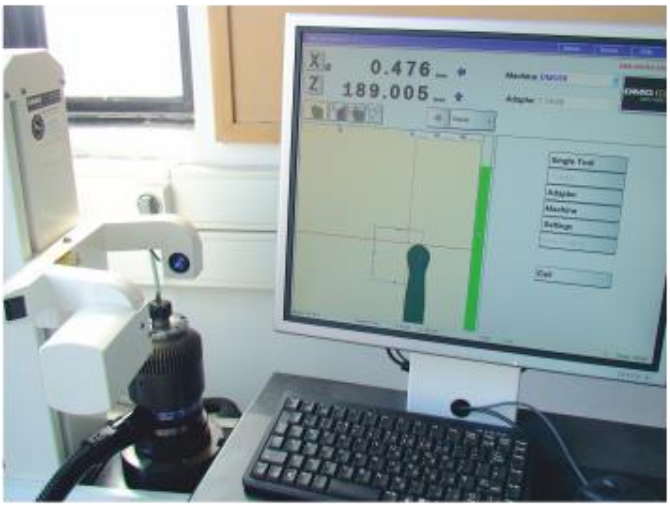
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

# ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΟ ΜΙΚΡΟΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑ AL7075-T6




ΓΑΪΤΑΝΑΡΟΥ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ
ΣΧΙΖΑ ΙΩΑΝΝΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΑΡΙΣΤΟΜΕΝΗΣ ΑΝΤΩΝΙΑΔΗΣ
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΑΡ. ΔΙΠΛ. : 45

ΧΑΝΙΑ 2014

Ολοκληρώνοντας αυτή την εργασία, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον καθηγητή μας Αριστομένη Αντωνιάδη, για την ενθάρρυνση, τη στήριξη και τη βοήθεια καθ' όλη τη διάρκεια της συνεργασίας μας.

Το Δημήτρη Βακόνδιο για την ουσιαστική του βοήθεια στην ολοκλήρωση της διπλωματικής μας, το χρόνο και την υποστήριξή του στις όποιες δυσκολίες προέκυψαν και την ανεξάντλητη υπομονή του.

Με το τέλος της διπλωματικής ολοκληρώνεται και ένας όμορφος κύκλος στα Χανιά, επομένως θα θέλαμε να αφιερώσουμε την εργασία αυτή.

Στις φίλες μας Βάγια, Δήμητρα, Δώρα, Μαρίνα, Νικολέτα γιατί είναι η οικογένεια που επιλέξαμε να έχουμε στα Χανιά και μαζί τους περάσαμε κάθε όμορφη ή δύσκολη στιγμή.

Στους γονείς και στα αδέρφια μας, για την αγάπη και την εμπιστοσύνη τους.

Στο Μελέτη, τη Νικολίτσα και τη Λίνα, για τις συμβουλές, την υπομονή και την κατανόηση.

Στους φίλους και συμφοιτητές μας, για την αλληλεγγύη και τη βοήθεια σε θέματα σχολής, αλλά και για τις ευχάριστες στιγμές που περάσαμε μαζί.

# ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ..... 5
2. ΣΤΑΘΜΗ ΤΩΝ ΓΝΩΣΕΩΝ ..... 6
2.1 Μικροφραιζάρισμα (micromilling) ..... 6
2.2 Εργαλεία ..... 6
2.2.1 Ακρίβεια ..... 8
2.2.2 Διάρκεια ζωής κοπτικού εργαλείου ..... 8
2.2.3 Κοπτικά εργαλεία σφαιρικής απόληξης (ball End nose tool) ..... 10
2.2.4 Διορθώσεις γεωμετρικών στοιχείων ..... 10
2.3 Απόβλιττο ..... 10
2.4 Ποιότητα επιφάνειας ..... 11
2.4.1 Απόκλιση ποιότητας επιφάνειας ..... 12
2.4.2 Τραχύτητα ..... 12
2.5 Δημιουργία σκληρύνσεων ..... 14
2.6 Αυτοδιεγειρόμενες ταλαντώσεις ..... 14
2.7 Απόληξη ή Ξεθύμασμα ..... 14
2.8 Υγρά κοπής ..... 15
2.9 Δυνάμεις κοπής –Μηχανική της κοπής ..... 15
2.9.1 Κατηγορίες κινήσεων κοπτικού ..... 15
2.9.2 Δυνάμεις κοπής ..... 17
2.9.3 Μηχανική της κοπής και ζώνες παραμόρφωσης ..... 18
2.10 Άλλοι κρίσιμοι παράγοντες ..... 19
2.11 Παρατηρήσεις που μπορούν να βελτιώσουν τη διαδικασία ..... 20
3. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ ..... 21
3.1 Υλικό Κατεργασίας Al 7075 – T6 ..... 21
3.2 Πενταξονικό Κέντρο Κατεργασίας DMU 50 eco ..... 22
3.3 Συσκευή Προρύθμισης Εργαλείων MICROSET Uno 115 eco ..... 24
3.4 Σρερεοσκόπιο Leica DFC 295 ..... 25
3.5 Τραχύμετρο Diavite compact ..... 26
3.6 Τρισδιάστατος Ανιχνευτής Ακμών (Infrared machine tool 3D touch probe) ..... 27
3.7 Κοπτικό Εργαλείο Εκχόνδρισης (Face Mill) ..... 27
3.8 Κοπτικό Εργαλείο Σφαιρικής Απόληξης (Ball end nose tool) ..... 28
3.9 Περιστροφικό Υψηλόστροφο Τσοκ Μικροφραιζαρίσματος IBAG HFK 95 (Πολύστροφο) ..... 28
4. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ ..... 30
4.1 Σχεδιασμός πειραμάτων ..... 30
4.2 Εκτέλεση πειραμάτων ..... 31
4.2.1 Αλλαγή στροφών για κάθε κοπτικό εργαλείο ..... 33
4.2.2 Τελικό τεμάχιο ..... 36
4.2.3 Τραχυμέτρηση επιφανειών ..... 36
4.2.4 Φωτογράφιση επιφάνειας με τη χρήση στερεοσκοπίου ..... 37

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ .....39
6. ΣΥΝΟΨΗ .....52
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....53
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....54

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στη σύγχρονη ολοένα αναπτυσσόμενη κοινωνία, πολλοί διαφορετικοί κλάδοι της επιστήμης και της τεχνολογίας όπως η ιατρική, οι τηλεπικοινωνίες, οι επιστήμες του περιβάλλοντος και της πληροφορικής, οι μεταφορές και πολλοί άλλοι , για την εξέλιξη τους καθιστούν απαραίτητη τη χρήση πολύ μικρών εξαρτημάτων.

Σχήμα 1.1: Τομείς που οι κατεργασίες μικροκοπής και μικροφραιζαρίσματος είναι αναγκαίες

Όλες οι μέχρι σήμερα καθιερωμένες και διαδεδομένες μέθοδοι κατασκευής μικροσκοπικών εξαρτημάτων χαρακτηρίζονται από μεγάλο κόστος παραγωγής και αρκετά χρονοβόρες διαδικασίες. Για αυτό το λόγο τα τελευταία χρόνια εξειδικευμένοι επιστήμονες και μηχανικοί, μέσα από μελέτες και πειράματα, έχουν εστιάσει την προσοχή τους στη διερεύνηση και στη βελτίωση της πιο υποσχόμενης από τις κατεργασίες μικρό-κλίμακας, το μικροφραιζάρισμα (micromilling).

Η ποιότητα επιφάνειας και η ακρίβεια στην απόδοση διαστάσεων είναι πολύ σημαντικοί παράγοντες για τη συνεργασία των κατασκευαζόμενων τεμαχίων με άλλα εξαρτήματα, όπως επίσης σημαντική είναι και η αντοχή και διάρκεια ζωής αυτών των τεμαχίων.

Συνεπώς η διερεύνηση των συνθηκών και παραμέτρων των κατεργασιών σε μικροκλίμακα είναι το ζητούμενο πολλών ερευνών και πειραμάτων έτσι ώστε να γίνεται η σωστή πρόβλεψη και σχεδίαση των κατεργασιών με στόχο την επίτευξη των ζητούμενων αποτελεσμάτων.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση των συνθηκών κοπής σε μικροκλίμακα. Συγκεκριμένα, στόχος ήταν η εξερεύνηση των παραμέτρων που επηρεάζουν τη τραχύτητα μιας επιφάνειας. Πραγματοποιήθηκαν πειράματα κοπής ντουραλουμινίου Al7075 – T6 σε φραιζάρισμα με κονδυλοφόρα εργαλεία σφαιρικής απόληξης διαμέτρου μικρότερης των 2 mm. Στα πειράματα αυτά επιλέχτηκαν διάφορες τιμές για κάθε παράμετρο κοπής (βάθος κοπής, πρόωση) και εφαρμόστηκαν στρατηγικές φραιζαρίσματος με κοπτικό εργαλείο σφαιρικής απόληξης (ομόρροπο, αντίρροπο, ελκτικό και διατρητικό φραιζάρισμα) ώστε να μετρηθεί η τραχύτητα στο κατεργαζόμενο τεμάχιο.

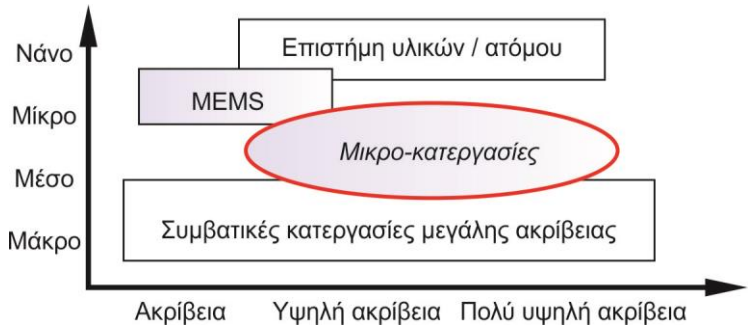
Η προσκύπτουσα τραχύτητα (Rz) καταγράφηκε με τη χρήση τραχυμέτρου στυλίσκου και με την αποτύπωση της σε εικόνα μέσω στερεοσκοπίου από τα οποία προέκυψαν μετρήσεις που οδήγησαν στα τελικά συμπεράσματα.

# 2. ΣΤΑΘΜΗ ΤΩΝ ΓΝΩΣΕΩΝ

## 2.1 Μικροφραιζάρισμα (micromilling)

Η τεχνολογία αυτή αν και ακόμη υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης και έρευνας παρουσιάζει ήδη κάποια πολύ σημαντικά πλεονεκτήματα όπως η εφαρμογή του σε μεγάλο εύρος υλικών (αλουμίνιο, γραφίτης, κεραμικά, ατσάλι και τα κράματα αυτών), οι 3-D γεωμετρίες, η πολυπλοκότητα των σχεδίων, η διαστατική ακρίβεια που εγγυάται αλλά και το εξαιρετικά χαμηλό κόστος παραγωγής.

Λόγω της έλλειψης εμπειρίας και πειραμάτων είναι φυσικό οι κατεργασίες αυτές να παρουσιάζουν και αρκετά μειονεκτήματα που θα αναφερθούν και παρακάτω αναλυτικά. Επιγραμματικά όμως από τους πιο κρίσιμους τομείς που χρειάζονται διερεύνηση είναι η μικρή αντοχή στη φθορά, ο μικρός χρόνος ζωής των κοπτικών εργαλείων αλλά και η μη συσχέτιση των παραμέτρων και των συνθηκών της κατεργασίας.




Σχήμα 2.1: Διαστάσεις κατεργασιών μικροκλίμακας

Στις κατεργασίες σε φραίζα χρησιμοποιούνται εργαλεία μίας κόψης ή πολλαπλών κόψεων. Η κίνηση κοπής παράγεται δια της περιστροφής του κοπτικού εργαλείου. Η πρόωση εξασφαλίζεται είτε από το εργαλείο είτε από το αντικείμενο κοπής. Σε αντίθεση με άλλες κατεργασίες όπως η τόρνευση ή το τρυπάνισμα, οι κόψεις δε βρίσκονται συνεχώς σε επαφή με το αντικείμενο, με αποτέλεσμα την καλύτερη ψύξη κάθε κόψης και την εύκολη απομάκρυνση του αποβλίττου. Η διακύμανση της επιφάνειας κοπής δημιουργεί μεταβαλλόμενες δυνάμεις οι οποίες μπορεί εύκολα να οδηγήσουν σε ταλαντώσεις, οι οποίες μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά το εργαλείο ή το αποτέλεσμα της κατεργασίας. Οι κατεργασίες μικροκοπής χαρακτηρίζονται από κάποιες βασικές παραμέτρους, τα κύρια χαρακτηριστικά κοπής, οι οποίες σε σωστό συνδυασμό, μπορούν να βελτιώσουν τη ποιότητα επιφάνειας και να μειώσουν το χρόνο κατεργασίας.

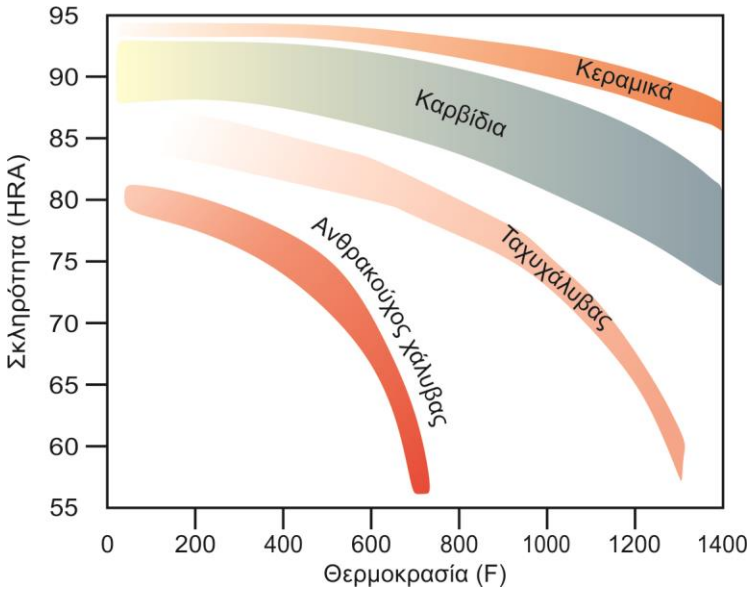
- Ταχύτητα Κοπής: είναι η πρωτεύουσα κίνηση του κομματιού ή του εργαλείου σε m/min
- Πρόωση: είναι η στιγμιαία ταχύτητα της συνεχούς κινήσεως προώσεως του κοπτικού ή του αντικειμένου σε m/min ή mm/περιστροφή
- Βάθος Κοπής: είναι η απόσταση ανάμεσα στην κατεργασμένη και την ακατέργαστη επιφάνεια του τεμαχίου
- Πλάτος Κοπής

## 2.2 Εργαλεία

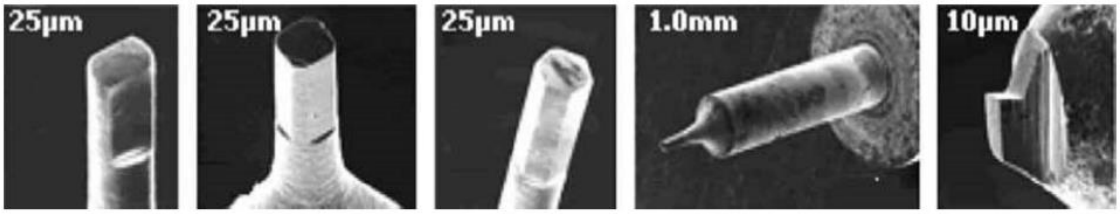
Η εμπορική παρουσία των εργαλείων μικροκοπής μέχρι και σήμερα δεν είναι ικανοποιητική λόγω των προβλημάτων και των κακών επιδόσεων που αφορούν την αντοχή στη φθορά και τη διάρκεια ζωής τους. Μέσα από πειράματα παρατηρήθηκε πολύ περιορισμένος χρόνος ζωής των εργαλείων. Αυτές οι παρατηρήσεις καθιστούν αναγκαία

την αλλαγή της γεωμετρίας και της εμφάνισης του κοπτικού αλλά και τη διερεύνηση των μεθόδων και συνθηκών κοπής.

Οι πιο διαδεδομένοι τύποι εργαλείων είναι με τετράγωνη, τριγωνική και κυκλική κατάληξη (square, triangle, ball- mill) και χρησιμοποιούνται συνήθως σε διαμέτρους 0.3 mm – 1 mm, ενώ η απόδοσή τους επηρεάζεται σημαντικά από το υλικό που είναι φτιαγμένα και τις ιδιότητες αυτού σε σκληρότητα, αντοχή, δυνάμεις και θερμοκρασία.




Σχήμα 2.2: Σκληρότητα-Θερμοκρασία ανάλογα με το υλικό κατασκευής του εργαλείου




Σχήμα 2.3: Εργαλεία μικροκοπής διαφορετικής διαμέτρου που έχουν υποστεί φθορά.

Για την καλύτερη αξιολόγηση της λειτουργίας και των αστοχιών των εργαλείων αρκεί να δούμε την παρουσία τους σε σχέση με άλλους παράγοντες κοπής.

- Διαφορά στις αστοχίες ανάλογα με τη σκληρότητα του τεμαχίου.
  - Μαλακά υλικά (γραφίτης, αλουμίνιο, χαλκός): Όταν η κατεργασία γίνεται σε μαλακά υλικά τα είδη φθοράς που κυρίως παρατηρούνται είναι η φθορά στις γωνίες και τις άκρες του κοπτικού, η φθορά κρατήρα και το στρογγύλεμα άκρων. Ενώ σπάνια παρατηρούνται σπασίματα και ρωγμές στο εργαλείο, συνεπώς η φθορά του εργαλείου είναι βραδύτερη.
  - Σκληρά υλικά (ατσάλι): Κατά τις κατεργασίες σε σκληρά υλικά παρατηρούνται έντονα εκδορές, τραχύτητα, σπασίματα στις άκρες και στις γωνίες, πρόωρη θραύση και κατά συνέπεια μικρός χρόνος ζωής του εργαλείου, κόπωση, φράξη αποβλίττου και σφάλματα στον υπολογισμό των παραμέτρων.

- Διαφορά στις αστοχίες σε μάκρο και μίκρο κλίμακα

- Μάκρο-κλίμακα: Στα μεγέθη αυτά συνήθως προκύπτει πλευρική φθορά που επηρεάζει το χρόνο ζωής του εργαλείου και ελέγχεται με τη ρύθμιση παραμέτρων όπως δύναμη και ενέργεια κοπής.
- Μίκρο-κλίμακα: Σε μικρότερα μεγέθη παρατηρούνται αρκετές διαφοροποιήσεις ως προς τη συμπεριφορά του εργαλείου, καθώς οι πλευρικές φθορές δεν αποτελούν κρίσιμο παράγοντα στη ζωή του εργαλείου ενώ οι αστοχίες βασίζονται κυρίως στην αύξηση της ακτίνας της γωνίας κοπής και τη μείωση της διαμέτρου κοπής.

Σχήμα 2.4: Σύγκριση μεγέθους εργαλείων (α) μακροκοπής και (b) μικροκοπής

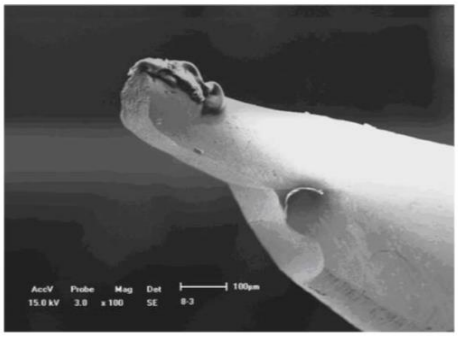
- Δυσκολία στη συσχέτιση φθοράς του εργαλείου με τις συνθήκες της κοπής
  Με διαδικασίες πειραμάτων του τύπου ''ένας-παράγοντας-κάθε φορά'' (βάθος κοπής, ταχύτητα) υπάρχουν κανόνες για κάθε μέγεθος ξεχωριστά αλλά όχι κάποιο κανόνα για το συνδυασμό τους. Ακόμα στη μικροκοπή, λόγω της μικρής εμπειρίας, η στάθμιση των παραμέτρων προκύπτει από προτάσεις των προμηθευτών των εργαλείων και από μεταφορά πείρας από τις κατεργασίες μακροκοπής, γεγονός που καθιστά δύσκολη τη πρόβλεψη φθοράς του εργαλείου στη κάθε κατεργασία.

### 2.2.1 Ακρίβεια

Το αποτέλεσμα της κατεργασίας σαφώς εξαρτάται από τις συνθήκες κοπής και από τα κοπτικά εργαλεία. Όμως καθοριστική σημασία αποτελεί η ακρίβεια που μπορούν να εξασφαλίσουν. Η άτρακτος, ένα επίπεδο ακριβείας και ο ελεγκτής αποτελούν τα βασικά συστήματα της μηχανής. Στη μικροκοπή η ταχύτητα περιστροφής της ατράκτου πρέπει να διατηρείται αρκετά υψηλή λόγω της μικρής διαμέτρου των κοπτικών που επιβραδύνουν την διαδικασία αφαίρεσης υλικού. Με τη βοήθεια εδράνων κύλισης επιτυγχάνονται ταχύτητες της τάξης των 80.000 rpm ενώ αν απαιτούνται περισσότερες στροφές για την κατεργασία η άτρακτος ενισχύεται με τουρμπίνες αέρα που αναβαθμίζουν την απόδοσή της στις 200.000 rpm, ενώ σε συνθήκες εργαστηρίου με χρήση εδράνων κύλισης ενισχυμένων με μαγνήτες έχουν επιτευχθεί τιμές έως και 500.000 rpm. Η τυπική ακρίβεια των εργαλείων στη μικροκοπή υπολογίζεται στο +/- 1μm παράγοντας που ενισχύει το μεγάλο κόστος κατασκευής των εργαλείων αυτών.

### 2.2.2 Διάρκεια ζωής κοπτικού εργαλείου

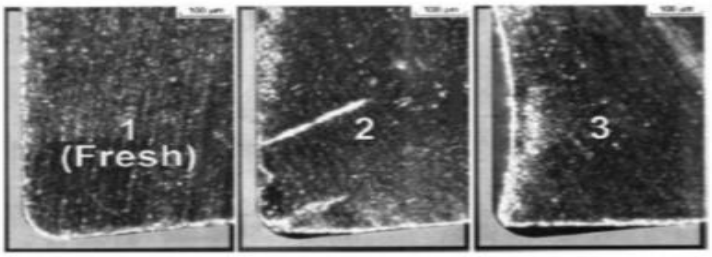
Όπως έχει ήδη αναφερθεί, τα κοπτικά εργαλεία στις κατεργασίες σε μικροκλίμακα έχουν πολύ περιορισμένο χρόνο ζωής αφού εκτίθενται σε υψηλές θερμοκρασίες και μεγάλες δυνάμεις. Ως ζωή κοπτικού εργαλείου ορίζεται η χρονική περίοδος από τη στιγμή που το εργαλείο θα αρχίσει να εργάζεται μέχρι τη στιγμή που το εργαλείο θα αποσυρθεί από τη κατεργασία για ανατρόχιση ή αντικατάσταση.




Σχήμα 2.5: Σπασμένο κοπτικό από τη πρώτη σειρά πειραμάτων

Τα κριτήρια με τα οποία αποφασίζεται η απόσυρση ή ανατρόχιση ενός εργαλείου από την κατεργασία ονομάζονται κριτήρια αστοχίας και είναι τα ακόλουθα:

- Η ανώτατη τιμή που μπορεί να πάρει το πλάτος ζώνης φθοράς ή το βάθος κρατήρα ή και τα δύο μαζί.
- Η καθορισμένη τιμή του όγκου ή του βάρους του υλικού που αφαιρείται λόγω φθοράς από το εργαλείο.
- Η ανώτερη τιμή της τραχύτητας της κατεργασμένης επιφάνειας.
- Η πλήρης καταστροφή της κόψης του εργαλείου, οπότε και το εργαλείο τίθεται προς αντικατάσταση ή η άμβλυνση της κόψης του εργαλείου.
- Το καθορισμένο πεδίο ανοχών κρίσιμων διαστάσεων του τεμαχίου ή η καθορισμένη αύξηση των δυνάμεων κοπής ή της ισχύος κοπής.




Σχήμα 2.6: Φθορά στην κοπτική αιχμή κοπτικού εργαλείου κατεργασίας μακροκοπής

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ωφέλιμη ζωή του κοπτικού εργαλείου είναι:

- Οι συνθήκες κοπής (ταχύτητα και βάθος κοπής, πρόωση): καθορίζουν το ρυθμό που αφαιρείται το υλικό και το ρυθμό παραγωγής.
- Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του εργαλείου: η αλλαγή των γωνιών κοπής αυτομάτως μεταβάλλει τη θερμοκρασία της διαδικασίας άρα και τη διάρκεια ζωής του εργαλείου.
- Το υλικό του κοπτικού εργαλείου: το υλικό του κοπτικού εργαλείου επηρεάζει τη διατήρηση της σκληρότητας του εργαλείου ενώ καταπονείται από τις δυνάμεις και την αύξηση της θερμοκρασίας της κατεργασίας.
- Το υλικό του κατεργαζόμενου τεμαχίου: η κρυσταλλική του δομή, η χημική του σύνθεση και τυχόν ακαθαρσίες ή εγκλείσματα αυτό περιέχει.
- Υγρά κοπής: τα υγρά κοπής μέσω της ψυκτικής τους ή λιπαντικής τους χρήσης έχουν πολύ θετικές επιπτώσεις στη διάρκεια ζωής του κοπτικού εργαλείου.

### 2.2.3 Κοπτικά εργαλεία σφαιρικής απόληξης (ball End nose tool)

Τα εργαλεία σφαιρικής απόληξης έχουν κυλινδρικό σώμα που καταλήγει σε σφαιρικό τμήμα πάνω στο οποίο αναπτύσσεται η κοπτική ακμή. Τα εργαλεία αυτά λόγω της γεωμετρίας τους παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα. Η στρογγυλεμένη σχεδίαση του άκρου τους έχει ως αποτέλεσμα την ιδιαίτερα υψηλή αντοχή και σκληρότητα της αιχμής τους ενώ η καλή γεωμετρία αυτής δίνει στο κοπτικό πρόσθετη αντοχή εξαιτίας της άσκησης χαμηλότερων δυνάμεων. Τέλος τα εργαλεία σφαιρικής απόληξης μπορούν να υποστούν μεγαλύτερες τιμές ταχύτητας σε σχέση με τα άλλα εργαλεία μικροκοπής.

Οι παραπάνω λόγοι κάνουν αυτό το εργαλείο ποιο αξιόπιστο για την παραγωγικότητα, επιτυγχάνουν χαμηλές τιμές κόστους και μικρότερες πιθανότητες αστοχίας, παρόλα αυτά όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω, χρειάζονται ακόμη κι άλλες έρευνες και πειράματα για τη βέλτιστη σχεδίαση των εργαλείων σε μικροκλίμακα και τη συσχέτιση τους με τις παραμέτρους κοπής που τα επηρεάζουν.

### 2.2.4 Διορθώσεις γεωμετρικών στοιχείων

Για να απλοποιηθούν οι διαδικασίες στις εργαλειομηχανές και να ελαχιστοποιηθούν τα σφάλματα εισαγωγής παραμέτρων, έχουν αναπτυχθεί διάφορες διαδικασίες διόρθωσης των γεωμετρικών στοιχείων, η σπουδαιότερη απ' όλες είναι η **αντιστάθμιση των κοπτικών εργαλείων**. Καθώς στις περισσότερες κατεργασίες χρησιμοποιούνται παραπάνω από ένα εργαλεία που έχουν διαφορετικό μήκος και ακτίνα, απαιτείται μία διαδικασία εξισορρόπησης των διαφορετικών διαστάσεων, έτσι ώστε να ρυθμίζονται αυτόματα οι κινήσεις των κινούμενων τμημάτων της μηχανής.

- Αντιστάθμιση μήκους: ανάλογα με το εργαλείο αναφοράς ρυθμίζει το σημείο που θα μηδενιστεί ο άξονας Z.

- Αντιστάθμιση ακτίνας: διόρθωση τυχών αλλαγών της διαμέτρου.

  - Συνεχής ευθύγραμμη κατεργασία: η τροχιά που διαγράφει το κοπτικό στο τεμάχιο μεταβάλλεται ανάλογα με τη διάμετρο του χρησιμοποιούμενου εργαλείου, με την αντιστάθμιση δεν χρειάζεται ν 'αλλάζουμε συνεχώς το πρόγραμμα της μηχανής, αλλά προγραμματίζουμε βάση του επιθυμητού αποτελέσματος και η μηχανή προσαρμόζεται.

  - Συνεχής κατεργασία σε κυκλική τροχιά: Στις κατεργασίες σε κυκλική τροχιά η διαδικασία της αντιστάθμισης είναι πιο πολύπλοκη καθώς οι τιμές αντιστάθμισης μεταβάλλονται σε ημιτονοειδή συνάρτηση, επομένως ο προγραμματιστής πρέπει να δηλώσει και φορά της διόρθωσης.

  - Ειδικές περιπτώσεις αντιστάθμισης ακτίνας: όταν το περίγραμμα δεν είναι συνεχές και στη γεωμετρία του υπάρχουν έντονες γωνίες, τότε οι συνθήκες κοπής δυσκολεύουν με κίνδυνο να στρογγυλέψουν οι γωνίες ή το εργαλείο να διαγράφει τροχιές εκτός αντικειμένου, γι' αυτό είναι χρήσιμο πριν την κάθε κατεργασία να προβλέπονται η πιθανές δυσκολίες και να επιλέγεται το κατάλληλο κοπτικό εργαλείο.

## 2.3 Απόβλιττο

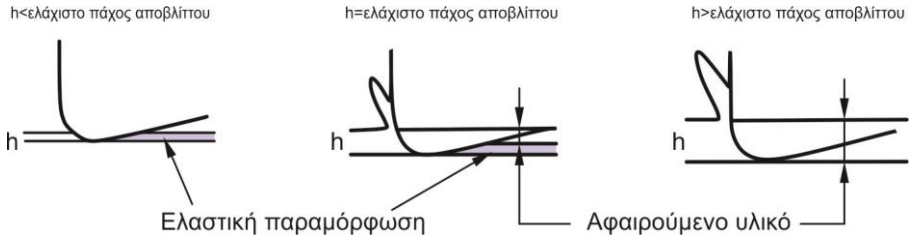
Στη μικροκοπή η παρατήρηση του αποβλίττου είναι πολύ σημαντικός παράγοντας για την κατανόηση της κατεργασίας και των συνθηκών της και τον χαρακτηρισμό των αποτελεσμάτων της. Το απόβλιττο πάντα διαφέρει ανάλογα με μηχανική της κοπής και τις παραμέτρους της. Η μορφή του αποβλίττου συνδέεται πάντα με την απόληξη- ξεθύμασμα και με την τραχύτητα της κατεργαζόμενης επιφάνειας. Λόγω της φύσης αυτής της

κατεργασίας το πάχος του αποβλίττου δεν είναι ποτέ σταθερό και αλλάζει με τη παραμικρή αλλαγή ανάλογα με το κοπτικό εργαλείο, τη γωνία περιστροφής και τη ταχύτητα περιστροφής. Ενώ σε μικρότερες ταχύτητες περιστροφής τα απόβλιττα έχουν μεγαλύτερο μήκος κυρίως γιατί το εργαλείο παραμένει σε επαφή με το τεμάχιο για μεγαλύτερη διάρκεια.

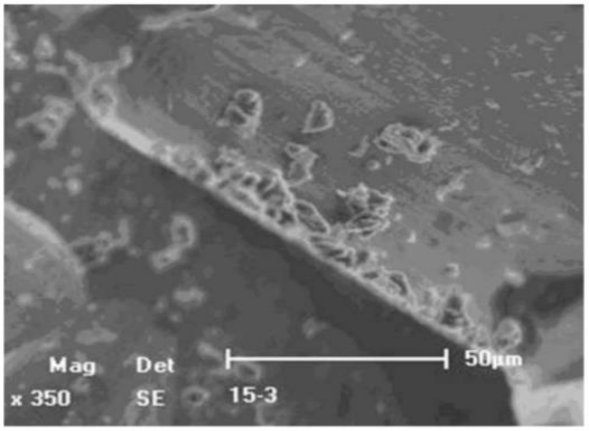
Ανάλογα με τη θέση του εργαλείου η δημιουργία αποβλίττου χωρίζεται σε δύο φάσεις. Η πρώτη φάση είναι η είσοδος και η έξοδος, πραγματοποιείται η διαδικασία του οργώματος όπου το πάχος αποβλίττου είναι μικρό. Σε γενικές γραμμές όσο μικρότερο είναι το κοπτικό εργαλείο τόσο σημαντικότερη είναι η πρώτη φάση της κατεργασίας. Στη δεύτερη φάση, το κοπτικό είναι στη μέση της διαδρομής και το πάχος αποβλίττου είναι μεγάλο.

Το ελάχιστο πάχος αποβλίττου είναι πολύ σημαντικός παράγοντας για τη διαδικασία καθώς αφορά το πάχος κάτω από το οποίο δεν έχουμε δημιουργία αποβλίττου δηλαδή το ελάχιστο βάθος κοπής κάτω από το οποίο δε πραγματοποιείται αφαίρεση υλικού. Το ελάχιστο πάχος αποβλίττου εξαρτάται από την ακτίνα της κοπτικής ακμής, από το υλικό του κατεργαζόμενου τεμαχίου και από τις συνθήκες κοπής.

Η γωνία του αποβλίττου είναι επίσης πολύ σημαντική για την κατεργασία της μικροκοπής. Η γωνία αυτή ανάλογα με τη φθορά του εργαλείου και της ελαστικής επαναφοράς του τεμαχίου διαφέρει κατά τη διάρκεια της κοπής. Συνέπεια της διαφοροποίησης αυτής είναι το εργαλείο αντί να κόβει να ολισθαίνει στο τεμάχιο, με συνέπεια η γωνία αποβλίττου να γίνεται αρνητική και το εργαλείο να κινείται στην επιφάνεια χωρίς να αφαιρεί υλικό.




Σχήμα 2.7: Ελάχιστο πάχος αποβλίττου




Σχήμα 2.8: Απόβλιττο μικροκοπής

## 2.4 Ποιότητα επιφάνειας

Με τον όρο ποιότητα επιφάνειας κατεργαζόμενης με αφαίρεση υλικού ή με κατεργασίες διαμόρφωσης περιλαμβάνουμε τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά αυτής της επιφάνειας, την ακρίβεια των διαστάσεων της, τα χαρακτηριστικά της όπως η σκληρότητα, η δομή και η

αντίσταση σε οξείδωση ή διάβρωση αλλά και τα ελαττώματα της όπως παραμένουσες τάσεις κ.α.

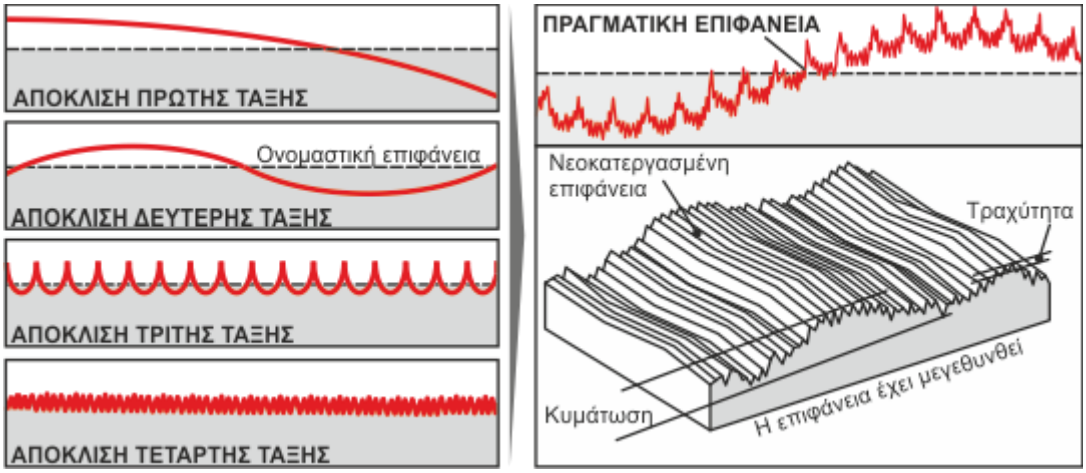
### 2.4.1 Απόκλιση ποιότητας επιφάνειας

Η ποιότητα επιφάνειας έχει σημαντική επίδραση στην ομαλή συνεργασία των τεμαχίων και στην αντοχή αυτών ιδιαίτερα στην περίπτωση της δυναμικής καταπόνησης. Είναι ιδιαίτερα κρίσιμη για τη ροή υγρών στο τεμάχιο και για τους συντελεστές μετάδοσης θερμότητας του τεμαχίου. Ανάλογα με το υλικό κατασκευής του τεμαχίου και του εργαλείου και τη φύση της κατεργασίας η ποιότητα επιφάνειας μεταβάλλεται.

Η ποιότητα επιφάνειας εξαρτάται από τη φύση της κατεργασίας η οποία διαμορφώνει τη νέα γεωμετρική μορφή της αλλά επιδρά και στη δομή του υλικού. Κάθε μέθοδος κατεργασίας έχει και διαφορετική απόκλιση από τη θεωρητική ποιότητα επιφάνειας που δίνεται από το μηχανολογικό σχέδιο.

Οι αποκλίσεις αυτές ανάλογα με το αποτέλεσμα της επιφάνειας χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες. Αποκλίσεις πρώτης τάξης οφείλονται κυρίως σε λανθασμένη συγκράτηση του τεμαχίου ή σφάλματα στην εργαλειομηχανή, οι αποκλίσεις δεύτερης τάξης οφείλονται συνήθως σε λανθασμένη συγκράτηση του τεμαχίου, ταλαντώσεις του συστήματος εργαλείου τεμαχίου ή και ανομοιογένεια του υλικού. Οι αποκλίσεις τρίτης τάξης οφείλονται στη κινηματική της κατεργασίας και προέρχονται από τη γεωμετρία του κοπτικού εργαλείου. Τέλος, έχουμε τις αποκλίσεις τέταρτης τάξης που οφείλονται κυρίως σε φθορά του εργαλείου, δημιουργία ψευδόκοψης, λανθασμένη τρόχιση του εργαλείου κ.α.

Από τις αποκλίσεις αυτές, οι αποκλίσεις τρίτης και τέταρτης τάξης είναι αυτές που αποτελούν τη τραχύτητα επιφάνειας, η οποία εξαρτάται από τις παραμέτρους και τις συνθήκες κοπής όπως η κινηματική της κατεργασίας, το υλικό του κατεργαζόμενου τεμαχίου, η γεωμετρική μορφή του κοπτικού εργαλείου και η φθορά του, η πρόωση, η ταχύτητα και το βάθος κοπής, η κατάσταση της εργαλειομηχανής, το υγρό κοπής και οι ταλαντώσεις του συστήματος κατεργασία-εργαλειομηχανή-τεμάχιο.




Σχήμα 2.9: Αποκλίσεις ποιότητας επιφάνειας

### 2.4.2 Τραχύτητα

Η τραχύτητα είναι η σημαντικότερη συνιστώσα της ποιότητας επιφάνειας. Είναι άμεσα συνδεδεμένη με την ακρίβεια σ' ένα εξάρτημα και έχει ιδιαίτερη σημασία κυρίως στις περιπτώσεις συνεργαζόμενων τεμαχίων, σε τεμάχια που σχεδιάζονται για να ρέουν σε ρευστά ή και σε τεμάχια που σχεδιάζονται για να χρησιμοποιηθούν σαν αγωγοί θερμότητας.

Ο κρίσιμος ρόλος λοιπόν της τραχύτητας στην αξιολόγηση της ποιότητας επιφάνειας στο κατεργαζόμενο τεμάχιο, καθιστά απαραίτητη τη μελέτη κάθε παράγοντα που την επηρεάζει.

- Συνθήκες κοπής

Κατά τις κατεργασίες μικροκοπής είναι πολύ σημαντική η παρατήρηση των συνθηκών της ως προς τα αποτελέσματα που προκύπτουν. Αναλυτικότερα, όταν το βήμα του εργαλείου είναι μεγαλύτερο του ελάχιστου πάχους αποβλίττου, η τραχύτητα αυξάνεται με την αύξηση του βήματος. Αντιθέτως, όταν το βήμα του κοπτικού εργαλείου είναι μικρότερο από το ελάχιστο πάχος αποβλίττου τότε η τραχύτητα αυξάνεται με τη μείωση του βήματος. Αποτελέσματα πειραμάτων αναφέρουν πως με την αύξηση της ταχύτητας κοπής παρατηρείται βελτίωση της ποιότητας επιφάνειας επομένως και μείωση της τραχύτητας. Δεν υπάρχουν όμως επίσημα κανόνες που επιβεβαιώνουν τη σχέση ταχύτητας κοπής με τη τραχύτητα. Τέλος, το βάθος κοπής δεν επηρεάζει τη ποιότητα επιφάνειας και κατά συνέπεια τη τραχύτητα.

- Φθορά εργαλείου

Δημοσιεύσεις και πειράματα αναφέρουν πως η επιφανειακή τραχύτητα αυξάνεται με τη φθορά του εργαλείου γι' αυτό άλλωστε και η τραχύτητα επιφάνειας πολλές φορές έχει αποτελέσει κριτήριο για τη διάρκεια ζωής των κοπτικών εργαλείων στις κατεργασίες μικροκοπής. Σε άλλα πειράματα όμως, προκύπτουν παρατηρήσεις που δείχνουν πως η ποιότητα επιφάνειας βελτιώνεται όσο το εργαλείο φθείρεται καθώς αυξάνεται η γωνία κοπής και μειώνεται η τραχύτητα.

Άλλες παρατηρήσεις που έχουν γίνει αναφέρουν πως μία από τις κύριες αιτίες της αυξημένης τραχύτητας σε κατεργασίες είναι οι σπασμένες και φθαρμένες άκρες των κοπτικών εργαλείων. Παρόλα αυτά, όλα αποτελούν αποτελέσματα και παρατηρήσεις πειραμάτων και καμία από αυτές τις θεωρίες δεν έχει επαληθευτεί ή αποτελέσει κανόνα.

- Διαδρομή του κοπτικού εργαλείου

Πειράματα και μελέτες έχουν δοκιμάσει τις οχτώ κύριες διαδρομές κοπτικού εργαλείου και έχουν καταλήξει πως η αλλαγή της διαδρομής έχει άμεση επίπτωση στην ποιότητα επιφάνειας, ιδιαίτερα η αλλαγή ομόρροπης ή αντίρροπης διαδρομής παρουσιάζουν μεγαλύτερες διαφορές από τις διαδρομές υπό γωνία. Αλλά γενικότερα η επιλογή διαδρομής είναι κρίσιμος παράγοντας για την εξασφάλιση της απαιτούμενης ποιότητας επιφάνειας.

- Ιδιότητες του υλικού του τεμαχίου προς κατεργασία

Γενικότερα, όσο σκληρότερο είναι το υλικό του τεμαχίου τόσο καλύτερη ποιότητα επιφάνειας επιτυγχάνεται καθώς στα μαλακά υλικά παρατηρείται πιο έντονη ελαστική επαναφορά με συνέπεια να αυξάνεται η τραχύτητα. Επιπλέον, η ομοιογένεια στη μικροδομή του υλικού είναι πολύ σημαντικός παράγοντας καθώς η διαδικασία κοπής διακόπτεται όταν το εργαλείο μετακινείται από τα όρια της μίας φάσης στα όρια της, αλλά έτσι δημιουργούνται σκληρύνσεις στην περιοχή αυτή, καθώς και σημαντική χειροτέρευση της ποιότητας επιφάνειας.

- Διάμετρος κοπτικού

Η διάμετρος του κοπτικού εργαλείου επηρεάζει άμεσα τη τραχύτητα καθώς όσο μικρότερο είναι το κοπτικό εργαλείο τόσο μεγαλύτερη είναι η καταπόνηση της επιφάνειας από τις δυνάμεις. Κατά συνέπεια όσο μειώνεται η διάμετρος του κοπτικού εργαλείου τόσο θα αυξάνεται η τραχύτητα.

Η τραχύτητα μιας επιφάνειας μπορεί να χαρακτηριστεί από διάφορα μεγέθη τα οποία αναφέρονται σε κάποιο χαρακτηριστικό. Πιο συγκεκριμένα:

- Μέγιστο βάθος τραχύτητας: η μέγιστη απόσταση μεταξύ του κατώτερου και του ανώτερου ύψους πραγματικής επιφάνειας.

- Μέση τραχύτητα: η αριθμητική τιμή των αποκλίσεων όλων των σημείων του περιγράμματος από την κεντρική γραμμή (απόλυτη τιμή), η κεντρική γραμμή ορίζεται έτσι ώστε το περίγραμμα της επιφάνειας να χωρίζεται σε δύο μέρη ίσων εμβαδών.
- Ενδιάμεσο βάθος τραχύτητας: χωρίζεται το δείγμα σε πέντε ίσα τμήματα, σε κάθε ένα βρίσκεται το μέγιστο βάθος τραχύτητας και υπολογίζεται η μέση τιμή τους (ενδιάμεσο βάθος τραχύτητας).
- Βάθος ομαλότητας: η αριθμητική τιμή των αποκλίσεων όλων των σημείων του περιγράμματος από την κεντρική γραμμή, αφού όμως αφαιρεθούν οι εξάρσεις από το προφίλ της επιφάνειας.

Σε όλες τις παραπάνω μεθόδους, οι υπολογισμοί γίνονται αφού αφαιρεθούν, όπως είναι προφανές, τις αποκλίσεις πρώτης και δεύτερης τάξης.

## 2.5 Δημιουργία σκληρύνσεων

Στη κατεργασία του μικροφραιζαρίσματος η δημιουργία σκληρύνσεων στη κατεργαζόμενη επιφάνεια είναι πολύ κρίσιμος παράγοντας καθώς απαιτούνται μεγαλύτερες δυνάμεις κοπής και δυσχεραίνει η κατεργασία αλλά και γιατί ο όγκος των σκληρύνσεων μπορεί να εξελιχθεί σε μέγεθος συγκρίσιμο με τις διαστάσεις των εργαλείων και των παραμέτρων της διαδικασίας.

Η δημιουργία των σκληρύνσεων αυξάνεται με την αύξηση της φθοράς του κοπτικού εργαλείου και επηρεάζεται και από τη φύση του υλικού, για παράδειγμα στα μαλακά υλικά έχουμε μικρότερα μεγέθη σκληρύνσεων. Για τις συνθήκες κοπής (δυνάμεις, ταχύτητα, βάθος κοπής), το βήμα και τη διαδρομή του εργαλείου δεν υπάρχουν σαφείς κανόνες παρά μόνο ότι όταν μεταβάλλεται κάποιο από αυτά γενικώς παρατηρείται και διαφορά στη δημιουργία και το μέγεθος των σκληρύνσεων.

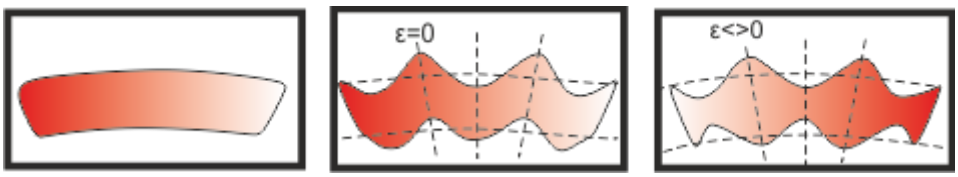
Είναι επομένως πολύ σημαντική η υιοθέτηση τεχνικών και συσχετισμών ώστε να υπάρξει η μεγαλύτερη δυνατή μείωση των σκληρύνσεων.

## 2.6 Αυτοδιεγειρόμενες ταλαντώσεις

Πρόκειται για δονήσεις που δημιουργούνται ανάμεσα στο εργαλείο και στο τεμάχιο κατά τη διάρκεια της κατεργασίας και προκαλούν ασυνήθιστα μοτίβα στην επιφάνεια του τεμαχίου. Είναι ένα πολύ αρνητικό φαινόμενο καθώς επηρεάζει και επιταχύνει τη φθορά του κοπτικού εργαλείου αλλά και ενισχύει τη τραχύτητα και τη κακή ποιότητα επιφάνειας. Δεν υπάρχουν αναφορές ή στοιχεία για τις παραμέτρους από τις οποίες επηρεάζεται το φαινόμενο των ταλαντώσεων αλλά αν και είναι ένα φαινόμενο που συμβαίνει σπανίως αποτελεί μία από τις κύριες αιτίες φθοράς των κοπτικών εργαλείων.

## 2.7 Απόληξη ή Ξεθύμασμα

Ορίζεται ως το εναπομείναν υλικό στις κατεργαζόμενες επιφάνειες μετά την κατεργασία, και εμφανίζεται σε διαφορετικές και πολύ χαρακτηριστικές μορφές. Οι μορφές αυτές επηρεάζονται από την ταχύτητα κοπής, το προσανατολισμό των κρυστάλλων του υλικού και τη διάταξη των κόκκων. Επιπλέον, το φαινόμενο της απόληξης επηρεάζει τη ποιότητα επιφάνειας και με την αύξηση του αυξάνεται και η τραχύτητα.




Σχήμα 2.10: Δημιουργία αποβλίττου α) χωρίς ύπαρξη ταλαντώσεων β) ύπαρξη εξαναγκασμένων ταλαντώσεων γ) ύπαρξη αυτοδιεγειρόμενων ταλαντώσεων

## 2.8 Υγρά κοπής

Τα υγρά κοπής χρησιμοποιούνται στις διάφορες κατεργασίες, κατάλληλα προσαγόμενα στην περιοχή όπου διαβρέχουν, χρησιμοποιούμενα ως ψυκτικό, ως λιπαντικό ή ως και ψυκτικό και λιπαντικό μαζί. Η χρήση των υγρών κοπής εξασφαλίζει πολλά πλεονεκτήματα όπως τη μείωση τριβών στις επιφάνειες επαφής του εργαλείου με το απόβλιττο και με την επιφάνεια του τεμαχίου, την ελάττωση της θερμοκρασίας, τη μείωση φθοράς του εργαλείου, τη μείωση των δυνάμεων και της ισχύος κοπής και τη βελτίωση της τραχύτητας ενώ περιορίζουν τις στρεβλώσεις και την οξείδωση του τεμαχίου.

Τα υγρά κοπής και η χρήση τους εξαρτώνται από το είδος του υλικού του τεμαχίου και του εργαλείου, τη γεωμετρία του εργαλείου και τις συνθήκες κοπής και με βάση αυτά τα κριτήρια γίνεται και η επιλογή τους για την εκάστοτε κατεργασία. Συνεπώς, το ίδιο υγρό κοπής δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως ψυκτικό και ως λιπαντικό σε κάθε διαδικασία.

## 2.9 Δυνάμεις κοπής –Μηχανική της κοπής

### 2.9.1 Κατηγορίες κινήσεων κοπτικού

Κατά την κατεργασία του μικροφραιζαρίσματος προκύπτει αφαίρεση υλικού από ένα τεμάχιο με τη βοήθεια ενός περιστρεφόμενου κοπτικού εργαλείου συγκεκριμένης διαμέτρου (πολύ μικρά μεγέθη διαμέτρου κοπτικού).

Η κατεργασία αυτή βασίζεται σε δύο κινήσεις. Τη κύρια κίνηση κοπής, η οποία είναι η περιστροφή του κοπτικού εργαλείου και τη μετατόπιση του τεμαχίου που προέρχεται είτε από τη κίνηση του τραπεζίου της εργαλειομηχανής στο οποίο συγκρατείται το κομμάτι είτε και από τον ίδιο τον εργαλειοφορέα με σταθερή θέση του τραπεζιού. Κατά τη διάρκεια της κοπής τα δόντια του κοπτικού εισέρχονται και εξέρχονται από το τεμάχιο κατά τη διάρκεια μιας πλήρους περιστροφής με αποτέλεσμα τα δόντια του κοπτικού εργαλείου να προλαβαίνουν να απάγουν θερμότητα όσο δεν κόβουν και έτσι να μην καταπονούνται θερμικά. Έτσι αυτή η διακοπή της κοπής ευνοεί το κοπτικό εργαλείο όσον αφορά την ανάπτυξη θερμότητας. Στη κατεργασία αυτή η κίνηση του κοπτικού εργαλείου ως προς το τεμάχιο έχει ως αποτέλεσμα την απότομη εμπλοκή του εργαλείου με το κατεργαζόμενο τεμάχιο και τη καταπόνηση του κοπτικού εργαλείου από κρουστικά φορτία, επιταχύνοντας έτσι τη φθορά του εργαλείου και επηρεάζοντας το αποτέλεσμα της τελικής ποιότητας επιφανείας του τεμαχίου.

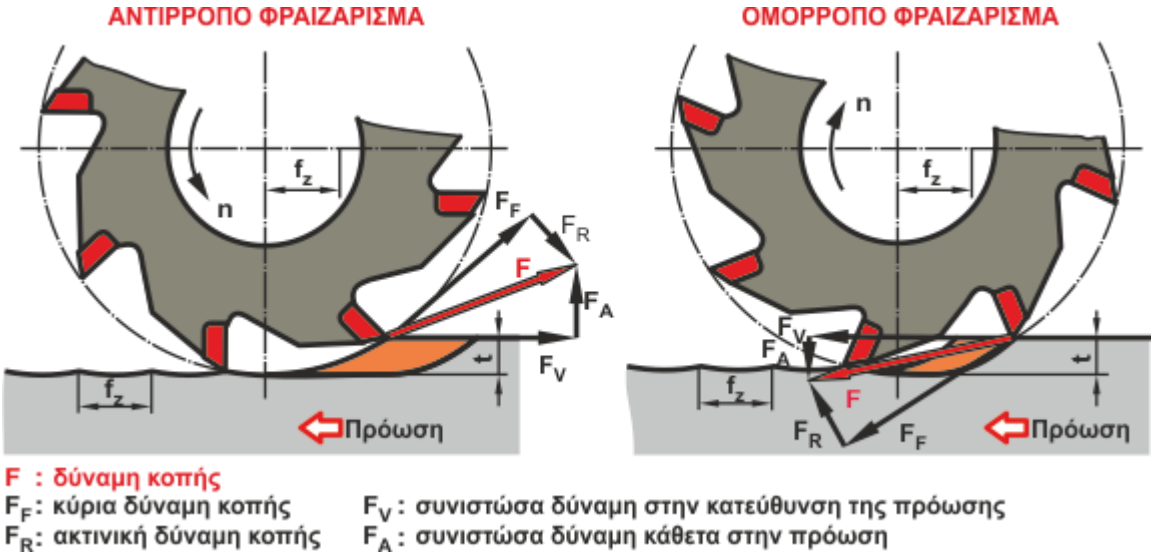
Η κίνηση του άξονα του κοπτικού εργαλείου ως προς τη κατεργαζόμενη επιφάνεια καθορίζει και τη διάκριση της κατεργασίας σε μετωπική ή περιφερική.

Στο μετωπικό μικροφραιζάρισμα, ο άξονας του εργαλείου είναι κάθετος με τη κατεργαζόμενη επιφάνεια και το κοπτικό εργαλείο, το οποίο εκτός των περιφερειακών ακμών, διαθέτει κοπτικές ακμές στο εμπρός πρόσωπό του.

Στο περιφερικό μικροφραιζάρισμα, ο άξονας του κοπτικού εργαλείου είναι παράλληλος με τη κατεργαζόμενη επιφάνεια και το κοπτικό εργαλείο έχει κυλινδρική μορφή, αφαιρώντας τα απόβλιττα από το τεμάχιο με περιφερικά διατεταγμένες κοπτικές ακμές. Τα απόβλιττα

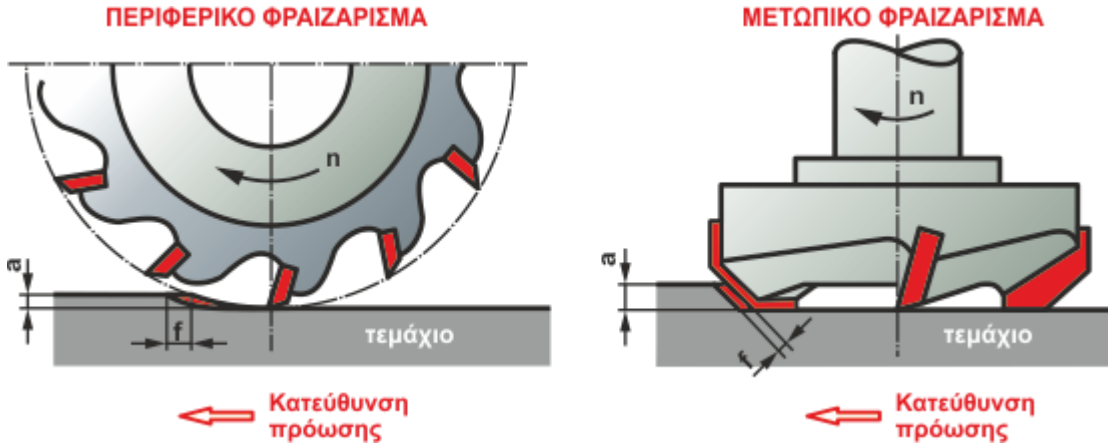
αυτής της κατεργασίας έχουν σφηνοειδές σχήμα. Το περιφερικό φραιζάρισμα διακρίνεται σε δύο είδη ανάλογα με την κίνηση του τεμαχίου ως προς τη περιστροφή του κοπτικού εργαλείου, το ομόρροπο, όταν η πρόωση του τεμαχίου είναι ίδια με την περιστροφή του εργαλείου και το αντίρροπο φραιζάρισμα όταν συμβαίνει το αντίθετο, δηλαδή η πρόωση του τεμαχίου είναι αντίθετη με την περιστροφή του κοπτικού εργαλείου.

Στο αντίρροπο φραιζάρισμα η κοπή ξεκινά από το λεπτότερο απόβλιττο και καταλήγει σε χοντρό, σε αντίθεση με το ομόρροπο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, στο αντίρροπο φραιζάρισμα το κοπτικό εργαλείο να δέχεται μικρότερες καταπονήσεις ενώ στο ομόρροπο το κοπτικό εργαλείο δέχεται μεγαλύτερες καταπονήσεις κατά την είσοδο του στο τεμάχιο και έτσι αυξάνεται ο κίνδυνος γρήγορης φθοράς ή θραύσης του. Κατά το ομόρροπο φραιζάρισμα όμως το κοπτικό εργαλείο πιέζει το τεμάχιο στο τραπέζι της εργαλειομηχανής, πετυχαίνοντας έτσι πιο σταθερή κοπή και κατά συνέπεια καλύτερη ποιότητα επιφάνειας. Αυτό προκύπτει από τη κινηματική της ομόρροπης κατεργασίας καθώς η συνισταμένη δύναμη που δέχεται το τεμάχιο έχει φορά προς το τραπέζι της μηχανής ενώ αντίθετα στην αντίρροπη κίνηση, η συνισταμένη δύναμη κοπής έχει φορά προς τα πάνω, προσπαθώντας ουσιαστικά να σηκώσει το τεμάχιο.




Σχήμα 2.11: Αντίρροπο και ομόρροπο φραιζάρισμα

Τέλος, στις περιπτώσεις κατεργασίας ενός τεμαχίου με εργαλεία σφαιρικής απόληξης, όπως συμβαίνει και στα πειράματα της παρούσας εργασίας, ο άξονας του κοπτικού εργαλείου μπορεί να μην είναι κάθετος στη κατεργαζόμενη επιφάνεια αλλά υπό γωνία, ώστε να αποφεύγονται κάποιες ανεπιθύμητες καταστάσεις στη κατεργασία όπως ψευδόκοψη, χαμηλή ποιότητα επιφάνειας, παραγωγή περισσότερου αποβλίττου και μεγάλες δυνάμεις κοπής. Προκύπτει λοιπόν άλλη μία διάκριση των κινήσεων της κοπής, καθώς η τοποθέτηση του κοπτικού εργαλείου υπό γωνία ως προς τη κατεύθυνση της πρόωσης διακρίνει το ομόρροπο και αντίρροπο φραιζάρισμα σε ελκτικό και διατρητικό. Οι παραλλαγές αυτές στη κίνηση του εργαλείου όπως είναι προφανές επιφέρουν αλλαγές στην ποιότητα της κατεργασμένης επιφάνειας, στη τοπομορφία της και στη φθορά του κοπτικού εργαλείου.




Σχήμα 2.12: Περιφερικό και Μετωπικό Φραιζάρισμα

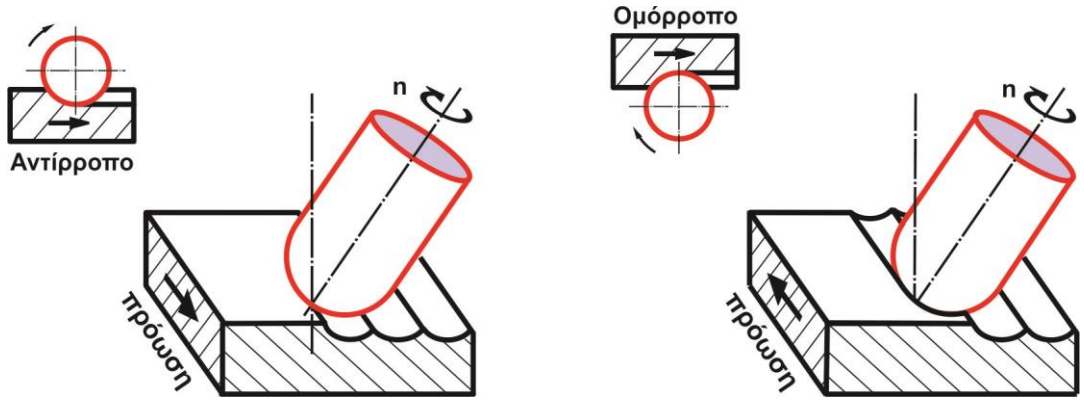
## 2.9.2 Δυνάμεις κοπής

Οι δυνάμεις κοπής είναι άμεσα συνδεδεμένες με τη δημιουργία αποβλίττου καθώς επηρεάζουν την επίδοση του εργαλείου, τη πίεση που ασκείται στο τεμάχιο καθώς και το βαθμό κίνησης. Υπάρχουν πολύ καλά ανεπτυγμένα μοντέλα που προβλέπουν τις κατάλληλες δυνάμεις σε μία κατεργασία. Υπάρχουν δύο ειδών δυνάμεις ανάλογα τη κατεργασία και τη κίνηση του εργαλείου (όργωμα, φινίρισμα). Στη μικροκοπή λόγω των πολύ μικρών μεγεθών που συμμετέχουν στην κατεργασία, υπάρχει πάντα ο κίνδυνος το πάχος αποβλίττου να είναι συγκρίσιμο με τις παραμέτρους τις κοπής και το μέγεθος του κοπτικού εργαλείου. Επιπλέον, στις κατεργασίες με τόσο μικρά μεγέθη, οι δυνάμεις κοπής διαφέρουν λόγω της ελαστικής παραμόρφωσης του τεμαχίου.

Πειράματα έχουν δείξει πως η δυναμική δόνηση των κοπτικών εργαλείων σε χαμηλές στροφές σχετίζεται με την ελαστική επαναφορά του τεμαχίου όσον αφορά τις δυνάμεις κοπής. Στο μικροφραιζάρισμα παρουσιάζεται σε τρεις τύπους, μόνο ελαστική παραμόρφωση (το μη κομμένο απόβλιττο είναι πιο λεπτό από το ελάχιστο μήκος αποβλίττου), ελαστική και πλαστική παραμόρφωση, μόνο πλαστική παραμόρφωση (το μη κομμένο απόβλιττο έχει μεγαλύτερο πάχος από το ελάχιστο πάχος αποβλίττου). Για να αξιολογηθεί ο τύπος παραμόρφωσης αποβλίττου χρησιμοποιείται ο βαθμός ελαστικής επαναφοράς, όπως έχει παρουσιαστεί σε πειράματα.

Αντίθετα όμως με την μακροκοπή, στις κατεργασίες μικροκλίμακας τα φαινόμενα παραμόρφωσης και επαναφοράς του εργαλείου ή του τεμαχίου δεν μπορούν να μας οδηγήσουν σε ανάλυση των δυνάμεων κοπής. Επιπλέον, όσο μικραίνει το μέγεθος του κοπτικού εργαλείου τόσο πιο κρίσιμη είναι η επιρροή του στις δυνάμεις κοπής, ενώ όσο πιο μικρά είναι τα κοπτικά εργαλεία τόσο πιο εύκαμπτα γίνονται αυξάνοντας τη δημιουργία φαινομένων όπως ο λυγισμός και οι εξαναγκασμένες ταλαντώσεις.

Είναι πολύ σημαντικό να τονισθεί πως η επίδραση της ακτίνας της κοπτικής ακμής είναι πολύ σημαντική καθώς επηρεάζει τη δημιουργία αποβλίττου αλλά και τη μετάβαση από την κατάσταση κοπής στην κατάσταση εκείνη όπου το εργαλείο περιστρέφεται χωρίς να αφαιρεί υλικό αλλά μόνο παραμορφώνει και χαράζει την κατεργασμένη επιφάνεια. Το μικρό βάθος κοπής είναι απαραίτητο για να διατηρηθούν χαμηλές δυνάμεις κοπής κάτω από το όριο πλαστικής παραμόρφωσης του εργαλείου, με στόχο να επιτευχθεί μεγαλύτερη παραγωγικότητα στην κατεργασία.




Σχήμα 2.13: Αντίρροπο και ομόρροπο φραιζάρισμα με κλίση γωνίας

### 2.9.3 Μηχανική της κοπής και ζώνες παραμόρφωσης

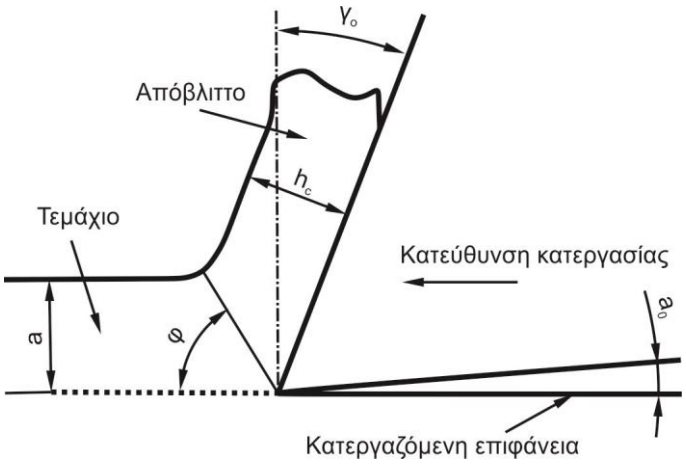
Για λόγους απλότητας η πιο κατανοητή ανάλυση της μηχανικής της κοπής γίνεται για την περίπτωση της ορθογωνικής κοπής. Στην περίπτωση αυτή το κοπτικό εργαλείο έχει μορφή σφήνας κάθετη στην κύρια διεύθυνση της κοπής.

Οι πλευρές του κοπτικού εργαλείου στην ορθογωνική κοπή εμφανίζουν κάποιες χαρακτηριστικές γωνίες, τις γωνίες κοπής**:** γωνία αποβλίττου, γωνία ελευθερίας και γωνία σφήνας.

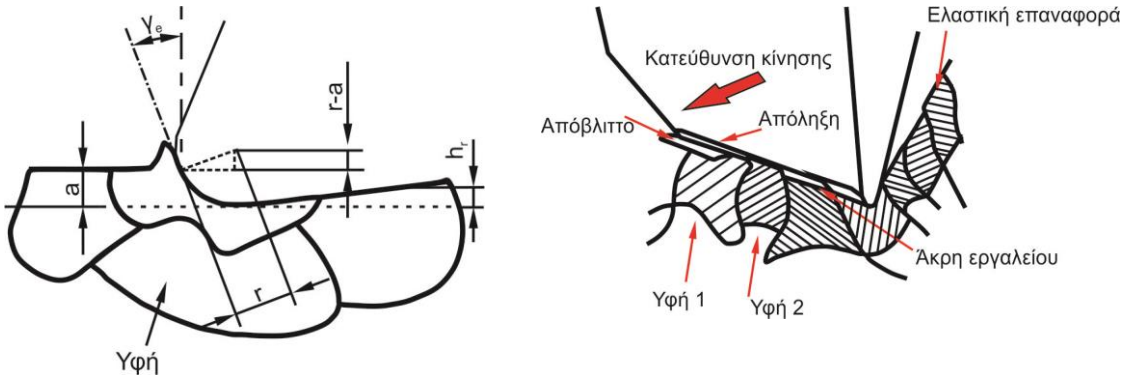
Οι τρεις αυτές γωνίες έχουν άθροισμα 90 μοίρες. Η σημαντικότερη αυτών είναι η γωνία αποβλίττου καθώς επηρεάζει τη δύναμη της κοπής και τη φθορά του εργαλείου. Όσο σκληρότερο είναι ένα υλικό τόσο μικρότερη πρέπει να είναι η γωνία αποβλίττου. Το υλικό που αποβάλλεται από το τεμάχιο υπό τη μορφή αποβλίττου μπορεί να είναι συνεχές, ασυνεχές ή συνεχές με ψευδόκοψη. Ανάλογα με τη μορφή του αποβλίττου, παρατηρούνται διαφοροποιήσεις στις δυνάμεις παραμόρφωσης.

Στις κατεργασίες ορθογωνικής κοπής σε μικροκλίμακα παρατηρούνται τέσσερεις ζώνες παραμόρφωσης.

- Πρώτη ζώνη παραμόρφωσης: πρόκειται για τη ζώνη διάτμησης, όπου αναπτύσσεται η μέγιστη διατμητική τάση.
- Δεύτερη ζώνη παραμόρφωσης: η ζώνη αυτή έχει κρίσιμο ρόλο στη κατεργασία, πρόκειται για την περιοχή όπου τμήμα του αποβλίττου εξωθείται από το καμπύλο τμήμα της κοπτικής ακμής.
- Τρίτη ζώνη παραμόρφωσης: είναι η περιοχή που αναπτύσσεται δύναμη τριβής ανάμεσα στην επιφάνεια αποβλίττου και του κοπτικού εργαλείου.
- Τέταρτη ζώνη παραμόρφωσης: η παραμόρφωση αυτή οφείλεται στην ελαστική επαναφορά του υλικού και αντιστοιχεί στην περιοχή τριβής της ελεύθερης επιφάνειας του κοπτικού εργαλείου με το τεμάχιο.




Σχήμα 2.14: Μηχανική ορθογωνικής κοπή




Σχήμα 2.15: Ορθογωνική μικροκοπή και ζώνη μικροκοπής

## 2.10 Άλλοι κρίσιμοι παράγοντες

- Το φαινόμενο της κλιμάκωσης

Η κλιμακούμενη μείωση της γεωμετρίας της περιοχής του κοπτικού εργαλείου επηρεάζει άμεσα τις κινήσεις του εργαλείου και τις φάσεις της κατεργασίας (όργωμα, φινίρισμα) αλλά είναι και καθοριστική για τη διάρκεια ζωής του εργαλείου και για τη ποιότητα επιφάνειας του τελικού τεμαχίου. Αυτό συμβαίνει έμμεσα κατά τη διάρκεια της κλιμακούμενης μείωσης, το εργαλείο αρχίζει να φθείρεται με συνέπεια να αλλάζει η γεωμετρία του αλλά και η απόδοση του στη διαδικασία. Ομοίως, όσον αφορά το τελικό τεμάχιο, το ξεθύμασμα μεγαλώνει και γίνεται συγκρίσιμο με τις παραμέτρους της κατεργασίας.

- Ο σχεδιασμός και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των εργαλείων

Όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω ο χρόνος ζωής των εργαλείων μικροκοπής είναι περιορισμένος και εφόσον δεν υπάρχουν και σαφείς κανόνες για τις συνθήκες της κατεργασίας αυτομάτως τα εργαλεία θεωρούνται αναξιόπιστα για πειράματα πολλών δειγμάτων.

- Ο σωστός σχεδιασμός των πειραμάτων

Τα προβλήματα και οι ελλείψεις ως προς τη θεωρία και την εμπειρία στις κατεργασίες υπό μικροκλίμακα έχουν αναφερθεί πολλές φορές και αποτελούν βασικό πρόβλημα των κατεργασιών αυτών, πολλές φορές όμως η σωστή σχεδίαση και προγραμματισμός των πειραμάτων σε συνδυασμό με στατιστικές μεθόδους και θεωρία μπορεί να λύσει πολλά από τα παραπάνω προβλήματα και να βοηθήσει στην εξέλιξη μεθόδων επιλογής συνθηκών.

- Η κατανόηση της κατεργασίας

Η παρακολούθηση της διαδικασίας της μικροκοπής μπορεί να οδηγήσει σε παρατηρήσεις που μπορούν να βοηθήσουν στη πρόληψη σφαλμάτων και στη καλύτερη κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν τη κατεργασία.

## 2.11 Παρατηρήσεις που μπορούν να βελτιώσουν τη διαδικασία

- Επιλογή κοπτικού εργαλείου
  - Ανάλογα με το υλικό: κάθε κατεργασία έχει διαφορετικές απαιτήσεις ως προς το αποτέλεσμα γι' αυτό η επιλογή του υλικού του εργαλείου επηρεάζει την αντοχή του στις καταπονήσεις και την αύξηση της θερμοκρασίας αλλά και τη διάρκεια ζωής του.
  - Ανάλογα με τη γεωμετρία του: η γεωμετρία του κοπτικού εργαλείου επηρεάζει την αντοχή του εργαλείου και την αντοχή του στη φθορά, για παράδειγμα τα εργαλεία τετραγωνικής απόληξης χρησιμοποιούνται σε υλικά που απαιτούν μικρότερες δυνάμεις κατεργασίας αφού έχουν μικρότερη αντοχή στη φθορά. Επιπλέον, ανάλογα με τη προτίμηση του τελικού αποτελέσματος επιφάνειας, γωνίες, βαθιές τρύπες κ.α. η επιλογή γεωμετρίας κοπτικού εργαλείου διαφέρει. Τέλος, ανάλογα με το στάδιο της κατεργασίας απαιτείται κοπτικό εργαλείο διαφορετικής γεωμετρίας. Είναι διαφορετικό το υλικό να χρειάζεται μόνο αφαίρεση και διαφορετικό να απαιτεί μόνο ένα τελευταίο πέρασμα στην επιφάνεια του τεμαχίου που χρειάζεται ένα εργαλείο που διατηρεί το σχήμα του και εγγυάται ακρίβεια αποτελεσμάτων.

- Επιλογή συνθηκών κοπής

Η επιλογή κατάλληλων συνθηκών για το μικροφραιζάρισμα είναι πολύ σημαντικός παράγοντας.

# 3. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

## 3.1 Υλικό Κατεργασίας Al 7075 – T6

Το αργίλιο ή αλουμίνιο είναι ένα αργυρόλευκο μέταλλο στοιχείο. Είναι το πιο κοινό μέταλλο που εμφανίστηκε στο φλοιό της γης, αλλά δεν χρησιμοποιείται ως ένα μέταλλο στη φυσική του μορφή καθώς είναι πολύ δραστικό χημικά ώστε να βρίσκεται ελεύθερο στη φύση. Αποτελεί το τρίτο πιο άφθονο χημικό στοιχείο στο πλανήτη, μετά το οξυγόνο (O) και το πυρίτιο (Si).

Η ιστορία χρήσης του αλουμινίου εκτείνεται εδώ και 100 χρόνια. Η αρχή για την εκμετάλλευση του ήταν μέτρια, όμως λόγω της πολυπλοκότητας της διύλισης του από μεταλλεύματα, το αλουμίνιο θεωρήθηκε πιο σπάνιο και πολύτιμο από το χρυσό και το ασήμι. Μια καθαρή μορφή του μετάλλου εκχυλίζεται για πρώτη φορά από μετάλλευμα με επιτυχία το 1825 από τον Δανό χημικό Hans – Christian. Τεχνικές παραγωγής αλουμινίου με αποτελεσματικό κόστος εμφανίστηκαν το 1882. Σε γενικές γραμμές, αυτό το ελαφρύ 100% ανακυκλώσιμο υλικό αποτέλεσε μια καθοριστική βάση της παγκόσμιας βιομηχανίας. Χρησιμοποιείται στη συσκευασία, στην αυτοκινητοβιομηχανία, στην ενέργεια, στις κατασκευές και στις μεταφορές. Δομικά στοιχεία κατασκευασμένα από αλουμίνιο και τα κράματα του είναι ζωτικής σημασίας για την αεροδιαστημική βιομηχανία και την αεροναυπηγική.

Η βασική πρώτη ύλη για την παραγωγή αλουμίνας και κατ΄επέκταση αλουμινίου είναι ο βωξίτης. Η εξόρυξη του βωξίτη γίνεται σε επιφανειακά και υπόγεια μεταλλεία, όπου μετά από ειδικές συνθήκες θραύσης και διαλυτοποίησης, μετατρέπεται σε αλουμίνα και στη συνέχεια με ηλεκτρόλυση παράγεται το μέταλλο αλουμίνιο.

Οι χαρακτηριστικές ιδιότητες του αλουμινίου και των κραμάτων του, καθώς και η υψηλή τεχνολογία που εφαρμόζεται εξηγούν το σημερινό ευρύ φάσμα των εφαρμογών του. Η χρήση του αλουμινίου και των κραμάτων του εξασφαλίζουν σε κάθε περίπτωση πολύ καλή ποιότητα στα τελικά προϊόντα με χαμηλό κόστος παραγωγής.
Χαρακτηριστικές Ιδιότητες και παραδείγματα εφαρμογών

- Χαμηλό ειδικό βάρος (έναντι του σιδήρου που είναι 7,8 g/cm3 και του χαλκού 8,9 g/cm3) σε συνδυασμό με ανθεκτικότητα.
- Η μεγάλη μηχανική αντοχή που επιδεικνύει ως προς το βάρος του καθιστά το αλουμίνιο βασικό δομικό στοιχείο σε κατασκευές, που απαιτείται υψηλή αντοχή και χαμηλό βάρος, όπως στην αυτοκινητοβιομηχανία και στην αεροναυπηγική.
- Παρουσιάζει πολύ καλή θερμική αγωγιμότητα. Κατάλληλο για κατασκευή αγωγών διανομής ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και οικιακών συσκευών.
- Είναι αδιαπέραστο από μικροοργανισμούς και φως. Συνίσταται ως υλικό συσκευασίας τροφίμων και φαρμάκων.
- Είναι μη μαγνητικό υλικό.
- Είναι αρκετά όλκιμο και ελατό. Διαθέτει πολύ καλές ιδιότητες συγκολλησιμότητας που το καθιστούν ιδανικό μέταλλο εφαρμογών.
- 100% ανακυκλώσιμο. Το αλουμίνιο είναι ανανεώσιμο υλικό και μπορεί να ανακυκλώνεται συνεχώς χωρίς να υπολείπεται σε ποιότητα, αποτελεί μια «Τράπεζα Ενέργειας» όπου και σε όποια μορφή και αν βρίσκεται. Μετά την χρήση των προϊόντων συλλέγεται και επαναχυτεύεται απαιτώντας μόνο το 5% της ενέργειας που χρειάστηκε για την πρωτογενή παραγωγή του.

Όμως, το καθαρό αλουμίνιο έχει περιορισμένες εφαρμογές στη βιομηχανική παραγωγή αφού οι υψηλές πιέσεις μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα αστάθειας. Για την αποφυγή των προβλημάτων αυτών, χρησιμοποιούνται κράματα αλουμινίου, τα οποία έχουν παραπλήσιες ιδιότητες με το καθαρό αλουμίνιο και οι ιδιότητες τους εξαρτώνται από τις κραματικές τους προσθήκες. Οι κυριότερες προσθήκες στο αλουμίνιο είναι ο χαλκός, το

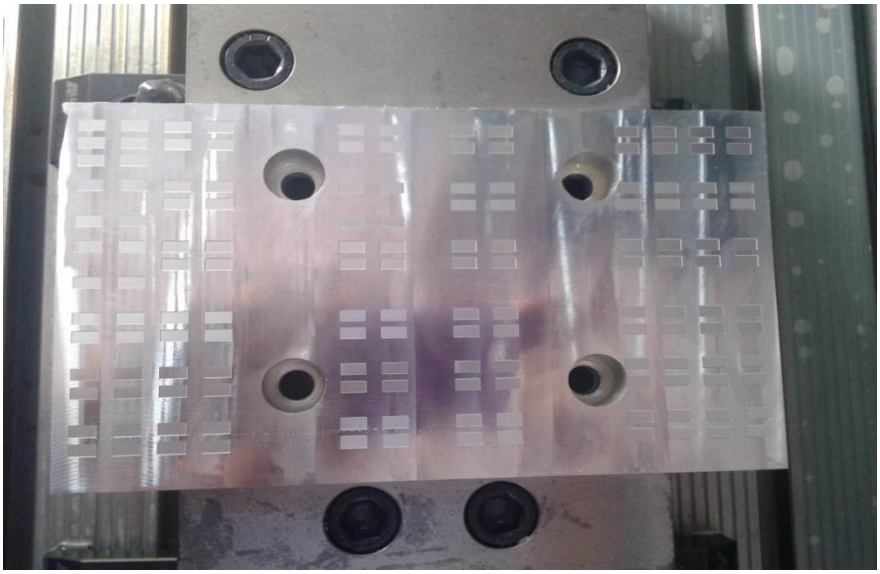
μαγγάνιο, το μαγνήσιο, ο ψευδάργυρος και το πυρίτιο ενώ και άλλα στοιχεία προστίθενται σε πολύ μικρές ποσότητες για πολύ ειδικούς σκοπούς.

Τα διάφορα κράματα αλουμινίου διακρίνονται σε χυτά και σε διαμόρφωσης και τυποποιούνται σύμφωνα με την Aluminium Association. Η τυποποίηση των κραμάτων γίνεται σύμφωνα με την κύρια πρόσμειξη τόσο στα χυτά, όσο και στα κράματα διαμόρφωσης. Στη παρούσα διπλωματική εργασία το κράμα που χρησιμοποιήθηκε είναι το αλουμίνιο 7075 με κύρια προσθήκη ψευδαργύρου.

Το πρώτο ψηφίο της σειράς υποδηλώνει το κύριο στοιχείο της προσθήκης, δηλαδή το ψευδάργυρο. Ο ψευδάργυρος, παρόλο που μειώνει τη χυτευσιμότητα, σε συνδυασμό με άλλα στοιχεία προσθήκης βελτιώνει τη μηχανική αντοχή. Τα υπόλοιπα ψηφία απλά ταυτοποιούν τα διάφορα κράματα. Τέλος, ο κωδικός T6 υποδηλώνει ότι οι μηχανικές ιδιότητες του κράματος βελτιώνονται σημαντικά σε θερμική κατεργασία σκλήρυνσης με κατακρήμνιση. Το κράμα 7075 υπόκειται σε θερμική κατεργασία ομογενοποίησης στους 450°C για αρκετές ώρες, διαλυτοποίηση, υπερβαφή και τεχνητή γήρανση στους 120°C για 24 ώρες.

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το κράμα να αποκτά σημαντική σκληρότητα και αντοχή ώστε να είναι κατάλληλο για εφαρμογές υψηλών προδιαγραφών όπως αναφέρθηκε παραπάνω, σε εφαρμογές αυτοκινήτων, στη κατασκευή όπλων και στην αεροναυπηγική.

Συγκεκριμένα το κράμα 7075 έχει αντοχή σε εφελκυσμό 220 – 605 MPa, όριο διαρροής 434 – 503 MPa και επιμήκυνση 5-11%.



Σχήμα 3.1: Τεμάχιο κατεργασίας

## 3.2 Πενταξονικό Κέντρο Κατεργασίας DMU 50 eco

Η κοπή του κράματος αλουμινίου που αναφέρθηκε παραπάνω πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του κέντρου κατεργασίας αριθμητικού ελέγχου DMU 50 eco όπου παρουσιάζεται στο σχήμα 3.2.

Σχήμα 3.2 : Κέντρο κατεργασίας DMU 50 eco

Η εξέλιξη των εργαλειομηχανών αριθμητικού ελέγχου, που χρονολογείται από τις αρχές του 1950 έχει οδηγήσει τη μηχανουργική τεχνολογία στα σημερινά συστήματα ελέγχου CNC, δηλαδή στις ψηφιακά καθοδηγούμενες εργαλειομηχανές με χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή. Τα συστήματα ελέγχου CNC χρησιμοποιούν επιπλέον διάφορες αριθμητικές τιμές και για περαιτέρω λειτουργίες, όπως ο μετασχηματισμός συστημάτων συντεταγμένων, η διαχείριση πινάκων δεδομένων και η αντιστάθμιση διαμέτρου και μήκους των εργαλείων. Αυτές, καθώς και επιπλέον λειτουργίες γραφικών και επικοινωνίας με άλλους υπολογιστές, μετατρέπουν τον απλό αριθμητικό έλεγχο (NC) σε αυτόν που βασίζεται σε ηλεκτρονικό υπολογιστή (CNC).

Οι εργαλειομηχανές τύπου CNC αποτελούν βασικό κομμάτι της σύγχρονης βιομηχανίας και προσφέρουν μια πληθώρα πλεονεκτημάτων. Στα βασικά πλεονεκτήματα των ψηφιακά καθοδηγούμενων εργαλειομηχανών εντάσσεται η δυνατότητα εκτέλεσης πολύπλοκων μηχανουργικών κατεργασιών, με υψηλή ακρίβεια στις κατασκευές εξαρτημάτων σύνθετης γεωμετρίας, υψηλής διαστατικής ακρίβειας και υψηλής ποιότητας μορφής των τελικών προϊόντων. Η αυτοματοποίηση της διαδικασίας παραγωγής επιτρέπει την επαναληψιμότητα των κατεργασιών, με μικρότερη ανάγκη επίβλεψης από το χειριστή. Αυτό με τη σειρά του οδηγεί σε μια αλληλουχία μείωσης διάφορων εργασιών, όπως στη μεγαλύτερη απόδοση του χειριστή λόγω μείωσης της κόπωσης του, στην ελάττωση του ανθρώπινου σφάλματος και στην ασφάλεια τόσο για τον χειριστή όσο και για την ίδια την εργαλειομηχανή.

Επιπλέον, η χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή κάνει τον προγραμματισμό των κατεργασιών εύκολο και γρήγορο. Οι γλώσσες προγραμματισμού, τα λογισμικά σχεδίασης των κατεργασιών και τα μοντέλα προσομοίωσης των διάφορων κατεργασιών κοπής συνεισφέρουν στην αυτοματοποίηση της διαδικασίας και βελτιστοποιούν κάθε τεχνολογική παράμετρο κοπής πριν από τη κατεργασία, ώστε να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή ποιότητα του τελικού προϊόντος σε συνδυασμό πάντα με τη μείωση του χρόνου φθοράς των κοπτικών εργαλείων.
Βασικό πλεονέκτημα αποτελεί η εξοικονόμηση χρόνου τόσο για την εκτέλεση των κατεργασιών, όσο και για τη προετοιμασία τους για παραγωγή. Εξαιτίας της σύγχρονης τεχνολογίας των ηλεκτρονικών υπολογιστών οι χρόνοι κατεργασίας είναι πλέον προβλέψιμοι και υπάρχει η δυνατότητα ελαχιστοποίησης των νεκρών χρόνων.

Η αυτοματοποίηση της παραγωγής σε συνδυασμό με τη δυνατότητα βελτιστοποίησης που αναφέρθηκε, οδηγεί σε μεγάλη αύξηση της παραγωγικότητας και δημιουργία προϊόντων καλύτερης δυνατής ποιότητας και ακρίβειας.

Όμως οι εργαλειομηχανές CNC ναι μεν έχουν αυξήσει τη παραγωγική διαδικασία σε όλους τους τομείς της καθημερινότητας, αλλά δεν παύουν να αποτελούν μηχανές με υψηλό κόστος αγοράς και συντήρησης. Ο χειρισμός τους απαιτεί τις γνώσεις έμπειρων προγραμματιστών εξοικειωμένους με τις μηχανουργικές κατεργασίες, τον προγραμματισμό και τη λειτουργία τους.

Πιο συγκεκριμένα το DMU 50 eco είναι μια φραίζα με δυνατότητα κίνησης 5 αξόνων. Οι κατεργασίες πραγματοποιούνται σε ένα κλειστό χώρο, όπου υπάρχει και αντλία ψυκτικού υγρού με αυτόματη λειτουργία. Είναι εξοπλισμένο με ισχυρή άτρακτο μέχρι 8.000 rpm, με χαρακτηριστικά όπως 83 Nm (40% ED), ισχύς ατράκτου 13 kW (40% ED) και 12 m/min γρήγορη μετατόπιση. Το περιστρεφόμενο τραπέζι του καθιστά εφικτή την κατασκευή πολύπλοκων τεμαχίων κατεργασίας. Η υδραυλική σύσφιξη που εμπεριέχεται στο περιστρεφόμενο τραπέζι και η περιοχή περιστροφής μέχρι τις 115° (-5° / +110°) καθιστά εφικτές κλίσεις μέχρι 20°. Ο εργαλειοφορέας διαθέτει 16 θέσεις και το αποσπώμενο χειριστήριο καθιστούν εφικτή την απλή και άνετη εκτέλεση των διαφόρων εργασιών φραιζαρίσματος. Είναι κατασκευασμένο από χυτοσίδηρο με μέγιστη ακρίβεια και ποιότητα επιφανειών. Ο έλεγχος της κατεργασίας γίνεται από το σύστημα ελέγχου SIEMENS 810D POWERLINE με λογισμικό Shopmill ενσωματωμένο στο DMG Slimline Panel με οθόνη TFT 15’’ και κανονικό πληκτρολόγιο.

## 3.3 Συσκευή Προρύθμισης Εργαλείων MICROSET Uno 115 eco

Για τέτοιου είδους κατεργασίες υψηλής ακρίβειας, πριν τοποθετηθεί το κοπτικό εργαλείο για να ξεκινήσει η διαδικασία της κατεργασίας, απαιτείται η τοποθέτηση του σε μια συσκευή προρύθμισης εργαλείων.

Η συσκευή προρύθμισης εργαλείων DMG Microset προσφέρει σημαντική οικονομία χρόνου και ακρίβεια στις μετρήσεις των εργαλείων και την έγκαιρη αναγνώριση φθαρμένων εργαλείων. Με τη χρήση της συσκευής αυτής υπολογίζεται το μήκος και η διάμετρος του κοπτικού εργαλείου. Τα δύο αυτά μήκη εισέρχονται στη μνήμη του κέντρου κατεργασίας και χρησιμοποιούνται για την αντιστάθμιση του εργαλείου σε μήκος και ακτίνα, ώστε κάθε φορά που θα γίνεται αλλαγή εργαλείου να πραγματοποιείται αυτόματα η αλλαγή, χωρίς να δημιουργηθεί κάποιο πρόβλημα. Όπως επίσης εντοπίζεται οποιαδήποτε φθορά που θα μπορούσε να δημιουργήσει αρκετές αλλοιώσεις στα τελικά αποτελέσματα.

Η συσκευή που διαθέτει το εργαστήριο είναι η DMG Microset, η οποία χρησιμοποιεί το λογισμικό Microvision II IT και διαθέτει: Edge finder για γρήγορο εντοπισμό της κοπτικής ακμής, βάση κατασκευασμένη από χυτοσίδηρο, πνευματική σύσφιξη και στους δύο άξονες για μεγαλύτερη διαστατική ακρίβεια ελεύθερα κινούμενους γραμμικούς οδηγούς και CMOS ψηφιακή κάμερα με τηλεσκοπικούς φακούς.

Σχήμα 3.3: Συσκευή προρύθμισης εργαλείων MICROSET Uno 115 eco

## 3.4 Σρερεοσκόπιο Leica DFC 295

Το στερεοσκόπιο αποτελεί μια οπτική συσκευή ικανή να δώσει στον παρατηρητή την εντύπωση του ανάγλυφου, καθώς αυτός κοιτά δύο επίπεδες εικόνες, αντίστοιχες με τις εικόνες του αντικείμενου. Το Leica DFC 295 είναι ένα έγχρωμο στερεοσκόπιο με έγχρωμη ψηφιακή μηχανή για φωτογράφηση σε πραγματικό χρόνο. Η κάμερα προσφέρει ανάλυση τριών megapixel (2048x1536 pixel) και παρέχει εικόνες εξαιρετικά ακριβείς σε λεπτομέρειες με υψηλό βαθμό ποιότητας. Είναι συνδεδεμένο με υπολογιστή έτσι ώστε οι φωτογραφίες να εμφανίζονται κατευθείαν στην οθόνη με καμία σχεδόν καθυστέρηση αφού έχει δυνατότητα μετάδοσης μέχρι και 25 καρέ το δευτερόλεπτο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ο χρήστης να μπορεί να επικεντρωθεί σε ένα συγκεκριμένο σημείο αφού μπορεί να γίνει μεγέθυνση μέχρι 10 φορές, να φανεί η ακριβής γεωμετρία του εργαλείου και να γίνει και η διαστασιολόγηση του. Ακόμα, προσφέρονται και κάποιες άλλες δυνατότητες όπου ο χρήστης μπορεί να ρυθμίσει κάποιες βασικές παραμέτρους όπως, η φωτεινότητα, η αντίθεση και η ισορροπία του λευκού χρώματος. Τέλος, παρέχεται η δυνατότητα δημιουργίας πανοράματος για καλύτερη αποτύπωση του τεμαχίου.

Σχήμα 3.4: Στερεοσκόπιο Leica M125

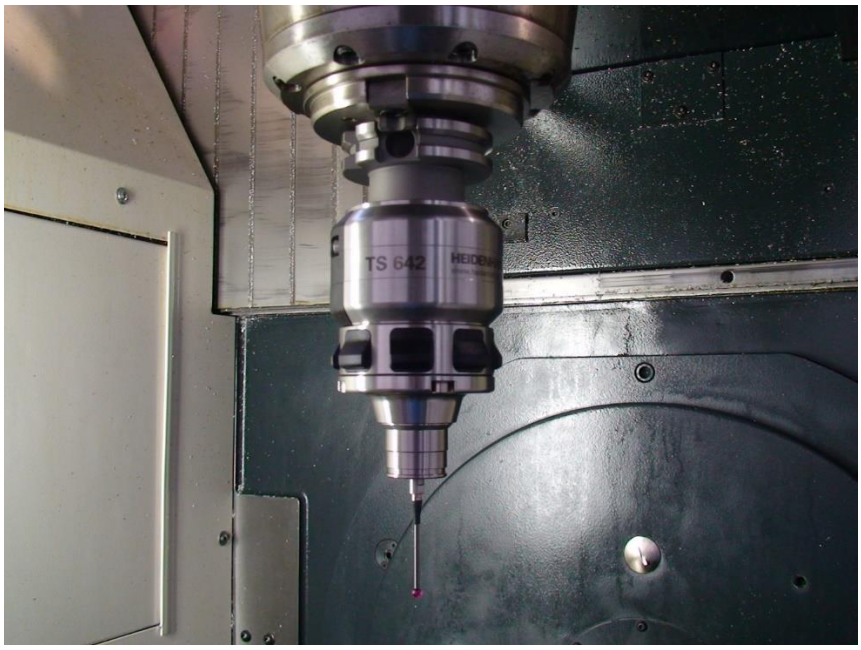
## 3.5 Τραχύμετρο Diavite compact

Για να μετρηθεί η τραχύτητα της επιφάνειας του κατεργαζόμενου τεμαχίου, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.5, χρησιμοποιήθηκε ένα όργανο τραχυμέτρησης τύπου στυλίσκου, το Diavite compact, όπου είναι άμεσα συνδεδεμένο με έναν υπολογιστή εφοδιασμένο με το λειτουργικό σύστημα Diasoft Basic. Με τη βοήθεια του λειτουργικού συστήματος λήφθηκαν πληροφορίες μέσω γραφικών παραστάσεων για τη τομογραφία της επιφάνειας και για τις τιμές των παραμέτρων που επηρεάζουν την τραχύτητα.

Σχήμα 3.5: Τραχύμετρο Diavite compact

## 3.6 Τρισδιάστατος Ανιχνευτής Ακμών (Infrared machine tool 3D touch probe)

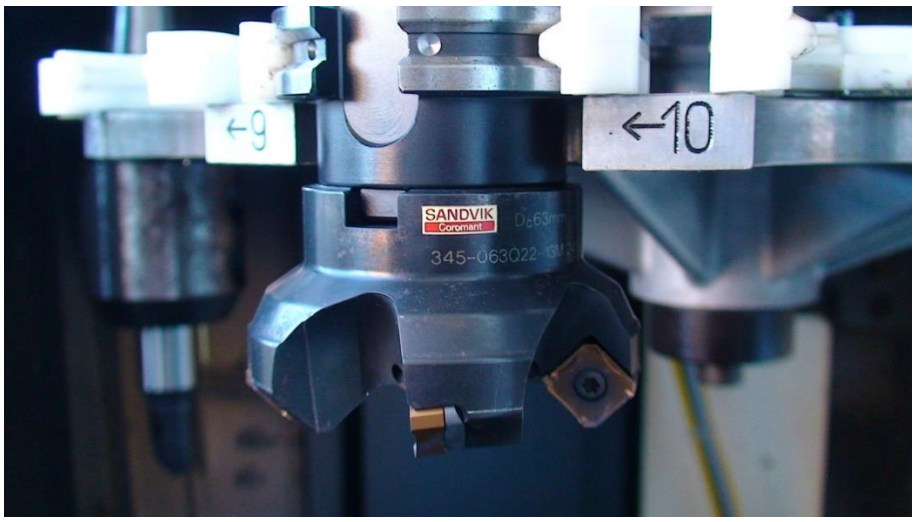
Μια από τις πιο βασικές εργασίες που απαιτούνται για την επεξεργασία ενός τεμαχίου είναι ο μηδενισμός του τεμαχίου. Αποτελεί βασική προτεραιότητα πριν τη κοπή ώστε να επιτευχθεί μιας καλής ποιότητας κατεργασία με σωστά αποτελέσματα. Ο τρισδιάστατος ανιχνευτής ακμών είναι ένα ειδικό όργανο που πραγματοποιεί αυτό το μηδενισμό με πολύ ευκολία και μεγάλη ακρίβεια. Το εξάρτημα αυτό παίρνει τη θέση του κοπτικού εργαλείου και με την ακίδα που έχει στην άκρη του, όπως φαίνεται στο σχήμα, ακουμπάει αρκετές φορές πάνω σε διάφορα σημεία της επιφάνειας κατεργασίας. Με το που ακουμπάει στο κατεργαζόμενο τεμάχιο, στέλνει σήμα στον ελεγκτή για τη πραγματική θέση του τεμαχίου η οποία και αποθηκεύεται. Έτσι κατά την κατεργασία, αυτές οι πληροφορίες είναι αποθηκευμένες ώστε να προκύψουν τα σωστά αποτελέσματα με μεγάλη ακρίβεια.




Σχήμα 3.6: Τρισδιάστατος ανιχνευτής ακμών

## 3.7 Κοπτικό Εργαλείο Εκχόνδρισης (Face Mill)

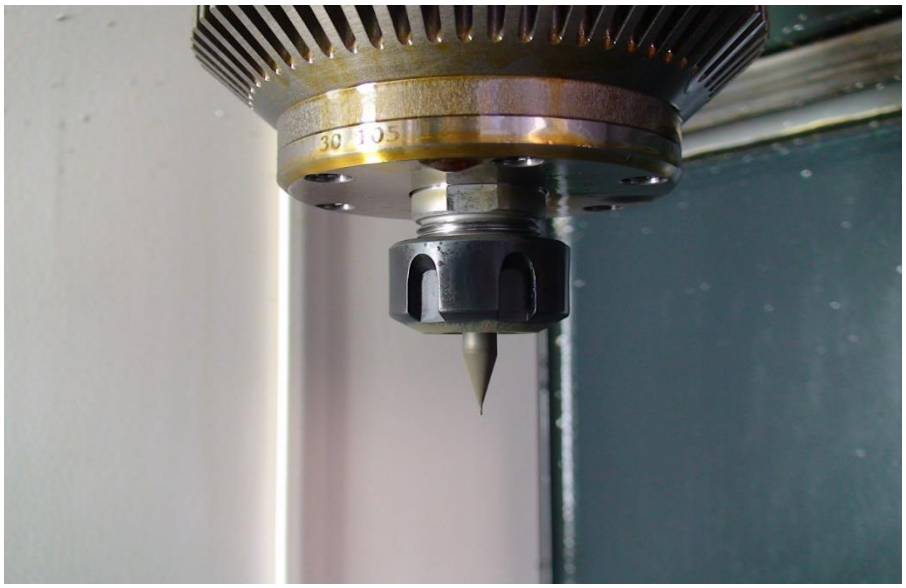
Η διαδικασία εκχόνδρισης χρησιμοποιείται στις αρχικές φάσεις μορφοποίησης ενός τεμαχίου, με σκοπό να καθαριστεί η επιφάνεια, ώστε να μην έχει οποιαδήποτε ανωμαλία που θα προκαλέσει τυχόν πρόβλημα στην επιφάνεια κατεργασίας. Από τη στιγμή που κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας δεν μας ενδιαφέρει η ποιότητα της επιφάνειας, τα κοπτικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται έχουν μεγάλη διάμετρο, λειτουργούν σε μεγάλες τιμές της πρόωσης με αποτέλεσμα να ελαχιστοποιούν το χρόνο κατεργασίας.




Σχήμα 3.7: Κοπτικό εργαλείο εκχόνδρισης

## 3.8 Κοπτικό Εργαλείο Σφαιρικής Απόληξης (Ball end nose tool)

Τα κοπτικά εργαλεία σφαιρικής απόληξης αποτελούν μια από τις πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες πολυαξονικές κατεργασίες αποπεράτωσης. Είναι ιδανικά για τη διαδικασία φραιζαρίσματος αποπεράτωσης. Στη παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν κοπτικά εργαλεία σφαιρικής απόληξης διαμέτρου D=1 mm, D= 0.8 mm και D=0.6 mm. Ενδεικτικά στο σχήμα 3.8 φαίνεται το ένα από τα 3 κοπτικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν.



Σχήμα 3.8: Κοπτικό εργαλείο σφαιρικής απόληξης

## 3.9 Περιστροφικό Υψηλόστροφο Τσοκ Μικροφραιζαρίσματος IBAG HFK 95 (Πολύστροφο)

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως το πενταξονικό κέντρο κατεργασίας DMU 50 eco εκτελεί οποιαδήποτε κατεργασία χρησιμοποιώντας μέχρι 8000 στροφές. Με τον αεροσυμπιεστή που προμηθεύτηκε το εργαστήριο, το πολύστροφο έχει τη δυνατότητα πλέον να εκτελεί κατεργασίες αποπεράτωσης αγγίζοντας τις 40.000 στροφές. Για την εκτέλεση των συγκεκριμένων πειραμάτων, για κάθε κοπτικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε διαμέτρου D=1 mm, D= 0.8 mm και D=0.6 mm, οι στροφές ήταν 16.010, 20.046, 26.674 αντίστοιχα. Ο τρόπος που υπολογίστηκαν θα αναλυθεί σε επόμενο κεφάλαιο.

Σχήμα 3.9: Περιστροφικό υψηλόστροφο τσοκ

# 4. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

## 4.1 Σχεδιασμός πειραμάτων

Σκοπός της παρούσας εργασίας, όπως αναφέρθηκε συνοπτικά στην εισαγωγή, είναι η διερεύνηση των συνθηκών κοπής σε μικροκλίμακα. Στόχος ήταν να μελετηθεί η επίδραση διαφόρων συνθηκών κοπής στη τελική επιφάνεια ενός δοκιμίου. Συγκεκριμένα μετρήθηκε η τραχύτητα του τεμαχίου, αφού επηρεάζεται άμεσα από τις συνθήκες κοπής και μπορεί να μας δώσει αρκετές πληροφορίες μέσω γραφικών παραστάσεων. Επίσης, μετά τη διαδικασία της τραχυμέτρησης, ελέγχθηκε η ποιότητα της τελικής επιφάνειας μέσω εικόνων από το στερεοσκόπιο.

Για το πείραμα χρησιμοποιήθηκε μια πλάκα ντουραλουμινίου Al7075 – T6, όπου πάνω στην επιφάνεια σχεδιάστηκαν ορθογώνια παραλληλόγραμμα μικρού και ίσου μεγέθους. Σκοπός ήταν να μελετηθεί η ποιότητα της τελικής επιφάνειας σε σχέση με το κοπτικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε κάθε φορά, ώστε να δούμε κατά πόσο η διάμετρος του εργαλείου επηρεάζει την επιφάνεια. Αλλάζοντας τις συνθήκες κοπής, όπως θα δούμε αναλυτικά παρακάτω, βγαίνουν τα τελικά συμπεράσματα. Το τεμάχιο παρέμενε δεμένο στη τράπεζα του κέντρου κατεργασίας, κατά τη διάρκεια των πειραμάτων, ώστε να μην δημιουργηθεί κάποιο πρόβλημα. Όπως αναφέρθηκε, τα κοπτικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν είναι εργαλεία σφαιρικής απόληξης διαμέτρου D=1 mm, D=0,8 mm και D=0,6 mm.

Οι διάφορες συνθήκες κοπής που μελετήθηκαν κατά την εκτέλεση των πειραμάτων είναι:

- Η ταχύτητα κοπής $V_c$ = 50.3 m/min,
- Το αξονικό βάθος κοπής $t_z$,
- Το ακτινικό βάθος κοπής $t_{xy}$,
- Η πρόωση ανά περιστροφή ανά δόντι $f_z$,
- Η κλίση της τράπεζας της εργαλειομηχανής κατά γωνία φ (σε μοίρες),
- Οι στροφές του κοπτικού εργαλείου S.

Όλες οι παραπάνω συνθήκες έδωσαν διαφορετικά αποτελέσματα για κάθε διάμετρο του κοπτικού που χρησιμοποιήθηκε, όπως επίσης και για κάθε στρατηγική φραιζαρίσματος, δηλαδή ομόρροπο και αντίρροπο φραιζάρισμα, ελκτικό και διατρητικό.

Οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα:

| $t_{xy}$ | $t_z$ | $f_z$ | φ |
|---|---|---|---|
| 0,01 | 0,01 | 0,01 | -5 |
| 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0 |
| | | | 5 |

Σχήμα 4.1: Συνθήκες κοπής

Σημαντικό μέγεθος μαζί με τη πρόωση και το βάθος κοπής αποτελεί και η ταχύτητα κοπής που σχετίζεται με τις στροφές περιστροφής του κατεργαζόμενου τεμαχίου και τη διάμετρο κοπής. Οι τρεις αυτοί παράγοντες παίζουν σημαντικό ρόλο στη κατεργασία και η σωστή κάθε φορά επιλογή τους, αποτελεί απαραίτητη γνώση του χειριστή μιας εργαλειομηχανής. Στο φραιζάρισμα με κοπτικό εργαλείο διαμέτρου D (mm) το οποίο περιστρέφεται με n στροφές το λεπτό (rpm), η ταχύτητα κοπής $V_C$ σε m/mm ισούται με:

$$V_C = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$$

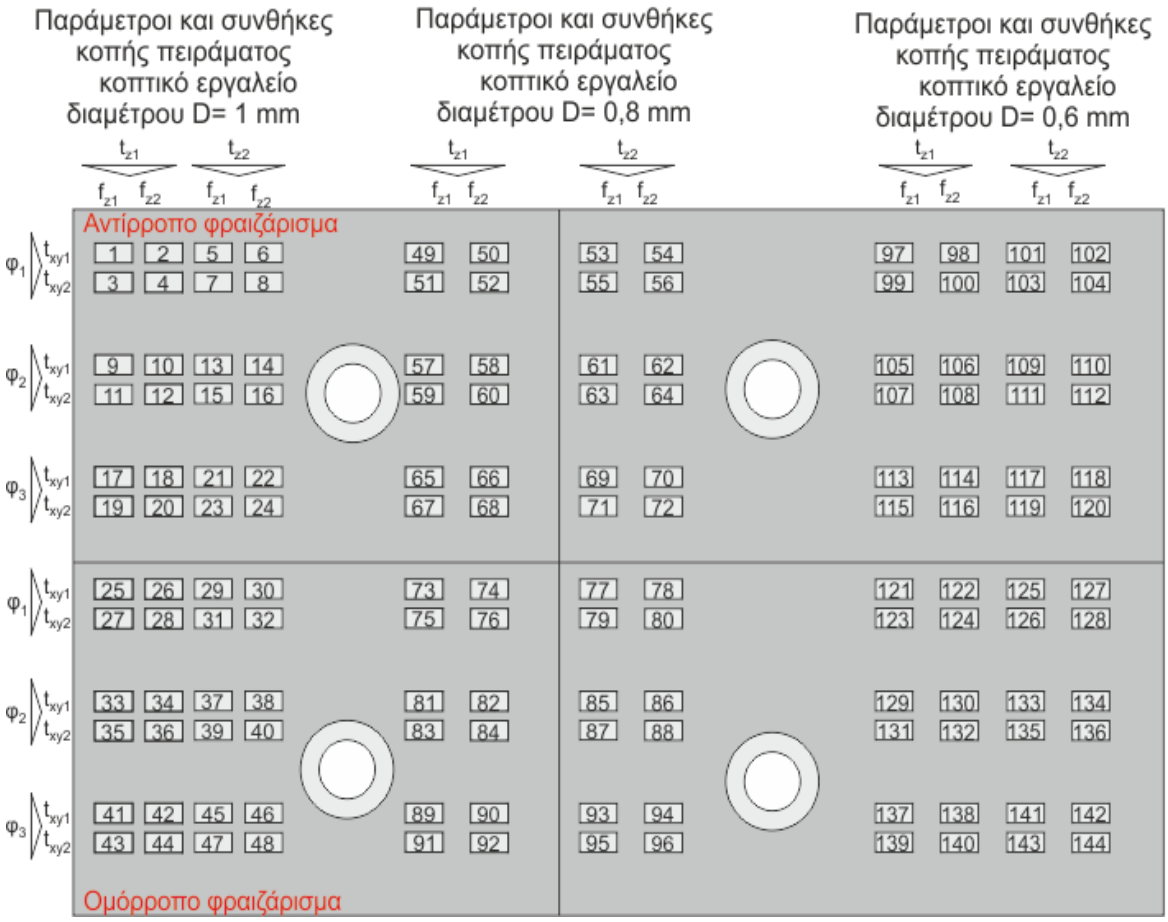
Η σχέση αυτή προκύπτει από το γεγονός ότι η ταχύτητα κοπής ισούται με το πηλίκο του διαστήματος που διανύεται δια το χρόνο. Το διάστημα που διανύεται σε ένα λεπτό (min) είναι το αντίστοιχο n περιστροφών και επειδή σε μια περιστροφή το διάστημα που

διανύεται ισούται με την περιφέρεια του τεμαχίου (πD), το συνολικό διάστημα σε ένα λεπτό είναι π * D * n. Ο παρονομαστής 1000 εισάγεται έτσι ώστε το χιλιοστά (mm) της διαμέτρου D να εκφράζονται σε μέτρα (m) στην τιμή της ταχύτητας $V_c$. Έτσι χρησιμοποιώντας το παραπάνω τύπο, για κάθε διάμετρο του κοπτικού εργαλείου υπολογίζονται οι αντίστοιχες στροφές όπως φαίνεται στο σχήμα 4.2.

| | D=0,6 | D=0,8 | D=1 |
|---|---|---|---|
| S | 26.685 | 20.013 | 16.010 |
| $F_1$ | 533,7 | 400,26 | 320,2 |
| $F_2$ | 1067,4 | 800,52 | 640,4 |

Σχήμα 4.2: Τιμές πρόωσης και δυνάμεων για κάθε διάμετρο

Ο συνδυασμός όλων των παραπάνω συνθηκών μας δίνει 144 αποτελέσματα για όλες τις στρατηγικές φραιζαρίσματος. Τα αποτελέσματα αποτυπώνονται στο σχήμα 4.3.

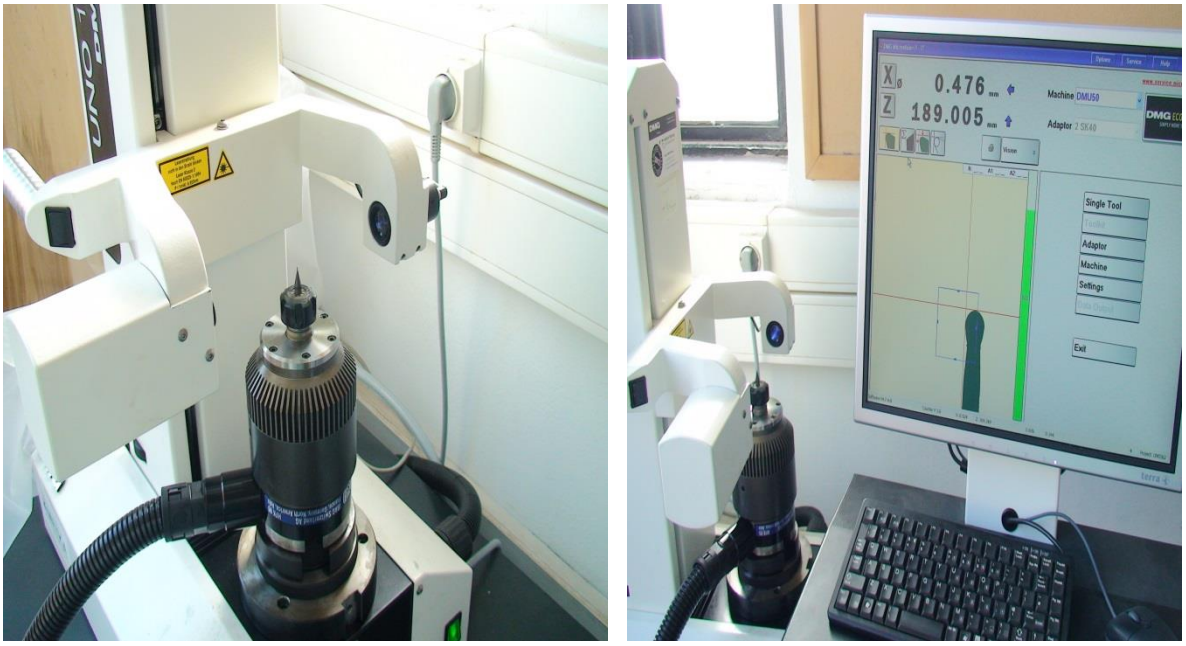



Σχήμα 4.3: Τεμάχιο κατεργασίας

## 4.2 Εκτέλεση πειραμάτων

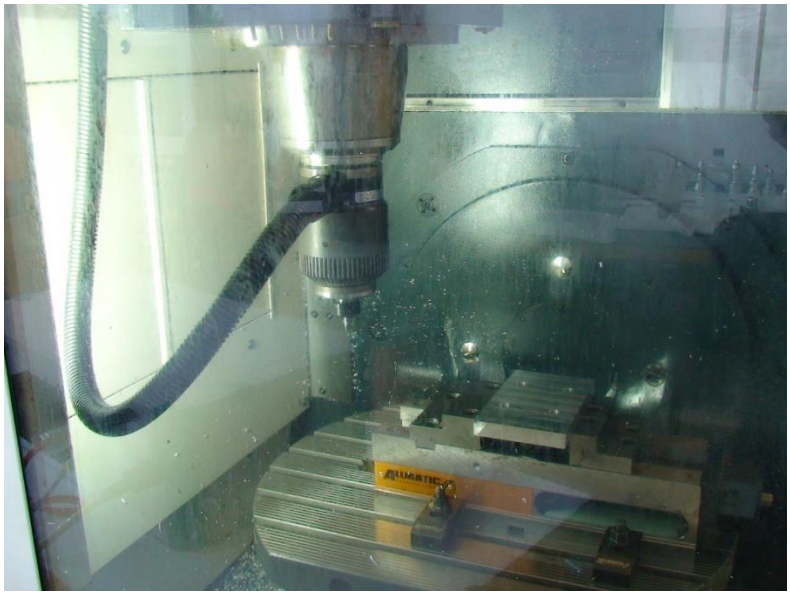
Αρχικά, η κατεργασία του τεμαχίου έγινε στο κέντρο κατεργασίας DMU 50 eco της DMG που βρίσκεται στο χώρο του εργαστηρίου του Πολυτεχνείου. Για την εκτέλεση των πειραμάτων στην εργαλειομηχανή CNC χρειάστηκε να γίνει προγραμματισμός σε G κώδικα. Το πρόγραμμα της μηχανής έδειχνε αναλυτικά κάθε βήμα, προσομοιώνοντας τη διαδικασία, ακόμα και το χρόνο κατεργασίας κοπής του κάθε ορθογωνίου παραλληλογράμμου.

Οι δύο κύριες κατεργασίες που εκτελέστηκαν ήταν η εκχόνδριση και η χάραξη του τεμαχίου. Πριν τη κατεργασία έπρεπε να γίνει η εκχόνδριση του (face mill) έτσι ώστε να καθαριστεί η αρχική επιφάνεια και να προκύψει η κατάλληλη επιπεδότητα η οποία είναι αναγκαία για να επιτευχθεί το ίδιο βάθος κοπής σε όλη την επιφάνεια. Επίσης, όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, πριν χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε εργαλείο μικροκοπής, έπρεπε πρώτα να έχει μετρηθεί στην συσκευή προρύθμισης εργαλείων Microset Uno 115 eco για να γίνει η αντιστάθμιση με ακρίβεια. Η διαδικασία αυτή παρουσιάζεται στο σχήμα 4.4.




Σχήμα 4.4: Μέτρηση εργαλείου πριν τη κατεργασία

Στη συνέχεια έγινε ο μηδενισμός του τεμαχίου, όπου αναλύθηκε η διαδικασία σε προηγούμενο κεφάλαιο, ώστε να αποθηκευτούν οι σωστές συντεταγμένες εξ αρχής. Τέλος το τεμάχιο έπρεπε να έχει προσδεθεί καλά στη τράπεζα της εργαλειομηχανής, με χρήση σφιγκτήρων, για την αποφυγή τυχόν ταλαντώσεων και αστοχιών. Στο σχήμα 4.5 φαίνεται το τεμάχιο, μετά την εκτέλεση των παραπάνω βημάτων, και το εργαλείο έτοιμο να εκτελέσει τη κατεργασία φραιζαρίσματος.



Σχήμα 4.5: Κατεργασία φραιζαρίσματος τεμαχίου

### 4.2.1 Αλλαγή στροφών για κάθε κοπτικό εργαλείο

Σε αυτό το σημείο είναι απαραίτητο να σημειωθεί ξανά ότι για την εκτέλεση του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν τρία κοπτικά εργαλεία, όπου για κάθε κοπτικό αλλάζανε και τα δεδομένα του πειράματος. Οι στροφές που χρησιμοποιήθηκαν κάθε φορά αποτέλεσαν ένα καθοριστικό παράγοντα για την εκτέλεση του πειράματος αφού ένας σημαντικός ρόλος εκτέλεσης της παρούσας εργασίας, ήταν η κατεργασία του τεμαχίου με χρήση στροφών παραπάνω από αυτές που καλύπτει από μόνο του το κέντρο κατεργασίας.

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, το κέντρο κατεργασίας αριθμητικού ελέγχου DMU 50 eco εκτελεί οποιαδήποτε κατεργασία χρησιμοποιώντας μέχρι και 8000 στροφές (rpm). Με την ενίσχυση ενός νέου αεροσυμπιεστή, το πολύστροφο μπορεί να αγγίξει τις 40.000 στροφές (rpm). Στην δικιά μας περίπτωση, το πολύστροφο άγγιξε τις 26.685. Συγκεκριμένα, για το κοπτικό εργαλείο διαμέτρου D=1 mm το πολύστροφο εκτέλεσε τη κατεργασία με 16.010 στροφές (rpm) περίπου, όπως φαίνεται στο σχήμα 4.6.

Σχήμα 4.6: Στροφές για κοπτικό εργαλείο διαμέτρου D=1 mm

Για το κοπτικό εργαλείο διαμέτρου D=0.8 mm έφτασε τις 20.013 στροφές (rpm) και για το κοπτικό της μικρότερης διαμέτρου που χρησιμοποιήθηκε το πολύστροφο άγγιξε τις 26.685 στροφές (rpm). Τα παραπάνω νούμερα επιβεβαιώνονται και από τις φωτογραφίες στο σχήμα 4.7 και στο σχήμα 4.8.

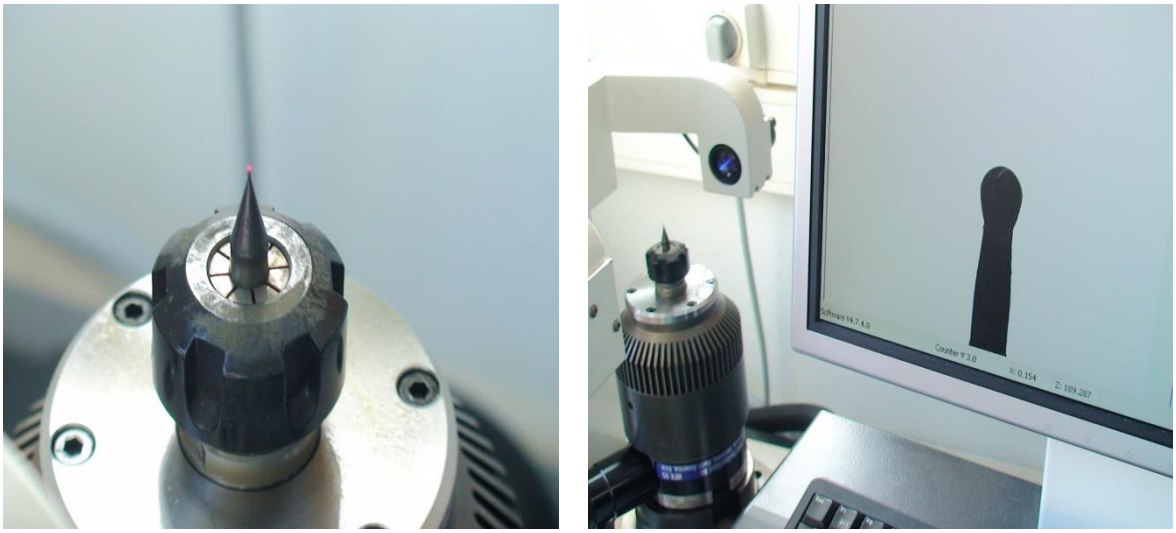
Σχήμα 4.7: Στροφές για κοπτικό εργαλείο διαμέτρου D=0,8 mm

Σχήμα 4.8: Στροφές για κοπτικό εργαλείο διαμέτρου D=0,6 mm

Οι στροφές υπολογίστηκαν από το τύπο της ταχύτητας : $V_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$

και οι τιμές είναι απόλυτα λογικές αφού για μικρή διάμετρο του κοπτικού οι στροφές είναι μεγάλες, ενώ οι στροφές είναι μικρές για μεγάλη διάμετρο.

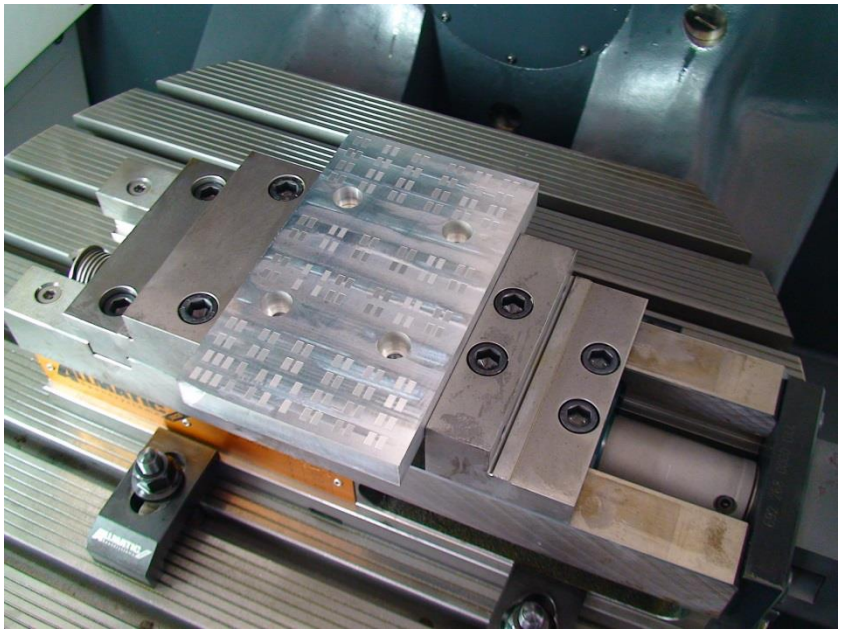
Επίσης, σημαντικό είναι να τονιστεί ότι κατά τη διάρκεια των πειραμάτων, στην αλλαγή του κοπτικού εργαλείου, γινόταν έλεγχος του εργαλείου αυτού στην εξειδικευμένη μηχανή προρύθμισης, για τυχόν φθορές ή ακόμα και απορρύθμιση του κοπτικού. Και στις δύο περιπτώσεις θα μπορούσε να υπάρχει μεγάλη αλλοίωση στα αποτελέσματα του πειράματος. Στη παρούσα όμως κατεργασία του τεμαχίου δεν υπήρξε κάποιο πρόβλημα και τα εργαλεία όλων των διαμέτρων μετά από τον απαραίτητο έλεγχο, δεν υπέστησαν κάποια αλλοίωση ή καταστροφή. Η διαδικασία φαίνεται και στο σχήμα 4.9.



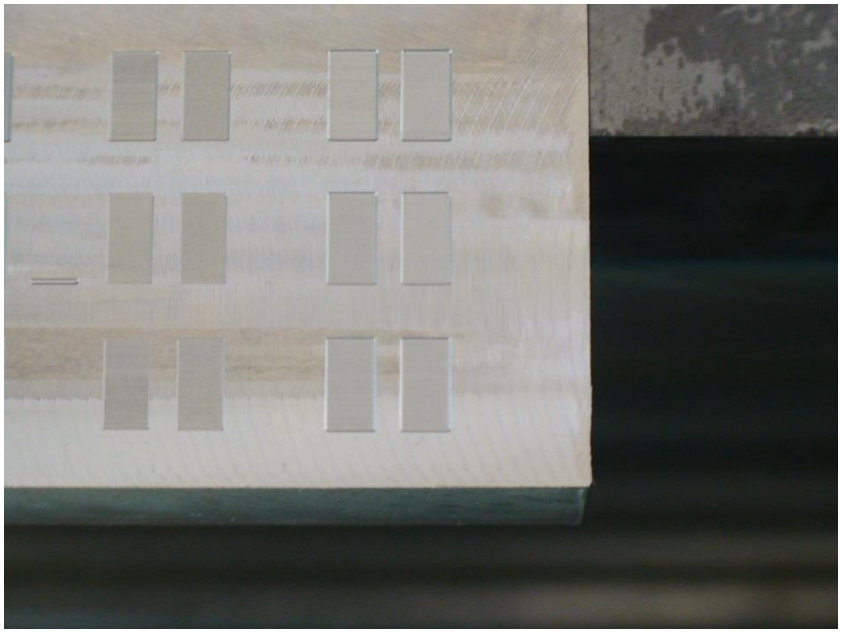
Σχήμα 4.9: Κοπτικό εργαλείο

### 4.2.2 Τελικό τεμάχιο

Το τελικό κατεργαζόμενο τεμάχιο, μετά από την εκτέλεση των παραπάνω βημάτων, παρατίθεται στα σχήματα 4.10 και 4.11.



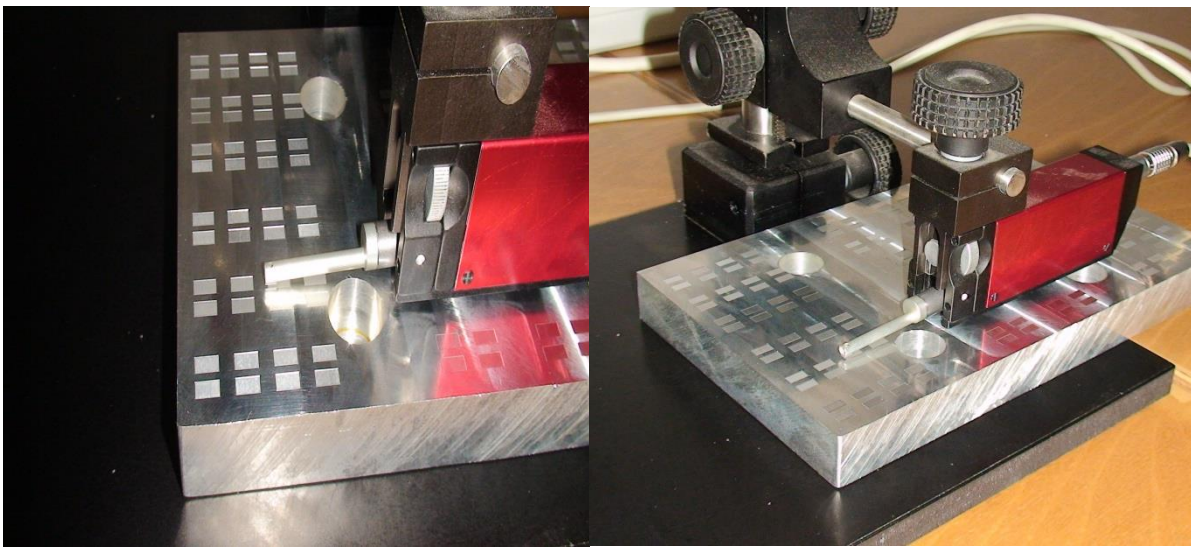
Σχήμα 4.10: Τελικό τεμάχιο



Σχήμα 4.11: Τελικό τεμάχιο

### 4.2.3 Τραχυμέτρηση επιφανειών

Με την ολοκλήρωση της κατεργασίας στο κέντρο κατεργασίας αριθμητικού ελέγχου, το επόμενο βήμα ήταν οι τραχυμετρήσεις σε κάθε ορθογώνιο παραλληλόγραμμο για την εξαγωγή του τελικού συμπεράσματος. Σε κάθε περιοχή που μελετήθηκε, έγιναν 5 τραχυμετρήσεις και το τελικό συμπέρασμα προέκυψε από το μέσο όρο των πέντε αυτών μετρήσεων. Οι μετρήσεις έγιναν κάθετες προς τη πρόωση, επιλέχτηκε εγκάρσιο μήκος για τις μετακινήσεις το 1.5 mm και μήκος κύματος αποκοπής το 0.25 mm. Στο σχήμα 4.12 φαίνεται η διαδικασία της τραχυμέτρησης.



Σχήμα 4.12: Διαδικασία τραχυμέτρησης τεμαχίου

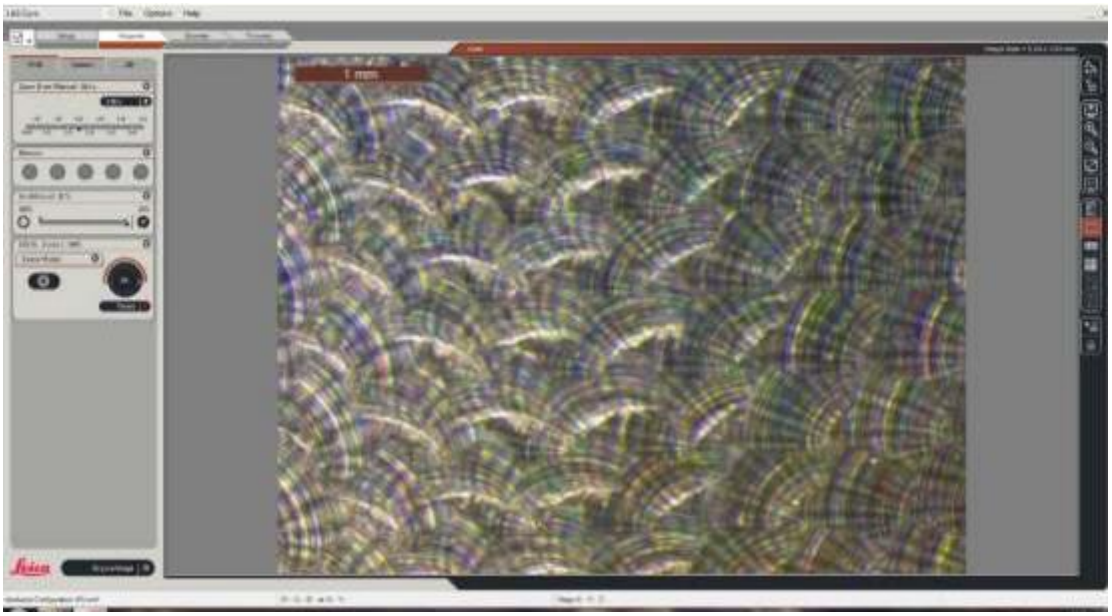
Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε φαίνεται στη φωτογραφία στο σχήμα 4.13.

Σχήμα 4.13: Λογισμικό

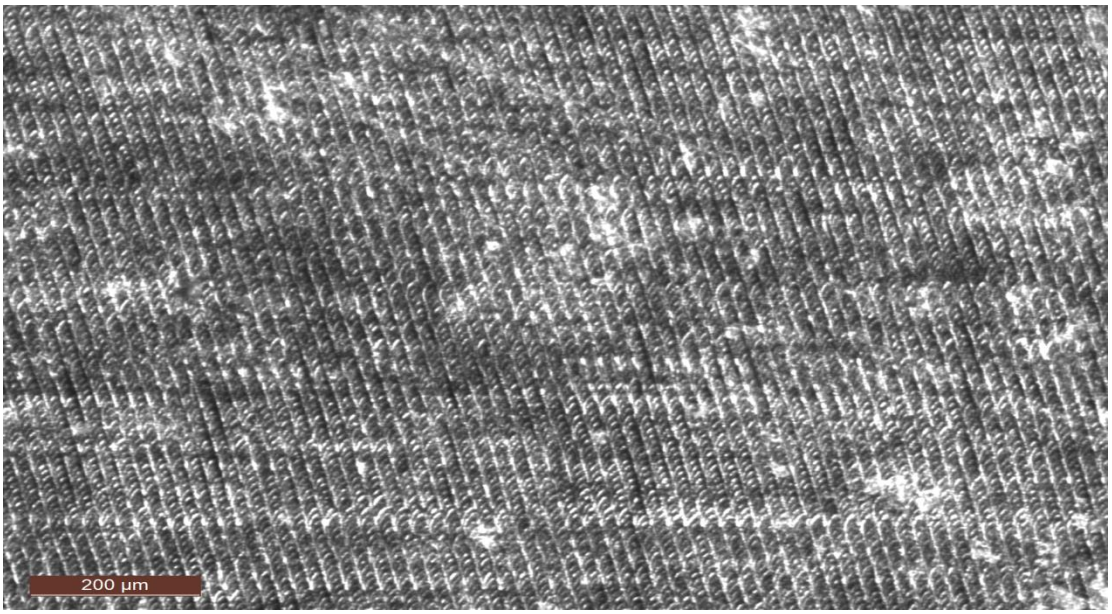
### 4.2.4 Φωτογράφιση επιφάνειας με τη χρήση στερεοσκοπίου

Στο τελικό στάδιο της διαδικασίας, μελετήθηκε η επιφάνεια του τεμαχίου σε κάθε περιοχή, με την χρήση στερεοσκοπίου. Για κάθε ορθογώνιο παραλληλόγραμμο τραβήχτηκε μια φωτογραφία για κάθε ένα από αυτά και έτσι εξήχθη το τελικό αποτέλεσμα. Η κλίμακα που χρησιμοποιήθηκε είναι 200 μm. Συνολικά λήφθηκαν 144 φωτογραφίες.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε και μια ενδεικτική φωτογραφία για ένα από τα ορθογώνια παραλληλόγραμμα. Συγκεκριμένα είναι για τη περιοχή 1 για εργαλείο διαμέτρου D=1 mm, με συνθήκες κοπής: $t_z$=0,01 $f_z$=0,01 $t_{xy}$=0,01 και φ=-5.




Σχήμα 4.14: Λογισμικό στερεοσκοπίου Leica




Σχήμα 4.15: Φωτογραφία επιφάνειας

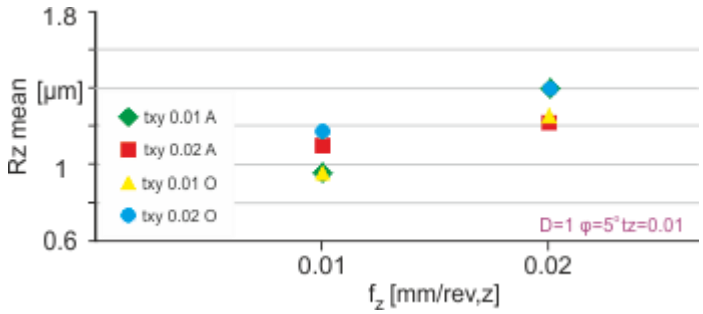
# 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

Στα διαγράμματα που ακολουθούν, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των τραχυμετρήσεων για το τεμάχιο που μελετήθηκε.

Για κάθε ένα από τα κοπτικά εργαλεία διαμέτρου D=1 mm, D=0,8 mm και D=0,6 mm έχουν προκύψει 12 διαγράμματα αντίστοιχα. Συνολικά προκύπτουν 36 διαγράμματα. Επίσης, έχουν μελετηθεί όλες οι περιπτώσεις για κάθε τύπο φραιζαρίσματος, αντίρροπο - ομόρροπο και ελκτικό - διατρητικό φραιζάρισμα. Σε όλα τα διαγράμματα, οι τιμές των τραχυτήτων βρίσκονται στον κάθετο άξονα, ενώ στον οριζόντιο άξονα παρουσιάζονται οι τιμές του ακτινικού βάθους κοπής $t_{xy}$ και της πρόωσης ανά περιστροφή ανά δόντι $f_z$, ανάλογα με ποιο από τα δύο επιλέγουμε να είναι σταθερό κάθε φορά. Η διαδικασία παρουσιάζεται πιο αναλυτικά παρακάτω.

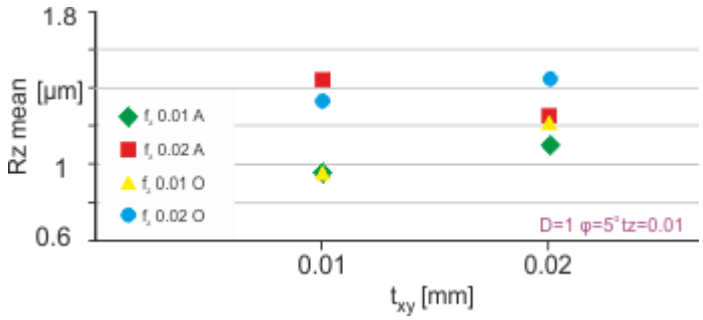
**Για εργαλείο διαμέτρου D=1 mm:**

*Διατρητικό Φραιζάρισμα (με γωνία κλίσης τραπεζιού φ=5°)*



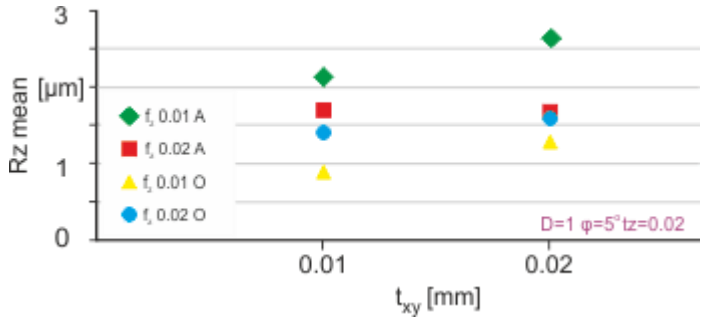

Σχήμα 5.1: D=1 mm φ=5° $t_z$ =0.01 mm

Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται ότι για αξονικό βάθος κοπής $t_z$=0,01 mm και για πρόωση $f_z$=0,01 mm/rev,z η τραχύτητα παρουσιάζει χαμηλότερες τιμές σε σχέση με τη πρόωση fz=0,02 mm/rev,z. Τα ακτινικά βάθη κοπής κυμαίνονται σε κοντινές τιμές ανεξάρτητα με το ομόρροπο και αντίρροπο φραιζάρισμα.



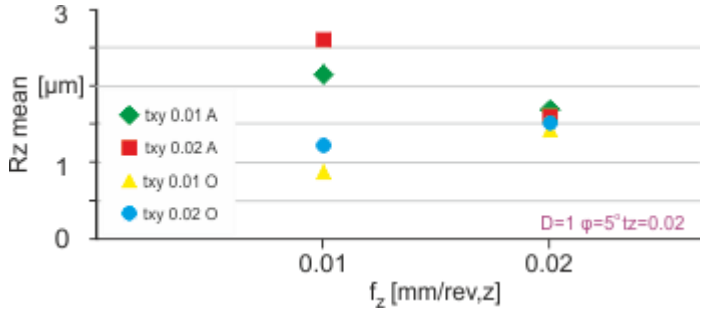

Σχήμα 5.2: D=1 mm φ=5° $t_z$ =0.01 mm

Στο Σχήμα 5.2 παρατηρείται ότι για αξονικό βάθος κοπής tz=0,01mm και για ακτινικό βάθος κοπής $t_{xy}$=0,01 mm η τραχύτητα παρουσιάζει υψηλότερες τιμές, με μικρότερη βέβαια απόκλιση, σε σχέση με το ακτινικό βάθος κοπής txy=0,02 mm. Ανεξάρτητα από το είδος φραιζαρίσματος, για πρόωση $f_z$=0,02 mm/rev,z, οι τιμές βρίσκονται πιο ψηλά σε σχέση με τη πρόωση $f_z$=0,01 mm/rev,z, για ακτινικό βάθος κοπής $t_{xy}$=0,01 mm. Για $t_{xy}$=0,02 mm πάλι συμβαίνει το ίδιο πράγμα, με τις τιμές όμως να έχουν μικρότερη απόκλιση μεταξύ τους.




Σχήμα 5.3: D=1 mm φ=5° $t_z$ =0.02 mm

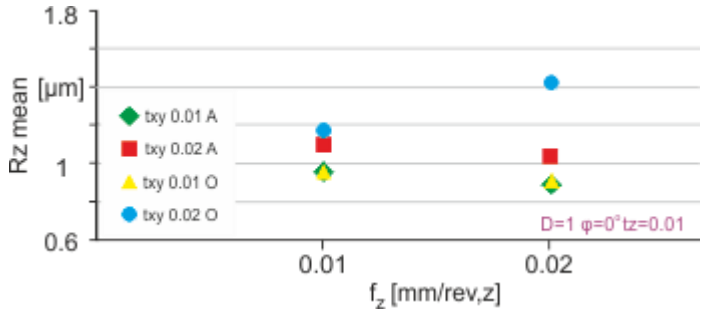
Στο Σχήμα 5.3 παρατηρείται ότι για αξονικό βάθος κοπής $t_z$=0,02 mm και για ακτινικό βάθος κοπής $t_{xy}$=0,01 mm η τραχύτητα παρουσιάζει χαμηλότερες τιμές σε σχέση με το ακτινικό βάθος κοπής $t_{xy}$=0,02 mm. Το αντίρροπο φραιζάρισμα για τις προώσεις $f_z$=0,02 mm/rev,z και $f_z$=0,01 mm/rev,z έχει τις πιο ψηλές τιμές και για τα δύο ακτινικά βάθη κοπής $t_{xy}$.




Σχήμα 5.4: D=1 mm φ=5° $t_z$ =0.02 mm

Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται μια αισθητή διαφορά στις τιμές, αφού για αξονικό βάθος κοπής $t_z$=0,02 mm και για πρόωση $f_z$=0,01 mm/rev,z η τραχύτητα παρουσιάζει υψηλές τιμές με αισθητή διαφορά σε σχέση με τη πρόωση $f_z$=0,02. Ομοίως με πριν, το αντίρροπο φραιζάρισμα παρουσιάζει υψηλότερες τιμές και στις δύο περιπτώσεις.

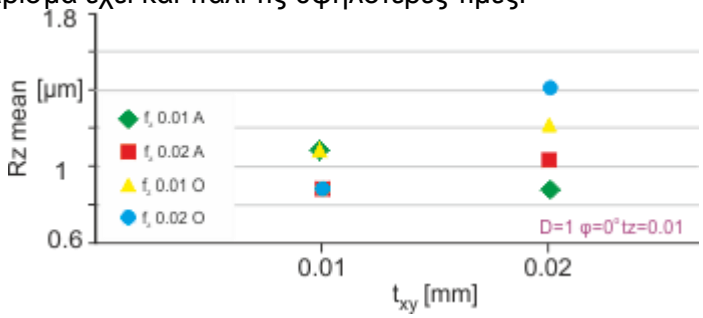
*Κάθετο Φραιζάρισμα (με γωνία κλίσης τραπεζιού φ=0°)*




Σχήμα 5.5: D=1 mm φ=0° $t_z$ =0.01 mm

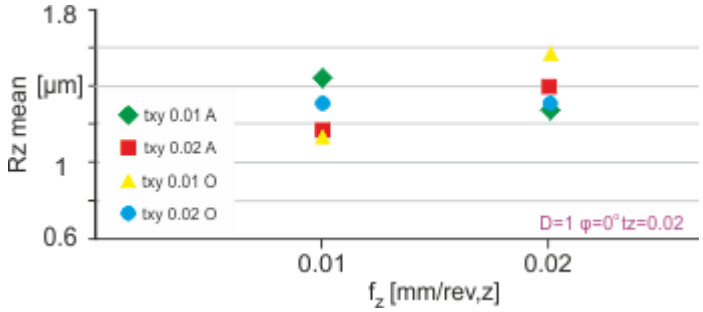
Στο σχήμα 5.5 παρατηρείται ότι για αξονικό βάθος κοπής $t_z$=0,02 mmκαι για πρόωση $f_z$=0,02 mm/rev,z παρατηρείται μια απότομη αύξηση της τραχύτητας για $t_{xy}$=0,02 mm για ομόρροπο φραιζάρισμα. Λίγο πιο χαμηλά ακολουθούν τα ακτινικά βάθη κοπής $t_{xy}$=0,01

mm. Ενώ για αξονικό βάθος κοπής $t_z$=0,01 mm και για πρόωση $f_z$=0,01 mm/rev,z οι τιμές της τραχύτητας είναι σε χαμηλότερο επίπεδο σε σχέση με τις προηγούμενες. Το αντίρροπο φραιζάρισμα έχει και πάλι τις υψηλότερες τιμές.



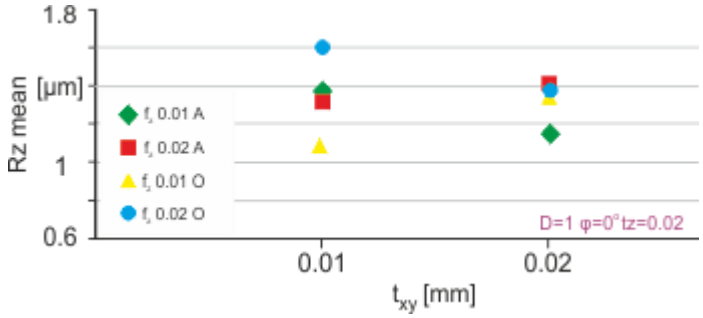

Σχήμα 5.6: D=1 mm φ=0° $t_z$ =0.01 mm

Στο σχήμα 5.6 οι τιμές κυμαίνονται όπως το προηγούμενο, ότι για αξονικό βάθος κοπής $t_z$=0,01 mm και για ακτινικό βάθος κοπής $t_{xy}$=0,02 mm προκύπτει μια αισθητή αύξηση της τραχύτητας για $f_z$=0,02 mm/rev,z για ομόρροπο φραιζάρισμα. Λίγο πιο χαμηλά ακολουθούν οι προώσεις για αντίρροπο φραιζάρισμα. Ενώ για αξονικό βάθος κοπής $t_z$=0,01 mm και για ακτινικό βάθος κοπής $t_{xy}$=0,01 mm οι τιμές της τραχύτητας είναι πιο χαμηλά και υπερισχύουν οι προώσεις για 0,01 mm/rev,z. Για πρόωση fz=0,01 mm/rev,z οι τιμές της τραχύτητας είναι σε χαμηλότερο επίπεδο σε σχέση με τις προηγούμενες. Το αντίρροπο φραιζάρισμα έχει και πάλι τις υψηλότερες τιμές.




Σχήμα 5.7: D=1 mm φ=0° $t_z$ =0.02 mm

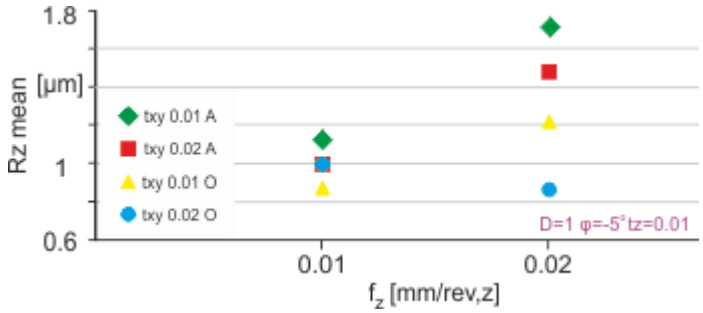
Στο σχήμα 5.7 παρατηρείταιότι έχει αλλάξει το αξονικό βάθος κοπής σε $t_z$=0,02 mm, και οι τιμές της τραχύτητας κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα τόσο για πρόωση $f_z$=0,01 mm/rev,z όσο και για $f_z$=0,02 mm/rev,z. Η διαφορά είναι μόνο ότι για $f_z$ =0,01 mm/rev,z υπερισχύει το αντίρροπο φραιζάρισμα ενώ για $f_z$=0,02 mm/rev,z το ομόρροπο.




Σχήμα 5.8: D=1 mm φ=0° $t_z$ =0.02 mm

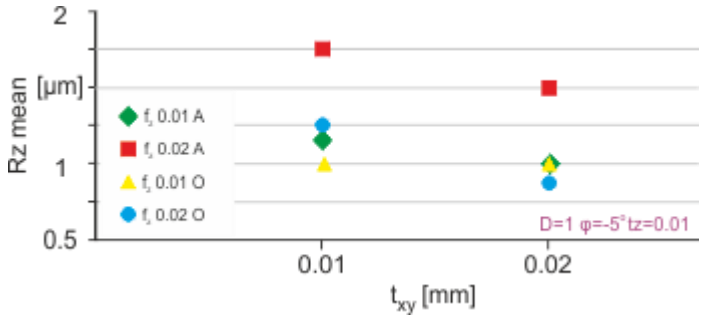
Στο σχήμα 5.8 έχουμε πάλι αξονικό βάθος κοπής $t_z$=0,02 mm και προκύπτει μια αύξηση της τραχύτητας για $t_{xy}$=0,01 mm με το ομόρροπο φραιζάρισμα για $f_z$=0,02 mm/rev,z να υπερισχύει. Ενώ στο ακτινικό βάθος κοπής το αντίρροπο με το ομόρροπο φραιζάρισμα σχεδόν συμπίπτουν.

*Ελκτικό Φραιζάρισμα (με γωνία κλίσης τραπεζιού φ=-5°)*



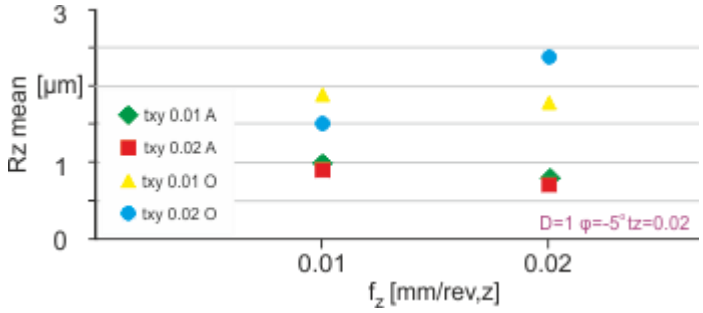

Σχήμα 5.9: D=1 mm φ=-5° $t_z$ =0.01 mm

Στο σχήμα 5.9 παρατηρείται μια αισθητή διαφορά στις τιμές της τραχύτητας για πρόωση $f_z$=0,01 mm/rev,z και για $f_z$=0,02 mm/rev,z, όπου εκεί παρατηρείται και η μεγαλύτερη αύξηση. Και στις δύο περιπτώσεις υπερισχύει το αντίρροπο φραιζάρισμα για $t_{xy}$=0,01 mm.



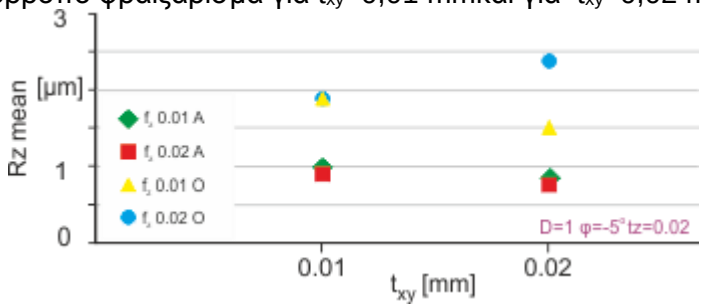

Σχήμα 5.10: D=1 mm φ=-5° $t_z$ =0.01 mm

Στο σχήμα 5.10 παρόλο που παρατηρείται το ίδιο αξονικό βάθος κοπής, έχουμε αύξηση της τραχύτητας για ακτινικό βάθος κοπής $t_{xy}$=0,01 mm με πρόωση $f_z$=0,02 mm/rev,z για αντίρροπο φραιζάρισμα. Ομοίως για $t_{xy}$=0,02 mmυπερισχύει πάλι το αντίρροπο φραιζάρισμα.




Σχήμα 5.11: D=1 mm φ=-5° $t_z$ =0.02 mm

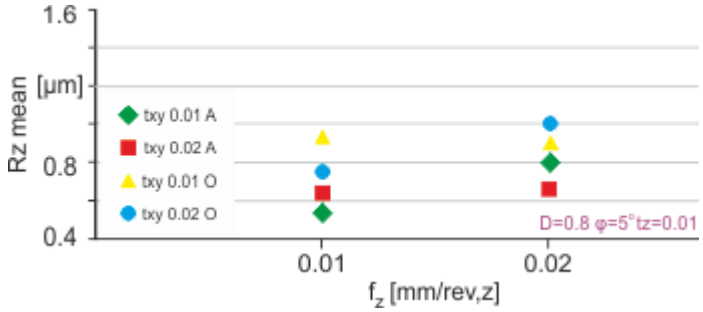
Σε αυτή τη περίπτωση, οι τιμές της τραχύτητας είναι πιο υψηλές για ακτινικό βάθος κοπής $f_z$=0,02 mm/rev,z και για αξονικό βάθος $t_z$=0,01 mm. Ενώ και στις δύο περιπτώσεις υπερισχύει το ομόρροπο φραιζάρισμα για $t_{xy}$=0,01 mmκαι για $t_{xy}$=0,02 mm.




Σχήμα 5.12: D=1 mm φ=-5° $t_z$ =0.02 mm

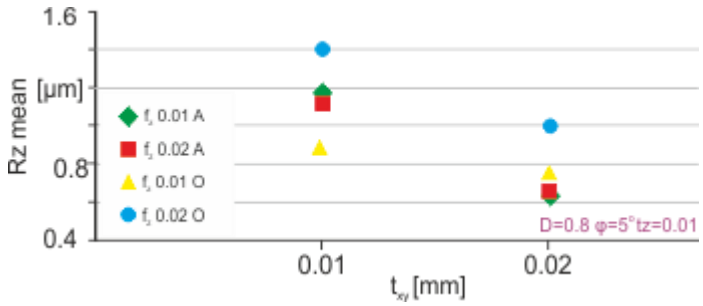
Και σε αυτή τη περίπτωση η τραχύτητα είναι πιο υψηλή για $t_{xy}$=0,02 mm και για $t_z$=0,02 mm με το ομόρροπο φραιζάρισμα να έχει τις πιο ψηλές τιμές.

**Για εργαλείο διαμέτρου D=0,8 mm:**
*Διατρητικό Φραιζάρισμα (με γωνία κλίσης τραπεζιού φ=5°)*



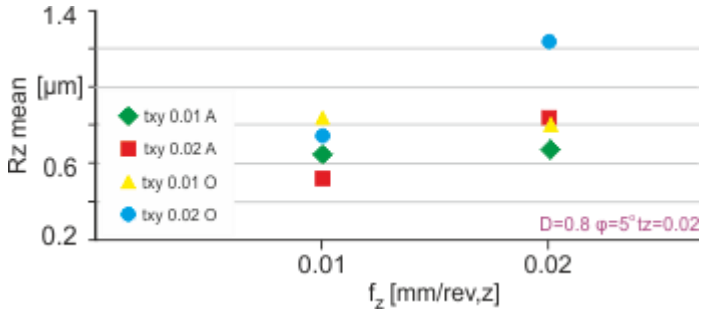

Σχήμα 5.13: D=0,8 mm φ=5° $t_z$ =0.01 mm

Στο σχήμα 5.13 οι τιμές της τραχύτητας κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα με ακτινικό βάθος κοπής $t_z$=0,01 mm και το ομόρροπο φραιζάρισμα είναι στις πιο υψηλές τιμές για $f_z$=0,01 mm/rev,z και για $f_z$=0,02 mm/rev,z.



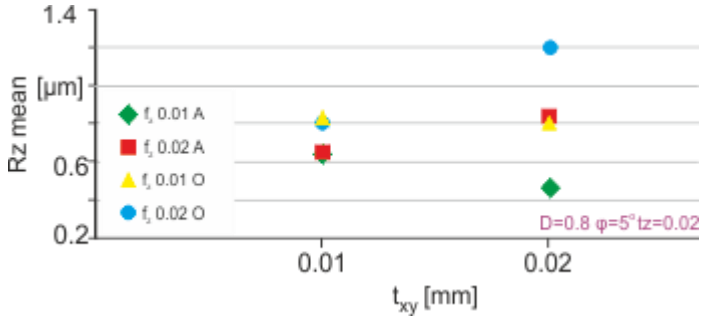

Σχήμα 5.14: D=0,8 mm φ=5° $t_z$ =0.01 mm

Στο σχήμα 5.14 η τραχύτητα έχει τις υψηλότερες τιμές για ακτινικό βάθος κοπής $t_{xy}$=0,01 mm mm. Και στις δυο περιπτώσεις πρώτο έρχεται το ομόρροπο φραιζάρισμα για πρόωση $f_z$=0,02 mm/rev,z.




Σχήμα 5.15: D=0,8 mm φ=5° $t_z$ =0.02 mm

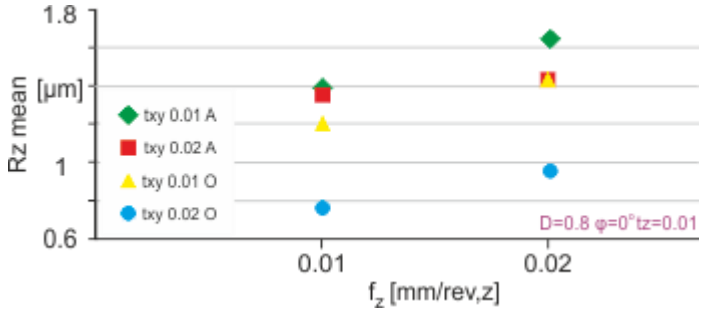
Στο σχήμα 5.16 το αξονικό βάθος κοπής αλλάζει σε $t_z$=0,02 mm και η τραχύτητα παρουσιάζει μεγάλη αύξηση για πρόωση $f_z$=0,02 mm/rev,z. Το ομόρροπο φραιζάρισμα για $t_{xy}$=0,02 mm έχει την υψηλότερη τιμή.




Σχήμα 5.16: D=0,8 mm φ=5° $t_z$ =0.02 mm

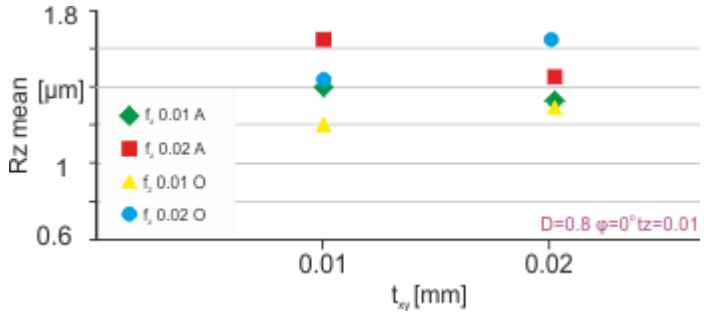
Και σε αυτό το διάγραμμα οι υψηλότερες τιμές της ταχύτητας παρουσιάζονται για $t_z$=0,02 mmκαι για $t_{xy}$=0,02 mm με το ομόρροπο φραιζάρισμα να έχει την υψηλότερη τιμή για ακτινικό βάθος κοπής $f_z$=0,02 mm/rev,z.

*Κάθετο Φραιζάρισμα (με γωνία κλίσης τραπεζιού φ=0°)*



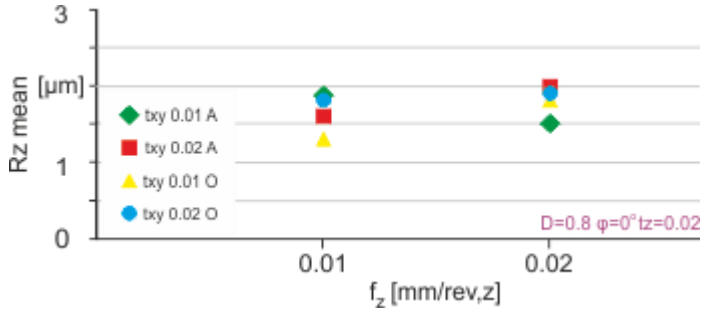

Σχήμα 5.17: D=0,8 mm φ=0° $t_z$ =0.01 mm

Για αξονικό βάθος κοπής $t_z$=0,01 mm και για πρόωση $f_z$=0,02 mm/rev,z η τραχύτητα έχει τις πιο υψηλές τιμές με το αντίρροπο φραιζάρισμα να υπερισχύει και για τα δύο ακτινικά βάθη κοπής.



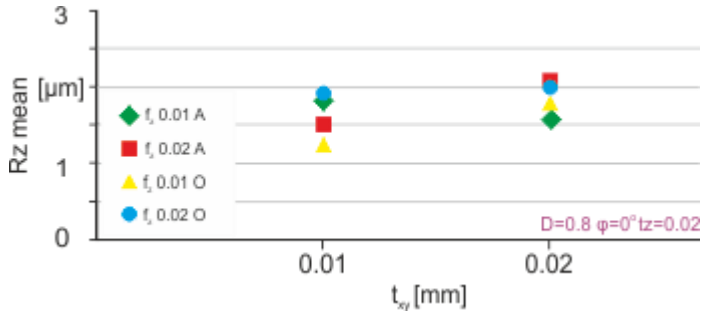

Σχήμα 5.18: D=0,8 mm φ=0° $t_z$ =0.01 mm

Στο σχήμα 5.18 για αξονικό βάθος κοπής $t_z$=0,01 mm και ακτινικά βάθη κοπής $t_{xy}$=0,01 mm και $t_{xy}$=0,02 mm οι τιμές της τραχύτητας παραμένουν στα ίδια επίπεδα, με τη διαφορά ότι στη πρώτη περίπτωση έχει μεγαλύτερη τιμή το αντίρροπο φραιζάρισμα για πρόωση 0,02 mm/rev,z ενώ στην άλλη περίπτωση, το ομόρροπο φραιζάρισμα για πρόωση 0,01 mm/rev,z.




Σχήμα 5.19: D=0,8 mm φ=0° $t_z$ =0.02 mm

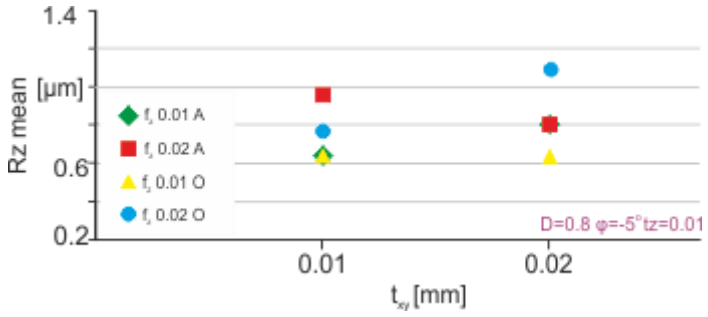
Και σε αυτή τη περίπτωση οι τιμές της τραχύτητας έχουν τις ίδιες τιμές παρόλο που άλλαξε το αξονικό βάθος κοπής σε $t_z$=0,02 mm. Και για τις δύο περιπτώσεις το αντίρροπο φραιζάρισμα δίνει μεγαλύτερες τιμές.




Σχήμα 5.20: D=0,8 mm φ=0° $t_z$ =0.02 mm

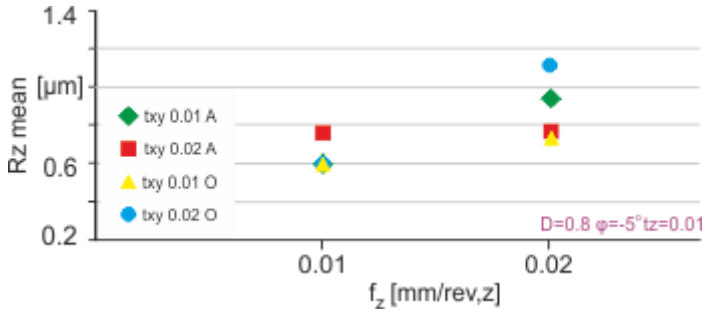
Ομοίως οι τιμές της τραχύτητας βρίσκονται στα ίδια επίπεδα, μόνο που εδώ οι μεγαλύτερες τιμές ανήκουν στις προώσεις $f_z$=0,02 mm/rev,z για ομόρροπο και αντίρροπο φραιζάρισμα.

*Ελκτικό Φραιζάρισμα (με γωνία κλίσης τραπεζιού φ=-5°)*



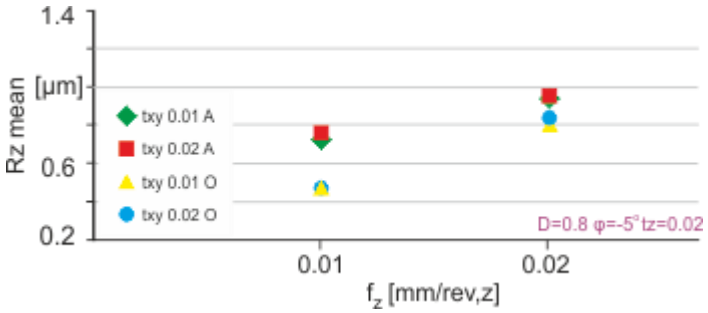

Σχήμα 5.21: D=0,8 mm φ=-5° $t_z$ =0.01 mm

Για το ελκτικό φραιζάρισμα,παρατηρείται η υψηλότερη τιμή για $t_z$=0,01 mm και $t_{xy}$=0,02 mm με τη πρόωση $f_z$=0,02 mm/rev,z για ομόρροπο φραιζάρισμα. Ενώ λίγο χαμηλότερες είναι οι τιμές για $t_{xy}$=0,01 mm.



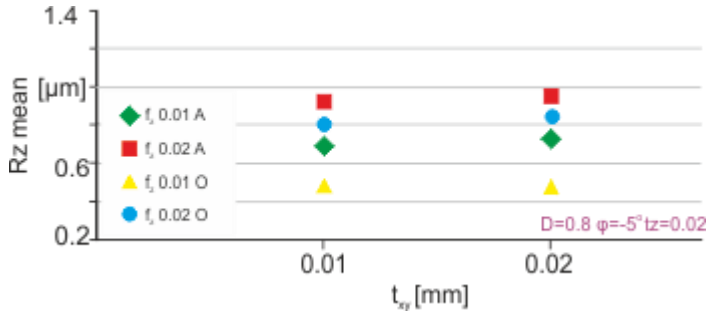

Σχήμα 5.22: D=0,8 mm φ=-5° $t_z$ =0.01 mm

Ομοίως και σε αυτή τη περίπτωση οι υψηλότερες τιμές είναι για $t_z$=0,01 mm και πρόωση $f_z$=0,02 για ομόρροπο φραιζάρισμα με $t_{xy}$=0,02 mm. Ενώ για πρόωση 0,01 mm/rev,z οι τιμές σχεδόν συμπίπτουν.




Σχήμα 5.23: D=0,8 mm φ=-5° $t_z$ =0.02 mm

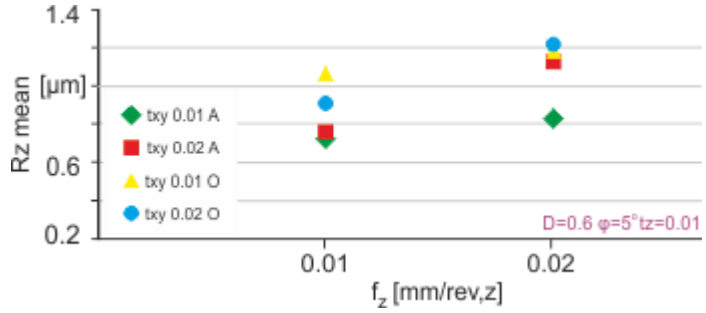
Στο σχήμα 5.23 αλλάζει το αξονικό βάθος κοπής σε 0,02 mmκαι οι μεγαλύτερες τιμές παραμένουν για πρόωση 0,02 mm/rev,z. Το αντίρροπο φραιζάρισμα παραμένει και στις δυο περιπτώσεις.




Σχήμα 5.24: D=0,8 mm φ=-5° $t_z$ =0.02 mm

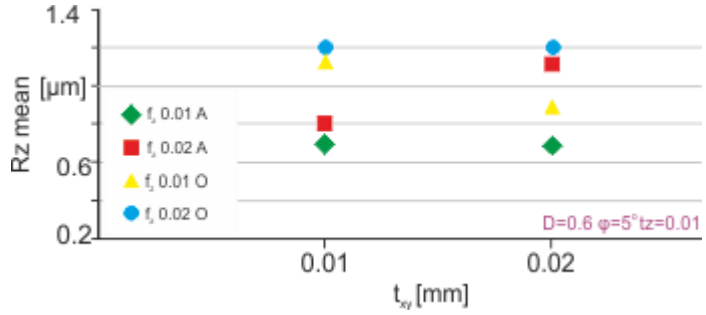
Σε αυτή τη περίπτωση, οι τιμές της τραχύτητας σχεδόν συμπίπτουν. Οι προώσεις για $f_z$=0,02 mm/rev,z παραμένουν πρώτες και στα δύο αξονικά βάθη κοπής.

**Για εργαλείο διαμέτρου D=0,6 mm:**
*Διατρητικό Φραιζάρισμα (με γωνία κλίσης τραπεζιού φ=5°)*



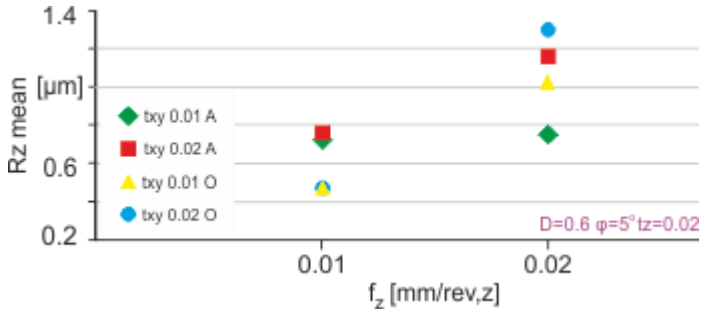

Σχήμα 5.25: D=0,6 mm φ=5° $t_z$ =0.01 mm

Στο σχήμα 5.25 για αξονικό βάθος κοπής $t_z$=0,01 mm η τραχύτητα έχει την μεγαλύτερη τιμή για $f_z$=0,02 mm/rev,z και $t_{xy}$=0,02 mmστο ομόρροπο φραιζάρισμα. Η υψηλότερη τιμή για $f_z$=0,01 mm/rev,z είναι για $t_{xy}$=0,01 mm με ομόρροπο φραιζάρισμα πάλι.



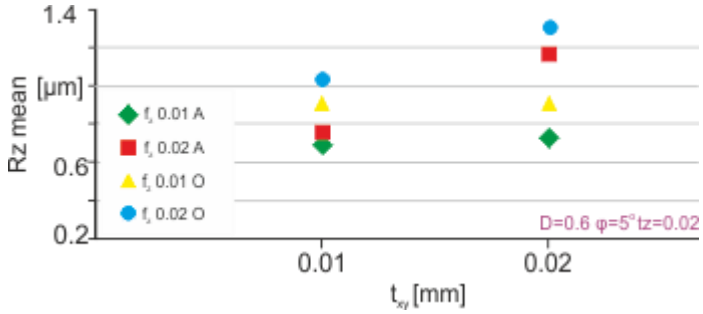

Σχήμα 5.26: D=0,6 mm φ=5° $t_z$ =0.01 mm

Σε αυτή τη περίπτωση οι τιμές της τραχύτητας συμπίπτουν και για τις δύο περιπτώσεις είναι για $t_z$= 0,01 mm και $f_z$ =0,02 mm/rev,z για ομόρροπο φραιζάρισμα.




Σχήμα 5.27: D=0,6 mm φ=5° $t_z$ =0.02 mm

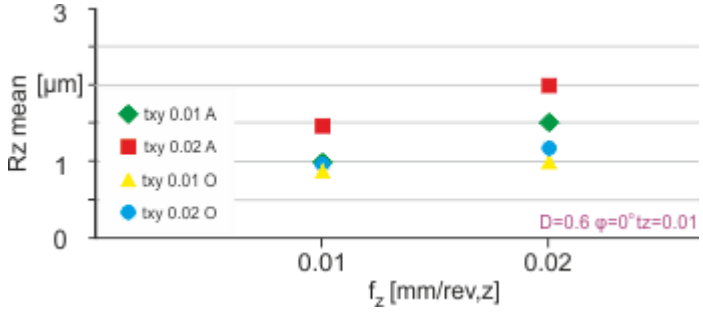
Στο σχήμα 5.27 που αλλάζει το αξονικό βάθος κοπής σε $t_z$ =0,02 mm, η τραχύτητα έχει τη μεγαλύτερη τιμή για $f_z$=0,02 mm/rev,z και για $t_{xy}$=0,02 mm με ομόρροπο φραιζάρισμα. Ενώ για πρόωση 0,01 mm/rev,z υπερισχύει το ίδιο ακτινικό βάθος με αντίρροπο φραιζάρισμα.




Σχήμα 5.28: D=0,6 mm φ=5° $t_z$ =0.02 mm

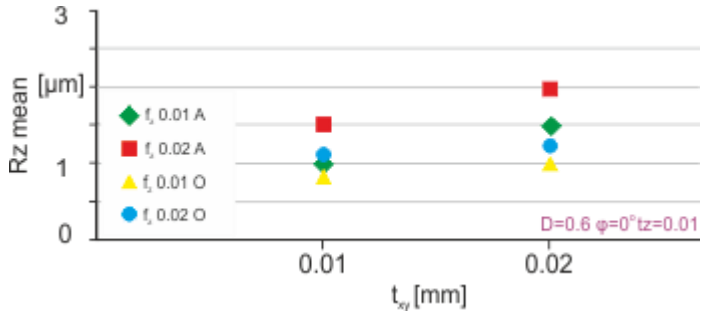
Και σε αυτό το διάγραμμα ισχύουν τα ίδια με πριν μόνο που και στις δυο περιπτώσεις, το ομόρροπο φραιζάρισμα για $f_z$=0,02 mm/rev,z δίνει τις μεγαλύτερες τιμές ταχύτητας.

*Κάθετο Φραιζάρισμα (με γωνία κλίσης τραπεζιού φ=0°)*



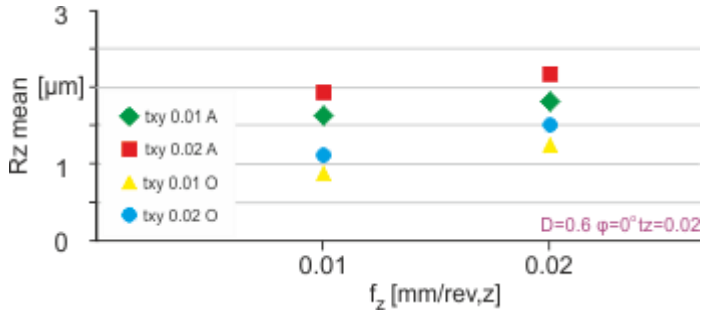

Σχήμα 5.29: D=0,6 mm φ=0° $t_z$ =0.01 mm

Στο κάθετο τώρα φραιζάρισμα, για αξονικό βάθος 0,01 mm η μεγαλύτερη τιμή τραχύτητας είναι για πρόωση 0,02 mm/rev,z. Και στις δυο περιπτώσεις το αντίρροπο φραιζάρισμα υπερισχύει με $t_{xy}$=0,02 mm.



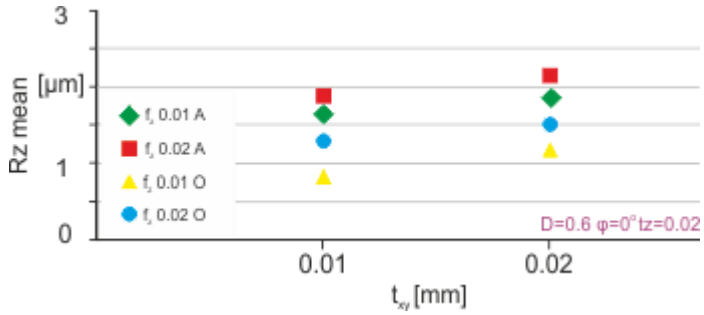

Σχήμα 5.30: D=0,6 mm φ=0° $t_z$ =0.01 mm

Το ίδιο ισχύει και για το σχήμα 5.30 με το ίδιο αξονικό βάθος και με υψηλότερη τιμή για ακτινικό βάθος $t_{xy}$=0,02 mm και $f_z$=0,02 mm/rev,z για αντίρροπο φραιζάρισμα.




Σχήμα 5.31: D=0,6 mm φ=0° $t_z$ =0.02 mm

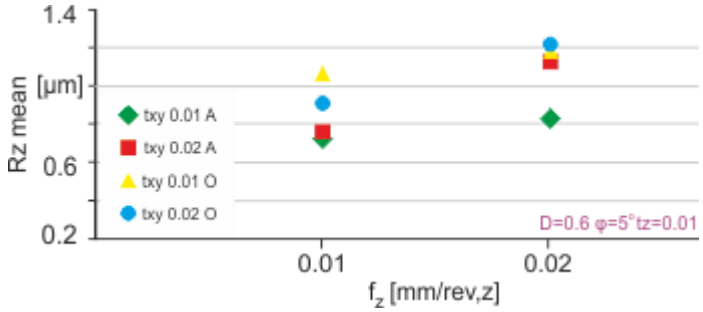
Στο σχήμα 5.31 οι τιμές κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα, με υψηλότερη τιμή τραχύτητας για $t_z$=0,02 mm, $f_z$=0,02 mm/rev,z $t_{xy}$=0,02 mm. Το αντίρροπο φραιζάρισμα δίνει τις υψηλότερες τιμές.




Σχήμα 5.32: D=0,6 mm φ=0° $t_z$ =0.02 mm

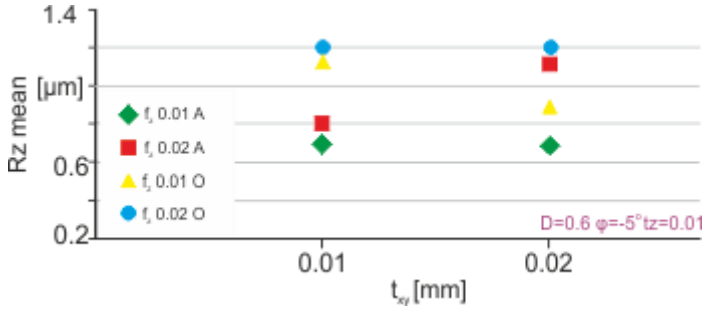
Στο σχήμα 5.32 ισχύουν τα ίδια με το προηγούμενο, με το αντίρροπο φραιζάρισμα να δίνει τις υψηλότερες τιμές ταχύτητας.

*Ελκτικό Φραιζάρισμα (με γωνία κλίσης τραπεζιού φ=-5°)*



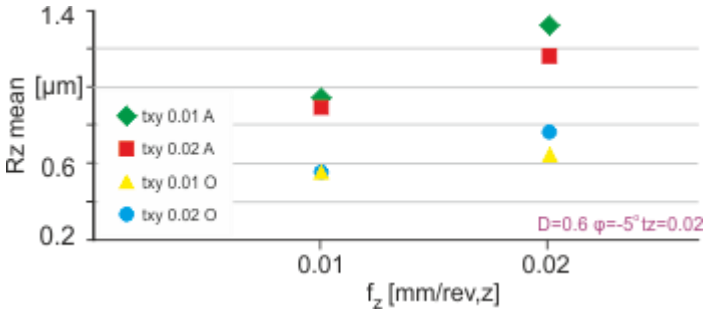

Σχήμα 5.33: D=0,6 mm φ=5° $t_z$ =0.01 mm

Στο σχήμα 5.33 τις υψηλότερες τιμές τραχύτητας τις δίνει το ομόρροπο φραιζάρισμα για $f_z$=0,02 mm/rev,z και $t_{xy}$=0,02 mm. Ενώ για πρόωση $f_z$=0,01 mm/rev,z η καλύτερη τιμή είναι για $t_{xy}$=0,01 mm με ομόρροπο φραιζάρισμα.



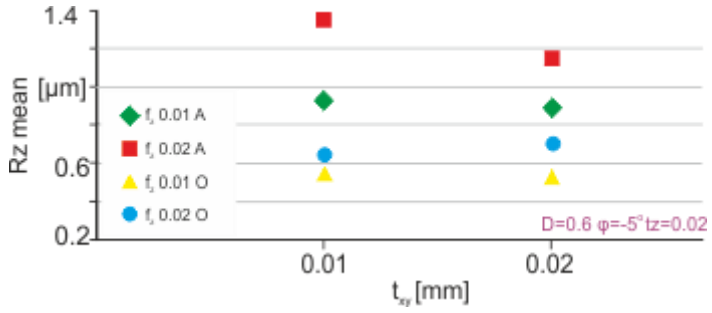

Σχήμα 5.34: D=0,6 mm φ=-5° $t_z$ =0.01 mm

Η υψηλότερη τιμή παρατηρείται σε αυτό το διάγραμμα ότι είναι και για τις δύο περιπτώσεις για $f_z$=0,02 mm/rev,z για ομόρροπο φραιζάρισμα.




Σχήμα 5.35: D=0,6 mm φ=-5° $t_z$ =0.02 mm

Σε αυτό το σχήμα που το βάθος κοπής αλλάζει, η υψηλότερη τιμή της τραχύτητας δίνεται από το αντίρροπο φραιζάρισμα και στις δυο προώσεις για $t_{xy}$=0,01 mm, με μεγαλύτερη τιμή για $f_z$=0,02 mm/rev,z.




Σχήμα 5.36: D=0,6 mm φ=-5° $t_z$ =0.02 mm

Στο σχήμα 5.36 το αντίρροπο φραιζάρισμα πάλι δίνει τις μεγαλύτερες τιμές μόνο που τώρα η μεγαλύτερη τιμή είναι για $t_{xy}$=0,01 mm και $f_z$= 0,02 mm/rev,z . Τα ίδια ισχύουν και για $t_{xy}$=0,02 mm μόνο που οι τιμές της τραχύτητας είναι χαμηλότερες.

# 6. ΣΥΝΟΨΗ

Με τη μελέτη των παραπάνω αποτελεσμάτων για την επίδραση των διάφορων συνθηκών κοπής στη τραχύτητα της επιφάνειας του τεμαχίου που έγινε η κατεργασία με φραιζάρισμα και χρήση κοπτικών εργαλείων σφαιρικής απόληξης, προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

Με τη χρήση του κοπτικού εργαλείου διαμέτρου D=1 mm, η ομόρροπη στρατηγική φραιζαρίσματος είναι αυτή που δίνει τις περισσότερες φορές, τις μεγαλύτερες τιμές τραχύτητας. Συγκεκριμένα, για το κάθετο φραιζάρισμα, και για τα δύο αξονικά βάθη κοπής, το ομόρροπο φραιζάρισμα είναι αυτό που υπερτερεί.

Στο διατρητικό φραιζάρισμα, για μικρό αξονικό βάθος κοπής και μεγάλη πρόωση, το ομόρροπο δίνει μεγαλύτερες τιμές, ενώ με την αύξηση του αξονικού βάθους, το αντίρροπο δίνει λίγο μεγαλύτερες τιμές.

Το ελκτικό πάλι φραιζάρισμα, δίνει τις αντίθετες τιμές από το διατρητικό, αφού για μικρό αξονικό βάθος κοπής, η τραχύτητα αυξάνεται με το αντίρροπο φραιζάρισμα, ενώ με την αύξηση του αξονικού βάθους, το ομόρροπο δίνει τις μεγαλύτερες τιμές της τραχύτητας.

Αλλάζοντας το κοπτικό εργαλείο με διάμετρο D=0,8 mm, οι τιμές της τραχύτητας διαφοροποιούνται.

Για το διατρητικό φραιζάρισμα, σε όλες τις περιπτώσεις υπερτερεί το ομόρροπο.

Στο κάθετο φραιζάρισμα, παρατηρείται μια διαφοροποίηση στις τιμές. Για μικρό αξονικό και ακτινικό βάθος κοπής και μεγάλη πρόωση, το αντίρροπο δίνει τις μεγαλύτερες τιμές τραχύτητας, για μικρό αξονικό βάθος, μεγάλο ακτινικό βάθος και μικρή πρόωση το ομόρροπο δίνει την καλύτερη τιμή, ενώ για μικρό ακτινικό βάθος και μεγάλη πρόωση, για μικρή διαφορά το αντίρροπο δίνει καλύτερη τιμή. Κρατώντας σταθερό το αξονικό βάθος, για μεγάλο ακτινικό βάθος και υψηλή πρόωση, το αντίρροπο υπερτερεί και πάλι. Για μικρό ακτινικό βάθος και υψηλή πάλι πρόωση, το ομόρροπο τώρα δίνει μεγαλύτερη τιμή.

Στο ελκτικό φραιζάρισμα, για μικρό αξονικό βάθος και υψηλές τις υπόλοιπες τιμές, το ομόρροπο φραιζάρισμα δίνει τις καλύτερες τιμές, ενώ αυξάνοντας το αξονικό βάθος, το αντίρροπο δίνει καλύτερη τιμή τραχύτητας.

Τέλος, για το κοπτικό εργαλείο διαμέτρου D=0,6 mm, τα διαγράμματα δείχνουν μια πιο ξεκάθαρη εικόνα, αφού για το διατρητικό φραιζάρισμα, σε όλους τους συνδυασμούς τιμών, το ομόρροπο φραιζάρισμα δίνει τις καλύτερες τιμές τραχύτητας.

Στο κάθετο φραιζάρισμα το αντίρροπο είναι αυτό που δίνει τις καλύτερες τιμές, πάλι σε όλες τις περιπτώσεις.

Τέλος για το ελκτικό φραιζάρισμα, για μικρό αξονικό βάθος κοπής το ομόρροπο φραιζάρισμα έχει τις καλύτερες τιμές, ενώ αυξάνοντας το και για υψηλές τιμές στις υπόλοιπες παραμέτρους, το αντίρροπο φραιζάρισμα δίνει τη καλύτερη τραχύτητα.

# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] Peiyan Li 2009, ‘’Micromilling of Hardened tool steels, precision engineering’, Technical University of Delft

[2] Jinsheng Wang 2009, ‘’Micromilling mechanish research and realization, mechanical engineering’, University of Metz

[3] Σπύρος Λάμπρου 2014 ,’’Πειραματική Διερεύνηση της τραχύτητα στο φραιζάρισμα υπό κλίση AL7075-T6’’, τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης, Πολυτεχνείο Κρήτης

[4] Δημήτρης Βακόνδιος 2011, ‘’Ανάπτυξη μοντέλου πρόβλεψης τραχύτητας υπό κλίση με χρήση της μεθόδου σχεδιασμού πειραμάτων’’, τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης, Πολυτεχνείο Κρήτης

[5] Αριστομένης Θ. Αντωνιάδης, ‘’Μηχανουργική Τεχνολογία, Κατεργασίες Κοπής’’, τόμος Β’, εκδόσεις Τζιόλα, 2011

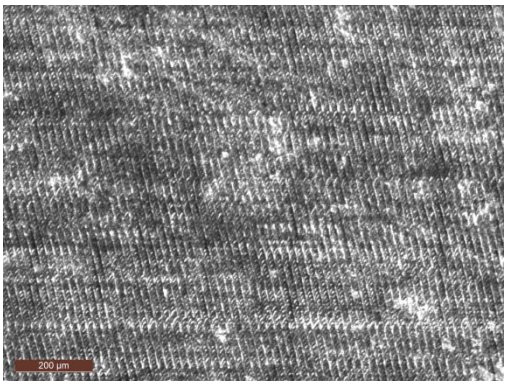
[6] Kalpakian, S & Schmid, S.R. (2001), ‘’Manufacturing Engineering and Technology’’ – 3rd International Edition, Prentice Hall International.4

[7] Γιώργος Αρχοντάκης, 2008, Εργαστήριο Βιομηχανικής Παραγωγής με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή CAM, Δίκτυα παραγωγής, τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης, Πολυτεχνείο Κρήτης

[8] D. Vakondios, P. Kyratsis, Suleyman Yaldiz, A. Andoniadis, 2012. “ Influence of milling strategy on the surface roughness in ball end milling of the aluminum alloys Al7075-T6.” Technical University of Crete, Department of Engineering and Management, Chania, Greece Technological Educational Institution of West Macedonia, Department of Industrial Design Engineering, Kila Kozani, Greece Selcut University, Department of Mechanical Technologies, Konya, Turkey

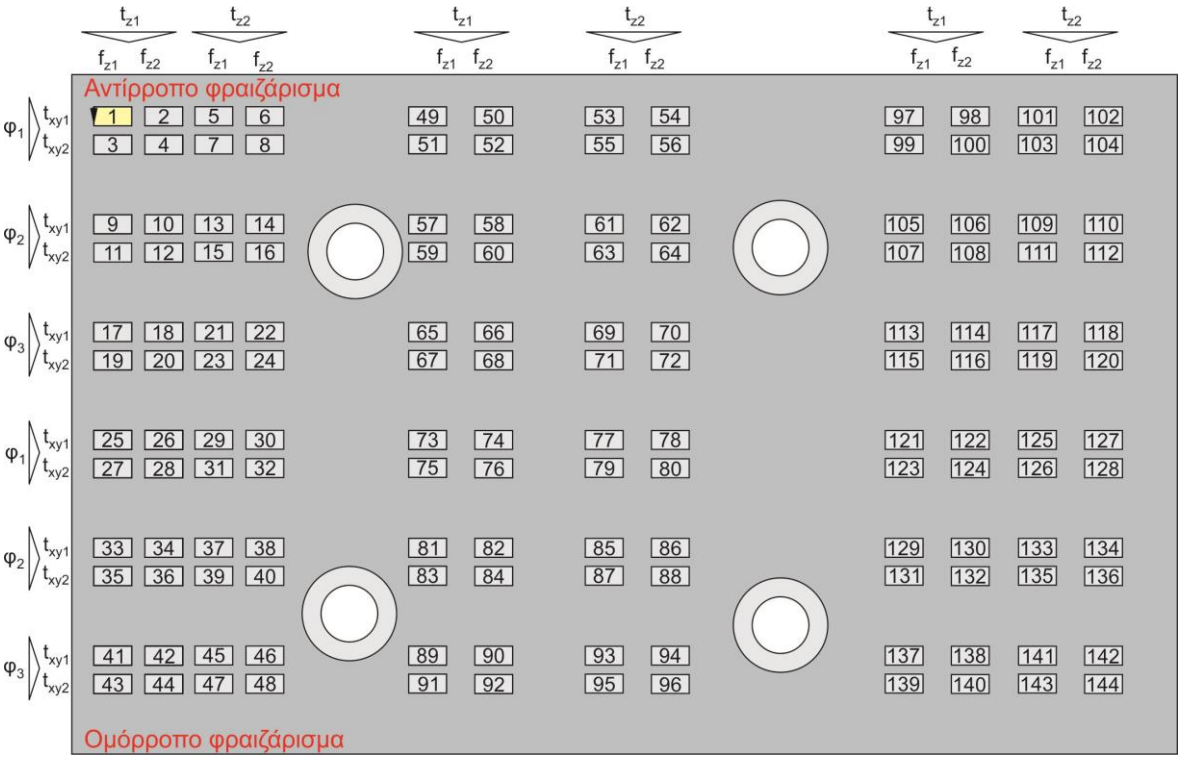
# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | | BALL Φ1 | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | | 1 | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | | AL-7075 T6 | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | $t_z$ | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | $t_{xy}$ | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | $f_z$ | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | $v_C$ | 50.3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |

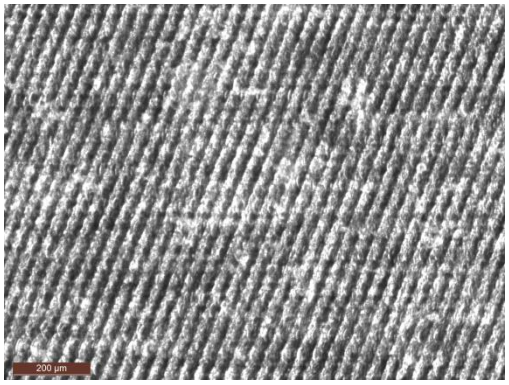



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0,887 | 0,998 | 0,961 | 0,924 | 0,85 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 0,924 |

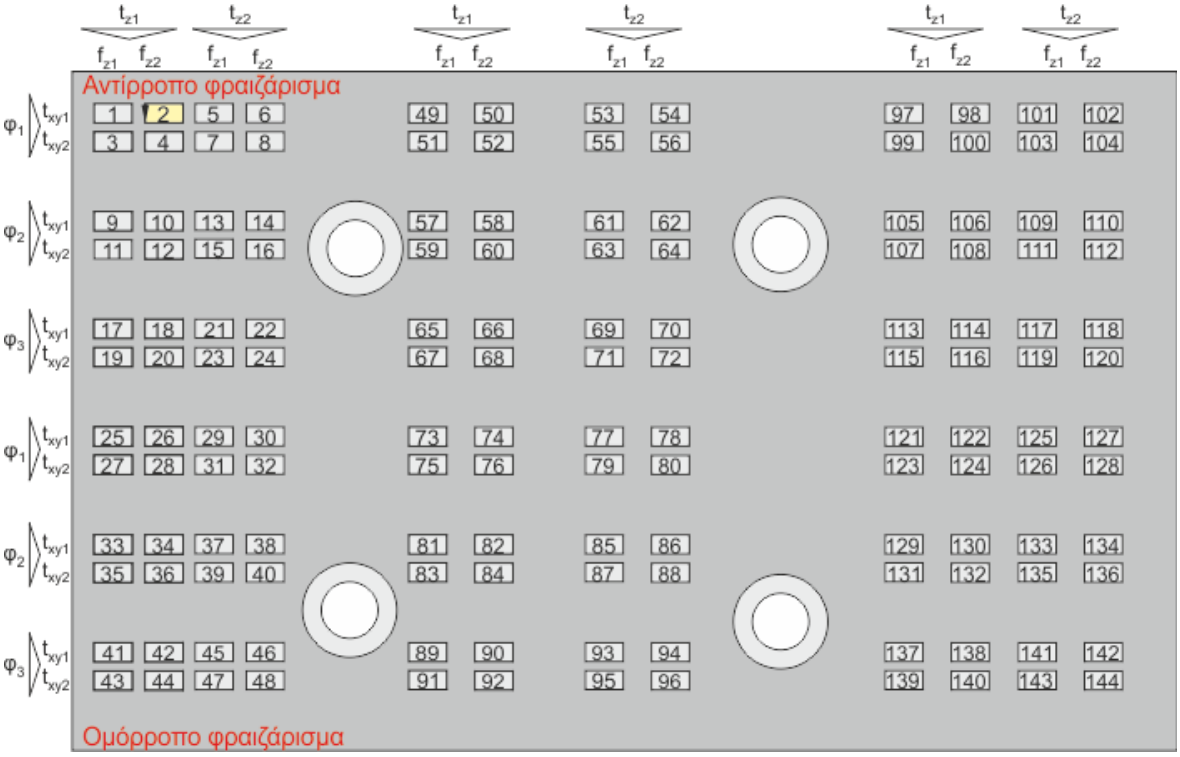


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 2 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50.3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |

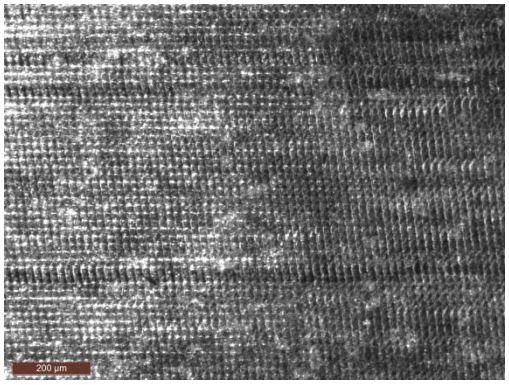



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,46 | 1,38 | 1,29 | 1,6 | 1,31 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,408 |

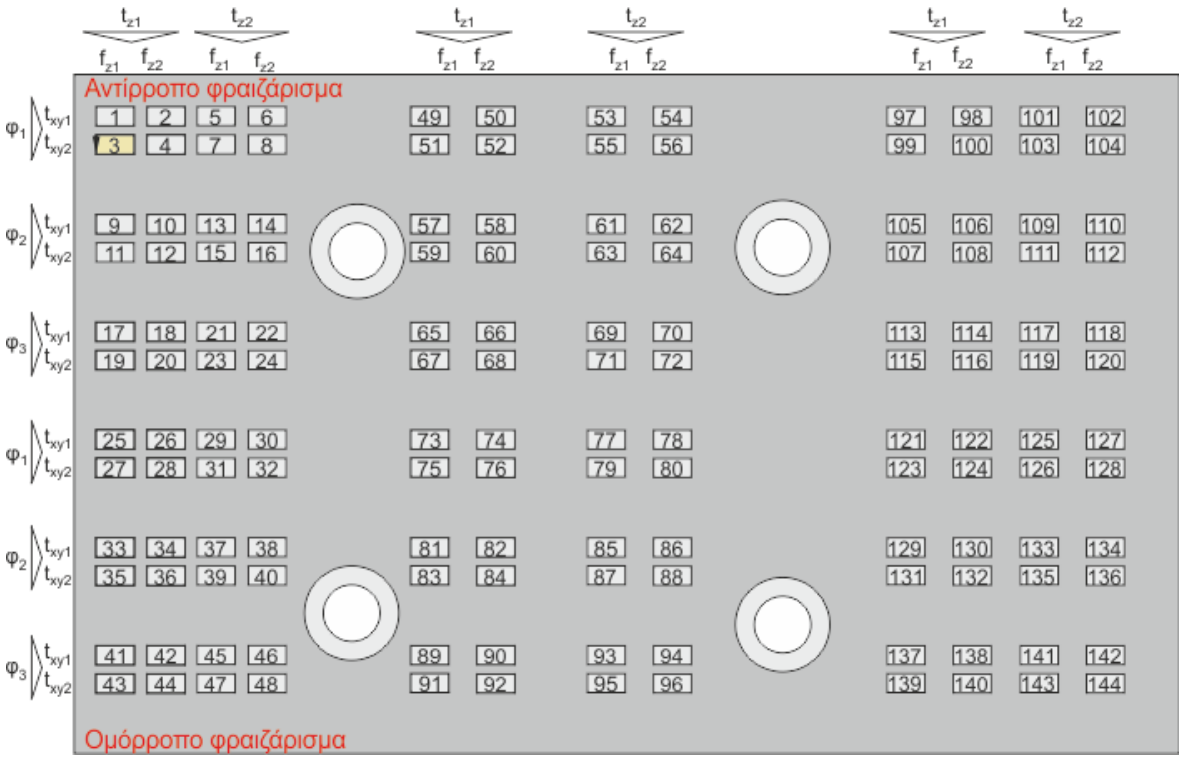


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 3 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |

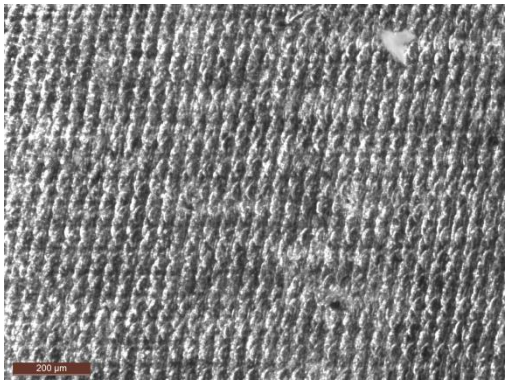



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,05 | 1,11 | 1,1 | 1,06 | 1,01 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,066 |

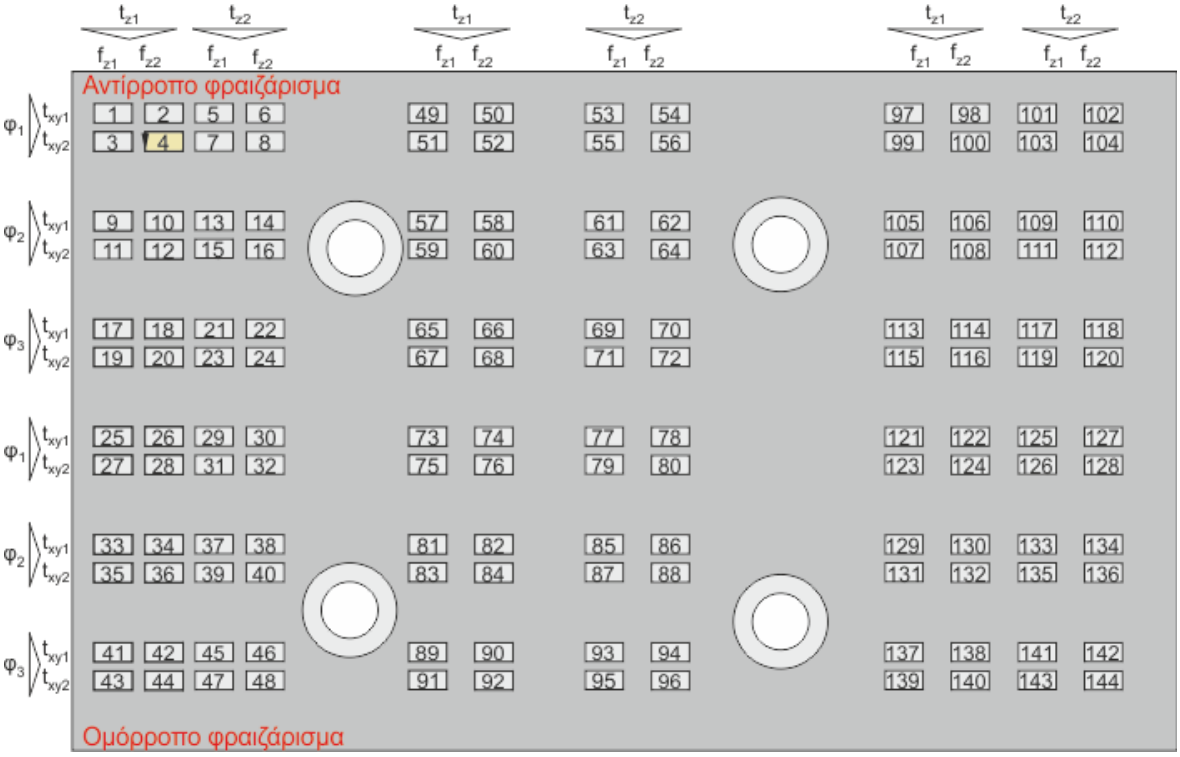


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 4 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |

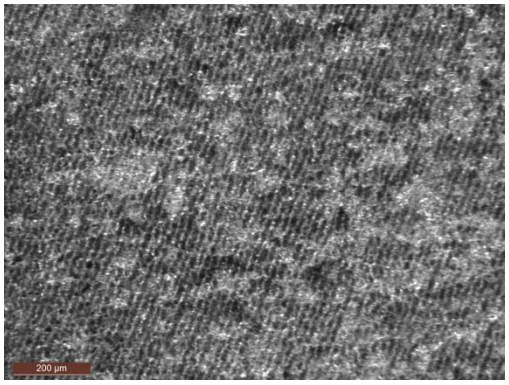



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,2 | 1,22 | 1,21 | 1,25 | 1,29 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,234 |

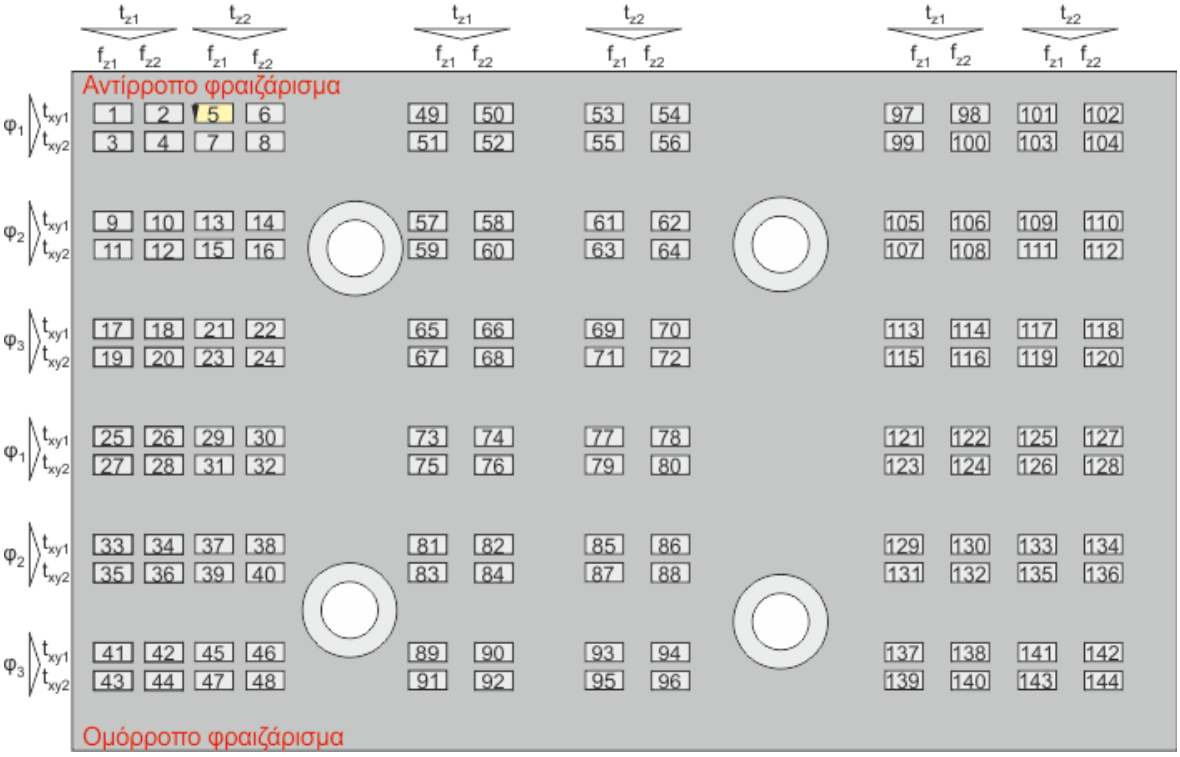


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 5 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |

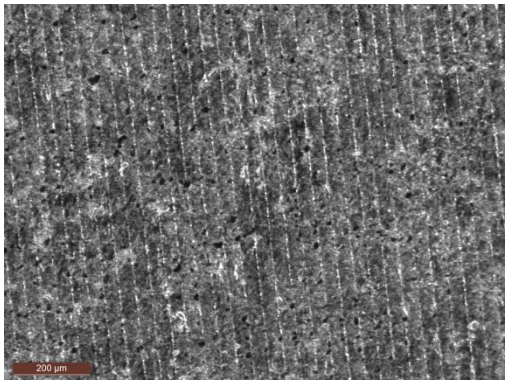



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2,24 | 2,02 | 2,2 | 1,9 | 2,16 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 2,104 |

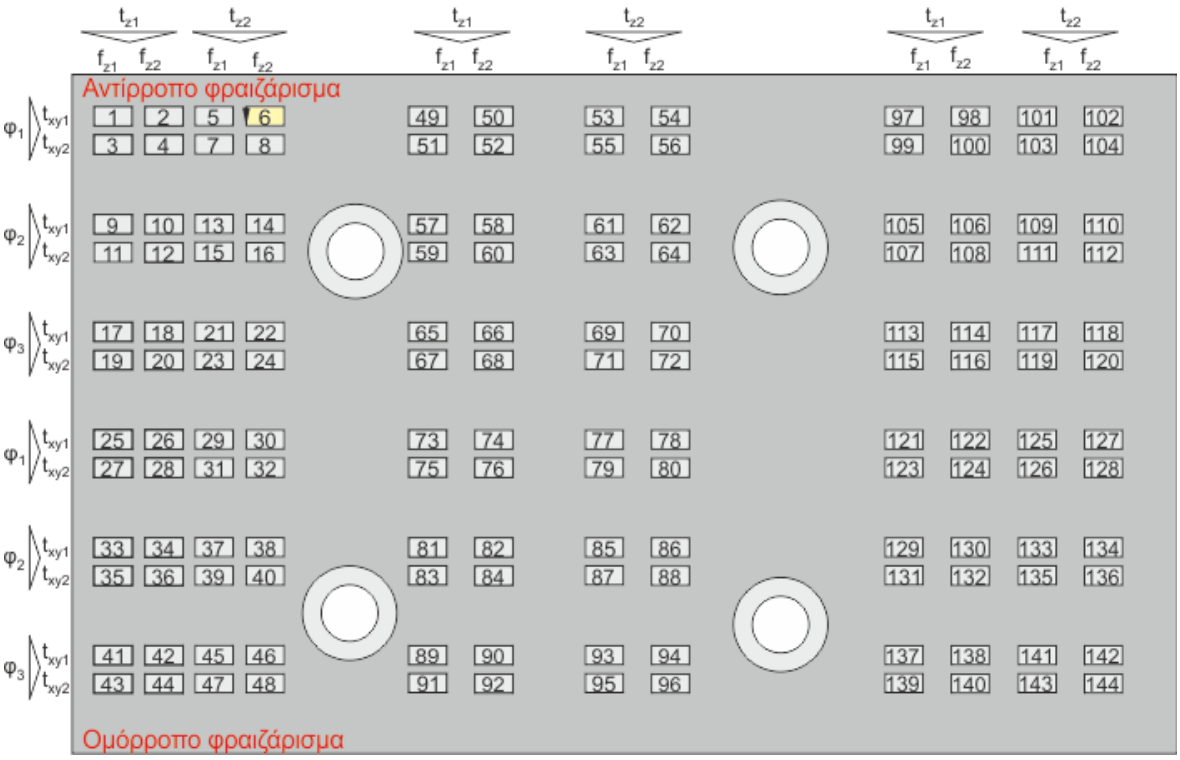


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 6 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |

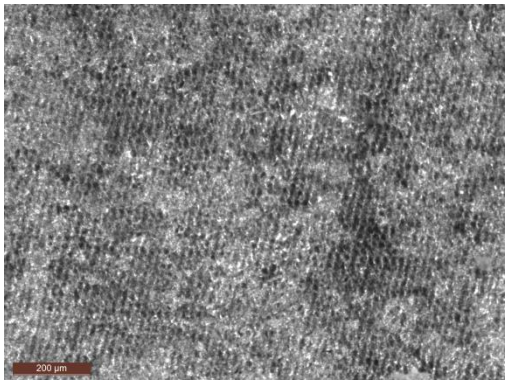



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,76 | 1,63 | 1,6 | 1,69 | 1,8 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,696 |

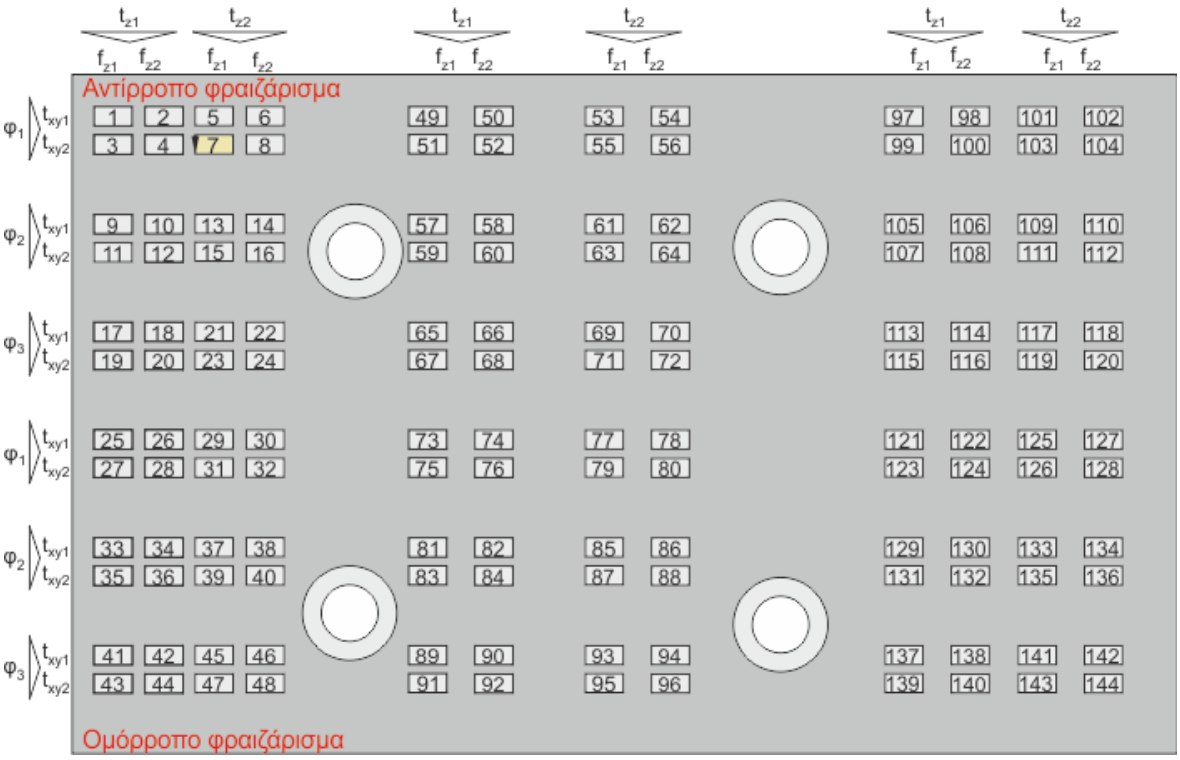


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 7 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |

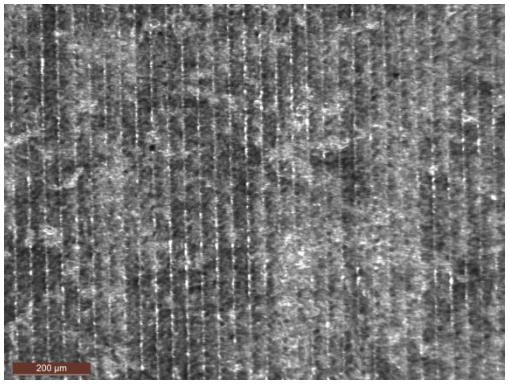



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2,75 | 2,48 | 2,68 | 2,73 | 2,33 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 2,594 |

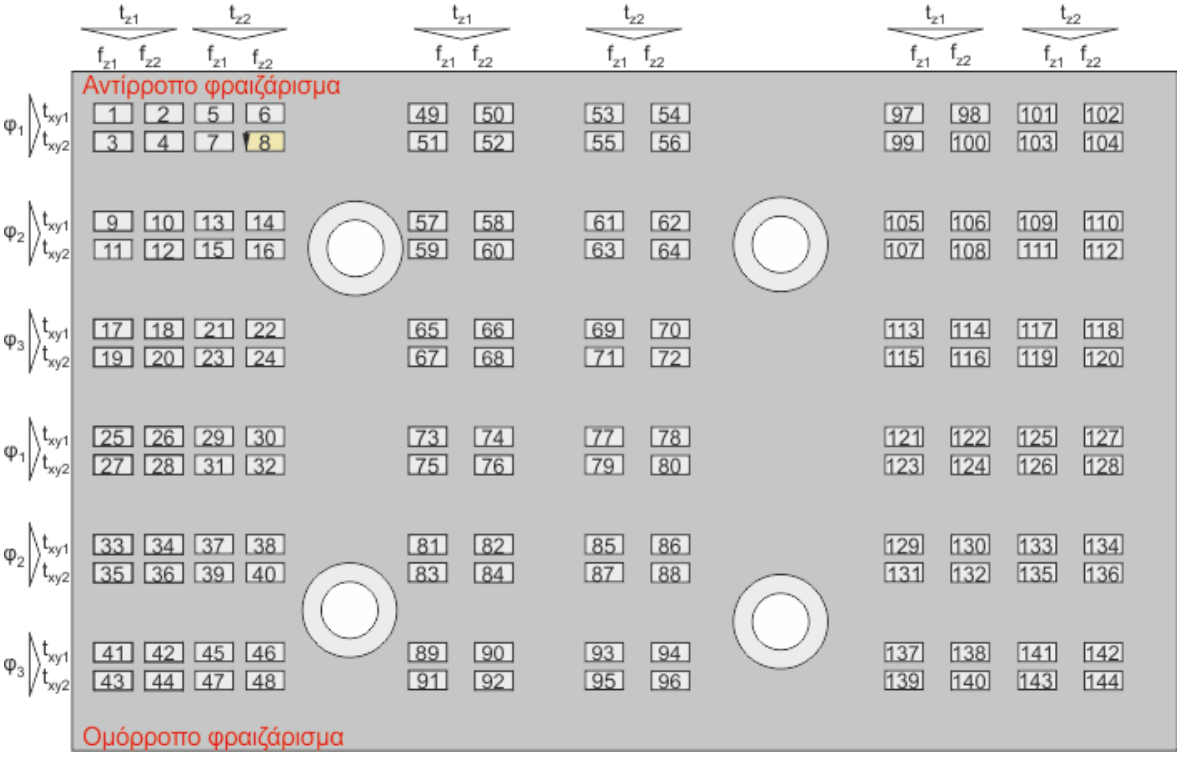


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 8 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |

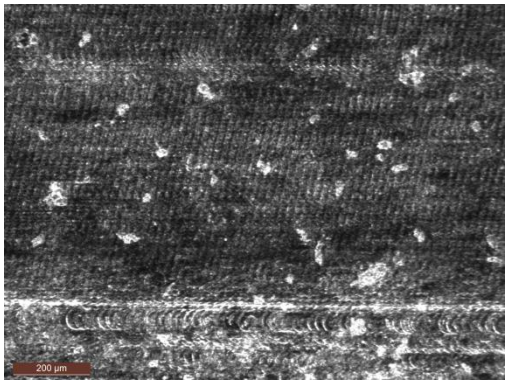



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,65 | 1,57 | 1,49 | 1,54 | 1,67 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,584 |

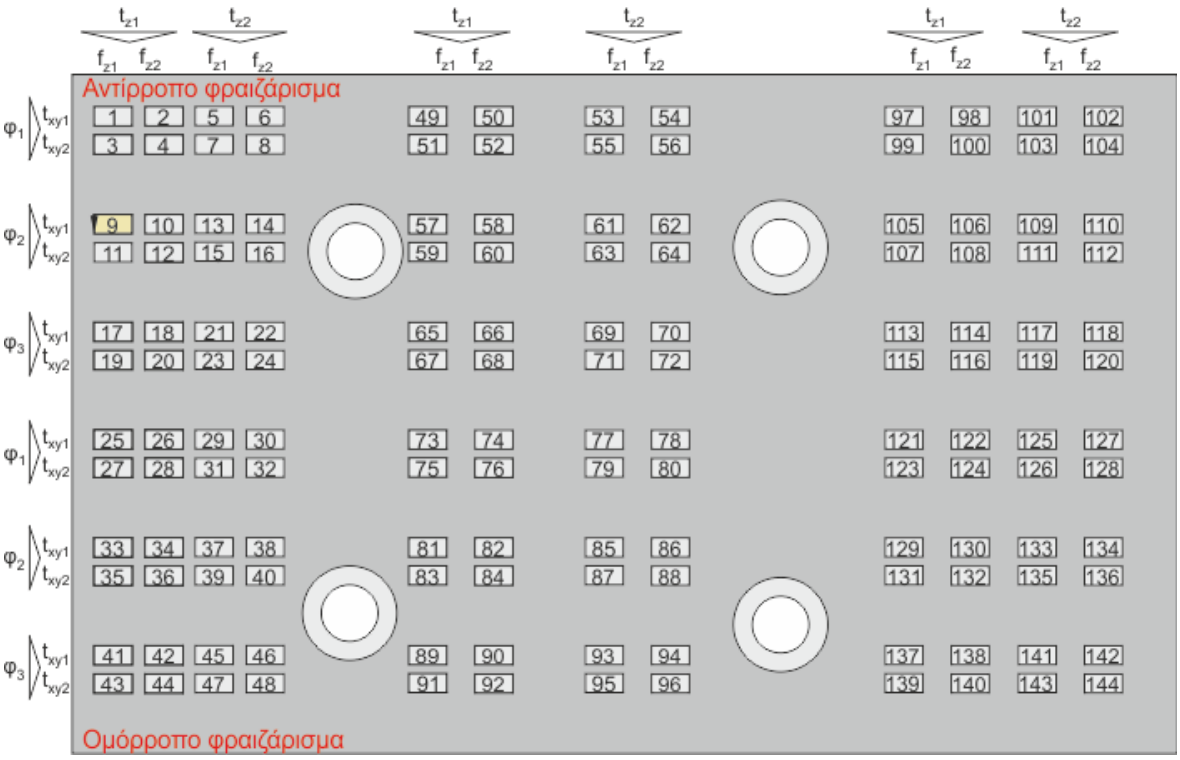


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 9 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |

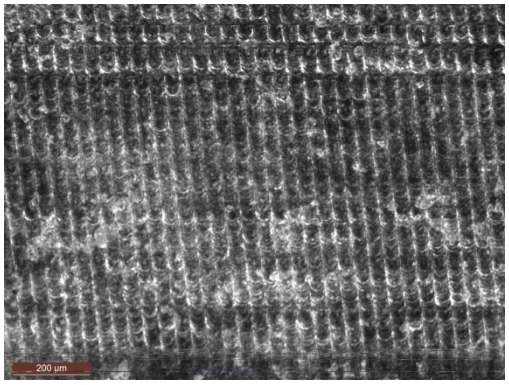



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,13 | 1,15 | 1,09 | 1,15 | 1,11 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,126 |

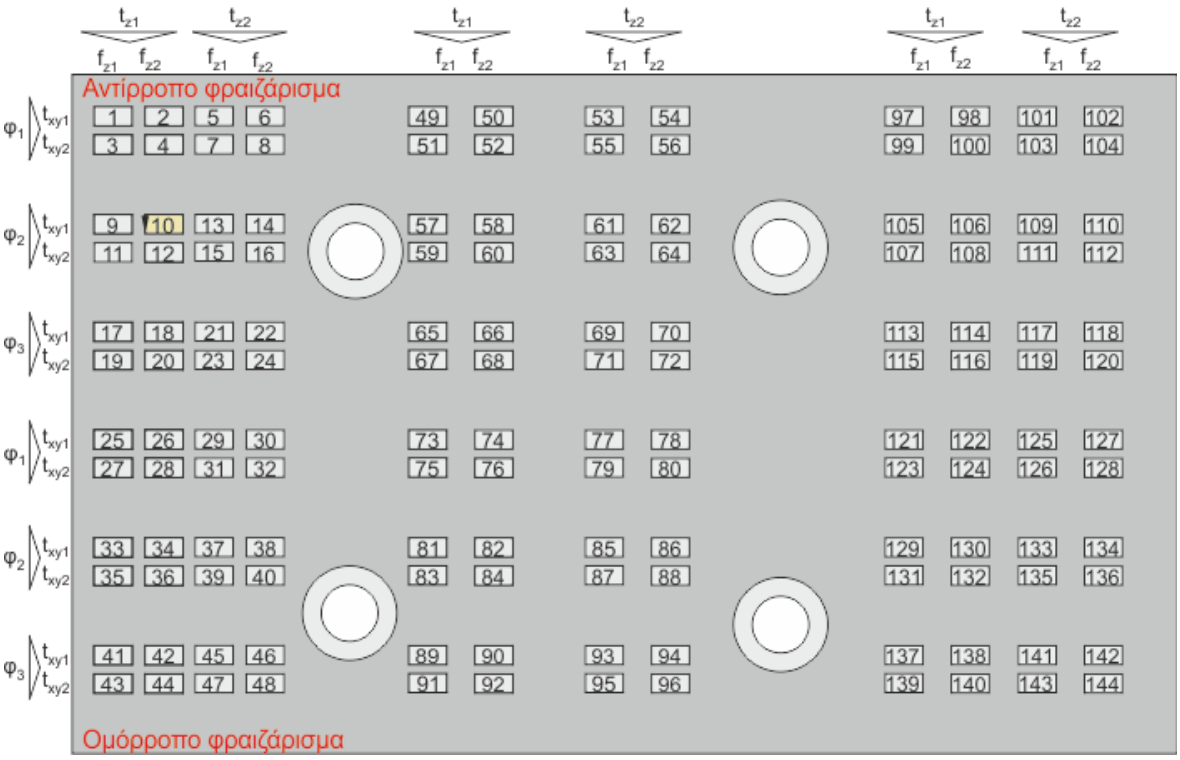


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 10 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |

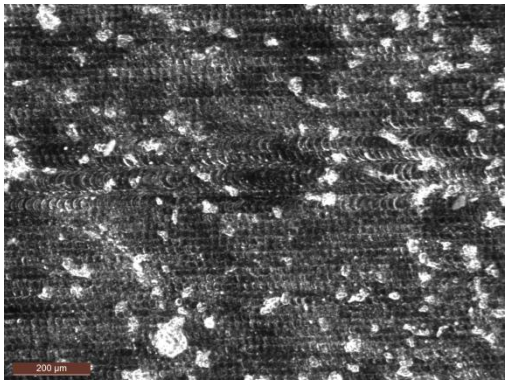



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0,924 | 0,998 | 0,924 | 0,85 | 0,813 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 0,9018 |

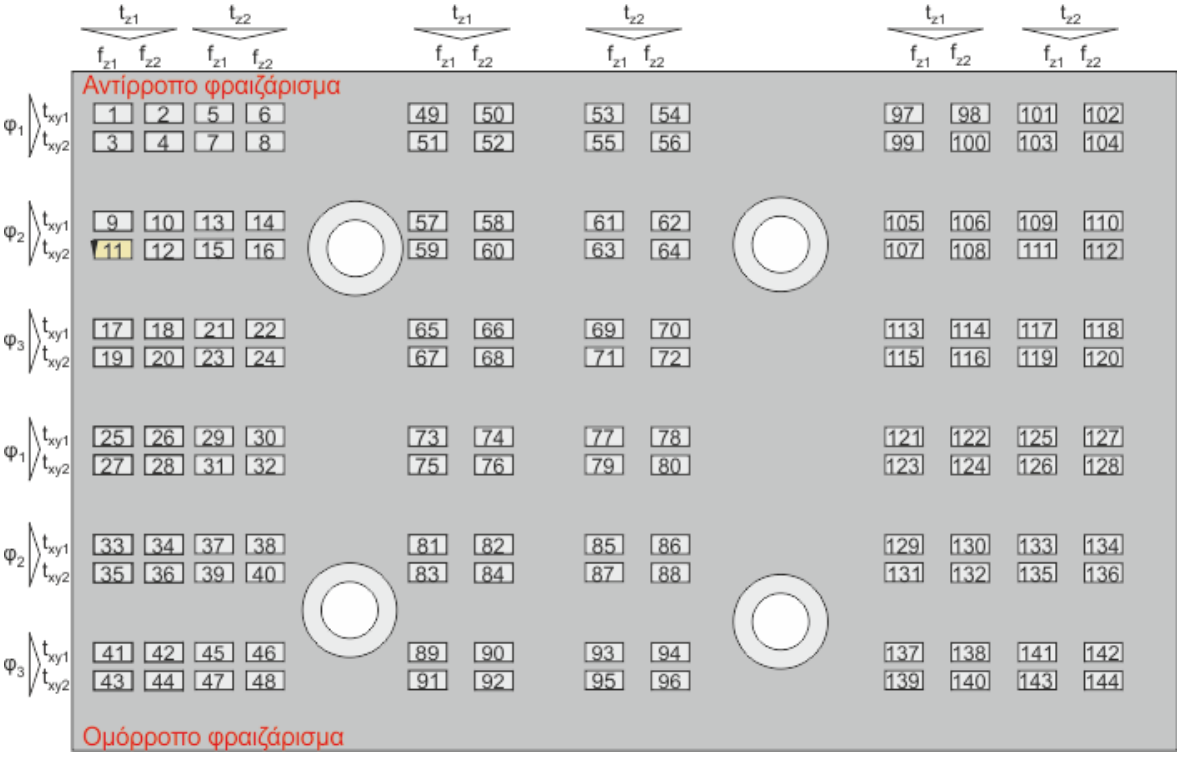


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 11 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |

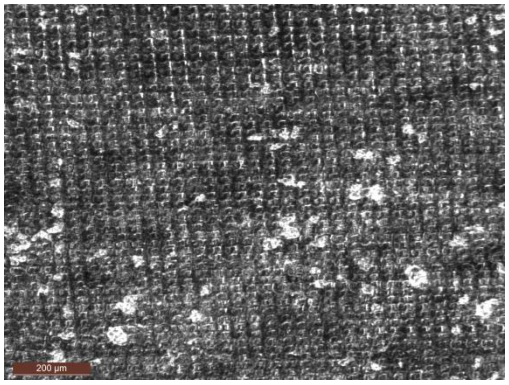



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0,924 | 0,869 | 0,847 | 0,873 | 0,965 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 0,8956 |

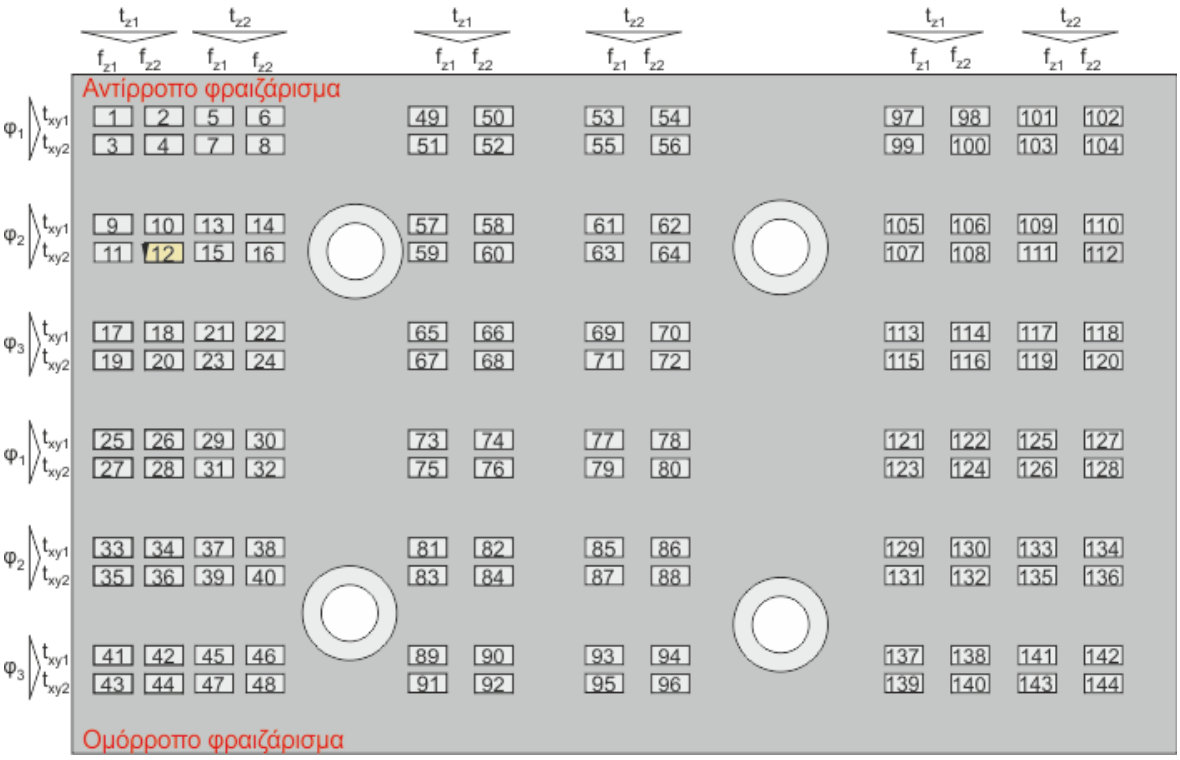


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 12 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |

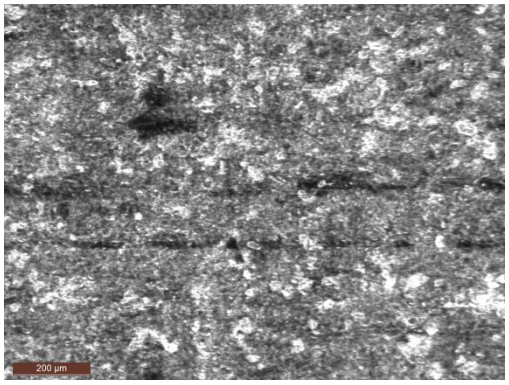



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,02 | 1,05 | 1,05 | 1,08 | 1,02 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,044 |

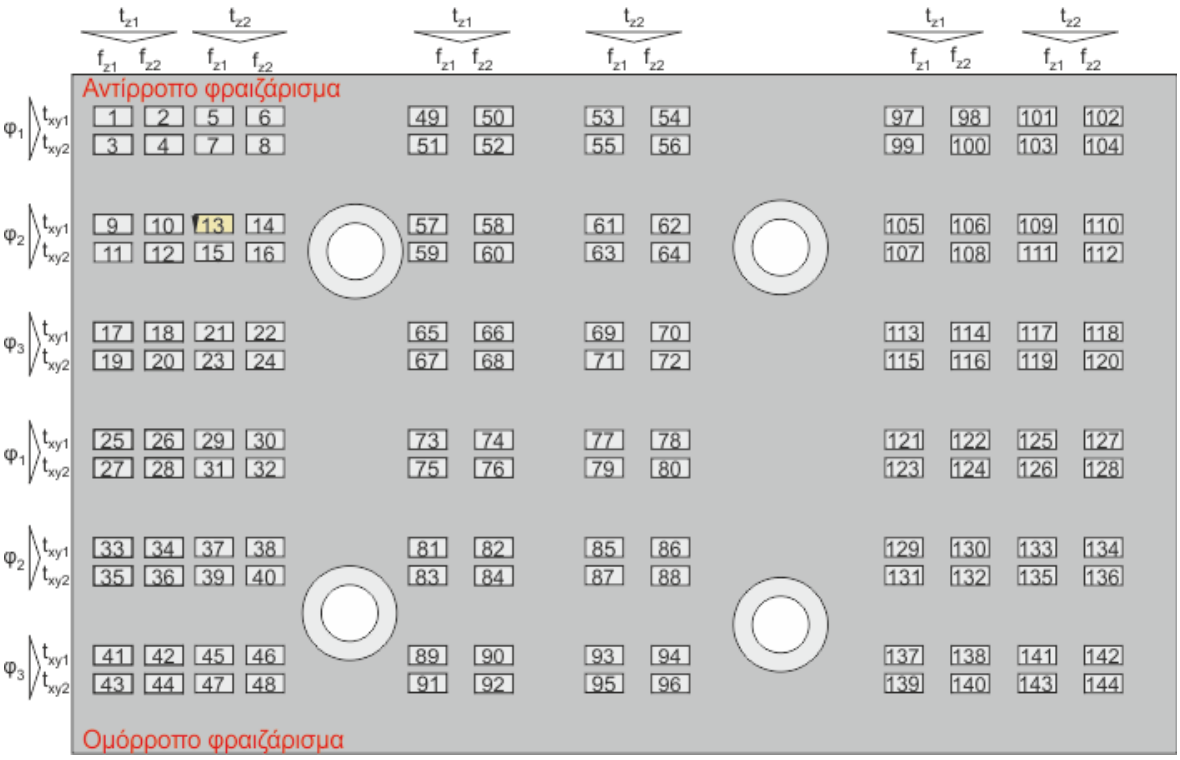


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 13 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |

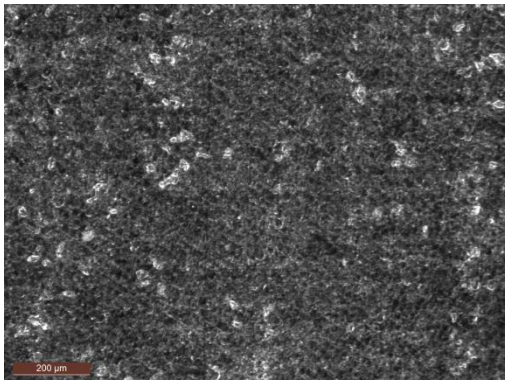



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,38 | 1,44 | 1,48 | 1,38 | 1,39 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,414 |

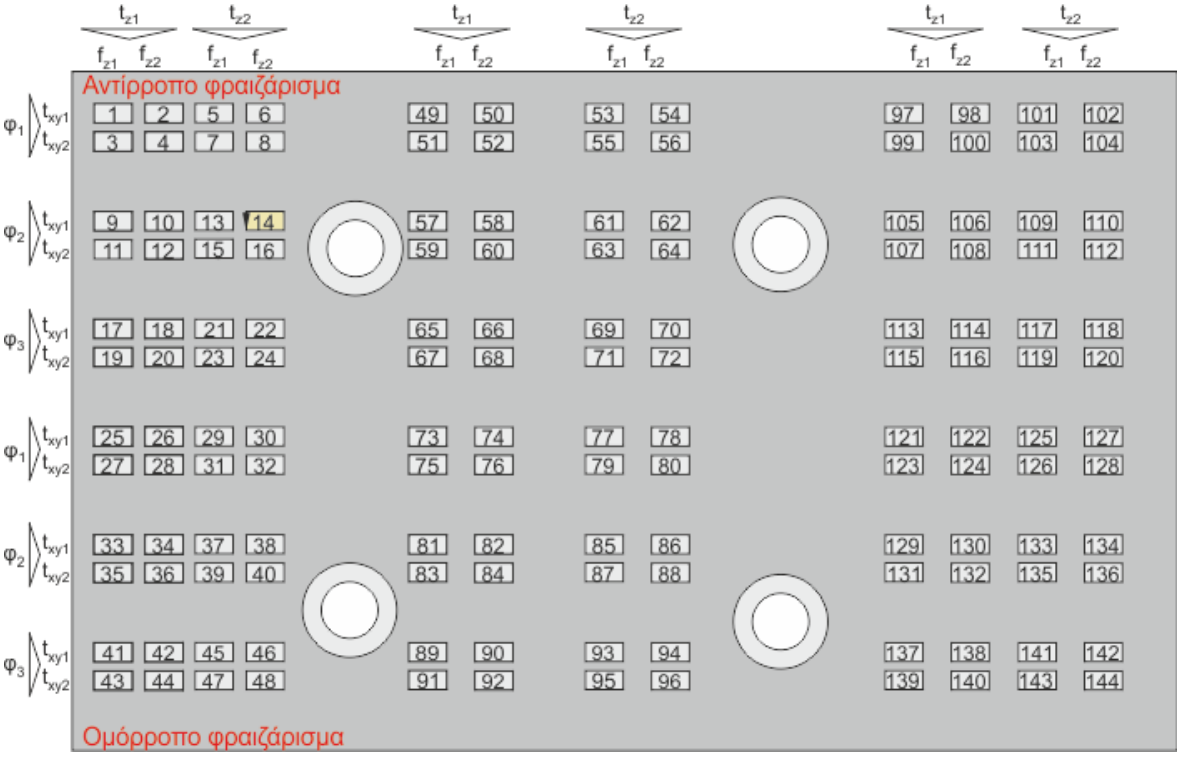


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 14 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |

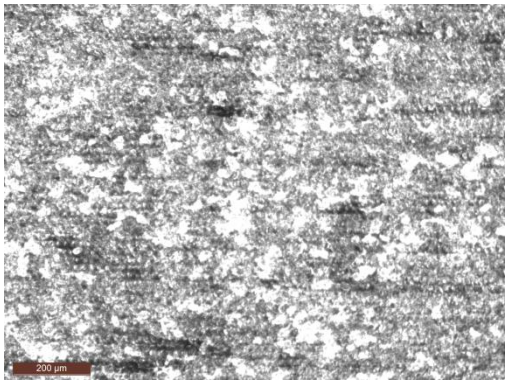



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,42 | 1,37 | 1,3 | 1,26 | 1,24 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,318 |

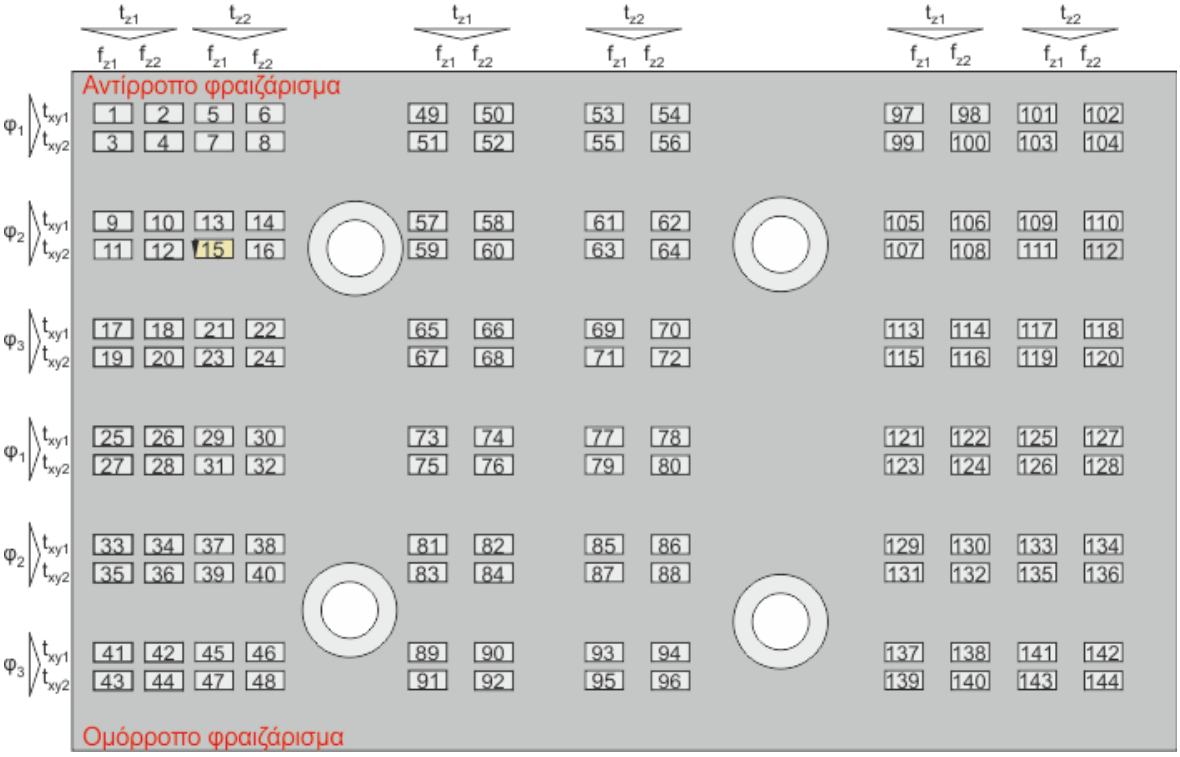


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 15 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |

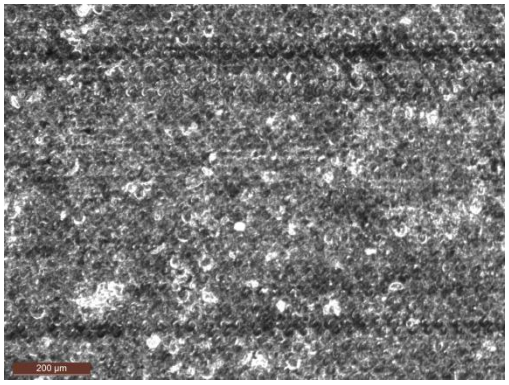



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,12 | 1,24 | 1,13 | 1,09 | 1,17 |

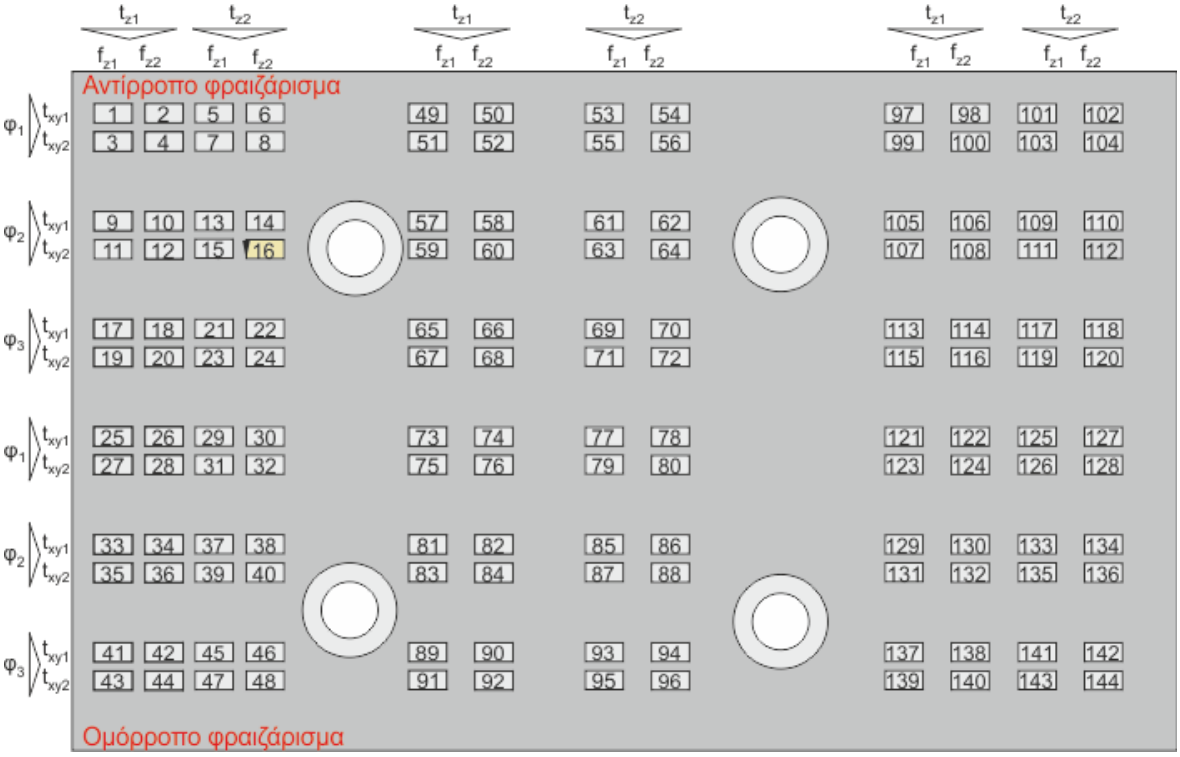
| $R_z$ mean |
|---|
| 1,15 |



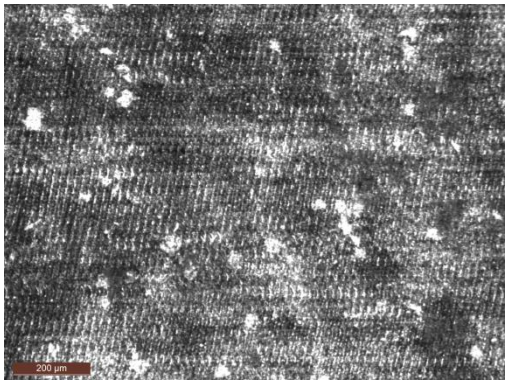
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 16 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |




| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,4 | 1,42 | 1,47 | 1,43 | 1,47 | 1,418 |

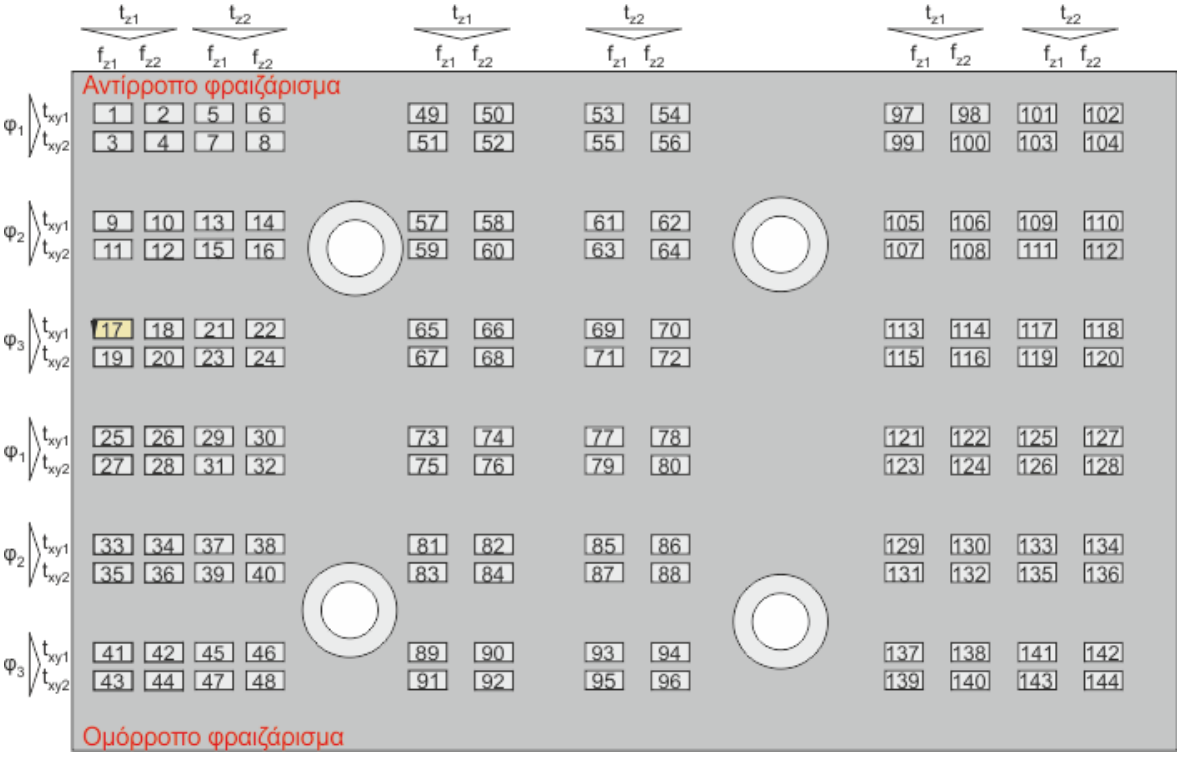


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 17 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |

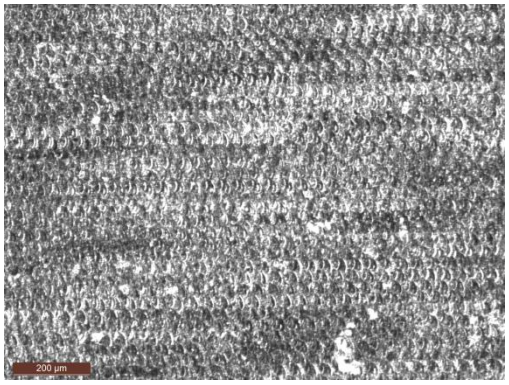



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,09 | 1,11 | 1,08 | 1,11 | 1,12 |

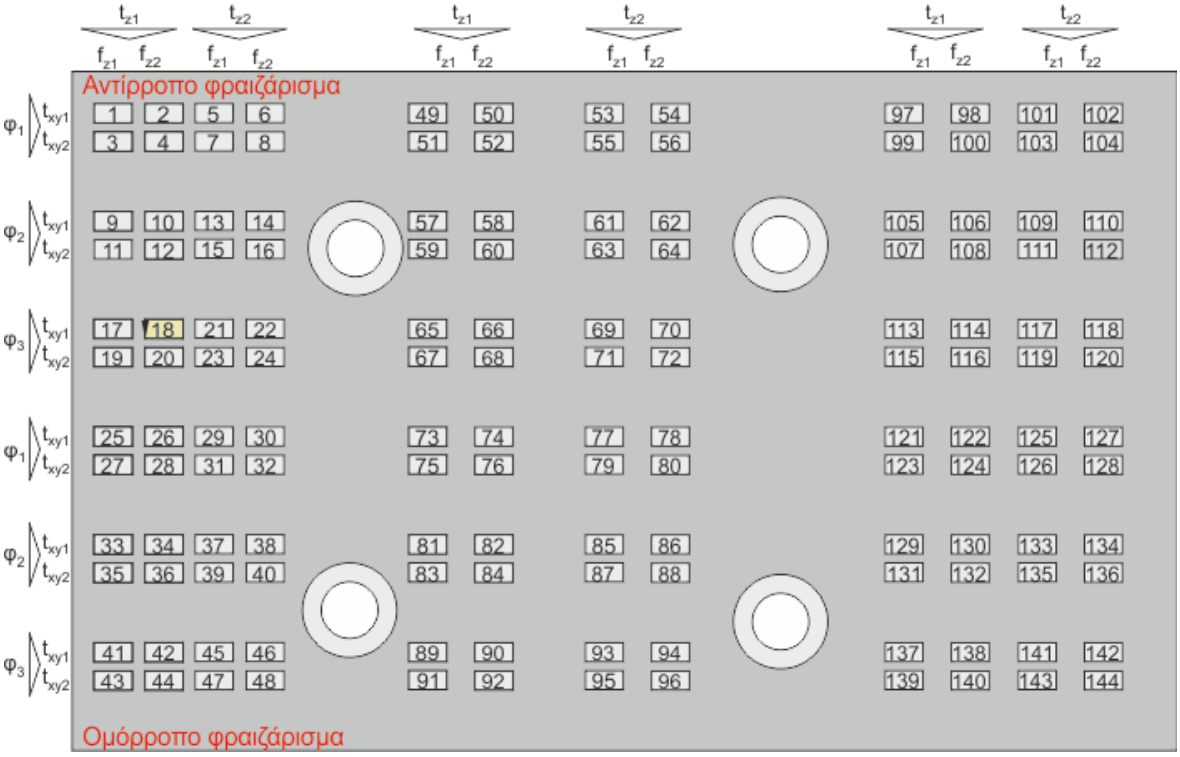
| $R_z$ mean |
|---|
| 1,102 |



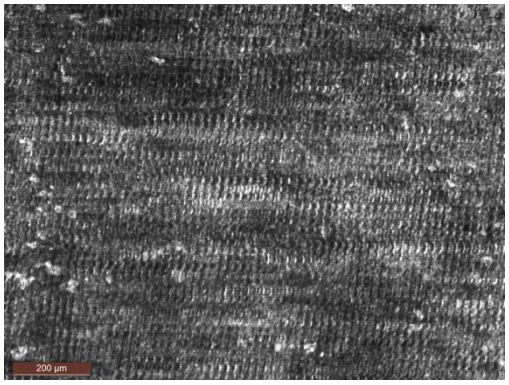
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 18 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |




| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,73 | 1,76 | 1,77 | 1,69 | 1,65 | 1,72 |

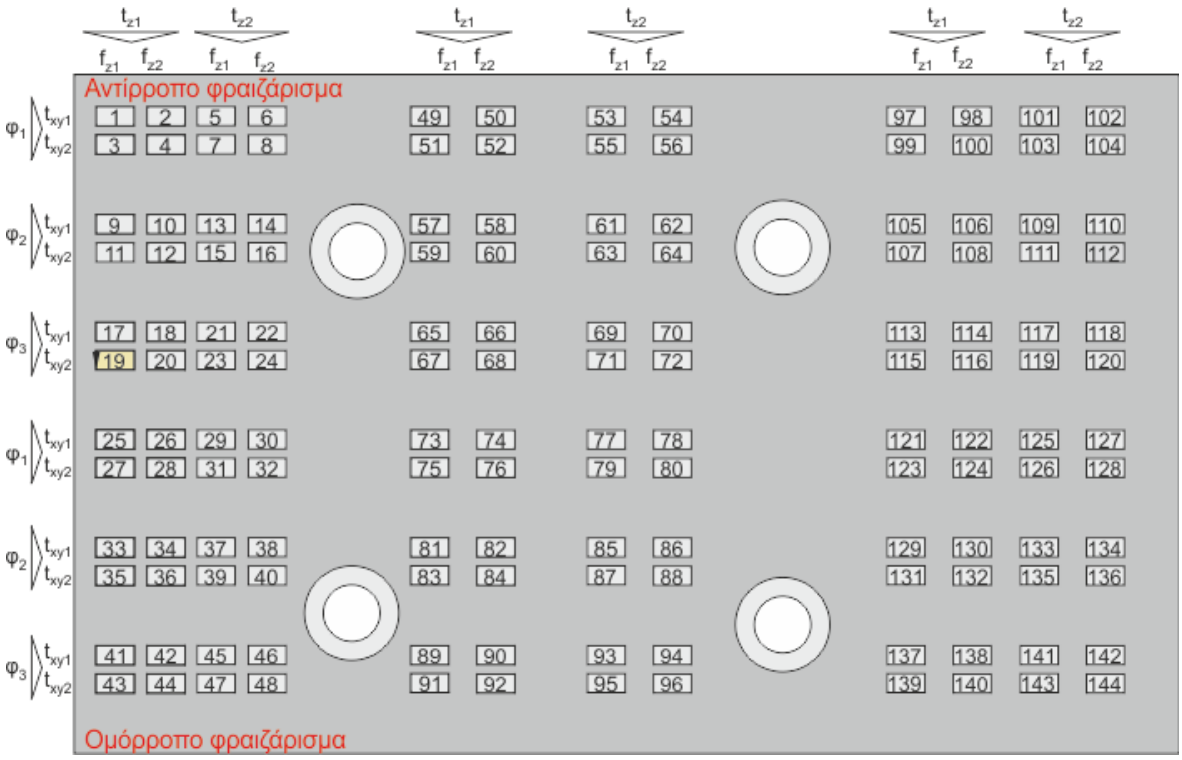


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 19 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |

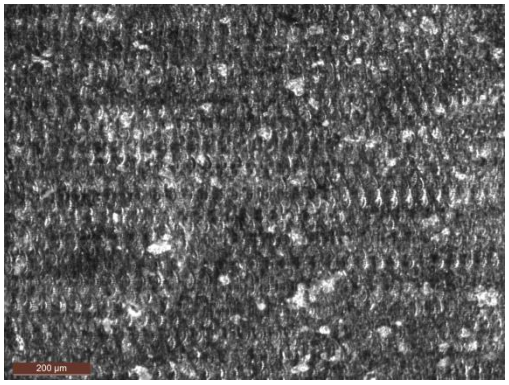



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,02 | 1,03 | 0,961 | 1,02 | 0,98 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,0022 |

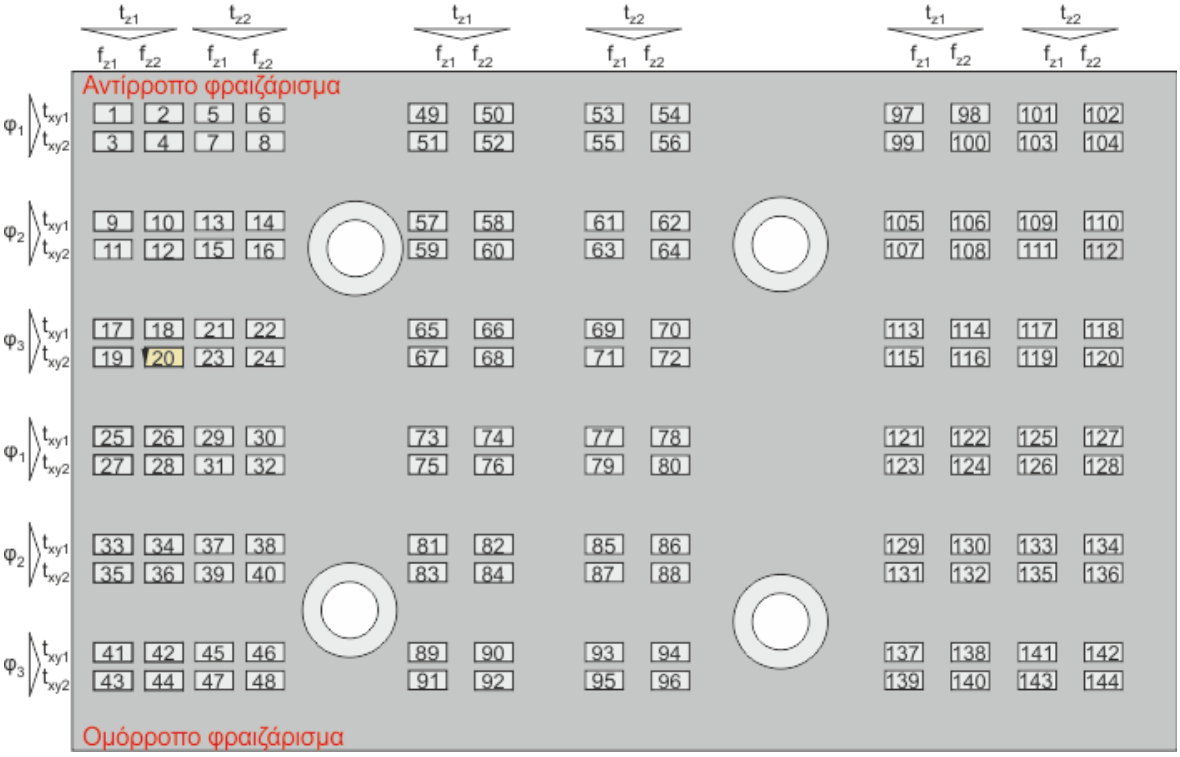


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 20 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |

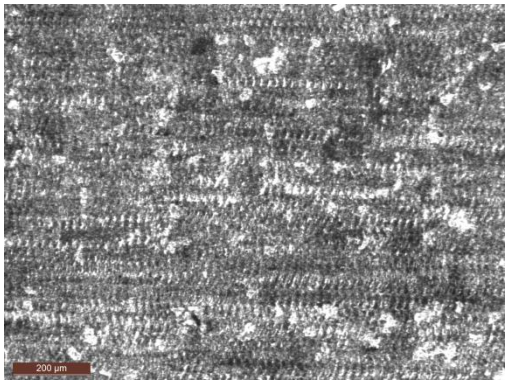



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,49 | 1,46 | 1,47 | 1,41 | 1,45 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,456 |

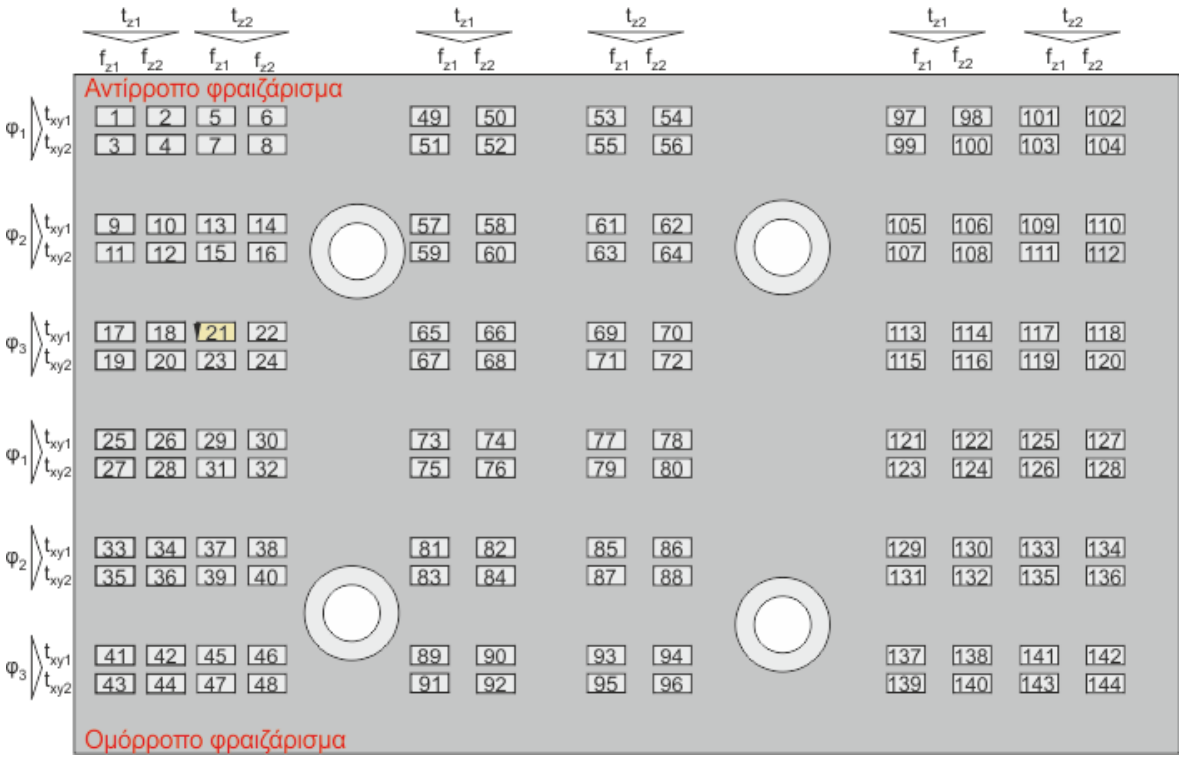


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 21 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |

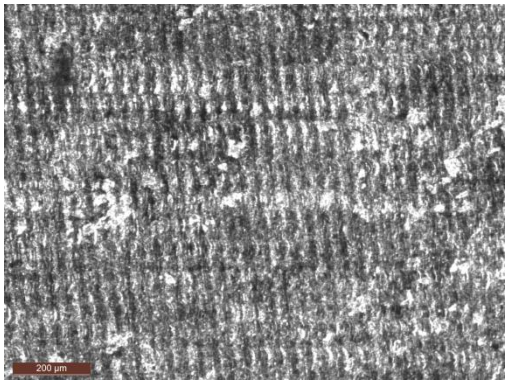



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,02 | 0,95 | 0,969 | 1,02 | 1,09 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,0098 |

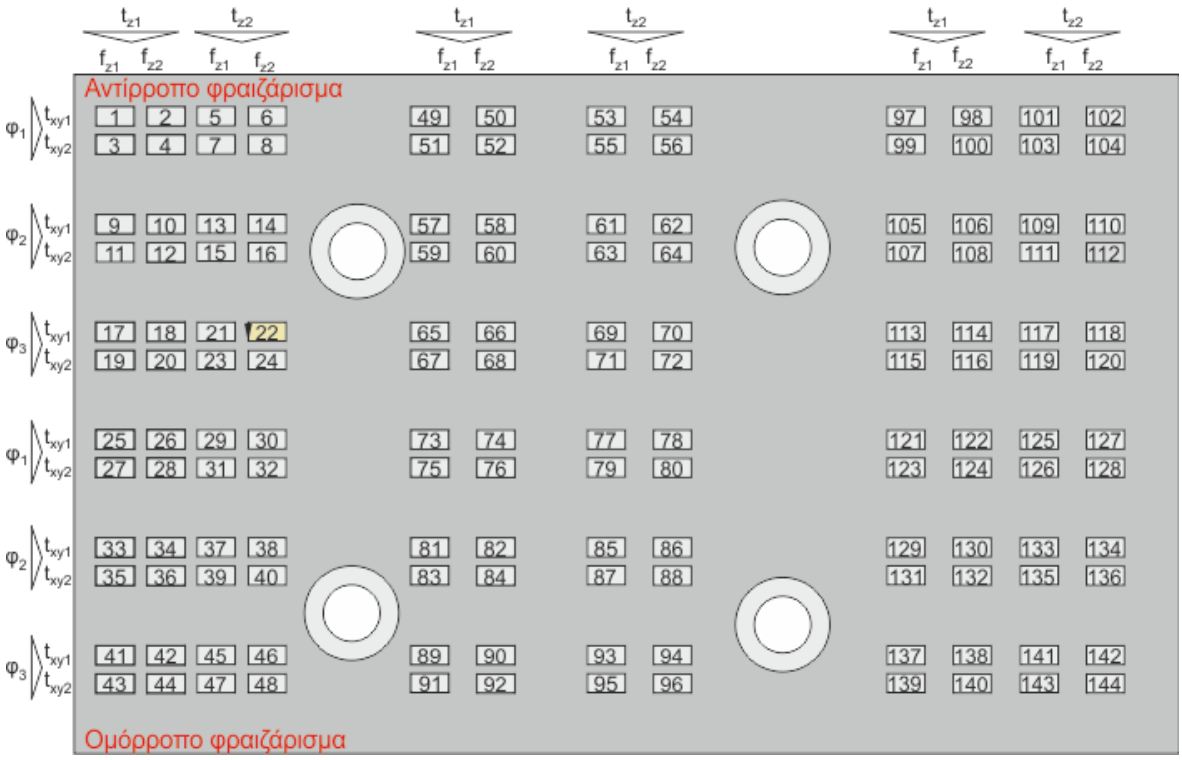


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 22 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |

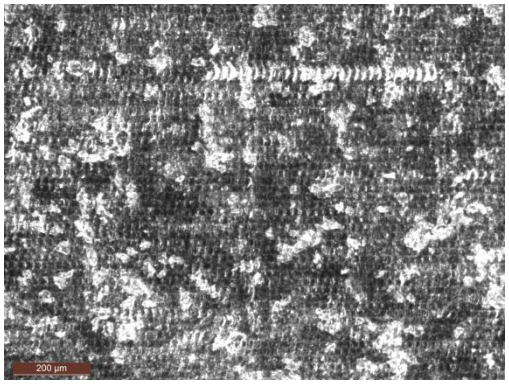



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0,843 | 0,991 | 0,721 | 0,821 | 0,898 |

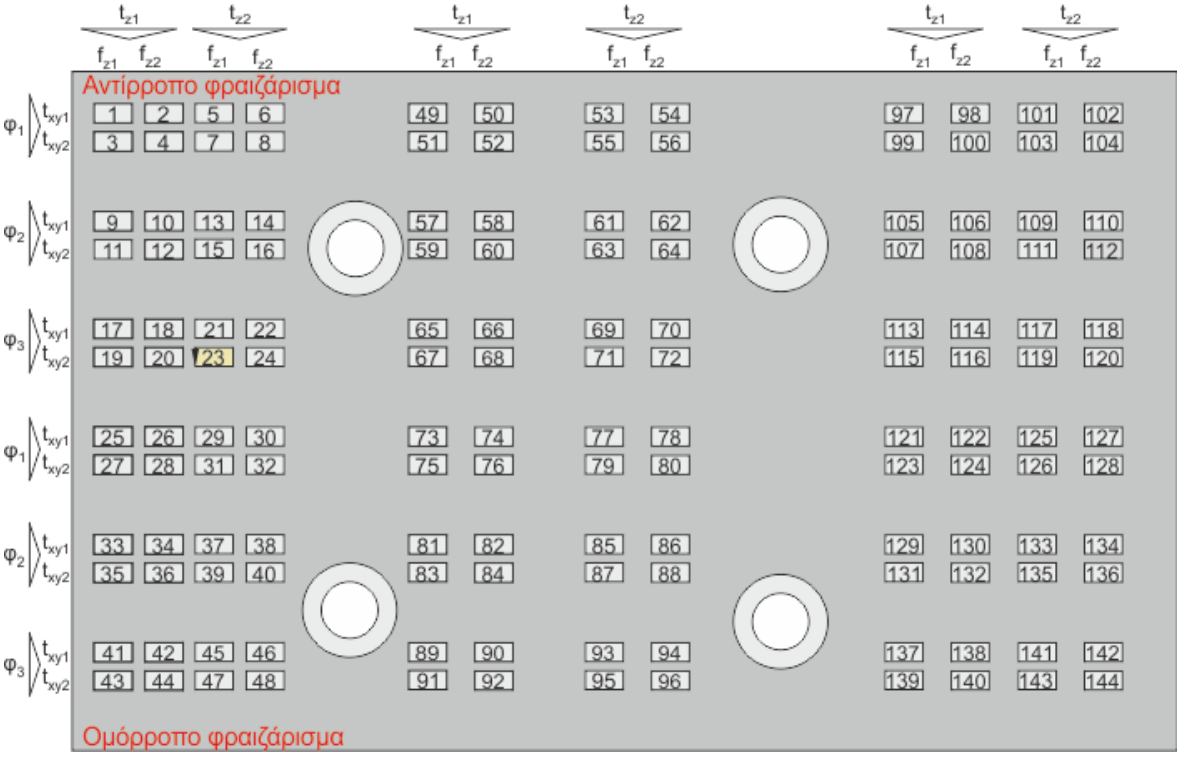
| $R_z$ mean |
|---|
| 0,8548 |



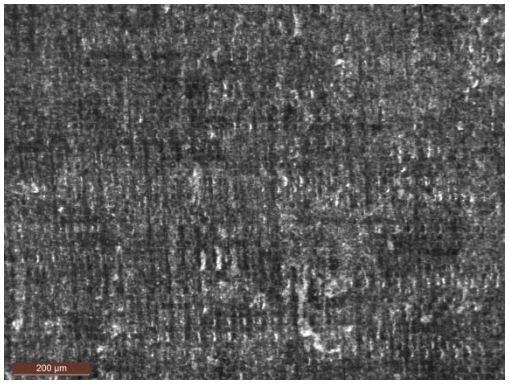
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 23 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |



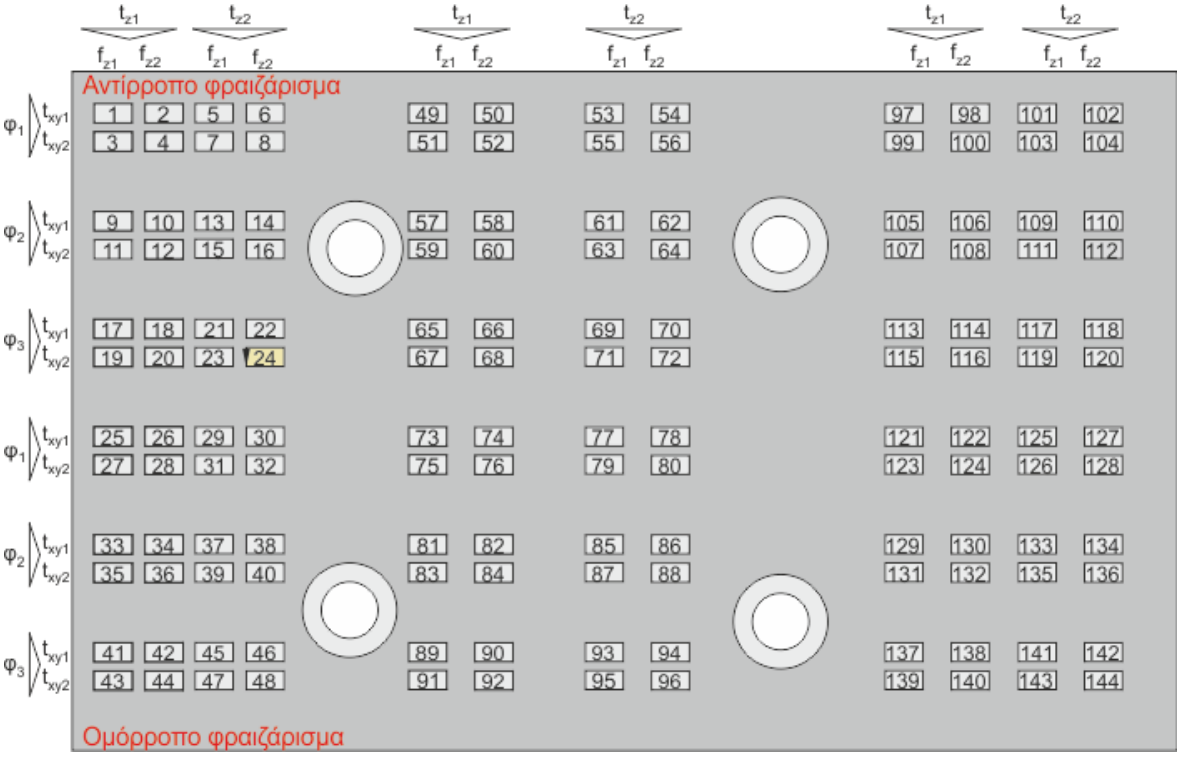

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,861 | 0,847 | 0,939 | 0,946 | 0,917 | 0,902 |



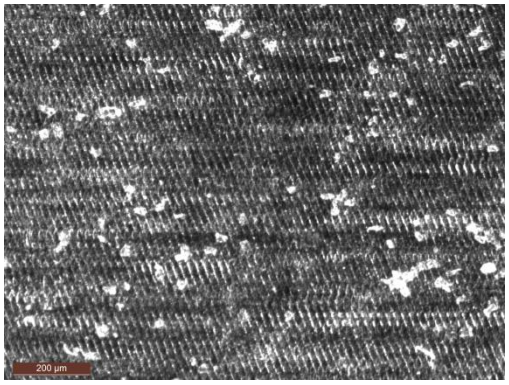
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 24 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |



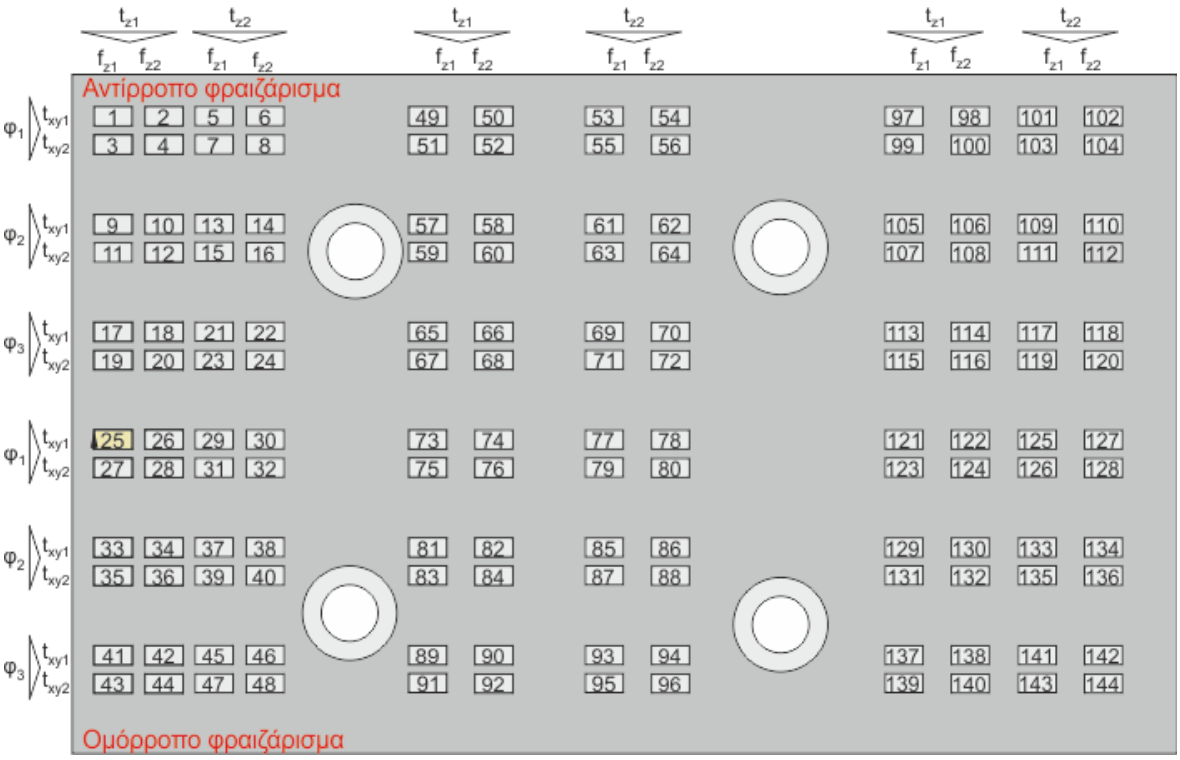

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,732 | 0,71 | 0,751 | 0,858 | 0,725 | 0,7552 |



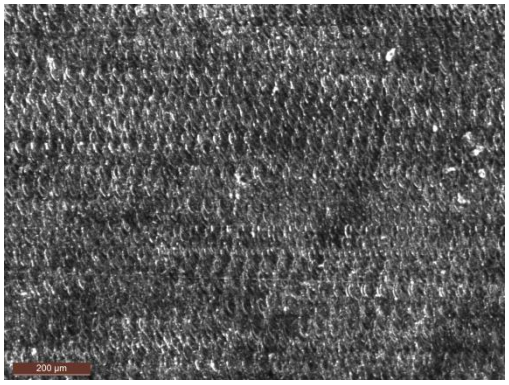
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 25 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |




| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,09 | 1,11 | 1,08 | 1,11 | 1,12 | 1,102 |

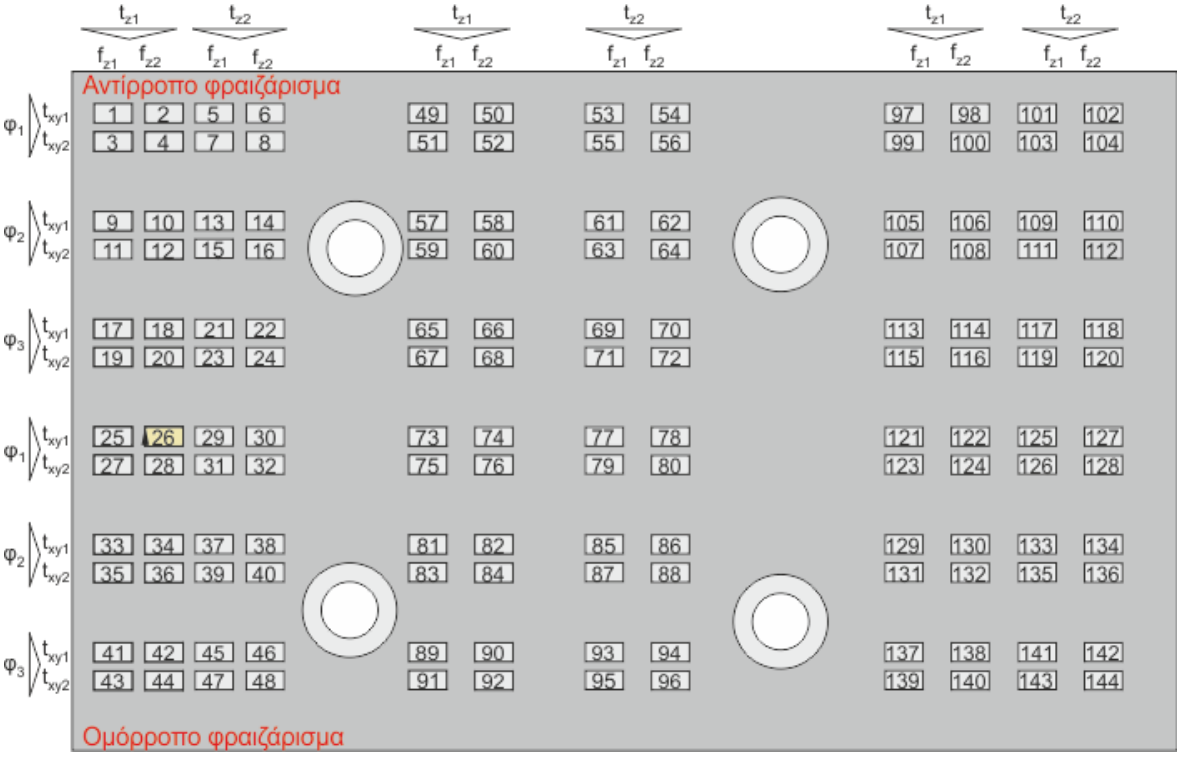


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 26 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |

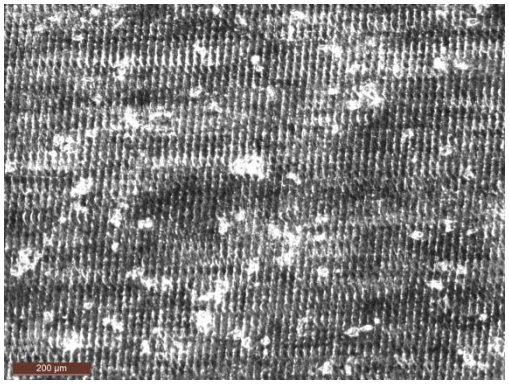



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,21 | 1,27 | 1,16 | 1,14 | 1,19 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,194 |

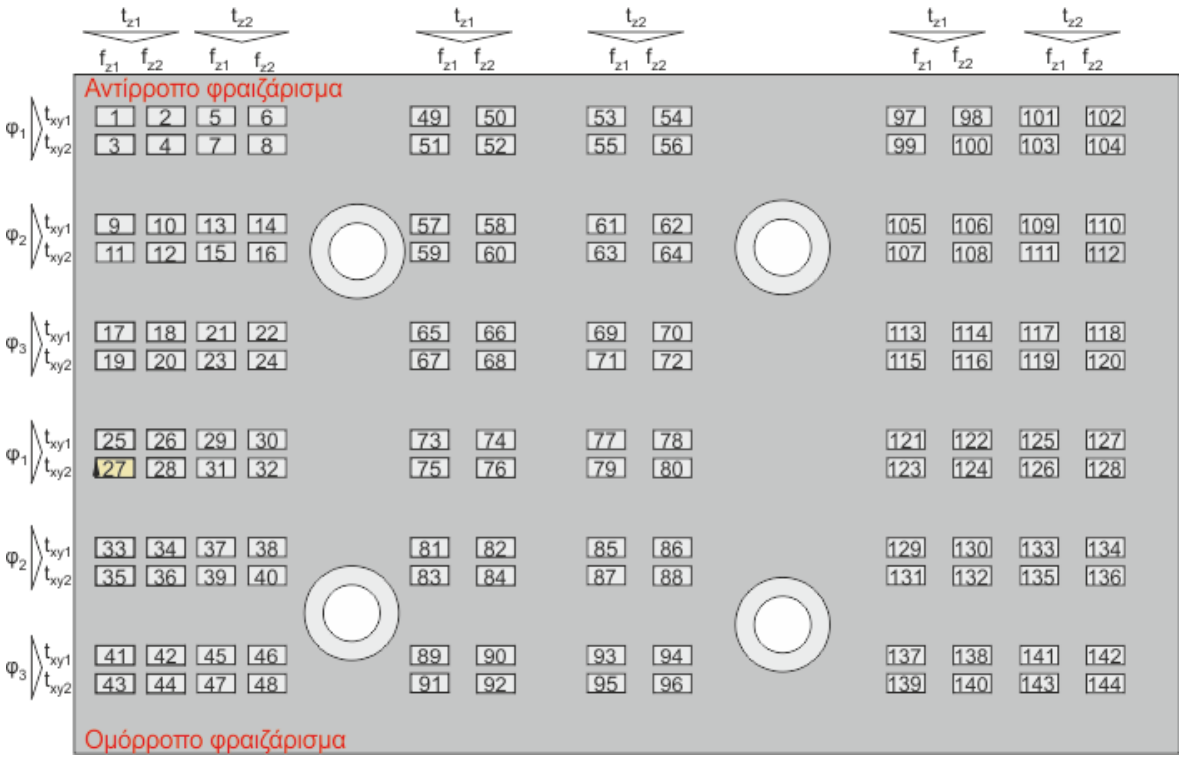


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 27 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |

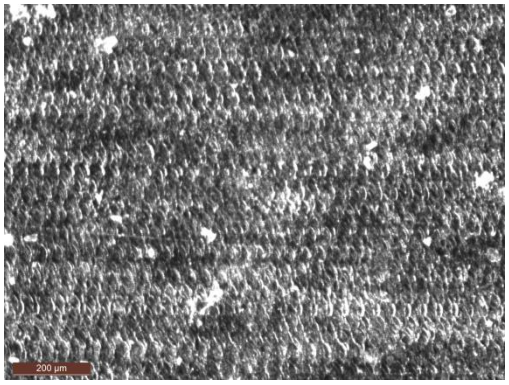



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,01 | 0,983 | 1,04 | 1,08 | 1,06 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,0346 |

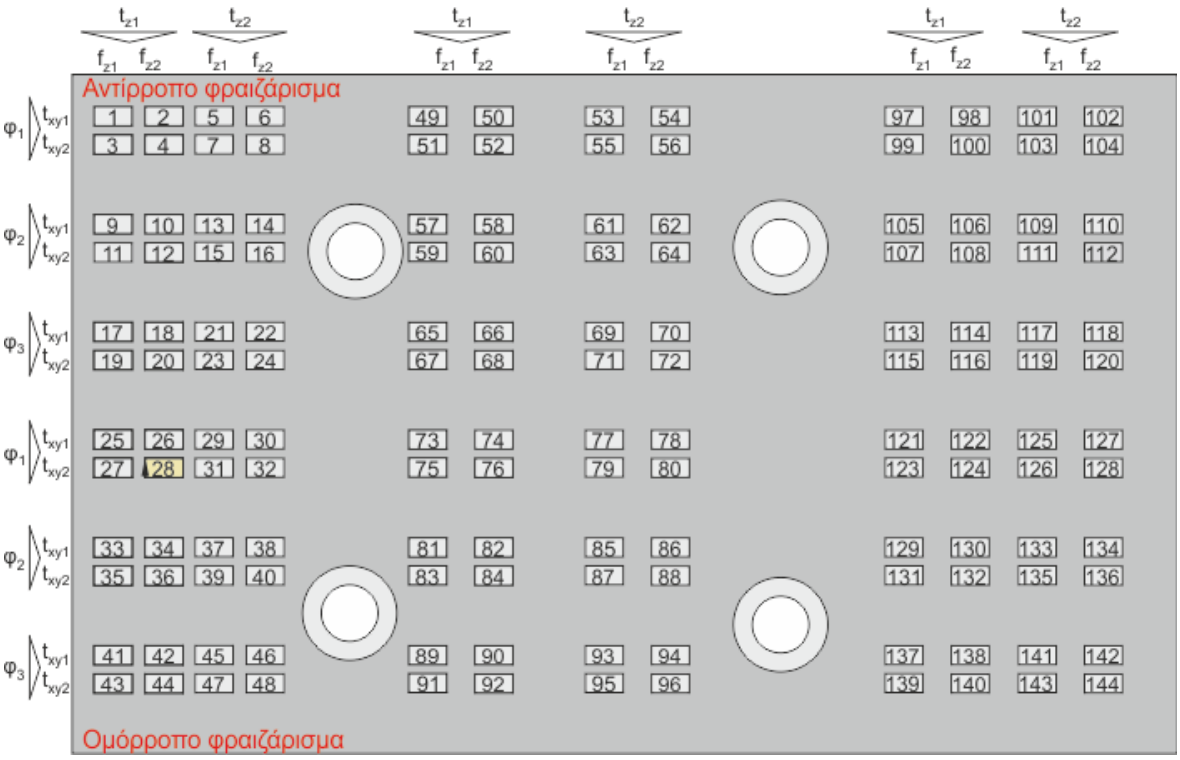


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 28 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |

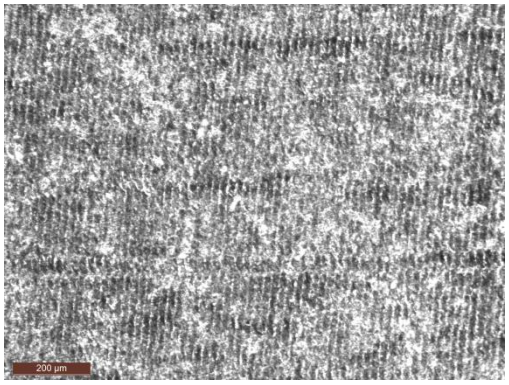



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0,987 | 0,887 | 0,821 | 0,865 | 0,839 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,102 |

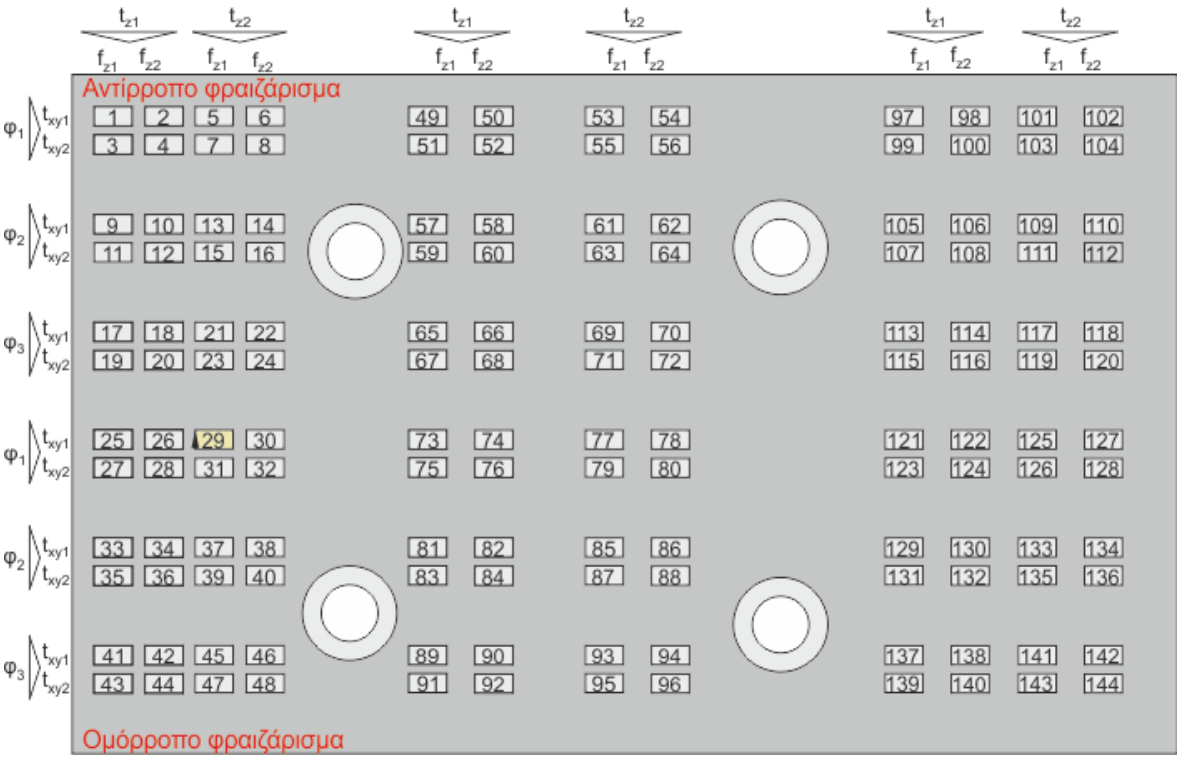


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 29 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |

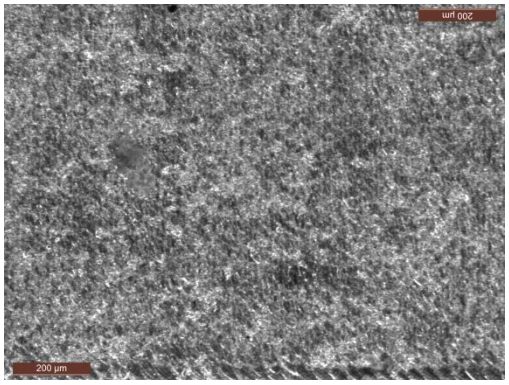



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,87 | 1,99 | 1,8 | 1,55 | 2,1 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,862 |

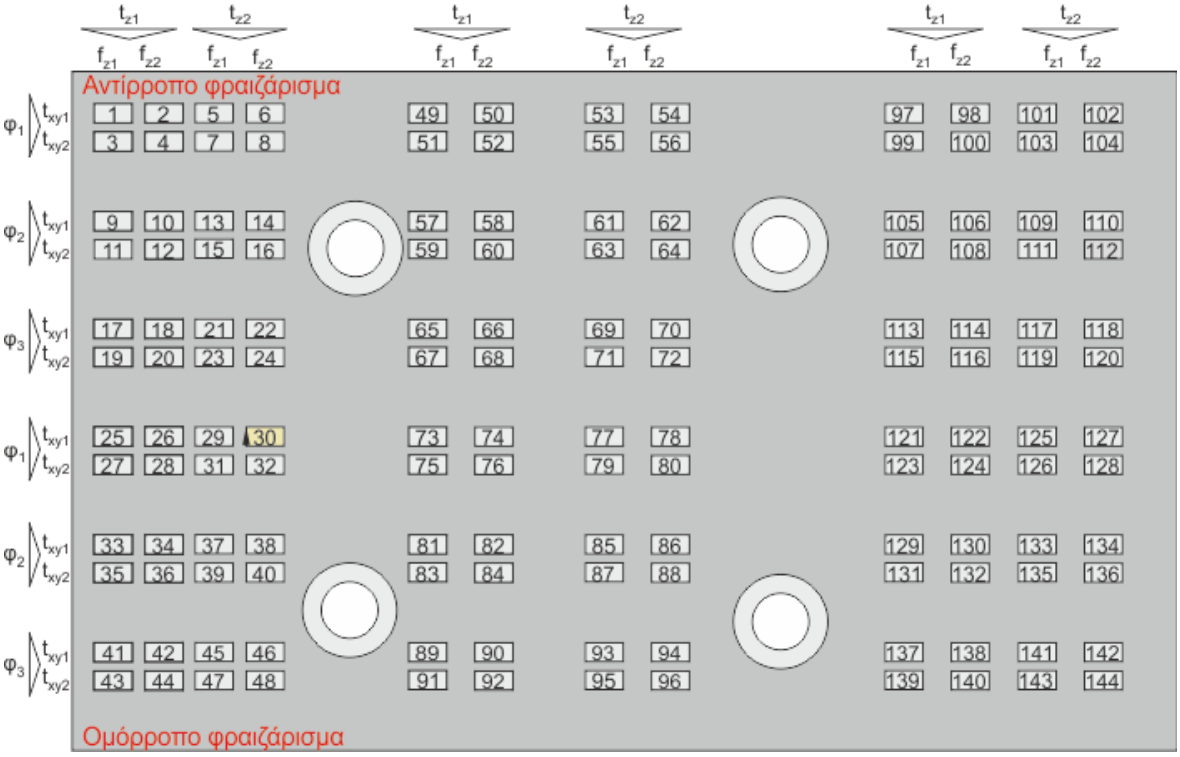


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 30 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |

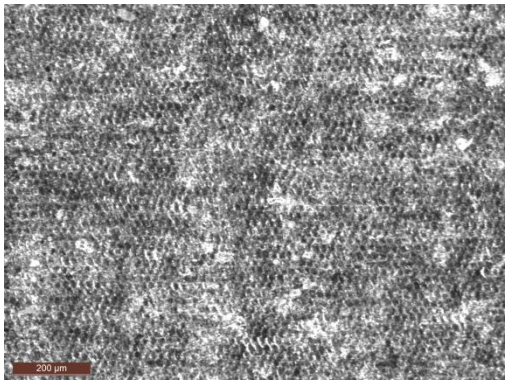



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,53 | 1,72 | 2,12 | 1,98 | 1,88 |

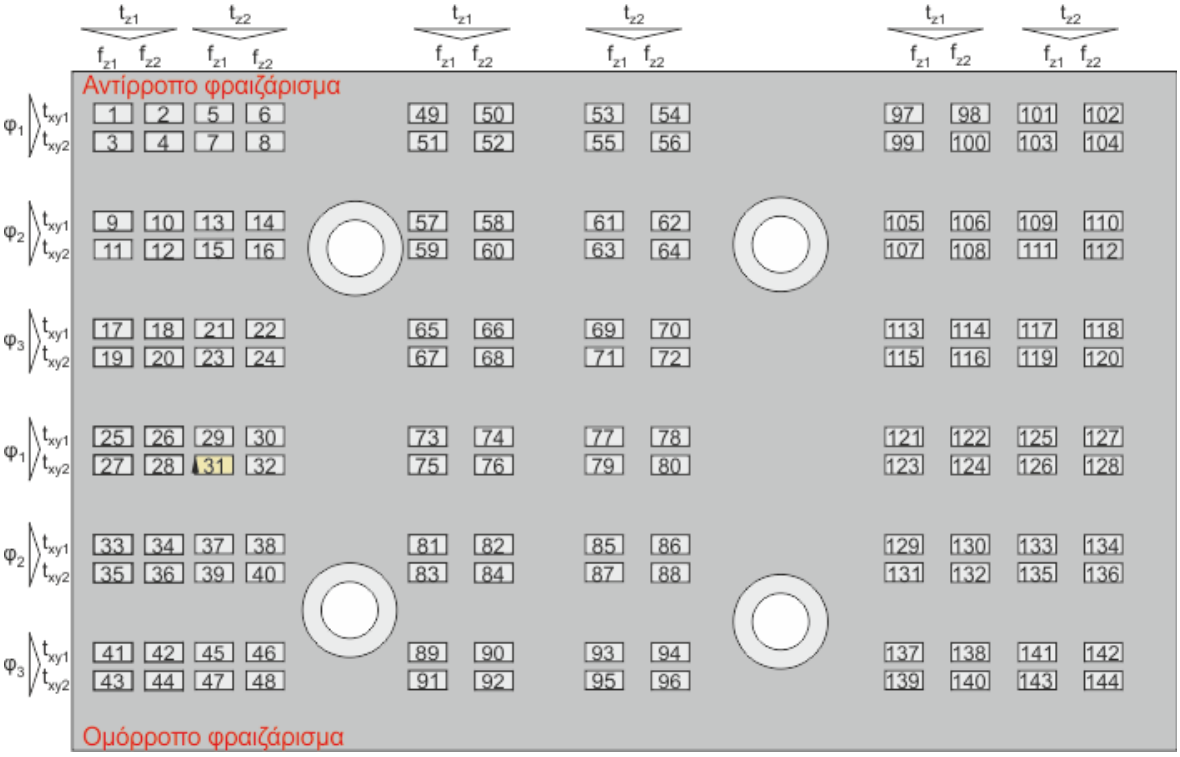
| $R_z$ mean |
|---|
| 1,846 |



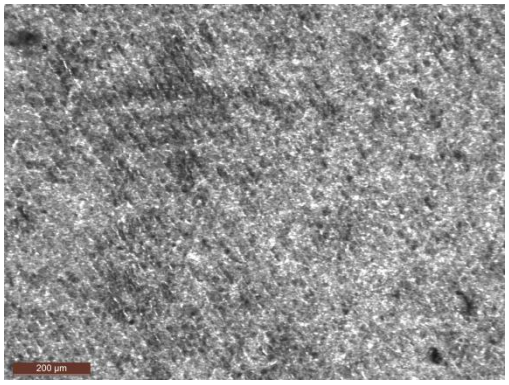
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 31 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |




| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,49 | 1,4 | 1,67 | 1,35 | 1,44 | 1,47 |

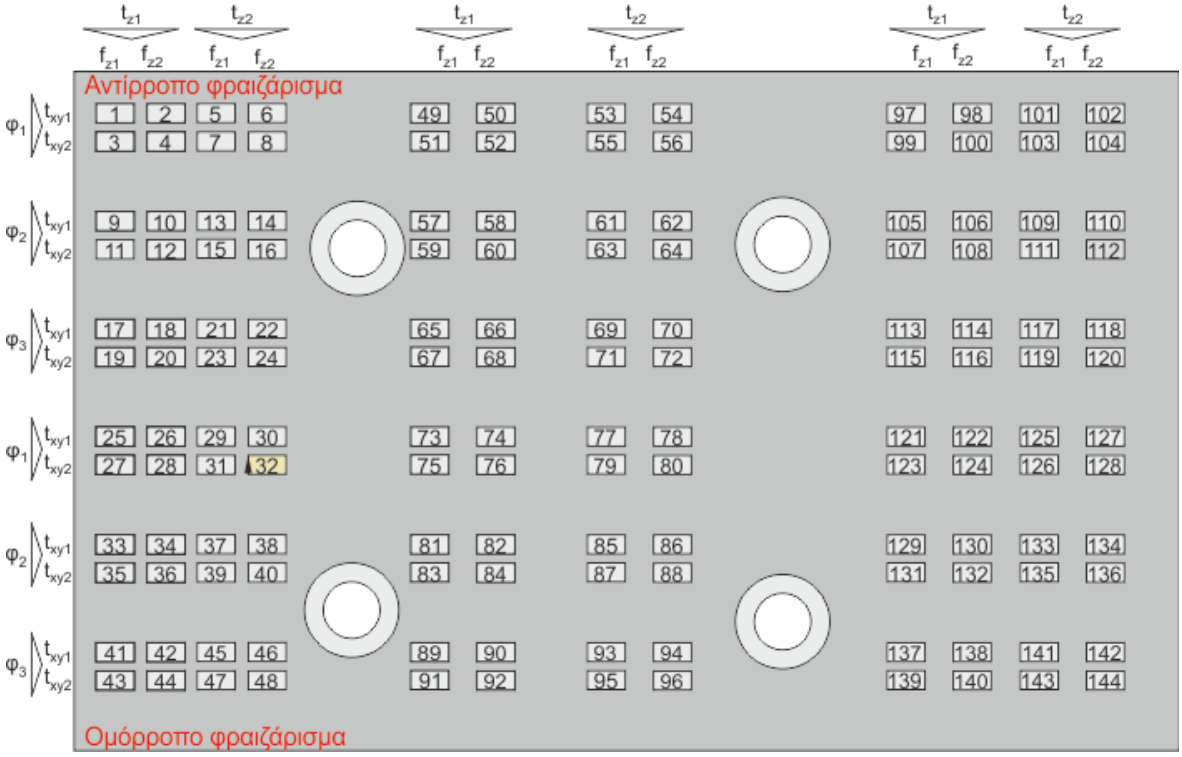


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 32 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |

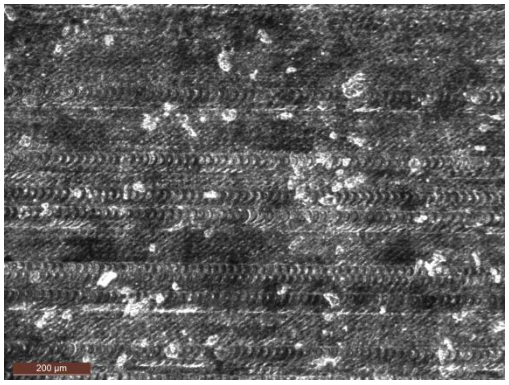



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2,42 | 2,3 | 2,54 | 2,16 | 2,57 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 2,398 |

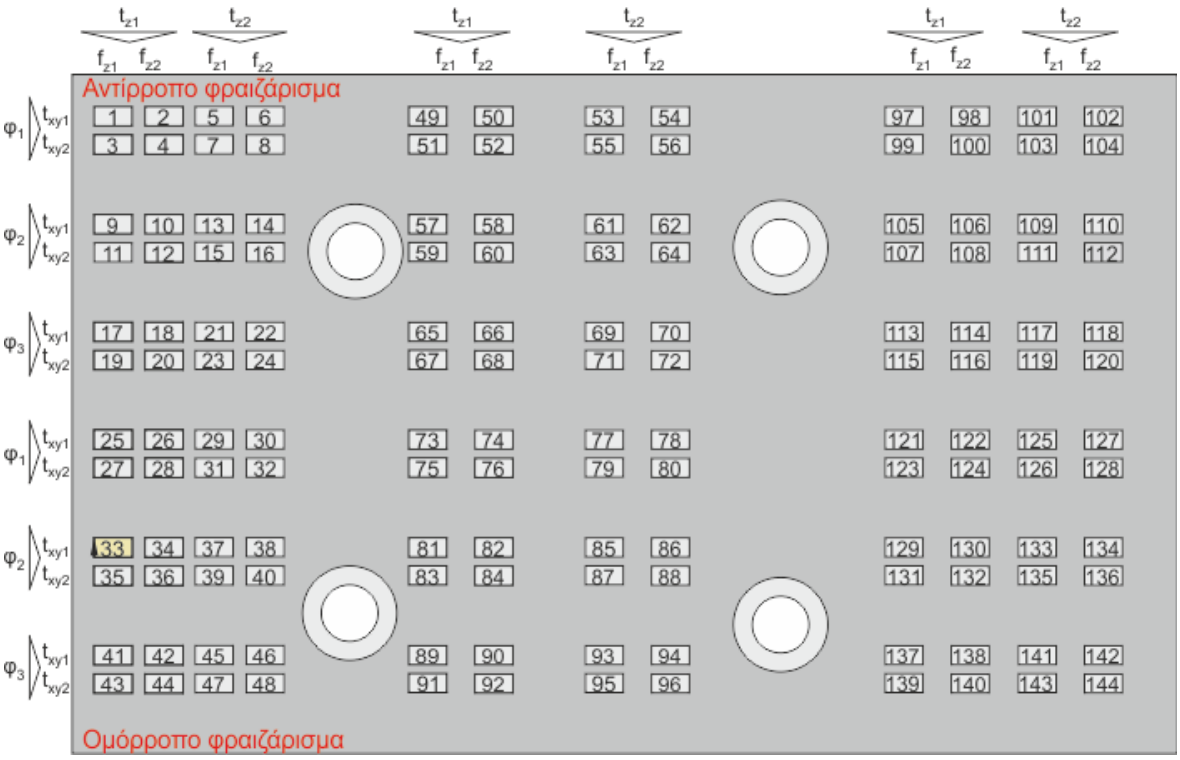


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 33 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |

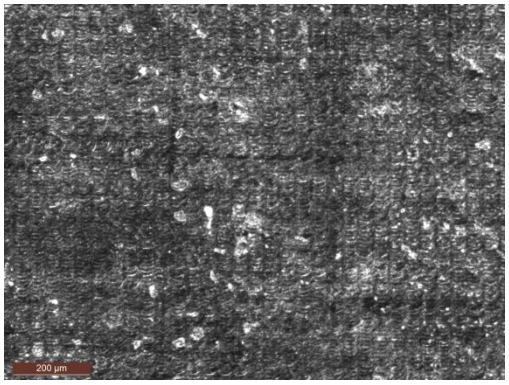



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,12 | 1,15 | 1,21 | 1,06 | 1,13 |

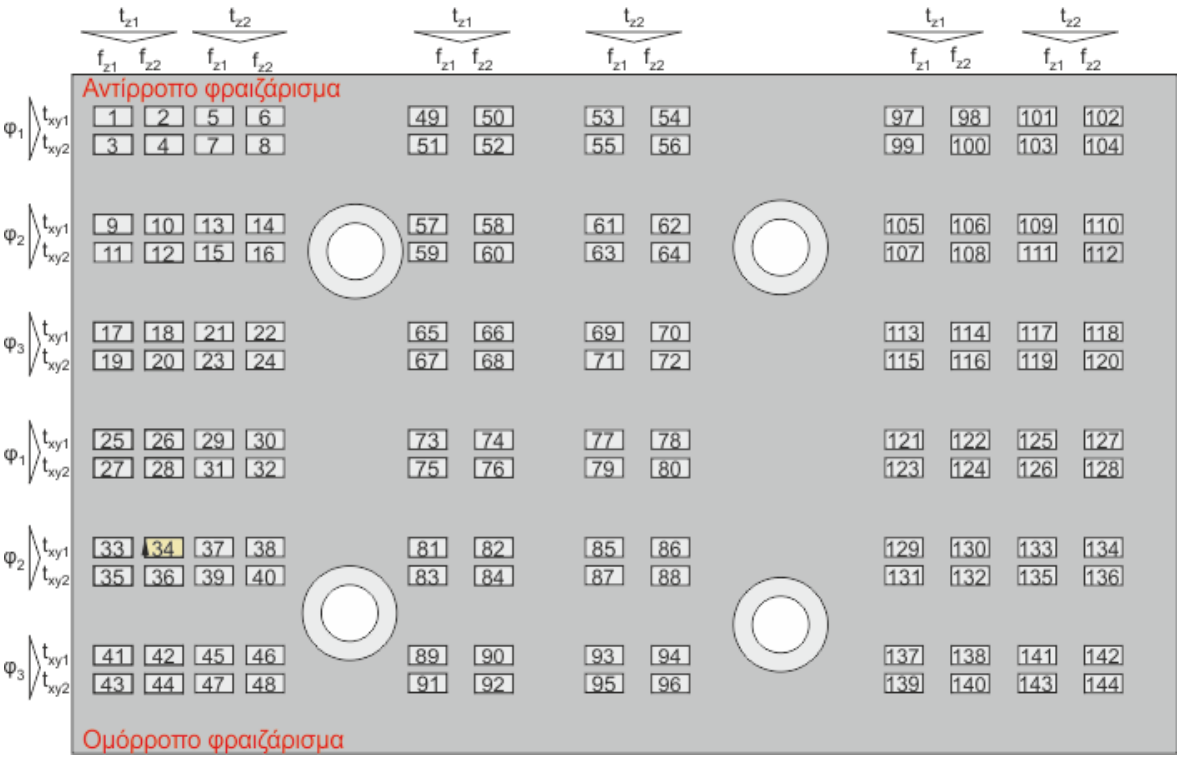
| $R_z$ mean |
|---|
| 1,134 |



| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 34 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |

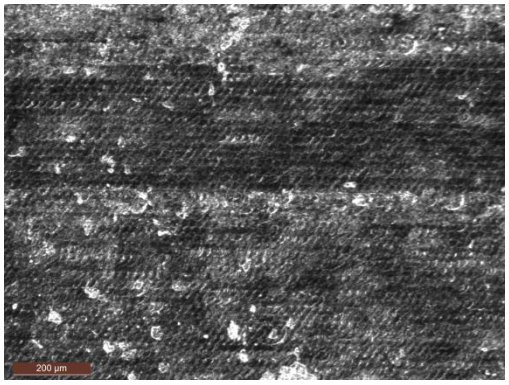



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,972 | 0,843 | 0,85 | 0,954 | 0,958 | 0,9154 |



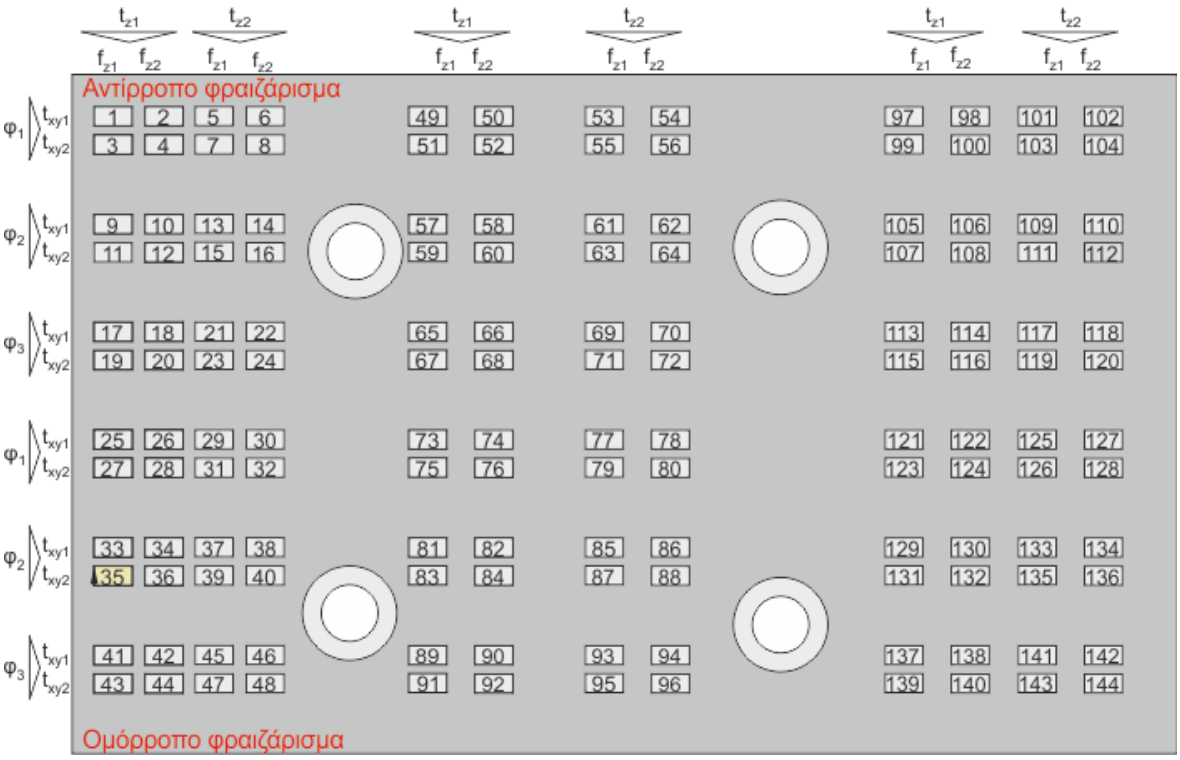
# ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
## ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
### ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 35 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |

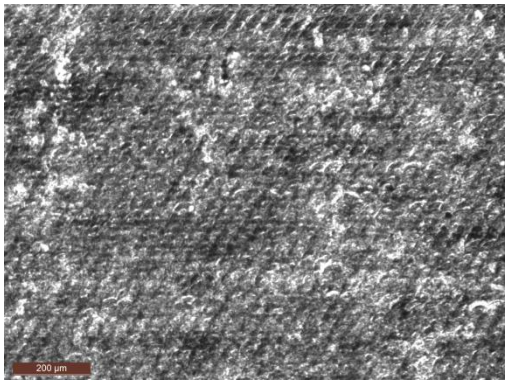



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,16 | 1,38 | 1,13 | 1,23 | 1,14 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,208 |

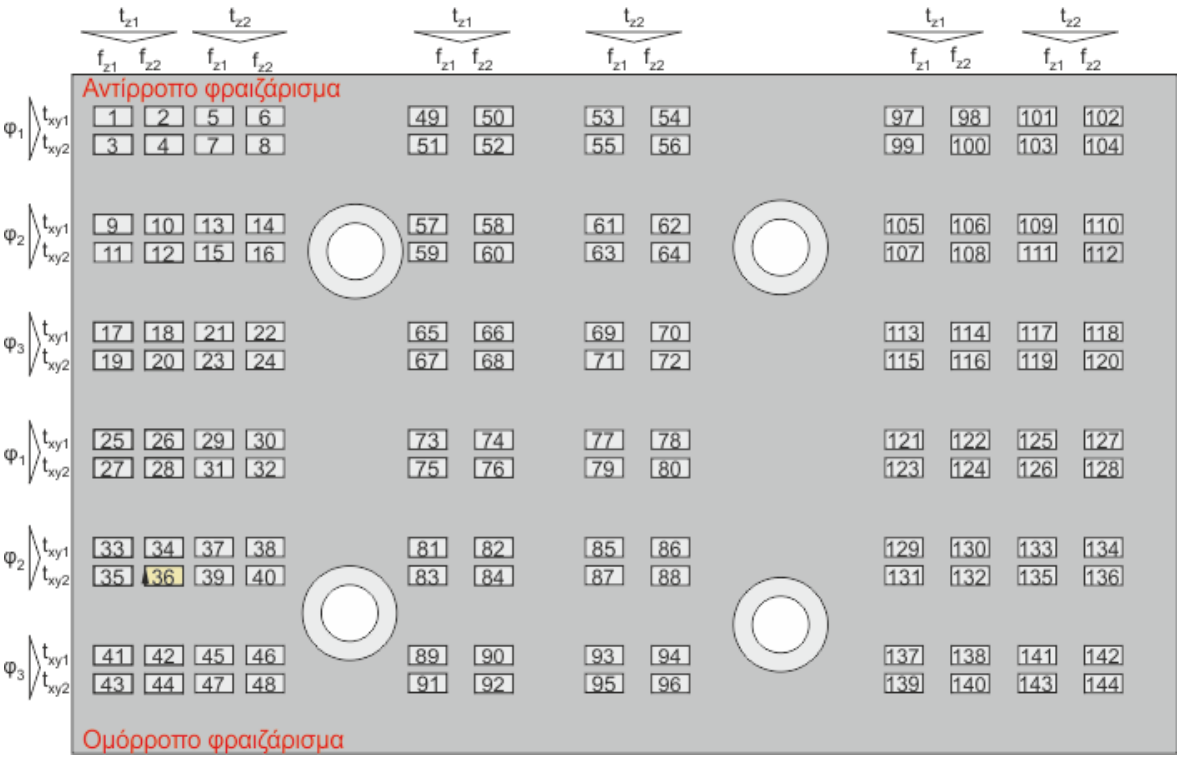


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 36 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |

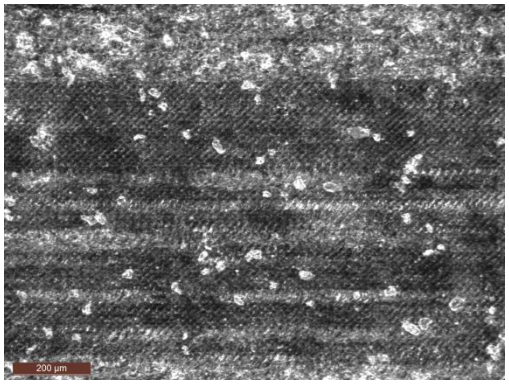



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,27 | 1,45 | 1,31 | 1,39 | 1,41 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,366 |

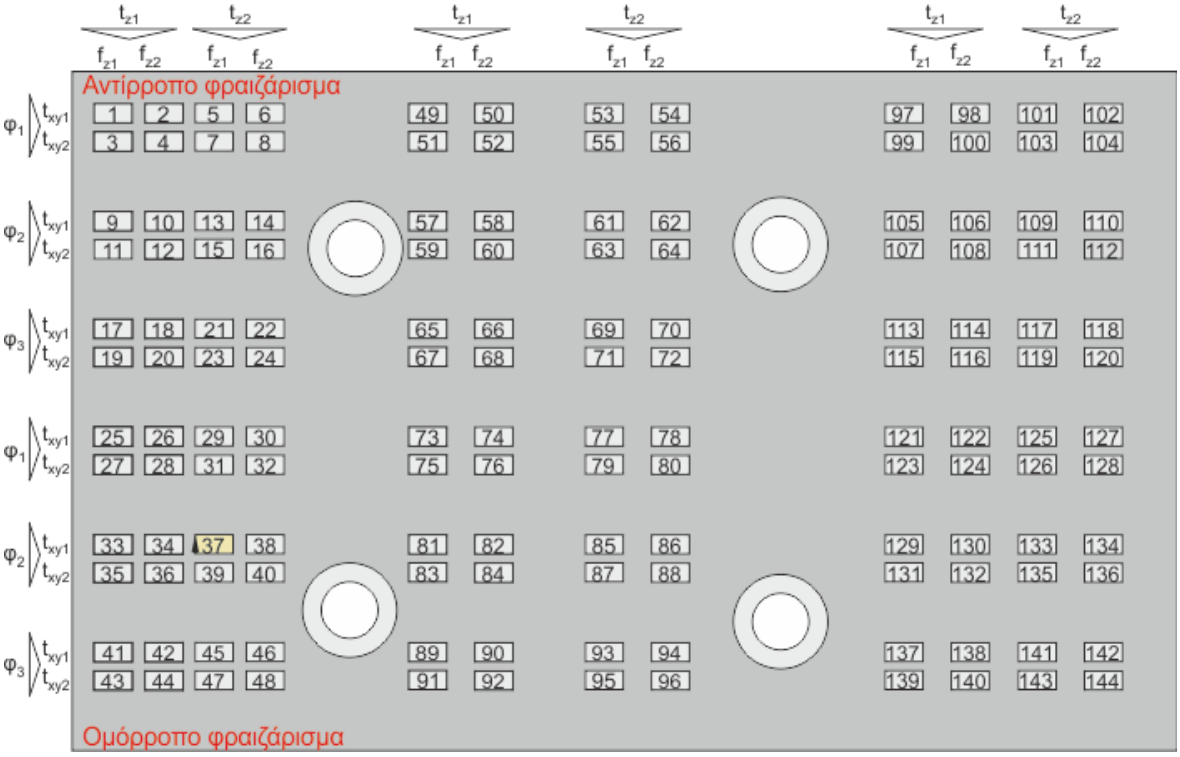


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 37 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |

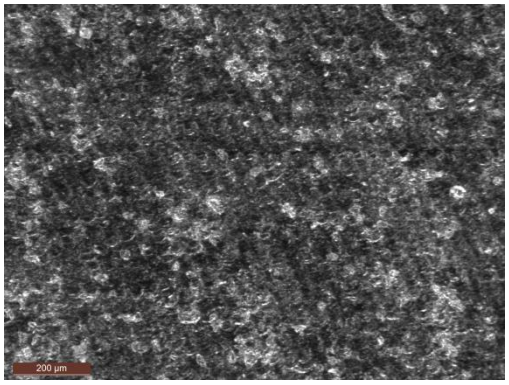



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,15 | 1,22 | 1,09 | 1,01 | 1,05 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,104 |

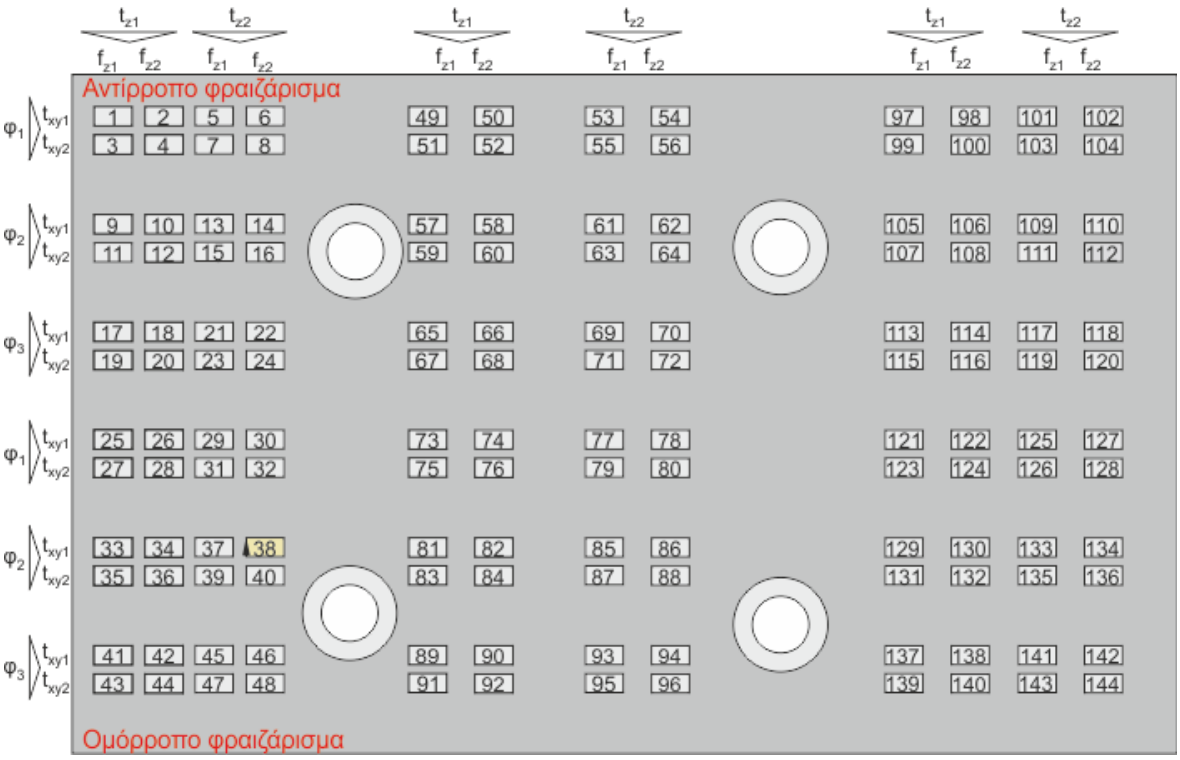


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 38 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |

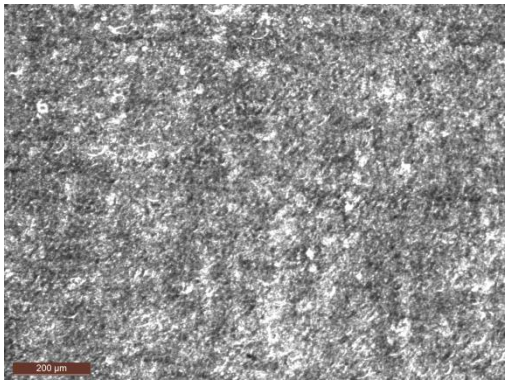



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,47 | 1,6 | 1,53 | 1,55 | 1,54 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,538 |

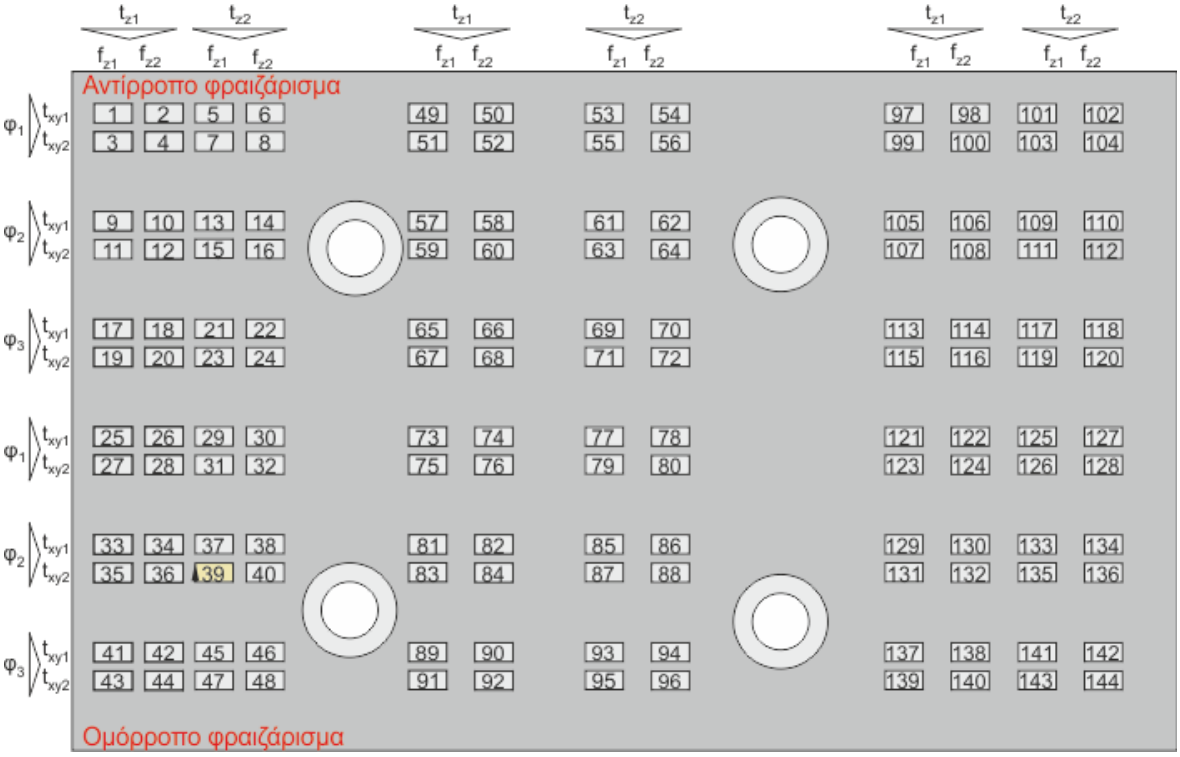


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 39 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |

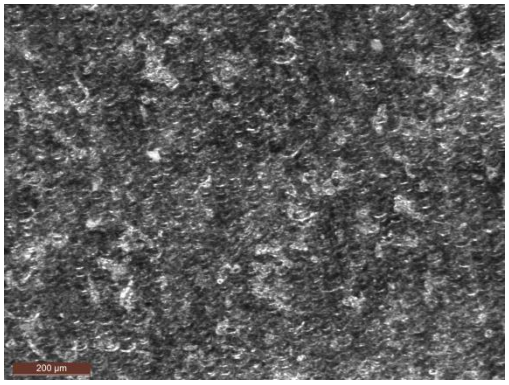



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,33 | 1,4 | 1,16 | 1,39 | 1,3 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,316 |

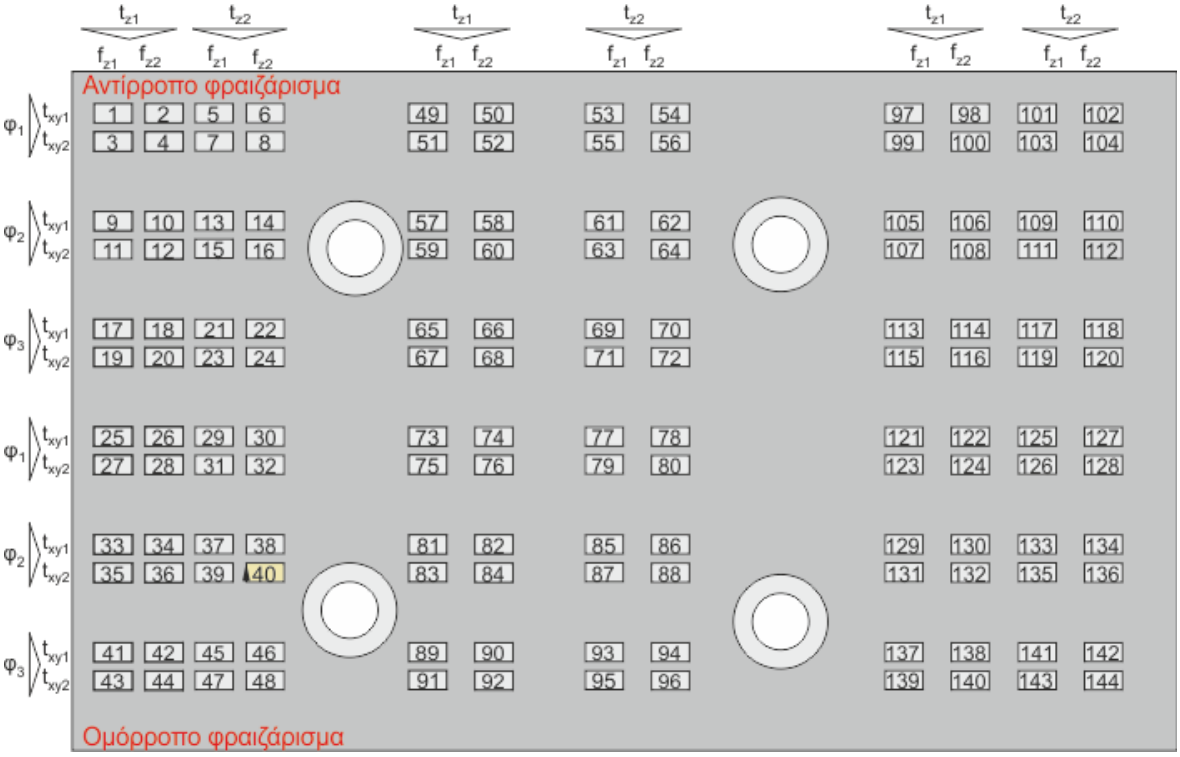


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 40 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |



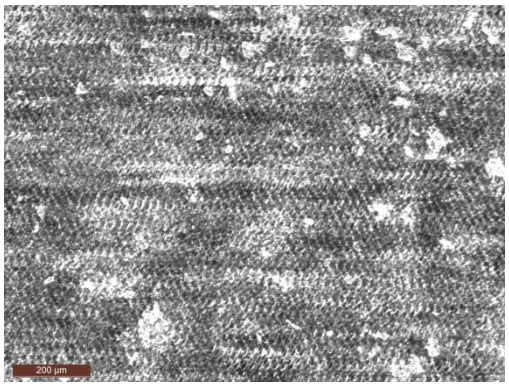

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,37 | 1,26 | 1,39 | 1,42 | 1,32 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,352 |



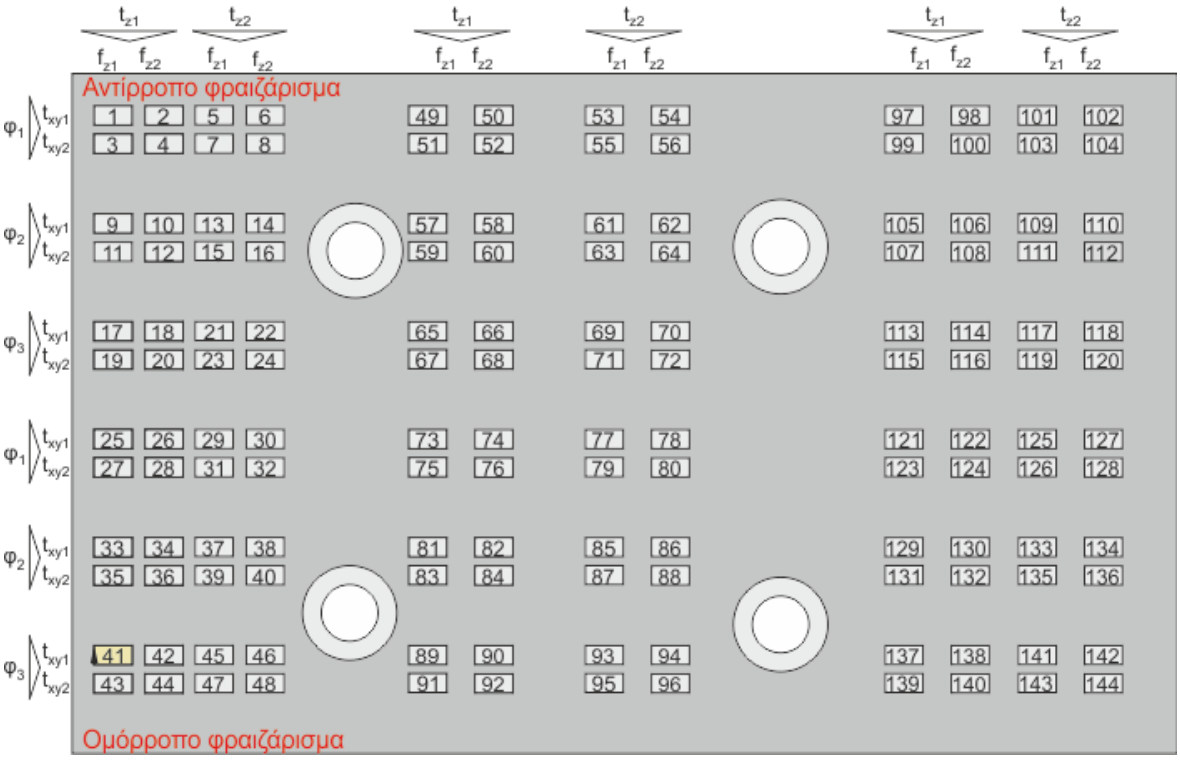
# ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
## ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
### ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | | BALL Φ1 | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | | 41 | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | | AL-7075 T6 | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | $t_z$ | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | $t_{xy}$ | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | $f_z$ | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | $v_c$ | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |

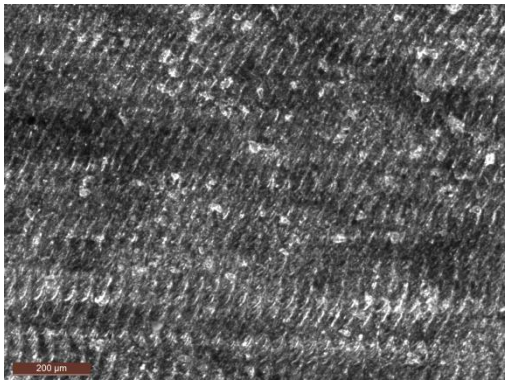



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0,995 | 1,06 | 0,821 | 0,81 | 0,958 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 0,9288 |

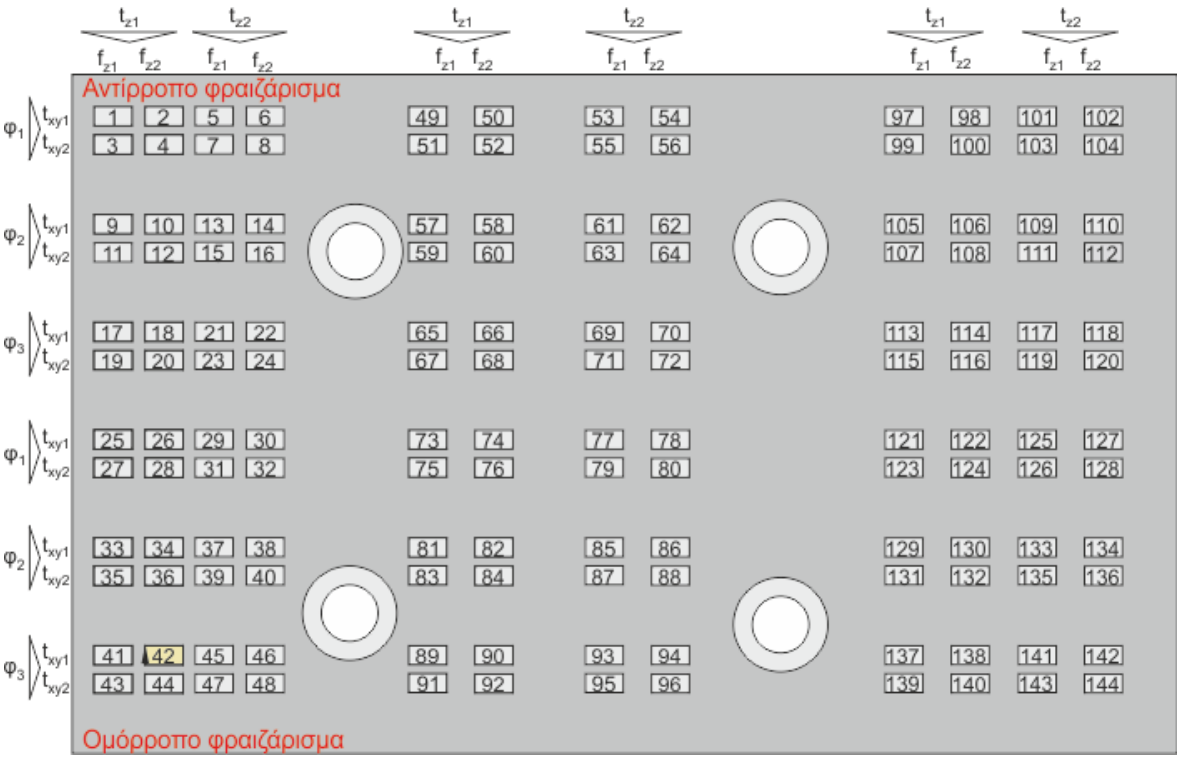


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 42 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |

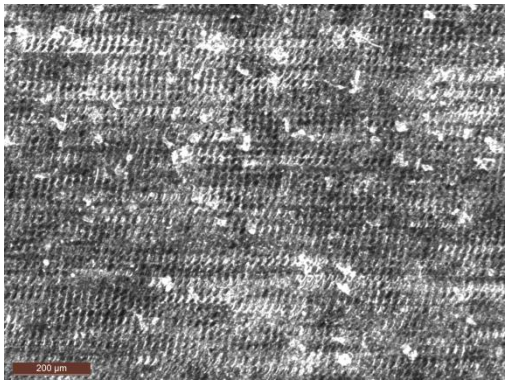



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,24 | 1,15 | 1,32 | 1,28 | 1,4 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,278 |

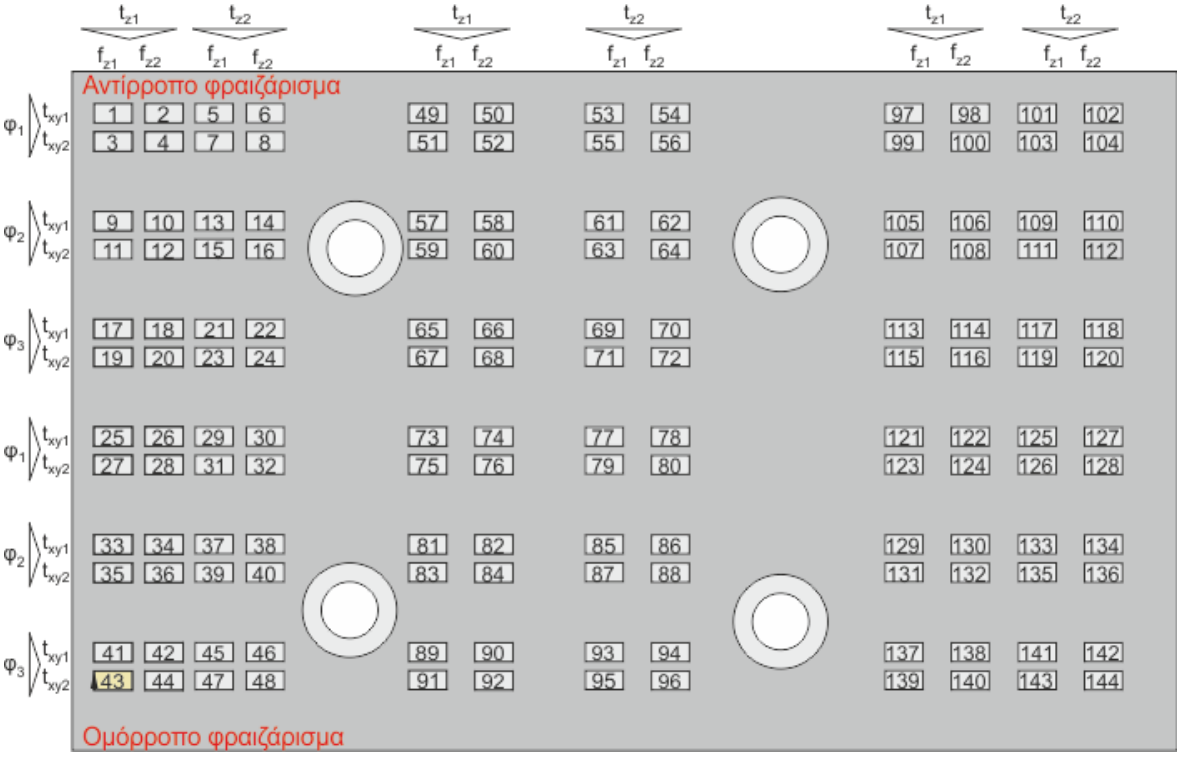


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 43 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |

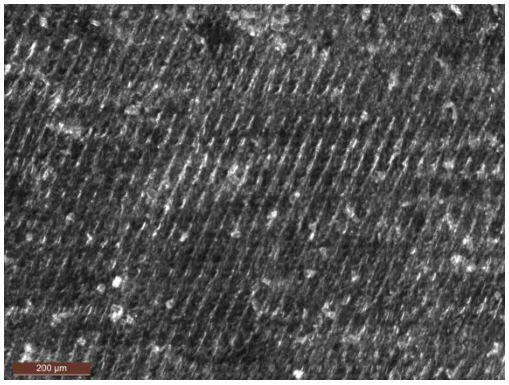



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,4 | 1,09 | 1,13 | 1,15 | 1,05 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,164 |

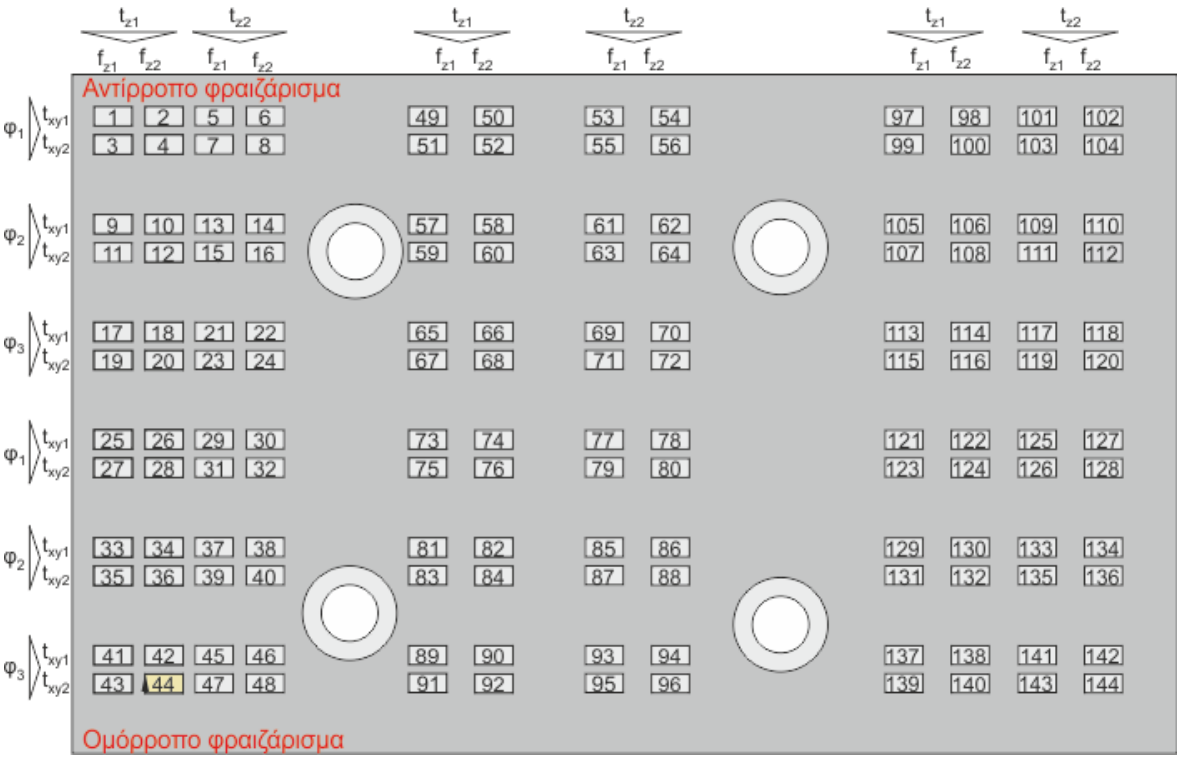


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 44 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |

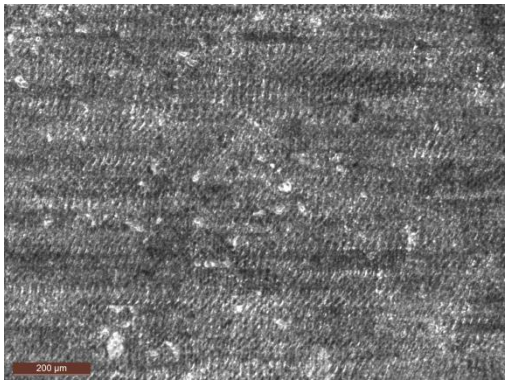



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,38 | 1,37 | 1,47 | 1,39 | 1,47 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,418 |

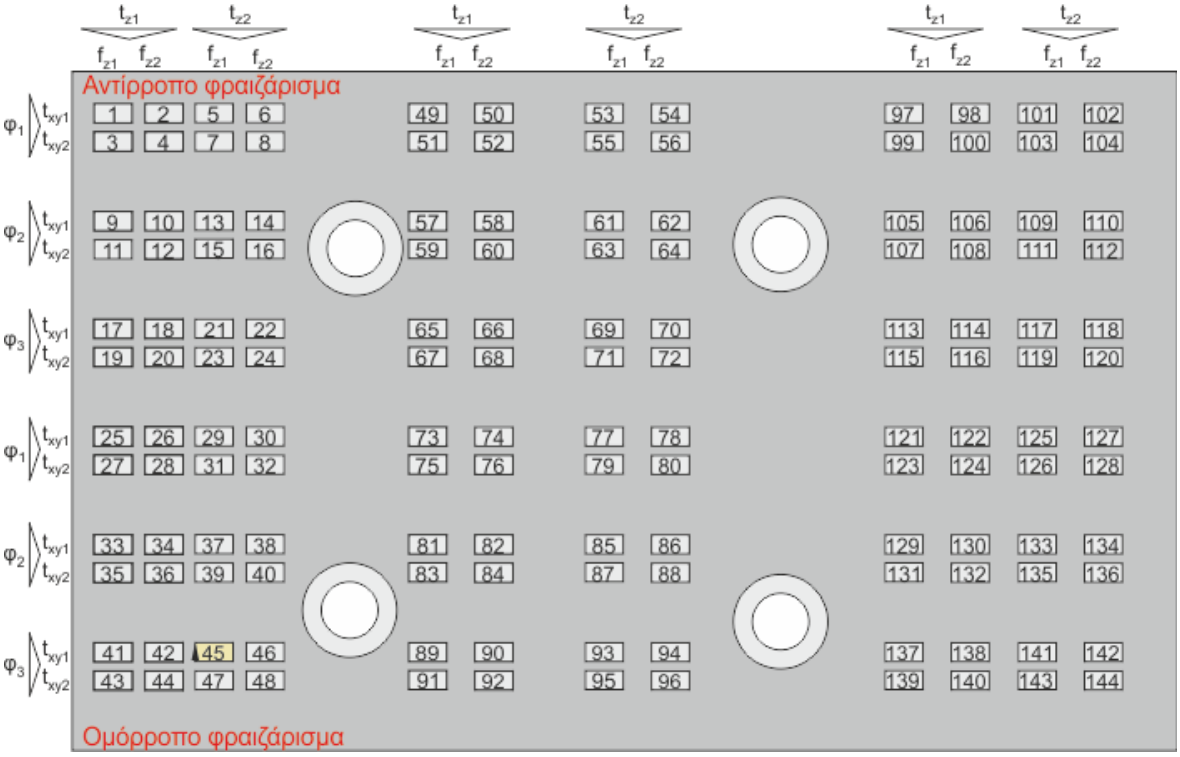


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 45 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |

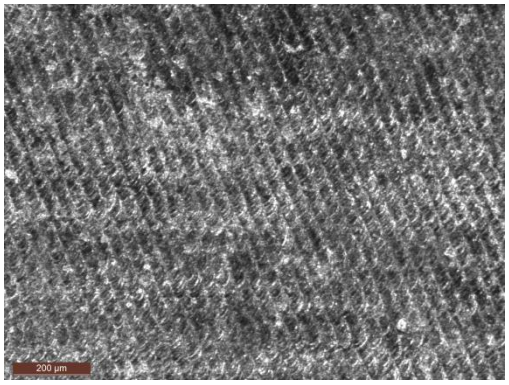



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0,946 | 0,832 | 1,04 | 0,795 | 0,898 |

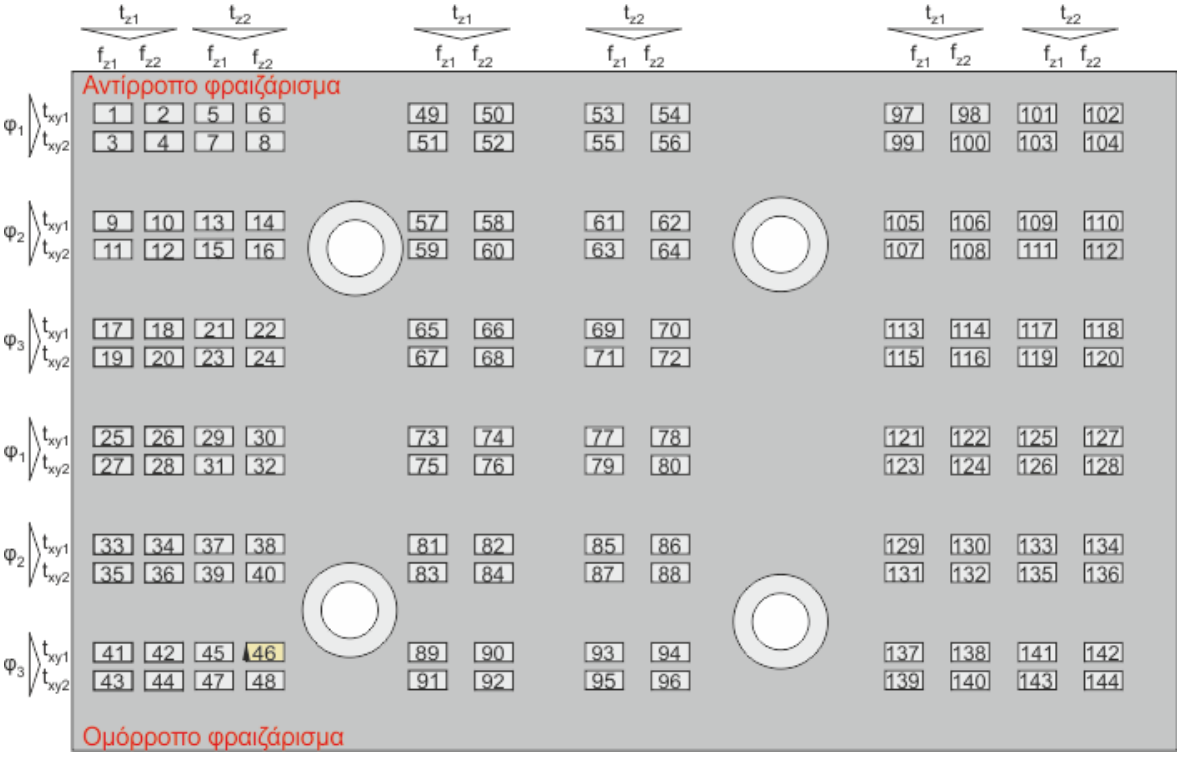
| $R_z$ mean |
|---|
| 0,9022 |



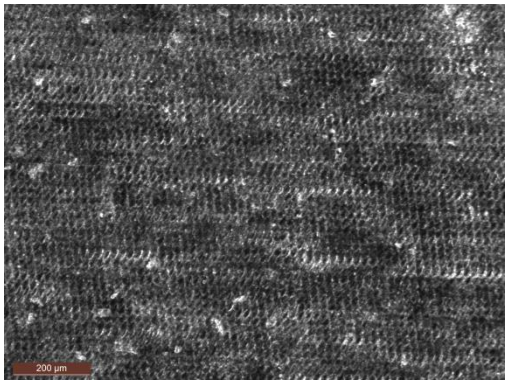
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 46 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |




| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,39 | 1,53 | 1,36 | 1,52 | 1,4 | 1,278 |

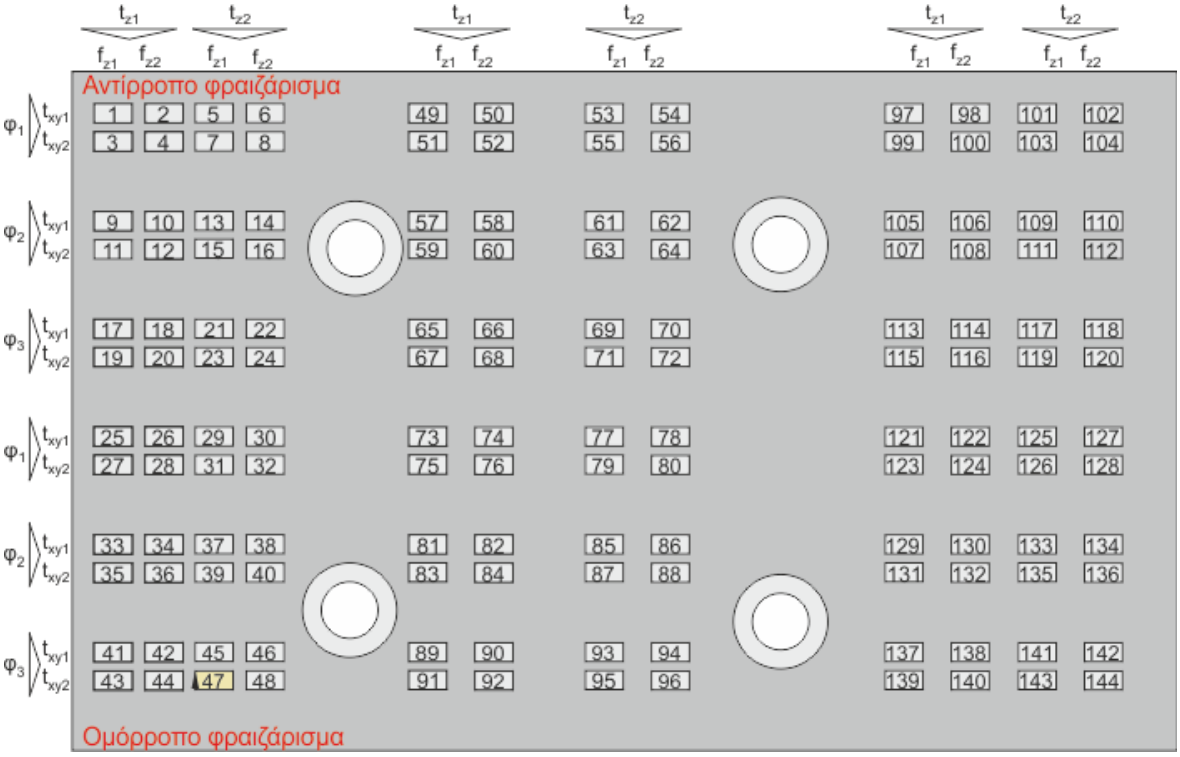


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 47 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |

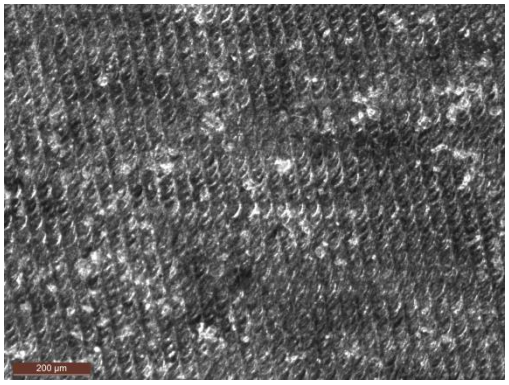



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,34 | 1,41 | 1,23 | 1,12 | 1,27 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,274 |

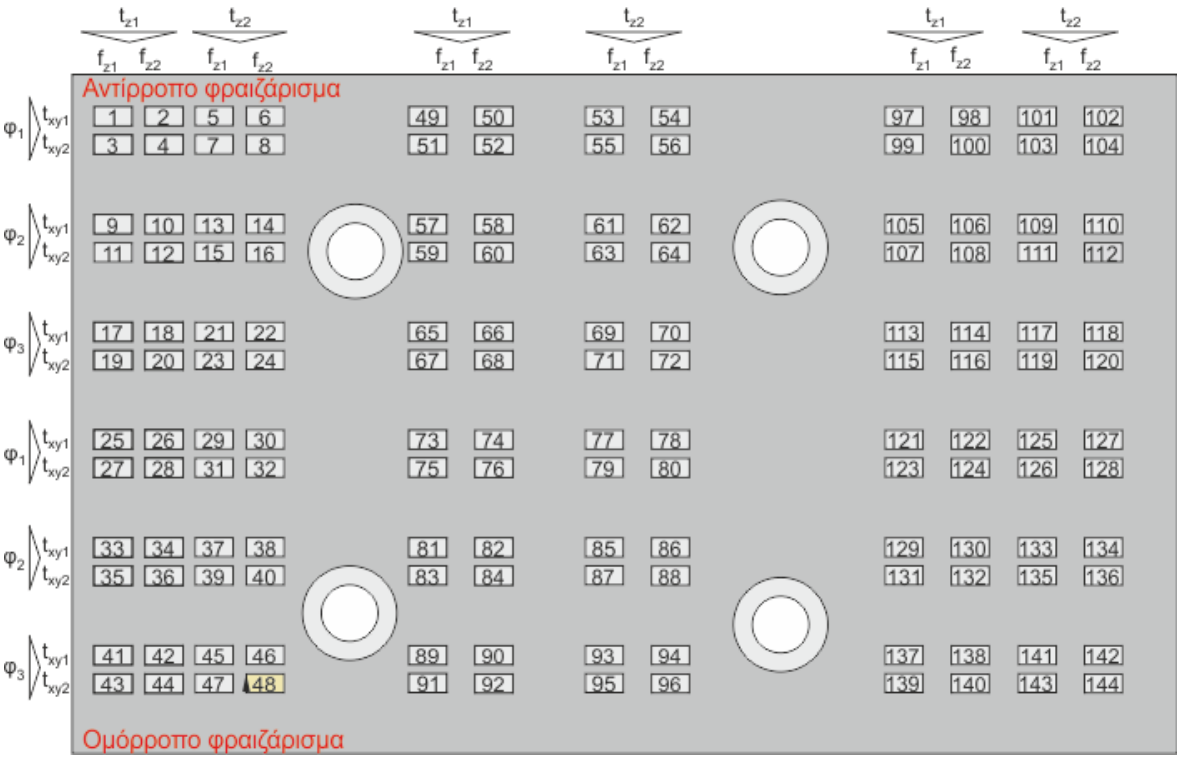


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ1 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 48 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ο |

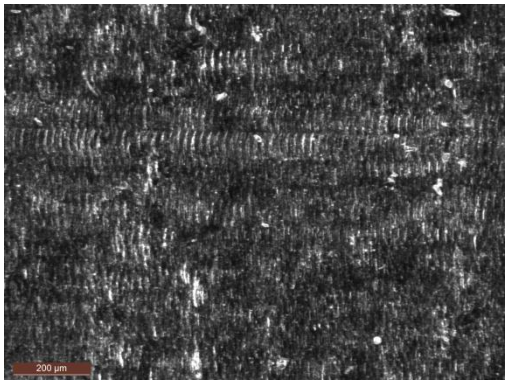



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,54 | 1,47 | 1,49 | 1,45 | 1,56 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,502 |

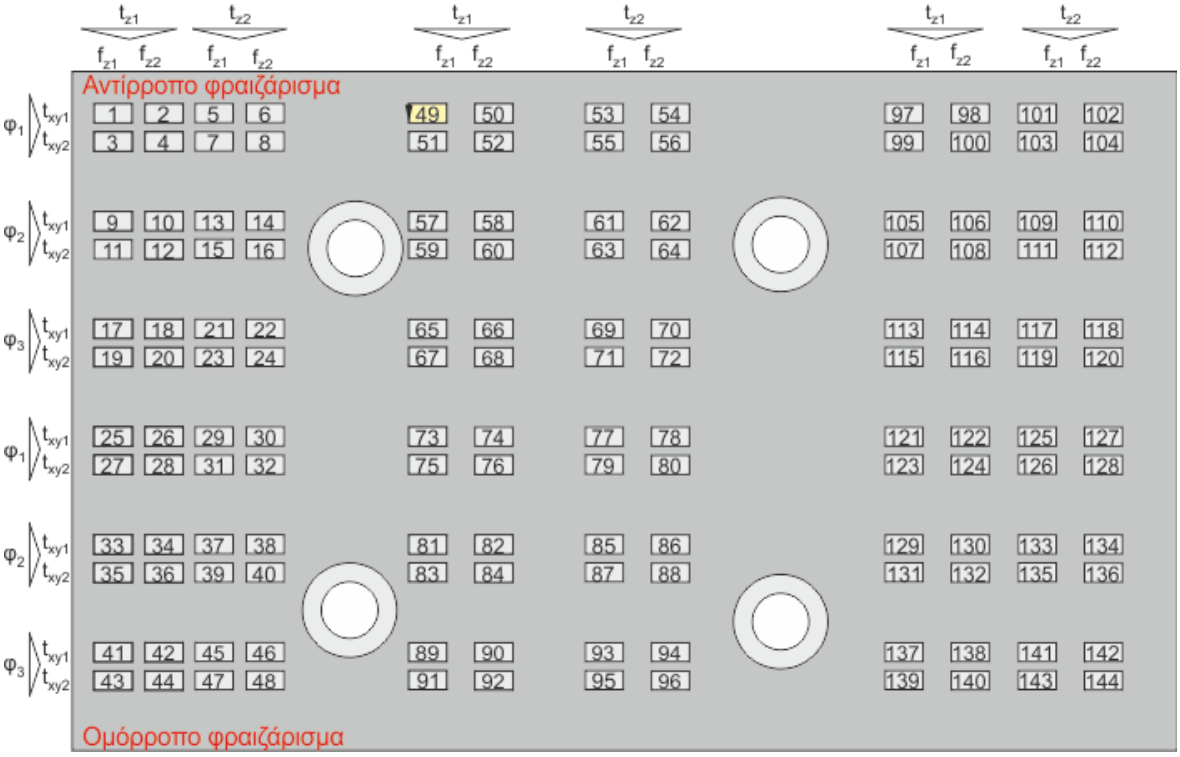


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 49 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |

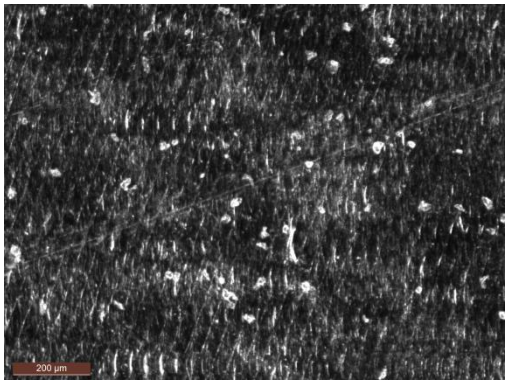



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0,503 | 0,536 | 0,51 | 0,521 | 0,529 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 0,5198 |

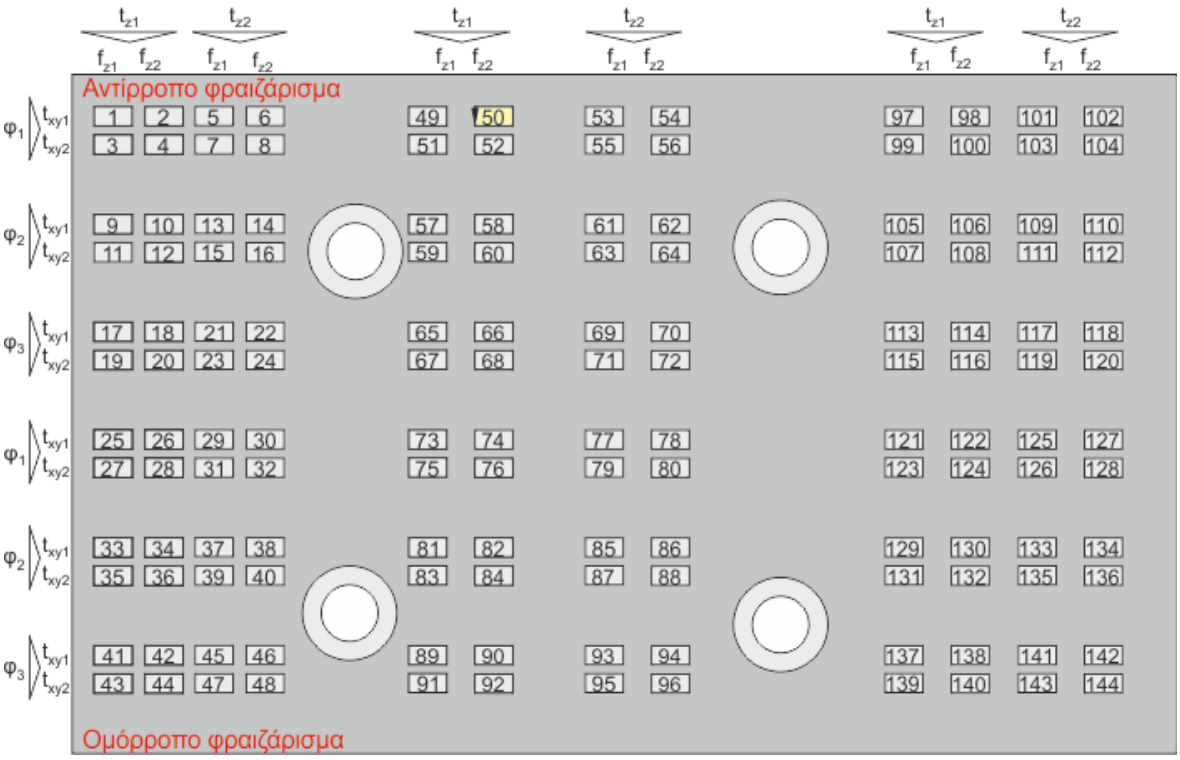


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 50 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |

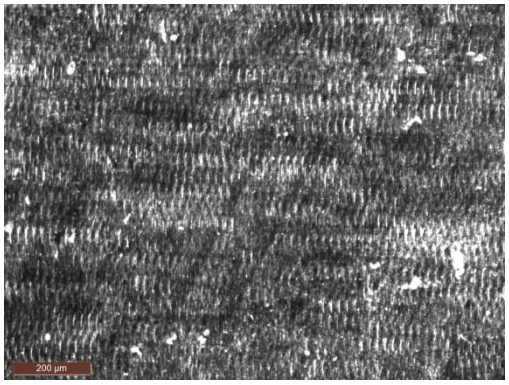



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0,503 | 0,536 | 0,51 | 0,521 | 0,529 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 0,5198 |

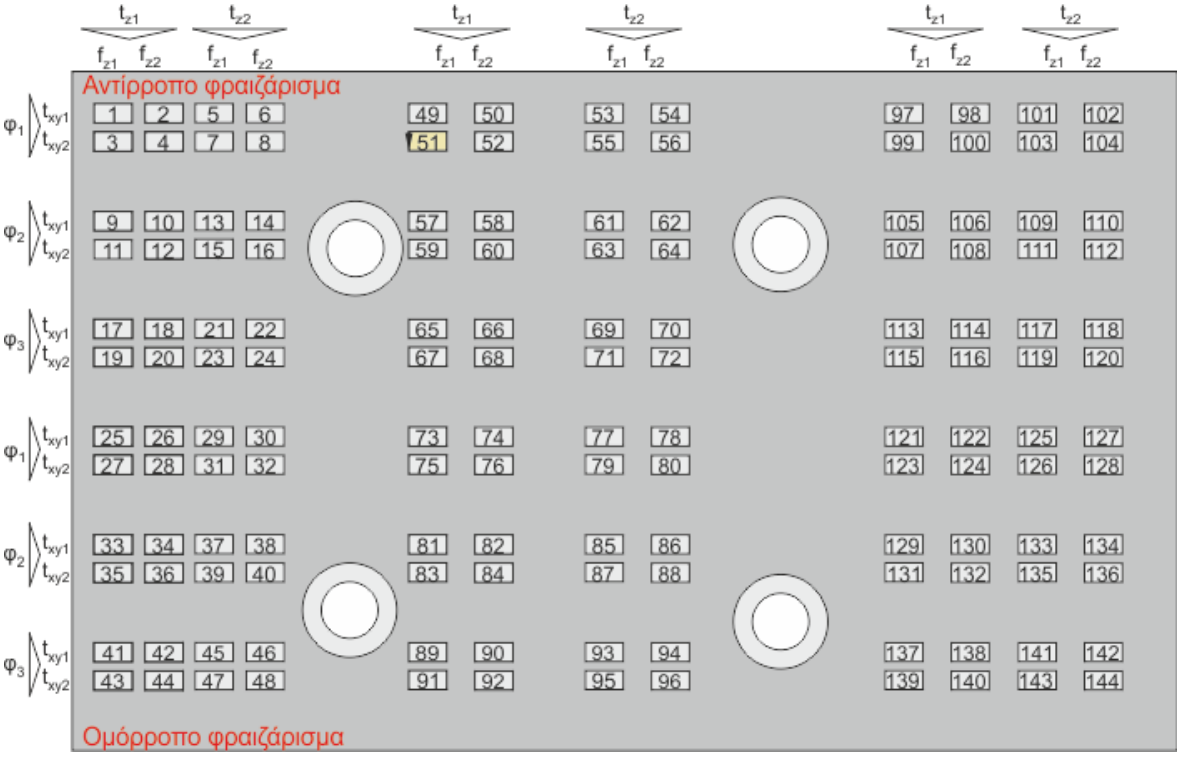


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 51 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |

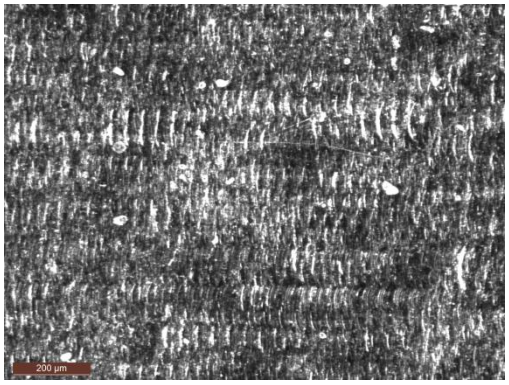



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0,584 | 0,651 | 0,543 | 0,728 | 0,592 |

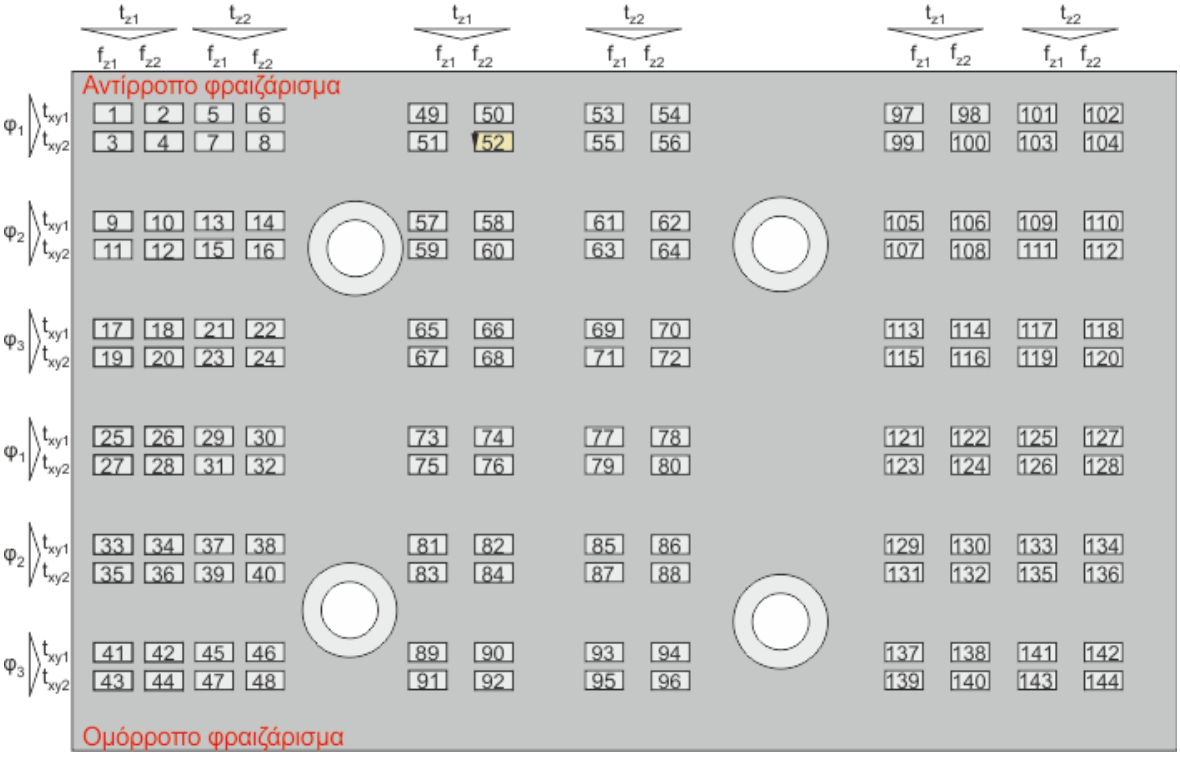
| $R_z$ mean |
|---|
| 0,6196 |



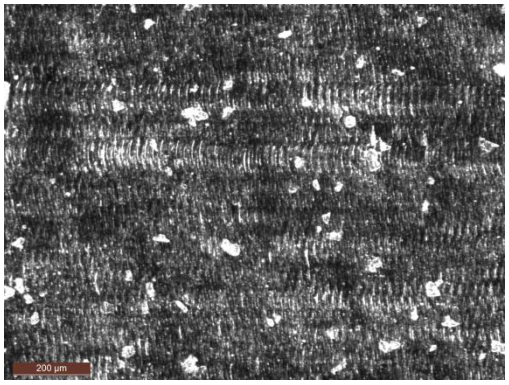
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 52 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |



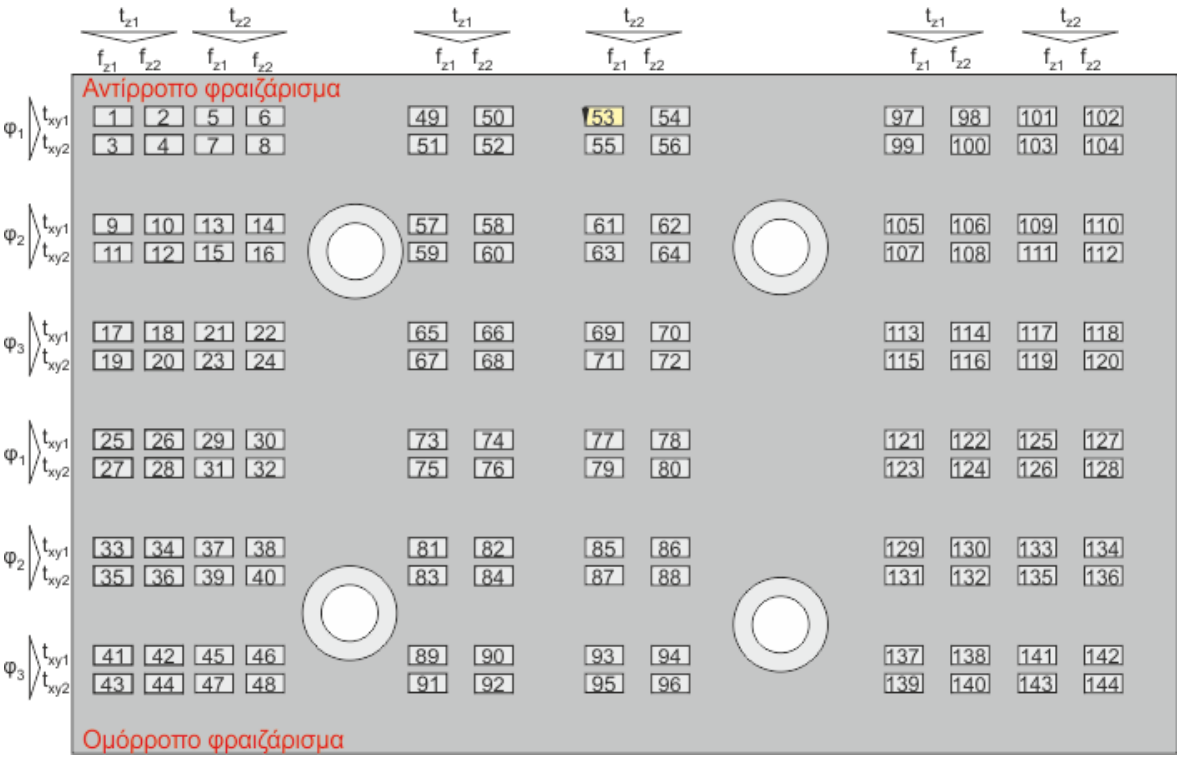

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,669 | 0,654 | 0,673 | 0,688 | 0,577 | 0,6522 |



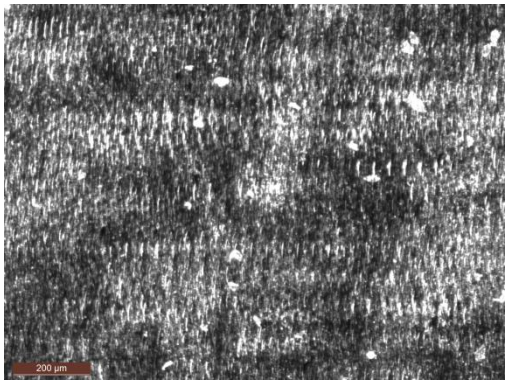
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 53 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |



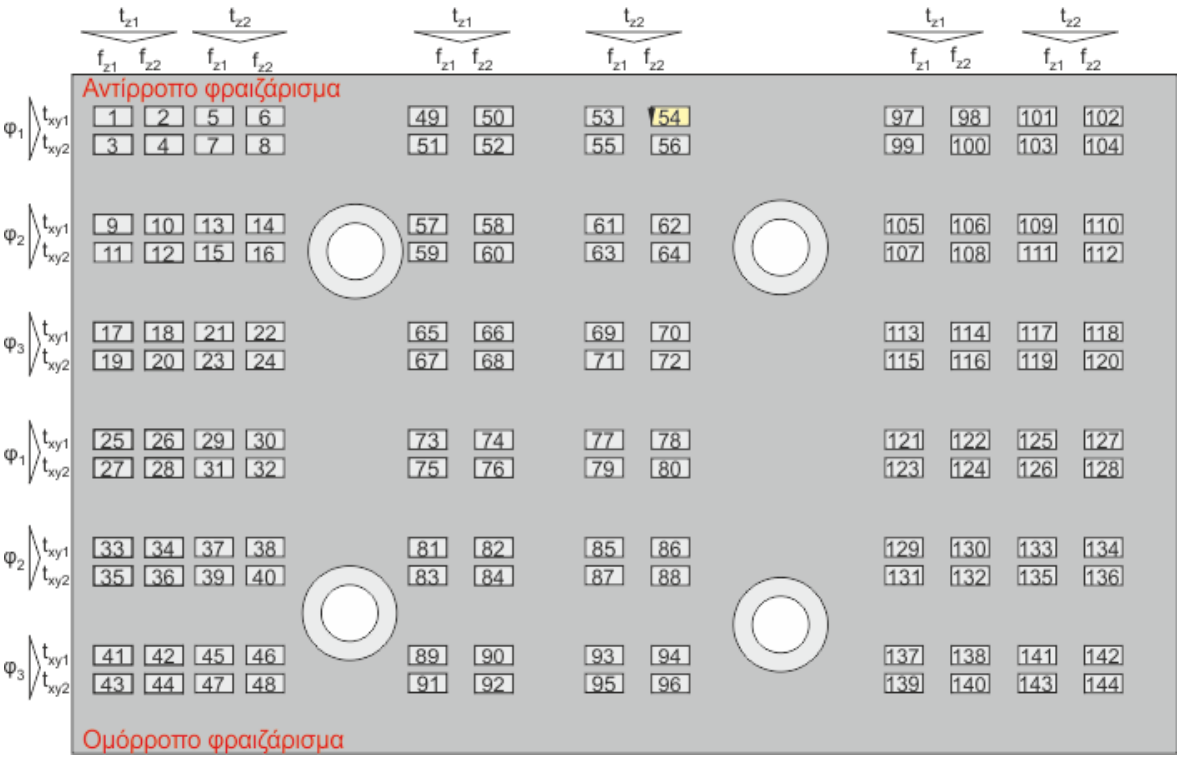

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,721 | 0,71 | 0,643 | 0,61 | 0,629 | 0,6626 |



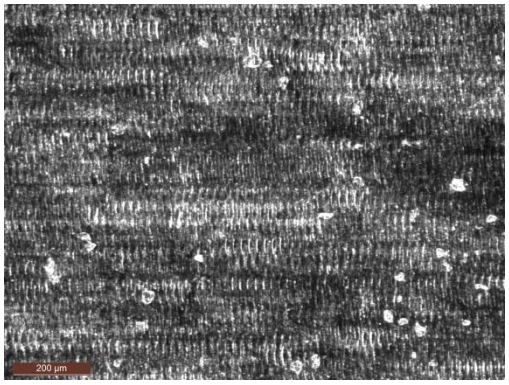
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 54 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |



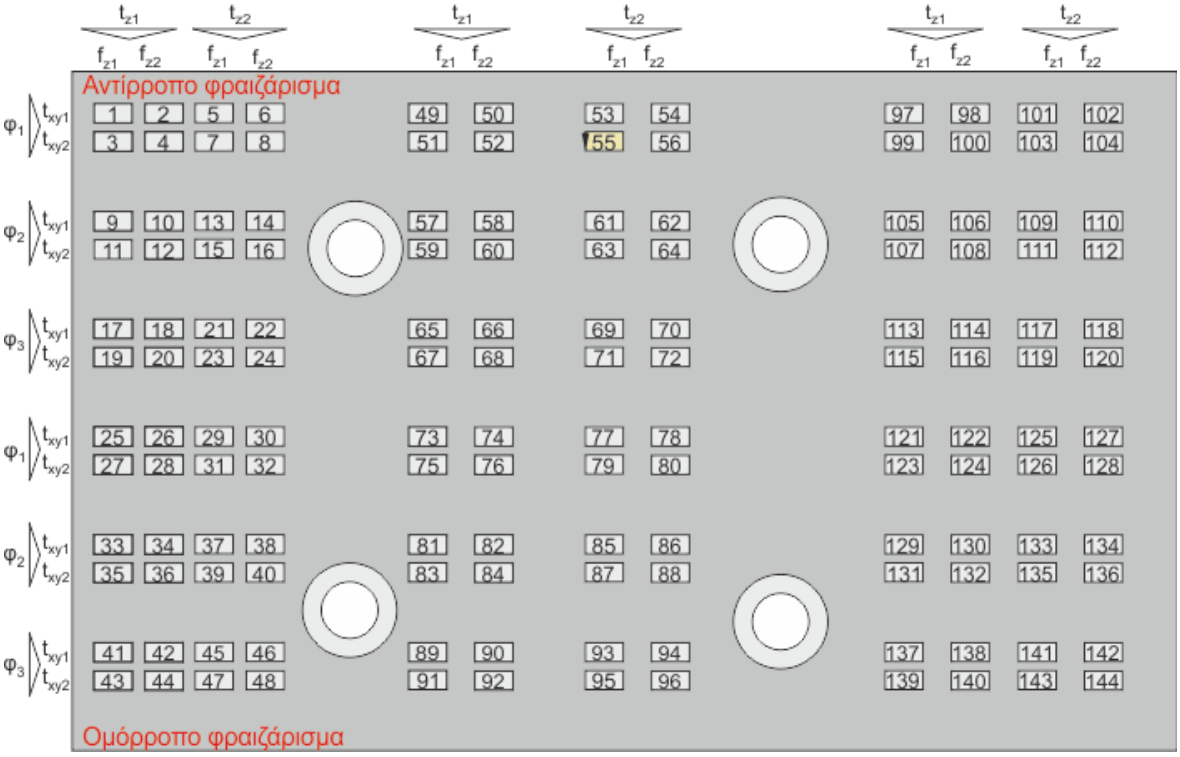

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,691 | 0,599 | 0,688 | 0,673 | 0,643 | 0,6588 |



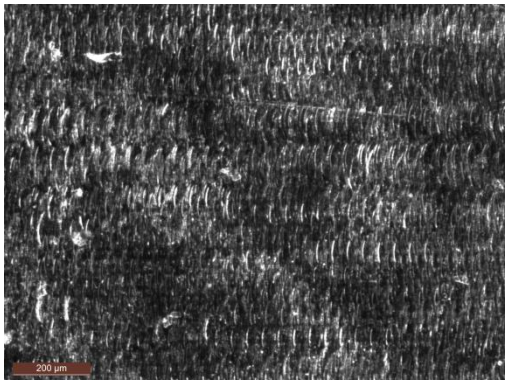
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 55 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |



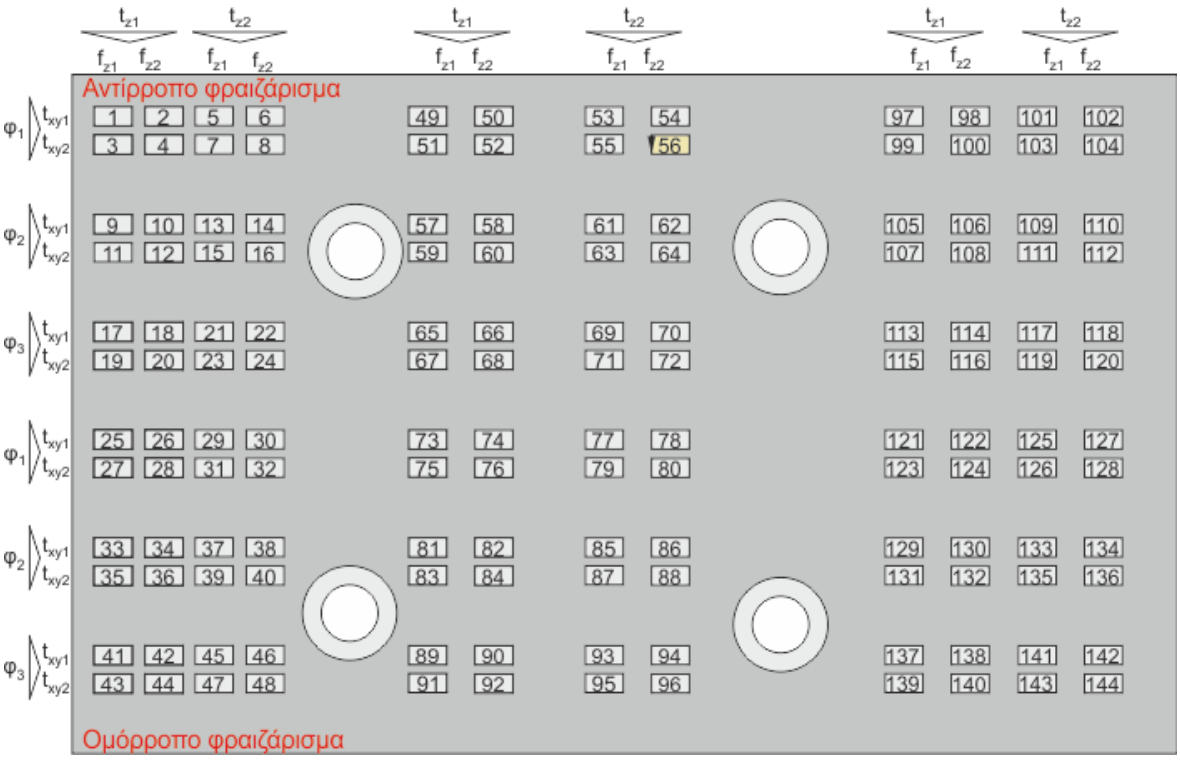

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,551 | 0,521 | 0,532 | 0,518 | 0,51 | 0,5264 |



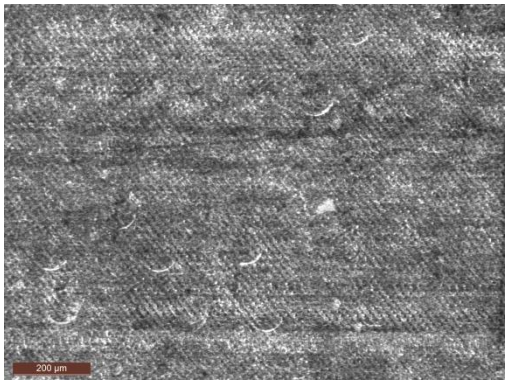
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 56 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |




| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,802 | 0,736 | 0,669 | 0,924 | 0,824 | 0,791 |

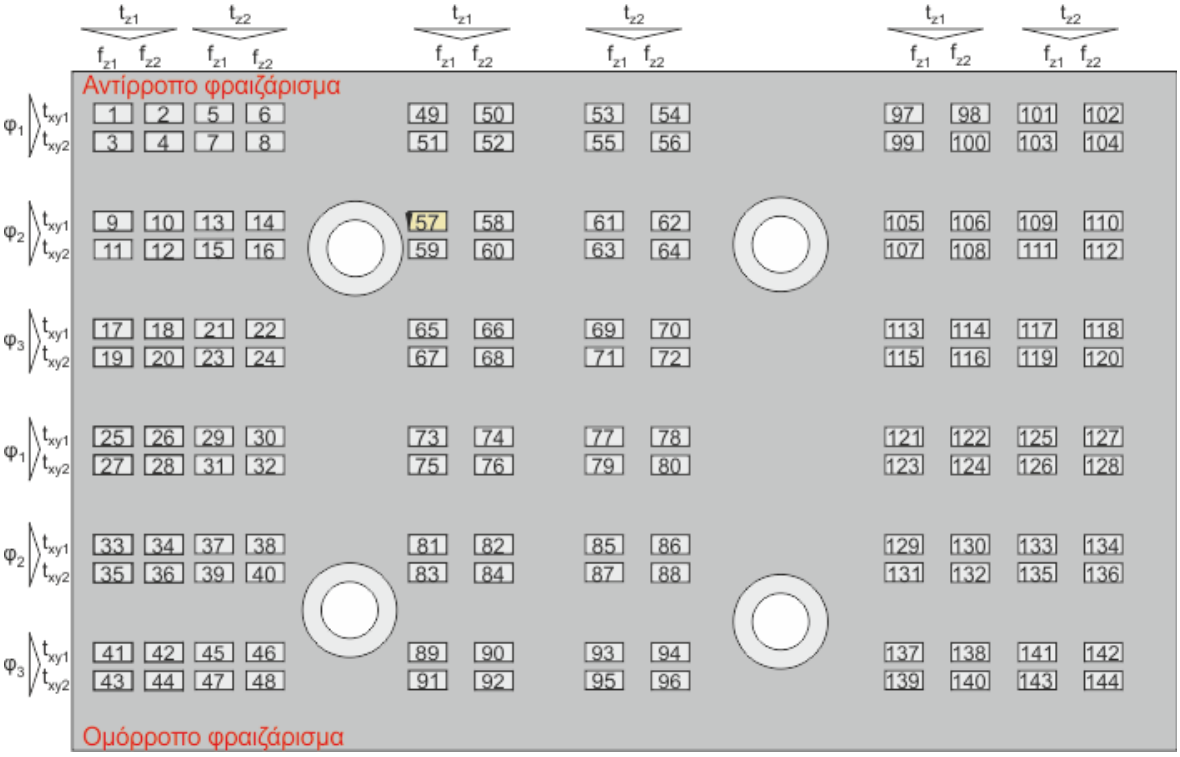


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 57 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |

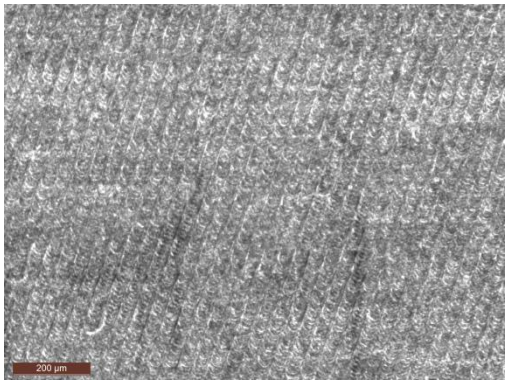



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,4 | 1,42 | 1,3 | 1,43 | 1,33 |

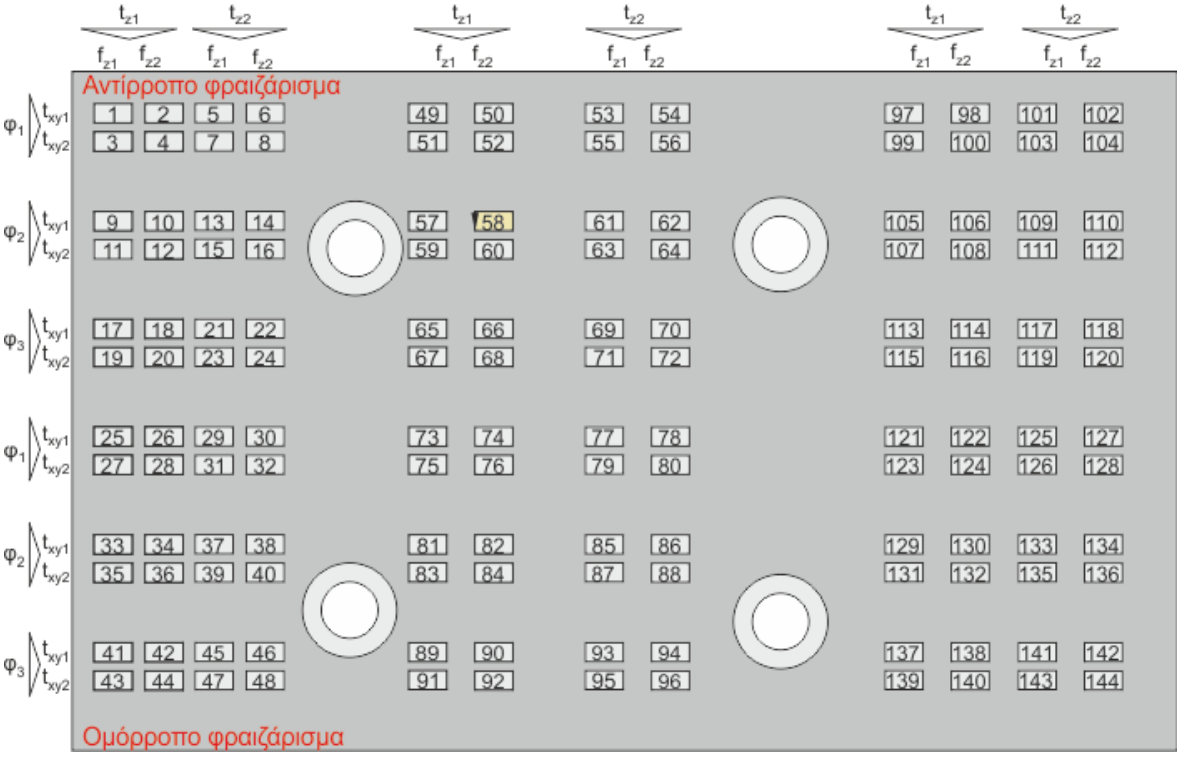
| $R_z$ mean |
|---|
| 1,376 |



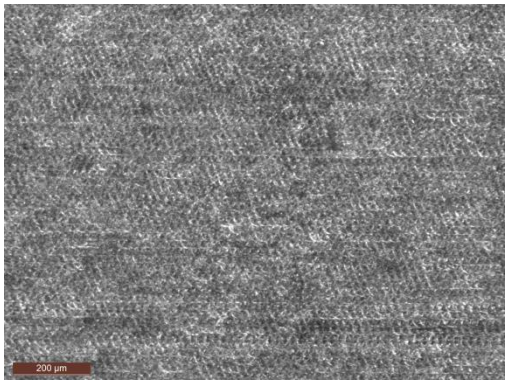
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 58 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |




| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,52 | 1,58 | 1,69 | 1,54 | 1,73 | 1,612 |

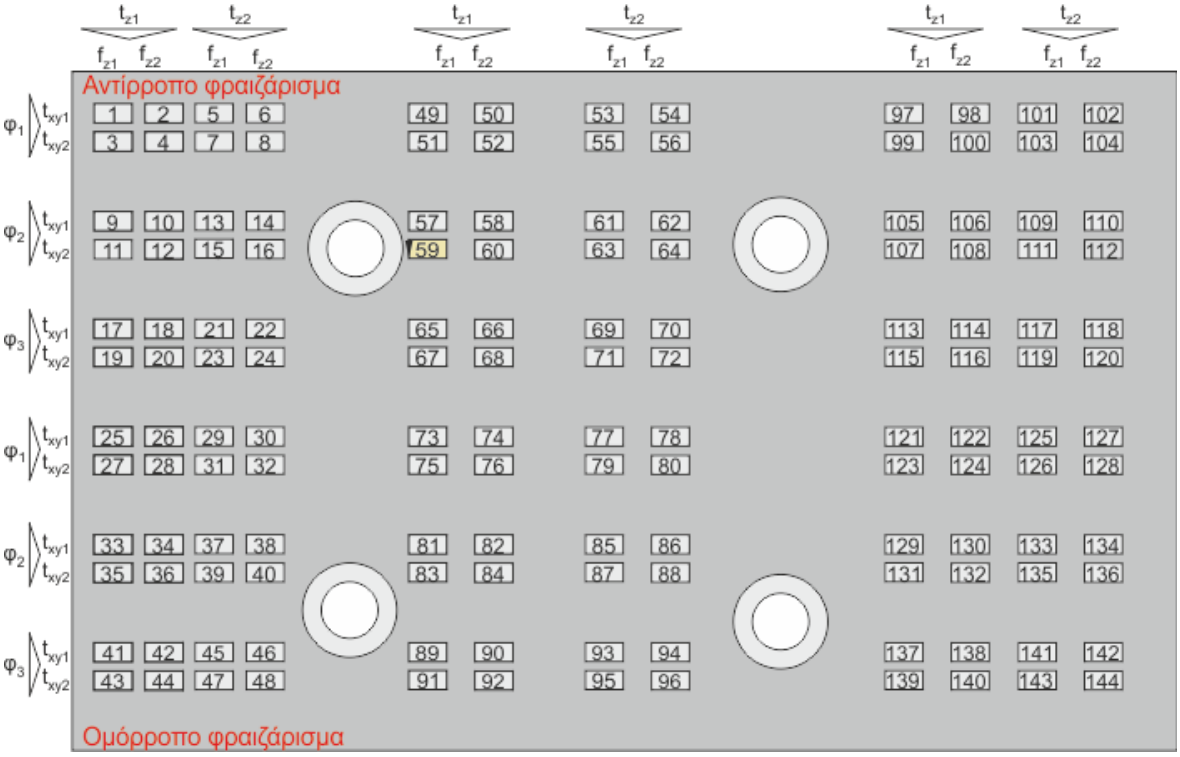


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 59 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |

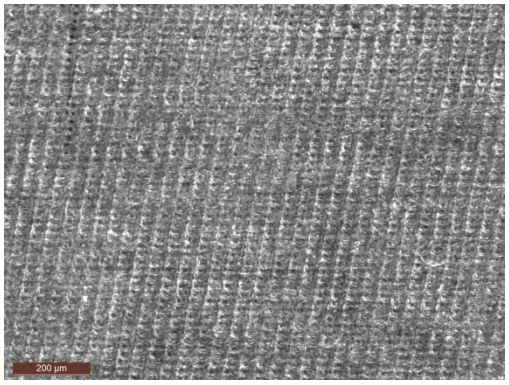



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,32 | 1,39 | 1,29 | 1,35 | 1,38 |

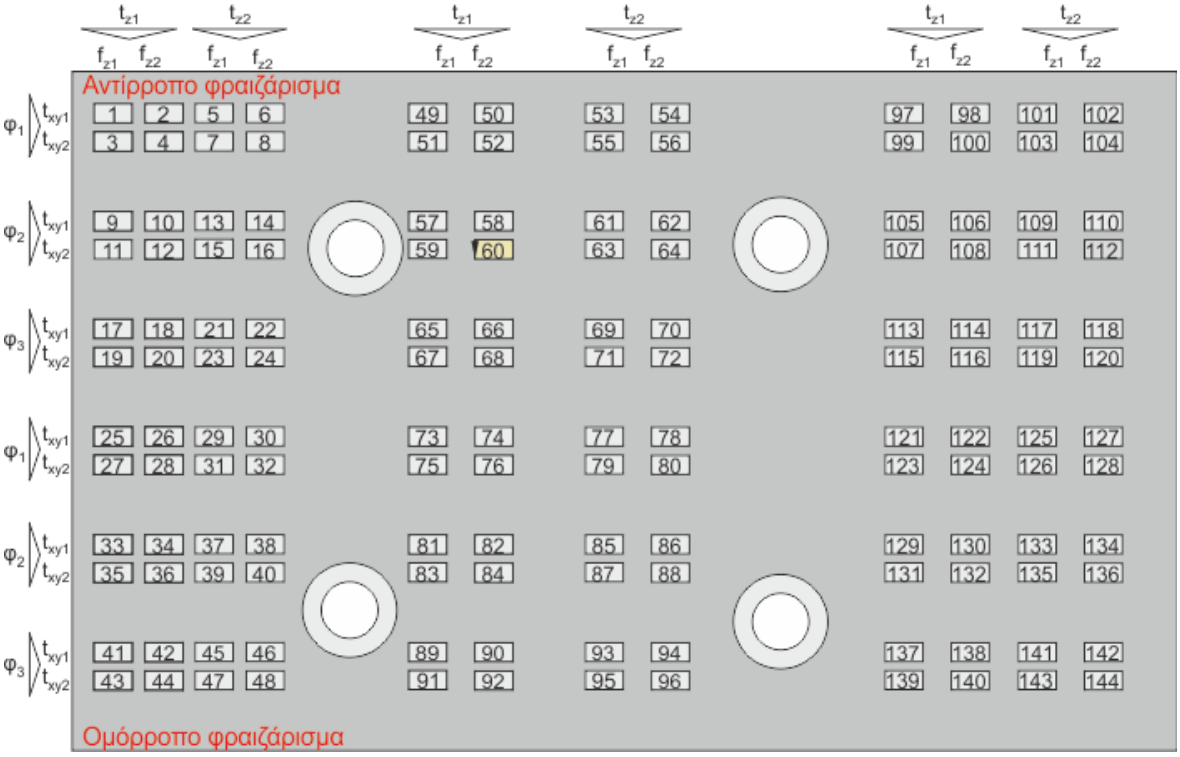
| $R_z$ mean |
|---|
| 1,346 |



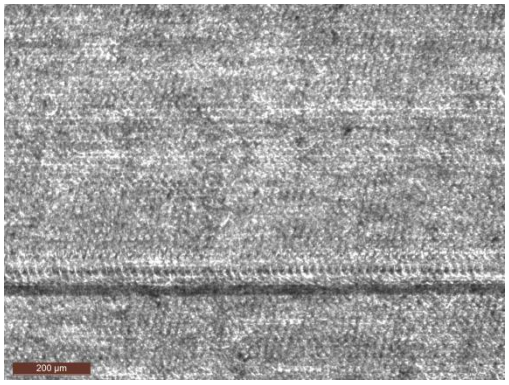
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 60 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |



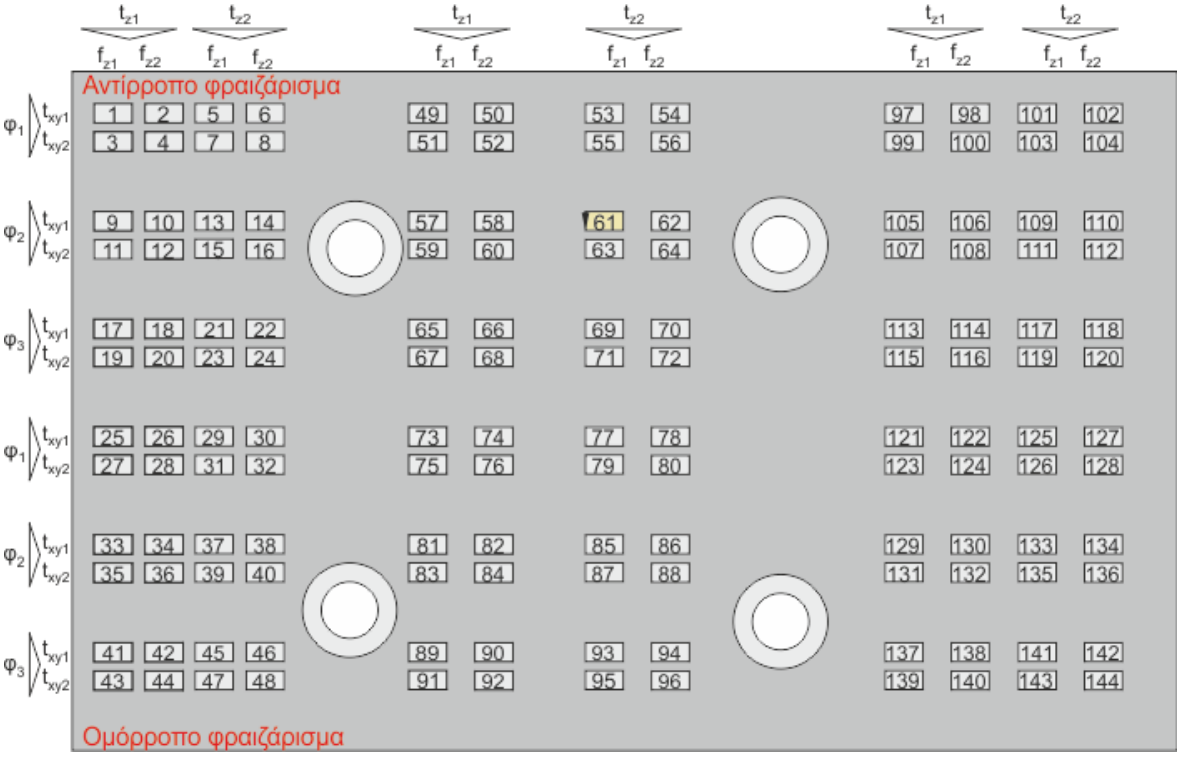

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,43 | 1,38 | 1,36 | 1,57 | 0,592 | 1,428 |



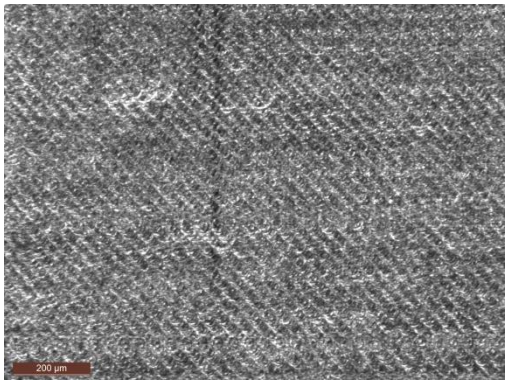
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 61 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |



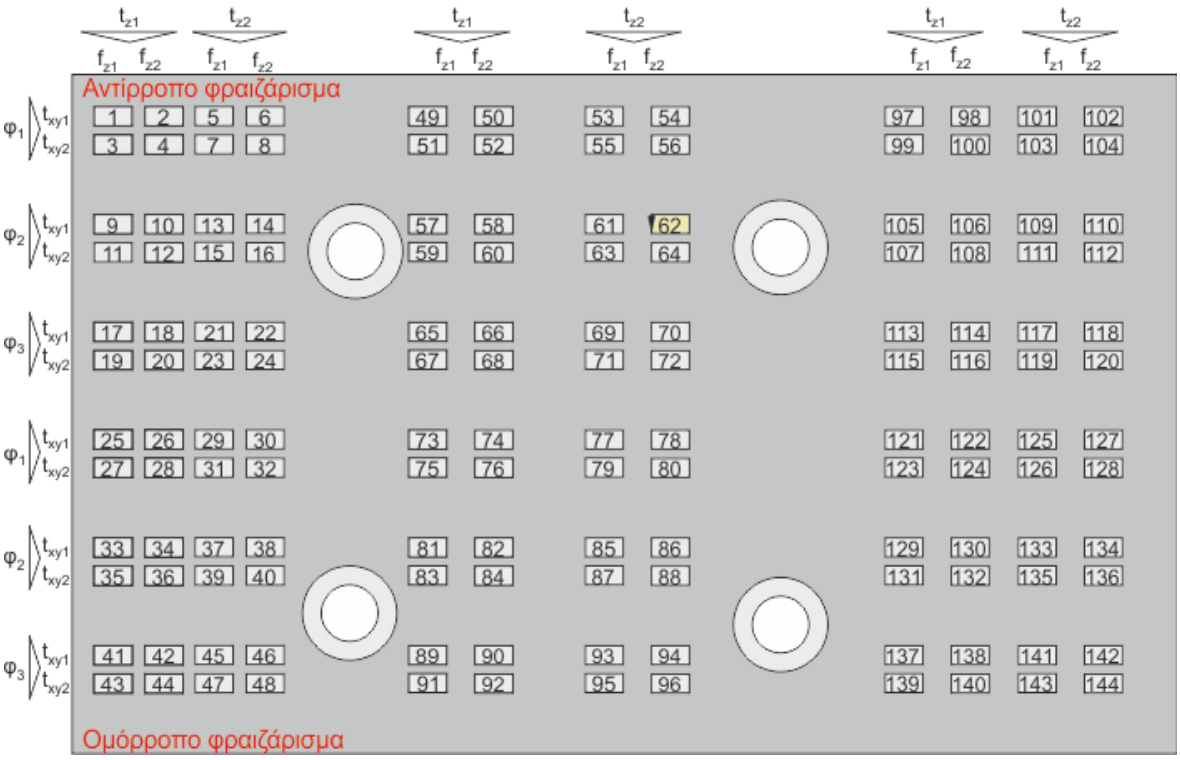

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,75 | 1,8 | 1,64 | 1,6 | 1,64 | 1,686 |



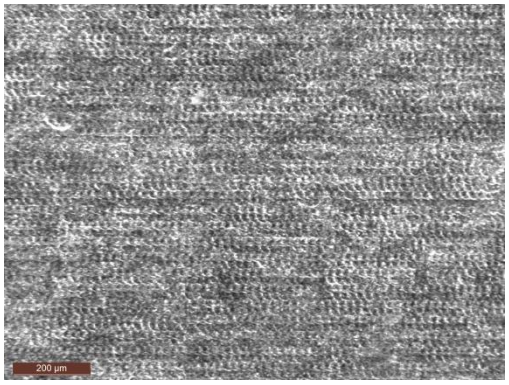
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 62 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |



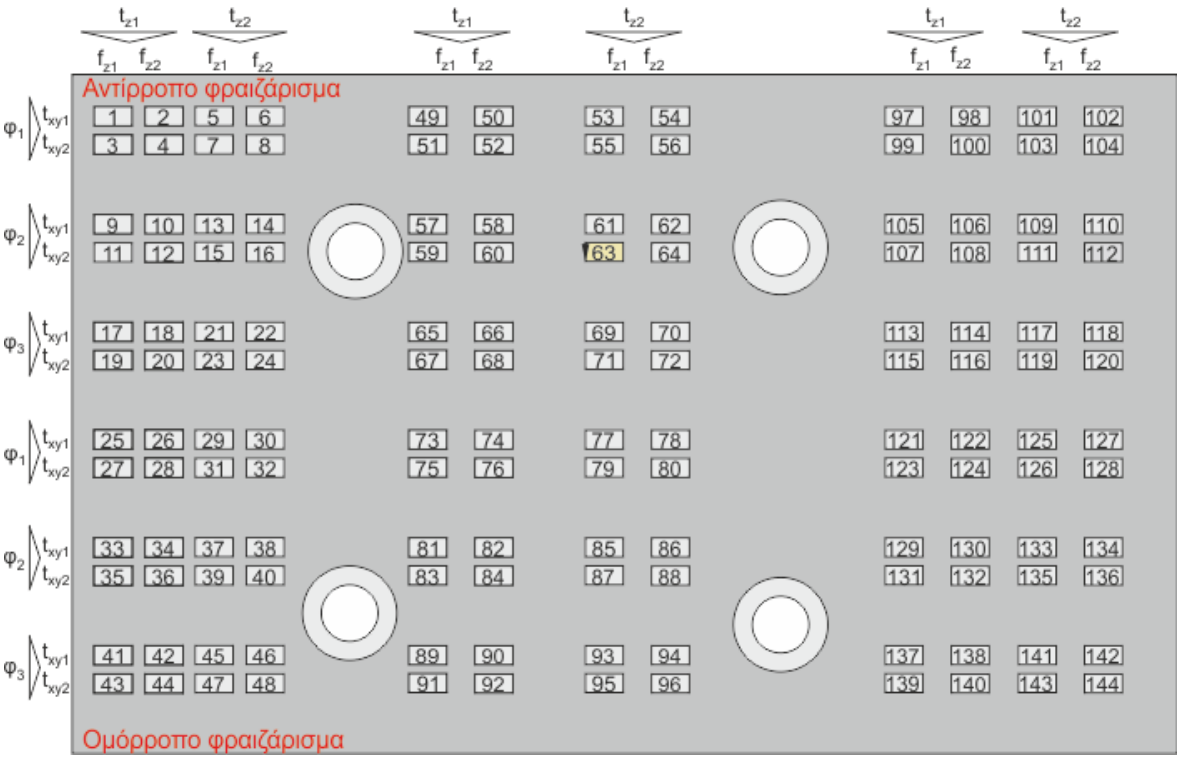

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,46 | 1,44 | 1,54 | 1,42 | 1,59 | 1,49 |



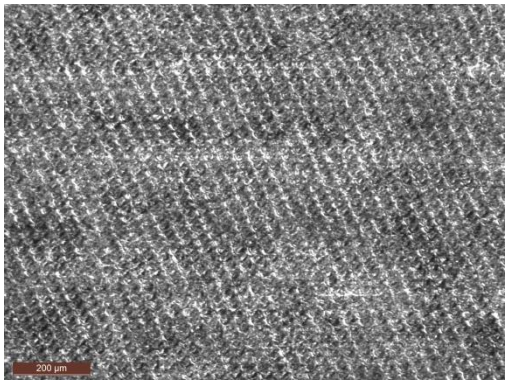
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 63 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |




| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,53 | 1,51 | 1,55 | 1,56 | 1,46 | 1,522 |

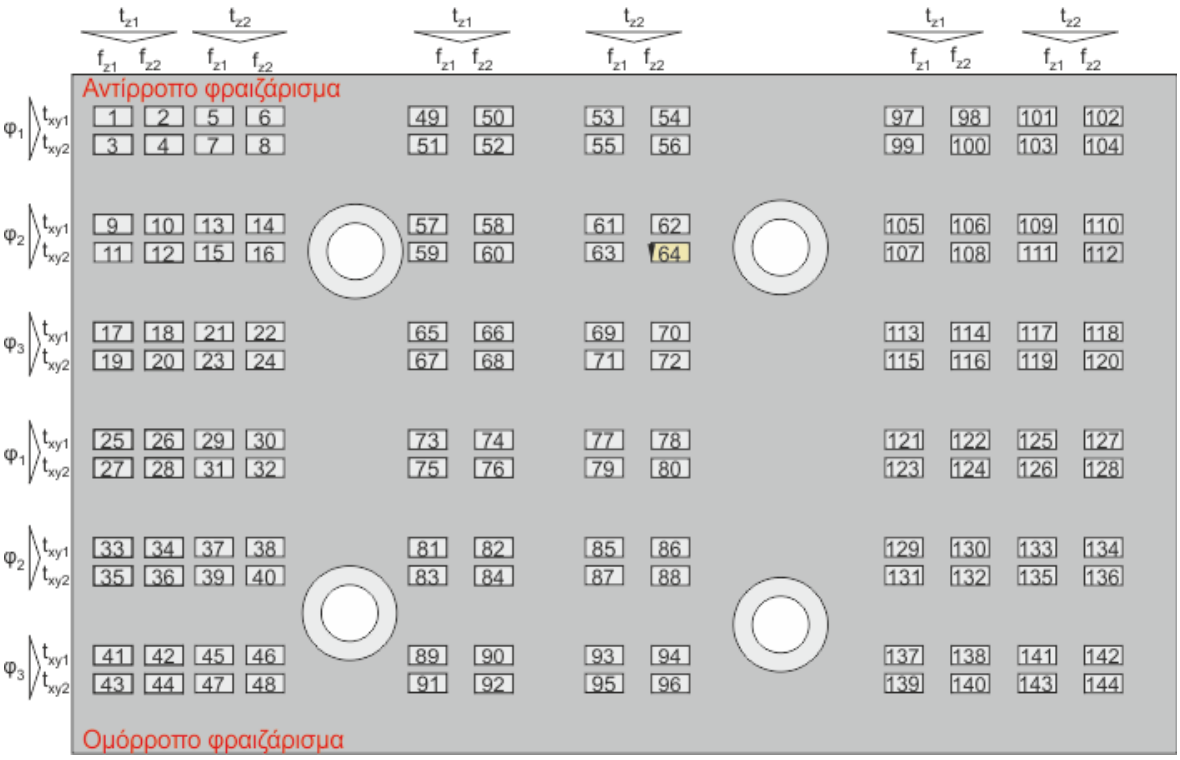


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 64 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |

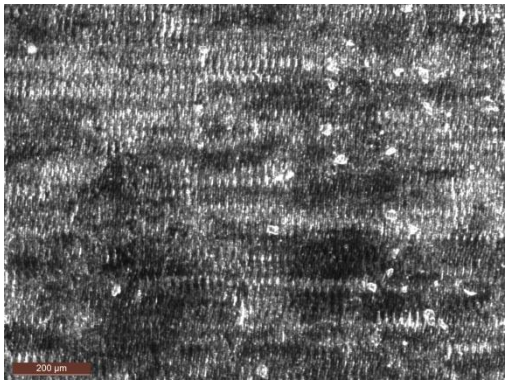



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,95 | 1,93 | 1,92 | 1,86 | 2,08 |

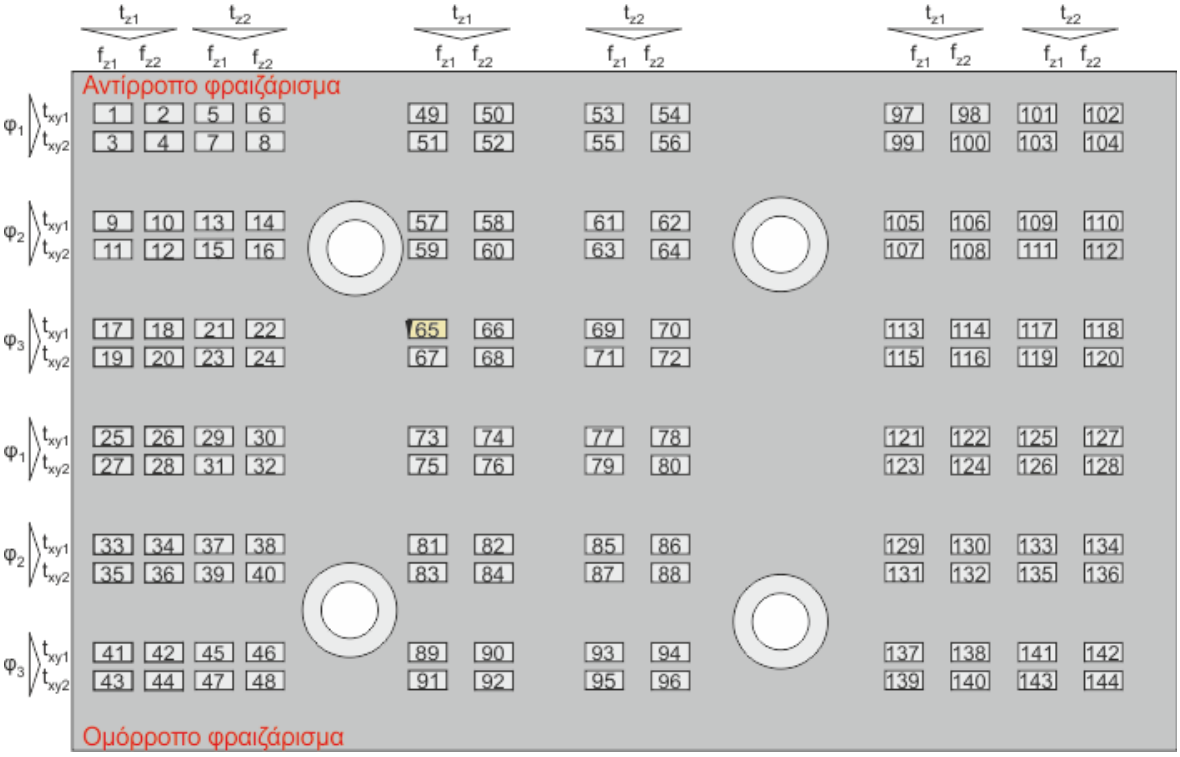
| $R_z$ mean |
|---|
| 1,948 |



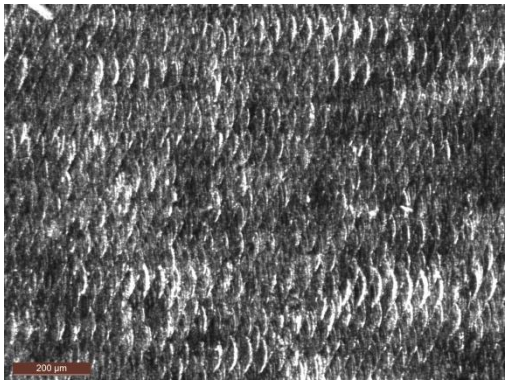
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 65 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |



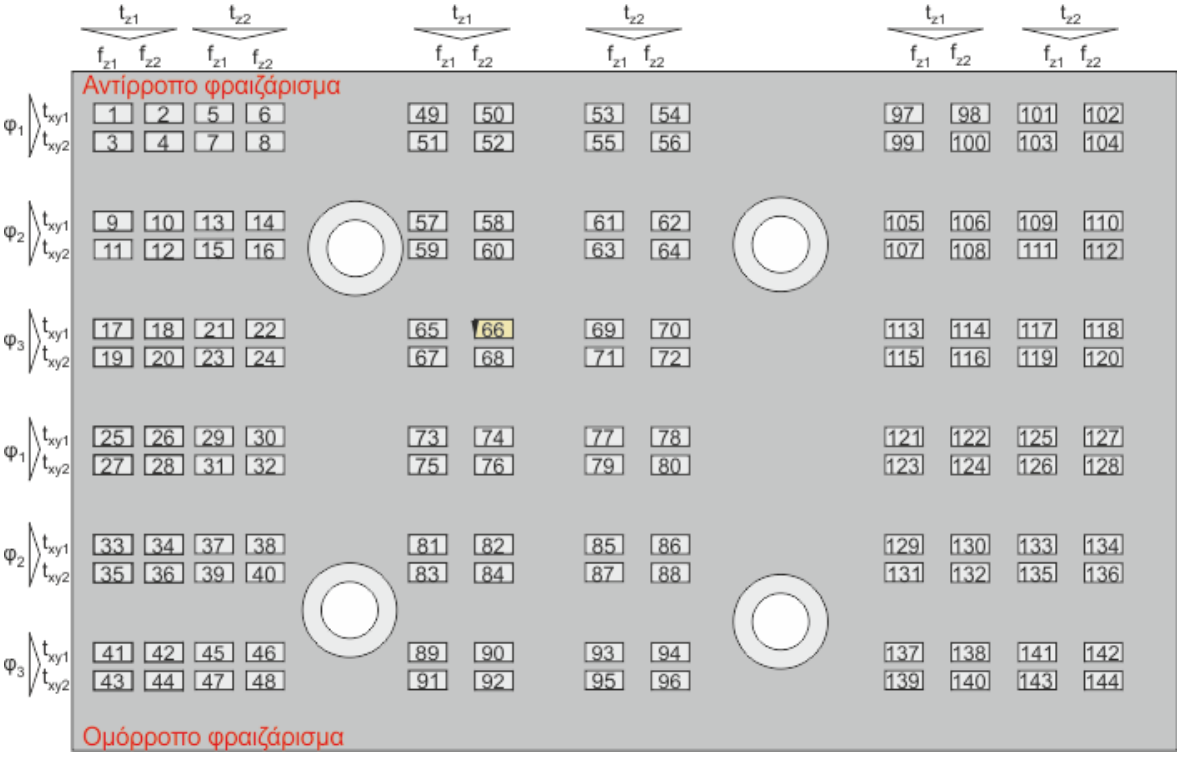

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,651 | 0,536 | 0,654 | 0,547 | 0,669 | 0,6114 |



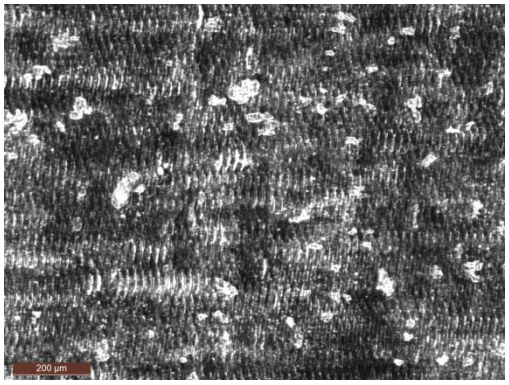
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 66 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |



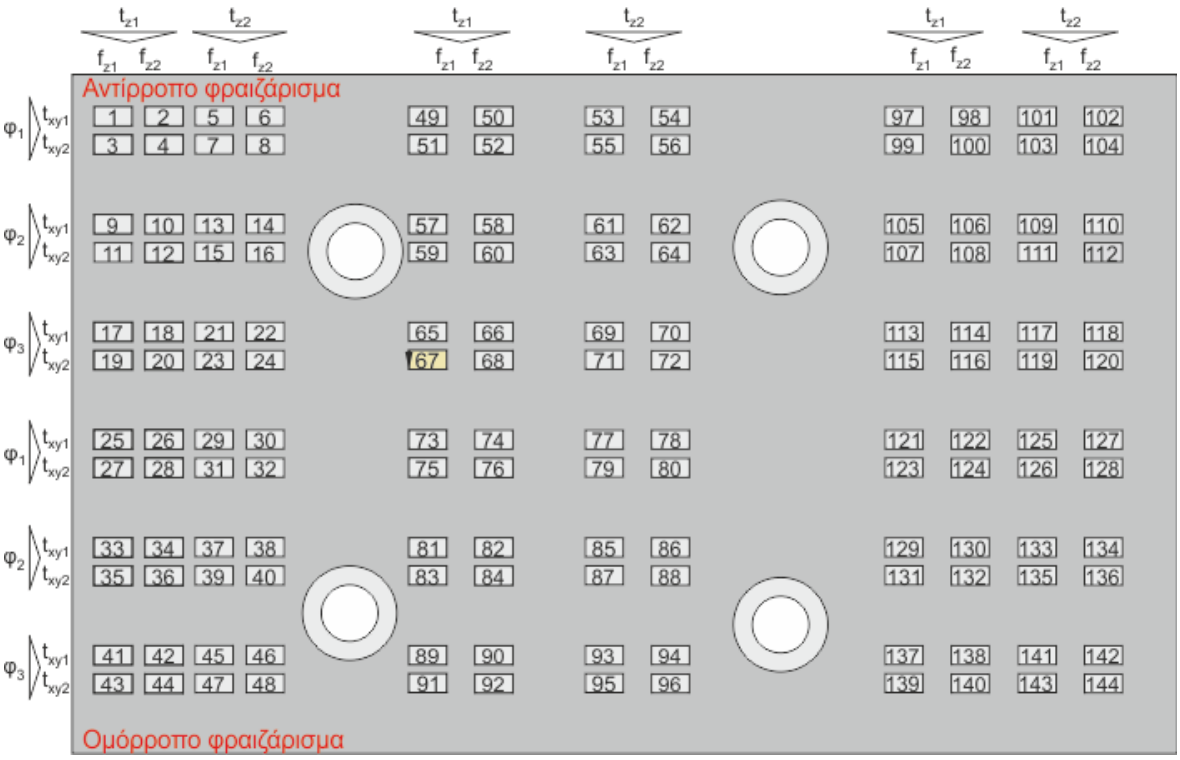

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,939 | 0,969 | 0,891 | 0,924 | 0,958 | 0,9362 |



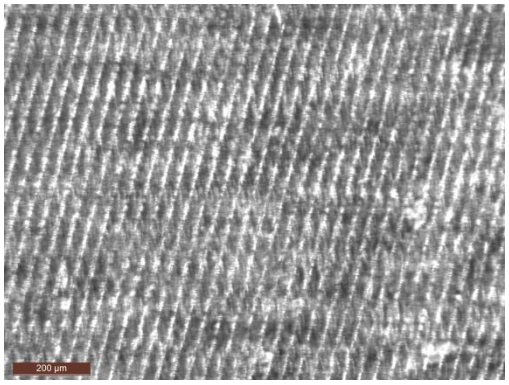
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 67 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |




| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,71 | 0,743 | 0,765 | 0,762 | 0,824 | 0,7608 |

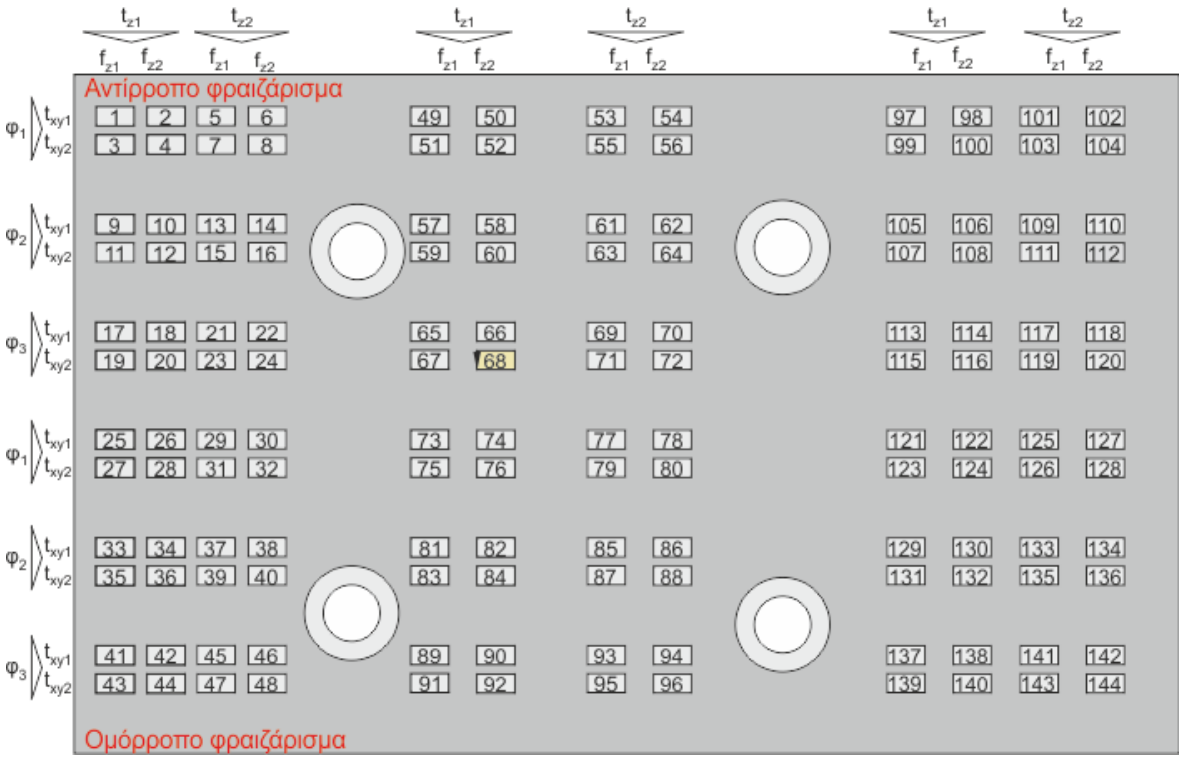


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 68 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |

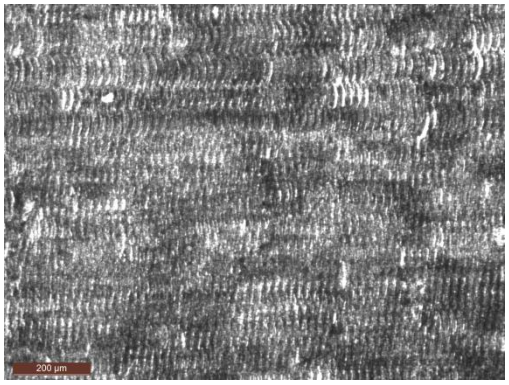



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0,85 | 0,958 | 0,543 | 0,946 | 0,943 |

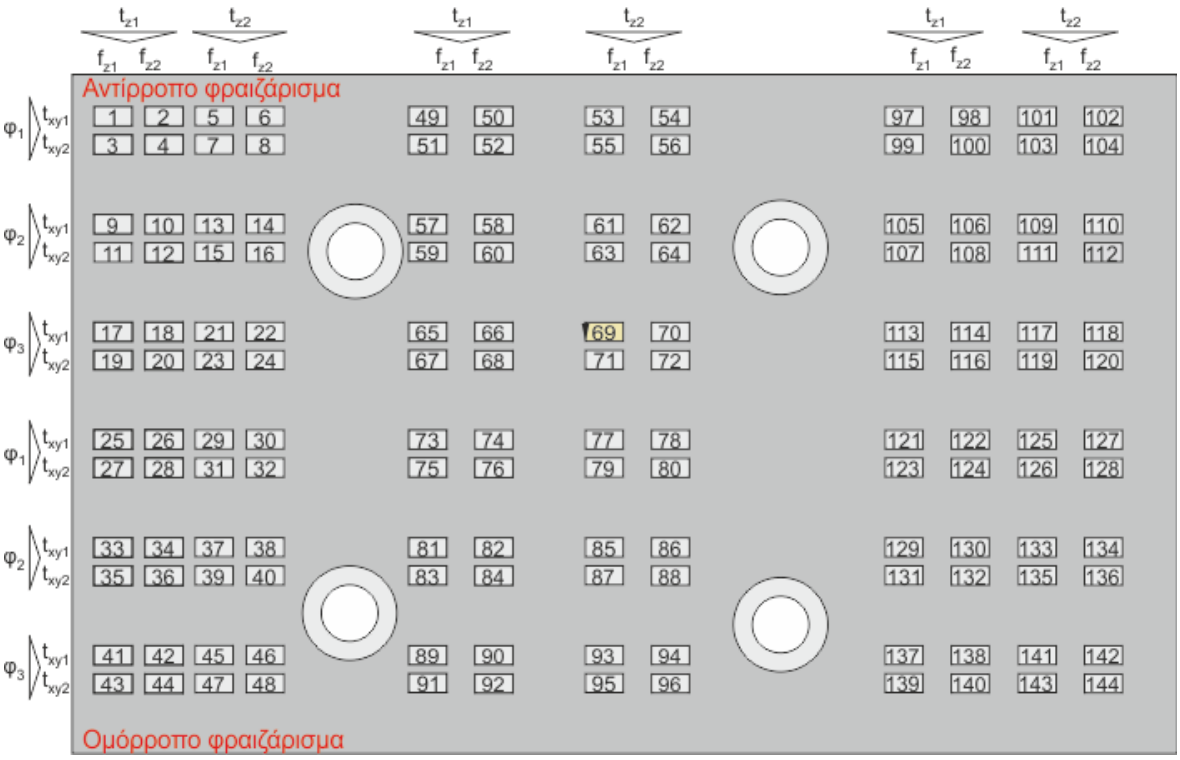
| $R_z$ mean |
|---|
| 0,7538 |



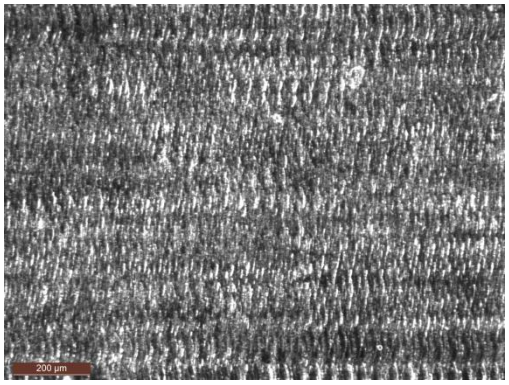
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 69 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |



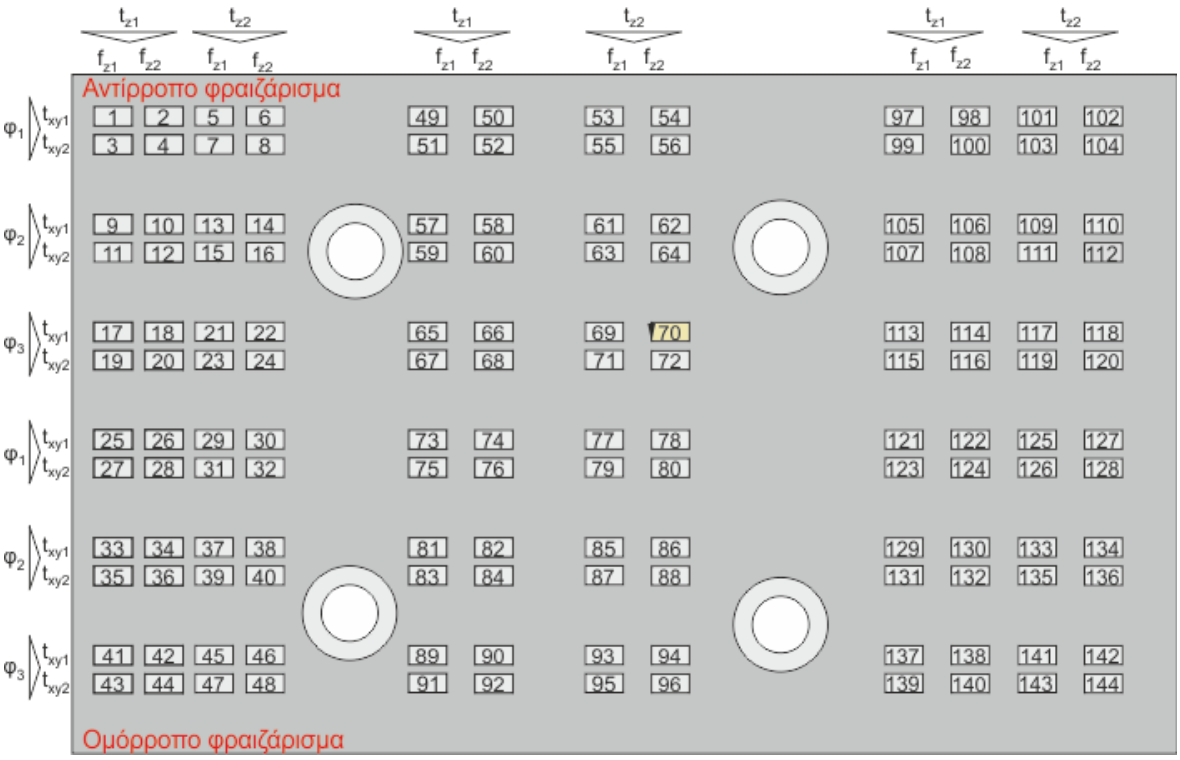

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,776 | 0,717 | 0,691 | 0,758 | 0,802 | 0,7488 |



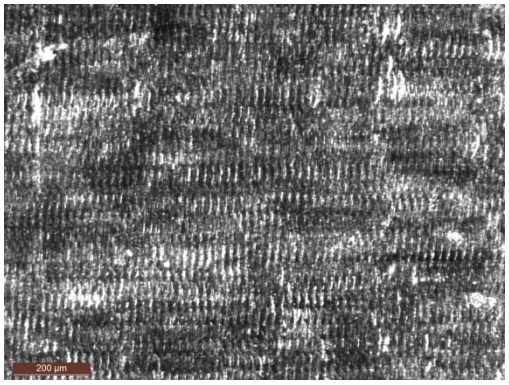
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 70 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |



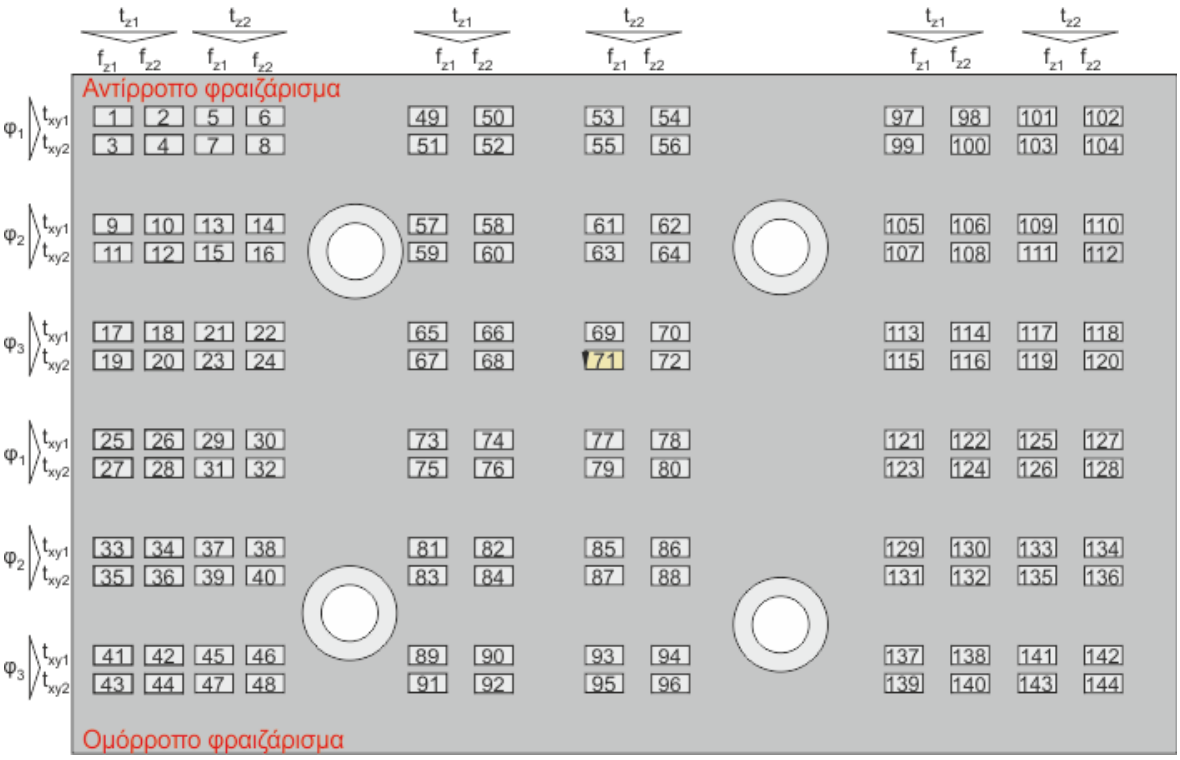

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,802 | 0,958 | 0,939 | 0,965 | 0,921 | 0,917 |



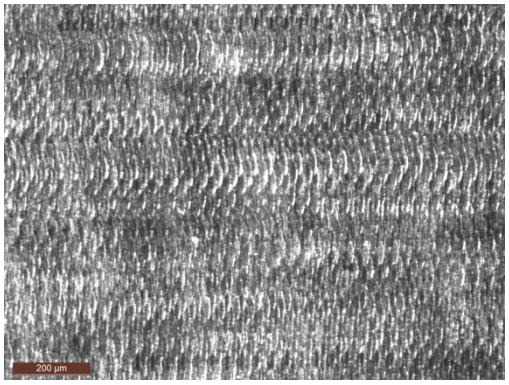
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 71 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |



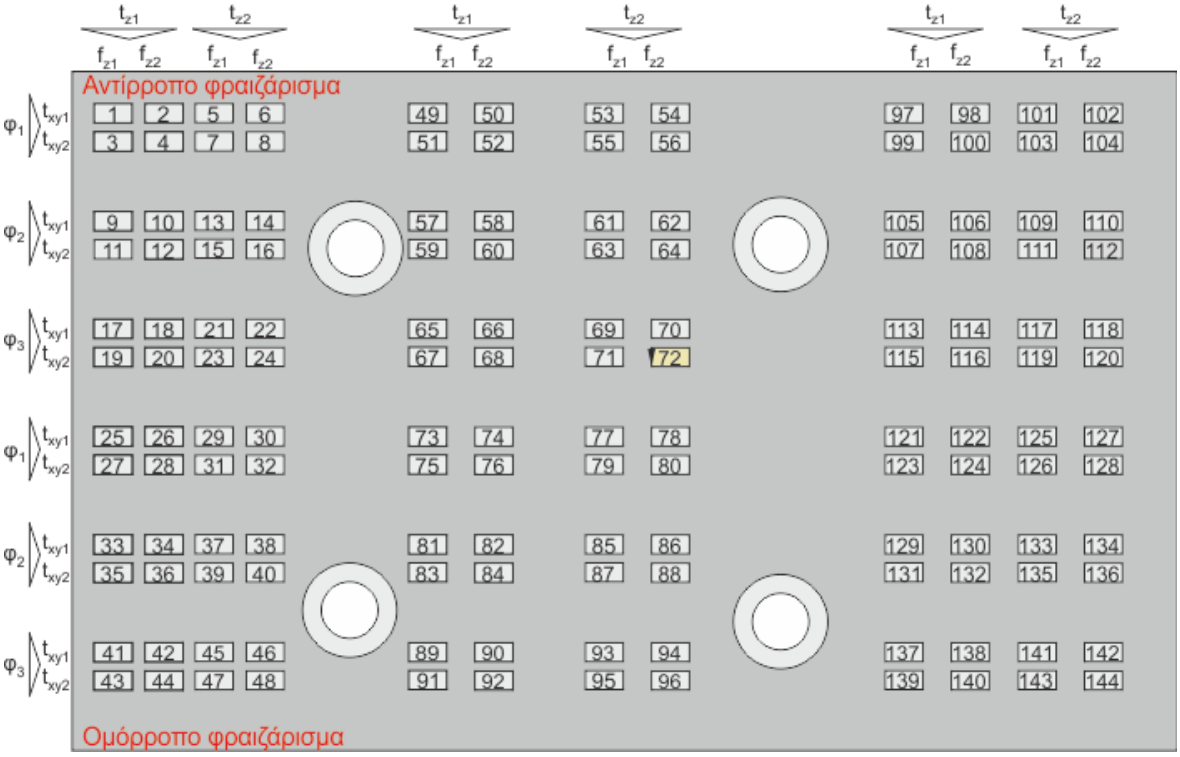

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,636 | 0,754 | 0,625 | 0,78 | 0,791 | 0,7172 |



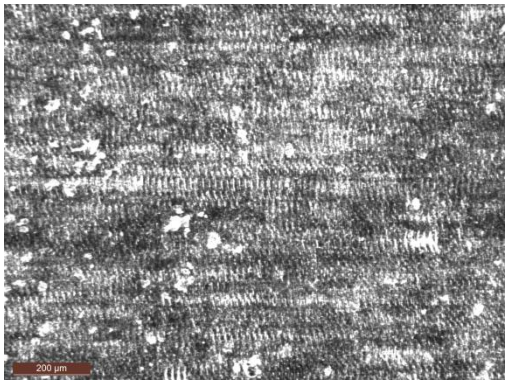
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 72 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |



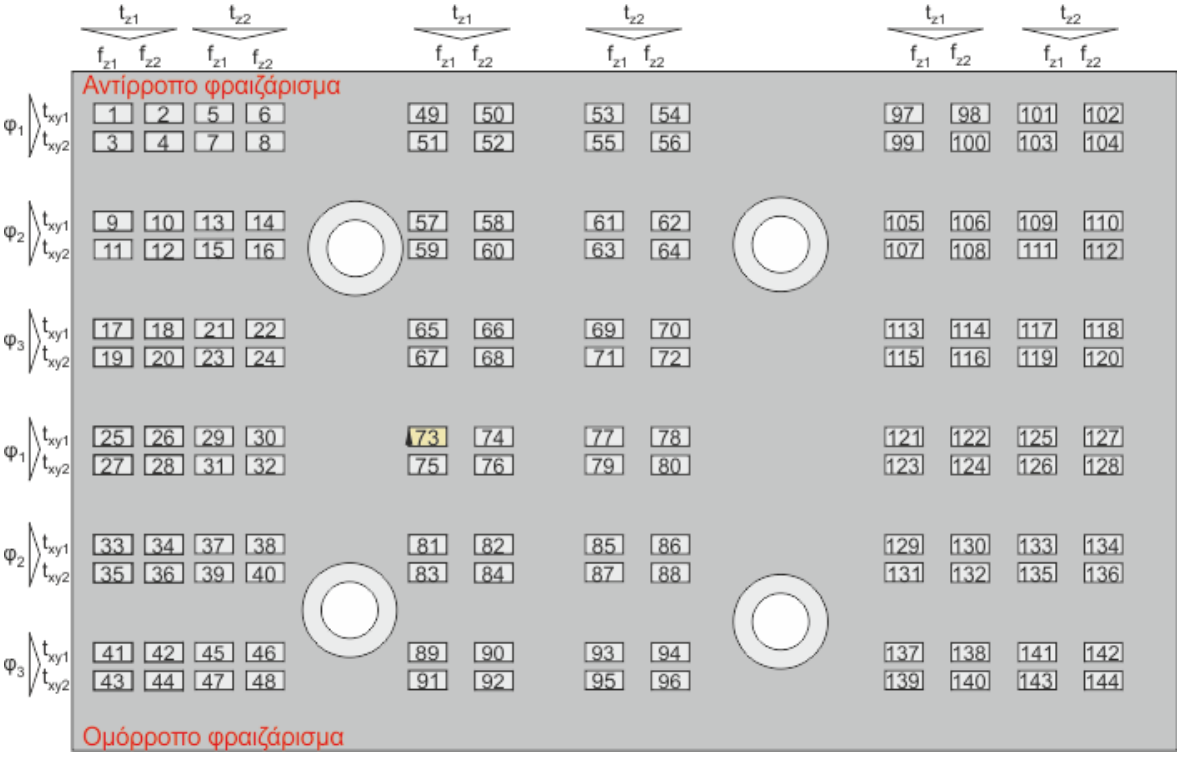

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,972 | 0,987 | 0,995 | 0,891 | 0,932 | 0,9554 |



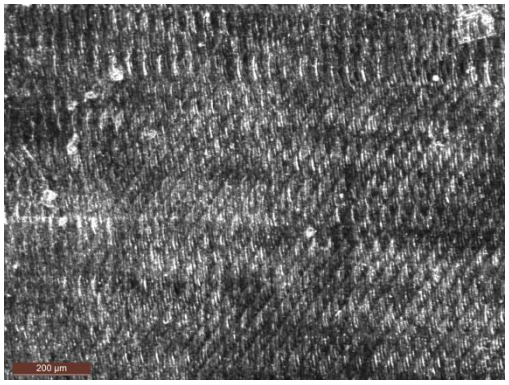
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 73 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |



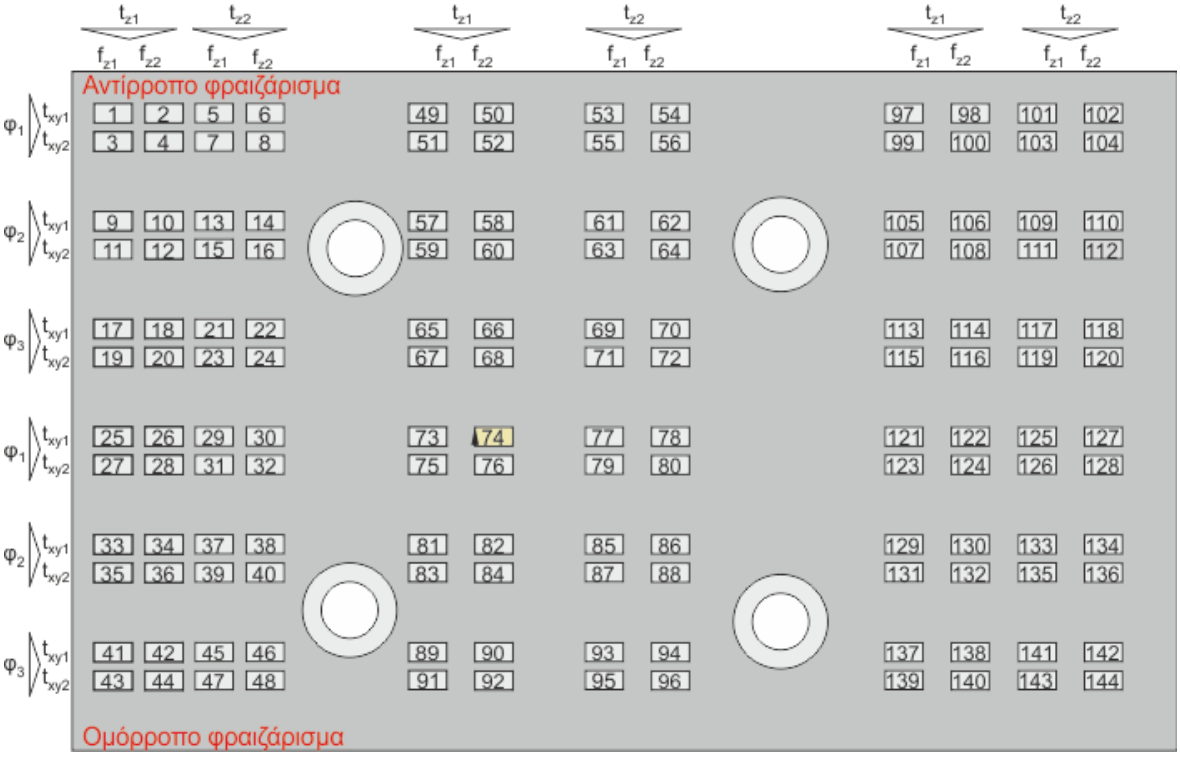

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,632 | 0,636 | 0,64 | 0,592 | 0,599 | 0,6198 |



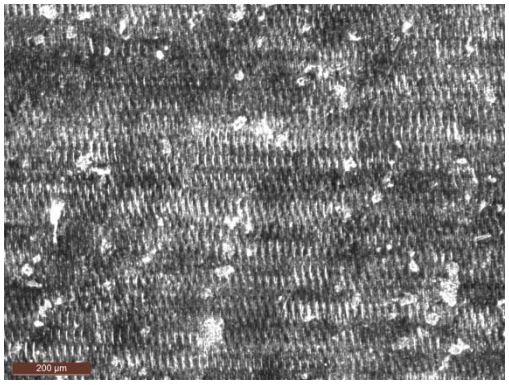
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 74 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |




| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,65 | 0,68 | 0,787 | 0,751 | 0,769 | 0,7274 |

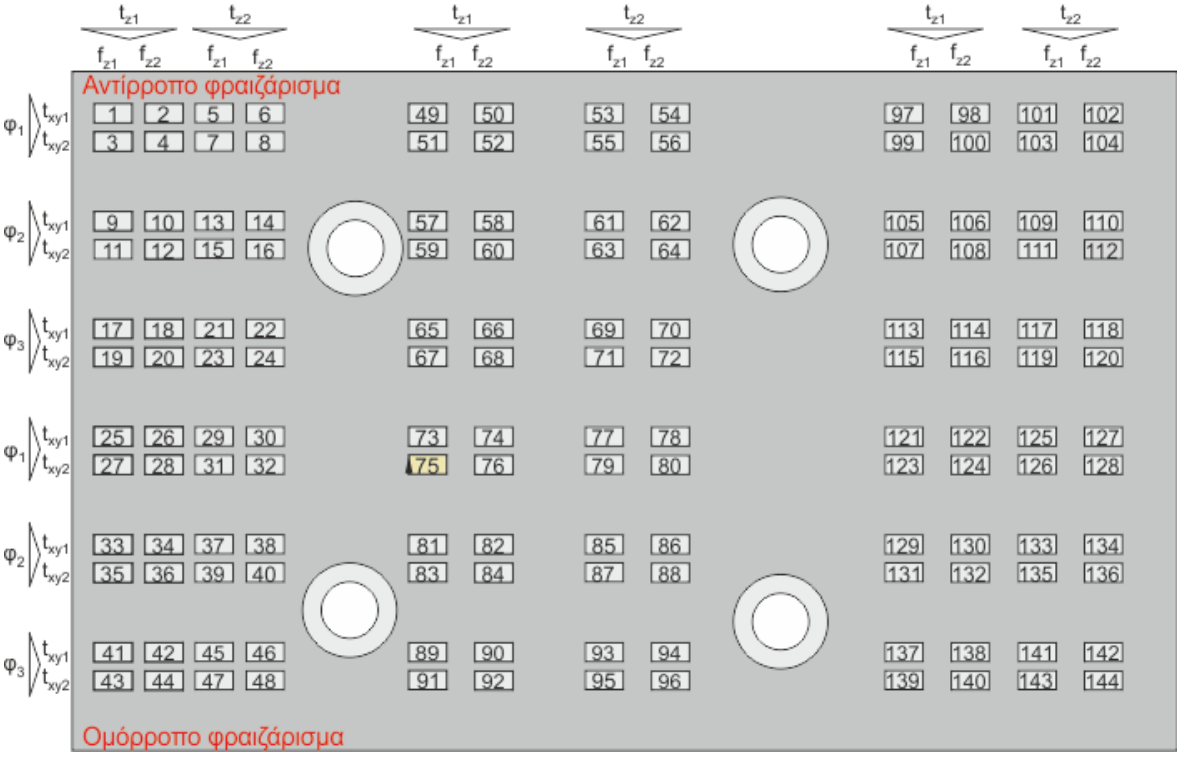


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 75 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |

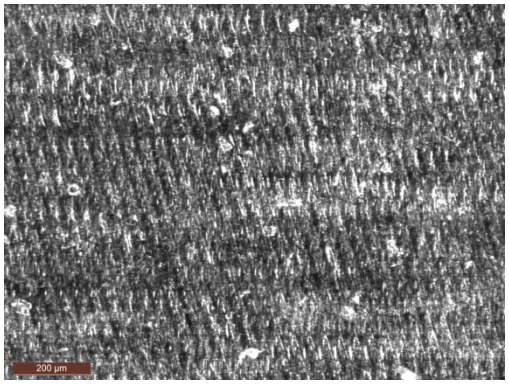



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0,588 | 0,688 | 0,636 | 0,606 | 0,584 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 0,6204 |

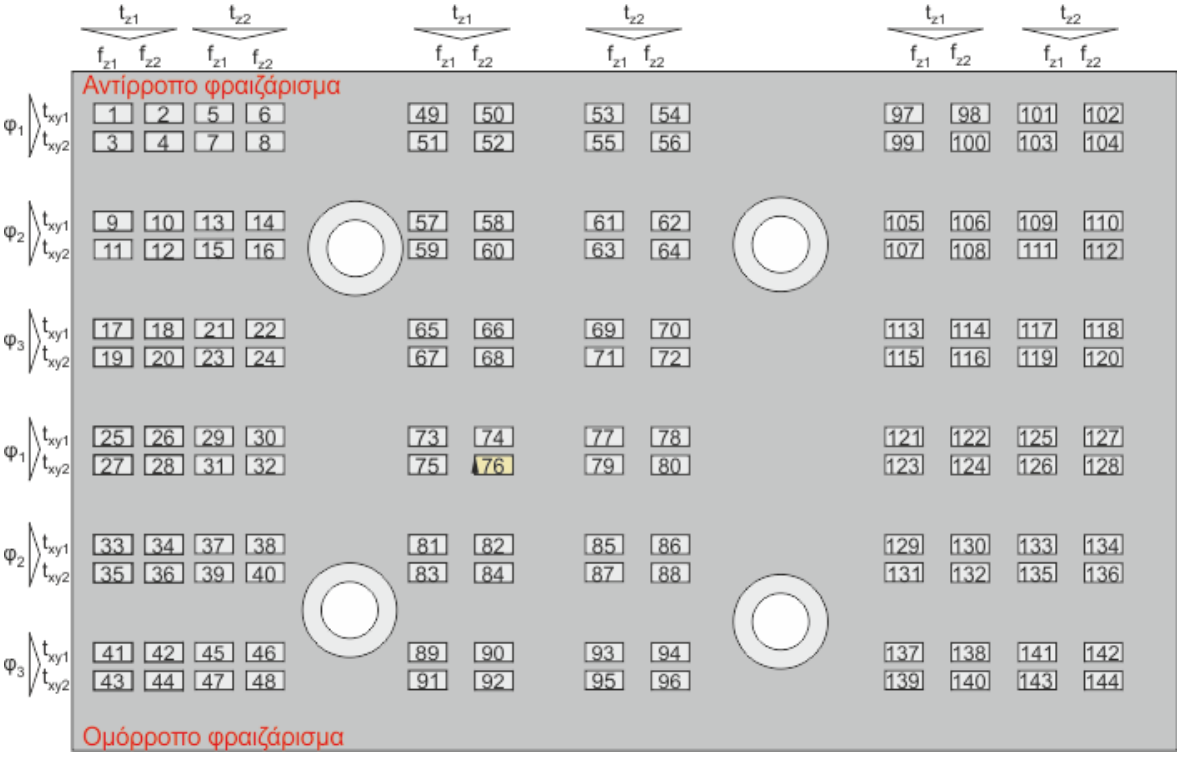


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 76 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |

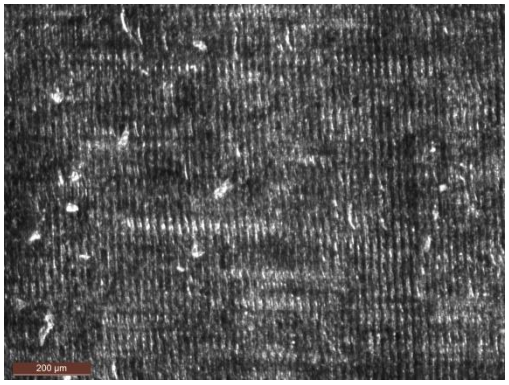



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,09 | 1,15 | 1,09 | 1,08 | 1,05 |

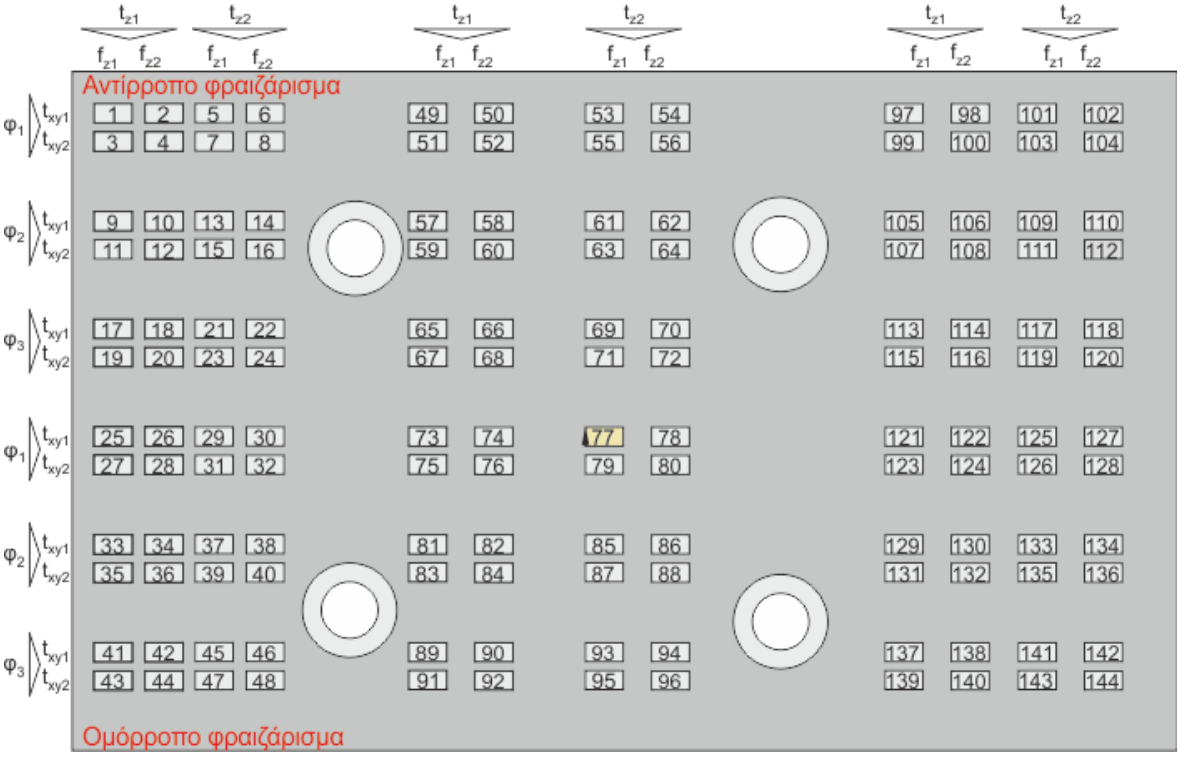
| $R_z$ mean |
|---|
| 1,092 |



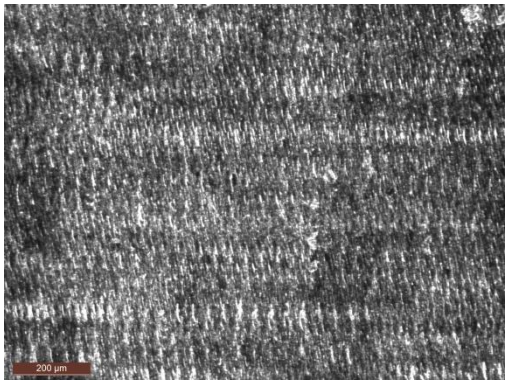
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 77 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |



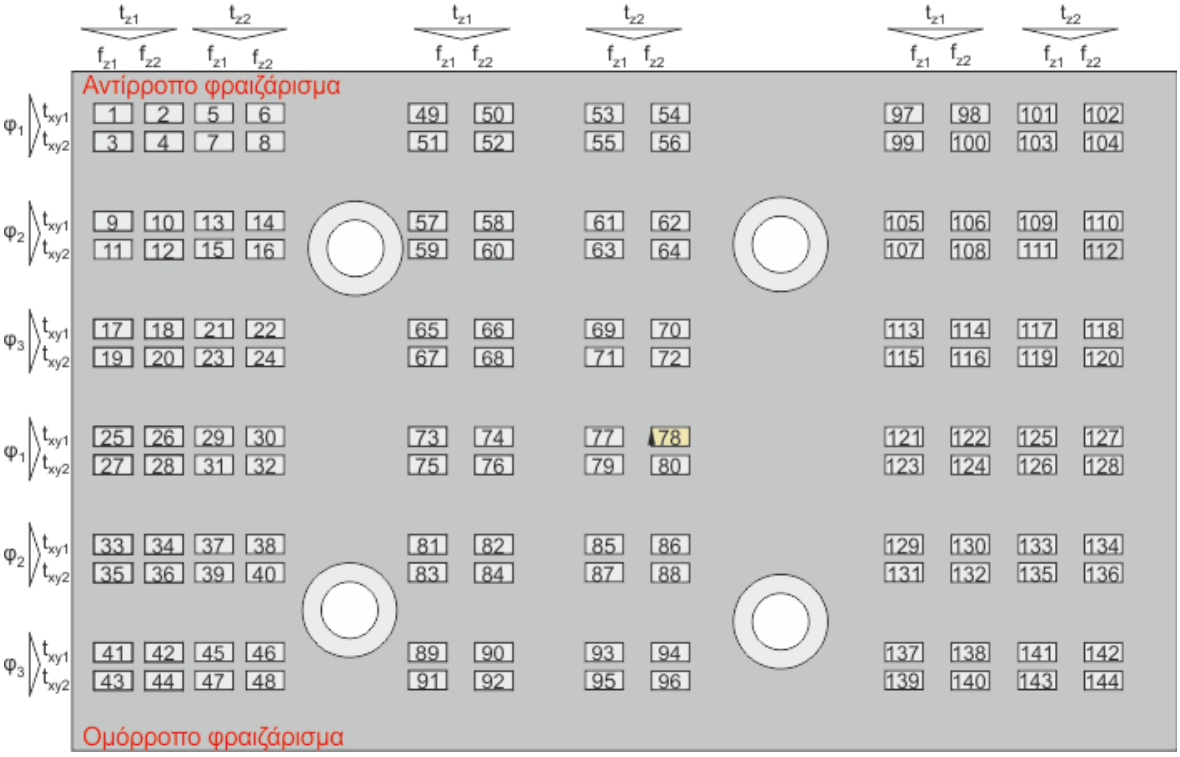

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,521 | 0,499 | 0,555 | 0,421 | 0,466 | 0,4924 |



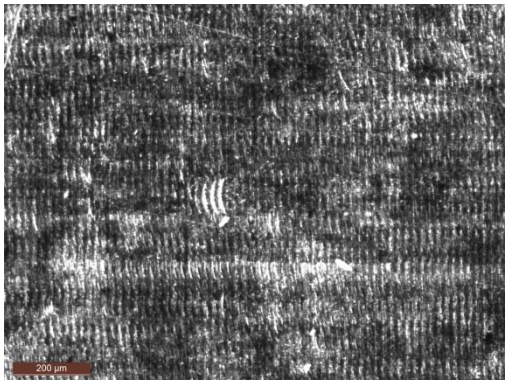
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 78 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |



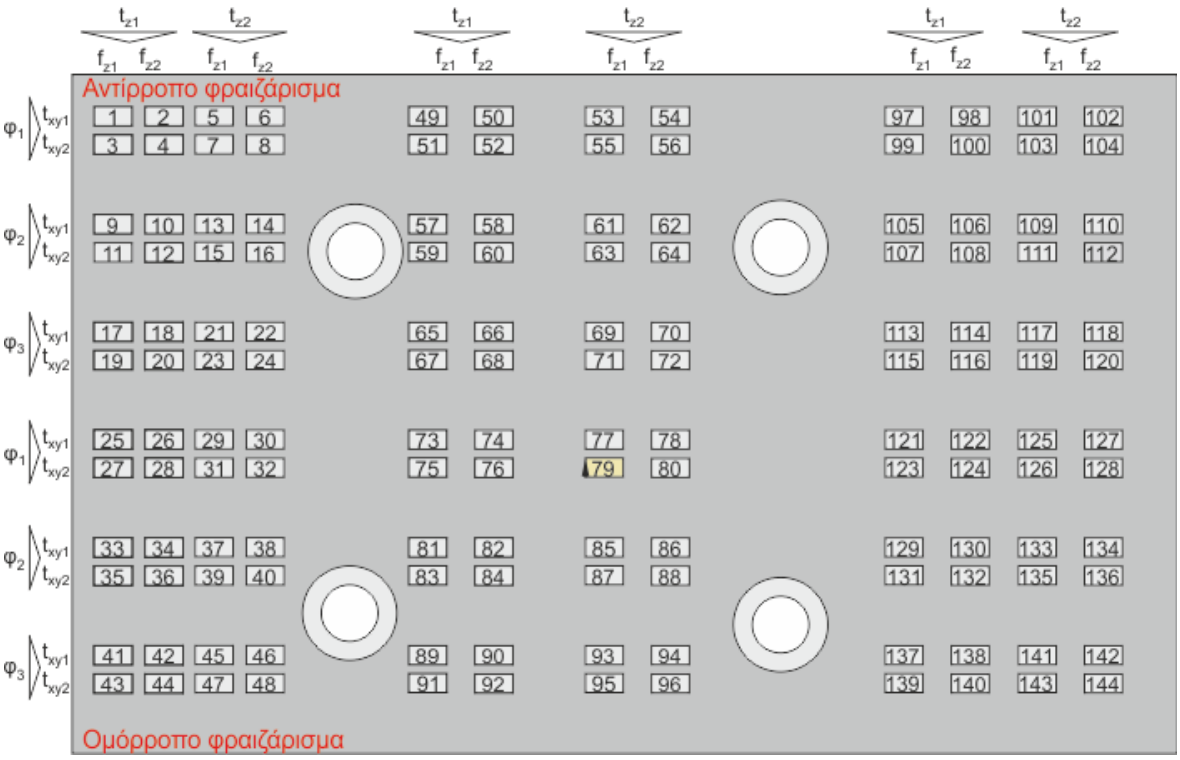

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,813 | 0,787 | 0,865 | 0,773 | 0,839 | 0,8154 |



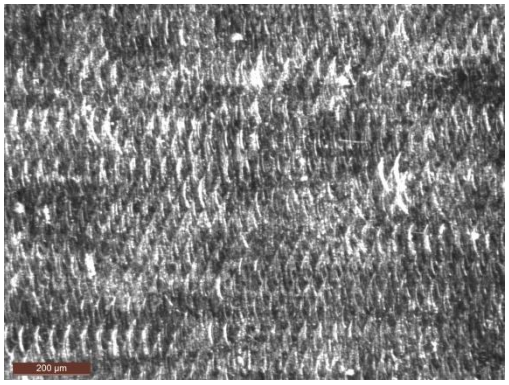
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 79 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |



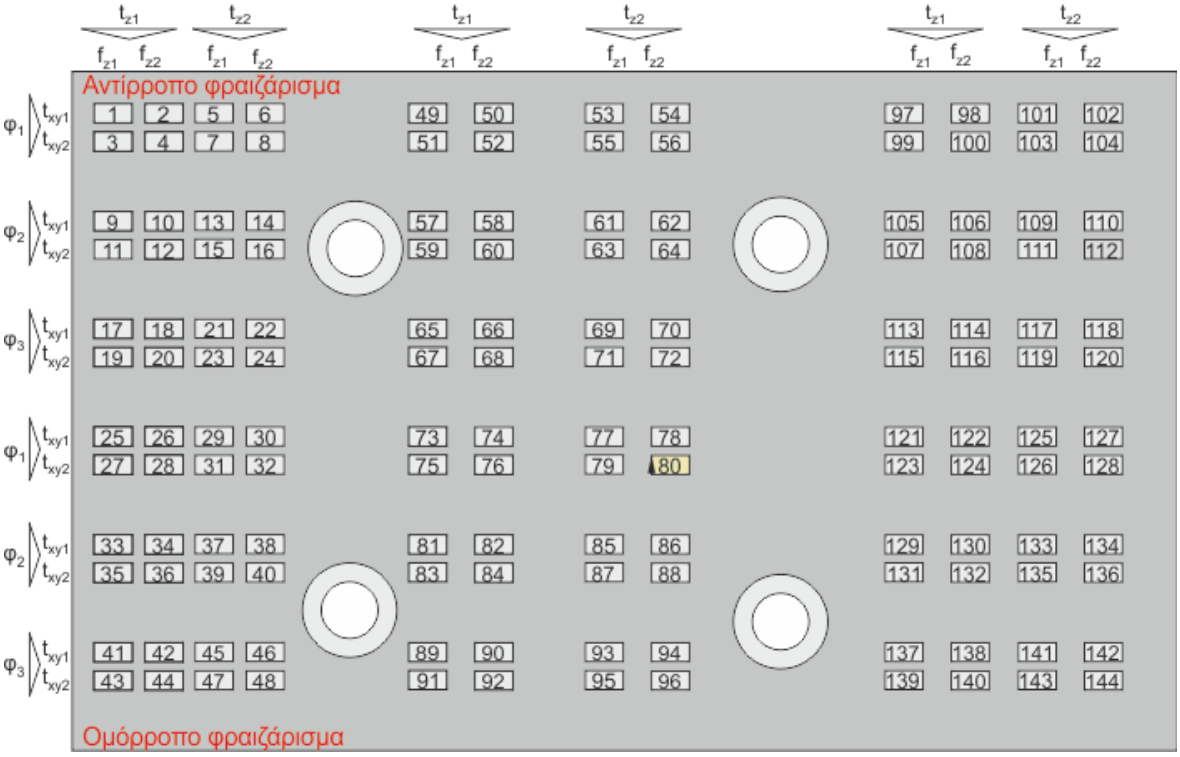

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,514 | 0,492 | 0,458 | 0,484 | 0,451 | 0,4798 |



| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 80 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |

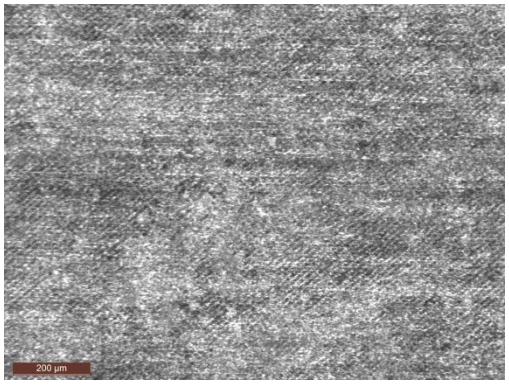



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,847 | 0,799 | 0,813 | 0,847 | 0,836 | 0,8284 |



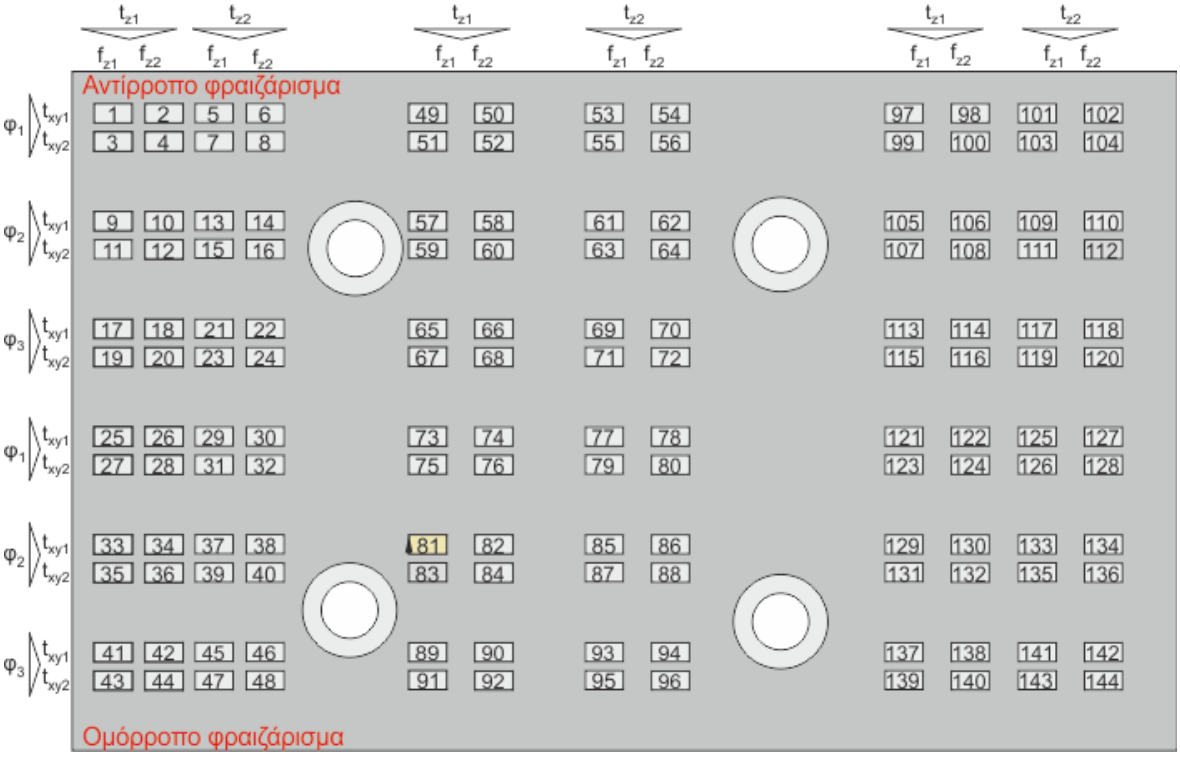
# ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
## ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
### ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 81 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |

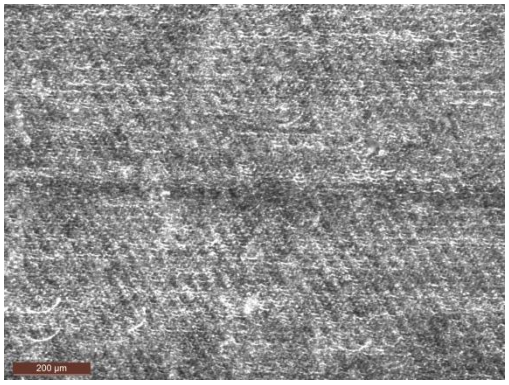



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,2 | 1,21 | 1,33 | 1,23 | 1,06 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,206 |

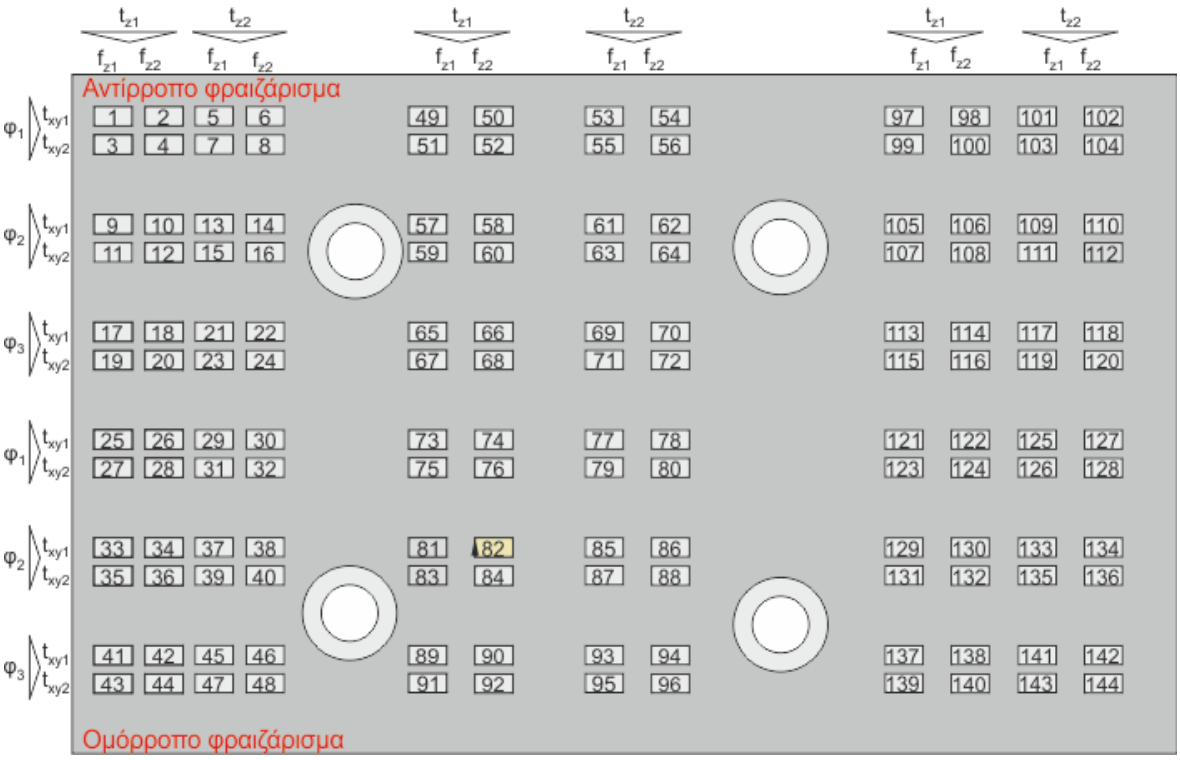


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 82 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |

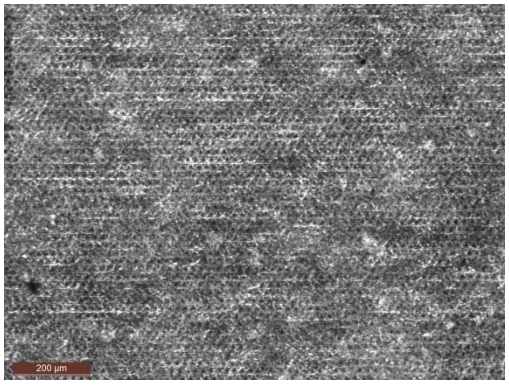



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,35 | 1,43 | 1,47 | 1,39 | 1,48 |

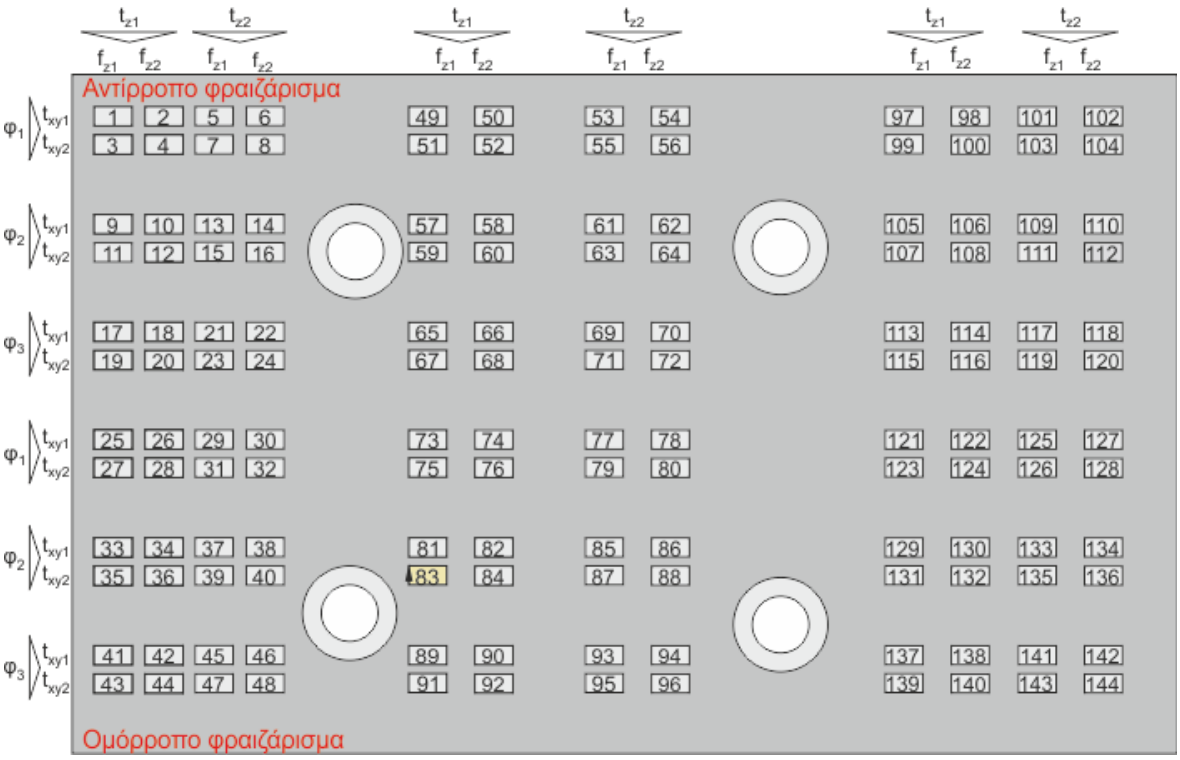
| $R_z$ mean |
|---|
| 1,424 |



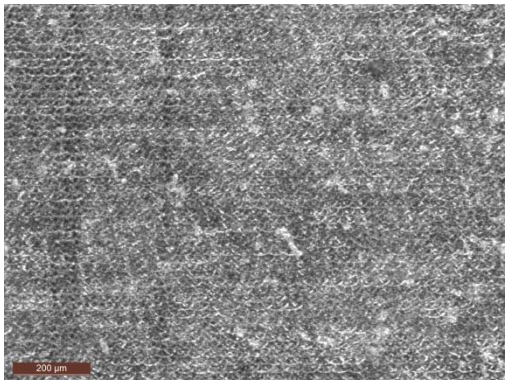
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 83 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |



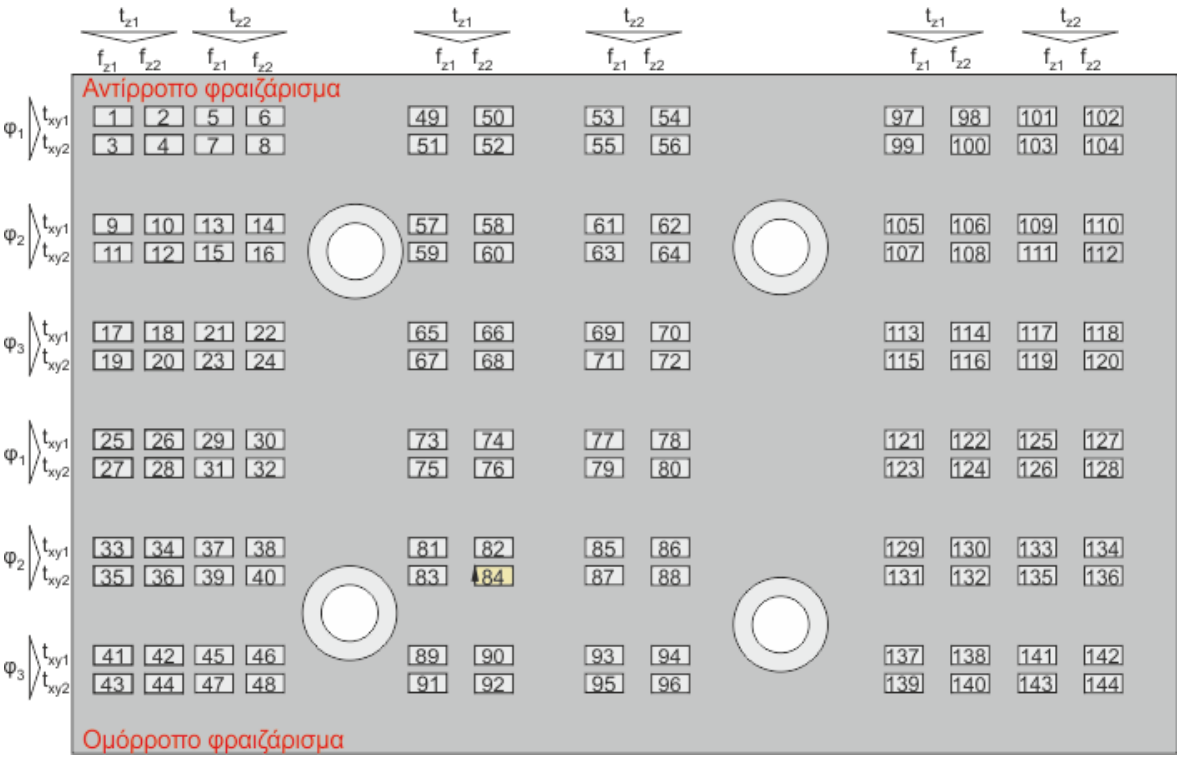

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,35 | 1,55 | 1,19 | 1,33 | 1,28 | 1,34 |



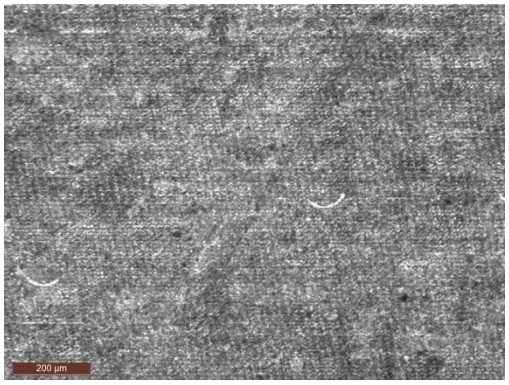
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 84 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |




| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,8 | 1,69 | 1,65 | 1,62 | 1,59 | 1,67 |

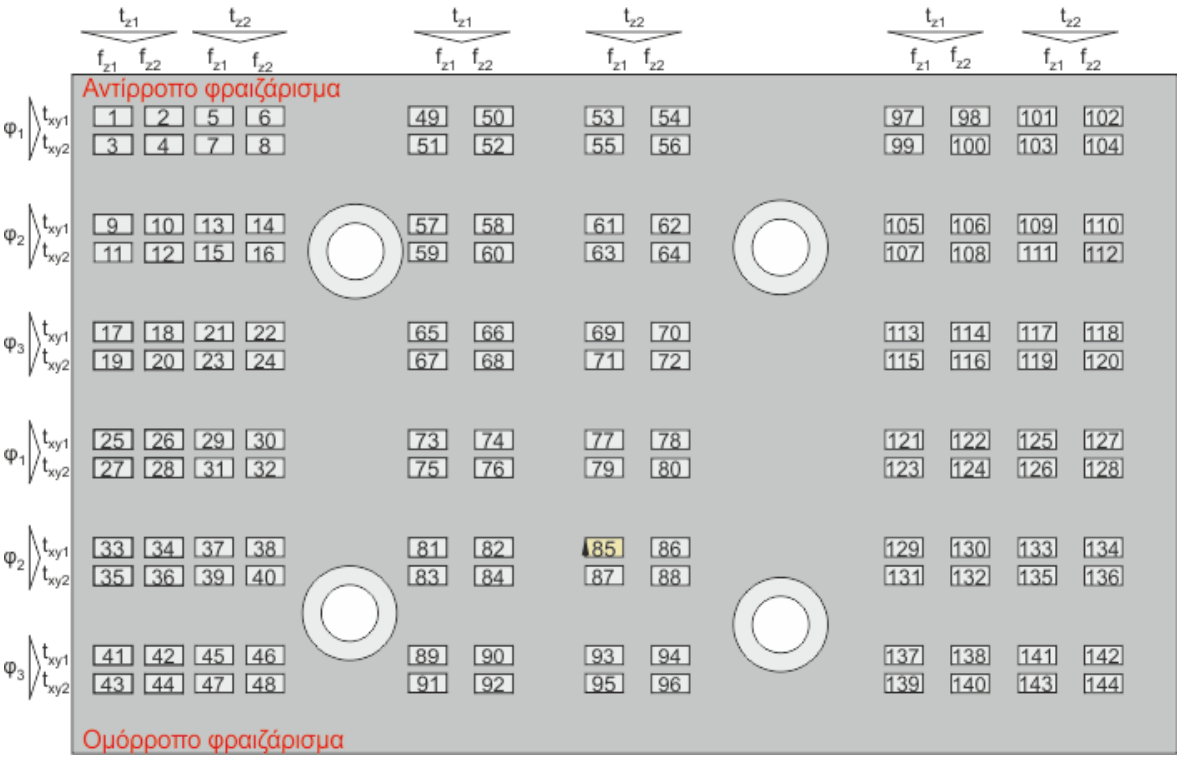


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 85 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |

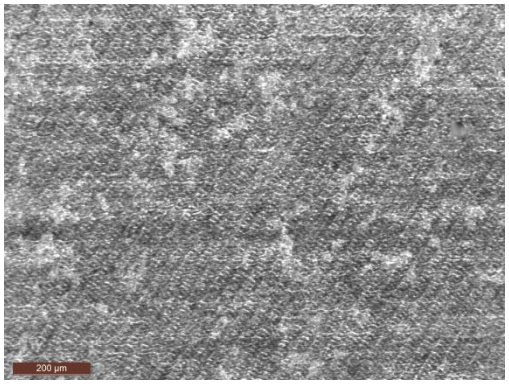



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,3 | 1,16 | 1,55 | 1,27 | 1,25 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,306 |

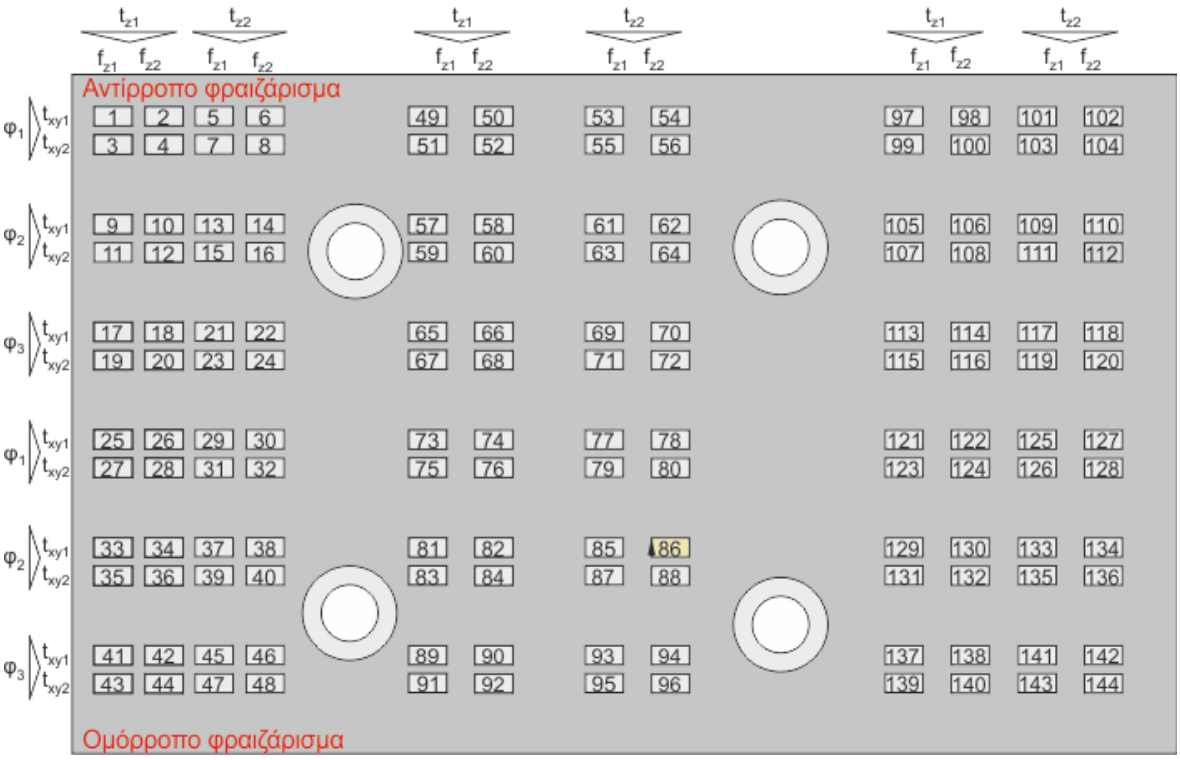


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 86 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |



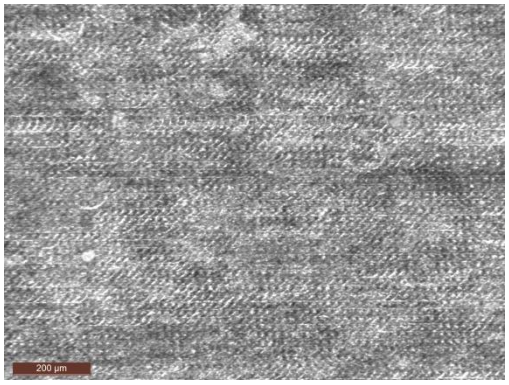

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,62 | 1,82 | 1,83 | 1,82 | 1,78 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,774 |

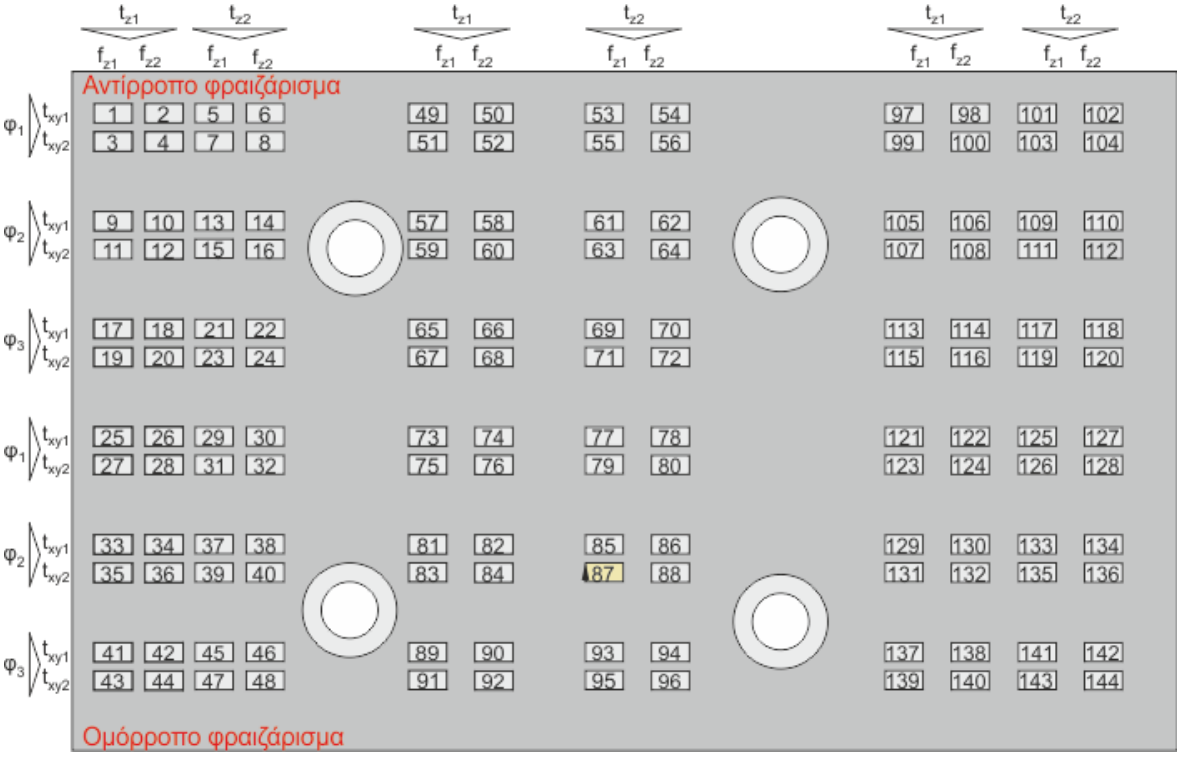


# ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
## ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
### ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

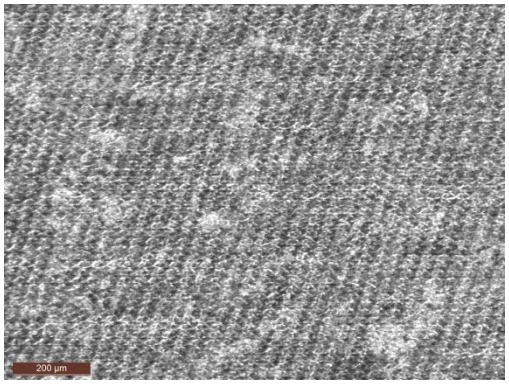
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 87 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |



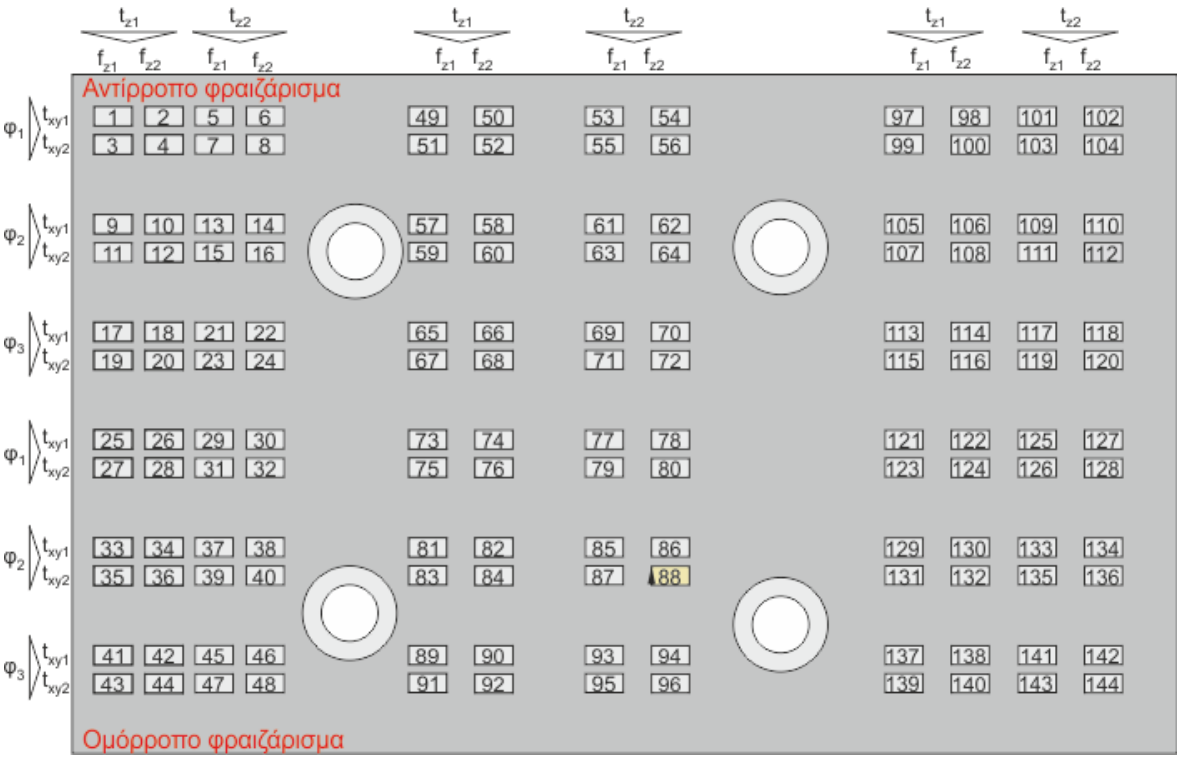

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,75 | 1,58 | 1,66 | 1,53 | 1,73 | 1,65 |



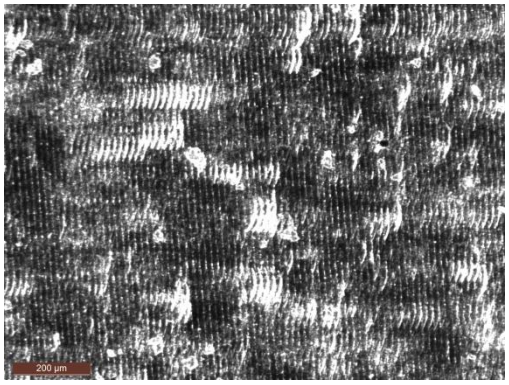
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 88 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |




| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,98 | 1,88 | 1,85 | 1,76 | 1,93 | 1,88 |

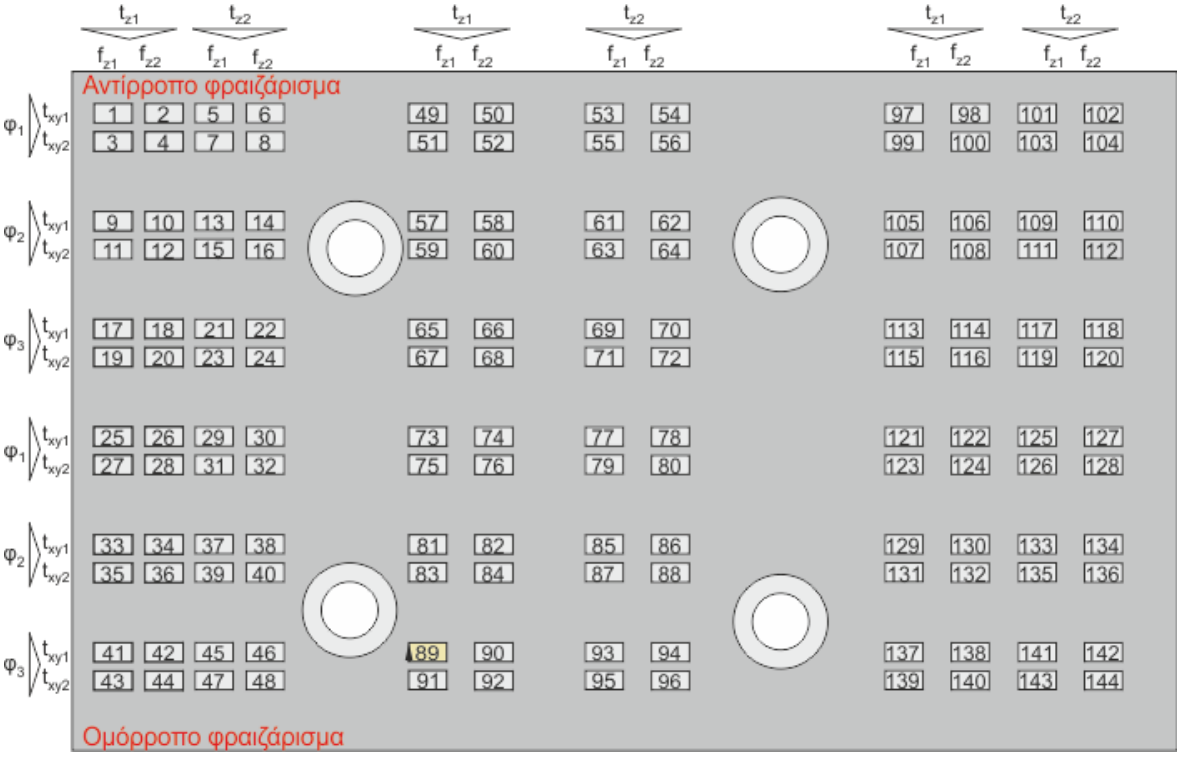


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 89 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |

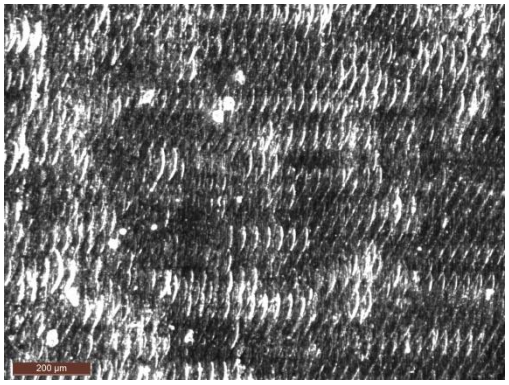



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0,865 | 0,91 | 0,813 | 0,747 | 0,987 |

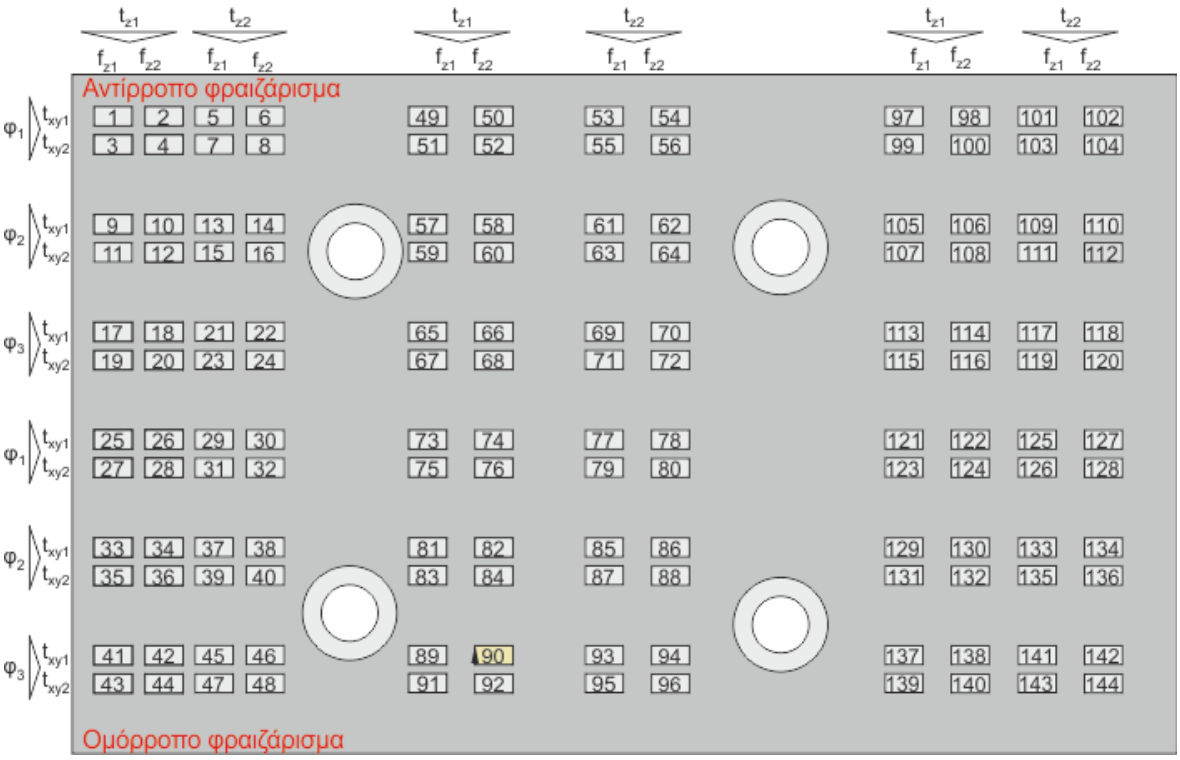
| $R_z$ mean |
|---|
| 0,8644 |



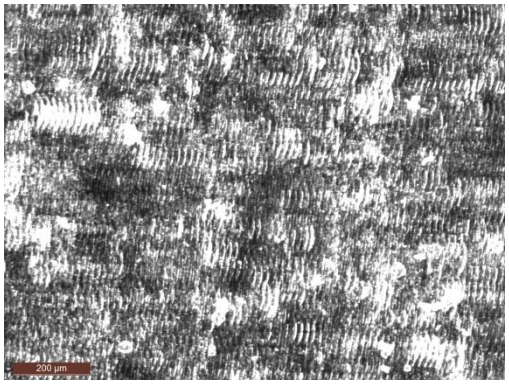
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 90 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |




| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,935 | 0,836 | 0,898 | 0,891 | 0,776 | 0,8672 |

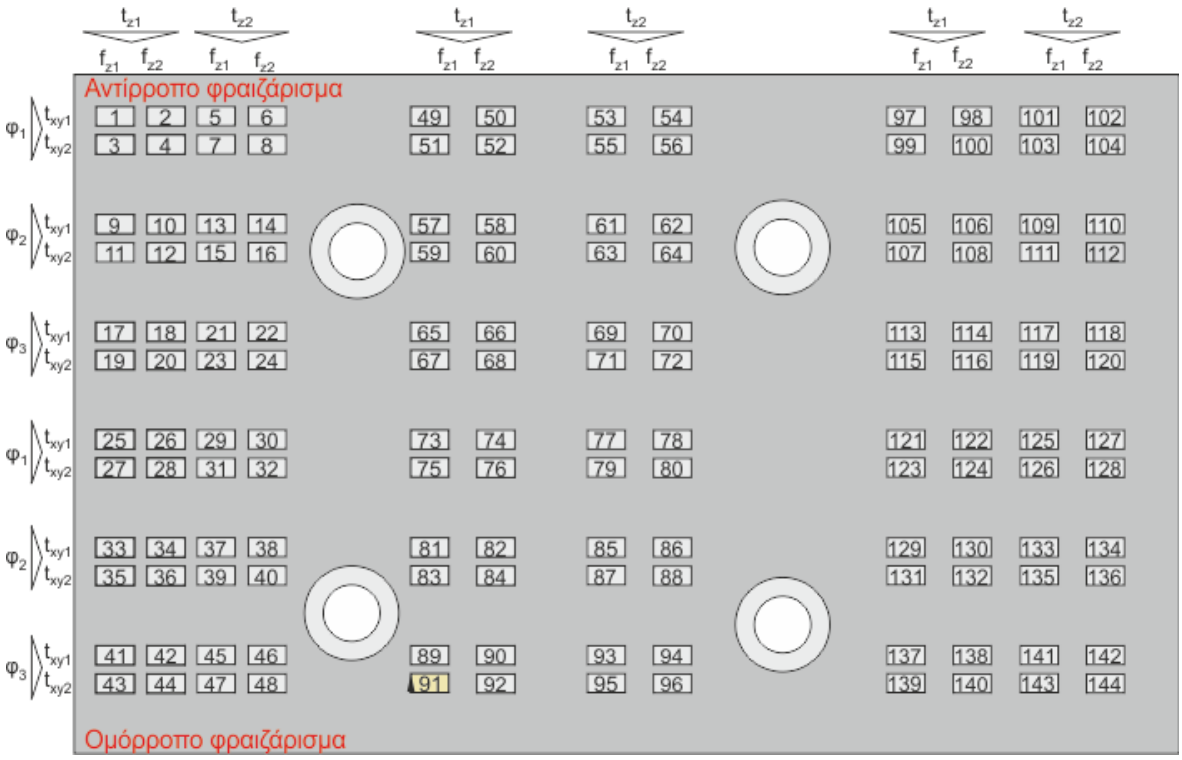


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 91 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |

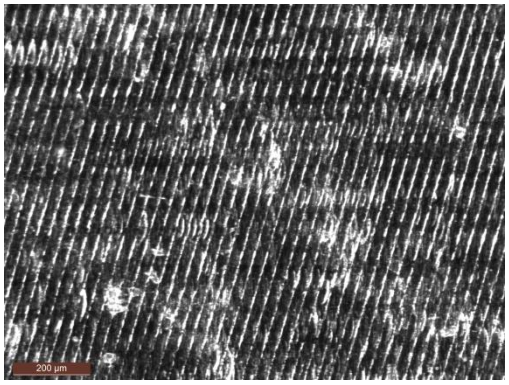



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0,787 | 0,662 | 0,806 | 0,725 | 0,784 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 0,7528 |

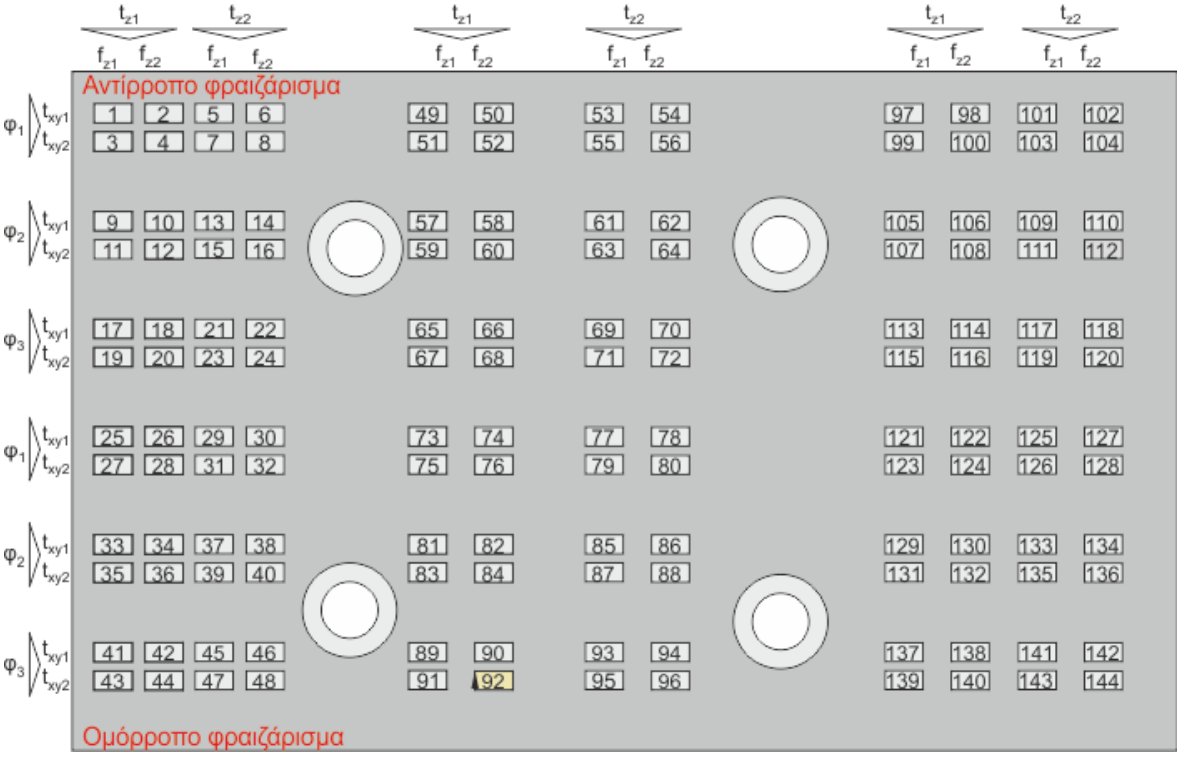


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 92 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |

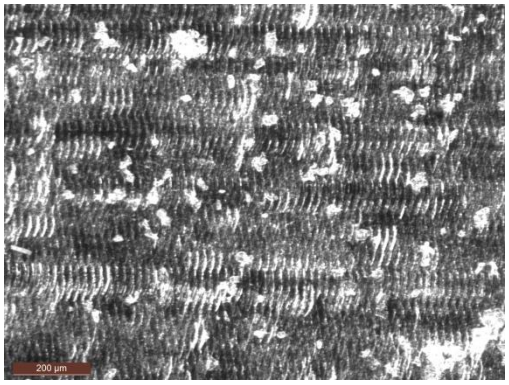



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0,987 | 0,972 | 0,961 | 0,969 | 0,991 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 0,976 |

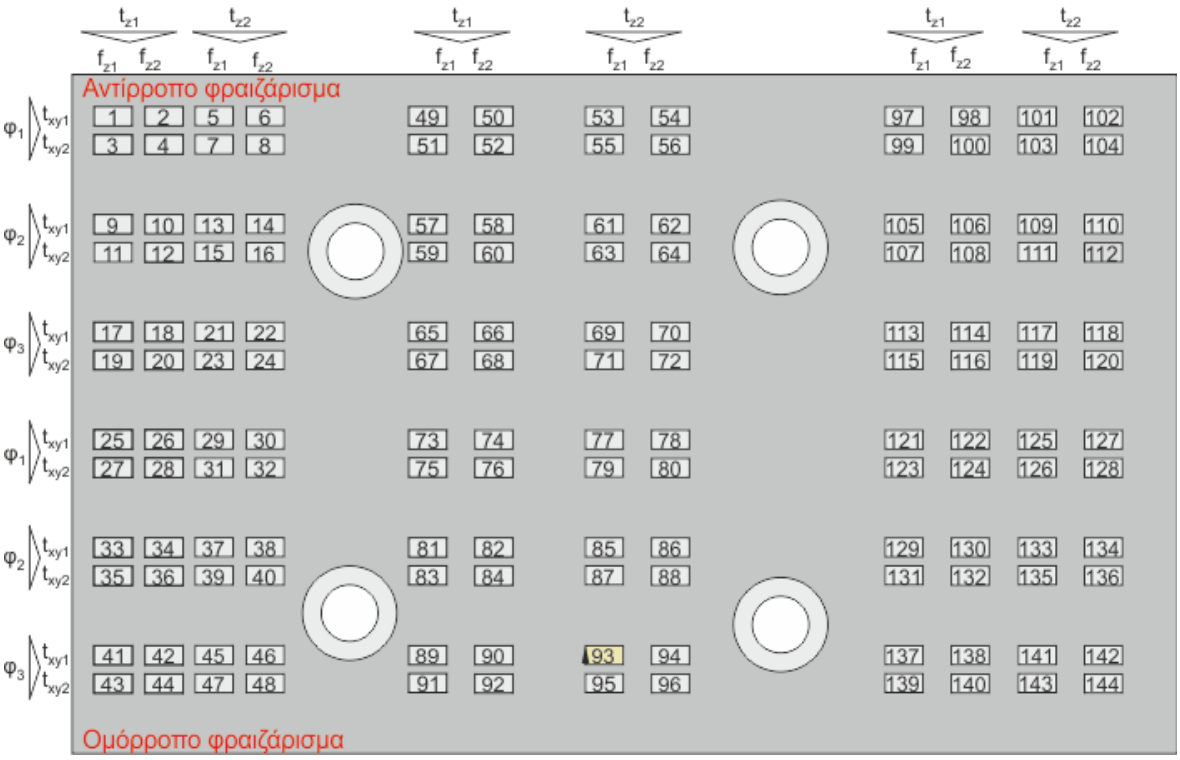


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 93 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |

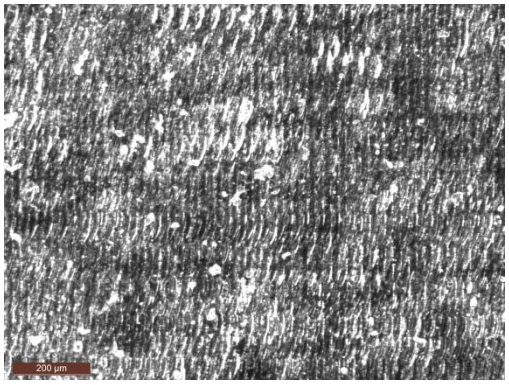



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0,995 | 0,725 | 0,673 | 0,939 | 0,739 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 0,8142 |

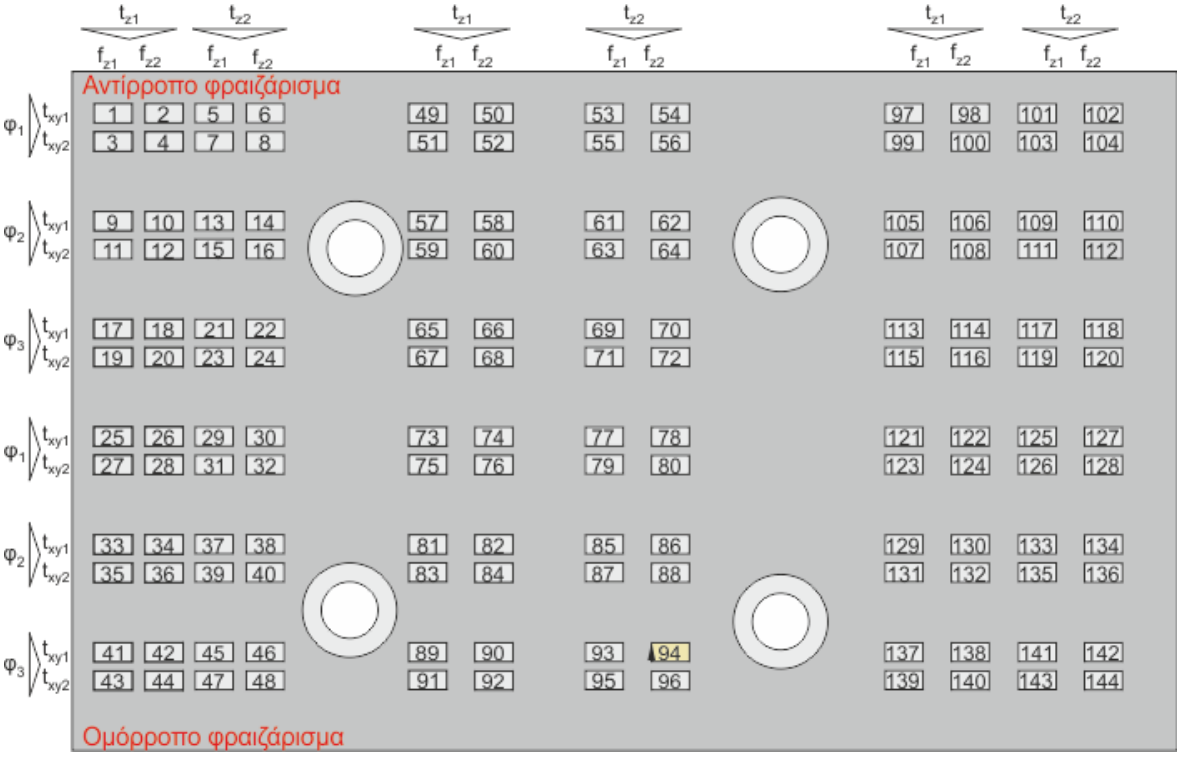


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 94 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |



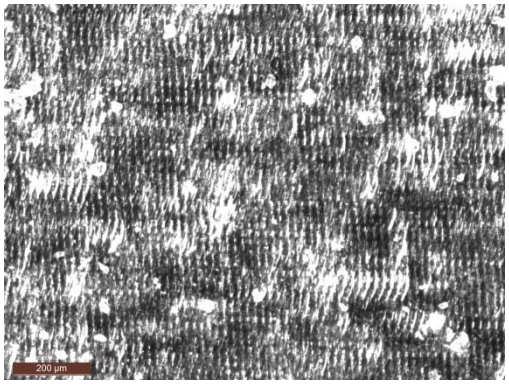

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0,699 | 0,669 | 0,961 | 0,728 | 0,806 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 0,7726 |

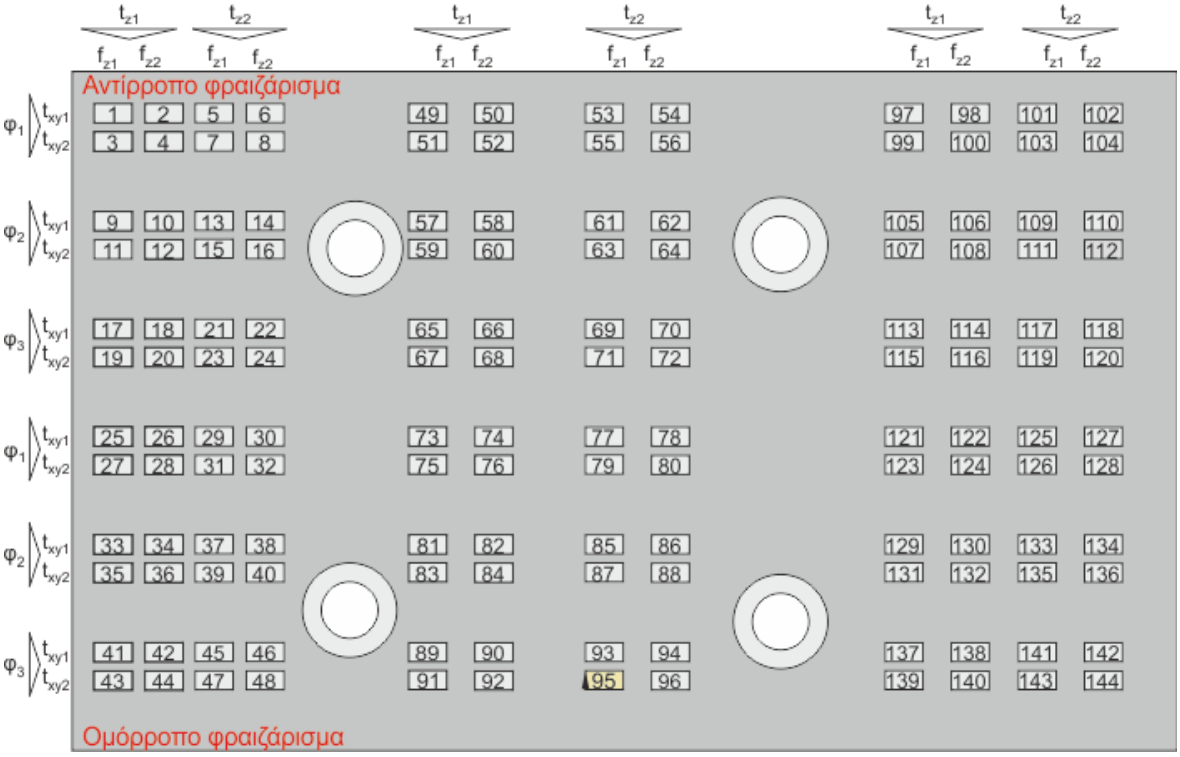


# ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
## ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
### ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

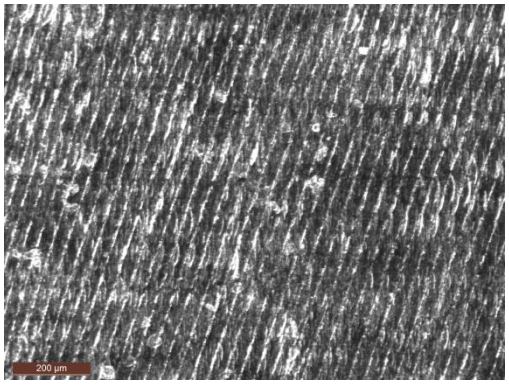
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 95 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |



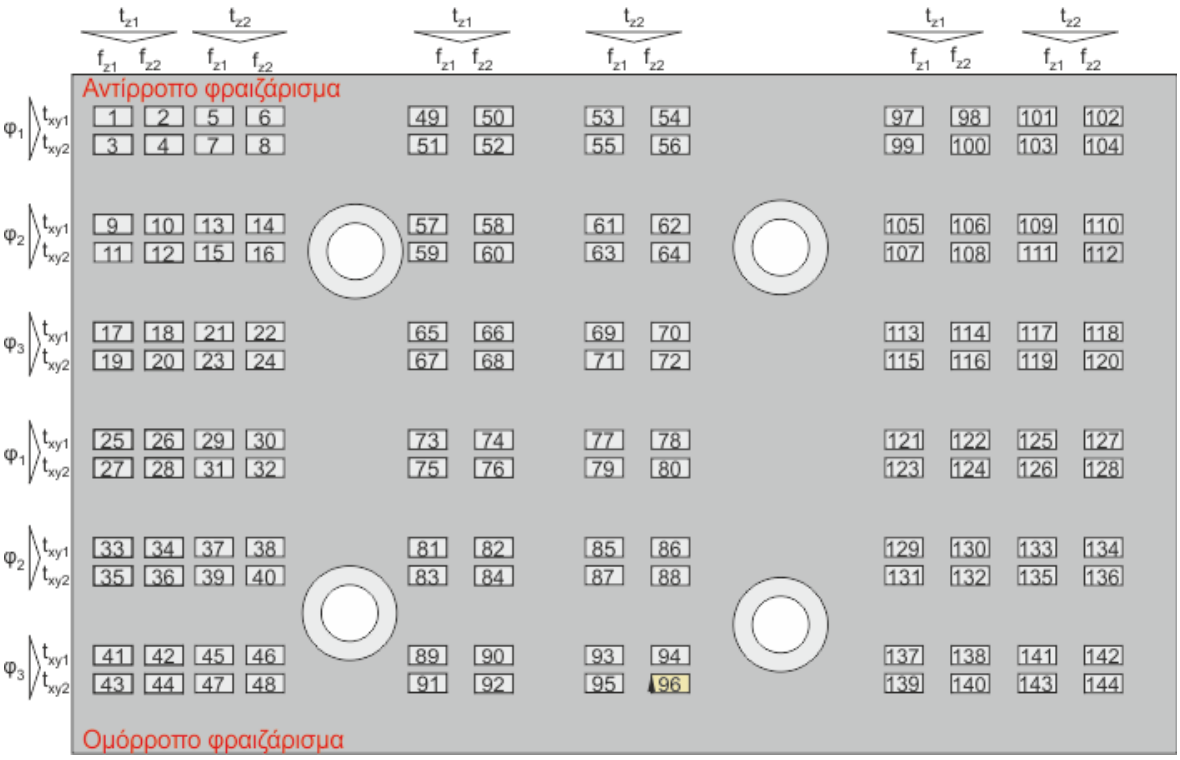

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,688 | 0,81 | 0,673 | 0,791 | 0,732 | 0,7388 |



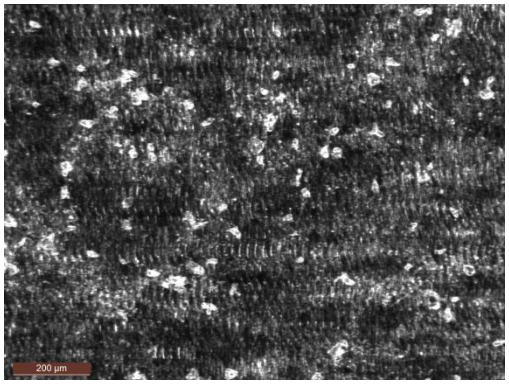
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,8 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 96 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |




| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,28 | 1,23 | 1,25 | 1,09 | 1,17 | 1,204 |

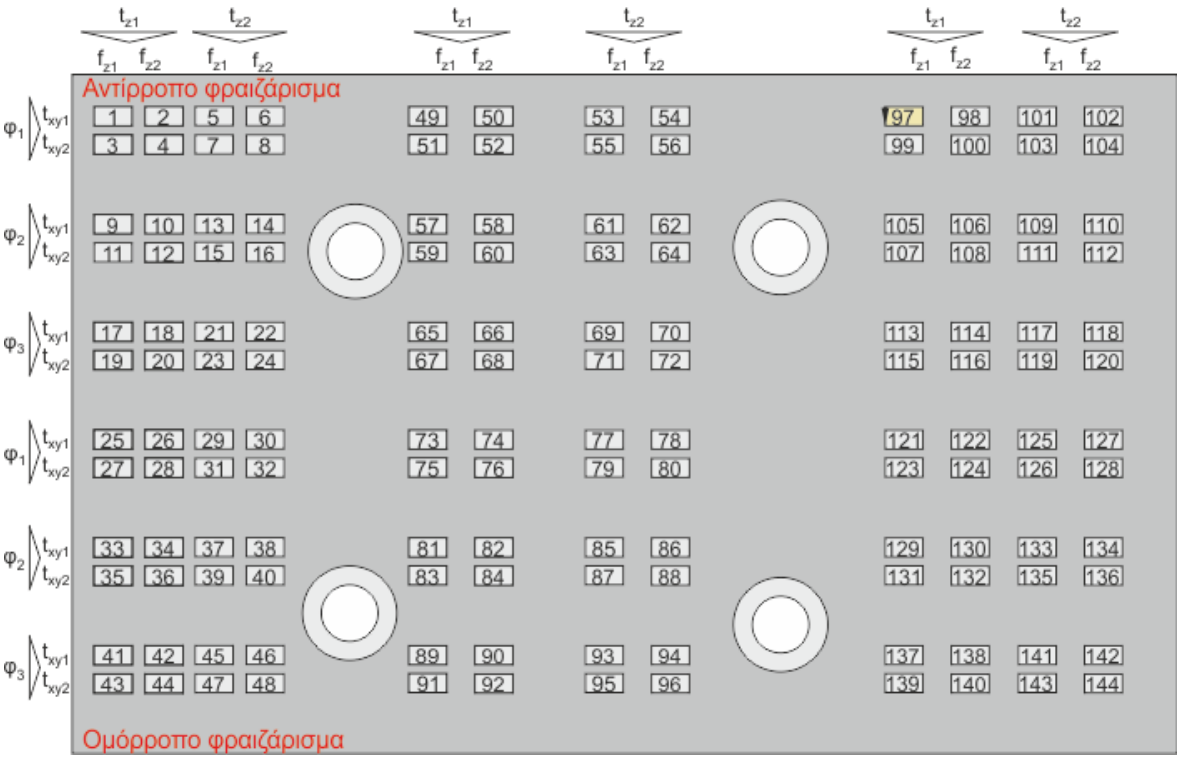


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 97 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |

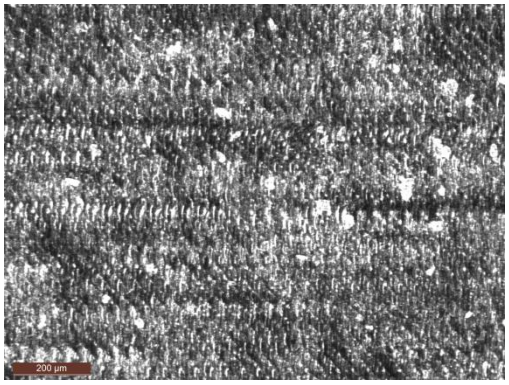



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0,621 | 0,769 | 0,839 | 0,647 | 0,632 |

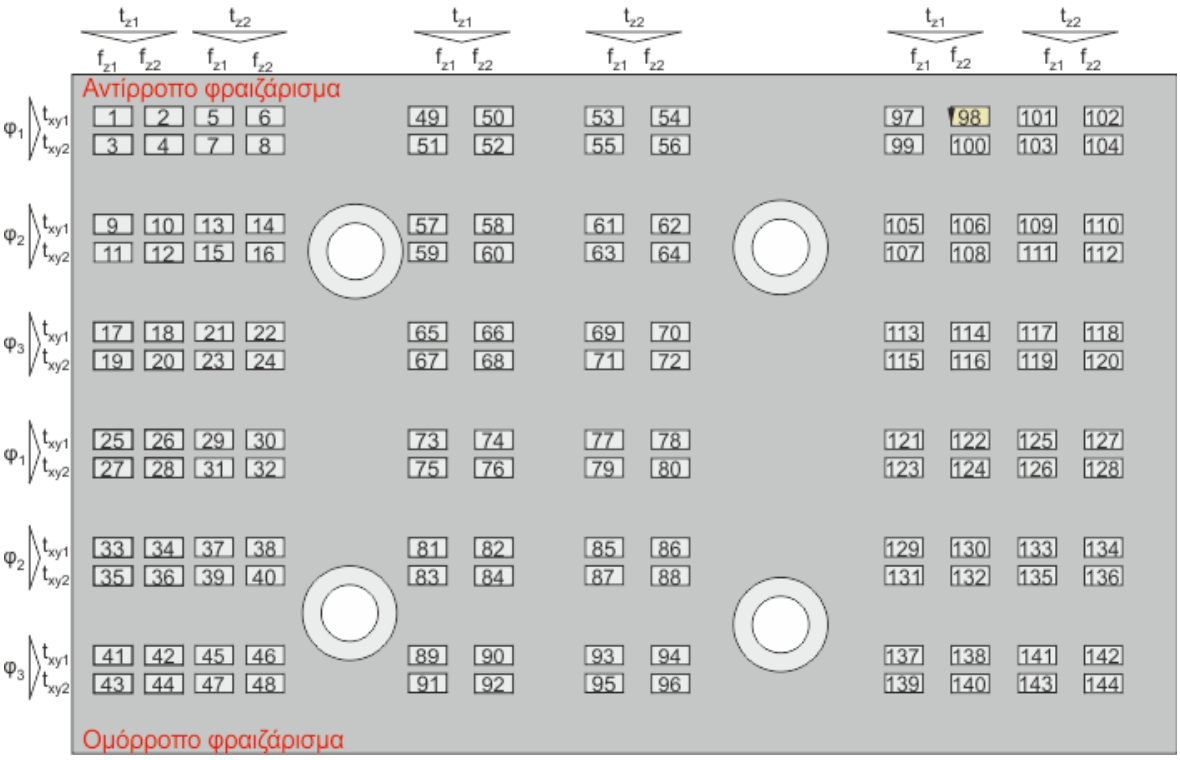
| $R_z$ mean |
|---|
| 0,7016 |



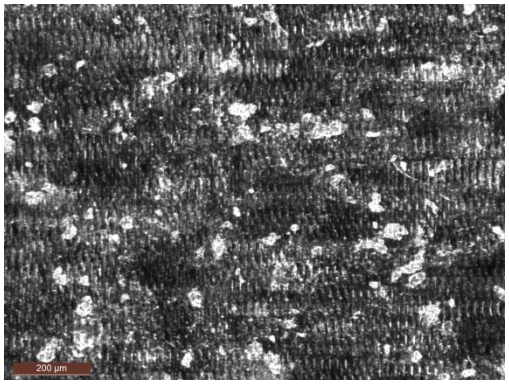
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 98 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |




| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,776 | 0,802 | 0,78 | 0,795 | 0,806 | 0,7918 |

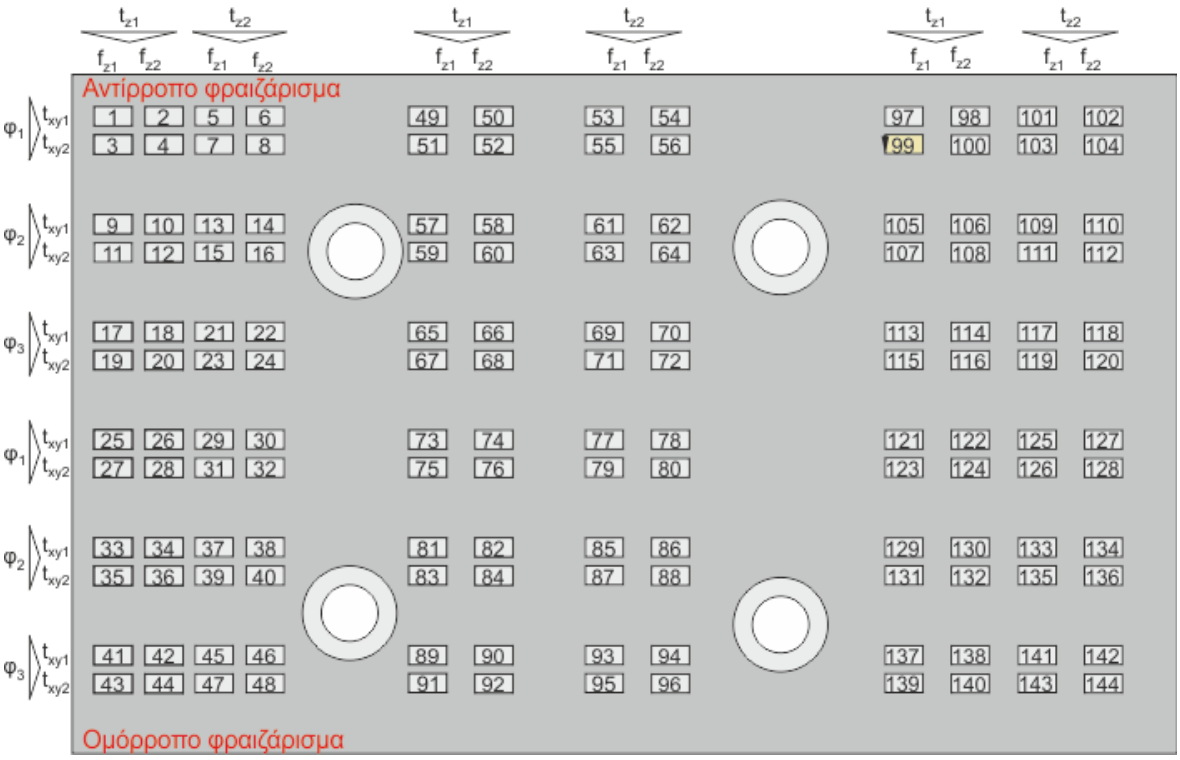


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 99 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |

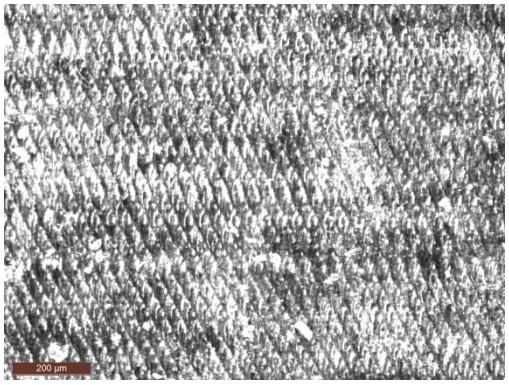



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0,673 | 0,743 | 0,751 | 0,832 | 0,714 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 0,7426 |

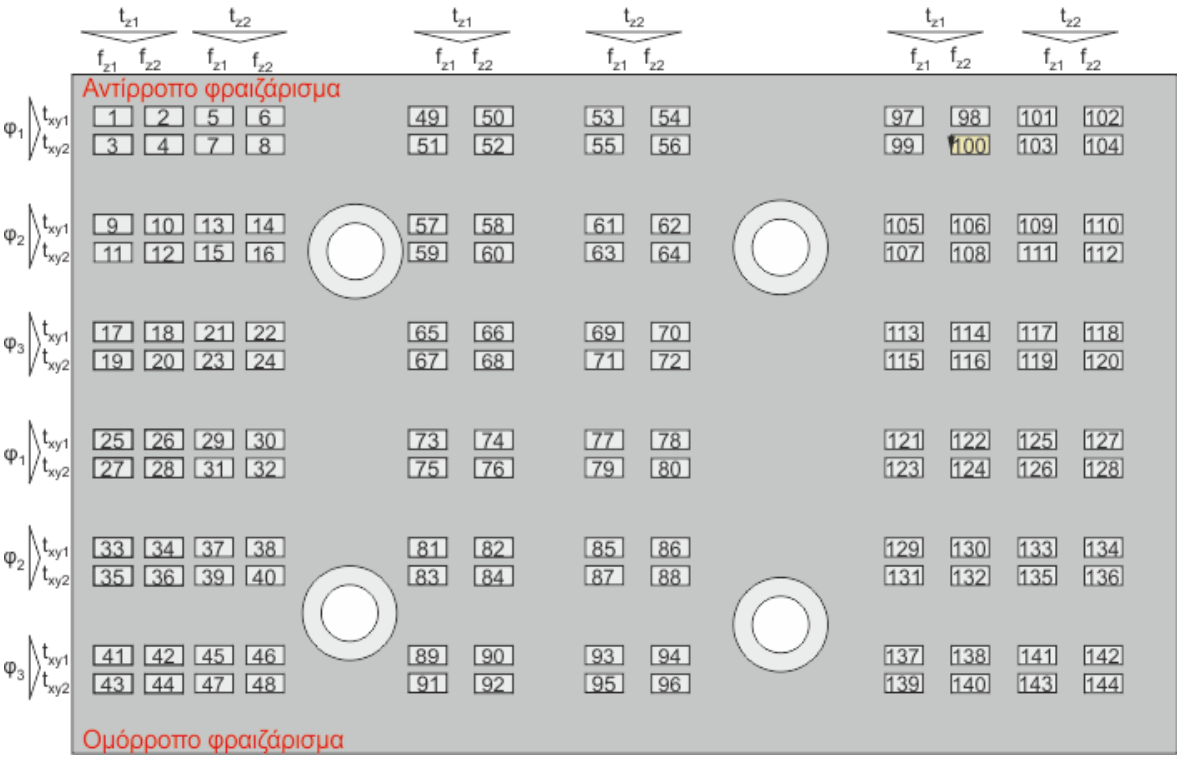


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 100 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |

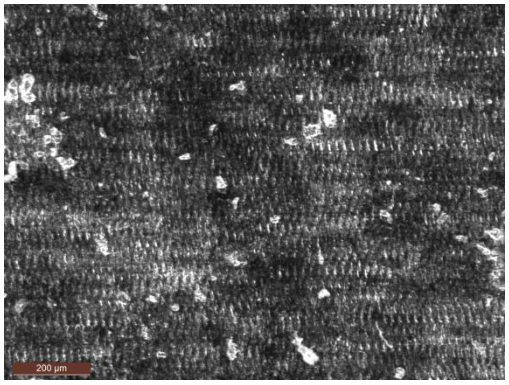



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,12 | 1,14 | 1,14 | 1,12 | 1,05 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,114 |

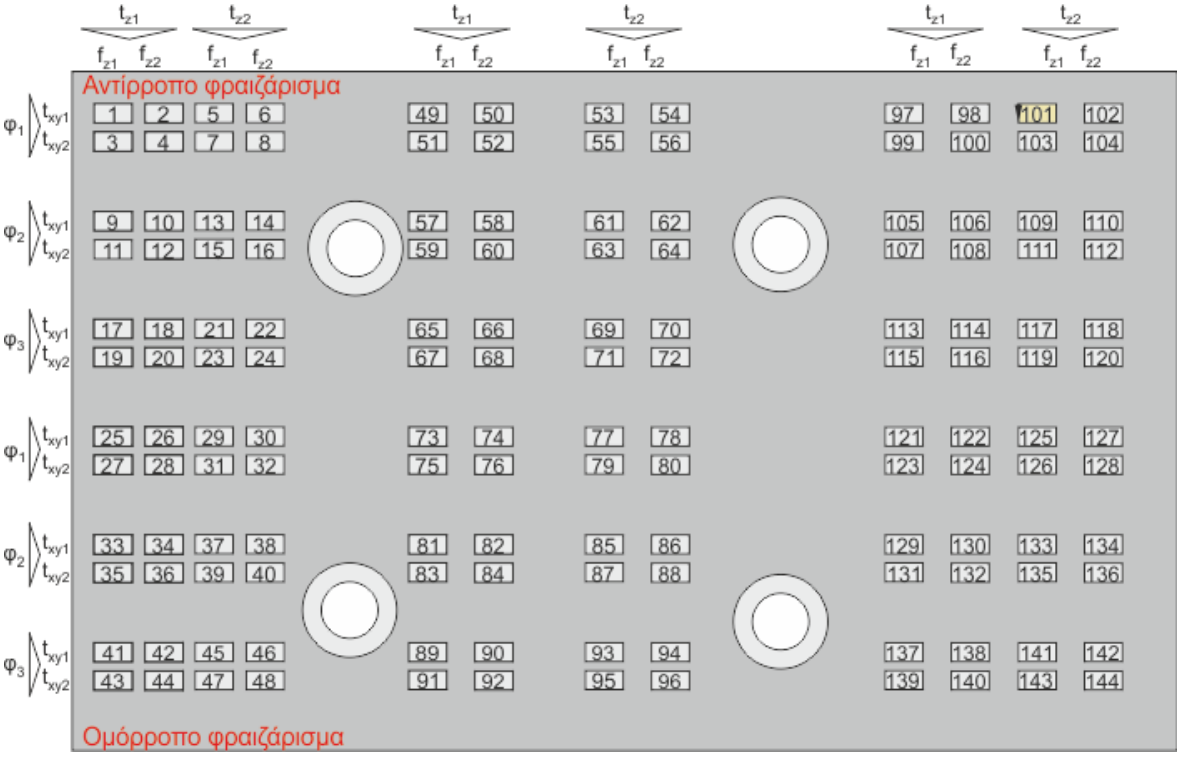


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 101 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |

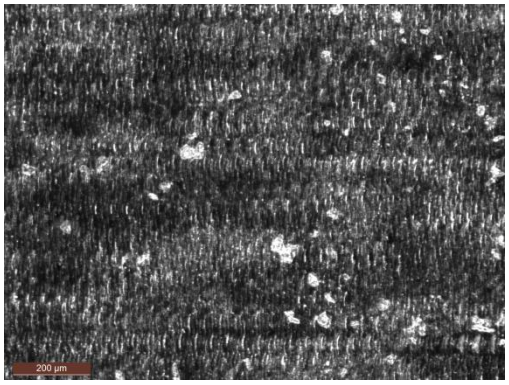



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0,68 | 0,717 | 0,813 | 0,861 | 0,532 |

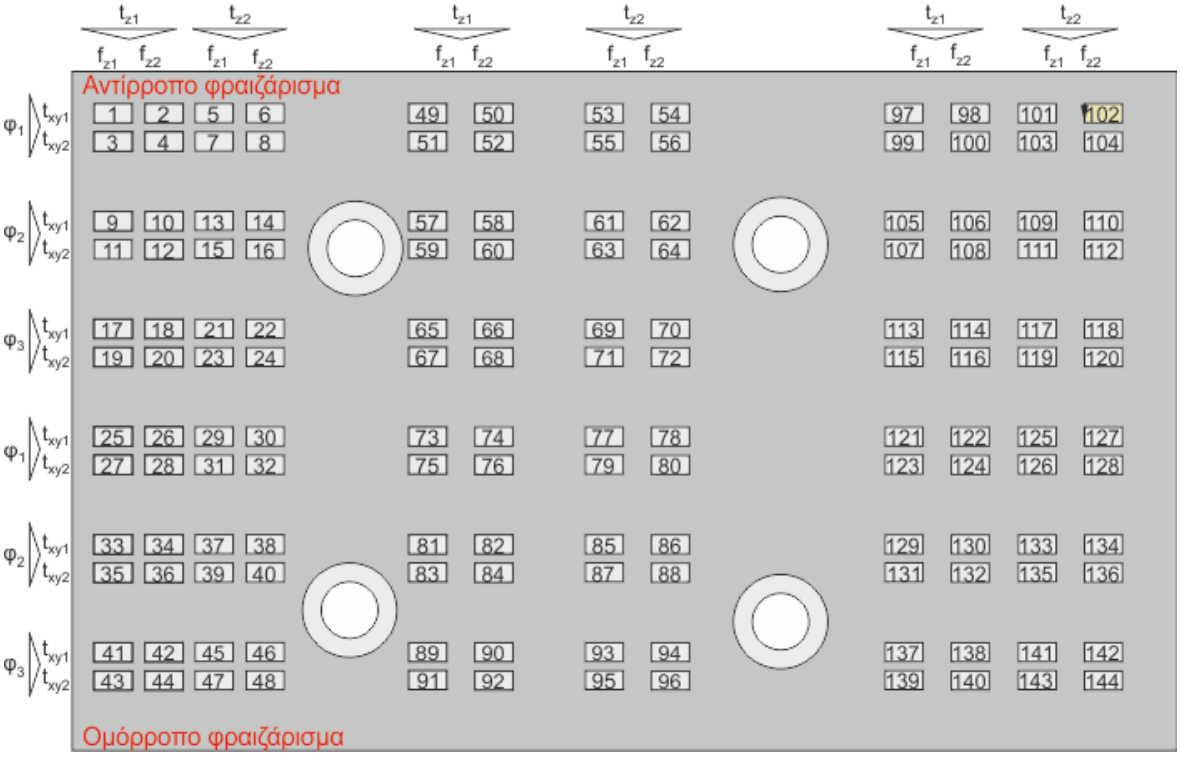
| $R_z$ mean |
|---|
| 0,7206 |



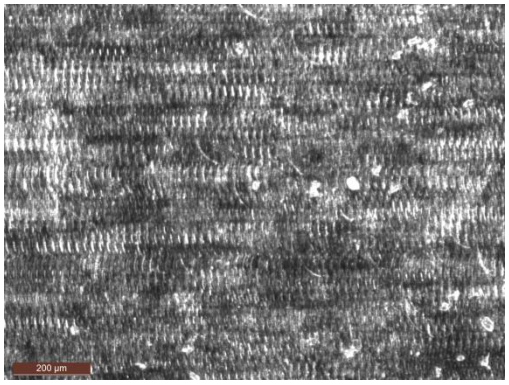
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 102 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |




| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,732 | 0,758 | 0,773 | 0,702 | 0,813 | 0,7556 |

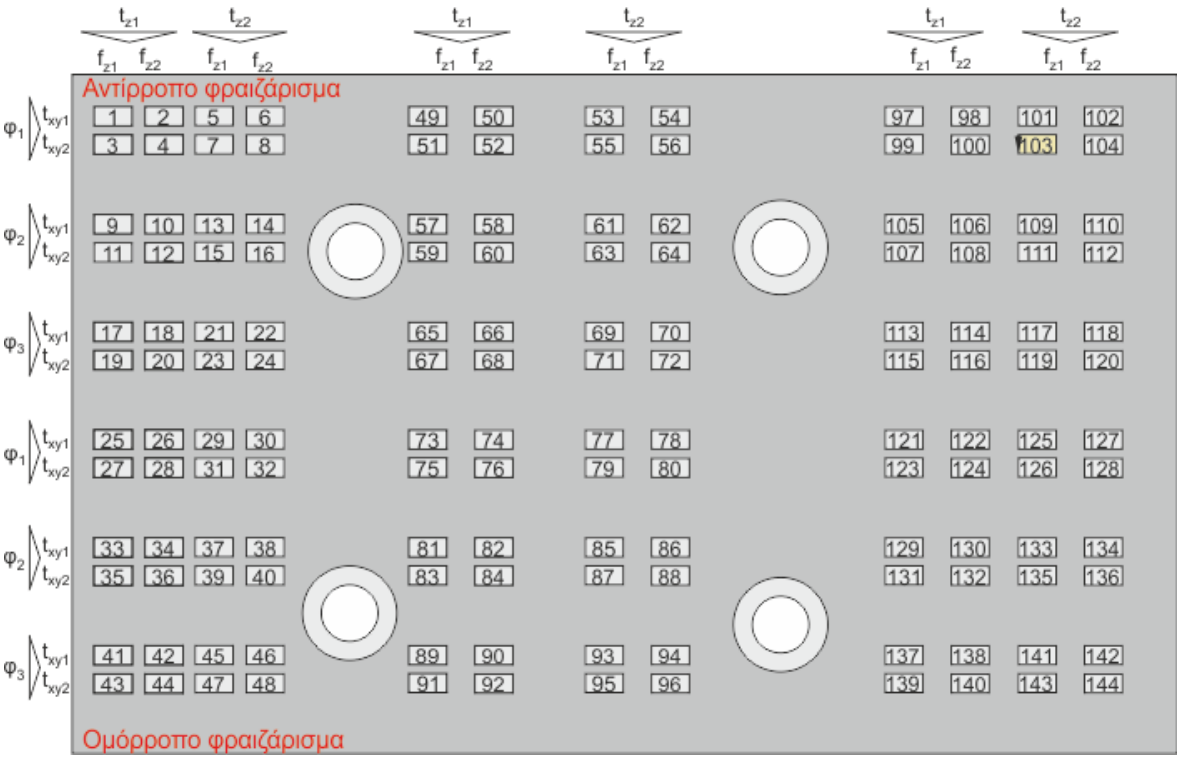


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 103 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |

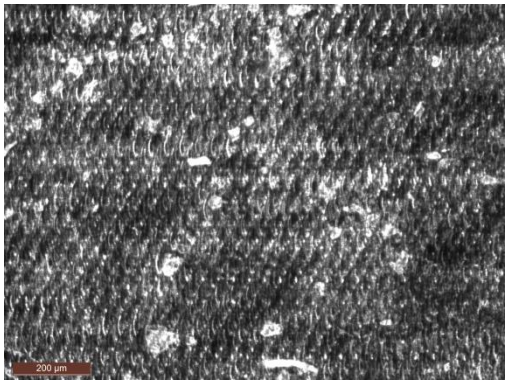



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0,68 | 0,821 | 0,806 | 0,654 | 0,61 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 0,7142 |

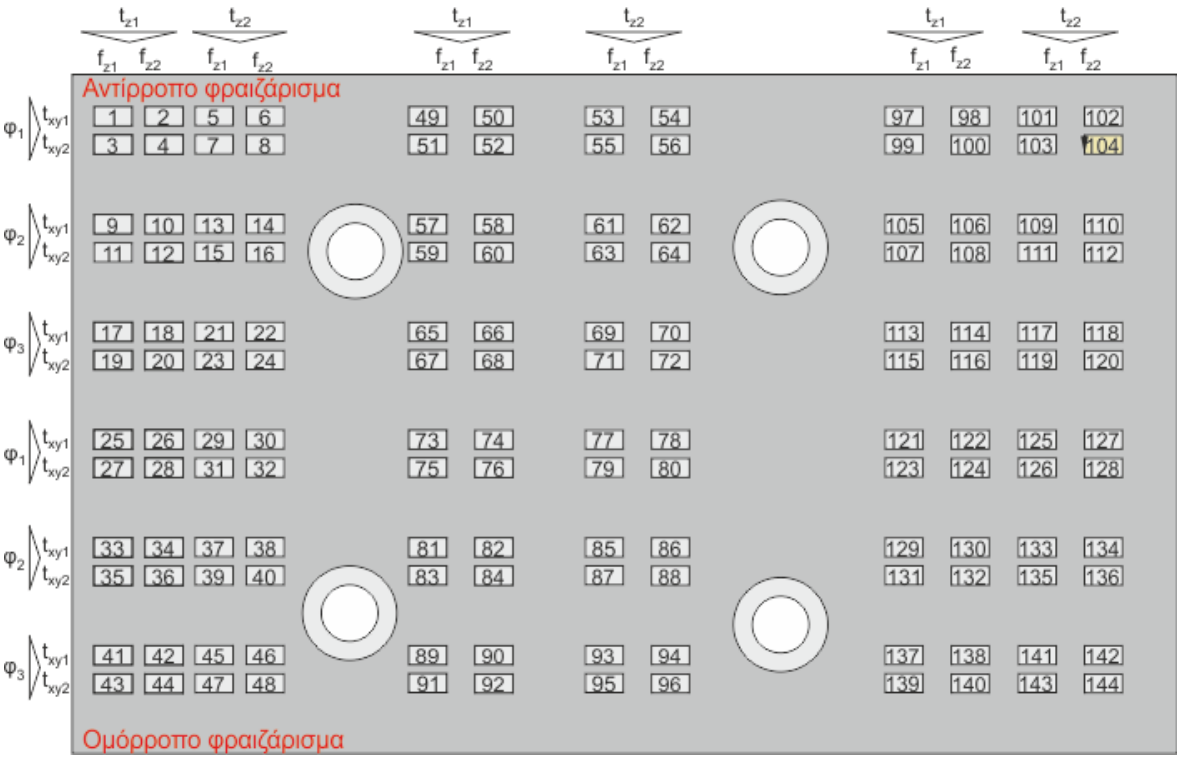


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 104 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |

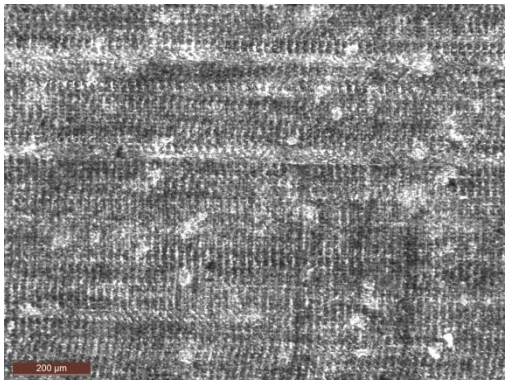



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,32 | 1,11 | 1,19 | 1,05 | 1,1 |

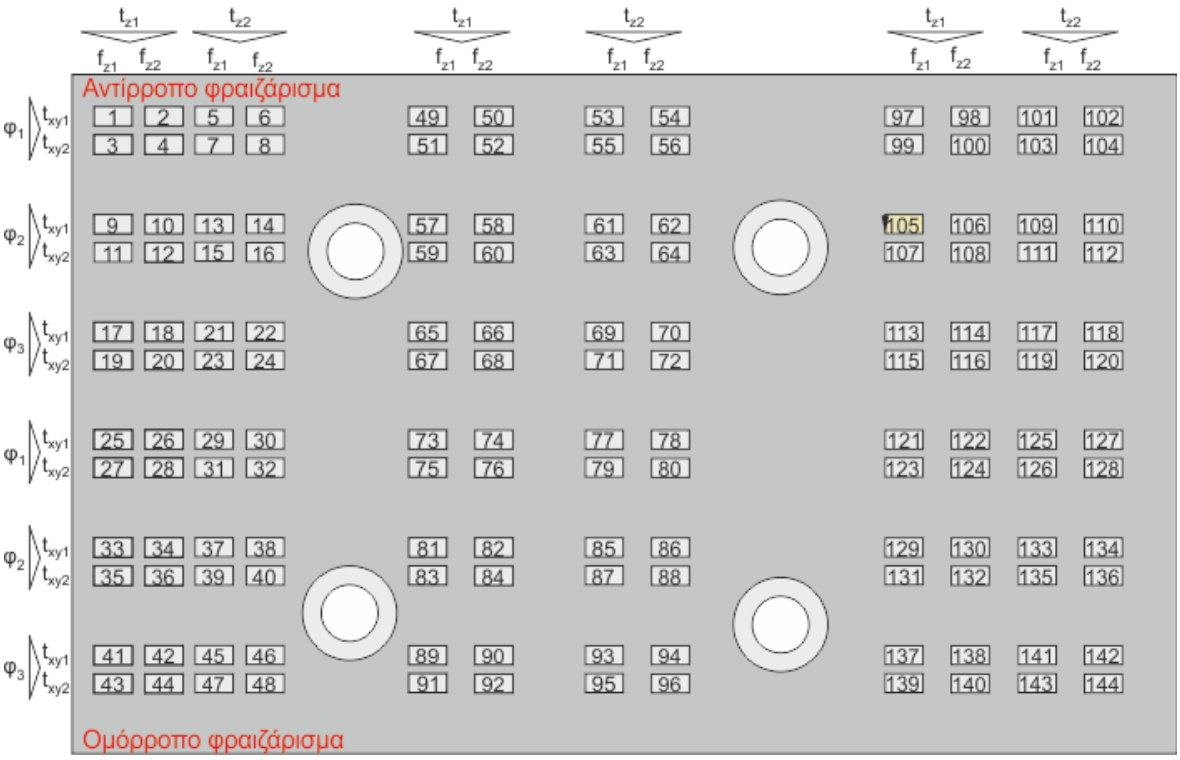
| $R_z$ mean |
|---|
| 1,154 |



| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 105 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |

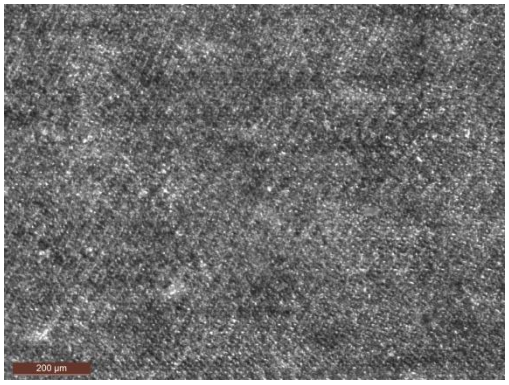



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,924 | 0,902 | 1,11 | 1,02 | 0,824 | 0,956 |

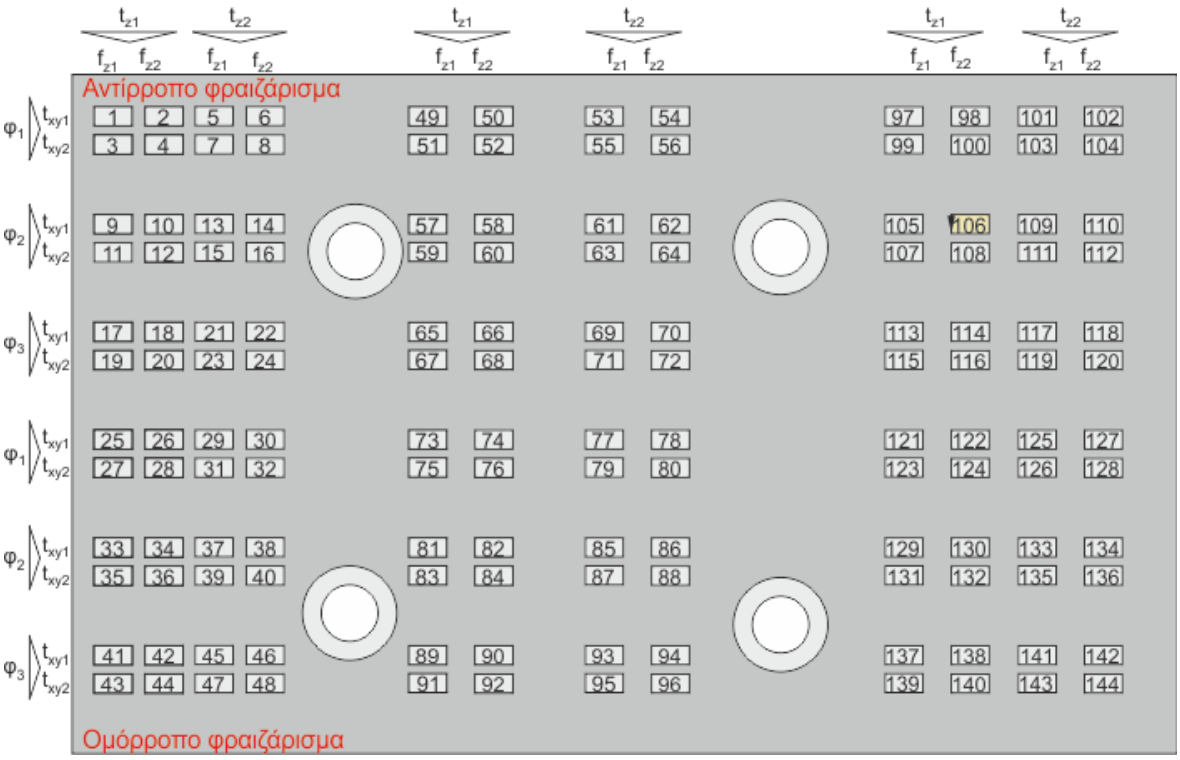


# ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
## ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
### ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 106 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |

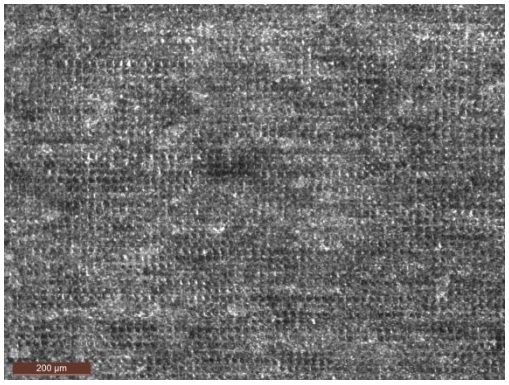



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,42 | 1,53 | 1,55 | 1,45 | 1,35 | 1,46 |



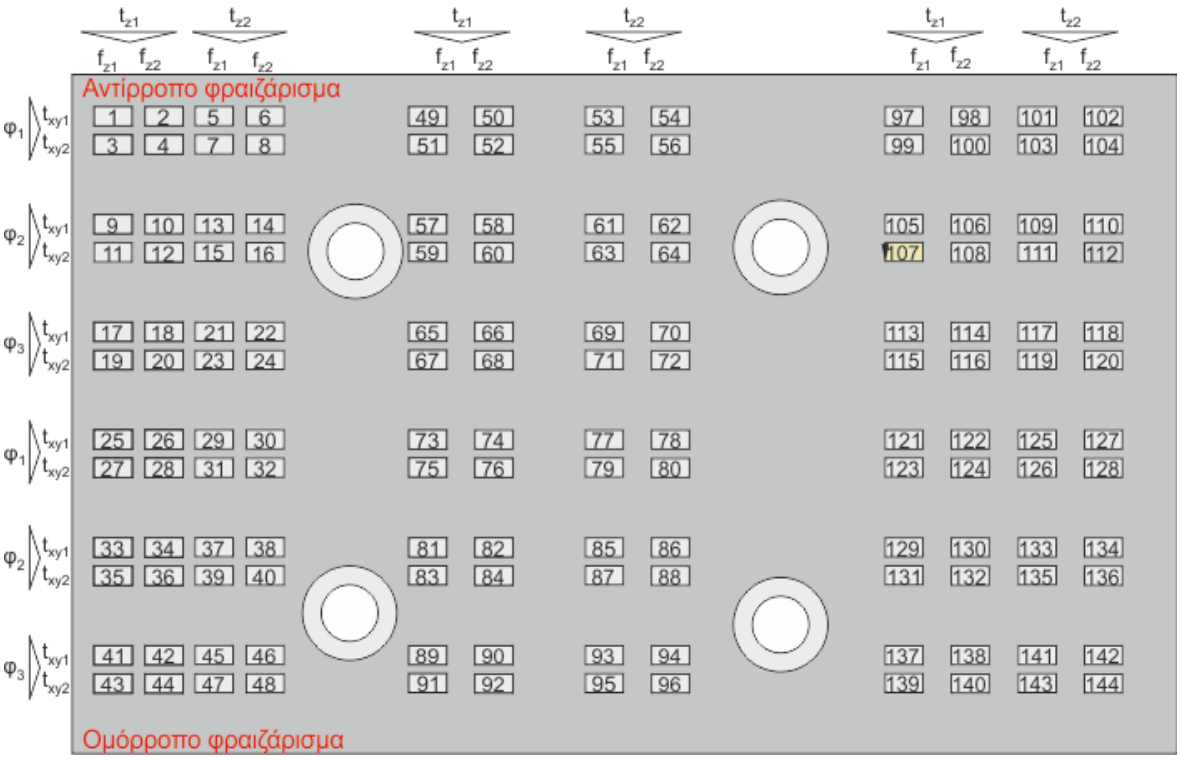
# ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
## ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
### ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 107 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |

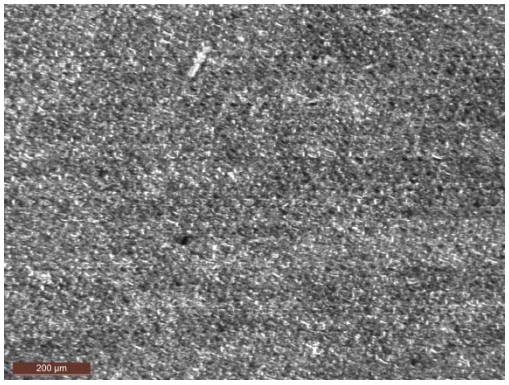



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,46 | 1,42 | 1,35 | 1,36 | 1,37 |

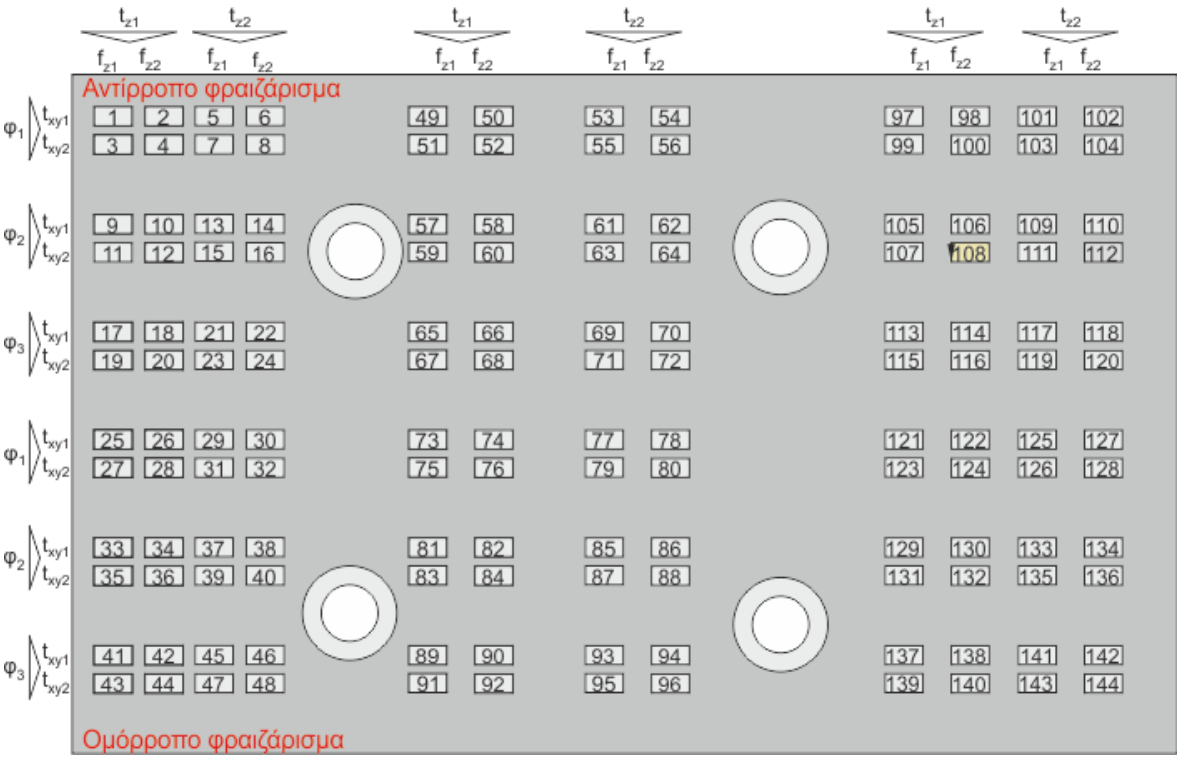
| $R_z$ mean |
|---|
| 1,392 |



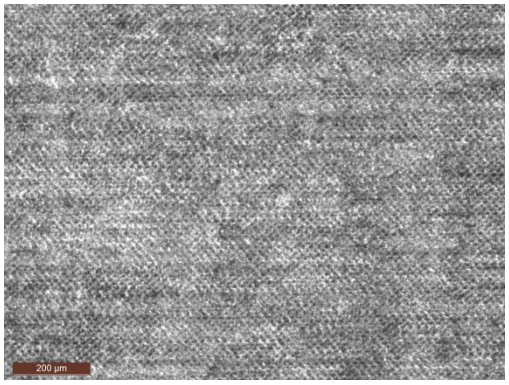
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 108 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |



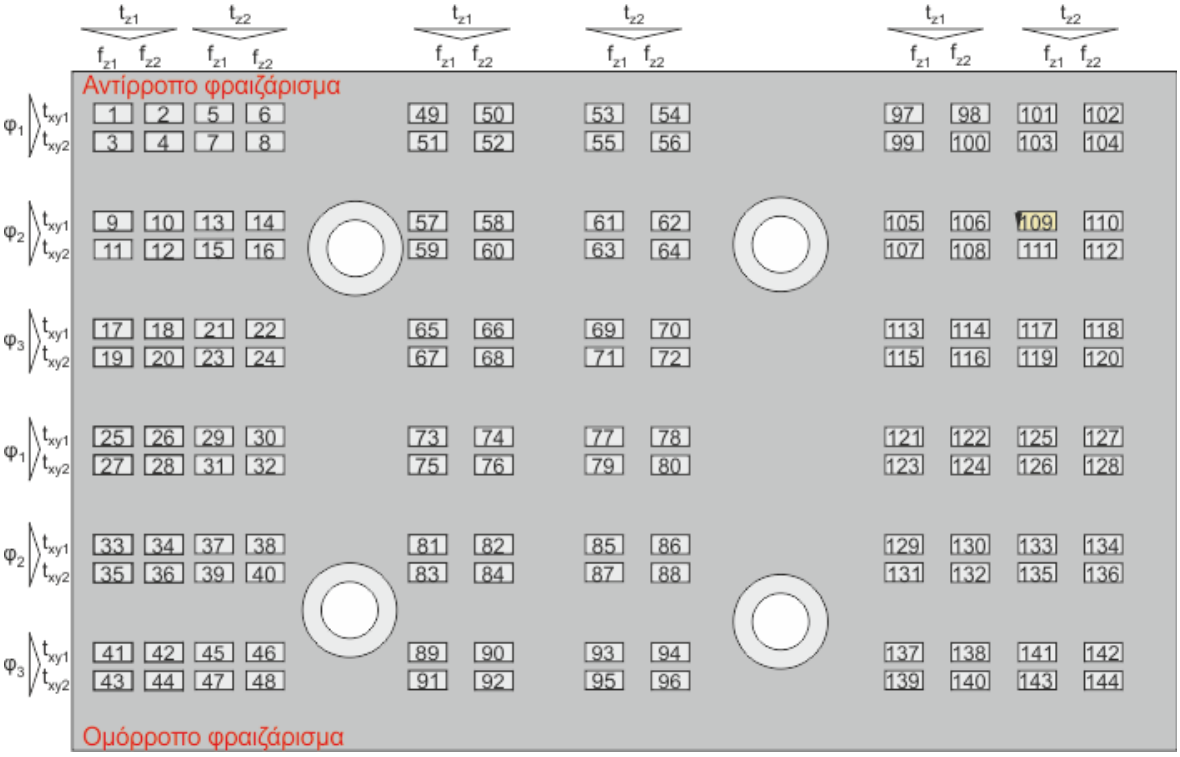

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,93 | 2,01 | 1,92 | 1,94 | 1,92 | 1,944 |



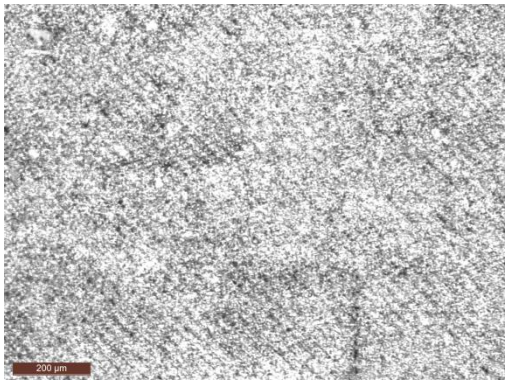
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 109 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |




| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,29 | 2,63 | 1,62 | 1,41 | 1,28 | 1,646 |

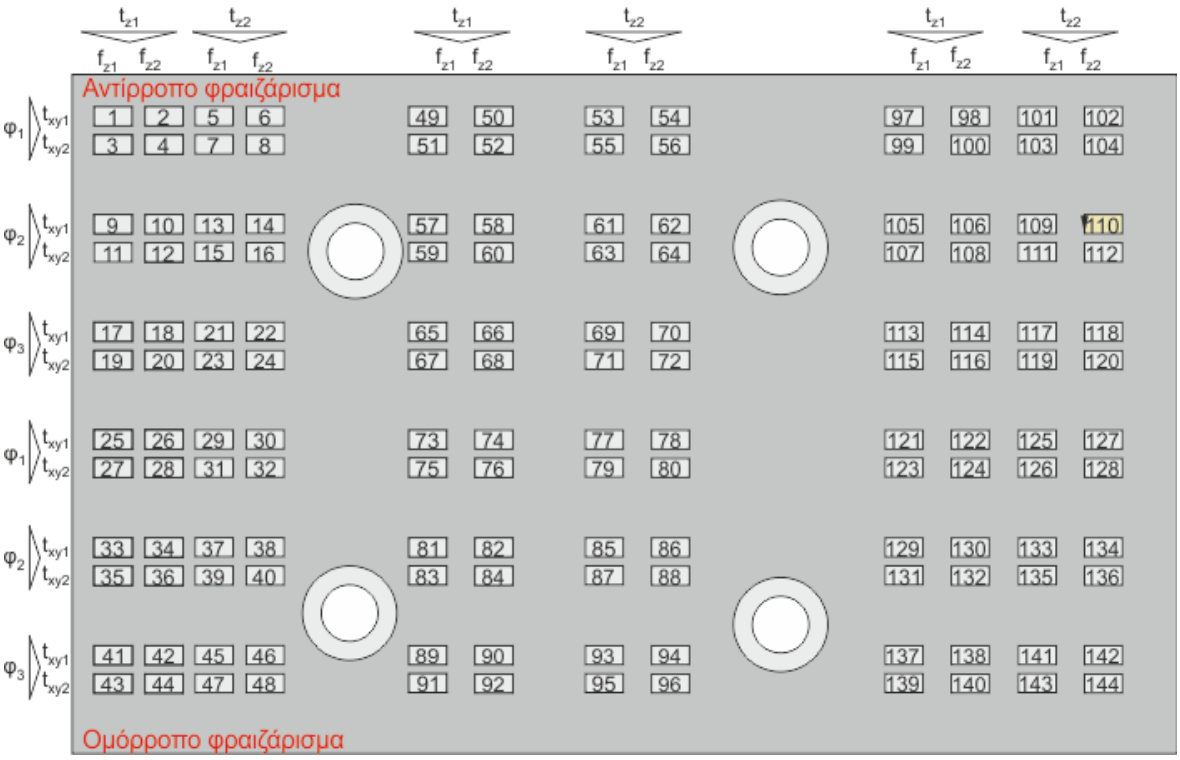


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 110 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |



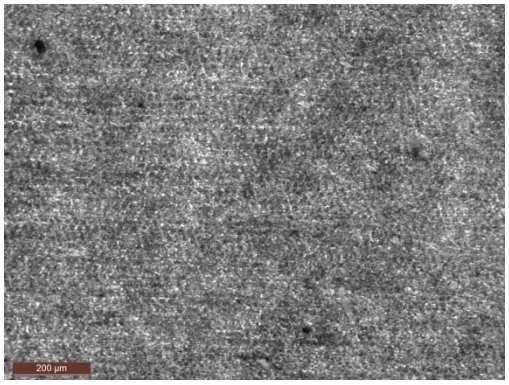

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,77 | 1,94 | 1,68 | 1,83 | 1,69 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,782 |

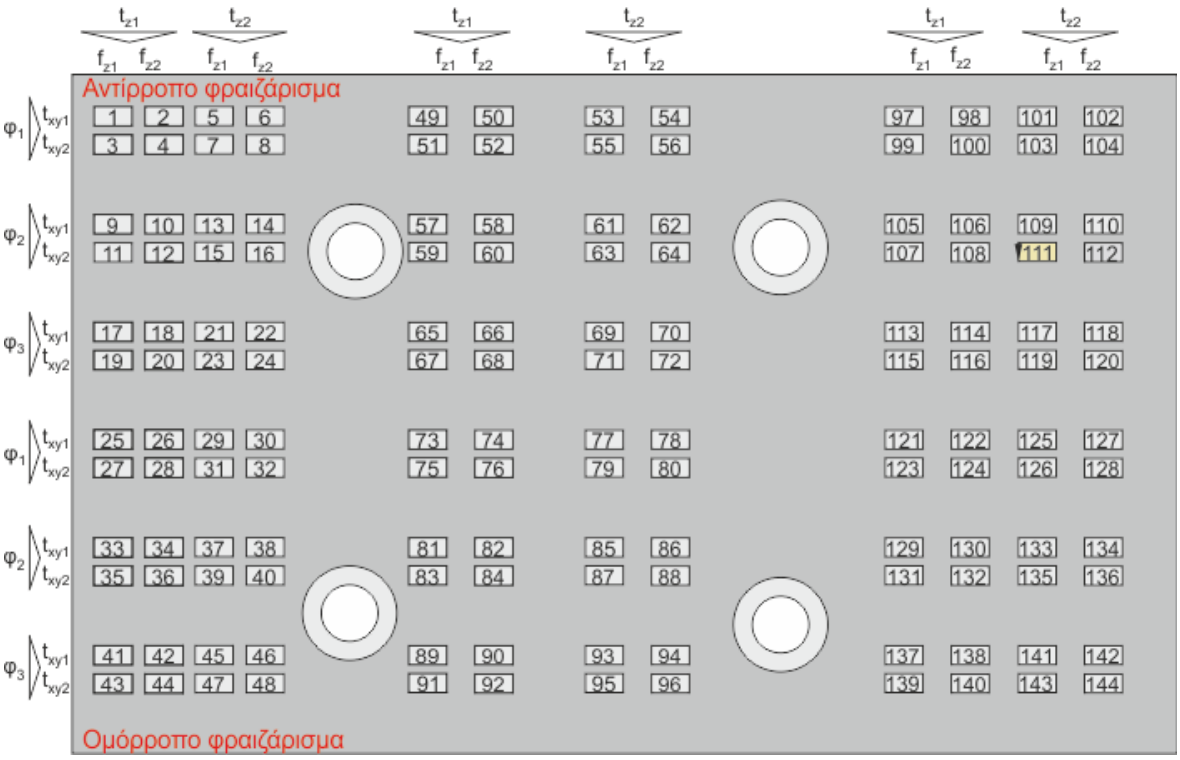


# ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
## ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
### ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

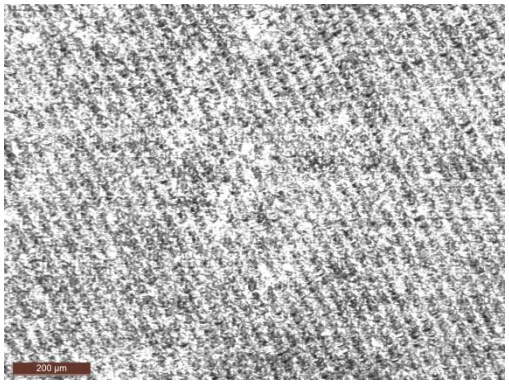
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 111 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |



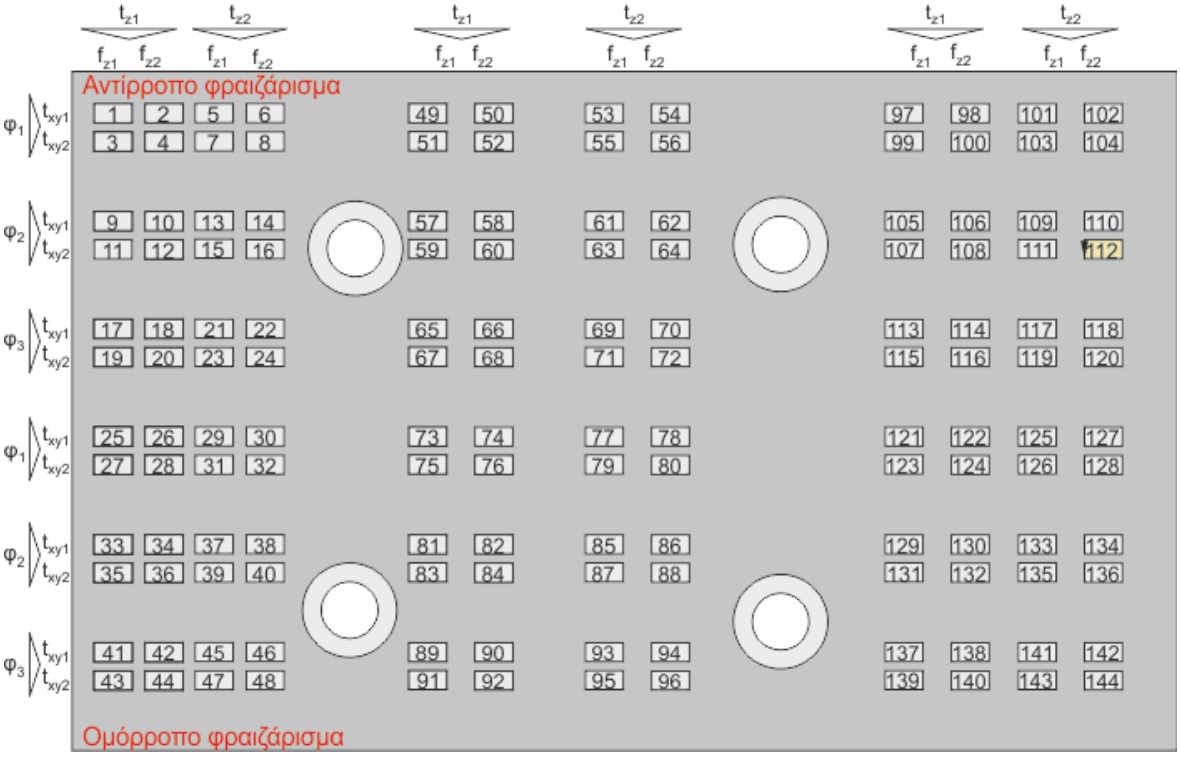

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,77 | 1,8 | 1,94 | 1,83 | 1,86 | 1,84 |



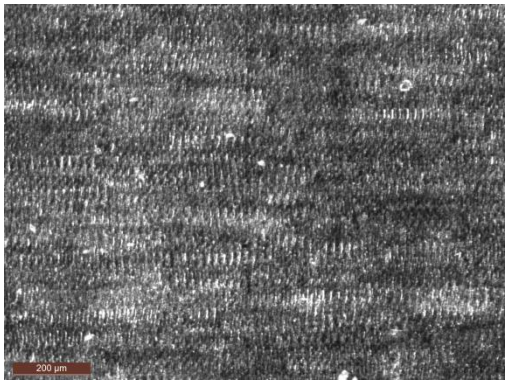
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 112 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |




| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 2,14 | 2,13 | 2,09 | 2,05 | 2 | 2,082 |

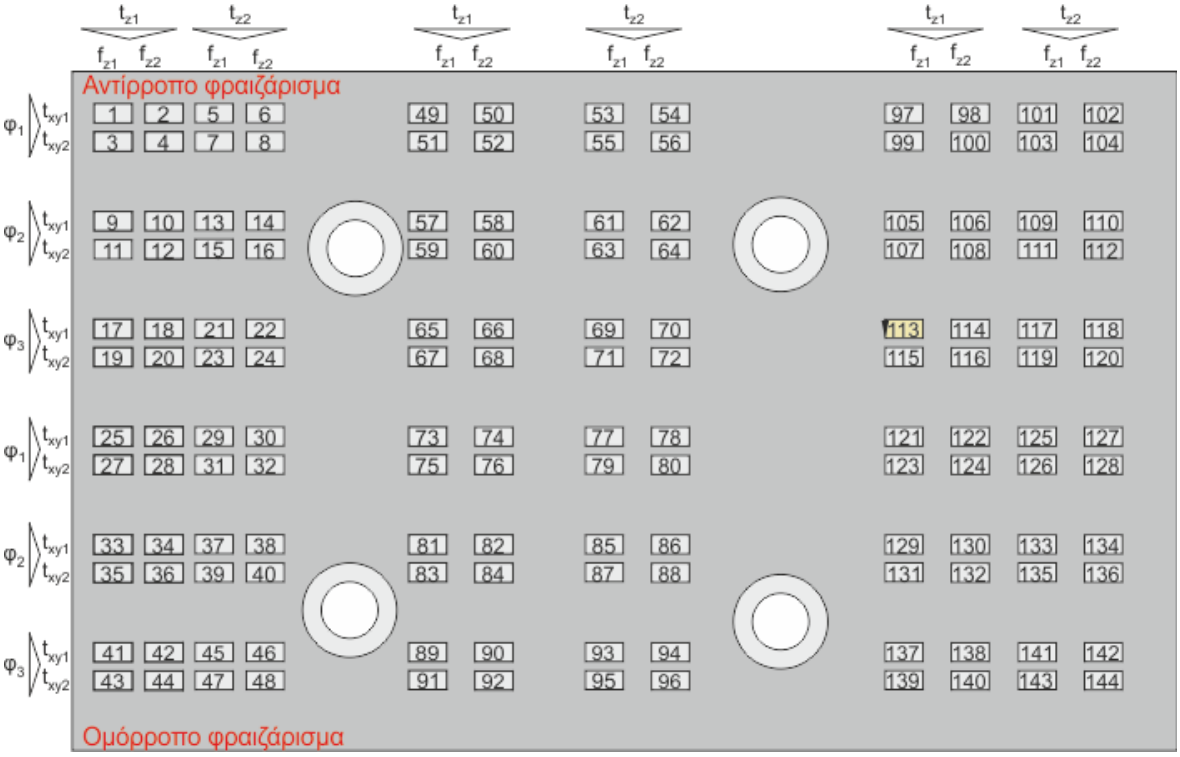


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 113 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |



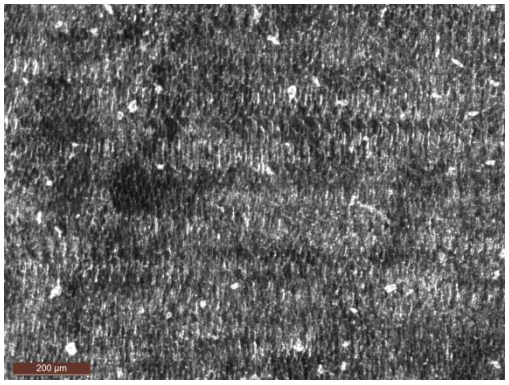

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0,91 | 1,11 | 1,08 | 1,07 | 1,14 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,062 |

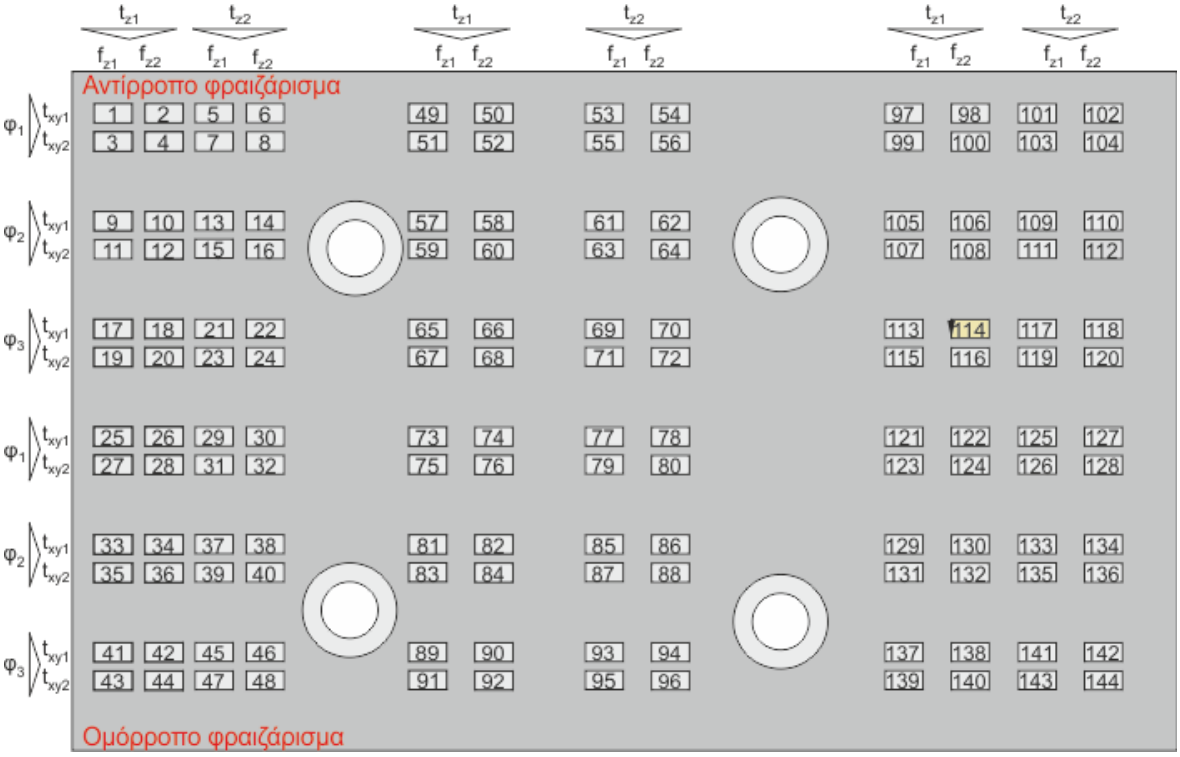


# ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
## ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
### ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

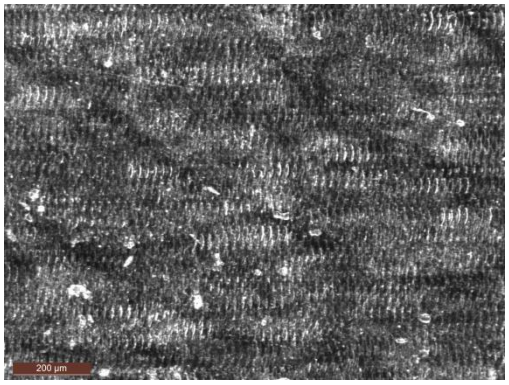
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 114 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |



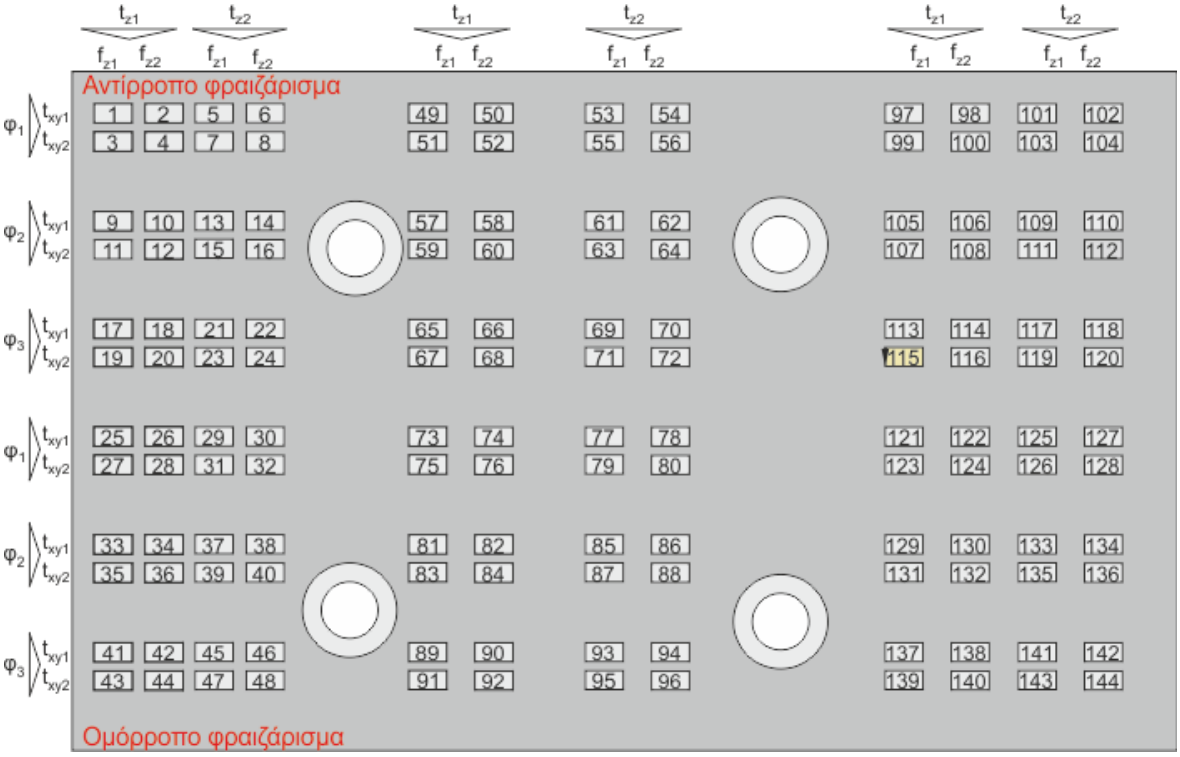

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,05 | 1,11 | 1,08 | 1,07 | 1,14 | 1,09 |



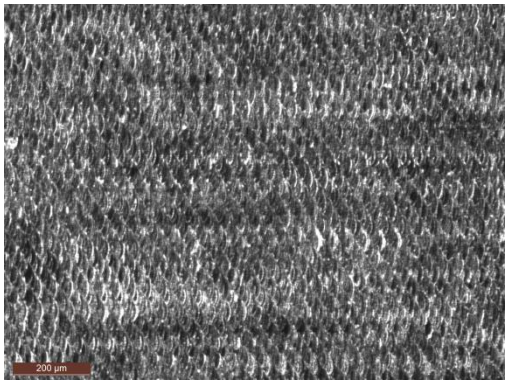
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 115 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |




| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,25 | 1,21 | 1,12 | 1,08 | 1,08 | 1,148 |

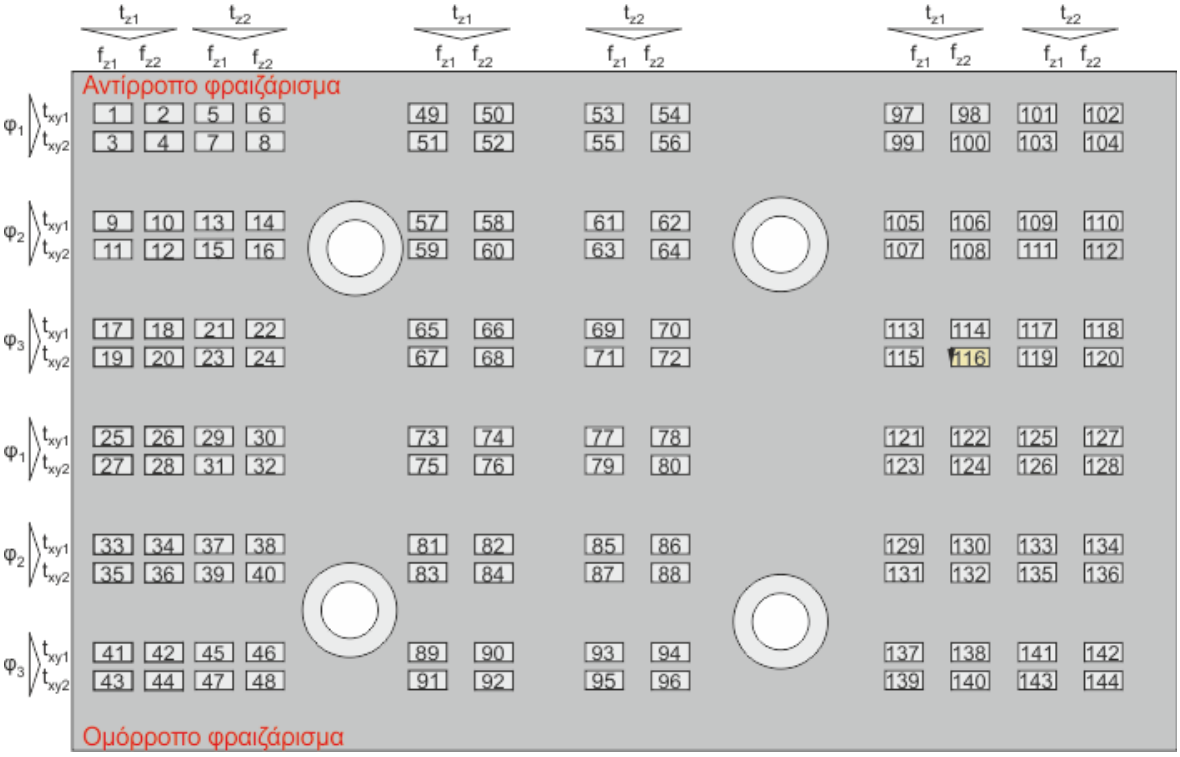


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 116 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |

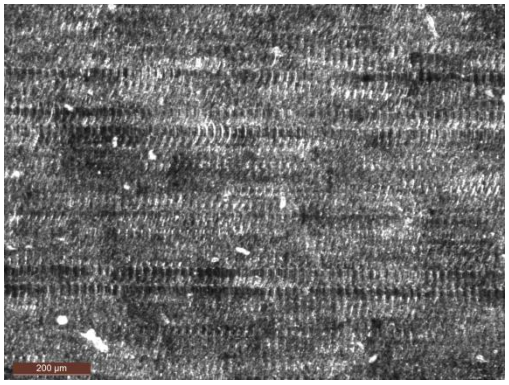



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,46 | 1,27 | 1,19 | 1,27 | 1,3 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,298 |

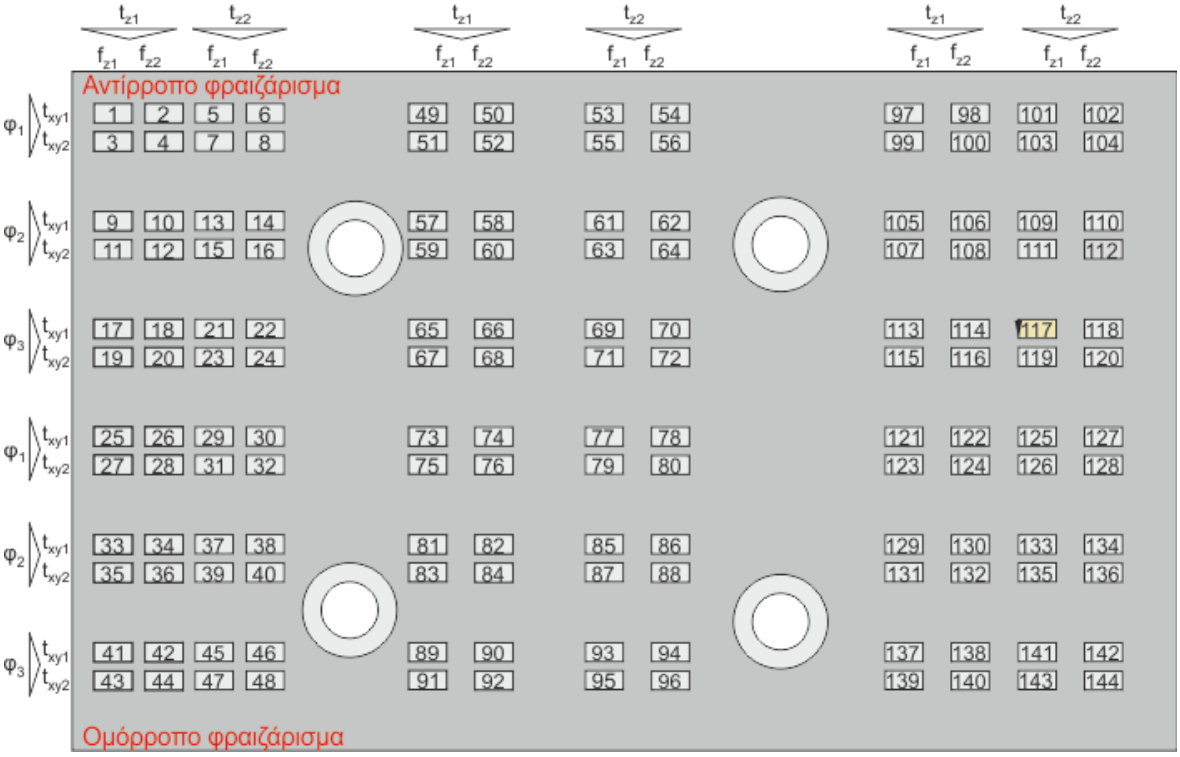


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 117 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |

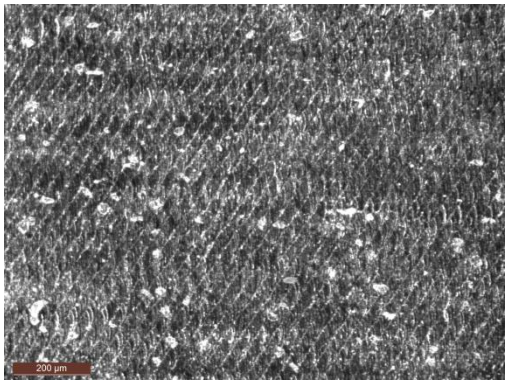



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0,895 | 1,03 | 0,995 | 0,939 | 0,924 |

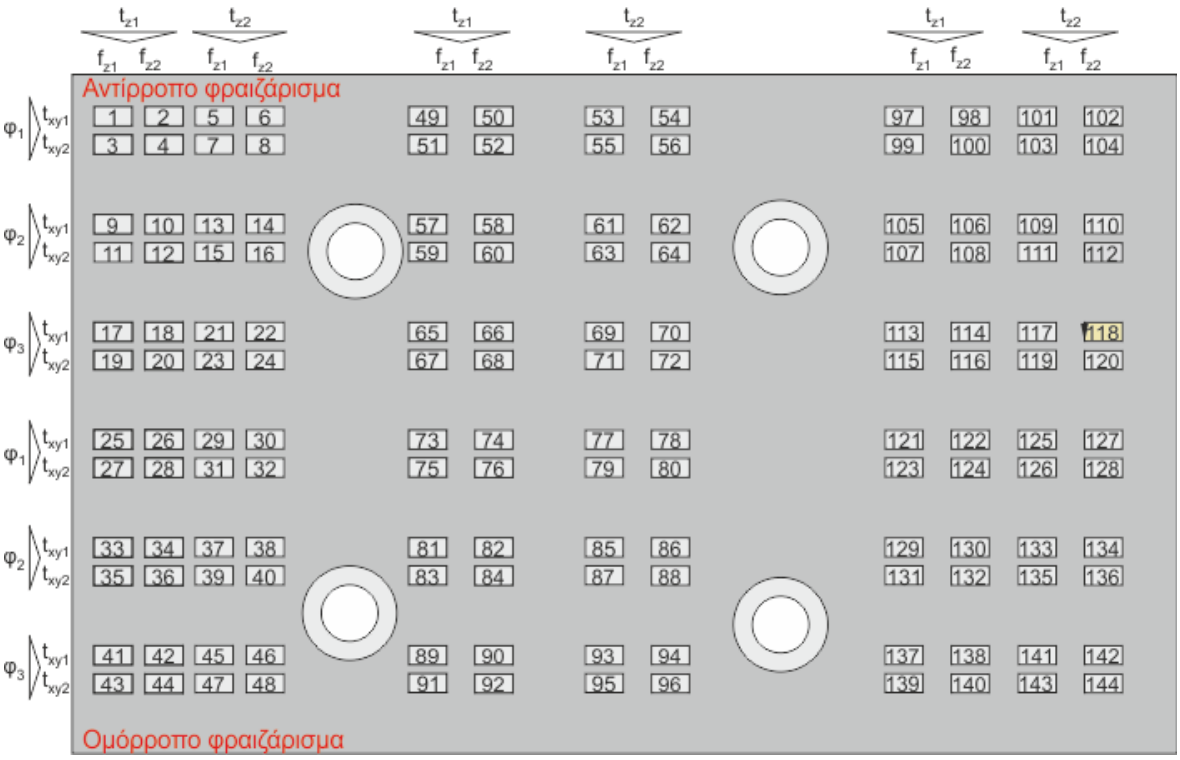
| $R_z$ mean |
|---|
| 0,9566 |



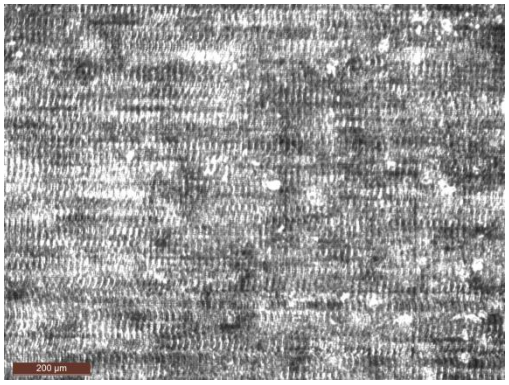
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 118 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |



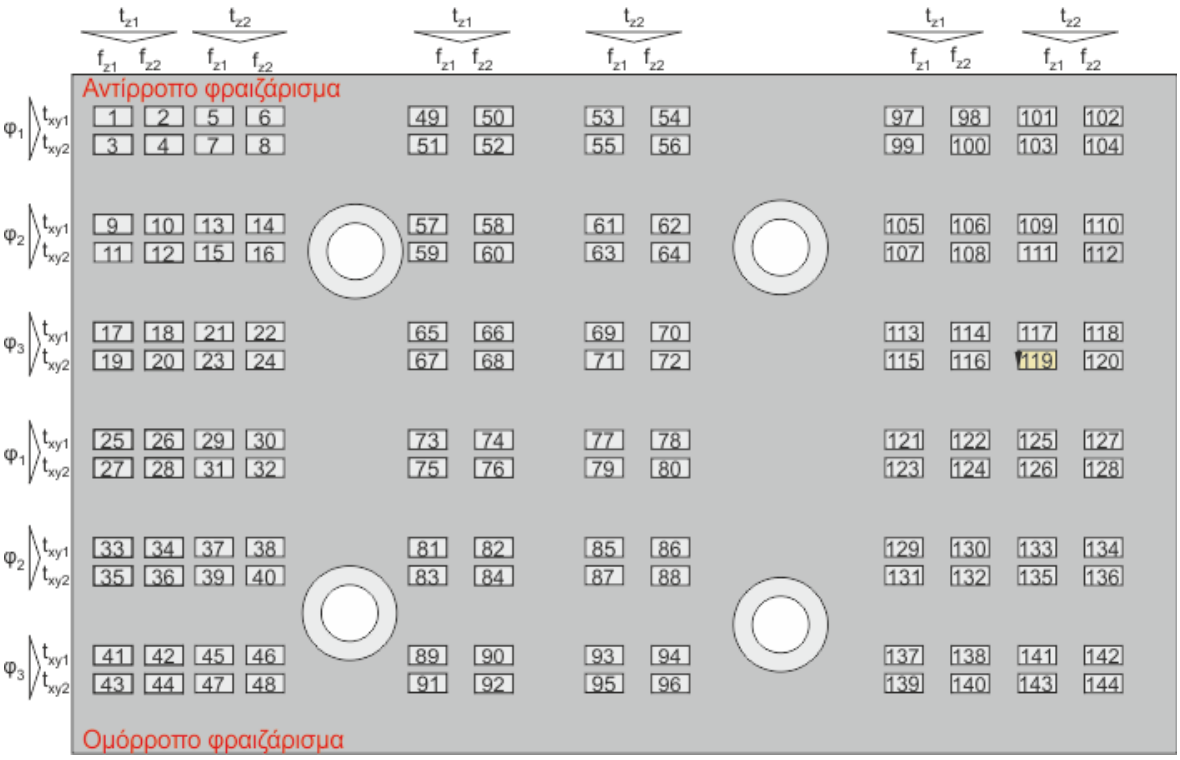

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,31 | 1,37 | 1,29 | 1,26 | 1,46 | 1,338 |



| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 119 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |

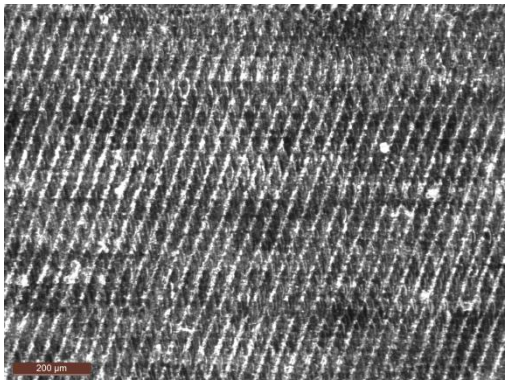



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,824 | 0,95 | 0,821 | 0,81 | 0,969 | 0,8748 |

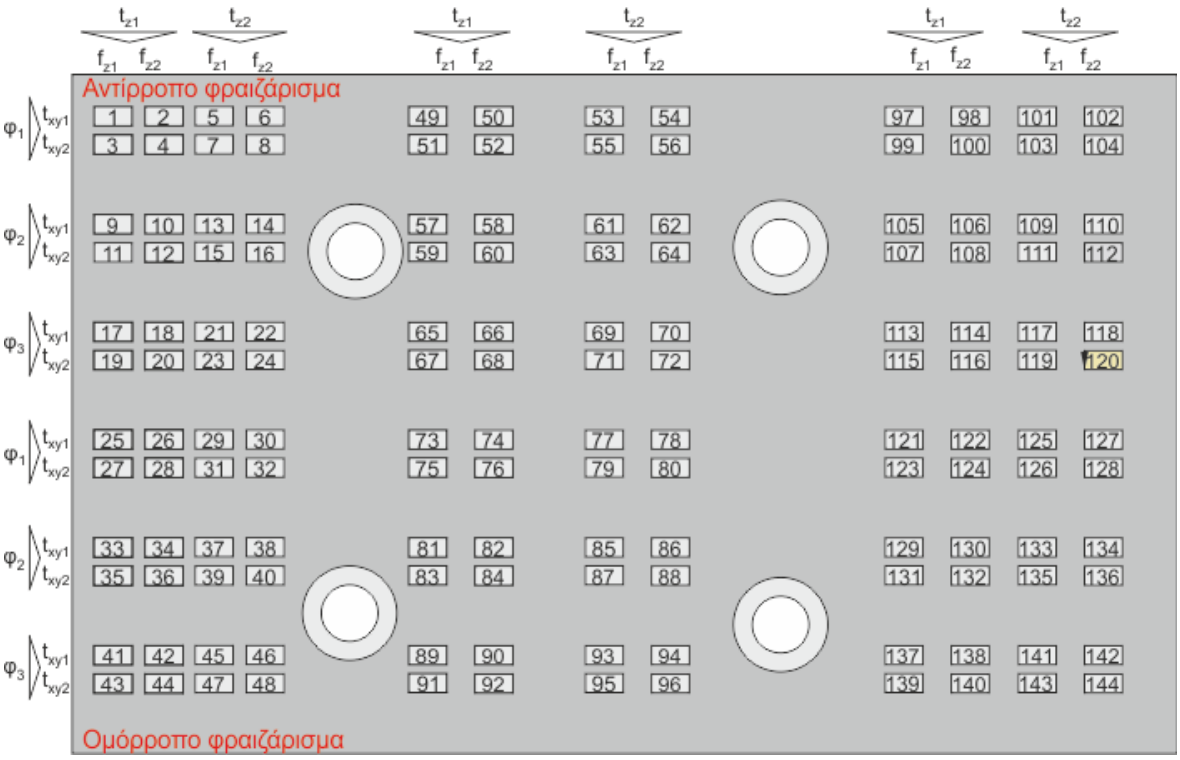


# ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
## ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
### ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

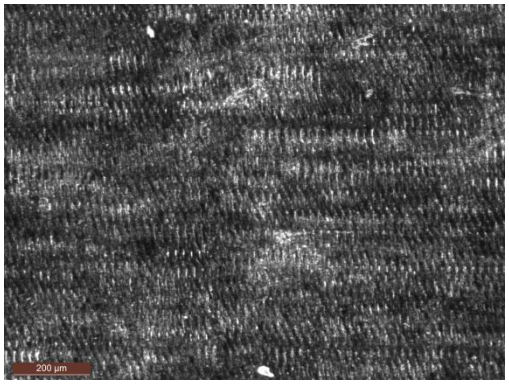
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 120 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |



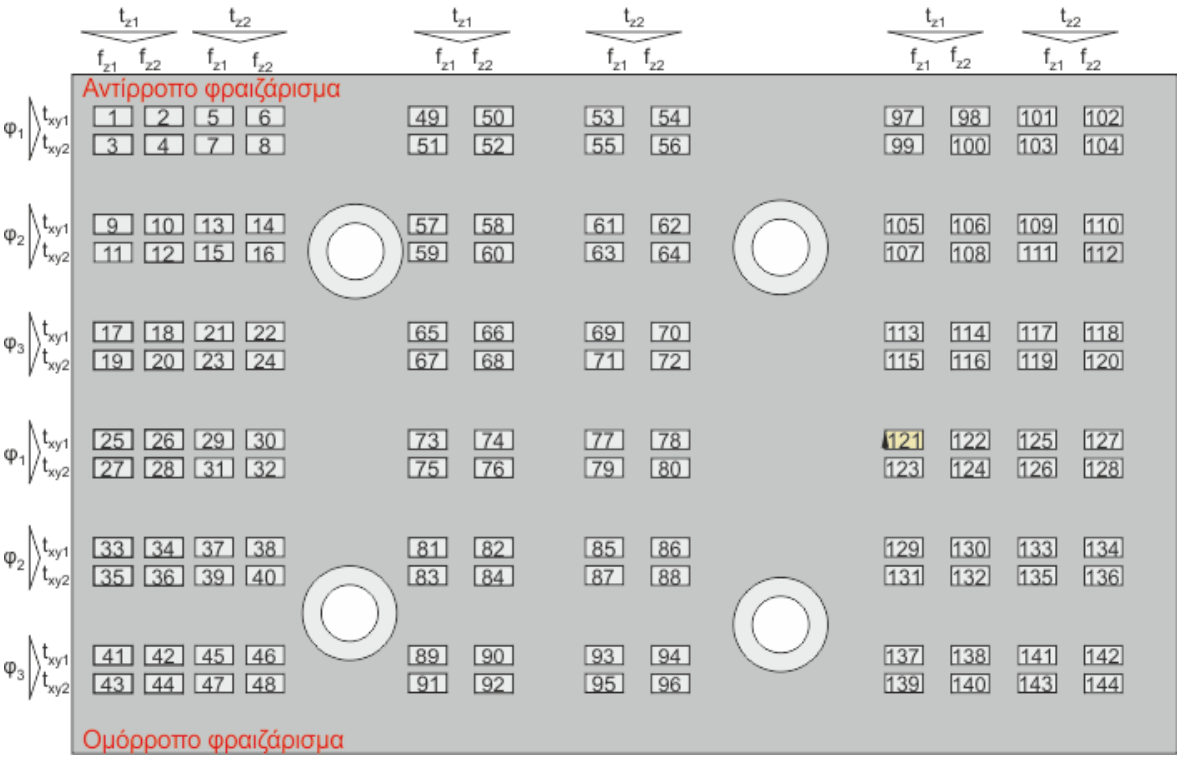

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,31 | 1,38 | 1,04 | 1,01 | 1,01 | 1,15 |



| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 121 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |

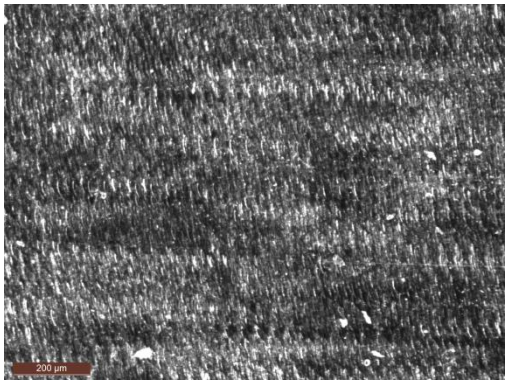



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,632 | 0,68 | 0,599 | 0,714 | 0,566 | 0,6382 |

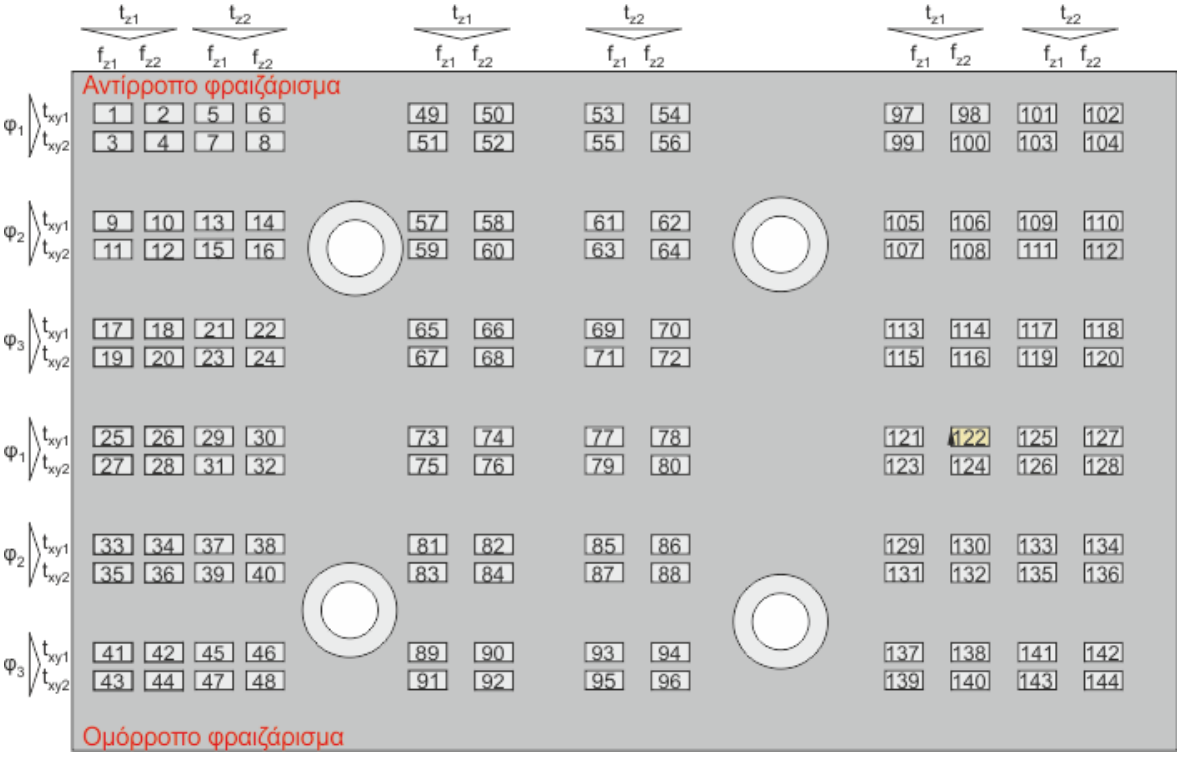


# ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
## ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
### ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

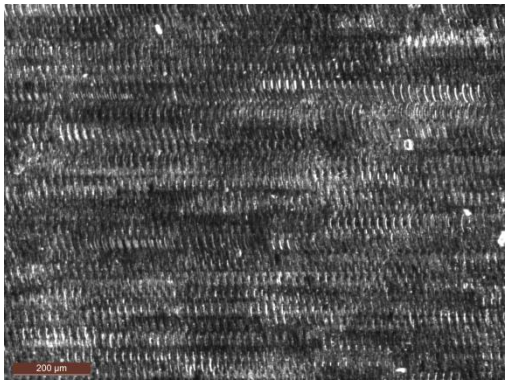
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 122 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |



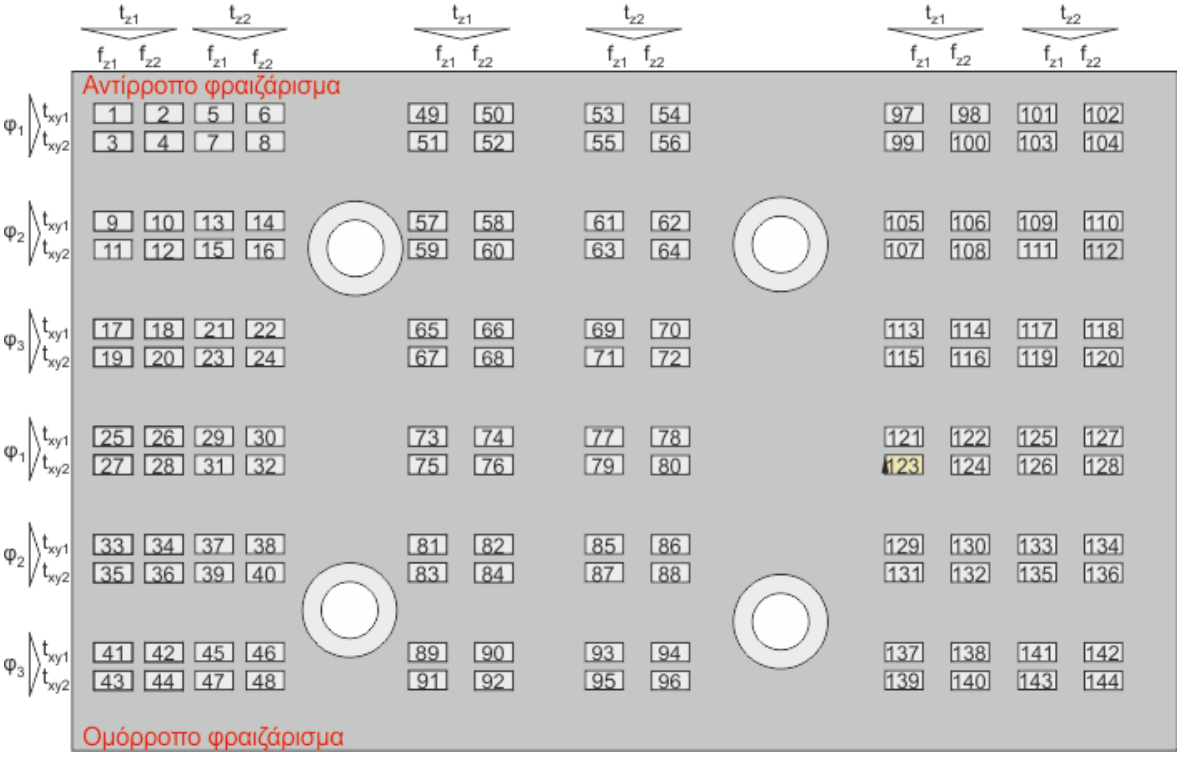

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,691 | 0,654 | 0,573 | 0,617 | 0,754 | 0,6578 |



| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 123 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |

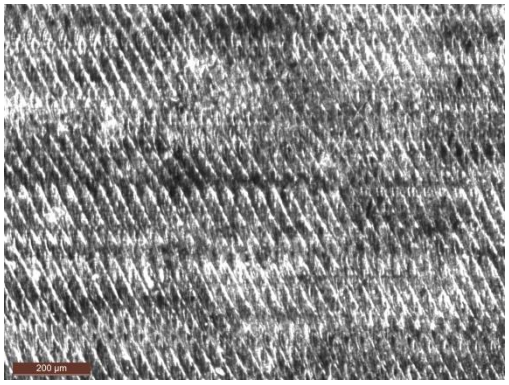



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,795 | 0,739 | 0,828 | 0,765 | 0,736 | 0,7726 |



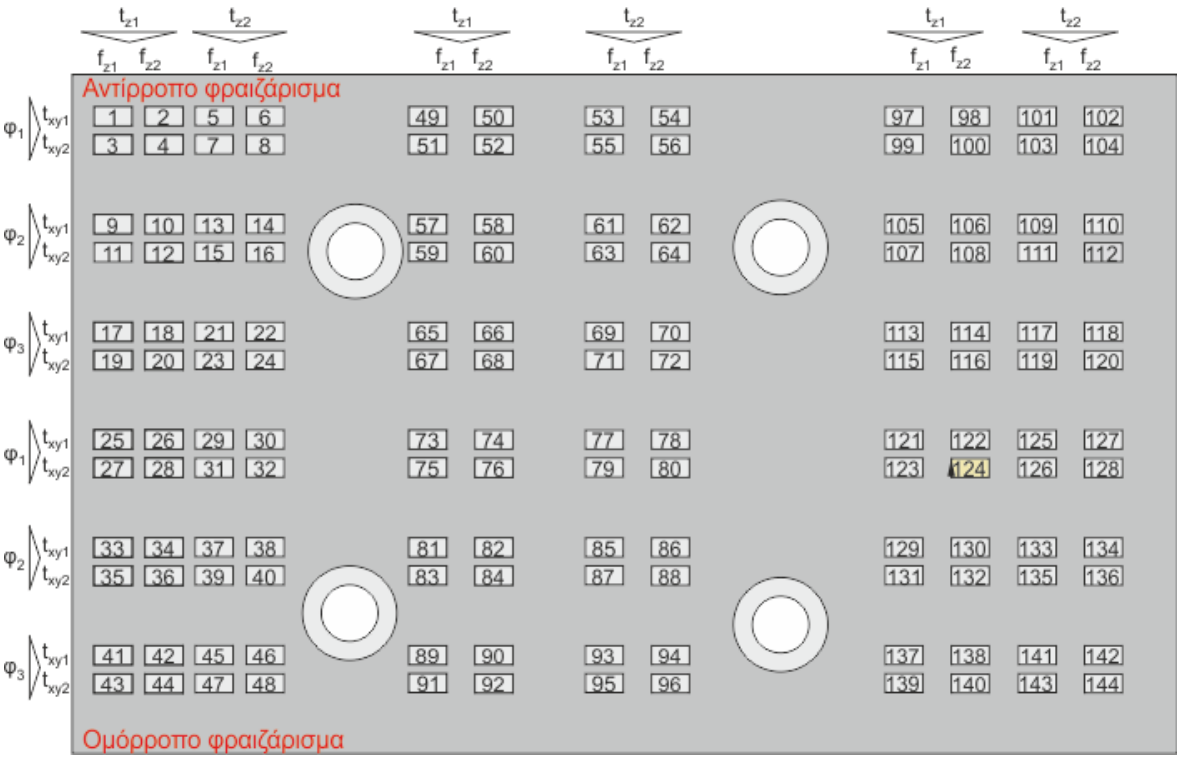
# ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
## ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
### ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 124 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |

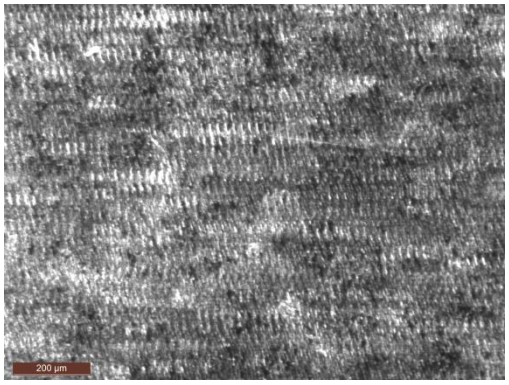



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,18 | 1,1 | 1,03 | 1,19 | 1,01 |

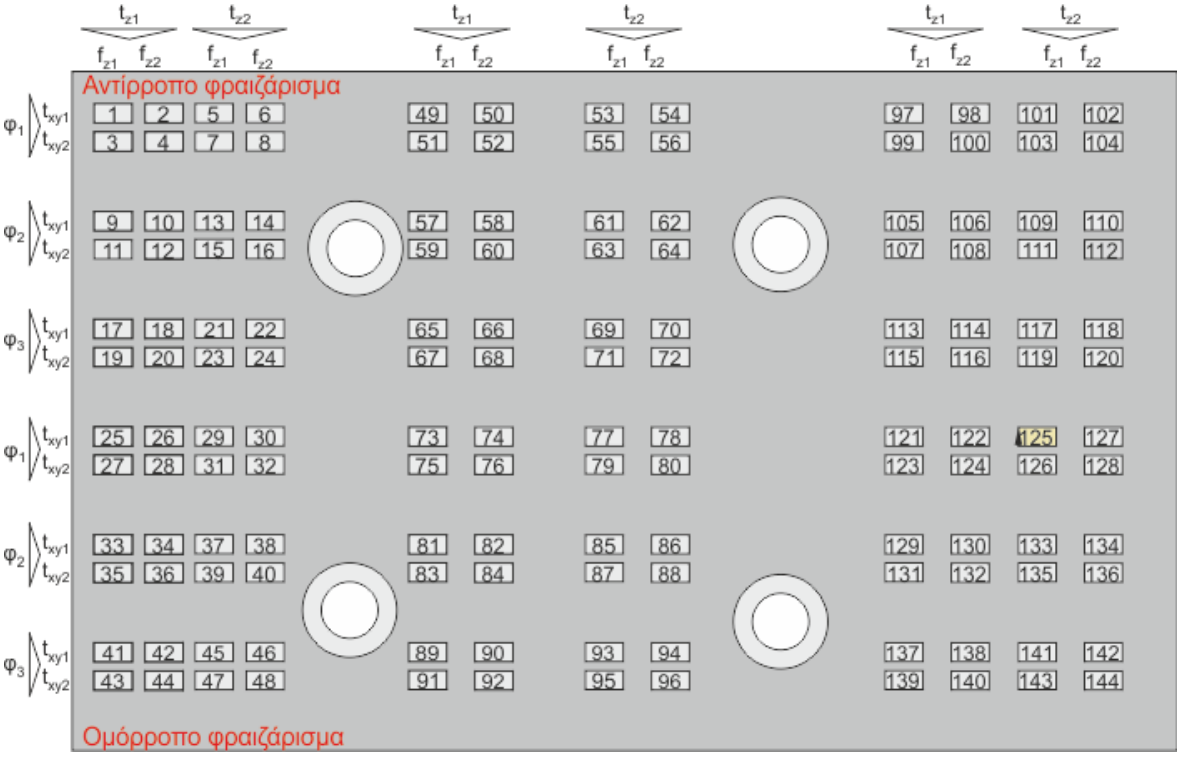
| $R_z$ mean |
|---|
| 1,102 |



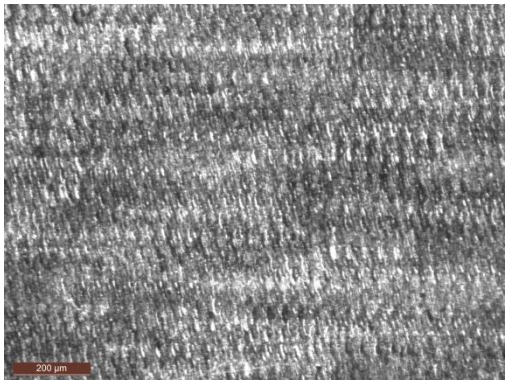
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 125 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |



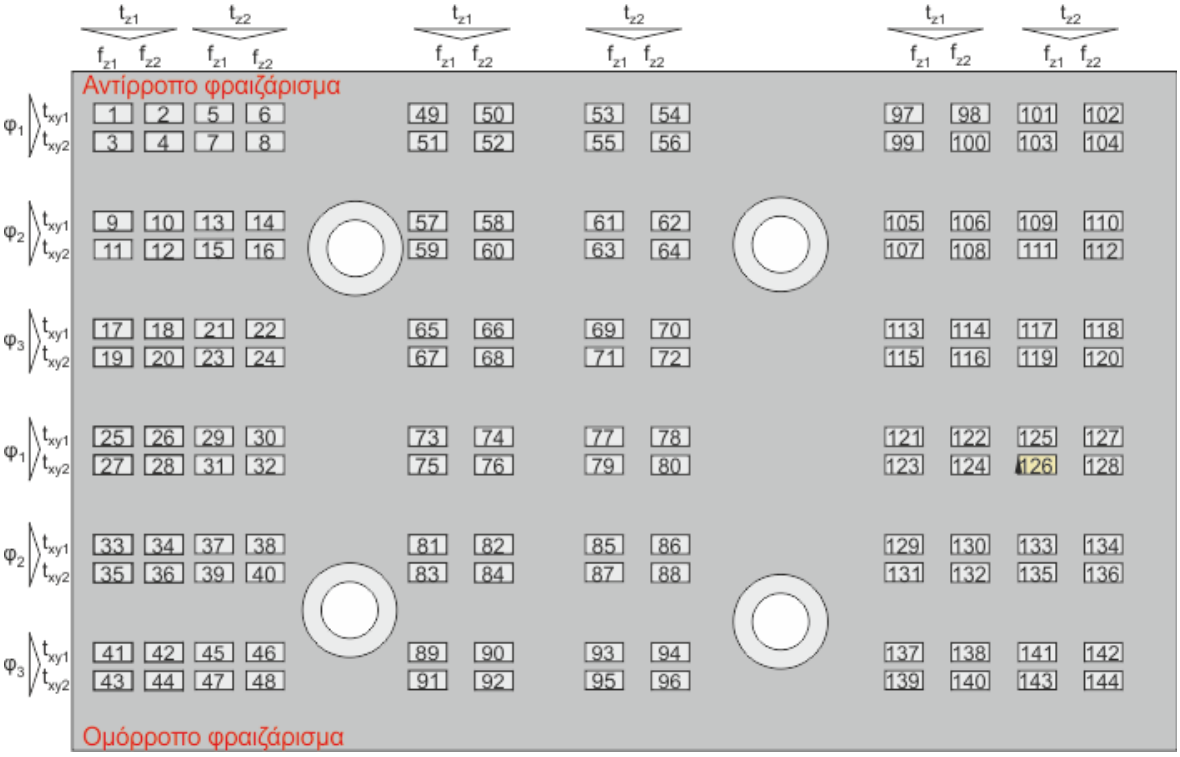

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,518 | 0,603 | 0,577 | 0,547 | 0,569 | 0,5628 |



| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 126 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |

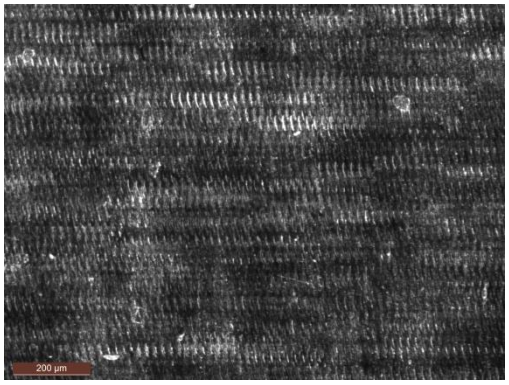



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,636 | 0,632 | 0,677 | 0,658 | 0,629 | 0,6464 |



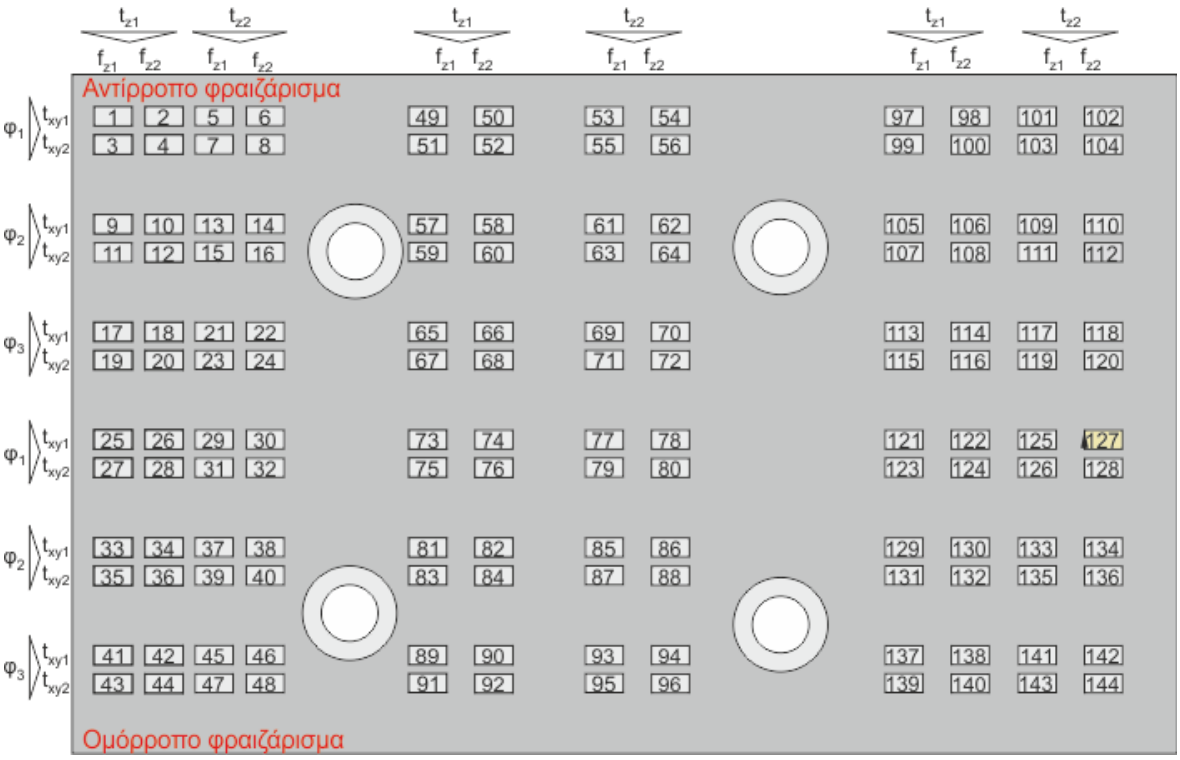
# ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
## ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
### ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | | BALL Φ0,6 | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | | 127 | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | | AL-7075 T6 | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |



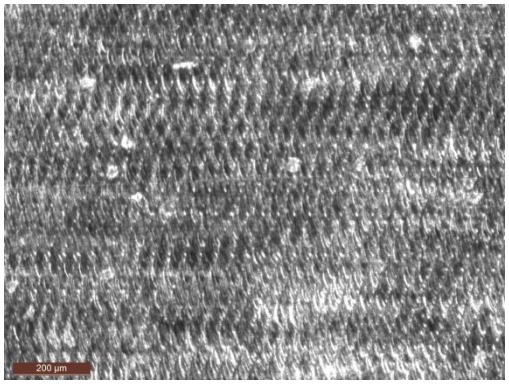

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0,525 | 0,492 | 0,592 | 0,51 | 0,529 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 0,5296 |

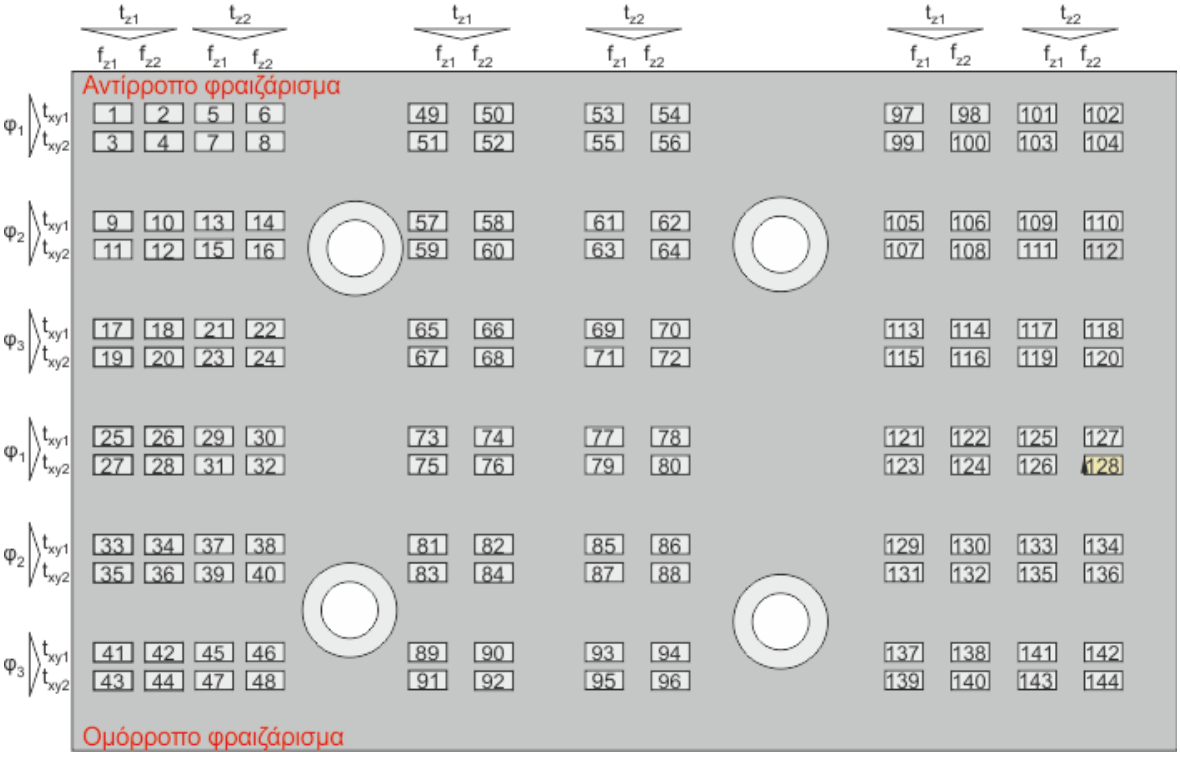


# ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
## ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
### ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

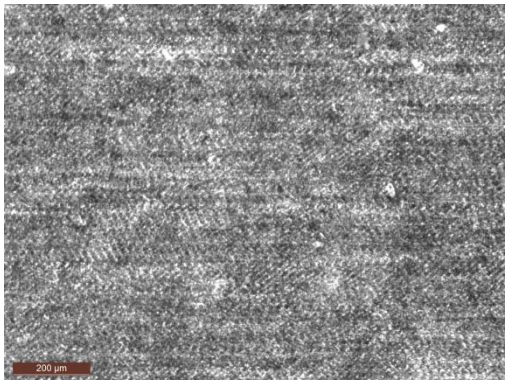
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | | BALL Φ0,6 | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | | 128 | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | | AL-7075 T6 | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | -5 | ° |



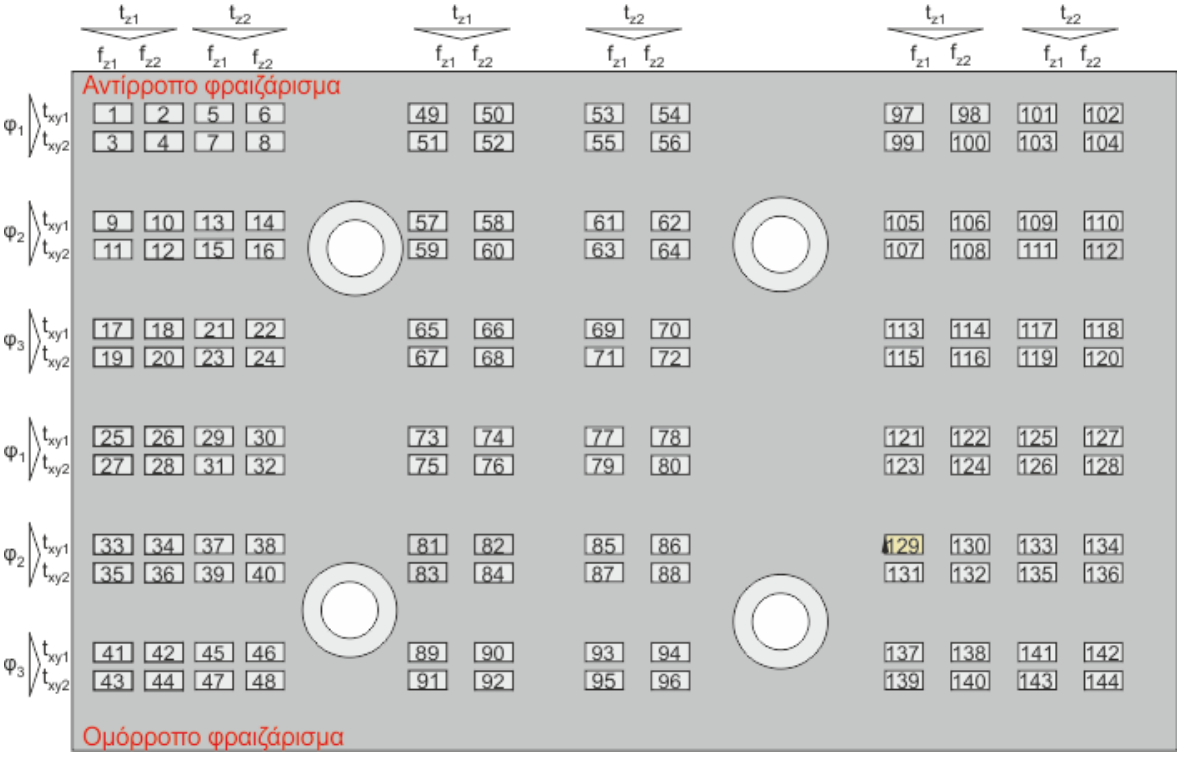

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,81 | 0,71 | 0,717 | 0,632 | 0,747 | 0,7232 |



| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 129 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |

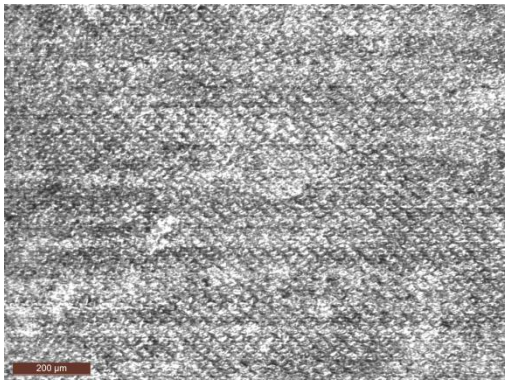



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,799 | 0,891 | 0,873 | 0,884 | 0,813 | 0,852 |



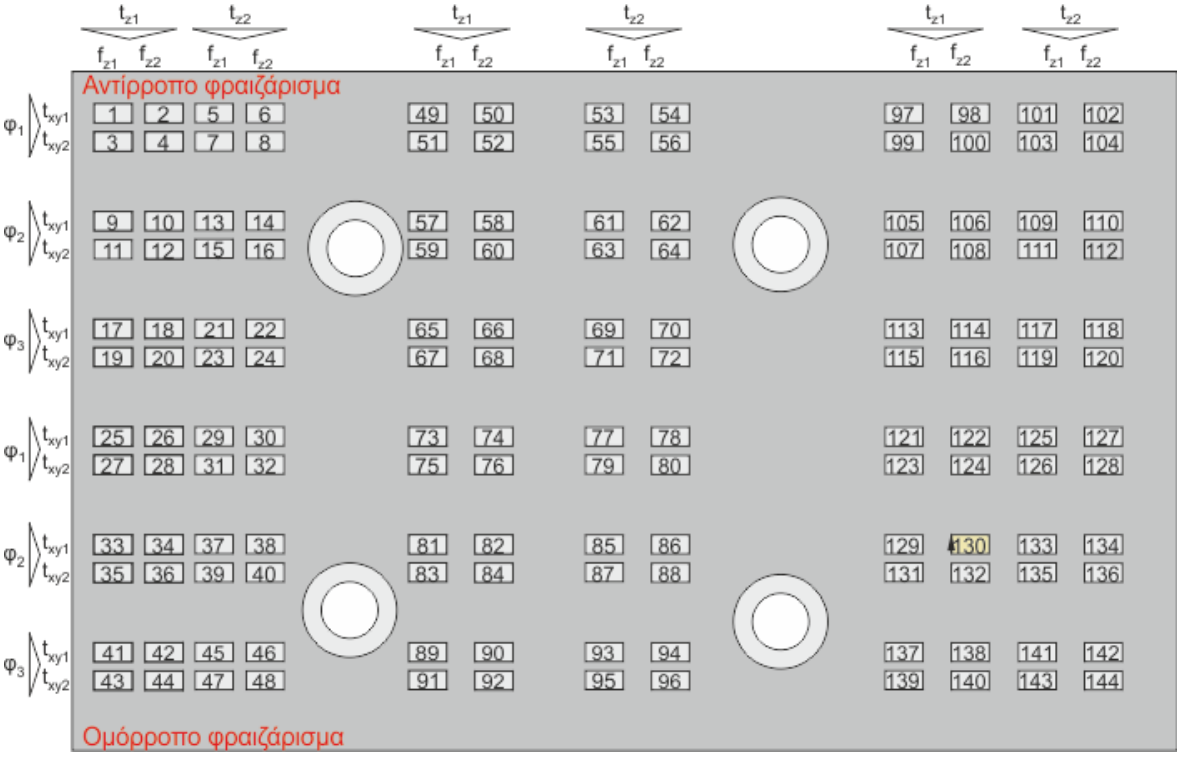
# ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
## ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
### ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 130 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |



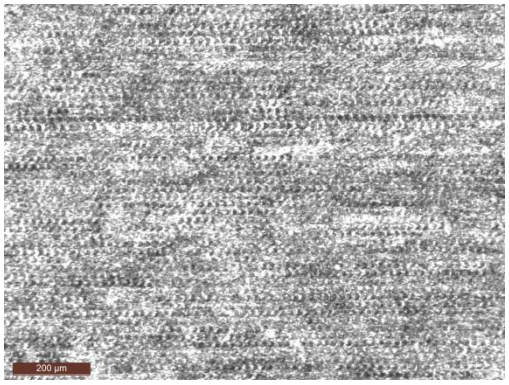

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,02 | 1,14 | 1,04 | 1,06 | 1,11 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,074 |



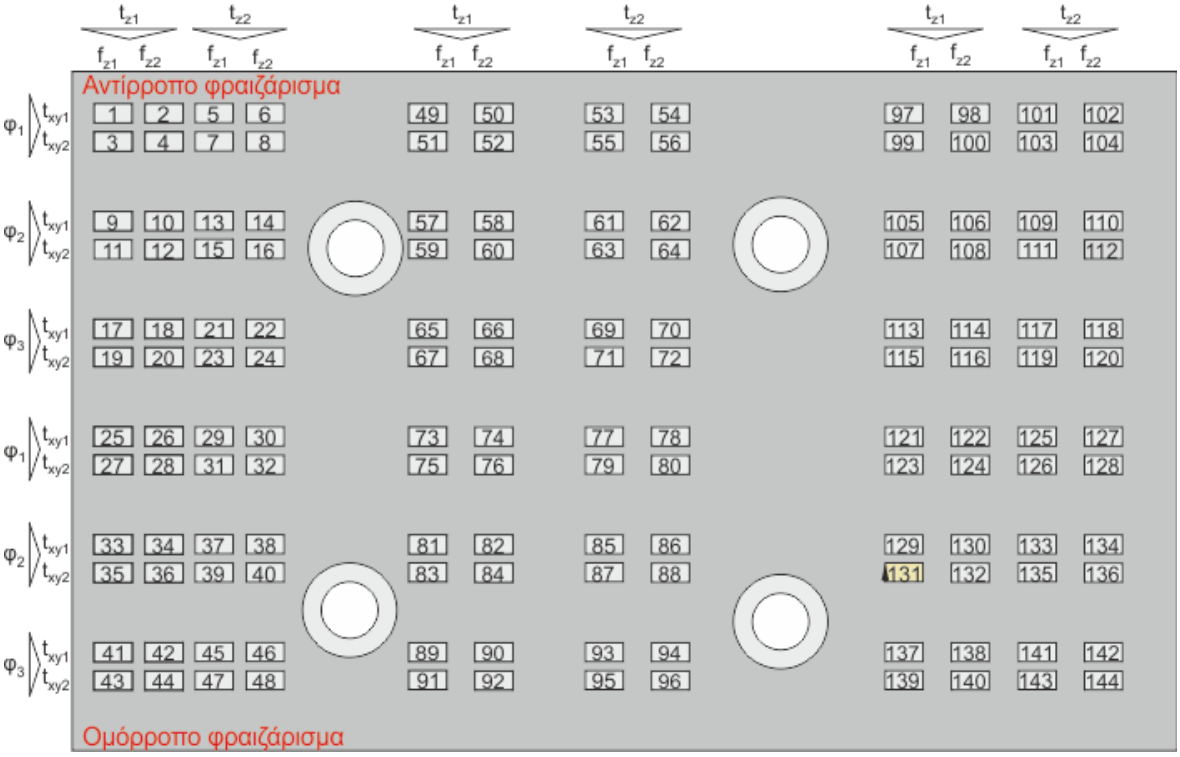
# ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
## ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
### ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 131 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |



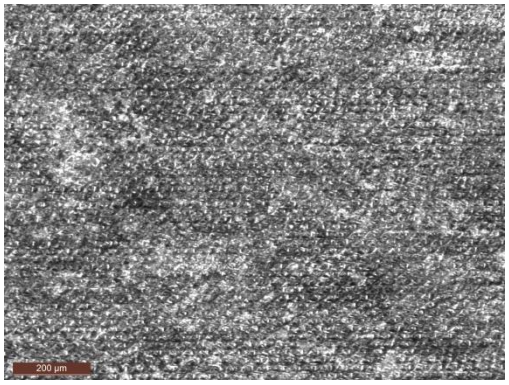

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0,98 | 1,02 | 1,08 | 0,932 | 1,04 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,0104 |



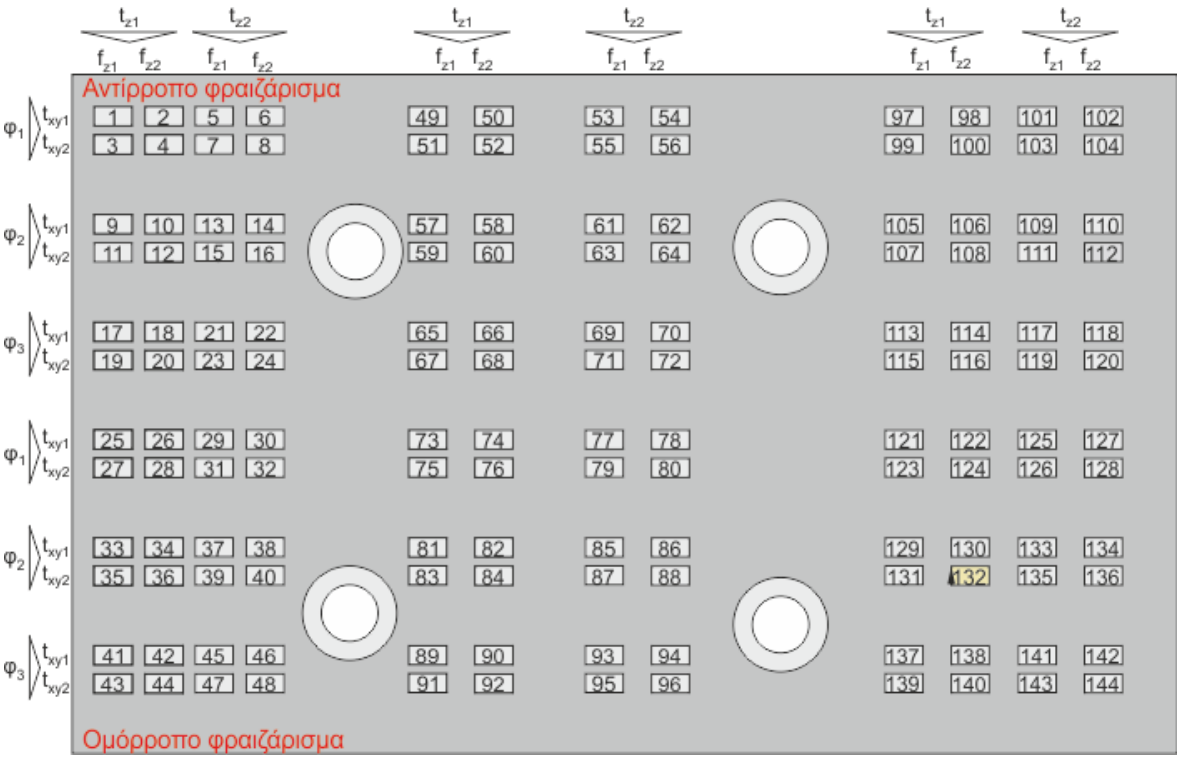
# ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
## ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
### ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 132 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |

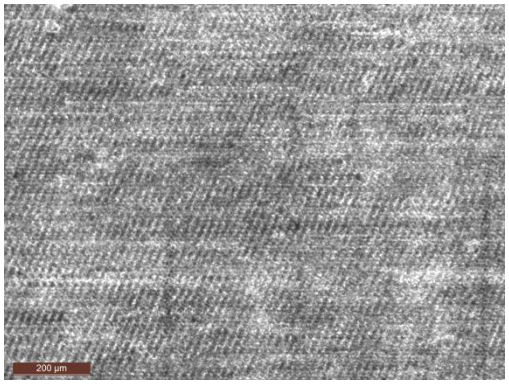



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,35 | 1,25 | 1,16 | 1,13 | 1,12 |

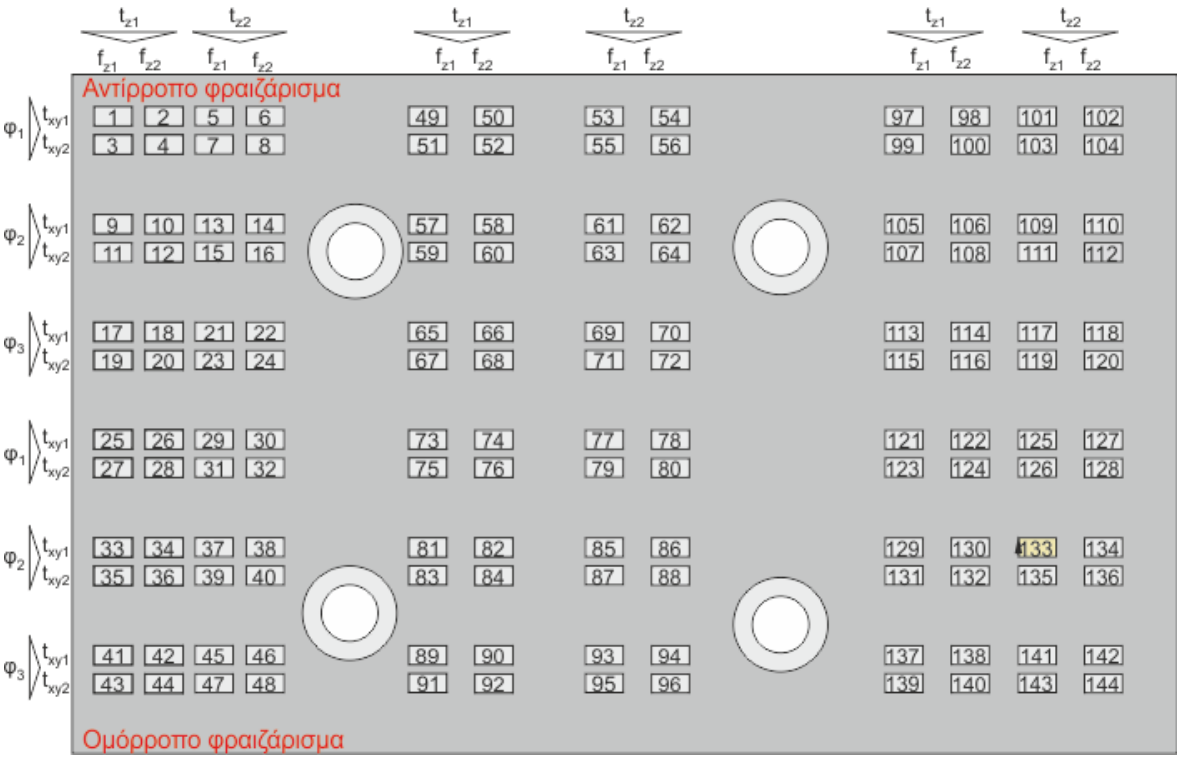
| $R_z$ mean |
|---|
| 1,202 |



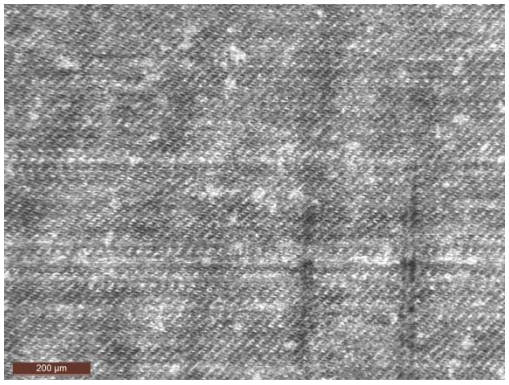
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 133 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |




| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,876 | 0,95 | 0,995 | 0,898 | 0,91 | 0,9258 |

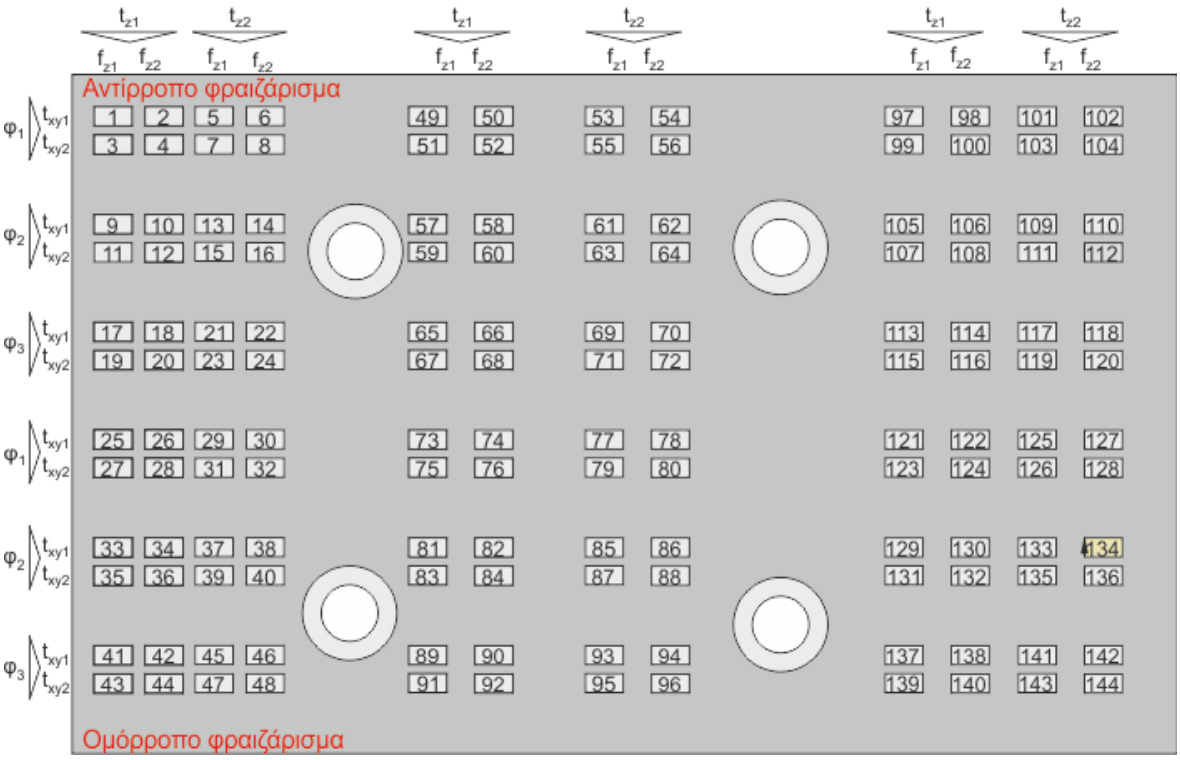


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 134 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |

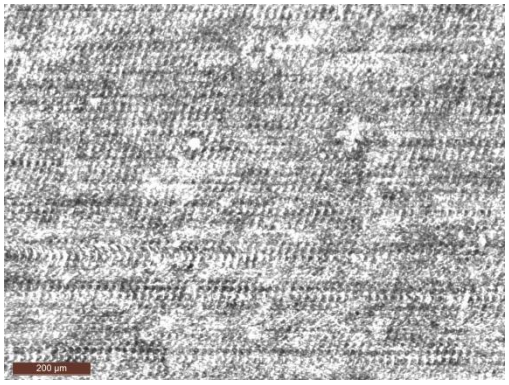



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,34 | 1,49 | 1,12 | 1,42 | 1,19 |

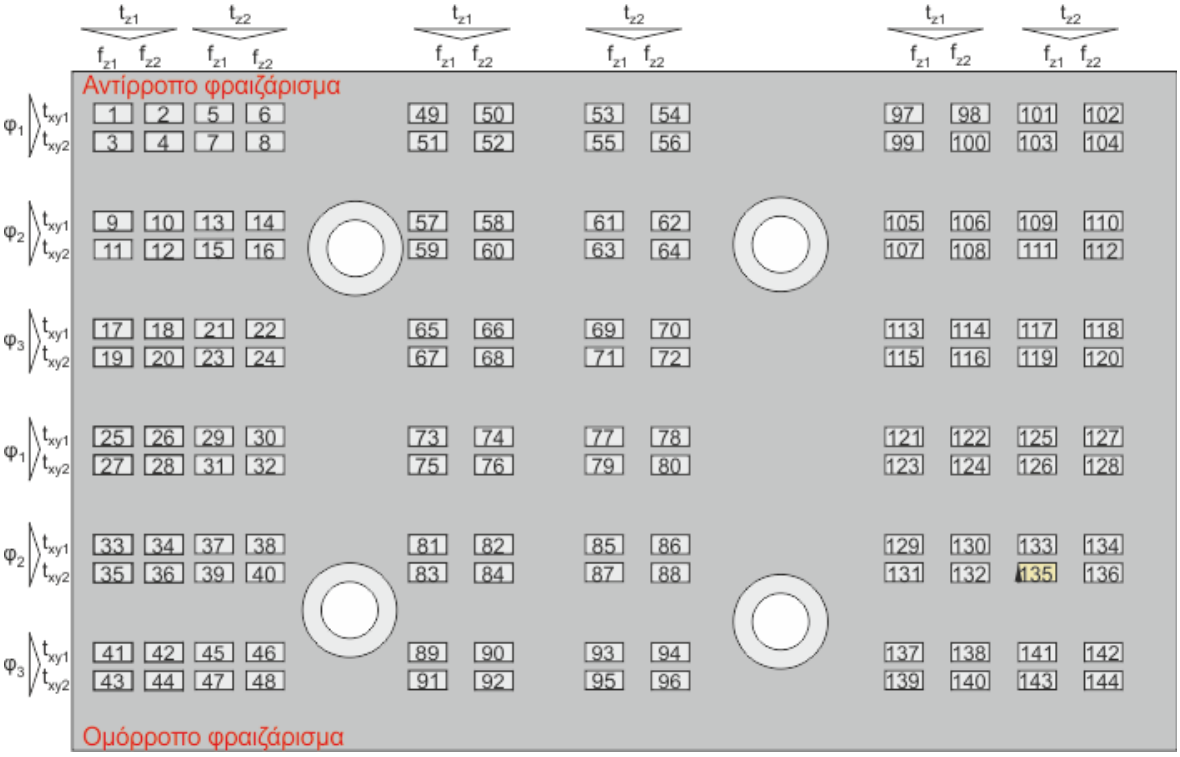
| $R_z$ mean |
|---|
| 1,312 |



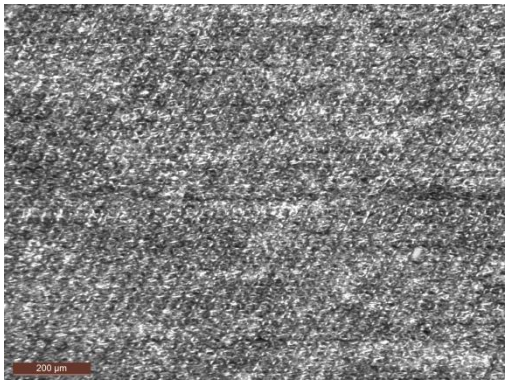
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 135 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |



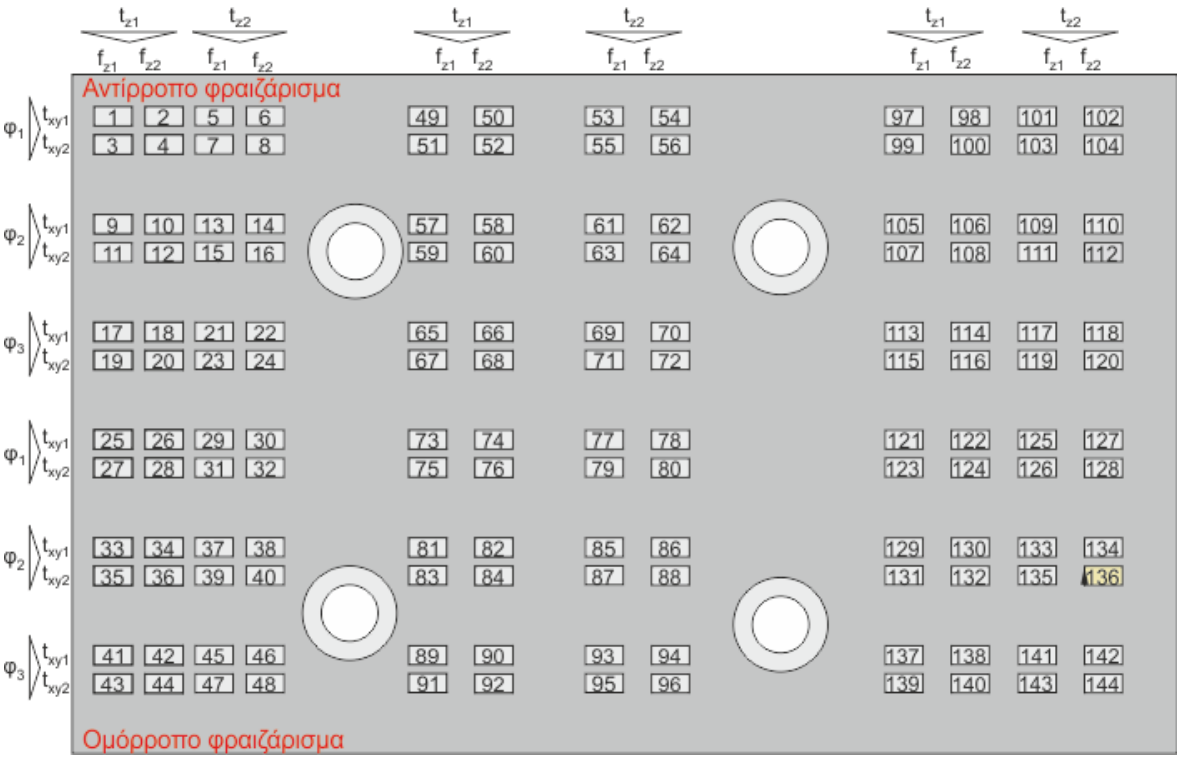

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,12 | 1,03 | 1,16 | 1,23 | 1,16 | 1,14 |



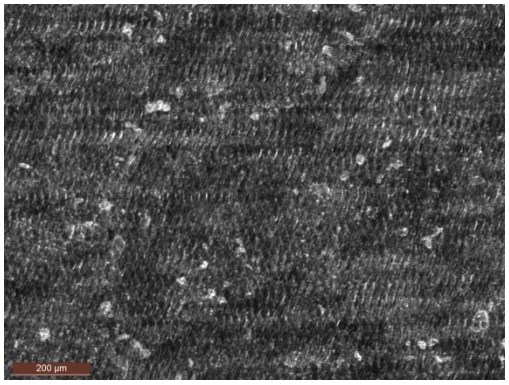
| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 136 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 0 | ° |




| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,58 | 1,41 | 1,53 | 1,21 | 1,69 | 1,484 |

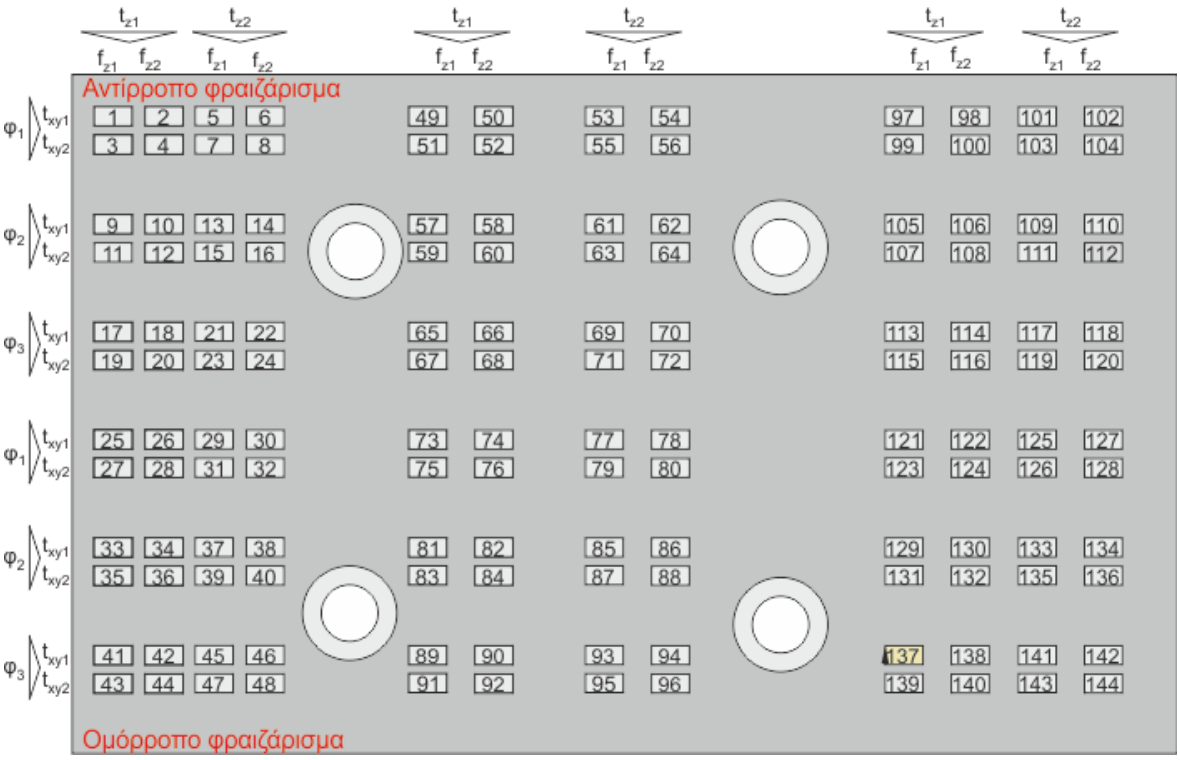


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 137 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |



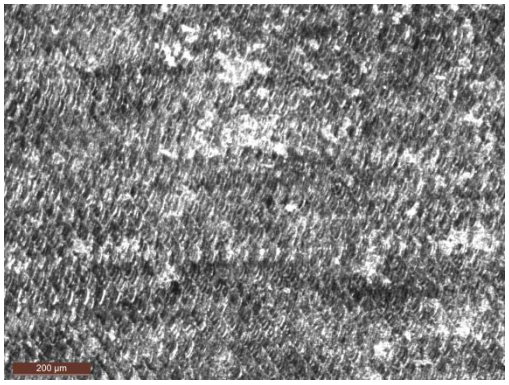

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,08 | 1,09 | 0,998 | 1,1 | 1,16 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,0856 |

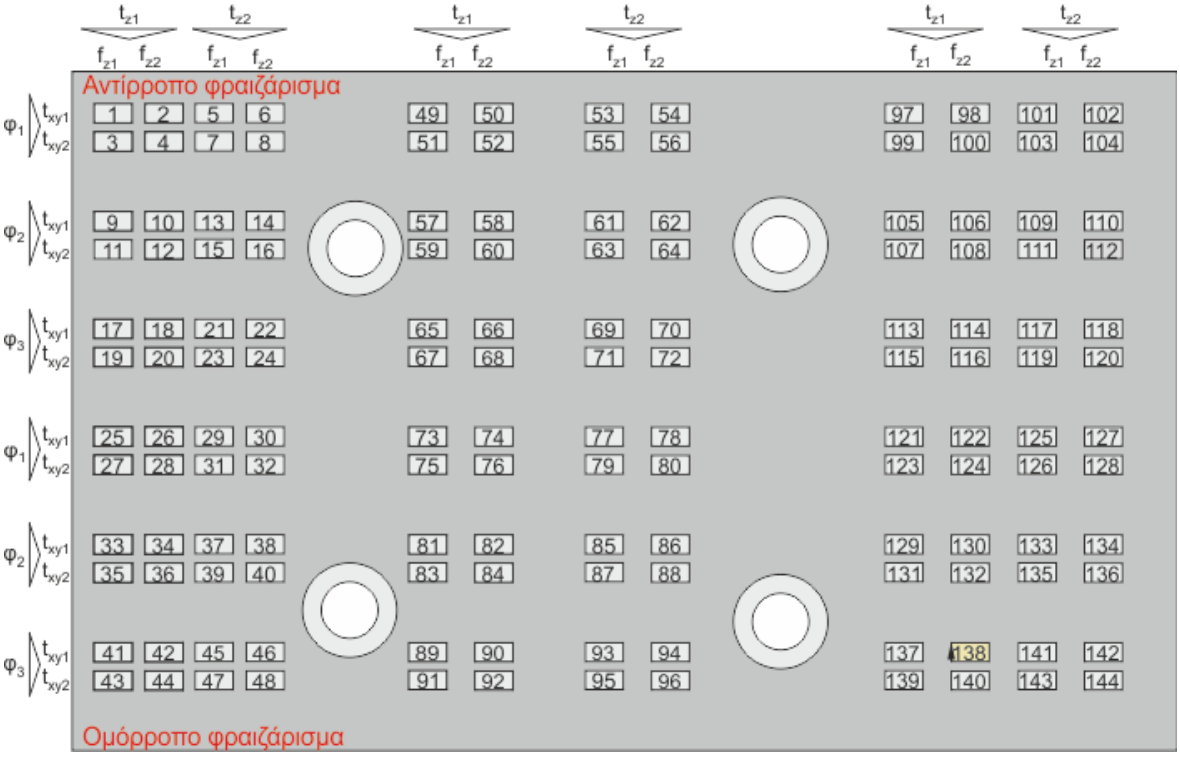


# ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
## ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
### ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 138 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |

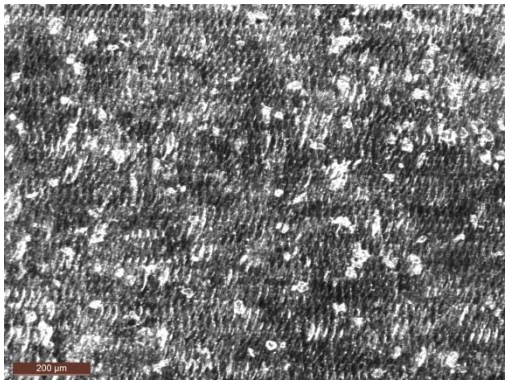



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,02 | 1,09 | 1,01 | 1,38 | 1,4 | 1,18 |

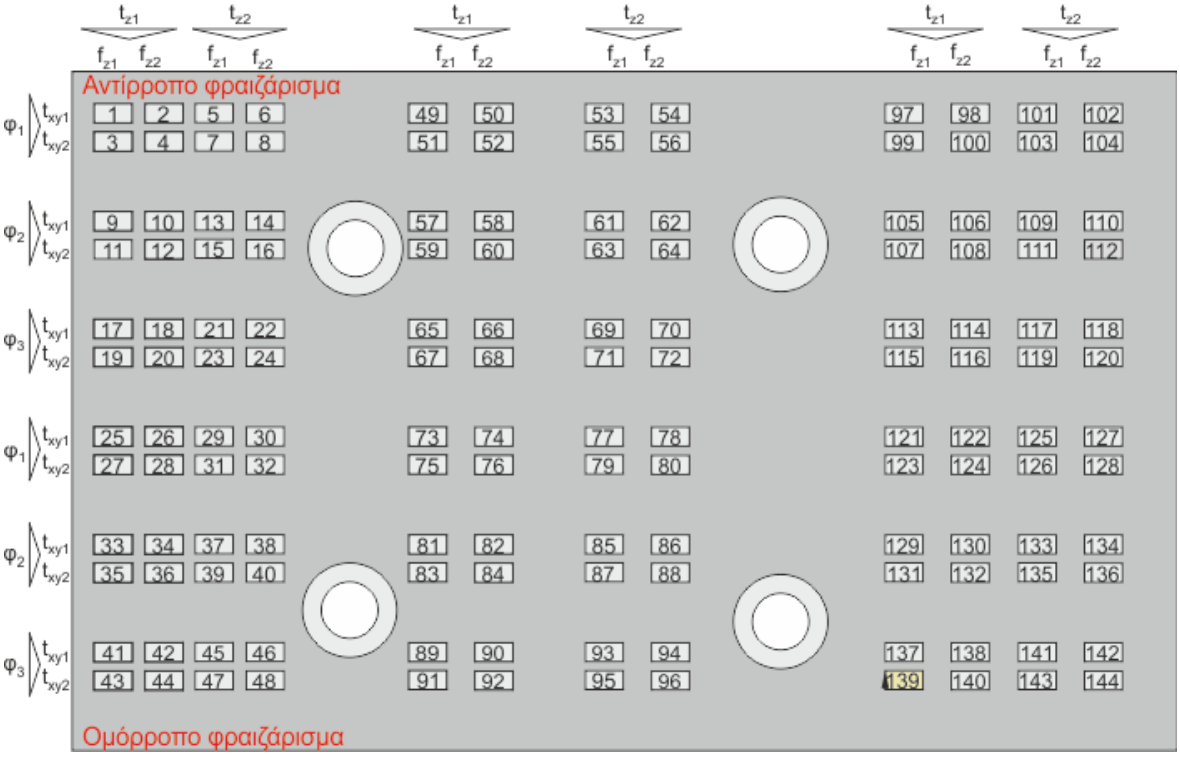


# ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
## ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
### ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 139 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |

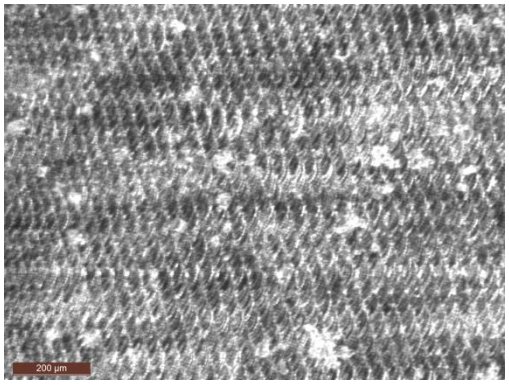



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,747 | 0,856 | 0,928 | 0,983 | 0,88 | 0,8806 |



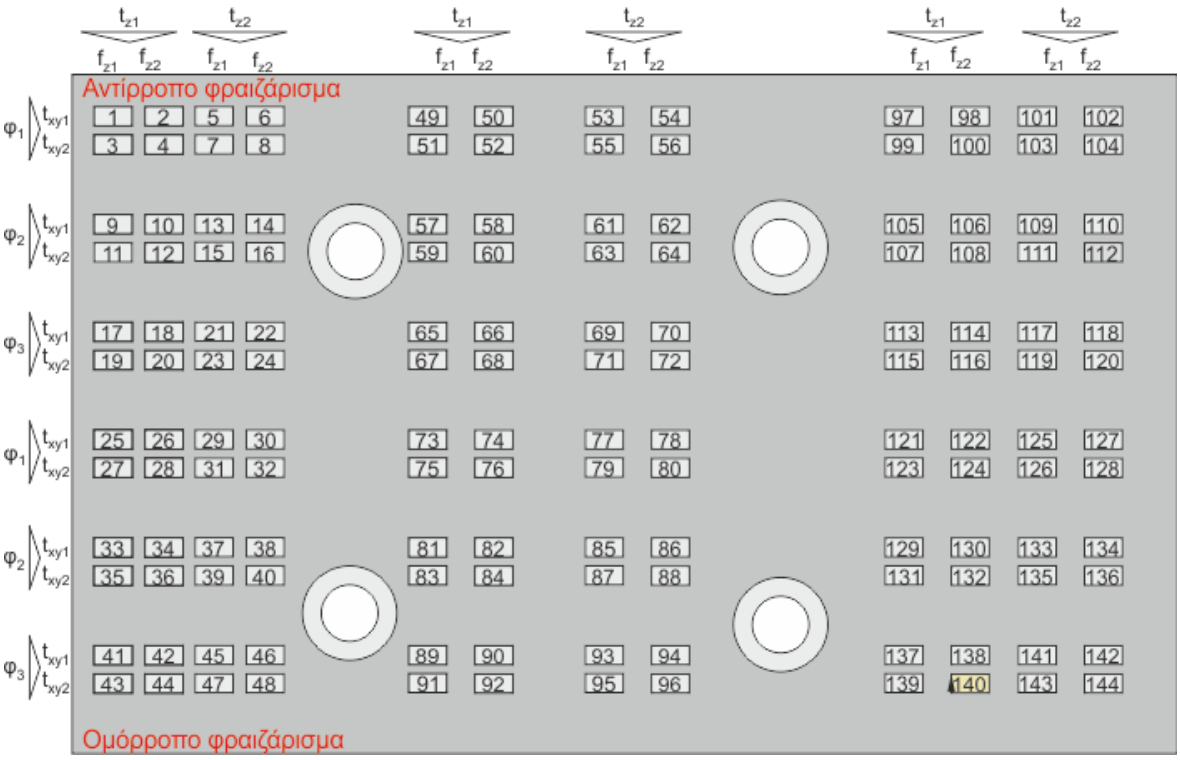
# ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
## ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
### ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 140 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.01 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |



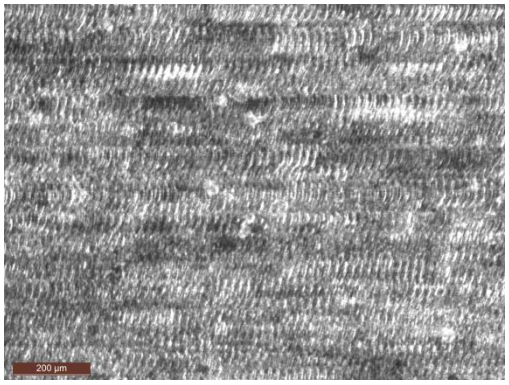

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,15 | 1,1 | 1,3 | 1,29 | 1,29 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,226 |

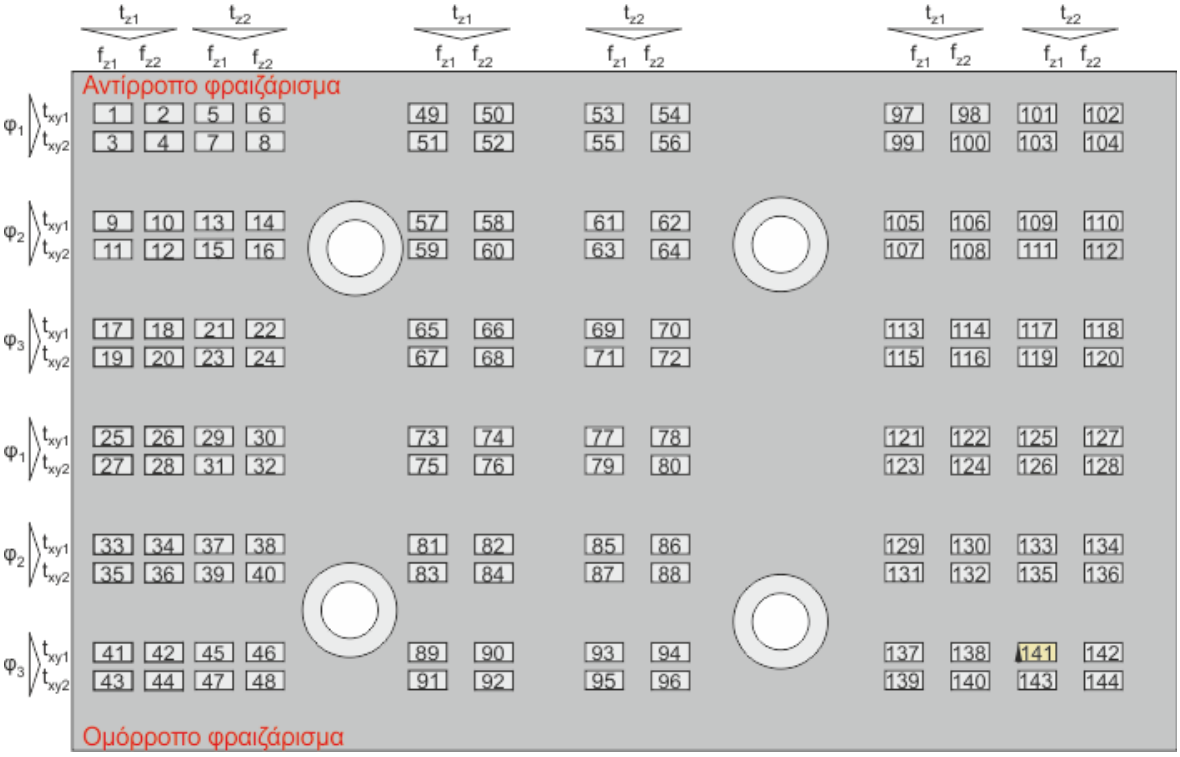


# ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
## ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
### ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 141 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |

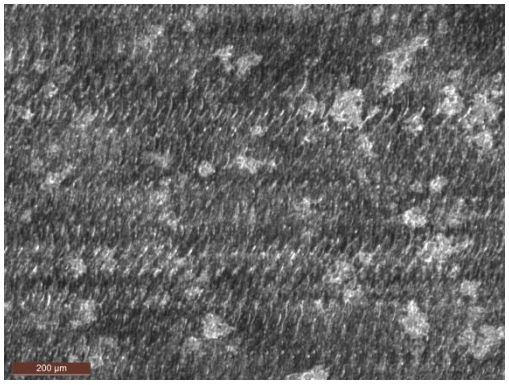



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | | $R_z$ mean |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,795 | 0,787 | 0,924 | 0,972 | 0,762 | 0,848 |



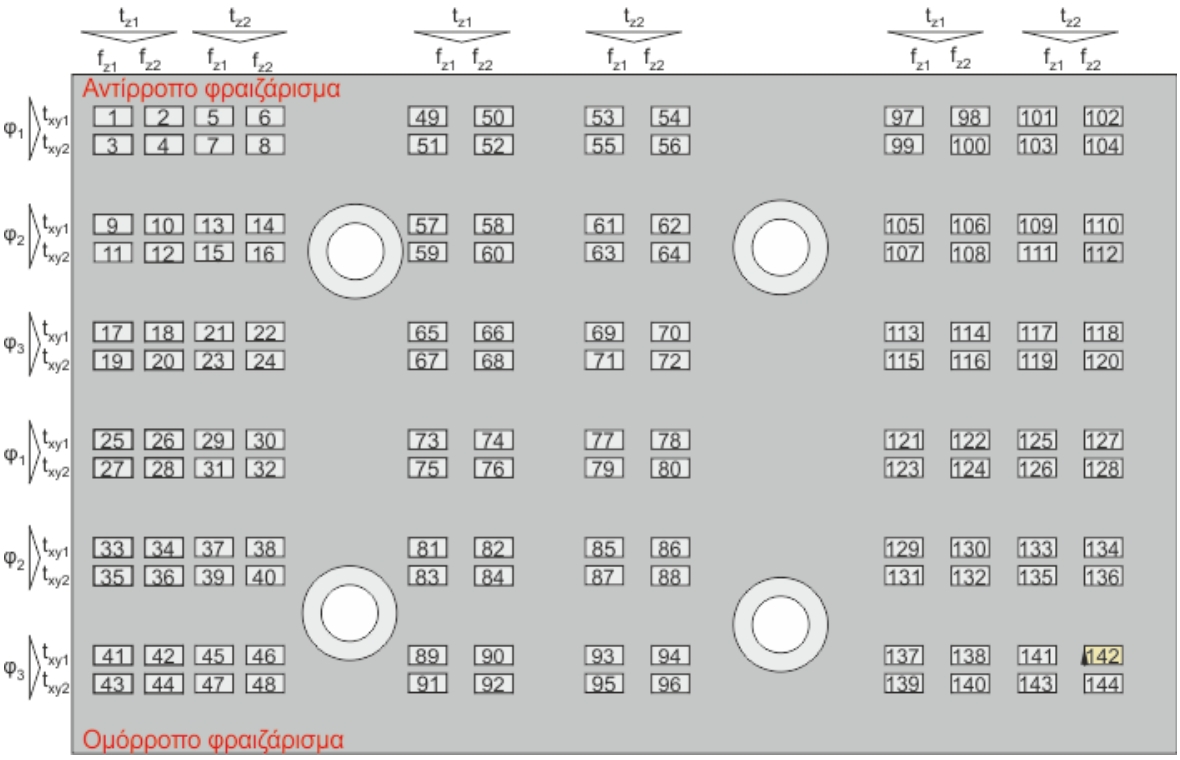
# ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
## ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
### ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 142 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.01 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |

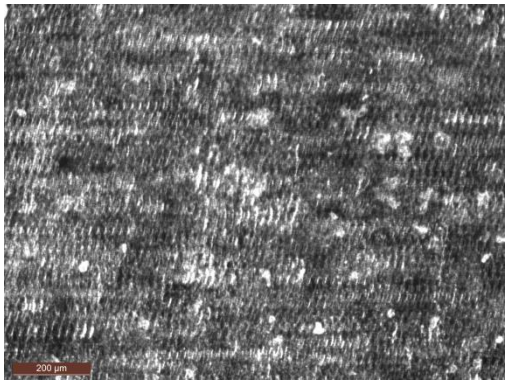



| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,02 | 1,05 | 1,02 | 1,02 | 1,06 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,034 |

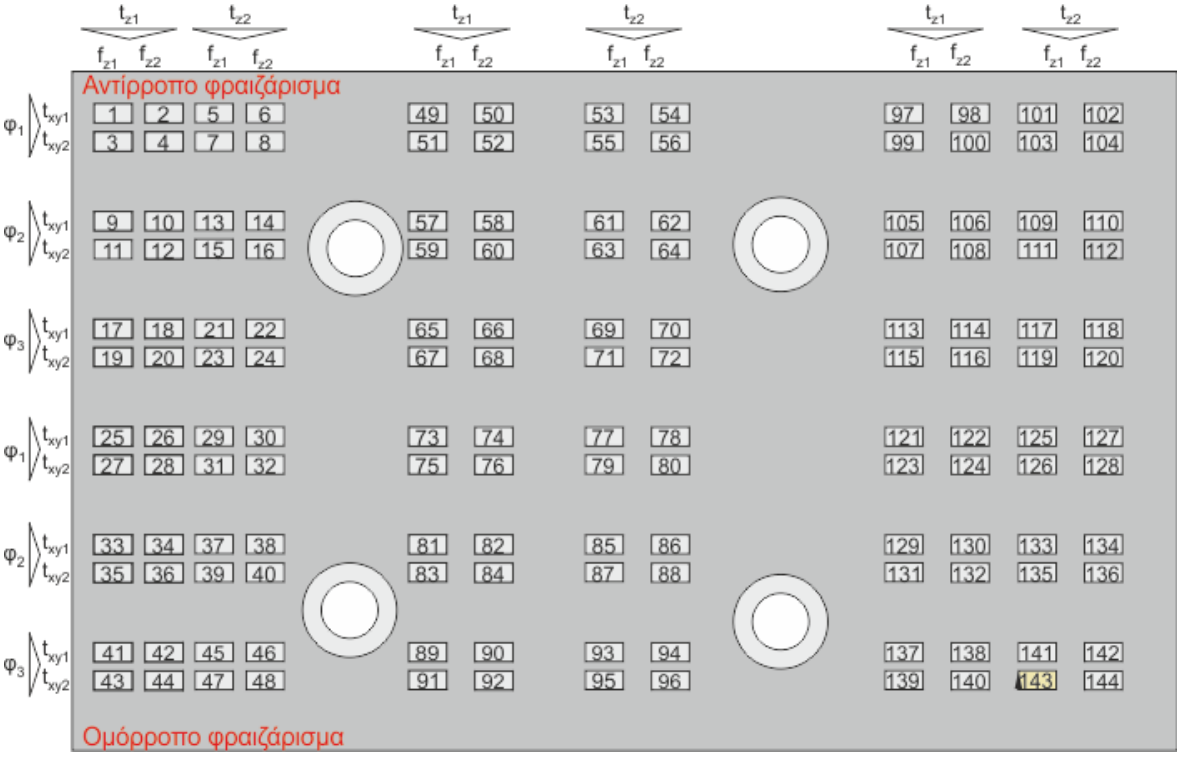


| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 143 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.01 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |

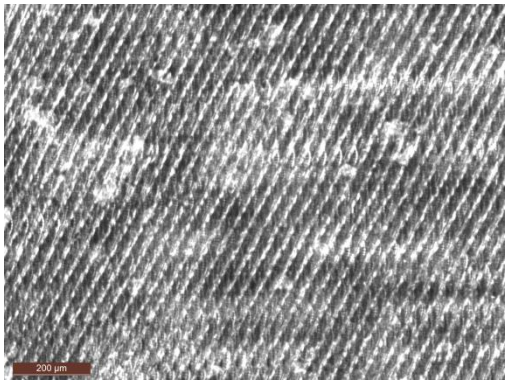


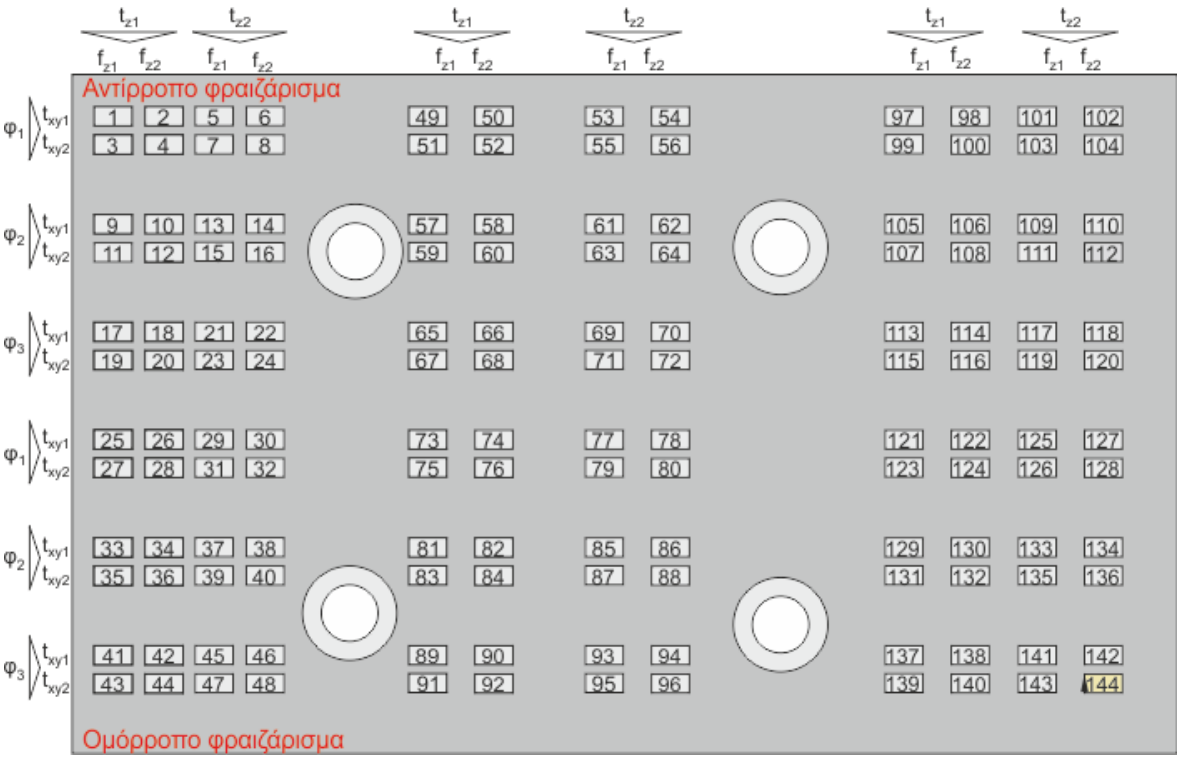

| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0,954 | 0,795 | 0,983 | 0,917 | 0,884 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 0,9066 |



| | | | |
|---|---|---|---|
| ΕΡΓΑΛΕΙΟ | BALL Φ0,6 | | |
| ΠΕΡΙΟΧΗ | 144 | | |
| ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ | ΟΜΟΡΡΟΠΟ | | |
| ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ | AL-7075 T6 | | |
| ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | tz | 0.02 | mm |
| ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ | txy | 0.02 | mm |
| ΠΡΟΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι) | fz | 0.02 | mm/r,z |
| ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ | vc | 50,3 | m/min |
| ΓΩΝΙΑ ΚΛΙΣΗΣ | φ | 5 | ° |




| Διαδοχικές τραχυμετρήσεις (5) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,35 | 1,23 | 1,33 | 1,33 | 1,24 |

| $R_z$ mean |
|---|
| 1,296 |