

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ : ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΟΙ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΡΕΣ & 3D ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ
ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: Παυλίδης Αστέριος (4835), Τζάκρης Λάζαρος (4902),
Τσαουσιδής Νικόλαος (4877)**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΚΟΥΠΑΡΑΝΗΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ

ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ 2016

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ : ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΟΙ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΡΕΣ & 3D
ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΟΥ
ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: Παυλίδης Αστέριος (4835), Τζάκρης Λάζαρος (4902),
Τσαουσίδης Νικόλαος (4877)**

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ: 4/7/2016

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα.....	
Περίληψη.....	4
Abstract.....	5
Πρόλογος.....	6
Αρχη Λειτουργίας.....	7
Επηρεασμός παραγόντων στο αποτέλεσμα διαχωρισμού.....	8
Βασικά μέρη ενός διαχωριστήρα.....	10
Αρχη λειτουργίας σε συγχρονους διαχωριστηρες.....	12
Απαλλαγή.....	15
Χαρακτηριστικά πετρελαίου.....	17
Φίλτρα.....	18
Προσμίξεις του πετρελαίου.....	20
Χημικές προσμίξεις και συστατικά.....	21
Φυγοκεντρικός καθαρισμός πετρελαίων-εξέλιξη.....	24
Επεξεργασία «βαρύτερου»κατώτερης ποιότητας πετρελαίου για κάυση πετρελαίουσε ντηζελομηχανές.....	33
Ο εξελεγμένος χειρισμός σε νέου τυπου διαχωριστήρων.....	41
Εκκίνηση.....	44
Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας.....	48
Στάση.....	50
Λειτουργία έκτακτης ανάγκης.....	55
3D Κατεργασία Εξαρτημάτων Φυγοκεντρικού Διαχωριστή.....	58
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	94
Παράρτημα.....	95
Βιβλιογραφία.....	131

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής είναι η σχεδίαση και η καταργασία των εξαρτημάτων ενός φυγοκεντρικού διαχωριστήρα μηχανής πλοίου (delaval). Οι φυγοκεντρικοί διαχωριστήρες είναι πολύ σημαντικοί σε ένα δίκτυο πλοίου επειδή καθαρίζουν το πετρέλαιο και το λάδι από το νερό και διάφορες άλλες ξένες ουσίες. Η λειτουργία του βασίζεται στη φυγόκεντρο δύναμη την οποία χρησιμοποιεί για να διαχωρίσει, λόγω διαφορά βάρους, το λάδι ή το πετρέλαιο από τις ξένες ουσίες που αυτά μπορεί να περιέχουν. Σε αυτήν την πτυχιακή εργασία θα γίνει λεπτομερείς αναφορά στη χρήση και στη λειτουργία του φυγοκεντρικού διαχωριστήρα, στα εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται, στον τρόπο σχεδίασης και καταργασίας του με τη χρήση ενός προγράμματος τρισδιάστατης σχεδίασης και καταργασίας καθώς και αναφορά στον τρόπο λειτουργίας και στα εξαρτήματα μιας αυτόματης εργαλειομηχανής. Η σχεδίαση των υπό καταργασία δοκιμίων πραγματοποιήθηκε με την βοήθεια ενός προγράμματος τρισδιάστατης σχεδίασης και συγκεκριμένα το TopSolid 2005. Το πρόγραμμα δίνει την δυνατότητα σχεδίασης, συναρμολόγησης, μηχανικής κίνησης και προσομοίωσης των καταργασιών κατασκευής των εξαρτημάτων. Κατά την διαδικασία σχεδιασμού της καταργασίας των εν λόγω δοκιμίων, έγιναν πολλές δοκιμές και επιλέχθηκε η βέλτιστη στρατηγική που αφορά την καταργασία με γνώμονα τον χρόνο και τα κοπτικά εργαλεία. Αρχικά έγινε ο σχεδιασμός των υπό καταργασία κομματιών (design) και στη συνέχεια έγινε, με τη βοήθεια του προγράμματος, η προσομοίωση της καταργασίας τους (manufacturing). Στα πλαίσια της παρούσας πτυχιακής εργασίας πραγματοποιήθηκε ο σχεδιασμός και η καταργασία εξαρτημάτων. Μετά την σχεδίαση στον ηλεκτρονικό υπολογιστή με την βοήθεια του εν λόγω λογισμικού (TopSolid), δίνεται η δυνατότητα στον χειριστή υποβάλει το τρισδιάστατα σχεδιασμένο δοκίμιο σε μια προσομοίωση καταργασίας ούτως ώστε να μπορεί να εντοπίσει και να διορθώσει τυχόν λάθη που έγιναν κατά την προσομοίωση της καταργασίας πριν αυτή πραγματοποιηθεί από την αυτόματη εργαλειομηχανή. Στη συνέχεια, από το πρόγραμμα αυτό (TopSolid), εξάγεται ο κώδικας ο οποίος στη συνέχεια εισάγεται στην αυτόματη εργαλειομηχανή η οποία ακολουθώντας τον θα καταργαστεί το κομμάτι ώστε να του δώσει το επιθυμητό σχήμα.

Abstract

The object of this project is the design and manufacturing of the components of a marine centrifugal separator (delaval). Centrifugal separators are very important to a ship operation because they clean oil and fuel oil from water and several other foreign substances. Its operation is based on centrifugal force that used to separate the fuel oil or oil from foreign substances that they may contain due to their specific gravity. In this project will be detailed report on the use and operation of the centrifugal separator, the components it is consist of, in the way of design and manufacturing using a three-dimensional design and manufacturing program and a reference to the function and the components of a CNC lathe. The design of the treated samples was performed with the aid of a three-dimensional design program called TopSolid 2005. The program enables design, assembly, traffic engineering and simulation of manufacturing parts machining. During the design process of the treatment of the ground specimens were many tests and selected the optimal strategy for treatment-oriented time and cutting tools. First the treated pieces were designed (design) and then with the help of the program, the simulation of the machining carried out (manufacturing). As part of this project the design and manufacturing of these components took place. After the design of the components with the help of the three dimensional design and manufacturing program (TopSolid), the operator of the program can execute a simulation of the process of the manufacturing with the help of the same program. This way, the operator will be able to identify and correct any mistakes made during simulation treatment before it is performed by the automatic machine tool. Then, from this program (TopSolid), the code is extracted which is then inserted into the automatic machine tool which is able to convert it to orders and follow them in order to manufacture the treated pieces and give them the desirable shape.

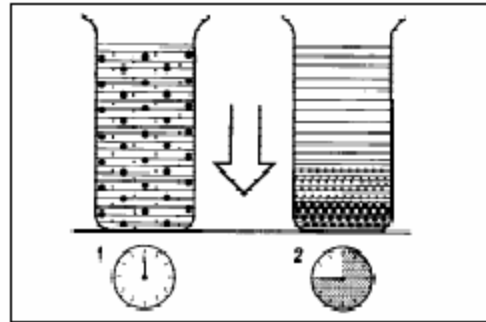
Πρόλογος

Η καύση βαρέων κλασμάτων πετρελαίου στις νηζελομηχανές έχει γίνει αποδεκτή στην ναυτιλία εδώ και 50 περίπου χρόνια. Ο ανταγωνισμός με τις ατμομηχανές, όπου υπάρχει η δυνατότητα καύσης πετρελαίων κατώτερης ποιότητας και η συνεχής αύξηση του κόστους του καυσίμου, αυτού καθ' αυτού και σαν ποσοστό του συνολικού κόστους λειτουργίας του πλοίου η κρίση πετρελαίου δεκαετίας 70 εξώθησαν τους κατασκευαστές νηζελομηχανών σε σχεδίαση μηχανών ικανών να κάψουν χαμηλής ποιότητας πετρέλαιο σε συνδυασμό με μείωση της ειδικής κατανάλωσης του καυσίμου. Ταυτόχρονη συμμετοχή σε αυτά τα προγράμματα είχαν και οι κατασκευές μηχανημάτων για τον καθαρισμό αυτού του πετρελαίου. Γρήγορα έχουμε επικράτηση του φυγοκεντρικού καθαρισμού και του φυγοκεντρικού διαχωριστήρα, που είναι το κλειδί στο σύστημα επεξεργασίας του καυσίμου, πριν την καύση του στη νηζελομηχανή. Ο φυγοκεντρικός καθαρισμός συνεχώς βελτιωμένος, εγγυήθηκε την μέγιστη απόδοση στον αποχωρισμό επιβλαβών στερεών σωματιδίων και νερού («γλυκού» και «αλμυρού»).

Λεπτομερέστατα περί φυγοκεντρικού καθαρισμού θα γίνει αναφορά σε παρακάτω κεφάλαιο. Πέραν αυτού, υπάρχει και το γεγονός της ζήτησης και ποιο προσοδοφόρας εκμετάλλευσης γκαζολίνης και λοιπών ελαφρών κλασμάτων πετρελαίου, που οδήγησε τα διυλιστήρια, από το συμβατικό μοντέλο παραγωγής στην υιοθέτηση καταλυτικής και θερμικής πυρόλυσης για περαιτέρω εκμετάλλευση του αργού πετρελαίου. Σαν συνέπεια υπάρχει αλλοίωση της σύστασης και τη χειροτέρευση της ποιότητας του υπολείμματος της απόσταξης, το οποίο αποτελεί και το βασικό συστατικό του πετρελαίου που προσφέρεται για καύση σε πλοία ή νηζελομηχανές γενικότερα θα μπορούσε να θεωρηθεί κρίση πετρελαίου στην δεκαετία του '80. Έτσι οι σύγχρονες μηχανές καίνε καύσιμο 6000-7000 sec Rd/100 ° F (700cSt/50 °C) δίχρονες και τετράχρονες.

ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑΣ

Ο σκοπός του χωρισμού μπορεί να είναι: ελεύθερωσης ενός υγρού των στερεών μορίων, για να χωρίσει δύο αμοιβαία αδιάλυτα υγρά με διαφορετικές πυκνότητες αφαιρώντας οποιαδήποτε στερεά παρουσιάζει συγχρόνως, για να χωρίσουν και να συγκεντρώσουν τα στερεά μόρια από ένα υγρό.

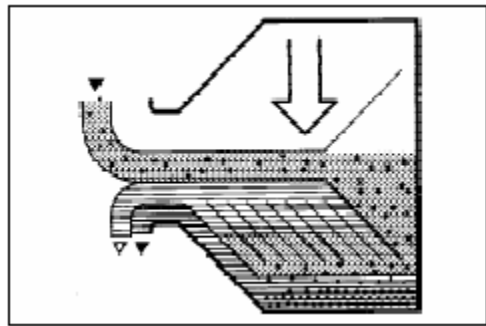


Διαχωρισμός από τη βαρύτητα

Ένα υγρό μίγμα σε ένα στάσιμο κύπελλο θα καθαρήσει ελαφριά ως βαριά μόρια στο υγρό μίγμα μολ στο κατώτατο σημείο κάτω από την επιρροή της βαρύτητας. Ένα ελαφρύτερο υγρό αυξάνεται ενώ ένα βαρύτερο υγρό και μολ στερεών.

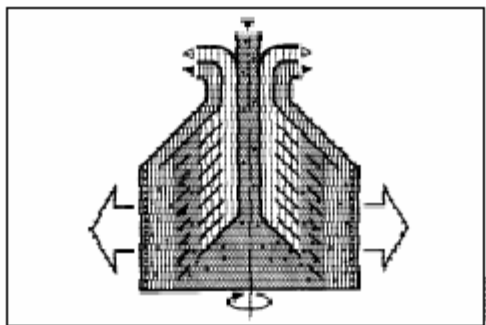
Ο συνεχής χωρισμός και η ιζηματογένεση μπορούν να είναι πραγματοποιημένος σε μια δεξαμενή καθίζησης που έχει τις εξόδους τακτοποιημένος σύμφωνα με τη διαφορά στην πυκνότητα τα υγρά.

Τα βαρύτερα μόρια στο υγρό μίγμα θα εγκαταστήσουν και διαμορφώστε ένα στρώμα ιζημάτων στο κατώτατο σημείο δεξαμενών



Φυγοκεντρικός διαχωρισμός

Σε ένα γρήγορα περιστρεφόμενο κύπελλο, η δύναμη της βαρύτητας είναι αντικατεστημένος από τη φυγοκεντρική δύναμη, η οποία μπορεί να είναι χιλιάδες φορές μεγαλύτερη. Ο χωρισμός και η ιζηματογένεση είναι συνεχής και συμβαίνει πολύ γρήγορα. Η φυγοκεντρική δύναμη στο κύπελλο διαχωριστών μπορεί επιτευχθεί σε μερικά δευτερόλεπτα ενώ διαρκεί πολλές ώρες σε μια δεξαμενή κάτω από την επιρροή της βαρύτητας.

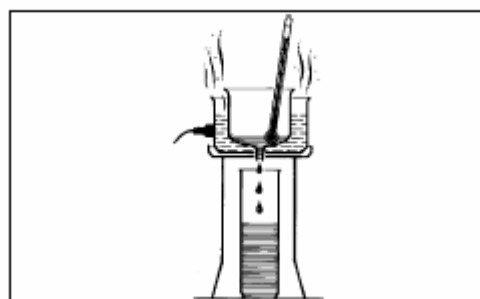
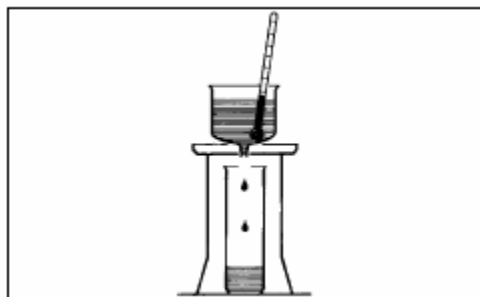


Επηρεασμός παραγόντων στο αποτέλεσμα διαχωρισμού

Χωρισμός της θερμοκρασίας

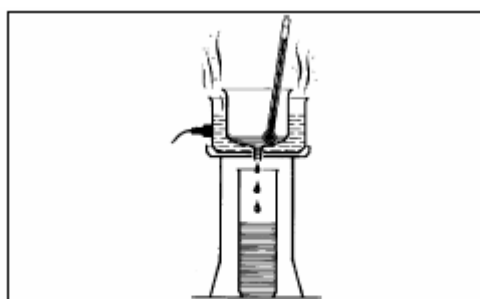
Για μερικούς τύπους υγρών διαδικασία (π.χ. μεταλλικά λάδια) μια υψηλή χωρίζοντας θερμοκρασία κανονικά αυξάνεται η ικανότητα χωρισμού.

η θερμοκρασία επηρεάζει το ιξώδες και την πυκνότητα πετρελαίου και πρέπει να κρατηθεί σταθερός σε όλο τον διαχωρισμό



Ιξώδες

Το χαμηλό ιξώδες διευκολύνει το χωρισμό. Το ιξώδες μπορεί μειώνεται με τη θέρμανση.



Low viscosity (with high temperature)

Διαφορά πυκνότητας (αναλογία συγκεκριμένης πυκνότητας)

Όσο μεγαλύτερη η διαφορά πυκνότητας μεταξύ δύο υγρών, τόσο ευκολότερος ο χωρισμός. Η πυκνότητα μπορεί να αυξηθεί με τη θέρμανση

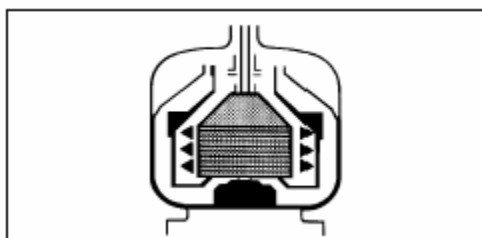


High density (with low temperature)



Ανάπτυξη φάσεων

Μια ποσότητα ύδατος πετρέλαιο επηρεάζει το διαχωρισμό με αποτέλεσμα να επηρεάζει την βέλτιστη απόδοση των δίσκων



Το συνολικό έργο

Η συνολική απόδοση ορίζει τον επιτρεπόμενο χρόνο διαχωρισμού νερού και ίζημάτων του λαδιού ένας καλύτερος διαχωρισμός μπορεί να επιτευχθεί μειώνοντας τον χρόνο αποδοτικότητας και αυξάνοντας τον χρόνο της κατακαθήσεως.

Χώρος λάσπης - περιεκτικότητα σε λάσπη

Το ίζημα θα συσσωρευτεί στην εσωτερική περιφέρεια της λεκάνης. Όταν ο χώρος λάσπης γεμίσει, η ροή μέσα στην λεκάνη επηρεάζεται από τα ίζηματα και με αυτόν τον τρόπο μειώνεται η διαχωριστική αποδοτικότητα. Σε τέτοιες περιπτώσεις ο χρόνος μεταξύ του καθαρισμού πρέπει να μειωθεί για να ταιριάξουν αυτοί όροι.

Κολλημένοι δίσκοι

Ένας παραμελημένος κολλημένος δίσκος οδηγεί στο κόλλημα και τον υπόλοιπων δίσκων ή οι δίσκοι που επικαλύπτονται με τις καταθέσεις θα εξασθενίσουν τον διαχωρισμό του μίγματος

ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΡΗ ΕΝΟΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΡΑ

Ο διαχωριστής περιλαμβάνει ένα καθοδηγούμενο μέρος επεξεργασίας και ένα οδηγητικό το μέρος.

Οδηγείται από μια ηλεκτρική μηχανή (6)

Μηχανικά, το πλαίσιο μηχανών διαχωριστών είναι αποτελούμενος από ένα κατώτατο μέρος και ένα κορυφαίο μέρος και ένα . Η μηχανή είναι βαλμένη βιδωτά στο πλαίσιο όπως φαίνεται στην απεικόνιση. Τα πόδια πλαισίων έχουν αποσβεστήρες κραδασμών

Το κατώτατο μέρος του διαχωριστή περιέχει οριζόντια οδηγητική συσκευή (1), έναν οδηγούμενο άξονα με συζεύξεις, και ατέρμονα κοχλία για κάθετη μετάδοση κίνησης.

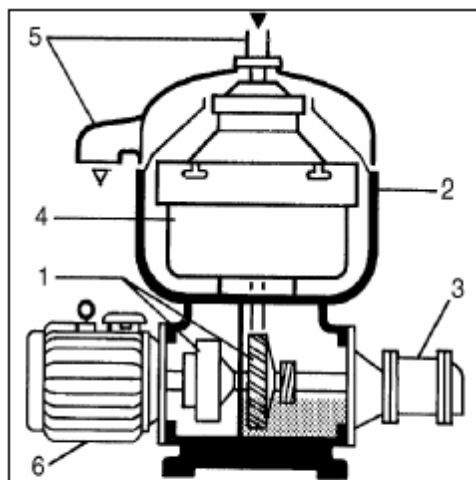
Το κατώτατο μέρος περιέχει επίσης μια ελαιολεκάνη για την ψύξη και μείωση τριβών, ένα φρένο και ένα μετρητή της περιστροφικής ταχύτητας.

Μια αντλία (3) είναι συνδεδεμένη με τον οδηγούμενο άξονα και τοποθετημένη στην πλευρά του κατώτατου μέρους. Αυτή η αντλία έχει τη διπλή λειτουργία. Είναι η αντλία μίγματος(ιζημάτων νερού και πετρελαίου) και καθαρή αντλία απαλλαγής πετρελαίου.

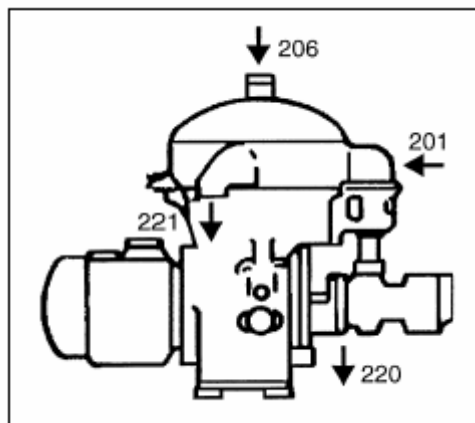
Το κορυφαίο μέρος περιέχει τα μέρη επεξεργασίας του διαχωριστή, εισαγωγή, έξοδοι με σωληνώσεις.

Το υγρό καθαρίζεται στην λεκάνη του διαχωριστήρα (4) αυτό τοποθετείτε στο ανώτερο μέρος της κατακόρυφου άξονα και περιστρέφεται με υψηλή ταχύτητα μέσα στον χώρο που διαμορφώνεται με το κορυφαίο καπάκι του διαχωριστήρα.

Οι κύριοι είσοδοι και οι έξοδοι παρουσιάζονται με αριθμοί συνδέσεως στην απεικόνιση.



1. Horizontal driving device, friction coupling and worm gear
2. Collecting cover.
3. Inlet and outlet gear pump
4. Separator bowl
5. Inlet / outlet
6. Electric motor



Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΤΗΝ ΛΕΚΑΝΗ

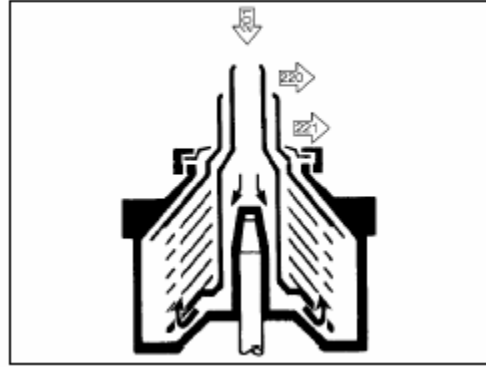
Το μη ακάθαρτο πετρέλαιο τροφοδοτείται στο κύπελλο μέσω σωλήνα εισαγωγής και αντλείται μέσω του διανομέα προς την περιφέρεια του κυπέλλου.

Όταν το πετρέλαιο φθάσει στις τρύπες του διανομέα, άνοδος μέσω των καναλιών που διαμορφώνονται από το δίσκο συσσωρεύστε όπου διανέμεται ομοιόμορφα.

Το πετρέλαιο καθαρίζεται συνεχώς καθώς ρέει προς το κέντρο του κυπέλλου. Όταν το καθαριζόμενο πετρέλαιο αφήνει την σειρά

δίσκων που αυξάνονται προς τα πάνω, ρέει τότες πανό από τον δίσκο βαρύτητας και βγαίνει έξω από την λεκάνη μέσω της εξαγωγής που υπάρχει στο πανό μέρος. Διαχωρισμένο ύδωρ, λάσπη και στέρεα μόρια αναγκάζονται να διασκορπιστούν προς την περιφέρεια της λεκάνης λόγω της φυγοκέντρου δυνάμεως.

Ο χώρος μεταξύ του σκεπάσματος κυπέλλων και του κορυφαίου δίσκου είναι κανονικά γεμάτος με ύδωρ.



Κύπελλο διαχωριστήρων

Η απεικόνιση παρουσιάζει χαρακτηριστικά μέρη

κύπελλο διαχωριστήρων:

1. Κορυφαίος δίσκος με το λαιμό
2. Ο δίσκος βαρύτητας, ο οποίος πρέπει να επιλεγεί σύμφωνα με τις κατευθύνσεις του κατασκευαστή.

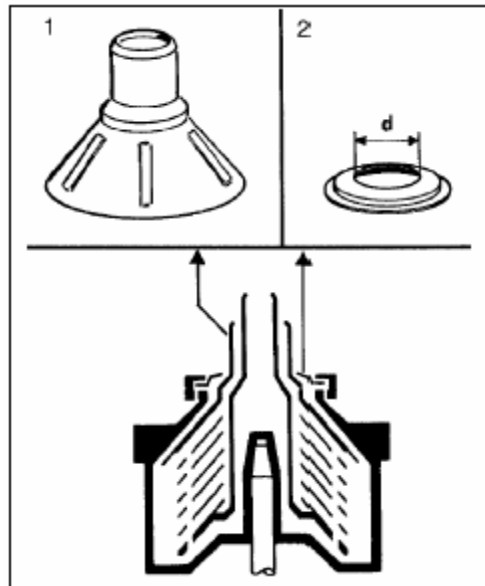
Αυτό το κύπελλο έχει δύο εξόδους των υγρών.

Η διαδικασία της εκροής των υγρών γίνεται μέσω του διανομέα και των διάκενων των δίσκων εκεί που το υγρό έρχεται σε επαφή με τους δίσκους και την επίδραση της φυγοκέντρου δυνάμεως τότες γίνεται ο διαχωρισμός τον ιζημάτων και του νερού προς την περιφέρεια της λεκάνης.

Η βαριά μεμβράνη και οποιαδήποτε ιζήματα οδηγούνται προς το κατώτατο μέρος των δίσκων και έπειτα οδηγούνται προς την περιφέρεια της λεκάνης.

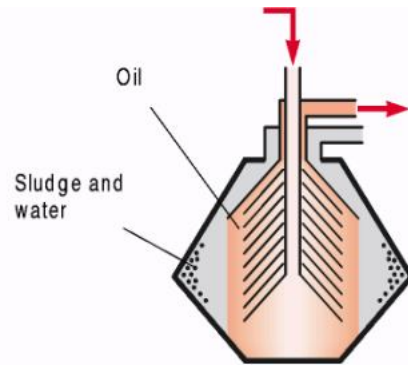
Οι βαριές μεμβράνες ρέουν κατά μήκος της ανώτερης πλευράς και της κατώτερης πλευράς τον δίσκων ο λαιμός της λεκάνης καλύβει και επιτρέπει δια μέσο του δίσκου βαρύτητας να διαφύγει το πετρέλαιο.

Οι ελαφριές μεμβράνες ρέουν κατά μήκος της κατώτερης πλευράς των δίσκων προς την ανώτερη εσωτερική σειρά δίσκων και οδηγούνται προς πανό μεριά όπου κεντρικά θα διαφύγει το πετρέλαιο δια μέσο της μεριάς όπου είναι η εξαγωγή.

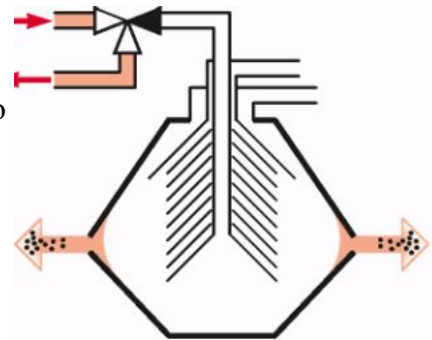


ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΕ ΣΥΓΧΡΟΝΟΥΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΡΕΣ

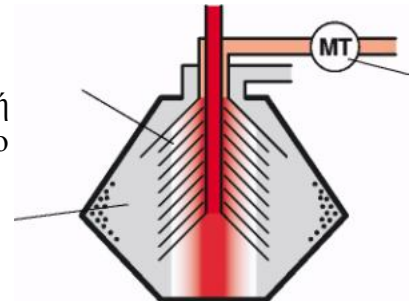
Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας χωρισμού, η λάσπη και το ύδωρ συσσωρεύουν στην περιφέρεια του κυπέλλου διαχωριστών. Η λάσπη και το ύδωρ απαλλάσσονται σε προετοιμασμένα χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια της απαλλαγής, η εξαγωγή πετρελαίου είναι κλειστός



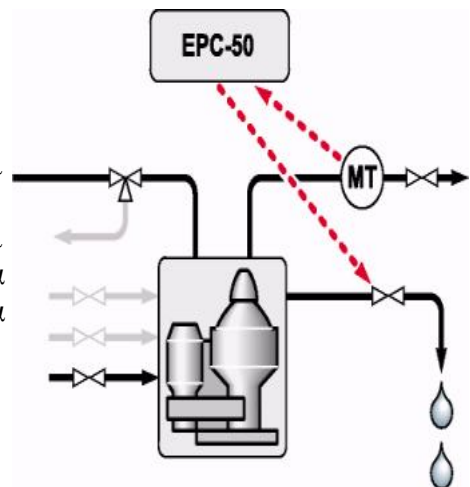
Το υπερβολικό ύδωρ μπορεί επίσης να βγαθεί από το κύπελλο διαχωριστών μεταξύ των εξαγωγών.



Το καθαρισμένο πετρέλαιο που αφήνει το διαχωριστή εξετάζεται για τα ίχνη ύδατος. Οποιαδήποτε αύξηση στο ύδωρ ανιχνεύεται από τον ανιχνευτή



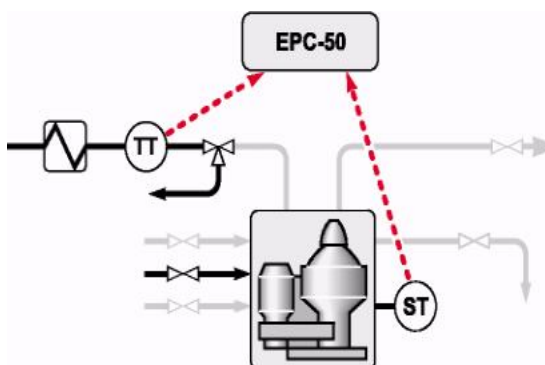
Το σήμα από το μετατροπέα ύδατος διαβιβάζεται συνεχώς στη μονάδα ελέγχου, στην οποία μια αξία αναφοράς αποθηκεύεται. Η μονάδα ελέγχου συγκρίνει το σήμα μετατροπέων με την αξία αναφοράς. Μια σημαντική απόκλιση από την αξία αναφοράς θα προκαλέσει το στράγγιγμα του ύδατος.



Έναρξη κύκλων διαδικασίας

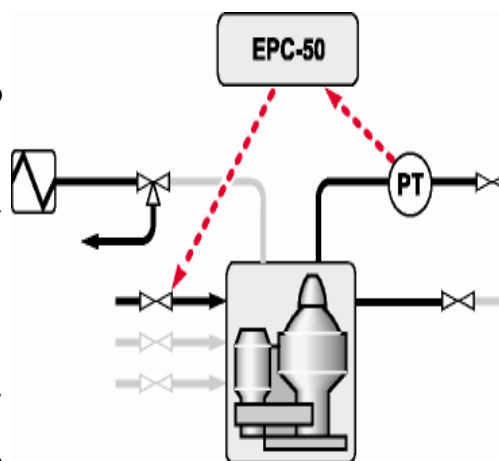
Πρώτα η αντλία, ο διαχωριστής, και η θερμάστρα πετρελαίου αρχίζουν.

Η συσκευή αποστολής σημάτων (TT) θερμοκρασίας και η συσκευή αποστολής σημάτων (ST) ταχύτητας επισημαίνουν την EPC-50 μονάδα ελέγχου συνεχώς. Όταν η σωστή ταχύτητα διαχωριστών και η σωστή θερμοκρασία επιτυγχάνονται, μια απαλλαγή λάσπης πραγματοποιείται για να εξασφαλίσει ότι το κύπελλο είναι κενό.

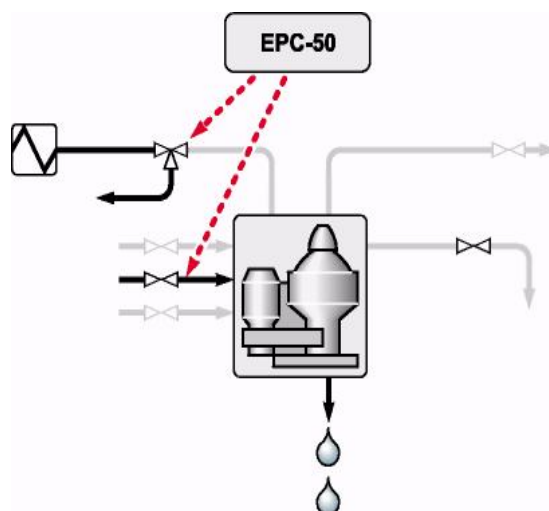


Η βαλβίδα μεταστροφής κατευθύνει το πετρέλαιο στη γραμμή επανακυκλοφορίας. Το ρυθμιζόμενο ύδωρ προστίθεται στο κύπελλο διαχωριστών μέχρι τον αισθητήρα πίεσης στην πίεση αισθήσεων εξόδου πετρελαίου και επισημαίνει στη μονάδα ελέγχου.

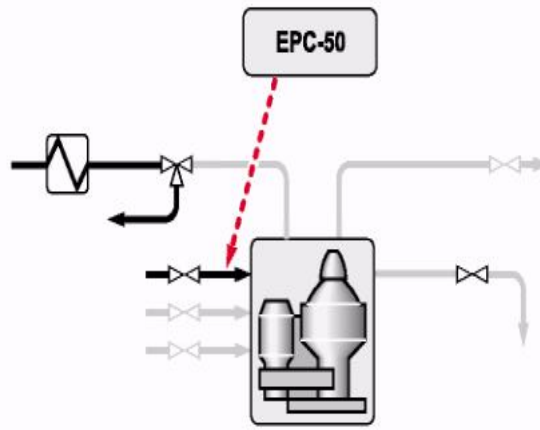
Η μονάδα ελέγχου καταχωρεί το χρόνο που λαμβάνεται για την προσθήκη ύδατος. Αυτή η αξία αναφοράς ροής του νερού χρησιμοποιείται αργότερα για να υπολογίσει το σωστό ποσό βελτίωσης του ύδατος και των μετατοπίσεων που προστίθεται στον κύκλο διαδικασίας.



Οι απαλλαγές των διαχωριστήρα

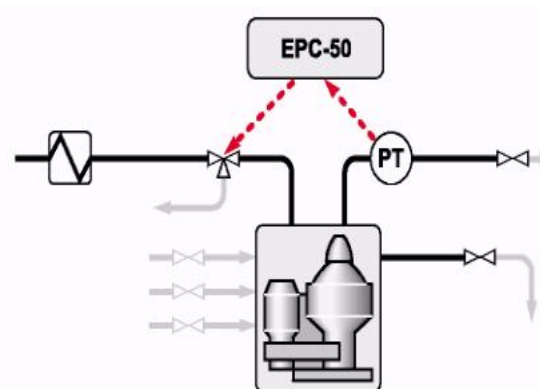


Χρησιμοποιώντας το ποσοστό ροής που υπολογίζεται ανωτέρω, η μονάδα ελέγχου επισημαίνει τη βαλβίδα σωληνοειδών για να ανοίξει έτσι ώστε το σωστό ποσό βελτίωσης του ύδατος προστίθεται στο κύπελλο διαχωριστών.



Η βαλβίδα μεταστροφής ανοίγει έτσι ώστε το πετρέλαιο κατευθύνεται στο κύπελλο διαχωριστών. Όταν η πίεση στην έξοδο πετρελαίου αισθάνεται, ο αισθητήρας (PT) πίεσης επισημαίνει τη μονάδα ελέγχου. Η μονάδα ελέγχου υπολογίζει και αποθηκεύει το χρόνο που λαμβάνεται για να προσθέσει το πετρέλαιο στο κύπελλο.

Η διαδικασία καθαρισμού λειτουργεί τώρα. Το μη επεξεργασμένο πετρέλαιο τροφοδοτείται στο διαχωριστή, και το καθαρό πετρέλαιο αντλείται από το διαχωριστή.



Απαλλαγή

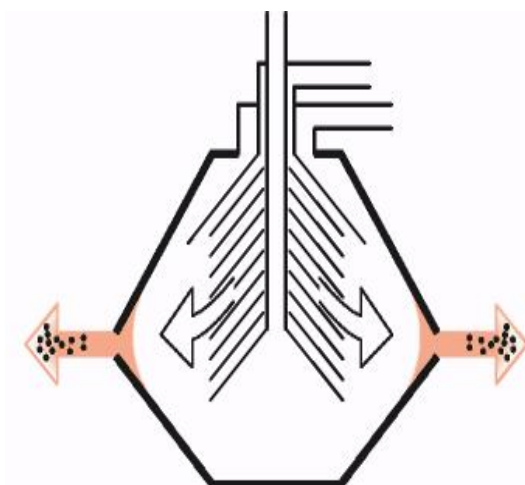
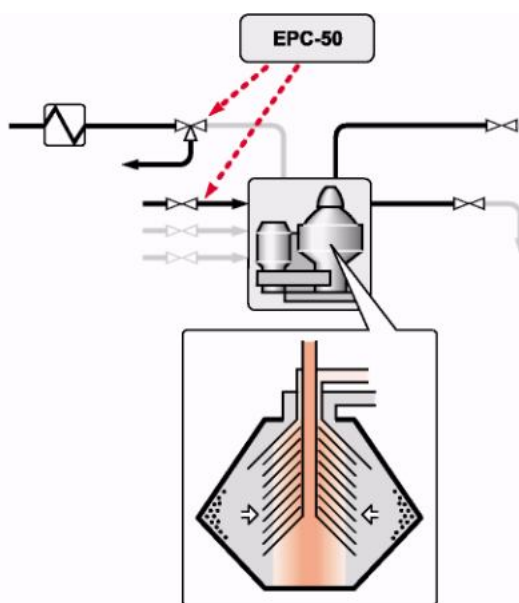
Οι απαλλαγές διαχωριστών μετά από έναν προετοιμασμένο χρόνο έχουν παρέλθει. Η ακόλουθη ακολουθία πραγματοποιείται:

1) Η βαλβίδα μεταστροφής αλλάζει στην επανακυκλοφορία πετρελαίου. Χρησιμοποιώντας το ποσοστό ροής που υπολογίζεται στην παράγραφο

2) Κάτω από η μονάδα ελέγχου επισημαίνει τη βαλβίδα σωληνοειδών για να ανοίξει έτσι ώστε το ύδωρ μετατοπίσεων προστίθεται για να ωθήσει το πετρέλαιο προς το σωρό δίσκων.

3) Μετά από τον υπολογισμένο χρόνο για το ύδωρ μετατοπίσεων η προσθήκη έχει παρέλθει, οι απαλλαγές διαχωριστών.

4) Το ρυθμίζοντας ύδωρ προστίθεται έπειτα, και ένας νέος κύκλος χωρισμού αρχίζει.

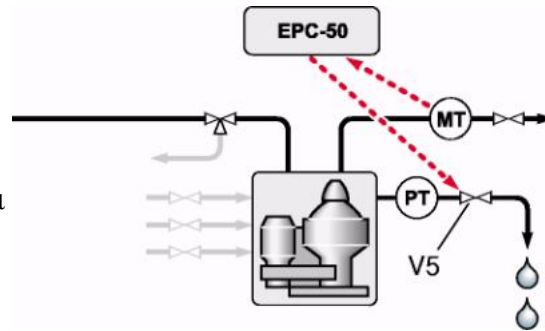


Αυξανόμενη περιεκτικότητα σε νερό

Εάν οι αισθήσεις μετατροπέων ύδατος αύξησαν την περιεκτικότητα σε ύδωρ στο πετρέλαιο, τα εξής πραγματοποιούνται:

1) Η βαλβίδα αγωγών ύδατος (V5) ανοίγει για μερικά δευτερόλεπτα.

2) Η βαλβίδα εξαγωγής ύδατος κλείνει πάλι, και το σήμα μετατροπέων αξιολογείται.



3) Εάν υπάρχει ακόμα μια αύξηση στην περιεκτικότητα σε ύδωρ, η βαλβίδα εξαγωγής ανοίγει πάλι. Εάν η περιεκτικότητα σε ύδωρ είναι ακόμα υψηλή αφότου έχει ανοίξει η βαλβίδα αγωγών πέντε φορές, ο καθαρισμός ξαναρχίζει.

4) Εάν η περιεκτικότητα σε ύδωρ έχει μειωθεί, ο κύκλος διαχωρισμού επιστρέφει σε κανονικό.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΗΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ

Η πρόσθεση της καταλυτικής και της θερμικής πυρόλυσης στην διαδικασία της απόσταξης, έχει σαν αποτέλεσμα υπόλειμμα βαρύτερο (μεγαλύτερη συγκέντρωση πολυατομικών υδρογονανθράκων και ακαθαρσιών). Η τάση αυτή προς αύξηση της πυκνότητας είναι πρόβλημα ουσιαστικά μόνο για τον φυγοκεντρικό διαχωριστήρα, του οποίου η αρχή λειτουργίας βασίζεται στην διαφορά πυκνότητας πετρελαίου, νερού και στερεών σωματιδίων (σχήμα 7). Λεπτομέρειες για το πώς επιλύθηκε το πρόβλημα αυτό, και για το πώς φυγοκεντρίζονται πετρέλαια βαρύτερα από το νερό (στους 15 0C) θα δούμε παρακάτω.

Προς το παρόν αρκεί η διαπίστωση ότι χειρότερης ποιότητας πετρέλαιο για φυγοκεντρικούς διαχωριστήρες, σημαίνει υψηλότερης πυκνότητας πετρέλαιο.

ΙΞΩΔΕΣ

Είναι γνωστό ότι το ιξώδες είναι μέτρο της εσωτερικής αντίστασης του ρευστού σε διάτμηση, και έτσι είναι παράγοντας καθοριστικός της δυνατότητας άντλησης του μέσα από σωλήνες καθώς και ψεκασμού του μέσα από ακροφύσιο ή καυστήρα.

Η σύγχρονη διαδικασία απόσταξης αργού πετρελαίου συνεπάγεται υπόλειμμα μεγαλύτερου ιξώδους.

Η απάντηση στο πρόβλημα του ιξώδους είναι αύξηση της θερμαντικής ικανότητας;

α. αύξηση της θερμαντικής ικανότητας

1. στις σερπαντίνες ατμού, στις δεξαμενές αποθήκευσης, κατακαθίσεις και ημερησίας κατανάλωσης πετρελαίου, προκειμένου το πετρέλαιο να είναι αντλήσιμο.

2. στους προθερμαντήρες πετρελαίου, πριν τους φυγοκεντρικούς διαχωριστήρες, προκειμένου να επιτευχθεί ικανή διαφορά πυκνότητας νερού πετρελαίου για τον διαχωρισμό τους.

3α. στους προθερμαντήρες πετρελαίου, πριν τις αντλίες υψηλής πίεσεως της κύριας μηχανής (στην περίπτωση αυτή η προθέρμανση γίνεται με πίεση γιατί υπερβαίνει τους 100 0C , θερμοκρασία βρασμού του νερού σε ατμοσφαιρική πίεση) προκειμένου να έχουμε σωστό ψεκασμό του καυσίμου (το ιξώδες καυσίμου πριν τους καυστήρες σύμφωνα με τις προδιαγραφές των κατασκευαστών κυρίων μηχανών και με το σχήμα 8, καθορίζει την τελική θερμοκρασία προθέρμανσης του καυσίμου, που με τα σημερινά δεδομένα είναι της τάξης των 150 0C).

β. αύξηση του μεγέθους του φυγοκεντρικού διαχωριστήρα.

Στο σημείο αυτό αξίζει να τονισθεί ότι το ιξώδες σαν μόνη παράμετρο προσδιορισμού της ποιότητας του πετρελαίου οδηγεί σε εσφαλμένα συμπεράσματα. Απόδειξη αυτού είναι τα σχήματα 9 και 11, όπου φαίνεται ότι ανάμιξη ελάχιστου ποσοστού αποστάγματος στο υπόλειμμα μειώνει δραστικά το ιξώδες του υπολείμματος, ενώ δεν επηρεάζει το ίδιο δραστικά την πυκνότητα του (σχήμα 10), που είναι ένα μέτρο της περιεκτικότητας του πετρελαίου σε λάσπη, στερεά σωματίδια, διαβρωτικά ιόντα, ασφαλτίνες, στάχτη, νερό κλπ.

ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΣΤΟΝ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΡΑ

Προθερμαντήρες.

Η προθέρμανση του πετρελαίου γίνεται για πολλούς λόγους και σε πολλές φάσεις της διακινήσεως του από τις δεξαμενές ως τις αντλίες εγχύσεως.

α) στις δεξαμενές η προθέρμανση αποβλέπει στην επιτάχυνση της καθιζήσεως των ξένων προσμίξεων και κυρίως των ασφαλτικών συσσωματωμάτων. Η καθίζηση επιταχύνεται με τη χρήση ειδικών χημικών προσθέτων.

β) η προθέρμανση συνεχίζεται σ' όλο το δίκτυο με ατμό ή ηλεκτρικές αντιστάσεις, για να επιτευχθεί το ιξώδες που θα εξασφαλίζει κατάλληλη αντλητικότητα του καυσίμου.

γ) προθερμαντήρες υπάρχουν και πριν τους φυγοκεντρικούς διαχωριστήρες που έχουν σκοπό να φέρουν το ιξώδες στα όρια τιμών 100 – 150 RI, και να μειώσουν την πυκνότητα του πετρελαίου σε τιμές στις οποίες η λειτουργία των φυγοκεντρικών διαχωριστήρων είναι πιο αποδοτική.

δ) οι προθερμαντήρες που υπάρχουν πριν τις αντλίες εγχύσεως θερμαίνουν το πετρέλαιο σε θερμοκρασία ώστε να αποκτήσει ιξώδες 60 – 200 δευτερόλεπτα Redwood I (RI), που είναι η ευνοϊκότερη τιμή ιξώδους για ένα διασκορπισμό.

Σε όλες τις περιπτώσεις η προθέρμανση γίνεται με ατμό ή ηλεκτρικές αντιστάσεις, με αυτόματη ρύθμιση της θερμοκρασίας, ώστε να εξασφαλίζονται τα επιθυμητά όρια τιμών ιξώδους και να αποφεύγονται οι δυσάρεστες συνέπειες από την υπερβολική μείωση ιξώδους.

Φίλτρα

Η τοποθέτηση φίλτρων στο δίκτυο πετρελαίου αποτελεί ένα ακόμα βήμα για την απαλλαγή του από τις ανεπιθύμητες προσμίξεις που τυχόν περιέχει. Τα φίλτρα κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες :

α) Διηθητικά φίλτρα

Αποτελούνται από το περίβλημα, που συνήθως έχει κυλινδρικό σχήμα και από τη γόμωση, που περιέχει υλικά ικανά να συγκρατήσουν τις ξένες προσμίξεις. Τα υλικά αυτά είναι συνήθως νήματα, υφάσματα, φυτικές ίνες ή διάφορα ανόργανα συστατικά, που όταν κορεστούν από ακαθαρσίες αντικαθίστανται εύκολα. Είναι επίσης δυνατό οι γομώσεις των διηθητικών φίλτρων να καθαρίζονται με διαλυτικά υγρά, π.χ. βενζίνη και να ξανατοποθετούνται, πράγμα που μπορεί να γίνει αρκετές φορές πριν αχρηστευθούν τελείως, οπότε αντικαθίστανται.

β) Μεταλλικά φίλτρα

Αποτελούνται από διάτρητους δίσκους ή μεταλλικά πλέγματα τοποθετημένα το ένα πάνω στο άλλο, δια των οποίων το διερχόμενο πετρέλαιο καθαρίζεται, εναποθέτοντας

τις ξένες ύλες πάνω στις μεταλλικές επιφάνειες των φίλτρων. Οι διαστάσεις των οπών ή των ανοιγμάτων των μεταλλικών φίλτρων, καθώς και οι αποστάσεις μεταξύ των δίσκων εξαρτώνται από τη θέση του φίλτρου στο δίκτυο, από το είδος και την ποιότητα του καθοριζόμενου καυσίμου και από τον επιδιωκόμενο βαθμό καθαρισμού. Για τον καθαρισμό του πετρελαίου, μετά την αντλία εγχύσεως χρησιμοποιούνται φίλτρα με δικτυωτά που έχουν 1500 περίπου ανοίγματα ανά cm². Μ' αυτό τον τρόπο προστατεύεται επαρκώς ο λεπτός μηχανισμός της βαλβίδας εγχύσεως του πετρελαίου κατά τη μηχανική έγχυση.

Ειδική περίπτωση μεταλλικών φίλτρων αποτελούν τα λεγόμενα «αυτοκαθαριζόμενα φίλτρα», που έχουν ευρύτατη χρησιμοποίηση σε πολλά δίκτυα καυσίμων, γιατί δίνουν την ευχέρεια καθαρισμού και εύκολης απομακρύνσεως των καταλοίπων που συλλέγονται. Αποτελούνται από σημαντικό αριθμό διάτρητων κυκλικών ελασμάτων, που είναι τοποθετημένα σε πολύ μικρές αποστάσεις μεταξύ τους. Η στερέωση των ελασμάτων στο εσωτερικό του φίλτρου γίνεται με κεντρικό άξονα, που περνάει από το κέντρο των ελασμάτων. Ο άξονας αυτός στο πάνω μέρος, που βρίσκεται έξω από το κάλυμμα του φίλτρου, καταλήγει σε χειρομοχλό με τον οποίο το σύνολο μπορεί να περιστρέφεται ελεύθερα.

Μεταξύ των κυκλικών ελασμάτων υπάρχουν μικρότερα ελάσματα, σαν μαχαιρίδια, που εφάπτονται στα πρώτα σε μικρό τμήμα της περιφέρειας τους και είναι περασμένα σε δικό τους άξονα μικρότερο, σχηματίζοντας στο σύνολο τους ένα είδος κτένας.

Όταν στα ελάσματα συγκεντρωθούν αρκετά κατάλοιπα η ροή του πετρελαίου δυσχεραίνεται, πράγμα που γίνεται αντιληπτό από την πτώση πίεσεως του θλιβόμετρου που είναι τοποθετημένο μετά το φίλτρο. Τότε με απλή περιστροφή του χειρομοχλού ολόκληρο το σύστημα των ελασμάτων υφίσταται απόξεση από τα μεταλλικά καθαριστήρια. Τα κατάλοιπα που είχαν συγκεντρωθεί στις επιφάνειες των ελασμάτων απομακρύνονται και η ροή του πετρελαίου αποκαθίσταται τελείως. Τα κατάλοιπα πέφτουν στο θάλαμο περισυλλογής που βρίσκεται στον πυθμένα του φίλτρου, από όπου εύκολα εξάγονται από την θυρίδα που βρίσκεται στο κάτω σημείο του φίλτρου.

Τα κύρια σημεία του δικτύου που έχουν ανάγκη από τα φίλτρα καθαρισμού είναι :

(α) πριν από την αντλία μεταγίσεως που βρίσκεται μεταξύ των κυρίων δεξαμενών και των δεξαμενών χρήσεως.

(β) πριν από τους φυγοκεντρικούς καθαριστήρες.

(γ) πριν από την αντλία εγχύσεως.

ΠΡΟΣΜΙΞΕΙΣ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

ΝΕΡΟ

Το νερό υπάρχει στο πετρέλαιο σε μορφή καθαρού ή θαλασσινού νερού και είτε είναι από την αρχή συστατικό του αργού πετρελαίου, είτε προσμιγνύεται κατά την μεταφορά του πετρελαίου από το διυλιστήριο στον τόπο κατανάλωσης.

Περίπτωση να έχουμε καθαρό νερό στο πετρέλαιο πρακτικά είναι αδύνατο, αφού και να υπάρχει, διαλύει τα άλατα που οπωσδήποτε υπάρχουν στο πετρέλαιο.

Πάντως υπάρχουν δύο θεωρίες για την επίδραση του καθαρού νερού στην καύση του πετρελαίου. Κατά την πρώτη η ομοιογενοποίηση (ανάμιξη σε λεπτό και ομοιόμορφο διαμερισμό) του νερού με το πετρέλαιο βελτιώνει την ποιότητα καύσης. Σύμφωνα με την δεύτερη θεωρία, η παρουσία καθαρού νερού στο πετρέλαιο ευνοεί την δημιουργία λάσπης, ατμοποίηση στους θερμοτήρες, διάβρωση στα ακροφύσια λόγω σπηλαίωσης.

Το θαλασσινό νερό που απαντάται συνηθέστερα, έχει δίχως αμφιβολία διαβρωτική επίδραση και η παρουσία του προκαλεί αυξημένη φθορά κυλίνδρων και στροβίλου περπληρωτών καθώς και αυξημένη «θερμή» διάβρωση με τον σχηματισμό αλάτων, νατρίου, βαναδίου. Επιπλέον έχει διαπιστωθεί ότι για κάθε 1% νερό στο καύσιμο έχουμε μείωση της θερμογόνου δύναμης του κατά 1,1%.

Έτσι ο αποχωρισμός του νερού από το πετρέλαιο είναι ζωτικής σημασίας για την λειτουργία και την συντήρηση της νηζελομηχανής. Περισσότερα πάνω σε αυτό το θέμα αναφέρουμε παρακάτω.

ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ ΚΑΤΑΛΥΤΗ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ / ΠΥΡΙΤΙΟΥ

Σήμα κατατεθέν της καταλυτικής πυρόλυσης τα σωματίδια αυτά είναι και που προκαλούν τα περισσότερα προβλήματα από πλευράς συντήρησης μηχανής. Βεβαίως η παρουσία των καταλυτών αυτών στο υπόλειμμα της απόσταξης είναι απώλεια για το διυλιστήριο, που χρησιμοποιεί τους καταλύτες στην καταλυτική πυρόλυση. Παρά ταύτα φαίνεται ότι η παρουσία των σωματιδίων αυτών στα κατώτερης ποιότητας πετρέλαια είναι αναπόφευκτη.

Τα σωματίδια αυτά καταλύτη αλουμινίου και πυριτίου είναι διαστάσεων συνήθως 30-60 μικρά, η περιεκτικότητά τους στα σύγχρονα πετρέλαια είναι της τάξης των 50 ppm, είναι εξαιρετικά σκληρά και εάν δεν απομονωθούν από το καύσιμο προκαλούν έντονη φθορά στα χιτώνια, τις αντλίες υψηλής πίεσεως πετρελαίου και τους καυστήρες. Και στην περίπτωση αυτή σημαντική είναι η συμβολή των φυγοκεντρικών διαχωριστήρων, όπως λεπτομερέστατα θα δούμε παρακάτω.

ΧΗΜΙΚΕΣ ΠΡΟΣΜΙΞΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

α. Θείο

Το θείο ενυπάρχει στο αργό πετρέλαιο σε περιεκτικότητα 0.3 με 5% κατά βάρος, και συνήθως κάτω από 3%. Το θείο καίγεται προς διοξείδιο και τριοξείδιο του θείου. Τα οξείδια αυτά ενώνονται με νερό προς θειικό και θειώδες οξύ. Η καύση του θείου σε ελεύθερες συνθήκες κατά κύριο λόγο γίνεται προς διοξείδιο, η παρουσία όμως καταλυτών οξειδίων σιδήρου και βαναδίου (που ενυπάρχουν κατά τη καύση ντηζελομηχανες) ευνοούν την αντίδραση προς τριοξείδιο του θείου και εν συνεχεία προς θειικό οξύ $S + 3/2 O_2 \rightarrow SO_3$, $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$

Το θειικό οξύ είναι πολύ διαβρωτικό για όλα τα μεταλλοκράματα που έχουμε στις ντηζελομηχανες, και το φαινόμενο είναι γνωστό σαν «διάβρωση χαμηλής θερμοκρασίας», καθότι θερμοκρασία κάτω από το σημείο δρόσου του θειικού οξέως προκαλεί επικάθηση των υγροποιημένων ατμών του θειικού οξέως στις μεταλλικές επιφάνειες (χιτώνια, βαλβίδες εξαγωγής, οχετός εξαγωγής, λέβητας καυσαερίων) και επιταχύνει τη διάβρωση. Τα πρακτικά μέτρα για πρόληψη της διάβρωσης χαμηλής θερμοκρασίας (διάβρωση λόγου θείου, συνοψίζονται στα επόμενα:

- Περιορισμός περιεκτικότητας θείου στο καύσιμο.
- Χρήση υλικών ανθεκτικών στη διάβρωση.
- Χρήση κατάλληλων λιπαντικών λαδιών και κυλινδρελαίων (κατάλληλο ΤΩΝ) για εξουδετέρωση θειικού οξέως.
- Διατήρηση των μεταλλικών επιφανειών που έρχονται σε επαφή με τα καυσαέρια σε θερμοκρασία ανώτερη από το σημείο δροσού του θειικού οξέως. Αυτό πρακτικά επιτυγχάνεται με τη Διατήρηση της θερμοκρασίας νερού ψύξης, χιτώνων, καυστήρων, εμβολών, καπακιών κυλίνδρων κλπ. Στις θερμοκρασίες που προδιαγράφονται από τους κατασκευαστές των κυρίων μηχανών.

β. βανάδιο

Το βανάδιο είναι παρών στο αργό πετρέλαιο σε διάφορες αναλογίες και είναι ελαιοδιαλυτο (άρα δεν απομακρύνεται με φυγοκεντρική). Το βανάδιο συνδέεται με την διάβρωση υψηλής θερμοκρασίας, που ίσως είναι η πιο καταστροφική διάβρωση στις ντηζελομηχανες.

Ο μηχανισμός της διάβρωσης αυτής είναι ακόμα άγνωστος, αν και έχουν κατά καιρούς προταθεί διάφορα μοντέλα. Γεγονός είναι πάντως ότι το βανάδιο παρουσία νατρίου δημιουργεί διάφορα συμπλοκα άλατα (πχ. $Na_2O \cdot 6V_2O_5$) των οποίων η θερμοκρασίες τήξης είναι συνάρτηση της αναλογίας νατρίου-βανάδιο. Κατά την τήξη τους, τα άλατα αυτά αποσυντίθεται προς συμπλοκα άλατα άλλης μορφής (πχ. $Na_2O \cdot V_2O_4 \cdot 5V_2O_5$) με ταυτόχρονη απελευθέρωση οξυγόνου και διαβρωτική δράση κυρίως στις βαλβίδες εξαγωγής και τις έδρες τους.

Πέραν των βαλβίδων εξαγωγής και των εδρών τους, τα υπόλοιπα μέρη της μηχανής είναι αρκετά ψυχρά, ώστε να μην αντιμετωπίζουν το πρόβλημα της διάβρωσης λόγω βανάδιο.

Η πρόληψη της διάβρωσης υψηλής θερμοκρασίας πετυχαίνεται:

- Με Διατήρηση των θερμών περιοχών της μηχανής σε θερμοκρασία κατώτερη των 550 C.
- Με μείωση της περιεκτικότητας του καυσίμου σε νάτριο (πρακτικά αυτό γίνεται από τον φυγοκεντρικό διαχωριστήρα).
- Με χημικά πρόσθετα στο καύσιμο (πχ. Ενώσεις μαγνησίου ή πυριτίου).

γ. νάτριο και κάλλιο

Τα μέταλλα αυτά συναντώνται σε διάφορες μορφές σαν άλατα διαλυμένα σε σταγονίδια νερού, ή σε διαλυμένο λάδι σε νερό, σαν κρύσταλλοι αλάτων κλπ. Συνήθως οι συγκεντρώσεις του νατρίου είναι μια με δύο φορές μεγαλύτερες από τις συγκεντρώσεις του καλίου, και μάλιστα ως επί το πλείστον το νάτριο βρίσκεται διαλυμένο σε σταγονίδια νερού, και έτσι απομακρύνετε κατά την φυγοκεντρική, ελαχιστοποιώντας τους κινδύνους για την διάβρωση υψηλής θερμοκρασίας.

ΙΖΗΜΑ

Βασικά αποτελείται από τα άλατα του αργού πετρελαίου και σκουριά και επικαθίσεις από τις σωληνώσεις μεταφοράς του πετρελαίου. Το ίζημα αυτό μπορεί να προκαλέσει και χημική (άλατα) και μηχανική διάβρωση

Τα κατώτερης ποιότητας πετρέλαια χαρακτηρίζονται από την αύξηση της περιεκτικότητας σε ίζημα.

Με τη φυγοκεντρική επιτυγχάνεται ο βέλτιστος καθαρισμός του καυσίμου από το ίζημα αυτό.

CONRADSON ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΑΝΘΡΑΚΑ

Όπως είναι γνωστό το πετρέλαιο είναι μίγμα υδρογονανθράκων με διαφορετικά σημεία βρασμού. Κατά την έγχυση του καυσίμου στο ζεστό κύλινδρο έχουμε ατμοποίηση των πτητικών υδρογονανθράκων ενώ μέρος από τους βαρύτερους πυρολύεται λόγω της θερμοκρασίας καύσης προκαλώντας επικαθίσεις άνθρακα που βράζουν τα ακροφύσια και δυσχεραίνουν τον ψεκασμό του καυσίμου.

Η τάση των καυσίμων να δημιουργούν επικαθίσεις άνθρακα μετριέται με το πείραμα CONRADSON υπολείμματος άνθρακα, όπου δείγμα του καυσίμου θερμαίνεται απουσία αέρα σε καθορισμένη θερμοκρασία και η ποσότητα του άνθρακα που πυρολύεται σαν υπόλειμμα CONRADSON υπόλειμμα άνθρακα (CCR).

Το CCR αυξάνει με την χειροτέρευση της ποιότητας των καυσίμων με αποτέλεσμα περισσότερο άκαυστο άνθρακα και χειρότερη ποιότητα καύσης (αν και δεν φαίνεται να υπάρχει σαφής σχέση μεταξύ CCR και ποιότητας έναυσης καυσίμου η οποία βασικά εξαρτάται από τον αριθμό κετανίων του καυσίμου).

ΣΤΑΧΤΗ

Με την χειροτέρευση της ποιότητας έχουμε και αύξηση της στάχτης που ενυπάρχει σε αυτό. Σημειωτέον ότι η στάχτη του καυσίμου, με τον άκαυστο άνθρακα και μέταλλα, αναμιγνύονται με το λιπαντικό λάδι στις παρειές των κυλίνδρων και προκαλούν έντονη φθορά των χιτωνίων και κόλλημα των ελατηρίων του εμβόλου.

ΑΣΦΑΛΤΙΝΕΣ

Είναι υδρογονάνθρακες μεγάλου μοριακού βάρους με σύνθετη μοριακή δομή (αλειφατική, ναφθενική και αρωματική), διασπαρμένη σε κολλοειδείς αιωρήσεις στο πετρέλαιο, και όντας πολύ μικρών διαστάσεων δεν μπορούν να απομονωθούν από φίλτρα ή από φυγοκεντρικούς διαχωριστήρες. Η αρωματικότητα του περιβάλλοντος του πετρελαίου είναι καθοριστική της παραμονής των ασφαλτίνων σε αιώρηση. Έτσι μείωση της αρωματικότητας του υπολείμματος της απόσταξης πετρελαίου (πχ. Με ανάμιξη με παραφινικό, άρα ελαφρύ απόσταγμα) πέραν ορισμένου σημείου προκαλεί αστάθεια, αφού οι ασφαλτίνες τείνουν σε συνένωση προς ασφαλτινική λάσπη.

Έτσι εξηγείτε η ευαισθησία των σύγχρονων χειρότερης ποιότητας πετρελαίων σε ευστάθεια και συμβιβαστότητα σε σύγκριση με τα συμβατικά πετρέλαια

ΦΥΤΟΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΩΝ-ΕΞΕΛΙΞΗ

Η εξέλιξη του φυγοκεντρικού καθαρισμού πετρελαίων, όπως είναι φυσικό, είναι παράλληλη με την εξέλιξη της ποιότητας των πετρελαίων, που χρησιμοποιούνται σαν καύσιμο νηζελομηχανών.

Οι φυγοκεντρικοί διαχωριστήρες πετρελαίων αρχικά ήταν ενιαίου τύμπανου, όπως περιγράφηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Αυτό σημαίνει ότι μετά από κάποιο χρονικό διάστημα, όταν στο χώρο μεταξύ της περιφέρειας των δίσκων και της εσωτερικής περιφέρειας του τύμπανου είχε συσσωρευτεί αρκετή λάσπη, η λειτουργία του διαχωριστήρα σταματούσε προκειμένου να καθαριστεί το τύμπανο και το σετ των δίσκων. Προφανώς, όσο μεγαλύτερη είναι η συγκέντρωση στερεών σωματιδίων στο καύσιμο, τόσο πιο μικρό γίνεται το χρονικό αυτό διάστημα.

Έχει διαπιστωθεί ότι, προκειμένου για πετρέλαια με περιεκτικότητα στερεών προσμίξεων λιγότερο από 1% κατ'όγκο, το χρονικό διάστημα μεταξύ διαδοχικών σταματημάτων των διαχωριστήρων ενιαίου τύμπανου για καθαρισμό υπερβαίνει τις επτά ημέρες συνεχούς λειτουργίας. Έτσι οι διαχωριστήρες ενιαίου τύμπανου ήταν επαρκείς αρχικά, όταν οι νηζελομηχανές χρησιμοποιούσαν σαν καύσιμο ελαφρά αποστάγματα πετρελαίου.

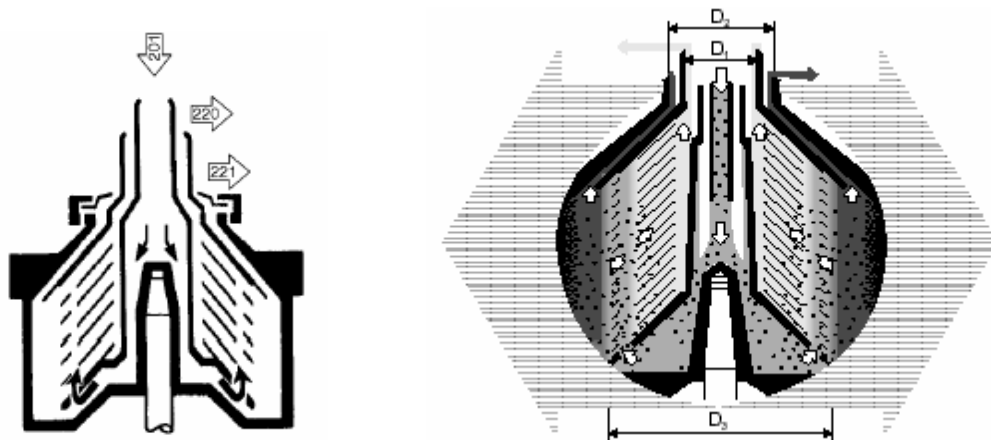
Σταδιακά όμως, αρχίζει η χρησιμοποίηση βαρύτερων κλασμάτων πετρελαίου σαν καύσιμο νηζελομηχανών.

Η περιεκτικότητα στερεών σωματιδίων σ'αυτά τα πετρέλαια είναι αυξημένη, με αποτέλεσμα πολλές φορές να χρειάζεται καθημερινός καθαρισμός των διαχωριστήρων ενιαίου τύμπανου. Προφανώς η διαδικασία αυτή είναι χρονοβόρα και επιπλέον ανεβάζει αισθητά το κόστος λειτουργίας του διαχωριστήρα.

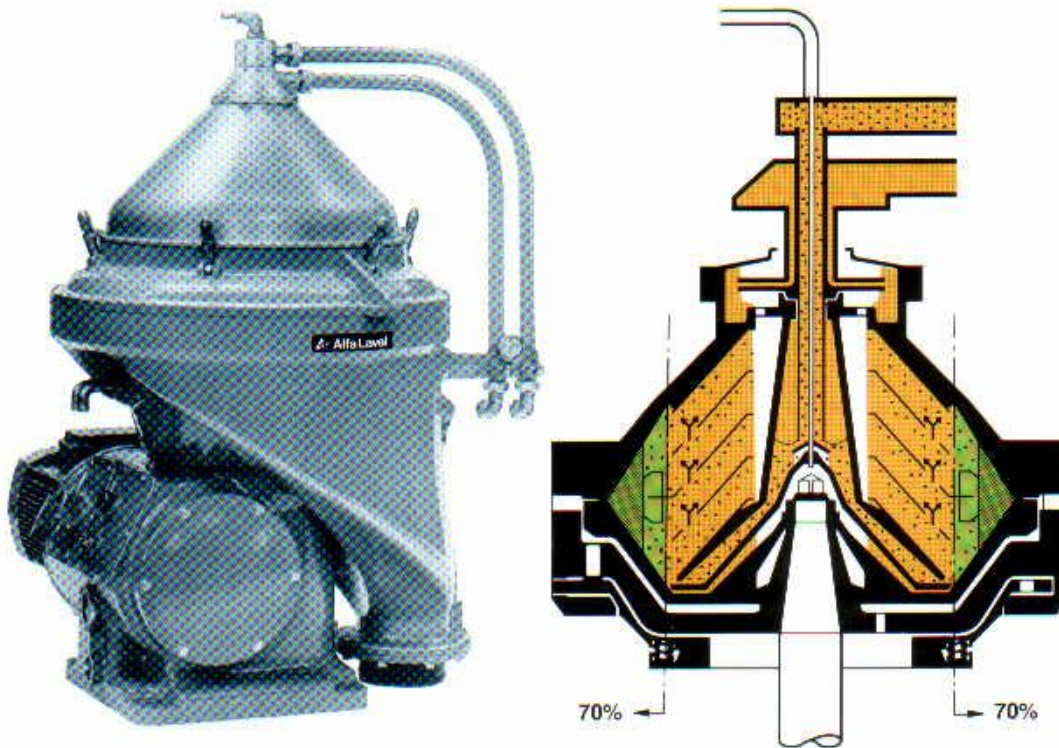
Μία πρώτη απάντηση ήταν η αύξηση του μεγέθους του διαχωριστήρα για δοσμένη παροχή, όμως οριστική λύση στο πρόβλημα αυτό έδωσε η σχεδίαση του αυτοκαθαριζόμενου διαχωριστήρα διαιρούμενου τύμπανου. Η αρχή λειτουργίας παραμένει η ίδια με αυτή του διαχωριστήρα ενιαίου τύμπανου. Τώρα όμως το τύμπανο είναι διαιρούμενο και συνδυασμός ηλεκτροϋδροπνευματικού αυτοματισμού ελέγχει το ανοιγόκλεισα του τύμπανου, επιτρέποντας την αυτόματη απολάσπωση του τύμπανου και ενώ ο διαχωριστήρας βρίσκεται σε λειτουργία.

Η αυτόματη απολάσπωση γίνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα που καθορίζονται με την βοήθεια χρονοδιακόπτη.

Άμεσο αποτέλεσμα ήταν η αύξηση του βαθμού απόδοσης του διαχωρισμού, καθώς και αύξηση του χρονικού διαστήματος διαδοχικών καθαρισμών του διαχωριστήρα σε 500 ώρες συνεχούς λειτουργίας (21 μέρες).



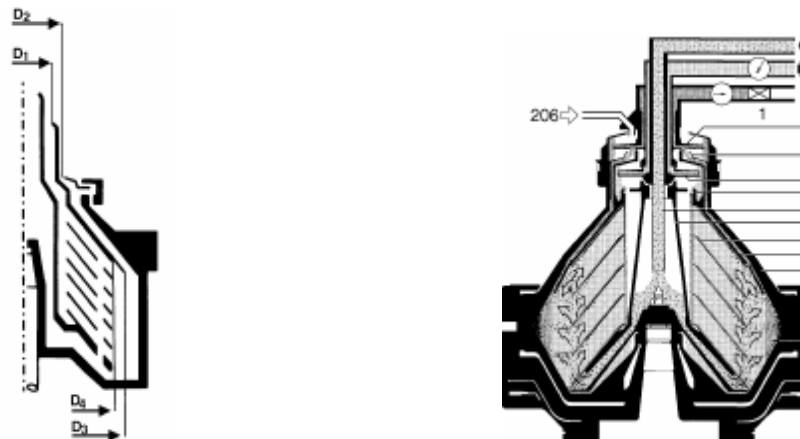
Η σχεδίαση τώρα του δικτύου καθαρισμού πετρελαίου σε ντιζελοκίνητα πλοία περιλάμβανε δυο αυτοκαθαριζόμενοι διαχωριστήρες σαν καθαριστήρες, ένα σε λειτουργία και ένα σε εφεδρεία, για το βαρύ πετρέλαιο και ένα συνήθως μικρότερο αυτοκαθαριζόμενο η ενιαίου τύμπανου για το ντίζελ. (Ο σε εφεδρεία διαχωριστήρας για το βαρύ πετρέλαιο πολλές φορές χρησιμοποιούταν και για τον καθαρισμό του ντίζελ, έτσι συνολικός αριθμός διαχωριστήρων για πετρέλαιο ήταν δύο).



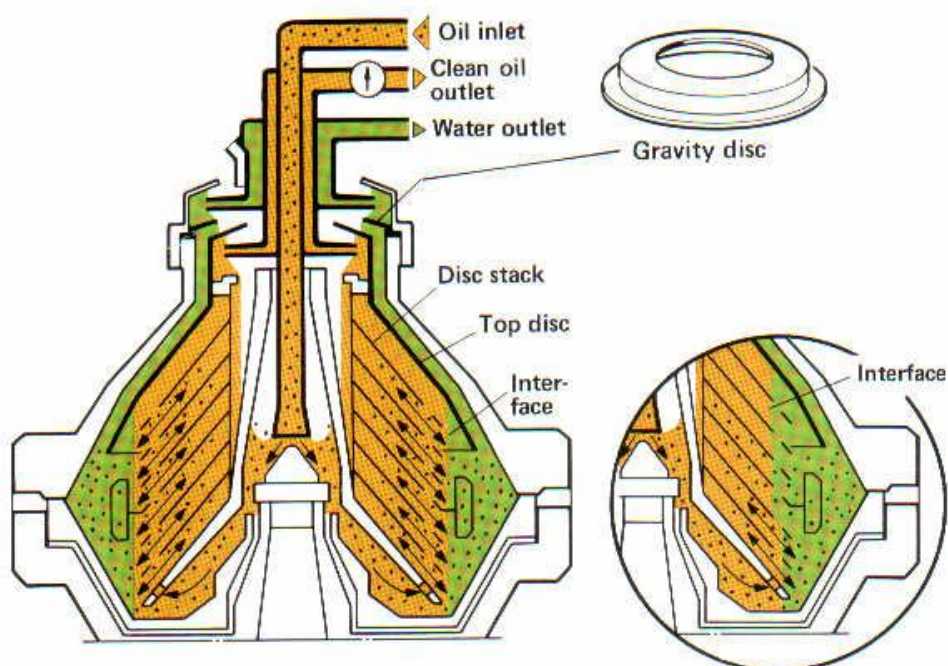
Πριν συνεχίσουμε την αναφορά μας στο πώς εξελίχθηκε ο φυγοκεντρικός διαχωρισμός ώστε να αντιμετωπίζει την συνεχή χειροτέρευση της ποιότητας των πετρελαίων είναι σκόπιμο να εστιάσουμε για λίγο την προσοχή μας στο πώς διαχωρίζονται οι φάσεις στα λούκια των δίσκων και στις παραμέτρους που επηρεάζουν το φαινόμενο, προκειμένου για φυγοκεντρικούς «καθαριστήρες», αν και βασικά τα ίδια ισχύουν και για φυγοκεντρικούς «διαυγαστήρες».

Στο τύμπανο του διαχωριστήρα υπάρχει ένα σετ από δίσκους, ανάμεσα στους οποίους ρέει το προς διαχωρισμό ρευστό από την περιφέρεια προς το κέντρο.

Αν απομονώσουμε ένα σωματίδιο στη θέση Α (σχήμα 15α), παρατηρούμε ότι το σωματίδιο βρίσκεται υπό την επίδραση της κίνησης του ρευστού, παράλληλα προς τους δίσκους (κατά τον άξονα χ), και της κίνησης που επάγει η φυγοκέντριση, που είναι κάθετη στον άξονα περιστροφής.



Έτσι το σωματίδιο εκτελεί σύνθετη κίνηση, και αν η τροχιά του συναντήσει τον πάνω δίσκο σε σημείο πριν το Β', τότε το σωματίδιο, από την επίδραση της φυγοκεντρικής και δεδομένου ότι η ταχύτητα του ρευστού εκεί είναι μηδενική, γλιστρά προς τα τοιχώματα και έτσι επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός του.



Προκειμένου η τροχιά του σωματιδίου να είναι επιθυμητή, (και επομένως να τμήσει τον πάνω δίσκο πριν το B' π.χ. ACDB' και όχι AF) θα πρέπει να ισχύει μία από τις παρακάτω συνθήκες.

1. Συνιστώσα W (άρα και παροχή ρευστού) αρκούντως μικρή
2. Ταχύτητα κατακάθισης (άρα και βάρος σωματιδίου) αρκούντως υψηλή
3. Διάσταση δίσκων (άρα και διαχωριστήρα) αρκούντως μεγάλη

Στη συνέχεια θα προσπαθήσουμε να τυποποιήσουμε τα ποιοτικά αυτά συμπεράσματα με την βοήθεια απλοποιημένου μαθηματικού μοντέλου.

Θεωρώντας την ροή γραμμική και αγνοώντας την παραμόρφωση που επάγουν οι δυνάμεις Coriolis στην κατανομή ταχύτητας, καταλήγουμε σε παραβολική κατανομή ταχύτητας με μηδενικές τιμές στις εσωτερικές επιφάνειες των δίσκων, της μορφής :

$$v = \frac{3}{\pi} \frac{Q}{N} \frac{r}{h^3} (h/2)^2 - y^2 \dots (1)$$

όπου :

Q =ολική ροή μέσω του διαχωριστήρα

R =ακτινική απόσταση του υπ' όψη σημείου από τον άξονα περιστροφής

N = αριθμός λουκιών ή ο αριθμός των δίσκων μεταξύ του επικεφαλής δίσκου και του κώνου διανομής

H =απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών δίσκων

Y =απόσταση του υπ' όψη σημείου από την μέση επιφάνεια των διαδοχικών δίσκων

ολοκληρώνοντας μια διαφορική εξίσωση για:

$$x = r \cos \alpha, y = -h/2 \text{ μέχρι } x = r \sin \alpha, y = h/2$$

$$Q = \frac{\pi}{4} \frac{\rho - \rho'}{\mu - \omega^2 \delta^2} N \cot \alpha * (r^3 - r^3) \quad (3)$$

Ο τύπος αυτός συσχετίζει μέγεθος και γεωμετρία καθαριστήρα μέγεθος διαχωριζόμενου σωματιδίου, παροχή και ιδιότητες ρευστού (θεωρούμε δοσμένο το ω , αφού λόγοι αντοχής και κατανάλωσης ενέργειας περιορίζουν το ω)

Δοσμένου του καθαριστήρα και της οριακής διαμέτρου σωματιδίου προς διαχωρισμό (οπότε διαχωρίζονται όλα τα μικρά σωματίδια), ο τύπος (3) μας δίνει τη μέγιστη επιτρεπτή παροχή ρευστού συναρτήσει των φυσικών ιδιοτήτων του ρευστού (πρόκειται για πετρέλαιο, όπου η πυκνότητα του παραμένει συγκριτικά σταθερή, συναρτήσει του ιξώδους).

Ακόμη, δοσμένης της παροχής και της οριακής διαμέτρου σωματιδίου προς διαχωρισμό (οπότε διαχωρίζονται όλα τα μεγαλύτερα σωματίδια), ο τύπος (3) δίνει το ελάχιστο μέγεθος του απαιτούμενου διαχωριστήρα – καθαριστήρα.

Επιπλέον παρατηρείται ότι με μείωση της παροχής επιτυγχάνουμε μείωση της οριακής διαμέτρου του σωματιδίου (άρα διαχωρίζονται μικρότερα σωματίδια), για τον ίδιο διαχωριστήρα.

Ακόμη παρατηρείται ότι ο τύπος (3) είναι ανεξάρτητος της απόστασης h των δίσκων που όμως έχει ένα κάτω όριο, για πρόληψη συχνού φραξίματος των δίσκων.

Επίσης ο τύπος (3) είναι συμβιβαστός με τα ποιοτικά συμπεράσματα που προτάθηκαν της μαθηματικής τυποποίησης του προβλήματος.

Αξίζει να τονισθεί στο σημείο αυτό ότι ο τύπος (3) είναι θεωρητικός, απότοκο απλουστευτικών παραδοχών και μαθηματικών αφαιρέσεων. Οι κατασκευαστές διαχωριστήρων χρησιμοποιούν τροποποιημένους τύπους, που προέκυψαν από την εμπειρία και έλεγχο της απόδοσης των φυγοκεντρικών διαχωριστήρων.

Σαν παράδειγμα θεωρούμε το σωματίδιο σφαιρικό διαμέτρου δ , τότε ο νόμος του Stokes δίνει για την οριακή ταχύτητα κατακαθίσεις u :

$$U = \frac{1}{18} \frac{\rho - \rho'}{\mu} \delta^2 \cdot \omega^2 \cdot r \dots (4)$$

όπου :

$\rho - \rho'$ = διαφορά πυκνότητας του ρευστού σωματιδίου

μ = ιξώδες του ρευστού

δ = διάμετρος σωματιδίου

ω = γωνιακή ταχύτητα περιστροφής

r = ακτινική απόσταση του σωματιδίου από άξονα περιστροφής

Αν αναλύσουμε την κίνηση του σωματιδίου σε άξονες x, y έχουμε :

$$V_x = v \cdot \sin \alpha = v$$

$$V_y = u \cdot \cos \alpha$$

$$r = x \cdot \sin \alpha + y \cdot \cos \alpha = x \cdot \sin \alpha$$

α = γωνία των κωνικών δίσκων

Μετά από αυτές τις μαθηματικές πράξεις, και συνδυάζοντας τους παραπάνω τύπους, καταλήγουμε στην σχέση που είναι το κριτήριο σχεδίασης των διαχωριστήρων της ALFA LAVAL.

$$\text{Τύπος KQ: } K \cdot Q = 4120 \cdot \left(\frac{h}{6000}\right)^{1.5} \cdot N \cot \alpha \cdot (r^{12.75} - r^{22.75})$$

όπου η σταθερά K είναι συνάρτηση των ιδιοτήτων του ρευστού και η σε RPM και r σε cm.

Και βέβαια μετά όσα ειπώθηκαν είναι σαφές ότι, όταν όλες οι παράμετροι του τύπου (3) παραμένουν σταθερές, ο παράγοντας που καθορίζει την απόδοση ενός φυγοκεντρικού καθαριστήρα είναι η θέση της διαχωριστικής επιφάνειας νερού – πετρελαίου ως προς την εξωτερική διάμετρο του επικεφαλής δίσκου.

Εφ' όσον η διαχωριστική επιφάνεια πετρελαίου και νερού βρίσκεται μεταξύ της εξωτερικής διαμέτρου του σετ των δίσκων και του επικεφαλής δίσκου, τότε γίνεται ο βέλτιστος καθαρισμός και ισχύουν τα όσα έχουν προαναφερθεί. Η θέση της διαχωριστικής επιφάνειας εξαρτάται από την πυκνότητα, το ιξώδες, την παροχή και την θερμοκρασία του προς διαχωρισμό πετρελαίου. Αύξηση της πυκνότητας ή του ιξώδους ή της παροχής ή μείωση της θερμοκρασίας προκαλεί μετακίνηση της διαχωριστικής επιφάνειας προς την περιφέρεια του τύμπανου με πιθανότητα υπερχειλίσης, δηλαδή απώλειας πετρελαίου από την μεριά του νερού.

Ένας πρεσσοστάτης, στην έξοδο του καθαρού πετρελαίου, ανιχνεύει την πτώση πίεσης που προκαλεί η διαφυγή πετρελαίου προς τον οχετό του νερού και έχουμε ηχητικό και οπτικό συναγερμό, με ταυτόχρονη διακοπή της παροχής του καυσίμου προς τον φυγοκεντρικό διαχωριστήρα.

Το αντίθετο φαινόμενο είναι και το περισσότερο επικίνδυνο από άποψη καθαρισμού και αυτό διότι τώρα η ανωμαλία δεν γίνεται άμεσα αντιληπτή. Έτσι μείωση της πυκνότητας ή του ιξώδους ή της παροχής ή αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί μετακίνηση της διαχωριστικής επιφάνειας προς τον άξονα του τύμπανου με αποτέλεσμα κακή απόδοση καθαρισμού. Το πρόβλημα με την ανωμαλία αυτή έγκειται στο ότι δεν υπάρχει τρόπος να διαπιστωθεί παρά μόνο με ανάλυση δείγματος ή από την αυξημένη φθορά σε χιτώνια, βαλβίδες και έδρες τους, αντλίες υψηλής πίεσεως και καυστήρες, οπότε βέβαια είναι ήδη αργά.

Από την στιγμή που έχουμε επιλέξει τον καθαριστήρα, ο έλεγχος της θέσης της διαχωριστικής επιφάνειας πετυχαίνεται με κατάλληλη επιλογή διαφράγματος. Έτσι για δεδομένη πυκνότητα, ιξώδες και θερμοκρασία καθώς και παροχή καυσίμου, υπάρχει το αντίστοιχο διάφραγμα, για το οποίο η διαχωριστική επιφάνεια βρίσκεται ανάμεσα στα επιθυμητά όρια.

Αξίζει να τονισθεί στο σημείο αυτό, και σχετικά με τα όρια λειτουργίας του καθαριστήρα ότι προφανές όριο για την πυκνότητα του πετρελαίου είναι η πυκνότητα του νερού, που αποτελεί τη βαριά φάση που διαχωρίζεται της ελαφριάς. Στην πράξη αποδείχθηκε ότι το όριο αυτό είναι 991 kg/m^3 για την πυκνότητα του πετρελαίου. Βαρύτερα πετρέλαια σχηματίζουν ασταθή διαχωριστική με το νερό και έτσι δεν διαχωρίζονται.

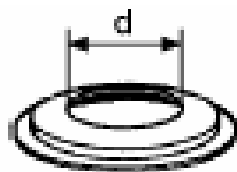
Για κάθε διαχωριστήρα – καθαριστήρα υπάρχει ένα σετ από διαφράγματα που καλύπτουν όλες τις πιθανές περιπτώσεις, ενώ νομοδιαγράμματα δίνονται από τους κατασκευαστές για την αρχική επιλογή του κατάλληλου διαφράγματος. Και είναι η αρχική επιλογή, γιατί η οριστική επιλογή πρέπει να γίνει με δοκιμές αφού τελικά κατάλληλο διάφραγμα είναι το μεγαλύτερης εσωτερικής διαμέτρου που δεν προκαλεί υπερχειλίση του διαχωριστήρα.

Και μετά την παρένθεση αυτή, όπου συνοψίστηκε η θεωρία του φυγοκεντρικού καθαρισμού, επανερχόμαστε στην παρακολούθηση της εξέλιξης της σχεδίασης των φυγοκεντρικών διαχωριστήρων. Ήδη προς το τέλος της δεκαετίας του '60, άρχισαν να παρατηρούνται συχνότερο φράξιμο των δίσκων των διαχωριστήρων και μειωμένη απόδοση καθαρισμού με αποτέλεσμα αυξημένες φθορές. Η άμεση αντίδραση ήταν η αύξηση της συχνότητας των απολασπώσεων, προκειμένου να διατηρούνται καθαρά τα λούκια μεταξύ των δίσκων των διαχωριστήρων, καθώς και η μείωση, όσο ήταν δυνατό, της παροχής μέσω του διαχωριστήρα. Ταυτόχρονα, πειράματα εργαστηριακά και πάνω σε πλοία ξεκινούν από τους κατασκευαστές διαχωριστήρων, προκειμένου να αντιμετωπισθεί η φθίνουσα ποιότητα των πετρελαίων.

Στην προκειμένη περίπτωση βέβαια το πρόβλημα δεν ήταν μόνο η κακή ποιότητα των πετρελαίων, αλλά και η ποικιλία στις ποιότητες των καυσίμων, καθώς η τροφοδοσία των πλοίων γίνεται σε διάφορα λιμάνια, και πολλές φορές συμβαίνει στην ίδια δεξαμενή να υπάρχουν διαφορετικής ποιότητας καύσιμα.

Έτσι ενώ ο διαχωριστήρας, εφοδιασμένος με κατάλληλο διάφραγμα, καθάριζε ικανοποιητικά μια ποσότητα πετρελαίου, αδυνατούσε να καθαρίσει αποδοτικά την επόμενη ποσότητα που τυχόν υπήρχε στην δεξαμενή κατακάθισης, με αποτέλεσμα συχνές υπερχειλίσεις.

Το αποτέλεσμα ήταν το πλήρωμα να χρησιμοποιεί τα διαφράγματα μικρών διαμέτρων, όπου δεν έχουμε υπερχειλίση και συναγερμό, έχουμε όμως σίγουρα φτωχό καθαρισμό και έντονη φθορά της μηχανής.



Οι έρευνες των κατασκευαστών σταδιακά εντοπίστηκαν στο ενδεχόμενο να χρησιμοποιηθεί και ο σε εφεδρεία διαχωριστήρας ή σαν καθαριστήρας παράλληλα με τον άλλο διαχωριστήρα ή σαν διαυγαστήρας σε σειρά προς τον καθαριστήρα. Πληθώρα άρθρων και πειραμάτων δημοσιεύτηκαν συγκρίνοντας τις δύο μεθόδους καθαρισμού.

Ταυτόχρονα όμως η χρήση δύο διαχωριστήρων, σε συνδυασμό με την αύξηση της συχνότητας των απολασπώσεων, μεγιστοποίησε τις απώλειες πετρελαίου. Έτσι η απότομη αύξηση της τιμής του πετρελαίου στις αρχές της δεκαετίας του 70 πρόσθεσε ένα ακόμη πονοκέφαλο στους κατασκευαστές διαχωριστήρων.

Ήδη όμως το 1976 εμφανίζεται η πρώτη σειρά διαχωριστήρων μερικής απολάσπωσης (ALFAX της ALFA-LAVAL), όπου κατά την απολάσπωση δεν έχουμε απώλεια πετρελαίου, αλλά μόνο αποβολή λάσπης και μέρος της στιβάδας νερού.

ALFAX separation bowl:

Inlet and outlet device

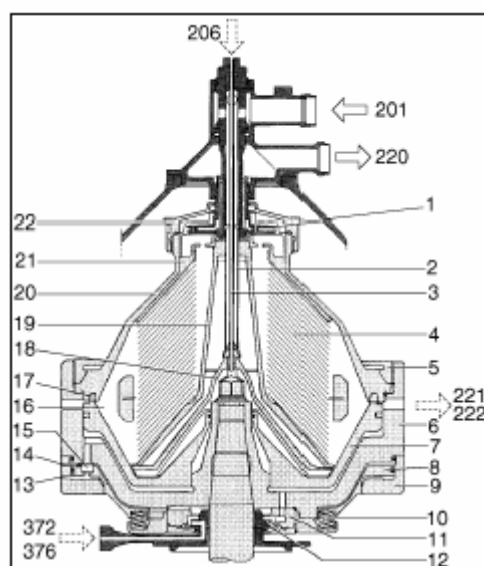
1. Oil paring disc
2. Inlet pipe
3. Displacement/conditioning water pipe
22. Paring chamber cover

Separator Bowl

4. Disc stack
5. Large lock ring
6. Bowl body
16. Sludge space
17. Bowl hood seal ring
18. Distributing cone
19. Distributor
20. Bowl hood
21. Top disc

Discharge mechanism

7. Sliding bowl bottom
8. Operating slide
9. Dosing ring
10. Springs and spring support
11. Distributing ring
12. Control paring disc
13. Nozzle
14. Nozzle
15. Drain valve plug



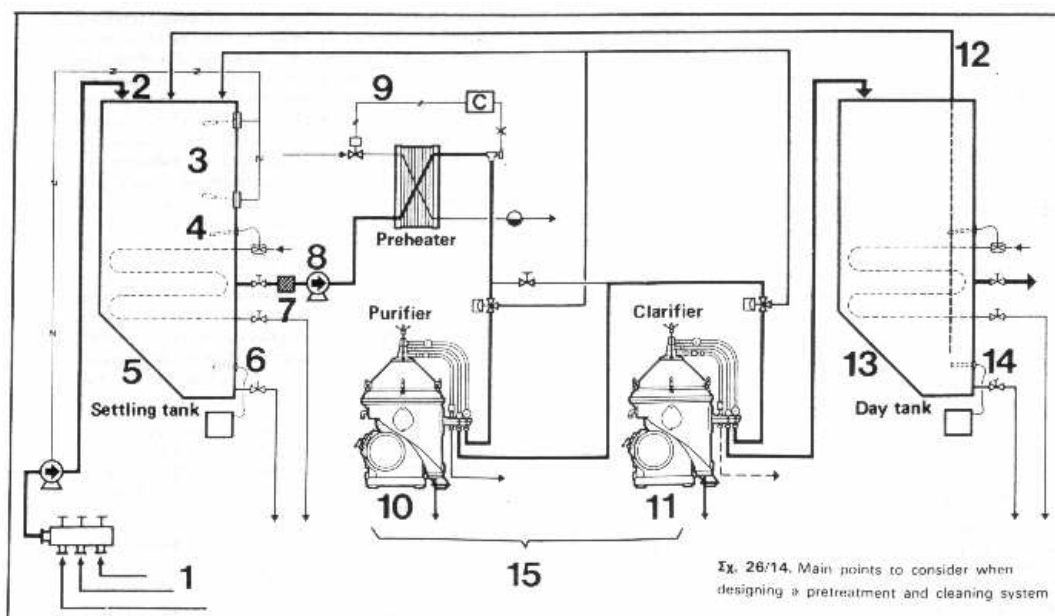
Connections

- 201. Unseparated oil inlet
- 206. Displacement/sealing water
- 220. Clean oil outlet
- 221. Water outlet
- 222. Sludge discharge outlet
- 372. Opening water inlet
- 376. Closing and make-up water inlet

Αυτό επιτεύχθηκε με βελτίωση του υδραυλικού συστήματος για το άνοιγμα και το κλείσιμο του τύμπανου, που τώρα γίνεται σε χρόνο της τάξης του 0,1sec. Ταυτόχρονα αυξάνεται το μεσοδιάστημα μεταξύ διαδοχικών καθαρισμών του διαχωριστήρα σε 1500 ώρες συνεχούς λειτουργίας (2 μήνες), ενώ παραμένει σαν όριο για την πυκνότητα του πετρελαίου το 991 kg/m^3 .

Η συνεχής όμως χειροτέρευση της ποιότητας του υπολείμματος της απόσταξης ωθεί τους κατασκευαστές στο να επανεξετάζουν τον καθαρισμό του πετρελαίου από την αρχή και με άλλη φιλοσοφία, όχι εντοπισμένο στο διαχωριστήρα αλλά σαν σύστημα.

Έτσι προς το τέλος της δεκαετίας του 70, η προτεινόμενη σχεδίαση του δικτύου καθαρισμού βαρέως πετρελαίου νηζελομηχανών περιλαμβάνει καινοτομίες ξεκινώντας από την δεξαμενή κατακάθισης και καταλήγοντας στη δεξαμενή ημερήσιας κατανάλωσης. Ακολουθεί απαρίθμηση των καινοτομιών.



1. Η αποθήκευση πετρελαίων διαφορετικής προέλευσης πρέπει να γίνεται σε διαφορετικές δεξαμενές προκειμένου να αποφεύγονται τυχόντα προβλήματα συμβιβαστότητας. Ακόμη πρέπει να υπάρχουν μέσα για εκκένωση των δεξαμενών αυτών, αν ποτέ χρειαστεί.
2. Η εισαγωγή του πετρελαίου στις δεξαμενές κατακάθισης βρίσκεται στην κορυφή τους (προκειμένου η τροφοδοτική αντλία του διαχωριστήρα να μην απορροφά κρύο πετρέλαιο).
3. Πλωτήρες- διακόπτες υπάρχουν για αυτόματη συμπλήρωση της δεξαμενής κατακάθισης κατά τακτά χρονικά διαστήματα, προκειμένου η αντλία τροφοδοσίας του διαχωριστήρα να αναρροφά κατά το δυνατόν σταθερής θερμοκρασίας πετρέλαιο.
4. Αυτόματη ρύθμιση παροχής ατμού στα στοιχεία προθέρμανσης του πετρελαίου στην δεξαμενή κατακάθισης για διατήρηση θερμοκρασίας στους 700 C. Η σταθερή

θερμοκρασία στη δεξαμενή κατακάθισης είναι απαραίτητη για την επίτευξη σταθερής θερμοκρασίας διαχωρισμού 980 C(+/- 20 C ανοχή).

5. Η δεξαμενή κατακάθισης έχει κεκλιμένο πυθμένα για περισυλλογή βαριάς λάσπης και νερού.

6. Συναγερμός υψηλής στάθμης νερού στη δεξαμενή κατακάθισης, για εξασφάλιση σωστής αποστράγγισής του.

7. Διπλό φίλτρο στην αναρρόφηση της αντλίας, την προφυλάσσει από χονδρά σωματίδια.

8. Δυο αντλίες σταθερής παροχής, κοχλιωτές, μία σε λειτουργία, μία σε εφεδρεία, κατά το δυνατόν κοντά στη δεξαμενή κατακάθισης, για αποφυγή σαπωνοποίησης του πετρελαίου.

9. Θερμοκρασία φυγοκέντρισης βαρέως πετρελαίου 980 C με ανοχή ± 20 C. Η προθέρμανση του πετρελαίου ελέγχεται αυτόματα με παροχή ατμού, που είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας. Ο αυτοματισμός είναι ολοκληρωτικοαναλογικός (Proportional Integral).

10. Το σύστημα έχει έναν «καθαριστήρα» μερικής απολάσπωσης για διαχωρισμό νερού και λάσπης.

11. Σε σειρά με τον «καθαριστήρα» και σαν ασφάλεια υπάρχει «διαυγαστήρας» μερικής απολάσπωσης του ίδιου μεγέθους, για συμπλήρωση της λειτουργίας του «καθαριστήρα». Εφεδρεία υπάρχει ένας διαχωριστήρας του ίδιου μεγέθους, ικανός να λειτουργήσει σαν «καθαριστήρας» ή σαν «διαυγαστήρας». Ακόμα υπάρχει η δυνατότητα για παράλληλη λειτουργία των διαχωριστήρων. Συχνότητα απολασπώσεων τουλάχιστον ανά ώρα.

12. Η υπερχειλίση της δεξαμενής ημερήσιας κατανάλωσης καταλήγει στη δεξαμενή κατακάθισης. Επιπλέον η σωλήνωση της υπερχειλίσης είναι εμβαπτισμένη στη δεξαμενή ημερήσιας κατανάλωσης προκειμένου να ανακυκλοφορεί τυχόν νερό ή λάσπες.

13. Η δεξαμενή ημερήσιας κατανάλωσης είναι κεκλιμένου πυθμένα, για εύκολη περισυλλογή νερού και λάσπης για αποστράγγιση.

14. Συναγερμός υψηλής στάθμης νερού στη δεξαμενή ημερήσιας κατανάλωσης εξασφαλίζει τη σωστή αποστράγγιση.

15. Ο σε εφεδρεία διαχωριστήρας χρησιμοποιείται και για ντίζελ πετρέλαιο.

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ «ΒΑΡΥΤΕΡΟΥ» ΚΑΤΩΤΕΡΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΓΙΑ ΚΑΥΣΗ ΤΟΥ ΣΕ ΝΤΗΖΕΛΟΜΗΧΑΝΕΣ

Όπως έχει ήδη προαναφερθεί η μεγάλη ζήτηση ελαφρών κλασμάτων πετρελαίου και η αναζήτηση φτηνών πηγών ενέργειας οδήγησαν, απ' τη μία τα διωλιστήρια σε υιοθέτηση πρόσθετων διαδικασιών κλασματικής απόσταξης (καταλυτική και θερμική πυρόλυση) και από την άλλη τους κατασκευαστές νηζελομηχανών στην υιοθέτηση του «βαρύτερου» κατώτερης ποιότητας πετρελαίου σαν καύσιμο των μηχανών τους.

Έτσι η κρίση της τιμής του πετρελαίου στις αρχές της δεκαετίας του 70, μετασχηματίζεται, στις αρχές της δεκαετίας του 80, σε κρίση της ποιότητας του καυσίμου νηζελομηχανών.

Επίσης το χαρακτηριστικό των «βαρύτερων» κατώτερης ποιότητας πετρελαίου, που αφορά και επηρεάζει το φυγοκεντρικό διαχωριστήρα είναι η αυξημένη πυκνότητά τους. Η εξήγηση είναι απλή, με βάση την αρχή του φυγοκεντρικού διαχωρισμού, όπως περιγράφεται στην . Έτσι όριο πυκνότητας πετρελαίου για το διαχωρισμό του είναι η πυκνότητα του νερού, που αποτελεί ούτως ή άλλως τη «βαριά» φάση. Πρακτικά λοιπόν, όπως αναφέρεται , το όριο αυτό είναι $991 \text{ kg/m}^3/150\text{C}$ και τους αυτοκαθαριζόμενους διαχωριστήρες – «καθαριστήρες» ολικής ή μερικής απολάσπωσης. Πετρέλαια πυκνότητας μεγαλύτερης από $991 \text{ kg/m}^3/150\text{C}$ σχηματίζουν ασταθή διαχωριστική επιφάνεια με το νερό και δεν διαχωρίζονται σε «καθαριστήρα» .

Τα σύγχρονα «βαρύτερα» κατώτερης ποιότητας πετρέλαια υπερβαίνουν την πυκνότητα αυτή και έτσι δεν διαχωρίζονται σε συμβατούς διαχωριστήρες, όπως αυτοί που αναφέρθηκαν .

Ήδη από τα μέσα της δεκαετίας του 70, οι κατασκευαστές διαχωριστήρων εντείνουν την έρευνά τους για την επίλυση του προβλήματος. Η πρώτη αντίδραση στην αύξηση της πυκνότητας της «ελαφριάς» φάσης (πετρέλαιο) είναι η τεχνική αύξηση της πυκνότητας της «βαριάς» φάσης (νερό). Το 1976 η ΑΛΦΑ – ΛΑΒΑΛ αρχίζει πρόγραμμα, που εστιάζεται στη δυνατότητα ο φυγοκεντρικός καθαριστήρας να λειτουργεί με «βαρύ» νερό (νερό με πρόσθετα άλατα υδατοδιαλυτά, που αυξάνουν την πυκνότητά του) σύμφωνα με το διαγραμματικό σχέδιο .

Το 1978 η SULZER, σε συνεργασία με SHELL και ALFA – LAVAL, συνεργάζονται σε ερευνητικό πρόγραμμα 2,5 ετών, σε πλοίο, σχετικό με τα «βαρύτερα» κακής ποιότητας πετρέλαια, την επεξεργασία τους, την καύση τους και

τη συμπεριφορά της νηζελομηχανής. Στη διάρκεια αυτού του προγράμματος δοκιμάζεται και η αρχή της λειτουργίας του φυγοκεντρικού διαχωριστή με «βαρύ» νερό σύμφωνα με το . Τα αποτελέσματα του προγράμματος αυτού παρουσιάζονται το 1981, . Διαπιστώνεται η ικανοποιητική απόδοση φυγοκεντρικού καθαρισμού με το σύστημα «καθαριστήρας» με «βαρύ» νερό, αν και διαπιστώνεται, κατ' αρχήν η πολυπλοκότητα του συστήματος και κατά δεύτερο λόγο το υψηλό κόστος λειτουργίας (κατανάλωση θειϊκού μαγνησίου, που χρησιμοποιήθηκε σαν πρόσθετο του νερού).

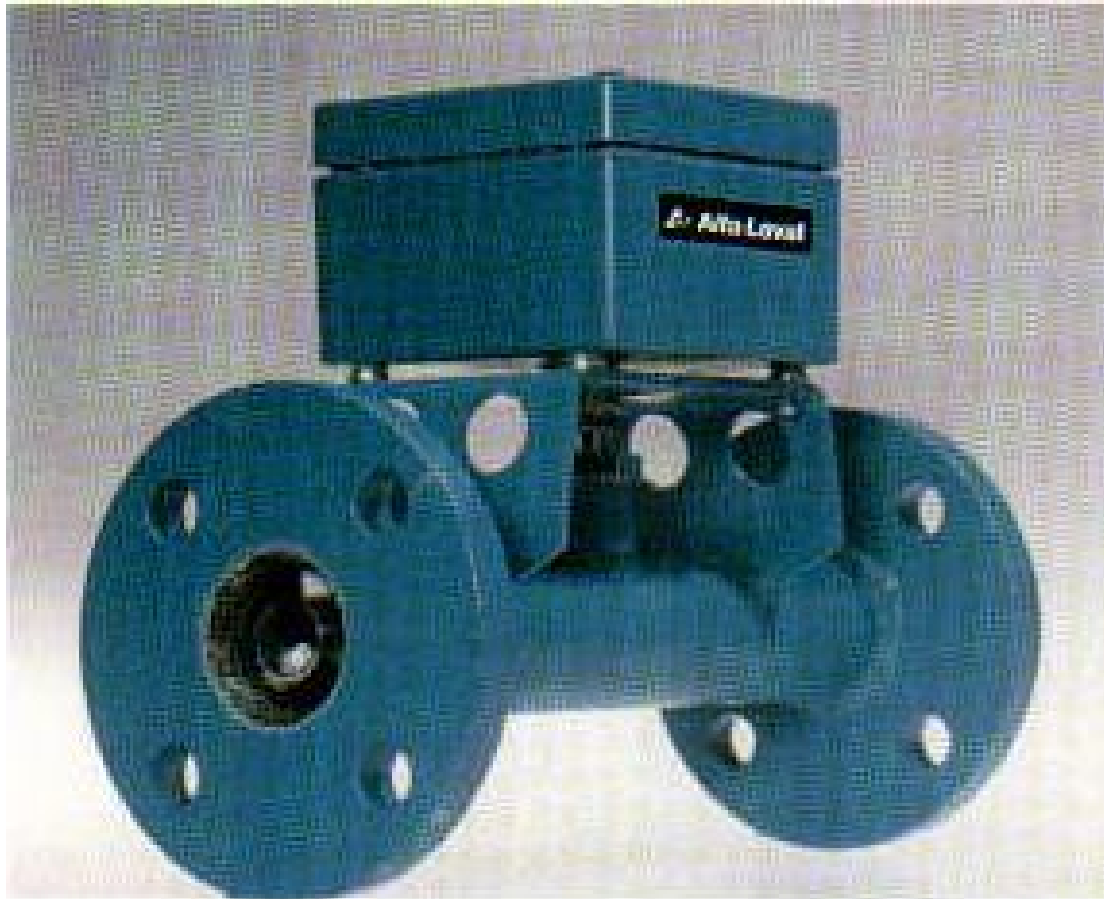
Σύντομα έχουμε αλλαγή προσανατολισμού στην έρευνα για την απάντηση στο πρόβλημα του φυγοκεντρικού καθαρισμού πετρελαίων πυκνότητας μεγαλύτερης από $991 \text{ kg/m}^3/150\text{C}$, και εξετάζεται το ενδεχόμενο χρήσης «διαυγαστήρα» ειδικής σχεδίασης.

Το 1983 ανακοινώνεται ότι η λύση «καθαριστήρα» με «βαρύ» νερό εγκαταλείπεται, για τους λόγους που προαναφέρθηκαν. Ταυτόχρονα εγκαταλείπεται και η ιδέα της χρήσης φυγοκεντρικού «καθαριστήρα» για το καθήκον αυτό. Στη θέση της αναπτύσσεται η ιδέα της χρήσης διαυγαστήρα (για το διαχωρισμό των στερεών σωματιδίων), ο οποίος θα έχει τη δυνατότητα, όταν χρειάζεται, να λειτουργεί και σαν καθαριστήρας για αποβολή περισσειας νερού.

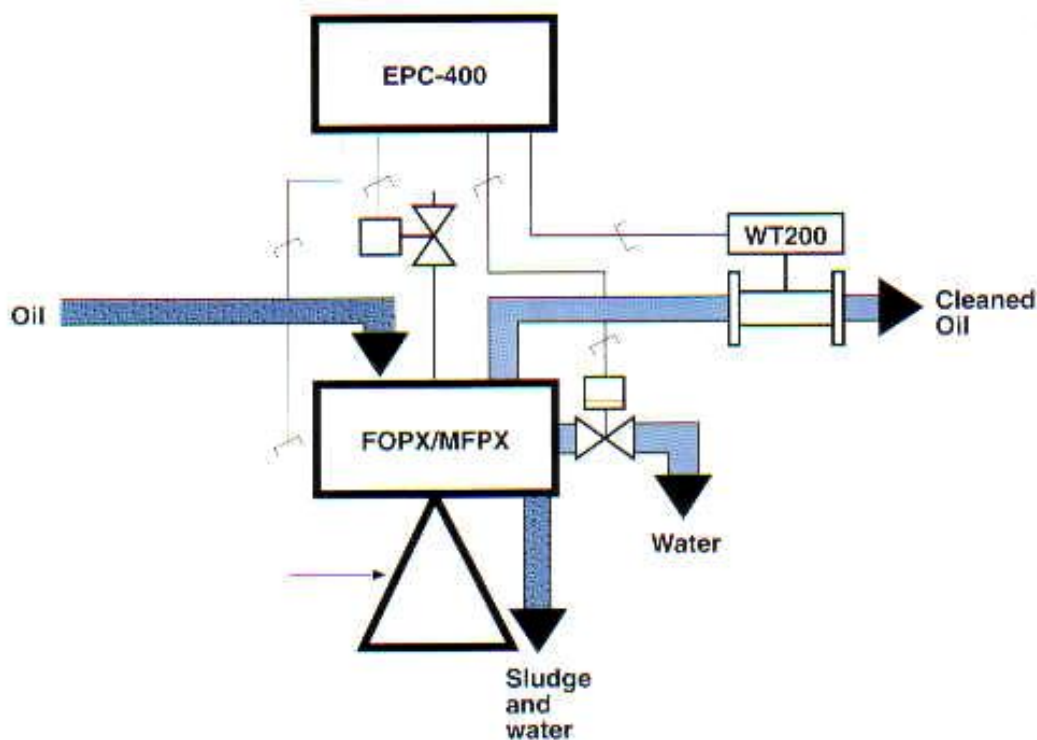
Το μεγάλο πλεονέκτημα της ιδέας αυτής, είναι ότι δεν υπάρχει πρόβλημα διαχωριστικής επιφάνειας νερού πετρελαίου και ελέγχου της, αφού ο διαυγαστήρας διαχωρίζει 2 φάσεις, υγρή από στερεή και μάλιστα με μεγαλύτερη απόδοση από αντίστοιχο καθαριστήρα.

Από την άλλη μεριά το μεγάλο πρόβλημα της ιδέας αυτής για να εφαρμοστεί, ήταν το πώς και πότε ο διαυγαστήρας θα δουλεύει σαν καθαριστήρας για αποβολή περισσειας νερού και μάλιστα αυτόματα, χωρίς εξωτερικό ή πρόσθετο χειρισμό.

Το 1983 η ALFA LAVAL ανακοινώνει ένα καινούριο σύστημα φυγοκεντρικού καθαρισμού, το σύστημα ALKAP που ενσωματώνει διαχωριστήρα, της τέταρτης γενιάς, τύπου FOPX με ανιχνευτή ελεύθερου νερού στο πετρέλαιο και αντίστοιχο αυτοματισμό, σαν απάντηση στην φυγοκέντριση πετρελαίων πυκνότητας μεγαλύτερης από 991kg/m³/15 0C.

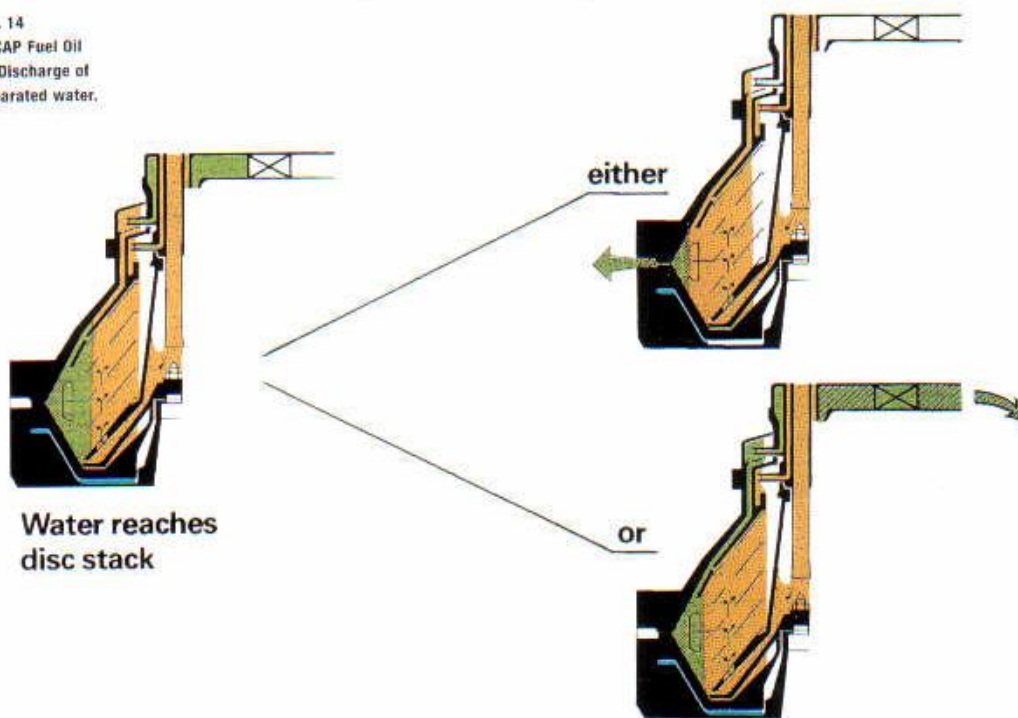


Το προς καθαρισμό πετρέλαιο αφού προθερμανθεί, τροφοδοτεί τον φυγοκεντρικό διαχωριστήρα. Ο φυγοκεντρικός διαχωριστήρας, της τέταρτης γενιάς, τύπου FOPX είναι μερικής απολάσπωσης και είναι παρόμοιας σχεδίασης με τους καθαριστήρες της τρίτης γενιάς. Η βασική διαφορά είναι ότι δεν έχουμε διαφράγματα και ότι στην έξοδο του νερού υπάρχει βαλβίδα μαγνητική, που στην κανονική λειτουργία του διαχωριστήρα παραμένει κλειστή. Έτσι στην κανονική λειτουργία, ο διαχωριστήρας ALCAP-FOPX δουλεύει σαν διαυγαστήρας. Το προς καθαρισμό πετρέλαιο φυγοκεντρίζεται, και νερό με στερεά σωματίδια συγκεντρώνονται στην περιφέρεια του τυμπάνου. Με την πάροδο του χρόνου και εφόσον δεν έχουμε συνεχή αποβολή του νερού (όπως στους προηγούμενους συμβατικούς φυγοκεντρικούς καθαριστήρες), η συγκέντρωση νερού προκαλεί μετατόπιση της διαχωριστικής επιφάνειας νερού-πετρελαίου προς το κέντρο του τυμπάνου. Από τη στιγμή που η διαχωριστική επιφάνεια φτάσει στην εξωτερική διάμετρο των δίσκων του τυμπάνου, κάθε παραπέρα μετακίνηση επηρεάζει αρνητικά την απόδοση καθαρισμού, όπως εξηγήθηκε παραπάνω. Καθώς η διαχωριστική επιφάνεια εισχωρεί στο σετ των δίσκων όλο και περισσότερα σωματίδια άρα και σταγονίδια νερού παρασύρονται στην έξοδο του καθαρού πετρελαίου.



Στην έξοδο του καθαρού πετρελαίου υπάρχει ανιχνευτής νερού. Ο ανιχνευτής αυτός είναι το στοιχείο – κλειδί του συστήματος, αφού αυτός είναι που κατέστησε εφικτή την ταυτόχρονη λειτουργία καθαριστήρα και διαυγαστήρα στον ίδιο φυγοκεντρικό διαχωριστήρα, όπως θα δούμε παρακάτω. Ο ανιχνευτής αυτός σχεδίαση της ALFA-LAVAL, βασικά είναι ένας κυκλικός πυκνωτής, που μετράει αλλαγές στην περιεκτικότητα νερού στο πετρέλαιο. Η διηλεκτρική σταθερά του νερού είναι 80 σε σχέση με το καθαρό πετρέλαιο που είναι 2/4. Έτσι, ίχνη νερού αυξάνουν δραστικά τη διηλεκτρική σταθερά και αλλοιώνουν το σήμα που στέλνει στον εγκέφαλο. Όταν η περιεκτικότητα νερού (άρα και στερεά σωματίδια) στο καθαρό πετρέλαιο υπερβεί μία τιμή αναφοράς, (που είναι η περιεκτικότητα του υπό μορφή γαλακτώματος διαλυμένου στο πετρέλαιο νερού) κατά ορισμένο ποσοστό (που προγραμματίζεται από το χειριστή και που συνήθως είναι 0,2% κατ' όγκο), το σήμα από τον ανιχνευτή διεγείρει τον εγκέφαλο, ο οποίος δίνει εντολή στο διαχωριστήρα FOPX να αυτοκαθαριστεί είτε σαν καθαριστήρας ανοίγοντας το διαιρούμενο μπολ, είτε σαν καθαριστήρας ανοίγοντας τη μαγνητική βαλβίδα στην έξοδο του νερού.

Fig. 14
ALCAP Fuel Oil
— Discharge of
separated water.

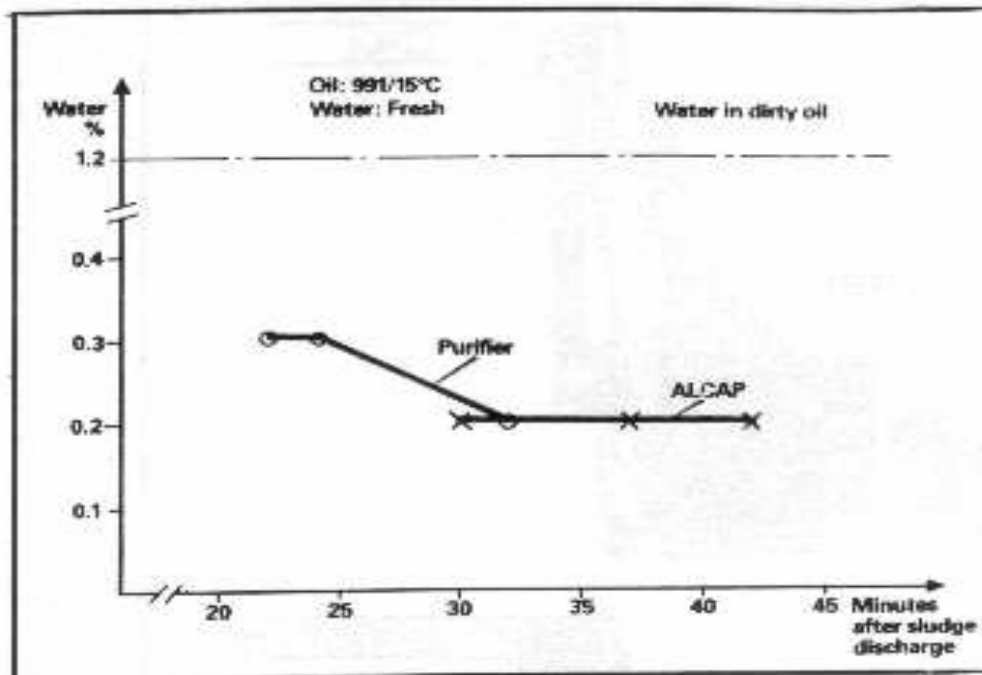


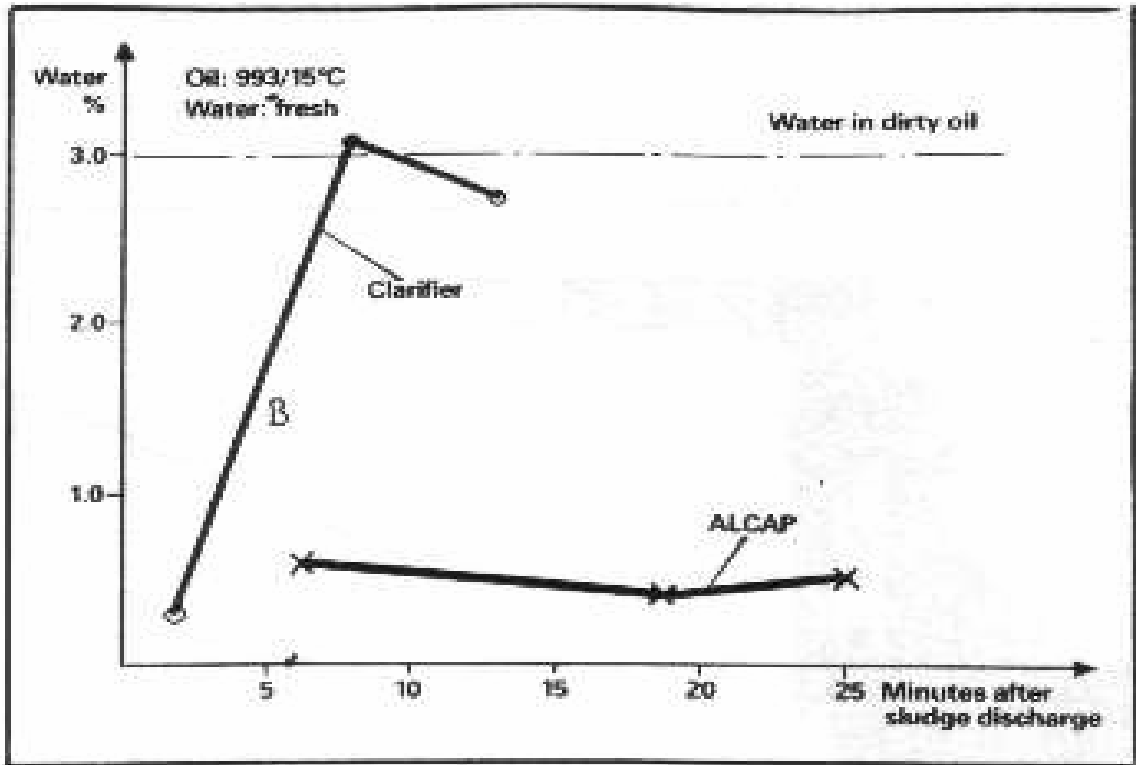
Και στις δύο περιπτώσεις, η απολάσπωση είναι μερική (αποβολή ρευστού που καλύπτει το 70% του χώρου μεταξύ της εσωτερικής διαμέτρου του τυμπάνου και την εξωτερική διάμετρο των δίσκων) και άρα δεν έχουμε απώλειες πετρελαίου.

Με τον αυτοματισμό EPC 30 καθορίζουμε σε συνάρτηση με την ποιότητα του πετρελαίου, το μεσοδιάστημα μεταξύ διαδοχικών ανοιγμάτων του τυμπάνου για απολάσπωση. Ακόμη, αν ο ανιχνευτής (TRANSDUCER) δώσει σήμα στον εγκέφαλο MARST σε χρόνο λιγότερο από 15 min ως προς την προηγούμενη απολάσπωση, τότε έχουμε πετρέλαιο με υψηλό ποσοστό νερού, και ο εγκέφαλος δίνει εντολή και ανοίγει η βαλβίδα στην έξοδο νερού του διαχωριστήρα. Σε αντίθετη περίπτωση, ο εγκέφαλος μέσω του αυτοματισμού EPC 20, δίνει εντολή για άνοιγμα του τυμπάνου. Έτσι αποφεύγεται το συνεχές ανοιγοκλείσιμο του τυμπάνου, που θα διατάρασσε τη δυναμική ισορροπία και τη θέση της διαχωριστικής επιφάνειας.

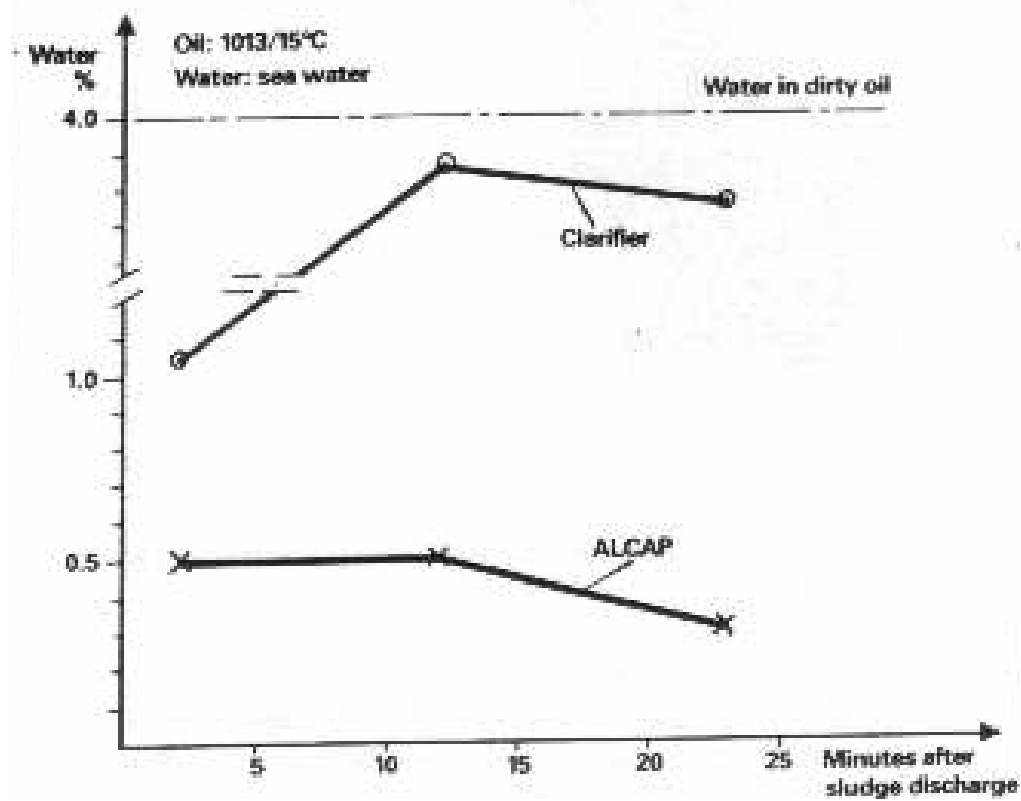
Σειρά εργαστηριακών πειραμάτων διεξάγονται στο εργαστήριο της ALFA-LAVAL από το 1980 σε συνεργασία με τη SHELL. Οι παρακάτω πίνακες αναφέρονται στα πετρέλαια που δοκιμάστηκαν ο πρώτος ενώ ο επόμενος αναφέρεται στην ανάλυση του νερού, καθαρού ή θαλασσινού, στο πετρέλαιο.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται ότι ο ALCAP είναι σταθερά το ίδιο αποδοτικός με ένα σωστά ρυθμιζόμενο καθαριστήρα σε ότι αφορά το διαχωρισμό γλυκού νερού. Ενώ τα δυο επόμενα που είναι για θαλασσινό νερό, αποδεικνύουν την ευστάθεια των διαυγαστήρων στη θέση της διαχωριστικής επιφάνειας, αδυναμία που ξεπεράστηκε με το σύστημα ALCAP.

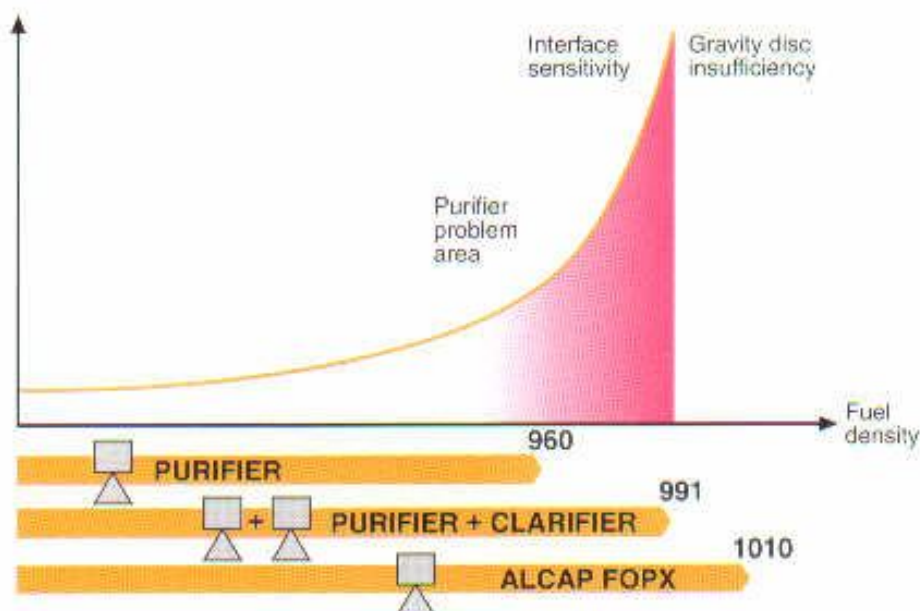




Ex. 37/28/ ALCAP versus clarifier. Freshwater in cleaned oil, 993 - 15°C



Στο παρακάτω σχήμα έχουμε ξανά σύγκριση ALCAP με κλασικό διαυγαστήρα, αναφορικά με διαχωρισμό σωματιδίων αλουμινίου, ενώ τα δύο επόμενα σχήματα αποδεικνύουν την υπεροχή του ALCAP σε σχέση με συμβατικό διαυγαστήρα, ως προς τον διαχωρισμό νερού και σωματιδίων αλουμινίου. Στο τελευταίο σχήμα αποδεικνύεται και πάλι η υπεροχή του ALCAP ως προς το διαχωρισμό στερεών σωματιδίων διαφόρων μεγεθών.



Το Σεπτέμβριο του 1983 η SULZER δημοσιεύει τα αποτελέσματα ερευνητικού προγράμματος, που ξεκίνησε το 1981, σε συνεργασία με SHELL INTERNATIONAL και ALFA- LAVAL και είχε το ίδιο αντικείμενο με το προηγούμενο πρόγραμμα όπου δοκιμάστηκε και η ιδέα του «καθαριστήρα» με «βαρύ» νερό για το φυγοκεντρικό διαχωρισμό πετρελαίων πυκνότητας μεγαλύτερης από 991 Kg/m³/15 οC.

Αυτή τη φορά δοκιμάστηκε το ALCAP, και τα αποτελέσματα υπήρξαν άριστα (τόσο από άποψη διαχωρισμού θαλασσινού ή γλυκού νερού (σχήμα A),όσο και από άποψη διαχωρισμού καταλυτικών σωματιδίων αλουμινίου (σχήμα B) και πυριτίου καθώς και άλλων στερεών σωματιδίων) και μάλιστα για πυκνότητες πετρελαίου μέχρι 1013 kg/m³ /15 οC

Το Μάρτη του 1984 η SHELL ανακοινώνει τη διάθεση στην αγορά «βαρύτερου» κατώτερης ποιότητας πετρελαίου, μέχρι πυκνότητας 1010 kg/m³. Η οικονομία που συνεπάγεται η χρήση αυτών των πετρελαίων, είναι της τάξης 3-5 δολαρίων ΗΠΑ ανά τόνο πετρελαίου (όπου έχει υπολογισθεί το γεγονός ότι αυτά τα καύσιμα έχουν μειωμένη θερμογόνο ικανότητα και απαιτούν μεγαλύτερη κατανάλωση θερμότητας-άρα ατμού και άρα καύσιμου, για την προθέρμανση τους)

Επιπλέον επισημαίνεται ότι η αγορά καυσίμου νηζελομηχανών σαφώς προσανατολίζεται σε πετρέλαια «βαρύτερα» ακόμα και του νερού στους 15 0C. Παράλληλα (το Φλεβάρη του 1984) η ALFA-LAVAL δημοσιεύει την εμπειρία 2 χρόνων εργαστηριακών πειραμάτων και 2 χρόνων δοκιμών σε πλοίο, πάνω στο σύστημα ALCAP. Από τη δημοσίευση αυτή παραθέτουμε τους παρακάτω πίνακες.

Οι πρώτοι πέντε πίνακες δείχνουν την υπεροχή του ALCAP σε σχέση με τους συμβατικούς φυγοκεντρικούς καθαριστήρες. Και οι επόμενοι τέσσερις αποδεικνύουν ότι αρκεί για αποδοτικό διαχωρισμό ένας διαχωριστήρας στο σύστημα ALCAP. Βελτίωση πετυχαίνουμε με χρήση δύο διαχωριστήρων συνδεμένους παράλληλα.

Στο φως των εξελίξεων αυτών αλλάζει αυτών και η σχεδίαση του δικτύου καθαρισμού καυσίμου νηζελομηχανών, σε ότι αφορά τους διαχωριστήρες αφού τώρα έχουμε δύο διαχωριστήρες του συστήματος ALCAP ο ένας σε λειτουργία, και ο άλλος σε εφεδρεία. Ο σε εφεδρεία μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για καθαρισμό ντίζελ, αν και συνιστάται ξεχωριστός διαχωριστήρας μικρότερου μεγέθους αυτοκαθαριζόμενος ολικής ή μερικής απολάσπωσης.

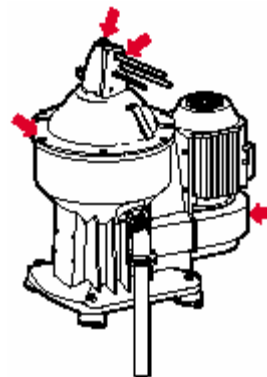
Για τις υπάρχουσες εγκαταστάσεις ενδιαφέρον είναι να τονίσουμε ότι οι συμβατικοί διαχωριστήρες μερικής απολάσπωσης, με μικρές τροποποιήσεις και προσάρτηση του «ανιχνευτή νερού» και του πρόσθετου αυτοματισμού, εύκολα μετατρέπονται σε σύστημα ALCAP.

Ο ΕΞΕΛΙΓΜΕΝΟΣ ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ ΣΕ ΝΕΟΥ ΤΥΠΟΥ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΡΩΝ

1 Λειτουργία

1.1 Πριν από το ξεκίνημα

1 Ελέγξτε αν διαχωριστής είναι σωστά δεμένος και συνδεδεμένος με την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος σωστές τάση και συχνότητα. Το EPC 50 της μονάδα ελέγχου πρέπει να είναι ανοικτό.



Κίνδυνος διακοπής

Ελέγξτε το διαχωριστή πλήρως πριν από την έναρξη. Όλες οι συζεύξεις, οι καλύψεις, και οι ασφαλίσεις πρέπει να είναι σωστά σφιγμένες. Η λανθασμένη τοποθέτηση μπορεί να οδηγήσει διακοπή.



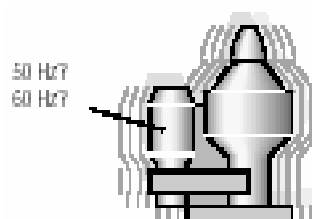
Ηλεκτρικός κίνδυνος

Ακολουθήστε τους τοπικούς κανονισμούς για την ηλεκτρική εγκατάσταση και γείωση του μηχανήματος



Κίνδυνος διακοπής

Ελέγξτε την συχνότητα ισχύος αν είναι σύμφωνα με τον κατασκευαστή το πιάτο μηχανών. Εάν ανακριβής, υπάρχει περίπτωση να αναπτυχθεί υπερβολική επιτάχυνση μπορεί να προέλθει διακοπή.



Χρησιμοποιήστε το σύστημα χωρισμού για το σκοπό, και μέσα στα όρια, που διευκρινίζονται από την Alfa Laval.

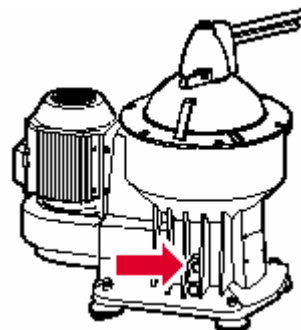
Το να προέλθει μια αποτυχία να θα μπορούσε να προκαλέσει μια βίαια διακοπή.

Κατεύθυνση περιστροφής

2 Ελέγξτε το επίπεδο λαδιού της ελαιολεκάνης. Εάν είναι απαραίτητο, ξεχειλίστε έως ότου αρχίζει το λαδί να τρέξει από τη τρύπα της εισόδου του λαδιού.

NOTE

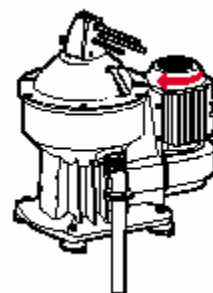
Πάρα πολύ ή επίσης λίγο λαδί καταστρέφει τα ρουλεμάν του διαχωριστή.



Για να ελέγξετε την περιστροφή του κυπέλλου, κάνετε έναν γρήγορο on/off. Ο ανεμιστήρας μηχανών πρέπει να περιστραφεί με δεξιόστροφη κατεύθυνση.

CAUTION

Εάν η πολικότητα καλωδίων τροφοδοσίας έχει αντιστραφεί, ο διαχωριστής θα περιστραφεί στην αντιστροφή, και τα λουριά μετάδοσης κίνησης μπορεί να χαλαρώσουν.



NOTE

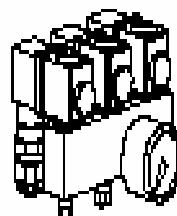
Για να πραγματοποιηθεί αυτός ο έλεγχος, ο διακόπτης επιλογών τρόπου πρέπει να είστε στη θέση CIP.

Πίεσης αεροβαλβιδών

Λειτουργούσα πίεση ύδατος

Χρησιμοποιήστε το μετρητή πίεσης που είναι τοποθετημένος στην αεροβαλβίδα να ελεγχθεί ότι η παροχή αέρα είναι σωστή (500 – 700 MPa ή πίεση 5– 7 bar).

Έλεγχος ότι η λειτουργούσα πίεση ύδατος είναι ικανοποιητικός (200 – 600 MPa ή 2- 6 bar).



Πίνακας ελέγχου

Ο πίνακας ελέγχου τοποθετείται τοπικά.

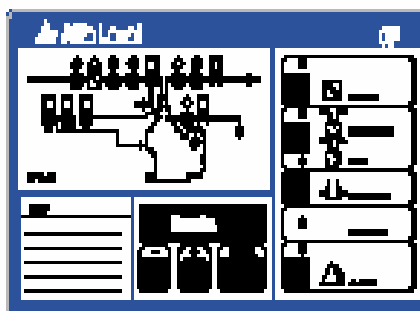
Στο ανώτερο μέρος του χώρου ελέγχου. Εάν η μονάδα περιέχει ένα προαιρετική μονάδα ελέγχου ο έλεγχος της μπορεί να τοποθετηθεί σε μια απόσταση μέχρι 50 μέτρα μήκους καλωδίων από τη μονάδα. Μια διπλή επιτροπή χειριστών (μακρινή) μπορεί να είναι συνδεδεμένος για την πλήρως λειτουργική λειτουργία από το ένα δωμάτιο ελέγχου μακρινής θέσης .

Γενική αρχή για την μονάδα ελέγχου

Παράμετροι

Το `enter` το κουμπί χρησιμοποιείται:

- να εισαγάγει έναν κατάλογο παραμέτρων
 - να εισαχθεί σε μια παράμετρο
 - να δεχτεί / αποθηκεύσει μια νέα παράμετρο.
- Τα `+` "ή" κουμπιά – ` χρησιμοποιείται για να αλλαχθεί η σειρά ελέγχου στον φωτιζόμενο πίνακα.



Παράμετροι διαδικασίας

Θέστε τις παραμέτρους διαδικασίας για να ταιριάζετε εγκατάσταση ως εξής:

1 Πατήστε enter . Παράμετρος αριθ. 1 θα παρουσιαστεί ένα μενού των παραμέτρων . Έχετε έρθει τώρα στην διαδικασία των παραμέτρων . Μπείτε μέσα στην λίστα για να καθορίσετε της παραμέτρους.

2 Όταν οι παράμετροι τεθούν, `end I/O` "εμφανίζεται πατήστε `+` ". `Standst.` Εμφανίζεται στην ένδειξη.



Σιγουρευτείτε ότι η μονάδα ελέγχου είναι ενεργή (πράσινη ένδειξη) πριν λειτουργήσει.

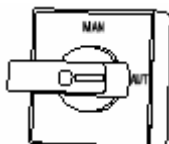
ΕΚΚΙΝΗΣΗ

Ο διακόπτης εκκίνησης έχει τρεις θέσεις στην μονάδα ελέγχου: **MANUAL**, **'AUTO**', και **'CIP**'



Ο **ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ** "τρόπος" είναι για τη χρήση σε όλες της μονάδες διαχωρισμού

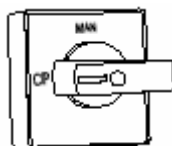
Ο **ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ** "τρόπος" είναι για τη χρήση στα συστήματα με τον πλήρως αυτόματο έλεγχο. Οι ακόλουθοι γενικοί κανόνες ισχύουν για τη χρήση του **ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ** "τρόπου":



Το EPC 50 πρέπει να έχει τον έλεγχο της τροφοδότησης της αντλίας πετρελαίου.

Το EPC 50 πρέπει να έχει τον έλεγχο της θερμαντήρα.

Το EPC 50 πρέπει να έχει τον έλεγχο της δόνησης



Χειροκίνητοι εκκίνηση

Το πρώτο ξεκίνημα πρέπει πάντα να πραγματοποιηθεί χειροκίνητα.

Προτού ξεκινήσετε σιγουρευτείτε ότι όλος ο κεντρικός αγωγός και οι βαλβίδες ανεφοδιασμού για τον αέρα, του λαδιού, και του ύδωρ είναι ανοικτές. Τα ανοικτά επιστόμια θέρμανσης εφόσον ενδείκνυται.

Ανάψτε τις παροχές ηλεκτρικού ρεύματος. Σιγουρευτείτε ο διακόπτης επιλογής τρόπου είναι στο **MANUAL** θέση.

1 Ξεκινήστε την αντλία πετρελαίου από τον εκκινητή αντλιών. Η ροή πετρελαίου μπορεί να ελεγχθεί στην ένδειξη Εφόσον ενδείκνυται, θέστε επιθυμητή ροή που χρησιμοποιεί τη ρυθμίζοντας βαλβίδα RV4.



2 Εάν είναι απαραίτητο, κάντε εξαέρωση στο δίκτυο της θερμαντήρα μέσω της ανακουφιστικής βαλβίδας. Ανάψτε τον θερμαντήρα από τον πίνακα ελέγχου (εφόσον ενδείκνυται).



NOTE

Η μονάδα ελέγχου πρέπει να είναι "ενεργή" για να επιτρέψει την λειτουργία.



3 Κουμπί πιάστε του SEPARATION για να ενεργοποιήσετε EPC-50.

Προτού να μπορέσει να αρχίσει ο διαχωριστής, ένα πλήθος ερωτήσεων εμφανίζονται στην οθόνη του πίνακα ελέγχου που πρέπει να απαντηθεί ως εξής:

το κύπελλο έχει αποσυναρμολογηθεί; + = **ΝΑΙ**, - = **ΟΧΙ** "



4 Εάν το κύπελλο είναι αποσυναρμολογημένο πατήστε το '+' "κουμπί.



Εάν καμία εργασία δεν έχει εκτελεσθεί στο κύπελλο, πιάστε "κουμπί -το ". Η ακολουθία έναρξης αρχίζει και η λέξη **start** "εμφανίζεται στην ένδειξη.



Εάν αυτό είναι η πρώτη έναρξη, απάντηση ` **ΝΑΙ**.
Συγκεντρωμένος σύμφωνα με το εγχειρίδιο; + = **ΝΑΙ**, - =
ΟΧΙ "



5 Εάν το μπολ έχει αποσυναρμολογηθεί και συγκεντρωμένος σύμφωνα με τις οδηγίες
Το εγχειρίδιο υπηρεσιών, πιάστε το `+ "κουμπί.
` κύπελλο που καθαρίζεται; + = **ΝΑΙ**, - = **ΟΧΙ** "

6 Εάν το κύπελλο έχει καθαριστεί πατήστε το `+ "
κουμπί.
Μια αυτόματη ρύθμιση του συστήματος πραγματοποιείται
Δείτε την ένδειξη.



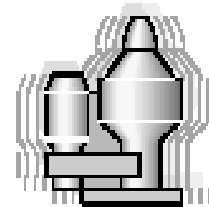
7 Πατήστε το κουμπί έναρξης του διαχωρισμού.



8 Ακούστε και παρατηρήστε.

Η δόνηση μπορεί να εμφανιστεί κατά τη διάρκεια του ξεκινήματος, όταν περνώντας
τις κρίσιμες ταχύτητες
Αυτό είναι κανονικό και πρέπει να περάσει χωρίς κίνδυνο.

Εάν η δόνηση αυξάνεται, ή συνεχίζεται στην μέγιστη της
ταχύτητας του, πιάστε το κουμπί αναγκαίας διακοπής
λειτουργίας μέχρι οι δόνησης σταματήσουν.
Ο διαχωριστής, η αντλία τροφών, και η θερμαντήρας
σταματούν όταν το κουμπί αναγκαίας διακοπής πατηθεί.



Η στάση έκτακτης ανάγκης θα επαναρυθμιστεί μόνο όταν ο αισθητήρας ταχύτητας
δείχνει μηδενική ταχύτητα.

Μόλις της μηδενικής ταχύτητας το σήμα ληφθεί, το κουμπί της επαναλειτουργίας
μπορεί να πατηθεί.
Το μήνυμα switch power on/off θα εμφανιστεί στην οθόνη"

Η αιτία της δόνησης πρέπει να καθοριστεί και να διορθωθεί πριν από να αρχίσει πάλι
Δείτε τους συναγερμούς και το βιβλίο εύρεσης ελαττωμάτων.



Κίνδυνος διακοπής

Πάντα να παρατηρείτε τον διαχωριστή κατά τη διάρκεια της εκκίνησης του.

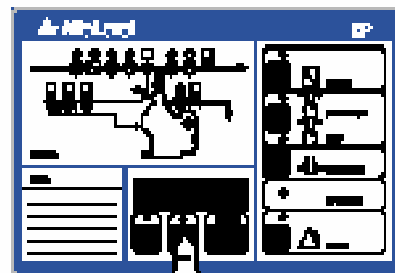
Εάν η ισχυρή δόνηση εμφανιστεί, σταματήστε τον με τη χρησιμοποίηση το κουμπί έκτακτης διακοπής και εκκενώνουμε το δωμάτιο.



Εάν το σύστημα είναι εξοπλισμένο με έναν αισθητήρα δόνησης, και έχει τον έλεγχο της αντλίας πετρελαίου και του θερμαντήρα, η αυτόματη έναρξη μπορεί να χρησιμοποιηθεί.

9 Η ταχύτητα του διαχωριστήρα, και έναρξη "." εμφανίζεται διαδοχικά στην ένδειξη μέχρι ο διαχωριστής να αποκτήσει την πλήρη ταχύτητα του

. Όταν ο διαχωριστής είναι στο μέγιστο τον στροφών Standby' θα εμφανισθεί στην ένδειξη.



10 Ελέγξτε τη θερμοκρασία πετρελαίου με το πάτημα του "+" μέχρι το "T1" εμφανισθεί στην ένδειξη.

11 Περιμένετε έως ότου η θερμοκρασία πετρελαίου είναι σωστή:

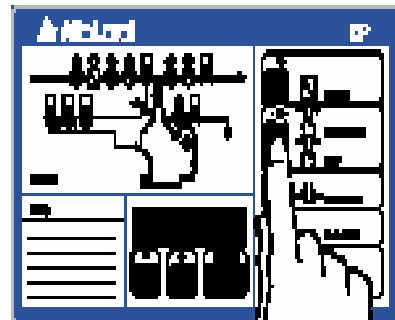
Βαρύ πετρέλαιο 98 °C

Λιπαντικού ελαίου 95 °C (μηχανές κορμών), ή 90 °C

(για το ζύγωμα των μηχανών)

Πετρελαίου diesel 40 °C

12 Όταν ο διαχωριστής φθάσει στην σωστή ταχύτητα, και το λάδι στην σωστή θερμοκρασία, πιάστε start/stop κουμπί στην μονάδα ελέγχου για ξεκινήσει ο διαχωρισμός



13 Ρυθμίστε αντίθλιψη στην κανονική λειτουργία .

Κανονική αντίθλιψη λειτουργίας είναι καθορισμένη από τον κατασκευαστή.

Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας

Πληροφορίες μονάδα ελέγχου

Παρατηρήστε τις πληροφορίες μονάδα ελέγχου :

- Λειτουργίας θερμαντήρα (πράσινο) φωτάκι αναμμένο
- Λειτουργίας συστημάτων διαχωριστήρα (πράσινο) φωτάκι αναμμένο
- Ενεργοποιημένη βαλβίδα (πράσινο) φωτάκι αναμμένο

Κατά τη διάρκεια της κανονικής λειτουργίας, το ALCAP σήμα εμφανίζεται στα αριστερά της ένδειξης, και μέχρι την επόμενη απαλλαγή λάσπης θα εμφανίζεται στα δεξιά.



Τακτικά ελέγχεται τους κοχλίες για τυχόν χαλαρώσεις. Σφίξτε εάν είναι απαραίτητο.



Οι τιμές που επιδεικνύονται στα παραδείγματα δεν ισχύουν για όλα τα μοντέλα της Alfa Laval

Περισσότερες λειτουργικές πληροφορίες μπορούν να διαβαστούν πατώντας το '+' κουμπί επανειλημμένα.

Για να επιστρέψει στην κανονική ένδειξη, δηλ. στον χρόνο της επόμενης απαλλαγής λάσπης, πατώντας συνεχώς το '+' κουμπί.



Θερμοκρασία τροφοδοτούμενου πετρελαίου. Για το σωστό διαχωρισμό η θερμοκρασία πρέπει να είναι TT1 98 °

TT1 98 °C

Πίεση πετρελαίου, στην εισαγωγή πετρελαίου

Πίεση πετρελαίου, στην έξοδο

PT4 1.4

Πίεση, ύδατος στην έξοδο

PT5 1.4

Ταχύτητα

Rpm 10300

Χρόνος λειτουργίας

Run time 5 hours



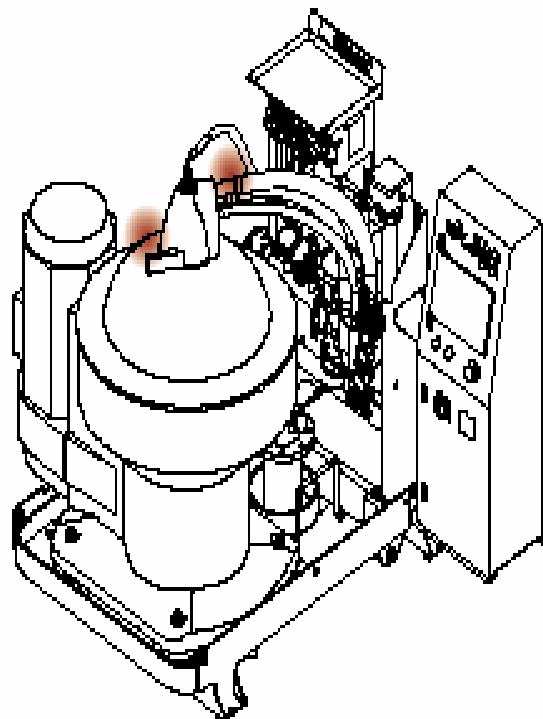
Κίνδυνος θορύβου

Προστασία αυτιών χρήσης εάν τα επίπεδα θορύβου είναι υψηλά



Κίνδυνος διακοπής

Εάν η ισχυρή δόνηση εμφανίζεται, πιάστε το κουμπί έκτακτης διακοπής στάσεων έκτακτης ανάγκης και εκκενώστε το δωμάτιο. Μην απαλλάξετε της λάσπες ποτέ σε έναν δονούμενο διαχωριστή. Η δόνηση μπορεί έπειτα να γίνει βίαια και αποτέλεσμα στη διακοπή.



Κίνδυνος εγκαυμάτων

Αποφύγετε την επαφή με τις καυτές επιφάνειες. Διάφορες σωλήνες, διάφορες επιφάνειες μηχανών, και το επεξεργασμένο υγρό μπορεί να είναι καυτό με αποτέλεσμα πάθουμε εγκαύματα.



Κίνδυνος ολίσθησης

Ελέγξτε όλες τις συνδέσεις διαρροή. Η διαρροή πετρελαίου μπορεί να κάνει το πάτωμα ολισθηρό.

Στάση

Για να σταματήσει το σύστημα:

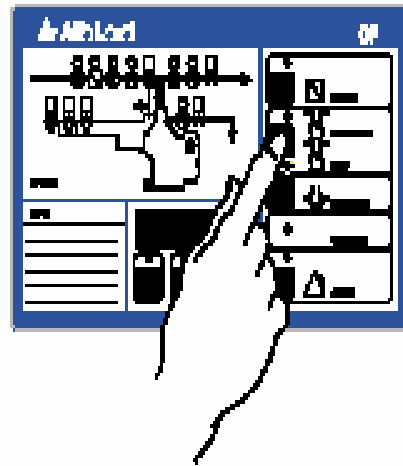
1 Σταματήστε το σύστημα με την ώθηση στο κουμπί SEPARATION στην μονάδα ελέγχου .

Κίτρινο λαμπάκι θα ανάψει με την έννοια ότι έχει αρχίσει η διαδικασία.

Η απαλλαγή λάσπης αρχίζει.

Οι αλλαγές των οδηγήσεων ακολουθίας στάσεων στο στήριγμα κίτρινος, και οι πράσινες οδηγήσεις για το χωρισμό η λειτουργία συστημάτων βγαίνει, όταν η λάσπη η απαλλαγή ολοκληρώνεται.

η στάση "επιδεικνύεται.



Εάν ο θερμαντήρας ελέγχεται από το EPC 50, είναι τότε θα έχει σβήσει αυτόματα.

Όταν η θερμοκρασία του τροφοδοτούμενου πετρελαίου αρχίζει να πέφτει, η αντλία πετρελαίου θα σταματήσει αυτόματα την παροχή.

Ο διαχωριστής έρχεται σε ένα πλήρης κράτηση μετά από περίπου 20 λεπτά. Και το "Standst." είναι έπειτα ενδεικνυόμενο στην οθόνη.



Κίνδυνος διακοπής

Σταματήστε το διαχωριστή με τη βοήθεια του πίνακα ελέγχου , και όχι με το να σταματήσουμε το μοτέρ.



Μην προσπαθήσετε ποτέ να καθαρίσετε το μπολ μετά από χειροκίνητη αποβολή λασπών συνδυασμό με την κράτηση του διαχωριστήρα

Εάν το σύστημα είναι σβησμένο για λόγους υψηλών δονήσεων, δεν είναι απαραίτητο να περιμένουμε για το διαχωριστή να επιβραδύνει πριν επανακινηθεί η διαδικασία.



Κίνδυνος διακοπής

Το σύστημα δεν πρέπει να επανακινηθεί με το διαχωριστή να περιστρέφεται εάν το alarm δονήσεως έχει δοθεί.

Έκτακτη διακοπή λειτουργίας

Εάν δημιουργηθεί μια έκτακτη ανάγκη να σταματήσει ο διαχωριστήρας τότες θα πρέπει να πατηθεί το κουμπί της αναγκαίας κράτησης του διαχωριστήρα.

Μην επιστρέψτε στο δωμάτιο μέχρι σιγουρευτείτε ότι ο διαχωριστήρας κρατηθεί πλήρως.



Κίνδυνος διακοπής

Πάντα να παρατηρείτε τον διαχωριστή κατά τη διάρκεια της εκκίνησης του.

Εάν η ισχυρή δόνηση εμφανιστεί, σταματήστε τον με τη χρησιμοποίηση το κουμπί έκτακτης διακοπής και εκκενώνουμε το δωμάτιο.

Κράτηση διαχωριστήρα

Η αποσυναρμολόγηση του διαχωριστήρα ε δεν πρέπει να αρχίσει πριν από όλα τα περιστρεφόμενα μέρη έχουν έρθει σε έναν πλήρη σταμάτημα.



Κίνδυνος παγίδευσης

Σιγουρευτείτε ότι τα περιστρεφόμενα μέρη έχουν έρθει στο πλήρες σταμάτημα πριν αρχίζει οποιαδήποτε αποσυναρμολόγηση του διαχωριστήρα . Ο λαμπτήρας ένδειξης περιστροφής, ενδεχομένως, πρέπει να είναι σβηστός.

Αποφύγετε την απότομη έναρξη



Κίνδυνος παγίδευσης

Για να αποφύγετε την τυχαία έναρξη, σβήστε και κλειδώστε τη ενέργεια τροφοδοσίας πριν αρχίσετε οποιαδήποτε εργασία αποσυναρμολόγησης. Σιγουρευτείτε ότι ο διαχωριστής έχει έρθει σε έναν πλήρη σταμάτημα πριν αρχίζει οποιαδήποτε εργασία αποσυναρμολόγησης

Επιδιορθώστε την βλάβη

Η αιτία της έκτακτης κράτησης πρέπει να επιδιορθωθεί πριν προσπαθήσουμε να επανακινήσουμε τον διαχωριστή.

Εάν η αιτία δεν βρίσκεται, μια λεπτομερής έλεγχος σε όλα τα κινούμενα μέρη θα μας βοηθήσει να βρούμε το αίτιο που μας ανάγκασε να κάνουμε έκτακτη κράτηση του διαχωριστήρα .

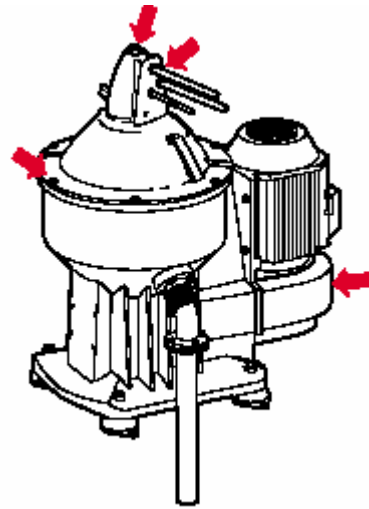


Κίνδυνος καταστροφής

Μην αρχίστε το διαχωριστή μετά από μια κράτησης έκτακτης ανάγκης χωρίς πρώτα να επιδιορθωθεί η αιτία της έκτακτης κράτησης. Σιγουρευτείτε ότι η λεκάνη είναι καθαρή πριν από το καινούρια εκκίνηση.

Διαχωριστής που δένεται ξανά

Ο διαχωριστής πρέπει να δεθεί εκ νέου πλήρως από όλες της βίδες που ξεβιδώθηκαν πριν την εκκίνηση του διαχωριστήρα.



Κίνδυνος διακοπής

Συγκεντρώστε το διαχωριστή πλήρως πριν από το καινούριο ξεκίνημα. Όλες οι βίδες, τα καπάκια, πρέπει να είναι κατάλληλα σφιγμένα. Η λάθος τοποθέτηση μπορεί να οδηγήσει σε αναγκαία διακοπή του διαχωριστήρα.

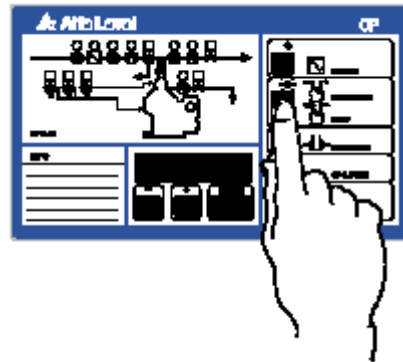
Καθαρίζοντας εσωτερικά

Η χρήση του καθαρισμού στα εξαρτήματα του διαχωριστήρα είναι αναγκαία για το σωστό διαχωρισμό του διαχωριστήρα. Πριν συνδεθούν μετά εξαρτήματα του CIP στον πίνακα ελέγχου ο μοχλός πρέπει να είναι γυρισμένος στη θέση CIP. Αυτό είναι να αποφευχθεί την τυχαία άντληση του πετρελαίου όταν τη σωλήνωση είναι ανοικτή.

Αυτόματη λειτουργία

Για την αυτόματη λειτουργία, το σύστημα πρέπει να είναι εξοπλισμένος για την αυτόματη έναρξη. Σιγουρευτείτε ο διακόπτης επιλογής τρόπου είναι στην AUTO θέση.

Το πρώτο ξεκίνημα πρέπει πάντα να πραγματοποιηθεί με το χέρι. Το σύστημα μπορεί έκτοτε να λειτουργήσει αυτόματα όσο δεν γίνεται καμία αλλαγή δεν γίνεται εν τον μεταξύ της λειτουργίας.



1) πιέστε το κουμπί SEPARATION

Προτού να μπορέσει να αρχίσει ο διαχωριστής, ένα πλήθος εμφανιστούν στην ένδειξη και πρέπει να απαντηθούν ως εξής:

Αν το κύπελλο έχει αποσυναρμολογηθεί; + = ΝΑΙ, - = ΟΧΙ "



2 Εάν το κύπελλο είναι αποσυναρμολογημένο πατήστε το '+' κουμπί.



Εάν καμία εργασία δεν έχει εκτελεσθεί στο μπολ, πιάστε κουμπί -. Η ακολουθία έναρξης αρχίζει και η λέξη Start εμφανίζεται στην ένδειξη.

συναρμολογημένος σύμφωνα με το εγχειρίδιο; + = **ΝΑΙ**, - = **ΟΧΙ** "

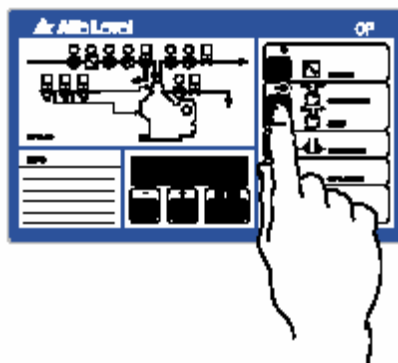
3 Εάν το κύπελλο έχει αποσυναρμολογηθεί και συναρμολογημένο σύμφωνα με τις οδηγίες Το εγχειρίδιο υπηρεσιών, πιάστε το + κουμπί.



Κύπελλο που καθαρίζεται; + = **ΝΑΙ**, - = **ΟΧΙ**

4 Εάν το κύπελλο είναι καθαρισμένο πατήστε το '+' κουμπί.

Μια αυτόματη βαθμολόγηση του συστήματος είναι πραγματοποιημένη. Δείτε την ένδειξη.



Για να σταματήσετε τη διαδικασία, πιάστε το **ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟ** κουμπί Εάν το σύστημα πρόκειται να επανακινηθεί, το σύστημα οι βαλβίδες μπορούν να παραμείνουν στις λειτουργούσες θέσεις.

Μακρινή λειτουργία

Υπενθύμιση /μακρινή λειτουργία



Μετά από τη συντήρηση, το σύστημα πρέπει να αρχίσει τοπικά. Εάν σε μακρινό, και + ωθείται σε απάντηση η ερώτηση ` το αν κύπελλο έχει αποσυναρμολογηθεί, το σύστημα επανέρχεται στον τοπικό έλεγχο.

Λειτουργία έκτακτης ανάγκης

Σε περίπτωση βλάβης του ανιχνευτή ύδατος, το σύστημα μπορεί ακόμα να λειτουργήσει με τη ρύθμιση με την 4 παραμέτρου στο EPC (βλ. το βιβλιário καταλόγων παραμέτρου). Ο ανιχνευτή αφού κατόπιν έθεσε εκτός λειτουργίας και ο χρόνος να απαλλάξει αυτόματα αλλαγές σε 15 λεπτά. ` Nc "(αποσυνδεδεμένο) παρουσιάζεται στην ένδειξη. Όλου του Alcap οι λειτουργίες είναι εκτός λειτουργίας. Το ύδωρ αφαιρείται μόνο κατά τη διάρκεια μιας απαλλαγής. Ένας συναγερμός υπενθυμίσεων είναι ενεργοποιημένος μετά από 24 ώρες.

Εάν το πετρέλαιο συστημάτων περιέχει την αφθονία του ύδατος, και η πυκνότητα πετρελαίου είναι λιγότερο από 991 kg/m³, έκτακτη ανάγκη της διακοπής της λειτουργία όπως περιγράφεται παρακάτω είναι δυνατή.

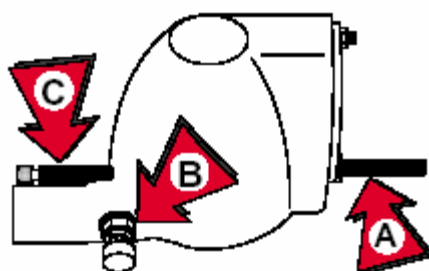
Χειροκίνητη λειτουργία του συστήματος του διαχωριστή

Σε περίπτωση αρκετά υψηλής περιεκτικότητας σε ύδωρ, το σύστημα μπορεί να οργανωθεί με το χέρι από έναν ικανό μηχανικός που χρησιμοποιεί τις ακόλουθες οδηγίες:

- 1) Εξασφαλίστε ότι βαλβίδες είναι στην θέση τους όλο σύστημα πετρελαίου που οι αν δεν είναι στην σωστή τους θέση επανατοποθετήστε τες στην σωστή τους θέση
- 2) Η επιλογή στη μονάδα ελέγχου πρέπει να είναι στη MANUAL θέση.
- 3) Εγκαταστήστε έναν παρεβρίσμα μεταξύ των τερματικών X9:1, και X9:2 στο EPC.
- 4) Αρχίστε την αντλία τροφοδοσίας.
- 5) Αρχίστε το διαχωριστή.
- 6) Θερμάνετε το πετρέλαιο στη σωστή θερμοκρασία. Όπου υπάρχει ένα Heatracs□□EHM ηλεκτρικό, χρησιμοποιήστε παρεβρίσματα για να ενώσετε την μονάδα ενέργειας με τα τερματικά X12.11 – X12.6, X12.11 – X12.9, και Τα X12.11 – X12.7. ανάβουν τον θερμαντήρα και τη χρήση ή αλλαγή για να ρυθμίσει τη θερμοκρασία.



Αφαιρέστε τα παρεβρίσματα μετά από τη λειτουργία έκτακτης ανάγκης.

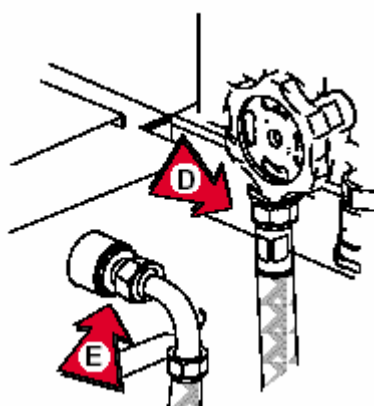


7) Όταν ο διαχωριστής είναι στην σωστή ταχύτητα και έχουν επιτευχθεί η σωστή ροή και η θερμοκρασία πετρελαίου κλείστε το κύπελλο. Ανοίξτε την SV15 για 5 δευτερόλεπτα. Περιμένετε 15 δευτερόλεπτα. Ανοίξτε την SV16 δευτερόλεπτα για 15 min του κυπέλλου που τώρα είναι κλειστή.

8) Η θερμοκρασία, η ροή, και αντίθλιψης πρέπει να παραμείνει σταθερή.

9) Βιδώστε το γ (βλ. την απεικόνιση), πρέπει να είστε στην πιο ακραία θέση (12 στην κλίμακα). Η βίδα γ καθορίζεται από τη στάση Β.

10) Αφαιρέστε την σωλήνα εξόδου ύδατος στο δ ή το Ε.



11) Βιδώστε στη βίδα Α για να κινήσετε το σωλήνα καθαρίσματος προς η ενδότατη θέση του.

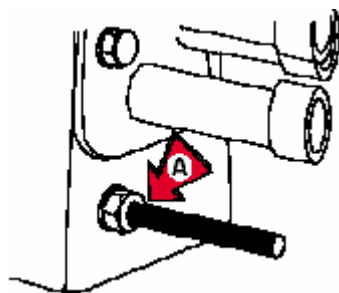
12) Ανοικτό SV10 για 40 δευτερόλεπτα για το SU 300. το κύπελλο θα γεμίσουν έπειτα με το ύδωρ 1,1 λίτρου.

Ανοικτό SV10 για 70 δευτερόλεπτα για το SU 400. το κύπελλο θα γεμίσει έπειτα με το ύδωρ 1,9 λίτρου.

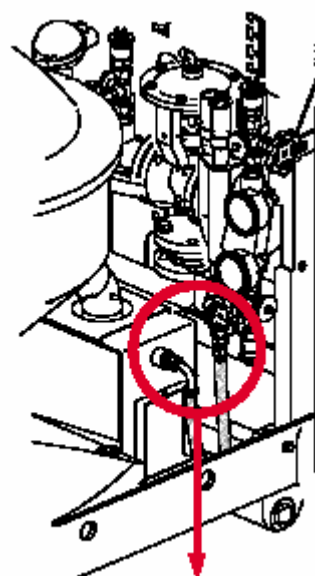
13) Ανοικτό SV1 στην ανοικτή τροφοδοσία πετρελαίου V1

14) Ανοικτό SV5. Αυτό θα ανοίξει την έξοδο ύδατος βαλβίδα V5.

15) Προσεκτικά βιδώστε έξω τη βίδα Α έως ότου αρχίζει το ύδωρ για να προέλθει από το δ ή το Ε.



16) Η βίδα ασφάλειας στην Α θέση.





Κίνδυνος διακοπής

Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας ανοικτό SV16 για περίπου 5 δευτερόλεπτα κάθε 15 λεπτά για να εξασφαλίσει ότι το κύπελλο παραμένει κλειστός.

Απαλλαγή

- 1 Στενή τροφοδοσία πετρελαίου V1 που χρησιμοποιεί SV1.
- 2 Στενή έξοδος ύδατος V5 που χρησιμοποιεί SV5.
- 3 Ανοικτό SV10 για 50 δευτερόλεπτα για το SU 300 για να προσθέσουν ύδωρ μετατοπίσεων (1,3 λίτρα).
Ανοικτό SV10 για 80 δευτερόλεπτα για το SU 400 για να προσθέσουν ύδωρ μετατοπίσεων (2,1 λίτρα)
- 4 Ανοικτό SV15 μέχρι μια απαλλαγή ακουστεί (μέσα σε 5 δευτερόλεπτα).
- 5 Περιμένετε 15 δευτερόλεπτα.
- 6 Ανοικτό SV16 για 15 δευτερόλεπτα.
- 7 Ανοικτό SV10 για 50 δευτερόλεπτα.
- 8 Ανοικτό V1.
- 9 Ανοικτό V5.
- 10 Διατηρήστε την αντίθλιψη στην κανονική ρύθμιση σ' όλο.



Κίνδυνος διακοπής

Απαλλαγή του κυπέλλου, και επίβλεψη η λειτουργία, είναι τώρα απολύτως χειρωνακτική και κάτω από άμεση ευθύνη του μηχανικού που έχει τοποθετήσει

3D Κατεργασία Εξαρτημάτων Φυγοκεντρικού Διαχωριστή

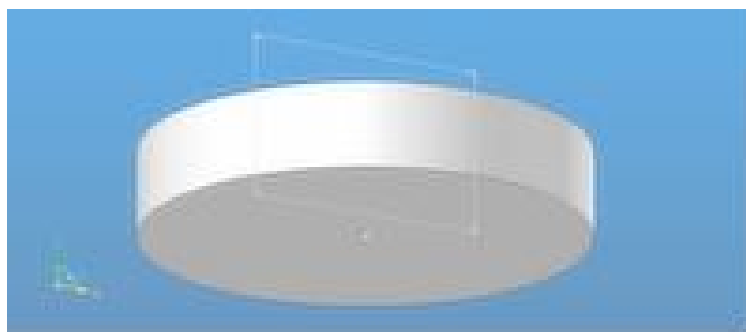
Γενικά Περί Κατεργασίας

Ένα πρόγραμμα τρισδιάστατης σχεδίασης είναι ένα πρόγραμμα στον υπολογιστή με το οποίο μπορούν να σχεδιαστούν κομμάτια οποιουδήποτε σχήματος και μεγέθους και στη συνέχεια μπορεί γυρίζοντας τη λειτουργία του προγράμματος στη θέση cam (ενώ κατά τη σχεδίαση ήταν στη θέση cad) να σχεδιαστεί η κατεργασία του δοκιμίου ώστε αυτό μετά την κατεργασία του από την αυτόματη εργαλειομηχανή να έχει το επιθυμητό σχήμα και μέγεθος. Το πρόγραμμα αυτό μπορεί να συνδεθεί είτε σε μηχανές κατεργασίας κυλινδρικών δοκιμίων (τόρνοι) είτε σε άλλες μηχανές κατεργασίας τραπεζοειδών δοκιμίων (φρέζες).

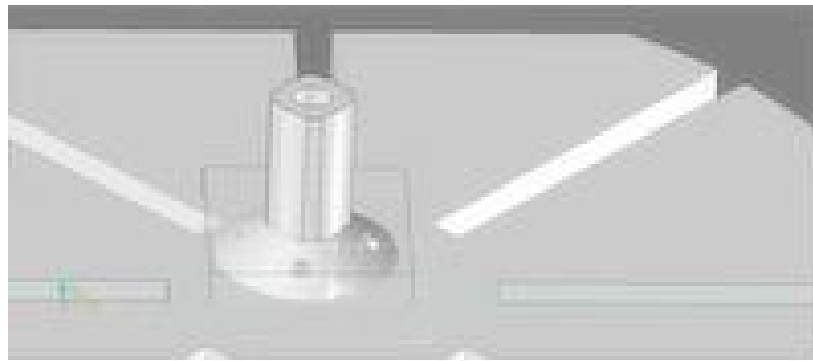
Με τη χρήση αυτών των προγραμμάτων και των αυτόματων εργαλειομηχανών έχει βελτιωθεί η ποιότητα και έχει γίνει πολύ πιο εύκολη η δημιουργία ακόμα και των πιο πολύπλοκων μηχανικών εξαρτημάτων μιας και με τη χρήση των αυτόματων εργαλειομηχανών τις οποίες δεν τις χειρίζεται άνθρωπος αλλά ένα πρόγραμμα, έχει μηδενιστεί εντελώς η πιθανότητα ανθρώπινου λάθους.

Επίσης με τη χρήση προγραμμάτων τρισδιάστατης σχεδίασης και κατεργασίας και αυτόματων εργαλειομηχανών έχει μειωθεί κατά πολύ το κόστος κατασκευής εξαρτημάτων μηχανών μιας και έχει μειωθεί και το ανθρώπινο δυναμικό που χρειάζεται για την διαδικασία κατασκευής τους.

Στις αυτόματες εργαλειομηχανές εισάγεται ο κώδικας από το πρόγραμμα σχεδίασης κατεργασίας και ο οποίος είναι στην ουσία οι εντολές για τις κινήσεις που πρέπει να κάνει η εργαλειομηχανή για να κατεργαστεί το δοκίμιο και δίνοντας του το επιθυμητό σχήμα να δημιουργήσει το εξάρτημα.



Στις δύο αυτές εικόνες απεικονίζονται δύο από τα εξαρτήματα του φυγοκεντρικού διαχωριστή κατά τη φάση της σχεδίασης τους με τη χρήση του προγράμματος τρισδιάστατης σχεδίασης και κατεργασίας.



Ενώ στις παραπάνω τρεις εικόνες απεικονίζονται κάποια εξαρτήματα του φυγοκεντρικού διαχωριστή κατά τη φάση της κατεργασίας τους με τη χρήση του ίδιου προγράμματος.

Η σχεδίαση όπως αναφέρθηκε και πιο πριν των εξαρτημάτων έγινε με το πρόγραμμα τρισδιάστατης σχεδίασης και κατεργασίας στη θέση CAD (Computer aided design) ενώ η κατεργασία τους έγινε με το ίδιο πρόγραμμα στη θέση CAM (Computer aided manufacturing).

Η κατεργασία κάποιων εξαρτημάτων έγινε με τη χρήση τόρνου, αυτό σημαίνει ότι το πρόγραμμα cam ήταν στη θέση turning, ενώ η κατεργασία κάποιων άλλων εξαρτημάτων έγινε με τη χρήση φρέζας, αυτό σημαίνει ότι το πρόγραμμα cam ήταν στη θέση milling.

Η πρώτη φάση της κατεργασίας ενός εξαρτήματος είναι να επιλεγούν οι διαστάσεις του δοκιμίου οι οποίες θα πρέπει να είναι τέτοιες ώστε να μπορούν να περικλείουν το εξάρτημα που πρέπει να κατασκευαστεί. Έτσι με τη χρήση του προγράμματος τρισδιάστατης σχεδίασης και τη χρήση μιας ή και παραπάνω αυτόματων εργαλειομηχανών, να πάρει το τελικό σχήμα του εξαρτήματος.

Μαζί με τις διαστάσεις επιλέγεται και το υλικό από το οποίο θα είναι κατασκευασμένο το δοκίμιο και κατά συνέπεια το υλικό από το οποίο θα είναι φτιαγμένο και το εξάρτημα.

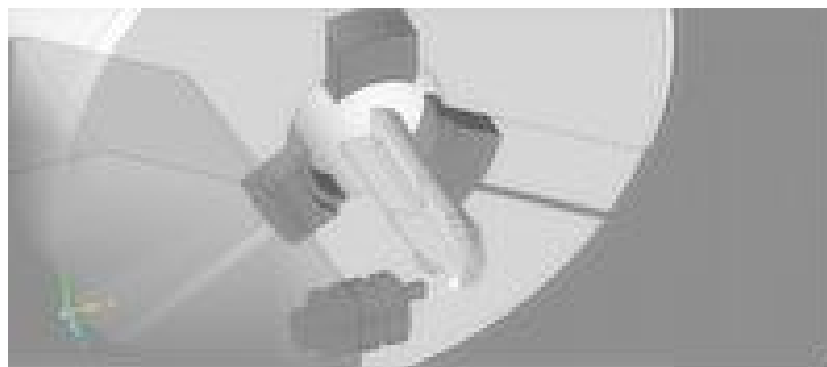
Για λόγους οικονομίας και απλότητας πρέπει το μέγεθος του δοκιμίου να μην υπερβαίνει κατά πολύ το μέγεθος του τελικού εξαρτήματος έτσι ώστε να αποφεύγεται η άσκοπη σπατάλη υλικού, ενέργειας και χρόνου.

Σημαντική είναι επίσης και η σωστή τοποθέτηση του δοκιμίου στις σιαγόνες της εργαλειομηχανής ώστε το κοπτικό εργαλείο να έχει πρόσβαση στα μέρη του δοκιμίου που θα δεχτούν την κατεργασία.

Ένας άλλος παράγοντας που είναι καθοριστικής σημασίας για την εύκολη και γρήγορη κατεργασία του δοκιμίου από την αυτόματη εργαλειομηχανή (τουλάχιστον κατά την τρισδιάστατη απεικόνιση της κατεργασίας του στο πρόγραμμα) είναι η επιλογή της κατάλληλης εργαλειομηχανής μιας και όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, άλλο είδος εργαλειομηχανής χρησιμοποιείται για άλλο είδος δοκιμίων. Παραδείγματος χάρη, ένα κυλινδρικό δοκίμιο από το οποίο πρόκειται να προκύψει ένα κυλινδρικό εξάρτημα πρέπει να δεχτεί κατεργασία από μία εργαλειομηχανή τύπου turning ενώ ένα δοκίμιο σε σχήμα πλάκας από το οποίο πρόκειται να προκύψει ένα εξάρτημα σε σχήμα πλάκας, πρέπει να το κατεργαστεί μια εργαλειομηχανή τύπου milling.

Κάποια δοκίμια με πολύ πολύπλοκο σχήμα χρειάζεται καμιά φορά να δεχτούν κατεργασία και από εργαλειομηχανές τύπου turning και από εργαλειομηχανές τύπου milling. Κάτι τέτοιο δεν θα γίνει ταυτόχρονα αλλά σταδιακά, (πρώτα milling και μετά turning ή το αντίστροφο).

Η επιλογή του κοπτικού εργαλείου πρέπει επίσης να γίνει σωστά για λόγους οικονομίας και εξοικονόμησης χρόνου. Αυτή πρέπει να γίνει ανάλογα με τη θέση όπου το δοκίμιο θα δεχτεί την κατεργασία από το κοπτικό εργαλείο και επίσης πρέπει να γίνει λαμβάνοντας υπόψη την ποσότητα του αφαιρούμενου υλικού. Αν παραδείγματος χάρη η ποσότητα του αφαιρούμενου υλικού είναι μεγάλη, ένα κοπτικό εργαλείο μεγαλύτερης επιφάνειας κατεργασίας είναι πιο κατάλληλο ενώ εργαλεία με μικρότερη επιφάνεια κατεργασίας χρησιμοποιούνται πιο πολύ για τις λεπτομέρειες και το τελικό πέρασμα.



Στην εικόνα φαίνεται ένα δοκίμιο τοποθετημένο στις σιαγόνες μιας εργαλειομηχανής τύπου turning κατά την κατεργασία του με τη χρήση ενός κοπτικού εργαλείου.

Πριν την αρχή της κατεργασίας του δοκιμίου από το κοπτικό εργαλείο, είναι απαραίτητο να ορισθεί ένα σύστημα συντεταγμένων ώστε με βάση αυτό το σύστημα να μπορεί το πρόγραμμα να δώσει εντολές στο κοπτικό εργαλείο σχετικά με το σημείο όπου το δοκίμιο πρέπει να δεχτεί κατεργασία για να προκύψει έπειτα από αυτήν, το τελικό κομμάτι.

Το σύστημα αυτό συντεταγμένων καθώς και ο άξονας ως προς τον οποίο θα δημιουργηθεί πρέπει να οριστεί ανάλογα με το αρχικό και τελικό σχήμα του δοκιμίου από τον χειριστή του προγράμματος.

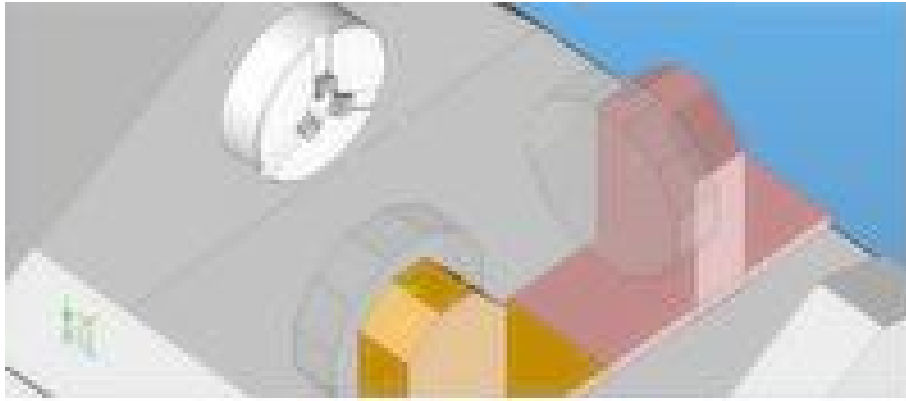
Το πρόγραμμα τρισδιάστατης σχεδίασης και κατεργασίας μηχανικών εξαρτημάτων που χρησιμοποιήθηκε στη συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία είναι το (top solid). Το top solid είναι ένα πρόγραμμα με το οποίο ο χειριστής μπορεί να σχεδιάζει και το τελικό σχήμα του δοκιμίου αλλά και τον τρόπο κατεργασίας του μία ή περισσότερες εργαλειομηχανές.

Το top solid είναι όπως αναφέρθηκε και πιο πριν, ένα πρόγραμμα τρισδιάστατης σχεδίασης το οποίο δημιουργήθηκε από την εταιρεία (Missler software) η οποία είναι η εταιρεία που πρώτη δημιούργησε το (CAM/CAD) software, το λογισμικό δηλαδή με το οποίο μπορεί να πραγματοποιηθεί και η σχεδίαση αλλά και η κατεργασία ξεκινώντας από το μηδέν και φτάνοντας μέχρι και την τρισδιάστατη απεικόνιση του τελικού εξαρτήματος.

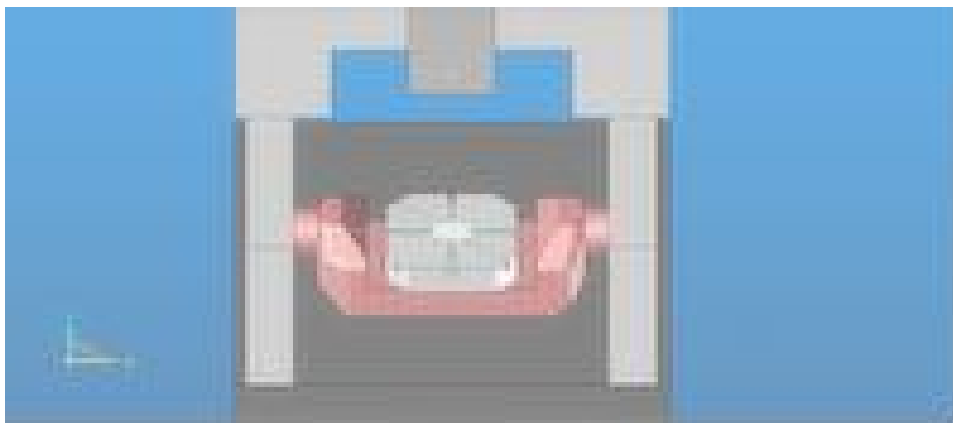
Για να κατασκευαστεί στην πράξη το τελικό εξάρτημα θα πρέπει η τρισδιάστατη αυτή απεικόνιση του να συνδεθεί με το αυτόματο χειριστήριο της αυτόματης εργαλειομηχανής ώστε αυτό να το διαβάσει και να δώσει τις εντολές στην αυτόματη εργαλειομηχανή ώστε αυτή να το κατεργαστεί κατάλληλα και να του δώσει το επιθυμητό σχήμα.



Στην παραπάνω εικόνα απεικονίζεται ο τρόπος επιλογής του συστήματος συντεταγμένων. Για να γίνει κάτι τέτοιο είναι απαραίτητο όπως φαίνεται και στην εικόνα να πάρει η απεικόνιση του δοκιμίου και των σιαγόνων της εργαλειομηχανής που το περιβάλλουν τη μορφή γραμμικού σχεδίου.



Στην παραπάνω εικόνα φαίνονται οι σιαγόνες μιας εργαλειομηχανής τύπου (turning) καθώς και οι δύο εργαλειοφορείς που διαθέτει οι οποίοι κατά την κατεργασία του δοκιμίου ώστε αυτό να δώσει το τελικό εξάρτημα θα φέρουν τα κοπτικά εργαλεία τα οποία θα κατεργαστούν το δοκίμιο. Τέτοιες εργαλειομηχανές μπορούν να κατεργαστούν μόνο δοκίμια κυλινδρικού σχήματος μιας και σε αυτές το δοκίμιο κατά την κατεργασία του περιστρέφεται μαζί με τις σιαγόνες που το συγκρατούν ενώ τα κοπτικά εργαλεία τα οποία το κατεργάζονται είναι σταθερά.



Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται η βάση μιας εργαλειομηχανής τύπου (milling). Σε αυτή τη βάση στερεώνεται το δοκίμιο κατά όλη τη διάρκεια της κατεργασίας του από τη συγκεκριμένη μηχανή. Σε αυτή τη μηχανή το δοκίμιο παραμένει σταθερό ενώ αυτό που περιστρέφεται για να το κατεργαστεί είναι το κοπτικό εργαλείο. Αυτό το είδος των εργαλειομηχανών χρησιμοποιείται για την κατεργασία δοκιμίων οποιασδήποτε μορφής και σχήματος μιας και με τις κατάλληλες μηχανικές διατάξεις, το κοπτικό εργαλείο μπορεί να κατεργάζεται το δοκίμιο σε οποιοδήποτε σημείο πάνω στη βάση και αν αυτό έχει τοποθετηθεί.

Το top solid έχει την δυνατότητα να αναπαραστήσει την όλη διαδικασία κατεργασίας του δοκιμίου από την ανάλογη εργαλειομηχανή μέχρις ότου αυτό να πάρει την τελική του μορφή. Αυτό γίνεται ώστε ο χειριστής του προγράμματος να μπορεί να ελέγξει αν έχει κάνει κάποιο λάθος κατά τον σχεδιασμό της κατεργασίας του δοκιμίου και να έχει την δυνατότητα να το διορθώσει όσο αυτό είναι σε ψηφιακή μορφή. Αυτό έχει μηδενίσει την πιθανότητα να εισαχθούν τα δεδομένα του top solid στο αυτόματο χειριστήριο της εργαλειομηχανής και λόγω λανθασμένου προγραμματισμού από τον χειριστή να συμβεί κάποιο ατύχημα κατά τη διάρκεια της κατεργασίας του δοκιμίου από την εργαλειομηχανή το οποίο θα είχε καταστροφικές συνέπειες.



Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται ένα δοκίμιο κατά τη διάρκεια της κατεργασίας του με τη χρήση μιας εργαλειομηχανής τύπου (milling).

Η χρήση του top solid ή κάποιου παρόμοιου προγράμματος και η χρήση αυτόματων εργαλειομηχανών είναι η εξέλιξη στη βιομηχανία της κατεργασίας και δημιουργίας μηχανικών εξαρτημάτων.

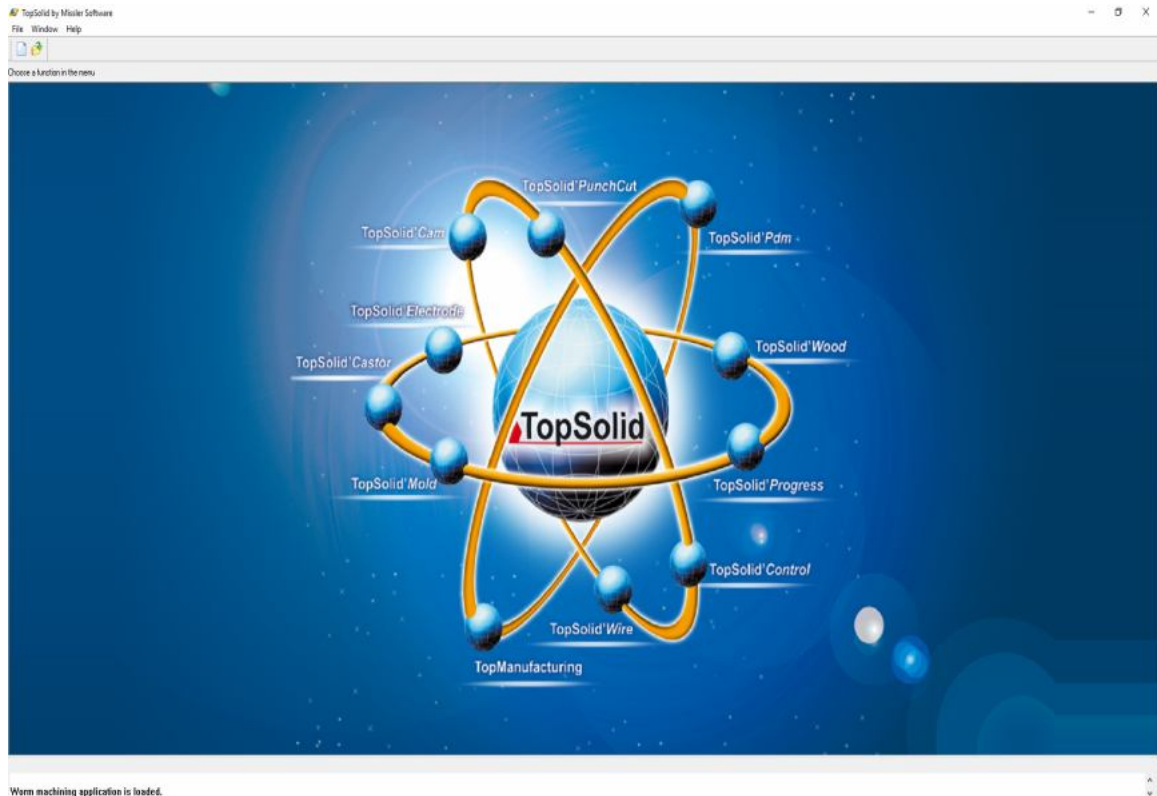
Οι εργαλειομηχανές με ψηφιακή καθοδήγηση είναι αυτές που με τη χρήση προγραμμάτων ψηφιακής καθοδήγησης τα οποία αφού συνταχθούν σε κάποιον υπολογιστή εισάγονται στη μονάδα ελέγχου τους, παίρνουν τις οδηγίες που χρειάζονται ώστε να κατεργαστούν το δοκίμιο και να του δώσουν το επιθυμητό σχήμα.

Ψηφιακή καθοδήγηση στις εργαλειομηχανές λέγεται ο έλεγχος και η λειτουργία τους μέσω τυποποιημένων κωδικοποιημένων εντολών τις οποίες η μονάδα ελέγχου των εργαλειομηχανών μπορεί να κατανοεί και να μεταφράζει σε αντίστοιχες λειτουργίες.

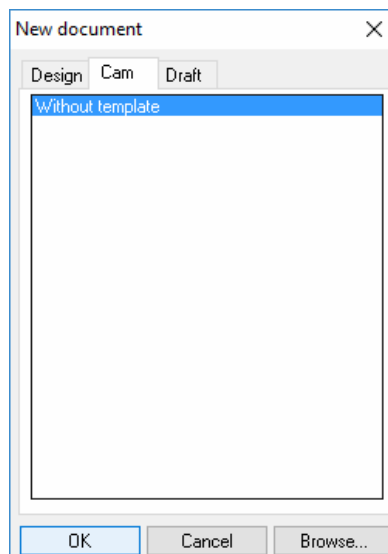
Τα πλεονεκτήματα των εργαλειομηχανών με ψηφιακή καθοδήγηση σε σχέση με τις συμβατικές είναι:

- 1) Μπορούν και κατεργάζονται πιο γρήγορα τα κομμάτια από ότι οι χειροκίνητες.
- 2) Μπορούν να κατεργάζονται τα κομμάτια με πολύ μεγαλύτερη ακρίβεια.
- 3) Χρειάζονται πολύ λιγότερο έλεγχο από τον χειριστή σε σχέση με τις συμβατικές.
- 4) Με τη χρήση τους έχει γίνει πολύ πιο εύκολη η κατεργασία κομματιών με πολύπλοκα περιγράμματα.

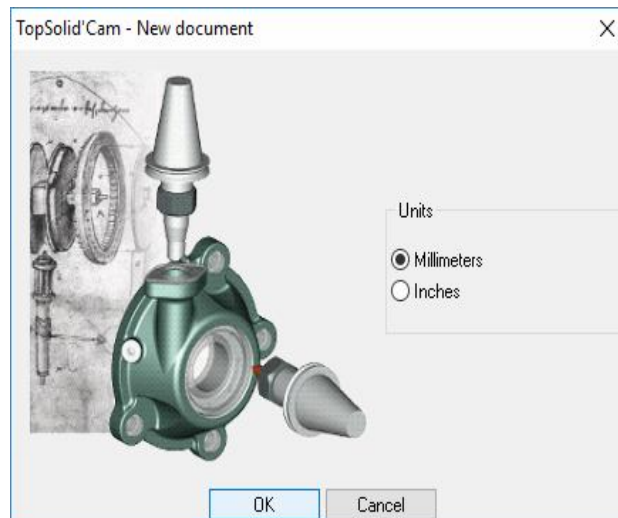
Παρακάτω θα δούμε αναλυτικά την διαδικασία επεξεργασίας εξαρτημάτων φυγοκεντρικού διαχωριστήρα με το πρόγραμμα TopSolid 2005. Ποιο συγκεκριμένα ενός εργαλείου και ενός άξονα σε φρέζα και τόρνο αντίστοιχα.



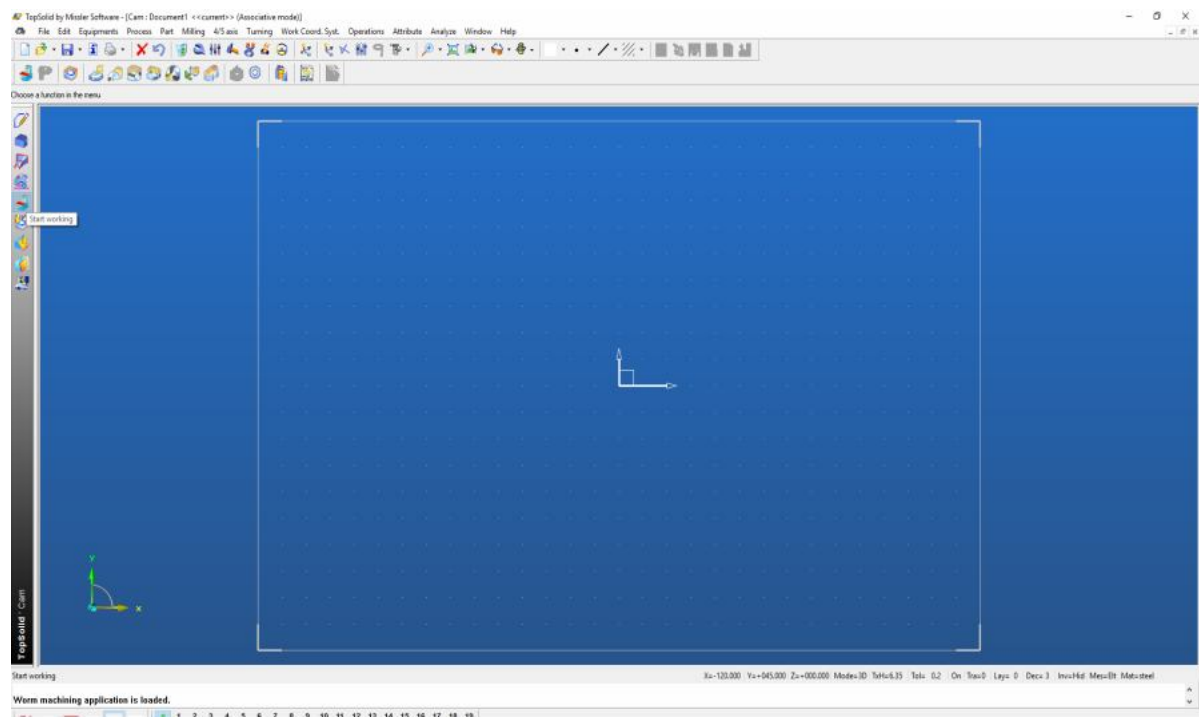
Άνοιγμα TopSolid 2005



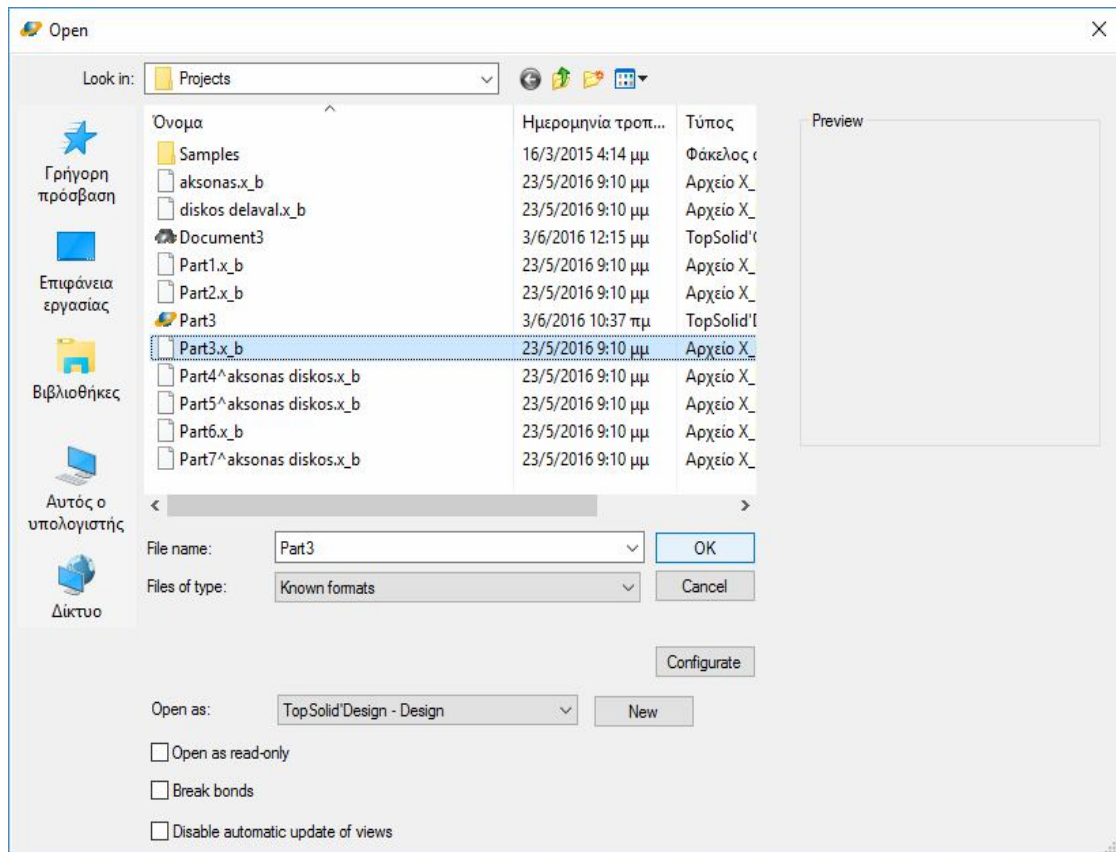
Επιλογή CAM



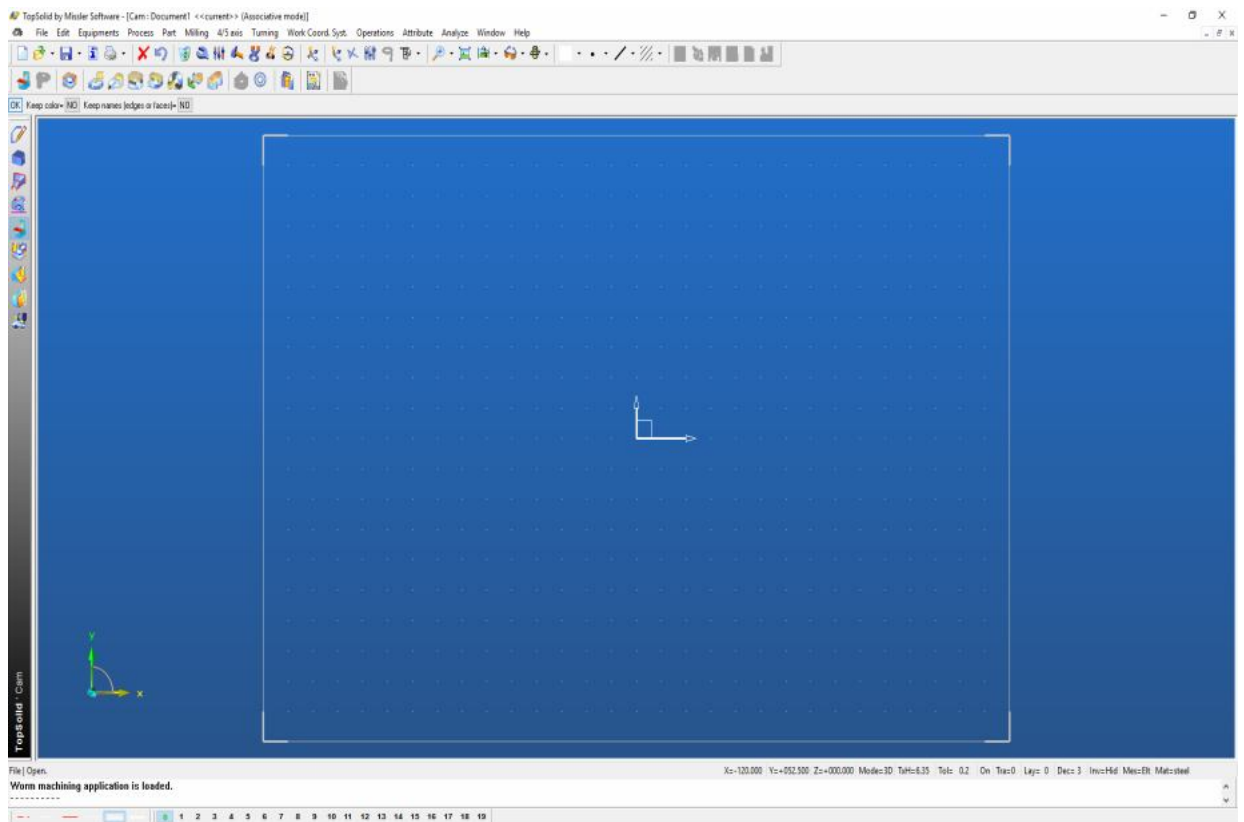
Επιλογή κατεργασίας και μονάδας μέτρησης για το νέο εξάρτημα προς κατεργασία



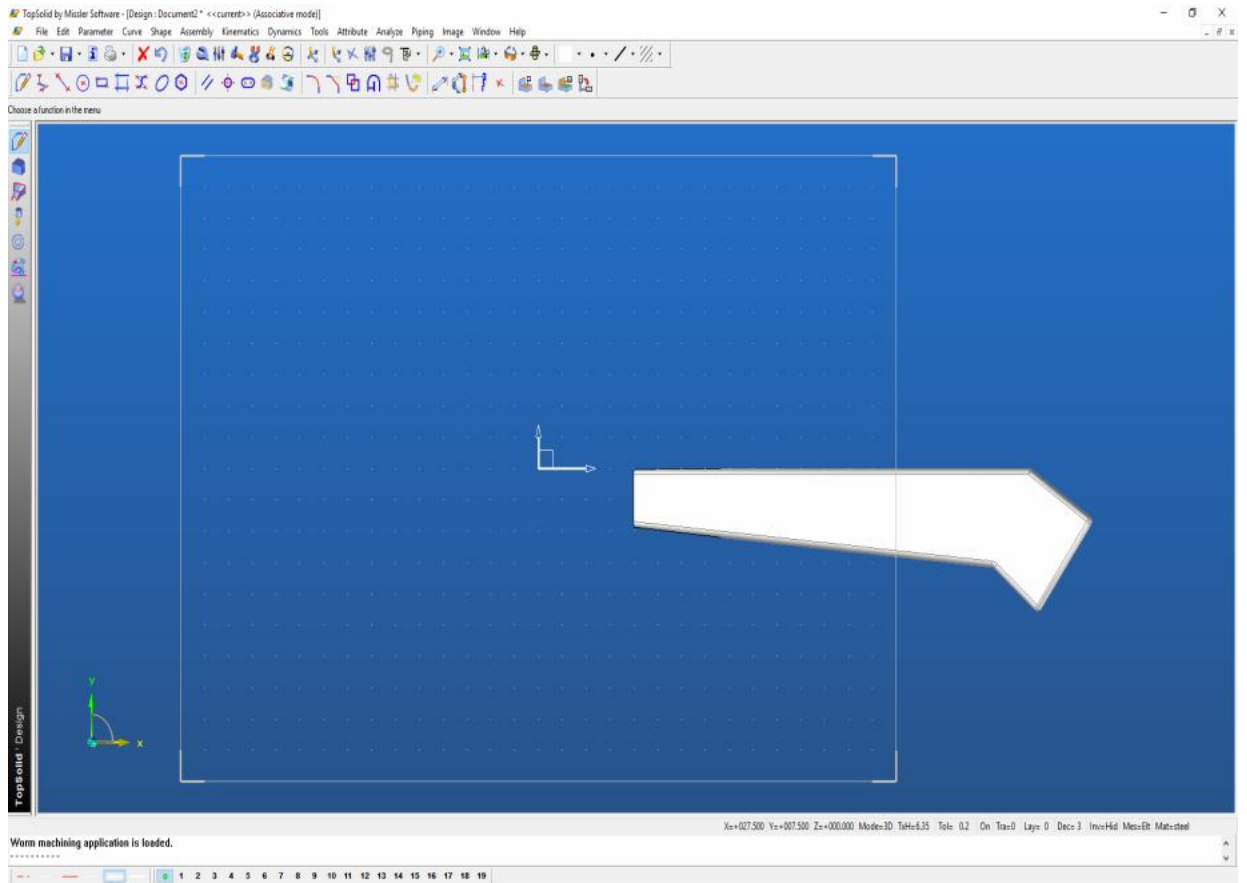
Επιφάνεια εργασίας και επιλογή Start Working για να εμφανιστούν τα εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν



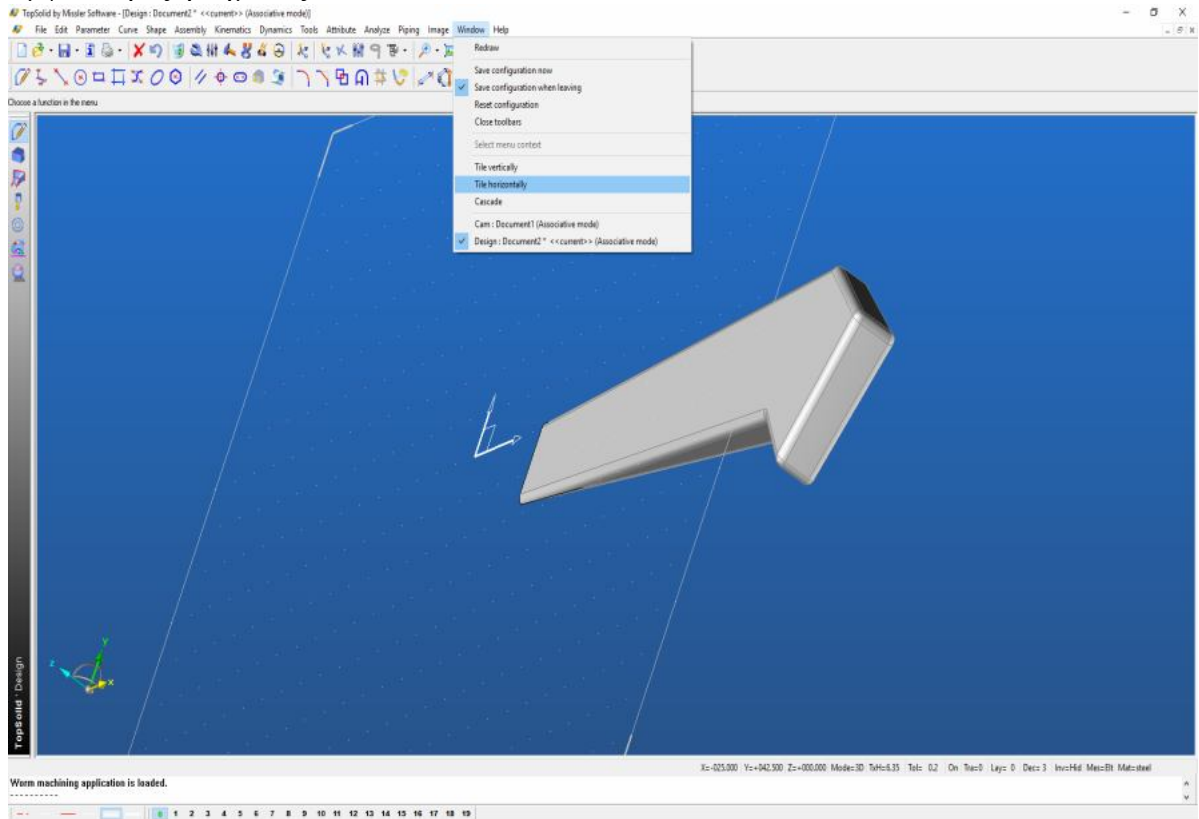
Επιλογή και άνοιγμα εξαρτήματος προς επεξεργασία



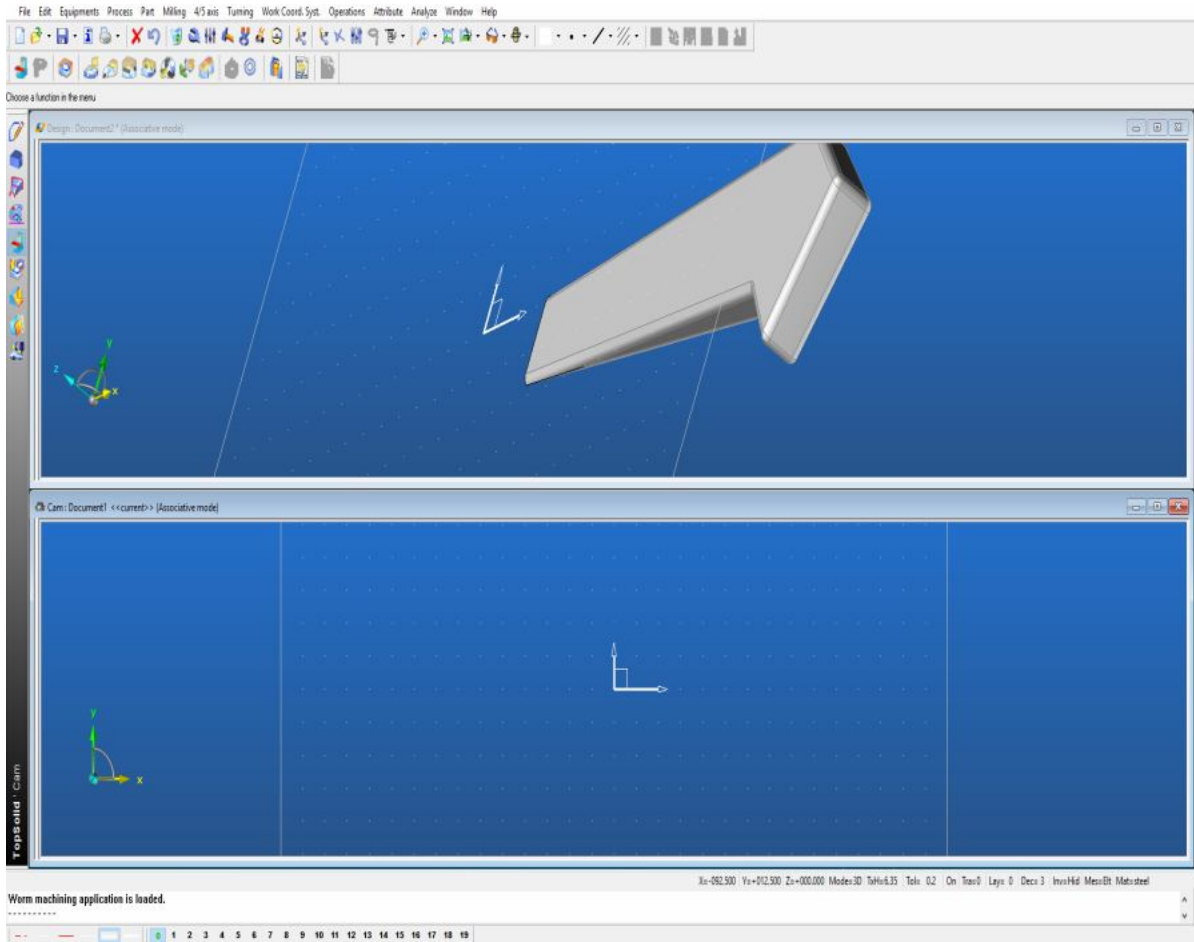
Διαδικασία εμφάνισης εξαρτήματος



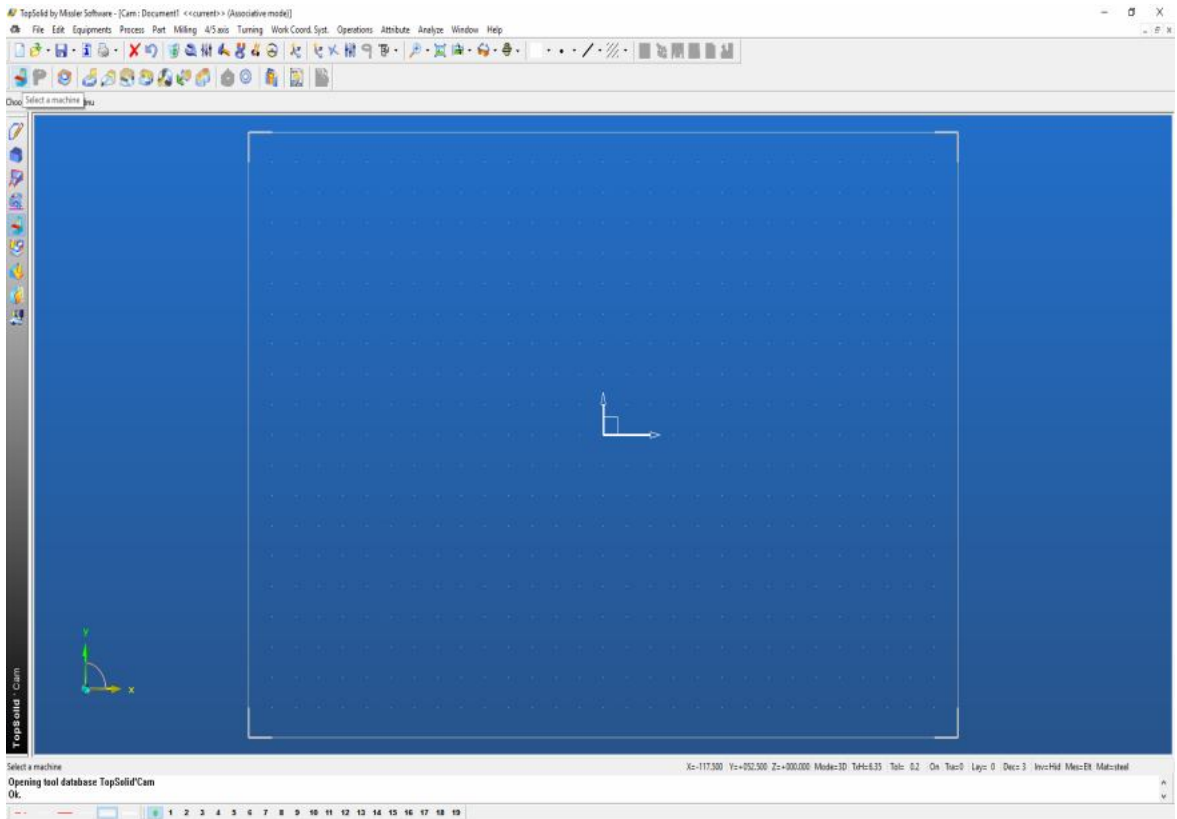
Εμφάνιση εξαρτήματος



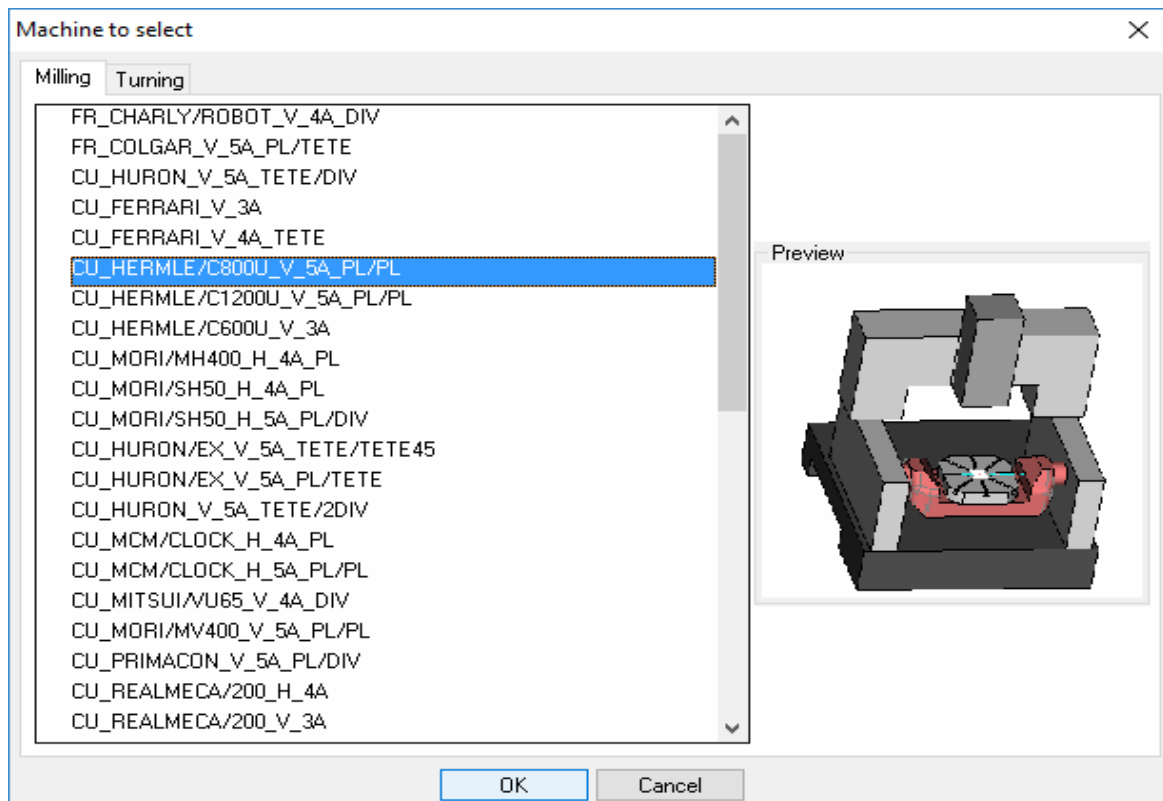
Περιστροφή εξαρτήματος



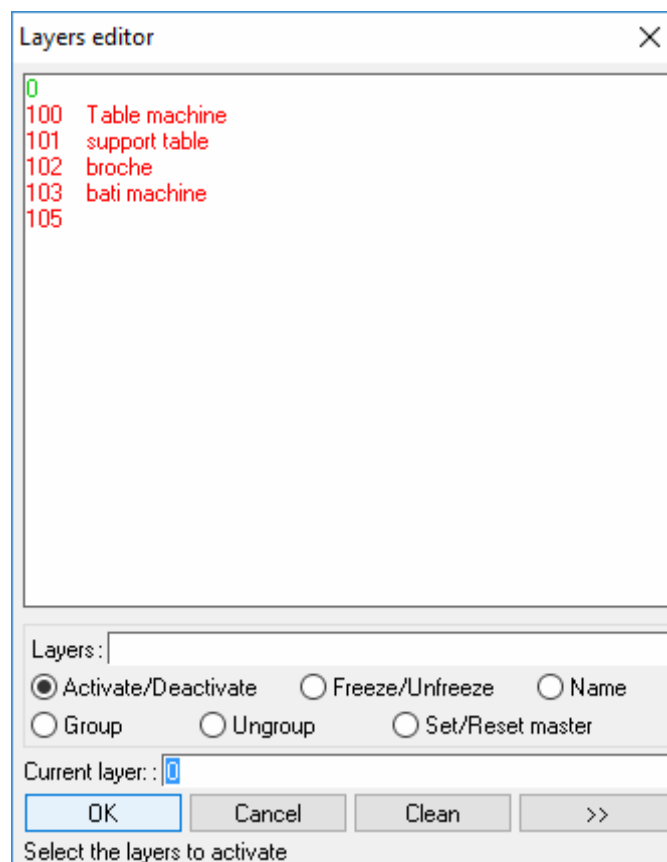
Εξάρτημα και επιφάνεια εργασίας



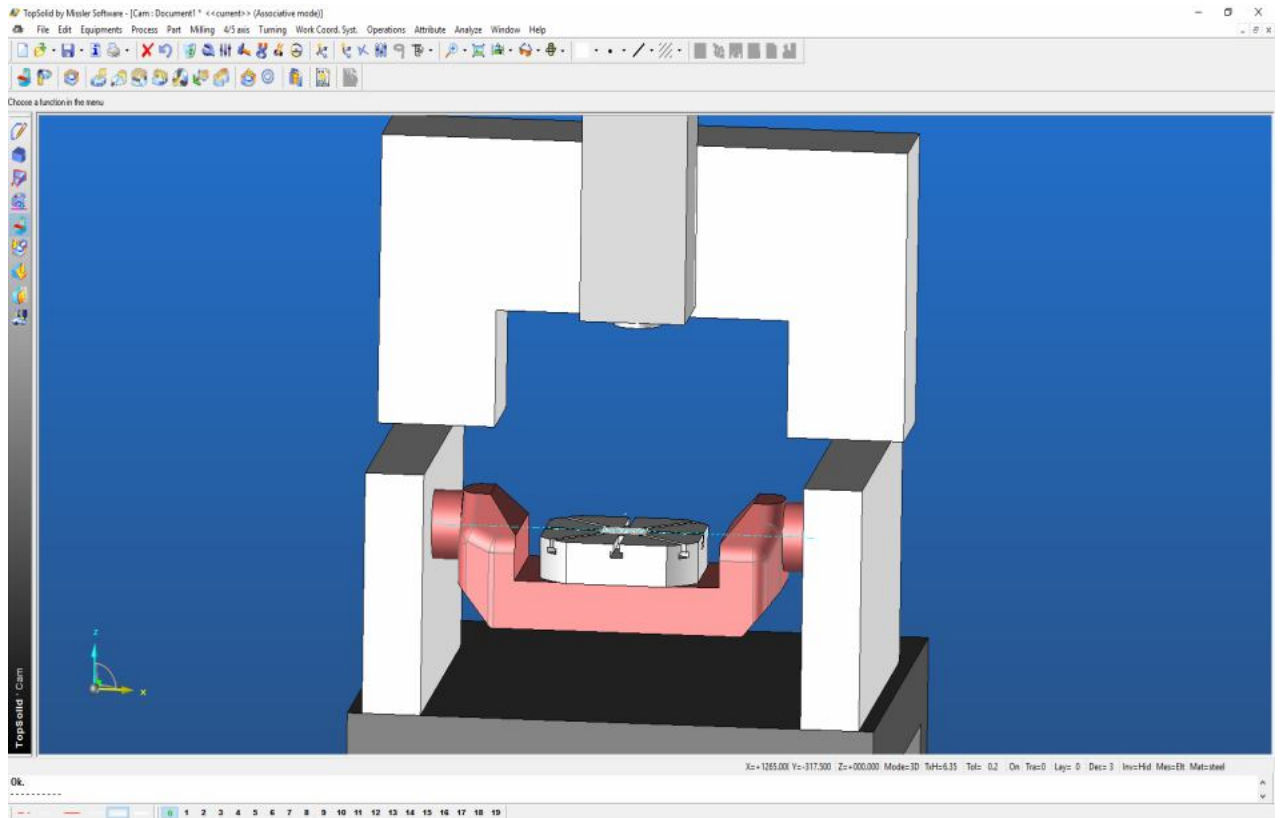
Επιλογή μηχανήματος για την κατεργασία εξαρτήματος



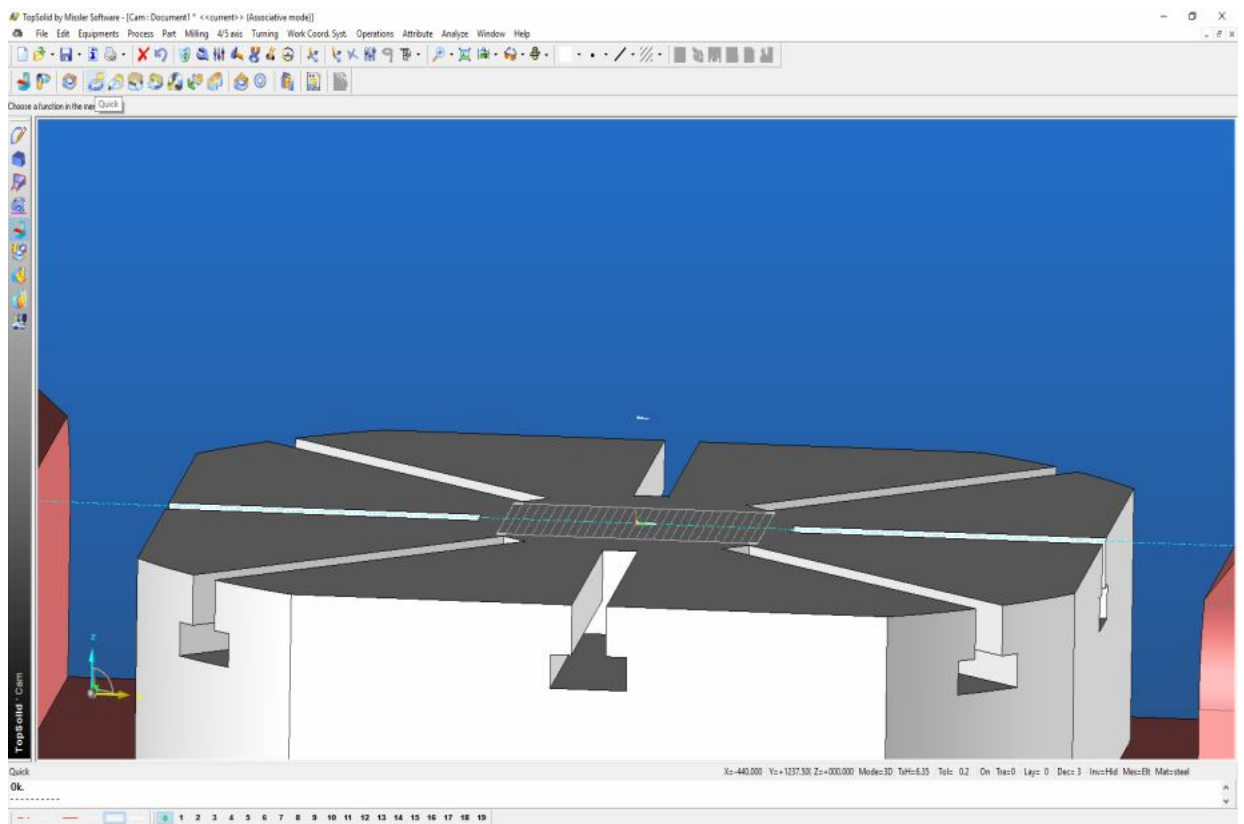
Επιλογή μηχανήματος (Φρέζα)



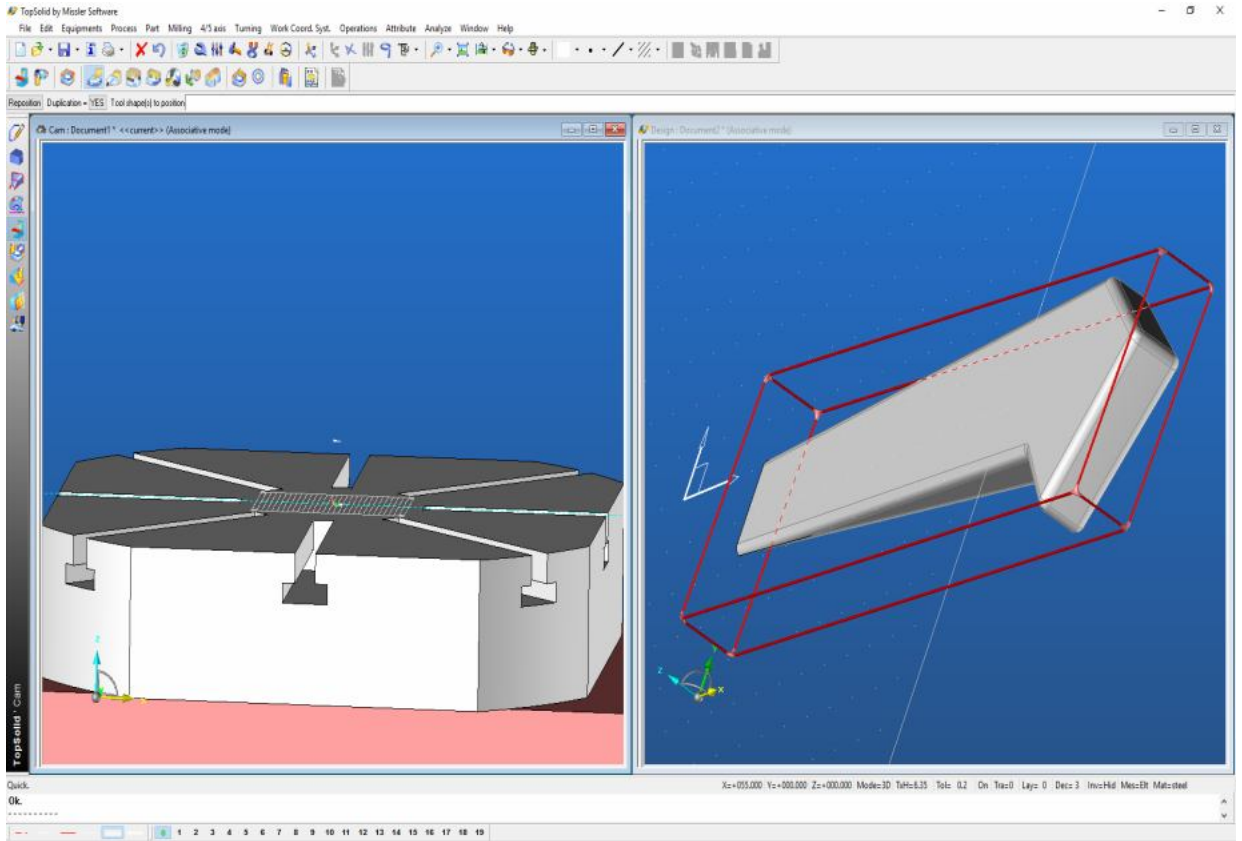
Επιλογή όλων των μερών του μηχανήματος προς εμφάνιση



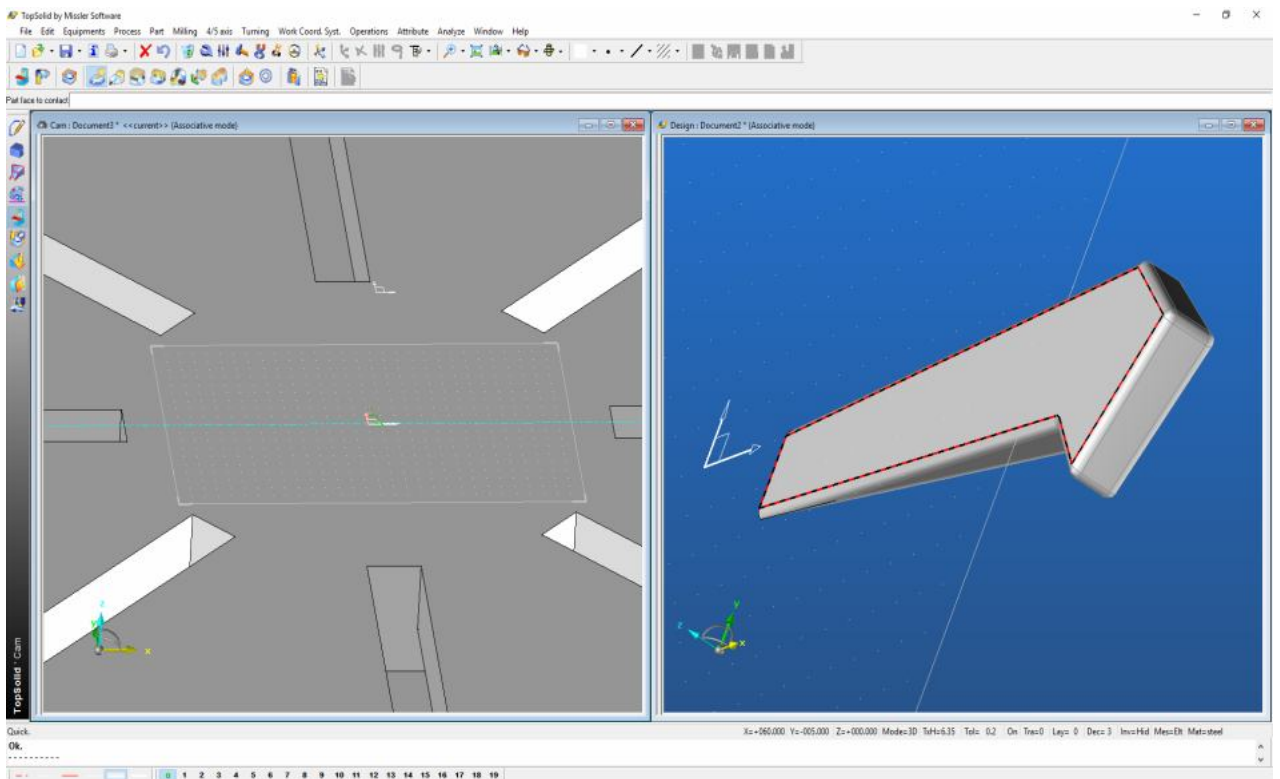
Εμφάνιση μηχανήματος



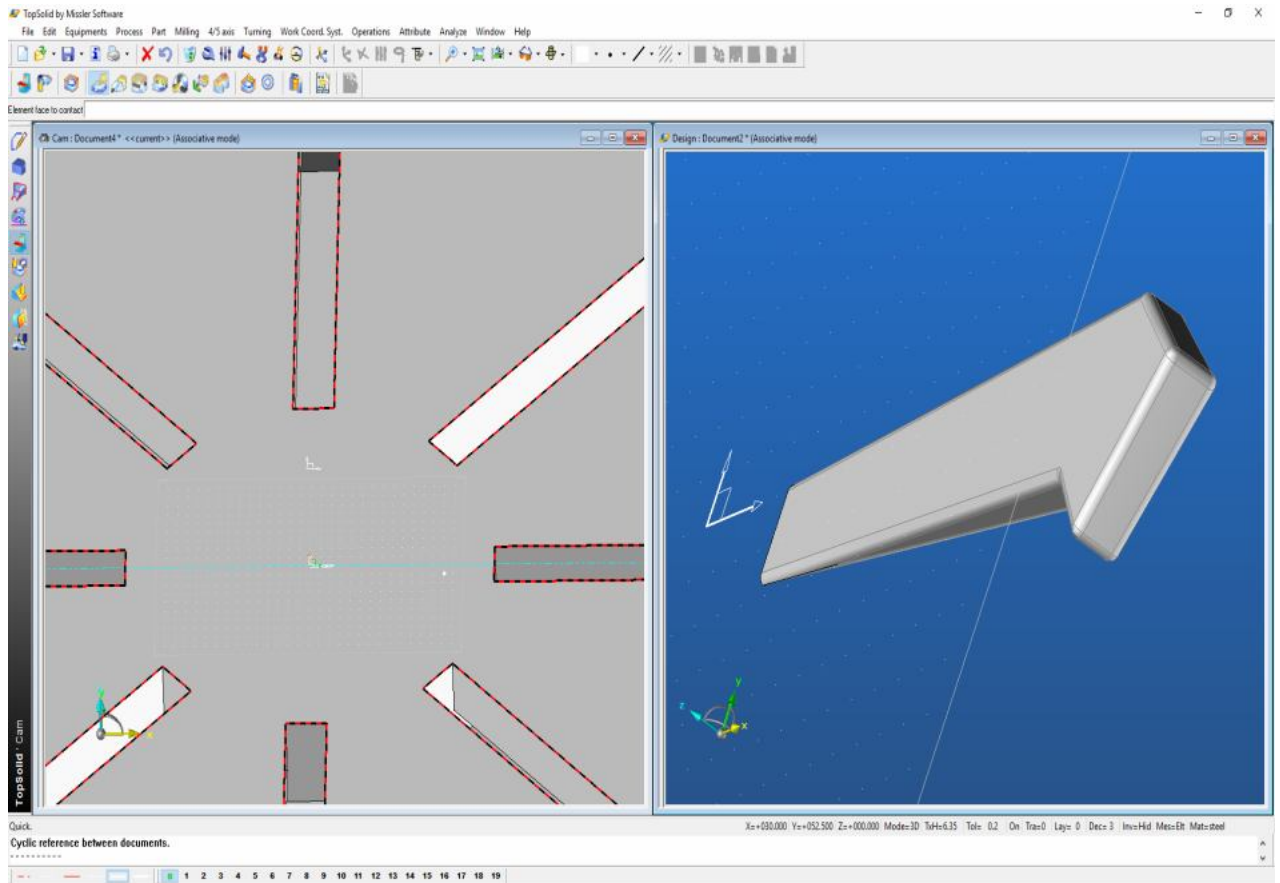
Περιστροφή και εστίαση πάνω στο υποστήριγμα



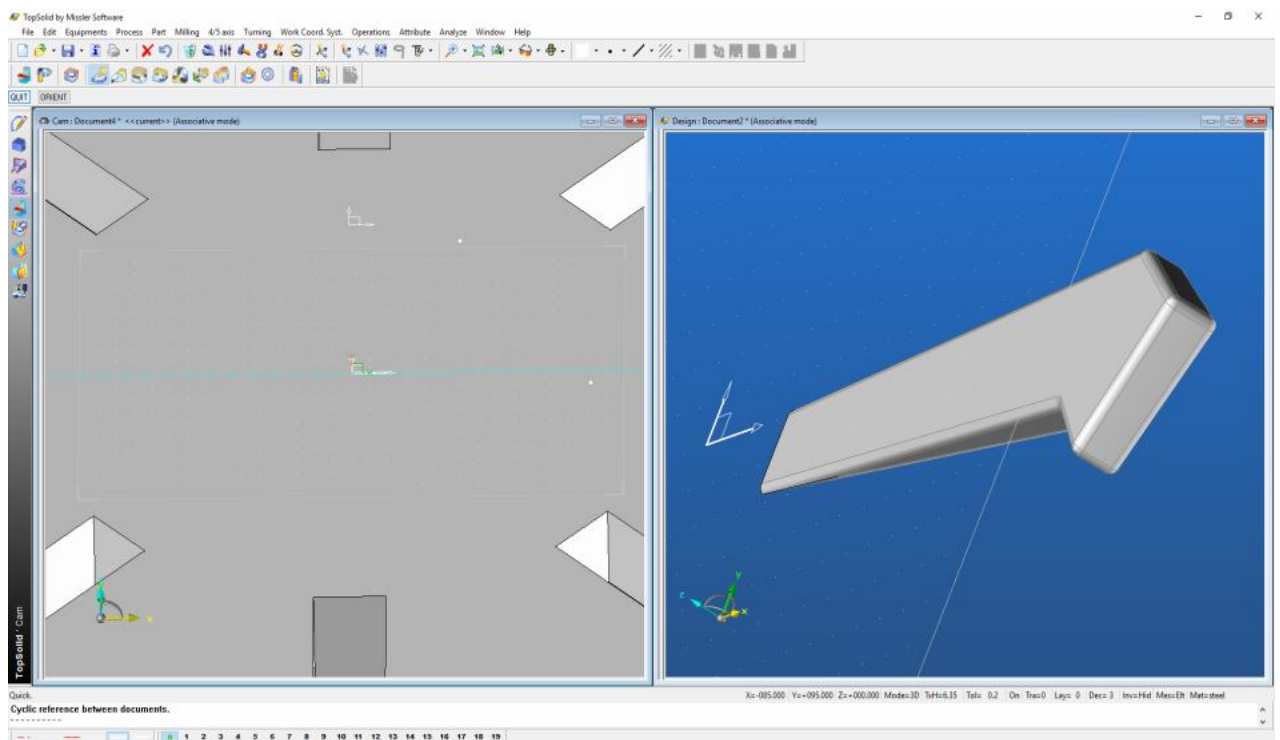
Διαδικασία τοποθέτησης εξαρτήματος πάνω στην τράπεζα



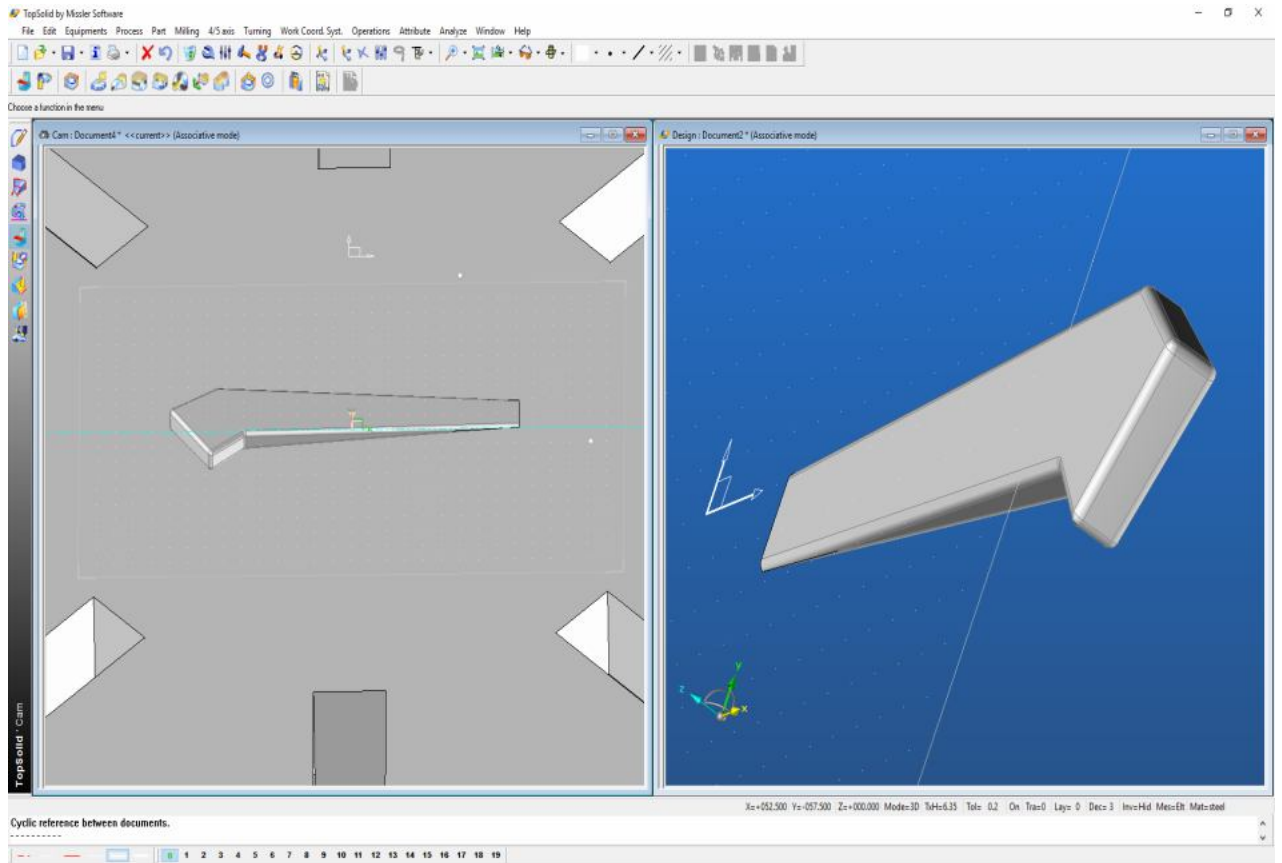
Διαδικασία τοποθέτησης εξαρτήματος πάνω στην τράπεζα



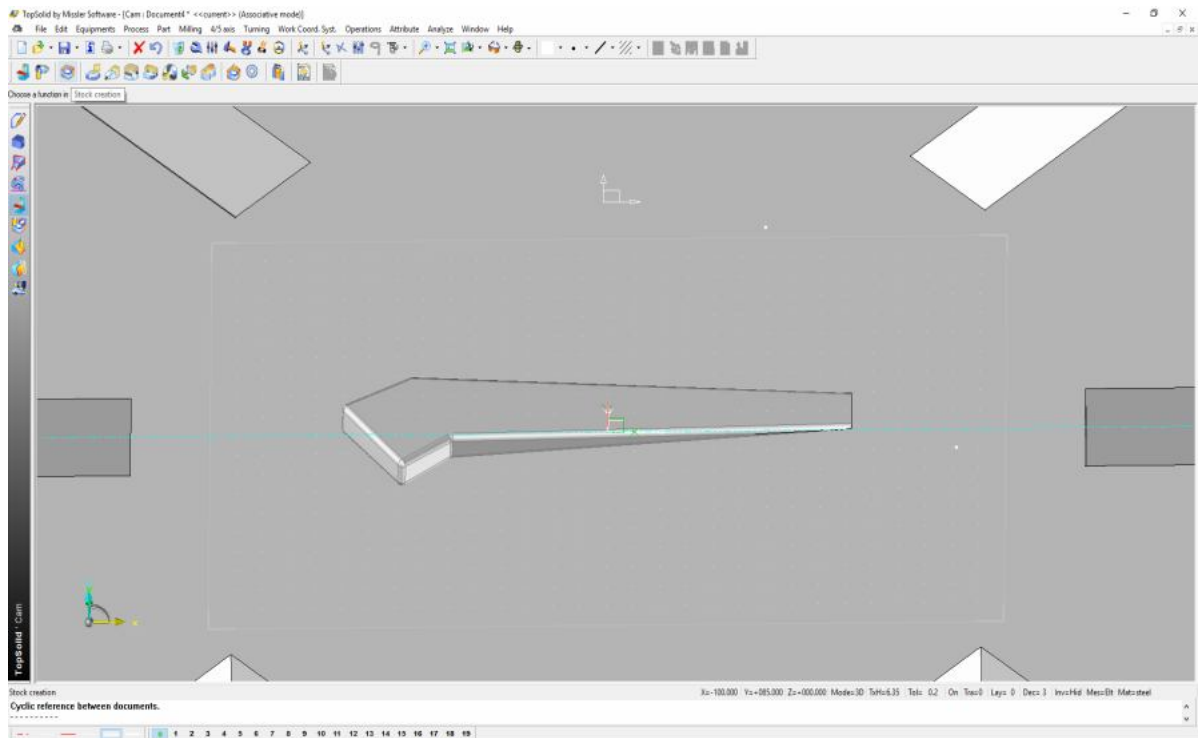
Διαδικασία τοποθέτησης εξαρτήματος πάνω στην τράπεζα



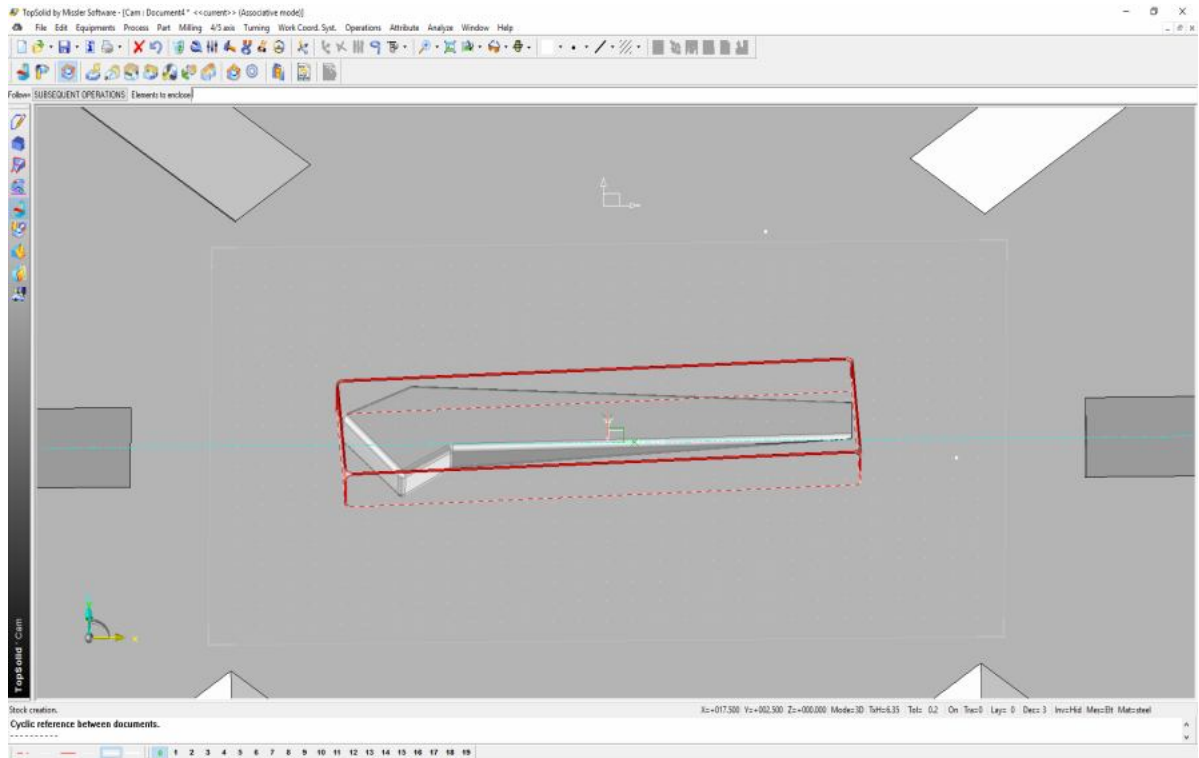
Διαδικασία τοποθέτησης εξαρτήματος πάνω στην τράπεζα



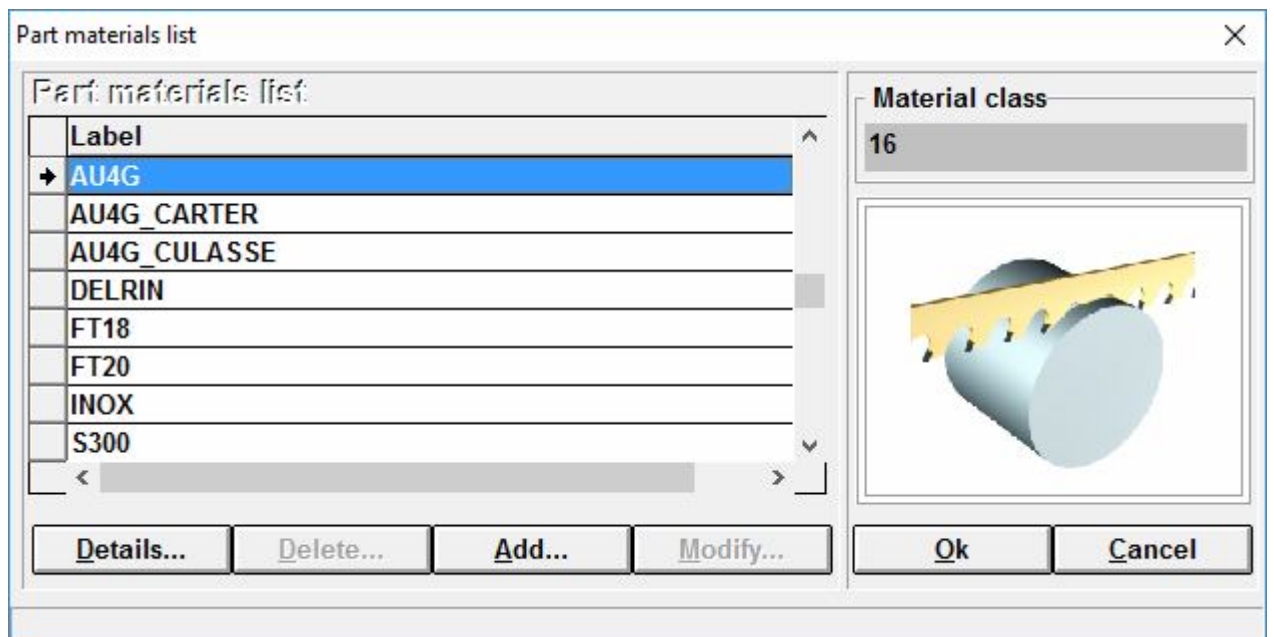
Τελική τοποθέτηση



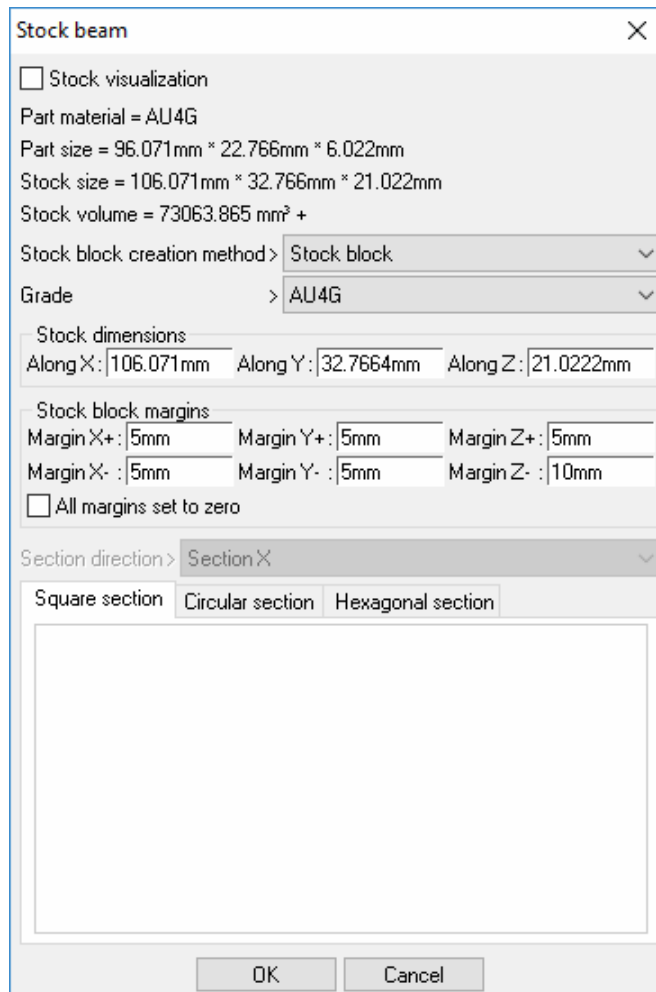
Διαδικασία επιλογής αρχικού κομματιού προς κατεργασία



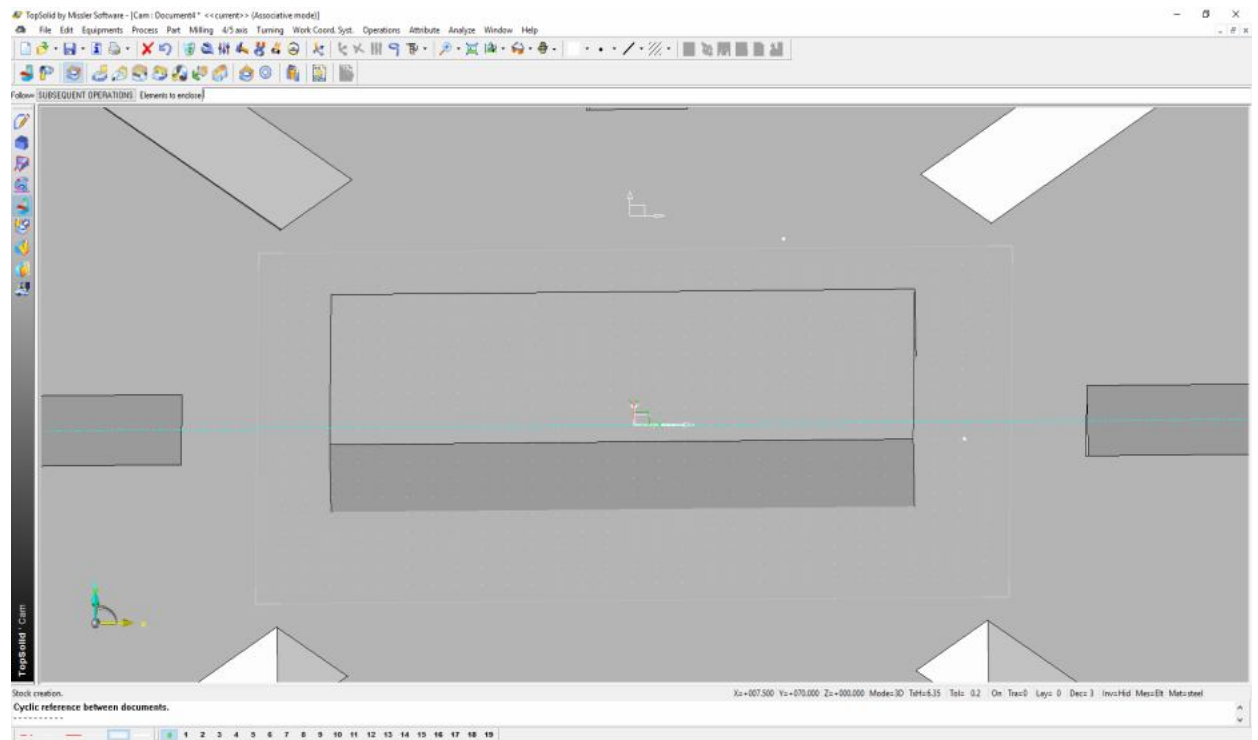
Διαδικασία επιλογής αρχικού κομματιού προς κατεργασία



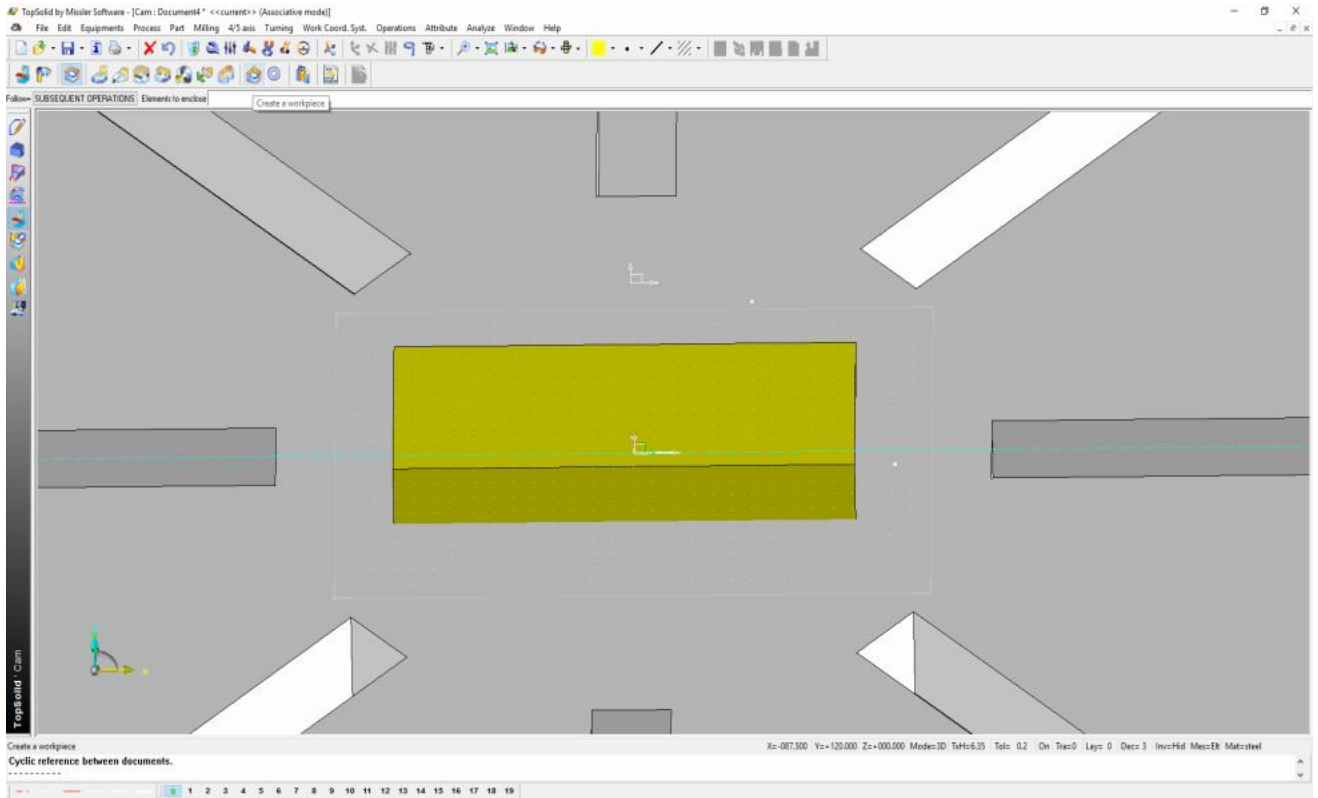
Επιλογή υλικού για το αρχικό κομματιού προς κατεργασία



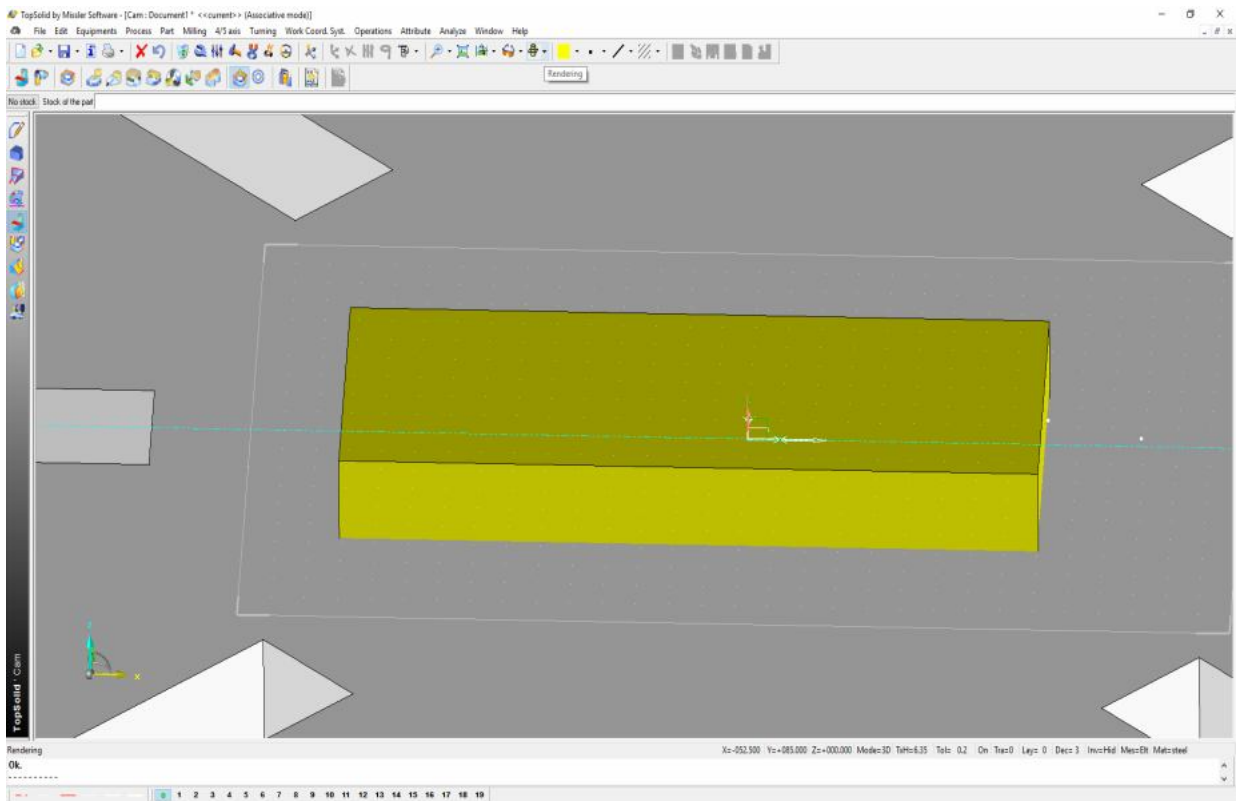
Επιλογή διαστάσεων και άλλων χαρακτηριστικών αρχικού κομματιού



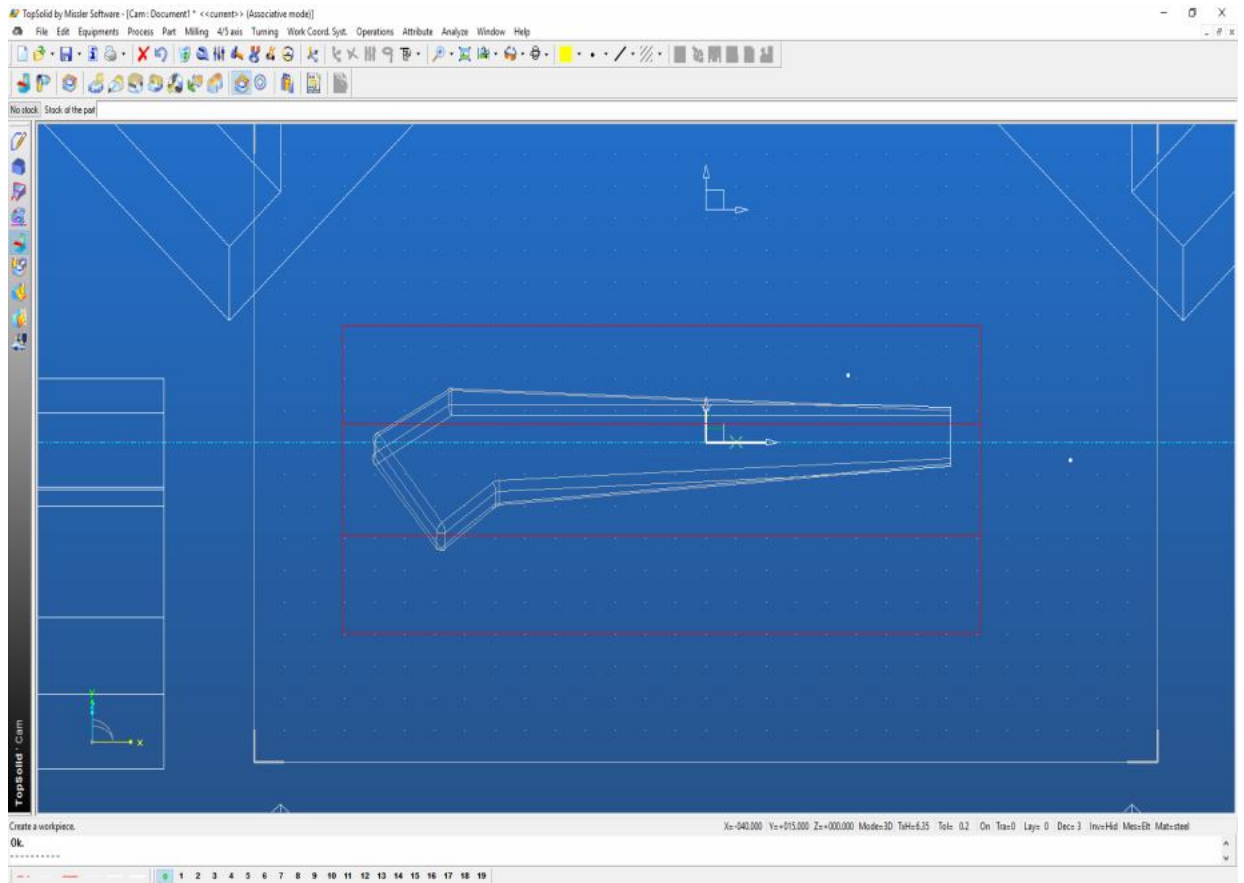
Εμφάνιση αρχικού κομματιού (Stock part)



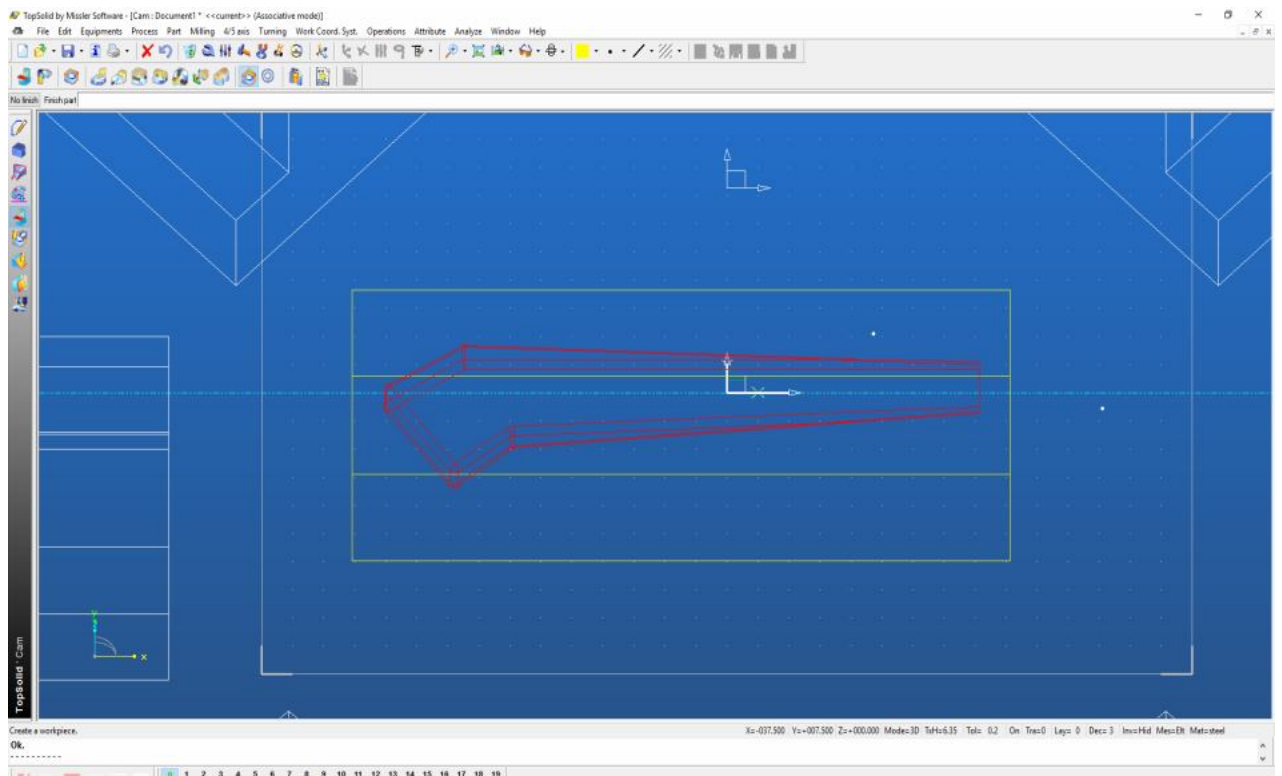
Αλλαγή χρώματος αρχικού κομματιού



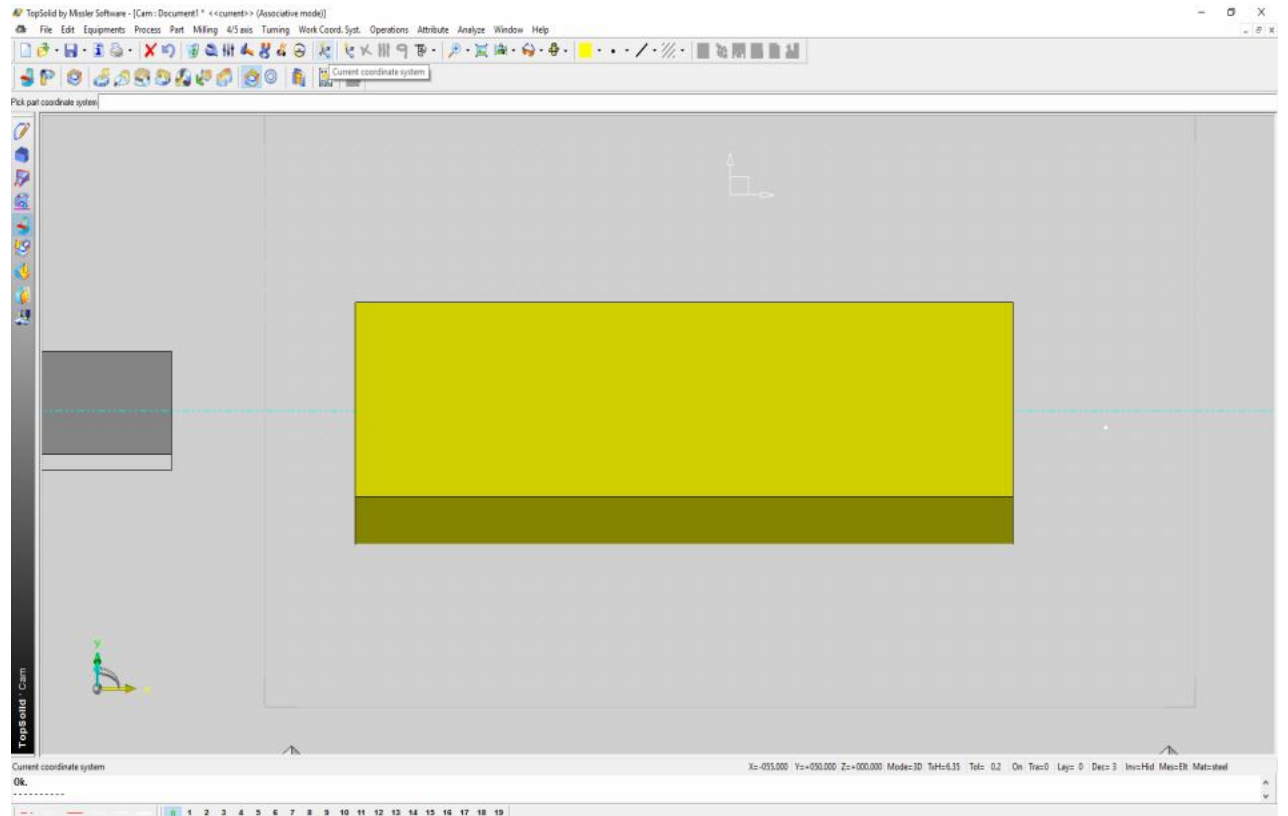
Διαδικασία ορισμού μηδενικού σημείου κοπής



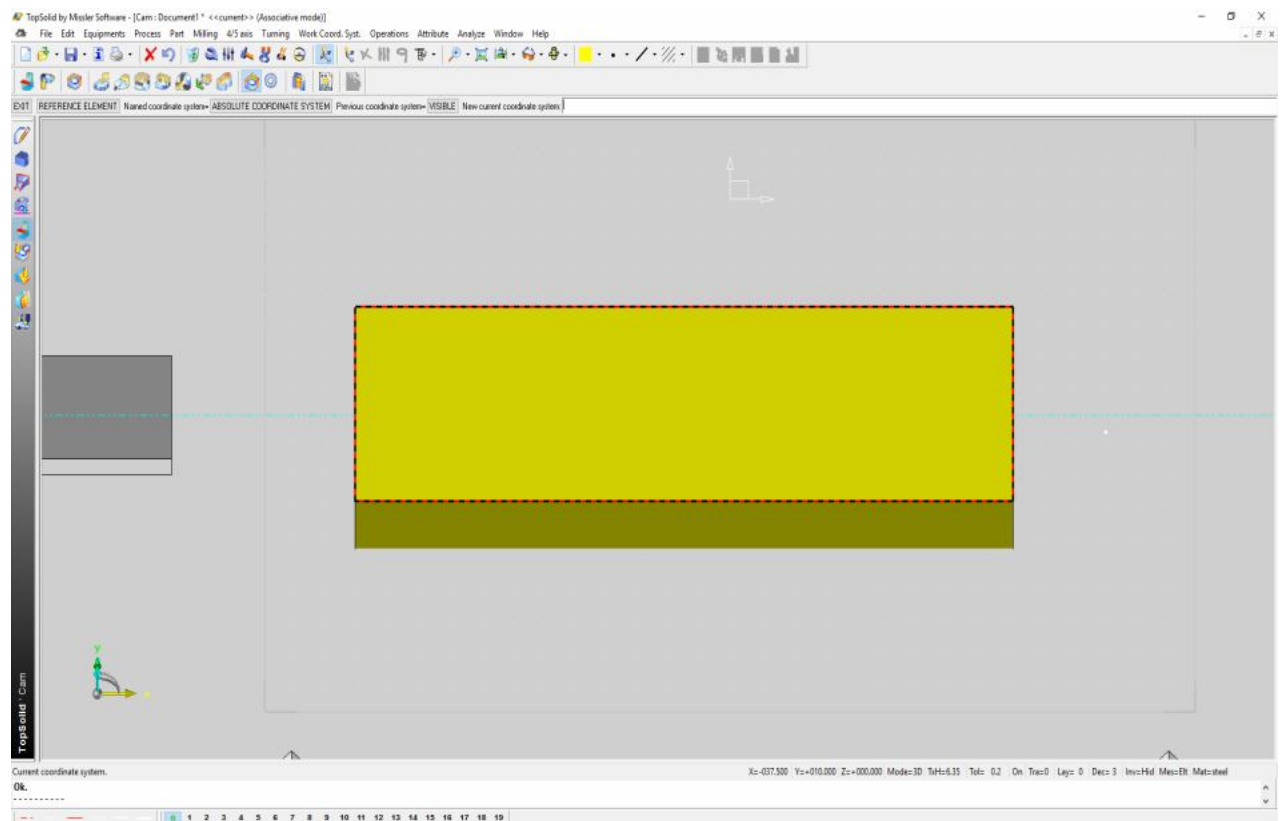
Διαδικασία ορισμού μηδενικού σημείου κοπής



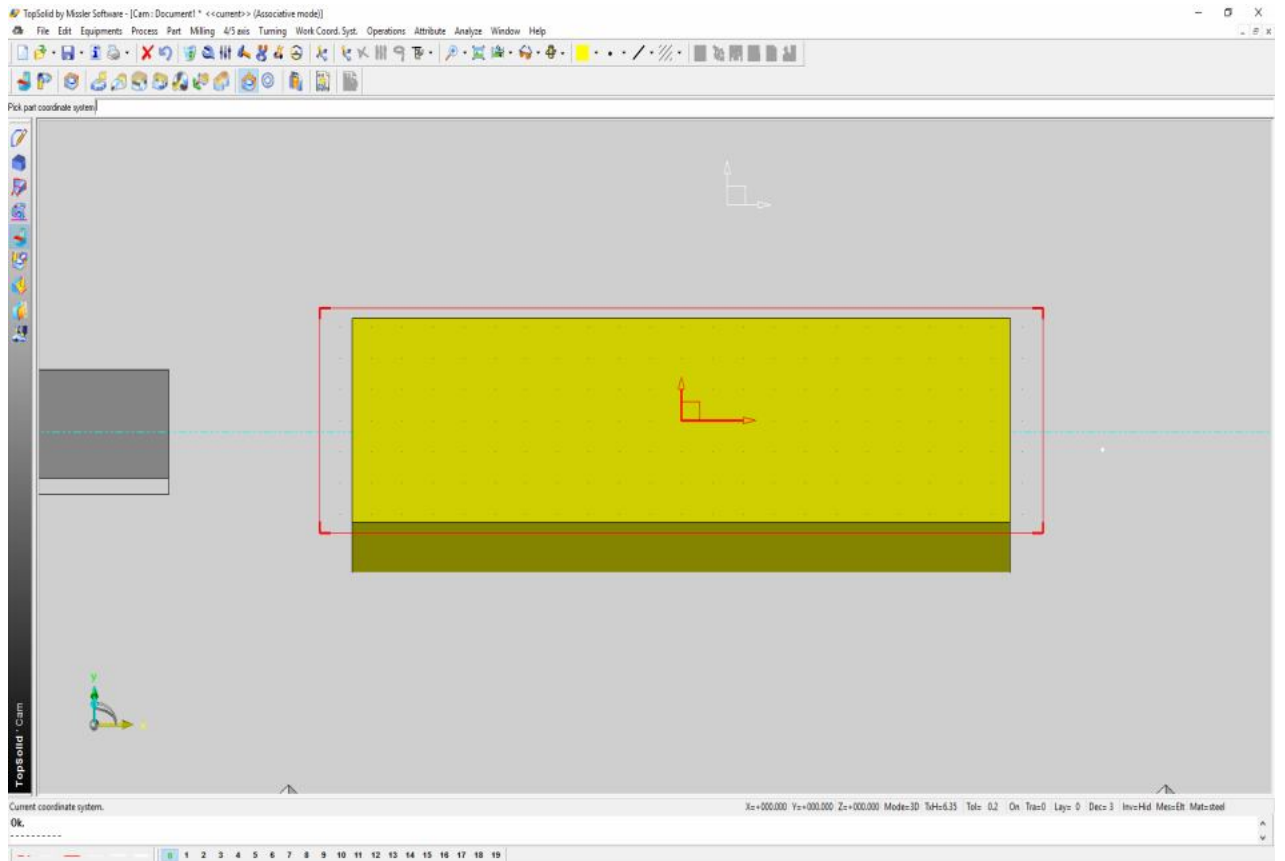
Διαδικασία ορισμού μηδενικού σημείου κοπής



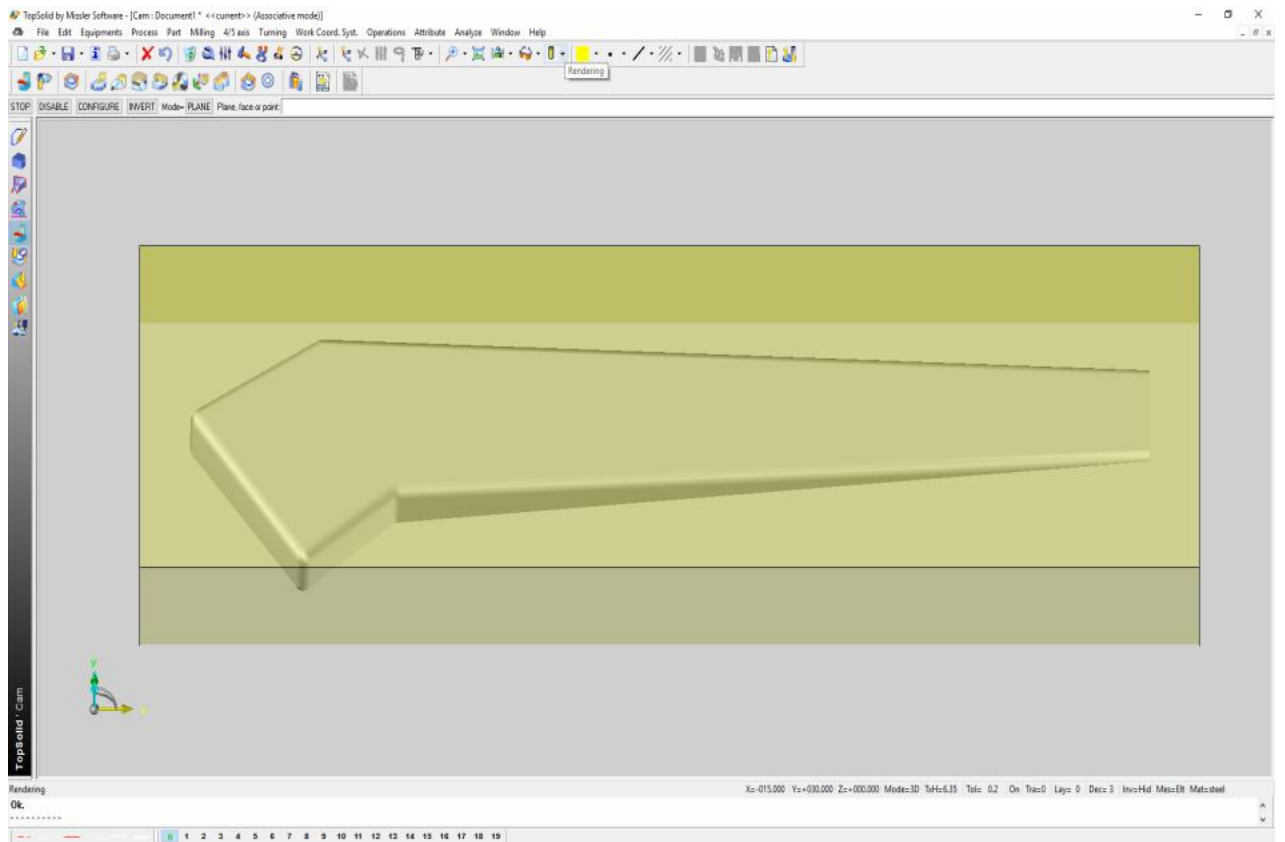
Διαδικασία ορισμού μηδενικού σημείου κοπής



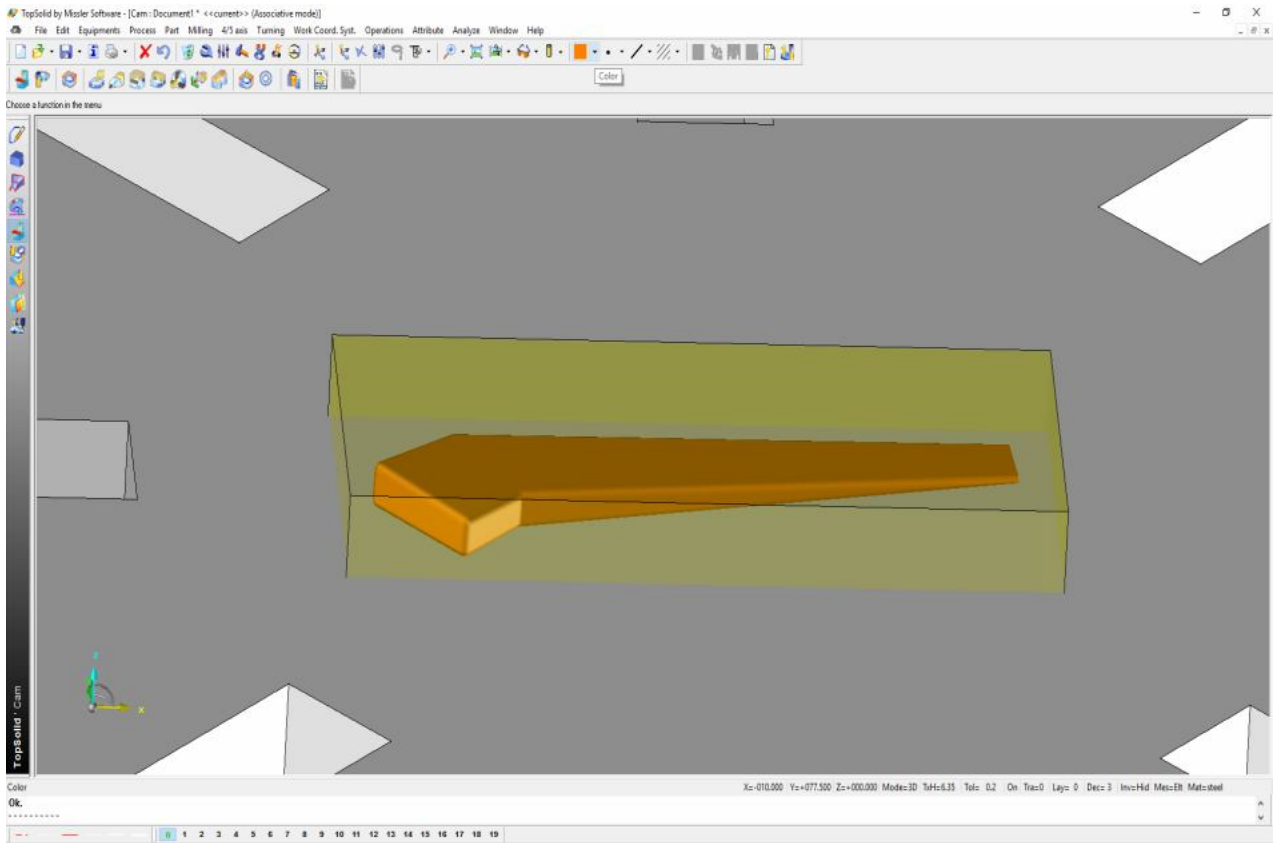
Διαδικασία ορισμού μηδενικού σημείου κοπής



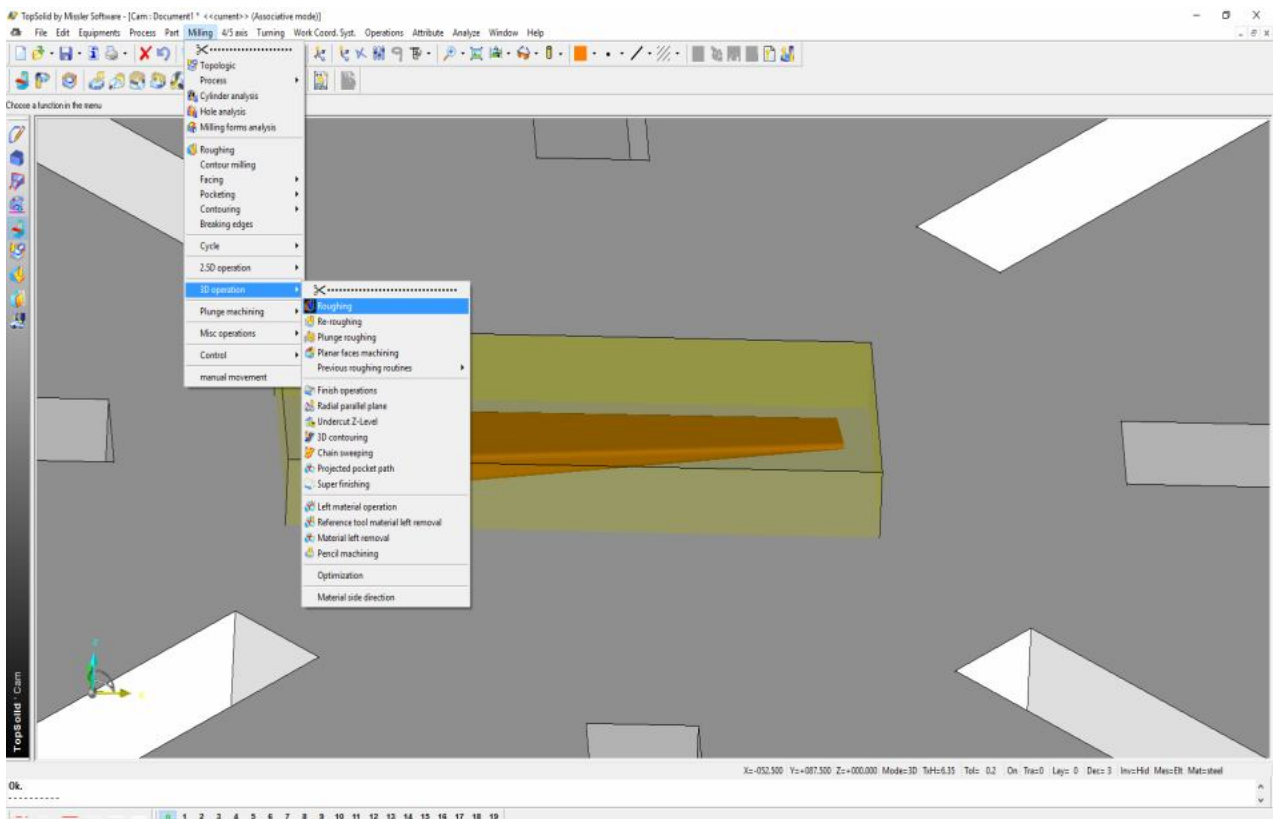
Διαδικασία ορισμού μηδενικού σημείου κοπής



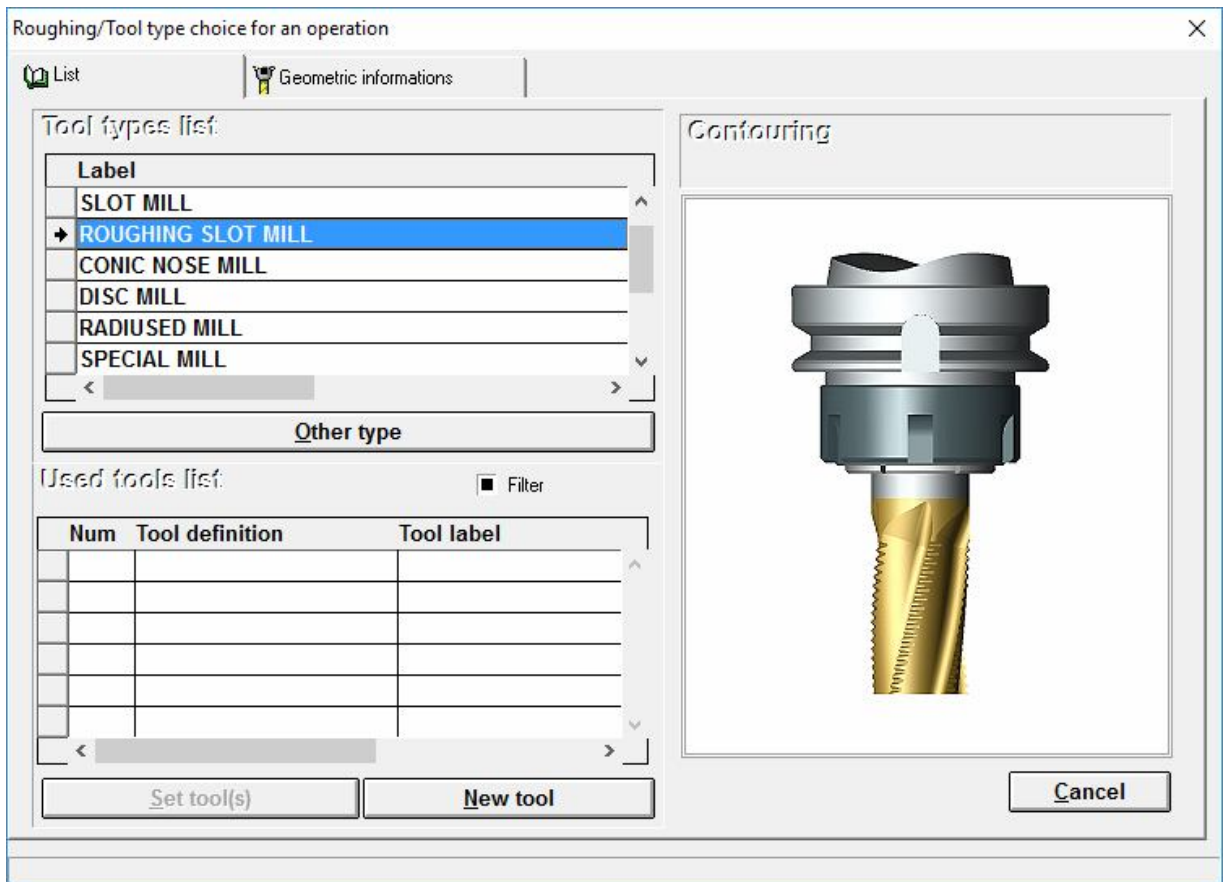
Εμφάνιση αρχικού ακατέργαστου και τελικού εξαρτήματος μαζί



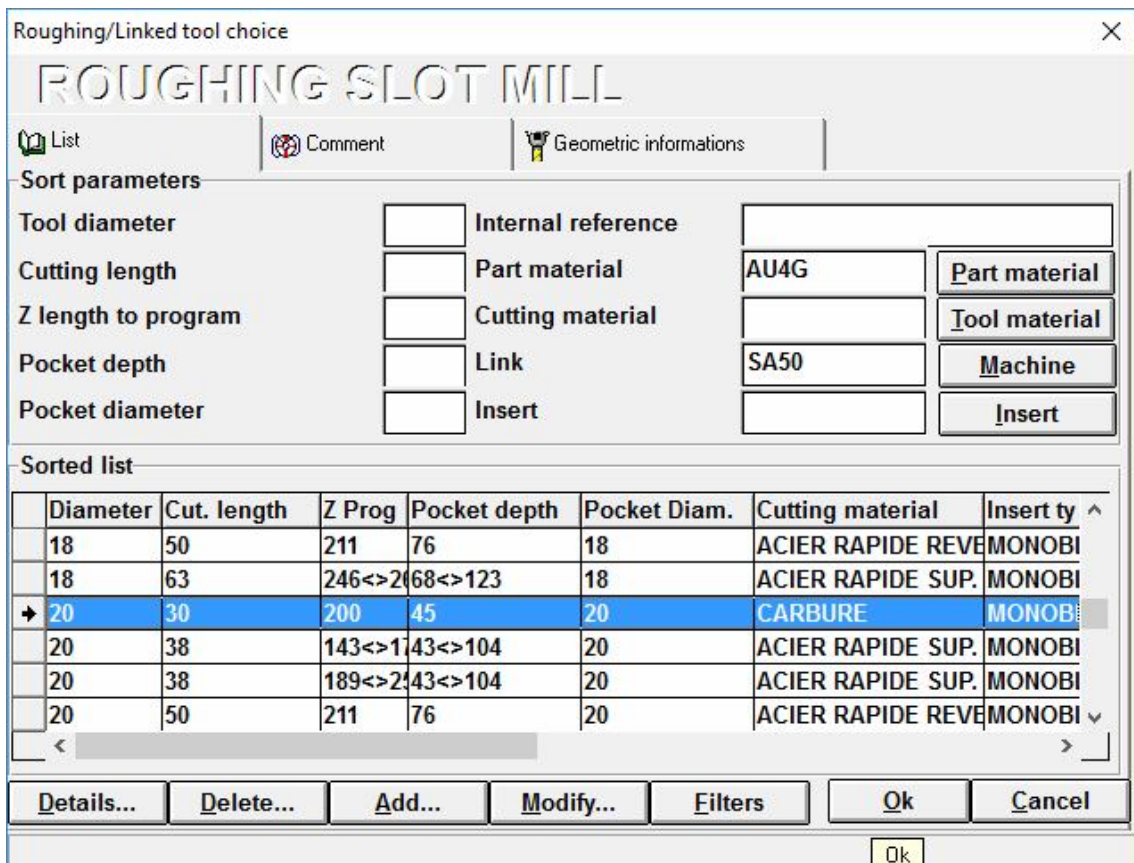
Χρωματισμός τελικού εξαρτήματος



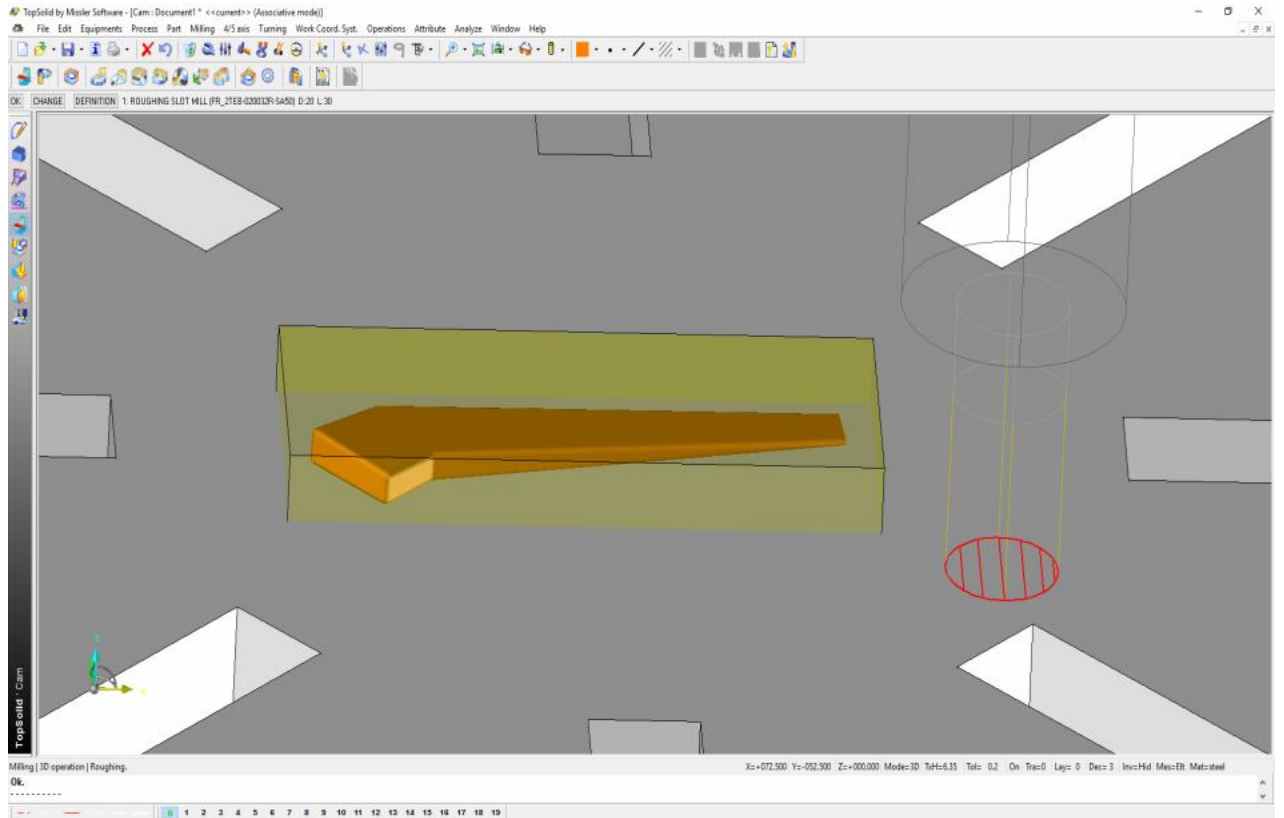
Επιλογή αρχικής κατεργασίας



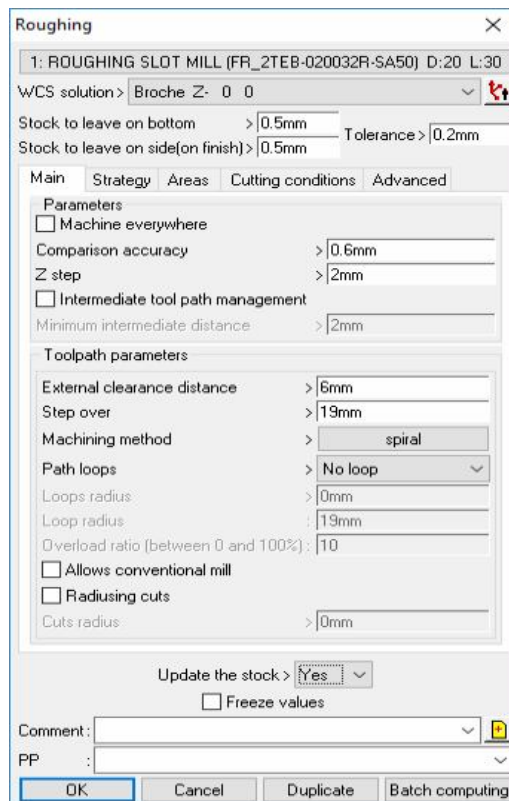
Επιλογή εργαλείου κοπής



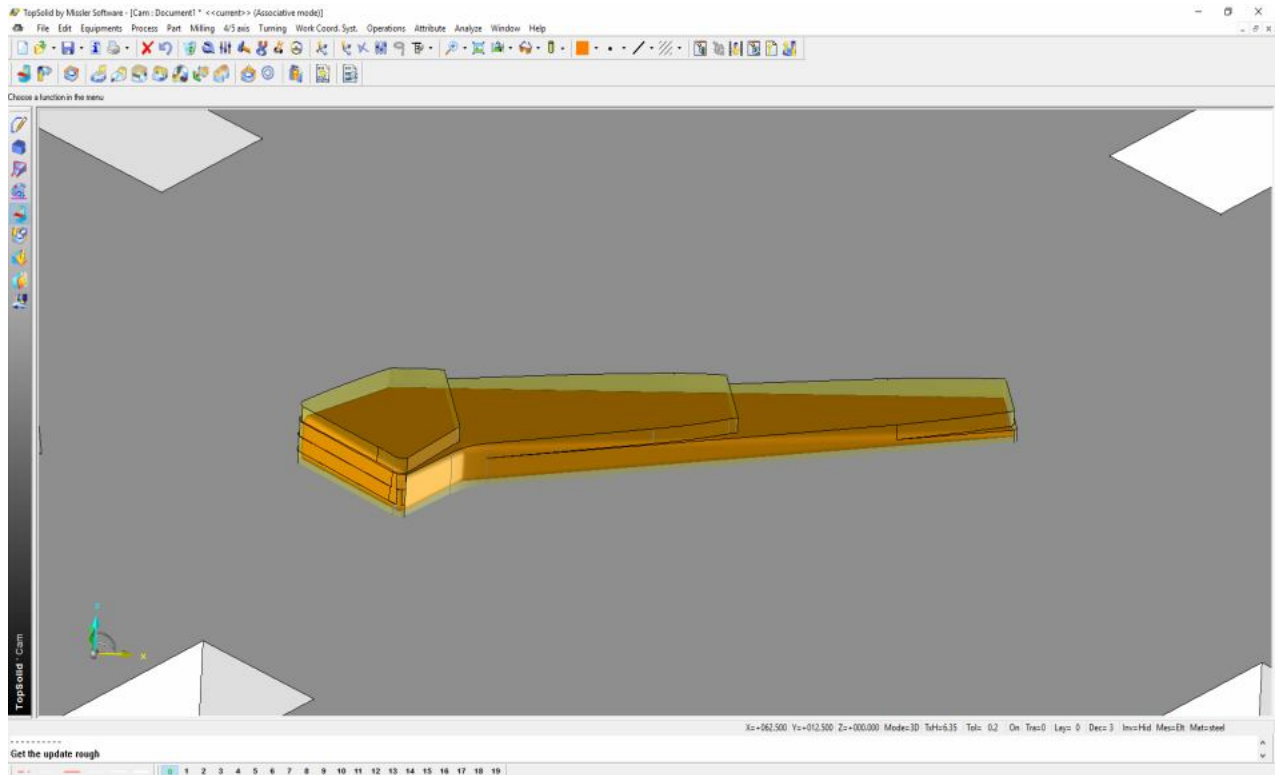
Επιλογή διαστάσεων εργαλείου



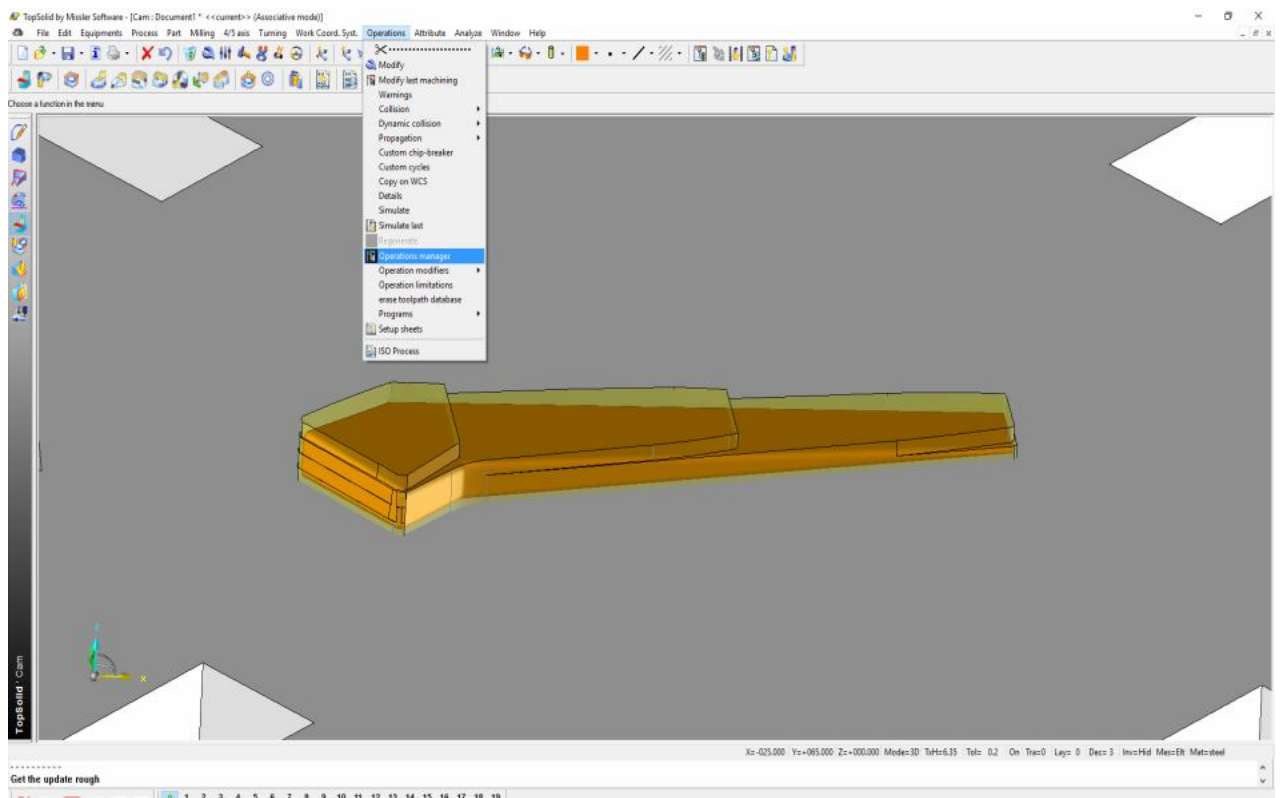
Εμφάνιση εργαλείου και ορισμός φοράς κοπής



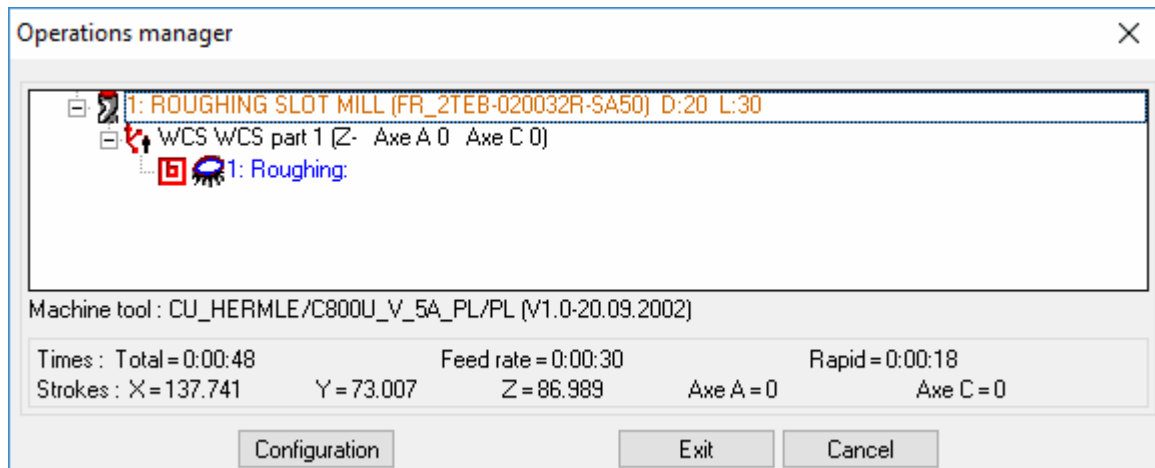
Επιλογή παραμέτρων κοπής



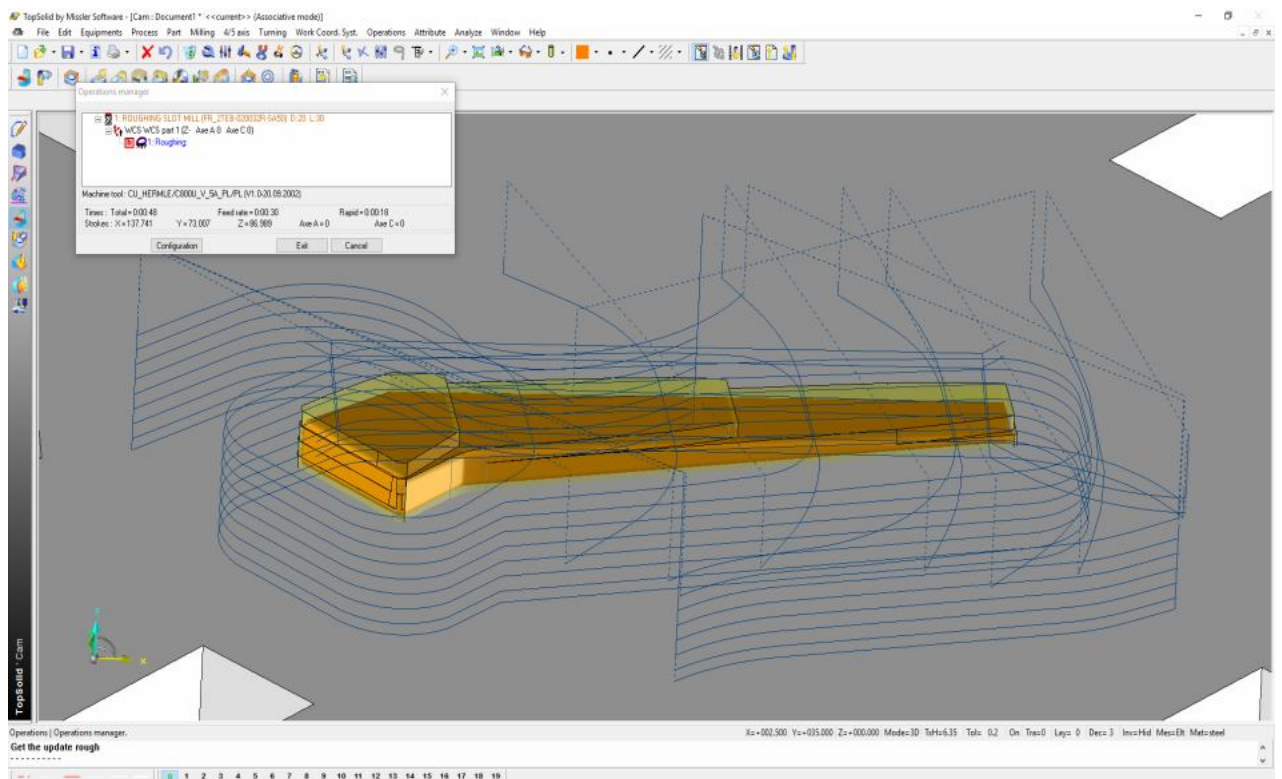
Εμφάνιση τελικού και αρχικού κομματιού μετά την πρώτη κατεργασία



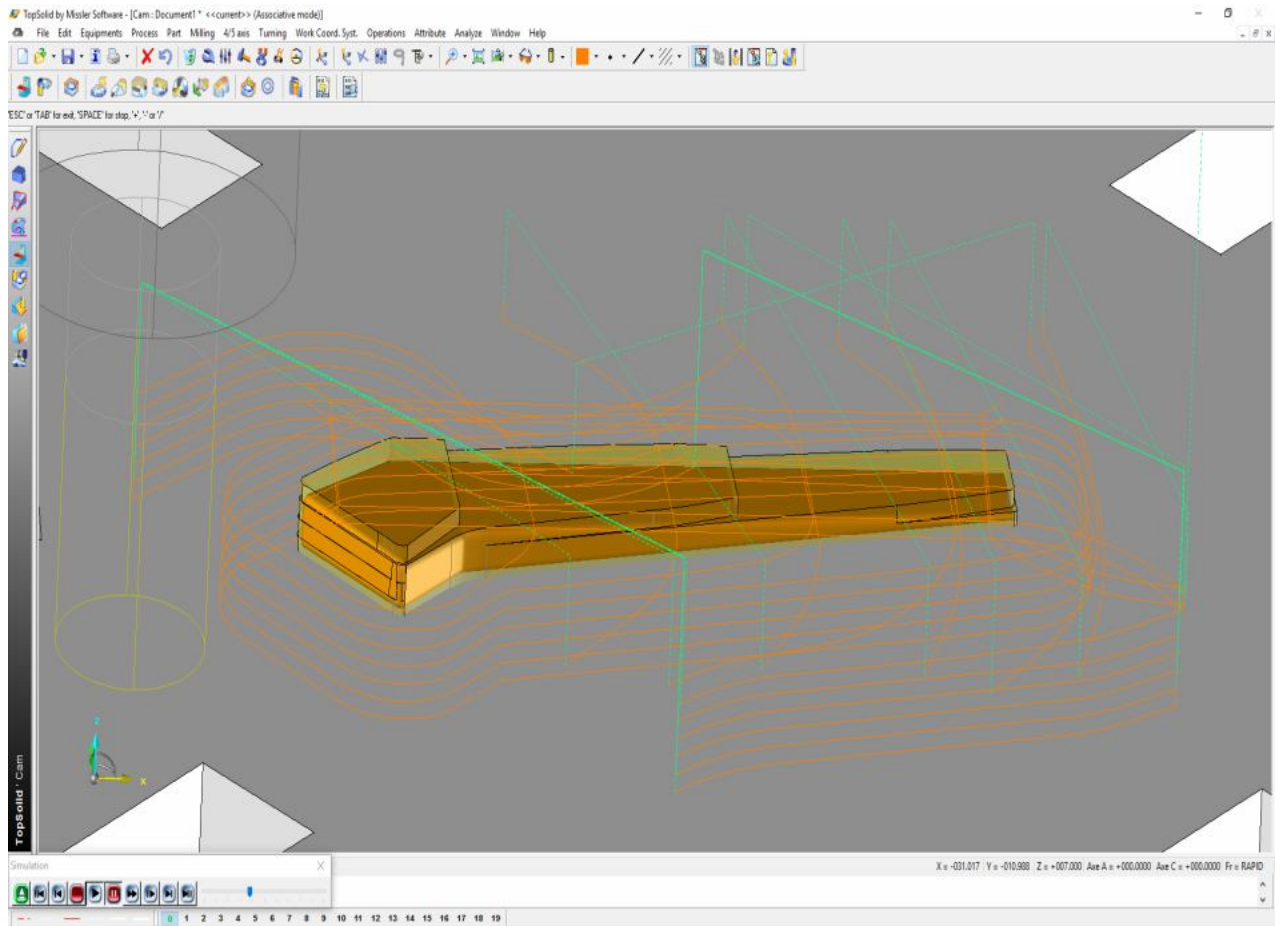
Επιλογή από πίνακα κατεργασιών συγκεκριμένης κοπής



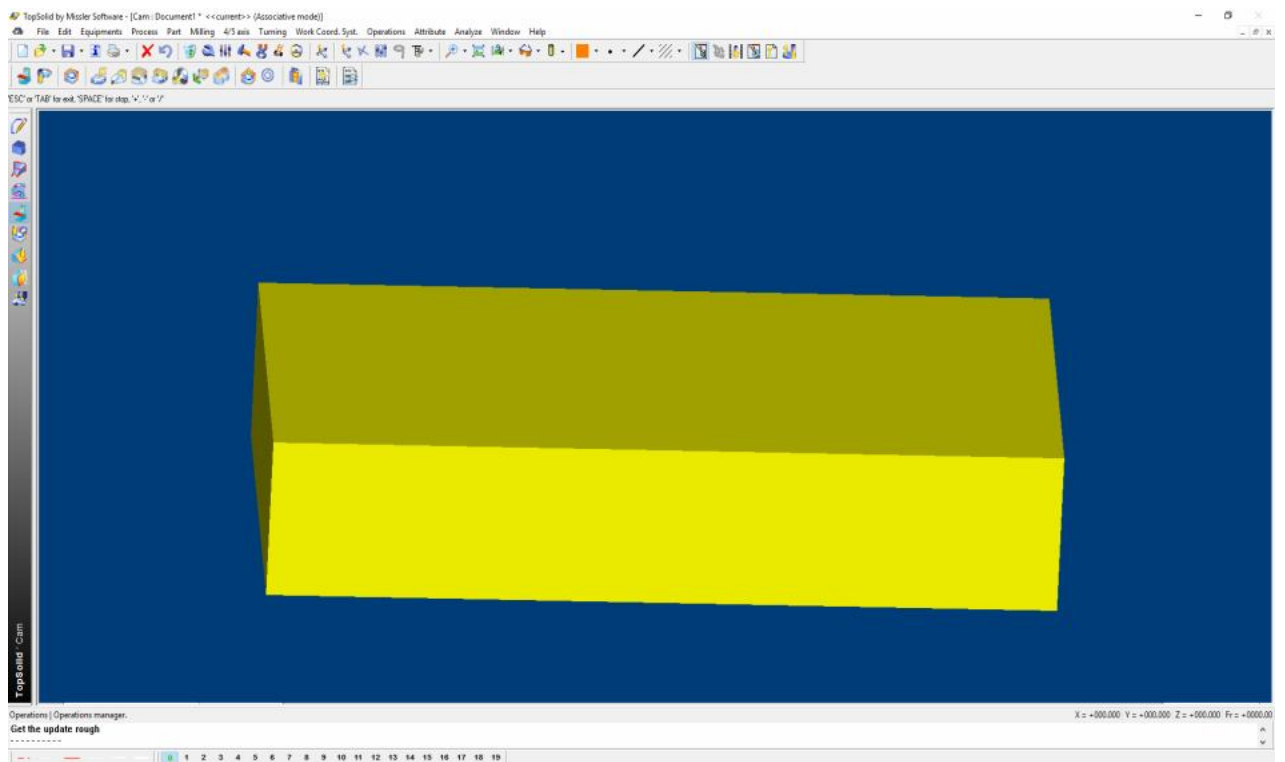
Πίνακας διεργασιών για περαιτέρω επεξεργασία



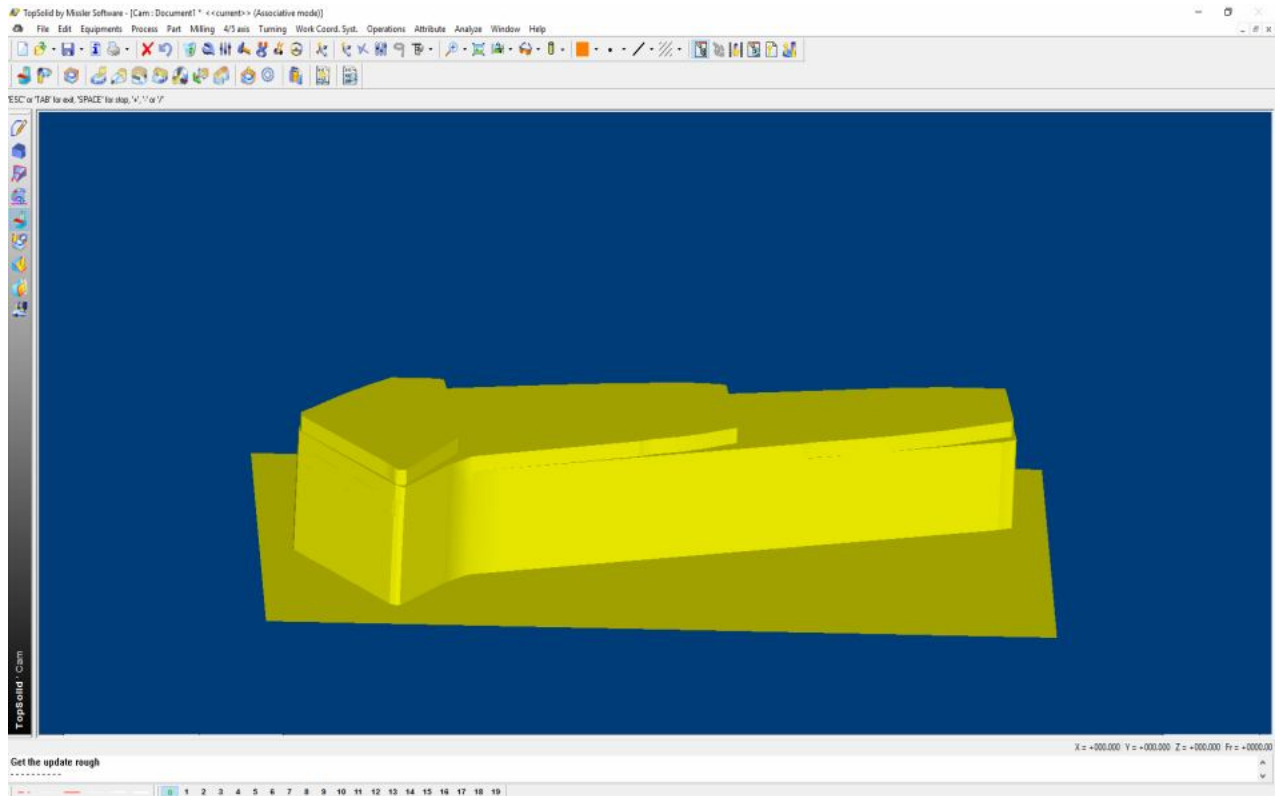
Επεξεργασία μέσω Operation Manager



Simulation κοπής μέσω Operation Manager



Αρχικό κομμάτι πριν τη κατεργασία



Το κομμάτι μετά την πρώτη κατεργασία

Linked tool choice

ROUGHING SLOT MILL

List
 Comment
 Geometric informations

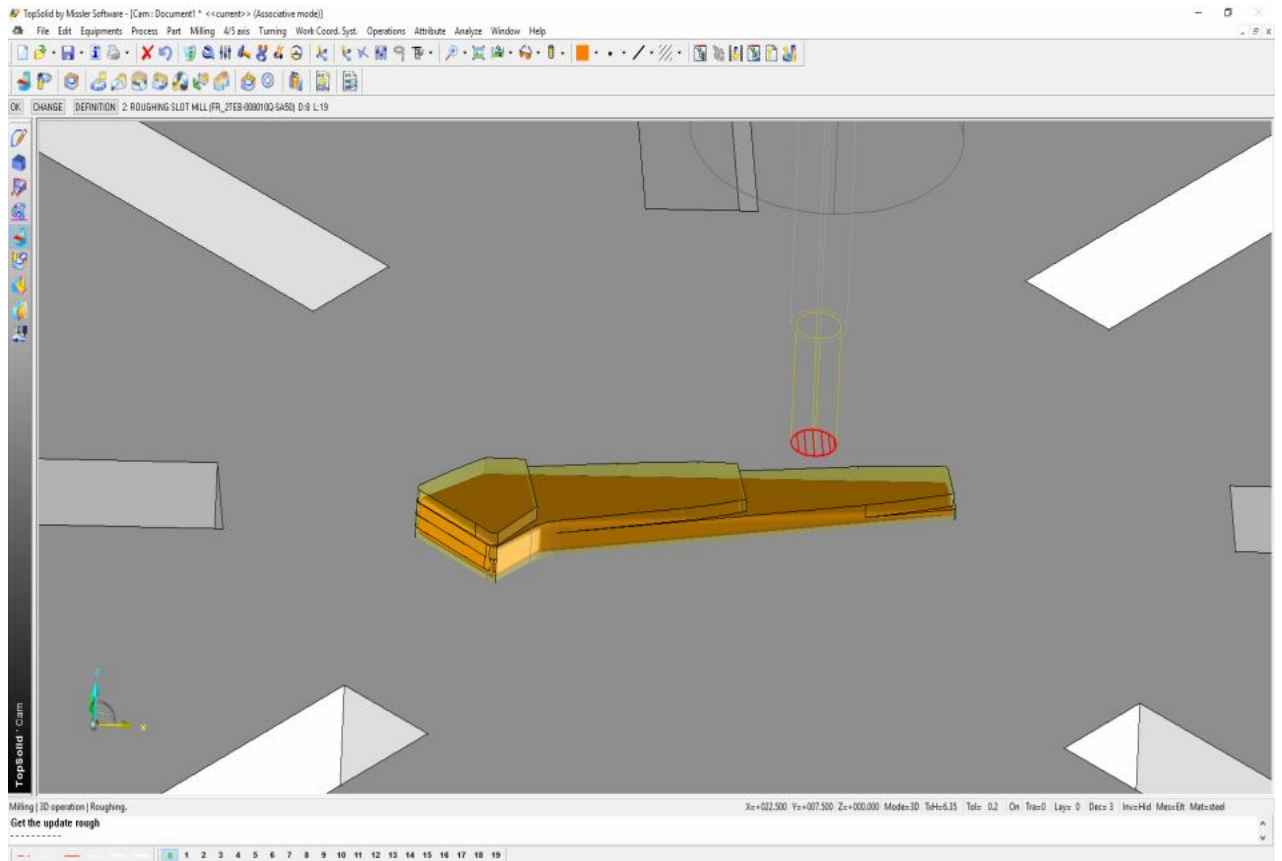
Sort parameters

Tool diameter	<input type="text"/>	Internal reference	<input type="text"/>
Cutting length	<input type="text"/>	Part material	AU4G <input type="button" value="Part material"/>
Z length to program	<input type="text"/>	Cutting material	<input type="text"/> <input type="button" value="Tool material"/>
Pocket depth	<input type="text"/>	Link	SA50 <input type="button" value="Machine"/>
Pocket diameter	<input type="text"/>	Insert	<input type="text"/> <input type="button" value="Insert"/>

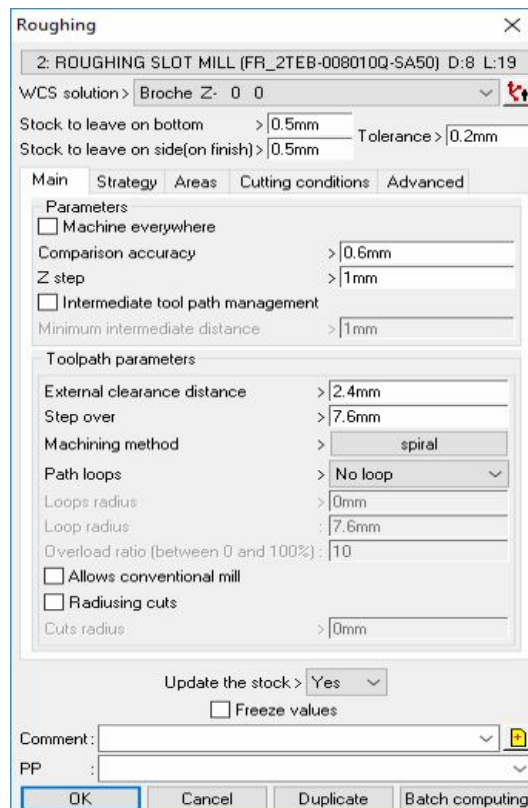
Sorted list

	Diameter	Cut. length	Z Prog	Pocket depth	Pocket Diam.	Cutting material	Insert ty ^
→	8	19	196<>2	24<>69	8	ACIER RAPIDE SUP.	MONOBI
	8	38	189<>2	43<>88	8	ACIER RAPIDE SUP.	MONOBI
	10	22	203<>2	27<>72	10	ACIER RAPIDE SUP.	MONOBI
	10	45	196<>2	50<>95	10	ACIER RAPIDE SUP.	MONOBI
	12	26	177	42	12	ACIER RAPIDE SUP.	MONOBI
	12	53	204	69	12	ACIER RAPIDE SUP.	MONOBI

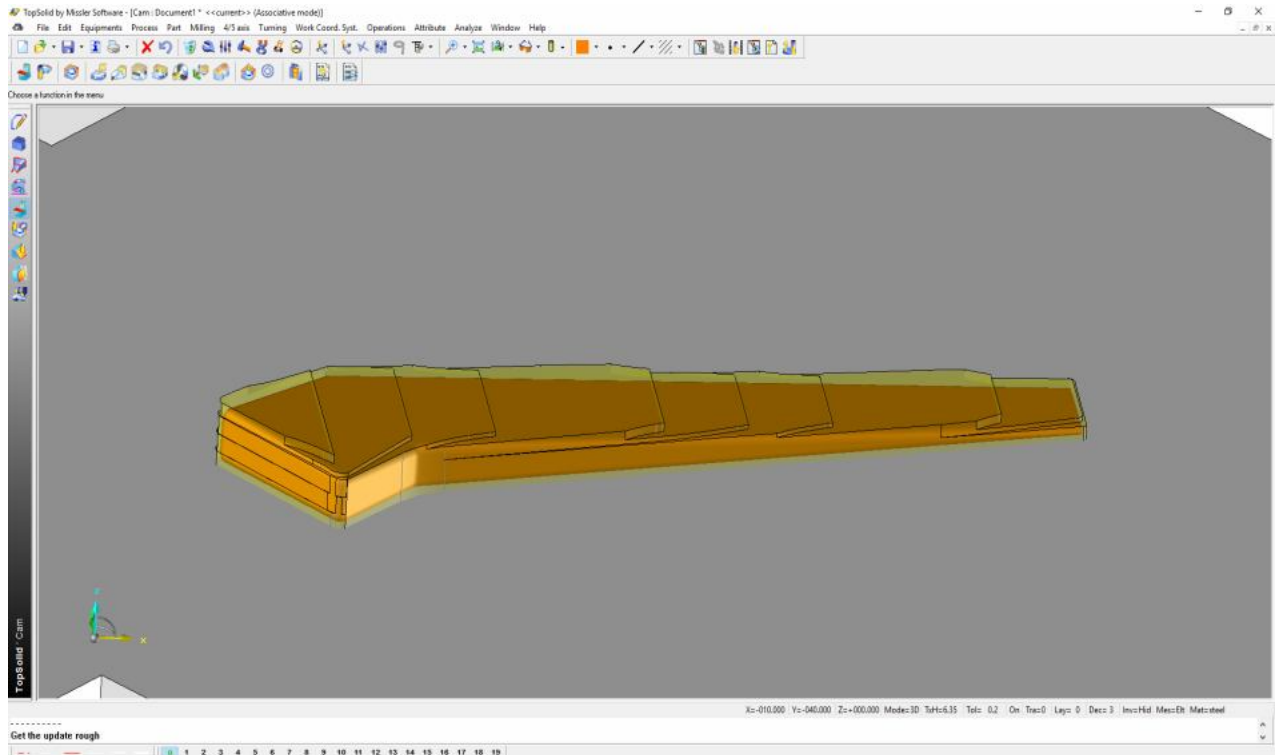
Επιλογή εργαλείου άλλων διαστάσεων



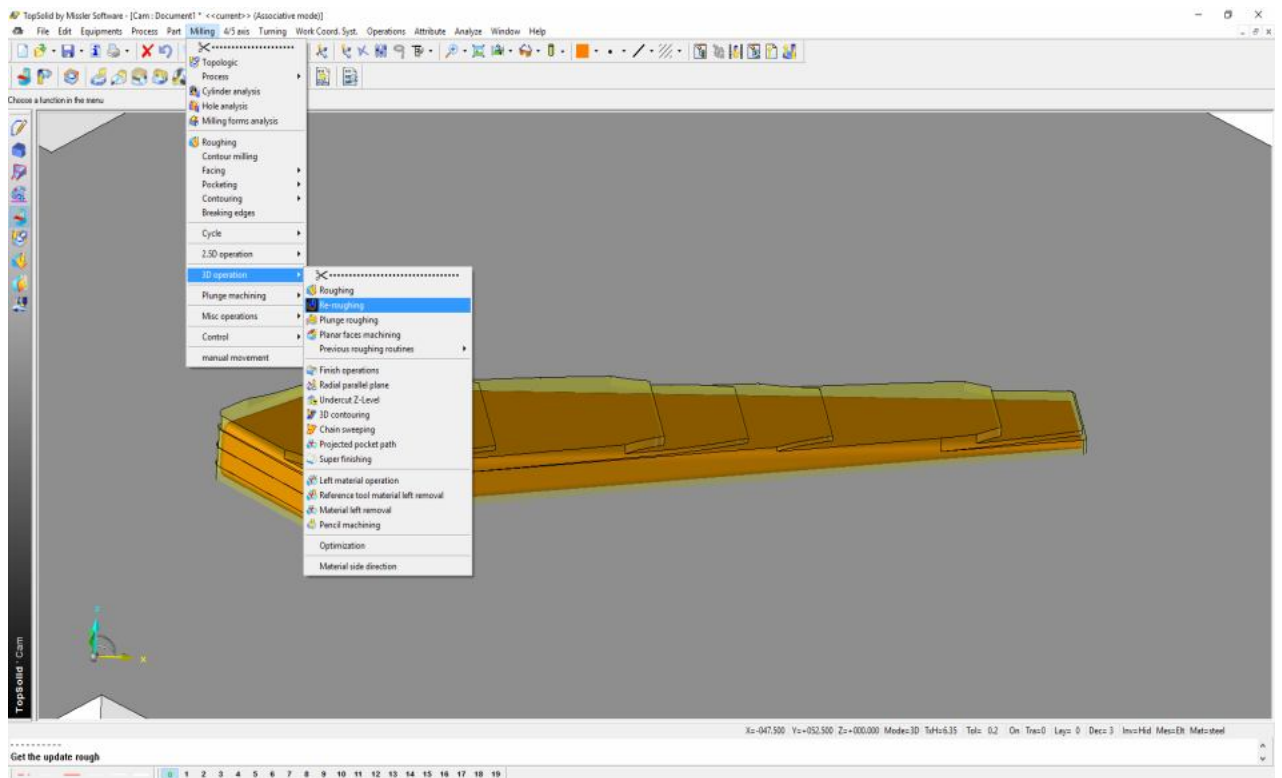
Εμφάνιση νέου εργαλείου κοπής



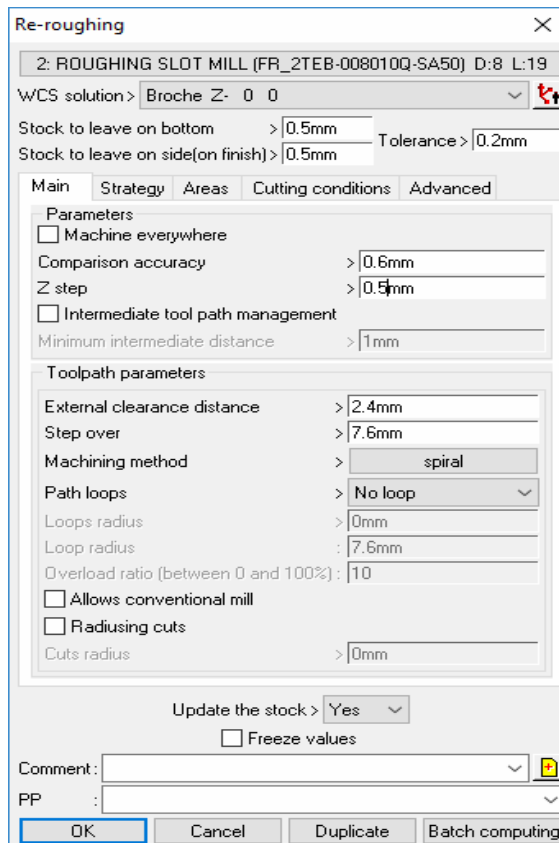
Αλλαγή παραμέτρων για νέα κοπή



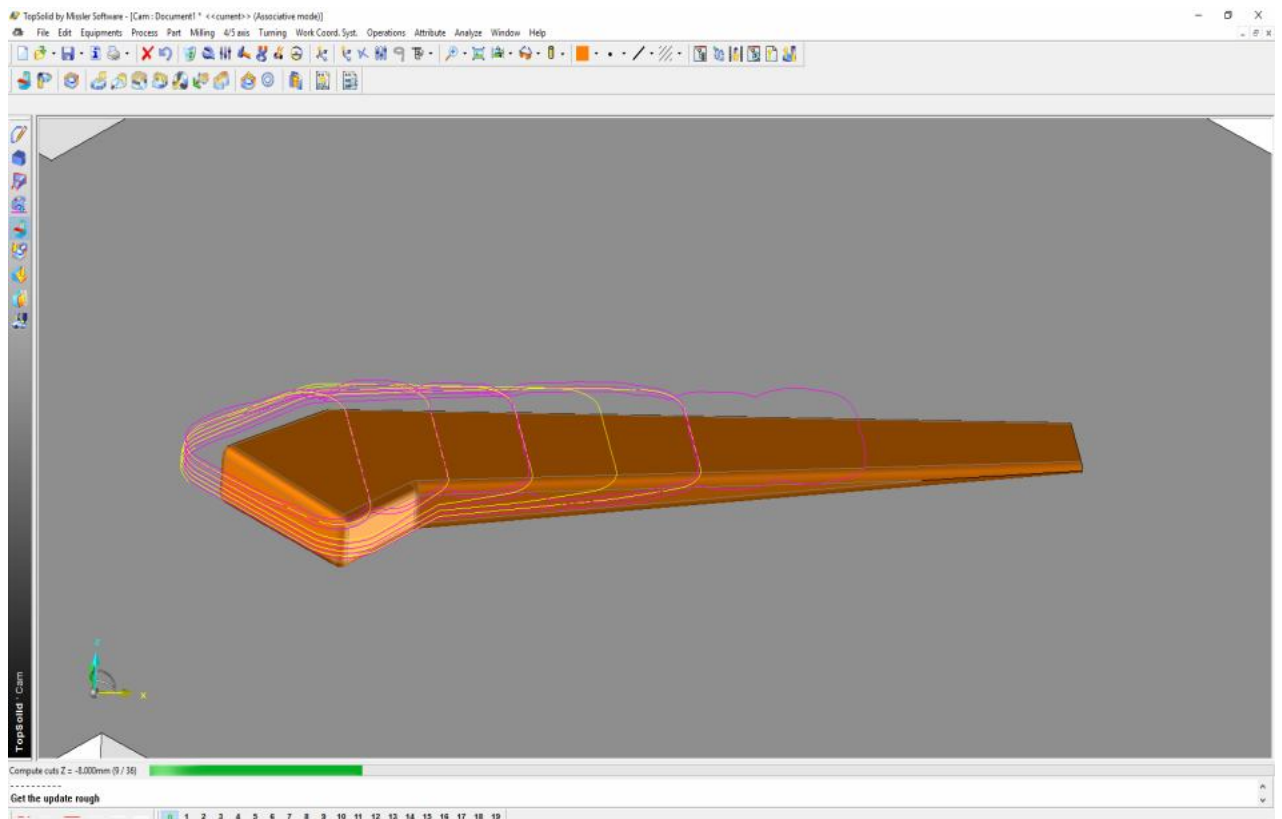
Αρχικό και τελικό εξάρτημα μετά την δεύτερη κατεργασία



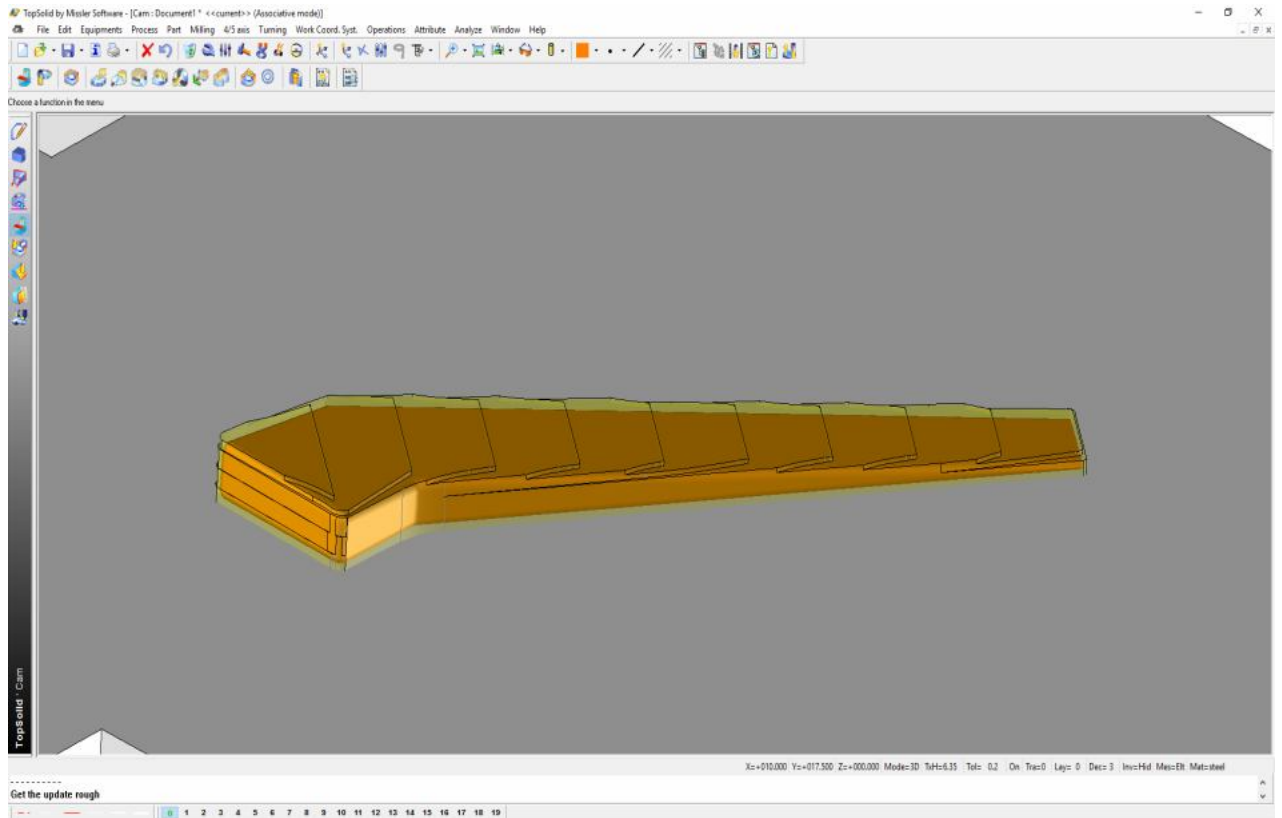
Επιλογή νέας κατεργασίας



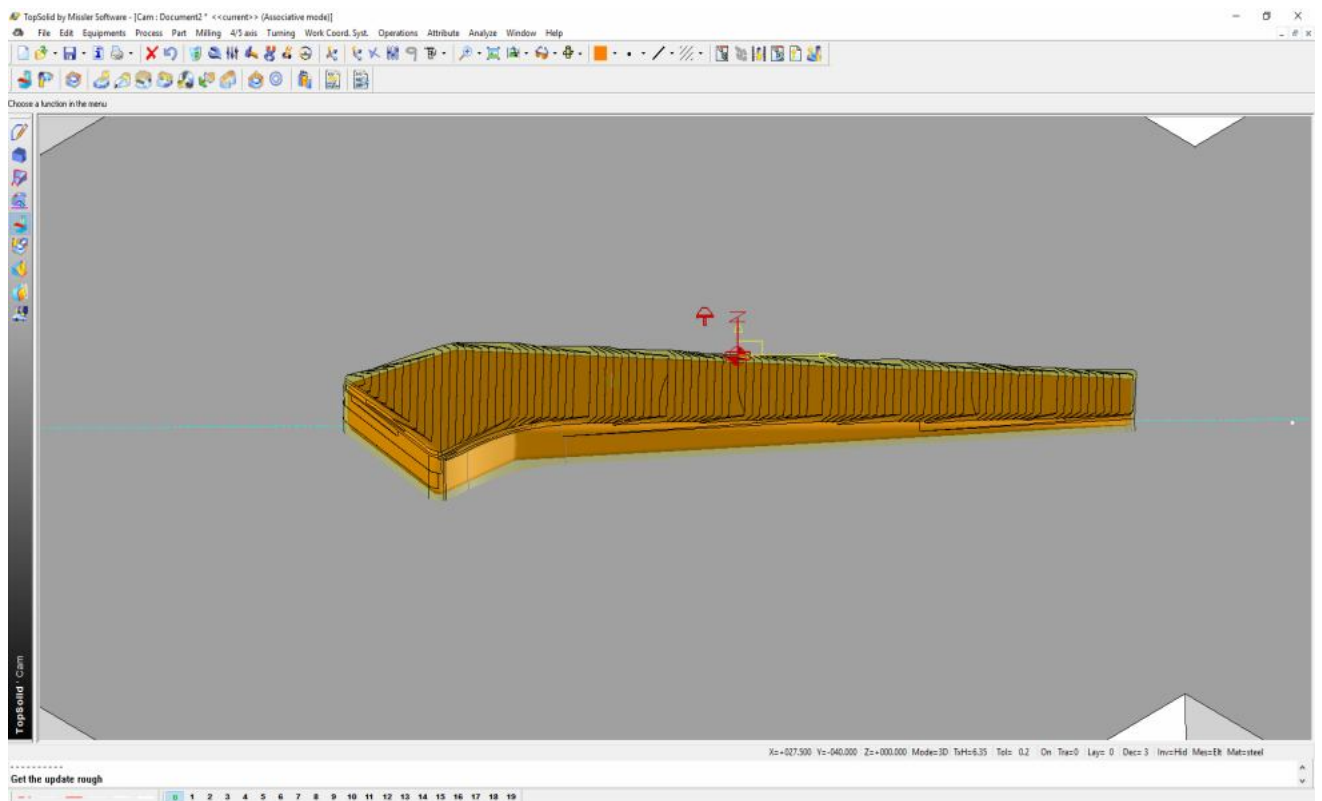
Αλλαγή παραμέτρων για την νέα κοπή



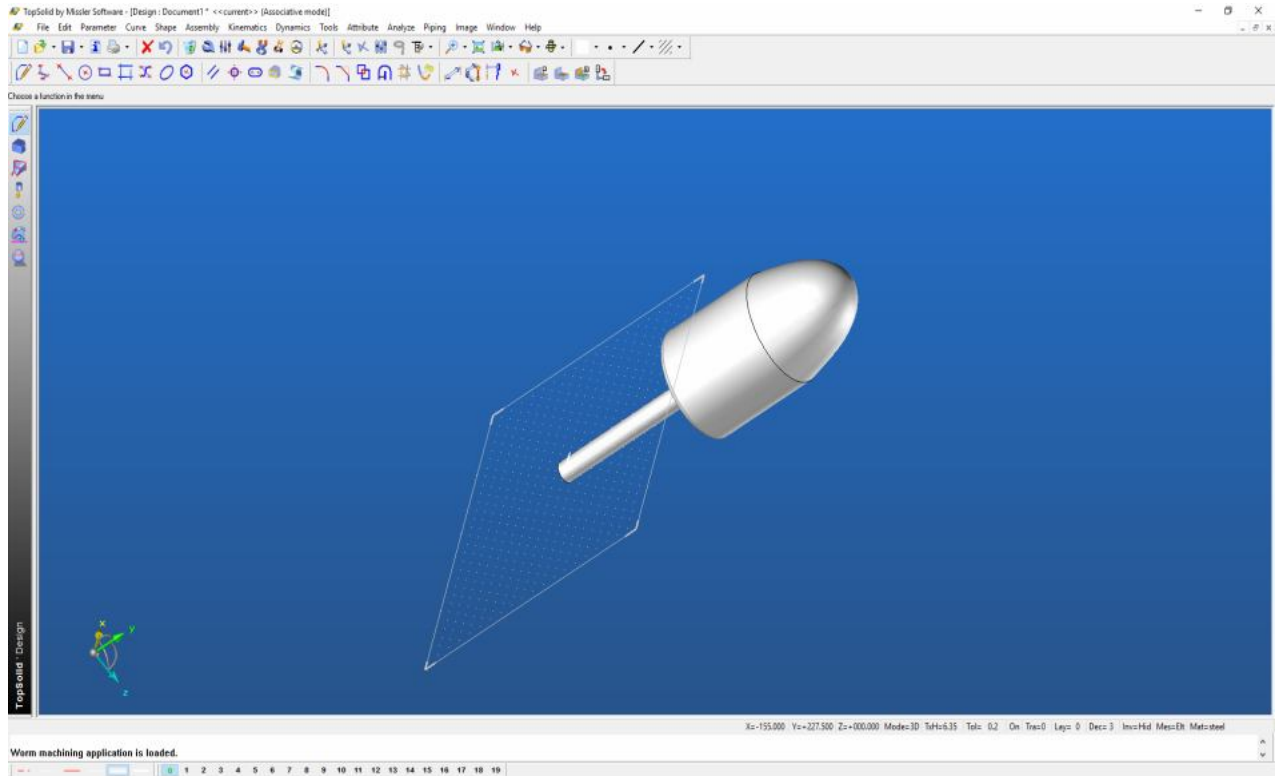
Διαδικασία επεξεργασίας κοπής



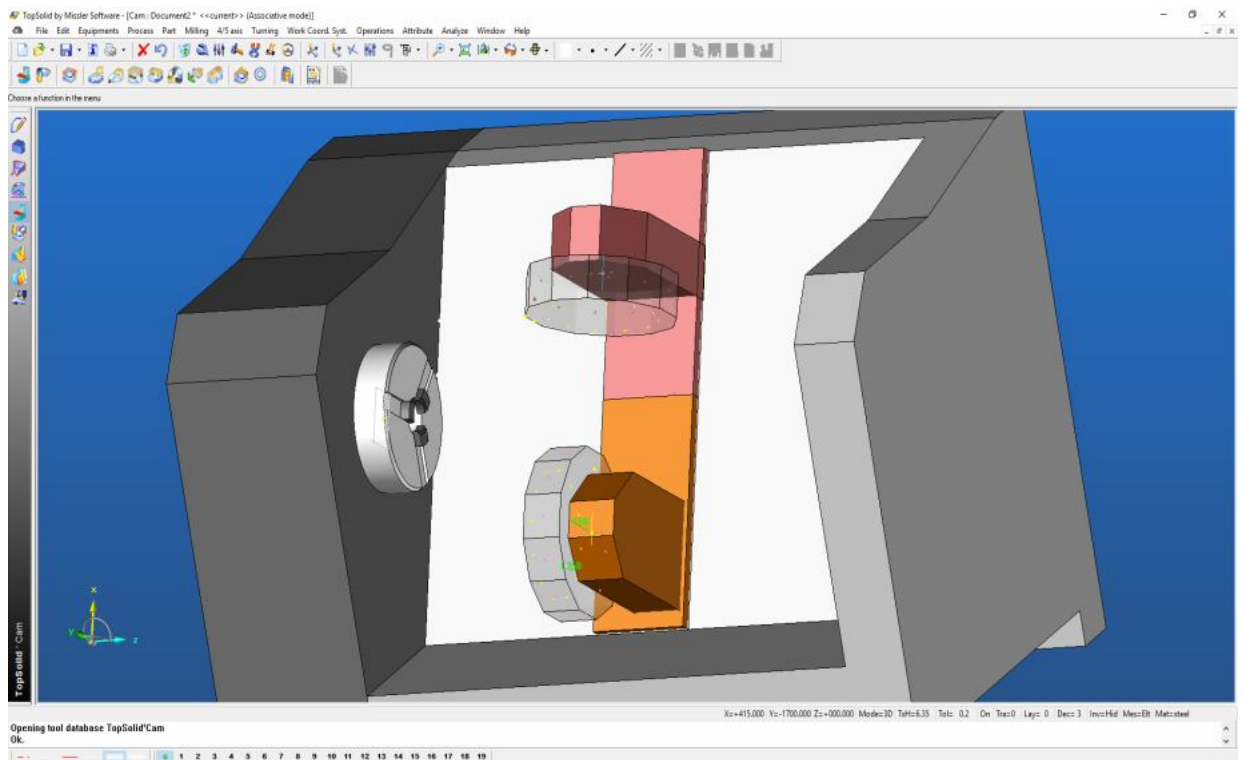
Αρχικό και τελικό κομμάτι μετά από την δεύτερη επεξεργασία κοπής



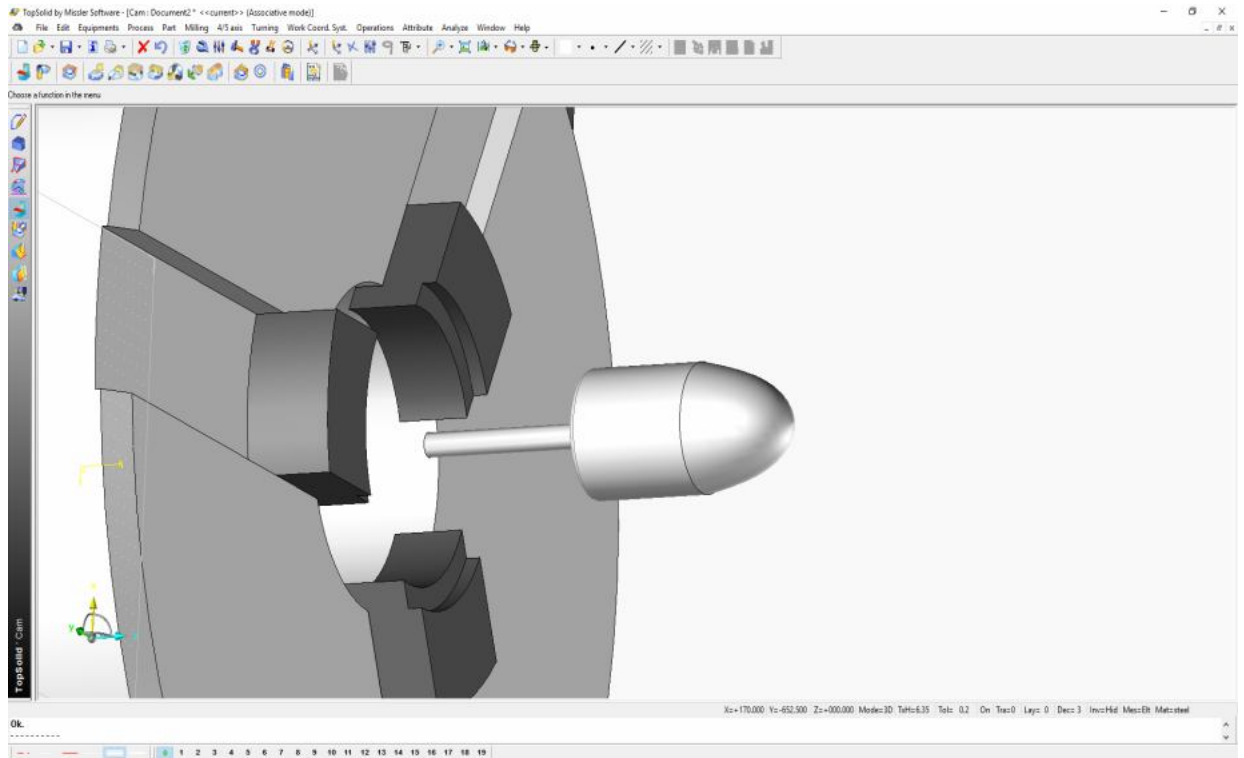
Το αρχικό και τελικό κομμάτι μετά από διεργασία λείανσης



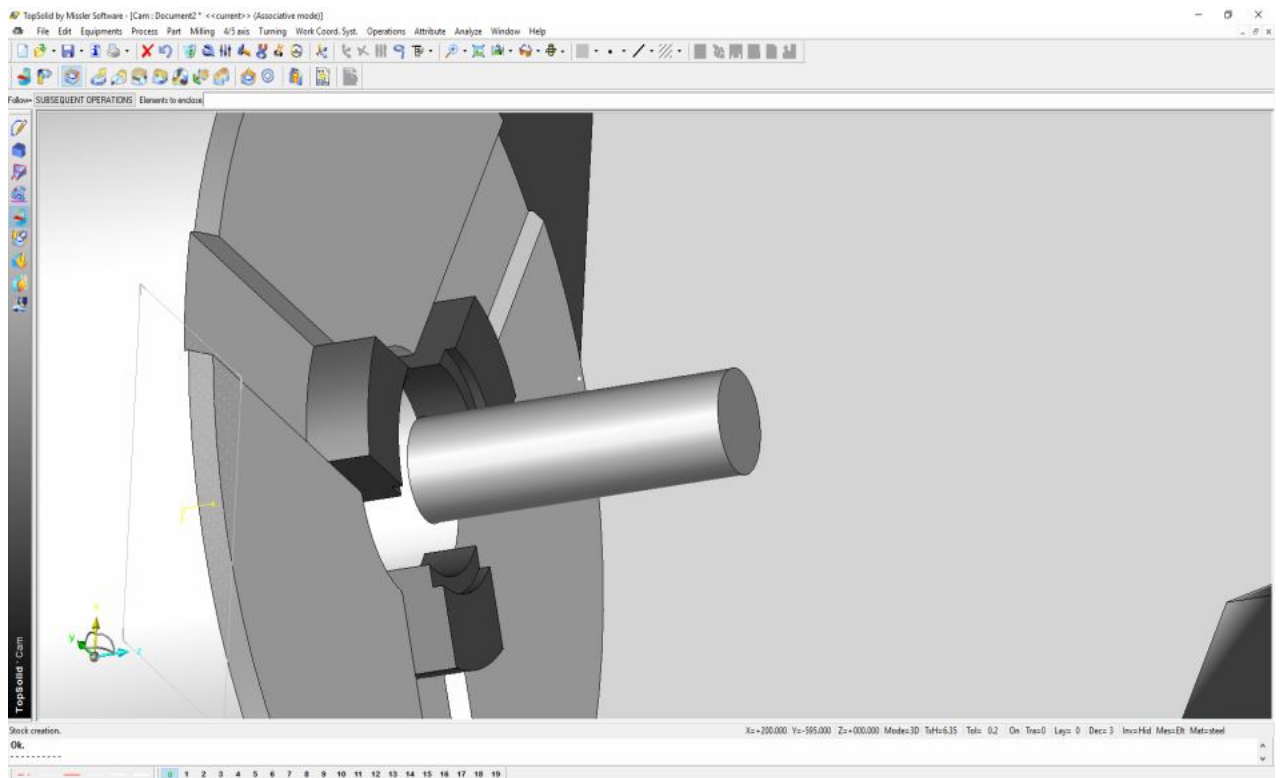
Εισαγωγή νέου δοκιμίου στον τόρνο.



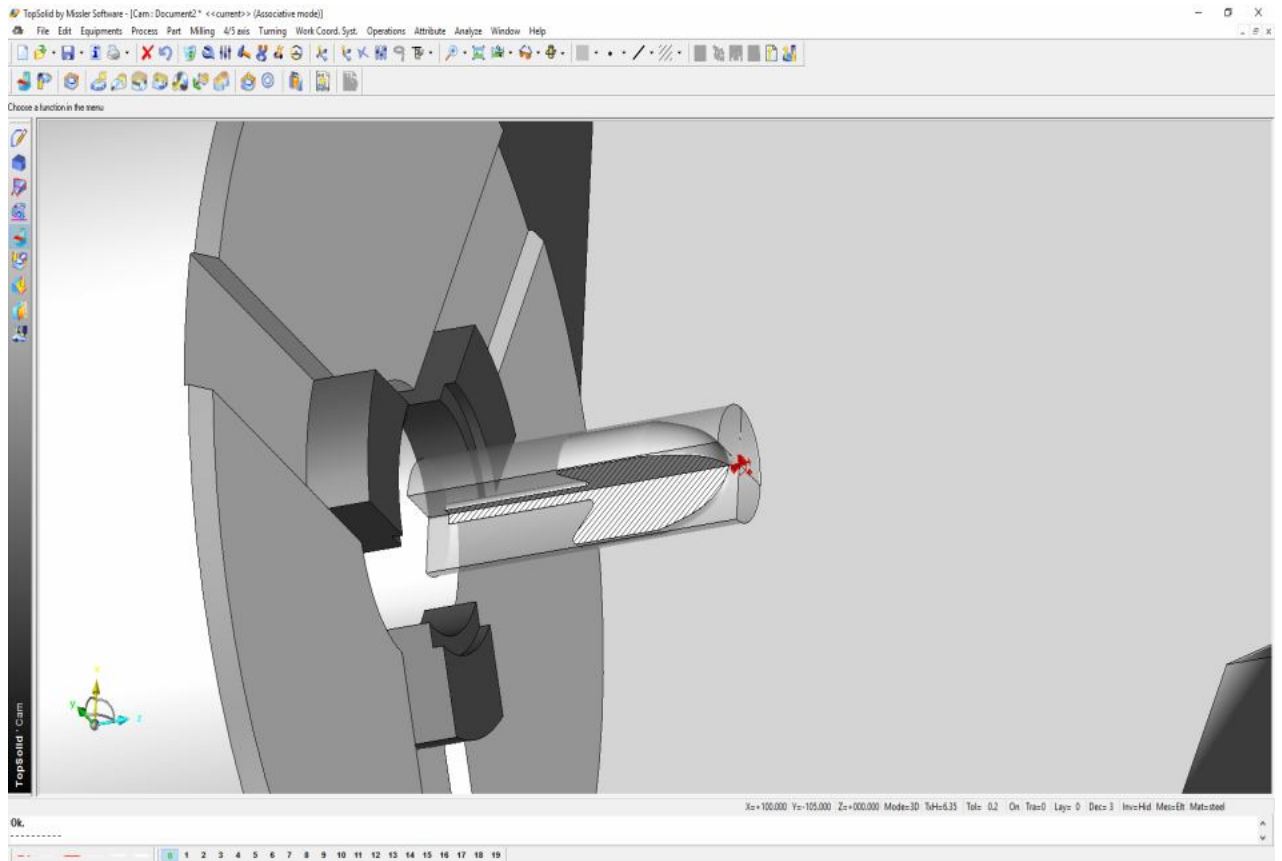
Εμφάνιση νέου μηχανήματος (τόρνο)



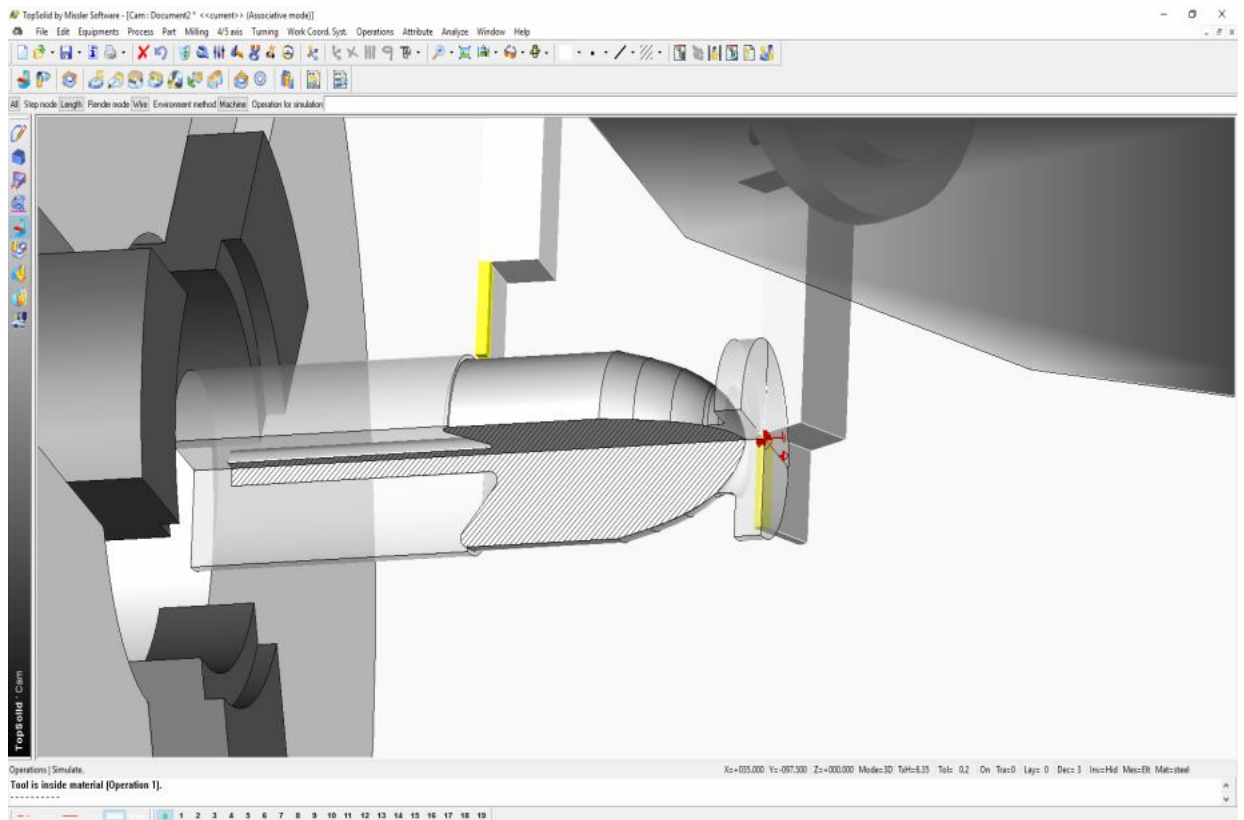
Τοποθετημένο το εξάρτημα πάνω στο στοκ



Αρχικό ακατέργαστο κομμάτι πάνω στο στοκ



Αρχικό ακατέργαστο και τελικό εξάρτημα μαζί. Ορισμός μηδενικού σημείου



Αρχικό ακατέργαστο και τελικό εξάρτημα μαζί μετά από επεξεργασία

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η κύρια χρησιμότητα της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι ότι εξάγεται ο κώδικας G και M της μηχανής ώστε να μπορεί να εσαχθεί στο CNC και να γίνει αυτοματοποιημένα η κατεργασία των εν λόγω εξαρτημάτων. Έτσι ότι σε ένα ήδη κατασκευασμένο εξάρτημα μπορεί να γίνει πιστή αντιγραφή ακόμα και μετά την ολοκλήρωση του. Επίσης, σε διάφορα κομμάτια που σχεδιάστηκαν υπάρχει η δυνατότητα συναρμολόγησης τους με αποτέλεσμα το επιθυμητό τρισδιάστατο σχέδιο. Μία ακόμα σημαντική δυνατότητα του προγράμματος είναι ότι μπορεί και επεξεργάζεται το τελικό σχέδιο σε animation, μπορεί να το φανεί και το εσωτερικό του μέρος σε τομή ή και ακόμα σε διάγραμμα αντοχής υλικού, ώστε να προσδιοριστούν σε ποια σημεία καταπονείται η διάταξη.

Παράρτημα ΚΩΔΙΚΑ G ΚΑΙ Μ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ

Εξάρτημα 1 (φρέζας)

N1 G54

N2 G0 G90 G71 G40

N3 T1 D1

N4 G94

N5 G50 M8

N6 G97 S9999 M3

N7 X125.557 Z75.717

N8 Z0.5

N9 G1 Z-1.5 F10000.

N10 G3 G17 X94.759 Y-10.63 R17.97

N11 G1 X-94.714 Y-10.653

N12 X-98.53 Y-12.563

N13 X-94.714 Y-10.653

N14 X-94.759 Y10.63

N15 X-98.579 Y12.538

N16 X-94.759 Y10.63

N17 X94.714 Y10.653

N18 X98.53 Y12.563

N19 X94.714 Y10.653

N20 X94.746 Y-4.625

N21 G2 X85.243 Y-3.097 R7.931

N22 G1 X77.267 Y-.429

N23 G3 X-1.903 Y0 R923.751

N24 G1 X-76.303 Y-.009

N25 X-1.903 Y0

N26 G2 X77.267 Y-.429 R923.751

N27 G1 X85.243 Y-3.097

N28 G3 X94.746 Y-4.625 R7.931

N29 G1 X94.759 Y-10.63

N30 X98.579 Y-12.538

N31 G3 X125.808 Y-18.864 R21.9

N32 G0 Z7.

N33 X125.557

N34 Z-1.5

N35 G1 Z-3.5

N36 G3 X94.759 Y-10.63 R17.97

N37 G1 X-94.714 Y-10.653

N38 X-98.53 Y-12.563

N39 X-94.714 Y-10.653

N40 X-94.759 Y10.63

N41 X-98.579 Y12.538

N42 X-94.759 Y10.63

N43 X94.714 Y10.653

N44 X98.53 Y12.563

N45 X94.714 Y10.653

N46 X94.746 Y-4.625

N47 G2 X85.243 Y-3.097 R7.931

N48 G1 X77.267 Y-.429
N49 G3 X-1.903 Y0 R923.751
N50 G1 X-76.303 Y-.009
N51 X-1.903 Y0
N52 G2 X77.267 Y-.429 R923.751
N53 G1 X85.243 Y-3.097
N54 G3 X94.746 Y-4.625 R7.931
N55 G1 X94.759 Y-10.63
N56 X98.579 Y-12.538
N57 G3 X125.808 Y-18.864 R21.9
N58 G0 Z7.
N59 X114.212
N60 Z-3.5
N61 G1 Z-5.5
N62 X115.149 Y18.881
N63 G2 X114.319 Y-15.554 R195.055
N64 G2 X112.678 Y-20.344 R86.944
N65 G1 X110.546 Y-25.669
N66 G0 Z7.
N67 X90.189
N68 Z-3.5
N69 G1 Z-5.5
N70 X91.512 Y21.522
N71 G2 X93.178 Y9.087 R74.505
N72 G2 X91.747 Y-13.944 R165.451
N73 G2 X88.799 Y-21.502 R75.544
N74 G1 X86.621 Y-25.882
N75 G0 Z7.
N76 X66.834
N77 Z-3.5
N78 G1 Z-5.5
N79 X68.404 Y21.52
N80 G2 X70.378 Y9.2 R63.105
N81 G2 X69.175 Y-12.335 R154.684
N82 G2 X65.173 Y-21.505 R64.144
N83 G1 X62.577 Y-25.885
N84 G0 Z7.
N85 X43.224
N86 Z-3.5
N87 G1 Z-5.5
N88 X45.156 Y21.517
N89 G2 X47.579 Y9.321 R51.705
N90 G2 X46.604 Y-10.726 R143.979
N91 G2 X41.161 Y-21.507 R52.744
N92 G1 X37.934 Y-25.888
N93 G0 Z7.
N94 X19.122
N95 Z-3.5
N96 G1 Z-5.5
N97 X21.642 Y21.515

N98 G2 X24.779 Y9.453 R40.305
N99 G2 X24.032 Y-9.116 R133.356
N100 G2 X16.387 Y-21.51 R41.344
N101 G1 X12.083 Y-25.891
N102 G0 Z7.
N103 X-6.15
N104 Z-3.5
N105 G1 Z-5.5
N106 X-2.489 Y21.512
N107 G2 X1.98 Y9.601 R28.905
N108 G1 X1.46 Y-7.507
N109 G2 X-10.323 Y-21.513 R29.944
N110 G1 X-17.048 Y-25.894
N111 G0 Z7.
N112 X-36.085
N113 Z-3.5
N114 G1 Z-5.5
N115 X-28.845 Y21.509
N116 G2 X-20.82 Y9.778 R17.505
N117 G1 X-21.111 Y-5.898
N118 G2 X-34.811 Y-17.821 R18.544
N119 G1 X-42.961 Y-21.517
N120 X-52.621 Y-25.898
N121 G0 Z7.
N122 X-96.154
N123 Z-3.5
N124 G1 Z-5.5
N125 X-102.924 Y-21.524
N126 G2 X-104.862 Y-20.147 R18.786
N127 G1 X-116.453 Y-12.835
N128 X-125.224 Y-7.302
N129 G0 Z7.
N130 X-125.267
N131 Z-3.5
N132 G1 Z-5.5
N133 X-115.897 Y18.075
N134 G2 X-112.523 Y19.174 R18.77
N135 G1 X-104.484 Y21.5
N136 G2 X-77.643 Y20.032 R11.4
N137 G3 X-66.361 Y17.219 R11.4
N138 G2 X-65.906 Y17.174 R7.946
N139 G1 X-52.337 Y16.198
N140 G2 X-43.619 Y10.02 R6.105
N141 G1 X-43.683 Y-4.288
N142 G2 X-49.429 Y-9.059 R7.144
N143 G1 X-65.425 Y-16.314
N144 G2 X-86.148 Y-13.589 R7.386
N145 G1 X-87.304 Y-12.873
N146 X-106.574 Y-.711
N147 G2 X-101.112 Y9.304 R7.37

N148 G1 X-75.605 Y16.687
N149 G2 X-66.361 Y17.219 R7.946
N150 G3 X-35.18 Y25.881 R14.016
N151 G0 Z7.
N152 X95.443
N153 Z-5.5
N154 G1 Z-7.5
N155 X97.96 Y21.523
N156 G2 X101.094 Y9.264 R40.314
N157 G2 X99.389 Y-8.516 R89.739
N158 G2 X88.941 Y-21.502 R40.501
N159 G1 X83.495 Y-25.883
N160 G0 Z7.
N161 X70.17
N162 Z-5.5
N163 G1 Z-7.5
N164 X73.827 Y21.52
N165 G2 X78.297 Y9.482 R28.914
N166 G2 X77.084 Y-6.153 R78.882
N167 G2 X59.621 Y-21.505 R29.101
N168 G1 X50.128 Y-25.887
N169 G0 Z7.
N170 X40.234
N171 Z-5.5
N172 G1 Z-7.5
N173 X47.467 Y21.517
N174 G2 X55.501 Y9.723 R17.514
N175 G1 X54.779 Y-3.79
N176 G2 X26.438 Y-17.54 R17.701
N177 G2 X-36.036 Y-21.516 R221.185
N178 G3 X-59.99 Y-25.899 R21.9
N179 G0 Z7.
N180 X-96.916
N181 Z-5.5
N182 G1 Z-7.5
N183 X-103.752 Y-21.524
N184 X-116.452 Y-13.387
N185 X-125.223 Y-7.767
N186 G0 Z7.
N187 X-125.269
N188 Z-5.5
N189 G1 Z-7.5
N190 X-115.624 Y18.414
N191 X-105.61 Y21.5
N192 G2 X-68.555 Y20.991 R17.1
N193 G3 X-49.164 Y18.002 R17.1
N194 G2 X8.74 Y17.3 R548.84
N195 G1 X23.283 Y16.296
N196 G2 X32.706 Y10.02 R6.114
N197 G1 X32.474 Y-1.427

N198 G2 X21.828 Y-6.366 R6.301
N199 G2 X-1.439 Y-8.376 R77.107
N200 G1 X-49.63 Y-10.724
N201 X-65.425 Y-16.809
N202 G2 X-84.982 Y-15.019 R7.556
N203 G1 X-105.081 Y-2.142
N204 G2 X-101.86 Y9.304 R7.553
N205 G1 X-75.605 Y17.268
N206 G2 X-69.788 Y17.883 R7.713
N207 G2 X-49.164 Y18.002 R548.84
N208 G3 X-23.311 Y22.258 R21.9
N209 G0 Z7.
N210 X-125.269
N211 Z-7.5
N212 G1 Z-9.5
N213 X-115.586 Y18.457
N214 X-105.692 Y21.5
N215 X-91.455 Y25.88
N216 G0 Z7.
N217 X-97.087
N218 Z-7.5
N219 G1 Z-9.5
N220 X-103.839 Y-21.524
N221 X-116.452 Y-13.343
N222 X-125.223 Y-7.653
N223 G0 Z7.
N224 X125.254
N225 Z-7.5
N226 G1 Z-9.5
N227 X116.501 Y-11.429
N228 G2 X99.165 Y-14.873 R18.207
N229 G2 X42.467 Y-18.299 R276.475
N230 G1 X-34.176 Y-21.516
N231 G2 X-56.055 Y-19.73 R22.8
N232 G3 X-73.332 Y-17.868 R22.8
N233 G2 X-79.967 Y-17.022 R7.431
N234 G2 X-85.079 Y-15.019 R7.197
N235 G1 X-107.138 Y-.711
N236 G2 X-101.947 Y9.304 R7.555
N237 G1 X-75.605 Y17.289
N238 G2 X-69.788 Y17.883 R7.683
N239 G1 X50.913 Y17.831
N240 G2 X95.994 Y16.753 R191.763
N241 G2 X108.379 Y10.02 R6.45
N242 G1 X108.284 Y2.15
N243 G2 X95.994 Y-3.578 R6.807
N244 G2 X40.733 Y-6.932 R265.075
N245 G1 X-49.63 Y-10.724
N246 X-65.425 Y-16.809
N247 G2 X-73.332 Y-17.868 R7.431

N248 G3 X-107.999 Y-25.903 R21.9
N249 G0 Z7.
N250 X-125.269
N251 Z-9.5
N252 G1 Z-11.5
N253 X-115.577 Y18.467
N254 X-105.709 Y21.5
N255 X-91.462 Y25.88
N256 G0 Z7.
N257 X-97.105
N258 Z-9.5
N259 G1 Z-11.5
N260 X-103.857 Y-21.524
N261 X-116.452 Y-13.354
N262 X-125.223 Y-7.665
N263 G0 Z7.
N264 X125.257
N265 Z-9.5
N266 G1 Z-11.5
N267 X116.503 Y-12.657
N268 G2 X97.255 Y-15.886 R17.96
N269 G1 X-34.425 Y-21.516
N270 G2 X-56.356 Y-19.738 R22.8
N271 G3 X-73.509 Y-17.881 R22.8
N272 G2 X-85.097 Y-15.019 R7.6
N273 G1 X-107.156 Y-.711
N274 G2 X-101.965 Y9.304 R7.544
N275 G1 X-75.605 Y17.294
N276 G2 X-69.788 Y17.883 R7.487
N277 G1 X95.994 Y17.761
N278 G2 X109.07 Y10.02 R6.737
N279 G1 X108.762 Y.719
N280 G2 X95.994 Y-4.498 R6.56
N281 G1 X-49.63 Y-10.724
N282 X-65.425 Y-16.809
N283 G2 X-73.509 Y-17.881 R7.6
N284 G3 X-108.24 Y-25.893 R21.9
N285 G0 Z7.
N286 X-125.269
N287 Z-11.5
N288 G1 Z-13.5
N289 X-115.577 Y18.467
N290 X-105.709 Y21.5
N291 X-91.462 Y25.88
N292 G0 Z7.
N293 X-97.105
N294 Z-11.5
N295 G1 Z-13.5
N296 X-103.857 Y-21.524
N297 X-116.452 Y-13.354

N298 X-125.223 Y-7.665
N299 G0 Z7.
N300 X125.257
N301 Z-11.5
N302 G1 Z-13.5
N303 X116.503 Y-12.657
N304 G2 X97.255 Y-15.886 R17.96
N305 G1 X-34.425 Y-21.516
N306 G2 X-56.356 Y-19.738 R22.8
N307 G3 X-73.509 Y-17.881 R22.8
N308 G2 X-85.097 Y-15.019 R7.6
N309 G1 X-107.156 Y-.711
N310 G2 X-101.965 Y9.304 R7.544
N311 G1 X-75.605 Y17.294
N312 G2 X-69.788 Y17.883 R7.487
N313 G1 X95.994 Y17.761
N314 G2 X109.07 Y10.02 R6.737
N315 G1 X108.762 Y.719
N316 G2 X95.994 Y-4.498 R6.56
N317 G1 X-49.63 Y-10.724
N318 X-65.425 Y-16.809
N319 G2 X-73.509 Y-17.881 R7.6
N320 G3 X-108.24 Y-25.893 R21.9
N321 G0 Z7.
N322 X-125.269
N323 Z-13.5
N324 G1 Z-15.5
N325 X-115.577 Y18.467
N326 X-105.709 Y21.5
N327 X-91.462 Y25.88
N328 G0 Z7.
N329 X-97.105
N330 Z-13.5
N331 G1 Z-15.5
N332 X-103.857 Y-21.524
N333 X-116.452 Y-13.354
N334 X-125.223 Y-7.665
N335 G0 Z7.
N336 X125.257
N337 Z-13.5
N338 G1 Z-15.5
N339 X116.503 Y-12.657
N340 G2 X97.255 Y-15.886 R17.96
N341 G1 X-34.425 Y-21.516
N342 G2 X-56.356 Y-19.738 R22.8
N343 G3 X-73.509 Y-17.881 R22.8
N344 G2 X-85.097 Y-15.019 R7.6
N345 G1 X-107.156 Y-.711
N346 G2 X-101.965 Y9.304 R7.544
N347 G1 X-75.605 Y17.294

N348 G2 X-69.788 Y17.883 R7.487
N349 G1 X95.994 Y17.761
N350 G2 X109.07 Y10.02 R6.737
N351 G1 X108.762 Y.719
N352 G2 X95.994 Y-4.498 R6.56
N353 G1 X-49.63 Y-10.724
N354 X-65.425 Y-16.809
N355 G2 X-73.509 Y-17.881 R7.6
N356 G3 X-108.24 Y-25.893 R21.9
N357 G0 Z7.
N358 X-125.269
N359 Z-15.5
N360 G1 Z-17.5
N361 X-115.577 Y18.467
N362 X-105.709 Y21.5
N363 X-91.462 Y25.88
N364 G0 Z7.
N365 X-97.105
N366 Z-15.5
N367 G1 Z-17.5
N368 X-103.857 Y-21.524
N369 X-116.452 Y-13.354
N370 X-125.223 Y-7.665
N371 G0 Z7.
N372 X125.257
N373 Z-15.5
N374 G1 Z-17.5
N375 X116.503 Y-12.657
N376 G2 X97.255 Y-15.886 R17.96
N377 G1 X-34.425 Y-21.516
N378 G2 X-56.356 Y-19.738 R22.8
N379 G3 X-73.509 Y-17.881 R22.8
N380 G2 X-85.097 Y-15.019 R7.6
N381 G1 X-107.156 Y-.711
N382 G2 X-101.965 Y9.304 R7.544
N383 G1 X-75.605 Y17.294
N384 G2 X-69.788 Y17.883 R7.487
N385 G1 X95.994 Y17.761
N386 G2 X109.07 Y10.02 R6.737
N387 G1 X108.762 Y.719
N388 G2 X95.994 Y-4.498 R6.56
N389 G1 X-49.63 Y-10.724
N390 X-65.425 Y-16.809
N391 G2 X-73.509 Y-17.881 R7.6
N392 G3 X-108.24 Y-25.893 R21.9
N393 G0 Z7.
N394 X-125.269
N395 Z-17.5
N396 G1 Z-19.5
N397 X-115.577 Y18.467

N398 X-105.709 Y21.5
N399 X-91.462 Y25.88
N400 G0 Z7.
N401 X-97.105
N402 Z-17.5
N403 G1 Z-19.5
N404 X-103.857 Y-21.524
N405 X-116.452 Y-13.354
N406 X-125.223 Y-7.665
N407 G0 Z7.
N408 X125.257
N409 Z-17.5
N410 G1 Z-19.5
N411 X116.503 Y-12.657
N412 G2 X97.255 Y-15.886 R17.96
N413 G1 X-34.425 Y-21.516
N414 G2 X-56.356 Y-19.738 R22.8
N415 G3 X-73.509 Y-17.881 R22.8
N416 G2 X-85.097 Y-15.019 R7.6
N417 G1 X-107.156 Y-.711
N418 G2 X-101.965 Y9.304 R7.544
N419 G1 X-75.605 Y17.294
N420 G2 X-69.788 Y17.883 R7.487
N421 G1 X95.994 Y17.761
N422 G2 X109.07 Y10.02 R6.737
N423 G1 X108.762 Y.719
N424 G2 X95.994 Y-4.498 R6.56
N425 G1 X-49.63 Y-10.724
N426 X-65.425 Y-16.809
N427 G2 X-73.509 Y-17.881 R7.6
N428 G3 X-108.24 Y-25.893 R21.9
N429 G0 Z7.
N430 X-125.269
N431 Z-19.022
N432 G1 Z-21.022
N433 X-115.577 Y18.467
N434 X-105.709 Y21.5
N435 X-91.462 Y25.88
N436 G0 Z7.
N437 X-97.105
N438 Z-19.022
N439 G1 Z-21.022
N440 X-103.857 Y-21.524
N441 X-116.452 Y-13.354
N442 X-125.223 Y-7.665
N443 G0 Z7.
N444 X125.257
N445 Z-19.022
N446 G1 Z-21.022
N447 X116.503 Y-12.657

N448 G2 X97.255 Y-15.886 R17.96
N449 G1 X-34.425 Y-21.516
N450 G2 X-56.356 Y-19.738 R22.8
N451 G3 X-73.509 Y-17.881 R22.8
N452 G2 X-85.097 Y-15.019 R7.6
N453 G1 X-107.156 Y-.711
N454 G2 X-101.965 Y9.304 R7.544
N455 G1 X-75.605 Y17.294
N456 G2 X-69.788 Y17.883 R7.487
N457 G1 X95.994 Y17.761
N458 G2 X109.07 Y10.02 R6.737
N459 G1 X108.762 Y.719
N460 G2 X95.994 Y-4.498 R6.56
N461 G1 X-49.63 Y-10.724
N462 X-65.425 Y-16.809
N463 G2 X-73.509 Y-17.881 R7.6
N464 G3 X-108.24 Y-25.893 R21.9
N465 G0 Z7.
;
N466 X-107.571
N467 Z-3.
N468 G1 Z-5.
N469 G3 X-84.432 Y13.226 R21.9
N470 G2 X-77.059 Y14.703 R80.204
N471 G2 X-62.7 Y8.589 R6.044
N472 G1 X-62.792 Y-10.012
N473 G2 X-84.686 Y-12.873 R6.116
N474 G2 X-86.029 Y-12.232 R80.418
N475 G3 X-107.279 Y-6.566 R21.9
N476 G0 Z3.5
N477 X-19.928
N478 Z-5.
N479 G1 Z-7.
N480 G3 X0.805 Y16.605 R21.9
N481 G2 X5.832 Y16.035 R39.985
N482 G2 X13.625 Y10.02 R6.091
N483 G1 X13.426 Y-2.142
N484 G2 X3.807 Y-7.122 R6.518
N485 G3 X-16.923 Y-13.042 R21.9
N486 G0 Z3.5
N487 X56.725
N488 Z-7.
N489 G1 Z-9.
N490 G3 X77.998 Y16.704 R21.9
N491 G2 X87.035 Y14.312 R8.093
N492 G2 X89.949 Y10.02 R6.093
N493 G1 X89.864 Y1.435
N494 G2 X80.671 Y-3.9 R6.666
N495 G3 X61.974 Y-9.726 R21.9
N496 G0 Z3.5

;
N497 X-107.631
N498 Z-2.
N499 G1 Z-4.
N500 X-95.023 Y2.101
N501 G3 X-75.836 Y-8.162 R37.845
N502 G1 X-75.967 Y8.184
N503 G3 X-95.416 Y3.619 R42.439
N504 G3 X-95.023 Y2.101 R1.138
N505 G3 X-89.733 Y.173 R21.9
N506 G0 Z3.5
N507 X-7.19
N508 Z-4.
N509 G1 Z-6.
N510 X-3.81 Y16.305
N511 G2 X-1.74 Y9.748 R17.504
N512 G1 X-2.325 Y-5.834
N513 G2 X-2.999 Y-7.254 R17.859
N514 G1 X-5.691 Y-12.05
N515 G0 Z3.5
N516 X-64.599
N517 Z-4.
N518 G1 Z-6.
N519 G3 X-42.489 Y16.943 R21.9
N520 G2 X-33.432 Y16.224 R85.555
N521 G2 X-24.537 Y10.02 R6.104
N522 G1 X-24.707 Y-3.66
N523 G2 X-36.341 Y-8.866 R6.459
N524 G1 X-39.695 Y-9.208
N525 G3 X-70.927 Y-21.743 R21.9
N526 G0 Z3.5
N527 X69.065
N528 Z-6.
N529 G1 Z-8.
N530 X72.436 Y16.407
N531 G2 X74.581 Y9.708 R17.519
N532 G1 X74.319 Y-.853
N533 X73.116 Y-4.419
N534 X71.579 Y-8.977
N535 G0 Z3.5
N536 X14.667
N537 Z-6.
N538 G1 Z-8.
N539 G3 X37.084 Y16.684 R21.9
N540 G1 X42.188 Y16.318
N541 G2 X51.787 Y10.02 R6.119
N542 G1 X51.52 Y-.711
N543 G2 X39.44 Y-5.719 R6.595
N544 G2 X36.746 Y-6.041 R73.882
N545 G3 X15.639 Y-11.856 R21.9

N546 G0 Z3.5
N547 X67.829
N548 Z-7.
N549 G1 Z-9.
N550 X84.837 Y15.272
N551 G2 X87.035 Y14.312 R8.093
N552 G2 X89.949 Y10.02 R6.093
N553 G1 X89.864 Y1.435
N554 G2 X84.989 Y-2.755 R6.666
N555 G1 X68.586 Y-9.278
N556 G0 Z3.5
N557 M9
N558 T2 D2
N559 G50 M8
N560 G97 S9999 M3
;
N561 X-76.389 Z75.717
N562 Z-2.5
N563 G1 Z-4.5 F10000.
N564 X-76.386 Y7.529
N565 X-76.36 Y-7.761
N566 X-76.106 Y-8.046
N567 X-76.36 Y-7.761
N568 X-77.787 Y-7.115
N569 G2 X-77.411 Y-7.037 R.233
N570 G1 X-77.212 Y-7.029
N571 X-77.146 Y-6.992
N572 X-77.212 Y-7.029
N573 X-77.411 Y-7.037
N574 G3 X-77.787 Y-7.115 R.233
N575 G1 X-81.002 Y-5.662
N576 X-84.645 Y-3.851
N577 X-91.26 Y.25
N578 X-94.273 Y2.01
N579 X-94.526 Y2.476
N580 G3 X-94.924 Y2.749 R.475
N581 G2 X-95.026 Y3.424 R.426
N582 G2 X-94.864 Y3.233 R.343
N583 G1 X-94.836 Y3.185
N584 X-94.864 Y3.233
N585 G3 X-95.026 Y3.424 R.343
N586 G1 X-89.301 Y5.08
N587 G3 X-86.564 Y5.875 R2.032
N588 G1 X-86.612 Y5.933
N589 X-86.564 Y5.875
N590 G3 X-83.487 Y6.287 R2.064
N591 G3 X-77.739 Y7.546 R10.057
N592 G3 X-76.386 Y7.642 R2.022
N593 G1 X-76.202 Y7.776
N594 X-76.386 Y7.642

N595 Y7.529
N596 G2 X-76.86 Y7.291 R.238
N597 G3 X-77.335 Y7.053 R.238
N598 G1 X-77.312 Y-6.69
N599 X-78.739 Y-6.045
N600 G2 X-78.363 Y-5.966 R.233
N601 G1 X-78.164 Y-5.959
N602 X-78.098 Y-5.921
N603 X-78.164 Y-5.959
N604 X-78.363 Y-5.966
N605 G3 X-78.739 Y-6.045 R.233
N606 G1 X-80.348 Y-5.317
N607 X-83.939 Y-3.532
N608 X-90.538 Y.558
N609 X-93.412 Y2.238
N610 X-93.61 Y2.601
N611 G3 X-94.274 Y3.1 R.95
N612 G1 X-93.527 Y3.316
N613 G2 X-93.45 Y3.212 R.149
N614 G1 X-93.435 Y3.162
N615 X-93.45 Y3.212
N616 G3 X-93.527 Y3.316 R.149
N617 G1 X-88.983 Y4.623
N618 G3 X-86.152 Y5.382 R2.507
N619 G3 X-83.067 Y5.852 R2.539
N620 G3 X-77.463 Y7.071 R10.532
N621 G3 X-77.335 Y7.074 R2.497
N622 G2 X-77.809 Y6.642 R.493
N623 G3 X-78.284 Y6.23 R.475
N624 G1 X-78.263 Y-5.619
N625 X-79.731 Y-4.954
N626 G2 X-79.349 Y-4.882 R.239
N627 G1 X-79.049 Y-4.875
N628 X-78.994 Y-4.833
N629 X-79.049 Y-4.875
N630 X-79.349 Y-4.882
N631 G3 X-79.731 Y-4.954 R.239
N632 G1 X-83.232 Y-3.214
N633 X-89.816 Y.867
N634 X-92.552 Y2.466
N635 G3 X-92.864 Y2.958 R2.971
N636 G1 X-92.379 Y3.098
N637 X-92.295 Y2.995
N638 X-92.379 Y3.098
N639 X-88.65 Y4.171
N640 G3 X-85.757 Y4.909 R2.982
N641 G3 X-82.66 Y5.415 R3.014
N642 G3 X-78.284 Y6.288 R11.007
N643 G2 X-78.758 Y5.818 R.526
N644 G3 X-79.232 Y5.407 R.475

N645 G1 X-79.215 Y-4.541
N646 X-80.682 Y-3.811
N647 G2 X-80.3 Y-3.742 R.233
N648 G1 X-80. Y-3.738
N649 X-79.945 Y-3.696
N650 X-80. Y-3.738
N651 X-80.3 Y-3.742
N652 G3 X-80.682 Y-3.811 R.233
N653 G1 X-82.525 Y-2.895
N654 X-89.095 Y1.176
N655 X-91.691 Y2.693
N656 X-91.716 Y2.74
N657 X-90.95 Y2.961
N658 G2 X-90.885 Y2.857 R.115
N659 G1 X-90.858 Y2.758
N660 X-90.885 Y2.857
N661 G3 X-90.95 Y2.961 R.115
N662 G1 X-88.307 Y3.721
N663 G3 X-85.372 Y4.446 R3.457
N664 G3 X-82.262 Y4.978 R3.489
N665 G3 X-79.232 Y5.529 R11.482
N666 G1 Y5.407
N667 G2 X-79.707 Y5.071 R.356
N668 G3 X-80.181 Y4.735 R.356
N669 G1 X-80.167 Y-3.398
N670 X-81.637 Y-2.667
N671 G2 X-81.254 Y-2.598 R.232
N672 G1 X-80.955 Y-2.594
N673 X-80.9 Y-2.552
N674 X-80.955 Y-2.594
N675 X-81.254 Y-2.598
N676 G3 X-81.637 Y-2.667 R.232
N677 G1 X-81.818 Y-2.577
N678 X-88.373 Y1.485
N679 X-90.287 Y2.604
N680 X-89.484 Y2.835
N681 G2 X-89.419 Y2.731 R.115
N682 G1 X-89.392 Y2.632
N683 X-89.419 Y2.731
N684 G3 X-89.484 Y2.835 R.115
N685 G1 X-87.954 Y3.275
N686 G3 X-84.991 Y3.989 R3.932
N687 G3 X-81.871 Y4.54 R3.964
N688 G3 X-80.181 Y4.821 R11.957
N689 G1 Y4.735
N690 G2 X-80.655 Y4.399 R.356
N691 G3 X-81.13 Y4.063 R.356
N692 G1 X-81.119 Y-2.254
N693 X-82.674 Y-1.29
N694 G2 X-82.278 Y-1.242 R.233

N695 G1 X-81.68 Y-1.264
N696 X-81.673 Y-1.314
N697 X-81.668 Y-1.214
N698 X-81.68 Y-1.264
N699 X-82.278 Y-1.242
N700 G3 X-82.674 Y-1.29 R.233
N701 G1 X-87.651 Y1.793
N702 X-88.821 Y2.477
N703 X-88.018 Y2.709
N704 G2 X-87.953 Y2.604 R.115
N705 G1 X-87.926 Y2.505
N706 X-87.953 Y2.604
N707 G3 X-88.018 Y2.709 R.115
N708 G1 X-87.595 Y2.83
N709 G3 X-84.614 Y3.537 R4.407
N710 G3 X-81.486 Y4.101 R4.439
N711 G3 X-81.13 Y4.156 R12.432
N712 G1 Y4.063
N713 G2 X-81.604 Y3.726 R.356
N714 G3 X-82.079 Y3.39 R.356
N715 G1 X-82.071 Y-.907
N716 X-83.626 Y.057
N717 G2 X-83.231 Y.105 R.233
N718 G1 X-82.632 Y.083
N719 X-82.625 Y.033
N720 X-82.621 Y.133
N721 X-82.632 Y.083
N722 X-83.231 Y.105
N723 G3 X-83.626 Y.057 R.233
N724 G1 X-86.886 Y2.077
N725 G2 X-86.694 Y2.131 R.136
N726 G1 X-86.521 Y2.181
N727 X-86.694 Y2.131
N728 G3 X-86.886 Y2.077 R.136
N729 G1 X-87.355 Y2.351
N730 X-87.229 Y2.387
N731 G3 X-84.24 Y3.087 R4.882
N732 G3 X-82.079 Y3.417 R4.914
N733 G2 X-82.553 Y3.054 R.375
N734 G3 X-83.028 Y2.718 R.356
N735 G1 X-83.024 Y.44
N736 X-84.579 Y1.404
N737 G2 X-84.183 Y1.452 R.233
N738 G1 X-83.585 Y1.43
N739 X-83.578 Y1.38
N740 X-83.573 Y1.479
N741 X-83.585 Y1.43
N742 X-84.183 Y1.452
N743 G3 X-84.579 Y1.404 R.233
N744 G1 X-85.76 Y2.137

N745 G3 X-84.896 Y2.336 R5.357
N746 G2 X-84.842 Y2.23 R.113
N747 G1 X-84.824 Y2.131
N748 X-84.842 Y2.23
N749 G3 X-84.896 Y2.336 R.113
N750 G3 X-83.867 Y2.639 R5.357
N751 G3 X-83.028 Y2.742 R5.389
N752 G2 X-83.502 Y2.382 R.373
N753 G3 X-83.976 Y2.046 R.356
N754 G1 Y1.787
N755 X-84.264 Y1.966
N756 G0 Z3.
N757 X-64.608
N758 Z-3.
N759 G1 Z-5.
N760 G3 X-61.686 Y8.613 R1.954
N761 G1 Y9.467
N762 X-61.839 Y9.549
N763 X-61.686 Y9.467
N764 X-59.233 Y9.375
N765 X-58.629 Y9.248
N766 X-58.525 Y9.283
N767 X-58.629 Y9.248
N768 X-58.627 Y9.023
N769 G2 X-58.847 Y9.038 R.182
N770 G3 X-58.627 Y9.023 R.182
N771 G1 X-58.472 Y-3.488
N772 X-60.953 Y-4.645
N773 X-61.686 Y-4.909
N774 X-61.925 Y-5.143
N775 X-61.686 Y-4.909
N776 Y-4.003
N777 G2 X-61.318 Y-4.09 R.233
N778 G1 X-61.101 Y-4.194
N779 X-61.003 Y-4.183
N780 X-61.101 Y-4.194
N781 X-61.318 Y-4.09
N782 G3 X-61.686 Y-4.003 R.233
N783 G1 Y8.613
N784 G2 X-60.828 Y8.961 R.356
N785 G1 X-59.575 Y8.911
N786 X-59.425 Y-3.283
N787 X-60.736 Y-3.894
N788 Y8.685
N789 G2 X-60.299 Y8.504 R.212
N790 G2 X-60.152 Y7.71 R3.104
N791 G1 X-60.097 Y-3.04
N792 X-60.118 Y-3.088
N793 G3 X-59.626 Y-5.96 R4.93
N794 G0 Z3.

N795 X-45.548
N796 Z-3.5
N797 G1 Z-5.5
N798 G3 X-42.626 Y8.683 R1.954
N799 G1 Y9.504
N800 X-42.785 Y9.584
N801 X-42.626 Y9.504
N802 X-39.74
N803 X-39.412 Y9.385
N804 X-39.301 Y9.413
N805 X-39.412 Y9.385
N806 Y9.138
N807 G2 X-39.63 Y9.157 R.147
N808 G1 X-39.723 Y9.175
N809 X-39.63 Y9.157
N810 G3 X-39.412 Y9.138 R.147
N811 G1 Y-1.633
N812 X-39.252 Y-1.712
N813 X-39.412 Y-1.633
N814 G3 X-39.922 Y-1.666 R1.311
N815 G1 X-39.944 Y-1.555
N816 X-39.922 Y-1.666
N817 G3 X-40.44 Y-1.767 R.735
N818 G2 X-42.626 Y-2.101 R1.862
N819 G1 X-42.716 Y-2.144
N820 X-42.626 Y-2.101
N821 Y-1.661
N822 G2 X-42.414 Y-1.686 R.112
N823 G1 X-42.231 Y-1.726
N824 X-42.414 Y-1.686
N825 G3 X-42.626 Y-1.661 R.112
N826 G1 Y8.683
N827 G2 X-41.795 Y9.034 R.356
N828 G1 X-40.362 Y9.029
N829 Y-1.233
N830 G3 X-40.983 Y-1.377 R1.09
N831 G2 X-41.676 Y-1.552 R1.387
N832 G1 Y8.779
N833 G2 X-41.18 Y8.629 R.25
N834 G2 X-41.025 Y7.937 R2.289
N835 G1 X-41.019 Y-.863
N836 X-41.041 Y-.912
N837 X-42.208 Y-3.557
N838 G0 Z3.
N839 X-0.956
N840 Z-4.5
N841 G1 Z-6.5
N842 X-0.965 Y9.86
N843 X-1.042 Y-.748
N844 X-1.05 Y-1.788

N845 G0 Z3.
N846 X-1.906
N847 Z-4.5
N848 G1 Z-6.5
N849 X-1.913 Y10.016
N850 X-1.993 Y-.845
N851 X-2.001 Y-1.875
N852 G0 Z3.
N853 X-2.856
N854 Z-4.5
N855 G1 Z-6.5
N856 X-2.864 Y9.996
N857 X-2.944 Y-.992
N858 X-2.952 Y-2.071
N859 G0 Z3.
N860 X-3.805
N861 Z-4.5
N862 G1 Z-6.5
N863 X-3.812 Y10.223
N864 X-3.895 Y-1.168
N865 X-3.903 Y-2.267
N866 G0 Z3.
N867 X-4.754
N868 Z-4.5
N869 G1 Z-6.5
N870 X-4.761 Y10.378
N871 X-4.847 Y-1.359
N872 X-4.855 Y-2.463
N873 G0 Z3.
N874 X-5.703
N875 Z-4.5
N876 G1 Z-6.5
N877 X-5.71 Y10.423
N878 X-5.798 Y-1.579
N879 X-5.806 Y-2.613
N880 G0 Z3.
N881 X-6.652
N882 Z-4.5
N883 G1 Z-6.5
N884 X-6.66 Y10.47
N885 X-6.749 Y-1.647
N886 X-6.757 Y-2.684
N887 G0 Z3.
N888 X-7.601
N889 Z-4.5
N890 G1 Z-6.5
N891 X-7.608 Y10.72
N892 X-7.699 Y-1.65
N893 X-7.707 Y-2.756
N894 G0 Z3.

N895 X-8.551
N896 Z-4.5
N897 G1 Z-6.5
N898 X-8.558 Y10.809
N899 X-8.65 Y-1.786
N900 X-8.658 Y-2.928
N901 G0 Z3.
N902 X-9.501
N903 Z-4.5
N904 G1 Z-6.5
N905 X-9.508 Y10.812
N906 X-9.602 Y-2.021
N907 X-9.609 Y-3.007
N908 G0 Z3.
N909 X-10.451
N910 Z-4.5
N911 G1 Z-6.5
N912 X-10.458 Y10.814
N913 X-10.552 Y-2.034
N914 X-10.559 Y-3.02
N915 G0 Z3.
N916 X-11.401
N917 Z-4.5
N918 G1 Z-6.5
N919 X-11.408 Y10.816
N920 X-11.502 Y-2.046
N921 X-11.509 Y-3.033
N922 G0 Z3.
N923 X-12.351
N924 Z-4.5
N925 G1 Z-6.5
N926 X-12.358 Y10.818
N927 X-12.452 Y-2.059
N928 X-12.459 Y-3.045
N929 G0 Z3.
N930 X-13.301
N931 Z-4.5
N932 G1 Z-6.5
N933 X-13.308 Y10.82
N934 X-13.402 Y-2.071
N935 X-13.409 Y-3.058
N936 G0 Z3.
N937 X-14.251
N938 Z-4.5
N939 G1 Z-6.5
N940 X-14.258 Y10.822
N941 X-14.352 Y-2.084
N942 X-14.359 Y-3.07
N943 G0 Z3.
N944 X-15.201

N945 Z-4.5
N946 G1 Z-6.5
N947 X-15.208 Y10.824
N948 X-15.302 Y-2.096
N949 X-15.31 Y-3.083
N950 G0 Z3.
N951 X-16.15
N952 Z-4.5
N953 G1 Z-6.5
N954 X-16.158 Y10.827
N955 X-16.253 Y-2.135
N956 X-16.26 Y-3.195
N957 G0 Z3.
N958 X-23.298
N959 Z-4.5
N960 G1 Z-6.5
N961 G3 X-19.263 Y11.222 R4.93
N962 G1 X-18.522 Y11.165
N963 X-14.185 Y10.83
N964 G0 Z3.
N965 X-27.571
N966 Z-4.5
N967 G1 Z-6.5
N968 G3 X-22.637 Y11.002 R4.93
N969 G1 X-17.109 Y10.575
N970 X-17.202 Y-2.091
N971 G2 X-20.221 Y-2.465 R97.305
N972 G3 X-24.818 Y-3.735 R4.93
N973 G0 Z3.
N974 X30.688
N975 Z-5.5
N976 G1 Z-7.5
N977 X35.197 Y9.582
N978 G2 X37.062 Y9.341 R2.267
N979 G1 X37.169 Y9.373
N980 X37.062 Y9.341
N981 X36.832 Y1.396
N982 X36.94 Y1.364
N983 G3 X36.746 Y1.371 R.056
N984 G1 X36.16 Y1.356
N985 G2 X36.184 Y1.466 R.157
N986 G1 X36.214 Y1.514
N987 X36.184 Y1.466
N988 G3 X36.16 Y1.356 R.157
N989 G1 X33.61 Y1.292
N990 X33.455 Y1.211
N991 X33.61 Y1.292
N992 Y1.683
N993 G2 X33.827 Y1.663 R.138
N994 G1 X33.919 Y1.644

N995 X33.827 Y1.663
N996 G3 X33.61 Y1.683 R.138
N997 G1 Y9.507
N998 X33.463 Y9.592
N999 X33.61 Y9.507
N1000 G3 X34.181 Y9.544 R.985
N1001 G2 X34.189 Y9.433 R.167
N1002 G3 X34.181 Y9.544 R.167
N1003 G2 X35.197 Y9.582 R2.267
N1004 G2 X36.107 Y9.063 R.475
N1005 G1 X35.894 Y1.825
N1006 X34.56 Y1.792
N1007 Y9.094
N1008 G2 X35.69 Y9.077 R1.792
N1009 G2 X35.507 Y8.889 R.401
N1010 G3 X35.327 Y8.301 R1.508
N1011 G1 X35.233 Y2.251
N1012 X35.196 Y-.131
N1013 G0 Z3.
N1014 X76.489
N1015 Z-6.5
N1016 G1 Z-8.5
N1017 X76.464 Y9.985
N1018 X76.339 Y4.646
N1019 G3 X77.482 Y2.283 R4.93
N1020 G0 Z3.
N1021 X75.541
N1022 Z-6.5
N1023 G1 Z-8.5
N1024 X75.516 Y10.036
N1025 X75.336 Y2.383
N1026 X75.309 Y1.27
N1027 G0 Z3.
N1028 X74.59
N1029 Z-6.5
N1030 G1 Z-8.5
N1031 X74.567 Y10.087
N1032 X74.381 Y2.188
N1033 X74.355 Y1.065
N1034 G0 Z3.
N1035 X73.597
N1036 Z-6.5
N1037 G1 Z-8.5
N1038 X73.617 Y10.273
N1039 G2 X73.617 Y10.114 R7.125
N1040 G1 X73.426 Y1.993
N1041 X73.4 Y.884
N1042 G0 Z3.
N1043 X72.589
N1044 Z-6.5

N1045 G1 Z-8.5
N1046 X72.658 Y10.455
N1047 X72.66 Y10.438
N1048 X72.472 Y1.798
N1049 X72.448 Y.726
N1050 G0 Z3.
N1051 X71.628
N1052 Z-6.5
N1053 G1 Z-8.5
N1054 X71.71 Y10.421
N1055 G2 X71.717 Y10.126 R6.175
N1056 G1 X71.517 Y1.599
N1057 X71.493 Y.589
N1058 G0 Z3.
N1059 X63.151
N1060 Z-6.5
N1061 G1 Z-8.5
N1062 G3 X55.11 Y.605 R4.93
N1063 G1 X54. Y.462
N1064 G2 X53.718 Y.429 R63.616
N1065 G3 X49.164 Y-.814 R4.93
N1066 G0 Z3.
N1067 X70.586
N1068 Z-6.5
N1069 G1 Z-8.5
N1070 X70.74 Y10.602
N1071 G2 X70.767 Y10.131 R5.7
N1072 G1 X70.562 Y1.401
N1073 X70.54 Y.473
N1074 G0 Z3.
N1075 X69.539
N1076 Z-6.5
N1077 G1 Z-8.5
N1078 X69.747 Y10.809
N1079 G2 X69.818 Y10.137 R5.225
N1080 G1 X69.609 Y1.262
N1081 X69.588 Y.377
N1082 G0 Z3.
N1083 X68.557
N1084 Z-6.5
N1085 G1 Z-8.5
N1086 X68.788 Y10.816
N1087 G2 X68.868 Y10.142 R4.75
N1088 G1 X68.657 Y1.176
N1089 X68.636 Y.301
N1090 G0 Z3.
N1091 X67.567
N1092 Z-6.5
N1093 G1 Z-8.5
N1094 X67.827 Y10.822

N1095 G2 X67.918 Y10.148 R4.275
N1096 G1 X67.706 Y1.141
N1097 X67.685 Y.245
N1098 G0 Z3.
N1099 X66.566
N1100 Z-6.5
N1101 G1 Z-8.5
N1102 X66.863 Y10.828
N1103 G2 X66.968 Y10.154 R3.8
N1104 G1 X66.756 Y1.155
N1105 X66.734 Y.207
N1106 G0 Z3.
N1107 X65.549
N1108 Z-6.5
N1109 G1 Z-8.5
N1110 X65.896 Y10.834
N1111 G2 X66.018 Y10.159 R3.325
N1112 G1 X65.807 Y1.184
N1113 X65.782 Y.133
N1114 G0 Z3.
N1115 X64.508
N1116 Z-6.5
N1117 G1 Z-8.5
N1118 X64.922 Y10.84
N1119 G2 X65.068 Y10.165 R2.85
N1120 G1 X64.852 Y.996
N1121 X64.828 Y-.021
N1122 G0 Z3.
N1123 X63.425
N1124 Z-6.5
N1125 G1 Z-8.5
N1126 X63.938 Y10.847
N1127 G2 X64.118 Y10.17 R2.375
N1128 G1 X63.9 Y.893
N1129 X63.877 Y-.094
N1130 G0 Z3.
N1131 X62.265
N1132 Z-6.5
N1133 G1 Z-8.5
N1134 X62.935 Y10.853
N1135 G2 X63.168 Y10.176 R1.9
N1136 G1 X62.949 Y.877
N1137 X62.926 Y-.11
N1138 G0 Z3.
N1139 X60.931
N1140 Z-6.5
N1141 G1 Z-8.5
N1142 X61.892 Y10.86
N1143 X61.899 Y10.854
N1144 G2 X62.218 Y10.181 R1.425

N1145 G1 X61.999 Y.861
N1146 X61.976 Y-.126
N1147 G0 Z3.
N1148 X59.842
N1149 Z-6.5
N1150 G1 Z-8.5
N1151 X60.815 Y10.867
N1152 X61.055 Y10.635
N1153 G2 X61.268 Y10.187 R.95
N1154 G1 X61.049 Y.845
N1155 X61.025 Y-.141
N1156 G0 Z3.
N1157 X58.751
N1158 Z-6.5
N1159 G1 Z-8.5
N1160 X59.738 Y10.874
N1161 X60.212 Y10.417
N1162 G2 X60.318 Y10.193 R.475
N1163 G1 X60.098 Y.83
N1164 X60.075 Y-.157
N1165 G0 Z3.
N1166 X50.925
N1167 Z-6.5
N1168 G1 Z-8.5
N1169 G3 X55.88 Y10.898 R4.93
N1170 G1 X58.865 Y10.684
N1171 X59.368 Y10.198
N1172 X59.155 Y1.126
N1173 X56.368 Y.767
N1174 G3 X51.737 Y-.581 R4.93
N1175 G0 Z3.
N1176 X87.868
N1177 Z-7.
N1178 G1 Z-9.
N1179 X91.029 Y9.537
N1180 G3 X94.004 Y9.405 R3.783
N1181 G1 X94.152 Y9.49
N1182 X94.004 Y9.405
N1183 Y9.016
N1184 G2 X93.786 Y9.036 R.145
N1185 G1 X93.693 Y9.054
N1186 X93.786 Y9.036
N1187 G3 X94.004 Y9.016 R.145
N1188 G1 Y3.758
N1189 X94.099 Y3.718
N1190 G3 X93.874 Y3.749 R.077
N1191 G1 X93.63 Y3.713
N1192 X93.581 Y3.77
N1193 X93.63 Y3.713
N1194 X92.295 Y3.425

N1195 X90.79 Y3.407
N1196 X90.633 Y3.327
N1197 X90.79 Y3.407
N1198 Y3.785
N1199 G2 X91.007 Y3.765 R.143
N1200 G1 X91.1 Y3.747
N1201 X91.007 Y3.765
N1202 G3 X90.79 Y3.785 R.143
N1203 G1 Y9.575
N1204 X90.604 Y9.708
N1205 X90.79 Y9.575
N1206 G3 X91.029 Y9.537 R3.783
N1207 G2 X91.357 Y9.256 R.238
N1208 G3 X91.74 Y8.968 R.238
N1209 G3 X93.054 Y8.908 R4.258
N1210 G1 Y4.106
N1211 X92.088 Y3.898
N1212 X91.74 Y3.894
N1213 Y8.681
N1214 G2 X92.269 Y8.482 R.237
N1215 G2 X92.395 Y7.587 R4.045
N1216 G1 X92.381 Y4.438
N1217 X92.37 Y1.934
N1218 G0 Z3.
;
N1219 X-78.195
N1220 Z-2.4
N1221 G1 Z-4.4
N1222 G3 X-75.957 Y7.806 R4.93
N1223 G1 X-75.958 Y7.949
N1224 G2 X-76.297 Y7.872 R1.481
N1225 G2 X-75.957 Y7.806 R.456
N1226 G1 X-73.483 Y7.013
N1227 G0 Z3.
N1228 X-73.442
N1229 Z-2.4
N1230 G1 Z-4.4
N1231 X-75.911 Y-7.906
N1232 G2 X-76.32 Y-8.032 R.56
N1233 G1 X-75.91 Y-8.23
N1234 X-75.911 Y-7.906
N1235 G3 X-78.078 Y-4.829 R4.93
N1236 G0 Z3.
N1237 X-78.856
N1238 Z-2.4
N1239 G1 Z-4.4
N1240 X-82.432 Y-5.203
N1241 X-82.97 Y-5.185
N1242 X-81.784 Y-5.776
N1243 X-81.206 Y-5.869

N1244 X-82.432 Y-5.203
N1245 G3 X-87.226 Y-3.768 R4.93
N1246 G0 Z3.
N1247 X-79.896
N1248 Z-2.5
N1249 G1 Z-4.5
N1250 X-82.251 Y-5.183
N1251 G2 X-83.455 Y-5.186 R.716
N1252 G3 X-81.209 Y-5.797 R2.481
N1253 G2 X-80.877 Y-5.908 R.391
N1254 G1 X-82.251 Y-5.183
N1255 G3 X-87.254 Y-3.76 R4.93
N1256 G0 Z3.
N1257 X-79.862
N1258 Z-2.5
N1259 G1 Z-4.5
N1260 G3 X-76.787 Y-7.83 R4.93
N1261 G1 X-75.91 Y-8.242
N1262 X-75.912 Y-7.54
N1263 X-76.787 Y-7.83
N1264 X-78.905 Y-8.531
N1265 G0 Z3.
N1266 X-83.517
N1267 Z-2.5
N1268 G1 Z-4.5
N1269 X-79.717 Y7.145
N1270 X-79.511 Y7.236
N1271 G2 X-79.85 Y7.149 R5.962
N1272 G2 X-79.717 Y7.145 R1.553
N1273 G3 X-73.486 Y7.895 R4.93
N1274 G0 Z3.
N1275 X-84.698
N1276 Z-2.5
N1277 G1 Z-4.5
N1278 X-82.213 Y6.694
N1279 G2 X-82.154 Y6.722 R1.553
N1280 G2 X-82.401 Y6.692 R5.962
N1281 G1 X-82.213 Y6.694
N1282 G3 X-73.934 Y9.092 R4.93
N1283 G0 Z3.
N1284 X-79.685
N1285 Z-2.5
N1286 G1 Z-4.5
N1287 X-76.538 Y7.832
N1288 G2 X-75.956 Y7.595 R.88
N1289 G1 X-75.958 Y7.949
N1290 G2 X-76.538 Y7.832 R1.481
N1291 G3 X-82.491 Y5.455 R4.93
N1292 G0 Z3.
N1293 X-81.9

N1294 Z-2.6
N1295 G1 Z-4.6
N1296 G3 X-80.2 Y-4.525 R1.954
N1297 G3 X-80.932 Y-3.816 R1.311
N1298 G3 X-80.958 Y-3.804 R.475
N1299 G1 X-81.181 Y-3.818
N1300 X-80.958 Y-3.804
N1301 G3 X-80.804 Y-3.542 R.475
N1302 G1 X-80.94 Y5.981
N1303 X-81.047 Y6.013
N1304 X-80.94 Y5.981
N1305 X-80.626 Y6.065
N1306 X-80.567 Y6.01
N1307 X-80.626 Y6.065
N1308 X-78.91 Y6.524
N1309 X-77.653 Y6.784
N1310 X-77.473 Y6.919
N1311 X-77.653 Y6.784
N1312 X-77.648 Y6.18
N1313 G2 X-77.941 Y6.233 R.193
N1314 G1 X-78.128 Y6.268
N1315 X-77.941 Y6.233
N1316 G3 X-77.648 Y6.18 R.193
N1317 G1 X-77.539 Y-6.389
N1318 X-77.251 Y-6.721
N1319 X-77.539 Y-6.389
N1320 X-78.992 Y-5.704
N1321 G2 X-78.613 Y-5.63 R.233
N1322 G1 X-78.313 Y-5.622
N1323 X-78.262 Y-5.579
N1324 X-78.313 Y-5.622
N1325 X-78.613 Y-5.63
N1326 G3 X-78.992 Y-5.704 R.233
N1327 G1 X-80.091 Y-5.187
N1328 G3 X-80.273 Y-5.12 R.475
N1329 G1 X-80.479 Y-5.164
N1330 X-80.273 Y-5.12
N1331 G3 X-80.202 Y-4.971 R1.311
N1332 G1 X-80.079 Y-4.982
N1333 X-80.202 Y-4.971
N1334 G3 X-80.2 Y-4.525 R1.311
N1335 G2 X-80.04 Y-3.956 R.95
N1336 G3 X-79.854 Y-3.539 R.95
N1337 G1 X-79.986 Y5.697
N1338 X-78.597 Y6.069
N1339 X-78.499 Y-5.284
N1340 X-79.234 Y-4.938
N1341 G3 X-79.782 Y-3.777 R1.786
N1342 G2 X-79.201 Y-3.667 R1.241
N1343 G1 X-79.138 Y-3.762

N1344 X-79.201 Y-3.667
N1345 X-79.274 Y5.382
N1346 X-79.247 Y5.43
N1347 G3 X-79.208 Y8.04 R4.93
N1348 G0 Z3.
N1349 X-81.9
N1350 Z-2.7
N1351 G1 Z-4.7
N1352 G3 X-80.2 Y-4.525 R1.954
N1353 G3 X-80.932 Y-3.816 R1.311
N1354 G3 X-80.958 Y-3.804 R.475
N1355 G1 X-81.181 Y-3.818
N1356 X-80.958 Y-3.804
N1357 G3 X-80.804 Y-3.542 R.475
N1358 G1 X-80.94 Y5.981
N1359 X-81.047 Y6.013
N1360 X-80.94 Y5.981
N1361 X-80.626 Y6.065
N1362 X-80.567 Y6.01
N1363 X-80.626 Y6.065
N1364 X-78.91 Y6.524
N1365 X-77.653 Y6.784
N1366 X-77.473 Y6.919
N1367 X-77.653 Y6.784
N1368 X-77.648 Y6.18
N1369 G2 X-77.941 Y6.233 R.193
N1370 G1 X-78.128 Y6.268
N1371 X-77.941 Y6.233
N1372 G3 X-77.648 Y6.18 R.193
N1373 G1 X-77.539 Y-6.389
N1374 X-77.251 Y-6.721
N1375 X-77.539 Y-6.389
N1376 X-78.992 Y-5.704
N1377 G2 X-78.613 Y-5.63 R.233
N1378 G1 X-78.313 Y-5.622
N1379 X-78.262 Y-5.579
N1380 X-78.313 Y-5.622
N1381 X-78.613 Y-5.63
N1382 G3 X-78.992 Y-5.704 R.233
N1383 G1 X-80.091 Y-5.187
N1384 G3 X-80.273 Y-5.12 R.475
N1385 G1 X-80.479 Y-5.164
N1386 X-80.273 Y-5.12
N1387 G3 X-80.202 Y-4.971 R1.311
N1388 G1 X-80.079 Y-4.982
N1389 X-80.202 Y-4.971
N1390 G3 X-80.2 Y-4.525 R1.311
N1391 G2 X-80.04 Y-3.956 R.95
N1392 G3 X-79.854 Y-3.539 R.95
N1393 G1 X-79.986 Y5.697

N1394 X-78.597 Y6.069
N1395 X-78.499 Y-5.284
N1396 X-79.234 Y-4.938
N1397 G3 X-79.782 Y-3.777 R1.786
N1398 G2 X-79.201 Y-3.667 R1.241
N1399 G1 X-79.138 Y-3.762
N1400 X-79.201 Y-3.667
N1401 X-79.274 Y5.382
N1402 X-79.247 Y5.43
N1403 G3 X-79.208 Y8.04 R4.93
N1404 G0 Z3.
N1405 X-74.62
N1406 Z-2.8
N1407 G1 Z-4.8
N1408 X-76.585 Y-6.901
N1409 X-77.233 Y-7.174
N1410 X-78.803 Y-7.835
N1411 G0 Z3.
N1412 X-74.63
N1413 Z-2.8
N1414 G1 Z-4.8
N1415 X-76.591 Y-6.198
N1416 G2 X-77.302 Y-6.586 R3.325
N1417 G2 X-77.922 Y-6.837 R2.85
N1418 G1 X-79.69 Y-7.454
N1419 G0 Z3.
N1420 X-74.646
N1421 Z-2.8
N1422 G1 Z-4.8
N1423 X-76.599 Y-5.281
N1424 G2 X-77.949 Y-6.238 R2.85
N1425 G2 X-78.616 Y-6.497 R2.375
N1426 G1 X-80.502 Y-7.104
N1427 G0 Z3.
N1428 X-77.082
N1429 Z-2.8
N1430 G1 Z-4.8
N1431 Y7.416
N1432 X-77.083 Y-4.152
N1433 G2 X-78.597 Y-5.891 R2.375
N1434 G2 X-79.317 Y-6.154 R1.9
N1435 G1 X-81.365 Y-6.733
N1436 G0 Z3.
N1437 X-78.032
N1438 Z-2.8
N1439 G1 Z-4.8
N1440 Y7.22
N1441 X-78.033 Y-4.152
N1442 G2 X-79.244 Y-5.543 R1.9
N1443 G2 X-80.034 Y-5.803 R1.425

N1444 G1 X-82.341 Y-6.313
N1445 G0 Z3.
N1446 X-78.982
N1447 Z-2.8
N1448 G1 Z-4.8
N1449 Y7.024
N1450 X-78.983 Y-4.152
N1451 G2 X-79.891 Y-5.195 R1.425
N1452 G2 X-81.262 Y-5.45 R1.01
N1453 G1 X-83.632 Y-5.433
N1454 G0 Z3.
N1455 X-79.932
N1456 Z-2.8
N1457 G1 Z-4.8
N1458 Y6.828
N1459 X-79.933 Y-4.152
N1460 G2 X-80.539 Y-4.848 R.95
N1461 G2 X-81.178 Y-4.975 R.475
N1462 G1 X-83.924 Y-4.987
N1463 G0 Z3.
N1464 X-80.882
N1465 Z-2.8
N1466 G1 Z-4.8
N1467 Y6.507
N1468 X-80.883 Y-4.152
N1469 G2 X-81.186 Y-4.5 R.475
N1470 G1 X-83.574 Y-5.611
N1471 G0 Z3.
N1472 X-81.832
N1473 Z-2.8
N1474 G1 Z-4.8
N1475 X-81.833 Y-6.532
N1476 G0 Z3.
N1477 X-77.066
N1478 Z-2.9
N1479 G1 Z-4.9
N1480 Y7.405
N1481 X-77.067 Y-7.154
N1482 Y-8.449
N1483 G0 Z3.
N1484 X-78.016
N1485 Z-2.9
N1486 G1 Z-4.9
N1487 X-78.017 Y-8.169
N1488 G0 Z3.
N1489 X-64.608
N1490 Z-3.
N1491 G1 Z-5.
N1492 G3 X-61.686 Y8.747 R1.954
N1493 G1 Y9.559

N1494 X-61.779 Y9.601
N1495 X-61.686 Y9.559
N1496 G2 X-58.562 Y9.28 R2.975
N1497 G1 X-58.456 Y9.313
N1498 X-58.562 Y9.28
N1499 X-58.561 Y9.073
N1500 X-58.686 Y9.072
N1501 X-58.561 Y9.073
N1502 X-58.471 Y-3.497
N1503 X-60.61 Y-4.566
N1504 G3 X-61.686 Y-4.791 R.753
N1505 G1 X-61.945 Y-5.076
N1506 X-61.686 Y-4.791
N1507 Y-4.066
N1508 G2 X-61.318 Y-4.153 R.233
N1509 G3 X-61.038 Y-4.199 R.209
N1510 G2 X-61.318 Y-4.153 R.209
N1511 G3 X-61.686 Y-4.066 R.233
N1512 G1 Y8.747
N1513 G2 X-60.827 Y9.096 R.356
N1514 G3 X-60.736 Y9.089 R.356
N1515 G2 X-59.51 Y8.962 R2.5
N1516 G1 X-59.423 Y-3.301
N1517 X-60.736 Y-3.957
N1518 Y8.802
N1519 G2 X-60.243 Y8.585 R.244
N1520 G2 X-60.121 Y7.689 R4.331
N1521 G1 X-60.093 Y-3.06
N1522 X-60.137 Y-3.158
N1523 G3 X-59.766 Y-5.951 R4.93
N1524 G0 Z3.
N1525 X-64.608
N1526 Z-3.1
N1527 G1 Z-5.1
N1528 G3 X-61.686 Y8.747 R1.954
N1529 G1 Y9.559
N1530 X-61.779 Y9.601
N1531 X-61.686 Y9.559
N1532 G2 X-58.562 Y9.28 R2.975
N1533 G1 X-58.456 Y9.313
N1534 X-58.562 Y9.28
N1535 X-58.561 Y9.073
N1536 X-58.686 Y9.072
N1537 X-58.561 Y9.073
N1538 X-58.471 Y-3.497
N1539 X-60.61 Y-4.566
N1540 G3 X-61.686 Y-4.791 R.753
N1541 G1 X-61.945 Y-5.076
N1542 X-61.686 Y-4.791
N1543 Y-4.066

N1544 G2 X-61.318 Y-4.153 R.233
N1545 G3 X-61.038 Y-4.199 R.209
N1546 G2 X-61.318 Y-4.153 R.209
N1547 G3 X-61.686 Y-4.066 R.233
N1548 G1 Y8.747
N1549 G2 X-60.827 Y9.096 R.356
N1550 G3 X-60.736 Y9.089 R.356
N1551 G2 X-59.51 Y8.962 R2.5
N1552 G1 X-59.423 Y-3.301
N1553 X-60.736 Y-3.957
N1554 Y8.802
N1555 G2 X-60.243 Y8.585 R.244
N1556 G2 X-60.121 Y7.689 R4.331
N1557 G1 X-60.093 Y-3.06
N1558 X-60.137 Y-3.158
N1559 G3 X-59.766 Y-5.951 R4.93
N1560 G0 Z3.
N1561 X-64.608
N1562 Z-3.2
N1563 G1 Z-5.2
N1564 G3 X-61.686 Y8.747 R1.954
N1565 G1 Y9.559
N1566 X-61.779 Y9.601
N1567 X-61.686 Y9.559
N1568 G2 X-58.562 Y9.28 R2.975
N1569 G1 X-58.456 Y9.313
N1570 X-58.562 Y9.28
N1571 X-58.561 Y9.073
N1572 X-58.686 Y9.072
N1573 X-58.561 Y9.073
N1574 X-58.471 Y-3.497
N1575 X-60.61 Y-4.566
N1576 G3 X-61.686 Y-4.791 R.753
N1577 G1 X-61.945 Y-5.076
N1578 X-61.686 Y-4.791
N1579 Y-4.066
N1580 G2 X-61.318 Y-4.153 R.233
N1581 G3 X-61.038 Y-4.199 R.209
N1582 G2 X-61.318 Y-4.153 R.209
N1583 G3 X-61.686 Y-4.066 R.233
N1584 G1 Y8.747
N1585 G2 X-60.827 Y9.096 R.356
N1586 G3 X-60.736 Y9.089 R.356
N1587 G2 X-59.51 Y8.962 R2.5
N1588 G1 X-59.423 Y-3.301
N1589 X-60.736 Y-3.957
N1590 Y8.802
N1591 G2 X-60.243 Y8.585 R.244
N1592 G2 X-60.121 Y7.689 R4.331
N1593 G1 X-60.093 Y-3.06

N1594 X-60.137 Y-3.158
N1595 G3 X-59.766 Y-5.951 R4.93
N1596 G0 Z3.
N1597 X-58.133
N1598 Z-3.3
N1599 G1 Z-5.3
N1600 Y9.703
N1601 X-58.135 Y-4.
N1602 Y-5.501
N1603 G0 Z3.
N1604 X-59.083
N1605 Z-3.3
N1606 G1 Z-5.3
N1607 Y9.891
N1608 X-59.085 Y-4.475
N1609 Y-5.795
N1610 G0 Z3.
N1611 X-60.033
N1612 Z-3.3
N1613 G1 Z-5.3
N1614 Y10.007
N1615 X-60.035 Y-4.95
N1616 Y-6.009
N1617 G0 Z3.
N1618 X-60.983
N1619 Z-3.3
N1620 G1 Z-5.3
N1621 Y10.056
N1622 X-60.985 Y-5.093
N1623 Y-6.481
N1624 G0 Z3.
N1625 X-61.933
N1626 Z-3.3
N1627 G1 Z-5.3
N1628 Y10.042
N1629 X-61.935 Y-5.348
N1630 Y-7.282
N1631 G0 Z3.
N1632 X-62.883
N1633 Z-3.3
N1634 G1 Z-5.3
N1635 X-62.885 Y-7.737
N1636 G0 Z3.
N1637 X-58.207
N1638 Z-3.4
N1639 G1 Z-5.4
N1640 X-58.203 Y9.549
N1641 X-58.167 Y-3.851
N1642 X-58.161 Y-5.838
N1643 G0 Z3.

N1644 X-59.158
N1645 Z-3.4
N1646 G1 Z-5.4
N1647 X-59.11 Y-6.295
N1648 G0 Z3.
N1649 X-36.54
N1650 Z-3.6
N1651 G1 Z-5.6
N1652 G3 X-39.431 Y-.996 R1.954
N1653 G1 X-39.419 Y-1.665
N1654 X-39.328 Y-1.707
N1655 X-39.419 Y-1.665
N1656 X-40.036 Y-1.686
N1657 G3 X-40.5 Y-1.766 R.475
N1658 G2 X-42.626 Y-2.093 R1.914
N1659 G1 X-42.716 Y-2.136
N1660 X-42.626 Y-2.093
N1661 Y-1.644
N1662 G2 X-42.414 Y-1.668 R.112
N1663 G1 X-42.136 Y-1.724
N1664 X-42.414 Y-1.668
N1665 G3 X-42.626 Y-1.644 R.112
N1666 G1 Y9.504
N1667 X-42.785 Y9.584
N1668 X-42.626 Y9.504
N1669 X-41.894
N1670 G2 X-41.932 Y9.395 R.147
N1671 G1 X-41.968 Y9.349
N1672 X-41.932 Y9.395
N1673 G3 X-41.894 Y9.504 R.147
N1674 G1 X-39.745
N1675 X-39.606 Y9.452
N1676 X-39.494 Y9.481
N1677 X-39.606 Y9.452
N1678 X-39.601 Y9.142
N1679 G2 X-39.819 Y9.16 R.148
N1680 G1 X-39.912 Y9.178
N1681 X-39.819 Y9.16
N1682 G3 X-39.601 Y9.142 R.148
N1683 G1 X-39.431 Y-.996
N1684 G2 X-40.388 Y-1.333 R.356
N1685 G3 X-41.03 Y-1.372 R.356
N1686 G2 X-41.676 Y-1.535 R1.439
N1687 G1 Y9.029
N1688 X-40.549
N1689 X-40.377 Y-1.232
N1690 G3 X-40.925 Y-1.339 R.95
N1691 G2 X-41.008 Y-1.135 R.39
N1692 G1 X-41.108 Y8.564
N1693 X-41.133 Y10.965

N1694 G0 Z3.
N1695 X-36.54
N1696 Z-3.7
N1697 G1 Z-5.7
N1698 G3 X-39.431 Y-.996 R1.954
N1699 G1 X-39.419 Y-1.665
N1700 X-39.328 Y-1.707
N1701 X-39.419 Y-1.665
N1702 X-40.036 Y-1.686
N1703 G3 X-40.5 Y-1.766 R.475
N1704 G2 X-42.626 Y-2.093 R1.914
N1705 G1 X-42.716 Y-2.136
N1706 X-42.626 Y-2.093
N1707 Y-1.644
N1708 G2 X-42.414 Y-1.668 R.112
N1709 G1 X-42.136 Y-1.724
N1710 X-42.414 Y-1.668
N1711 G3 X-42.626 Y-1.644 R.112
N1712 G1 Y9.504
N1713 X-42.785 Y9.584
N1714 X-42.626 Y9.504
N1715 X-41.894
N1716 G2 X-41.932 Y9.395 R.147
N1717 G1 X-41.968 Y9.349
N1718 X-41.932 Y9.395
N1719 G3 X-41.894 Y9.504 R.147
N1720 G1 X-39.745
N1721 X-39.606 Y9.452
N1722 X-39.494 Y9.481
N1723 X-39.606 Y9.452
N1724 X-39.601 Y9.142
N1725 G2 X-39.819 Y9.16 R.148
N1726 G1 X-39.912 Y9.178
N1727 X-39.819 Y9.16
N1728 G3 X-39.601 Y9.142 R.148
N1729 G1 X-39.431 Y-.996
N1730 G2 X-40.388 Y-1.333 R.356
N1731 G3 X-41.03 Y-1.372 R.356
N1732 G2 X-41.676 Y-1.535 R1.439
N1733 G1 Y9.029
N1734 X-40.549
N1735 X-40.377 Y-1.232
N1736 G3 X-40.925 Y-1.339 R.95
N1737 G2 X-41.008 Y-1.135 R.39
N1738 G1 X-41.108 Y8.564
N1739 X-41.133 Y10.965
N1740 G0 Z3.
N1741 X-39.022
N1742 Z-3.8
N1743 G1 Z-5.8

N1744 X-39.031 Y9.83
N1745 X-39.128 Y-2.116
N1746 X-39.136 Y-3.114
N1747 G0 Z3.
N1748 X-39.971
N1749 Z-3.8
N1750 G1 Z-5.8
N1751 X-39.979 Y9.979
N1752 X-40.079 Y-2.245
N1753 X-40.088 Y-3.306
N1754 G0 Z3.
N1755 X-40.921
N1756 Z-3.8
N1757 G1 Z-5.8
N1758 X-40.929 Y9.979
N1759 X-41.031 Y-2.42
N1760 X-41.039 Y-3.436
N1761 G0 Z3.
N1762 X-41.871
N1763 Z-3.8
N1764 G1 Z-5.8
N1765 X-41.879 Y9.979
N1766 X-41.981 Y-2.518
N1767 X-41.989 Y-3.511
N1768 G0 Z3.
N1769 X-42.821
N1770 Z-3.8
N1771 G1 Z-5.8
N1772 X-42.829 Y9.979
N1773 X-42.932 Y-2.546
N1774 X-42.941 Y-3.746
N1775 G0 Z3.
N1776 X-43.769
N1777 Z-3.8
N1778 G1 Z-5.8
N1779 X-43.893 Y-3.956
N1780 G0 Z3.
N1781 X-38.995
N1782 Z-3.9
N1783 G1 Z-5.9
N1784 X-39.008 Y9.803
N1785 X-39.14 Y-2.057
N1786 X-39.157 Y-3.567
N1787 G0 Z3.
N1788 X-39.942
N1789 Z-3.9
N1790 G1 Z-5.9
N1791 X-40.109 Y-3.767
N1792 G0 Z3.
N1793 X-26.486

N1794 Z-4.1
N1795 G1 Z-6.1
N1796 X-22.044 Y9.534
N1797 G2 X-20.444 Y9.204 R2.465
N1798 G3 X-20.375 Y9.184 R.475
N1799 G1 X-20.272 Y9.219
N1800 X-20.375 Y9.184
N1801 X-20.353 Y-.82
N1802 X-20.191 Y-.898
N1803 X-20.353 Y-.82
N1804 X-20.894 Y-.835
N1805 X-20.906 Y-.724
N1806 X-20.894 Y-.835
N1807 G3 X-21.373 Y-.955 R.475
N1808 G2 X-23.35 Y-1.304 R1.321
N1809 G1 X-23.443 Y-1.346
N1810 X-23.35 Y-1.304
N1811 X-23.359 Y-.856
N1812 G2 X-23.146 Y-.879 R.112
N1813 G1 X-22.87 Y-.937
N1814 X-23.146 Y-.879
N1815 G3 X-23.359 Y-.856 R.112
N1816 G1 X-23.558 Y9.58
N1817 X-23.652 Y9.622
N1818 X-23.558 Y9.58
N1819 G2 X-22.735 Y9.584 R2.465
N1820 G2 X-22.794 Y9.479 R.127
N1821 G1 X-22.883 Y9.389
N1822 X-22.794 Y9.479
N1823 G3 X-22.735 Y9.584 R.127
N1824 G2 X-22.044 Y9.534 R2.465
N1825 G2 X-21.31 Y8.989 R.475
N1826 G1 X-21.304 Y-.398
N1827 G3 X-22.019 Y-.606 R.95
N1828 G2 X-22.411 Y-.742 R.846
N1829 G1 X-22.599 Y9.1
N1830 G2 X-21.641 Y8.978 R1.99
N1831 G3 X-21.94 Y8.293 R1.258
N1832 G1 X-21.874 Y-.057
N1833 X-21.853 Y-2.689
N1834 G0 Z3.

Βιβλιογραφία

Το υλικό συλεχθει από τα εξής εγχειρίδια :

Alfa Laval instructions and manuals

Mitsubishi heavy fuel oil purifiers

Επίσης από τις ιστοσελίδες :

[www. Alfa Laval.com](http://www.AlfaLaval.com)

[www. Mitsubishi.com](http://www.Mitsubishi.com)