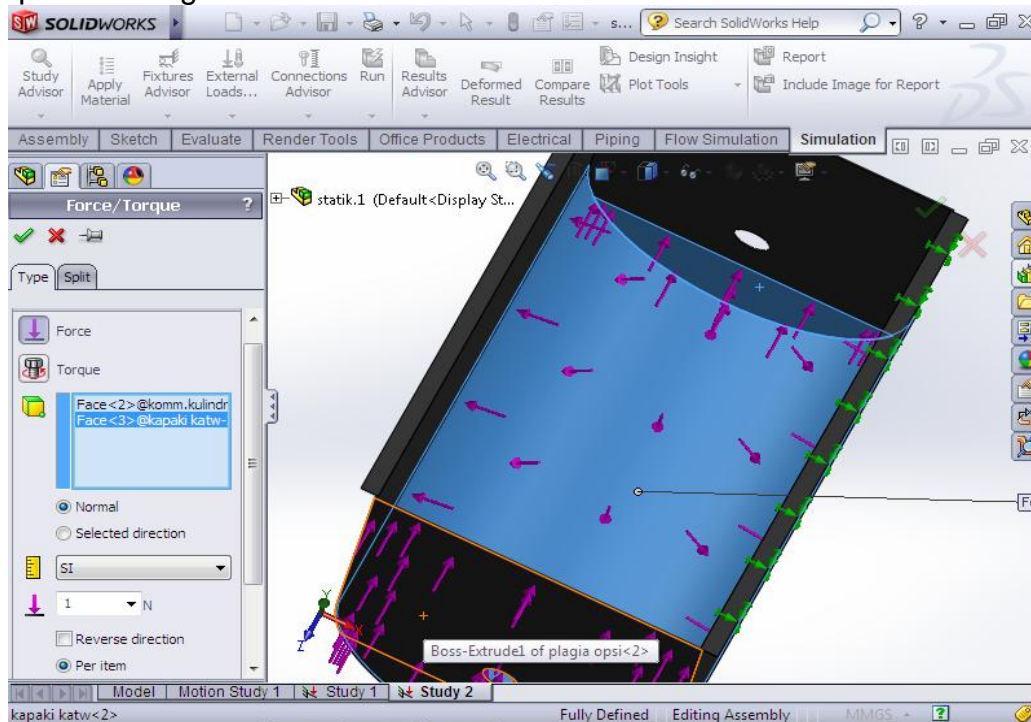


Επόμενη παράμετρος που πρέπει να οριστεί είναι η δύναμη. από την εντολή external loads μπορώ να επιλέξω τι είδους δύναμη θα εφαρμόσω



Επιλέγουμε το force και σαν επιφάνειες εφαρμογής, την κυρτή πλευρά του κάδου και τις δύο πλευρικές (μπροστά και πίσω). Αυτό το κάνουμε επειδή όλο το βάρος του υλικού συγκεντρώνεται σε αυτό το χώρο.

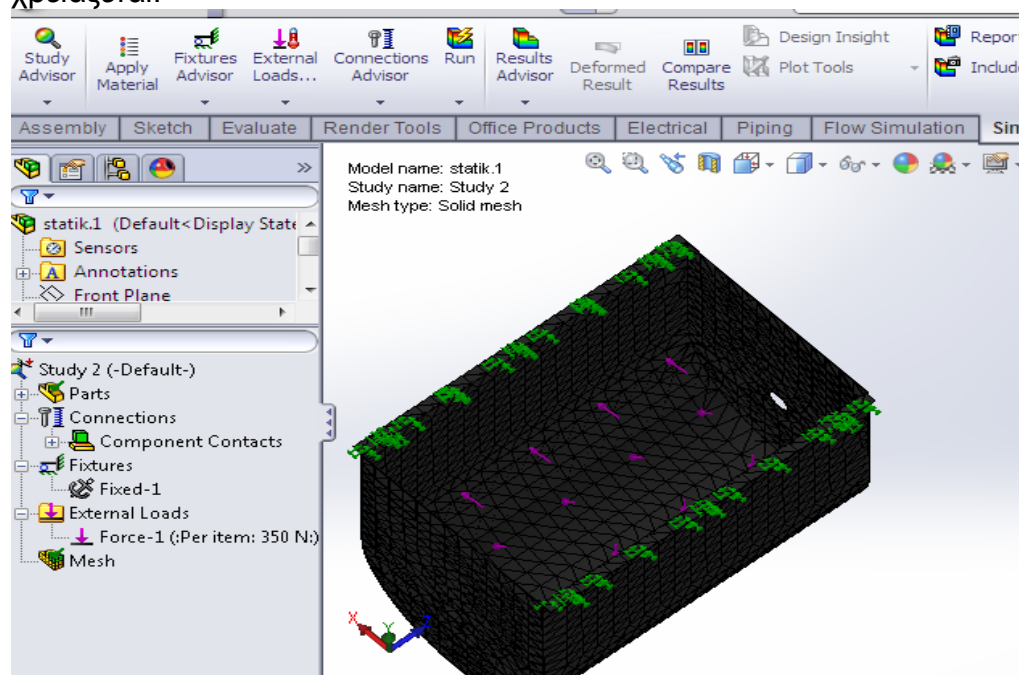
Προσεγγιστικά η πυκνότητα του κόμποστ είναι περίπου 750 kg/m^3 . Ο ωφέλιμος όγκος του κάδου είναι 0.47 m^3 οπότε το βάρος του υλικού θα είναι περίπου 350 kg .



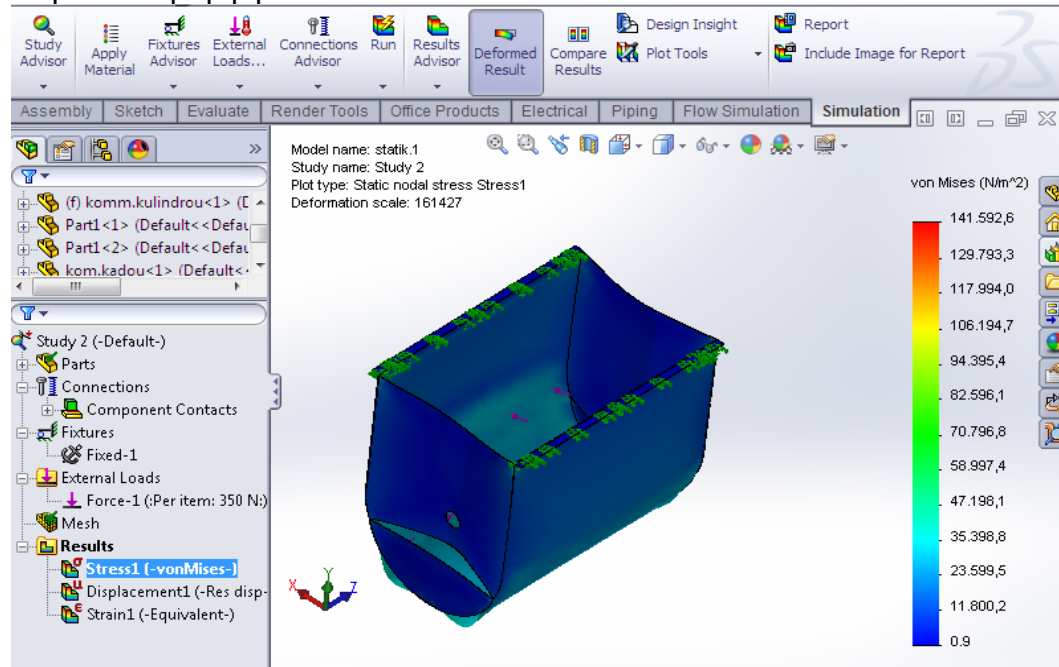
Τα βέλη που βλέπουμε μας βοηθάνε να επιλέξουμε τη σωστή κατεύθυνση προς την οποία θα ασκηθεί η δύναμη.

Αφού ορίσουμε και τις δυνάμεις είμαστε σε θέση να ξεκινήσουμε την ανάλυση.

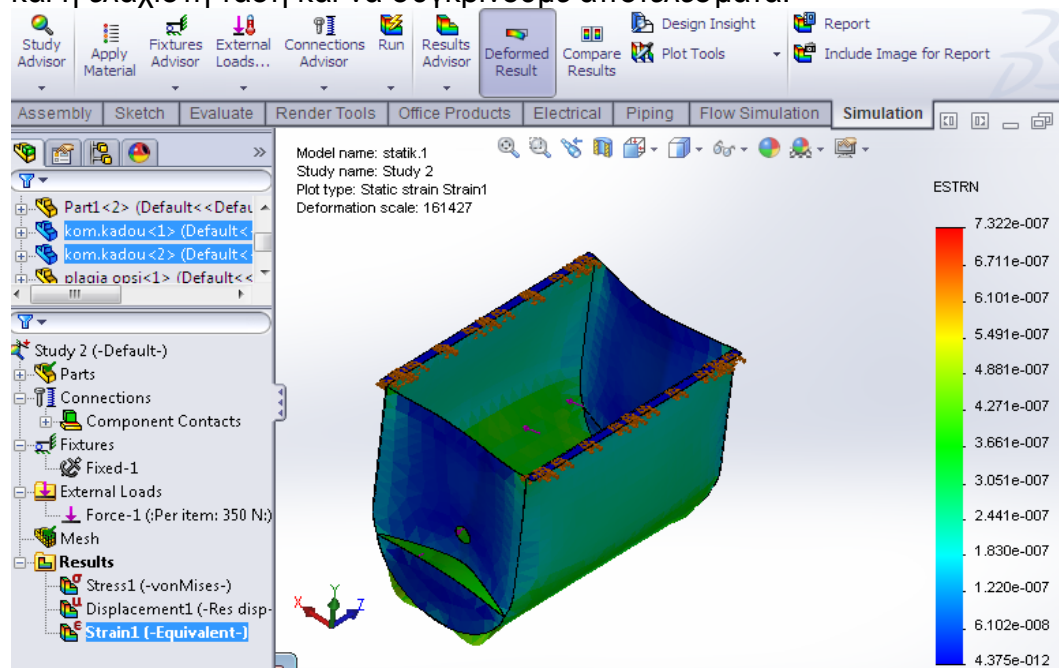
Αρχικά το πρόγραμμα χρειάζεται να κάνει διακριτοποίηση του αντικειμένου. Να χωρίσει δηλαδή τον όγκο σε πεπερασμένο αριθμό κομματιών έτσι ώστε μέσα από διαφορικές εξισώσεις να μπορέσει να κάνει τους υπολογισμούς που χρειάζεται.



Η διαδικασία αυτή κρατάει μερικά δευτερόλεπτα, ανάλογα με το πόσο ακριβής θέλουμε να είναι. Σ'αυτό το σημείο να επισημάνουμε ότι αν η διαδικασία συναρμολόγησης δεν έχει γίνει σωστά το πρόγραμμα θα εμφανίσει λάθος και δε θα κάνει τη διακριτοποίηση. Μόλις ολοκληρωθεί η διαδικασία, επιλέγουμε το Run και μετά από κάποια δευτερόλεπτα θα δούμε την ανάλυση στην παρακάτω μορφή



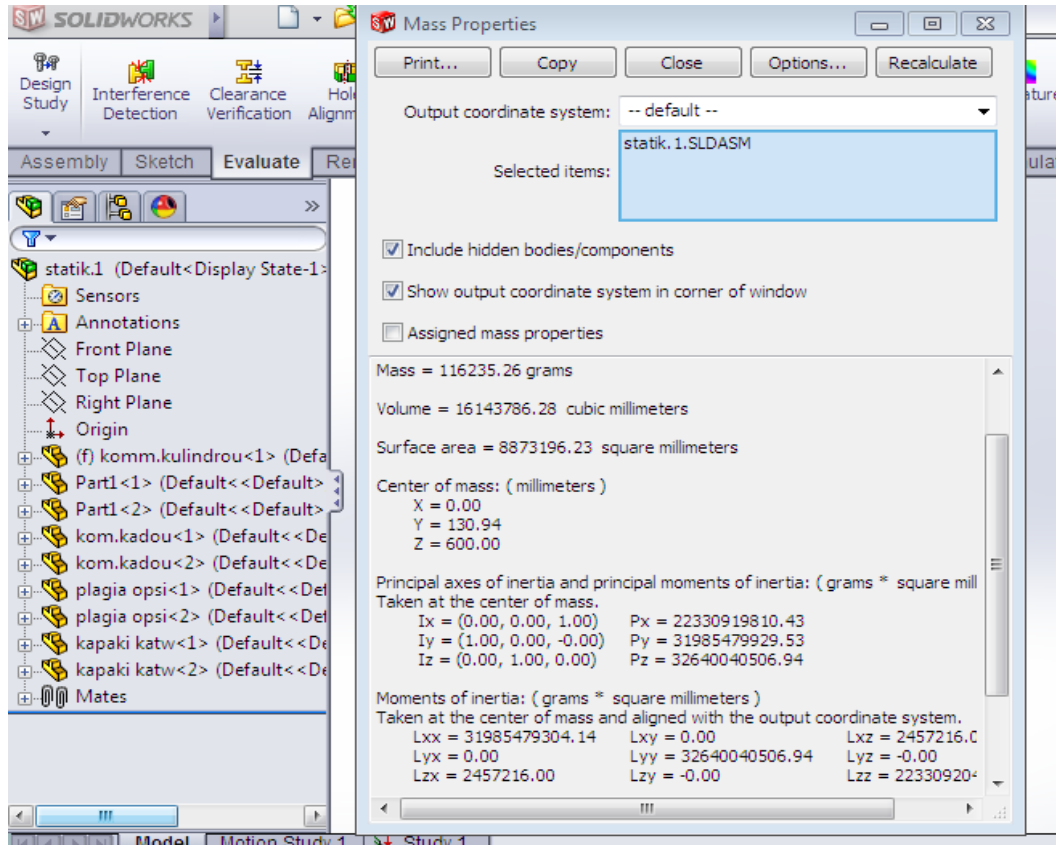
Αυτή είναι η κατανομή των τάσεων και ο χρωματικός πίνακας καταγράφει αριθμητικά τις τάσεις που εμφανίζονται στον κάδο, σε μονάδες μέτρησης N/m². Έχουμε τη δυνατότητα να αλλάξουμε την εμφάνιση του γραφήματος, να προσθέσουμε πληροφορίες όπως, σε ποιο σημείο εμφανίζεται η μέγιστη και η ελάχιστη τάση και να συγκρίνουμε αποτελέσματα.



Αυτό είναι το γράφημα για την παραμόρφωση.

ΒΑΣΗ

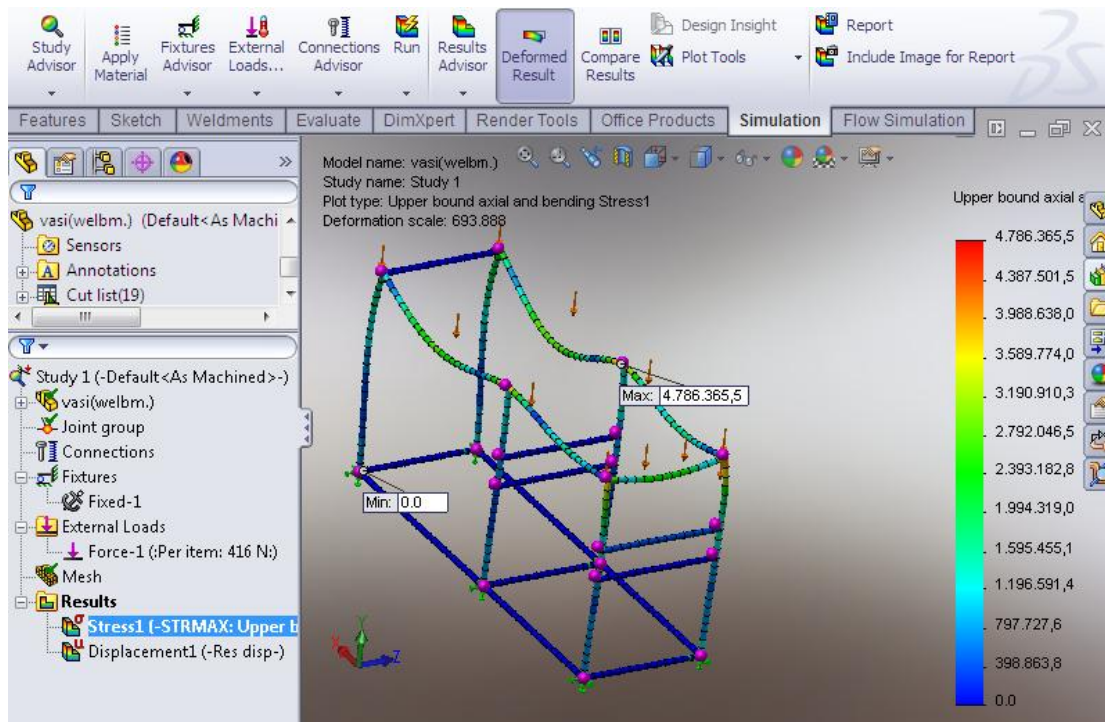
Εκτός από τον κάδο θα μελετήσουμε στατικά και τη βάση του κομποστοποιητή. Εδώ εκτός από το βάρος του υλικού, θα πρέπει να λάβουμε υπ' όψη και το βάρος του κάδου. Την πληροφορία αυτή θα μας τη δώσει το πρόγραμμα μέσα από την εντολή mass properties



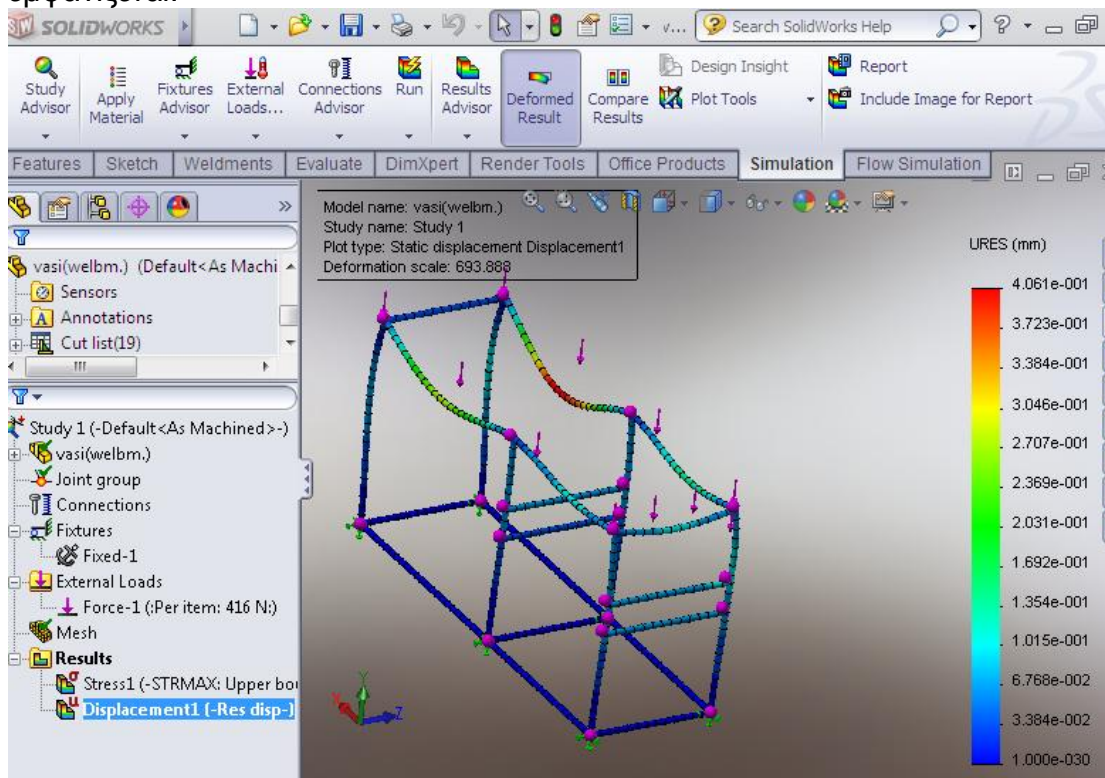
Αυτή η εντολή υπάρχει στην καρτέλα evaluate. Εκτός από το βάρος του κάδου, εδώ υπάρχουν πληροφορίες για τον όγκο, το κέντρο μάζας, τις ροπές αδράνειας, το εμβαδό και άλλα.

Βλέπουμε επομένως ότι η μάζα του κάδου είναι 116 kg. Προσθέτοντας και το βάρος του υλικού (350 kg), η βάση θα πρέπει να αντέχει 466kg.

Για τη βάση, έχουμε ορίσει πάκτωση στα σημεία που ενώνονται οι σωλήνες, στο κάτω μέρος όπου έρχεται σε επαφή με το έδαφος. Λόγω του ότι το κομμάτι αυτό είναι welbment μπορούμε να βάλουμε στήριξη μόνο σε σημεία ένωσης σωλήνων. Για να βάλουμε δύναμη, μπορούμε να επιλέξουμε κανονικά επιφάνεια, ακμή η σημείο και επιπλέον έχουμε τη δυνατότητα να επιλέξουμε δοκό, πράγμα που κάναμε. Η διαφορά εδώ είναι ότι θα πρέπει να ορίσουμε μια επιφάνεια στην οποία η δύναμη θα είναι κάθετη, και ως προς ποιόν άξονα συμμετρίας θα ασκηθεί η δύναμη. Στο γράφημα φαίνονται τα σημεία πάκτωσης και εφαρμογής της δύναμης



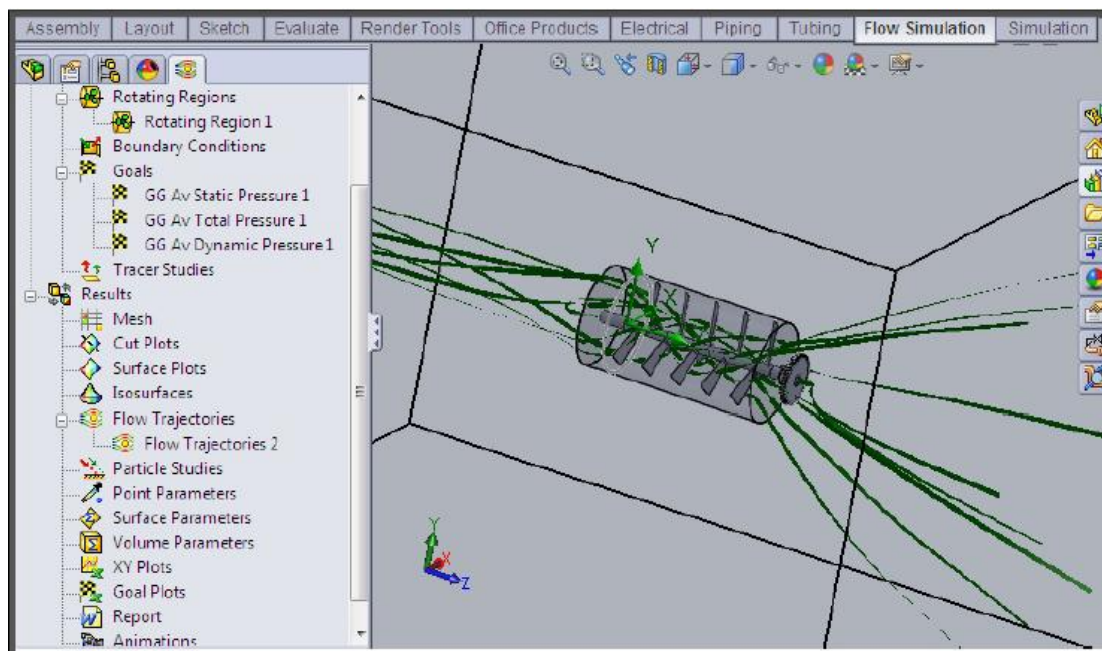
Βλέπουμε επίσης τη μέγιστη/ελάχιστη τάση και τα σημεία στα οποία εμφανίζεται.



Και εδώ είναι το γράφημα για την παραμόρφωση

3.3.2. Ρευστοδυναμική

Όπως αναφέραμε στην αρχή, δεν είναι εύκολο να μελετηθεί το κομποστ σαν ρευστό κι αυτό γιατί δεν είναι σταθερή η σύστασή του, κατά τη διάρκεια σχηματισμού του. Με το μηχάνημα που κατασκευάσαμε θα έχουμε πλέον τη δυνατότητα να κάνουμε πειράματα για να μετρήσουμε μεγέθη που θα βοηθήσουν στην καλύτερη κατανόηση κάποιων ιδιοτήτων του. Σαν μια προσομοίωση της κίνησης που θα είχε ένα ρευστό, μη Νευτώνειο όπως είναι το μέλι, κάναμε την παρακάτω ανάλυση



Το πρόγραμμα μας δίνει τη δυνατότητα να κάνουμε μελέτες ρευστοδυναμικής αλλά μόνο σε δύο περιπτώσεις. Είτε θα έχουμε ένα ανοικτό πεδίο π.χ. ανεμιστήρας, και θα καθορίσουμε εμείς ένα χώρο για να μελετήσουμε, η σύστημα κλειστού τύπου π.χ. σωλήνα, όπου θα έχουμε είσοδο από τη μια και έξοδο από την άλλη πλευρά. Ο κομποστοποιητής δεν ανήκει σε καμία από τις δύο κατηγορίες, μπορεί όμως να μελετηθεί προσεγγιστικά σαν σύστημα ανοικτού τύπου.

Επίλογος

Ο κομποστοποιητής δούλεψε με επιτυχία και το υλικό ήταν έτοιμο στον προβλεπόμενο χρόνο. Λόγω καινοτομίας του μηχανισμού κάποιες παράμετροι (π.χ. κλίση πτερυγίων, στροφές σπείρας) ορίστηκαν αυθαίρετα. Αυτό έγινε επειδή μέχρι τώρα δεν είχαμε τη δυνατότητα να γνωρίζουμε ορισμένες ιδιότητες του κόμποστ. Χρησιμοποιώντας τον κομποστοποιητή θα είμαστε σε θέση να εφαρμόσουμε πειράματα για να μελετήσουμε τη συμπεριφορά του κόμποστ σαν ρευστό, ανάλογα με το στάδιο παραγωγής στο οποίο βρίσκεται.

Το επόμενο βήμα για τη βελτιστοποίηση του κομποστοποιητή είναι η τοποθέτηση αισθητήρων θερμοκρασίας και υγρασίας στο εσωτερικό του, καθώς επίσης και ενός συστήματος ύγρανσης. Οι προσθήκες αυτές θα κάνουν τη διαδικασία παραγωγής ποιο αποτελεσματική και θα βελτιώσουν επίσης και την ποιότητα του κόμποστ .

Βιβλιογραφία

Σημειώσεις μαθήματος *Περιβαλλοντική πολιτική και διαχείριση*, κ. Μανιός

Εγχειρίδιο οδηγιών solidworks από τις βιβλιοθήκες του προγράμματος, καθώς επίσης και tutorials, που υπάρχουν στο πρόγραμμα.

Χειρόγραφες σημειώσεις από το μάθημα *Σχεδιασμός μηχανών με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή*.