

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ  
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ: ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ  
ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ  
ΛΕΒΗΤΑ ΠΛΟΙΟΥ (ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ CAM)**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΕΣ: ΑΝΤΩΝΙΟΥ ΜΑΡΙΑ  
ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΜΑΡΙΑ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ  
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΟΥΠΑΡΑΝΗΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ**

**ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ  
2016**

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ  
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ: ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ  
ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ  
ΛΕΒΗΤΑ ΠΛΟΙΟΥ (ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ CAM)**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΕΣ: ΑΝΤΩΝΙΟΥ ΜΑΡΙΑ**

**ΑΜ: 4892**

**ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΜΑΡΙΑ**

**ΑΜ: 4947**

**ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ : 4/7/2016**

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

## Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η σχεδίαση της κατεργασίας εξαρτημάτων αυτομάτου έλεγχου λέβητα πλοίου. Αρχικά αναφέρονται οι βασικές λειτουργίες των διάφορων λεβήτων και ειδικότερα τα μέρη που τους απαρτίζουν καθώς επίσης και εξαρτήματα που συντελούν στον αυτόματο έλεγχο των λεβήτων. Επίσης αφού πραγματοποιήθηκε ο σχεδιασμός τρισδιάστατης κατεργασίας εξαρτημάτων αυτομάτου ελέγχου λέβητα πλοίου με τη βοήθεια του προγράμματος TopSolid 2005 έγινε κατανοητή η λειτουργικότητα τους σε ολόκληρη την συναρμολογημένη διάταξη. Το πρόγραμμα αυτό δίνει την δυνατότητα, σχεδίασης, συναρμολόγησης, κατεργασίας και δοκιμασίες αντοχής. Η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία αναλύει τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται ώστε να γίνει η προσομοίωση των κατεργασιών βασικών εξαρτημάτων του αυτόματου ελέγχου λέβητα πλοίου. Η σχεδίαση και κατεργασία πραγματοποιείται σε πρόγραμμα ηλεκτρονικού υπολογιστή (TOPSOLID) λόγω του ότι παρέχει ακριβείς σχεδιάσεις, γρήγορες διορθώσεις όπου χρειάζεται και ποιο γρήγορη κατασκευή ενώ στη συνέχεια υπάρχει δυνατότητα να περαστεί η γεωμετρία στο CAM (Computer Aided Manufacturing) και να εισαχθεί ο κώδικας G και M της μηχανής σε αυτόματη εργαλειομηχανή CNC (Computer Numerical Control). Με τον τρόπο αυτό ελαχιστοποιείται ο χρόνος κατασκευής των εξαρτημάτων με ταυτόχρονη ελαχιστοποίηση του κόστους παραγωγής των.

## **Abstract**

The purpose of this paper is the design of automatic processing ship boiler control components. First are constituted the basic functions of various boilers and particularly the parts that make up the parts as well as contributing to the automatic control of boilers .Also as the three-dimensional machining automatic boiler control components designed with the aid of a three-dimensional programm called TopSolid 2005 their functionality was understood throughout the assembled device. This program gives the opportunity of design, assembly, treatment and resistance tests. This paper analyzes the methods used to make the simulation of the main parts machining automatic boiler control board. The design and the treatment is performed in a computer program (TOPSOLID) because it provides accurate designs, quicker corrections where needed and faster construction and then there is a possibility to pass the geometry in CAM (Computer Aided Manufacturing) and enter the machine's code G and M and insert the code in an automatic machine tool CNC (Computer Numerical Control). In this way, the time of manufacture of the components is minimized with a simultaneous minimize production cost.

## Αντί Προλόγου

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αφορά την τρισδιάστατη σχεδίαση της κατεργασίας εξαρτημάτων, αυτομάτου ελέγχου λέβητα πλοίου, με τρόπο τέτοιο ώστε να δίνεται μία εύκολη εικόνα σε ευρύ κοινό όσο αναφορά τη λειτουργία τους. Με την χρήση του προγράμματος TopSolid 2005, επιτυγχάνεται η εξαγωγή ενός κώδικα που δίνει την δυνατότητα της επαναληψιμότητας με πολύ μεγάλη ακρίβεια σε ένα αυτόματο μηχάνημα CNC.

Με την χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών και των προγραμμάτων τρισδιάστατης σχεδίασης η μελέτη, η κατανόηση και το τελικό αποτέλεσμα έχουν γίνει ευκολότερα. Έτσι εξάγεται ο κώδικας G και M της μηχανής όπου εισάγεται στο αυτόματο μηχάνημα CNC και κατασκευάζονται εξαρτήματα μειώνοντας όσο χρονικό τόσο το οικονομικό κόστος της κατεργασίας

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## 1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι ναυτικοί λέβητες είναι το σημαντικότερο τμήμα των εγκαταστάσεων προώσεως των πλοίων, αλλά και στα ντιζελοκίνητα πλοία υπάρχουν λέβητες, που τροφοδοτούνται με τα καυσαέρια των κυρίων μηχανών ντιζελ ή με πετρέλαιο ή και με τα δύο, για την κάλυψη των αναγκών σε ατμό των πλοίων, για βοηθητικές χρήσεις ζωτικής σημασίας και για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι κατασκευαστές προσπαθούν ώστε:

- ✓ Ο βαθμός αποδόσεως των ναυτικών λεβήτων να είναι ο μεγαλύτερος που μπορεί να αποδοθεί.
- ✓ Να παρουσιάζουν μεγαλύτερη αντοχή, ασφάλεια λειτουργίας και διάρκεια ζωής.
- ✓ Να παθαίνουν, όσον γίνεται, λιγότερες βλάβες.

Για την πραγματοποίηση όμως των παραπάνω απαιτείται η καλή και η ορθή χρήση, καθώς και η επιμελημένη συντήρηση του λέβητα. Την ευθύνη για την καλή λειτουργία και συντήρηση έχουν οι μηχανικοί του πλοίου. Επομένως αυτό πρέπει να γνωρίζουν καλά τη δομή και τα βασικά χαρακτηριστικά των λεβήτων, καθώς και οποιουδήποτε οργάνου ή μηχανισμού που σχετίζεται με αυτούς, το σκοπό που το κάθε όργανο ή μηχανισμός εκπληρώνει, καθώς και τον τρόπο λειτουργίας τους.

Απαραίτητη επομένως είναι για τον σπουδαστή η πλήρης κατανόησή των σχετικών με τους λέβητες στοιχείων που εμπεριέχονται στο βιβλίο και όχι η απλή μόνο απομνημόνευσή τους, η οποία στην πράξη αποδεικνύεται εντελώς άχρηστη.

Πρέπει να τονιστεί ότι εδώ αναφέρονται, περιληπτικά βέβαια, και στοιχεία που αφορούν τους ανθρακολέβητες των πλοίων, γιατί μερικά από τα νεοναυπηγούμενα πλοία, λόγω της ενεργειακής κρίσεως, διαθέτουν τέτοιους λέβητες.

Ο λέβητας είναι μία μεταλλική αμοπαγωγική συσκευή, ένα συγκρότημα το οποίο από το νερό παράγει ατμό με τη χρησιμοποίηση της θερμότητας. Αλλιώς μπορούμε να ορίσουμε το λέβητα ως έναν εναλλάκτη θερμότητας μέσα στον οποίο πραγματοποιείται η εναλλαγή θερμότητας μεταξύ ενός ρεύματος θερμών καυσαερίων, που παράγεται με την καύση του καυσίμου, και ενός ρεύματος νερού, Το οποίο, καθώς διατρέχει το λέβητα, μετατρέπεται προοδευτικά στον ατμό, κορεσμένο αρχικά και στη συνέχεια υπέρθερμο εναλλαγή θερμότητας

μεταξύ ενός ρεύματος θερμών καυσαερίων, που παράγεται με την καύση του καυσίμου, και ενός ρεύματος νερού, Το οποίο, καθώς διατρέχει το λέβητα, μετατρέπεται προοδευτικά στον ατμό, κορεσμένο αρχικά και στη συνέχεια υπέρθερμο.

Τέλος, θα μελετήσουμε τους τρόπους αποκατάστασης τους και τις απώλειες.

## 1.2 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΛΕΒΗΤΕΣ

Οι λέβητες που χρησιμοποιούνται για την εξυπηρέτηση της προωστήριας και της βοηθητικής μηχανικής εγκαταστάσεως των πλοίων. Οι πρώτοι χαρακτηρίζονται ως κύριοι λέβητες, Ενώ οι δεύτεροι ως βοηθητικοί. και οι δύο ονομάζονται γενικά Ναυτικοί Ατμολέβητες, Ο λέβητας είναι μία μεταλλική ατμοπαραγωγική συσκευή, ένα συγκρότημα το οποίο από το νερό παράγει ατμό με τη χρησιμοποίηση της θερμότητας. Αλλιώς μπορούμε να ορίσουμε το λέβητα ως έναν εναλλάκτη θερμότητας μέσα στον οποίο πράγμα το οποίο είναι η εναλλαγή θερμότητας μεταξύ ενός ρεύματος θερμών καυσαερίων, που παράγεται με την καύση του καυσίμου, και ενός ρεύματος νερού, το οποίο, καθώς διατρέχει το λέβητα, μετατρέπεται προοδευτικά σ ατμό, κορεσμένο αρχικά και στη συνέχεια υπέρθερμο.

Οι μηχανικές εγκαταστάσεις των πλοίων χρησιμοποιούν ως εργαζόμενη ουσία το νερό και είναι δύο ειδών:

- α. αυτές στις οποίες χρησιμοποιούνται για εμβολοφόρους παλινδρομικών μηχανών και
- β. αυτές που λειτουργούν με ατμοστρόβιλους.

Οι πρώτες έχουν σχεδόν εκλείπουν τελείως τα τελευταία χρόνια. Χρησιμοποιούνται ακόμη ελάχιστα ως προωστήριες και ως βοηθητικές για την κίνηση βοηθητικών μηχανημάτων ατμοκίνητων ή πετρελαιοκίνητων πλοίων.

Οι εγκαταστάσεις με ατμοστρόβιλους είναι σε ευρεία χρήση στα πολύ μεγάλα πετρελαιοφόρα. Και αυτοί όμως, για λόγους οικονομίας σ καύσιμο, αντικαθίστανται προοδευτικά από τις πετρελαιομηχανές.

Οι κατασκευαστές αυτών των τύπων ατμολεβήτων καταβάλουν συνεχείς προσπάθειες προκειμένου να πετύχουν:

1. τον μέγιστο βαθμό απόδοσης
2. μεγαλύτερη δυνατή αντοχή, ασφάλεια λειτουργίας και διάρκεια ζωής

Για την επίτευξη όμως των παραπάνω απαιτείται πρώτιστα η καλή λειτουργία και η επιμελημένη συντήρηση αυτών, την ευθύνη των οποίων φέρουν οι Μηχανικοί και το πλήρωμα μηχανής των πλοίων που οφείλουν να γνωρίζουν τη δομή, τα βασικά

χαρακτηριστικά αυτών αλλά και κάθε οργάνου ή μηχανισμού που σχετίζεται με τους ατμολέβητες καθώς και το σκοπό και τον τρόπο λειτουργίας εκάστου.

Ο χώρος στον οποίο εγκαθίσταται ναυτικός ατμολέβητας στα πλοία ονομάζεται λεβητοστάσιο που βρίσκεται πλώραθεν του μηχανοστασίου των πλοίων. Αν όμως βρίσκεται μέσα στο Μηχανοστάσιο τότε όλος ο χώρος ονομάζεται Μηχανολεβητοστάσιο.

### 1.3 ΤΥΠΟΙ ΛΕΒΗΤΩΝ

Ο τύπος του λέβητα που θα χρησιμοποιηθεί σε μια εφαρμογή καθορίζεται κυρίως από την απαιτούμενη θερμοκρασία και πίεση του παραγόμενου ατμού ή νερού.

Οι λέβητες διακρίνονται γενικά σύμφωνα με το υλικό κατασκευής τους σε χυτοσίδηρους και χαλύβδινους. Οι χυτοσίδηροι αντέχουν καλύτερα στη διάβρωση, μπορούν να επιδεχθούν προσθήκες στοιχείων και χρειάζονται μικρότερες ποσότητες νερού κατά τη λειτουργία τους. Οι χαλύβδινοι έχουν μικρότερο βάρος και αντέχουν καλύτερα στις πιέσεις και στις απότομες αλλαγές θερμοκρασίας. Οι διαστάσεις τους προσαρμόζονται καλύτερα στις διάφορες απαιτήσεις και έχουν χαμηλό κόστος. Επίσης εκ του μέσου καύσης αυτοί διακρίνονται σε γαιανθρακολέβητες, λέβητες κονιοποιημένου γαιάνθρακα, και πετρελαιολέβητες.

Οι ναυτικοί λέβητες κατατάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

α) ανάλογα με τη θέση του θαλάμου καύσης και του υδροθαλάμου, και β) ανάλογα του τρόπου κυκλοφορίας του νερού.

Με βάση αυτών οι λέβητες διακρίνονται σε:

1. Λέβητες εσωτερικής εστίας, που καλούνται και φλογαβλωτοί λέβητες.
2. Λέβητες εξωτερικής εστίας, που καλούνται και υδραυλωτοί λέβητες
3. Λέβητες φυσικής κυκλοφορίας,
4. Λέβητες τεχνητής κυκλοφορίας ή βεβιασμένης κυκλοφορίας.

Οι λέβητες εσωτερικής εστίας ή φλογαυλωτοί περιβάλλονται από τον υδροθάλαμο, ενώ οι εξωτερικής εστίας ή υδραυλωτοί είναι εκτός υδροθαλάμου. Το χαρακτηριστικό των φλογαυλωτών είναι ότι εσωτερικά των αυλών διέρχονται φλόγες και καυσαέρια ενώ εξωτερικά περιβάλλονται από νερό. Στους υδραυλωτούς συμβαίνει ακριβώς το αντίθετο. Στους λέβητες φυσικής κυκλοφορίας, η κυκλοφορία πραγματοποιείται με μόνη τη θέρμανση του νερού, ενώ αντίθετα στους τεχνητής κυκλοφορίας αυτή συμβαίνει με μηχανικά μέσα που ονομάζονται αντλίες κυκλοφορίας.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2.1 ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΛΕΒΗΤΑ

Γενικά τα εξαρτήματα των ναυτικών ατμολεβήτων είναι όργανα και μέσα που εξασφαλίζουν και ελέγχουν τη σωστή και απρόσκοπτη λειτουργία τους. Αυτά διακρίνονται σε "εσωτερικά" και "εξωτερικά εξαρτήματα" και σχετίζονται με το νερό και τον ατμό. Τα εξαρτήματα που σχετίζονται με τη καύση αποτελούν ιδιαίτερη κατηγορία.

#### Εσωτερικά εξαρτήματα

1. Ο εσωτερικός τροφοδοτικός σωλήνας. Ο σωλήνας αυτός συνδέεται με το τροφοδοτικό επιστόμιο του λέβητα και σε όλο το μήκος του είναι διάτρητος έτσι ώστε το ψυχρό νερό που εισέρχεται να κατανέμεται σε όλο τον εσωτερικό χώρο, προς αποφυγή τάσεων στο υλικό που θα συνέβαινε από τη συσσώρευση του νερού σε ένα σημείο του υδροθαλάμου.
2. Ο εσωτερικός εξαφριστικός σωλήνας. Ο σωλήνας αυτός που προσαρμόζεται εξωτερικά του ατμουδροθαλάμου καταλήγει στη χοάνη, περί τη στάθμη του λέβητα, όπου μέσω αυτού οι διάφορες ελαιώδεις αφροί απάγονται στη θάλασσα ή σε ειδικό χώρο συγκέντρωσης.
3. Τα εμποδιστικά διαφράγματα. Πρόκειται για ειδικά ελάσματα που τοποθετούνται κάθετα με σκοπό να εμποδίζουν την μετακίνηση της μάζας του νερού στις περιπτώσεις διατοιχισμού του σκάφους, που θα είχε ως συνέπεια την αποκάλυψη θερμαινόμενων επιφανειών στη φωτιά και την καταστροφή τους.
4. Οι αποχωριστήρες ατμού. Αυτά είναι ελάσματα ή δοχεία ειδικής κατασκευής μέσα από τα οποία ο διερχόμενος ατμός αποχωρίζεται από την υγρασία που παρασύρει κατά την έξοδό του από το λέβητα.
5. Ο σωλήνας απαγωγής ατμού. Αυτός φέρεται προσαρμοσμένος στο ανώτερο σημείο του ατμοθαλάμου καθ' όλο το μήκος του. Είναι διάτρητος στο επάνω μέρος προκειμένου να συλλέγει όσο το δυνατόν στεγνό ατμό που άγεται στη συνέχεια στον ατμοφράκτη και από εκεί στη χρήση του.
6. Οι ψευδάργυροι ηλεκτρόλυσης. Αυτοί είναι τεμάχια καθαρού ηλεκτρολυτικού ψευδαργύρου που φέρονται μέσα στον υδροθάλαμο για την προστασία του από ηλεκτρολυτικές φθορές

## Εξωτερικά εξαρτήματα

1. **Οι ατμοφράκτες.** Πρόκειται για βαλβίδες διακοπής παροχής ατμού που φέρονται στο υψηλότερο σημείο του ατμοθαλάμου και συγκοινωνούν με τον εσωτερικό σωλήνα απαγωγής ατμού. Οι ατμοφράκτες σε κάθε ατμολέβητα είναι τρεις: ο "κύριος ατμοφράκτης", που παρέχει ατμό στη κύρια ατμαγωγό σωλήνωση, (προς τη κυρία μηχανή), ο "βοηθητικός ατμοφράκτης" που διοχετεύει στη δευτερεύουσα ή βοηθητική ατμαγωγό σωλήνωση, (προς βοηθητικές μηχανές), και ο "τοπικός ατμοφράκτης" που διοχετεύει ατμό στις μηχανές του λεβητοστασίου.
2. **Τα ασφαλιστικά επιστόμια.** Αυτές είναι ειδικές βαλβίδες που φορτίζονται και ρυθμίζονται έτσι ώστε να ανοίγουν σε ορισμένη πίεση προκειμένου να εξέρχεται δια αυτών ο πλεονάζων ατμός προς την ατμόσφαιρα. Αυτά χρησιμεύουν για η διατήρηση του μέγιστου ορίου πίεσης ασφαλείας του λέβητα και να προλαμβάνεται τυχόν παραμόρφωσή του ή ακόμα και η έκρηξή του.
3. **Τα τροφοδοτικά επιστόμια.** Αυτά είναι απλά επιστόμια με ανεπίστροφη βαλβίδα με απομονωτικό διακόπτη. Αυτά χρησιμεύουν για τον έλεγχο της εισερχόμενης ποσότητας τροφοδοτικού νερού.
4. **Οι τροφοδοτικοί ρυθμιστές.** Είναι εξαρτήματα που επιδρούν στα παραπάνω τροφοδοτικά επιστόμια και ρυθμίζουν τη παροχή του νερού έτσι ώστε η στάθμη αυτού στο λέβητα να παραμένει σταθερά. Αυτοί φέρονται στη πρόσοψη του λέβητα και συγκοινωνούν με τον υδροθάλαμο και τον ατμοθάλαμο.
5. **Τα θλιβόμετρα.** Πρόκειται για όργανα μέτρησης πίεσης που τοποθετούνται (δύο τουλάχιστον) ανά λέβητα και δεικνύουν την πίεση στον ατμοθάλαμο. Φέρουν βαθμολογημένο δίσκο ενδείξεων πίεσης σε  $\text{Kg/cm}^2$  ή P.S.I από κανονικής λειτουργίας μέχρι την ανώτερη, (όπου και ανοίγουν τα ασφαλιστικά επιστόμια).
6. **Οι υδροδείκτες.** Αυτοί δεικνύουν τη στάθμη του νερού. Φέρονται στη πρόσοψη και συγκοινωνούν με τον υδροθάλαμο και ατμοθάλαμο
7. **Οι δοκιμαστικοί κρουνοί.** Είναι τρεις κρουνοί που φέρονται εξωτερικά του λέβητα περί την προβλεπόμενη εσωτερική στάθμη του νερού και αντιστοιχούν στη κατώτερη, στη κανονική και στην ανώτερη στάθμη του λέβητα. Με τη βοήθεια αυτών διαπιστώνεται μηχανικά η περίπου στάθμη του νερού σε περίπτωση βλάβης των υδροδεικτών.
8. **Ο εξαεριστικός κρουνός.** Αυτός φέρεται στο ανώτερο σημείο του ατμοθαλάμου και χρησιμεύει στην επικοινωνία του με την ατμόσφαιρα. Αυτός ανοίγεται κατά την αφή της φωτιάς για την έξοδο του ατμοσφαιρικού αέρα, καθώς και για την πλήρωση ή εκκένωση όταν ο λέβητας τεθεί εκτός λειτουργίας.
9. **Ο εξαφριστικός κρουνός.** Αυτός ανοίγεται κατά τη λειτουργία, ανά διαστήματα,

προκειμένου να αφαιρεθούν ελαιώδεις ουσίες και λιπαροί αφοοί από την επιφάνεια του νερού, που προέρχονται από τα διάφορα έλαια λίπανσης μηχανών και μηχανημάτων.

10. **Ο κρουνός εξαγωγής νερού.** Αυτός φέρεται στο κατώτερο σημείο του υδροθαλάμου και ανοίγεται κατά τη λειτουργία κάθε φορά που καθίσταται αναγκαία η εξαγωγή μέρους του νερού προς ελάττωση της πυκνότητάς του.
11. **Ο κρουνός εκκένωσης.** Χρησιμεύει για την εκκένωση του λέβητα όταν αυτός δεν λειτουργεί.
12. **Οι κρουνοί εξυδάτωσης.** Αυτοί χρησιμεύουν για την εξυδάτωση των υπερθερμαντήρων και των ατμαγωγών.
13. **Ο κρουνός αλατόμετρου.** Φέρεται στο κατώτερο μέρος του υδροθαλάμου για δειγματοληψία του νερού για χημικές μετρήσεις.
14. **Το υδροκίνητρο.** Αυτό φέρεται μόνο στους κυλινδρικούς λέβητες και χρησιμοποιείται για την αναγκαστική κυκλοφορία του νερού του υδροθαλάμου ειδικότερα με την αφή της φωτιάς.
15. **Τα θερμομέτρα.** Πρόκειται για θερμομέτρα ατμού.
16. **Το σύστημα συναγερμού.** Αυτό μπορεί να είναι οπτικό ή ακουστικό ή και τα δύο μαζί, που ενεργοποιείται σε περίπτωση υψηλής θερμοκρασίας του ατμού.
17. **Οι δείκτες ροής ατμού.** (όργανα ροής ατμού).

### **Εξαρτήματα καύσης**

- Οι καυστήρες
- Οι κώνοι αέρου
- Τα πυρόμετρα
- Τα υδροθλιβόμετρα ή αραιόμετρα
- Οι ενδείκτες καπνού (ή περισκόπια καπνού) και εκκαπνιστήρες ατμού

## 2.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΛΕΒΗΤΑ

Οι κύριες λειτουργίες που παρατηρούνται σε ένα ναυτικό λέβητα είναι βασικά τρεις:

- a. **Η καύση του καυσίμου**, δια της οποίας η χημική του ενέργεια μετατρέπεται σε θερμότητα.
- b. **Η μετάδοση της εκλύμενης θερμότητας**, στο νερό του υδροθαλάμου
- c. **Η μετατροπή του νερού σε ατμό, (ατμοποίηση)**.

Για την λειτουργία του λέβητα απαιτείται και επιπλέον εξοπλισμός όπως:

- **Μονάδα** προκατεργασίας του νερού τροφοδοσίας λέβητα για την αποφυγή επικαθίσεων (demineralizer)
- **Αντλία** νερού τροφοδοσίας που εισάγει το νερό στον λέβητα.
- **Δοχείο** απομάκρυνσης του αέρα από το νερό τροφοδοσίας απαερωτής (deaerator). Τα δοχεία αυτά είναι εφοδιασμένα με μια μικρή στήλη απογύμνωσης στην οποία απομακρύνεται ο αέρας με την βοήθεια ατμού.
- **Δοχείο** συλλογής συμπυκνωμάτων όπου επιστρέφει το σύνολο των συμπυκνωμάτων από τους χρήστες ατμού
- **Σύστημα αυτομάτου** ελέγχου και μετρήσεων της λειτουργίας του λέβητα.
- **Σύστημα σωληνώσεων** κατανομής ατμού προς του καταναλωτές και επιστροφές του συμπυκνώματος από τους καταναλωτές στον απαερωτή ή δοχείο συμπυκνωμάτων.

Κεντρικοί συλλέκτες ατμού και συμπυκνώματος: είναι οι σωληνογραμμές στις οποίες καταλήγουν ή από τις οποίες ξεκινούν οι γραμμές παροχής ατμού στους χρήστες ή οι γραμμές επιστροφής συμπυκνωμάτων

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3.1 ΜΕΡΗ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΛΕΒΗΤΩΝ

Τα βασικά μέρη, από τα οποία αποτελούνται όλοι σχεδόν οι λέβητες, είναι ο θερμαντήρας, ο υδροθάλαμος και ο ατμοθάλαμος :

- Θερμαντήρας ονομάζεται ο χώρος μέσα στον οποίο συντελείται η καύση και διαμέσου του οποίου φλόγες και καυσαέρια κατευθύνονται προς την καπνοδόχο.
- Υδροθάλαμος είναι ο χώρος του λέβητα που καταλαμβάνει το νερό.
- Ατμοθάλαμος είναι ο χώρος που καταλαμβάνει ο ατμός. Υδροθάλαμος και ατμοθάλαμος διαχωρίζονται μεταξύ τους με τη στάθμη του νερού. Πολλές φορές αναφέρονται μαζί και ως ατμουδροθάλαμος

Εκτός από τα παραπάνω διακρίνονται και τα εξής μέρη:

- a. Η εστία ή θάλαμος καύσεως μέσα στην οποία γίνεται η κυρίως καύση με εισαγωγή καυσίμου και καυσιγόνου αέρα
- b. Ο φλογοθάλαμος είναι ο χώρος μέσα στον οποίο απορατώνεται η καύση των αερίων.
- c. Οι αυλοί είναι σωλήνες με μεγάλο μήκος και μικρή διάμετρο. Μέσα από τους αυλούς διέρχονται φλόγες και καυσαέρια (φλογαυλοί, οπότε αυτοί περιβάλλονται από το νερό, ή το προς ατμοποίηση νερό (υδραυλοί, οπότε περιβάλλοντα, από τις φλόγες και τα καυσαέρια. Σκοπός των αυλών είναι να δημιουργήσουν μεγάλη επιφάνεια μεταδόσεως της θερμότητας στο νερό μέσα σε έναν ορισμένο χώρο
- d. Ο καπνοθάλαμος, που συνδέει το θερμαντήρα με την καπνοδόχο.
- e. Η καπνοδόχος, που οδηγεί τα αέρια της καύσεως προς την ατμόσφαιρα

### 3.2 ΣΥΓΧΡΟΝΟΙ ΛΕΒΗΤΕΣ ΠΛΟΙΩΝ / ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΙ ΛΕΒΗΤΕΣ

Οι λέβητες που χρησιμοποιούνται σήμερα στα εμπορικά πλοία αποτελούν κατά κανόνα εξελιγμένες μορφές του λέβητα τύπου D της Foster -Wheeler που έχουμε αναφέρει.

Αυτός αρχικά κατασκευάστηκε με αυλούς των οποίων η κλίση πλησιάζει την κατακόρυφο, με πλευρικό υδροτοίχωμα, με ενδιάμεσο υπερθερμαντήρα και οικονομητήρα στην έξοδο των καυσαερίων.

Αργότερα οι αυλοί του τοποθετήθηκαν κατακόρυφα και προστέθηκαν τα υδροτοιχώματα του οπίσθιου πυθμένα της εστίας και του δαπέδου.

Κατασκευάστηκαν στη συνέχεια οι λέβητες F.W δύο εστιών και B & W τύπου M όπου διατίθενται 2 εστίες: μία που θερμαίνει τους αυλούς για παραγωγή κορεσμένου ατμού και μία

που μπαίνει σε ενέργεια όταν ο λέβητας παράγει υπέρθερμο ατμό. Η χρήση των λεβήτων αυτών ήταν περιορισμένη στο εμπορικό ναυτικό, αλλά χρησιμοποιούνται αυτοί στα πολεμικά και επιβατηγό πλοία.

Αργότερα στους λέβητες τύπου D ο υπερθερμαντήρας μιας ή περισσοτέρων διαβάσεων του ατμού τοποθετήθηκε εξωτερικά από τους αυλούς, Εφοδιάστηκαν αυτοί με αναθερμαντήρα ατμού και προθερμαντήρα αέρα, και η εστία της κατασκευάστηκε σε μεγάλες διαστάσεις και με καυστήρες στην οροφή της με σκοπό την τελεία καύση και την εκμετάλλευση στο μέγιστο βαθμό της μεταδόσεως της θερμότητας με ακτινοβολία.

Έτσι προέκυψαν οι σύγχρονοι αυτοί λέβητες που κατασκευάζονται από πολλά στον κόσμο εργοστάσια με βάση σχέδια των κυριότερων κατασκευαστικών οίκων Babcock-Wilcox, Foster-Wheeler, Combustion Engineering, Mitsubishi, Kawasaki κλπ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### 4.1 ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΛΕΒΗΤΑ

Η χρήση του κεντρικού αυτόματου συστήματος ελέγχου είναι απαραίτητη και χρήσιμη.

Οι λόγοι στους οποίους οφείλεται η των συστημάτων αυτόματου ελέγχου είναι οι εξής:

1. Το προσωπικό απαλλάσσεται από τη συνεχή εκτέλεση πάρα πολλών ρυθμιστικών χειρισμών, οι οποίοι είναι δυνατόν να γίνουν καλύτερα μηχανικώς και έχουν την ευχέρεια να παρακολουθούν καλύτερα τις γενικές συνθήκες λειτουργίας της εγκατάστασης με λιγότερο προσωπικό και ασφαλέστερα.
2. Το αυτόματο σύστημα ελέγχου ανταποκρίνεται προς ρύθμιση μικρών αλλαγών, οι οποίες δεν θα είχαν γίνει αντιληπτές από το προσωπικό.
3. Προλαβαίνει τις μεγαλύτερες διακυμάνσεις της ατμοπαραγωγής και ρύθμιση αέρος
4. Η στενή παρακολούθηση και άμεση κάλυψη των αλλαγών από την παροχή καυσίμου προς τον λέβητα, έχει ως αποτέλεσμα την τήρηση από τις απότομες μεταβολές της ατμοπαραγωγής. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση των ρυθμιστών.
5. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα της εφαρμογής του αυτόματου συστήματος ελέγχου είναι η οικονομία καυσίμου γιατί μέσω αυτού ρυθμίζεται η παρεχόμενη ποιότητα αέρος με τόση ακρίβεια, ώστε να επιτυγχάνεται η μεγαλύτερη δυνατή απορρόφηση θερμότητας από τον λέβητα

## 4.2 . ΠΩΣ ΕΠΙΤΥΓΧΑΝΕΤΑΙ Ο ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Ο πιο σημαντικός σκοπός ενός συστήματος ελέγχου είναι η διατήρηση σταθεράς πίεσεως ατμού ή έστω του περιορισμού των μεταβολών της σε πολύ μικρά όρια.

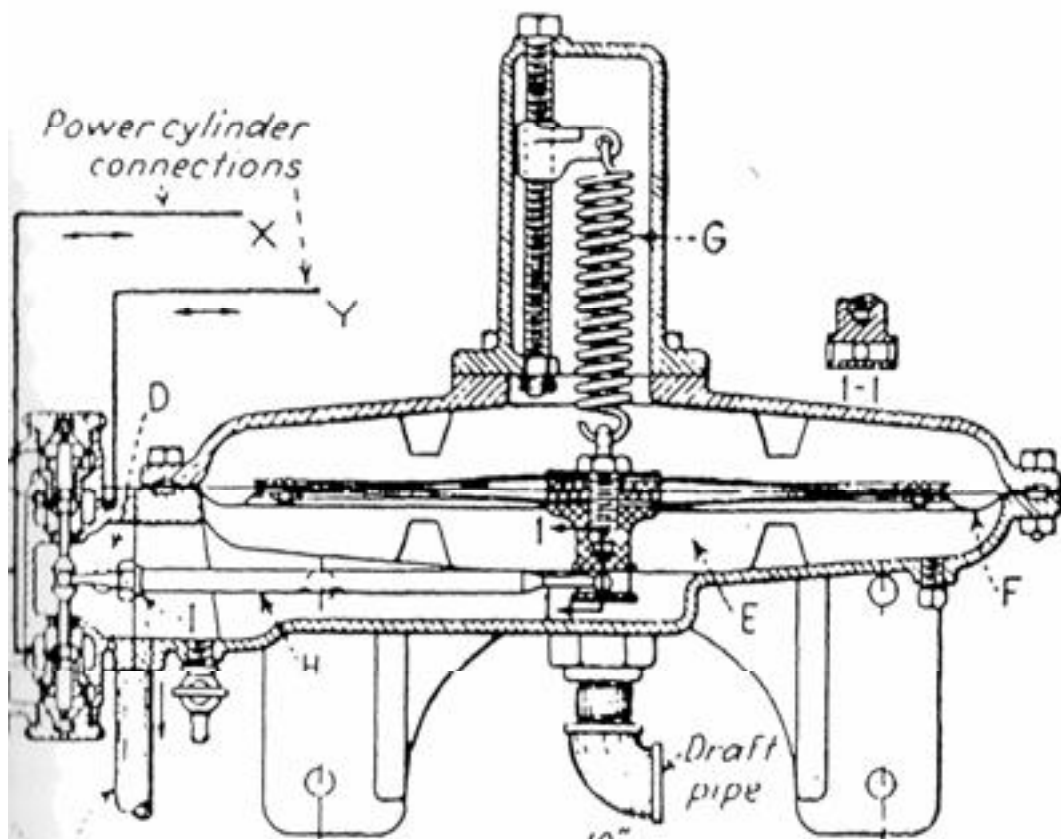
Για να επιτευχθεί αυτό πρέπει να εξασφαλισθούν τα ακόλουθα:

1. Να επιλεγεί κατάλληλη συσκευή η οποία να έχει τη δυνατότητα να προσαρμόσει την παροχή πετρελαίου προς το φορτίο, χωρίς να δημιουργηθούν μεγάλες μεταβολές.
2. Να ρυθμιστεί ο ελκυσμός στην καπνοδόχο σε συνδυασμό τόσο προς την παροχή καυσίμου, όσο και προς τις μεταβολές της ατμοσφαιρικής πίεσης, της διεύθυνσης του ανέμου κ.λπ.
3. Να διατηρηθεί σταθερή η πίεση του πετρελαίου σε συνδυασμό με τη θερμοκρασία, η οποία επιδρά στη ρευστότητα του πετρελαίου και μεταβάλλει την παροχή του πετρελαίου στους καυστήρες.
4. Να προσαρμόζεται οποιαδήποτε μεταβολή πίεσεως του λέβητα προς τις μεταβολές του φορτίου.

Για να επιτευχθούν τα ακόλουθα χρησιμοποιούνται οι εξής συσκευές

- A. **ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΚΑΥΣΕΩΣ Ή ΠΙΕΣΕΩΣ ΤΟΥ ΛΕΒΗΤΑ:** Αυτός κινείται με αέρα ή λάδι υπό πίεση με τη βοήθεια ρυθμιστικής βαλβίδας (pilot - valve) η οποία κινείται από μια μεμβράνη. Έτσι όταν μεταβάλλεται η πίεση του ατμού, τότε αυτομάτως η ρυθμιστική βαλβίδα επενεργεί και στέλνει ανάλογη πίεση λαδιού ή αέρα σε μια από τις 2 πλευρές κινούμενου εμβόλου, το οποίο έμβολο βρίσκεται μέσα σε κύλινδρο. Το έμβολο μετακινείται προς την απαιτούμενη κατεύθυνση και ενεργεί μέσω αρθρωτών μοχλών πάνω στο επιστόμιο παροχής πετρελαίου, πάνω στον πτερυγωτό διακόπτη παροχής αέρος στον καυστήρα και πάνω στον πτερυγωτό διακόπτη του οχετού αναρροφήσεως καυσαερίων , όπου υπάρχει ανεμιστήρας
- B. **ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΕΛΚΥΣΜΟΥ:** Μια μεμβράνη επικοινωνεί από τη μια πλευρά της με την εστία ενός σωλήνα, ενώ η ίδια μεμβράνη από την άλλη πλευρά της επικοινωνεί με τον αγωγό διοχετεύσεως αέρα της καύσεως προς τους καυστήρες. Έτσι είναι φανερό ότι η μεμβράνη βρίσκεται κάτω από την ώθηση λόγω της διαφοράς πίεσεως μεταξύ αγωγού αέρα και εστίας. Η ώθηση αυτή της μεμβράνης μεταδίδεται στη ρυθμιστική βαλβίδα η οποία διοχετεύει τον αέρα ή το λάδι με πίεση μέσα στον κύλινδρο, όπου το έμβολο αυτού μετακινεί τον πτερυγωτό διακόπτη αέρα εντός του οχετού αέρα καύσεως. Με τη βοήθεια του σχήματος, η αρχή λειτουργίας είναι η εξής: Ο σωλήνας του αέρα ελκυσμού επικοινωνεί με το κάτω μέρος της μεμβράνης F με το χώρο E και πιέζεται έτσι το ρυθμιζόμενο ελατήριο προς τα πάνω. Η κίνηση της

μεμβράνης F είναι ανάλογη προς τις μεταβολές της πίεσης ελκυσμού και μεταδίδεται μέσω του μοχλού H βαλβίδες B και C. Μέσω των βαλβίδων B και C το λάδι ή ο αέρας μεταφέρεται με πίεση μέσω των σωλήνων X και Y προς τη μια ή την άλλη πλευρά του κυλίνδρου. Οι βαλβίδες B και C είναι διπλής ενέργειας δηλαδή η B ανοίγει τη θυρίδα εισαγωγής ενώ κλείνει την βαλβίδα εξαγωγής και η C κλείνει τη θυρίδα εισαγωγής ενώ ανοίγει τη θυρίδα εξαγωγής. Λόγω αυτού, με κάθε αλλαγή την πίεση ελκυσμού η οποία προκαλείται από μεγαλύτερη ή μικρότερη εισαγωγή αέρα μέσα στην εστία, προκαλείται ανάλογη μετακίνηση του περυγωτού διακόπτη ο οποίος είναι συνδεδεμένος με τον κύλινδρο. Η μετακίνηση του διακόπτη αυξομειώνει την παροχή αέρα ανάλογα προς την αυξομείωση της παροχής πετρελαίου κατά τέτοιο τρόπο, ώστε η διαφορά πίεσης μεταξύ εστίας και αγωγού και επανέλθει στην αρχική πίεση. <sup>6</sup>



*Εικόνα 1 Ροθμιστής Ελκυσμού*



### **4.3 ΡΥΘΜΙΣΗ ΠΙΕΣΕΩΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗ ΡΕΥΣΤΟΤΗΤΑ ΤΟΥ**

Η ρύθμιση της ροής του πετρελαίου παρουσιάζει το εξής πρόβλημα. Μέσω των συνήθων βαλβίδων παροχής, η ροή θα είναι σταθερή μόνο εάν η πίεση και η θερμοκρασία βρίσκονται μέσω ορισμένων ορίων. Με ορισμένο άνοιγμα της βαλβίδας παροχής πετρελαίου η ροή θα είναι ανάλογη της πίεσεως και αντιστρόφως ανάλογη της ρευστότητας αυτού. Επομένως, οι αλλαγές στην πίεση ή τη ρευστότητα του πετρελαίου δε θα προκαλέσουν ανάλογη μεταβολή του ανοίγματος του διακόπτη αέρα. Συνεπώς χρειάζεται πολύ στενή παρακολούθηση της πίεσεως και της ρευστότητας. Η ρύθμιση της πίεσεως του πετρελαίου μπορεί να γίνει μέσω αυτόματης βαλβίδας επιστροφής (by — pass) επί της καταθλίψεως της αντλίας πετρελαίου, εάν το by - pass είναι ηλεκτροκίνητο και επί του ατμού εάν είναι ατμοκίνητο. Η ρύθμιση της ρευστότητας του πετρελαίου μπορεί να γίνει διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία του πετρελαίου.

### **4.4. Π ΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΑΛΑΓΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ ΤΟΥ ΛΕΒΗΤΑ**

Ο λέβητας μπορεί να λειτουργήσει υπό υψηλό βαθμό απόδοσης .Σε πολλές περιπτώσεις υπάρχουν και άλλοι συντελεστές που επηρεάζουν την ομαλή λειτουργία και την απόδοση του λέβητα, και οι οποίοι συντελεστές εξαρτώνται από τυχαίες καταστάσεις . Έτσι ο ελκυσμός επηρεάζεται από τις επιπλέον τριβές που δημιουργεί η αιθάλη που επικάθεται πάνω στους αυλούς ή από την αύξηση της ταχύτητας ροής των καυσαερίων σε μεγάλες παροχές ή από την ατμοσφαιρική πίεση αλλά και σε άλλους λόγους.

Για αυτές τις τυχαίες περιπτώσεις ο ρυθμιστής καύσεως. Αυτός επηρεάζεται από την πτώση της πίεσης του αέρα ελκυσμού και διορθώνει την αναλογία του εισαγόμενου αέρα και πετρελαίου, έτσι ώστε να τηρείται συνέχεια ορισμένη αναλογία απώλειας ελκυσμού και πτώση πίεσεως πετρελαίου, με τη βοήθεια ενός προστομίου πάνω στη γραμμή πετρελαίου. Έτσι όλοι οι τυχαίοι παράγοντες μπορούν να ρυθμιστούν με τη βοήθεια ενός γενικού ρυθμιστή. Ο ρυθμιστής αυτός αποτελείται από έναν ευαίσθητο σωλήνα Bourdon θλιβομέτρου, ο οποίος σωλήνας συνδέεται πάνω στον κύριο ατμαγωγό και ο οποίος ενεργεί πάνω στους ρυθμιστές παροχής αέρα και πετρελαίου. Ο ρυθμιστής αέρα συνδέεται προς την εστία και την καπνοδόχο ώστε η διαφορά πίεσεως μεταξύ των δύο σημείων να μεταφέρει την ενέργεια στη βάση της καπνοδόχου. Ο ρυθμιστής παροχής πετρελαίου συνδέεται και στα δύο άκρα του προφυσίου στο σωλήνα παροχής πετρελαίου. Ο γενικός ρυθμιστής μπορεί να εξυπηρετήσει περισσότερους λέβητες αρκεί ο καθένας απ' αυτούς να διαθέτει ρυθμιστές παροχής πετρελαίου και ροής αέρος. Στο σχήμα φαίνεται το απλούστερο σύστημα αυτόματου ρυθμίσεως, το οποίο αφορά



## 4.5 ΡΥΘΜΙΣΗ ΣΤΟΥΣ ΛΕΒΗΤΕΣ

Για την όσο δυνατή καλύτερη και αποδοτικότερη λειτουργία των λεβήτων η ρύθμιση σ' αυτούς περιλαμβάνει τα εξής:

1. Ρύθμιση της ποσότητας τροφοδοτικού νερού για την τήρηση σταθερής της στάθμης του νερού
2. Ρύθμισης της ποσότητας του καυσίμου ανάλογα προς την ατμοπαραγωγή ώστε να διατηρείται σταθερή η πίεση του ατμού.
3. Ρύθμιση της ποσότητας και ποιότητας καύσεως δηλαδή προσαρμογή της απαιτούμενης ποσότητας αέρα προς την ποσότητα του καυσίμου.
4. Ρύθμιση της θερμοκρασίας του υπέρθερμου ατμού
5. Ρύθμιση της κατανομής του συνολικού φορτίου σε περισσότερους λέβητες.

## 4.6 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΡΥΘΜΙΣΗ

Τα γενικά στοιχεία και οι αρχές για τη ρύθμιση στους ατμολέβητες αλλά και γενικότερα είναι τα παρακάτω:

### α) ΒΑΣΙΚΗ ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΟΥ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ

Υπάρχουν τρία βασικά μέρη συνθέσεως. Αυτά είναι:

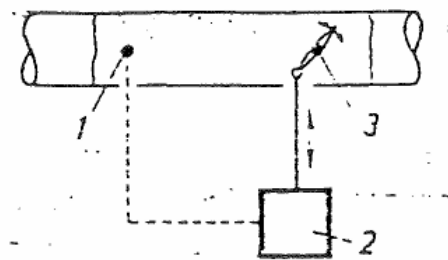
1. Η μέτρηση δηλαδή η θέση ή το τμήμα ή το όργανο ένδειξης ή μέτρησης όπου γίνεται η παρακολούθηση της τιμής ενός στοιχείου (πίεσης, θερμοκρασίας)
2. Η ρύθμιση δηλαδή αντίστοιχα η θέση ή το τμήμα ή το όργανο επέμβασης ή ρύθμισης που ενεργεί ο ρυθμιστής.
3. Το κινητήριο, δηλαδή ο μηχανισμός ο οποίος σύμφωνα με τις ενδείξεις της τιμής μετρήσεως θα πετύχει την επέμβαση, ώστε να πραγματοποιηθεί η ρύθμιση.

### β) ΑΜΕΣΗ ΚΑΙ ΕΜΜΕΣΗ ΡΥΘΜΙΣΗ:

Από άποψη σύνθεσης και ενέργειας του μηχανισμού διακρίνονται τα εξής δύο είδη ρύθμισης

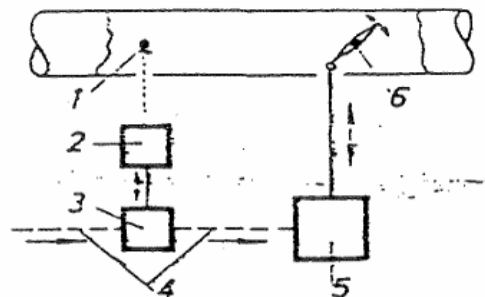
1. **ΑΜΕΣΗ ΡΥΘΜΙΣΗ** : Είναι η πιο απλή μέθοδος ρύθμισης. Σύμφωνα με το σχήμα που ακολουθεί το όργανο μετρήσεως 2 είναι ταυτόχρονα και

κινητήριο για το όργανο ρύθμισης 3.



Εικόνα 3 Άμεση Ρύθμιση

2. **ΕΜΜΕΣΗ ΡΥΘΜΙΣΗ:** Είναι μέθοδος ρύθμισης πολύ πιο σύνθετη και πολύπλοκη από την προηγούμενη και αναφέρεται κυρίως στις περιπτώσεις όπου έχουμε πολύ μικρές διαφορές και με τη μέθοδο της άμεσης ρύθμισης δεν εξάγονται ικανοποιητικά αποτελέσματα. Στην περίπτωση της εμμέσου ρυθμίσεως απαιτείται



Εικόνα 4 Έμμεση Ρύθμιση

η βοήθεια μιας εξωτερικής πηγής. Αυτή μπορεί να είναι πεπιεσμένος αέρας, ή λάδι ή ηλεκτρική ενέργεια. Ο αέρας υπό πίεση χρησιμοποιείται στους ατμολέβητες μέχρι πίεση 3 atm. Το λάδι υπό πίεση έχει και αυτό ευρεία συμμετοχή στους αυτοματισμούς των ναυτικών εγκαταστάσεων.

## 2) ΤΥΠΟΙ ΡΥΘΜΙΣΤΩΝ

Ανάλογα των τιμών που επιτυγχάνονται μεταξύ των τιμών των μετρήσεων και των τιμών ρυθμίσεως υπάρχουν διάφοροι τύποι ρυθμιστών που είναι οι εξής:

- Αναλογικός ρυθμιστής Τύπος του ολοκληρώματος ρυθμιστή
- Μικτός τύπος
- Τύπος μικτού τύπου με διαφορετική συνδεσμολογία. Τα σπουδαιότερα μέρη και

τμήματα τέτοιων εγκαταστάσεων είναι τα παρακάτω :

**A) Τα όργανα μετρήσεως:** Ως στοιχείο μέτρησης χρησιμοποιείται στην αυτόματη ρύθμιση των λεβήτων η πίεση. Για τη μέτρηση αυτή χρησιμοποιούνται όργανα πίεσης τα οποία δίνουν το ερέθισμα για την κίνηση του μηχανισμού. Σαν όργανα πίεσης χρησιμοποιούνται όργανα που στηρίζουν την αρχή τους στην ίδια με αυτή των θλιβομέτρων, δηλαδή που στηρίζεται στον σωλήνα Bourdon. Η θερμοκρασία είναι επίσης σε περιπτώσεις μέγεθος μετρήσεως

**B) Ο διακόπτης ή διανομέας:** Είναι το αμέσως επόμενο βήμα μετά τα όργανα μετρήσεως. Ο διανομέας επιτρέπει την διέλευση του αέρα ή λαδιού υπό πίεση ή της ηλεκτρονικής ενέργειας ανάλογα την εγκατάσταση προς το κινητήριο. Ο διανομέας είναι συνήθως τύπου σύρτη, αλλά υπάρχουν και τύπου βελόνας μέσω της οποίας παρέχεται λάδι υπό πίεση προς το κινητήριο 2.

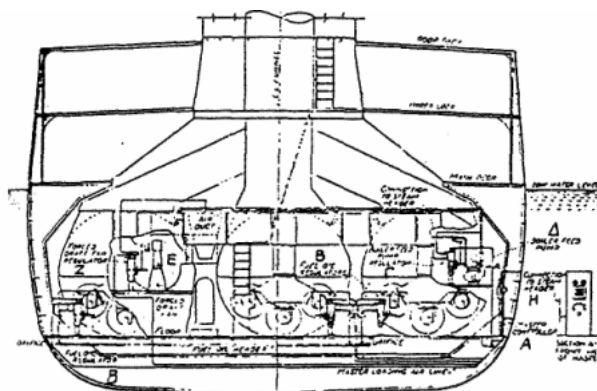
**Γ) Κινητήριο:** Είναι κύλινδρος με έμβολο και βάκτρο και έχει το ανάλογο εμβασμόν με την εγκατάσταση και για τον σκοπό τον οποίο προορίζεται

**Δ) Όργανα ρυθμίσεως:** Είναι μια βαλβίδα γνωστή ως ρυθμιστική βαλβίδα πάνω στην οποία επιδρά το κινητήριο και έτσι γίνεται η ανάλογη ρύθμιση

**Ε) Διάφορα μηχανισμοί και εξαρτήματα:** Η κίνηση τόσο του κινητηρίου, είτε απ' ευθείας είτε μέσω διακόπτη ή διανομέα, όσο και του οργάνου ρύθμισης γίνεται με ενδιάμεσους μηχανισμούς. Αυτοί είναι συνδυασμοί ράβδων, μοχλών, οδοντώσεων και άλλων τέτοιων μηχανισμών. Στους ενδιάμεσους μηχανισμούς παρεμβάλλονται διάφορα στοιχεία όπως ελατήρια ισορροπήσεως ή ρυθμίσεως, τα χειροκίνητα μέσα καθώς και άλλα.

#### 4.7 ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΡΥΘΜΙΣΗ ΣΕ ΠΛΟΙΟ ΜΕ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΟΥΣ ΛΕΒΗΤΕΣ

Το παρακάτω σχήμα δείχνει τη διάταξη των αυτοματισμών σε ένα πλοίο με τρεις λέβητες. Για να γίνει η εγκατάσταση ενός συστήματος αυτόματου ελέγχου εκείνο το οποίο θα



Εικόνα 5 Διάταξη εγκατάστασης αυτομάτου ελέγχου καύσεως συστήματος Smoot

πρέπει να συμβαδίζει ο βαθμός καύσεως με την αμοπαγωγή. Πτώση της πίεσεως σημαίνει αύξηση της καταναλώσεως ατμού, κάτι το οποίο απαιτεί μεγαλύτερη καύση για την ανύψωση της πίεσης, πράγμα που σημαίνει αύξηση της παροχής καυσίμου-αέρα. Ο κεντρικός πίνακας ελέγχου Α αποτελεί συσκευή ευαίσθητη στις αλλαγές πίεσης του ατμού. Ο κεντρικός πίνακας ελέγχου συνδέεται μέσω λεπτού σωλήνα αρμού Η με το συλλέκτη του υπερθερμαντήρα σε κάθε λέβητα. Έτσι όταν μεταβάλλεται η πίεση, ακόμα και για ελάχιστη μεταβολή ο κεντρικός πίνακας ελέγχου επηρεάζεται αμέσως και αυξομειώνει ομοιόμορφα τις παροχές αέρα και καυσίμου προς την εστία και τόσο, όσο απαιτείται για την κάλυψη της αύξησης του φορτίου. Έτσι η πίεση δεν προλαβαίνει να μεταβληθεί παρά ελάχιστα. Οι ρυθμίσεις του κεντρικού πίνακα ελέγχου μεταδίδονται στον ρυθμιστή τροφοδοτήσεως αντλίας τροφοδοτήσεως Δ, στον ρυθμιστή καυσίμου Β, και στον ρυθμιστή ελκυσμού Ζ, ο οποίος ενεργεί πάνω στον ανεμιστήρα Ε. Επίσης το σύστημα αυτόματου ελέγχου πρέπει να ρυθμίζει την παροχή αέρα ανάλογα προς την παροχή καυσίμου. Αυτό κάνει πιο σύνθετη την εγκατάσταση γιατί πρέπει να συνδυάζει τη μεταβολή της πίεσεως του λέβητα προς τη μεταβολή της παροχής καυσίμου και πρέπει να παρέχει όσο ακριβώς χρειάζεται για όσο το δυνατόν οικονομική και καλή λειτουργία

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

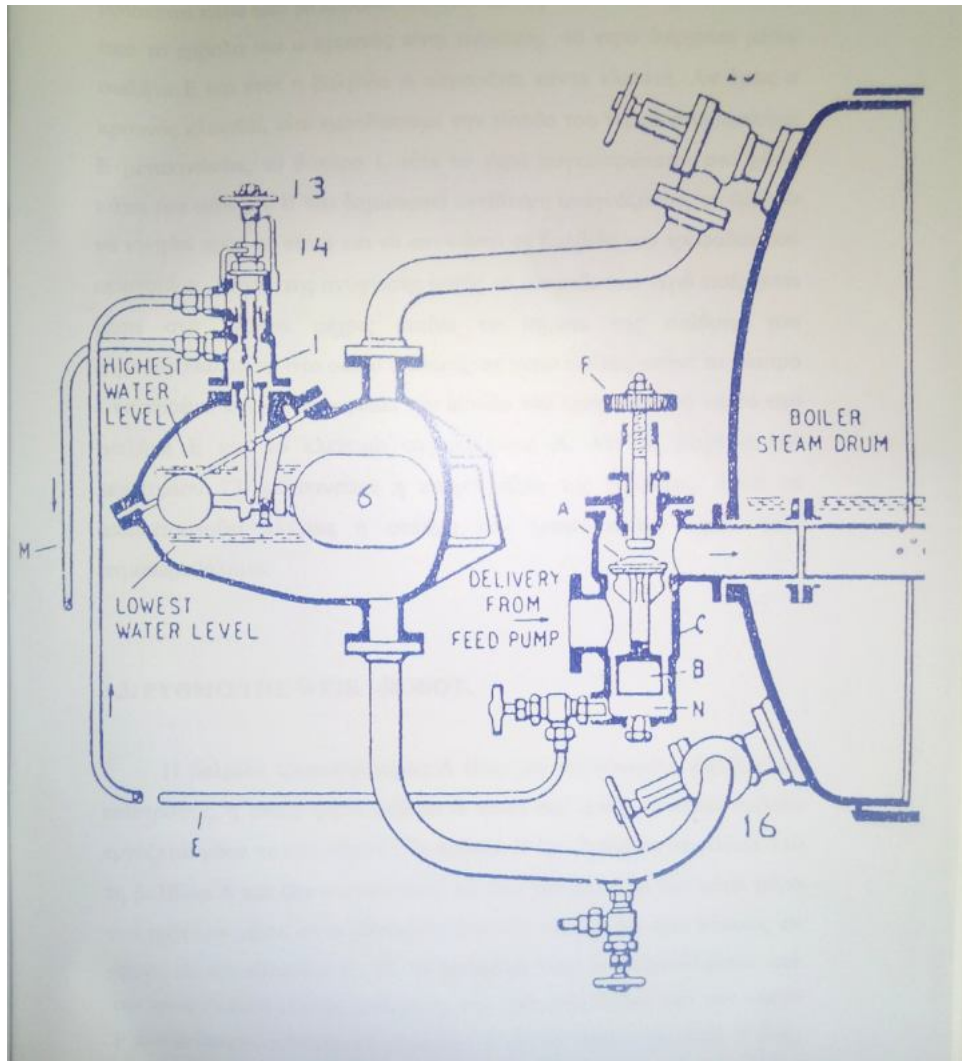
### 5.1 ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΕΩΣ

Με την αυτόματη ρύθμιση τροφοδοτήσεως επιτυγχάνεται τη ρύθμιση του καταθλιβόμενου τροφοδοτικού νερού στον λέβητα ανάλογα με την απαιτούμενη ποσότητα του παραγόμενου ατμού. Στους κυλινδρικούς λέβητες απαιτείται πολύς χρόνος για να μειωθεί η στάθμη, εάν διακοπεί η τροφοδότηση με νερό. Στους υδραυλωτούς όμως η ποσότητα του νερού είναι 8 τόνοι, ο ρυθμός αμοπαγωγής πάρα πολύ μεγάλος και επομένως η εξαφάνιση του δείκτη του υδροδείκτη μπορεί να γίνει μέσα σ' ένα λεπτό. Αυτές τις μεταβολές στάθμης είναι αδύνατο να παρακολουθήσει οποιοσδήποτε μηχανικός γι' αυτό είναι απαραίτητη και αναγκαία η χρησιμοποίηση των αυτόματων τροφοδοτικών ρυθμίσεων.

### 5.2 ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟΣ ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ MUMFORIX

Ο αυτόματος ρυθμιστής Mumford, χρησιμοποιείται στους λέβητες Yarrow. Αυτός αποτελείται από το τροφοδοτικό επιστόμιο F, το κιβώτιο μαζί με τον πλωτήρα (6) και τη ρυθμιστική βαλβίδα I. Η τροφοδότηση ρυθμίζεται αυτόματα μέσω του τροφοδοτικού επιστομίου F. Αυτό φέρει βαλβίδα A η οποία είναι ενσωματωμένη σε αντισταθμιστικό έμβολο B το οποίο

έμβολο μπορεί να ολισθαίνει μέσα στο χιτώνιο του. Η κίνηση αυτή του εμβόλου δεν είναι στεγανή, έτσι ώστε το νερό όταν καταθλίβεται στον χώρο C να έχει τη δυνατότητα να πηγαίνει στο χώρο N που



**Εικόνα 6 Αυτόματος τροφοδοτικός ρυθμιστής τύπου Mumford**

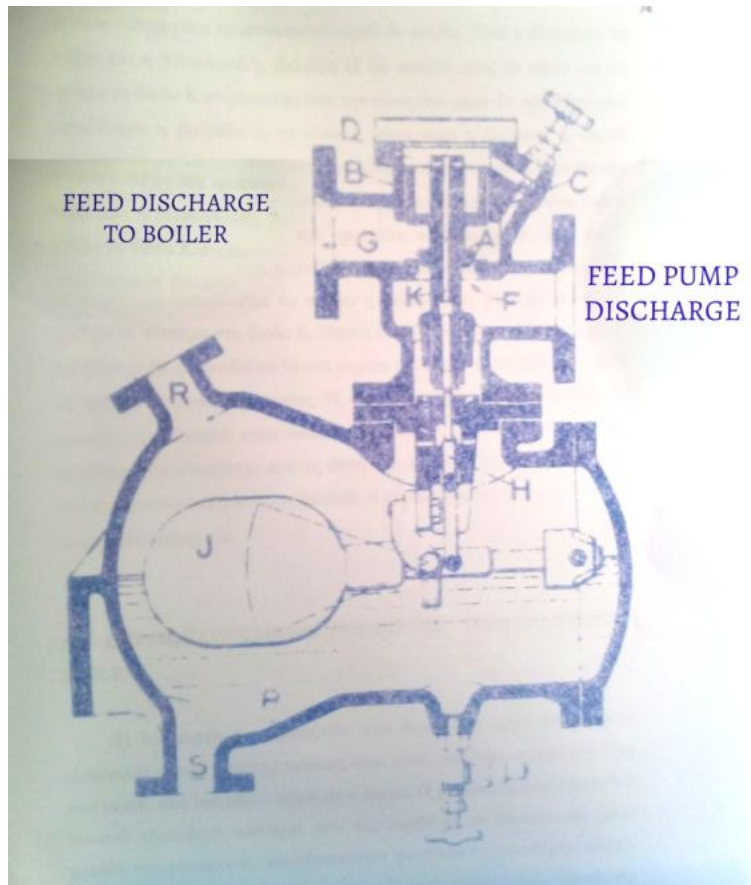
βρίσκεται κάτω από το έμβολο. Όσο το νερό βρίσκεται στον χώρο N κάτω από τον έμβολο και ο κρουνός είναι ανοικτός το διέρχεται μέσω σωλήνα E και έτσι η βαλβίδα A παραμένει πάντα κλειστή. Αν όμως ο κρουνός κλεισθεί, είτε εμποδιστεί η είσοδος του νερού στον σωλήνα E μετακινώντας το βάκτρο I, τότε το νερό συγκεντρώνεται στο χώρο κάτω του εμβόλου B και δημιουργεί αντίθλιψη αναγκάζοντας το έμβολο να κινηθεί προς τα πάνω και να ανυψώσει τη βαλβίδα του τροφοδοτικού επιστομίου. Λόγω της ανύψωσης αυτής το τροφοδοτικό νερό εισέρχεται μέσα στο λέβητα μέχρις εκείνο το σημείο της στάθμης του ατμοϋδροθαλάμου, στο οποίο ο πλωτήρας μετακινείται, οπότε το βάκτρο I καταβαίνει και έτσι επιτρέπει την είσοδο του τροφοδοτικού νερού στο σωλήνα E και το κλείσιμο της βαλβίδας A. Με τη βοήθεια του επιστομίου 13 μετακινείται η κινητή έδρα της βαλβίδας, ώστε να αποκατασταθεί πλήρως η στάθμη του τροφοδοτικού νερού στον ατμοϋδροθάλαμο.

### 5.3 ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ WEIR - ROBOT.

Η βαλβίδα τροφοδοτήσεως A είναι μια συνηθισμένη βαλβίδα μη επιστροφής, η οποία φέρει έμβολο B πάνω από αυτή, το οποίο έμβολο εργάζεται μέσα σε κύλινδρο C. Το έμβολο B έχει διπλάσιο επιφάνεια από τη βαλβίδα A και δεν στεγανοποιεί τελείως τον πάνω με τον κάτω χώρο του εμβόλου μέσα στον κύλινδρο. Δηλαδή το έμβολο έχει κάποιες σε σχέση με τον κύλινδρο C. Το τροφοδοτικό νερό που καταθλίβεται από την τροφοδοτική αντλία, εισέρχεται στο ρυθμιστή Robot από τον αγωγό F που βρίσκεται κάτω από τη βαλβίδα A και εφ' όσον η βαλβίδα A είναι ανοιχτή εισέρχεται μέσω αυτής στον αγωγό G και στη συνέχεια το νερό πηγαίνει στον λέβητα. Συγχρόνως το τροφοδοτικό νερό μπορεί να εισέλθει στον θάλαμο D μέσω της διόδου K, εφ' όσον η βελονοειδής βαλβίδα H αφήσει ελεύθερη την είσοδο κινούμενη από τον πλωτήρα I.

Το σώμα του πλωτήρα συνδέεται με τον ατμοϋδροθάλαμο του λέβητα μέσω των σωλήνων R και S ώστε η στάθμη του πλωτήρα να είναι ανάληψη με τη στάθμη του λέβητα. Οι κινήσεις της βαλβίδας A ρυθμίζονται από μια μικρή ποσότητα νερού το οποίο κινείται από την κατάθλιψη της αντλίας τροφοδοσίας προς τον λέβητα μεταξύ δύο προφύσιων τα οποία βρίσκονται στη σειρά. Το πρώτο προφύσιο βρίσκεται μεταξύ του ανοίγματος της βελονοειδούς βαλβίδας και της εισόδου της διόδου K και η ροή μέσω αυτού είναι μεταβλητή, αφού εξαρτάται από τις κινήσεις των βαλβίδων H και A. Το δεύτερο προφύσιο έχει σταθερό άνοιγμα και σχηματίζεται από την περιφερειακή ελευθερία μεταξύ του κυλίνδρου και του εμβόλου. Η πίεση κατάθλιψης του τροφοδοτικού νερού ενεργεί στο κάτω μέρος της βαλβίδας A, ενώ η πίεση του λέβητα ενεργεί στο άνω μέρος της βαλβίδας A και στο κάτω μέρος του εμβόλου B. Όταν η πίεση στο θάλαμο D είναι περίπου η μισή από τις δύο αυτές πιέσεις τότε η βαλβίδα A ισορροπεί. Τότε η ποσότητα του εισερχόμενου εντός του λέβητα νερού διατηρείται σταθερή. Η πίεση στο θάλαμο D μεταβάλλεται από τις κινήσεις της βαλβίδας H, η θέση της οποίας ρυθμίζεται από τη θέση του πλωτήρα J. Αυτό σημαίνει ότι η θέση του πλωτήρα καθορίζει τη θέση της βαλβίδας A. Ο ρυθμιστής διατηρεί τη στάθμη του τροφοδοτικού νερού στο λέβητα στο υψηλότερο σημείο, όταν υπάρχει ελάχιστη ατμοπαραγωγή, ενώ τη διατηρεί στο χαμηλότερο σημείο όταν η ατμοπαραγωγή είναι μέγιστη. Όταν απαιτείται μέση ατμοπαραγωγή, η στάθμη διατηρείται σταθερή μεταξύ της ανώτατης και κατώτατης στάθμης. Όταν η τροφοδότηση είναι στο μέσο της ατμοπαραγωγής αν τότε ξαφνικά περιορισθεί η ατμοπαραγωγή στο 30%,





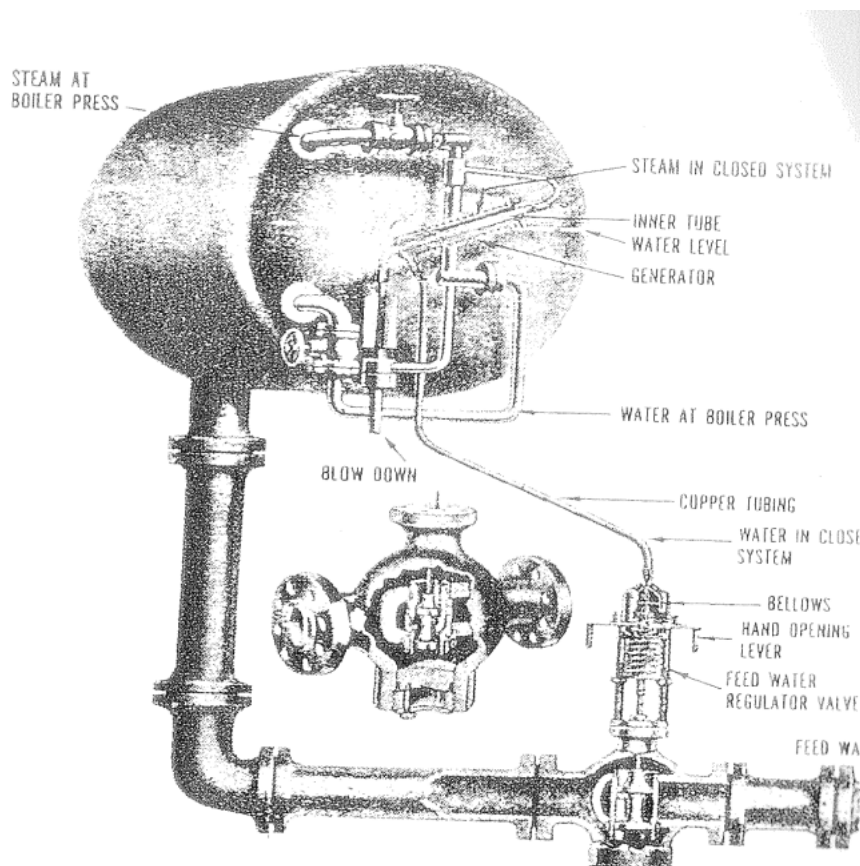
**Εικόνα 7 Τροφοδοτικός ρυθμιστής Weir-Robot**

οπότε η στάθμη του τροφοδοτικού νερού θα ανέβει. Τότε ο πλωτήρας θα ανέβει και η βελονοειδής βαλβίδα H θα κινηθεί προς τα κάτω και θα ανοίξει τη δίοδο K αυξάνοντας έτσι την πίεση στον χώρο D. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η βαλβίδα A να κλείσει μέχρι όταν η βαλβίδα A και H αποκτήσουν εκείνη την θέση ώστε να έρθουν σε ισορροπία. Σε αυτήν την νέα θέση η βαλβίδα A θα επιτρέπει μειωμένη είσοδο τροφοδοτικού νερού στο λέβητα ανάλογο προς την μειωμένη ατμοπαραγωγή. Εάν τώρα αυξηθεί η ατμοπαραγωγή, η στάθμη θα κατέβει, οπότε θα κατέβει και ο πλωτήρας με αποτέλεσμα να ανέβει η βελονοειδής βαλβίδα H και θα κλείσει το άνοιγμα στη δίοδο K. Έτσι η πίεση στο θάλαμο D πέφτει και η βαλβίδα A θα ανυψωθεί σε τέτοιο σημείο στο οποίο οι βαλβίδες A και H να έρθουν σε θέση ισορροπίας. Η κίνηση της βελονοειδούς βαλβίδας Ξ αποτελεί την εντολή στην οποία η βαλβίδα A υπακούει. Η θέση της βαλβίδας H καθορίζεται από τη θέση του πλωτήρα σε σχέση πάντα με την στάθμη του λέβητα και η βαλβίδα A προσαρμόζεται υδραυλικά, ώστε να επέλθει ισορροπία

#### **5.4 ΘΕΡΜΟΪΔΡΑΥΛΙΚΟΣ ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΕΩΣ BAILEY.**

Η λειτουργία του βασίζεται στη θεμελιώδη αρχή ότι ο όγκος ποσότητας ατμού χαμηλής πίεσεως είναι πολύ μεγαλύτερος από τον όγκο του νερού, από τον οποίο προήλθε ο ατμός. Ο ρυθμιστής αυτός είναι ένα κλειστό υδραυλικό σύστημα, που περιλαμβάνει το δακτυλοειδή χώρο

μεταξύ των εσωτερικών και εξωτερικών σωλήνων της γεννήτριας ατμού, το χάλκινο σωλήνα σύνδεσης, τους μεταλλικούς κυματοειδής ασκούς της ρυθμιστικής βαλβίδας και το νερό το απαραίτητο για την πλήρωση του συστήματος. Η θερμότητα του ατμού στο πάνω τμήμα του εσωτερικού σωλήνα προκαλεί την ακαριαία ατμοποίηση του νερού στο δακτυλοειδή χώρο. Το νερό που απομένει εξαναγκάζεται να βγει από το δακτυλοειδή χώρο, μέχρις ότου εξισωθεί η στάθμη του νερού στους εσωτερικούς και εξωτερικούς σωλήνες. Το νερό αυτό περνά από τον σωλήνα συνδέσεως και προκαλεί την έκταση των ασκών και το μερικό άνοιγμα της ρυθμιστικής βαλβίδας. Όταν αυξάνονται οι απαιτήσεις σε ατμό, η στάθμη του νερού στο τύμπανο και τους σωλήνες της γεννήτριας ατμού κατεβαίνει με αποτέλεσμα να ατμοποιείται ακαριαία περισσότερο νερό και να ανοίγει ακόμη περισσότερο η ρυθμιστική βαλβίδα. Όταν ελαττώνονται οι απαιτήσεις σε ατμό, η στάθμη του νερού στο τύμπανο και τους σωλήνες της ατμογεννήτριας ανεβαίνει. Το νερό αυτό, που ψύχεται από τα ελάσματα για την αύξηση της επιφάνειας ακτινοβολίας, συμπυκνώνει μέρος του ατμού στο δακτυλοειδή χώρο με αποτέλεσμα να μειώνεται η πίεση στους σωλήνες της ατμογεννήτριας. Εξαιτίας της παραπάνω συμπυκνώσεως μειώνεται ο όγκος του ατμού και επιτρέπεται στο ελατήριο της βαλβίδας να συμπιέσει τους ασκούς και να κλείσει μερικώς η ρυθμιστική βαλβίδα.



*Εικόνα 8 Θερμοδραυλικός Ρυθμιτής Τύπου Balley*

## 5.5. ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟΣ ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ CAMPPELL

Αυτός ο τύπος του ρυθμιστή χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει το άνοιγμα των τροφοδοτικών επιστομιών σε λέβητες τύπου Babcock. Το τροφοδοτικό αυτό επιστόμιο φέρει ελατήριο πάνω τη βαλβίδα. Η πίεση από το ρυθμιστή μεταδίδεται μέσω σωλήνα επάνω σε διάφραγμα που ενεργεί πάνω από το ελατήριο της βαλβίδας τροφοδοτήσεως. Έτσι οι διακυμάνσεις της πίεσης προκαλούν το άνοιγμα και κλείσιμο της βαλβίδας. Ο ρυθμιστής αυτός αποτελείται από σωλήνα, ο οποίος φέρει στο κάτω άκρο του αύλακα. Ο σωλήνας αυτός βρίσκεται είτε εντός του ατμοθαλάμου είτε εντός του σωλήνα του υδροδείκτη, κατά τέτοιο τρόπο, ώστε το άκρο του σωλήνα που φέρει την αύλακα να βρίσκεται μέσα στο νερό. Το πάνω άκρο του σωλήνα καταλήγει στο προφύσιο Ο μέσω του οποίου το διερχόμενο νερό ή ατμός εισέρχεται εντός μικρού θαλάμου πίεσης. Ο θάλαμος αυτός στο πάνω μέρος φέρει άνοιγμα με σωλήνα, ο οποίος σωλήνας πηγαίνει στο θερμοδοχείο. Στη δεξιά πλευρά του θαλάμου αυτού υπάρχει άλλο άνοιγμα το οποίο μέσω του σωλήνα Ι επικοινωνεί και με την πάνω επιφάνεια της ελαστικής μεμβράνης. Η λειτουργία του ρυθμιστή Campell εξαρτάται από τη στάθμη του νερού. Έτσι αναλόγως της στάθμης του νερού θα διέλθει μέσω της σωλήνας που φέρει την αύλακα και που είναι μέσα στο νερό, ατμός ή μίγμα ατμού και νερού ή μόνο νερό το οποίο μέσω του σωλήνα SP και της διόδου Ο φθάνει στο θάλαμο PC και μέσω του ανοίγματος DO καταλήγει στο θερμοδοχείο. Οποιαδήποτε αλλαγή πίεσης μέσα στο θάλαμο PC μεταδίδεται μέσω του αγωγού Ι στην πάνω επιφάνεια της ελαστικής μεμβράνης και επί της εκεί τροφοδοτικής βαλβίδας.

Όταν η στάθμη του νερού κατέβει η αύλακα του σωλήνα SP δεν είναι εβαπτισμένη κι έτσι μόνο ατμός εισέρχεται εντός του σωλήνα SP και μέσω της διόδου Ο, εντός του θαλάμου PC. Έτσι δεν έχουμε αύξηση της πίεσης μέσα στο θάλαμο PC γιατί η έξοδος προς το θερμοδοχείο είναι ελεύθερη κι επομένως η πίεση πάνω στο ελατήριο του τροφοδοτικού είναι μικρή για να το κλείσει. Έτσι η τροφοδότηση του λέβητα συνεχίζεται. Όταν όμως η στάθμη μέσα στον λέβητα ανεβεί, αρχίζει να εισέρχεται και νερό μαζί με τον ατμό, μέσα στο σωλήνα SP και από εκεί στο θάλαμο PC. Μέρος του νερού εξατμίζεται και έτσι αυξάνεται η πίεση μέσα στο θάλαμο PC και συγχρόνως μειώνεται η ροή μέσω του ανοίγματος DO. Αυτό αυξάνει την πίεση ακόμη περισσότερο στο θάλαμο PC και μέσω του σωλήνα I<sub>5</sub> αυξάνει την πίεση και στην πάνω επιφάνεια της ελαστικής μεμβράνης της βαλβίδας τροφοδοτήσεως και την κλείνει τόσο, όσο είναι και η αύξηση της πίεσης στο χώρο PC. Εάν καλυφθεί ολόκληρη η αύλακα του σωλήνα τότε μόνο νερό θα εισέρχεται στο θάλαμο PC, οπότε η αυξημένη αντίσταση ροής μέσω του ανοίγματος DO θα ωξήσει και την πίεση στο θάλαμο PC, όπου μέσω του σωλήνα Ι η αύξηση αυτή μεταφέρεται στην επάνω επιφάνεια της ελαστικής μεμβράνης και πιέζει ακόμα πιο πολύ το ελατήριο του τροφοδοτικού επιστομίου με αποτέλεσμα αυτό να κλείσει τελείως και να μην εισέρχεται άλλο τροφοδοτικό νερό στο λέβητα.

## 5.6. ΘΕΡΜΟΪΔΡΑΥΛΙΚΟΣ ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΤΥΠΟΥ GENERATOR

Στον ρυθμιστή αυτό χρησιμοποιείται ένας εξατμιστής (Generator) σε συνδυασμό με την τροφοδοτική βαλβίδα η οποία ελέγχεται με τη βοήθεια διαφράγματος στο πάνω μέρος του ελατηρίου της βαλβίδας. Επίσης υπάρχει σωλήνας ο οποίος βρίσκεται στο κάτω μέρος του κλειστού δοχείου του εξατμιστή και καταλήγει πάνω στο διάφραγμα. Ο εξατμιστής φέρει πτερύγια. Αύξηση της πίεσης μέσα στον εξατμιστή και άρα ανάλογη αλυσή στην πάνω επιφάνεια του διαφράγματος της τροφοδοτικής βαλβίδας, προκαλεί άνοιγμα της βαλβίδας και αύξηση της τροφοδοτήσεως νερού προς το λέβητα. Ο εξατμιστής εκτός από τα πτερύγια που φέρει, αποτελείται από ένα εσωτερικό και ένα εξωτερικό σωλήνα. Ο εσωτερικός σωλήνας συνδέεται με τον αμμοθάλαμο πάνω και κάτω και έτσι δημιουργείται στάθμη νερού μέσα σ' αυτόν αντίστοιχη προς τη στάθμη νερού μέσα στον αμμοϋδροθάλαμο. Ο εξωτερικός σωλήνας ή αλλιώς χιτώνιο φέρει στο έξω μέρος του πτερύγια και αποτελεί κλειστό ανεξάρτητο δοχείο, το οποίο συνδέεται μέσω του χάλκινου σωλήνα με τον πάνω χώρο του διαφράγματος του τροφοδοτικού επιστομίου. Ο χώρος μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού σωλήνα είναι γεμάτος με νερό σε ορισμένη στάθμη. Ο εξατμιστής είναι σε κλίση  $30^\circ$ , ως προς την οριζόντια θέση και ο σωλήνας συνδέσεως με τον αμμοθάλαμο φέρει θερμομονωτική επένδυση, ενώ ο σωλήνας συνδέσεως με τον υδροθάλαμο είναι ακάλυπτος. Έτσι ο εσωτερικός σωλήνας λόγω του πολύ θερμού αμού είναι θερμότερος από το νερό του εξατμιστή. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα συνεχή μετάδοση θερμότητας προς τον εξατμιστή. Η θερμότητα στο άνω τμήμα του εσωτερικού σωλήνα ρέει ελεύθερα προς το μεταλλικό τοίχωμα του σωλήνα. Αυτό γίνεται και στο κάτω μεταλλικό τοίχωμα, αλλά με μικρότερο βαθμό και αυτό γιατί στο κάτω τμήμα παραμένει ένα μικρό στρώμα νερού, το οποίο εμποδίζει σημαντικά τη μετάδοση θερμότητας. Έτσι το πάνω τοίχωμα που είναι σε άμεση επαφή με τον αμό θα έχει μεγαλύτερη θερμοκρασία από ότι το κάτω τμήμα. Η συνολική ποσότητα θερμότητας η οποία μεταδίδεται στον εξατμιστή από τον εσωτερικό σωλήνα θα καθορίζει και τη θερμοκρασία και την πίεση μέσα σ' αυτόν. Άρα, όσο χαμηλότερη είναι η στάθμη του νερού στο λέβητα, τόσο μεγαλύτερη ποσότητα αμού θα υπάρχει και θα περιβάλλει τον εσωτερικό σωλήνα και τόσο μεγαλύτερη θερμότητα θα μεταφέρεται στον εξατμιστή και τόσο περισσότερο θα αυξάνει η πίεση μέσα στον εξατμιστή και μέσω του σωλήνα συνδέσεως θα αυξάνει η πίεση στο πάνω μέρος του διαφράγματος της βαλβίδας τροφοδοτήσεως. Η αύξηση της πίεσης θα έχει σαν αποτέλεσμα να ανοίξει περισσότερο η βαλβίδα τροφοδοτήσεως και να περάσει προς τον λέβητα και άλλο τροφοδοτικό νερό. Αύξηση της στάθμης του λέβητα έχει σαν αποτέλεσμα να αυξηθεί το μήκος του νερού του εσωτερικού σωλήνα, έτσι υπάρχει μικρότερη μετάδοση θερμότητας προς τον εξατμιστή και μικρότερη πίεση πάνω στη βαλβίδα τροφοδοτήσεως και αυτή θα κατέβει και θα περιορίσει την είσοδο νερού ανάλογα με την πώση της πίεσης.

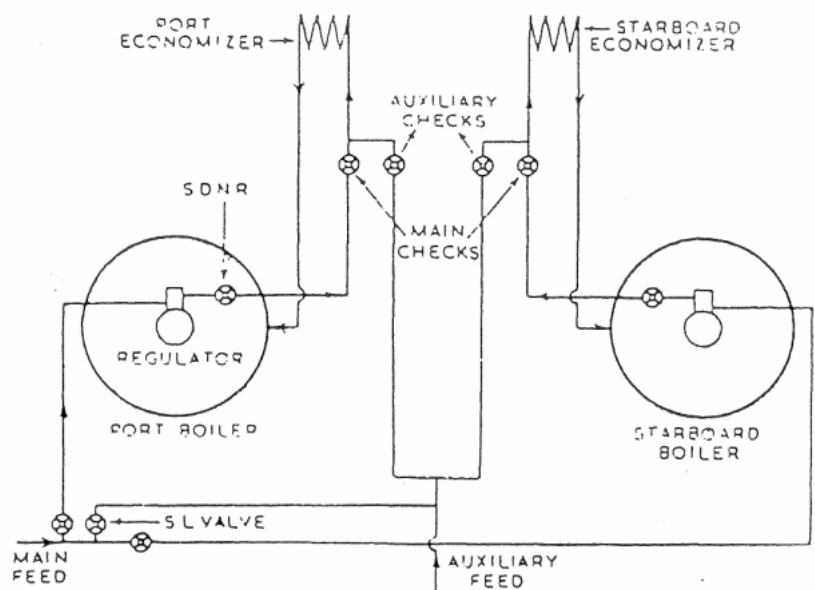
Οι όγκοι στον εξατμιστή έχουν υπολογισθεί, ώστε όταν ο εσωτερικός σωλήνας είναι γεμάτος νερό, η βαλβίδα του ρυθμιστή να βρίσκεται στην ανώτερη θέση. Η βαλβίδα είναι κατασκευασμένη κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να μην κλείνει ποτέ. Έτσι αποφεύγεται το ενδεχόμενο πλήρους διακοπής της ροής νερού μέσω του οικονομητήρα. Σε μια απότομη αύξηση της ατμοπαραγωγής θα πέσει η στάθμη και θα λειτουργήσει ο ρυθμιστής, αλλά όταν επέλθει ισορροπία η στάθμη θα διατηρηθεί λίγο πιο χαμηλά. Υπό πλήρες φορτίο η στάθμη θα σταθεροποιηθεί ακόμη πιο χαμηλά. Άρα η στάθμη εξαρτάται από την ιπποδύναμη.

## 5.7 ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΩΝ ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΩΝ ΡΥΘΜΙΣΕΩΝ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ

Για να παρακολουθεί αμέσως ο ρυθμιστής τις αλλαγές της στάθμης του νερού, θα πρέπει οι σωλήνες που συνδέουν τον ρυθμιστή με το μέρος του ατμού και του νερού να είναι όσο το δυνατόν βραχύτεροι, ενώ ο ρυθμιστής να βρίσκεται σε θέση ώστε να μην επηρεάζεται από κανένα παράγοντα. Οι οικονομητήρες συνηθίζεται να θεωρούνται εξάρτημα του λέβητα και για αυτό το τροφοδοτικό επιστόμιο και ο ρυθμιστής τοποθετούνται μετά τον οικονομητήρα. Η διάταξη αυτή δεν εφαρμόζεται για 2 λόγους:

1. **Γιατί σε περίπτωση ανωμαλίας του οικονομητήρα** όταν αυτός απομονώνεται από την πλευρά του νερού επέρχεται καύση των αυλών γιατί εξακολουθούν να κυκλοφορούν καυσαέρια.
2. **Σε περιπτώσεις μεγάλης ατμοπαραγωγής,** το σύνολο των εκτονωμένων ενώσεων του οικονομητήρα δεχόταν μεγάλες καταπονήσεις από τις αυξομειώσεις της πίεσης του νερού.

Έτσι για να αποφευχθούν τα παραπάνω θεωρείται ο οικονομητήρας ως μακρό τμήμα του λέβητα και συνδέουμε την εξαγωγή του οικονομητήρα απευθείας στον ατμοϋδροθάλαμο χωρίς την παρεμβολή άλλου επιστομίου και τοποθετούμε το τροφοδοτικό επιστόμιο στην εισαγωγή του οικονομητήρα.



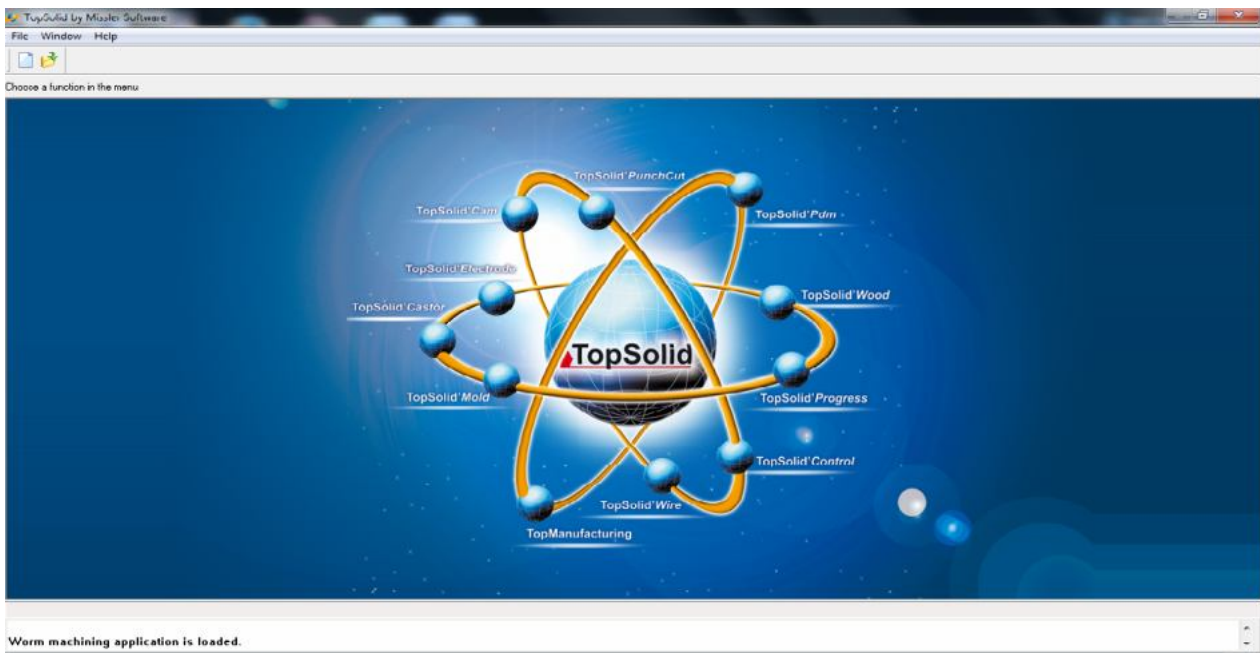
**TYPICAL FEED ARRANGEMENT FOR MODERN WATER-TUBE BOILER INSTALLATION**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### 3D ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΤΟΡΝΟ

#### 6.1 ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΠΡΩΤΟΥ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΟΣ

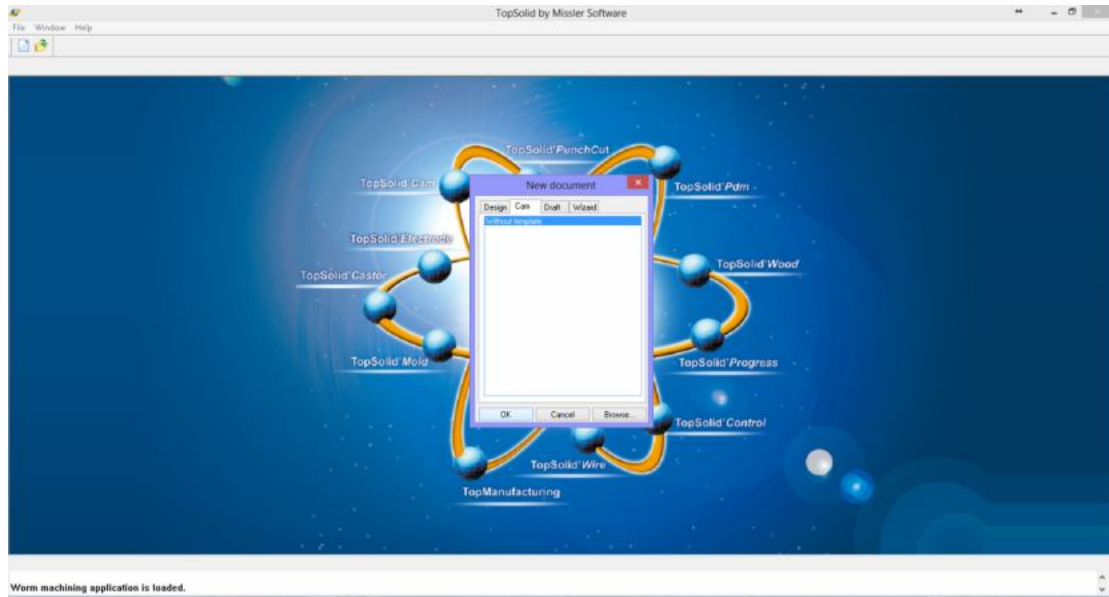
Για να κατασκευαστεί ένα εξάρτημα σε τόρνο, στο πρόγραμμα TopSolid ακολουθείτε η σειρά όπως στις παρακάτω εικόνες



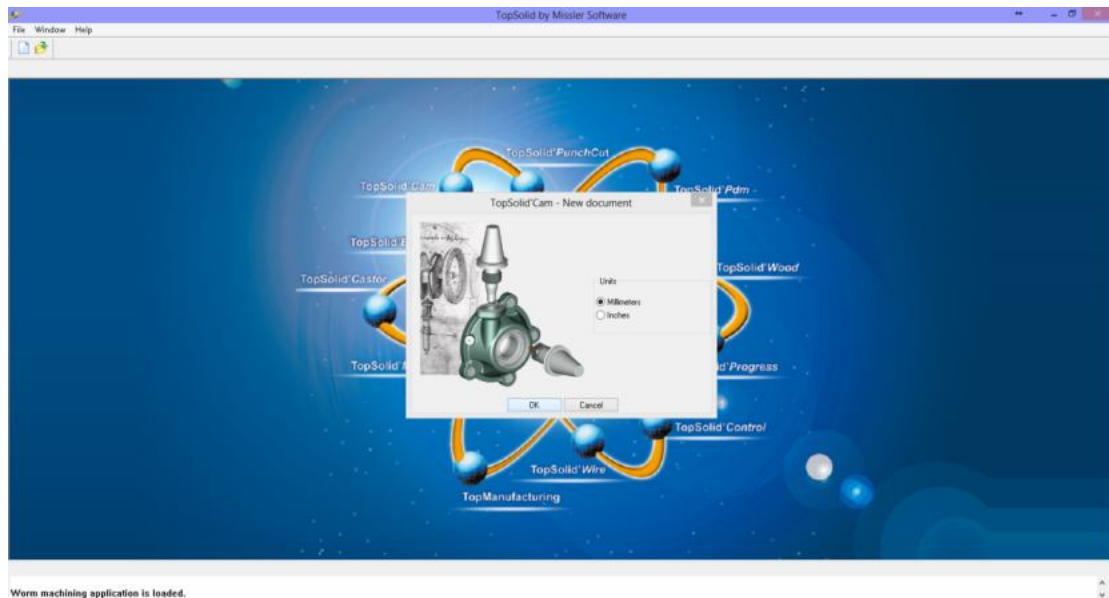
Εικόνα 6.1.1 Άνοιγμα προγράμματος TopSolid



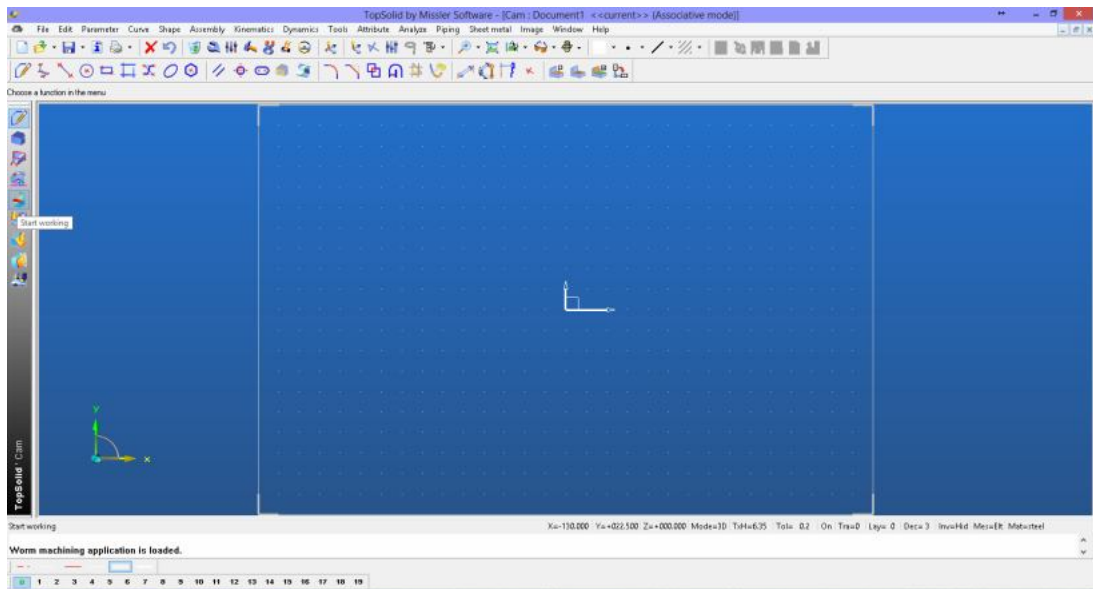
Εικόνα 6.1.2 Επιλογή File και στη συνέχεια New



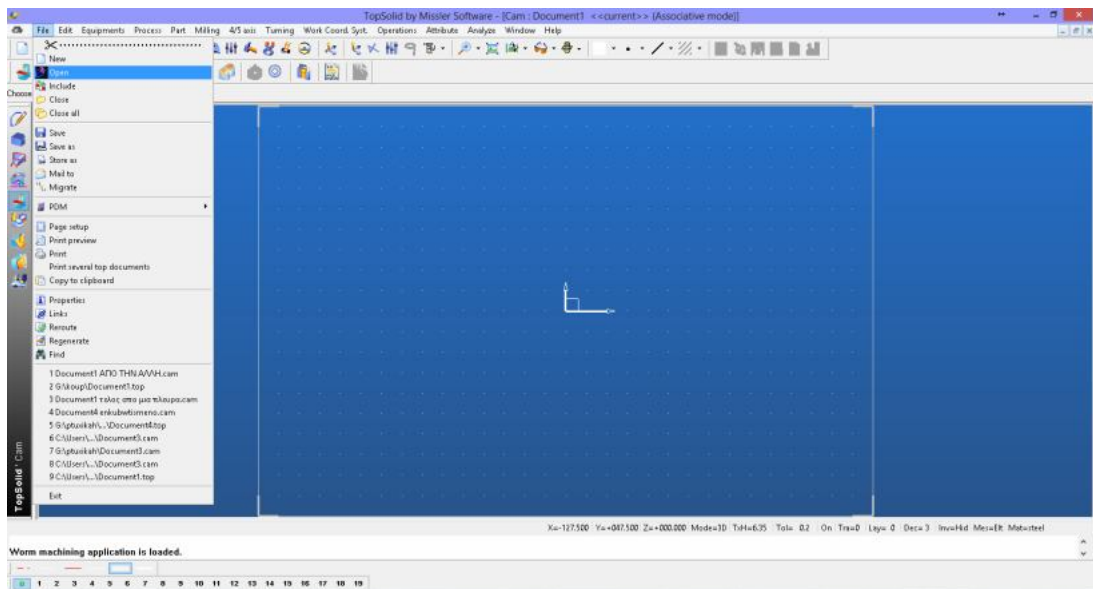
Εικόνα 6.1.3 Επιλογή κατεργασίας



Εικόνα 6.1.4 Επιλογή μονάδας μέτρησης

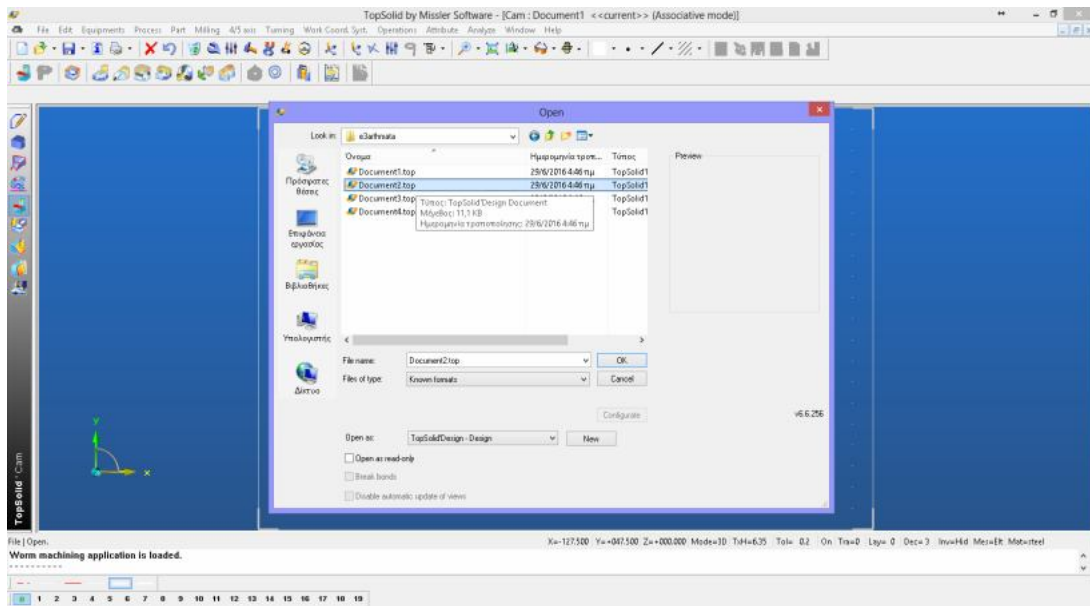


**Εικόνα 6.1.5 Εμφάνιση επιφάνειας εργασίας προγράμματος και επιλογή Start Working**

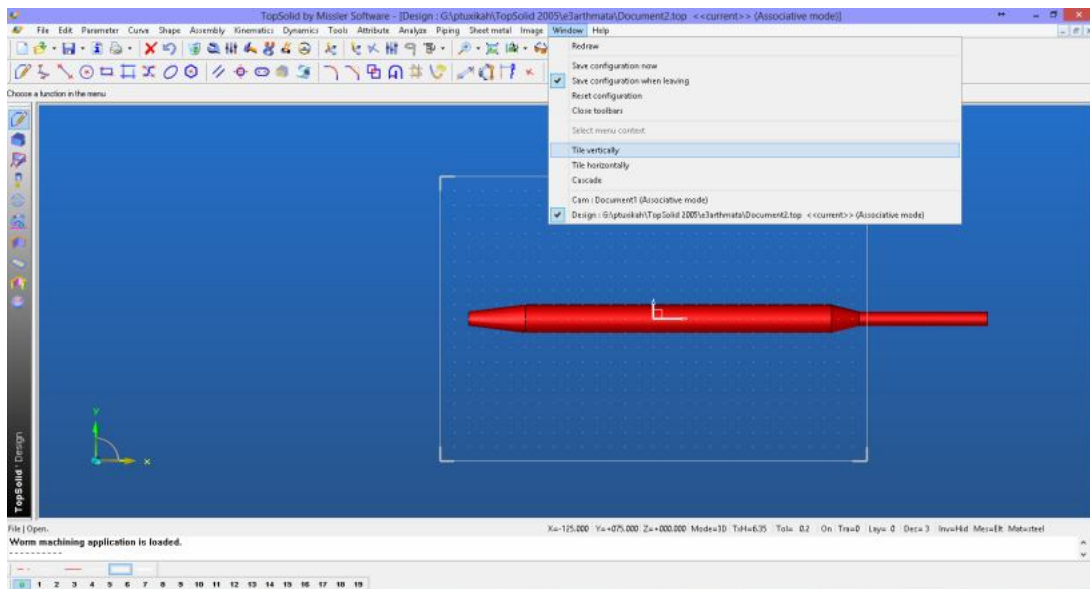


**Εικόνα 6.1.6 Επλέγεται File-Open για την επιλογή του εξαρτήματος**

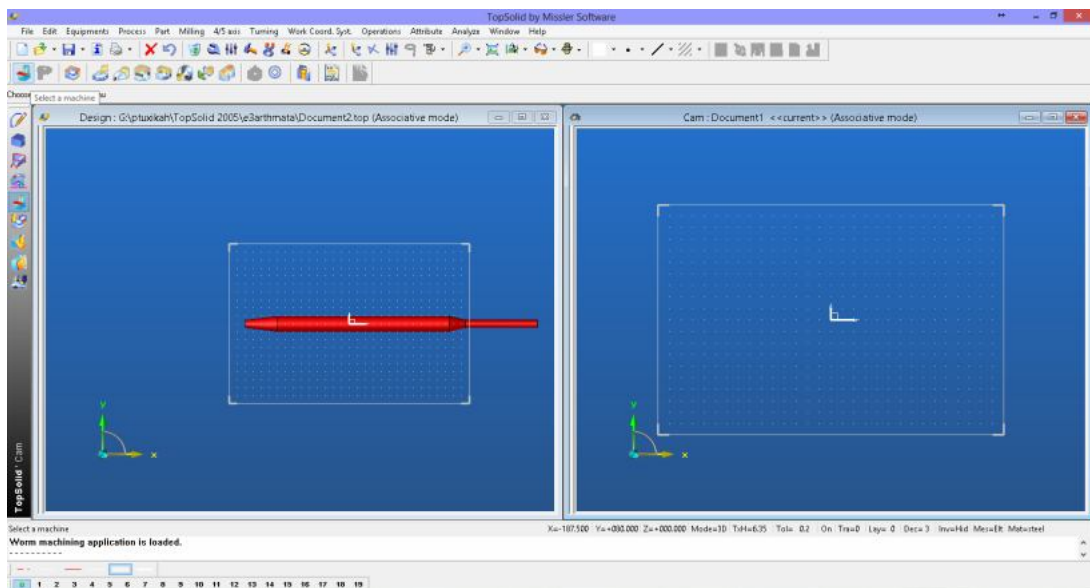




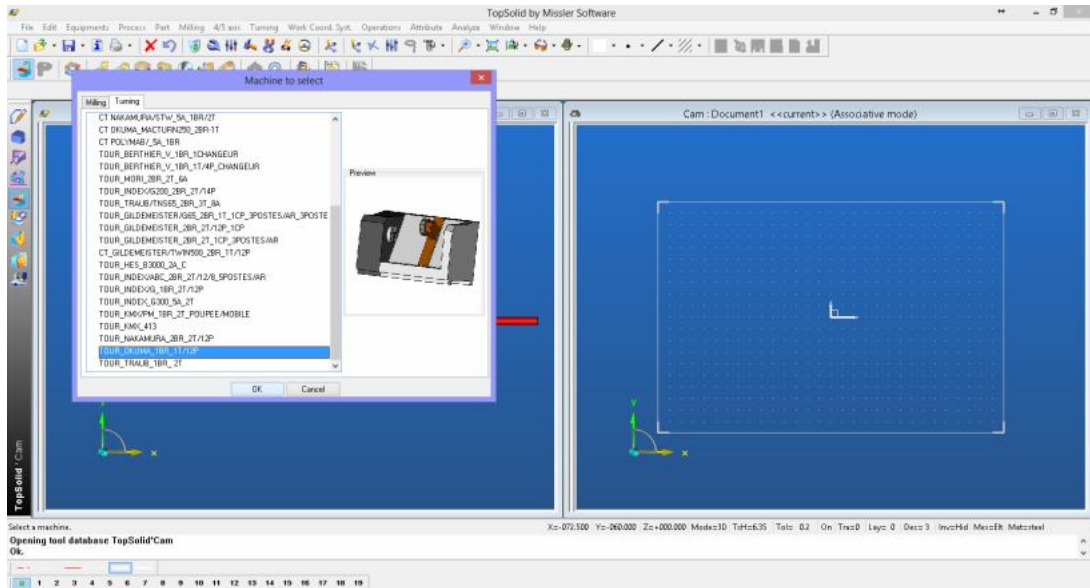
**Εικόνα 6.1.7** Επιλέγεται το εξάρτημα προς κατεργασία και ακολούθως επιλέγεται OK



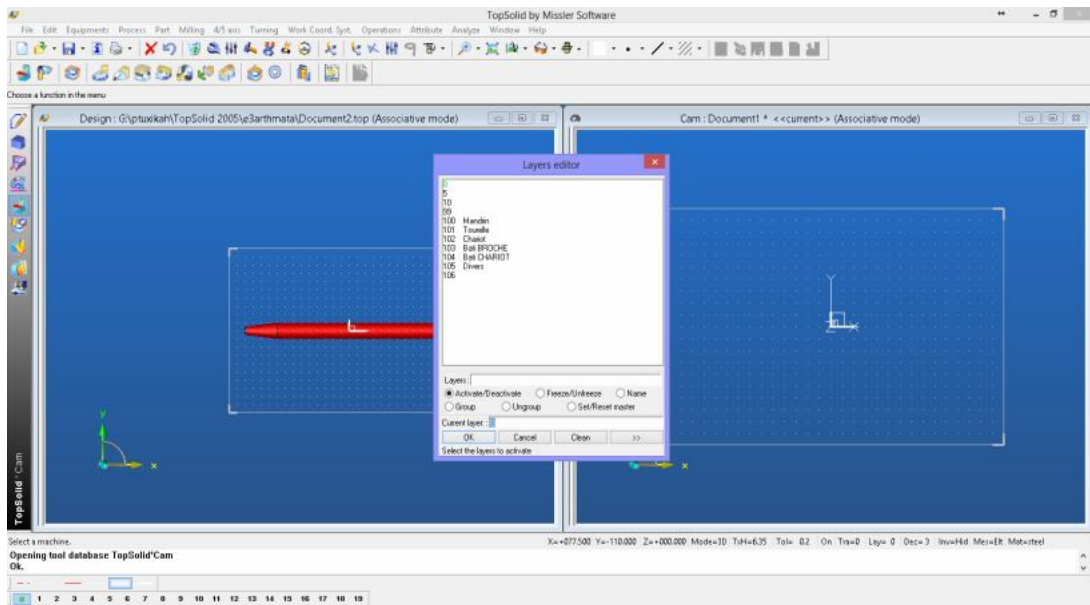
**Εικόνα 6.1.8** Window-Tile vertically για εμφάνιση των παραθύρων σε παράθεση



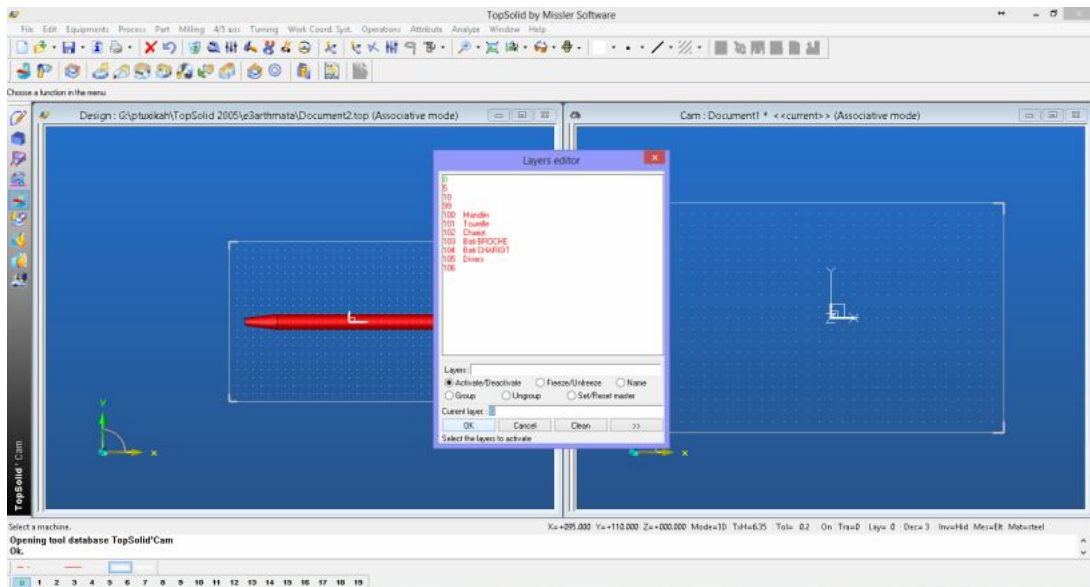
**Εικόνα 6.1.9** Πλήκτρο επιλογής μηχανήματος



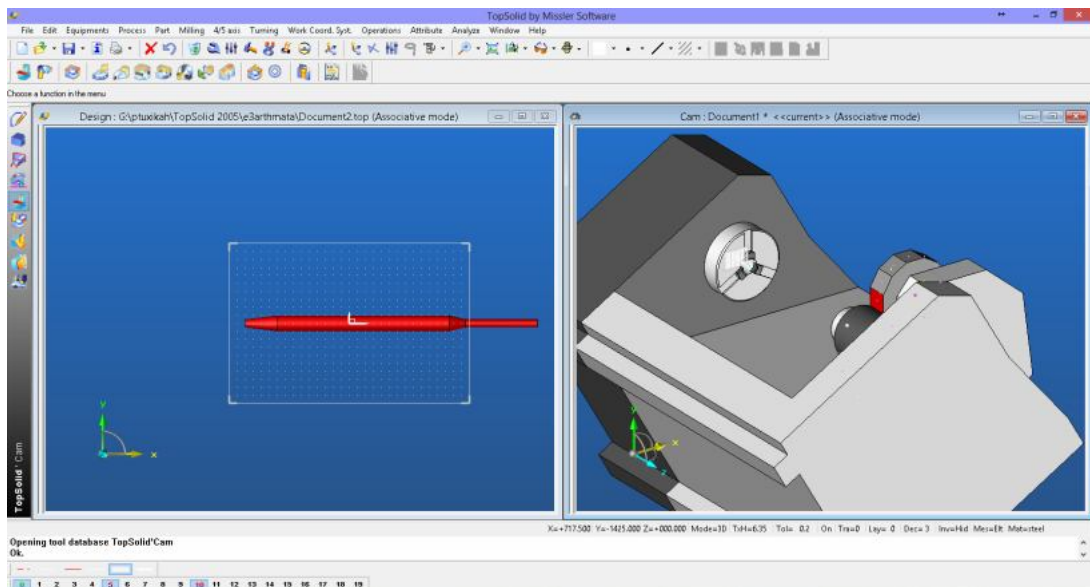
Εικόνα 6.1.10 Επιλογή του μηχανήματος



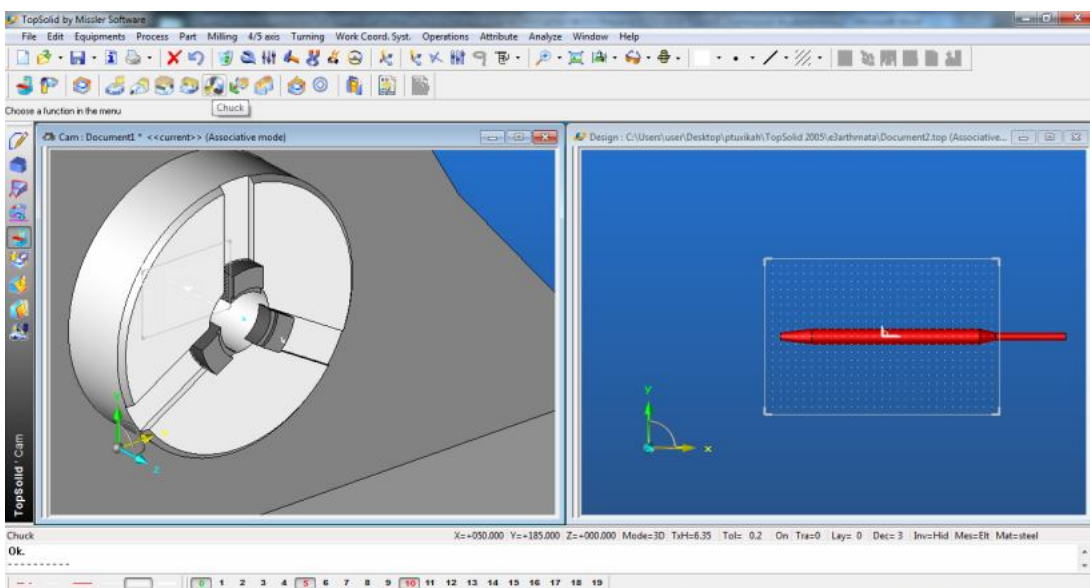
Εικόνα 6.1.11 Από την επιλογή Lay εμφανίζονται τα εξαρτήματα της εργαλειομηχανής



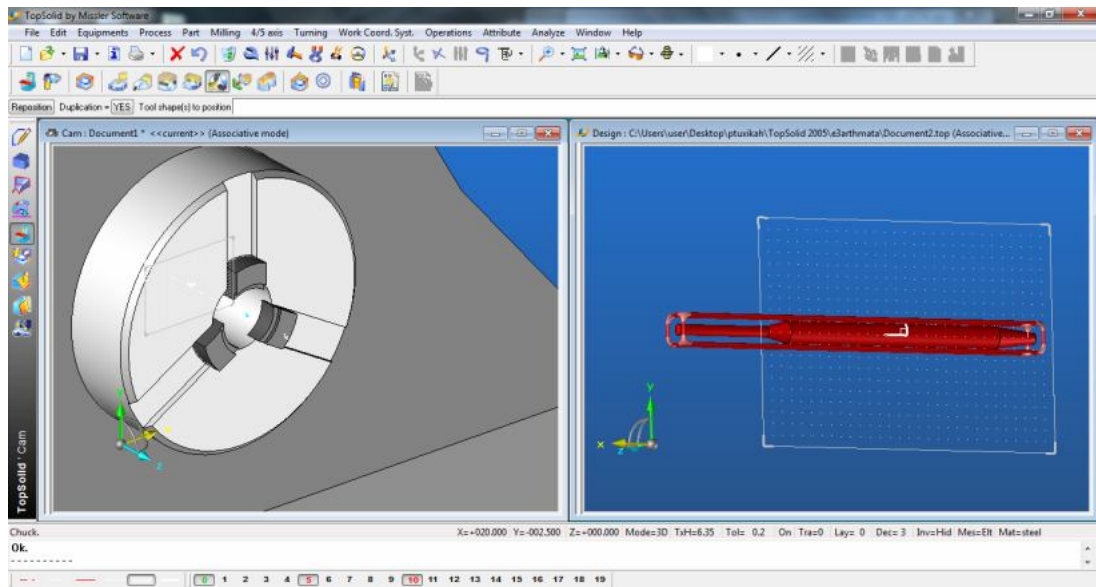
Εικόνα 6.1.12 Επιλέγονται τα εξαρτήματα της εργαλειομηχανής προς εμφάνιση και ακολούθως επιλέγεται OK.



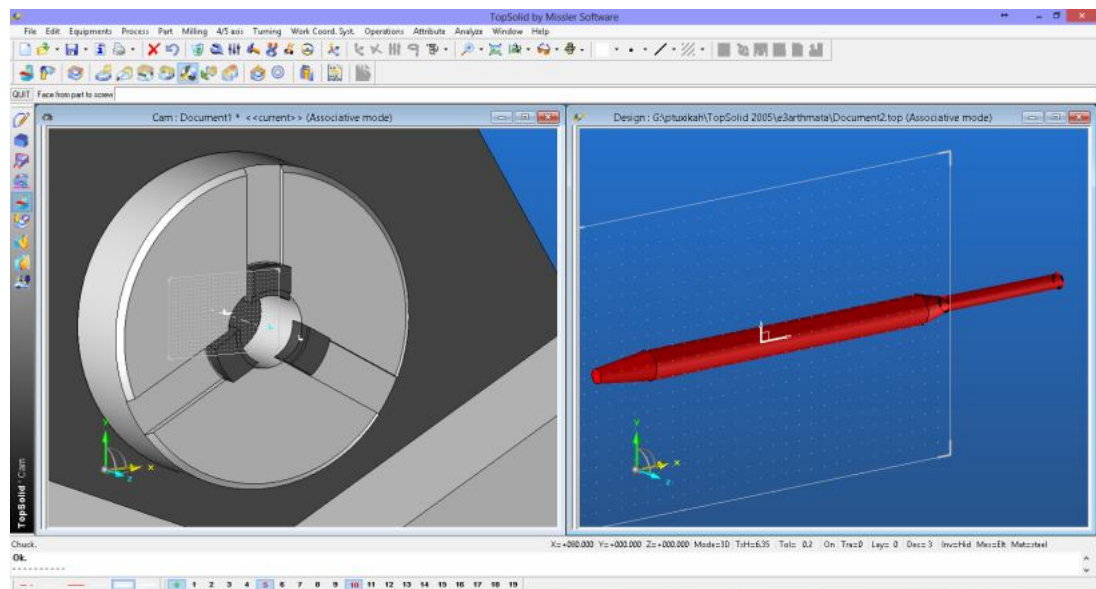
Εικόνα 6.1.13 Εμφάνιση του τόρνου



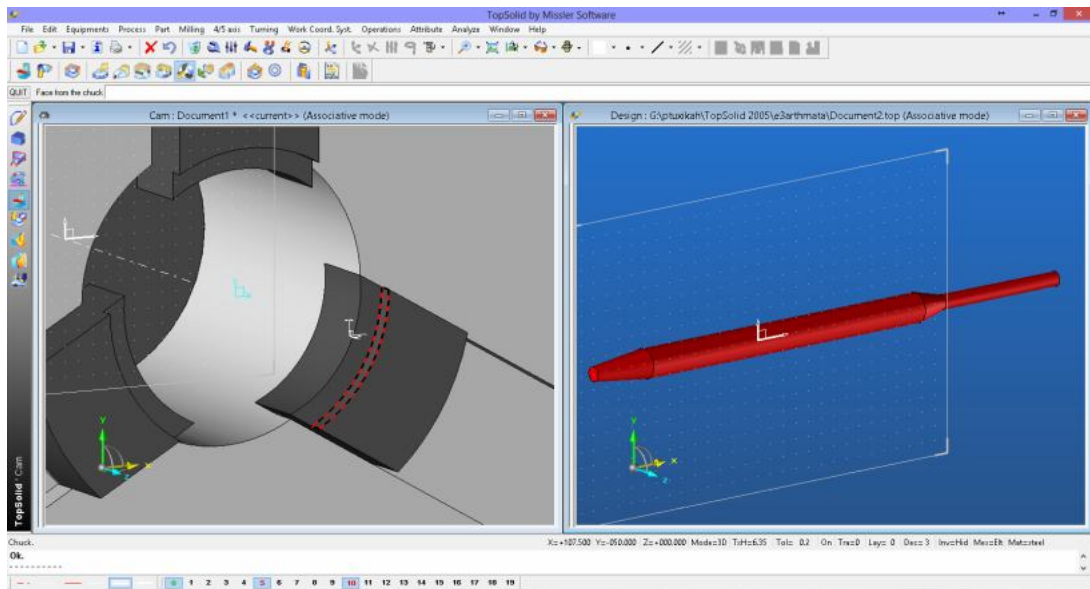
Εικόνα 6.1.14 Κλικ στην επιλογή Chuck για την τοποθέτηση του εξαρτήματος στο τσοκ



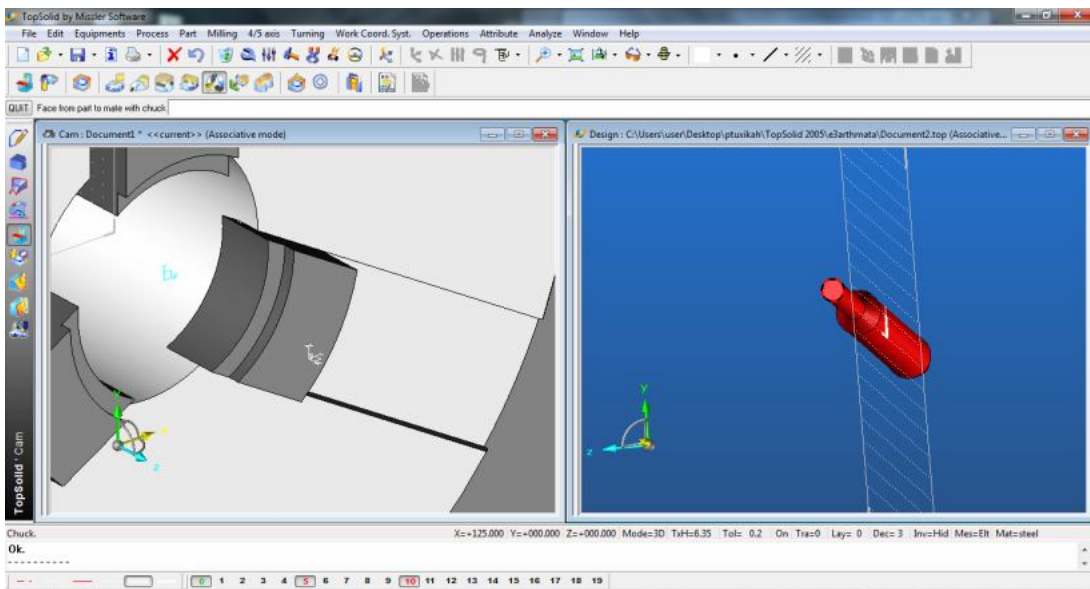
**Εικόνα 6.1.15** Επιλογή του εξαρτήματος προς τοποθέτηση στο τσοκ



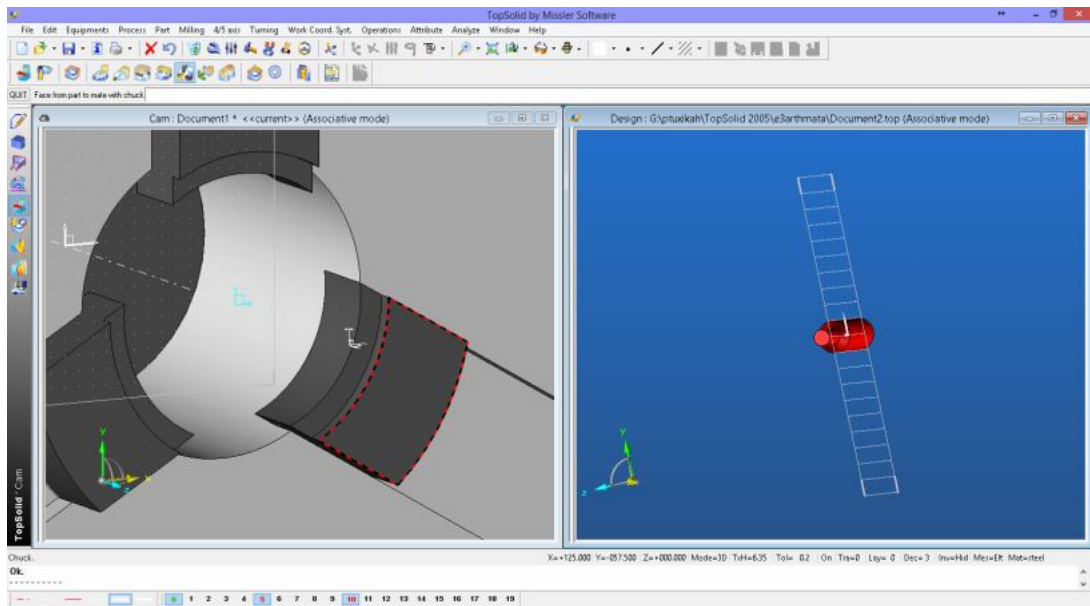
**Εικόνα 6.1.16** Επιλογή επιφάνειας προς τοποθέτηση



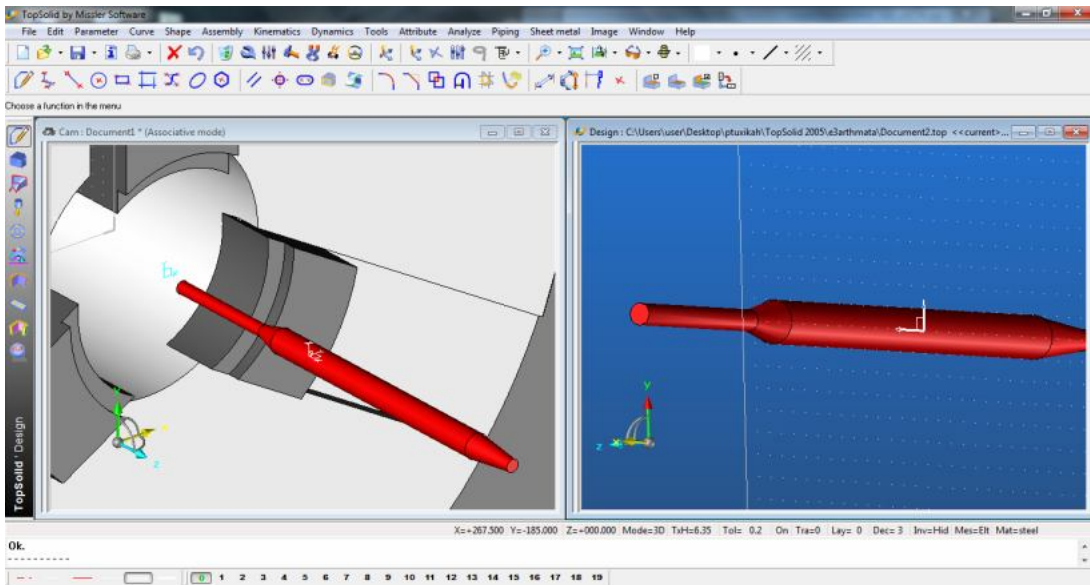
**Εικόνα 6.1.17 Θέση επιφάνειας στο τσοκ**



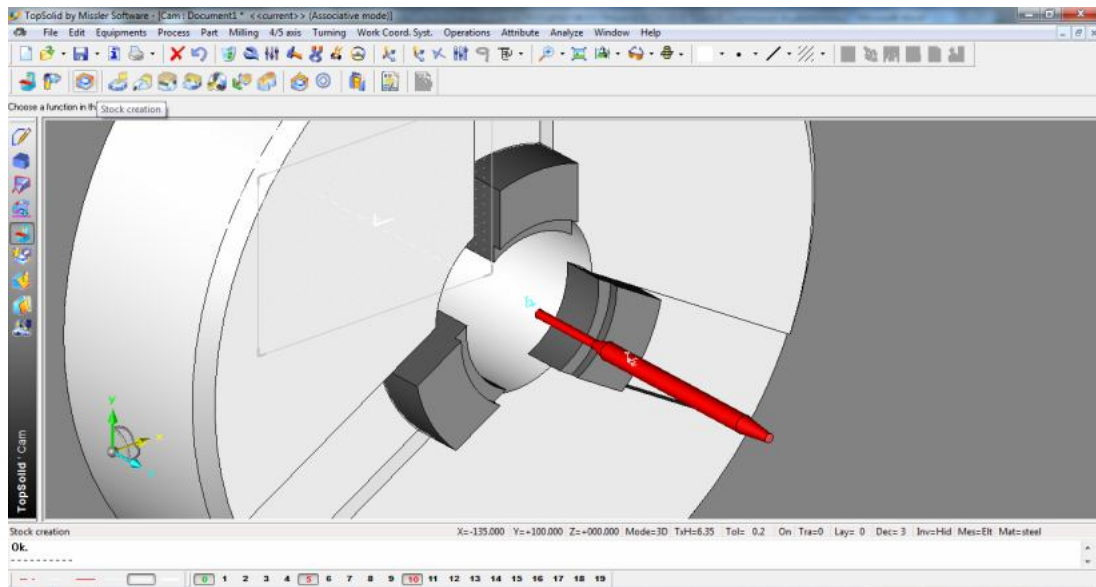
**Εικόνα 6.1.18 Επιλογή της τελικής επιφάνειας**



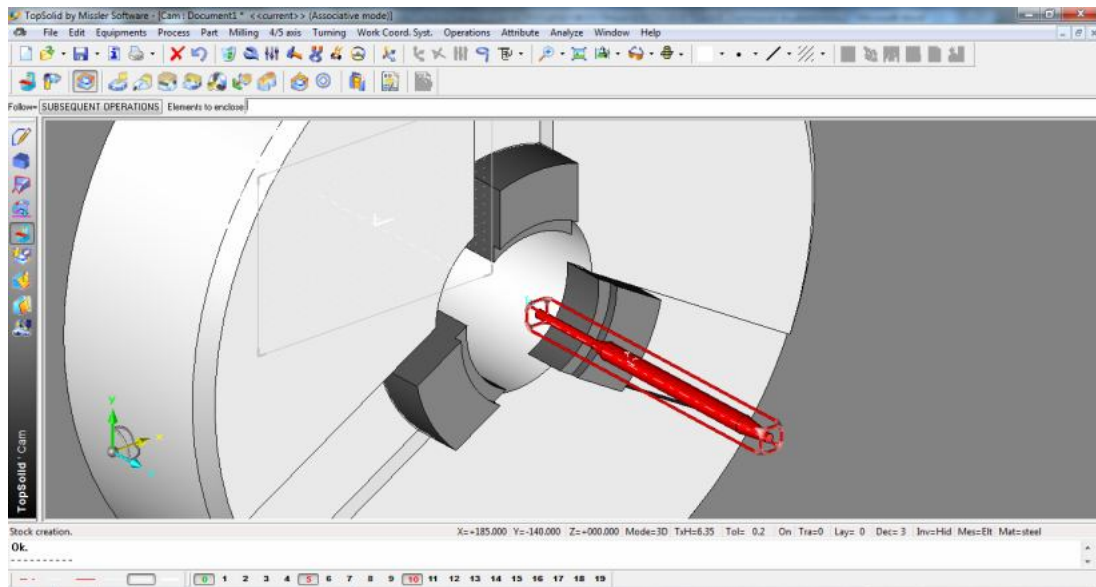
Εικόνα 6.1.19 Θέση της τελικής επιφάνειας



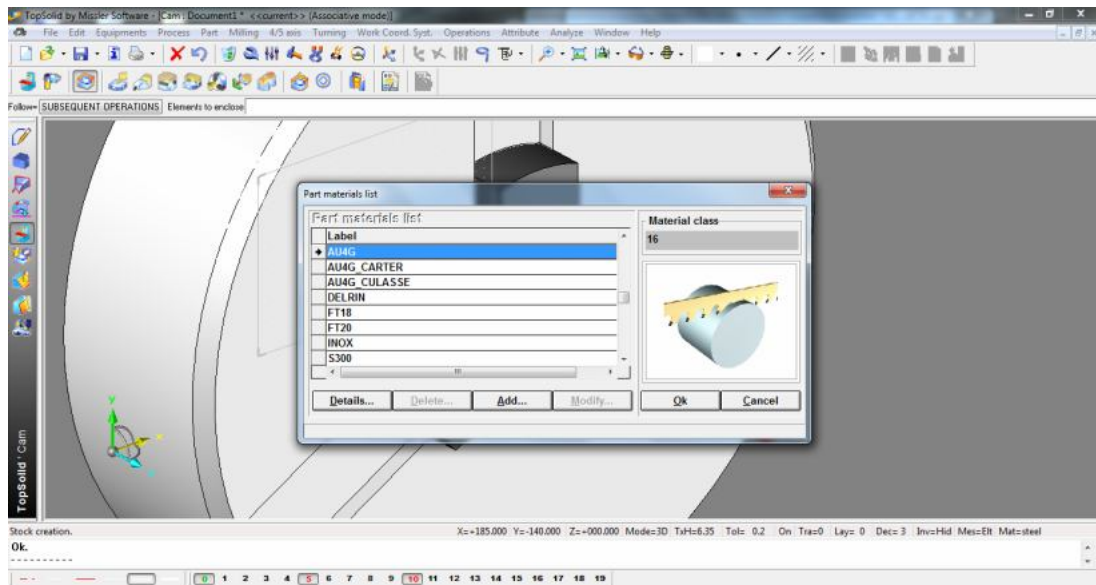
Εικόνα 6.1.20 Τοποθέτηση εξαρτήματος στο τσوك



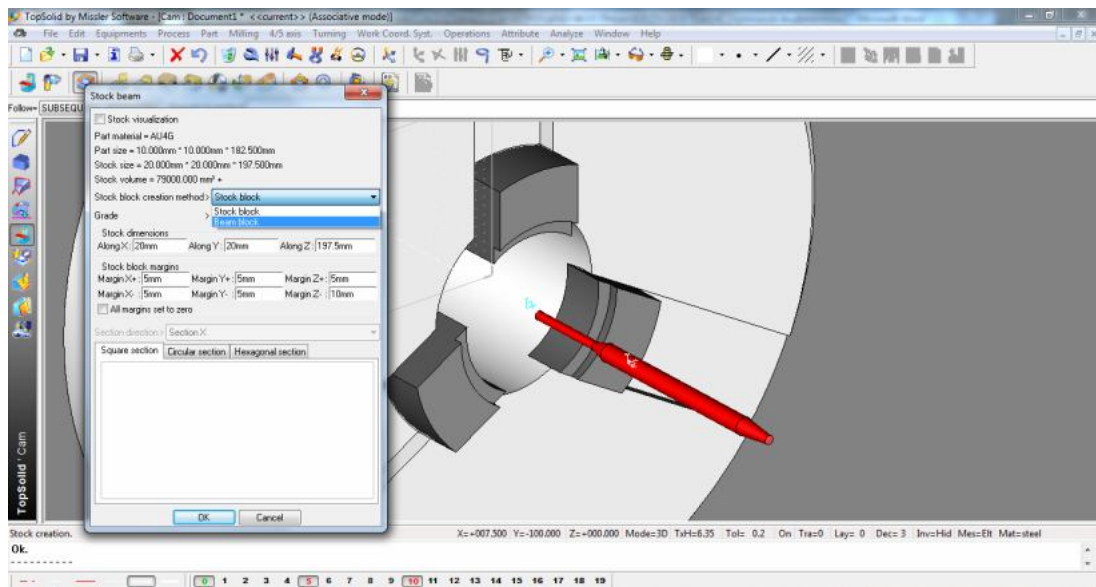
**Εικόνα 6.1.21 Για τον εγκειβωτισμό του εξαρτήματος με κάποιο υλικό επιλέγεται Stock Creation**



**Εικόνα 6.1.22 Επιλέγεται το εξάρτημα που θα περιβάλλεται από μασίφ υλικό**

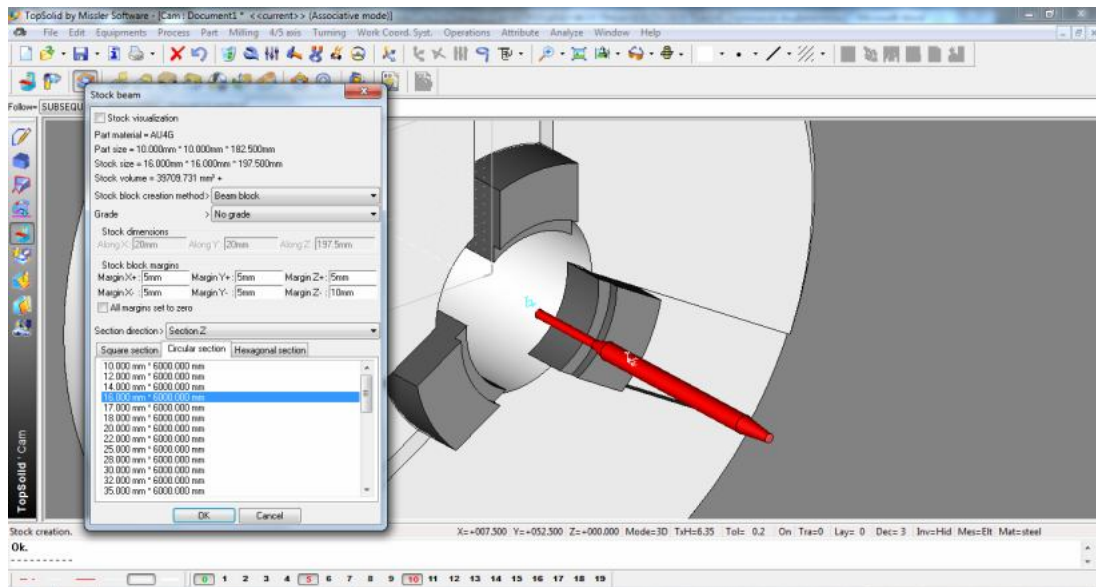


Εικόνα 6.1.23 Επιλογή υλικού εξαρτήματος και ακολούθως επιλέγεται OK

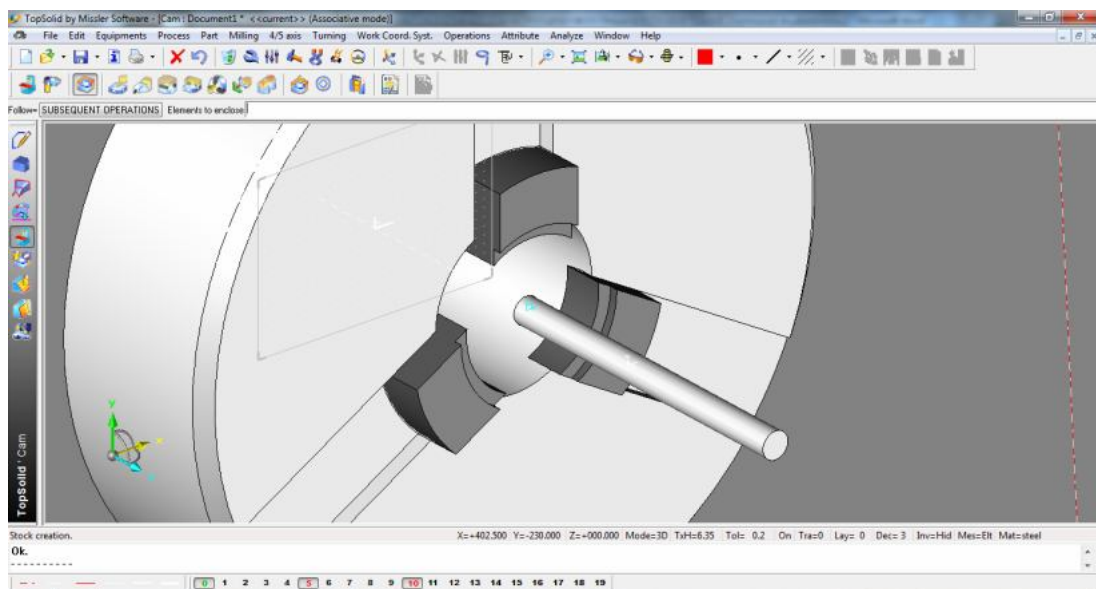


Εικόνα 6.1.24 Επιλογή κορμού σε σχήμα δοκού

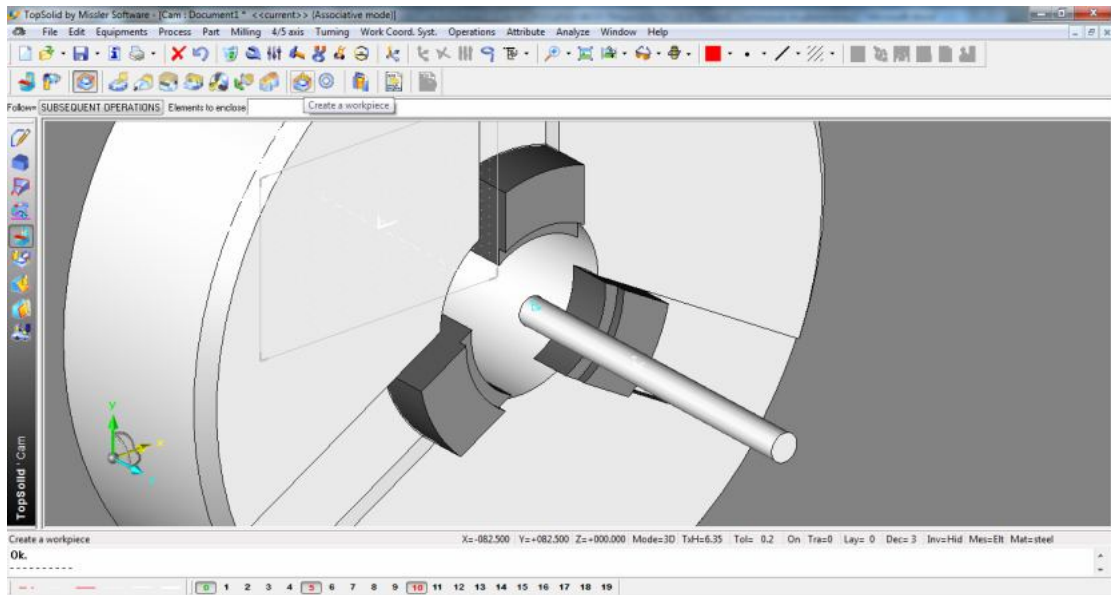




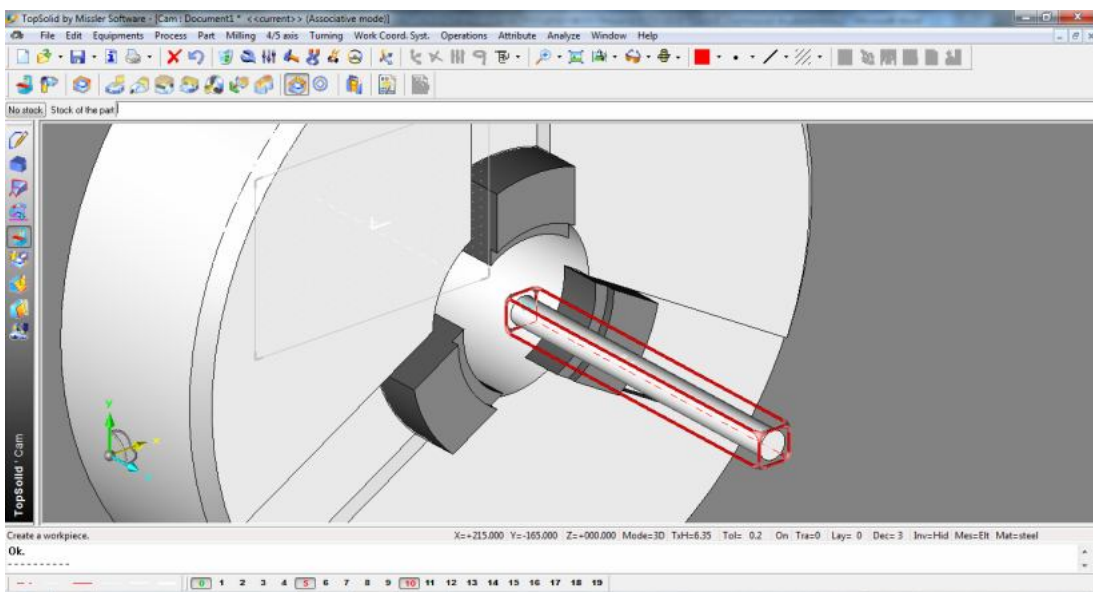
Εικόνα 6.1.25 Επιλέγεται κυλινδρική τομή ως προς τον άξονα Z και ακολούθως επιλέγεται OK



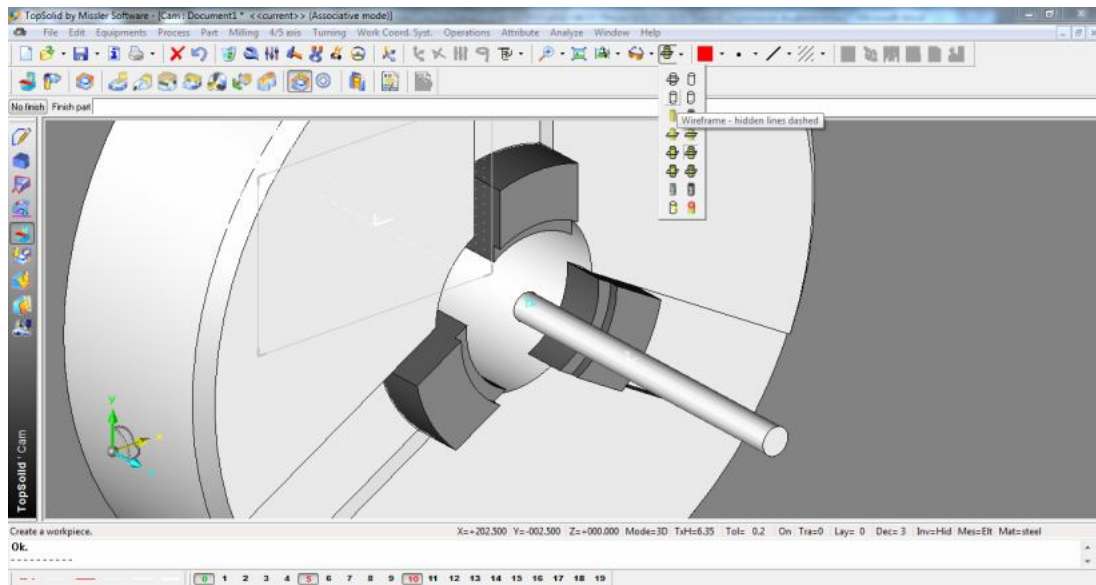
Εικόνα 6.1.26 Εμφάνιση ακατέργαστου υλικού



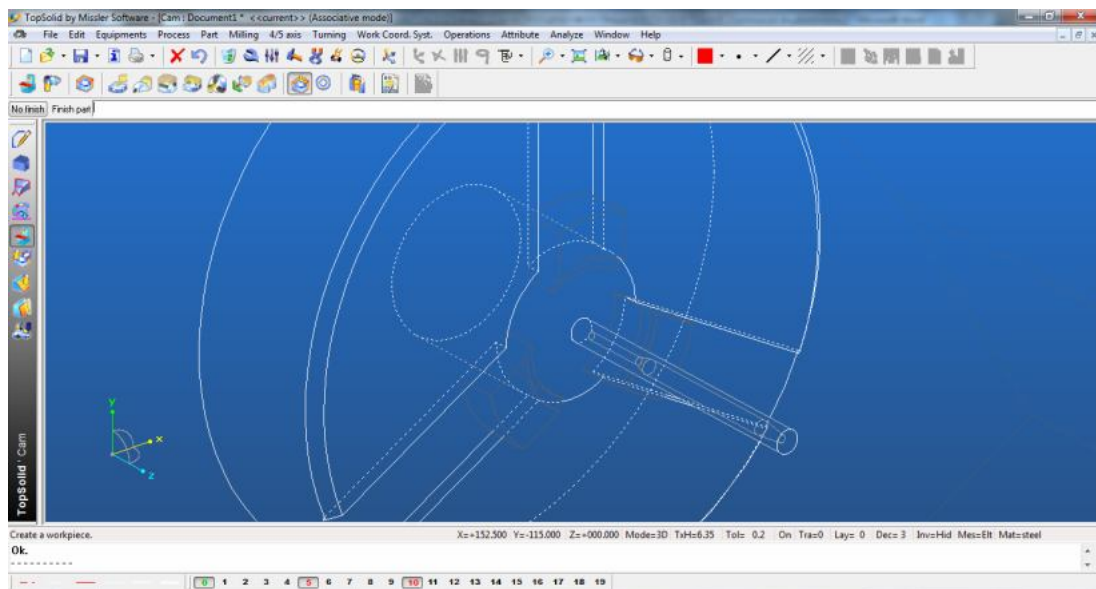
**Εικόνα 6.1.27** Για την δημιουργία κατεργασίας επιλέγεται το πλήκτρο **Create a workpiece**



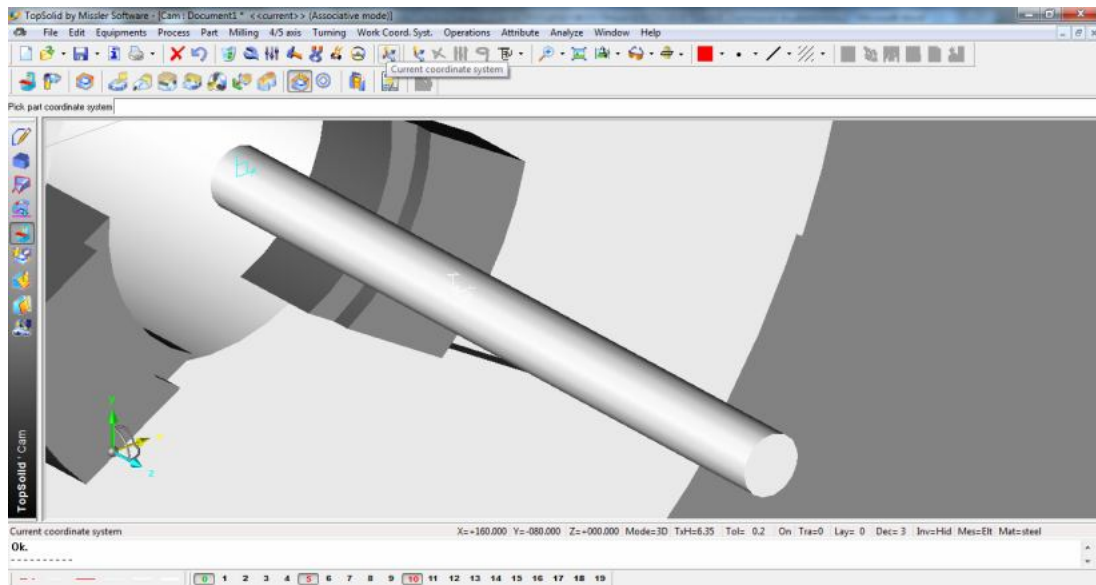
**Εικόνα 6.1.28** Επιλογή υλικού προς κατεργασία



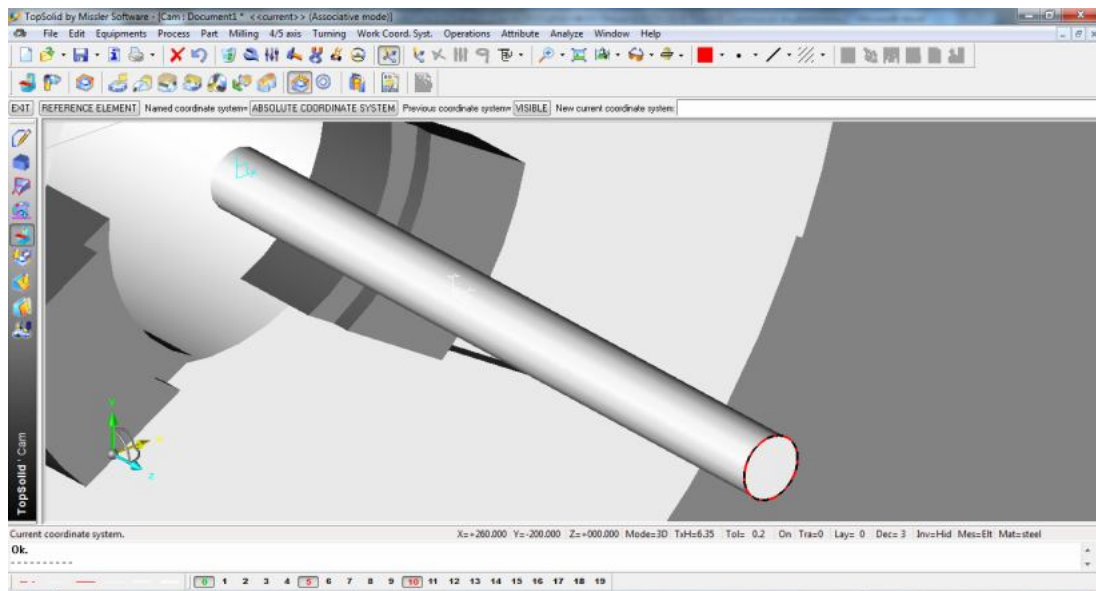
Εικόνα 6.1.29 Επιλέγεται πλαίσιο κεκρωμμένων διακεκομμένων γραμμών για την εμφάνιση του τελικού μέρους κατασκευής



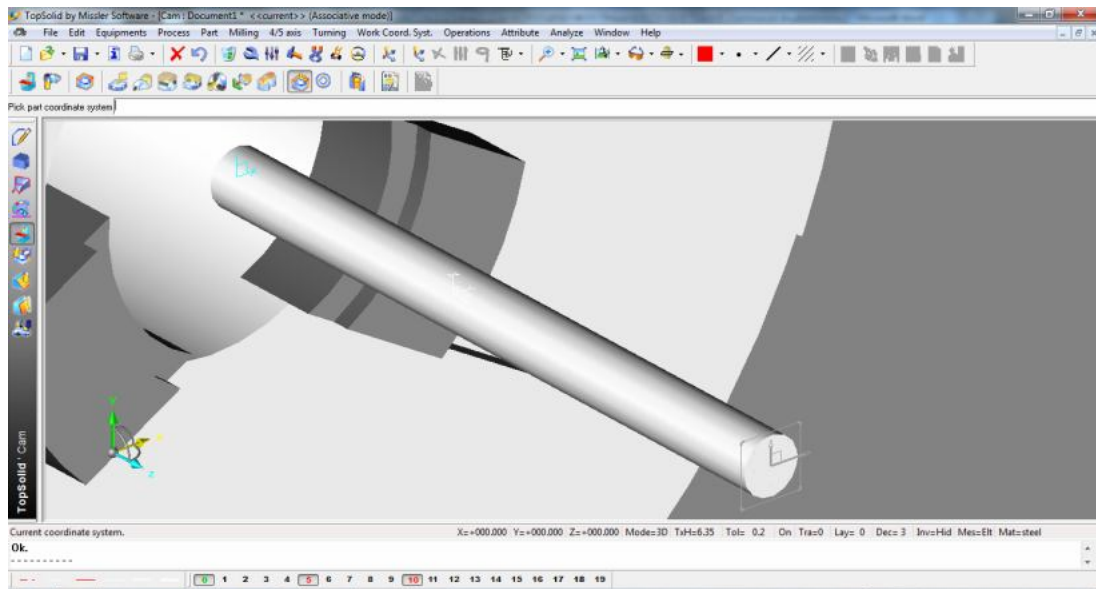
Εικόνα 6.1.30 Εμφάνιση και επιλογή τελικού κομματιού



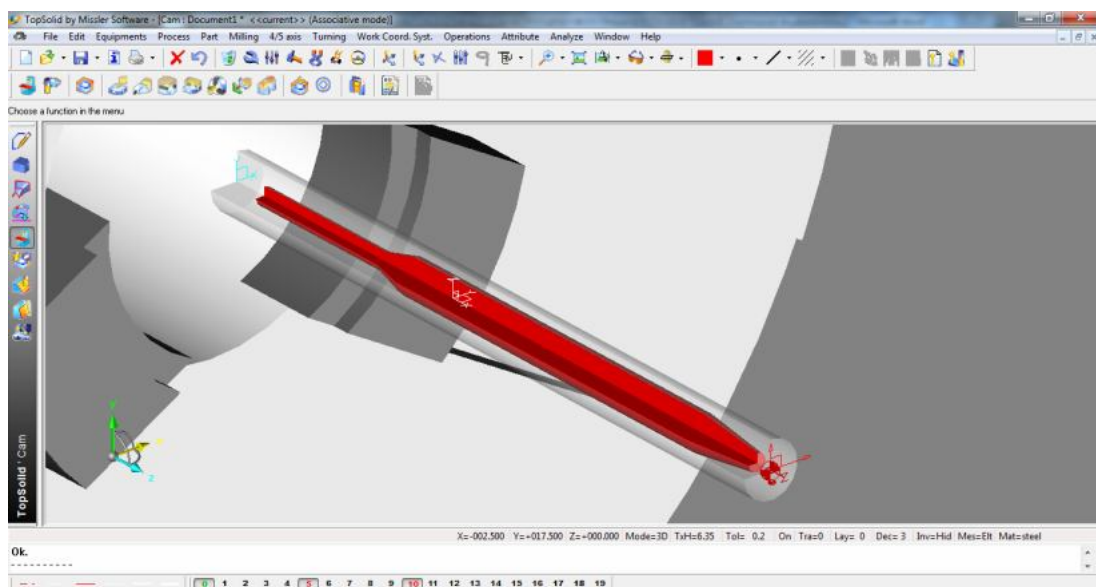
**Εικόνα 6.1.31** Μετά από επιλογή σκίασης του άκρου του υλικού επιλέγεται το κουμπί επιλογής συντεταγμένων σημείου εκκίνησης προς επεξεργασία



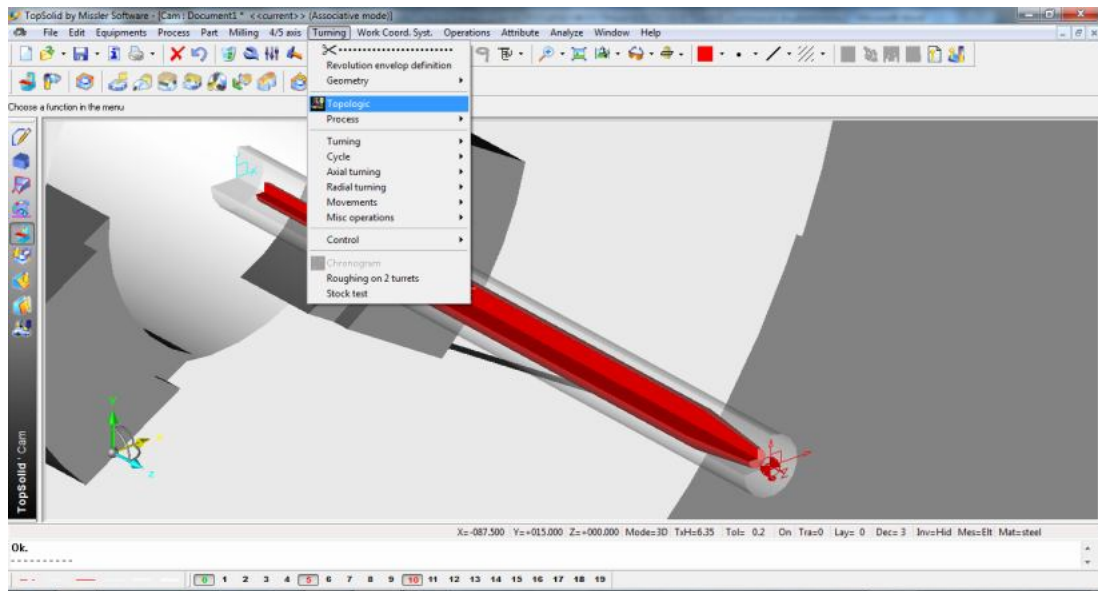
**Εικόνα 6.1.32** Επιλογή συντεταγμένων σημείου εκκίνησης προς επεξεργασία



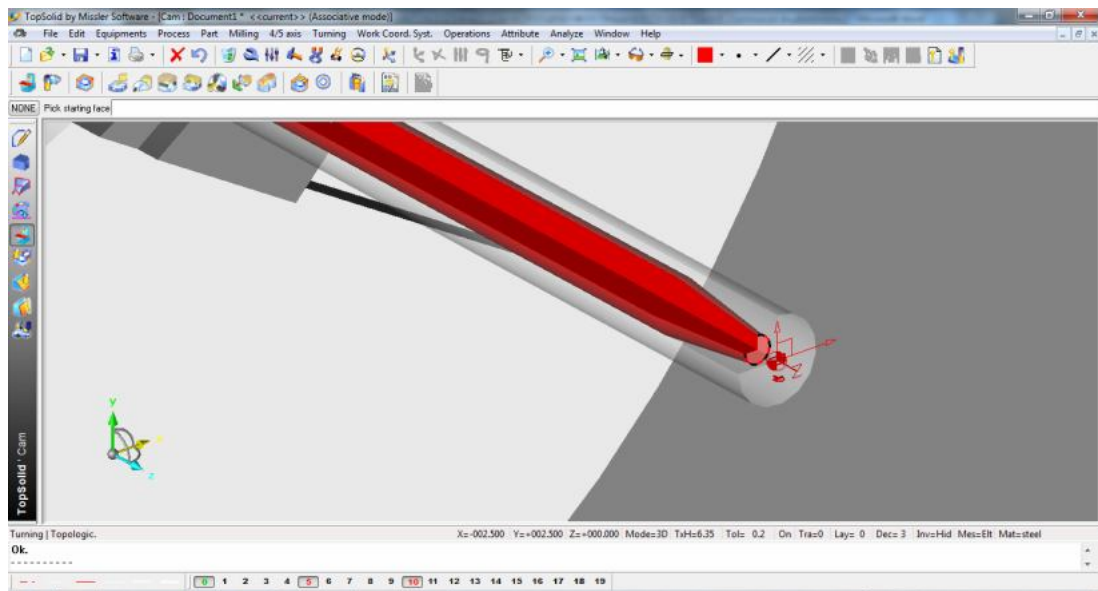
**Εικόνα 6.1.33 Εμφάνιση σκιάσης του άκρου του υλικού**



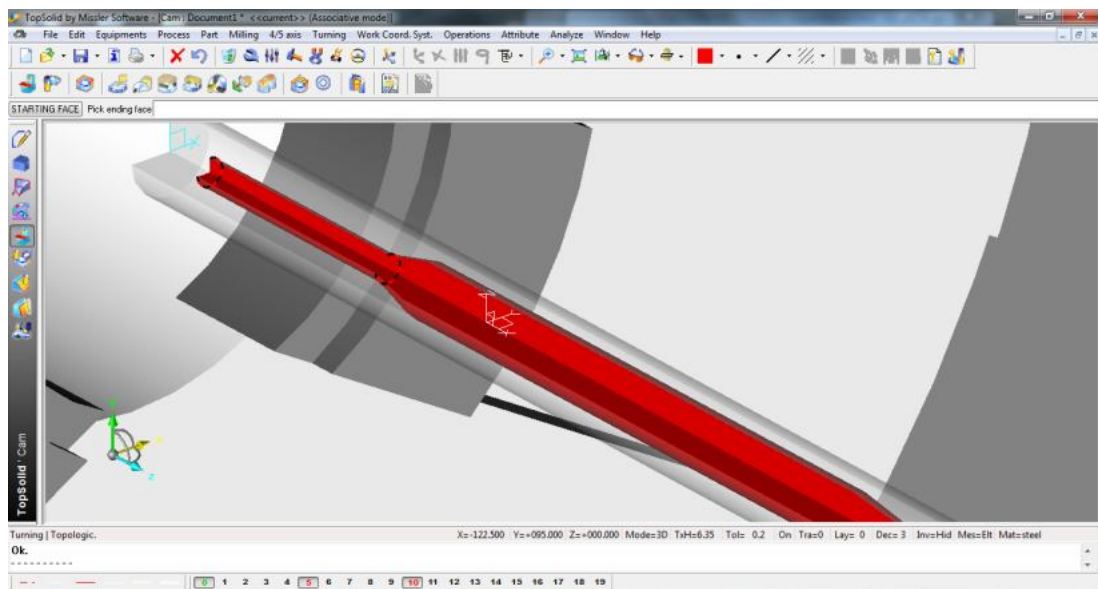
**Εικόνα 6.1.34 Εμφάνιση του ακατέργαστου υλικού και του τελικού δοκιμίου**



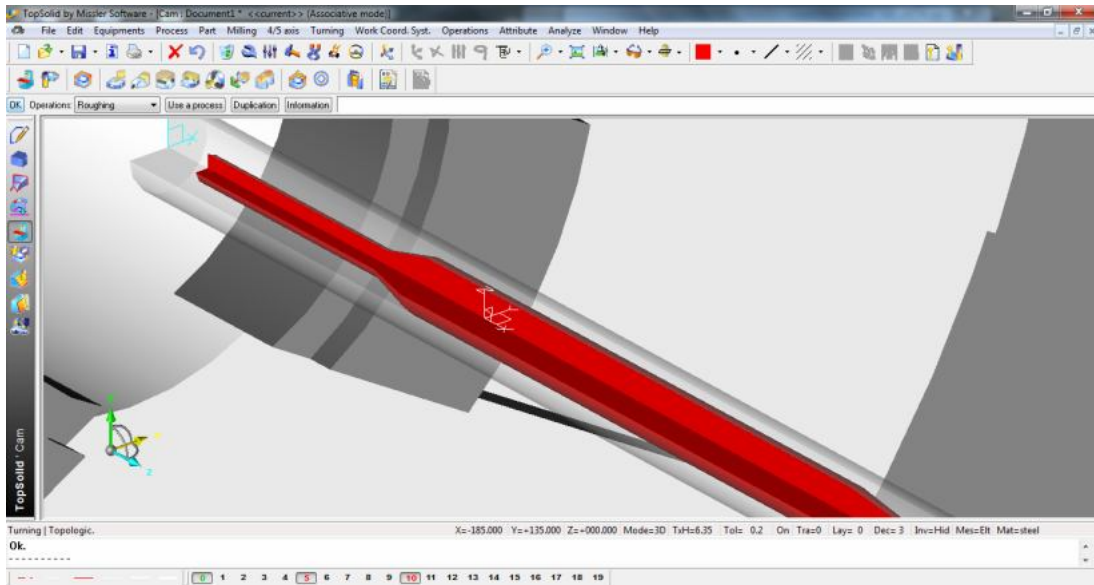
Εικόνα 6.1.35 Turning-Topologic για επίδειξη των μερών αρχής και τέλους του υλικού προς τορνίρισμα



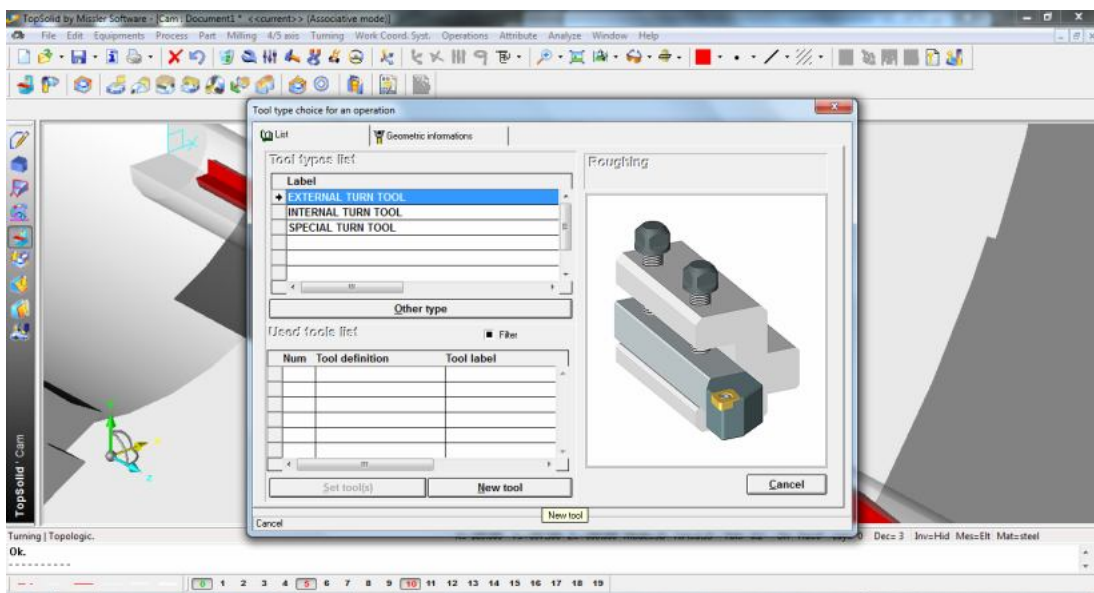
Εικόνα 6.1.36 Επίδειξη μηδενικού σημείου



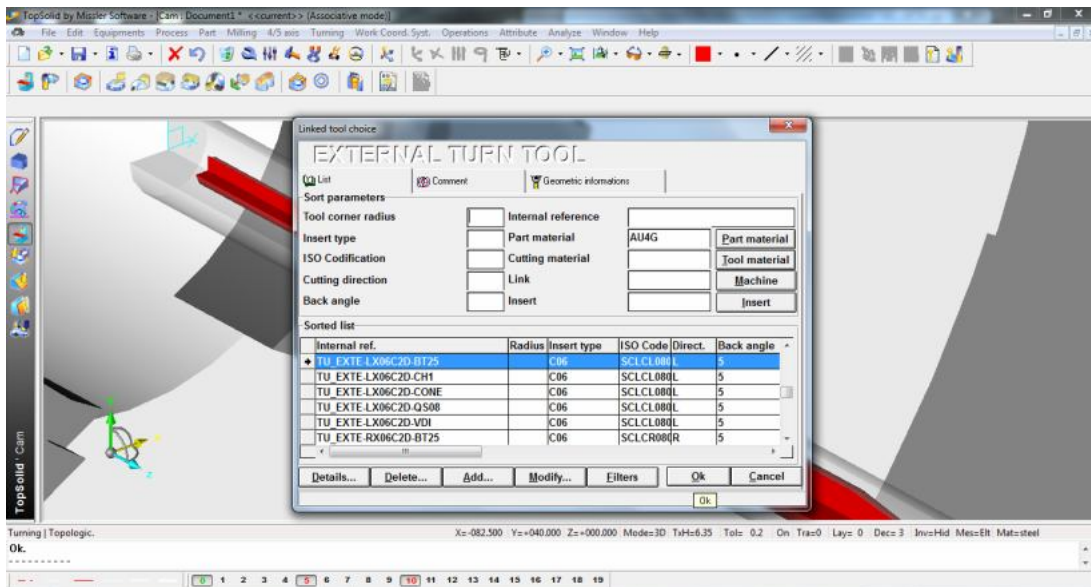
Εικόνα 6.1.37 Επίδειξη τέλους άξονα



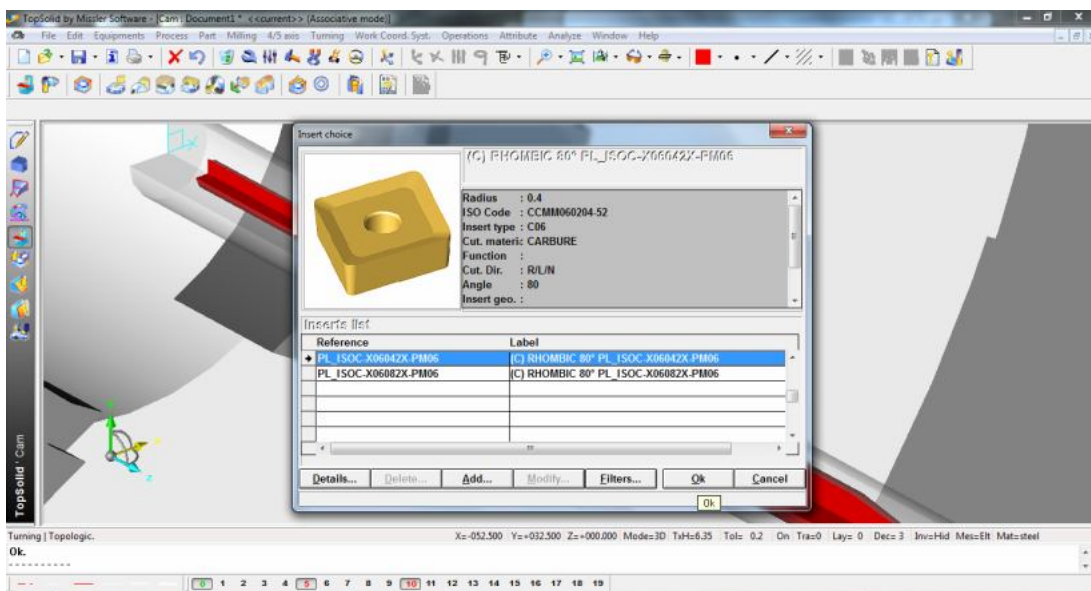
Εικόνα 6.1.38 Επιλέγεται λειτουργία ξεχονδρίσματος και ακολούθως επιλέγεται OK



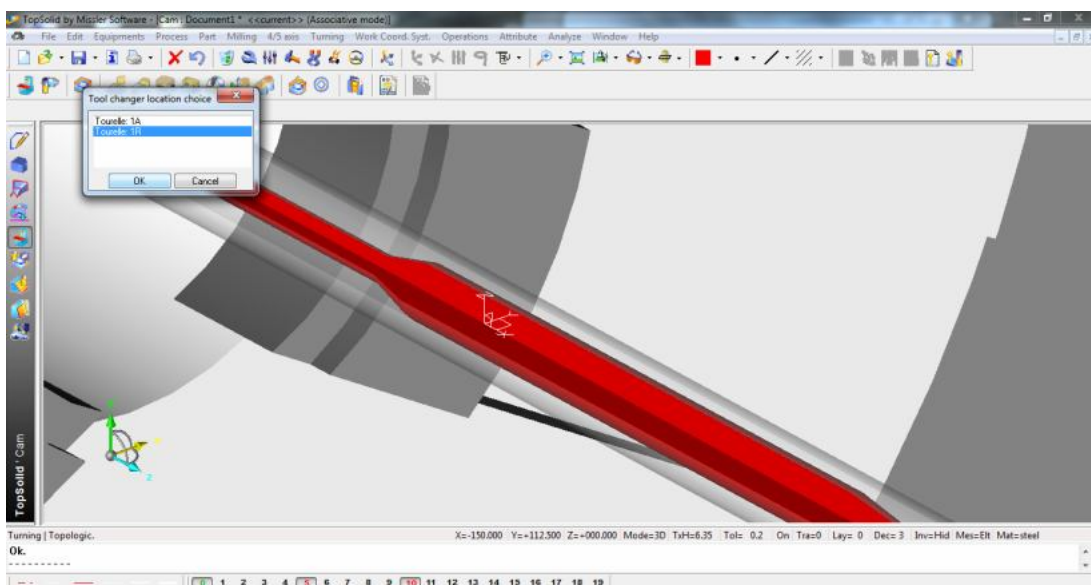
Εικόνα 6.1.39 Επιλογή τύπου μανέλας



Εικόνα 6.1.40 Επιλογή μανέλας

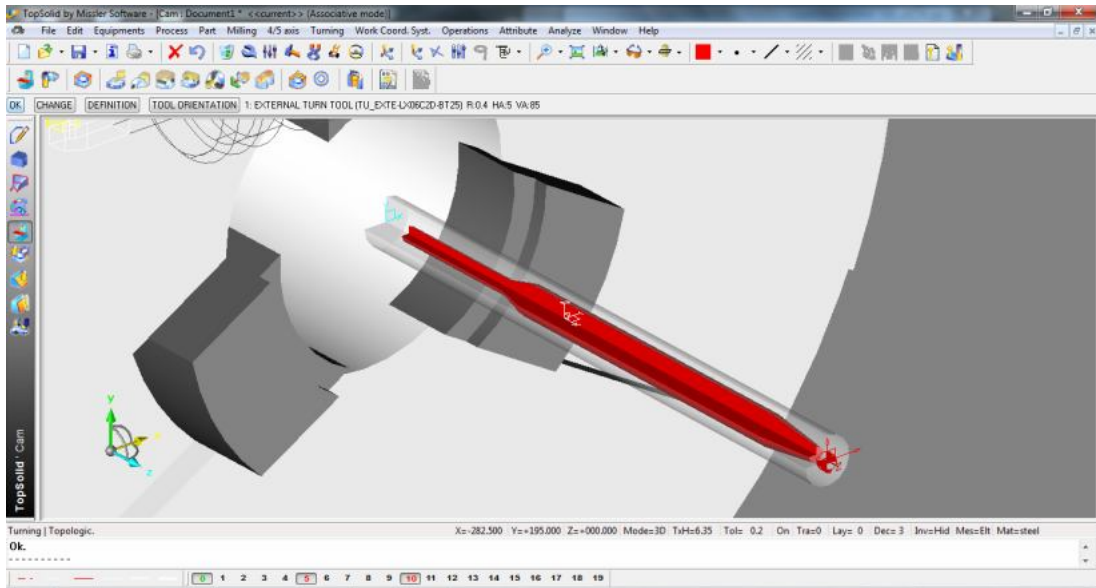


Εικόνα 6.1.41 Επιλογή υλικού ένθετου πλακιδίου και ακολούθως επιλέγεται OK

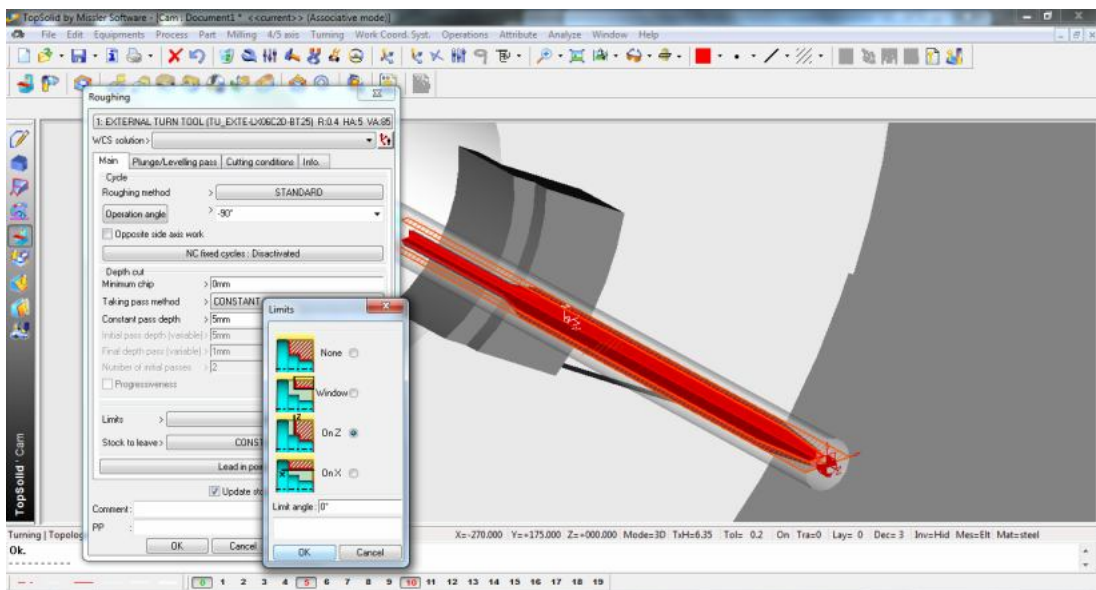


Εικόνα 6.1.42 Επιλογή εργαλειοδέτη

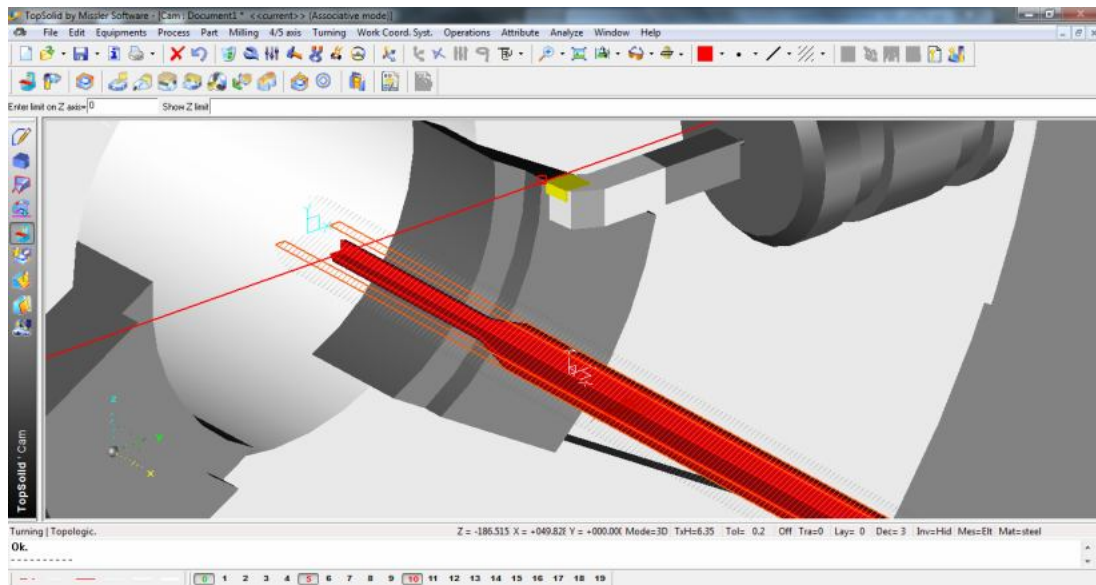




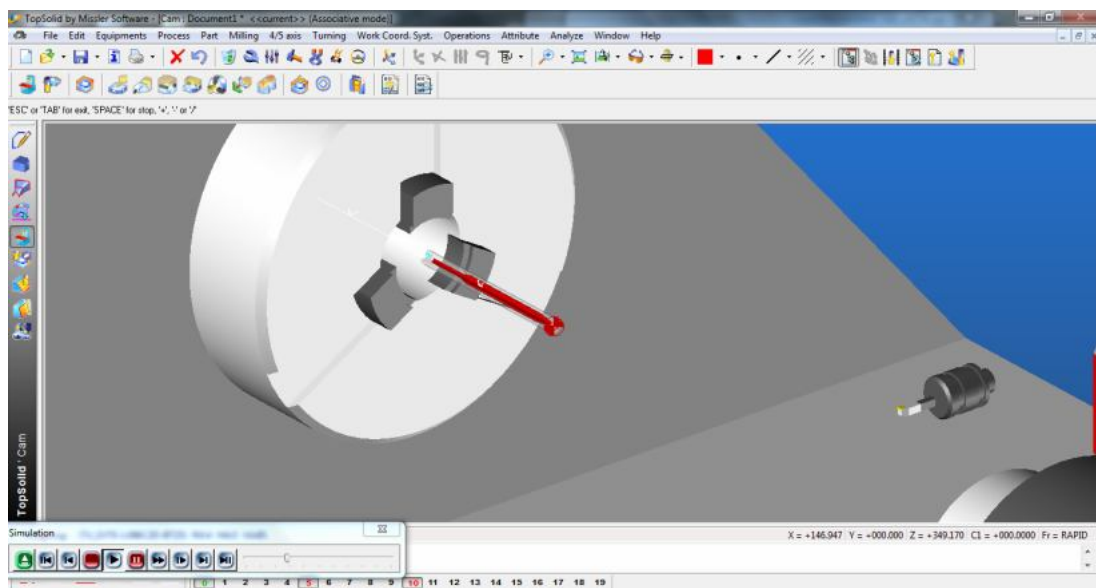
Εικόνα 6.1.43 Εντολή OK για εκκίνηση επεξεργασίας



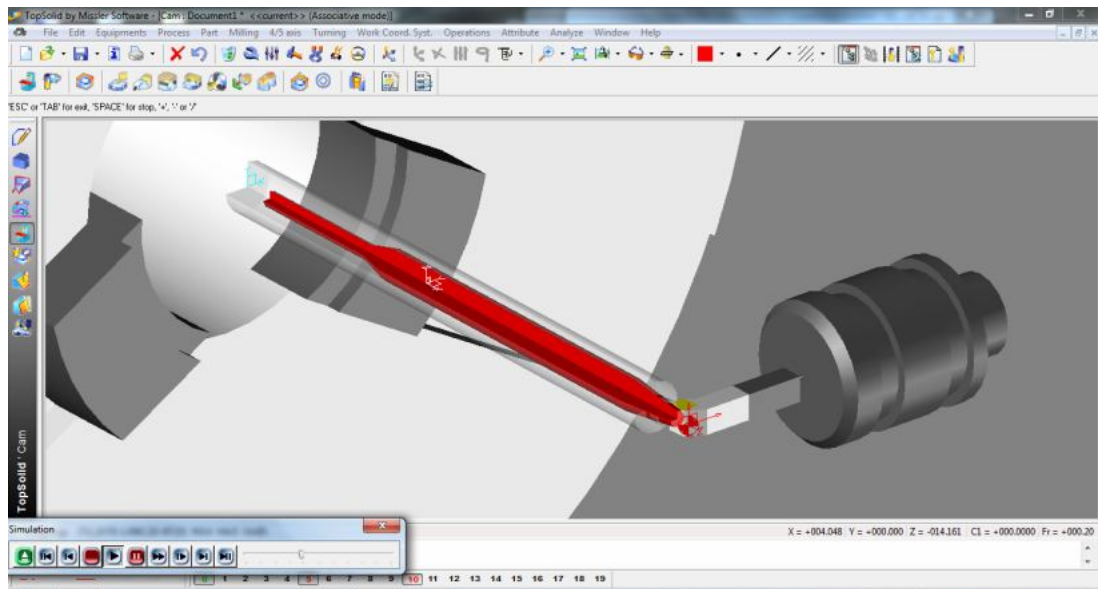
Εικόνα 6.1.44 Οριοθέτηση τερματισμού σε συγκεκριμένο σημείο στον άξονα z



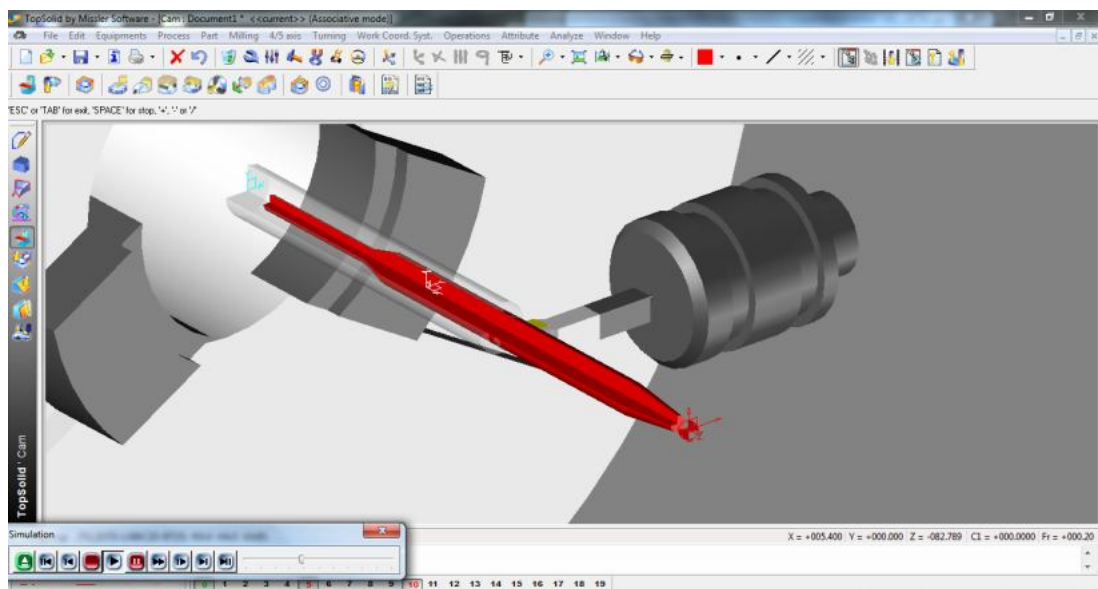
**Εικόνα 6.1.45 Οριοθέτηση τέλους για της εξασφάλιση της ακεραιότητας του εργαλείου (αποφυγή της σύγκρουσης με το Chuck)**



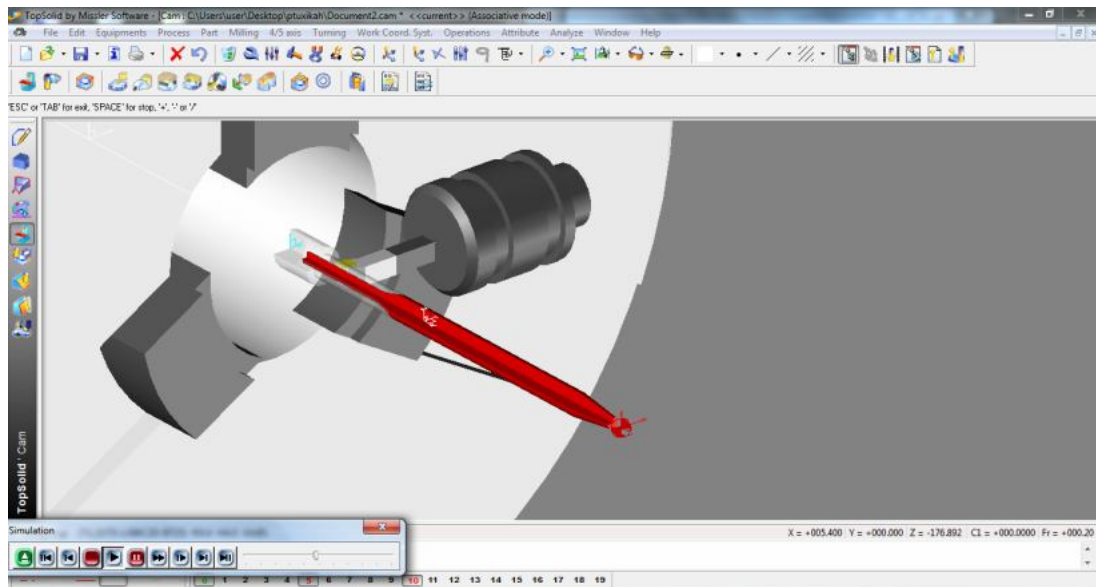
**Εικόνα 6.1.46 Έναρξη προσομοίωσης**



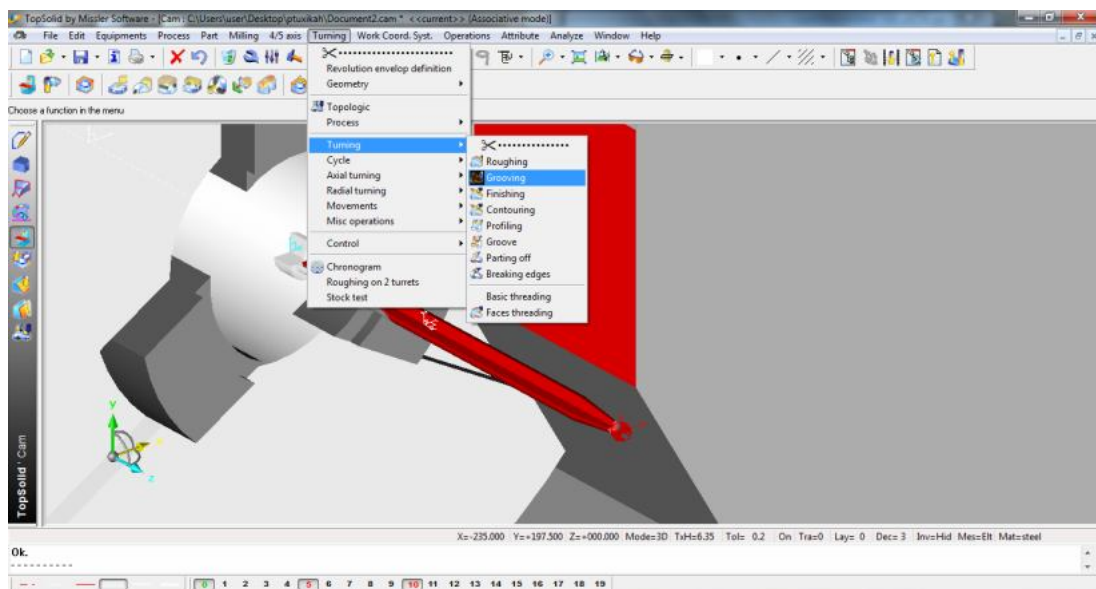
Εικόνα 6.1.47 Εκκίνηση ξεχονδρίσματος



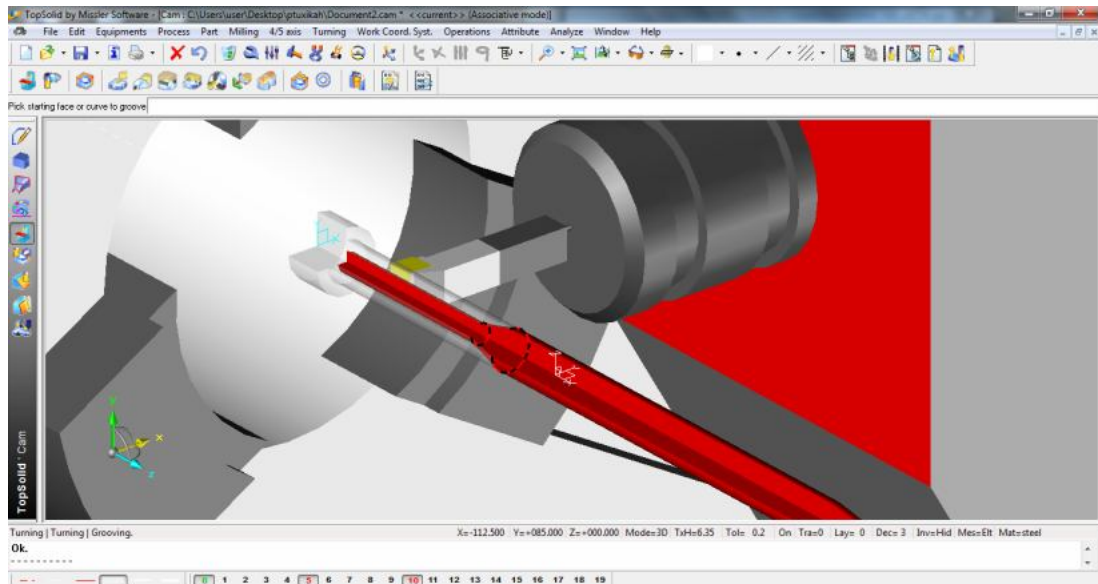
Εικόνα 6.1.48 Μέση ξεχονδρίσματος



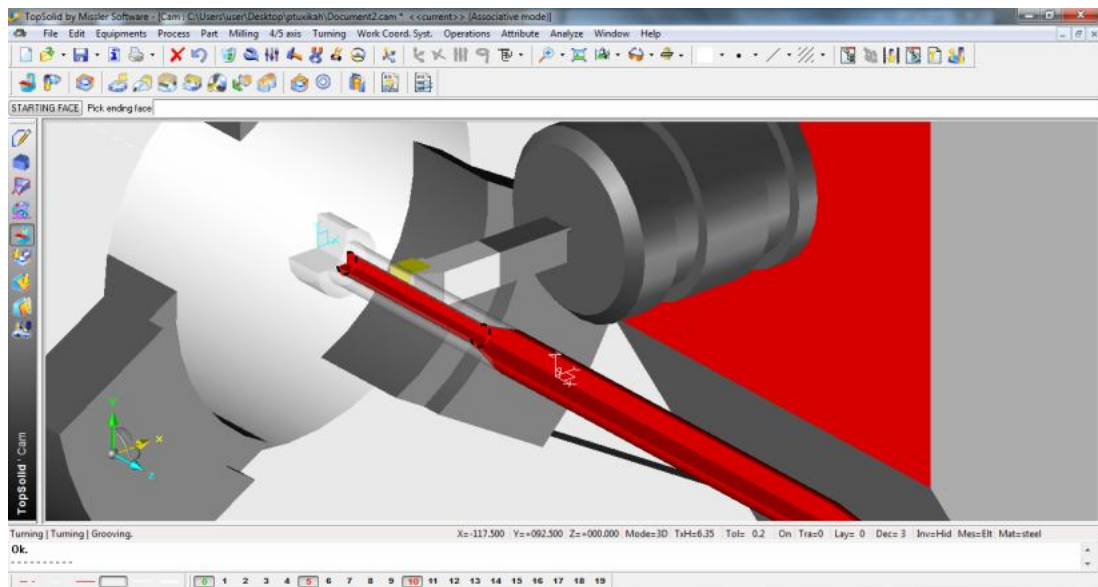
Εικόνα 6.1.49 Κατεργασία πριν το τέλος



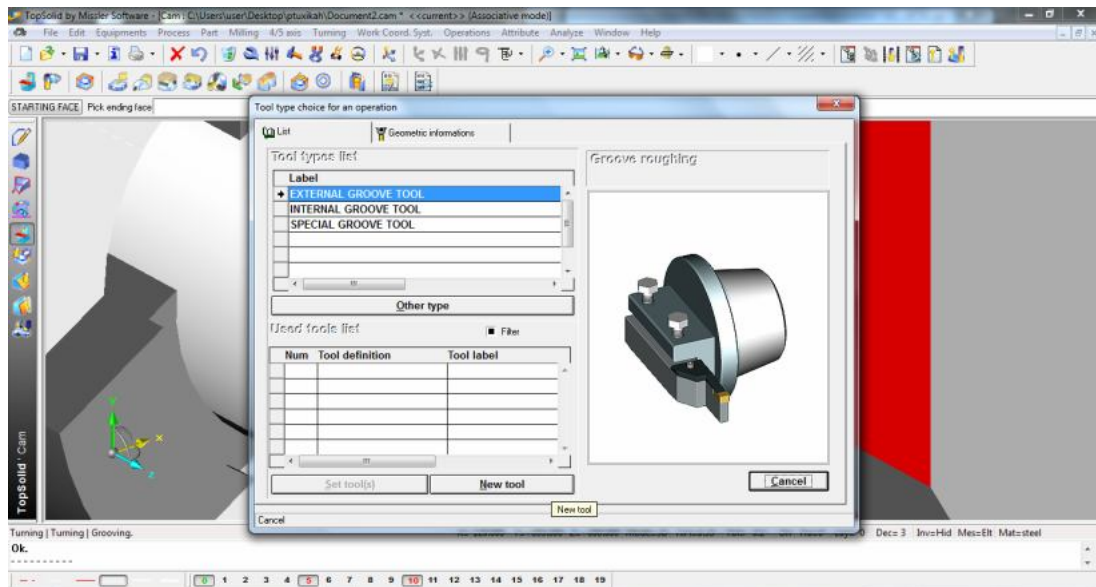
Εικόνα 6.1.50 Turning-Roughing για ξεχόνδρισμα τελικού υλικού



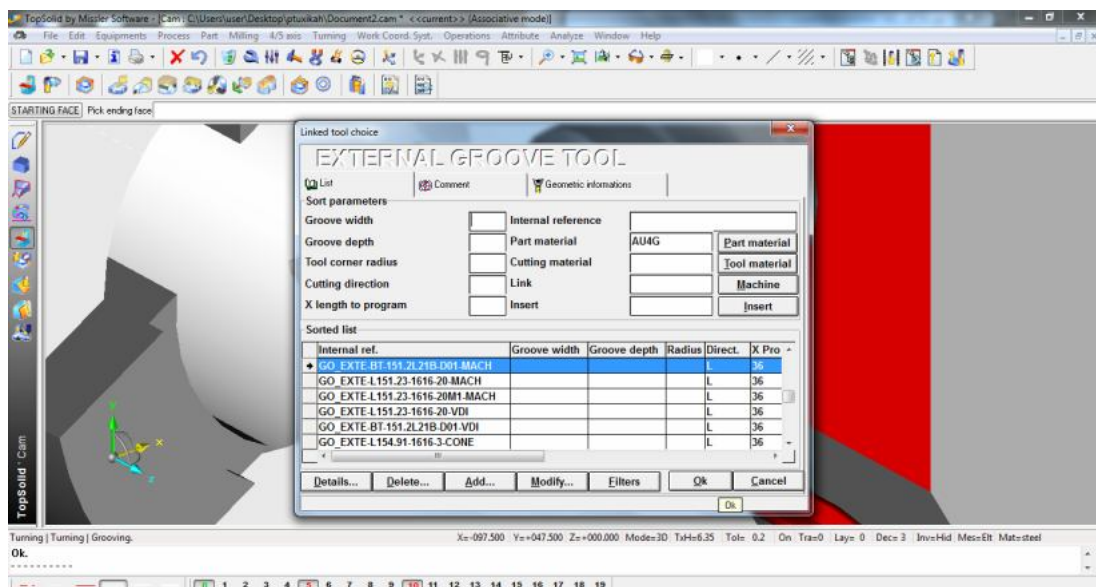
**Εικόνα 6.1.51 Επιλογή αρχικού σημείου ξεχονδρίσματος**



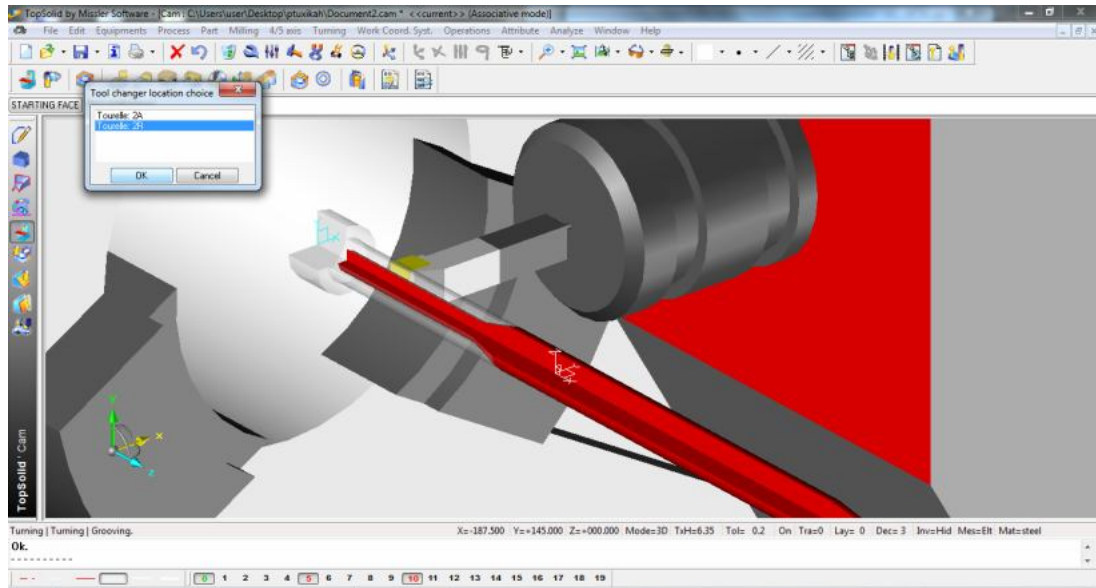
**Εικόνα 6.1.52 Επίδειξη διαδρομής για ξεχόνδρισμα**



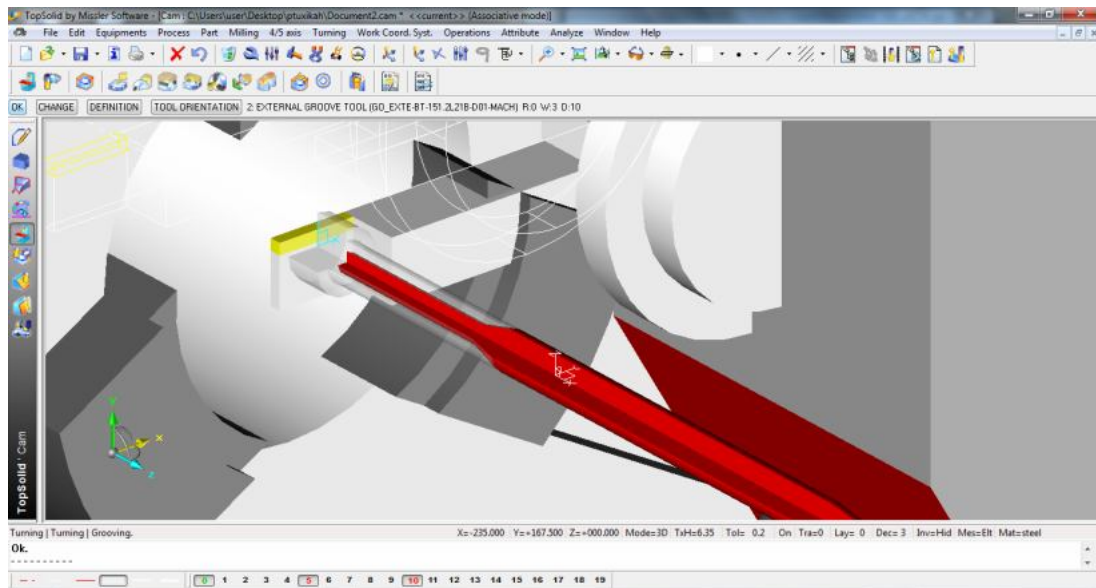
Εικόνα 6.1.53 Επιλογή τύπου μανέλας



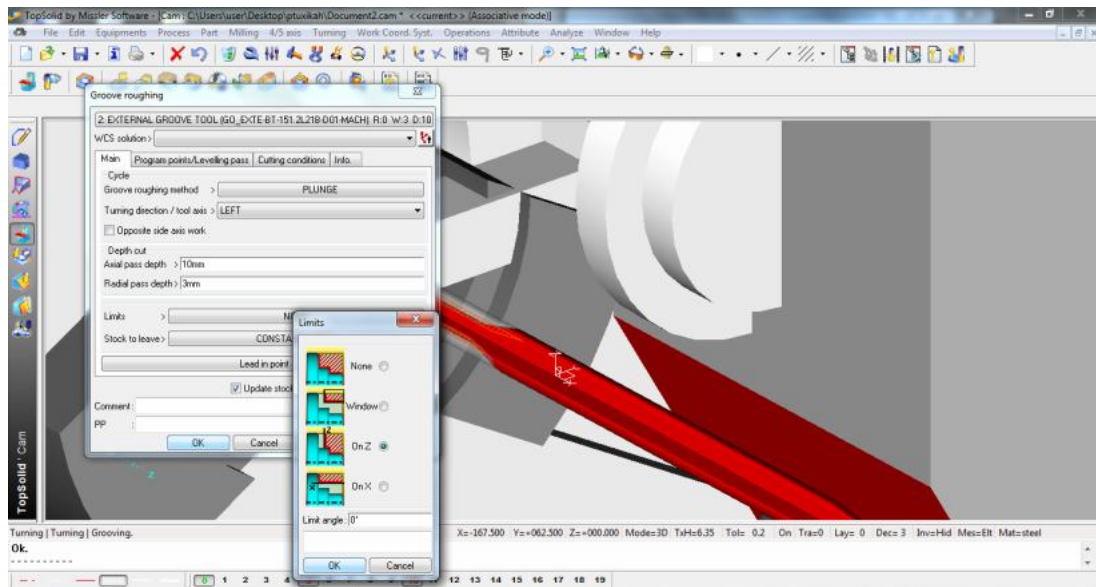
Εικόνα 6.1.54 Επιλογή μανέλας



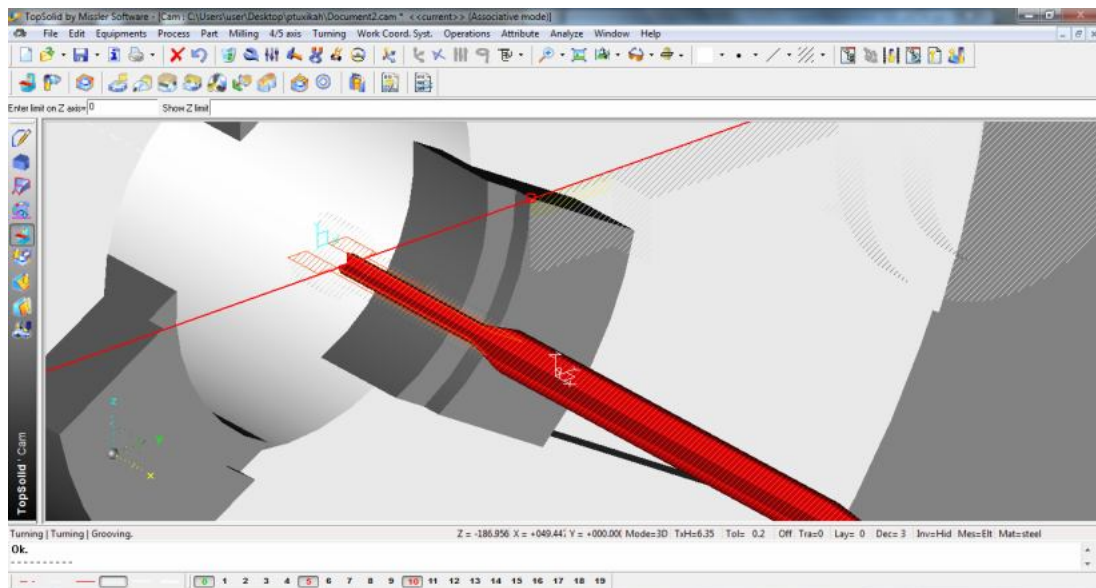
Εικόνα 6.1.55 Επιλογή εργαλειοδέτη



Εικόνα 6.1.56 Εντολή OK για εκκίνηση επεξεργασίας

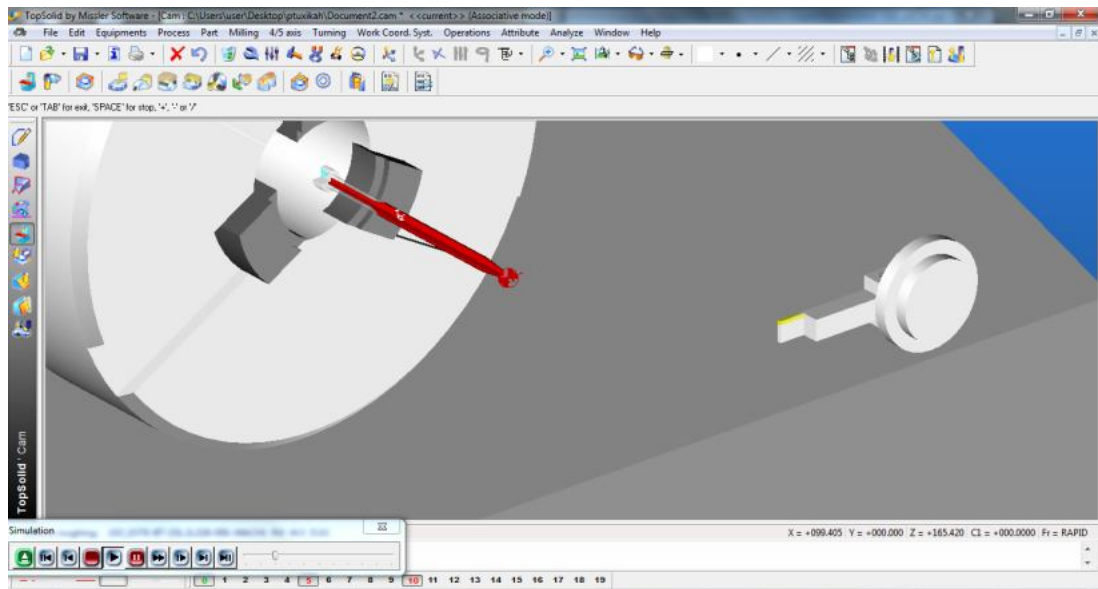


**Εικόνα 6.1.57** Οριοθέτηση τερματισμού σε συγκεκριμένο σημείο στον άξονα z

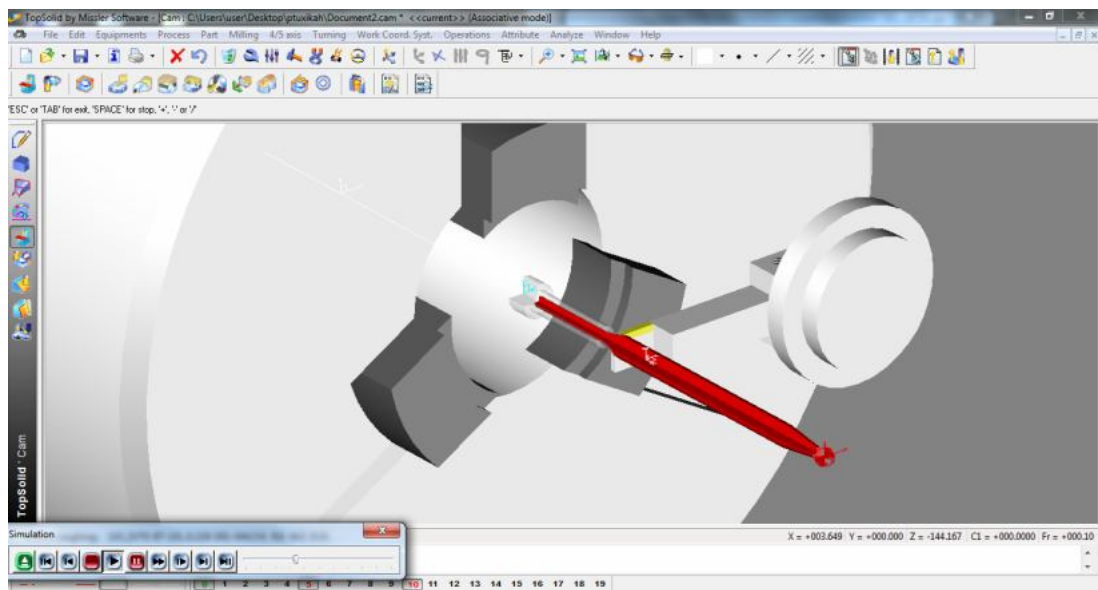


**Εικόνα 6.1.58** Οριοθέτηση τέλους για της εξασφάλιση της ακεραιότητας του εργαλείου (αποφυγή σύγκρουσης με το Chuck)

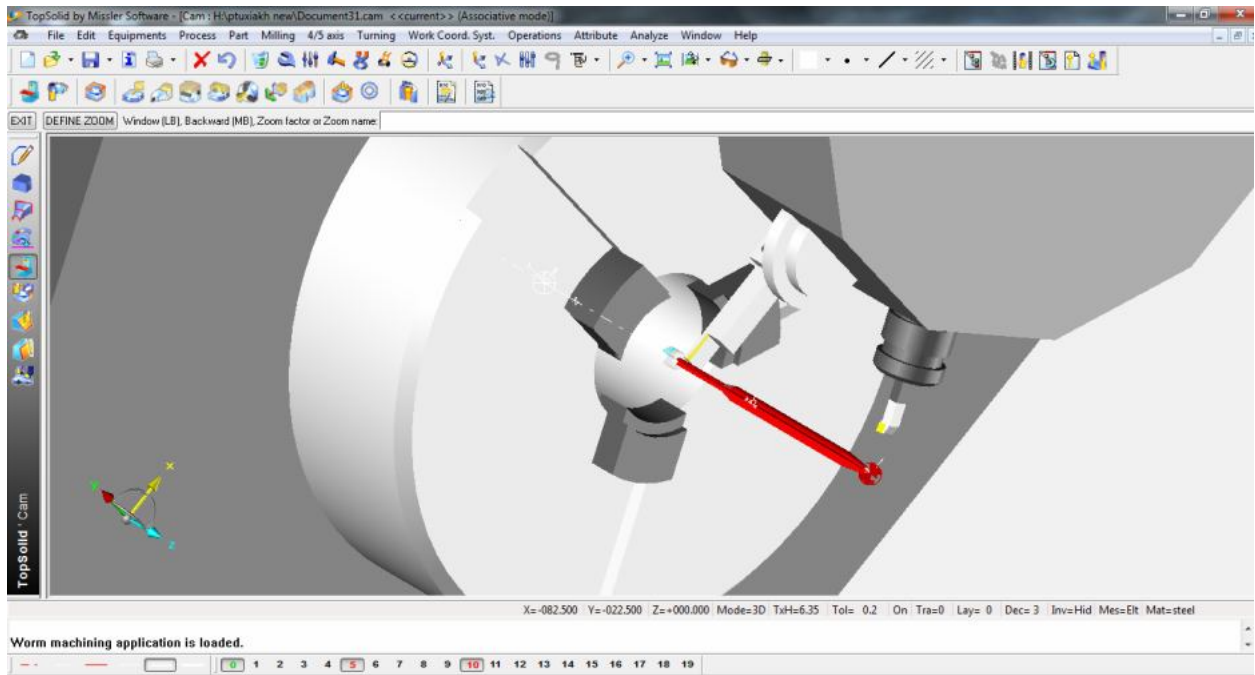




**Εικόνα 6.1.59 Έναρξη προσομοίωσης.**

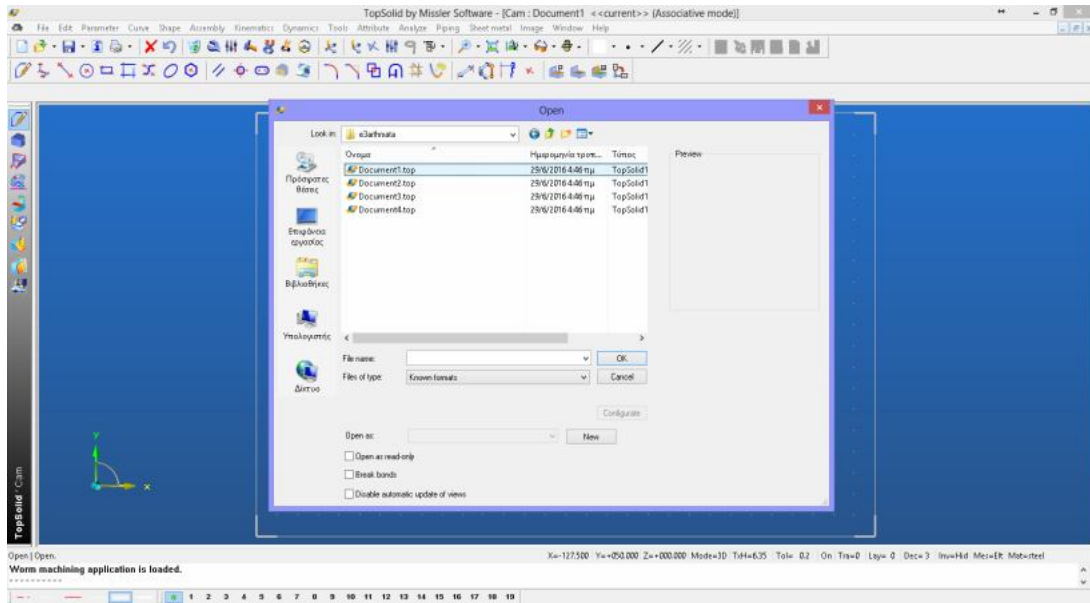


**Εικόνα 6.1.60 Εκκίνηση ξεχονδρίσματος.**

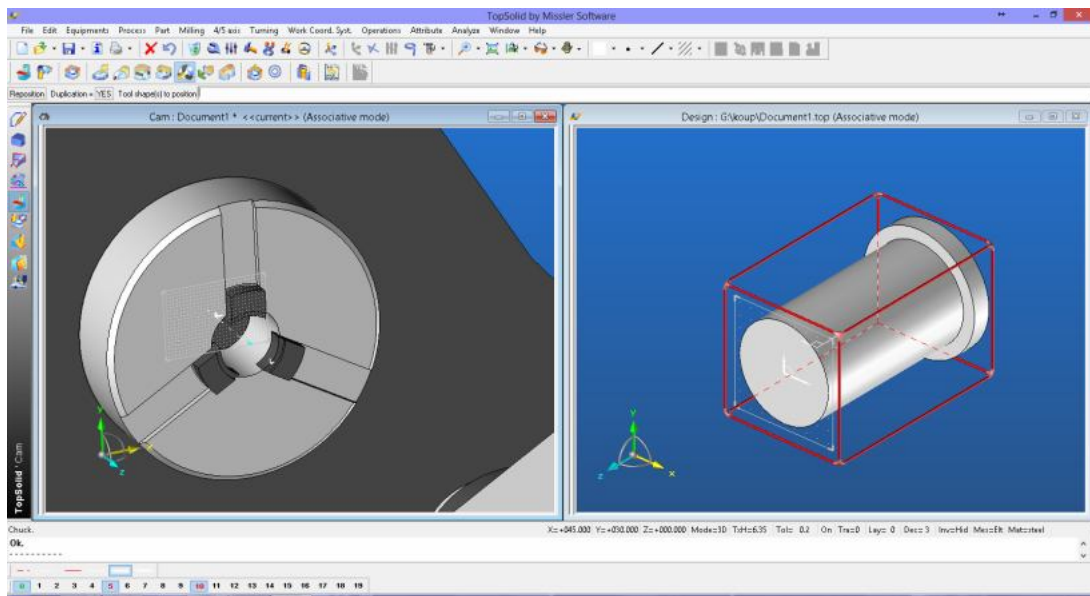


**Εικόνα 6.1.61 Αποπεράτωση κατεργασιών και τελική όψη εξαρτήματος**

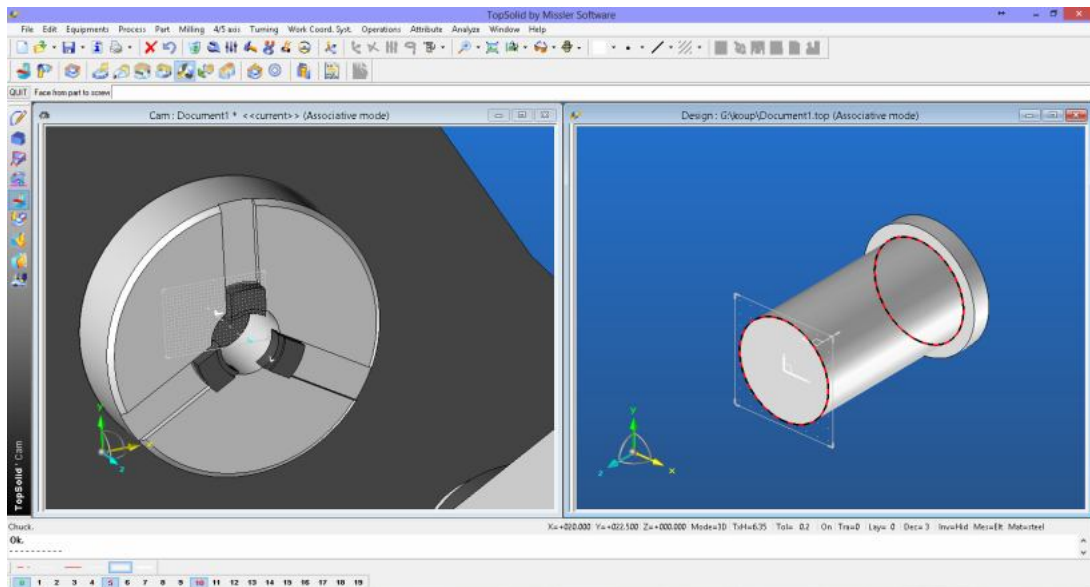
## 6.2 ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΟΣ



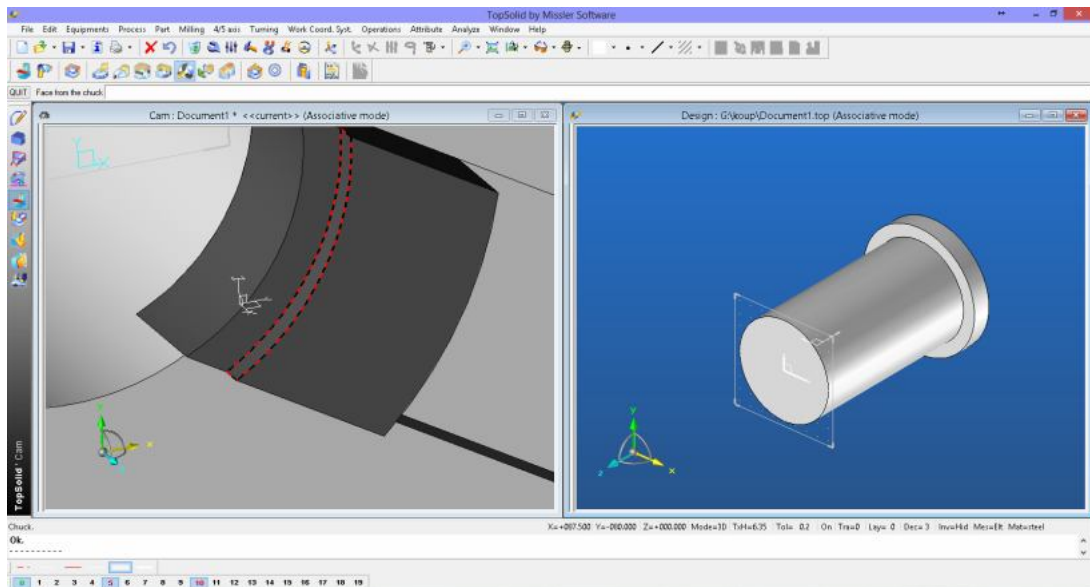
Εικόνα 6.2.1 Επιλέγεται File-Open για την επιλογή του εξαρτήματος προς κατεργασία και ακολούθως επιλέγεται OK



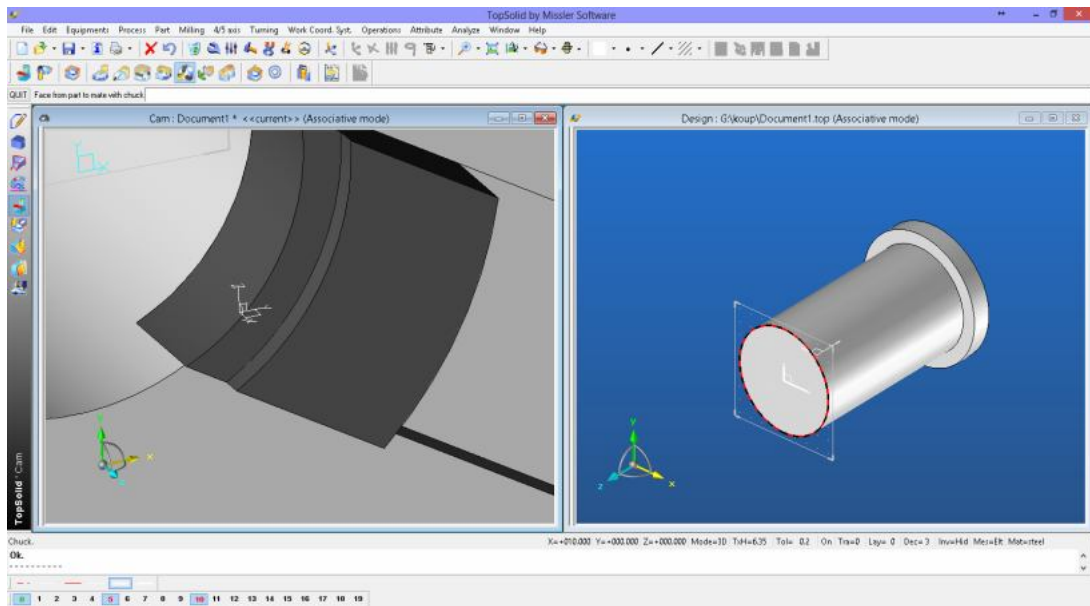
Εικόνα 6.2.2 Επιλογή του εξαρτήματος προς τοποθέτηση στο τσοκ



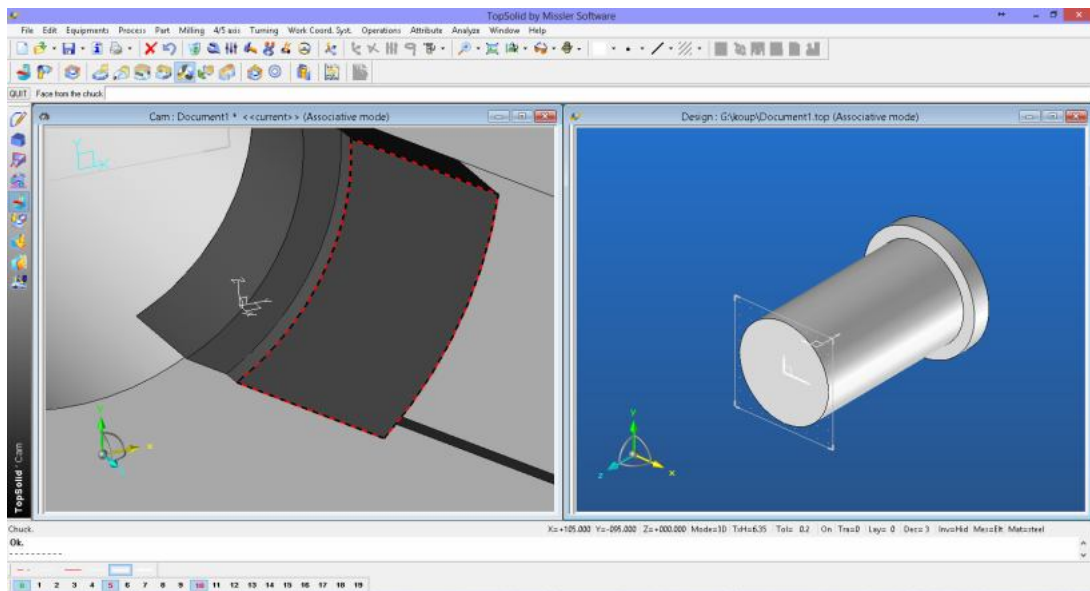
Εικόνα 6.2.3 Επιλογή επιφάνειας προς τοποθέτηση



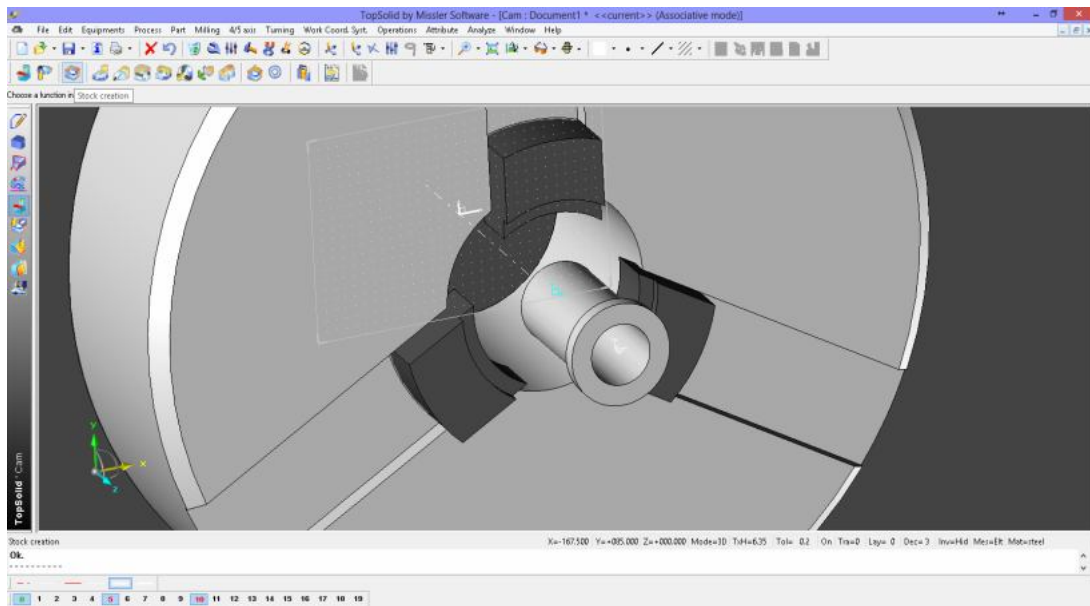
Εικόνα 6.2.4 Θέση επιφάνειας στο τσοκ



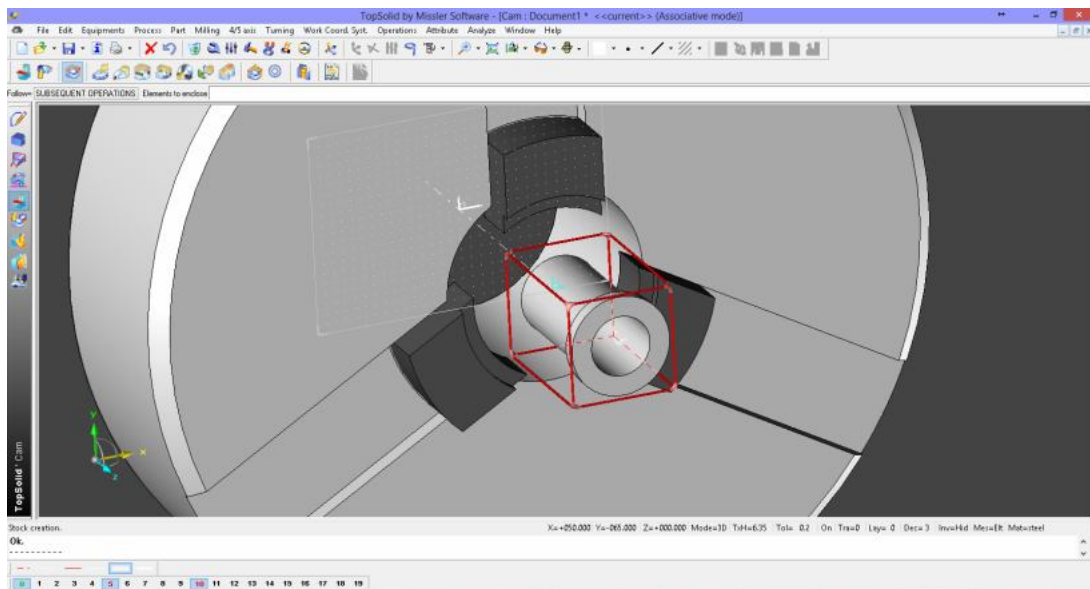
Εικόνα 6.2.5 Επιλογή της τελικής επιφάνειας



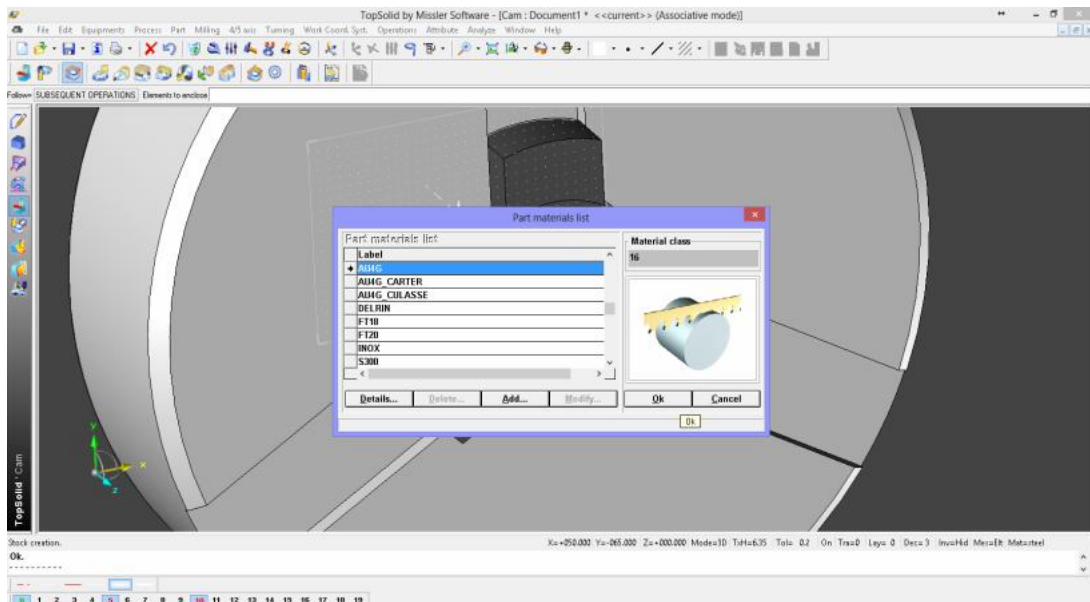
Εικόνα 6.2.6 Θέση της τελικής επιφάνειας



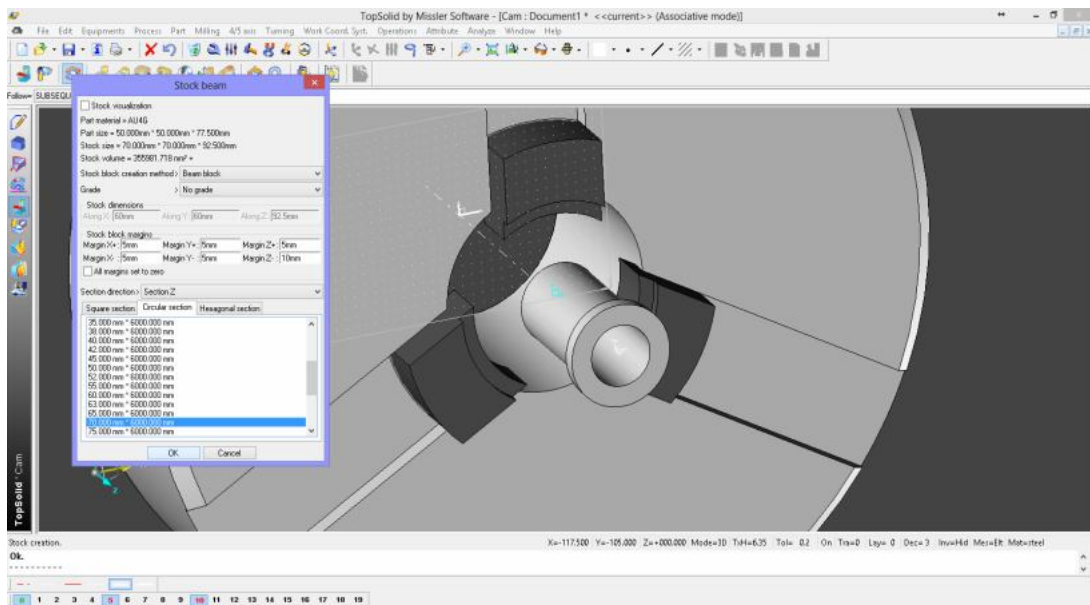
**Εικόνα 6.2.7 Τοποθέτηση εξαρτήματος στο τσوك**



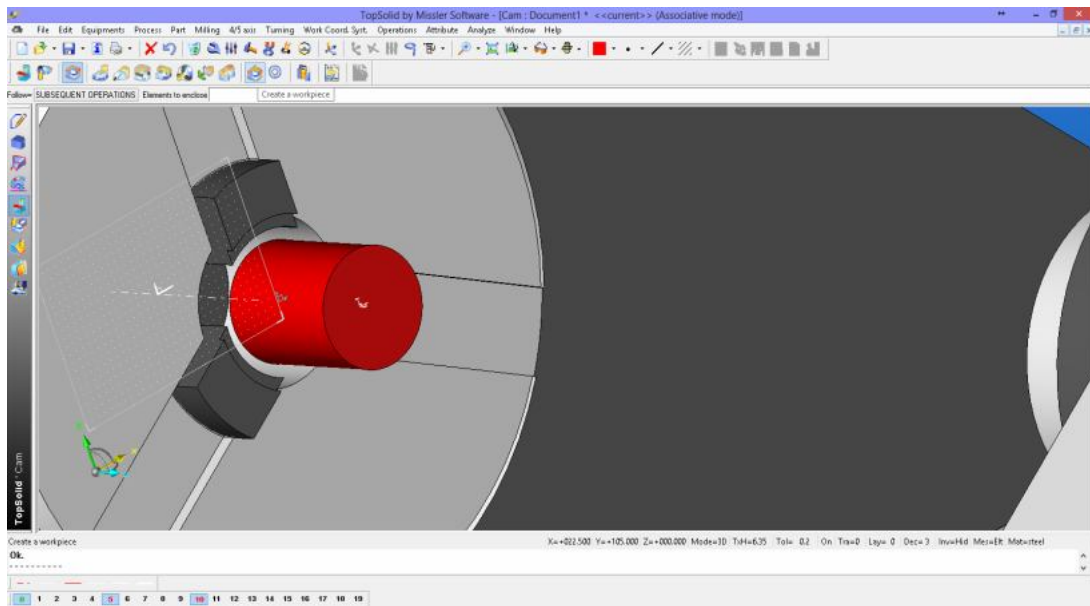
**Εικόνα 6.2.8 Επιλέγεται το εξάρτημα που θα περιβάλλεται από μασίφ υλικό**



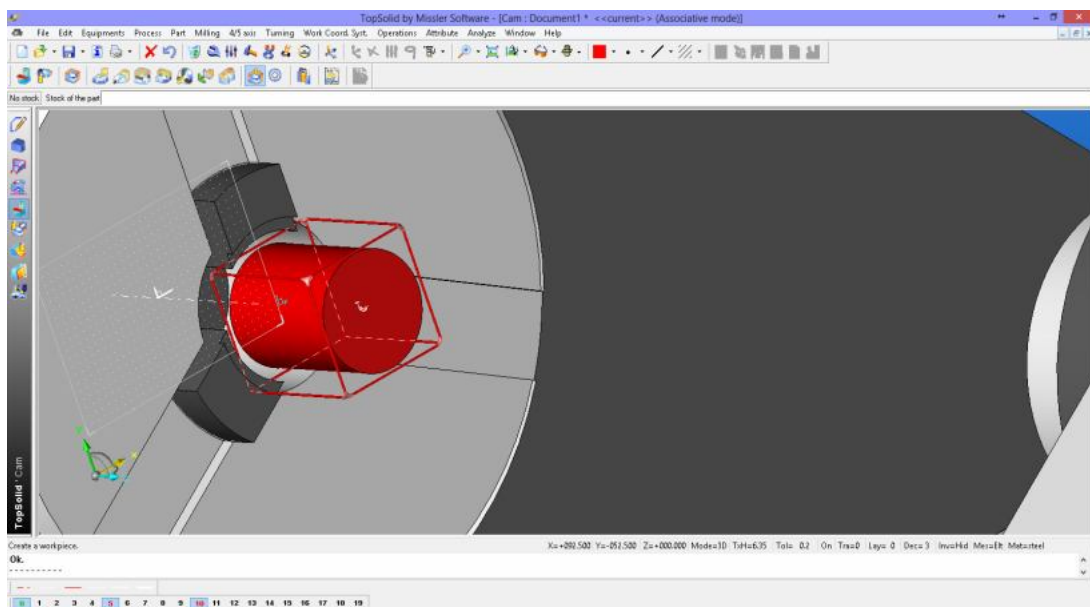
Εικόνα 6.2.9 Επιλογή υλικού εξαρτήματος



Εικόνα 6.2.10 Επιλέγεται κυλινδρική τομή ως προς τον άξονα Z και ακολούθως επιλέγεται OK

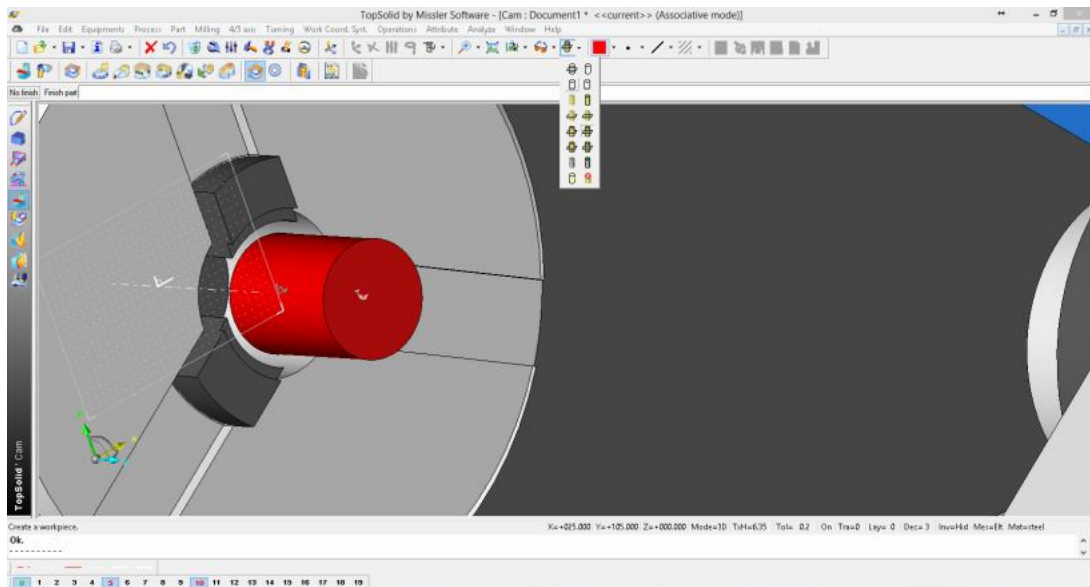


**Εικόνα 6.2.11** Για την δημιουργία κατεργασίας επιλέγεται το πλήκτρο Create a workpiece

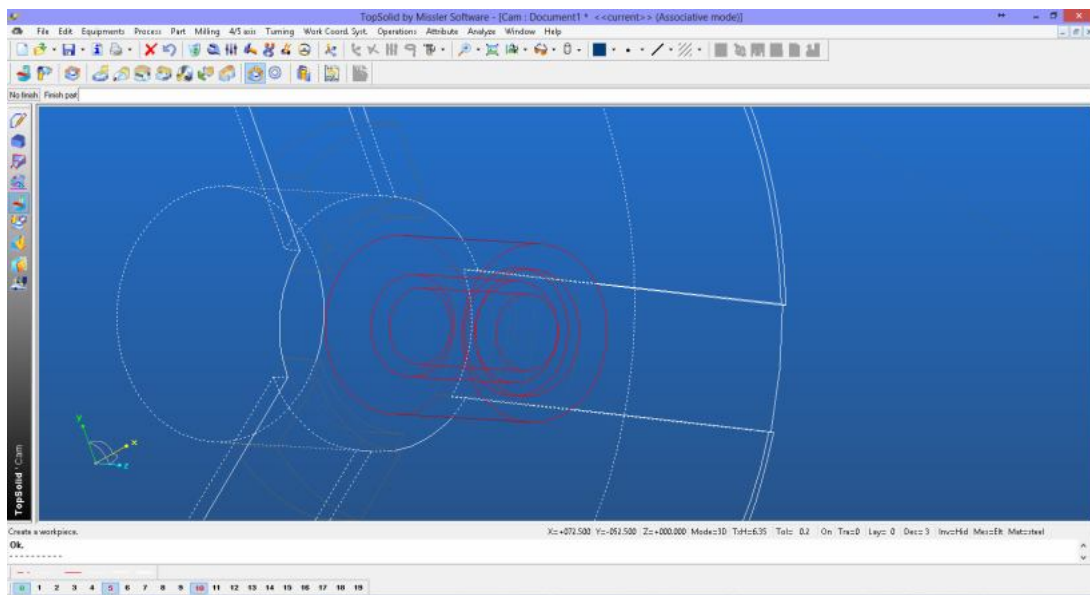


**Εικόνα 6.2.12** Επιλογή υλικού προς κατεργασία

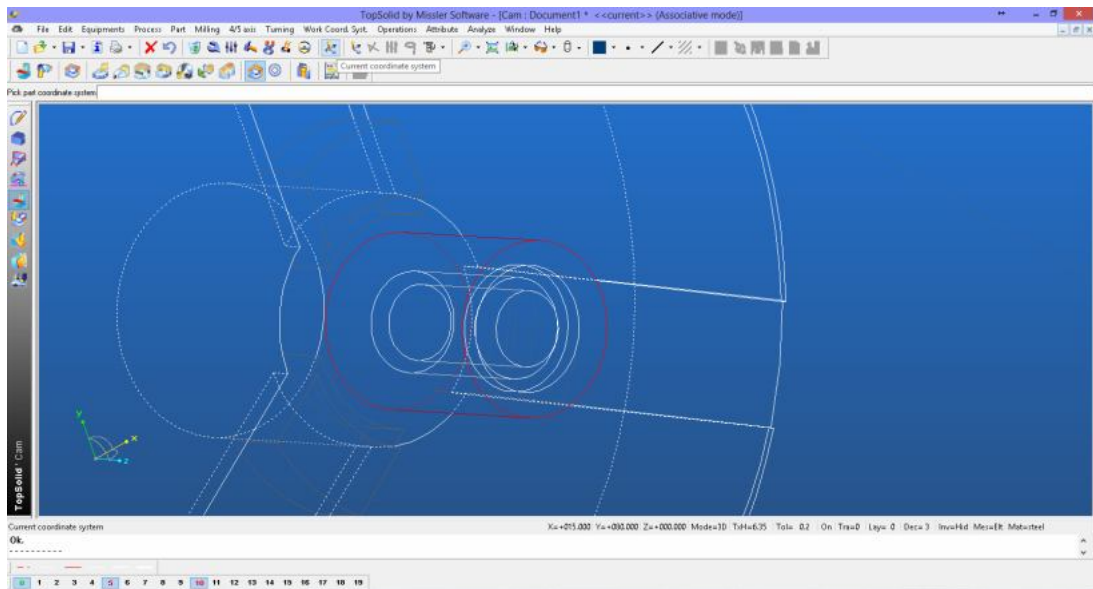




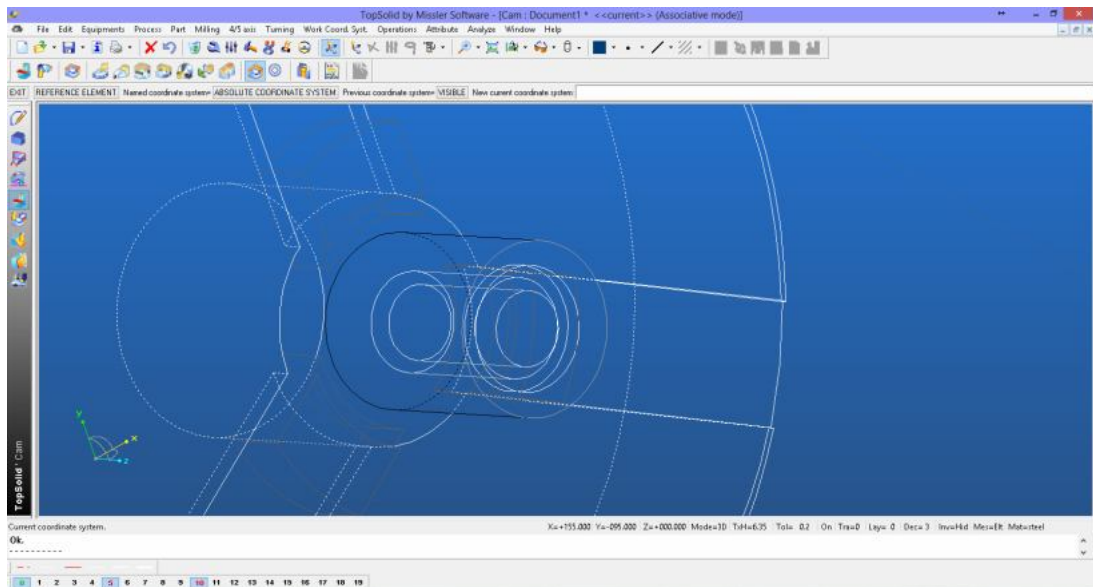
**Εικόνα 6.2.13** Επιλέγεται πλαίσιο κεκρωμμένων διακεκομμένων γραμμών για την εμφάνιση του τελικού μέρους κατασκευής



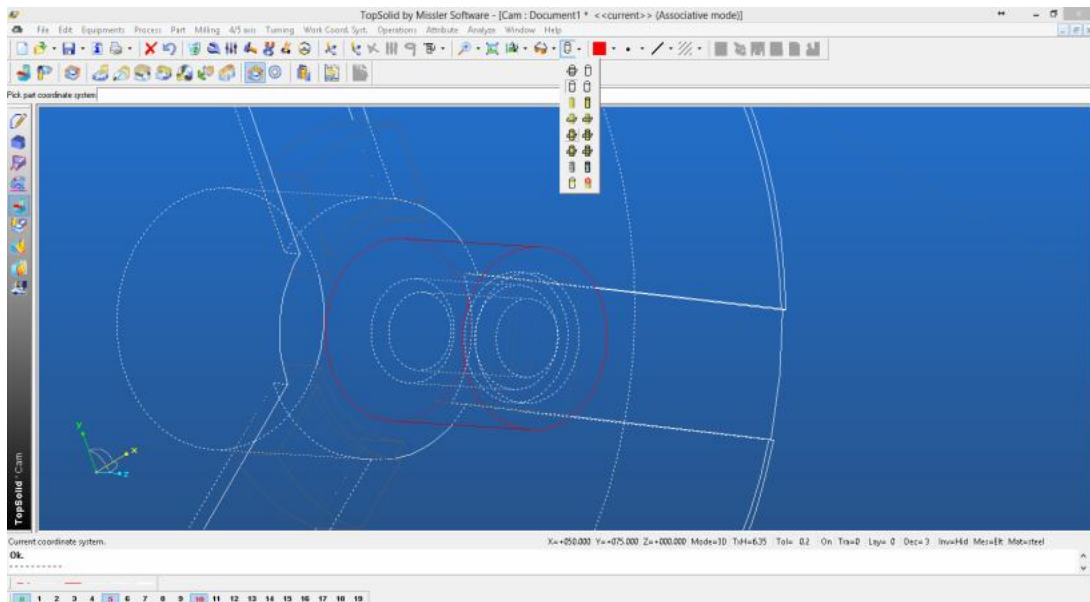
**Εικόνα 6.2.14** Εμφάνιση και επιλογή τελικού κομματιού



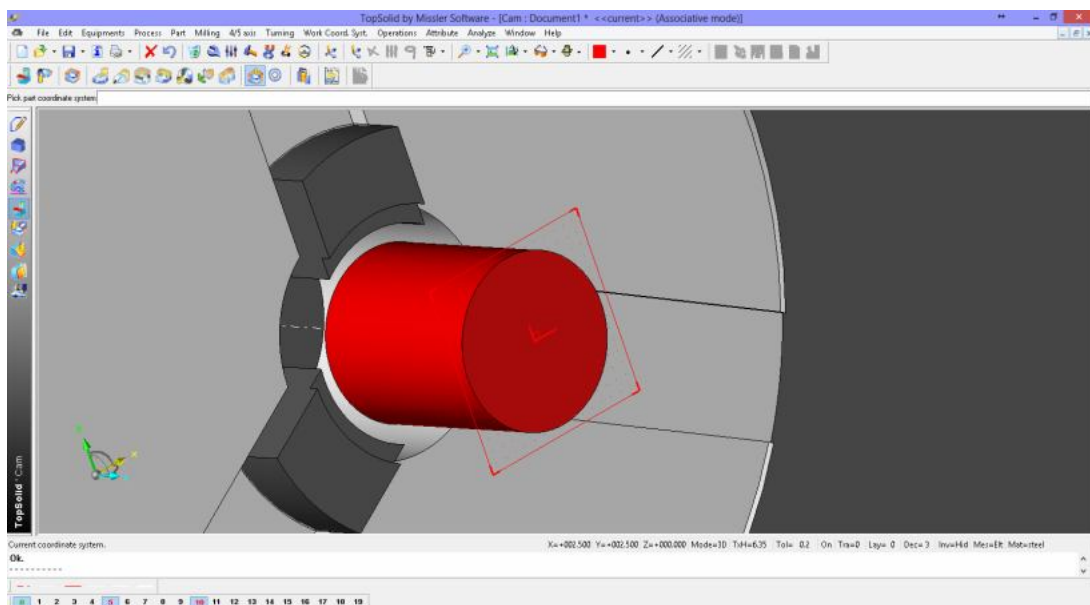
**Εικόνα 6.2.15 Κουμπί επιλογής συντεταγμένων σημείου εκκίνησης προς επεξεργασία**



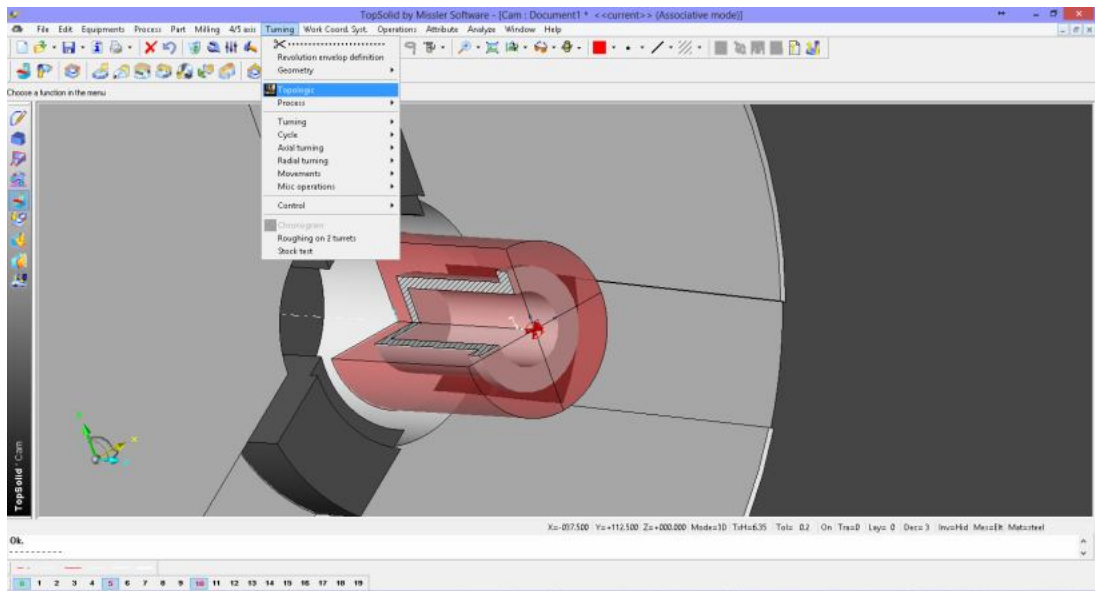
**Εικόνα 6.2.16 Επιλογή συντεταγμένων σημείου εκκίνησης προς επεξεργασία**



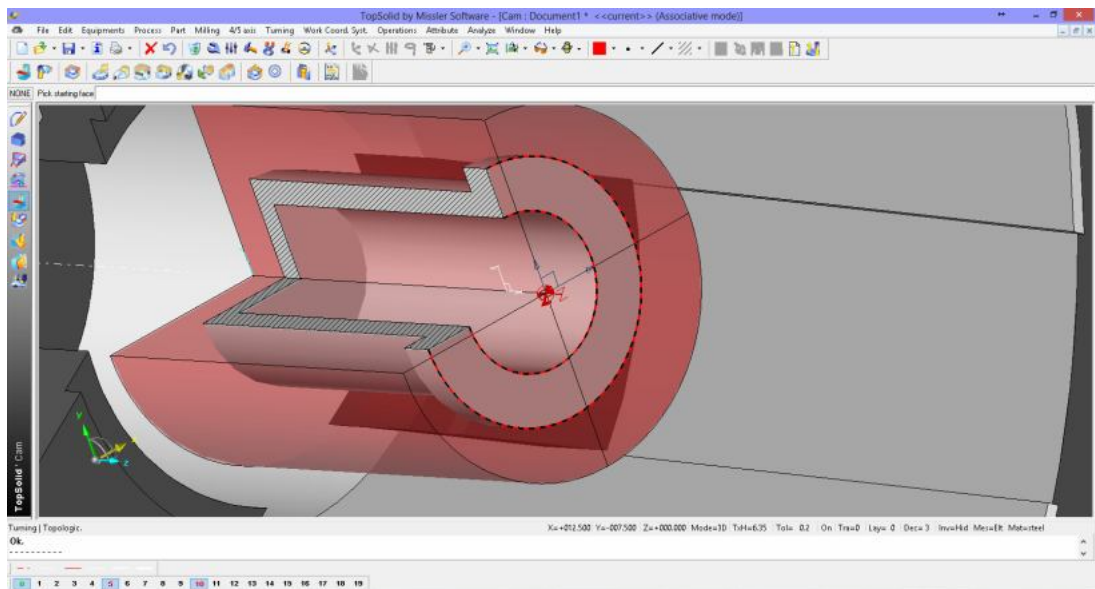
**Εικόνα 6.2.17** Επιλογή σκίασης του άκρου του υλικού



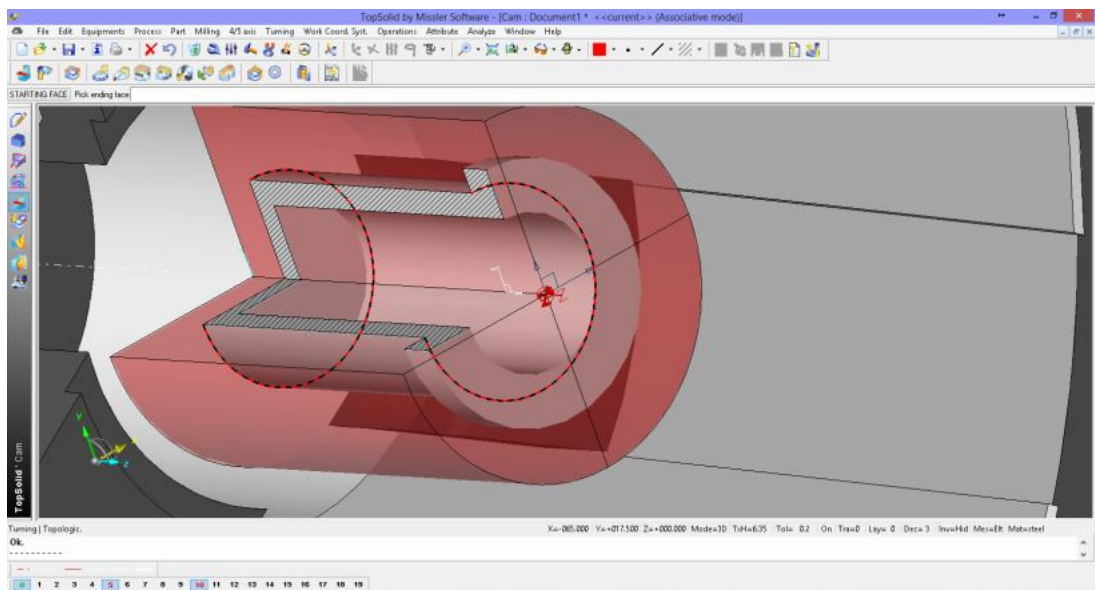
**Εικόνα 6.2.18** Εμφάνιση σκίασης του άκρου του υλικού



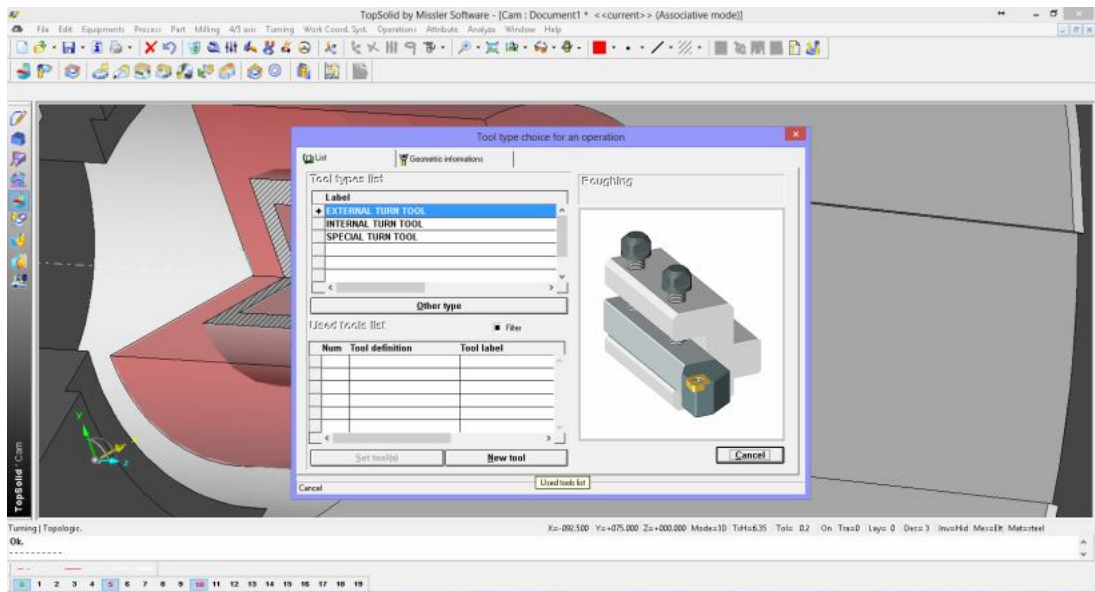
**Εικόνα 6.2.19 Turning-Τοπολιγία για επίδειξη των μερών αρχής και τέλους του υλικού προς τονρίσημα**



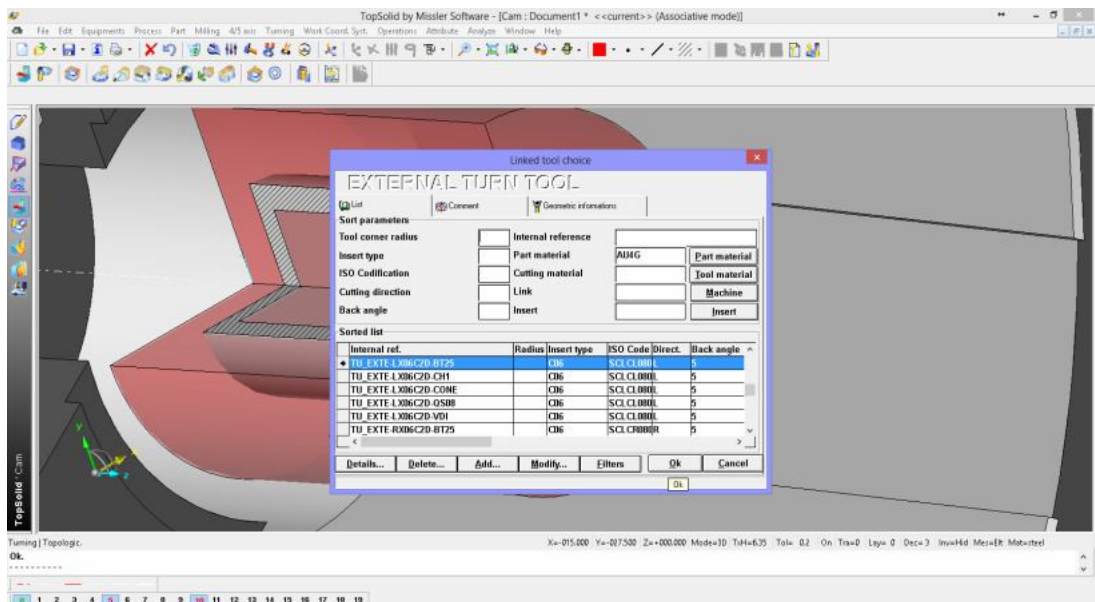
**Εικόνα 6.2.20 Επίδειξη μηδενικού σημείου**



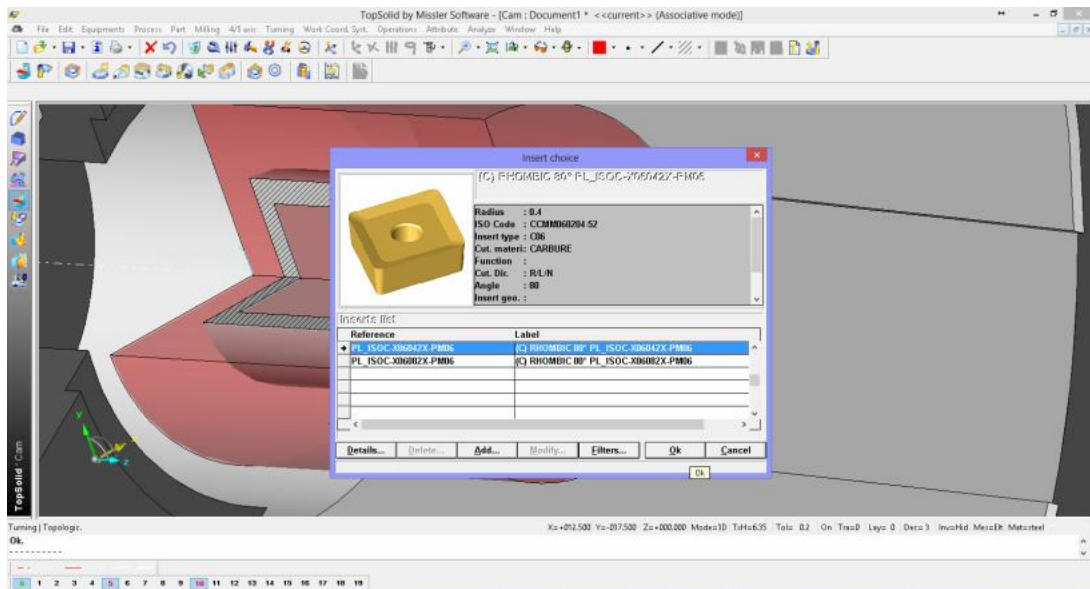
**Εικόνα 6.2.21 Επίδειξη τέλους άξονα**



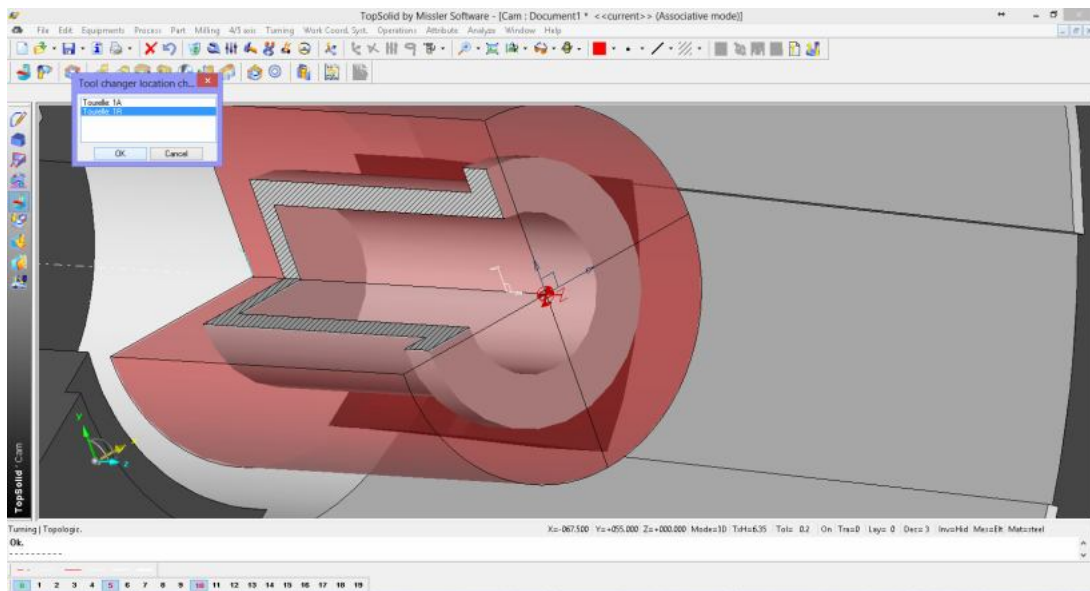
Εικόνα 6.2.22 Επιλογή τύπου μανέλας



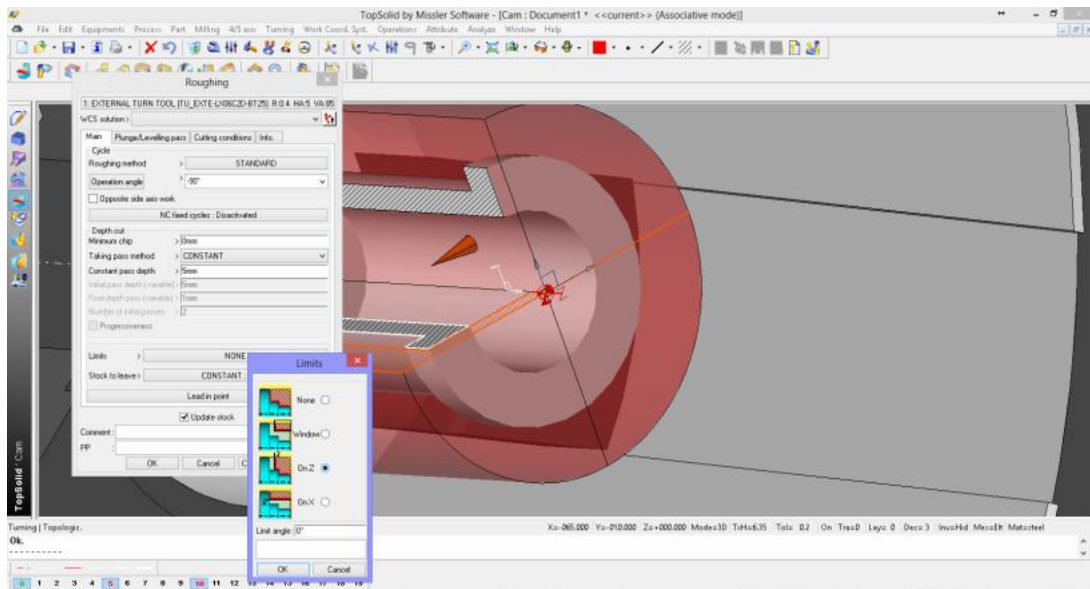
Εικόνα 6.2.23 Επιλογή μανέλας



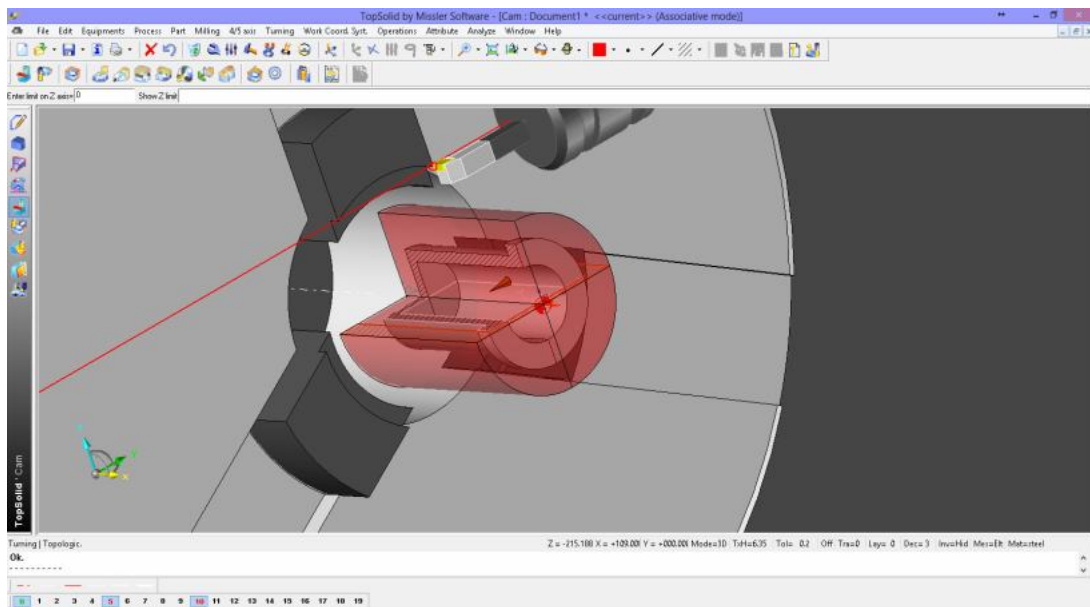
**Εικόνα 6.2.24** Επιλογή υλικού ένθετου πλακιδίου Επίδειξη μηδενικού σημείου



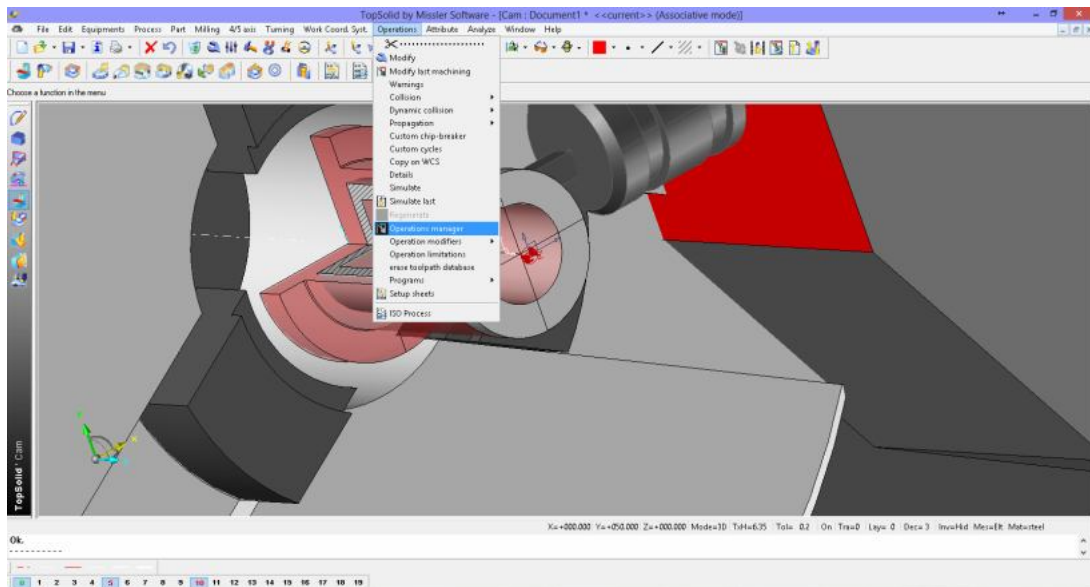
**Εικόνα 6.2.25** Επιλογή εργαλειοδέτη



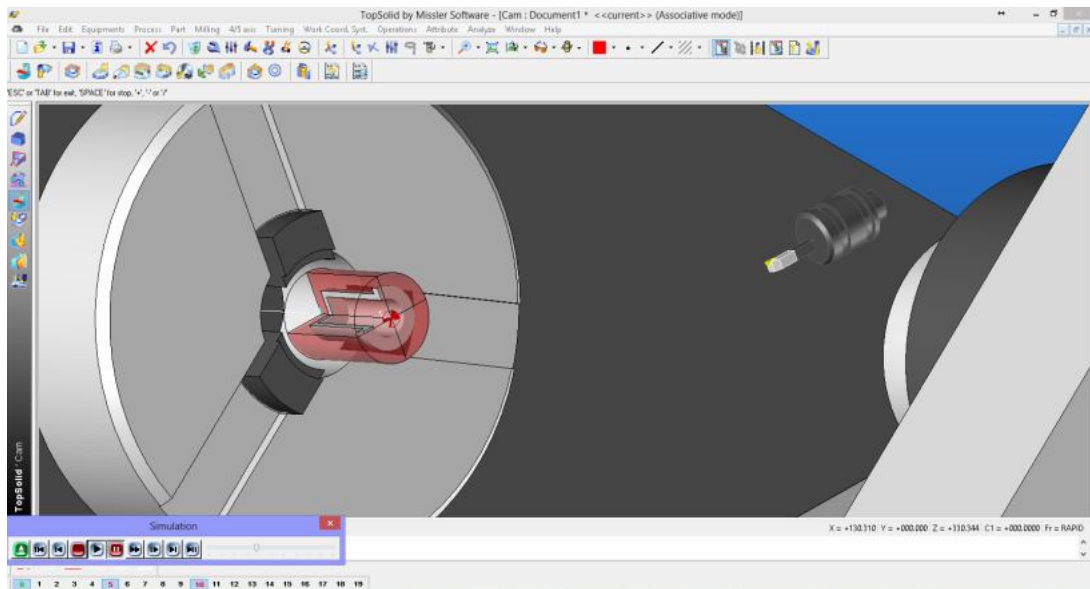
Εικόνα 6.2.26 Οριοθέτηση τερματισμού σε συγκεκριμένο σημείο στον άξονα z



Εικόνα 6.2.27 Οριοθέτηση τέλους για της εξασφάλιση της ακεραιότητας του εργαλείου (αποφυγή της σύγκρουσης με το Chuck )

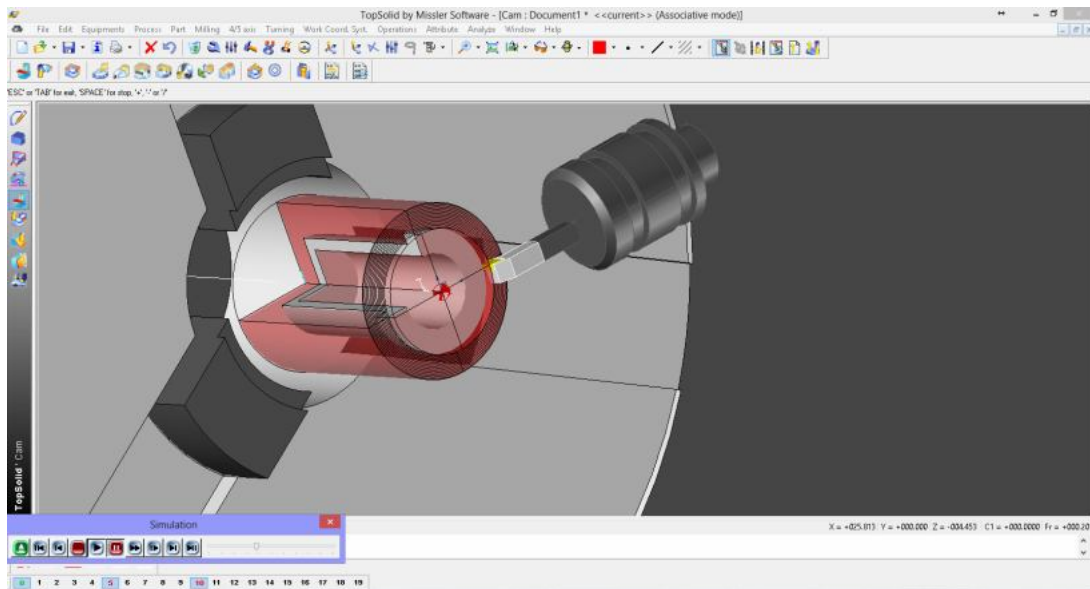


**Εικόνα 6.2.28 Επιλογή Operation-Operation manager για την έναρξη προσομοίωσης**

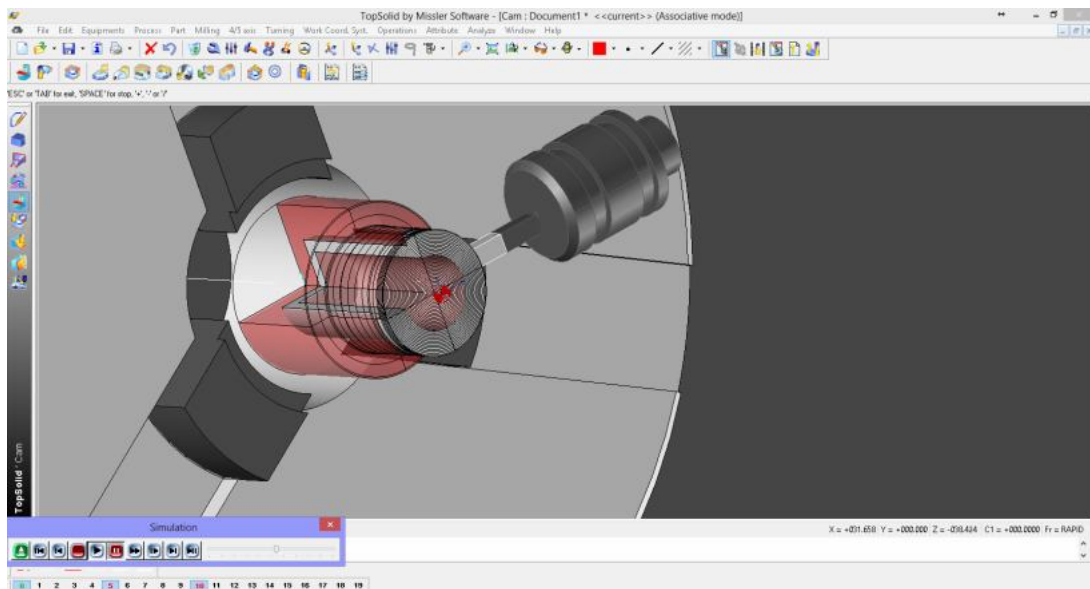


**Εικόνα 6.2.29 Εκκίνηση προσομοίωσης**

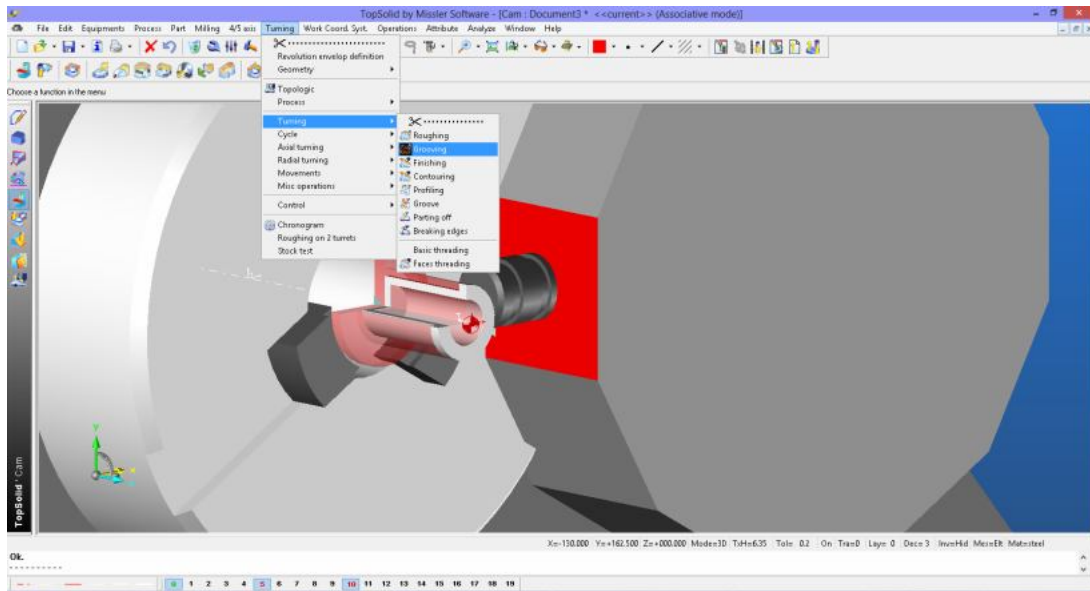




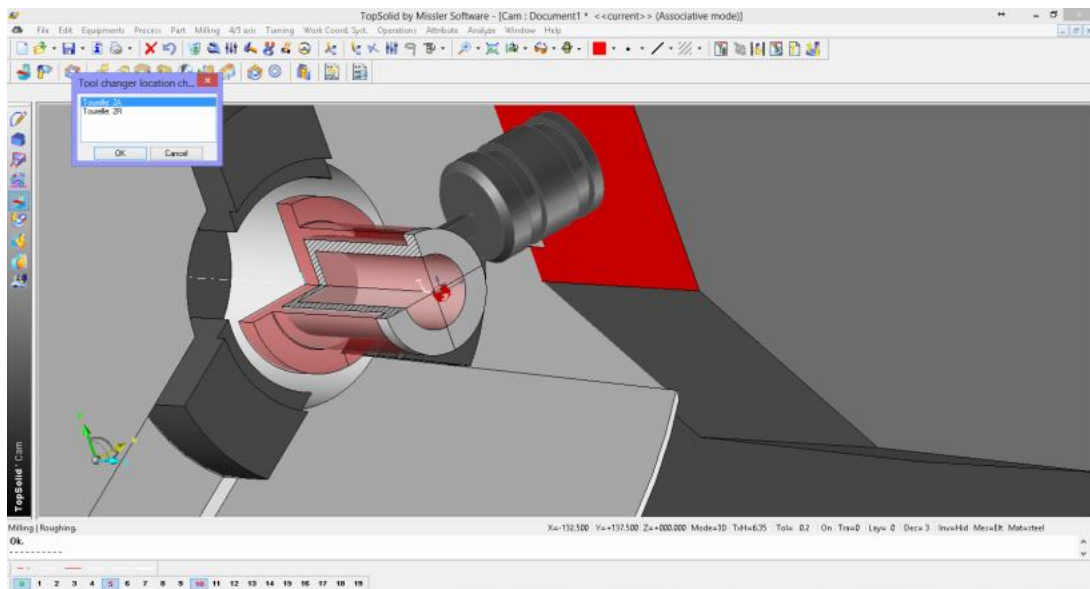
**Εικόνα 6.2.30 Εκκίνηση ξεχονδρίσματος**



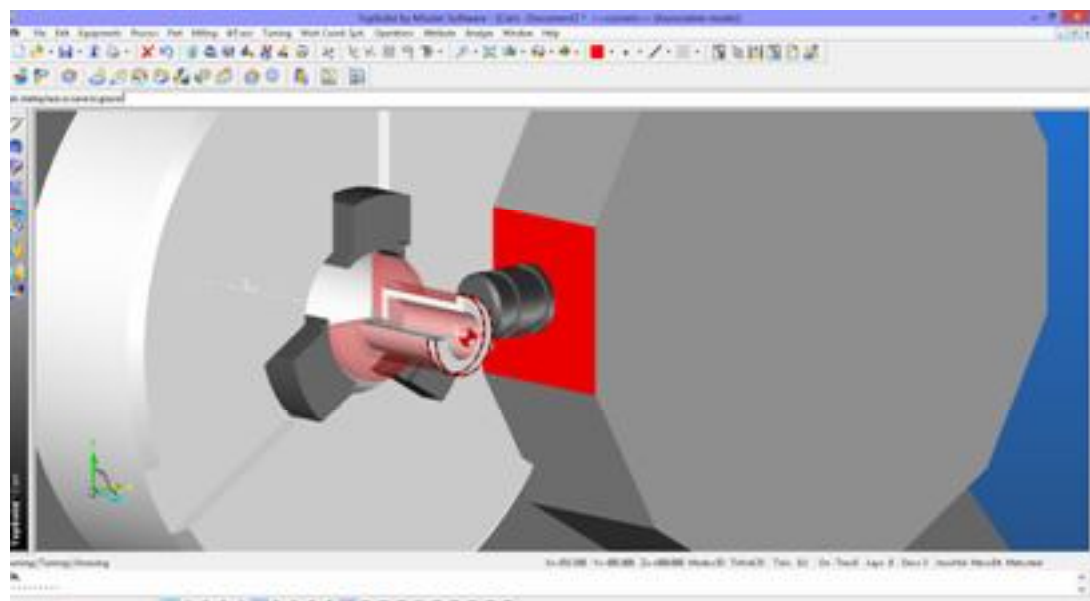
**Εικόνα 6.2.31 Κατεργασία σε εξέλιξη**



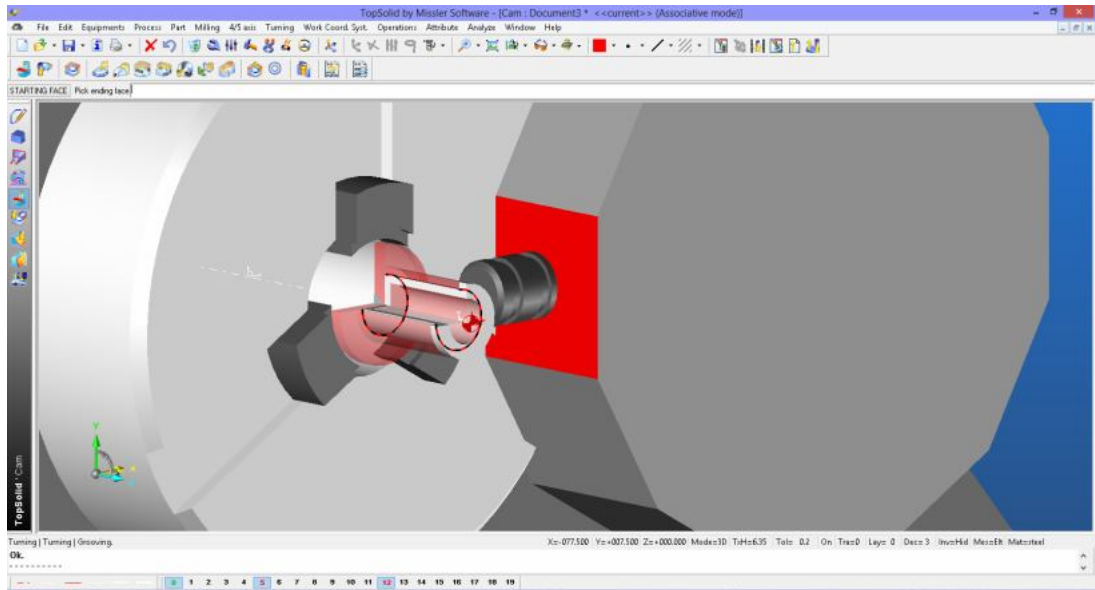
Εικόνα 6.2.32 Επιλογή Turning-Grooving για ξεχόνδρισμα εξωτερικού - τελικού υλικού



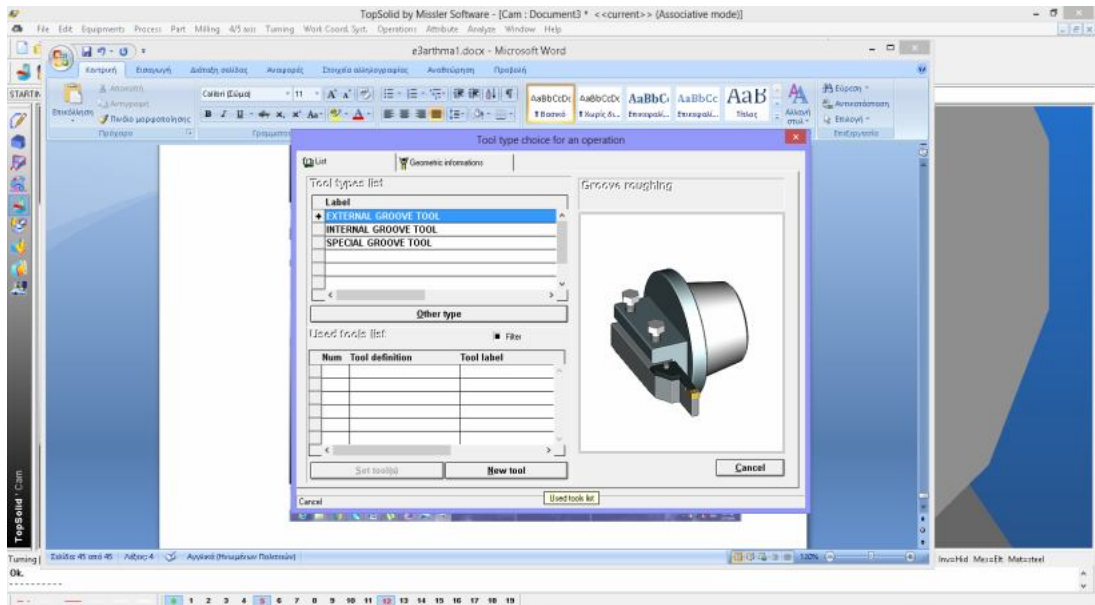
Εικόνα 6.2.33 Επίδειξη μηδενικού σημείου



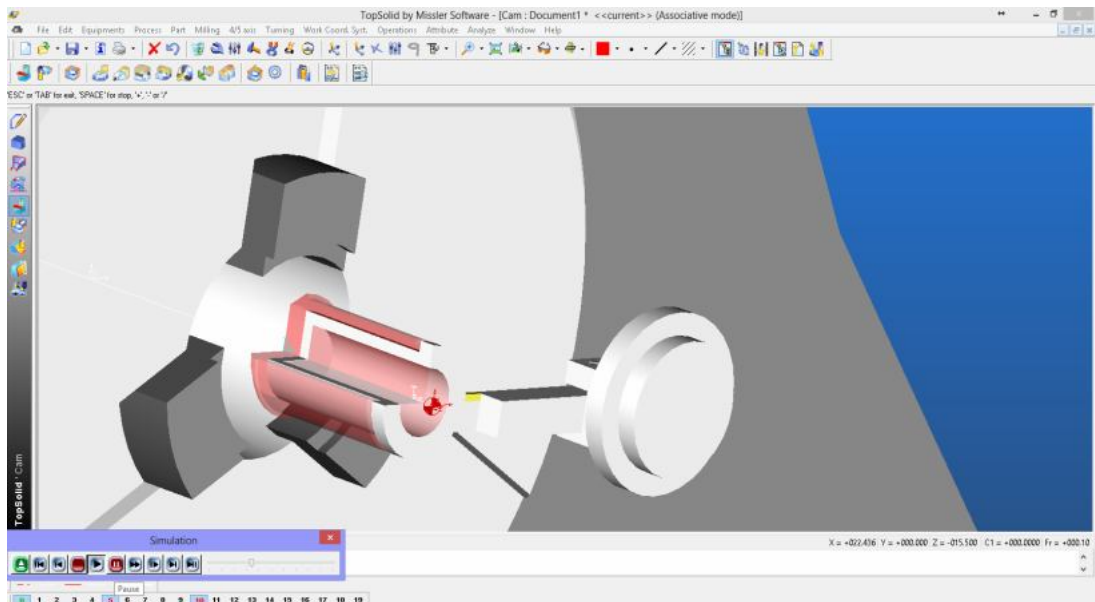
Εικόνα 6.2.34 Επίδειξη μηδενικού σημείου



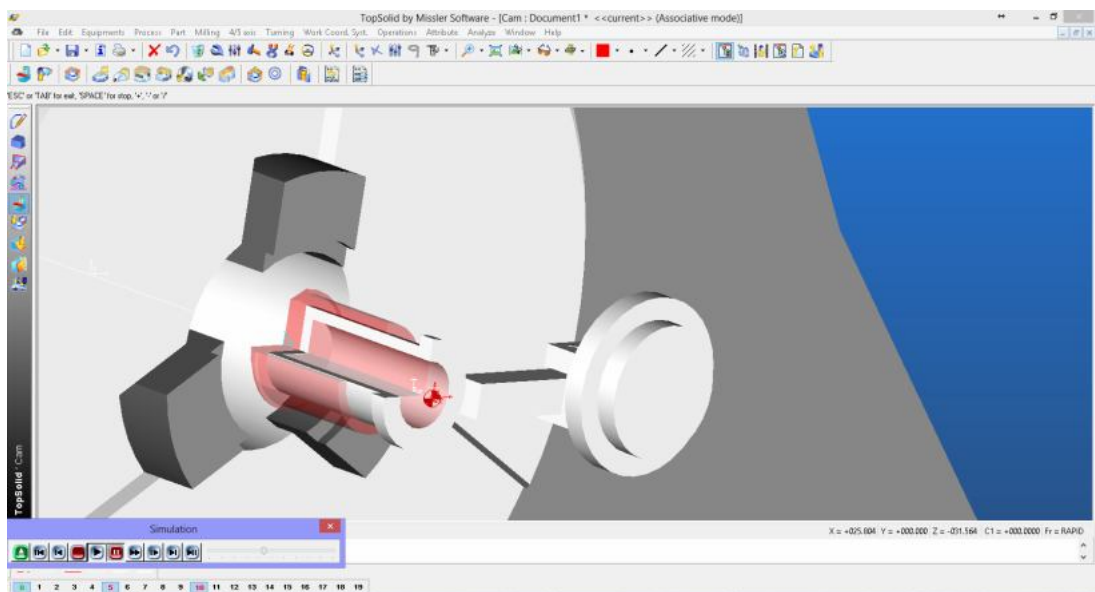
**Εικόνα 6.2.35 Επίδειξη τέλους άξονα**



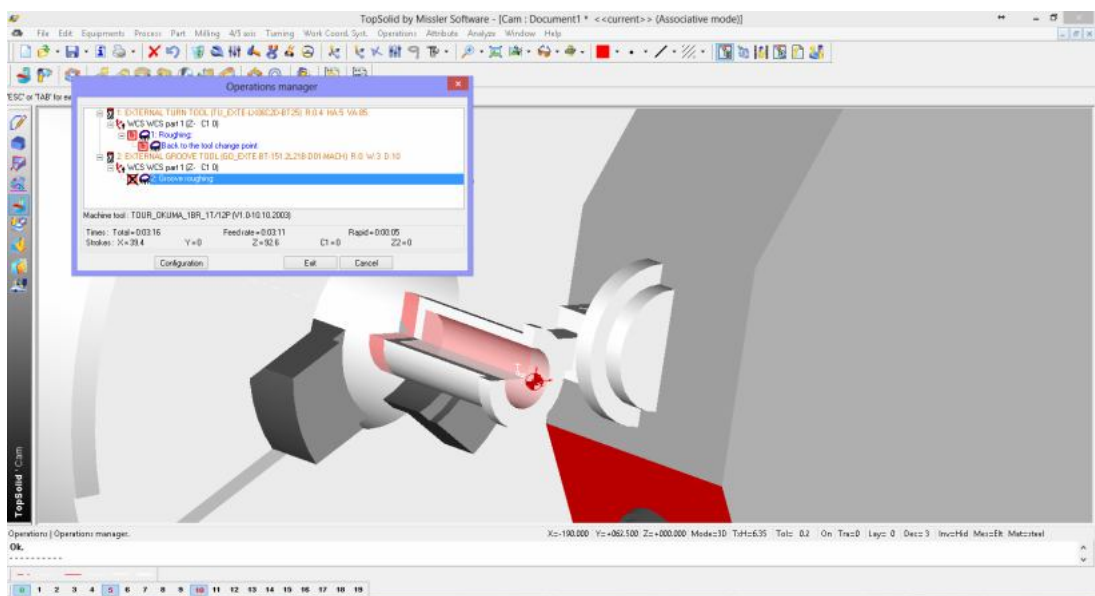
**Εικόνα 6.2.36 Επιλογή εργαλειοδέτη**



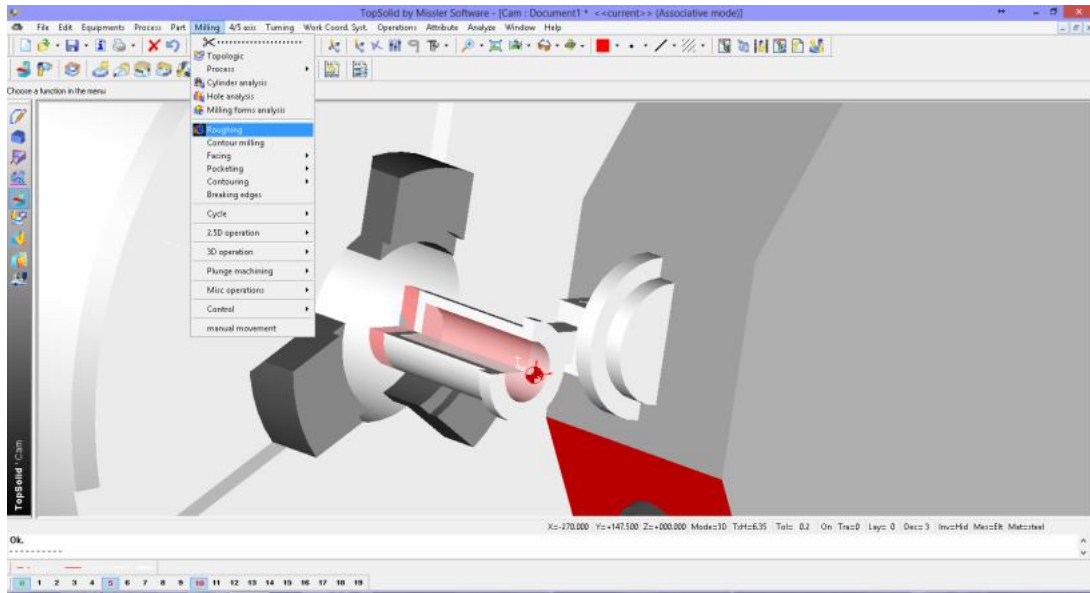
Εικόνα 6.2.37 Έναρξη προσομοίωση κατεργασίας



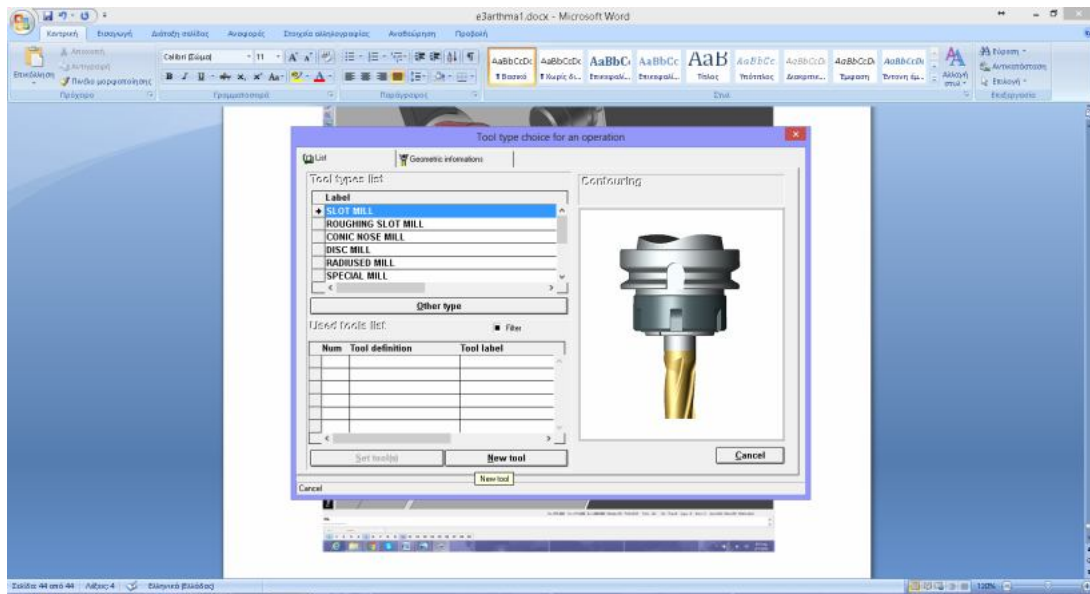
Εικόνα 6.2.38 Κατεργασία σε εξέλιξη



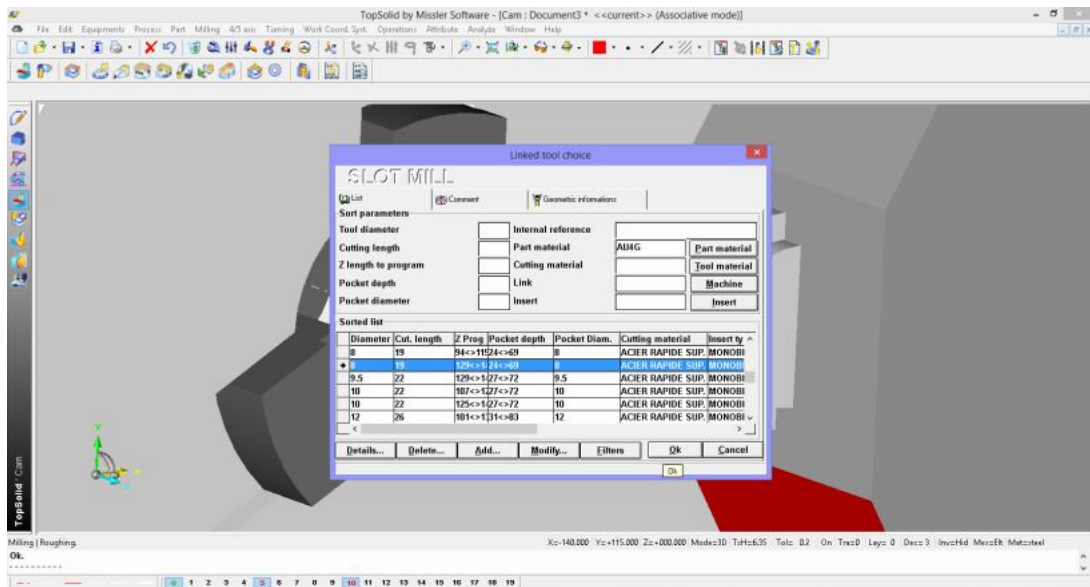
Εικόνα 6.2.39 Τέλος κατεργασίας



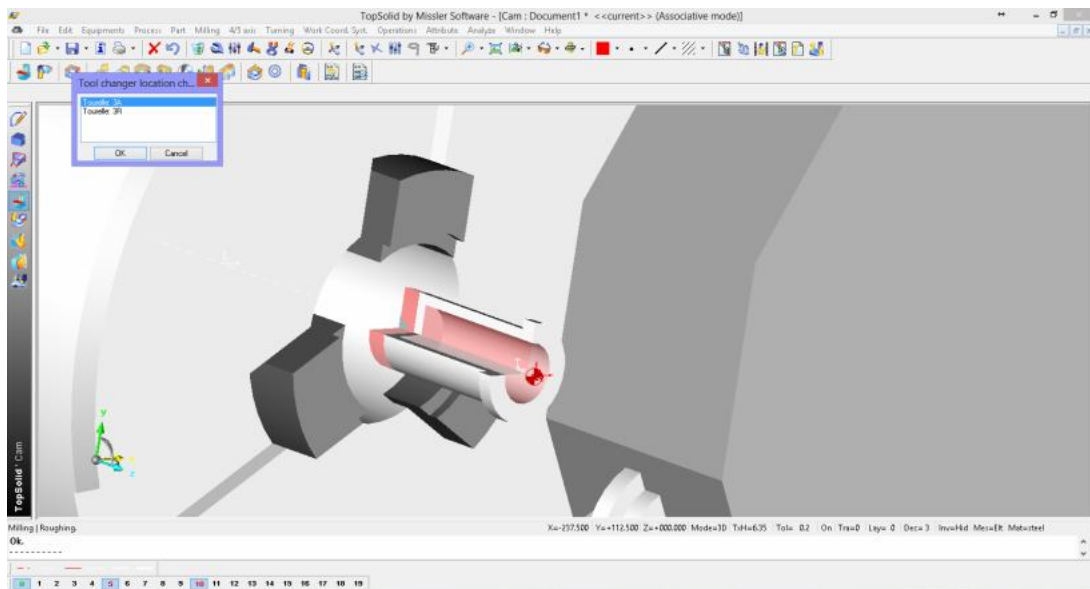
Εικόνα 6.2.40 Μετά το τέλος της καταργασίας επιλέγεται Milling-Roughing για ξεχόνδρισμα στο εσωτερικό του υλικού



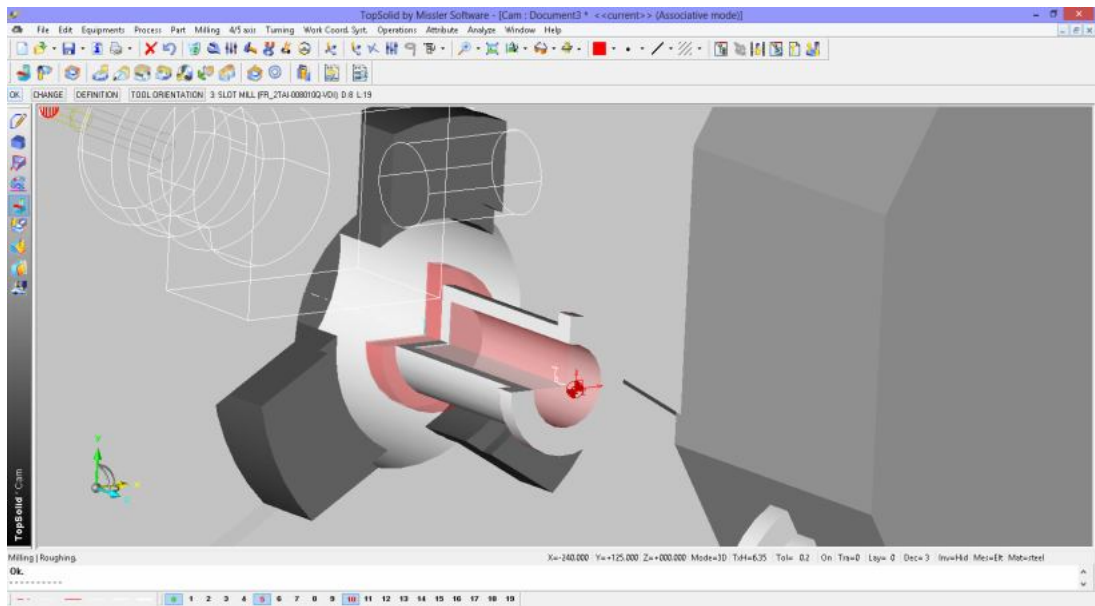
Εικόνα 6.2.41 Επιλογή τύπου εργαλείου κοπής



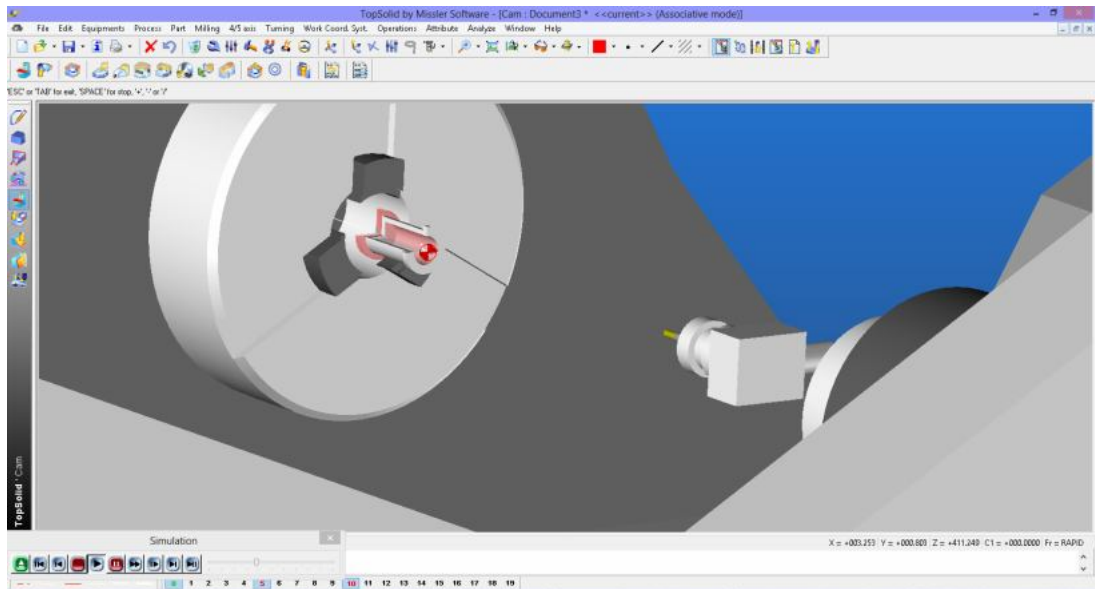
Εικόνα 6.2.42 Επιλογή διαμέτρου εργαλείου κοπής και ακολούθως επιλέγεται OK



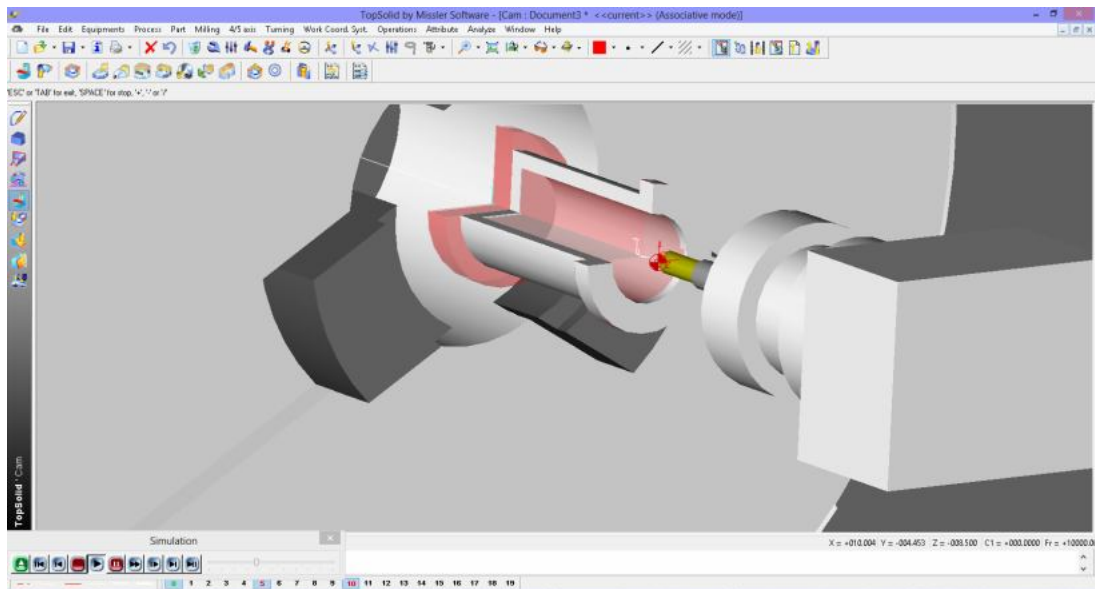
Εικόνα 6.2.43 Επιλογή εργαλειοδέτη



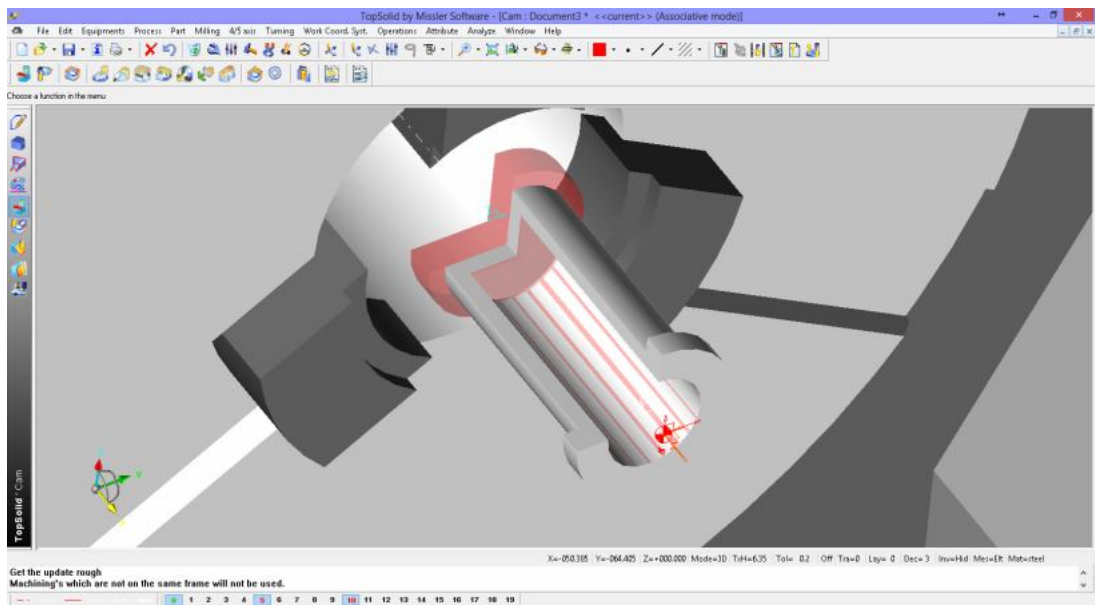
Εικόνα 6.2.44 Εντολή OK για εκκίνηση κατεργασίας



Εικόνα 6.2.45 Εκκίνηση προσομοίωσης



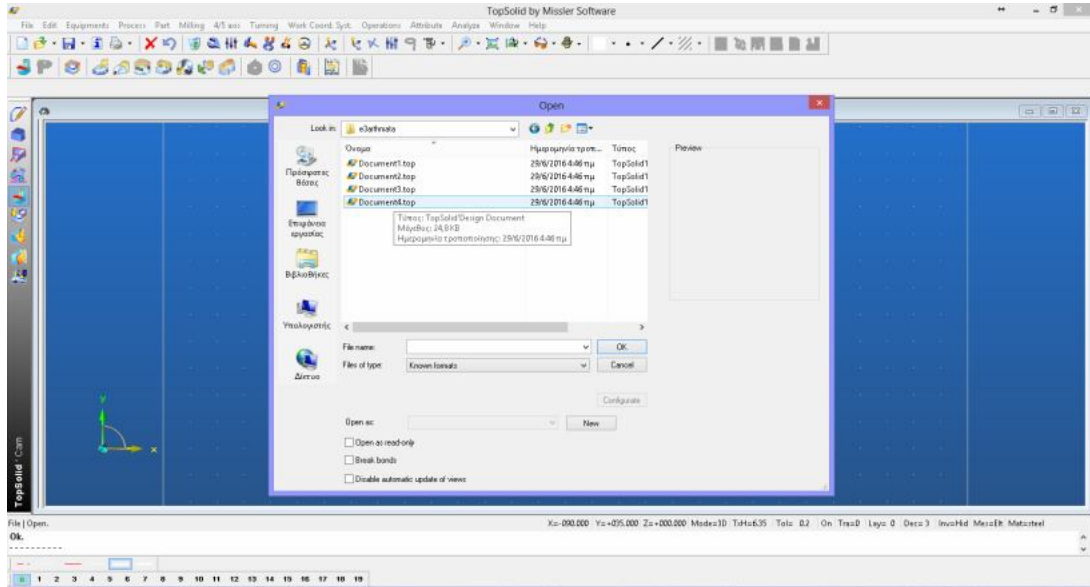
**Εικόνα 6.2.46 Κατεργασία σε εξέλιξη**



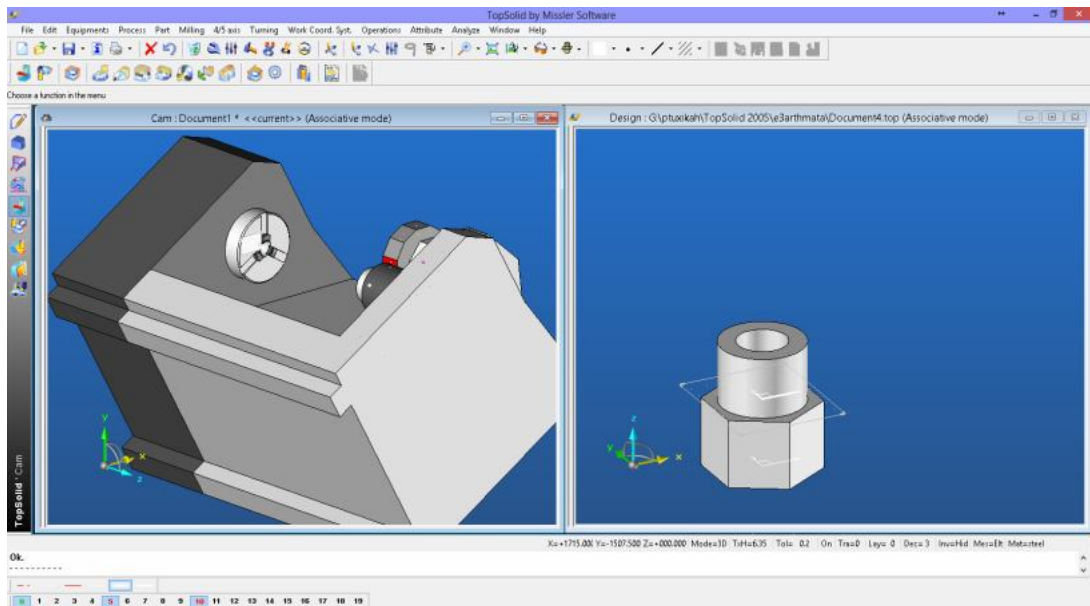
**Εικόνα 6.2.47 Αποπεράτωση κατεργασιών και τελική όψη εξαρτήματος**



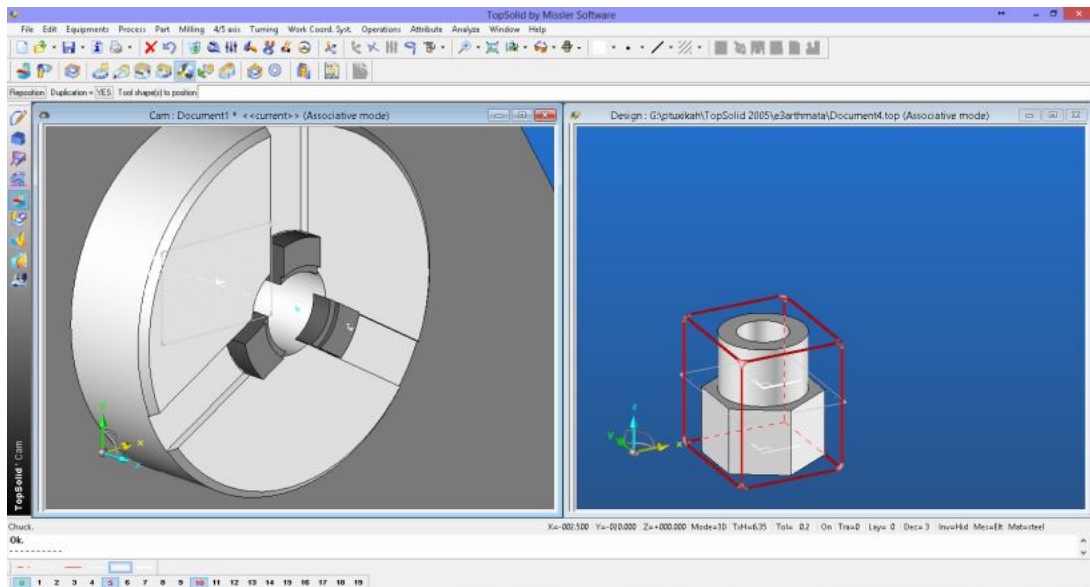
### 6.3 ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΤΡΙΤΟΥ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΟΣ



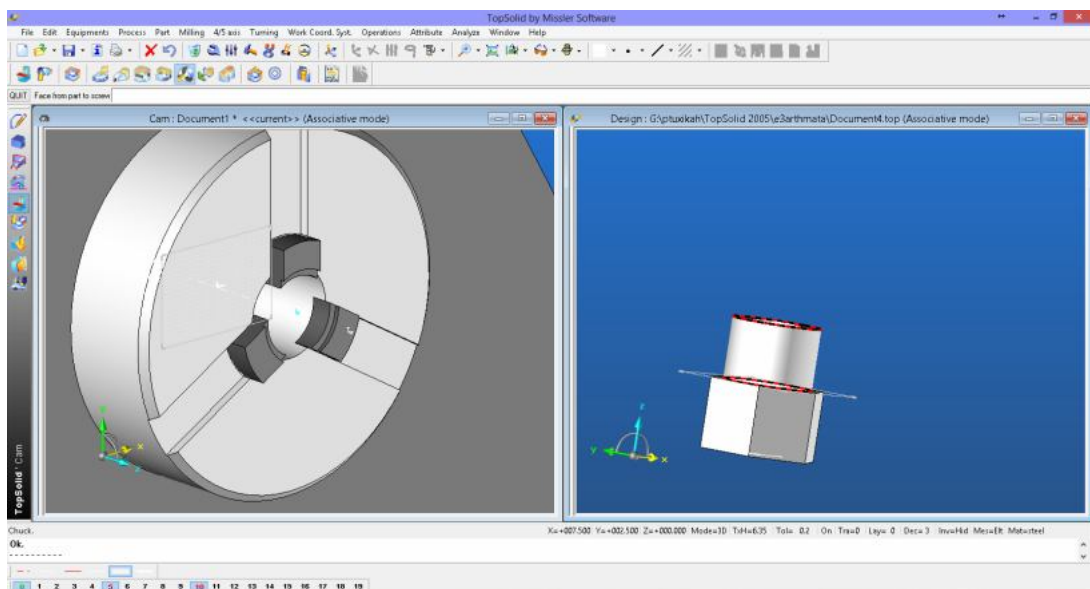
Εικόνα 6.3.1 Επιλέγεται File-Open για την επιλογή του εξαρτήματος προς κατεργασία και ακολούθως επιλέγεται OK



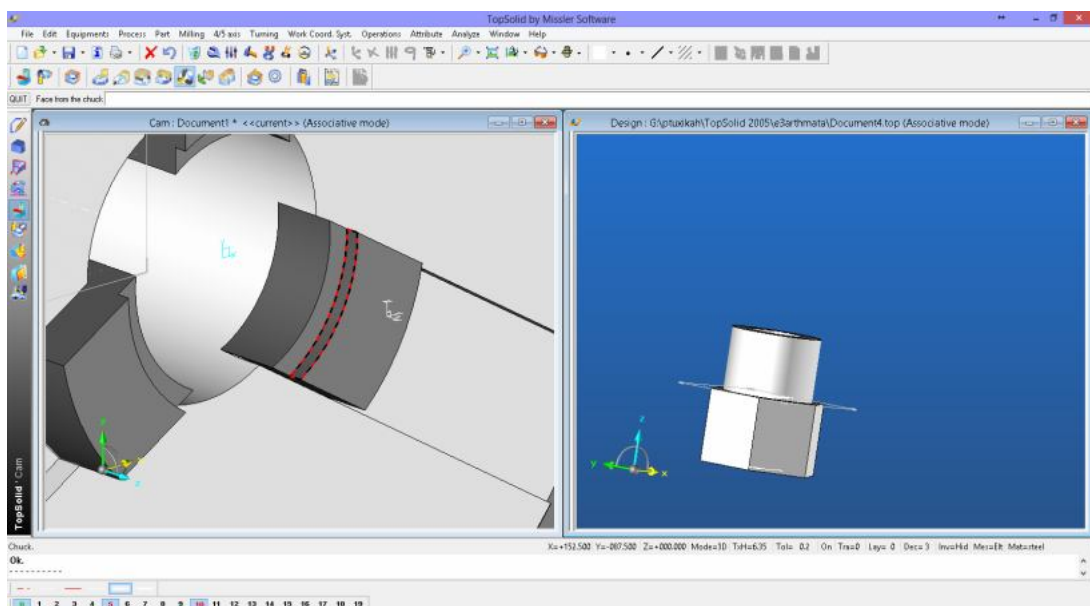
Εικόνα 6.3.2 Εμφάνιση τήρνου και εξαρτήματος προς κατεργασία



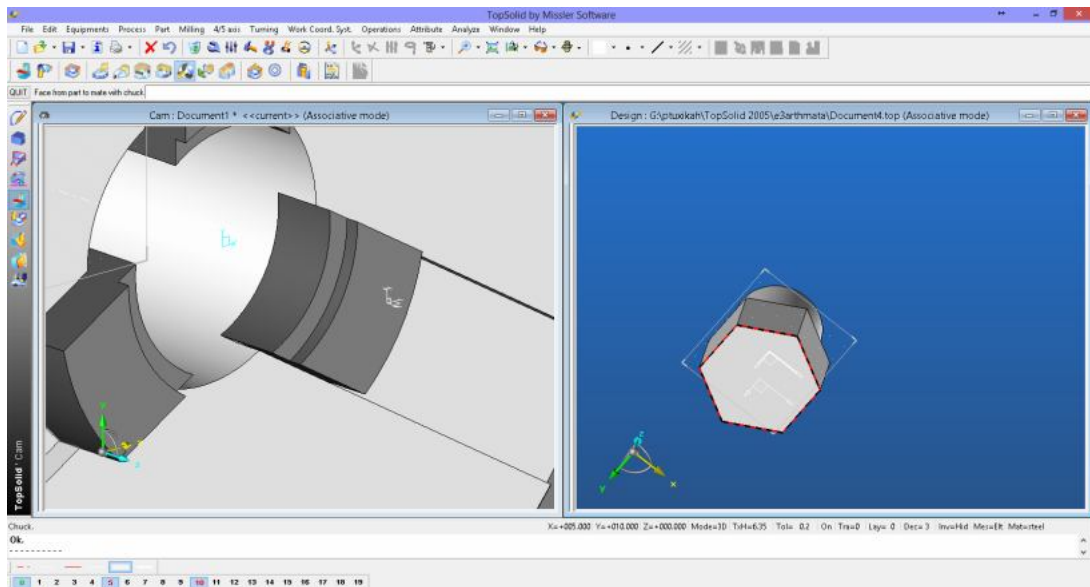
Εικόνα 6.3.3 Επιλογή του εξαρτήματος προς τοποθέτηση στο τσοκ



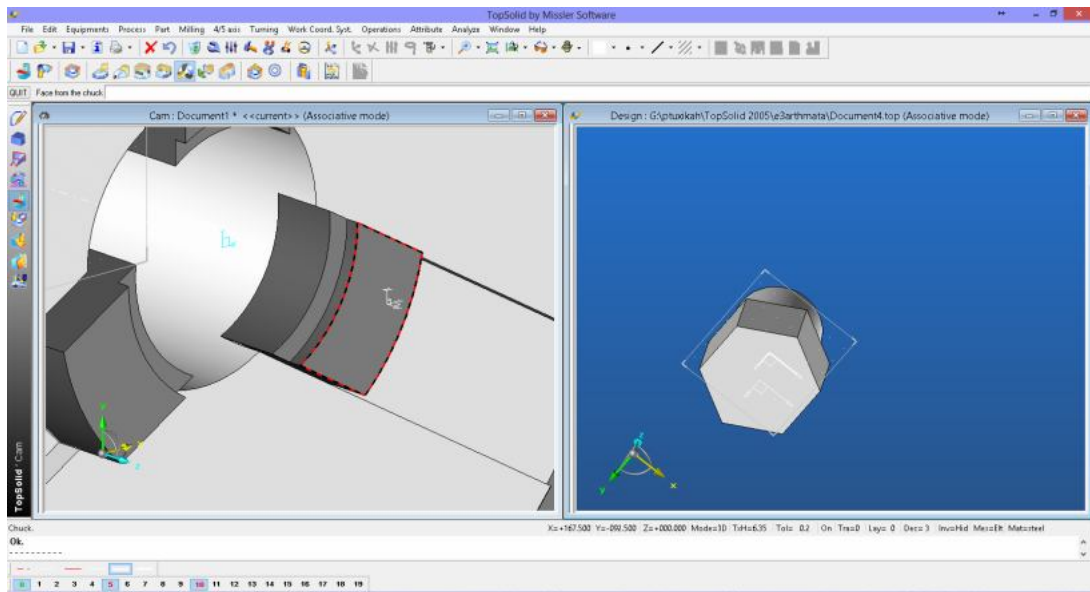
Εικόνα 6.3.4 Επιλογή επιφάνειας προς τοποθέτηση στο τσοκ



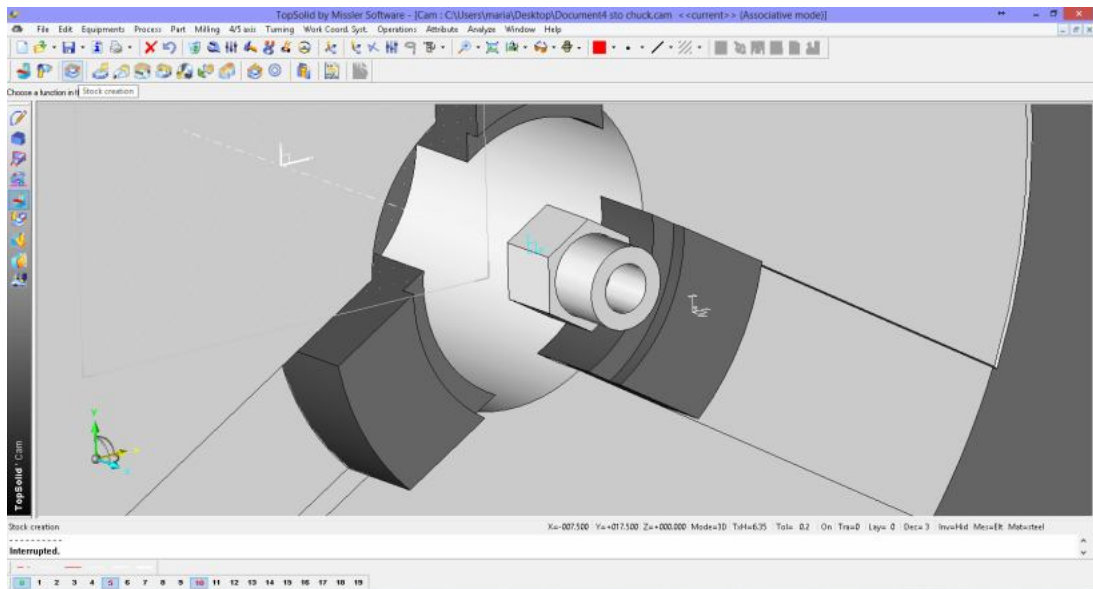
Εικόνα 6.3.5 Θέση επιφάνειας στο τσοκ



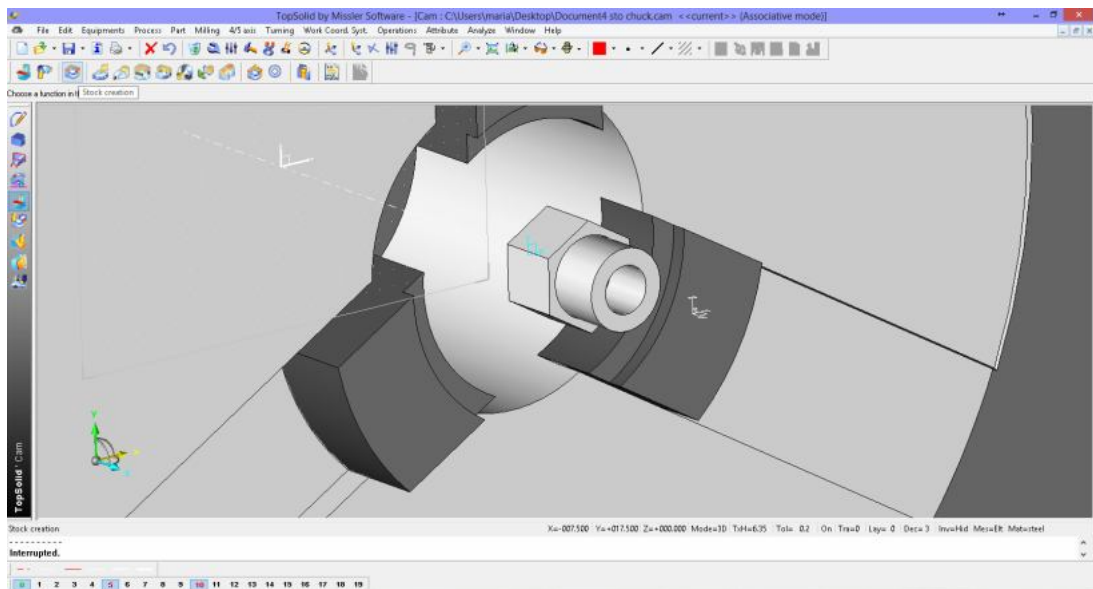
Εικόνα 6.3.6 Επιλογή της τελικής επιφάνειας



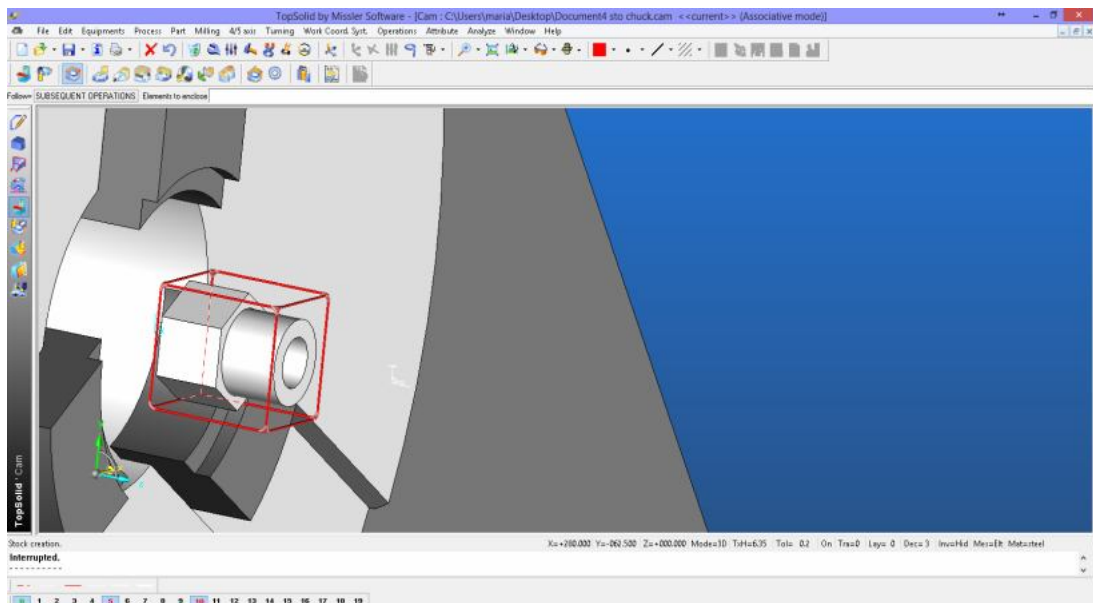
Εικόνα 6.3.7 Θέση της τελικής επιφάνειας



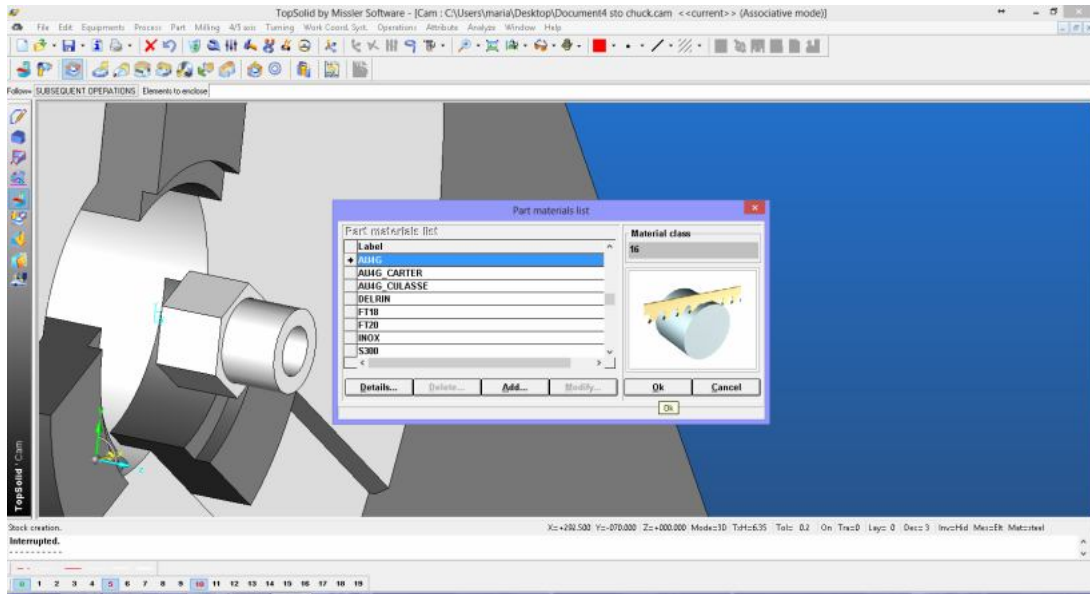
**Εικόνα 6.3.8 Τοποθέτηση εξαρτήματος στο τσوك**



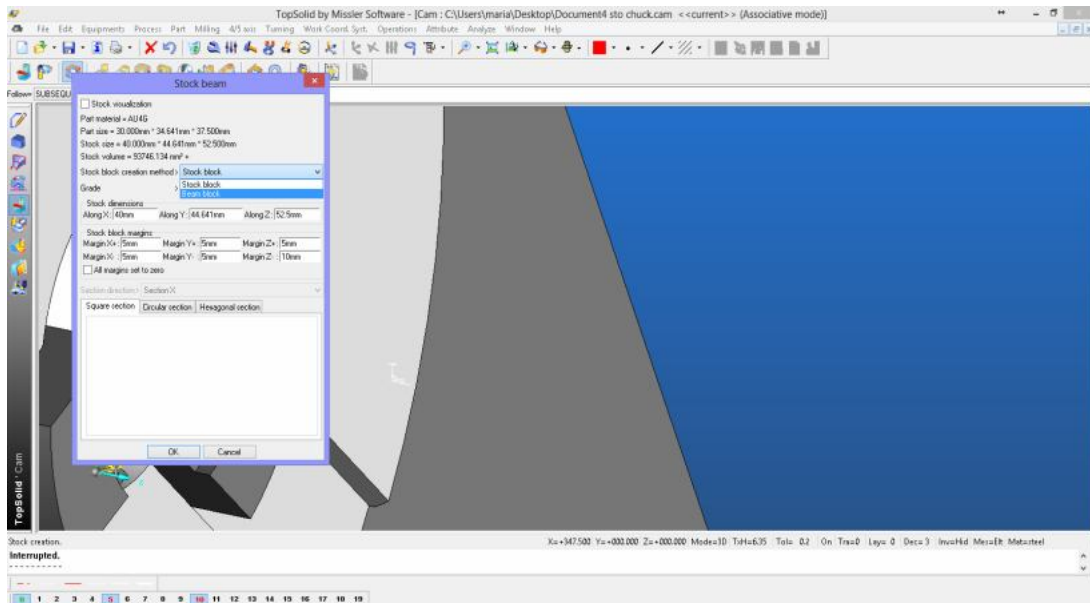
**Εικόνα 6.3.9 Για την περικλίση του εξαρτήματος με κάποιο υλικό επιλέγεται Stock Creation**



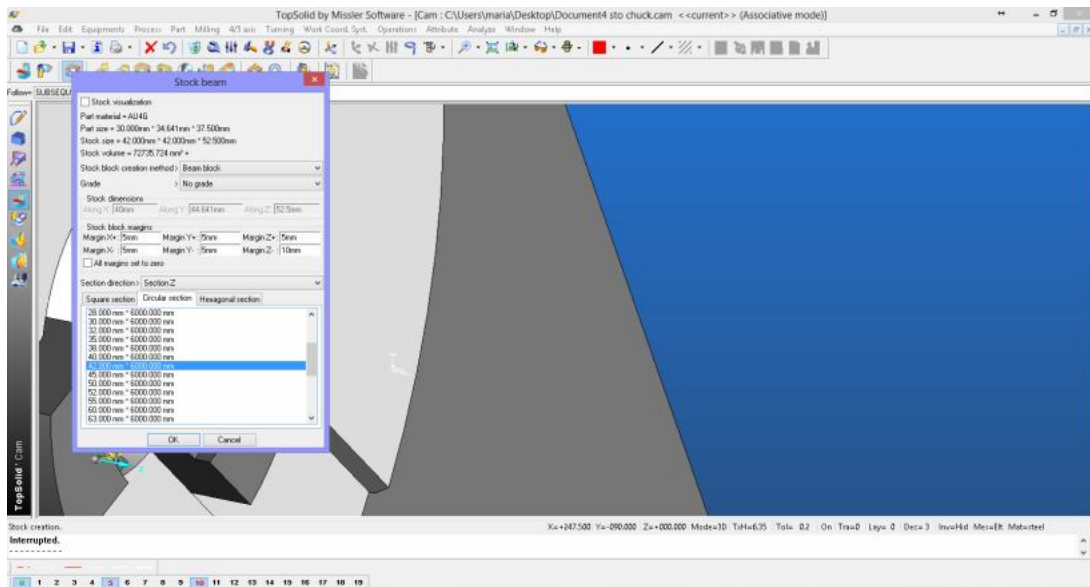
**Εικόνα 6.3.10 Επιλέγεται το εξάρτημα που θα περιβάλλεται από μασίφ υλικό.**



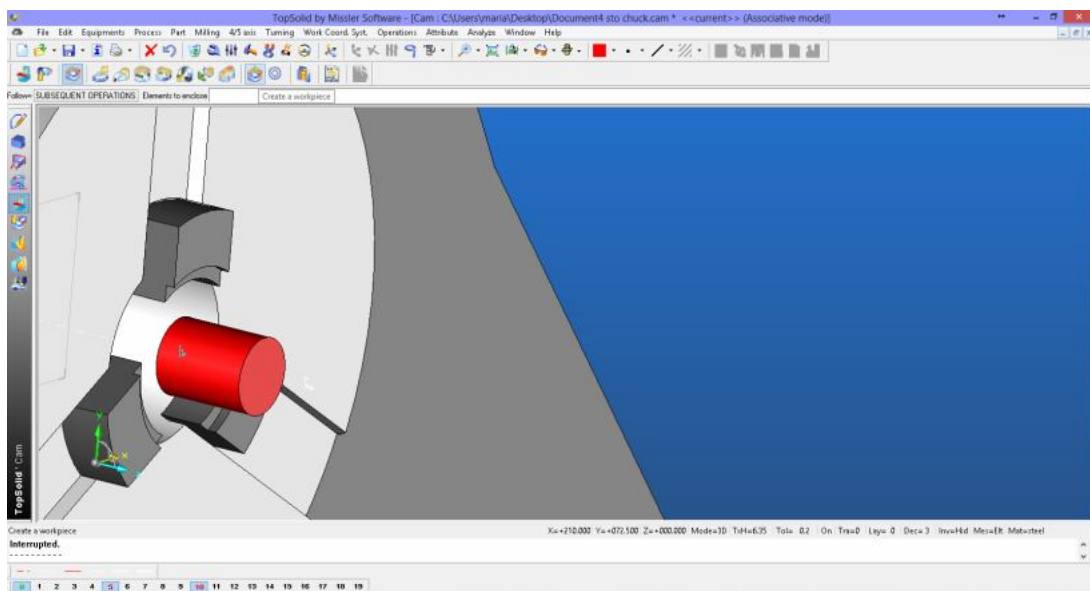
Εικόνα 6.3.11 Επιλογή υλικού εξαρτήματος



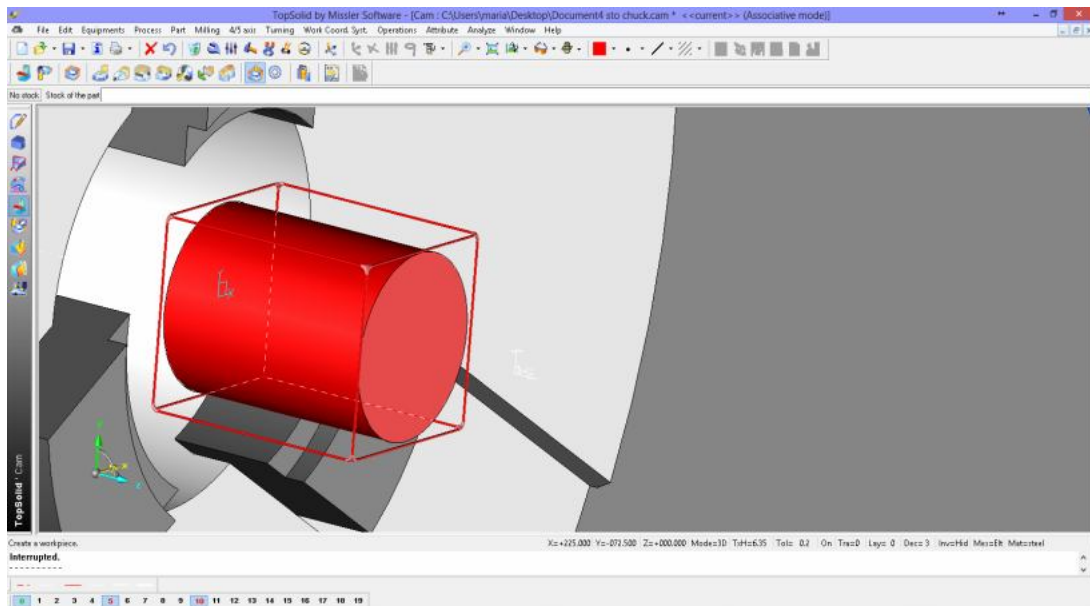
Εικόνα 6.3.12 Επιλογή stock creation



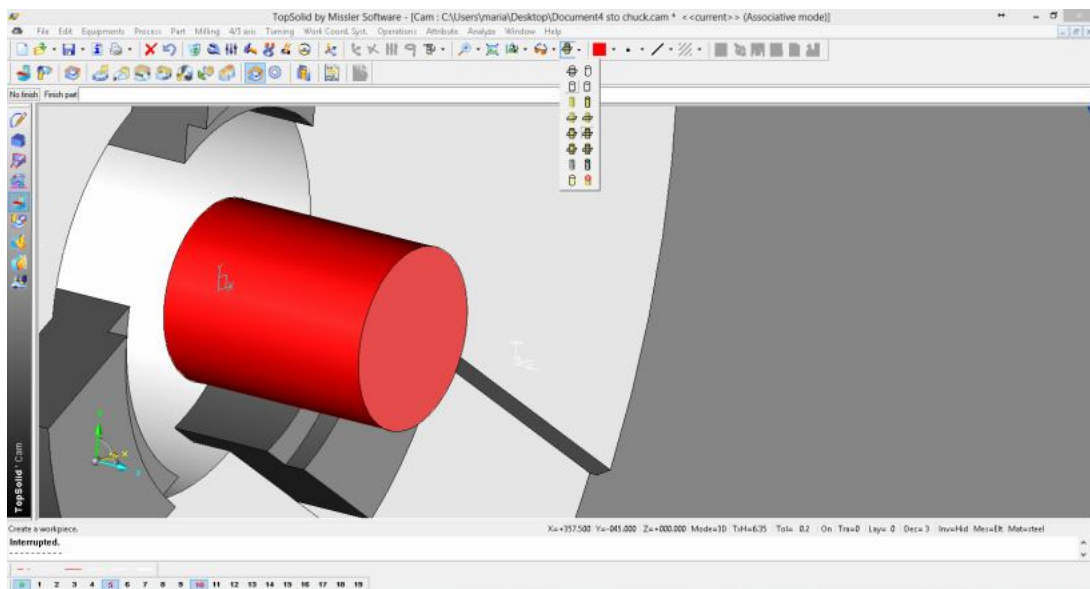
Εικόνα 6.3.13 Επιλέγεται κυλινδρική τομή ως προς τον άξονα Z και ακολούθως επιλέγεται OK



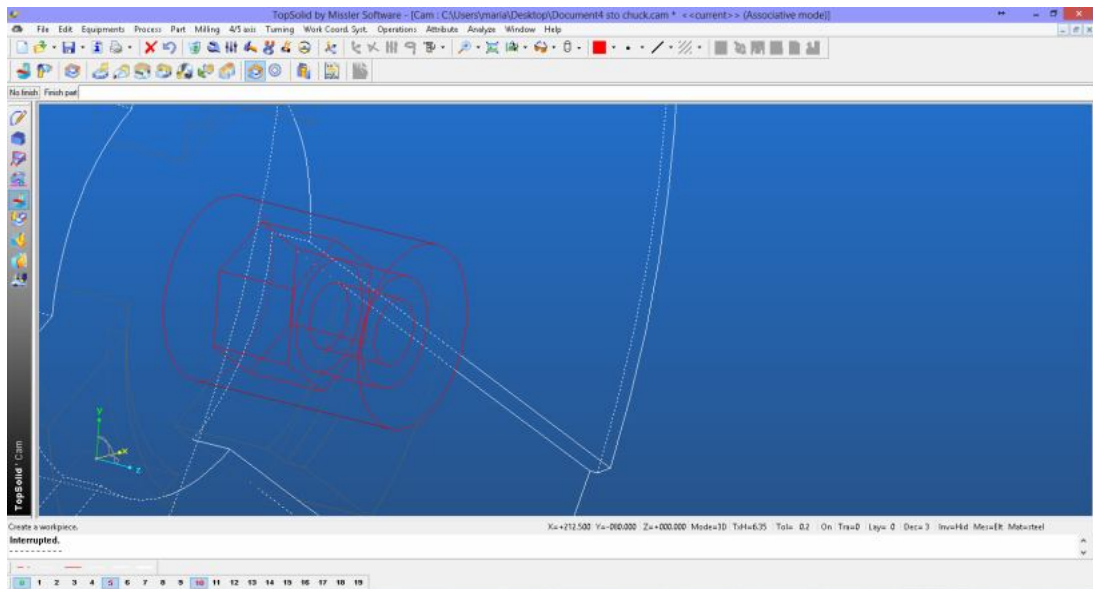
Εικόνα 6.3.14 Για την δημιουργία κατεργασίας επιλέγεται το πλήκτρο Create a workpiece



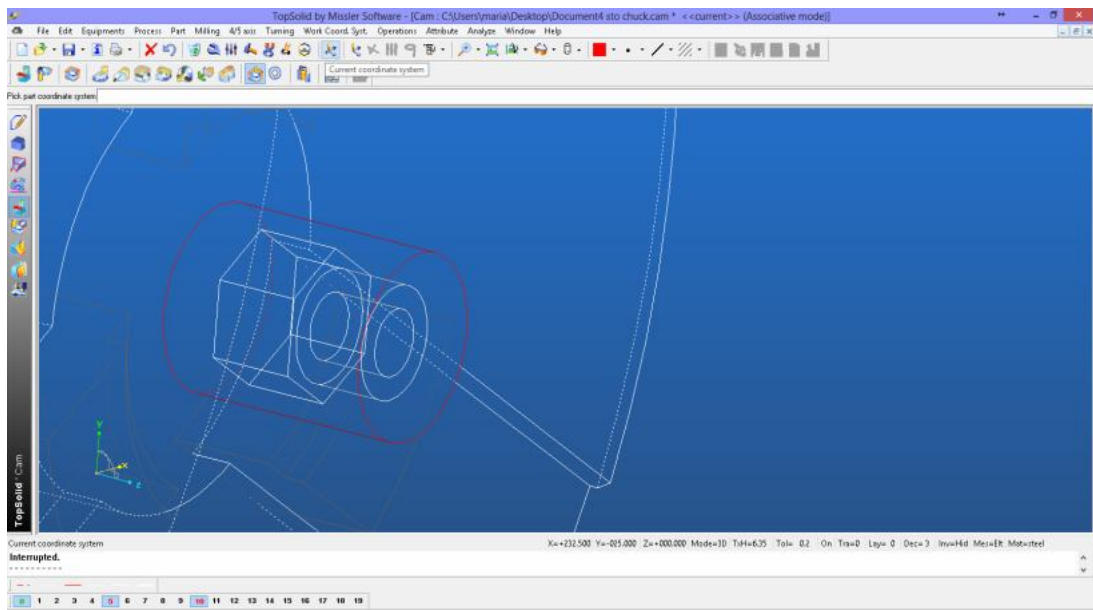
**Εικόνα 6.3.15 Επιλογή υλικού προς καταργασία**



**Εικόνα 6.3.16 Επιλέγεται πλαίσιο κεκρομμένων διακεκομμένων γραμμών για την εμφάνιση του τελικού μέρους κατασκευής**

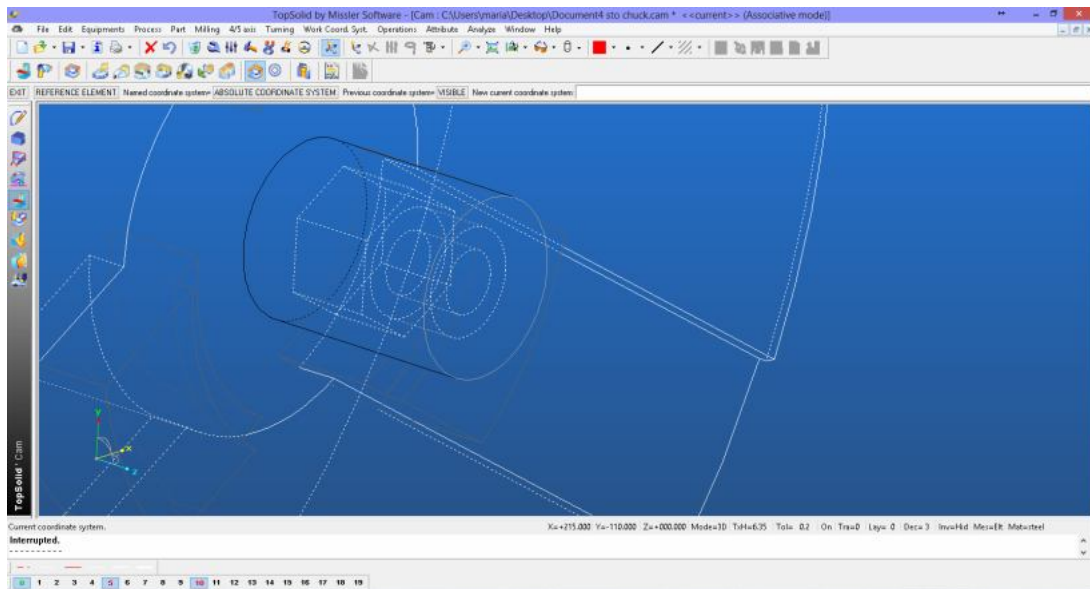


**Εικόνα 6.3.17 Εμφάνιση και επιλογή τελικού κομματιού**

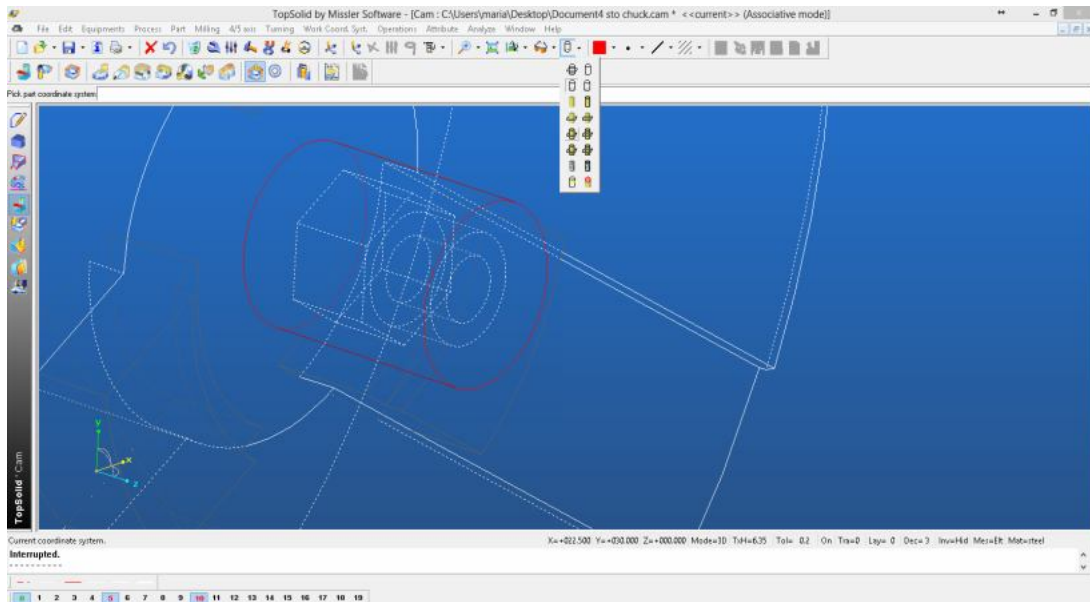


**Εικόνα 6.3.18 Πλήλτρο επιλογής συντεταγμένων σημείου εκκίνησης προς επεξεργασία**

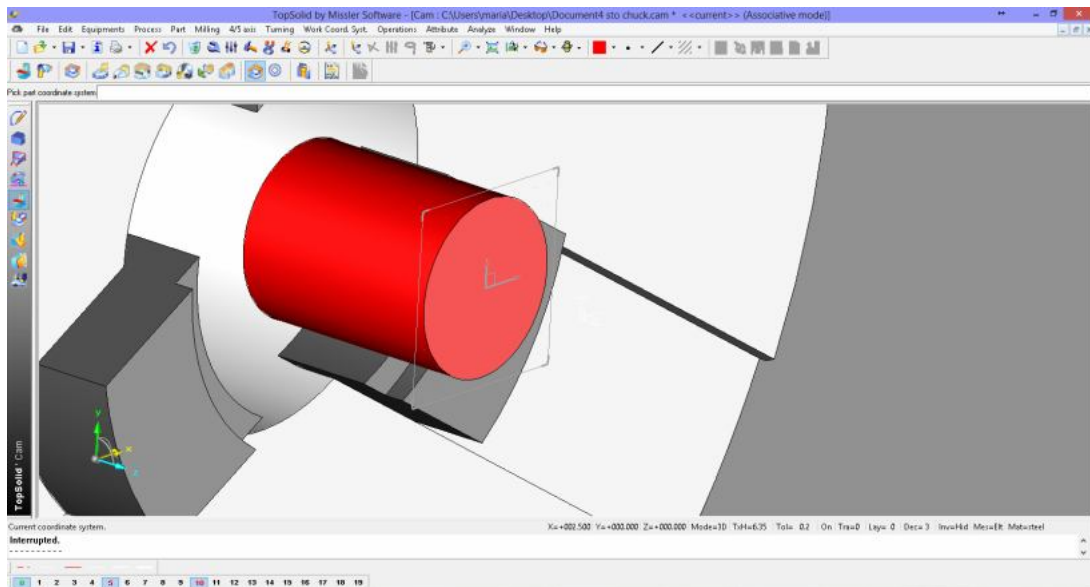




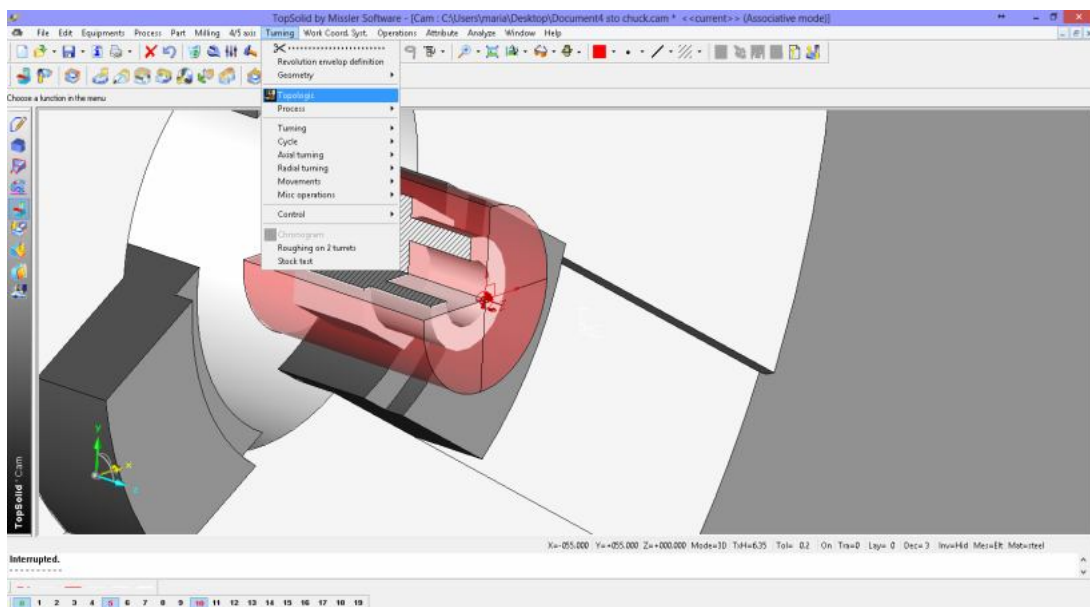
**Εικόνα 6.3.19** Επιλογή συντεταγμένων σημείου εκκίνησης προς επεξεργασία



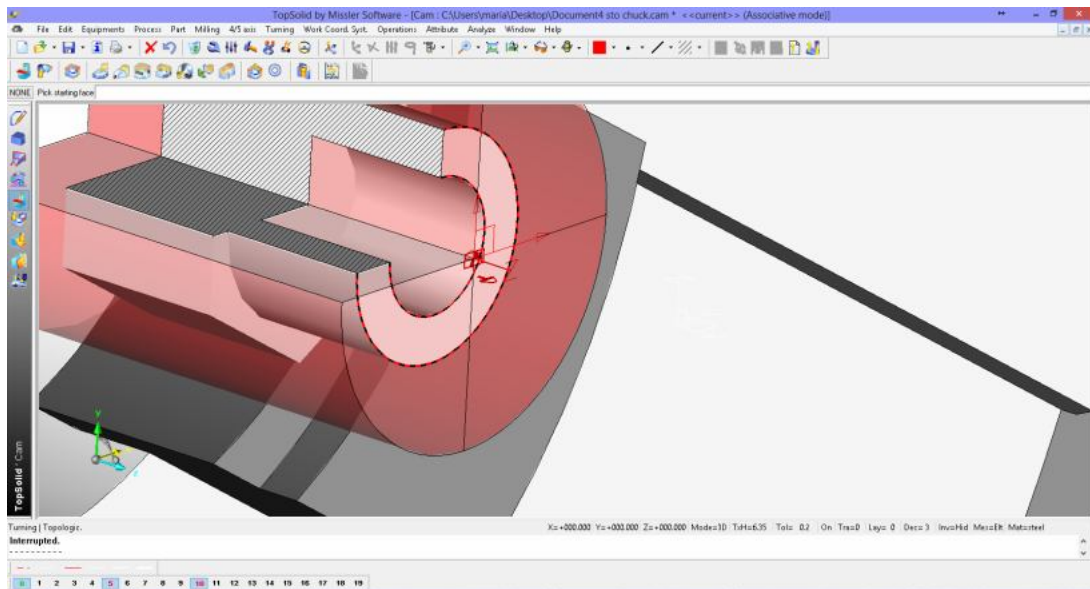
**Εικόνα 6.3.20** Επιλογή σκίασης του άκρου του υλικού.



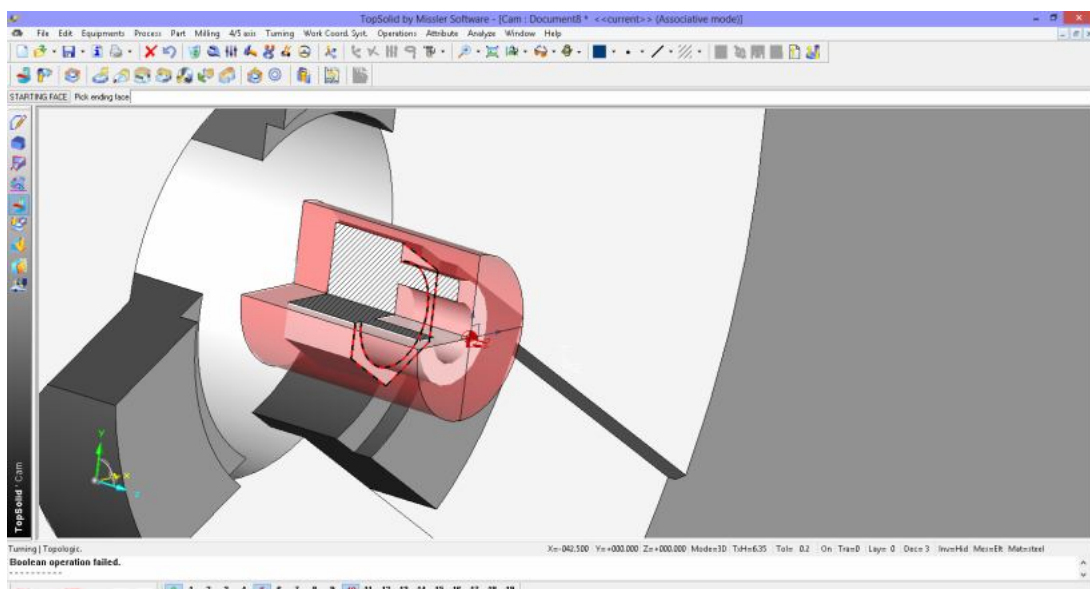
**Εικόνα 6.3.21 Εμφάνιση σκίασης του άκρου του υλικού**



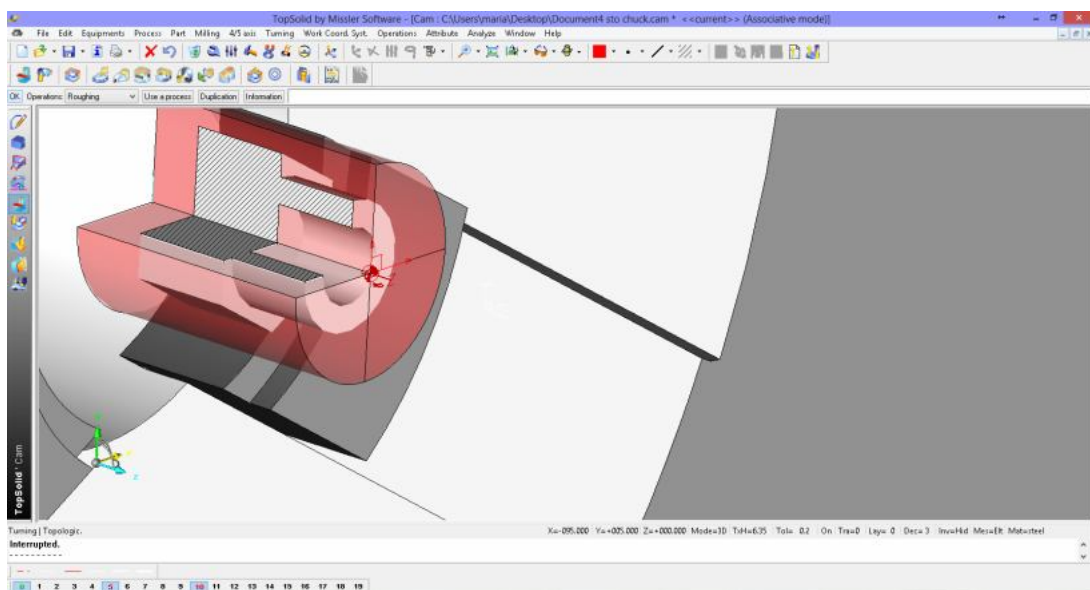
**Εικόνα 6.3.22 Turning-Topologic για επίδειξη των μερών αρχής και τέλους του υλικού προς τορνίρισμα**



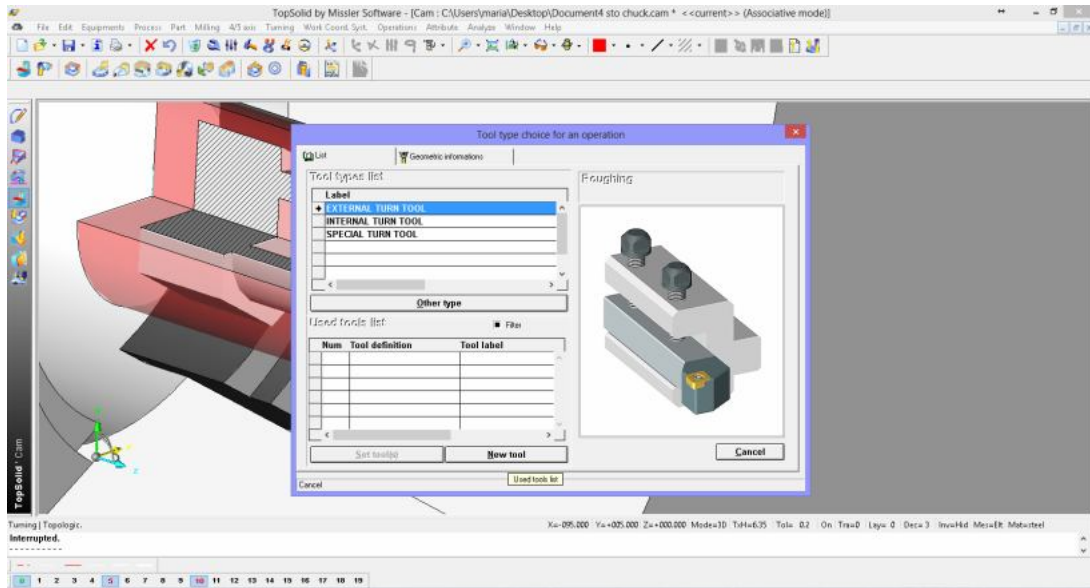
**Εικόνα 6.3.23 Επίδειξη μηδενικού σημείου**



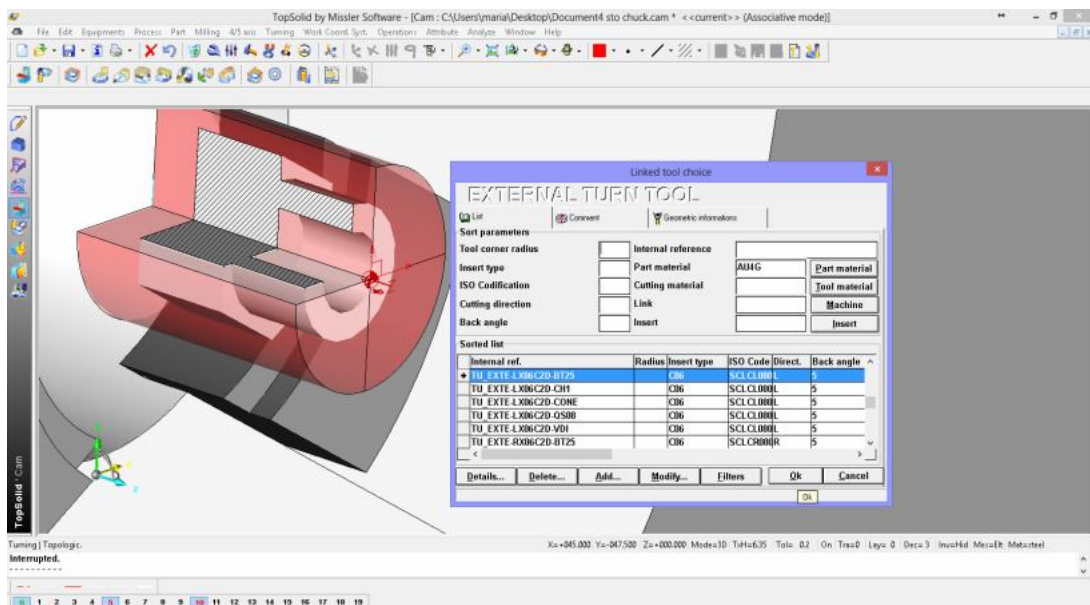
**Εικόνα 6.3.24 Επίδειξη τέλους άξονα**



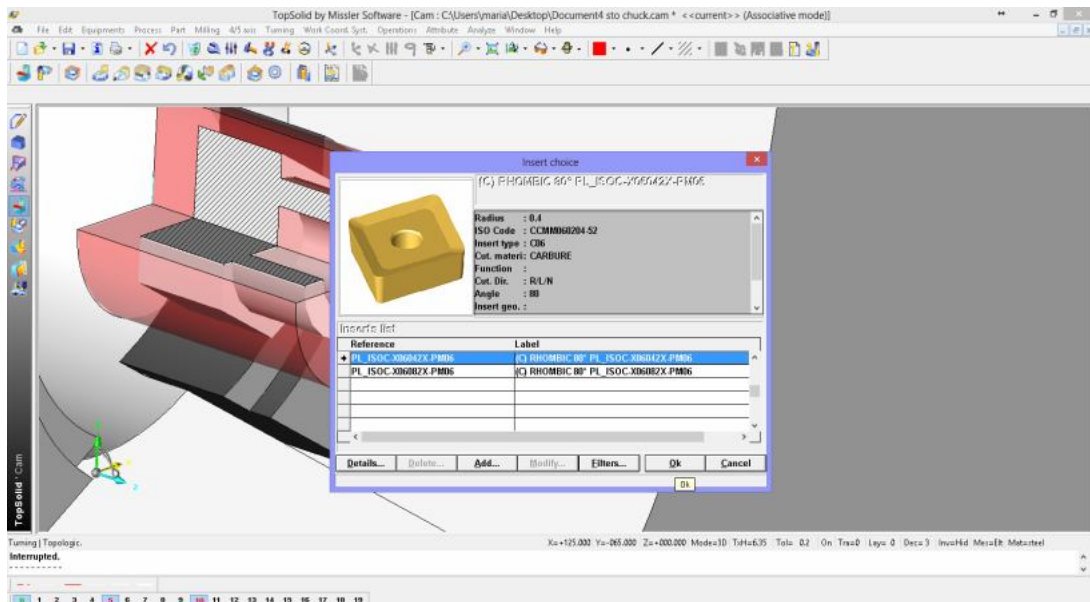
**Εικόνα 6.3.25 Επιλέγεται λειτουργία ξεχονδρίσματος και ακολούθως επιλέγεται OK**



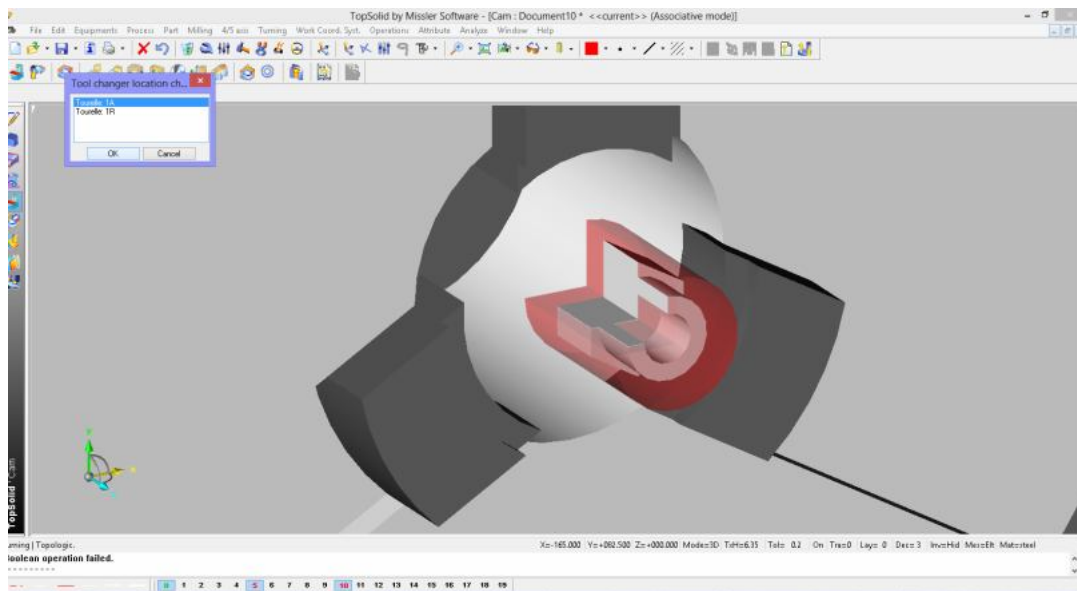
Εικόνα 6.3.26 Επιλογή τύπου εργαλείου κοπής



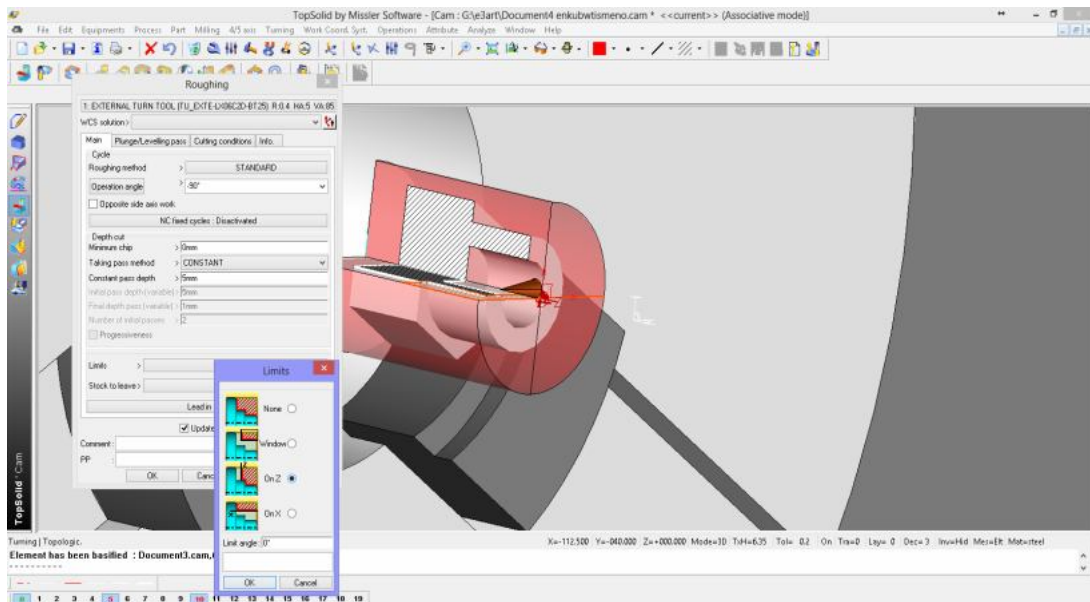
Εικόνα 6.3.27 Επιλογή μανέλας



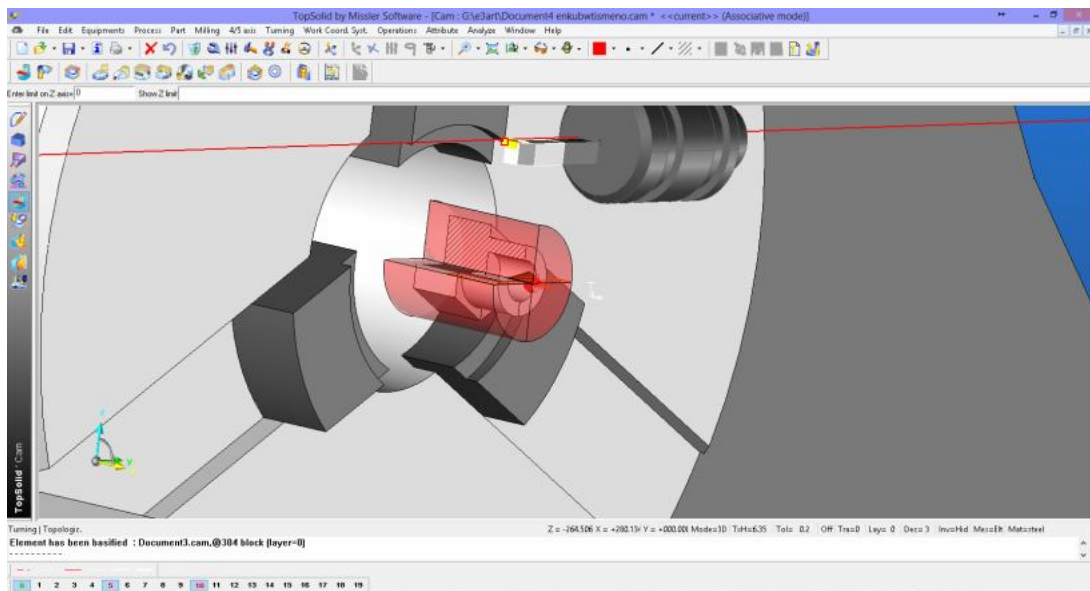
Εικόνα 6.3.28 Επιλογή υλικού ένθετου πλακιδίου και ακολούθως επιλέγεται OK.



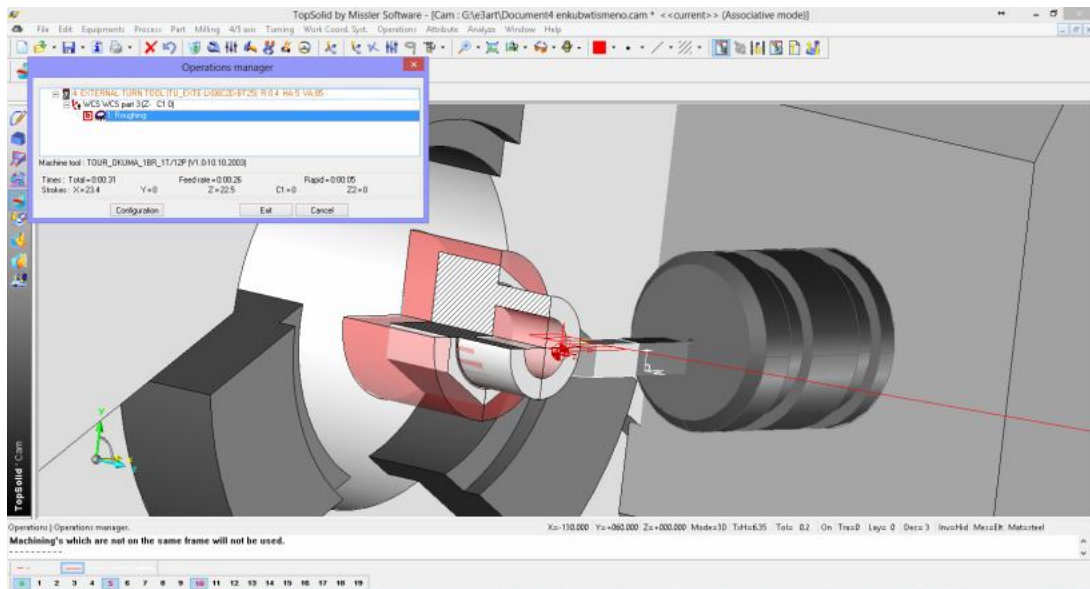
Εικόνα 6.3.29 Επιλογή εργαλιοφορείου



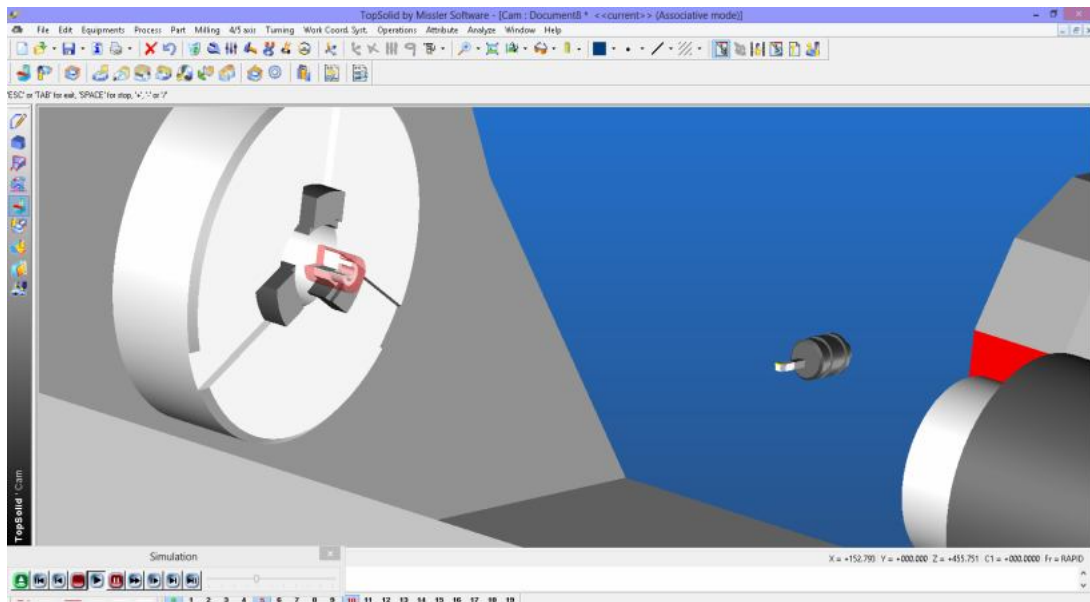
Εικόνα 6.3.30 Οριοθέτηση τερματισμού σε συγκεκριμένο σημείο στον άξονα z



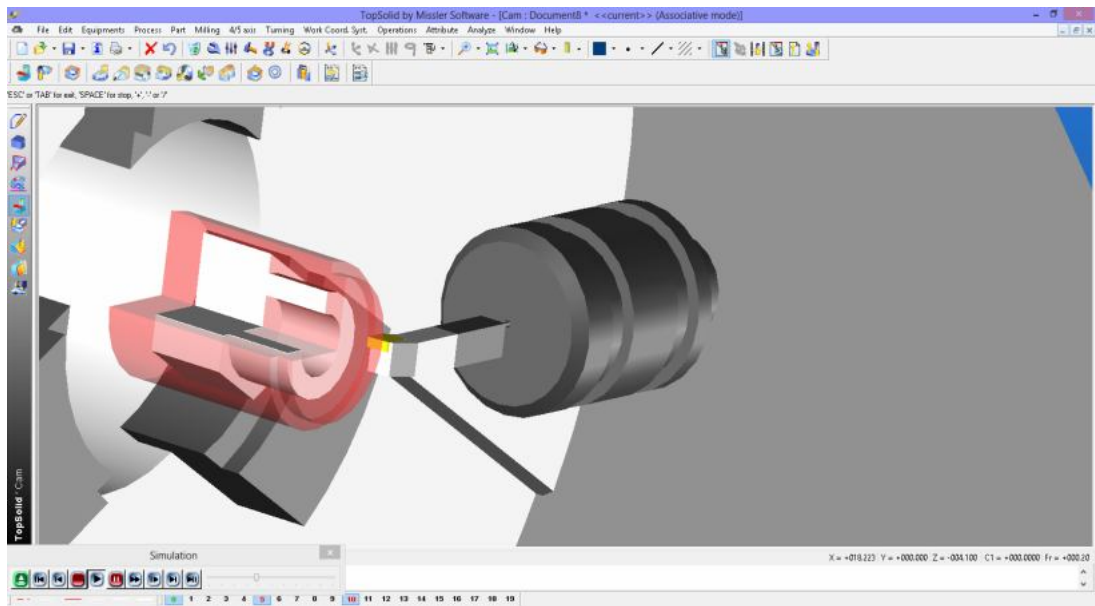
Εικόνα 6.3.31 Οριοθέτηση τέλους για της εξασφάλιση της ακεραιότητας του εργαλείου (αποφυγή της σύγκρουσης με το Chuck)



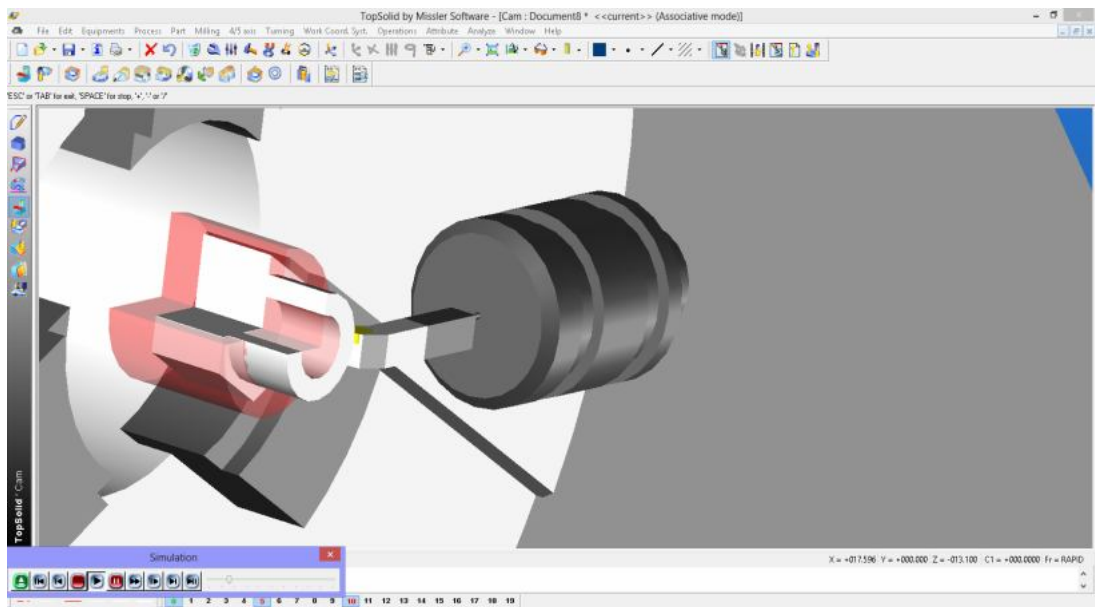
**Εικόνα 6.6.32 Εμφάνιση χρόνου καταργασίας και διαδρομών**



**Εικόνα 6.3.33 Εκκίνηση προσομοίωσης**

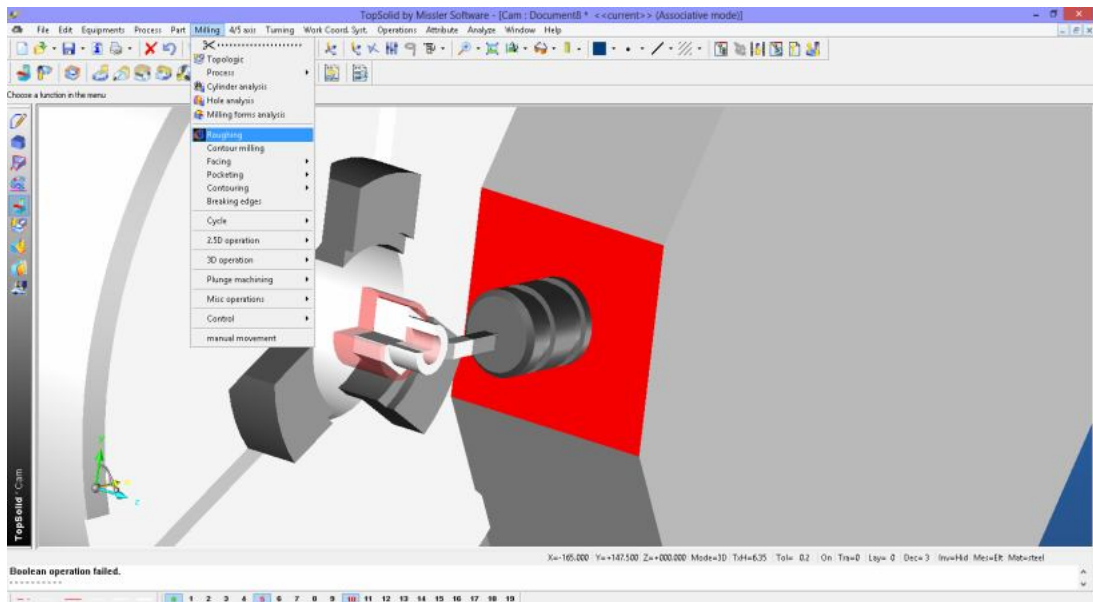


**Εικόνα 6.3.34 Εκκίνηση ξεχονδρίσματος**

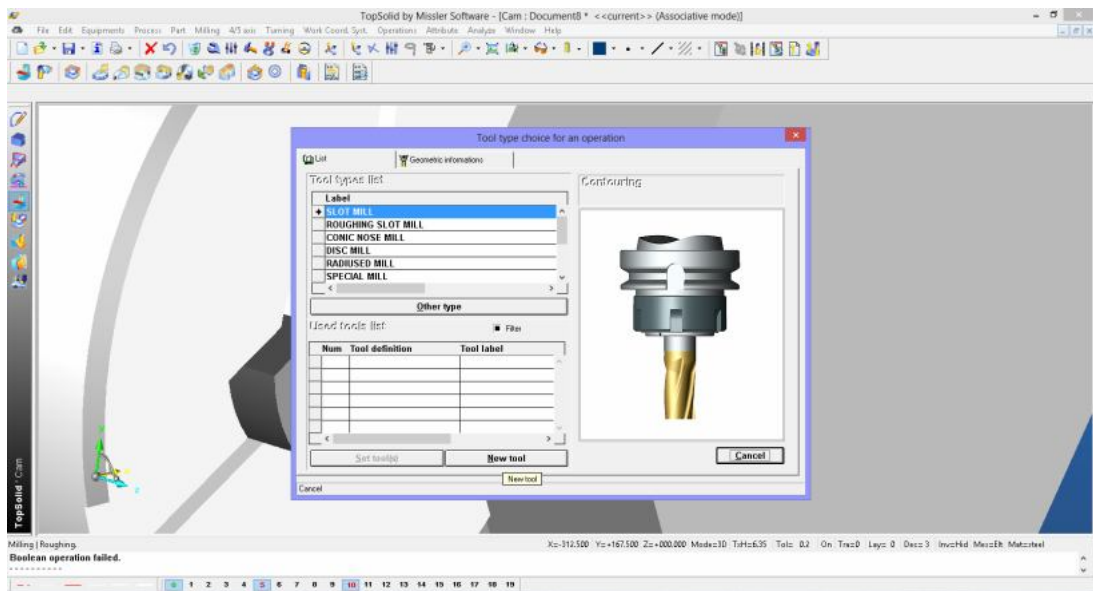


**Εικόνα 6.3.35 Κατεργασία σε εξέλιξη**

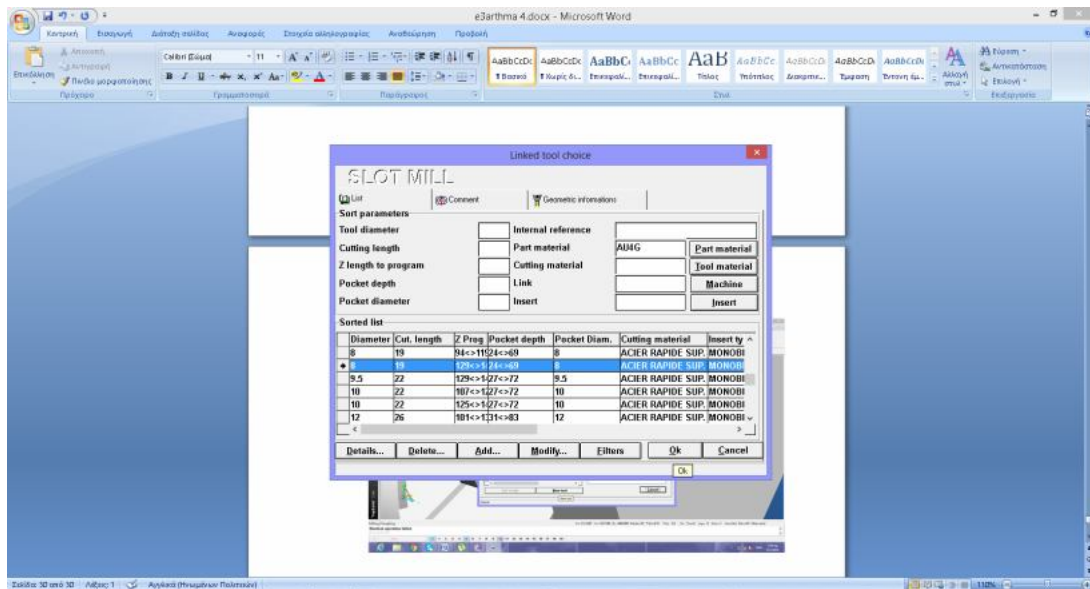




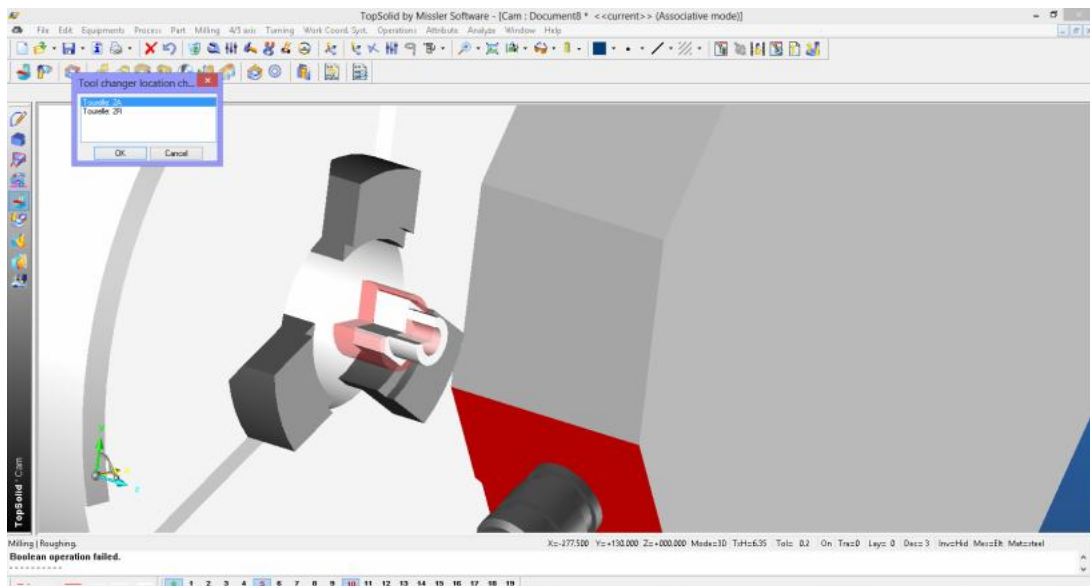
Εικόνα 6.3.36 Μετά το τέλος της καταργασίας επιλέγεται Milling-Roughing για ξεχόνδρισμα τελικού-εξωτερικού υλικού



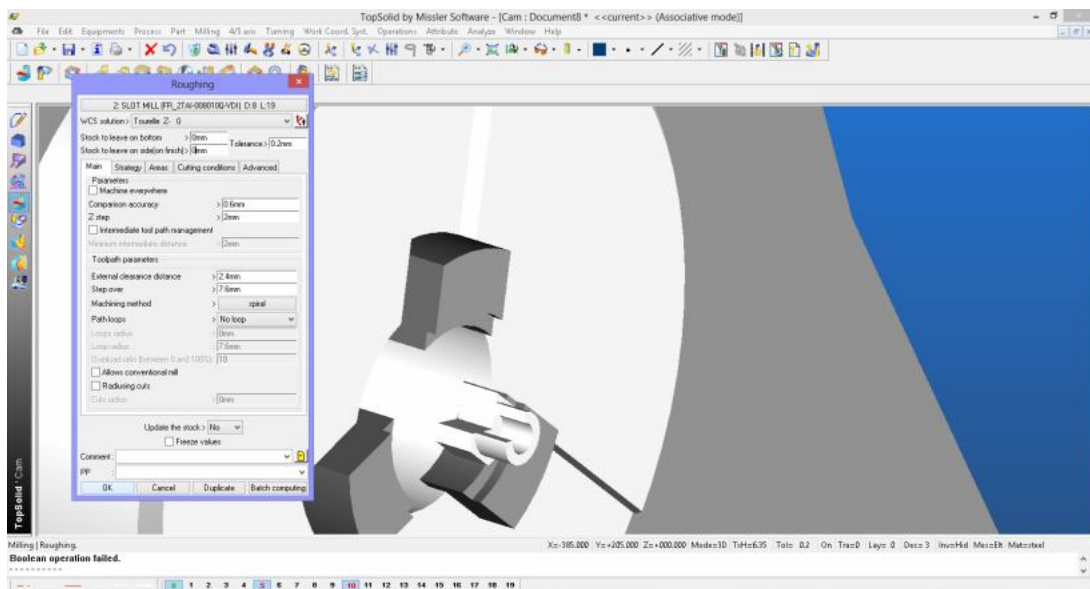
Εικόνα 6.3.37 Επιλογή τύπου εργαλείου κοπής.



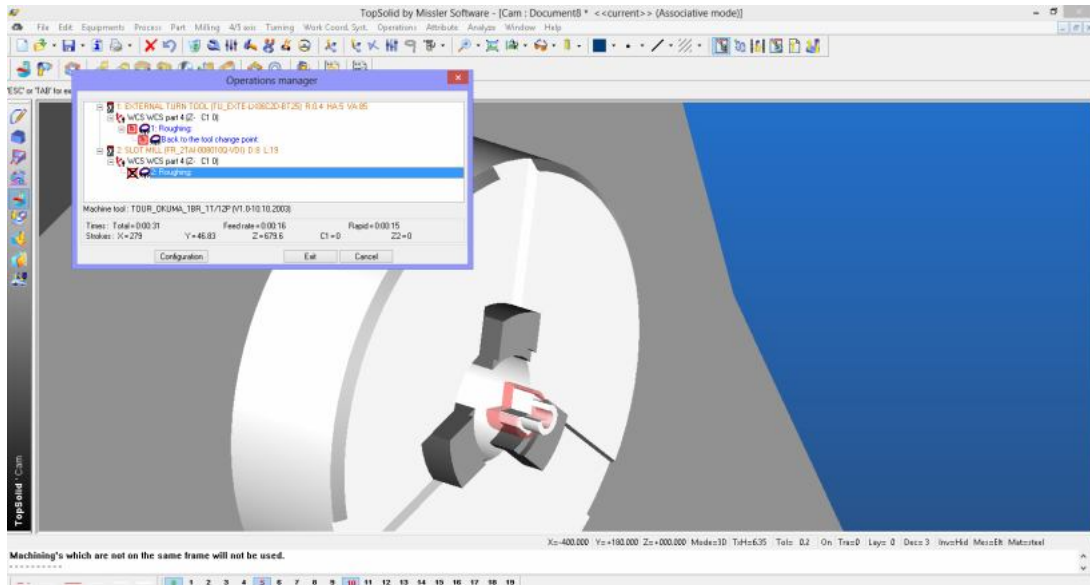
Εικόνα 6.3.38 Επιλογή διαμέτρου εργαλείου κοπής και ακολούθως επιλέγεται OK



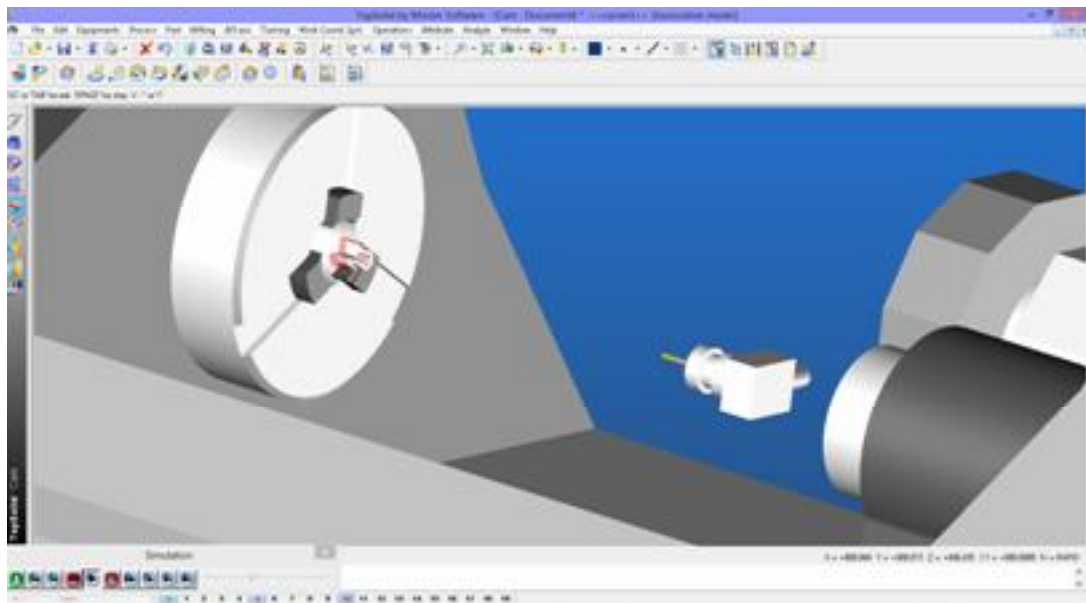
Εικόνα 6.3.39 Επιλογή εργαλειοδέτη



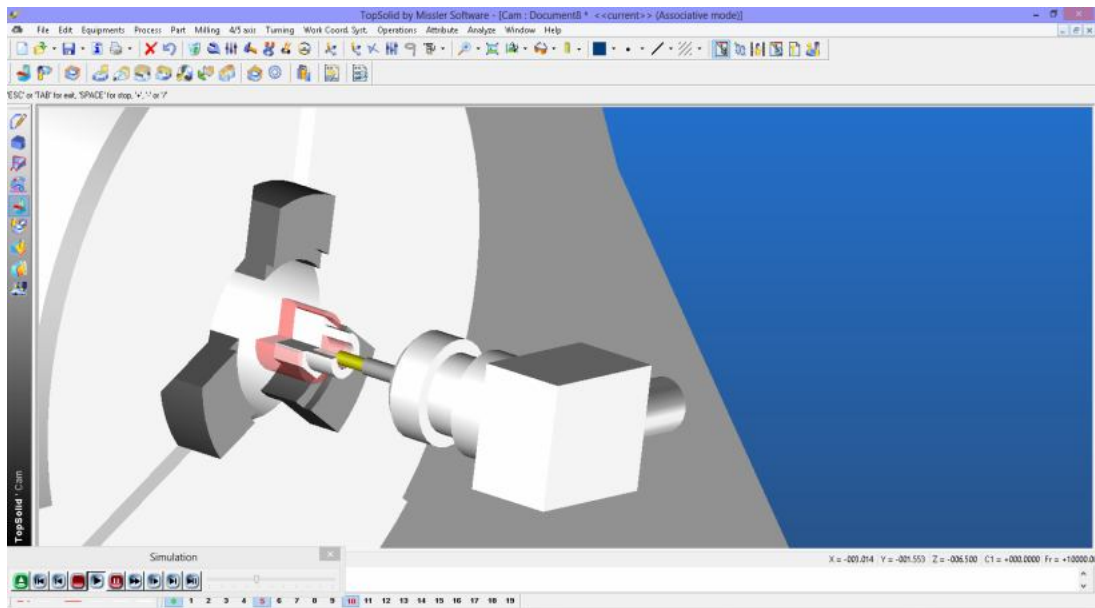
Εικόνα 6.3.40 Τελικό σημείο κοπής και ακολούθως επιλέγεται OK.



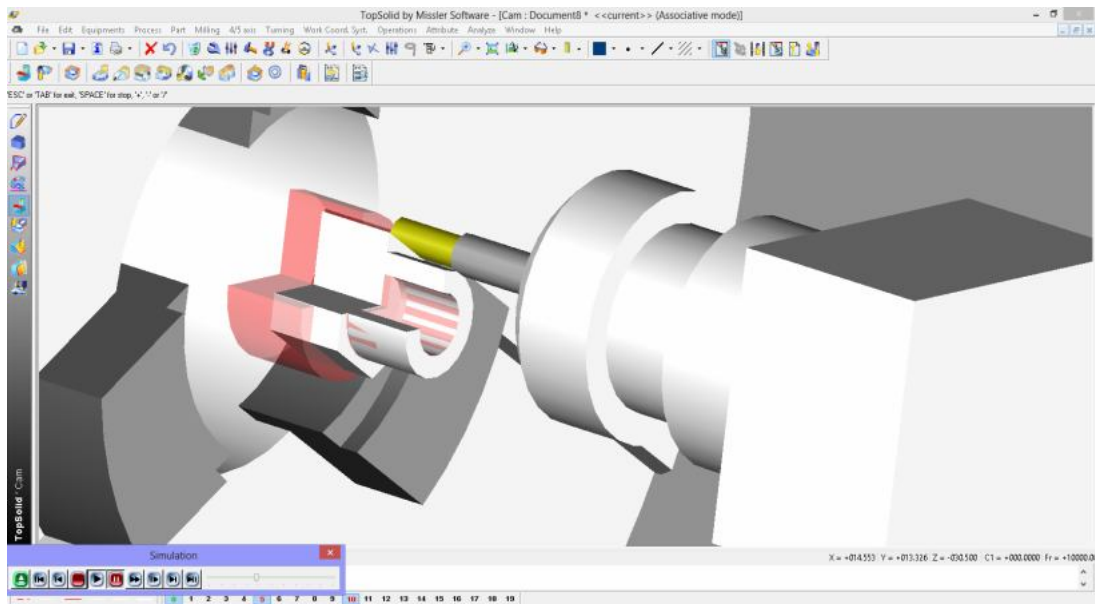
**Εικόνα 6.3.41 Εμφάνιση χρόνου καταργασίας και διαδρομών**



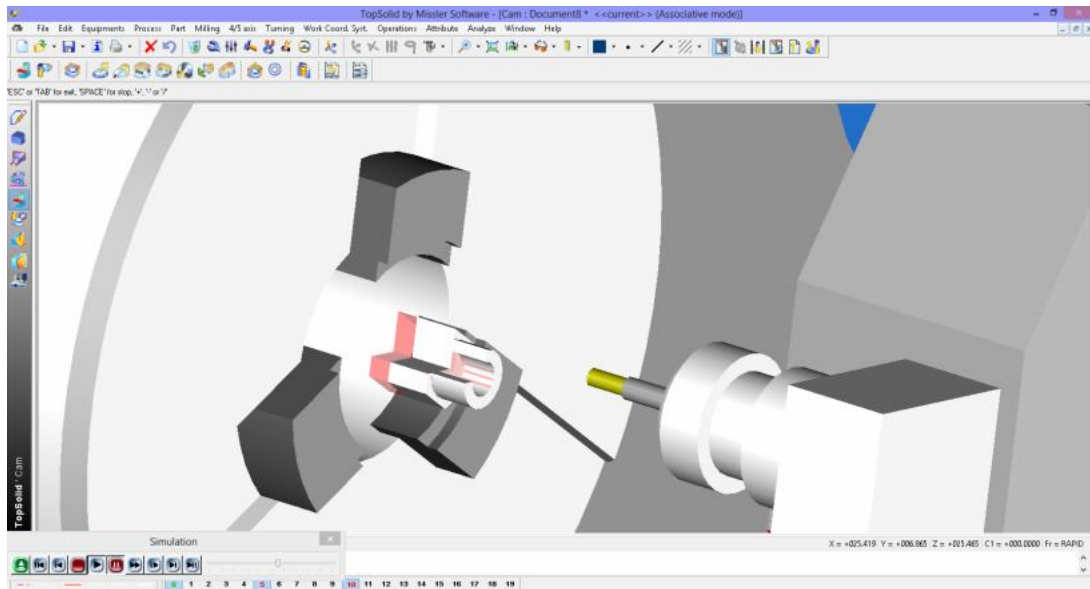
**Εικόνα 6.3.42 Εκκίνηση προσομοίωσης**



**Εικόνα 6.3.43 Κατεργασία σε εξέλιξη**



**Εικόνα 6.3.44 Κατεργασία πριν το τέλος**



**Εικόνα 6.3.45 Αποπεράτωση κατεργασιών και τελική όψη εξαρτήματος**

## ΕΠΙΛΟΓΟΣ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Για την πραγματοποίηση της τρισδιάστατης σχεδίασης εξαρτημάτων αυτομάτου ελέγχου λέβητα πλοίου χρησιμοποιήθηκε πρόγραμμα 3D σχεδίασης TOPSOLID CAM . Μία από τις χρησιμότητες του προγράμματος είναι ότι σε ένα ήδη κατασκευασμένο εξάρτημα μπορεί να γίνει (πολυεπεξεργασία και πιστή αντιγραφή) ακόμα και μετά την ολοκλήρωσή 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 π.χ. (αν το τελικό σχέδιο είναι ένα σύστημα γραναζιών υπάρχει η δυνατότητα να γίνει παρατήρηση της λειτουργίας του), μπορούμε να το δούμε μέσα από τομή η και ακόμα σε διάγραμμα αντοχής υλικού, ώστε να δούμε σε ποια σημεία καταπονείται η διάταξή μας. Η σχεδίαση γίνεται αρχικά σε CAD απ το οποίο το τελικό σχέδιο μπορεί εισάγεται στο πρόγραμμα CAM και να προκύψει ο G κώδικας βάσει του οποίου θα υλοποιηθεί σε αυτόματο κέντρο κατεργασίας C.N.C.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Γ.Γράτσος Ναυτικό Επιμελητήριο Ελλάδος (Ναυτιλία και Περιβάλλον,2009)
- Μηχανές Εσωτερικής Καύσης
- Wartsila Technical Journal; SOx Scrubbing of marine exhaust gases
- Βοηθητικά Μηχανήματα Πλοίων ,Ίδρυμα Ευγενίδου
- Marpol 73/78, Internationala Maritime Organization (IMO )
- [www.MarineDiesels.co.uk](http://www.MarineDiesels.co.uk)
- [www.Man B&W.com](http://www.Man B&W.com)
- Ναυτικοί Ατμολέβητες , Ίδρυμα Ευγενίδου
- [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΚΩΔΙΚΑΣ G ΚΑΙ M ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ

### *Εξάρτημα 1*

N1 G54  
N2 G0 G90 G71 G40  
N3 T1 D1  
N4 G92 S1000  
N5 G95 G96 S100 M4 M8;  
N6 X39.8 Z-4.1  
N7 G1 X0 F.2  
N8 G0 Z0.4  
N9 X39.8  
N10 Z-8.6  
N11 G1 X26.295  
N12 Z-4.6  
N13 X0  
N14 X1. Z-4.1  
N15 G0 X39.8  
N16 Z-13.1  
N17 G1 X26.295  
N18 Z-8.6  
N19 G0 X39.8  
N20 Z-17.6  
N21 G1 X26.295  
N22 Z-13.1  
N23 G0 X39.8  
N24 Z-22.1  
N25 G1 X26.295  
N26 Z-17.6  
N27 X29.124 Z-16.186  
N28 G0 M9  
N29 T2 D2  
N30 G94  
N31 G50 M8  
N32 G97 S9999 M3;  
N33 X3.703 Z34.749  
N34 Z-2.5  
N35 G1 Z-6.5 F10000.  
N36 G17 X7.388 Y1.281  
N37 G3 X-7.82 Y0 R3.91  
N38 G1 X-7.402 Y-.916  
N39 G3 X7.82 Y0 R3.856  
N40 G3 X7.388 Y1.281 R3.91  
N41 G3 X5.861 Y1.651 R.6  
N42 G0 Z2.  
N43 X3.703  
N44 Z-4.5  
N45 G1 Z-8.5  
N46 X7.388 Y1.281  
N47 G3 X-7.82 Y0 R3.91  
N48 G1 X-7.402 Y-.916  
N49 G3 X7.82 Y0 R3.856  
N50 G3 X7.388 Y1.281 R3.91  
N51 G3 X5.861 Y1.651 R.6  
N52 G0 Z2.  
N53 X3.703  
N54 Z-6.5



N55 G1 Z-10.5  
N56 X7.388 Y1.281  
N57 G3 X-7.82 Y0 R3.91  
N58 G1 X-7.402 Y-.916  
N59 G3 X7.82 Y0 R3.856  
N60 G3 X7.388 Y1.281 R3.91  
N61 G3 X5.861 Y1.651 R.6  
N62 G0 Z2.  
N63 X3.703  
N64 Z-8.5  
N65 G1 Z-12.5  
N66 X7.388 Y1.281  
N67 G3 X-7.82 Y0 R3.91  
N68 G1 X-7.402 Y-.916  
N69 G3 X7.82 Y0 R3.856  
N70 G3 X7.388 Y1.281 R3.91  
N71 G3 X5.861 Y1.651 R.6  
N72 G0 Z2.  
N73 X3.703  
N74 Z-10.5  
N75 G1 Z-14.5  
N76 X7.388 Y1.281  
N77 G3 X-7.82 Y0 R3.91  
N78 G1 X-7.402 Y-.916  
N79 G3 X7.82 Y0 R3.856  
N80 G3 X7.388 Y1.281 R3.91  
N81 G3 X5.861 Y1.651 R.6  
N82 G0 Z2.  
N83 X3.703  
N84 Z-12.5  
N85 G1 Z-16.5  
N86 X7.388 Y1.281  
N87 G3 X-7.82 Y0 R3.91  
N88 G1 X-7.402 Y-.916  
N89 G3 X7.82 Y0 R3.856  
N90 G3 X7.388 Y1.281 R3.91  
N91 G3 X5.861 Y1.651 R.6  
N92 G0 Z2.  
N93 X3.703  
N94 Z-14.5  
N95 G1 Z-18.5  
N96 X7.388 Y1.281  
N97 G3 X-7.82 Y0 R3.91  
N98 G1 X-7.402 Y-.916  
N99 G3 X7.82 Y0 R3.856  
N100 G3 X7.388 Y1.281 R3.91  
N101 G3 X5.861 Y1.651 R.6  
N102 G0 Z2.  
N103 X3.703  
N104 Z-16.5  
N105 G1 Z-20.5  
N106 X7.388 Y1.281  
N107 G3 X-7.82 Y0 R3.91  
N108 G1 X-7.402 Y-.916  
N109 G3 X7.82 Y0 R3.856  
N110 G3 X7.388 Y1.281 R3.91  
N111 G3 X5.861 Y1.651 R.6  
N112 G0 Z2.  
N113 X-0.373  
N114 Z-22.5  
N115 G1 Z-24.5  
N116 G3 X-9.469 Y-18.607 R12.7  
N117 G1 X-28.242 Y-13.109

N118 G2 X-28.35 Y-13.075 R1.5  
N119 G1 X-33.426 Y-11.441  
N120 G2 X-36.223 Y-9.597 R3.38  
N121 G1 X-36.969 Y-5.25  
N122 G2 X-36.98 Y-5.117 R1.5  
N123 G1 X-36.911 Y5.194  
N124 G2 X-36.906 Y5.269 R1.5  
N125 G1 X-36.532 Y8.745  
N126 G2 X-35.134 Y10.653 R3.466  
N127 G2 X-32.071 Y11.945 R8.434  
N128 G1 X-28.484 Y13.125  
N129 G2 X-28.325 Y13.173 R1.5  
N130 G1 X-9.427 Y18.578  
N131 G2 X-9.306 Y18.611 R1.5  
N132 G1 X-3.172 Y20.183  
N133 G2 X1.374 Y20.497 R3.478  
N134 G1 X9.218 Y18.673  
N135 G2 X9.469 Y18.607 R1.5  
N136 G1 X28.255 Y13.105  
N137 G2 X28.363 Y13.072 R1.5  
N138 G1 X33.426 Y11.44  
N139 G2 X36.223 Y9.597 R3.38  
N140 G1 X36.969 Y5.25  
N141 G2 X36.98 Y5.117 R1.5  
N142 G1 X36.911 Y-5.194  
N143 G2 X36.906 Y-5.269 R1.5  
N144 G1 X36.532 Y-8.745  
N145 G2 X35.134 Y-10.653 R3.466  
N146 G2 X32.071 Y-11.945 R8.434  
N147 G1 X28.484 Y-13.125  
N148 G2 X28.325 Y-13.173 R1.5  
N149 G1 X9.427 Y-18.578  
N150 G3 X0.216 Y-23.104 R12.7  
N151 G0 Z2.  
N152 X-0.373  
N153 Z-24.5  
N154 G1 Z-26.5  
N155 G3 X-9.469 Y-18.607 R12.7  
N156 G1 X-28.242 Y-13.109  
N157 G2 X-28.35 Y-13.075 R1.5  
N158 G1 X-33.426 Y-11.441  
N159 G2 X-36.223 Y-9.597 R3.38  
N160 G1 X-36.969 Y-5.25  
N161 G2 X-36.98 Y-5.117 R1.5  
N162 G1 X-36.911 Y5.194  
N163 G2 X-36.906 Y5.269 R1.5  
N164 G1 X-36.532 Y8.745  
N165 G2 X-35.134 Y10.653 R3.466  
N166 G2 X-32.071 Y11.945 R8.434  
N167 G1 X-28.484 Y13.125  
N168 G2 X-28.325 Y13.173 R1.5  
N169 G1 X-9.427 Y18.578  
N170 G2 X-9.306 Y18.611 R1.5  
N171 G1 X-3.172 Y20.183  
N172 G2 X1.374 Y20.497 R3.478  
N173 G1 X9.218 Y18.673  
N174 G2 X9.469 Y18.607 R1.5  
N175 G1 X28.255 Y13.105  
N176 G2 X28.363 Y13.072 R1.5  
N177 G1 X33.426 Y11.44  
N178 G2 X36.223 Y9.597 R3.38  
N179 G1 X36.969 Y5.25  
N180 G2 X36.98 Y5.117 R1.5

N181 G1 X36.911 Y-5.194  
N182 G2 X36.906 Y-5.269 R1.5  
N183 G1 X36.532 Y-8.745  
N184 G2 X35.134 Y-10.653 R3.466  
N185 G2 X32.071 Y-11.945 R8.434  
N186 G1 X28.484 Y-13.125  
N187 G2 X28.325 Y-13.173 R1.5  
N188 G1 X9.427 Y-18.578  
N189 G3 X0.216 Y-23.104 R12.7  
N190 G0 Z2.  
N191 X-0.373  
N192 Z-26.5  
N193 G1 Z-28.5  
N194 G3 X-9.469 Y-18.607 R12.7  
N195 G1 X-28.242 Y-13.109  
N196 G2 X-28.35 Y-13.075 R1.5  
N197 G1 X-33.426 Y-11.441  
N198 G2 X-36.223 Y-9.597 R3.38  
N199 G1 X-36.969 Y-5.25  
N200 G2 X-36.98 Y-5.117 R1.5  
N201 G1 X-36.911 Y5.194  
N202 G2 X-36.906 Y5.269 R1.5  
N203 G1 X-36.532 Y8.745  
N204 G2 X-35.134 Y10.653 R3.466  
N205 G2 X-32.071 Y11.945 R8.434  
N206 G1 X-28.484 Y13.125  
N207 G2 X-28.325 Y13.173 R1.5  
N208 G1 X-9.427 Y18.578  
N209 G2 X-9.306 Y18.611 R1.5  
N210 G1 X-3.172 Y20.183  
N211 G2 X1.374 Y20.497 R3.478  
N212 G1 X9.218 Y18.673  
N213 G2 X9.469 Y18.607 R1.5  
N214 G1 X28.255 Y13.105  
N215 G2 X28.363 Y13.072 R1.5  
N216 G1 X33.426 Y11.44  
N217 G2 X36.223 Y9.597 R3.38  
N218 G1 X36.969 Y5.25  
N219 G2 X36.98 Y5.117 R1.5  
N220 G1 X36.911 Y-5.194  
N221 G2 X36.906 Y-5.269 R1.5  
N222 G1 X36.532 Y-8.745  
N223 G2 X35.134 Y-10.653 R3.466  
N224 G2 X32.071 Y-11.945 R8.434  
N225 G1 X28.484 Y-13.125  
N226 G2 X28.325 Y-13.173 R1.5  
N227 G1 X9.427 Y-18.578  
N228 G3 X0.216 Y-23.104 R12.7  
N229 G0 Z2.  
N230 X-0.373  
N231 Z-28.5  
N232 G1 Z-30.5  
N233 G3 X-9.469 Y-18.607 R12.7  
N234 G1 X-28.242 Y-13.109  
N235 G2 X-28.35 Y-13.075 R1.5  
N236 G1 X-33.426 Y-11.441  
N237 G2 X-36.223 Y-9.597 R3.38  
N238 G1 X-36.969 Y-5.25  
N239 G2 X-36.98 Y-5.117 R1.5  
N240 G1 X-36.911 Y5.194  
N241 G2 X-36.906 Y5.269 R1.5  
N242 G1 X-36.532 Y8.745  
N243 G2 X-35.134 Y10.653 R3.466

N244 G2 X-32.071 Y11.945 R8.434  
N245 G1 X-28.484 Y13.125  
N246 G2 X-28.325 Y13.173 R1.5  
N247 G1 X-9.427 Y18.578  
N248 G2 X-9.306 Y18.611 R1.5  
N249 G1 X-3.172 Y20.183  
N250 G2 X1.374 Y20.497 R3.478  
N251 G1 X9.218 Y18.673  
N252 G2 X9.469 Y18.607 R1.5  
N253 G1 X28.255 Y13.105  
N254 G2 X28.363 Y13.072 R1.5  
N255 G1 X33.426 Y11.44  
N256 G2 X36.223 Y9.597 R3.38  
N257 G1 X36.969 Y5.25  
N258 G2 X36.98 Y5.117 R1.5  
N259 G1 X36.911 Y-5.194  
N260 G2 X36.906 Y-5.269 R1.5  
N261 G1 X36.532 Y-8.745  
N262 G2 X35.134 Y-10.653 R3.466  
N263 G2 X32.071 Y-11.945 R8.434  
N264 G1 X28.484 Y-13.125  
N265 G2 X28.325 Y-13.173 R1.5  
N266 G1 X9.427 Y-18.578  
N267 G3 X0.216 Y-23.104 R12.7  
N268 G0 Z2.  
N269 X-0.373  
N270 Z-30.5  
N271 G1 Z-32.5  
N272 G3 X-9.469 Y-18.607 R12.7  
N273 G1 X-28.242 Y-13.109  
N274 G2 X-28.35 Y-13.075 R1.5  
N275 G1 X-33.426 Y-11.441  
N276 G2 X-36.223 Y-9.597 R3.38  
N277 G1 X-36.969 Y-5.25  
N278 G2 X-36.98 Y-5.117 R1.5  
N279 G1 X-36.911 Y5.194  
N280 G2 X-36.906 Y5.269 R1.5  
N281 G1 X-36.532 Y8.745  
N282 G2 X-35.134 Y10.653 R3.466  
N283 G2 X-32.071 Y11.945 R8.434  
N284 G1 X-28.484 Y13.125  
N285 G2 X-28.325 Y13.173 R1.5  
N286 G1 X-9.427 Y18.578  
N287 G2 X-9.306 Y18.611 R1.5  
N288 G1 X-3.172 Y20.183  
N289 G2 X1.374 Y20.497 R3.478  
N290 G1 X9.218 Y18.673  
N291 G2 X9.469 Y18.607 R1.5  
N292 G1 X28.255 Y13.105  
N293 G2 X28.363 Y13.072 R1.5  
N294 G1 X33.426 Y11.44  
N295 G2 X36.223 Y9.597 R3.38  
N296 G1 X36.969 Y5.25  
N297 G2 X36.98 Y5.117 R1.5  
N298 G1 X36.911 Y-5.194  
N299 G2 X36.906 Y-5.269 R1.5  
N300 G1 X36.532 Y-8.745  
N301 G2 X35.134 Y-10.653 R3.466  
N302 G2 X32.071 Y-11.945 R8.434  
N303 G1 X28.484 Y-13.125  
N304 G2 X28.325 Y-13.173 R1.5  
N305 G1 X9.427 Y-18.578  
N306 G3 X0.216 Y-23.104 R12.7

N307 G0 Z2.  
N308 X-0.373  
N309 Z-32.5  
N310 G1 Z-34.5  
N311 G3 X-9.469 Y-18.607 R12.7  
N312 G1 X-28.242 Y-13.109  
N313 G2 X-28.35 Y-13.075 R1.5  
N314 G1 X-33.426 Y-11.441  
N315 G2 X-36.223 Y-9.597 R3.38  
N316 G1 X-36.969 Y-5.25  
N317 G2 X-36.98 Y-5.117 R1.5  
N318 G1 X-36.911 Y5.194  
N319 G2 X-36.906 Y5.269 R1.5  
N320 G1 X-36.532 Y8.745  
N321 G2 X-35.134 Y10.653 R3.466  
N322 G2 X-32.071 Y11.945 R8.434  
N323 G1 X-28.484 Y13.125  
N324 G2 X-28.325 Y13.173 R1.5  
N325 G1 X-9.427 Y18.578  
N326 G2 X-9.306 Y18.611 R1.5  
N327 G1 X-3.172 Y20.183  
N328 G2 X1.374 Y20.497 R3.478  
N329 G1 X9.218 Y18.673  
N330 G2 X9.469 Y18.607 R1.5  
N331 G1 X28.255 Y13.105  
N332 G2 X28.363 Y13.072 R1.5  
N333 G1 X33.426 Y11.44  
N334 G2 X36.223 Y9.597 R3.38  
N335 G1 X36.969 Y5.25  
N336 G2 X36.98 Y5.117 R1.5  
N337 G1 X36.911 Y-5.194  
N338 G2 X36.906 Y-5.269 R1.5  
N339 G1 X36.532 Y-8.745  
N340 G2 X35.134 Y-10.653 R3.466  
N341 G2 X32.071 Y-11.945 R8.434  
N342 G1 X28.484 Y-13.125  
N343 G2 X28.325 Y-13.173 R1.5  
N344 G1 X9.427 Y-18.578  
N345 G3 X0.216 Y-23.104 R12.7  
N346 G0 Z2.  
N347 X-0.373  
N348 Z-34.5  
N349 G1 Z-36.5  
N350 G3 X-9.469 Y-18.607 R12.7  
N351 G1 X-28.242 Y-13.109  
N352 G2 X-28.35 Y-13.075 R1.5  
N353 G1 X-33.426 Y-11.441  
N354 G2 X-36.223 Y-9.597 R3.38  
N355 G1 X-36.969 Y-5.25  
N356 G2 X-36.98 Y-5.117 R1.5  
N357 G1 X-36.911 Y5.194  
N358 G2 X-36.906 Y5.269 R1.5  
N359 G1 X-36.532 Y8.745  
N360 G2 X-35.134 Y10.653 R3.466  
N361 G2 X-32.071 Y11.945 R8.434  
N362 G1 X-28.484 Y13.125  
N363 G2 X-28.325 Y13.173 R1.5  
N364 G1 X-9.427 Y18.578  
N365 G2 X-9.306 Y18.611 R1.5  
N366 G1 X-3.172 Y20.183  
N367 G2 X1.374 Y20.497 R3.478  
N368 G1 X9.218 Y18.673  
N369 G2 X9.469 Y18.607 R1.5

N370 G1 X28.255 Y13.105  
N371 G2 X28.363 Y13.072 R1.5  
N372 G1 X33.426 Y11.44  
N373 G2 X36.223 Y9.597 R3.38  
N374 G1 X36.969 Y5.25  
N375 G2 X36.98 Y5.117 R1.5  
N376 G1 X36.911 Y-5.194  
N377 G2 X36.906 Y-5.269 R1.5  
N378 G1 X36.532 Y-8.745  
N379 G2 X35.134 Y-10.653 R3.466  
N380 G2 X32.071 Y-11.945 R8.434  
N381 G1 X28.484 Y-13.125  
N382 G2 X28.325 Y-13.173 R1.5  
N383 G1 X9.427 Y-18.578  
N384 G3 X0.216 Y-23.104 R12.7  
N385 G0 Z2.  
N386 X-0.373  
N387 Z-36.5  
N388 G1 Z-38.5  
N389 G3 X-9.469 Y-18.607 R12.7  
N390 G1 X-28.242 Y-13.109  
N391 G2 X-28.35 Y-13.075 R1.5  
N392 G1 X-33.426 Y-11.441  
N393 G2 X-36.223 Y-9.597 R3.38  
N394 G1 X-36.969 Y-5.25  
N395 G2 X-36.98 Y-5.117 R1.5  
N396 G1 X-36.911 Y5.194  
N397 G2 X-36.906 Y5.269 R1.5  
N398 G1 X-36.532 Y8.745  
N399 G2 X-35.134 Y10.653 R3.466  
N400 G2 X-32.071 Y11.945 R8.434  
N401 G1 X-28.484 Y13.125  
N402 G2 X-28.325 Y13.173 R1.5  
N403 G1 X-9.427 Y18.578  
N404 G2 X-9.306 Y18.611 R1.5  
N405 G1 X-3.172 Y20.183  
N406 G2 X1.374 Y20.497 R3.478  
N407 G1 X9.218 Y18.673  
N408 G2 X9.469 Y18.607 R1.5  
N409 G1 X28.255 Y13.105  
N410 G2 X28.363 Y13.072 R1.5  
N411 G1 X33.426 Y11.44  
N412 G2 X36.223 Y9.597 R3.38  
N413 G1 X36.969 Y5.25  
N414 G2 X36.98 Y5.117 R1.5  
N415 G1 X36.911 Y-5.194  
N416 G2 X36.906 Y-5.269 R1.5  
N417 G1 X36.532 Y-8.745  
N418 G2 X35.134 Y-10.653 R3.466  
N419 G2 X32.071 Y-11.945 R8.434  
N420 G1 X28.484 Y-13.125  
N421 G2 X28.325 Y-13.173 R1.5  
N422 G1 X9.427 Y-18.578  
N423 G3 X0.216 Y-23.104 R12.7  
N424 G0 Z2.  
N425 X-0.373  
N426 Z-38.5  
N427 G1 Z-40.5  
N428 G3 X-9.469 Y-18.607 R12.7  
N429 G1 X-28.242 Y-13.109  
N430 G2 X-28.35 Y-13.075 R1.5  
N431 G1 X-33.426 Y-11.441  
N432 G2 X-36.223 Y-9.597 R3.38

N433 G1 X-36.969 Y-5.25  
N434 G2 X-36.98 Y-5.117 R1.5  
N435 G1 X-36.911 Y5.194  
N436 G2 X-36.906 Y5.269 R1.5  
N437 G1 X-36.532 Y8.745  
N438 G2 X-35.134 Y10.653 R3.466  
N439 G2 X-32.071 Y11.945 R8.434  
N440 G1 X-28.484 Y13.125  
N441 G2 X-28.325 Y13.173 R1.5  
N442 G1 X-9.427 Y18.578  
N443 G2 X-9.306 Y18.611 R1.5  
N444 G1 X-3.172 Y20.183  
N445 G2 X1.374 Y20.497 R3.478  
N446 G1 X9.218 Y18.673  
N447 G2 X9.469 Y18.607 R1.5  
N448 G1 X28.255 Y13.105  
N449 G2 X28.363 Y13.072 R1.5  
N450 G1 X33.426 Y11.44  
N451 G2 X36.223 Y9.597 R3.38  
N452 G1 X36.969 Y5.25  
N453 G2 X36.98 Y5.117 R1.5  
N454 G1 X36.911 Y-5.194  
N455 G2 X36.906 Y-5.269 R1.5  
N456 G1 X36.532 Y-8.745  
N457 G2 X35.134 Y-10.653 R3.466  
N458 G2 X32.071 Y-11.945 R8.434  
N459 G1 X28.484 Y-13.125  
N460 G2 X28.325 Y-13.173 R1.5  
N461 G1 X9.427 Y-18.578  
N462 G3 X0.216 Y-23.104 R12.7  
N463 G0 Z2.  
N464 X-0.373  
N465 Z-40.5  
N466 G1 Z-42.5  
N467 G3 X-9.469 Y-18.607 R12.7  
N468 G1 X-28.242 Y-13.109  
N469 G2 X-28.35 Y-13.075 R1.5  
N470 G1 X-33.426 Y-11.441  
N471 G2 X-36.223 Y-9.597 R3.38  
N472 G1 X-36.969 Y-5.25  
N473 G2 X-36.98 Y-5.117 R1.5  
N474 G1 X-36.911 Y5.194  
N475 G2 X-36.906 Y5.269 R1.5  
N476 G1 X-36.532 Y8.745  
N477 G2 X-35.134 Y10.653 R3.466  
N478 G2 X-32.071 Y11.945 R8.434  
N479 G1 X-28.484 Y13.125  
N480 G2 X-28.325 Y13.173 R1.5  
N481 G1 X-9.427 Y18.578  
N482 G2 X-9.306 Y18.611 R1.5  
N483 G1 X-3.172 Y20.183  
N484 G2 X1.374 Y20.497 R3.478  
N485 G1 X9.218 Y18.673  
N486 G2 X9.469 Y18.607 R1.5  
N487 G1 X28.255 Y13.105  
N488 G2 X28.363 Y13.072 R1.5  
N489 G1 X33.426 Y11.44  
N490 G2 X36.223 Y9.597 R3.38  
N491 G1 X36.969 Y5.25  
N492 G2 X36.98 Y5.117 R1.5  
N493 G1 X36.911 Y-5.194  
N494 G2 X36.906 Y-5.269 R1.5  
N495 G1 X36.532 Y-8.745

N496 G2 X35.134 Y-10.653 R3.466  
N497 G2 X32.071 Y-11.945 R8.434  
N498 G1 X28.484 Y-13.125  
N499 G2 X28.325 Y-13.173 R1.5  
N500 G1 X9.427 Y-18.578  
N501 G3 X0.216 Y-23.104 R12.7  
N502 G0 Z2.  
N503 X-0.373  
N504 Z-42.5  
N505 G1 Z-44.5  
N506 G3 X-9.469 Y-18.607 R12.7  
N507 G1 X-28.242 Y-13.109  
N508 G2 X-28.35 Y-13.075 R1.5  
N509 G1 X-33.426 Y-11.441  
N510 G2 X-36.223 Y-9.597 R3.38  
N511 G1 X-36.969 Y-5.25  
N512 G2 X-36.98 Y-5.117 R1.5  
N513 G1 X-36.911 Y5.194  
N514 G2 X-36.906 Y5.269 R1.5  
N515 G1 X-36.532 Y8.745  
N516 G2 X-35.134 Y10.653 R3.466  
N517 G2 X-32.071 Y11.945 R8.434  
N518 G1 X-28.484 Y13.125  
N519 G2 X-28.325 Y13.173 R1.5  
N520 G1 X-9.427 Y18.578  
N521 G2 X-9.306 Y18.611 R1.5  
N522 G1 X-3.172 Y20.183  
N523 G2 X1.374 Y20.497 R3.478  
N524 G1 X9.218 Y18.673  
N525 G2 X9.469 Y18.607 R1.5  
N526 G1 X28.255 Y13.105  
N527 G2 X28.363 Y13.072 R1.5  
N528 G1 X33.426 Y11.44  
N529 G2 X36.223 Y9.597 R3.38  
N530 G1 X36.969 Y5.25  
N531 G2 X36.98 Y5.117 R1.5  
N532 G1 X36.911 Y-5.194  
N533 G2 X36.906 Y-5.269 R1.5  
N534 G1 X36.532 Y-8.745  
N535 G2 X35.134 Y-10.653 R3.466  
N536 G2 X32.071 Y-11.945 R8.434  
N537 G1 X28.484 Y-13.125  
N538 G2 X28.325 Y-13.173 R1.5  
N539 G1 X9.427 Y-18.578  
N540 G3 X0.216 Y-23.104 R12.7  
N541 G0 Z2.  
N542 X-0.373  
N543 Z-44.5  
N544 G1 Z-46.5  
N545 G3 X-9.469 Y-18.607 R12.7  
N546 G1 X-28.242 Y-13.109  
N547 G2 X-28.35 Y-13.075 R1.5  
N548 G1 X-33.426 Y-11.441  
N549 G2 X-36.223 Y-9.597 R3.38  
N550 G1 X-36.969 Y-5.25  
N551 G2 X-36.98 Y-5.117 R1.5  
N552 G1 X-36.911 Y5.194  
N553 G2 X-36.906 Y5.269 R1.5  
N554 G1 X-36.532 Y8.745  
N555 G2 X-35.134 Y10.653 R3.466  
N556 G2 X-32.071 Y11.945 R8.434  
N557 G1 X-28.484 Y13.125  
N558 G2 X-28.325 Y13.173 R1.5



N559 G1 X-9.427 Y18.578  
N560 G2 X-9.306 Y18.611 R1.5  
N561 G1 X-3.172 Y20.183  
N562 G2 X1.374 Y20.497 R3.478  
N563 G1 X9.218 Y18.673  
N564 G2 X9.469 Y18.607 R1.5  
N565 G1 X28.255 Y13.105  
N566 G2 X28.363 Y13.072 R1.5  
N567 G1 X33.426 Y11.44  
N568 G2 X36.223 Y9.597 R3.38  
N569 G1 X36.969 Y5.25  
N570 G2 X36.98 Y5.117 R1.5  
N571 G1 X36.911 Y-5.194  
N572 G2 X36.906 Y-5.269 R1.5  
N573 G1 X36.532 Y-8.745  
N574 G2 X35.134 Y-10.653 R3.466  
N575 G2 X32.071 Y-11.945 R8.434  
N576 G1 X28.484 Y-13.125  
N577 G2 X28.325 Y-13.173 R1.5  
N578 G1 X9.427 Y-18.578  
N579 G3 X0.216 Y-23.104 R12.7  
N580 G0 Z2.  
N581 X-0.373  
N582 Z-46.5  
N583 G1 Z-48.5  
N584 G3 X-9.469 Y-18.607 R12.7  
N585 G1 X-28.242 Y-13.109  
N586 G2 X-28.35 Y-13.075 R1.5  
N587 G1 X-33.426 Y-11.441  
N588 G2 X-36.223 Y-9.597 R3.38  
N589 G1 X-36.969 Y-5.25  
N590 G2 X-36.98 Y-5.117 R1.5  
N591 G1 X-36.911 Y5.194  
N592 G2 X-36.906 Y5.269 R1.5  
N593 G1 X-36.532 Y8.745  
N594 G2 X-35.134 Y10.653 R3.466  
N595 G2 X-32.071 Y11.945 R8.434  
N596 G1 X-28.484 Y13.125  
N597 G2 X-28.325 Y13.173 R1.5  
N598 G1 X-9.427 Y18.578  
N599 G2 X-9.306 Y18.611 R1.5  
N600 G1 X-3.172 Y20.183  
N601 G2 X1.374 Y20.497 R3.478  
N602 G1 X9.218 Y18.673  
N603 G2 X9.469 Y18.607 R1.5  
N604 G1 X28.255 Y13.105  
N605 G2 X28.363 Y13.072 R1.5  
N606 G1 X33.426 Y11.44  
N607 G2 X36.223 Y9.597 R3.38  
N608 G1 X36.969 Y5.25  
N609 G2 X36.98 Y5.117 R1.5  
N610 G1 X36.911 Y-5.194  
N611 G2 X36.906 Y-5.269 R1.5  
N612 G1 X36.532 Y-8.745  
N613 G2 X35.134 Y-10.653 R3.466  
N614 G2 X32.071 Y-11.945 R8.434  
N615 G1 X28.484 Y-13.125  
N616 G2 X28.325 Y-13.173 R1.5  
N617 G1 X9.427 Y-18.578  
N618 G3 X0.216 Y-23.104 R12.7  
N619 G0 Z2.  
N620 X-0.373  
N621 Z-48.5

N622 G1 Z-50.5  
N623 G3 X-9.469 Y-18.607 R12.7  
N624 G1 X-28.242 Y-13.109  
N625 G2 X-28.35 Y-13.075 R1.5  
N626 G1 X-33.426 Y-11.441  
N627 G2 X-36.223 Y-9.597 R3.38  
N628 G1 X-36.969 Y-5.25  
N629 G2 X-36.98 Y-5.117 R1.5  
N630 G1 X-36.911 Y5.194  
N631 G2 X-36.906 Y5.269 R1.5  
N632 G1 X-36.532 Y8.745  
N633 G2 X-35.134 Y10.653 R3.466  
N634 G2 X-32.071 Y11.945 R8.434  
N635 G1 X-28.484 Y13.125  
N636 G2 X-28.325 Y13.173 R1.5  
N637 G1 X-9.427 Y18.578  
N638 G2 X-9.306 Y18.611 R1.5  
N639 G1 X-3.172 Y20.183  
N640 G2 X1.374 Y20.497 R3.478  
N641 G1 X9.218 Y18.673  
N642 G2 X9.469 Y18.607 R1.5  
N643 G1 X28.255 Y13.105  
N644 G2 X28.363 Y13.072 R1.5  
N645 G1 X33.426 Y11.44  
N646 G2 X36.223 Y9.597 R3.38  
N647 G1 X36.969 Y5.25  
N648 G2 X36.98 Y5.117 R1.5  
N649 G1 X36.911 Y-5.194  
N650 G2 X36.906 Y-5.269 R1.5  
N651 G1 X36.532 Y-8.745  
N652 G2 X35.134 Y-10.653 R3.466  
N653 G2 X32.071 Y-11.945 R8.434  
N654 G1 X28.484 Y-13.125  
N655 G2 X28.325 Y-13.173 R1.5  
N656 G1 X9.427 Y-18.578  
N657 G3 X0.216 Y-23.104 R12.7  
N658 G0 Z2.  
N659 X-0.373  
N660 Z-50.5  
N661 G1 Z-52.5  
N662 G3 X-9.469 Y-18.607 R12.7  
N663 G1 X-28.242 Y-13.109  
N664 G2 X-28.35 Y-13.075 R1.5  
N665 G1 X-33.426 Y-11.441  
N666 G2 X-36.223 Y-9.597 R3.38  
N667 G1 X-36.969 Y-5.25  
N668 G2 X-36.98 Y-5.117 R1.5  
N669 G1 X-36.911 Y5.194  
N670 G2 X-36.906 Y5.269 R1.5  
N671 G1 X-36.532 Y8.745  
N672 G2 X-35.134 Y10.653 R3.466  
N673 G2 X-32.071 Y11.945 R8.434  
N674 G1 X-28.484 Y13.125  
N675 G2 X-28.325 Y13.173 R1.5  
N676 G1 X-9.427 Y18.578  
N677 G2 X-9.306 Y18.611 R1.5  
N678 G1 X-3.172 Y20.183  
N679 G2 X1.374 Y20.497 R3.478  
N680 G1 X9.218 Y18.673  
N681 G2 X9.469 Y18.607 R1.5  
N682 G1 X28.255 Y13.105  
N683 G2 X28.363 Y13.072 R1.5  
N684 G1 X33.426 Y11.44

N685 G2 X36.223 Y9.597 R3.38  
N686 G1 X36.969 Y5.25  
N687 G2 X36.98 Y5.117 R1.5  
N688 G1 X36.911 Y-5.194  
N689 G2 X36.906 Y-5.269 R1.5  
N690 G1 X36.532 Y-8.745  
N691 G2 X35.134 Y-10.653 R3.466  
N692 G2 X32.071 Y-11.945 R8.434  
N693 G1 X28.484 Y-13.125  
N694 G2 X28.325 Y-13.173 R1.5  
N695 G1 X9.427 Y-18.578  
N696 G3 X0.216 Y-23.104 R12.7  
N697 G0 Z2.  
N698 Z34.749 M9  
N699 M30

## *Εξάρτημα 2*

N1 G54  
N2 G0 G90 G71 G40  
N3 T1 D1  
N4 G92 S1000  
N5 G95 G96 S100 M4 M8;  
N6 X16.8 Z-4.534  
N7 G1 X0 F.2  
N8 G0 Z0.4  
N9 X16.8  
N10 Z-9.468  
N11 G1 X6.923  
N12 X5.706 Z-4.6  
N13 X0  
N14 X0.132 Z-4.534  
N15 G0 X16.8  
N16 Z-14.403  
N17 G1 X8.157  
N18 X6.923 Z-9.468  
N19 G0 X16.8  
N20 Z-19.337  
N21 G1 X9.39  
N22 X8.157 Z-14.403  
N23 G0 X16.8  
N24 Z-24.271  
N25 G1 X10.624  
N26 X9.39 Z-19.337  
N27 G0 X16.8  
N28 Z-29.205  
N29 G1 X10.8  
N30 Z-24.975  
N31 X10.624 Z-24.271  
N32 G0 X16.8  
N33 Z-34.139  
N34 G1 X10.8  
N35 Z-29.205  
N36 G0 X16.8  
N37 Z-39.074  
N38 G1 X10.8  
N39 Z-34.139  
N40 G0 X16.8  
N41 Z-44.008  
N42 G1 X10.8  
N43 Z-39.074  
N44 G0 X16.8  
N45 Z-48.942

N46 G1 X10.8  
N47 Z-44.008  
N48 G0 X16.8  
N49 Z-53.876  
N50 G1 X10.8  
N51 Z-48.942  
N52 G0 X16.8  
N53 Z-58.811  
N54 G1 X10.8  
N55 Z-53.876  
N56 G0 X16.8  
N57 Z-63.745  
N58 G1 X10.8  
N59 Z-58.811  
N60 G0 X16.8  
N61 Z-68.679  
N62 G1 X10.8  
N63 Z-63.745  
N64 G0 X16.8  
N65 Z-73.613  
N66 G1 X10.8  
N67 Z-68.679  
N68 G0 X16.8  
N69 Z-78.547  
N70 G1 X10.8  
N71 Z-73.613  
N72 G0 X16.8  
N73 Z-83.482  
N74 G1 X10.8  
N75 Z-78.547  
N76 G0 X16.8  
N77 Z-88.416  
N78 G1 X10.8  
N79 Z-83.482  
N80 G0 X16.8  
N81 Z-93.35  
N82 G1 X10.8  
N83 Z-88.416  
N84 G0 X16.8  
N85 Z-98.284  
N86 G1 X10.8  
N87 Z-93.35  
N88 G0 X16.8  
N89 Z-103.218  
N90 G1 X10.8  
N91 Z-98.284  
N92 G0 X16.8  
N93 Z-108.153  
N94 G1 X10.8  
N95 Z-103.218  
N96 G0 X16.8  
N97 Z-113.087  
N98 G1 X10.8  
N99 Z-108.153  
N100 G0 X16.8  
N101 Z-118.021  
N102 G1 X10.8  
N103 Z-113.087  
N104 G0 X16.8  
N105 Z-122.955  
N106 G1 X10.8  
N107 Z-118.021  
N108 G0 X16.8

N109 Z-127.889  
N110 G1 X10.8  
N111 Z-122.955  
N112 G0 X16.8  
N113 Z-132.824  
N114 G1 X10.8  
N115 Z-127.889  
N116 G0 X16.8  
N117 Z-137.758  
N118 G1 X10.8  
N119 Z-132.824  
N120 G0 X16.8  
N121 Z-142.692  
N122 G1 X10.8  
N123 Z-137.758  
N124 G0 X16.8  
N125 Z-147.626  
N126 G1 X10.8  
N127 Z-142.692  
N128 G0 X16.8  
N129 Z-152.561  
N130 G1 X10.8  
N131 Z-147.626  
N132 G0 X16.8  
N133 Z-157.495  
N134 G1 X10.8  
N135 Z-152.561  
N136 G0 X16.8  
N137 Z-162.429  
N138 G1 X10.8  
N139 Z-157.495  
N140 G0 X16.8  
N141 Z-167.363  
N142 G1 X10.8  
N143 Z-162.429  
N144 G0 X16.8  
N145 Z-172.297  
N146 G1 X10.8  
N147 Z-167.363  
N148 G0 X16.8  
N149 Z-177.232  
N150 G1 X10.8  
N151 Z-172.297  
N152 G0 X16.8  
N153 Z-182.166  
N154 G1 X10.8  
N155 Z-177.232  
N156 G0 X16.8  
N157 Z-187.1  
N158 G1 X10.8  
N159 Z-182.166  
N160 X13.628 Z-180.752  
N161 G0 M9  
N162 T2 D2  
N163 G92 S1000  
N164 G95 G96 S100 M4 M8;  
N165 X14. Z-135.5  
N166 G1 X10. F.1  
N167 G4 U.03  
N168 X14.  
N169 G0 Z-138.389  
N170 G1 X8.556  
N171 G4 U.02

N172 X10.  
N173 X12.828 Z-136.975  
N174 G0 X14.  
N175 Z-141.278  
N176 G1 X7.111  
N177 G4 U.02  
N178 X8.556  
N179 X11.384 Z-139.864  
N180 G0 X14.  
N181 Z-144.167  
N182 G1 X5.667  
N183 G4 U.02  
N184 X7.111  
N185 X9.94 Z-142.752  
N186 G0 X14.  
N187 Z-147.056  
N188 G1 X5.  
N189 G4 U.01  
N190 X5.667  
N191 X8.495 Z-145.641  
N192 G0 X14.  
N193 Z-149.944  
N194 G1 X5.  
N195 G4 U.01  
N196 X7.828 Z-148.53  
N197 G0 X14.  
N198 Z-152.833  
N199 G1 X5.  
N200 G4 U.01  
N201 X7.828 Z-151.419  
N202 G0 X14.  
N203 Z-155.722  
N204 G1 X5.  
N205 G4 U.01  
N206 X7.828 Z-154.308  
N207 G0 X14.  
N208 Z-158.611  
N209 G1 X5.  
N210 G4 U.01  
N211 X7.828 Z-157.197  
N212 G0 X14.  
N213 Z-161.5  
N214 G1 X5.  
N215 G4 U.01  
N216 X7.828 Z-160.086  
N217 G0 X14.  
N218 Z-164.389  
N219 G1 X5.  
N220 G4 U.01  
N221 X7.828 Z-162.975  
N222 G0 X14.  
N223 Z-167.278  
N224 G1 X5.  
N225 G4 U.01  
N226 X7.828 Z-165.864  
N227 G0 X14.  
N228 Z-170.167  
N229 G1 X5.  
N230 G4 U.01  
N231 X7.828 Z-168.752  
N232 G0 X14.  
N233 Z-173.056  
N234 G1 X5.

N235 G4 U.01  
N236 X7.828 Z-171.641  
N237 G0 X14.  
N238 Z-175.944  
N239 G1 X5.  
N240 G4 U.01  
N241 X7.828 Z-174.53  
N242 G0 X14.  
N243 Z-178.833  
N244 G1 X5.  
N245 G4 U.01  
N246 X7.828 Z-177.419  
N247 G0 X14.  
N248 Z-181.722  
N249 G1 X5.  
N250 G4 U.01  
N251 X7.828 Z-180.308  
N252 G0 X14.  
N253 Z-184.611  
N254 G1 X5.  
N255 G4 U.01  
N256 X7.828 Z-183.197  
N257 G0 X14.8  
N258 Z-187.5  
N259 G1 X5.  
N260 G4 U.01  
N261 X7.828 Z-186.086  
N262 G0 M9  
N263 M30

N1 G54  
N2 G0 G90 G71 G40  
N3 T1 D1  
N4 G94  
N5 G50 M8  
N6 G97 S9999 M3;  
N7 X-4.165 Z46.77  
N8 Z0.5  
N9 G1 Z-1.5 F10000.  
N10 G3 G17 X15.174 Y19.697 R15.106  
N11 G2 X22.846 Y-17.753 R21.109  
N12 G2 X-41.946 Y2.551 R21.057  
N13 G2 X15.174 Y19.697 R21.131  
N14 G2 X25.1 Y6.345 R9.5  
N15 G3 X23.13 Y.008 R10.486  
N16 G2 X-21.445 Y-4.639 R11.621  
N17 G2 X12.635 Y9.741 R11.676  
N18 G3 X12.94 Y9.643 R19.  
N19 G2 X22.888 Y1.252 R10.747  
N20 G2 X13.407 Y.948 I-4.74 J-.152  
N21 G3 X3.927 Y.644 I-4.74 J-.152  
N22 G2 X-3.877 Y-1.018 R2.126  
N23 G2 X2.773 Y1.618 R2.201  
N24 G0 Z7.  
N25 X-4.165  
N26 Z-1.5  
N27 G1 Z-3.5  
N28 G3 X15.174 Y19.697 R15.106  
N29 G2 X22.846 Y-17.753 R21.109  
N30 G2 X-41.946 Y2.551 R21.057  
N31 G2 X15.174 Y19.697 R21.131  
N32 G2 X25.1 Y6.345 R9.5

N33 G3 X23.13 Y.008 R10.486  
N34 G2 X-21.445 Y-4.639 R11.621  
N35 G2 X12.635 Y9.741 R11.676  
N36 G3 X12.94 Y9.643 R19.  
N37 G2 X22.888 Y1.252 R10.747  
N38 G2 X13.407 Y.948 I-4.74 J-.152  
N39 G3 X3.927 Y.644 I-4.74 J-.152  
N40 G2 X-3.877 Y-1.018 R2.126  
N41 G2 X2.773 Y1.618 R2.201  
N42 G0 Z7.  
N43 X-0.129  
N44 Z-1.5  
N45 G1 Z-5.5  
N46 X-18.402 Y-1.453  
N47 X-17.94 Y-2.914  
N48 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N49 G1 X-18.402 Y-1.453  
N50 G3 X-16.114 Y-2.285 R1.  
N51 G0 Z7.  
N52 X-0.129  
N53 Z-3.5  
N54 G1 Z-7.5  
N55 X-18.402 Y-1.453  
N56 X-17.94 Y-2.914  
N57 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N58 G1 X-18.402 Y-1.453  
N59 G3 X-16.114 Y-2.285 R1.  
N60 G0 Z7.  
N61 X-0.129  
N62 Z-5.5  
N63 G1 Z-9.5  
N64 X-18.402 Y-1.453  
N65 X-17.94 Y-2.914  
N66 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N67 G1 X-18.402 Y-1.453  
N68 G3 X-16.114 Y-2.285 R1.  
N69 G0 Z7.  
N70 X-0.129  
N71 Z-7.5  
N72 G1 Z-11.5  
N73 X-18.402 Y-1.453  
N74 X-17.94 Y-2.914  
N75 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N76 G1 X-18.402 Y-1.453  
N77 G3 X-16.114 Y-2.285 R1.  
N78 G0 Z7.  
N79 X-0.129  
N80 Z-9.5  
N81 G1 Z-13.5  
N82 X-18.402 Y-1.453  
N83 X-17.94 Y-2.914  
N84 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N85 G1 X-18.402 Y-1.453  
N86 G3 X-16.114 Y-2.285 R1.  
N87 G0 Z7.  
N88 X-0.129  
N89 Z-11.5  
N90 G1 Z-15.5  
N91 X-18.402 Y-1.453  
N92 X-17.94 Y-2.914  
N93 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N94 G1 X-18.402 Y-1.453  
N95 G3 X-16.114 Y-2.285 R1.



N96 G0 Z7.  
N97 X-0.129  
N98 Z-13.5  
N99 G1 Z-17.5  
N100 X-18.402 Y-1.453  
N101 X-17.94 Y-2.914  
N102 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N103 G1 X-18.402 Y-1.453  
N104 G3 X-16.114 Y-2.285 RI.  
N105 G0 Z7.  
N106 X-0.129  
N107 Z-15.5  
N108 G1 Z-19.5  
N109 X-18.402 Y-1.453  
N110 X-17.94 Y-2.914  
N111 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N112 G1 X-18.402 Y-1.453  
N113 G3 X-16.114 Y-2.285 RI.  
N114 G0 Z7.  
N115 X-0.129  
N116 Z-17.5  
N117 G1 Z-21.5  
N118 X-18.402 Y-1.453  
N119 X-17.94 Y-2.914  
N120 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N121 G1 X-18.402 Y-1.453  
N122 G3 X-16.114 Y-2.285 RI.  
N123 G0 Z7.  
N124 X-0.129  
N125 Z-19.5  
N126 G1 Z-23.5  
N127 X-18.402 Y-1.453  
N128 X-17.94 Y-2.914  
N129 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N130 G1 X-18.402 Y-1.453  
N131 G3 X-16.114 Y-2.285 RI.  
N132 G0 Z7.  
N133 X-0.129  
N134 Z-21.5  
N135 G1 Z-25.5  
N136 X-18.402 Y-1.453  
N137 X-17.94 Y-2.914  
N138 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N139 G1 X-18.402 Y-1.453  
N140 G3 X-16.114 Y-2.285 RI.  
N141 G0 Z7.  
N142 X-0.129  
N143 Z-23.5  
N144 G1 Z-27.5  
N145 X-18.402 Y-1.453  
N146 X-17.94 Y-2.914  
N147 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N148 G1 X-18.402 Y-1.453  
N149 G3 X-16.114 Y-2.285 RI.  
N150 G0 Z7.  
N151 X-0.129  
N152 Z-25.5  
N153 G1 Z-29.5  
N154 X-18.402 Y-1.453  
N155 X-17.94 Y-2.914  
N156 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N157 G1 X-18.402 Y-1.453  
N158 G3 X-16.114 Y-2.285 RI.

N159 G0 Z7.  
N160 X-0.129  
N161 Z-27.5  
N162 G1 Z-31.5  
N163 X-18.402 Y-1.453  
N164 X-17.94 Y-2.914  
N165 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N166 G1 X-18.402 Y-1.453  
N167 G3 X-16.114 Y-2.285 RI.  
N168 G0 Z7.  
N169 X-0.129  
N170 Z-29.5  
N171 G1 Z-33.5  
N172 X-18.402 Y-1.453  
N173 X-17.94 Y-2.914  
N174 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N175 G1 X-18.402 Y-1.453  
N176 G3 X-16.114 Y-2.285 RI.  
N177 G0 Z7.  
N178 X-0.129  
N179 Z-31.5  
N180 G1 Z-35.5  
N181 X-18.402 Y-1.453  
N182 X-17.94 Y-2.914  
N183 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N184 G1 X-18.402 Y-1.453  
N185 G3 X-16.114 Y-2.285 RI.  
N186 G0 Z7.  
N187 X-0.129  
N188 Z-33.5  
N189 G1 Z-37.5  
N190 X-18.402 Y-1.453  
N191 X-17.94 Y-2.914  
N192 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N193 G1 X-18.402 Y-1.453  
N194 G3 X-16.114 Y-2.285 RI.  
N195 G0 Z7.  
N196 X-0.129  
N197 Z-35.5  
N198 G1 Z-39.5  
N199 X-18.402 Y-1.453  
N200 X-17.94 Y-2.914  
N201 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N202 G1 X-18.402 Y-1.453  
N203 G3 X-16.114 Y-2.285 RI.  
N204 G0 Z7.  
N205 X-0.129  
N206 Z-37.5  
N207 G1 Z-41.5  
N208 X-18.402 Y-1.453  
N209 X-17.94 Y-2.914  
N210 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N211 G1 X-18.402 Y-1.453  
N212 G3 X-16.114 Y-2.285 RI.  
N213 G0 Z7.  
N214 X-0.129  
N215 Z-39.5  
N216 G1 Z-43.5  
N217 X-18.402 Y-1.453  
N218 X-17.94 Y-2.914  
N219 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N220 G1 X-18.402 Y-1.453  
N221 G3 X-16.114 Y-2.285 RI.

N222 G0 Z7.  
N223 X-0.129  
N224 Z-41.5  
N225 G1 Z-45.5  
N226 X-18.402 Y-1.453  
N227 X-17.94 Y-2.914  
N228 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N229 G1 X-18.402 Y-1.453  
N230 G3 X-16.114 Y-2.285 RI.  
N231 G0 Z7.  
N232 X-0.129  
N233 Z-43.5  
N234 G1 Z-47.5  
N235 X-18.402 Y-1.453  
N236 X-17.94 Y-2.914  
N237 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N238 G1 X-18.402 Y-1.453  
N239 G3 X-16.114 Y-2.285 RI.  
N240 G0 Z7.  
N241 X-0.129  
N242 Z-45.5  
N243 G1 Z-49.5  
N244 X-18.402 Y-1.453  
N245 X-17.94 Y-2.914  
N246 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N247 G1 X-18.402 Y-1.453  
N248 G3 X-16.114 Y-2.285 RI.  
N249 G0 Z7.  
N250 X-0.129  
N251 Z-47.5  
N252 G1 Z-51.5  
N253 X-18.402 Y-1.453  
N254 X-17.94 Y-2.914  
N255 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N256 G1 X-18.402 Y-1.453  
N257 G3 X-16.114 Y-2.285 RI.  
N258 G0 Z7.  
N259 X-0.129  
N260 Z-49.5  
N261 G1 Z-53.5  
N262 X-18.402 Y-1.453  
N263 X-17.94 Y-2.914  
N264 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N265 G1 X-18.402 Y-1.453  
N266 G3 X-16.114 Y-2.285 RI.  
N267 G0 Z7.  
N268 X-0.129  
N269 Z-51.5  
N270 G1 Z-55.5  
N271 X-18.402 Y-1.453  
N272 X-17.94 Y-2.914  
N273 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N274 G1 X-18.402 Y-1.453  
N275 G3 X-16.114 Y-2.285 RI.  
N276 G0 Z7.  
N277 X-0.129  
N278 Z-53.5  
N279 G1 Z-57.5  
N280 X-18.402 Y-1.453  
N281 X-17.94 Y-2.914  
N282 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N283 G1 X-18.402 Y-1.453  
N284 G3 X-16.114 Y-2.285 RI.

N285 G0 Z7.  
N286 X-0.129  
N287 Z-55.5  
N288 G1 Z-59.5  
N289 X-18.402 Y-1.453  
N290 X-17.94 Y-2.914  
N291 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N292 G1 X-18.402 Y-1.453  
N293 G3 X-16.114 Y-2.285 RI.  
N294 G0 Z7.  
N295 X-0.129  
N296 Z-57.5  
N297 G1 Z-61.5  
N298 X-18.402 Y-1.453  
N299 X-17.94 Y-2.914  
N300 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N301 G1 X-18.402 Y-1.453  
N302 G3 X-16.114 Y-2.285 RI.  
N303 G0 Z7.  
N304 X-0.129  
N305 Z-59.5  
N306 G1 Z-63.5  
N307 X-18.402 Y-1.453  
N308 X-17.94 Y-2.914  
N309 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N310 G1 X-18.402 Y-1.453  
N311 G3 X-16.114 Y-2.285 RI.  
N312 G0 Z7.  
N313 X-0.129  
N314 Z-61.5  
N315 G1 Z-65.5  
N316 X-18.402 Y-1.453  
N317 X-17.94 Y-2.914  
N318 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N319 G1 X-18.402 Y-1.453  
N320 G3 X-16.114 Y-2.285 RI.  
N321 G0 Z7.  
N322 X-0.129  
N323 Z-63.5  
N324 G1 Z-67.5  
N325 X-18.402 Y-1.453  
N326 X-17.94 Y-2.914  
N327 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N328 G1 X-18.402 Y-1.453  
N329 G3 X-16.114 Y-2.285 RI.  
N330 G0 Z7.  
N331 X-0.129  
N332 Z-65.5  
N333 G1 Z-69.5  
N334 X-18.402 Y-1.453  
N335 X-17.94 Y-2.914  
N336 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N337 G1 X-18.402 Y-1.453  
N338 G3 X-16.114 Y-2.285 RI.  
N339 G0 Z7.  
N340 X-0.129  
N341 Z-67.5  
N342 G1 Z-71.5  
N343 X-18.402 Y-1.453  
N344 X-17.94 Y-2.914  
N345 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N346 G1 X-18.402 Y-1.453  
N347 G3 X-16.114 Y-2.285 RI.

N348 G0 Z7.  
N349 X-0.129  
N350 Z-69.5  
N351 G1 Z-73.5  
N352 X-18.402 Y-1.453  
N353 X-17.94 Y-2.914  
N354 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N355 G1 X-18.402 Y-1.453  
N356 G3 X-16.114 Y-2.285 RI.  
N357 G0 Z7.  
N358 X-0.129  
N359 Z-71.5  
N360 G1 Z-75.5  
N361 X-18.402 Y-1.453  
N362 X-17.94 Y-2.914  
N363 G3 X-18.863 Y.001 I17.94 J2.914  
N364 G1 X-18.402 Y-1.453  
N365 G3 X-16.114 Y-2.285 RI.  
N366 G0 Z7.  
N367 Z46.77 M9  
N368 M30

#### *Εξάρτημα 4*

N1 G54  
N2 G0 G90 G71 G40  
N3 T2 D2  
N4 G92 S1000  
N5 G95 G96 S100 M4 M8;  
N6 X56.8 Z-4.511  
N7 G1 X0 F.2  
N8 G0 Z0.4  
N9 X56.8  
N10 Z-9.421  
N11 G1 X40.8  
N12 Z-4.6  
N13 X0  
N14 X0.179 Z-4.511  
N15 G0 X56.8  
N16 Z-14.332  
N17 G1 X40.8  
N18 Z-9.421  
N19 G0 X56.8  
N20 Z-19.242  
N21 G1 X40.8  
N22 Z-14.332  
N23 G0 X56.8  
N24 Z-24.153  
N25 G1 X40.8  
N26 Z-19.242  
N27 G0 X56.8  
N28 Z-29.063  
N29 G1 X40.8  
N30 Z-24.153  
N31 G0 X56.8  
N32 Z-33.974  
N33 G1 X40.8  
N34 Z-29.063  
N35 G0 X56.8  
N36 Z-38.884  
N37 G1 X40.8  
N38 Z-33.974

N39 G0 X56.8  
N40 Z-43.795  
N41 G1 X40.8  
N42 Z-38.884  
N43 G0 X56.8  
N44 Z-48.705  
N45 G1 X40.8  
N46 Z-43.795  
N47 G0 X56.8  
N48 Z-53.616  
N49 G1 X40.8  
N50 Z-48.705  
N51 G0 X56.8  
N52 Z-58.526  
N53 G1 X40.8  
N54 Z-53.616  
N55 G0 X56.8  
N56 Z-63.437  
N57 G1 X40.8  
N58 Z-58.526  
N59 G0 X56.8  
N60 Z-68.347  
N61 G1 X40.8  
N62 Z-63.437  
N63 G0 X56.8  
N64 Z-73.258  
N65 G1 X40.8  
N66 Z-68.347  
N67 G0 X56.8  
N68 Z-78.168  
N69 G1 X50.8  
N70 Z-74.6  
N71 X40.8  
N72 Z-73.258  
N73 G0 X56.8  
N74 Z-83.079  
N75 G1 X50.8  
N76 Z-78.168  
N77 G0 X56.8  
N78 Z-87.989  
N79 G1 X50.8  
N80 Z-83.079  
N81 G0 X56.8  
N82 Z-92.9  
N83 G1 X50.8  
N84 Z-92.5  
N85 Z-87.989  
N86 X53.628 Z-86.575  
N87 G0 M9  
N88 M30

## Περιεχόμενα

Περίληψη.....	3
Abstract.....	4
Αντί Προλόγου.....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	6
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
1.2 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΛΕΒΗΤΕΣ.....	7
1.3 ΤΥΠΟΙ ΛΕΒΗΤΩΝ.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	9
2.1 ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΛΕΒΗΤΑ.....	9
Εσωτερικά εξαρτήματα.....	9
Εξωτερικά εξαρτήματα.....	10
Εξαρτήματα καύσης.....	11
2.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΛΕΒΗΤΑ.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	13
3.1 ΜΕΡΗ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΛΕΒΗΤΩΝ.....	13
3.2 ΣΥΓΧΡΟΝΟΙ ΛΕΒΗΤΕΣ ΠΛΟΙΩΝ / ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΙ ΛΕΒΗΤΕΣ.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	14
4.1 ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΛΕΒΗΤΑ.....	14
4.2 ΠΩΣ ΕΠΙΤΥΓΧΑΝΕΤΑΙ Ο ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ.....	15
4.3 ΡΥΘΜΙΣΗ ΠΙΕΣΕΩΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗ ΡΕΥΣΤΟΤΗΤΑ ΤΟΥ.....	17
4.4 ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΑΛΑΓΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ ΤΟΥ ΛΕΒΗΤΑ.....	17
4.5 ΡΥΘΜΙΣΗ ΣΤΟΥΣ ΛΕΒΗΤΕΣ.....	19
4.6 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΡΥΘΜΙΣΗ.....	19
4.7 ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΡΥΘΜΙΣΗ ΣΕ ΠΛΟΙΟ ΜΕ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΟΥΣ ΛΕΒΗΤΕΣ.....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	22
5.1 ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΕΩΣ.....	22
5.2 ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟΣ ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ MUMFORIX.....	22
5.3 ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ WEIR - ROBOT.....	24
5.4 ΘΕΡΜΟΪΔΡΑΥΛΙΚΟΣ ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΕΩΣ BAILEY.....	25
5.5 ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟΣ ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ CAMPBELL.....	27
5.6 ΘΕΡΜΟΪΔΡΑΥΛΙΚΟΣ ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΤΥΠΟΥ GENERATOR.....	28
5.7 ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΩΝ ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΩΝ ΡΥΘΜΙΣΕΩΝ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ.....	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.....	30
3D ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΤΟΡΝΟ.....	30
6.1 ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΠΡΩΤΟΥ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΟΣ.....	30
6.2 ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΟΣ.....	59
6.3 ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΤΡΙΤΟΥ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΟΣ.....	81
ΕΠΙΛΟΓΟΣ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	102
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	103
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	104