

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ  
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ : ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ  
ΓΡΑΝΑΖΩΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ (ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ  
ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ CAM)**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΤΣΑΚΙΡΙΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ  
ΦΡΑΓΚΙΑΔΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ  
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΚΟΥΠΑΡΑΝΗΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ**

**ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ**

**2014**

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ  
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ : ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ  
ΓΡΑΝΑΖΩΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ (ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ  
ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ CAM)**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΤΣΑΚΙΡΙΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ  
ΦΡΑΓΚΙΑΔΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

**ΑΜ : 4465, 4544**

**ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ :**

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

## Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή έχει σαν σκοπό τη σχεδίαση μιας γρاناζωτής αντλίας. Η επιλογή και η χρήση της αντλίας είναι άρρηκτα δεμένη με την επιλογή και σχεδίαση της σωληνώσης και των εξαρτημάτων της μέσα από την οποία θα γίνει η διακίνηση του υγρού. Για τον λόγο αυτό κρίθηκε σκόπιμο να αναφερθούν πληροφορίες για τις σωληνώσεις και τα εξαρτήματα που την απαρτίζουν. Στη συνέχεια θα αναφερθούν ποιο συγκεκριμένα τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα μιας τέτοιας αντλίας, τα υλικά που την απαρτίζουν καθώς επίσης και αυτές που κυκλοφορούν στο εμπόριο και ποιο συγκεκριμένα στη ναυτιλία. Επίσης θα κατασκευαστεί μια γρاناζωτή αντλία στο πρόγραμμα TOPSOLID σχεδιάζοντας όλα τα κινούμενα μέρη που την απαρτίζουν καθώς και το κέλυφος της, για να μπορέσει να γίνει κατανοητή η λειτουργικότητα της. Θα γίνει λεπτομερή αναφορά στο τρόπο με τον οποίο κατασκευάστηκε δείχνοντας κάθε στάδιο σχεδίασης και θα δοθούν οι συντεταγμένες και τύποι που κρίνονται απαραίτητοι τόσο για την δημιουργία της αντλίας αλλά ποιο συγκεκριμένα για το σχεδιασμό του γρاناζιού και των δοντιών που το αποτελούν. Η σχεδίαση έχει γίνει σταδιακά, ξεκινώντας από το γρανάζι που είναι το βασικό κομμάτι για τη λειτουργία της και μετά των υπόλοιπων εξαρτημάτων που την απαρτίζουν και στο τέλος το κέλυφος της. Η πτυχιακή εργασία γίνεται για το ότι υπάρχει μεγάλο εύρος στην σύγχρονη ναυτιλία από τέτοιες αντλίες και ο λεπτομερής σχεδιασμός αυτής μπορεί να φανεί χρήσιμος στο μέλλον για την κατασκευή μιας παρόμοιας. Όλο αυτό το σχέδιο πραγματοποιείται σε πρόγραμμα ηλεκτρονικού υπολογιστή λόγω του ότι οι δυνατότητες που παρέχει είναι μεγάλες και διευκολύνει αρκετά στο να γίνουν ακριβείς σχεδιάσεις, γρήγορες διορθώσεις όπου χρειάζεται και σαφώς ποιο γρήγορη κατασκευή.

Έτσι στο συγκεκριμένη εργασία έχει χρησιμοποιηθεί το λογισμικό TOPSOLID CAM ώστε να γίνει ο σχεδιασμός των κατεργασιών, να γίνει η εξαγωγή του κώδικα και να επιτευχθεί η επιθυμητή επαναληψιμότητα.

## **Abstract**

This project has the aim of designing a gear pump. The selection and use of the pump is inextricably tied to the selection and design of piping and fittings through which to movement of the liquid. For this reason it was considered appropriate to report information for piping and components that compose it. Then we will mention what specific advantages and disadvantages of such a pump, the materials that compose it as well as those commercially available and more specifically to shipping. We will also construct a gear pump in solid works project planning all the moving parts that compose it and the shell, in order to understand the functionality. We made detailed reference to how constructed showing each stage of design and will give the coordinates and formulas that are deemed necessary for both the creation of the pump but more specifically, to design the pinion and the teeth are. H design will be done gradually starting in gear that is the key piece for the operation and then the other parts that compose it, and finally the shell. The thesis is that for a wide range of shipping in these modern pumps and the detailed design that can be useful in future for a similar construction. This whole project is a computer program because it provides the potential is quite large and easier to make accurate designs, fast corrections where necessary and clearly how fast construction.

Thus the specific paper used TOPSOLID CAM software to make the design of the machining parts, to make the extraction of the code and to achieve the desired reproducibility.



## Κεφάλαιο 1

### ΤΟ ΓΡΑΝΑΖΙ ΓΕΝΙΚΑ

Προτού προλάβει καλά-καλά να συνέλθει η επιστημονική κοινότητα από τις εκπλήξεις, που επεφύλασσε η μελέτη του Υπολογιστή των Αντικυθήρων, ήρθε αντιμέτωπη με μία νέα απρόσμενη και πολύ μεγαλύτερη έκπληξη. Το προφίλ των οδόντων του τεμαχίου του γραναζιού του γ' αι. π.Χ., το οποίο ανακαλύφθηκε προ τριετίας στην πόλη Ολβία της Σαρδηνίας, μετά την αποκατάστασή του αποδείχθηκε, ότι δεν είναι τριγωνικό, όπως του Υπολογιστή των Αντικυθήρων, αλλά καμπύλο, πανομοιότυπο κι εφάμιλλης τεχνολογίας με τα γρανάζια της σύγχρονης Μηχανολογίας. Αν και το Γρανάζι της Σαρδηνίας προηγείται χρονικά σχεδόν δύο αιώνες του Υπολογιστή των Αντικυθήρων και πολλούς αιώνες όλων των άλλων μεταγενέστερων μηχανισμών –όλοι τους διαθέτουν τριγωνικούς οδόντες –, λόγω του εξελιγμένου μαθηματικά καμπύλου προφίλ της οδόντωσής του παρουσιάζει πολύ καλύτερες ιδιότητες, βέλτιστη ποιότητα εμπλοκής, καλύτερη σχέση μετάδοσης κ.λπ.. Αυτό μας οδηγεί στη σκέψη, ότι η Επιστήμη την προχριστιανική εποχή είχε φθάσει σε ύψιστη ακμή, αλλά στη συνέχεια παράκμασε τάχιστα και σημαντικά, παρακμή, που διήρκεσε περισσότερο από δύο χιλιετίες. Μόνο κατά τη σύγχρονη εποχή μπόρεσε πάλι ο άνθρωπος να κατασκευάσει γρανάζια και μηχανισμούς ισάξιας τεχνολογίας.

[Σ.σ.: Τον Δεκέμβριο 2008 διεξήχθη στην Ολβία το XVIII Διεθνές Συνέδριο Μελετών «Roman Africa», οργανωμένο από το Πανεπιστήμιο του Σάσσαρι. Στο συνέδριο αυτό ο μηχανολόγος μηχανικός δρ Τζιοβάννι Παστόρε παρουσίασε τα αποτελέσματα των μελετών του επί του Γραναζιού της Σαρδηνίας. Ο κ. Παστόρε, ο οποίος έχει επί μακρόν μελετήσει πολλούς αρχαίους μηχανισμούς, μεταξύ των οποίων και τον Υπολογιστή των Αντικυθήρων μας απέστειλε την περίληψη της εισήγησής του στο συνέδριο, με την οποία έγινε για πρώτη φορά παγκοσμίως επιστημονική παρουσίαση του θέματος της ύπαρξης αυτού του τόσο εξελιγμένου τεχνολογικά αρχαίου ευρήματος. Η ανακάλυψη αυτή αναμένεται να οδηγήσει τους επιστήμονες στην εκ νέου αναθεώρηση των απόψεών τους για την αρχαία Τεχνολογία και στο εξ αρχής ξανά γράψιμο της Ιστορίας της Τεχνολογίας.

## Η ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΤΗΣ ΕΙΣΗΓΗΣΗΣ ΤΟΥ Δρ ΠΑΣΤΟΡΕ

Το θραύσμα του γραναζιού, που βρέθηκε το 2006 στην Ολβία της Σαρδηνίας, χρονολογήθηκε στο δεύτερο μισό του γ' αι. π.Χ., την εποχή του Αρχιμήδη, τότε, που ο Ελληνικός Πολιτισμός είχε φθάσει στη μέγιστη ακμή του στην Κάτω Ιταλία. Πρόκειται για το αρχαιότερο γρανάτζι, που έχει βρεθεί μέχρι σήμερα, το οποίο από την ημέρα της ανακάλυψής του προκάλεσε το τεράστιο ενδιαφέρον της διεθνούς επιστημονικής κοινότητας. Είναι κατασκευασμένο από κράμα χαλκού, έχει διάμετρο 43 χιλιοστά και διέθετε 55 δόντια σε όλη του την περιφέρεια. Δεδομένου, ότι ο αριθμός 55 είναι το γινόμενο των δύο πρώτων αριθμών 5 και 11, είναι πολύ πιθανόν, ότι το γρανάτζι αυτό αποτελούσε μέρος μηχανισμού, όπου σε συνεργασία με άλλα γρανάτζια η σχέση μετάδοσης αντιστοιχούσε σε κάποιο αστρονομικό κύκλο. Αυτό επιβεβαιώνει τη μεγάλη ακρίβεια των αστρονομικών μετρήσεων εκείνης της εποχής με τη χρήση οδοντωτών μηχανισμών προσομοίωσης της Ουράνιας Μηχανικής.

Το Γρανάτζι της Σαρδηνίας με εμφανή την καμπυλότητα οδόντωσης. Η εντυπωσιακή ομοιότητά του σε σχήμα και διαστάσεις με τα γρανάτζια της σύγχρονης Τεχνολογίας έγινε αντιληπτή μετά την αποκατάσταση και την ακριβή γραφική αναπαράστασή του στον υπολογιστή. Η αναλογία με το κέρμα του ενός ευρώ μας δίνει μία ιδέα των μικρών διαστάσεών του. Οι μικρές του αυτές διαστάσεις μας έκαναν να πιστεύουμε, ότι το γρανάτζι πιθανόν να αποτελούσε τμήμα κάποιου μηχανισμού παρόμοιου με τον Υπολογιστή των Αντικυθήρων (α' αι. π.Χ.). Πριν από την αποκατάσταση και λόγω της εκτεταμένης οξειδωσης της επιφάνειάς του τα δόντια φαίνονταν σχεδόν σαν ακατέργαστα και με τριγωνικό προφίλ, ίδια με του Υπολογιστή των Αντικυθήρων. Λίγα είναι τα επιστημονικά όργανα της Αρχαιότητας, που διασώθηκαν μέχρι τις μέρες μας. Η Αρχαία Γραμματεία μας λέει βέβαια, ότι ο Ήρων ο Αλεξανδρεύς (Α' αι. π.Χ.) χρησιμοποιούσε μηχανισμούς με γρανάτζια. Σχετικές αναφορές κάνει και ο Αριστοτέλης. Αναφορές σε αρχαίους μηχανισμούς με γρανάτζια - εκτός του Υπολογιστή των Αντικυθήρων - υπάρχουν και στην Λατινική Γραμματεία, κυρίως στον Κικέρωνα, τον Οβίδιο, τον Λακτάντιο και τον Κλαύδιο Κλαυδιανό. Η σπουδαιότερη αναφορά αφορά σ' ένα πλανητάριο, που είχε κατασκευασθεί από τον Αρχιμήδη στις Συρακούσες τον γ' αι. μ.Χ., πιθανώς με γρανάτζια επίσης. Ο Κικέρων κάνει λόγο για μια ουράνια σφαίρα και ένα πλανητάριο, που έφερε ο Ρωμαίος Μαρκέλλος μετά την κατάληψη των Συρακουσών, τα οποία είχε

κατασκευάσει ο Αρχιμήδης στη Ρώμη. («De Re Publica» I, 14, 21 και 22.) Δυστυχώς δεν υπάρχουν περιγραφές για τους μηχανισμούς αυτούς, διότι το έργο του Αρχιμήδη «Σφαιροποιία», στο οποίο περιγράφονταν οι αρχές, που ακολουθούνταν για την κατασκευή τους, έχει απολεσθεί. Ένας βυζαντινός αστρολάβος, κατασκευασμένος οκτώ αιώνες αργότερα από τον Υπολογιστή των Αντικυθήρων, ο οποίος εκτίθεται στο Μουσείο Επιστημών του Λονδίνου, είναι χάλκινος με τριγωνική επίσης οδόντωση. Γρανάζια με δόντια με τριγωνικό προφίλ χρησιμοποιήθηκαν και σε μηχανισμούς σχεδιασμένους από τον Λεονάρντο Ντα Βίντσι (15<sup>ο</sup> αι. μ.Χ.).

Μηχανισμοί με γρανάζια με τριγωνικούς οδόντες, όπως ο Υπολογιστής των Αντικυθήρων ή ο πολύ μεταγενέστερος Βυζαντινός Αστρολάβος, επιτυγχάνουν βέβαια εμπλοκή μεταξύ τους, αλλά όχι κατά τον πλέον ιδανικό τρόπο, παρουσιάζουν διάκενα ανάμεσα στους οδόντες κι ενδεχομένως εμπλοκές στην περιστροφή των μηχανισμών. Επί πλέον η ευθύγραμμη διεύθυνση της περιστροφικής κίνησης δεν μπορεί να εξασφαλισθεί πάντα κι ως εκ τούτου, ούτε η σταθερότητα της σχέσης μετάδοσης, που εξασφαλίζονται καλύτερα από τους σύγχρονους μηχανισμούς με καμπύλη οδόντωση. Η τελειότητα της εμπλοκής μεταξύ των γραναζιών τη σύγχρονη εποχή είναι προϊόν μακράς εξέλιξης κι έχει επιτευχθεί ύστερα από ακριβείς και εις βάθος μαθηματικές μελέτες από τον 13<sup>ο</sup> αι. μ.Χ. κι έπειτα από σημαντικούς επιστήμονες, όπως ο Χουκ, ο Όυλερ, ο Ουίλλις κ.α.. Μέχρι τον 17<sup>ο</sup> αι. τα γρανάζια κατασκευάζονταν στο χέρι, χωρίς δυνατότητα μεγάλης ακρίβειας. Μόνο μετά το 1900 επετεύχθη καλύτερη ακρίβεια, όταν ο άνθρωπος εφηύρε και άρχισε να χρησιμοποιεί ειδικές μηχανές για την κοπή.

Η ανάλυση του καμπύλου προφίλ της οδόντωσης του γραναζιού της Ολβίας σε ηλεκτρονικό υπολογιστή απέδειξε, ότι όχι μόνον παρουσιάζει πολύ καλύτερες ιδιότητες από όλους τους μεταγενέστερους μηχανισμούς με τριγωνική οδόντωση (Μηχανισμός Αντικυθήρων, Βυζαντινός Αστρολάβος κ.α.), αλλά είναι εφάμιλλο των σύγχρονων γραναζιών με διαφορά μόλις 0,03 χιλιοστών, η οποία μπορεί να επιτευχθεί μόνο με πανάκριβα σύγχρονα μηχανήματα.

Εν κατακλείδι η γεωμετρική ομοιότητα μεταξύ του προφίλ των οδόντων του γραναζιού της Ολβίας με το αντίστοιχο των σύγχρονων γραναζιών μας οδηγεί στο συμπέρασμα, ότι οι Έλληνες την Ελληνιστική Εποχή είχαν φθάσει σε ένα υψηλό επίπεδο όχι μόνον στον ανθρωπιστικό και καλλιτεχνικό τομέα, αλλά και στην επιστημονική γνώση.

Το γρανάζι αυτό, που παρουσιάζει εκπληκτική κατασκευαστική ακρίβεια, ήταν πιθανώς μέρος ενός ολόκληρου μηχανισμού. Είναι κατασκευασμένο από ιδιοφυείς επιστήμονες, αστρονόμους, μαθηματικούς κ.λπ., των οποίων η σκέψη ήταν αιώνες η ακόμη και χιλιετίες μπροστά. Αν και μικρών διαστάσεων έχει μέγιστη αρχαιολογική και επιστημονική αξία, διότι πάει το λιγότερο δύο αιώνες πίσω τις τεχνικές – επιστημονικές- αστρονομικές γνώσεις, που συνεπάγονται από τη μελέτη του Υπολογιστή των Αντικυθήρων. Η ανακάλυψη αυτή θα οδηγήσει πιθανώς στο ξαναγράψιμο της Ιστορίας της Τεχνολογίας. Το γεγονός επί πλέον, ότι είναι περισσότερο εξελιγμένο όλων των άλλων μεταγενέστερων μηχανισμών δεικνύει, ότι το μέγιστο της ακμής του Πολιτισμού της Ελληνιστικής Εποχής ακολούθησε μία σημαντική και ξαφνική παρακμή, που διήρκεσε μέχρι την εποχή μας. Ασφαλώς πολλοί μηχανισμοί με γρανάζια πρέπει να είχαν κατασκευασθεί εκείνη την εποχή, οι οποίοι δεν διασώθηκαν ως τις ημέρες μας. Ίσως βρίσκονται κρυμμένοι στο έδαφος ή καταχωνιασμένοι και ξεχασμένοι σε κάποια Μουσεία και δεν έτυχαν ακόμα της προσοχής των υπευθύνων, οι οποίοι ενδιαφέρονται περισσότερο για αγάλματα και για αγγεία. Εάν ο αρχαιολόγος, ο De Solla Price, που εξέτασε τον Υπολογιστή των Αντικυθήρων, δεν τύχαινε να είναι κι ένας σπουδαίος φυσικός, ο Υπολογιστής των Αντικυθήρων θα βρισκόταν ίσως ακόμα σε κάποιο υπόγειο του Αρχαιολογικού Μουσείου των Αθηνών. Όπως επίσης εάν ο σπουδαίος αρχαιολόγος Dr Rubens D' Oriano δεν έδινε την πρέπουσα σημασία σε αυτό το κακό διατηρημένο μικρό χάλκινο κομματάκι, δεν θα ήμασταν σε θέση να γνωρίσουμε αυτά, που αυτή η μελέτη μας αποκάλυψε.

## Κεφάλαιο 2

### Γενικά

**Αντλίες** γενικά ονομάζονται μηχανήματα, που **αναρροφούν** υγρό από ένα χώρο (αναρρόφηση) και το **καταθλίβουν** με πίεση σε άλλο. Για να πραγματοποιήσουν το σκοπό τους καταναλώνουν μηχανικό έργο και δημιουργούν **δυναμική ή κινητική ενέργεια** στο υγρό. Γι' αυτό χαρακτηρίζονται ως **εργομηχανές**, σε αντιδιαστολή με τις γνωστές μας κινητήριες μηχανές. Για τη λειτουργία των αντλιών χρησιμοποιούνται μηχανήματα, που την κινούν και λέγονται **κινητήρια μηχανήματα της αντλίας**. Αυτά μπορεί να είναι **ατμομηχανές, ατμοστρόβιλοι, μηχανές Diesel ή αεροστρόβιλοι, βενζινομηχανές** και σε μεγάλη κλίμακα **ηλεκτροκινητήρες**. Μπορεί όμως μία αντλία μικρής παροχής να είναι **και χειροκίνητη**. Όταν μία αντλία κινείται από ανεξάρτητο μηχανήμα ονομάζεται **ανεξάρτητη**. Όταν όμως κινείται από κινητό μέρος της κύριας μηχανής μέσω οδοντωτών τροχών, ιμάντα, διατάξεως έγκεντρον και διωστήρα ή ζυγού, τότε καλείται **εξαρτημένη**.

Οι αντλίες αποτελούν σπουδαιότατα μηχανήματα των ναυτικών εγκαταστάσεων. Γι' αυτό στο κεφάλαιο αυτό θα εξετάσαμε με επαρκή λεπτομέρεια και θα παραθέσαμε και τις αναγκαίες από την Υδραυλική γνώσεις για την πλήρη κατανόηση της λειτουργίας των αντλιών.

## Κεφάλαιο 3

### Κατάταξη των αντλιών και Χαρακτηριστικά

Οι αντλίες των ναυτικών εγκαταστάσεων κατατάσσονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες. Τις αντλίες εκτοπίσεως και τις κεντρόφυγες αντλίες.

#### α) Αντλίες εκτοπίσεως.

Σ' αυτές το υγρό μετακινείται από την αναρρόφηση προς την κατάθλιψη με μηχανική μεταβολή του όγκου ενός ή περισσότερων θαλάμων. Υποδιαιρούνται:

- Στις **εμβολοφόρες**, στις οποίες ένα έμβολο μηχανικά κινούμενο παλινδρομεί μέσα στον κύλινδρο του υγρού.
- Στις **περιστροφικές**, στις οποίες το υγρό συμπιέζεται μέσα στον κύλινδρο ή κέλυφος της αντλίας από κατάλληλα περιστρεφόμενους **λοβούς ή έμβολα**.

**β) Αντλίες κεντρόφυγες.** Σ' αυτές το υγρό μετακινείται με την κεντρόφυγα δύναμη, η οποία μεταδίδεται σ' αυτό από κατάλληλο περιστρεφόμενο **στροφέιο ή στροφέια**, μέσω των οποίων το υγρό ρέει από την αναρρόφηση στην κατάθλιψη. Κατ' άλλη κατάταξη οι αντλίες διαιρούνται σε **παλινδρομικές και περιστροφικές**. Ως **παλινδρομικές** νοούνται οι **εμβολοφόρες εκτοπίσεως**. Οι **περιστροφικές** εξάλλου υποδιαιρούνται σε: **α) Περιστροφικές αντλίες εκτοπίσεως**, που καλούνται και **ογκομετρικού τύπου ή ογκομετρικές (volumetric type)** και **θ)**

**Περιστροφικές αντλίες ροής.** Οι τελευταίες υποδιαιρούνται σε

**Περιστροφικές ακτινικής ροής** (π.χ. σε φυγοκεντρικές) και

**Περιστροφικές αξονικής ροής** (π.χ. οι αντλίες με έλικα). Ανεξάρτητα από τη μέθοδο κατατάξεως που ακολουθεί κανείς, στις επόμενες παραγράφους θα περιγράψουμε τις αντλίες κατά την ακόλουθη σειρά:

- α) Εμβολοφόρες παλινδρομικές,
- β) περιστροφικές ογκομετρικού τύπου,

γ) φυγοκεντρικές και αντλίες με έλικα.

**Χαρακτηριστικά** στοιχεία των αντλιών.

Κάθε αντλία χαρακτηρίζεται από ορισμένα βασικά στοιχεία, που προσδιορίζουν τις ικανότητες της. Τα στοιχεία αυτά είναι:

- α) Τα διάφορα ύψη της αντλίας.
- β) Η παροχή της.
- γ) Οι διάφοροι βαθμοί αποδόσεως και το έργο της.
- δ) Η ισχύς ή ιπποδύναμη που απαιτείται για την κίνηση της.

Από τα στοιχεία αυτά θα εξετασθούν αμέσως όσα αφορούν τα διάφορα ύψη των αντλιών. Τα αναφερόμενα στην παροχή, βαθμούς αποδόσεως, έργο και ισχύ των αντλιών θα αναπτυχθούν μετά την ολοκλήρωση της περιγραφής των διαφόρων τύπων αντλιών.

## Κεφάλαιο 4

### Αναρρόφηση και Κατάθλιψη Αντλίας

#### Η αναρρόφηση της αντλίας.

Η αναρρόφηση της αντλίας οφείλεται στο κενό που δημιουργεί η αντλία μέσα στο θάλαμο της. Το κενό αυτό είναι, κατά τα γνωστά, μία απόλυτη πίεση μικρότερη από εκείνη που επικρατεί στην ελεύθερη επιφάνεια του υγρού και η οποία συνήθως είναι η ατμοσφαιρική ή ορθότερα η κάθε φορά βαρομετρική πίεση. Έτσι το υγρό λόγω της διαφοράς αυτής των πιέσεων αναγκάζεται να κινηθεί μέσα στη σωλήνωση της αναρροφήσεως από το χώρο της υψηλότερης πίεσεως, δηλαδή της ατμοσφαιρικής, προς το χώρο της χαμηλότερης, δηλαδή προς το θάλαμο αναρροφήσεως της αντλίας.

Η διαφορά όμως αυτή των πιέσεων μπορεί να φθάσει το πολύ την τιμή της μιας ατμόσφαιρας ή της εκάστοτε βαρομετρικής πίεσεως και αυτό, αν υποθεθεί ότι η υποπίεση που δημιουργεί η αντλία, φθάνει στο τέλειο κενό. Αυτό όμως είναι σχεδόν αδύνατο στην πράξη. Από τα παραπάνω συμπεραίναμε ότι το μέγιστο θεωρητικό ύψος, από το οποίο θα μπορούσε να αναρροφήσει μία αντλία είναι 10,33 m ή 34,5 ft. Το πραγματικό όμως ύψος αναρροφήσεως της, από το οποίο νοείται η πραγματική ικανότητα της αντλίας για αναρρόφηση, είναι αισθητά μικρότερο από το θεωρητικό, δεδομένου ότι η ικανότητα αυτή της αντλίας επηρεάζεται κατά ποικίλους τρόπους από διάφορους παράγοντες όπως:

**α) Από τη θερμοκρασία του υγρού.** Όσο θερμότερο είναι το υγρό, τόσο δυσκολότερα το αναρροφά η αντλία. Αυτό συμβαίνει γιατί κάτω από την επίρεια του κενού στην αναρρόφηση διευκολύνεται η εξάτμιση του υγρού, ώστε να δημιουργούνται ατμοί, που καταλαμβάνουν χώρο και εμποδίζουν την αναρρόφηση. Η εξάτμιση αυτή είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο μεγαλύτερη είναι και η θερμοκρασία του υγρού.

Το φαινόμενο έχει ιδιαίτερη σημασία σε περιπτώσεις αντλήσεως ορισμένων υγρών καυσίμων, τα οποία και σε χαμηλές έστω θερμοκρασίες αναδίδουν μεγάλη ποσότητα πτητικών, οπότε αν η παραγωγή ατμών είναι μεγάλη, δυσχεραίνεται η άντληση τόσο πολύ ώστε και να διακόπτεται καμιά φορά η φλέβα της αναρροφήσεως.

Σε περιπτώσεις, όπου η θερμοκρασία του υγρού που αναρροφάται είναι μεγάλη, η αντλία εγκαθίσταται πολύ χαμηλά, καμιά φορά και χαμηλότερα από τη στάθμη του



προς αναρρόφιση υγρού έτσι θα έχουμε εξασφαλισμένη ικανότητα αναρροφήσεως, οπότε και το στατικό ύψος αναρροφήσεως θα είναι αρνητικό. Αυτό συμβαίνει π.χ. στις αντλίες συμπυκνώματος του ψυγείου ή στις αντλίες τροφοδοτικού νερού λεβήτων, που αναρροφούν από την εξαεριστική δεξαμενή (deaerator) καθώς και σε άλλες παρόμοιες περιπτώσεις.

**β) Από το ειδικό βάρος του υγρού.** Από αυτό εξαρτάται το βάρος του υγρού που περιέχεται στη στήλη της αναρροφήσεως και συνεπώς επηρεάζεται ανάλογα η ικανότητα αναρροφήσεως της αντλίας. Αντιλαμβανόμαστε ότι όσο ειδικά ελαφρότερο είναι το υγρό, τόσο ευκολότερα το αναρροφά η αντλία και αντίστροφα.

**γ) Από το ιξώδες του υγρού.** Αυτό όπως είναι γνωστό αποτελεί το μέτρο της ρευστότητας ενός υγρού και με βάση το συντελεστή ιξώδους τους χαρακτηρίζονται τα υγρά ως παχύρρευστα και λεπτόρρευστα. Εύκολα αντιλαμβανόμαστε ότι όσο πιο λεπτόρρευστο είναι ένα υγρό, τόσο ευκολότερα το αναρροφά η αντλία, και αντίστροφα.

**δ) Από τις αντιστάσεις στη σωλήνωση της αναρροφήσεως.** Όσο λιγότερες είναι οι αντιστάσεις, τόσο ευκολότερα αναρροφά η αντλία. Οι αντιστάσεις αυτές είναι πάντοτε μικρότερες, όταν η διάμετρος του σωλήνα είναι μεγαλύτερη, επίσης όταν οι σωλήνες είναι ίσοι χωρίς πολλές καμπύλες και λείοι εσωτερικά, ώστε να μη δημιουργούνται δυνάμεις τριβής του υγρού με τα τοιχώματα τους, ή όταν παρεμβάλλονται στη σωλήνωση τα λιγότερα κατά το δυνατόν όργανα ρυθμίσεως και ελέγχου. Οι αντιστάσεις αυτές υπολογίζονται πειραματικά και με εμπειρικούς τύπους κάθε φορά και εκφράζονται σε m ή ft στήλης ύδατος.

**ε) Από τις βαλβίδες της αντλίας.** Σε αντλίες που φέρουν βαλβίδες, όπως οι εμβολοφόρες, η ροή του υγρού είναι τόσο ευκολότερη, όσο μικρότερος είναι ο αριθμός των βαλβίδων.

**στ) Από τη στεγανότητα του σωλήνα αναρροφήσεως και του όλου μηχανισμού της αντλίας.** Όσο καλύτερη είναι η στεγανότητα του σωλήνα αναρροφήσεως, των βαλβίδων και των εμβόλων της εμβολοφόρας αντλίας ή όσο μικρότερα είναι τα διάκενα του στροφείου μιας περιστροφικής, τόσο καλύτερα αναρροφούν αυτές το υγρό.

ζ) Από διάφορες άλλες αιτίες που εξαρτώνται από τον τύπο της αντλίας. Έτσι π.χ. ο μεγάλος αριθμός **εμβολισμών** στις εμβολοφόρες αντλίες ή οι πολλές **στροφές** ανά λεπτό στις φυγόκεντρες επηρεάζουν δυσμενώς την ικανότητα αναρροφήσεως τους. Η αναρρόφηση δυσκολεύεται επίσης, όταν ο **επιζήμιος χώρος**, δηλαδή το **διάκενο** μεταξύ εμβόλου (όταν αυτό βρίσκεται στα νεκρά σημεία της διαδρομής του) και του πώματος, είναι μεγάλος. Σε παρόμοια περίπτωση, για να διευκολύνεται η αναρρόφηση πρέπει η αντλία να γεμίζει με υγρό, ώστε να γεμίζουν και οι επιζήμιοι χώροι' επίσης να ανοίγεται ο κρουνός που υπάρχει μεταξύ βαλβίδων αναρροφήσεως και καταθλίψεως, για την έξοδο του ατμοσφαιρικού αέρα. Πα να μη διακοπεί η φλέβα, η σωλήνωση αναρροφήσεως εφοδιάζεται και με μια **ποδοβαλβίδα**.

Στις φυγοκεντρικές αντλίες, όπου δεν υπάρχουν βαλβίδες, έμβολα κλπ., δεν υφίσταται θέμα διακοπής της φλέβας. Πάντως αυτές τοποθετούνται κατά κανόνα χαμηλότερα από τη στάθμη αναρροφήσεως. Όταν όμως είναι τοποθετημένες ψηλότερα, εγκαθίσταται διάταξη που διευκολύνει την αρχική αναρρόφηση, π.χ. ποδοβαλβίδα, ή διάταξη πληρώσεως του σωλήνα αναρροφήσεως (όπως και στις εμβολοφόρες), ή τέλος σύστημα εξαερισμού και πληρώσεως (priming) της γραμμής της αναρροφήσεως.

#### **Η κατάθλιψη της αντλίας.**

Αυτή μπορεί θεωρητικά τουλάχιστον να πραγματοποιείται σε απεριόριστο ύψος καταθλίψεως. Στην πράξη το ύψος αυτό εξαρτάται από το είδος της αντλίας και τα ειδικά κατασκευαστικά χαρακτηριστικά της, τα χαρακτηριστικά της σωληνώσεως και τις αντιστάσεις.

**Μεγάλα ύψη καταθλίψεως πάντως επιτυγχάνονται με αντλίες εκτοπίσεως** έμβολοφόρες ή περιστροφικές, ενώ στις φυγόκεντρες το ύψος καταθλίψεως σε μονάδες πίεσεως δεν μπορεί να υπερβεί τις 10 At περίπου. Για αυτό και στην περίπτωση τους καταφεύγαμε στις πολυβάθμιες φυγοκεντρικές αντλίες, όταν θέλουμε μεγαλύτερες πιέσεις καταθλίψεως.

## Κεφάλαιο 5

### Αντλίες

Οι περιστροφικές αντλίες εκτοπίσεως ονομάζονται και αντλίες ογκομετρικού τύπου (volumetric type) ή και ογκομετρικές αντλίες, εκτοπίζουν δε το υγρό και το αναγκάζουν να ρέει υπό πίεση. Η λειτουργία τους είναι η ίδια με τις εμβολοφόρες παλινδρομικές αντλίες με τη διαφορά ότι στις εμβολοφόρες το κινητό μέρος εκτελεί παλινδρομική κίνηση, ενώ στις περιστροφικές περιστροφική.

Αποτελούνται κατά κανόνα από κέλυφος, μέσα στο οποίο περιστρέφονται τα κινητά μέρη της αντλίας με πολύ μικρά διάκενα μεταξύ αυτών και του περιβλήματος. Έτσι το υγρό παγιδεύεται μέσα σε μικρούς περιστρεφόμενους ή περιφερόμενους χώρους που σχηματίζονται μεταξύ κελύφους και στροφείου, και συμπιεζόμενο οδηγείται υπό πίεση προς την κατάθλιψη.

Το στροφείο μπορεί να αποτελείται από ζεύγος οδοντωτών τροχών, κοχλιών, πτερυγίων, λοβών ή εμβόλων που ολισθαίνουν κλπ., όπως θα δούμε παρακάτω.

Τα γενικά χαρακτηριστικά τους είναι:

α) **Το εκτόπισμα της αντλίας.** Είναι ο όγκος του υγρού που εκτοπίζουν τα στρεφόμενα μέρη της αντλίας μετά από κάθε στροφή του άξονα. Ο όγκος αυτός αποτελεί κατά κάποιο τρόπο τη θεωρητική παροχή της αντλίας, υπό την προϋπόθεση ότι όλοι οι χώροι της αντλίας έχουν γεμίσει τελείως και δεν υπάρχουν απώλειες.

β) **Η ολίσθηση.** Αυτή αντιπροσωπεύει την ποσότητα του υγρού που βραχυκυκλώνεται (δεν επιστρέφει) από την κατάθλιψη στην αναρρόφηση μέσω των διακένων της αντλίας. Αυξάνεται με την πίεση καταθλίψεως και μειώνεται με το ιξώδες του υγρού.

γ) **Η παροχή.** Αυτή είναι ίση με τη διαφορά των δυο προηγούμενων και από αυτή υπολογίζεται και ο καλούμενος ογκομετρικός βαθμός αποδόσεως, ως πηλίκον της πραγματικής δια της θεωρητικής παροχής. Τη μετρούμε ή με υδρομετρικές ή με καταμετρήσεις σε δεξαμενή του παρεχόμενου όγκου υγρού σε δεδομένο χρόνο.

Οι συνθήκες, κάτω από τις οποίες πραγματοποιείται η αναρρόφηση και η κατάθλιψη, επιδρούν απόλυτα στην παροχή της αντλίας. Το ιξώδες του υγρού, η τάση των δημιουργούμενων ατμών στην αναρρόφηση, η ποσότητα του εγκλωβισμένου ή σε διάλυση στο υγρό αέρα, και το υπερβολικό ολικό

ύψος είναι παράγοντες που προκαλούν τη μείωση της παροχής. Είναι γεγονός ότι οι περιστροφικές αντλίες εκτοπίσεως μπορούν να αντιμετωπίσουν διάφορα μανομετρικά ύψη χωρίς σοβαρή μεταβολή της παροχής τους. Όταν όμως το ολικό ύψος υπερβεί τη μέγιστη πίεση, στην οποία η αντλία μπορεί να διατηρήσει στεγανότητα ανάλογα με το τύπο της, τότε ελαττώνεται η παροχή του υγρού.

Τύποι των περιστροφικών αντλιών - Χρήσεις και υλικά κατασκευής τους. Ανάλογα με τον τύπο του στροφείου τους οι περιστροφικές αντλίες είναι:

- Οδοντωτές με παράλληλα ή ελικοειδή δόντια.
- Κοχλιοειδείς.
- Περιστρεφόμενων εμβόλων ή λοβών.
- Πτερυγιοφόρες.
- Με υγρά έμβολα.
- Με έμβολα μεταβλητής διαδρομής, κινούμενα αξονικά ή ακτινικά.

Οι χρήσεις τους στα πλοία είναι πολλές και ποικίλες. Χρησιμοποιούνται ως αντλίες πετρελαίου λεβήτων, μεταγγίσεως, αποστραγγίσεως δεξαμενών, λαδιού λιπάνσεως και μεταγγίσεως του, βενζίνης, φορτοεκφορτώσεων νερού, κινήσεως των υδραυλικών πηδαλίων και βαρούλκων κλπ. Είναι κατά κανόνα ατμοστροθλοκίνητες ή ηλεκτροκίνητες, σε ορισμένες δε περιπτώσεις φορητών κυρίως αντλιών συναντώνται και ως πετρελαιοκίνητες.

Εξοπλίζονται συνήθως με ρυθμιστή σταθερού αριθμού στροφών και ρυθμιστή υπερταχύνσεως ή ορίου ταχύτητας. Επίσης με ρυθμιστή ελέγχου της πίεσεως, ασφαλιστική βαλβίδα, εξαεριστικό κρουνό εκκενώσεως της αντλίας.

Τα υλικά, από τα οποία κατασκευάζονται οι περιστροφικές αντλίες εκτοπίσεως, είναι κατά το πλείστο και ανάλογα με τον προορισμό της αντλίας τα εξής:

- Το κέλυφος από χυτοσίδηρο, χυτοχάλυβα ή ορείχαλκο.
- Το στροφείο από συνθετικό ελαστικό σε ειδικές περιπτώσεις, από χυτοχάλυβα ή σφυρήλατο χάλυβα ή από ορείχαλκο.
- Οι βαλβίδες από χυτοχάλυβα, φωσφορούχο ορείχαλκο, κρατέρωμα, ανοξειδώτο χάλυβα, ή μέταλλο Monel.

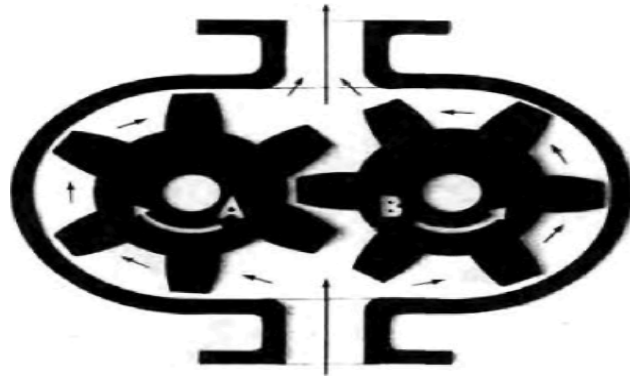
### **Αντλία με οδοντωτούς τροχούς εξωτερικής οδοντώσεως (external gear pump).**

Ονομάζεται και γρاناζωτή αντλία. Αποτελείται (σχ. 4.26α) από δυο οδοντωτούς τροχούς A και B αντίθετα περιστρεφόμενους. Οι δυο άξονες των τροχών φέρουν στα άκρα τους οδοντωτούς τροχούς. Από αυτούς ο ένας κινείται από τον άξονα του κινητήριου μηχανήματος της αντλίας ή από άξονα της μηχανής, από την οποία κινείται η αντλία (όταν είναι εξαρτημένη). Ο οδοντωτός αυτός τροχός προκαλεί την κίνηση και του άλλου τροχού έτσι, ώστε οι δυο τροχοί A και B του στροφείου να περιστρέφονται, χωρίς να εφάπτονται μεταξύ τους.

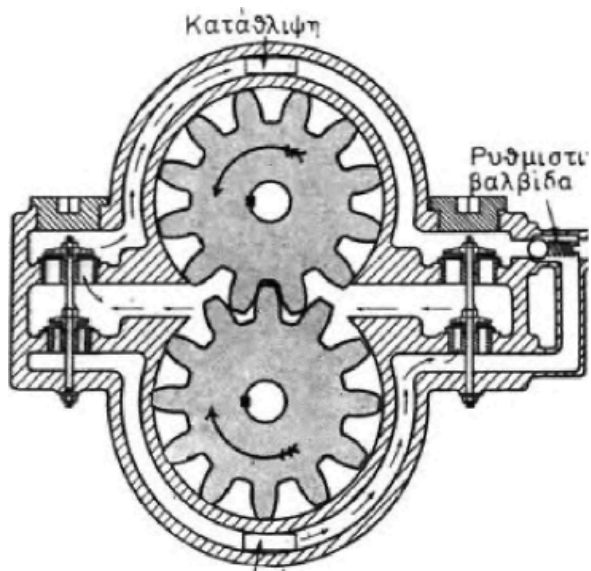
Με την περιστροφή των δυο τροχών του στροφείου δημιουργείται κενό μέσα στο κέλυφος, λόγω του οποίου το υγρό εισέρχεται στην αντλία και μετακινείται περιμετρικά προς την κατάθλιψη κατά την έννοια των βελών του σχήματος.

Το σχήμα 4.266 παριστάνει όμοια αντλία με κοίλους οχετούς στο κέλυφος για την αναρρόφηση και την κατάθλιψη και δύο ζεύγη βαλβίδων. Αυτή χρησιμοποιείται ως αντλία λαδιού λιπάνσεως σε αναστρεφόμενη μηχανή. Τα ζεύγη των βαλβίδων συνεργάζονται χιαστί για την αναρρόφηση και την κατάθλιψη, όπως φαίνεται στο σχήμα, ανάλογα με τη φορά πρόσω ή ανάποδα της μηχανής. Διακρίνονται επίσης η ρυθμιστική βαλβίδα της πίεσεως καταθλίψεως του λαδιού, με την οποία ρυθμίζεται η ποσότητα λαδιού, που από τη κατάθλιψη επιστρέφει στην αναρρόφηση.

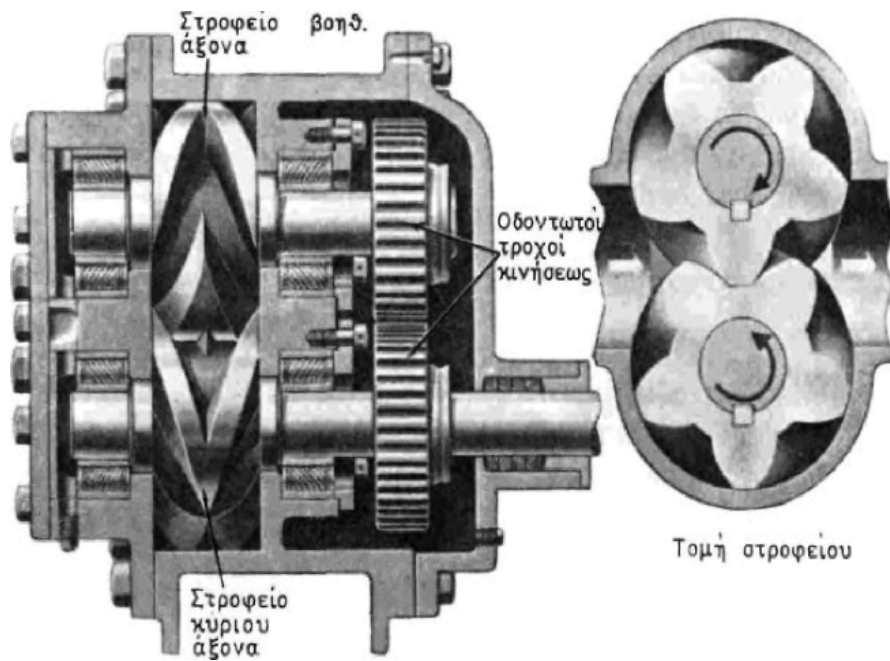
Οι οδοντωτοί τροχοί του στροφείου μπορεί να είναι ευθείς ή ελικοειδείς ή σχήματος ψαροκόκαλου (herringbone). Στο σχήμα 4.26γ εικονίζεται αντλία γρاناζωτή με οδοντωτούς τροχούς στροφείου διπλής ελικώσεως. Η διπλή ελικώση χρησιμεύει για να εξουδετερώνεται η αξονική ώση του στροφείου.



Εικόνα 5.1: Γραναζωτή αντλία

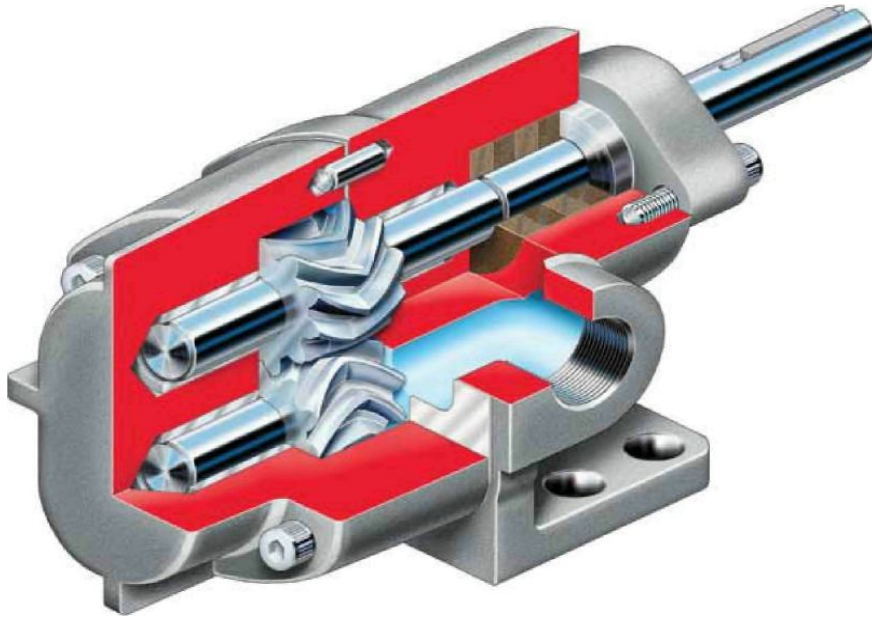


Εικόνα 5.2: Γραναζωτή αντλία



Εικόνα 5.3: Γραναζωτή αντλία

Μεγάλη σημασία για την καλή λειτουργία αυτών των αντλιών έχουν το διάκενο μεταξύ των τροχών του στροφέιου και το διάκενο μεταξύ των τροχών μεταδόσεως της κινήσεως. Το τελευταίο πρέπει να είναι μικρότερο του πρώτου για να μην εφάπτονται μεταξύ τους οι τροχοί του στροφέιου. Για την ικανοποιητική κατάθλιψη και απόδοση της αντλίας πάντως πρέπει και το διάκενο μεταξύ των τροχών του στροφέιου και το διάκενο μεταξύ αυτών και του κελύφους να είναι όσο το δυνατό μικρότερα



Εικόνα 5.4: Γραναζωτή αντλία



## **Κεφάλαιο 6**

### **ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ**

Η εξωτερική αντλία με γρανάζια είναι μια θετικής μετατόπισης (PD) τύπου αντλίας που χρησιμοποιείται συνήθως για τη μεταφορά και μέτρησης των υγρών. Η αντλία ονομάστηκε έτσι επειδή έχει δύο γρανάζια που είναι δίπλα-δίπλα σε κάθε εξωτερική πλευρά. (Αυτή η ονοματολογία που διαφοροποιεί αυτό από μια εσωτερική αντλία με γρανάζια, η οποία έχει μια σχέση τοποθετημένη μέσα στο άλλο). Η αντλία είναι ένα εργαλείο, μηχανή ακριβείας εξαιρετικά σφιχτή έχει μεγάλες ανοχές, και είναι σε θέση να εργαστούν σε υψηλή διαφορική πίεση. Η αρχή λειτουργίας της εξωτερικής αντλίας με γρανάζια απεικονίζεται στο σχήμα 1. Όταν τα γρανάζια περιστρέφονται, το υγρό, το οποίο είναι παγιδευμένο στα γρανάζια στα κενά μεταξύ τους μεταφέρεται από την πλευρά της εισόδου της αντλίας στην πλευρά εξόδου. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η άντληση υγρού κινείται γύρω από τα γρανάζια. Το σχήμα 1 δείχνει επίσης ότι η κατεύθυνση περιστροφής του δίσκου του εργαλείου καθορίζει τη κατεύθυνση της ροής, και ποια πλευρά της αντλίας είναι η είσοδος και ποια πλευρά είναι η διέξοδος. Αν η κατεύθυνση περιστροφής του κινητήρα (και ως εκ τούτου η ταχύτητα κίνησης) αντιστρέφεται, η κατεύθυνση της ροής της αντλίας θα αντιστραφεί. Αυτή η αμφίδρομη ροή είναι χαρακτηριστική ένα από τα πολλά πλεονεκτήματα που στις γρανάζιες αντλίες.

Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα της αντλίας με γρανάζια είναι η ικανότητα αυτόματης αναρρόφησης της.

Αντλίες με γρανάζια είναι σε θέση για αυτό - αναρρόφησης επειδή οι ταχύτητες περιστροφής εκκενώνουν αέρα στη γραμμή αναρρόφησης.

Αυτό παράγει ένα μερικό κενό που επιτρέπει την ατμοσφαιρική πίεση για να αναγκάσει το υγρό στην πλευρά της εισαγωγής της αντλίας.

Αυτή η ικανότητα της αντλίας καθιστά ιδανική επιλογή όταν η εφαρμογή απαιτεί ότι η αντλία να βρίσκεται πάνω από το επίπεδο του υγρού, και το υγρό θα πρέπει να αρθεί με την αντλία.

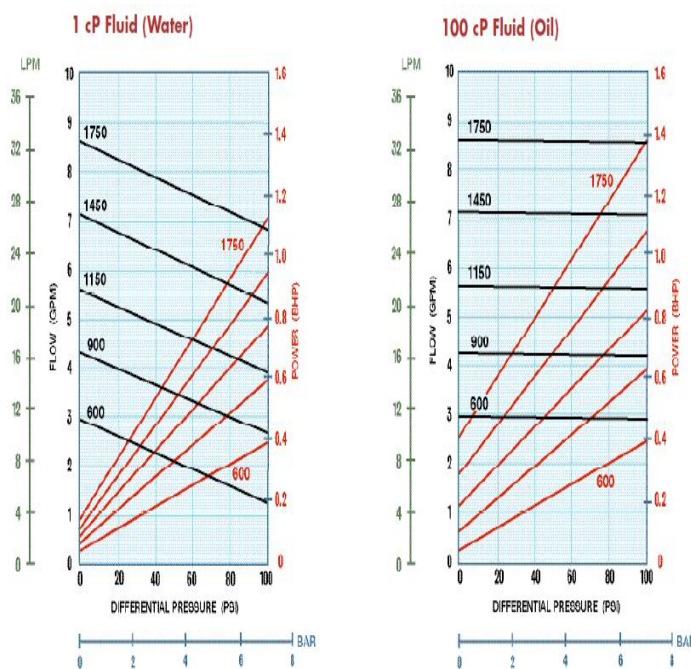
Επειδή η αντλία γρανάζιων δεν μπορεί να δημιουργήσει ένα τέλειο κενό, (Συμπεριλαμβανομένων των απωλειών τριβής σωλήνα) δεν πρέπει να υπερβαίνουν το 7,5 PSI, ή περίπου το μισό της ατμοσφαιρικής πίεσης.

Η σφιχτή αντοχή των τμημάτων εργασίας μέσα σε μια αντλία με γρανάζια είναι αυτά που επιτρέπουν για την άντληση αποτελεσματικά υγρά κατά της υψηλής πίεση. Χαμηλού ιξώδες υγρά, όπως αλκοόλες και άλλους διαλύτες να έχουν περισσότερο

την τάση να "γλιστρήσουν" μέσα σε αυτούς τους σφιχτούς χώρους από την υψηλότερη πίεση πλευρά της αντλίας με το πίσω χαμηλότερης πίεσης πλευρά αναρρόφησης της αντλίας.

Το φαινόμενο της ολίσθησης έχει ως αιτία τη μείωση του ρυθμού ροής της αντλίας και της αποδοτικότητας. Ολίσθηση εξαρτάται από την μέγεθος της διαφορικής πίεσης

(Δηλαδή, η διαφορά μεταξύ της απαλλαγής και πιέσεις αναρρόφησης), το ιξώδες του υγρού και η άντληση στο εσωτερικό της συγκεκριμένης αντλίας που χρησιμοποιείται. Η ολίσθηση αυξάνεται και ιξώδες μειώνεται, αυξάνοντας τη διαφορική πίεσης και αύξηση ταχυτήτων στέγαση εκκαθαρίσεις, και συνήθως μετράται ως μείωση τοις εκατό από την ιδανική ροή (δηλ. ροή με μηδενική ολίσθηση). Για ιξώδους υγρού μεγαλύτερη από περίπου 50-100 CP (ανάλογα με τη συγκεκριμένη αντλία), το κουπόνι είναι μικρό, αλλά εξακολουθεί να εξαρτάται από την διαφορικής πίεσης. Αυτή η συμπεριφορά φαίνεται στο Σχήμα 2, το οποίο συγκρίνει μία καμπύλη απόδοσης τυπικής αντλίας με γρανάζια της για ένα λεπτό υγρό (όπως το νερό με ιξώδες περίπου 1 CP σε θερμοκρασία δωματίου) και με ένα μέτρια παχύρρευστο υγρό (όπως μια συγκεκριμένη πετρελαίου με viscosity 100 cp)



Εικόνα 5.5: Καμπύλες ροής της πίεσης

Οι καμπύλες ροής πίεσης για το λεπτό υγρό είναι υψηλές πλαγιές, και δείχνουν σημαντική μείωση στο ρυθμό ροής με την αύξηση της διαφορικής πίεσης (δηλαδή, υψηλή ολίσθησης). Οι καμπύλες για το ρευστό που είναι 100 CP σχεδόν επίπεδο, τα οποία δείχνουν σχεδόν σταθερές τιμές με την αύξηση της ροής διαφορικής πίεση (δηλαδή, σχεδόν μηδενική ολίσθηση).

Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα λειαντικά σωματίδια μπορεί να λειτουργήσουν σε στενούς χώρους και να προκαλέσουν ταχεία φορά, και αυτό μπορεί να μειώσει γρήγορα την απόδοση. Το προκύπτον ποσοστό φθοράς άντληση από λειαντικά εξαρτάται με τη σκληρότητα, το μέγεθος και τη συγκέντρωση των σωματιδίων, και το λειτουργικό ταχύτητας της αντλίας. Το ποσοστό φθοράς της αντλίας μπορεί επίσης να είναι αρνητικό. Επηρεάζεται από την άντληση υγρών λεπτό γιατί έχουν κακή λιπαντικές ιδιότητες. Για το λόγο αυτό, περισσότερη προσοχή πρέπει να ληφθεί κατά την πραγματοποίηση επιλογών για τα υλικά εσωτερικά μέρη της αντλίας γραναζιών. Ειδικά υλικά είναι διαθέσιμα στην αύξηση της λίπανσης (όπως διοξειδίου του άνθρακα γραφίτη) και να αντισταθεί όταν φορούν την άντληση εξαιρετικά λεπτών υγρών ή υγρών που περιέχουν λειαντικά. Παρακαλούμε επικοινωνήστε με το εργοστάσιο για να σας βοηθήσει με το υλικό επιλογής. Αντλίες με γρανάζια - είναι σωστά σχεδιασμένα μηχανικά - μπορούν να προσφέρουν πολλά πλεονεκτήματα. Αυτά περιλαμβάνουν μικρό μέγεθος, την απλότητα του σχεδιασμού, ευκολία στη συντήρηση, αμφίδρομη ικανότητα ροής, χαμηλή NPSHR (καθαρή θετική αναρρόφησης απαιτείται), υψηλή MTBM (Μέσος χρόνος μεταξύ της συντήρησης), υψηλής πίεσης και υψηλής θερμοκρασίας ικανότητα, ακριβή και ακριβής μέτρησης, και τη διαθεσιμότητα σε πολλαπλές διαμορφώσεις έχει πάνω από 35 χρόνια εμπειρίας στο σχεδιασμό και την ποιότητα κατασκευής υψηλού κράματος, αντλίες οδοντωτών τροχών για τη χημική μεταποιητικής βιομηχανίας, καθώς και εκτεταμένη εμπειρία στην άντληση για οξέα, καυστικά, διαλύτες, πολυμερή και άλλα είδη χημικών ουσιών.

## Αρχή λειτουργίας

-Οι αντλίες γραναζιών έχουν σταθερό εξωτερικό εξοπλισμό Δίνουν υψηλή ογκομετρική ροή ακόμη και με υψηλό λειτουργικό πιέσεων, έχουν χαμηλό επίπεδο θορύβου, και έχουν ένα υψηλή αντοχή, χάρη στο σύστημα εξισορρόπησης των φορτίων στις υποδοχές οδηγό.

-Χωρίζονται σε τρεις ομάδες μεγέθους, με κυβισμό μέχρι 9,1 - 27,9 και 87,6 αντίστοιχα cm<sup>3</sup>/rev, και με πιέσεις λειτουργίας έως και 250 bar (σπάνταρ) και έως και 310 bar (έκδοση για υψηλές πιέσεις Υ).

- -Διατίθενται με τη φορά του ρολογιού, αριστερόστροφα και αναστρέψιμη περιστροφή, με κωνικό άξονα (βασικός εξοπλισμός). Άλλο είδος άξονα είναι διαθέσιμο κατόπιν αιτήματος.
- -Είναι διαθέσιμη σε πολλαπλές εκδόσεις, και μπορεί να συνδυάζονται σε πολλαπλές ροής ομάδες, με αυλακωτή σύνδεση σύστημα κίνησης που εγγυάται υψηλές αποδόσεις ενέργειας.

### **Περιστροφική αντλία Οδηγός Επιλογής**

Αυτόματης αναρρόφησης, θετικής μετατόπισης, εξωτερικές αντλίες γραναζιών παρέχουν μια σχεδόν άσφυγη ροή. Είναι ιδανικές για την άντληση ιξώδους ρευστών σε ένα ευρύ φάσμα βιομηχανικών, θάλασσας, της γεωργίας, και εμπορικές εφαρμογές. Ικανή ροής έως 24,8 GPM, πιέσεις έως 125 psi, ταχύτητες 1725 RPM με, θερμοκρασίες υγρών μέχρι 280 ° F, και ιξώδες έως 100.000 SSU. Δεν είναι κατάλληλο για την άντληση υγρών με αιωρούμενα στερεά ή λειαντικά υλικά.

Αυτές οι αποδοτικές αντλίες συνιστάται για απαλό, μη εύφλεκτο υγρό συμβατό με τα υλικά της αντλίας που το απαρτίζουν και μπορεί να χρησιμοποιηθούν για υγρά κυκλοφορίας, λίπανση, την αύξηση πίεσης, φιλτραρίσματος, μέσης πίεσης ψεκασμού, φρεάτιο αποστράγγισης, το τύμπανο και πλήρωσης δεξαμενής, και γενικά τη μεταφορά υγρών Είναι αναστρέψιμη και αυτόματης αναρρόφησης

#### **Ευελιξία**

Τόσο κοντά-σε συνδυασμό και βάθρο τοποθετημένο αντλίες προσφέρονται σε τρία υλικά κατασκευής: 316 ανοξείδωτο χάλυβα που χρησιμοποιούνται για την άντληση καθαρού, είναι δύσκολο για τη μεταφορά υγρών υψηλής θερμοκρασίας και εξαιρετικά διαβρωτικά υγρά, αντίστοιχα. Πρωταγωνιστές σιδήρου και χαλκού που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά ένα ευρύ φάσμα μη λειαντικά υγρά, συμπεριλαμβανομένου του πετρελαίου και με βάση το νερό υγρά

#### **Αντοχή**

Deiton αντλία είναι απλή στην κατασκευή του, με έναν ελάχιστο αριθμό των κινούμενων μερών για λιγότερη συντήρηση και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Προσφέρονται σε βαρέως τύπου, διαλείπουσα ή ελαφρών μοντέλων με πολλά διαφορετικά σχεδιαστικά χαρακτηριστικά συμπεριλαμβανομένων και των μηχανικών, τα χείλη, ή τη συσκευασία, μεγάλο μεγέθους δακτυλίους άνθρακα, και αναπόσπαστο ρουλεμάν .Οι περισσότερες αντλίες περιλαμβάνουν μια βαλβίδα εκτόνωσης της πίεσης που λειτουργεί ως μια συσκευή ασφάλειας, την πρόληψη της αντλίας και βλάβη κινητήρα που μπορεί να συμβαίνουν όταν η γραμμή είναι κλειστή.

## Τοποθέτηση

Είναι συνδεδεμένες αντλίες συνδέεται άμεσα με ηλεκτρικούς κινητήρες και εύκολη εγκατάσταση σε περιοχές με περιορισμένο χώρο. Οι αντλίες μπορεί να καθοδηγούνται από τους ηλεκτρικούς κινητήρες, βενζίνη / ντίζελ κινητήρες πεπιεσμένου αέρα ή με τροχαλίες / μάντες, κιβώτια ταχυτήτων, ή άλλες συσκευές ζεύξης. Και οι δύο τύποι αντλιών είναι ιδανικοί για εφαρμογές μειωμένη ταχύτητα.

## ΑΝΤΛΙΕΣ ΜΕ ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΓΡΑΝΑΖΙΑ

Εξωτερικά γρανάζια είναι μια δημοφιλής αρχή άντλησης και συχνά χρησιμοποιούνται ως αντλίες λίπανσης σε εργαλειομηχανές, σε ρευστό μονάδες μεταφοράς ενέργειας, καθώς και αντλίες πετρελαίου στις μηχανές.

Εξωτερικές αντλίες ταχυτήτων μπορεί να έρθει σε μονόκλινα ή δίκλινα (δύο σύνολα εργαλείων) διαμορφώσεις αντλία με κίνητρο (όπως φαίνεται), ελικοειδή, εργαλείων και ψαροκόκαλο. Ελικοειδή γρανάζια ψαροκόκαλο και συνήθως προσφέρουν μια πιο ομαλή ροή των γραναζιών, αν και όλοι οι τύποι των αλιευτικών εργαλείων είναι σχετικά ομαλή. Μεγάλης χωρητικότητας εξωτερικές αντλίες με γρανάζια συνήθως χρησιμοποιούν ελικοειδή γρανάζια ή ψαροκόκαλο. Μικρές εξωτερικές αντλίες γραναζιών συνήθως λειτουργούν σε 1750 ή 3450 rpm και μεγαλύτερα μοντέλα λειτουργούν σε ταχύτητες έως 640 rpm. Εξωτερικά γρανάζια έχουν στενές ανοχές και υποστήριξη άξονα και στις δύο πλευρές των γραναζιών. Αυτό τους επιτρέπει να λειτουργούν σε πιέσεις πέρα από 3.000 PSI /200 bar, που τους καθιστά κατάλληλη για χρήση σε υδραυλικά συστήματα. Με τέσσερα ρουλεμάν στα υγρά και αυστηρά όρια ανοχής, που δεν είναι κατάλληλες για το χειρισμό λειαντικά ή ακραίες εφαρμογές υψηλής θερμοκρασίας. Αυστηρότερες εσωτερικές εκκαθαρίσεις προβλέπουν μια πιο αξιόπιστη μέτρηση του υγρού που διέρχεται από την αντλία και για μεγαλύτερο έλεγχο της ροής. Για το λόγο αυτό, οι εξωτερικές αντλίες γραναζιών είναι δημοφιλείς για την ακριβή μεταφορά και εφαρμογές μέτρησης που αφορούν πολυμερή, καύσιμα και χημικά πρόσθετα.

## ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ

Εξωτερικά γρανάζια είναι παρόμοια σε δράση για την άντληση, εσωτερική αντλία γραναζιών στο ότι δύο ταχυτήτων έρχονται μέσα και έξω από πλέγμα για την παραγωγή ροής. Ωστόσο, η εξωτερική αντλία με γρανάζια χρησιμοποιεί δύο πανομοιότυπα γρανάζια περιστροφής ένα ενάντια

στο άλλο - ένα γρανάζι που οδηγείται από μια μηχανή και με τη σειρά του οδηγεί το άλλο γρανάζι. Το γρανάζι στηρίζεται με ρουλεμάν και στις δύο πλευρές του.

1. Καθώς τα γρανάζια λειτουργούν, δημιουργούν διεύρυνση του παραγόμενου όγκου στην πλευρά της εισαγωγής της αντλίας.

Υγρό ρέει μέσα στην κοιλότητα και παγιδεύεται από τα γρανάζια που περιστρέφονται.

2. Υγρό ρέει γύρω από το εσωτερικό του περιβλήματος στις μεταξύ των δοντιών και το περίβλημα - δεν περνά ανάμεσα από τα γρανάζια.

3. Τέλος, το συγκερασμό του υγρού μέσω της θύρας εξόδου υπό πίεση. Επειδή το κιβώτιο ταχυτήτων που υποστηρίζονται από τις δύο πλευρές, εξωτερικές αντλίες ταχυτήτων είναι ήσυχα, λειτουργία και χρησιμοποιείται συνήθως για εφαρμογές υψηλής πίεσης, όπως η υδραυλική εφαρμογή. Χωρίς φορτία που φέρει, ο ρότορας άξονα δεν μπορεί να εκτρέψει και να προκαλέσουν πρόωρη φθορά.

#### ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- υψηλή ταχύτητα
- υψηλή πίεση
- Δεν φέρει φορτία προβόλου
- Σχετικά αθόρυβη λειτουργία
- Σχεδιασμός φιλοξενεί μεγάλη ποικιλία υλικών

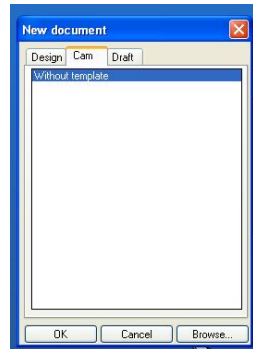
#### ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Τέσσερις υποδοχές σε υγρή περιοχή
- Δεν επιτρέπεται στερεά
- Σταθερές Αποστάσεις

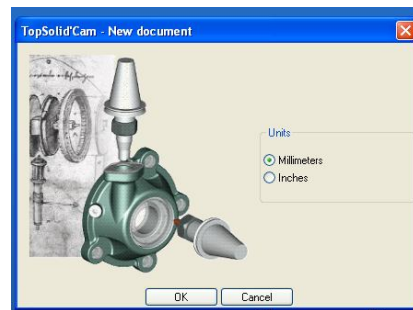
#### ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ

- Διάφορα μαζούτ και λιπαντικών ελαίων
- Χημικά πρόσθετα και μέτρησης
- Χημική ανάμειξη και ανάμειξης (διπλή αντλία)
- Βιομηχανική και κινητά υδραυλικά εφαρμογές (χυτηρίων, ανελκυστήρες κλπ.)
- Οξέα και καυστικά (από ανοξειδωτο χάλυβα ή σύμμεικτη κατασκευή)
- Χαμηλή μεταφορά όγκου

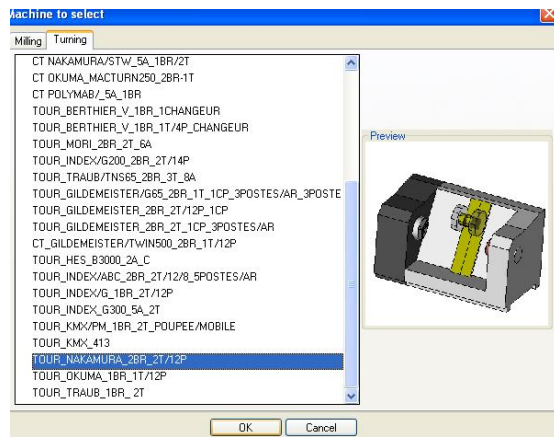
## ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ



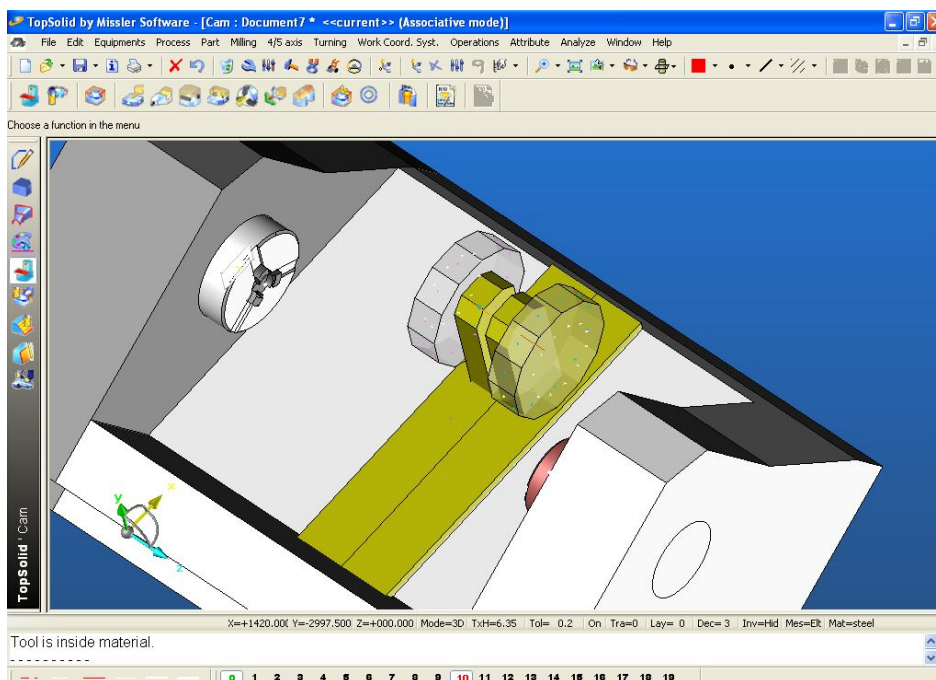
**ΕΙΚΟΝΑ Π.1 :** Νέο αρχείο κατεργασίας CAM.



**ΕΙΚΟΝΑ Π.2 :** Επιλογή μονάδων μέτρησης χιλιοστό (mm)

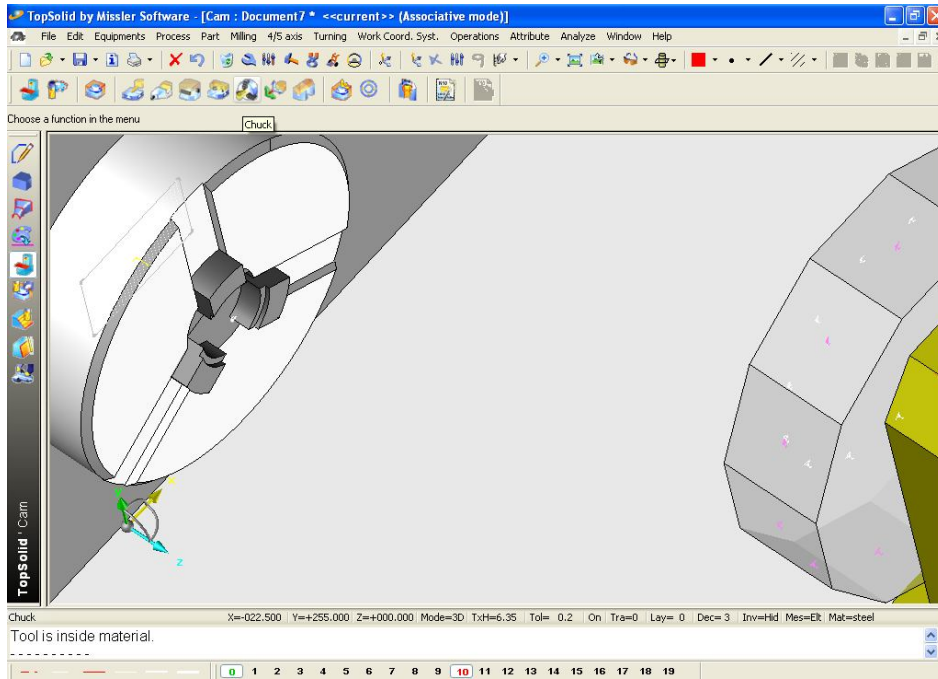


**ΕΙΚΟΝΑ Π.3 :** Επιλογή μηχανής-Τόρνος CNC - Εργαλειομηχανή που επιλέγεται.

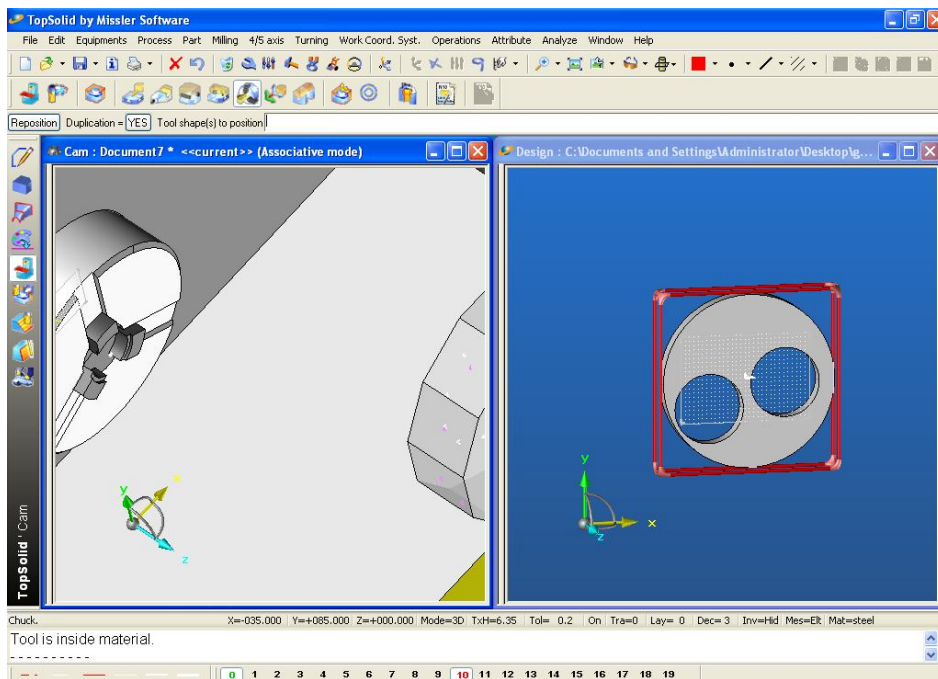


**ΕΙΚΟΝΑ Π.4 :** Εργαλειομηχανή που χρησιμοποιείται

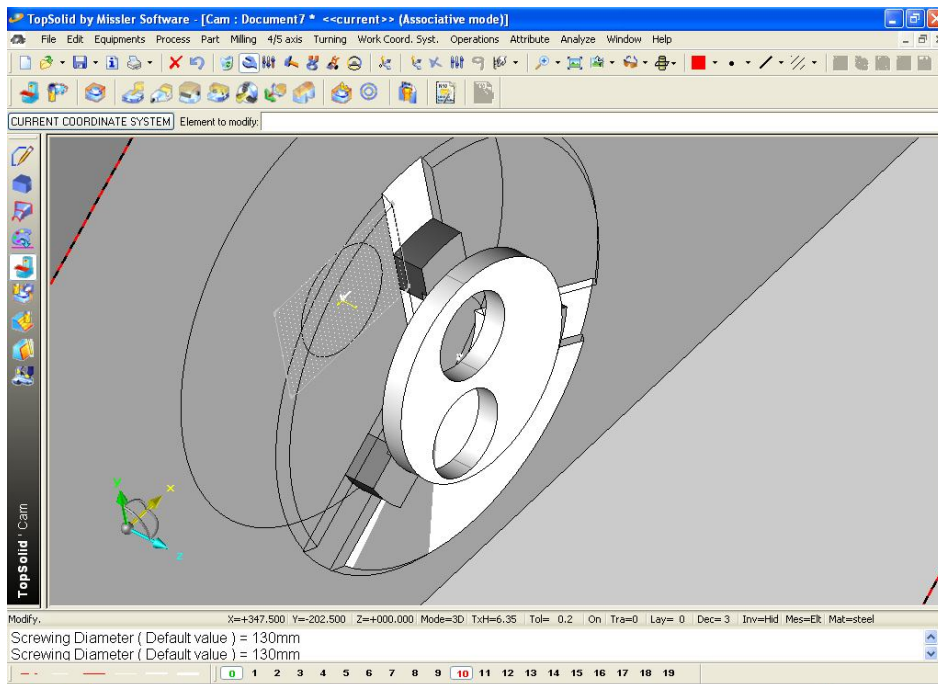




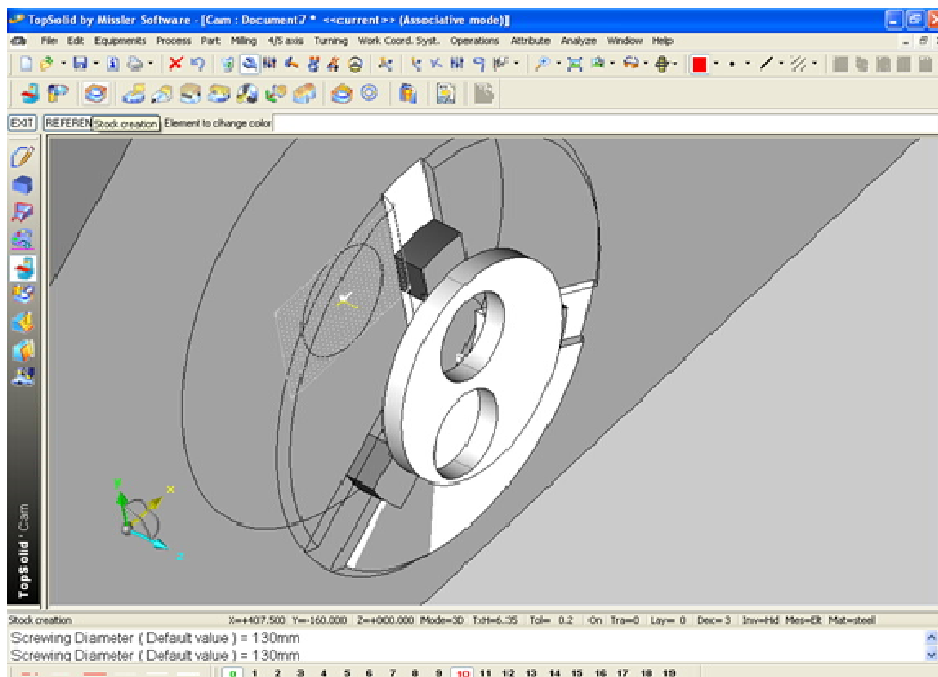
**ΕΙΚΟΝΑ II.5 : Τοοκ**



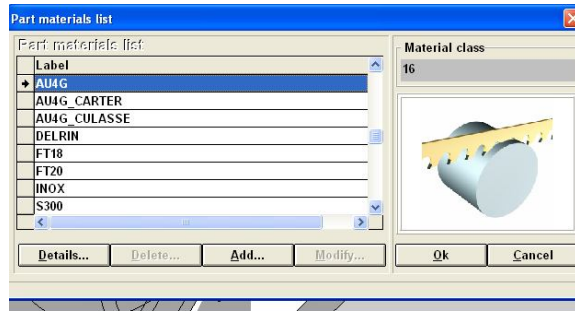
**ΕΙΚΟΝΑ II.6 : Τοποθέτηση δοκιμίου**



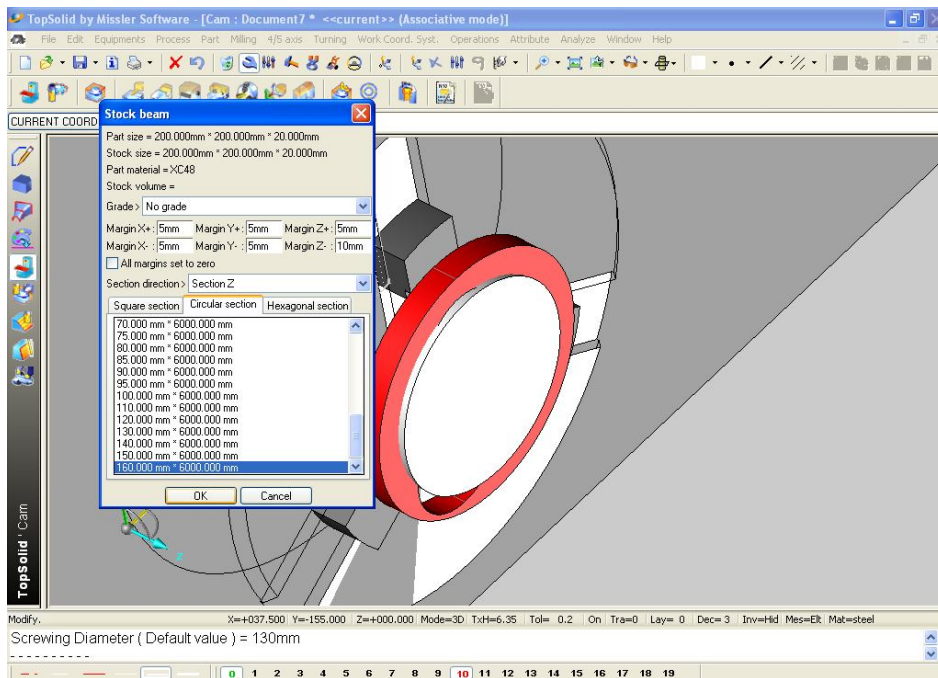
**ΕΙΚΟΝΑ Π.6 : Τοποθέτηση δοκιμίου**



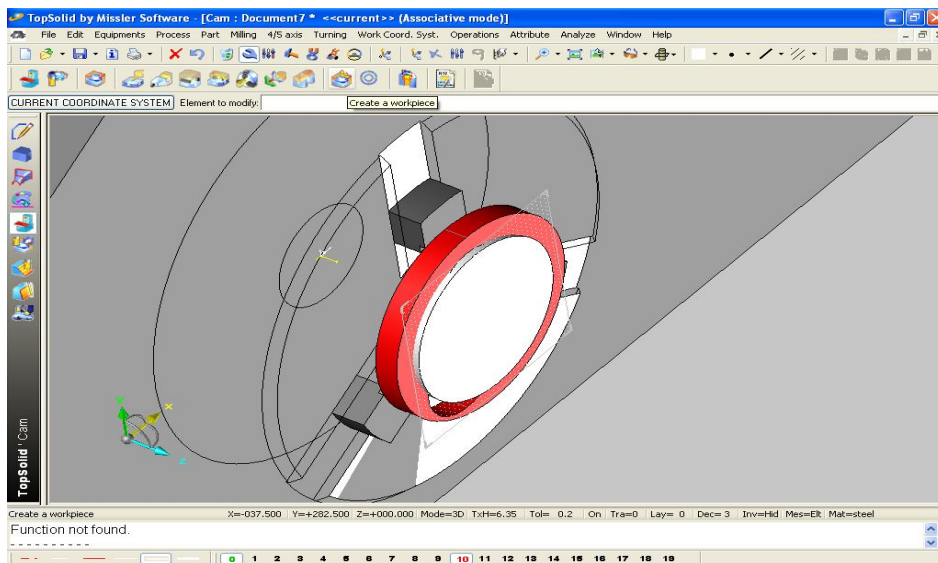
**ΕΙΚΟΝΑ Π.7 : Τελική Τοποθέτηση δοκιμίου**



**ΕΙΚΟΝΑ Π.8 :** Επιλογή Υλικού

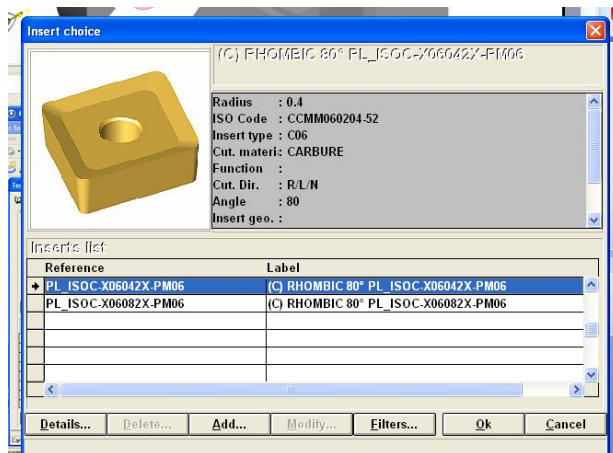


**ΕΙΚΟΝΑ Π.8 :** Δημιουργία ακατέργαστου δοκιμίου - Επιλογή απαιτούμενης διαμέτρου

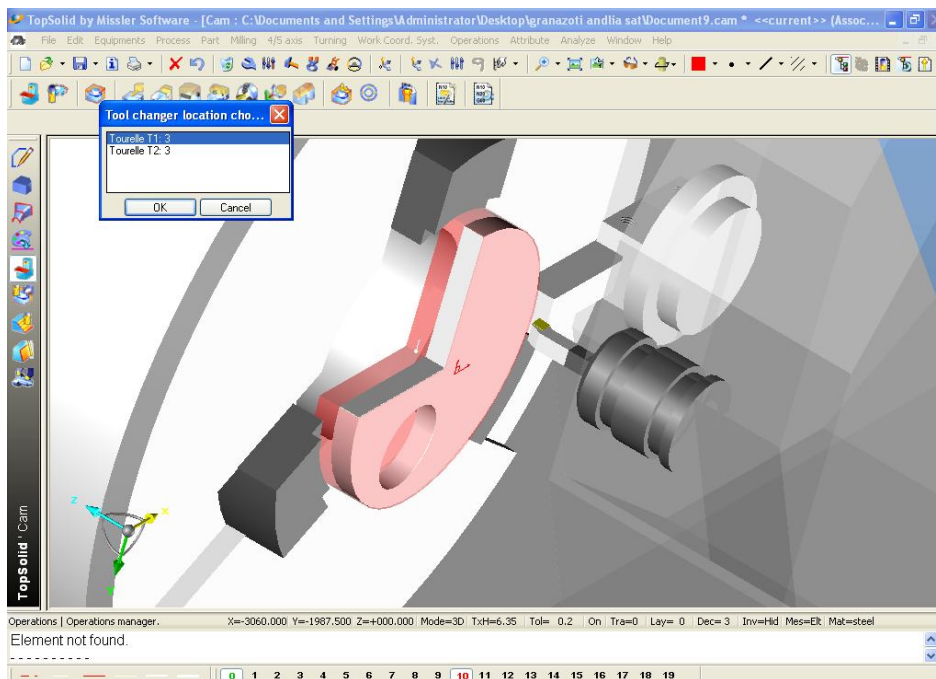


**ΕΙΚΟΝΑ Π.9 :** Εμφάνιση δοκιμίου στο CAM

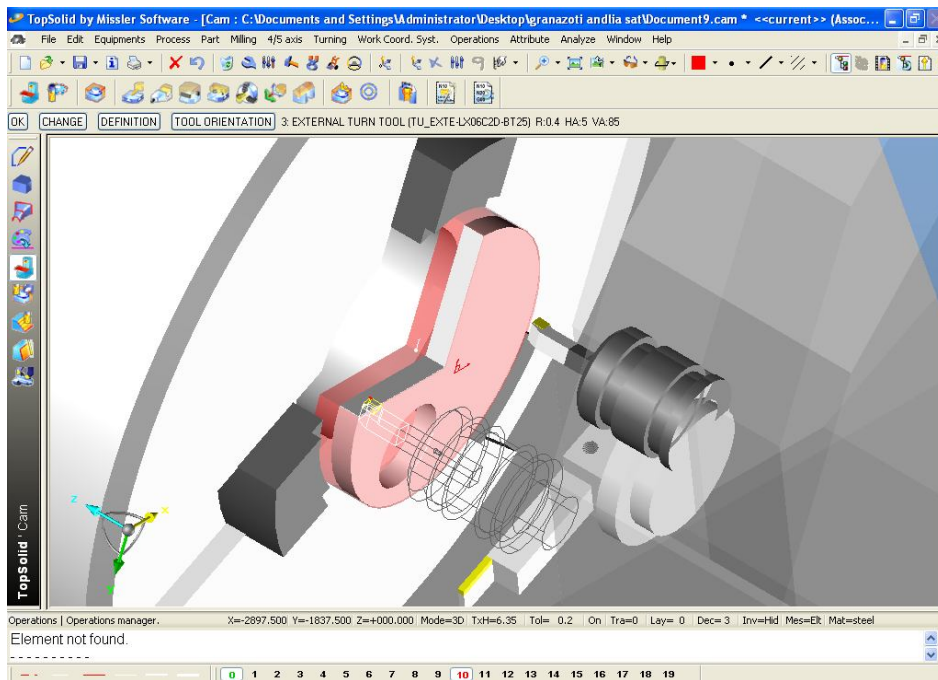




**ΕΙΚΟΝΑ Π.12 :** Επιλογή ενθέτου πλακιδίου.

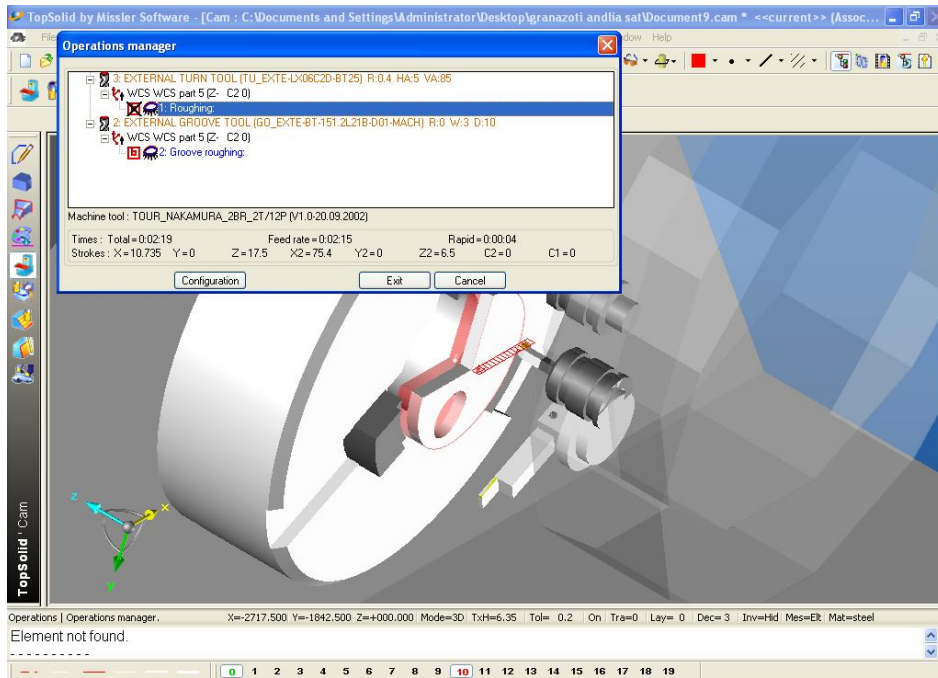


**ΕΙΚΟΝΑ Π.13 :** Επιλογή εργαλειοδέτη T1.

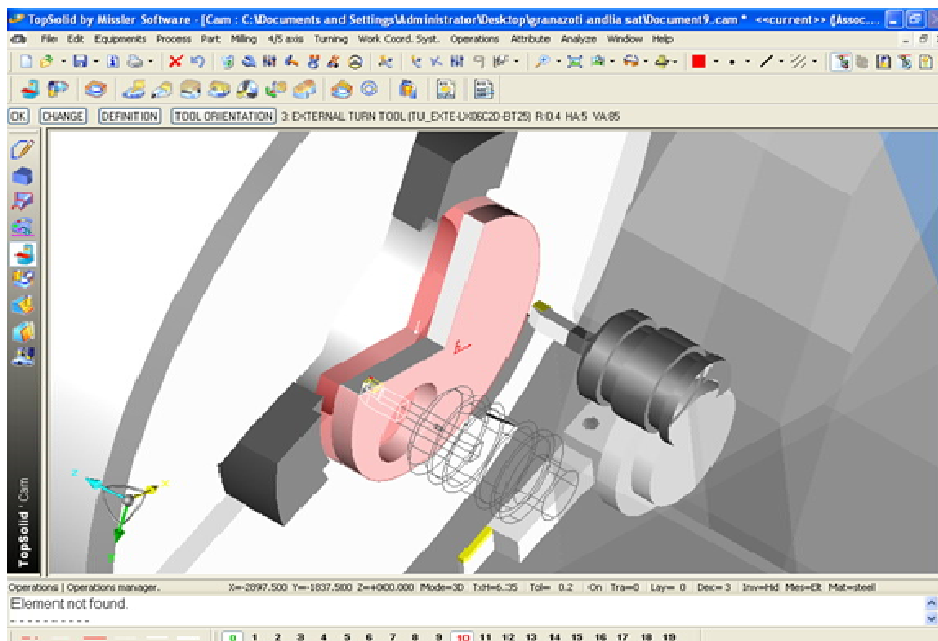


**ΕΙΚΟΝΑ Π.14 :** Επιλογή κατάλληλου Προσανατολισμού εργαλείου



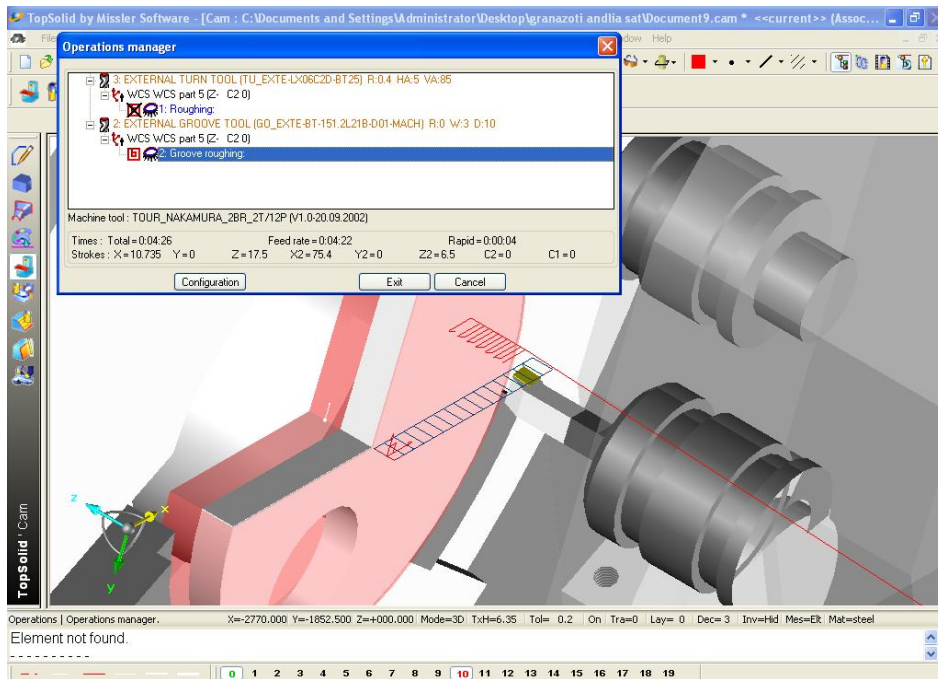


**ΕΙΚΟΝΑ Π.15 :** Εμφάνιση κατεργασιών – Κατεργασία προσώπου

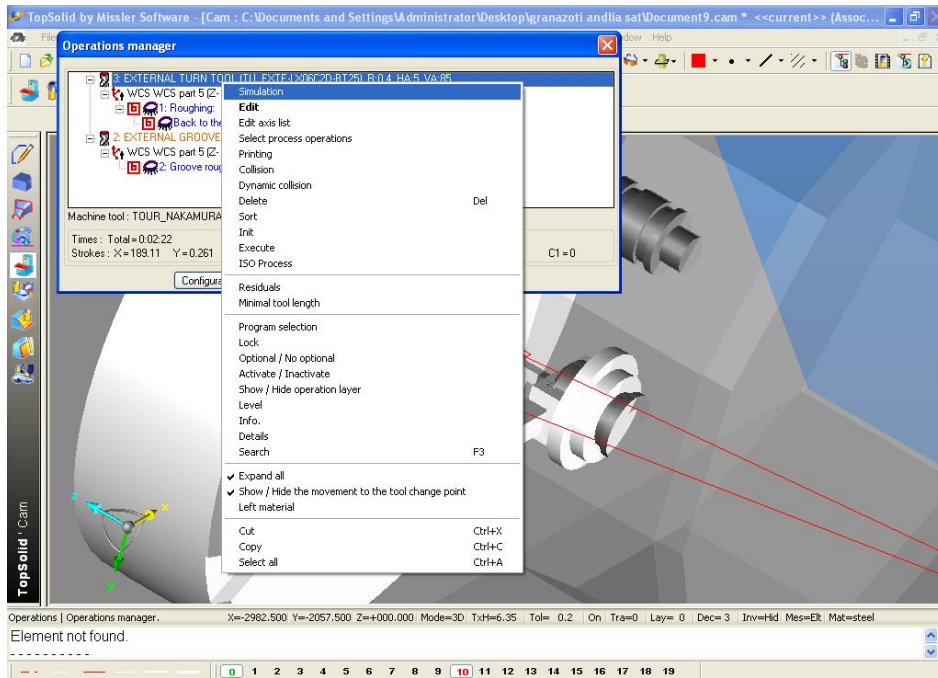


**ΕΙΚΟΝΑ Π.16 :** Προσομοίωση κατεργασίας

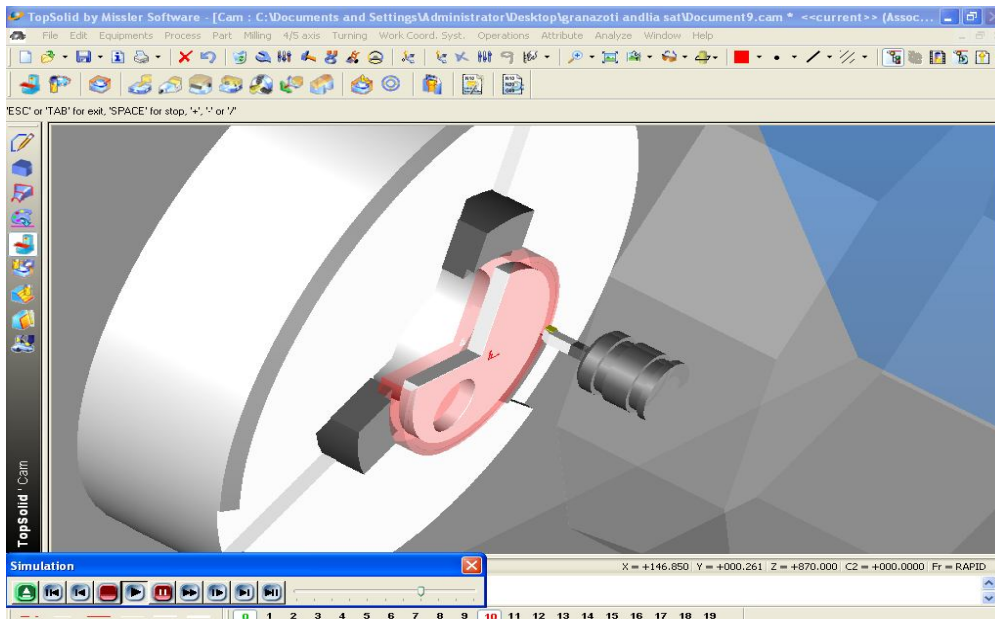




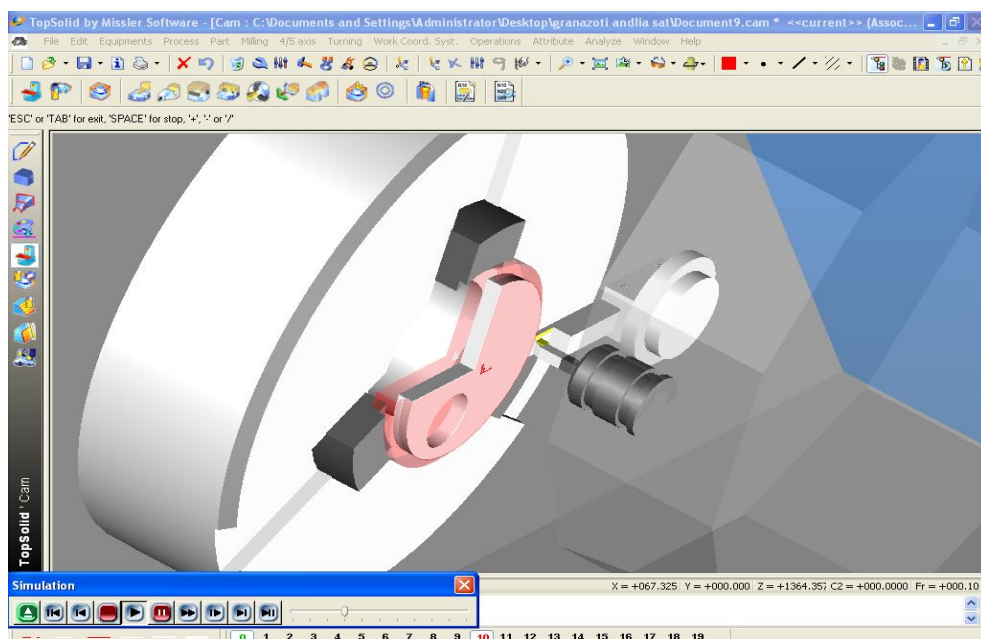
**ΕΙΚΟΝΑ Π.17 :** Κατεργασία περιφερειακή τórνευση



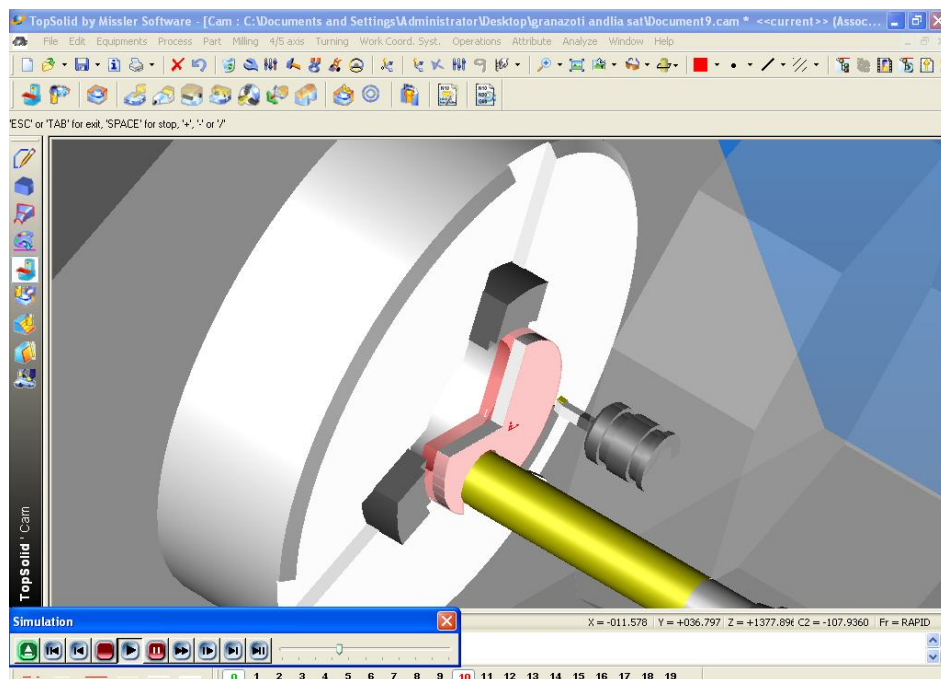
**ΕΙΚΟΝΑ Π.18 :** Προσομοίωση κατεργασίας



**ΕΙΚΟΝΑ Π.19 :** Προσομοίωση κατεργασίας

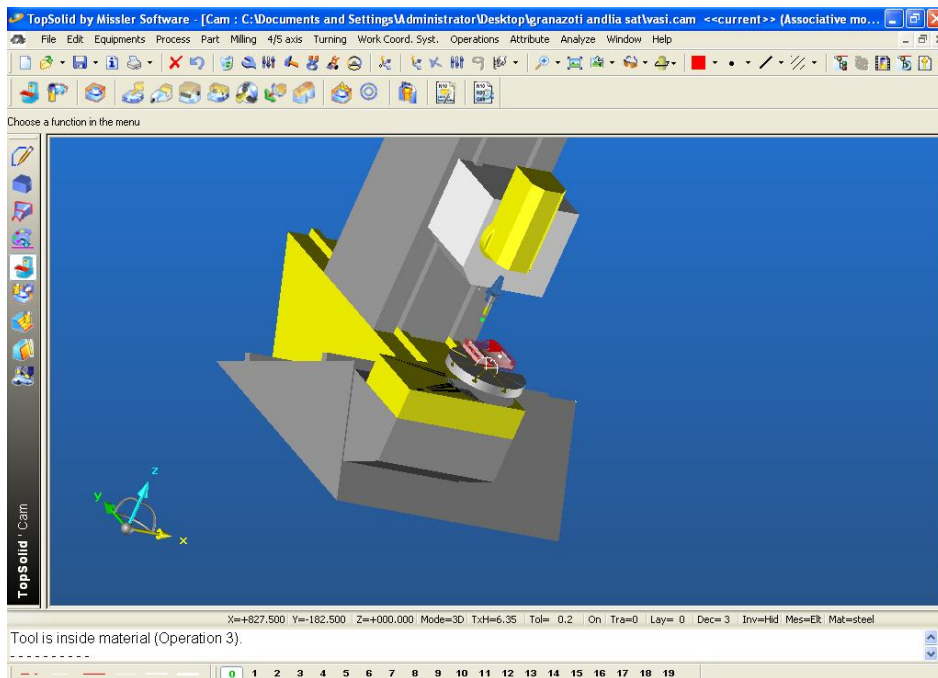


**ΕΙΚΟΝΑ Π.20** : Προσομοίωση κατεργασίας

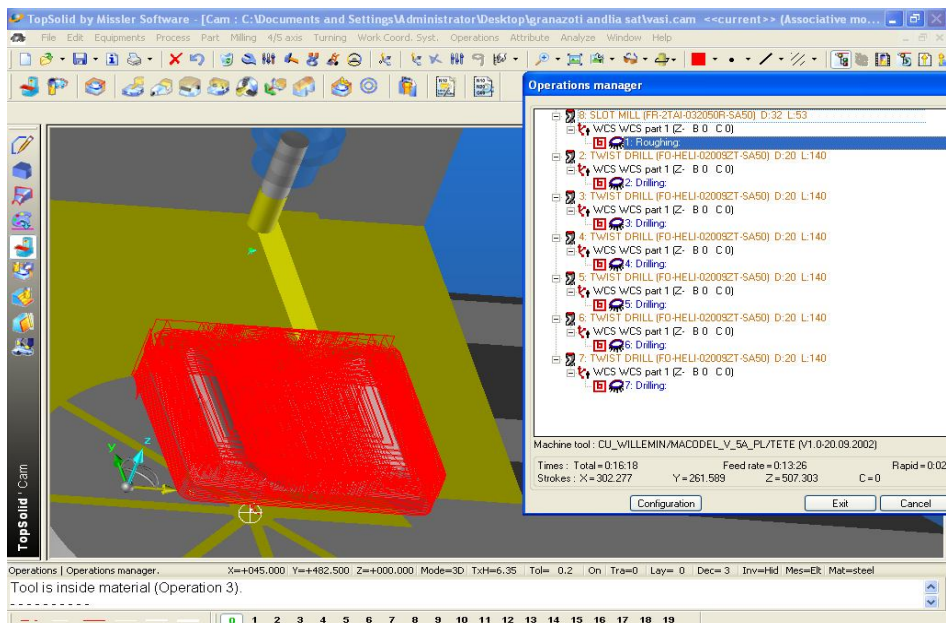


**ΕΙΚΟΝΑ Π.21** : Προσομοίωση κατεργασίας - Διάνοιξη οπής

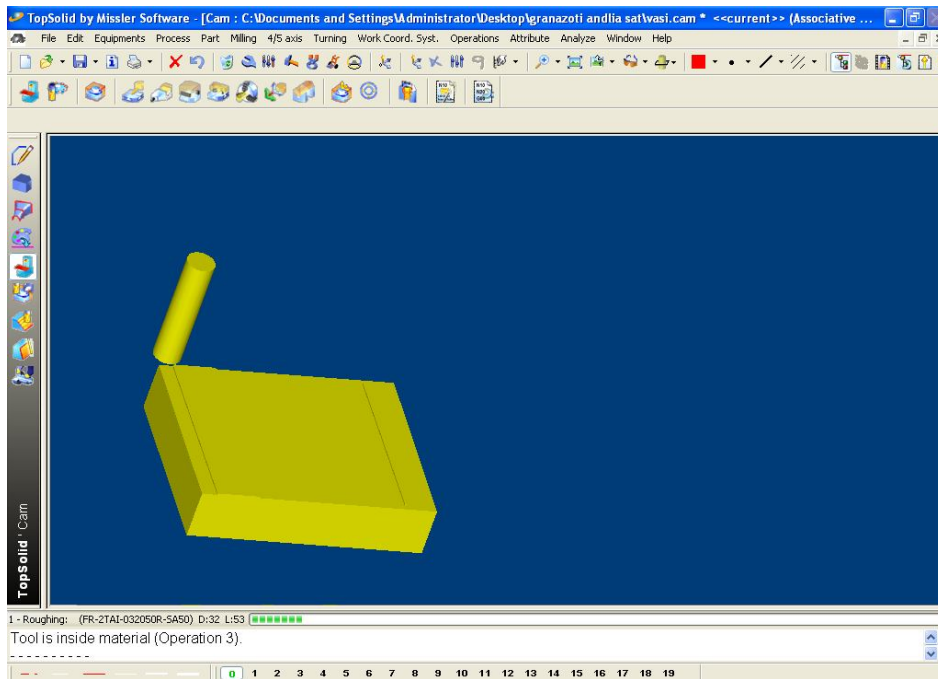
## Κατεργασία Βάσης



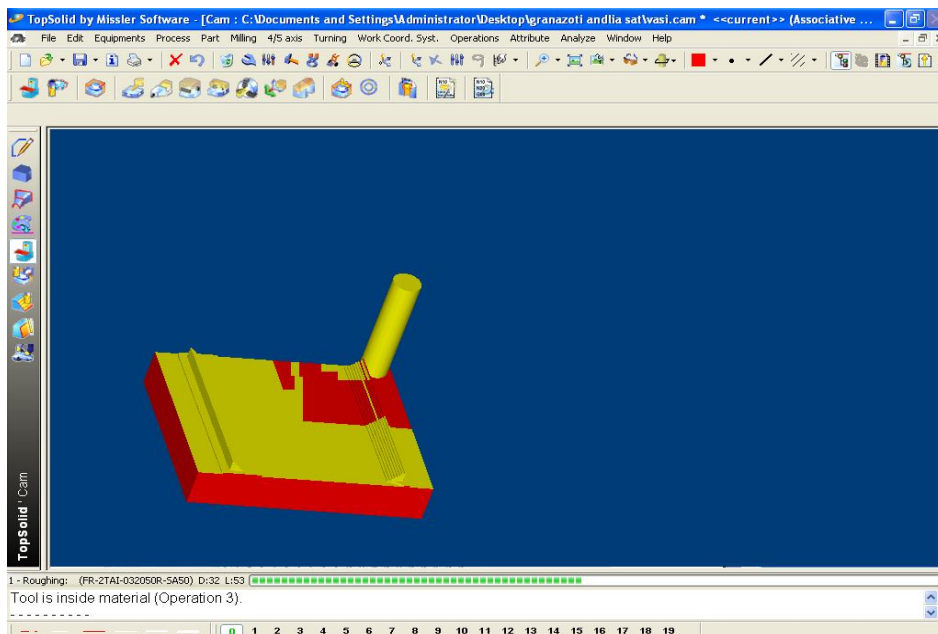
ΕΙΚΟΝΑ Π.22 : Επιλογή φρέζας



ΕΙΚΟΝΑ Π.24 : Παράθυρο κατεργασιών

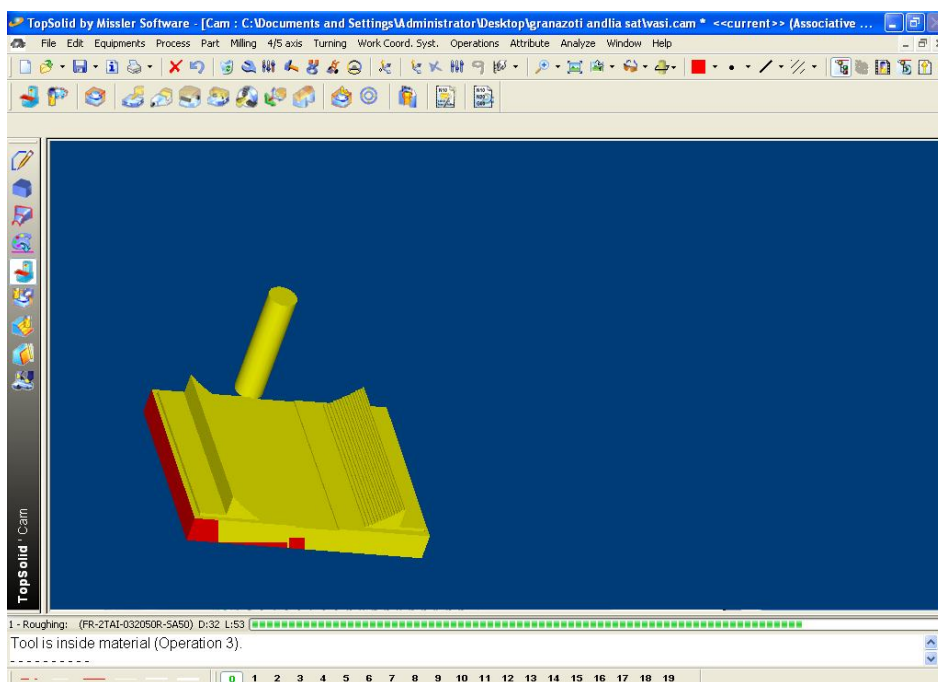


**ΕΙΚΟΝΑ Π.25 :** Προσομοίωση κατεργασίας

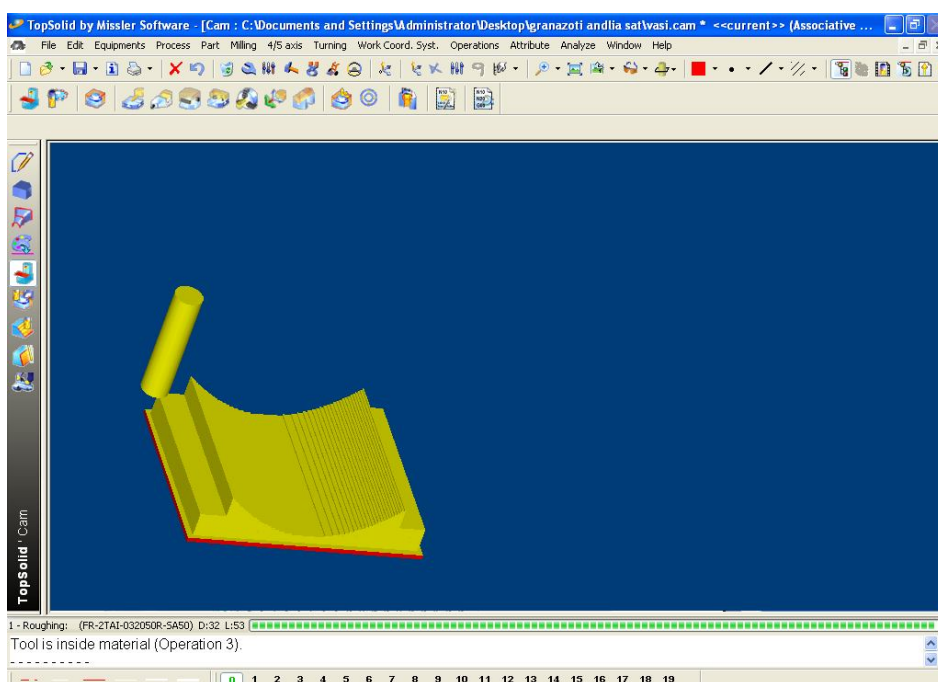


**ΕΙΚΟΝΑ Π.26 :** Προσομοίωση κατεργασίας

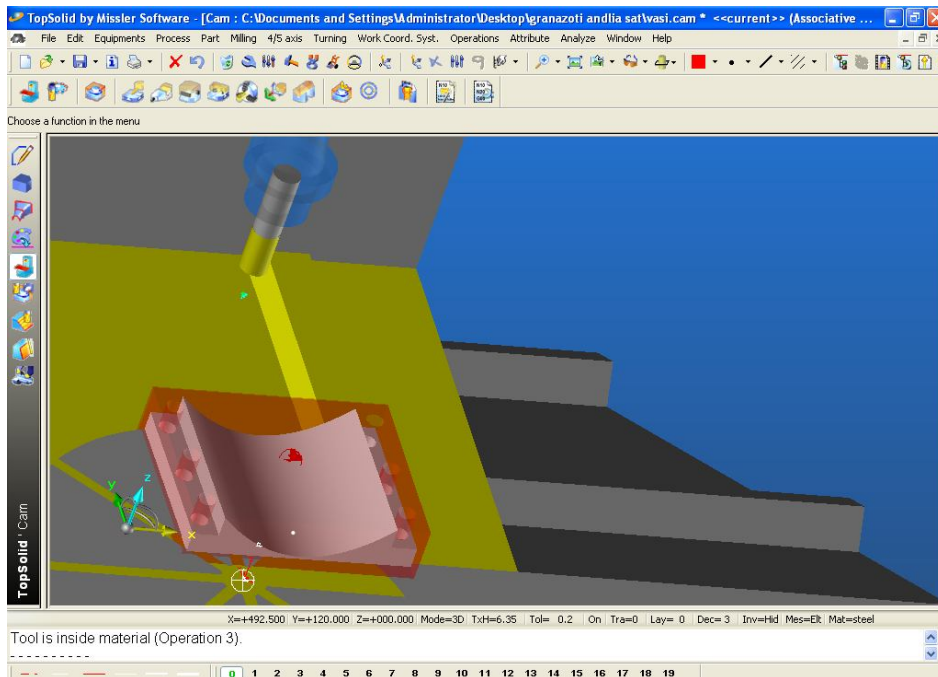




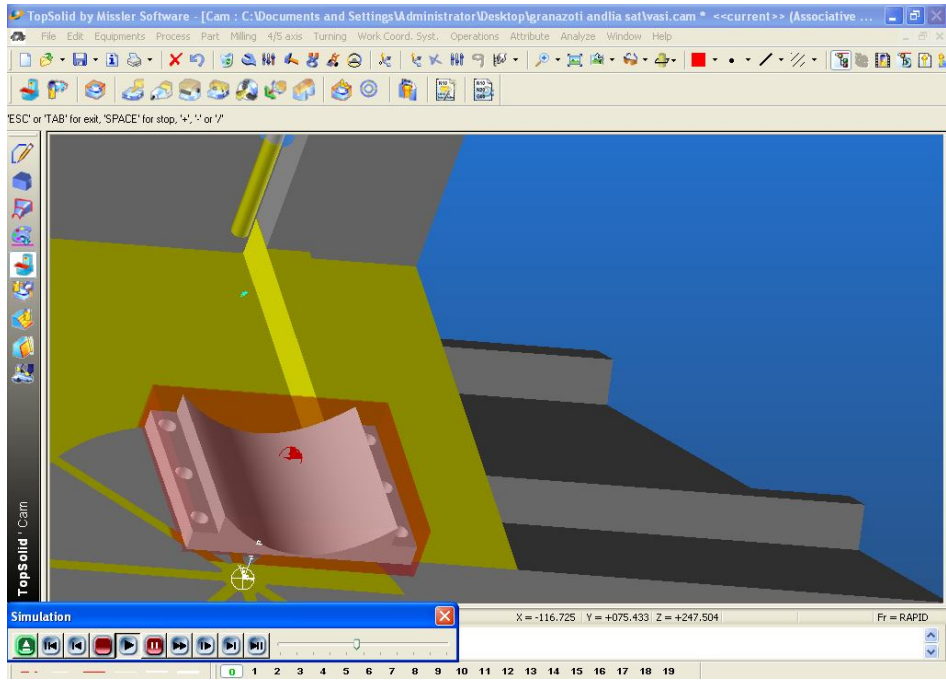
**ΕΙΚΟΝΑ Π.27 :** Προσομοίωση κατεργασίας βάσης Αντλίας



**ΕΙΚΟΝΑ Π.28 :** Προσομοίωση κατεργασίας βάσης Αντλίας

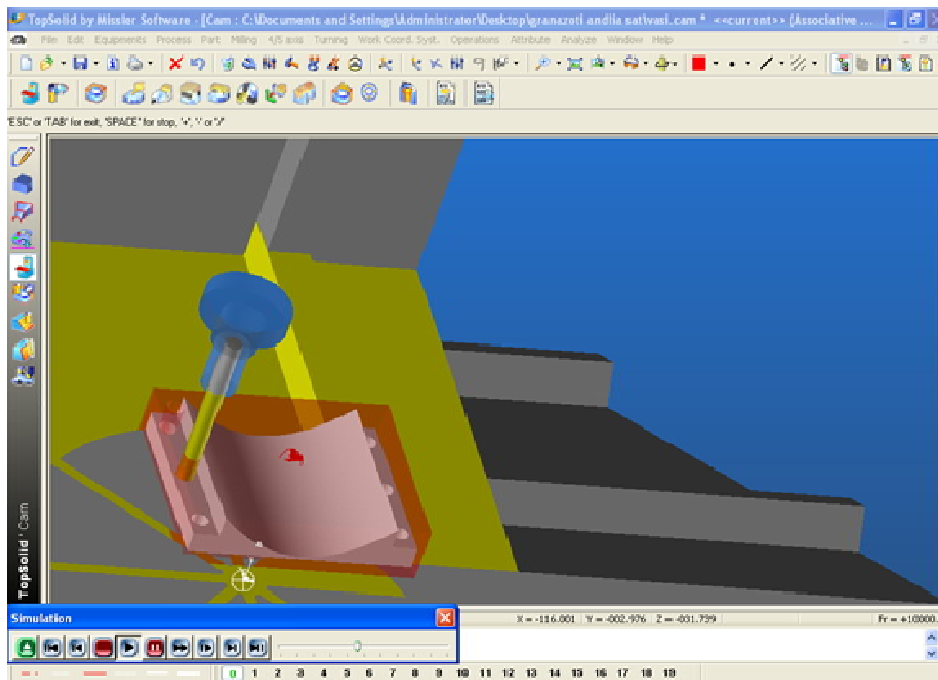


**ΕΙΚΟΝΑ Π.29 :** Προσομοίωση κατεργασίας

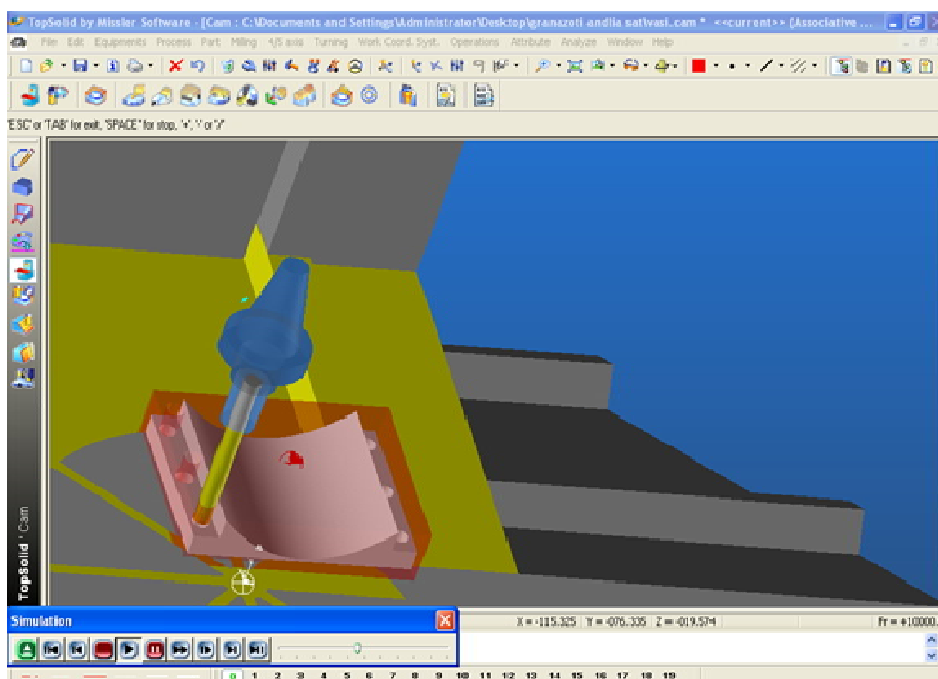


**ΕΙΚΟΝΑ Π.30 :** Προσομοίωση κατεργασίας

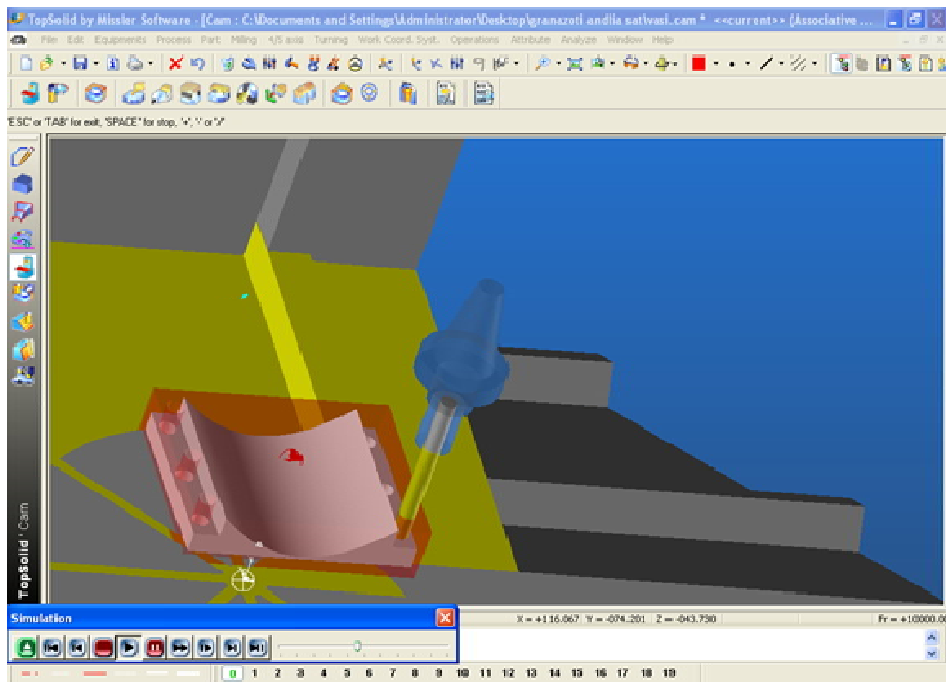




**ΕΙΚΟΝΑ Π.31 :** Προσομοίωση κατεργασίας – Διάνοιξη οπών

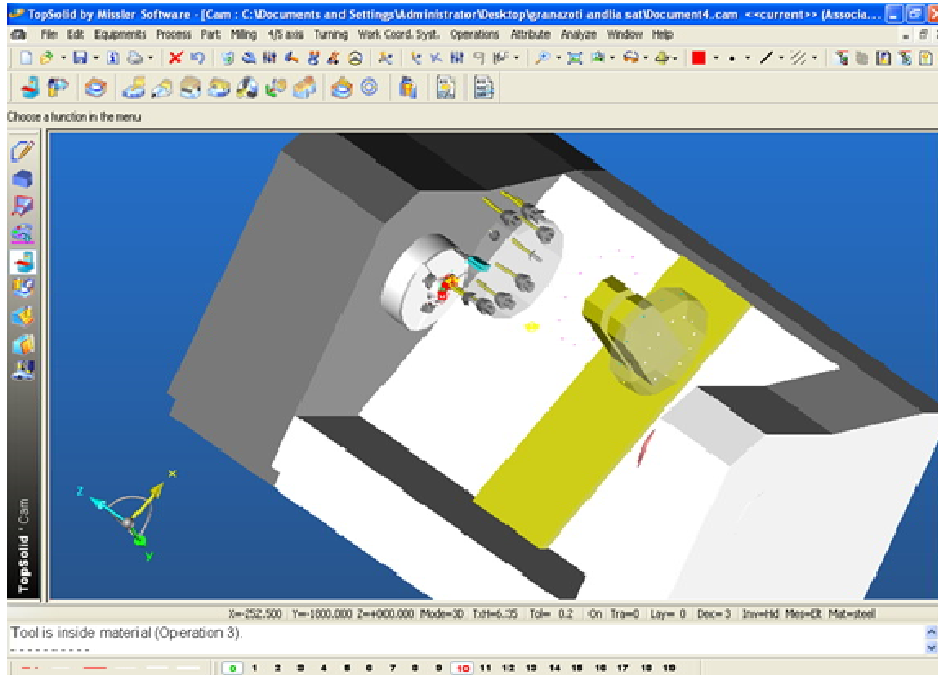


**ΕΙΚΟΝΑ Π.32 :** Προσομοίωση κατεργασίας – Διάνοιξη οπών

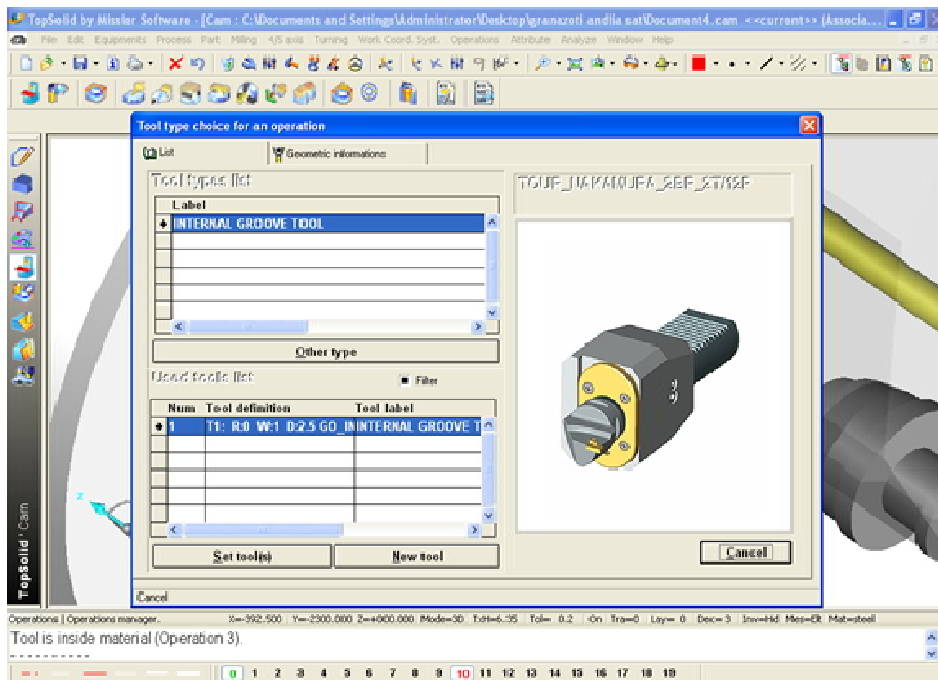


**ΕΙΚΟΝΑ Π.33 :** Προσομοίωση κατεργασίας – Διάνοιξη οπών

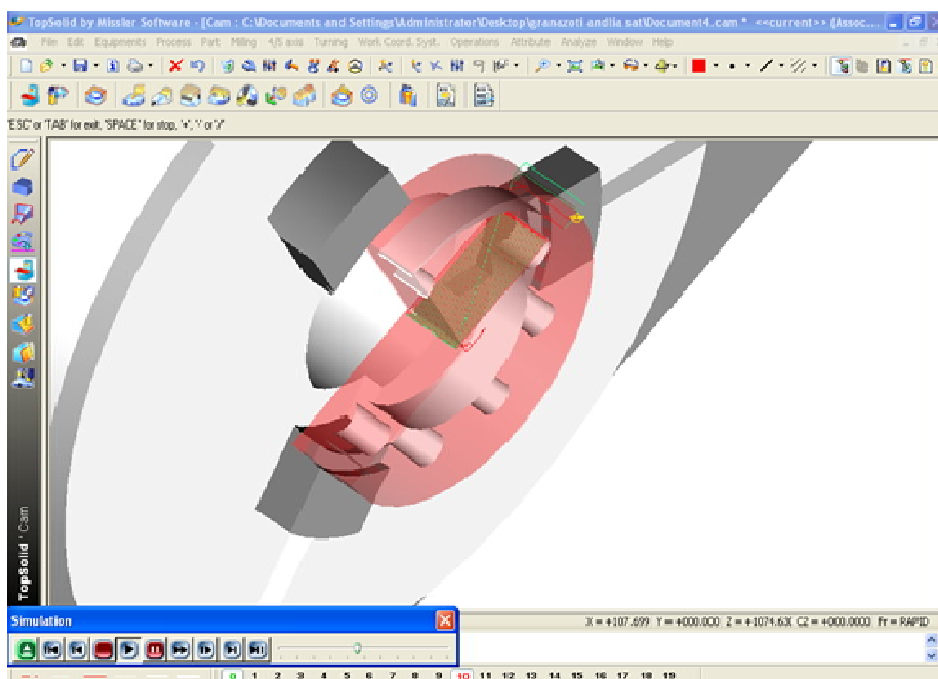
## Κατεργασία φλάντζας



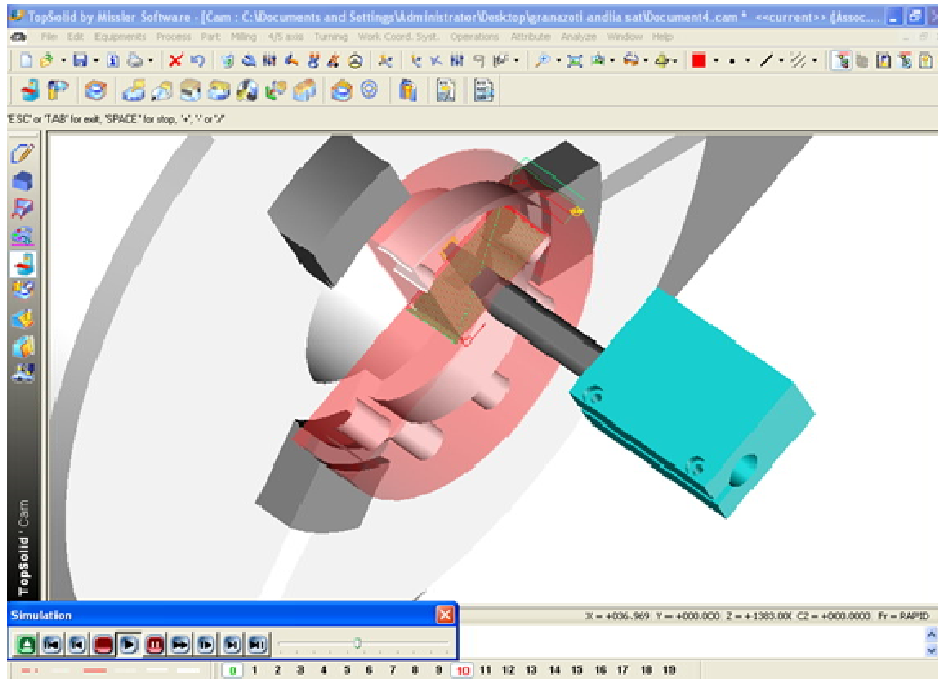
**ΕΙΚΟΝΑ Π.34 :** Επιλογή εργαλειομηχανής



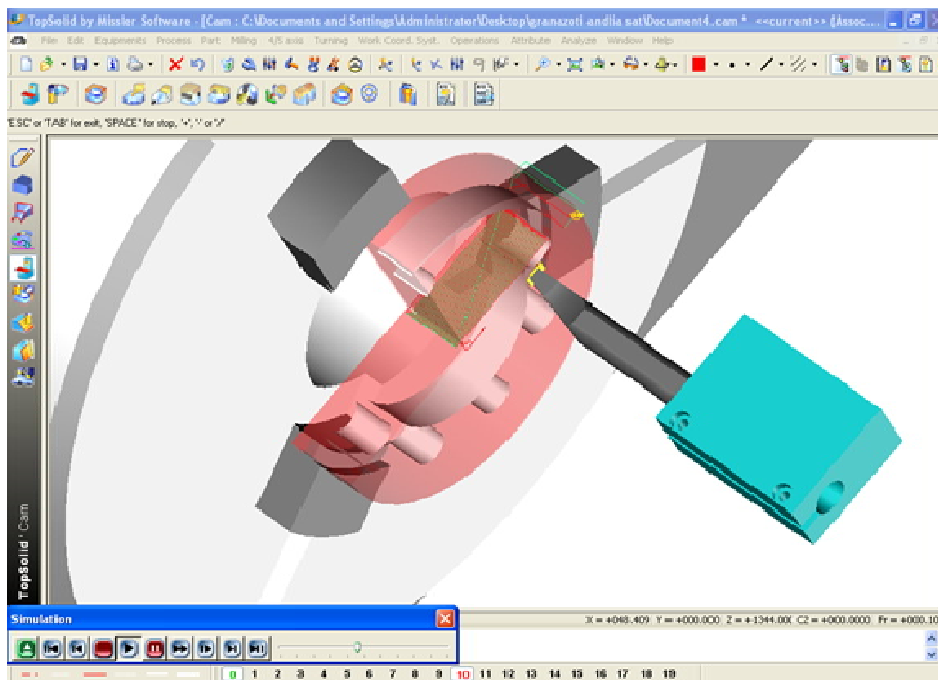
ΕΙΚΟΝΑ Π.35 : Επιλογή Μαχαιριού



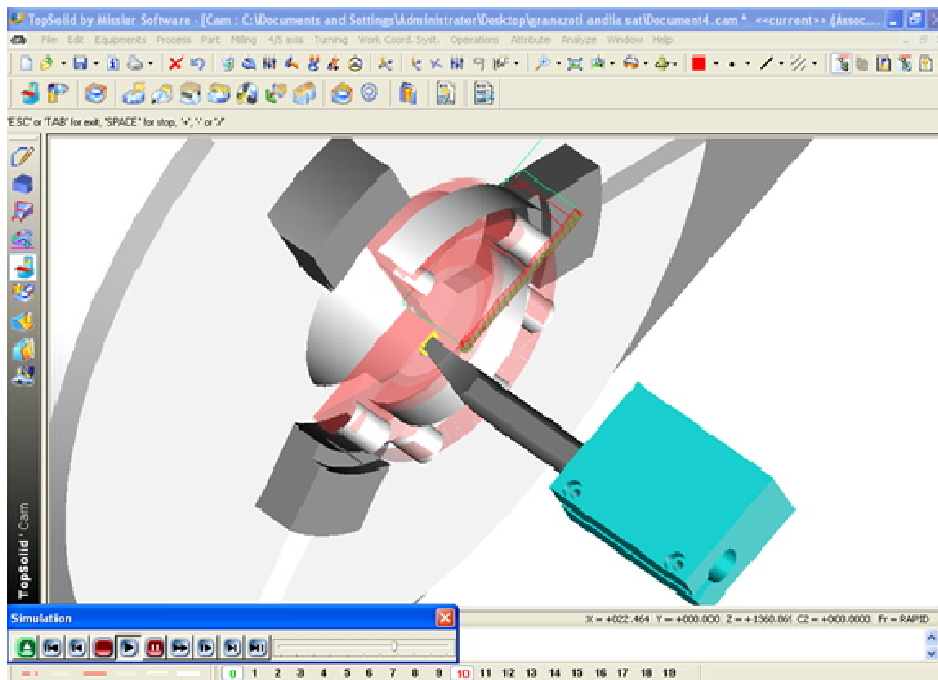
ΕΙΚΟΝΑ Π.36 : Προσομοίωση κατεργασίας – Εσωτερικής τόνρευσης



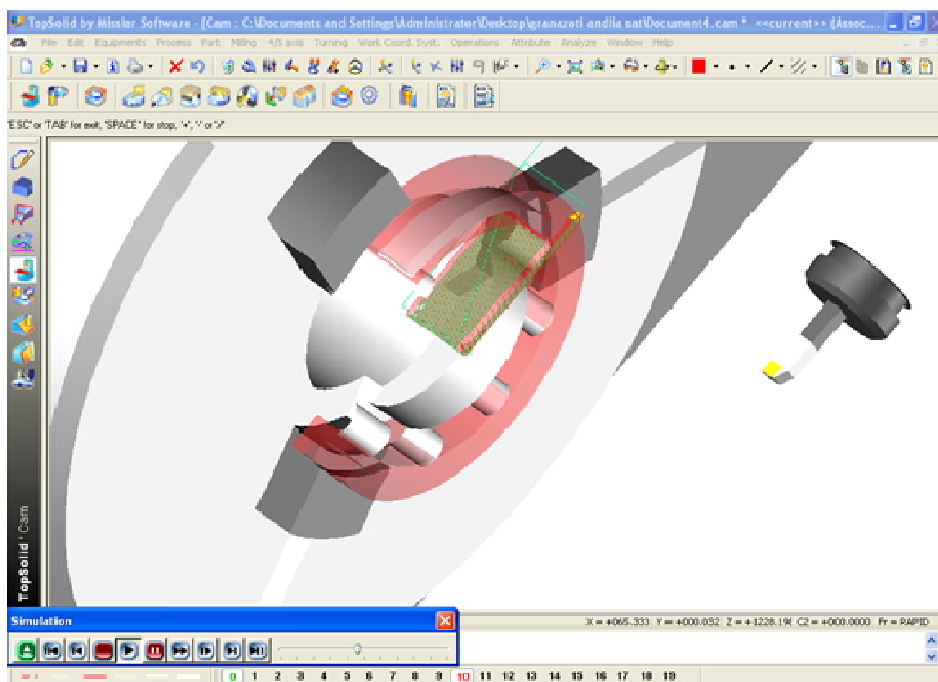
ΕΙΚΟΝΑ Π.37 : Προσομοίωση κατεργασίας



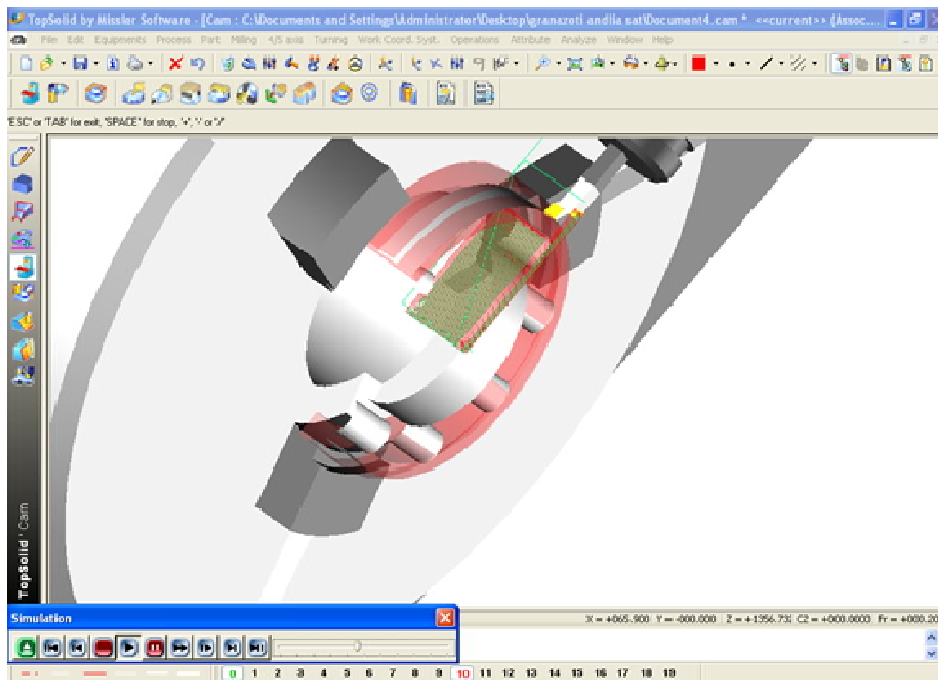
ΕΙΚΟΝΑ Π.38 : Προσομοίωση κατεργασίας



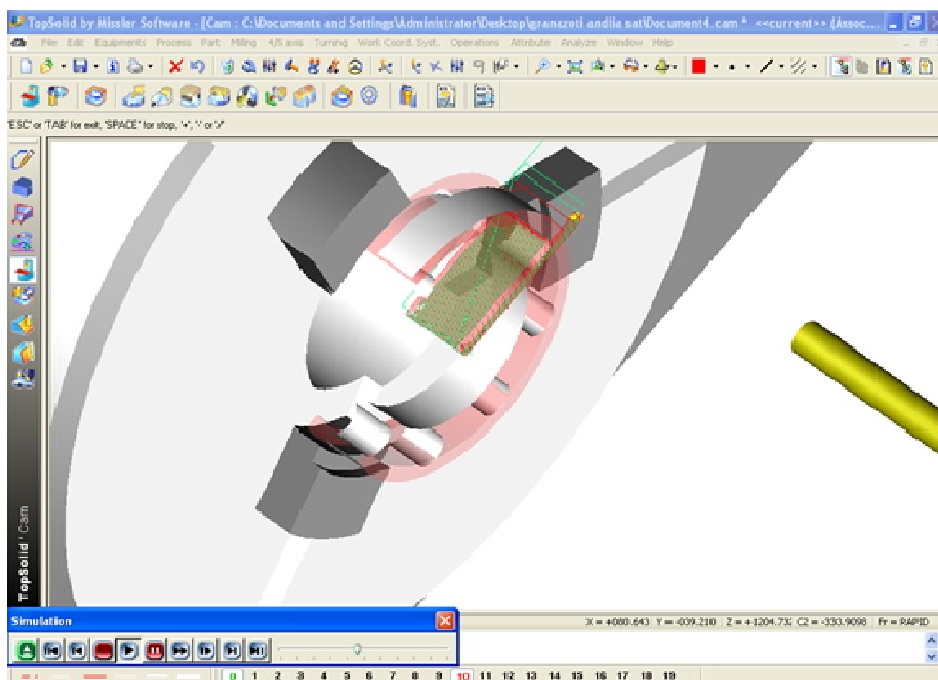
**ΕΙΚΟΝΑ Π.39 :** Προσομοίωση κατεργασίας



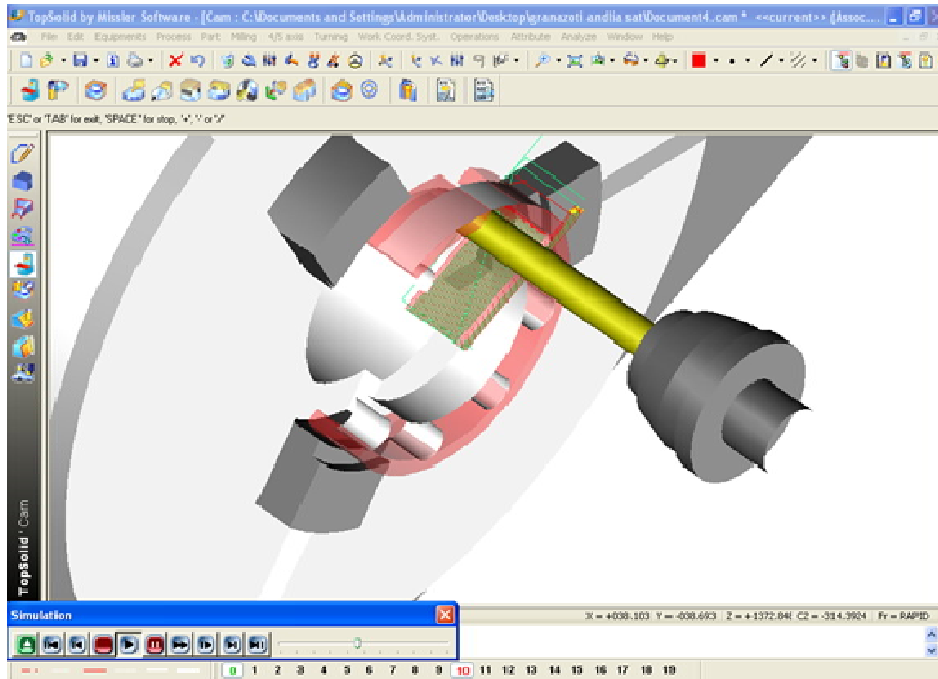
**ΕΙΚΟΝΑ Π.40 :** Προσομοίωση κατεργασίας – Εξωτερική τόνρευση



**ΕΙΚΟΝΑ Π.41 :** Προσομοίωση κατεργασίας



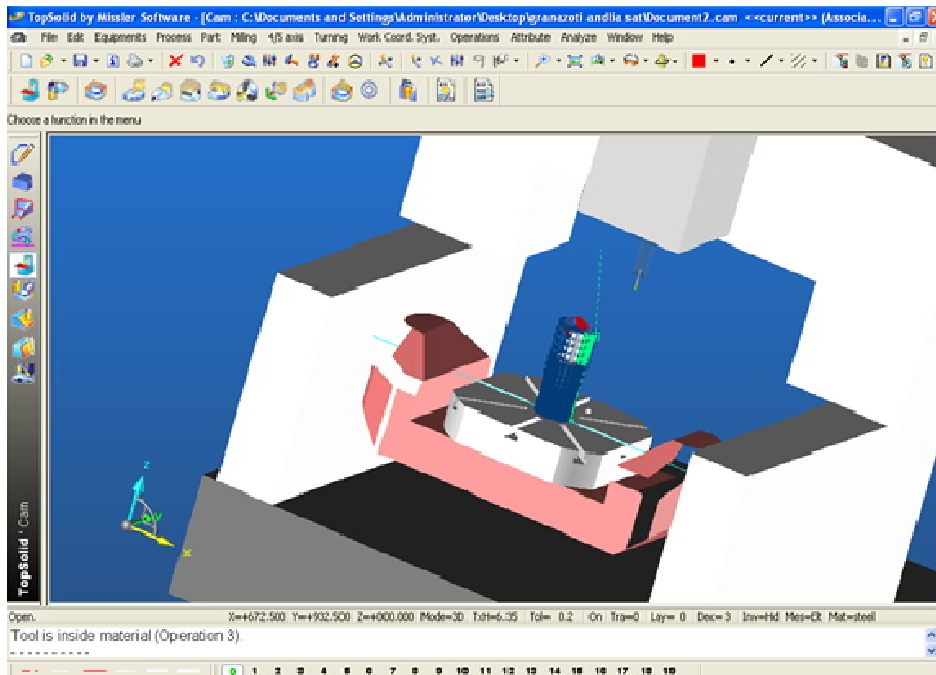
**ΕΙΚΟΝΑ Π.42 :** Προσομοίωση κατεργασίας – Διάνοιξη οπών



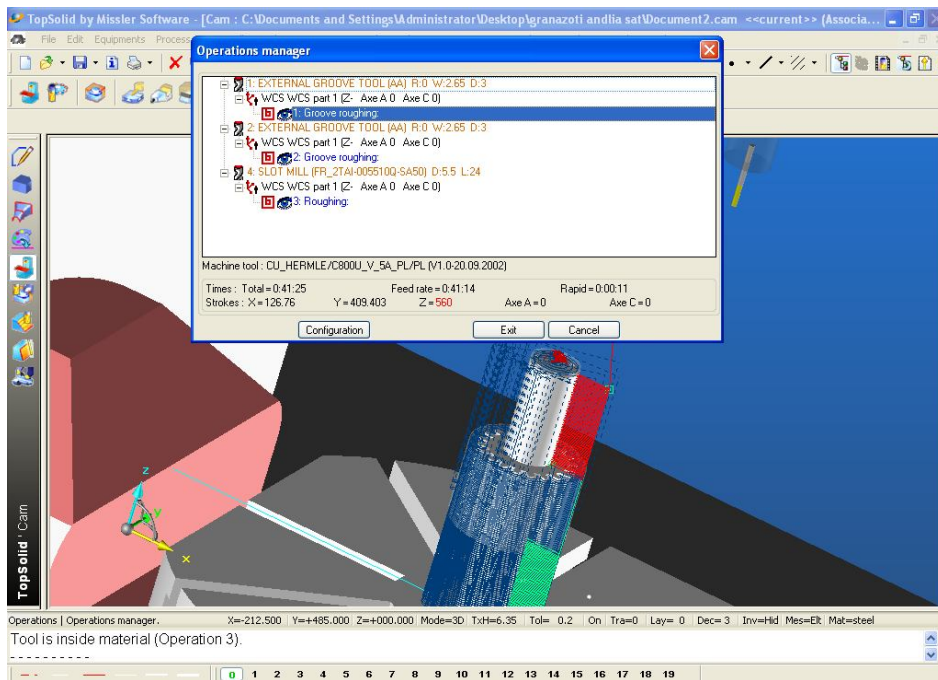
**ΕΙΚΟΝΑ Π.43 :** Προσομοίωση κατεργασίας



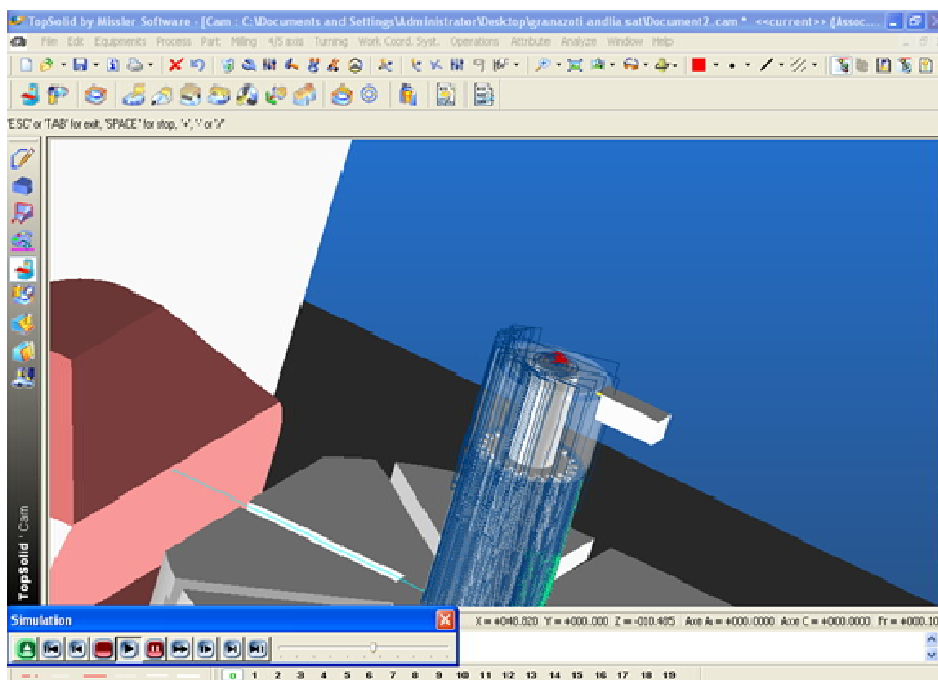
## Κατεργασία γραναζιού



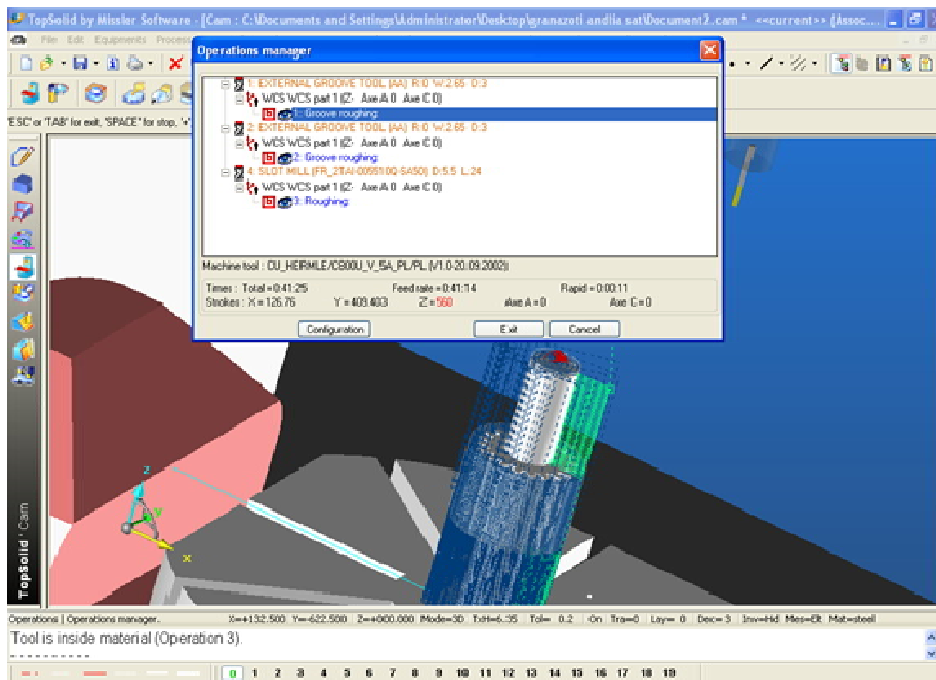
ΕΙΚΟΝΑ Π.43 : Επιλογή εργαλειομηχανής – τοποθέτηση γραναζιού



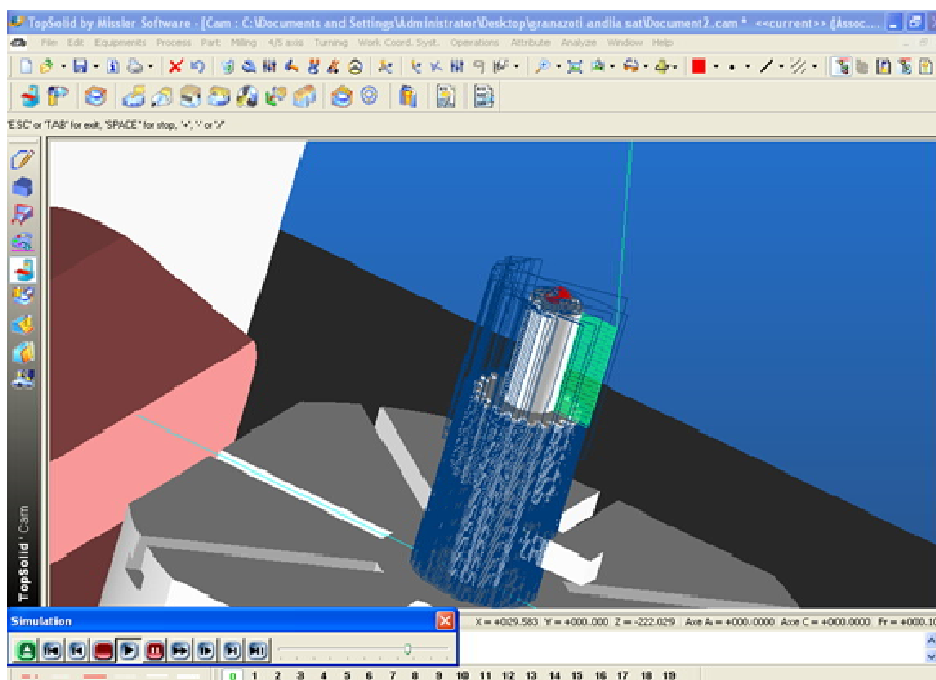
**ΕΙΚΟΝΑ Π.44 :** Περιφερειακή τόνρευση



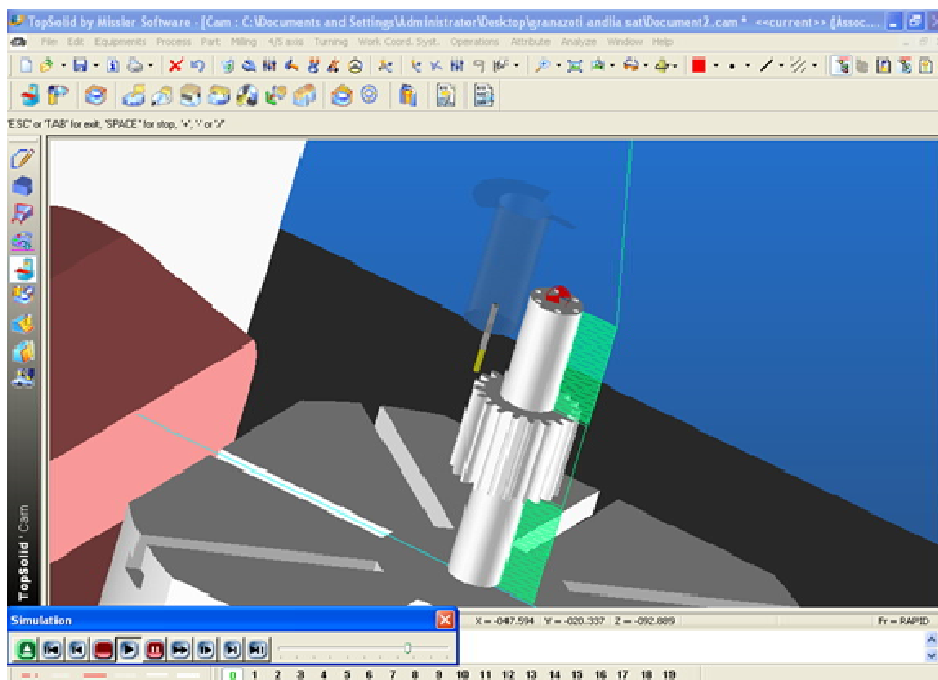
**ΕΙΚΟΝΑ Π.45 :** Προσομοίωση κατεργασίας



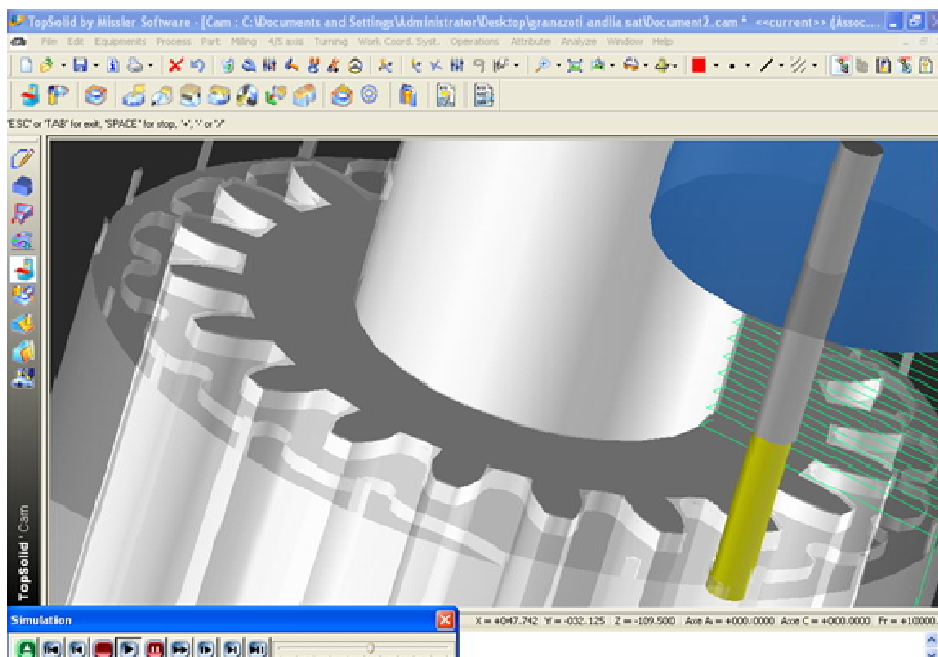
ΕΙΚΟΝΑ Π.46 : Περιφερειακή τόνρευση



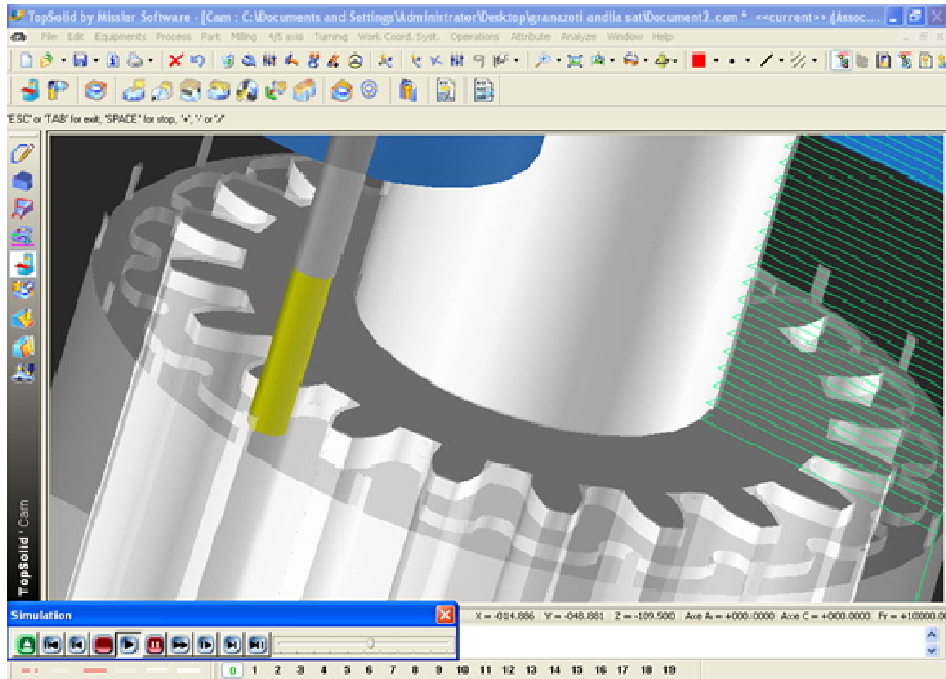
ΕΙΚΟΝΑ Π.47 : Προσομοίωση κατεργασίας



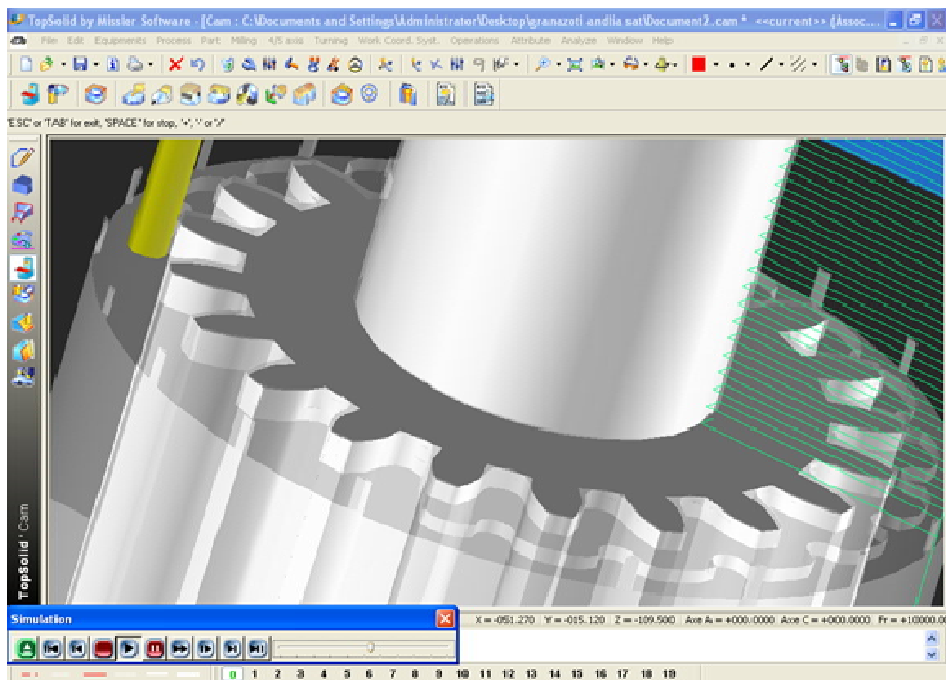
**ΕΙΚΟΝΑ Π.48 :** Προσομοίωση κατεργασίας – Εκχόνδριση



**ΕΙΚΟΝΑ Π.49 :** Προσομοίωση κατεργασίας – Κατεργασία γιναζιού



**ΕΙΚΟΝΑ Π.50 :** Προσομοίωση κατεργασίας



**ΕΙΚΟΝΑ Π.51 :** Προσομοίωση κατεργασίας

## Παράρτημα κώδικα G – M Μηχανής εξαρτημάτων

```
%000001
(INTERNAL GROOVE TOOL GO_INTE-L154.91-16-3-MACH)
T01 M06
F.1
S148 M03
M08
(WCS PART 2)
G0 C0.000
G0 X107.699 Y0.000
G0 Z1383.000
G0 X0.000
G0 Z1342.000
G0 Z1344.000
G0 X-2.000
G1 X0.500
G1 G18 X3.000
G1 X5.500
G1 X8.000
G1 X10.500
G1 X13.000
G1 X15.500
G1 X18.000
G1 X20.500
G1 X23.000
G1 X25.500
G1 X28.000
G1 X30.500
G1 X33.000
G1 X35.500
G1 X38.000
G1 X40.500
G1 X43.000
G1 X45.500
G1 X48.000
G1 X50.500
G1 X53.000
G1 X55.500
G1 X58.000
G1 X60.500
G1 X63.000
G1 X65.500
G1 X68.000
G1 X70.500
G1 X73.000
G1 X75.000
G1 X-2.000
G0 Z1344.900
G1 X0.500
G1 X3.000
G1 X5.500
G1 X8.000
G1 X10.500
G1 X13.000
G1 X15.500
G1 X18.000
G1 X20.500
```

G1 X23.000  
G1 X25.500  
G1 X28.000  
G1 X30.500  
G1 X33.000  
G1 X35.500  
G1 X38.000  
G1 X40.500  
G1 X43.000  
G1 X45.500  
G1 X48.000  
G1 X50.500  
G1 X53.000  
G1 X55.500  
G1 X58.000  
G1 X60.500  
G1 X63.000  
G1 X65.500  
G1 X68.000  
G1 X70.500  
G1 X73.000  
G1 X75.000  
G1 X-2.000  
G0 Z1345.800  
G1 X0.500  
G1 X3.000  
G1 X5.500  
G1 X8.000  
G1 X10.500  
G1 X13.000  
G1 X15.500  
G1 X18.000  
G1 X20.500  
G1 X23.000  
G1 X25.500  
G1 X28.000  
G1 X30.500  
G1 X33.000  
G1 X35.500  
G1 X38.000  
G1 X40.500  
G1 X43.000  
G1 X45.500  
G1 X48.000  
G1 X50.500  
G1 X53.000  
G1 X55.500  
G1 X58.000  
G1 X60.500  
G1 X63.000  
G1 X65.500  
G1 X68.000  
G1 X70.500  
G1 X73.000  
G1 X75.000  
G1 X73.586 Z1344.386  
G0 X-2.000  
G0 Z1346.700  
G1 X0.500  
G1 X3.000  
G1 X5.500

G1 X8.000  
G1 X10.500  
G1 X13.000  
G1 X15.500  
G1 X18.000  
G1 X20.500  
G1 X23.000  
G1 X25.500  
G1 X28.000  
G1 X30.500  
G1 X33.000  
G1 X35.500  
G1 X38.000  
G1 X40.500  
G1 X43.000  
G1 X45.500  
G1 X48.000  
G1 X50.500  
G1 X53.000  
G1 X55.500  
G1 X58.000  
G1 X60.500  
G1 X63.000  
G1 X65.500  
G1 X68.000  
G1 X70.500  
G1 X73.000  
G1 X75.000  
G1 X73.586 Z1345.286  
G0 X-2.000  
G0 Z1347.600  
G1 X0.500  
G1 X3.000  
G1 X5.500  
G1 X8.000  
G1 X10.500  
G1 X13.000  
G1 X15.500  
G1 X18.000  
G1 X20.500  
G1 X23.000  
G1 X25.500  
G1 X28.000  
G1 X30.500  
G1 X33.000  
G1 X35.500  
G1 X38.000  
G1 X40.500  
G1 X43.000  
G1 X45.500  
G1 X48.000  
G1 X50.500  
G1 X53.000  
G1 X55.500  
G1 X58.000  
G1 X60.500  
G1 X63.000  
G1 X65.500  
G1 X68.000  
G1 X70.500  
G1 X73.000



G1 X75.000  
G1 X73.586 Z1346.186  
G0 X-2.000  
G0 Z1348.500  
G1 X0.500  
G1 X3.000  
G1 X5.500  
G1 X8.000  
G1 X10.500  
G1 X13.000  
G1 X15.500  
G1 X18.000  
G1 X20.500  
G1 X23.000  
G1 X25.500  
G1 X28.000  
G1 X30.500  
G1 X33.000  
G1 X35.500  
G1 X38.000  
G1 X40.500  
G1 X43.000  
G1 X45.500  
G1 X48.000  
G1 X50.500  
G1 X53.000  
G1 X55.500  
G1 X58.000  
G1 X60.500  
G1 X63.000  
G1 X65.500  
G1 X68.000  
G1 X70.500  
G1 X73.000  
G1 X75.000  
G1 X73.586 Z1347.086  
S216  
G0 X79.500  
G0 Z1382.000  
G0 X73.586 Z1383.000  
G0 X-2.000 Z1349.500  
G1 X0.500  
G1 X3.000  
G1 X5.500  
G1 X8.000  
G1 X10.500  
G1 X13.000  
G1 X15.500  
G1 X18.000  
G1 X20.500  
G1 X23.000  
G1 X25.500  
G1 X28.000  
G1 X30.500  
G1 X33.000  
G1 X35.500  
G1 X38.000  
G1 X40.500  
G1 X43.000  
G1 X45.500  
G1 X48.000

G1 X50.500  
G1 X53.000  
G1 X55.500  
G1 X58.000  
G1 X58.471  
G1 X-2.000  
G0 Z1350.483  
G1 X0.500  
G1 X3.000  
G1 X5.500  
G1 X8.000  
G1 X10.500  
G1 X13.000  
G1 X15.500  
G1 X18.000  
G1 X20.500  
G1 X23.000  
G1 X25.500  
G1 X28.000  
G1 X30.500  
G1 X33.000  
G1 X35.500  
G1 X38.000  
G1 X40.500  
G1 X43.000  
G1 X45.500  
G1 X48.000  
G1 X50.500  
G1 X53.000  
G1 X55.500  
G1 X58.000  
G1 X58.471  
G1 X-2.000  
G0 Z1351.467  
G1 X0.500  
G1 X3.000  
G1 X5.500  
G1 X8.000  
G1 X10.500  
G1 X13.000  
G1 X15.500  
G1 X18.000  
G1 X20.500  
G1 X23.000  
G1 X25.500  
G1 X28.000  
G1 X30.500  
G1 X33.000  
G1 X35.500  
G1 X38.000  
G1 X40.500  
G1 X43.000  
G1 X45.500  
G1 X48.000  
G1 X50.500  
G1 X53.000  
G1 X55.500  
G1 X58.000  
G1 X58.471  
G1 X57.057 Z1350.052  
G0 X-2.000

G0 Z1352.450  
G1 X0.500  
G1 X3.000  
G1 X5.500  
G1 X8.000  
G1 X10.500  
G1 X13.000  
G1 X15.500  
G1 X18.000  
G1 X20.500  
G1 X23.000  
G1 X25.500  
G1 X28.000  
G1 X30.500  
G1 X33.000  
G1 X35.500  
G1 X38.000  
G1 X40.500  
G1 X43.000  
G1 X45.500  
G1 X48.000  
G1 X50.500  
G1 X53.000  
G1 X55.500  
G1 X58.000  
G1 X58.471  
G1 X57.057 Z1351.036  
G0 X-2.000  
G0 Z1353.433  
G1 X0.500  
G1 X3.000  
G1 X5.500  
G1 X8.000  
G1 X10.500  
G1 X13.000  
G1 X15.500  
G1 X18.000  
G1 X20.500  
G1 X23.000  
G1 X25.500  
G1 X28.000  
G1 X30.500  
G1 X33.000  
G1 X35.500  
G1 X38.000  
G1 X40.500  
G1 X43.000  
G1 X45.500  
G1 X48.000  
G1 X50.500  
G1 X53.000  
G1 X55.500  
G1 X58.000  
G1 X58.471  
G1 X57.057 Z1352.019  
G0 X-2.000  
G0 Z1354.417  
G1 X0.500  
G1 X3.000  
G1 X5.500  
G1 X8.000

G1 X10.500  
G1 X13.000  
G1 X15.500  
G1 X18.000  
G1 X20.500  
G1 X23.000  
G1 X25.500  
G1 X28.000  
G1 X30.500  
G1 X33.000  
G1 X35.500  
G1 X38.000  
G1 X40.500  
G1 X43.000  
G1 X45.500  
G1 X48.000  
G1 X50.500  
G1 X53.000  
G1 X55.500  
G1 X58.000  
G1 X58.471  
G1 X57.057 Z1353.002  
G0 X-2.000  
G0 Z1355.400  
G1 X0.500  
G1 X3.000  
G1 X5.500  
G1 X8.000  
G1 X10.500  
G1 X13.000  
G1 X15.500  
G1 X18.000  
G1 X20.500  
G1 X23.000  
G1 X25.500  
G1 X28.000  
G1 X30.500  
G1 X33.000  
G1 X35.500  
G1 X38.000  
G1 X40.500  
G1 X43.000  
G1 X45.500  
G1 X48.000  
G1 X50.500  
G1 X53.000  
G1 X55.500  
G1 X58.000  
G1 X58.471  
G1 X57.057 Z1353.986  
G0 X-2.000  
G0 Z1356.383  
G1 X0.500  
G1 X3.000  
G1 X5.500  
G1 X8.000  
G1 X10.500  
G1 X13.000  
G1 X15.500  
G1 X18.000  
G1 X20.500

G1 X23.000  
G1 X25.500  
G1 X28.000  
G1 X30.500  
G1 X33.000  
G1 X35.500  
G1 X38.000  
G1 X40.500  
G1 X43.000  
G1 X45.500  
G1 X48.000  
G1 X50.500  
G1 X53.000  
G1 X55.500  
G1 X58.000  
G1 X58.471  
G1 X57.057 Z1354.969  
G0 X-2.000  
G0 Z1357.367  
G1 X0.500  
G1 X3.000  
G1 X5.500  
G1 X8.000  
G1 X10.500  
G1 X13.000  
G1 X15.500  
G1 X18.000  
G1 X20.500  
G1 X23.000  
G1 X25.500  
G1 X28.000  
G1 X30.500  
G1 X33.000  
G1 X35.500  
G1 X38.000  
G1 X40.500  
G1 X43.000  
G1 X45.500  
G1 X48.000  
G1 X50.500  
G1 X53.000  
G1 X55.500  
G1 X58.000  
G1 X58.471  
G1 X57.057 Z1355.952  
G0 X-2.000  
G0 Z1358.350  
G1 X0.500  
G1 X3.000  
G1 X5.500  
G1 X8.000  
G1 X10.500  
G1 X13.000  
G1 X15.500  
G1 X18.000  
G1 X20.500  
G1 X23.000  
G1 X25.500  
G1 X28.000  
G1 X30.500  
G1 X33.000

G1 X35.500  
G1 X38.000  
G1 X40.500  
G1 X43.000  
G1 X45.500  
G1 X48.000  
G1 X50.500  
G1 X53.000  
G1 X55.500  
G1 X58.000  
G1 X58.471  
G1 X57.057 Z1356.936  
G0 X-2.000  
G0 Z1359.333  
G1 X0.500  
G1 X3.000  
G1 X5.500  
G1 X8.000  
G1 X10.500  
G1 X13.000  
G1 X15.500  
G1 X18.000  
G1 X20.500  
G1 X23.000  
G1 X25.500  
G1 X28.000  
G1 X30.500  
G1 X33.000  
G1 X35.500  
G1 X38.000  
G1 X40.500  
G1 X43.000  
G1 X45.500  
G1 X48.000  
G1 X50.500  
G1 X53.000  
G1 X55.500  
G1 X58.000  
G1 X58.471  
G1 X57.057 Z1357.919  
G0 X-2.000  
G0 Z1360.317  
G1 X0.500  
G1 X3.000  
G1 X5.500  
G1 X8.000  
G1 X10.500  
G1 X13.000  
G1 X15.500  
G1 X18.000  
G1 X20.500  
G1 X23.000  
G1 X25.500  
G1 X28.000  
G1 X30.500  
G1 X33.000  
G1 X35.500  
G1 X38.000  
G1 X40.500  
G1 X43.000  
G1 X45.500

G1 X48.000  
G1 X50.500  
G1 X53.000  
G1 X55.500  
G1 X58.000  
G1 X58.471  
G1 X57.057 Z1358.902  
G0 X-2.000  
G0 Z1361.300  
G1 X0.500  
G1 X3.000  
G1 X5.500  
G1 X8.000  
G1 X10.500  
G1 X13.000  
G1 X15.500  
G1 X18.000  
G1 X20.500  
G1 X23.000  
G1 X25.500  
G1 X28.000  
G1 X30.500  
G1 X33.000  
G1 X35.500  
G1 X38.000  
G1 X40.500  
G1 X43.000  
G1 X45.500  
G1 X48.000  
G1 X50.500  
G1 X53.000  
G1 X55.500  
G1 X58.000  
G1 X58.471  
G1 X57.057 Z1359.886  
G0 X-2.000  
G0 Z1362.283  
G1 X0.500  
G1 X3.000  
G1 X5.500  
G1 X8.000  
G1 X10.500  
G1 X13.000  
G1 X15.500  
G1 X18.000  
G1 X20.500  
G1 X23.000  
G1 X25.500  
G1 X28.000  
G1 X30.500  
G1 X33.000  
G1 X35.500  
G1 X38.000  
G1 X40.500  
G1 X43.000  
G1 X45.500  
G1 X48.000  
G1 X50.500  
G1 X53.000  
G1 X55.500  
G1 X58.000

G1 X58.471  
G1 X57.057 Z1360.869  
G0 X-2.000  
G0 Z1363.267  
G1 X0.500  
G1 X3.000  
G1 X5.500  
G1 X8.000  
G1 X10.500  
G1 X13.000  
G1 X15.500  
G1 X18.000  
G1 X20.500  
G1 X23.000  
G1 X25.500  
G1 X28.000  
G1 X30.500  
G1 X33.000  
G1 X35.500  
G1 X38.000  
G1 X40.500  
G1 X43.000  
G1 X45.500  
G1 X48.000  
G1 X50.500  
G1 X53.000  
G1 X55.500  
G1 X58.000  
G1 X58.471  
G1 X57.057 Z1361.852  
G0 X-2.000  
G0 Z1364.250  
G1 X0.500  
G1 X3.000  
G1 X5.500  
G1 X8.000  
G1 X10.500  
G1 X13.000  
G1 X15.500  
G1 X18.000  
G1 X20.500  
G1 X23.000  
G1 X25.500  
G1 X28.000  
G1 X30.500  
G1 X33.000  
G1 X35.500  
G1 X38.000  
G1 X40.500  
G1 X43.000  
G1 X45.500  
G1 X48.000  
G1 X50.500  
G1 X53.000  
G1 X55.500  
G1 X58.000  
G1 X58.471  
G1 X57.057 Z1362.836  
G0 X-2.000  
G0 Z1365.233  
G1 X0.500



G1 X3.000  
G1 X5.500  
G1 X8.000  
G1 X10.500  
G1 X13.000  
G1 X15.500  
G1 X18.000  
G1 X20.500  
G1 X23.000  
G1 X25.500  
G1 X28.000  
G1 X30.500  
G1 X33.000  
G1 X35.500  
G1 X38.000  
G1 X40.500  
G1 X43.000  
G1 X45.500  
G1 X48.000  
G1 X50.500  
G1 X53.000  
G1 X55.500  
G1 X58.000  
G1 X58.471  
G1 X57.057 Z1363.819  
G0 X-2.000  
G0 Z1366.217  
G1 X0.500  
G1 X3.000  
G1 X5.500  
G1 X8.000  
G1 X10.500  
G1 X13.000  
G1 X15.500  
G1 X18.000  
G1 X20.500  
G1 X23.000  
G1 X25.500  
G1 X28.000  
G1 X30.500  
G1 X33.000  
G1 X35.500  
G1 X38.000  
G1 X40.500  
G1 X43.000  
G1 X45.500  
G1 X48.000  
G1 X50.500  
G1 X53.000  
G1 X55.500  
G1 X58.000  
G1 X58.471  
G1 X57.057 Z1364.802  
G0 X-2.000  
G0 Z1367.200  
G1 X0.500  
G1 X3.000  
G1 X5.500  
G1 X8.000  
G1 X10.500  
G1 X13.000

G1 X15.500  
G1 X18.000  
G1 X20.500  
G1 X23.000  
G1 X25.500  
G1 X28.000  
G1 X30.500  
G1 X33.000  
G1 X35.500  
G1 X38.000  
G1 X40.500  
G1 X43.000  
G1 X45.500  
G1 X48.000  
G1 X50.500  
G1 X53.000  
G1 X55.500  
G1 X58.000  
G1 X58.471  
G1 X57.057 Z1365.786  
G0 X-2.000  
G0 Z1368.183  
G1 X0.500  
G1 X3.000  
G1 X5.500  
G1 X8.000  
G1 X10.500  
G1 X13.000  
G1 X15.500  
G1 X18.000  
G1 X20.500  
G1 X23.000  
G1 X25.500  
G1 X28.000  
G1 X30.500  
G1 X33.000  
G1 X35.500  
G1 X38.000  
G1 X40.500  
G1 X43.000  
G1 X45.500  
G1 X48.000  
G1 X50.500  
G1 X53.000  
G1 X55.500  
G1 X58.000  
G1 X58.471  
G1 X57.057 Z1366.769  
G0 X-2.000  
G0 Z1369.167  
G1 X0.500  
G1 X3.000  
G1 X5.500  
G1 X8.000  
G1 X10.500  
G1 X13.000  
G1 X15.500  
G1 X18.000  
G1 X20.500  
G1 X23.000  
G1 X25.500

G1 X28.000  
G1 X30.500  
G1 X33.000  
G1 X35.500  
G1 X38.000  
G1 X40.500  
G1 X43.000  
G1 X45.500  
G1 X48.000  
G1 X50.500  
G1 X53.000  
G1 X55.500  
G1 X58.000  
G1 X58.471  
G1 X57.057 Z1367.752  
G0 X-2.000  
G0 Z1370.150  
G1 X0.500  
G1 X3.000  
G1 X5.500  
G1 X8.000  
G1 X10.500  
G1 X13.000  
G1 X15.500  
G1 X18.000  
G1 X20.500  
G1 X23.000  
G1 X25.500  
G1 X28.000  
G1 X30.500  
G1 X33.000  
G1 X35.500  
G1 X38.000  
G1 X40.500  
G1 X43.000  
G1 X45.500  
G1 X48.000  
G1 X50.500  
G1 X53.000  
G1 X55.500  
G1 X58.000  
G1 X58.471  
G1 X57.057 Z1368.736  
G0 X-2.000  
G0 Z1371.133  
G1 X0.500  
G1 X3.000  
G1 X5.500  
G1 X8.000  
G1 X10.500  
G1 X13.000  
G1 X15.500  
G1 X18.000  
G1 X20.500  
G1 X23.000  
G1 X25.500  
G1 X28.000  
G1 X30.500  
G1 X33.000  
G1 X35.500  
G1 X38.000

G1 X40.500  
G1 X43.000  
G1 X45.500  
G1 X48.000  
G1 X50.500  
G1 X53.000  
G1 X55.500  
G1 X58.000  
G1 X58.471  
G1 X57.057 Z1369.719  
G0 X-2.000  
G0 Z1372.117  
G1 X0.500  
G1 X3.000  
G1 X5.500  
G1 X8.000  
G1 X10.500  
G1 X13.000  
G1 X15.500  
G1 X18.000  
G1 X20.500  
G1 X23.000  
G1 X25.500  
G1 X28.000  
G1 X30.500  
G1 X33.000  
G1 X35.500  
G1 X38.000  
G1 X40.500  
G1 X43.000  
G1 X45.500  
G1 X48.000  
G1 X50.500  
G1 X53.000  
G1 X55.500  
G1 X58.000  
G1 X58.471  
G1 X57.057 Z1370.702  
G0 X-2.000  
G0 Z1373.100  
G1 X0.500  
G1 X3.000  
G1 X5.500  
G1 X8.000  
G1 X10.500  
G1 X13.000  
G1 X15.500  
G1 X18.000  
G1 X20.500  
G1 X23.000  
G1 X25.500  
G1 X28.000  
G1 X30.500  
G1 X33.000  
G1 X35.500  
G1 X38.000  
G1 X40.500  
G1 X43.000  
G1 X45.500  
G1 X48.000  
G1 X50.500

G1 X53.000  
G1 X55.500  
G1 X58.000  
G1 X58.471  
G1 X57.057 Z1371.686  
G0 X-2.000  
G0 Z1374.083  
G1 X0.500  
G1 X3.000  
G1 X5.500  
G1 X8.000  
G1 X10.500  
G1 X13.000  
G1 X15.500  
G1 X18.000  
G1 X20.500  
G1 X23.000  
G1 X25.500  
G1 X28.000  
G1 X30.500  
G1 X33.000  
G1 X35.500  
G1 X38.000  
G1 X40.500  
G1 X43.000  
G1 X45.500  
G1 X48.000  
G1 X50.500  
G1 X53.000  
G1 X55.500  
G1 X58.000  
G1 X58.471  
G1 X57.057 Z1372.669  
G0 X-2.000  
G0 Z1375.067  
G1 X0.500  
G1 X3.000  
G1 X5.500  
G1 X8.000  
G1 X10.500  
G1 X13.000  
G1 X15.500  
G1 X18.000  
G1 X20.500  
G1 X23.000  
G1 X25.500  
G1 X28.000  
G1 X30.500  
G1 X33.000  
G1 X35.500  
G1 X38.000  
G1 X40.500  
G1 X43.000  
G1 X45.500  
G1 X48.000  
G1 X50.500  
G1 X53.000  
G1 X55.500  
G1 X58.000  
G1 X58.471  
G1 X57.057 Z1373.652

G0 X-2.000  
G0 Z1376.050  
G1 X0.500  
G1 X3.000  
G1 X5.500  
G1 X8.000  
G1 X10.500  
G1 X13.000  
G1 X15.500  
G1 X18.000  
G1 X20.500  
G1 X23.000  
G1 X25.500  
G1 X28.000  
G1 X30.500  
G1 X33.000  
G1 X35.500  
G1 X38.000  
G1 X40.500  
G1 X43.000  
G1 X45.500  
G1 X48.000  
G1 X50.500  
G1 X53.000  
G1 X55.500  
G1 X58.000  
G1 X58.471  
G1 X57.057 Z1374.636  
G0 X-2.000  
G0 Z1377.033  
G1 X0.500  
G1 X3.000  
G1 X5.500  
G1 X8.000  
G1 X10.500  
G1 X13.000  
G1 X15.500  
G1 X18.000  
G1 X20.500  
G1 X23.000  
G1 X25.500  
G1 X28.000  
G1 X30.500  
G1 X33.000  
G1 X35.500  
G1 X38.000  
G1 X40.500  
G1 X43.000  
G1 X45.500  
G1 X48.000  
G1 X50.500  
G1 X53.000  
G1 X55.500  
G1 X58.000  
G1 X58.471  
G1 X57.057 Z1375.619  
G0 X-2.000  
G0 Z1378.017  
G1 X0.500  
G1 X3.000  
G1 X5.500

```
G1 X8.000
G1 X10.500
G1 X13.000
G1 X15.500
G1 X18.000
G1 X20.500
G1 X23.000
G1 X25.500
G1 X28.000
G1 X30.500
G1 X33.000
G1 X35.500
G1 X38.000
G1 X40.500
G1 X43.000
G1 X45.500
G1 X48.000
G1 X50.500
G1 X53.000
G1 X55.500
G1 X58.000
G1 X58.471
G1 X57.057 Z1376.602
G0 X-2.000
G0 Z1379.000
G1 X0.500
G1 X3.000
G1 X5.500
G1 X8.000
G1 X10.500
G1 X13.000
G1 X15.500
G1 X18.000
G1 X20.500
G1 X23.000
G1 X25.500
G1 X28.000
G1 X30.500
G1 X33.000
G1 X35.500
G1 X38.000
G1 X40.500
G1 X43.000
G1 X45.500
G1 X48.000
G1 X50.500
G1 X53.000
G1 X55.500
G1 X58.000
G1 X58.471
G1 X57.057 Z1377.586
M09
(EXTERNAL TURN TOOL TU_EXTE-LX06C2D-BT25)
T02 M06
F.2
S225 M03
M08
G0 C0.000
G0 X70.650 Y0.000
G0 Z1347.100
G1 Z1380.400
```

```

G0 X75.400
G0 Z1347.100
G0 X65.900
G1 Z1380.400
G1 X70.650 Z1375.650
G1 X72.064 Z1374.236
M09
(TWIST DRILL FO_HELI-016090N-MACH)
T04 M06
F10000
S9999 M03
M08
G0 C0.000
G0 X35.972 Y-38.133
G0 Z1382.000
G0 X52.423 Y0.000 C-46.670
G81 Z1344.381 R1382.000
G0 G80 Z1382.000
G0 C0.000
M09
(TWIST DRILL FO_HELI-016090N-MACH)
T05 M06
F10000
S9999 M03
M08
G0 C0.000
G0 X35.972 Y-38.133
G0 Z1382.000
G0 X52.423 Y0.000 C-46.670
G81 Z1344.381 R1372.000
G0 G80 Z1382.000
G0 C0.000
M09
(TWIST DRILL FO_HELI-016090N-MACH)
T06 M06
F10000
S9999 M03
M08
G0 C0.000
G0 X50.971 Y0.002
G0 Z1382.000
G0 Y0.000 C0.002
G81 Z1344.381 R1382.000
G0 G80 Z1382.000
G0 C0.000
M09
(TWIST DRILL FO_HELI-016090N-MACH)
T07 M06
F10000
S9999 M03
M08
G0 C0.000
G0 X35.970 Y38.723
G0 Z1382.000
G0 X52.851 Y0.000 C47.111
G81 Z1344.381 R1382.000
G0 G80 Z1382.000
G0 C0.000
M09
(TWIST DRILL FO_HELI-016090N-MACH)
T08 M06

```



```

F10000
S9999 M03
M08
G0 C0.000
G0 X-0.002 Y52.460
G0 Z1382.000
G0 X52.460 Y0.000 C90.002
G81 Z1344.381 R1382.000
G0 G80 Z1382.000
G0 C0.000
M09
(TWIST DRILL FO_HELI-016090N-MACH)
T09 M06
F10000
S9999 M03
M08
G0 C0.000
G0 X-36.187 Y38.720
G0 Z1382.000
G0 X52.998 Y0.000 C133.063
G81 Z1344.381 R1382.000
G0 G80 Z1382.000
G0 C0.000
M09
(TWIST DRILL FO_HELI-016090N-MACH)
T10 M06
F10000
S9999 M03
M08
G0 C0.000
G0 X-52.873 Y0.002
G0 Z1382.000
G0 X52.873 Y0.000 C179.998
G81 Y0.003 Z1344.381 R1382.000
G0 G80 Z1382.000
G0 Y0.000 C0.000
M09
(TWIST DRILL FO_HELI-016090N-MACH)
T11 M06
F10000
S9999 M03
M08
G0 C0.000
G0 X0.002 Y-52.324
G0 Z1382.000
G0 X52.324 Y0.000 C-89.998
G81 Z1344.381 R1382.000
G0 G80 Z1382.000
G0 C0.000
M09
M02

%000001
(EXTERNAL TURN TOOL TU_EXTE-LX06C2D-BT25)
T03 M06
F.2
S108 M03
M08
(WCS PART 5)
G0 C0.000

```

G0 X146.850 Y0.000  
G0 Z870.000  
G0 X4.713 Z1352.600  
G1 Z1359.100  
G1 G18 X0.000  
G0 Z1352.600  
G0 X9.425  
G1 Z1359.100  
G1 X4.713  
G0 Z1352.600  
G0 X14.138  
G1 Z1359.100  
G1 X9.425  
G0 Z1352.600  
G0 X18.850  
G1 Z1359.100  
G1 X14.138  
G0 Z1352.600  
G0 X23.563  
G1 Z1359.100  
G1 X18.850  
G0 Z1352.600  
G0 X28.275  
G1 Z1359.100  
G1 X23.563  
G0 Z1352.600  
G0 X32.988  
G1 Z1359.100  
G1 X28.275  
G0 Z1352.600  
G0 X37.700  
G1 Z1359.100  
G1 X32.988  
G0 Z1352.600  
G0 X42.413  
G1 Z1359.100  
G1 X37.700  
G0 Z1352.600  
G0 X47.125  
G1 Z1359.100  
G1 X42.413  
G0 Z1352.600  
G0 X51.838  
G1 Z1359.100  
G1 X47.125  
G0 Z1352.600  
G0 X56.550  
G1 Z1359.100  
G1 X51.838  
G0 Z1352.600  
G0 X61.263  
G1 Z1359.100  
G1 X56.550  
G0 Z1352.600  
G0 X65.975  
G1 Z1359.100  
G1 X61.263  
G0 Z1352.600  
G0 X70.688  
G1 Z1359.100  
G1 X65.975

```

G0 Z1352.600
G0 X75.400
G1 Z1359.100
G1 X75.000
G1 X70.688
G1 X69.273 Z1357.686
M09
(EXTERNAL GROOVE TOOL GO_EXTE-BT-151.2L21B-D01-MACH)
T02 M06
F.1
S457 M03
M08
G0 C0.000
G0 X34.850 Y0.000
G0 Z816.000
G0 X77.000 Z1362.500
G1 X67.000
G1 X66.265
G1 X77.000
G0 Z1365.417
G1 X67.000
G1 X66.265
G1 X67.679 Z1364.002
G0 X77.000
G0 Z1368.333
G1 X67.000
G1 X66.265
G1 X67.679 Z1366.919
G0 X77.000
G0 Z1371.250
G1 X67.000
G1 X66.265
G1 X67.679 Z1369.836
G0 X77.000
G0 Z1374.167
G1 X67.000
G1 X66.265
G1 X67.679 Z1372.752
G0 X77.000
G0 Z1377.083
G1 X67.000
G1 X66.265
G1 X67.679 Z1375.669
G0 X77.000
G0 Z1380.000
G1 X67.000
G1 X66.265
G1 X67.679 Z1378.586
M09
(TWIST DRILL FO_HELI-040090S-MACH)
T04 M06
F10000
S9999 M03
M08
G0 C0.000
G0 X-12.500 Y35.000
G0 Z1382.000
G0 X37.165 Y0.000 C109.654
G83 Z1359.000 R1382.000 K200.000 I0.000
G0 G80 Z1382.000
G0 C0.000

```

M09  
M02

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Για την πραγματοποίηση της τρισδιάστατης προσομοίωσης και κατεργασίας των εξαρτημάτων γαντζωτής αντλίας, χρησιμοποιήθηκε πρόγραμμα 3D σχεδίασης CAM. Μία από τις χρησιμότητες του προγράμματος είναι ότι σε ένα ήδη κατασκευασμένο εξάρτημα μπορεί να γίνει πιστή αντιγραφή ακόμα και μετά την ολοκλήρωση του. Επίσης, σε διάφορα κομμάτια που σχεδιάστηκαν υπάρχει η δυνατότητα συναρμολόγησης και αποσυναρμολόγησης τους με αποτέλεσμα το επιθυμητό τρισδιάστατο σχέδιο. Μία ακόμα σημαντική δυνατότητα του προγράμματος είναι ότι μπορεί και επεξεργάζεται το τελικό σχέδιο σε animation, μπορεί να φανεί και το εσωτερικό του μέρος σε τομή και επίσης μπορούμε να κατασκευάσουμε δοκίμια με την εξαγωγή κώδικα G - M για τον μηδενισμό λαθών που τυχόν θα προκύψουν. Τελικός σκοπός για τα δοκίμια είναι να κατασκευαστούν με την ελαχιστοποίηση του κόστους καθώς και την επαναληψιμότητάς τους.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Βιβλίο βοηθητικών Ακαδημίας Εμπορικού Ναυτικού, κεφάλαιο για φυγόκεντρες αντλίες
- <http://ellas2.wordpress.com/2011/02/02/αρχαίο-γρανάζι-ξαναγράφει-την-ιστορί/>
- <http://www.pdfgeni.com/book/external-gear-pump-pdf.html>
- [http://www.liquiflo.com/v2/files/pdf/Gear\\_Pump\\_Basics.pdf](http://www.liquiflo.com/v2/files/pdf/Gear_Pump_Basics.pdf)
- [http://www.boschrexroth-us.com/country\\_units/america/united\\_states/sub\\_websites/brus\\_brh\\_m/en/products\\_mobile\\_hydraulics/2\\_external\\_gear\\_units/\\_a\\_downloads/ra10097\\_0206rev3\\_reduced.pdf](http://www.boschrexroth-us.com/country_units/america/united_states/sub_websites/brus_brh_m/en/products_mobile_hydraulics/2_external_gear_units/_a_downloads/ra10097_0206rev3_reduced.pdf)
- [http://www.google.gr/search?tbm=isch&hl=el&source=hp&q=gear+pump&gbv=2&oq=gear+pump&gs\\_l=img.3..0i1916j0i5i1914.847.2794.0.3101.9.9.0.0.0.201.1551.0j8j1.9.0...0.0.XZXOXT9O1Ys](http://www.google.gr/search?tbm=isch&hl=el&source=hp&q=gear+pump&gbv=2&oq=gear+pump&gs_l=img.3..0i1916j0i5i1914.847.2794.0.3101.9.9.0.0.0.201.1551.0j8j1.9.0...0.0.XZXOXT9O1Ys)
- [http://www.youtube.com/results?search\\_query=GEAR+PUMP+SOLID+WORK&oq=GEAR+PUMP+SOLID+WORK&aq=f&aqi=q-w1&aql=&gs\\_l=youtube.3..33i21.357.7944.0.8232.25.21.4.0.0.0.184.2540.0j16.16.0...0.0.M7iMWWhhYk-o](http://www.youtube.com/results?search_query=GEAR+PUMP+SOLID+WORK&oq=GEAR+PUMP+SOLID+WORK&aq=f&aqi=q-w1&aql=&gs_l=youtube.3..33i21.357.7944.0.8232.25.21.4.0.0.0.184.2540.0j16.16.0...0.0.M7iMWWhhYk-o)

## Περιεχόμενα

• Περίληψη.....	3
• Abstract.....	4
• Κεφάλαιο 1: Το Γρανάζι.....	5-8
• Κεφάλαιο 2: Γενικά.....	9
• Κεφάλαιο 3: Κατάταξη αντλιών και χαρακτηριστικά.....	10-11
• Κεφάλαιο 4: Αναρρόφηση και κατάθλιψη αντλίας.....	12-14
• Κεφάλαιο 5: Περιστροφικές αντλίες.....	15-20
• Κεφάλαιο 6: Λειτουργία – Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα.....	21-26
• ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ.....	27-57
• ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΚΩΔΙΚΑ G – Μ ΜΗΧΑΝΗΣ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ.....	58-80
• ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	81
• Βιβλιογραφία.....	82