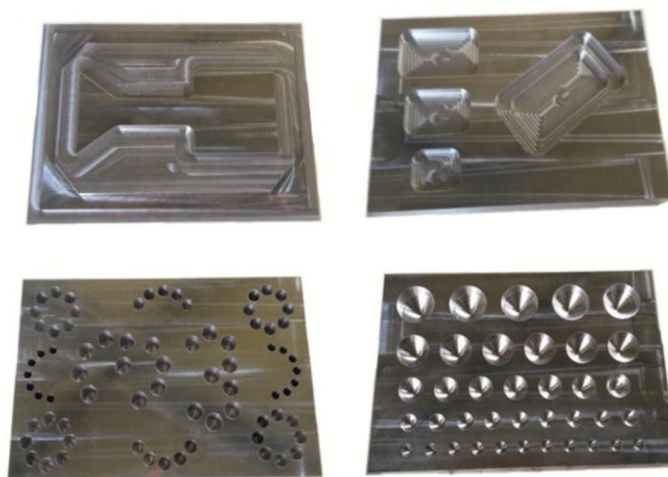




**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

## **ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΤΕΜΑΧΙΩΝ ΜΕ ΨΗΦΙΑΚΑ ΚΑΘΟΔΗΓΟΥΜΕΝΟ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ CAD/CAM**



**ΑΝΤΩΡΚΑΣ  
ΑΝΤΩΝΗΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΑΡΙΣΤΟΜΕΝΗΣ ΑΝΤΩΝΙΑΔΗΣ  
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

αφιερώνεται στους γονείς μου Ιωάννη και Αγγέλα  
που αποτελούν το στήριγμα μου και την κινητήρια δύναμη  
για την όποια προσπάθεια μου...

Σας ευχαριστώ για όλα !

Με την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω των επιβλέπων Καθηγητή κ. Αριστομένη Αντωνιάδη που μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με αντικείμενο που με ενδιαφέρει, αυτό των μηχανουργικών κατεργασιών κοπής με CNC μηχανήματα. Επιπλέον, τον ευχαριστώ για την άριστη συνεργασία και επικοινωνία που είχαμε καθ' όλη τη διάρκεια της διπλωματικής εργασίας. Επίσης, τις ευχαριστίες μου στους βοηθούς του εργαστηρίου και υποψήφιους διδάκτορες Χαρά, Βαγγέλη, Ιωάννα και Άγγελο που ο καθένας με τις γνώσεις του με βοήθησαν να ολοκληρώσω αυτήν την εργασία. Η εργασία αυτή αποτελεί σταθμό στα φοιτητικά μου χρόνια. Διότι, πέρα του προφανές ότι σηματοδοτεί την λήξη των σπουδών μου στο Πολυτεχνείο Κρήτης. Με βοήθησε να αποκτήσω γνώσεις και εμπειρίες που θα μου είναι πολύ χρήσιμες και θα με βοηθήσουν στην συνέχεια της πορείας μου.

Τέλος, θέλω να απευθύνω ένα τεράστιο ευχαριστώ στους γονείς μου, που ήταν δίπλα μου και με στήριξαν σε όλη την φοιτητική μου πορεία και βοήθησαν στην πρόοδο μου. Επίσης, θα ήταν παράλειψη να μην ευχαριστήσω γενικά όλη την οικογένεια μου, τους συγγενείς και φίλους που όλα αυτά τα χρόνια με στηρίζουν ο καθένας ξεχωριστά με τον δικό τους μοναδικό τρόπο.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
2. ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ (MACHINABILITY)	6
2.1 Κατεργασιμότητα των υλικών στο φραιζάρισμα	7
2.1.1 Χάλυβας (P)	9
2.1.2 Ανοξείδωτοι χάλυβες (M)	10
2.1.3 Χυτοσίδηρο (K)	11
2.1.4 Μη σιδηρούχα μέταλλα (N)	13
2.1.5 HRSA και τιτάνιο (S)	13
2.1.6 Ο σκληρυμένος χάλυβας (H)	14
3. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΣΤΗΝ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΗ DMU50eco	15
3.1 Κώδικας ψηφιακής καθοδήγησης ISO	15
3.1.1 Βασικές εντολές G κώδικα	15
3.1.2 Βασικές εντολές προγραμματισμού M	21
3.1.3 Βασικές παράμετροι – ορίσματα	22
4. ΚΥΚΛΟΙ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ	24
4.1 Φραιζάρισμα προσώπου CYCLE71	25
4.2 Φραιζάρισμα περιγράμματος CYCLE72	27
4.3 Φραιζάρισμα ορθογώνιας εξοχής CYCLE76	32
4.4 Φραιζάρισμα κυκλικής εξοχής CYCLE77	35
4.5 Φραιζάρισμα ορθογώνιας εσοχής POCKET3	38
4.6 Φραιζάρισμα κυκλικής εσοχής POCKET4	43
4.7 Φραιζάρισμα αυλακώσεων πάνω σε κύκλο SLOT1	47
4.8 Φραιζάρισμα αυλακώσεων στην περιφέρεια ενός κύκλου SLOT2	51
4.9 Διάτρηση οπής CYCLE82	54
4.10 Διάτρηση βαθιάς οπής CYCLE83	58
4.11 Διάτρηση οπών σε ευθεία διάταξη HOLES1	62
4.12 Διάτρηση οπών σε κυκλική διάταξη HOLES2	66
4.13 Διάτρηση οπών σε γραμμικό μοτίβο CYCLE801	70
4.14 Σπειροτόμηση οπής CYCLE84	73
4.15 Χάραξη κειμένου CYCLE60	79
5. ΣΥΝΟΨΗ	83
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	85
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	86
Κώδικες τεμαχίων	86
Μηχανολογικά σχέδια τεμαχίων	94

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σε μια σύγχρονη κοινωνία που ζει όλος ο κόσμος πλέον, πολλά από τα αντικείμενα που υπάρχουν γύρω του έχουν κατασκευαστεί πλήρως ή μερικός με μηχανουργικές κατεργασίες σε ψηφιακά καθοδηγούμενες εργαλειομηχανές (CNC). Έτσι οι ανάγκες στην αγορά εργασίας για εξειδικευμένο προσωπικό με πολύ καλή κατάρτιση και γνώση του τομέα των μηχανουργικών τεχνολογιών είναι συνεχώς αυξανόμενες.

Η παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται με σκοπό την απόκτηση γνώσεων και εμπειριών στον τομέα των κατεργασιών κοπής, με εξοικείωση στην χρήση και των προγραμματισμό ψηφιακά καθοδηγούμενων εργαλειομηχανών (CNC), εκπαίδευση και εξοικείωση στην χρήση λογισμικού CAD/CAM και πως διασυνδέεται με τις ψηφιακά καθοδηγούμενες εργαλειομηχανές (CNC).

Στην παρούσα διπλωματική εργασία σχεδιάστηκαν σε κατάλληλο λογισμικό CAD/CAM και έχουν κατεργαστεί με χρήση G κώδικα, σε σύγχρονη ψηφιακά καθοδηγούμενη εργαλειομηχανή (CNC), πλήθος τεμαχίων αυξανόμενης δυσκολίας. Αρχικά, εκπονήθηκαν σχέδια και κατεργάστηκαν τεμάχια που περιλαμβάνουν απλές εντολές προγραμματισμού σύμφωνα με τον κώδικα ψηφιακής καθοδήγησης ISO. Στην συνέχεια, εκπονήθηκαν σχέδια και κατεργάστηκαν τεμάχια με κύκλους κατεργασίας ενώ τέλος έγινε μελέτη κατεργασίας πολυαξονικών τεμαχίων μέσω του λογισμικού CAD/CAM. Ο σχεδιασμός των τεμαχίων πραγματοποιήθηκε με την βοήθεια του συστήματος CAD/CAM NX 11.0 της SIEMENS. Πιο συγκεκριμένα, στον σχεδιασμό των τεμαχίων κατασκευάστηκαν τρισδιάστατα σχέδια όσο και μηχανολογικά σχέδια με τις απαραίτητες όψεις και τομές, ακολουθώντας τους κατάλληλους κανόνες σχεδίασης.

Τα τεμάχια που έχουν σχεδιαστεί κατασκευάστηκαν κυρίως, με κατεργασίες φραιζαρίσματος και διάτρησης της καθοδήγησης SIEMENS, με το SINUMERIK 810D που υποστηρίζονται από το ψηφιακά καθοδηγούμενο κέντρο κατεργασίας DMU50eco, που διαθέτει το εργαστήριο μικροκοπής και κατασκευαστικής προσομοίωσης. Η διπλωματική εργασία υλοποιήθηκε στο χώρο του εργαστηρίου μικροκοπής και κατασκευαστικής προσομοίωσης, στον τομέα των Συστημάτων Παραγωγής του τμήματος Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης του Πολυτεχνείου Κρήτης.

Στο **κεφάλαιο 2** γίνεται σύντομη ανάλυση για την έννοια της κατεργασιμότητας των υλικών και πιο συγκεκριμένα, για την κατεργασιμότητα των υλικών στο φραιζάρισμα. Στην συνέχεια, αναλύονται έξι κύριες ομάδες των υλικών στο φραιζάρισμα: Χάλυβας (P), Ανοξείδωτοι χάλυβες (M), Χυτοσίδηρο (K), Μη σιδηρούχα μέταλλα (N), HRSA και τιτάνιο (S) και Ο σκληρυμένος χάλυβας (H).

Στο **κεφάλαιο 3** αναλύονται οι βασικές εντολές προγραμματισμού σύμφωνα με τον κώδικα ψηφιακής καθοδήγησης ISO. Μαζί με τα τεμάχια που κατασκευάστηκαν, τα τρισδιάστατα σχέδια τους όσο και τα μηχανολογικά τους σχέδια με τις απαραίτητες όψεις ακολουθώντας, τους κατάλληλους κανόνες σχεδίασης. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται οι βασικές εντολές G κώδικα, οι βασικές εντολές προγραμματισμού M και οι βασικές παράμετροι – ορίσματα για τον προγραμματισμό της εργαλειομηχανής DMU50eco της καθοδήγησης SIEMENS, με το SINUMERIK 810D.

Στο **κεφάλαιο 4** παρουσιάζονται τα τεμάχια που κατασκευάστηκαν με τους κύκλους κατεργασίας και με την βοήθεια των βασικών εντολών προγραμματισμού που αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο 3. Πιο συγκεκριμένα, για όλους τους κύκλους κατεργασίας

ξεχωριστά για τον κάθε ένα, γίνεται περιγραφή των κύκλων κατεργασίας, ανάλυση των ορισμάτων σε πίνακα και παράθεση φωτογραφιών. Τέλος, γίνεται περιγραφή των τεμαχίων που κατασκευάστηκαν για τον κάθε ένα κύκλο κατεργασίας ξεχωριστά, παρουσιάζονται τα τρισδιάστατα σχέδια όσο και μηχανολογικά σχέδια με τις απαραίτητες όψεις και τομές, ακολουθώντας τους κατάλληλους κανόνες σχεδίασης και στο τέλος το πρόγραμμα ψηφιακής καθοδήγησης.

Στο **κεφάλαιο 5** συνοψίζονται οι παρατηρήσεις και τα συμπεράσματα ως απόρροια της εργασίας αυτής.

## 2. ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ (MACHINABILITY)

Η κατεργασιμότητα, ως ιδιότητα υλικών, είναι μία σύνθετη έννοια, η οποία ορίζεται ως η δυνατότητα (ευκολία ή δυσκολία) κατεργασίας, που παρουσιάζει ένα υλικό, προκειμένου από αυτό να κατασκευασθούν εξαρτήματα συγκεκριμένης γεωμετρίας. Η κατεργασία αυτή μπορεί να είναι κατεργασία διαμόρφωσης, κοπής, συγκόλλησης ή χύτευσης. Η παραπάνω έννοια της κατεργασιμότητας, ως γενική, μπορεί να διαιρεθεί σε επιμέρους κατηγορίες ανάλογα με το είδος της κατεργασίας που μας ενδιαφέρει:

**α) Διαμορφωσιμότητα** καλείται η δυνατότητα ενός υλικού να διαμορφωθεί σε μία συγκεκριμένη γεωμετρία (έλασμα, φύλλο, σύρμα, κ.λπ.), μέσω κατεργασίας πλαστικής παραμόρφωσης. Όταν η κατεργασία αυτή αποβλέπει στη διαμόρφωση ελάσματος, τότε η δυνατότητα αυτή λέγεται ελατότητα, ενώ όταν αποβλέπει στη διαμόρφωση σύρματος, τότε λέγεται ολκιμότητα. Ειδικότερα, όσο μαλακό είναι ένα μέταλλο, τόσο πιο εύκολα μπορεί να διαμορφωθεί σε ελάσματα ή σε σύρματα, δηλαδή αυξάνεται η ελατότητα και η ολκιμότητά του αντίστοιχα.

**β) Ευχυτότητα ή χυτευσιμότητα** καλείται η δυνατότητα ενός υλικού να διαμορφωθεί, μέσω χύτευσης, σε εξάρτημα συγκεκριμένης γεωμετρίας. Το σημείο τήξεως του μετάλλου, το ιξώδες και η επιφανειακή τάση του τήγματος του μετάλλου, καθώς και οι διάφορες προσμείξεις είναι παράγοντες, που επηρεάζουν σημαντικά την ευχυτότητα του μετάλλου.

**γ) Συγκολλησιμότητα** καλείται η δυνατότητα συγκόλλησης ενός υλικού. Η καθαρότητα του μετάλλου και η χημική σύσταση του κράματος προς συγκόλληση είναι παράγοντες που άλλοτε επηρεάζουν θετικά και άλλοτε αρνητικά τη συγκολλησιμότητα. Π.χ. χάλυβες με μεγάλη περιεκτικότητα σε άνθρακα ( $> 0,3\%$ ) εμφανίζουν ρωγμές κατά τη συγκόλληση και έτσι χαρακτηρίζονται από μικρή συγκολλησιμότητα, ενώ αντίθετα προσθήκες σε μαγγάνιο (Mn) έως  $1\%$  και πυρίτιο (Si) έως  $0,3\%$  αυξάνουν τη ρευστότητα του τήγματος, καθώς και την αντίστασή του σε οξείδωση υψηλών θερμοκρασιών, αυξάνοντας έτσι τη συγκολλησιμότητα των χαλύβων.

**δ) Κατεργασιμότητα στην κοπή** καλείται η δυνατότητα διαμόρφωσης, που παρουσιάζει ένα υλικό, μέσω κατεργασιών αφαίρεσης υλικού (π.χ. τórνευση, φρεζάρισμα, πλάνιση, λείανση, κ.λπ.). Και σε αυτή την κατηγορία η χημική σύσταση και η δομή του υλικού παίζουν πρωτεύοντα ρόλο. Οι χάλυβες ελευθέρας κοπής (δηλαδή υψηλής κατεργασιμότητας στην κοπή), που περιέχουν μαγγάνιο (Mn) και θείο (S), παρουσιάζουν μεγάλη ευκολία κατά την κοπή, λόγω της ύπαρξης απομονωμένων σωματιδίων (εγκλεισμάτων) σουλφιδίου του μαγγανίου (MnS).

Συνήθως υπάρχουν τρεις κύριοι παράγοντες που πρέπει να προσδιοριστούν για να προσδιοριστεί η ικανότητα κατεργασίας του υλικού, δηλαδή η ικανότητά του να επεξεργάζεται μηχανικά.

1. Ταξινόμηση υλικού του τεμαχίου από μεταλλουργική / μηχανική άποψη.
2. Η γεωμετρία της κοπτικής ακμής που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί, σε μικροεπίπεδο και μακροεπίπεδο.
3. Το υλικό του εργαλείου κοπής με τα κατάλληλα συστατικά του, π.χ. επικαλυμμένο σκληρομέταλλο, κεραμικό, CBN ή PCD, κ.λπ..

Οι παραπάνω επιλογές θα έχουν τη μεγαλύτερη επίδραση στην ικανότητα επεξεργασίας του υλικού στο χέρι. Άλλοι παράγοντες περιλαμβάνουν: τις δυνάμεις κοπής, τη θερμική

επεξεργασία του υλικού, την επιφάνεια του υλικού, τις μεταλλουργικές εγκλείσεις, τη συγκράτηση εργαλείων και τις γενικές συνθήκες κατεργασίας κ.λπ..

## 2.1 Κατεργασιμότητα των υλικών στο φραιζάρισμα

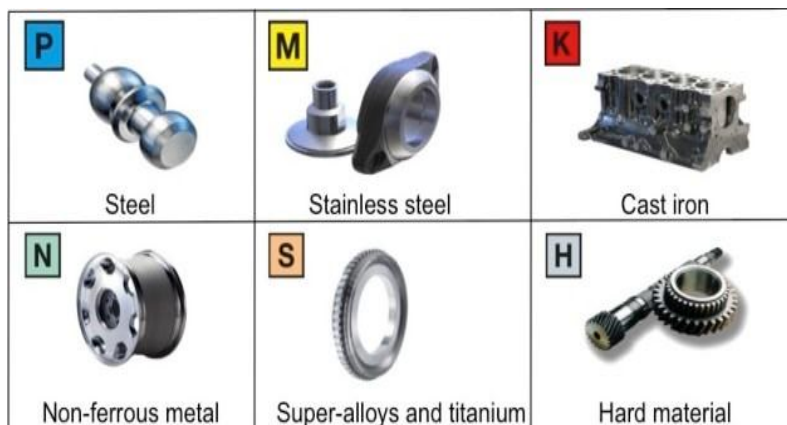
Η κατεργασιμότητα, με ευρεία έννοια, περιλαμβάνει την ικανότητα επεξεργασίας του υλικού, ενός τεμαχίου προς κατεργασία, της φθοράς που δημιουργεί στην κοπτική ακμή και του σχηματισμού αποβλίπτου που μπορεί να ληφθεί. Σε αυτή την κατηγορία η χημική σύσταση και η δομή του υλικού παίζουν πρωτεύοντα ρόλο. Από την άποψη αυτή, ένας χάλυβας χαμηλού κράματος άνθρακα είναι ευκολότερος στην κοπή σε σύγκριση με τους πιο απαιτητικούς ωστενιτικούς ανοξείδωτους χάλυβες. Ο χαμηλού κράματος χάλυβας θεωρείται ότι έχει καλύτερη κατεργασιμότητα σε σύγκριση με τον ανοξείδωτο χάλυβα. Η έννοια καλή μηχανική κατεργασία, συνήθως σημαίνει ανενόχλητη δράση κοπής και μια μεγαλύτερη ζωή εργαλείων. Οι περισσότερες αξιολογήσεις μηχανικής κατεργασίας για ένα συγκεκριμένο υλικό γίνονται με πρακτικές δοκιμές και τα αποτελέσματα συγκρίνονται με τα αποτελέσματα άλλου τύπου υλικού υπό τις ίδιες περίπου συνθήκες. Σε αυτές τις δοκιμές, λαμβάνονται υπόψη και άλλοι παράγοντες, όπως η μικροδομή, η τάση επιφανειών, το εργαλείο των εργαλειομηχανών, η σταθερότητα, ο θόρυβος, η διάρκεια ζωής εργαλείων κ.λπ..

Η βιομηχανία κοπής μετάλλων παράγει μια εξαιρετικά μεγάλη ποικιλία εξαρτημάτων κατεργασμένων από πολλά διαφορετικά υλικά. Κάθε υλικό έχει τα δικά του μοναδικά χαρακτηριστικά που επηρεάζονται από στοιχεία κραματοποίησης, θερμική επεξεργασία, σκληρότητα κ.λπ.. Αυτά, με τη σειρά τους, επηρεάζουν την επιλογή της γεωμετρίας του εργαλείου κοπής, το μέγεθος και των δεδομένων κοπής. Για να καταστεί ευκολότερη αυτή η επιλογή, τα υλικά των τεμαχίων κατεργασίας διακρίνονται σε έξι κύριες ομάδες, που φαίνονται στο σχήμα 2.1, σύμφωνα με το πρότυπο ISO. Κάθε ομάδα έχει μοναδικές ιδιότητες όσον αφορά την ικανότητα κατεργασίας:

- **Το ISO P - Χάλυβα:** Είναι η μεγαλύτερη ομάδα υλικών, που κυμαίνεται από μη κεκραμένο έως υψηλό κράμα και περιλαμβάνει χυτά χάλυβα, φερριτικούς και μαρτενσιτικούς ανοξείδωτους χάλυβες. Η μηχανική κατεργασία είναι συνήθως καλή, αλλά διαφέρει πολύ ανάλογα με τη σκληρότητα του υλικού, την περιεκτικότητα σε άνθρακα κ.λπ..
- **ISO M - Οι ανοξείδωτοι χάλυβες:** Είναι υλικά κράματα με τουλάχιστον 12% χρώμιο. Άλλα κράματα μπορεί να περιλαμβάνουν νικέλιο και μολυβδαίνιο. Διαφορετικές συνθήκες, όπως η φερριτική, η μαρτενσιτική, η ωστενιτική και η ωστενιτική-φερριτική (διφασικοί), δημιουργούν μια μεγάλη ποικιλία υλικών. Ένα κοινό χαρακτηριστικό μεταξύ όλων αυτών των υλικών είναι ότι οι κοπτικές ακμές εκτίθενται σε μεγάλη θερμότητα, φθορά και εγκοπή.
- **ISO K - Ο χυτοσίδηρος:** Αντίθετα με τον χάλυβα, είναι ένας τύπος υλικού με μικρή παραμόρφωση. Ο γκρίζος ή φαιός χυτοσίδηρος και ο ελατός ή μαλακτός χυτοσίδηρος είναι αρκετά εύκολοι στην μηχανική κατεργασία, ενώ ο όλκιμος χυτοσίδηρος ή χυτοσίδηρος σφαιροειδούς γραφίτη και ο λευκός χυτοσίδηρος είναι πιο δύσκολοι. Όλα τα χυτά σίδηρα περιέχουν SiC, το οποίο είναι πολύ λειαντικό στην επαφή με την κοπτική ακμή του εργαλείου.
- **ISO N - Μη σιδηρούχα μέταλλα:** Είναι μαλακότερα μέταλλα, όπως αλουμίνιο, χαλκός, ορείχαλκος κ.λπ.. Το αλουμίνιο με περιεκτικότητα σε Si 13% είναι πολύ λειαντικό. Γενικά, οι υψηλές ταχύτητες κοπής και η μεγάλη διάρκεια ζωής του εργαλείου μπορούν να αναμένονται για ένθετα με αιχμηρές ακμές.



- **To ISO S** - Ανθεκτικά στη θερμότητα **super alloys** περιλαμβάνουν μεγάλο αριθμό υλικών με υψηλό **κράμα σιδήρου, νικελίου, κοβαλτίου και τιτανίου**: Είναι κολλώδεις, δημιουργούν ακίνητη άκρη, σκληρύνουν κατά την εργασία (σκληρυνση εργασίας) και παράγουν θερμότητα. Είναι πολύ παρόμοια με τα υλικά ISO M, αλλά είναι πολύ δυσκολότερο να κοπούν και έτσι μειώνουν τη διάρκεια ζωής των εργαλείων.
- **ISO H** - Αυτή η ομάδα περιλαμβάνει **χάλυβες με σκληρότητα μεταξύ 45-65 HRC, καθώς και ψυχρό χυτοσίδηρο περίπου 400-600 HB**: Η σκληρότητα τους καθιστά δύσκολη τη μηχανική κατεργασία. Τα υλικά παράγουν θερμότητα κατά τη διάρκεια της κοπής και είναι πολύ λειαντικά για το κοπτικό άκρο.



Σχήμα 2.1: Κύριες ομάδες των υλικών για κατεργασίες κοπής

### Στοιχεία κραματοποίησης:

Ο άνθρακας (C) επηρεάζει τη σκληρότητα (υψηλότερη περιεκτικότητα αυξάνει την λειαντική φθορά). Χαμηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα  $< 0,2\%$ , αυξάνει την φθορά των εργαλείων, η οποία οδηγεί σε ψευδόκοψη και σε κακό σπάσιμο του αποβλίπτου. Τα Cr, Mo, W, V, Ti, Nb (σχηματιστές καρβιδίου) - αυξάνουν την λειαντική φθορά. Το οξυγόνο (O) έχει μεγάλη επίδραση στην ικανότητα επεξεργασίας, σχηματίζει μη μεταλλικά, οξειδωτικά και λειαντικά συμπτώματα. Τα Al, Ti, V, Nb χρησιμοποιούνται ως λεπτή επεξεργασία χάλυβα. Κάνουν το χάλυβα σκληρότερο και πιο δύσκολο να επεξεργαστεί μηχανικά. P, C, N σε φερρίτη, μειώνει την ολκιμότητα, γεγονός που αυξάνει την φθορά.

### Θετική επίδραση:

Ο μόλυβδος (Pb) σε ελεύθερο χάλυβα μηχανικής κατεργασίας (με χαμηλό σημείο τήξης) μειώνει την τριβή ανάμεσα στο απόβλιττο και το εργαλείο, μειώνει τη φθορά και βελτιώνει το σπάσιμο των αποβλίστων. Ca, Mn με (S) σχηματίζουν μαλακά λιπαντικά σουλφίδια. Το υψηλό περιεχόμενο S βελτιώνει την ικανότητα επεξεργασίας και το σπάσιμο των αποβλίστων. Το θείο (S) έχει ευεργετική επίδραση στην ικανότητα επεξεργασίας. Μικρές διαφορές, όπως αυτές μεταξύ  $0,001\%$  και  $0,003\%$ , μπορούν να έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην ικανότητα επεξεργασίας. Αυτή η επίδραση χρησιμοποιείται σε χάλυβες ελεύθερης κατεργασίας. Η περιεκτικότητα σε θείο είναι περίπου  $0,25\%$ . Το θείο σχηματίζει μαλακά σουλφίδια μαγγανίου (MnS) που θα σχηματίσουν ένα λιπαντικό στρώμα μεταξύ του αποβλίστου και του κοπτικού άκρου. Το MnS θα βελτιώσει επίσης τη θραύση των αποβλίστων. Ο μόλυβδος (Pb) έχει παρόμοιο αποτέλεσμα και χρησιμοποιείται συχνά σε συνδυασμό με το S σε χάλυβες ελεύθερης κατεργασίας σε επίπεδα γύρω στο  $0,25\%$ .

## Τόσο θετική όσο και αρνητική επίδραση:

Τα Si, Al, Ca σχηματίζουν οξειδία που αυξάνουν τη φθορά. Οι περιλήψεις στον χάλυβα επηρεάζουν σημαντικά την ικανότητα επεξεργασίας, παρόλο που αντιπροσωπεύουν πολύ μικρά ποσοστά της συνολικής σύνθεσης. Αυτή η επιρροή μπορεί να είναι αρνητική και θετική. Για παράδειγμα, το αλουμίνιο (Al) χρησιμοποιείται για την αποξείδωση του τήγματος σιδήρου. Ωστόσο, το αλουμίνιο σχηματίζει σκληρή λειαντική αλουμίνα ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), η οποία έχει επιβλαβή επίδραση στη μηχανική κατεργασία. Αυτό το αρνητικό αποτέλεσμα μπορεί ωστόσο, να αντιμετωπιστεί με την προσθήκη ασβεστίου (Ca), το οποίο θα σχηματίσει ένα μαλακό κέλυφος γύρω από τα λειαντικά σωματίδια.

- Ο χυτός χάλυβας έχει μία τραχιά επιφανειακή δομή, η οποία μπορεί να περιλαμβάνει άμμο και σκωρία που θέτει μεγάλο ζήτημα στην ανθεκτικότητα του κοπτικού άκρου.
- Ο ελατός χάλυβος παρουσιάζει αρκετά μεγάλο μέγεθος κόκκων, γεγονός που καθιστά τη δομή άνιση, προκαλώντας αποκλίσεις στις δυνάμεις κοπής.
- Ο σφυρηλατημένος χάλυβας έχει μικρότερο μέγεθος κόκκων και είναι πιο ομοιόμορφο σε δομή, γεγονός που δημιουργεί λιγότερα προβλήματα όταν κόβεται.

### 2.1.1 Χάλυβας (P)

Η μηχανική κατεργασία του χάλυβα διαφέρει, ανάλογα με τα στοιχεία κραματοποίησης, τη θερμική κατεργασία και τη διαδικασία παραγωγής (σφυρηλατημένα, έλασης, χυτά κ.λπ.) Γενικά, ο έλεγχος των αποβλίπτων είναι σχετικά εύκολος και ομαλός. Οι χάλυβες χαμηλού άνθρακα παράγουν μακρύτερα απόβλιττα που είναι κολλώδεις και απαιτούν αιχμηρές ακμές κοπής των εργαλείων. Έχει ειδική δύναμη κοπής: 1400-3100 N/mm<sup>2</sup>. Έτσι, η μηχανική ισχύς που απαιτείται για τη μηχανή κατεργασία τους, παραμένουν εντός ενός περιορισμένου εύρους.

- Μη κεκραμένος χάλυβας

Οι δυσκολίες στη θραύση των αποβλίπτων και στις τάσεις επιφανειακής επικάλυψης απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή σε χάλυβες χαμηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα (<0,25%). Οι υψηλές ταχύτητες κοπής και οι αιχμηρές ακμές των εργαλείων και οι γεωμετρίες, θα αποδώσουν μια πολύ καλή επιφάνεια κοπής, συνιστάται το βάθος κοπής να παραμένει κοντά ή μεγαλύτερο από την ακτίνα του εργαλείου κοπής για να βελτιωθεί το σπάσιμο των αποβλίπτων. Γενικά, η μηχανική κατεργασία είναι πολύ καλή για τους σκληρυμένους χάλυβες. Εντούτοις, τείνουν να παράγουν σχετικά μεγάλη φθορά των πλευρικών ακμών στα εργαλεία κοπής.

- Χαμηλού κράματος χάλυβα

Η ικανότητα επεξεργασίας των χαλύβων χαμηλού κράματος εξαρτάται από την περιεκτικότητα σε κράματα και τη θερμική επεξεργασία (σκληρότητα). Για όλα τα υλικά της ομάδας, οι πιο συνηθισμένοι μηχανισμοί φθοράς είναι ο κρατήρας και η φθορά πάνω στα κοπτικά εργαλεία. Τα σκληρυμένα υλικά παράγουν μεγαλύτερη θερμότητα στη ζώνη κοπής και μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα την πλαστική παραμόρφωση της κοπτικής ακμής του εργαλείου.

- Υψηλού κράματος χάλυβα

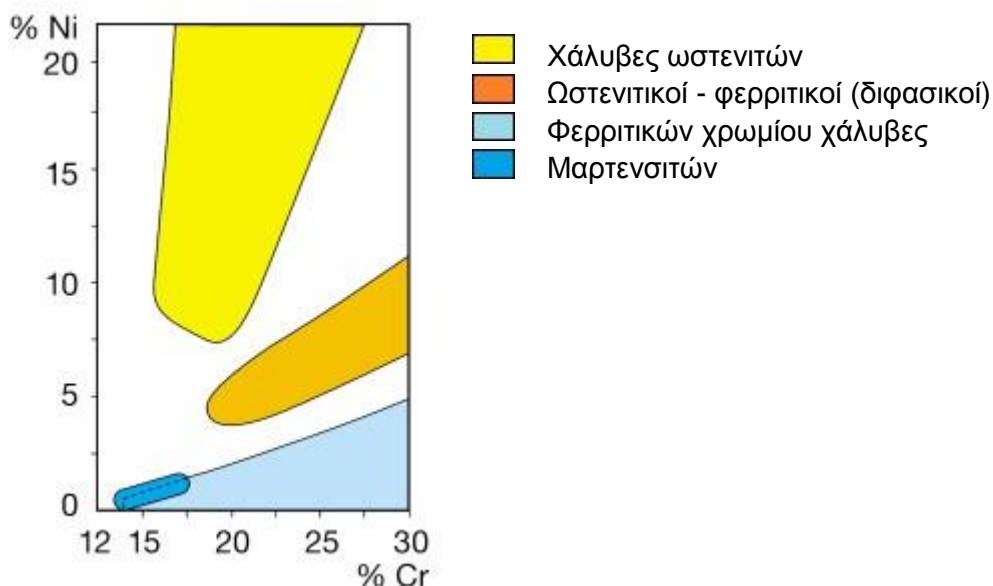
Γενικά, η κατεργασιμότητα μειώνεται σε υψηλότερα περιεχόμενα κράματος και σκληρότητας. Για παράδειγμα, στα 12-15% στοιχεία κράματος και σκληρότητα μέχρι 450 HB, η κοπτική ακμή του εργαλείου χρειάζεται καλή αντοχή στη θερμότητα για να αντέξει την πλαστική παραμόρφωση.

### 2.1.2 Ανοξειδωτοι χάλυβες (M)

Η κατεργασιμότητα των ανοξειδωτων χαλύβων διαφέρει ανάλογα με τα στοιχεία κραματοποίησης, τη θερμική επεξεργασία και τις διεργασίες κατασκευής (σφυρηλατημένα, χυτά, κ.λπ.). Γενικά, η μηχανική κατεργασία μειώνεται με την υψηλότερη περιεκτικότητα σε κράματα, αλλά βελτιωμένα υλικά ελεύθερης κατεργασίας είναι διαθέσιμα σε όλες τις ομάδες από ανοξειδωτους χάλυβες.

Οι ανοξειδωτοι χάλυβες είναι ένα υλικό με μεγάλη διάρκεια ζωής, εξαιρετικής αντοχής στην οξείδωση και στη διάβρωση γενικότερα. Ο έλεγχος αποβλήτου είναι πιο καλός στα φερριτικά / μαρτενσιτικά υλικά, καθίσταται πιο περίπλοκος στους τύπους ωστενιτικής και διπλής όψης. Έχει ειδική δύναμη κοπής: 1800-2850 N/mm<sup>2</sup>. Κατ' την κατεργασία δημιουργεί μεγάλες δυνάμεις κοπή, μεγάλη θερμότητα και σκληρυμένες επιφάνειες. Η υψηλότερη περιεκτικότητα σε ωστενιτική δομή αζώτου (N) αυξάνει την αντοχή και παρέχει αντίσταση κατά της διάβρωσης, αλλά μειώνει την ικανότητα επεξεργασίας, ενώ η σκλήρυνση παραμόρφωσης αυξάνεται. Οι προσθήκες του θείου (S) χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση της μηχανικής κατεργασίας. Το υψηλό περιεχόμενο C (> 0.2%) παρέχει σχετικά μεγάλη φθορά στα κοπτικά εργαλεία, Mo και N μειώνουν την ικανότητα μηχανικής τους επεξεργασίας. Παρόλα αυτά, παρέχουν αντίσταση στις επιθέσεις οξέος και συμβάλλουν στην υψηλή θερμοκρασία.

Η μικροδομή που επιτυγχάνεται από ανοξειδωτο χάλυβα εξαρτάται κυρίως από τη χημική του σύνθεση, στην οποία τα κύρια συστατικά κράματος χρώμιο (Cr) και νικέλιο (Ni) είναι τα πιο σημαντικά όπως φαίνεται στο σχήμα 2.2. Στην πραγματικότητα, η παραλλαγή μπορεί να είναι ευρεία λόγω της επιρροής άλλων συστατικών του κράματος που προσπαθούν να σταθεροποιήσουν είτε τον ωστενίτη είτε το φερρίτη. Η δομή μπορεί επίσης να τροποποιηθεί με θερμική επεξεργασία ή με απότομη ψύξη. Η καθίζηση του φερριτικού ή ωστενιτικού ανοξειδωτου χάλυβα έχει αυξημένη αντοχή σε εφελκυσμό.



Σχήμα 2.2: Ποσοστά νικελίου και χρωμίου στα είδη ανοξείδωτου χάλυβα

- Φερριτικός και μαρτενσιτικός ανοξείδωτος χάλυβας

Γενικά, η μηχανική κατεργασία είναι καλή και πολύ παρόμοια με τους χαμηλής αλουμίνας χάλυβες. Ως εκ τούτου, ταξινομείται ως υλικό ISO P. Έχουν, υψηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα ( $> 0,2\%$ ) που επιτρέπει τη σκλήρυνση του υλικού. Η μηχανουργική κατεργασία θα δημιουργήσει φθορά και κρατήρα στην ακμή των κοπτικών εργαλείων.

- Αυτενιτικός και υπερωστενιτικός ανοξείδωτος χάλυβας

Οι υπερωστενιτικοί ανοξείδωτοι χάλυβες με πολύ υψηλή περιεκτικότητα σε Ni ( $> 20\%$ ) και Mo ( $> 6\%$ ), για υψηλή αντοχή στην διάβρωση από οξέα, χλώριο και χλωριούχα διαλύματα. Η μηχανική τους κατεργασία παράγει σκληρές επιφάνειες και σκληρά απόβλιττα, τα οποία με τη σειρά τους οδηγούν σε φθορά των κοπτικών εργαλείων. Η κατάσταση σκλήρυνσης τους μπορεί να αποκόψει την επικάλυψη και το υλικό υποστρώματος από την ακμή του κοπτικού εργαλείου, με αποτέλεσμα το κακό φινίρισμα της επιφάνειας του τεμαχίου. Ο ωστενίτης παράγει σκληρά, μακρά, συνεχή απόβλιττα, τα οποία είναι δύσκολο να σπάσουν. Η προσθήκη S βελτιώνει την ικανότητα επεξεργασίας, αλλά έχει ως αποτέλεσμα τη μειωμένη αντίσταση στη διάβρωση. Πρέπει να χρησιμοποιούνται κοπτικά εργαλεία με αιχμηρές ακμές και να δουλεύονται με σταθερό βάθος κοπής.

- Διφασικός ανοξείδωτος χάλυβας

Η μηχανική κατεργασία είναι γενικά μικρή, λόγω του υψηλού βαθμού απόδοσης και της υψηλής αντοχής σε εφελκυσμό. Η υψηλότερη περιεκτικότητα σε φερρίτη, πάνω από 60%, βελτιώνει την ικανότητα μηχανικής επεξεργασίας. Η μηχανική κατεργασία παράγει ισχυρά απόβλιττα, τα οποία μπορούν να δημιουργήσουν μεγάλες δυνάμεις κοπής. Δημιουργεί μεγάλη θερμότητα κατά τη διάρκεια της κοπής, η οποία μπορεί να προκαλέσει πλαστική παραμόρφωση και σοβαρή φθορά κρατήρα στα κοπτικά εργαλεία. Οι μικρές γωνίες εισόδου στο τεμάχιο προς κατεργασία είναι προτιμότερες για να αποφευχθεί ο σχηματισμός φθοράς στην εγκοπές των κοπτικών εργαλείων. Η μεγάλη σταθερότητα στη στερέωση των κοπτικών εργαλείων και η στερέωση του εξαρτήματος στην εργαλειομηχανή είναι απαραίτητη.

### 2.1.3 Χυτοσίδηρο (Κ)

Ο χυτοσίδηρος είναι κράματα σιδήρου με άνθρακα που η περιεκτικότητα σε άνθρακα είναι πάνω από 2% και με σχετικά υψηλό ποσοστό Si (1-3%). Οι κραματωμένοι χυτοσίδηροι περιέχουν προσμείξεις Cr (Χρώμιο), Mo (Μολυβδαίνιο) και Ni (Νικέλιο), τα οποία αυξάνουν τη δύναμη και τη σκληρότητα του υλικού, αλλά ταυτόχρονα μικραίνει μηχανική τους ικανότητα για κατεργασία. Είναι υλικό με μικρή διάρκεια ζωής αλλά έχει καλό έλεγχο του αποβλίττου στις περισσότερες συνθήκες κατεργασίας. Έχει ειδική δύναμη κοπής: 790 - 1350 N/mm<sup>2</sup>. Η κατεργασία των κραματωμένων χυτοσιδηρών με υψηλές ταχύτητες κοπής απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή λόγω των διαφορετικών μηχανικών ιδιοτήτων.

Υπάρχουν τέσσερα βασικά είδη χυτοσιδηρών:

- Λευκός χυτοσίδηρος
- Γκρίζος ή φαιός χυτοσίδηρος
- Ελατός ή μαλακτός χυτοσίδηρος
- Όλκιμος χυτοσίδηρος ή χυτοσίδηρος σφαιροειδούς γραφίτη

- Λευκός χυτοσίδηρος

Κατασκευάζεται απευθείας με χύτευση και περιέχει Si < 0,7% συνήθως. Η δομή του λευκού χυτοσιδήρου ποικίλλει ανάλογα με τη χημική του σύσταση:

- (i) Υποευτηκτικός λευκός χυτοσίδηρος ( $2 < C < 4,3\%$ ). Η δομή του αποτελείται από περλίτη και λεδεμβουριτική μορφή.
- (ii) Ευτηκτικός λευκός χυτοσίδηρος ( $C = 4,3\%$ ). Η δομή του αποτελείται εξ ολοκλήρου από λεδεμβουριτική μορφή.
- (iii) Υπερευτηκτικός λευκός χυτοσίδηρος ( $C > 4,3\%$ ). Περιέχει προευτηκτικό σεμεντίτη και λεδεμβουριτική μορφή.

Οι λευκοί χυτοσίδηροι παρουσιάζουν μικρή κατεργασιμότητα κατά την κοπή. Η αντιτριβικότητα του λευκού χυτοσιδήρου είναι πολύ μεγάλη λόγω της υπάρξεως των καρβιδίων του σιδήρου (σεμεντίτη).

- Γκρίζος ή φαιός χυτοσίδηρος

Ο γκρίζος χυτοσίδηρος κατασκευάζεται και αυτός με χύτευση, αλλά το ποσοστό σε άνθρακα μπορεί να φθάνει στα επίπεδα του 4%, και του πυριτίου (Si) γύρω στα 3-4% (πάνω από 1%). Η ταχύτητα στερεοποίησης, που καθορίζεται από την ταχύτητα ψύξης, είναι μικρότερη σε σχέση με αυτή του λευκού χυτοσιδήρου. Η δομή του αποτελείται από «φυλλίδια» γραφίτη μέσα σε φερρίτη ή σε περλίτη ή συνηθέστερα σε μείγμα φερρίτη-περλίτη. Ο γραφίτης είναι μία μαλακή φάση, η οποία αποτελεί κρυσταλλική δομή του άνθρακα (εξαγωνική) και λόγω της «αιχμηρής» μορφής με την οποία κρυσταλλώνεται (φυλλίδια) ψαθυροποιεί το χυτοσίδηρο. Η ύπαρξη του πυριτίου, καθώς και η μικρή σχετικά ταχύτητα ψύξης, ευνοούν την αντίδραση της γραφίτισης του σεμεντίτη:

Ο φαιός χυτοσίδηρος έχει μεγάλη αντοχή στην τριβή, καλή κατεργασιμότητα στην κοπή, αλλά και μικρή δυσθραυστότητα, λόγω της ύπαρξης φυλλιδίων γραφίτη. Ο φαιός χυτοσίδηρος χαρακτηρίζεται από καλή ευχυτότητα (ρευστότητα) βάσει της οποίας κατασκευάζονται εξαρτήματα και κατασκευές πολύπλοκης γεωμετρίας. Ο γκρίζος χυτοσίδηρος συχνά αναμειγνύεται με Cr προκειμένου να βελτιωθούν οι μηχανικές ιδιότητες.

- Ελατός ή Μαλακτός χυτοσίδηρος

Ο μαλακτός χυτοσίδηρος κατασκευάζεται από το λευκό χυτοσίδηρο με κατάλληλη θερμική κατεργασία (μαλακτοποίηση), όταν το ποσοστό σε Si είναι γύρω στο 1%. Η θερμική κατεργασία γίνεται σε θερμοκρασία 850-950°C και για μεγάλο χρονικό διάστημα, που κυμαίνεται από 10-100 ώρες, ώστε να διασπαστεί ο σεμεντίτης και να μετατραπεί σε γραφίτη και ωστενίτη. Ο γραφίτης στο μαλακό χυτοσίδηρο κρυσταλλώνεται με τη μορφή ασύμμετρου στρογγυλού συσσωματώματος, που καλείται ροζέτα. Μετά από αργή ψύξη, που ακολουθεί η δομή του μαλακού χυτοσιδήρου, καταλήγει να αποτελείται συνήθως από ροζέτες γραφίτη μέσα σε μήτρα φερρίτη ή φερρίτη-περλίτη. Ο μαλακτός χυτοσίδηρος,

λόγω της δομής του, παρουσιάζει καλή ευχυτότητα, καλή κατεργασιμότητα, μέτρια δυσθραυστότητα και αντοχή στη διάβρωση.

- Όλκιμος χυτοσίδηρος ή χυτοσίδηρος σφαιροειδούς γραφίτη

Αυτή η κατηγορία του χυτοσιδήρου είναι γνωστή και ως όλκιμος χυτοσίδηρος για τις καλές μηχανικές ιδιότητες και την καλή δυσθραυστότητα που επιδεικνύει. Το είδος αυτό του χυτοσιδήρου προέρχεται από το γκρίζο χυτοσίδηρο με προσθήκη Mg (μαγνησίου), όταν ακόμα είναι ρευστός. Το μαγνήσιο βοηθά κατά τη χύτευση να δημιουργηθεί ο γραφίτης σε σχήμα σφαιρικό, πράγμα που προσδίδει σε μεγάλο βαθμό την καλή πλαστικότητα και δυσθραυστότητα αυτού του χυτοσιδήρου. Επίσης, το πυρίτιο πρέπει να βρίσκεται σε μεγάλα επίπεδα, από 2-3%, προκειμένου να μη δημιουργηθεί σεμεντίτης κατά τη χύτευση. Η δομή αυτού του χυτοσιδήρου αποτελείται από σφαιρίδια γραφίτη μέσα σε μήτρα φερρίτη ή φερρίτη-περλίτη. Λόγω των βελτιωμένων μηχανικών του ιδιοτήτων, ο σφαιροειδής χυτοσίδηρος χρησιμοποιείται για την κατασκευή κυλίνδρων αυτοκινήτων και γενικά εξαρτημάτων, που καταπονούνται σε κρουστικές ή/και εναλλασσόμενες φορτίσεις.

Από την άποψη της μηχανικής κατεργασίας, ο χυτοσίδηρος σφαιροειδούς γραφίτη είναι μεταξύ γκριζου χυτοσιδήρου και μαλακού χυτοσιδήρου. Με δύο έως τρεις φορές την αντοχή σε εφελκυσμού του γκριζου χυτοσιδήρου και τη χαμηλότερη θερμική αγωγιμότητα. Η κατεργασία του χυτοσιδήρου σφαιροειδούς γραφίτη παράγει υψηλότερες δυνάμεις κοπής και περισσότερη θερμότητα στη ζώνη κοπής. Οι πιο συνηθισμένες κατεργασίες κοπής του χυτοσιδήρου σφαιροειδούς γραφίτη είναι το φραιζάρισμα προσώπου και η διάτρηση οπών.

- Κραματωμένοι χυτοσίδηροι

Είναι χυτοσίδηροι που περιέχουν προσμείξεις Cr, Mo, Ni οι οποίες βελτιώνουν τη σκληρότητα και την αντίσταση σε φθορά αλλά και την αντοχή σε κρούση, με αποτέλεσμα τη χρήση τους σε πιο απαιτητικές εφαρμογές.

#### **2.1.4 Μη σιδηρούχα μέταλλα (N)**

Στα μη σιδηρούχα μέταλλα συγκαταλέγονται όλα τα καθαρά μέταλλα, εκτός του σιδήρου, και όλα τα κράματα στα οποία ο σίδηρος δεν καταλαμβάνει το μεγαλύτερο ποσοστό. Τα μη σιδηρούχα μέταλλα είναι υλικά με μεγάλη διάρκεια ζωής. Σχετικά εύκολος έλεγχος του αποβλίττου, αν είναι κράμα. Έχουν ειδική δύναμη κοπής: 350-700 N/mm<sup>2</sup>. Το καθαρό Al είναι πολύ εύκολο να κολλήσει πάνω στο εργαλείο κοπής έτσι, απαιτεί αιχμηρές ακμές εργαλείων κοπής και υψηλή ταχύτητα κοπής. Οι δυνάμεις κοπής που αναπτύσσονται και η ισχύς που απαιτείται για τη μηχανή είναι χαμηλές. Γενικά μπορούμε να πούμε ότι τα καθαρά μη σιδηρούχα μέταλλα διαμορφώνονται εύκολα και παρουσιάζουν περιορισμένη αντοχή.

#### **2.1.5 HRSA και τιτάνιο (S)**

Οι φυσικές ιδιότητες και η συμπεριφορά μηχανουργικής κατεργασίας ποικίλλουν σημαντικά, λόγω τόσο της χημικής φύσης του κράματος όσο και της μεταλλουργικής επεξεργασίας που λαμβάνει κατά την κατασκευή των υλικών. Η ανόπτηση και η γήρανση έχουν ιδιαίτερη επιρροή στις επακόλουθες ιδιότητες κατεργασίας. Έχουν δύσκολος έλεγχο αποβλίττου, το απόβλιττο που δημιουργείτε δεν είναι συνεχές αλλά κόβεται σε πολλά μικρά τμήματα. Επιπλέον, έχουν ειδική δύναμη κοπής: 2400-3100 N/mm<sup>2</sup> για HRSA και

1300-1400 N/mm<sup>2</sup> για τιτάνιο. Οι δυνάμεις κοπής και η απαιτούμενη μηχανική ισχύς είναι αρκετά υψηλές.

- HRSA

Η δυνατότητα επεξεργασίας των υλικών HRSA αυξάνεται σε δυσκολία σύμφωνα με την ακόλουθη σειρά: υλικά με βάση το σίδηρο, υλικά με βάση το νικέλιο και υλικά με βάση το κοβάλτιο. Όλα τα υλικά έχουν υψηλή αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες και παράγουν τμηματικά κομμάτια αποβλήτου κατά τη διάρκεια της κοπής που δημιουργούν υψηλές και δυναμικές δυνάμεις κοπής. Η κακή αγωγιμότητα της θερμότητας και η υψηλή σκληρότητα δημιουργούν υψηλές θερμοκρασίες κατά τη μηχανική κατεργασία. Οι ιδιότητες υψηλής αντοχής και σκληρότητας δημιουργούν φθορά στο τελικό βάθος κοπής και εξαιρετικά μεγάλη φθορά για την κοπτική ακμή του εργαλείου. Οι ποιότητες στα εργαλεία καρβιδίου που θα χρησιμοποιηθούν στην κατεργασία, θα πρέπει να έχουν πολύ καλή αντοχή στην κοπτική ακμή τους και καλή πρόσφυση της επικάλυψης στο υπόστρωμα για να παρέχουν καλή αντοχή στην πλαστική παραμόρφωση. Καλό είναι να επιλεγεί από το χειριστή της μηχανής να κατεργαστεί μια ανοικτή γεωμετρία για καλή αντοχή στην κοπτική ακμή του εργαλείου κοπής.

- Τιτάνιο

Η ικανότητα επεξεργασίας των κραμάτων τιτανίου είναι κακή σε σύγκριση με τους γενικούς χάλυβες και τους ανοξείδωτους χάλυβες, γεγονός που θέτει ειδικές απαιτήσεις στα εργαλεία κοπής. Το τιτάνιο έχει κακή θερμική αγωγιμότητα, η αντοχή διατηρείται σε υψηλές θερμοκρασίες, γεγονός που δημιουργεί μεγάλες δυνάμεις κοπής και θερμαίνει την κοπτική ακμή του εργαλείου κοπής. Το λεπτόκοκκο και ψιλοκομμένο απόβλιττο, δημιουργεί μια στενή περιοχή επαφής στην επιφάνεια του τεμαχίου, δημιουργώντας μεγάλες δυνάμεις κοπής κοντά στην κοπτική ακμή του εργαλείου κοπής. Μια ταχύτητα κοπής που είναι πολύ υψηλή παράγει μια χημική αντίδραση μεταξύ του αποβλήτου και του υλικού εργαλείου κοπής, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε ξαφνικές θραύσεις. Τα υλικά των εργαλείων κοπής πρέπει να έχουν καλή θερμική σκληρότητα, χαμηλή περιεκτικότητα σε κοβάλτιο και να μην αντιδρούν με το τιτάνιο. Χρησιμοποιείται συνήθως λεπτόκοκκο, μη επιχρισμένο καρβίδιο. Καλό είναι να επιλεγεί από το χειριστή της μηχανής να κατεργαστεί μια ανοικτή γεωμετρία για καλή αντοχή στην κοπτική ακμή του εργαλείου κοπής.

#### **2.1.6 Ο σκληρυμένος χάλυβας (H)**

Ο σκληρυμένος χάλυβας είναι η μικρότερη ομάδα από την άποψη της κατεργασιμότητας και το φινίρισμα είναι η πιο κοινή διαδικασία κατεργασίας. Έχουν ειδική δύναμη κοπής: 2550-4870 N/mm<sup>2</sup>. Οι δυνάμεις κοπής και οι απαιτήσεις μηχανικής ισχύος είναι αρκετά υψηλές. Το υλικό του εργαλείου κοπής πρέπει να έχει καλή αντοχή στην πλαστική παραμόρφωση (θερμική σκληρότητα), χημική σταθερότητα (σε υψηλές θερμοκρασίες), μηχανική αντοχή και αντίσταση στην λειαντική φθορά. Το CBN έχει αυτά τα χαρακτηριστικά. Εργαλεία με επικάλυψη καρβιδίου κυριαρχούν στις κατεργασίες φραιζαρίσματος και διάτρησης και χρησιμοποιούνται σε υλικά με σκληρότητα μέχρι 60 HRC.

### 3. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΣΤΗΝ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΗ DMU50eco

#### 3.1 Κώδικας ψηφιακής καθοδήγησης ISO

Οι περισσότερες ψηφιακές καθοδηγούμενες εργαλειομηχανές (CNC) έχουν προγραμματιστεί στο πρότυπο ISO 6983. Το πρόγραμμα καθοδήγησης αποτελείται από ξεχωριστά block πληροφοριών (εντολές). Οι εντολές αυτές αναλύονται στην καθοδήγηση της εργαλειομηχανής η οποία δίνει τις αντίστοιχες εντολές στους κινητήρες των αξόνων της εργαλειομηχανής ώστε να πραγματοποιηθούν οι προβλεπόμενες μετακινήσεις. Οι βασικές εντολές-κώδικες είναι οι εντολές G και M. Οι εντολές αυτές συντάσσονται με συγκεκριμένο τρόπο και εντάσσονται στο συνολικό πρόγραμμα καθοδήγησης. Η είσοδος των εντολών στην καθοδήγηση της εργαλειομηχανής, μπορεί να γίνεται με διάφορους τρόπους. Με είσοδο εντολών και στοιχείων με το χέρι, με κύκλους κατεργασίας και οι περισσότερες σύγχρονες εργαλειομηχανές με ψηφιακή καθοδήγηση είναι εφοδιασμένες, με θύρες επικοινωνίας με HY συνήθως USB.

##### 3.1.1 Βασικές εντολές G κώδικα

Οι βασικές εντολές προγραμματισμού που εκτελούν κινήσεις ή ορίζουν διαδικασίες, είναι οι εντολές G που συμβολίζονται με το γράμμα G και ακολουθείται από ένα διψήφιο αριθμό π.χ. G00. Ο G κώδικας, αποτελείται από ένα πλήθος εντολών ελέγχου των κινήσεων και ορισμένες βοηθητικές παραμέτρους οι οποίες σε συνδυασμό με τις εντολές G αποτελούν ένα ολοκληρωμένο σύνολο προγραμματισμού κινήσεων της εργαλειομηχανής. Κατά τον προγραμματισμό της DMU50eco οι χρήσιμες βοηθητικές παράμετροι φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 3.1.

α/α	Παράμετρος	Λειτουργία
1	X	Θέση κίνησης στον άξονα X
2	Y	Θέση κίνησης στον άξονα Y
3	Z	Θέση κίνησης στον άξονα Z
4	B	Περιστροφικός άξονας γύρω από τον άξονα Y
5	C	Περιστροφικός άξονας γύρω από τον άξονα Z
6	R	Μέγεθος της ακτίνας του τόξου
7	I	Συντεταγμένη κέντρου τόξου παράλληλη με τον X. Επίσης χρησιμοποιείται σαν παράμετρος μέσα σε κάποιους κύκλους κατεργασιών
8	J	Συντεταγμένη κέντρου τόξου παράλληλη με τον Y. Επίσης χρησιμοποιείται σαν παράμετρος μέσα σε κάποιους κύκλους κατεργασιών
9	K	Συντεταγμένη κέντρου τόξου παράλληλη με τον Z. Επίσης χρησιμοποιείται σαν παράμετρος μέσα σε κάποιους κύκλους κατεργασιών
10	N	Αριθμός γραμμής προγράμματος
11	D	Αντιστάθμιση διαμέτρου ή της ακτινικής απόκλισης του κοπτικού εργαλείου
12	T	Επιλογή κοπτικού εργαλείου
13	F	Πρόωση (mm/min)
14	S	Ταχύτητα της ατράκτου (rpm)
15	H	Αντιστάθμιση μήκους κοπτικού εργαλείου
16	L	Αριθμός επαναλήψεων σε βρόγχο
17	M	Διάφορες λειτουργίες
18	P	Χρόνος καθυστέρησης ή αριθμός προγράμματος υπορουτίνας



### Πίνακας 3.1 Παράμετροι – ορίσματα στις εντολές ψηφιακής καθοδήγησης

Οι εντολές που παρατίθενται παρακάτω είναι βασισμένες στο σύστημα προγραμματισμού των control siemens της SINUMERIK.

- **Απόλυτο/σχετικό σύστημα συντεταγμένων (G90/G91)**

Η εντολή G90 ενεργοποιεί τον απόλυτο τρόπο καθορισμού συντεταγμένων, όπου οι συντεταγμένες κάθε σημείου δίνονται ως προς το αρχικό σύστημα συντεταγμένων (X, Y, Z) που έχει ορίσει ο χειριστής κατά τον μηδενισμό του τεμαχίου. Η εντολή G91 ενεργοποιεί αντίστοιχα το σχετικό τρόπο καθορισμού των συντεταγμένων, όπου οι συντεταγμένες κάθε σημείου δίνονται ως προς την προηγούμενη θέση (X, Y, Z) που βρίσκεται το κοπτικό εργαλείο.

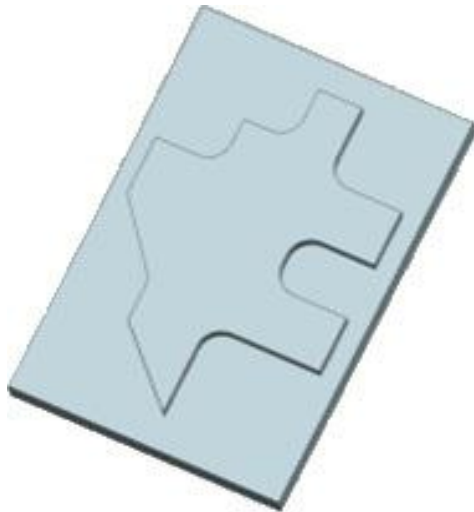
- **Ευθεία κίνηση με γρήγορη πρόωση (G00)**

Η εντολή αυτή χρησιμοποιείται για να κινήσει γρήγορα οποιονδήποτε άξονα επιλεχθεί. Παραμένει ενεργή έως ότου προγραμματιστεί κάποια άλλη εντολή G της ίδιας ομάδας. Λόγω της γρήγορης πρόωσης, ο χειριστής πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτικός στον χειρισμό της εντολής, για να μην υπάρχει καμία πιθανότητα σύγκρουσης. Χρησιμοποιείται κυρίως για την προσέγγιση του τεμαχίου από το κοπτικό εργαλείο και την επαναφορά του στην αρχική θέση.

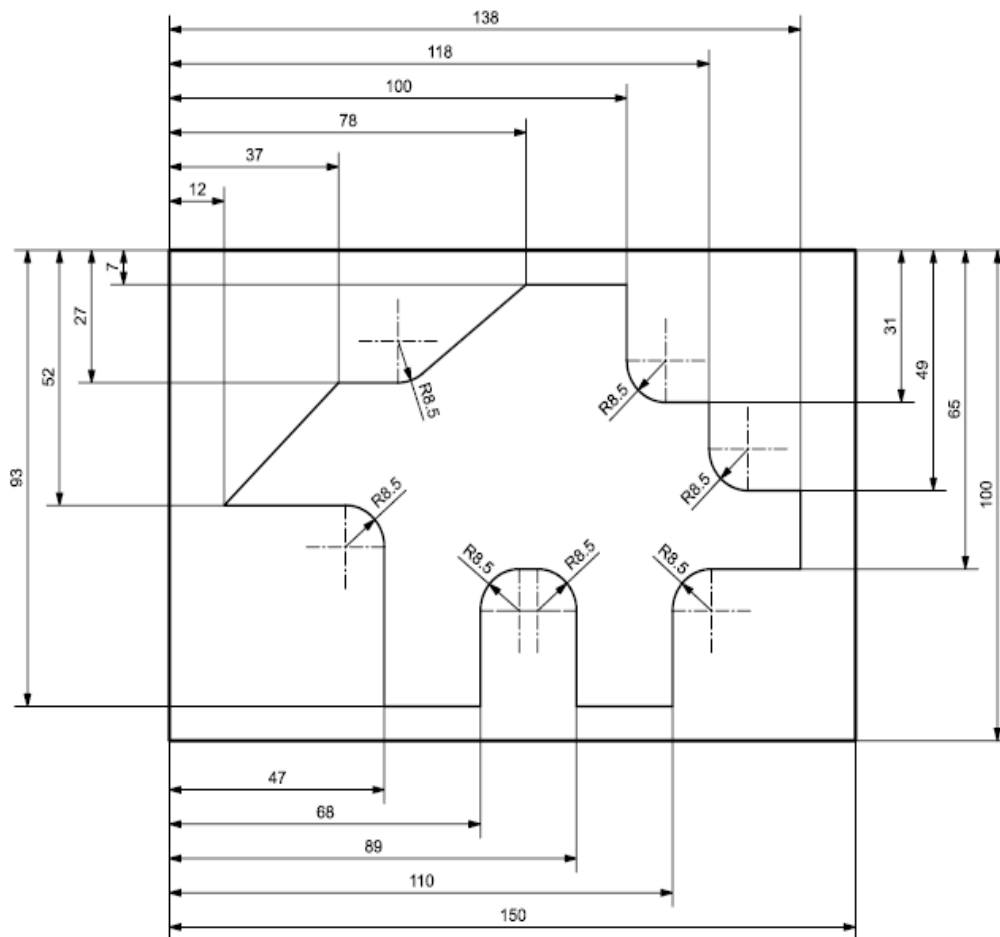
- **Ευθεία κίνηση με κοπή (G01)**

Η εντολή αυτή χρησιμοποιείται για κατεργασία από σημείο σε σημείο με καθορισμένη πρόωση. Η πρόωση **F (mm/min)** που θα δοθεί στην εντολή αυτή θα παραμείνει ενεργή μέχρι να καταχωρηθεί νέα τιμή πρόωσης. Η κίνηση του κοπτικού εργαλείου μπορεί να είναι οριζόντια, κάθετη ή διαγώνια ως προς τον άξονα περιστροφής του.

#### Τεμάχιο 1



Σχήμα 3.1: Τρισδιάστατο μοντέλο τεμαχίου



Σχήμα 3.2: Ενδεικτική εικόνα από το μηχανολογικό σχέδιο του τεμαχίου

**Ολόκληρο το μηχανολογικό σχέδιο του τεμαχίου παρατίθεται στο παράρτημα.**

Στο συγκεκριμένο τεμάχιο χρησιμοποιήθηκε η εντολή **G01** σε απόλυτες συντεταγμένες. Χρησιμοποιήθηκε ένα κονδύλι διαμέτρου 17 mm, με 1300 rpm στροφές και 120 mm/min πρόωση, το βάθος κοπής στο πρώτο πέρασμα ήταν 3.25 mm και στο δεύτερο 2.75 mm, έγιναν 2 επαναλήψεις του κώδικα με τα προαναφερθέντα βάθη κοπής. Όπου υπήρχαν κλειστές γωνίες στο τεμάχιο σχηματίστηκαν τόξα ακτίνας 8.5 mm, αυτό έγινε λόγω της επιλογής εργαλείου μεγάλης διαμέτρου που θα αφαιρούσε περισσότερο υλικό. Γιατί, στην συνέχεια καθαρίστηκε εξωτερικά από το κεντρικό σχέδιο ολόκληρο το τεμάχιο με εντολές **G00**, **G01** και με **Contour**.

Παρακάτω φαίνεται ένα μέρος από τις εντολές που χρησιμοποιήθηκαν και το παραγόμενο τεμάχιο από την εργαλειομηχανή σχήμα 3.3.

**G90 G54 G17 G71**

**T= "MILL17" M06**

**G00 G90 Z70 S1300 M03**

X0 Y0

**M08**

**G00 X60.5 Y-30**

**G01 Z-3.25 F120**

X60.5 Y3.5

**G01 X60.5 Y38.5**

**G01** X101.5 Y38.5  
**G01** X101.5 Y76.5  
**G01** X73.5 Y76.5  
**G01** X73.5 Y80.5  
**G01** X101.5 Y80.5  
**G01** X101.5 Y118.5  
**G01** X73.5 Y118.5  
**G01** X73.5 Y146.5  
**G01** X40.5 Y146.5  
**G01** X40.5 Y126.5  
**G01** X22.5 Y126.5  
**G01** X22.5 Y108.5  
**G01** X-1.5 Y108.5  
**G01** X-1.5 Y76  
**G01** X18.5 Y50.5  
**G01** X18.5 Y30.5  
**G01** X51.5 Y3.5



Σχήμα 3.3: Φωτογραφία τελικού παραγόμενου τεμαχίου

Το υπόλοιπο μέρος του κώδικα που χρησιμοποιήθηκε για να παραχθεί το παραπάνω τεμάχιο σχήμα 3.3 παρατίθεται στο παράρτημα.

- **Δεξιόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή (G02)**

Η εντολή αυτή χρησιμοποιείται για κατεργασία κύκλου ή κυκλικού τμήματος δεξιόστροφα. Οι συντεταγμένες X και Y χρησιμοποιούνται για να ορίσουν το αρχικό και το τελικό σημείο της κυκλικής διαδρομής. Εάν το αρχικό σημείο είναι το ίδιο με το τελικό τότε κατεργάζεται ολόκληρο κύκλο. Για τον ορισμό της κυκλικής διαδρομής επιλέγεται η ακτίνα της **CR** ή οι συντεταγμένες του κέντρου της, **I**, **J** ή **K** ανάλογα το επίπεδο της κυκλικής κίνησης. Η πρόωση **F (mm/min)** που θα δοθεί στην εντολή αυτή θα παραμείνει ενεργή μέχρι να καταχωρηθεί νέα τιμή πρόωσης.

**CR:** Ακτίνα κυκλικής κίνησης

**I:** Απόσταση σε X άξονα από το κέντρο του κύκλου

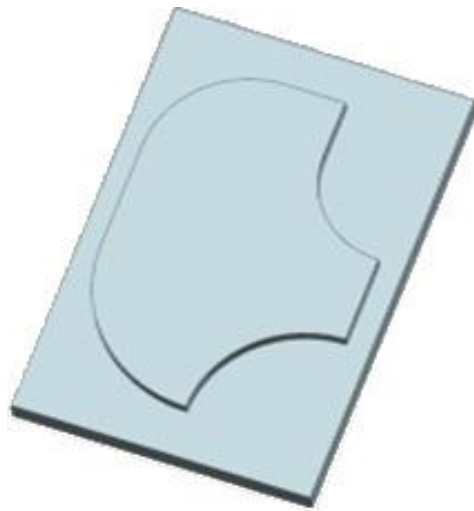
**J:** Απόσταση σε Y άξονα από το κέντρο του κύκλου

**K:** Απόσταση σε Z άξονα από το κέντρο του κύκλου

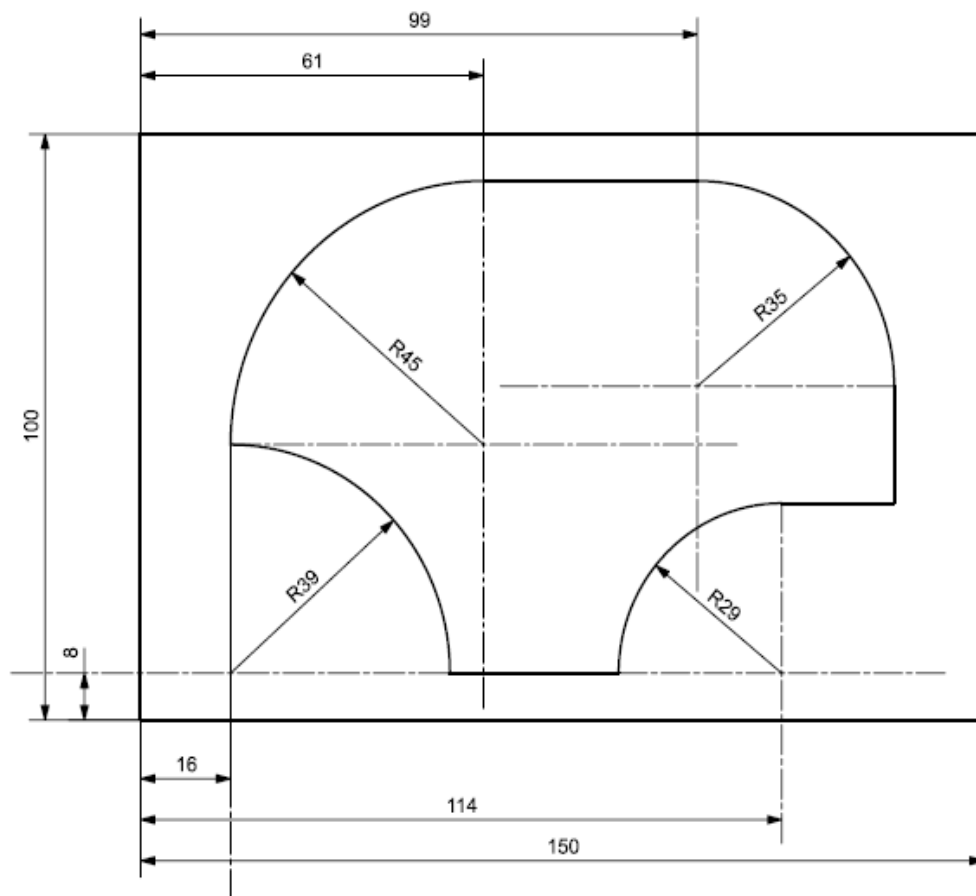
- **Αριστερόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή (G03)**

Η εντολή G03 είναι παρόμοια με την G02 και εκτελεί αριστερόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή. Τα χαρακτηριστικά της είναι τα ίδια με την G02 όπως αναφέρθηκαν παραπάνω. Με την μόνη διαφορά να είναι ότι η G03 εκτελεί αριστερόστροφη κυκλική κίνηση, ενώ η G02 εκτελεί δεξιόστροφη κυκλική κίνηση.

## Τεμάχιο 2



Σχήμα 3.4: Τρισδιάστατο μοντέλο τεμαχίου

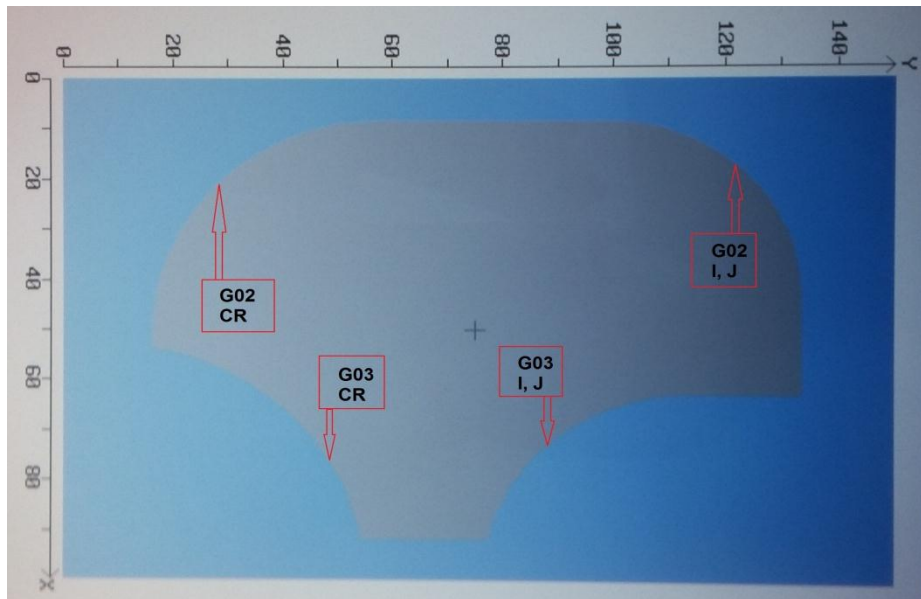


Σχήμα 3.5: Ενδεικτική εικόνα από το μηχανολογικό σχέδιο του τεμαχίου

**Ολόκληρο το μηχανολογικό σχέδιο του τεμαχίου παρατίθεται στο παράρτημα.**

Στο συγκεκριμένο τεμάχιο χρησιμοποιήθηκαν οι εντολές G02, G03 και G01 σε απόλυτες συντεταγμένες. Όπως φαίνεται παρακάτω στο σχήμα 3.6 οι εντολές **G02** και **G03** χρησιμοποιήθηκαν και με τους δύο τρόπους εκτέλεσης, με την ακτίνα **CR** και της

συντεταγμένες του κέντρου **I** και **J** της κυκλικής διαδρομής. Χρησιμοποιήθηκε ένα κονδύλι διαμέτρου 17 mm, με 1300 rpm στροφές και 120 mm/min πρόωση, το βάθος κοπής ήταν 3.25 mm και έγιναν 2 επαναλήψεις του κώδικα. Στην συνέχεια καθαρίστηκε εξωτερικά από το κεντρικό σχέδιο ολόκληρο το τεμάχιο με εντολές G00, G01 και με Contour.



Σχήμα 3.6: Επεξηγηματική εικόνα τεμαχίου

Παρακάτω φαίνεται ένα μέρος από τις εντολές που χρησιμοποιήθηκαν και το παραγόμενο τεμάχιο από την εργαλειομηχανή σχήμα 3.7.

```
G90 G54 G17 G71
T= "MILL17" M06
S1300 M03 F120
M08
G00 Z60
X0 Y0
G00 X53 Y-35
G01 Z-3.25
G01 G90 X53 Y7.5
G02 X-0.5 Y61 CR=51 F120
G01 X-0.5 Y99
G02 X43 Y142.5 I43.5 J0
G01 X71.5 Y142.5
G01 X71.5 Y114
G03 X100.5 Y85 I29 J0
G01 X100.5 Y46.5
G03 X61.5 Y7.5 CR=39
```



Σχήμα 3.7: Φωτογραφία τελικού παραγόμενου τεμαχίου

Το υπόλοιπο μέρος του κώδικα που χρησιμοποιήθηκε για να παραχθεί το παραπάνω τεμάχιο σχήμα 3.7 παρατίθεται στο παράρτημα.

- **Επιλογή επιπέδου κατεργασίας (G17, G18, G19)**

Οι εντολές G17, G18 και G19 χρησιμοποιούνται για να επιλεγεί το επίπεδο κατεργασίας. Στο εκάστοτε επίπεδο που επιλέγεται, XY για το (G17), XZ για το (G18) ή YZ για το (G19), η κυκλική κίνηση ορίζεται δεξιόστροφη για το χειριστή που βρίσκεται μέσα στο σύστημα

συντεταγμένων. Κατά το φραιζάρισμα τριών αξόνων (XYZ) και δύο περιστροφικών αξόνων (BC) χρησιμοποιείται το επίπεδο XY με (G17).

- **Επιλογή μονάδων μέτρησης (G70, G71)**

Η εντολή αυτή χρησιμοποιείται για να ορίσει στην καθοδήγηση της εργαλειομηχανής ότι οι μετρήσεις της θα υλοποιούνται στο μετρικό ή αγγλοσαξονικό σύστημα. Η εντολή G70 ορίζει το αγγλοσαξονικό σύστημα, δηλαδή οι μετρήσεις εκφράζονται σε ίντσες (in). Η εντολή G71 ορίζει το μετρικό σύστημα, δηλαδή οι μετρήσεις εκφράζονται σε χιλιοστά του μέτρου (mm).

- **Επιλογή συστήματος αναφοράς συντεταγμένων για τον μηδενισμό του τεμαχίου (G54 - G59)**

Οι έξι εντολές G54 - G59 είναι αποθηκευμένες στην μνήμη της εργαλειομηχανής. Ο χειριστής μπορεί να επιλέξει μία από αυτές στο πεδίο Work offset για τον μηδενισμό του τεμαχίου. Κάθε μία από αυτές της έξι εντολές G54 - G59, όταν καλεστούν δηλώνουν ένα σημείο αναφοράς με συντεταγμένες XYZ, για τον μηδενισμό του τεμαχίου.

- **Αριστερή/δεξιά αντιστάθμιση ακτίνας (G41/G42) και ακύρωση αντιστάθμισης (G40)**

Η αντιστάθμιση ακτίνας του κοπτικού εργαλείου από αριστερά (G41) χρησιμοποιείται όταν το κοπτικό εργαλείο κινείται αριστερά από το περίγραμμα του τεμαχίου προς κατεργασία. Η αντιστάθμιση ακτίνας του κοπτικού εργαλείου από δεξιά (G42) χρησιμοποιείται όταν το κοπτικό εργαλείο κινείται δεξιά από το περίγραμμα του κατεργαζόμενου τεμαχίου. Η εντολή G40 ακυρώνει την αντιστάθμιση ακτίνας του κοπτικού εργαλείου.

- **Θετική και αρνητική αντιστάθμιση μήκους εργαλείου (G43, G44)**

Οι εντολές αυτές χρησιμοποιούνται για να λαμβάνεται υπόψη το μήκος των κοπτικών εργαλείων στο Z άξονα. Οι εντολές αυτές είναι σημαντικές για την αποφυγή ανεπιθύμητων συγκρούσεων με το κατεργαζόμενο τεμάχιο.

### **3.1.2 Βασικές εντολές προγραμματισμού M**

Εκτός των εντολών G που αφορούν κυρίως κινήσεις, η ψηφιακή καθοδήγηση προσφέρει τις εντολές M που αφορούν κυρίως τεχνολογικά δεδομένα του προγράμματος και δίνουν πληροφορίες σχετικά με τις συνθήκες κοπής και τα εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν ή και τις βασικές εντολές λειτουργίας της εργαλειομηχανής.

- **Παύση προγράμματος (M00)**

Με τη χρήση της εντολής M00, το πρόγραμμα διακόπτεται αλλά τα δεδομένα παραμένουν αμετάβλητα μέχρι να ξεκινήσει εκ νέου η εργαλειομηχανή.

- **Τέλος προγράμματος (M02)**

Με τη χρήση της εντολής M02, το πρόγραμμα διακόπτεται οριστικά. Η εντολή αυτή ορίζει το τέλος ενός προγράμματος ψηφιακής καθοδήγησης.

- **Δεξιόστροφη περιστροφή ατράκτου (M03)**

Η εντολή M03 περιστρέφει δεξιόστροφα το κοπτικό εργαλείο με τις στροφές S (rpm).

- **Αριστερόστροφη περιστροφή ατράκτου (M04)**

Η εντολή M04 περιστρέφει αριστερόστροφα το κοπτικό εργαλείο με τις στροφές S (rpm).

- **Παύση περιστροφής ατράκτου (M05)**

Η εντολή M05 σταματά την περιστροφή της ατράκτου.

- **Αλλαγή κοπτικού εργαλείου (M06)**

Με τη χρήση της εντολής M06, η εργαλειομηχανή αλλάζει κοπτικό εργαλείο. Αν έχει κάποιο εργαλείο φορτωμένο πάνω στην κεφαλή της εργαλειομηχανής, το αφήνει στην θέση του και παίρνει αυτό που έχει ορίσει ο χειριστής. Αν δεν έχει εργαλείο φορτωμένο πάνω στην κεφαλή της εργαλειομηχανής, απλά πάει και παίρνει το εργαλείο που έχει ορίσει ο χειριστής.

Παράδειγμα: T= "MILL10" M06

- **Παροχή και παύση παροχής του ψυκτικού υγρού (M08/M09)**

Οι εντολές M08 και M09 ενεργοποιούν και απενεργοποιούν την παροχή ψυκτικού υγρού κατά τη διάρκεια της κατεργασίας. Η κατεύθυνση του ψυκτικού υγρού ρυθμίζεται χειροκίνητα ώστε τα ακροφύσια να σημαδεύουν τη θέση κοπής.

- **Τέλος προγράμματος (M30)**

Ο κωδικός αυτός χρησιμοποιείται στο τέλος ενός προγράμματος και δηλώνει πως ολοκληρώθηκε το πρόγραμμα. Όταν η εργαλειομηχανή διαβάσει την εντολή αυτή, σταματά την κίνηση της ατράκτου και του εργαλείου και μεταφέρει το πρόγραμμα στην αρχή για νέα εκτέλεση.

- **Τέλος υποπρογράμματος (M17)**

Η εντολή M17 υποδηλώνει το τέλος ενός υποπρογράμματος.

### 3.1.3 Βασικές παράμετροι – ορίσματα

- **Επιλογή κοπτικού εργαλείου (T)**

Με την παράμετρο T ο χειριστής της εργαλειομηχανής ορίζει το κοπτικό εργαλείο που επιθυμεί. Η παράμετρος T συνοδεύεται από το σύμβολο της ισότητας και εισαγωγικά, που μέσα σε αυτά υπάρχει το όνομα του κοπτικού εργαλείου που επιθυμεί ο χειριστής. Προκειμένου η παράμετρος T επιλογή κοπτικού εργαλείου να είναι σωστά ορισμένη, θα πρέπει να ακολουθείται από την εντολή αλλαγής κοπτικού εργαλείου M06.

Παράδειγμα: T= "MILL10" M06

- **Επιλογή στροφών περιστροφής της ατράκτου (S)**

Η παράμετρος S συνοδεύεται δεξιά της από ένα φυσικό αριθμό, ο οποίος εκφράζει της στροφές περιστροφής της ατράκτου σε (rpm). Η στροφές S υπολογίζεται από τον τύπο:

$n = V_c \cdot 1000 / \pi \cdot d$  όπου,  $V_c$ : ταχύτητας κοπής σε (m/min), προκύπτει από πίνακες στη βιβλιογραφία του εκάστοτε υλικού προς κατεργασία,  $d$ : η διάμετρος του κοπτικού εργαλείου σε (mm),  $\pi$ : η μαθηματική σταθερά 3,141592654.

Παράδειγμα: Έχω ένα κονδύλι διαμέτρου 16 mm και έχω για κατεργασία αλουμίνιο 5083 με  $V_c = 90$  m/min

Λύση: Οι στροφές που προκύπτουν είναι  $n = 90 \cdot 1000 / \pi \cdot 16 = 1790$  rpm.

Άρα έχω **S1790** στο πρόγραμμα.

- **Επιλογή πρόωσης (F)**

Η παράμετρος F συνοδεύεται δεξιά της από ένα φυσικό αριθμό που αντιστοιχεί στην πρόωση κατά την κατεργασία. Οι μονάδες μέτρησης της πρόωσης F είναι (mm/min). Η πρόωση F υπολογίζεται από τον τύπο:  $F = f_z \cdot z \cdot n$  όπου,  $f_z$ : πρόωση ανά δόντι σε (mm/rev, z), την δίνει ο εκάστοτε κατασκευαστής του κοπτικού εργαλείου που θα έχω κάθε φορά,  $z$ : αριθμός κοπτικών ακμών,  $n$ : στροφές σε (rpm). Κατά την διάτρηση ο τύπος της

πρόωσης  $F$  μετατρέπεται σε:  $F = f_z \cdot n$  γιατί, τα τρυπάνια συνήθως έχουν δύο κύριες κοπτικές ακμές (κόψεις). Οπότε το  $f_z = f / 2$  και το  $z = 2$  και έτσι προκύπτει ο παραπάνω τύπος της πρόωσης  $F$  στην διάτρηση.

Παράδειγμα: Έχω ένα κονδύλι με 3 κοπτικές ακμές, το δουλεύω στις 2000 rpm στροφές και έχω  $f_z = 0,05 \text{ mm/rev}$ ,  $z$ .

Λύση: Η πρόωση που προκύπτει είναι  $F = 0,05 \cdot 3 \cdot 2000 = 300 \text{ mm/min}$ .

Άρα έχω **F300** στο πρόγραμμα.



#### 4. ΚΥΚΛΟΙ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ

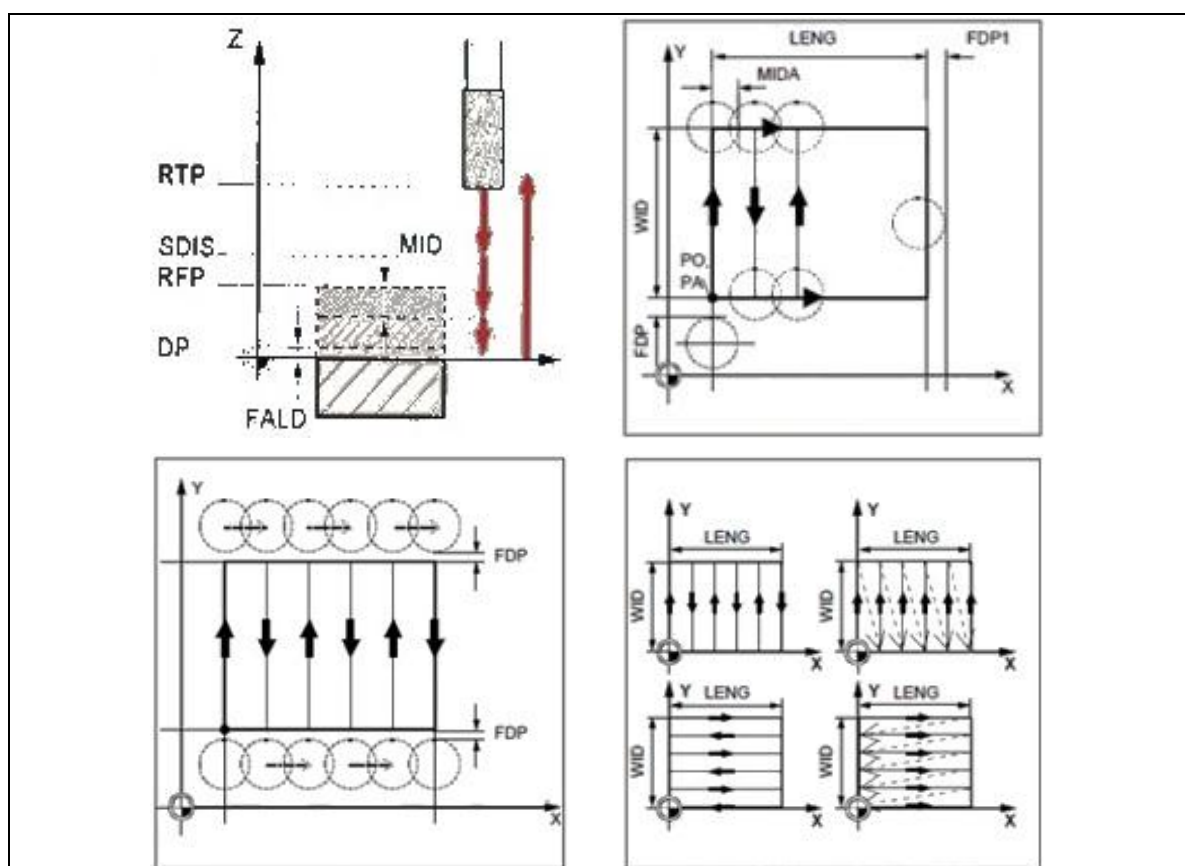
Η καθοδήγηση των εργαλειομηχανών CNC παρέχει τη δυνατότητα εκτέλεσης ομαδοποιημένων εντολών που ονομάζονται κύκλοι κατεργασίας. Οι κύκλοι κατεργασίας εκτελούν συγκεκριμένες εργασίες όπως, (φραιζάρισμα, διάτρηση, σπειροτόμηση, γλύφανση, κ.λπ.) και σε συγκεκριμένη διάταξη παραδείγματος χάριν, (φραιζάρισμα κυκλικής εσοχής, διάτρηση οπών με τα κέντρα τους σε κύκλο κ.λπ.). Προκειμένου να ενεργοποιηθούν οι κύκλοι κατεργασίας, οι περισσότεροι ορίζονται με την λέξη CYCLE που δεξιά της υπάρχει κάποιος αριθμός και δίπλα του μία παρένθεση όπου, μέσα υπάρχουν τα ορίσματα του κύκλου (π.χ. **CYCLE83(25,0,15,-14,-7,,10,0,,1,0,3,6.5,25,0,,)**). Σε ορισμένους κύκλους κατεργασίας με διάτρηση απαιτείται ο καθορισμός της αρχικής τοποθέτησης του κοπτικού εργαλείου, πριν καλεστούν οι κύκλοι. Για να ξεκινήσει η εκτέλεση της εντολής του κύκλου κατεργασίας. Στους περισσότερους κύκλους κατεργασίας ο καθορισμός της αρχικής τοποθέτησης του κοπτικού εργαλείου, γίνεται μέσα από τα ορίσματα του κύκλου κατεργασίας.

Οι κύκλοι κατεργασίας είναι ουσιαστικά συναρτήσεις οι οποίες δέχονται σαν είσοδο μία σειρά από ορίσματα, τα οποία καθορίζουν όλα τα απαραίτητα στοιχεία έτσι ώστε να εκτελεστεί μία ακριβώς κατεργασία κάθε φορά. Αποτελούν εξαιρετικά σημαντικό “εργαλείο” του προγραμματιστή καθώς ελαττώνουν σημαντικά τον χρόνο προγραμματισμού και το πλήθος των γραμμών ενός προγράμματος. Για την εκτέλεση μίας συγκεκριμένης κατεργασίας. Αντί ο προγραμματιστής να προγραμματίζει την κάθε κίνηση του κοπτικού εργαλείου με τις βασικές G εντολές κινήσεων που αναφέρθηκαν προηγουμένως, μπορεί συμπληρώνοντας μόνο τα ορίσματα της κατάλληλης συνάρτησης να πετύχει το ίδιο ακριβώς αποτέλεσμα σε μερικές μόνο γραμμές. Επιπλέον, οι κύκλοι κατεργασίας μειώνουν κατά πολύ τις πιθανότητες λάθους καθώς και τον χρόνο διόρθωσης και ελέγχου σε περίπτωση λάθους. Φαίνεται λοιπόν πως οι κύκλοι κατεργασίας είναι απαραίτητοι ιδιαίτερα για την σύνταξη μακροσκελών προγραμμάτων G κώδικα.

Οι ονομασίες και τα ορίσματα των κύκλων κατεργασίας ποικίλουν μεταξύ των διαφόρων μονάδων ψηφιακών καθοδηγήσεων εργαλειομηχανών που υπάρχουν στην αγορά, όπως είναι η καθοδήγηση FANUC, η καθοδήγηση SIEMENS, η καθοδήγηση HEIDENHEIN, η καθοδήγηση των εργαλειομηχανών της HAAS, κ.λπ.. Παρακάτω αναλύονται λεπτομερώς οι κύκλοι κατεργασίας της καθοδήγησης **SIEMENS**, με το **SINUMERIK 810D** που υποστηρίζονται από την εργαλειομηχανή **DMU50eco**. Για κάθε κύκλο κατεργασίας κατασκευάστηκε ένα τεμάχιο, χρησιμοποιώντας τον κύκλο πολλές φορές όσες χωρούσε στο τεμάχιο. Αλλάζονταν κάθε φορά τα ορίσματα του κύκλου, ούτω ώστε να φανούν όλες οι διαφορετικές δυνατότητες του κύκλου. Για την κατασκευή των τεμαχίων που θα παρουσιαστούν παρακάτω, χρησιμοποιήθηκαν ορθογωνικά τεμάχια **αλουμινίου 5083 και 7075 T6**, διαστάσεων **150 mm x 100 mm x 20 mm**.

#### 4.1 Φραιζάρισμα προσώπου CYCLE71

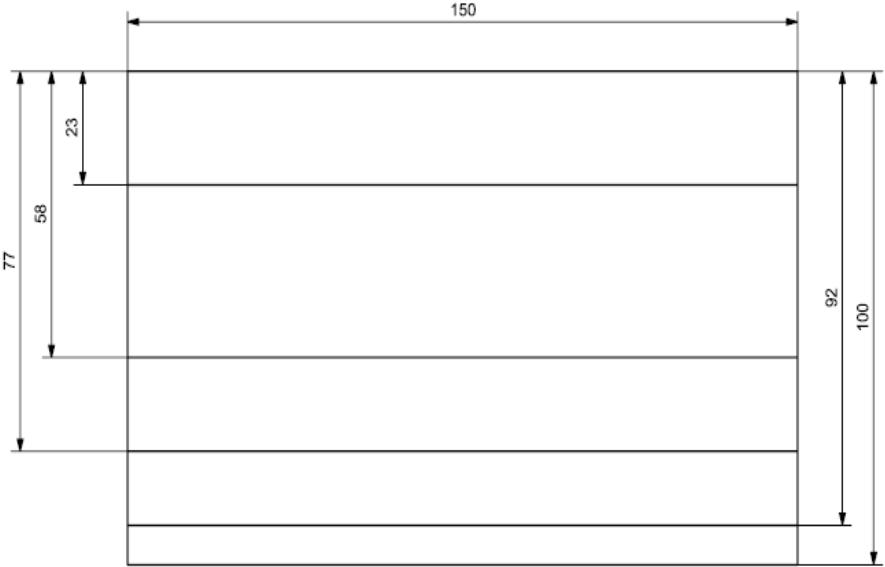
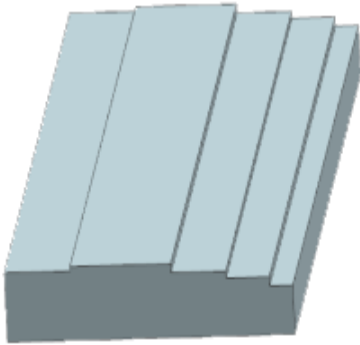

<b>Περιγραφή:</b>	Ο κύκλος κατεργασίας CYCLE71 χρησιμοποιείται για φραιζάρισμα προσώπου ξεχονδρίσματος ή φινιρίσματος. Υπάρχει δυνατότητα φραιζαρίσματος προς μία κατεύθυνση ή με αλλαγή κατεύθυνσης παράλληλα με το άξονα X ή Y όπως φαίνεται στο σχήμα. Ο χειριστής μπορεί να ορίσει το ακτινικό και το αξονικό βάθος κοπής, που επιθυμεί ανά πέρασμα του κοπτικού εργαλείου, για να φτάσει στο τελικό βάθος κοπής που έχει ορίσει. Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα φραιζαρίσματος υπό γωνία ανάλογα με την επιλογή του χειριστή.
<b>Σύνταξη:</b>	<b>CYCLE71</b> (RTP, RFP, SDIS, DP, Operation, PA, PO, LENG, WID, STA, MID, MIDA, FDP, FALD, FFP1, Mill. direct., Mill. direct., FDP1)



Ορίσματα:			
α/α	Όρισμα	Τύπος Δεδομένου	Σημασία
1	<b>RTP</b>	Πραγματικός	Επίπεδο επαναφοράς (απόλυτο)
2	<b>RFP</b>	Πραγματικός	Επίπεδο αναφοράς (απόλυτο)
3	<b>SDIS</b>	Πραγματικός	Απόσταση ασφαλείας (προστίθεται στο επίπεδο αναφοράς, εισάγεται χωρίς πρόσημο)
4	<b>DP</b>	Πραγματικός	Βάθος (απόλυτο)
5	<b>Operation</b>	Ακέραιος	Ξεχόνδρισμα ή φινιρίσμα Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 1 για ξεχόνδρισμα και 2 για φινιρίσμα
6	<b>PA</b>	Πραγματικός	Σημείο εκκίνησης στον άξονα X (απόλυτο)

7	<b>PO</b>	Πραγματικός	Σημείο εκκίνησης στον άξονα Υ (απόλυτο)
8	<b>LENG</b>	Πραγματικός	Μήκος ορθογωνίου κατά μήκος του άξονα Χ, βαθμιαία. Η γωνία από την οποία μετρούνται οι διαστάσεις δίνεται από το (PA, PO)
9	<b>WID</b>	Πραγματικός	Πλάτος ορθογωνίου κατά μήκος του άξονα Υ, βαθμιαία. Η γωνία από την οποία μετρούνται οι διαστάσεις δίνεται από το (PA, PO)
10	<b>STA</b>	Πραγματικός	Γωνία μεταξύ του διαμήκους άξονα του ορθογωνίου και του άξονα Χ του ορθογωνίου επίπεδο (είσοδος χωρίς πρόσρημο). Εύρος τιμής: $0^\circ \leq STA < 180^\circ$
11	<b>MID</b>	Πραγματικός	Μέγιστο αξονικό βάθος τροφοδοσίας (εισάγεται χωρίς πρόσρημο)
12	<b>MIDA</b>	Πραγματικός	Μέγιστη τιμή ακτινικού πλάτους τροφοδοσίας για στερεή μηχανική κατεργασία στο επίπεδο (εισάγεται χωρίς πρόσρημο)
13	<b>FDP</b>	Πραγματικός	Απόσταση εισόδου και εξόδου του κοπτικού εργαλείου από το τεμάχιο κατά την κατεύθυνση κοπής (βαθμιαία, εισάγεται χωρίς πρόσρημο)
14	<b>FALD</b>	Πραγματικός	Υπόλοιπο υλικού στην επιφάνεια του τεμαχίου για τελική αφαίρεση
15	<b>FFP1</b>	Πραγματικός	Πρόωση για επιφανειακή κατεργασία
16	<b>Mill. direct.</b>	Ακέραιος	Επιλογή άξονα Χ ή Υ Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 1 για παράλληλα με τον άξονα Χ, προς μία κατεύθυνση 2 για παράλληλα με τον άξονα Υ, προς μία κατεύθυνση 3 για παράλληλα με τον άξονα Χ, με αλλαγή κατεύθυνσης 4 για παράλληλα με τον άξονα Υ, με αλλαγή κατεύθυνσης
17	<b>Mill. direct.</b>	Ακέραιος	Φραιζάρισμα προς μία κατεύθυνση ή με αλλαγή κατεύθυνσης Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 1 για παράλληλα με τον άξονα Χ, προς μία κατεύθυνση 2 για παράλληλα με τον άξονα Υ, προς μία κατεύθυνση 3 για παράλληλα με τον άξονα Χ, με αλλαγή κατεύθυνσης 4 για παράλληλα με τον άξονα Υ, με αλλαγή κατεύθυνσης
18	<b>FDP1</b>	Πραγματικός	Διαδρομή απομάκρυνσης εργαλείου από το τεμάχιο προς την κατεύθυνση της τροφοδοσίας του επιπέδου (εμπρός, εισάγεται χωρίς πρόσρημο)

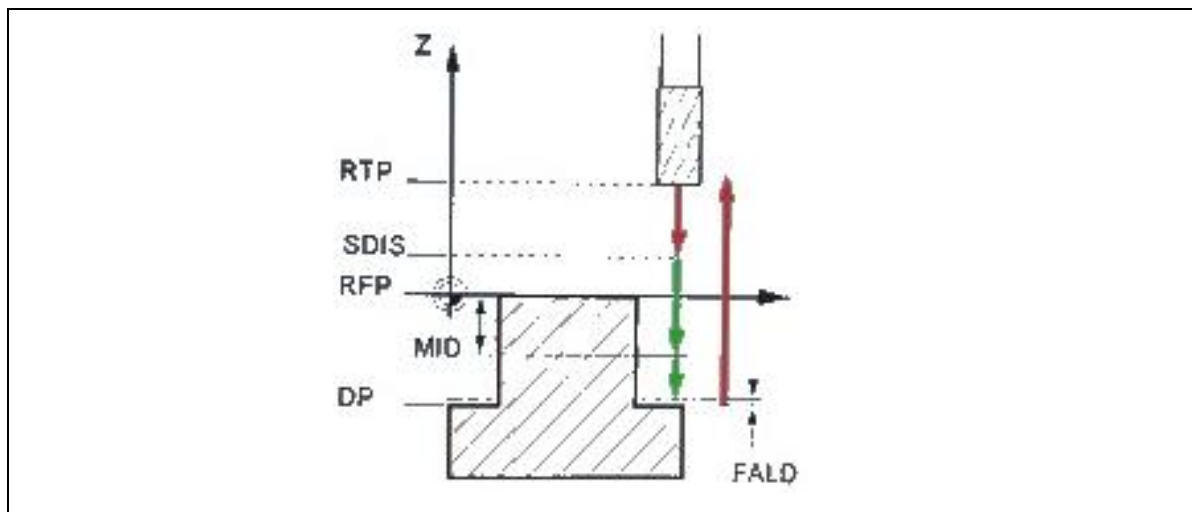
<b>Παράδειγμα:</b>	Στο συγκεκριμένο τεμάχιο χρησιμοποιήθηκε ο κύκλος κατεργασίας CYCLE71 για φραιζάρισμα προσώπου με ξεχόνδρισμα. Ο κύκλος κατεργασίας εκτελέστηκε πέντε φορές ξεχωριστά για κάθε μία από τις πέντε διαμορφώσεις που φαίνονται στα σχήματα. Σε κάθε μία διαμόρφωση ξεχωριστά έχει επιλεχθεί διαφορετικό βάθος κοπής, όπως παρουσιάζεται παρακάτω στις εντολές που εκτελέστηκαν. Επιλέχθηκε φραιζάρισμα προς μία κατεύθυνση παράλληλα με το άξονα Υ. Το εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε ήταν μια φραιζοκεφαλή διαμέτρου 40 mm, με 2000 rpm στροφές και 800 mm/min πρόωση. Το αξονικό βάθος κοπής ανά πέρασμα, στις περισσότερες από της διάφορες διαμορφώσεις του τεμαχίου ήταν 1 mm. Η γωνία φραιζαρίσματος που επιλέχθηκε ήταν μηδέν μοίρες.
<b>Τεμάχιο:</b>	Μηχανολογικό σχέδιο

	 <p>Ενδεικτική εικόνα από το μηχανολογικό σχέδιο του τεμαχίου ολόκληρο το μηχανολογικό σχέδιο παρατίθεται στο παράρτημα.</p>	
	<p>CAD</p> 	<p>Τελικό τεμάχιο</p> 
<p><b>Πρόγραμμα ψηφιακής καθοδήγησης:</b></p>	<p><b>G90 G54 G17 G71</b>  <b>T= "MILL40" M06</b>  <b>S2000 M03 F800</b>  <b>M08</b>  <b>CYCLE71(25,0,15,-3.5,0,0,23,195,0,1,11.5,30,0,800,21,0)</b>  <b>CYCLE71(25,0,15,-2.5,23,0,35,195,0,1,17.5,30,0,800,21,0)</b>  <b>CYCLE71(25,0,15,-4.5,78,0,19,195,0,0.25,20,30,0,800,21,0)</b>  <b>CYCLE71(25,0,15,-6,97,0,15,195,0,1,20,30,0,800,21,0)</b>  <b>CYCLE71(25,0,15,-8,112,0,8,195,0,1,20,30,0,800,21,0)</b>  <b>M30</b></p>	

## 4.2 Φραιζάρισμα περιγράμματος CYCLE72

<p><b>Περιγραφή:</b></p>	<p>Ο κύκλος κατεργασίας CYCLE72 χρησιμοποιείται για φραιζάρισμα, ακολουθώντας ένα συγκεκριμένο περίγραμμα που έχει δημιουργήσει ο χειριστής της εργαλειομηχανής σε ένα υποπρόγραμμα, για κατεργασία ξεχονδρίσματος ή φινιρίσματος. Ο χειριστής μπορεί να φτιάξει το περίγραμμα που επιθυμεί, μέσα σε ένα υποπρόγραμμα και να το καλέσει μέσα από τον κύκλο κατεργασίας, απλά γράφοντας το όνομα</p>
--------------------------	---

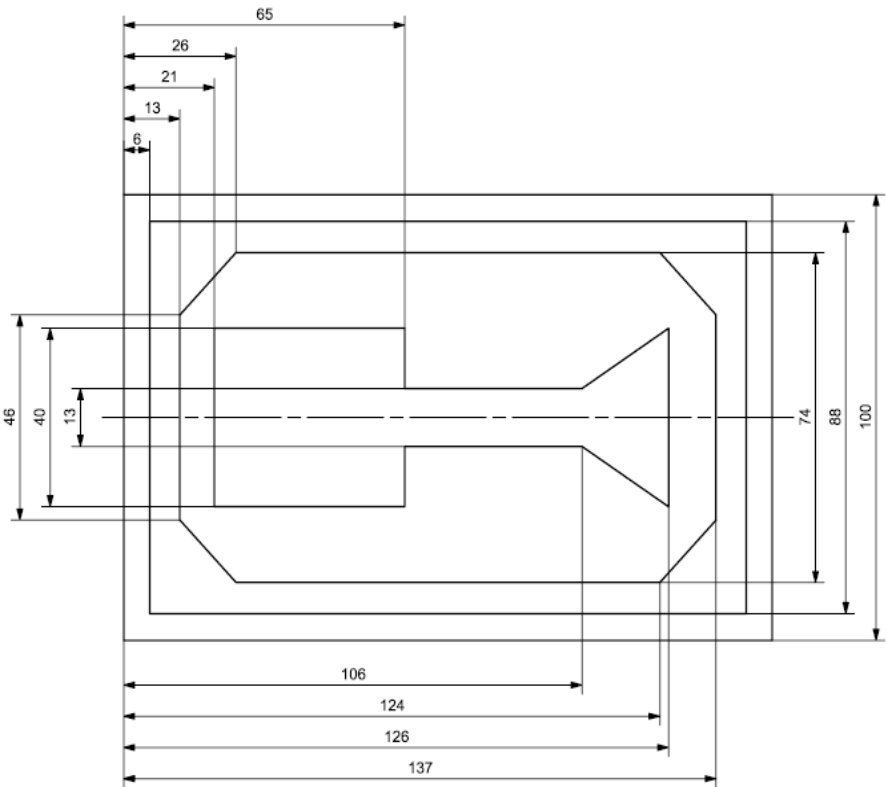
	του στον κύκλο κατεργασίας CYCLE72. Υπάρχει δυνατότητα φραιζαρίσματος από την δεξιά μεριά του περιγράμματος ή την αριστερή μεριά ή στο κέντρο του περιγράμματος. Ο χειριστής μπορεί να ορίσει το αξονικό βάθος κοπής που επιθυμεί ανά πέρασμα του κοπτικού εργαλείου, για να φτάσει στο τελικό βάθος κοπής που έχει ορίσει. Επίσης, μπορεί να ορισθεί η απόσταση εισόδου και εξόδου μεταξύ του κοπτικού εργαλείου και του τεμαχίου κατά την κατεύθυνση κοπής. Επιπλέον, μπορεί να ορισθεί η πρόωση για την εισαγωγή του κοπτικού εργαλείου στο τεμάχιο καθώς και η πρόωση για την επιφανειακή κατεργασία, καθ' όλη την διάρκεια της κατεργασίας σε όλο το τεμάχιο.
<b>Σύνταξη:</b>	<b>CYCLE72</b> (KNAME, RTP, RFP, SDIS, DP, Operation, MID, FAL, FALD, FFP1, FFD, Interm. Paths, Retract, Radius comp., Approach path, Approach path, LP1, FF3, Retract path, Retract path, LP2)

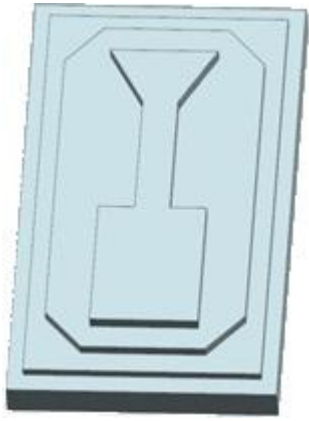



<b>Ορίσματα:</b>			
<b>α/α</b>	<b>Όρισμα</b>	<b>Τύπος Δεδομένου</b>	<b>Σημασία</b>
1	<b>KNAME</b>	Συμβολο-σειρά	Όνομα του υποπρογράμματος που έχει μέσα το περίγραμμα
2	<b>RTP</b>	Πραγματικός	Επίπεδο επαναφοράς (απόλυτο)
3	<b>RFP</b>	Πραγματικός	Επίπεδο αναφοράς (απόλυτο)
4	<b>SDIS</b>	Πραγματικός	Απόσταση ασφαλείας (προστίθεται στο επίπεδο αναφοράς, εισάγεται χωρίς πρόσημο)
5	<b>DP</b>	Πραγματικός	Βάθος (απόλυτο)
6	<b>Operation</b>	Ακέραιος	Ξεχόνδρισμα ή φινίρισμα Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 1 για ξεχόνδρισμα και 2 για φινίρισμα
7	<b>MID</b>	Πραγματικός	Μέγιστο αξονικό βάθος τροφοδοσίας (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
8	<b>FAL</b>	Πραγματικός	Υπόλοιπο υλικού στο πλάι του περιγράμματος για τελική αφαίρεση (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
9	<b>FALD</b>	Πραγματικός	Υπόλοιπο υλικού στην βάση του τεμαχίου για τελική αφαίρεση (βαθμιαία, εισάγεται χωρίς πρόσημο)
10	<b>FFP1</b>	Πραγματικός	Πρόωση για επιφανειακή κατεργασία
11	<b>FFD</b>	Πραγματικός	Πρόωση για τροφοδοσία βάθους (εισάγεται χωρίς πρόσημο)

12	<b>Interm. Paths</b>	Ακέραιος	Ενδιάμεσες διαδρομές με G0 ή G1 Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 0 για G0 και 1 για G1
13	<b>Retract</b>	Ακέραιος	Επιστροφή στο τέλος του περιγράμματος στο RTP ή RFP + SDIS ή SDIS ή δεν υπάρχει επιστροφή στο τέλος του περιγράμματος Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 0 για επιστροφή στο τέλος του περιγράμματος στο RTP 1 για επιστροφή στο τέλος του περιγράμματος στο RFP + SDIS 2 για επιστροφή στο τέλος του περιγράμματος στο SDIS 3 Δεν υπάρχει επιστροφή στο τέλος του περιγράμματος
14	<b>Radius comp.</b>	Ακέραιος	Το περίγραμμα είναι κεντρικό, αριστερά ή δεξιά (με G40, G41 ή G42, εισάγεται χωρίς πρόσημο) Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 40 για G40 (προσέγγιση και επιστροφή, μόνο ευθεία γραμμή) 41 για G41 42 για G42
15	<b>Approach path</b>	Ακέραιος	Διαδρομή προσέγγισης με 2 - dimensional ή 3 - dimensional (εισάγεται χωρίς πρόσημο) Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 0 για προσέγγιση του περιγράμματος στο επίπεδο (2 - dimensional) 1 για προσέγγιση στο περίγραμμα κατά μήκος χωρικής διαδρομής (3 - dimensional)
16	<b>Approach path</b>	Ακέραιος	Προδιαγραφή κατεύθυνσης με ευθεία εφαπτόμενη γραμμή, τεταρτημόριο ή ημικυκλικό (εισάγεται χωρίς πρόσημο) Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 1 για ευθεία εφαπτόμενη γραμμή 2 για τεταρτημόριο 3 για ημικυκλικό
17	<b>LP1</b>	Πραγματικός	Μήκος της διαδρομής προσέγγισης (κατά μήκος μιας ευθείας γραμμής) ή της ακτίνας της κεντρικής διαδρομής του εργαλείου για το τόξο προσέγγισης κατά μήκος ενός κύκλου (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
18	<b>FF3</b>	Πραγματικός	Πρόωση για την ενδιάμεση τοποθέτηση στο επίπεδο όταν αποσύρεται το εργαλείο (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
19	<b>Retract path</b>	Ακέραιος	Διαδρομή επιστροφής με 2 - dimensional ή 3 - dimensional (εισάγεται χωρίς πρόσημο) Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 0 για επιστροφή στο περίγραμμα του επιπέδου (2 - dimensional) 1 για επιστροφή στο περίγραμμα κατά μήκος χωρικής διαδρομής (3 - dimensional)
20	<b>Retract path</b>	Ακέραιος	Προδιαγραφή κατεύθυνσης επιστροφής με ευθεία εφαπτόμενη γραμμή, τεταρτημόριο ή ημικυκλικό (εισάγεται χωρίς πρόσημο) Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 1 για ευθεία εφαπτόμενη γραμμή 2 για τεταρτημόριο 3 για ημικυκλικό
21	<b>LP2</b>	Πραγματικός	Μήκος της διαδρομής επιστροφής (κατά μήκος ευθείας γραμμής) ή της ακτίνας του τόξου επιστροφής κατά μήκος ενός κύκλου (εισάγεται χωρίς πρόσημο)

<b>Παράδειγμα:</b>	Στο συγκεκριμένο τεμάχιο χρησιμοποιήθηκε ο κύκλος κατεργασίας CYCLE72 για φραιζάρισμα περιγράμματος με ξεχόνδρισμα. Αρχικά ο
--------------------	--

	<p>κύκλος κατεργασίας εκτελέστηκε τρεις φορές ξεχωριστά για κάθε μία από της τρεις διαμορφώσεις που φαίνονται στα παρακάτω σχήματα. Σε κάθε μία διαμόρφωση ξεχωριστά έχει επιλεγθεί διαφορετικό βάθος κοπής, όπως παρουσιάζεται παρακάτω στις εντολές που εκτελέστηκαν. Στην συνέχεια ο κύκλος κατεργασίας εκτελέστηκε ακόμα τρεις φορές με το ίδιο βάθος κοπής, για να καθαριστεί εξωτερικά η τελευταία προς τα πάνω επιφάνεια του τεμαχίου. Για της πρώτες τρεις εκτελέσεις του κύκλου κατεργασίας επιλέχθηκε φραιζάρισμα, με αντιστάθμιση ακτίνας του κοπτικού εργαλείου από αριστερά (G41), το κοπτικό εργαλείο κινήθηκε αριστερά από το περίγραμμα του τεμαχίου. Ενώ για της τρεις τελευταίες φορές που εκτελέστηκε ο κύκλος για να καθαριστεί εξωτερικά η τελευταία προς τα πάνω επιφάνεια του τεμαχίου. Δεν χρησιμοποιήθηκε αντιστάθμιση ακτίνας του κοπτικού εργαλείου (G40). Τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν ήταν μια φραιζοκεφαλή διαμέτρου 40 mm, με 2000 rpm στροφές, 800 mm/min πρόωση και ένα κονδύλι διαμέτρου 10 mm, με 2550 rpm στροφές, 240 mm/min πρόωση. Το αξονικό βάθος κοπής ανά πέρασμα, στις περισσότερες από της διάφορες διαμορφώσεις του τεμαχίου ήταν 0,7 mm, τα υπόλοιπα αξονικά βάθη κοπής φαίνονται παρακάτω στις εντολές που εκτελέστηκαν.</p>
<b>Τεμάχιο:</b>	<b>Μηχανολογικό σχέδιο</b>
	 <p>Ενδεικτική εικόνα από το μηχανολογικό σχέδιο του τεμαχίου ολόκληρο το μηχανολογικό σχέδιο παρατίθεται στο παράρτημα.</p>
	<div>CAD</div> <div>Τελικό τεμάχιο</div>

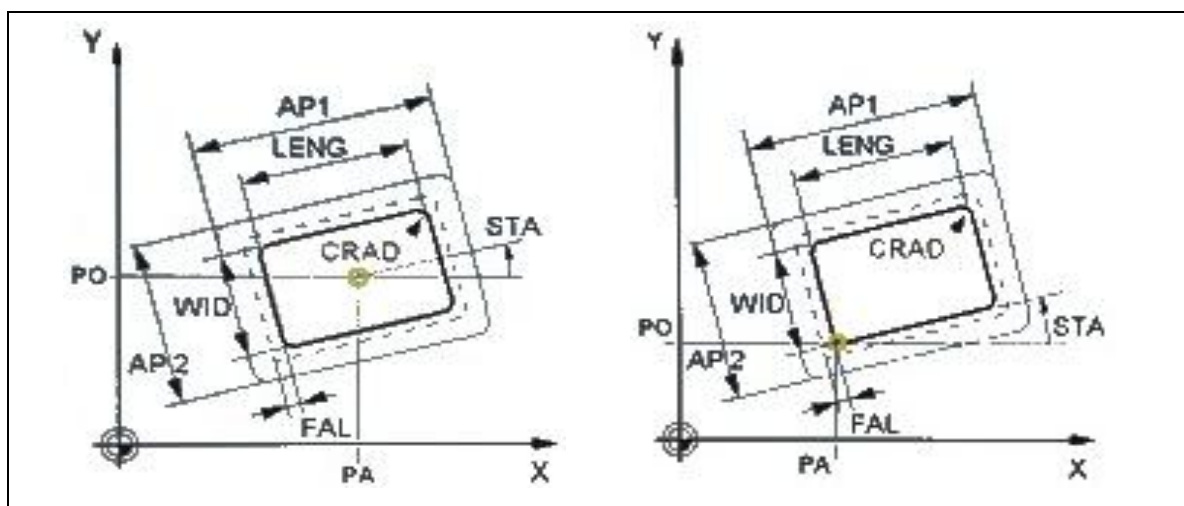
		
<p><b>Πρόγραμμα ψηφιακής καθοδήγησης:</b></p>	<p>Παρακάτω φαίνονται οι εντολές που χρησιμοποιήθηκαν καθώς, και δύο από τα έξι υποπρογράμματα.</p> <p><b>G90 G54 G17 G71</b>  <b>T= "MILL10" M06</b>  <b>S2550 M03 F240</b>  <b>M08</b>  <b>CYCLE72("PRWTO_PERASMA",35,0,25,</b>  <b>-9,1,0,0,240,120,112,41,11,14,240,11,7)</b>  <b>T= "MILL40" M06</b>  <b>S2000 M03 F800</b>  <b>M08</b>  <b>CYCLE72("DEYTERO_PERASMA",35,0,25,</b>  <b>-6.5,1.3,0,0,800,400,112,41,11,12,800,11,6)</b>  <b>T= "MILL10" M06</b>  <b>S2550 M03 F240</b>  <b>M08</b>  <b>CYCLE72("TRITO_PERASMA",35,0,25,</b>  <b>-3.5,0.7,0,0,240,120,112,41,11,14,240,11,7)</b>  <b>CYCLE72("CONT_1",35,0,25,</b>  <b>-3.5,0.7,0,0,240,120,112,40,11,12,240,11,5)</b>  <b>CYCLE72("CONT_2",35,0,25,</b>  <b>-3.5,0.7,0,0,240,120,112,40,11,12,240,11,0.1)</b>  <b>CYCLE72("CONT_3",35,0,25,</b>  <b>-3.5,0.7,0,0,240,120,112,40,11,12,240,11,0.1)</b>  <b>M30</b></p> <p>Υποπρόγραμμα <b>"PRWTO_PERASMA"</b>  <b>G17 G90</b> DIAMOF ;*GP*  <b>G1</b> X6 Y6 ;*GP*  Y144 ;*GP*  X94 ;*GP*  Y6 ;*GP*  X6 ;*GP*  <b>M17</b></p> <p>Υποπρόγραμμα <b>"DEYTERO_PERASMA"</b>  <b>G17 G90</b> DIAMOF ;*GP*  <b>G1</b> X13 Y26 ;*GP*  Y124 ;*GP*  X27 Y137 ;*GP*  X73 ;*GP*  X87 Y124 ;*GP*</p>	



	Y26 ;*GP* X73 Y13 ;*GP* X27 ;*GP* X13 Y26 ;*GP* <b>M17</b>  Τα υπόλοιπα υποπρογράμματα που χρησιμοποιήθηκαν για να παραχθεί το τεμάχιο παρατίθενται στο παράρτημα.
--	--

### 4.3 Φραιζάρισμα ορθογώνιας εξοχής CYCLE76

<b>Περιγραφή:</b>	<p>Ο κύκλος κατεργασίας CYCLE76 χρησιμοποιείται για φραιζάρισμα ορθογώνιας εξοχής ξεχονδρίσματος ή φινιρίσματος. Υπάρχει η δυνατότητα επιλογής της κατεύθυνσης φραιζαρίσματος προς τα πάνω, κάτω, δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα. Επίσης, ο χειριστής μπορεί να επιλέξει που θέλει να είναι το σημείο αναφοράς, ως προς το άξονα X και Y της ορθογώνιας εξοχής. Αυτό μπορεί να είναι στο κέντρο της ορθογώνιας εξοχής ή στην γωνία όπως φαίνεται στα παρακάτω σχήματα. Επιπλέον, στις τέσσερις γωνίες της ορθογώνιας εξοχής υπάρχει η δυνατότητα ο χειριστής να ορίσει της ακτίνες των κυκλικών τόξων στις διαστάσεις που επιθυμεί. Ο χειριστής μπορεί να ορίσει το αξονικό βάθος κοπής που επιθυμεί ανά πέρασμα του κοπτικού εργαλείου, για να φτάσει στο τελικό βάθος κοπής που έχει ορίσει. Στην συνέχεια μπορεί να ορισθεί η πρόωση για την εισαγωγή του κοπτικού εργαλείου στο τεμάχιο καθώς και η πρόωση για την κατεργασία του περιγράμματος, καθ' όλη την διάρκεια της κατεργασίας σε όλο το τεμάχιο. Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα φραιζαρίσματος της ορθογώνιας εξοχής υπό γωνία ανάλογα με την επιλογή του χειριστή.</p>
<b>Σύνταξη:</b>	<b>CYCLE76</b> (RTP, RFP, SDIS, DP, Operation, Dimensions, LENG, WID, CRAD, PA, PO, STA, MID, FAL, FALD, FFP1, FFD, Mill. direct., AP1, AP2)

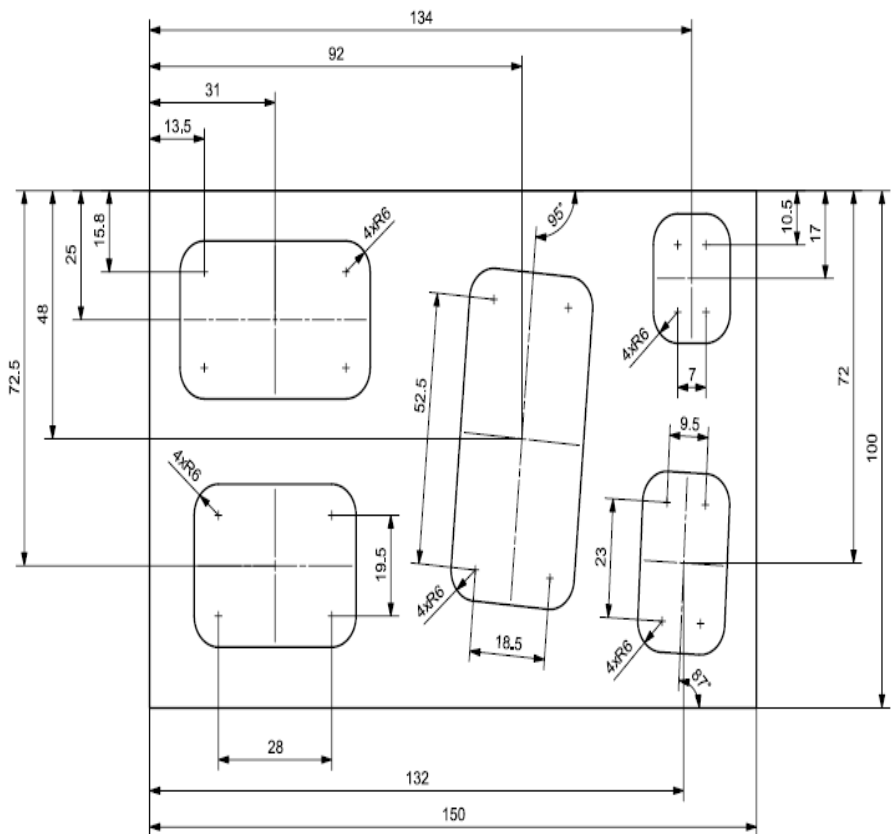




Ορίσματα:			
α/α	Όρισμα	Τύπος Δεδομένου	Σημασία
1	RTP	Πραγματικός	Επίπεδο επαναφοράς (απόλυτο)

2	<b>RFP</b>	Πραγματικός	Επίπεδο αναφοράς (απόλυτο)
3	<b>SDIS</b>	Πραγματικός	Απόσταση ασφαλείας (προστίθεται στο επίπεδο αναφοράς, εισάγεται χωρίς πρόσημο)
4	<b>DP</b>	Πραγματικός	Βάθος (απόλυτο)
5	<b>Operation</b>	Ακέραιος	Ξεχόνδρισμα ή φινίρισμα Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 1 για ξεχόνδρισμα και 2 για φινίρισμα
6	<b>Dimensions</b>	Ακέραιος	Σημείο αναφοράς, ως προς το άξονα X και Y της ορθογώνιας εξοχής. Μπορεί να είναι στο κέντρο της ορθογώνιας εξοχής ή στην γωνία Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: Το 0 σημαίνει κεντρικό σημείο → <code>_ZSD [2]=0</code> 1 σημαίνει γωνιακό σημείο → <code>_ZSD [2]=1</code>
7	<b>LENG</b>	Πραγματικός	Μήκος εξοχής, για διαστάσεις από τη γωνία εισάγεται και το πρόσημο
8	<b>WID</b>	Πραγματικός	Πλάτος εξοχής, για διαστάσεις από τη γωνία εισάγεται και το πρόσημο
9	<b>CRAD</b>	Πραγματικός	Ακτίνα στις γωνίες της εξοχής (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
10	<b>PA</b>	Πραγματικός	Σημείο αναφοράς της εξοχής στον άξονα X (απόλυτο)
11	<b>PO</b>	Πραγματικός	Σημείο αναφοράς της εξοχής στον άξονα Y (απόλυτο)
12	<b>STA</b>	Πραγματικός	Γωνία μεταξύ του διαμήκους άξονα και του 1ου άξονα του επιπέδου (Άξονα X)
13	<b>MID</b>	Πραγματικός	Μέγιστο αξονικό βάθος τροφοδοσίας (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
14	<b>FAL</b>	Πραγματικός	Υπόλοιπο υλικού στο πλάι του περιγράμματος για τελική αφαίρεση (σταδιακή)
15	<b>FALD</b>	Πραγματικός	Υπόλοιπο υλικού στην βάση του τεμαχίου για τελική αφαίρεση (βαθμιαία, εισάγεται χωρίς πρόσημο)
16	<b>FFP1</b>	Πραγματικός	Πρόωση για το περίγραμμα
17	<b>FFD</b>	Πραγματικός	Πρόωση για τροφοδοσία βάθους
18	<b>Mill. direct.</b>	Ακέραιος	Κατεύθυνση φραιζαρίσματος προς τα πάνω, κάτω, δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα (εισάγεται χωρίς πρόσημο) Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 0 για φρεζάρισμα προς τα πάνω 1 για φρεζάρισμα προς τα κάτω 2 για φρεζάρισμα δεξιόστροφα G2 (ανεξάρτητα από την κατεύθυνση του άξονα) 3 για φρεζάρισμα αριστερόστροφα (G3)
19	<b>AP1</b>	Πραγματικός	Μήκος του τεμαχίου προς κατεργασία εξοχής
20	<b>AP2</b>	Πραγματικός	Πλάτος του τεμαχίου προς κατεργασία εξοχής

#### Παράδειγμα:

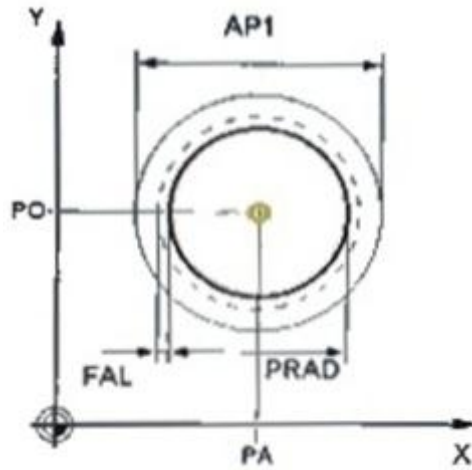
Στο συγκεκριμένο τεμάχιο χρησιμοποιήθηκε ο κύκλος κατεργασίας CYCLE76 για φραιζάρισμα ορθογώνιας εξοχής με ξεχόνδρισμα. Έχει επιλεχθεί η κατεύθυνση φραιζαρίσματος να είναι προς τα κάτω. Επίσης, επιλέχθηκε το σημείο αναφοράς ως προς το άξονα X και Y της ορθογώνιας εξοχής, να είναι στο κέντρο της ορθογώνιας εξοχής. Ο κύκλος κατεργασίας εκτελέστηκε πέντε φορές ξεχωριστά για κάθε μία από της πέντε διαμορφώσεις που φαίνονται στα σχήματα. Σε κάθε μία διαμόρφωση ξεχωριστά έχει επιλεχθεί διαφορετικό μήκος εξοχής και στις περισσότερες διαμορφώσεις διαφορετικό πλάτος εξοχής όπως, παρουσιάζεται παρακάτω στις εντολές που εκτελέστηκαν. Σε όλες της διαμορφώσεις επιλέχθηκε ίδια ακτίνα στις γωνίες της ορθογώνιας εξοχής. Η γωνία μεταξύ του διαμήκους άξονα και 1ου

	<p>άξονα του επιπέδου, στις περισσότερες διαμορφώσεις ήταν διαφορετική όπως φαίνεται παρακάτω στις εντολές που εκτελέσθηκαν. Επιπλέον, σε όλες της διαμορφώσεις επιλέχθηκε ίδιο βάθος κοπής, έτσι οι πέντε ορθογώνιες εξοχές είναι στο ίδιο επίπεδο και είναι πιο ομοιόμορφες. Το αξονικό βάθος κοπής ανά πέρασμα που επιλέχθηκε, σε όλες της διαμορφώσεις του τεμαχίου ήταν 1 mm. Το εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε ήταν ένα κονδύλι διαμέτρου 12 mm, με 1700 rpm στροφές και 170 mm/min πρόωση. Στην συνέχεια αφαιρέθηκε το υλικό που είχε μείνει στα κενά μεταξύ των πέντε διαμορφώσεων σε ολόκληρο το τεμάχιο με εντολές G00, G01 και με Contour.</p>	
<b>Τεμάχιο:</b>	Μηχανολογικό σχέδιο	
	 <p>Ενδεικτική εικόνα από το μηχανολογικό σχέδιο του τεμαχίου ολόκληρο το μηχανολογικό σχέδιο παρατίθεται στο παράρτημα.</p>	
	CAD	Τελικό τεμάχιο

	 
<b>Πρόγραμμα ψηφιακής καθοδήγησης:</b>	<p>Παρακάτω φαίνεται ένα μέρος από τις εντολές που χρησιμοποιήθηκαν.</p> <p><b>G90 G54 G17 G71</b>  <b>T= "MILL12" M06</b>  <b>S1700 M03 F170</b>  <b>M08</b>  _ZSD[2]=0 ;*RO*  <b>CYCLE76</b>(20,0,10,-4.5,,47,30.5,6,25,31,90,1,0,0,170,85,0,1,47,30.5)  _ZSD[2]=0 ;*RO*  <b>CYCLE76</b>(20,0,10,-4.5,,40,31.5,6,72.5,31,90,1,0,0,170,85,0,1,40,31.5)  _ZSD[2]=0 ;*RO*  <b>CYCLE76</b>(20,0,10,-4.5,,64.5,30.5,6,48,92,175,1,0,0,170,85,0,1,64.5,30.5)  _ZSD[2]=0 ;*RO*  <b>CYCLE76</b>(20,0,10,-4.5,,35,21.5,6,72,132,177,1,0,0,170,85,0,1,35,21.5)  _ZSD[2]=0 ;*RO*  <b>CYCLE76</b>(20,0,10,-4.5,,25,19,6,17,134,0,1,0,0,170,85,0,1,25,19)</p> <p>Το υπόλοιπο μέρος του κώδικα που χρησιμοποιήθηκε για να παραχθεί το τεμάχιο παρατίθεται στο παράρτημα.</p>


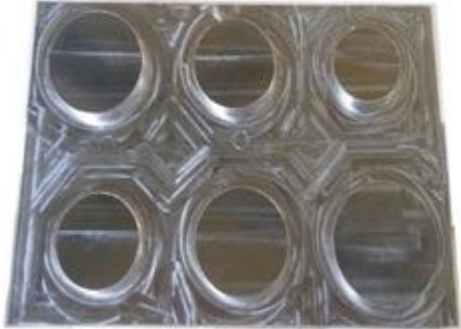
#### 4.4 Φραιζάρισμα κυκλικής εξοχής CYCLE77

<b>Περιγραφή:</b>	<p>Ο κύκλος κατεργασίας CYCLE77 χρησιμοποιείται για φραιζάρισμα κυκλικής εξοχής ξεχονδρίσματος ή φινιρίσματος. Υπάρχει η δυνατότητα επιλογής της κατεύθυνσης φραιζαρίσματος προς τα πάνω, κάτω, δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα. Επιπλέον, ο προγραμματιστής μπορεί να ορίσει την διάμετρο της κυκλικής εξοχής που επιθυμεί όπως, φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Επίσης, ο χειριστής μπορεί να ορίσει το αξονικό βάθος κοπής που επιθυμεί ανά πέρασμα του κοπτικού εργαλείου, για να φτάσει στο τελικό βάθος κοπής που έχει ορίσει. Στην συνέχεια μπορεί να ορισθεί η πρόωση για την εισαγωγή του κοπτικού εργαλείου στο τεμάχιο καθώς και η πρόωση για την κατεργασία του περιγράμματος της εξοχής, καθ' όλη την διάρκεια της κατεργασίας σε όλο το τεμάχιο.</p>
<b>Σύνταξη:</b>	<p><b>CYCLE77</b> (RTP, RFP, SDIS, DP, Operation, PRAD, PA, PO, MID, FAL, FALD, FFP1, FFD, Mill. direct., AP1)</p>



Ορίσματα:			
α/α	Όρισμα	Τύπος Δεδομένου	Σημασία
1	<b>RTP</b>	Πραγματικός	Επίπεδο επαναφοράς (απόλυτο)
2	<b>RFP</b>	Πραγματικός	Επίπεδο αναφοράς (απόλυτο)
3	<b>SDIS</b>	Πραγματικός	Απόσταση ασφαλείας (προστίθεται στο επίπεδο αναφοράς, εισάγεται χωρίς πρόσημο)
4	<b>DP</b>	Πραγματικός	Βάθος (απόλυτο)
5	<b>Operation</b>	Ακέραιος	Ξεχόνδρισμα ή φινίρισμα Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 1 για ξεχόνδρισμα και 2 για φινίρισμα
6	<b>PRAD</b>	Πραγματικός	Διάμετρος της εξοχής (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
7	<b>PA</b>	Πραγματικός	Κεντρικό σημείο της εξοχής στον άξονα X (απόλυτο)
8	<b>PO</b>	Πραγματικός	Κεντρικό σημείο της εξοχής στον άξονα Y (απόλυτο)
9	<b>MID</b>	Πραγματικός	Μέγιστο αξονικό βάθος τροφοδοσίας (βαθμιαία, εισάγεται χωρίς πρόσημο)
10	<b>FAL</b>	Πραγματικός	Υπόλοιπο υλικού εξωτερικά του περιγράμματος της εξοχής για τελική αφαίρεση (σταδιακή)
11	<b>FALD</b>	Πραγματικός	Υπόλοιπο υλικού στην βάση του τεμαχίου για τελική αφαίρεση (βαθμιαία, εισάγεται χωρίς πρόσημο)
12	<b>FFP1</b>	Πραγματικός	Πρόωση για το περίγραμμα
13	<b>FFD</b>	Πραγματικός	Πρόωση για τροφοδοσία βάθους (ή τροφοδοσία στον χώρο)
14	<b>Mill. direct.</b>	Ακέραιος	Κατεύθυνση φραιζαρίσματος προς τα πάνω, κάτω, δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα (εισάγεται χωρίς πρόσημο) Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 0 για φρεζάρισμα προς τα πάνω 1 για φρεζάρισμα προς τα κάτω 2 για φρεζάρισμα δεξιόστροφα G2 (ανεξάρτητα από την κατεύθυνση του άξονα) 3 για φρεζάρισμα αριστερόστροφα (G3)
15	<b>AP1</b>	Πραγματικός	Διάμετρος του τεμαχίου προς κατεργασία εξοχής

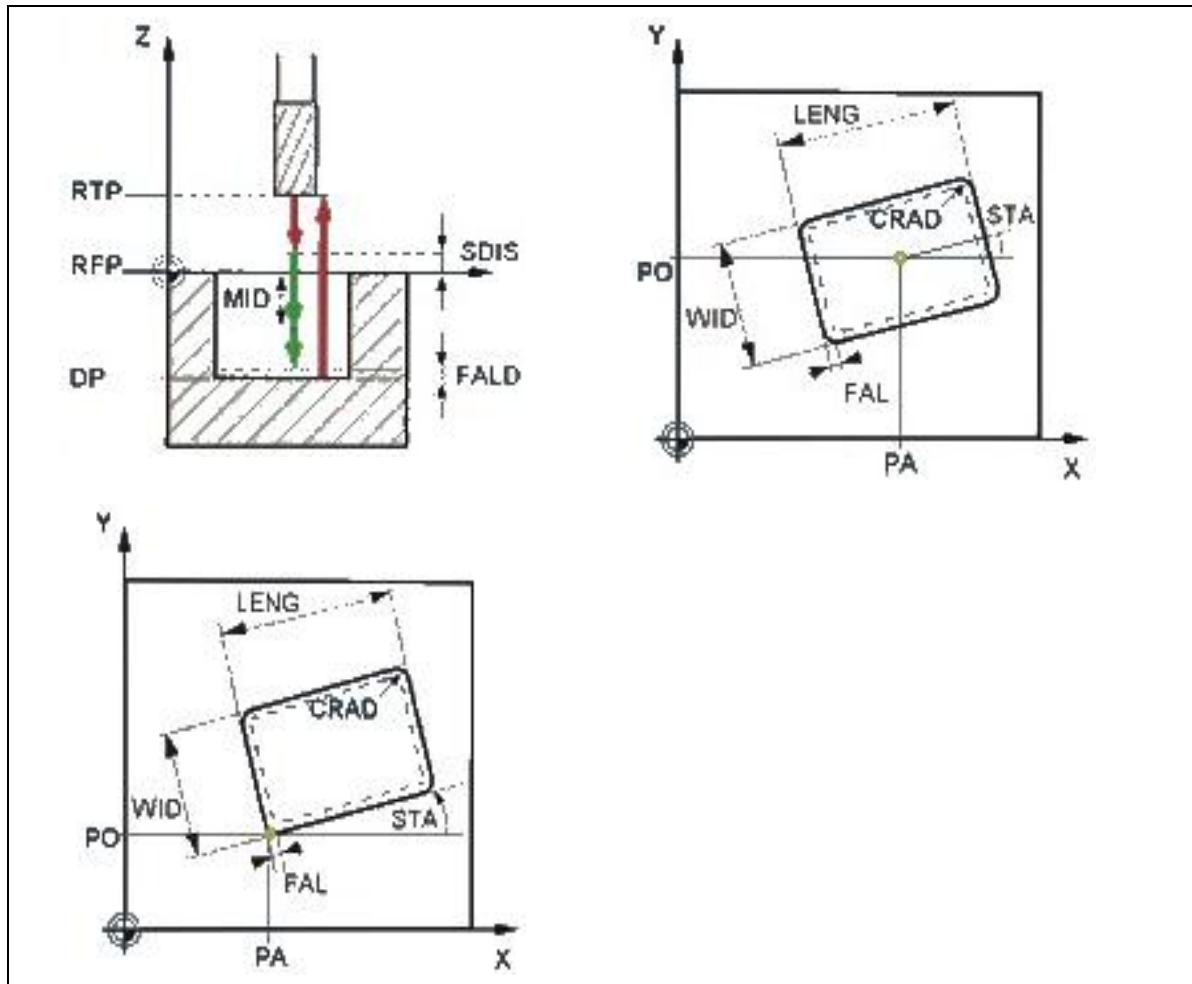
<p><b>Παράδειγμα:</b></p>	<p>Στο συγκεκριμένο τεμάχιο χρησιμοποιήθηκε ο κύκλος κατεργασίας CYCLE77 για φραιζάρισμα κυκλικής εξοχής με ξεχόνδρισμα. Έχει επιλεγεί η κατεύθυνση φραιζαρίσματος να είναι προς τα κάτω. Ο κύκλος κατεργασίας εκτελέστηκε έξι φορές ξεχωριστά για κάθε μία από τις έξι διαμορφώσεις που φαίνονται στα παρακάτω σχήματα. Σε κάθε μία διαμόρφωση ξεχωριστά έχει επιλεγεί διαφορετική διάμετρος της κυκλικής εξοχής όπως, παρουσιάζεται παρακάτω στις εντολές που εκτελέστηκαν. Επιπλέον, σε όλες της διαμορφώσεις επιλέχθηκε ίδιο βάθος κοπής, έτσι οι έξι κυκλικές εξοχές είναι στο ίδιο επίπεδο και είναι πιο ομοιόμορφες. Το αξονικό βάθος κοπής ανά πέρασμα που επιλέχθηκε, σε όλες της διαμορφώσεις του τεμαχίου ήταν 1 mm. Το εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε ήταν ένα κονδύλι διαμέτρου 12 mm, με 1700 rpm στροφές και 170 mm/min πρόωση. Στην συνέχεια καθαρίστηκε το υλικό που είχε μείνει στα κενά μεταξύ των έξι διαμορφώσεων σε ολόκληρο το τεμάχιο με εντολές G00, G01 και με Contour.</p>
<p><b>Τεμάχιο:</b></p>	<p>Μηχανολογικό σχέδιο</p>
	<div data-bbox="491 779 1364 1691"> </div> <p>Ενδεικτική εικόνα από το μηχανολογικό σχέδιο του τεμαχίου ολόκληρο το μηχανολογικό σχέδιο παρατίθεται στο παράρτημα.</p> <div data-bbox="667 1839 730 1872"> <p>CAD</p> </div> <div data-bbox="1075 1839 1267 1872"> <p>Τελικό τεμάχιο</p> </div>

	 
<b>Πρόγραμμα ψηφιακής καθοδήγησης:</b>	<p>Παρακάτω φαίνεται ένα μέρος από τις εντολές που χρησιμοποιήθηκαν.</p> <p><b>G90 G54 G17 G71</b>  <b>T= "MILL12" M06</b>  <b>S1700 M03 F170</b>  <b>M08</b></p> <p><b>CYCLE77(20,0,10,-5,,36,22.8,24,1,0,0,170,85,0,1,36)</b>  <b>CYCLE77(20,0,10,-5,,32,22.8,73,1,0,0,170,85,0,1,32)</b>  <b>CYCLE77(20,0,10,-5,,28,22.8,121.5,1,0,0,170,85,0,1,28)</b>  <b>CYCLE77(20,0,10,-5,,34,78,126,1,0,0,170,85,0,1,34)</b>  <b>CYCLE77(20,0,10,-5,,30,78,75.5,1,0,0,170,85,0,1,30)</b>  <b>CYCLE77(20,0,10,-5,,25,78,27,1,0,0,170,85,0,1,25)</b></p> <p>Το υπόλοιπο μέρος του κώδικα που χρησιμοποιήθηκε για να παραχθεί το τεμάχιο παρατίθεται στο παράρτημα.</p>

#### 4.5 Φραιζάρισμα ορθογώνιας εσοχής POCKET3

<b>Περιγραφή:</b>	<p>Ο κύκλος κατεργασίας POCKET3 χρησιμοποιείται για φραιζάρισμα ορθογώνιας εσοχής ξεχονδρίσματος ή φινιρίσματος. Υπάρχει η δυνατότητα επιλογής της κατεύθυνσης φραιζαρίσματος προς τα κάτω, πάνω, δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα. Επίσης, ο χειριστής μπορεί να επιλέξει που θέλει να είναι το σημείο αναφοράς, ως προς το άξονα X και Y της ορθογώνιας εσοχής. Αυτό μπορεί να είναι στο κέντρο της ορθογώνιας εσοχής ή στην γωνία όπως φαίνεται στα παρακάτω σχήματα. Ακολουθώντας, ο χειριστής μπορεί να επιλέξει τον τρόπο εισαγωγής του κοπτικού εργαλείου στο τεμάχιο προς κατεργασία. Αυτός μπορεί να είναι κάθετα στο κέντρο της εσοχής με G0, κάθετα στο κέντρο της εσοχής με G1, κατά μήκος μιας ελικοειδούς διαδρομής και ταλαντεύοντας κατά μήκος του διαμήκους άξονα της εσοχής. Επίσης, υπάρχει δυνατότητα επιλογής για στερεή μηχανική κατεργασία σε ολόκληρη την εσοχή ή με ξεχόνδρισμα κατά την είσοδο σε συγκεκριμένο και μικρότερο μήκος, πλάτος και βάθος. Επιπλέον, στις τέσσερις γωνίες της ορθογώνιας εσοχής υπάρχει η δυνατότητα ο χειριστής να ορίσει της ακτίνες των κυκλικών τόξων στις διαστάσεις που επιθυμεί. Ο χειριστής μπορεί να ορίσει το ακτινικό και το αξονικό βάθος κοπής που επιθυμεί ανά πέρασμα του κοπτικού εργαλείου, για να φτάσει στο τελικό βάθος κοπής που έχει ορίσει. Στην συνέχεια μπορεί να ορισθεί η πρόωση για την εισαγωγή του κοπτικού εργαλείου στο τεμάχιο καθώς και η πρόωση για την επιφανειακή κατεργασία, καθ' όλη την διάρκεια της κατεργασίας</p>
-------------------	---

	σε όλο το τεμάχιο. Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα φραιζαρίσματος της ορθογώνιας εσοχής υπό γωνία ανάλογα με την επιλογή του χειριστή.
<b>Σύνταξη:</b>	<b>POCKET3</b> (RTP, RFP, SDIS, DP, Operation, Dimensions, LENG, WID, CRAD, PA, PO, STA, MID, FAL, FALD, FFP1, FFD, Mill. direct., Insertion, RAD1, DP1, MIDA, Solid machin.)



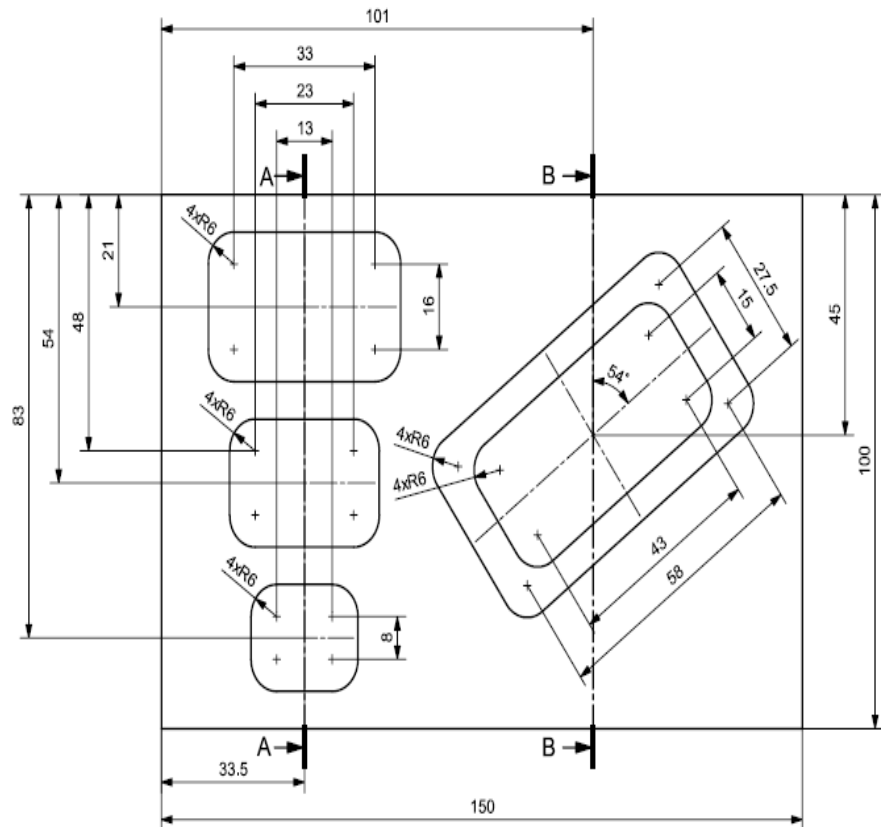
Ορίσματα:			
α/α	Όρισμα	Τύπος Δεδομένου	Σημασία
1	<b>RTP</b>	Πραγματικός	Επίπεδο επαναφοράς (απόλυτο)
2	<b>RFP</b>	Πραγματικός	Επίπεδο αναφοράς (απόλυτο)
3	<b>SDIS</b>	Πραγματικός	Απόσταση ασφαλείας (προστίθεται στο επίπεδο αναφοράς, εισάγεται χωρίς πρόσημο)
4	<b>DP</b>	Πραγματικός	Βάθος (απόλυτο)
5	<b>Operation</b>	Ακέραιος	Ξεχόνδρισμα ή φινίρισμα (εισάγεται χωρίς πρόσημο) Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 1 για ξεχόνδρισμα και 2 για φινίρισμα



6	<b>Dimensions</b>	Ακέραιος	Σημείο αναφοράς, ως προς το άξονα X και Y της ορθογώνιας εσοχής. Μπορεί να είναι στο κέντρο της ορθογώνιας εσοχής ή στην γωνία Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: Το 0 σημαίνει κεντρικό σημείο → <code>_ZSD [2]=0</code> 1 σημαίνει γωνιακό σημείο → <code>_ZSD [2]=1</code>
7	<b>LENG</b>	Πραγματικός	Μήκος εσοχής, για διαστάσεις από τη γωνία εισάγεται και το πρόσημο
8	<b>WID</b>	Πραγματικός	Πλάτος εσοχής, για διαστάσεις από τη γωνία εισάγεται και το πρόσημο
9	<b>CRAD</b>	Πραγματικός	Ακτίνα στις γωνίες της εσοχής (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
10	<b>PA</b>	Πραγματικός	Σημείο αναφοράς της εσοχής στον άξονα X (απόλυτο)
11	<b>PO</b>	Πραγματικός	Σημείο αναφοράς της εσοχής στον άξονα Y (απόλυτο)
12	<b>STA</b>	Πραγματικός	Γωνία μεταξύ του διαμήκους άξονα της εσοχής και του 1ου άξονα του επιπέδου (Άξονα X, είσοδος χωρίς πρόσημο) Εύρος τιμής: $0^\circ \leq STA < 180^\circ$
13	<b>MID</b>	Πραγματικός	Μέγιστο αξονικό βάθος τροφοδοσίας (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
14	<b>FAL</b>	Πραγματικός	Υπόλοιπο υλικού στο πλάι της εσοχής για τελική αφαίρεση (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
15	<b>FALD</b>	Πραγματικός	Υπόλοιπο υλικού στην βάση του τεμαχίου για τελική αφαίρεση (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
16	<b>FFP1</b>	Πραγματικός	Πρόωση για επιφανειακή κατεργασία
17	<b>FFD</b>	Πραγματικός	Πρόωση για τροφοδοσία βάθους
18	<b>Mill. direct.</b>	Ακέραιος	Κατεύθυνση φρεζαρίσματος προς τα κάτω, πάνω, δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα (εισάγεται χωρίς πρόσημο) Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 0 για φρεζάρισμα προς τα κάτω 1 για φρεζάρισμα προς τα πάνω 2 για φρεζάρισμα δεξιόστροφα G2 (ανεξάρτητα από την κατεύθυνση του άξονα) 3 για φρεζάρισμα αριστερόστροφα (G3)
19	<b>Insertion</b>	Ακέραιος	Τρόπος εισαγωγής του κοπτικού εργαλείου στο τεμάχιο κάθετα στο κέντρο της εσοχής με G0, κάθετα στο κέντρο της εσοχής με G1, κατά μήκος μιας ελικοειδούς διαδρομής και ταλαντεύοντας κατά μήκος του διαμήκους άξονα της εσοχής (εισάγεται χωρίς πρόσημο) Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 0 για κάθετα στο κέντρο της εσοχής με G0 1 για κάθετα στο κέντρο της εσοχής με G1 2 για κατά μήκος μιας ελικοειδούς διαδρομής 3 για ταλαντεύοντας κατά μήκος του διαμήκους άξονα της εσοχής
20	<b>RAD1</b>	Πραγματικός	Ακτίνα της ελικοειδούς διαδρομής κατά την εισαγωγή (σε σχέση με τη διαδρομή του κέντρου του εργαλείου) ή τη μέγιστη γωνία εισαγωγής για ταλαντευόμενη κίνηση (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
21	<b>DP1</b>	Πραγματικός	Βάθος εισαγωγής ανά $360^\circ$ περιστροφή κατά την εισαγωγή κατά μήκος της ελικοειδούς διαδρομής (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
22	<b>MIDA</b>	Πραγματικός	Μέγιστο ακτινικό πλάτος τροφοδοσίας για στερεή μηχανική κατεργασία στο επίπεδο (εισάγεται χωρίς πρόσημο)

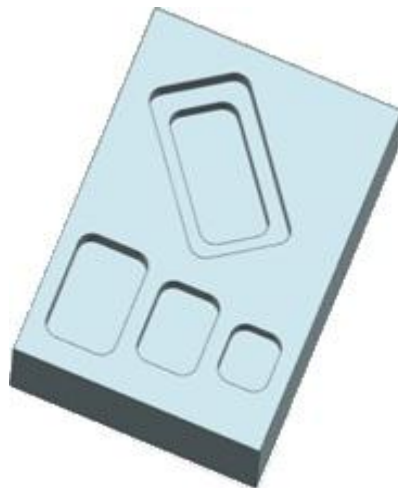
23	<b>Solid machin.</b>	Πραγματικός	Στερεή μηχανική κατεργασία σε ολόκληρη την εσοχή ή με ξεχόνδρισμα κατά την είσοδο σε συγκεκριμένο μικρότερο μήκος, πλάτος και βάθος (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
24	<b>AP1</b>	Πραγματικός	Βασικό μέγεθος για το μήκος της εσοχής για στερεή μηχανική κατεργασία με ξεχόνδρισμα κατά την είσοδο (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
25	<b>AP2</b>	Πραγματικός	Βασικό μέγεθος για το πλάτος της εσοχής για στερεή μηχανική κατεργασία με ξεχόνδρισμα κατά την είσοδο (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
26	<b>AD</b>	Πραγματικός	Το βασικό βάθος της εσοχής από το επίπεδο αναφοράς για στερεή μηχανική κατεργασία με ξεχόνδρισμα κατά την είσοδο (εισάγεται χωρίς πρόσημο)

<b>Παράδειγμα:</b>	<p>Στο συγκεκριμένο τεμάχιο χρησιμοποιήθηκε ο κύκλος κατεργασίας ROCKET3 για φραιζάρισμα ορθογώνιας εσοχής με ξεχόνδρισμα. Έχει επιλεγθεί η κατεύθυνση φραιζαρίσματος να είναι προς τα κάτω. Επίσης, επιλέχθηκε το σημείο αναφοράς ως προς το άξονα X και Y της ορθογώνιας εσοχής, να είναι στο κέντρο της ορθογώνιας εσοχής. Ο κύκλος κατεργασίας εκτελέστηκε πέντε φορές ξεχωριστά για κάθε μία από της πέντε διαμορφώσεις που φαίνονται στα παρακάτω σχήματα. Σε κάθε μία διαμόρφωση ξεχωριστά έχει επιλεγθεί διαφορετικό μήκος και πλάτος εσοχής όπως, παρουσιάζεται παρακάτω στις εντολές που εκτελέστηκαν. Στις περισσότερες διαμορφώσεις επιλέχθηκε ίδια ακτίνα στις γωνίες της ορθογώνιας εσοχής. Η γωνία μεταξύ του διαμήκου άξονα και 1ου άξονα του επιπέδου, στις πρώτες τρεις διαμορφώσεις ήταν ίδια και στις υπόλοιπες δύο ήταν διαφορετική από της πρώτες τρεις αλλά ίδια μεταξύ τους όπως, φαίνεται παρακάτω στις εντολές που εκτελέστηκαν. Έχει επιλεγθεί στερεή μηχανική κατεργασία σε ολόκληρη την ορθογώνια εσοχή. Ακολουθώντας, ο τρόπος εισαγωγής του κοπτικού εργαλείου στο τεμάχιο προς κατεργασία που επιλέχθηκε ήταν κατά μήκος μιας ελικοειδούς διαδρομής. Επιπλέον, στις περισσότερες διαμορφώσεις επιλέχθηκε διαφορετικό βάθος κοπής. Το αξονικό βάθος κοπής ανά πέρασμα που επιλέχθηκε, σε όλες της διαμορφώσεις του τεμαχίου ήταν 1 mm. Το ακτινικό βάθος κοπής ανά πέρασμα που επιλέχθηκε, σε όλες της διαμορφώσεις του τεμαχίου ήταν 2 mm. Το εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε ήταν ένα κονδύλι διαμέτρου 6 mm, με 3700 rpm στροφές και 210 mm/min πρόωση.</p>
<b>Τεμάχιο:</b>	Μηχανολογικό σχέδιο



Ενδεικτική εικόνα από το μηχανολογικό σχέδιο του τεμαχίου  
ολόκληρο το μηχανολογικό σχέδιο παρατίθεται στο παράρτημα.

CAD



Τελικό τεμάχιο



Πρόγραμμα  
ψηφιακής  
καθοδήγησης:

G90 G54 G17 G71

T= "MILL6" M06

S3700 M03 F210

M08

G00 Z80

X0 Y0

\_ZSD[2]=0 ;\*RO\*

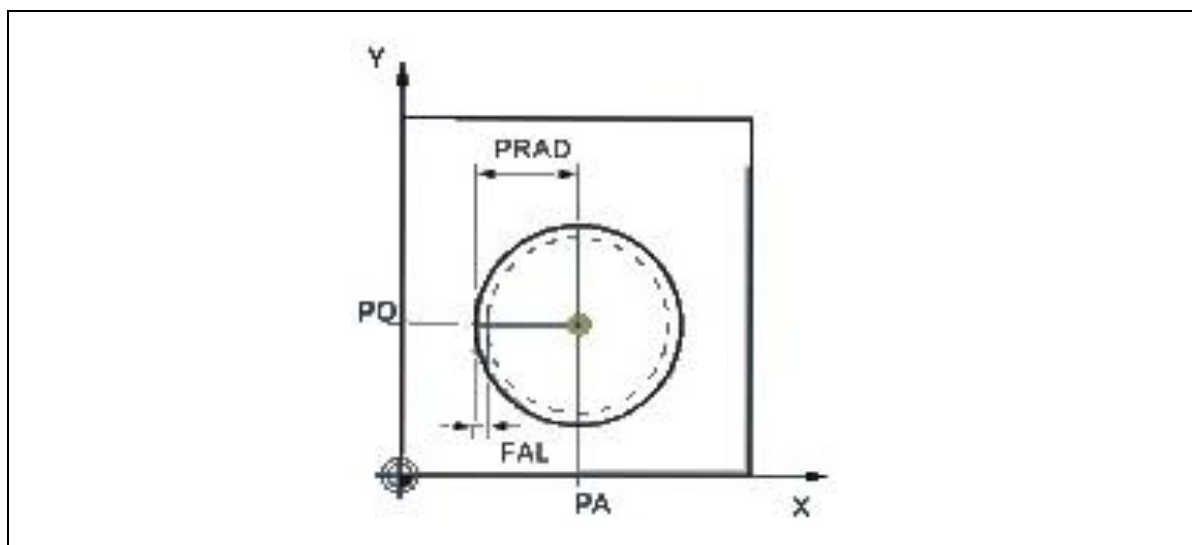
POCKET3(20,0,10,-4,45,28,6,21,33.5,90,1,0,0,210,105,0,21,2,,,3,1)

\_ZSD[2]=0 ;\*RO\*

	<b>POCKET3</b> (20,0,10, -3.5,35,24,6,54,33.5,90,1,0,0,210,105,0,21,2,,,,,3,1) _ZSD[2]=0 ;*RO* <b>POCKET3</b> (20,0,10,-3,25,20,6,83,33.5,90,1,0,0,210,105,0,21,2,,,,,3,1) _ZSD[2]=0 ;*RO* <b>POCKET3</b> (20,0,10, -4,70,39.5,8,45,101,126,1,0,0,210,105,0,21,2,,,,,3,1) _ZSD[2]=0 ;*RO* <b>POCKET3</b> (20,0,10, -7.5,55,27,6,45,101,126,1,0,0,210,105,0,21,2,,,,,3,1) <b>M30</b>
--	---

#### 4.6 Φραιζάρισμα κυκλικής εσοχής POCKET4

<b>Περιγραφή:</b>	<p>Ο κύκλος κατεργασίας POCKET4 χρησιμοποιείται για φραιζάρισμα κυκλικής εσοχής ξεχονδρίσματος ή φινιρίσματος. Υπάρχει η δυνατότητα επιλογής της κατεύθυνσης φραιζαρίσματος προς τα κάτω, πάνω, δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα. Επιπλέον, ο προγραμματιστής μπορεί να ορίσει την ακτίνα της κυκλικής εσοχής που επιθυμεί όπως, φαίνεται στο σχήμα. Ακολουθώντας, ο χειριστής μπορεί να επιλέξει τον τρόπο εισαγωγής του κοπτικού εργαλείου στο τεμάχιο προς κατεργασία. Αυτός μπορεί να είναι κάθετα στο κέντρο της εσοχής με G0, κάθετα στο κέντρο της εσοχής με G1 και κατά μήκος μιας ελικοειδούς διαδρομής. Επίσης, υπάρχει δυνατότητα επιλογής για στερεή μηχανική κατεργασία σε ολόκληρη την εσοχή ή με ξεχόνδρισμα κατά την είσοδο σε συγκεκριμένης μικρότερης ακτίνας και βάθους. Ο χειριστής μπορεί να ορίσει το ακτινικό και το αξονικό βάθος κοπής που επιθυμεί ανά πέρασμα του κοπτικού εργαλείου, για να φτάσει στο τελικό βάθος κοπής που έχει ορίσει. Στην συνέχεια μπορεί να ορισθεί η πρόωση για την εισαγωγή του κοπτικού εργαλείου στο τεμάχιο καθώς και η πρόωση για την επιφανειακή κατεργασία, καθ' όλη την διάρκεια της κατεργασίας σε όλο το τεμάχιο.</p>
<b>Σύνταξη:</b>	<b>POCKET4</b> (RTP, RFP, SDIS, DP, Operation, PRAD, PA, PO, MID, FAL, FALD, FFP1, FFD, Mill. direct., Insertion, RAD1, DP1, MIDA, Solid machin.)

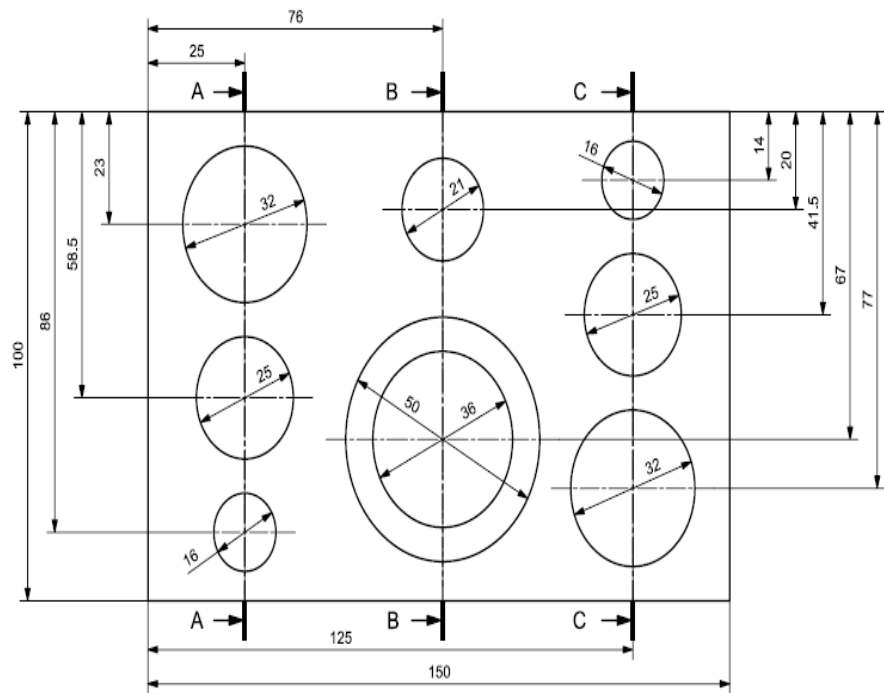


**Ορίσματα:**

α/α	Όρισμα	Τύπος Δεδομένου	Σημασία
1	<b>RTP</b>	Πραγματικός	Επίπεδο επαναφοράς (απόλυτο)
2	<b>RFP</b>	Πραγματικός	Επίπεδο αναφοράς (απόλυτο)
3	<b>SDIS</b>	Πραγματικός	Απόσταση ασφαλείας (προστίθεται στο επίπεδο αναφοράς, εισάγεται χωρίς πρόσημο)
4	<b>DP</b>	Πραγματικός	Βάθος (απόλυτο)
5	<b>Operation</b>	Ακέραιος	Ξεχόνδρισμα ή φινίρισμα (εισάγεται χωρίς πρόσημο) Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 1 για ξεχόνδρισμα και 2 για φινίρισμα
6	<b>PRAD</b>	Πραγματικός	Ακτίνα της εσοχής
7	<b>PA</b>	Πραγματικός	Κεντρικό σημείο της εσοχής στον άξονα Χ (απόλυτο)
8	<b>PO</b>	Πραγματικός	Κεντρικό σημείο της εσοχής στον άξονα Υ (απόλυτο)
9	<b>MID</b>	Πραγματικός	Μέγιστο αξονικό βάθος τροφοδοσίας (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
10	<b>FAL</b>	Πραγματικός	Υπόλοιπο υλικού εσωτερικά από την περιφέρεια της εσοχής για τελική αφαίρεση (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
11	<b>FALD</b>	Πραγματικός	Υπόλοιπο υλικού στην βάση του τεμαχίου για τελική αφαίρεση (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
12	<b>FFP1</b>	Πραγματικός	Πρώση για επιφανειακή κατεργασία
13	<b>FFD</b>	Πραγματικός	Πρώση για τροφοδοσία βάθους
14	<b>Mill. direct.</b>	Ακέραιος	Κατεύθυνση φραιζαρίσματος προς τα κάτω, πάνω, δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα (εισάγεται χωρίς πρόσημο) Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 0 για φρεζάρισμα προς τα κάτω 1 για φρεζάρισμα προς τα πάνω 2 για φρεζάρισμα δεξιόστροφα G2 (ανεξάρτητα από την κατεύθυνση του άξονα) 3 για φρεζάρισμα αριστερόστροφα (G3)
15	<b>Insertion</b>	Ακέραιος	Τρόπος εισαγωγής του κοπτικού εργαλείου στο τεμάχιο κάθετα στο κέντρο της εσοχής με G0, κάθετα στο κέντρο της εσοχής με G1, κατά μήκος μιας ελικοειδούς διαδρομής (εισάγεται χωρίς πρόσημο) Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 0 για κάθετα στο κέντρο της εσοχής με G0 1 για κάθετα στο κέντρο της εσοχής με G1 2 για κατά μήκος μιας ελικοειδούς διαδρομής
16	<b>RAD1</b>	Πραγματικός	Ακτίνα της ελικοειδούς διαδρομής κατά την εισαγωγή που σχετίζεται με τη διαδρομή του κέντρου του εργαλείου (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
17	<b>DP1</b>	Πραγματικός	Βάθος εισαγωγής ανά 360 ° περιστροφή κατά την εισαγωγή κατά μήκος της ελικοειδούς διαδρομής (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
18	<b>MIDA</b>	Πραγματικός	Μέγιστο ακτινικό πλάτος τροφοδοσίας για στερεή μηχανική κατεργασία στο επίπεδο (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
19	<b>Solid machin.</b>	Πραγματικός	Στερεή μηχανική κατεργασία σε ολόκληρη την εσοχή ή με ξεχόνδρισμα κατά την είσοδο σε συγκεκριμένης μικρότερης ακτίνας και βάθους (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
20	<b>AP1</b>	Πραγματικός	Βασικό μέγεθος για την ακτίνα της εσοχής για στερεή μηχανική κατεργασία με ξεχόνδρισμα κατά την είσοδο (εισάγεται χωρίς πρόσημο)

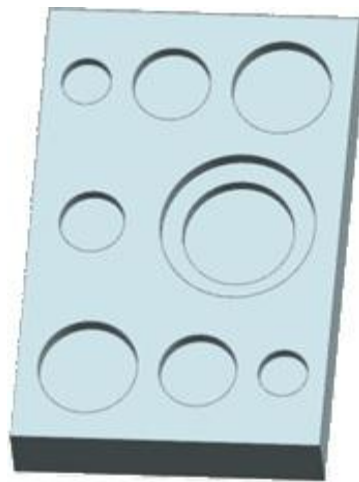
21	AD	Πραγματικός	Το βασικό βάθος της εσοχής από το επίπεδο αναφοράς για στερεή μηχανική κατεργασία με ξεχόνδρισμα κατά την είσοδο (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
----	----	-------------	--

<b>Παράδειγμα:</b>	<p>Στο συγκεκριμένο τεμάχιο χρησιμοποιήθηκε ο κύκλος κατεργασίας ROCKET4 για φραιζάρισμα κυκλικής εσοχής με ξεχόνδρισμα. Είχε επιλεχθεί η κατεύθυνση φραιζαρίσματος να ήταν προς τα κάτω. Ο κύκλος κατεργασίας εκτελέστηκε εννέα φορές ξεχωριστά για κάθε μία από της εννέα διαμορφώσεις που φαίνονται στα παρακάτω σχήματα. Οι πρώτες τρεις διαμόρφωσης είναι κατοπτρικές με της τρεις τελευταίες διαμορφώσεις αλλά με αντίθετη κατεύθυνση και σε συγκεκριμένη απόσταση μεταξύ τους κατά πλάτος του τεμαχίου. Επιπλέον, οι τρεις πρώτες διαμόρφωσης έχουν μεταξύ τους διαφορετικό βάθος κοπής και ακτίνα της κυκλικής εσοχής, αλλά ταυτόχρονα έχουν ίδια όλα τα ορίσματα με της τρεις τελευταίες διαμορφώσεις εκτός των ορισμάτων που είναι για την τοποθέτηση του κέντρου της εσοχής στο τεμάχιο όπως, παρουσιάζεται παρακάτω στις εντολές που εκτελέστηκαν. Στο μέσο του τεμαχίου κατά πλάτος του υπάρχουν τρεις διαμορφώσεις, που έχουν μεταξύ τους διαφορετικό βάθος κοπής και ακτίνα της κυκλικής εσοχής. Ταυτόχρονα έχουν διαφορετικό βάθος κοπής με της περισσότερες από της άλλες έξι διαμορφώσεων που υπάρχουν στο τεμάχιο. Επίσης, ταυτόχρονα έχουν διαφορετική ακτίνα της κυκλικής εσοχής σε σχέση με της άλλες έξι διαμορφώσεων που υπάρχουν στο τεμάχιο. Όπως φαίνεται παρακάτω στις εντολές που εκτελέστηκαν. Είχε επιλεχθεί στερεή μηχανική κατεργασία σε ολόκληρη την κυκλική εσοχή. Ακολουθώς, ο τρόπος εισαγωγής του κοπτικού εργαλείου στο τεμάχιο προς κατεργασία που επιλέχθηκε ήταν κατά μήκος μιας ελικοειδούς διαδρομής. Το αξονικό βάθος κοπής ανά πέρασμα που επιλέχθηκε, σε όλες της διαμορφώσεις του τεμαχίου ήταν 1 mm. Το ακτινικό βάθος κοπής ανά πέρασμα που επιλέχθηκε, σε όλες της διαμορφώσεις του τεμαχίου ήταν 2 mm. Το εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε ήταν ένα κονδύλι διαμέτρου 6 mm, με 3700 rpm στροφές και 210 mm/min πρόωση.</p>
<b>Τεμάχιο:</b>	Μηχανολογικό σχέδιο



Ενδεικτική εικόνα από το μηχανολογικό σχέδιο του τεμαχίου  
ολόκληρο το μηχανολογικό σχέδιο παρατίθεται στο παράρτημα.

CAD



Τελικό τεμάχιο



Πρόγραμμα  
ψηφιακής  
καθοδήγησης:

G90 G54 G17 G71

T= "MILL6" M06

S3700 M03 F210

M08

G00 Z80

X0 Y0

POCKET4(20,0,10,-4,16,23,25,1,0,0,210,105,0,21,2,,,3,1)

POCKET4(20,0,10,-3.5,12.5,58.5,25,1,0,0,210,105,0,21,2,,,3,1)

POCKET4(20,0,10,-3,8,86,25,1,0,0,210,105,0,21,2,,,3,1)

POCKET4(20,0,10,-3.25,10.5,20,76,1,0,0,210,105,0,21,2,,,3,1)

POCKET4(20,0,10,-4,25,67,76,1,0,0,210,105,0,21,2,,,3,1)

POCKET4(20,0,10,-7.5,18,67,76,1,0,0,210,105,0,21,2,,,3,1)

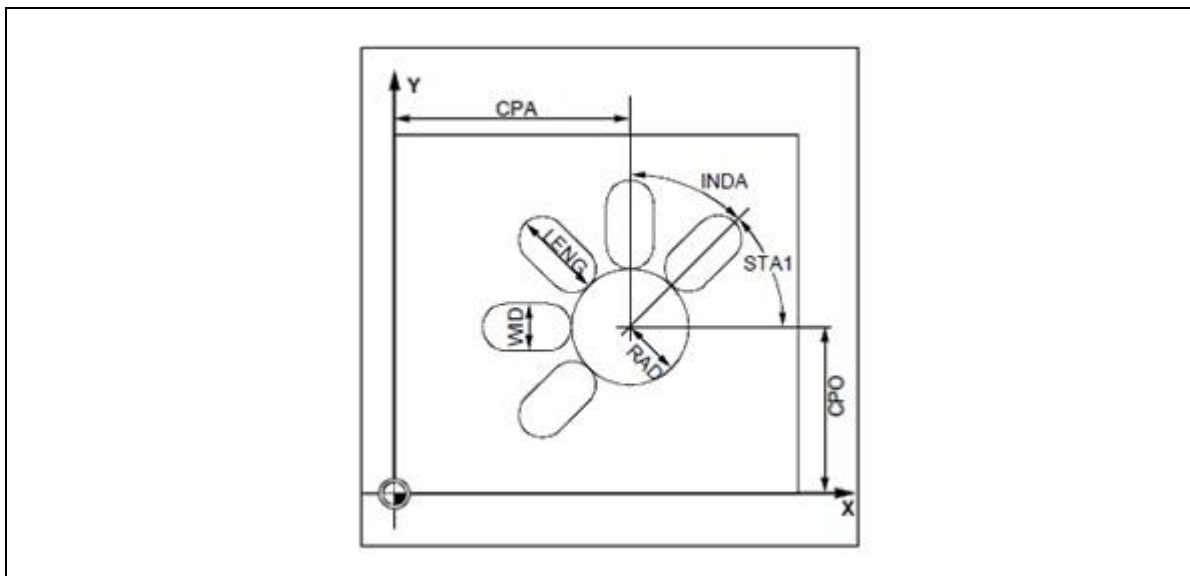
POCKET4(20,0,10,-3,8,14,125,1,0,0,210,105,0,21,2,,,3,1)

POCKET4(20,0,10,-3.5,12.5,41.5,125,1,0,0,210,105,0,21,2,,,3,1)

	<b>POCKET4</b> (20,0,10,-4,16,77,125,1,0,0,210,105,0,21,2,,,3,1) <b>M30</b>
--	--

#### 4.7 Φραιζάρισμα αυλακώσεων πάνω σε κύκλο SLOT1

<b>Περιγραφή:</b>	<p>Ο κύκλος κατεργασίας SLOT1 χρησιμοποιείται για φραιζάρισμα αυλακώσεων εφαπτόμενα στην εξωτερική περιφέρεια ενός κύκλου για ξεχόνδρισμα, φινίρισμα και πλήρης κατεργασία σε δύο μέρη. Υπάρχει η δυνατότητα επιλογής της κατεύθυνσης φραιζαρίσματος για την μηχανική κατεργασία των αυλακώσεων προς τα κάτω, πάνω, δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα. Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα ο χειριστής να ορίσει των αριθμό αυλακώσεων που επιθυμεί να υπάρχουν, εφαπτόμενα γύρω από την εξωτερική περιφέρεια ενός κύκλου. Για αυτές της αυλακώσεις ο χειριστής μπορεί να ορίσει το μήκος και το πλάτος τους που επιθυμεί όπως, φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Ο κύκλος που θα έχει εφαπτόμενα γύρω από την εξωτερική του περιφέρεια της αυλακώσεις, μπορεί να ορισθεί η ακτίνα του ανάλογα με την επιθυμία του χειριστή. Επιπλέον, ο χειριστής μπορεί να ορίσει την γωνία μεταξύ της θετικής κατεύθυνσης της τετμημένης του συστήματος συντεταγμένων (Άξονα X) του τεμαχίου εργασίας και του διαμήκους κέντρου της πρώτης αυλάκωσης. Στην συνέχεια, ο χειριστής μπορεί να ορίσει την γωνία μεταξύ του διαμήκους κέντρου από μια αυλάκωση στο διάμηκες κέντρο της επόμενης. Ακολουθώντας, ο χειριστής μπορεί να επιλέξει τον τρόπο εισαγωγής του κοπτικού εργαλείου στο τεμάχιο προς κατεργασία. Αυτός μπορεί να είναι με κάθετη εισαγωγή στην αυλάκωση με G0, κάθετη εισαγωγή στην αυλάκωση με G1 και εισαγωγή με ταλάντωση στον κεντρικό άξονα της αυλάκωσης με G1. Ο χειριστής μπορεί να ορίσει το αξονικό βάθος κοπής που επιθυμεί ανά πέρασμα του κοπτικού εργαλείου, για να φτάσει στο τελικό βάθος κοπής που έχει ορίσει. Στην συνέχεια μπορεί να ορισθεί η πρόωση για την εισαγωγή του κοπτικού εργαλείου στο τεμάχιο καθώς και η πρόωση για την επιφανειακή κατεργασία, καθ' όλη την διάρκεια της κατεργασίας σε όλο το τεμάχιο. Επίσης, υπάρχει δυνατότητα να ορισθεί για φινίρισμα το αξονικό βάθος κοπής, η πρόωση για την επιφανειακή κατεργασία και η στροφές.</p>
<b>Σύνταξη:</b>	<b>SLOT1</b> (RTP, RFP, SDIS, DP, Operation, NUM, LENG, WID, CPA, CPO, RAD, STA1, INDA, FFD, FFP1, MID, Mill. direct., FAL, MIDF, FFP2, SSF, Insertion, STA2, FALD)

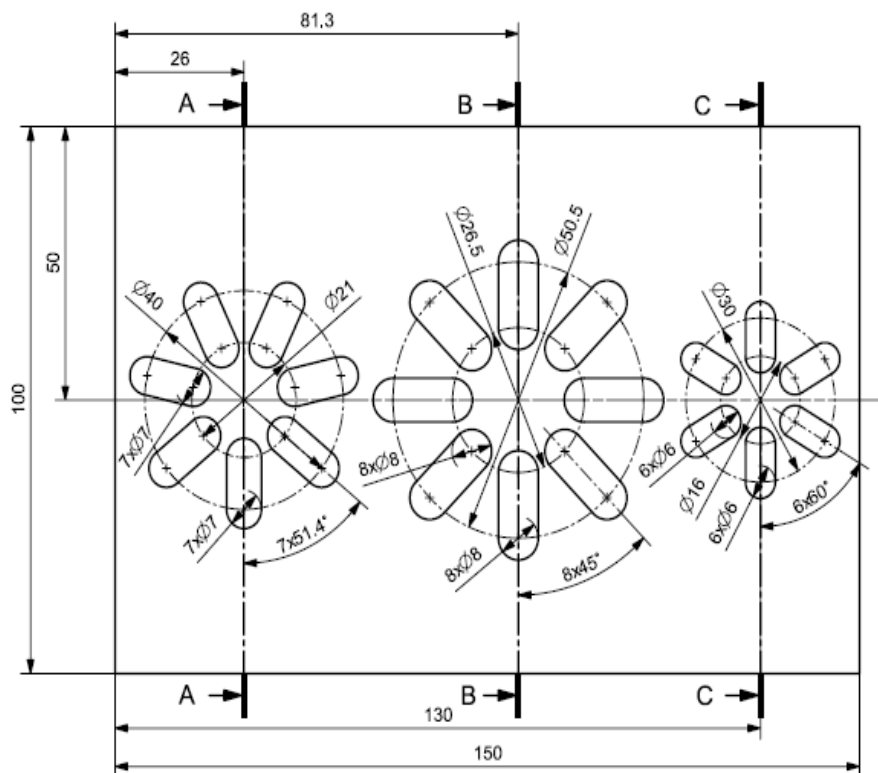




Ορίσματα:			
α/α	Όρισμα	Τύπος Δεδομένου	Σημασία
1	<b>RTP</b>	Πραγματικός	Επίπεδο επαναφοράς (απόλυτο)
2	<b>RFP</b>	Πραγματικός	Επίπεδο αναφοράς (απόλυτο)
3	<b>SDIS</b>	Πραγματικός	Απόσταση ασφαλείας (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
4	<b>DP</b>	Πραγματικός	Βάθος αυλάκωσης (απόλυτο)
5	<b>Operation</b>	Ακέραιος	Φραιζάρισμα με ξεχόνδρισμα, φινίρισμα και πλήρης κατεργασία σε δύο μέρη (εισάγεται χωρίς πρόσημο) Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 0 για πλήρης κατεργασία σε δύο μέρη 1 για ξεχόνδρισμα 2 για φινίρισμα
6	<b>NUM</b>	Ακέραιος	Αριθμός των αυλακώσεων
7	<b>LENG</b>	Πραγματικός	Μήκος αυλάκωσης (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
8	<b>WID</b>	Πραγματικός	Πλάτος αυλάκωσης (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
9	<b>CPA</b>	Πραγματικός	Κεντρικό σημείο του κύκλου στον άξονα Χ (απόλυτο)
10	<b>CPO</b>	Πραγματικός	Κεντρικό σημείο του κύκλου στον άξονα Υ (απόλυτο)
11	<b>RAD</b>	Πραγματικός	Ακτίνα του κύκλου (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
12	<b>STA1</b>	Πραγματικός	Αρχική γωνία (Γωνία μεταξύ της θετικής κατεύθυνσης της τετμημένης του συστήματος συντεταγμένων (Άξονα Χ) του τεμαχίου εργασίας και του διαμήκους κέντρου της πρώτης αυλάκωσης)
13	<b>INDA</b>	Πραγματικός	Γωνία μεταξύ του διαμήκους κέντρου από μια αυλάκωση στο διάμηκες κέντρο της επόμενης
14	<b>FFD</b>	Πραγματικός	Πρόωση για τροφοδοσία βάθους
15	<b>FFP1</b>	Πραγματικός	Πρόωση για επιφανειακή κατεργασία
16	<b>MID</b>	Πραγματικός	Μέγιστο αξονικό βάθος τροφοδοσίας (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
17	<b>Mill. direct.</b>	Ακέραιος	Κατεύθυνση φραιζαρίσματος για την μηχανική κατεργασία των αυλακώσεων προς τα κάτω, πάνω, δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 0 για φρεζάρισμα προς τα κάτω (ως περιστροφή του άξονα) 1 για φρεζάρισμα προς τα πάνω 2 για φρεζάρισμα δεξιόστροφα G2 (ανεξάρτητα από την κατεύθυνση του άξονα) 3 για φρεζάρισμα αριστερόστροφα (G3)
18	<b>FAL</b>	Πραγματικός	Υπόλοιπο υλικού στο εσωτερικό περίγραμμα της αυλάκωσης για τελική αφαίρεση (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
19	<b>MIDF</b>	Πραγματικός	Μέγιστο αξονικό βάθος τροφοδοσίας για φινίρισμα
20	<b>FFP2</b>	Πραγματικός	Πρόωση για φινίρισμα
21	<b>SSF</b>	Πραγματικός	Στροφές για φινίρισμα

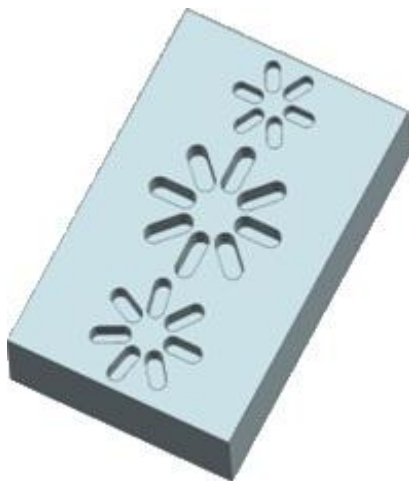
22	<b>Insertion</b>	Ακέραιος	<p>Τρόπος εισαγωγής του κοπτικού εργαλείου στο τεμάχιο με κάθετη εισαγωγή στην αυλάκωση με G0, κάθετη εισαγωγή στην αυλάκωση με G1 και εισαγωγή με ταλάντωση στον κεντρικό άξονα της αυλάκωσης με G1 (εισάγεται χωρίς πρόσημο)</p> <p>Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα:</p> <p>0 για κάθετη εισαγωγή στην αυλάκωση με G0</p> <p>1 για κάθετη εισαγωγή στην αυλάκωση με G1</p> <p>3 για εισαγωγή με ταλάντωση στον κεντρικό άξονα της αυλάκωσης με G1</p>
23	<b>STA2</b>	Πραγματικός	Μέγιστη γωνία εισαγωγής για κίνηση ταλάντωσης
24	<b>FALD</b>	Πραγματικός	Υπόλοιπο υλικού στην βάση της αυλάκωσης για τελική αφαίρεση

<b>Παράδειγμα:</b>	<p>Στο συγκεκριμένο τεμάχιο χρησιμοποιήθηκε ο κύκλος κατεργασίας SLOT1 για φραιζάρισμα αυλακώσεων εφαπτόμενα στην εξωτερική περιφέρεια ενός κύκλου με ξεχόνδρισμα. Η κατεύθυνση φραιζαρίσματος που είχε επιλεγεί για την μηχανική κατεργασία των αυλακώσεων ήταν προς τα κάτω. Ο κύκλος κατεργασίας εκτελέστηκε τρεις φορές ξεχωριστά για κάθε μία από της τρεις διαμορφώσεις που φαίνονται στα παρακάτω σχήματα. Στης τρεις διαμορφώσεις του τεμαχίου ο αριθμός των αυλακώσεων που επιλέχθηκε, εφαπτόμενα γύρω από την εξωτερική περιφέρεια κάθε ενός κύκλου ξεχωριστά ήταν διαφορετικός. Σε κάθε μία διαμόρφωση ξεχωριστά είχε επιλεγεί διαφορετικό μήκος και πλάτος των αυλακώσεων όπως, παρουσιάζεται παρακάτω στις εντολές που εκτελέστηκαν. Κάθε ένας κύκλος ξεχωριστά που έχει εφαπτόμενα γύρω από την εξωτερική του περιφέρεια της αυλακώσεως, έχει διαφορετική ακτίνα. Η γωνία μεταξύ της θετικής κατεύθυνσης της τετμημένης του συστήματος συντεταγμένων (Άξονα X) του τεμαχίου εργασίας και του διαμήκους κέντρου της πρώτης αυλάκωσης όπως, και η γωνία μεταξύ του διαμήκους κέντρου από μια αυλάκωση στο διάμηκες κέντρο της επόμενης. Είχε επιλεγεί σε κάθε μία διαμόρφωση ξεχωριστά να ήταν ίδιες, αλλά ταυτόχρονα διαφορετικές μεταξύ των τριών διαμορφώσεων όπως, παρουσιάζεται παρακάτω στις εντολές που εκτελέστηκαν. Το βάθος κοπής που επιλέχθηκε για κάθε μια διαμόρφωση ξεχωριστά ήταν διαφορετικό. Ακολούθως, ο τρόπος εισαγωγής του κοπτικού εργαλείου στο τεμάχιο προς κατεργασία που επιλέχθηκε ήταν με κάθετη εισαγωγή στην αυλάκωση με G1. Το αξονικό βάθος κοπής ανά πέρασμα που επιλέχθηκε, σε όλες της διαμορφώσεις του τεμαχίου ήταν 1 mm. Το εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε ήταν ένα κονδύλι διαμέτρου 6 mm, με 3700 rpm στροφές και 210 mm/min πρόωση.</p>		
<b>Τεμάχιο:</b>	Μηχανολογικό σχέδιο		



Ενδεικτική εικόνα από το μηχανολογικό σχέδιο του τεμαχίου  
ολόκληρο το μηχανολογικό σχέδιο παρατίθεται στο παράρτημα.

CAD



Τελικό τεμάχιο



Πρόγραμμα  
ψηφιακής  
καθοδήγησης:

G90 G54 G17 G71

T= "MILL6" M06

S3700 M03 F210

M08

SLOT1(25,0,15,-4,,7,16.5,7,50,26,7,51.4,51.4,105,210,1,0,0,11,,,0,)

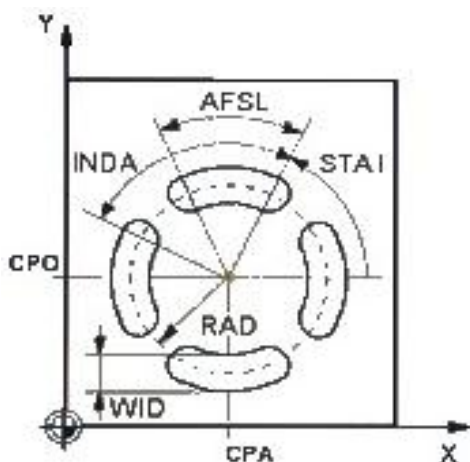
SLOT1(25,0,15,-5,,8,20,8,50,81.25,9.25,45,45,105,210,1,0,0,11,,,0,)

SLOT1(25,0,15,-3,,6,13,6,50,130,5,60,60,105,210,1,0,0,11,,,0,)

M30

#### 4.8 Φραιζάρισμα αυλακώσεων στην περιφέρεια ενός κύκλου SLOT2

<b>Περιγραφή:</b>	<p>Ο κύκλος κατεργασίας SLOT2 χρησιμοποιείται για φραιζάρισμα αυλακώσεων στο μέσο της περιφέρειας ενός κύκλου για ξεχόνδρισμα, φινίρισμα και πλήρης κατεργασία σε δύο μέρη. Υπάρχει η δυνατότητα επιλογής της κατεύθυνσης φραιζαρίσματος για την μηχανική κατεργασία των αυλακώσεων δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα. Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα ο χειριστής να ορίσει τον αριθμό αυλακώσεων που επιθυμεί να υπάρχουν, στο μέσο της περιφέρειας ενός κύκλου. Για αυτές τις αυλακώσεις ο χειριστής μπορεί να ορίσει το πλάτος τους που επιθυμεί όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Ο κύκλος που θα έχει στο μέσο της περιφέρειας του αυλακώσεις, μπορεί να ορισθεί η ακτίνα του ανάλογα με την επιθυμία του χειριστή. Υπάρχει η δυνατότητα ο χειριστής να ορίσει την γωνία που καθορίζει το μήκος της κάθε αυλάκωσης. Επιπλέον, ο χειριστής μπορεί να ορίσει την γωνία μεταξύ της θετικής κατεύθυνσης της τετμημένης του συστήματος συντεταγμένων (Άξονα X) του τεμαχίου εργασίας και την αρχή της πρώτης αυλάκωσης. Στην συνέχεια, ο προγραμματιστής μπορεί να ορίσει την γωνία μεταξύ της αρχής από μια αυλάκωση στην επόμενη. Ακολουθώντας, ο χειριστής μπορεί να ορίσει το αξονικό βάθος κοπής που επιθυμεί ανά πέρασμα του κοπτικού εργαλείου, για να φτάσει στο τελικό βάθος κοπής που έχει ορίσει. Στην συνέχεια μπορεί να ορισθεί η πρόωση για την εισαγωγή του κοπτικού εργαλείου στο τεμάχιο καθώς και η πρόωση για την επιφανειακή κατεργασία, καθ' όλη την διάρκεια της κατεργασίας σε όλο το τεμάχιο. Επίσης, υπάρχει δυνατότητα να οριστεί για φινίρισμα το αξονικό βάθος κοπής, η πρόωση για την επιφανειακή κατεργασία και η στροφές.</p>
<b>Σύνταξη:</b>	<b>SLOT2</b> (RTP, RFP, SDIS, DP, Operation, NUM, AFSL, WID, CPA, CPO, RAD, STA1, INDA, FFD, FFP1, MID, Mill. direct., FAL, MIDF, FFP2, SSF)



Ορίσματα:			
α/α	Όρισμα	Τύπος Δεδομένου	Σημασία
1	RTP	Πραγματικός	Επίπεδο επαναφοράς (απόλυτο)

2	<b>RFP</b>	Πραγματικός	Επίπεδο αναφοράς (απόλυτο)
3	<b>SDIS</b>	Πραγματικός	Απόσταση ασφαλείας (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
4	<b>DP</b>	Πραγματικός	Βάθος αυλάκωσης (απόλυτο)
5	<b>Operation</b>	Ακέραιος	Φραιζάρισμα με ξεχόνδρισμα, φινίρισμα και πλήρης κατεργασία σε δύο μέρη Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 0 για πλήρης κατεργασία σε δύο μέρη 1 για ξεχόνδρισμα 2 για φινίρισμα
6	<b>NUM</b>	Ακέραιος	Αριθμός των αυλακώσεων
7	<b>AFSL</b>	Πραγματικός	Γωνία για το μήκος της αυλάκωσης (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
8	<b>WID</b>	Πραγματικός	Πλάτος αυλάκωσης (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
9	<b>CPA</b>	Πραγματικός	Κεντρικό σημείο του κύκλου στον άξονα Χ (απόλυτο)
10	<b>CPO</b>	Πραγματικός	Κεντρικό σημείο του κύκλου στον άξονα Υ (απόλυτο)
11	<b>RAD</b>	Πραγματικός	Ακτίνα του κύκλου (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
12	<b>STA1</b>	Πραγματικός	Αρχική γωνία (Γωνία μεταξύ της θετικής κατεύθυνσης της τετμημένης του συστήματος συντεταγμένων (Άξονα Χ) του τεμαχίου εργασίας και την αρχή της πρώτης αυλάκωσης)
13	<b>INDA</b>	Πραγματικός	Γωνία μεταξύ της αρχής από μια αυλάκωση στην επόμενη
14	<b>FFD</b>	Πραγματικός	Πρόωση για τροφοδοσία βάθους
15	<b>FFP1</b>	Πραγματικός	Πρόωση για επιφανειακή κατεργασία
16	<b>MID</b>	Πραγματικός	Μέγιστο αξονικό βάθος τροφοδοσίας (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
17	<b>Mill. direct.</b>	Ακέραιος	Κατεύθυνση φραιζαρίσματος για την μηχανική κατεργασία των αυλακώσεων δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 2 για φρεζάρισμα δεξιόστροφα G2 (ανεξάρτητα από την κατεύθυνση του άξονα) 3 για φρεζάρισμα αριστερόστροφα (G3)
18	<b>FAL</b>	Πραγματικός	Υπόλοιπο υλικού στο εσωτερικό περίγραμμα της αυλάκωσης για τελική αφαίρεση (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
19	<b>MIDF</b>	Πραγματικός	Μέγιστο αξονικό βάθος τροφοδοσίας για φινίρισμα
20	<b>FFP2</b>	Πραγματικός	Πρόωση για φινίρισμα
21	<b>SSF</b>	Πραγματικός	Στροφές για φινίρισμα

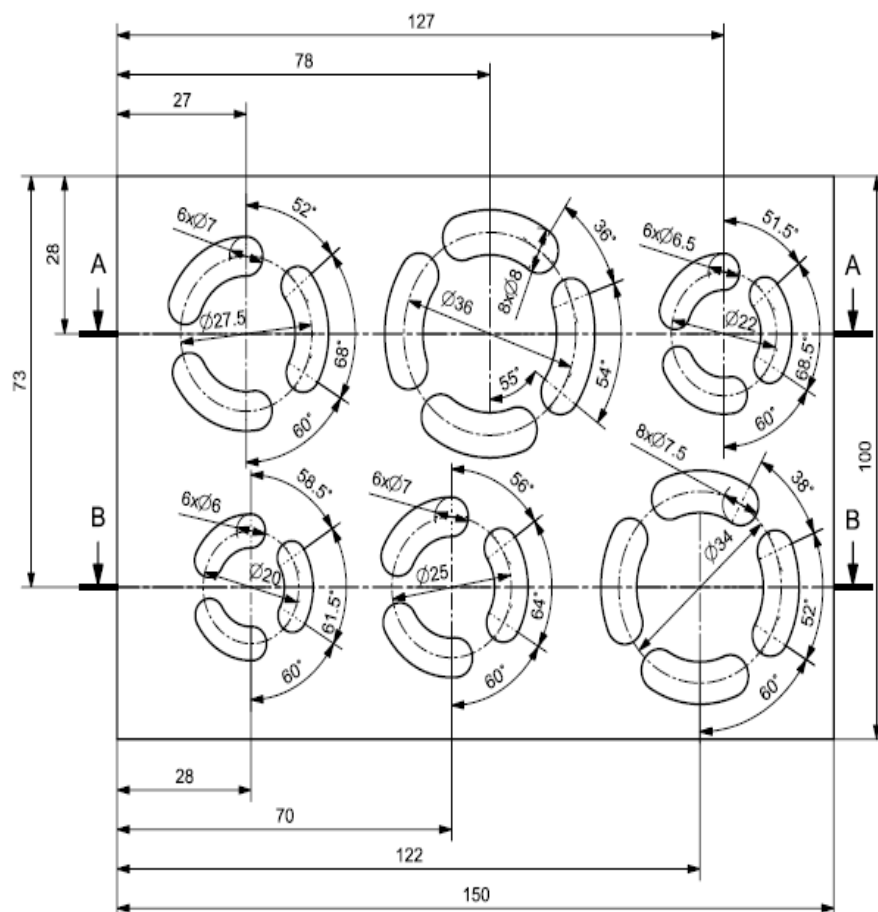
#### Παράδειγμα:

Στο συγκεκριμένο τεμάχιο χρησιμοποιήθηκε ο κύκλος κατεργασίας SLOT2 για φραιζάρισμα αυλακώσεων στο μέσο της περιφέρειας ενός κύκλου με ξεχόνδρισμα. Η κατεύθυνση φραιζαρίσματος που είχε επιλεγεί για την μηχανική κατεργασία των αυλακώσεων ήταν αριστερόστροφη. Ο κύκλος κατεργασίας εκτελέστηκε έξι φορές ξεχωριστά για κάθε μία από της έξι διαμορφώσεις που φαίνονται στα σχήματα. Στης δύο από της έξι διαμορφώσεις του τεμαχίου ο αριθμός των αυλακώσεων που επιλέχθηκε, στο μέσο της περιφέρειας κάθε ενός κύκλου ήταν τέσσερις. Ενώ στις υπόλοιπες τέσσερις διαμορφώσεις ήταν τρεις. Σε κάθε μία διαμόρφωση ξεχωριστά είχε επιλεγεί διαφορετική γωνία καθορισμού του μήκους της κάθε αυλάκωσης. Το πλάτος των αυλακώσεων που επιλέχθηκε στις περισσότερες διαμορφώσεις του τεμαχίου ήταν διαφορετικό όπως, παρουσιάζεται παρακάτω στις εντολές που εκτελέστηκαν. Ο κάθε ένας κύκλος ξεχωριστά που έχει στο μέσο της περιφέρειας του

αυλακώσεις, έχει διαφορετική ακτίνα. Η γωνία μεταξύ της θετικής κατεύθυνσης της τετμημένης του συστήματος συντεταγμένων (Άξονα X) του τεμαχίου εργασίας και την αρχή της πρώτης αυλάκωσης όπως, και η γωνία μεταξύ της αρχής από μια αυλάκωση στην επόμενη. Είχε επιλεχθεί στις τέσσερις διαμορφώσεις με αριθμό αυλακώσεων ίσο με τρία να ήταν ίδιες, αλλά ταυτόχρονα διαφορετικές μεταξύ τους όπως, παρουσιάζεται παρακάτω στις εντολές που εκτελέστηκαν. Η γωνία μεταξύ της αρχής από μια αυλάκωση στην επόμενη, είχε επιλεχθεί στις δύο διαμορφώσεις με αριθμό αυλακώσεων ίσο με τέσσερα να ήταν ίδια. Η γωνία μεταξύ της θετικής κατεύθυνσης της τετμημένης του συστήματος συντεταγμένων (Άξονα X) του τεμαχίου εργασίας και την αρχή της πρώτης αυλάκωσης. Είχε επιλεχθεί στις πέντε από της έξι διαμορφώσεις του τεμαχίου να ήταν ίδια. Το βάθος κοπής που επιλέχθηκε για της τρεις από της έξι διαμορφώσεις του τεμαχίου ήταν ίδιο και στις υπόλοιπες τρεις διαμορφώσεις διαφορετικό όπως και μεταξύ τους διαφορετικό. Όπως παρουσιάζεται παρακάτω στις εντολές που εκτελέστηκαν. Το αξονικό βάθος κοπής ανά πέρασμα που επιλέχθηκε, σε όλες της διαμορφώσεις του τεμαχίου ήταν 1 mm. Το εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε ήταν ένα κονδύλι διαμέτρου 6 mm, με 3700 rpm στροφές και 210 mm/min πρόωση.

**Τεμάχιο:**

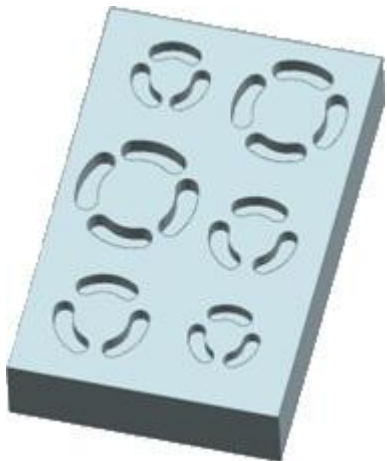

Μηχανολογικό σχέδιο



Ενδεικτική εικόνα από το μηχανολογικό σχέδιο του τεμαχίου ολόκληρο το μηχανολογικό σχέδιο παρατίθεται στο παράρτημα.

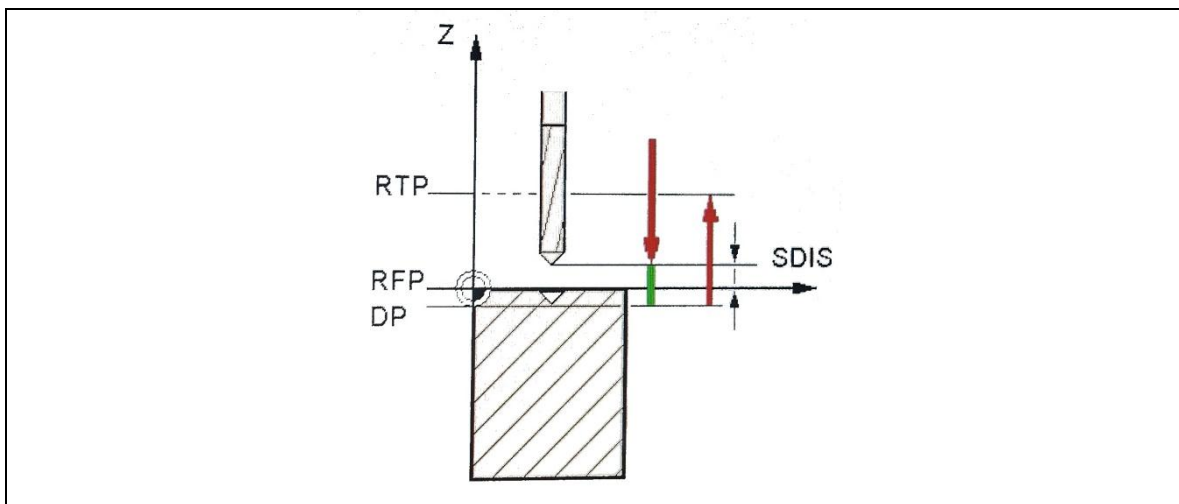
CAD

## Τελικό τεμάχιο

	 
<b>Πρόγραμμα ψηφιακής καθοδήγησης:</b>	<b>G90 G54 G17 G71</b> <b>T= "MILL6" M06</b> <b>S3700 M03 F210</b> <b>M08</b> <b>SLOT2(25,0,15,-3.5,,3,68,7,28,27,13.75,60,120,105,210,1,3,0,1,,,) )</b> <b>SLOT2(25,0,15,-4.5,,4,54,8,28,78,18,55,90,105,210,1,3,0,1,,,) )</b> <b>SLOT2(25,0,15,-3.5,,3,68.5,6.5,28,127,11,60,120,105,210,1,3,0,1,,,) )</b> <b>SLOT2(25,0,15,-4,,4,52,7.5,73,122,17,60,90,105,210,1,3,0,1,,,) )</b> <b>SLOT2(25,0,15,-3.5,,3,64,7,73,70,12.5,60,120,105,210,1,3,0,1,,,) )</b> <b>SLOT2(25,0,15,-3,,3,61.5,6,73,28,10,60,120,105,210,1,3,0,1,,,) )</b> <b>M30</b>

#### 4.9 Διάτρηση οπής CYCLE82

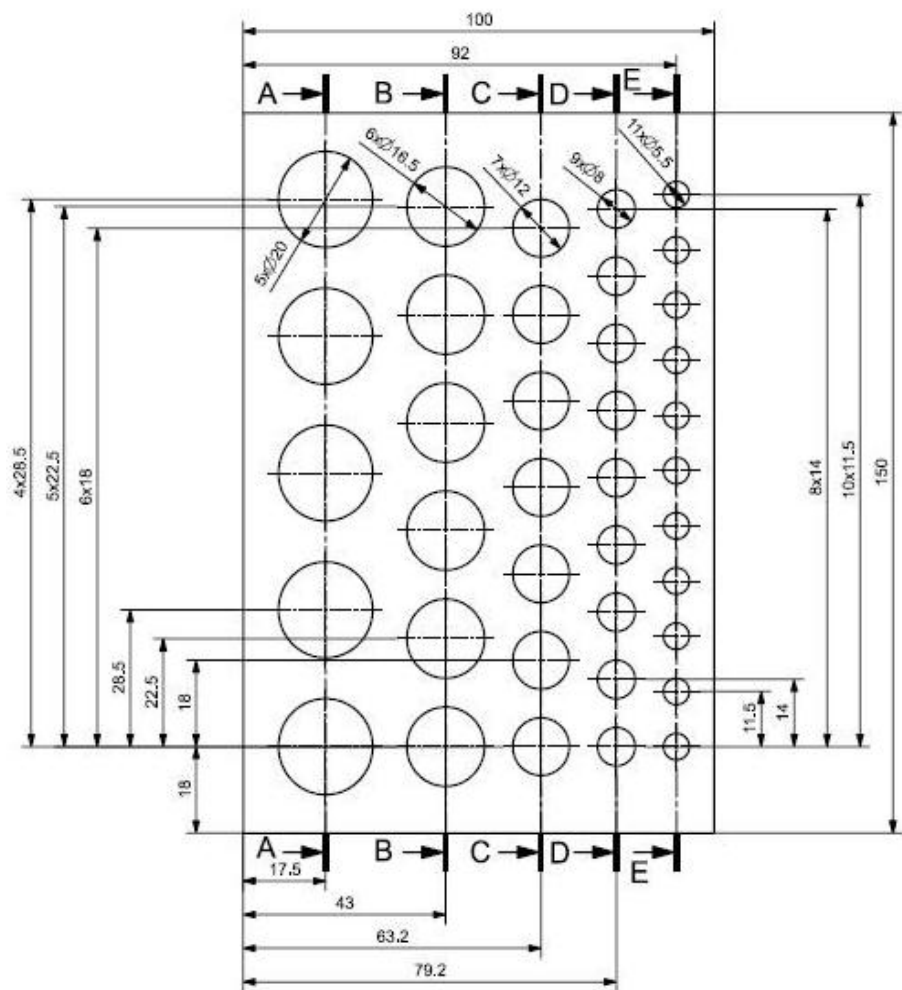
<b>Περιγραφή:</b>	<p>Ο κύκλος κατεργασίας CYCLE82 χρησιμοποιείται για διάνοιξη οπής. Η διάμετρος της οπής εξαρτάται από την διάμετρο που θα έχει το τρυπάνι, που θα επιλέξει ο χειριστής της εργαλειομηχανής να ορίσει στο κώδικα. Ο συγκεκριμένος κύκλος κατεργασίας CYCLE82 δεν προσφέρεται για διάνοιξη οπής μεγάλου βάθους. Καθώς η διάνοιξη της οπής γίνεται κατευθείαν σε όλο το βάθος και δεν υπάρχει ανεβοκατέβασμα του τρυπανιού σε συγκεκριμένο βάθος κάθε φορά μέχρι να φτάσει στο τελικό βάθος που έχει ορίσει ο χειριστής. Για να εκτελεστεί ο κύκλος κατεργασίας χρειάζεται τοποθέτηση του τρυπανιού στο κέντρο της οπής, πριν από την εισαγωγή του κύκλου κατεργασίας στο κώδικα. Το τρυπάνι αρχικά κατεβαίνει μέχρι την απόσταση ασφαλείας που έχει δηλώσει ο χειριστής και στην συνέχεια από εκεί κατεβαίνει στο τελικό βάθος διάτρησης όπου, παραμένει εκεί για όσο χρόνο έχει ορίσει ο χειριστής. Ο χρόνος παραμονής στο τελικό βάθος διάτρησης ορίζεται σε δευτερόλεπτα (s). Ακολούθως, το τρυπάνι ανεβαίνει στο επίπεδο επαναφοράς που έχει ορίσει ο χειριστής.</p>
<b>Σύνταξη:</b>	<b>CYCLE82 (RTP, RFP, SDIS, DP, DTB)</b>



Ορίσματα:			
α/α	Όρισμα	Τύπος Δεδομένου	Σημασία
1	<b>RTP</b>	Πραγματικός	Επίπεδο επαναφοράς (απόλυτο)
2	<b>RFP</b>	Πραγματικός	Επίπεδο αναφοράς (απόλυτο)
3	<b>SDIS</b>	Πραγματικός	Απόσταση ασφαλείας (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
4	<b>DP</b>	Πραγματικός	Τελικό βάθος διάτρησης (απόλυτο)
5	<b>DTB</b>	Πραγματικός	Χρόνος παραμονής στο τελικό βάθος διάτρησης (σπάσιμο γρεζιού)

<b>Παράδειγμα:</b>	<p>Στο συγκεκριμένο τεμάχιο χρησιμοποιήθηκε ο κύκλος κατεργασίας CYCLE82 για διάνοιξη οπών. Στο τεμάχιο κατασκευάστηκαν πέντε διαμορφώσεις σε ευθεία γραμμή κατά μήκος του τεμαχίου όπως φαίνονται στο παρακάτω σχήμα. Για την κάθε μία διαμόρφωση ξεχωριστά είχε χρησιμοποιηθεί διαφορετικής διαμέτρου τρυπάνι. Οι πέντε διαμορφώσεις του τεμαχίου ξεκινάνε από το ίδιο σημείο κατά το μήκος του τεμαχίου. Όλες οι οπές των πέντε διαμορφώσεων σε ευθεία γραμμή κατά μήκος του τεμαχίου έχουν την ίδια απόσταση μεταξύ τους από κέντρο σε κέντρο της κάθε οπής. Ο κύκλος κατεργασίας εκτελέστηκε για κάθε μία ευθεία ξεχωριστά τόσες φορές όσες χωρούσε στο τεμάχιο. Για της πέντε διαμορφώσεις ξεχωριστά μεταξύ τους είχε επιλεχθεί διαφορετικό βάθος κοπής, για της περισσότερες οπές των πέντε διαμορφώσεων, ταυτόχρονα στις περισσότερες διαμορφώσεις το βάθος κοπής δεν είναι ίδιο σε όλες της οπές όπως, παρουσιάζεται παρακάτω στις εντολές που εκτελέστηκαν. Πριν χρησιμοποιηθούν τα τρυπάνια πιο μεγάλης διαμέτρου χρησιμοποιήθηκαν άλλα τρυπάνια μικρότερης διαμέτρου για να ανοίξουν αρχικά πιο μικρές οπές και στην συνέχεια να τοποθετηθούν τα τρυπάνια πιο μεγάλης διαμέτρου. Τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ένα τρυπάνι διαμέτρου 20 mm με 450 rpm στροφές και 180 mm/min πρόωση, ένα τρυπάνι διαμέτρου 16.5 mm με 560 rpm στροφές και 150 mm/min πρόωση, ένα τρυπάνι διαμέτρου 12 mm με 950 rpm στροφές και 205 mm/min πρόωση, ένα τρυπάνι διαμέτρου 8 mm με 1200 rpm στροφές και 210 mm/min πρόωση και ένα τρυπάνι διαμέτρου 5.5 mm με 2200 rpm στροφές και 240 mm/min πρόωση.</p>
<b>Τεμάχιο:</b>	Μηχανολογικό σχέδιο





Ενδεικτική εικόνα από το μηχανολογικό σχέδιο του τεμαχίου ολόκληρο το μηχανολογικό σχέδιο παρατίθεται στο παράρτημα.

CAD



Τελικό τεμάχιο



**Πρόγραμμα  
ψηφιακής  
καθοδήγησης:**

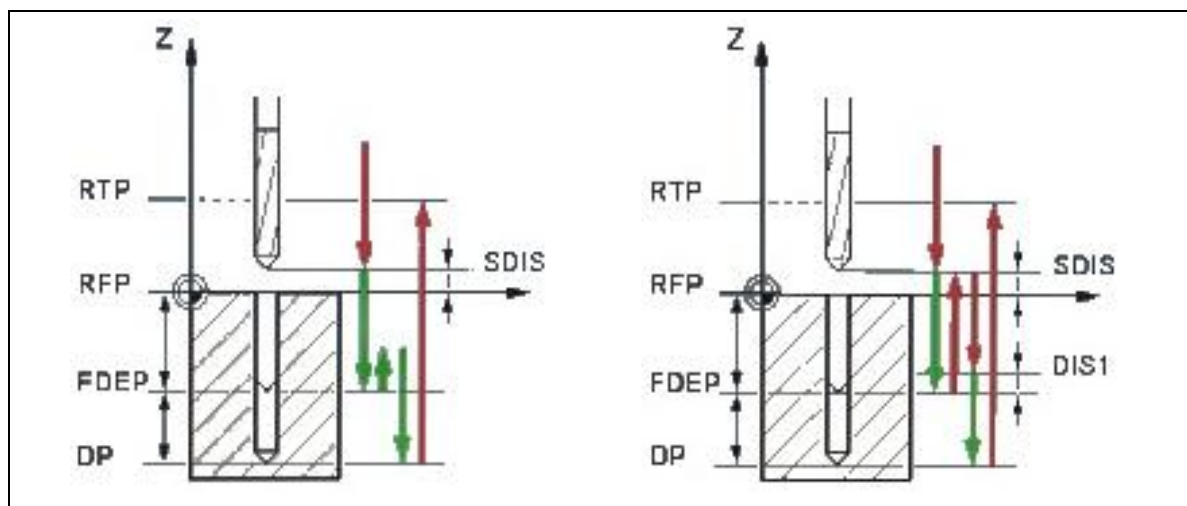
Παρακάτω φαίνεται ένα μέρος από τις εντολές που χρησιμοποιήθηκαν.

**G90 G54 G17 G71**

	<p> <b>T= "DRILL8" M06</b>  <b>S1200 M03 F210</b>  <b>M08</b>  <b>G00</b> Z70  X17.5 Y18  <b>G00</b> Z30  <b>CYCLE82</b>(25,0,15,-14,,0)  <b>G00</b> Z60  <b>G00</b> X17.5 Y46.5 Z60  <b>G00</b> Z30  <b>CYCLE82</b>(25,0,15,-14,,0)  <b>G00</b> Z60  <b>G00</b> X17.5 Y75 Z60  <b>G00</b> Z30  <b>CYCLE82</b>(25,0,15,-12,,0)  <b>G00</b> Z60  <b>G00</b> X17.5 Y103.5 Z60  <b>G00</b> Z30  <b>CYCLE82</b>(25,0,15,-12,,0)  <b>G00</b> Z60  <b>G00</b> X17.5 Y132 Z60  <b>G00</b> Z30  <b>CYCLE82</b>(25,0,15,-11,,0)  <b>G00</b> Z60  <b>T= "DRILL16.5" M06</b>  <b>S560 M03 F150</b>  <b>M08</b>  <b>G00</b> Z70  X17.5 Y18  <b>G00</b> Z30  <b>CYCLE82</b>(25,0,15,-14,,0)  <b>G00</b> Z60  <b>G00</b> X17.5 Y46.5 Z60  <b>G00</b> Z30  <b>CYCLE82</b>(25,0,15,-14,,0)  <b>G00</b> Z60  <b>G00</b> X17.5 Y75 Z60  <b>G00</b> Z30  <b>CYCLE82</b>(25,0,15,-12,,0)  <b>G00</b> Z60  <b>G00</b> X17.5 Y103.5 Z60  <b>G00</b> Z30  <b>CYCLE82</b>(25,0,15,-12,,0)  <b>G00</b> Z60  <b>G00</b> X17.5 Y132 Z60  <b>G00</b> Z30  <b>CYCLE82</b>(25,0,15,-11,,0)  <b>G00</b> Z60 </p> <p> Το υπόλοιπο μέρος του κώδικα που χρησιμοποιήθηκε για να παραχθεί το τεμάχιο παρατίθεται στο παράρτημα. </p>
--	---

#### 4.10 Διάτρηση βαθιάς οπής CYCLE83

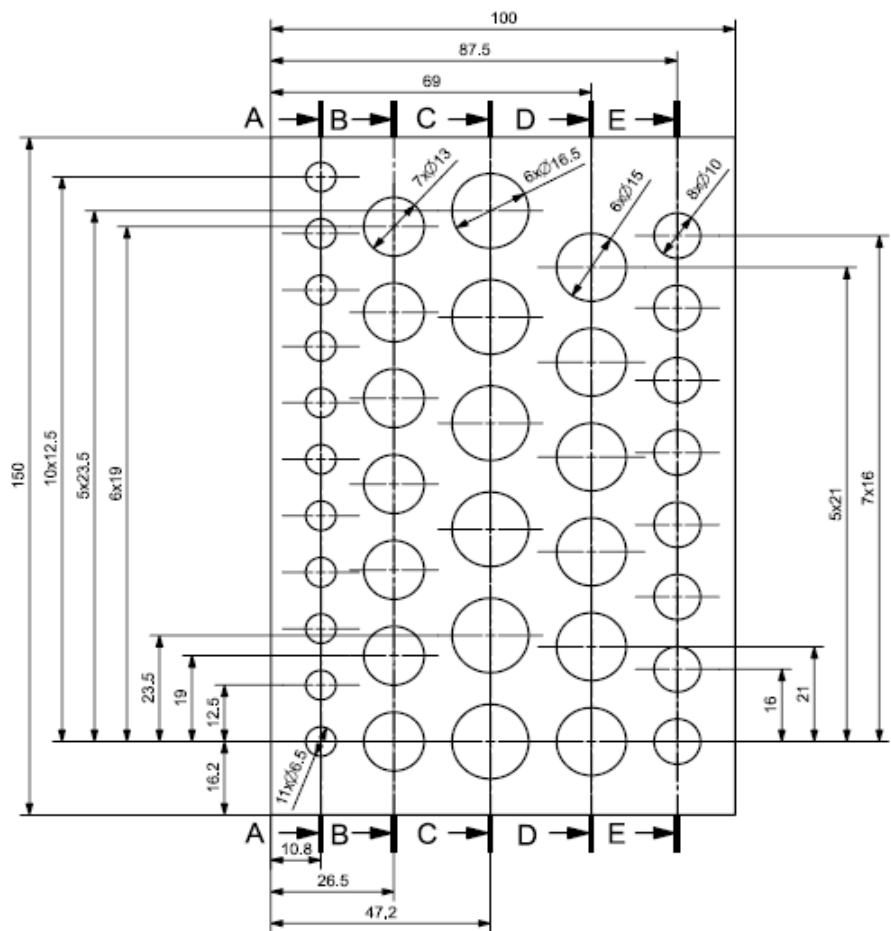
<b>Περιγραφή:</b>	Ο κύκλος κατεργασίας CYCLE83 χρησιμοποιείται για διάνοιξη βαθιάς οπής. Ανάλογα με την επιθυμητή διάμετρο της οπής, ο χειριστής της εργαλειομηχανής επιλέγει τρυπάνι αντίστοιχης διαμέτρου για να ορίσει στο κώδικα. Ο συγκεκριμένος κύκλος κατεργασίας CYCLE83 προσφέρεται για διάνοιξη οπής μεγάλου βάθους. Καθώς η διάνοιξη της οπής γίνεται σταδιακά με διαδοχικά ανεβοκατέβασμα του τρυπανιού σε συγκεκριμένο βάθος κάθε φορά μέχρι το τρυπάνι να φτάσει στο τελικό βάθος κοπής που έχει ορίσει ο χειριστής. Για να εκτελεστεί ο κύκλος κατεργασίας χρειάζεται τοποθέτηση του τρυπανιού στο κέντρο της οπής, πριν από την εισαγωγή του κύκλου κατεργασίας στο κώδικα. Η μηχανική κατεργασία για την απομάκρυνση του γρεζιού γίνεται με σπάσιμο του γρεζιού είτε με αφαίρεση του γρεζιού, όπως φαίνεται στα παρακάτω σχήματα. Ο χρόνος παραμονής στο βάθος διάτρησης με σπάσιμο του γρεζιού ή με αφαίρεση του γρεζιού, είτε ο χρόνος παραμονής στο τελικό βάθος διάτρησης ορίζονται σε δευτερόλεπτα (s) ή σε περιστροφές (rpm).
<b>Σύνταξη:</b>	CYCLE83 (RTP, RFP, SDIS, DP, FDEP, DAM, DTB, FRF, Operation, Axis, MDEP, VRT, DIS1, DTD, DTS)





Ορίσματα:			
α/α	Όρισμα	Τύπος Δεδομένου	Σημασία
1	RTP	Πραγματικός	Επίπεδο επαναφοράς (απόλυτο)
2	RFP	Πραγματικός	Επίπεδο αναφοράς (απόλυτο)
3	SDIS	Πραγματικός	Απόσταση ασφαλείας (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
4	DP	Πραγματικός	Τελικό βάθος διάτρησης (απόλυτο)
5	FDEP	Πραγματικός	Πρώτο βάθος διάτρησης (απόλυτο)
6	DAM	Πραγματικός	Μείωση βάθους διάτρησης μετά το πρώτο βάθος (εισάγεται χωρίς πρόσημο) Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: > 0 για ποσό μείωσης ως τιμή < 0 για συντελεστή απόκλισης = 0 για καμία μείωση
7	DTB	Πραγματικός	Χρόνος παραμονής στο βάθος διάτρησης (για σπάσιμο γρεζιού) Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα:

			> 0 για δευτερόλεπτα < 0 για περιστροφές
8	<b>FRF</b>	Πραγματικός	Συντελεστής πρόωσης για την τροφοδοσία του πρώτου βάθους διάτρησης (εισάγεται χωρίς πρόσημο) Εύρος τιμής: 0.001 έως 1
9	<b>Operation</b>	Ακέραιος	Τύπος μηχανικής κατεργασίας για απομάκρυνση γρεζιού Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 0 για σπάσιμο γρεζιού 1 για αφαίρεση γρεζιού
10	<b>Axis</b>	Ακέραιος	Άξονας του εργαλείου στο αντίστοιχο επίπεδο Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 1 για 1ο άξονα του τρέχοντος επιπέδου 2 για 2ο άξονα του τρέχοντος επιπέδου 3 για 3ο άξονα του τρέχοντος επιπέδου
11	<b>MDEP</b>	Πραγματικός	Ελάχιστο βάθος διάτρησης
12	<b>VRT</b>	Πραγματικός	Μεταβλητή απόσταση απόσυρσης για σπάσιμο γρεζιού Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: > 0 για απόσταση απόσυρσης = 0 τότε η ρύθμιση είναι 1 mm
13	<b>DIS1</b>	Πραγματικός	Προγραμματιζόμενη οριακή απόσταση κατά την εκ νέου εισχώρηση του τρυπανιού στην οπή (για αφαίρεση του γρεζιού) Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: > 0 για προγραμματιζόμενη οριακή απόσταση = 0 αυτόματος υπολογισμός οριακής απόστασης
14	<b>DTD</b>	Πραγματικός	Χρόνος παραμονής στο τελικό βάθος διάτρησης Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: > 0 για δευτερόλεπτα < 0 για περιστροφές = 0 για τιμή ίδια όπως το DTB
15	<b>DTS</b>	Πραγματικός	Χρόνος παραμονής στο σημείο εκκίνησης (για αφαίρεση του γρεζιού) Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: > 0 για δευτερόλεπτα < 0 για περιστροφές

<b>Παράδειγμα:</b>	<p>Στο συγκεκριμένο τεμάχιο χρησιμοποιήθηκε ο κύκλος κατεργασίας CYCLE83 για διάνοιξη βαθιών οπών. Στο τεμάχιο κατασκευάστηκαν πέντε διαμορφώσεις σε ευθεία γραμμή κατά μήκος του τεμαχίου όπως φαίνονται στα σχήματα. Για την κάθε μία διαμόρφωση ξεχωριστά είχε χρησιμοποιηθεί διαφορετικής διαμέτρου τρυπάνι. Οι πέντε διαμορφώσεις του τεμαχίου ξεκινάνε από το ίδιο σημείο κατά το μήκος του τεμαχίου. Όλες οι οπές των πέντε διαμορφώσεων σε ευθεία γραμμή κατά μήκος του τεμαχίου έχουν την ίδια απόσταση μεταξύ τους από κέντρο σε κέντρο της κάθε οπής. Ο κύκλος κατεργασίας εκτελέστηκε για κάθε μία ευθεία ξεχωριστά τόσες φορές όσες χωρούσε στο τεμάχιο. Για της πέντε διαμορφώσεις ξεχωριστά μεταξύ τους είχε επιλεχθεί διαφορετικό βάθος κοπής, για της περισσότερες οπές των πέντε διαμορφώσεων, ταυτόχρονα στις περισσότερες διαμορφώσεις το βάθος κοπής δεν είναι ίδιο σε όλες της οπές όπως, παρουσιάζεται παρακάτω στις εντολές που εκτελέστηκαν. Η μηχανική κατεργασία που επιλέχθηκε για την απομάκρυνση του γρεζιού ήταν με σπάσιμο του γρεζιού. Πριν χρησιμοποιηθούν τα τρυπάνια πιο μεγάλης διαμέτρου χρησιμοποιήθηκαν άλλα τρυπάνια μικρότερης διαμέτρου για να ανοίξουν αρχικά πιο μικρές οπές και στην συνέχεια να τοποθετηθούν τα τρυπάνια πιο μεγάλης διαμέτρου. Τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ένα τρυπάνι διαμέτρου 16.5 mm με 560 rpm στροφές και 150 mm/min πρόωση, ένα τρυπάνι διαμέτρου 15 mm με</p>
--------------------	---

	740 rpm στροφές και 185 mm/min πρόωση, ένα τρυπάνι διαμέτρου 13 mm με 850 rpm στροφές και 195 mm/min πρόωση, ένα τρυπάνι διαμέτρου 10 mm με 970 rpm στροφές και 192 mm/min πρόωση, ένα τρυπάνι διαμέτρου 8 mm με 1200 rpm στροφές και 210 mm/min πρόωση και ένα τρυπάνι διαμέτρου 6.5 mm με 1900 rpm στροφές και 225 mm/min πρόωση.	
<b>Τεμάχιο:</b>	Μηχανολογικό σχέδιο	
	 <p>Ενδεικτική εικόνα από το μηχανολογικό σχέδιο του τεμαχίου ολόκληρο το μηχανολογικό σχέδιο παρατίθεται στο παράρτημα.</p>	
	CAD	Τελικό τεμάχιο

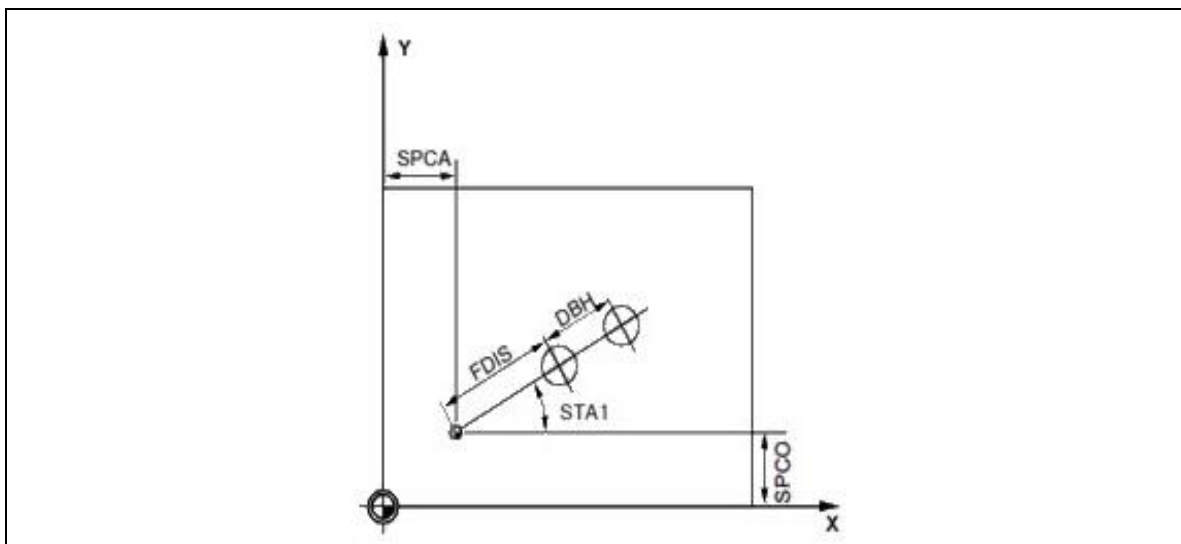
		
<p><b>Πρόγραμμα ψηφιακής καθοδήγησης:</b></p>	<p>Παρακάτω φαίνεται ένα μέρος από τις εντολές που χρησιμοποιήθηκαν.</p> <pre> <b>G90 G54 G17 G71</b> <b>T= "DRILL8" M06</b> <b>S1200 M03 F210</b> <b>M08</b> <b>G00 Z70</b> X47.25 Y16.25 <b>G00 Z30</b> <b>CYCLE83(25,0,15,-15,-7.5,,10,0,,1,0,3,6.5,25,0,)</b> <b>G00 Z60</b> <b>G00 X47.25 Y39.75 Z60</b> <b>G00 Z30</b> <b>CYCLE83(25,0,15,-15,-7.5,,10,0,,1,0,3,10,25,0,)</b> <b>G00 Z60</b> <b>G00 X47.25 Y63.25 Z60</b> <b>G00 Z30</b> <b>CYCLE83(25,0,15,-15,-7.5,,10,0,,1,0,3,10,25,0,)</b> <b>G00 Z60</b> <b>G00 X47.25 Y86.75 Z60</b> <b>G00 Z30</b> <b>CYCLE83(25,0,15,-15,-7.5,,10,0,,1,0,3,10,25,0,)</b> <b>G00 Z60</b> <b>G00 X47.25 Y110.25 Z60</b> <b>G00 Z30</b> <b>CYCLE83(25,0,15,-14,-7,,10,0,,1,0,3,10,25,0,)</b> <b>G00 Z60</b> <b>G00 X47.25 Y133.75 Z60</b> <b>G00 Z30</b> <b>CYCLE83(25,0,15,-14,-7,,10,0,,1,0,3,10,25,0,)</b> <b>G00 Z60</b> <b>T= "DRILL16.5" M06</b> <b>S560 M03 F150</b> <b>M08</b> <b>G00 Z70</b> X47.25 Y16.25 <b>G00 Z30</b> <b>CYCLE83(25,0,15,-15,-7.5,,10,0,,1,0,3,6.5,25,0.5,)</b> <b>G00 Z60</b> <b>G00 X47.25 Y39.75 Z60</b> </pre>	

	<b>G00</b> Z30 <b>CYCLE83</b> (25,0,15,-15,-7.5,,10,0,,1,0,3,10,25,0.5,) <b>G00</b> Z60 <b>G00</b> X47.25 Y63.25 Z60 <b>G00</b> Z30 <b>CYCLE83</b> (25,0,15,-15,-7.5,,10,0,,1,0,3,10,25,0.5,) <b>G00</b> Z60 <b>G00</b> X47.25 Y86.75 Z60 <b>G00</b> Z30 <b>CYCLE83</b> (25,0,15,-15,-7.5,,10,0,,1,0,3,10,25,0.5,) <b>G00</b> Z60 <b>G00</b> X47.25 Y110.25 Z60 <b>G00</b> Z30 <b>CYCLE83</b> (25,0,15,-14,-7,,10,0,,1,0,3,10,25,0.5,) <b>G00</b> Z60 <b>G00</b> X47.25 Y133.75 Z60 <b>G00</b> Z30 <b>CYCLE83</b> (25,0,15,-14,-7,,10,0,,1,0,3,10,25,0.5,) <b>G00</b> Z60 <p>Το υπόλοιπο μέρος του κώδικα που χρησιμοποιήθηκε για να παραχθεί το τεμάχιο παρατίθεται στο παράρτημα.</p>
--	--

#### 4.11 Διάτρηση οπών σε ευθεία διάταξη HOLES1

<b>Περιγραφή:</b>	<p>Ο κύκλος κατεργασίας HOLES1 χρησιμοποιείται για διάτρηση οπών σε ευθεία διάταξη. Η διάμετρος της οπής εξαρτάται από την διάμετρο που θα έχει το τρυπάνι, που θα επιλέξει ο χειριστής της εργαλειομηχανής να ορίσει στο κώδικα. Για να δουλέψει ο κύκλος κατεργασίας HOLES1 πρέπει να συνδυαστεί με τους κύκλους κατεργασίας διάτρησης όπως, διάτρηση οπής CYCLE82 ή διάτρηση βαθιάς οπής CYCLE83 που έχουν παρουσιαστεί προηγούμενα. Η σύνδεση των κύκλων γίνεται με την λέξη MCALL. Στην αρχή εισάγεται η λέξη MCALL και δεξιά της ο κατάλληλος κύκλος κατεργασίας διάτρησης στην συνέχεια, εισάγεται ο κύκλος κατεργασίας HOLES1 και τέλος ξανά εισάγεται η λέξη MCALL όπως, παρουσιάζεται παρακάτω στις εντολές που εκτελέστηκαν. Ο χειριστής μπορεί να ορίσει ένα σημείο αναφοράς κατά τον άξονα X και Y. Επίσης, μπορεί να ορίσει την απόσταση μεταξύ της πρώτης οπής και του σημείου αναφοράς. Ακολουθώντας, υπάρχει η δυνατότητα να οριστεί η γωνία μεταξύ του άξονα που περνάει από το κέντρο των οπών και του 1ου άξονα του επιπέδου (Άξονα X). Επιπλέον, ο χειριστής μπορεί να ορίσει των αριθμό οπών που επιθυμεί να κατεργαστεί, καθώς και την απόσταση μεταξύ των οπών.</p>
<b>Σύνταξη:</b>	HOLES1 (SPCA, SPCO, STA1, FDIS, DBH, NUM)





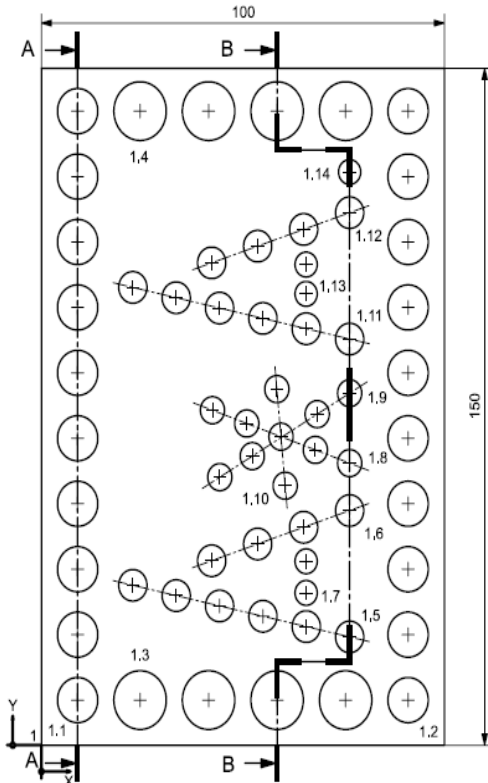
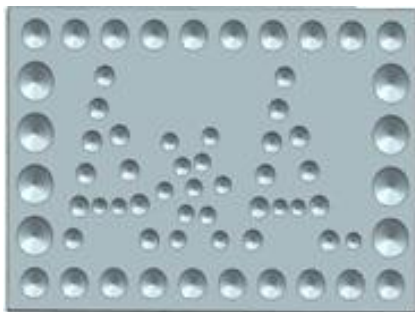

### Ορίσματα:

α/α	Όρισμα	Τύπος Δεδομένου	Σημασία
1	<b>SPCA</b>	Πραγματικός	Τετμημένη ευθεία γραμμή του σημείου αναφοράς στον άξονα Χ (απόλυτο)
2	<b>SPCO</b>	Πραγματικός	Τεταγμένη ευθεία γραμμή του σημείου αναφοράς στον άξονα Υ (απόλυτο)
3	<b>STA1</b>	Πραγματικός	Γωνία μεταξύ του άξονα που περνάει από το κέντρο των οπών και του 1ου άξονα του επιπέδου (Άξονα Χ) Εύρος τιμών: $-180^\circ < STA1 \leq 180^\circ$
4	<b>FDIS</b>	Πραγματικός	Απόσταση μεταξύ της πρώτης οπής και του σημείου αναφοράς (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
5	<b>DBH</b>	Πραγματικός	Απόσταση μεταξύ των οπών (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
6	<b>NUM</b>	Ακέραιος	Αριθμός οπών

### Παράδειγμα:

Στο συγκεκριμένο τεμάχιο χρησιμοποιήθηκε ο κύκλος κατεργασίας HOLES1 για διάνοιξη οπών σε ευθεία διάταξη. Στο τεμάχιο κατασκευάστηκαν διάφορες διαμορφώσεις σε ευθεία διάταξη, περιμετρικά και στο μέσο του τεμαχίου όπως, φαίνονται στο παρακάτω σχήματα. Οι διατάξεις στο μέσο του τεμαχίου αρχίζουν από το ίδιο σημείο κατά πλάτος του τεμαχίου. Οι περισσότερες διαμορφώσεις του τεμαχίου που βρίσκονται σε διαφορετικά σημεία είναι ίδιες μεταξύ τους. Έτσι σε αυτές της διαμορφώσεις χρησιμοποιήθηκαν τρυπάνια ίδιας διαμέτρου. Ο κύκλος κατεργασίας εκτελέστηκε τόσες φορές όσες χωρούσε στο τεμάχιο. Ο κύκλος κατεργασίας διάτρησης που χρησιμοποιήθηκε ήταν διάτρηση βαθιάς οπής CYCLE83. Οι διαμορφώσεις σε ευθεία διάταξη που κατασκευάστηκαν στο τεμάχιο ήταν υπό διάφορες γωνίες μεταξύ του άξονα που περνάει από το κέντρο των οπών και του 1ου άξονα του επιπέδου (Άξονα Χ). Σε όλες της διαμορφώσεις του τεμαχίου η απόσταση που επιλέχθηκε μεταξύ της πρώτης οπής και του σημείου αναφοράς ήταν μηδέν. Ο αριθμός των οπών σε κάθε μία διαμόρφωση ξεχωριστά καθορίστηκε βάση των διαστάσεων του τεμαχίου και πόσες οπές χωρούσε σε αυτές τις διαστάσεις. Στις διαμορφώσεις που είναι ίδιες μεταξύ τους το βάθος διάτρησης ήταν ίδιο ενώ στις υπόλοιπες διαφορετικό όπως, παρουσιάζεται παρακάτω στις εντολές που εκτελέστηκαν. Πριν χρησιμοποιηθούν τα τρυπάνια πιο μεγάλης

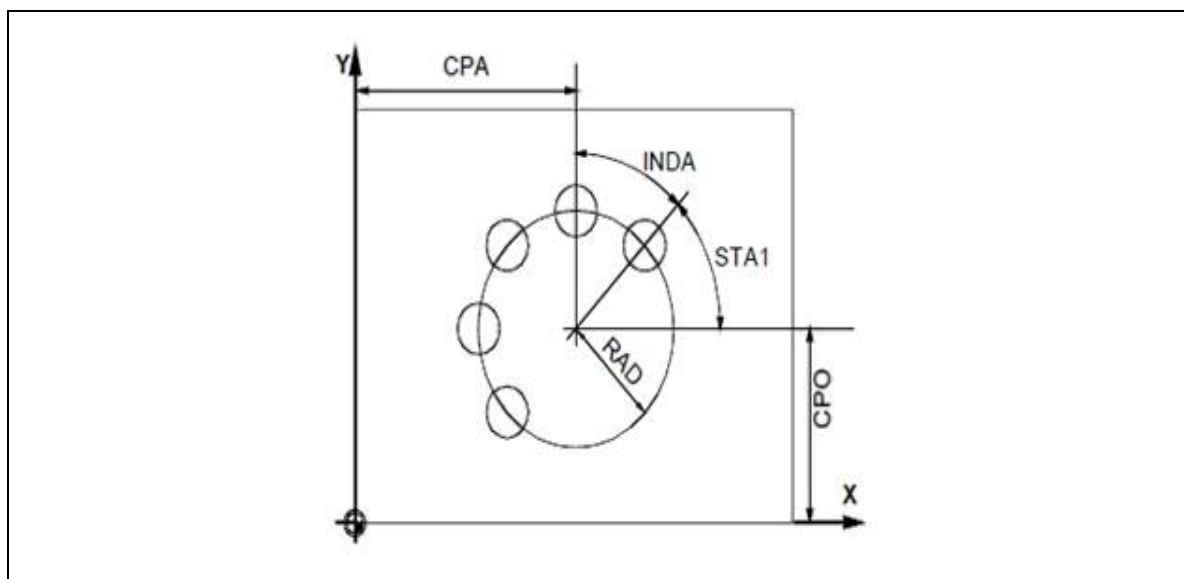


	<p>διαμέτρου χρησιμοποιήθηκαν άλλα τρυπάνια μικρότερης διαμέτρου για να ανοίξουν αρχικά πιο μικρές οπές και στην συνέχεια να τοποθετηθούν τα τρυπάνια πιο μεγάλης διαμέτρου. Τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ένα τρυπάνι διαμέτρου 13 mm με 850 rpm στροφές και 195 mm/min πρόωση, ένα τρυπάνι διαμέτρου 10 mm με 970 rpm στροφές και 192 mm/min πρόωση, ένα τρυπάνι διαμέτρου 8 mm με 1200 rpm στροφές και 210 mm/min πρόωση, ένα τρυπάνι διαμέτρου 7 mm με 1500 rpm στροφές και 180 mm/min πρόωση, ένα τρυπάνι διαμέτρου 6 mm με 2100 rpm στροφές και 230 mm/min πρόωση και ένα τρυπάνι διαμέτρου 5.5 mm με 2200 rpm στροφές και 240 mm/min πρόωση.</p>																																																																																																																						
Τεμάχιο:	Μηχανολογικό σχέδιο																																																																																																																						
	<div><div></div><div><table><tr><th rowspan="2">Σύστημα</th><th rowspan="2">Θέση</th><th colspan="5">Συντεταγμένες [mm]</th></tr><tr><th>x</th><th>y</th><th>R</th><th>φ</th><th>d</th></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr><tr><td>1</td><td>1,1</td><td>9</td><td>10</td><td>-</td><td>90°</td><td>Φ10</td></tr><tr><td>1</td><td>1,2</td><td>91</td><td>10</td><td>-</td><td>90°</td><td>Φ10</td></tr><tr><td>1</td><td>1,3</td><td>24,5</td><td>10</td><td>-</td><td>0°</td><td>Φ13</td></tr><tr><td>1</td><td>1,4</td><td>24,5</td><td>140,5</td><td>-</td><td>0°</td><td>Φ13</td></tr><tr><td>1</td><td>1,5</td><td>76,5</td><td>24</td><td>-</td><td>168°</td><td>Φ7</td></tr><tr><td>1</td><td>1,6</td><td>76,5</td><td>52</td><td>-</td><td>198°</td><td>Φ7</td></tr><tr><td>1</td><td>1,7</td><td>65,7</td><td>33,75</td><td>-</td><td>90°</td><td>Φ5,5</td></tr><tr><td>1</td><td>1,8</td><td>76,5</td><td>62,5</td><td>-</td><td>161°</td><td>Φ6</td></tr><tr><td>1</td><td>1,9</td><td>76,5</td><td>78</td><td>-</td><td>210°</td><td>Φ6</td></tr><tr><td>1</td><td>1,10</td><td>60,5</td><td>57,5</td><td>-</td><td>95,5°</td><td>Φ6</td></tr><tr><td>1</td><td>1,11</td><td>76,5</td><td>90</td><td>-</td><td>168°</td><td>Φ7</td></tr><tr><td>1</td><td>1,12</td><td>76,5</td><td>118</td><td>-</td><td>198°</td><td>Φ7</td></tr><tr><td>1</td><td>1,13</td><td>65,7</td><td>100</td><td>-</td><td>90°</td><td>Φ5,5</td></tr><tr><td>1</td><td>1,14</td><td>76,5</td><td>127</td><td>-</td><td>90°</td><td>Φ5,5</td></tr></table></div></div> <p>Ενδεικτική εικόνα από το μηχανολογικό σχέδιο του τεμαχίου ολόκληρο το μηχανολογικό σχέδιο παρατίθεται στο παράρτημα.</p>		Σύστημα	Θέση	Συντεταγμένες [mm]					x	y	R	φ	d	1	1	0	0	-	-	-	1	1,1	9	10	-	90°	Φ10	1	1,2	91	10	-	90°	Φ10	1	1,3	24,5	10	-	0°	Φ13	1	1,4	24,5	140,5	-	0°	Φ13	1	1,5	76,5	24	-	168°	Φ7	1	1,6	76,5	52	-	198°	Φ7	1	1,7	65,7	33,75	-	90°	Φ5,5	1	1,8	76,5	62,5	-	161°	Φ6	1	1,9	76,5	78	-	210°	Φ6	1	1,10	60,5	57,5	-	95,5°	Φ6	1	1,11	76,5	90	-	168°	Φ7	1	1,12	76,5	118	-	198°	Φ7	1	1,13	65,7	100	-	90°	Φ5,5	1	1,14	76,5	127	-	90°	Φ5,5
Σύστημα	Θέση	Συντεταγμένες [mm]																																																																																																																					
		x	y	R	φ	d																																																																																																																	
1	1	0	0	-	-	-																																																																																																																	
1	1,1	9	10	-	90°	Φ10																																																																																																																	
1	1,2	91	10	-	90°	Φ10																																																																																																																	
1	1,3	24,5	10	-	0°	Φ13																																																																																																																	
1	1,4	24,5	140,5	-	0°	Φ13																																																																																																																	
1	1,5	76,5	24	-	168°	Φ7																																																																																																																	
1	1,6	76,5	52	-	198°	Φ7																																																																																																																	
1	1,7	65,7	33,75	-	90°	Φ5,5																																																																																																																	
1	1,8	76,5	62,5	-	161°	Φ6																																																																																																																	
1	1,9	76,5	78	-	210°	Φ6																																																																																																																	
1	1,10	60,5	57,5	-	95,5°	Φ6																																																																																																																	
1	1,11	76,5	90	-	168°	Φ7																																																																																																																	
1	1,12	76,5	118	-	198°	Φ7																																																																																																																	
1	1,13	65,7	100	-	90°	Φ5,5																																																																																																																	
1	1,14	76,5	127	-	90°	Φ5,5																																																																																																																	
	CAD	Τελικό τεμάχιο																																																																																																																					
																																																																																																																							
Πρόγραμμα ψηφιακής καθοδήγησης:	Παρακάτω φαίνεται ένα μέρος από τις εντολές που χρησιμοποιήθηκαν.																																																																																																																						

	<p> <b>G90 G54 G17 G71</b>  <b>T= "DRILL10" M06</b>  <b>S970 M03 F192</b>  <b>M08</b>  <b>G00</b> Z70  X9 Y10  <b>G00</b> Z30  MCALL CYCLE83(25,0,15,-11,-5.5,5,0,1,0,3,10,25,0.5,)  <b>HOLES1</b>(9,10,90,0,14.5,10)  MCALL  <b>G00</b> Z60  <b>G00</b> X91 Y10 Z60  <b>G00</b> Z30  MCALL CYCLE83(25,0,15,-11,-5.5,5,0,1,0,3,10,25,0.5,)  <b>HOLES1</b>(91,10,90,0,14.5,10)  MCALL  <b>G00</b> Z60  <b>T= "DRILL8" M06</b>  <b>S1200 M03 F210</b>  <b>M08</b>  <b>G00</b> Z70  X24.5 Y10  <b>G00</b> Z30  MCALL CYCLE83(25,0,15,-12,-6,6,0,1,0,3,6,25,0.5,)  <b>HOLES1</b>(24.5,10,0,0,17,4)  MCALL  <b>G00</b> Z60  <b>G00</b> X24.5 Y140.5 Z60  <b>G00</b> Z30  MCALL CYCLE83(25,0,15,-12,-6,6,0,1,0,3,6,25,0.5,)  <b>HOLES1</b>(24.5,140.5,0,0,17,4)  MCALL  <b>G00</b> Z60  <b>T= "DRILL13" M06</b>  <b>S850 M03 F195</b>  <b>M08</b>  <b>G00</b> Z70  X24.5 Y10  <b>G00</b> Z30  MCALL CYCLE83(25,0,15,-12,-6,6,0,1,0,3,6,25,0.5,)  <b>HOLES1</b>(24.5,10,0,0,17,4)  MCALL  <b>G00</b> Z60  <b>G00</b> X24.5 Y140.5 Z60  <b>G00</b> Z30  MCALL CYCLE83(25,0,15,-12,-6,6,0,1,0,3,6,25,0.5,)  <b>HOLES1</b>(24.5,140.5,0,0,17,4)  MCALL  <b>G00</b> Z60 </p> <p> Το υπόλοιπο μέρος του κώδικα που χρησιμοποιήθηκε για να παραχθεί το τεμάχιο παρατίθεται στο παράρτημα. </p>
--	---

#### 4.12 Διάτρηση οπών σε κυκλική διάταξη HOLES2

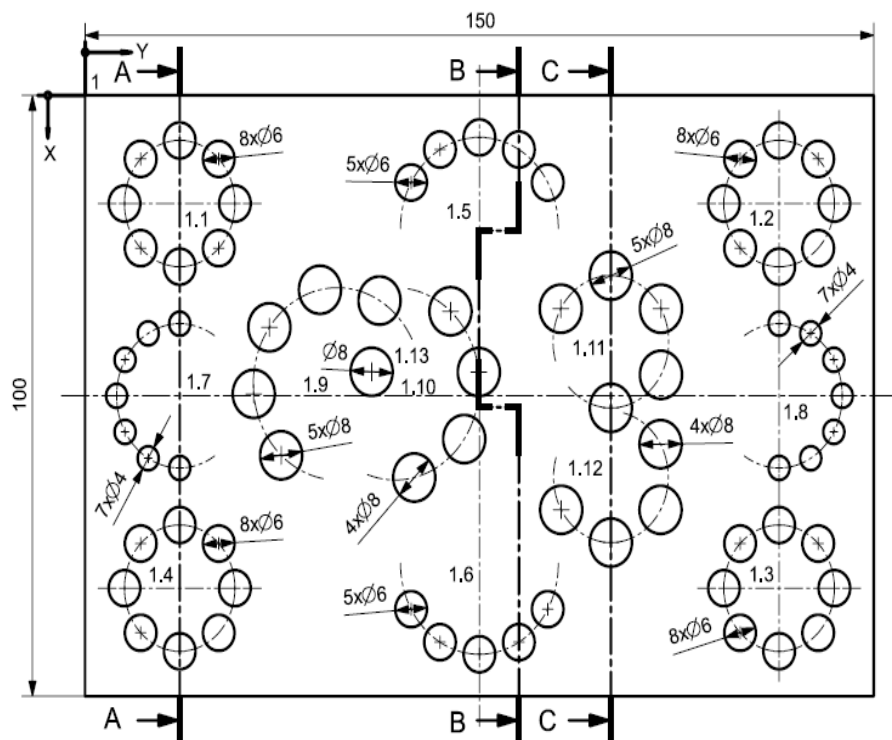
<b>Περιγραφή:</b>	<p>Ο κύκλος κατεργασίας HOLES2 χρησιμοποιείται για διάτρηση οπών σε κυκλική διάταξη. Η διάμετρος της οπής εξαρτάται από την διάμετρο που θα έχει το τρυπάνι, που θα επιλέξει ο χειριστής της εργαλειομηχανής να ορίσει στο κώδικα. Για να δουλέψει ο κύκλος κατεργασίας HOLES2 πρέπει να συνδυαστεί με τους κύκλους κατεργασίας διάτρησης όπως, διάτρηση οπής CYCLE82 ή διάτρηση βαθιάς οπής CYCLE83 που έχουν παρουσιαστεί προηγούμενα. Η σύνδεση των κύκλων γίνεται με την λέξη MCALL. Στην αρχή εισάγεται η λέξη MCALL και δεξιά της ο κατάλληλος κύκλος κατεργασίας διάτρησης στην συνέχεια, εισάγεται ο κύκλος κατεργασίας HOLES2 και τέλος ξανά εισάγεται η λέξη MCALL όπως, παρουσιάζεται παρακάτω στις εντολές που εκτελέσθηκαν. Ο χειριστής μπορεί να ορίσει το κεντρικό σημείο του κύκλου κατά τον άξονα X και Y. Επίσης, μπορεί να ορίσει την ακτίνα του κύκλου για την διάταξη των οπών. Ακολούθως, υπάρχει η δυνατότητα να οριστεί η γωνία μεταξύ του άξονα που περνάει από το κέντρο της πρώτης οπής και του 1ου άξονα του επιπέδου (Άξονα X). Επιπλέον, ο χειριστής μπορεί να ορίσει τη γωνία μεταξύ του κέντρου από τη μία οπή στην επόμενη. Τέλος, ο χειριστής μπορεί να ορίσει των αριθμό οπών που επιθυμεί να κατεργαστεί σε κάθε κυκλική διάταξη του τεμαχίου.</p>
<b>Σύνταξη:</b>	HOLES2 (CPA, CPO, RAD, STA1, INDA, NUM)



Ορίσματα:			
α/α	Όρισμα	Τύπος Δεδομένου	Σημασία
1	<b>CPA</b>	Πραγματικός	Τετμημένη από το κεντρικό σημείο του κύκλου για την διάταξη των οπών στον άξονα X (απόλυτο)
2	<b>CPO</b>	Πραγματικός	Τεταγμένη από το κεντρικό σημείο του κύκλου για την διάταξη των οπών στον άξονα Y (απόλυτο)
3	<b>RAD</b>	Πραγματικός	Ακτίνα του κύκλου για την διάταξη των οπών (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
4	<b>STA1</b>	Πραγματικός	Γωνία μεταξύ του άξονα που περνάει από το κέντρο της πρώτης οπής και του 1ου άξονα του επιπέδου (Άξονα X) Εύρος τιμών: $-180^\circ < STA1 \leq 180^\circ$

5	<b>INDA</b>	Πραγματικός	Γωνία μεταξύ του κέντρου από τη μία οπή στην επόμενη
6	<b>NUM</b>	Ακέραιος	Αριθμός οπών

<b>Παράδειγμα:</b>	<p>Στο συγκεκριμένο τεμάχιο χρησιμοποιήθηκε ο κύκλος κατεργασίας HOLES2 για διάνοιξη οπών σε κυκλική διάταξη. Στις τέσσερις γωνίες του τεμαχίου κατασκευάστηκαν αντίστοιχα τέσσερις διαμορφώσεις σε κυκλική διάταξη σε κάθε μία γωνία ξεχωριστά. Στο μέσο των τεσσάρων πλευρών του ορθογωνίου τεμαχίου δημιουργήθηκαν αντίστοιχα τέσσερις διαμορφώσεις σε ημικυκλική διάταξη σε κάθε μία πλευρά ξεχωριστά. Επίσης, στο μέσο του τεμαχίου κατασκευάστηκαν αρκετές διαμορφώσεις προσπαθώντας να σχηματιστεί ή φράση m3 όπως, φαίνονται στα παρακάτω σχήματα. Οι περισσότερες διαμορφώσεις του τεμαχίου που βρίσκονται σε διαφορετικά σημεία είναι ίδιες μεταξύ τους. Έτσι σε αυτές της διαμορφώσεις χρησιμοποιήθηκαν τρυπάνια ίδιας διαμέτρου. Ο κύκλος κατεργασίας εκτελέστηκε τόσες φορές όσες χωρούσε στο τεμάχιο. Ο κύκλος κατεργασίας διάτρησης που χρησιμοποιήθηκε ήταν διάτρηση βαθιάς οπής CYCLE83. Σε όλες τις διαμορφώσεις που είναι ίδιες μεταξύ τους η ακτίνα του κύκλου για την διάταξη των οπών που επιλέχθηκε ήταν ίδια. Οι διαμορφώσεις σε κυκλική διάταξη που κατασκευάστηκαν στο τεμάχιο ήταν υπό διάφορες γωνίες μεταξύ του άξονα που περνάει από το κέντρο της πρώτης οπής και του 1ου άξονα του επιπέδου (Άξονα X). Σε όλες τις διαμορφώσεις που είναι ίδιες μεταξύ τους η γωνία μεταξύ του κέντρου από τη μία οπή στην επόμενη που επιλέχθηκε ήταν ίδια. Στις περισσότερες διαμορφώσεις του τεμαχίου που βρίσκονται σε διαφορετικά σημεία και είναι ίδιες μεταξύ τους ο αριθμός των οπών που επιλέχθηκε ήταν ο ίδιος. Στις διαμορφώσεις που είναι ίδιες μεταξύ τους το βάθος διάτρησης ήταν ίδιο ενώ στις υπόλοιπες διαφορετικό όπως, παρουσιάζεται παρακάτω στις εντολές που εκτελέστηκαν. Τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ένα τρυπάνι διαμέτρου 8 mm με 1200 rpm στροφές και 210 mm/min πρόωση, ένα τρυπάνι διαμέτρου 6 mm με 2100 rpm στροφές και 230 mm/min πρόωση και ένα τρυπάνι διαμέτρου 4 mm με 4400 rpm στροφές και 395 mm/min πρόωση.</p>
<b>Τεμάχιο:</b>	Μηχανολογικό σχέδιο


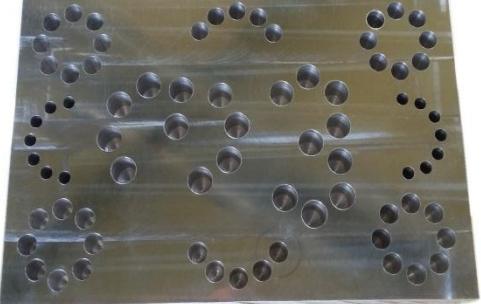


Σύστημα	Θέση	Συντεταγμένες [mm]				
		x	y	R	φ	d
1	1	0	0	-	-	-
1	1.1	18	18	-	0°	Φ21
1	1.2	18	132	-	0°	Φ21
1	1.3	82	132	-	0°	Φ21
1	1.4	82	18	-	0°	Φ21
1	1.5	22	75	-	118°	Φ30
1	1.6	78	75	-	-60°	Φ30
1	1.7	50	18	-	-180°	Φ24
1	1.8	50	132	-	0°	Φ24
1	1.9	48	48	-	150°	Φ32
1	1.10	48	59	-	13°	Φ32
1	1.11	41	100	-	0°	Φ22
1	1.12	63.5	100	-	-59°	Φ22
1	1.13	46	54.5	-	-	Φ8

Ενδεικτική εικόνα από το μηχανολογικό σχέδιο του τεμαχίου  
ολόκληρο το μηχανολογικό σχέδιο παρατίθεται στο παράρτημα.

CAD

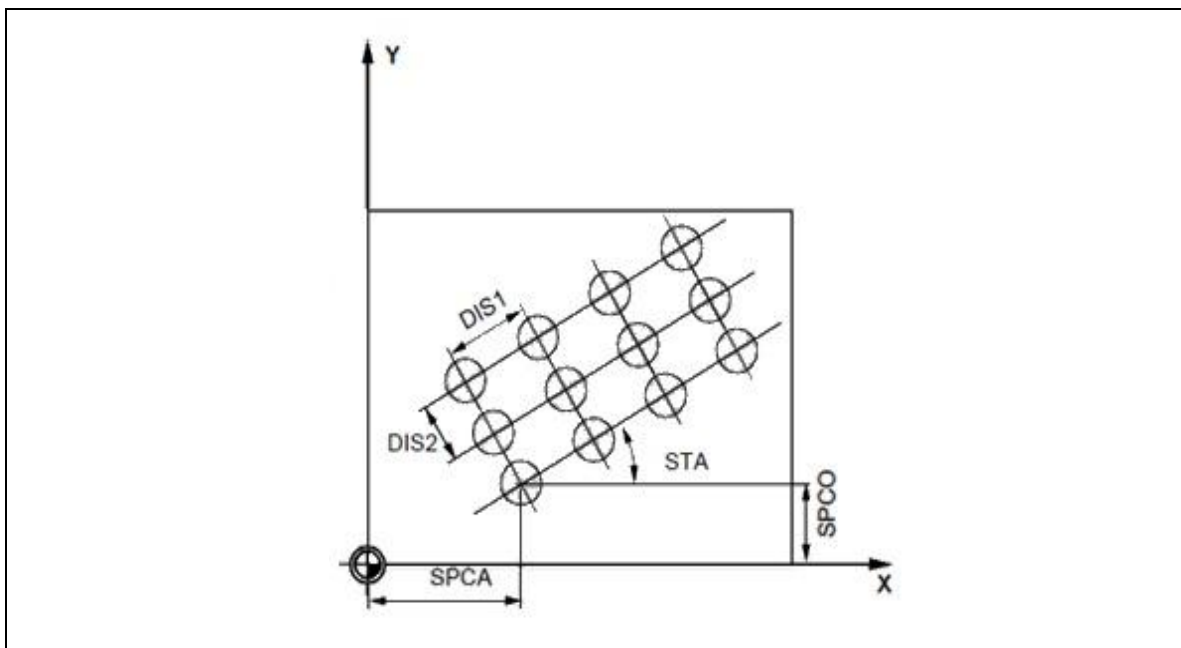
Τελικό τεμάχιο

		
<p><b>Πρόγραμμα ψηφιακής καθοδήγησης:</b></p>	<p> <b>G90 G54 G17 G71</b>  <b>T= "DRILL6" M06</b>  <b>S2100 M03 F230</b>  <b>M08</b>  <b>G00 Z70</b>  MCALL CYCLE83(25,0,15,-14.5,-5,,5,0,,1,0,3,5,25,0.5,)  <b>HOLES2</b>(18,18,10.5,0,45,8)  MCALL  <b>G00 Z70</b>  MCALL CYCLE83(25,0,15,-14.5,-5,,5,0,,1,0,3,5,25,0.5,)  <b>HOLES2</b>(18,132,10.5,0,45,8)  MCALL  <b>G00 Z70</b>  MCALL CYCLE83(25,0,15,-14.5,-5,,5,0,,1,0,3,5,25,0.5,)  <b>HOLES2</b>(82,132,10.5,0,45,8)  MCALL  <b>G00 Z70</b>  MCALL CYCLE83(25,0,15,-14.5,-5,,5,0,,1,0,3,5,25,0.5,)  <b>HOLES2</b>(82,18,10.5,0,45,8)  MCALL  <b>G00 Z70</b>  MCALL CYCLE83(25,0,15,-14.5,-5,,5,0,,1,0,3,5,25,0.5,)  <b>HOLES2</b>(22,75,15,118,30,5)  MCALL  <b>G00 Z70</b>  MCALL CYCLE83(25,0,15,-14.5,-5,,5,0,,1,0,3,5,25,0.5,)  <b>HOLES2</b>(78,75,15,-60,30,5)  MCALL  <b>G00 Z70</b>  <b>T= "DRILL4" M06</b>  <b>S4400 M03 F395</b>  <b>M08</b>  <b>G00 Z70</b>  MCALL CYCLE83(25,0,15,-16,-5,,5,0,,1,0,3,5,25,0.5,)  <b>HOLES2</b>(50,18,12,-180,30,7)  MCALL  <b>G00 Z70</b>  MCALL CYCLE83(25,0,15,-16,-5,,5,0,,1,0,3,5,25,0.5,)  <b>HOLES2</b>(50,132,12,0,30,7)  MCALL  <b>G00 Z70</b>  <b>T= "DRILL8" M06</b>  <b>S1200 M03 F210</b>  <b>M08</b>  <b>G00 Z70</b> </p>	

	MCALL CYCLE83(25,0,15,-15.5,-6,,6,0,,1,0,3,6,25,0.5,) <b>HOLES2</b> (48,48,16,150,42,5) MCALL <b>G00</b> Z70 MCALL CYCLE83(25,0,15,-15.5,-6,,6,0,,1,0,3,6,25,0.5,) <b>HOLES2</b> (48,59,16,13,42,4) MCALL <b>G00</b> Z70 MCALL CYCLE83(25,0,15,-15.5,-6,,6,0,,1,0,3,6,25,0.5,) <b>HOLES2</b> (41,100,11,0,60,5) MCALL <b>G00</b> Z70 MCALL CYCLE83(25,0,15,-15.5,-6,,6,0,,1,0,3,6,25,0.5,) <b>HOLES2</b> (63.5,100,11,-59,60,4) MCALL <b>G00</b> Z70 <b>G00</b> Z60 <b>G00</b> X46 Y54.5 Z60 CYCLE83(25,0,15,-15.5,-6,,6,0,,1,0,3,6,25,0.5,) <b>G00</b> Z70 <b>M30</b>
--	--

#### 4.13 Διάτρηση οπών σε γραμμικό μοτίβο CYCLE801

<b>Περιγραφή:</b>	<p>Ο κύκλος κατεργασίας CYCLE801 χρησιμοποιείται για διάτρηση οπών σε γραμμικό μοτίβο. Η διάμετρος της οπής εξαρτάται από το διάμετρο θα έχει το τρυπάνι, που θα επιλέξει ο χειριστής της εργαλειομηχανής να ορίσει στο κώδικα. Για να δουλέψει ο κύκλος κατεργασίας CYCLE801 πρέπει να συνδυαστεί με τους κύκλους κατεργασίας διάτρησης όπως, διάτρηση οπής CYCLE82 ή διάτρηση βαθιάς οπής CYCLE83 που έχουν παρουσιαστεί προηγούμενα. Η σύνδεση των κύκλων γίνεται με την λέξη MCALL. Στην αρχή εισάγεται η λέξη MCALL και δεξιά της ο κατάλληλος κύκλος κατεργασίας διάτρησης στην συνέχεια, εισάγεται ο κύκλος κατεργασίας CYCLE801 και τέλος ξανά εισάγεται η λέξη MCALL όπως, παρουσιάζεται παρακάτω στις εντολές που εκτελέστηκαν. Ο χειριστής μπορεί να ορίσει ένα σημείο αναφοράς του γραμμικού μοτίβου των οπών κατά τον άξονα X και Y. Ακολουθώντας, υπάρχει η δυνατότητα να οριστεί η γωνία μεταξύ του άξονα που περνάει από το κέντρο των οπών της 1ης γραμμής και του 1ου άξονα του επιπέδου (Άξονα X). Επίσης, μπορεί να οριστεί η απόσταση μεταξύ των στηλών και των γραμμών του μοτίβου των οπών. Επιπλέον, ο χειριστής μπορεί να ορίσει των αριθμό στηλών και γραμμών με τις οπές που επιθυμεί να κατεργαστεί.</p>
<b>Σύνταξη:</b>	CYCLE801 (SPCA, SPCO, STA1, DIS1, DIS2, NUM1, NUM2)



### Ορίσματα:

α/α	Όρισμα	Τύπος Δεδομένου	Σημασία
1	<b>SPCA</b>	Πραγματικός	Τετμημένη από το σημείο αναφοράς του γραμμικού μοτίβου των οπών στον άξονα X (απόλυτο)
2	<b>SPCO</b>	Πραγματικός	Τεταγμένη από το σημείο αναφοράς του γραμμικού μοτίβου των οπών στον άξονα Y (απόλυτο)
3	<b>STA1</b>	Πραγματικός	Γωνία μεταξύ του άξονα που περνάει από το κέντρο των οπών της 1ης γραμμής και του 1ου άξονα του επιπέδου (Άξονα X)
4	<b>DIS1</b>	Πραγματικός	Απόσταση μεταξύ των στηλών του μοτίβου των οπών (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
5	<b>DIS2</b>	Πραγματικός	Απόσταση μεταξύ των γραμμών του μοτίβου των οπών (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
6	<b>NUM1</b>	Ακέραιος	Αριθμός των στηλών με τις οπές
7	<b>NUM2</b>	Ακέραιος	Αριθμός των γραμμών με τις οπές

### Παράδειγμα:

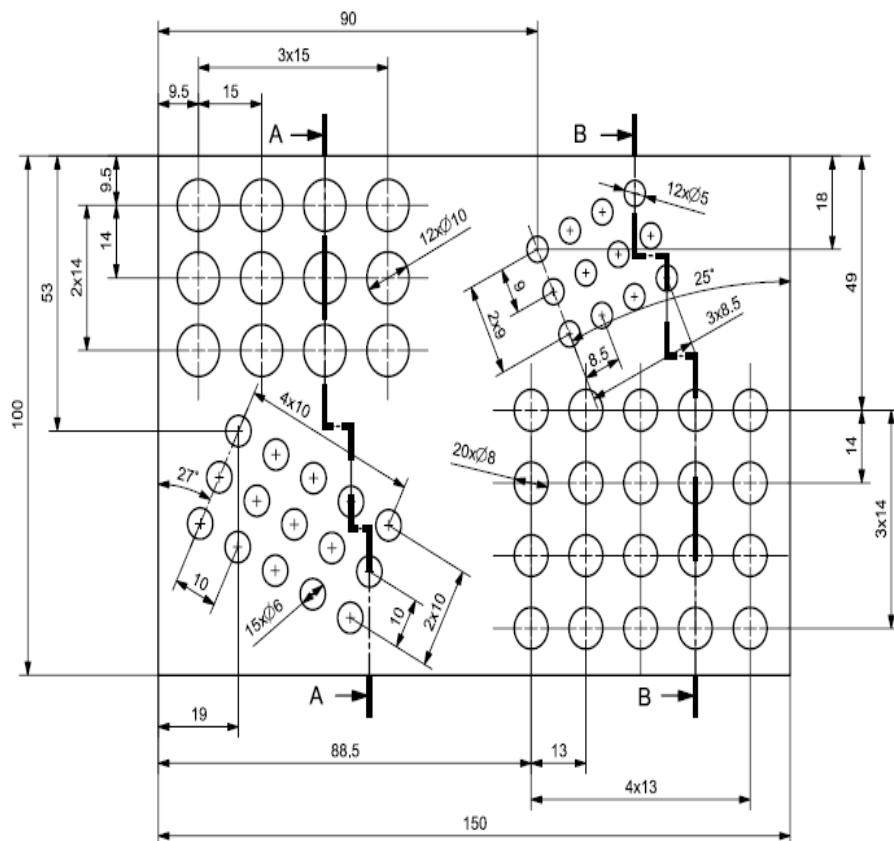
Στο συγκεκριμένο τεμάχιο χρησιμοποιήθηκε ο κύκλος κατεργασίας CYCLE801 για διάνοιξη οπών σε γραμμικό μοτίβο. Στο τεμάχιο κατασκευάστηκαν τέσσερις διαμορφώσεις με οπές σε γραμμικό μοτίβο όπως, φαίνονται στα παρακάτω σχήματα. Ο κύκλος κατεργασίας εκτελέστηκε τέσσερις φορές για κάθε μία διαμόρφωση ξεχωριστά. Ο κύκλος κατεργασίας διάτρησης που χρησιμοποιήθηκε ήταν διάτρηση βαθιάς οπής CYCLE83. Στις περισσότερες διαμορφώσεις του τεμαχίου είχε επιλεγθεί διαφορετική γωνία μεταξύ του άξονα που περνάει από το κέντρο των οπών της 1ης γραμμής και του 1ου άξονα του επιπέδου (Άξονα X). Επίσης, στις περισσότερες διαμορφώσεις η απόσταση μεταξύ των στηλών και των γραμμών του μοτίβου των οπών ήταν διαφορετική, τόσο για την κάθε μια διαμόρφωση ξεχωριστά όσο και για ίδιες της διαμορφώσεις μεταξύ τους. Ο αριθμός των στηλών και των γραμμών με τις οπές ήταν διαφορετικός και για τις τέσσερις διαμορφώσεις. Για την κάθε μία διαμόρφωση ξεχωριστά είχε χρησιμοποιηθεί διαφορετικής διαμέτρου τρυπάνι και διαφορετικό βάθος διάτρησης όπως, παρουσιάζεται παρακάτω στις εντολές που εκτελέστηκαν. Τα εργαλεία που



χρησιμοποιήθηκαν ήταν ένα τρυπάνι διαμέτρου 10 mm με 970 rpm στροφές και 192 mm/min πρόωση, ένα τρυπάνι διαμέτρου 8 mm με 1200 rpm στροφές και 210 mm/min πρόωση, ένα τρυπάνι διαμέτρου 6 mm με 2100 rpm στροφές και 230 mm/min πρόωση και ένα τρυπάνι διαμέτρου 5 mm με 2550 rpm στροφές και 255 mm/min πρόωση.

**Τεμάχιο:**

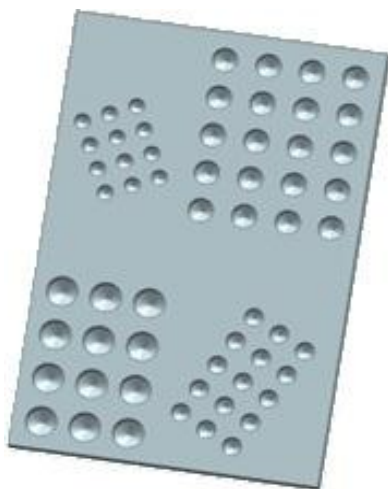
## Μηχανολογικό σχέδιο



Ενδεικτική εικόνα από το μηχανολογικό σχέδιο του τεμαχίου ολόκληρο το μηχανολογικό σχέδιο παρατίθεται στο παράρτημα.

CAD

## Τελικό τεμάχιο



## Πρόγραμμα ψηφιακής

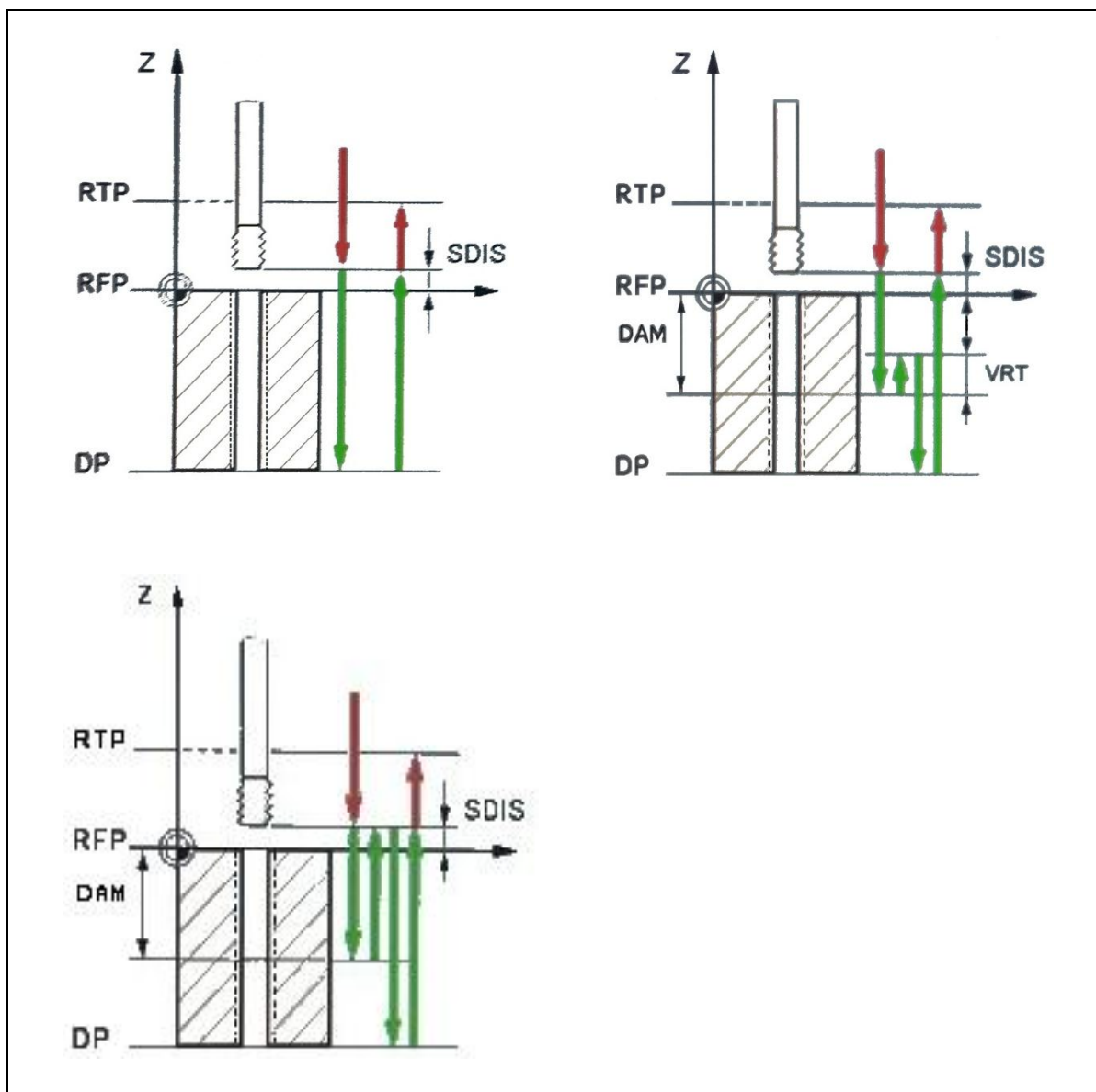
**G90 G54 G17 G71**  
**T= "DRILL10" M06**

καθοδήγησης:	<b>S970 M03 F192</b> <b>M08</b> <b>G00</b> Z70 MCALL CYCLE83(25,0,15,-16,-7,,7,0,,1,0,3,7,25,0.5,) <b>CYCLE801</b> (9.5,9.5,0,14,15,3,4) MCALL <b>G00</b> Z70 <b>T= "DRILL8" M06</b> <b>S1200 M03 F210</b> <b>M08</b> <b>G00</b> Z70 MCALL CYCLE83(25,0,15,-14,-6,,6,0,,1,0,3,6,25,0.5,) <b>CYCLE801</b> (49,88.5,0,14,13,4,5) MCALL <b>G00</b> Z70 <b>T= "DRILL6" M06</b> <b>S2100 M03 F230</b> <b>M08</b> <b>G00</b> Z70 MCALL CYCLE83(25,0,15,-13,-5,,5,0,,1,0,3,5,25,0.5,) <b>CYCLE801</b> (53,19,-27,10,10,3,5) MCALL <b>G00</b> Z70 <b>T= "DRILL5" M06</b> <b>S2550 M03 F255</b> <b>M08</b> <b>G00</b> Z70 MCALL CYCLE83(25,0,15,-12,-5,,5,0,,1,0,3,5,25,0.5,) <b>CYCLE801</b> (18,90,25,9,8.5,3,4) MCALL <b>G00</b> Z70 <b>M30</b>
--------------	--

#### 4.14 Σπειροτόμηση οπής CYCLE84

Περιγραφή:	<p>Ο κύκλος κατεργασίας CYCLE84 χρησιμοποιείται για σπειροτόμηση οπής. Η επιλογή σπειροτόμου συγκεκριμένης διαμέτρου καθορίζει και την διάμετρο της οπής που πρέπει να ανοιχτεί με το κατάλληλο τρυπάνι ίδιας διαμέτρου με την διάμετρο της οπής. Ανάλογα με την επιλογή του είδους σπειρώματος υπάρχουν συγκεκριμένη τύποι πινάκων στην βιβλιογραφία που καθορίζουν για κάθε σπειροτόμο συγκεκριμένης διαμέτρου, τη διάμετρο οπή πρέπει να ανοιχτεί. Για να χρησιμοποιηθεί ο κύκλος κατεργασίας CYCLE84 πρέπει να έχει ήδη κατεργαστεί οπή με τους κατάλληλους κύκλους κατεργασίας διάτρησης όπως, διάτρηση οπής CYCLE82 ή διάτρηση βαθιάς οπής CYCLE83 που έχουν παρουσιαστεί προηγούμενα. Ο συγκεκριμένος κύκλος κατεργασίας μπορεί να κατεργαστεί τόσο τυφλές οπές όσο και διαμπερές οπές μικρού ή μεγάλου βάθους. Ο χειριστής μπορεί να ορίσει τον τύπο του πίνακα των σπειρωμάτων που επιθυμεί και να επιλέξει σπειροτόμο κατάλληλης διαμέτρου. Στην συνέχεια υπάρχει δυνατότητα ο χειριστής να ορίσει την κατεύθυνση περιστροφής του σπειροτόμου κατά την είσοδο και την έξοδο από την οπή. Ακολούθως, μπορούν να οριστούν μέσα από τον κύκλο κατεργασίας η στροφές του σπειροτόμου. Επιπλέον, ο προγραμματιστής μπορεί να ορίσει τον τύπο της μηχανουργικής κατεργασίας για τον τρόπο εισόδου του σπειροτόμου στην οπή, μπορεί να είναι με ένα πέρασμα, βαθύ σπείρωμα με σπάσιμο</p>
------------	--

	γρεζιού με διαδοχικά ανεβοκατέβασμα και βαθύ σπείρωμα με αφαίρεση γρεζιού με διαδοχικά ανεβοκατέβασμα.
<b>Σύνταξη:</b>	CYCLE84 (RTP, RFP, SDIS, DP, DTB, SDAC, Axis, Selection, Table, Unit of PIT, PIT, POSS, SST, SST1, Infeed, DAM, VRT)



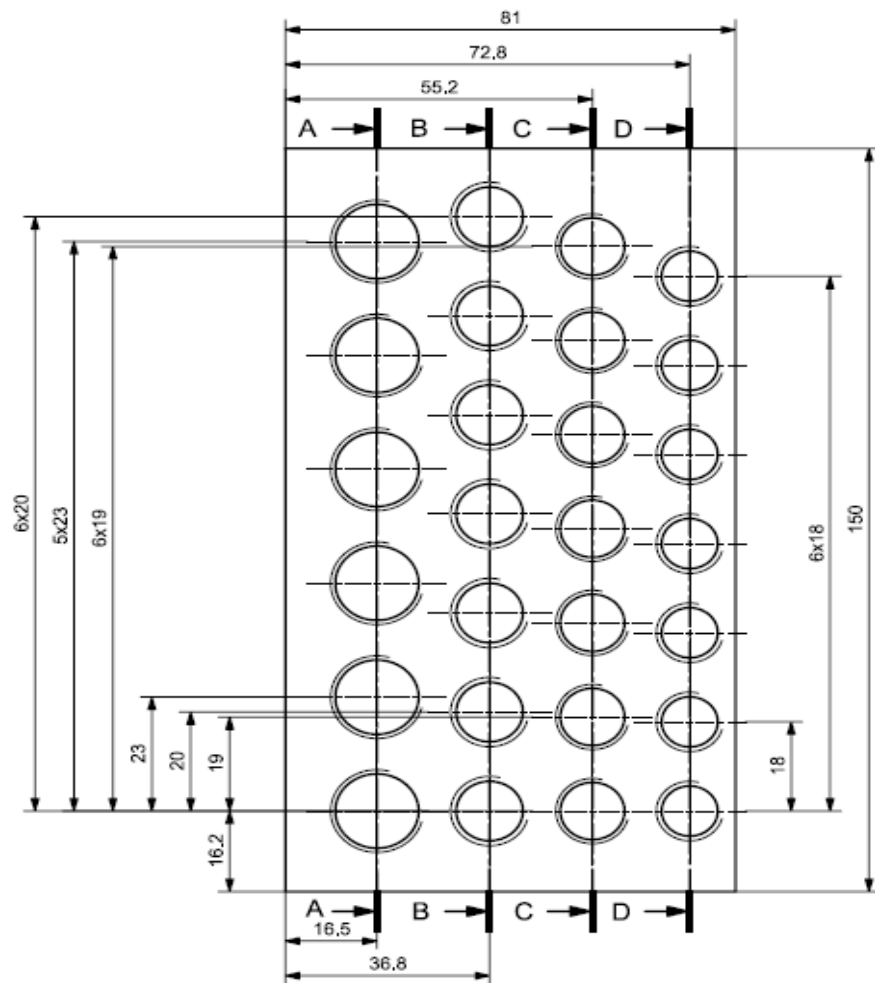
Ορίσματα:			
α/α	Όρισμα	Τύπος Δεδομένου	Σημασία
1	<b>RTP</b>	Πραγματικός	Επίπεδο επαναφοράς (απόλυτο)
2	<b>RFP</b>	Πραγματικός	Επίπεδο αναφοράς (απόλυτο)
3	<b>SDIS</b>	Πραγματικός	Απόσταση ασφαλείας (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
4	<b>DP</b>	Πραγματικός	Τελικό βάθος διάτρησης (απόλυτο)
5	<b>DTB</b>	Πραγματικός	Χρόνος παραμονής στο βάθος του σπειρώματος (σπάσιμο γρεζιού)
6	<b>SDAC</b>	Ακέραιος	Κατεύθυνση περιστροφής μετά το τέλος του κύκλου δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα:

			3 για M3 (Δεξιόστροφα) 4 για M4 (Αριστερόστροφα)
7	<b>Axis</b>	Ακέραιος	Άξονας του εργαλείου στο αντίστοιχο επίπεδο Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 1 για 1ο άξονα του τρέχοντος επιπέδου 2 για 2ο άξονα του τρέχοντος επιπέδου 3 για 3ο άξονα του τρέχοντος επιπέδου
8	<b>Selection</b>	Ακέραιος	Κατεύθυνση περιστροφής του σπειροτόμου κατά την είσοδο στην οπή δεξιά ή αριστερά Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 0 για Right (Δεξιά) 1 για Left (Αριστερά)
9	<b>Table</b>	Χαρακτήρες	Τύποι πινάκων των σπειρωμάτων
10	<b>Unit of PIT</b>	Ακέραιος	Μονάδα μέτρησης για το βήμα του σπειρώματος (εισάγεται με πρόσημο) Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 0 για σύμφωνα με το προγραμματισμένο σύστημα μονάδων inch/metric 1 για το βήμα σε mm 2 για το βήμα στο σπείρωμα ξεκινά ανά inch 3 για το βήμα σε inches/revolution
11	<b>PIT</b>	Πραγματικός	Βήμα του σπειρώματος δηλώνει την απόσταση από μία σπείρα στην επόμενη ως αριθμητική τιμή (εισάγεται με πρόσημο) Εύρος τιμής: 0.001 έως 2000.000 mm
12	<b>POSS</b>	Πραγματικός	Θέση προσανατολισμού της ατράκτου για να σταματήσει η άτρακτος μέσα στον κύκλο κατεργασίας (σε μοίρες)
13	<b>SST</b>	Πραγματικός	Ταχύτητα για το σπείρωμα
14	<b>SST1</b>	Πραγματικός	Ταχύτητα ανάσχυσης από την οπή του σπειρώματος
15	<b>Infeed</b>	Ακέραιος	Τύπος μηχανουργικής κατεργασίας για τον τρόπο εισόδου του σπειροτόμου στην οπή με ένα πέρασμα, βαθύ σπείρωμα με σπάσιμο γρεζιού και βαθύ σπείρωμα με αφαίρεση γρεζιού Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 0 για σπείρωμα με ένα πέρασμα 1 για βαθύ σπείρωμα με σπάσιμο γρεζιού 2 για βαθύ σπείρωμα με αφαίρεση γρεζιού
16	<b>DAM</b>	Πραγματικός	Σταδιακή μείωση βάθους διάτρησης Εύρος τιμών: $0 \leq \text{μέγ. τιμή}$
17	<b>VRT</b>	Πραγματικός	Μεταβλητή απόσταση απόσχυσης για σπάσιμο γρεζιού Εύρος τιμών: $0 \leq \text{μέγ. τιμή}$

#### Παράδειγμα:

Στο συγκεκριμένο τεμάχιο χρησιμοποιήθηκε ο κύκλος κατεργασίας CYCLE84 για σπειροτόμηση οπών. Στο τεμάχιο κατασκευάστηκαν τέσσερις διαμορφώσεις σε ευθεία γραμμή κατά μήκος του τεμαχίου όπως φαίνονται στα παρακάτω σχήματα. Για την κάθε μία διαμόρφωση ξεχωριστά είχε χρησιμοποιηθεί διαφορετικής διαμέτρου τρυπάνι και σπειροτόμος. Για το συγκεκριμένο τεμάχιο χρησιμοποιήθηκαν δύο προγράμματα G κώδικα. Το πρώτο πρόγραμμα περιέχει την διάτρηση των οπών και το δεύτερο πρόγραμμα περιέχει την σπειροτόμηση των οπών. Οι τέσσερις διαμορφώσεις του τεμαχίου ξεκινάνε από το ίδιο σημείο κατά το μήκος του τεμαχίου. Όλες οι οπές των τεσσάρων διαμορφώσεων σε ευθεία γραμμή κατά μήκος του τεμαχίου έχουν την ίδια απόσταση μεταξύ τους από κέντρο σε κέντρο της κάθε οπής. Ο κύκλος κατεργασίας εκτελέστηκε για κάθε μία ευθεία ξεχωριστά τόσες φορές όσες χωρούσε στο τεμάχιο. Στις δύο από τις τέσσερις διαμορφώσεις του τεμαχίου όλες οι οπές τους είναι διαμπερές ενώ στις υπόλοιπες δύο διαμορφώσεις όλες οι οπές τους είναι τυφλές. Οι δύο διαμορφώσεις που έχουν όλες τις οπές τους διαμπερές η

	<p>σπειροτόμηση τους πραγματοποιήθηκε σε ολόκληρο το βάθος των οπών. Οι δύο διαμορφώσεις που έχουν όλες τις οπές τους τυφλές έχουν διαφορετικό βάθος διάτρησης και σπειροτόμησης όπως, παρουσιάζεται παρακάτω στις εντολές που εκτελέστηκαν. Ο κύκλος κατεργασίας διάτρησης που χρησιμοποιήθηκε για την διάνοιξη των οπών ήταν διάτρηση βαθιάς οπής CYCLE83. Ο τύπος του πίνακα σπειρωμάτων που επιλέχθηκε στις δύο από της τέσσερις διαμορφώσεις του τεμαχίου ήταν τριγωνικό μετρικό σπείρωμα σε χιλιοστά ενώ στις άλλες δύο διαμορφώσεις ήταν τριγωνικό σπείρωμα Whitworth (G) σε ίντσες. Σε όλες της οπές του τεμαχίου είχε επιλεχθεί η κατεύθυνση περιστροφής του σπειροτόμου κατά την είσοδο του στην οπή να ήταν δεξιόστροφη (M3) και κατά την έξοδο του από την οπή να ήταν αριστερόστροφη (M4). Η μηχανική κατεργασία που επιλέχθηκε για τον τρόπο εισόδου του σπειροτόμου στην οπή ήταν σπειροτόμηση με ένα πέρασμα. Για την διάτρηση των οπών, πριν χρησιμοποιηθούν τα τρυπάνια πιο μεγάλης διαμέτρου χρησιμοποιήθηκε άλλο τρυπάνι μικρότερης διαμέτρου για να ανοίξει αρχικά πιο μικρές οπές και στην συνέχεια να τοποθετηθούν τα τρυπάνια πιο μεγάλης διαμέτρου. Τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την διάτρηση των οπών ήταν ένα τρυπάνι διαμέτρου 15 mm με 740 rpm στροφές και 185 mm/min πρόωση, ένα τρυπάνι διαμέτρου 12 mm με 950 rpm στροφές και 205 mm/min πρόωση, ένα τρυπάνι διαμέτρου 11 mm με 890 rpm στροφές και 187 mm/min πρόωση, ένα τρυπάνι διαμέτρου 10 mm με 970 rpm στροφές και 192 mm/min πρόωση και ένα τρυπάνι διαμέτρου 8 mm με 1200 rpm στροφές και 210 mm/min πρόωση. Τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την σπειροτόμηση των οπών ήταν ένας σπειροτόμος G 3/8 διαμέτρου 17 mm με βήμα 1.337 mm και 150 rpm στροφές, ένας σπειροτόμος M14 διαμέτρου 14 mm με βήμα 2 mm και 180 rpm στροφές, ένας σπειροτόμος G 1/4 διαμέτρου 13 mm με βήμα 1.337 mm και 195 rpm στροφές και ένας σπειροτόμος M12 διαμέτρου 12 mm με βήμα 1.75 mm και 200 rpm στροφές.</p>
<b>Τεμάχιο:</b>	Μηχανολογικό σχέδιο



Ενδεικτική εικόνα από το μηχανολογικό σχέδιο του τεμαχίου ολόκληρο το μηχανολογικό σχέδιο παρατίθεται στο παράρτημα.

CAD



Τελικό τεμάχιο



**Πρόγραμμα  
ψηφιακής  
καθοδήγησης:**

Στο συγκεκριμένο τεμάχιο χρησιμοποιήθηκαν δύο προγράμματα G κώδικα. Το πρώτο πρόγραμμα περιέχει την διάτρηση των οπών και το δεύτερο πρόγραμμα περιέχει την σπειροτόμηση των οπών.

Παρακάτω φαίνεται ένα μέρος από τις εντολές που χρησιμοποιήθηκαν στο δεύτερο πρόγραμμα.

**G90 G54 G17 G71**

**T= "TAP17" M06**

**G00** Z70

X16.5 Y16.25

**G00** Z30

**CYCLE84**(25,0,15,-30,,0,4,,19,90,150,150,3,2,0,0,,)

**G00** Z60

**G00** X16.5 Y39.25 Z60

**G00** Z30

**CYCLE84**(25,0,15,-30,,0,4,,19,90,150,150,3,2,0,0,,)

**G00** Z60

**G00** X16.5 Y62.25 Z60

**G00** Z30

**CYCLE84**(25,0,15,-30,,0,4,,19,90,150,150,3,2,0,0,,)

**G00** Z60

**G00** X16.5 Y85.25 Z60

**G00** Z30

**CYCLE84**(25,0,15,-30,,0,4,,19,90,150,150,3,2,0,0,,)

**G00** Z60

**G00** X16.5 Y108.25 Z60

**G00** Z30

**CYCLE84**(25,0,15,-30,,0,4,,19,90,150,150,3,2,0,0,,)

**G00** Z60

**G00** X16.5 Y131.25 Z60

**G00** Z30

**CYCLE84**(25,0,15,-30,,0,4,,19,90,150,150,3,2,0,0,,)

**G00** Z60

**T= "TAP14" M06**

**G00** Z70

X36.75 Y16.25

**G00** Z30

**CYCLE84**(25,0,15,-30,,0,4,,2,90,180,180,3,1,0,0,,)

**G00** Z60

**G00** X36.75 Y36.25 Z60

**G00** Z30

**CYCLE84**(25,0,15,-30,,0,4,,2,90,180,180,3,1,0,0,,)

**G00** Z60

**G00** X36.75 Y56.25 Z60

**G00** Z30

**CYCLE84**(25,0,15,-30,,0,4,,2,90,180,180,3,1,0,0,,)

**G00** Z60

**G00** X36.75 Y76.25 Z60

**G00** Z30

**CYCLE84**(25,0,15,-30,,0,4,,2,90,180,180,3,1,0,0,,)

**G00** Z60

**G00** X36.75 Y96.25 Z60

**G00** Z30

**CYCLE84**(25,0,15,-30,,0,4,,2,90,180,180,3,1,0,0,,)

**G00** Z60

**G00** X36.75 Y116.25 Z60

**G00** Z30

**CYCLE84**(25,0,15,-30,,0,4,,2,90,180,180,3,1,0,0,,)

**G00** Z60

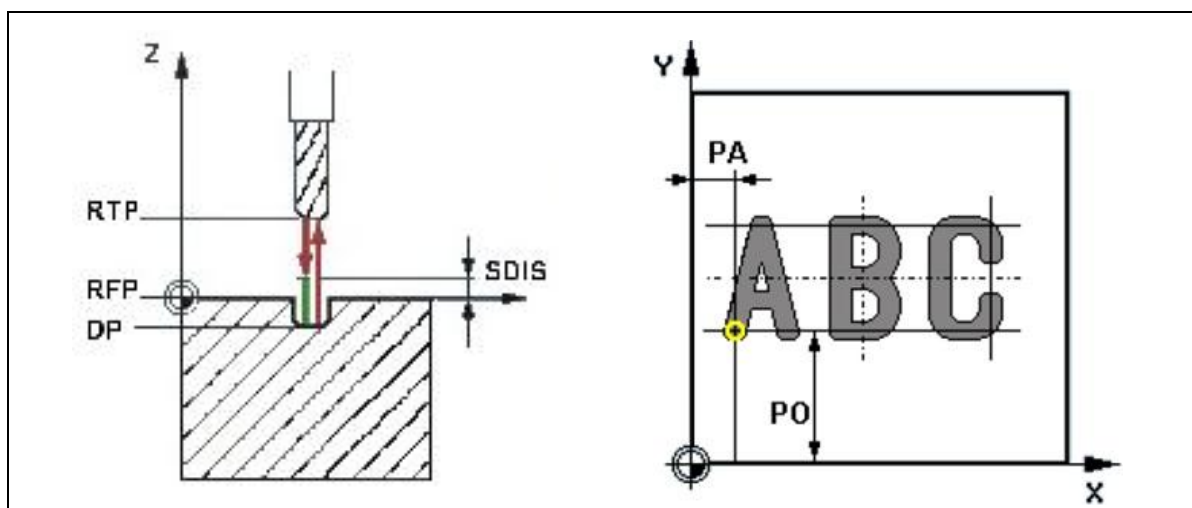
**G00** X36.75 Y136.25 Z60



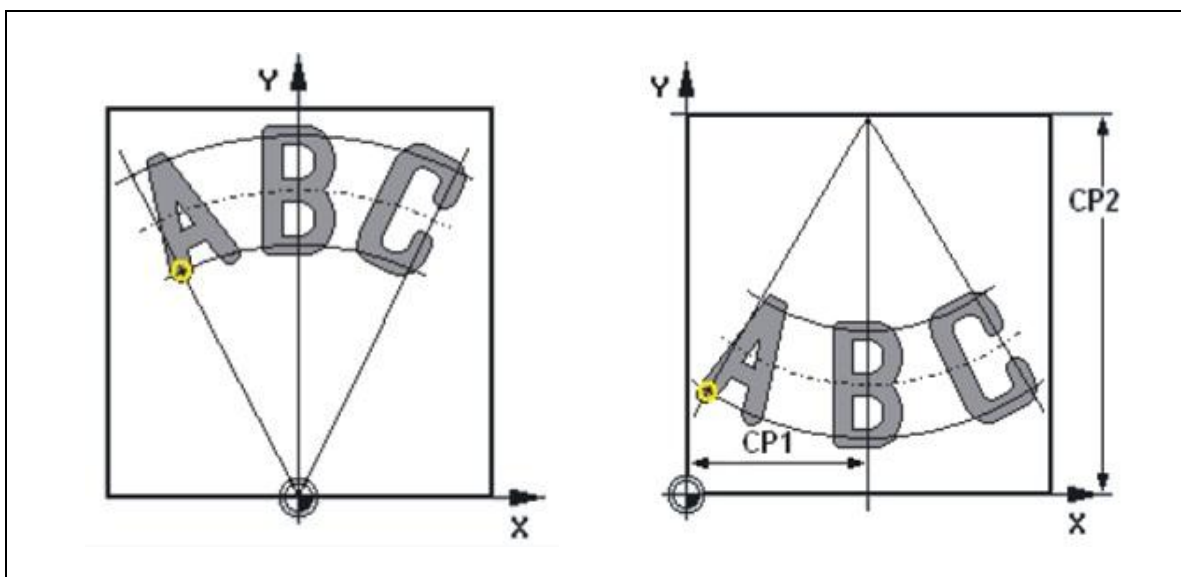
	<b>G00 Z30</b> <b>CYCLE84</b> (25,0,15,-30,,0,4,,2,90,180,180,3,1,0,0,,) <b>G00 Z60</b> <p>Το υπόλοιπο μέρος του κώδικα που χρησιμοποιήθηκε στο δεύτερο πρόγραμμα καθώς και ολόκληρο το πρώτο πρόγραμμα παρατίθεται στο παράρτημα.</p>
--	---

#### 4.15 Χάραξη κειμένου CYCLE60

<b>Περιγραφή:</b>	<p>Ο κύκλος κατεργασίας CYCLE60 χρησιμοποιείται για χάραξη κειμένου. Ο χειρίστης έχει την δυνατότητα να εισάγει μέσα στο κύκλο κατεργασίας το κείμενο που επιθυμεί, αρκεί αυτό να μην ξεπερνάει τους 91 χαρακτήρες. Υπάρχει δυνατότητα χάραξης γραμμικού κειμένου, κυκλικού κειμένου προς τα πάνω και κυκλικού κειμένου προς τα κάτω όπως φαίνεται στα παρακάτω σχήματα. Ο χειριστής μπορεί να ορίσει πολικό ή καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων για το σημείο αναφοράς του κειμένου. Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα της οριζόντιας τοποθέτησης του σημείου αναφοράς του κειμένου στην μέση, αριστερά και δεξιά του κειμένου. Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα της κάθετης τοποθέτησης του σημείου αναφοράς του κειμένου στην μέση, στο κάτω μέρος και στην κορυφή του κειμένου. Σε περίπτωση επιλογής χάραξης γραμμικού κειμένου, υπάρχει δυνατότητα καθορισμού της γωνίας μεταξύ του 1ου άξονα του επιπέδου (τετμημένη) και του διαμήκους άξονα του κειμένου που θα γραφτεί. Ακολούθως, ο χειριστής μπορεί να ορίσει το ύψος των χαρακτήρων και την απόσταση μεταξύ των χαρακτήρων. Η απόσταση μεταξύ των χαρακτήρων μπορεί να οριστεί σαν απόσταση από χαρακτήρα σε χαρακτήρα και σαν το συνολικό πλάτος του κειμένου για την χάραξη γραμμικού κειμένου. Για χάραξη κυκλικού κειμένου η απόσταση μεταξύ των χαρακτήρων μπορεί να οριστεί σαν γωνία τόξου σε μοίρες. Τα εργαλεία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τον συγκεκριμένο κύκλο κατεργασίας είναι τα κλασσικά κονδύλια ή κονδύλια με σφαιρική απόληξη. Στην συνέχεια μπορεί να ορισθεί η πρόωση για την εισαγωγή του κοπτικού εργαλείου στο τεμάχιο καθώς και η πρόωση για την επιφανειακή κατεργασία, καθ' όλη την διάρκεια της κατεργασίας σε όλο το τεμάχιο.</p>
<b>Σύνταξη:</b>	CYCLE60 (Text, Ref. point, Alignment, Pos. 1st axis, Pos. 2st axis, RTP, RFP, SDIS, DP, PA, PO, STA, CP1, CP2, WID, Font width, DF, FFP1, FFD, CODEP)







Ορίσματα:			
α/α	Όρισμα	Τύπος Δεδομένου	Σημασία
1	<b>Text</b>	Χαρακτήρες	Πεδίο εισαγωγής του κειμένου προς χάραξη με μέγιστο 91 χαρακτήρες
2	<b>Ref. point</b>	Ακέραιος	Σημείο αναφοράς (εισάγεται χωρίς πρόσημο) Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 0 για ορθή γωνία (καρτεσιανό) 1 για πολικό
3	<b>Alignment</b>	Ακέραιος	Ευθυγράμμιση κειμένου (εισάγεται χωρίς πρόσημο) Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 0 για γραμμικό κείμενο 1 για προς τα πάνω κυκλικό κείμενο 2 για κυκλικό κείμενο προς τα κάτω
4	<b>Pos. 1st axis</b>	Ακέραιος	Σημείο αναφοράς του κειμένου οριζοντίως (εισάγεται χωρίς πρόσημο) Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 0 για αριστερά 1 για μέση 2 για δεξιά
5	<b>Pos. 2st axis</b>	Ακέραιος	Σημείο αναφοράς του κειμένου καθέτως (εισάγεται χωρίς πρόσημο) Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 0 για το κάτω μέρος 1 για μέση 2 για κορυφή
6	<b>RTP</b>	Πραγματικός	Επίπεδο επαναφοράς (απόλυτο)
7	<b>RFP</b>	Πραγματικός	Επίπεδο αναφοράς (απόλυτο)
8	<b>SDIS</b>	Πραγματικός	Απόσταση ασφαλείας (προστίθεται στο επίπεδο αναφοράς, εισάγεται χωρίς πρόσημο)
9	<b>DP</b>	Πραγματικός	Βάθος (απόλυτο)
10	<b>PA</b>	Πραγματικός	Σημείο αναφοράς για τον προσανατολισμό του κειμένου (απόλυτο) Θέση του 1ου άξονα (για Ref. point = ορθή γωνία (καρτεσιανό) ή ακτίνα τόξου (για Ref. point = πολικό)
11	<b>PO</b>	Πραγματικός	Σημείο αναφοράς για τον προσανατολισμό του κειμένου (απόλυτο) Θέση του 2ου άξονα (για Ref. point = ορθή γωνία

			(καρτεσιανό) ή γωνία με τον πρώτο άξονα (για Ref. point = πολικό)
12	<b>STA</b>	Πραγματικός	Γωνία μεταξύ του 1ου άξονα του επιπέδου (τετμημένη) και του διαμήκους άξονα (γραμμή στην οποία γράφεται το κείμενο) του κειμένου που θα γραφτεί. (μόνο για Alignment = γραμμικό κείμενο)
13	<b>CP1</b>	Πραγματικός	Κεντρικό σημείο του κύκλου (απόλυτο), μόνο για κυκλική διάταξη Θέση του 1ου άξονα (για Ref. point = ορθή γωνία (καρτεσιανό) ή ακτίνα τόξου (για Ref. point = πολικό), με αναφορά στο κέντρο του κύκλου
14	<b>CP2</b>	Πραγματικός	Κεντρικό σημείο του κύκλου (απόλυτο), μόνο για κυκλική διάταξη Θέση του 2ου άξονα (για Ref. point = ορθή γωνία (καρτεσιανό) ή γωνία με τον πρώτο άξονα (για Ref. point = πολικό)
15	<b>WID</b>	Πραγματικός	Ύψος χαρακτήρων (εισάγεται χωρίς πρόσημο)
16	<b>Font width</b>	Ακέραιος	Πλάτος κειμένου (εισάγεται χωρίς πρόσημο) Αντίστοιχη τιμή στον κώδικα: 0 με απόσταση χαρακτήρων 1 για συνολικό πλάτος κειμένου (μόνο για γραμμικό κείμενο) 2 για γωνία ανοίγματος (μόνο για κυκλικό κείμενο)
17	<b>DF</b>	Πραγματικός	Απόσταση χαρακτήρων Διαχωριστικό χαρακτήρων σε mm/inch ή συνολικό πλάτος κειμένου σε mm/inch (μόνο για γραμμικό κείμενο) ή γωνία τόξου σε μοίρες (μόνο για κυκλικό κείμενο)
18	<b>FFP1</b>	Πραγματικός	Πρόωση για επιφανειακή κατεργασία
19	<b>FFD</b>	Πραγματικός	Πρόωση για τροφοδοσία βάθους
20	<b>CODEP</b>	Ακέραιος	Αριθμός κωδικού σελίδας για το σύνολο των χαρακτήρων που έχουν εισαχθεί 1252: Κωδικός σελίδας για τις κεντροευρωπαϊκές γλώσσες Ο κύκλος κατεργασίας CYCLE60 είναι προς το παρόν ικανός μόνο να χαράξει χαρακτήρες με κωδικό σελίδας 1252. Επομένως, η παράμετρος έχει πάντοτε την τιμή 1252

<b>Παράδειγμα:</b>	<p>Στο συγκεκριμένο τεμάχιο χρησιμοποιήθηκε ο κύκλος κατεργασίας CYCLE60 για χάραξη κειμένου. Ο κύκλος κατεργασίας εκτελέστηκε δύο φορές ξεχωριστά για κάθε μία από της δύο διαμορφώσεις που φαίνονται στα παρακάτω σχήματα. Στην πρώτη εκτέλεση του κύκλου κατεργασίας χαράχτηκε η λέξη "ANTONIS" και στην δεύτερη εκτέλεση η λέξη "ANTORKAS". Επιλέχθηκε χάραξη γραμμικού κειμένου σε καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων για το σημείο αναφοράς του κειμένου. Το σημείο αναφοράς του κειμένου κατά την οριζόντια διεύθυνση επιλέχθηκε να τοποθετηθεί αριστερά του κειμένου. Επίσης, το σημείο αναφοράς του κειμένου κατά την κάθετη διεύθυνση του επιλέχθηκε να τοποθετηθεί στο κάτω μέρος του κειμένου. Η γωνία που επιλέχθηκε μεταξύ του 1ου άξονα του επιπέδου (τετμημένη) και του διαμήκους άξονα του κειμένου ήταν ίδια σε όλες της διαμορφώσεις του τεμαχίου. Το ύψος των χαρακτήρων που επιλέχθηκε και στις δύο διαμορφώσεις του τεμαχίου ήταν ίδιο. Η απόσταση μεταξύ των χαρακτήρων επιλέχθηκε να οριστεί ως η απόσταση από χαρακτήρα σε χαρακτήρα. Η απόσταση από χαρακτήρα σε χαρακτήρα ήταν διαφορετική ανάμεσα στις δύο διαμορφώσεις του τεμαχίου. Το βάθος κοπής ήταν ίδιο και στις δύο διαμορφώσεις του τεμαχίου όπως, παρουσιάζεται παρακάτω στις εντολές που εκτελέστηκαν. Το εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε ήταν</p>
--------------------	--

	ένα κονδύλι διαμέτρου 3 mm, με 5700 rpm στροφές και 180 mm/min πρόωση.	
Τεμάχιο:	Μηχανολογικό σχέδιο	
	 <p>Ενδεικτική εικόνα από το μηχανολογικό σχέδιο του τεμαχίου ολόκληρο το μηχανολογικό σχέδιο παρατίθεται στο παράρτημα.</p>	
	CAD	Τελικό τεμάχιο
		
Πρόγραμμα ψηφιακής καθοδήγησης:	<b>G90 G54 G17 G71</b> <b>T= "MILL3" M06</b> <b>S5700 M03 F180</b> <b>M08</b> <b>G00 Z100</b> <b>CYCLE60("ANTONIS",30,0,15,</b> <b>-1.5,,38,7,90,,,25,10,80,180,0,1252,3);*RO*</b> <b>G00 Z80</b> <b>CYCLE60("ANTORKAS",30,0,15,</b> <b>-1.5,,83,4,90,,,25,5.8,80,180,0,1252,3);*RO*</b> <b>G00 Z100</b> <b>M30</b>	

## 5. ΣΥΝΟΨΗ

Συνοψίζοντας, στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετήθηκε ο προγραμματισμός και η χρήση του κέντρου κατεργασίας φραιζαρίσματος DMU50eco της εταιρίας DMG MORI. Πιο συγκεκριμένα, έχουν σχεδιαστεί σε κατάλληλο λογισμικό CAD/CAM και στην συνέχεια έχουν κατεργαστεί με χρήση G κώδικα πλήθος τεμαχίων αυξανόμενης δυσκολίας, σε σύγχρονη ψηφιακά καθοδηγούμενη εργαλειομηχανή (CNC).

Αρχικά, εκπονήθηκαν σχέδια και κατεργάστηκαν τεμάχια που περιλαμβάνουν απλές εντολές προγραμματισμού σύμφωνα με τον κώδικα ψηφιακής καθοδήγησης ISO. Στην συνέχεια, εκπονήθηκαν σχέδια και κατεργάστηκαν τεμάχια με κύκλους κατεργασίας. Ο σχεδιασμός των τεμαχίων πραγματοποιήθηκε με την βοήθεια του λογισμικού συστήματος CAD/CAM NX 11.0 της εταιρίας SIEMENS. Πιο συγκεκριμένα, στον σχεδιασμό των τεμαχίων κατασκευάστηκαν τρισδιάστατα σχέδια (3D) και μηχανολογικά σχέδια με τις απαραίτητες όψεις και τομές, ακολουθώντας τους κατάλληλους κανόνες σχεδίασης. Τα τεμάχια που έχουν σχεδιαστεί κατασκευάστηκαν κυρίως, με κατεργασίες φραιζαρίσματος και διάτρησης της καθοδήγησης SIEMENS, με το SINUMERIK 810D που υποστηρίζονται από το ψηφιακά καθοδηγούμενο κέντρο κατεργασίας φραιζαρίσματος DMU50eco.

Η παρούσα διπλωματική εργασία διεξήχθη με σκοπό την απόκτηση γνώσεων και εμπειριών στον τομέα των κατεργασιών κοπής, με εξοικείωση στην χρήση και των προγραμματισμό των ψηφιακά καθοδηγούμενων εργαλειομηχανών (CNC), καθώς και η εκπαίδευση και εξοικείωση στην χρήση λογισμικού CAD/CAM και πως διασυνδέεται με τις ψηφιακά καθοδηγούμενες εργαλειομηχανές (CNC).

Η άριστη γνώση του G κώδικα είναι απαραίτητη σε όλους τους τρόπους κατεργασιών κοπής όπως, με κύκλους κατεργασίας ή με χρήση λογισμικού CAD/CAM μέσω του CAM. Οι κύκλοι κατεργασίας δεν δουλεύουν από μόνοι τους χρειάζονται τις απαραίτητες εντολές G κώδικα. Οι κύκλοι κατεργασίας έχουν μεγάλη ευελιξία στην κατεργασία τεμαχίων με πολλές διαφορετικές διαμορφώσεις μεταξύ τους σε σύντομο χρονικό διάστημα, αλλάζοντας κάθε φορά τα ορίσματα του κύκλου κατεργασίας. Επίσης, έχουν μεγάλη επαναληψιμότητα στην παραγωγική διαδικασία κατεργασμένων τεμαχίων. Οι κύκλοι κατεργασίας είναι πολύ πιο εύκολη και γρήγορη στο προγραμματισμό τους, σε αντίθεση με της εντολές του G κώδικα. Με του κύκλους κατεργασίας μπορείς να εκτελέσεις μία δύσκολη κατεργασία με πολύ λιγότερο κόπο και χρόνο, σε αντίθεση με της εντολές G κώδικα.

Για την χρήση των σύγχρονων ψηφιακά καθοδηγούμενων εργαλειομηχανών (CNC) απαιτείται μεγάλη γνώση και συνεχής μελέτη στον τομέα των κατεργασιών κοπής. Πριν από την εκτέλεση οποιασδήποτε κατεργασίας απαιτείται εξαιρετικά μεγάλη προσοχή από τον χειριστή της εργαλειομηχανής, για να διασφαλιστεί τόσο η ασφάλεια του ίδιου όσο και η ασφάλεια της εργαλειομηχανής. Ο χειριστής της εργαλειομηχανής πρέπει να μελετά διεξοδικά και κατ' επανάληψη πριν από κάθε είδους κατεργασία, της εντολές G κώδικα που θα χρησιμοποιήσει, της συνθήκες κατεργασίας, τα υλικά και τα εργαλεία κατεργασίας. Κατ' την πραγματοποίηση εργασιών στο χώρο κατεργασιών όπως, αλλαγή κοπτικών εργαλείο, φόρτωση κοπτικών εργαλείων στην εργαλειομηχανή, καθαρισμός της εργαλειομηχανής, τοποθέτηση τεμαχίων στην εργαλειομηχανή και άλλα. Είναι απαραίτητη η χρήση μέσων ατομικής προστασίας όπως γάντια, γυαλιά και ειδικές φόρμες εργασίας.

Τα σύγχρονα λογισμικά CAD/CAM/CAE αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι κατά τον προγραμματισμό των εργαλειομηχανών. Για να κατεργαστεί ένα τεμάχιο πρέπει πρώτα

να κατασκευαστεί το τρισδιάστατο του σχέδιο και στην συνέχεια το μηχανολογικό του σχέδιο σε λογισμικό CAD/CAM. Στην συνέχεια, θα γραφτεί χειροκίνητα ο κώδικας ψηφιακής καθοδήγησης με χρήση απλών εντολών G κώδικα ή με χρήση κύκλων κατεργασίας, είτε θα εξαχθεί ο κώδικας ψηφιακής καθοδήγησης από το λογισμικό CAD/CAM μέσω του CAM και θα περαστεί στην εργαλειομηχανή. Επιπλέον τα σύγχρονα συστήματα CAD/CAM/CAE μαζί με την δυνατότητα προσομοίωσης που διαθέτουν οι εργαλειομηχανές και τα προγράμματα προσομοίωσης των εργαλειομηχανών που μπορούν να εγκατασταθούν σε Η/Υ. Προσφέρουν την δυνατότητα της ακριβούς μοντελοποίησης του χώρου κατεργασίας και της προσομοίωσης των κινήσεων του κοπτικού εργαλείου στο τεμάχιο προς κατεργασία. Έτσι έχει την δυνατότητα ο προγραμματιστής να διορθώσει τυχών σφάλματα με αποτέλεσμα τον εκμηδενισμό των προγραμματιστικών λαθών.

Τέλος, διαπιστώθηκε πως η χρήση και ο προγραμματισμός των ψηφιακά καθοδηγούμενων εργαλειομηχανών (CNC) δεν απαιτεί μόνο γνώσεις κώδικα ψηφιακής καθοδήγησης και χρήση σύγχρονων λογισμικών CAD/CAM. Είναι απαραίτητη μία πολυδιάστατη γνώση και εμπειρία πάνω σε ζητήματα μηχανουργικών τεχνολογιών σε κατεργασίες κοπής και τεχνολογιών παραγωγής όπως, κατεργασιμότητα των υλικών, υλικά κατασκευής των εργαλείων κοπής και οι ιδιότητες τους, χημική σύσταση των υλικών, δυνάμεις κοπής, θερμοκρασίες που αναπτύσσονται κατά την κοπή κ.λπ..

## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Αριστομένης Θ. Αντωνιάδης, Μηχανουργική Τεχνολογία, Τόμος Β': Κατεργασίες κοπής 2<sup>η</sup> Έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα, 2015
- [2] Αριστομένης Θ. Αντωνιάδης, Μηχανουργική Τεχνολογία, 3<sup>η</sup> Έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα, 2017
- [3] Αριστομένης Θ. Αντωνιάδης, Μηχανολογικό Σχέδιο, 2<sup>η</sup> Έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα, 2013
- [4] Αριστομένης Θ. Αντωνιάδης, Μηχανολογικό Σχέδιο, 3<sup>η</sup> Έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα, 2018
- [5] Siemens, SINUMERIK 840D/840Di/810D, Programming Guide Cycles (PGZ), 11.02 Edition, 2002
- [6] Siemens, SINUMERIK 840D sl/840D/840Di sl, Programming Manual Cycles (PGZ), 01/2008
- [7] Siemens, SINUMERIK 840D/810D/FM-NC, Short Guide Programming (PGK), 10.00 Edition, 2000
- [8] Πατεράκη Ιωάννα, "Σχεδίαση συναρμολογούμενων μηχανολογικών διατάξεων σε σύστημα CAD", Διπλωματική Εργασία, 2018
- [9] Κοκαλιάς Γεώργιος-Παναγιώτης, "Σχεδίαση και κατασκευή τεμαχίων αυξανόμενης δυσκολίας σε ψηφιακά καθοδηγούμενες εργαλειομηχανές", Διπλωματική Εργασία, 2018
- [10] Κανιαδάκη Αιμιλία, "Σχεδίαση τεμαχίων σε σύστημα CAD και ένταξη τους σε εκπαιδευτική βάση δεδομένων", Διπλωματική Εργασία, 2018

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

### Κώδικες τεμαχίων

**Τεμάχιο 1 ευθεία κίνηση με κοπή (G01) συνέχεια G κώδικα:**

G01 X69 Y-30 G01 X69 Y30 G01 X77.5 Y30 G01 X77.5 Y0 X86 Y0 G01 X86 Y30 G01 X95 Y30 G01 X95 Y0 Z25 G00 Z60 G00 X0 Y-30 G00 Z25 G01 X0 Y-30 Z-3.25 F120 G17 G90 DIAMOF ;*GP* G1 X0 Y0 ;*GP* G1 Y60 ;*GP* X10 Y48 ;*GP* Y27 ;*GP* X47 Y0 ;*GP* X0 ;*GP* G01 X0 Y14 G01 X15 Y14 G01 X15 Y0 G01 Z25 G00 Z50 X0 Y185 Z25 G01 Z-3.25 F120 G17 G90 DIAMOF ;*GP* G1 X0 Y150 ;*GP* X31 ;*GP* Y134 ;*GP* X14 ;*GP* Y118 ;*GP* X0 ;*GP* Y150 ;*GP* G01 X8 Y150 G01 X8 Y141.5 G01 Z25 G00 Z50 G00 X83 Y185 Z25	G01 Z-3.25 F120 G01 X83 Y128 G01 X100 Y128 G01 Y150 G01 X83 G01 Y138.5 G01 X93 G01 Z25 G00 Z60 G00 X60.5 Y-30 G01 Z-6 F120 X60.5 Y3.5 G01 X60.5 Y38.5 G01 X101.5 Y38.5 G01 X101.5 Y76.5 G01 X73.5 Y76.5 G01 X73.5 Y80.5 G01 X101.5 Y80.5 G01 X101.5 Y118.5 G01 X73.5 Y118.5 G01 X73.5 Y146.5 G01 X40.5 Y146.5 G01 X40.5 Y126.5 G01 X22.5 Y126.5 G01 X22.5 Y108.5 G01 X-1.5 Y108.5 G01 X-1.5 Y76 G01 X18.5 Y50.5 G01 X18.5 Y30.5 G01 X51.5 Y3.5 G01 X69 Y-30 G01 X69 Y30 G01 X77.5 Y30 G01 X77.5 Y0 X86 Y0 G01 X86 Y30 G01 X95 Y30 G01 X95 Y0 Z25 G00 Z60 G00 X0 Y-30 G00 Z25	G01 X0 Y-30 Z-6 F120 G17 G90 DIAMOF ;*GP* G1 X0 Y0 ;*GP* G1 Y60 ;*GP* X10 Y48 ;*GP* Y27 ;*GP* X47 Y0 ;*GP* X0 ;*GP* G01 X0 Y14 G01 X15 Y14 G01 X15 Y0 G01 Z25 G00 Z50 X0 Y185 Z25 G01 Z-6 F120 G17 G90 DIAMOF ;*GP* G1 X0 Y150 ;*GP* X31 ;*GP* Y134 ;*GP* X14 ;*GP* Y118 ;*GP* X0 ;*GP* Y150 ;*GP* G01 X8 Y150 G01 X8 Y141.5 G01 Z25 G00 Z50 G00 X83 Y185 Z25 G01 Z-6 F120 G01 X83 Y128 G01 X100 Y128 G01 Y150 G01 X83 G01 Y138.5 G01 X93 G01 Z25 G00 Z60 M30
--	---	--

**Τεμάχιο 2 δεξιόστροφη/αριστερόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή (G02/G03) συνέχεια G κώδικα:**

G01 X61.5 Y7.5 Z35 G00 X0 Y0 Z70 G00 X0 Y-35 Z40 G01 Z-3.25 G17 G90 DIAMOF ;*GP* G1 X0 Y-35 ;*GP* G1 Y29 ;*GP* X19 Y9 ;*GP*	G01 Z35 G01 Z-3.25 G01 X100 Y37 G03 X70 Y7 I0 J-30 G01 X70 Y0 G01 X100 G01 X85.1 G01 Y26	G00 X0 Y185 G01 Z35 G01 Z-6.5 G01 X0 Y128 G01 X38 Y150 X0 G01 Z35 G00 Z70
--	---	--

X44 Y2 ;*GP*	G01 Z35	G00 X100 Y185
X0 ;*GP*	G00 Z70	G01 Z35
G01 Z35	G00 X53 Y-35	G01 Z-6.5
G00 Z70	G01 Z-6.5	G01 Y90
G00 X0 Y185	G01 G90 X53 Y7.5	G02 X78 Y112 I0 J22
G01 Z35	G02 X-0.5 Y61 CR=51 F120	G01 X78 Y141
G01 Z-3.25	G01 X-0.5 Y99	G01 X63 Y150
G01 X0 Y128	G02 X43 Y142.5 I43.5 J0	G01 X30
G01 X38 Y150	G01 X71.5 Y142.5	G01 X100
X0	G01 X71.5 Y114	G01 X88 Y150
G01 Z35	G03 X100.5 Y85 I29 J0	G01 Y100
G00 Z70	G01 X100.5 Y46.5	G01 Z35
G00 X100 Y185	G03 X61.5 Y7.5 CR=39	G00 Z70
G01 Z35	G01 X61.5 Y7.5 Z35	G00 X100 Y-35
G01 Z-3.25	G00 X0 Y0 Z70	G01 Z35
G01 Y90	G00 X0 Y-35 Z40	G01 Z-6.5
G02 X78 Y112 I0 J22	G01 Z-6.5	G01 X100 Y37
G01 X78 Y141	G17 G90 DIAMOF ;*GP*	G03 X70 Y7 I0 J-30
G01 X63 Y150	G1 X0 Y-35 ;*GP*	G01 X70 Y0
G01 X100	G1 Y29 ;*GP*	G01 X100
G01 X88 Y150	X19 Y9 ;*GP*	G01 X85.1
G01 Y100	X44 Y2 ;*GP*	G01 Y26
G01 Z35	X0 ;*GP*	G01 Z35
G00 Z70	G01 Z35	G00 Z70
G00 X100 Y-35	G00 Z70	M30

#### Τεμάχιο 4.2 φραιζάρισμα περιγράμματος (CYCLE72) συνέχεια υποπρογραμμάτων:

<p>Υποπρόγραμμα "TRITO_PERASMA"</p> <p>G17 G90 DIAMOF ;*GP*</p> <p>G1 X30 Y21 ;*GP*</p> <p>Y65 ;*GP*</p> <p>X43.5 ;*GP*</p> <p>Y106 ;*GP*</p> <p>X30 Y126 ;*GP*</p> <p>X70 ;*GP*</p> <p>X56.5 Y106 ;*GP*</p> <p>Y65 ;*GP*</p> <p>X70 ;*GP*</p> <p>Y21 ;*GP*</p> <p>X30 ;*GP*</p> <p>M17</p> <p>Υποπρόγραμμα "CONT_1"</p> <p>G17 G90 DIAMOF ;*GP*</p> <p>G1 X16.75 Y17 ;*GP*</p> <p>Y124 ;*GP*</p> <p>X27 Y138 ;*GP*</p> <p>X71 ;*GP*</p> <p>X83.5 Y122 ;*GP*</p> <p>Y10 ;*GP*</p> <p>X17 ;*GP*</p> <p>Y17 ;*GP*</p> <p>M17</p>	<p>Υποπρόγραμμα "CONT_2"</p> <p>G17 G90 DIAMOF ;*GP*</p> <p>G1 X19 Y128 ;*GP*</p> <p>X31 Y105 ;*GP*</p> <p>Y75 ;*GP*</p> <p>X27 ;*GP*</p> <p>X24 Y71 ;*GP*</p> <p>X20 ;*GP*</p> <p>Y128 ;*GP*</p> <p>X25 Y111 ;*GP*</p> <p>Y81 ;*GP*</p> <p>M17</p>	<p>Υποπρόγραμμα "CONT_3"</p> <p>G17 G90 DIAMOF ;*GP*</p> <p>G1 X81 Y128 ;*GP*</p> <p>X69 Y105 ;*GP*</p> <p>Y75 ;*GP*</p> <p>X73 ;*GP*</p> <p>X76 Y71 ;*GP*</p> <p>X80 ;*GP*</p> <p>Y128 ;*GP*</p> <p>X75 Y111 ;*GP*</p> <p>Y81 ;*GP*</p> <p>M17</p>
--	---	---

#### Τεμάχιο 4.3 φραιζάρισμα ορθογώνιας εξοχής (CYCLE76) συνέχεια G κώδικα:

G01 X50 Y75 Z40	G17 G90 DIAMOF ;*GP*	G1 X0 Y58 ;*GP*
G00 Y-30	G1 X100 Y175 ;*GP*	Y116 ;*GP*
G01 Z-2.25	Y62 ;*GP*	X8 Y115 ;*GP*



G17 G90 DIAMOF ;*GP*	X89 Y64 ;*GP*	X0 Y108 ;*GP*
G1 X50 Y0 ;*GP*	X92 Y110 ;*GP*	X15 Y67 ;*GP*
Y67 ;*GP*	X100 Y120 ;*GP*	X0 Y58 ;*GP*
X105 Y57 ;*GP*	G01 Z25	G01 Z25
Y0 ;*GP*	G00 Z60	G00 Z60
X50 ;*GP*	G00 X40 Y180	G00 X-20 Y58
G01 Z-4.5	G00 Z25	G00 Z25
G17 G90 DIAMOF ;*GP*	G01 Z-2.25	G01 Z-4.5
G1 X50 Y0 ;*GP*	G17 G90 DIAMOF ;*GP*	G17 G90 DIAMOF ;*GP*
Y67 ;*GP*	G1 X42 Y150 ;*GP*	G1 X0 Y58 ;*GP*
X105 Y57 ;*GP*	X43.5 Y118 ;*GP*	Y116 ;*GP*
Y0 ;*GP*	X50 Y150 ;*GP*	X8 Y115 ;*GP*
X50 ;*GP*	X42 ;*GP*	X0 Y108 ;*GP*
G01 Z25	G01 Z25	X15 Y67 ;*GP*
G00 Z60	G00 Z60	X0 Y58 ;*GP*
G00 X100 Y175	G00 X40 Y180	G01 Z25
G00 Z25	G00 Z25	G00 Z60
G01 Z-2.25	G01 Z-4.5	G00 X2 Y-25
G17 G90 DIAMOF ;*GP*	G17 G90 DIAMOF ;*GP*	G00 Z25
G1 X100 Y175 ;*GP*	G1 X42 Y150 ;*GP*	G01 Z-4.5
Y62 ;*GP*	X43.5 Y118 ;*GP*	G01 Y71
X89 Y64 ;*GP*	X50 Y150 ;*GP*	X10
X92 Y110 ;*GP*	X42 ;*GP*	Y65
X100 Y120 ;*GP*	G01 Z25	X94
G01 Z25	G00 Z60	Y83
G00 Z60	G00 X-20 Y58	Z25
G00 X100 Y175	G00 Z25	G00 Z70
G00 Z25	G01 Z-2.25	M30
G01 Z-4.5	G17 G90 DIAMOF ;*GP*	

**Τεμάχιο 4.4 φραιζάρισμα κυκλικής εξοχής (CYCLE77) συνέχεια G κώδικα:**

G01 Z35	Z30	X0
G00 Z65	G01 Z-5	Y52
X0 Y-25	Y150	X6
Z30	X48.5 Y132	G01 Z35
G01 Z-2.5	Y110	G00 Z65
G17 G90 DIAMOF ;*GP*	X38 Y98	X-25 Y48
G1 X-4 Y-4 ;*GP*	X50 Y84	Z30
Y151 ;*GP*	X66 Y99	G01 Z-5
X103.5 ;*GP*	X52 Y109	X8
Y-4 ;*GP*	Y60	X0
X-4 ;*GP*	Y109	Y52
G01 Z35	X49	X6
G00 Z65	Y86	G01 Z35
X0 Y-25	X52 Y109	G00 Z65
Z30	Y60	X-25 Y92
G01 Z-5	X39 Y48	Z30
G17 G90 DIAMOF ;*GP*	X52 Y35	G01 Z-2.5
G1 X-4 Y-4 ;*GP*	X69 Y50	X0
Y152 ;*GP*	X55 Y59	X12 Y97
X103.5 ;*GP*	Y33	X0
Y-4 ;*GP*	Y59	X3 Y108
X-4 ;*GP*	X50.5	G01 Z35
G01 Z35	Y34	G00 Z65
G00 Z65	X54	X-25 Y92
X26 Y180	Y12	Z30
Z30	X45 Y3	G01 Z-5
G01 Z-2.5	X98	X0
Y150	Y10	X12 Y97
X48.5 Y132	Y4	X0
Y110	X61.5	X3 Y108

X38 Y98	Y10	G01 Z35
X50 Y84	X53	G00 Z65
X66 Y99	X52 Y50	X125 Y103
X52 Y109	X88	Z30
Y60	X99 Y53	G01 Z-2.5
Y109	Y39	X100
X49	X88 Y49.5	X91 Y97
Y86	G01 Z35	X97 Y94
X52 Y109	G00 Z65	Y103
Y60	X61 Y180	G01 Z35
X39 Y48	Z30	G00 Z65
X52 Y35	G01 Z-2.5	X125 Y103
X69 Y50	Y150	Z30
X55 Y59	X53 Y137	G01 Z-5
Y33	X43 Y146	X100
Y59	X59	X91 Y97
X50.5	X3	X97 Y94
Y34	Y137	Y103
X54	G01 Z35	G01 Z35
Y12	G00 Z65	G00 Z65
X45 Y3	X61 Y180	X-25 Y0
X98	Z30	Z30
Y10	G01 Z-5	G01 Z-2.5
Y4	Y150	X1
X61.5	X53 Y137	X4
Y10	X43 Y146	G01 Z35
X53	X59	G00 Z65
X52 Y50	X3	X-25 Y0
X88	Y137	Z30
X99 Y53	G01 Z35	G01 Z-5
Y39	G00 Z65	X1
X88 Y49.5	X-25 Y48	X4
G01 Z35	Z30	M30
G00 Z65	G01 Z-2.5	
X26 Y180	X8	

#### Τεμάχιο 4.9 διάτρηση οπής (CYCLE82) συνέχεια G κώδικα:

T= "DRILL20" M06	CYCLE82(25,0,15,-9,,0.5)	G00 X79.25 Y46 Z60
S450 M03 F180	G00 Z60	G00 Z30
M08	T= "DRILL8" M06	CYCLE82(25,0,15,-7,,0.5)
G00 Z70	S1200 M03 F210	G00 Z60
X17.5 Y18	M08	G00 X79.25 Y60 Z60
G00 Z30	G00 Z70	G00 Z30
CYCLE82(25,0,15,-14,,0.5)	X63.25 Y18	CYCLE82(25,0,15,-7,,0.5)
G00 Z60	G00 Z30	G00 Z60
G00 X17.5 Y46.5 Z60	CYCLE82(25,0,15,-9,,0)	G00 X79.25 Y74 Z60
G00 Z30	G00 Z60	G00 Z30
CYCLE82(25,0,15,-14,,0.5)	G00 X63.25 Y36 Z60	CYCLE82(25,0,15,-7,,0.5)
G00 Z60	G00 Z30	G00 Z60
G00 X17.5 Y75 Z60	CYCLE82(25,0,15,-9,,0)	G00 X79.25 Y88 Z60
G00 Z30	G00 Z60	G00 Z30
CYCLE82(25,0,15,-12,,0.5)	G00 X63.25 Y54 Z60	CYCLE82(25,0,15,-7,,0.5)
G00 Z60	G00 Z30	G00 Z60
G00 X17.5 Y103.5 Z60	CYCLE82(25,0,15,-9,,0)	G00 X79.25 Y102 Z60
G00 Z30	G00 Z60	G00 Z30
CYCLE82(25,0,15,-12,,0.5)	G00 X63.25 Y72 Z60	CYCLE82(25,0,15,-7,,0.5)
G00 Z60	G00 Z30	G00 Z60
G00 X17.5 Y132 Z60	CYCLE82(25,0,15,-9,,0)	G00 X79.25 Y116 Z60
G00 Z30	G00 Z60	G00 Z30
CYCLE82(25,0,15,-11,,0.5)	G00 X63.25 Y90 Z60	CYCLE82(25,0,15,-7,,0.5)
G00 Z60	G00 Z30	G00 Z60

T= "DRILL8" M06 S1200 M03 F210 M08 G00 Z70 X43 Y18 G00 Z30 CYCLE82(25,0,15,-11,,0) G00 Z60 G00 X43 Y40.5 Z60 G00 Z30 CYCLE82(25,0,15,-11,,0) G00 Z60 G00 X43 Y63 Z60 G00 Z30 CYCLE82(25,0,15,-11,,0) G00 Z60 G00 X43 Y85.5 Z60 G00 Z30 CYCLE82(25,0,15,-11,,0) G00 Z60 G00 X43 Y108 Z60 G00 Z30 CYCLE82(25,0,15,-11,,0) G00 Z60 G00 X43 Y130.5 Z60 G00 Z30 CYCLE82(25,0,15,-9,,0) G00 Z60 T= "DRILL16.5" M06 S560 M03 F150 M08 G00 Z70 X43 Y18 G00 Z30 CYCLE82(25,0,15,-11,,0.5) G00 Z60 G00 X43 Y40.5 Z60 G00 Z30 CYCLE82(25,0,15,-11,,0.5) G00 Z60 G00 X43 Y63 Z60 G00 Z30 CYCLE82(25,0,15,-11,,0.5) G00 Z60 G00 X43 Y85.5 Z60 G00 Z30 CYCLE82(25,0,15,-11,,0.5) G00 Z60 G00 X43 Y108 Z60 G00 Z30 CYCLE82(25,0,15,-11,,0.5) G00 Z60 G00 X43 Y130.5 Z60 G00 Z30	CYCLE82(25,0,15,-9,,0) G00 Z60 G00 X63.25 Y108 Z60 G00 Z30 CYCLE82(25,0,15,-9,,0) G00 Z60 G00 X63.25 Y126 Z60 G00 Z30 CYCLE82(25,0,15,-9,,0) G00 Z60 T= "DRILL12" M06 S950 M03 F205 M08 G00 Z70 X63.25 Y18 G00 Z30 CYCLE82(25,0,15,-9,,0.5) G00 Z60 G00 X63.25 Y36 Z60 G00 Z30 CYCLE82(25,0,15,-9,,0.5) G00 Z60 G00 X63.25 Y54 Z60 G00 Z30 CYCLE82(25,0,15,-9,,0.5) G00 Z60 G00 X63.25 Y72 Z60 G00 Z30 CYCLE82(25,0,15,-9,,0.5) G00 Z60 G00 X63.25 Y90 Z60 G00 Z30 CYCLE82(25,0,15,-9,,0.5) G00 Z60 G00 X63.25 Y108 Z60 G00 Z30 CYCLE82(25,0,15,-9,,0.5) G00 Z60 G00 X63.25 Y126 Z60 G00 Z30 CYCLE82(25,0,15,-7,,0.5) G00 Z60 T= "DRILL8" M06 S1200 M03 F210 M08 G00 Z70 X79.25 Y18 G00 Z30 CYCLE82(25,0,15,-7,,0.5) G00 Z60 G00 X79.25 Y32 Z60 G00 Z30 CYCLE82(25,0,15,-7,,0.5) G00 Z60	G00 X79.25 Y130 Z60 G00 Z30 CYCLE82(25,0,15,-7,,0.5) G00 Z60 T= "DRILL5.5" M06 S2200 M03 F240 M08 G00 Z70 X92 Y18 G00 Z30 CYCLE82(25,0,15,-7,,0.5) G00 Z60 G00 X92 Y29.5 Z60 G00 Z30 CYCLE82(25,0,15,-7,,0.5) G00 Z60 G00 X92 Y41 Z60 G00 Z30 CYCLE82(25,0,15,-6,,0.5) G00 Z60 G00 X92 Y52.5 Z60 G00 Z30 CYCLE82(25,0,15,-6,,0.5) G00 Z60 G00 X92 Y64 Z60 G00 Z30 CYCLE82(25,0,15,-6,,0.5) G00 Z60 G00 X92 Y75.5 Z60 G00 Z30 CYCLE82(25,0,15,-6,,0.5) G00 Z60 G00 X92 Y87 Z60 G00 Z30 CYCLE82(25,0,15,-6,,0.5) G00 Z60 G00 X92 Y98.5 Z60 G00 Z30 CYCLE82(25,0,15,-6,,0.5) G00 Z60 G00 X92 Y110 Z60 G00 Z30 CYCLE82(25,0,15,-6,,0.5) G00 Z60 G00 X92 Y121.5 Z60 G00 Z30 CYCLE82(25,0,15,-6,,0.5) G00 Z60 G00 X92 Y133 Z60 G00 Z30 CYCLE82(25,0,15,-6,,0.5) G00 Z60 M30
---	---	---

**Τεμάχιο 4.10 διάτρηση βαθιάς οπής (CYCLE83) συνέχεια G κώδικα:**

T= "DRILL8" M06 S1200 M03 F210 M08 G00 Z70 X69 Y16.25	CYCLE83(25,0,15,-12,, 6,,10,0,,1,0,3,10,25,0,) G00 Z60 G00 X26.5 Y73.25 Z60 G00 Z30	5,,10,0,,1,0,3,10,25,0.5,) G00 Z60 G00 X87.5 Y80.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-10,,
---	---	---

G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-14,- 7,,10,0,,1,0,3,6.5,25,0,) G00 Z60 G00 X69 Y37.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-14,- 7,,10,0,,1,0,3,10,25,0,) G00 Z60 G00 X69 Y58.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-13,- 6.5,,10,0,,1,0,3,10,25,0,) G00 Z60 G00 X69 Y79.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-13,- 6.5,,10,0,,1,0,3,10,25,0,) G00 Z60 G00 X69 Y100.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-13,- 6.5,,10,0,,1,0,3,10,25,0,) G00 Z60 G00 X69 Y121.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-12,- 6,,10,0,,1,0,3,10,25,0,) G00 Z60 T= "DRILL15" M06 S740 M03 F185 M08 G00 Z70 X69 Y16.25 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-14,- 7,,10,0,,1,0,3,6.5,25,0.5,) G00 Z60 G00 X69 Y37.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-14,- 7,,10,0,,1,0,3,10,25,0.5,) G00 Z60 G00 X69 Y58.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-13,- 6.5,,10,0,,1,0,3,10,25,0.5,) G00 Z60 G00 X69 Y79.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-13,- 6.5,,10,0,,1,0,3,10,25,0.5,) G00 Z60 G00 X69 Y100.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-13,- 6.5,,10,0,,1,0,3,10,25,0.5,) G00 Z60 G00 X69 Y121.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-12,- 6,,10,0,,1,0,3,10,25,0.5,)	CYCLE83(25,0,15,-12,- 6,,10,0,,1,0,3,10,25,0,) G00 Z60 G00 X26.5 Y92.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-12,- 6,,10,0,,1,0,3,10,25,0,) G00 Z60 G00 X26.5 Y111.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-12,- 6,,10,0,,1,0,3,10,25,0,) G00 Z60 G00 X26.5 Y130.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-11,- 5.5,,10,0,,1,0,3,10,25,0,) G00 Z60 T= "DRILL13" M06 S850 M03 F195 M08 G00 Z70 X26.5 Y16.25 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-12,- 6,,10,0,,1,0,3,6.5,25,0.5,) G00 Z60 G00 X26.5 Y35.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-12,- 6,,10,0,,1,0,3,10,25,0.5,) G00 Z60 G00 X26.5 Y54.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-12,- 6,,10,0,,1,0,3,10,25,0.5,) G00 Z60 G00 X26.5 Y73.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-12,- 6,,10,0,,1,0,3,10,25,0.5,) G00 Z60 G00 X26.5 Y92.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-12,- 6,,10,0,,1,0,3,10,25,0.5,) G00 Z60 G00 X26.5 Y111.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-12,- 6,,10,0,,1,0,3,10,25,0.5,) G00 Z60 G00 X26.5 Y130.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-11,- 5.5,,10,0,,1,0,3,10,25,0.5,) G00 Z60 T= "DRILL10" M06 S970 M03 F192 M08 G00 Z70 X87.5 Y16.25	5,,10,0,,1,0,3,10,25,0.5,) G00 Z60 G00 X87.5 Y96.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-10,- 5,,10,0,,1,0,3,10,25,0.5,) G00 Z60 G00 X87.5 Y112.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-10,- 5,,10,0,,1,0,3,10,25,0.5,) G00 Z60 G00 X87.5 Y128.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-9,- 4.5,,10,0,,1,0,3,10,25,0.5,) G00 Z60 T= "DRILL6.5" M06 S1900 M03 F225 M08 G00 Z70 X10.75 Y16.25 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-9,- 4.5,,10,0,,1,0,3,6.5,25,0.5,) G00 Z60 G00 X10.75 Y28.75 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-9,- 4.5,,10,0,,1,0,3,10,25,0.5,) G00 Z60 G00 X10.75 Y41.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-8,- 4,,10,0,,1,0,3,10,25,0.5,) G00 Z60 G00 X10.75 Y53.75 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-8,- 4,,10,0,,1,0,3,10,25,0.5,) G00 Z60 G00 X10.75 Y66.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-8,- 4,,10,0,,1,0,3,10,25,0.5,) G00 Z60 G00 X10.75 Y78.75 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-8,- 4,,10,0,,1,0,3,10,25,0.5,) G00 Z60 G00 X10.75 Y91.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-8,- 4,,10,0,,1,0,3,10,25,0.5,) G00 Z60 G00 X10.75 Y103.75 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-7,- 3.5,,10,0,,1,0,3,10,25,0.5,) G00 Z60 G00 X10.75 Y116.25 Z60
--	---	--

G00 Z60 T= "DRILL8" M06 S1200 M03 F210 M08 G00 Z70 X26.5 Y16.25 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-12,- 6,,10,0,,1,0,3,6.5,25,0,) G00 Z60 G00 X26.5 Y35.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-12,- 6,,10,0,,1,0,3,10,25,0,) G00 Z60 G00 X26.5 Y54.25 Z60 G00 Z30	G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-11,- 5.5,,10,0,,1,0,3,6.5,25,0.5,) G00 Z60 G00 X87.5 Y32.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-11,- 5.5,,10,0,,1,0,3,10,25,0.5,) G00 Z60 G00 X87.5 Y48.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-11,- 5.5,,10,0,,1,0,3,10,25,0.5,) G00 Z60 G00 X87.5 Y64.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-10,-	G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-7,- 3.5,,10,0,,1,0,3,10,25,0.5,) G00 Z60 G00 X10.75 Y128.75 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-7,- 3.5,,10,0,,1,0,3,10,25,0.5,) G00 Z60 G00 X10.75 Y141.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-7,- 3.5,,10,0,,1,0,3,10,25,0.5,) G00 Z60 M30
--	--	---

**Τεμάχιο 4.11 διάτρηση οπών σε ευθεία διάταξη (HOLES1) συνέχεια G κώδικα:**

T= "DRILL7" M06 S1500 M03 F180 M08 G00 Z70 X76.5 Y24 G00 Z30 MCALL CYCLE83(25,0,15,- 16,-6,,6,0,,1,0,3,6,25,0.5,) HOLES1(76.5,24,168,0,11,6) MCALL G00 Z60 G00 X76.5 Y52 Z60 G00 Z30 MCALL CYCLE83(25,0,15,- 16,-6,,6,0,,1,0,3,6,25,0.5,) HOLES1(76.5,52,198,0,12,4) MCALL G00 Z60 T= "DRILL5.5" M06 S2200 M03 F240 M08 G00 Z70 X65.7 Y33.75 G00 Z30 MCALL CYCLE83(25,0,15,- 16,-6,,6,0,,1,0,3,6,25,0.5,) HOLES1(65.7,33.75,90,0,7,2 ) MCALL G00 Z60 T= "DRILL6" M06 S2100 M03 F230	M08 G00 Z70 X76.5 Y62.5 G00 Z30 MCALL CYCLE83(25,0,15,-14,- 6,,6,0,,1,0,3,6,25,0.5,) HOLES1(76.5,62.5,161,0,9,5) MCALL G00 Z60 G00 X76.5 Y78 Z60 G00 Z30 MCALL CYCLE83(25,0,15,-14,- 6,,6,0,,1,0,3,6,25,0.5,) HOLES1(76.5,78,210,0,9,3,5) MCALL G00 Z60 G00 X60.5 Y57.5 Z60 G00 Z30 MCALL CYCLE83(25,0,15,-14,- 6,,6,0,,1,0,3,6,25,0.5,) HOLES1(60.5,57.5,95.5,0,21.5,2 ) MCALL G00 Z60 T= "DRILL7" M06 S1500 M03 F180 M08 G00 Z70 X76.5 Y90 G00 Z30 MCALL CYCLE83(25,0,15,-16,- 6,,6,0,,1,0,3,6,25,0.5,)	HOLES1(76.5,90,168,0,11,6) MCALL G00 Z60 G00 X76.5 Y118 Z60 G00 Z30 MCALL CYCLE83(25,0,15,- 16,-6,,6,0,,1,0,3,6,25,0.5,) HOLES1(76.5,118,198,0,12,4 ) MCALL G00 Z60 T= "DRILL5.5" M06 S2200 M03 F240 M08 G00 Z70 X65.7 Y100 G00 Z30 MCALL CYCLE83(25,0,15,- 16,-6,,6,0,,1,0,3,6,25,0.5,) HOLES1(65.7,100,90,0,6.5,2) MCALL G00 Z60 G00 X76.5 Y127 Z60 G00 Z30 MCALL CYCLE83(25,0,15,- 16,-6,,6,0,,1,0,3,6,25,0.5,) HOLES1(76.5,127,90,0,0,1) MCALL G00 Z60 M30
--	--	---

**Τεμάχιο 4.14 σπειροτόμηση οπής (CYCLE84):**

**1<sup>ο</sup> Πρόγραμμα με την διάτρηση των οπών:**

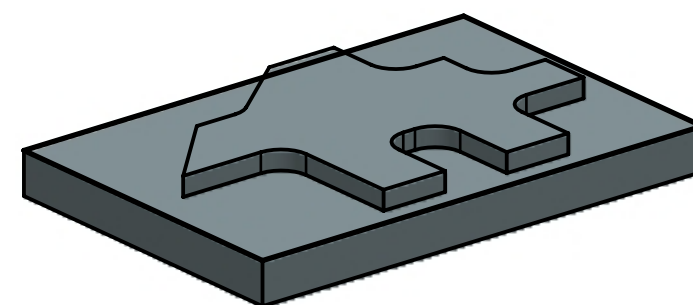
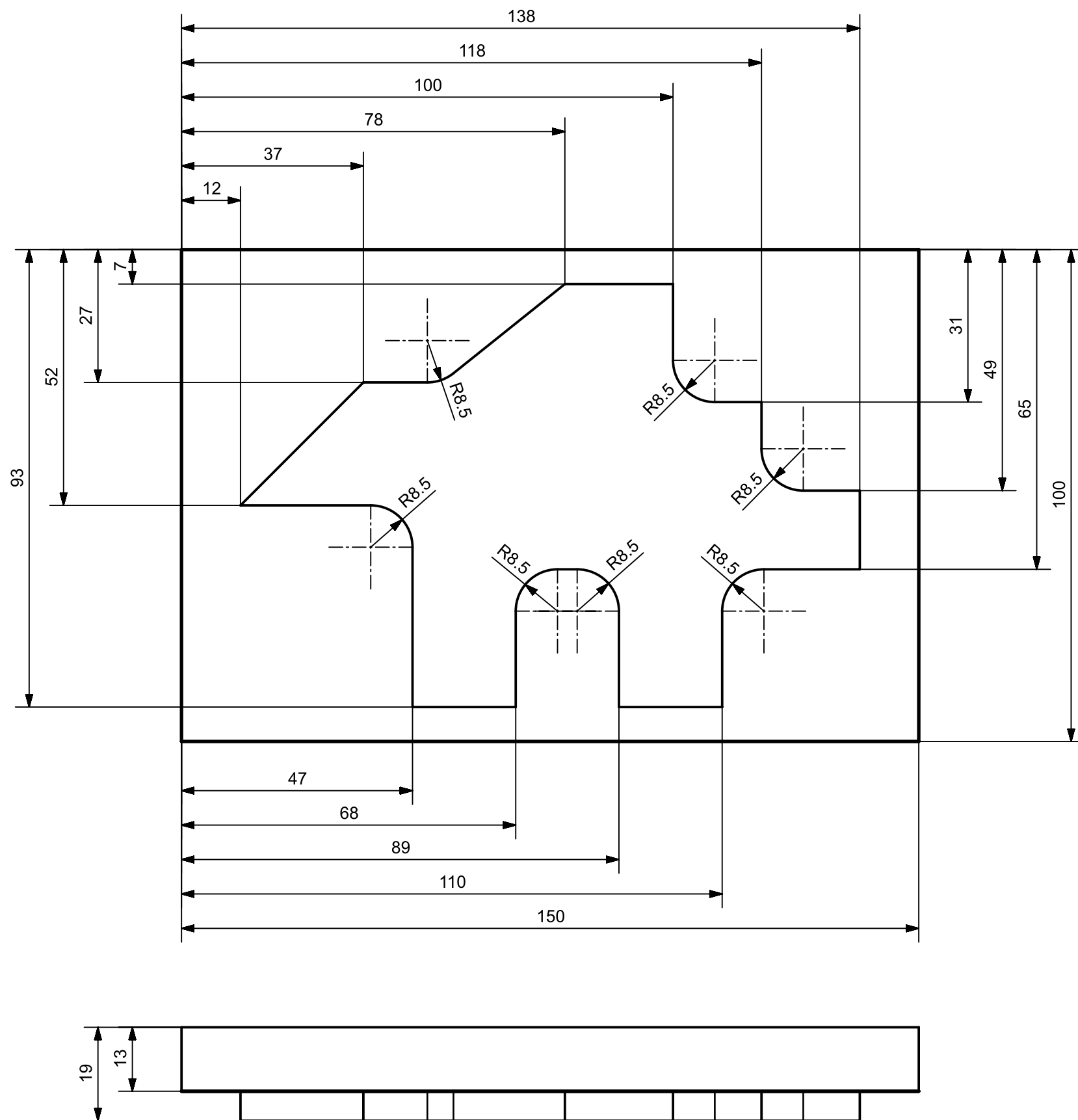
G90 G54 G17 G71 T= "DRILL8" M06 S1200 M03 F210	G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-30,- 6,,9,0,,1,0,3,6,25,0,) G00 Z60	CYCLE83(25,0,15,-16,- 6,,9,0,,1,0,3,6,25,0.5,) G00 Z60
--	---	--

M08 G00 Z70 X16.5 Y16.25 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-30,- 6,,9,0,,1,0,3,6,25,0,) G00 Z60 G00 X16.5 Y39.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-30,- 6,,9,0,,1,0,3,6,25,0,) G00 Z60 G00 X16.5 Y62.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-30,- 6,,9,0,,1,0,3,6,25,0,) G00 Z60 G00 X16.5 Y85.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-30,- 6,,9,0,,1,0,3,6,25,0,) G00 Z60 G00 X16.5 Y108.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-30,- 6,,9,0,,1,0,3,6,25,0,) G00 Z60 G00 X16.5 Y131.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-30,- 6,,9,0,,1,0,3,6,25,0,) G00 Z60 T= "DRILL15" M06 S740 M03 F185 M08 G00 Z70 X16.5 Y16.25 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-30,- 7,,10,0,,1,0,3,7,25,0,) G00 Z60 G00 X16.5 Y39.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-30,- 7,,10,0,,1,0,3,10,25,0,) G00 Z60 G00 X16.5 Y62.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-30,- 7,,10,0,,1,0,3,10,25,0,) G00 Z60 G00 X16.5 Y85.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-30,- 7,,10,0,,1,0,3,10,25,0,) G00 Z60 G00 X16.5 Y108.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-30,- 7,,10,0,,1,0,3,10,25,0,) G00 Z60 G00 X16.5 Y131.25 Z60	G00 Z60 G00 X36.75 Y96.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-30,- 6,,9,0,,1,0,3,6,25,0,) G00 Z60 G00 X36.75 Y116.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-30,- 6,,9,0,,1,0,3,6,25,0,) G00 Z60 G00 X36.75 Y136.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-30,- 6,,9,0,,1,0,3,6,25,0,) G00 Z60 T= "DRILL12" M06 S950 M03 F205 M08 G00 Z70 X36.75 Y16.25 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-30,- 7,,10,0,,1,0,3,7,25,0,) G00 Z60 G00 X36.75 Y36.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-30,- 7,,10,0,,1,0,3,10,25,0,) G00 Z60 G00 X36.75 Y56.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-30,- 7,,10,0,,1,0,3,10,25,0,) G00 Z60 G00 X36.75 Y76.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-30,- 7,,10,0,,1,0,3,10,25,0,) G00 Z60 G00 X36.75 Y96.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-30,- 7,,10,0,,1,0,3,10,25,0,) G00 Z60 G00 X36.75 Y116.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-30,- 7,,10,0,,1,0,3,10,25,0,) G00 Z60 G00 X36.75 Y136.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-30,- 7,,10,0,,1,0,3,10,25,0,) G00 Z60 T= "DRILL8" M06 S1200 M03 F210 M08 G00 Z70 X55.25 Y16.25 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-16,-	G00 X55.25 Y130.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-16,- 6,,9,0,,1,0,3,6,25,0.5,) G00 Z60 T= "DRILL11" M06 S890 M03 F187 M08 G00 Z70 X55.25 Y16.25 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-16,- 6,,9,0,,1,0,3,6,25,0.5,) G00 Z60 G00 X55.25 Y35.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-16,- 6,,9,0,,1,0,3,6,25,0.5,) G00 Z60 G00 X55.25 Y54.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-16,- 6,,9,0,,1,0,3,6,25,0.5,) G00 Z60 G00 X55.25 Y73.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-16,- 6,,9,0,,1,0,3,6,25,0.5,) G00 Z60 G00 X55.25 Y92.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-16,- 6,,9,0,,1,0,3,6,25,0.5,) G00 Z60 G00 X55.25 Y111.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-16,- 6,,9,0,,1,0,3,6,25,0.5,) G00 Z60 G00 X55.25 Y130.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-16,- 6,,9,0,,1,0,3,6,25,0.5,) G00 Z60 T= "DRILL10" M06 S970 M03 F192 M08 G00 Z70 X72.75 Y16.25 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-15,- 6,,9,0,,1,0,3,6,25,0.5,) G00 Z60 G00 X72.75 Y34.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-15,- 6,,9,0,,1,0,3,6,25,0.5,) G00 Z60 G00 X72.75 Y52.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-15,- 6,,9,0,,1,0,3,6,25,0.5,)
---	---	--

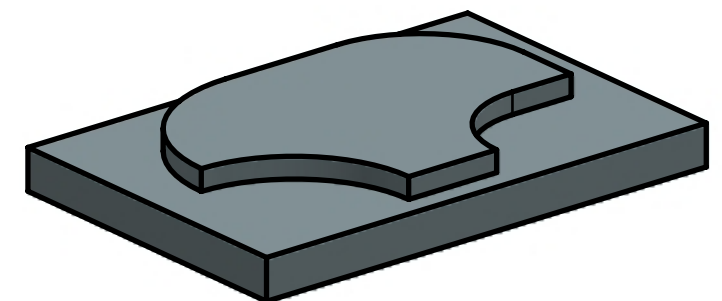
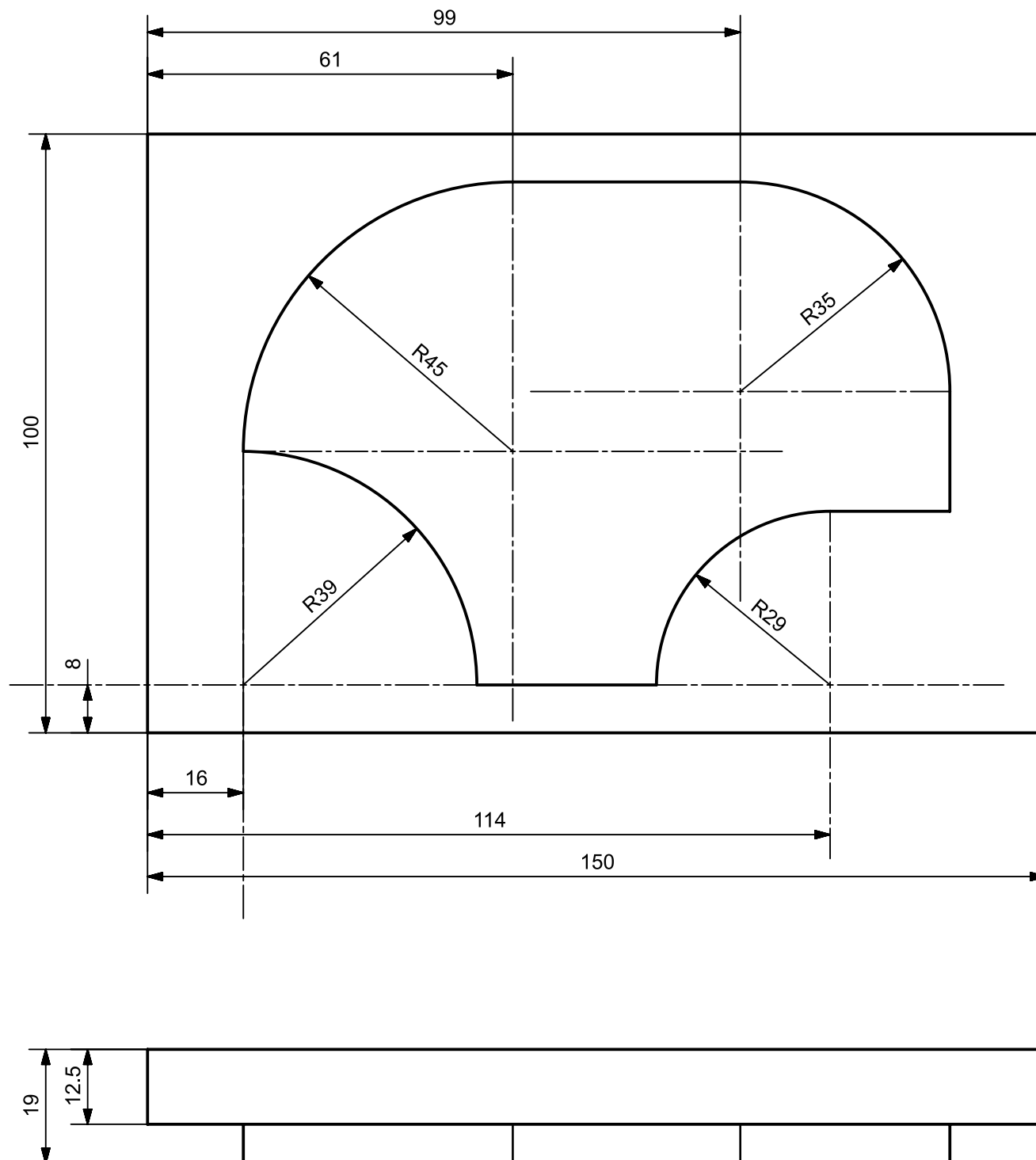
G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-30,- 7,,10,0,,1,0,3,10,25,0,) G00 Z60 T= "DRILL8" M06 S1200 M03 F210 M08 G00 Z70 X36.75 Y16.25 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-30,- 6,,9,0,,1,0,3,6,25,0,) G00 Z60 G00 X36.75 Y36.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-30,- 6,,9,0,,1,0,3,6,25,0,) G00 Z60 G00 X36.75 Y56.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-30,- 6,,9,0,,1,0,3,6,25,0,) G00 Z60 G00 X36.75 Y76.25 Z60	6,,9,0,,1,0,3,6,25,0.5,) G00 Z60 G00 X55.25 Y35.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-16,- 6,,9,0,,1,0,3,6,25,0.5,) G00 Z60 G00 X55.25 Y54.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-16,- 6,,9,0,,1,0,3,6,25,0.5,) G00 Z60 G00 X55.25 Y73.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-16,- 6,,9,0,,1,0,3,6,25,0.5,) G00 Z60 G00 X55.25 Y92.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-16,- 6,,9,0,,1,0,3,6,25,0.5,) G00 Z60 G00 X55.25 Y111.25 Z60 G00 Z30	G00 Z60 G00 X72.75 Y70.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-15,- 6,,9,0,,1,0,3,6,25,0.5,) G00 Z60 G00 X72.75 Y88.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-15,- 6,,9,0,,1,0,3,6,25,0.5,) G00 Z60 G00 X72.75 Y106.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-15,- 6,,9,0,,1,0,3,6,25,0.5,) G00 Z60 G00 X72.75 Y124.25 Z60 G00 Z30 CYCLE83(25,0,15,-15,- 6,,9,0,,1,0,3,6,25,0.5,) G00 Z60 M30
---	--	--

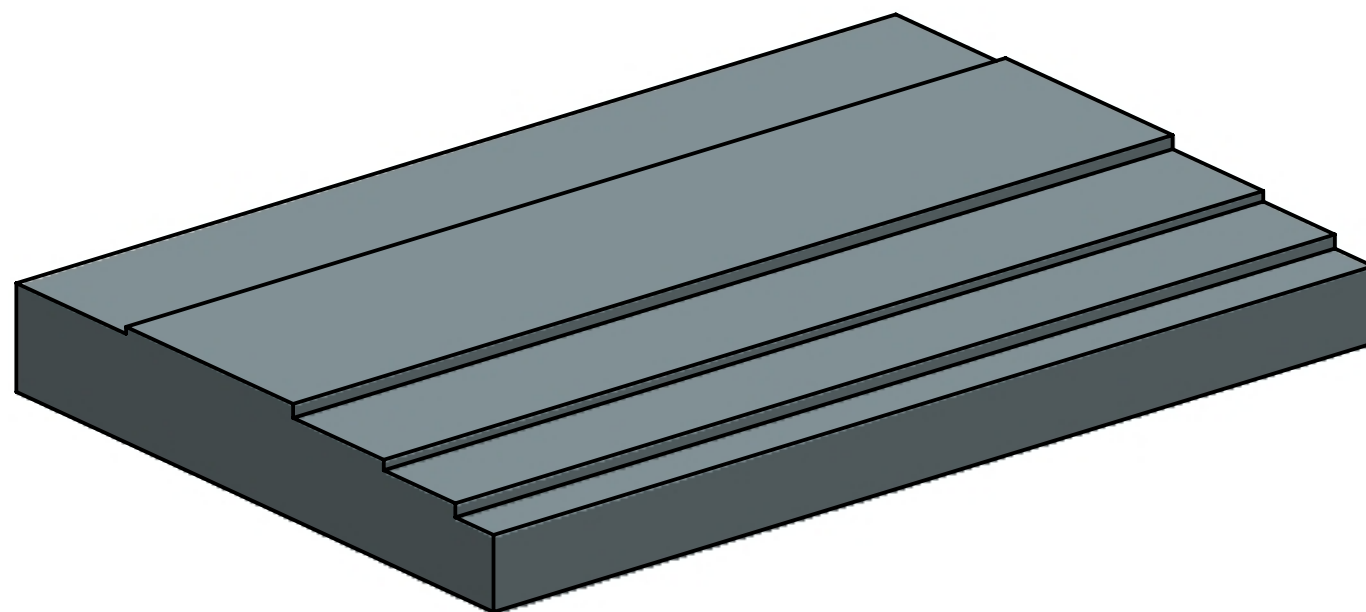
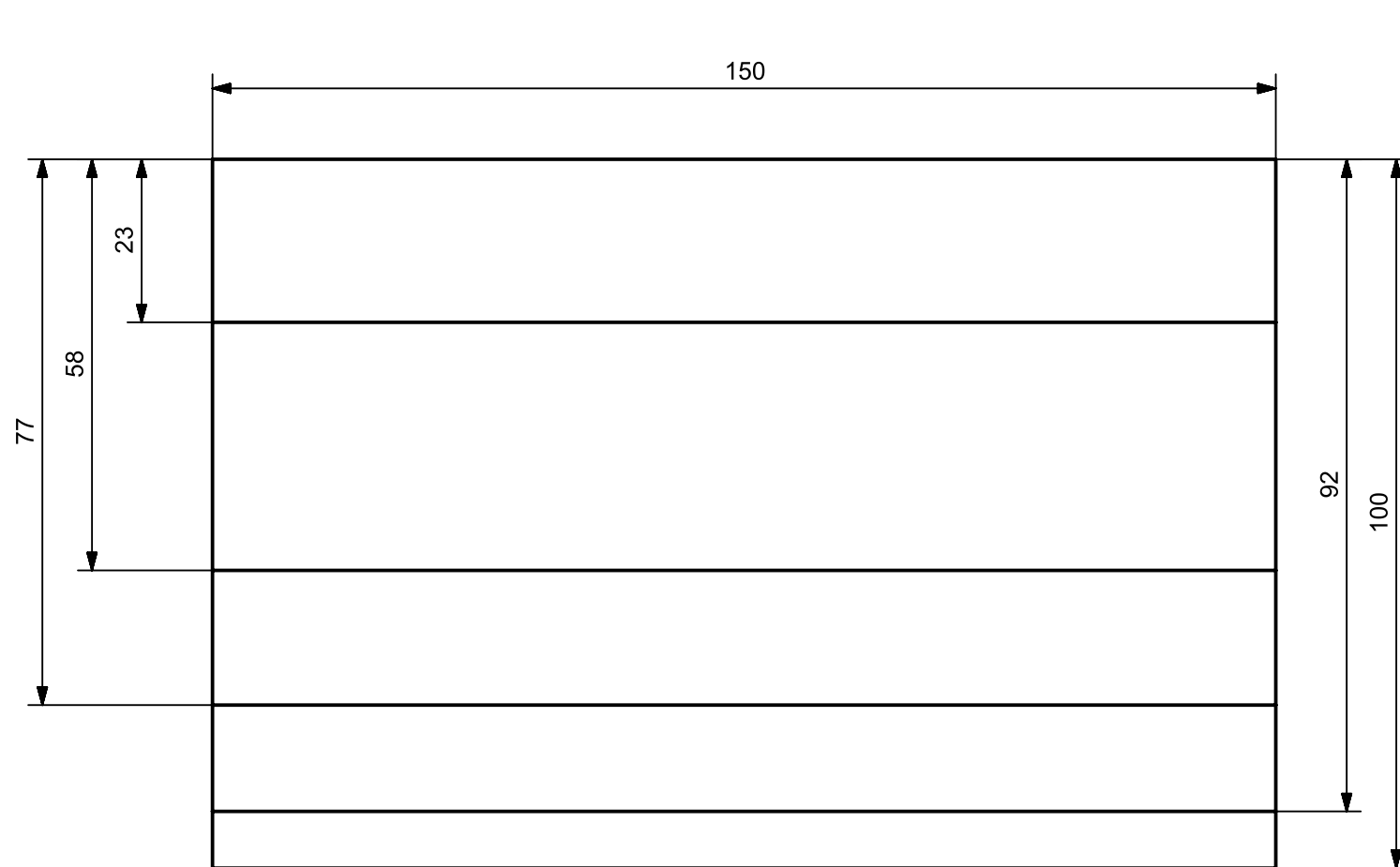
## 2° Πρόγραμμα με την σπειροτόμηση των οπών συνέχεια G κώδικα:

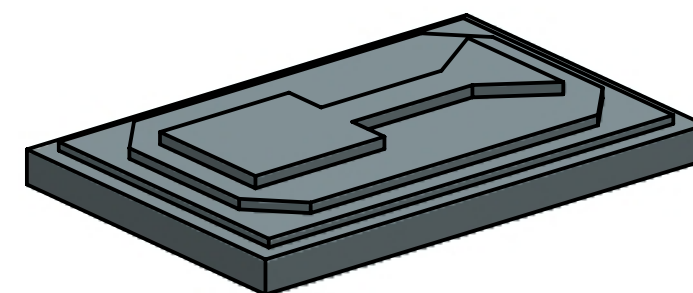
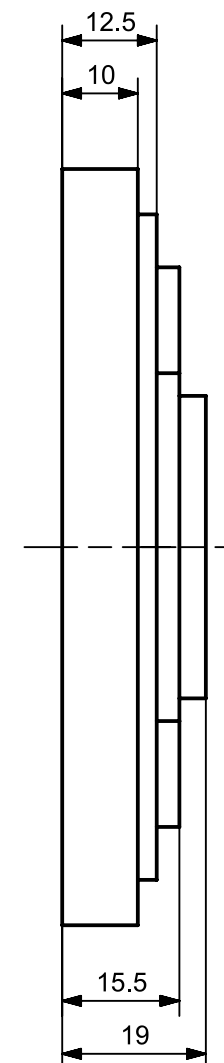
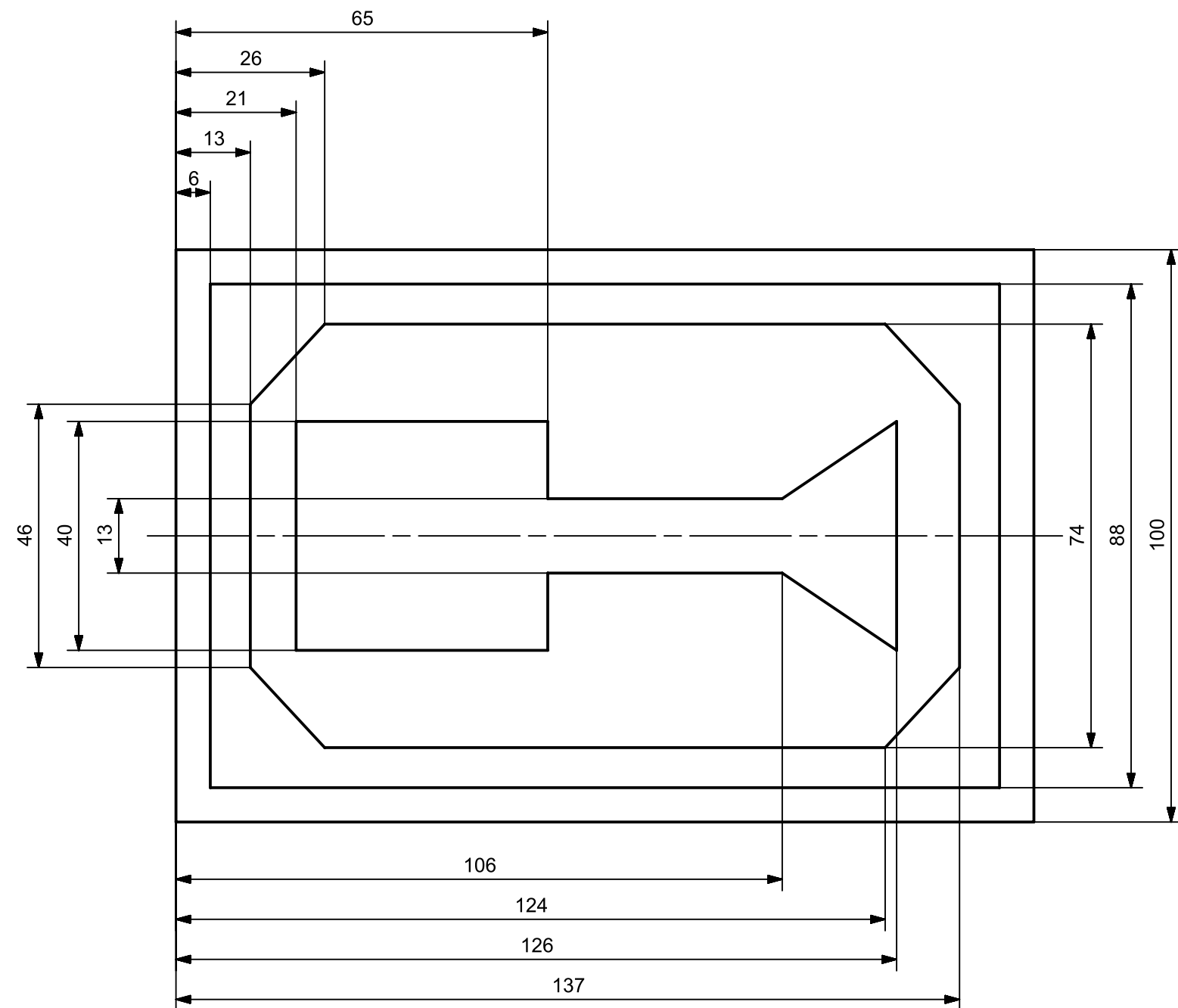
T= "TAP13" M06 G00 Z70 X55.25 Y16.25 G00 Z30 CYCLE84(25,0,15,- 12,,0,4,,19,90,195,195,3,2,0, 0,,) G00 Z60 G00 X55.25 Y35.25 Z60 G00 Z30 CYCLE84(25,0,15,- 12,,0,4,,19,90,195,195,3,2,0, 0,,) G00 Z60 G00 X55.25 Y54.25 Z60 G00 Z30 CYCLE84(25,0,15,- 12,,0,4,,19,90,195,195,3,2,0, 0,,) G00 Z60 G00 X55.25 Y73.25 Z60 G00 Z30 CYCLE84(25,0,15,- 12,,0,4,,19,90,195,195,3,2,0, 0,,) G00 Z60 G00 X55.25 Y92.25 Z60 G00 Z30 CYCLE84(25,0,15,- 12,,0,4,,19,90,195,195,3,2,0, 0,,)	0,,) G00 Z60 G00 X55.25 Y111.25 Z60 G00 Z30 CYCLE84(25,0,15,- 12,,0,4,,19,90,195,195,3,2,0,0,, ) G00 Z60 G00 X55.25 Y130.25 Z60 G00 Z30 CYCLE84(25,0,15,- 12,,0,4,,19,90,195,195,3,2,0,0,, ) G00 Z60 T= "TAP12" M06 G00 Z70 X72.75 Y16.25 G00 Z30 CYCLE84(25,0,15,- 10,,0,4,,1.75,90,200,200,3,1,0, 0,,) G00 Z60 G00 X72.75 Y34.25 Z60 G00 Z30 CYCLE84(25,0,15,- 10,,0,4,,1.75,90,200,200,3,1,0, 0,,) G00 Z60 G00 X72.75 Y52.25 Z60 G00 Z30	CYCLE84(25,0,15,- 10,,0,4,,1.75,90,200,200,3,1,0, 0,,) G00 Z60 G00 X72.75 Y70.25 Z60 G00 Z30 CYCLE84(25,0,15,- 10,,0,4,,1.75,90,200,200,3,1,0, 0,,) G00 Z60 G00 X72.75 Y88.25 Z60 G00 Z30 CYCLE84(25,0,15,- 10,,0,4,,1.75,90,200,200,3,1,0, 0,,) G00 Z60 G00 X72.75 Y106.25 Z60 G00 Z30 CYCLE84(25,0,15,- 10,,0,4,,1.75,90,200,200,3,1,0, 0,,) G00 Z60 G00 X72.75 Y124.25 Z60 G00 Z30 CYCLE84(25,0,15,- 10,,0,4,,1.75,90,200,200,3,1,0, 0,,) G00 Z60 M30
---	--	--

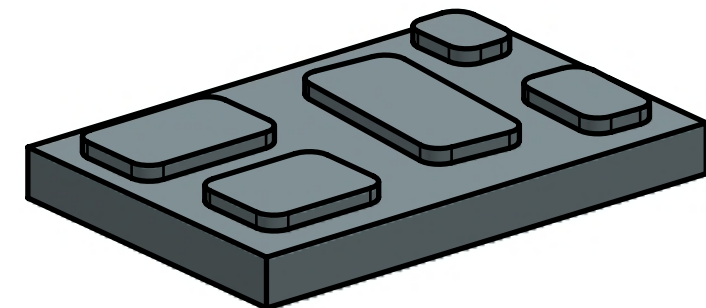
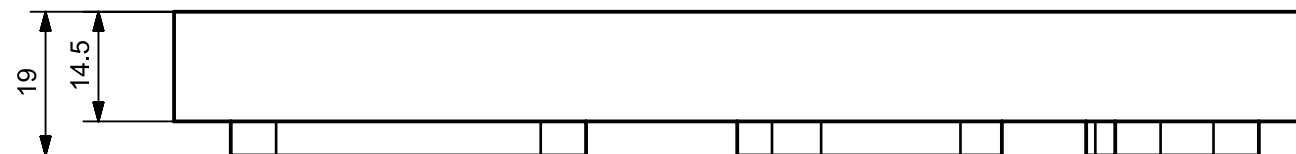
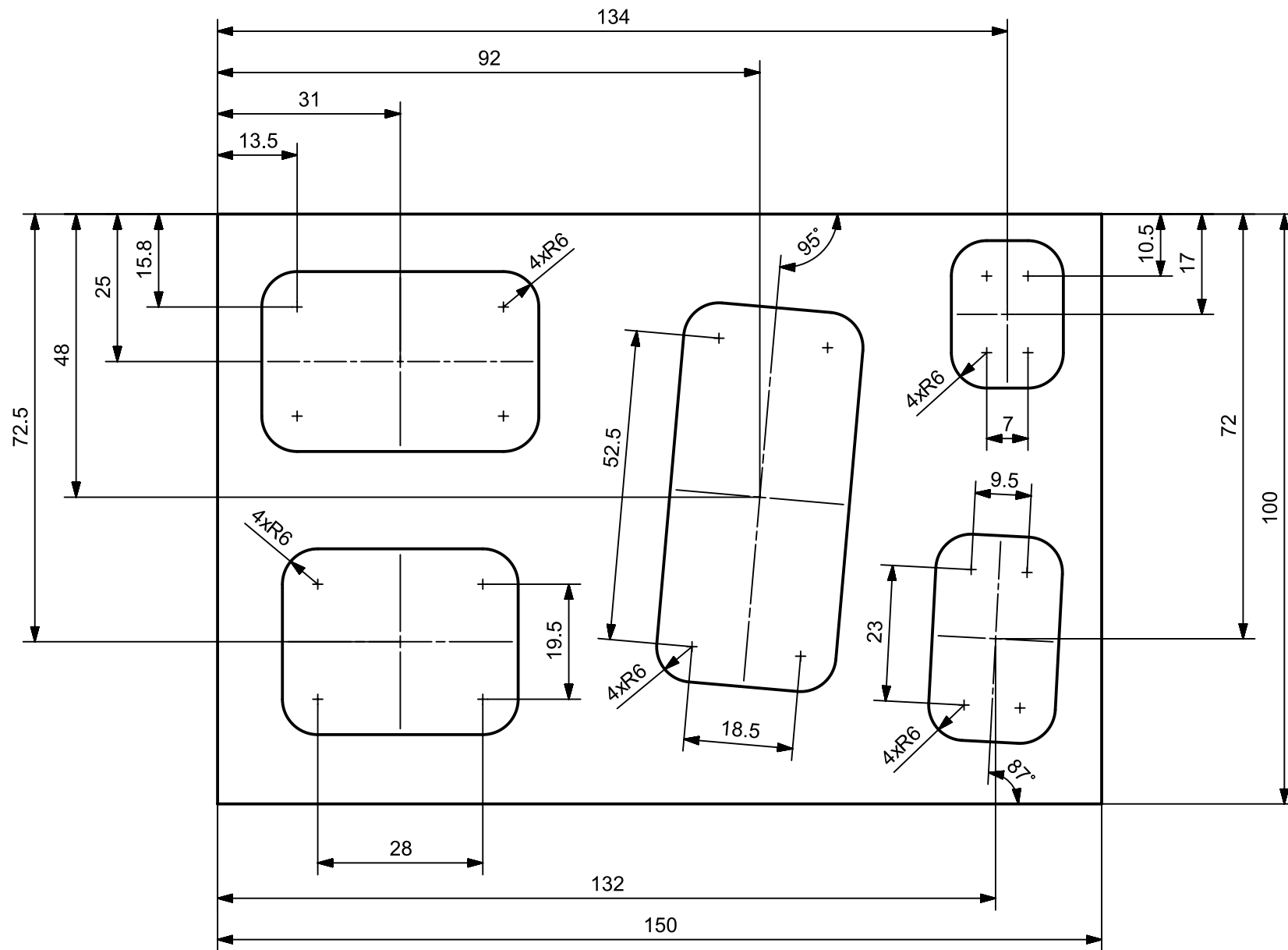


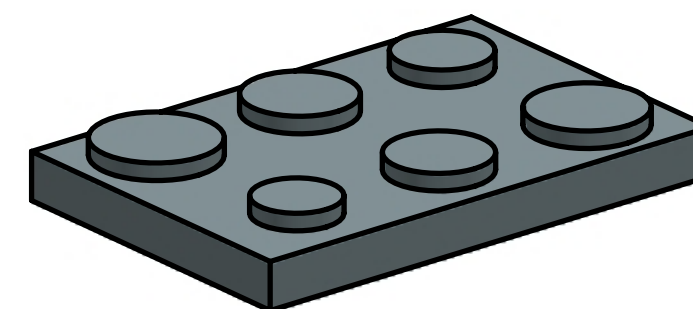
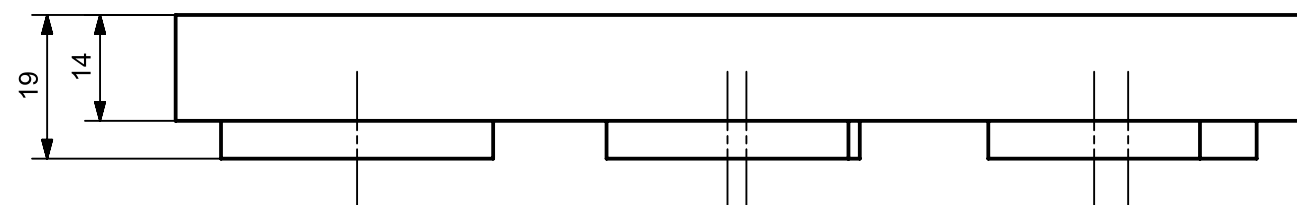
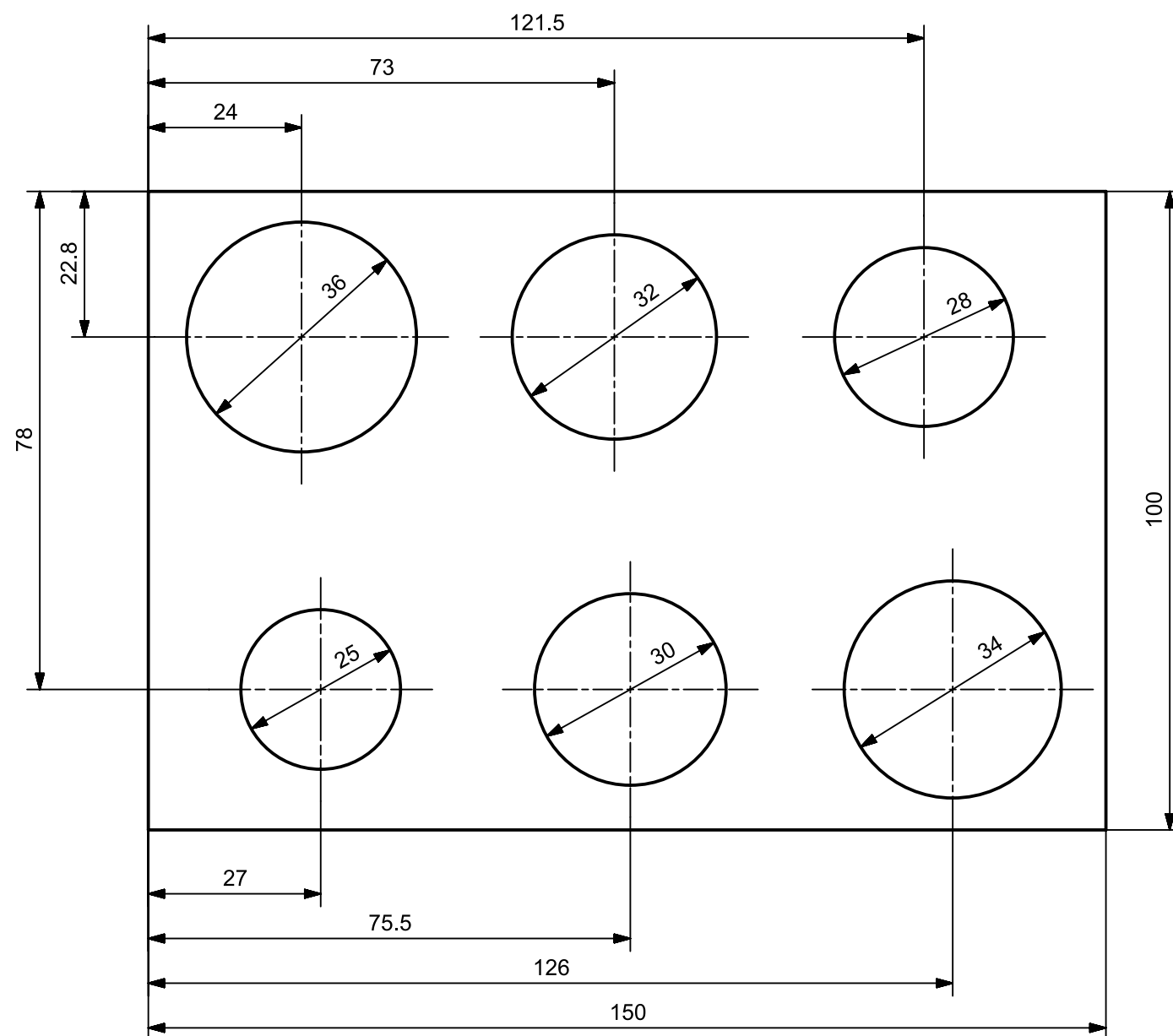




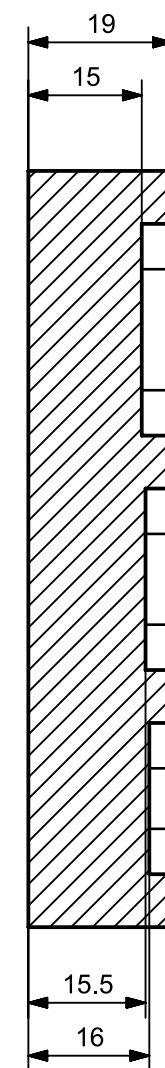
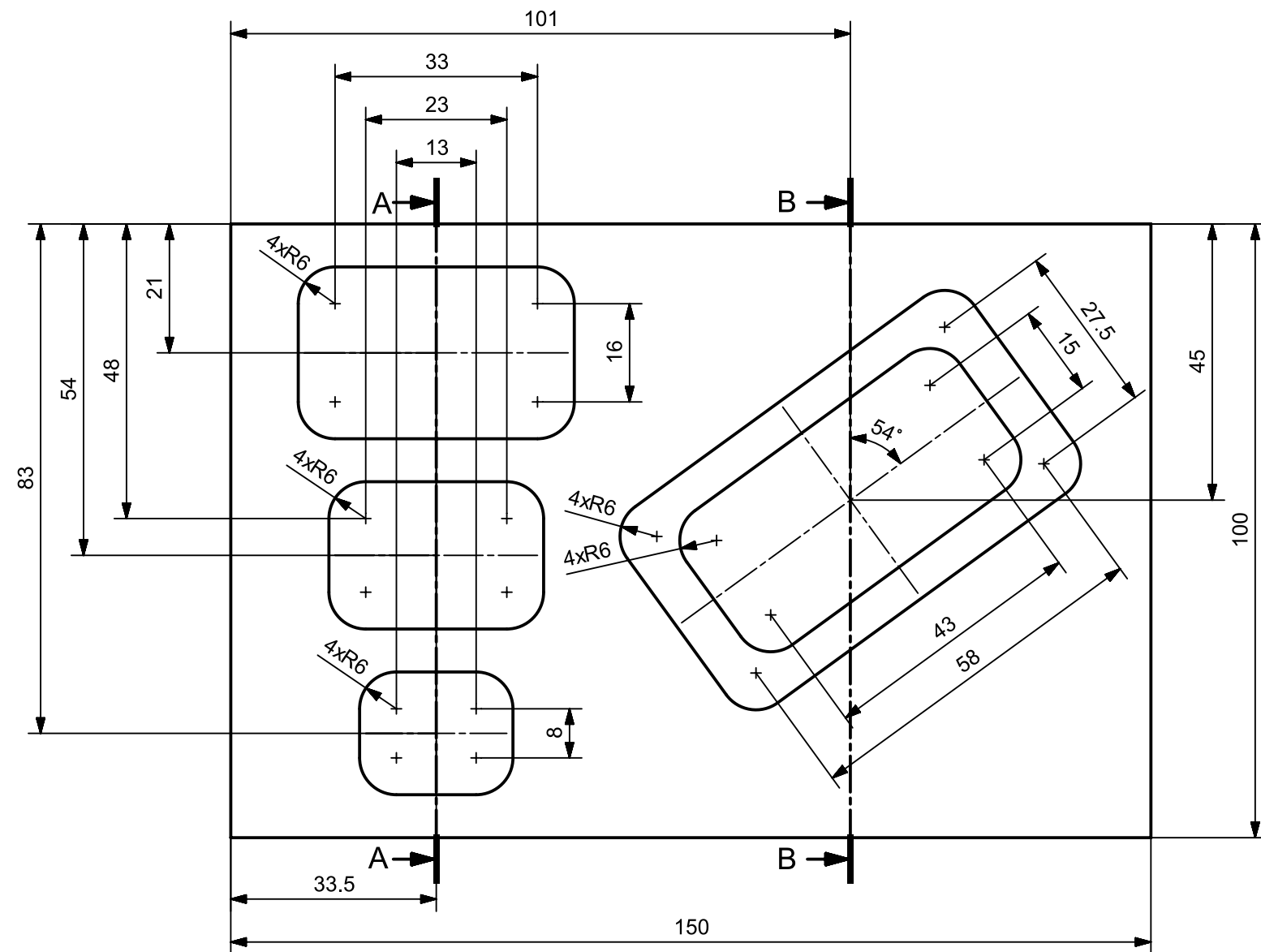




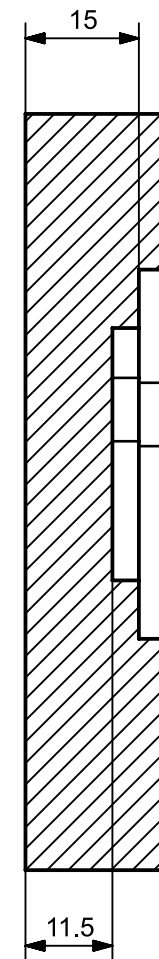




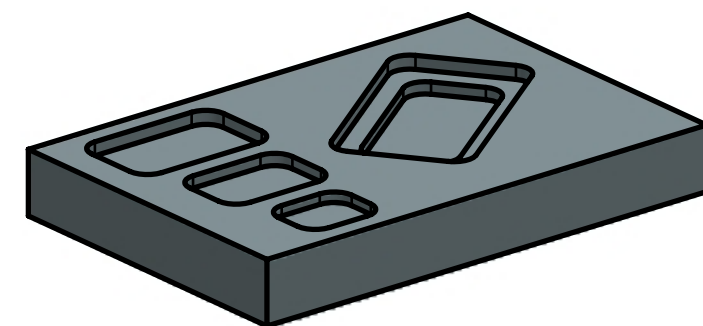
Σχεδίαση: <b>Αντώνης Αντώρας</b>		Ανοχές: Γενικές ανοχές f - ISO2768- 1	
Τίτλος: <b>Τεμάχιο 6 (CYCLE_77)</b>		Αριθμός: <b>m3 400 1-6</b>	
Κλίμ. 1:1	Ημερομηνία 10/1/2019	Γλώσσα ΕΛ	Φύλλο 6/17

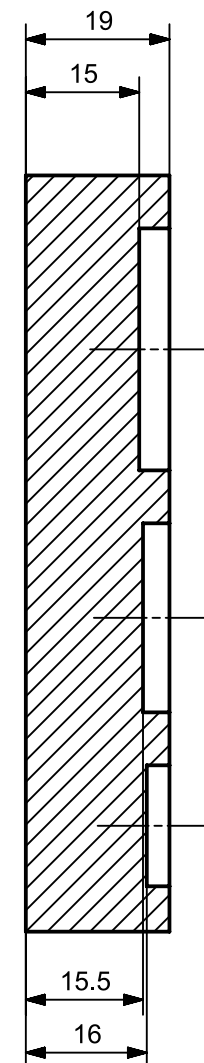
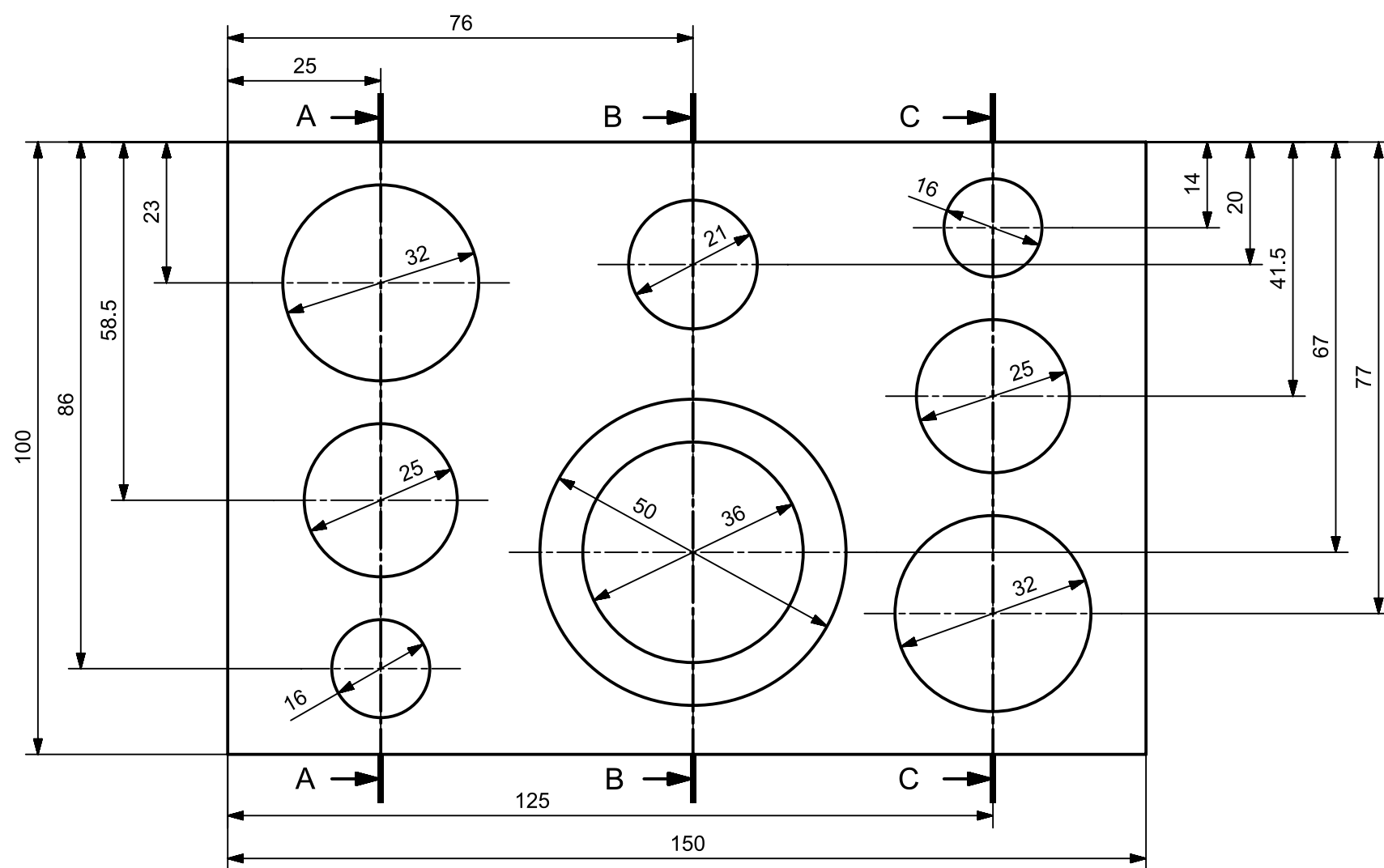


A-A

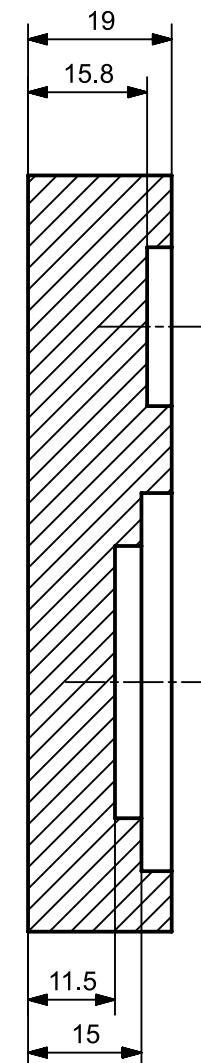


B-B

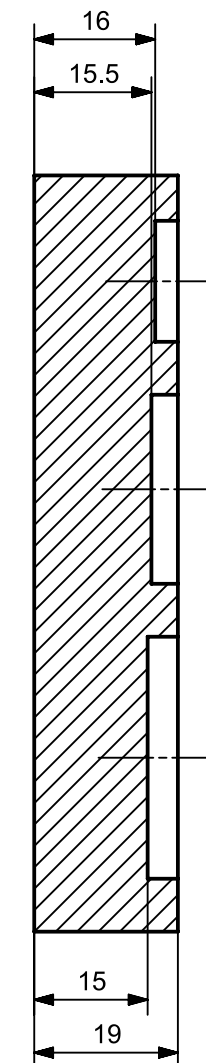




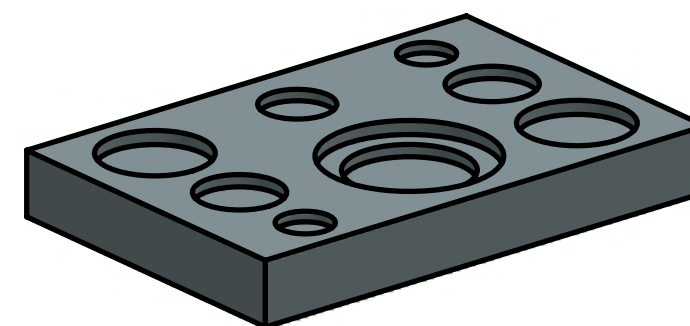
A-A

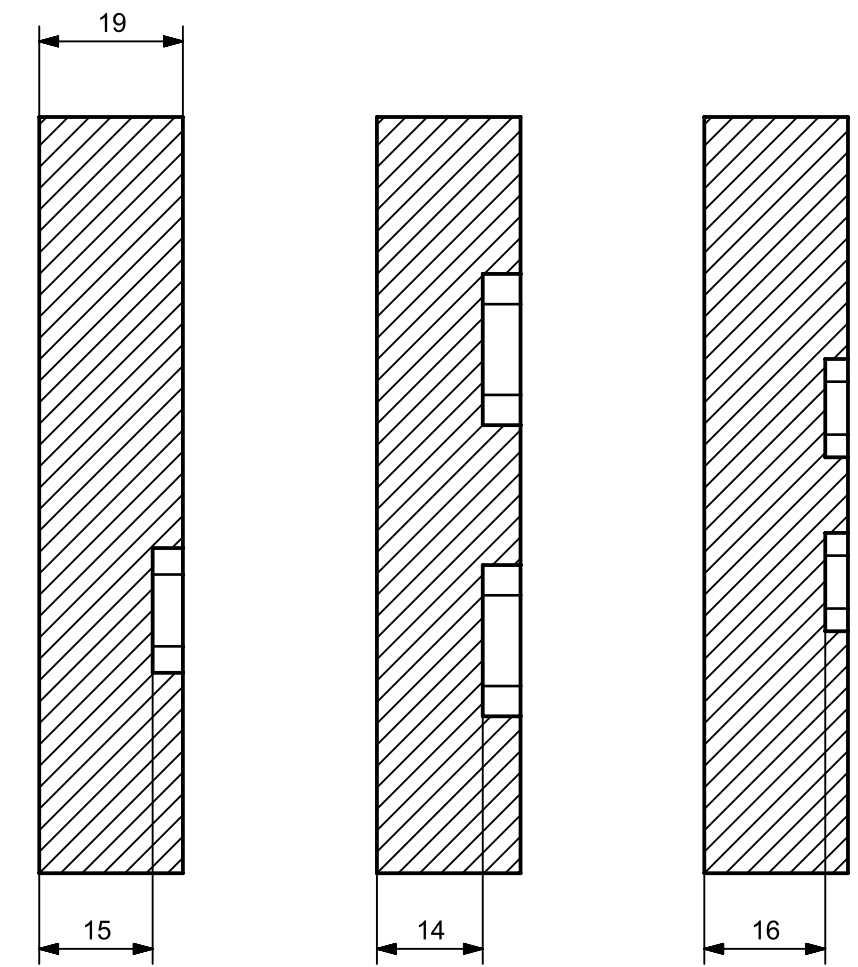
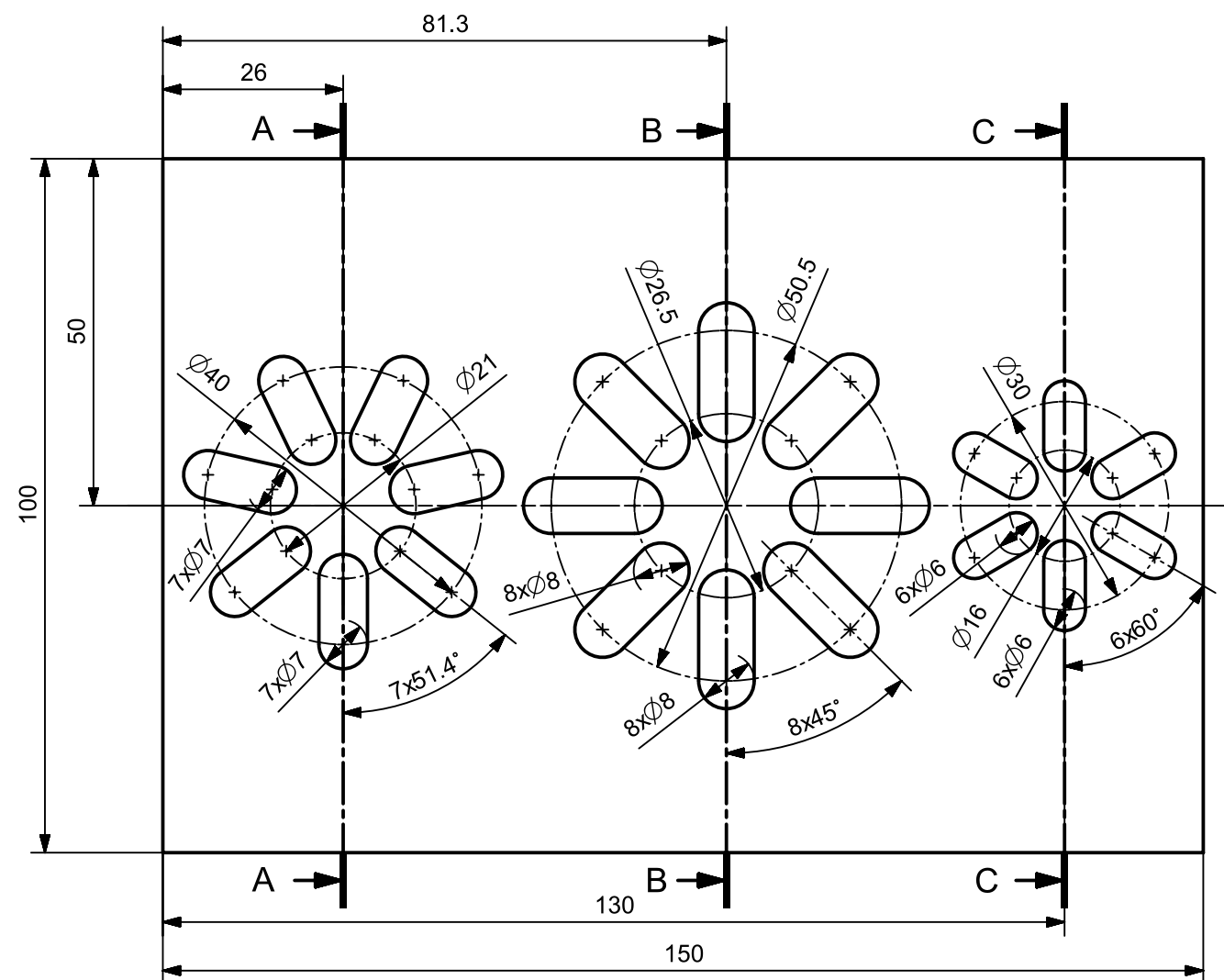


B-B

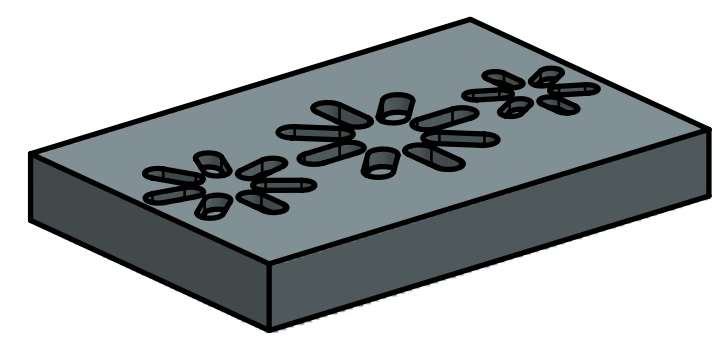


C-C

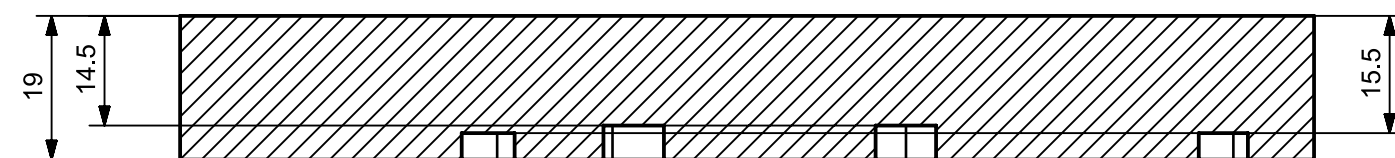
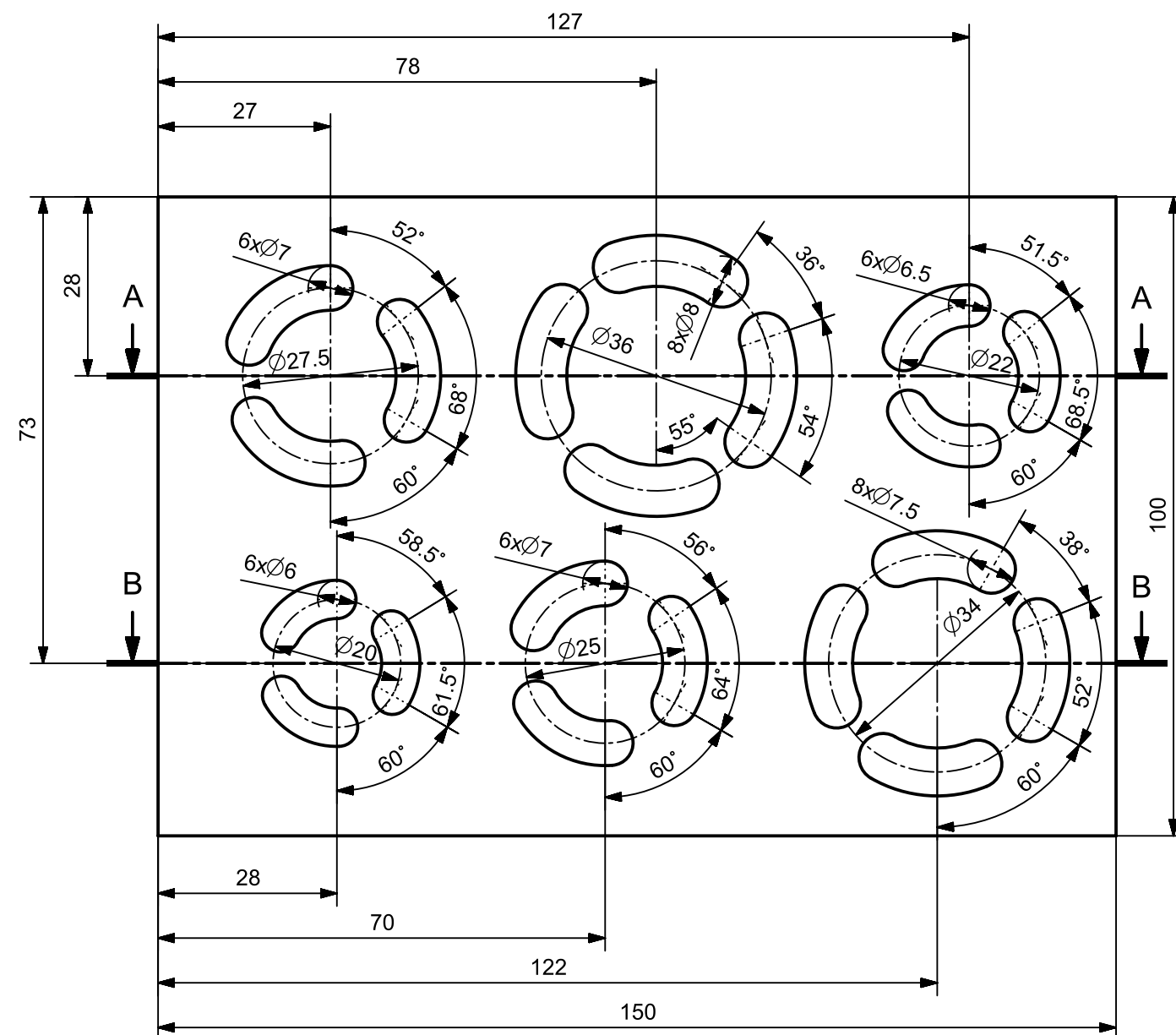




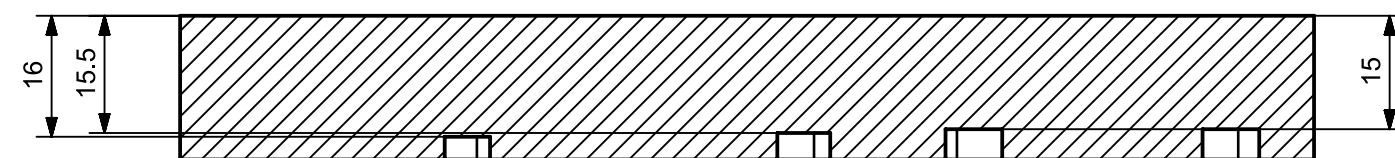
A-A                      B-B                      C-C



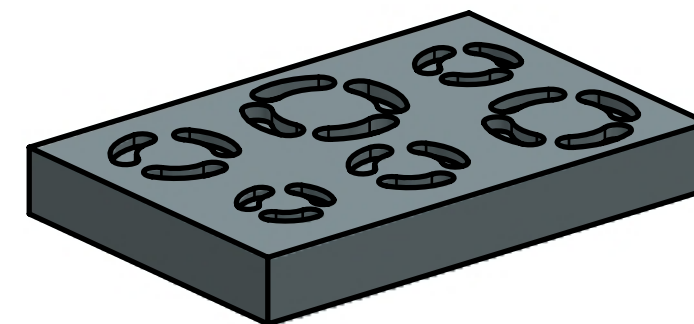




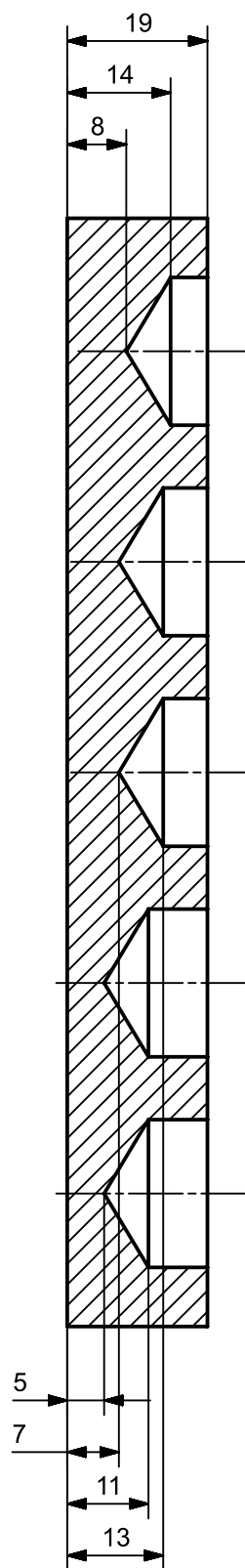
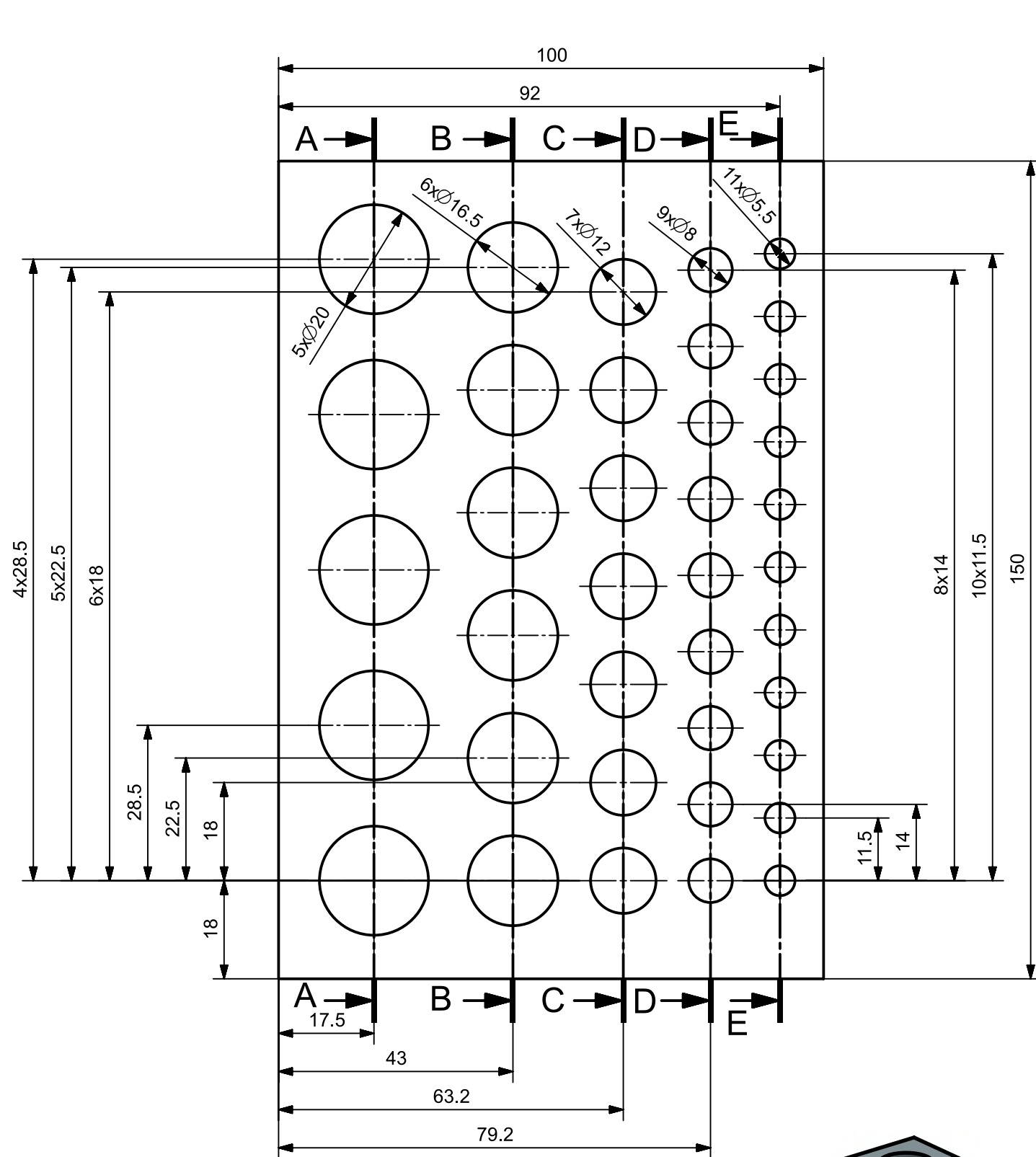
A-A



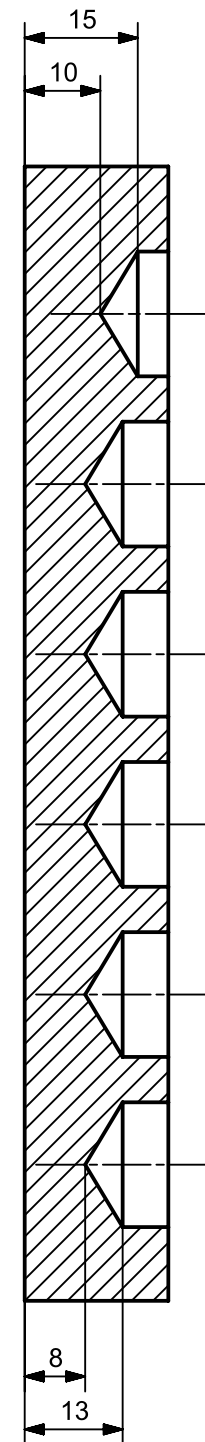
B-B



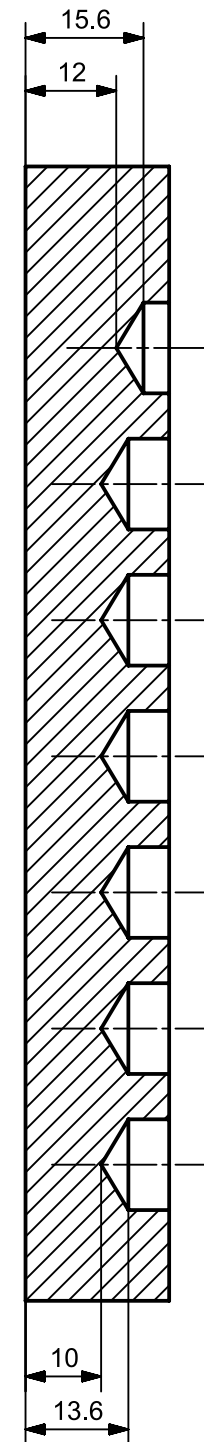
Σχεδίαση: <b>Αντώνης Αντώρκας</b>		Ανοχές: Γενικές ανοχές f - ISO2768- 1	
Τίτλος: <b>Τεμάχιο 10 (SLOT_2)</b>		Αριθμός: <b>m3 400 1-10</b>	
Κλίμ. 1:1	Ημερομηνία 11/1/2019	Γλώσσα ΕΛ	Φύλλο 10/17



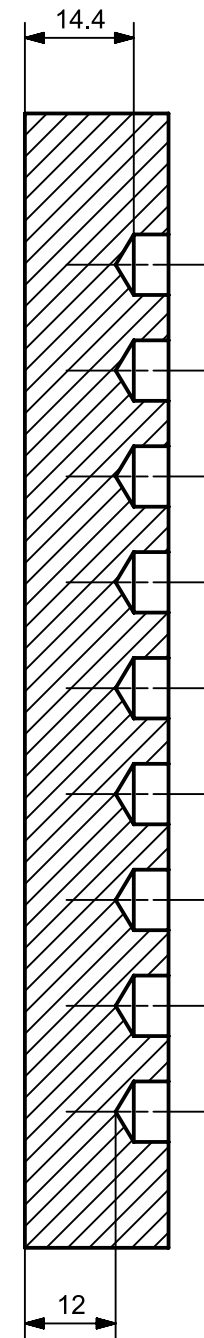
A-A



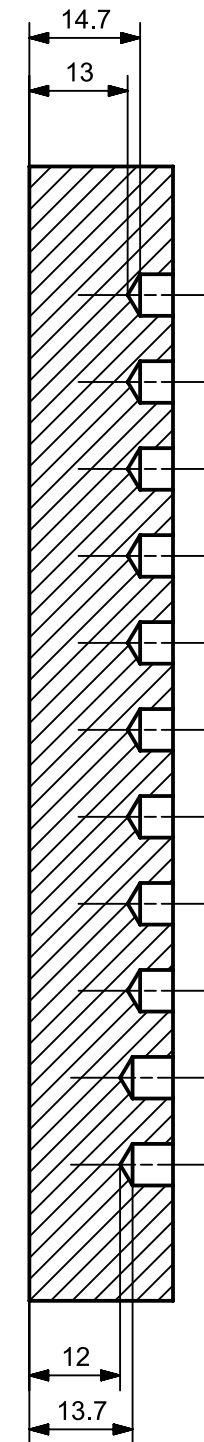
B-B



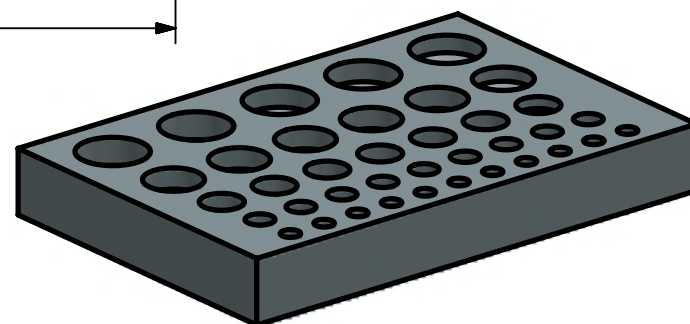
C-C

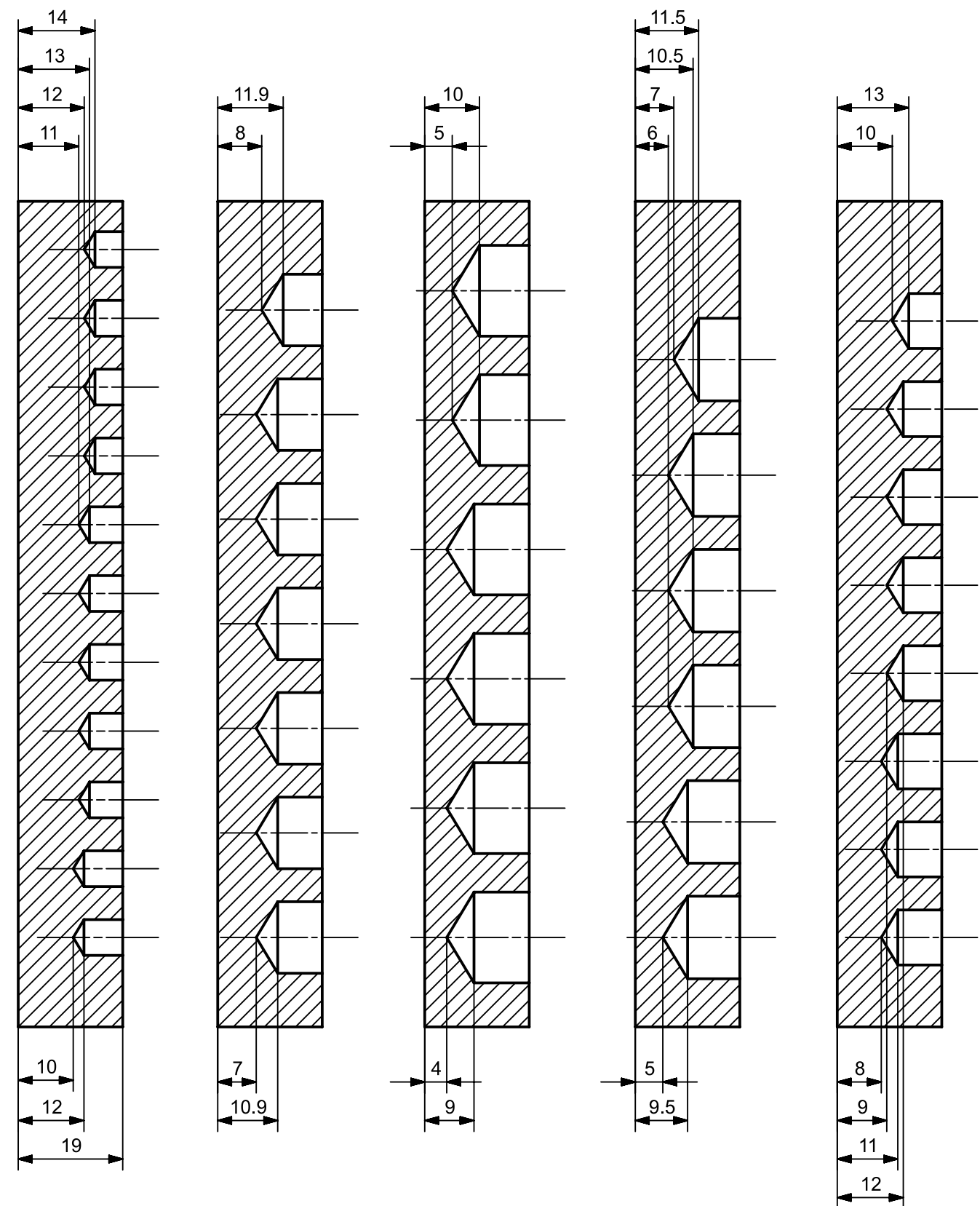
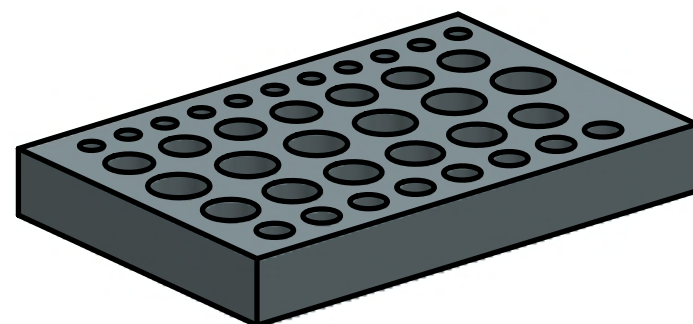
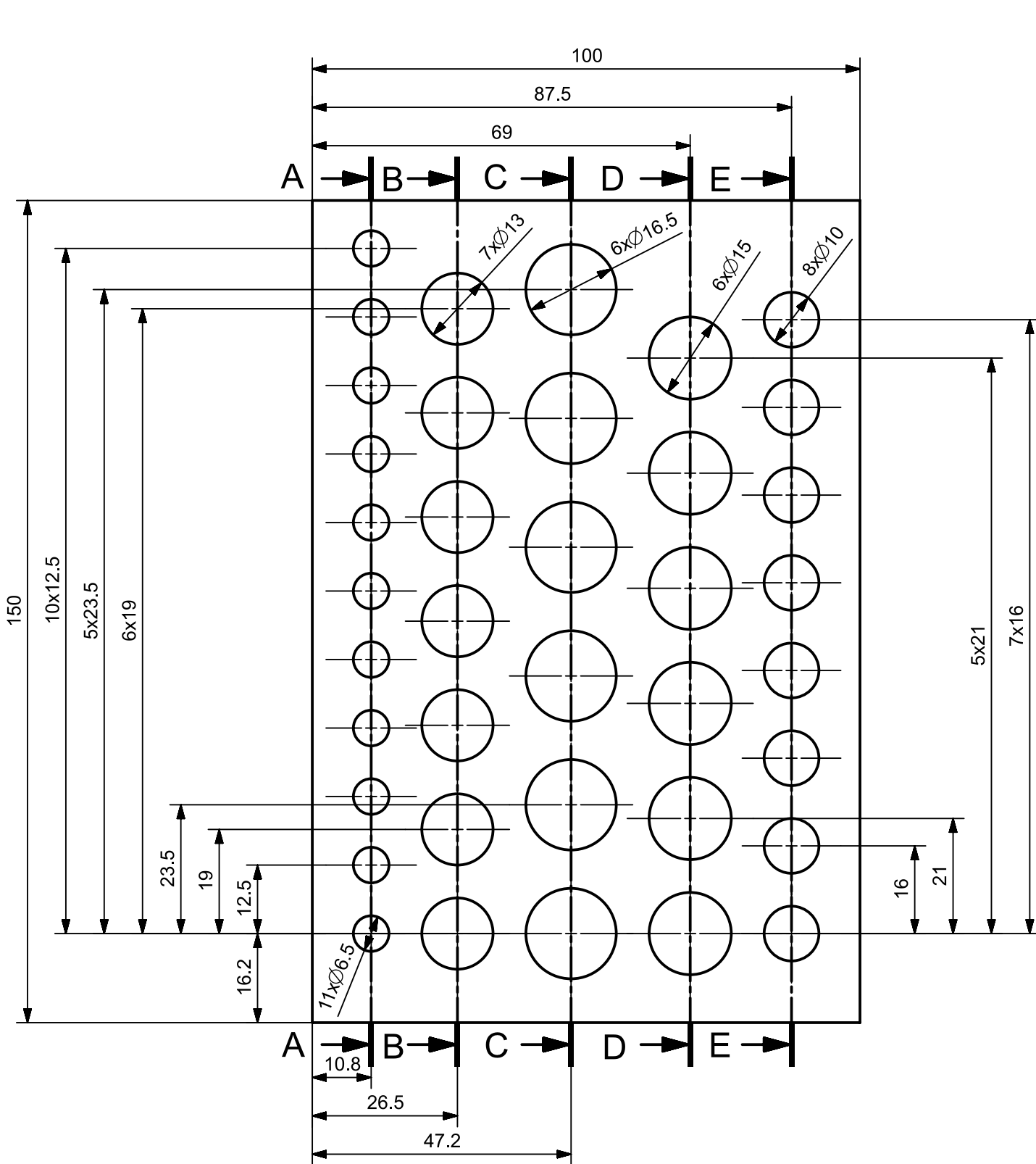


D-D



E-E





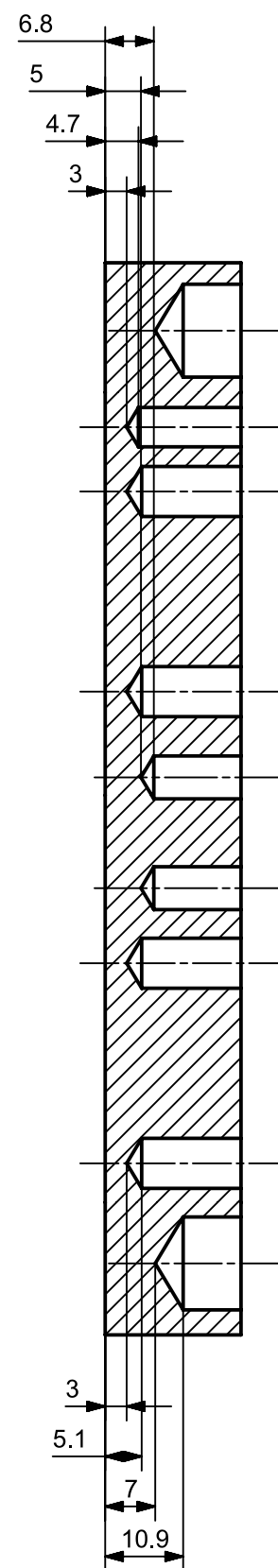
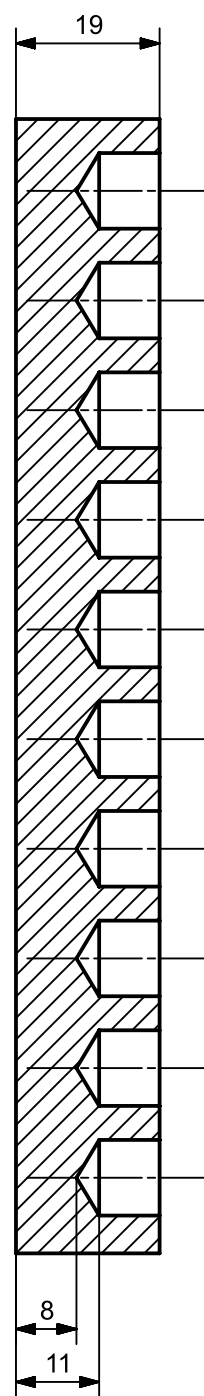
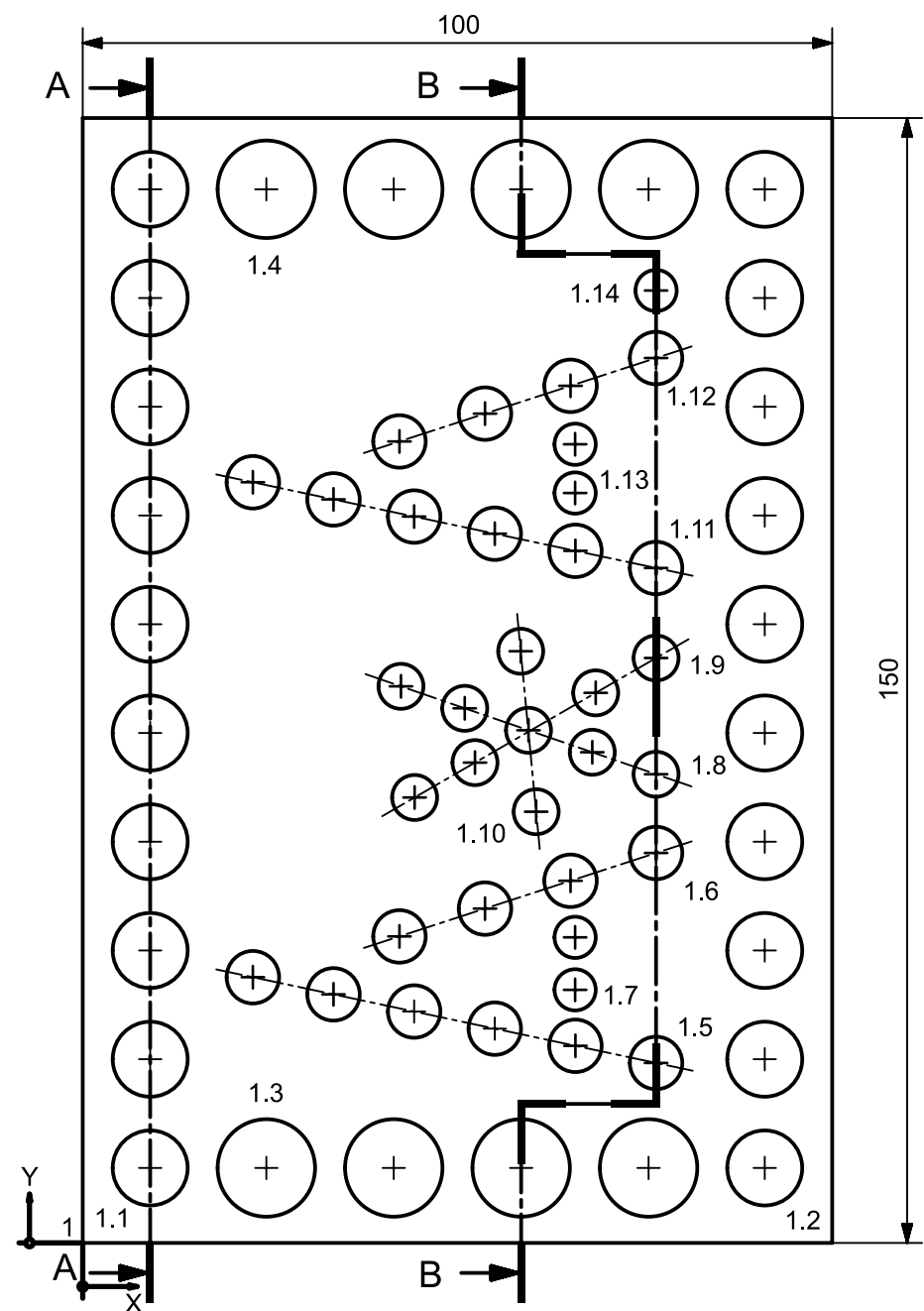
A-A

B-B

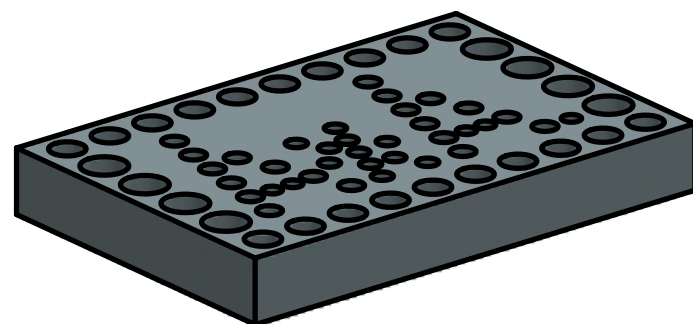
C-C

D-D

E-E

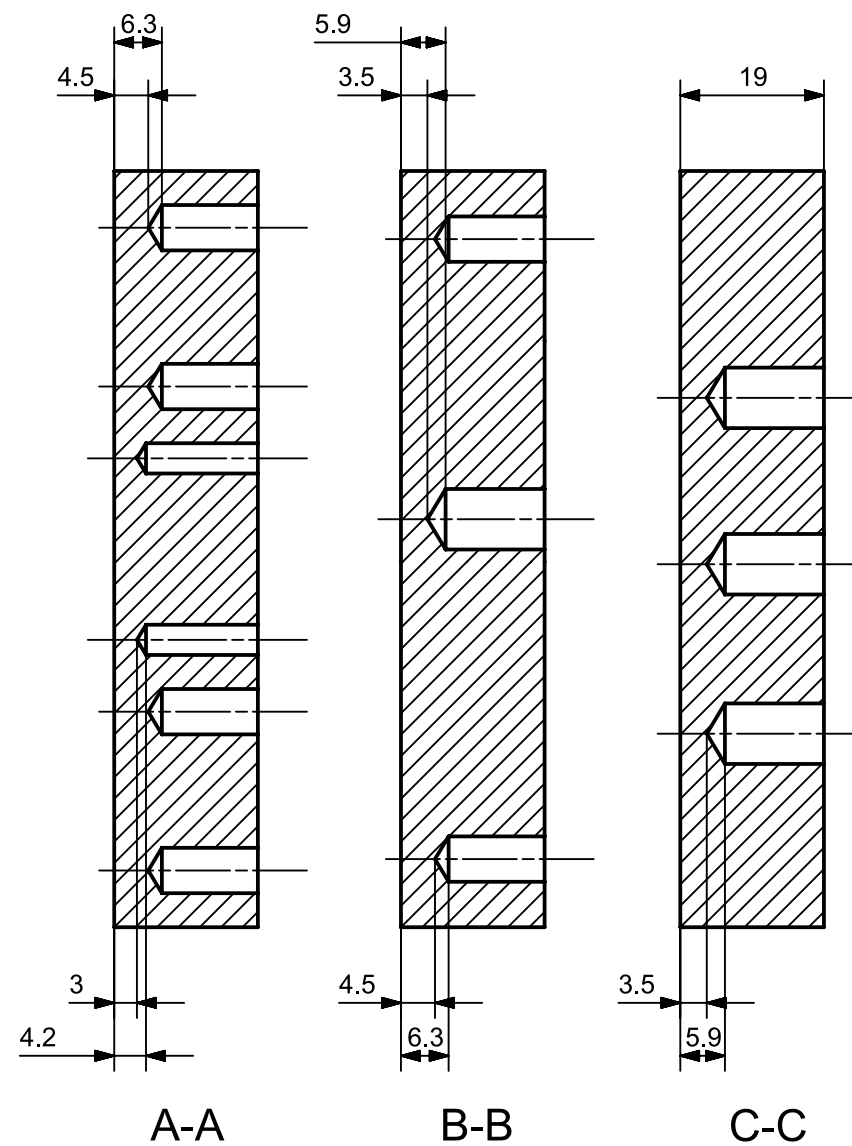
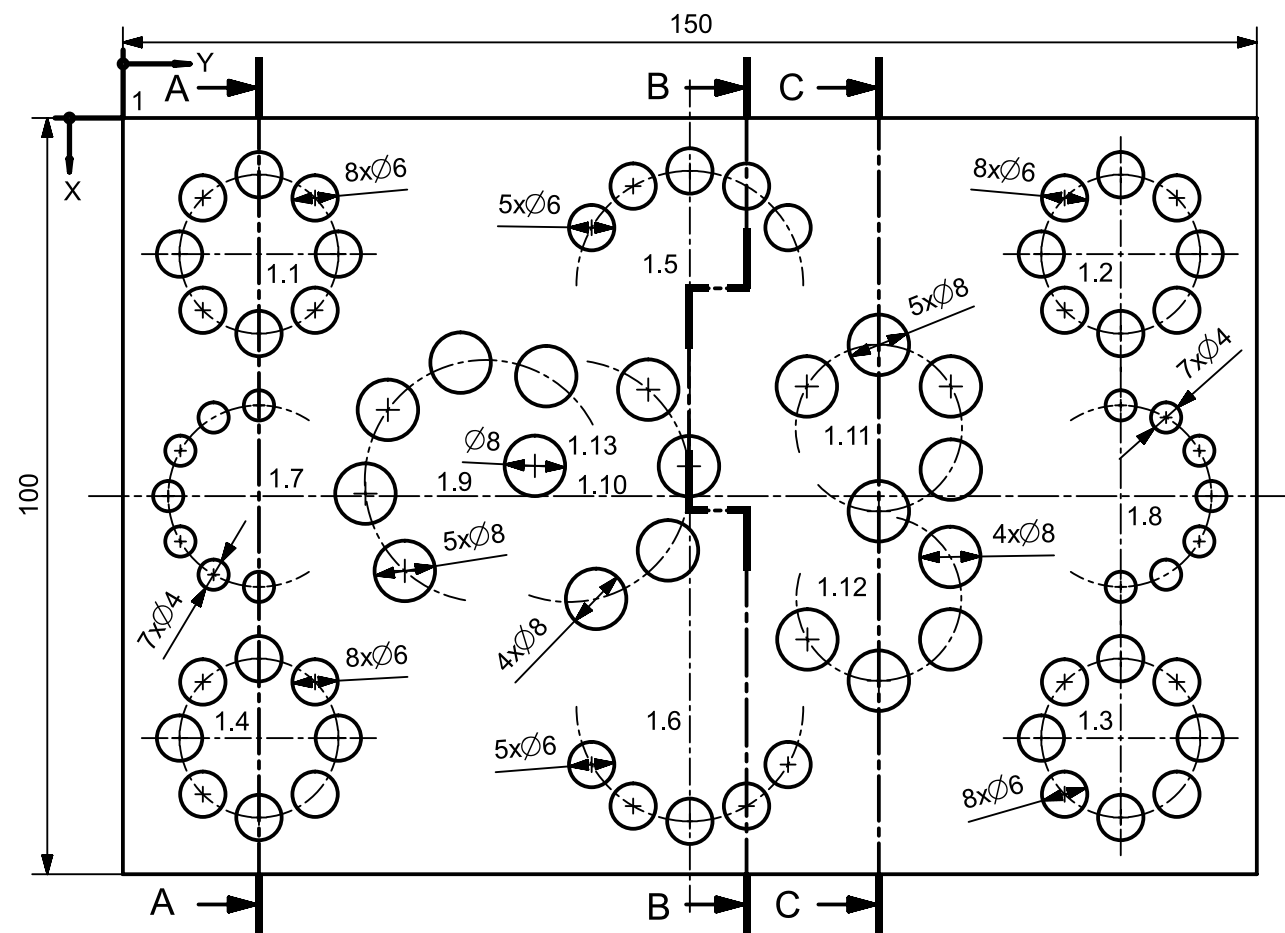


Σύστημα	Θέση	Συντεταγμένες [mm]				
		x	y	R	φ	d
1	1	0	0	-	-	-
1	1.1	9	10	-	90°	Φ10
1	1.2	91	10	-	90°	Φ10
1	1.3	24.5	10	-	0°	Φ13
1	1.4	24.5	140.5	-	0°	Φ13
1	1.5	76.5	24	-	168°	Φ7
1	1.6	76.5	52	-	198°	Φ7
1	1.7	65.7	33.75	-	90°	Φ5.5
1	1.8	76.5	62.5	-	161°	Φ6
1	1.9	76.5	78	-	210°	Φ6
1	1.10	60.5	57.5	-	95.5°	Φ6
1	1.11	76.5	90	-	168°	Φ7
1	1.12	76.5	118	-	198°	Φ7
1	1.13	65.7	100	-	90°	Φ5.5
1	1.14	76.5	127	-	90°	Φ5.5

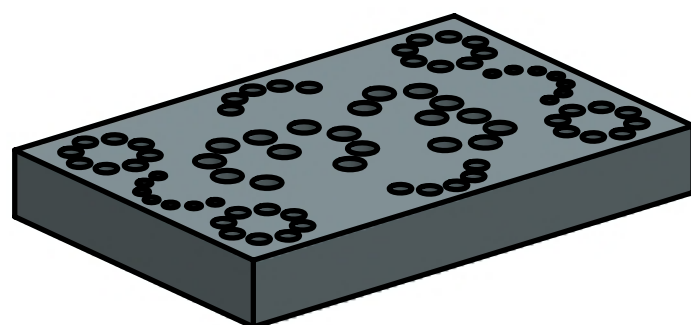


A-A

B-B

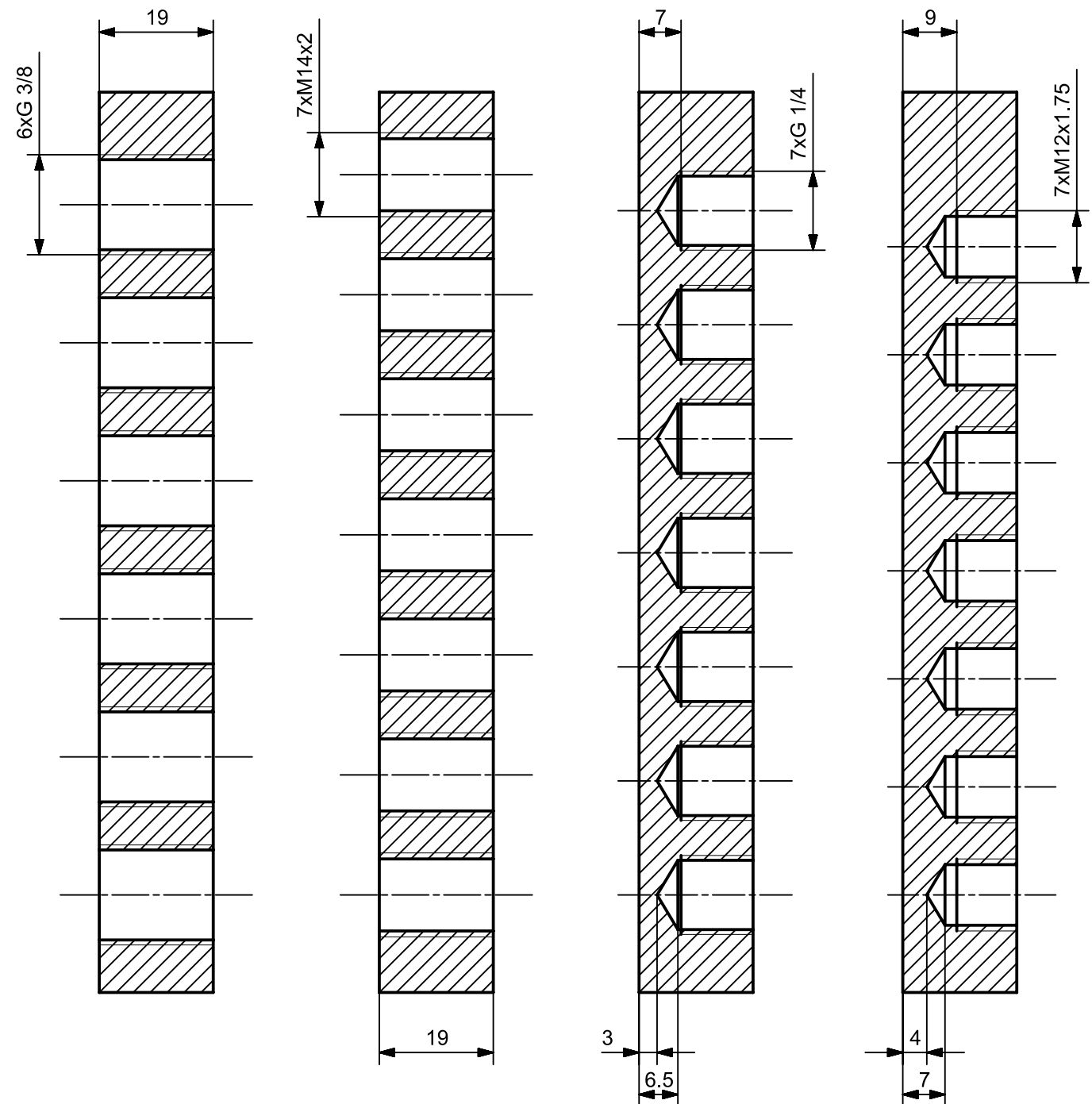
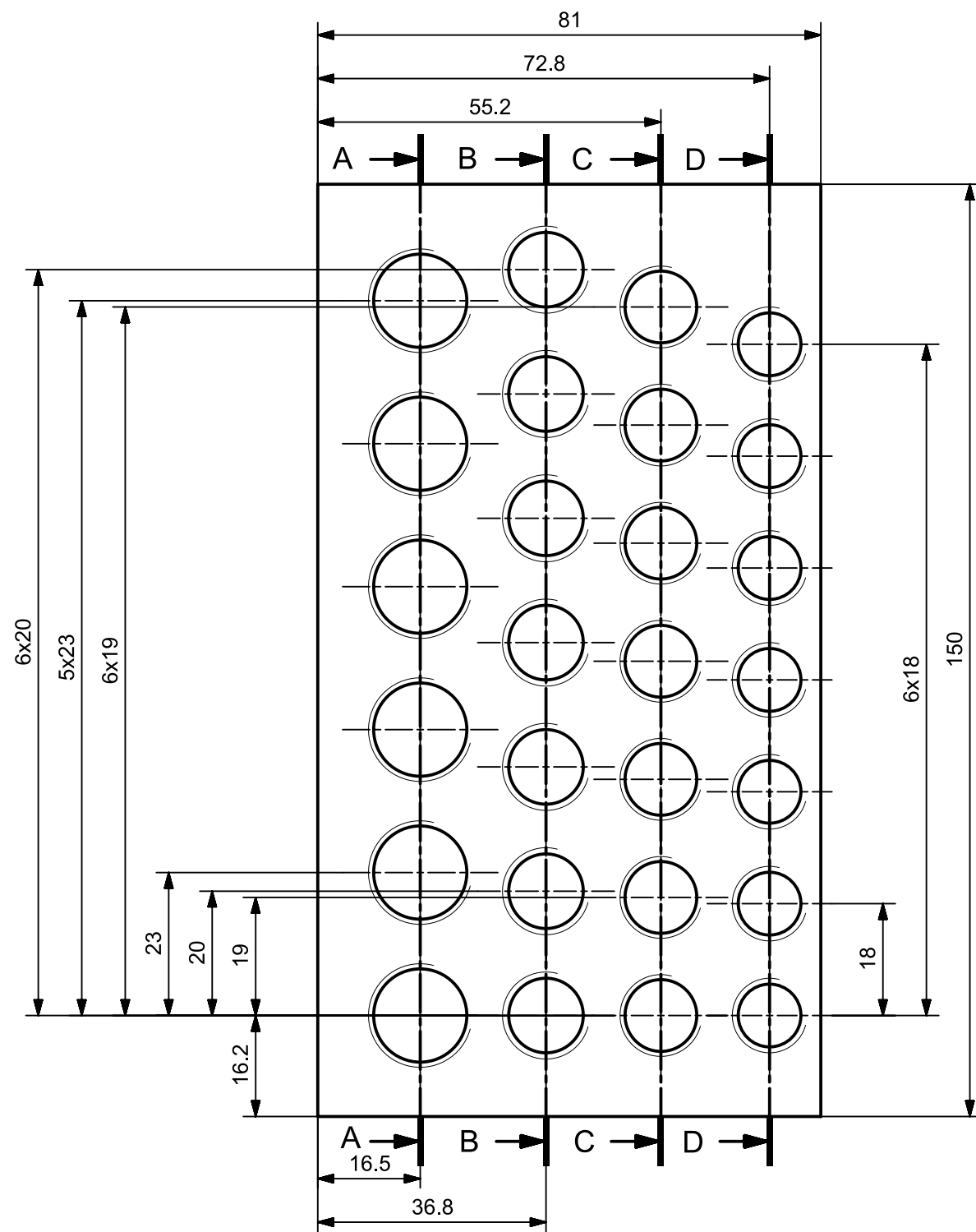


Σύστημα	Θέση	Συντεταγμένες [mm]				
		x	y	R	φ	d
1	1	0	0	-	-	-
1	1.1	18	18	-	0°	Φ21
1	1.2	18	132	-	0°	Φ21
1	1.3	82	132	-	0°	Φ21
1	1.4	82	18	-	0°	Φ21
1	1.5	22	75	-	118°	Φ30
1	1.6	78	75	-	-60°	Φ30
1	1.7	50	18	-	-180°	Φ24
1	1.8	50	132	-	0°	Φ24
1	1.9	48	48	-	150°	Φ32
1	1.10	48	59	-	13°	Φ32
1	1.11	41	100	-	0°	Φ22
1	1.12	63.5	100	-	-59°	Φ22
1	1.13	46	54.5	-	-	Φ8







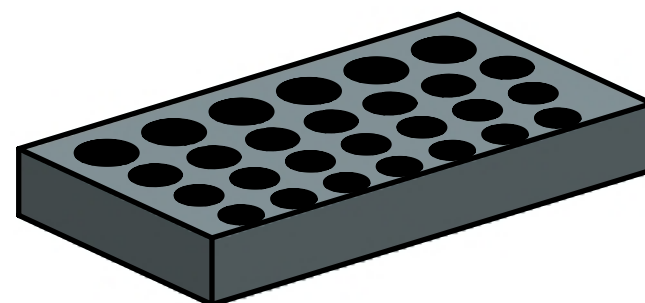


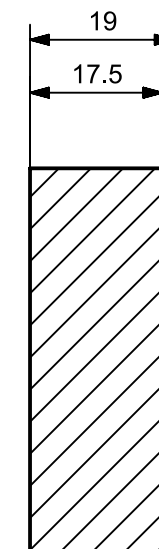
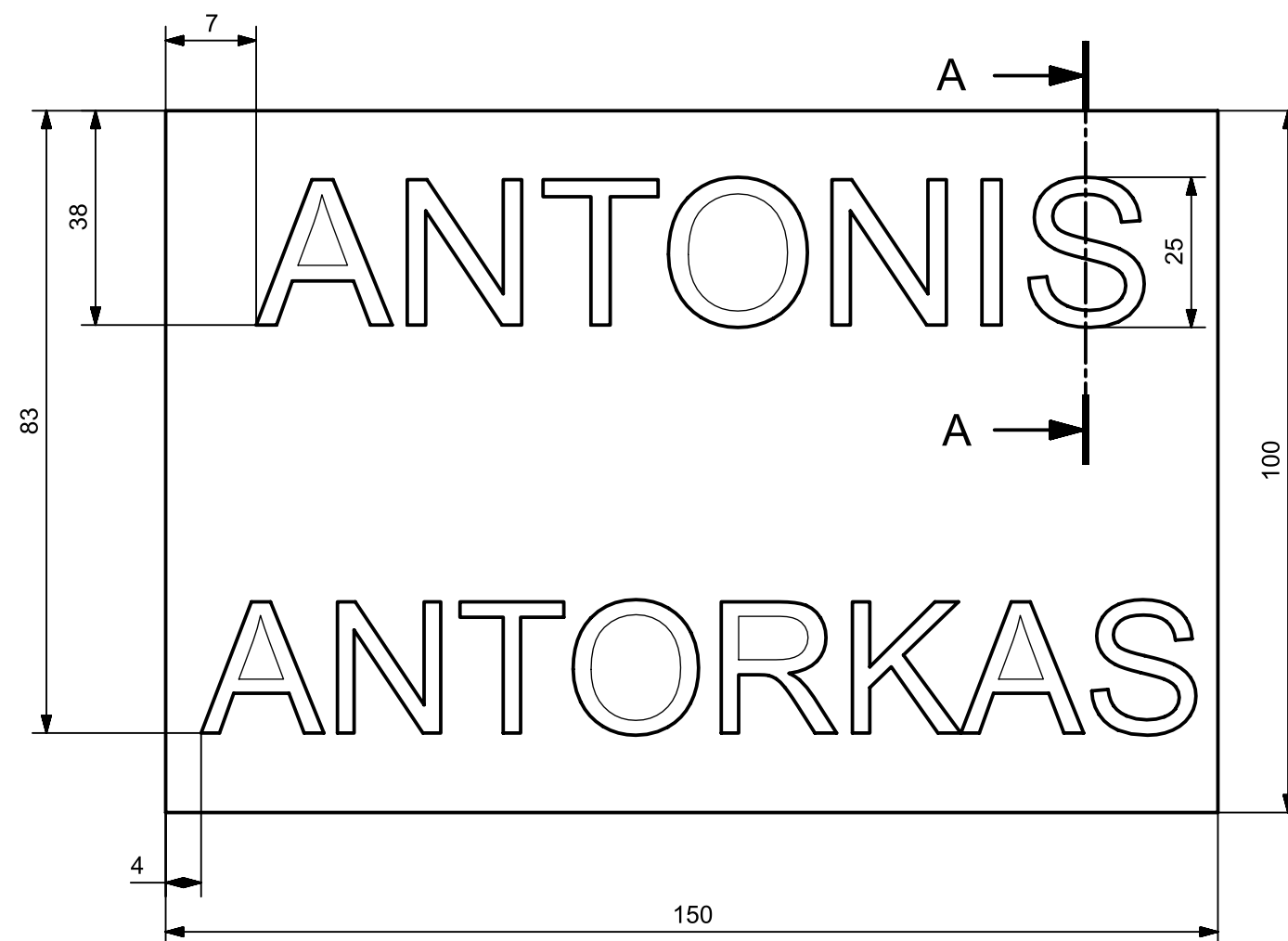
A-A

B-B

C-C

D-D





A-A

