

Α.Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΑΣ

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ
ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**

ΓΕΡΑΛΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

ΣΙΕΤΤΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ: "ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΛΟΥΠΙΟΥ ΓΙΑ ΧΥΤΕΥΣΗ
ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ (PRECISION CASTING)"**



ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2005

Ο ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ

ΜΠΑΡΟΥΝΗΣ ΚΥΡΙΑΚΟΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	ΠΡΟΛΟΓΟΣ	2
2	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
3	ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	4
3.1	ΓΕΝΙΚΑ.....	4
3.2	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΧΥΤΕΥΣΗ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ	7
3.2.1	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΛΟΥΠΙΟΥ.....	7
3.2.2	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΕΡΙΝΟΥ ΟΜΟΙΩΜΑΤΟΣ.....	12
3.2.3	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΕΡΙΝΟΥ ΚΟΡΜΟΥ	13
3.2.4	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΕΡΙΝΟΥ ΔΕΝΤΡΟΥ.....	13
3.2.5	ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΚΕΡΙΟΥ (ΑΠΟΚΕΡΟΣΗ).....	14
3.2.6	ΠΥΡΩΣΗ	14
3.2.7	ΧΥΣΙΜΟ ΜΕΤΑΛΛΟΥ.....	15
3.2.8	ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΜΑΝΔΥΑ – ΑΜΜΟΒΟΛΗ - ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ.....	15
3.2.9	ΧΗΜΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ	16
3.2.10	ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ.....	16
3.2.11	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ.....	17
4	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	18
4.1	ΓΕΝΙΚΑ.....	19
4.2	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΗΜΑΤΩΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	22
4.2.1	ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΕΝΤΟΛΕΣ C.A.M.....	22
4.2.2	ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΛΟΥΠΙΟΥ.....	26
ΣΧΕΔΙΑ		
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ		
5	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	30
6	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	31

1 ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εργασία που εκπονήθηκε ήταν η κατασκευή ενός καλουπιού για χύτευση ακρίβειας. Η όλη διαδικασία χρησιμοποιείται ευρέως πλέον στην Ελλάδα και έχει ευρεία εφαρμογή στην χρυσοχοΐα. Με την παραπάνω μέθοδο μπορούμε να κατασκευάσουμε οποιαδήποτε μορφή καλουπιού (σύνθετη ή απλή).

Στην όλη προσπάθειά μας να αντεπεξέλθουμε πλήρως στις απαιτήσεις της εν θέματι εργασίας μας, τόσο στο θεωρητικό μέρος όσο και στο κατασκευαστικό μέρος, θέλουμε να ευχαριστήσουμε τον κύριο Μπαρούνη Κυριάκο για την μεγάλη βοήθεια που μας προσέφερε σε όλη τη διάρκεια της εργασίας μας, μα πάνω απ' όλα γιατί μας έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθούμε με ένα πολύ ενδιαφέρον αντικείμενο.

2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο σκοπός της πτυχιακής μας εργασίας ήταν η εκμάθηση της χύτευσης με επένδυση ή χύτευση ακριβείας και η κατασκευή του καλουπιού. Για την πλήρη ανάπτυξη του θέματος της εργασίας μας, αναλύουμε παρακάτω τις δύο βασικές ενότητες του θέματος, πρώτον στο θεωρητικό μέρος και δεύτερον στο κατασκευαστικό.

Το θεωρητικό μέρος περιλαμβάνει τη διαδικασία της χύτευσης ακριβείας και διάφορες εντολές λειτουργίας του προγράμματος C.A.M. (Computer Aided Manufactory).

Επίσης περιλαμβάνει γενικά για τη χύτευση ακριβείας και αναλυτικά τα διάφορα στάδια της χύτευσης αυτής.

Η σχεδίαση του εξαρτήματος που θα παράγει το καλούπι έγινε με το Personal Designer Version 5.0, από εμάς και με την βοήθεια του κύριου Μπαρούνη . Το σχέδιο σχεδιάστηκε στο εργαστήριο εργαλειομηχανών C.N.C. και η κατασκευή έγινε μέσω H/Y με την C.N.C. φρέζα του εργαστηρίου, με τη βοήθεια του προγράμματος C.A.M. Personal Mechanics του εργαστηρίου.

Για την κατασκευή του καλουπιού χρειάστηκε:

- Η εκμάθηση του προγράμματος C.A.M.
- Η εκμάθηση του κωδικοποιητή (Post Processor).
- Η εκμάθηση της επικοινωνίας μεταξύ του H/Y με τη φρέζα και
- Η παραπέρα εκμάθηση του χειρισμού της φρέζας.

Το κατασκευαστικό μέρος περιλαμβάνει τη διαδικασία κατασκευής του καλουπιού στη φρεζομηχανή μέσω ενός συστήματος C.A.D./C.A.M.

3 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η χύτευση με επένδυση είναι μία διαδικασία γνωστή σαν διαδικασία του "χαμένου κεριού" ή "χύτευση ακριβείας".

Ο όρος επένδυση αναφέρεται σε μια επικάλυψη, ειδικού καλύμματος, σ αυτή την περίπτωση μιας πυρίμαχης άμμου, η οποία περιβάλλει το πυρίμαχο κάλυμμα του κέρινου προτύπου. Σε αυτή τη διαδικασία ένα πρότυπο κεριό πρέπει να γίνει για κάθε αντίτυπο χυτό μαζί με το σύστημα τροφοδοσίας. Το πρότυπο αυτό είναι αναλώσιμο. Αυτή η μέθοδος χύτευσης μπορεί να γίνει με πολλούς τρόπους οι οποίοι έχουν τα παρακάτω κοινά χαρακτηριστικά:

Το υλικό του προτύπου μπορεί να είναι μιας ή πολλαπλής χρήσεως.

1. Η επένδυση μπορεί να γίνει είτε με ροή του ρευστού μίγματος είτε πεταχτό.
2. Το μίγμα σκληραίνεται σε επαφή με το πρότυπο, και δημιουργεί μία ακριβή αναπαραγωγή του προτύπου.
3. Το μίγμα της επένδυσης αποτελείται από μια ανόργανο κεραμική ύλη.
4. Η χυτή επένδυση θερμαίνεται έτσι ώστε να απομακρυνθούν όλα τα αέρια
5. Η χύτευση του μετάλλου πραγματοποιείται με το λειωμένο μέταλλο σε μια ελεγχόμενη θερμοκρασία, έτσι ώστε να γεμίσουν όλα τα λεπτά τμήματα , τα οποία διαφορετικά δε θα μπορούσαν να γεμίσουν.

Τα βήματα που ακολουθούνται γ'αυτή τη μέθοδο χύτευσης είναι τα ακόλουθα :

1. Κατασκευάζουμε πρώτα ένα καλούπι μεταλλικά για την παραγωγή κέρινων ομοιωμάτων. Το μεταλλικό καλούπι πρέπει να γίνει μεγαλύτερο κατά 0,011-0,015 ίν συνολικά για να λάβουμε υπόψη μας τις διαστολές του κεριού αρχικά και του μετάλλου μετά την στερεοποίηση του .

2. Τα κέρινα ομοιώματα και το συστήματα τροφοδοσίας τους γίνονται από τα μεταλλικά καλούπια με έγχυση. Τα κεριά είναι μίγματα από κεριά μέλισσας, κηροζίνης, παραφίνης και άλλες ρητίνες. Το κεριό εγχέεται στο μεταλλικό καλούπι σε μια θερμοκρασία 150-170°F και με πίεση 500-100 PSi χρησιμοποιούνται επίσης πλαστικοί πολυεστέρες, όμως απαιτούν θερμοκρασίες έγχυσης 300-600°F και πίεση μέχρι 12000 PSi και σιδερένια ή ατσαλένια καλούπια. (Ενώ με το κεριό μπορούν να χρησιμοποιηθούν και καλούπια από αλουμίνιο, μπρούτζο κ.τ.λ.). Ο υδράργυρος μπορεί να αντικαταστήσει τα κέρινα πρότυπα με την προϋπόθεση ότι αυτός θα ψυχθεί έτσι ώστε να διατηρήσει το απαιτούμενο σχήμα.

Τα πρότυπα και το σύστημα τροφοδοσίας τους πρέπει να δημιουργηθούν ξεχωριστά. Μπορούν να συνδεθούν με θέρμανση των επιφανειών επαφής τους στην περίπτωση του κεριού ή με επάλειψη αυτών με ένα διαλύτη, τετραχλωρίδια του άνθρακα, στην περίπτωση των προτύπων από πολυεστέρα.

3. Προεπικάλυψη. Το κέρινο σύνολο (ομοίωμα και σύστημα τροφοδοσίας) βυθίζεται σε ένα μίγμα πυρίμαχου υλικού επικάλυψης. Ένα τέτοιο τυπικό μίγμα αποτελείται από 325-mesh (μικρής κοκκομετρίας) πυριτικής σκόνης διαλυμένη σε διάλυμα αιθυλικής σιλικόνης κατάλληλου ιξώδους για παραγωγή ομοιόμορφης επικάλυψης μετά το στέγνωμα. Μετά τη βύθιση το σύνολο επικαλύπτεται με ράντισμα πυριτικής άμμου (40-50 AFS) κοκκομετρίας και το αφήνουμε να στεγνώσει.

4. Το επικαλυμμένο κέρινο σύνολο επενδύεται στη συνέχεια μέσα στην άμμο. Αυτό γίνεται με ανάποδη τοποθέτηση του συνόλου πάνω σε ένα τραπέζι, το περιβάλλουμε με ένα μεταλλικό φύλλο, και στη συνέχεια ρίχνουμε το μίγμα της επικαλυπτικής άμμου γύρω από το πρότυπο. Το υλικό επικάλυψης με τη βοήθεια της βαρύτητας κατασταλάζει και περιβάλλει πλήρως το πρότυπο όσο το τραπέζι εργασίας ταλαντώνεται. Στη συνέχεια τα πυρίμαχα καλούπια εκτίθενται στον αέρα.

5. Αποκέρωση και προθέρμανση. Το κεριό λειώνει και φεύγει από το σκληρυμένο πλέον πυρίμαχο καλούπι θερμαίνοντας το σε ανεστραμμένη θέση στους 200-300°F.

Το κερί μπορεί να μαζευτεί και να επαναχρησιμοποιηθεί (συνήθως για το σύστημα τροφοδοσίας). Τα πυρίμαχα καλούπια που γίνονται από πρότυπο πολυεστέρα προτιμάτε να στεγνώσουν στους 140-160°F. Μετά τα πυρίμαχα καλούπια ψήνονται θερμαίνοντας τα με 100-160°F/h ξεκινώντας από τη θερμοκρασία των 300°F και φθάνοντας στην θερμοκρασία των 1800-1900°F για τα σιδηρούχα κράματα και 1200°F για τα κράματα αλουμινίου. Η τελική θερμοκρασία του ψησίματος ελέγχεται έτσι ώστε το πυρίμαχο καλούπι να αντέχει στην θερμοκρασία χύτευσης του μετάλλου. Το ψήσιμο ολοκληρώνει και την απομάκρυνση των υπολειμμάτων κεριού που τυχόν έχουν απομείνει από την αποκέρωση, καθώς επίσης και τα διάφορα σχηματιζόμενα αέρια.

6. Χύτευση. Όταν το πυρίμαχο καλούπι βρίσκεται στην κατάλληλη θερμοκρασία, του συστήματος τροφοδοσίας, το μέταλλο χύνεται με τη βαρύτητα από την μπουκαδούρα. Στην συνέχεια μπορεί να εφαρμοστεί στην μπουκαδούρα πεπιεσμένος αέρας για να γίνει καλή πλήρωση των κοιλοτήτων με μέταλλο.

Η χύτευση μπορεί να γίνει επίσης φυγοκεντρικά έτσι ώστε πληρωθούν όλα τα λεπτά τμήματα.

7. Εργασίες καθαρισμού ακολουθούν μετά την ψύξη του καλουπιού.

Κύρια πλεονεκτήματα της χύτευσης ακριβείας είναι:

1. Χύτευση για υλικά με υψηλό σημείο τήξης και με ακρίβεια στις διαστάσεις. Η μέθοδος χύτευσης με τα μεταλλικά καλούπια δεν είναι κατάλληλη για ατσάλι και άλλα κράματα τα οποία πρέπει να χυθούν σε υψηλές θερμοκρασίες. Ακρίβεια της τάξης ± 0.003 in/in είναι δυνατή σε αυτή τη χύτευση. Οι μετέπειτα κατεργασίες σε αυτά τα χυτά σε δύσκολα κατεργαζόμενα κράματα μειώνονται ή αποφεύγονται εντελώς.

Η ελαχιστοποίηση της κατεργασίας είναι από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα της μεθόδου.

2. Μπορούν να κατασκευαστούν χυτά με πολύπλοκη εξωτερική και εσωτερική γεωμετρία.

3. Λεπτά τοιχώματα μπορούν να χυθούν ακόμα και με μέταλλα υψηλής θερμοκρασίας τήξης, εξαιτίας της θέρμανσης του πυρίμαχου υλικού.

Έχουν κατασκευαστεί με αυτό τον τρόπο καλούπια με διάμετρο μικρότερη από 0.002- 2ip/μήκος.

3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΧΥΤΕΥΣΗ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ

3.2.1 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΛΟΥΠΙΟΥ

Κατασκευάζουμε το καλούπι σύμφωνα με τα σχέδια ή το δείγμα αντικειμένου του πελάτη .

Το καλούπι γίνεται από ατσάλι ή από σκληρό και εύκολα κατεργαζόμενο αλουμίνιο και χωρίς πόρους (συνήθως χυτοπρεσσαριστό) και σε μερικές περιπτώσεις από ορείχαλκο.

Το υλικό του καλουπιού εξαρτάται από τον αριθμό των κομματιών που θα παραχθούν και από το επιδιωκόμενο ύψος κόστους της κατασκευής του. Φυσικά το καλούπι κατασκευασμένο από ατσάλι αντέχει για κατασκευή μεγάλου αριθμού κέρινων ομοιωμάτων.

Η συνηθισμένη φθορά των καλουπιών είναι το κτύπημα κατά τη διάρκεια του ανοίγματος και κλεισίματος που γίνεται από το χειριστή της πρέσας.

Έτσι αν το καλούπι είναι από αλουμίνιο τότε τα ευαίσθητα μέρη του (όπως π.χ. τα λεπτά τοιχώματα που μπορεί να υπάρχουν) καταπονούνται και φθείρονται πιο εύκολα. Από την άλλη μεριά, όμως το αλουμίνιο κατεργάζεται πιο εύκολα στις διάφορες εργαλειομηχανές. Γενικά τα καλούπια κατασκευάζονται:

α) Με κοπή σε διάφορες εργαλειομηχανές (συμβατικές ή C.N.C.) όπου αφαιρείται υλικό και παράγουμε τουλάχιστον δύο κοιλότητες στα δύο μισά του καλουπιού.

Ο τρόπος αυτός παρουσιάζει ορισμένα προβλήματα καθόσον δυσκολεύεται η εσωτερική κατεργασία με φρέζα, αν μάλιστα υπάρχουν λεπτομέρειες μικρών διαστάσεων (π.χ. ακτίνες 1 ή 2 mm κτλ.)

β) Με τη μέθοδο της ηλεκτροδιάβρωσης (συνήθως βύθισης και μερικές φορές με σύρμα). Ο τρόπος αυτός είναι πιο αποδοτικός γιατί κατασκευάζουμε τα δύο μισά ή μέρη του εξαρτήματος από χαλκό ή άνθρα-

κα (δηλαδή κατεργασία εξωτερική). Συνήθως χρησιμοποιείται ο χαλκός. Η κατασκευή αυτών των χάλκινων ομοιωμάτων γίνεται με εργαλειομηχανές (συμβατικές ή με εργαλειομηχανές C.N.C.). Τα πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι κατασκευάζουμε (από χαλκό) το αρσενικό μέρος που γίνεται ποιο εύκολα στις εργαλειομηχανές και επιπλέον έχουμε την ευχέρεια κατόπιν να επέμβουμε με εργασίες χειρός για επιπλέον βελτιώσεις και κατασκευή δύσκολων και λεπτών επιφανειών.

Φυσικά οι επεμβάσεις αυτές απαιτούν έμπειρους και πολύ εξειδικευμένους τεχνικούς.

γ) Με συνδυασμό και των δύο παραπάνω τρόπων. Πάντως και για τους τρεις τρόπους κατασκευής των καλουπιών αυτών, η ανάπτυξη των C.N.C. εργαλειομηχανών αλλά επίσης και των συστημάτων C.A.D./C.A.M. έδωσαν μεγάλη ώθηση στην κατασκευή εξαρτημάτων πολύπλοκης γεωμετρίας και με μεγάλη ακρίβεια.

Καθ' όσον με τα συστήματα C.A.D./C.A.M. μπορούμε γρήγορα και ποιο εύκολα να σχεδιάσουμε πολύπλοκα εξαρτήματα, μάλιστα να σχεδιάσουμε ξεχωριστά τα μισά ή τα μέρη του εξαρτήματος από τα οποία θα κατασκευαστεί το καλούπι.

Εφ' όσον τώρα σχεδιαστούν τα μέρη του καλουπιού εύκολα πλέον μπορούμε με το πρόγραμμα C.A.M. να αναπτύξουμε τα προγράμματα κοπής για τις εργαλειομηχανές C.N.C. ή τις μηχανές ηλεκτροδιάβρωσης.

Οι μέθοδοι κατασκευής καλουπιών με ηλεκτροδιάβρωση ή με κοπή σε διάφορες εργαλειομηχανές εφαρμόζονται και σε άλλα είδη καλουπιών όπως π.χ καλούπια για παραγωγή πλαστικών κομματιών, καλούπια για χύτευση υπό πίεση (χυτοπρεσσαριστά), για κοπτικά και διαμορφωτικά καλούπια κλπ.

Από κατασκευαστική άποψη το καλούπι για τη χύτευση ακριβείας, αποτελείται τουλάχιστον από δύο μέρη, όπως στο συγκεκριμένο εξάρτημα που θα παράγουμε με το δικό μας καλούπι, και το οποίο είναι ένα υποθετικά εξάρτημα. Επιπλέον μπορεί να περιλαμβάνει και άλλα τεμάχια ανάλογα με τη πολυπλοκότητα του εξαρτήματος που παράγει το καλούπι. Σε εξαρτήματα δηλαδή πολύπλοκης γεωμετρίας τα οποία

έχουν και εσοχές χρειάζεται ο διαχωρισμός του καλουπιού σε περισσότερα από δύο κομμάτια. Μπορεί δηλαδή ένα καλούπι της χύτευσης αυτής να αποτελείται από 2,3,4,5,6, ή και παραπάνω κομμάτια. Αυτό γίνεται για να μπορεί να βγαίνει το κέρινο ομοίωμα μέσα από το καλούπι. Αν πχ το προς παραγωγή κομμάτι έχει εσοχές, κατά το άνοιγμα του καλουπιού, πρώτα πρέπει να βγουν τα εξαρτήματα (συρτάρια) που παράγουν στο κέρινο ομοίωμα τις εσοχές και μετά να ανοίξει το καλούπι και να απομακρύνουμε το κέρινο ομοίωμα.

Απαιτείται έτσι ο διαχωρισμός του καλουπιού σε πολλά μέρη. Ένας άλλος λόγος είναι ότι οι εσοχές μπορεί να σχηματίζουν αντίθετη (αρνητική) γωνία ως προς το κύριο άνοιγμα του καλουπιού. Αν δεν υπάρχουν ξεχωριστά κομμάτια για αυτό το σκοπό και θέλαμε να ανοίξουμε το καλούπι στα δύο, δε θα μπορούσαμε γιατί θα το εμπόδιζε η αντίθετη (αρνητική) προς την κατεύθυνση που ανοίγει το καλούπι, γωνία της εσοχής.

Ένας άλλος λόγος που χρησιμοποιούμε ξεχωριστά κομμάτια καλουπιού (συρτάρια) για τις εσοχές στο κέρινο ομοίωμα είναι ο εξής: Μόλις παγώσει το κέρι συστέλλεται προς τα εσωτερικά και περισφίγγει προς το κέντρο τις διάφορες επιφάνειες του καλουπιού. Έτσι γίνεται πιο δύσκολη η εξαγωγή του κέρινου ομοιώματος μέσα από το καλούπι. Αν τώρα εμείς βγάλουμε πρώτα τα επιμέρους εξαρτήματα του καλουπιού που δημιουργούν τις εσοχές τότε ανακουφίζεται το κέρινο ομοίωμα και βγαίνει πιο σύντομα από τα καλούπι.

Ένας άλλος λόγος που για τις εσοχές κατασκευάζουμε στο καλούπι ξεχωριστά κομμάτια είναι ο εξής:

Για τις εσοχές του εξαρτήματος κατασκευάζουμε εξοχές στο καλούπι και αντίθετα για τις εξοχές του εξαρτήματος κατασκευάζουμε εσοχές στο καλούπι. Έτσι αν ένα εξάρτημα έχει εσοχές, στο καλούπι θα γίνουν εξοχές που από κατασκευαστική άποψη είναι δύσκολο να καταργαστούν μαζί και μέσα στις κοιλότητες του καλουπιού. Αν τώρα για τις εσοχές αυτές κάνουμε ξεχωριστά κομμάτια, αυτά θα είναι αρσενικά που κατασκευάζονται μόνα τους πιο εύκολα και επιπλέον οι κοιλότητες θα είναι απαλλαγμένες από την πολυπλοκότητα των εξοχών.

Πάντως αν οι εσοχές του εξαρτήματος είναι ρηχές δεν παρουσιάζουν κατασκευαστικά προβλήματα, δεν έχουν αντίθετη γωνία ως προς

το άνοιγμα του καλουπιού, δε δημιουργούν προβλήματα στην εξαγωγή του κέρινου ομοιώματος, μπορούν να κατεργαστούν μαζί και μέσα στις κοιλότητες του καλουπιού, χωρίς να απαιτηθεί έτσι να κατασκευάσουμε ξεχωριστά ένθετα (συρτάρια) γι' αυτές τις εσοχές, καθ' όσον αυτές παρουσιάζουν προβλήματα ακριβείας στην συναρμογή τους με το υπόλοιπο καλούπι, επιπλέον καθιστά το καλούπι στην λειτουργία του ποιο δύσκολο. Έτσι ένας μεγάλος αριθμός συρταριών κάνει το καλούπι πολύπλοκο και δύσκολο στη λειτουργία του και αμφιβόλου ακριβείας. Πάντως ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα για την κατασκευή αυτών των καλουπιών είναι ο τρόπος διαχωρισμού του. Δηλαδή που θα είναι η κύρια γραμμή διαχωρισμού του καλουπιού και ποια επιμέρους ξεχωριστά κομμάτια θα κατασκευαστούν.

Η απόφαση αυτή λαμβάνεται στην αρχή και παίζει μεγάλο ρόλο στο κόστος του καλουπιού, στη μέθοδο κατασκευής του (ηλεκτροδιάβρωση ή κοπή σε εργαλειομηχανές ή συνδυασμός και των δύο), στην ακρίβεια του καλουπιού, στην καλή και απλή λειτουργικότητα του, στην εμφάνιση του εξαρτήματος που θα παραχθεί κλπ. Έτσι απαιτείται μεγάλη εμπειρία και ανταλλαγή απόψεων μεταξύ του κατασκευαστή του καλουπιού και του υπεύθυνου του χυτηρίου.

Αφού αποφασιστεί που θα διαιρεθεί το καλούπι και πόσα ένθετα θα περιλαμβάνει, αρχίζει ο σχεδιασμός τους και στη συνέχεια η κατασκευή τους.

Αν η κατασκευή του καλουπιού γίνει με ηλεκτροδιάβρωση, κατασκευάζουμε χάλκινα ηλεκτρόδια μόνο για τις κοιλότητες του καλουπιού. Συνήθως γίνονται ηλεκτρόδια για ξεχόνδρισμα κατά 0,5mm περίπου μικρότερα και άλλα για τελείωμα με τις τελικές διαστάσεις του καλουπιού. Αυτό είναι απαραίτητο όταν μάλιστα έχουμε πολλές ίδιες κοιλότητες στο ίδιο καλούπι (δηλαδή με ένα πρεσσάρισμα να παράγονται πολλά κέρινα ομοιώματα μαζί), γιατί τα ηλεκτρόδια παρουσιάζουν κάποια φθορά κατά τη λειτουργία τους.

Τα συρτάρια (εξαρτήματα του καλουπιού που δημιουργούν τις εσοχές στα κομμάτια) γίνονται και σ' αυτή την περίπτωση, από το υλικό που είναι και το υπόλοιπο καλούπι. Καλό είναι πάντως το υλικό των συρταριών να γίνεται από ατσάλι ασχέτως αν το υλικό του κέρινου καλουπιού είναι αλουμίνιο. Αυτό γιατί η πολύ χρήση τους μέσα και έξω

από τα καλούπι τα καταπονεί περισσότερο από τα δυο μισά του καλουπιού .

Αν η κατεργασία γίνει με κοπή μετάλλου σε διάφορες εργαλειομηχανές τότε κατασκευάζουμε κατευθείαν σε εργαλειομηχανή (φρέζα συνήθως) τις κοιλότητες στα δύο κύρια μισά του καλουπιού. Και εδώ τα ένθετα κατασκευάζονται από το ίδιο μέταλλο στα οποία γίνονται και οι κοιλότητες.

Τέλος μπορεί να γίνει συνδυασμός κατασκευής του καλουπιού με ηλεκτροδιάβρωση) και κοπή μετάλλου σε διάφορες εργαλειομηχανές, αν αυτό κριθεί απαραίτητο για την πιο εύκολη και γρήγορη κατασκευή του.

Το καλούπι κατασκευάζετε μεγαλύτερο κατά ένα ποσοστό επί τοις εκατό από το κομμάτι που θα παράγουμε γιατί λαμβάνουμε υπόψη μας τις συστολές του κεριού και κυρίως τις συστολές του μετάλλου. Το ποσοστό αυτό εξαρτάται κυρίως από το είδος του προς χύτευση μετάλλου π.χ. για:

-χάλυβα 2-2,3 %

-ανοξείδωτο χάλυβα 2,8-3 %

-αλουμίνιο 1-1,2 % κ.λ.π.

Γι'αυτό η κατασκευή του καλουπιού γίνεται ακόμη πιο δύσκολη καθόσον πρέπει να αυξήσουμε όλες τις διαστάσεις του σχεδίου κατά το ποσοστό αυτό. Όταν όμως κατασκευάζουμε με κάποιο σύστημα C.A.D./C.A.M. το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται με τις ικανότητες μεγέθυνσης που έχουν τα σχεδιαστικά προγράμματα. Σχεδιάζουμε δηλαδή το κομμάτι μας στον H/Y ένα προς ένα και αυτόματα το σύστημα το μεγενθύνει στο χώρο.

Αφού κατασκευαστεί το καλούπι το στέλνουμε στο χυτήριο για να παραχθούν δείγματα κέρινων ομοιωμάτων. Τα δείγματα αυτά ελέγχονται ως προς τις διαστάσεις τους, την εμφάνιση τους και την ποιότητα τους από κατασκευαστική άποψη. Επίσης κρίνετε και η λειτουργικότητα του καλουπιού. Από τα κέρινα αυτά ομοιώματα θα παραχθούν (όπως θα εξηγήσουμε παρακάτω) δείγματα μεταλλικά και θα γίνει ο τελικός τους έλεγχος. Αν διαπιστωθούν ατέλειες έρχεται ξανά το καλούπι στο μηχανουργείο για επισκευή, βελτιώσεις ή και τροποποιήσεις. Αν

όχι τότε το καλούπι είναι έτοιμο για να ξεκινήσουμε την παραγωγή κερινων ομοιωμάτων.

3.2.2 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΕΡΙΝΟΥ ΟΜΟΙΩΜΑΤΟΣ

Ο πολτός για τα κέρινα ομοιώματα κατασκευάζεται από στεατίνη και παραφίνη. Βάζεται στο βραστήρα 58% (12.5kg) στεατίνη και αφήνεται να λειώσει στους 120°C. Όταν λειώσει ανακατεύεται καλά και προστίθεται η παραφίνη 42% (9.5 kg). Συνεχίζεται να ανακατεύεται το μίγμα μέχρι η θερμοκρασία του να φθάσει πάλι τους 120 °C. Όταν λειώσει τελείως η παραφίνη, βγάζεται το μίγμα αυτό από το βραστήρα και ρίχνεται σε μεταλλικά δοχεία για να απομακρυνθεί ο αέρας που υπάρχει.

Από αυτό το μίγμα που υπάρχει στα μεταλλικά δοχεία κόβεται ένα κομμάτι και ρίχνεται στις κυψέλες (βραστήρες) για να λιώσει σε θερμοκρασία 60-80°C ανακατεύοντας το διαρκώς. Από τις κυψέλες αδειάζεται σε ένα δοχείο το ρευστό κερι και μεταφέρεται στον πολτοποιητή. Ο πολτοποιητής έχει θερμοκρασία 50-52°C, αφού ριχτεί το κερι ανοίγονται οι διακόπτες του ζεστού και του κρύου νερού και αφήνεται να ανακατευτεί από τη φτερωτή για 50-60min. Μόλις περάσει το χρονικό αυτό διάστημα, κλείνονται οι διακόπτες του ζεστού και του κρύου νερού και έτσι είναι έτοιμος ο πολτός για χρήση. Με τον έτοιμο πολτό γεμίζονται τα φυσιγγια και τοποθετούνται στους θερμοστάτες οι οποίοι είναι ρυθμισμένοι στους 50-52°C (θερμοκρασία ίδια με αυτή των πολτοποιητών).

Στη συνέχεια παίρνεται το φυσιγγιο από το θερμοστάτη, τοποθετείται στην πρέσα, καθαρίζεται η άκρη του και οδηγείται το καλούπι έτσι ώστε η άκρη του φυσιγγίου να ακουμπά στην τροφοδοσία του καλούπιού. Πρεσάρεται το κερι κατεβάζοντας το μοχλό και πιέζοντας το πεντάλ της πρέσας. Ανοίγεται έπειτα το καλούπι, αφαιρείται το ομοίωμα με τη βοήθεια πεπιεσμένου αέρα και ρίχνεται στη μανιέρα με νερό θερμοκρασίας 18-20°C. Το ομοίωμα παραμένει στο νερό για μια ώρα περίπου. Αφού καθαριστούν οι επιφάνειες του καλουπιού με βενζίνη και λάδι, ξανακλείνονται για να συνεχιστεί το πρεσάρισμα για την κατασκευή άλλου νέου ομοιώματος.

3.2.3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΕΡΙΝΟΥ ΚΟΡΜΟΥ

Το κερί με το οποίο κατασκευάζονται οι κορμοί είναι αυτό που παίρνεται από τη διαδικασία της αποκέρωσης. Το κερί αυτό λειώνει στους βραστήρες σε θερμοκρασία 100-120°C για να φύγει το νερό (με τη μορφή υδρατμών) που έχει μείνει από την αποκέρωση. Τοποθετούνται σε ένα περιστρεφόμενο τραπέζι με ειδικές υποδοχές τα καλούπια των κέρινων κορμών και αυτά μπορεί να είναι διαφόρων μορφών και διαστάσεων, ανάλογα με το είδος και το βάρος των ομοιωμάτων που θα κολληθούν εκεί. Σε αυτά τα καλούπια ρίχνεται το κερί που έχει λειώσει και αφήνονται να κρυώσουν. Κάθε φορά προστίθεται λειωμένο κερί μέχρι που να γεμίσει το καλούπι εντελώς. Για να παγώσει κερί πιο εύκολα υπάρχει ένας ανεμιστήρας που βοηθάει σε αυτό. Βγάζοντας στη συνέχεια τα καλούπια μένουν μόνο οι κορμοί.

3.2.4 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΕΡΙΝΟΥ ΔΕΝΤΡΟΥ

Παίρνονται οι κέρινοι κορμοί και τα κέρινα ομοιώματα, αφού πρώτα γίνουν οι έλεγχοι, αν έχουν flash στην επιφάνεια τους ή ρυφίγματα, αν έχει γίνει σωστή πλήρωση του καλουπιού με κέρινο πολύ, αν έχει γίνει σωστή εξαγωγή του εξαρτήματος και γενικά αν παρουσιάζουν κάποια προβλήματα τα οποία μπορούν να οφείλονται σε διάφορους λόγους για να δημιουργηθούν στη συνέχεια τα κέρινα δέντρα.

Στη συνέχεια προετοιμάζεται η συνδετική ύλη (πολτώδη μάζα) χάρη στην οποία το κεραμικό υλικό, που αποτελείται από συνδετική ύλη που είναι αιθυλική σιλικόνη και πυρίμαχο υλικό πολύ μικρής κοκκομετρίας, συγκολλείται πάνω στα κέρινα δέντρα. Εμβαπτίζονται τα κέρινα δέντρα στην πολτώδη μάζα και στη συνέχεια στην κεραμική άμμο που έχει πυράντοχες ιδιότητες σε υψηλή θερμοκρασία και πίεση. Έπειτα με τη βοήθεια αμμωνίας ή ζεστού αέρα ξηραίνονται τα επενδυμένα πλέον δέντρα με το κεραμικό υλικό.

3.2.5 ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΚΕΡΙΟΥ (ΑΠΟΚΕΡΟΣΗ)

Κατά τη διαδικασία αυτή μεταφέρονται τα κεραμικά δέντρα στον αποκερωτή, ο οποίος τίθεται σε λειτουργία ανοίγοντας τη βάνα εισαγωγής νερού μέχρις ότου γεμίσει ο κάδος του, που πρέπει συνεχώς να είναι γεμάτος, κλείνει ή βάνα και το νερό του κάδου θερμαίνεται μέχρι βρασμού. Όταν αναπτυχθεί η κατάλληλη θερμοκρασία, ανοίγεται η πόρτα του αποκερωτή και τοποθετούνται στο εσωτερικό του τα κεραμικά δέντρα. Με το κλείσιμο της πόρτας, ο αποκερωτής τίθεται αυτόματα σε λειτουργία.

Μετά από 15min ο αποκερωτής παύει να λειτουργεί και τα δέντρα βγαίνουν. Μόλις τα δέντρα βγουν από τον αποκερωτή (προσοχή στον χρόνο παραμονής των δέντρων στον αποκερωτή) ελέγχονται για τυχόν υπολείμματα κεριού που μπορεί να παραμένουν, καθαρίζοντας το στόμιο από τυχόν κεραμικά και ελέγχονται με μεγάλη προσοχή για ρωγμές που μπορεί να παρουσιάστηκαν κατά την αποκέρωση. Τα δέντρα που παρουσιάζουν ρωγμές, επικαλύπτονται με υδρύαλο και στη συνέχεια τα στόμια των δέντρων καλύπτονται με αλουμινόχαρτο, ώστε να μην εισχωρήσουν στο εσωτερικό τους σκόνες ή άλλα ξένα σώματα.

3.2.6 ΠΥΡΩΣΗ

Τα προερχόμενα από την αποκέρωση κεραμικά δέντρα μπαίνουν για ψήσιμο σε μεταλλικούς κάδους με άμμο ή τούβλα και οδηγούνται με το ηλεκτρικό τούνελ στους φούρνους πυρώσεως κεραμικών δέντρων, που είναι φούρνοι μεταβαλλόμενης θερμοκρασίας από 600-1200° C.

Στην έξοδο τους από τους φούρνους με το ηλεκτρικό τούνελ, βρίσκεται ο χώρος χύτευσης όπου το ρευστό μέταλλο αφού κραματοποιηθεί ,αποξειδωθεί, χυτεύεται στα κεραμικά δέντρα όπου και στερεοποιείται σε 5-20sec. Στη συνέχεια τα χυτευμένα κεραμικά δέντρα απομακρύνονται στο χώρο αποθήκευσης όπου αποθηκεύονται κατά ομάδες.

3.2.7 ΧΥΣΙΜΟ ΜΕΤΑΛΛΟΥ

Μετά την αποξείδωση και πυρομέτρηση του κράματος ακολουθεί η χύτευση. Ανοίγει η μπροστινή πόρτα του ηλεκτρικού τούνελ και το βαγόνι με τα προς χύτευση κεραμικά δέντρα έρχονται μπροστά στο φούρνο με το τηκτέν κράμα όπου είναι πρώτη ύλη τηγμένη σε θερμοκρασία 1700 °C περίπου.

Τίθεται σε λειτουργία το σύστημα ανατροπής του φούρνου και το κράμα μέσω του υπάρχοντος καναλιού εισρέει σε ειδικό κουβά με πυρίμαχη επένδυση, που συγκρατούν οι χύτες από τα δύο άκρα του. Στη συνέχεια ο κουβάς μεταφέρεται από τους χύτες πάνω από τα θερμά κεραμικά δέντρα όπου χύνετε μέσα σε αυτά το ρευστό κράμα. Μετά την στερεοποίηση του κράματος τα βαγόνι με τα χυτευμένα δέντρα απομακρύνεται και αφήνονται αυτά να ψυχθούν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Πριν την ολοκλήρωση της χύτευσης, από το ίδιο το κράμα παίρνεται δείγμα -δοκίμιο για τελικά έλεγχο της ποιότητας του κράματος. Με την τήξη του κράματος (πριν τη χύτευση) ένα δοκίμιο από το κράμα, έρχεται στον φασματογράφο όπου και ελέγχεται η χημική σύσταση του κράματος. Με βάση το αποτέλεσμα και την προβλεπόμενη σύνθεση, γίνονται διορθωτικές κινήσεις προκειμένου να επιτευχθεί σωστή χημική σύσταση. Οι διορθωτικές κινήσεις συνίστανται στην προσθήκη ή αφαίρεση (αν είναι δυνατόν) κάποιων στοιχείων από το κράμα

Τέλος επισημαίνεται ότι η διαδικασία κραματοποίησης πρέπει να είναι πολύ σύντομη.

3.2.8 ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΜΑΝΔΥΑ – ΑΜΜΟΒΟΛΗ - ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ

Τα χυτευμένα δέντρα που προέρχονται από το τμήμα χυτηρίου, οδηγούνται πρώτα στον δονητή όπου θα τους αφαιρεθεί ο κεραμικός μανδύας, έπειτα στην αυτόματη αμμοβολή τύπου "κρεμάστρας" η οποία λειτουργεί με ειδικό ψήγμα χαλύβδινο ή ανοξείδωτο, ανάλογα δηλαδή με τα προς καθαρισμό κομμάτια, για να φύγουν τα υπολείμματα

του κεραμικού που τυχόν υπάρχουν και τελικά οδηγούνται στον κόφτη όπου θα κοπούν από το μεταλλικό κορμό.

Από εκεί τα αντικείμενα πηγαίνουν στις λειαντικές ταινίες για να κατεργαστούν στο σημείο της "μπουκαδούρας. Ακολουθεί η θερμική κατεργασία των αντικειμένων η οποία γίνεται στο φούρνο θερμικών κατεργασιών για τα αντικείμενα από χάλυβα και στο φούρνο αλουμίνιου για αντικείμενα από αλουμίνιο. Έπειτα οδηγούνται στην αυτόματη αμμοβολή ή στην αμμοβολή χειρός για να αποκτήσουν καλύτερη επιφανειακή υφή και περνάνε από διαλογή.

3.2.9 ΧΗΜΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ

Όσα από τα αντικείμενα παρουσιάζουν σοβαρά ελαττώματα απορρίπτονται, ενώ όσα έχουν υπολείμματα κεραμικού πηγαίνουν για καθαρισμό με οξέα. Τα μεν χαλύβδινα αντικείμενα καθαρίζονται με καυστική σόδα, ενώ τα αντικείμενα από ανοξείδωτο χάλυβα υποβάλλονται σε χημικό καθαρισμό "BEITZEN". Ορισμένα αντικείμενα χρειάζονται και άλλου είδους μηχανουργική κατεργασία όπως τορνίρισμα, πρεσάρισμα, κατεργασία σε δράπανο κλπ. Στο τέλος όλης της διαδικασίας τα αντικείμενα οδηγούνται στο χώρο της διαλογής για τελική διαλογή και συσκευασία.

3.2.10 ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Στο τμήμα κεριού γίνεται έλεγχος στην σύνθεση του κεριού, έλεγχος στις θερμοκρασίες βραστήρα, πολτοποιητή, φυσιγγίων, έλεγχος στην πίεση των πρεσών και δειγματοληπτικός-διαστασιολογικός έλεγχος των κέρινων ομοιωμάτων.

Στο τμήμα κεραμικού γίνεται έλεγχος στη σύνθεση του slapy, έλεγχος στη ρευστότητά του (ιξώδες), που είναι και η πιο χαρακτηριστική ιδιότητα των κεραμικών, έλεγχος στις συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία) σύνθεσης του κεραμικού.

Στο τμήμα χυτηρίου γίνεται έλεγχος στην ποιότητα του κράματος κατά τη χύτευση (διορθωτικές κινήσεις) και μετά τη χύτευση, γίνεται επίσης έλεγχος στη θερμοκρασία τήξης του μετάλλου. Στο τμήμα μηχανουργείου γίνεται δειγματοληπτικός έλεγχος και διαστασιολογικός έλεγχος των αντικειμένων σε κάθε φάση του (στις ταινίες, τórνο, φρέζα κλπ.). Γίνεται 100% οπτικός έλεγχος σε όλα τα αντικείμενα (σφάλματα κεριών, κεραμικού, χυτηρίου, μηχανουργείου), 100% διαστασιολογικός έλεγχος όπου αυτός απαιτείται καθώς και δειγματοληπτικός - διαστασιολογικός έλεγχος σε κάθε παρτίδα με διεισδυτικά υγρά. Επίσης γίνεται έλεγχος στις μηχανικές ιδιότητες (σκληρότητας, εφελκυσμού, ελαστικότητας, κρούσης) κάθε παρτίδας όπου αυτό προδιαγράφεται. Στο τμήμα ποιοτικού ελέγχου για πλήρη και σωστό έλεγχο των αντικειμένων χρειάζονται ένα σκληρόμετρο, μια συσκευή strohleip, μια ζυγαριά ακριβείας, ένας φασματογράφος, ένας σπεκτογράφος, ένα λειαντικό μηχάνημα και ένα μεταλλογραφικό μικροσκόπιο.

3.2.11 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Τα μέταλλα που χυτεύονται για την κατασκευή αντικειμένων με τη μέθοδο χύτευσης ακριβείας είναι κοινοί χάλυβες GS-38,GS-45,GS-52,GS-60,GS-70. Χάλυβες επιφανειακής βαφής GS-15, GS-150CR3, GS-16MNCR5, GS-20MOCR4,GS-15CrNi6,GS-17 CrNiMo6. Βελτιωμένοι χάλυβες GS-CK25,GS-30Mn5,GS-25CRMO4, GS-424, 63-3 CrMo4

Ανοξειδωτοι χάλυβες G-X12Cr14,G-X22CrNL17,G-X10CrNi188

Κράματα χαλκού G-CuZn33Pb,G-CuZn37Pb,G-CuSn12.

Κράματα αλουμινίου:G-ALSi12,G-ALSi10Mg,G-ALSi10MG(Cu).

Τα παραπάνω μέταλλα που χυτεύονται έχουν εφαρμογές σε χυτοχάλυβες γενικών χρήσεων, χάλυβες κατασκευών και μηχανών με μικρή σκληρότητα του πηνίου όπως γρανάζια, εργαλεία μετρήσεων, κοίλι-

στρα, κοπίδια, εξαρτήματα μηχανών, στροφάλου και βιομηχανίας όπλων.

Χάλυβες γενικά για εξαρτήματα μηχανών με σκληρότητα 200-250 Hb.

Ανοξείδωτοι χάλυβες για βιομηχανίες τροφίμων, χημική και πετροχημική βιομηχανία. Κράματα γενικής χρήσεως για ναυπηγεία, χημική βιομηχανία παροχής νερού και βιομηχανίας ηλεκτρικού ρεύματος. Κανονικά και υψηλής αντοχής κράματα αλουμινίου γενικής χρήσεως, αεροπορικής βιομηχανίας και ηλεκτρονικής. Χρησιμοποιούνται δε στην υφαντουργία, τηλεπικοινωνίες, αεροναυπηγική, οπλισμοί, οπτικά, ηλεκτρομηχανολογικά, ναυτιλία, ραπτομηχανές, μηχανές και εργαλεία, υδραυλικές εφαρμογές, χειρουργική, αυτοκίνητα κλπ.

Τα πλεονεκτήματα που έχουν τα χυτά αυτά είναι:

1. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν πάσης φύσεως μέταλλα ή κράματα μετάλλων
2. Κατασκευάζονται πολύπλοκα μικροαντικείμενα οποιασδήποτε μορφής
3. Κατασκευάζονται εξαρτήματα όλων των μεγεθών από λίγα γραμμάρια μέχρι μερικά κιλά.
4. Απαιτείται ελάχιστη τελική επεξεργασία.
5. Παρέχεται οικονομία στο βάρος
6. Είναι η οικονομικότερη λύση για την κατασκευή προτύπων ή βοηθητικών εξαρτημάτων
7. Εξασφαλίζεται εξαιρετική τελική επιφάνεια
8. Επιτρέπεται η άμεση χρήση των παραγόμενων αντικειμένων
9. Απαιτείται ελάχιστη μηχανουργική κατεργασία.

4 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το εξάρτημα που θέλουμε να παράγουμε με το καλούπι που κατασκευάσαμε είναι ένα υποθετικό κομμάτι το οποίο είναι έτσι σχεδιασμένο για να δείξουμε τις ικανότητες που μας παρέχει ένα σύστημα C.A.D./C.A.M. Το εξάρτημα αυτό ήταν σχεδιασμένο στο εργαστήριο και εμείς αναλάβαμε την κατασκευή του καλουπιού για χύτευση με τη μέθοδο "Precision Casting"

Η κατεργασία έγινε εξ' ολοκλήρου με το σύστημα CAM

"Personal machinist" και την εργαλειομηχανή C.N.C. του εργαστηρίου.

Θα αναφέρουμε παρακάτω την πορεία και μεθοδολογία που χρησιμοποιήσαμε όταν κάνουμε κατασκευές με τη βοήθεια ενός συστήματος C.A.D./C.A.M.

Το πρώτο πρόγραμμα C.A.D. είναι ένα πρόγραμμα που τρέχει σε κάποιο Η/Υ και χρησιμεύει γενικώς για σχεδίαση. Το πρόγραμμα C.A.M τρέχει επίσης σε κάποιο Η/Υ και χρησιμεύει για να κατασκευάζουμε αυτά τα οποία έχουμε σχεδιάσει με το σύστημα C.A.D. Είναι φυσικό ότι στη μηχανολογία οι κατασκευές αυτές θα γίνονται με μηχανές που συνεργάζονται με το σύστημα C.A.D./C.A.M που διαθέτουμε (π.χ. τόρνοι φρέζες C.N.C., ηλεκτροδιάβρωσης C.N.C., συστήματα κοπής με φλόγα ή λέιζερ ή πλάσμα, πρέσες κοπής λαμαρίνας κ.λ.π.). Και τα δυο αυτά προγράμματα μαζί αποτελούν ένα σύστημα C.A.D./C.A.M. Υπάρχουν συστήματα C.A.D./C.A.M για προσωπικούς Η/Υ (P.C.) και για υπολογιστές Workstation με μεγαλύτερες σχεδιαστικές ικανότητες. Φυσικά και το συνολικό κόστος των δεύτερων συστημάτων είναι μεγαλύτερο από ότι των συστημάτων για P.C. Επίσης διάφορες εταιρίες ανά τον κόσμο έχουν αναπτύξει τέτοια συστήματα C.A.D./C.A.M και για PC και για Workstation.

Το εξάρτημα της πτυχιακής μας σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε με το " Personal Designer/Personal machinist ver 5.0 της compurvision" που υπάρχει στο εργαστήριο. Κατ'αρχήν σχεδιάζεται το εξάρτημα που θέλουμε να κατασκευάσουμε. Εδώ πρέπει να πούμε ότι έχουμε τη δυνατότητα να κατασκευάσουμε όλο το εξάρτημα (σε όψεις

και τρισδιάστατο) και να απομονώσουμε τις διαδρομές κατεργασίας ή να σχεδιάσουμε μόνο τις διαδρομές κατεργασίας. Αν ενδιαφερόμαστε μόνο για το μέρος της κατεργασίας του εξαρτήματος, συνήθως ακολουθούμε το δεύτερο τρόπο. Αν όμως κάνουμε σχεδιασμό και ανάπτυξη νέων προϊόντων ή βελτίωση υπαρχόντων απαιτείται η πλήρης σχεδίαση του εξαρτήματος, όπου μετά μπορούμε να απομονώσουμε τις διαδρομές κατεργασίας.

Το σύστημα μας υποστηρίζει κατεργασίες σε φρέζες και τόνους C.N.C. Για την κατασκευή του καλουπιού μας απαιτούνται κατεργασίες σε φρέζα. Οι κατεργασίες αυτές ήταν κατεργασίες δυο αξόνων (π.χ. rocket, profile) όπου η κατεργασία στο X,Y επίπεδο γίνεται με προεπιλογή του βάθους κοπής του άξονα Z) και κατεργασίες τριών αξόνων (ταυτόχρονη κίνηση και στους τρεις άξονες X-Y-Z). Κάθε διαδρομή κατεργασίας απομονώνετε είτε με διαφορετικό χρώμα, είτε σε ξεχωριστό layer. Για την κατεργασία κάθε διαδρομής ακολουθείται η διαδικασία εκτέλεσης του προγράμματος C.A.M. επιλέγοντας πρώτα όλα τα απαραίτητα στοιχεία για την πραγματοποίηση της. Π.χ επιλέγουμε διάμετρο κοπτικού εργαλείου, φορά κοπής (ομόρροπη ή αντίρροπη), σε πόσα πάσα θα γίνει η κατεργασία και πόσο υλικό θα αφήσουμε για φινίρισμα, το βάθος κοπής κατά τον άξονα Z, την απόσταση προσέγγισης του εργαλείου επάνω από το κομμάτι, αν θέλουμε ψύξη ή όχι, αν θέλουμε αντιστάθμιση ακτίνας εργαλείου, την ταχύτητα προώσεως, τον αριθμό στροφών της ατράκτου, το βήμα και την ακρίβεια προσέγγισης σε κατεργασίες τριών αξόνων κ.λ.π. Κατόπιν επιλέγουμε τη διαδρομή κατεργασίας, και το σύστημα C.A.M. αυτόματα δημιουργεί τη διαδρομή του κέντρου του εργαλείου. Η διαδρομή αυτή είναι μια σειρά από σημεία X-Y-Z και οτιδήποτε άλλες πληροφορίες χρειάζονται για την κατεργασία αποθηκεύονται σε ένα αρχείο μέσα στον H/Y. Αν επιθυμούμε μπορούμε να δούμε στην οθόνη το κοπτικό εργαλείο στο επίπεδο ή στις τρεις διαστάσεις του, και τη σχετική του κίνηση ως προς το κομμάτι. Η επιλογή αυτή γίνεται αν θέλουμε να βεβαιωθούμε για την ορθότητα της πορείας του κοπτικού εργαλείου κατά τη διάρκεια της κατεργασίας.

Τα γεωμετρικά στοιχεία από τα οποία αποτελείτε το κομμάτι μας είναι, ευθύγραμμα τμήματα, κύκλοι, κυκλικά τόξα, stings, c-poles και s-

poles(επιφάνειες στο χώρο). Τα strings και οι c-poles είναι τα γεωμετρικά στοιχεία τα οποία παρουσιάζουν ενδιαφέρον από κατασκευαστική άποψη για τους παρακάτω λόγους:

- Το string είναι μια συνεχής ακολουθία από σημεία στο επίπεδο (ή και στο χώρο) τα οποία ενώνονται με ευθύγραμμα τμήματα. Όλα όμως αυτά τα ευθύγραμμα τμήματα αποτελούν μια σχεδιαστική οντότητα. Η κατασκευή του τμήματος αυτού σε εργαλειομηχανές C.N.C. με προγραμματισμό με το χέρι είναι επίπονη και κουραστική καθώς πρέπει ο προγραμματιστής να κωδικοποιήσει τη διαδρομή του εργαλείου από όλα αυτά τα συνεχόμενα σημεία.

Όμως το σύστημα CAM κατεργάζεται το string εύκολα και γρήγορα και παράγει τη διαδρομή του κοπτικού εργαλείου διαμέσου των σημείων του.

- Ο c-pole είναι ένα πολυώνυμο κάποιου βαθμού. Το σύστημα μπορεί να προσεγγίσει πολυώνυμο μέχρι 8^ο βαθμού. Η κατεργασία του γεωμετρικού αυτού στοιχείου δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί κατευθείαν και με ακρίβεια στον προγραμματισμό με το χέρι. Για να γίνει απαιτείται ο διαχωρισμός του σε πάρα πολλά μικρά ευθύγραμμα τμήματα, εργασία κοπιαστική και αμφιβόλου ακρίβειας. Το σύστημα C.A.M. κατεργάζεται ένα c-pole εύκολα και γρήγορα, χωρίζοντας το, το ίδιο σε μικρά ευθύγραμμα τμήματα και παράγοντας τη διαδρομή του κοπτικού εργαλείου δια μέσου αυτών.
- Οι γλυπτές επιφάνειες στο χώρο s-poles είναι πολυωνυμικές μέχρι 8ου βαθμού. Η κατεργασία αυτή των επιφανειών σε εργαλειομηχανές C.N.C. είναι αδύνατη με προγραμματισμό με κώδικες (με το χέρι) καθόσον δεν μπορούμε από το σχέδιο να εξάγουμε τη διαδρομή του άκρου του κοπτικού εργαλείου, ενώ αυτό πρέπει να κινηθεί στο χώρο (X,Y,Z) σε τροχιά παράλληλη προς την επιφάνεια. Το σημείο επαφής του εργαλείου με την γλυπτή επιφάνεια δεν είναι σταθερά, αλλά αλλάζει ανάλογα με την κλίση της επιφάνειας. Συνήθως η κατεργασία αυτή γίνεται με κονδύλι σφαιρικού άκρου (ball). Άρα για την κατεργασία σε C.N.C. εργαλειομηχανές τέτοιων γλυπτών επιφανειών απαιτείται κάποιο σύστημα C.A.D./C.A.M. Το σύστημα C.A.M. γνωρίζοντας τη γεωμετρία της γλυπτής επιφάνειας το κοπτικό εργαλείο μπορεί να υπολογίσει την διαδρομή του ώστε αυτά να

βρίσκεται πάντα σε επαφή με τη γλυπτή επιφάνεια. Η προσέγγιση αυτή γίνεται με μικρά ευθύγραμμα τμήματα στο χώρο, που το μέγεθος τους το αποφασίζει ο προγραμματιστής, ανάλογα με την επιθυμητή ποιότητα επιφάνειας.

4.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΗΜΑΤΩΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ

4.2.1 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΕΝΤΟΛΕΣ C.A.M.

INSERT POCKET COMMAND

Η εντολή INSERT POCKET δημιουργεί την πορεία του κοπτικού εργαλείου για την κατασκευή pocket κόβοντας σε σχήμα zigzag η spiral. Η πορεία του κοπτικού εργαλείου ξεχωρίζει ανάμεσα στα νησιά που βρίσκονται μέσα στα όρια του pocket καθώς και σε clamps που εμποδίζουν την κίνηση του κοπτικού εργαλείου.

Περιοχές του pocket οι οποίες δεν μπορούν να κατεργαστούν εξαιτίας της διαμέτρου του κοπτικού εργαλείου ή επειδή βρίσκονται κάτω από το clamps μπορούν να απομονωθούν σαν κλειστά σύνορα.

Για τον καθορισμό της πορείας του κοπτικού εργαλείου καθώς και τον προσδιορισμό των διαφόρων λειτουργιών κατεργασίας χρησιμοποιούνται διάφορες επιλογές (modifiers) στην γραμμή εντολής.

INSERT POCKET(modifiers) (επιλογές)

Οι διάφορες επιλογές που χρησιμοποιούνται για την επιλογή INSERT POCKET είναι:

Spiral: Η επιλογή spiral είναι η δεδομένη (default) του συστήματος. Το εργαλείο κατά την κοπή κάνει μια κίνηση σε σχήμα spiral. Μολονότι η επιλογή spiral είναι η δεδομένη του συστήματος σε περίπτωση που θέλουμε πολλαπλές λειτουργίες σε μια και μόνο εντολή INSERT POCKET πρέπει να την επιλέγουμε κιόλας.

Zigzag: Το εργαλείο κάνει μια κίνηση σε σχήμα zigzag, κόβει προς τη μια κατεύθυνση και κατόπιν γυρνάει και κόβει προς την αντίθετη κατεύθυνση.

Approach: (Approach/retract position) (default=0.25). Με την επιλογή αυτή και δίνοντας μια πραγματική τιμή (n) προσδιορίζεται μια αυξητική τιμή από το επίπεδο z της γεωμετρίας, η οποία μπορεί να είναι ή το Zlevel ή το αποτέλεσμα του υπολογισμού Zlevel και Thick εξαρτώμενος εάν το Thick είναι θετικό ή αρνητικό, για όλες τις προσεγγίσεις και απομακρύνσεις του κοπτικού εργαλείου.

Start n (start XY coordinate of pocket)(Not the default) : Η επιλογή αυτή (ύστερα από την εισαγωγή ερωτηματικού ζητάει να οριστούν οι συντεταγμένες του άξονα XY για το ξεκίνημα του pocket, ενώ η συντεταγμένη στον άξονα του z αγνοείται. Για τον προσδιορισμό των X και Y συντεταγμένων μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλες οι επιλογές (modifiers) στην περιοχή των getdata.

Οι συντεταγμένες XY πρέπει να βρίσκονται μέσα στα όρια του pocket και να μην τέμνουν τα σύνορα, από νησιά ή clamps(εφόσον υπάρχουν) καθώς επίσης θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν η διάμετρος του εργαλείου και η τιμή της επιλογής STOCK. Σε περίπτωση που δε χρησιμοποιηθεί η επιλογή START οι συντεταγμένες XY υπολογίζονται αυτόματα.

Stepover n:(default=80% of TOOLDIAMETER) : Η επιλογή αυτή προσδιορίζει την απόσταση μεταξύ των περασμάτων του κοπτικού εργαλείου πάνω στην κατεργαζόμενη επιφάνεια τόσο στην spiral όσο και στην zigzag κίνηση του κοπτικού εργαλείου.

Scallop n(scallop height) : Η επιλογή αυτή προσδιορίζει το ύψος του υλικού που παραμένει στην κατεργαζόμενη επιφάνεια όταν χρησιμοποιείται εργαλεία με καμπυλότητα.

Cwise(clockwise)(default) : Η επιλογή αυτή προσδιορίζει κίνηση κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού για κοπή σε σχήμα spiral. Επίσης καθορίζει τη διεύθυνση του profile στα σύνορα του pocket.

Cclwise (counterclockwise): Η επιλογή αυτή προσδιορίζει κίνηση αντίθετη με τη φορά των δεικτών του ρολογιού για κοπή σε σχήμα

spiral. Επίσης καθορίζει τη διεύθυνση του profile στα σύνορα του rocket

Angle n (default=0.000): Με την επιλογή αυτή ορίζεται μια γωνιάδης τιμή που προσδιορίζει τη διεύθυνση του άξονα κοπής μετρούμενη από τον άξονα X (3° ο'clock). Η προσδιοριζόμενη αυτή γωνία επίσης ορίζει από που αρχίζει η πορεία του εργαλείου. Η τιμή της γωνίας μπορεί να είναι θετική ή αρνητική και κυμαίνεται από 0.000-360.000 με αύξηση κατά 0.01. Θετικές τιμές της γωνίας ανταποκρίνονται σε clockwise κίνηση ενώ οι αρνητικές σε counterclockwise. Το σημείο συν(+) δεν είναι απαραίτητο.

Tolerance n (default=0.010): Η επιλογή αυτή προσδιορίζει τη τιμή της ανοχής για τα άκρα των γεωμετρικών οντοτήτων που δεν είναι συνεχή.

Stock n (default=999.0) : Η επιλογή αυτή προσδιορίζει την ποσότητα του υλικού που μένει σε κάθε περιφέρεια (είτε στο όριο των νησιών είτε στα όρια του rocket). Μπορούν να οριστούν διαφορετικές ποσότητες υλικού για το rocket και για κάθε νησί ξεχωριστά καθώς επίσης και διαφορετικές ποσότητες υλικού στα όρια ενός clamp.

Clamp : Με την επιλογή αυτή και μετά την εισαγωγή ερωτηματικού (;) το σύστημα ζητάει την υπόδειξη των ορίων clamps. Μόνο σύνορα μέσα ή τεμνόμενα με το rocket θεωρούνται clamps. Ο προσδιορισμός των clamps μπορεί να γίνει με τη χρήση διαφόρων επιλογών(modifiers)

Routh n (routh offset) (default=TOOLD) : Με την επιλογή αυτή δημιουργείται offset, κατά μια τιμή που ορίζεται, έξω από τα σύνορα του rocket.

Color n : Η επιλογή αυτή αγνοεί το προηγούμενο επιλεγμένο χρώμα.

Layer n: Η επιλογή αυτή αγνοεί το προηγούμενο επιλεγμένο επίπεδο.

Ballmill: Με την επιλογή αυτή επιλέγεται εργαλείο κοπής του οποίου η άκρη έχει σφαιρικό σχήμα (ball-shaped). Όταν η επιλογή του εργαλείου γίνεται μέσα από βιβλιοθήκη η επιλογή αυτή (Ballmill) δε χρειάζεται.

Flatmill (default): Με την επιλογή αυτή επιλέγεται εργαλείο κοπής του οποίου η άκρη είναι επίπεδη. Ένα τέτοιο εργαλείο κόβει και με τις δύο του πλευρές και με την άκρη του. Όταν η επιλογή του εργαλείου γίνεται μέσα από βιβλιοθήκη η επιλογή αυτή (Flatmill) δε χρειάζεται.

Compon (Cutter Compensation on) : Αντιστάθμιση εργαλείου καπής(G41=left,G42=right).Εάν έχει επιλεγεί σβήνεται αυτόματα (G40) στην απομάκρυνση του εργαλείου.

Compoff (Cutter Compensation off).

Tlchange n(Tool change coordinates) (default =start) : Η επιλογή αυτή καθορίζει νέα θέση για την αλλαγή του εργαλείου διαφορετική από την αρχική θέση.Αυτή η θέση μπορεί να οριστεί δίνοντας συγκεκριμένες συντεταγμένες, ή επιλέγοντας κάποια οντότητα κ.α.

Speed n (RPM) (default=1000) : Η επιλογή αυτή προσδιορίζει την ταχύτητα περιστροφής του κοπτικού εργαλείου σε στροφές ανά λεπτό.Η τιμή αυτή κυμαίνεται από 0 έως 32767.Μια αρνητική τιμή της ταχύτητας δηλώνει περιστροφή του κοπτικού εργαλείου αντίθετη από την κλασσική δεξιόστροφη περιστροφή. Η επιλογή αυτή της ταχύτητας δε χρειάζεται εάν η επιλογή του εργαλείου γίνει μέσα από βιβλιοθήκη.

Feed n(feed rate) (default=10.00): Η επιλογή αυτή προσδιορίζει την ταχύτητα προώσεως του κοπτικού εργαλείου σε in/min ή mm/min. Η τιμή αυτή κυμαίνεται από 0 έως 32767.0. Η επιλογή της ταχύτητας προώσεως δε χρειάζεται όταν η επιλογή του κοπτικού εργαλείου γίνει μέσα από βιβλιοθήκη.

Jobname x (default=0ι πρώτοι 6 χαρακτήρες του ονόματος του σχεδίου) : Η επιλογή αυτή ονομάζει το αρχείο που περιέχει την πορεία του κοπτικού εργαλείου το οποίο (αρχείο) θα μετατραπεί σε πρόγραμμα κατάλληλο για την εκάστοτε εργαλειομηχανή.

4.2.2 ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΛΟΥΠΙΟΥ

Το υλικό που χρησιμοποιήσαμε για τη κατασκευή του καλουπιού είναι αλουμίνιο χυτοπρεσσαριστό Γαλλικό πάχους 40mm. Διαστάσεις κομματιού και για τις δύο πλάκες καλουπιού 284x68x40mm. Στη πλάκα την ενιαία θα κατεργαστούν και τα δύο μισά του καλουπιού χρησιμοποιώντας την εντολή Mirror της C.N.C. φρέζας. Στη μέση του καλουπιού αφήσαμε 40mm για να κόψουμε τις δύο πλάκες όταν τελειώσει η κατεργασία του καλουπιού. Το $X=0$, $Y=0$, όλων των κατεργασιών πάρθηκε στο κέντρο της πλάκας, και όλα τα σχέδια στον υπολογιστή έχουν σχεδιαστεί σύμφωνα μ'αυτό το αρχικό σημείο 0,0.

Τα στάδια που ακολουθήσαμε για την κατασκευή του καλουπιού είναι τα παρακάτω :

1. Δέσιμο του κομματιού στη φρέζα με δύο δέστρες σε διαγώνια θέση.
2. Ρεκτιφιάρισμα της πάνω και κάτω επιφάνειας της πλάκας του καλουπιού με φρεζοκεφαλή διαμέτρου $\Phi 80\text{mm}$ με 6 ένθετα από σκληρομέταλλο περιφερειακά και με χειροκίνητη λειτουργία της εργαλειομηχανής. Προσπαθήσαμε η μεριά στην οποία θα γίνουν οι κοιλότητες του καλουπιού να έχει καλύτερη επιφάνεια, γιατί εκεί κλείνει το καλούπι.
3. Δέσιμο του καλουπιού στο τραπέζι της εργαλειομηχανής με δύο δέστρες η μία απέναντι από την άλλη κατά τη διεύθυνση του άξονα X.
4. Αρχικοποίηση των εργαλείων δηλαδή στο κέντρο της πλάκας θα γίνει $X=0$, $Y=0$
- 5.α) Γίνεται αρχικοποίηση του ίσιου εργαλείου $\Phi 16$ $Z=0$ στην επάνω επιφάνεια της πλάκας του καλουπιού.

β) Με το πρόγραμμα CAM γίνεται πρώτη κατεργασία ξεχονδρίσματος με κονδύλι σφαιρικού άκρου $\Phi 16$ αφήνοντας χορδή $(CHT)=0.5\text{mm}$ για το δεύτερο ξεχόνδρισμα. Η διαδρομή του κέντρου του κοπτικού εργαλείου φαίνεται στο σχέδιο του πρώτου ξεχονδρίσματος.

Η διαδρομή του κέντρου του κοπτικού εργαλείου και άλλες πληροφορίες που χρειάζονται για την κωδικοποίηση φαίνονται στο παράρτημα IV.

Το αρχείο αυτό με τη βοήθεια του κωδικοποιητή HEINDEN κωδικοποιείται για τη C.N.C. φρέζα του εργαστηρίου, και έτσι αυτόματα δη-

μιουργείται το πρόγραμμα κοπής (%1) για το ξεχόνδρισμα του κομματιού.

Το παραπάνω πρόγραμμα κοπής με τη βοήθεια ενός προγράμματος επικοινωνίας π.χ Procomπ στέλνεται από τον εξωτερικό υπολογιστή που δημιουργήθηκε στο κοντρόλ της C.N.C. εργαλειομηχανής.

Σημείωση: Με την αξιοποίηση της εντολής Mirror που είναι ο κώδικας G28 στον άξονα X έγινε το ξεχόνδρισμα του κομματιού στο άλλο μισό του καλουπιού.

γ) Με το πρόγραμμα CAM γίνεται τώρα η κατεργασία για το δεύτερο ξεχόνδρισμα του κομματιού με κονδύλι σφαιρικού άκρου Φ10mm. Η κατεργασία αυτή έγινε με τη βοήθεια του παραπάνω προγράμματος, το οποίο κατεργάζεται το κομμάτι αφήνοντας χορδή τώρα 0,2 mm για το φινίρισμα.

Η διαδρομή του κέντρου του κοπτικού εργαλείου φαίνεται στο σχέδιο του δεύτερου ξεχόνδρισματος. Η διαδρομή του κέντρου του κοπτικού εργαλείου και άλλες πληροφορίες που χρειάζονται για την κωδικοποίηση φαίνονται στο παράρτημα IV .

Το αρχείο αυτό με τη βοήθεια του κωδικοποιητή HEIDEN κωδικοποιείται για τη C.N.C. φρέζα του εργαστηρίου, και έτσι αυτόματα δημιουργείτε το πρόγραμμα κοπής (%2) για το δεύτερο ξεχόνδρισμα του κομματιού. Με τη βοήθεια της εντολής Mirror της φρέζας έγινε το δεύτερο ξεχόνδρισμα του κομματιού στο άλλο μισό του καλουπιού.

Στο σημείο αυτό ολοκληρώνεται η διαδικασία του ξεχόνδρισματος του κομματιού και συνεχίζουμε με το φινίρισμα που είναι η τελική διαδικασία για την κατασκευή της μορφής του καλουπιού.

δ) Στο στάδιο αυτό έχουμε το φινίρισμα του κομματιού για να προκύψει η τελική του μορφή και η επιθυμητή ποιότητα επιφανείας του. Με το πρόγραμμα CAM γίνεται τώρα η κατεργασία για το φινίρισμα του κομματιού με κονδύλι σφαιρικού άκρου Φ8mm.

Η κατεργασία αυτή έγινε με τη βοήθεια του παραπάνω προγράμματος, το οποίο κατεργάζεται το κομμάτι αφήνοντας χορδή τώρα 0,2.

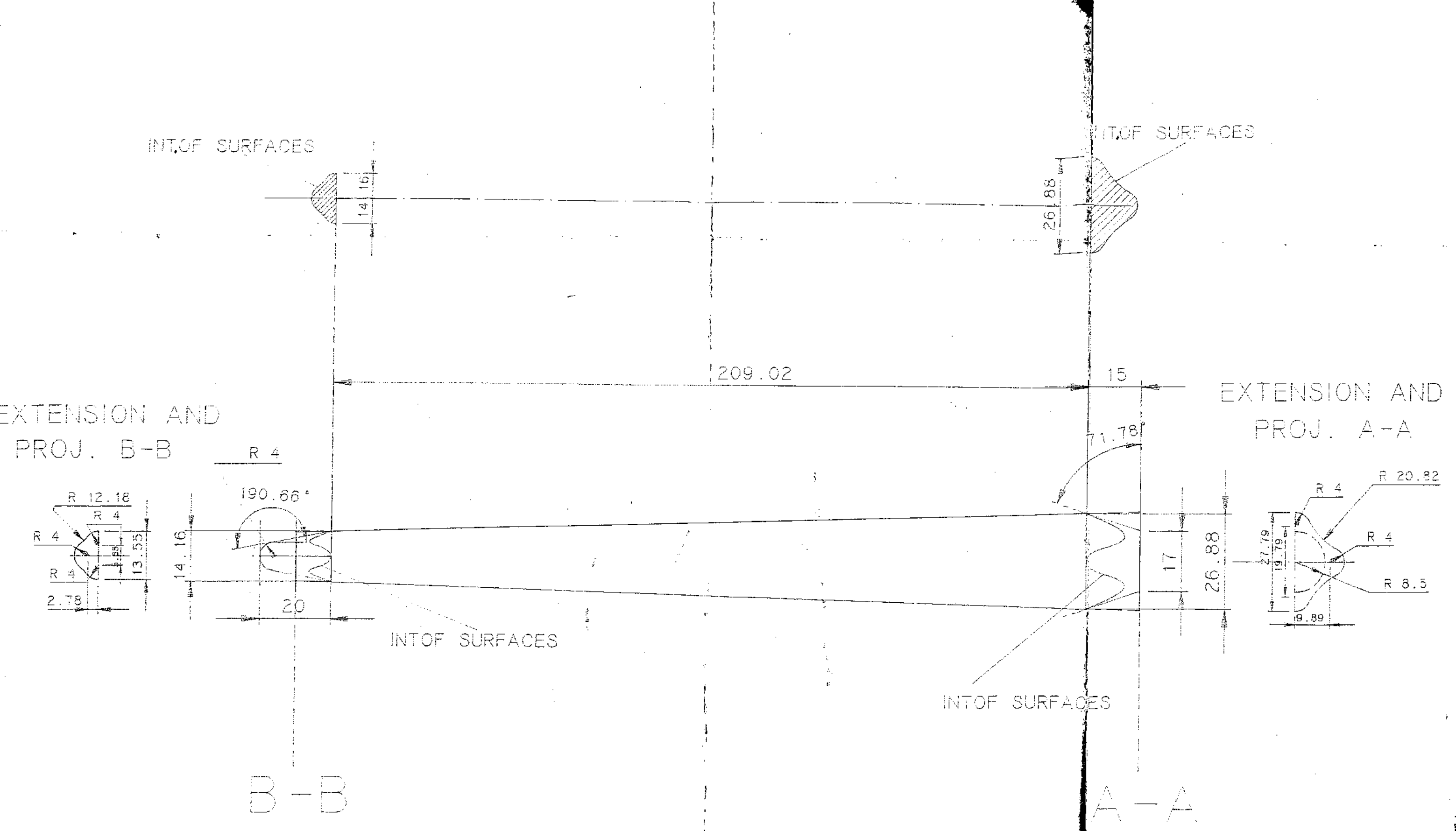
10. Αφού κλείσαμε το καλούπι μαζί και τις δύο πλάκες το κατεργαστήκαμε περιφερειακά για να έχουμε ένα ορθογωνισμένο καλούπι.

11. Σπάσαμε τις γωνίες γύρω γύρω με τη λίμα

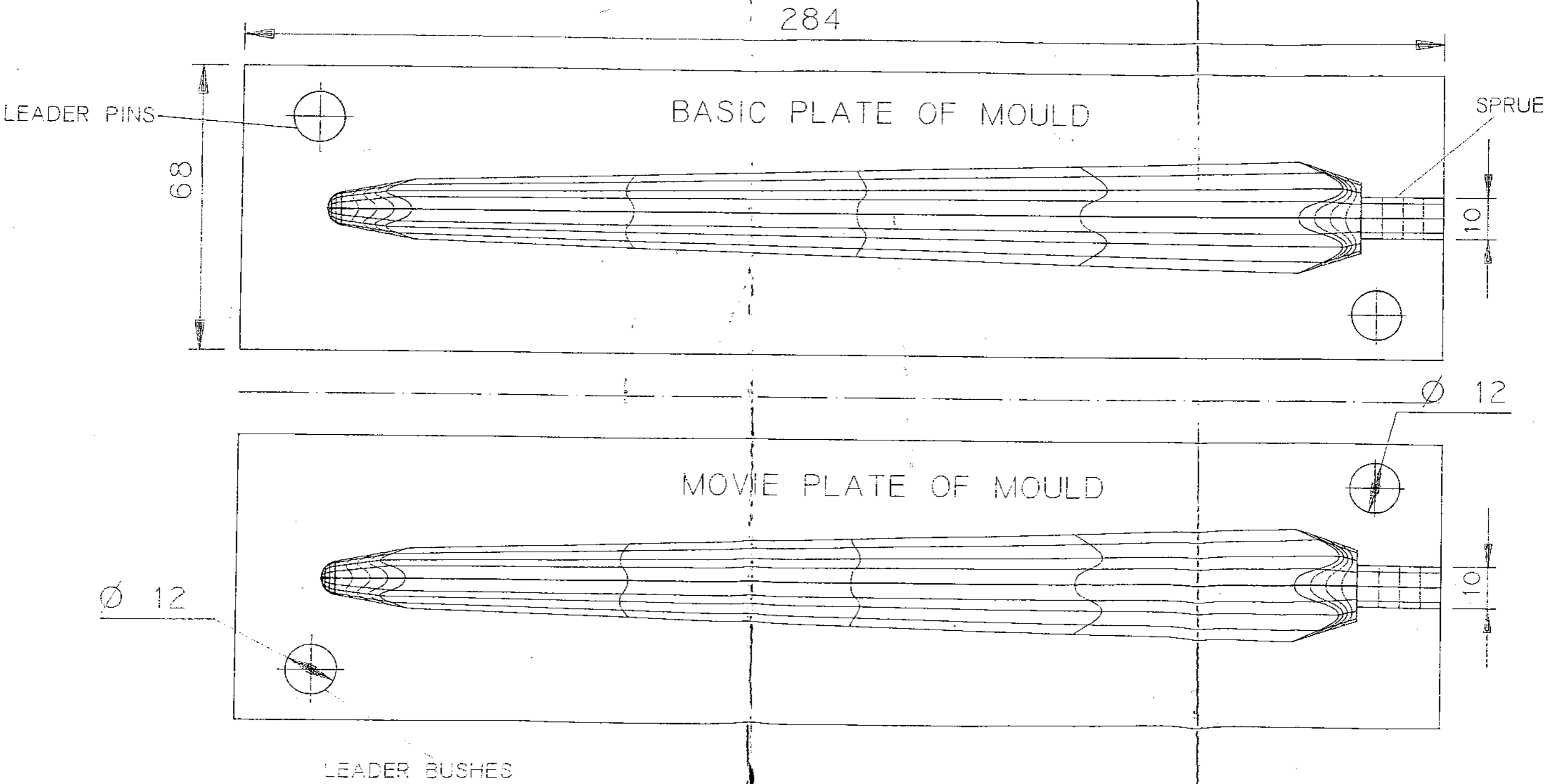
12. Σημειώνουμε ότι δεν έγινε λείανση με εργαλείο χειρός των εσωτερικών επιφανειών για να φαίνονται οι διαδρομές των κοπτικών εργαλείων.

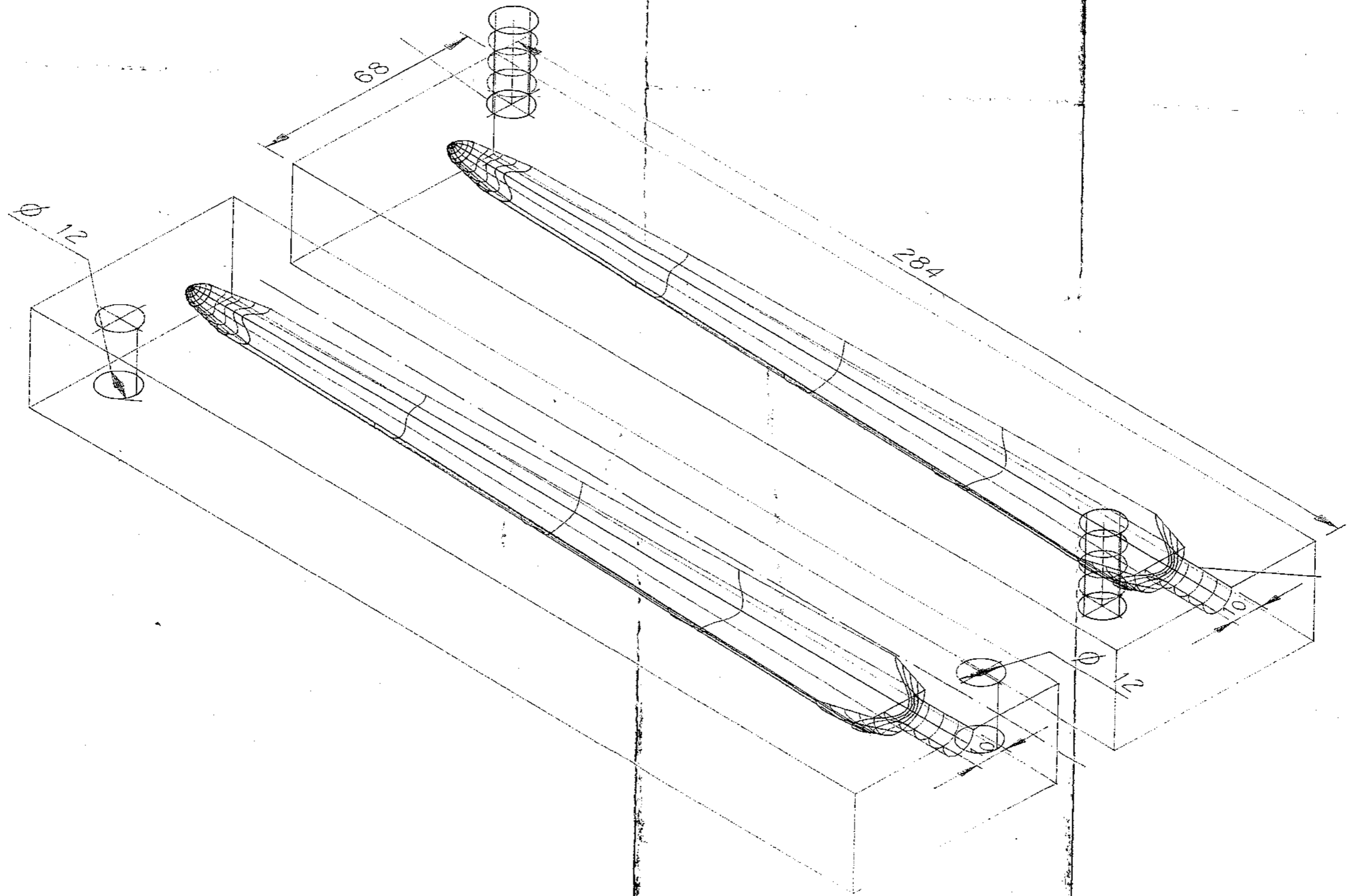
Σημείωση: Το καλούπι που κατασκευάσαμε αρχικά έγινε από πλαστικοποιημένο ξύλο ειδικό για κατεργασία σε εργαλειομηχανές. Έτσι είδαμε την μορφή του καλουπιού και στην συνέχεια με τον ίδιο τρόπο κατασκευάζεται το καλούπι από αλουμίνιο με τις προδιαγραφές που έχουμε αναφέρει στο κατασκευαστικό μέρος.

Το καλούπι που κατασκευάσαμε υπάρχει στο εργαστήριο εργαλειομηχανών C.N.C.

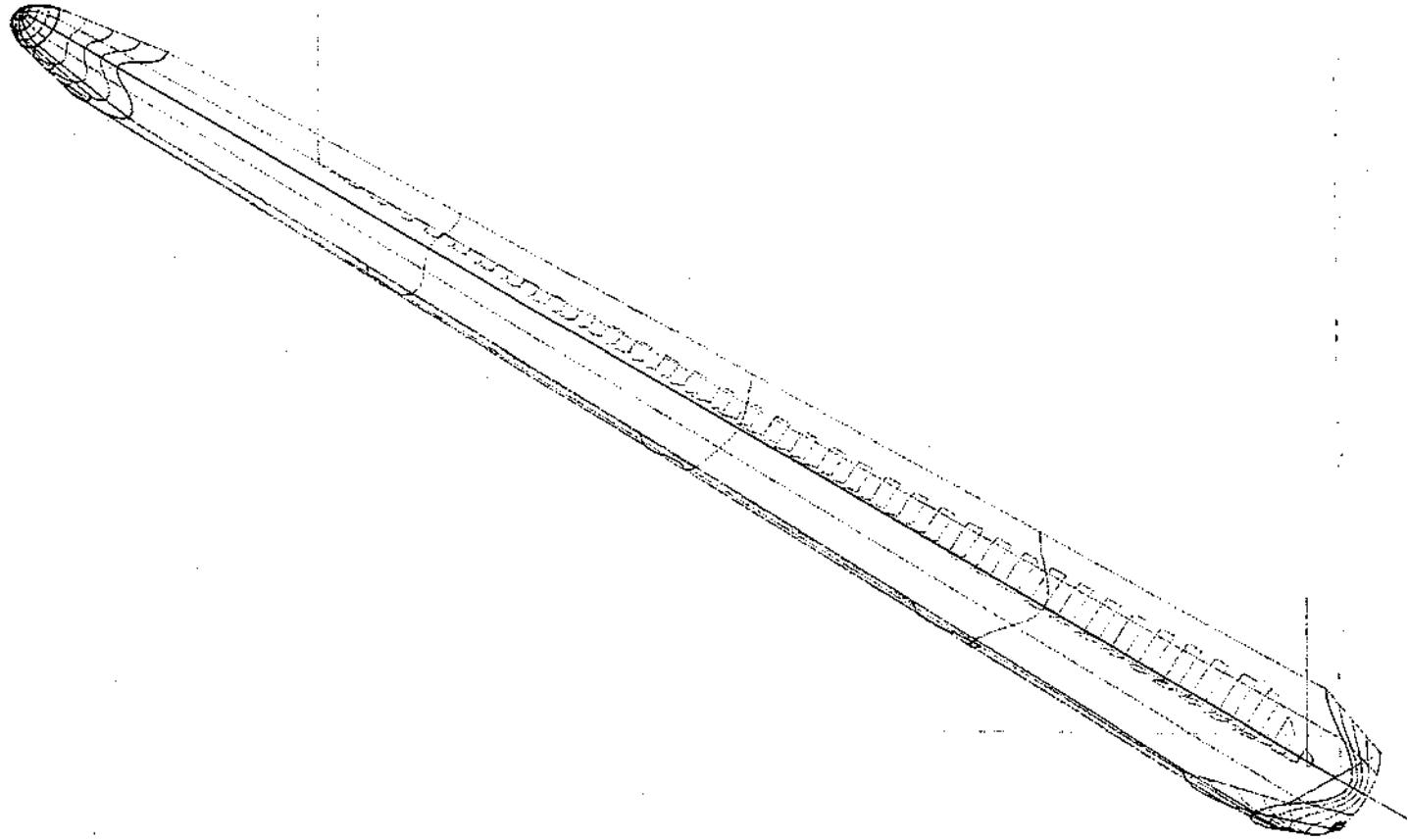


ΣΧΕΔΙΑΣΤΗΚΕ	ΗΜ/ΝΙΑ 10/9/05	ΓΕΡΑΝΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΣΙΕΤΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ	Α.Τ.Ε.Ι ΠΑΤΡΑΣ
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:1	ΚΑΛΟΥΠΙ ΓΙΑ ΧΥΤΕΥΣΗ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ		ΥΛΙΚΟ

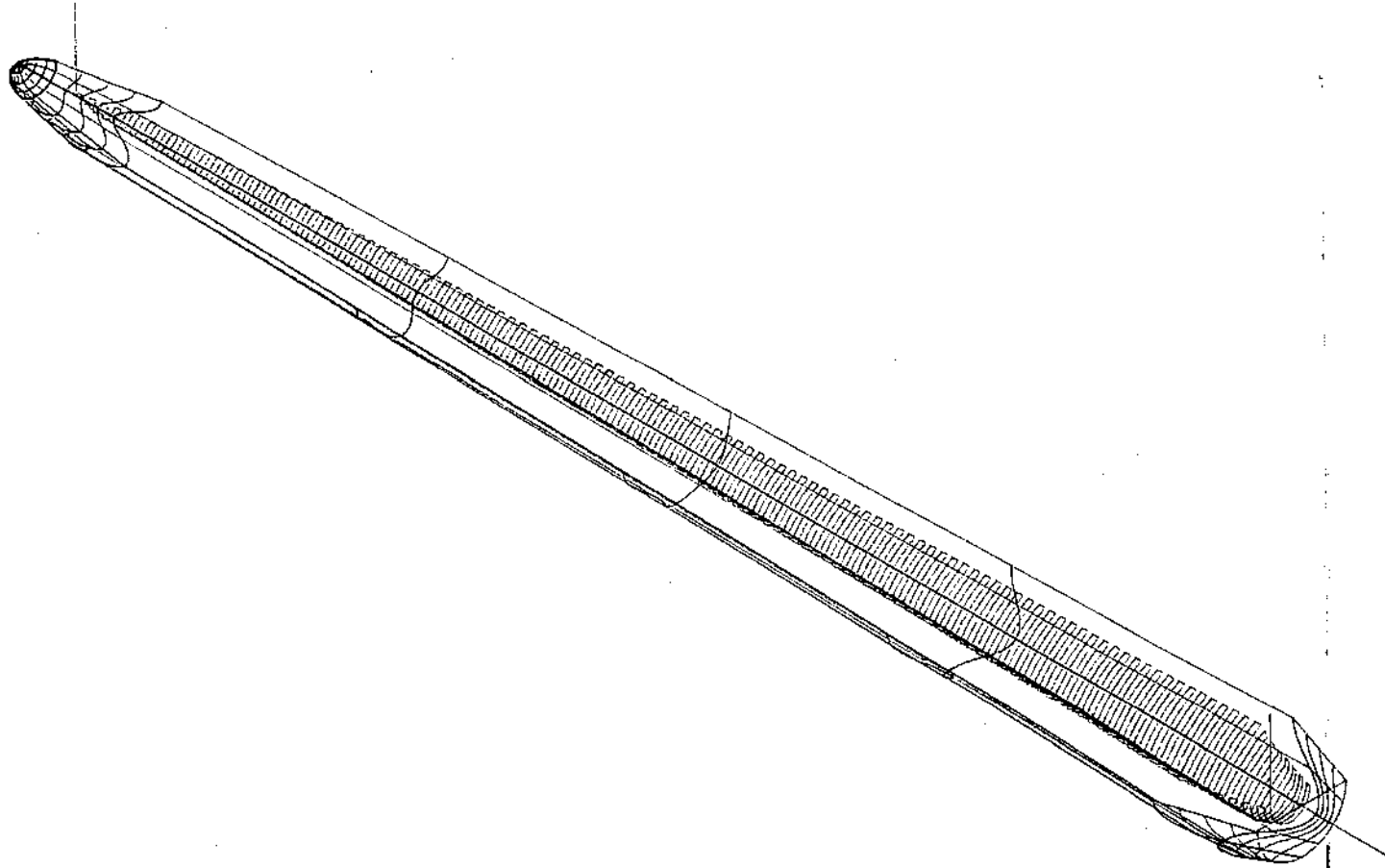




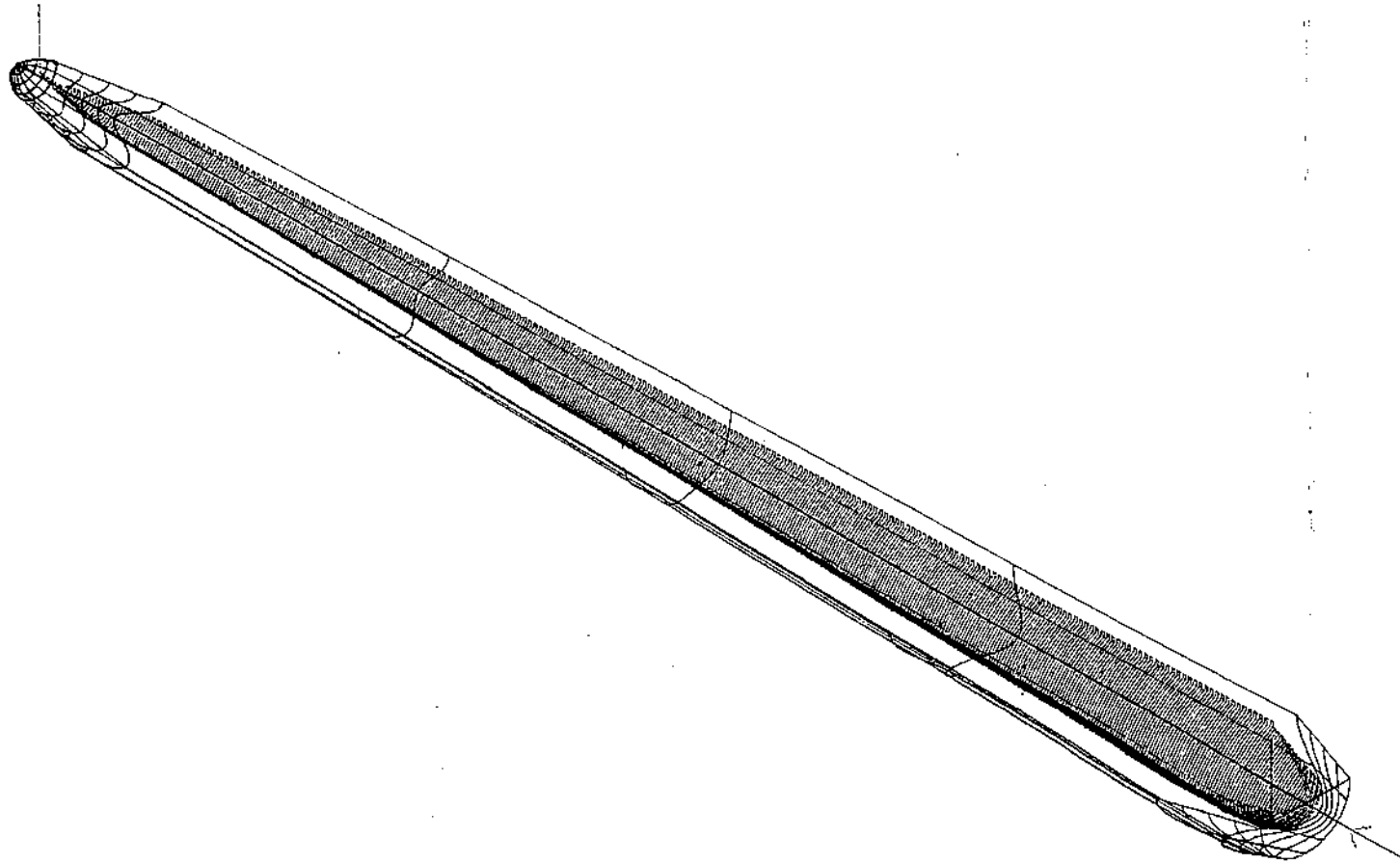
ΣΧΕΔΙΟ ΕΞΟΝΔΡΙΣΜΑΤΟΣ 1.



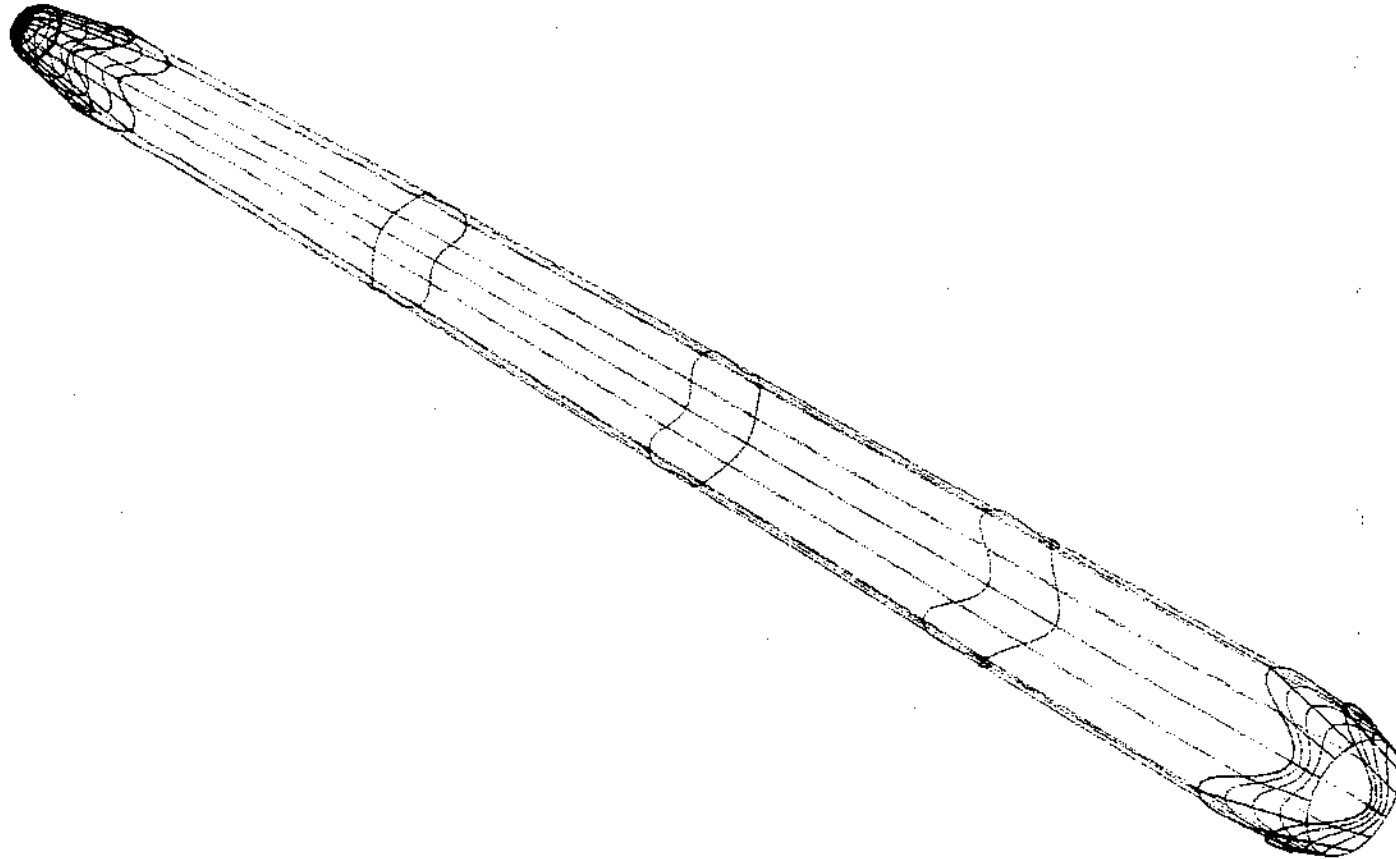
ΣΧΕΔΙΟ ΕΞΟΝΔΡΙΣΜΑΤΟΣ 2.



ΣΧΕΔΙΟ ΦΙΝΙΡΙΣΜΑΤΟΣ



SURFACE MODEL



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΚΟΠΗΣ %1

%1G71
N00001G99T1L0R8
N00002T1G17S1000
N00006G00G90X-4.529Y-0.522Z30M03
N00007Z27.001
N00008Z27.0
N00009G01X-4.529Y-0.522Z-0.044F83
N00010Y-0.48Z-0.187F250
N00011Y-0.4Z-0.328
N00012Y-0.315Z-0.407
N00013Y-0.083Z-0.506
N00014Y0.075Z-0.514
N00015Y0.181Z-0.484
N00016Y0.328Z-0.399
N00017Y0.399Z-0.329
N00018Y0.507Z-0.066
N00019Y0.543Z0.68
N00020X-7.029Y1.367Z0.693
N00021Y1.326Z-0.024
N00022Y0.0Z-1.24
N00023Y-1.34Z-0.011
N00024Y-1.346Z0.067
N00025X-9.529Y-2.434Z1.052
N00026Y0.0Z-1.179
N00027Y2.281Z0.911
N00028X-12.029Y3.601Z2.057
N00029Y3.078Z1.703
N00030Y0.0Z-1.119
N00031Y-3.078Z1.703
N00032Y-3.664Z2.099
N00033X-14.529Y-4.815Z2.925
N00034Y-3.028Z1.719
N00035Y0.0Z-1.058
N00036Y3.029Z1.719
N00037Y4.8Z2.915
N00038X-17.029Y5.172Z3.216
N00039Y2.98Z1.735
N00040Y0.0Z-0.998
N00041Y-2.979Z1.735
N00042Y-5.172Z3.216
N00043X-19.529Y-5.099Z3.216
N00044Y-2.93Z1.75
N00045Y0.0Z-0.937

N00046Y2.931Z1.751
N00047Y5.099Z3.216
N00048X-22.029Y5.026Z3.216
N00049Y2.882Z1.767
N00050Y0.0Z-0.877
N00051Y-2.88Z1.766
N00052Y-5.026Z3.216
N00053X-24.529Y-4.953Z3.216
N00054Y-2.831Z1.782
N00055Y0.0Z-0.816
N00056Y2.832Z1.783
N00057Y4.953Z3.216
N00058X-27.029Y4.88Z3.217
N00059Y2.783Z1.799
N00060Y0.0Z-0.756
N00061Y-2.782Z1.798
N00062Y-4.88Z3.216
N00063X-29.529Y-4.807Z3.216
N00064Y-2.732Z1.814
N00065Y0.0Z-0.695
N00066Y2.734Z1.815
N00067Y4.808Z3.217
N00068X-32.029Y4.735Z3.217
N00069Y2.685Z1.831
N00070Y0.0Z-0.635
N00071Y-2.683Z1.829
N00072Y-4.734Z3.216
N00073X-34.529Y-4.661Z3.216
N00074Y-2.634Z1.845
N00075Y0.0Z-0.574
N00076Y2.636Z1.847
N00077Y4.662Z3.217
N00078X-37.029Y4.588Z3.217
N00079Y2.587Z1.863
N00080Y0.0Z-0.514
N00081Y-2.584Z1.861
N00082Y-4.588Z3.216
N00083X-39.529Y-4.514Z3.216
N00084Y-2.535Z1.877
N00085Y0.0Z-0.453
N00086Y2.538Z1.879
N00087Y4.515Z3.217
N00088X-42.029Y4.442Z3.217

N00089Y2.489Z1.895
N00090Y0.0Z-0.393
N00091Y-2.486Z1.893
N00092Y-4.441Z3.216
N00093X-44.529Y-4.368Z3.216
N00094Y-2.436Z1.908
N00095Y0.0Z-0.332
N00096Y2.439Z1.911
N00097Y4.369Z3.217
N00098X-47.029Y4.296Z3.217
N00099Y2.39Z1.927
N00100Y0.0Z-0.271
N00101Y-2.387Z1.924
N00102Y-4.294Z3.216
N00103X-49.529Y-4.221Z3.216
N00104Y-2.338Z1.94
N00105Y0.0Z-0.211
N00106Y2.341Z1.943
N00107Y4.222Z3.216
N00108X-52.029Y4.149Z3.216
* N00109Y2.292Z1.959
* N00110Y0.0Z-0.15
* N00111Y-2.289Z1.956
* N00112Y-4.147Z3.215
N00113X-54.529Y-4.074Z3.215
N00114Y-2.239Z1.972
N00115Y0.0Z-0.089
N00116Y2.243Z1.975
N00117Y4.075Z3.216
N00118X-57.029Y4.002Z3.216
N00119Y2.194Z1.991
N00120Y0.0Z-0.029
N00121Y-2.19Z1.988
N00122Y-4.0Z3.215
N00123X-59.529Y-3.927Z3.214
N00124Y-2.141Z2.003
N00125Y0.0Z0.032
N00126Y2.145Z2.007
N00127Y3.928Z3.215
N00128X-62.029Y3.855Z3.215
N00129Y2.095Z2.023
N00130Y0.0Z0.093
N00131Y-2.091Z2.019

N00132Y-3.853Z3.214
N00133X-64.529Y-3.779Z3.214
N00134Y-2.042Z2.035
N00135Y0.0Z0.153
N00136Y2.046Z2.039
N00137Y3.781Z3.215
N00138X-67.029Y3.707Z3.214
N00139Y1.997Z2.055
N00140Y0.0Z0.214
N00141Y-1.993Z2.051
N00142Y-3.706Z3.213
N00143X-69.529Y-3.632Z3.213
N00144Y-1.943Z2.067
N00145Y0.0Z0.275
N00146Y1.948Z2.071
N00147Y3.634Z3.214
N00148X-72.029Y3.56Z3.213
N00149Y1.899Z2.087
N00150Y0.0Z0.336
N00151Y-1.894Z2.082
N00152Y-3.558Z3.212
N00153X-74.529Y-3.484Z3.212
N00154Y-1.845Z2.098
N00155Y0.0Z0.397
N00156Y1.85Z2.102
N00157Y3.486Z3.213
N00158X-77.029Y3.412Z3.212
N00159Y1.801Z2.118
N00160Y0.0Z0.457
N00161Y-1.795Z2.114
N00162Y-3.41Z3.211
N00163X-79.529Y-3.336Z3.21
N00164Y-1.746Z2.13
N00165Y0.0Z0.518
N00166Y1.752Z2.134
N00167Y3.338Z3.212
N00168X-82.029Y3.264Z3.211
N00169Y1.702Z2.15
N00170Y0.0Z0.579
N00171Y-1.697Z2.146
N00172Y-3.262Z3.21
N00173X-84.529Y-3.188Z3.209
N00174Y-1.648Z2.162

N00175Y0.0Z0.64
N00176Y1.653Z2.166
N00177Y3.19Z3.211
N00178X-87.029Y3.116Z3.21
N00179Y1.604Z2.182
N00180Y0.0Z0.701
N00181Y-1.598Z2.177
N00182Y-3.114Z3.208
N00183X-89.529Y-3.04Z3.208
N00184Y-1.549Z2.193
N00185Y0.0Z0.762
N00186Y1.555Z2.198
N00187Y3.042Z3.209
N00188X-92.029Y2.968Z3.209
N00189Y1.506Z2.214
N00190Y0.0Z0.823
N00191Y-1.5Z2.209
N00192Y-2.965Z3.207
N00193X-94.529Y-2.891Z3.206
N00194Y-1.45Z2.225
N00195Y0.0Z0.884
N00196Y1.457Z2.23
N00197Y2.894Z3.208
N00198X-97.029Y2.819Z3.207
N00199Y1.408Z2.246
N00200Y0.0Z0.945
N00201Y-1.401Z2.241
N00202Y-2.817Z3.205
N00203X-99.529Y-2.743Z3.204
N00204Y-1.352Z2.256
N00205Y0.0Z1.006
N00206Y1.359Z2.262
N00207Y2.745Z3.206
N00208X-102.029Y2.671Z3.205
N00209Y1.309Z2.278
N00210Y0.0Z1.067
N00211Y-1.302Z2.272
N00212Y-2.668Z3.204
N00213X-104.529Y-2.594Z3.203
N00214Y-1.253Z2.288
N00215Y0.0Z1.128
N00216Y1.26Z2.294
N00217Y2.596Z3.204

N00218X-107.029Y2.522Z3.204
N00219Y1.211Z2.31
N00220Y0.0Z1.189
N00221Y-1.204Z2.304
N00222Y-2.519Z3.202
N00223X-109.529Y-2.445Z3.201
N00224Y-1.154Z2.32
N00225Y0.0Z1.25
N00226Y1.162Z2.326
N00227Y2.447Z3.203
N00228X-112.029Y2.373Z3.202
N00229Y1.113Z2.342
N00230Y0.0Z1.311
N00231Y-1.105Z2.335
N00232Y-2.37Z3.2
N00233X-114.529Y-2.296Z3.199
N00234Y-1.056Z2.351
N00235Y0.0Z1.372
N00236Y1.064Z2.358
N00237Y2.298Z3.201
N00238X-117.029Y2.224Z3.199
N00239Y1.015Z2.374
N00240Y0.0Z1.433
N00241Y-1.006Z2.367
N00242Y-2.221Z3.198
N00243X-119.529Y-2.146Z3.196
N00244Y-0.957Z2.383
N00245Y0.0Z1.494
N00246Y0.965Z2.39
N00247Y2.149Z3.198
N00248X-122.029Y2.074Z3.197
N00249Y0.916Z2.406
N00250Y0.0Z1.556
N00251Y-0.908Z2.399
N00252Y-2.071Z3.195
N00253X-124.529Y-1.997Z3.194
N00254Y-0.859Z2.415
N00255Y0.0Z1.617
N00256Y0.867Z2.422
N00257Y2.0Z3.196
N00258X-127.029Y1.925Z3.195
N00259Y0.818Z2.438
N00260Y0.0Z1.678

N00261Y-0.809Z2.43
N00262Y-1.922Z3.193
N00263X-129.529Y-1.847Z3.192
N00264Y-0.76Z2.446
N00265Y0.0Z1.739
N00266Y0.769Z2.454
N00267Y1.85Z3.194
N00268X-132.029Y1.775Z3.193
N00269Y0.72Z2.47
N00270Y0.0Z1.801
N00271Y-0.711Z2.462
N00272Y-1.772Z3.19
N00273X-134.529Y-1.697Z3.189
N00274Y-0.661Z2.478
N00275Y0.0Z1.862
N00276Y0.671Z2.486
N00277Y1.7Z3.191
N00278X-137.029Y1.625Z3.19
N00279Y0.622Z2.502
N00280Y0.0Z1.924
N00281Y-0.612Z2.494
N00282Y-1.622Z3.188
N00283X-139.529Y-1.547Z3.186
N00284Y-0.563Z2.509
N00285Y0.0Z1.985
N00286Y0.572Z2.518
N00287Y1.55Z3.189
N00288X-142.029Y1.475Z3.187
N00289Y0.523Z2.534
N00290Y0.0Z2.047
N00291Y-0.513Z2.525
N00292Y-1.472Z3.185
N00293X-144.529Y-1.397Z3.183
N00294Y-0.464Z2.541
N00295Y0.0Z2.108
N00296Y0.474Z2.55
N00297Y1.4Z3.186
N00298X-147.029Y1.325Z3.184
N00299Y0.425Z2.566
N00300Y0.0Z2.17
N00301Y-0.415Z2.557
N00302Y-1.322Z3.182
N00303X-149.529Y-1.247Z3.18

N00304Y-0.365Z2.573
N00305Y0.0Z2.231
N00306Y0.376Z2.581
N00307Y1.25Z3.183
N00308X-152.029Y1.175Z3.181
N00309Y0.327Z2.597
N00310Y0.0Z2.293
N00311Y-0.316Z2.589
N00312Y-1.171Z3.179
N00313X-154.529Y-1.096Z3.177
N00314Y-0.267Z2.604
N00315Y0.0Z2.355
N00316Y0.278Z2.613
N00317Y1.1Z3.18
N00318X-157.029Y1.024Z3.178
N00319Y0.229Z2.629
N00320Y0.0Z2.416
N00321Y-0.217Z2.62
N00322Y-1.021Z3.176
N00323X-159.529Y-0.945Z3.174
N00324Y-0.168Z2.636
N00325Y0.0Z2.478
N00326Y0.179Z2.645
N00327Y0.949Z3.176
N00328X-162.029Y0.873Z3.175
N00329Y0.13Z2.661
N00330Y0.001Z2.54
N00331Y-0.119Z2.652
N00332Y-0.87Z3.172
N00333X-164.529Y-0.794Z3.17
N00334Y-0.07Z2.668
N00335Y0.001Z2.602
N00336Y0.081Z2.677
N00337Y0.798Z3.173
N00338X-167.029Y0.723Z3.171
N00339Y0.032Z2.693
N00340Y0.001Z2.664
N00341Y-0.02Z2.683
N00342Y-0.719Z3.169
N00343X-169.529Y-0.643Z3.167
N00344Y-0.001Z2.72
N00345Y0.647Z3.17
N00346X-172.029Y0.571Z3.168

N00347Y-0.001Z2.77
N00348Y-0.568Z3.165
N00349X-174.529Y-0.492Z3.163
N00350Y-0.001Z2.821
N00351Y0.496Z3.166
N00352X-177.029Y0.42Z3.164
N00353Y-0.001Z2.871
N00354Y-0.416Z3.161
N00355X-179.529Y-0.341Z3.159
N00356Y-0.001Z2.921
N00357Y0.344Z3.162
N00358X-182.029Y0.269Z3.16
N00359Y-0.001Z2.972
N00360Y-0.265Z3.157
N00361X-184.529Y-0.189Z3.155
N00362Y-0.001Z3.022
N00363Y0.193Z3.158
N00364X-187.029Y0.117Z3.155
N00365Y0.0Z3.073
N00366Y-0.113Z3.152
N00367X-189.529Y-0.037Z3.15
N00368Y0.0Z3.124
N00369Y0.041Z3.153
N00370G00Z27.0
N00371Y0.041
N00372M02
N9999%1G71

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΚΟΠΗΣ %2

%2G71
N00001G99T1L0R5
N00002T1G17S1200
N00006G00G90X-2.129Y-3.728Z20M03
N00007Z15.601
N00008Z15.6
N00009G01X-2.129Y-3.728Z0.129F166
N00010Y-3.724Z-0.135F500
N00011Y-3.7Z-0.463
N00012Y-3.512Z-1.244
N00013Y-3.31Z-1.71
N00014Y-3.013Z-2.191
N00015Y-2.644Z-2.627
N00016Y-2.207Z-3.002
N00017Y-1.761Z-3.283
N00018Y-1.077Z-3.569
N00019Y-0.787Z-3.642
N00020Y-0.405Z-3.704
N00021Y0.057Z-3.724
N00022Y0.197Z-3.721
N00023Y0.558Z-3.686
N00024Y1.272Z-3.502
N00025Y1.739Z-3.294
N00026Y2.211Z-2.999
N00027Y2.645Z-2.625
N00028Y3.022Z-2.179
N00029Y3.298Z-1.733
N00030Y3.596Z-0.987
N00031Y3.652Z-0.739
N00032Y3.707Z-0.38
N00033Y3.733Z0.249
N00034X-3.129Y4.062Z0.255
N00035Y4.031Z-0.432
N00036Y3.974Z-0.812
N00037Y3.915Z-1.069
N00038Y3.611Z-1.84
N00039Y3.313Z-2.336
N00040Y2.882Z-2.855
N00041Y2.373Z-3.287
N00042Y1.848Z-3.606
N00043Y1.354Z-3.821
N00044Y0.627Z-4.008
N00045Y0.234Z-4.048

N00046Y0.052Z-4.053
N00047Y-0.459Z-4.029
N00048Y-0.859Z-3.964
N00049Y-1.158Z-3.888
N00050Y-1.869Z-3.596
N00051Y-2.368Z-3.291
N00052Y-2.879Z-2.857
N00053Y-3.304Z-2.35
N00054Y-3.622Z-1.818
N00055Y-3.831Z-1.328
N00056Y-4.022Z-0.531
N00057Y-4.051Z-0.164
N00058Y-4.058Z0.138
N00059X-4.129Y-4.387Z0.147
N00060Y-4.378Z-0.194
N00061Y-4.345Z-0.598
N00062Y-4.15Z-1.413
N00063Y-3.934Z-1.927
N00064Y-3.594Z-2.509
N00065Y-3.115Z-3.088
N00066Y-2.53Z-3.579
N00067Y-1.977Z-3.908
N00068Y-1.24Z-4.207
N00069Y-0.931Z-4.286
N00070Y-0.512Z-4.354
N00071Y0.049Z-4.381
N00072Y0.271Z-4.375
N00073Y0.696Z-4.331
N00074Y1.437Z-4.14
N00075Y1.957Z-3.919
N00076Y2.536Z-3.575
N00077Y3.118Z-3.085
N00078Y3.604Z-2.494
N00079Y3.924Z-1.947
N00080Y4.233Z-1.151
N00081Y4.295Z-0.885
N00082Y4.356Z-0.484
N00083Y4.392Z0.261
N00084X-5.129Y4.721Z0.267
N00085Y4.681Z-0.536
N00086Y4.617Z-0.957
N00087Y4.552Z-1.234
N00088Y4.237Z-2.054

N00089Y3.895Z-2.652
N00090Y3.495Z-3.143
N00091Y3.368Z-3.256
N00092Y3.191Z-3.452
N00093Y2.698Z-3.863
N00094Y2.067Z-4.231
N00095Y1.52Z-4.46
N00096Y0.764Z-4.653
N00097Y0.308Z-4.702
N00098Y0.046Z-4.71
N00099Y-0.565Z-4.679
N00100Y-1.003Z-4.607
N00101Y-1.321Z-4.526
N00102Y-2.086Z-4.221
N00103Y-2.692Z-3.868
N00104Y-3.19Z-3.453
N00105Y-3.368Z-3.256
N00106Y-3.496Z-3.142
N00107Y-3.884Z-2.668
N00108Y-4.246Z-2.035
N00109Y-4.468Z-1.497
N00110Y-4.668Z-0.665
N00111Y-4.706Z-0.223
N00112Y-4.717Z0.156
N00113X-6.129Y-5.046Z0.165
N00114Y-5.033Z-0.253
N00115Y-4.99Z-0.733
N00116Y-4.787Z-1.581
N00117Y-4.558Z-2.144
N00118Y-4.531Z-2.192
N00119Y-3.355Z-3.244
N00120Y-2.181Z-4.539
N00121Y-1.402Z-4.845
N00122Y-1.075Z-4.929
N00123Y-0.619Z-5.004
N00124Y0.045Z-5.039
N00125Y0.344Z-5.028
N00126Y0.833Z-4.976
N00127Y1.602Z-4.779
N00128Y2.176Z-4.543
N00129Y2.18Z-4.54
N00130Y3.356Z-3.244
N00131Y4.533Z-2.19

N00132Y4.55Z-2.16
N00133Y4.871Z-1.316
N00134Y4.938Z-1.03
N00135Y5.006Z-0.588
N00136Y5.051Z0.273
N00137X-7.129Y5.381Z0.28
N00138Y5.331Z-0.64
N00139Y5.26Z-1.103
N00140Y5.19Z-1.398
N00141Y5.087Z-1.671
N00142Y3.343Z-3.231
N00143Y1.686Z-5.059
N00144Y1.651Z-5.107
N00145Y0.902Z-5.298
N00146Y0.381Z-5.355
N00147Y0.044Z-5.368
N00148Y-0.672Z-5.329
N00149Y-1.146Z-5.25
N00150Y-1.484Z-5.164
N00151Y-1.658Z-5.096
N00152Y-1.686Z-5.059
N00153Y-3.343Z-3.232
N00154Y-5.108Z-1.652
N00155Y-5.313Z-0.8
N00156Y-5.36Z-0.282
N00157Y-5.376Z0.174
N00158X-8.129Y-5.705Z0.183
N00159Y-5.687Z-0.311
N00160Y-5.636Z-0.867
N00161Y-5.529Z-1.31
N00162Y-5.171Z-1.572
N00163Y-3.33Z-3.219
N00164Y-1.677Z-5.042
N00165Y-1.301Z-5.551
N00166Y-1.218Z-5.572
N00167Y-0.726Z-5.654
N00168Y0.043Z-5.697
N00169Y0.418Z-5.682
N00170Y0.971Z-5.621
N00171Y1.314Z-5.533
N00172Y1.677Z-5.042
N00173Y3.33Z-3.219
N00174Y5.171Z-1.572

N00175Y5.553Z-1.292
N00176Y5.581Z-1.176
N00177Y5.656Z-0.692
N00178Y5.71Z0.286
N00179X-9.129Y6.04Z0.292
N00180Y5.981Z-0.744
N00181Y5.943Z-0.986
N00182Y5.154Z-1.563
N00183Y3.318Z-3.207
N00184Y1.669Z-5.025
N00185Y0.985Z-5.949
N00186Y0.455Z-6.009
N00187Y0.042Z-6.025
N00188Y-0.779Z-5.979
N00189Y-0.989Z-5.944
N00190Y-1.668Z-5.026
N00191Y-3.317Z-3.207
N00192Y-5.154Z-1.564
N00193Y-5.947Z-0.984
N00194Y-5.958Z-0.935
N00195Y-6.014Z-0.341
N00196Y-6.035Z0.192
N00197X-10.129Y-6.365Z0.201
N00198Y-6.341Z-0.37
N00199Y-6.31Z-0.697
N00200Y-5.136Z-1.555
N00201Y-3.305Z-3.195
N00202Y-1.66Z-5.009
N00203Y-0.695Z-6.312
N00204Y0.041Z-6.354
N00205Y0.492Z-6.336
N00206Y0.695Z-6.313
N00207Y1.66Z-5.008
N00208Y3.305Z-3.194
N00209Y5.137Z-1.555
N00210Y6.312Z-0.696
N00211Y6.369Z0.298
N00212X-11.129Y6.699Z0.305
N00213Y6.656Z-0.423
N00214Y5.119Z-1.547
N00215Y3.293Z-3.182
N00216Y1.652Z-4.991
N00217Y0.411Z-6.668

******* (ΛΟΓΟ ΤΟΥ ΜΕΓΑΛΟΥ ΑΡΙΘΜΟΥ ΤΩΝ BLOCKS ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΘΕΤΟΥΜΕ ΚΑΠΟΙΑ BLOCKS ΣΤΗΝ ΑΡΧΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΑΤΩ ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ ΤΟ ΤΕΛΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ)**

ΟΛΑ ΤΑ BLOCKS ΒΡΙΣΚΟΝΤΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΑ ΣΕ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΜΟΡΦΗ

N02939Y2.29Z0.652
N02940Y2.302Z0.799
N02941X-213.129Y2.272Z0.797
N02942Y2.259Z0.65
N02943Y2.249Z0.642
N02944Y1.603Z0.108
N02945Y0.749Z-0.68
N02946Y-0.001Z-1.483
N02947Y-0.728Z-0.701
N02948Y-1.584Z0.092
N02949Y-2.241Z0.635
N02950Y-2.26Z0.65
N02951Y-2.273Z0.802
N02952X-214.129Y-2.242Z0.8
N02953Y-2.229Z0.648
N02954Y-2.215Z0.637
N02955Y-1.566Z0.1
N02956Y-0.715Z-0.689
N02957Y-0.001Z-1.457
N02958Y0.737Z-0.668
N02959Y1.584Z0.115
N02960Y2.224Z0.644
N02961Y2.229Z0.648
N02962Y2.241Z0.795
N02963X-215.129Y2.21Z0.793
N02964Y2.198Z0.646
N02965Y1.566Z0.123
N02966Y0.724Z-0.655
N02967Y-0.001Z-1.431
N02968Y-0.702Z-0.677
N02969Y-1.548Z0.107
N02970Y-2.19Z0.639
N02971Y-2.198Z0.646
N02972Y-2.211Z0.798

N02973X-216.129Y-2.18Z0.796
N02974Y-2.167Z0.644
N02975Y-2.165Z0.642
N02976Y-1.53Z0.115
N02977Y-0.69Z-0.665
N02978Y-0.001Z-1.405
N02979Y0.712Z-0.643
N02980Y1.548Z0.13
N02981Y2.167Z0.644
N02982Y2.179Z0.79
N02983X-217.129Y2.149Z0.788
N02984Y2.136Z0.641
N02985Y1.53Z0.138
N02986Y0.699Z-0.631
N02987Y-0.001Z-1.379
N02988Y-0.677Z-0.652
N02989Y-1.511Z0.122
N02990Y-2.136Z0.641
N02991Y-2.15Z0.794
N02992X-218.129Y-2.119Z0.792
N02993Y-2.106Z0.639
N02994Y-1.493Z0.129
N02995Y-0.664Z-0.64
N02996Y-0.001Z-1.353
N02997Y0.686Z-0.618
N02998Y1.512Z0.145
N02999Y2.105Z0.639
N03000Y2.118Z0.786
N03001X-219.129Y2.087Z0.784
N03002Y2.075Z0.637
N03003Y1.493Z0.153
N03004Y0.674Z-0.606
N03005Y-0.001Z-1.327
N03006Y-0.651Z-0.628
N03007Y-1.475Z0.137
N03008Y-2.075Z0.637
N03009Y-2.088Z0.79
N03010X-220.129Y-2.057Z0.788
N03011Y-2.044Z0.634
N03012Y-1.456Z0.144

N03013Y-0.639Z-0.616
N03014Y-0.001Z-1.301
N03015Y0.661Z-0.593
N03016Y1.475Z0.16
N03017Y2.044Z0.634
N03018Y2.057Z0.782
N03019X-221.129Y2.026Z0.78
N03020Y2.013Z0.632
N03021Y1.457Z0.168
N03022Y0.649Z-0.581
N03023Y-0.001Z-1.274
N03024Y-0.626Z-0.603
N03025Y-1.438Z0.152
N03026Y-2.013Z0.632
N03027Y-2.027Z0.786
N03028X-222.129Y-1.996Z0.784
N03029Y-1.983Z0.63
N03030Y-1.42Z0.159
N03031Y-0.613Z-0.591
N03032Y-0.001Z-1.248
N03033Y0.636Z-0.569
N03034Y1.439Z0.175
N03035Y1.982Z0.63
N03036Y1.995Z0.778
N03037X-223.129Y1.964Z0.776
N03038Y1.952Z0.627
N03039Y1.421Z0.183
N03040Y0.623Z-0.556
N03041Y-0.001Z-1.222
N03042Y-0.6Z-0.579
N03043Y-1.401Z0.166
N03044Y-1.952Z0.627
N03045Y-1.965Z0.782
N03046X-224.129Y-1.798Z0.539
N03047Y-1.796Z0.52
N03048Y-1.383Z0.174
N03049Y-0.588Z-0.567
N03050Y-0.001Z-1.196
N03051Y0.611Z-0.544
N03052Y1.402Z0.19

N03053Y1.796Z0.52
N03054Y1.798Z0.539
N03055X-225.129Y1.609Z0.531
N03056Y1.595Z0.375
N03057Y1.384Z0.198
N03058Y0.598Z-0.532
N03059Y-0.001Z-1.17
N03060Y-0.575Z-0.555
N03061Y-1.365Z0.181
N03062Y-1.595Z0.375
N03063Y-1.609Z0.53
N03064X-226.129Y-1.42Z0.522
N03065Y-1.395Z0.229
N03066Y-1.347Z0.189
N03067Y-0.562Z-0.542
N03068Y-0.001Z-1.144
N03069Y0.586Z-0.519
N03070Y1.366Z0.205
N03071Y1.395Z0.229
N03072Y1.42Z0.523
N03073X-227.129Y1.231Z0.514
N03074Y1.194Z0.07
N03075Y0.573Z-0.507
N03076Y0.0Z-1.118
N03077Y-0.549Z-0.53
N03078Y-1.194Z0.071
N03079Y-1.23Z0.513
N03080X-228.129Y-1.041Z0.505
N03081Y-0.993Z-0.092
N03082Y-0.537Z-0.518
N03083Y-0.079Z-1.007
N03084Y-0.001Z-1.017
N03085Y0.079Z-1.008
N03086Y0.56Z-0.494
N03087Y0.993Z-0.093
N03088Y1.042Z0.506
N03089X-229.129Y0.853Z0.498
N03090Y0.795Z-0.235
N03091Y0.778Z-0.268
N03092Y0.548Z-0.482

N03093Y0.28Z-0.767
N03094Y0.185Z-0.808
N03095Y-0.001Z-0.828
N03096Y-0.187Z-0.807
N03097Y-0.279Z-0.768
N03098Y-0.524Z-0.506
N03099Y-0.778Z-0.269
N03100Y-0.794Z-0.236
N03101Y-0.852Z0.496
N03102X-230.129Y-0.663Z0.488
N03103Y-0.612Z-0.18
N03104Y-0.507Z-0.389
N03105Y-0.471Z-0.437
N03106Y-0.409Z-0.493
N03107Y-0.363Z-0.527
N03108Y-0.132Z-0.627
N03109Y0.0Z-0.639
N03110Y0.129Z-0.627
N03111Y0.365Z-0.526
N03112Y0.408Z-0.493
N03113Y0.472Z-0.437
N03114Y0.509Z-0.387
N03115Y0.612Z-0.179
N03116Y0.664Z0.49
N03117X-231.129Y0.475Z0.481
N03118Y0.43Z-0.124
N03119Y0.349Z-0.288
N03120Y0.332Z-0.31
N03121Y0.292Z-0.344
N03122Y0.277Z-0.36
N03123Y0.074Z-0.446
N03124Y0.001Z-0.451
N03125Y-0.076Z-0.446
N03126Y-0.275Z-0.362
N03127Y-0.293Z-0.344
N03128Y-0.331Z-0.311
N03129Y-0.347Z-0.29
N03130Y-0.43Z-0.124
N03131Y-0.474Z0.48
N03132X-232.129Y-0.285Z0.471

N03133Y-0.247Z-0.069
N03134Y-0.191Z-0.185
N03135Y-0.177Z-0.2F166
N03136Y-0.021Z-0.265F500
N03137Y0.006Z-0.266
N03138Y0.018Z-0.266
N03139Y0.177Z-0.2
N03140Y0.192Z-0.184
N03141Y0.247Z-0.069
N03142Y0.286Z0.473
N03143X-233.129Y0.097Z0.465
N03144Y0.064Z-0.016
N03145Y0.048Z-0.05
N03146Y0.0Z-0.07
N03147Y-0.048Z-0.051
N03148Y-0.064Z-0.016
N03149Y-0.096Z0.463
N03150G00Z15.6
N03151X-233.129Y-0.096
N03152M02

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΚΟΠΗΣ %3

%3G71

N00001G99T1LOR4

N00002T1G17S1000

N00006G00G90X-1.529Y-4.793Z20M03

N00007Z12.001

N00008Z12.0

N00009G01X-1.529Y-4.793Z0.098F250

N00010Y-4.788Z-0.2F750

N00011Y-4.75Z-0.642

N00012Y-4.521Z-1.588

N00013Y-4.249Z-2.214

N00014Y-3.868Z-2.828

N00015Y-3.399Z-3.378

N00016Y-2.849Z-3.853

N00017Y-2.266Z-4.222

N00018Y-1.433Z-4.574

N00019Y-1.012Z-4.684

N00020Y-0.515Z-4.764

N00021Y0.042Z-4.79

N00022Y0.274Z-4.784

N00023Y0.755Z-4.733

N00024Y1.63Z-4.506

N00025Y2.251Z-4.229

N00026Y2.854Z-3.849

N00027Y3.402Z-3.375

N00028Y3.879Z-2.813

N00029Y4.243Z-2.226

N00030Y4.607Z-1.325

N00031Y4.698Z-0.948

N00032Y4.768Z-0.482

N00033Y4.797Z0.19

N00034X-2.029Y4.962Z0.192

N00035Y4.93Z-0.508

N00036Y4.858Z-0.984

N00037Y4.767Z-1.365

N00038Y4.401Z-2.276

N00039Y4.027Z-2.888

N00040Y3.52Z-3.49

N00041Y2.932Z-3.996

N00042Y2.302Z-4.387

N00043Y1.67Z-4.666

N00044Y0.79Z-4.894

N00045Y0.293Z-4.948

N00046Y0.04Z-4.954
N00047Y-0.542Z-4.927
N00048Y-1.047Z-4.845
N00049Y-1.472Z-4.734
N00050Y-2.317Z-4.38
N00051Y-2.926Z-4.0
N00052Y-3.517Z-3.494
N00053Y-4.016Z-2.904
N00054Y-4.407Z-2.264
N00055Y-4.681Z-1.629
N00056Y-4.912Z-0.676
N00057Y-4.952Z-0.215
N00058Y-4.958Z0.101
N00059X-2.529Y-5.123Z0.105
N00060Y-5.115Z-0.231
N00061Y-5.073Z-0.71
N00062Y-4.841Z-1.67
N00063Y-4.565Z-2.315
N00064Y-4.164Z-2.979
N00065Y-3.635Z-3.609
N00066Y-3.003Z-4.147
N00067Y-2.367Z-4.538
N00068Y-1.512Z-4.894
N00069Y-1.083Z-5.006
N00070Y-0.569Z-5.089
N00071Y0.039Z-5.119
N00072Y0.312Z-5.111
N00073Y0.824Z-5.056
N00074Y1.71Z-4.826
N00075Y2.353Z-4.545
N00076Y3.009Z-4.143
N00077Y3.639Z-3.605
N00078Y4.176Z-2.963
N00079Y4.559Z-2.326
N00080Y4.926Z-1.405
N00081Y5.019Z-1.021
N00082Y5.092Z-0.535
N00083Y5.126Z0.195
N00084X-3.029Y5.291Z0.197
N00085Y5.255Z-0.561
N00086Y5.18Z-1.057
N00087Y5.086Z-1.446
N00088Y4.717Z-2.376

N00089Y4.324Z-3.038
N00090Y3.757Z-3.72
N00091Y3.086Z-4.29
N00092Y2.404Z-4.703
N00093Y1.75Z-4.986
N00094Y0.858Z-5.217
N00095Y0.331Z-5.274
N00096Y0.038Z-5.283
N00097Y-0.596Z-5.252
N00098Y-1.119Z-5.167
N00099Y-1.551Z-5.053
N00100Y-2.418Z-4.696
N00101Y-3.079Z-4.294
N00102Y-3.753Z-3.724
N00103Y-4.312Z-3.055
N00104Y-4.723Z-2.366
N00105Y-5.0Z-1.711
N00106Y-5.234Z-0.743
N00107Y-5.279Z-0.246
N00108Y-5.288Z0.108
N00109X-3.529Y-5.452Z0.112
N00110Y-5.442Z-0.262
N00111Y-5.396Z-0.777
N00112Y-5.16Z-1.752
N00113Y-4.881Z-2.417
N00114Y-4.46Z-3.13
N00115Y-3.871Z-3.839
N00116Y-3.156Z-4.442
N00117Y-2.468Z-4.855
N00118Y-1.591Z-5.213
N00119Y-1.155Z-5.328
N00120Y-0.623Z-5.414
N00121Y0.037Z-5.448
N00122Y0.35Z-5.438
N00123Y0.893Z-5.378
N00124Y1.79Z-5.146
N00125Y2.455Z-4.861
N00126Y3.163Z-4.437
N00127Y3.875Z-3.835
N00128Y4.472Z-3.112
N00129Y4.876Z-2.426
N00130Y5.245Z-1.486
N00131Y5.34Z-1.094

N00132Y5.417Z-0.588
N00133Y5.456Z0.2
N00134X-4.029Y5.621Z0.202
N00135Y5.58Z-0.614
N00136Y5.501Z-1.13
N00137Y5.405Z-1.526
N00138Y5.034Z-2.476
N00139Y4.621Z-3.187
N00140Y3.993Z-3.95
N00141Y3.24Z-4.584
N00142Y2.506Z-5.019
N00143Y1.83Z-5.306
N00144Y0.927Z-5.539
N00145Y0.369Z-5.601
N00146Y0.037Z-5.612
N00147Y-0.65Z-5.577
N00148Y-1.191Z-5.488
N00149Y-1.63Z-5.373
N00150Y-2.519Z-5.013
N00151Y-3.233Z-4.589
N00152Y-3.989Z-3.955
N00153Y-4.608Z-3.206
N00154Y-5.038Z-2.468
N00155Y-5.319Z-1.793
N00156Y-5.557Z-0.811
N00157Y-5.606Z-0.277
N00158Y-5.617Z0.115
N00159X-4.529Y-5.782Z0.119
N00160Y-5.769Z-0.293
N00161Y-5.718Z-0.845
N00162Y-5.479Z-1.834
N00163Y-5.196Z-2.518
N00164Y-4.756Z-3.281
N00165Y-4.107Z-4.07
N00166Y-3.31Z-4.736
N00167Y-2.569Z-5.171
N00168Y-1.67Z-5.533
N00169Y-1.227Z-5.649
N00170Y-0.677Z-5.739
N00171Y0.036Z-5.777
N00172Y0.388Z-5.765
N00173Y0.962Z-5.701
N00174Y1.87Z-5.466

N00175Y2.557Z-5.177
N00176Y3.318Z-4.731
N00177Y4.112Z-4.065
N00178Y4.769Z-3.262
N00179Y5.192Z-2.527
N00180Y5.565Z-1.567
N00181Y5.662Z-1.167
N00182Y5.742Z-0.641
N00183Y5.785Z0.204
N00184X-5.029Y5.95Z0.207
N00185Y5.904Z-0.667
N00186Y5.823Z-1.203
N00187Y5.724Z-1.607
N00188Y5.35Z-2.577
N00189Y4.918Z-3.337
N00190Y4.509Z-3.836
N00191Y4.481Z-3.871
N00192Y4.215Z-4.109
N00193Y3.907Z-4.449
N00194Y3.844Z-4.501
N00195Y3.395Z-4.878
N00196Y2.608Z-5.335
N00197Y1.91Z-5.626
N00198Y0.996Z-5.862
N00199Y0.407Z-5.928
N00200Y0.035Z-5.9

******* (ΛΟΓΟ ΤΟΥ ΜΕΓΑΛΟΥ ΑΡΙΘΜΟΥ ΤΩΝ BLOCKS ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΘΕΤΟΥΜΕ ΚΑΠΟΙΑ BLOCKS ΣΤΗΝ ΑΡΧΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΑΤΩ ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ ΤΟ ΤΕΛΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ)
*ΟΛΑ ΤΑ BLOCKS ΒΡΙΣΚΟΝΤΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΑ ΣΕ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΜΟΡΦΗ***

N08500Y-0.282Z-1.283
N08501Y-0.654Z-1.138
N08502Y-0.818Z-1.029
N08503Y-0.975Z-0.885
N08504Y-1.091Z-0.73
N08505Y-1.259Z-0.376
N08506Y-1.281Z-0.29
N08507Y-1.332Z0.358
N08508X-233.529Y-1.237Z0.355
N08509Y-1.19Z-0.266
N08510Y-1.171Z-0.34
N08511Y-1.012Z-0.679
N08512Y-0.905Z-0.822
N08513Y-0.76Z-0.956
N08514Y-0.608Z-1.056
N08515Y-0.252Z-1.193
N08516Y-0.014Z-1.221
N08517Y0.008Z-1.222
N08518Y0.247Z-1.194
N08519Y0.609Z-1.056
N08520Y0.758Z-0.957
N08521Y0.905Z-0.822
N08522Y1.013Z-0.678
N08523Y1.171Z-0.342
N08524Y1.19Z-0.267
N08525Y1.237Z0.356
N08526X-234.029Y1.143Z0.353
N08527Y1.099Z-0.243
N08528Y1.083Z-0.306
N08529Y0.934Z-0.627
N08530Y0.836Z-0.759
N08531Y0.7Z-0.883
N08532Y0.562Z-0.974
N08533Y0.218Z-1.105

N08534Y0.001Z-1.128
N08535Y-0.004Z-1.128
N08536Y-0.222Z-1.104
N08537Y-0.562Z-0.974
N08538Y-0.701Z-0.882
N08539Y-0.836Z-0.758
N08540Y-0.934Z-0.628
N08541Y-1.084Z-0.304
N08542Y-1.099Z-0.242
N08543Y-1.143Z0.352
N08544X-234.529Y-1.048Z0.348
N08545Y-1.007Z-0.218
N08546Y-0.997Z-0.267
N08547Y-0.855Z-0.577
N08548Y-0.766Z-0.695
N08549Y-0.642Z-0.809
N08550Y-0.516Z-0.893
N08551Y-0.192Z-1.014
N08552Y-0.001Z-1.034
N08553Y0.188Z-1.015
N08554Y0.516Z-0.892
N08555Y0.641Z-0.81
N08556Y0.766Z-0.695
N08557Y0.856Z-0.576
N08558Y0.996Z-0.269
N08559Y1.007Z-0.219
N08560Y1.048Z0.35
N08561X-235.029Y0.954Z0.347
N08562Y0.916Z-0.195
N08563Y0.909Z-0.233
N08564Y0.777Z-0.525
N08565Y0.696Z-0.632
N08566Y0.582Z-0.736
N08567Y0.47Z-0.811
N08568Y0.158Z-0.925
N08569Y0.0Z-0.939
N08570Y-0.162Z-0.924
N08571Y-0.469Z-0.811
N08572Y-0.583Z-0.735
N08573Y-0.696Z-0.631
N08574Y-0.776Z-0.526
N08575Y-0.909Z-0.231
N08576Y-0.916Z-0.194

N08577Y-0.954Z0.345
N08578X-235.529Y-0.86Z0.342
N08579Y-0.825Z-0.17
N08580Y-0.822Z-0.194
N08581Y-0.697Z-0.475
N08582Y-0.627Z-0.568
N08583Y-0.525Z-0.662
N08584Y-0.423Z-0.729
N08585Y-0.133Z-0.834
N08586Y0.0Z-0.845
N08587Y0.128Z-0.835
N08588Y0.424Z-0.729
N08589Y0.523Z-0.663
N08590Y0.626Z-0.568
N08591Y0.698Z-0.474
N08592Y0.822Z-0.197
N08593Y0.825Z-0.171
N08594Y0.86Z0.344
N08595X-236.029Y0.734Z-0.162
N08596Y0.619Z-0.423
N08597Y0.557Z-0.505
N08598Y0.464Z-0.589
N08599Y0.377Z-0.647
N08600Y0.098Z-0.745
N08601Y0.001Z-0.751
N08602Y-0.103Z-0.744
N08603Y-0.377Z-0.647
N08604Y-0.466Z-0.588
N08605Y-0.557Z-0.504
N08606Y-0.618Z-0.423
N08607Y-0.734Z-0.161
N08608X-236.529Y-0.671Z0.334
N08609Y-0.652Z0.033
N08610Y-0.642Z-0.122
N08611Z-0.133F250
N08612Y-0.54Z-0.372F750
N08613Y-0.487Z-0.441
N08614Y-0.407Z-0.515
N08615Y-0.331Z-0.565
N08616Y-0.073Z-0.654
N08617Y0.003Z-0.658
N08618Y0.02Z-0.658
N08619Y0.068Z-0.655

N08620Y0.331Z-0.565
N08621Y0.405Z-0.516
N08622Y0.487Z-0.442
N08623Y0.54Z-0.372
N08624Y0.642Z-0.135
N08625X-237.029Y0.55Z-0.111
N08626Y0.528Z-0.163
N08627Y0.461Z-0.321
N08628Y0.417Z-0.378
N08629Y0.346Z-0.442
N08630Y0.285Z-0.483
N08631Y0.199Z-0.513
N08632Y0.044Z-0.564
N08633Y0.006Z-0.565
N08634Y-0.047Z-0.564
N08635Y-0.175Z-0.521
N08636Y-0.285Z-0.483
N08637Y-0.348Z-0.441
N08638Y-0.418Z-0.377
N08639Y-0.461Z-0.321
N08640Y-0.538Z-0.138
N08641Y-0.55Z-0.109
N08642X-237.529Y-0.481Z0.316
N08643Y-0.458Z-0.086
N08644Y-0.382Z-0.27
N08645Y-0.376Z-0.278
N08646Y-0.348Z-0.314
N08647Y-0.289Z-0.368
N08648Y-0.269Z-0.381
N08649Y-0.241Z-0.401
N08650Y-0.023Z-0.473
N08651Y0.022Z-0.473
N08652Y0.241Z-0.401
N08653Y0.274Z-0.378
N08654Y0.288Z-0.369
N08655Y0.347Z-0.315
N08656Y0.37Z-0.286
N08657Y0.382Z-0.27
N08658Y0.458Z-0.088
N08659X-238.029Y0.386Z0.309
N08660Y0.366Z-0.065
N08661Y0.302Z-0.222
N08662Y0.278Z-0.252

N08663Y0.23Z-0.295
N08664Y0.199Z-0.317
N08665Y-0.001Z-0.381
N08666Y-0.198Z-0.317
N08667Y-0.231Z-0.294
N08668Y-0.278Z-0.251
N08669Y-0.302Z-0.222
N08670Y-0.366Z-0.064
N08671Y-0.386Z0.307
N08672X-238.529Y-0.291Z0.298
N08673Y-0.274Z-0.041
N08674Y-0.222Z-0.174
N08675Y-0.208Z-0.188
N08676Y-0.173Z-0.22
N08677Y-0.156Z-0.234
N08678Y-0.001Z-0.283
N08679Y0.157Z-0.234
N08680Y0.172Z-0.221
N08681Y0.208Z-0.188
N08682Y0.222Z-0.173
N08683Y0.274Z-0.043
N08684Y0.292Z0.301
N08685X-239.029Y0.197Z0.292
N08686Y0.182Z-0.021
N08687Y0.142Z-0.125
N08688Y0.138Z-0.125
N08689Y0.114Z-0.146
N08690Z-0.15F250
N08691Y-0.001Z-0.185F750
N08692Y-0.114Z-0.151
N08693Y-0.116Z-0.145
N08694Y-0.138Z-0.125
N08695Y-0.141Z-0.126
N08696Y-0.183Z-0.02
N08697Y-0.197Z0.29
N08698X-239.529Y-0.222Z0.754
N08699Y-0.196Z0.509
N08700Y-0.102Z0.281
N08701Y-0.09Z0.0
N08702Y-0.067Z-0.063
N08703Y-0.058Z-0.071
N08704Y0.0Z-0.088
N08705Y0.058Z-0.071

N08706Y0.067Z-0.063
N08707Y0.09Z0.0
N08708Y0.102Z0.284
N08709Y0.196Z0.511
N08710Y0.222Z0.754
N08711X-240.029Y0.056Z0.459
N08712Y-0.056
N08713G00Z12.0
N08714Y-0.056
N08715M02

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙV

«ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΟΤΙ ΑΦΟΡΑ ΤΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ
ΚΟΠΗΣ»

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ %1:ΑΡΧΙΚΟ ΞΕΧΟΝΔΡΙΣΜΑ

- ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ:D=16mm,σημείο αναφοράς εργαλείου,0, ορίζεται το κέντρο του εργαλείου.
 - STEP OVER:2,5mm
 - ΧΟΡΔΗ(CTH):0,5mm
 - ΤΥΠΟΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ:κονδύλι σφαιρικού άκρου
 - ΓΩΝΙΑ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΤΟΥ ΚΟΜΜΑΤΙΟΥ:90⁰ η προσέγγιση κατεργασίας.
 - ΜΗΚΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ (length):744,578mm
 - ΧΡΟΝΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ(Cycle time):3,339min
 - ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ:1000RPM
 - ΠΡΟΩΣΗ:250mm/min
-

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ %2:ΤΕΛΙΚΟ ΞΕΧΟΝΔΡΙΣΜΑ

- ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ:D=10mm,σημείο αναφοράς εργαλείου,0, ορίζεται το κέντρο του εργαλείου.
 - STEP OVER:1mm
 - ΧΟΡΔΗ(CTH):0,2mm
 - ΤΥΠΟΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ:κονδύλι σφαιρικού άκρου
 - ΓΩΝΙΑ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΤΟΥ ΚΟΜΜΑΤΙΟΥ:90⁰ η προσέγγιση κατεργασίας.
 - ΜΗΚΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ (length):3586,5mm
 - ΧΡΟΝΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ(Cycle time):7,35min
 - ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ:1200RPM
 - ΠΡΟΩΣΗ:500mm/min
-

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ %3:ΦΙΝΙΡΙΣΜΑ

- ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ:D=8mm,σημείο αναφοράς εργαλείου,0, ορίζεται το κέντρο του εργαλείου.
- STEP OVER:0,5mm
- ΧΟΡΔΗ(CTH):0,2mm
- ΤΥΠΟΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ:κονδύλι σφαιρικού άκρου
- ΓΩΝΙΑ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΤΟΥ ΚΟΜΜΑΤΙΟΥ:90⁰ η προσέγγιση κατεργασίας.
- ΜΗΚΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ (length):9026,772mm
- ΧΡΟΝΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ(Cycle time):12,167min
- ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ:1500RPM
- ΠΡΟΩΣΗ:750mm/min

5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με την εργασία αυτή πιστεύουμε ότι αγγίξαμε ένα σχετικά άγνωστο κεφάλαιο της παραγωγικής διαδικασίας. Είναι γεγονός ότι το καλούπι έχει αγγίξει τον τεχνικό κόσμο σε μεγάλο βαθμό, μια ματιά γύρω μας αρκεί για να το διαπιστώσουμε.

Παρ' όλα αυτά στην Ελλάδα η σύγχρονη τεχνική κατασκευής καλουπιών χύτευσης ακρίβειας για παραγωγή βρίσκεται σε εμπειρικό στάδιο. Εφαρμόζεται από τεχνικούς μόνο μετά από επίπονη προσπάθεια προσέγγισης ξένης βιβλιογραφίας ή εμπειρικά.

Μεγάλα μηχανουργεία με C.N.C., εργαλειομηχανές και προγράμματα C.A.D/C.A.M σε συνδυασμό με τη ραγδαία ανάπτυξη της πληροφορικής είναι τα στοιχεία που θα βοηθήσουν πολύ στην ανάπτυξη αυτού του κλάδου παραγωγής.



6 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΜΕΛΕΤΗ – ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ – ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΛΟΥΠΩΝ Ι.
κ. Μπαρούνη Κυριάκου Επίκουρου Καθηγητή Τ.Ε.Ι. Πάτρας
2. ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΜΕΛΕΤΗ-ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ-ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΛΟΥΠΩΝ ΙΙ.
κ. Μπαρούνη Κυριάκου Επίκουρου Καθηγητή Τ.Ε.Ι. Πάτρας
3. ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ C.N.C.
κ.Μπαρούνη Κυριάκου Επίκουρου Καθηγητή Τ.Ε.Ι. Πάτρας
4. ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ C.A.D./C.A.M.
κ.Μπαρούνη Κυριάκου Επίκουρου Καθηγητή Τ.Ε.Ι. Πάτρας
5. PRINSIPLES OF METAL CASTING
6. Richard Heine – Carl Loper – Philip Rosenthal
7. PERSONAL DESIGNER/PERSONAL MACHINIST
8. PROSPECTUS ΧΥΤΗΡΙΩΝ ΗΠΕΙΡΟΥ