

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ



<<Δημιουργία μεθόδου μετρήσεων ακριβείας των παραγόμενων τεμαχίων της εταιρίας Domus στη μηχανή Easson 2D και συγγραφή εγχειριδίου οδηγιών χρήσης της>>

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

Ζούπα Δημήτριου

Εποπτεία : Β.Ι.Λεώπουλος

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Επίβλεψη: Γ. Χατζηστέλιος

Δρ. Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2016

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Βρασίδα Λεώπουλο, επιβλέποντα καθηγητή, για την εμπιστοσύνη του να μου αναθέσει τη διπλωματική αυτή εργασία και την ευκαιρία που μου έδωσε να έρθω σε επαφή και να εργαστώ πρακτικά στο περιβάλλον μιας υπαρκτής και επιτυχημένης στον κλάδο εταιρίας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Γεώργιο Χατζηστέλιο για την καθοδήγησή του καθώς και την άμεση ανταπόκριση του σε κάθε ερώτημα μου καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω το συμφοιτητή μου κύριο Γεώργιο Μπεθάνη για την άψογη και ανιδιοτελή συνεργασία μας καθώς και την κυρία Ροδοπούλου, Υπεύθυνη Ελέγχου Ποιότητας της εταιρίας Domus, για τη άψογη φιλοξενία στο γραφείο της και τη βοήθεια της.

## Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποσκοπεί στην εξ' ολοκλήρου εκμάθηση όλων των λειτουργιών της μετρητικής μηχανής Easson 2D (σειρά EV-2515), τη δημιουργία μεθόδου μέτρησης των τεμαχίων που παράγει η εταιρία DOMUS καθώς και τη συγγραφή εγχειριδίου στο οποίο θα περιγράφονται τα ανωτέρω αναλυτικά, ώστε να μπορεί ο οποιοσδήποτε σχετικής ειδικότητας υπάλληλος της εταιρίας να πραγματοποιήσει αξιόπιστες μετρήσεις.

Για την επίτευξη του σκοπού αυτού αρχικά παρουσιάζεται το απαραίτητο γνωστικό υπόβαθρο που αφορά την έννοια και τις ιδιότητες των μετρήσεων, γίνεται αναφορά στα όργανα μέτρησης με έμφαση στις μετρητικές μηχανές συντεταγμένων με τηλεοπτικό αισθητήρα (Visio Machines) , ακολουθεί περιγραφή της δομής, της παραγωγής καθώς και της διάρθρωσης των τμημάτων και των διευθύνσεων της εταιρίας DOMUS και τέλος παρατίθεται το εγχειρίδιο οδηγιών χρήσης της μετρητικής μηχανής της εταιρίας όπως αυτό συγγράφηκε, εγκρίθηκε και παραδόθηκε.

Το πρακτικό κομμάτι της παρούσας διπλωματικής εργασίας ξεκινά με τη μελέτη της θεωρίας και των λειτουργιών των μετρητικών μηχανών Visio και ακολούθως περιλαμβάνει την καθημερινή παρουσία μου στο γραφείο της Υπεύθυνης Παραγωγής της εταιρίας, κ.Ροδοπούλου, στο οποίο βρίσκεται και η προς διερεύνηση μετρητική μηχανή και η συνεχής τριβή με αυτήν, καταβάλλοντας προσπάθεια μέτρησης διαφόρων τεμαχίων μέχρις ότου την πλήρη κατανόηση της ορθής λειτουργίας της μηχανής .

## Abstract

**Title: Developing methods for accurate measurements using the Easson 2D Visio Measuring Machine of a lock and security systems manufacturing company and writing a manual with operating instructions.**

The purposes of this diploma thesis is the complete learning of all the features and functions of the Visio Measuring Machine Easson 2D (EV-2515 series), the development of the appropriate processes for the accurate measurement of Domus company's manufactured pieces and last but not least writing a manual, which will include a detailed description of the elements mentioned above. This manual should allow every related employee of the company to make measurements precisely.

First of all, the necessary knowledge base relevant to the definition and the properties of measurement is presented and then follows a reference to all the existing gauges highlighting the Visio Measuring Machines. In addition, there is a description of the structure, the production process and the differentiation and hierarchical scale of the several parts and jobs in the company. Finally, the manual is attached as it was approved and tabled.

The experimental part of this thesis regards to my daily presence in the office of the company where the Visio Machine is placed, alongside with Mrs. Rodopoulou, the Quality Control Manager, aiming to fully understand each use through the continuous occupation with the Visio Machine.

## Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	2
Περίληψη.....	3
Abstract .....	4
Αντικείμενο και στόχοι εργασίας .....	7
Μέτρηση Φυσικών Μεγεθών.....	8
Φυσικά μεγέθη.....	8
Συστήματα Μονάδων.....	9
Ιστορική αναδρομή .....	9
Χάρτης μονάδων .....	11
Το Διεθνές Σύστημα Μονάδων (SI).....	12
Όργανα μετρήσεων.....	13
Η έννοια της μέτρησης.....	13
Η Ακρίβεια των Μετρήσεων.....	14
Χαρακτηριστικά οργάνων μετρήσεων .....	15
Όργανα μέτρησης μήκους.....	17
Μεταλλικός Μετρητικός Κανόνας.....	17
Παχύμετρο (vernier caliper).....	19
Μετρητής ύψους και βάθους.....	22
Μικρόμετρο .....	23
Κωνικοί κανόνες για μέτρηση εσωτερικών διαμέτρων και μετρητής πάχους .....	27
Μετρητικό Ρολόι .....	28
Μετρητικός Βραχίονας.....	30
Διαβήτες (Κουμπάσα) .....	32
Ηλεκτρομηχανικά και ηλεκτρονικά όργανα συγκριτικών μετρήσεων.....	33
Πνευματικά Όργανα Συγκριτικών Μετρήσεων .....	34
Οπτικά Όργανα Συγκριτικών Μετρήσεων.....	36
Μηχανές Μέτρησης Συντεταγμένων CMM.....	37
Μηχανές Μέτρησης Συντεταγμένων με Τηλεοπτικό Αισθητήρα (Vision machine) .....	40
Περιγραφή της Μηχανής .....	40
Μέρη που την απαρτίζουν .....	40
Αρχή Λειτουργίας .....	42
Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.....	44
Γενικά για την εταιρία DOMUS .....	45

Σύντομο ιστορικό της εταιρίας.....	45
Παραγωγικές διαδικασίες στη DOMUS .....	47
Οργανωτική διάρθρωση της εταιρίας. Φιλοσοφία- Στρατηγική .....	49
Παραδοτέο manual λειτουργίας της μετρητικής μηχανής Easson 2D.....	51
ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΧΡΗΣΗΣ ΜΕΤΡΗΤΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ EASSON 2D .....	52
Περιγραφή μετρητικής μηχανής .....	54
Έναρξη Μετρητικής Μηχανής .....	56
Περιγραφή Οθόνης Εργασίας .....	59
Αρχικοποίηση Αξόνων .....	61
Motor Control.....	63
Μεταφορά Αξόνων στο Τεμάχιο .....	65
Μπάρα Λειτουργίας .....	69
Φωτισμός .....	78
Εστίαση.....	86
Μπάρα σχεδιαστικών εντολών .....	89
Μπάρα μετρητικών εντολών.....	98
ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ .....	123
Παράδειγμα δημιουργίας και τρεξίματος προγράμματος .....	130
Αποθήκευση μετρήσεων .....	137
Ενδεικτική Μετρητική Οδηγία .....	142
Βιβλιογραφία .....	163
Παράρτημα.....	164
Επαναληπτική Διαδικασία .....	164

## Αντικείμενο και στόχοι εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως αντικείμενο την διερεύνηση όλων των δυνατοτήτων που προσφέρει η μετρητική μηχανή Easson 2D της εταιρίας παραγωγής κλειδαριών και συστημάτων ασφαλείας DOMUS A.E.B.E. , με σκοπό τη συγγραφή ενός εγχειριδίου στο οποίο θα περιγράφονται όλες οι λειτουργίες της και θα εξηγείται αναλυτικά ποια βήματα πρέπει να ακολουθούνται για την ορθή καταγραφή μιας μέτρησης. Το εγχειρίδιο αυτό πέραν της απεικόνισης και περιγραφής της διάταξης και των μερών που απαρτίζουν τη μετρητική μηχανή, περιέχει και την επεξήγηση κάθε λειτουργίας του αντίστοιχου λογισμικού στον Ηλεκτρονικό Υπολογιστή και κατηγοριοποίηση οδηγιών με βάση τις ενέργειες που χρειάζονται να εκτελεστούν για την εκάστοτε μέτρηση.

Η μετρητική μηχανή αγοράστηκε πρόσφατα από την εταιρία και χρησιμοποιείται ακόμη σε αρκετά πρώιμο στάδιο, επειδή δεν υπήρχε αναλυτικό εγχειρίδιο χρήσης παρά μόνο ένα manual στην αγγλική γλώσσα με πολύ βασικές πληροφορίες, αλλά και εξαιτίας μη διαθέσιμου χρόνου της Υπεύθυνης Ελέγχου Ποιότητας κ.Ροδοπούλου λόγω φόρτου εργασιών.Οι στόχοι λοιπόν που τέθηκαν από κοινού με την κ.Ροδοπούλου αφορούν την περαιτέρω κατανόηση κάθε λειτουργίας της μετρητικής μηχανής, την απλή καταγραφή των λειτουργιών και διαδικασιών ώστε να μπορεί να γίνει μέτρηση από τον οποιοδήποτε υπάλληλο της εταιρίας διαβάσει το εγχειρίδιο που θα δημιουργηθεί . Αναλυτικότερα κρίθηκε σημαντικό να επιτευχθούν τα ακόλουθα:

- Η εξέταση βέλτιστων συνθηκών ανάλογα με το είδος του μετρούμενου τεμαχίου (χυτό, χαλύβδινο, βαμμένο) που αφορούν το φωτισμό του, την εστίαση και διάφορους λοιπούς παράγοντες που αναλύονται στη συνέχεια.
- Η δυνατότητα μεταφοράς του ορθοκανονικού συστήματος συντεταγμένων σε οποιοδήποτε σημείο πάνω στο μετρούμενο τεμάχιο , ώστε να δύναται κάθε φορά η ευχέρεια για βέλτιστη τοποθέτηση των αξόνων με βάση τις μετρήσεις που θα πραγματοποιηθούν στο τεμάχιο.
- Η δυνατότητα επιλογής συγκεκριμένων τιμών από ένα σετ μετρήσεων, αποθήκευσης τους σε διάφορες μορφές( word , excel, cad) στον ηλεκτρονικό υπολογιστή.
- Η δυνατότητα αυτοματοποίησης μιας μέτρησης για συγκεκριμένο τεμάχιο ώστε κάθε επόμενη φορά να μπορεί να επαναληφθεί από τον οποιοδήποτε χωρίς να επαναλάβει ένα ένα τα βήματα, παρά μόνο με τη σωστή αρχικοποίηση τιμών αναφοράς πάνω στο τεμάχιο.
- Η ενδεικτική καταγραφή μετρητικών οδηγιών για συγκεκριμένα τεμάχια.

## Μέτρηση Φυσικών Μεγεθών

### Φυσικά μεγέθη

Η μελέτη κάποιου φυσικού φαινομένου βασίζεται σε ένα ή περισσότερα Φυσικά μεγέθη (physical quantities) ,των οποίων η γνώση βοηθά στη διατύπωση των νόμων της Φυσικής (physical laws).

**Μέγεθος ή φυσικό μέγεθος** ορίζεται κάθε φυσική ή και άλλη ιδιότητα ή χαρακτηριστικό το οποίο επιτρέπει διαβάθμιση, κατάταξη ή το οποίο υπόκειται σε μέτρηση. Επειδή η Φυσική ως επιστήμη έχει ανάγκη τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια, τα βασικά φυσικά μεγέθη πρέπει να μπορούν να οριστούν με σαφήνεια και ακρίβεια. Επίσης πρέπει να έχουν ορισθεί σαφώς αλλά και να έχει βρεθεί επαρκώς ακριβής μέθοδος μέτρησής τους. Ο ορισμός τους αποτελείται από ένα σύνολο από εργαστηριακές διαδικασίες που έχουν ως αποτέλεσμα πάντα την παραγωγή ενός αριθμού και μιας μονάδας μέτρησής του, κάθε φορά που πραγματοποιείται μέτρηση αυτού του μεγέθους. Οι διαδικασίες είναι πιθανό να περιέχουν και μαθηματικούς υπολογισμούς. Τα φυσικά μεγέθη διαχωρίζονται βασικά σε δυο μεγάλες κατηγορίες: τα **θεμελιώδη** και τα **παράγωγα**. Ο διαχωρισμός αυτός στην πραγματικότητα είναι θέμα αυθαίρετης επιλογής και μπορεί να διαφέρει σε διαφορετικά **συστήματα μέτρησης**.

Πάντως σε ένα συγκεκριμένο σύστημα μέτρησης:

- Θεμελιώδη ονομάζονται τα φυσικά μεγέθη που ορίζονται αυτόνομα με έναν αριθμό (ή διάνυσμα) και μια μονάδα μέτρησης.
  - Ο αριθμός των θεμελιωδών μεγεθών σε ένα σύστημα πρέπει να είναι ο ελάχιστος δυνατός για να οριστούν και όλα τα άλλα φυσικά μεγέθη.
  - Η διαδικασία ορισμού τους περιλαμβάνει την επιλογή ενός προτύπου και μιας διαδικασίας μέτρησης ομοειδών φυσικών μεγεθών με αυτό ή ακριβή παράγωγά του.
    - Το ιδανικό πρότυπο κάθε θεμελιώδους μεγέθους πρέπει να έχει τα ακόλουθα δυο, φαινομενικά αντικρουόμενα, χαρακτηριστικά:
      1. Προσιτότητα.
      2. Σταθερότητα.
- Παράγωγα ονομάζονται τα φυσικά μεγέθη που ορίζονται με τη βοήθεια άλλων και μια μαθηματική σχέση που τα συνδέει.

## Συστήματα Μονάδων

### Ιστορική αναδρομή

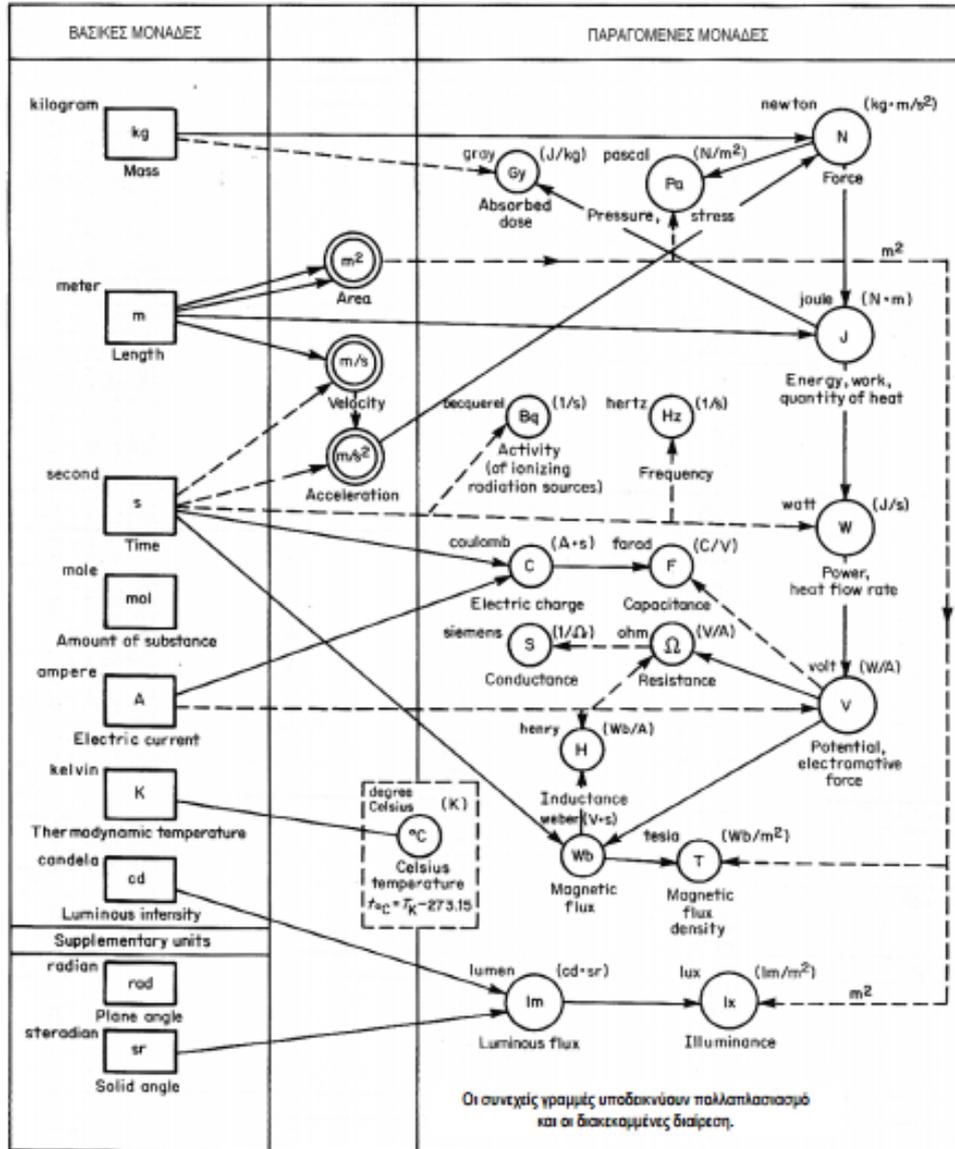
Τα γνωστότερα συστήματα μονάδων ταξινομούνται σε μετρικά και αγγλοσαξονικά. Στα μετρικά συστήματα τα πολλαπλάσια και τα υποπολ-λαπλάσια των μονάδων είναι δυνάμεις του 10, η ονομασία των οποίων καθορίζεται με προθέματα (prefixes), για παράδειγμα kilo ( $\times 10^3$ ), mega ( $\times 10^6$ ), milli ( $\times 10^{-3}$ ), centi ( $\times 10^{-2}$ ) κ.λπ., ενώ στα αγγλοσαξονικά χρησιμοποιούνται διάφοροι παράγοντες, όπως 3, 8, 12, 16, κ.λπ., από τους οποίους άλλοι διαιρούνται εύκολα με το 3 και άλλοι με το 4. Τα μετρικά συστήματα συνοψίζονται σήμερα στο Διεθνές Σύστημα μονάδων (SI-units), το οποίο νομοθετικά θεωρείται το επίσημο σύστημα μονάδων σε όλες τις χώρες, ακόμη και σε αυτές που χρησιμοποιούν τα αγγλοσαξονικά συστήματα. Τα αγγλοσαξονικά συστήματα έχουν δύο βασικές εκδοχές μονάδων, Imperial units και US customary units, οι διαφορές των οποίων συζητούνται, ειδικότερα, αλλού. Όλα τα συστήματα έχουν βασικά και παραγόμενα μεγέθη. Τα βασικά μεγέθη είναι κατ' αρχάς τρία: 1) το μήκος, 2) η μάζα ή η δύναμη και 3) ο χρόνος. Όπου η μάζα είναι βασικό μέγεθος, η δύναμη παράγεται από το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα. Όλα τα συστήματα επεκτείνονται και με άλλες μονάδες, μία βασική κατηγορία των οποίων είναι, π.χ., η θερμοκρασία. Μετρικά συστήματα είναι το CGS, το MKS (από το οποίο προέκυψε το SI), το MTS και το Τεχνικό Σύστημα (MKrS). Αγγλοσαξονικά συστήματα είναι τα FPS, που διακρίνονται στο απόλυτο (absolute), το μηχανολογικό (engineering) και το βαρυμετρικό (gravitational). Το CGS, το οποίο αναφέρεται και ως απόλυτο σύστημα, περιλαμβάνει μονάδες μικρών σχετικά μεγεθών (centimeter, gram, second), κατάλληλων για εργαστηριακές εφαρμογές. Η δύναμη δίνεται σε dynes (d). Το σύστημα επεκτείνεται σε CGS-ηλεκτρομαγνητικών και CGS-ηλεκτροστατικών μονάδων προκειμένου να καλύψει και τις ανάγκες των εφαρμογών του ηλεκτρισμού. Το MKS, γνωστό και ως σύστημα GIORGI (τζιόρτζι), αναφέρεται σε μονάδες μεγαλύτερων σχετικά μεγεθών (meter, kilogram, second) κατάλληλων για εφαρμογές στην επιστήμη του μηχανικού. Η δύναμη δίνεται σε newton (N). Το σύστημα επεκτείνεται στο MKSA (όπου το A είναι το ampere) προκειμένου να καλύψει και τις ανάγκες των εφαρμογών του ηλεκτρισμού. Το 1954, στο 10ο Γενικό Συνέδριο Μέτρων και Σταθμών, υιοθετήθηκαν οι βασικές μονάδες του συστήματος MKS και το 1960, στο 11ο Γενικό Συνέδριο Μέτρων και Σταθμών υιοθετήθηκε το όνομα Διεθνές Σύστημα (SI). Το Τεχνικό Σύστημα έχει ως βασικά μεγέθη το μήκος, τη δύναμη και το δευτερόλεπτο (meter, kilogram, second), εξ ου και τα αρχικά (MKrS). Η μάζα δίνεται ως Τεχνική Μονάδα Μάζας (TMM). Η αξία του συστήματος προκύπτει όταν αντί της TMM χρησιμοποιείται το kg ως μονάδα μάζας, οπότε το βάρος ενός σώματος και η μάζα του συμπίπτουν αριθμητικά. Αυτός άλλωστε είναι και ο λόγος που το kilogram λέγεται και συμβολίζεται και ως κιλό-

δύναμης (kp = kgf). Τα συστήματα FPS (foot-pound-second) αναφέρουν το μήκος σε πόδες, τη μάζα ή τη δύναμη σε λίμπρες (πάουντς) και το χρόνο σε δευτερόλεπτα. Ειδικότερα, στο απόλυτο σύστημα η μάζα δίνεται ως πάουντ (l<sub>m</sub>) και η δύναμη ως πάουνταλ (pdl ή l<sub>b</sub>), στο μηχανολογικό η μάζα δίνεται ως πάουντ-μάζας (l<sub>m</sub>) και η δύναμη ως πάουντ-δύναμης (l<sub>b</sub>f), ενώ στο βαρυμετρικό η δύναμη δίνεται ως πάουντ-δύναμης (l<sub>b</sub>f) και η μάζα ως σλαγκ (slug). Η σχέση μάζας, δύναμης και βάρους δημιουργεί γενικά σύγχυση. Ο λόγος είναι ότι το βάρος είναι δύναμη και όχι μάζα, χρησιμοποιείται όμως για να αντιστοιχίσει μάζες στην αρχή του ότι σώματα ίδιου βάρους περικλείουν ίσες ποσότητες μάζας. Με άλλα λόγια, θα ήταν βολικό η μάζα και το βάρος ενός σώματος να συμπίπτουν αριθμητικά. Ο πίνακας που ακολουθεί συνοψίζει τα συστήματα.

	L	M	F	T	$g_c$	2 <sup>ος</sup> νόμος	Βάρος
CGS	cm	gram	dyne	s	$1 \text{ g} \cdot \text{cm} \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$	$F = m \cdot \gamma$	$B = m \cdot g$
MKS	m	kg	Newton	s	$1 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$	$F = m \cdot \gamma$	$B = m \cdot g$
MTS	m	tonne	Sthène	s	$1 \text{ t} \cdot \text{m} \cdot \text{sn}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$	$F = m \cdot \gamma$	$B = m \cdot g$
MKpS	m	kg	kp	s	$9,81 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{kp}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$	$F = m \cdot \gamma/g_c$	$B = m \cdot g/g_c$
FPS (abs)	ft	l <sub>m</sub>	poundal	s	$1 \text{ lb}_m \cdot \text{ft} \cdot \text{lbr}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$	$F = m \cdot \gamma$	$B = m \cdot g$
FPS (eng)	ft	l <sub>m</sub>	l <sub>b</sub> f	s	$32,174 \text{ lb}_m \cdot \text{ft} \cdot \text{lbr}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$	$F = m \cdot \gamma/g_c$	$B = m \cdot g/g_c$
FPS (grav)	ft	slug	l <sub>b</sub> f	s	$1 \text{ slug} \cdot \text{ft} \cdot \text{lbr}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$	$F = m \cdot \gamma$	$B = m \cdot g$
SI	m	kg	N	s	$1 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$	$F = m \cdot \gamma$	$B = m \cdot g$

L = length (μήκος), M = mass (μάζα), F = force (δύναμη), T = time (χρόνος). Αν στο ΤΣ (MKpS) ως μονάδα μάζας ληφθεί η TMM, τότε  $g_c = 1 \text{ TMM} \cdot \text{m} \cdot \text{kp}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$ .

## Χάρτης μονάδων



Πηγή: US National Bureau of Standards

## Το Διεθνές Σύστημα Μονάδων (SI)

Το Διεθνές Σύστημα έχει επτά βασικές μονάδες από τις οποίες παράγονται όλες οι άλλες. Πολλαπλάσια ή υποδιαιρέσεις των μονάδων δίνονται με προθέματα (prefixes).

### ΒΑΣΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

A/A	Κατηγορία	Όνομα	Σύμβολο
1	μήκος	meter	m
2	μάζα	kilogram	kg
3	χρόνος	second	s
4	ηλεκτρική ένταση	ampere	A
5	θερμοδυναμική θερμοκρασία	Kelvin	K
6	ποσότητα ουσίας	mole	mol
7	ένταση φωτεινότητας	candela	cd

## Όργανα μετρήσεων

### Η έννοια της μέτρησης

Η έννοια μέτρηση είναι αλληλένδετη με την έννοια μέγεθος. Ο όρος **μέτρηση** μπορεί να σημαίνει είτε απαρίθμηση με χρήση των φυσικών αριθμών, είτε σύγκριση της ποσότητας κάποιου φυσικού μεγέθους με ένα *πρότυπο*, δηλαδή σύγκριση με κάποια σταθερή ποσότητα του ίδιου φυσικού μεγέθους που αυθαίρετα έχει συμφωνηθεί (κατά «σύμβαση», δηλαδή κατά κοινή συμφωνία) να χρησιμοποιείται ως μονάδα μέτρησης.

**Αντικείμενο μετρήσεως** είναι ένα δοκίμιο, διάφορα μεγέθη του οποίου μπορούν να μετρηθούν.

Τα πρότυπα μέτρησης διακρίνονται σε 2 κατηγορίες:

1. **Πρωτεύοντα πρότυπα**, τα οποία είτε αποτελούν αντικείμενα 'μοναδικά' φυλασσόμενα σε κάποιο διεθνή οργανισμό, είτε αποτελούν φυσικές έννοιες, όπως π.χ. το πρότυπο μέγεθος μήκος.
2. **Δευτερεύοντα πρότυπα**, τα οποία αποτελούν είτε αντιγραφή των προτύπων-αντικειμένων, είτε κατασκευάζονται αυστηρά με βάση τις φυσικές έννοιες ορισμού των προτύπων.

Η σύγκριση την οποία συνεπάγεται μια μέτρηση διακρίνεται κι αυτή σε 2 κατηγορίες:

1. **Άμεση σύγκριση**, που σημαίνει σύγκριση του μετρούμενου μεγέθους με ένα πρότυπο, είτε πρωτεύων είτε δευτερεύων. Για παράδειγμα, μια απόσταση μπορεί να μετρηθεί με ένα μεταλλικό μέτρο, το οποίο αποτελεί δευτερεύων πρότυπο μέτρησης.
2. **Έμμεση σύγκριση**, που σημαίνει σύγκριση του μετρούμενου μεγέθους με τη βοήθεια κατάλληλα κατασκευασμένης μετρητικής μηχανής, η οποία πραγματοποιεί τη σύγκριση και δίνει αμέσως το αποτέλεσμα. Παράδειγμα έμμεσης σύγκρισης αποτελεί το χρονόμετρο.

## Η Ακρίβεια των Μετρήσεων

Για να είναι μια μέτρηση χρήσιμη θα πρέπει να είναι αξιόπιστη. Είναι πολύ σημαντικό για έναν μηχανικό να μπορεί να κρίνει τα αποτελέσματα των μετρήσεων του και να μπορεί να αποφανθεί για την αξιοπιστία τους. Εκτός αυτού, απαραίτητο γεγονός αποτελεί η ένδειξη της βεβαιότητας με την οποία έχουν προκύψει τα αποτελέσματα αυτά. Ακολουθούν κάποιες χρήσιμες έννοιες που αφορούν την ακρίβεια των μετρήσεων καθώς και την ανάλυση και επεξεργασία των τιμών της μέτρησης.

**Μετρούμενη τιμή** είναι η τιμή του μεγέθους που προκύπτει μετά από μια μέτρηση. Η αριθμητική τιμή αυτή ακολουθείται πάντοτε από τη μονάδα μέτρησης του μεγέθους.

**Εύρος μετρήσεων** (measuring range) είναι η διαφορά μεταξύ της μέγιστης και της ελάχιστης μετρούμενης τιμής .

**Σφάλμα** (error) μιας μέτρησης είναι η διαφορά μεταξύ της μετρούμενης τιμής ενός μεγέθους από την πραγματική τιμή του. Η πραγματική τιμή δεν είναι σχεδόν ποτέ γνωστή και για αυτόν ακριβώς το λόγο συνοδεύουμε το αποτέλεσμα μιας μέτρησης με μια εκτίμηση του σφάλματος, που ονομάζεται **αβεβαιότητα** (uncertainty). Σε μία μέτρηση υπεισέρχονται δύο ειδών σφάλματα:

1. **Συστηματικά σφάλματα** (systematic errors) ή σταθερά σφάλματα (fixed errors), τα οποία έχουν ως αποτέλεσμα, επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του ίδιου μεγέθους ενός αντικειμένου κάτω από τις ίδιες συνθήκες, να απέχουν όλες σταθερά από την πραγματική τους τιμή κατά το ίδιο ποσοστό. Σύνηθες συστηματικό σφάλμα αποτελεί η ακρίβεια ενός οργάνου.
2. **Τυχαία σφάλματα** , τα οποία οφείλονται σε τυχαίους παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν μια μέτρηση και ποικίλουν από μέτρηση σε μέτρηση. Τα τυχαία σφάλματα ακολουθούν συνήθως στατιστικές κατανομές.

Η **Αβεβαιότητα** είναι η παράμετρος εκείνη που σχετίζεται με το αποτέλεσμα μιας μέτρησης και χαρακτηρίζει τη διασπορά των τιμών που οφείλεται στη συγκεκριμένη διαδικασία μέτρησης. Εκφράζει την εμπιστοσύνη (ή αμφιβολία) σε μια συγκεκριμένη διαδικασία μέτρησης. Συνήθως εκφράζεται ως μια τυπική απόκλιση ή ως εύρος ενός διαστήματος εμπιστοσύνης. Διακρίνεται σε δύο τύπους:

- **Αβεβαιότητα τύπου A** (στατιστική αβεβαιότητα), η οποία αναφέρεται σε πηγές που αφορούν σφάλματα λόγω επαναληψιμότητας μετρήσεων.
- **Αβεβαιότητα τύπου B** (συστηματική αβεβαιότητα), η οποία αφορά παραμέτρους αβεβαιότητας που σχετίζονται με σφάλματα που παραμένουν σταθερά κατά τη διάρκεια των μετρήσεων.

### Χαρακτηριστικά οργάνων μετρήσεων

Σε αυτό το υποκεφάλαιο θα δοθούν μερικές έννοιες σχετικές με τα όργανα μετρήσεων. Τα όργανα μετρήσεων αρχικά μπορούν να διακριθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο που παρέχουν το αποτέλεσμα της μέτρησης:

- **Αναλογικά**, ονομάζονται τα όργανα μετρήσεων που φέρουν δείκτη κινούμενο επί βαθμονομημένης κλίμακας, οπότε παρέχονται συνεχείς τιμές του μετρούμενου μεγέθους.
- **Ψηφιακά**, ονομάζονται τα όργανα μετρήσεων που παρέχουν το αποτέλεσμα σε ψηφιακή μορφή, οπότε παράγονται βηματικές ή ασυνεχείς τιμές του μετρούμενου μεγέθους.

Εν συνεχεία δίνονται οι έννοιες μερικών λειτουργικών χαρακτηριστικών των μετρητικών οργάνων:

Η **διακριτική ικανότητα** (resolution) ορίζεται ως το ελάχιστο ποσό μεταβολής του μετρούμενου μεγέθους, το οποίο μπορεί να ευαισθητοποιήσει το όργανο και κατά συνέπεια διακρίνεται από αυτό. Η διακριτική ικανότητα δεν είναι σταθερή σε όλη την περιοχή λειτουργίας του οργάνου.

Η **ευαισθησία** (sensitivity) ορίζεται ως ο λόγος της μεταβολής της ένδειξης του οργάνου προς τη μεταβολή του μετρούμενου μεγέθους. Όταν το όργανο συμπεριφέρεται γραμμικά τότε η ευαισθησία του είναι σταθερή σε ολόκληρη την περιοχή λειτουργίας του.

Η **ακρίβεια** (accuracy) δείχνει την απόκλιση της ένδειξης του οργάνου από την πραγματική τιμή του μετρούμενου μεγέθους. Η ακρίβεια του οργάνου δίνεται συνήθως ως επί τοις εκατό της μέγιστης ένδειξης του και εν γένει δεν είναι σταθερή σε ολόκληρη την περιοχή λειτουργίας του.

Ο **χρόνος αποκρίσεως** (response time) είναι ο χρόνος που παρέχεται από τη στιγμή που το όργανο ερεθιστεί από το μετρούμενο μέγεθος, μέχρι να ηρεμήσει. Επιθυμητό είναι ο χρόνος απόκρισης να είναι όσο το δυνατό μικρότερος.

Το **εύρος ανάγνωσης ή ένδειξης** (reading range) είναι η διαφορά μεταξύ της υψηλότερης και της χαμηλότερης δυνατής ένδειξης που έχει το όργανο.

Η **ρύθμιση σημείου αναφοράς** (setting) είναι η ρύθμιση του οργάνου μέτρησης σε μια συγκεκριμένη θέση (θέση αναφοράς) ,που πολλές φορές είναι μηδενική (zero setting), με τη χρήση των προτύπων αναφοράς. Η ρύθμιση σημείου αναφοράς γίνεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα σε όλα τα όργανα μέτρησης που υπάρχει αυτή η δυνατότητα, ώστε να διατηρούν την ακρίβειά τους.

Προκειμένου να χρησιμοποιηθεί ένα όργανο πρέπει να είναι κατάλληλα βαθμονομημένο. Η εργασία της **βαθμονόμησης** ( calibration) συνίσταται στον καθορισμό της κλίμακας με βάση τιμές μετρούμενου μεγέθους. Η βαθμονόμηση γίνεται είτε χρησιμοποιώντας πρότυπα (πρωτεύοντα ή δευτερεύοντα) , είτε παράγοντας ακριβώς γνωστές τιμές του μετρούμενου μεγέθους, είτε τέλος χρησιμοποιώντας άλλα βαθμονομημένα όργανα. Παρόλο που η εργασία της βαθμονόμησης γίνεται από τους κατασκευαστές των οργάνων, ο χρήστης πρέπει να είναι σε θέση να επαναλαμβάνει την εργασία της βαθμονόμησης για τους εξής λόγους:

- Να μπορεί να επαληθεύει το υπό του κατασκευαστή χορηγούμενο πιστοποιητικό βαθμονόμησης.
- Να μπορεί να ελέγχει περιοδικά το όργανο ώστε να προλαμβάνει πιθανά σφάλματά του.
- Να μπορεί να χρησιμοποιεί όργανα για πολλαπλές λειτουργίες εφόσον είναι εφικτό. Για παράδειγμα, αν ένα μιλιβολτόμετρο βαθμονομηθεί κατάλληλα, είναι δυνατόν με τη βοήθεια ενός κατάλληλου θερμοστοιχείου να γίνει η μέτρηση θερμοκρασίας.
- Να μπορεί να κάνει τη βαθμονόμηση μετρητικών διατάξεων που ο ίδιος συγκροτεί από διάφορα όργανα μέτρησης και λοιπές μηχανές.

## Όργανα μέτρησης μήκους

Τα όργανα μέτρησης μήκους χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- Τα Όργανα Απευθείας Μετρήσεως : κανόνας, παχύμετρο, μικρόμετρο, μετρητές ύψους-βάθους-πάχους, κωνικοί κανόνες μέτρησης εσωτερικής διαμέτρου.
- Τα Όργανα Συγκριτικής Μετρήσεως : μετρητικό ρολόι, μετρητικός βραχίονας, διαβήτες (κουμπάσα), ηλεκτρομηχανικά και ηλεκτρονικά όργανα συγκριτικών μετρήσεων, πνευματικά όργανα συγκριτικών μετρήσεων, οπτικός συγκριτής.

Ακολουθεί συνοπτική περιγραφή των ανωτέρω οργάνων μέτρησης.

## Μεταλλικός Μετρητικός Κανόνας



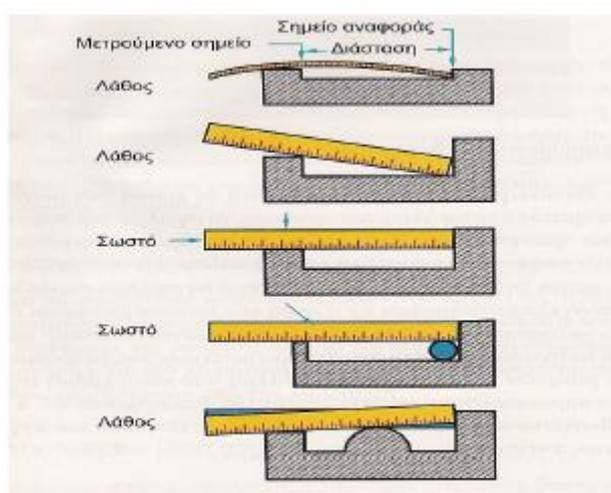
Κατασκευάζονται από υψηλής ποιότητας χάλυβα και είναι συνήθως ορθογώνιοι. Είναι βαθμονομημένοι είτε σε χιλιοστά (mm), είτε σε ίντσες (inch), ενώ υπάρχουν και κανόνες που έχουν βαθμονομηθεί και με τις δύο παραπάνω κλίμακες. Επειδή οι σημερινοί κανόνες ακριβείας βαθμονομούνται με μεθόδους φωτοχάραξης βαθμονομούνται με τέσσερις κλίμακες, δύο σε κάθε πλευρά, με υποδιαίρεσεις το πολύ ανά 0,5mm για το μετρικό σύστημα, ενώ για το αγγλοσαξονικό η μικρότερη υποδιαίρεση είναι είτε το 1/64 είτε το 1/100 της ίντσας. Φτάνουν σε μήκος μέχρι και 5m ενώ κατασκευάζονται στα παρακάτω πάχη:

- εύκαμπτοι με πάχος 0,4-0,5 mm
- ημιεύκαμπτοι με πάχος 0,5-0,6 mm
- άκαμπτοι με πάχος 1,2 mm
- βαρέου τύπου με πάχος 2.5 mm

Εκτός από τους κοινούς μεταλλικούς κανόνες υπάρχουν και οι ανοξείδωτοι, οι οποίοι αντέχουν περισσότερο σε σκληρή χρήση και χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα σε διαβρωτικό περιβάλλον.

Οι κανόνες χρησιμοποιούνται ευρέως στο σχεδιαστικό τομέα, αλλά είναι ακατάλληλοι για τον έλεγχο παραγωγής, λόγω της μικρής διακριτικής τους ικανότητας και των μεγάλων σφαλμάτων που προέρχονται από εσφαλμένη χρήση. Ακόμα και αν η κλίμακα είναι καλής ποιότητας, λάθος τοποθέτηση ή λάθος παρατήρηση μπορούν να δώσουν αρκετά μεγάλα σφάλματα. Ο κανόνας πρέπει να είναι παράλληλος στη μετρούμενη διάσταση, όσο το δυνατόν πιο κοντά στον άξονά της και η ανάγνωση να γίνεται κάθετα στη γραμμή μέτρησης στο μετρούμενο σημείο.

Στη μέτρηση με κανόνα συνιστάται να μην χρησιμοποιείται σαν αρχή το μηδέν του κανόνα αλλά μια άλλη διαίρεσή του γιατί η άκρη του κανόνα μπορεί να είναι φθαρμένη. Ακολουθεί μια επεξηγηματική εικόνα:



Σωστή και λανθασμένη τοποθέτηση του κανόνα. (Μανσούρ & Καραχάλιου, 2007)

Για τη διευκόλυνση της ορθής χρήσης του κανόνα, αλλά και για κάποιες εφαρμογές στις οποίες θα ήταν αρκετά δύσκολη η χρήση του απλού κανόνα, έχουν κατασκευαστεί συμπληρωματικά εξαρτήματα όπως άγκιστρα, σφιγκτήρες με κορμό και παράλληλοι σφιγκτήρες, στηρίγματα ποδιών, τετραγωνικές κεφαλές και διατάξεις εντοπισμού κέντρου.

Οι κοινοί μεταλλικοί μετρητικοί κανόνες μετά τη χρήση τους δεν πρέπει να αφήνονται ακαθάριστοι ούτε εκτεθειμένοι στην ατμόσφαιρα. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η φθορά των διαιρέσεων τους, η οξείδωσή τους και γενικά η μεταβολή του μήκους τους.

Για χρήση μεγαλύτερων μηκών υπάρχουν οι μετρητικές ταινίες. Κατασκευάζονται από μεταλλικό έλασμα μέχρι 10m ή από ύφασμα με μήκος μέχρι και 20m.



Παρόλες τις δυσκολίες ορθής χρήσης, τη μικρή διακριτική ικανότητα και τα μεγάλα σφάλματα, οι μετρητικοί κανόνες και οι ταινίες χρησιμοποιούνται ευρέως. Αυτό οφείλεται στο ότι είναι εξαιρετικά απλά όργανα και δίνουν άμεσα αποτέλεσμα. Η χρήση τους δε χρειάζεται εξειδικευμένες γνώσεις, ενώ αν δεν απαιτείται μεγάλη ακρίβεια το αποτέλεσμα που δίνουν δε χρειάζεται να ελεγχθεί περαιτέρω με άλλα όργανα.

### Παχύμετρο (vernier caliper)

Το στοιχείο που δίνει μεγάλη αξία στο παχύμετρο είναι η βοηθητική κλίμακα που ονομάζεται Βερανζέρος. Η κλίμακα αυτή, με τη χρήση της οποίας αυξάνεται η διακριτική ικανότητα, επομένως και η ακρίβεια της μέτρησης, είναι μια σπουδαία και πολύ χρήσιμη επινόηση και χρησιμοποιείται όχι μόνο στα παχύμετρα αλλά και σε άλλα όργανα.



Το παχύμετρο αποτελείται από δύο μέρη:

- Το σταθερό μέρος που αποτελεί κανόνα και φέρει την κύρια κλίμακα, το οποίο καταλήγει σε δύο ράμφη. Ο κανόνας φέρει στο κάτω μέρος του χαραγμένες υποδιαίρεσεις του μέτρου και στο επάνω μέρος υποδιαίρεσεις της ίντσας, ενώ υπάρχουν και παχύμετρα μιας κλίμακας.
- Το κινητό μέρος, που φέρει την κλίμακα του βερνιέρου και δύο αντιδιαμετρικά ράμφη αντίστοιχα με αυτά του σταθερού μέρους. Στο κινητό μέρος μπορεί να υπάρχει και ένα προσαρμοσμένο στέλεχος για μέτρηση βάθους.

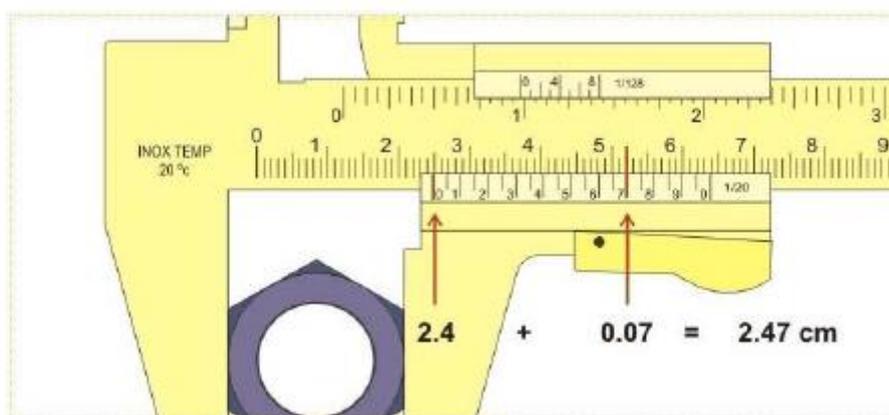
Η απόσταση των χαραγών της κλίμακας βερνιέρου είναι μικρότερη από την απόσταση των χαραγών της κύριας κλίμακας. Πιο συγκεκριμένα αν η κύρια κλίμακα έχει μήκος υποδιαίρεσης  $\delta_k$ , τότε το μήκος της υποδιαίρεσης του βερνιέρου θα είναι:

$$\delta_b = \frac{(n-1)\delta_k}{n},$$

όπου  $n$  είναι το πλήθος των υποδιαίρεσεων της κλίμακας βερνιέρου. Επομένως η ελάχιστη απόσταση που μπορεί να διαβαστεί είναι:

$$\alpha = \delta_k - \delta_b = \delta_k/n.$$

Για να διαβάσουμε την ένδειξη του παχύμετρου, πρώτα διαβάσουμε την κύρια κλίμακα μέχρι την υποδιαίρεση πριν το μηδέν της κλίμακας βερνιέρου. Στη συνέχεια βρίσκουμε ποια χαραγή της κλίμακας του βερνιέρου συμπίπτει πλήρως με κάποια χαραγή της κύριας κλίμακας και προσθέτουμε στην προηγούμενη ανάγνωση. Ακολουθεί επεξηγηματικό σχήμα:



Η διακριτική ικανότητα του παχύμετρου είναι 0,02mm για μέτρηση στο διεθνές σύστημα μονάδων, ενώ για τις μετρήσεις στο αγγλοσαξονικό σύστημα χρησιμοποιούνται παχύμετρα δύο βαθμών ακριβείας:

- Με διακριτική ικανότητα 1/128 inch, όπου το διάστημα των επτά διαιρέσεων του 1/16 διαιρείται σε οκτώ ίσα μέρη. Άρα κάθε υποδιαίρεση του βερνιέρου θα είναι μικρότερη από την αντίστοιχη του κανόνα κατά 1/128 inch.
- Με διακριτική ικανότητα 0,001 inch, όπου το διάστημα των 24/40 inch διαιρείται σε 25 υποδιαίρεσεις. Άρα κάθε υποδιαίρεση του βερνιέρου θα είναι μικρότερη από την αντίστοιχη του κανόνα κατά 1/1000 inch

Τα παχύμετρα χρησιμοποιούνται για μέτρηση εσωτερικών και εξωτερικών διαστάσεων, ενώ υπάρχει ποικιλία διαμόρφωσης για μέτρηση σε ειδικές θέσεις.

Στις παρακάτω εικόνες φαίνεται ένα ηλεκτρονικό παχύμετρο ( electronic caliper) και ένα με μετρητικό ρολόι (dial caliper). Η διακριτική ικανότητα του ηλεκτρονικού παχυμέτρου είναι 0,0005 inch στο αγγλοσαξονικό και 0,01mm στο διεθνές σύστημα.



Κατά τη μέτρηση με παχύμετρο πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα:

- Η τοποθέτηση του δοκιμίου ανάμεσα στα ράμφη δεν πρέπει να γίνεται στην άκρη αλλά όσο το δυνατόν πιο μέσα.

- Το δοκίμιο πρέπει να έρχεται σε επαφή με τις επιφάνειες των ραμφών και όχι με τις ακμές τους.
- Τα ράμφη δεν πρέπει να σφίγγονται με δύναμη πάνω στο δοκίμιο.
- Η ένδειξη πρέπει να διαβάζεται με το μάτι από πάνω και όχι στα πλάγια

Τέλος σχετικά με τη συντήρηση των παχυμέτρων πρέπει να γνωρίζουμε ότι ελέγχεται ο παραλληλισμός των ραμφών με την επαφή τους (θέση μηδέν) και την τοποθέτησή τους μπροστά από φωτεινή πηγή, οπότε ελέγχεται το πάχος αρμού, ενώ ο έλεγχος ακριβείας γίνεται με συγκριτική μέτρηση με ένα διακριβωμένο δοκίμιο.

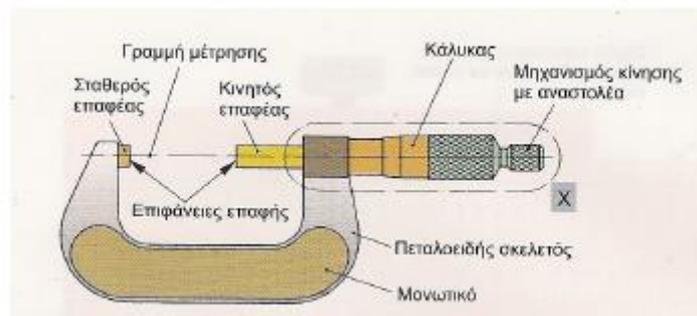
### Μετρητής ύψους και βάθους

Η αρχή λειτουργίας και η ανάγνωση της ένδειξης της μέτρησης είναι ίδιες με αυτές του παχύμετρου. Ομοίως υπάρχουν και ηλεκτρονικά όργανα με ψηφιακή ένδειξη και διακριτική ικανότητα 0,01mm / 0,0005 inch.



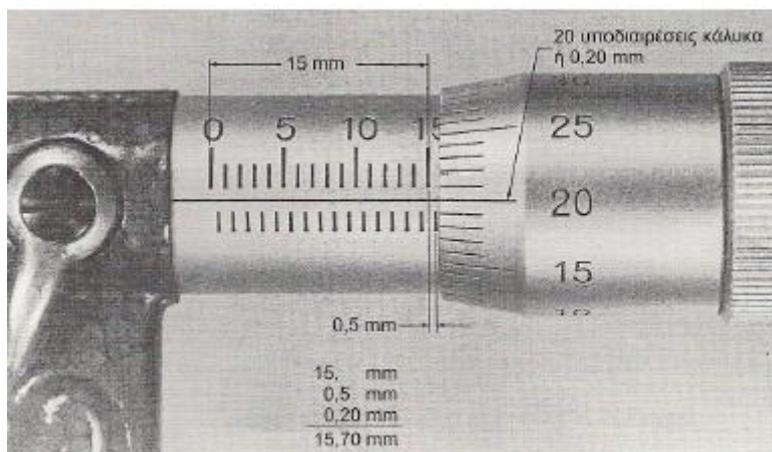
## Μικρόμετρο

Η λειτουργία των μικρομέτρων στηρίζεται στην αρχική της σχετικής κίνησης κοχλία-περικόχλιου. Πιο συγκεκριμένα το μικρόμετρο χρησιμοποιεί την αξονική μετατόπιση του κοχλία για την πραγματοποίηση της μέτρησης. Μια πλήρης περιστροφή του κοχλία, με σταθερό περικόχλιο, αντιστοιχεί σε αξονική μετατόπιση ίση με το βήμα του σπειρώματός του. Για παράδειγμα, αν το βήμα του κοχλία είναι 1mm, μια πλήρης περιστροφή του αντιστοιχεί σε αξονική μετατόπιση 1mm.



Ο κινητός επαφάς αποτελεί συνέχεια του κοχλία, ενώ το σταθερό περικόχλιο αποτελεί κυλινδρικό κανόνα. Η μικρότερη διαβάθμιση του κανόνα συνήθως είναι ίση με το βήμα του κοχλία. Ο κάλυκας φέρει και αυτός περιφερειακή διαβάθμιση (συνήθως 50 χαραγές), η οποία αντιστοιχεί στη μερική περιστροφή του κοχλία.

Για την πραγματοποίηση μέτρησης τοποθετούμε το τεμάχιο ανάμεσα στον κινητό και το σταθερό επαφάς, έτσι ώστε να ακουμπά στο σταθερό και ο άξονας της προς μέτρηση διάστασης να βρίσκεται σε ευθυγραμμία με τον άξονα των επαφών. Στη συνέχεια περιστρέφουμε τον κάλυκα μέχρις ότου ο κινητός επαφάς ακουμπήσει το τεμάχιο και χρησιμοποιούμε το μηχανισμό κίνησης με αναστολέα, ώστε ο επαφάς να ακουμπήσει πιο γερά το τεμάχιο, χωρίς όμως την άσκηση υπερβολικής δύναμης, που θα μπορούσε να αλλοιώσει το αποτέλεσμα.



Τα μικρόμετρα μετρούν διαστάσεις ως και 500mm , με εύρος μέτρησης 25 mm. Αν το εύρος είναι διαφορετικό του 0-25 mm, για τη ρύθμιση του σημείου αναφοράς (setting) απαιτείται η χρήση βοηθητικού προτύπου αναφοράς (ράβδος ή πλακίδιο). Η ακρίβεια του μικρομέτρου εξαρτάται από το βήμα του κοχλία και την περιφερειακή διαβάθμιση του κάλυκα, δηλαδή είναι  $\alpha = \delta_k / n$  , όπου  $\delta_k$  το βήμα και  $n$  οι χαραγές του κάλυκα. Η διακριτικότητα τους φτάνει μέχρι και 0,01mm εκτός κι αν είναι εφοδιασμένα με βερνιέρο, οπότε γίνεται 0,001mm.



Τα μικρόμετρα χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση εξωτερικών και εσωτερικών διαστάσεων, μέτρηση βάθους και με τη χρήση κατάλληλων επαφών για μέτρηση σπειρωμάτων, χαρακτηριστικών οδοντωτών τροχών, πάχους σωλήνων, ακόμα και για μέτρηση πολυωνυμικών καμπυλών ( splines). Ών.

Λόγω της κατασκευής τους για κάθε διαφορετική μέτρηση χρειάζεται και διαφορετικό μικρόμετρο, ενώ λόγω του μικρού του εύρους για μετρήσεις σε διάφορα φάσματα, απαιτούνται διαφορετικά μικρόμετρα. Βέβαια υπάρχουν και μικρόμετρα που καλύπτουν περισσότερα φάσματα μέτρησης με εναλλαγή επαφών.



Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται διάφοροι τύποι μικρομέτρων και οι εφαρμογές που χρησιμοποιούνται, δείχνοντας έτσι την πολύ μεγάλη ποικιλία τους.

Τύποι μικρομέτρων	Εφαρμογή
	Έλεγχος κυκλικότητας
	Μέτρηση χαρακτηριστικών σδοντωτών τροχών
	Μέτρηση Splines
	Μέτρηση πάχους σωληνώσεων

Όπως και τα παχύμετρα έτσι και τα μικρόμετρα παρέχουν ψηφιακή ένδειξη με διακριτική ικανότητα 0,001mm / 0,00005 inch.

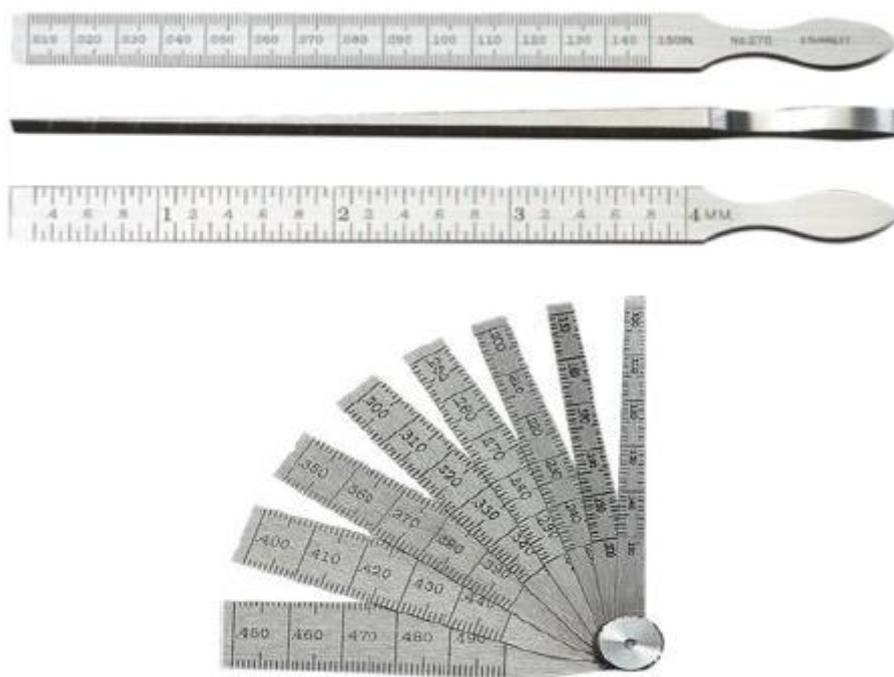


Τα μικρόμετρα όπως είδαμε προσφέρουν αρκετά μεγάλη ακρίβεια μετρήσεων και καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα τομέων με απαιτήσεις για διαστατικές μετρήσεις. Η χρήση τους είναι αρκετά απλή και η ανάγνωση του αποτελέσματος, ειδικά στα ψηφιακά, πολύ εύκολη. Επίσης, αντίθετα με άλλα όργανα μέτρησης αντίστοιχης ακρίβειας, μεταφέρονται εύκολα.

Το μειονέκτημά τους έγκειται στο γεγονός ότι κάθε είδος μικρόμετρου καλύπτει ένα πολύ περιορισμένο φάσμα μετρήσεων, ως προς το είδος της μέτρησης, αλλά και το μέγεθος της μετρούμενης διάστασης. Ένα ακόμα μειονέκτημα σε σχέση με τα προηγούμενα όργανα απευθείας μέτρησης είναι ότι για τη ρύθμιση του σημείου αναφοράς απαιτείται βοηθητικός εξοπλισμός, οπότε υπάρχει και άλλος ένας παράγοντας που μπορεί να παράγει σφάλμα λόγω κακής χρήσης. Όπως και στο παχύμετρο η λανθασμένη χρήση μπορεί να παράγει μεγάλα σφάλματα.

## Κωνικοί κανόνες για μέτρηση εσωτερικών διαμέτρων και μετρητής πάχους

Ένα αρκετά εύχρηστο και απλό όργανο το οποίο παρέχει γρήγορη μέτρηση είναι και ο κωνικός κανόνας μέτρησης εσωτερικών διαμέτρων με διακριτική ικανότητα 0,02mm / 0,001inch, που φαίνεται παρακάτω:



Το ίδιο εύχρηστο και απλό όργανο είναι και ο μετρητής πάχους ο οποίος είναι εφοδιασμένος με μετρητικό ρολόι με διακριτική ικανότητα 0,001mm και εύρος μέτρησης 0-10mm. Το πλεονέκτημα του συγκεκριμένου οργάνου είναι ότι η πίεση μεταξύ των επαφών του οργάνου και του δοκιμίου δεν εξαρτάται από τον χειριστή.

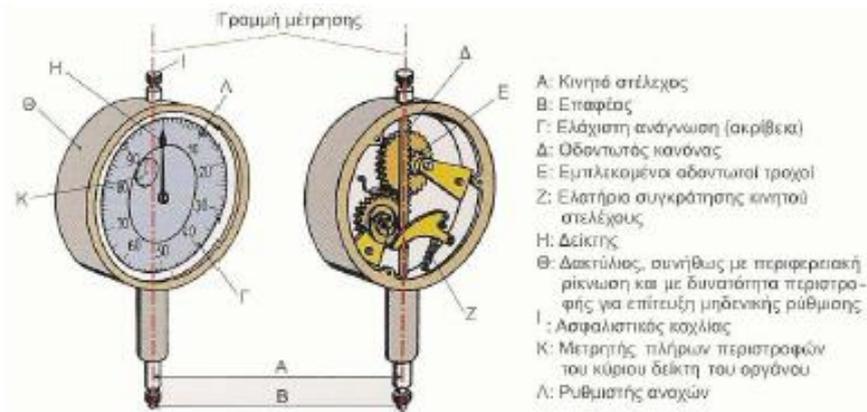


### Μετρητικό Ρολόι

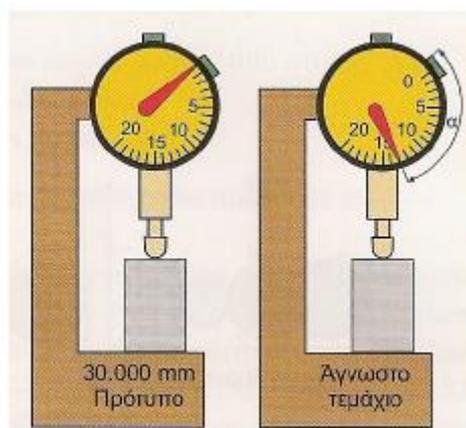
Το μετρητικό ρολόι αποτελεί το πιο γνωστό όργανο συγκριτικών μετρήσεων. Ο μηχανισμός του οργάνου βρίσκεται κλεισμένος σε μια θήκη. Εξωτερικά φαίνεται μόνο μια πλάκα με αριθμημένες υποδιαίρεσεις και ένας δείκτης ο οποίος μπορεί να περιστρέφεται δεξιά και αριστερά.

Στο κάτω μέρος της θήκης υπάρχει ένα πειράκι που πιέζεται συνεχώς προς τα κάτω με ένα ελατήριο που βρίσκεται εσωτερικά του οργάνου. Το πειράκι αυτό που καταλήγει σε σφαιρικό επαφέα, όταν πιέζεται ενεργεί στο μηχανισμό του οργάνου και στρέφεται ο δείκτης.

Η κίνηση του αξονίσκου πολλαπλασιάζεται με σειρά μοχλών και οδοντωτών τροχών έτσι ώστε και η παραμικρή κίνηση του επαφέα να είναι ευκρινής στο αναλόγιο.



Η μέτρηση με το μετρητικό ρολόι γίνεται όπως και στα υπόλοιπα συγκριτικά όργανα μέτρησης. Αρχικά τοποθετούμε το πρότυπο πλακίδιο στη βάση και χαμηλώνουμε τον επαφεία μέχρις ότου ακουμπήσει την πάνω πλευρά του προτύπου. Σταθεροποιούμε το ρολόι και μηδενίζουμε την ένδειξη. Στη συνέχεια αφαιρούμε το πρότυπο πλακίδιο και τοποθετούμε προσεκτικά στη θέση του το προς μέτρηση τεμάχιο. Η ένδειξη του ρολογιού αποτελεί τη διαφορά των δύο τεμαχίων, επομένως γνωρίζοντας την πρότυπη διάσταση μπορούμε να υπολογίσουμε τη ζητούμενη. Υπάρχουν ρολόγια που μετρούν μόνο θετική μετατόπιση καθώς και ρολόγια που μετρούν και αρνητική μετατόπιση. Ακολουθεί επεξηγηματικό σχήμα:

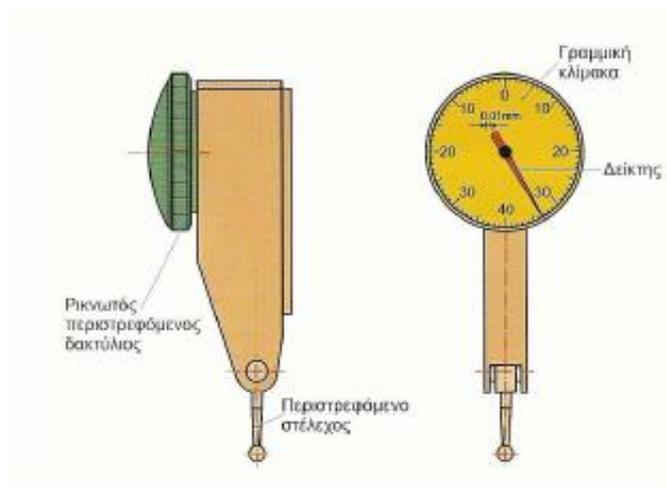


Η διακριτική ικανότητα των αναλογικών μετρητικών οργάνων είναι 0,001mm ενώ των ψηφιακών 0,01mm / 0,0005inch. Το εύρος μέτρησης είναι συνήθως 12,5mm.



### Μετρητικός Βραχίονας

Η λειτουργία του μετρητικού βραχίονα (lever gauge) είναι παρόμοια με αυτή του μετρητικού ρολογιού, με διαφορά ότι ο πρώτος φέρει μοχλό, ο οποίος μέσω της περιστροφής δίνει κίνηση στα γρανάζια για τη δημιουργία της ένδειξης, ενώ το ρολόι φέρει οδοντωτό κανόνα για την ίδια λειτουργία. Μέσω του μακρύ βραχίονα μπορεί να φτάσει σε θέσεις μη προσιτές από άλλα όργανα.



Το στέλεχος που φέρει σφαιρικό επαφέα, μπορεί να κινείται σε δύο αντίθετες κατευθύνσεις ως προς το σημείο αναφοράς. Οι χρήσεις του είναι παρόμοιες με αυτές του ρολογιού με πλεονέκτημα τη μέτρηση σε δυσπρόσιτες θέσεις.

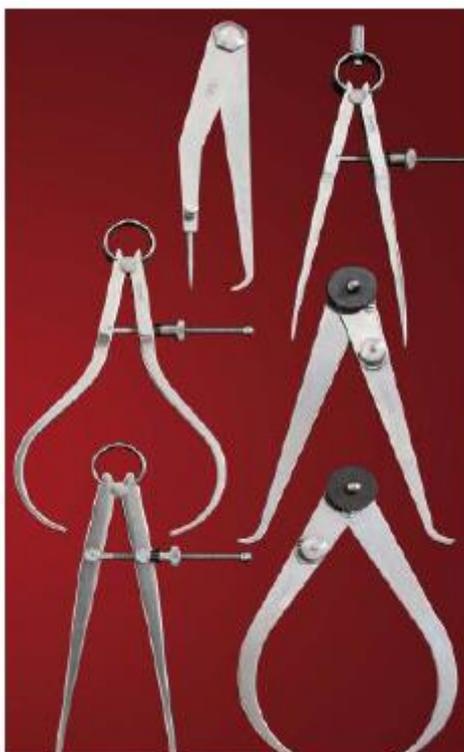
Το εύρος μέτρησης του μετρητικού βραχίονα είναι συνήθως 0,8mm και η διακριτική του ικανότητα 0,01mm.



## Διαβήτες (Κουμπάσα)

Οι διαβήτες αποτελούν το πιο παλιό όργανο συγκριτικής μέτρησης. Υπάρχουν διαβήτες για εσωτερική μέτρηση και για εξωτερική μέτρηση ενώ υπάρχει μεγάλη ποικιλία σχήματος των σκελών και των ακρών τους.

Προκειμένου να πραγματοποιηθεί η μέτρηση ενός αντικειμένου περνούμε τη διάστασή του από το όργανο και τη μεταφέρουμε σε ένα μετρητικό όργανο όπως π.χ. έναν κανόνα, παχύμετρο ή μικρόμετρο, ενώ για κατασκευή ενός αντικειμένου περνούμε τη διάσταση από το όργανο μέτρησης ή από πρότυπο δοκίμιο και την μεταφέρουμε στο αντικείμενο, και με την βοήθεια χαράκτη γίνεται η χάραξη των ορίων του αντικειμένου. Στο τέλος γίνεται η τελική διαμόρφωση του με τη χρήση κατάλληλων εργαλειομηχανών.



## Ηλεκτρομηχανικά και ηλεκτρονικά όργανα συγκριτικών μετρήσεων

Τα ηλεκτρομηχανικά και ηλεκτρονικά όργανα μέτρησης χρησιμοποιούνται όπως και τα μηχανικά όργανα, απλά η λειτουργία τους δε στηρίζεται σε μηχανολογικούς μηχανισμούς αλλά μέσω ηλεκτρολογικών διατάξεων, οι οποίες προκαλούν μεταβολής το ηλεκτρικό ρεύμα ή στην τάση, ανάλογα με τη μετατόπιση του επαφέα. Αυτές οι μεταβολές ενισχύονται κατάλληλα και εμφανίζονται στην ένδειξη του οργάνου. Πολλά ηλεκτρομηχανικά όργανα μέτρησης αποτελούν εξέλιξη των αντίστοιχων μηχανικών οργάνων και έχουν αναφερθεί και στις προηγούμενες ενότητες, όπως το ψηφιακό παχύμετρο, μικρόμετρο κλπ.

Τα ηλεκτρομηχανικά όργανα μέτρησης για να μετατρέψουν τη μετατόπιση του επαφέα σε μεταβολή ηλεκτρικού ρεύματος ή τάσης χρησιμοποιούν ηλεκτρομηχανικούς μετατροπείς, όπως οι ακόλουθοι:

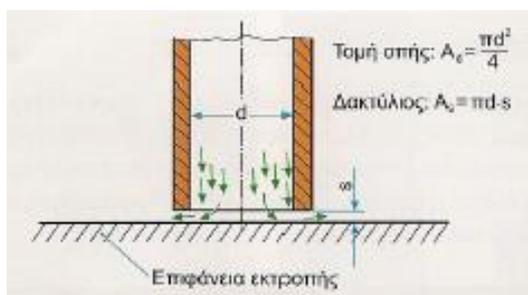
- Μεταβολή της ηλεκτρικής χωρητικότητας μεταξύ δύο μεταλλικών πλακών, που προκαλείται από μεταβολή της μεταξύ τους απόστασης.
- Μεταβολή της αντοχής ενός καλωδίου, οφειλόμενη σε μηχανικές τάσεις.
- Μεταβολή στη ηλεκτρική αντίσταση, η οποία προκαλείται από μεταβολή της θέσης ενός κινητού επαφέα.
- Μεταβολή από αυτεπαγωγή ή αμοιβαία επαγωγή, που προκαλείται από ένα κινούμενο μαγνητικό σώμα.
- Το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται από την κάμψη ενός πιεζοηλεκτρικού κρυστάλλου.

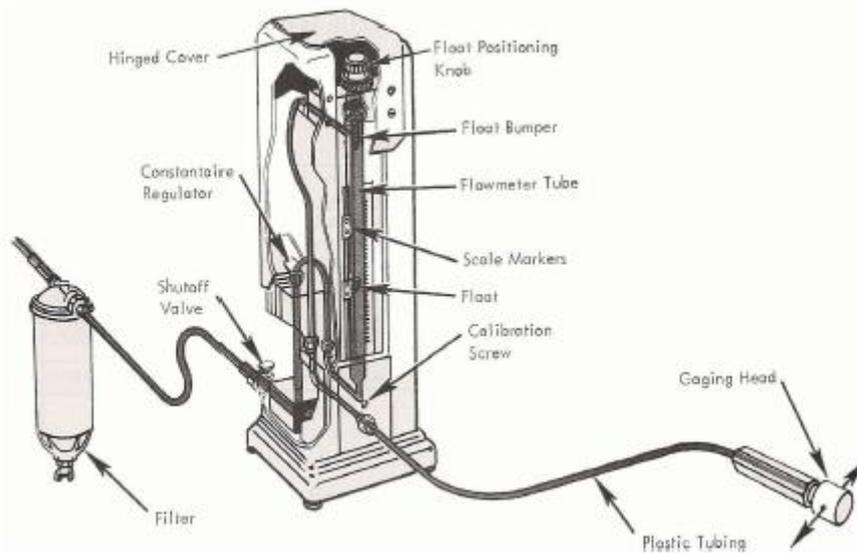
Με τη χρήση της παραπάνω τεχνολογίας και την παράλληλη ανάπτυξη κατάλληλων λογισμικών, έχουν κατασκευαστεί όργανα με πολύ μεγάλη ακρίβεια και ευχρηστία, ενώ και τα παραδοσιακά όργανα έχουν αναβαθμιστεί, λόγω της εύκολης ψηφιακής ανάγνωσης που προσφέρουν. Πλέον ακόμα και τα συγκριτικά όργανα μέτρησης είναι σε θέση να δώσουν απευθείας αποτέλεσμα μέσω των χρησιμοποιούμενων λογισμικών. Τα ηλεκτρομηχανικά όργανα είτε ως νέες διατάξεις μέτρησης, είτε ως απλή εξέλιξη των παλιότερων μηχανικών οργάνων, χρησιμοποιούνται ευρέως, κυρίως στη μαζική παραγωγή, όπου απαιτείται γρήγορος και αξιόπιστος έλεγχος των παραγόμενων τεμαχίων.



### Πνευματικά Όργανα Συγκριτικών Μετρήσεων

Η λειτουργία των πνευματικών συστημάτων (air gauge) στηρίζεται στη χρήση και τη μέτρηση του διερχόμενου πεπιεσμένου αέρα. Ο όγκος της ροής αέρα μέσα από έναν αγωγό καθορίζεται από τη στενότερη διατομή του. Έτσι, υπό τη συνθήκη ότι η στενότερη διατομή δημιουργείται μεταξύ του ακροφυσίου και του τεμαχίου, μπορεί να υπολογιστεί μέσω της μέτρησης των μεταβλητών του αέρα η ζητούμενη διάσταση. Ακολουθεί επεξηγηματικό σχήμα:



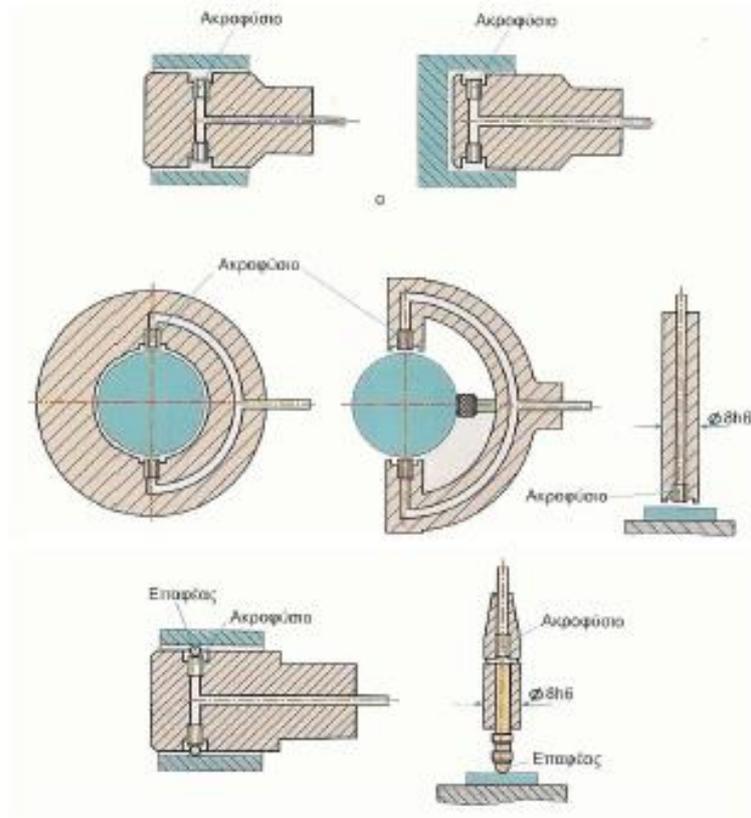


Στους πνευματικούς συγκριτές η μέθοδος μέτρησης εξαρτάται από τη μετρούμενη μεταβλητή του αέρα, η μεταβολή της οποίας μετασηματίζονται στην ανάλογη μεταβολή της ζητούμενης διάστασης. Υπάρχουν διάφορες διατάξεις που μετρούν διαφορετικές μεταβλητές, οι οποίες είναι:

- Μεταβολή ογκομετρικής ροής του αέρα
- Μεταβολή πίεσης μέσω ακροφυσίων
- Μεταβολή της ταχύτητας ροής του αέρα

Επίσης υπάρχουν όργανα υψηλής πίεσης, αλλά και χαμηλής για περιπτώσεις τεμαχίων με λεπτά τοιχώματα. Ακόμα υπάρχουν αισθητήρες που λειτουργούν χωρίς να έρθουν σε επαφή με το τεμάχιο και αισθητήρες επαφής. Τα παραπάνω καθορίζονται από το είδος του τεμαχίου (π.χ. τραχιές επιφάνειες απαιτούν χρήση αισθητήρα επαφής, επιφάνειες μικρότερες του ακροφυσίου απαιτούν αισθητήρα επαφής).

Οι πνευματικοί συγκριτές χρησιμοποιούνται κυρίως για μετρήσεις οπών, πολύ στενών διακένων, καθώς και στον έλεγχο συναρμολογημένων κομματιών. Η διακριτική τους ικανότητα φθάνει τα 0,001mm.



### Οπτικά Όργανα Συγκριτικών Μετρήσεων

Οι οπτικοί συγκριτές (optical comparators) ουσιαστικά μεγεθύνουν το τεμάχιο, λειτουργώντας ως μικροσκόπια. Προβάλλουν στην οθόνη το περίγραμμα του τεμαχίου. Στην οθόνη, εκτός της κλίμακας, μπορεί να υπάρχει και η ονομαστική μορφή με τις ανοχές του τεμαχίου, προσφέροντας τη δυνατότητα άμεσης σύγκρισης. Συνήθως χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο σπειρωμάτων, οδοντωτών τροχών και κοπτικών εργαλείων μορφής.



### Μηχανές Μέτρησης Συντεταγμένων CMM

Οι μηχανές μέτρησης συντεταγμένων είναι ηλεκτρομηχανικά όργανα μέτρησης, τα οποία μετρούν τις συντεταγμένες των στοιχείων επιφάνειας (surface elements) του προς μέτρηση τεμαχίου.

Ο όρος Μετρολογία Συντεταγμένων περιγράφει τη διαδικασία μέτρησης με χρήση μηχανής, η οποία αποτυπώνει τη μετρούμενη διάσταση σε σύστημα συντεταγμένων (καρτεσιανές, πολικές και σφαιρικές). Ουσιαστικά οι μετρούμενες διαστάσεις αποτυπώνονται στο σύστημα ως σημεία, ευθείες ή επίπεδα. Κάθε CMM αποτελείται από κάποια βασικά λειτουργικά τμήματα-εξαρτήματα. Αυτά είναι:

- Ο αισθητήρας (probe)
- Το κυρίως σώμα της μηχανής (machine body)
- Το σύστημα ελέγχου, συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων
- Το απαιτούμενο για τη διακρίβωση της κεφαλής πρότυπο αναφοράς

Το **κυρίως σώμα** της μηχανής αποτελείται από την τράπεζα μέτρησης (table), τη στήλη (column) ή τη γέφυρα (bridge) ή το ικρίωμα (gantry) και το βραχίονα (ram). Τα παραπάνω συνήθως βρίσκονται πάνω σε βάση από χάλυβα ή γρανίτη. Επίσης στο κυρίως σώμα τοποθετούνται οι κλίμακες μέτρησης (scales), το σύστημα κίνησης (transmission) και οι μεταλλάκτες μετατόπισης (displacement

transducers), ο μηχανισμός δηλαδή που μετατρέπει τη μετατόπιση σε αλλαγή τάσης.



Ο **αισθητήρας** αποτελεί ένα από τα πιο βασικά εξαρτήματα της CMM, καθώς μέσω αυτού πραγματοποιείται η μέτρηση, επομένως ο τύπος και η τεχνολογία που χρησιμοποιεί καθορίζουν άμεσα το αποτέλεσμα. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία τύπων και μορφών επαφών. Οι αισθητήρες μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε δύο γενικές κατηγορίες: τους αισθητήρες με επαφή (contact probes) και τους αισθητήρες χωρίς επαφή (non contact probes).

- Αισθητήρες με επαφή

Οι αισθητήρες επαφής αποτελούν τον πιο κοινό τύπο αισθητήρα. Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους διαχωρίζονται σε αισθητήρες στιγμιαίας επαφής (touch trigger probe) και αισθητήρες συνεχούς επαφής (scan probe-αισθητήρας σάρωσης).



- Αισθητήρες χωρίς επαφή

Σε περιπτώσεις όπου δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι αισθητήρες επαφής, επιβάλλεται η χρήση των αισθητήρων χωρίς επαφή. Ανάλογα με την τεχνολογία που χρησιμοποιούν διαχωρίζονται σε αισθητήρες laser (laser probes) και τηλεοπτικούς αισθητήρες (video probes).



### **Αρχή Λειτουργίας Μηχανής CMM**

Αφού καθοριστούν οι απαραίτητες μεταβλητές ο αισθητήρας διατρέχει την επιφάνεια του προς μέτρηση κομματιού. Η σχετική μετατόπιση της βάσης του αισθητήρα ως προς το σύστημα αναφοράς, το οποίο έχει προκαθοριστεί, αντιστοιχεί σε μεταβολή τάσης. Για κάθε σημείο επαφής του αισθητήρα με το τεμάχιο καταγράφονται οι συντεταγμένες ως προς το σύστημα αναφοράς και η μετατόπιση μετατρέπεται σε μεταβολή τάσης μέσω των μεταλλακτών μετατόπισης. Στη συνέχεια τα δεδομένα στέλνονται στη μηχανή συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων. Έτσι τελικά αποτυπώνονται γραφικά τα σημεία στο χώρο, οπότε ουσιαστικά αποτυπώνεται και το σχήμα του μετρούμενου τεμαχίου. Επίσης με τη χρήση του λογισμικού μπορεί να γίνει ανάλυση και επεξεργασία των τιμών ώστε να εξαχθούν τα επιθυμητά συμπεράσματα.

## Μηχανές Μέτρησης Συντεταγμένων με Τηλεοπτικό Αισθητήρα (Vision machine)

Το πεδίο εφαρμογών των μηχανών μέτρησης συντεταγμένων με τον αισθητήρα εικόνας είναι ιδιαίτερα ευρύ και γίνεται συνεχής έρευνα για τη χρήση των συγκεκριμένων μηχανών σε όλο και περισσότερες εφαρμογές. Πρόκειται για μηχανές που πραγματοποιούν μετρήσεις χωρίς επαφή με το δοκίμιο (non contact measurement). Η χρήση τους έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια σε βιομηχανικές εφαρμογές λόγω του προσιτού κόστους αγοράς και λειτουργίας σε σχέση με τις μηχανές μέτρησης συντεταγμένων που χρησιμοποιούν αισθητήρα επαφής αλλά και επειδή κρίνονται πιο αξιόπιστες και γρήγορες στη μέτρηση πολύ μικρών αντικειμένων.

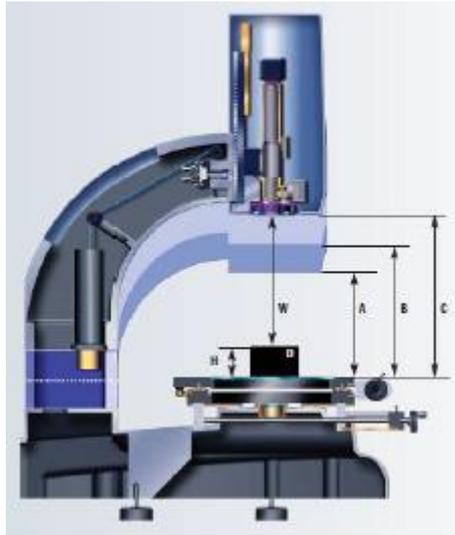
### Περιγραφή της Μηχανής

#### Μέρη που την απαρτίζουν

Η μετρητική αυτή μηχανή αποτελείται από τα εξής βασικά μέρη:

- Το Κυρίως Σώμα
- Την Κεφαλή
- Την Τράπεζα
- Τον τηλεοπτικό Αισθητήρα (video probe)
- Τον Μετατροπέα ηλεκτρικού σήματος σε ψηφιακή πληροφορία
- Τον Ηλεκτρονικό Υπολογιστή με το κατάλληλο λογισμικό

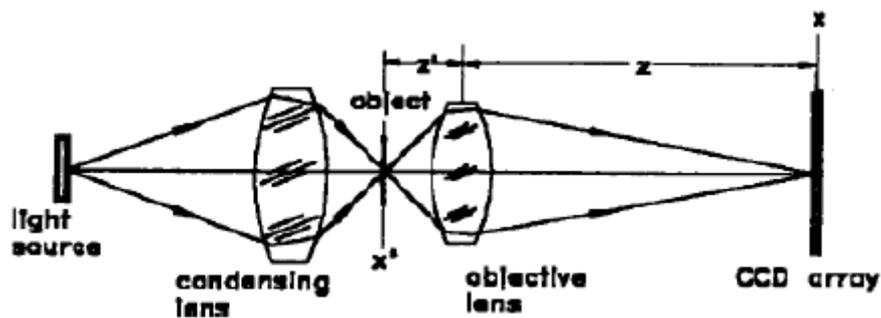




Η θεμελιώδης λειτουργία του **Αισθητήρα Εικόνας** (video probe) στη μετρολογία συντεταγμένων είναι η ανίχνευση των ακμών που αποτελούν το σύνορο του γεωμετρικού σχήματος του προς μέτρηση αντικειμένου.

Ο αισθητήρας εικόνας αποτελείται από τρία βασικά οπτοηλεκτρονικά στοιχεία:

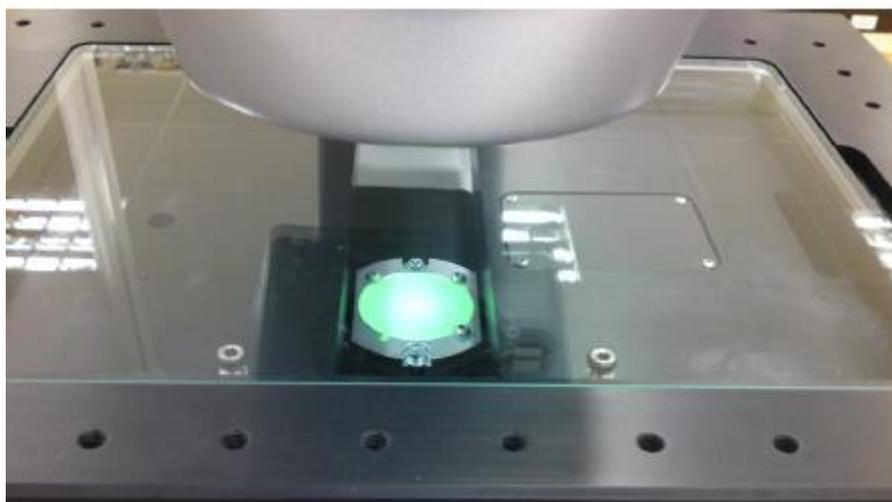
- Μια **πηγή φωτός** (light source) με ένα **συγκεντρωτικό φακό** (condensing lens) για το φωτισμό του αντικειμένου.
- Έναν **αντικειμενικό φακό** (objective lens) κατάλληλης μεγέθυνσης για τη δημιουργία ειδώλου.
- Μια **συστοιχία CCD** (Charge Coupled Device) για τη διακριτοποίηση του ειδώλου.



Η **τράπεζα** έχει τη δυνατότητα κίνησης στους άξονες X και Y, η οποία γίνεται με την κίνηση από τον χειριστή των χειρολαβών που υπάρχουν στις δυο πλευρές της.

Κάτω από την τράπεζα βρίσκεται μια πηγή φωτός LED που αποτελεί τον **οπίσθιο φωτισμό** του δοκιμίου (back light ή illumination light ή stage light ), ο οποίος φωτίζει το δοκίμιο ώστε να ανιχνεύονται τα σύνορα του δοκιμίου καθώς και διαμπερή γεωμετρικά χαρακτηριστικά όπως οπές, σχισμές κλπ, από τον αισθητήρα CCD.

Κάτω από την τράπεζα είναι τοποθετημένος ο κυρτός **συγκεντρωτικός φακός** (considering lens) του αισθητήρα εικόνας.



Η **κεφαλή** κινείται κατά τον κατακόρυφο άξονα. Εντός της κεφαλής βρίσκονται ο αντικειμενικός φακός και η συστοιχία CCD, ενώ στο κάτω μέρος της κεφαλής είναι τοποθετημένες πηγές LED που φωτίζουν το δοκίμιο από πάνω.

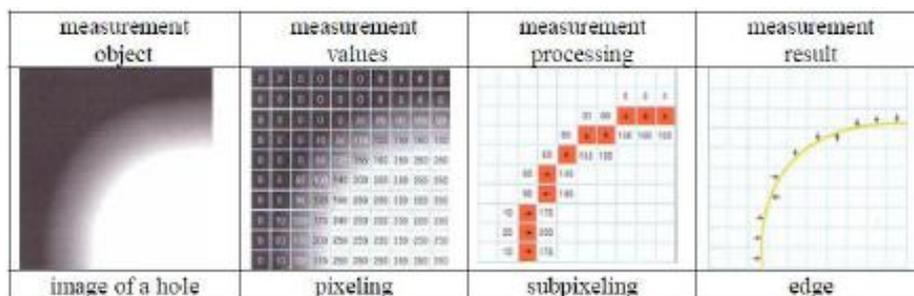
### Αρχή Λειτουργίας

Όπως προαναφέρθηκε ο οπτικός αισθητήρας αποτελείται από ένα σετ φακών μέσω των οποίων περνά το φως και εστιάζεται στον αισθητήρα CCD, ο οποίος αποτελείται από συστοιχία rixel, που είναι φωτοευαίσθητα. Η CCD μετατρέπει την τιμή της έντασης του φωτός από κάθε rixel σε ηλεκτρική τάση και εν συνεχεία η ηλεκτρική τάση μετατρέπεται σε ψηφιακή πληροφορία. Η διαδικασία

αυτή ονομάζεται Κλίμακα Επίπεδων Γκρι (gray scale value) το εύρος τιμών της οποίας είναι από 0 ως 255.

Το λογισμικό βρίσκει το άκρο (σύνоро) του σχήματος του δοκιμίου ανιχνεύοντας το σημείο όπου το επίπεδο της έντασης του γκρι αλλάζει μεταξύ δύο γειτονικών σημείων. Μετατρέπει επίσης τις συντεταγμένες των σημείων από το σύστημα συντεταγμένων της CCD σε συντεταγμένες στο σύστημα συντεταγμένων της μηχανής, και ενώνοντας τα σημεία αυτά καθορίζεται το περίγραμμα του δοκιμίου. Αξίζει να τονισθεί ότι οι μετρούμενες διαστάσεις του δοκιμίου υπολογίζονται από τις συντεταγμένες σημείων του ειδώλου και όχι του δοκιμίου.

Υπάρχουν δύο συστήματα καθορισμού των σημείων που αποτελούν το σύνορο του σχήματος του δοκιμίου: η επεξεργασία ειδώλου και η ανίχνευση ακμών. Κατά τη διαδικασία δημιουργίας ειδώλου λαμβάνονται υπόψη οι τιμές όλων των pixel, σε αντίθεση με τη μέθοδο ανίχνευσης που λαμβάνονται μόνο μερικές τιμές. Με τις επιπρόσθετες πληροφορίες της επεξεργασίας ειδώλου, τιμές επιπέδου γκρι γειτονικών pixel χρησιμοποιούνται παρεμβάλλοντας τιμές υπο-pixel. Με τη διαδικασία αυτή το σύστημα γνωρίζει όχι μόνο το pixel που περιέχει σημείο-σύνορο, αλλά και την ακριβή θέση μέσα στο pixel που βρίσκεται το σημείο.



## Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

Τα υπέρ των μηχανών μέτρησης με τηλεοπτικό αισθητήρα είναι:

- Ιδανικές για μετρήσεις ελαστικών αντικειμένων διότι με τη χρήση του αισθητήρα εικόνας αποφεύγονται παραμορφώσεις του δοκιμίου όπως θα γινόταν με αισθητήρα επαφής.
- Ιδανικές για μέτρηση πολύ μικρών αντικειμένων όπου υπάρχει αδυναμία συγκράτησης αλλά και αδυναμία χρήσης αισθητήρα επαφής λόγω του μεγάλου σχετικού μεγέθους του ως προς το δοκίμιο.
- Με τη χρήση του αισθητήρα εικόνας οι ακμές του δοκιμίου βρίσκονται κατευθείαν, ενώ με τη χρήση του αισθητήρα επαφής οι ακμές υπολογίζονται σαν τομές επιπέδων και χρήση άλλων χαρακτηριστικών βασιζόμενα σε αρκετά σημεία.
- Το αποτέλεσμα με αισθητήρες επαφής περιορίζεται από την ποσότητα των σημείων που συλλέγονται, ενώ ο αισθητήρας εικόνας λαμβάνει εκατοντάδες σημεία με μια λήψη
- Ο κύκλος μέτρησης είναι ταχύτερος με τον αισθητήρα εικόνας, αφού με τον αισθητήρα επαφής έχουμε χρόνους επαφής με το δοκίμιο, απόσυρσης αλλά και λήψης της μέτρησης.
- Ταχύτερο λογισμικό σε σχέση με άλλες CMM μηχανές.

Στον αντίποδα υπάρχουν και τα εξής μειονεκτήματα:

- Εξαιτίας του μικρού μεγέθους τους, στις visio μηχανές υπάρχει αντίστοιχος περιορισμός διαστάσεων αλλά και βάρους των δοκιμίων.
- Είναι δύσκολος ο υπολογισμός της κυλινδρικότητας και σφαιρικότητας οπών

## Γενικά για την εταιρία DOMUS

### Σύντομο ιστορικό της εταιρίας

Η εταιρία ξεκίνησε σαν μια μικρή οικοτεχνία. Ιδρυτής της υπήρξε ο Γιάννης Βασιλείου Κουνέλης, ο οποίος, αφού τελείωσε τις σπουδές του το 1916, καταπιάστηκε ,ε τις μεταλλικές κατασκευές. Δεν χρειάστηκε πολύς καιρός για να δημιουργήσει την πρώτη μικρή βιομηχανία κατασκευής μεταλλικών εξαρτημάτων την ίδια χρονιά. Έκτοτε, ασχολήθηκε με την κατεργασία μετάλλων κατασκευάζοντας διάφορα καταναλωτικά ή βιομηχανικά προϊόντα. Το 1951, η πρώτη ελληνική κλειδαριά, η Piccolo, είναι γεγονός. Η εταιρία συνεχίζει την επιτυχημένη της παρουσία και τις επόμενες δεκαετίες. Τη δεκαετία του '60 παρουσίασε στην Ελληνική αγορά τις πρώτες κλειδαριές ασφαλείας. Το 1988, πραγματοποίησε σημαντικό ύψος επενδύσεων για την παραγωγή του κυλίνδρου υψηλής ασφάλειας "PROTON", ο οποίος σημείωσε μεγάλη επιτυχία τόσο στην Ελλάδα όσο και στο εξωτερικό. Το 1990, η DOMUS επιλέχθηκε από την παγκοσμίως γνωστή εταιρία υπολογιστών IBM, για να αναπτύξει την παραγωγή μιας νέου τύπου ευέλικτης βάσης για τον εφοδιασμό των οθονών των ηλεκτρονικών υπολογιστών της, οι οποίοι παράγονταν στη Μεγάλη Βρετανία. Ο στόχος επιτεύχθηκε με αποτέλεσμα να προωθηθούν από την εταιρία εκατοντάδες χιλιάδες κομμάτια από τα προϊόντα αυτά προς όλη την Ευρώπη, με ευθύνη τήρησης των αυστηρών προδιαγραφών από την DOMUS και χωρίς να μεσολαβεί επανέλεγχος τους από την IBM.



Τελικό προϊόν - Κύλινδρος Ασφαλείας DOMUS

Σήμερα η εταιρία είναι αδιαμφισβήτητα η μεγαλύτερη βιομηχανική μονάδα παραγωγής κλειδαριών στον ελληνικό χώρο. Κατέχει την πρώτη θέση στην ελληνική αγορά με μερίδιο περίπου 30%. Με τα τμήματα Έρευνας και Ανάπτυξης και Ποιοτικού Ελέγχου βελτιώνει σταθερά την ποιότητα και ασφάλεια των προϊόντων της, καλύπτοντας τις αυξανόμενες σημερινές αλλά και μελλοντικές ανάγκες του καταναλωτή. Παράγει όλων των τύπων τις κλειδαριές όπως απλές, ασφαλείας και

υψηλής ασφαλείας για τις ξύλινες πόρτες. Κατέχει επίσης τις υψηλότερες πωλήσεις όσον αφορά τις κλειδαριές για τα κουφώματα σιδήρου, αλουμινίου και αναπτύσσει νέα προϊόντα για το χώρο των κουφωμάτων αλουμινίου.

Τα προϊόντα της DOMUS προτιμώνται ιδίως για την άριστη και σταθερή ποιότητα τους καθώς και την καλή οργάνωση διανομής. Στην προσπάθειά της να ευθυγραμμίζεται με τα υψηλά διεθνή πρότυπα ποιότητας, εφαρμόζει εδώ και χρόνια Πιστοποιημένο Σύστημα Ποιότητας, χρησιμοποιώντας εξοπλισμό ποιοτικού ελέγχου. Η απόκτηση πιστοποίησης ISO 9001 για το σχεδιασμό των προϊόντων αποτελεί και την απόδειξη για την προσήλωση της εταιρίας στον υπεύθυνο σχεδιασμό των προϊόντων της .

Η εταιρία παρουσιάζει μεγάλη παράδοση στον χώρο των εξαγωγών. Ασχολείται πάνω από 30 χρόνια με σταθερή πελατεία, ορισμένα δε προϊόντα της κατέχουν υψηλή θέση σε αρκετές χώρες του εξωτερικού. Η μισή περίπου βιομηχανική παραγωγή της εταιρίας εξάγεται. Η εταιρία παράγει και εμπορεύεται στην Ελλάδα και το εξωτερικό περισσότερα από 500 είδη και καλύπτει κάθε απαίτηση στον τομέα της ασφάλειας, παρέχοντας στον καταναλωτή τη δυνατότητα να επιλέγει αυτό που πραγματικά χρειάζεται, προσαρμοσμένο στη αισθητική και στις δυνατότητές του. Απασχολεί περίπου 85 άτομα χωρίς να λαμβάνεται υπόψη το πλήθος των εργαζομένων που απασχολούνται τους συνεργαζόμενους με αυτήν υπεργολάβους.

Με βάση τη στρατηγική ανάπτυξης που έχει υιοθετήσει, ερευνά συνεχώς τις ανάγκες της Ελληνικής και ξένης αγοράς για να αναπτύξει νέα προϊόντα και να βελτιώσει τα ήδη υπάρχοντα. Αυτό επιδιώκει μέσα από τη δημιουργική, ποιοτική και οργανωτική ευελιξία και όχι μόνο μέσα από τις ποσοτικές αυξήσεις πωλήσεων συγκεκριμένων προϊόντων. Για να υλοποιηθεί αυτή η στρατηγική, η εταιρία προσβλέπει στη δημιουργική συνεισφορά όλου του ανθρώπινου δυναμικού της και τον πλήρη συντονισμό των λειτουργιών της.

## Παραγωγικές διαδικασίες στη DOMUS

Η παραγωγή βρίσκεται σε εγκαταστάσεις συνολικής επιφάνειας 4.000 τ.μ. και λειτουργεί με την υποστήριξη από ένα μηχανογραφημένο περιβάλλον. Τα τμήματα παραγωγής που περιλαμβάνει είναι: α) χυτηρίου , β) κοπής- διαμόρφωσης εξαρτημάτων χαλυβδοταινίας, γ) ενδιάμεσων φάσεων (διαμορφώσεις, συγκολλήσεις, συνδέσεις κ.λπ. ), δ) επιμεταλλώσεως, ε) κατασκευής κυλίνδρων υψηλής ασφάλειας, στ) συναρμολόγησης και τελικού ελέγχου, ζ) συσκευασίας και η) αποθηκών α' υλών, ενδιάμεσων και ετοιμού προϊόντος.

Η παραγωγή της εταιρίας DOMUS είναι οργανωμένη σε ομάδες παραγωγής και κέντρα εργασίας, τα οποία παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

<b>Ομάδες Παραγωγής</b>	<b>Αριθμός Κ.Ε.</b>
Ενδιάμεσες Φάσεις	23
Εξαρτήματα Κυλίνδρων	21
Κολλήματα Καρφώματα	10
Κοπές	12
Νικελωτήριο	4
Συναρ/ση. Κυλίνδρου Ασφαλείας Proton	7
Συναρμολόγηση Κλειδαριών	53
Χυτεύσεις	4
<b>Σύνολο</b>	<b>134</b>

Η διάταξη των παραπάνω τμημάτων/ διευθύνσεων έχει σχεδιασθεί με τη βοήθεια σχεδιαστικού προγράμματος AutoCad. Όλος ο ειδικός εξοπλισμός μελετάται και παράγεται από το εξειδικευμένο προσωπικό της εταιρίας ή από συνεργαζόμενες εταιρίες πάντα με την επίβλεψη του Τεχνικού Τμήματος. Οι πρώτες ύλες, τα παραγόμενα εξαρτήματα και όλα τα τελικά προϊόντα ελέγχονται βάσει των Ευρωπαϊκών προτύπων στο εργαστήριο δοκιμών της εταιρίας. Η μονάδα του εργοστασίου συνεργάζεται με εγκεκριμένους και ίδιας φιλοσοφίας υπεργολάβους, οι οποίοι εξυπηρετούν τις ανάγκες της παραγωγής.

Η DOMUS διαθέτει μεγάλη ποικιλία προϊόντων, τα οποία διαρθρώνονται στις παρακάτω βασικές κατηγορίες:

- Προϊόντα για ανοιγόμενες πόρτες αλουμινίου/ σιδήρου
- Πόμολλα και Ροζέτες
- Προϊόντα για συρόμενα παράθυρα αλουμινίου

- Προϊόντα για ανοιγόμενα παράθυρα αλουμινίου
- Κύλινδροι ασφαλείας
- Προϊόντα ξύλου
- Τετράγωνες κλειδαριές
- Ηλεκτρονικά συστήματα ασφαλείας

Το σύστημα παραγωγής της DOMUS A.E.B.E. βασίζεται στην παραγωγή τελικών προϊόντων προς αποθεματοποίηση (make-to-stock). Υπάρχει δηλαδή καθημερινή λειτουργία των παραγωγικών τμημάτων της εταιρίας και αποθήκευση των προϊόντων αυτών στην αποθήκη ετοιμών της εταιρίας όπου τα προϊόντα είναι διαθέσιμα προς παράδοση στους πελάτες της. Τα τμήματα της παραγωγής είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους έτσι ώστε να μπορούν να λειτουργούν αυτόνομα. Υπάρχει απόθεμα πρώτων υλών καθώς και απόθεμα ενδιάμεσων κατεργασμένων προϊόντων από όπου τροφοδοτούνται τα τμήματα της παραγωγής. Διατηρείται απόθεμα ασφαλείας της τάξης των τριών χιλιάδων κωδικών, το οποίο υπάρχει διαθέσιμο καθημερινά στην αποθήκη της. Οι αποθήκες της (α υλών και ετοιμών) έχουν τυπική διάταξη αποθηκών ροής U, ενώ η φιλοσοφία διαχείρισης των προϊόντων της σε αυτές είναι FIFO, όπου το πρώτο εισαχθέν στην αποθήκη είναι το πρώτο που εξάγεται. Τέλος οι αποθήκες της είναι διαμορφωμένες με κλασσικά ράφια παλετών back-to-back με οργάνωση ανά κωδικό προϊόντος, καθώς και με επάλληλα στρώματα παλετών σε μορφή απλής στοίβαξης. Γίνεται χρήση περονοφόρων μηχανημάτων RT με τα οποία γίνεται η τοποθέτηση, μεταφορά και φόρτωση των παλετών ετοιμών προϊόντων καθώς και α υλών. Επιπλέον υπάρχουν χειροκίνητοι παλετοφόροι για μεταφορά των παλετών στα παραγωγικά τμήματα και τα διάφορα επίπεδα της παραγωγής με τη χρήση ανελκυστήρα.

## Οργανωτική διάρθρωση της εταιρίας. Φιλοσοφία- Στρατηγική

Για την καλύτερη κατανόηση της λειτουργίας της επιχείρησης σημαντικό είναι να δώσουμε προσοχή στην οργανωτική της διάρθρωση. Απαραίτητη είναι η γνώση των τμημάτων που έχει η επιχείρηση, η κατανόηση των αρμοδιοτήτων κάθε τμήματος και οι καθημερινές εργασίες που γίνονται σε κάθε τμήμα. Επίσης σημαντικό είναι να εντοπίσουμε το παραγωγικό σύστημα της εταιρίας, την επιχειρησιακή της στρατηγική, τη διάταξη των αποθηκών της κα.

Η DOMUS προσπαθεί καθημερινά να εμφυσήσει της αξίες της στους εργαζόμενους και αναμένει αυτές να επιβεβαιώνονται μέσα από την καθημερινή πρακτική στην εργασία. Συνοπτικά αυτές είναι:

- Η εστίαση στις ανάγκες του πελάτη
- Η συνεχής ανάπτυξη των ανθρώπων της εταιρίας
- Η έμφαση στις εργασίες που προσθέτουν αξία
- Η συνεχής βελτίωση των παραγόμενων υπηρεσιών της εταιρίας και των τελικών προϊόντων της
- Η συνέπεια με τις δεσμεύσεις της εταιρίας
- Η σύμπνοια του κάθε εργαζόμενου με τους εταιρικούς στόχους
- Η συνεργασία, η ομαδικότητα και οι θετικές συναδερφικές σχέσεις
- Η προθυμία, το ενδιαφέρον και η καταβολή προσπάθειας και η διαθεσιμότητα του εργαζόμενου σε περίπτωση ειδικών συνθηκών.

Όλα τα παραπάνω πρέπει να είναι όχι μόνο αποδεκτά, αλλά να αποτελούν το “πιστεύω” του κάθε εργαζόμενου της DOMUS! Η DOMUS έχει χαράξει επιχειρησιακή στρατηγική σύγχρονη και προσαρμοσμένη στα μέτρα μιας μεσαίας βιομηχανικής μονάδας που την καθιστούν ανταγωνιστική σε διεθνή επίπεδα. Βάσει αυτής της στρατηγικής, ερευνά συνεχώς τις ανάγκες της Ελληνικής και ξένης αγοράς για να αναπτύξει νέα προϊόντα και να βελτιώσει τα υπάρχοντα. Αυτό το επιδιώκει μέσα από δημιουργική ποιοτική και οργανωτική ευελιξία και όχι μόνο μέσα από ποσοτικές αυξήσεις συγκεκριμένων προϊόντων, λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες των πελατών και συνεργατών της.

Οι αυξημένες απαιτήσεις των πελατών της για νέα προϊόντα, προηγμένη ασφάλεια και τεχνικές γνώσεις ικανοποιούνται μέσω της άμεσης και καθημερινής επαφής μαζί τους, με το έμπειρο προσωπικό που προσφέρει την απαραίτητη τεχνική υποστήριξη και γνώσεις για την εφαρμογή και τη λειτουργία των προϊόντων της .



Η εταιρία DOMUS περιλαμβάνει τα παρακάτω τμήματα/διευθύνσεις:

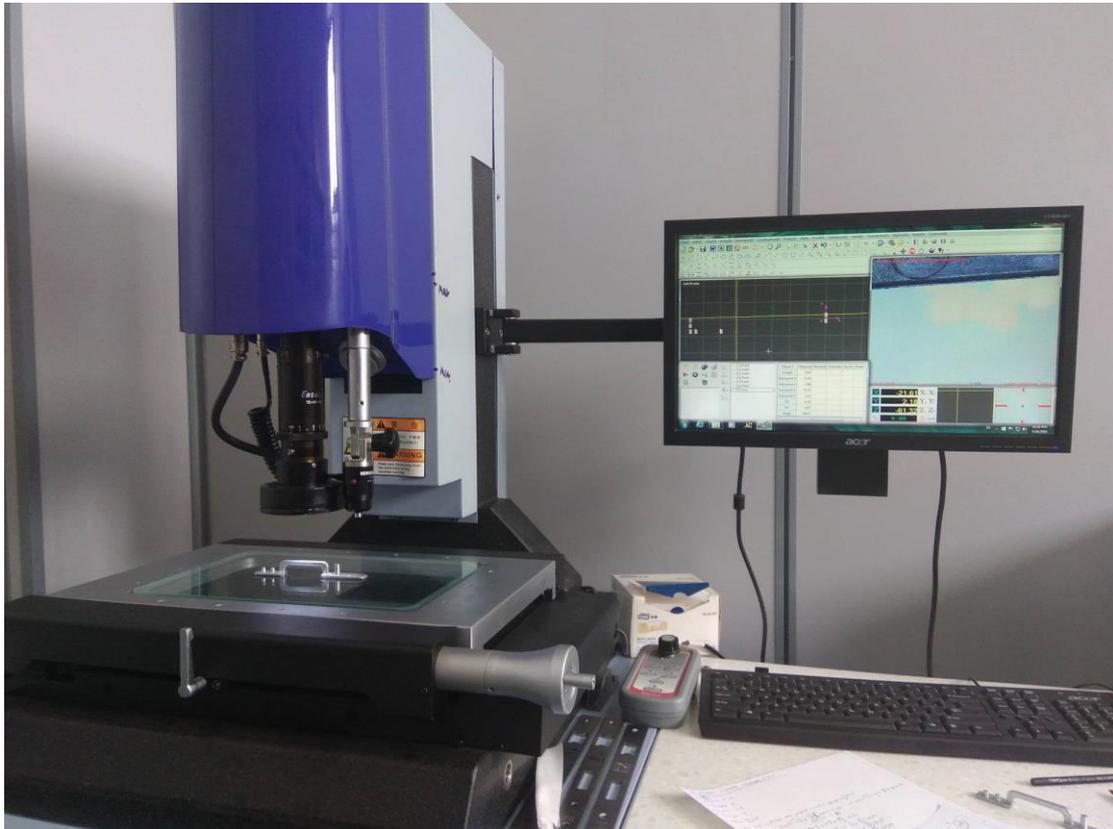
- Οικονομική διεύθυνση
- Εμπορική διεύθυνση
- Τμήμα εξαγωγών
- Τμήμα ανθρώπινου δυναμικού
- Τμήμα έρευνας και ανάπτυξης
- Τμήμα διασφάλισης ποιότητας και ποιοτικού ελέγχου
- Τμήμα προγραμματισμού και logistics
- Αποθήκες και τμήμα διανομής
- Τεχνικό τμήμα
- Τμήματα παραγωγής

## Παραδοτέο manual λειτουργίας της μετρητικής μηχανής Easson 2D

Ακολουθεί το εγχειρίδιο χρήσης της μετρητικής μηχανής Easson 2D που ήταν και το και το ζητούμενο από την εταιρία DOMUS, το οποίο καλύπτει λεπτομερώς κάθε απαίτηση και στόχο που είχε τεθεί στην έναρξη της εκπόνησης της πρακτικού αυτού μέρους της παρούσας διπλωματικής:

- Παρουσιάζει εκτενώς και δίνει μια επεξήγηση των μερών που απαρτίζουν τη μετρητική αυτή μηχανή
- Περιγράφει λεπτομερώς τη λειτουργία κάθε εικονιδίου που εμφανίζεται στην οθόνη του Η/Υ και αφορά το λογισμικό της μετρητικής μηχανής
- Αποτυπώνει τους τρόπους αποθήκευσης των τιμών των μεγεθών που μας ενδιαφέρουν
- Παρουσιάζει μεθοδικά τη διαδικασία μεταφοράς των αξόνων του συστήματος πάνω στο μετρούμενο τεμάχιο
- Παρουσιάζει όλους τους δυνατούς συνδυασμούς φωτισμού
- Παρατίθενται οι εναλλακτικοί τρόποι εστίασης και προτείνεται η ορθή διαδικασία
- Επεξηγείται βηματικά η διαδικασία εγγραφής και αποθήκευσης μέτρησης συγκεκριμένου τεμαχίου που οδηγεί στην αυτοματοποίηση.

## ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΧΡΗΣΗΣ ΜΕΤΡΗΤΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ EASSON 2D

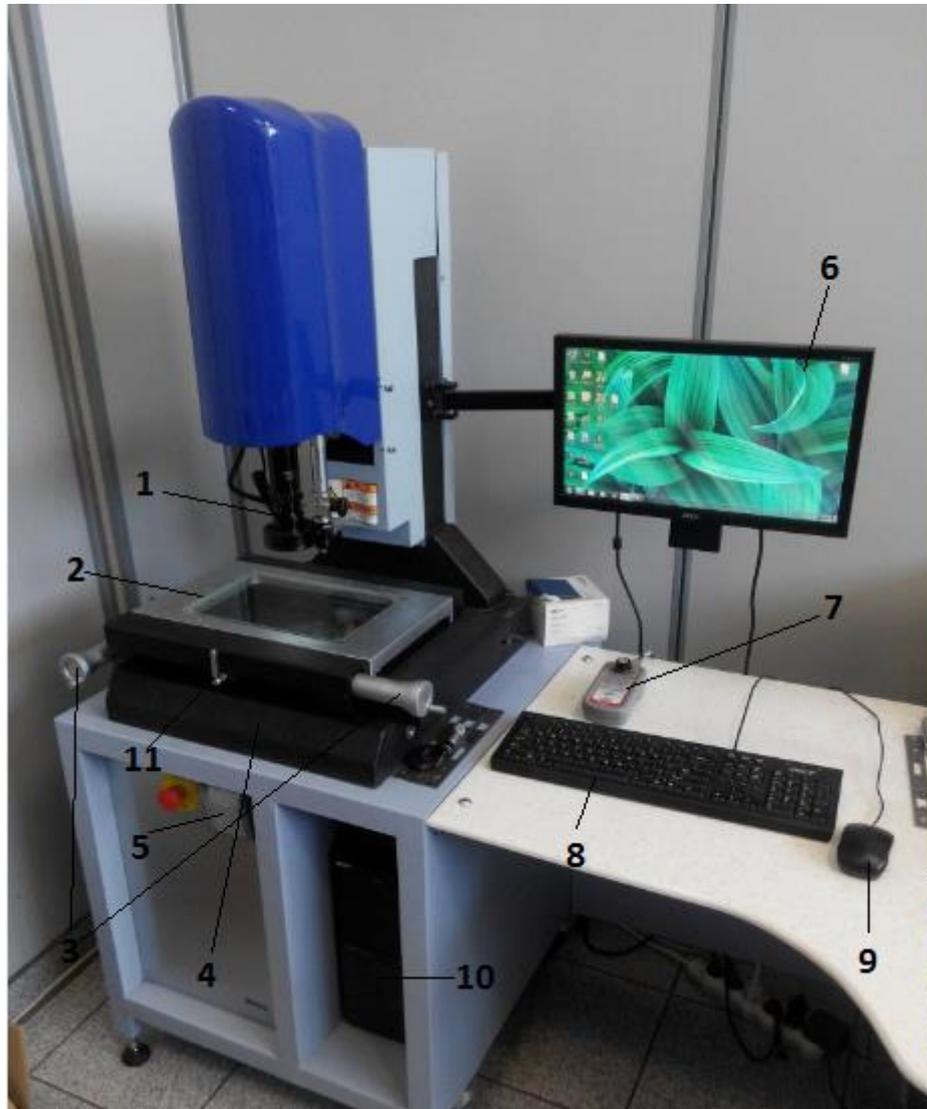


Συγγραφείς: Ζούπας Δημήτριος  
Μπεθάνης Γεώργιος

Σκοπός του παρόντος εγχειριδίου αποτελεί η συνοπτική και κατανοητή καταγραφή των λειτουργιών και δυνατοτήτων της μετρητικής μηχανής Easson 2D με στόχο τη δυνατότητα πραγματοποίησης μέτρησης από τον οποιοδήποτε υπάλληλο του Τμήματος Ελέγχου Ποιότητας της εταιρίας.

Η διαμόρφωσή του βασίζεται στην καθημερινή τριβή μας με τη μετρητική μηχανή στα πλαίσια διενέργειας της διπλωματικής μας υπό την καθοδήγηση του επιβλέποντος καθηγητή μας κ.Λεώπουλου Βρασίδα και του κ.Χατζηστέλιου Γεώργιου.

## Περιγραφή μετρητικής μηχανής



**Εικόνα 1**

Στην εικόνα 1 φαίνεται η διάταξη της μετρητικής μηχανής Eason EV-2515 και ακολουθεί η ονομασία των μερών που την απαρτίζουν:

1. Φακός
2. Τράπεζα εργασίας
3. Χειρολαβές κίνησης τράπεζας
4. Βάση στήριξης
5. Ασφάλεια

6. Οθόνη Η/Υ
7. Χειριστήριο
8. Πληκτρολόγιο
9. Ποντίκι
10. Μονάδα Η/Υ
11. Μοχλός γρήγορης κίνησης τράπεζας

## Έναρξη Μετρητικής Μηχανής

Για την εκκίνηση της μετρητικής μηχανής ο χειριστής ακολουθεί τα εξής βήματα:

- **Βήμα 1:**

Ενεργοποιεί τον ηλεκτρονικό υπολογιστή πατώντας το κουμπί που βρίσκεται στην κεντρική μονάδα του υπολογιστή και παράλληλα ενεργοποιεί την οθόνη.

- **Βήμα 2:**

Ο χειριστής σηκώνει την ασφάλεια που βρίσκεται στο κουτί της μηχανής ακριβώς δίπλα στην μονάδα του Η/Υ.



Εικόνα 2

- **Βήμα 3:**

Για να ανοίξει το πρόγραμμα στην οθόνη του Υ/Η:

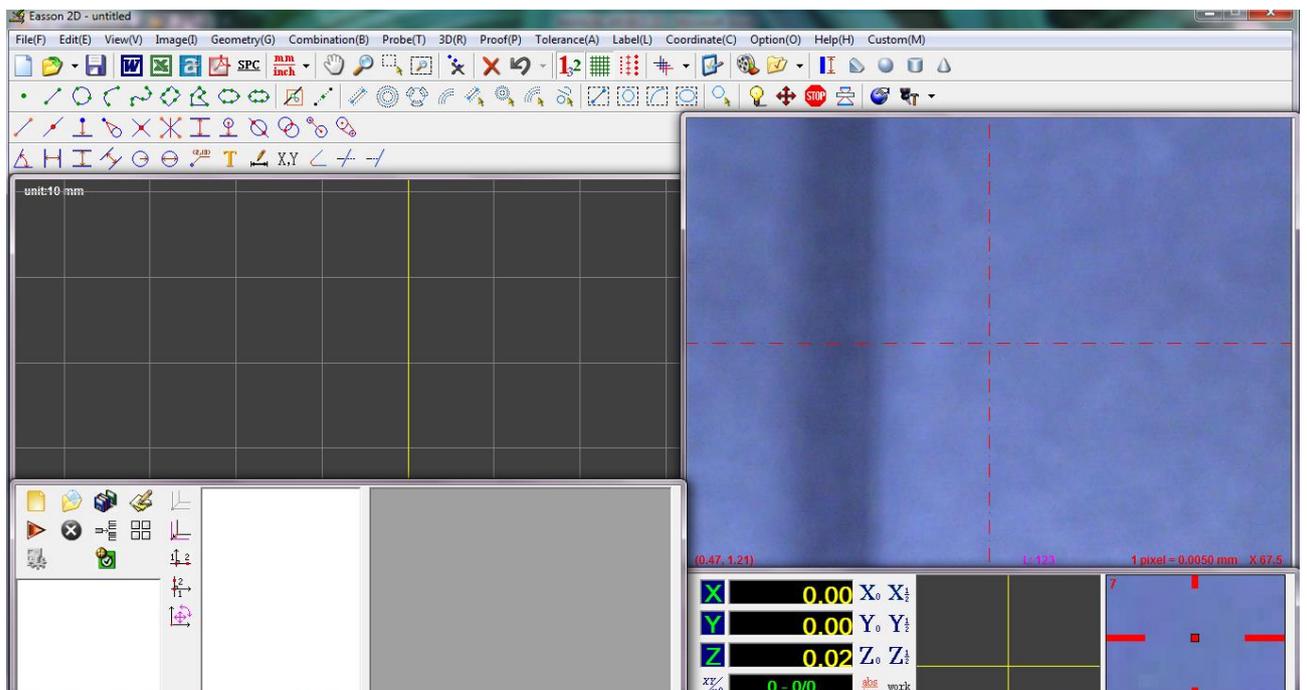
-Είτε επιλέγει το ακόλουθο εικονίδιο που βρίσκεται στην επιφάνεια εργασίας [Easson 2D]



-Είτε μέσω της γραμμής εργασιών των Windows ακολουθεί την παρακάτω διαδικασία:

<< Start/ Program/ Easson 2D>>

Ακολουθεί η εικόνα που εμφανίζεται στην οθόνη.



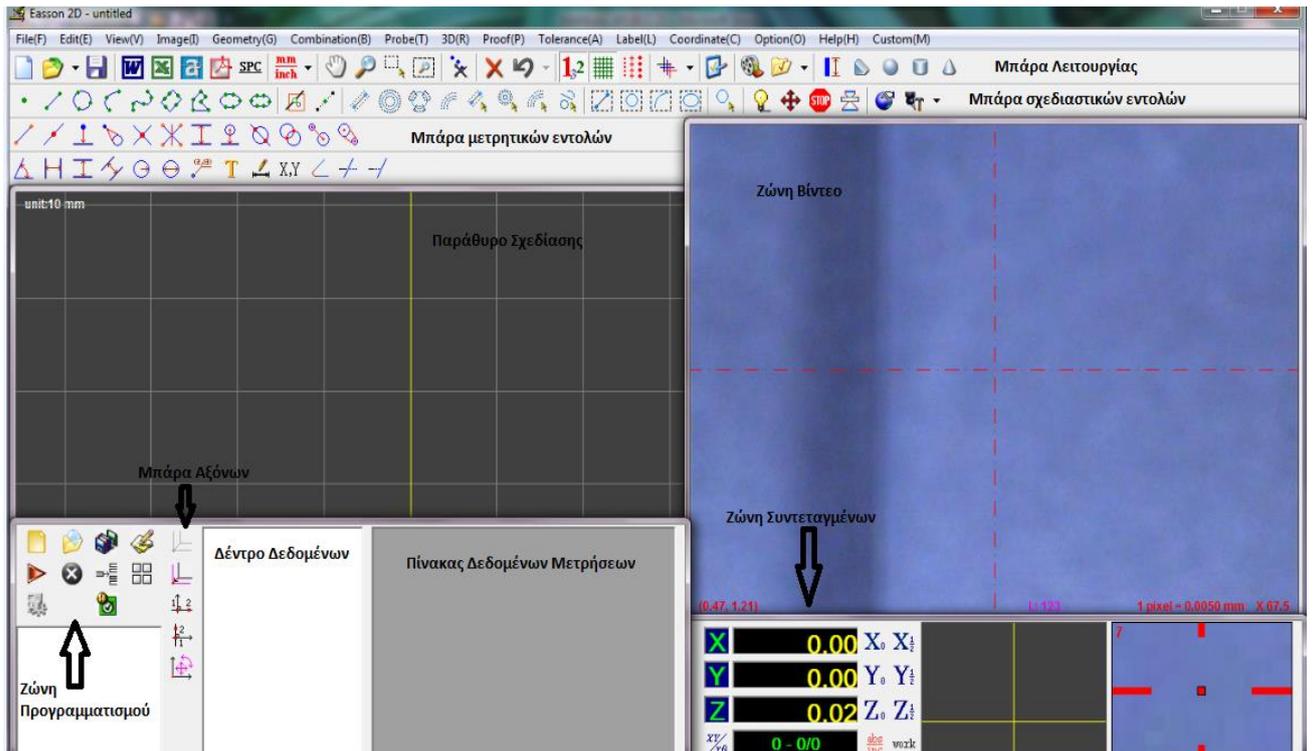
Εικόνα 3

## Περιγραφή Οθόνης Εργασίας

Η οθόνη εργασίας αποτελείται από:

- Τη Μπάρα Λειτουργίας, που δίνει τη δυνατότητα επεξεργασίας του αρχείου και μορφοποίησης του παράθυρου σχεδίασης όπως αυτά περιγράφονται στο κεφάλαιο «Μπάρα Λειτουργίας».
- Τη Μπάρα Σχεδιαστικών εντολών, που δίνει τη δυνατότητα σχεδίασης πάνω στο τεμάχιο όπως περιγράφεται στο κεφάλαιο «Μπάρα Σχεδιαστικών Εντολών».
- Τη Μπάρα Μετρητικών Εντολών, που δίνει τη δυνατότητα μέτρησης των αποστάσεων των σχεδιασμένων στοιχείων όπως περιγράφεται στο κεφάλαιο «Μπάρα Μετρητικών Εντολών».
- Το Παράθυρο Σχεδίασης, στο οποίο αποτυπώνεται κάθε μέτρηση που γίνεται στο τεμάχιο.
- Το Δέντρο Δεδομένων, στο οποίο εμφανίζονται κατά σειρά όλες οι μετρήσεις .
- Τον Πίνακα Δεδομένων Μετρήσεων, στον οποίο εμφανίζονται αναλυτικά όλα τα δεδομένα για κάθε μετρούμενο στοιχείο του τεμαχίου.
- Τη Μπάρα Αξόνων, που δίνει τη δυνατότητα μεταφοράς των αξόνων όπως περιγράφεται στο κεφάλαιο «Μπάρα Αξόνων»
- Τη Ζώνη Προγραμματισμού(δεν έχει αναλυθεί ακόμη), που δίνει τη δυνατότητα επεξεργασίας ενός προγράμματος μετρήσεων.
- Τη Ζώνη Βίντεο, στην οποία αποτυπώνεται η εικόνα του μετρούμενου τεμαχίου.
- Τη Ζώνη Συντεταγμένων, στην οποία εμφανίζεται η τρέχουσα θέση.

Ακολουθεί επεξηγηματική εικόνα της οθόνης εργασίας:

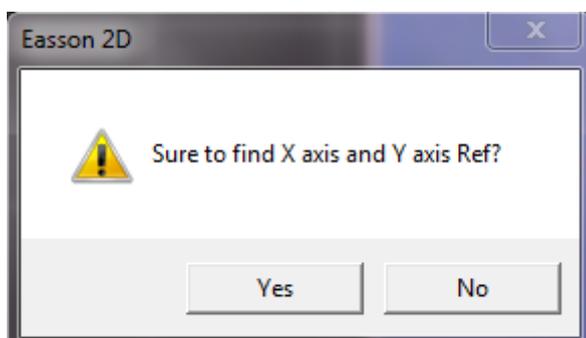


Εικόνα 4

## Αρχικοποίηση Αξόνων

Για την αρχικοποίηση των αξόνων ο χειριστής ακολουθεί τα ακόλουθα βήματα:

- **Βήμα 1:**  
Μηδενίζει τους άξονες X και Y κλικάροντας την επιλογή **Proof(P)**, ανοίγει αυτόματα μια σειρά εντολών και επιλέγει **Manually move the measuring table to absolute zero.**
- **Βήμα 2:**  
Επιλέγει την επιλογή YES στο προηγούμενο παράθυρο διαλόγου. Έτσι έχει ορίσει την αρχή των αξόνων και στην ζώνη συντεταγμένων τα X και Y έχουν μηδενιστεί.



Εικόνα 5

- **Βήμα 3:**  
Κινεί την τράπεζα δεξιά/αριστερά χρησιμοποιώντας τον αντίστοιχο μοχλό μέχρι η ένδειξη του X στην ζώνη συντεταγμένων να γίνει διαφορετική του μηδενός.



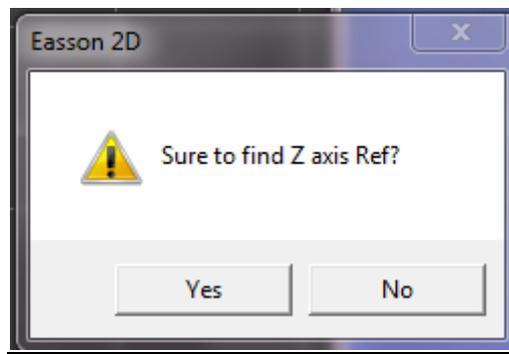
Εικόνα 6

- **Βήμα 4:**  
Κινεί την τράπεζα εμπρός/πίσω χρησιμοποιώντας τον αντίστοιχο μοχλό μέχρι η ένδειξη του Y να γίνει διαφορετική του μηδενός.



Εικόνα 7

- Βήμα 5:**  
 Μηδενίζει τον άξονα Z πηγαίνοντας πάλι στην επιλογή **Proof(P)** επιλέγοντας **Find Z axis Ref.**



Εικόνα 8

- Βήμα 6:**  
 Επιλέγει την επιλογή YES στο προηγούμενο παράθυρο διαλόγου. Έτσι έχει ορίσει την αρχή του άξονα Z και στον πίνακα αξόνων η τιμή του Z έχει μηδενιστεί.
- Βήμα 7:**  
 Κινεί την κεφαλή της μετρητικής μηχανής πάνω/κάτω χρησιμοποιώντας το αντίστοιχο χειριστήριο που βρίσκεται στο γραφείο και πατώντας αντίστοιχα τα κουμπιά up/down μέχρι η ένδειξη του Z στη ζώνη συντεταγμένων να γίνει διαφορετική του μηδενός.



Εικόνα 9

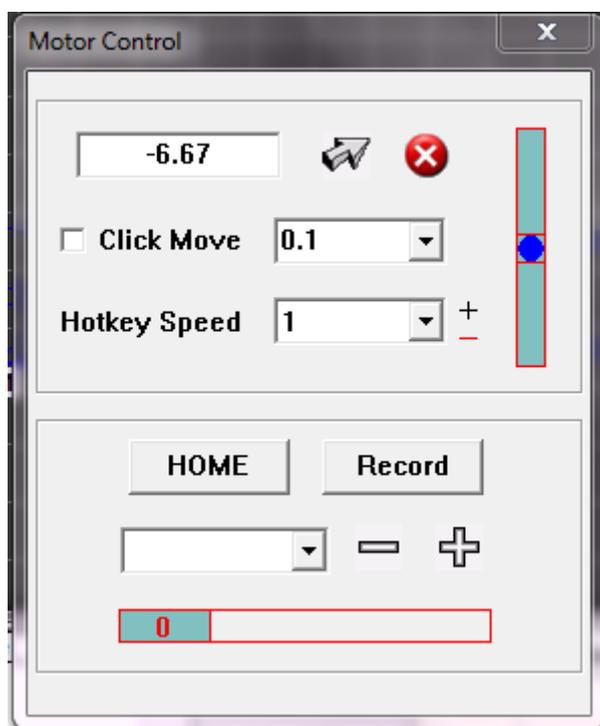
### -Παρατήρηση:

Η κίνηση ως προς τους άξονες X και Y γίνεται μόνο χειροκίνητα. Αντιθέτως η κίνηση ως προς τον Z γίνεται είτε με τη χρήση του χειριστηρίου είτε την επιλογή **Motor Control** που βρίσκεται στην μπάρα λειτουργίας.

### Motor Control



Επιλέγοντας το εικονίδιο ανοίγει στην οθόνη το παρακάτω παράθυρο:



Εικόνα 10

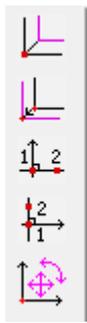
Η χρησιμότητα της επιλογής αυτής είναι η ρύθμιση της κίνησης της μηχανής ως προς τον άξονα Z. Για να δοθεί η ακριβής θέση, πληκτρολογείται η επιθυμητή τιμή στο αντίστοιχο πεδίο, και πατώντας το κουμπί  βρίσκεται σε αυτή.

Προσοχή! Προκειμένου να βρεθεί στην επιθυμητή θέση, είτε με την χρήση της επιλογής Motor Control είτε με το χειριστήριο, απαραίτητο είναι να έχουν ρυθμιστεί προηγουμένως οι άξονες.

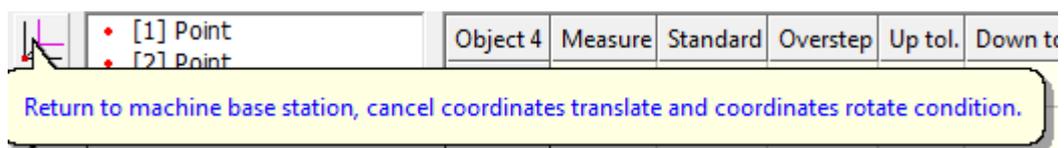
## Μεταφορά Αξόνων στο Τεμάχιο

Αφού εκτελεστεί η κατάλληλη διαδικασία για το μηδενισμό των αξόνων X,Y,Z, τότε τοποθετείται το προς μέτρηση τεμάχιο στην τράπεζα. Η πρώτη κίνηση για την εκκίνηση της μέτρησης των διαστάσεων είναι η μεταφορά των αξόνων από το σύστημα αναφοράς με το οποίο έχει οριστεί να λειτουργεί η μηχανή, σε σύστημα αναφοράς προσαρμοσμένο πάνω στο τεμάχιο. Για την ευκολότερη και ακριβέστερη μέτρηση των διαστάσεων ενός τεμαχίου, ενδείκνυται να υπάρχει πάνω στο τεμάχιο μια ευθεία αναφοράς με βάση την οποία πραγματοποιούνται οι μετρήσεις. Με αυτόν τον τρόπο όπως και να τοποθετηθεί το τεμάχιο επάνω στην τράπεζα τα αποτελέσματα θα παραμένουν τα ίδια. Δηλαδή με την μεταφορά αξόνων οι μετρήσεις που θα πραγματοποιηθούν είναι ανεξάρτητες από την θέση του τεμαχίου στην τράπεζα.

### ΜΠΑΡΑ ΑΞΟΝΩΝ:

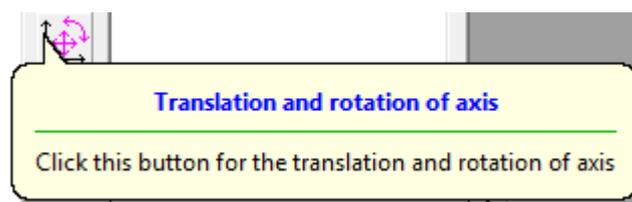


1.

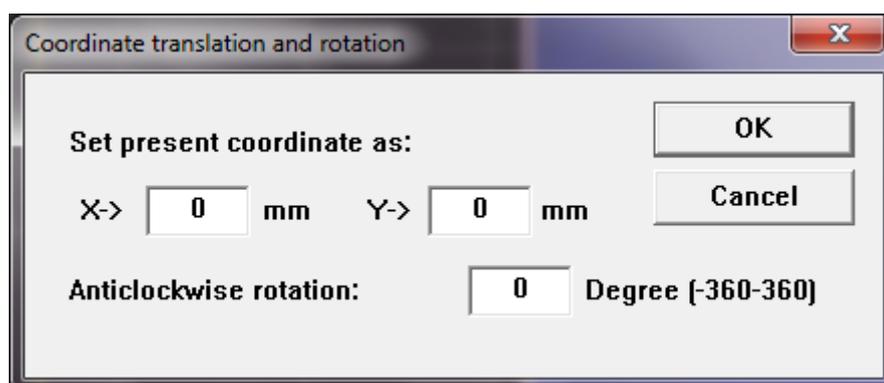


Επιστρέφει τους άξονες όπως ήταν καθορισμένοι από την αρχή στο σύστημα σε περίπτωση που τους έχουμε αλλάξει. (X,Y κάθετοι και σύμφωνα με την κίνηση της τράπεζας)

2.



Δυνατότητα περιστροφής του συστήματος των αξόνων.

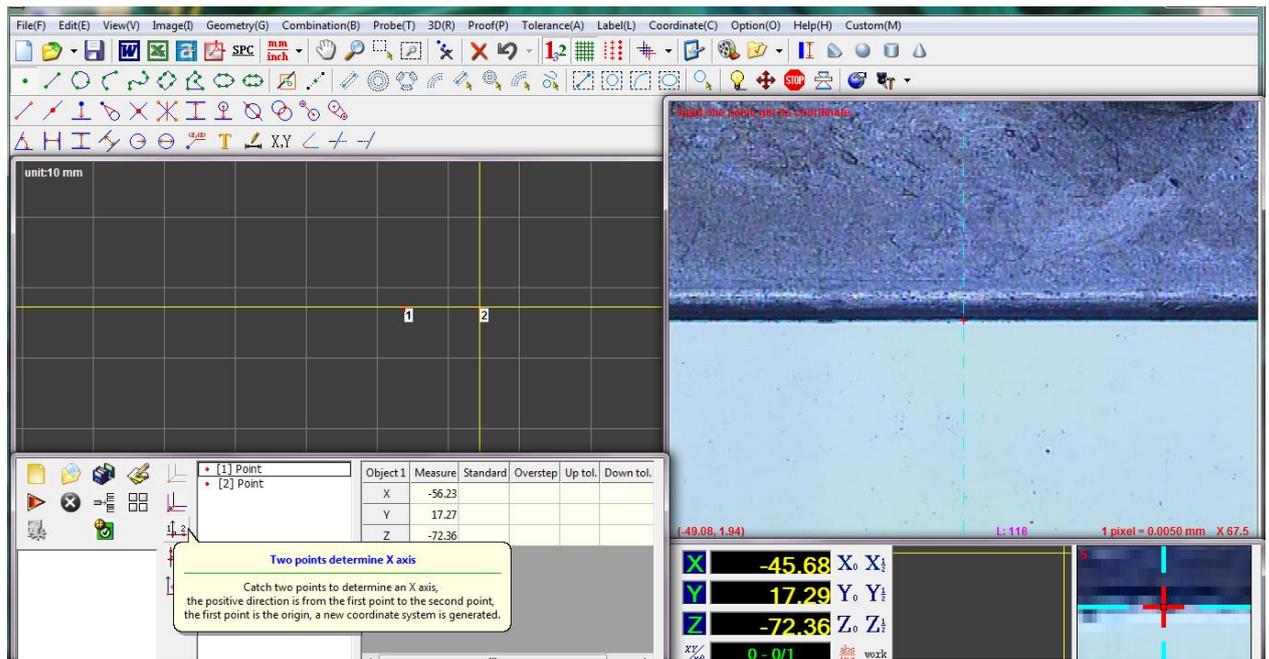


Εικόνα 11

Δυνατότητα μετατόπισης αξόνων X, Y ορίζοντας τις επιθυμητές συντεταγμένες και δυνατότητα αντιωρολογιακής περιστροφής των αξόνων από -360° ως 360°.

3. Ορίζω άξονα X:

- **Βήμα 1:**  
Ο χειριστής σχεδιάζει 2 σημεία στην πλευρά του τεμαχίου που θέλει να ορίσει ως άξονα X .
- **Βήμα 2:**  
Κλικάρει το εικονίδιο  και επιλέγει τα 2 σημεία.
- **Βήμα 3:**  
Η σειρά επιλογής των σημείων καθορίζει τη θετική φορά του άξονα X.



Εικόνα 12

#### 4. Ορίζω άξονα Y:

- **Βήμα 1:**

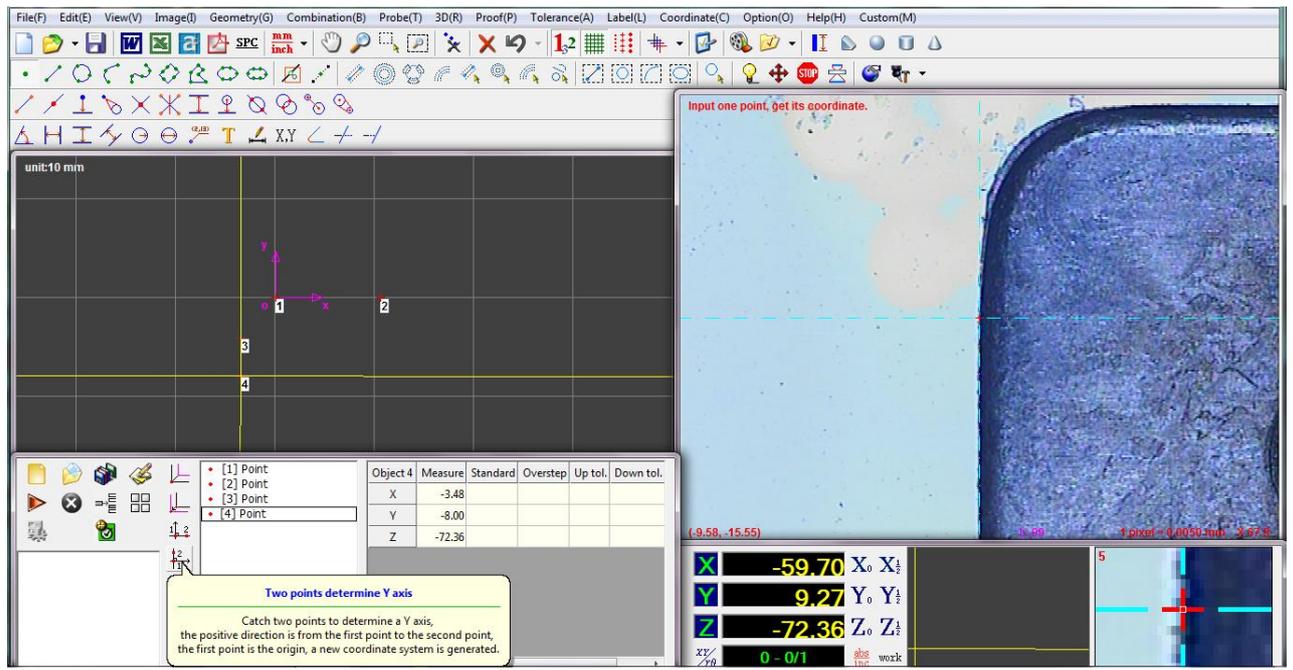
Ο χειριστής σχεδιάζει 2 σημεία στην πλευρά του τεμαχίου που θέλει να ορίσει ως άξονα Y .

- **Βήμα 2:**

Κλικάρει το εικονίδιο  και επιλέγει τα 2 σημεία.

- **Βήμα 3:**

Η σειρά επιλογής των σημείων καθορίζει τη θετική φορά του άξονα Y .

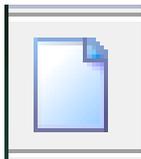


Εικόνα 13

## Μπάρα Λειτουργίας



1.



Δημιουργία ενός νέου αρχείου μέτρησης.

2.



Άνοιγμα φακέλου και επιλογή αρχείου μέτρησης.

3.



Αποθήκευση αρχείου μέτρησης.

4.



Αποθήκευση σε μορφή Microsoft Word, στην οποία εμφανίζεται ένα print screen του παράθυρου σχεδίασης καθώς και ότι έχει επιλεγεί από το πίνακα δεδομένων μετρήσεων.

5.



Αποθήκευση σε μορφή Microsoft excel, στην οποία εμφανίζεται ένα print screen του παράθυρου σχεδίασης καθώς και ότι έχει επιλεγεί από το πίνακα δεδομένων μετρήσεων.

6.



Αποθήκευση σε μορφή .dxf (CAD/CAM) , στην οποία εμφανίζεται ένα print screen του παράθυρου σχεδίασης

7.



Αποθήκευση σε μορφή pdf, στην οποία εμφανίζονται μόνο τα επιλεγμένα στοιχεία του πίνακα δεδομένων μετρήσεων

8.



Ανοίγει το λογισμικό SPC

9.



Αλλάζει τις μονάδες μέτρησης από μέτρο σε ίντσες.

10.



Κρατώντας συνεχόμενα πατημένο το αριστερό κουμπί του ποντικιού, επιτρέπεται η κίνηση στο παράθυρο σχεδίασης.

11.



Κάνοντας αριστερό κλικ στην επιλογή και μετακινώντας το ποντίκι στο παράθυρο σχεδίασης γίνεται Zoom in/out ανάλογα με την κίνηση της ροδέλας.

12.



Μπαίνει σε πλαίσιο ένα τμήμα του παραθύρου σχεδίασης στο οποίο εστιάζει ο χειριστής το οποίο ακολούθως φαίνεται στο παράθυρο σε πλήρη οθόνη.

13.



Δίνει όλα τα σχεδιασμένα αντικείμενα πάνω στο παράθυρο σχεδίασης σε πλήρη οθόνη.

14.

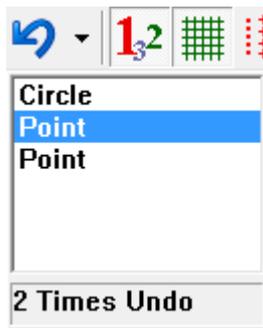


Διαγραφή αντικειμένου σχεδίασης.

15.



Αναίρεση ενέργειας.



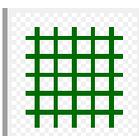
Δίνει τη δυνατότητα επαναφοράς οποιουδήποτε στοιχείου έχει διαγραφεί και όχι μόνο του τελευταίου.

16.

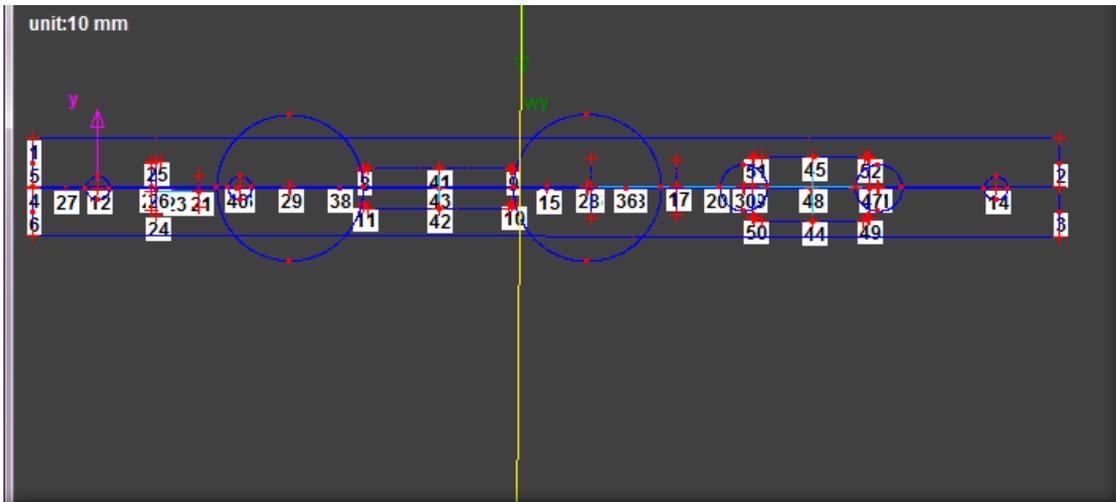


Προσθέτει ή αφαιρεί τα νούμερα στα σχεδιασμένα αντικείμενα.

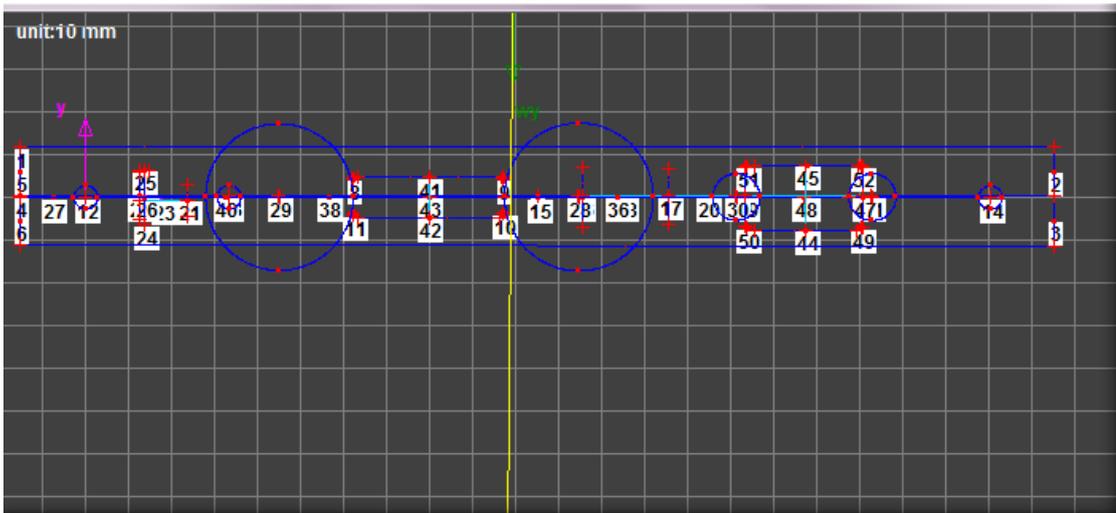
17.



Προσθέτει ή αφαιρεί αντίστοιχα το πλέγμα στο παράθυρο σχεδίασης το οποίο βοηθά στην κατανόηση του σχεδίου.

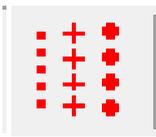


Εικόνα 14

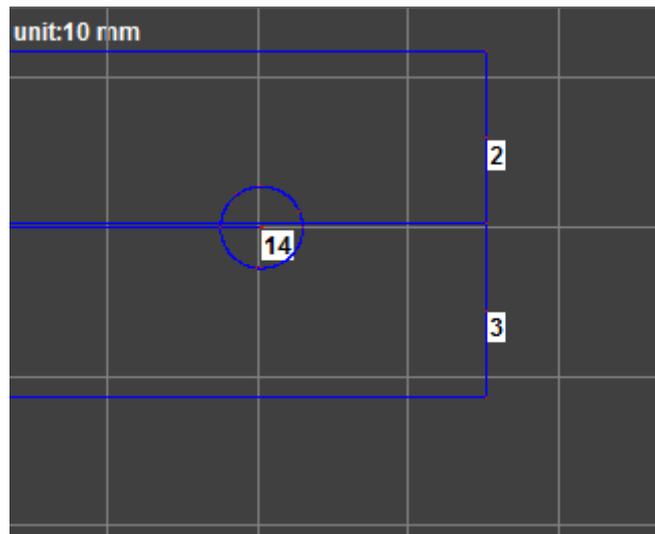


Εικόνα 15

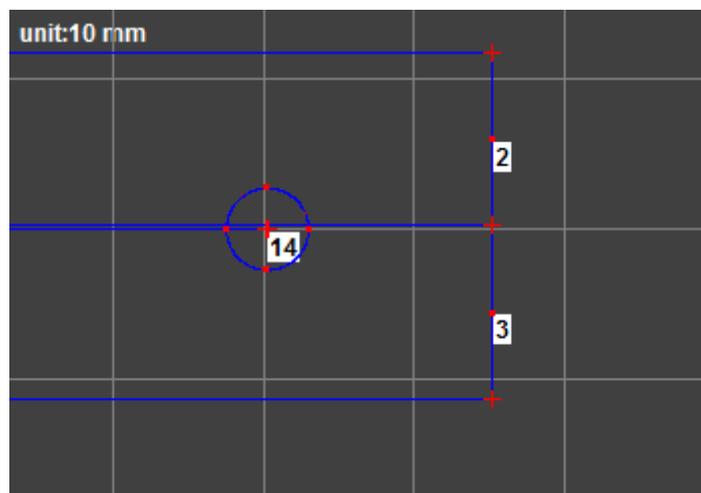
18.



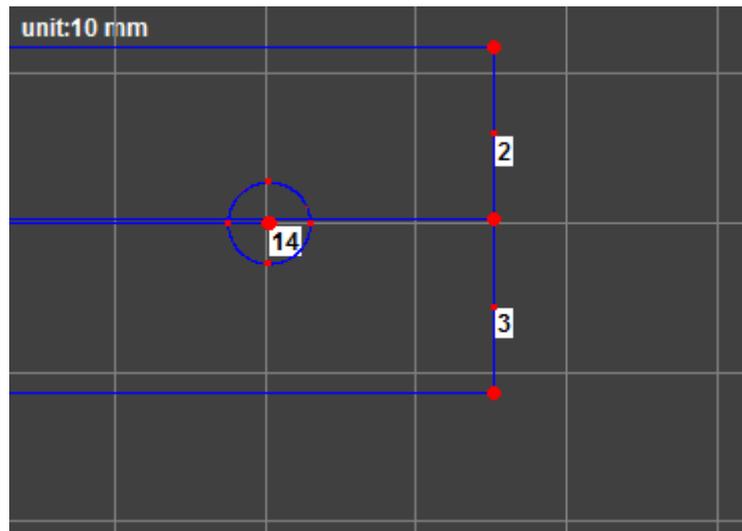
Αλλάζει τον τρόπο εμφάνισης των σχεδιασμένων σημείων στα σχήματα που απεικονίζονται στο εικονίδιο. Η επιλογή αυτή αποτελεί θέμα μορφοποίησης και είναι επιλογή του χειριστή.



Εικόνα 16

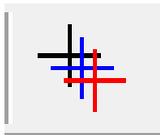


Εικόνα 17

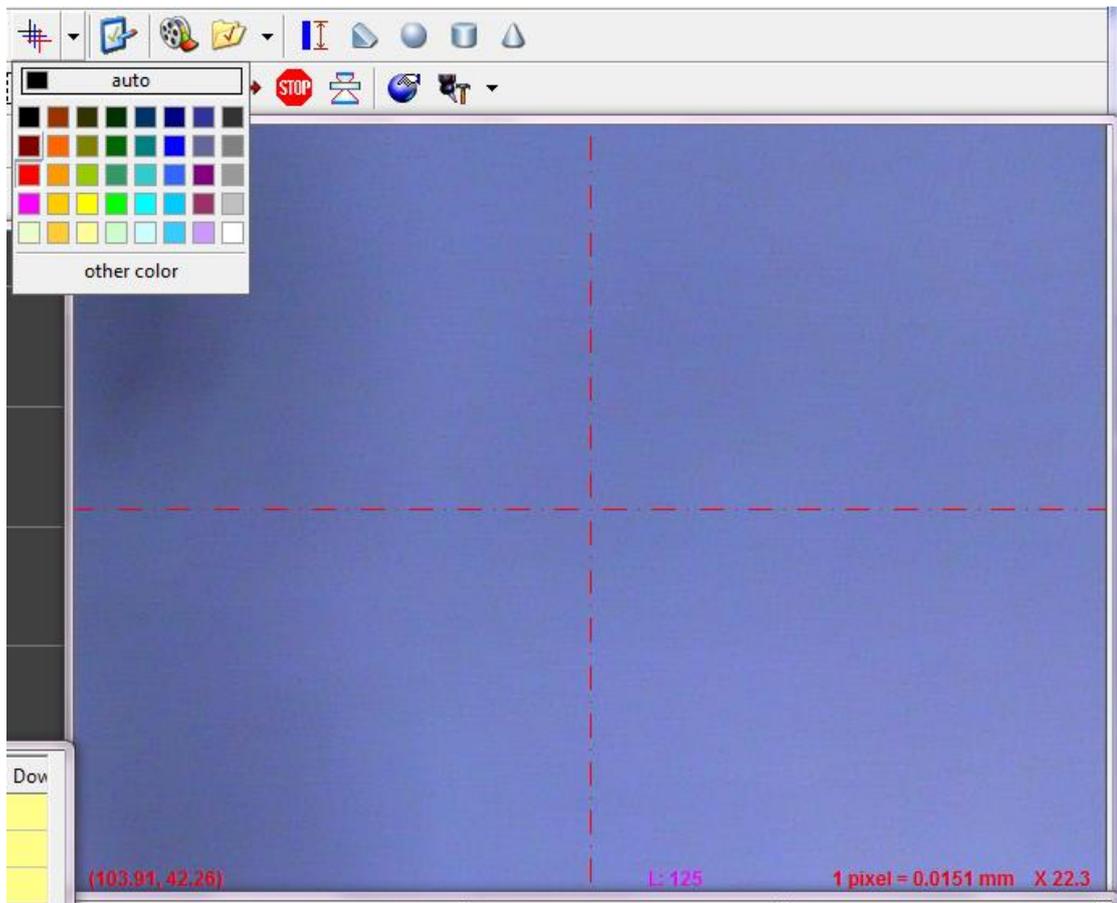


Εικόνα 18

19.

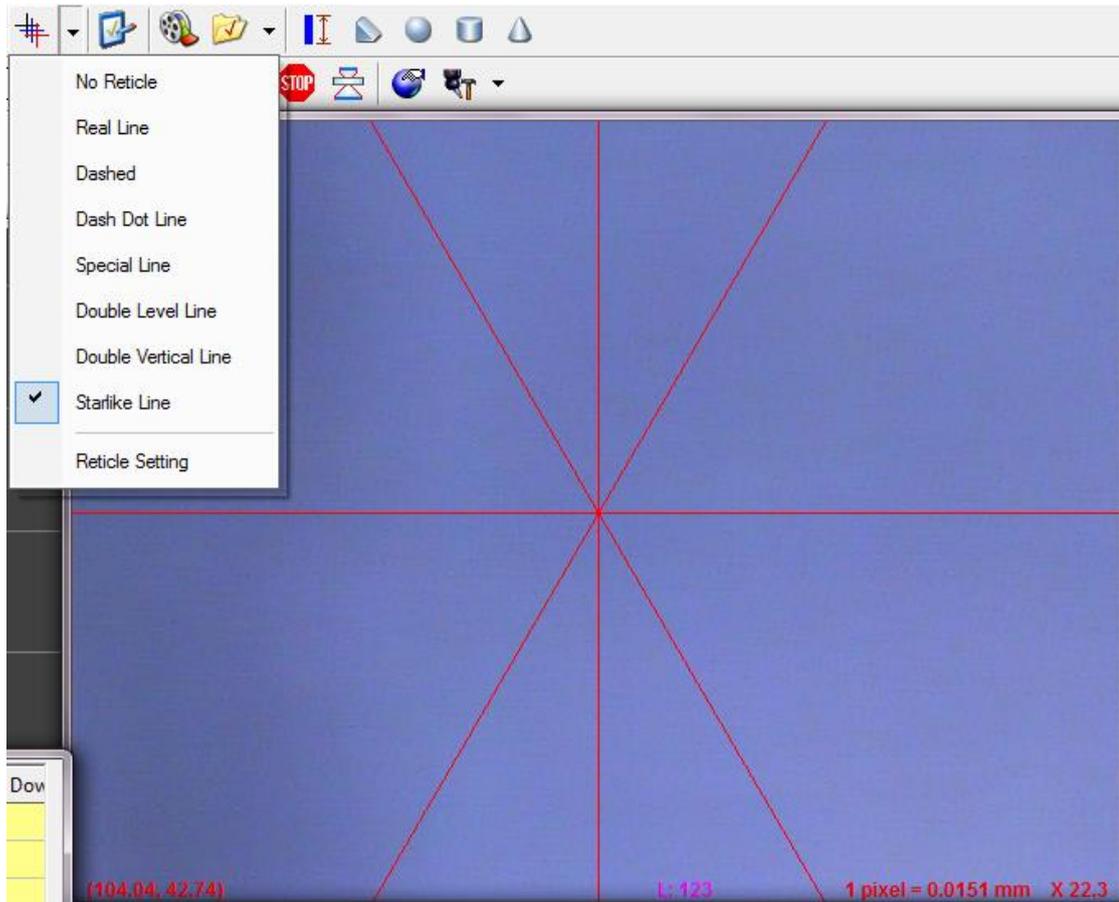


Αλλάζει το χρώμα του σταυρονήματος στην ζώνη βίντεο.



Εικόνα 19

Επιπλέον υπάρχει η δυνατότητα αλλαγής του σταυρονήματος σε άλλο σχήμα από αυτά της λίστας. Ακολουθεί ένα παράδειγμα:



Εικόνα 20

## Φωτισμός

Πολύ σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την ποιότητα της μέτρησης είναι ο ορθός φωτισμός του τεμαχίου, καθώς η καθαρότητα με την οποία φαίνεται ένα τεμάχιο είναι εξόχως κρίσιμη, ώστε να μαρκαριστούν με τη μέγιστη ακρίβεια τα σημεία πάνω στο τεμάχιο και να επιτευχθεί ένα αξιόπιστο αποτέλεσμα.

Ακολουθούν οι δυνατότητες του μετρητικού μας μηχανήματος καθώς και πως επηρεάζουν κάθε φορά οι αλλαγές που κάνουμε στο φωτισμό τη μέτρηση. Υπάρχουν:

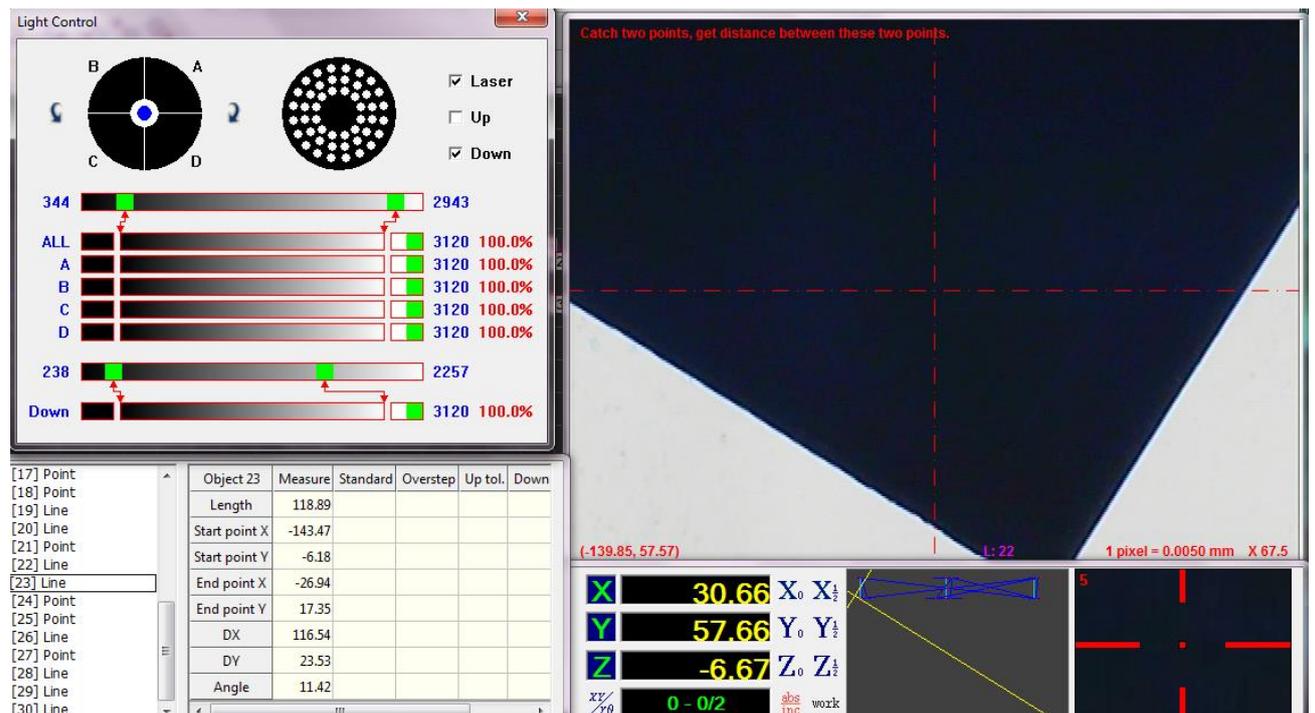
- Το **laser**, το οποίο είναι μονίμως ανοιχτό
- Μια πηγή φωτός led που βρίσκεται κάτω από την τράπεζα και αποτελεί τον **οπίσθιο ή κάτω φωτισμό** του τεμαχίου που φωτίζει το τεμάχιο ώστε να ανιχνεύονται τα σύνορα του τεμαχίου αλλά και διαμπερή γεωμετρικά χαρακτηριστικά όπως οπές, σχισμές κ.ά.
- Ο **εμπρόσθιος ή άνω φωτισμός** που αποτελείται από 4 συστοιχίες των 12 led ανά τεταρτημόριο, και κατά τη χρήση του οποίου μπορεί να χρησιμοποιηθούν από ένα ή ακόμη και τα 4 τεταρτημόρια, ανάλογα με τη φωτεινότητα που εξυπηρετεί καλύτερα τη μέτρηση.

Το εικονίδιο που επιλέγεται για να ρυθμίσουμε το φωτισμό είναι το εξής:



και βρίσκεται επάνω στη μπάρα εντολών σχεδίασης.

Η εικόνα που ανοίγει στην οθόνη μόλις επιλεγεί το εικονίδιο του ελέγχου φωτισμού(light control) είναι η ακόλουθη :

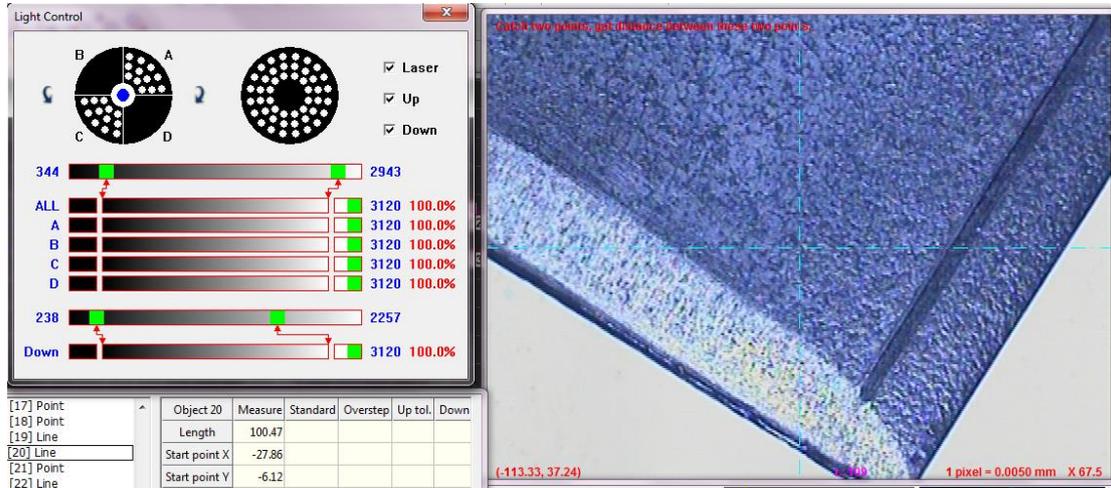


Εικόνα 21

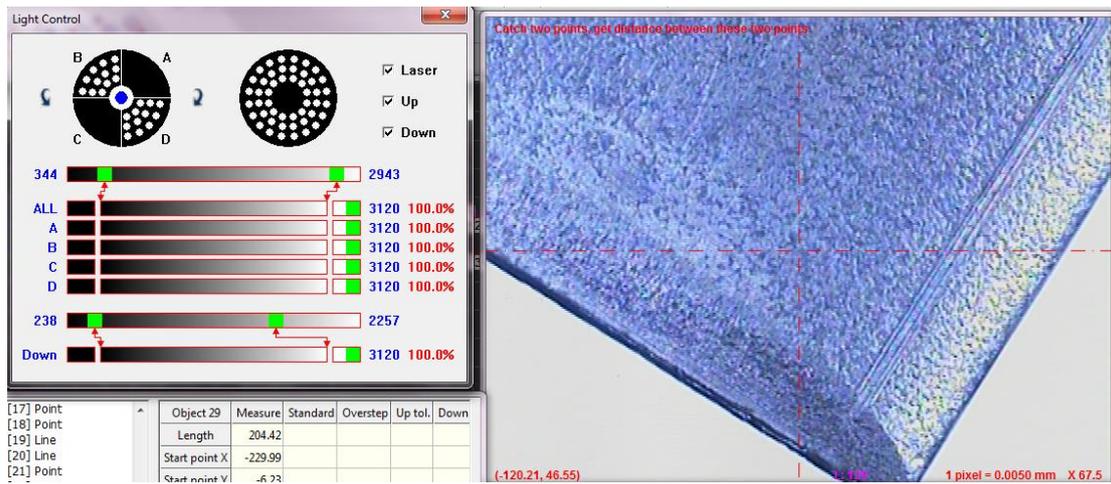
Στην παραπάνω περίπτωση είναι ανοιχτός μόνο ο κάτω φωτισμός και διαγράφονται στη οθόνη μόνο τα όρια του τεμαχίου και από πάνω φαίνεται όλο μαύρο, με δυσδιάκριτη την άνω επιφάνειά του. Η ενεργοποίηση/απενεργοποίηση κάθε τεταρτημορίου του άνω φωτισμού ή του κάτω φωτισμού πραγματοποιείται κλικάροντας το αντίστοιχο εικονίδιο. Η πράσινη ένδειξη δείχνει το ποσοστό φωτεινότητας.

Ακολουθεί η ανάλυση των 9 πιθανών σεναρίων:

1. Άνω φωτισμός: 2 αντιδιαμετρικά τεταρτημόρια ανοιχτά  
 Κάτω φωτισμός: ανοιχτός

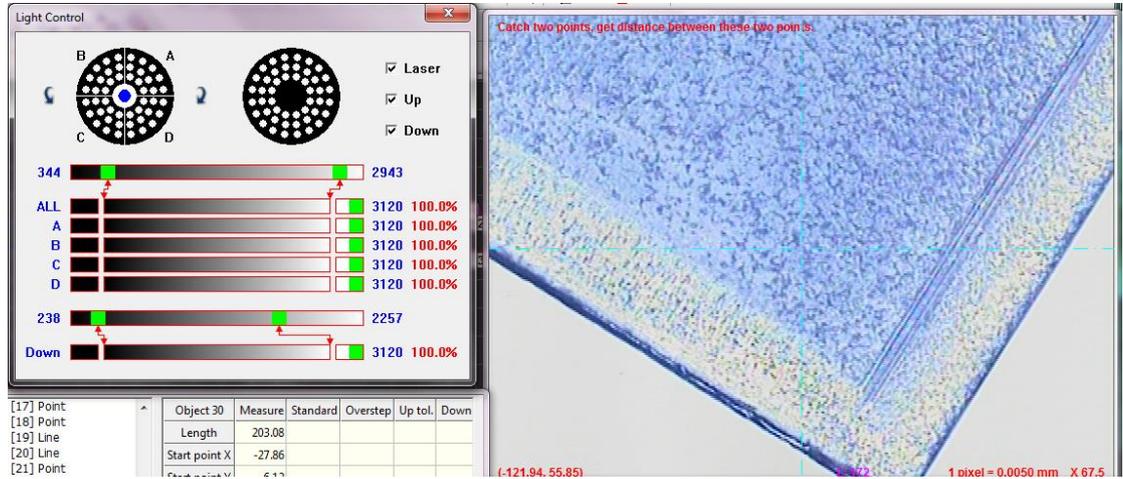


Εικόνα 22



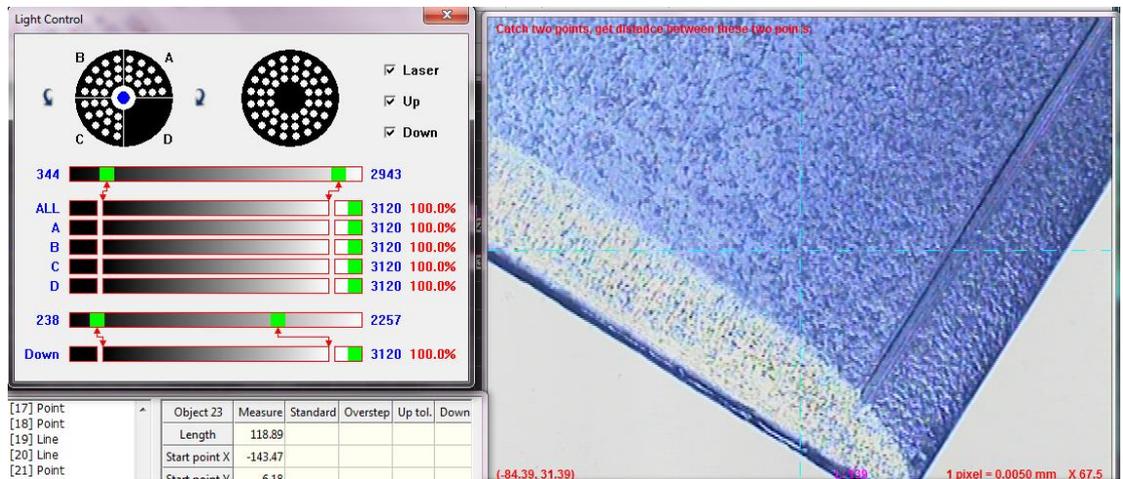
Εικόνα 23

2. Άνω φωτισμός: όλα ανοιχτά  
 Κάτω φωτισμός: ανοιχτός



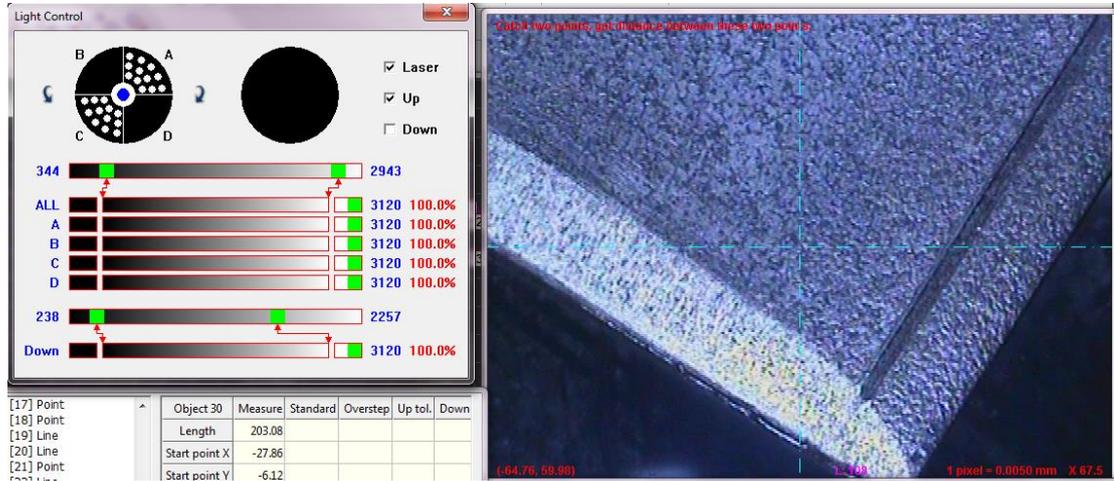
Εικόνα 24

3. Άνω φωτισμός: 3 τεταρτημόρια ανοιχτά  
 Κάτω φωτισμός: ανοιχτός



Εικόνα 25

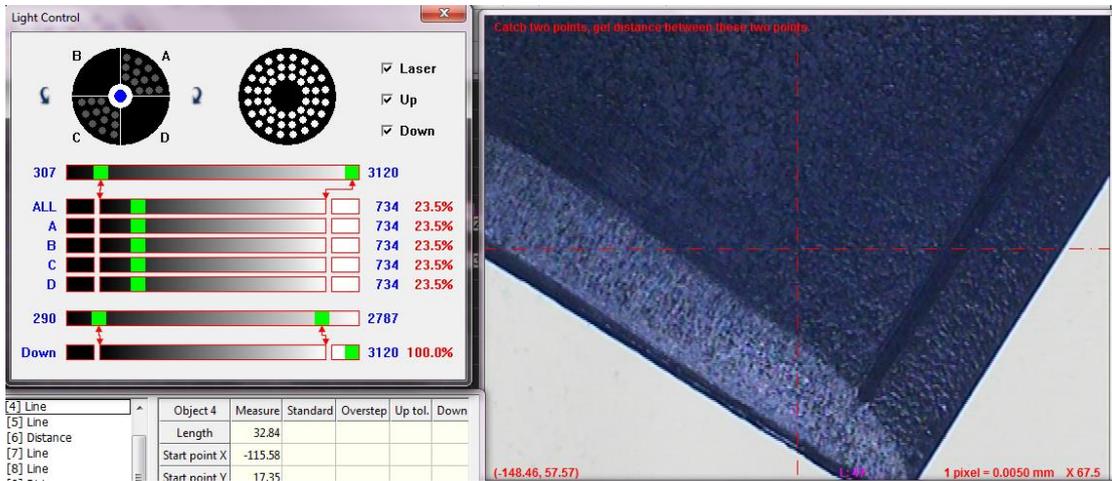
4. Άνω φωτισμός: αντιδιαμετρικά τεταρτημόρια ανοιχτά  
 Κάτω φωτισμός: κλειστός



Εικόνα 26

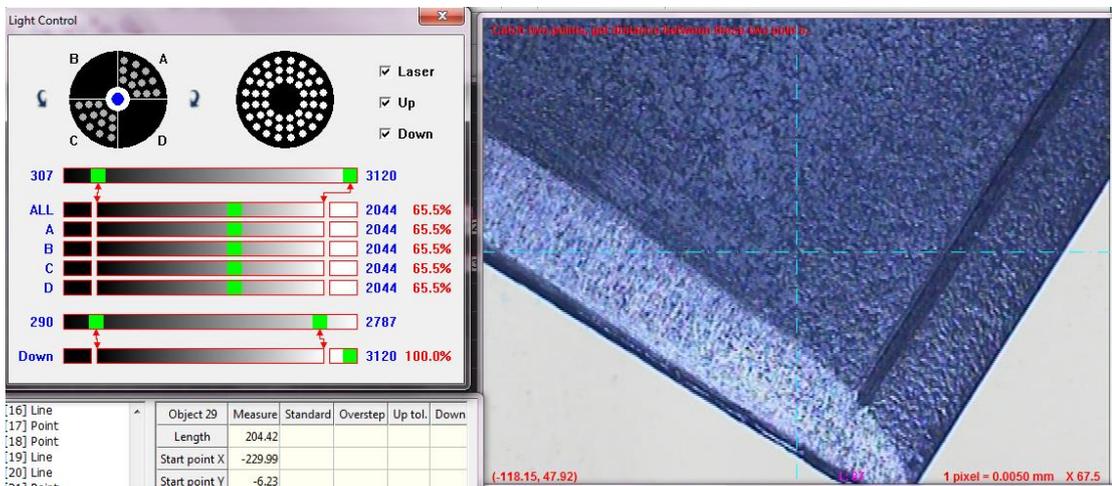
Εκτός των ανωτέρω ρυθμίσεων, κάτω από τα εικονίδια με το άνω και κάτω φως υπάρχουν μπάρες που αφορούν το πόσο έντονα θα φωτίζει το κάθε τεταρτημόριο του άνω φωτισμού ή/ και όλων μαζί αλλά και αντίστοιχα πόσο έντονα θα φωτίζει ο κάτω φωτισμός. Αυτό δίνει τη δυνατότητα περαιτέρω βελτίωσης της καθαρότητας της εικόνας. Ακολουθούν παραδείγματα με ρύθμιση του ποσοστού της φωτεινότητας και για τον άνω και για τον κάτω φωτισμό:

5. Άνω φωτισμός: 20-30%  
 Κάτω φωτισμός: 90-100%



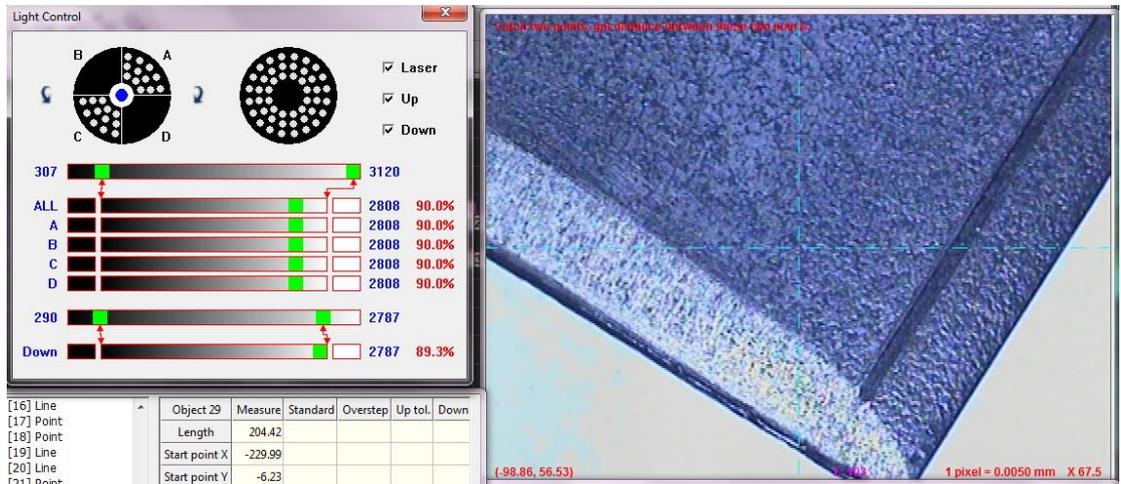
Εικόνα 27

6. Άνω φωτισμός: 60-70%  
 Κάτω φωτισμός: 90-100%



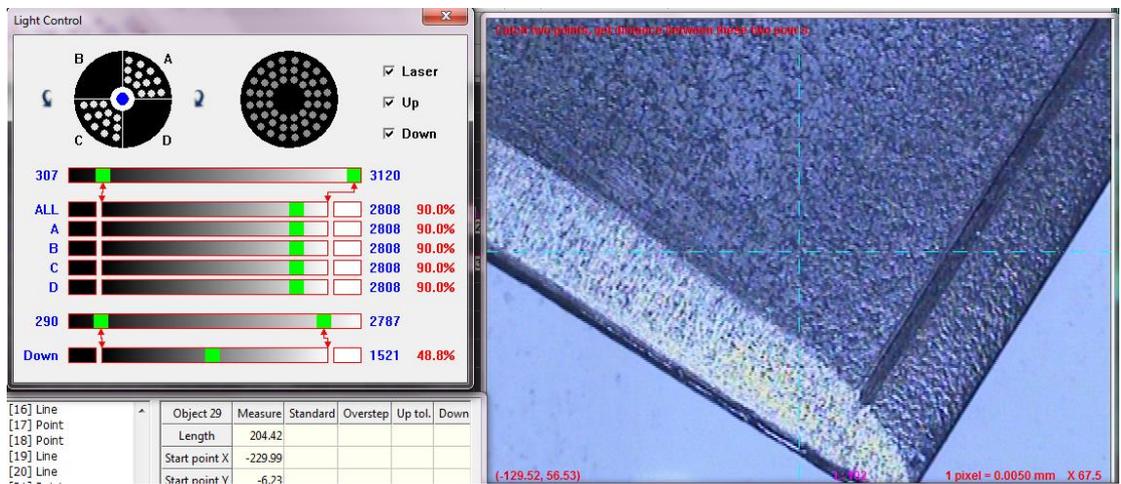
Εικόνα 28

7. Άνω φωτισμός: 90-100%  
 Κάτω φωτισμός: 90-100%



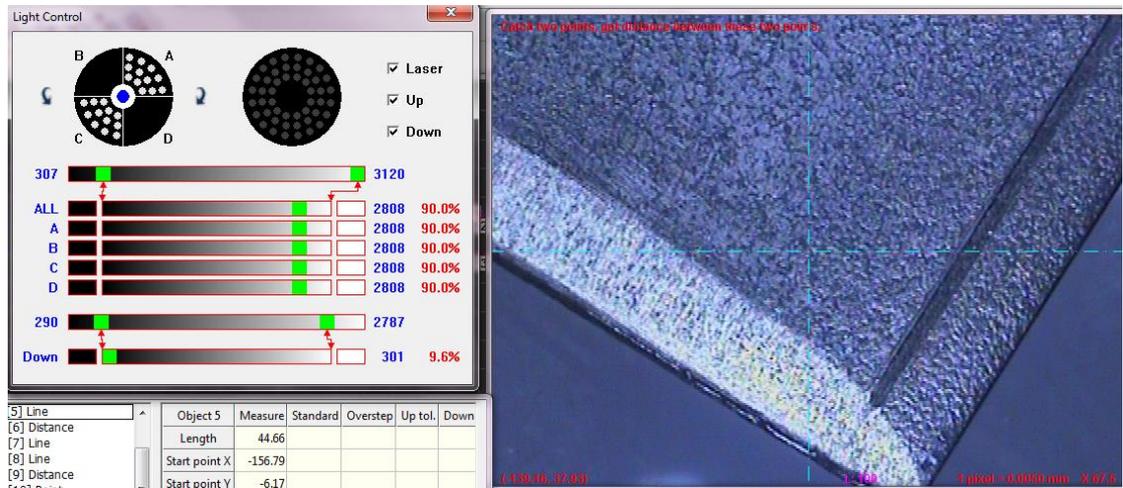
Εικόνα 29

8. Άνω φωτισμός: 90-100%  
 Κάτω φωτισμός: 50-60%



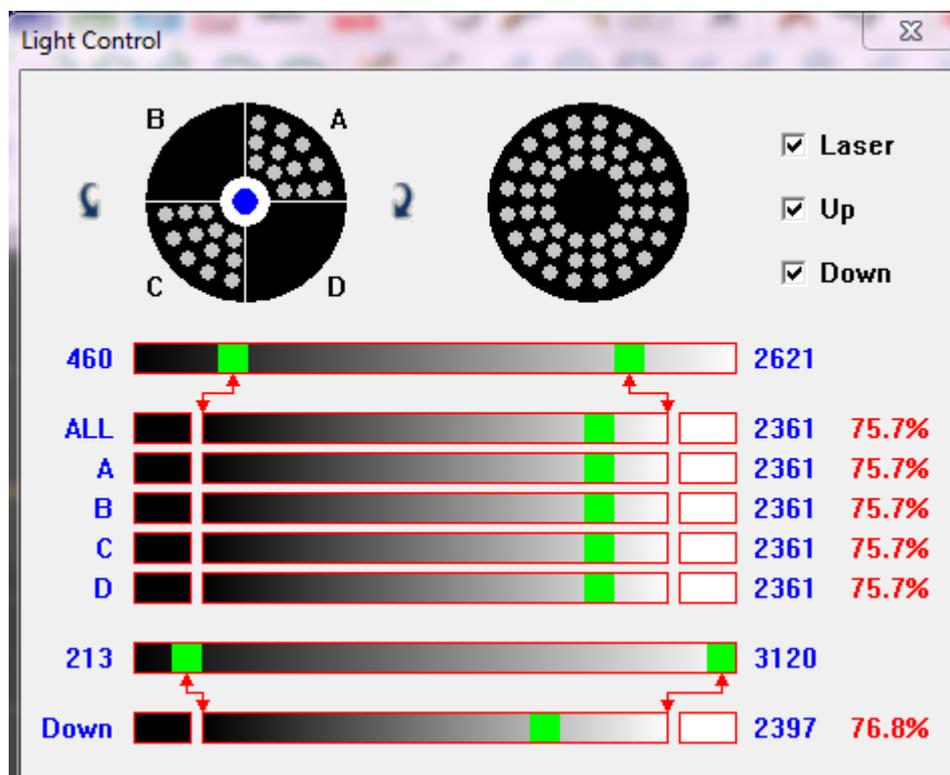
Εικόνα 30

9. Άνω φωτισμός: 90-100%  
 Κάτω φωτισμός: 10%



Εικόνα 31

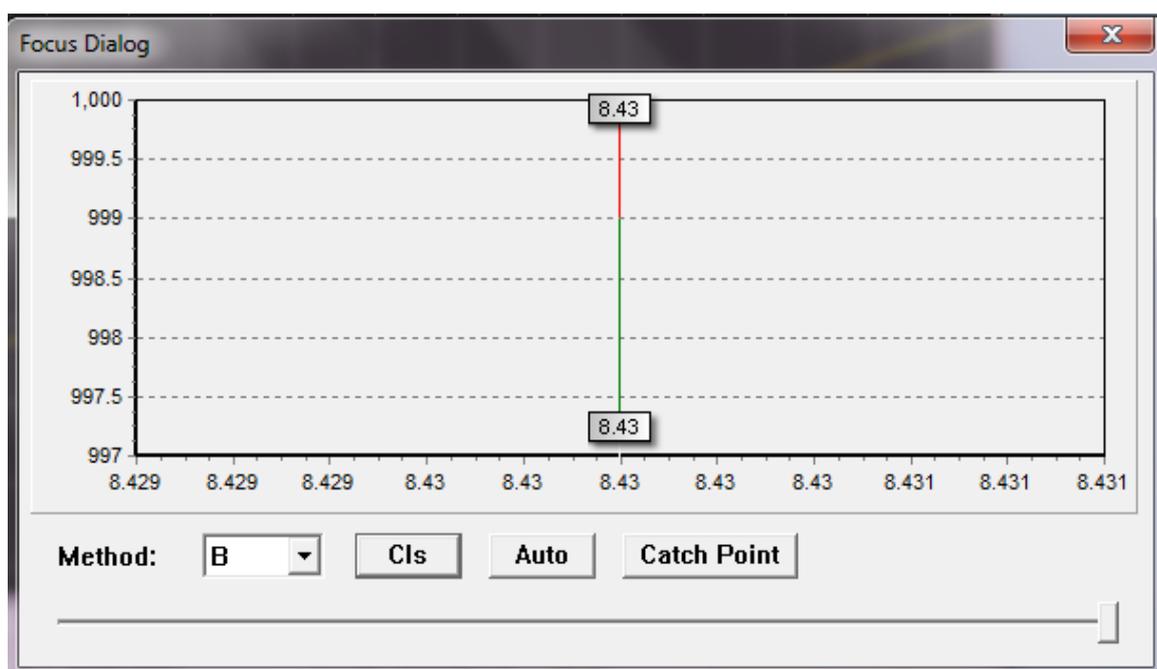
Συμπερασματικά και μετά από χρήση του μηχανήματος και εκτέλεση πολλών μετρήσεων σε κάθε τύπο τεμαχίου που παράγει η εταιρία, καθώς και από τις εικόνες των 9 παραπάνω σεναρίων προτείνεται σαν ενδεικνυόμενος τρόπος φωτισμού ο κάτωθι:



Εικόνα 32

## Εστίαση

Σημαντικό σε κάθε θέση που πραγματοποιείται μια μέτρηση στις 2 διαστάσεις, είναι να ορίζεται κάθε φορά η κατάλληλη εστίαση ώστε να ακολουθεί ως αποτέλεσμα η βέλτιστη καθαρότητα σε κάθε θέση και να μαρκάρεται ακριβώς το επιθυμητό σημείο πάνω στο τεμάχιο . Αυτό γίνεται ακόμη πιο καθοριστικό λόγω της διαφοράς στα ύψη που παρατηρείται στα τεμάχια της εταιρίας. Παραδείγματος χάρη, πρέπει να μετρηθεί η απόσταση της ακμής μιας παραλληλόγραμμης βάσης, που αποτελεί μια γλώσσα της κλειδαριάς με μια οπή που βρίσκεται στο μέσο της, αλλά σε διαφορετικό ύψος κατά τον Z άξονα. Θα πρέπει να γίνει άλλη εστίαση στα 2 σημεία αναφοράς της μέτρησης, για να επιτευχθεί βέλτιστη καθαρότητα και επομένως καλύτερη ακρίβεια. Αυτό γίνεται με την επιλογή του εικονιδίου εστίασης(focus instruction) από τη μπάρα λειτουργίας. Όταν αυτό επιλεγεί εμφανίζεται στη οθόνη το εξής παράθυρο:



Εικόνα 33

Εδώ η μετρητική μας μηχανή δίνει τη δυνατότητα είτε χειροκίνητης εστίασης



**Εικόνα 34**

γυρίζοντας το σώμα της κεφαλής ανάλογα με το πόσο πολύ εστίαση χρειάζεται,

είτε αυτόματης εστίασης κλικάροντας την επιλογή AUTO. Έχει

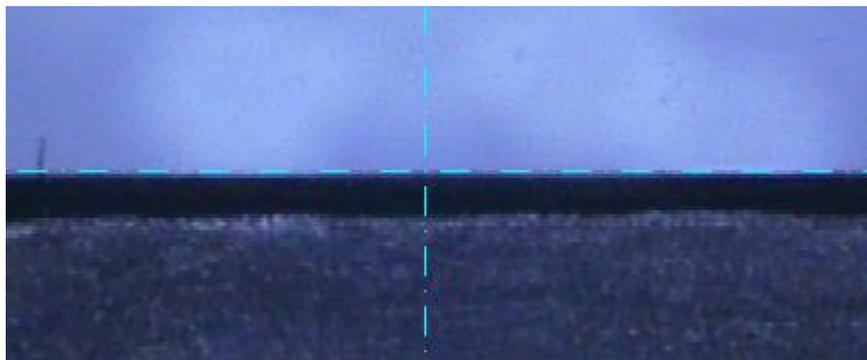
παρατηρηθεί από μια σειρά μετρήσεων ότι με την επιλογή της αυτόματης εστίασης επιτυγχάνεται το βέλτιστο αποτέλεσμα, οπότε σε αυτή την περίπτωση αυτός είναι ο ενδεικνυόμενος τρόπος.

## Μπάρα σχεδιαστικών εντολών



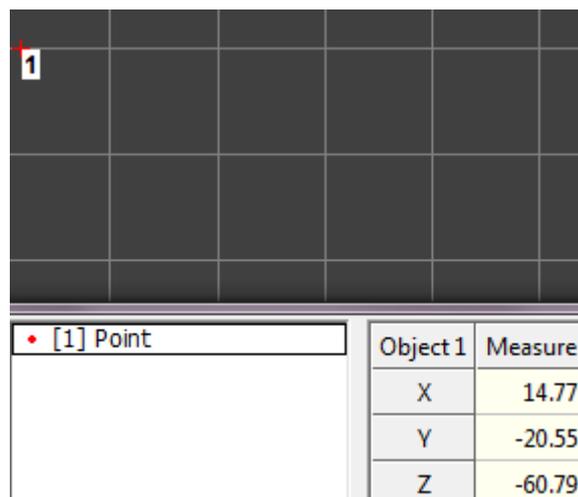
### 1. Σχεδίαση σημείου

Ο χειριστής πατώντας αυτό το κουμπί μπορεί και επιλέγει ένα σημείο πάνω στο μετρούμενο τεμάχιο στην ζώνη του βίντεο.



Εικόνα 35

Το σημείο αυτό εμφανίζεται στο παράθυρο σχεδίασης και στον πίνακα δεδομένων μετρήσεων.



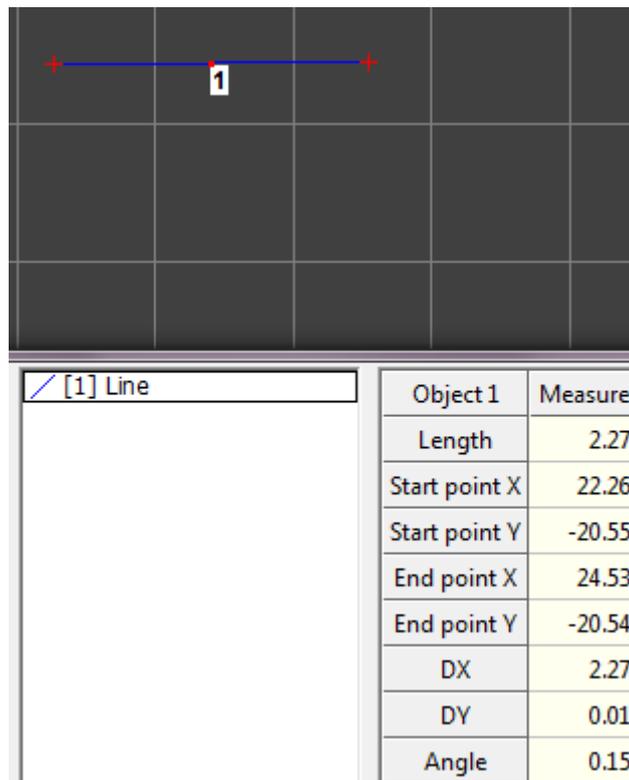
Εικόνα 36



## 2. Σχεδίαση Γραμμής

Ο χειριστής πατώντας αυτό το κουμπί μπορεί και επιλέγει στο μετρούμενο τεμάχιο στην ζώνη του βίντεο δύο τουλάχιστον σημεία, σχηματίζοντας γραμμή που ταυτίζεται πχ. με ακμή του τεμαχίου.

Πληκτρολογώντας Enter ή κάνοντας δεξί κλικ ,εμφανίζεται η γραμμή στο παράθυρο σχεδίασης και στον πίνακα δεδομένων μετρήσεων τα χαρακτηριστικά της (μήκος, DX,DY και γωνία με τους άξονες).

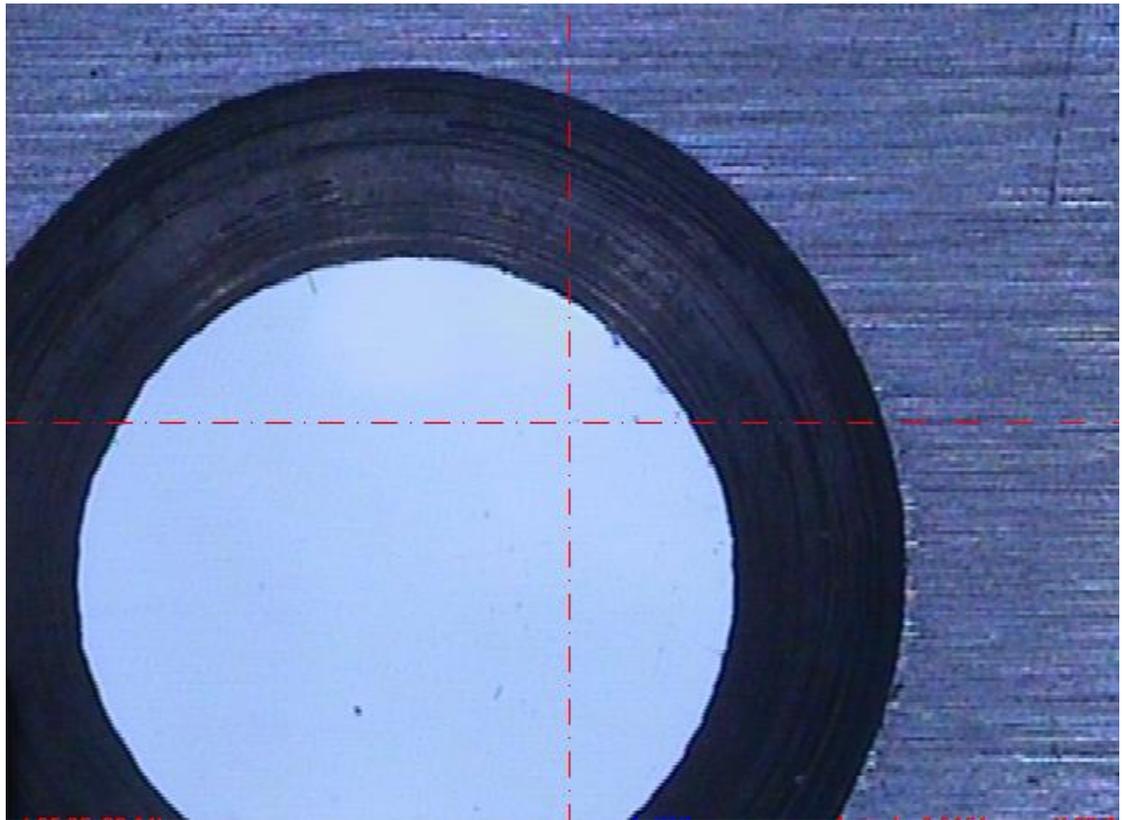


Εικόνα 37

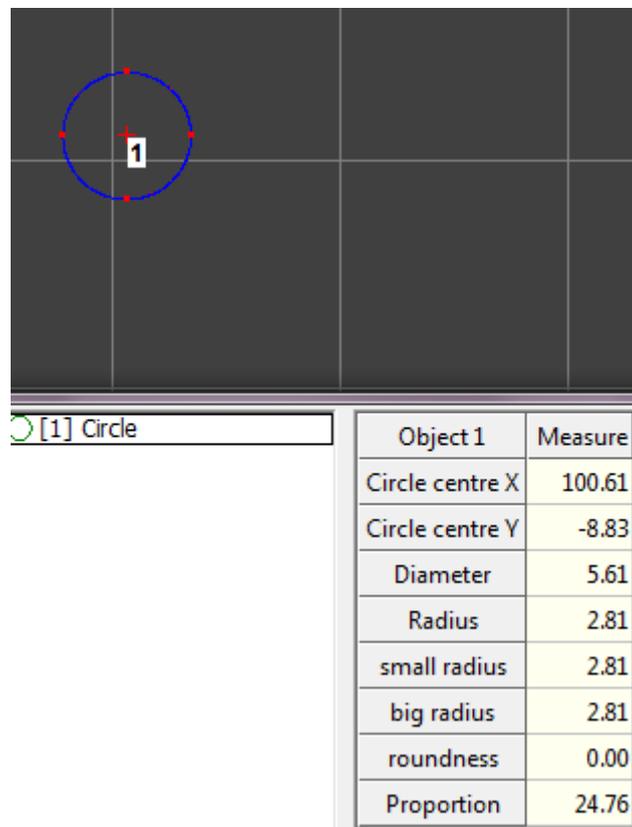


## 3. Σχεδίαση Κύκλου

Ο χειριστής πατώντας αυτό το κουμπί μπορεί και επιλέγει τουλάχιστον 3 σημεία και πληκτρολογώντας Enter, εμφανίζεται ο κύκλος στο παράθυρο σχεδίασης και στον πίνακα δεδομένων μετρήσεων τα χαρακτηριστικά του (ράδιο, διάμετρο).



Εικόνα 38



Εικόνα 39

Παρατηρούνται αρκετές φορές ορισμένες δυσκολίες στην μέτρηση των κύκλων όπως πολύ μικρή ακτίνα κύκλου, δυσκολία τοποθέτησης σημείων, μη καθαρή εικόνα σε πολλά σημεία του κύκλου/ράδιου , πολύ μεγαλύτερη ακτίνα σε σχέση με τις τάξεις μεγεθών του λοιπού τεμαχίου αλλά και μικρό τόξο του κύκλου αποτυπωμένο στο σχέδιο και στην οθόνη μεγέθυνσης στον υπολογιστή (τείνει σε ευθεία).

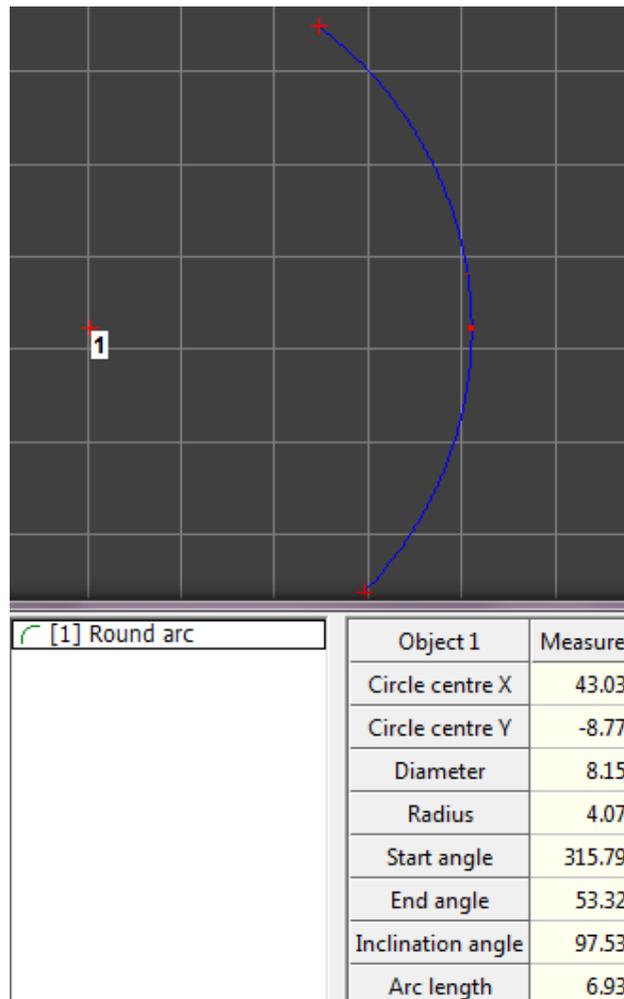
Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις καθώς και σε συνδυασμό αυτών ο μετρητής είναι δύσκολο λόγω γεωμετρίας και μη καθαρότητας να πετύχει ίδια αποτελέσματα στη μέτρηση ακτίνας ή διαμέτρου. Γι αυτό ακριβώς το λόγο ακολουθείται μια επαναληπτική διαδικασία που οδηγεί στην προσέγγιση της πραγματικής τιμής με μεγαλύτερη ακρίβεια. Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί πως ο χειριστής πρέπει σαφώς να γνωρίζει πριν ξεκινήσει τη διαδικασία ποια ανοχή έχει σε κάθε μέτρηση που παίρνει ώστε να μην αναλώνεται σε προσπάθεια επίτευξης μεγαλύτερης ακρίβειας αλλά σε μέτρηση που δεν τον ενδιαφέρει η μεγάλη ακρίβεια. Μετά από πολλές διαδοχικές μετρήσεις σε κύκλους και ράδια διαφορετικών τεμαχίων και σε διαφορετικές μέρες και οι οποίες επισυνάπτονται στο τέλος σε παράρτημα, ο ενδεικνυόμενος τρόπος μέτρησης κύκλου είναι με την επιλογή 4 σημείων.



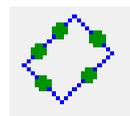
#### 4. Σχεδίαση τόξου

Ο χειριστής πατώντας αυτό το κουμπί μπορεί και επιλέγει τουλάχιστον 3 σημεία, το πρώτο στην αρχή του τόξου, το τρίτο στο τέλος και το δεύτερο ενδιάμεσα ώστε να προσδιοριστεί η κατεύθυνσή του.

Πληκτρολογώντας Enter ή κάνοντας δεξί κλικ εμφανίζεται στο παράθυρο σχεδίασης το τόξο και τα χαρακτηριστικά του στο πίνακα δεδομένων μετρήσεων.



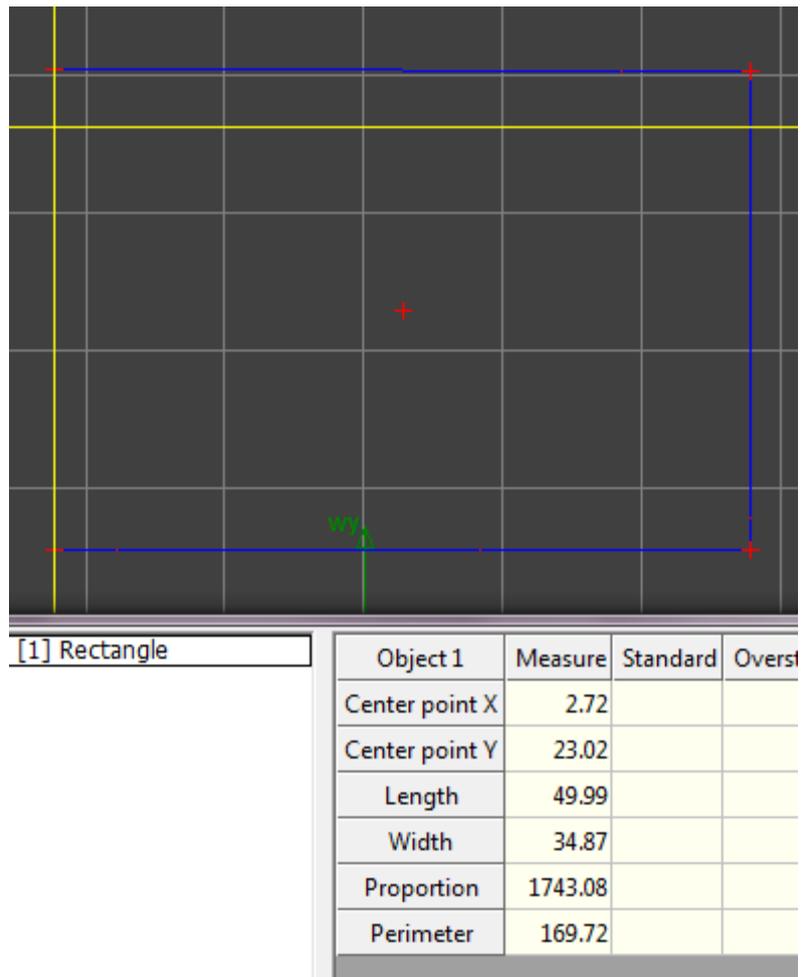
Εικόνα 40



5. Σχεδίαση ορθογωνίου παραλληλογράμμου

Ο χειριστής πατώντας αυτό το κουμπί μπορεί και επιλέγει 5 σημεία, 2 σημεία σε μια από τις 2 μεγαλύτερες πλευρές και από ένα στις υπόλοιπες 3. Για την καλύτερη επιλογή σημείων προτιμάται τα σημεία στην κύρια πλευρά να μην βρίσκονται στις άκρες όπως επίσης να έχουν μια σχετική απόσταση μεταξύ του και τα σημεία στις υπόλοιπες πλευρές να βρίσκονται περίπου στο μέσο. Η επιλογή των σημείων μπορεί να γίνει είναι κατά την φορά του ρολογιού είτε αντιωρολογιακά.

Μετά την επιλογή των σημείων εμφανίζεται στο παράθυρο σχεδίασης το παραλληλόγραμμο έχοντας ορίσει ως σημεία τις άκρες καθώς και το κέντρο του, και στον πίνακα ελέγχου δίνονται τα χαρακτηριστικά του (μήκος, πλάτος, περίμετρος και εμβαδό).



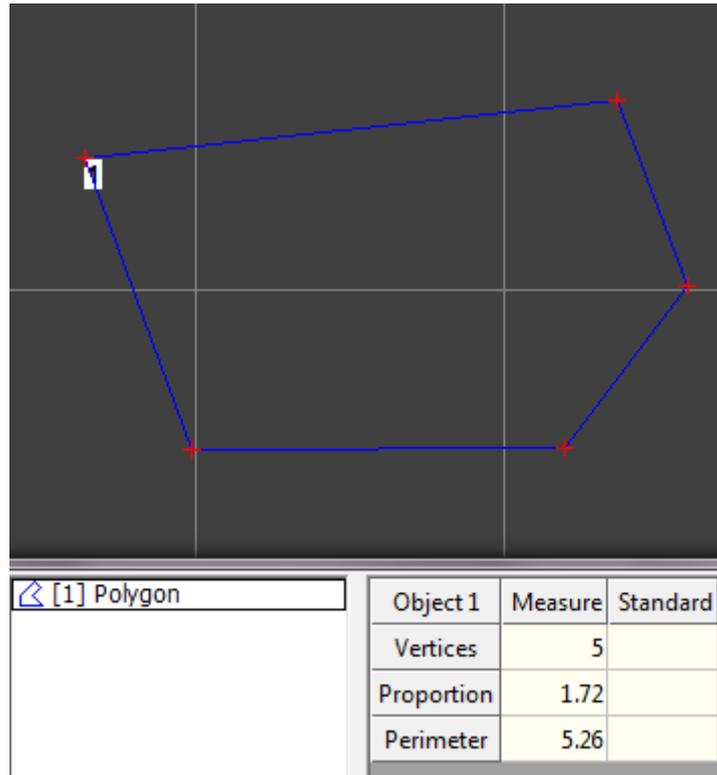
Εικόνα 41



6. Σχεδίαση πολύγωνου

Ο χειριστής πατώντας αυτό το κουμπί μπορεί και επιλέγει τόσα σημεία όσα και οι γωνίες του πολυγώνου και πάνω σε αυτές στη ζώνη του βίντεο.

Πληκτρολογώντας “ENTER” ή κάνοντας δεξί κλικ το πολύγωνο έχει εμφανίζεται στο παράθυρο σχεδίασης, και στον πίνακα δεδομένων μετρήσεων δίνεται το εμβαδό του και η περίμετρος.

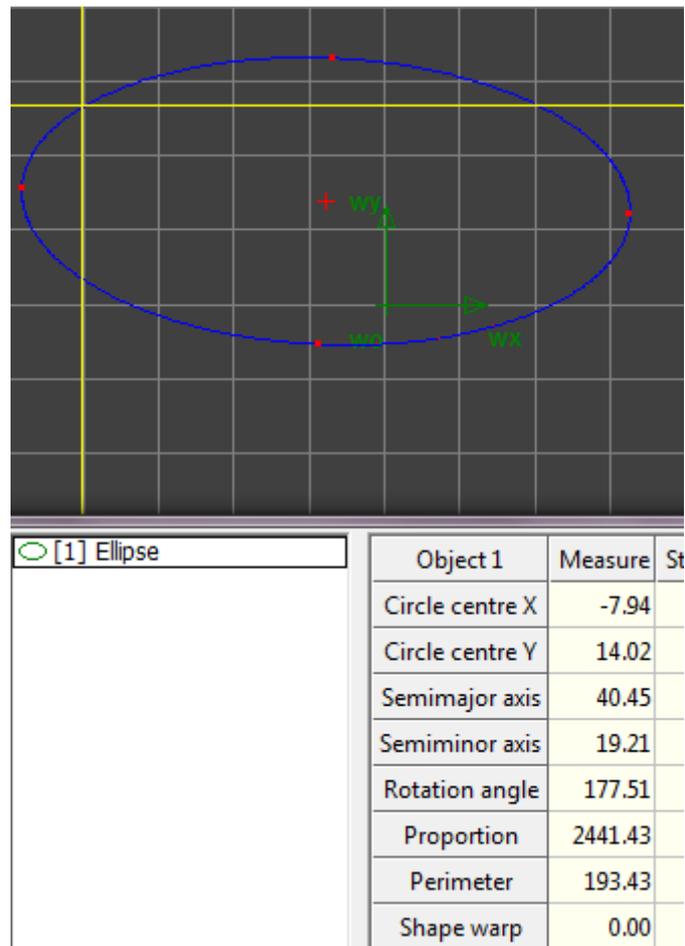


Εικόνα 42

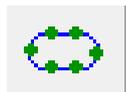


7. Σχεδίαση έλλειψης

Ο χειριστής πατώντας αυτό το κουμπί μπορεί και επιλέγει τουλάχιστον 5 σημεία περιμετρικά της έλλειψης στη ζώνη του βίντεο, με τρόπο που φαίνεται στο σχήμα. Κάνοντας δεξί κλικ εμφανίζεται η έλλειψη στο παράθυρο σχεδίασης καθώς και τα χαρακτηριστικά της στο πίνακα δεδομένων μετρήσεων (εμβαδόν, περίμετρος, ακτίνα μικρού κύκλου, ακτίνα μεγάλου).

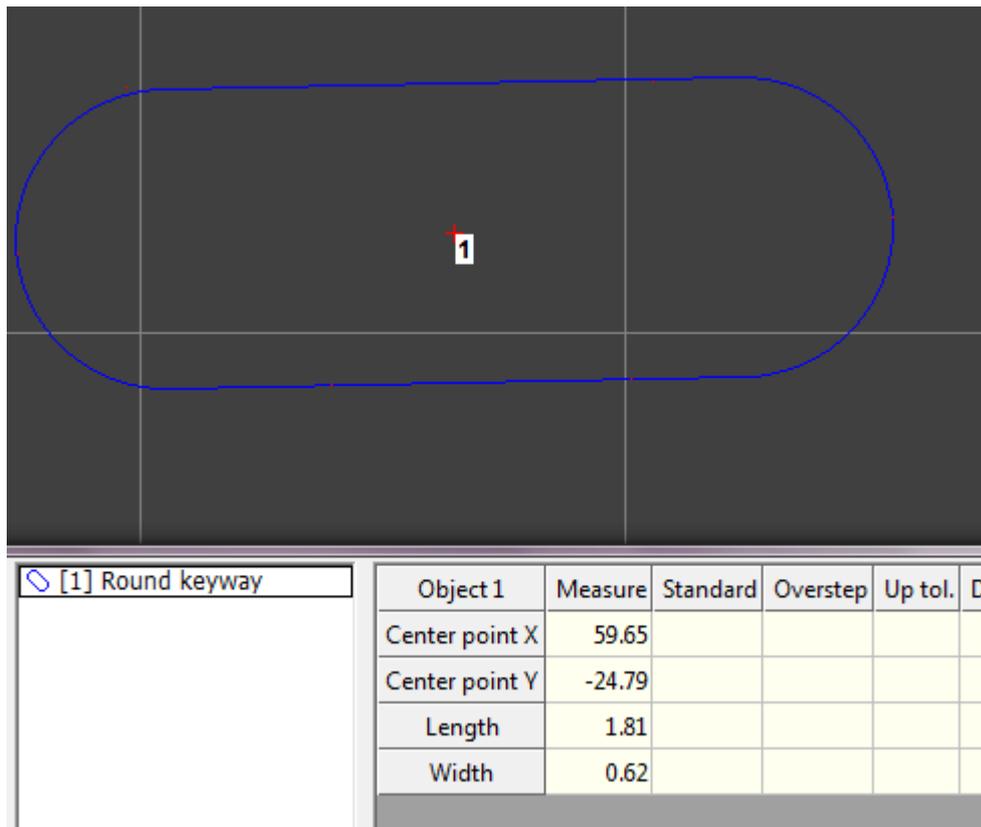


Εικόνα 43



8. (Round Keyway)

Η επιλογή αυτή χρησιμοποιείται όταν πρέπει να μετρηθούν δυο κύκλοι που ενώνονται μεταξύ τους. Ο χειριστής πατώντας αυτό το κουμπί μπορεί και επιλέγει 6 σημεία στη ζώνη του βίντεο περιμετρικά του τεμαχίου, όπως φαίνονται στο εικονίδιο, και κάνοντας δεξί κλικ εμφανίζεται στο παράθυρο σχεδίασης το σχήμα και στον πίνακα δεδομένων μετρήσεων τα χαρακτηριστικά του (περίμετρος, εμβαδό, ακτίνα).



**Εικόνα 44**

Οι επιλογές 5 ως 8 μπορούν να χρησιμοποιηθούν όταν υπάρχει το αντίστοιχο σχήμα στο σχέδιο. Στα μέχρι στιγμής τεμάχια που έχουν μετρηθεί, το παραλληλόγραμμο χρησιμοποιήθηκε στη μέτρηση του τεμαχίου «Πρόσωπο κλειδαριάς» καθώς και η επιλογή Round Keyway σε άλλο τεμάχιο, ενώ το πολύγωνο και η έλλειψη δεν έχουν χρησιμοποιηθεί.

## Μπάρα μετρητικών εντολών



Ο χειριστής, αφού έχει σχεδιάσει τα στοιχεία του τεμαχίου (τα οποία φαίνονται στο παράθυρο σχεδίασης) για των οποίων τη σχετική θέση θα κάνει μετρήσεις, χρησιμοποιεί τις μετρητικές εντολές που αναλύονται στη συνέχεια.

### 1. Απόσταση δύο σημείων

Μεταφέρει το ποντίκι στο παράθυρο σχεδίασης και επιλέγει τα σημεία που έχουν σχεδιαστεί. Όταν μεταφερθεί ο κέρσορας επάνω στο σημείο η ένδειξη γίνεται τετράγωνο, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα και τότε με αριστερό κλικ επιλέγουμε το σημείο.



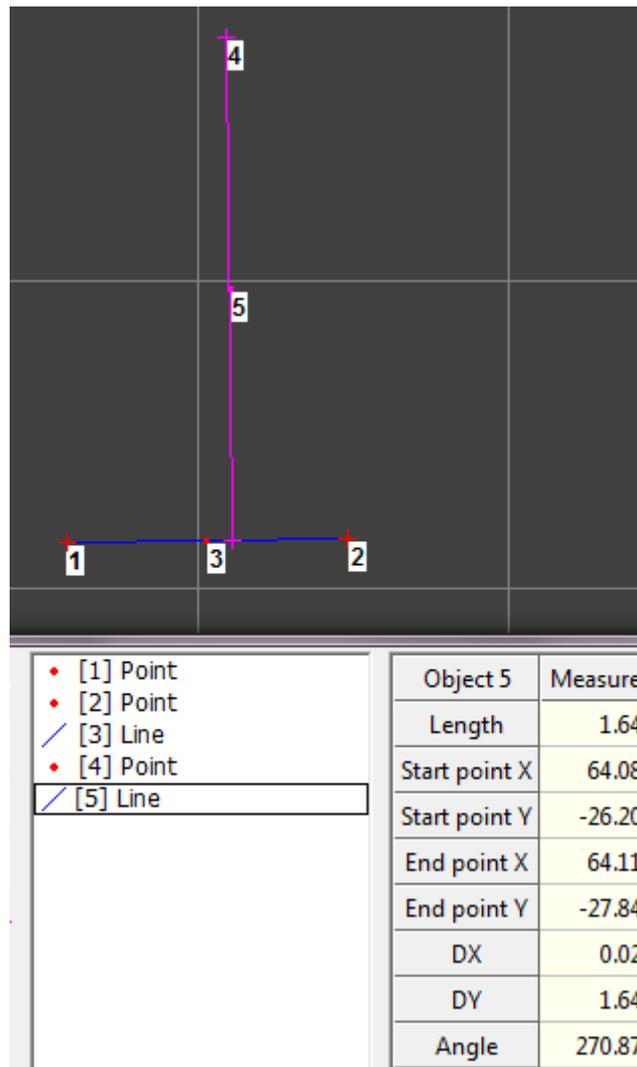
Εικόνα 45

Τότε σχηματίζεται η γραμμή που ενώνει τα παραπάνω σημεία στο παράθυρο σχεδίασης, ορίζεται το μέσο της και στον πίνακα δεδομένων μετρήσεων δίνονται τα χαρακτηριστικά της.

### 2. Απόσταση σημείου από γραμμή

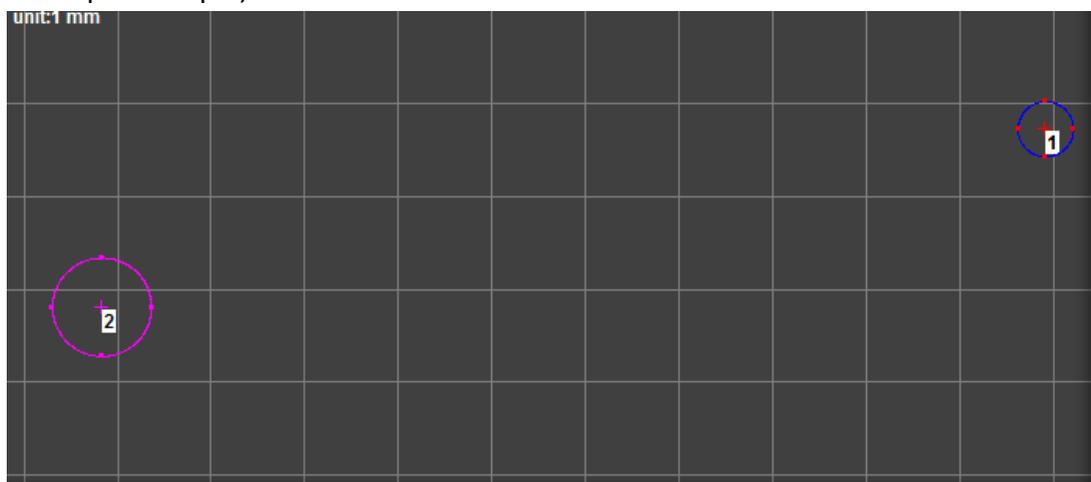
Επιλέγει το σχεδιασμένο σημείο κάνοντας αριστερό κλικ και ύστερα επιλέγει τη γραμμή κλικάροντας επάνω σε αυτήν.

Τότε εμφανίζεται η μεταξύ τους απόσταση με τα χαρακτηριστικά της.



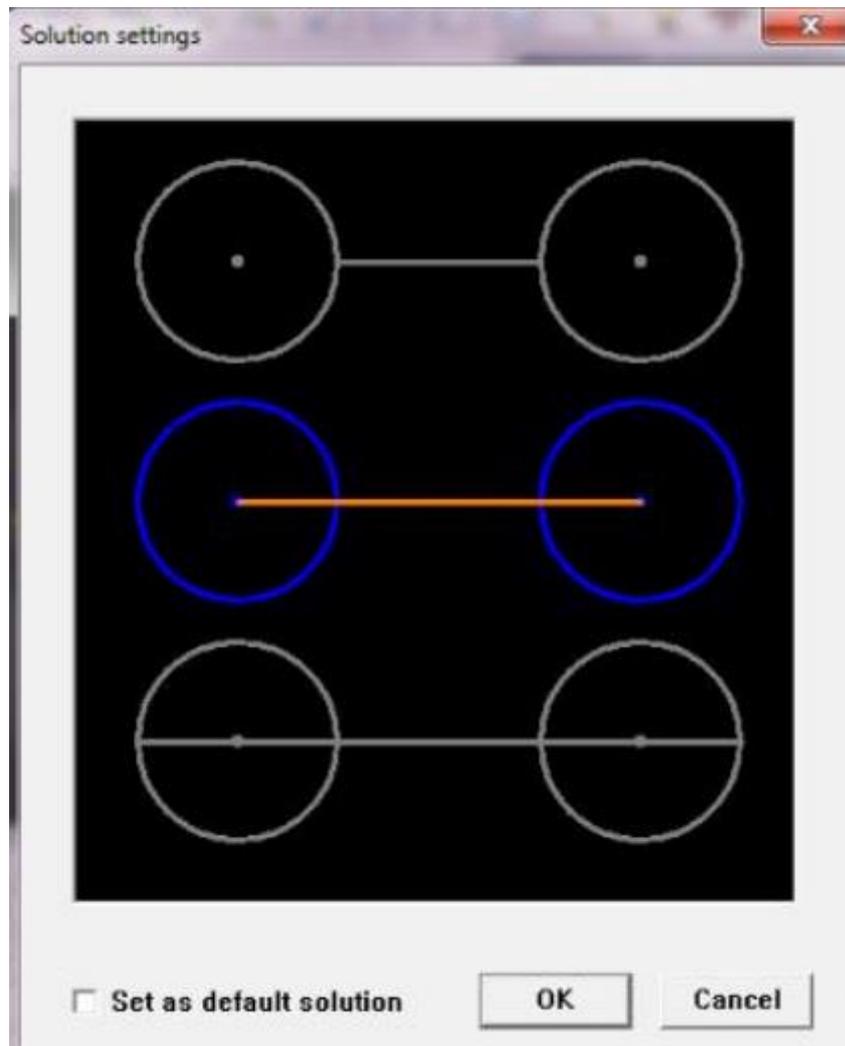
Εικόνα 46

3. Απόσταση κύκλων  Επιλέγει τους κύκλους κλικάροντας σε οποιοδήποτε σημείο πάνω τους όταν αυτοί γίνονται ροζ.



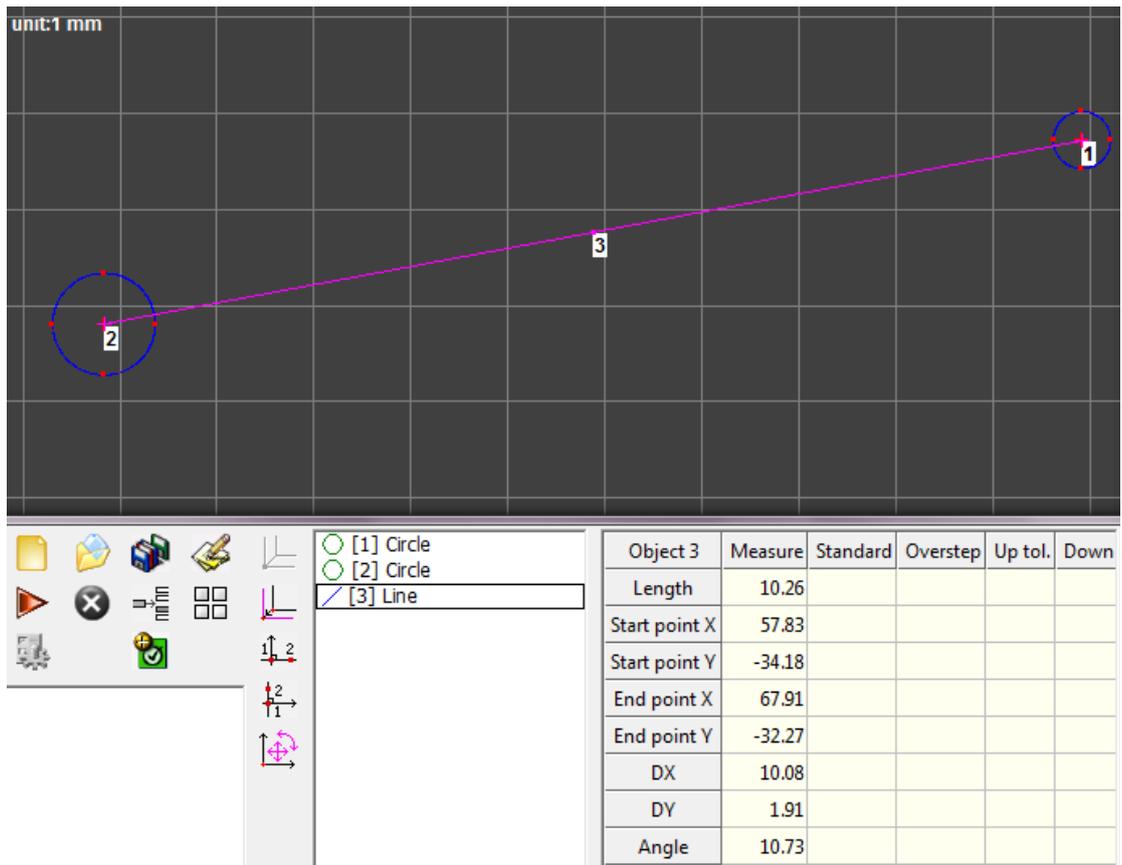
Εικόνα 47

Τότε στην οθόνη ανοίγει το παρακάτω παράθυρο που μας δίνει την δυνατότητα να επιλεγεί μια από τις παρακάτω πιθανές αποστάσεις μεταξύ 2 κύκλων.



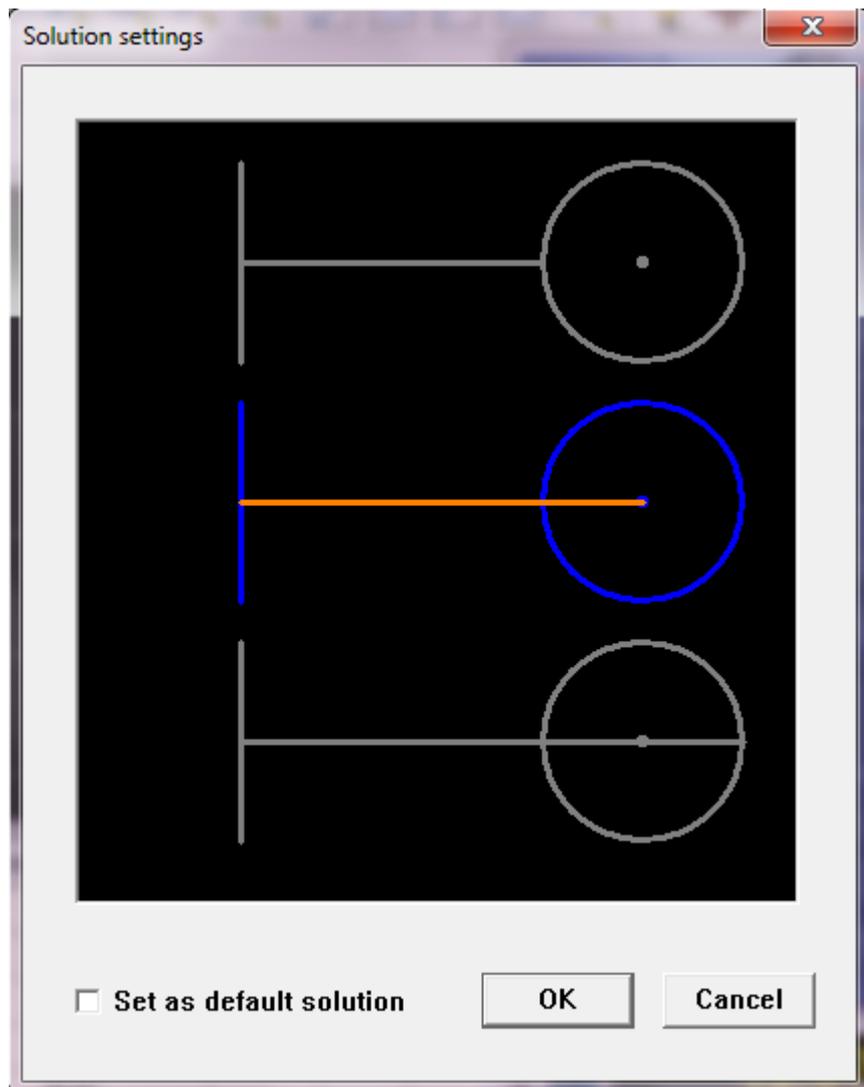
Εικόνα 48

Επιλέγει την απόσταση και κλικάρει OK ,οπότε και σχηματίζεται η απόσταση με τα χαρακτηριστικά της.



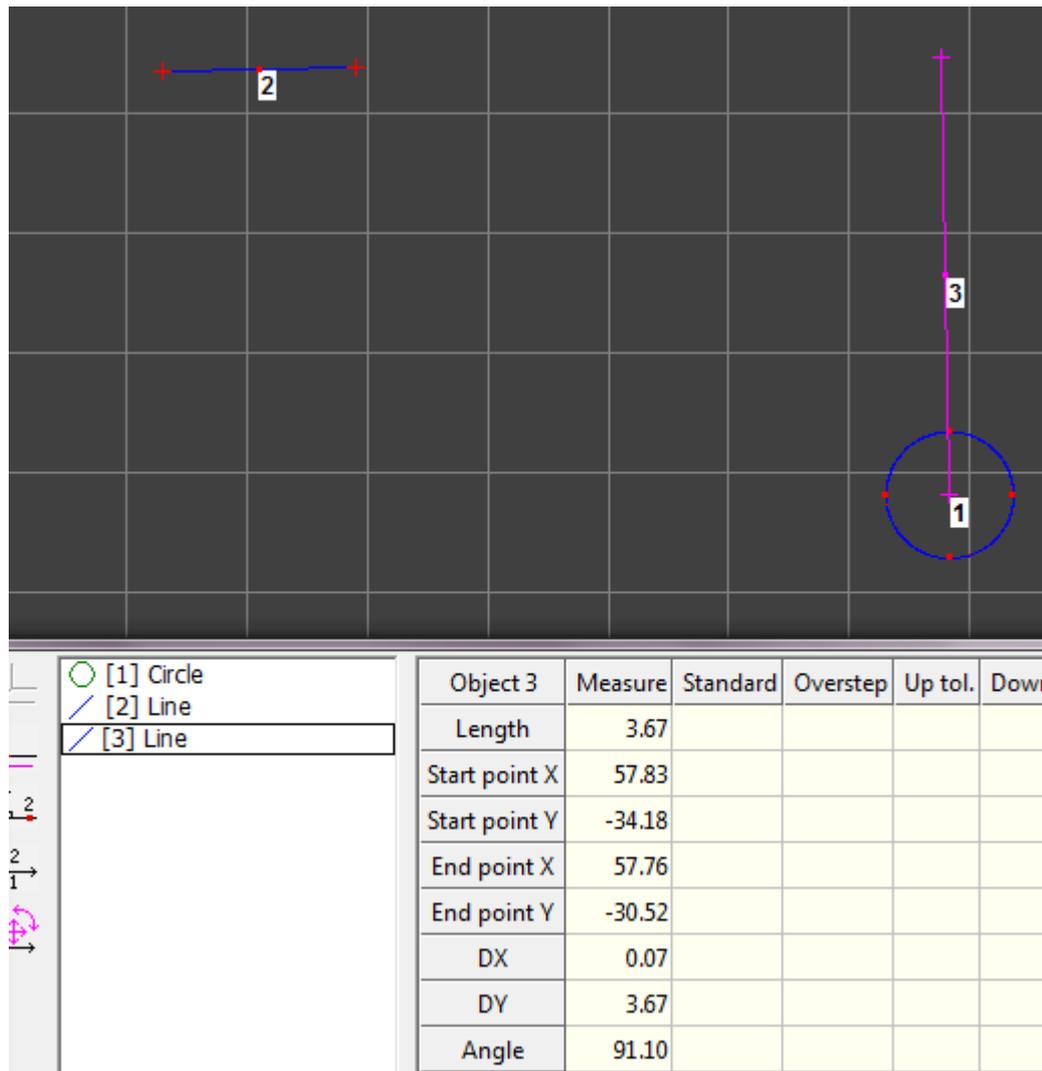
Εικόνα 49

4. Απόσταση κύκλου από γραμμή   
 Επιλέγει τον κύκλο, σε οποιοδήποτε σημείο όταν αυτός γίνει ροζ, και τη γραμμή. Τότε ανοίγει το παρακάτω παράθυρο:



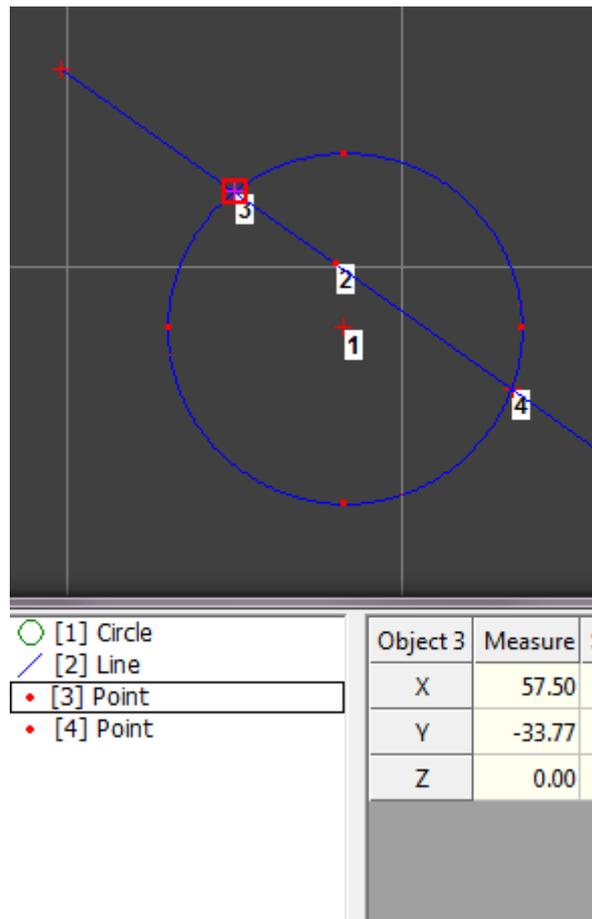
Εικόνα 50

Επιλέγει ποία από τις παραπάνω 3 πιθανές αποστάσεις μεταξύ ευθείας και κύκλου θα μετρήσει και σχηματίζεται η μεταξύ τους απόσταση και δίνονται τα χαρακτηριστικά της.



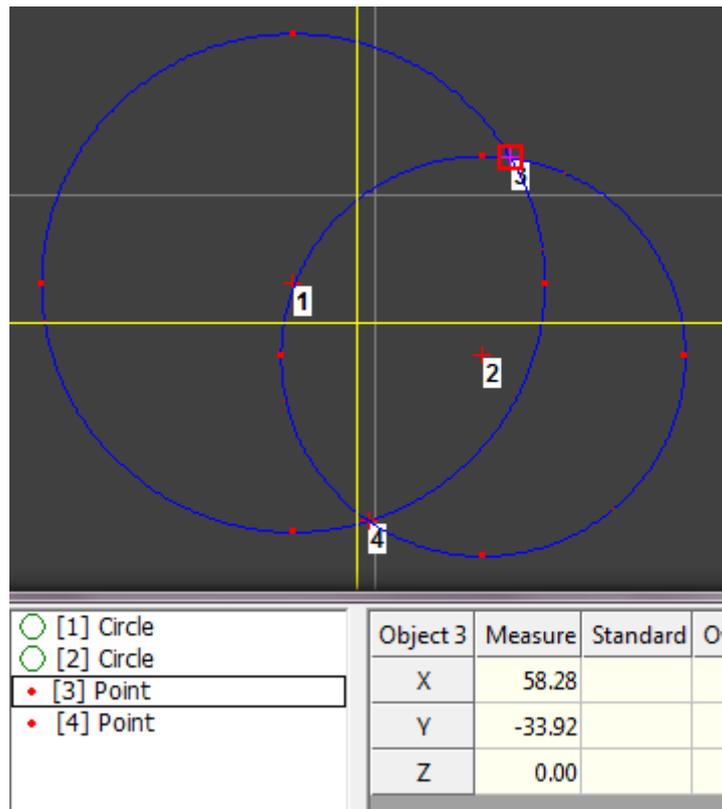
Εικόνα 51

5. Σημεία τομής γραμμής με κύκλο  Επιλέγει την ευθεία και τον κύκλο κάνοντας αριστερό κλικ και τότε προσδιορίζονται τα σημεία τομής του πάνω στο σχήμα και δίνονται οι συντεταγμένες τους.



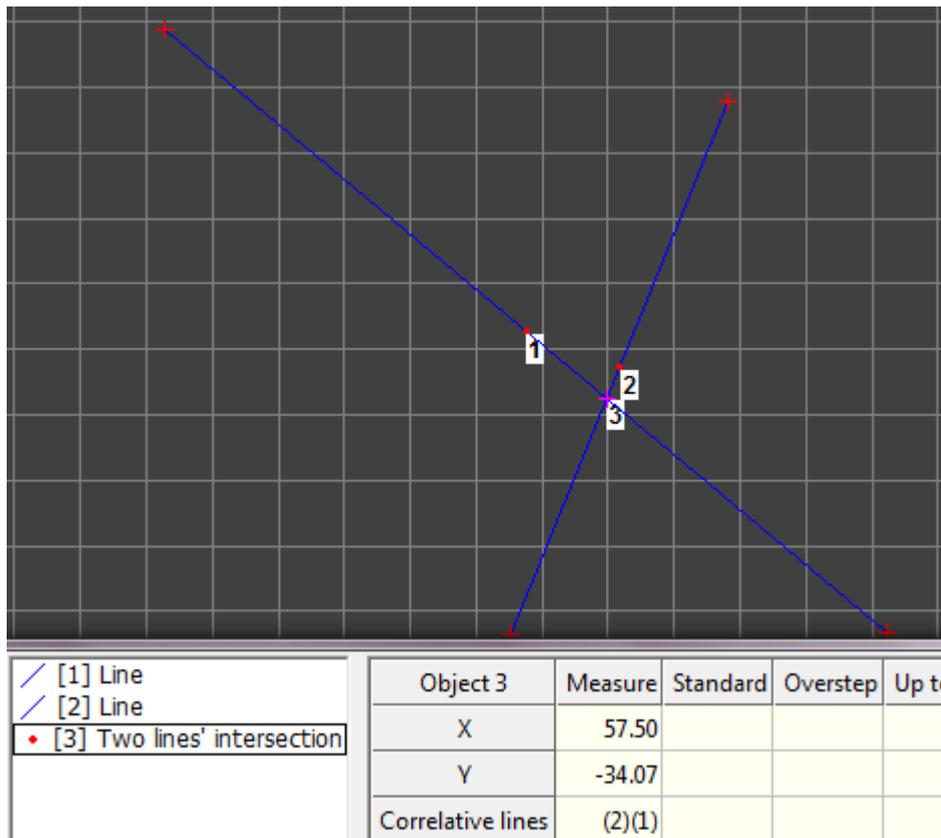
Εικόνα 52

6. Σημεία τομής κύκλων  Επιλέγει τους δυο κύκλους κάνοντας αριστερό κλικ και τότε προσδιορίζονται τα σημεία τομής τους επάνω στο σχήμα και οι συντεταγμένες τους.



Εικόνα 53

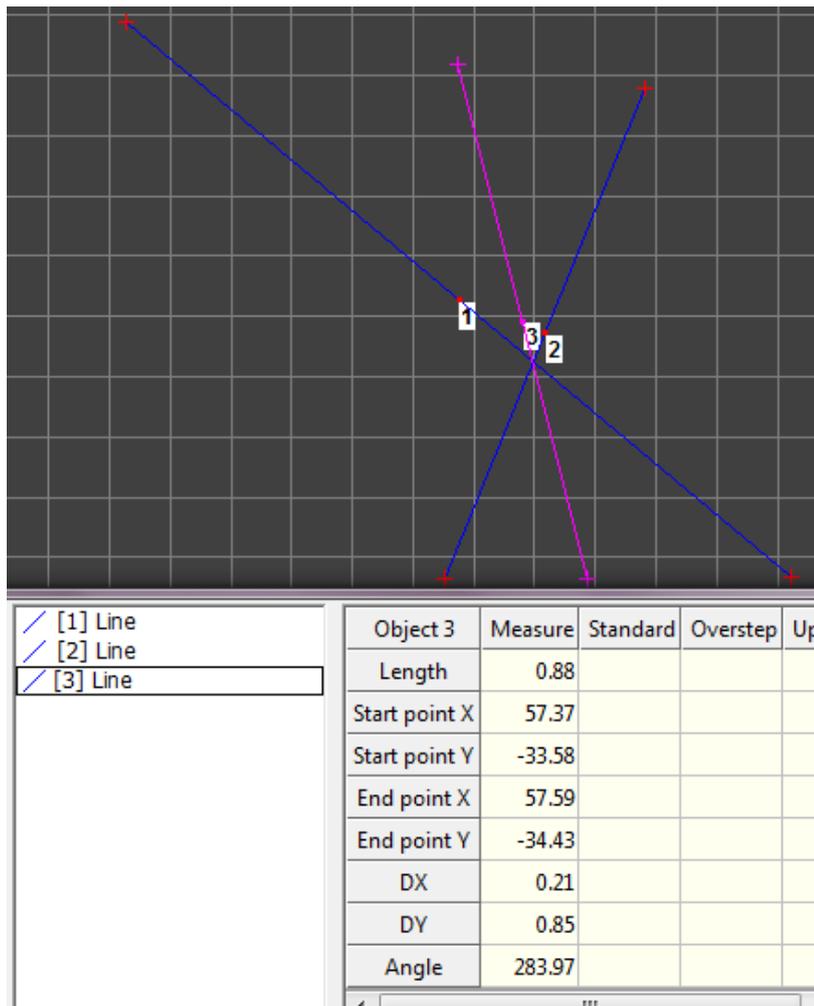
7. Σημείο τομής γραμμών   
 Επιλέγει δυο γραμμές κάνοντας αριστερό κλικ και εμφανίζεται το σημείο τομής τους και οι συντεταγμένες του.



Εικόνα 54

8. Διχοτόμος 

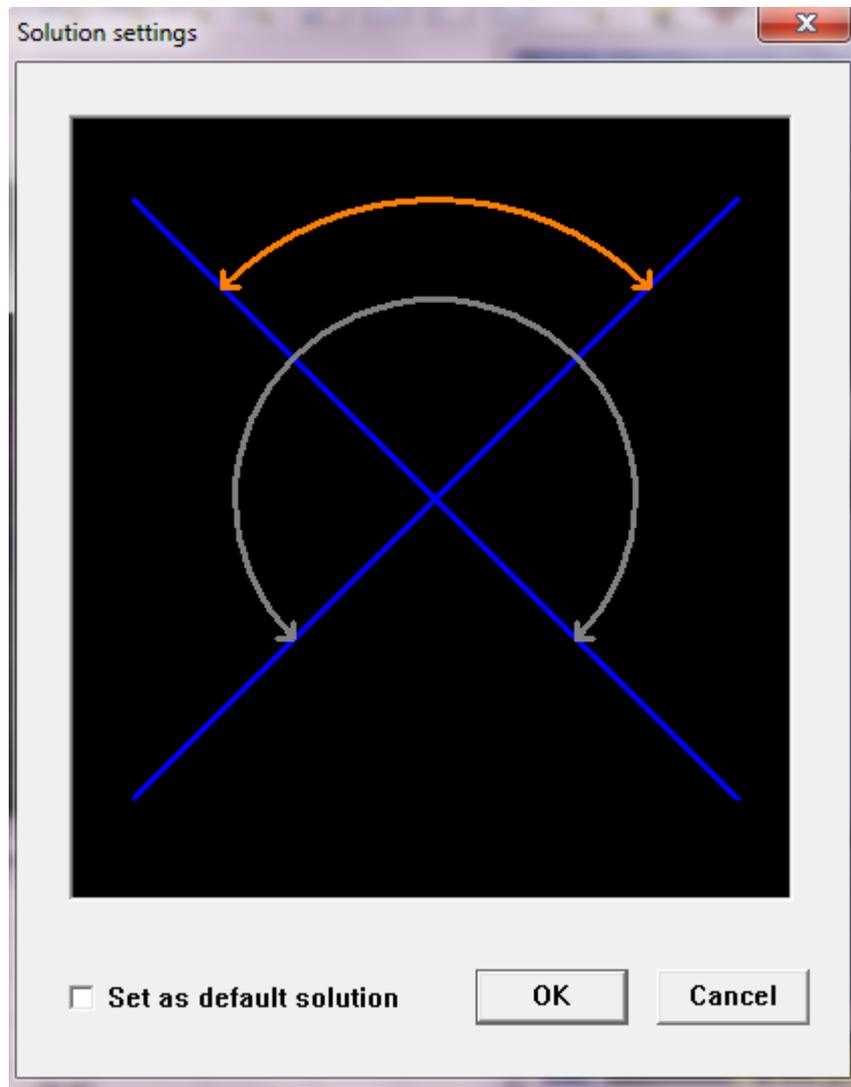
Επιλέγει τις 2 γραμμές κάνοντας αριστερό κλικ και εμφανίζεται η διχοτόμος τους με τα χαρακτηριστικά της.



Εικόνα 55

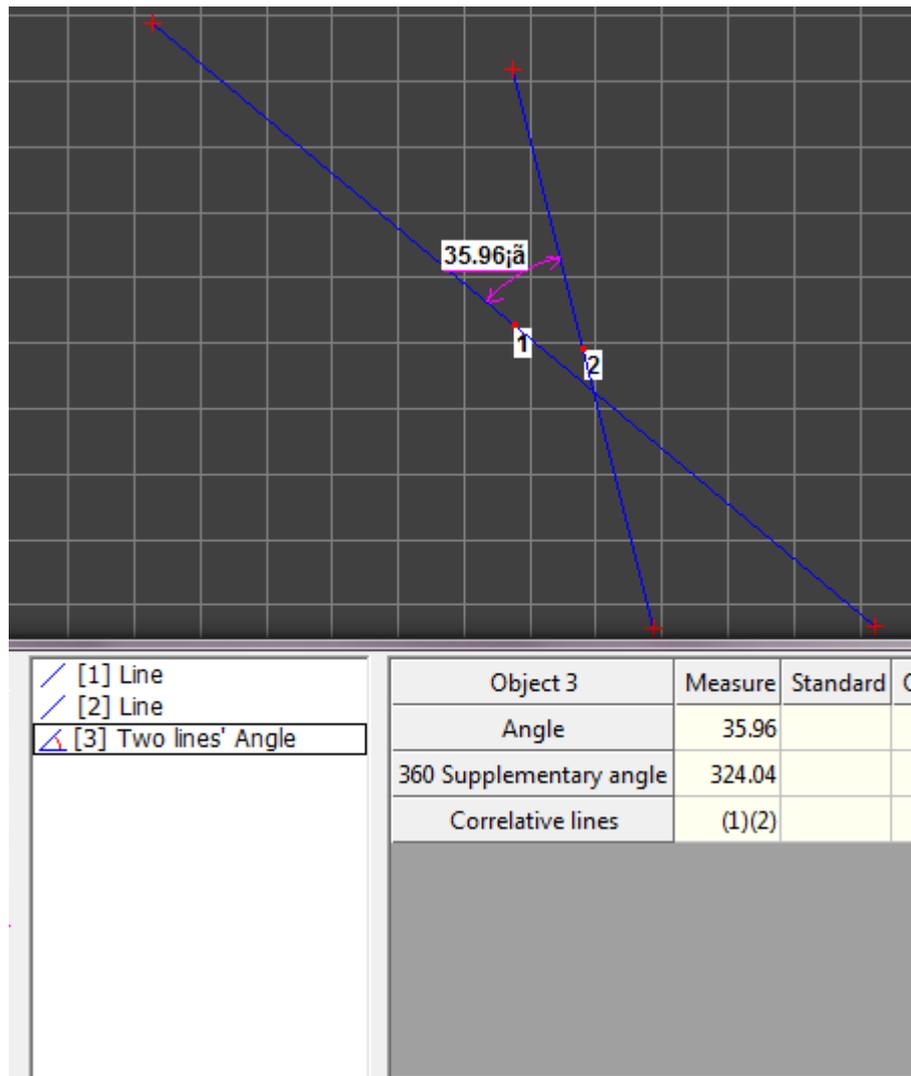
9. Γωνία μεταξύ γραμμών 

Επιλέγει τις δύο γραμμές κάνοντας αριστερό κλικ και εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο.



Εικόνα 56

Επιλέγει ποιά γωνία θέλει να μετρήσει (εσωτερική ή εξωτερική) κλικάροντας το αντίστοιχο πεδίο στο παραπάνω παράθυρο, επιλέγει OK και εμφανίζεται η γωνία και τα χαρακτηριστικά της.

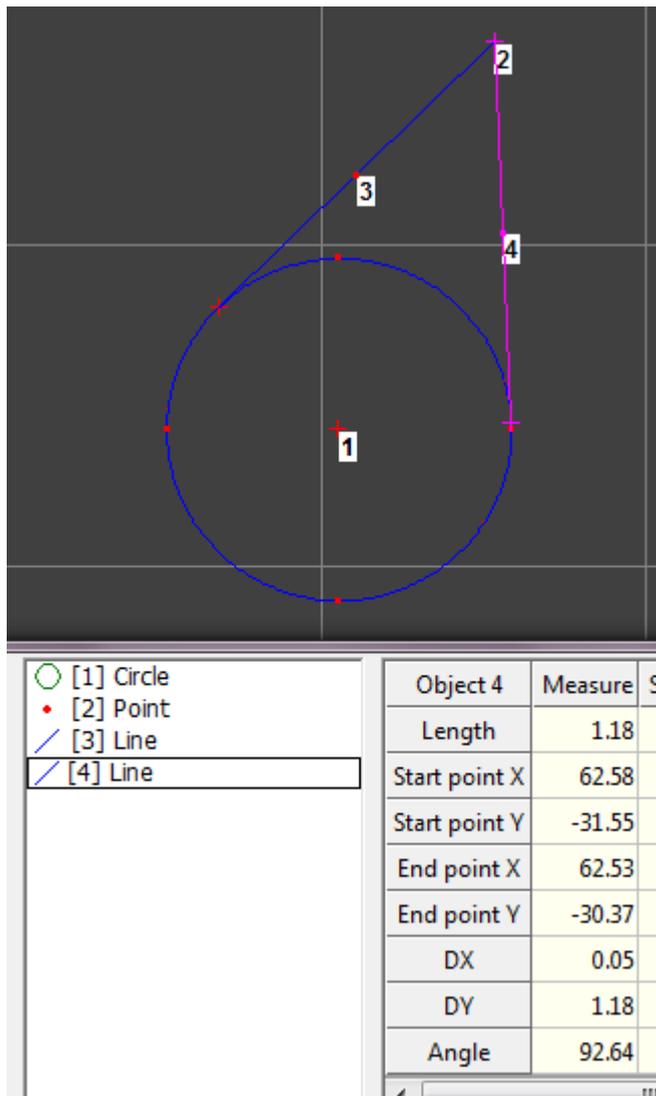


Εικόνα 57

#### 10. Εφαπτόμενες



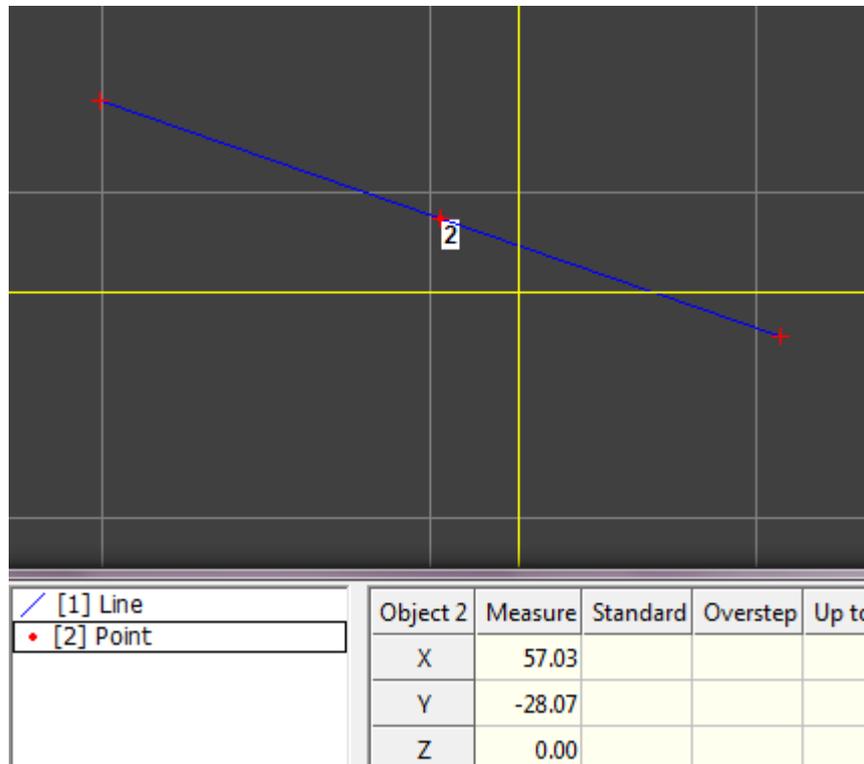
Επιλέγει ένα σημείο και έναν κύκλο κάνοντας αριστερό κλικ και εμφανίζονται οι εφαπτόμενες από το σημείο στον κύκλο εφόσον υπάρχουν. Τα χαρακτηριστικά τους δίνονται στον πίνακα δεδομένων μετρήσεων.



Εικόνα 58

## 11. Προσδιορισμός μέσου γραμμής

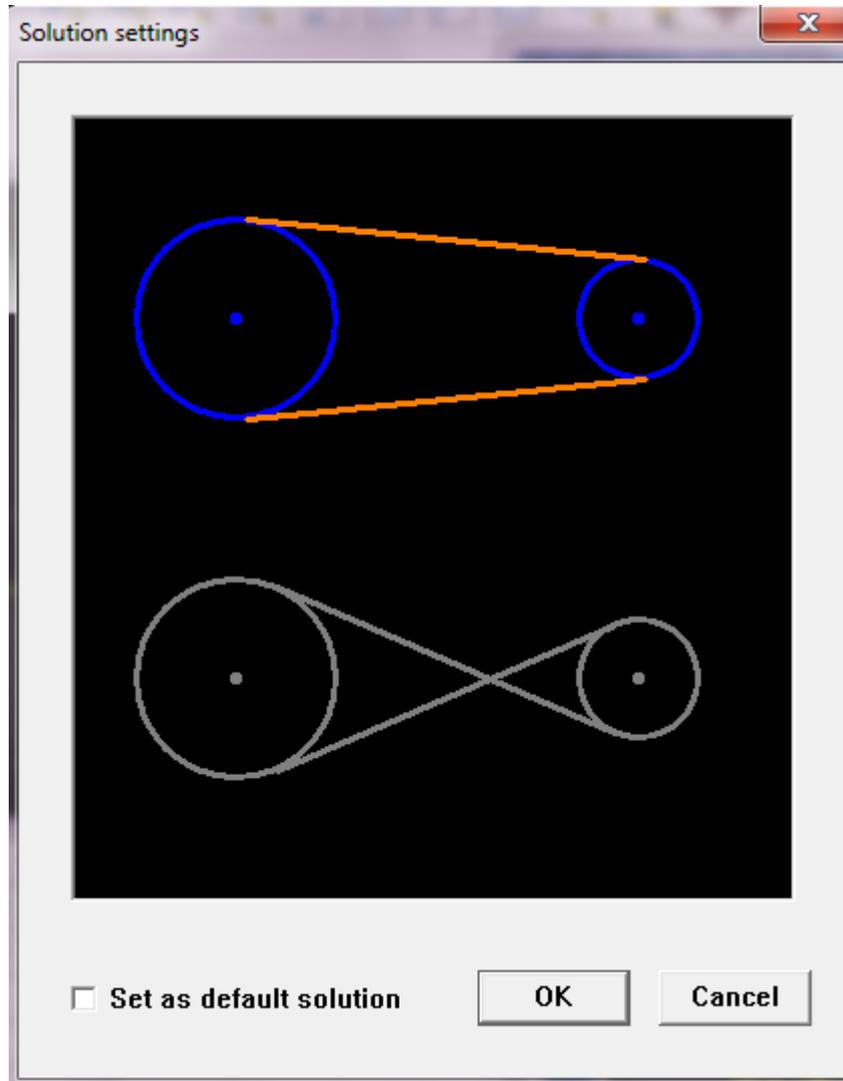
Επιλέγει την γραμμή κάνοντας αριστερό κλικ και εμφανίζεται το μέσο της με τις συντεταγμένες του.



Εικόνα 59

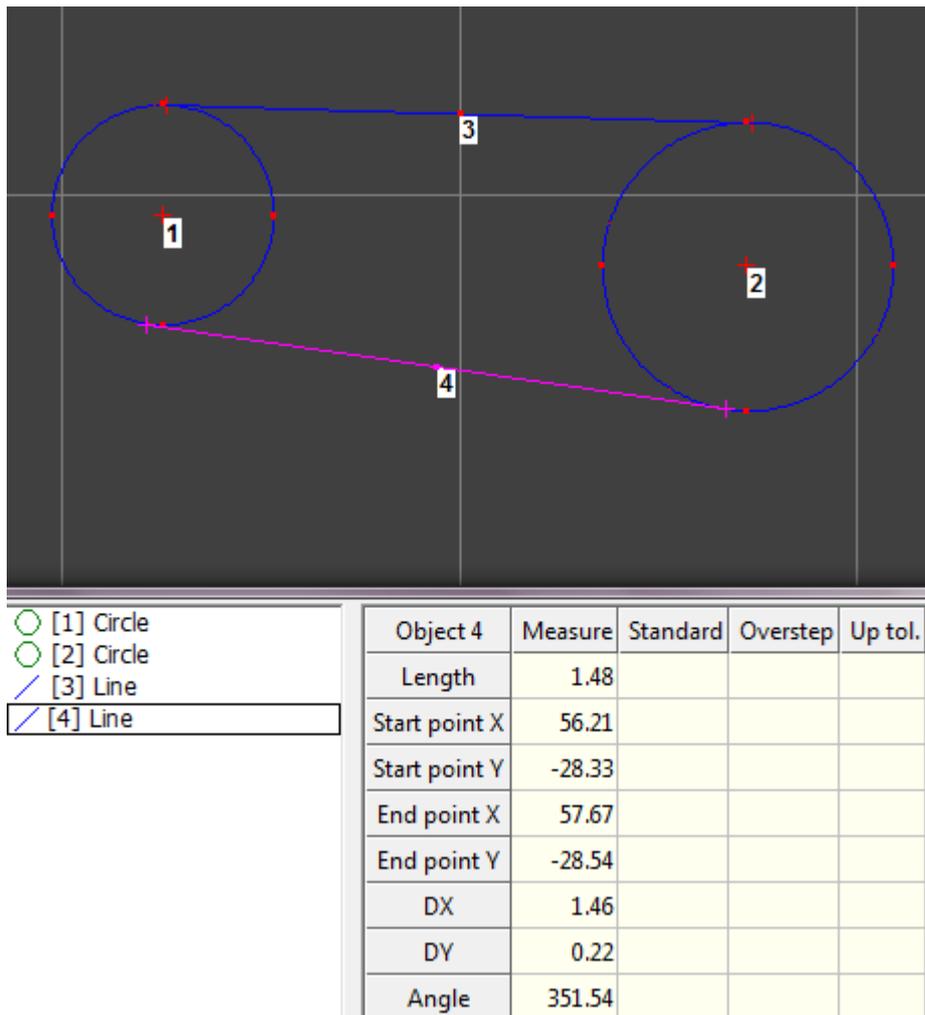
12. Κοινά εφαπτόμενα τμήματα κύκλων 

Επιλέγει δύο κύκλους κάνοντας αριστερό κλικ και ανοίγει το παρακάτω παράθυρο



Εικόνα 60

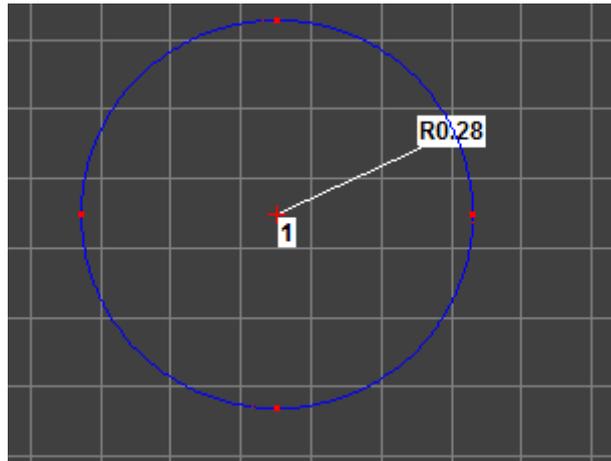
Επιλέγει ποια από τα 2 πιθανά εφαπτόμενα τμήματα θα μετρήσει και τότε σχηματίζονται και δίνονται τα χαρακτηριστικά τους.



Εικόνα 61

13. Ένδειξη ραδίου 

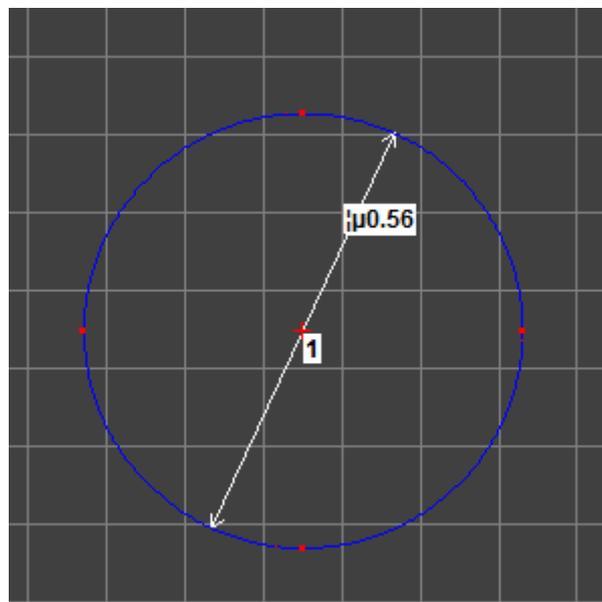
Επιλέγει έναν κύκλο κάνοντας αριστερό κλικ, εμφανίζεται μια ακτίνα η οποία κινείται περιμετρικά του κύκλου με την κίνηση του ποντικιού και κάνοντας αριστερό κλικ στο σημείο που θέλει εμφανίζεται το αντίστοιχο ράδιο.



Εικόνα 62

14. Ένδειξη διαμέτρου 

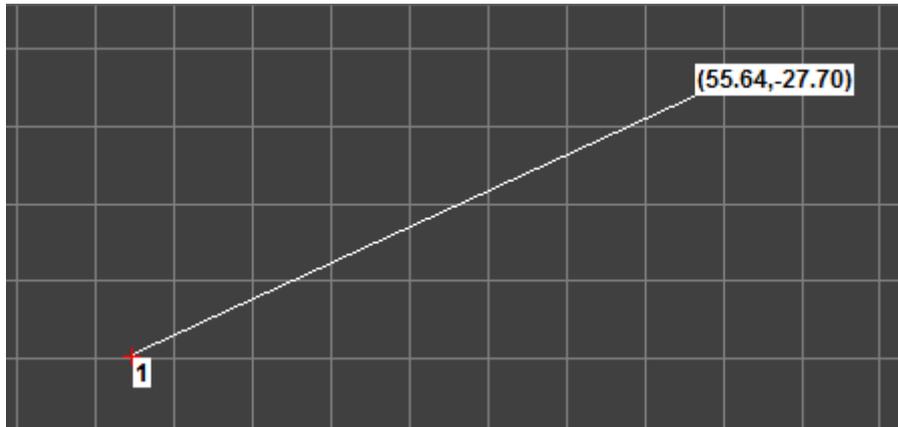
Η λειτουργία της παραπάνω επιλογής είναι ακριβώς ίδια με την προηγούμενη ,για αυτό δεν γίνεται ξανά εξήγηση, με την διαφορά πως φαίνεται τιμή της διαμέτρου.



Εικόνα 63

15. Ένδειξη συντεταγμένων σημείου 

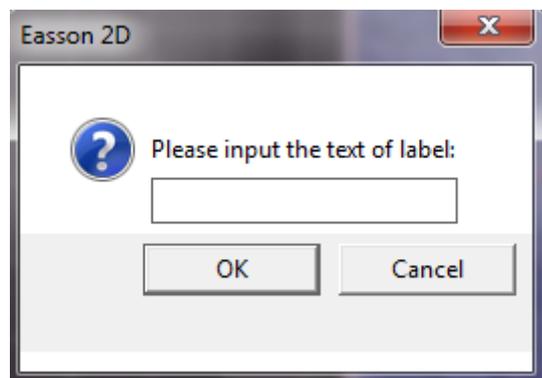
Επιλέγει ένα σημείο κάνοντας αριστερό κλικ, εμφανίζεται μια γραμμή με αρχή το σημείο αυτό, δίνει με την κίνηση του ποντικιού την κατεύθυνσή της. Επιλέγει ένα δεύτερο σημείο ως τέλος της. Πάνω στην ευθεία εμφανίζονται οι συντεταγμένες του πρώτου σημείου.



Εικόνα 64

16. Δημιουργία σημείωσης 

Κλικάρει σε οποιοδήποτε σημείο πάνω στο παράθυρο σχεδίασης και εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο.



Εικόνα 65

Πληκτρολογεί μια σημείωση και επιλέγει OK. Τότε εμφανίζεται μια γραμμή την οποία τοποθετεί όπου θέλει με την κίνηση του ποντικιού και κάνοντας αριστερό κλικ στο τέλος της γραμμής αυτής εμφανίζεται η σημείωση.



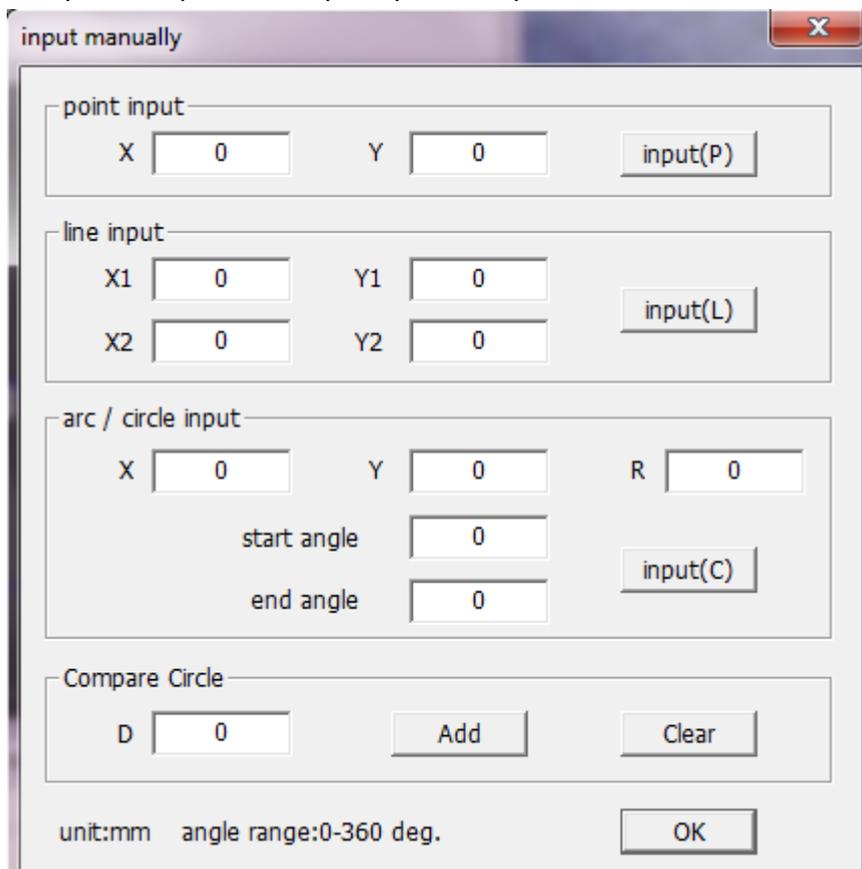
Εικόνα 66

17. Μετακίνηση σημείωσης 

Επιλέγει μια επιγραφή που έχει κάνει με την χρήση της προηγούμενης επιλογής και την μετακινεί με την κίνηση του ποντικιού σε μια καινούργια θέση.

18. Δημιουργία στοιχείου χειροκίνητα X,Y

Ανοίγει το παρακάτω παράθυρο διαλόγου.



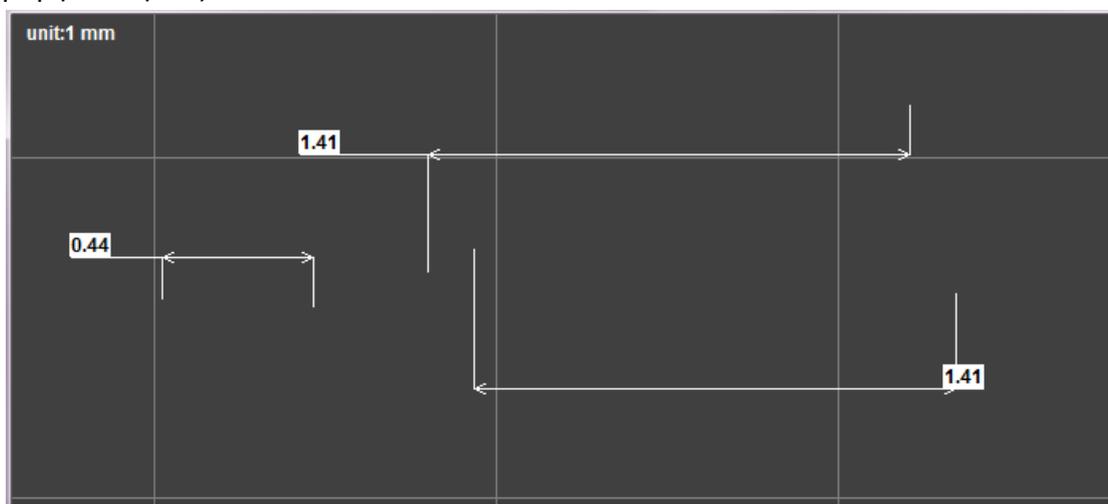
Εικόνα 67

Πληκτρολογεί τις συντεταγμένες και δημιουργείται το ζητούμενο στοιχείο στην αντίστοιχη θέση.

19. Ένδειξη οριζόντιας απόστασης



Επιλέγει στο παράθυρο σχεδίασης ένα σημείο για να δείξει την αρχή της πρώτης κάθετης γραμμής, με την κίνηση του ποντικιού δίνει προς ποια κατεύθυνση θέλει να κινηθεί, σταματάει στην επιθυμητή απόσταση κλικάροντας οπότε σχηματίζεται η δεύτερη κάθετη γραμμή και τέλος μορφοποιεί την οριζόντια ένδειξη. Ακολουθεί εικόνα με 3 διαφορετικές μορφοποιήσεις:

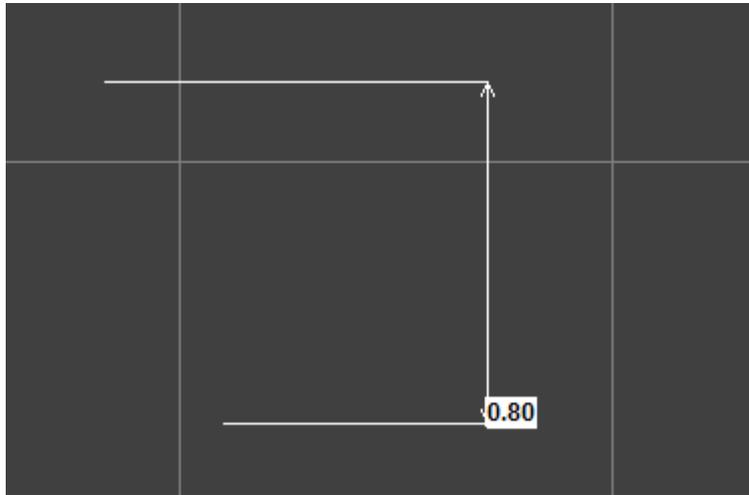


Εικόνα 68

20. Ένδειξη κάθετης απόστασης

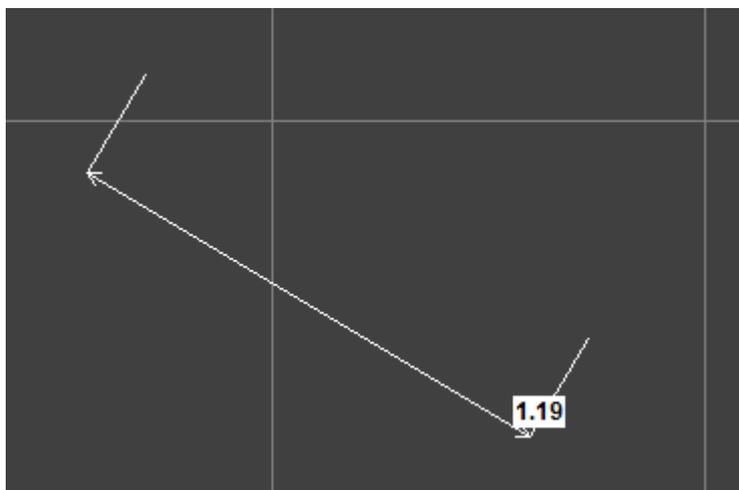


Αντίστοιχα με οριζόντια:



Εικόνα 69

21. Ένδειξη απόστασης υπό γωνία

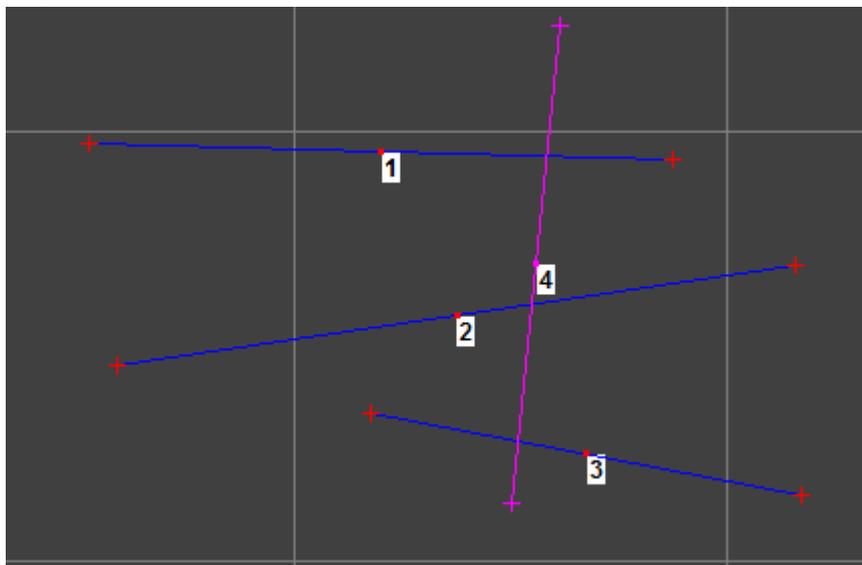


Εικόνα 70

22. Αποκοπή σχεδιασμένων γραμμών

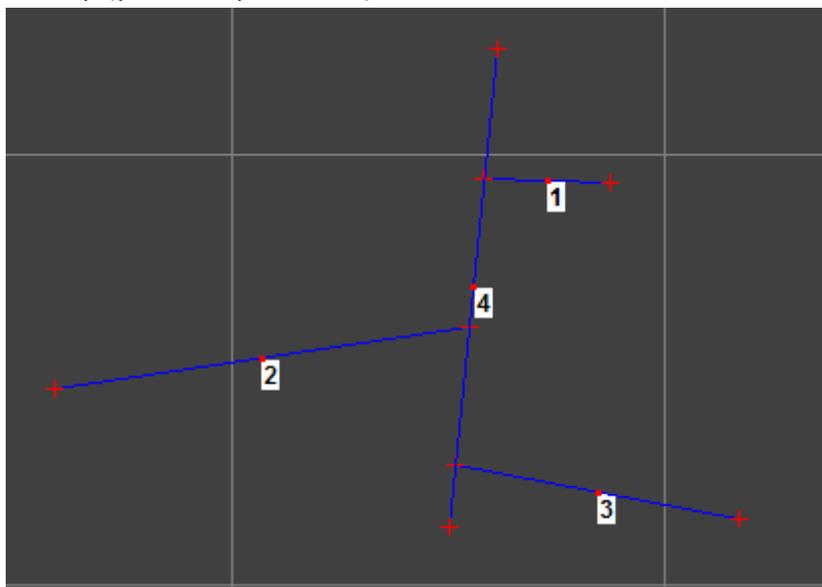


Φέρει μια γραμμή που τέμνει τις γραμμές τα τμήματα των οποίων θέλει να κόψει.



Εικόνα 71

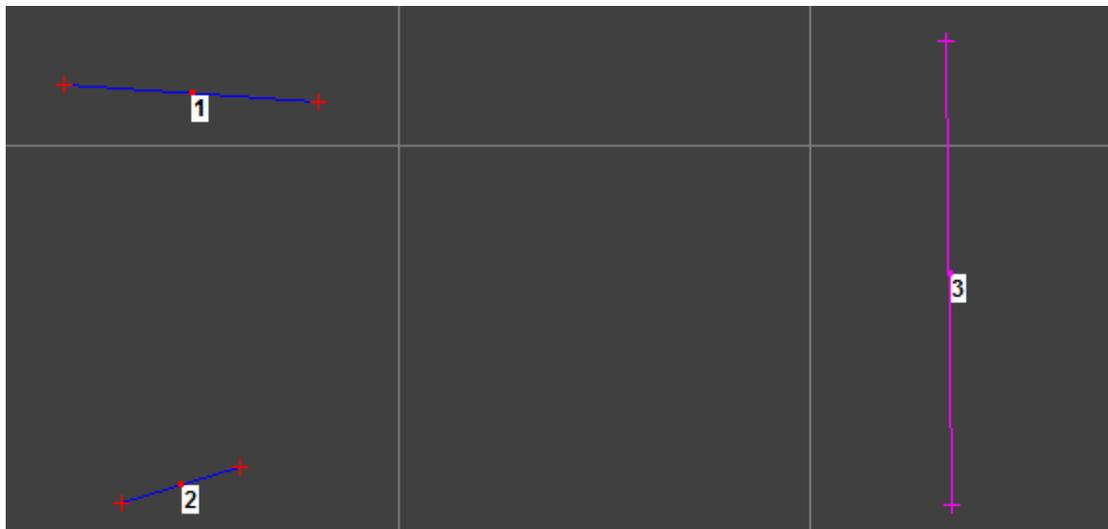
Κλικάρει το παραπάνω εικονίδιο, επιλέγει τη γραμμή αποκοπής και επιλέγει ποιο τμήμα επιθυμεί να κόψει από κάθε ευθεία.



Εικόνα 72

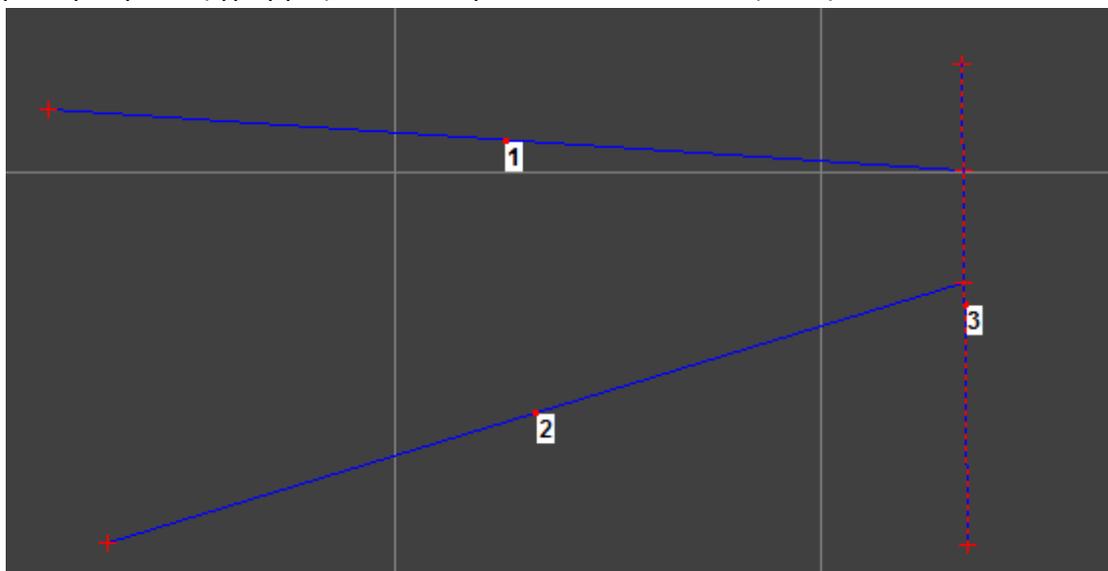
23. Επέκταση σχεδιασμένων γραμμών 

Ορίζει μια γραμμή αναφοράς ως προς την οποία θα επεκταθούν οι υπόλοιπες γραμμές.



Εικόνα 73

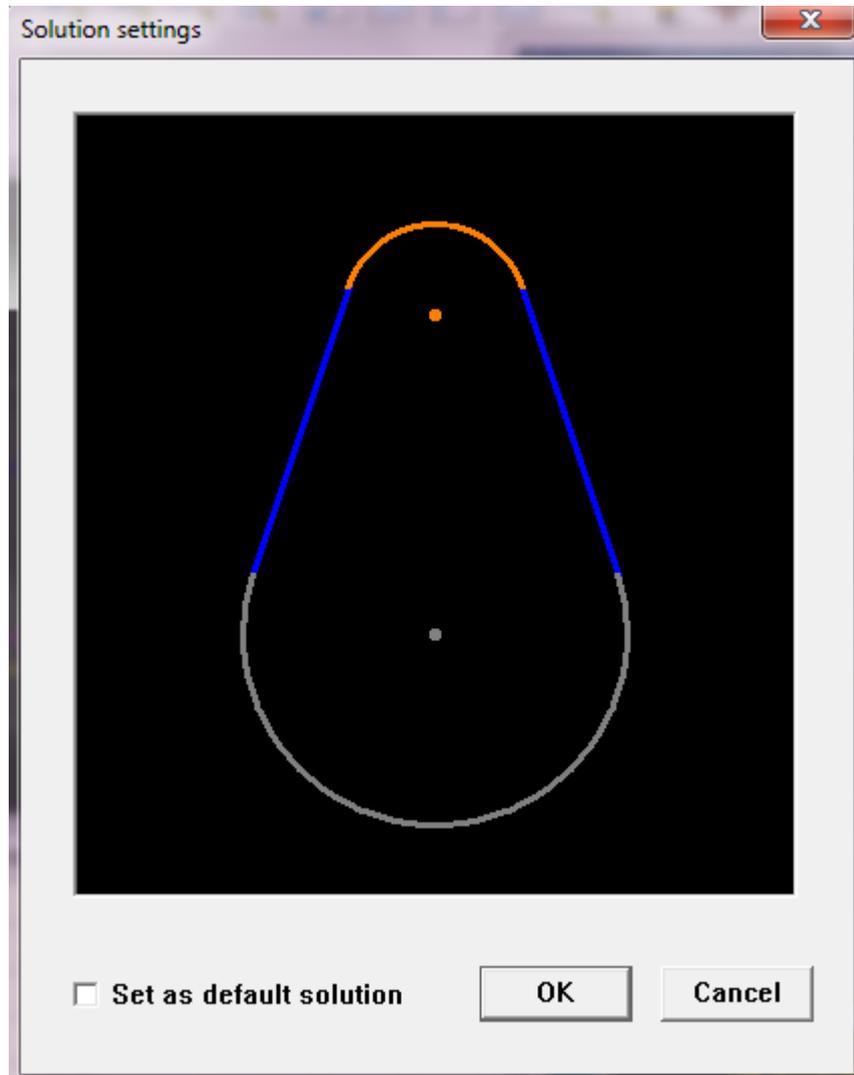
Κλικάρει το παραπάνω εικονίδιο, επιλέγει πρώτα την ευθεία αναφοράς και μετά μία μία τις γραμμές που επιθυμεί να επεκταθούν ως αυτή.



Εικόνα 74

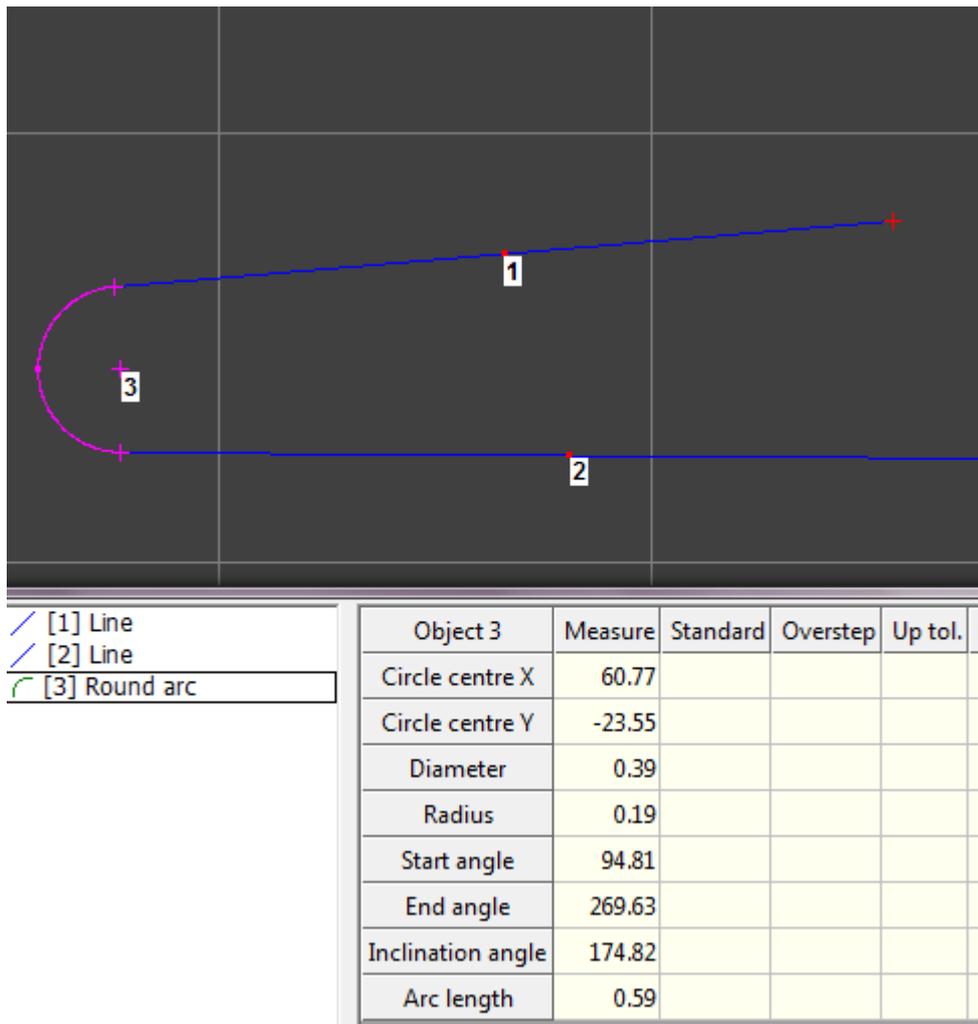
24. 

Επιλέγει δυο ευθείες και ανοίγει το παρακάτω παράθυρο:



Εικόνα 75

Επιλέγει το τόξο που θέλει να σχηματίσει και εμφανίζεται το τόξο και τα χαρακτηριστικά του.



Εικόνα 76

## ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Είναι ιδιαίτερα χρήσιμο αφού έχει πραγματοποιηθεί η μέτρηση ενός τεμαχίου να δίνεται η δυνατότητα να επαναληφθεί η διαδικασία σε οποιοδήποτε άλλο τεμάχιο ίδιου τύπου μέσω μιας αυτοματοποιημένης αλληλουχίας ενεργειών. Με τον τρόπο αυτό ο χειριστής εξοικονομεί χρόνο, διευκολύνεται η διαδικασία της μέτρησης καθώς ακολουθούνται κάθε φορά τα ίδια βήματα με την ίδια σειρά και δημιουργείται ταχύτερα ένα αρχείο μετρήσεων τεμαχίου του ίδιου τύπου, τα στοιχεία του οποίου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για SPC ανάλυση.

Για να πραγματοποιηθεί η αυτοματοποίηση μιας μέτρησης χρησιμοποιούμε τα εικονίδια που αφορούν την αυτόματη σχεδίαση και βρίσκονται στην μπάρα σχεδιαστικών εντολών



καθώς και τα εικονίδια της ζώνης προγραμματισμού.

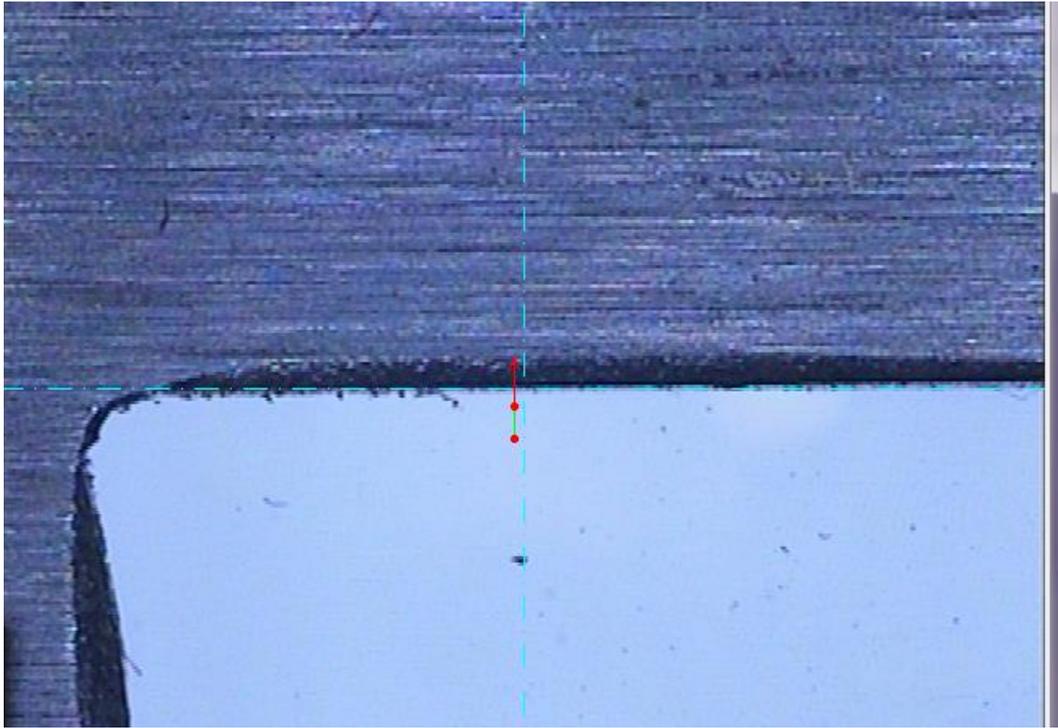


Ακολουθεί ανάλυση των παραπάνω εικονιδίων και της χρήσης τους.

- Αυτόματη σχεδίαση γραμμής

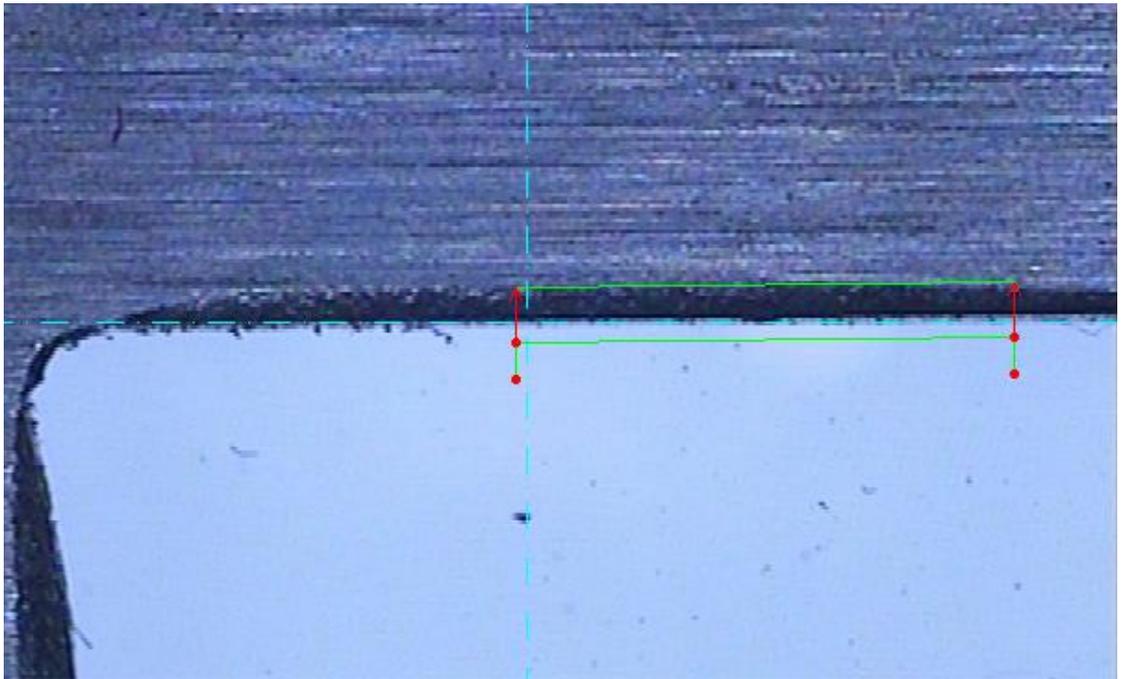


Ο χειριστής πατώντας αυτό το κουμπί μπορεί και επιλέγει μια ζώνη εύρους ανάμεσα σε δυο γραμμές μέσα στην οποία το πρόγραμμα θα προσαρμόσει αυτόματα μια γραμμή στην ακμή του τεμαχίου που μετράται. Αφού επιλέξει το κουμπί, κάνει αριστερό κλικ σε ένα σημείο της ακμής του τεμαχίου στη ζώνη του βίντεο και φαίνεται στην οθόνη η παρακάτω εικόνα:



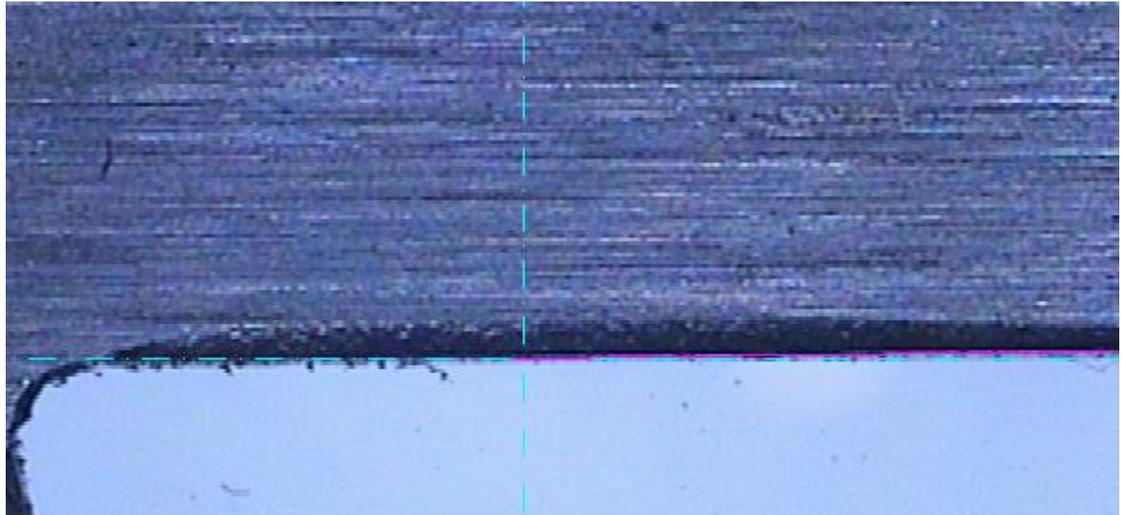
Εικόνα 77

Με την κίνηση του ποντικιού δημιουργεί την ζώνη εύρους που επιθυμεί:



Εικόνα 78

και τέλος πατώντας αριστερό κλικ σταθεροποιείται το εύρος και με δεξί κλικ σχεδιάζεται αυτόματα η γραμμή.



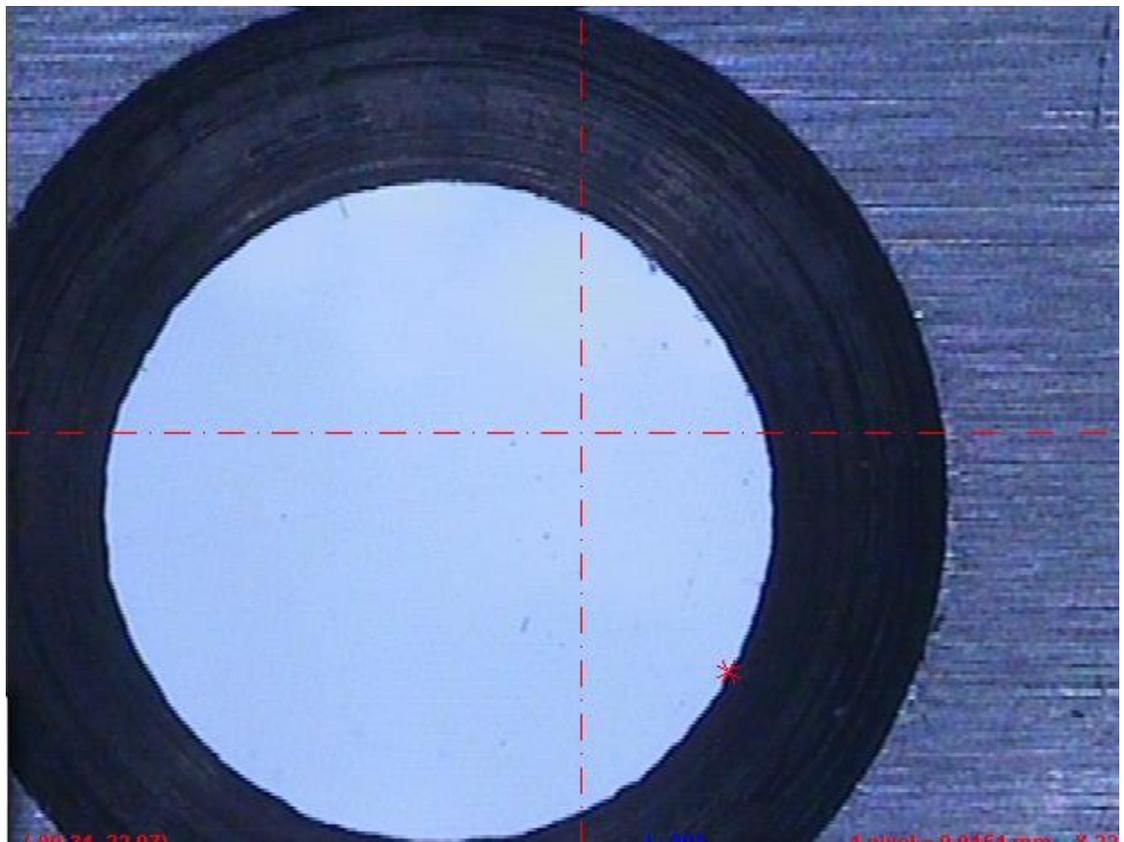
Εικόνα 79



- Αυτόματη σχεδίαση κύκλου

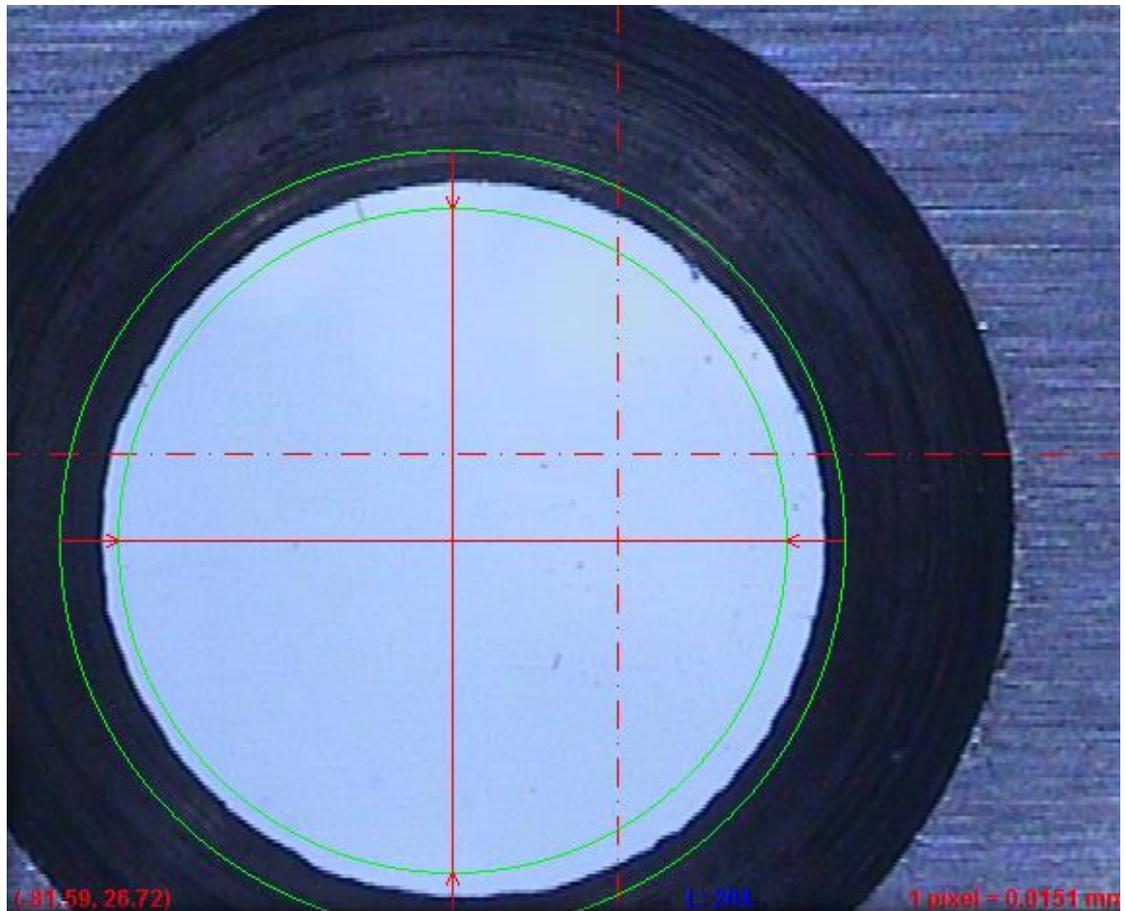
Ο χειριστής πατώντας αυτό το κουμπί μπορεί και επιλέγει μια ζώνη εύρους ανάμεσα σε δυο κύκλους μέσα στην οποία το πρόγραμμα θα προσαρμόσει αυτόματα τον κύκλο που μετράται.

Αφού επιλέξει το κουμπί, κάνει αριστερό κλικ σε δυο σημεία του κύκλου του τεμαχίου στη ζώνη του βίντεο και φαίνεται στην οθόνη η παρακάτω εικόνα:



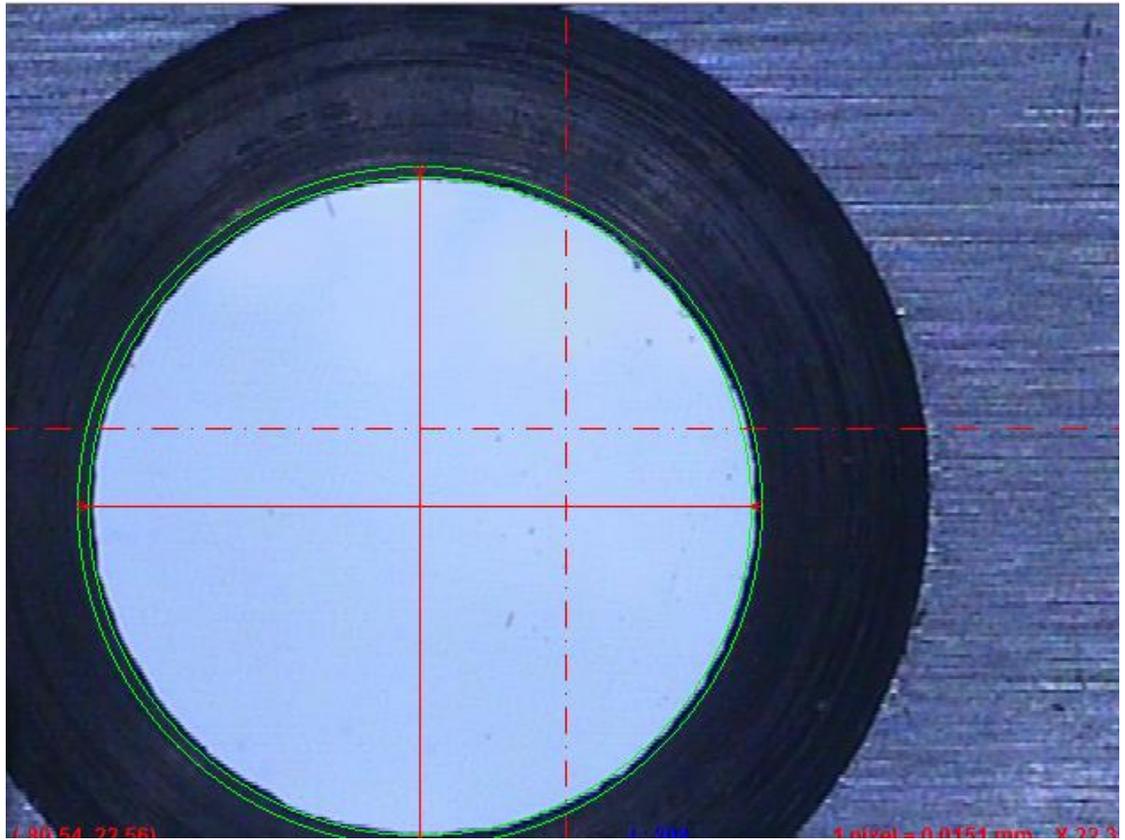
Εικόνα 80

Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται το δεύτερο σημείο που έχει επιλεγεί και με την κίνηση του ποντικιού δημιουργείται η αντίστοιχη ζώνη εύρους την οποία προσαρμόζουμε στο μετρούμενο κύκλο:



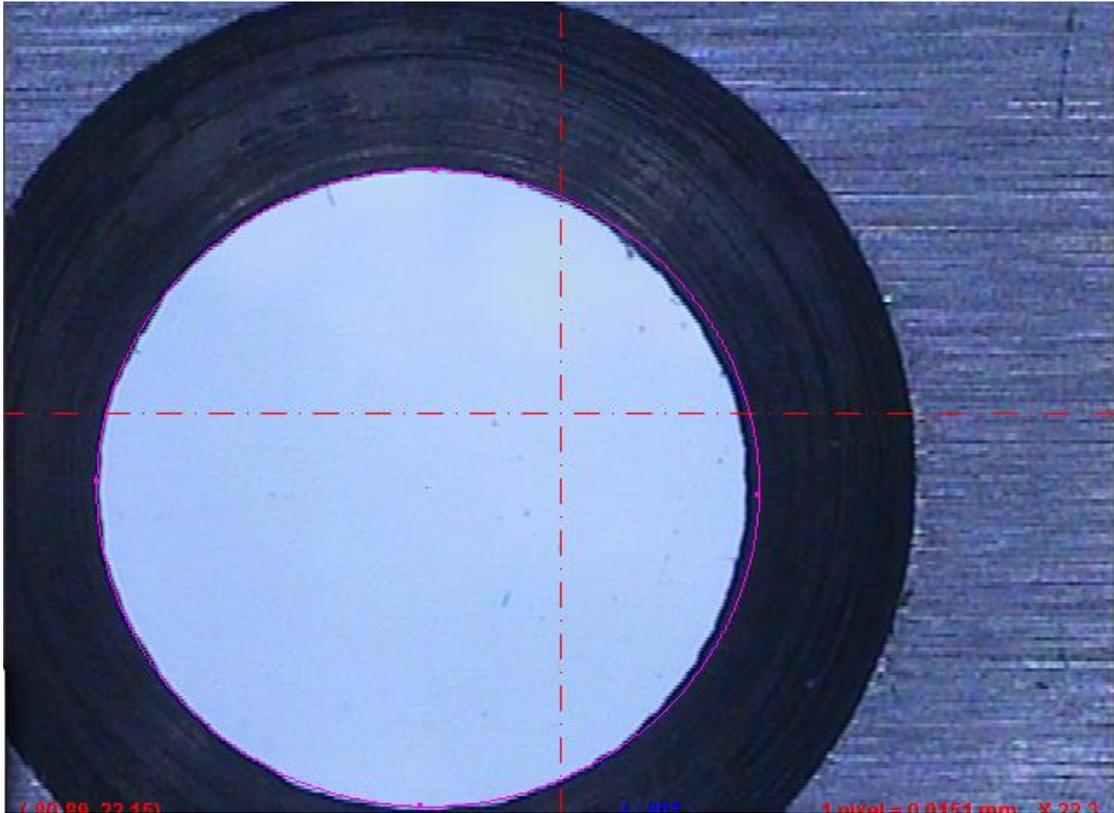
Εικόνα 81

Για ακριβέστερο αποτέλεσμα της μέτρησης συγκλίνουμε το εύρος στην περιφέρεια του κύκλου:



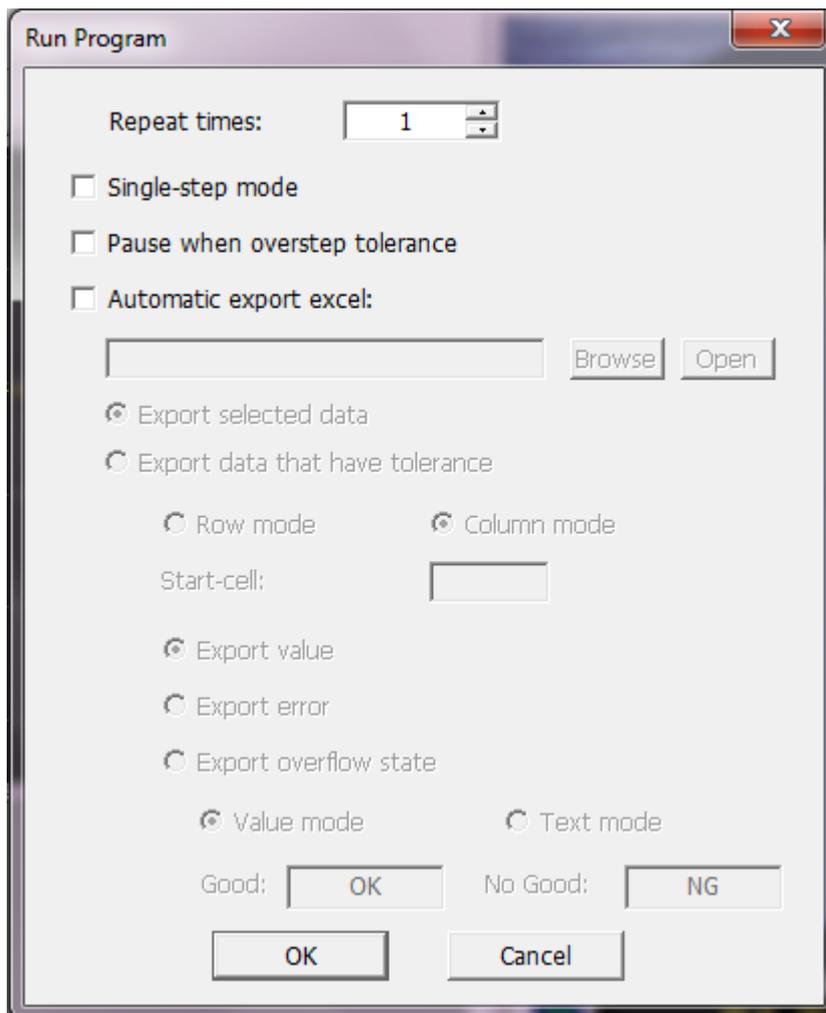
Εικόνα 82

Τέλος πατώντας δεξί κλικ σχεδιάζεται αυτόματα ο κύκλος.



Εικόνα 83

-  Δημιουργία ενός νέου αρχείου προγραμματισμού.
-  Άνοιγμα φακέλου και επιλογή αρχείου προγραμματισμού.
-  Αποθήκευση αρχείου προγραμματισμού.
-  Έναρξη/Τερματισμός εγγραφής προγράμματος.
-  Τρέξιμο προγράμματος. Πατώντας το κουμπί εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο:



Δίνεται η δυνατότητα επιλογής των παρακάτω:

- πόσες φορές θα τρέξει το πρόγραμμα
- κάθε φορά που θα πραγματοποιείται μια μέτρηση να χρειάζεται να ξαναπατηθεί το τρέξιμο προγράμματος(βήμα προς βήμα)
- παύση του προγράμματος όταν υπερβληθεί η τιμή της ανοχής, που προηγουμένως έχουμε θέσει
- αυτόματη αποθήκευση σε μορφή excel



Σταμάτημα του προγράμματος την ώρα που τρέχει στο βήμα που βρίσκεται εκείνη τη στιγμή και εμφανίζεται το παρακάτω μήνυμα:





- Πατώντας αυτό το κουμπί δίνεται η δυνατότητα εισαγωγής νέου βήματος πριν το επιλεγμένο στη μέση του προγράμματος

## Παράδειγμα δημιουργίας και τρεξίματος προγράμματος

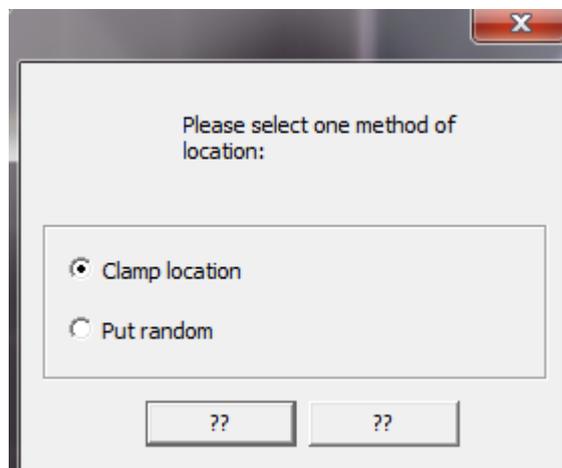
### Δημιουργία:

- Βήμα 1:

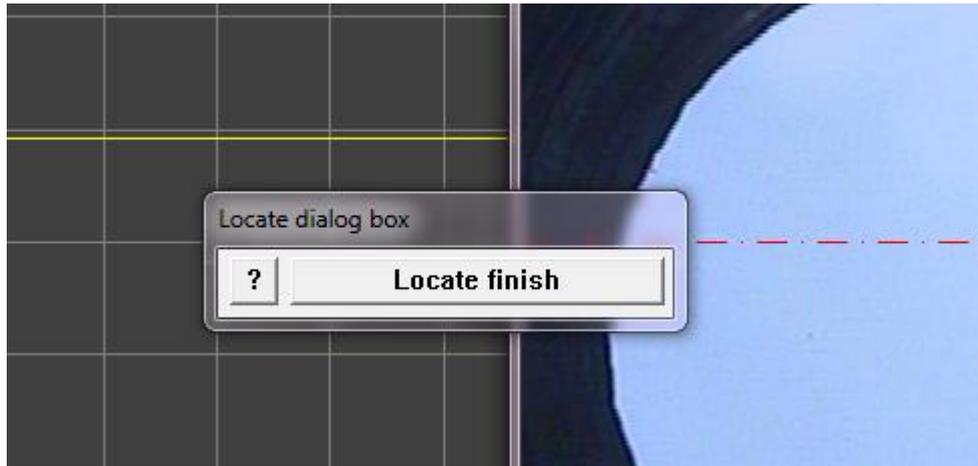
Κликаρούμε την επιλογή για την δημιουργία προγράμματος



και ανοίγει το παρακάτω παράθυρο:



Επιλέγουμε Put random και διαλέγουμε την πρώτη επιλογή και εμφανίζεται η παρακάτω οθόνη:



Εικόνα 84

- Βήμα 2  
 Τοποθέτηση αξόνων στο τεμάχιο. Βέλτιστο σύστημα αναφοράς επιτυγχάνεται με τη δημιουργία άξονα X που περνά από τα κέντρα δύο κύκλων που είναι συνευθειακά βάσει σχεδίου. Οι δύο κύκλοι για μικρότερο σφάλμα είναι καλύτερο να βρίσκονται όσο πιο μακριά δίνεται η δυνατότητα στο τεμάχιο.

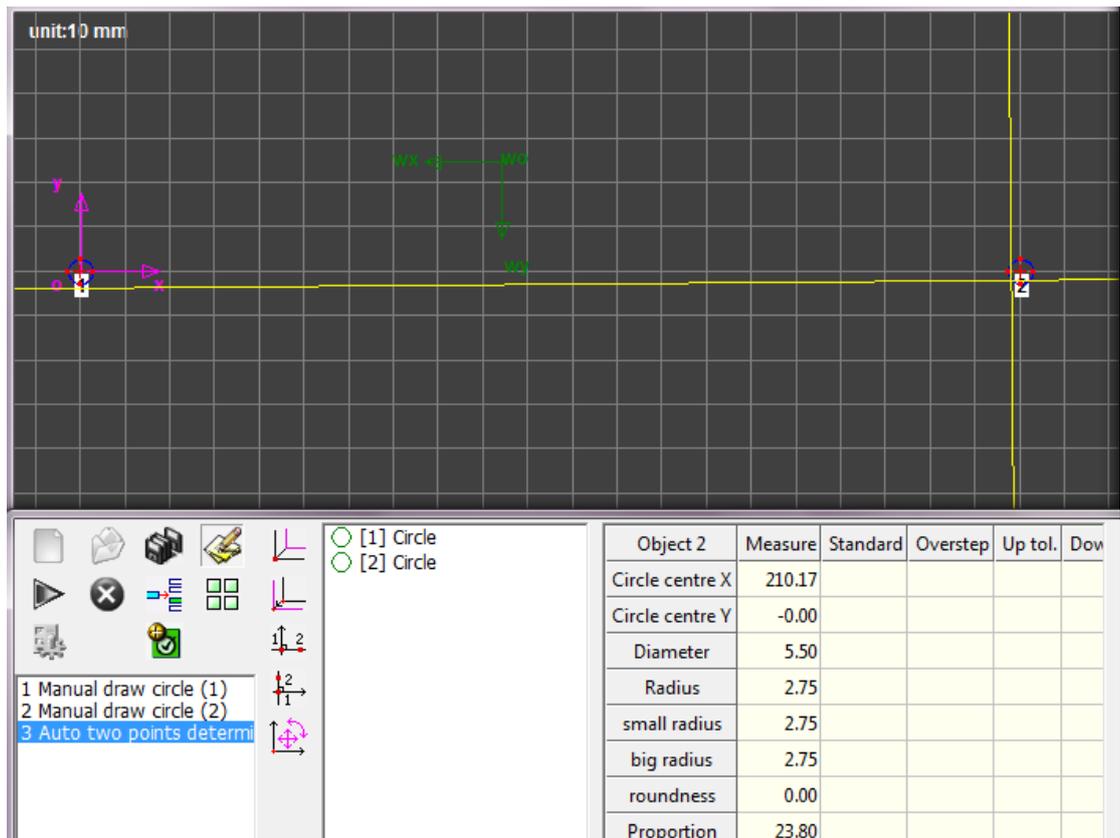
Σχεδιάζουμε τους δύο κύκλους με τη χρήση της επιλογής



Εικόνα 85

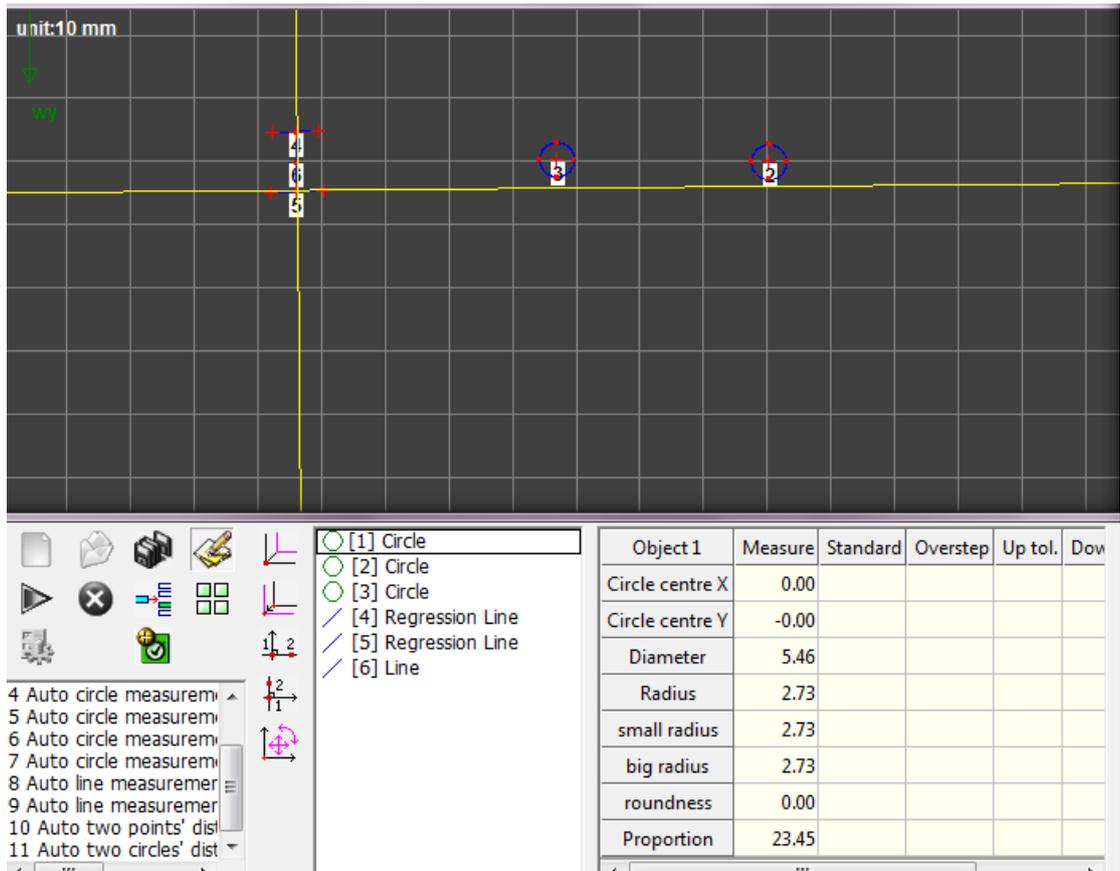
και προσαρμόζουμε τον άξονα X με σημεία τα δύο κέντρα των κύκλων με τη

χρήση της επιλογής  και επιλέγουμε Locate finish:



Εικόνα 86

- Βήμα 3  
Πραγματοποιούμε τις μετρήσεις στο τεμάχιο χρησιμοποιώντας τις εντολές αυτόματης σχεδίασης. Ενδεικτικά σχεδιάζεται κύκλος και γραμμές και μετρώνται οι μεταξύ τους αποστάσεις.



Εικόνα 87

- Βήμα 4

Κλικάρουμε το κουμπί  και τερματίζουμε το πρόγραμμα.

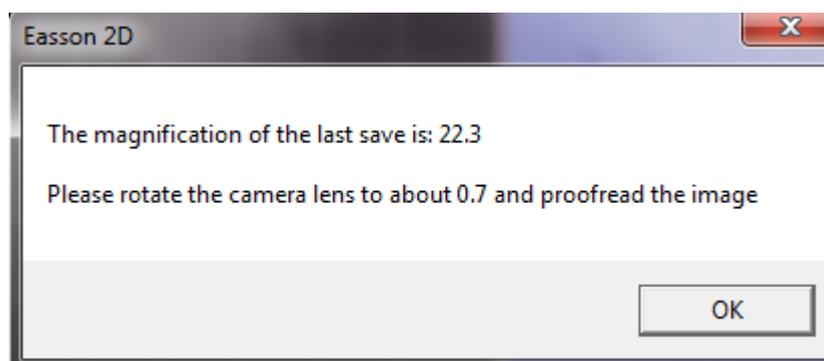
- Βήμα 5

Πατώντας διπλό αριστερό κλικ στο κουμπί  και αποθηκεύουμε το πρόγραμμα που δημιουργήσαμε.

### Τρέξιμο:

- Βήμα 1:

Κλικάρουμε το κουμπί  και ανοίγουμε το αποθηκευμένο αρχείο προγραμματισμού και εμφανίζεται στην οθόνη:

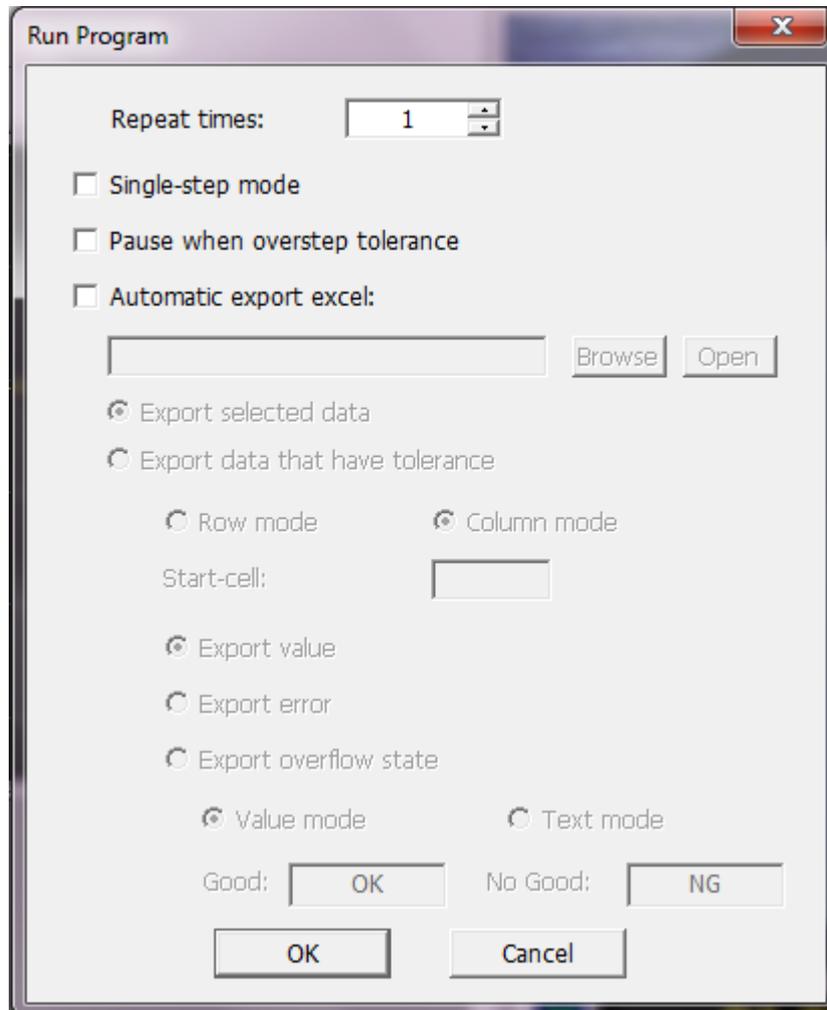


Το παράθυρο αυτό μας υπενθυμίζει τις τιμές στην εστίαση καθώς και στην ανάλυση της οθόνης με τις οποίες δημιουργήσαμε το πρόγραμμα έτσι ώστε ,αν αυτές έχουν μεταβληθεί, να τις επαναφέρουμε στις ίδιες τιμές, για να μπορεί ο υπολογιστής να διαβάσει πιο εύκολα το τεμάχιο έχοντας την ίδια ευκρίνεια.

- Βήμα 2



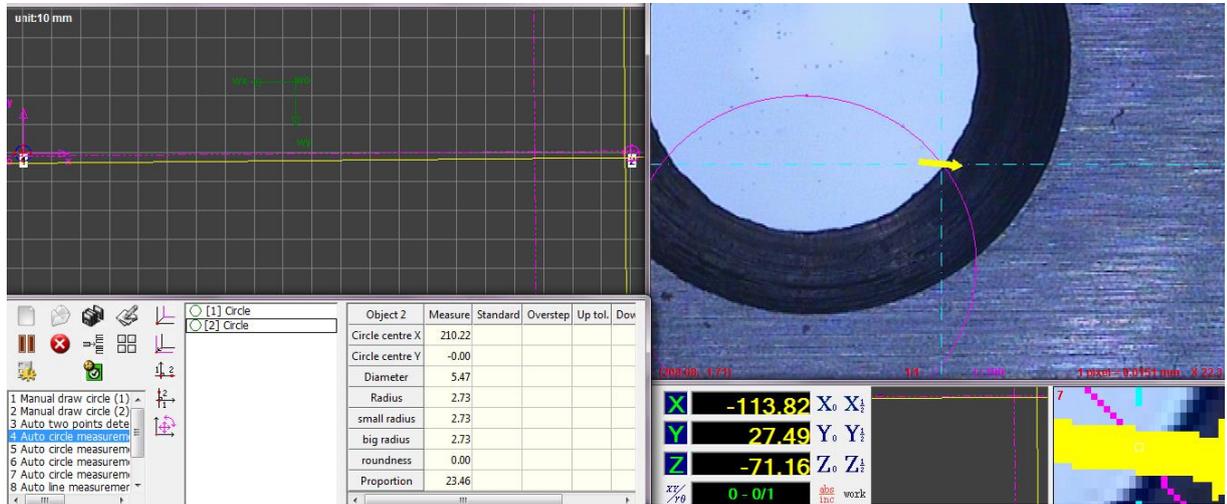
Κλικάρουμε το κουμπί και ανοίγει το παρακάτω παράθυρο:



Επιλέγουμε τις ρυθμίσεις που επιθυμούμε και κλικάρουμε OK.

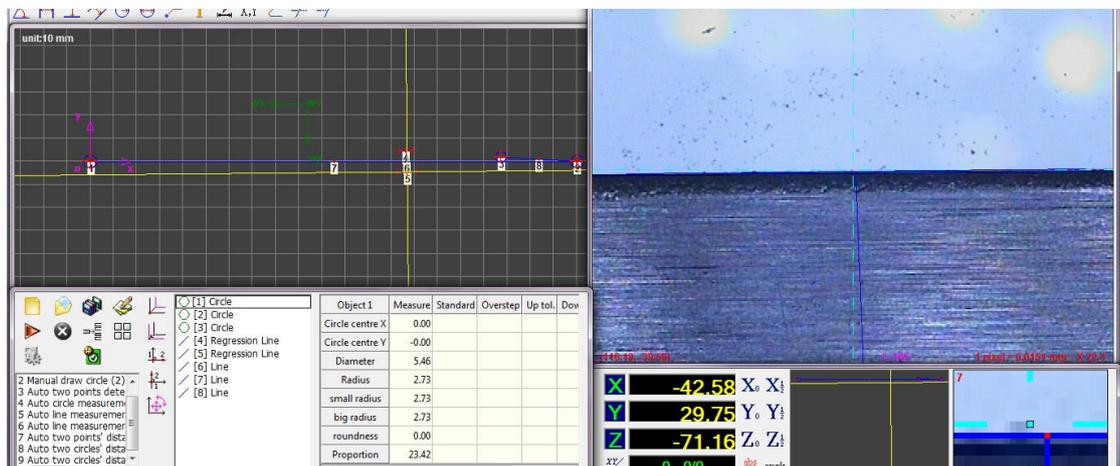
- Βήμα 3

Σχεδιάζουμε τους δύο κύκλους με τη σειρά που τους είχαμε σχεδιάσει κατά τη δημιουργία του προγράμματος και εμφανίζεται η παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 88

Ακολουθώντας το κίτρινο βέλος που έχει εμφανιστεί στη ζώνη του βίντεο ,ελέγχοντας παράλληλα στο παράθυρο σχεδίασης το κίτρινο σταυρόνημα να συμπίπτει με το ροζ, κινούμε τις χειρολαβές κίνησης τράπεζας προς τη σωστή κατεύθυνση και το πρόγραμμα πραγματοποιεί αυτόματα τις μετρήσεις.



Εικόνα 89

## Αποθήκευση μετρήσεων

Παρακάτω θα αναλυθούν οι διαδικασίες που πρέπει να ακολουθηθούν προκειμένου να γίνει η αποθήκευση των μετρήσεων.

Για να γίνει η αποθήκευση των μετρήσεων ο χειριστής ακολουθεί τα παρακάτω βήματα:

- **Βήμα 1:**

Κάνοντας διπλό κλικ στην επιλογή



ανοίγει στην οθόνη ένα παράθυρο ώστε να ορίσει σε ποιόν φάκελο θα αποθηκεύσει τις μετρήσεις που έχει πραγματοποιήσει.

- **Βήμα 2:**

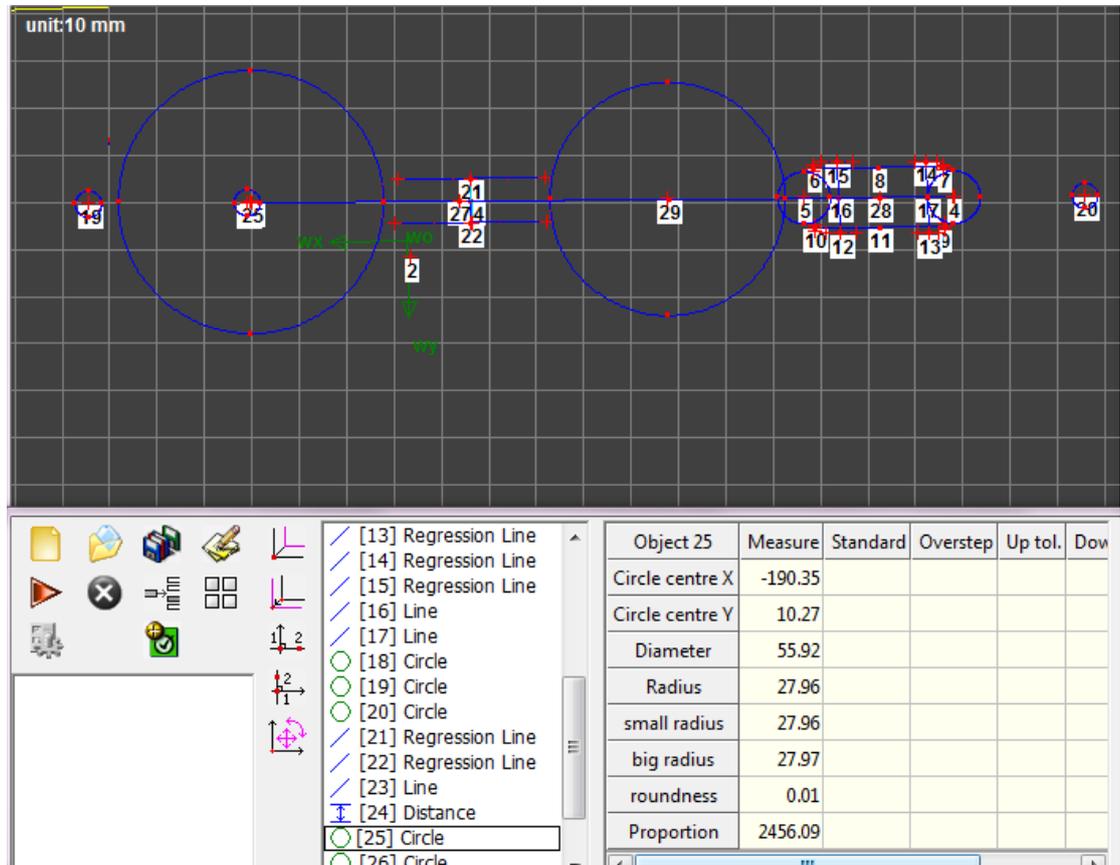
Ανοίγει το φάκελο, μετονομάζει το αρχείο προκειμένου να μπορεί εύκολα να ανατρέξει σε αυτό και πατάει το κουμπί "Save". Προσοχή!!! Εδώ επισημαίνεται πως το αρχείο αυτό είναι της μορφής '.e2d' και η ονομασία που θα δοθεί πρέπει να είναι σε λατινικούς χαρακτήρες και όχι σε ελληνικούς, ειδάλλως η αποθήκευση δεν πραγματοποιείται.

Έχοντας πραγματοποιήσει την πρώτη αποθήκευση, ανά τακτά χρονικά διαστήματα κρίνεται σκόπιμο να πραγματοποιούνται διαδοχικές αποθηκεύσεις των επιπλέον μετρήσεων κλικάροντας μόνο μια φορά την επιλογή που χρησιμοποιήθηκε στο βήμα 1.

Το αρχείο που αποθηκεύεται είναι της μορφής '.e2d', οπότε είναι προσβάσιμο μόνο σε αυτούς που έχουν το πρόγραμμα. Στο σημείο αυτό δημιουργείται η ανάγκη αποθήκευσης των μετρήσεων σε μορφή που είναι προσβάσιμη από όλους. Για αυτό τον λόγο αυτό υπάρχει η δυνατότητα αποθήκευσης του αρχείου σε μορφή Microsoft Word, Microsoft Excel, Dxf ή Pdf, η οποία περιγράφεται παρακάτω σύμφωνα με τα βήματα που πρέπει να κάνει ο χειριστής:

- **Βήμα 1:**

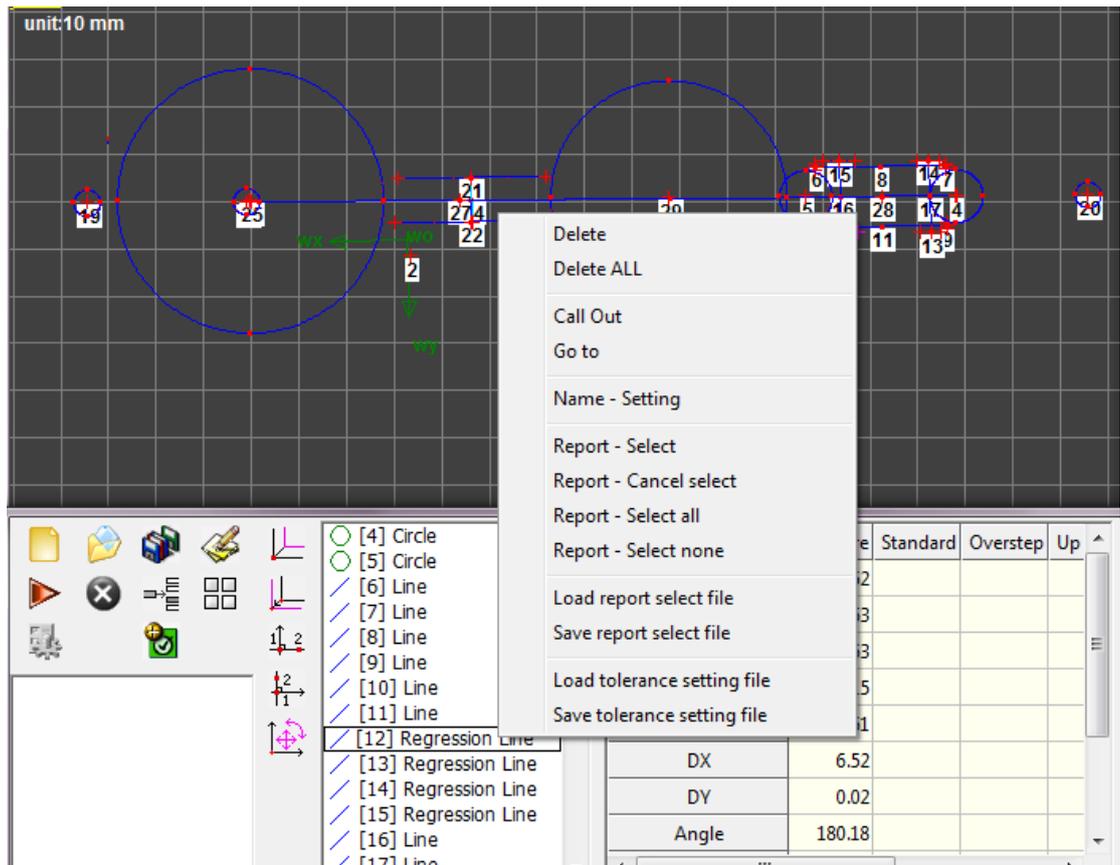
Πραγματοποιεί μια σειρά μετρήσεων και υπάρχει στην οθόνη η παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 90

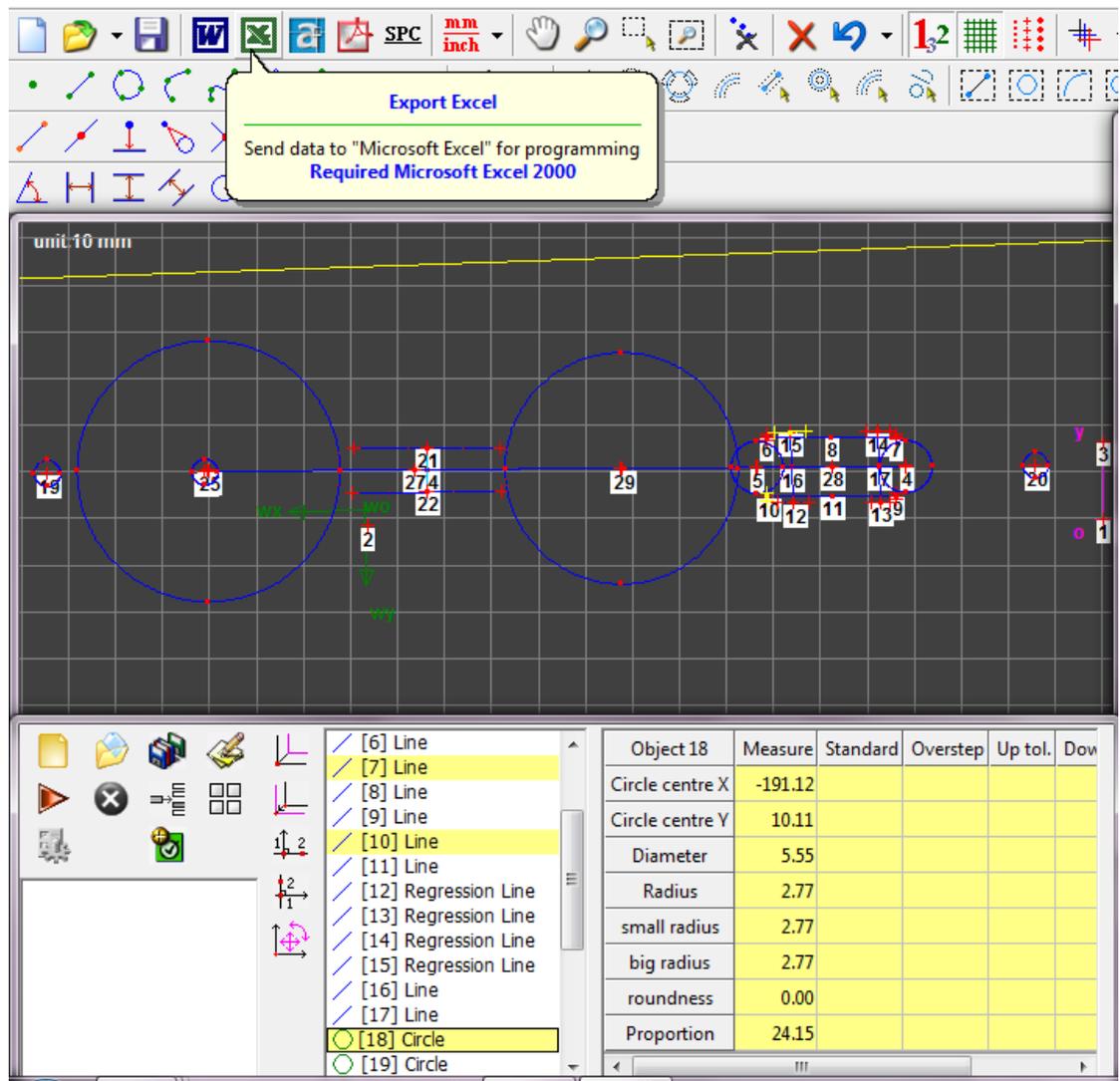
- **Βήμα 2:**

Κάνοντας δεξί κλικ σε οποιοδήποτε στοιχείο στο δέντρο δεδομένων εμφανίζεται η παρακάτω εικόνα:



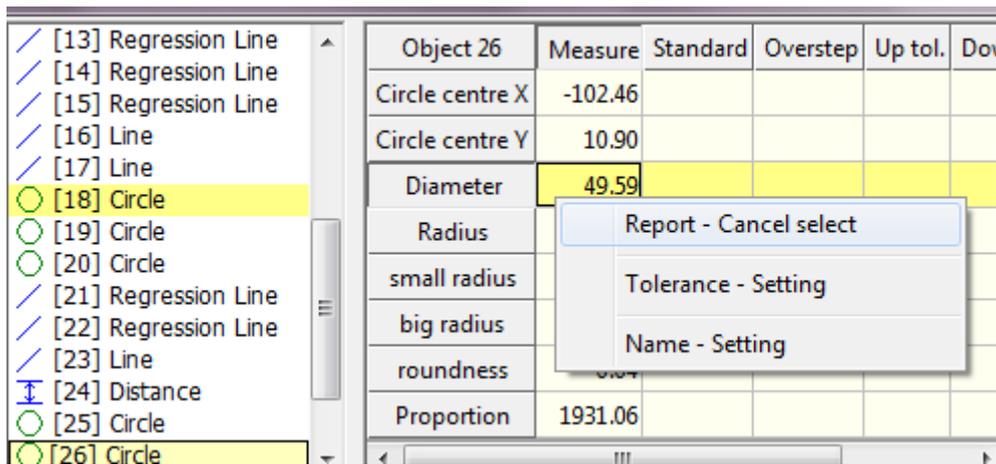
Εικόνα 91

Κλικάροντας Report-select σε ένα στοιχείο επιλέγει όλα τα χαρακτηριστικά του ενώ με Report-select all επιλέγει όλα τα στοιχεία με τα χαρακτηριστικά τους. Με την επιλογή Report-Cancel select αναιρεί ένα επιλεγμένο στοιχείο ενώ με την επιλογή Report-Select none τα αναιρεί όλα. Τέλος επιλέγει από τη μπάρα λειτουργίας σε τι μορφή θέλει να αποθηκεύσει τα επιλεχθέντα σημεία. Ακολουθεί παράδειγμα επιλογής 3 σημείων.



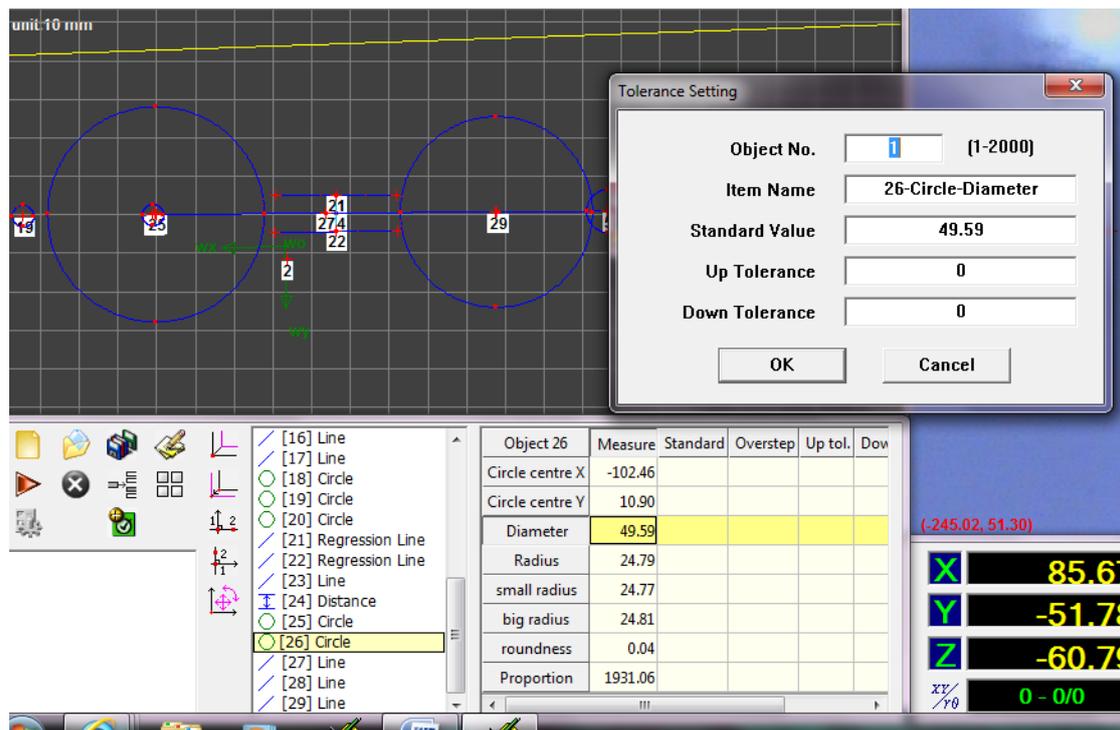
Εικόνα 92

Σε περίπτωση που δε θέλουμε να αποθηκεύσουμε όλα τα χαρακτηριστικά ενός στοιχείου δίνεται η δυνατότητα επιλογής συγκεκριμένων, πηγαίνοντας στον πίνακα δεδομένων μετρήσεων και κάνοντας δεξί κλικ-Report select σε όποιο ενδιαφέρει.



Εικόνα 93

Με την επιλογή Name-Setting μετονομάζει το επιλεχθέν χαρακτηριστικό και με την επιλογή Tolerance-Setting ανοίγει το παρακάτω παράθυρο:



Εικόνα 94

Στο οποίο εισάγονται άνω και κάτω ανοχές, οι οποίες εμφανίζονται στα αντίστοιχα πεδία του πίνακα δεδομένων μετρήσεων.

## Ενδεικτική Μετρητική Οδηγία

Παρουσιάζεται η μετρητική οδηγία για το τεμάχιο Κάτω φορέας- Lower internal strip που φαίνεται παρακάτω μαζί με το σχέδιο του:







ΜΕΤΡΗΤΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΤΕΜΑΧΙΟ  
ΚΑΤΩ ΦΟΡΕΑΣ-LOWET INTERNAL STRIP

## 1)ΣΚΟΠΟΣ

Υπολογισμός μετρήσεων διαφόρων διαστάσεων του τεμαχίου με περιγραφή: “Κάτω φορέας- Lower internal strip και κωδικό/part number : 7551500

## 2)ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΕΦΑΡΜΟΦΗΣ-ΕΜΠΛΕΚΟΜΕΝΑ ΠΡΟΣΩΠΑ

- Σχεδίαση οδηγίας: Υπεύθυνος Ποιότητας
- Συντονιστής Οδηγίας: Τεχνικός Υπεύθυνος
- Εμπλεκόμενοι: Προσωπικό Εξουσιοδοτημένο για τη μέτρηση αυτή

## 3)ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

### 3.1)ΔΟΚΙΜΙΑ

#### 3.1.1)Περιορισμοί διαστάσεων

Τα δοκίμια θα έχουν ονομαστική διάμετρο έως 250mm

#### 3.1.2)Απαιτήση καθαρών επιφανειών

Θα πρέπει όλες οι εμπλεκόμενες με τη μέτρηση επιφάνειες να είναι απολύτως καθαρές. Γι αυτό καθαρίζουμε το τεμάχιο καλά με αιθυλική αλκοόλη και ένα λινό πανάκι

#### 3.1.3)Άλλες παρατηρήσεις

Για πιο ακριβή αποτελέσματα θα πρέπει το τεμάχιο να έχει καθαριστεί μια μέρα πριν τη μέτρηση, οπότε και να μείνει στον ίδιο χώρο με τη μετρητική μηχανή, ώστε να εξισωθεί με τη θερμοκρασία αυτής αλλά και του χώρου.

### 3.2)ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ

#### 3.2.1) Έναρξη Μετρητικής Μηχανής

Για την εκκίνηση της μετρητικής μηχανής ο χειριστής ακολουθεί τα εξής βήματα:

- **Βήμα 1:**

Ενεργοποιεί τον ηλεκτρονικό υπολογιστή πατώντας το κουμπί που βρίσκεται στην κεντρική μονάδα του υπολογιστή και παράλληλα ενεργοποιεί την οθόνη.

- **Βήμα 2:**

Ο χειριστής σηκώνει την ασφάλεια που βρίσκεται στο κουτί της μηχανής ακριβώς δίπλα στην μονάδα του Η/Υ.



Εικόνα 95

- **Βήμα 3:**

Για να ανοίξει το πρόγραμμα στην οθόνη του Υ/Η:

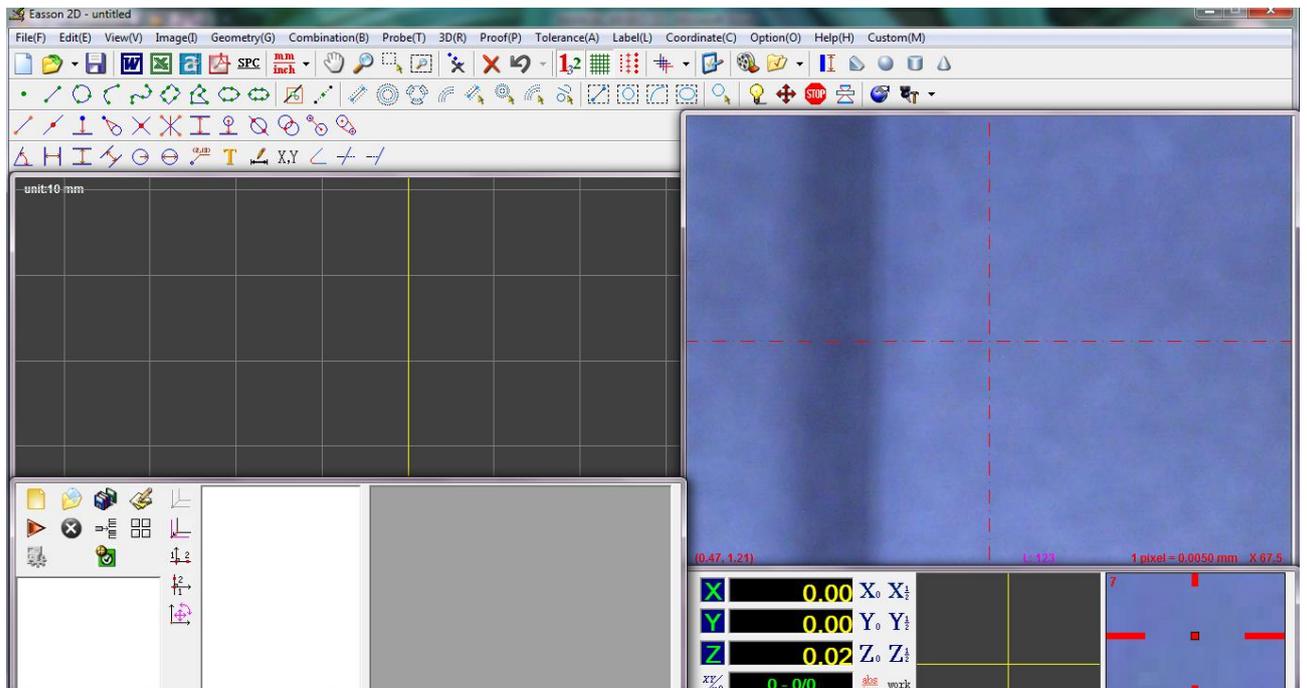
-Είτε επιλέγει το ακόλουθο εικονίδιο που βρίσκεται στην επιφάνεια εργασίας [Easson 2D]



-Είτε μέσω της γραμμής εργασιών των Windows ακολουθεί την παρακάτω διαδικασία:

<< Start/ Program/ Easson 2D>>

Ακολουθεί η εικόνα που εμφανίζεται στην οθόνη.

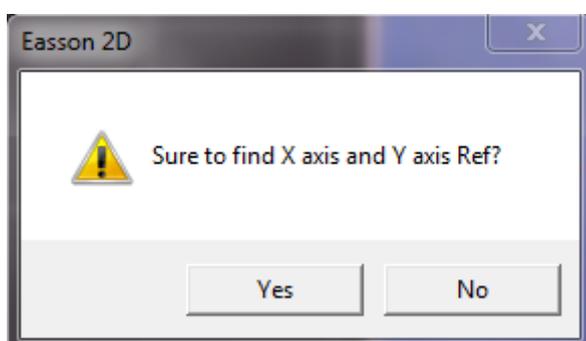


Εικόνα 96

### 3.2.2) Αρχικοποίηση Αξόνων

Για την αρχικοποίηση των αξόνων ο χειριστής ακολουθεί τα ακόλουθα βήματα:

- **Βήμα 1:**  
Μηδενίζει τους άξονες X και Y κλικάροντας την επιλογή **Proof(P)**, ανοίγει αυτόματα μια σειρά εντολών και επιλέγει **Manually move the measuring table to absolute zero.**
- **Βήμα 2:**  
Επιλέγει την επιλογή YES στο προηγούμενο παράθυρο διαλόγου. Έτσι έχει ορίσει την αρχή των αξόνων και στην ζώνη συντεταγμένων τα X και Y έχουν μηδενιστεί.



Εικόνα 97

- **Βήμα 3:**  
Κινεί την τράπεζα δεξιά/αριστερά χρησιμοποιώντας τον αντίστοιχο μοχλό μέχρι η ένδειξη του X στην ζώνη συντεταγμένων να γίνει διαφορετική του μηδενός.



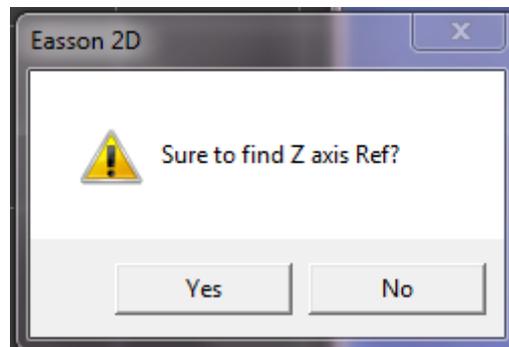
Εικόνα 98

- **Βήμα 4:**  
Κινεί την τράπεζα εμπρός/πίσω χρησιμοποιώντας τον αντίστοιχο μοχλό μέχρι η ένδειξη του Y να γίνει διαφορετική του μηδενός.



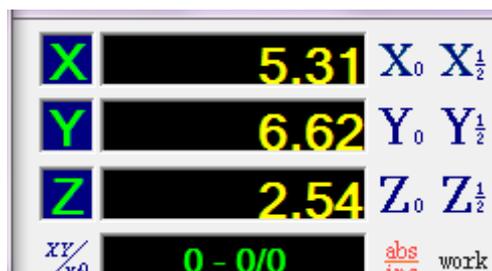
Εικόνα 99

- Βήμα 5:**  
 Μηδενίζει τον άξονα Z πηγαίνοντας πάλι στην επιλογή **Proof(P)** επιλέγοντας **Find Z axis Ref.**



Εικόνα 100

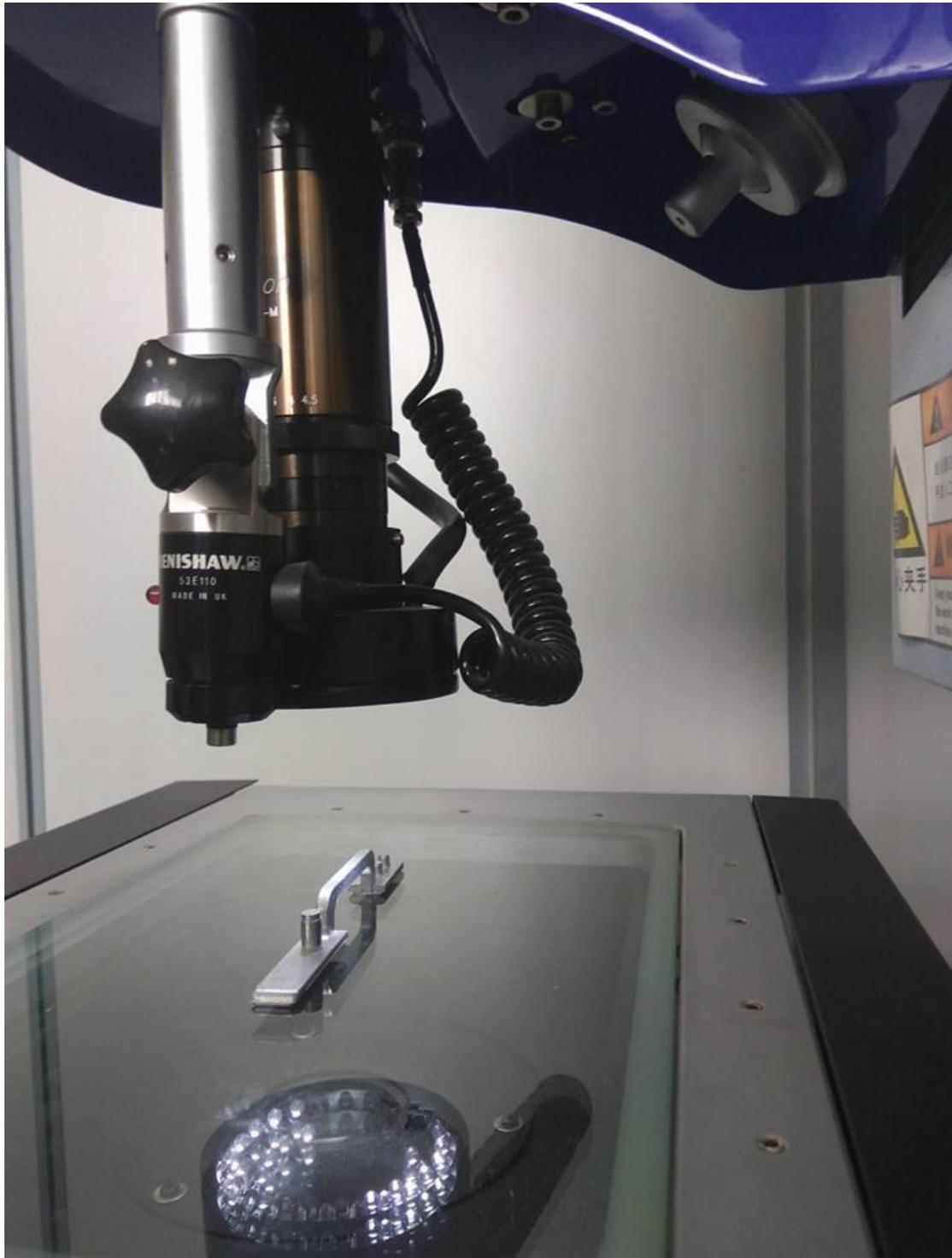
- Βήμα 6:**  
 Επιλέγει την επιλογή YES στο προηγούμενο παράθυρο διαλόγου. Έτσι έχει ορίσει την αρχή του άξονα Z και στον πίνακα αξόνων η τιμή του Z έχει μηδενιστεί.
- Βήμα 7:**  
 Κινεί την κεφαλή της μετρητικής μηχανής πάνω/κάτω χρησιμοποιώντας το αντίστοιχο χειριστήριο που βρίσκεται στο γραφείο και πατώντας αντίστοιχα τα κουμπιά up/down μέχρι η ένδειξη του Z στη ζώνη συντεταγμένων να γίνει διαφορετική του μηδενός.



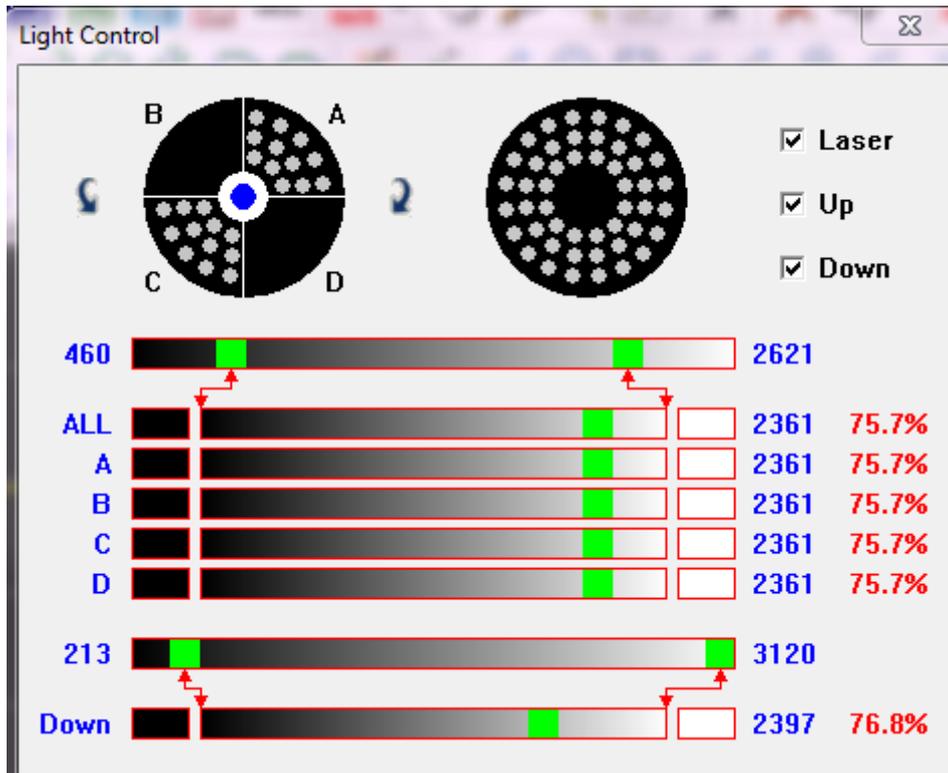
Εικόνα 101

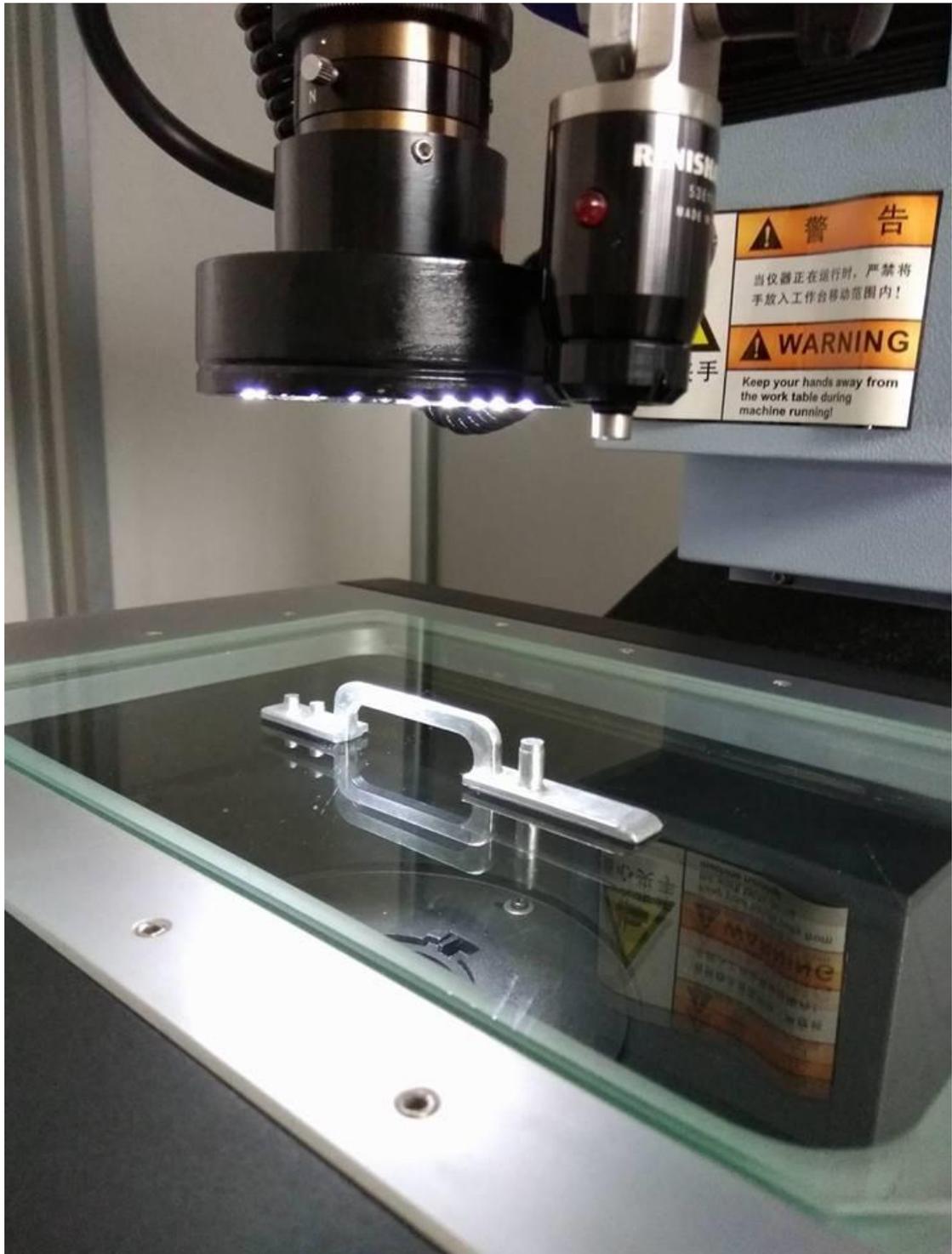
### 3.3) ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ

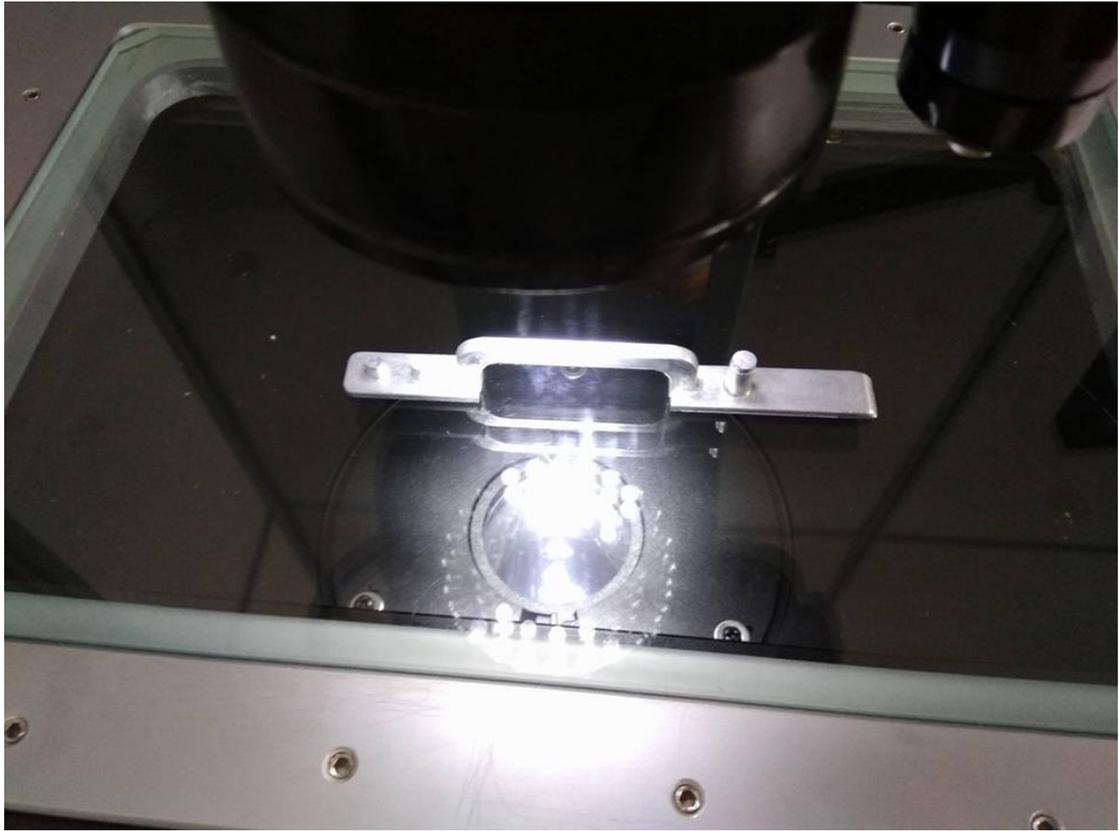
3.3.1) Τοποθέτηση δοκιμίου όσο το δυνατόν πιο κεντρικά στην τράπεζα της μετρητικής μηχανής.



3.3.2) Ρύθμιση της φωτεινότητας στην προτεινόμενη θέση όπως αυτή περιγράφεται στο εγχειρίδιο και όπως φαίνεται παρακάτω.

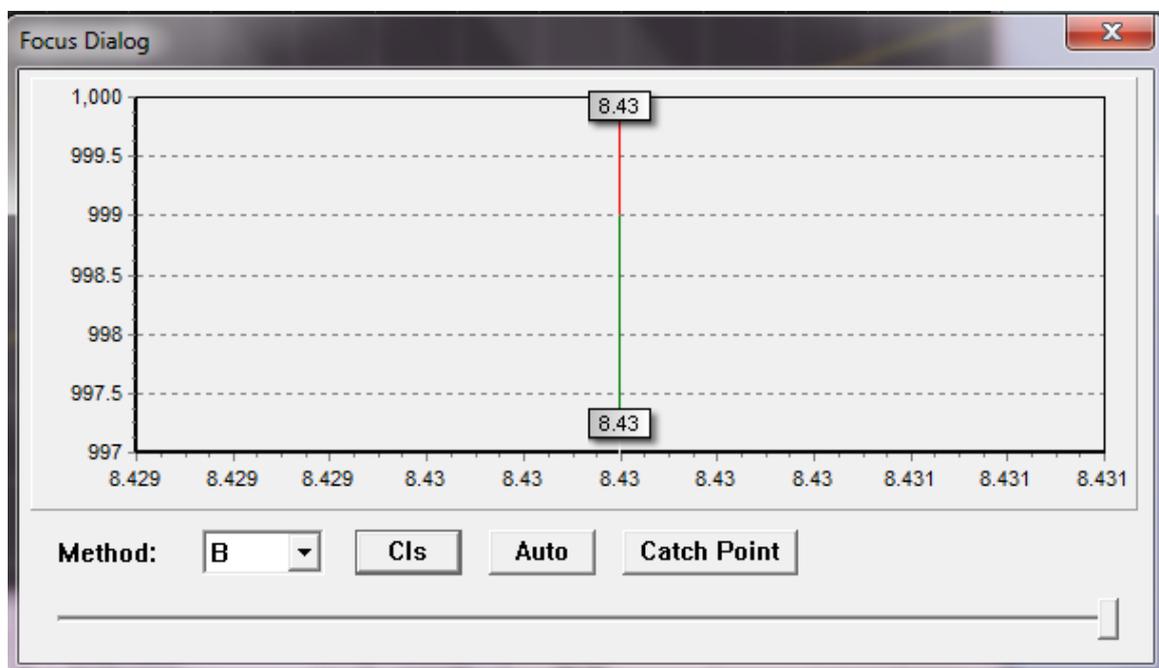






### 3.3.3) Ρύθμιση της εστίασης για όσο το δυνατόν ευκρινέστερη εικόνα

Αυτό γίνεται με την επιλογή του εικονιδίου εστίασης(focus instruction) από τη μπάρα λειτουργίας. Όταν αυτό επιλεγεί εμφανίζεται στη οθόνη το εξής παράθυρο:



Εικόνα 102

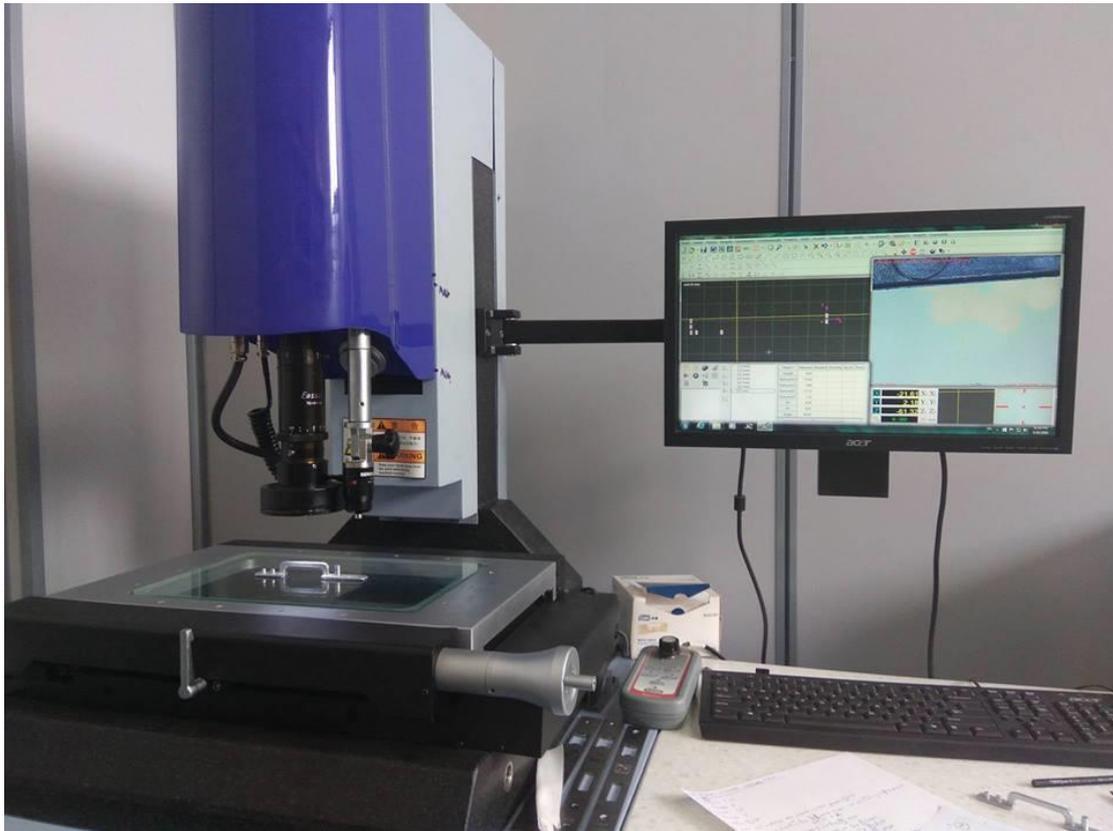
Εδώ η μετρητική μας μηχανή δίνει τη δυνατότητα είτε χειροκίνητης εστίασης



**Εικόνα 103**

γυρίζοντας το σώμα της κεφαλής ανάλογα με το πόσο πολύ εστίαση χρειάζεται,

είτε αυτόματης εστίασης κλικάροντας την επιλογή AUTO. Το αποτέλεσμα είναι το ακόλουθο:

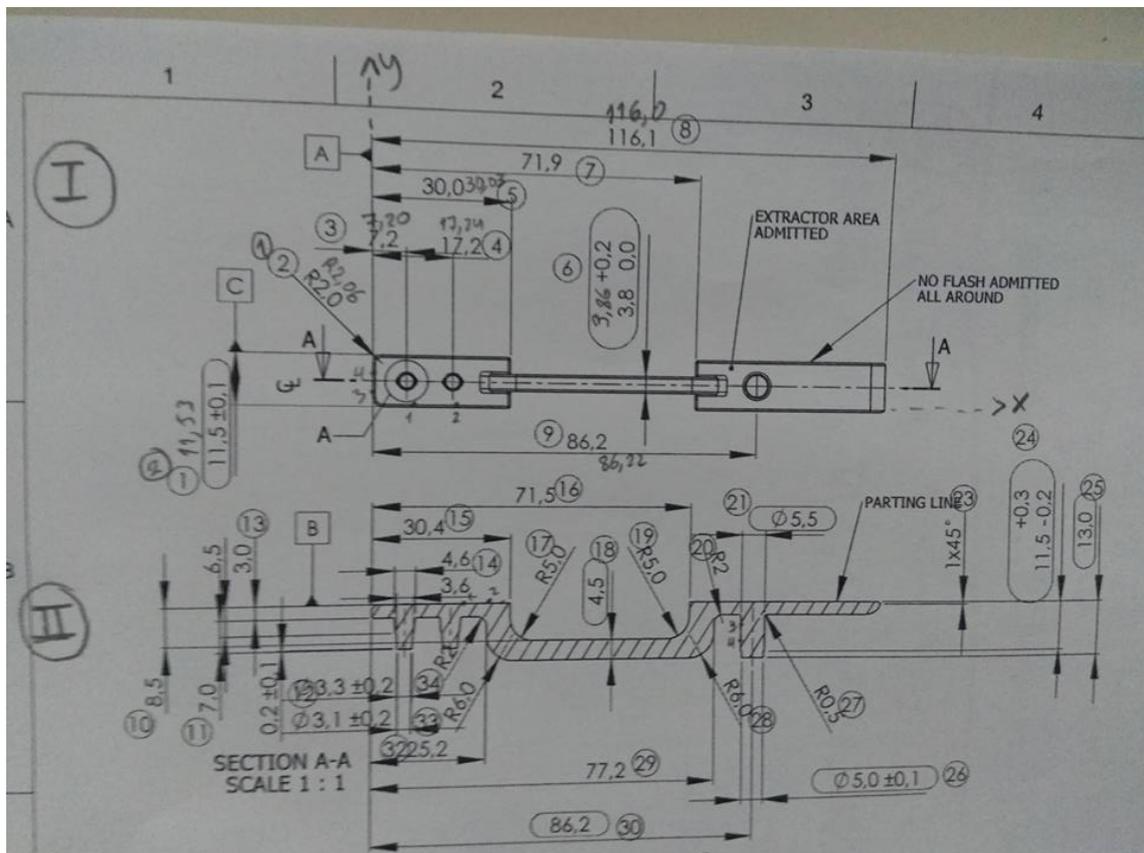


Όπως φαίνεται, κοιτώντας τη ζώνη του βίντεο υπάρχει πλήρης καθαρότητα και η ακμή του τεμαχίου μας είναι πλήρως ευδιάκριτη



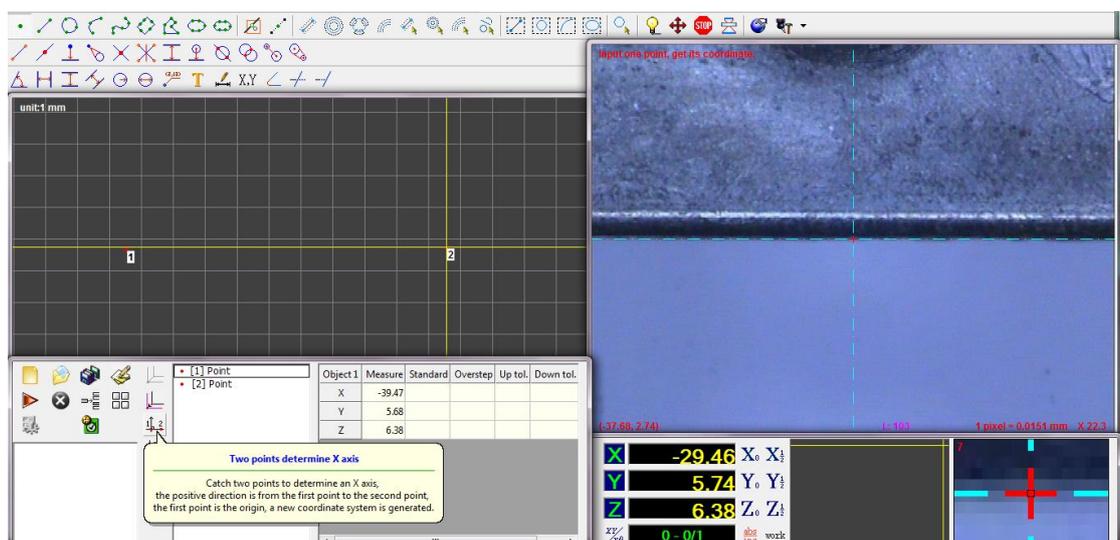
### 3.4) ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ – ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

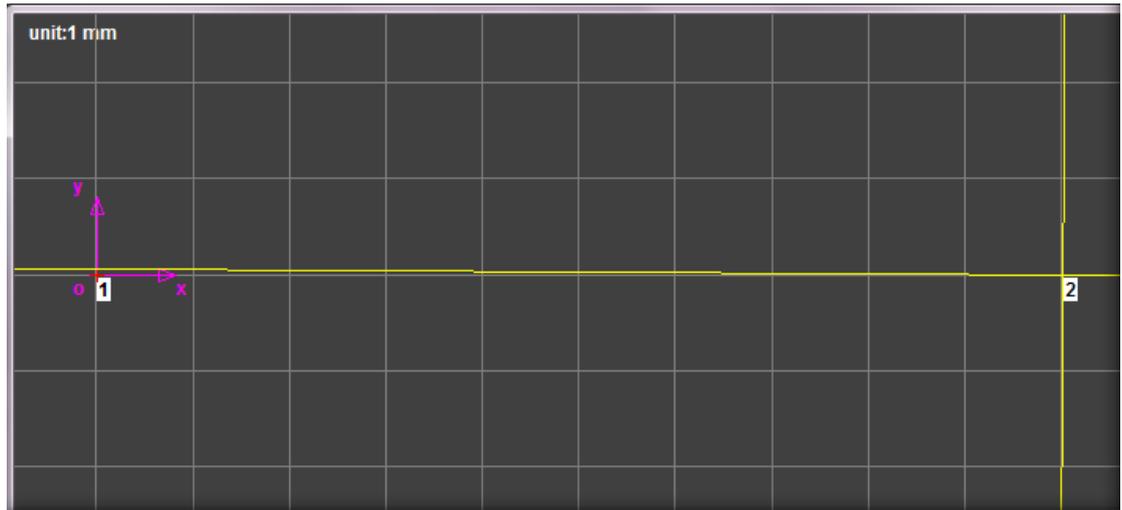
Ενδιαφέρει και πρέπει να μετρηθούν οι διαστάσεις 1-9 στο παρακάτω σχέδιο:



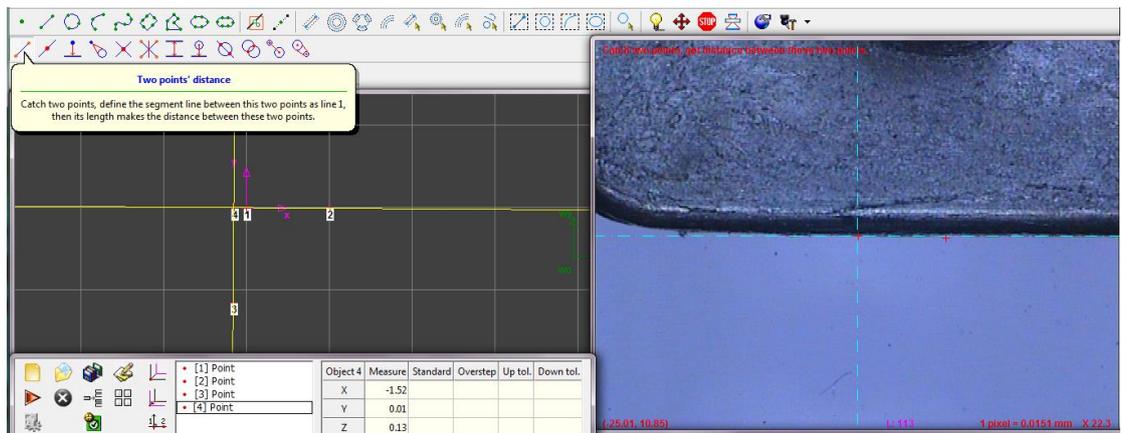
#### ΤΜΗΜΑ I:

- Επιλέγω σημεία 1 και 2 όπως έχουν σχεδιαστεί στο παραπάνω σχέδιο (στη νοητή πλευρά του άξονα X που διακρίνεται) και μεταφέρω τους άξονες X,Y πάνω στο προς μέτρηση τεμάχιο:

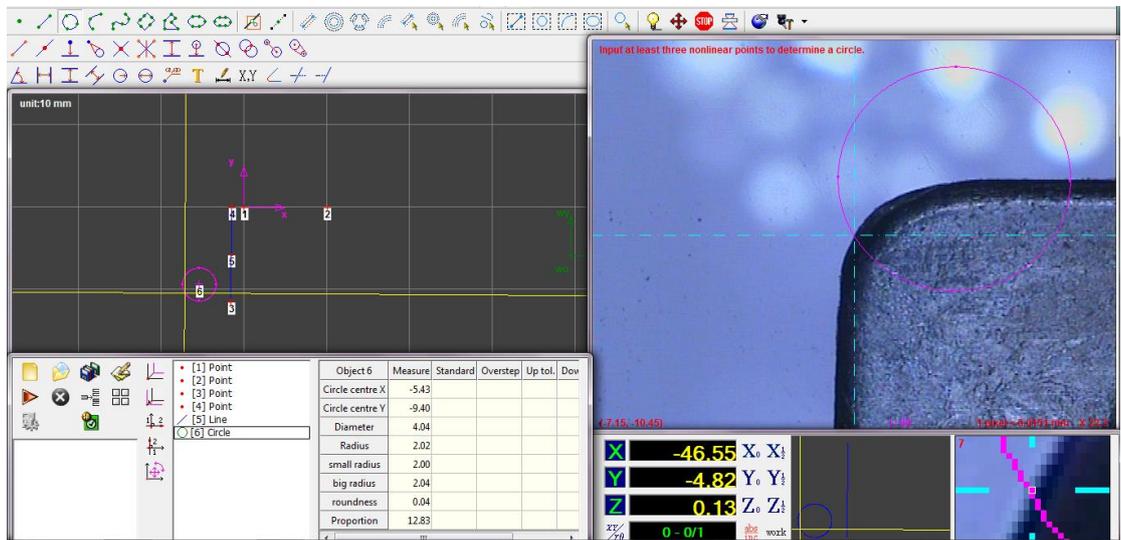




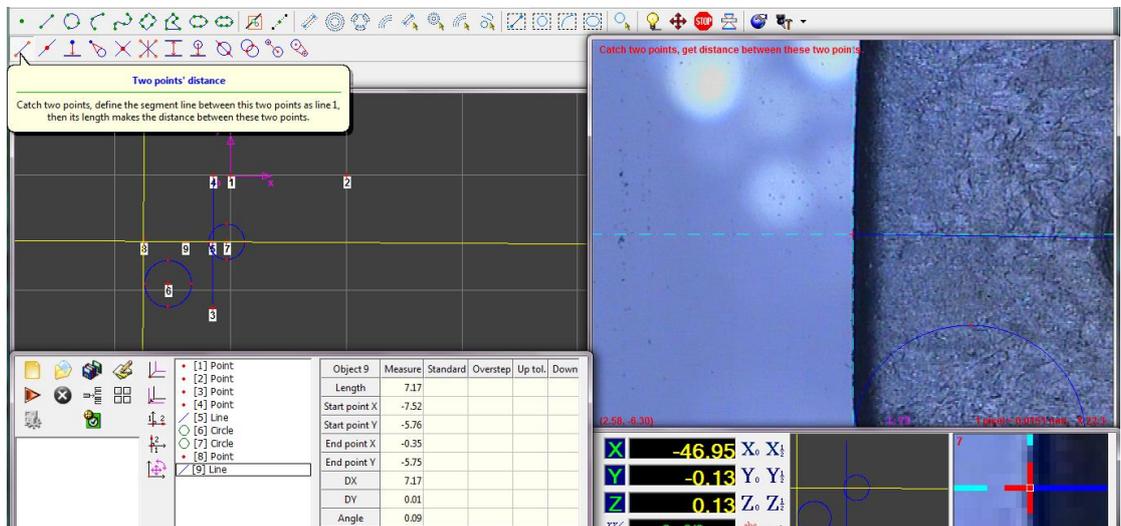
- Με την αντίστοιχη σχεδιαστική εντολή σχεδιάζω τα σημεία 3,4 στο παράθυρο σχεδίασης και με τη μετρητική εντολή της απόστασης μεταξύ δύο σημείων πραγματοποιώ τη μέτρηση 1 (=Dy line 5=11.53)



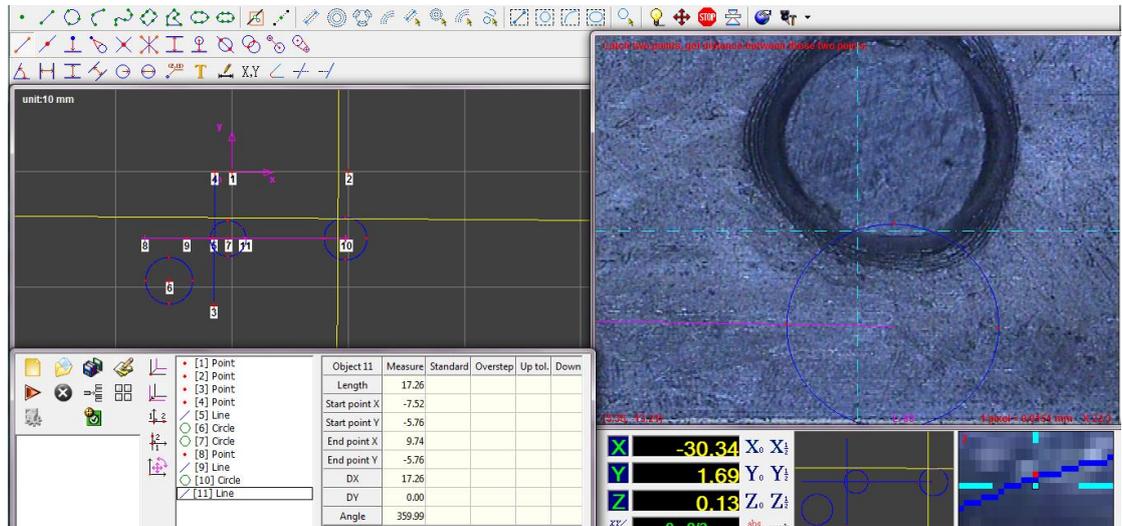
- Με την αντίστοιχη σχεδιαστική εντολή για μέτρηση κύκλου σχεδιάζω τη μέτρηση 2(=Radius=2,02) του σχεδίου:



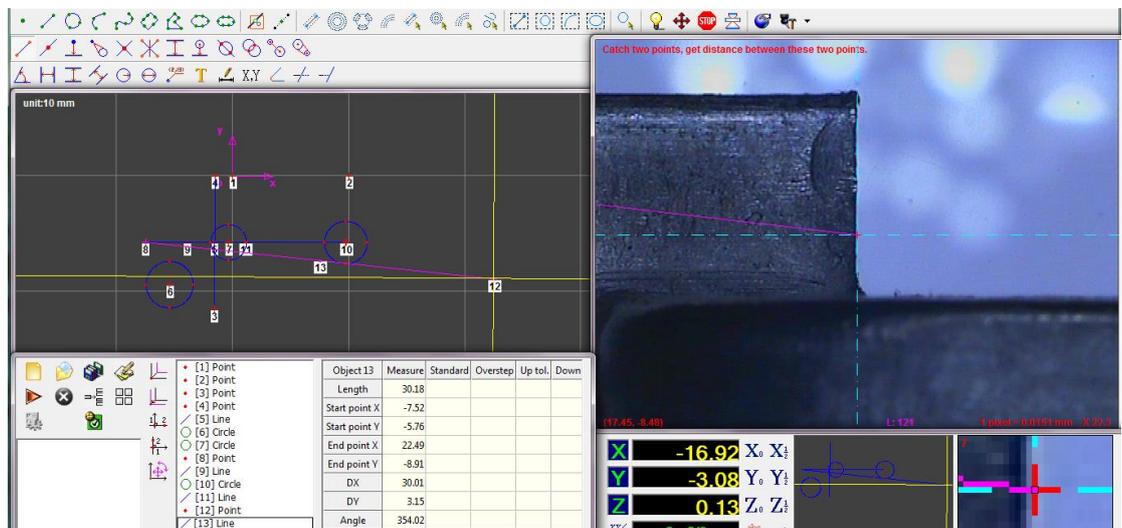
- Σχεδιάζω τον κύκλο 7, έπειτα το σημείο 8(πάνω στον Y άξονα) και παίρνω τη μετρητική εντολή απόσταση σημείου από κέντρο κύκλου 7. Έτσι έχω τη μέτρηση 3 (=Dx line 9=7,17) του σχεδίου.



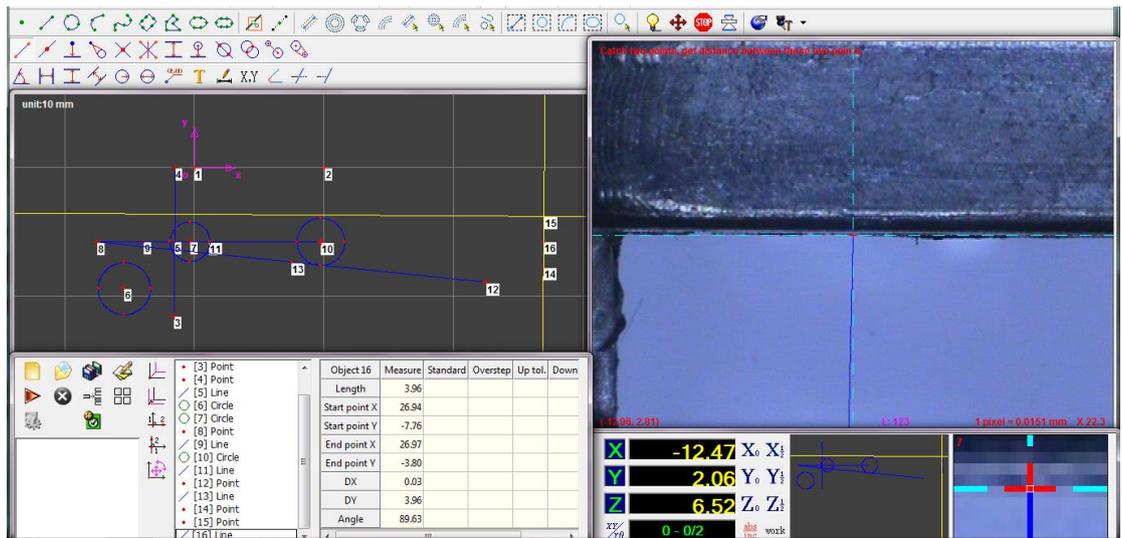
- Σχεδιάζω τον κύκλο 10, παίρνω τη μετρητική εντολή απόσταση σημείου 8 από κέντρο κύκλου 10 και έχω τη μέτρηση 4(=DX line 11= 17,26) του σχεδίου.



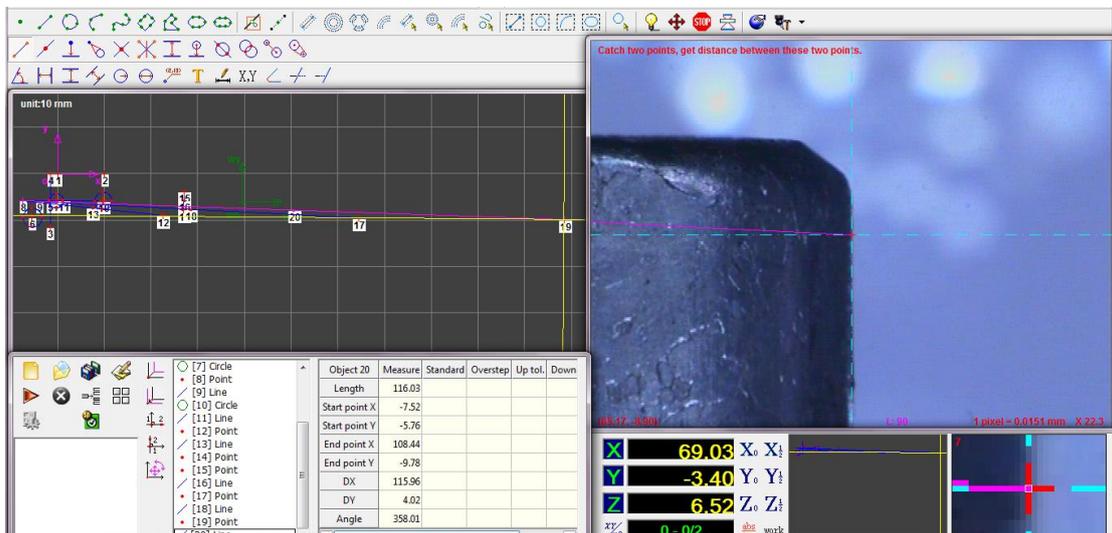
- Σχεδιάζω το σημείο 12 με την αντίστοιχη σχεδιαστική εντολή , χρησιμοποιώ τη μετρητική εντολή απόσταση μεταξύ 2 σημείων για τα σημεία 8 και 12 και έχω τη μέτρηση 5(=DX line 13= 30,01) του σχεδίου.



- Με την αντίστοιχη σχεδιαστική εντολή σχεδιάζω τα σημεία 14,15 και με την αντίστοιχη μετρητική εντολή παίρνω τη μεταξύ τους απόσταση και έτσι έχω τη μέτρηση 6(=DY line16= 3,96) του σχεδίου.



- Με την αντίστοιχη σχεδιαστική εντολή σχεδιάζω το σημείο 17 , με την αντίστοιχη μετρητική εντολή παίρνω την απόσταση μεταξύ των σημείων 17,8 και έχω τη μέτρηση 7(=DX line 18=71,89)του σχεδίου.
- Με την αντίστοιχη σχεδιαστική εντολή σχεδιάζω το σημείο 19 , με την αντίστοιχη μετρητική εντολή παίρνω την απόσταση μεταξύ των σημείων 19,8 και έχω τη μέτρηση 8(=DX line 20=115,96)του σχεδίου.



- Με την αντίστοιχη σχεδιαστική εντολή σχεδιάζω τον κύκλο 21 , με την αντίστοιχη μετρητική εντολή παίρνω την απόσταση μεταξύ του σημείου 8 και του κέντρου του κύκλου 21 και έχω τη μέτρηση 9(=DX line 22=86,24)του σχεδίου.

Σημείωση: Οι παραπάνω μετρήσεις μπορούν να γίνουν με όποια σειρά επιθυμεί ο χειριστής. Αυτό που θα παραμείνει σταθερό είναι οι ίδιες κινήσεις που γίνονται σε κάθε βήμα για τον υπολογισμό μιας εκ των 9 ζητούμενων διαστάσεων. Χωρίζεται δηλαδή η διαδικασία στα κάτωθι 9 μπλοκ σχεδιαστικών ενεργειών τα οποία ο εκάστοτε χειριστής μπορεί να εκτελέσει με όποια σειρά επιθυμεί:

- |             |
|-------------|
| • [3] Point |
| • [4] Point |
| / [5] Line  |
- |              |
|--------------|
| ○ [6] Circle |
|--------------|
- |              |
|--------------|
| ○ [7] Circle |
| • [8] Point  |
| / [9] Line   |
- |               |
|---------------|
| ○ [10] Circle |
| / [11] Line   |
- |              |
|--------------|
| • [12] Point |
| / [13] Line  |
- |              |
|--------------|
| • [14] Point |
| • [15] Point |
| / [16] Line  |
- |              |
|--------------|
| • [17] Point |
| / [18] Line  |
- |              |
|--------------|
| • [19] Point |
| / [20] Line  |
- |               |
|---------------|
| ○ [21] Circle |
| / [22] Line   |

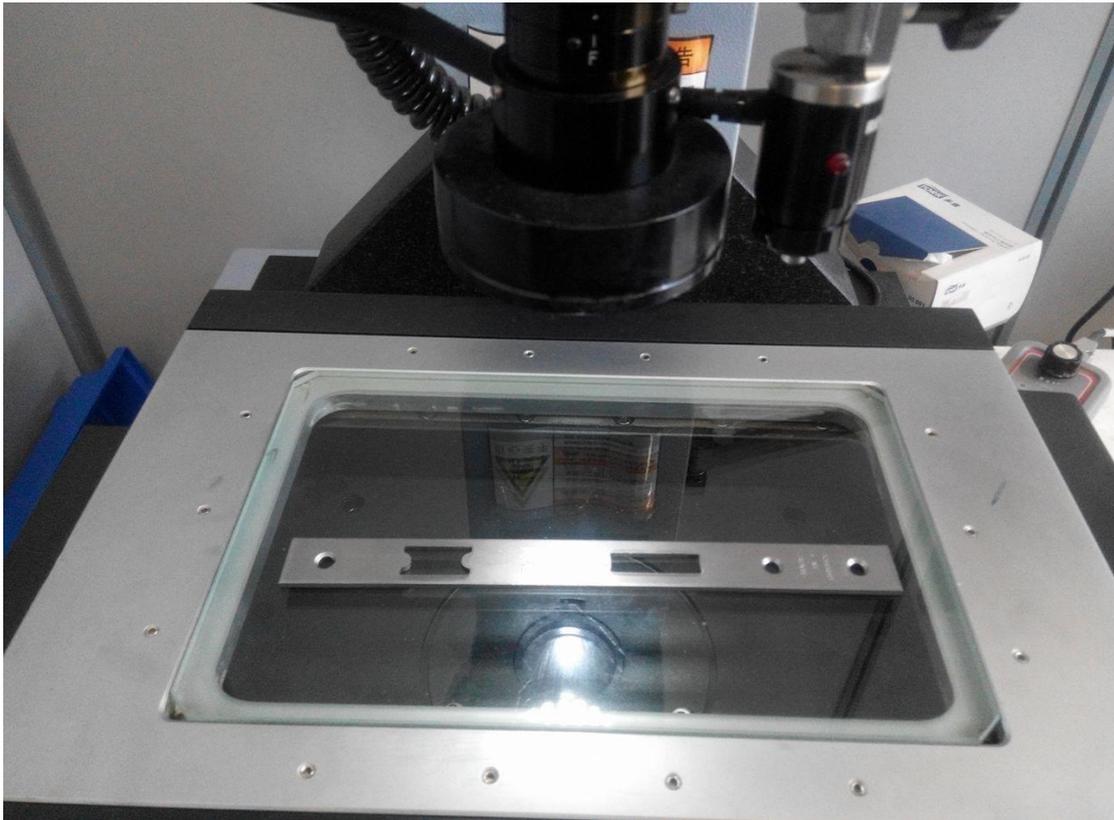
## Βιβλιογραφία

- **Χαρίκλεια Καραχάλιου, Γκάμπριελ Μανσούρ.** Διαστατική Μετρολογία, Θεσσαλονίκη: Ζήτη, 2013
- **Song Zhank.** Handbook of 3D Machine Vision: Optical Metrology and Imaging
- **Berger, Roger W.,** The Certified Quality Engineer Handbook. Milwaukee, Wisconsin : American Society for Quality, 2002.
- **Howarth Preben,** Redgrave Fiona. Metrology - In short. Denmark : EURAMET e.V., 2008. ISBN 978-87-988154-5-7, 2008
- **Nugent P.** Technical Partners: Metrology Center. Metrology Center Web site. [Ηλεκτρονικό] April 2008.  
<http://www.metrologycenter.com/Open%20House/Form%20Measurement%20Fundamentals.pdf>
- [http://img.tradeindia.com/new\\_website1/catalogs/8305/Vision-Measurement-Machine.pdf](http://img.tradeindia.com/new_website1/catalogs/8305/Vision-Measurement-Machine.pdf)
- <http://eassoneurope.com/en/page.aspx?44>
- <http://www.qualitymag.com/articles/92097-vision-measuring-systems-advance-noncontact-dimensional-measuring-technology>
- <http://www.visioneng.com/resources/articles/the-role-of-optical-inspection-in-todays-electronics-industry>

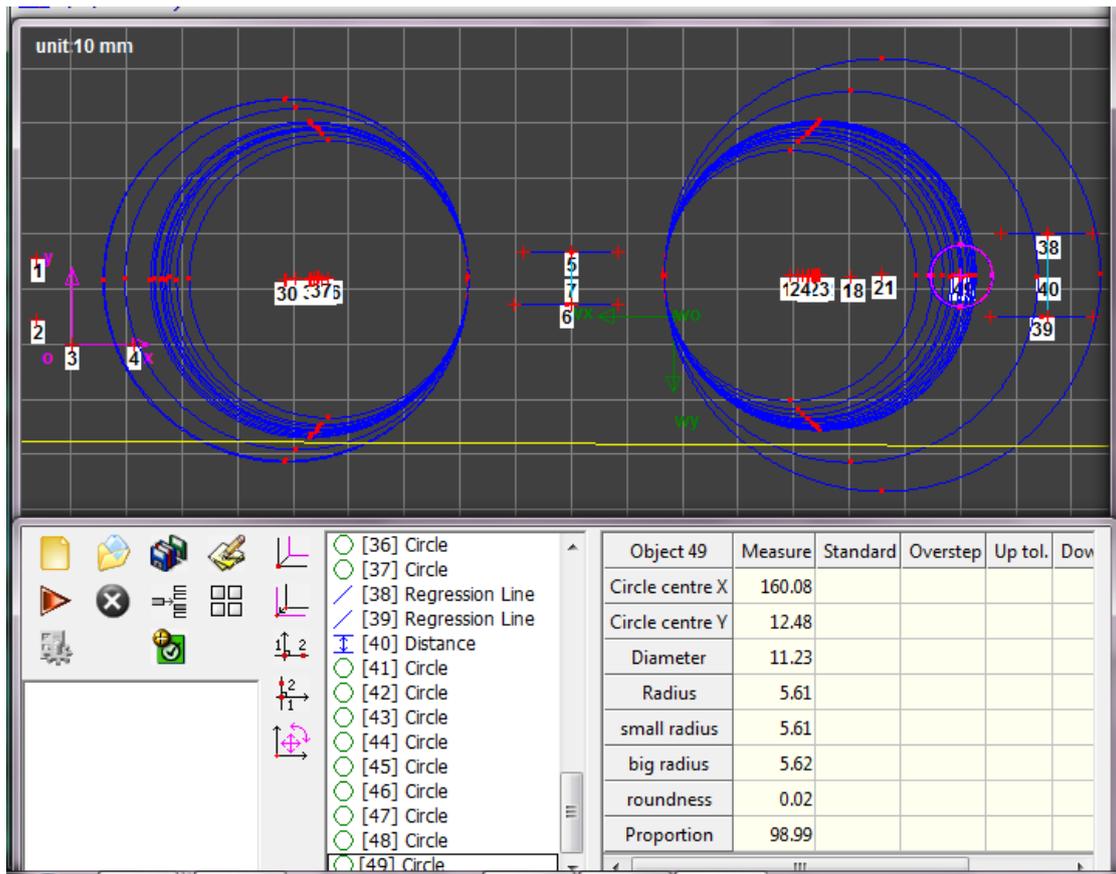
## Παράρτημα

### Επαναληπτική Διαδικασία

Η επαναληπτική διαδικασία έγινε για το τεμάχιο «Πρόσωπο Κλειδαριάς» που φαίνεται παρακάτω μαζί με τα αποτελέσματα των μετρήσεων:



Εικόνα 104



Εικόνα 105

[8]Circle	Radius	27.26	
[9]Circle	Radius	26.73	
[10]Circle	Radius	22.69	
[11]Circle	Radius	26	
[12]Circle	Radius	26.85	
[13]Circle	Radius	25.1	
[14]Circle	Radius	27.78	
[15]Circle	Radius	26.54	
[16]Circle	Radius	25.99	
[17]Circle	Radius	27.97	
[18]Circle	Radius	33.59	
[19]Circle	Radius	25.72	
[20]Circle	Radius	27.67	
[21]Circle	Radius	39.18	
[22]Circle	Radius	28.02	
[23]Circle	Radius	27.45	
[24]Circle	Radius	24.2	
[25]Circle	Radius	26.25	

[26]Circle	Radius	30.9	
[27]Circle	Radius	32.75	
[28]Circle	Radius	28.32	
[29]Circle	Radius	27.66	
[30]Circle	Radius	32.84	
[31]Circle	Radius	27.52	
[32]Circle	Radius	28.58	
[33]Circle	Radius	27.23	
[34]Circle	Radius	27.24	
[35]Circle	Radius	28.19	
[36]Circle	Radius	25.1	
[37]Circle	Radius	26.87	
[41]Circle	Radius	5.57	
[42]Circle	Radius	5.75	
[43]Circle	Radius	5.59	
[44]Circle	Radius	5.54	
[45]Circle	Radius	5.56	
[46]Circle	Radius	5.54	
[47]Circle	Radius	5.6	
[48]Circle	Radius	5.59	
[49]Circle	Radius	5.61	

Η επαναληπτική διαδικασία που ακολουθήθηκε αφορούσε τη μέτρηση του ίδιου κύκλου ενός τεμαχίου παίρνοντας 3,4,5 και 6 σημεία για τη δημιουργία του κατά τη σχεδίαση και παράλληλα πολλαπλές μετρήσεις για κάθε μία από τις παραπάνω περιπτώσεις. Όπως φαίνεται συνοπτικά στους 2 πίνακες που ακολουθούν μικρότερη απόκλιση και πιο κοντά στην τιμή που αναγράφεται στο παρατηρείται κατά τη δημιουργία κύκλου με 4 σημεία σχεδίασης:

Δεξιά Γλώσσα-Αριστερή Μεριά

Σημεία	3	4	5	6
	27, 26	26, 00	27, 78	25, 08
	26, 73	26, 85	26, 54	28, 02
	22, 69	25, 10	25, 99	27, 45
Μεγάλη απόκλιση		M.O.=25,98	M.O.=26,77	Μεγάλη απόκλιση
		Απόκλιση=1,75	Απόκλιση=1,79	

Δεξιά Γλώσσα-Δεξιά Μεριά

Σημεία	3	4	5	6
	26, 25	28, 32	28, 19	32, 84
	30, 90	27, 66	27, 23	26, 87
	32, 75	27, 52	27, 24	
Μεγάλη απόκλιση		M.O.=27,83	M.O.=27,55	Μεγάλη απόκλιση
		Απόκλιση=0,8	Απόκλιση=0,95	