



Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Πολυτεχνική Σχολή

Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών

**Διερεύνηση της κατεργαστικότητας
πολυμερών υλικών (πολυαμιδίου
με ίνες γυαλιού – PA66 GF30) σε
κατεργασίες φρεζαρίσματος**



ΒΑΣΙΛΕΙΑΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΔΙΔΑΣΚΩΝ:

ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΧΑΣΙΩΤΗΣ

Δρ. ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΒΟΛΟΣ 2013



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 12049/1
Ημερ. Εισ.: 12-12-2013
Δωρεά: Συγγραφέας
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΜΜ
2013
ΒΑΣ

© 2013 Βασιλειάδης Γεώργιος

Η έγκριση της εργασίας από το Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).

**Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής
Επιτροπής:**

Πρώτος Εξεταστής: Δρ. Ν. Δ. Χασιώτης
(Επιβλέπων) Δρ. Μεταλλουργός Μηχανικός,
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Δεύτερος Εξεταστής: Δρ. Γ. Ν. Χαϊδεμενόπουλος
Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τρίτος Εξεταστής: Δρ. Α. Θ. Κερμανίδης
Επ. Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της διπλωματικής μου εργασίας Δρ. Νικόλαο Χασιώτη για την καθοριστικά σημαντική βοήθειά του και την στήριξη του.

Οι συμβουλές, οι γνώσεις και ο χρόνος που προσέφεραν οι κύριοι Ντζιαντζιάς Ιωάννης και Βέργος Αθανάσιος ήταν ανεκτίμητες.

Θα ήθελα επίσης να τιμήσω την μνήμη του εκλιπόντα καθηγητή Γ. Πετρόπουλου και όλους τους δασκάλους που με δίδαξαν.

Ευχαριστώ για την απεριόριστη συμπαράσταση τους γονείς μου Παύλο και Αναστασία, την αδερφή μου Κέλλυ αλλά και την σύζυγο μου Μαρία.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	6
1.1 Σκοπός της εργασίας.....	7
1.2. Σύνθετα υλικά.....	8
1.3 Κατεργαστικότητα.....	10
2. Πειραματική διαδικασία.....	12
2.1 Κατεργασία των δοκιμίων.....	13
2.1.1 Διάταξη κατεργασίας.....	13
2.1.2 Στρατηγική κατεργασίας.....	15
2.1.3 Συνθήκες κοπής.....	17
2.2 Ertalon 66 GF30.....	18
2.2.1 Εφαρμογές του Ertalon 66 GF30.....	21
2.3 Κατακόρυφο κέντρο κατεργασίας.....	22
2.3.1 Είδη φρεζαρίσματος.....	24
2.3.2 Κοπτικά εργαλεία φρεζαρίσματος	26
2.3.3 Okuma MX45-VAE.....	31
2.3.4 Εργαλείο κοπής και εργαλειοδέτης.....	34
2.4 Τραχύμετρο.....	36
2.5 Δυναμόμετρο Kistler 9257B.....	42
3. Θεωρητική ανάλυση.....	47
3.1 Παράμετροι τραχύτητας.....	47
3.2 Φρεζάρισμα.....	56
3.2.1 Μηχανική μετωπικού φρεζαρίσματος.....	57
3.2.1.1 Χαρακτηριστικά μεγέθη – Συνθήκες κοπής.....	57
3.2.1.2 Δυνάμεις και ισχύς κοπής	60
3.2.1.3 Χρόνος κοπής.....	64
3.2.2 Φθορά εργαλείου.....	65
3.2.3 Απόβλιττο.....	67
4. Γραφήματα και αποτελέσματα.....	70
5. Συμπεράσματα – Προτάσεις.....	115
5.1 Συμπεράσματα.....	115
5.2 Προτάσεις.....	117
Βιβλιογραφία.....	118
Παράρτημα.....	119

1. Εισαγωγή

Στην ιστορία της ανθρωπότητας υπήρχαν ακόμη και εποχές που ορίστηκαν από το είδος των υλικών που χρησιμοποιούσαν για να κυριεύσουν τον κόσμο τους. Από την λίθινη μέχρι την σύγχρονη εποχή τα υλικά έχουν αλλάξει χρήσεις αλλά και οι χρήσεις έχουν επιφέρει αλλαγές στα υλικά. Σήμερα πλέον με τα προϊόντα να έχουν ολοένα και πιο απαιτητικές προδιαγραφές σε κόστος, αντοχή, εμφάνιση και ποσότητες τα κλασσικά υλικά δεν είναι δυνατόν να τις πληρούν για πολλούς λόγους. Ενδεικτικά μπορεί κανείς να αναφέρει ότι τα αποθέματα μεταλλευμάτων είναι πλέον σε χαμηλά επίπεδα και αυτό επιφέρει αυξήσεις και στο κόστος ανάκτησης τους αλλά και στο κόστος ανακύκλωσης τους, όπως και ότι το βάρος και η ενέργεια που απαιτείται για την μεταφορά ή την παραγωγή ενός προϊόντος έχει πλέον ακόμη μεγαλύτερη σημασία.

Η τεχνολογία υλικών έχει αναπτύξει πλέον οικογένειες υλικών που με την ενίσχυση τους με διάφορες ίνες έχουν αποκτήσει ανάλογες ή παραπλήσιες ιδιότητες με συνήθη υλικά. Η χρήση τους στην αεροπλοΐα, την αυτοκινητοβιομηχανία και την ναυσιπλοΐα ήταν διαδεδομένη εδώ και χρόνια χάρη στον συνδυασμό μεγάλης αντοχής και μικρού βάρους που έχουν πολλά συνθετικά υλικά. Τα τελευταία χρόνια όμως έχουν εξαπλωθεί και σε άλλα αγαθά όπως ποδήλατα, φορητούς υπολογιστές, κινητά τηλεφωνα, έπιπλα και πολλά άλλα.



Εικόνα 1.1 Διάφορα πεδία εφαρμογής σύνθετων υλικών

Αναλόγως με την ποσότητα, το κόστος και τις προδιαγραφές λειτουργικότητας υπάρχουν διάφοροι μέθοδοι για την δημιουργία συνθετικών υλικών. Λόγω όμως του ότι αυτά τα υλικά επιλέγονται πλέον και για την κατασκευή παραδοσιακά μεταλλικών εξαρτημάτων υπάρχει πλέον ανάγκη για ακριβής διαστάσεις. Για μικρές και μεσαίες παρτίδες προϊόντων ένας συνήθης και σχετικά οικονομικός τρόπος για την επίτευξη διαστατικής ακρίβειας, είναι η κατεργασία σε εργαλειομηχανές.

1.1 Σκοπός της εργασίας

Στα πλαίσια αυτής της εργασίας θα κατεργαστούν δοκίμια από PA66 GF30 (Ertalon) με διάφορες ταχύτητες κοπής και προώσεις. Τα δοκίμια θα μετρηθούν ως προς την τραχύτητά τους ενώ τα απόβλιττα θα συλλεχθούν για ποιοτικές μετρήσεις, ενώ κατά την κοπή θα γίνεται και δυναμομέτρηση. Στα επόμενα κεφάλαια βρίσκονται διαγράμματα και υπολογισμοί για τη μηχανική της κοπής όπως τις διατμητικές και ορθές τάσεις, τη γωνία διάτμησης και το θεωρητικό πάχος αποβλίττου και την τραχύτητα επιφανειών. Έπειτα με κύρια παράμετρο την τραχύτητα και τις δυνάμεις θα συσχετιστούν οι διάφορες παράμετροι κοπής με τη διαστατική ακρίβεια. Τελικός στόχος αυτής της εργασίας είναι η διερεύνηση των συνθηκών κοπής ως προς την κατεργασιμότητα του υλικού.

1.2. Σύνθετα υλικά

Γενικά

Ο όρος σύνθετο υλικό προδίδει ότι αυτά τα υλικά δεν είναι ομοιογενή. Η ονομασία αυτή χρησιμοποιείται για υλικά με δυνατές ίνες, τόσο συνεχής όσο και ασυνεχής, που περιβάλλονται από μία μαλακότερη μήτρα. Η μήτρα χρησιμοποιείται για την κατανομή των ινών και την μεταφορά των φορτίων σε αυτές. Ο δεσμός μεταξύ μήτρας και ινών δημιουργείται κατά τη διάρκεια κατασκευής του υλικού. Αυτός ο δεσμός έχει βαρύνουσα σημασία στις μηχανικές ιδιότητες του υλικού.

Να σημειωθεί ότι τα σύνθετα υλικά δεν είναι σύγχρονη ανακάλυψη. Ήδη από την αρχαιότητα και ίσως και ακόμα παλιότερα οι άνθρωποι χρησιμοποιούσαν διαφορά υλικά και τα συνδύαζαν για να επιτύχουν τις επιθυμητές ιδιότητες. Π.χ.:

- Τα πλίνθινα τούβλα που χρησιμοποιούνταν από την αρχαιότητα είχαν συνήθως πρόσθετα άχυρα για την ενίσχυση της συνοχής τους.
- Οι Μογγόλοι στα τόξα τους κατασκεύαζαν τα θλιβόμενα κομμάτια από καλαμπόκι και τα εφελκούμενα από τένοντες αγελάδων και ξύλο κολλημένα μαζί.
- Τα ιαπωνικά σπαθιά έχουν λεπίδες από χάλυβα και μαλακό σίδηρο. Τα χαλύβδινα κομμάτια είναι στρωματοποιημένα ώστε ατέλειες και ακαθαρσίες να είναι προσανατολισμένα κατά το μήκος και μετά διπλώνονται στη μέση με το μαλακό σίδηρο μέσα τους. Η λεπίδα έχει καλή αντίσταση στην κάμψη αλλά και στην κρούση.



Εικόνα 1.2α Πλίνθινα Τούβλα



Εικόνα 1.2β Ιαπωνικά σπαθιά σε τομή

Είναι προφανές ότι υπάρχει πλήθος σύνθετων υλικών, τόσο απλών όσο και πιο περίπλοκων. Γενικότερα για όλα όμως ισχύει ότι:

- Είναι εξαιρετικά ανομοιογενή
- Ιδιαίτερος ανισότροπα.

Οι ίνες που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι οι παρακάτω:

- Γυαλί
- Aramid ή Kevlar® (πολύ ελαφρύ)
- Άνθρακας (υψηλή αντοχή)
- Βόριο (υψηλή αντοχή)
- Οξειδία του πυριτίου (αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες)

Εκτός από την ποσότητα τους, η τοποθέτηση τους στο χώρο έχει επίσης μεγάλη σημασία.

Συνήθεις μήτρες για την παραγωγή συνθετικών υλικών είναι οι παρακάτω:

- Μέταλλο
- Πολυμερή
- Κεραμικά

1.3 Κατεργαστικότητα

Η κατεργαστικότητα είναι μία σύνθετη ιδιότητα των υλικών που περιγράφει την συμπεριφορά σε κατεργασίες κοπής. Οι παράμετροι που διαφοροποιούν την κατεργαστικότητα προκύπτουν είτε από το υλικό είτε από την κατεργασία. Επομένως για κάθε υλικό προκύπτουν αρκετές και διαφορετικές μεταξύ τους περιγραφές της κατεργαστικότητας. Στην πράξη η κατεργαστικότητα ορίζεται ως προς κάθε κριτήριο ξεχωριστά και ενίοτε ως προς κάθε κατεργασία ακόμη. Ως κριτήρια μπορούν να θεωρηθούν διάφοροι παράγοντες όπως η ζωή του εργαλείου, η ποιότητα της κατεργασμένης επιφάνειας, οι δυνάμεις κοπής (συνεπάγεται και η ισχύς) καθώς βέβαια και ο ρυθμός αφαίρεσης υλικού μεταξύ άλλων. Ενδεικτικά ο Πίνακας 1.1 παραθέτει τις παραμέτρους που επηρεάζουν και τα κριτήρια κατεργαστικότητας.

Ομάδα Α: Παράγοντες κοπής	Ομάδα Β: Ιδιότητες και χαρακτηριστικά υλικών	Ομάδα Γ: Κριτήρια κατεργαστικότητας
<ul style="list-style-type: none"> • Ταχύτητα κοπής • Θεωρητική διατομή αποβλίπτου (πρόωση, βάθος κοπής) • Γεωμετρική μορφή εργαλείου • Υλικό εργαλείου • Υγρό κοπής • Στιβαρότητα εργαλειομηχανής • Συνεχής ή διακοπτόμενη κατεργασία 	<ul style="list-style-type: none"> • Σκληρότητα • Μέγιστη αντοχή • Χημική σύνθεση • Κρυσταλλοδομή • Ικανότητα εργοκατατύσεως • Μορφή και διαστάσεις τεμαχίου 	<ul style="list-style-type: none"> • Ζωή εργαλείου • Ποιότητα κατεργασμένης επιφάνειας (τραχύτητα και λοιπά χαρακτηριστικά) • Δυνάμεις, ισχύς ή ενέργεια κοπής • Ρυθμός αφαιρέσεως μετάλλου (ή ρυθμός παραγωγής) • Θερμοκρασιακό πεδίο στο εργαλείο, στο απόβλιπτο ή στο τεμάχιο ή αντίστοιχες μέσες θερμοκρασίες • Συντελεστής συμπίεσεως αποβλίπτου • Ευκολία απομάκρυνσης αποβλίπτων • Ανηγμένο κόστος (ανά μονάδα παραγωγής ή ανά μονάδα όγκου αφαιρούμενου υλικού)

Πίνακας 1.1 Ομάδες παραγόντων κατεργαστικότητας

Η κατεργαστικότητα είναι επομένως ένα σύνολο ποιοτικών και αριθμητικών μεγεθών που αποτελούν τον κύριο παράγοντα για την επιλογή υλικών, εργαλείων και κατεργασιών στην βιομηχανία.

Ενώ για τα μέταλλα υπάρχει σημαντικά μεγάλος αριθμός δεδομένων κατεργαστικότητας δεν ισχύει το ίδιο και για τα πολυμερή υλικά και ακόμα περισσότερο για τα σύνθετα. Αυτό είναι βέβαια πολύ φυσιολογικό αφού τα πολυμερή δεν ήταν σύνηθες να κατεργάζονται σε εργαλειομηχανές. Τα συνθετικά υλικά ήταν είτε πολύ ακριβά είτε ακόμα και μη διαθέσιμα για βιομηχανικές εφαρμογές εκτός της πολεμικής βιομηχανίας βεβαίως. Με την ραγδαία ανάπτυξη που γνώρισαν τα θερμοπλαστικά και γενικότερα η τεχνολογία υλικών, είναι βέβαια εξαιρετικά δύσκολο να υπάρχουν δεδομένα για όλα τα νέα υλικά. Η προϋπάρχουσα εμπειρία στα μέταλλα δεν μπορεί να εφαρμοστεί στα νέα αυτά υλικά λόγω του ότι είναι τόσο διαφορετικά σε χημικό και κρυσταλλογραφικό επίπεδο. Πρόκειται για υλικά με ενίοτε μεγάλο μέτρο ελαστικότητας, ανισότροπα, εντελώς ή μερικώς μη κρυσταλλικά και γενικότερα διαφέρουν πάρα πολύ σε κρίσιμους παράγοντες από τα μέταλλα.

2. Πειραματική διαδικασία

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε στο πειραματικό μέρος αυτής της εργασίας είναι εν συντομία η εξής:

- Προετοιμασία ειδικών εξαρτημάτων ώστε να μπορεί να συνδεθεί ο σφιγκτήρας του τεμαχίου με το δυναμόμετρο
- Κοπή στην εργαλειομηχανή και ταυτόχρονη εξαγωγή των δυνάμεων κοπής από το δυναμόμετρο
- Μέτρηση τραχύτητας των δοκιμίων
- Μακροσκοπικές παρατηρήσεις των δοκιμίων και των αποβλίττων

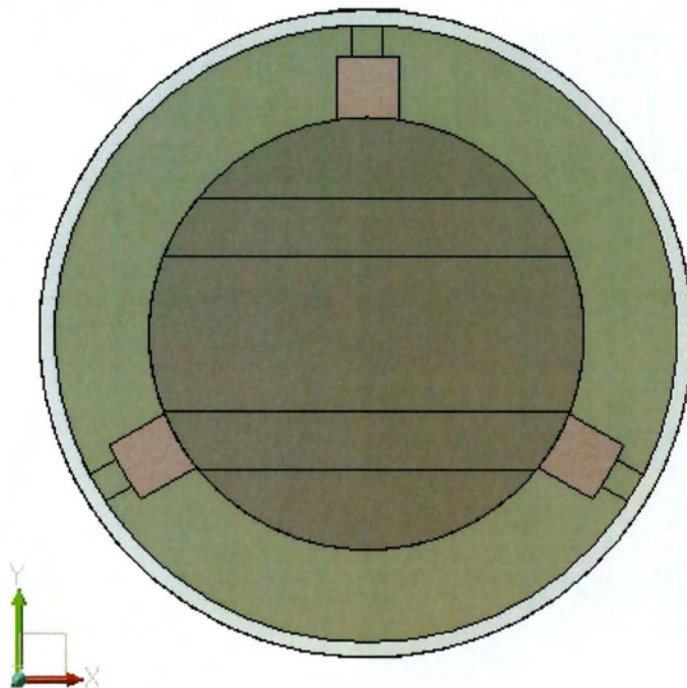
Ακολουθεί αναλυτικότερη παρουσίαση του εξοπλισμού, των μεθόδων και των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν.

2.1 Κατεργασία των δοκιμίων

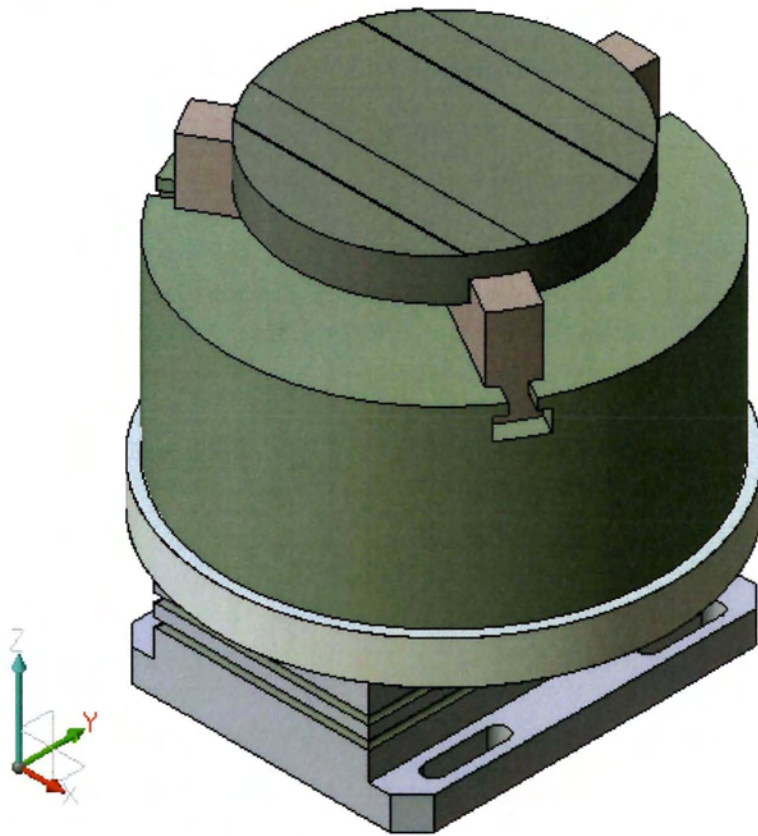
2.1.1 Διάταξη κατεργασίας

Το αρχικό τεμάχιο ήταν ένα ενιαίο κυλινδρικό τεμάχιο. Πριν την κοπή στο κατακόρυφο κέντρο κατεργασίας προετοιμάστηκαν εννιά τεμάχια για την κοπή. Συγκεκριμένα, το ενιαίο τεμάχιο κόπηκε σε 9 ίσα μέρη και μετά αυτά τα κυλινδρικά τεμάχια κατεργάστηκαν έτσι ώστε οι επίπεδες επιφάνειες να είναι παράλληλες μεταξύ τους.

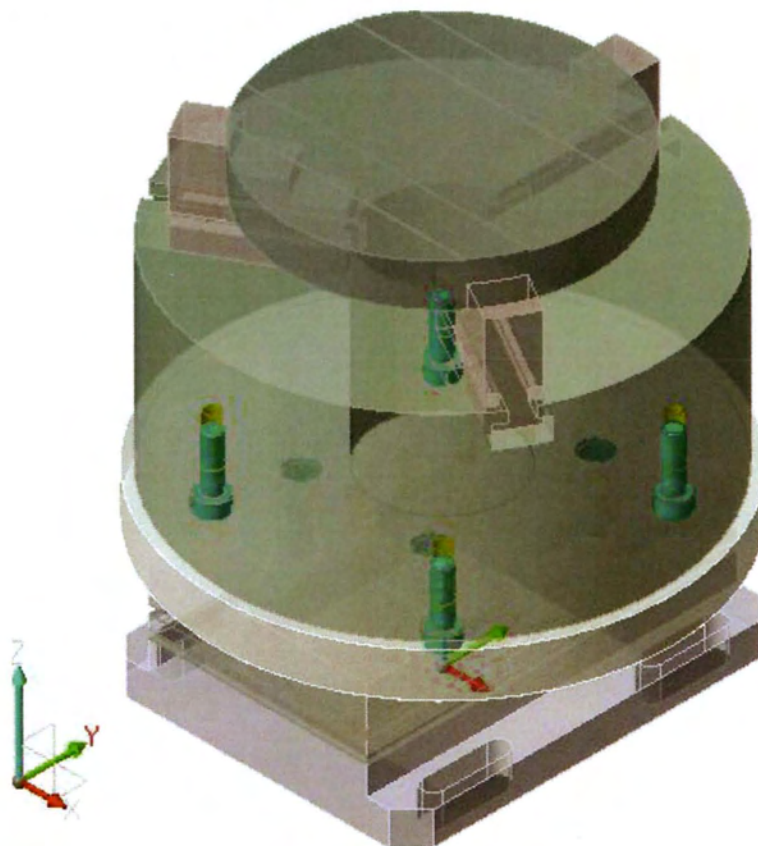
Το καθένα τεμάχιο λόγω του κυλινδρικού του σχήματος επιλέχθηκε να συγκρατηθεί με έναν σφιγκτήρα με τρεις σιαγόνες (chuck). Ο σφιγκτήρας τριών σιαγόνων είναι ο πλέον ενδεδειγμένος για σύσφιξη κυλινδρικών τεμαχίων λόγω των τριών σημείων που εφαρμόζεται η δύναμη. Αυτά τα τρία σημεία είναι αρκετά για να ορίσουν έναν κύκλο στο επίπεδο χωρίς όμως να απαιτείται μέγιστη ακρίβεια ως προς την κυκλικότητά του. Ο ίδιος ο σφιγκτήρας στερεώθηκε μέσω ειδικά κατασκευασμένης πλάκας στο δυναμόμετρο και τέλος το δυναμόμετρο προσδέθηκε στην τράπεζα της εργαλειομηχανής. Η δύναμη που εφαρμόστηκε από τον σφιγκτήρα στο τεμάχιο ήταν αρκετή για την σταθερή συγκράτηση του κατά την διάρκεια της κατεργασίας.



Εικόνα 2.1 Κάτοψη διάταξης πρόσδεσης



Εικόνα 2.2 Διάταξη πρόσδεσης



Εικόνα 2.3 Λεπτομέρεια διάταξης πρόσδεσης

2.1.2 Στρατηγική κατεργασίας

Για την αρχικοποίηση της μηχανής βρέθηκε το κέντρο του σφιγκτήρα και δεν χρησιμοποιήθηκε το κέντρο του κάθε τεμαχίου, αφού αυτό ήταν αδιάφορο αν θα είχε ανακρίβεια ακόμα και τάξης μεγέθους μίας δεκάδας χιλιοστών. Σημαντικότερο βέβαια ήταν η σωστή εύρεση του επιπέδου αναφοράς στον Z άξονα. Αυτό το ζήτημα αντιμετωπίστηκε με την επιλογή της κατάλληλης στρατηγικής κατεργασίας.

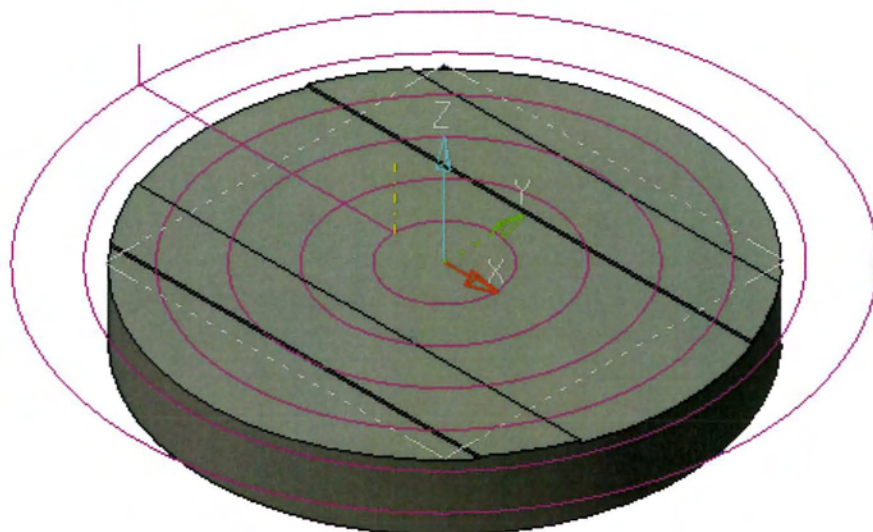
Η στρατηγική της κατεργασίας περιελάμβανε τις παρακάτω φάσεις:

1. Μετωπικό φρεζάρισμα σε όλο το πλάτος
2. Μετωπικό ομόρροπο φρεζάρισμα σε πλάτος 22 mm
3. Μετωπικό ομόρροπο και αντίρροπο φρεζάρισμα σε όλο το πλάτος του εργαλείου 50 mm
4. Μετωπικό αντίρροπο φρεζάρισμα σε πλάτος 22 mm

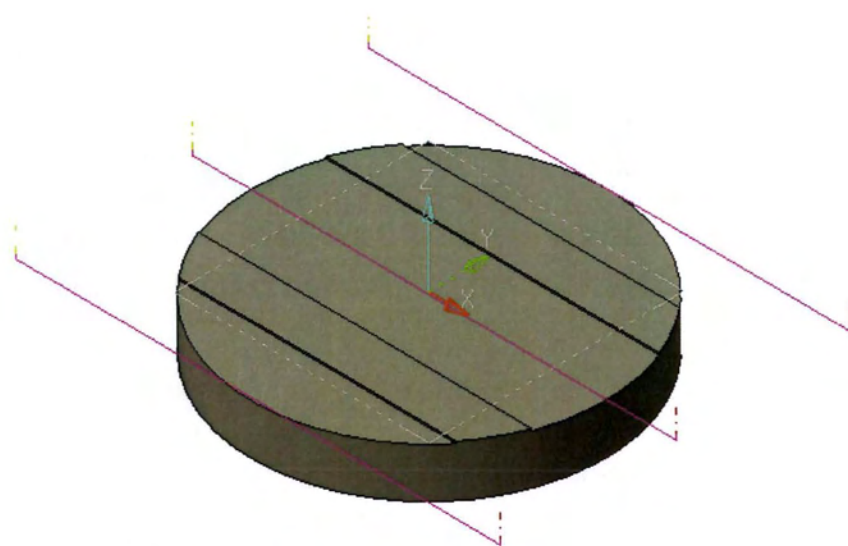
Η πρώτη φάση ήταν κοινή για όλα τα τεμάχια και επιλέχθηκε ταχύτητα κοπής 500 m/min και πρόωση 0,10 mm/στροφή-δόντι. Το βάθος κοπής ήταν 0,5 mm αλλά μεταβαλλόμενο αναλόγως το ύψος του τεμαχίου. Ο λόγος που έγινε αυτή η κατεργασία ήταν για να δημιουργηθεί ένα καινούργιο επίπεδο στο τεμάχιο και να χρησιμοποιηθεί ως επιφάνεια αναφοράς για τα επόμενα τρία βήματα. Το πλεονέκτημα αυτής της επιλογής είναι ότι το προς κατεργασία νέο επίπεδο αναφοράς είναι εξασφαλισμένα παράλληλο προς την τράπεζα αφού έγινε με το συγκεκριμένο "πιάσιμο" και δεν υπεισέρχεται σφάλμα από την αρχικοποίηση της μηχανής. Επίσης επειδή η κατεργασία έχει σχεδιαστεί στον υπολογιστή με τη βοήθεια λογισμικού κατεργασιών (CAM) οι επόμενες τρεις φάσεις είχαν το σχετικό βάθος κοπής σταθερό από την νέα επιφάνεια αναφοράς. Για τις επόμενες τρεις φάσεις επιλέχθηκαν οι παράμετροι κοπής που θα εξηγηθούν στην επόμενη παράγραφο.



Εικόνα 2.4 Κατεργασία δοκιμίων



Εικόνα 2.5 Πρώτη φάση κατεργασίας



Εικόνα 2.6 Δεύτερη φάση κατεργασίας

2.1.3 Συνθήκες κοπής

Για την συγκεκριμένη μελέτη επιλέχθηκαν διάφορες ταχύτητες κοπής και προώσεις για την διερεύνηση της κατεργαστικότητας. Το βάθος κοπής επιλέχθηκε να παραμείνει σταθερό. Ο πίνακας 2.1 παραθέτει τις τιμές που χρησιμοποιήθηκαν.

Βάθος κοπής 0,7 mm	
Ταχύτητα κοπής V_c m/min	Πρόωση f_z mm/στροφή·δόντι
50	0,05
	0,08
	0,10
200	0,05
	0,08
	0,10
500	0,05
	0,08
	0,10

Πίνακας 2.1 Παράμετροι συνθηκών κοπής

Σύμφωνα με τους τύπους ταχύτητας κοπής και πρόωσης υπολογίστηκαν οι στροφές και η ταχύτητα πρόωσης. Τα δεδομένα κοπής που προέκυψαν βρίσκονται στον πίνακα 2.2 και χρησιμοποιήθηκαν στη δημιουργία των προγραμμάτων για τις κοπές.

V_c - f_z	S στρ/λεπτό	F mm/λεπτό
50-0,05	318	64
50-0,08	318	102
50-0,10	318	127
200-0,05	1273	255
200-0,08	1273	407
200-0,10	1273	509
500-0,05	3183	637
500-0,08	3183	1019
500-0,10	3183	1273

Πίνακας 2.2 Δεδομένα συνθηκών κοπής

2.2 Ertalon 66 GF30

Οι πλάκες και οι ράβδοι πολυαμιδίου είναι το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο από κάθε άλλο βιομηχανικό πλαστικό χάρη στις εξαιρετικές του ιδιότητες. Το πολυαμίδιο είναι ένα γενικής χρήσεως υλικό και μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ασφάλεια και σιγουριά σε πάρα πολλές περιπτώσεις. Το πολυαμίδιο ως πρώτη ύλη μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διεργασίες εκβολής (extrusion) αλλά και χύτευσης (injection). Μετά την αρχική του μορφοποίηση μπορεί να βρεθεί ως φύλο, πλάκα, κοίλος ή μη κύλινδρος καθώς και οποιοδήποτε άλλο σχήμα του δώσει μία μήτρα.

Βέβαια είναι ευρέως γνωστό με την ονομασία νάιλον που περιλαμβάνει όλη την οικογένεια πολυαμιδίων. Από τα πιο σημαντικά στην οικογένεια είναι τα PA 6, PA 66, PA11 και PA 12. Οι διαφορές στις ιδιότητες μεταξύ τους οφείλονται κυρίως στη σύνθεση και στη διάταξη της αλυσίδας του πολυμερούς. Το PA 6 είναι ίσως το πιο διαδεδομένο πολυαμίδιο χάρη στις ιδιότητες του και είναι ιδιαίτερος εύκολο να κατεργαστεί είτε σε συμβατικές είτε σε ψηφιακά καθοδηγούμενες μηχανές.

Πιο συγκεκριμένα, οι ιδιότητες του Ertalon 66 GF-30 είναι ιδιαίτερος χρήσιμες. Έχει υψηλή μηχανική αντοχή, ακαμψία και σκληρότητα ενώ αντίστοιχα υψηλά είναι και η αντοχή σε ερπυσμό. Όλα αυτά συντελούν σε διαστατική σταθερότητα και καθιστούν το υλικό κατάλληλο για κατεργασίες σε εργαλειομηχανές. Είναι επίσης ανθεκτικό στη φθορά και σε χημικά. Έχει χαμηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα και υψηλή αντοχή στη θερμοκρασία σε σύγκριση με άλλα πολυαμίδια. Αξίζει να σημειωθεί ότι το συγκεκριμένο υλικό έχει και τη δυνατότητα να λειτουργήσει σε υψηλότερες θερμοκρασίες δίχως αστοχίες. Συνοπτικά οι ιδιότητες του είναι:

- Μηχανική αντοχή, σκληρότητα
- Αντίσταση στον ερπυσμό και στη φθορά
- Αντίσταση στη κόπωση
- Καλές ιδιότητες ολίσθησης
- Αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες κατεργασίας
- Διαστατική σταθερότητα
- Καλή κατεργασιμότητα
- Κακός αγωγός ηλεκτρισμού
- Χημική αντίσταση
- Αντοχή σε ακτινοβολίες υψηλής ενέργειας όπως οι γάμμα και οι Röntgen

Ο παρακάτω πίνακας έχει επίσης και ποσοτικά στοιχεία για τις ιδιότητες του υλικού.

Ιδιότητες	Μέθοδος ISO/(IEC)	Μονάδα μέτρησης	Τιμές
Χρώμα	-	-	Μαύρο
Πυκνότητα	1183	g/cm ³	1.29
Απορρόφηση νερού μετά από εμβάπτιση για 24/96 ώρες στους 23°C	62	Mg	30/56
Απορρόφηση νερού μετά από εμβάπτιση για 24/96 ώρες στους 23°C	62	%	0.39/0.74
Κορεσμός σε αέρα (23°C / 50% σχετική υγρασία)	-	%	1.7
Κορεσμός σε νερό (23°C)	-	%	5.5
Θερμικές ιδιότητες			
Σημείο τήξης	-	°C	255
Θερμική αγωγιμότητα	-	W/(K·m)	0.3
Συντελεστής γραμμικής θερμικής διαστολής			
- μέσος όρος μεταξύ 23°C και 60°C		m/(m·K)	50·10 ⁻⁶
- μέσος όρος μεταξύ 23°C και 100°C		m/(m·K)	60·10 ⁻⁶
Θερμοκρασία παραμόρφωσης υπό φορτίο			
Μέθοδος A: 1.8Μρα	75	°C	150
Μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας στον αέρα			
για μικρές περιόδους	-	°C	240
συνεχόμενα για 5,000/20,000 ώρες	-	°C	120/110
Ελάχιστη θερμοκρασία λειτουργίας	-	°C	-20
Αναφλεξιμότητα κατά UL 94 (3/6mm πάχος)	-	-	HB/HB
Μηχανικές ιδιότητες στους 23°C			
Αντοχή σε εφελκυσμό	527	Μρα	100
Μέτρο ελαστικότητας	527	Μρα	5900
Επιμήκυνση στη θραύση	527	%	5

20 Πειραματική διαδικασία

Δοκιμή θλίψης			
Θλιπτική τάση σε 1/2/5% του ονομαστικού φορτίου	604	Mpa	28/55/90
Τάση ερπυσμού $\sigma_1/1000$	899	Mpa	26
Δοκιμή κρούσης Charpy (χωρίς εγκοπή)	179/1eU	kJ/m^2	≥ 50
Δοκιμή κρούσης Charpy (με εγκοπή)	179/1eA	kJ/m^2	6
Δοκιμή κρούσης Izod	180/2A	kJ/m^2	6
Δοκιμή σκληρότητας με σφαίρα	2039-1	Mpa	165
Σκληρότητα Rockwell	2039-2	-	M76
Ηλεκτρικές ιδιότητες στους 23°C			
Διηλεκτρική αντοχή	(60243)	kV/mm	30
Αντίσταση όγκου	(60093)	$\Omega \cdot \text{cm}$	$>10^{14}$
Επιφανειακή αντίσταση	(60093)	Ω	$>10^{13}$
Σχετική διηλεκτρική σταθερά 100Hz	(60250)	-	3.9
Σχετική διηλεκτρική σταθερά 1MHz	(60250)	-	3.6
Συντελεστής απωλειών $\text{ef}(\delta)$ 100Hz	(60250)	-	0.012
Συντελεστής απωλειών $\text{ef}(\delta)$ 1MHz	(60250)	-	0.014
Comparative tracking index (CTI)	(60112)	-	475
Αντοχή σε διάφορες συνθήκες			
Εφαρμογές υπαίθριες- Αντοχή σε UV ακτινοβολία	-	-	A
Οξέα - ισχυρά ($\text{pH} < 3$)	-	-	Γ
Βάσεις - ισχυρές ($\text{pH} > 11$)	-	-	B/Γ
Χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες	-	-	A/B
Ζεστό νερό	-	-	B

Πίνακας 2.3 Ιδιότητες Ertalon 66 GF30

2.2.1 Εφαρμογές του Ertalon 66 GF30

Το PA 66 GF 30 με τις προαναφερόμενες ιδιότητες έχει τον κατάλληλο συνδυασμό χαρακτηριστικών ώστε να αντικαταστήσει ένα πλήθος παραδοσιακών υλικών όπως μπρούντζο, χάλυβα, χυτοσίδηρο, αλουμίνιο ακόμα και ανοξείδωτο χάλυβα. Συγκρινόμενο με το PA 66, λόγω των ινών γυαλιού, έχει μεγαλύτερη αντοχή και δυσκαμψία και επομένως καλύτερη αντίσταση στον ερπυσμό καθώς και διαστατική σταθερότητα. Τέλος όπως είδαμε και στον πίνακα 2.3 μπορεί να λειτουργήσει και σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες.

Έδρανα ολίσθησης. Μπορεί να έχει μεγάλη διάρκεια ζωής χωρίς λίπανση και βέβαια να αντικαταστήσει τον ακριβότερο μπρούντζο. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και στην βιομηχανία τροφίμων.



Αντιτριβικές επιφάνειες, ρόδες, ράουλα, τροχαλίες και γενικότερα εξαρτήματα φθοράς. Χάρη στις καλές ιδιότητες σε θλίψη, την αντοχή σε κόπωση και το γεγονός ότι δεν φθείρει τα κινούμενα εξαρτήματα με τα οποία έρχεται σε επαφή μπορεί να λειτουργήσει σε μεγάλο πλήθος περιπτώσεων.

Γρανάζια. Γρανάζια που έχουν κατασκευαστεί από PA 66 μπορούν να λειτουργήσουν χωρίς λίπανση, με μικρή φθορά και με μικρότερο θόρυβο σε σχέση με τα αντίστοιχα μεταλλικά.



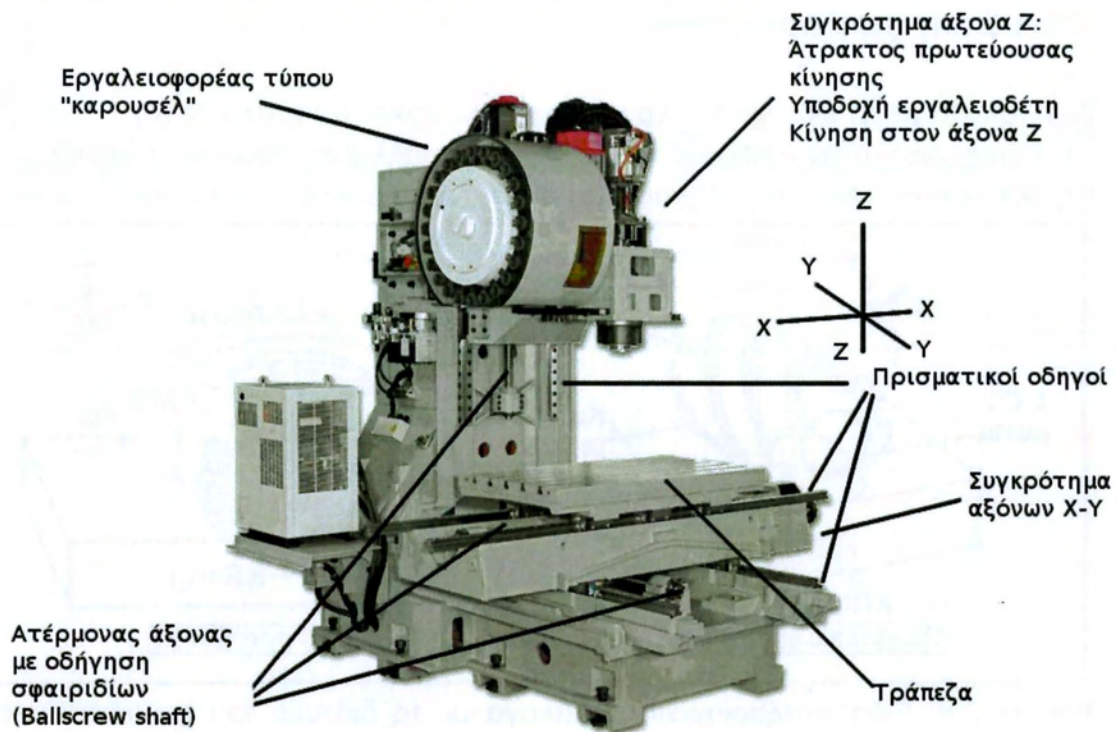
Ακροφύσια. Εκτός από τις μηχανικές ιδιότητες, οι χημικές ιδιότητες καθιστούν το PA 66 κατάλληλο για την κατασκευή ακροφυσίων και αγωγών. Πέρα από το οικονομικό πλεονέκτημα σε σχέση με τον ανοξείδωτο χάλυβα υπάρχει και μεγαλύτερη ευκολία στον χειρισμό και την χρήση τέτοιων εξαρτημάτων λόγω μειωμένου βάρους.

Τέλος υπάρχει μία πληθώρα εφαρμογών που θα αναφερθεί επιγραμματικά όπως φλάντζες, μονωτικά για ηλεκτρισμό, περικόχλια, κοχλίες μεταφοράς και πολλά άλλα.

2.3 Κατακόρυφο κέντρο κατεργασίας

Τα κέντρα κατεργασίας είναι η εξελιγμένη και πλήρως ψηφιοποιημένη εκδοχή των συμβατικών φρεζομηχανών. Στην εικόνα 2.7 που ακολουθεί δίνονται τα τυπικά στοιχεία ενός κέντρου κατεργασίας καθώς και μία σύντομη περιγραφή τους. Στην αρχή της εμφάνισής τους ήταν στην ουσία φρέζες με στοιχεία αυτόματου ελέγχου προσαρμοσμένα επάνω τους. Ο λόγος που δεν ονομάζονται πλέον CNC φρεζομηχανές και επικράτησε ο όρος κέντρο κατεργασίας είναι γιατί ο τρόπος λειτουργίας τους έχει εμπλουτιστεί τόσο πολύ που λειτουργούν ως ένας ευέλικτος σταθμός εργασίας. Παρόλα αυτά για την κατηγοριοποίησή τους χρησιμοποιούνται τα ίδια κριτήρια με τις συμβατικές φρέζες ως ένα βαθμό.

- Ο προσανατολισμός της ατράκτου και η δομή του σκελετού. Οριζόντια και κατακόρυφα κέντρα κατεργασιών, με σκελετό τύπου C ή με κολόνες.
- Ο αριθμός των προγραμματιζόμενων αξόνων. Αυτοί μπορούν να είναι από τρεις μέχρι πέντε συνήθως ενώ υπάρχουν και ειδικές περιπτώσεις που οι άξονες ξεπερνούν τους πέντε.
- Το μήκος των διαδρομών των αξόνων.
- Το εύρος των στροφών, ο τρόπος μετάδοσης και η ισχύς της ατράκτου. Στα σύγχρονα κέντρα βέβαια το εύρος στροφών για την άτρακτο είναι ιδιαίτερα υψηλό και συνήθως δίνεται άμεσα από τον κινητήρα αφού τα κιβώτια ταχυτήτων τείνουν να εκλείψουν ειδικά στις μικρές και μεσαίες μηχανές.



Εικόνα 2.7 Κατακόρυφο κέντρο κατεργασίας δίχως καλύμματα

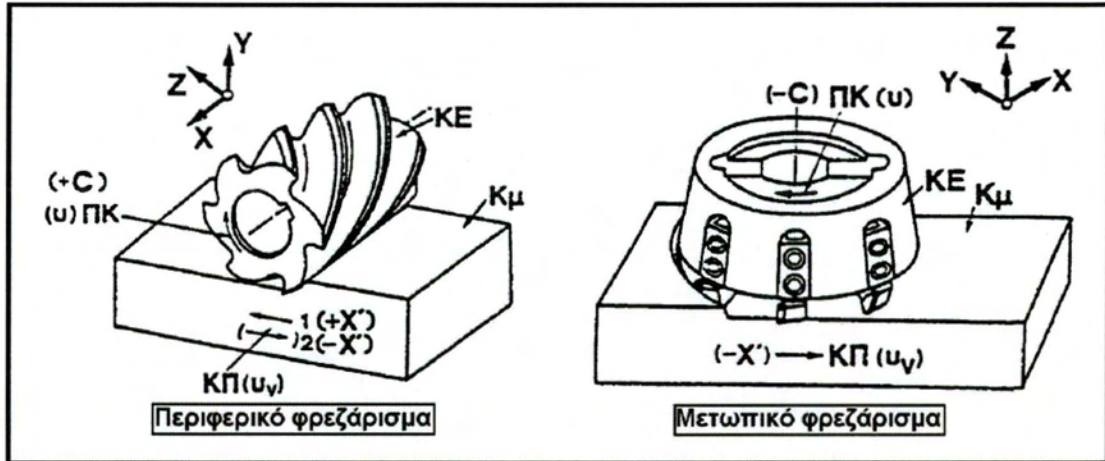
Στα κέντρα κατεργασίας χρησιμοποιούνται και επιπλέον κριτήρια με το κύριο είδος να είναι ο τύπος ελεγκτή της μηχανής. Υπάρχουν πάρα πολλές παράμετροι που διαφοροποιούν τους ελεγκτές όπως η υπολογιστική ισχύς, η μνήμη, η διασυνδεσιμότητα και το ενσωματωμένο λογισμικό. Άλλα κριτήρια είναι το είδος του μετρητικού συστήματος, ο τύπος εργαλειοδέτη και ο αριθμός των εργαλείων του εργαλειοφορέα και διάφορα άλλα πρόσθετα που έχουν σχεδόν καθιερωθεί μεταξύ των κατασκευαστών (αυτόματα μετρητικά εργαλείων και τεμαχίων, αυτόματα συστήματα αλλαγής παλέτας κ.α.).

2.3.1 Είδη φρεζαρίσματος

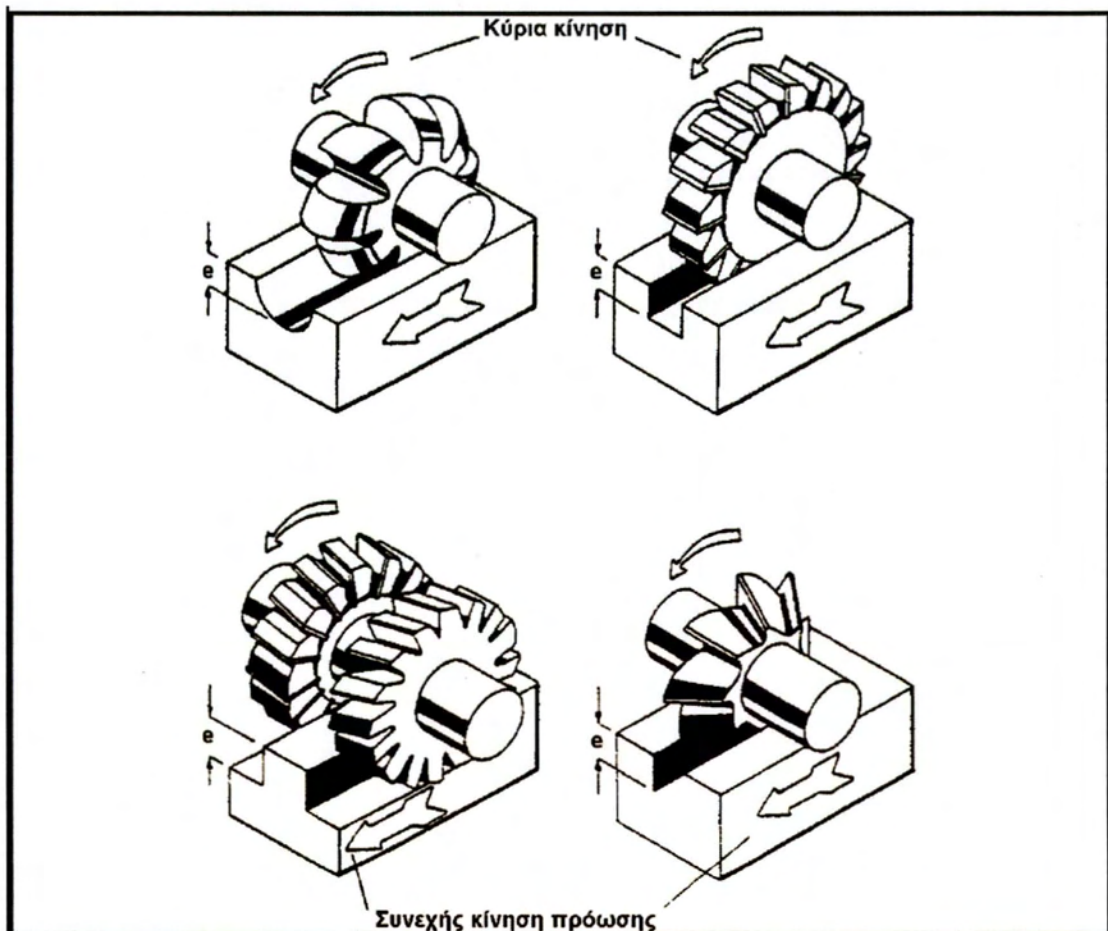
A. Ανάλογα με τη διάταξη του εργαλειοφόρου άξονα (Εικόνα 2.8-10)

(α) Περιφερικό, όταν ο άξονας του ΚΕ είναι παράλληλος προς την τράπεζα.

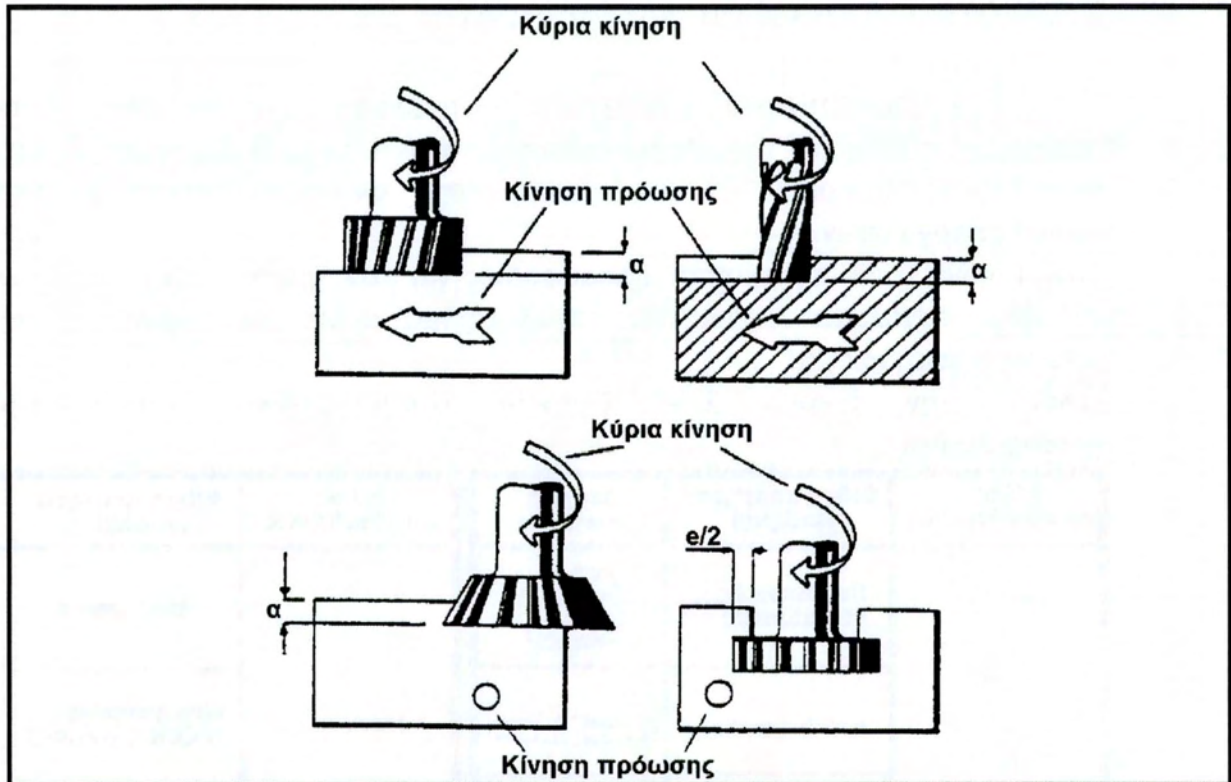
(β) Μετωπικό, όταν ο άξονας του ΚΕ είναι κάθετος προς την τράπεζα.



Εικόνα 2.8: Είδη φρεζαρίσματος ανάλογα με τη διάταξη του εργαλειοφόρου άξονα



Εικόνα 2.9: Παραδείγματα περιφερικού φρεζαρίσματος

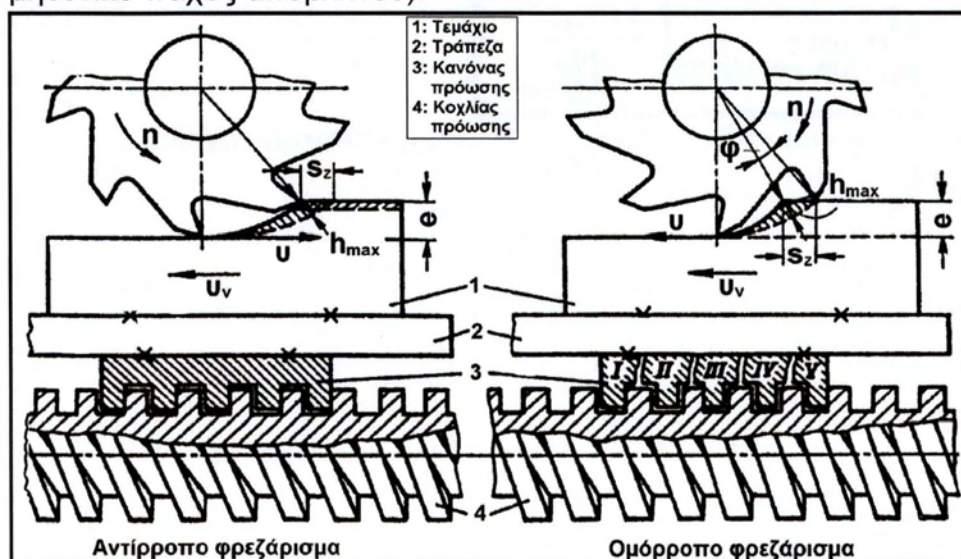


Εικόνα 2.10: Παραδείγματα μετωπικού φρεζαρίσματος

Β. Ανάλογα με τη σχέση των διανυσμάτων της ταχύτητας πρόωσης και της ταχύτητας κοπής στο σημείο πρώτης επαφής ΚΕ/ΤΕ (Εικόνα 2.11)

(α) Ομόρροπο, όταν τα δύο διανύσματα είναι ομόρροπα (εκκίνηση από μέγιστο πάχος αποβλίττου)

(β) Αντίρροπο, όταν τα δύο διανύσματα είναι αντίρροπα (εκκίνηση κοπής από μηδενικό πάχος αποβλίττου).





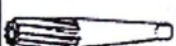







Εικόνα 2.11: Είδη φρεζαρίσματος ανάλογα με τη σχέση των διανυσμάτων της ταχύτητας πρόωσης και της ταχύτητας κοπής στο σημείο πρώτης επαφής ΚΕ/ΤΕ.

2.3.2 Κοπτικά εργαλεία φρεζαρίσματος

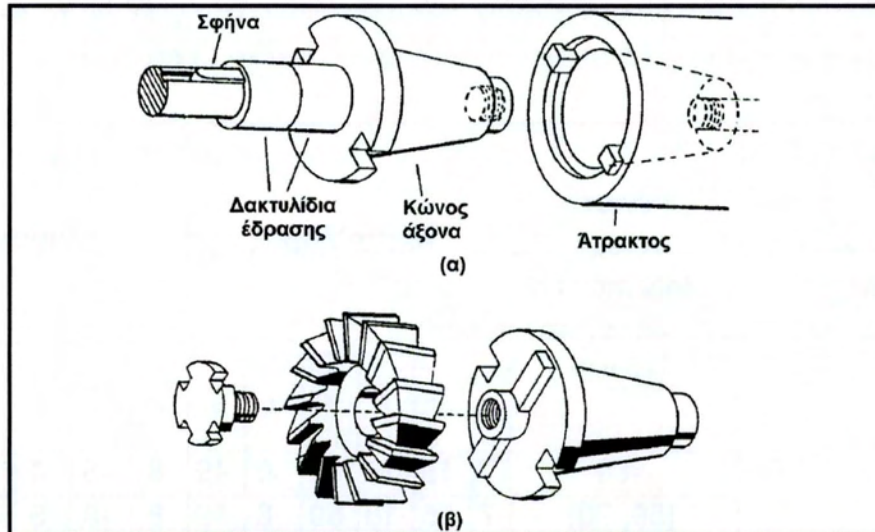
Συνοπτικός πίνακας των κοπτικών εργαλείων φρεζαρίσματος με τις αντίστοιχες ονομασίες τους παρουσιάζονται στην Εικόνα 2.12. Περισσότερες λεπτομέρειες μπορούν να αναζητηθούν στο αντίστοιχο Κεφάλαιο περί κοπτικών εργαλείων.

Στην Εικόνα 2.13 παρέχονται πληροφορίες για τον τρόπο πρόσδεσης των κοπτικών εργαλείων πάνω στο εργαλειοφόρο άξονα σε περιφερικό και μετωπικό φρεζάρισμα.

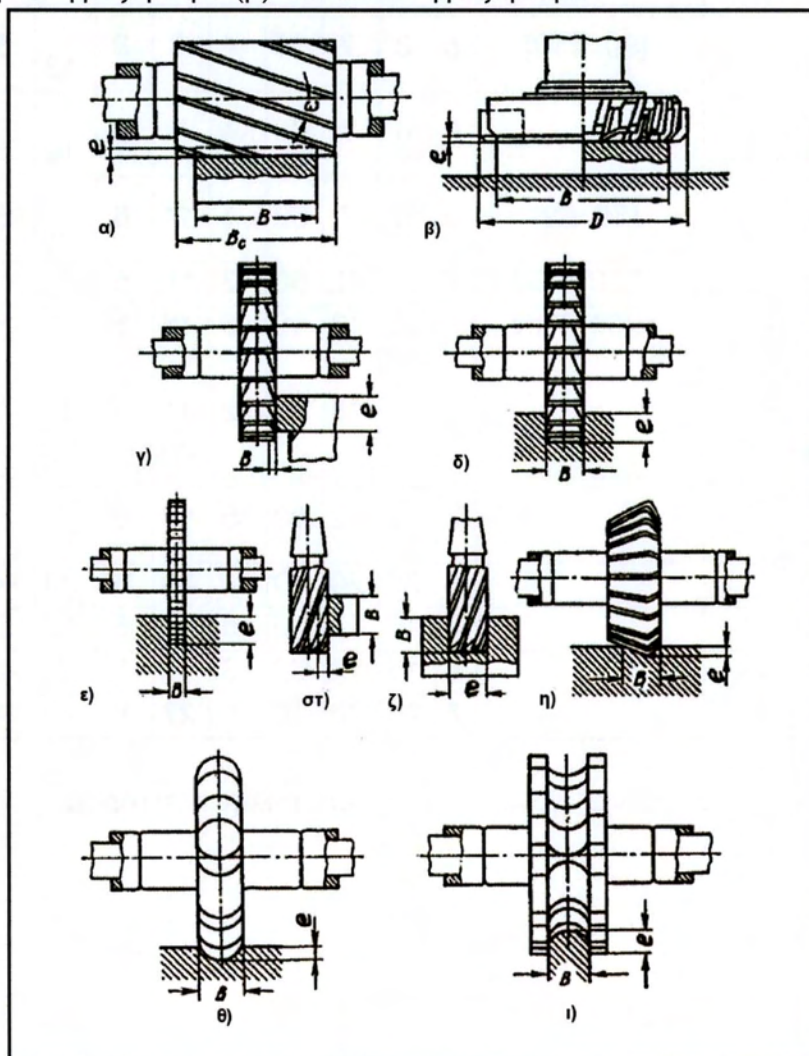
Τέλος, στην Εικόνα 2.14 δίνονται χαρακτηριστικά παραδείγματα φρεζαρίσματος

Είδος φραιζαρίσματος	Είδος κοπήρα (φραιζας)	Μορφή κοπήρα	Είδος φραιζαρίσματος	Είδος κοπήρα (φραιζας)	Μορφή κοπήρα
Περιφερικό	Περιφερικός ή κυλινδρικός		Μετωπικό	Μετωπικός	
	Κονδυλοειδής			Πρισματικός (οξείας γωνίας)	
	Αυλάκων (τριπλής τομής ή τρίκοπος)			Μετωπικός (ένθετων οδόντων)	
	Δισκοειδής		Περιφερικό-Μετωπικό	Περιφερικός (κυλινδρικός)-μετωπικός	
	Σχίσματος (πριονόδισκος)				
	Μορφής (μορφοκοπήρας)				

Εικόνα 2.12: Συγκεντρωτικός πίνακας των βασικών κοπτικών εργαλείων φρεζαρίσματος



Σχήμα 13: Τρόποι πρόσδεσης κοπτήρων πάνω στον εργαλειοφόρο άξονα
 (α) Περιφερικό φρεζάρισμα (β) Μετωπικό φρεζάρισμα



Εικόνα 2.14: Παραδείγματα φρεζαρίσματος με διάφορα κοπτικά εργαλεία
 α) Με ελικοειδή οδόντωση β) Κυλινδρικό μετωπικό γ), δ) Δισκοειδή
 ε) Φρέζες-δίσκοι στ), ζ) Κονδύλια η) Γωνιακό θ), ι) Μορφής

Στους Πίνακες 2.4-6 παρουσιάζονται πληροφοριακά στοιχεία για τα διάφορα είδη κοπτήρων αναφορικά με εφαρμογές τους κατά το φρεζάρισμα.

Υλικό κατεργαζόμενου τεμαχίου	Μέγιστη αντοχή (daN/mm ²) ή σκληρότητα (BHN)	Ταχυχάλυβας						Σκληρομέταλλο					
		α	γ	λ	κ	γ _α	γ _ρ	α	γ	λ	κ	γ _α	γ _ρ
Ανθρακούχος χάλυβας	<50	7	15	15	60	-6	19	8	-5	4	60	-6	-3
	[50, 70)	7	15	15	60	-6	19	8	-8	5	60	-8	-5
	[70, 90)	6	10	12	60	-6	14	8	-	5	60	-	-9
	[90, 110]	5	6	7	60	-4	8	8	-	5	60	-	-9
Κραματωμένος χάλυβας		5	6	7	60	-4	8	8	-	10	60	-	-8
Χυτοχάλυβας	[38, 52]	5	10	7	60	-1	11	6	-	5	60	-	-7
Φαίος χυτοσίδηρος	<200 BHN	6	15	12	60	-3	18	5	5	5	60	-3	6
	>200 BHN	6	15	12	60	-5	16	5	-3	5	60	-6	-1
Χυτοσίδηρος σφαιροειδούς γραφίτη		6	5	10	30	-2	11	5	0	5	30	-3	4
Μαλακτός χυτοσίδηρος		5	12	12	60	-5	16	8	-	5	60	-	-9
Κράμα Al		8	25	20	30	12	28	10	20	-4	30	19	8
Ορείχαλκος		6	10	12	60	-6	14	5	10	5	60	0	11
Κρατέρωμα		6	15	12	60	-3	18	5	6	-5	60	7	2
Πλαστικά		8	20	20	30	7	27	8	20	-4	30	19	7

Πίνακας 2.4 Συνιστώμενες γωνίες κοπής μετωπικών κοπτήρων με ένθετους οδόντες

Υλικό κατεργαζόμενου τεμαχίου	Μέγιστη αντοχή (daN/mm ²) ή σκληρότητα (BHN)	Περιφερικός κοπτήρας			Περιφερικός μετωπικός κοπτήρας			Δισκοειδής κοπτήρας			Κοπτήρας κονδύλι		
		α	γ	λ	α	γ	λ	α	γ	λ	α	γ	λ
Ανθρακούχος χάλυβας	<50	7	18	45	7	15	25	7	15	20	8	15	40
	[50, 70)	7	18	45	7	15	25	7	15	20	8	15	40
	[70, 90)	6	15	45	6	12	25	6	12	15	6	12	30
	[90, 110]	6	10	40	6	8	25	6	8	12	6	8	30
Κραματωμένος χάλυβας		5	8	40	5	6	20	5	6	10	6	8	20
Χυτοχάλυβας	[38, 52]	5	14	40	5	10	22	5	10	20	6	12	40
Φαιός χυτοσίδηρος	<200 BHN	6	15	45	6	12	25	6	12	15	6	12	30
	>200 BHN	6	12	40	6	12	20	6	12	15	7	12	30
Χυτοσίδηρος σφαιροειδούς γραφίτη		6	14	40	6	12	22	6	12	15	6	12	30
Μαλακός χυτοσίδηρος		5	15	40	5	12	22	5	12	20	6	12	35
Κράματα Al		8	25	45	8	25	35	8	25	35	8	25	40
Ορείχαλκος		6	15	40	6	12	20	6	12	20	6	10	30
Κρατέρωμα		6	12	40	6	12	20	6	12	15	6	10	30
Πλαστικά		8	25	40	8	25	35	8	20	35	8	20	40

Πίνακας 2.5 Συνιστώμενες γωνίες κοπής μη μετωπικών κοπτήρων από ταχυχάλυβα

Είδος φρεζαρίσματος	Υλικό κοπήρα	Μαλακός χάλυβας	Μέσης σκληρότητας χάλυβας	Σκληρός χάλυβας	Χυτοχάλυβας	Ανοξείδωτος χάλυβας	Μέσης σκληρότητας χυτοσίδηρος	Σκληρός χυτοσίδηρος	Μη σιδηρούχα μέταλλα και κράματα	Μη μεταλλικά υλικά
Περιφερικό	ΤΧ	A	A	B	A	A	A	Γ	A	A
	ΧΚΕ	A	B	Γ	Γ	Γ	A	Γ	B	A
	ΣΜ	A	B	B	B	Γ	A	-	A	A
Μετωπικό	ΤΧ	A	A	B	A	A	A	Γ	A	A
	ΧΚΕ	A	B	Γ	Γ	Γ	A	Γ	A	A
	ΣΜ	A	A	A	A	B	A	B	A	A
Φρεζάρισμα με κονδυλοειδή κοπέα	ΤΧ	A	A	B	A	A	A	Γ	A	A
	ΧΚΕ	B	B	Γ	Γ	Γ	A	Γ	B	A
	ΣΜ	A	A	A	A	B	A	-	A	A
Φρεζάρισμα τρίκοττο κοπέα	ΤΧ	A	A	B	A	A	A	Γ	A	A
	ΧΚΕ	B	B	Γ	Γ	Γ	A	Γ	-	A
	ΣΜ	A	A	B	B	Γ	A	B	A	A
Φρεζάρισμα με κοπέα μορφής	ΤΧ	A	A	B	A	A	A	Γ	A	A
	ΧΚΕ	B	B	Γ	Γ	Γ	A	-	-	B
	ΣΜ	B	B	Γ	B	Γ	A	B	A	A

ΤΧ: Ταχυχάλυβας

A: Καλά

ΧΚΕ: Χυτευτικό κράμα ΚΕ

B: Σχεδόν καλά

ΣΜ: Σκληρομέταλλο

Γ: Μέτρια

Πίνακας 2.6 Πεδίο εφαρμογών υλικών κατασκευής κοπήρων

2.3.3 Okuma MX45-VAE

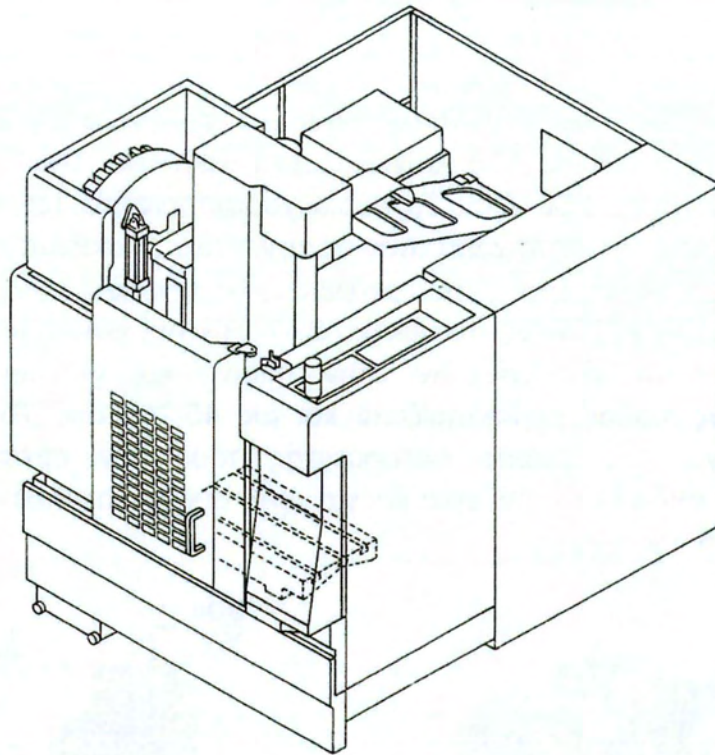
Στην πειραματική διάταξη χρησιμοποιήθηκε ένα ψηφιακά καθοδηγούμενο κατακόρυφο κέντρο κατεργασίας μάρκας OKUMA και τύπου MX45-VAE. Το συγκεκριμένο είναι τριών προγραμματιζόμενων αξόνων (XYZ), με σκελετό μονής κολόνας. Η τράπεζα εκτελεί τις κινήσεις μόνο του X άξονα ενώ ο φορέας της ατράκτου εκτελεί τις υπόλοιπες. Το εύρος των διαδρομών είναι 762mm για τον X άξονα, 460mm για τον Y και τέλος 450mm για τον Z. Η κίνηση στους άξονες επιτυγχάνεται με ένσφαιρα σπειρώματα και η πρωτεύουσα κίνηση δίνεται σε άτρακτο που εδράζεται σε κεραμικά ρουλεμάν και φτάνει μέχρι τις 12000 στροφές/λεπτό. Υπάρχουν πέραν των συνηθισμένων συστημάτων ελέγχου κίνησης και θερμικοί αισθητήρες πραγματικού χρόνου που εξασφαλίζουν αντιστάθμιση για την οποιαδήποτε ανακρίβεια μέτρησης λόγω θερμικής διαστολής των υποσυστημάτων. Η μηχανή έχει εργαλειοφορέα 32 εργαλείων με σύστημα αλλαγής διπλής αρπάγης για μείωση του χρόνου αλλαγής. Ο εργαλειοδέτης που χρησιμοποιείται είναι ο BT40 που είναι πιο κοινός στην Ευρώπη και την Ασία. Το μέγεθος του συγκεκριμένου τον συγκαταλέγει στην μεσαία-μεγάλη κατηγορία μίας και είναι το τρίτο μεγαλύτερο από τα τέσσερα διαθέσιμα. Το μέγεθος επιτρέπει την πρόσδεση μεγαλύτερων εργαλείων αλλά και τη στιβαρότητα λόγω ακαμψίας κατά την κοπή. Βέβαια λόγω του αυξημένου βάρους υπάρχει περιορισμός στον μέγιστο αριθμό στροφών της μηχανής. Το σύνολο αυτών των συστημάτων, το βάρος και η στιβαρότητα του σκελετού καθώς και το σχετικά μέτριο μέγεθος της μηχανής σε διαδρομές αξόνων εξασφαλίζουν την μέγιστη δυνατή ακρίβεια από πλευράς της εργαλειομηχανής.

Ο ελεγκτής της μηχανής επιτρέπει την εκτέλεση των αυτοματοποιημένων εργασιών αλλά χρησιμοποιείται και για την αρχικοποίηση της διαδικασίας. Ο συγκεκριμένος ελεγκτής είναι εφοδιασμένος με διάφορες εισόδους-εξόδους όπως και με εκτεταμένο λογισμικό. Για την συγκεκριμένη κοπή χρησιμοποιήθηκε η δυνατότητα του ελεγκτή για τον καλύτερο έλεγχο της επιτάχυνσης και επιβράδυνσης της πρόωσης λόγω των ιδιαίτερα υψηλών προώσεων (high speed machining). Επίσης χρησιμοποιήθηκε και η δυνατότητα επικοινωνίας με υπολογιστή μέσω δικτύου για την μεταφόρτωση και επιλογή των προγραμμάτων κοπής. Γενικότερα πρέπει να επισημανθεί ότι η υπολογιστική ισχύς και οι αλγόριθμοι ελέγχου των υποσυστημάτων της εργαλειομηχανής είναι εξίσου σημαντικά με την μηχανική της στιβαρότητα. Δίχως αυτά τα στοιχεία η πιστότητα της τροχιάς του εργαλείου σε σχέση με την προγραμματιζόμενη μπορεί να απέχει αρκετά με δυσμενή βέβαια αποτελέσματα για το τεμάχιο.

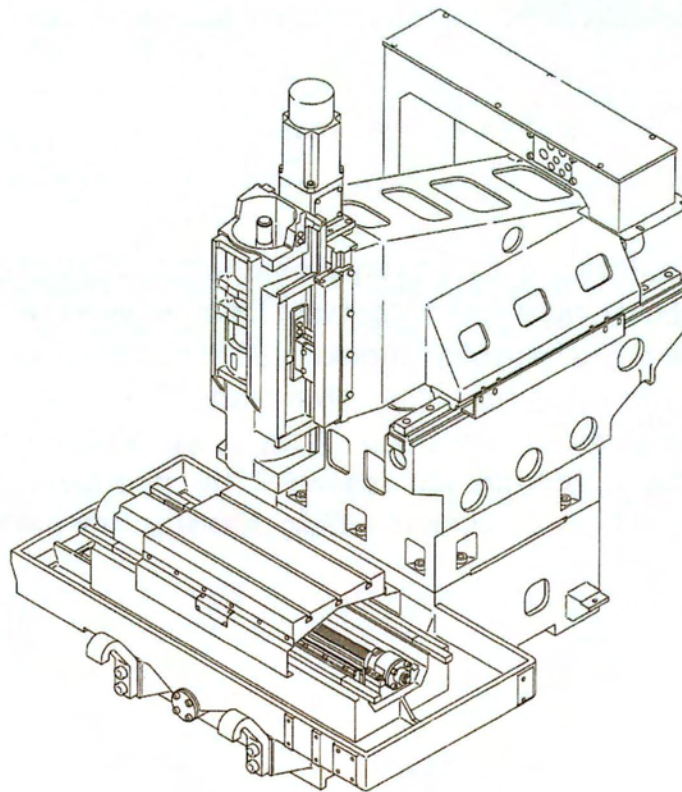
Συνοπτικά τα κύρια μεγέθη της μηχανής δίνονται από τον ακόλουθο Πίνακα 2.7

		Μονάδα μέτρησης	Τιμή
Διαδρομές	X Άξονας	mm	762
	Y Άξονας	mm	460
	Z Άξονας	mm	450
	Διαδρομή ατράκτου σε σχέση με την κλίνη	mm	160-610
Κλίνη	Επιφάνεια εργασίας	mm	460x1000
	Ύψος από το έδαφος	mm	750
	Μέγιστο βάρος τεμαχίου	kg	500
Άτρακτος	Εύρος στροφών	στρ/λεπτό (rpm)	0-12000
	Μετάδοση		Απεριόριστα μεταβαλλόμενη
	Υποδοχή εργαλειοδέτη		7/24, Κλίση No.40
Πρόωση	Ταχείες κινήσεις τοποθέτησης (X/Y/Z άξονας)	m/min	20/20/15
	Κινήσεις κοπής (X/Y/Z άξονας)	m/min	10
Εργαλειοφορέας	Τύπος εργαλειοδέτη		MAS BT40
	Τύπος εξολκέα εργαλειοδέτη		MAS 2
	Χωρητικότητα εργαλειοφορέα		32 εργαλεία
Κινητήρες	Ατράκτου	kW	10
	Πρόωσης X/Y/Z***	kW	01/02/00
Άλλα χαρακτηριστικά	Εξωτερικές διαστάσεις X/Y/Z	mm	2200/2380/2650
	Βάρος	kg	5500

Πίνακας 2.7 Κύρια μεγέθη Okuma MX45-VAE



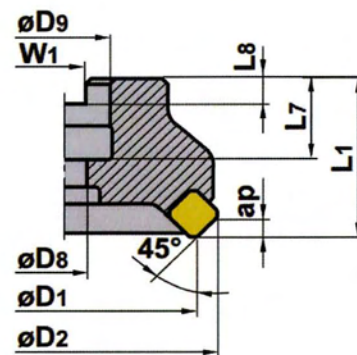
Εικόνα 2.15 Οκυμα ΜΧ45-VAΕ με καλύμματα



Εικόνα 2.16 Σχέδιο βασικών δομικών στοιχείων εργαλειομηχανής Okuma ΜΧ45-VAΕ

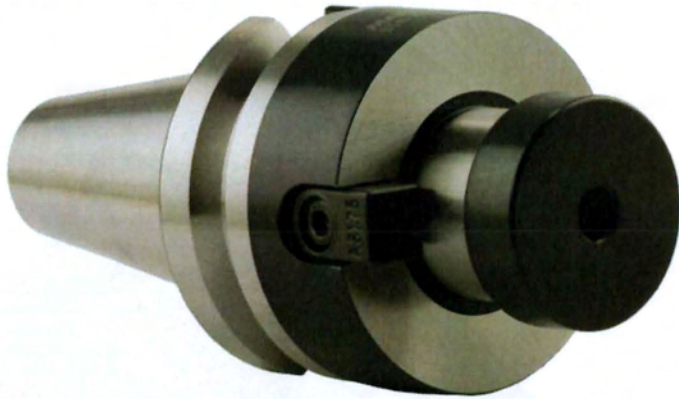
2.3.4 Εργαλείο κοπής και εργαλειοδέτης

Το εργαλείο που επιλέχθηκε είναι μία φρεζοκεφαλή 45 μοιρών με εναλλασσόμενα πλακίδια. Το συγκεκριμένο εργαλείο είναι της εταιρείας Mitsubishi και τύπου LSE 445. Τα κύρια χαρακτηριστικά του είναι η υψηλή στιβαρότητα κατά την κοπή χάρη στην σύσφιξη των πλακιδίων σε κατάλληλες έδρες και το μειωμένο βάρος του εργαλείου. Τα πλακίδια είναι τετραγωνικού σχήματος όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.17. Η κοπή γίνεται τόσο στην μικρή πλευρά του πλακιδίου όσο και στην πλαϊνή και για αυτό λόγω της προκύπτουσας κλίσης χαρακτηρίζεται και ως 45 μοιρών. Το τεμάχια που κόπηκαν λόγω της μικρής σκληρότητας τους δεν επέφεραν κάποια αξιοσημείωτη φθορά στα πλακίδια και για αυτό δεν χρειάστηκαν οι υπόλοιπες 3 κόψεις των πλακιδίων.



Εικόνα 2.17 Φρεζοκεφαλή LSE445-050A04R

Ο εργαλειοδέτης που επιλέχθηκε είναι τύπου BT40 όπως υπαγορεύει και ο κατασκευαστής της εργαλειομηχανής. Για το συγκεκριμένο εργαλείο δεν χρησιμοποιήθηκαν τα συνήθη στοιχεία (Collet, περικόχλιο) αλλά ένας εργαλειοδέτης τύπου Arbor που είναι κατάλληλος για φρεζοκεφαλές μεγαλύτερης από 40mm διαμέτρου. Αυτή η μέθοδος είναι από τις πιο σταθερές για την πρόσδεση του εργαλείου και προτιμάται για την χρήση μεγαλύτερων εργαλείων όπως αυτό καθώς μεταφέρει την ροπή της ατράκτου αποτελεσματικότερα.



Εικόνα 2.18 Εργαλειοδέτης BT40 τύπου “Arbor”

2.4 Τραχύμετρο



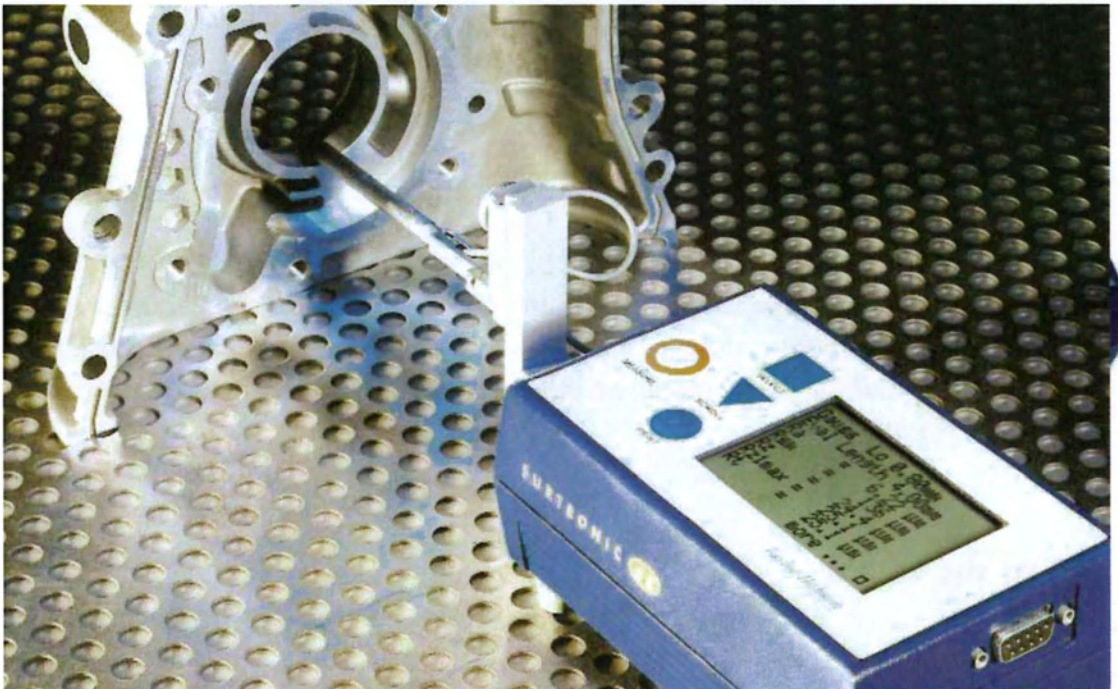
Εικόνα 2.19 Προφιλόμετρο Surtronic 25

Στα πλαίσια αυτής της εργασίας η μέτρηση της τραχύτητας επιφανείας είναι εξαιρετικής σημασίας. Ο εξοπλισμός μέτρησης τραχύτητας χωρίζεται σε δύο κατηγορίες. Υπάρχουν τα οπτικά μέσα, όπου δεν υπάρχει επαφή μεταξύ του δείγματος και του οργάνου μέτρησης, και τα μετρητικά όργανα επαφής. Κάποιες από τις μεθόδους μη επαφής είναι η συνεστιακή μικροσκοπία κ.α. ενώ στις μεθόδους επαφής οι κύριες είναι το μικροσκόπιο ατομικής δύναμης και τα προφιλόμετρα στυλίσκου. Τα τελευταία προτιμούνται συνήθως λόγω κόστους και απλότητας ενώ είναι και αρκετά ακριβή για τις περισσότερες εφαρμογές.

Οι μετρήσεις αυτές έγιναν με το προφιλόμετρο στυλίσκου Surtronic 25 της Taylor Hobson. Το τραχύμετρο αυτό μετρά με το σύστημα M (Μέσης γραμμής). Το λογισμικό που χρησιμοποιεί είναι το TalyProfile. Το τραχύμετρο αυτό είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί τόσο σε σταθερή βάση όσο και ως φορητό αφού μπορεί να τροφοδοτηθεί και με μπαταρίες. Είναι εξαιρετικά απλό και μπορεί κανείς να κάνει μέτρηση με το πάτημα ενός και μόνο κουμπιού. Είναι ικανό να κάνει μετρήσεις τόσο οριζόντια όσο και κάθετα, καθώς και σε οποιαδήποτε άλλη γωνία. Το εύρος των εφαρμογών για το τραχύμετρο αυτό είναι πάρα πολύ μεγάλο. Μπορεί να μετρηθεί η τραχύτητα ώστε να ελεγχθούν ρωγμές και ατέλειες επιφανείας, χαρακτηριστικά γεωτρήσεων, ιδιότητες

τριβής, λίπανσης αλλά και φθοράς. Με τις παραμέτρους που υπολογίζονται μπορούν να εκτιμηθούν διάφορα χαρακτηριστικά του δείγματος. Το όργανο χαρακτηρίζεται και από την υψηλή του ταχύτητα, αφού για τις πρώτες παραμέτρους απαιτείται ελάχιστος χρόνος.

Πέρα από τις πρώτες παραμέτρους, για περαιτέρω ανάλυση το μετρούμενο προφίλ μεταφέρεται σε υπολογιστή όπου αναλύεται σε βάθος με το λογισμικό TalyProfile. Με το λογισμικό μπορούν να εξαχθούν πληθώρα παραμέτρων όπως ενδεικτικά:

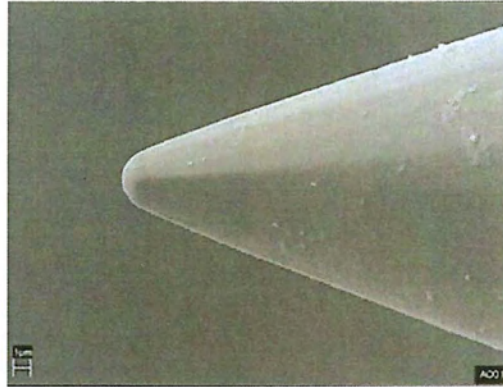


Εικόνα 2.20 Μέτρηση τραχύτητας

R_a , R_q , R_t , R_p , R_v , R_{ku} , R_{sk} , R_{Sm} , R_z , $R_{\Delta q}$, W_a , W_q , W_t , W_p , W_v , W_{ku} , W_{sk} , W_{Sm} , W_z , W_{zJIS} , $W_{\lambda q}$, P_a , P_q , P_t , P_p , P_v , P_{ku} , P_{sk} , P_{Sm} , P_z , $P_{\Delta q}$, $P_{\lambda q}$ και άλλες πολλές.

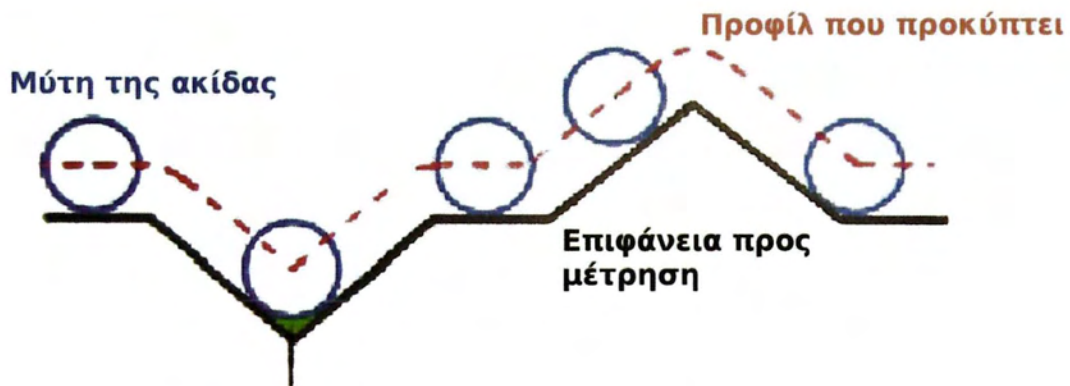
Το είδος του τραχύμετρου που χρησιμοποιούμε όπως έχει προαναφερθεί είναι ένα προφιλόμετρο στυλίσκου. Υπάρχει ένας στυλίσκος στο άκρο του οποίου βρίσκεται η ακίδα που διέρχεται από την προς μέτρηση επιφάνεια. Το όλο σύστημα έχει βέβαια κάποιες ιδιαιτερότητες και χαρακτηριστικά μεγέθη που καθορίζουν τον τρόπο λειτουργίας αλλά και τα αποτελέσματα των μετρήσεων.

Ίσως το πιο σημαντικό υποσύστημα του τραχύμετρου είναι η ακίδα που έρχεται σε επαφή με την μετρούμενη επιφάνεια. Το σχήμα της είναι παραβολοειδές και βέβαια έχει ένα σφαιρικό τελείωμα συγκεκριμένης ακτίνας.



Εικόνα 2.21 Ηλεκτρομικρογραφία ακίδας 40°

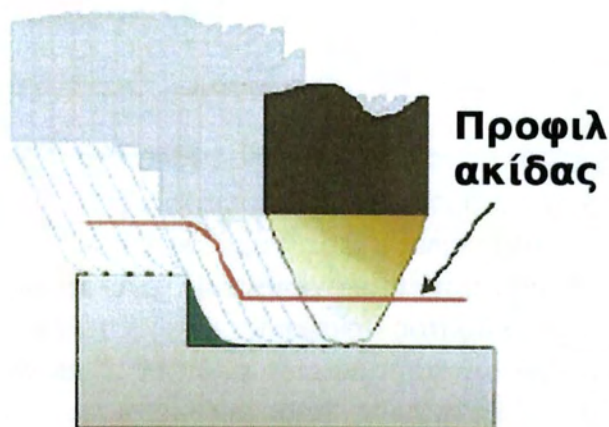
Το σημείο της ακίδας που έρχεται σε επαφή με το μετρούμενο αντικείμενο είναι ακριβώς αυτή η σφαιρική απόληξη. Μεγάλη σημασία έχει και η κωνικότητα της ακίδας που θα πρέπει να είναι τέτοια που να επιτρέπει την ολίσθηση της ακίδας με το σφαιρικό κομμάτι και να μην παρεμβάλλεται στην μέτρηση της επιφανείας.



Εικόνα 2.22 Πραγματική επιφάνεια – Τροχιά κέντρου ακίδας

Το προφίλ που παράγεται από το τραχύμετρο είναι ο γεωμετρικός τύπος που προκύπτει από το κέντρο της ακτίνας της ακίδας. Η ακτίνα της σφαιρικής απόληξης της ακίδας είναι τόσο σημαντική γιατί είναι στην ουσία ένα φίλτρο του τραχύμετρου. Συγκεκριμένα όπως φαίνεται και στο σχήμα περιορίζει την ικανότητα του συστήματος να εισχωρεί στις κοιλάδες (valleys) του μετρούμενου προφίλ ενώ επίσης αμβλύνει και τις κορυφές (peaks). Το αλλοιωμένο αυτό προφίλ είναι μεγάλο πρόβλημα όταν πρέπει να συγκριθούν μετρήσεις από διαφορετικά τραχύμετρα με ενδεχομένως διαφορετικές ακίδες. Λογική απόρροια αυτού του εν δυνάμει χάους και υποκειμενικότητας είναι η

θέσπιση προτύπων για την γεωμετρία των ακίδων. Για την μέτρηση τραχύτητας επιφανειών έχει επικρατήσει το ISO 3274 που καλύπτει όλες τις σημαντικές παραμέτρους των οργάνων.



Εικόνα 2.23 Μέτρηση απότομης γεωμετρικής μεταβολής

Οι μετρήσεις από το τραχύμετρο αναλύθηκαν με την βοήθεια του συνοδευτικού λογισμικού TalyProfile 3.1.2. Το λογισμικό παρέχει πάρα πολλές δυνατότητες επεξεργασίας των αριθμητικών δεδομένων. Τα βασικότερα ίσως χαρακτηριστικά είναι τα εξής:

- Δυνατότητα προβολής του αφιτράριστου περιγράμματος αλλά και προβολή μετά από εφαρμογή διαφόρων φίλτρων και διαφορετικών τιμών μήκους κύματος αποκοπής.
- Τμηματική ανάλυση του περιγράμματος.
- Εμφάνιση της καμπύλης κατανομής του εύρους (amplitude distribution) και της καμπύλης φέρουσας επιφάνειας (bearing area curve ή material ratio curve ή Abbott-Firestone curve)
- Μέτρηση απόστασης μεταξύ δύο σημείων του προφίλ και μέτρηση εμβαδού σε περιοχή του
- Υπολογισμός μεγεθών και παραμέτρων κατά τα διεθνή πρότυπα (π.χ. R_a , R_{sk}) αλλά και κατά DIN 4776 (R_k , R_p κ.ά.) και κατά ISO. Αυτές οι παράμετροι μπορούν να υπολογιστούν τόσο για το αφιτράριστο όσο και για το φιλτραρισμένο περίγραμμα όπως και για το περίγραμμα κυμάτωσης.

Για την εγκυρότητα των εξαγόμενων παραμέτρων μεγάλη σημασία έχει η επιλογή του κατάλληλο φίλτρου. Το φίλτρο αποκόπτει τις χαμηλές συχνότητες της κυματομορφής. Π.χ. τις κυματώσεις που προκύπτουν από

ανωμαλίες τραχύτητας. Μειώνει επίσης το σφάλμα που προκύπτει από την τοποθέτηση του στυλίσκου, που πρέπει να είναι θεωρητικά κάθετος στην μετρούμενη επιφάνεια. Τέλος, χωρίς να αλλοιώνονται οι ουσιώδεις πληροφορίες της επιφάνειας περιορίζεται η επιρροή των ταλαντώσεων του περιγράμματος.

Εξίσου σημαντική παράμετρος είναι το μήκος αποκοπής (cut-off length), η οποία εφαρμόζεται στην κυματομορφή της μέτρησης ως φίλτρο του μήκους κύματος. Επιλέγοντας το κατάλληλο μήκος κύματος αποκόπτουμε μέρος της μέτρησης από την διαδικασία των υπολογισμών. Π.χ. αν το φίλτρο αποκοπής είναι 0,8mm τότε όσα μήκη κύματος βρίσκονται κάτω από την τιμή αυτή συνεισφέρουν στον υπολογισμό των παραμέτρων ενώ όσα είναι πάνω από αυτήν, μειώνονται σε πλάτος. Επομένως όσο αυξάνεται το μήκος αποκοπής μεγαλώνει και η μείωση του πλάτους.

Τεχνικά χαρακτηριστικά

Όπως έχει προαναφερθεί οι μετρήσεις έχουν γίνει με το τραχύμετρο στυλίσκου της εταιρείας Taylor Hobson τύπου Surtronic 25. Για την επιλογή του σημαντικού μεγέθους του μήκους αποκοπής πρέπει να ληφθεί υπόψη και η κατεργασία από την οποία προέκυψε η μετρούμενη επιφάνεια. Ο πίνακας 2.8 που ακολουθεί χρησιμοποιείται για την επιλογή του.

Κατεργασία αποπεράτωσης	Αναμενόμενο εύρος τιμών Ra σε μm	Προτεινόμενο μήκος αποκοπής		
		0,25mm	0,8mm	2,5mm
Υπερλείανση	0,05-0,2	•	•	
Lapping	0,05-0,4	•	•	
Honing	0,1-0,8	•	•	
Ακόνισμα	0,1-1,6	•	•	•
Τόρνευση με διαμάντι	0,1-0,4	•	•	
Τόρνευση	0,4-12,3		•	•
Διάτρηση	0,4-12,3		•	•
Φρεζάρισμα	0,8-12,3		•	•

Πίνακας 2.8 Προτεινόμενες τιμές για το μήκος αποκοπής

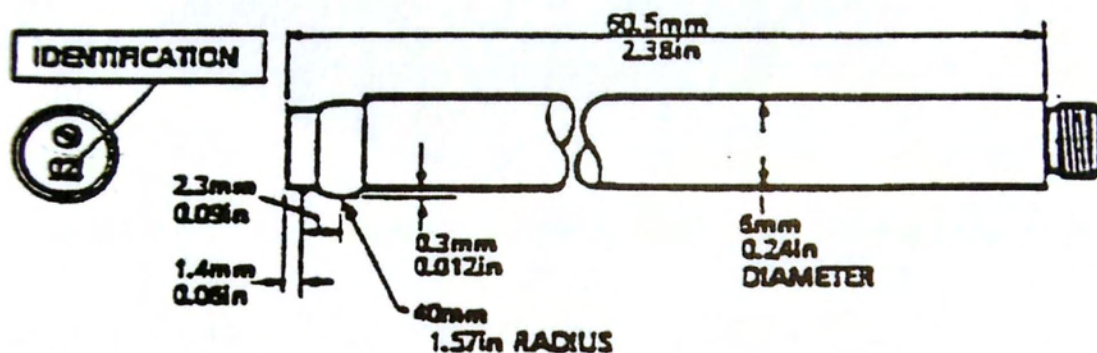
Με βάση τον πίνακα επιλέχθηκε για κατεργασία φρεζαρίσματος το μήκος αποκοπής 0,8mm και το μήκος μέτρησης $l_n = 4 \text{ mm}$.

Το προφیلόμετρο έχει τις παρακάτω επιλογές για τη μεγέθυνση του περιγράμματος της επιφάνειας:

- στην οριζόντια διεύθυνση V_h : x20, x50, x100, x200
- στην κάθετη διεύθυνση V_v ανάλογα με την κλίμακα:
 Κλίμακα 1: x5000, x10000, x20000
 Κλίμακα 2: x500, x1000, x2000
 Κλίμακα 3: x100, x200, x500

Στις μετρήσεις αυτές επιλέχθηκαν $V_h = x100$ και $V_v = x1000$

Τέλος, ο στυλίσκος είναι ο τυπικός που παρέχεται με το τραχύμετρο κατάλληλος για γενικές μετρήσεις τραχύτητας. Παρακάτω παρατίθεται πίνακας χαρακτηριστικών (2.9) και σχέδιο βασικών διαστάσεων (2.24).



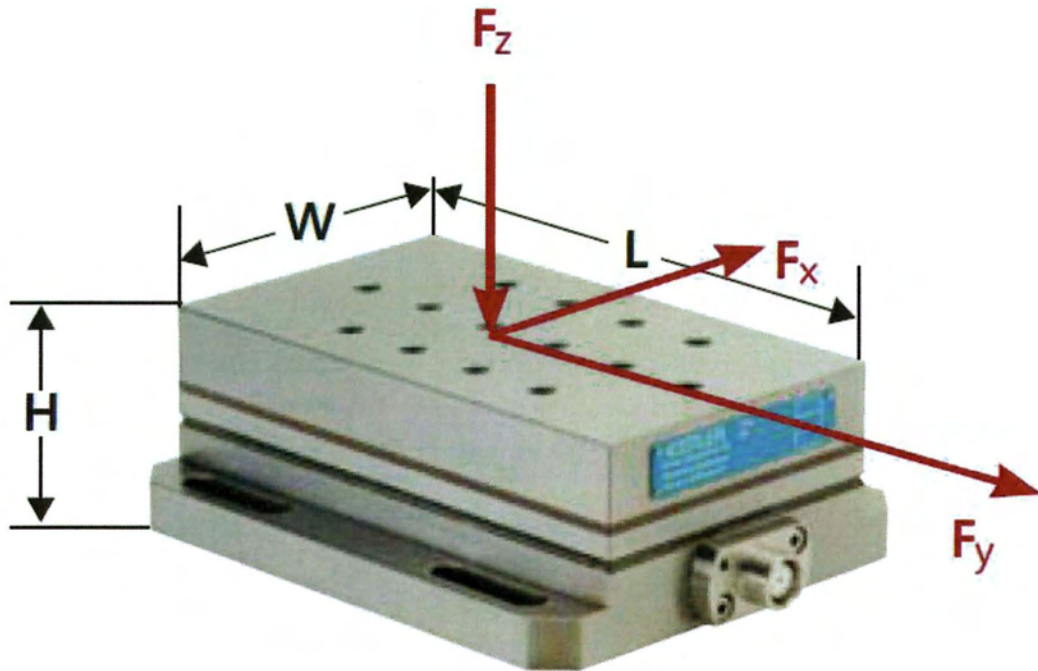
Εικόνα 2.24 Στυλίσκος (pick up)

Εύρος στυλίσκου	$\pm 150 \mu\text{m}$
Ανάλυση	0,01 μm
Ακρίβεια	2% της ένδειξης + LSD μm
Τύπος αισθητήρα	Επαγωγικός
Δύναμη αισθητήρα	150 -300 mg
Ακτίνα ακίδας διαμαντιού	5 μm

Πίνακας 2.9 Κύρια χαρακτηριστικά στυλίσκου

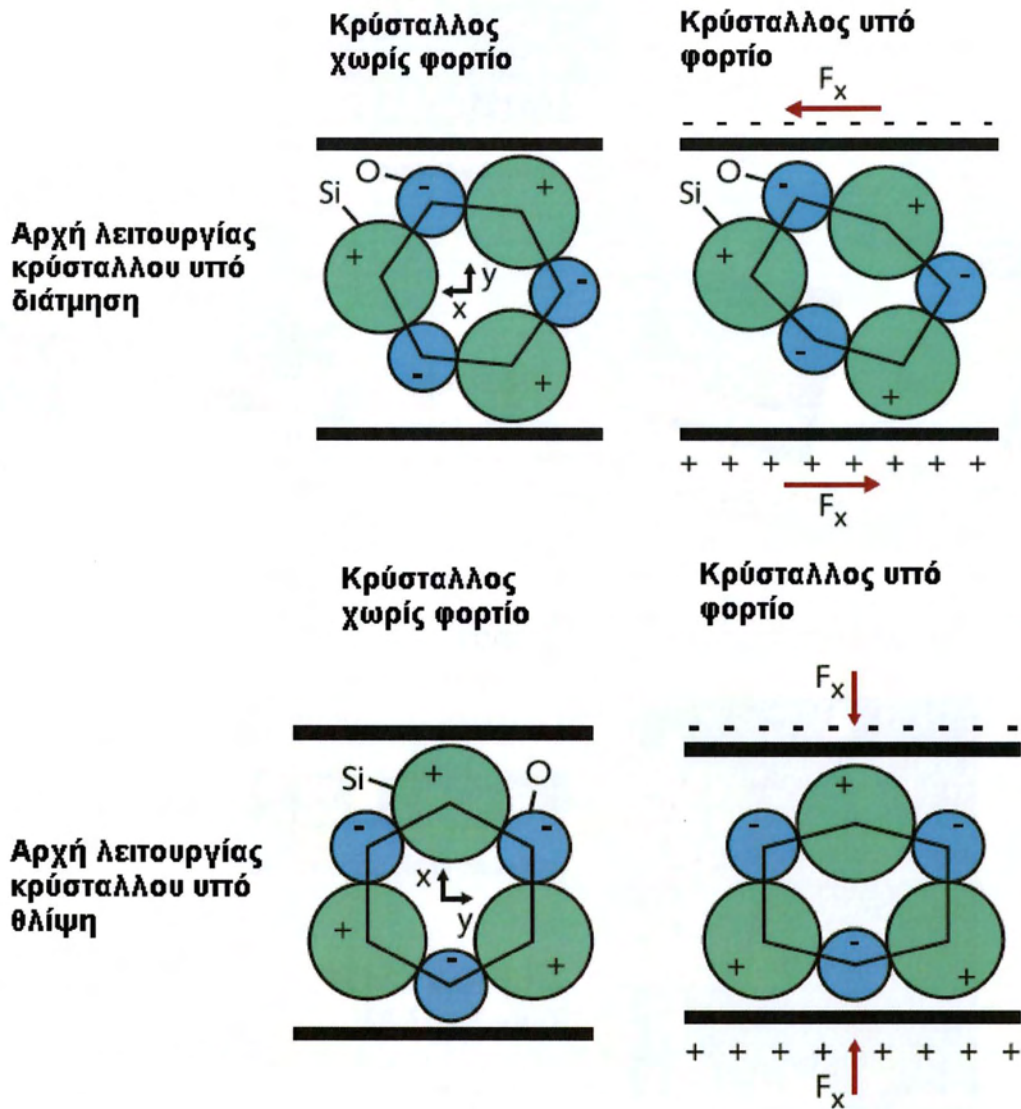
2.5 Δυναμόμετρο Kistler 9257B

Για την μέτρηση των δυνάμεων κοπής χρησιμοποιήθηκε ένα δυναμόμετρο της εταιρίας Kistler τύπου 9257B. Αυτή η συσκευή είναι ένα δυναμόμετρο τριών συνιστωσών και μπορεί να μετρήσει τις δυνάμεις F_x , F_y και F_z όπως φαίνονται στην εικόνα 2.25.



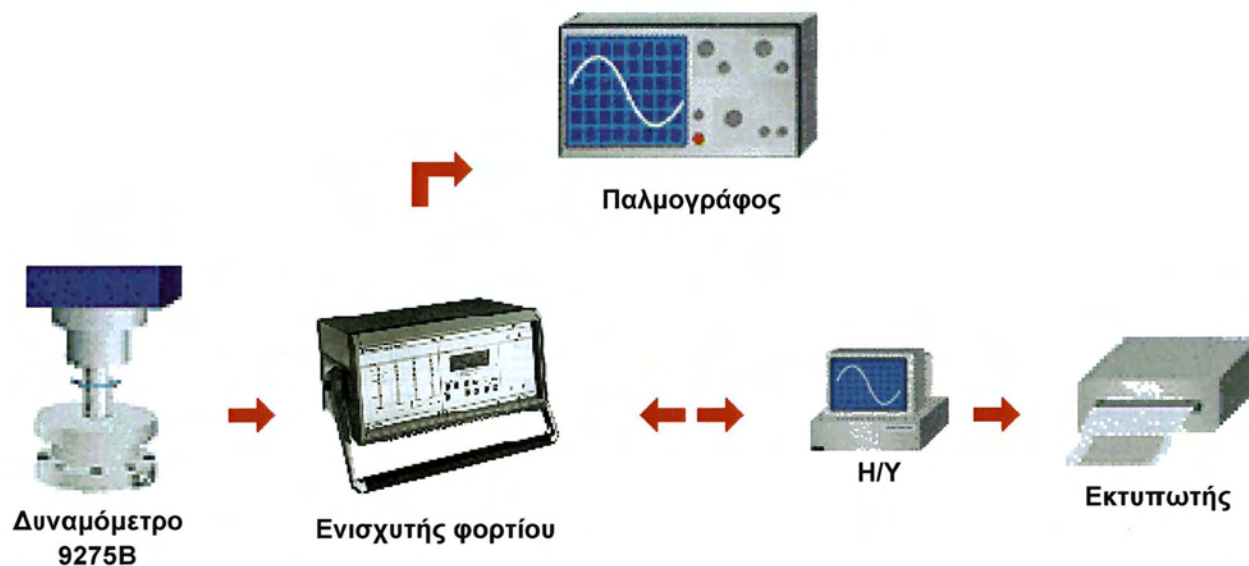
Εικόνα 2.25 Δυναμόμετρο Kistler 9257B

Το συγκεκριμένο δυναμόμετρο είναι τύπου τράπεζας, στατικό και μετρά με την βοήθεια πιεζοηλεκτρικών κρυστάλλων που βρίσκονται τοποθετημένοι κάτω από την επιφάνεια πρόσδεσης των κατεργαζόμενων τεμαχίων. Υπάρχουν τρεις κρύσταλλοι κάτω από την επιφάνεια οι οποίοι μετρούν για την κάθε δύναμη ξεχωριστά. Οι δύο από αυτούς λειτουργούν αποδίδοντας ρεύμα κατά την διαμητική τους φόρτιση και έτσι μετρώνται οι F_x και F_y και ο τρίτος αποδίδει ρεύμα κατά την θλιπτική του φόρτιση και μετρά την F_z . Μία σύντομη απεικόνιση αυτών υπάρχει στην εικόνα 2.26.



Εικόνα 2.26 Λειτουργία πιεζοηλεκτρικών κρυστάλλων

Το προς κατεργασία τεμάχιο τοποθετείται και σταθεροποιείται στην επιφάνεια πρόσδεσης του δυναμόμετρου και κατά την κατεργασία με την βοήθεια μίας κάρτας λήψης και ενίσχυσης των σημάτων από το δυναμόμετρο μεταφέρονται τα δεδομένα με την βοήθεια ειδικού καλωδίου χαμηλής αντίστασης σε ηλεκτρονικό υπολογιστή. Εκεί με το κατάλληλο λογισμικό (εικόνα 2.31) μετατρέπονται τα ηλεκτρικά σήματα σε δυνάμεις και με την περαιτέρω επεξεργασία τους μπορεί κανείς να προσδιορίσει την στάθμη της μηδενικής δύναμης και να ανάγει τα αποτελέσματα στο πραγματικό τους μέγεθος. Η διάταξη αυτή απεικονίζεται στην εικόνα 2.30.



Εικόνα 2.30 Διάταξη σύνδεσης τραχύμετρου

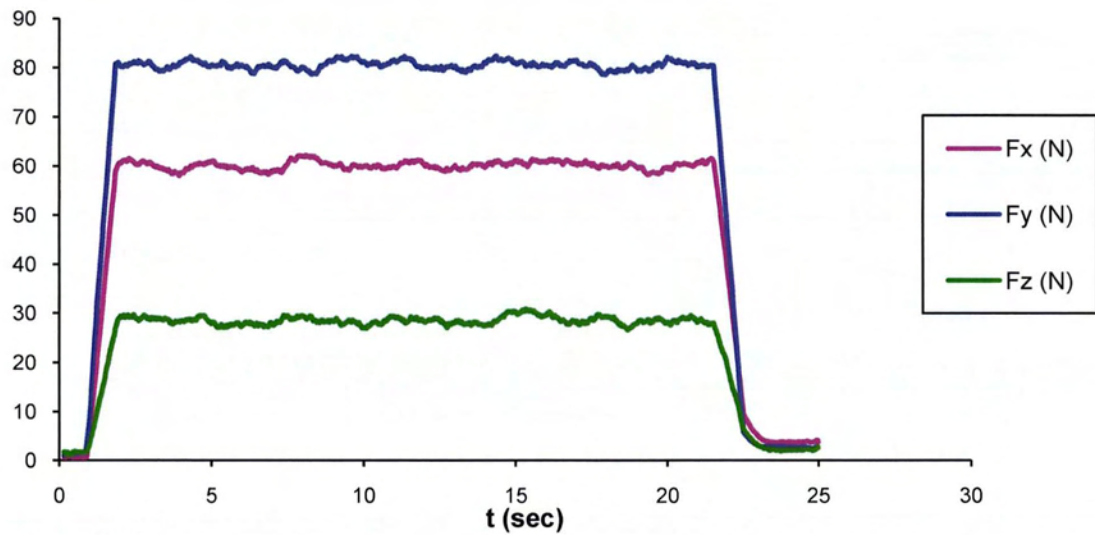
KISTLER
measure. analyze. innovate.

DynoWare
Type 2825A-02

www.kistler.com

Εικόνα 2.31 Λογισμικό Dynoware

Μετά από την επεξεργασία στο λογισμικό μπορούν να προκύψουν διαγράμματα του τύπου:



Δύο χαρακτηριστικά σημεία είναι η αρχή και το τέλος των διαγραμμάτων. Η αρχή αντιστοιχεί στην ανηγμένη μηδενική στάθμη και την εισαγωγή στο τεμάχιο και το τέλος αντιστοιχεί στην έξοδο του κοπτικού από το τεμάχιο και την επιστροφή στην μηδενική στάθμη. Το ενδιάμεσο τεμάχιο με τιμές σαφώς διαφορετικές του μηδενός αλλά με κάποια διακύμανση αντιστοιχεί στην κύρια κοπή του τεμαχίου.

Τα χαρακτηριστικά του δυναμόμετρου παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα 2.10

Χαρακτηριστικά			Type 9257B
Εύρος μέτρησης	F_x, F_y, F_z	kN	-5 ... 5
	F_z	kN	-5 ... 10 (Εύρος κατά την τόννευση, με δυνάμεις σύμφωνα με την προδιαγραφή F_x και $F_y \leq 0,5 F_z$)
Διαβαθμισμένο εύρος	F_x, F_y	kN	0 ... 5; 0 ... 0,5; 0 ... 0,05
	F_z	kN	0 ... 10; 0 ... 1; 0 ... 0,1
Ευαισθησία	F_x, F_y	pC/N	$\approx -7,5$
	F_z	pC/N	$\approx -3,7$
Φυσική συχνότητα	f_{nx}, f_{ny}	kHz	$\approx 2,3$
	f_{nz}	kHz	$\approx 3,5$
Εύρος θερμοκρασίας λειτουργίας		°C	0 ... 70
Μήκος x Πλάτος x Ύψος		mm	170x100x60
Βάρος		kg	7,3
Επίπεδο προστασίας IEC/EN 60529			IP67 με το καλώδιο συνδεδεμένο
Σύνδεση			Σύνδεσμος Fischer Flange 9-ακίδων θηλυκό

Πίνακας 2.10 Κύρια χαρακτηριστικά τραχύμετρου

Για την πραγματοποίηση της κοπής έπρεπε να κατασκευαστεί κατάλληλη διάταξη για την πρόσδεση του τεμαχίου στην τράπεζα του δυναμόμετρου. Συγκεκριμένα κατασκευάστηκε πλάκα κυκλικής διατομής που έφερε τις κατάλληλες οπές για να προσδεθεί στο δυναμόμετρο αλλά και οπές ώστε ο σφιγκτήρας που συγκρατεί το τεμάχιο να μπορεί εν συνεχεία να προσδεθεί στην πλάκα αυτή. Αυτή η διάταξη έχει παρουσιαστεί στις εικόνες 2.2 και 2.3.

3. Θεωρητική ανάλυση

3.1 Παράμετροι τραχύτητας

Όπως έχει προαναφερθεί, η τραχύτητα είναι ένα σημαντικό κριτήριο για την κατεργαστικότητα ενός υλικού ως καθοριστικό στοιχείο της ποιότητας επιφανείας. Η τιμή της τραχύτητας είναι ένα μέγεθος στοχαστικό όπως είναι φυσικό για μία μέτρηση ποιότητας και για αυτό το λόγο συχνά αναφέρεται ότι η τραχύτητα δεν μετράται αλλά χαρακτηρίζεται. Για την μέτρηση της τραχύτητας ακολουθούνται δύο συστήματα αναφοράς:

1. Το σύστημα E (ή σύστημα περιβάλλουσας, envelope) κυρίως στη Δυτική Ευρώπη
2. Το σύστημα M (ή σύστημα μέσης γραμμής, mean line) κυρίως στις Αγγλοσαξονικές χώρες και την Ανατολική Ευρώπη.

Μεταξύ των δύο συστημάτων, το σύστημα M τείνει να επικρατήσει στις μετρήσεις τραχύτητας γενικότερα.

Στην διάρκεια των ετών έχουν θεμελιωθεί διάφοροι παράμετροι μέτρησης της τραχύτητας και για τα δύο αυτά συστήματα με διάφορα πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα. Η κατηγοριοποίηση τους γίνεται αρχικά με αναλόγως το χαρακτηριστικό του περιγράμματος που χρησιμοποιείται για την ποσοτικοποίηση της παραμέτρου. Έτσι προκύπτουν οι εξής κατηγορίες:

1. Παράμετροι εύρους
2. Παράμετροι διαστήματος
3. Στατιστικές παράμετροι
4. Άλλες παράμετροι

Παρακάτω ακολουθεί μία σύντομη περιγραφή και ορισμός των παραμέτρων που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση των περιγραμμάτων του πειράματος. Βεβαίως υπάρχουν εξαιρετικά πολλές και σημαντικές παράμετροι τραχύτητας αλλά η αναφορά σε αυτές δεδομένου του μεγάλου

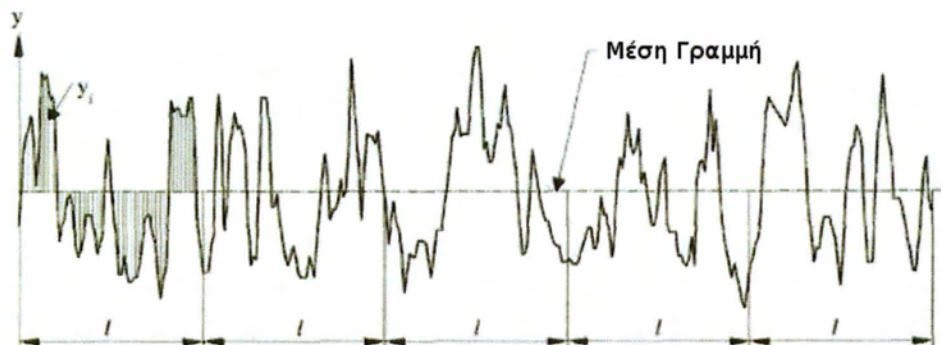
πλήθους τους θα ήταν εκτός των σκοπών της εργασίας. Σχετικά με την ονοματολογία των παραμέτρων ισχύει σαν γενικός κανόνας ότι οι παράμετροι που αναφέρονται στην τραχύτητα ξεκινούν από R, λόγω του αγγλικού όρου Roughness. Κατά συνέπεια οι αντίστοιχες παράμετροι της κυμάτωσης από W (Waviness) και οι παράμετροι του περιγράμματος πριν τον διαχωρισμό της τραχύτητας από την κυμάτωση P (Profile).

Μέση αριθμητική τραχύτητα R_a (μm , Arithmetic average)

Η τραχύτητα R_a είναι μία παράμετρος εύρους και ορίζεται από την σχέση:

$$R_a = \frac{1}{L} \int_0^L |y(x)| dx$$

Παριστάνει τη μέση τιμή των αποκλίσεων όλων των σημείων, όχι μόνο των κοιλάδων και κορυφών, της κατατομής από την κεντρική της γραμμή στο δεδομένο μήκος δειγματοληψίας.



Εικόνα 3.1 Τραχύτητα R_a

Η τραχύτητα R_a είναι η πλέον διαδεδομένη σε ολόκληρο τον κόσμο χάρη στην ευκολία προσδιορισμού της από τα μετρητικά συστήματα. Τα σύγχρονα τραχύμετρα ολοκληρώνουν τις τιμές κατά την καταγραφή και αποδίδουν την παράμετρο ταχύτατα. Είναι μία ποσοτική παράμετρος που δίνει ένα μέτρο σύγκρισης της ποιότητας επιφανείας και της κατεργασίας αλλά ελλείπει πληροφοριών για τα ακραία σημεία δεν είναι αρκετή για τον χαρακτηρισμό μίας επιφάνειας. Παρόλα αυτά είναι η κύρια παράμετρος αναφοράς ποιότητας επιφανείας.

Μέγιστο βάθος κοιλάδας R_v (μm , Maximum valley depth)

Η παράμετρος R_v είναι μία ακόμα παράμετρος εύρους της τραχύτητας. Ορίζεται από την σχέση:

$$R_v = \min_i y_i$$

Αντιπροσωπεύει το μέγιστο βάθος κάτω από την κεντρική γραμμή αναφοράς του περιγράμματος. Η παράμετρος αυτή, όπως και οι σχετικές της R_p , R_t φαίνονται στην εικόνα 3.2.

Μέγιστο ύψος κορυφής R_p (μm , Maximum peak height)

Η παράμετρος R_p είναι μία ακόμα παράμετρος εύρους της τραχύτητας. Ορίζεται από την σχέση:

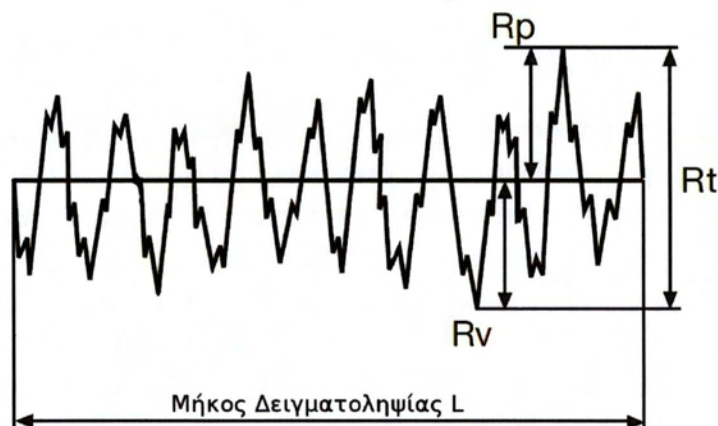
$$R_p = \max_i y_i$$

Αντιπροσωπεύει το μέγιστο ύψος πάνω από την κεντρική γραμμή αναφοράς του περιγράμματος. Η παράμετρος αυτή, όπως και οι σχετικές της R_v , R_t φαίνονται στην εικόνα 3.2.

Μέγιστο βάθος R_t (μm , Peak to valley depth)

Η παράμετρος R_t αντιπροσωπεύει το μέγιστο εύρος του περιγράμματος εντός του δειγματοληπτικού μήκους όπως φαίνεται και στην εικόνα 3.2. Μεταξύ της R_t , R_v και R_p ισχύει φυσικά η παρακάτω σχέση:

$$R_t = R_p + R_v$$



Εικόνα 3.2 Παράμετροι $R_t - R_v - R_p$

Η μέτρηση της παραμέτρου είναι εύκολη αλλά μπορεί να είναι εξαιρετικά ανακριβής αν συμπέσει εντός του μήκους δειγματοληψίας να υπάρχει κάποια τυχαία ανωμαλία (ασυνέχεια υλικού, αμυχή δευτερογενούς προέλευσης κτλ).

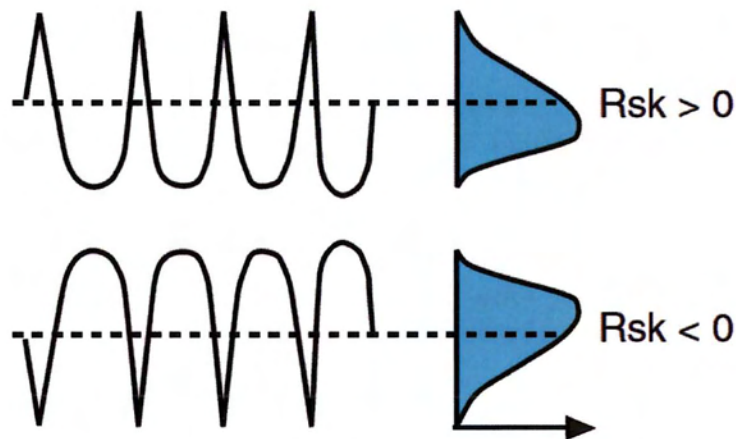
Λοξότητα ή τρίτη κεντρική ροπή R_{sk}

Η λοξότητα είναι η τρίτη κεντρική ροπή της συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας του περιγράμματος και ορίζεται ως εξής:

$$R_{sk} = \frac{1}{R_q^3} \int_{-\infty}^{+\infty} y^3 p(y) dy$$

Όπου R_q η τραχύτητα μέσης τιμής ή ενδεικνυόμενη τιμή τραχύτητας (RMS) σύμφωνα με τον τύπο:

$$R_q = \sqrt{\frac{1}{L} \int_0^L y^2(x) dx}$$



Εικόνα 3.3 Παράμετρος R_{sk}

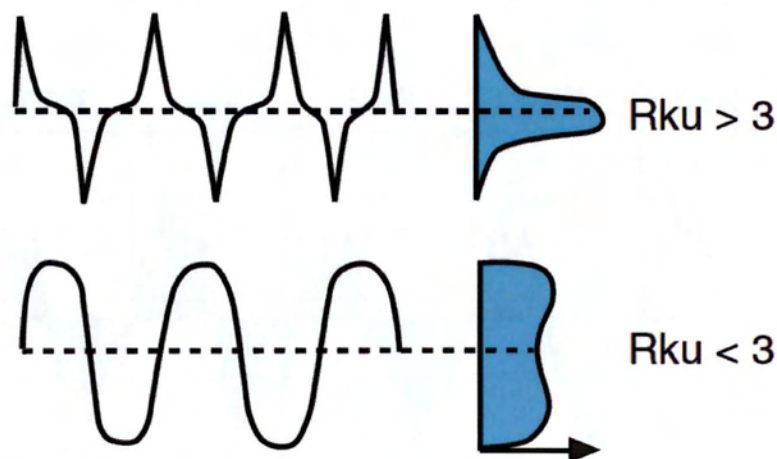
Δίνει το βαθμό ασυμμετρίας του περιγράμματος αναφορικά με την κεντρική γραμμή παίρνοντας μηδενική τιμή για περιγράμματα που περιγράφονται από την κανονική κατανομή. Επιπλέον, θετική λοξότητα εμφανίζουν επιφάνειες «γεμάτες από υλικό» αποτελούμενες κυρίως από κορυφές, ενώ αρνητική επιφάνειες «άδειες από υλικό» αποτελούμενες κυρίως από κοιλάδες (εικόνα 3.3). Πρόκειται για σημαντική παράμετρο όσον αφορά τριβολογικές εφαρμογές, όπως η λειτουργικότητα των επιφανειών έδρασης και ο έλεγχος φθοράς, καθώς επιφάνειες χαρακτηριζόμενες από θετική λοξότητα φθείρονται ταχύτερα, δεν κατακρατούν ικανή ποσότητα λιπαντικού κτλ. Όπως φαίνεται όμως και από την εξίσωση πρέπει και για αυτή την

παράμετρο να εξετάζεται το ενδεχόμενο να υπάρχουν τυχαίες ανωμαλίες στο δειγματοληπτικό μήκος οι οποίες θα διαστρεβλώσουν την πραγματική τιμή της παραμέτρου κατά πολύ λόγω της τρίτης δύναμης.

Κυρτότητα ή τέταρτη κεντρική ροπή R_{ku}

Η κύρτωση είναι η τέταρτη κεντρική ροπή της συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας του περιγράμματος και ορίζεται από την σχέση:

$$R_{ku} = \frac{1}{nR_q^4} \sum_{i=1}^n y_i^4$$



Εικόνα 3.4 Παράμετρος R_{ku}

Η παράμετρος απεικονίζει το βαθμό οξύτητας του περιγράμματος και λαμβάνει τιμή ίση με 3 για περιγράμματα που ακολουθούν την κανονική κατανομή. Στην περίπτωση όπου $R_{ku} > 3$ η επιφάνεια εμφανίζει οξύτητα προεξοχών και χαρακτηρίζεται ως λεπτόκυρτη, ενώ όταν $R_{ku} < 3$ εμφανίζει αμβλύτητα προεξοχών και χαρακτηρίζεται ως πλατύκυρτη (εικόνα 3.4). Παρέχει δε πληροφορίες για την επιφάνεια επαφής και την αντίσταση της σε φθορά. Και για αυτή τη παράμετρο ισχύουν οι ίδιες επιφυλάξεις όπως και για R_{sk} και R_a .

Μέσο βάθος R_z ή R_{tm} (μm , Average peak to valley depth)

Αυτή η στατιστική παράμετρος προκύπτει από άθροισμα των τιμών δύο άλλων στατιστικών παραμέτρων. Αναλυτικότερα ισχύει η σχέση:

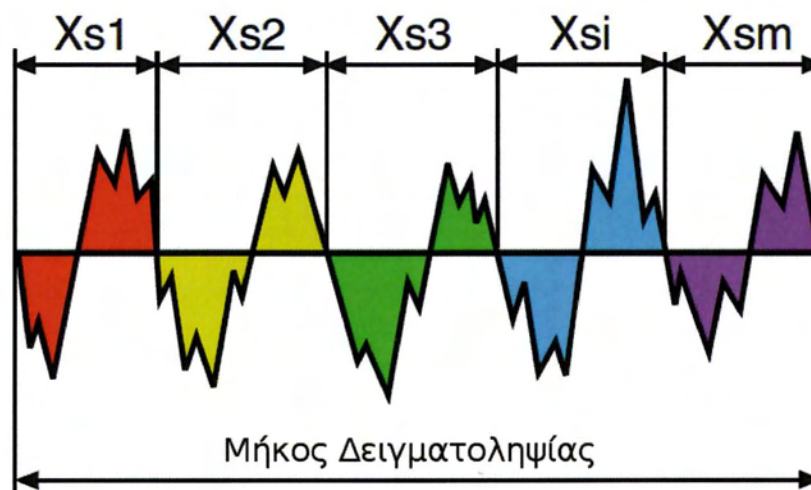
$$R_{zDIN} = \frac{1}{s} \sum_{i=1}^s R_{ti}$$

Όπου s το πλήθος των μηκών αποκοπής και R_{ti} το μέγιστο βάθος στο αντίστοιχο μήκος αποκοπής.

Μέση απόσταση μεταξύ κοιλάδων και κορυφών R_{Sm} (mm, Mean Spacing of Profile Irregularities)

Η παράμετρος αυτή όπως απεικονίζεται στην εικόνα 3.5 και στην εξίσωση δίνει την μέση απόσταση της περιοδικότητας. Ορίζεται από την σχέση:

$$R_{Sm} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m X_{si}$$



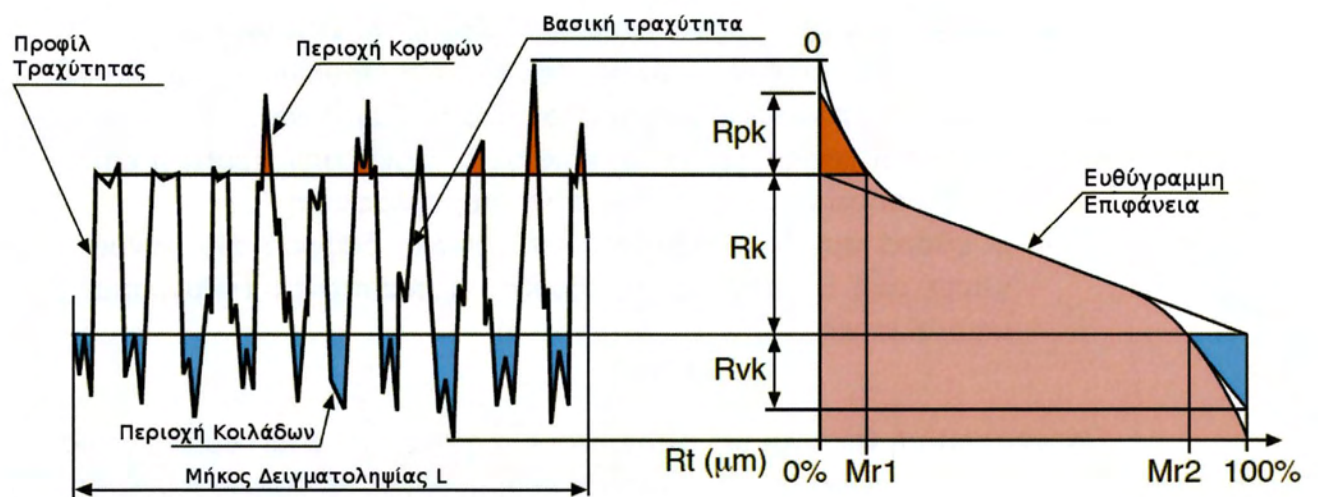
Εικόνα 3.5 Παράμετρος R_{Sm}

Ομάδα παραμέτρων R_k (μm , Core roughness depth)

Η μορφή της καμπύλης φέρουσας επιφάνειας εμπεριέχει πολλές και σημαντικές πληροφορίες, όσον αφορά την συμπεριφορά του περιγράμματος. Η γερμανική αυτοκινητοβιομηχανία στην προσπάθειά της να μελετήσει κυλίνδρους μηχανών εσωτερικής καύσης δημιούργησε το πρότυπο DIN 4776: 1985 (ή πιο πρόσφατα ISO 13565-2: 1996). Σύμφωνα με το πρότυπο αυτό επιχειρείται τόσο μια γραμμική προσέγγιση της καμπύλης φέρουσας επιφάνειας, όσο και ο ορισμός μιας σειράς παραμέτρων (εικόνα 3.6).

Πιο αναλυτικά αναζητείται εκείνο το ευθύγραμμο τμήμα το οποίο θα έχει μήκος ίσο με το 40% του συνόλου και παράλληλα θα έχει την ελάχιστη κλίση. Με την εύρεση της ευθείας γίνεται και η προέκταση της μέχρις ότου τμήσει τον άξονα. Ορίζονται έτσι οι παρακάτω παράμετροι.

- R_k : Εξομοιώνει τη βασική τραχύτητα, η οποία σχετίζεται με το τμήμα της επιφάνειας το οποίο και θα "φέρει" το φορτίο λειτουργίας, μετά το φαινόμενο "running-in"
- R_{pk} : Αντιστοιχεί στις μικρές κορυφές οι οποίες και θα φθαρούν γρήγορα κατά τη διάρκεια της αρχικής περιόδου λειτουργίας της επιφάνειας.
- R_{vk} : Παριστά τις κοιλάδες οι οποίες περιγράφουν τα κατώτερα μέρη της επιφάνειας και δείχνουν τη δυνατότητα του περιγράμματος να διατηρεί λιπαντικό κατά την περίοδο της λειτουργίας.
- $MR1$: Είναι το ανώτατο όριο της βασικής τραχύτητας με την πραγματική επιφάνεια επαφής, τη μηχανική αντοχή των κορυφών και τη φθορά.
- $MR2$: Είναι το κατώτατο όριο της βασικής τραχύτητας με την πραγματική επιφάνεια επαφής, τη μηχανική αντοχή των κορυφών και τη φθορά.

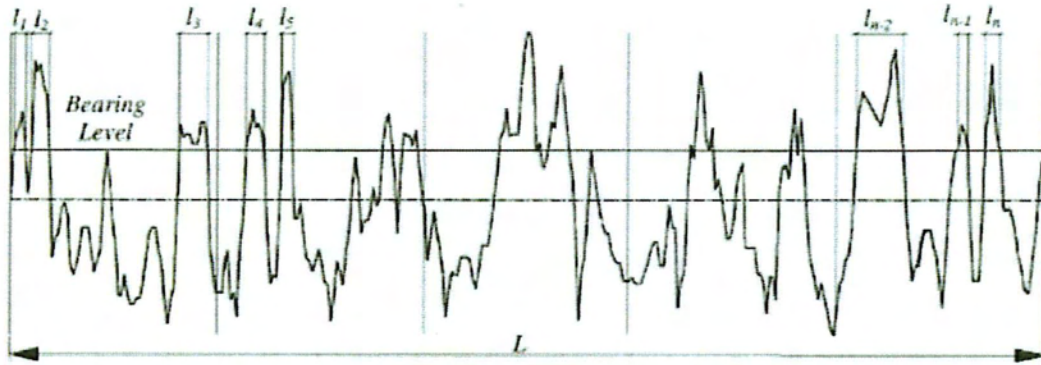


Εικόνα 3.6 Οικογένεια παραμέτρων R_k

Μήκος φέρουσας επιφάνειας R_{tp}

Το μήκος φέρουσας επιφάνειας R_{tp} εκφράζεται ως το ποσοστό του μήκους επαφής προς το υπολογιζόμενο μήκος, για κάθε ύψος περιγράμματος. Από την εικόνα 3.7 είναι προφανές ότι το μήκος φέρουσας επιφάνειας υπολογίζεται από τη σχέση

$$R_{tp} = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^n l_i$$



Εικόνα 3.7 Ορισμός του μήκους φέρουσας επιφάνειας R_{tp}

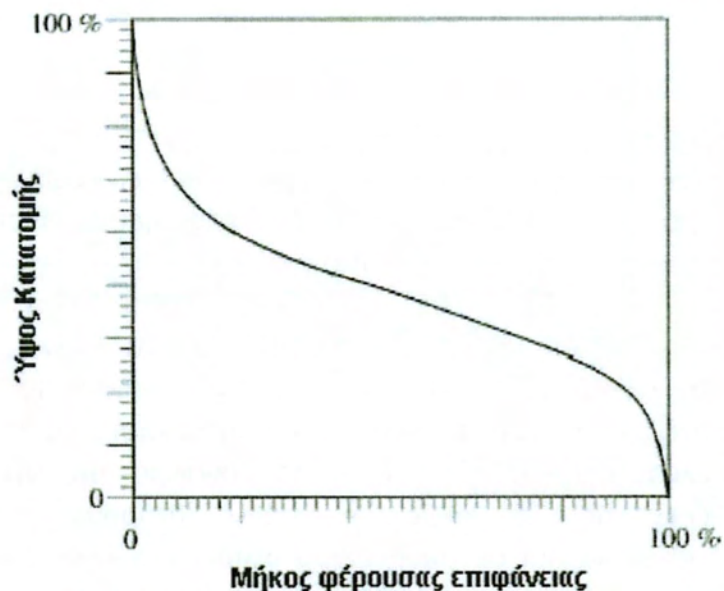
Τα κυριότερα χαρακτηριστικά της παραμέτρου R_{tp} είναι τα παρακάτω:

- Είναι κλάσμα μήκους και όχι μιας περιοχής της επιφάνειας.
- Καθορίζεται από ένα μικρό δείγμα της επιφάνειας και αγνοεί τις ανωμαλίες που μπορεί να οφείλονται στην κυμάτωση.
- Σχετίζεται με την αφόρτιστη επιφάνεια, αλλά στην πράξη η επιφάνεια αυτή μπορεί να υφίσταται ελαστική παραμόρφωση.
- Η φθορά συχνά συνοδεύεται από φυσική διαρροή του υλικού και η γεωμετρική θεώρηση ότι οι κορυφές περικόπτονται ευθύγραμμα είναι μη ρεαλιστική.

Παρόλα αυτά η R_{tp} είναι μια παράμετρος η οποία έχει γίνει ευρέως αποδεκτή στη μηχανολογία, βρίσκοντας αρκετές εφαρμογές σε κρίσιμους τομείς όπως η τριβή, η φθορά κ.α.

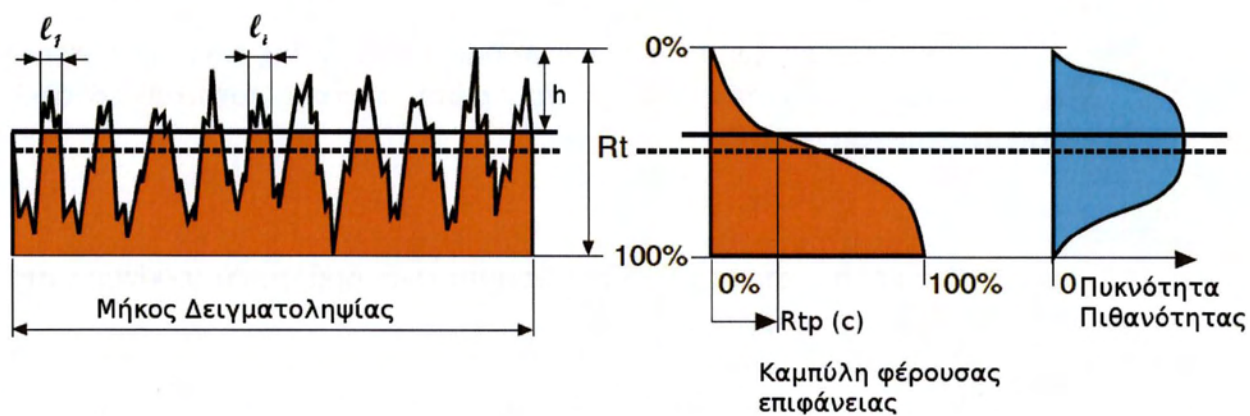
Υπολογίζοντας την παράμετρο R_{tp} σε κάθε στάθμη του περιγράμματος προκύπτει η καμπύλη φέρουσας επιφάνειας (bearing area curve ή material ratio curve ή Abbott-Firestone curve) (εικόνα 3.8). Πρόκειται για την καμπύλη που παριστάνει την αθροιστική συχνότητα εμφάνισης ύψους ανωμαλίας μεγαλύτερου από δεδομένη στάθμη

$$P_{(y>h)} = \int_h^{\infty} p(y) dy$$



Εικόνα 3.8 Η καμπύλη φέρουσας επιφάνειας

Η καμπύλη φέρουσας επιφάνειας, καμπύλη φέρουσας επιφάνειας ονομάζεται έτσι, διότι παριστάνει την πραγματική διατομή του υλικού που υπάρχει σε κάθε ύψος H και φέρει κατανεμημένο το εξωτερικά ασκούμενο φορτίο. Συσχετίζεται δε άμεσα με την τριβιολογική συμπεριφορά και κυρίως με την πραγματική επιφάνεια επαφής, τη μηχανική αντοχή των κορυφών και τη φθορά. Τέλος στην εικόνα 3.9 βλέπουμε συνολικά την συσχέτιση μεταξύ των προηγούμενων διαγραμμάτων.



Εικόνα 3.9 Συσχέτιση παραμέτρων R_{tp} και πυκνότητας πιθανότητας

3.2 Φρεζάρισμα

Το φρεζάρισμα αποτελεί τη δεύτερη πιο συχνή χρησιμοποιούμενη κατεργασία. Οι ποιοτικές δυνατότητες της είναι εξαιρετικά υψηλές ειδικά τα τελευταία χρόνια με την ανάπτυξη μηχανών ιδιαίτερα υψηλής ακρίβειας. Στην κοπή με φρεζάρισμα η πρωτεύουσα κίνηση εκτελείται από την περιστροφή του εργαλείου και οι δευτερεύουσα από την σχετική κίνηση του τεμαχίου προς το εργαλείο. Η δευτερεύουσα κίνηση δεν είναι υποχρεωτικά μόνο ευθύγραμμη ή μόνο κατά έναν άξονα. Υπάρχει ένας τεράστιος αριθμός εργαλείων για διάφορες εφαρμογές, αναλόγως το υλικό προς κατεργασία και αναλόγως το επιθυμητό αποτέλεσμα. Κατά κύριο λόγο τα εργαλεία της φρεζομηχανής έχουν περισσότερες της μίας κόψεις και αυτές μπορούν να βρίσκονται περιφερειακά ή μετωπικά και σε συνδυασμό αυτών. Το κάθε ένα δόντι του εργαλείου εκτελεί έργο μόνο στο τόξο που του αντιστοιχεί κατά την κίνηση της κοπής.

Η κατηγοριοποίηση του φρεζαρίσματος γίνεται είτε σύμφωνα με τη διάταξη του εργαλειοφόρου άξονα :

- Περιφερικό, όταν ο άξονας του κοπτικού εργαλείου είναι παράλληλος προς την τράπεζα.
- Μετωπικό, όταν ο άξονας του κοπτικού εργαλείου είναι κάθετος προς την τράπεζα.

είτε σύμφωνα με τη σχέση των διανυσμάτων της ταχύτητας πρόωσης και της ταχύτητας κοπής στο σημείο πρώτης επαφής κοπτικού εργαλείου - κατεργαζόμενου τεμαχίου :

- Ομόρροπο, όταν τα δύο διανύσματα είναι ομόρροπα (εκκίνηση από το μέγιστο πάχος αποβλίττου)
- Αντίρροπο, όταν τα δύο διανύσματα είναι αντίρροπα (εκκίνηση από μηδενικό πάχος αποβλίττου)

Γενικότερα στα σύγχρονα κέντρα κατεργασίας προτιμώνται οι ομόρροπες κατεργασίες που έχουν και την μικρότερη καταπόνηση για την εργαλειομηχανή ενώ στις συμβατικές μηχανές, ειδικά όσες έχουν μεγάλη ισχύ, τείνει να προτιμάται η αντίρροπη κατεργασία.

3.2.1 Μηχανική μετωπικού φρεζαρίσματος

3.2.1.1 Χαρακτηριστικά μεγέθη – Συνθήκες κοπής

α) Ταχύτητα κοπής (v)

$$v = \frac{\pi D n}{1000}, \text{ σε [m/min]}$$

όπου: D (σε mm) η διάμετρος του ΚΕ.

β) Προώσεις

- Ταχύτητα πρόωσης (v_v), σε [mm/min]
- Πρόωση ανά περιστροφή του ΚΕ (s) ή (s_n), σε [mm/στροφή]
- Πρόωση ανά οδόντα ΚΕ (s_z), [mm/οδόντα]

Μεταξύ των προώσεων αυτών ισχύουν οι ακόλουθες σχέσεις:

$$s_z = \frac{s_n}{z} = \frac{v_v}{zn}$$

$$s_n = s_z z = \frac{v_v}{n}$$

$$v_v = n s_z z = n s_n = \frac{1000 v z s_z}{\pi D}$$

όπου: z ο αριθμός οδόντων του ΚΕ.

γ) Πάχη αποβλίπτου

- Στιγμαίο θεωρητικό πάχος αποβλίπτου (h), σε [mm]

Από τη γεωμετρία της διατομής αποβλίπτου (Εικόνα 3.10) είναι

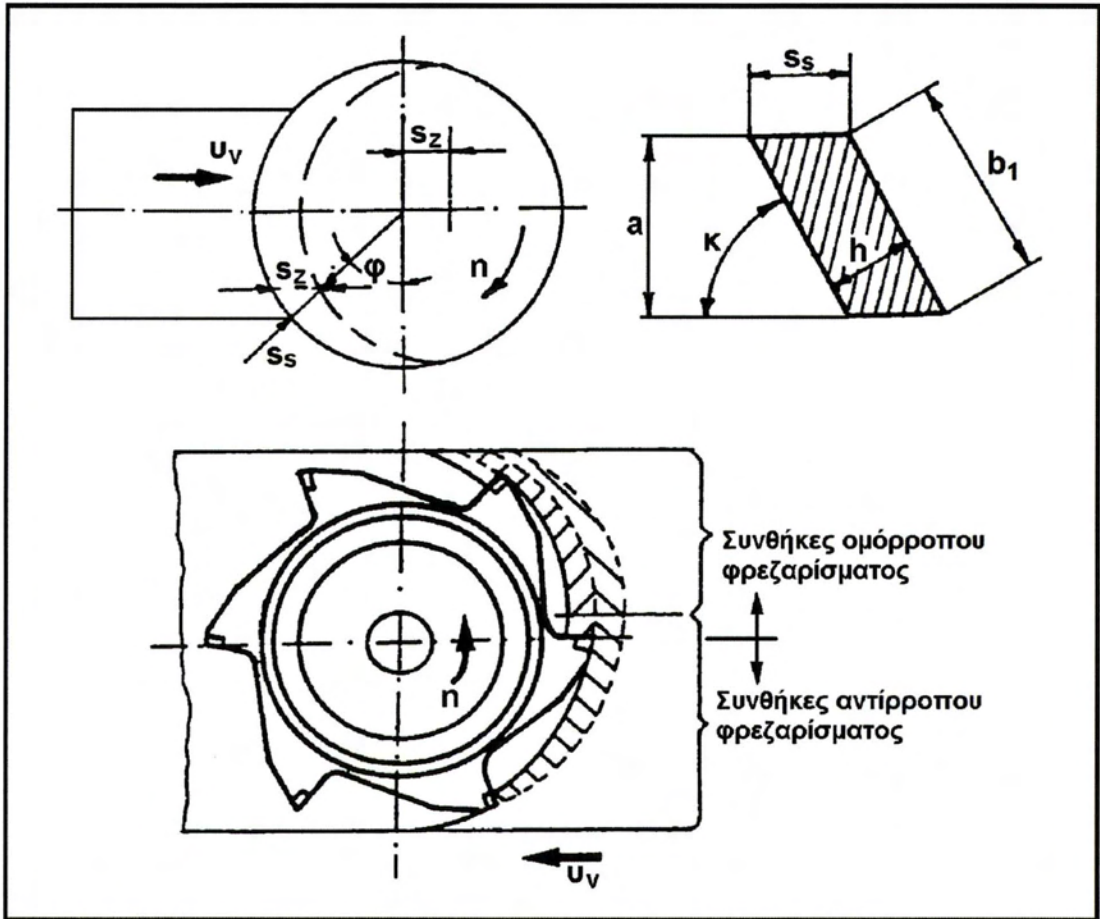
$$h = s_s \sin \kappa$$

και επειδή ισχύει

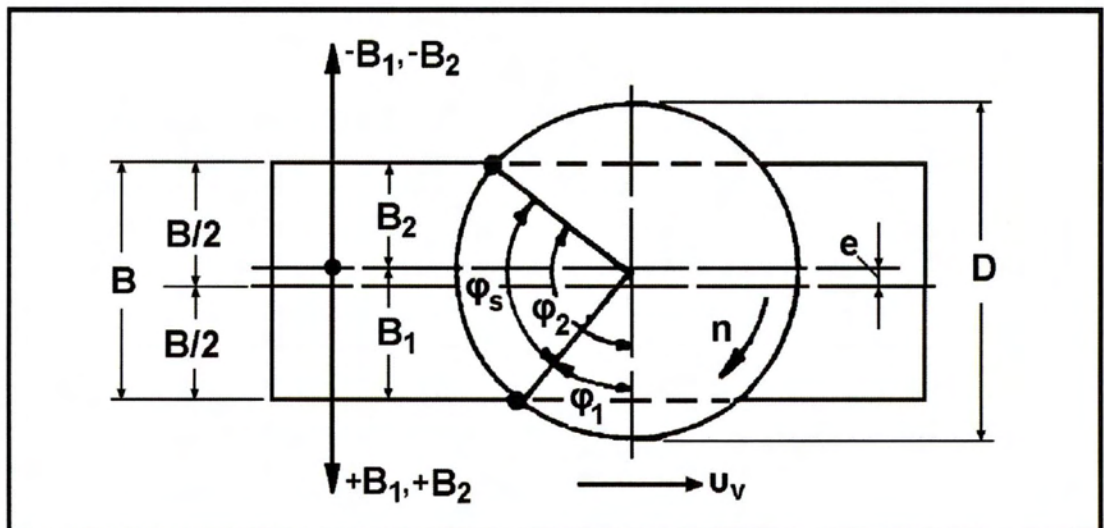
$$s_s \approx s_z \sin \varphi$$

τελικά προκύπτει

$$h = s_z \sin \kappa \cdot \sin \varphi$$



Εικόνα 3.10 Χαρακτηριστικά στοιχεία μετωπικού φρεζαρίσματος



Εικόνα 3.11 Υπολογισμός του μέσου θεωρητικού πάχους αποβλήτου

- Μέσο θεωρητικό πάχος αποβλήτου (h_m), σε [mm] (βλ. Εικόνα 3.11)

$$h_m = \frac{1}{\varphi_s} \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} h \cdot d\varphi = \frac{1}{\varphi_s} \cdot s_z \cdot \sin \kappa \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \sin \varphi \cdot d\varphi$$

$$= \frac{s_z \cdot \sin \kappa}{\varphi_s} \cdot (\cos \varphi_1 - \cos \varphi_2)$$

Όπου: $\varphi_s = \varphi_2 - \varphi_1$ είναι η γωνία πλήρους αποκοπής του οδόντα σε rad, ενώ για τις γωνίες φ_1 και φ_2 ισχύουν οι σχέσεις $\cos \varphi_1 = \frac{2B_1}{D} = \frac{B+2e}{D}$ και $\cos \varphi_2 = \frac{2B_2}{D} = \frac{B-2e}{D}$

Οπότε η εξίσωση παίρνει τελικά τη μορφή

$$h_m = \frac{s_z \cdot \sin \kappa}{\varphi_s} \cdot \left(\frac{2B_1}{D} + \frac{2B_2}{D} \right) = \frac{s_z \cdot \sin \kappa}{\varphi_s} \cdot \frac{2B}{D}$$

όπου: $B = B_1 + B_2$ είναι το πλάτος κοπής και e η απόσταση μεταξύ του άξονα συμμετρίας του ΚΕ και του άξονα του ΤΕ (εκκεντρότητα).

- Μέγιστο πάχος αποβλίττου (h_{\max}), σε [mm]

Αναφέρεται στην περίπτωση συμμετρικού φρεζαρίσματος, δηλαδή όταν είναι $B_1 = B_2 = B/2$ και προκύπτει από τη σχέση για $\sin \varphi = 1$ δηλαδή όταν $\varphi = 90^\circ$

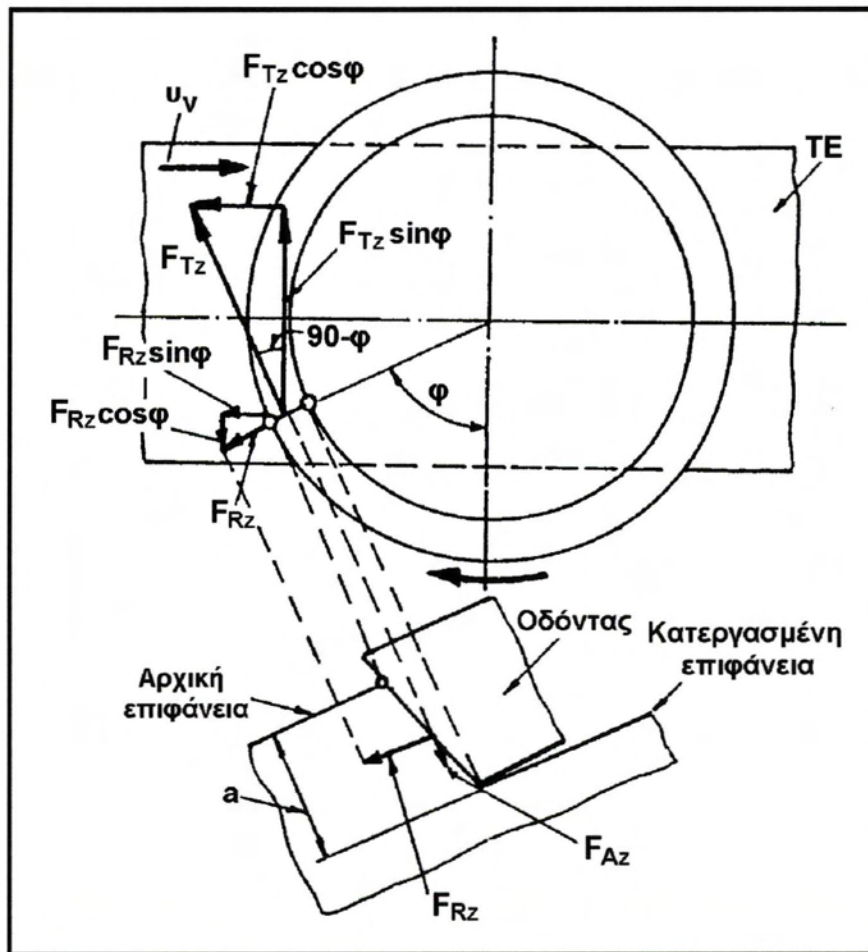
$$h_{\max} = s_z \cdot \sin \kappa$$

δ) Ρυθμός αφαίρεσης υλικού (Θ)

$$\Theta = \frac{a \cdot B \cdot v_v}{1000} = \frac{a \cdot B \cdot n \cdot z \cdot s_z}{1000}$$

σε [cm³/min] όπου: a το βάθος κοπής σε mm.

3.2.1.2 Δυνάμεις και ισχύς κοπής



Εικόνα 3.12 Δυνάμεις κοπής στο μετωπικό φρεζάρισμα

α) Συνιστώσες της δύναμης κοπής ανά οδόντα (F_z)

F_{Tz} : η κύρια ή εφαπτομενική συνιστώσα

F_{Rz} : η ακτινική συνιστώσα

F_{Az} : η αξονική συνιστώσα ή δύναμη ώσης του ΚΕ.

β) Η δύναμη πρόωσης ανά οδόντα (F_{Vz}) προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$F_{Vz} = F_{Tz} \cos \varphi + F_{Rz} \sin \varphi$$

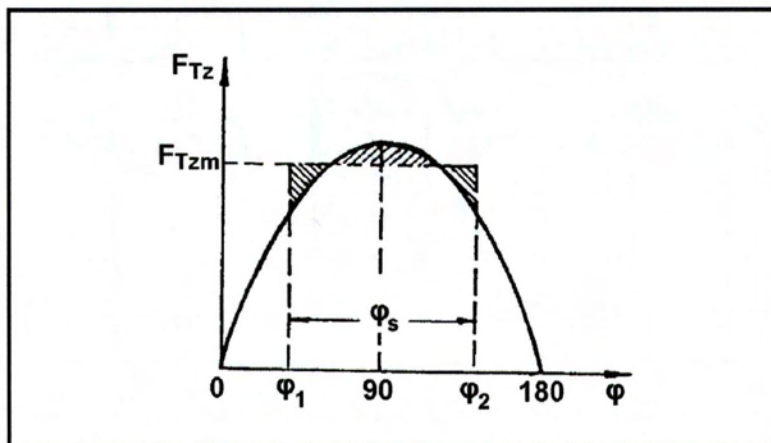
Στην εικόνα 3.13 παρουσιάζεται τυπική μεταβολή της κύριας συνιστώσας της δύναμης κοπής ανά οδόντα F_{Tz} συναρτήσεως του τόξου επαφής Z , ενώ στην εικόνα 3.14 δίνονται οι αντίστοιχες καμπύλες των F_{Tz} και F_{Rz} για διάφορες τιμές της γωνίας πλήρους αποκοπής φ_s του οδόντα.

Στην περίπτωση κοπτήρα πολλών οδόντων, η κύρια συνιστώσα της δύναμης κοπής εξαρτάται από τις γωνίες φ_1, φ_2 και από τη γωνία φ_z μεταξύ δύο διαδοχικών οδόντων του κοπτήρα.

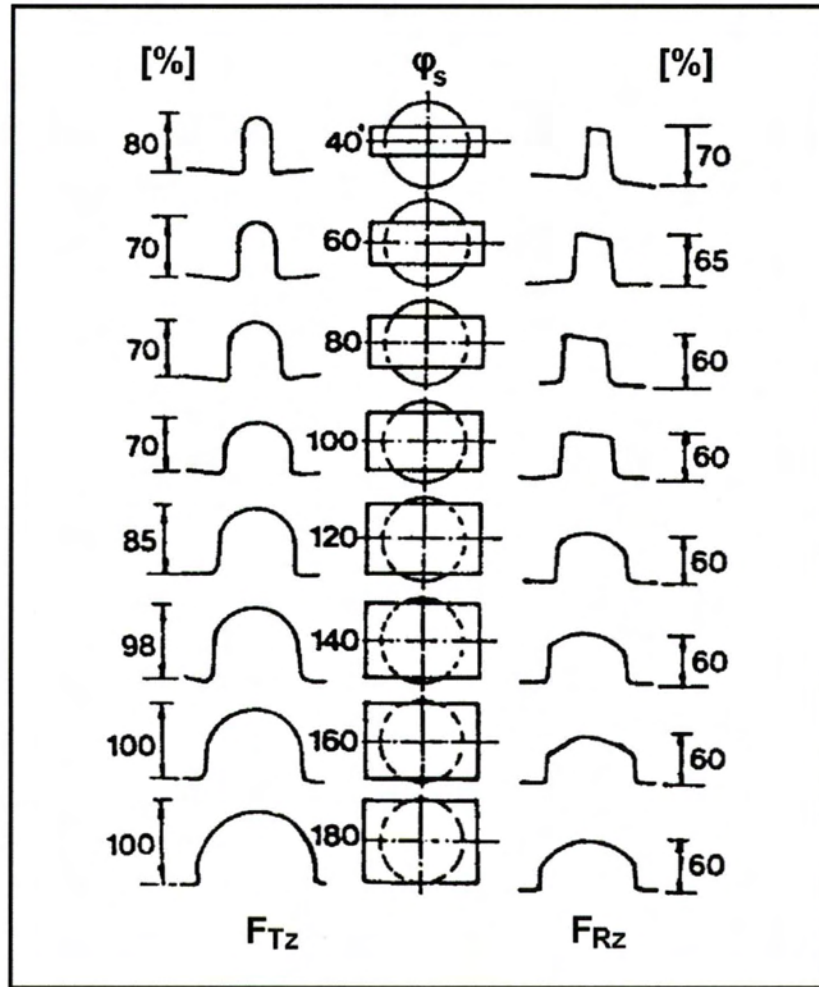
Ο αριθμός οδόντων (z_e) του ΚΕ που κόβουν συγχρόνως παρέχεται από τη σχέση:

$$z_e = \frac{\varphi_s^0 \cdot z}{360} = \frac{\varphi_s^0}{\varphi_z^0} = \frac{\varphi_2^0 - \varphi_1^0}{\varphi_z^0} \quad (10)$$

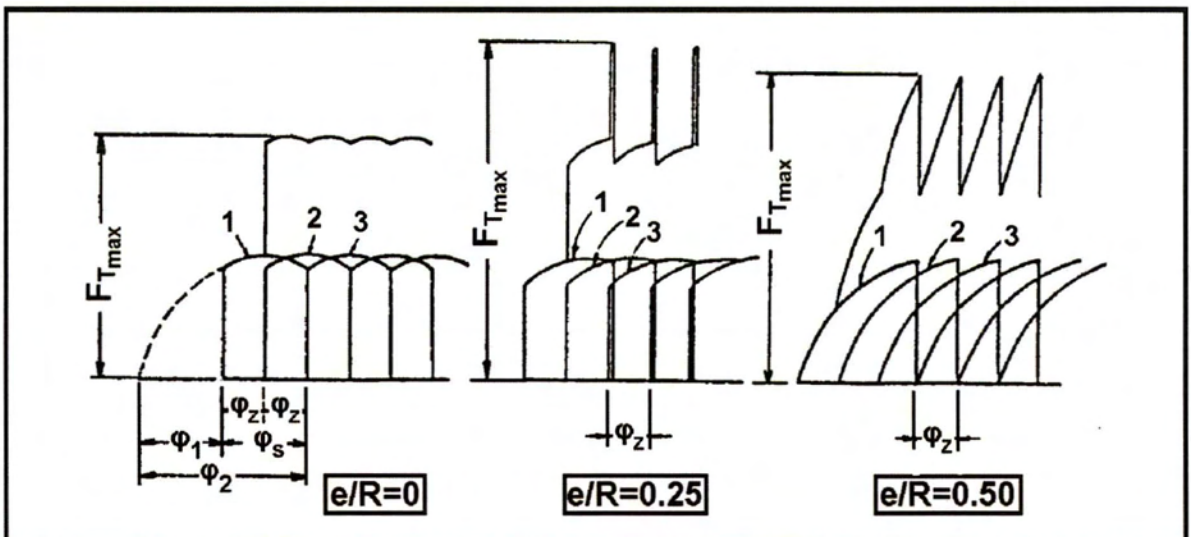
Τυπικές καμπύλες μεταβολής της κύριας συνιστώσας της δύναμης κοπής F_T , όταν κόβουν συγχρόνως περισσότεροι από έναν οδόντες, παρουσιάζονται στην εικόνα 3.15.



Εικόνα 3.13 Τυπική καμπύλη μεταβολής της F_{Tz} συναρτήσει της φ



Εικόνα 3.14 Πειραματικές καμπύλες μεταβολής των F_{Rz} και F_{Tz} συναρτήσει της γωνίας πλήρους αποκοπής φ_s του οδόντα



Εικόνα 3.15 Μορφή της F_T σε μετωπικό φρεζάρισμα με κοπτήρα πολλαπλών οδόντων

γ) Μέση κύρια συνιστώσα της δύναμης κοπής (F_{Tm})

Η μέση κύρια συνιστώσα της δύναμης κοπής ανά οδόντα υπολογίζεται από την ημ εμπειρική σχέση του Kienzle

$$F_{T_{zm}} = bh_m k_{sm} = \frac{s_z \cdot \sin \kappa}{\varphi_s} \cdot \frac{2B}{D} \cdot b \cdot k_{sm}$$

σε [daN] όπου: k_{sm} η μέση ειδική αντίσταση κοπής, που μεταβάλλεται συναρτήσει του μέσου πάχους αποβλίτου h_m σύμφωνα με τη σχέση

$$k_{sm} = k_{ST_1} h_m^{-z_T}$$

Η διορθωμένη τιμή της μέσης κύριας συνιστώσας της δύναμης κοπής ανά οδόντα παρέχεται από την εξίσωση

$$F_{T_{zm\delta}} = K_\gamma \cdot K_\nu \cdot K_\varphi \cdot F_{T_{zm}}$$

όπου K_γ , K_ν , K_φ είναι συντελεστές διόρθωσης λόγω γωνίας αποβλίτου, ταχύτητας κοπής και φθοράς ΚΕ, αντίστοιχα. Οι συντελεστές K_γ , K_ν υπολογίζονται κατά τα γνωστά, ενώ $K_\varphi = 1,2 \div 1,4$.

Η μέση κύρια συνιστώσα της δύναμης κοπής ισούται με:

$$F_{Tm} = z_e \cdot F_{T_{zm}}$$

και η διορθωμένη τιμή της

$$F_{Tm\delta} = z_e \cdot F_{T_{zm\delta}}$$

δ) Μέση ισχύς κοπής (P_{cm})

Ανάλογα με τις μονάδες μέτρησης της ισχύος προκύπτουν οι ακόλουθες σχέσεις:

α) Σε [PS]:

$$P_{cm} = \frac{\theta}{q_{sm}} = \frac{F_{T_{m\delta}} \nu}{4500} = \frac{aB\nu_\nu k_{sm}}{4,5 \cdot 10^6} = \frac{aBnzs_z k_{sm}}{4,5 \cdot 10^6}$$

β) Σε [kW]:

$$P_{cm} = \frac{\theta}{q_{sm}} = \frac{F_{T_{m\delta}} v}{6120} = \frac{aBv_v k_{sm}}{6,12 \cdot 10^6} = \frac{aBnzs_z k_{sm}}{6,12 \cdot 10^6}$$

όπου: q_{sm} [σε $\text{cm}^3/\text{min} \cdot \text{PS}$ ή σε $\text{cm}^3/\text{min} \cdot \text{kW}$] ο μέσος ρυθμός αφαίρεσης υλικού ανά μονάδα καταναλισκόμενης ισχύος (βλ. Πίνακας 3.1).

Υλικό κατεργαζόμενου τεμαχίου	Μέγιστη αντοχή (daN/mm^2) ή Σκληρότητα (BHN)	q_{sm} [$\text{cm}^3/\text{min} \cdot \text{kW}$]
Χάλυβας	<60	12-15
	[60, 90)	9-11
	[90, 110)	8-10
	[110, 150]	5-7
Χυτοχάλυβας		11-13
Φαίος χυτοσίδηρος	<200 BHN	22-28
	>200 BHN	15-20
Μαλακτός χυτοσίδηρος		12-16
Χαλκός		25-30
Ορείχαλκος		18-22
Ορείχαλκος Ms 58		30-43
Αλουμίνιο		50-70
Κράματα Al		45-65
Χυτοκράματα Al		50-68
Κράματα Al-Mg		60-80

Πίνακας 3.1 Συνιστώμενες τιμές q_{sm}

3.2.1.3 Χρόνος κοπής

Ο χρόνος κοπής υπολογίζεται από τη σχέση:

$$t_c = i \cdot \frac{L}{v_v} = i \cdot \frac{L}{z \cdot n \cdot s_z}$$

όπου: i ο αριθμός των πάσσων και L το συνολικό μήκος κατεργασίας επί του ΤΕ.

Το μήκος κατεργασίας L υπολογίζεται από το τυπολόγιο του Πίνακα 3.2, ανάλογα με το είδος και τις συνθήκες φρεζαρίσματος.

ΜΕΤΩΠΙΚΟ ΦΡΕΖΑΡΙΣΜΑ		
<p>Συμμετρικό</p> $B_1 = B_2 = \frac{B}{2}$ $L = l + 2 \cdot z_l + l_a + l_u$	<p>Εκχόνδριση</p> $l_u = 1,5 \text{ mm}$ $l_a = 1,5 + \frac{D}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{D^2 - B^2}$	
	<p>Αποπεράτωση</p> $l_u = l_a$ $l_a = 1,5 + \frac{D}{2}$	
<p>Μη Συμμετρικό</p> $B_1 \neq B_2$ $L = l + 2 \cdot z_l + l_a + l_u$	<p>Εκχόνδριση</p> $l_u = 1,5 \text{ mm}$ $l_a = 1,5 + \frac{D}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - B_1^2}$	
	<p>Αποπεράτωση</p> $l_u = l_a$ $l_a = 1,5 + \frac{D}{2}$	

Πίνακας 3.2 Υπολογισμός του συνολικού μήκους κατεργασίας στο φρεζάρισμα

3.2.2 Φθορά εργαλείου

Η φθορά του κοπτικού εργαλείου και συγκεκριμένα των πλακιδίων είναι ένα μέγεθος ιδιαίτερα σημαντικό για την κατεργασία ενός τεμαχίου. Είναι ταυτόσημη με τον χρόνο ζωής του εργαλείου και επομένως σημαντική για οικονομικούς και ποιοτικούς λόγους αλλά ακόμα και για λόγους ασφαλείας. Η κοπή προκαλεί έκλυση μεγάλης ποσότητας ενέργειας και το εργαλείο υπόκειται σε μεγάλη θερμική και μηχανική καταπόνηση. Οι θερμοκρασίες αλλά και οι τάσεις μεταβάλλονται τόσο χρονικά όσο και χωρικά και μερικές φορές ακόμα και τυχαία (πχ ασυνέχειες στο υλικό). Η φθορά άρα και ο χρόνος ζωής του εργαλείου εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες:

1. Οι συνθήκες κοπής (ταχύτητα κοπής, πρόωση, βάθος κοπής)
2. Η γεωμετρία του κοπτικού εργαλείου
3. Το υλικό του εργαλείου
4. Το υλικό του τεμαχίου
5. Το υγρό κοπής

6. Η δυναμική συμπεριφορά του συστήματος εργαλειομηχανή-εργαλείο-τεμάχιο
7. Ο τρόπος προσδέσεως εργαλείου και τεμαχίου

Ο ορισμός της ζωής του εργαλείου καθορίζεται από το κρίσιμο μέγεθος φθοράς που καθορίζουμε. Όταν αυτή είναι τέτοια που το εργαλείο δεν μπορεί να επιτελέσει την εργασία κοπής με συγκεκριμένες συνθήκες και αποτελέσματα τότε θεωρούμε ότι έχει ολοκληρωθεί ο χρόνος ζωής του. Επίσης μπορεί να οριστεί ως συνάρτηση της φθοράς στη μορφή του εργαλείου. Πρόκειται για ένα υποκειμενικό μέγεθος γιατί το εργαλείο είναι πολύ πιθανό να έχει την ικανότητα αφαίρεσης υλικού ακόμα αλλά όχι με το επιθυμητό ρυθμό ή αποτέλεσμα. Η διαστατική ακρίβεια που απαιτούμε από την κατεργασία ορίζει τον χρόνο ζωής και φυσικά όσο μικρότερη η ανοχή των διαστάσεων, τόσο μικρότερος ο χρόνος ζωής του εργαλείου.

Τα είδη φθοράς που μπορούν να εμφανιστούν στις διάφορες επιφάνειες ενός κοπτικού εργαλείου είναι τα εξής:

1. Ανάπτυξη φθοράς στην ελεύθερη επιφάνεια του εργαλείου την οποία ονομάζουμε **ζώνη φθοράς**
2. Ανάπτυξη φθοράς στην επιφάνεια αποβλήτου του κοπτικού εργαλείου που εξαιτίας της μορφής της ονομάζεται **φθορά κρατήρα**
3. Απολέπιση στην περιοχή της κόψης και στην επιφάνεια αποβλήτου λόγω σχηματισμού ψευδόκοψης και εξαιτίας δημιουργίας συγκολλητών δεσμών
4. Μικροθραύσεις, ρωγμές ή παραμορφώσεις που αποδίδονται σε μηχανικά και θερμικά αίτια
5. Θραύση της ακμής του εργαλείου που αποδίδεται σε επιβολή κρουστικών φορτίων
6. Πλαστική παραμόρφωση της ακμής του εργαλείου από τις υψηλές θερμοκρασίες και τάσεις που επικρατούν στην ζώνη κοπής

Τα δύο πρώτα είδη φθοράς είναι αναπόφευκτα λόγω της ίδιας της κοπής και αποτελούν συνεχή και αύξουσα συνάρτηση του χρόνου κοπής. Καθώς το κοπτικό εργαλείο αφαιρεί στρώματα υλικού η ελεύθερη επιφάνεια και η επιφάνεια αποβλήτου φθείρεται συνεχώς και αυτό έχει ως συνέπεια την μεταβολή της γεωμετρίας του κοπτικού εργαλείου. Μία τέτοια αλλαγή βέβαια επιφέρει αλλαγή σε όλες τις παραμέτρους της κοπής από το πάχος αποβλήτου μέχρι και το σύστημα δυνάμεων της κοπής. Η φθορά κρατήρα μπορεί να επιφέρει μείωση των δυνάμεων κοπής λόγω της αύξησης της γωνίας αποβλήτου αλλά η ζώνη φθοράς αυξάνει τις δυνάμεις κοπής. Οι αλλαγές αυτές επιφέρουν μεταβολές στη δυναμική του συστήματος

εργαλειομηχανή-εργαλείο-τεμάχιο, καθώς και ανεπιθύμητα αποτελέσματα για την διαστατική ακρίβεια και την ποιότητα επιφανείας του κατεργαζόμενου τεμαχίου. Οι ταλαντώσεις που προκύπτουν από την συνεχή μεταβολή του κοπτικού εργαλείου και η ακαθόριστη γεωμετρία δρουν αρνητικά στην κατεργασία.

Όπως έχουμε προαναφέρει στην κατεργασία πολυμερών οι κανόνες και τα κριτήρια της τεχνολογίας των μετάλλων δεν ισχύουν οπωσδήποτε. Το υλικό μας έχει μεγάλη διαφορά σε σχέση με τα μέταλλα σε όλες τις ιδιότητες και συνεπώς οι μηχανισμοί φθοράς των μετάλλων δεν ισχύουν. Ως υλικό δεν δύναται να βρεθεί στις ίδιες θερμοκρασίες όπως τα μέταλλα αφού αυτές ξεπερνούν την θερμοκρασία τήξεως του κατά πολύ ενώ επίσης δεν κρατύνεται. Φυσική συνέπεια είναι να μην παρατηρείται καμία φθορά κρατήρα ενώ λόγω της μεγάλης ελαστικότητας του ακόμα και η ελεύθερη επιφάνεια δεν υπόκειται σε μεγάλες δυνάμεις. Μερικά συνθετικά υλικά μάλιστα θα μπορούσαν να δράσουν και επικουρικά στην κοπή με τις αντιπριβικές και λιπαντικές τους ιδιότητες. Θα μπορούσε να παρατηρηθεί μεγαλύτερη φθορά αν το υλικό που εμπλουτίζει τη μήτρα ήταν σκληρότερο ή αν η μήτρα ή οι ίνες ήταν διαβρωτικές. Με το πλήθος κοπών της διάταξης μας και τις ταχύτητες κοπής και πρόωσης δεν ήταν δυνατόν να επέλθει φθορά σε ένα τόσο ανθεκτικό κοπτικό όπως αυτό του πειράματος.

3.2.3 Απόβλιττο

Ένας σημαντικός παράγοντας για την κατεργαστικότητα και την επίτευξη των προσδοκώμενων χαρακτηριστικών του τεμαχίου είναι ο σχηματισμός και η απομάκρυνση των αποβλίττων.

Το απόβλιττο από την κατεργασία φρεζαρίσματος μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε τρεις κατηγορίες κατά την θεωρία:





1. Το ασυνεχές απόβλιττο όπου το απόβλιττο κατά την κοπή θραύεται σε μικρότερα τεμάχια περιοδικά συνήθως.
2. Το συνεχές απόβλιττο όπου το απόβλιττο είναι ενιαίο.
3. Το ασυνεχές με ψευδόκοψη.

Όπως έχει προαναφερθεί στα κριτήρια κατεργαστικότητας η κατεργασία των σύνθετων υλικών μπορεί να διαφέρει σημαντικά. Λόγω του υλικού της κατεργασίας τα απόβλιττα της κατεργασίας είναι σημαντικά διαφορετικά από ότι τα αντίστοιχα των μετάλλων. Με την μεταβολή των συνθηκών κοπής δεν παρατηρούνται σημαντικές αλλαγές στο είδος των αποβλίττων. Σε καμία περίπτωση δεν σχηματίστηκε συνεχές απόβλιττο. Παρόλα αυτά τα απόβλιττα δεν επηρέασαν την ποιότητα της κατεργαζόμενης

επιφάνειας σημαντικά γιατί λόγω του ότι ήταν σημαντικά διακεκομμένα και εξαιτίας του πεπιεσμένου αέρα δεν υπήρχε κανένα απόβλιττο μπροστά στο μέτωπο της κοπής.

Παρατηρήθηκε όμως ένα σημαντικό χαρακτηριστικό, κοινό σε όλες τις κατεργασίες με οποιοσδήποτε συνθήκες κοπής. Στο τέλος της κατεργασίας και ειδικά των αντίρροπων όταν το εργαλείο απομακρύνεται από το τεμάχιο σχηματίζεται μία συστάδα αποβλίττων που δεν έχουν αποκοπεί πλήρως από το τεμάχιο. Αυτό μπορεί να συμβαίνει λόγω της μεγάλης ελαστικότητας του υλικού. Λόγω του ότι ήταν κοινό χαρακτηριστικό σε όλες τις προώσεις και όλες τις ταχύτητες κοπής δεν φαίνεται να έχει κάποια εξάρτηση από αυτές. Μία πιθανή εξήγηση γιατί εμφανίζεται στην αντίρροπη κοπή είναι ότι στην ομόρροπη κοπή η κοπή είναι πιο σταθερή και έτσι ο παράγοντας της ελαστικής παραμόρφωσης παίζει μικρότερο ρόλο για την τελική αφαίρεση του υλικού.

Ακολουθούν φωτογραφίες των αποβλίττων και του τεμαχίου που δείχνουν τα παρατηρούμενα φαινόμενα.

	<p>Απόβλιπτο για, $V_c = 50 \text{ m/min}$ $f_z = 0,10 \text{ mm/στρ} \cdot \text{δόντι}$</p>
	<p>Απόβλιπτο για, $V_c = 200 \text{ m/min}$ $f_z = 0,10 \text{ mm/στρ} \cdot \text{δόντι}$</p>
	<p>Απόβλιπτο για, $V_c = 500 \text{ m/min}$ $f_z = 0,08 \text{ mm/στρ} \cdot \text{δόντι}$</p>
	<p>Τεμάχιο κατεργασμένο</p>

4. Γραφήματα και αποτελέσματα

 $f_z - R_a$ $V_c = 50 \text{ m/min}$

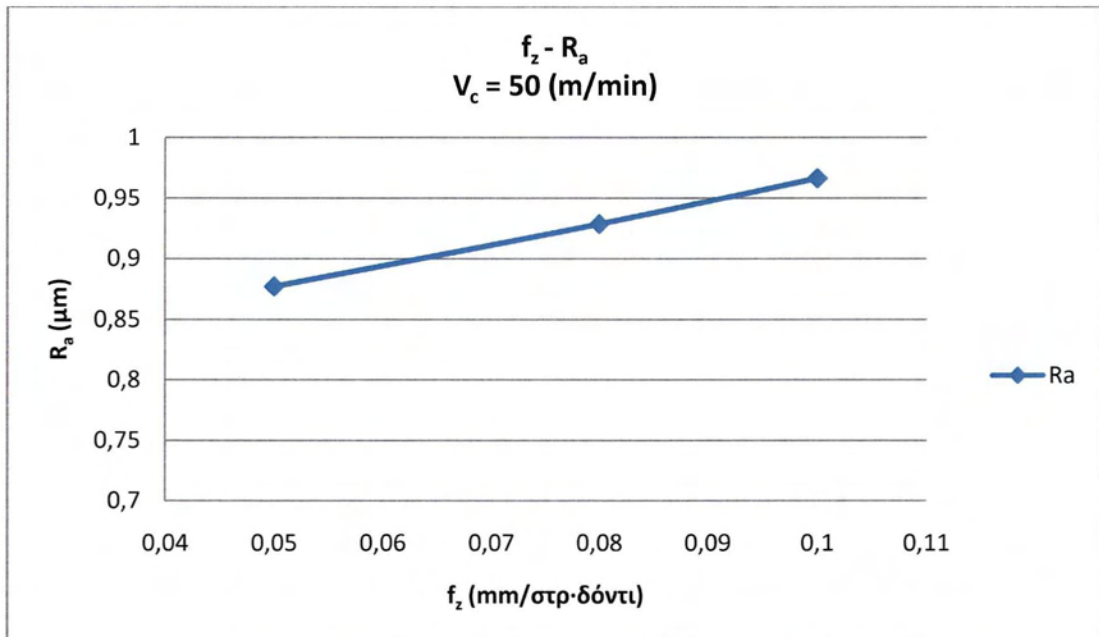
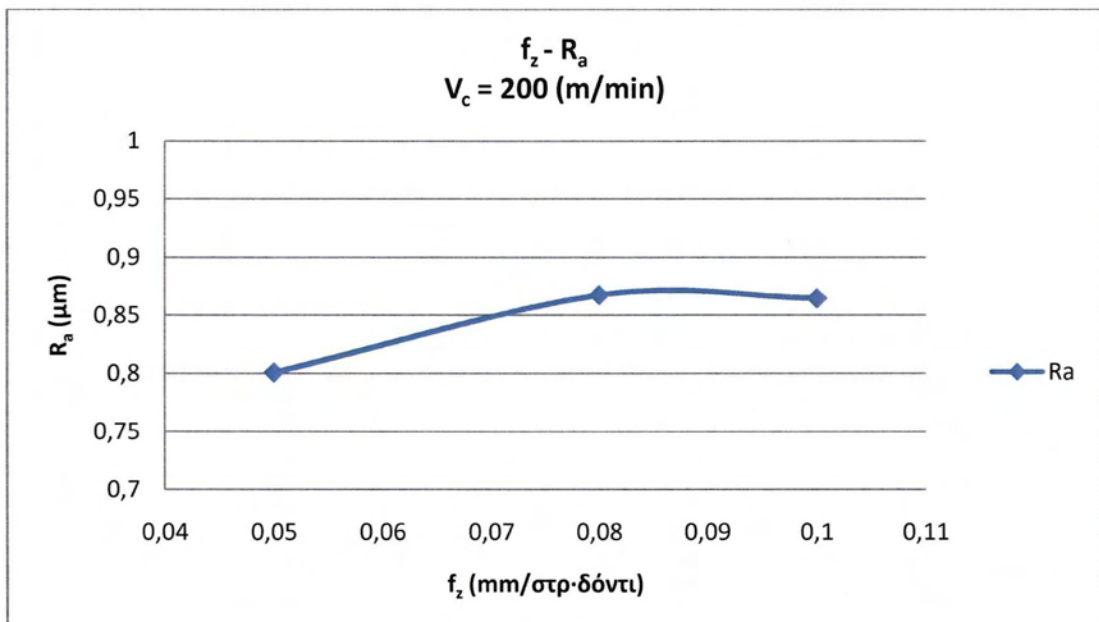
f_z	R_a
0,05	0,87675
0,08	0,928344
0,10	0,966281

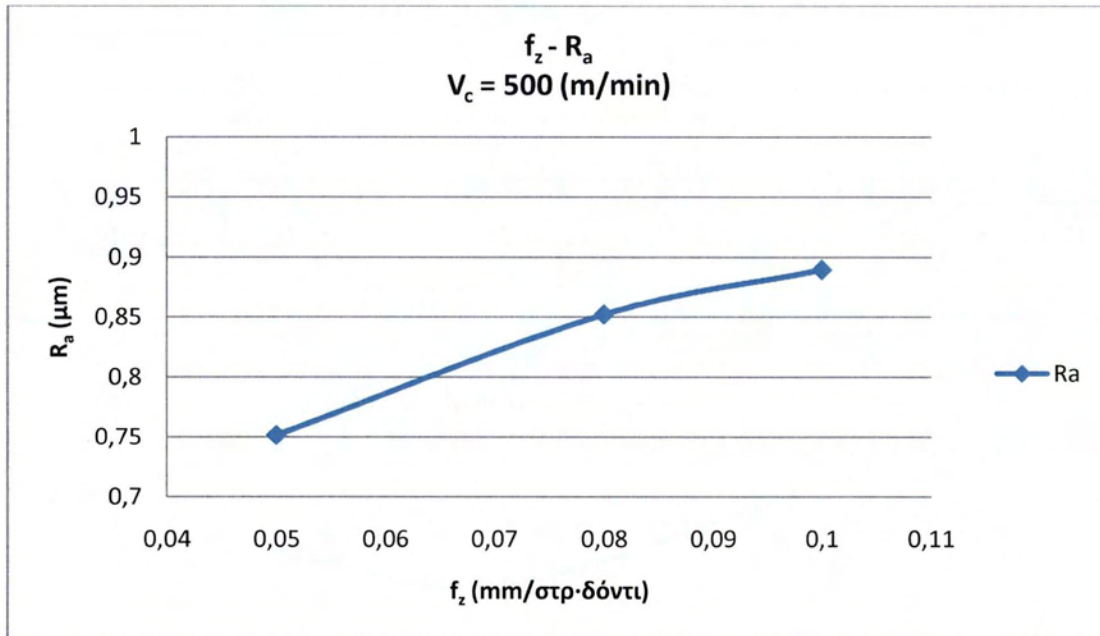
 $V_c = 200 \text{ m/min}$

f_z	R_a
0,05	0,800667
0,08	0,867198
0,10	0,864344

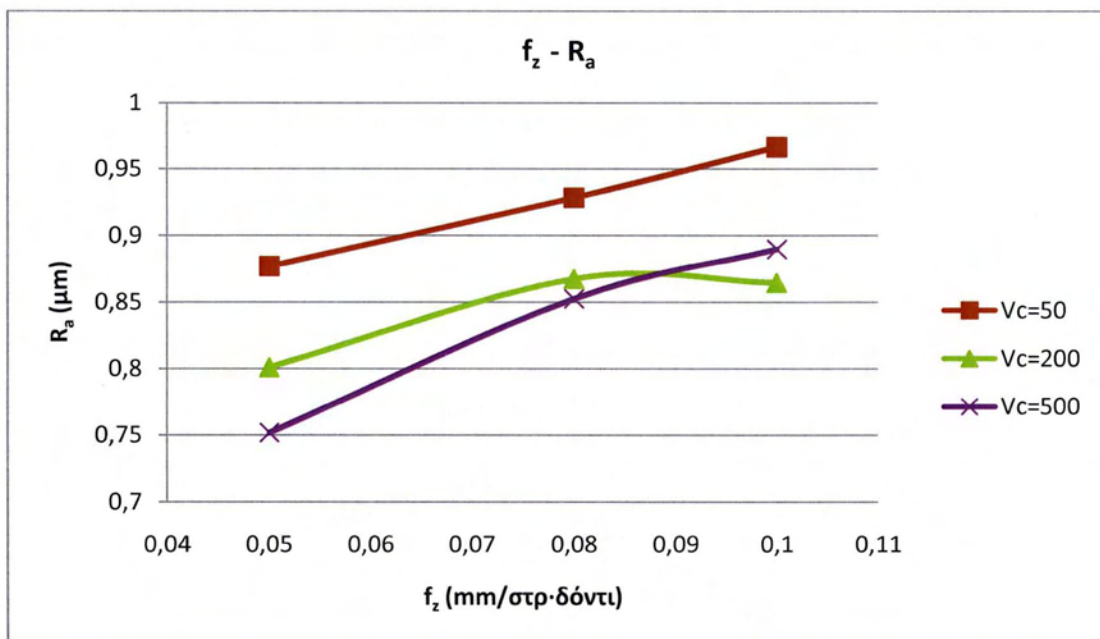
 $V_c = 500 \text{ m/min}$

f_z	R_a
0,05	0,751594
0,08	0,852271
0,10	0,889656

Γράφημα 4.1 $f_z - R_a V_c = 50 \text{ (m/min)}$ Γράφημα 4.2 $f_z - R_a V_c = 200 \text{ (m/min)}$



Γράφημα 4.3 $f_z - R_a$ $V_c = 500 \text{ (m/min)}$



Γράφημα 4.4 $f_z - R_a$

Οι τιμές της παραμέτρου R_a δείχνουν ότι οι χαμηλές τιμές πρόωσης ευνοούν την ποιότητα των παραγόμενων επιφανειών, όπως ήταν και αναμενόμενο άλλωστε. Για σταθερή ταχύτητα κοπής το η εξέλιξη των τιμών είναι σχεδόν γραμμική και ανάλογη της πρόωσης.

$f_z - R_v$

$V_c = 50 \text{ m/min}$

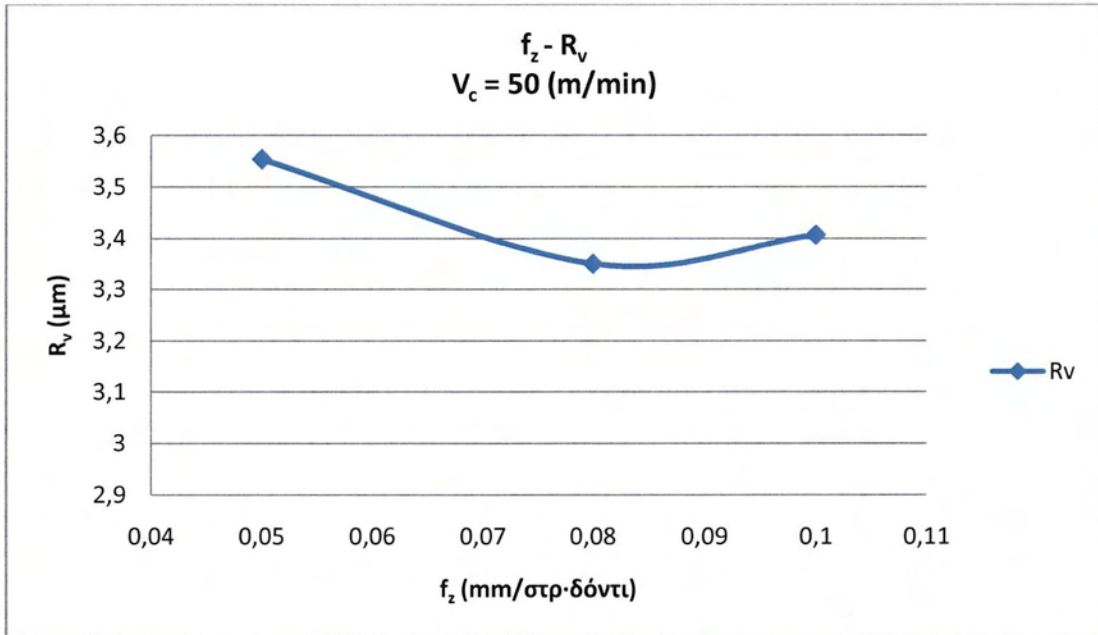
f_z	R_v
0,05	3,553125
0,08	3,349688
0,10	3,406563

$V_c = 200 \text{ m/min}$

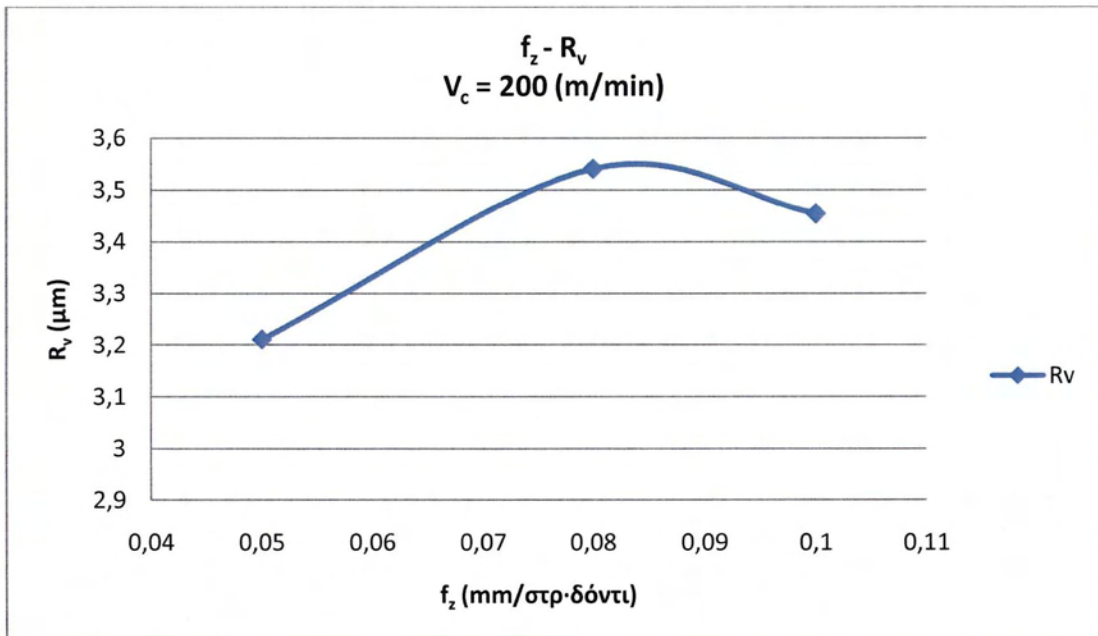
f_z	R_v
0,05	3,210938
0,08	3,540417
0,10	3,453438

$V_c = 500 \text{ m/min}$

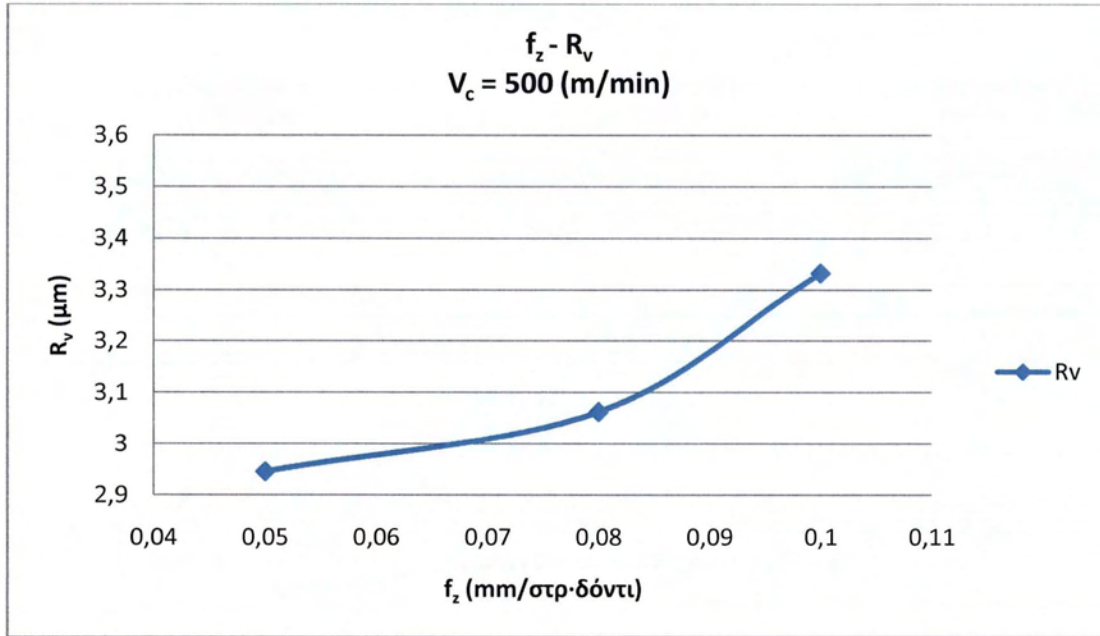
f_z	R_v
0,05	2,945313
0,08	3,061719
0,10	3,332396



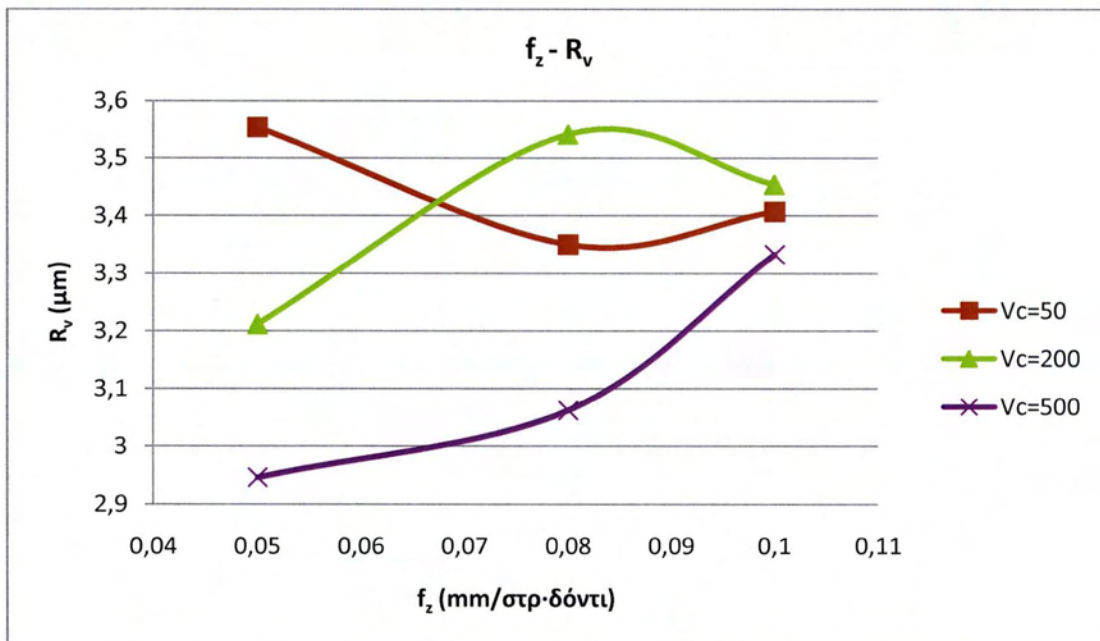
Γράφημα 4.5 $f_z - R_v$ $V_c = 50 \text{ (m/min)}$



Γράφημα 4.6 $f_z - R_v$ $V_c = 200 \text{ (m/min)}$



Γράφημα 4.7 $f_z - R_v$ $V_c = 500 \text{ (m/min)}$



Γράφημα 4.8 $f_z - R_v$

Οι τιμές της παραμέτρου R_v δείχνουν μία μη αρμονική εικόνα για την χαμηλή ταχύτητα κοπής. Για τις δύο μεγαλύτερες η εικόνα είναι πιο συμμετρική και προκύπτει ότι και εδώ η χαμηλότερη ταχύτητα πρόωσης αναλογεί στα καλύτερα αποτελέσματα από τριβολογικής πλευράς. Τα αποτελέσματα για την χαμηλή ταχύτητα κοπής ίσως να μπορούν να εξηγηθούν από τις δυνάμεις κοπής ή από ταλαντώσεις στο σύστημα εργαλείο-τεμάχιο-διάταξη πρόσδεσης.

$f_z - R_t$

$V_c = 50$ m/min

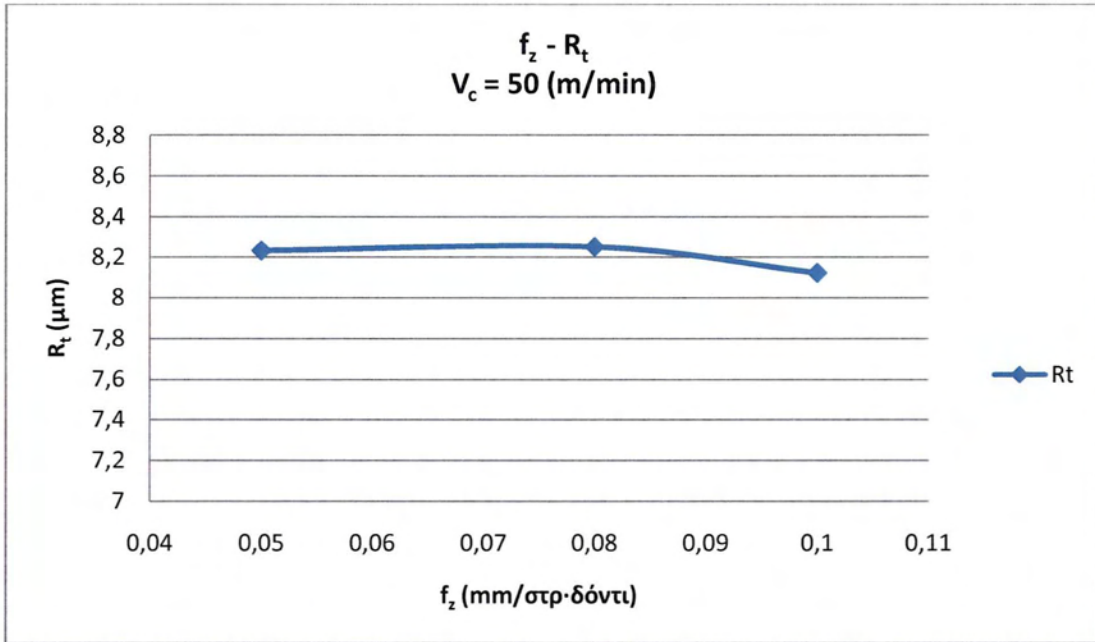
f_z	R_t
0,05	8,230625
0,08	8,250625
0,10	8,120313

$V_c = 200$ m/min

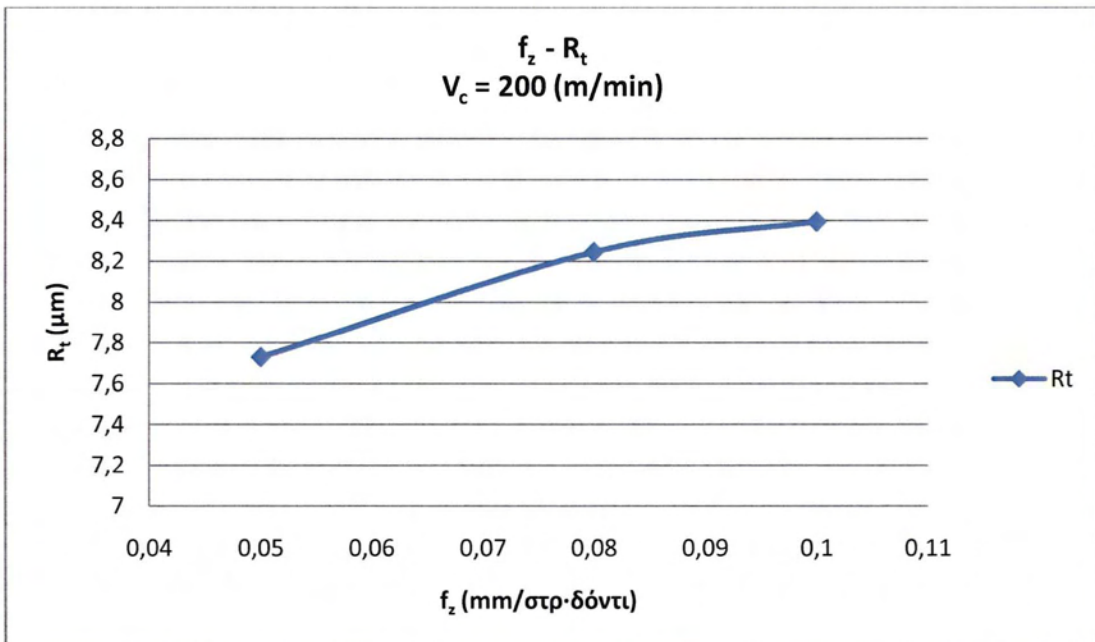
f_z	R_t
0,05	7,728229
0,08	8,244063
0,10	8,390313

$V_c = 500$ m/min

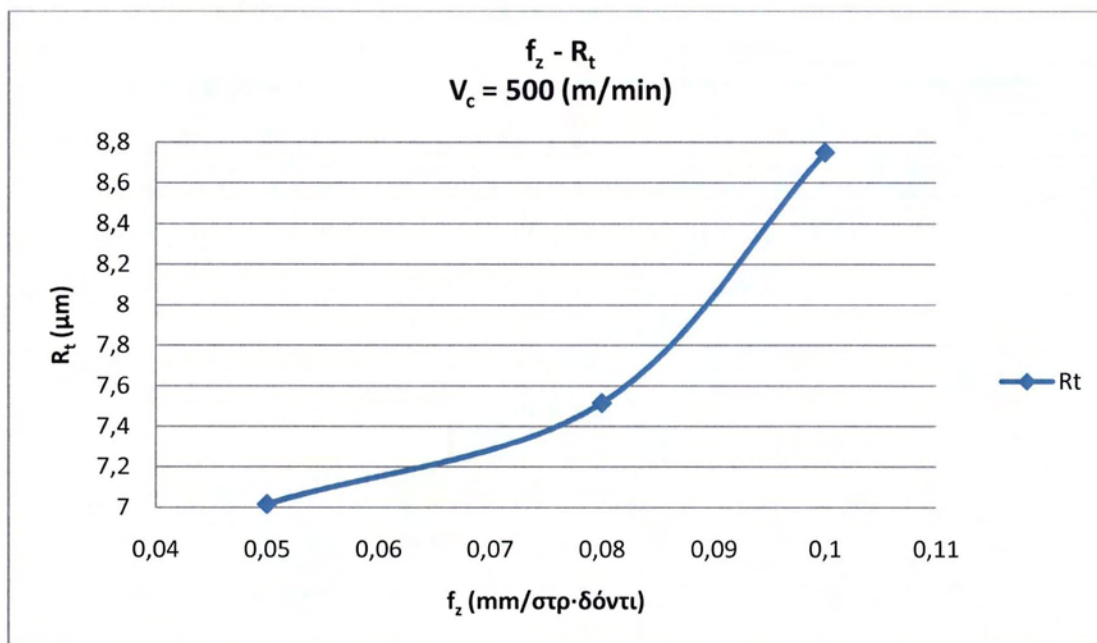
f_z	R_t
0,05	7,015625
0,08	7,515208
0,10	8,749375



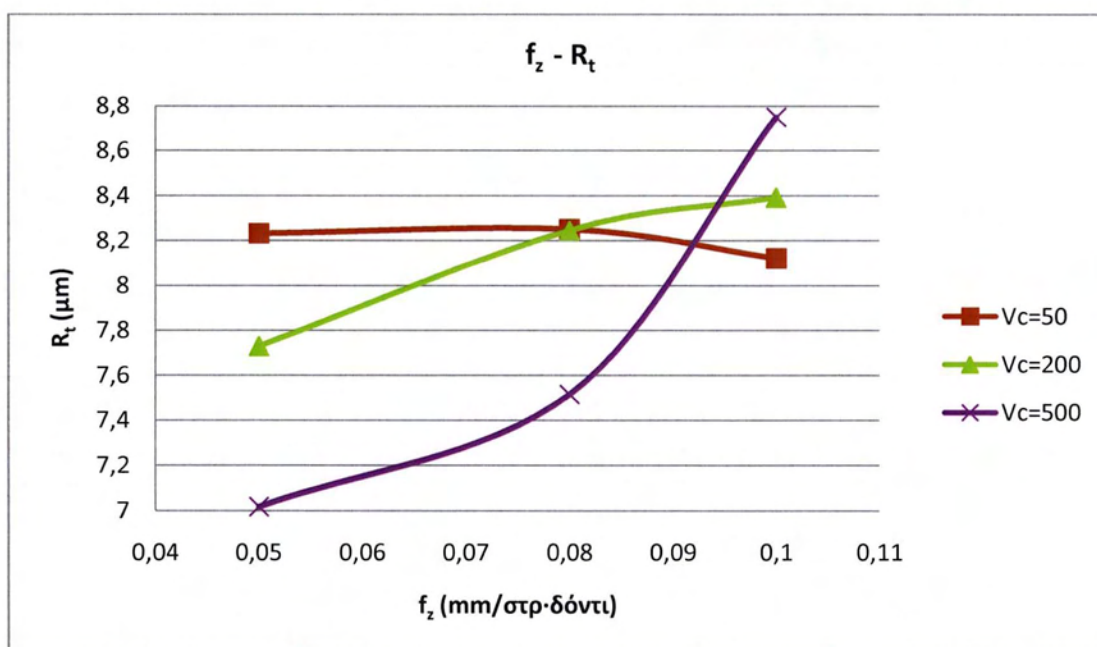
Γράφημα 4.9 $f_z - R_t$ $V_c = 50$ (m/min)



Γράφημα 4.10 $f_z - R_t$ $V_c = 200$ (m/min)



Γράφημα 4.11 $f_z - R_t$ $V_c = 500$ (m/min)



Γράφημα 4.12 $f_z - R_t$

Όπως και στις προηγούμενες τιμές, η παράμετρος R_t δείχνει να ωφελείται από την μείωση της πρόωσης. Επομένως μπορούμε να συμπεράνουμε λόγω της σχέσης της με την R_p και R_v ότι και αυτή θα έχει σημαντική μείωση επίσης.

$$f_z - R_{sk}$$

$V_c = 50 \text{ m/min}$

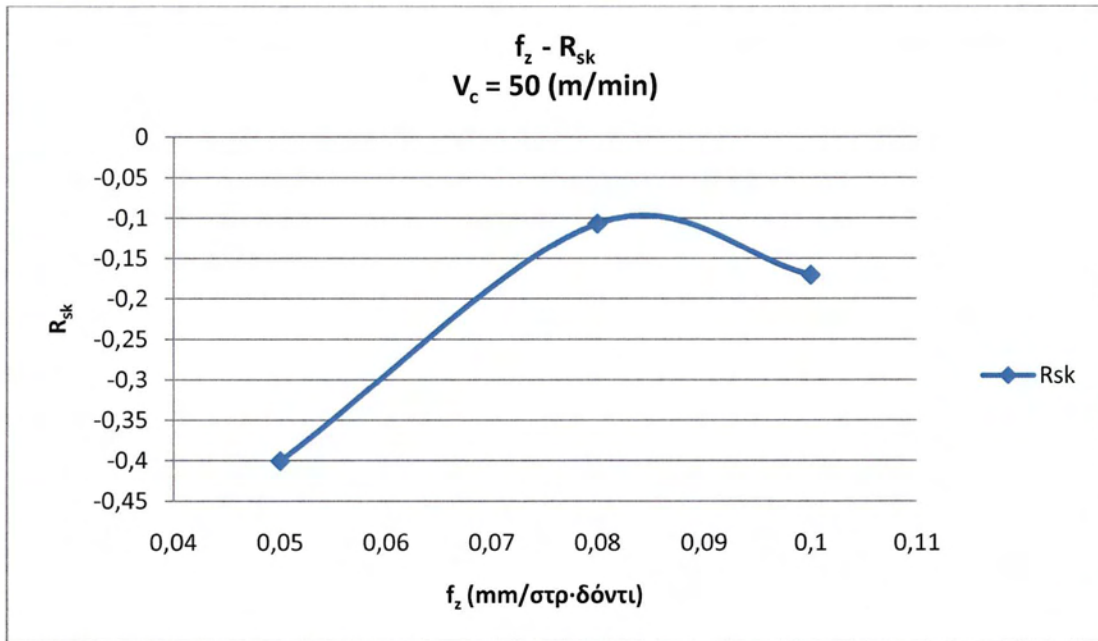
f_z	R_{sk}
0,05	-0,40097
0,08	-0,10698
0,10	-0,17108

$V_c = 200 \text{ m/min}$

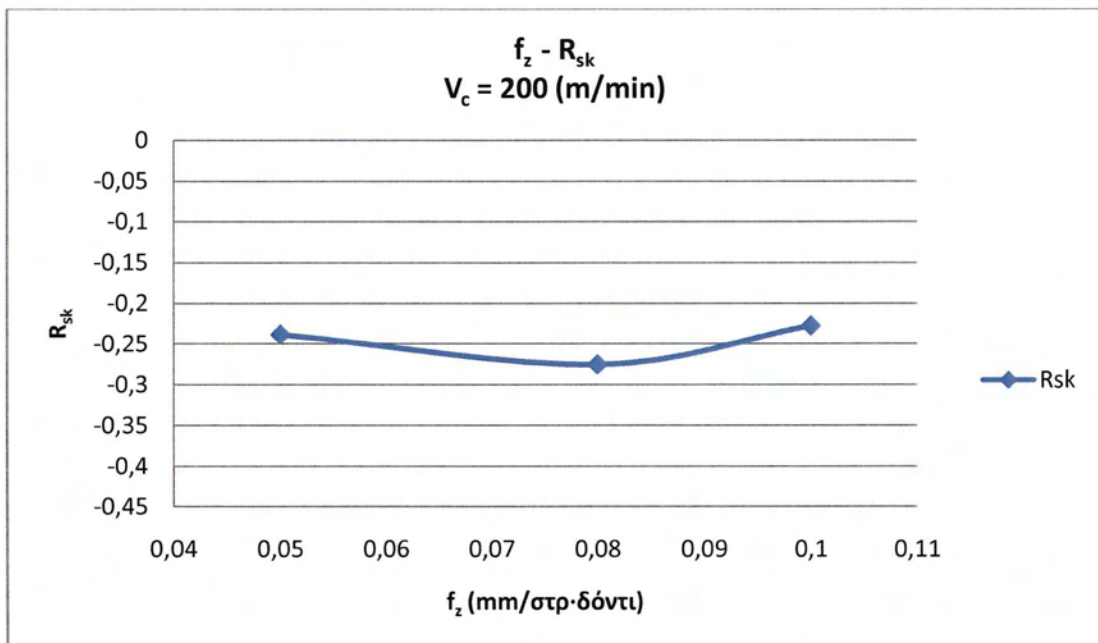
f_z	R_{sk}
0,05	-0,23872
0,08	-0,27553
0,10	-0,22773

$V_c = 500 \text{ m/min}$

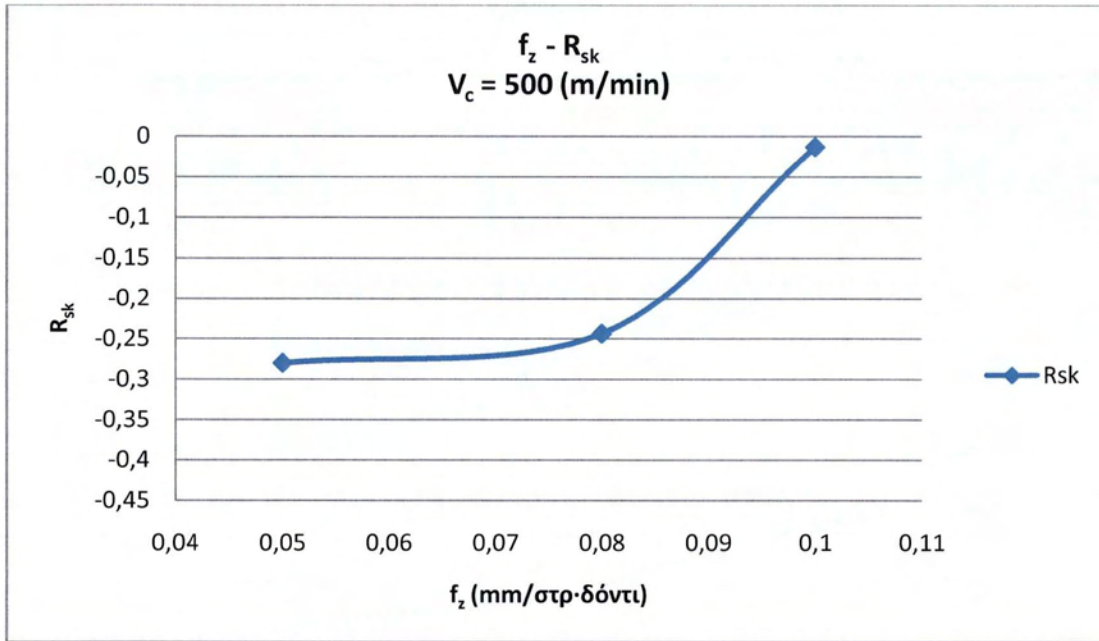
f_z	R_{sk}
0,05	-0,28005
0,08	-0,24354
0,10	-0,01348



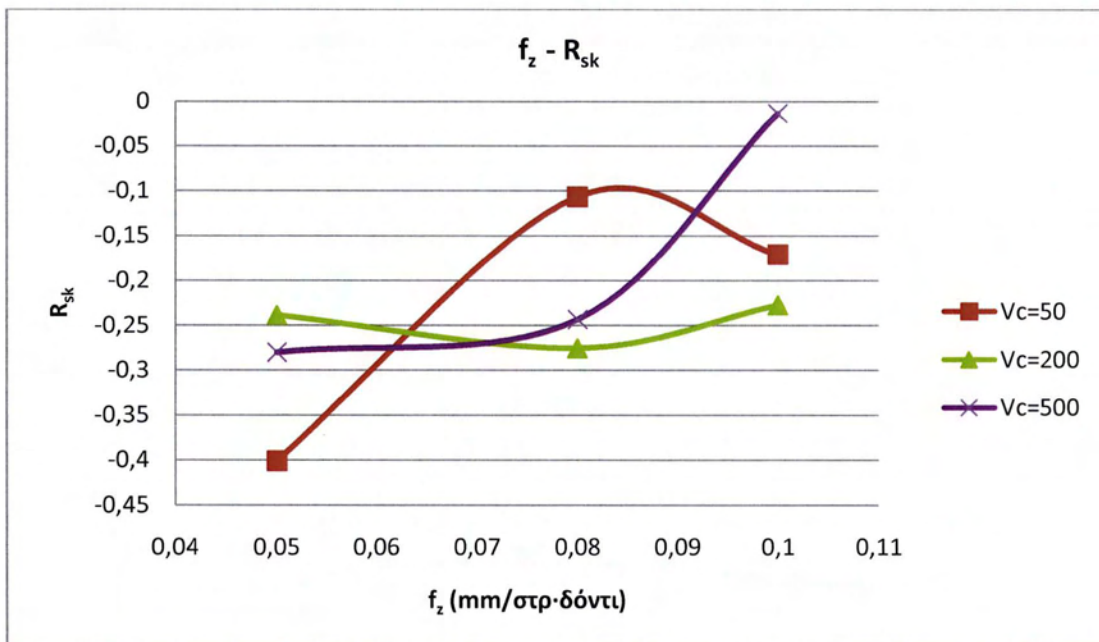
Γράφημα 4.13 $f_z - R_{sk}$ $V_c = 50 \text{ (m/min)}$



Γράφημα 4.14 $f_z - R_{sk}$ $V_c = 200 \text{ (m/min)}$



Γράφημα 4.15 $f_z - R_{sk} V_c = 500 \text{ (m/min)}$



Γράφημα 4.16 $f_z - R_{sk}$

Η παράμετρος R_{sk} δείχνει να τείνει προς μικρότερες τιμές από την μείωση της πρόωσης. Άρα οι επιφάνειες που προκύπτουν από τις κατεργασίες θα έχουν μάλλον περισσότερες κοιλάδες από ότι κορυφές.

$f_z - R_{ku}$

$V_c = 50$ m/min

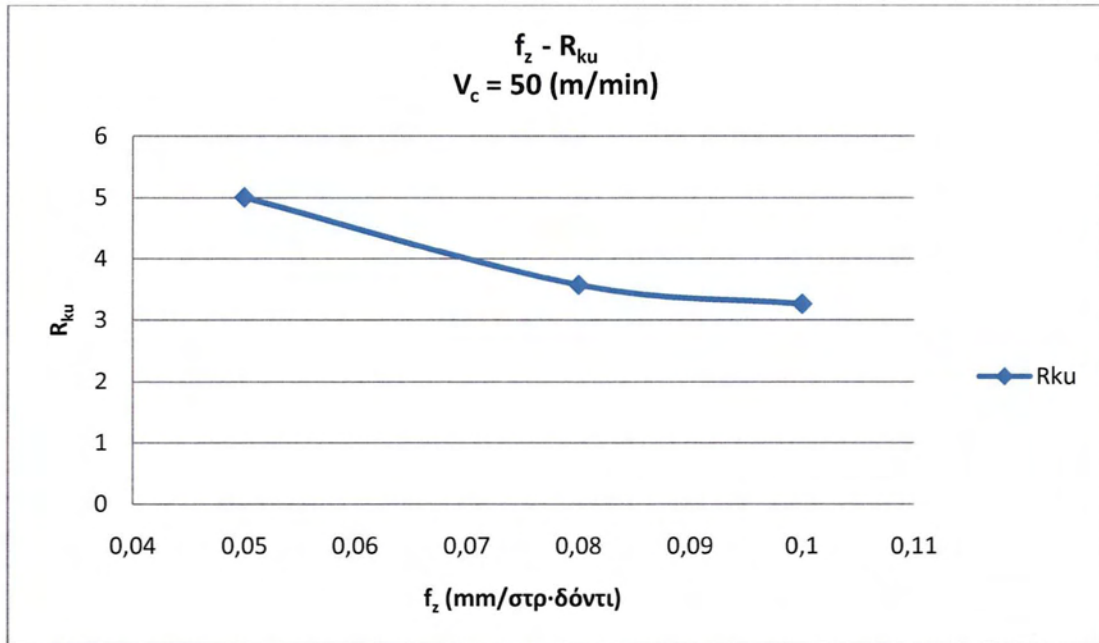
f_z	R_{ku}
0,05	4,999688
0,08	3,56875
0,10	3,25625

$V_c = 200$ m/min

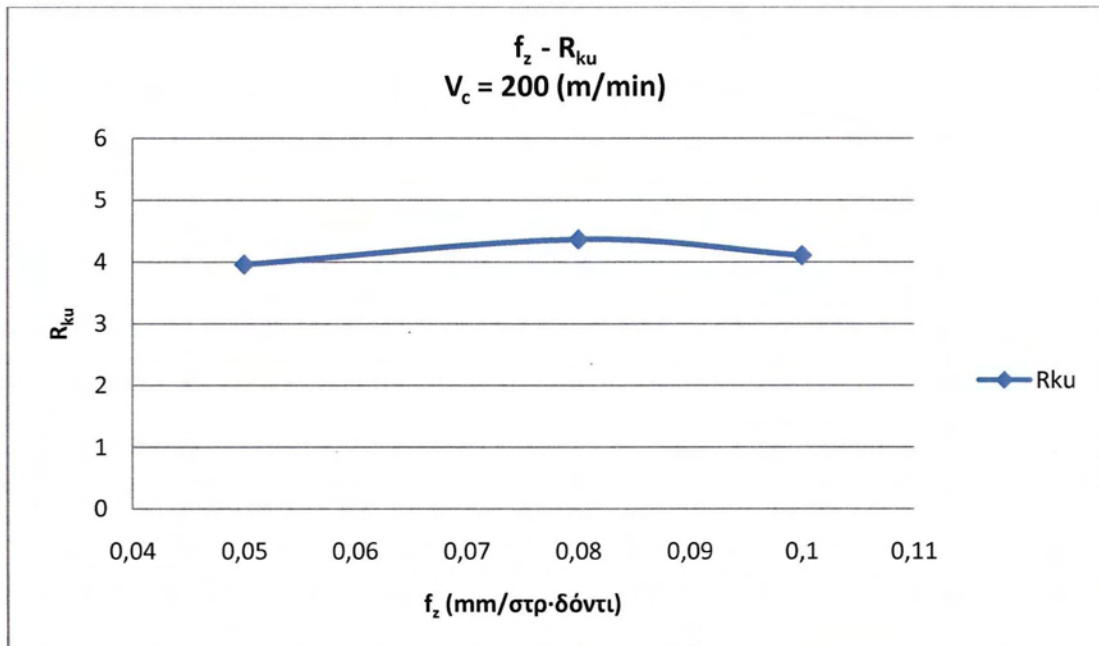
f_z	R_{ku}
0,05	3,954479
0,08	4,360729
0,10	4,099688

$V_c = 500$ m/min

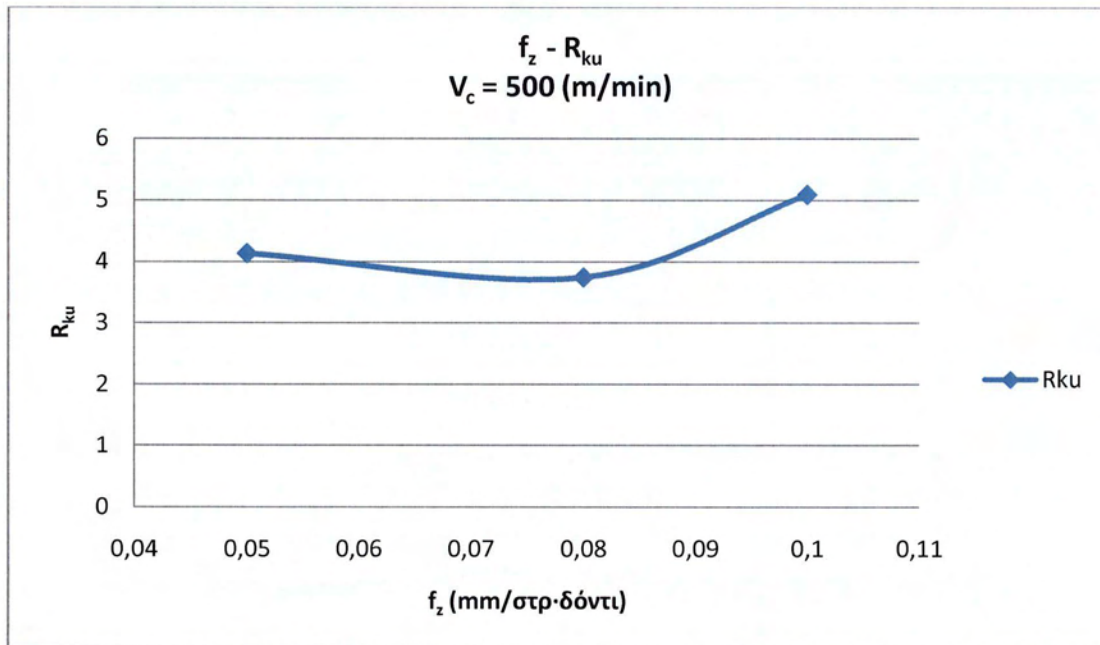
f_z	R_{ku}
0,05	4,130938
0,08	3,745833
0,1<0	5,0875



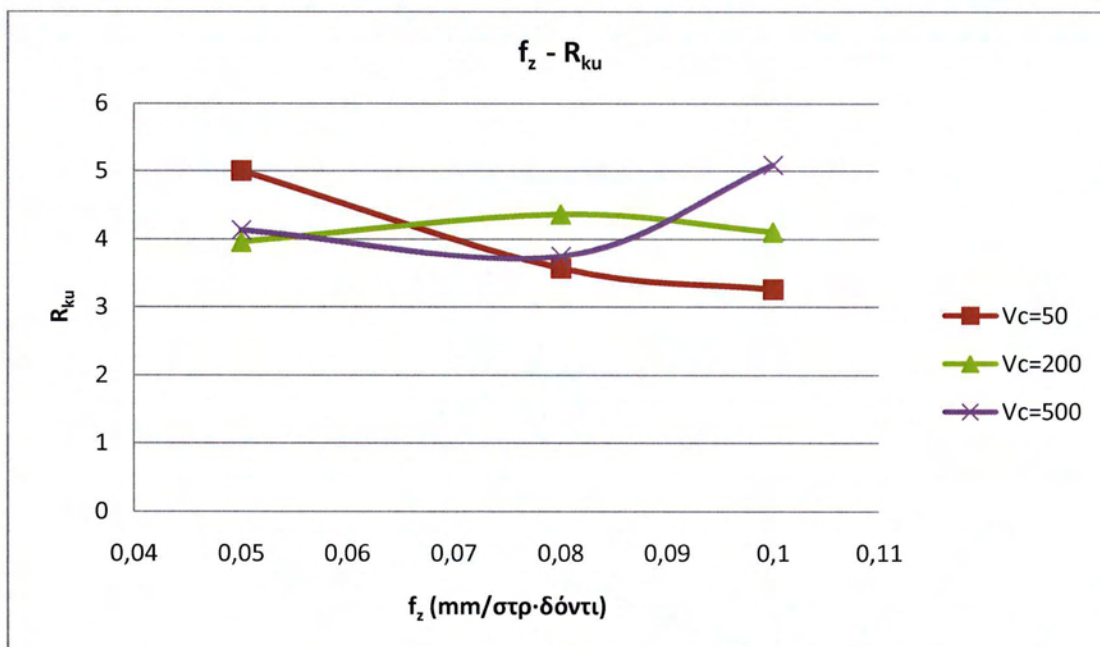
Γράφημα 4.17 $f_z - R_{ku}$ $V_c = 50$ (m/min)



Γράφημα 4.18 $f_z - R_{ku}$ $V_c = 200$ (m/min)



Γράφημα 4.19 $f_z - R_{ku} V_c = 500 \text{ (m/min)}$



Γράφημα 4.20 $f_z - R_{ku}$

Η επίδραση της πρόωσης στην παράμετρο R_{ku} από ότι προκύπτει από τα πειραματικά δεδομένα είναι μικρή. Όπως προκύπτει από τις μετρήσεις η ταχύτητα πρόωσης δεν επηρεάζει καθοριστικά προς μία κατεύθυνση την τιμή της.

$f_z - R_z$

$V_c = 50 \text{ m/min}$

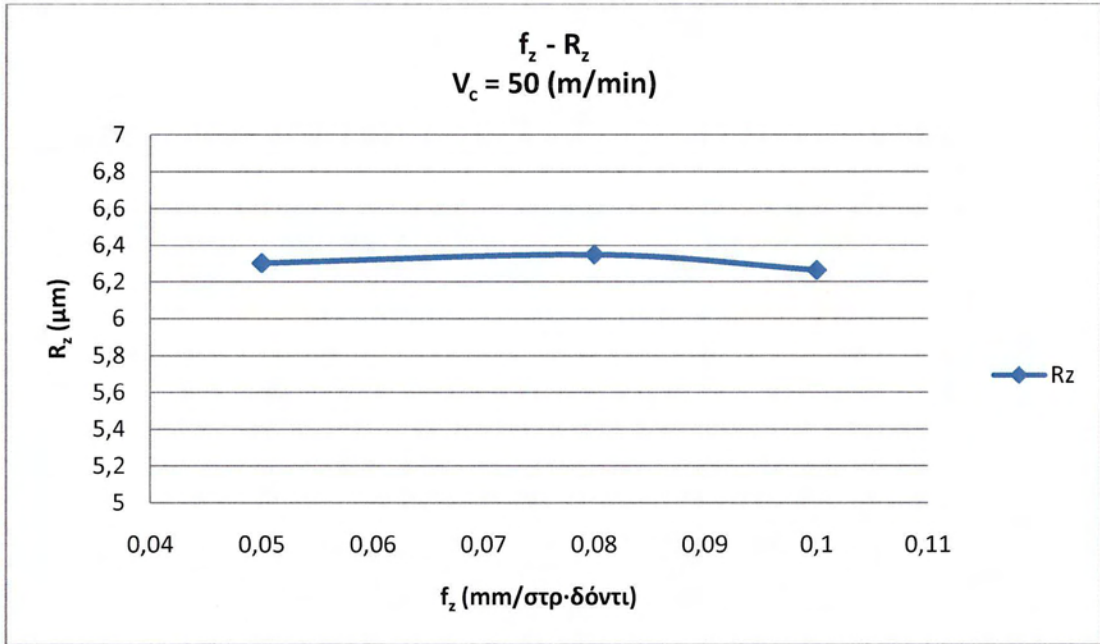
f_z	R_z
0,05	6,300938
0,08	6,346875
0,10	6,262813

$V_c = 200 \text{ m/min}$

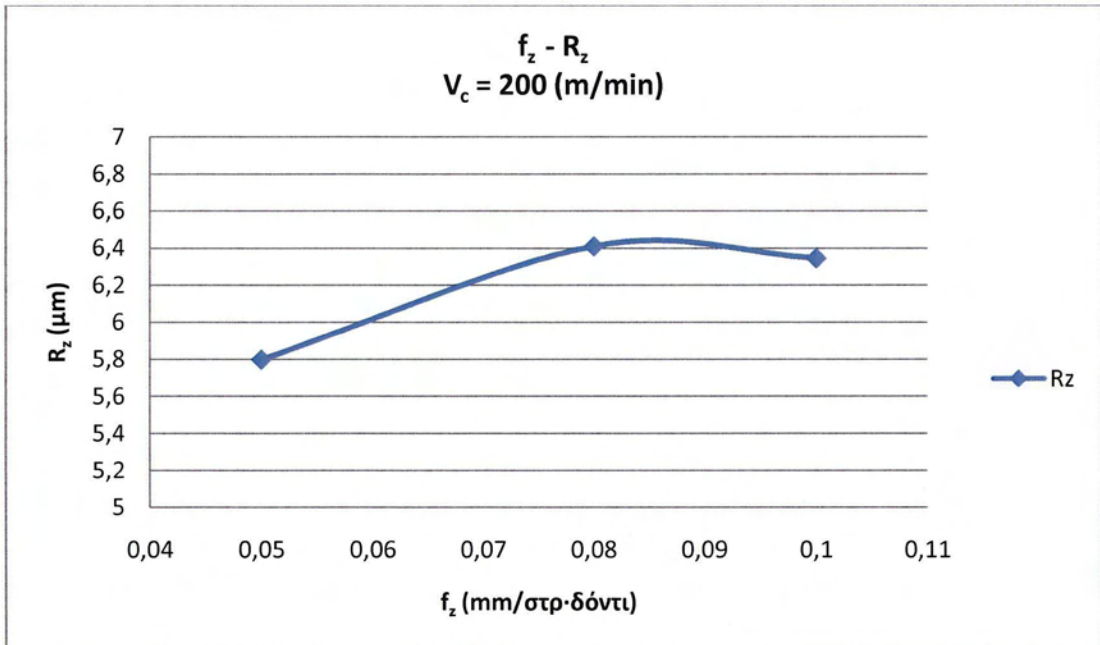
f_z	R_z
0,05	5,795521
0,08	6,408438
0,10	6,343438

$V_c = 500 \text{ m/min}$

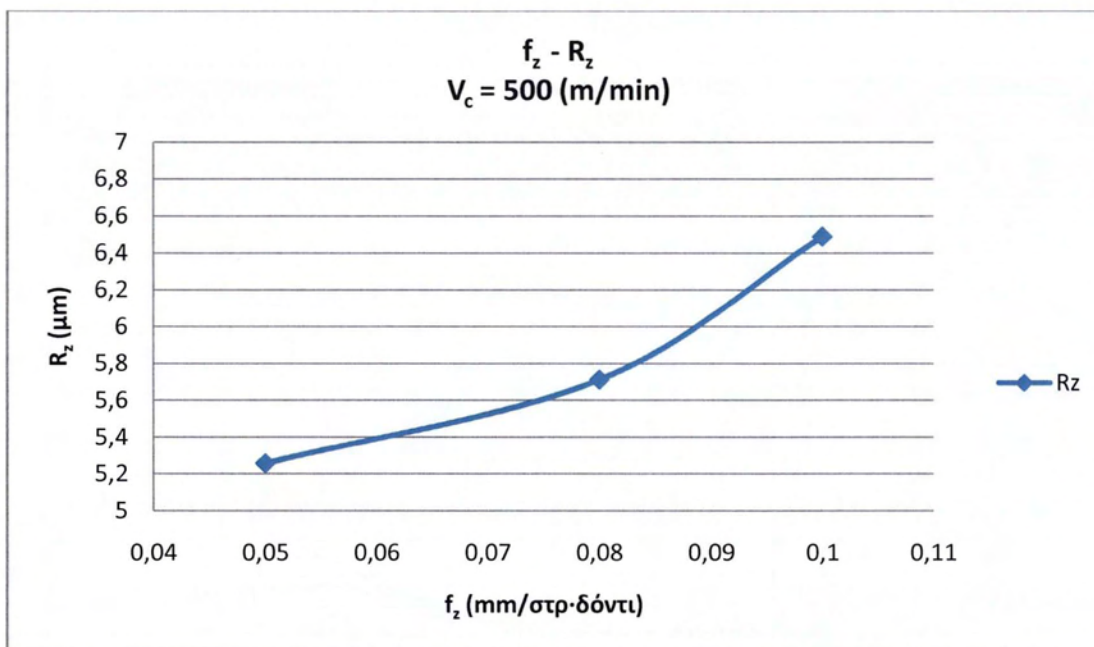
f_z	R_z
0,05	5,255938
0,08	5,71099
0,10	6,487292



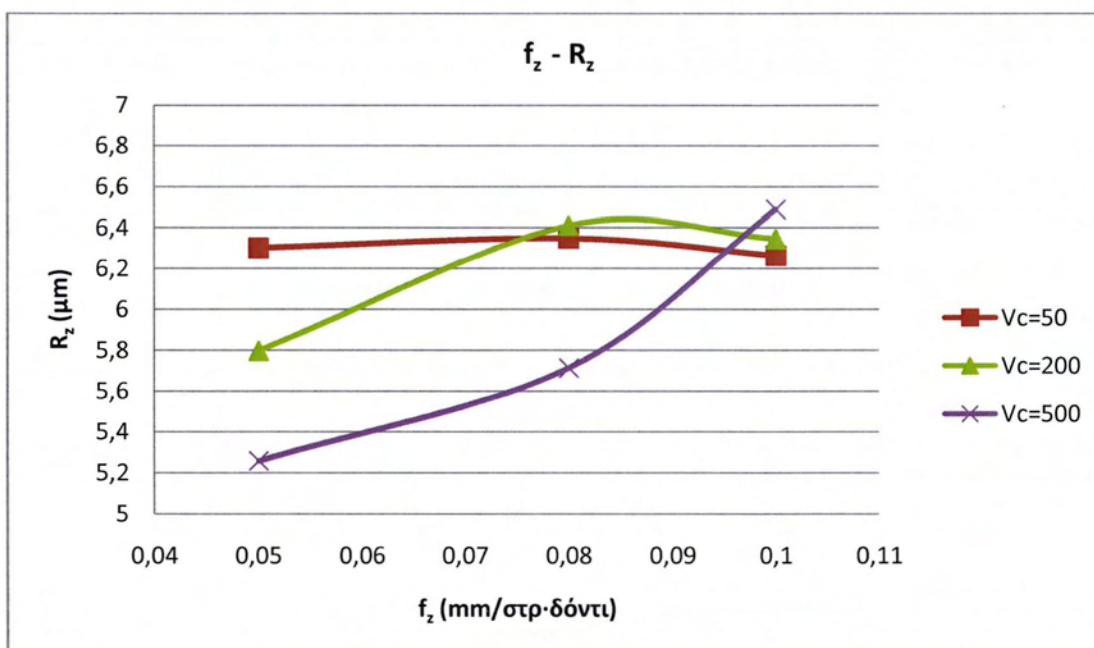
Γράφημα 4.21 $f_z - R_z V_c = 50 \text{ (m/min)}$



Γράφημα 4.22 $f_z - R_z V_c = 200 \text{ (m/min)}$



Γράφημα 4.23 $f_z - R_z$ $V_c = 500$ (m/min)



Γράφημα 4.24 $f_z - R_z$

Η παράμετρος R_z σε αυτή την σειρά πειραμάτων προκύπτει ότι επίσης ωφελείται από την μείωση της πρόωσης. Τα αποτελέσματα είναι σαφώς πιο ενδεικτικά για τις υψηλότερες ταχύτητες κοπής.

$f_z - R_{Sm}$

$V_c = 50$ m/min

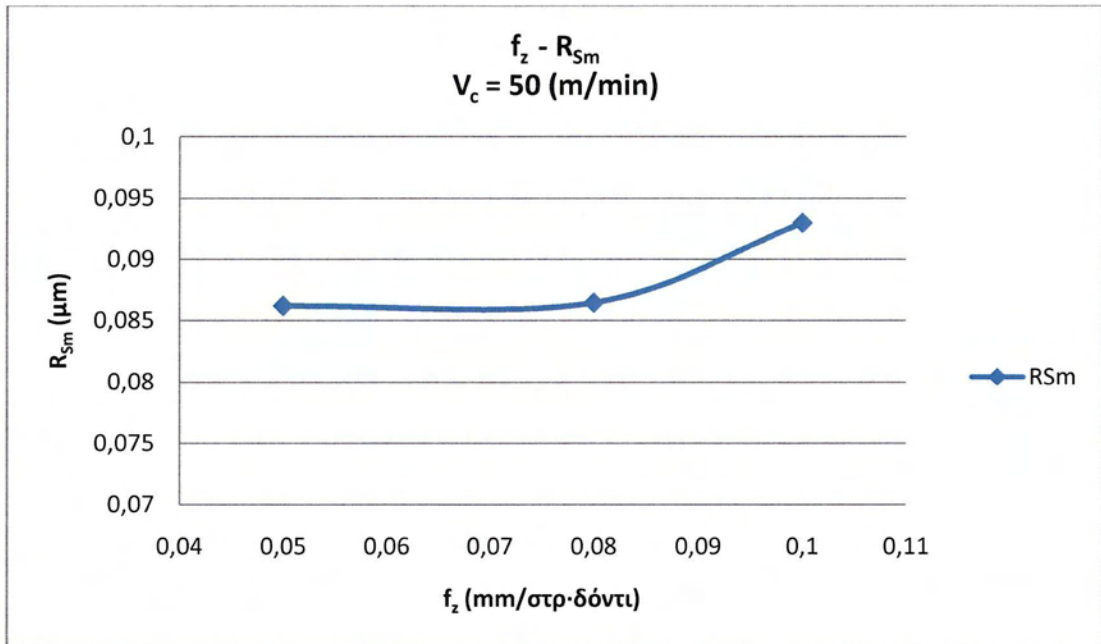
f_z	R_{Sm}
0,05	0,086181
0,08	0,08645
0,10	0,092994

$V_c = 200$ m/min

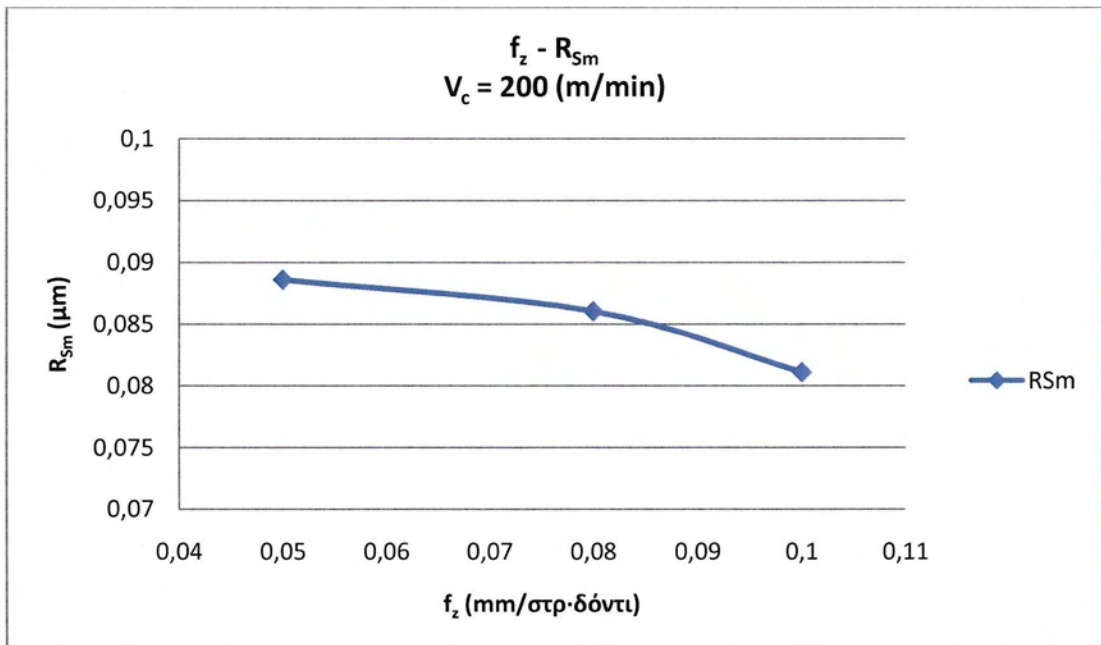
f_z	R_{Sm}
0,05	0,088576
0,08	0,086033
0,10	0,081084

$V_c = 500$ m/min

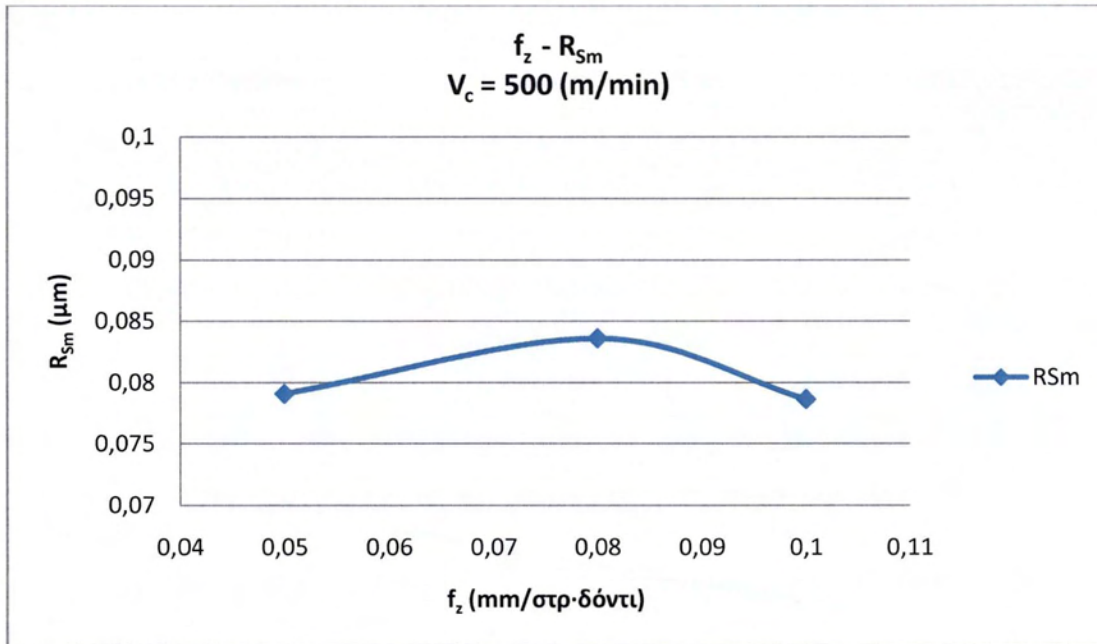
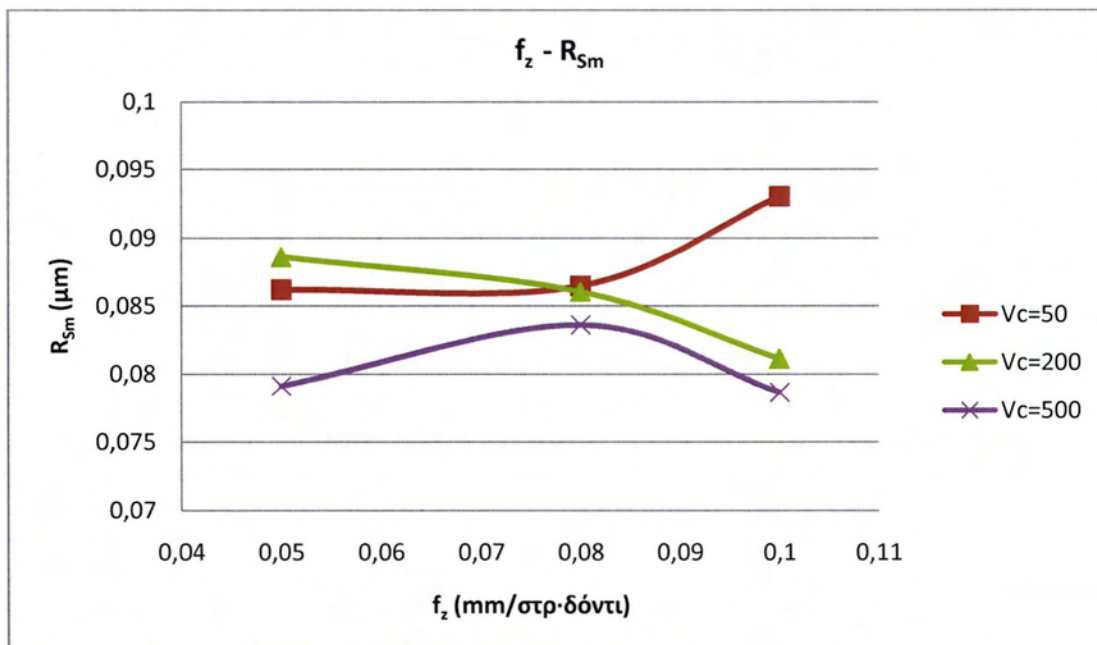
f_z	R_{Sm}
0,05	0,079075
0,08	0,083581
0,10	0,078625



Γράφημα 4.25 $f_z - R_{Sm}$ $V_c = 50$ (m/min)



Γράφημα 4.26 $f_z - R_{Sm}$ $V_c = 200$ (m/min)

Γράφημα 4.27 $f_z - R_{Sm}$ $V_c = 500 \text{ (m/min)}$ Γράφημα 4.28 $f_z - R_{Sm}$

Η παράμετρος R_{Sm} έχει μία σχετικά σταθερή εξέλιξη με την μεταβολή της ταχύτητας πρόωσης. Από τα πειραματικά δεδομένα θα πρέπει να πούμε ότι μάλλον η ταχύτητα πρόωσης δεν την επηρεάζει σημαντικά. Σε αυτό μπορεί να παίζει σημαντικό ρόλο το γεγονός ότι το κοπτικό μας εργαλείο έχει μεγάλο αριθμό δοντιών (4).

$f_z - R_k$

$V_c = 50 \text{ m/min}$

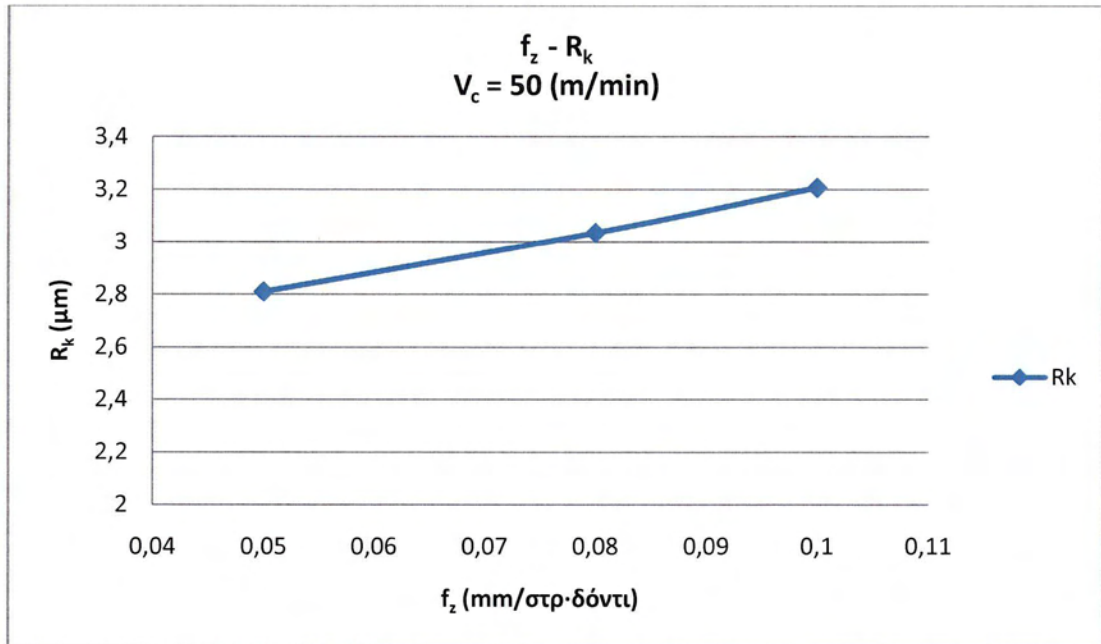
f_z	R_k
0,05	2,808438
0,08	3,034063
0,10	3,20625

$V_c = 200 \text{ m/min}$

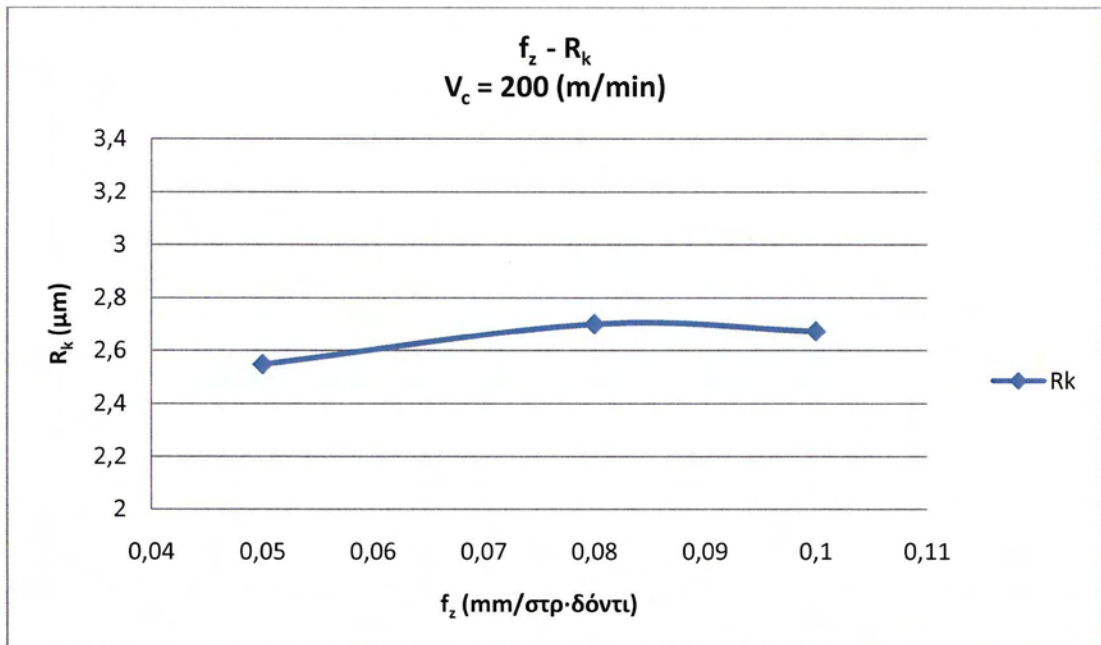
f_z	R_k
0,05	2,545521
0,08	2,699375
0,10	2,671563

$V_c = 500 \text{ m/min}$

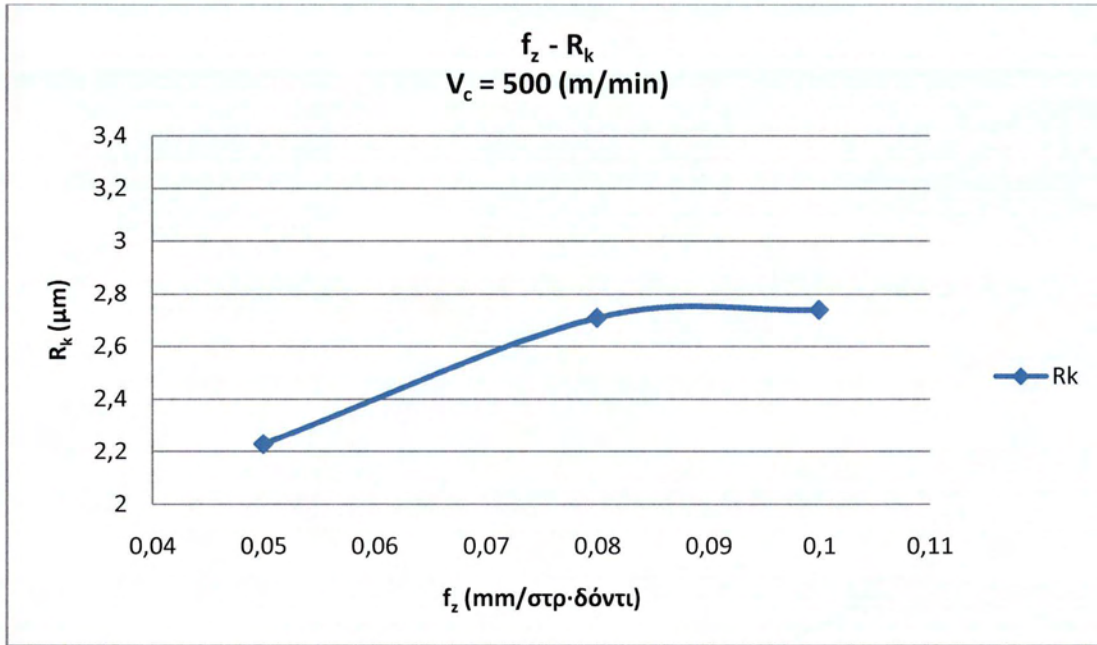
f_z	R_k
0,05	2,227813
0,08	2,708021
0,10	2,738333



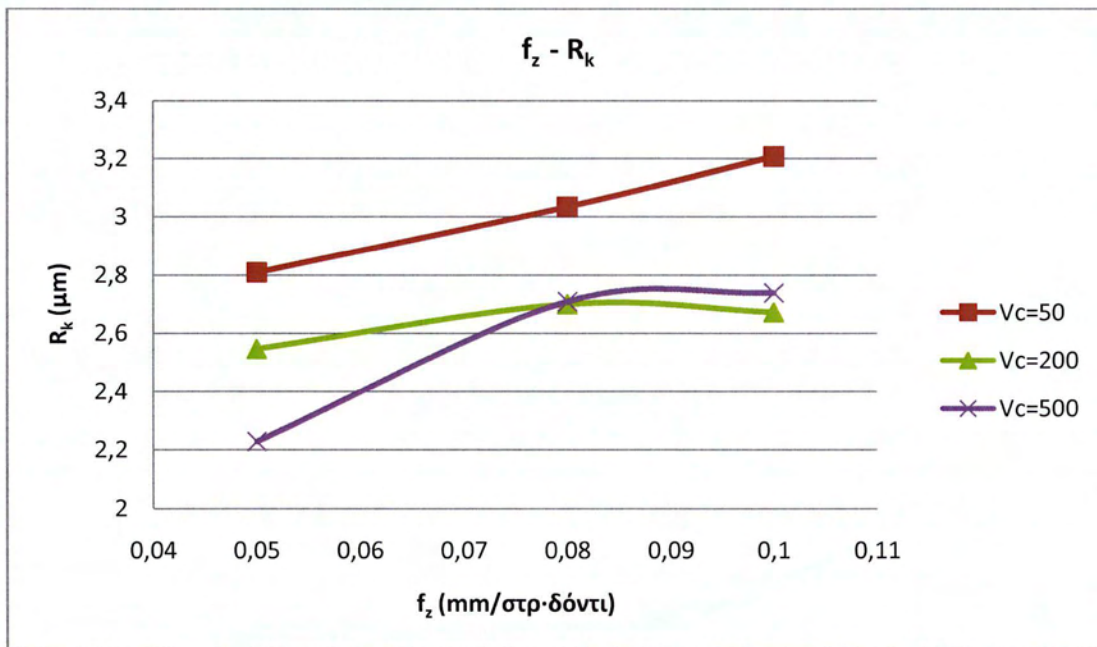
Γράφημα 4.29 $f_z - R_k V_c = 50 \text{ (m/min)}$



Γράφημα 4.30 $f_z - R_k V_c = 200 \text{ (m/min)}$



Γράφημα 4.31 $f_z - R_k V_c = 500 \text{ (m/min)}$



Γράφημα 4.32 $f_z - R_k$

Η παράμετρος R_k έχει μία σαφή τάση να μειώνεται με την μείωση της ταχύτητας πρόωσης. Επομένως μπορούμε να πούμε ότι η μείωση της πρόωσης ευνοεί την πορεία των τιμών της.

$V_c - R_a$

$f_z = 0.05$ mm/στρ·δόντι

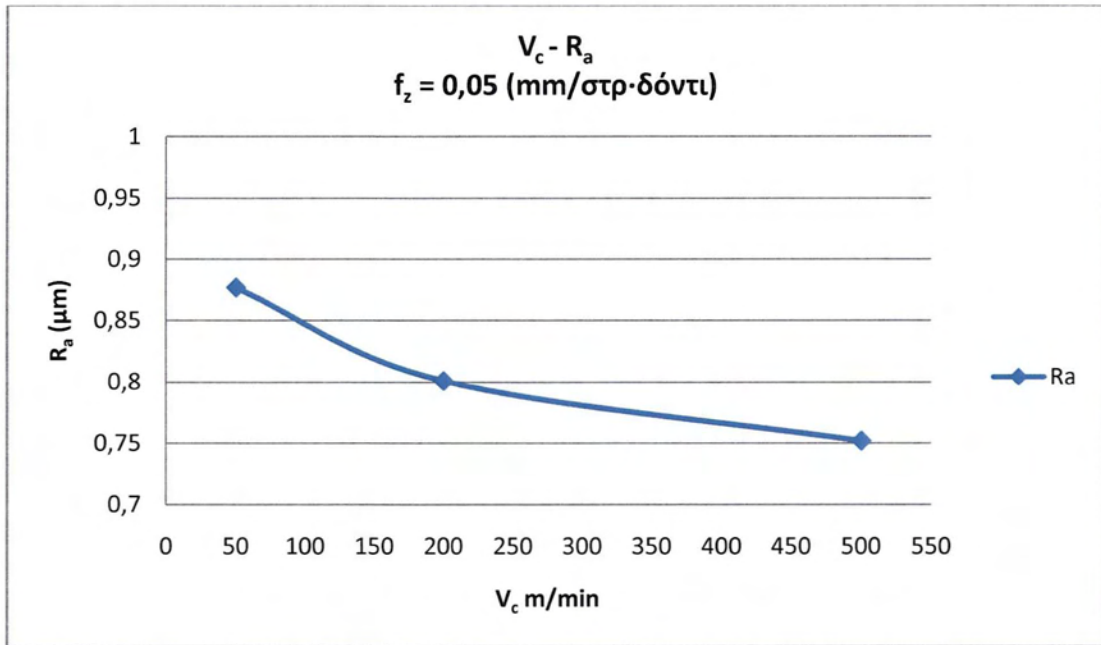
V_c	R_a
50	0,87675
200	0,800667
500	0,751594

$f_z = 0.08$ mm/στρ·δόντι

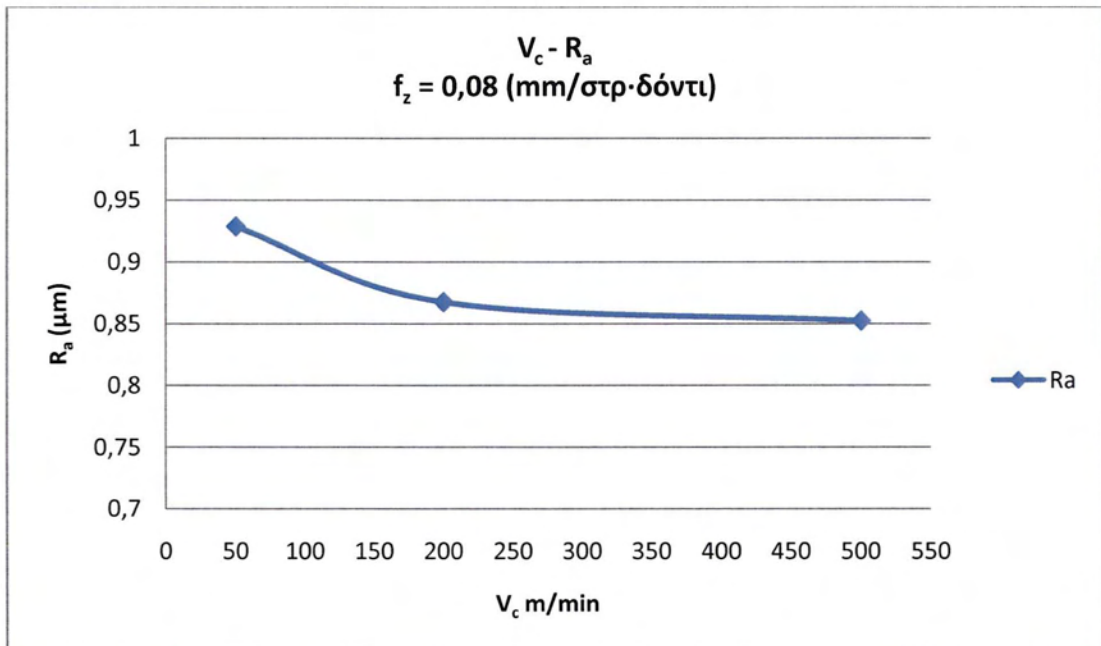
V_c	R_a
50	0,928344
200	0,867198
500	0,852271

$f_z = 0.10$ mm/στρ·δόντι

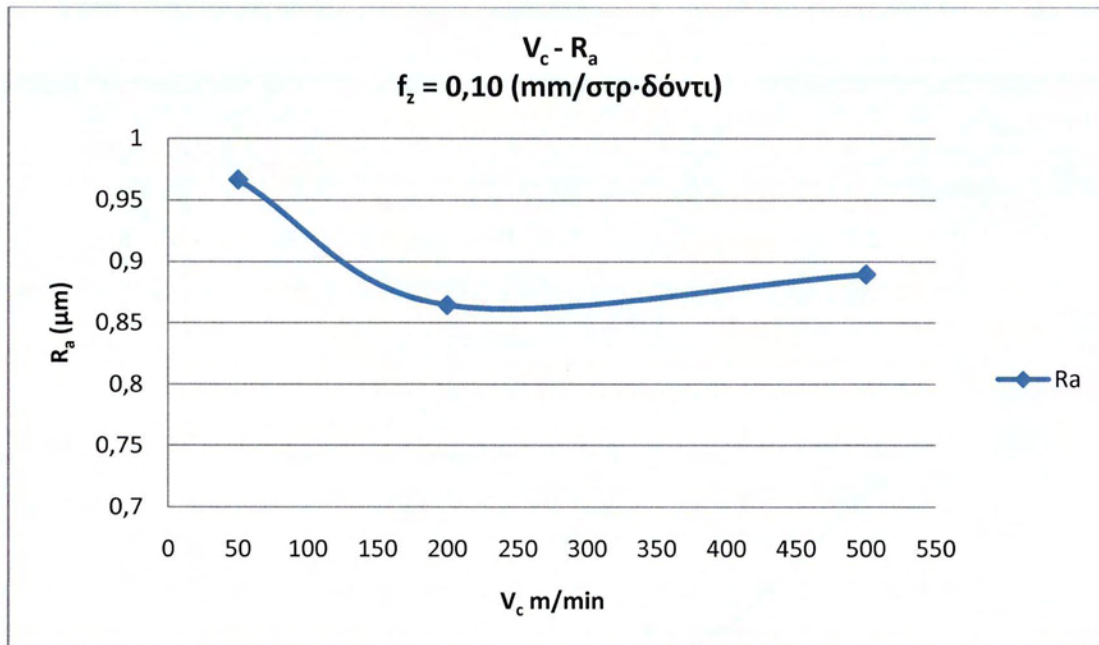
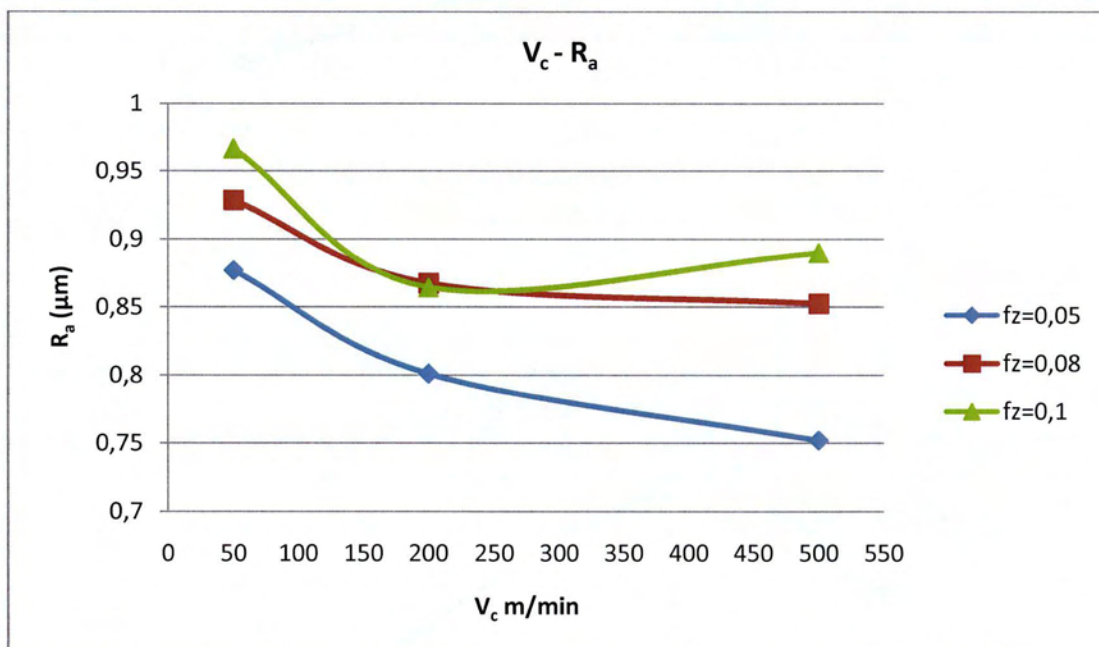
V_c	R_a
50	0,966281
200	0,864344
500	0,889656



Γράφημα 4.33 $V_c - R_a$ $f_z = 0,05$ (mm/στρ·δόντι)



Γράφημα 4.34 $V_c - R_a$ $f_z = 0,08$ (mm/στρ·δόντι)

Γράφημα 4.35 $V_c - R_a$ $f_z = 0,10$ (mm/στρ·δόντι)Γράφημα 4.36 $V_c - R_a$

Η επίδραση της ταχύτητας κοπής στην παράμετρο της R_a είναι έντονη και αρκετά σταθερή. Μπορεί με ασφάλεια να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι σε μεγαλύτερες ταχύτητες κοπής αντιστοιχούν μικρότερες τιμές τραχύτητας R_a .

$V_c - R_v$

$f_z = 0.05$ mm/στρ·δόντι

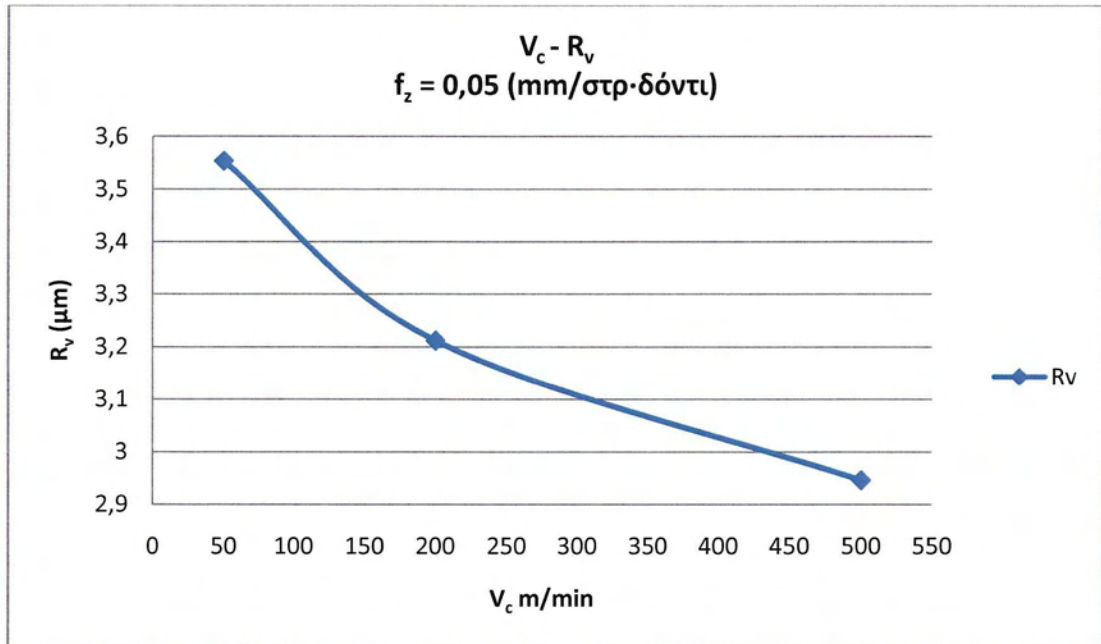
V_c	R_v
50	3,553125
200	3,210938
500	2,945313

$f_z = 0.08$ mm/στρ·δόντι

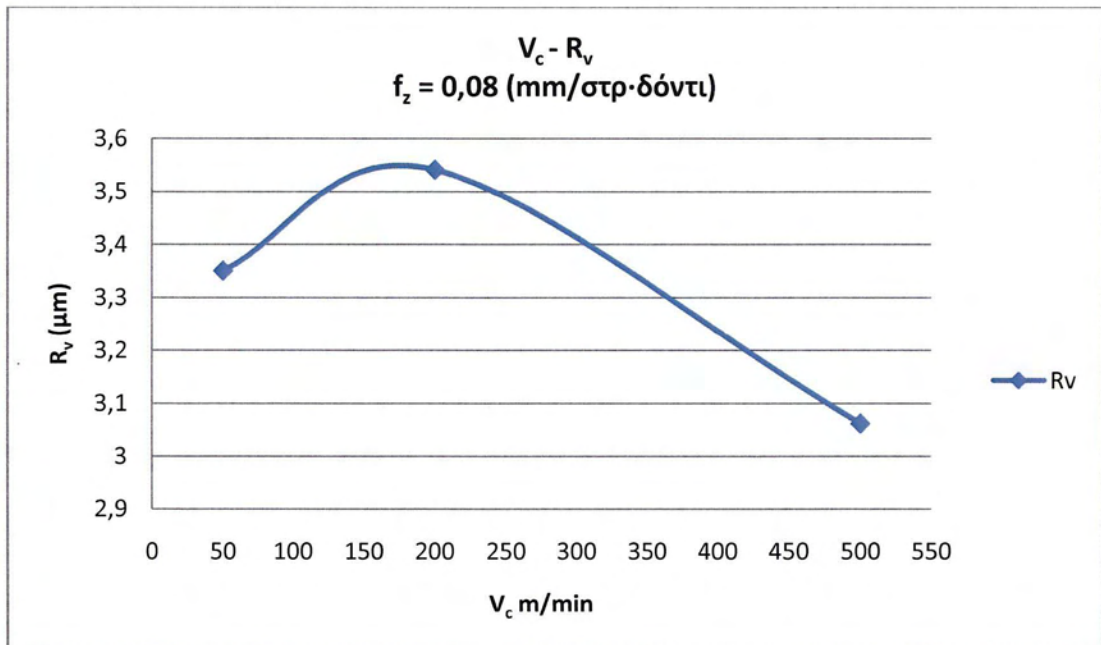
V_c	R_v
50	3,349688
200	3,540417
500	3,061719

$f_z = 0.10$ mm/στρ·δόντι

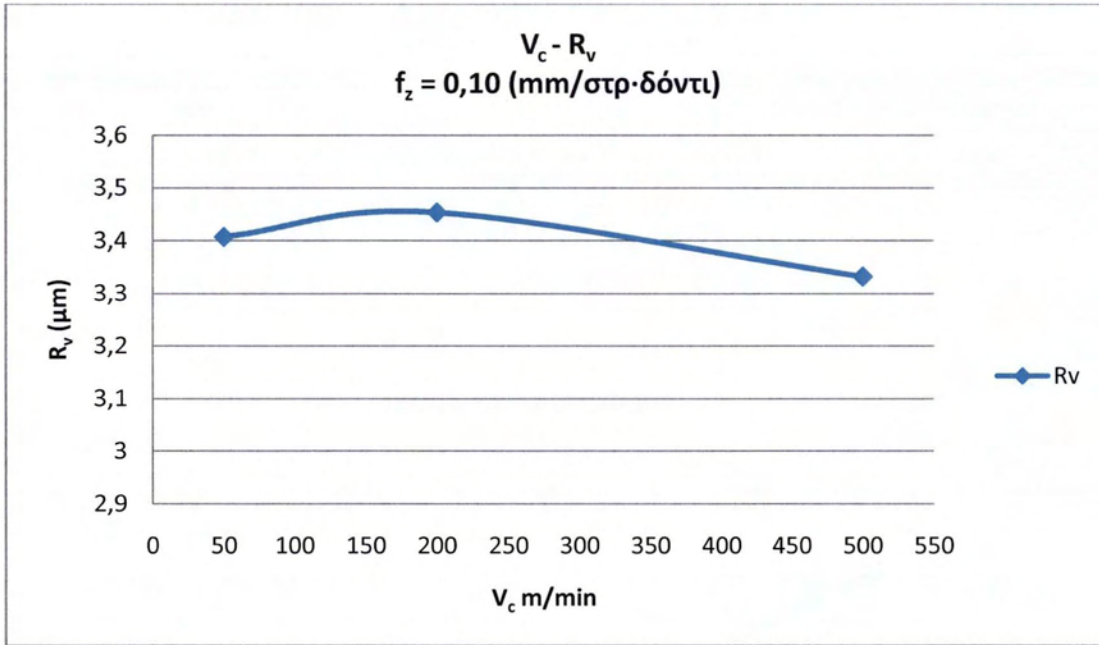
V_c	R_v
50	3,406563
200	3,453438
500	3,332396



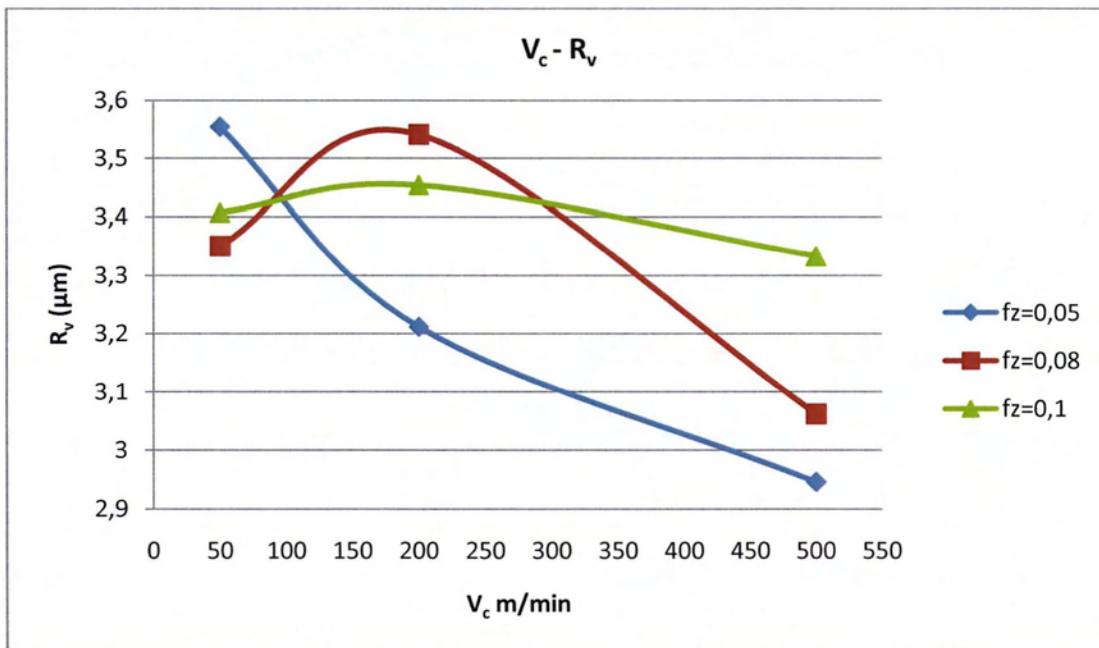
Γράφημα 4.37 $V_c - R_v$ $f_z = 0,05$ (mm/στρ·δόντι)



Γράφημα 4.38 $V_c - R_v$ $f_z = 0,08$ (mm/στρ·δόντι)



Γράφημα 4.39 $V_c - R_v$ $f_z = 0,10$ (mm/στρ·δόντι)



Γράφημα 4.40 $V_c - R_v$

Για την παράμετρο R_v η επίδραση της ταχύτητας κοπής είναι επίσης αντιστρόφως ανάλογη. Παρόλο που για $V_c=200$ και $f_z=0,08-0,10$ υπάρχει μία μικρή αύξηση η τάση είναι αναμφισβήτητη προς την μείωση της τιμής.

$V_c - R_t$

$f_z = 0.05$ mm/στρ·δόντι

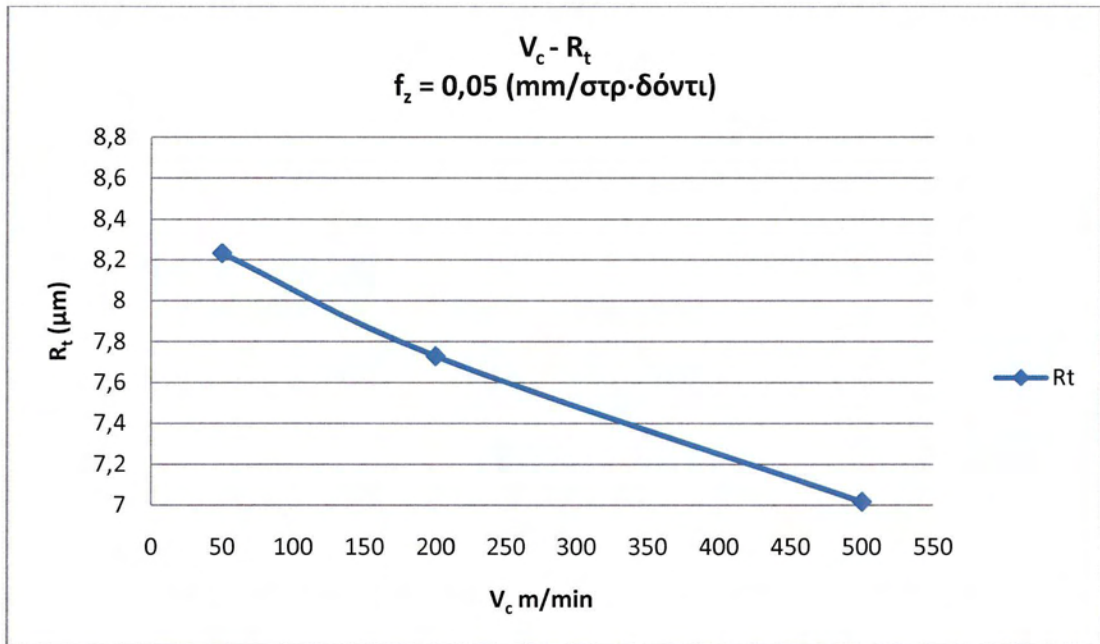
V_c	R_t
50	8,230625
200	7,728229
500	7,015625

$f_z = 0.08$ mm/στρ·δόντι

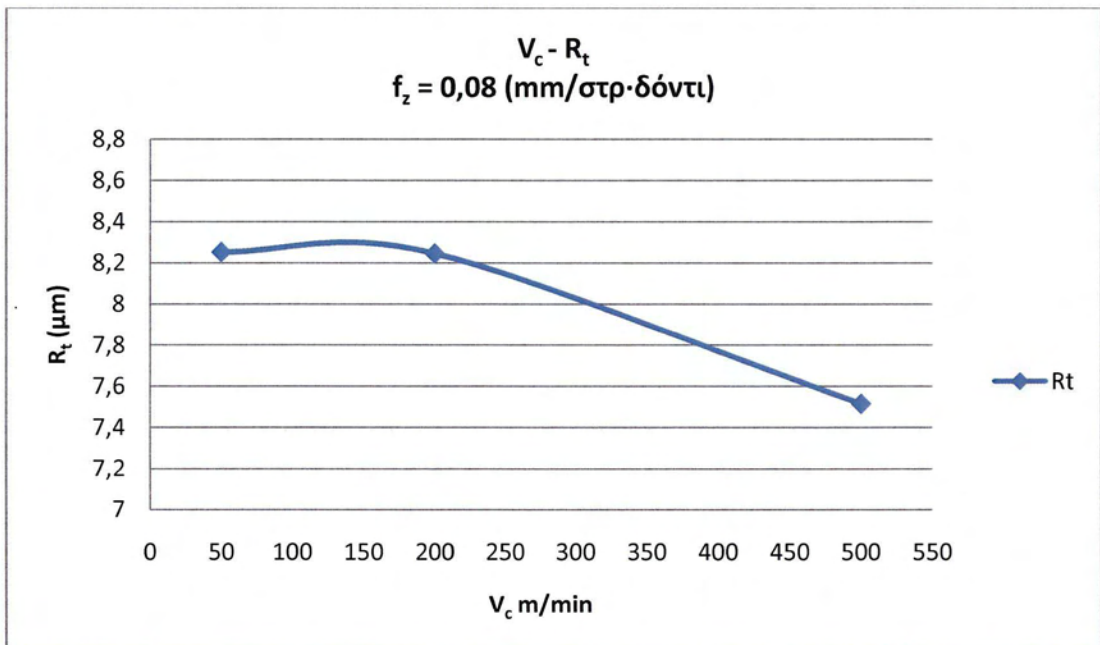
V_c	R_t
50	8,250625
200	8,244063
500	7,515208

$f_z = 0.10$ mm/στρ·δόντι

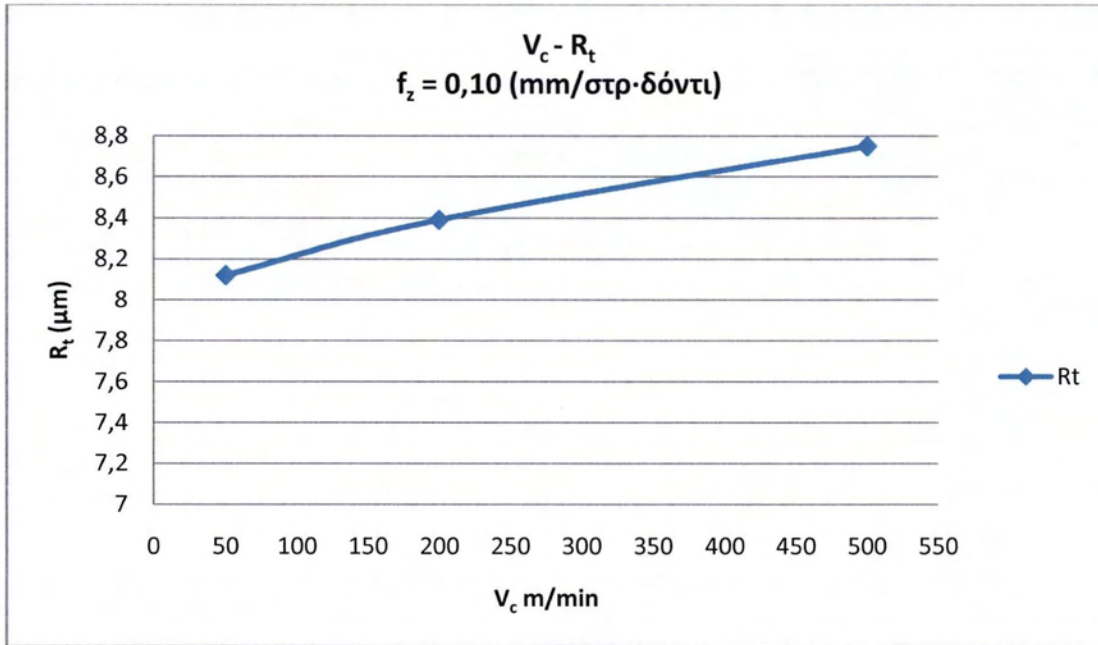
V_c	R_t
50	8,120313
200	8,390313
500	8,749375



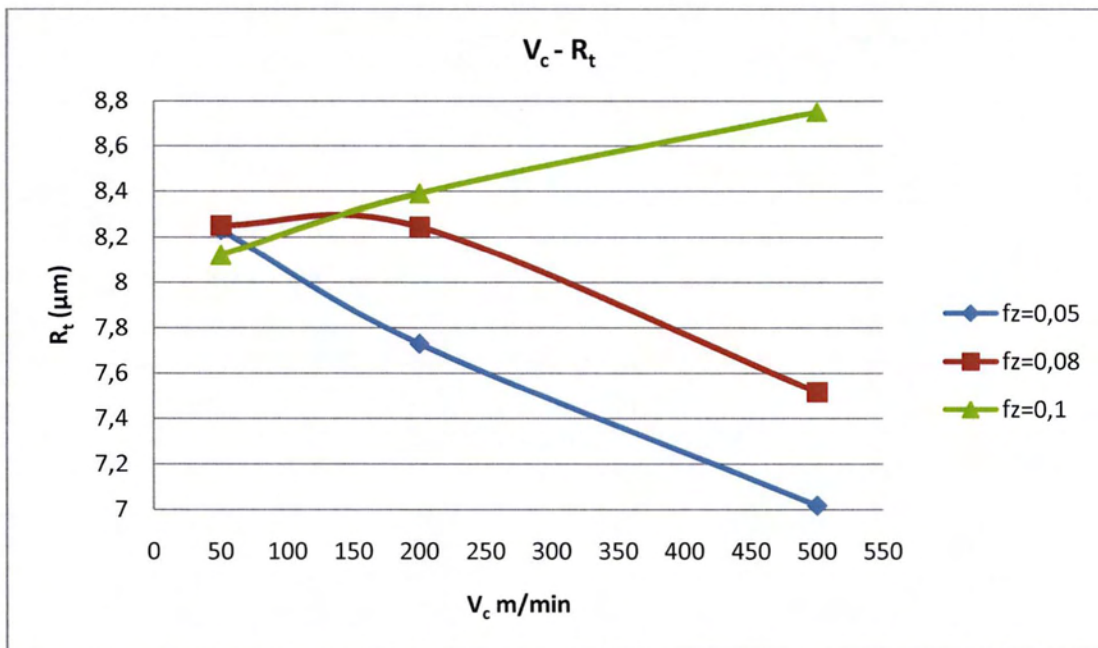
Γράφημα 4.41 $V_c - R_t$ $f_z = 0,05$ (mm/στρ·δόντι)



Γράφημα 4.42 $V_c - R_t$ $f_z = 0,08$ (mm/στρ·δόντι)



Γράφημα 4.43 $V_c - R_t$ $f_z = 0,10$ (mm/στρ·δόντι)



Γράφημα 4.44 $V_c - R_t$

Στο γράφημα 4.44 βλέπουμε ότι η τιμή της R_t είναι επίσης αντιστρόφως ανάλογη με την ταχύτητα κοπής. Εκτός από τις τιμές για πρόωση $f_z=0,10$ όπου παρατηρείται αύξηση της παραμέτρου. Αυτή η αύξηση, έστω και μικρή, ίσως θα μπορούσε να εξηγηθεί από την συνολικά υψηλότερη τραχύτητα των επιφανειών με υψηλή πρόωση και τον συνδυασμό με τις υψηλότερες θερμοκρασίες που αντιστοιχούν στις υψηλές ταχύτητες κοπής.

$V_c - R_{sk}$

$f_z = 0.05$ mm/στρ·δόντι

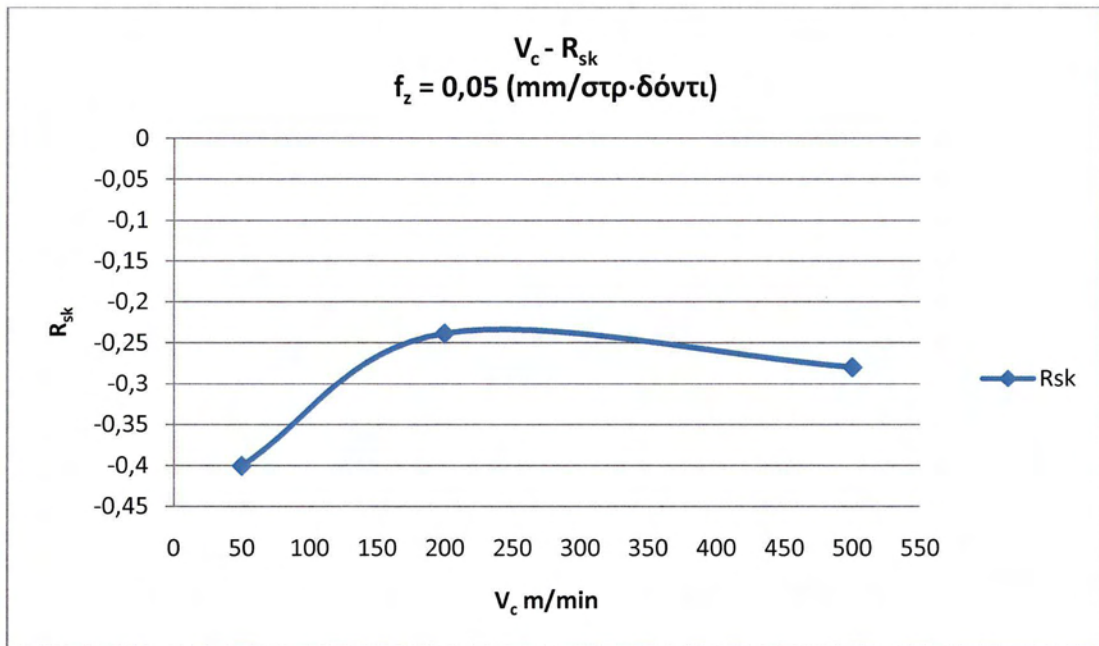
V_c	R_{sk}
50	-0,40097
200	-0,23872
500	-0,28005

$f_z = 0.08$ mm/στρ·δόντι

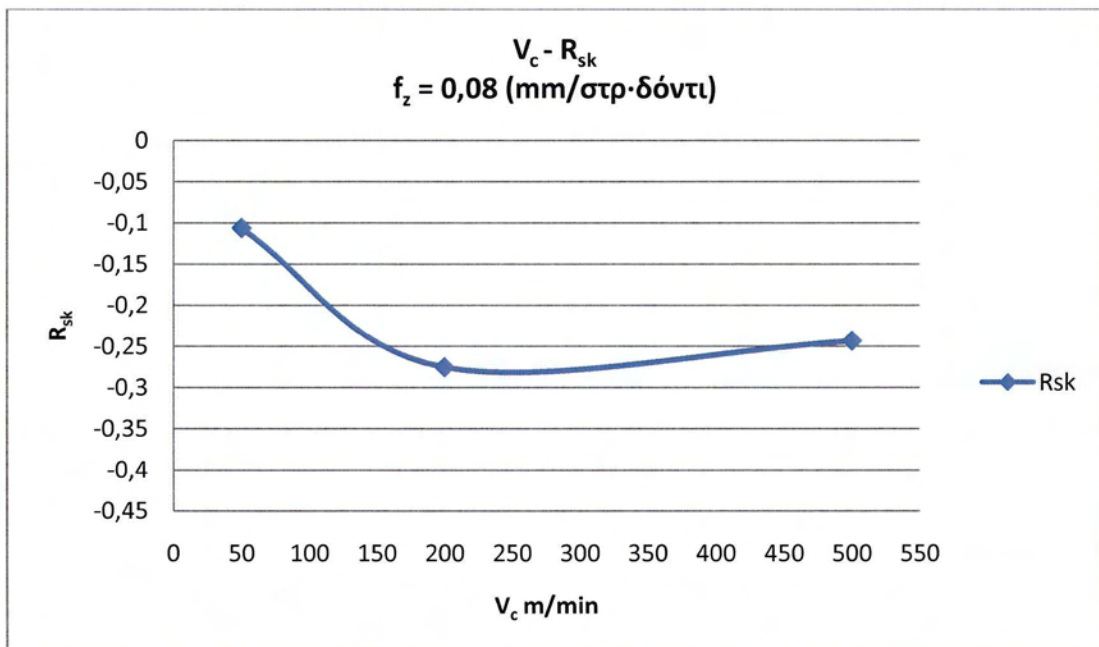
V_c	R_{sk}
50	-0,10698
200	-0,27553
500	-0,24354

$f_z = 0.10$ mm/στρ·δόντι

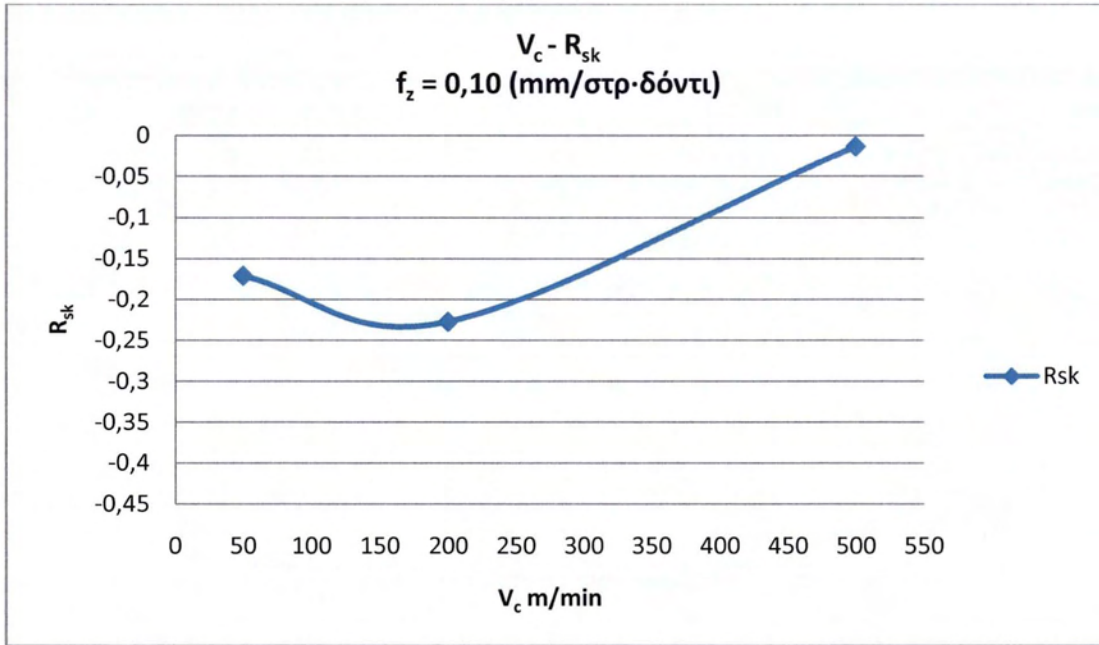
V_c	R_{sk}
50	-0,17108
200	-0,22773
500	-0,01348



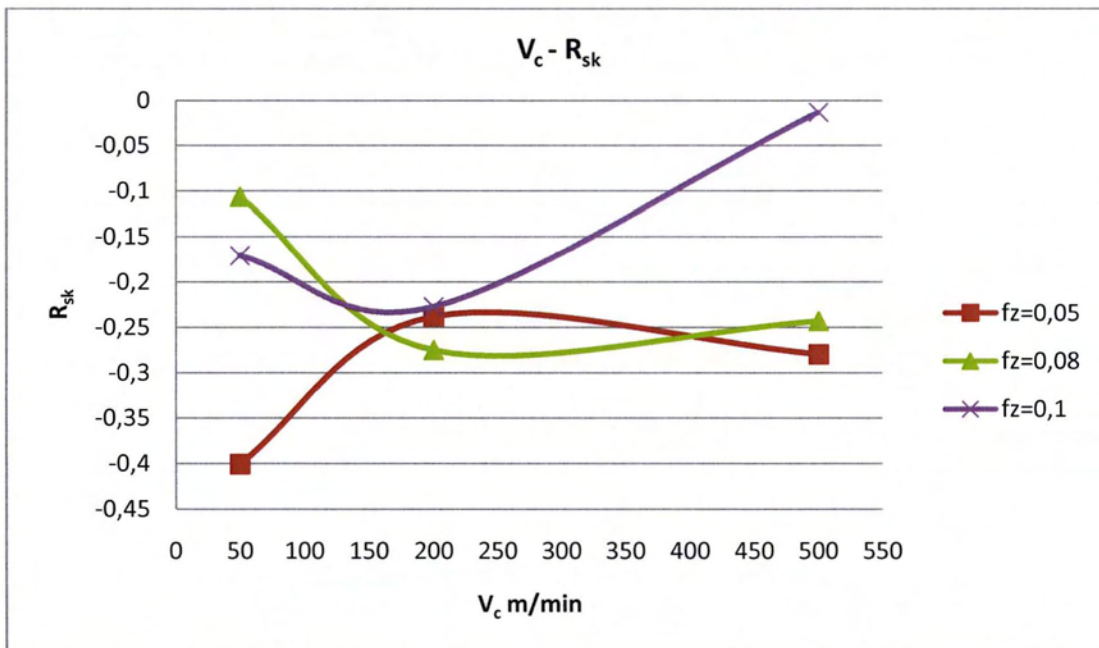
Γράφημα 4.45 $V_c - R_{sk}$ $f_z = 0,05$ (mm/στρ·δόντι)



Γράφημα 4.46 $V_c - R_{sk}$ $f_z = 0,08$ (mm/στρ·δόντι)



Γράφημα 4.47 $V_c - R_{sk}$ $f_z = 0,10$ (mm/στρ·δόντι)



Γράφημα 4.48 $V_c - R_{sk}$

Η επίδραση της ταχύτητας κοπής στην παράμετρο R_{sk} δεν είναι εύκολο να χαρακτηριστεί. Ενώ για την υψηλότερη πρόωση φαίνεται να την αυξάνει για τις άλλες δύο λειτουργεί συγκλητικά. Γενικά θα πρέπει να πούμε ότι η παράμετρος δεν φαίνεται να επηρεάζεται τόσο από την ταχύτητα κοπής όσο μάλλον από την πρόωση και γενικά προκύπτουν επιφάνειες με περισσότερες κοιλάδες από ότι κορυφές.

$V_c - R_{ku}$

$f_z = 0.05$ mm/στρ·δόντι

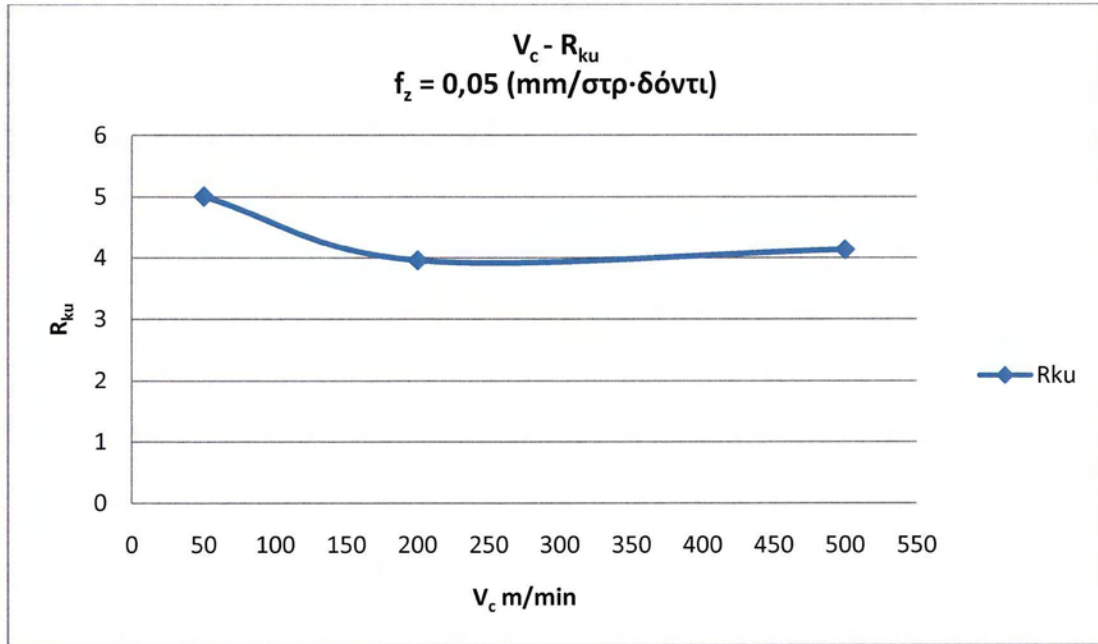
V_c	R_{ku}
50	4,999688
200	3,954479
500	4,130938

$f_z = 0.08$ mm/στρ·δόντι

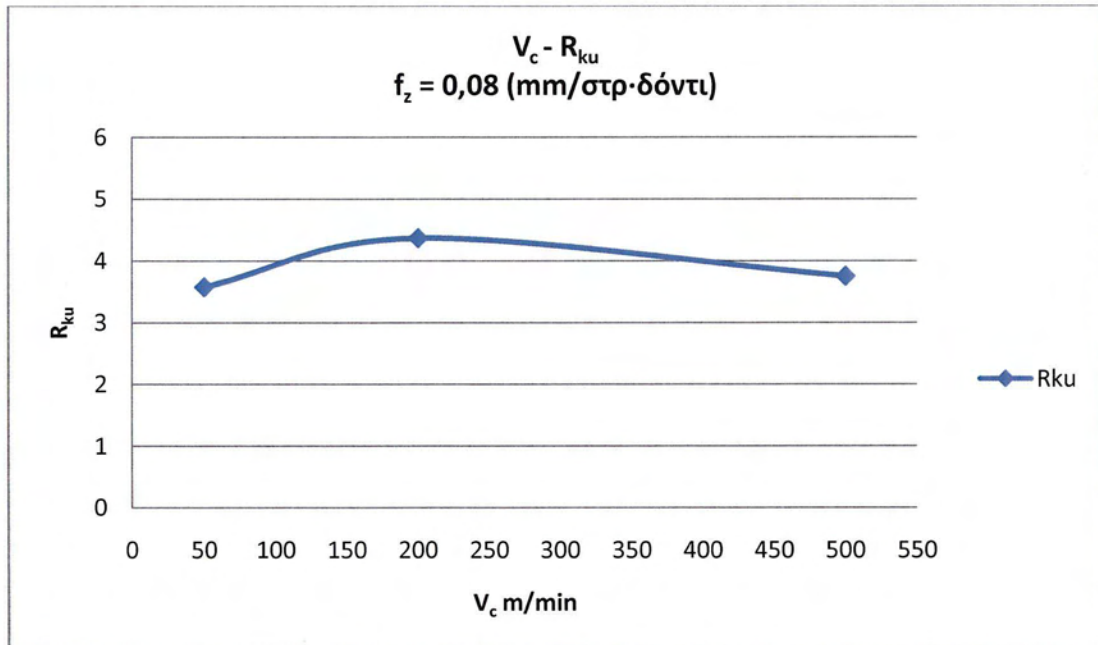
V_c	R_{ku}
50	3,56875
200	4,360729
500	3,745833

$f_z = 0.10$ mm/στρ·δόντι

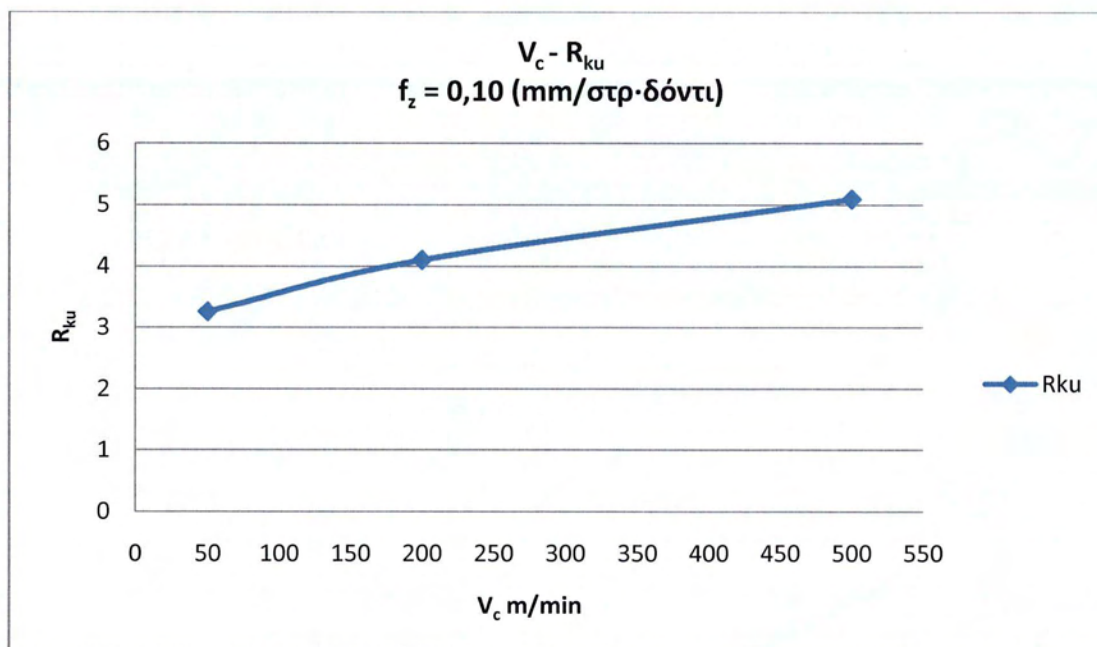
V_c	R_{ku}
50	3,25625
200	4,099688
500	5,0875



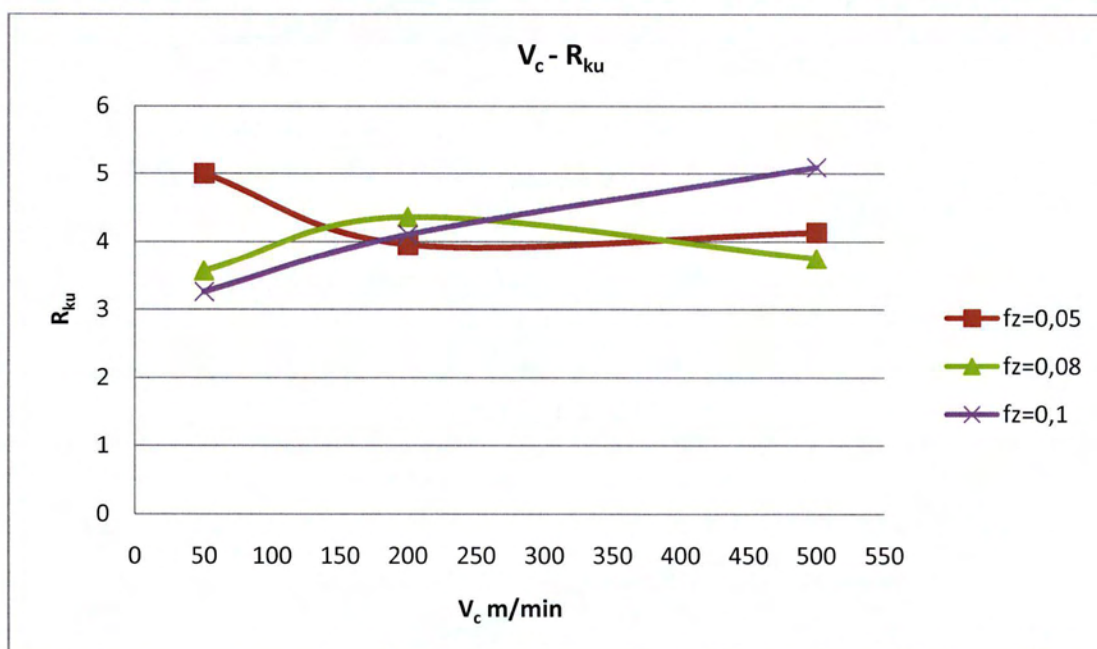
Γράφημα 4.49 $V_c - R_{ku}$ $f_z = 0,05$ (mm/στρ·δόντι)



Γράφημα 4.50 $V_c - R_{ku}$ $f_z = 0,08$ (mm/στρ·δόντι)



Γράφημα 4.51 $V_c - R_{ku}$ $f_z = 0,10$ (mm/στρ·δόντι)



Γράφημα 4.52 $V_c - R_{ku}$

Όπως και με την πρόωση, η επίδραση της ταχύτητας κοπής στην παράμετρο R_{ku} από ότι προκύπτει από τα πειραματικά δεδομένα είναι μικρή. Όπως προκύπτει από τις μετρήσεις η ταχύτητα κοπής δεν επηρεάζει καθοριστικά προς μία κατεύθυνση την τιμή της.

$V_c - R_z$

$f_z = 0.05 \text{ mm/στρ}\cdot\text{δόντι}$

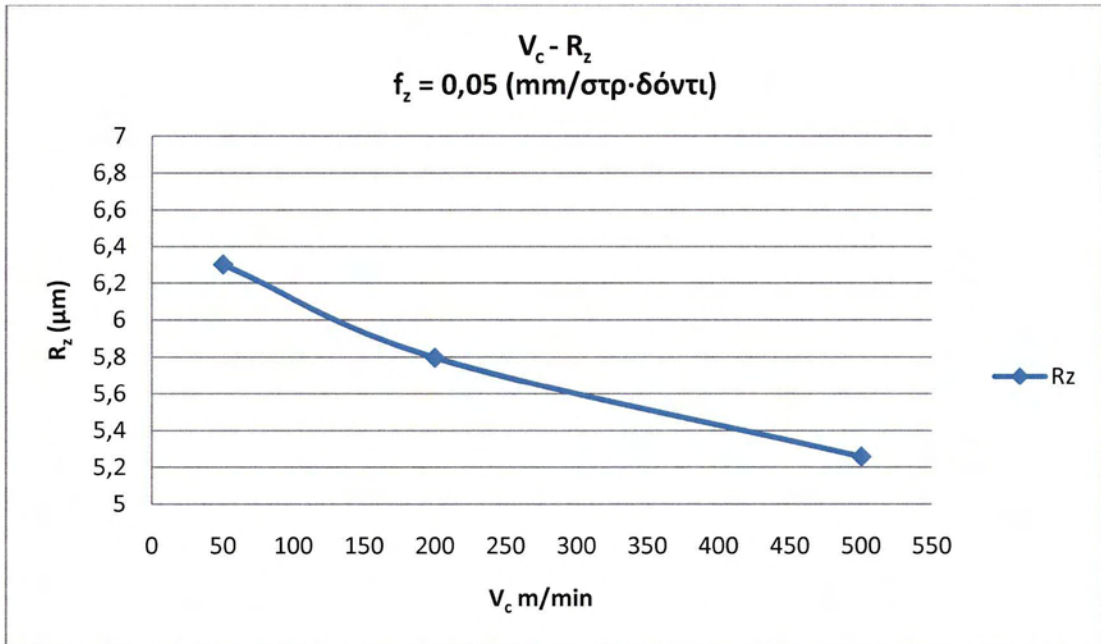
V_c	R_z
50	6,300938
200	5,795521
500	5,255938

$f_z = 0.08 \text{ mm/στρ}\cdot\text{δόντι}$

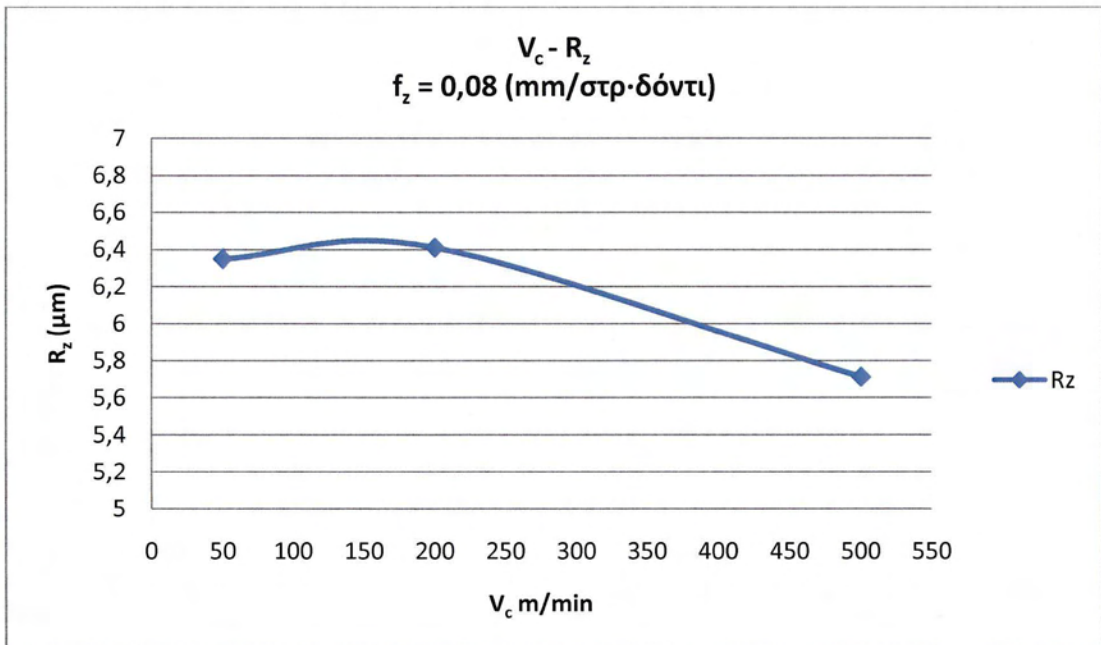
V_c	R_z
50	6,346875
200	6,408438
500	5,71099

$f_z = 0.10 \text{ mm/στρ}\cdot\text{δόντι}$

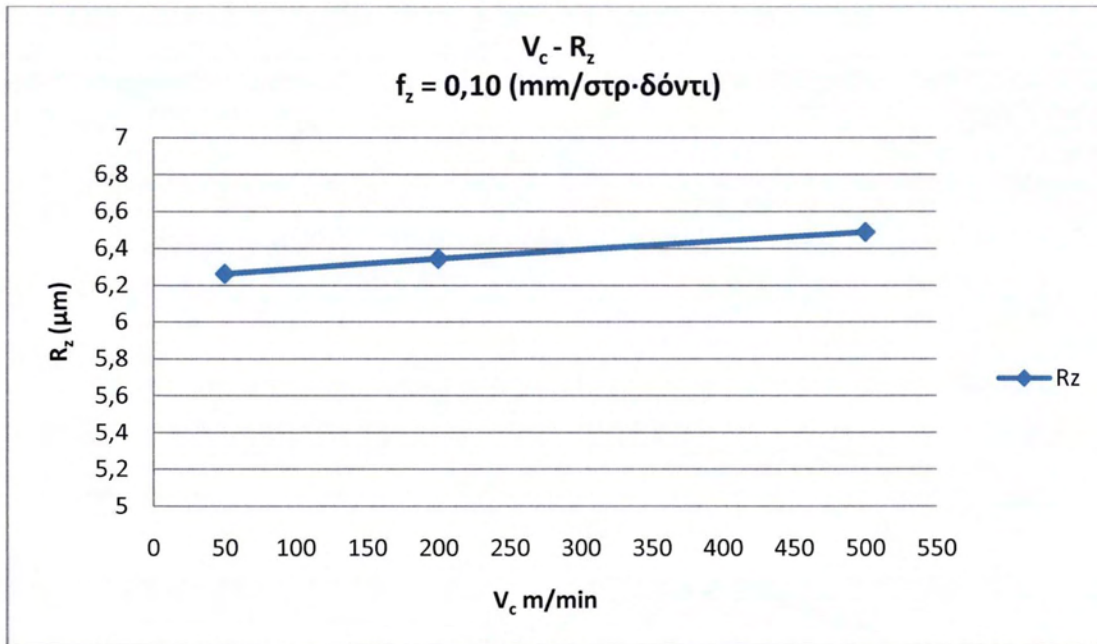
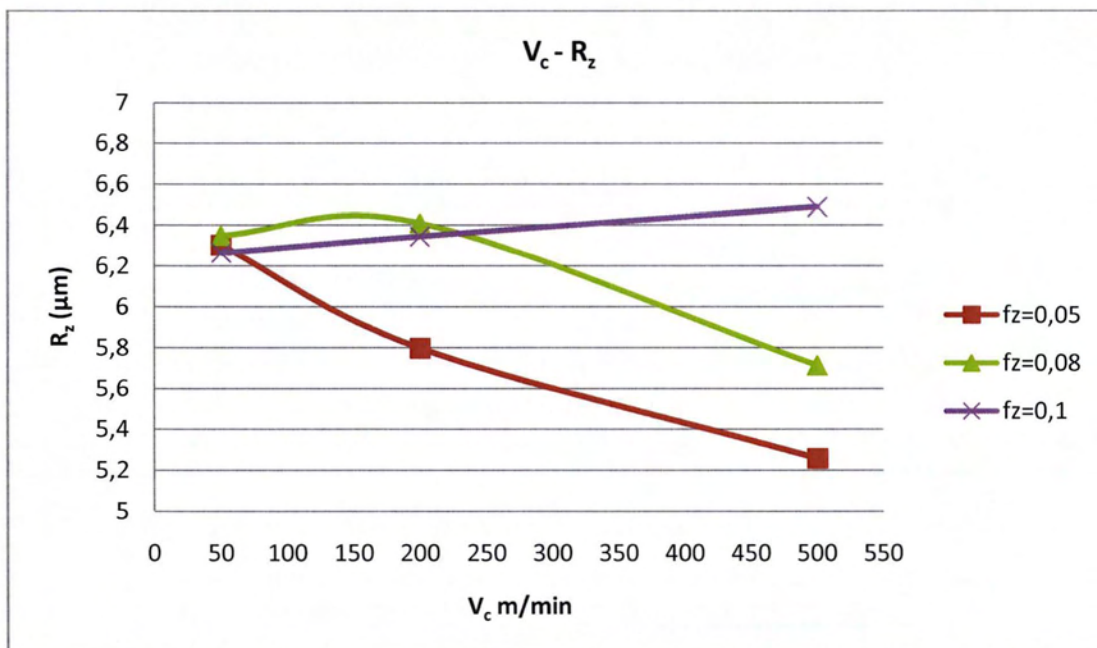
V_c	R_z
50	6,262813
200	6,343438
500	6,487292



Γράφημα 4.53 $V_c - R_z$ $f_z = 0,05 \text{ (mm/στρ}\cdot\text{δόντι)}$



Γράφημα 4.54 $V_c - R_z$ $f_z = 0,08 \text{ (mm/στρ}\cdot\text{δόντι)}$

Γράφημα 4.55 $V_c - R_z$ $f_z = 0,10$ (mm/στρ·δόντι)Γράφημα 4.56 $V_c - R_z$

Η παράμετρος R_z , αν εξαιρέσουμε την μάλλον μικρή της αύξηση για την υψηλότερη πρόωση, τείνει να μειώνεται με την αύξηση της ταχύτητας κοπής. Αυτό είναι σύμφωνο και με την εικόνα των υπολοίπων παραμέτρων εύρους.

$V_c - R_{Sm}$

$f_z = 0.05$ mm/στρ·δόντι

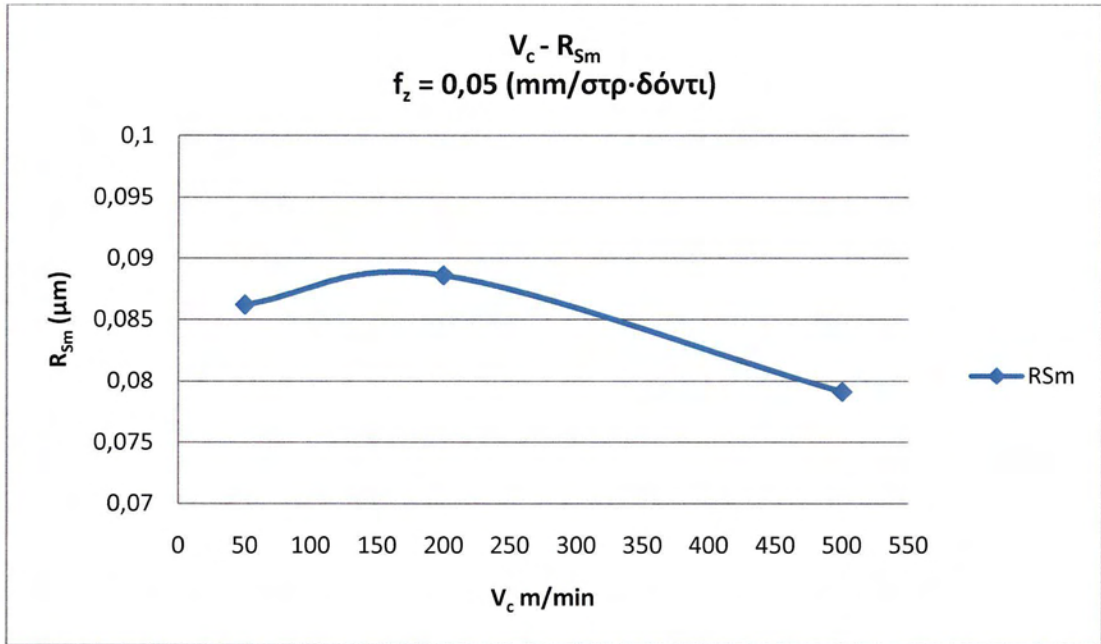
V_c	R_{Sm}
50	0,086181
200	0,088576
500	0,079075

$f_z = 0.08$ mm/στρ·δόντι

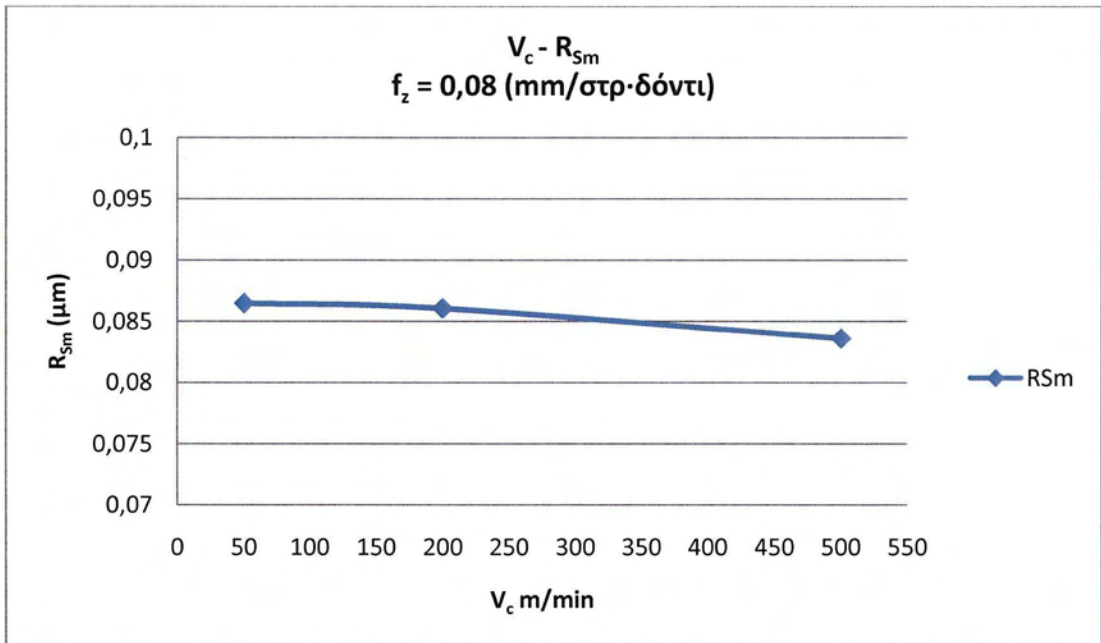
V_c	R_{Sm}
50	0,08645
200	0,086033
500	0,083581

$f_z = 0.10$ mm/στρ·δόντι

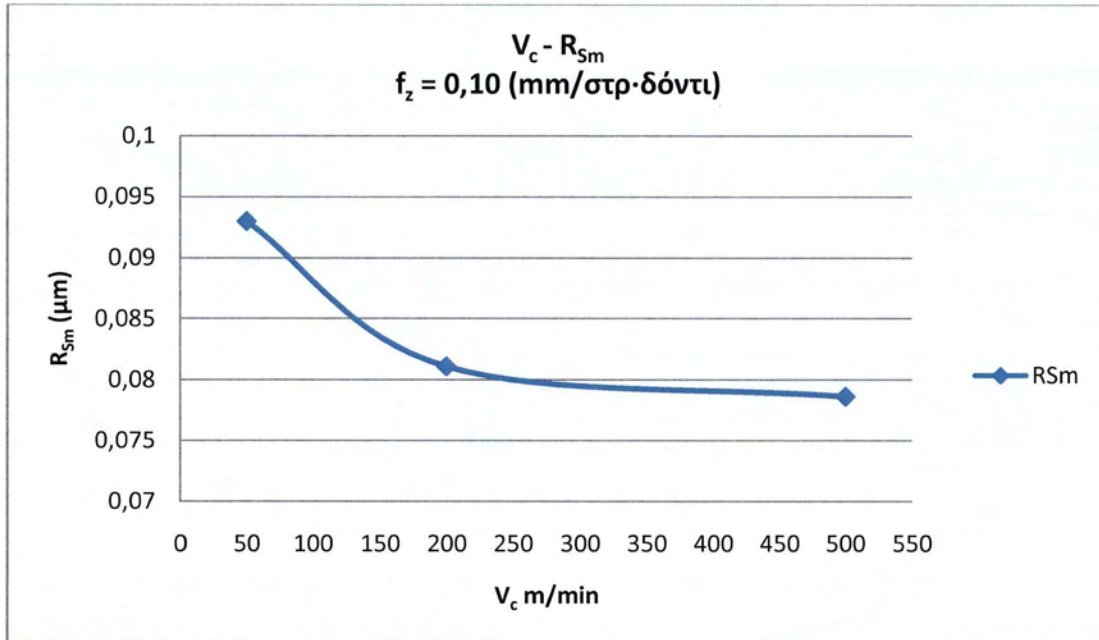
V_c	R_{Sm}
50	0,092994
200	0,081084
500	0,078625



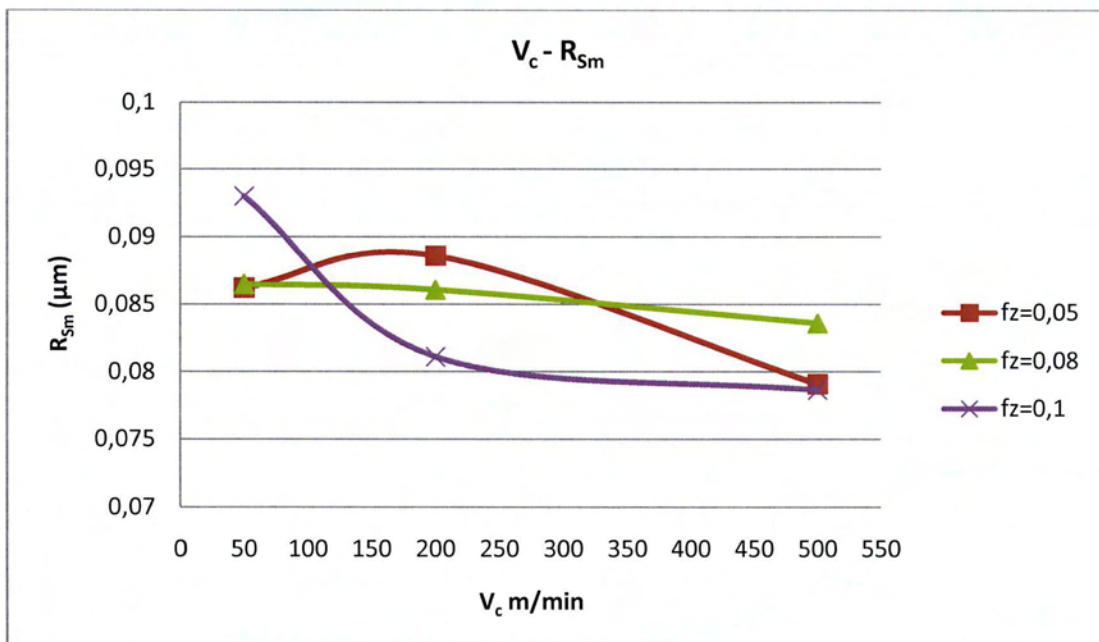
Γράφημα 4.57 $V_c - R_{Sm}$ $f_z = 0,05$ (mm/στρ·δόντι)



Γράφημα 4.58 $V_c - R_{Sm}$ $f_z = 0,08$ (mm/στρ·δόντι)



Γράφημα 4.59 $V_c - R_{Sm}$ $f_z = 0,10$ (mm/στρ·δόντι)



Γράφημα 4.60 $V_c - R_{Sm}$

Η επίδραση της ταχύτητας κοπής στην παράμετρο R_{Sm} είναι αντιστρόφως ανάλογη όπως προκύπτει από την γενικότερα εικόνα των τιμών της. Βέβαια το εύρος της είναι μικρό αλλά παρόλα αυτά η τάση είναι σαφής.

$V_c - R_k$

$f_z = 0.05$ mm/στρ·δόντι

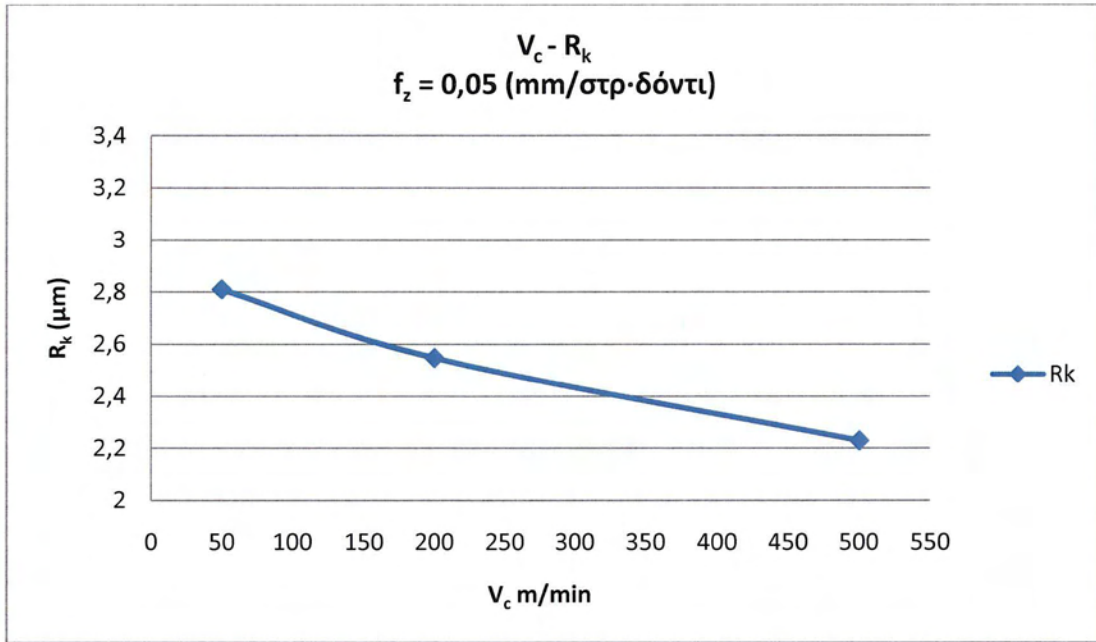
V_c	R_k
50	2,808438
200	2,545521
500	2,227813

$f_z = 0.08$ mm/στρ·δόντι

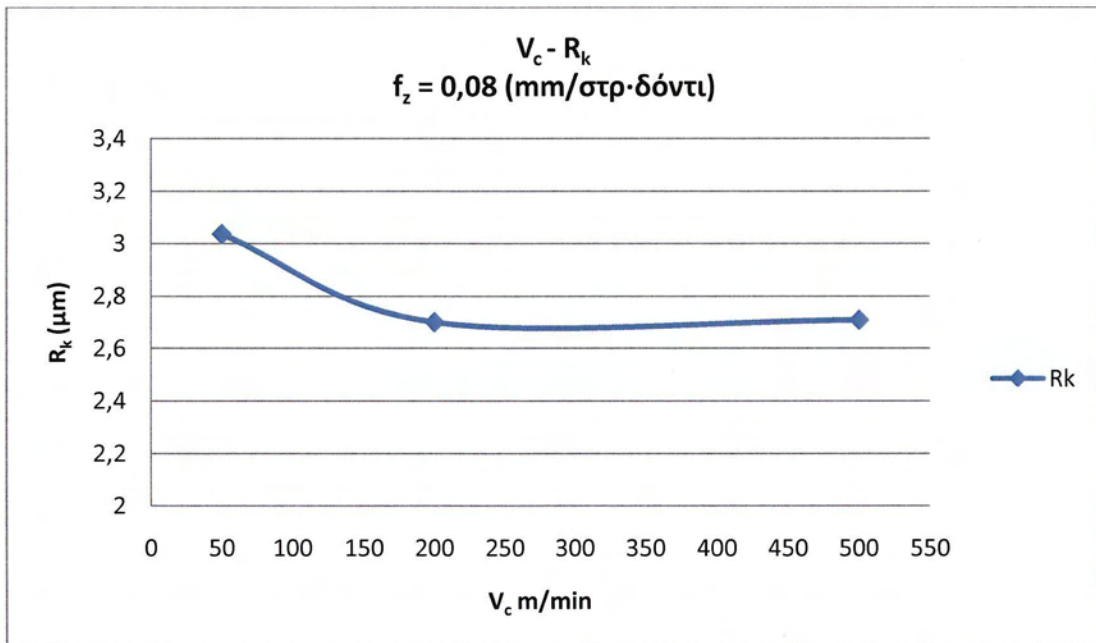
V_c	R_k
50	3,034063
200	2,699375
500	2,708021

$f_z = 0.10$ mm/στρ·δόντι

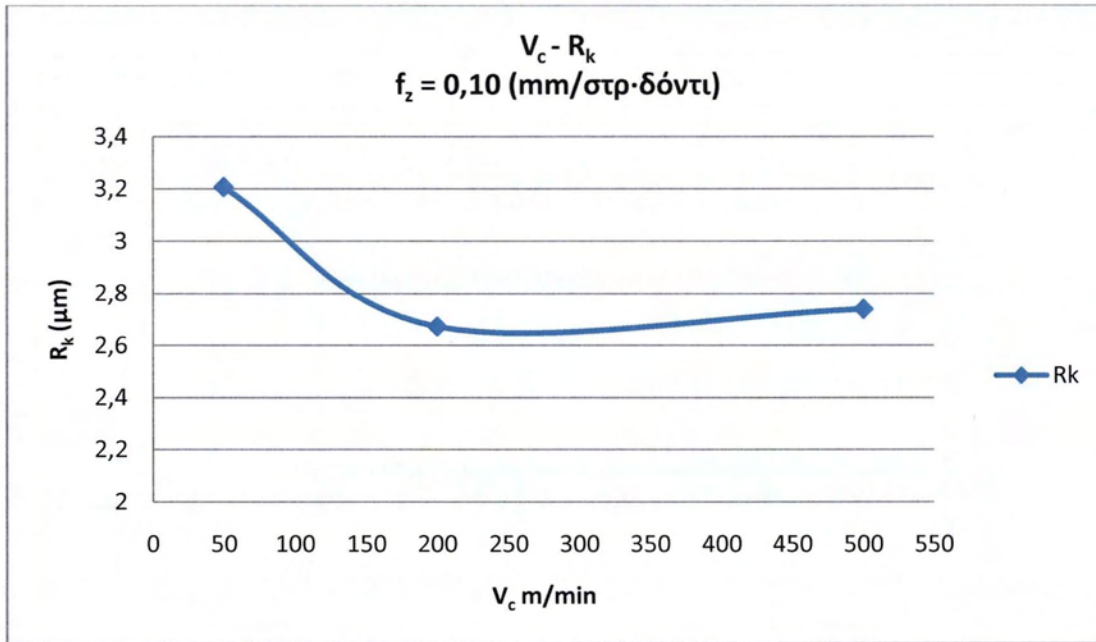
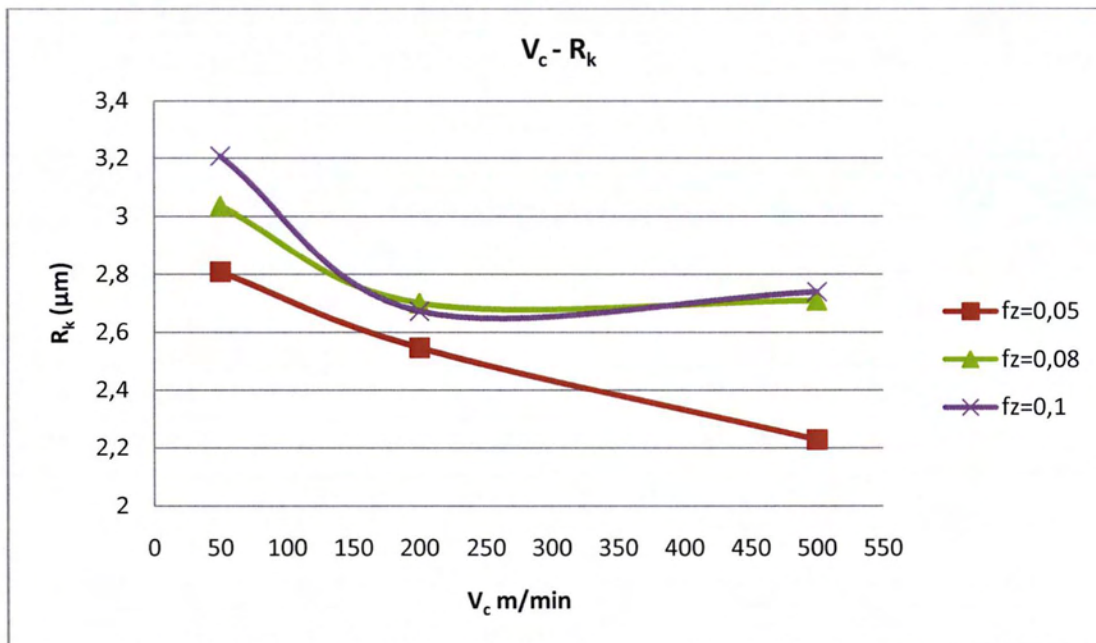
V_c	R_k
50	3,20625
200	2,671563
500	2,738333



Γράφημα 4.61 $V_c - R_k$ $f_z = 0,05$ (mm/στρ·δόντι)

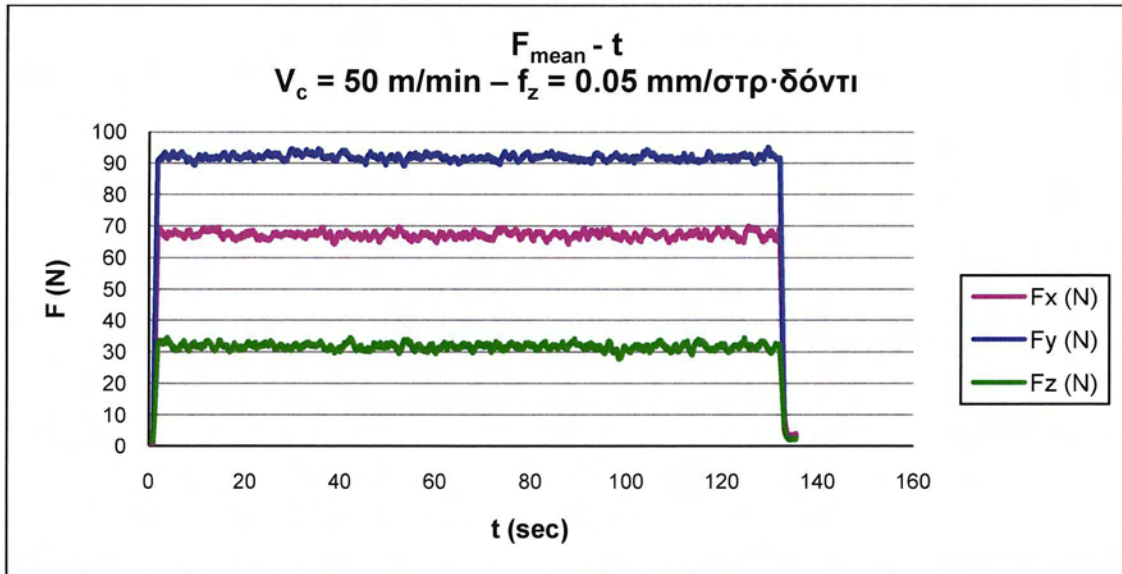


Γράφημα 4.62 $V_c - R_k$ $f_z = 0,08$ (mm/στρ·δόντι)

Γράφημα 4.63 $V_c - R_k$ $f_z = 0,10$ (mm/στρ·δόντι)Γράφημα 4.64 $V_c - R_k$

Από τις υψηλότερες ταχύτητες κοπής προκύπτουν επιφάνειες με μικρότερες τιμές της παραμέτρου R_k . Επομένως είναι ασφαλές συμπέρασμα ότι οι υψηλότερες ταχύτητες κοπής ευνοούν τα χαρακτηριστικά της τραχύτητας επιφανείας που είναι επιθυμητά ειδικά σε εφαρμογές λίπανσης και οδήγησης.

Μέτρηση: $V_c = 50 \text{ m/min} - f_z = 0,5 \text{ mm/στρ}\cdot\text{δόντι}$

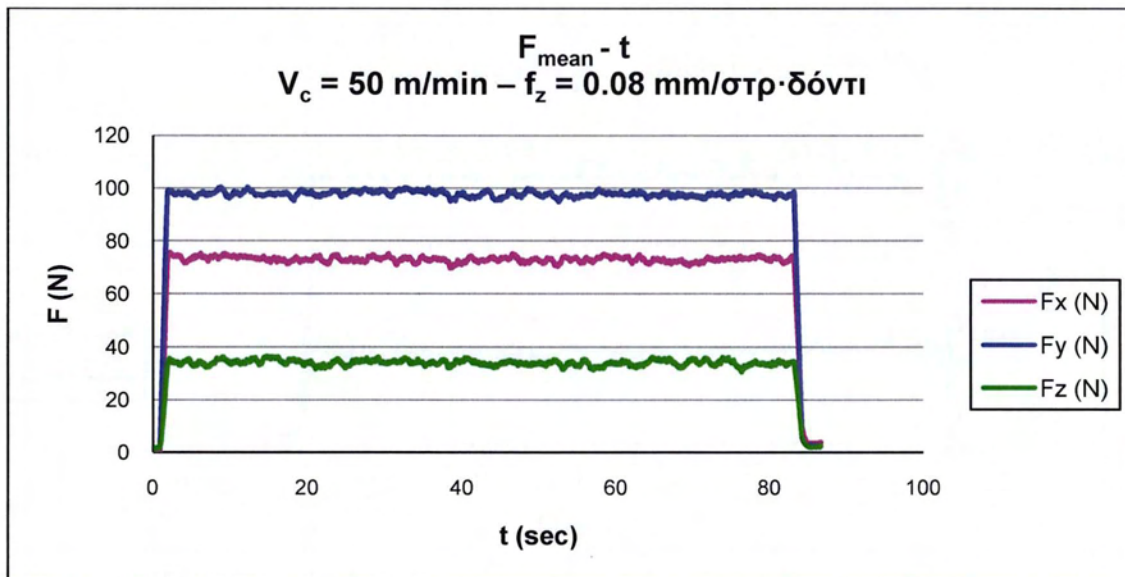


Γράφημα 4.65 Μέσος όρος δυνάμεων $V_c = 50 \text{ m/min} - f_z = 0,05 \text{ mm/στρ}\cdot\text{δόντι}$

	F_y	F_x	F_z
Μέσος όρος	91,769336	68,74025	32,08258
Τυπική απόκλιση	0,401089	0,267845	0,893459
Κύρτωση	-0,349401	-0,48283	-1,12952
Λοξότητα	0,2216504	0,279156	-0,28584

Πίνακας 4.1 Δεδομένα γραφήματος $V_c = 50 \text{ m/min} - f_z = 0,05 \text{ mm/στρ}\cdot\text{δόντι}$

Μέτρηση: $V_c = 50 \text{ m/min} - f_z = 0,8 \text{ mm/στρ}\cdot\text{δόντι}$

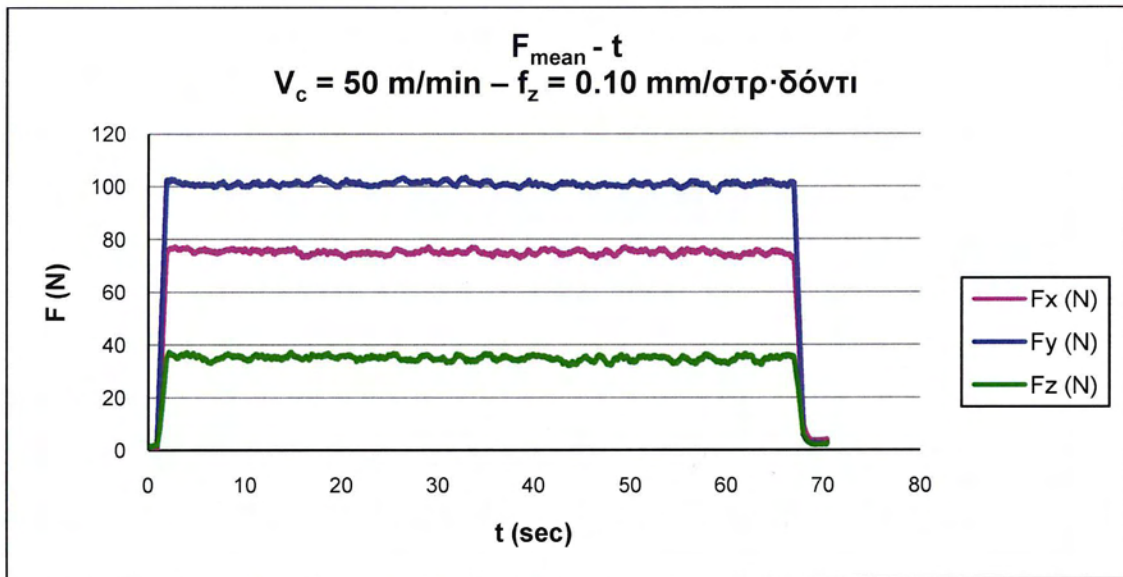


Γράφημα 4.66 Μέσος όρος δυνάμεων $V_c = 50 \text{ m/min} - f_z = 0,08 \text{ mm/στρ}\cdot\text{δόντι}$

	F_y	F_x	F_z
Μέσος όρος	98,252704	73,66646	34,44533
Τυπική απόκλιση	0,8713058	0,357138	0,690373
Κύρτωση	-1,004139	-0,33719	-0,83075
Λοξότητα	0,4830983	-0,16661	0,200946

Πίνακας 4.2 Δεδομένα γραφήματος $V_c = 50 \text{ m/min} - f_z = 0,08 \text{ mm/στρ}\cdot\text{δόντι}$

Μέτρηση: $V_c = 50 \text{ m/min} - f_z = 0,10 \text{ mm/στρ}\cdot\text{δόντι}$

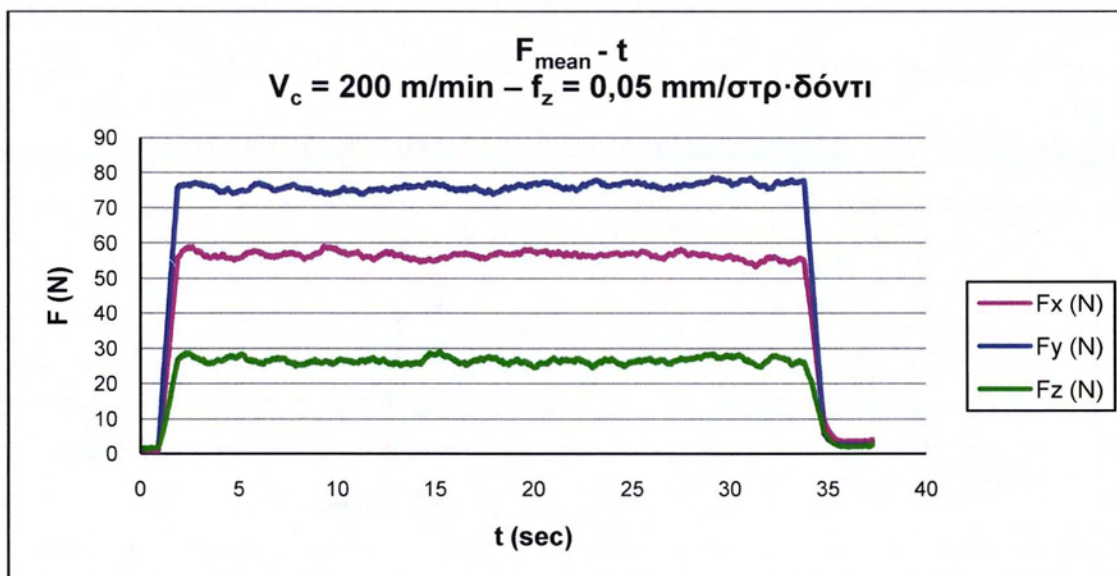


Γράφημα 4.67 Μέσος όρος δυνάμεων $V_c = 50 \text{ m/min} - f_z = 0,10 \text{ mm/στρ}\cdot\text{δόντι}$

	F_y	F_x	F_z
Μέσος όρος	100,6911	75,53079	35,29829
Τυπική απόκλιση	0,5452008	0,473418	0,535424
Κύρτωση	-0,459442	-0,33523	-0,85249
Λοξότητα	0,0764391	-0,69634	0,072139

Πίνακας 4.3 Δεδομένα γραφήματος $V_c = 50 \text{ m/min} - f_z = 0,10 \text{ mm/στρ}\cdot\text{δόντι}$

Μέτρηση: $V_c = 200 \text{ m/min} - f_z = 0,5 \text{ mm/στρ}\cdot\text{δόντι}$

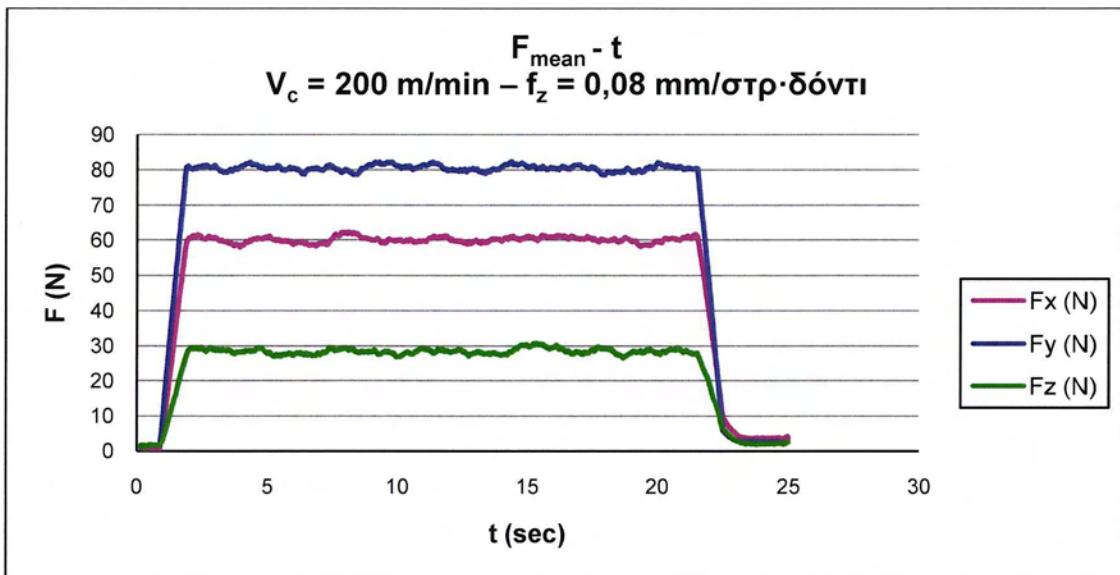


Γράφημα 4.69 Μέσος όρος δυνάμεων $V_c = 200 \text{ m/min} - f_z = 0,05 \text{ mm/στρ}\cdot\text{δόντι}$

	F_y	F_x	F_z
Μέσος όρος	75,21232	56,32089	26,11849
Τυπική απόκλιση	0,6391624	0,636672	0,542041
Κύρτωση	-0,423381	-0,90024	-0,88566
Λοξότητα	-0,288766	0,126882	0,305598

Πίνακας 4.4 Δεδομένα γραφήματος $V_c = 200 \text{ m/min} - f_z = 0,05 \text{ mm/στρ}\cdot\text{δόντι}$

Μέτρηση: $V_c = 200 \text{ m/min} - f_z = 0,08 \text{ mm/στρ}\cdot\text{δόντι}$

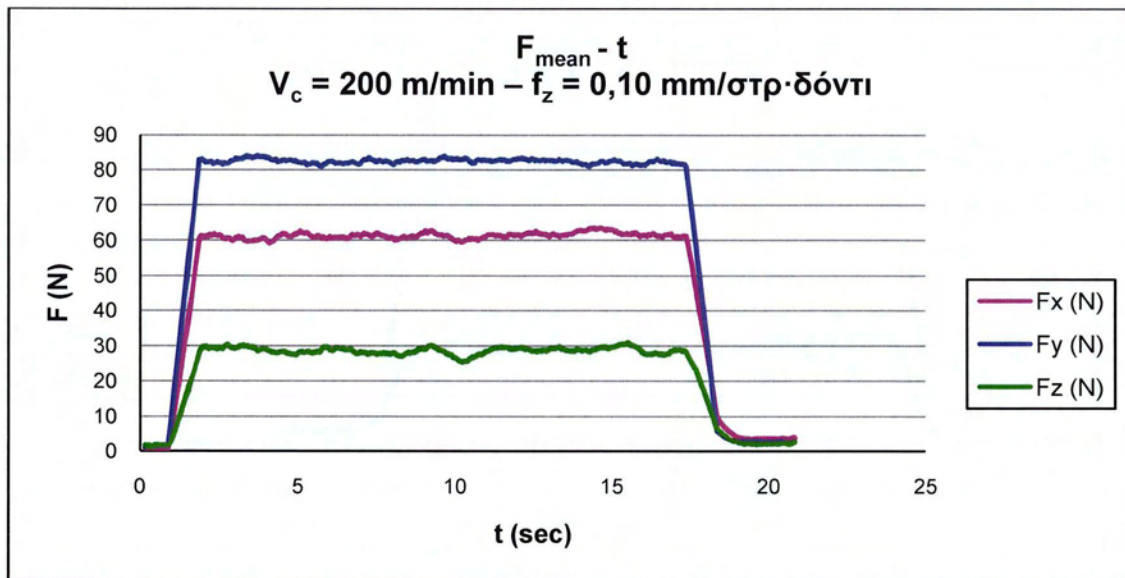


Γράφημα 4.70 Μέσος όρος δυνάμεων $V_c = 200 \text{ m/min} - f_z = 0,08 \text{ mm/στρ}\cdot\text{δόντι}$

	F_y	F_x	F_z
Μέσος όρος	80,344384	60,00193	28,28054
Τυπική απόκλιση	0,8023412	0,64033	0,514027
Κύρτωση	-0,493533	-1,0353	-0,87353
Λοξότητα	0,7451734	0,250271	0,044835

Πίνακας 4.5 Δεδομένα γραφήματος $V_c = 200 \text{ m/min} - f_z = 0,08 \text{ mm/στρ}\cdot\text{δόντι}$

Μέτρηση: $V_c = 200 \text{ m/min} - f_z = 0,10 \text{ mm/στρ}\cdot\text{δόντι}$

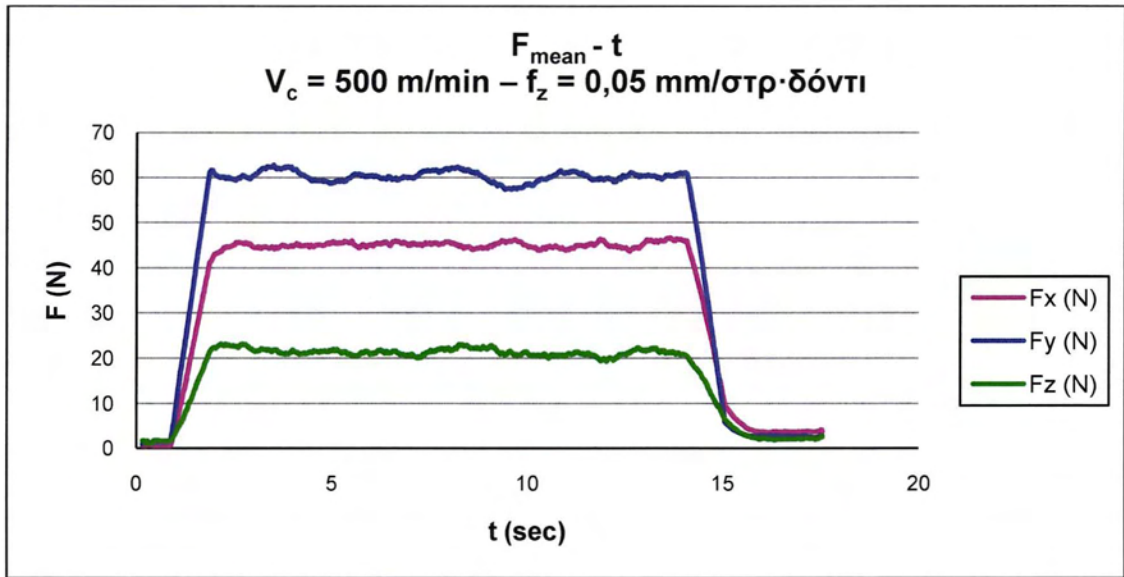


Γράφημα 4.71 Μέσος όρος δυνάμεων $V_c = 200 \text{ m/min} - f_z = 0,10 \text{ mm/στρ}\cdot\text{δόντι}$

	F_y	F_x	F_z
Μέσος όρος	82,757945	61,57551	28,98309
Τυπική απόκλιση	0,2957325	0,397299	0,388708
Κύρτωση	0,2844112	0,567169	-1,06994
Λοξότητα	0,074841	0,654752	0,000053

Πίνακας 4.6 Δεδομένα γραφήματος $V_c = 200 \text{ m/min} - f_z = 0,10 \text{ mm/στρ}\cdot\text{δόντι}$

Μέτρηση: $V_c = 500 \text{ m/min} - f_z = 0,5 \text{ mm/στρ}\cdot\text{δόντι}$

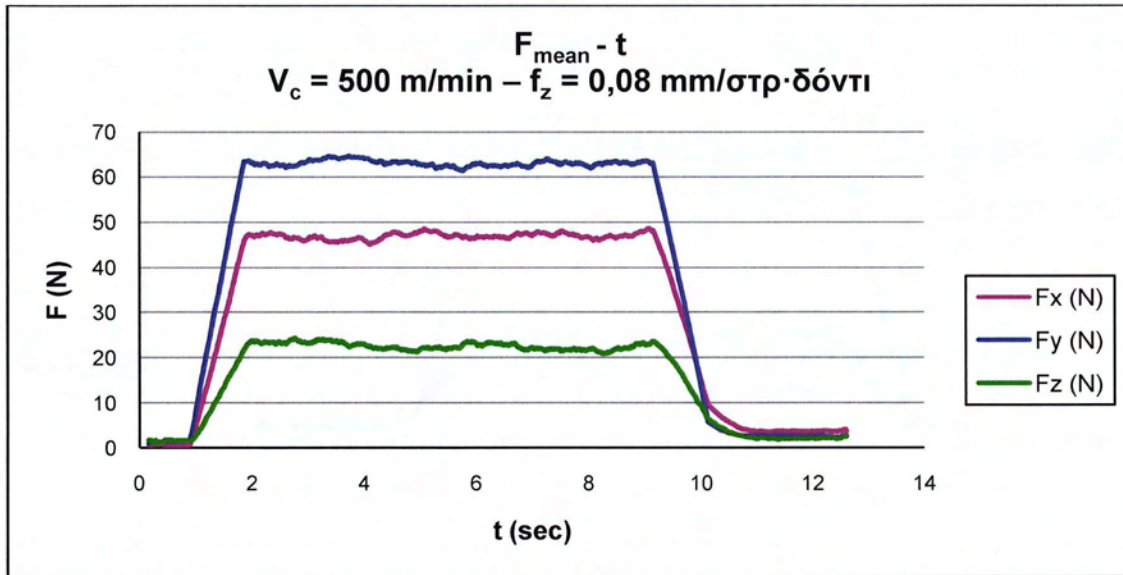


Γράφημα 4.72 Μέσος όρος δυνάμεων $V_c = 500 \text{ m/min} - f_z = 0,05 \text{ mm/στρ}\cdot\text{δόντι}$

	F_y	F_x	F_z
Μέσος όρος	60,250352	45,2075	20,96925
Τυπική απόκλιση	0,5731438	0,783173	0,720569
Κύρτωση	-0,626504	-1,27013	-0,42324
Λοξότητα	-0,031806	0,0428	-0,39622

Πίνακας 4.7 Δεδομένα γραφήματος $V_c = 500 \text{ m/min} - f_z = 0,05 \text{ mm/στρ}\cdot\text{δόντι}$

Μέτρηση: $V_c = 500 \text{ m/min} - f_z = 0,08 \text{ mm/στρ}\cdot\delta\acute{\omicron}\nu\tau\iota$

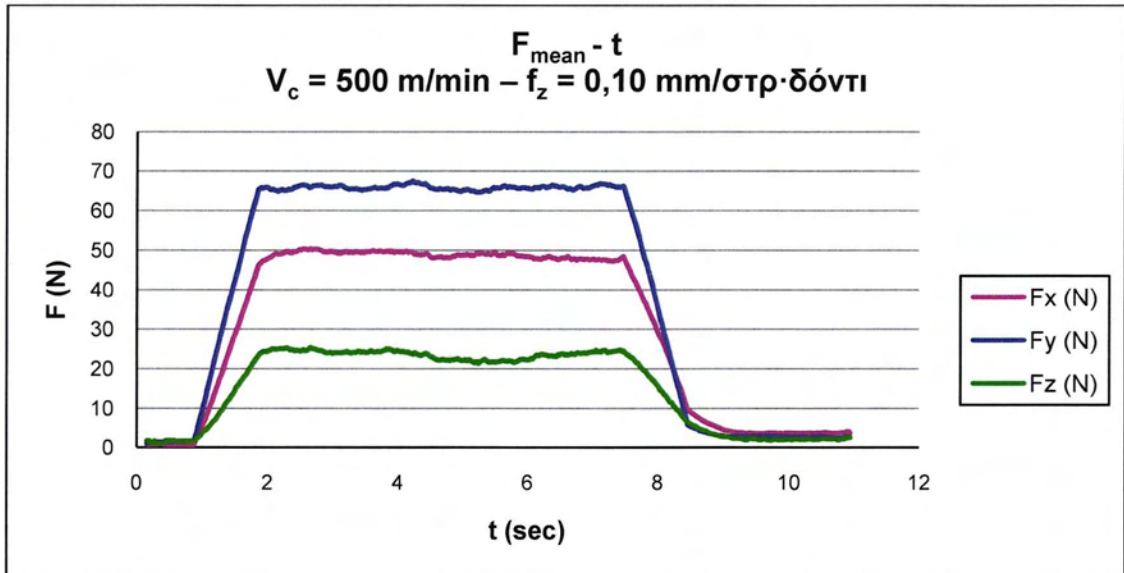


Γράφημα 4.73 Μέσος όρος δυνάμεων $V_c = 500 \text{ m/min} - f_z = 0,08 \text{ mm/στρ}\cdot\delta\acute{\omicron}\nu\tau\iota$

	F_y	F_x	F_z
Μέσος όρος	62,857876	47,02888	22,19826
Τυπική απόκλιση	0,4268748	0,465085	0,651356
Κύρτωση	-0,234165	-0,59316	-0,90421
Λοξότητα	0,1405184	0,174996	0,32793

Πίνακας 4.8 Δεδομένα γραφήματος $V_c = 500 \text{ m/min} - f_z = 0,08 \text{ mm/στρ}\cdot\delta\acute{\omicron}\nu\tau\iota$

Μέτρηση: $V_c = 500 \text{ m/min} - f_z = 0,10 \text{ mm/στρ}\cdot\text{δόντι}$



Γράφημα 4.74 Μέσος όρος δυνάμεων $V_c = 500 \text{ m/min} - f_z = 0,10 \text{ mm/στρ}\cdot\text{δόντι}$

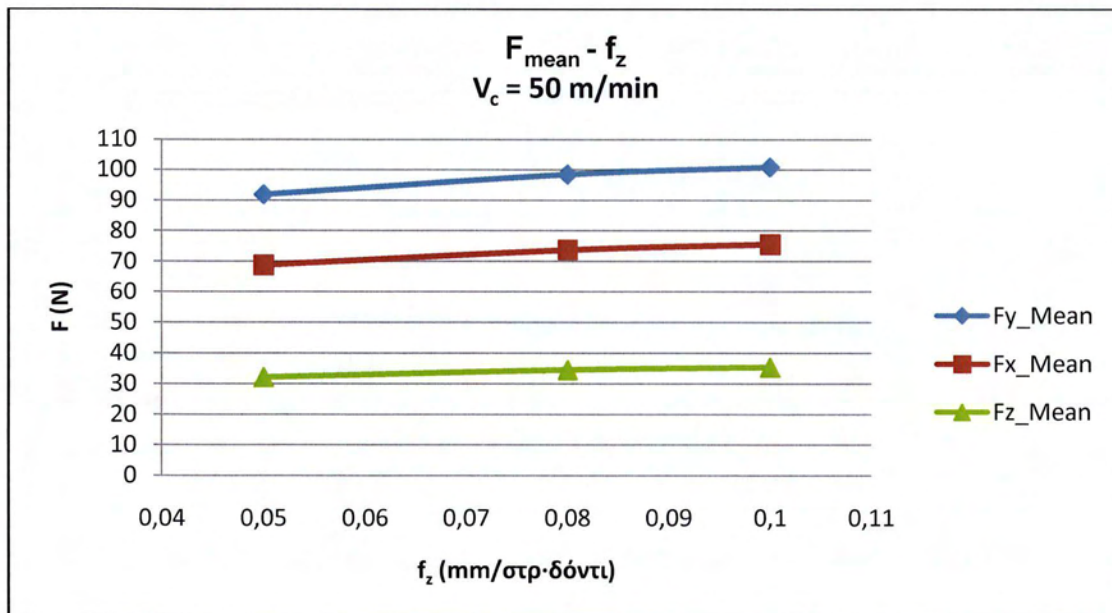
	F_y	F_x	F_z
Μέσος όρος	65,720268	49,04625	23,07498
Τυπική απόκλιση	0,6260818	0,50008	1,097927
Κύρτωση	-0,147964	-0,86976	-1,67286
Λοξότητα	0,546984	-0,38919	-0,01581

Πίνακας 4.9 Δεδομένα γραφήματος $V_c = 500 \text{ m/min} - f_z = 0,10 \text{ mm/στρ}\cdot\text{δόντι}$

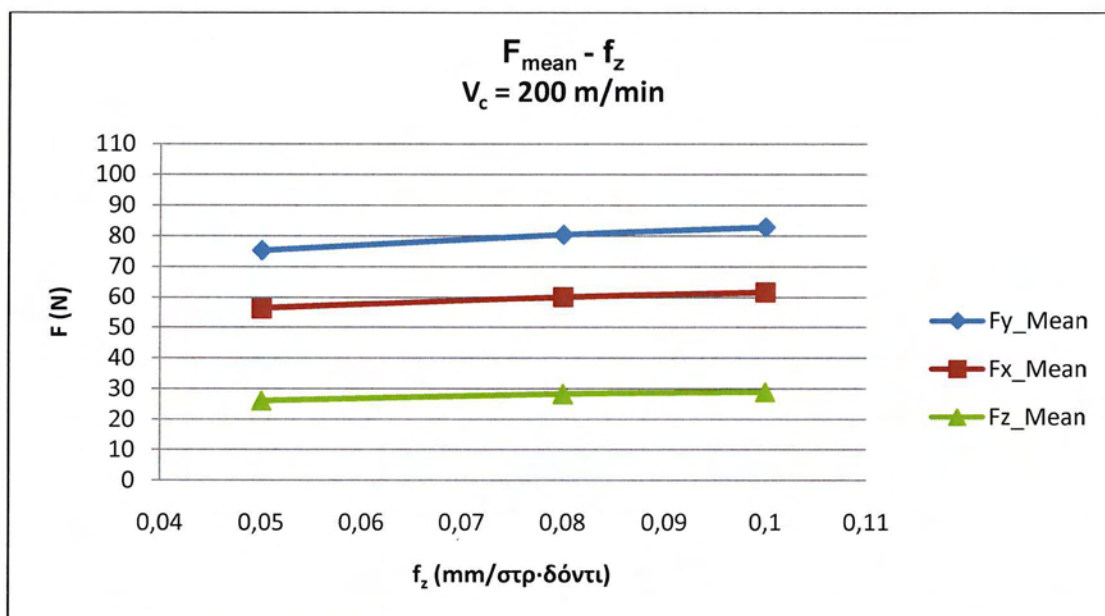
Γραφήματα μέσων όρων δυνάμεων με σταθερή ταχύτητα κοπής και μεταβλητή πρόωση

V_c	f_z	F_y	F_x	F_z
50	0,05	91,76934	68,7403	32,0826
50	0,08	98,25270	73,6665	34,4453
50	0,10	100,6911	75,5308	35,2983
200	0,05	75,21232	56,3209	26,1185
200	0,08	80,34438	60,0019	28,2805
200	0,10	82,75795	61,5755	28,9831
500	0,05	60,25035	45,2075	20,9693
500	0,08	62,85788	47,0289	22,1983
500	0,10	65,72027	49,0463	23,0750

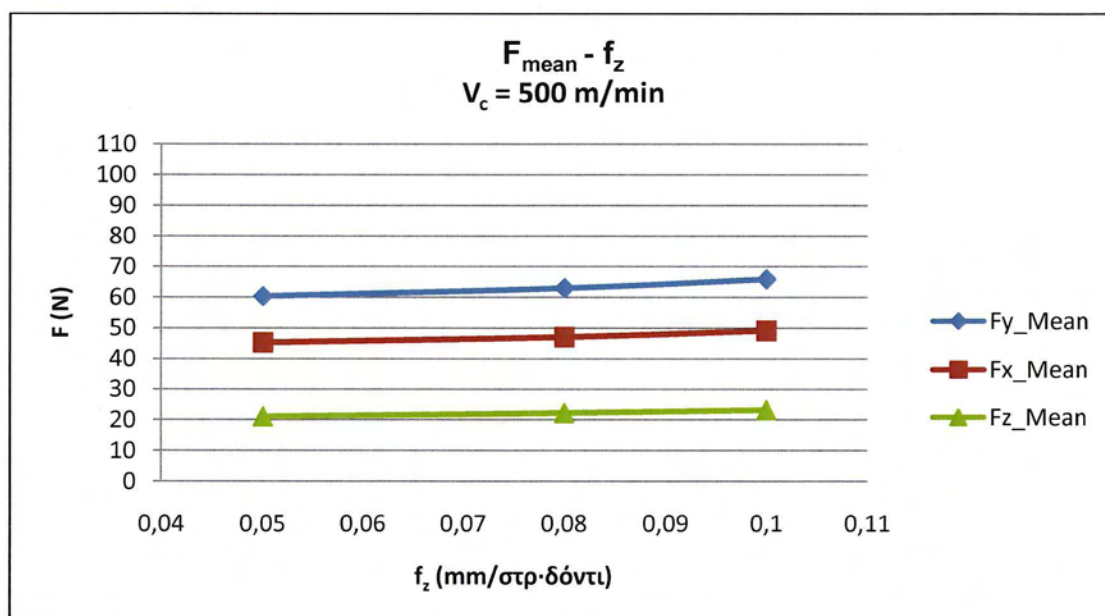
Πίνακας 4.10 Μέσος όρος δυνάμεων κοπής με σταθερή ταχύτητα κοπής και μεταβλητή πρόωση



Γράφημα 4.75 Μέσος όρος δυνάμεων – πρόωση ανά δόντι για $V_c = 50 \text{ m/min}$



Γράφημα 4.76 Μέσος όρος δυνάμεων – πρόωση ανά δόντι για $V_c = 200 \text{ m/min}$



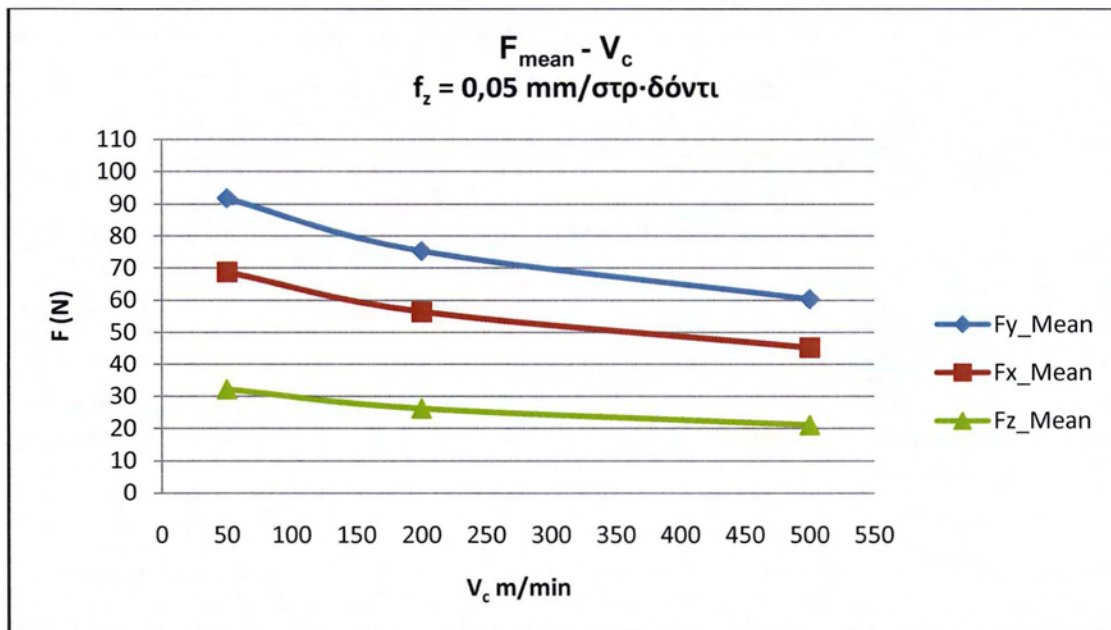
Γράφημα 4.77 Μέσος όρος δυνάμεων – πρόωση ανά δόντι για $V_c = 500 \text{ m/min}$

Από την αξιολόγηση των δεδομένων προκύπτει ότι οι δυνάμεις και η πρόωση αυξάνονται αναλογικά. Παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται η πρόωση, οι δυνάμεις μεγαλώνουν σε όλες τις κατευθύνσεις. Αυτό ισχύει για όλες τις ταχύτητες κοπής που αξιολογήθηκαν.

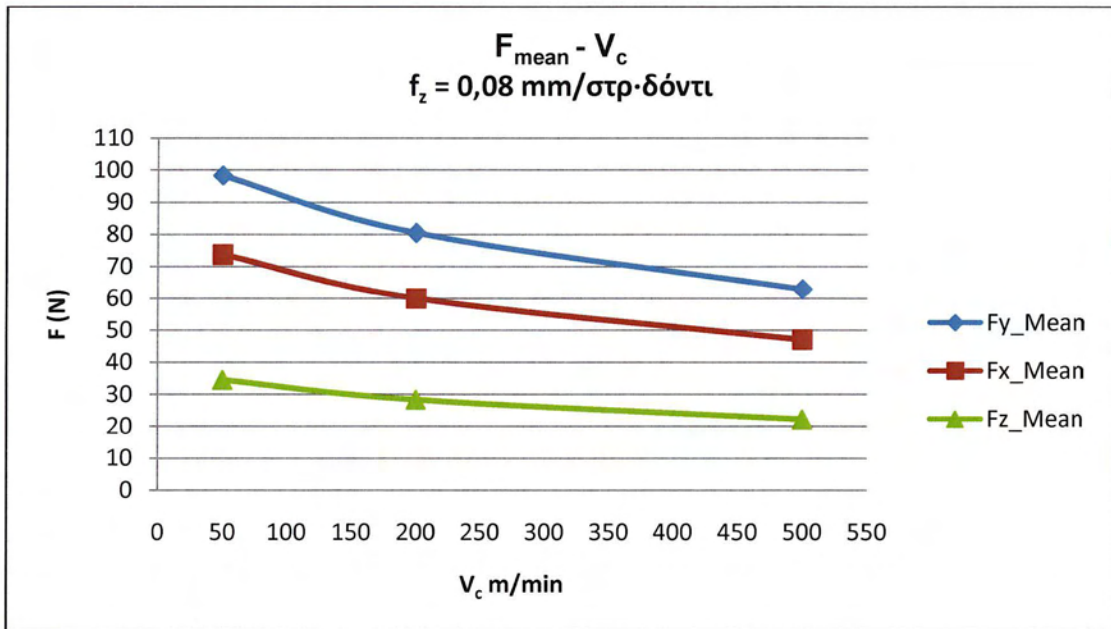
Γραφήματα μέσων όρων δυνάμεων με σταθερή πρόωση και μεταβλητή ταχύτητα κοπής

f_z	V_c	F_y	F_x	F_z
0,5	50	91,7693	68,7403	32,0826
0,5	200	75,2123	56,3209	26,1185
0,5	500	60,2504	45,2075	20,9693
0,8	50	98,2527	73,6665	34,4453
0,8	200	80,3444	60,0019	28,2805
0,8	500	62,8579	47,0289	22,1983
0,10	50	100,6910	75,5308	35,2983
0,10	200	82,7579	61,5755	28,9831
0,10	500	65,7203	49,0463	23,0750

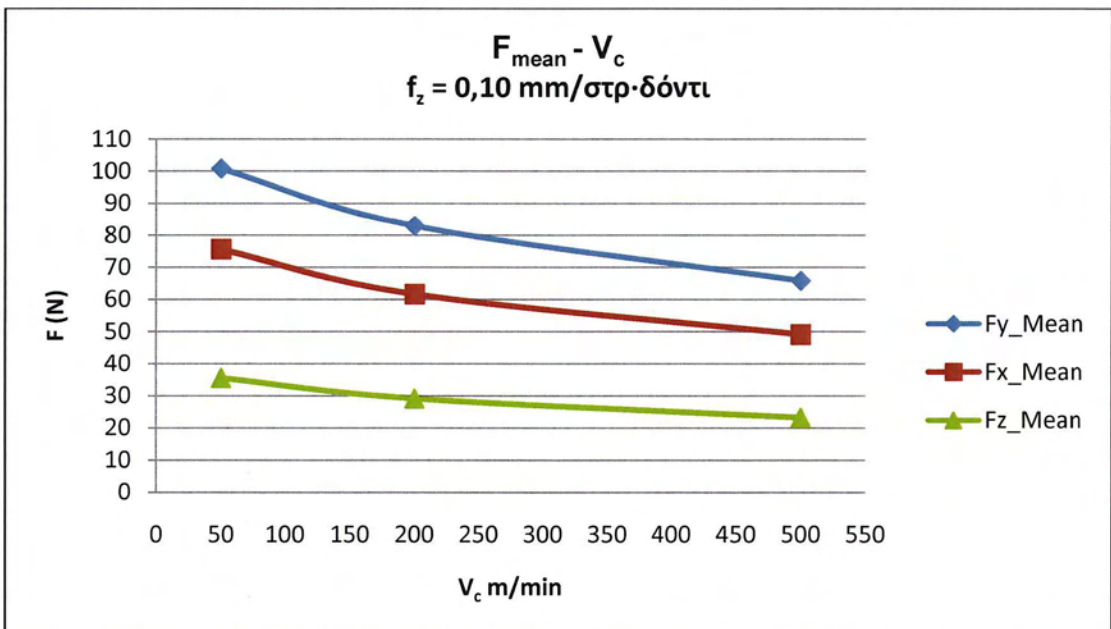
Πίνακας 4.11 Μέσος όρος δυνάμεων κοπής με σταθερή πρόωση και μεταβλητή ταχύτητα κοπής



Γράφημα 4.78 Μέσος όρος δυνάμεων – ταχύτητα κοπής για $f_z = 0,05 \text{ mm/στρ}\cdot\text{δόντι}$



Γράφημα 4.79 Μέσος όρος δυνάμεων – ταχύτητα κοπής για $f_z = 0,08$ mm/στρ·δόντι



Γράφημα 4.80 Μέσος όρος δυνάμεων – ταχύτητα κοπής για $f_z = 0,10$ mm/στρ·δόντι

Από την αξιολόγηση των δεδομένων προκύπτει ότι οι δυνάμεις και η ταχύτητα κοπής είναι αντιστρόφως ανάλογες ποσότητες. Αυτή η σχέση ισχύει για όλες τις προώσεις που έχουν χρησιμοποιηθεί. Τέλος μπορούμε να δούμε ότι οι δυνάμεις σε όλες τις κατευθύνσεις ακολουθούν αυτήν την αναλογία.

5. Συμπεράσματα – Προτάσεις

Στο τελευταίο κεφάλαιο αυτής της εργασίας θα γίνει μία προσπάθεια να συνοψιστούν τα αποτελέσματα και κυρίως να ερμηνευθούν. Ο πρωταρχικός στόχος είναι να εξαχθούν τα απαραίτητα συμπεράσματα ώστε να μπορούν να επιλεγούν συνθήκες κοπής κατάλληλες για την επίτευξη τόσο ποιοτικών στόχων όσο και οικονομικών.

5.1 Συμπεράσματα

- I. Η φθορά των πλακιδίων σε αυτόν τον όγκο αφαίρεσης υλικού ήταν συνολικά αμελητέα. Δεν ήταν δυνατόν με οπτικό έλεγχο να εντοπιστεί η παραμικρή φθορά. Επομένως μπορούμε να πούμε πως για πλακίδια με επίστρωση AlTiN, το προσδόκιμο ζωής τους θα είναι τόσο μεγάλο που δεν θα παίζει σημαντικό οικονομικό ρόλο στην κατεργασία των τεμαχίων από PA66 GF30.
- II. Η κατεργασία έλαβε χώρα χωρίς κάποιο υγρό κοπής βέβαια, μιας και αυτά είναι εξειδικευμένα για την κοπή μετάλλων. Αν απαιτούνταν κάποιο μέσο ψύξης δεν θα μπορούσε να ήταν κάποιο διάλυμα με βάση το νερό, αφού το υλικό μας έχει σημαντικό βαθμό απορρόφησης νερού. Λαμβάνοντας αυτά τα δεδομένα υπ' όψιν χρησιμοποιήθηκε πεπιεσμένος αέρας για την απομάκρυνση των απόβλιπτων και εν μέρει για ψύξη.
- III. Οι δυνάμεις που αναπτύσσονται δεν είναι ιδιαίτερα υψηλές ακόμη και σε μεγάλες προώσεις ή μικρές ταχύτητες κοπής. Οι χαμηλές ταχύτητες κοπής είναι ακατάλληλες για το συγκεκριμένο υλικό και επομένως οι μεγαλύτερες καταγεγραμμένες δυνάμεις δεν αποτελούν πρόβλημα. Στις υψηλές ταχύτητες κοπής σε όλο το εύρος προώσεων οι δυνάμεις δεν αποτελούν σημαντικό παράγοντα για την κατεργασία και με την κατάλληλη πρόσδεση του τεμαχίου μπορούν να επιτευχθούν τα επιθυμητά ποιοτικά χαρακτηριστικά.
- IV. Οι παράμετροι της τραχύτητας επηρεάζονται σημαντικά από την μεταβολή της ταχύτητας κοπής. Από τα πειραματικά αποτελέσματα οι παράμετροι τραχύτητας στις ταχύτητες κοπής $V_c = 200$ m/min και $V_c = 500$ m/min είναι καλύτερες σε όλες τις προώσεις. Από τις δύο ταχύτητες κοπής ενώ οι παράμετροι είναι πολύ κοντά σε τιμές θα πρέπει να προτιμηθεί σαφέστερα η υψηλότερη δυνατή ταχύτητα κοπής



που επιτρέπει η εργαλειομηχανή, αφού αυτή θα είναι και οικονομικά η πιο συμφέρουσα.

- V. Η επίδραση της πρόωσης στις παραμέτρους τραχύτητας είναι εξίσου σημαντική με την ταχύτητα κοπής. Γενικά η μείωση της πρόωσης λειτουργεί ευνοϊκά στις παραμέτρους τραχύτητας. Ενώ υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των τιμών της πρόωσης μπορούμε να πούμε ότι η επιλογή μεγάλης πρόωσης δεν είναι ουσιαστικά σημαντικά επιβαρυντική στις παραμέτρους τραχύτητας για τις συνήθεις εφαρμογές. Παρόλα αυτά μικρότερες τιμές πρόωσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε απαιτητικές εφαρμογές και δεδομένου της υψηλής ταχύτητας κοπής, η χρονική επιβάρυνση στην κατεργασία θα είναι μικρή.
- VI. Όπως αναφέρθηκε και στο αντίστοιχο κεφάλαιο για τα απόβλιττα η επίδραση της κατεύθυνσης κοπής είναι ιδιαίτερος σημαντική. Επομένως θα πρέπει να εξαχθεί ως συμπέρασμα ότι η ομόροπη κατεργασία θα πρέπει να είναι προτεινόμενη έναντι της αντίροπης.

Συνοψίζοντας η κατεργαστικότητα του PA66 GF30 θα πρέπει να χαρακτηριστεί ως ιδιαίτερα υψηλή αφού επιτρέπει την επίτευξη πολύ καλών χαρακτηριστικών τραχύτητας, άρα και διαστατικών. Η φθορά του εργαλείου είναι πολύ μικρή έως αμελητέα και το ενεργειακό κόστος για την κατεργασία είναι μικρό, αφού οι δυνάμεις κοπής είναι μικρές. Πρακτικά η κατεργασία τεμαχίων από PA66 GF30 δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες δυσκολίες ούτε ως προς την συγκράτηση των τεμαχίων ούτε ως προς την απαγωγή των αποβλίττων. Το μόνο που θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως ένα βαθμό δυσκολία στην κατεργασία είναι η απαίτηση από την εργαλειομηχανή να επιτυγχάνει υψηλούς αριθμούς περιστροφής της ατράκτου, το οποίο όμως επιφέρει σημαντικά οικονομικά οφέλη.

5.2 Προτάσεις

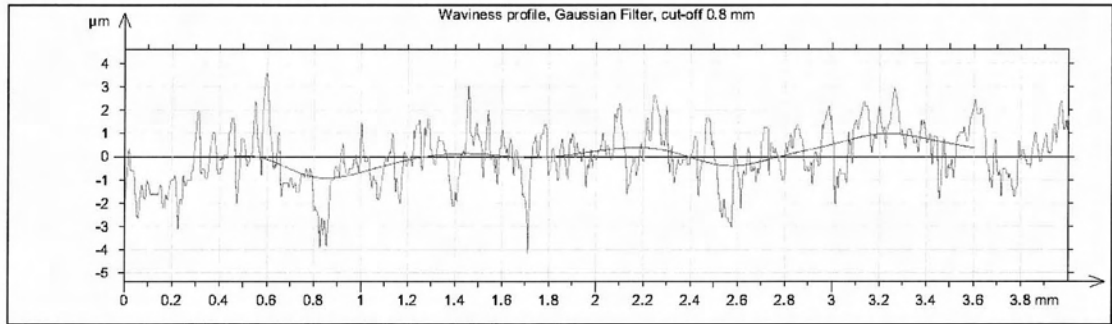
- I. Περαιτέρω διερεύνηση των κατεργασιών σε φρέζα. Π.χ. περιφερειακή κοπή με κονδύλι, κοπή με κονδύλι σφαιρικής διατομής και κεκλιμένης επιφάνειας.
- II. Διερεύνηση της κατεργαστικότητας σε κατεργασίας διάνοιξης οπών. Π.χ. διάτρηση, γλύφανση, bohring κ.τ.λ.
- III. Μελέτη της επίδρασης των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των εργαλείων κυρίως στην τραχύτητα και τις δυνάμεις κοπής.
- IV. Συγκριτική μελέτη με άλλα υλικά της οικογένειας PA66 αλλά και POM και άλλα βιομηχανικά πλαστικά.

Βιβλιογραφία

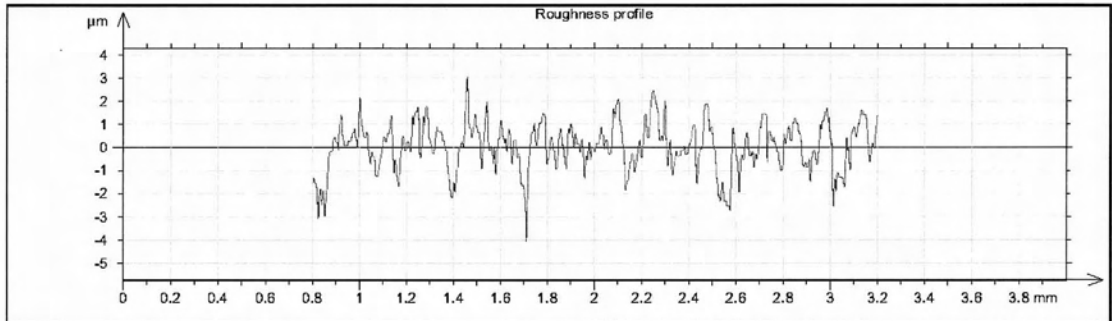
- 1) Π. Γ. Πετρόπουλου, *"Μηχανουργική Τεχνολογία - Τεχνολογία Κατεργασιών Κοπής των Μετάλλων - ΤΟΜΟΣ II-1 "*, Εκδόσεις Ζήτη, 1991
- 2) Π. Γ. Πετρόπουλου, *"Μαθήματα Μηχανουργικής Τεχνολογίας – Θεωρία και Τεχνολογία Μηχανουργικών Κατεργασιών των Μετάλλων – ΤΕΥΧΟΣ II "*, Εκδόσεις Ζήτη, 1991
- 3) Δρ. Σόλων Αντωνίου, «Τριβολογία», Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, 1994
- 4) Schmid - Nist – Paetzold – Kudlich – Braun, «Ευέλικτες Κατεργασίες», Εκδοτικός Όμιλος Ιων, 1998
- 5) D Gay, SV Hoa, SW Tsai, "Composite materials: design and applications", CRC press, 2002
- 6) F. L. Matthews – Rees D. Rawlings, "Composite materials: engineering and science", CRC press, 1994
- 7) Rank Taylor Hobson, "Talyprofile handbook version 1.1.1", 1995
- 8) Okuma Corporation, Okuma MX-45VAE Operation and Maintenance manual 4th Edition, 1995
- 9) <http://www.kistler.com/us/en/product/force/9257B>
- 10) http://en.wikipedia.org/wiki/Surface_roughness
- 11) <http://www.mitsubishicarbide.com>

Παράρτημα

Μέτρηση: Vc50fz0.05-001



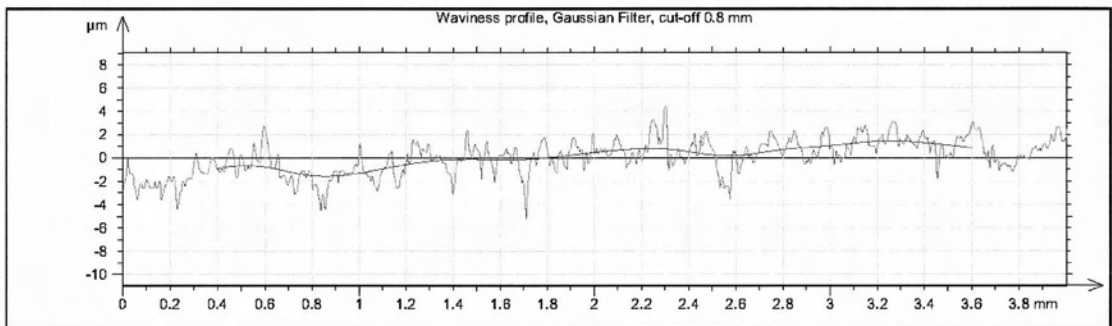
Γράφημα 001 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.05-001



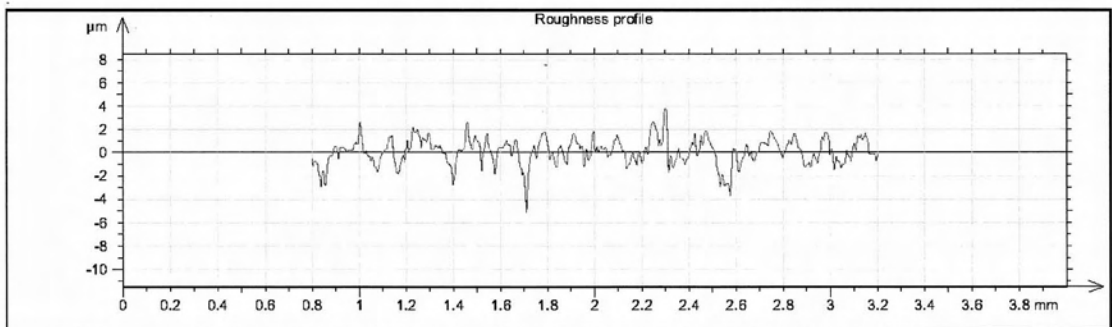
Γράφημα 002 Τραχύτητα Vc50fz0.05-001

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.765 μm	3.24 μm	7.8 μm	-0.0542	3.96	6.23 μm	0.0675 mm	2.2 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.05-002



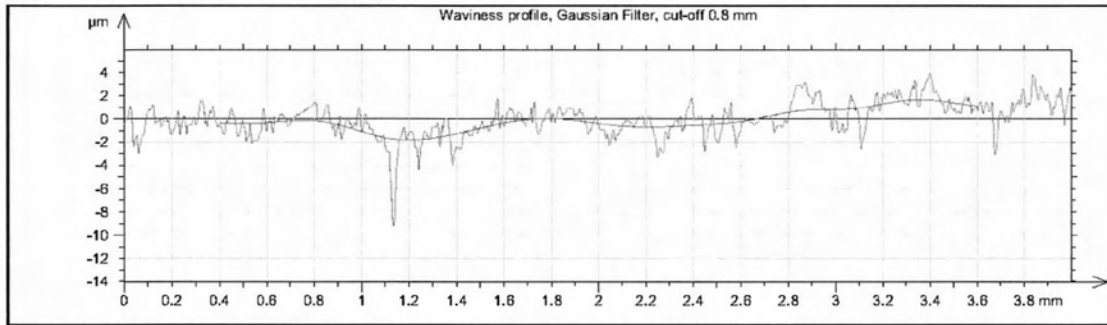
Γράφημα 003 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.05-002



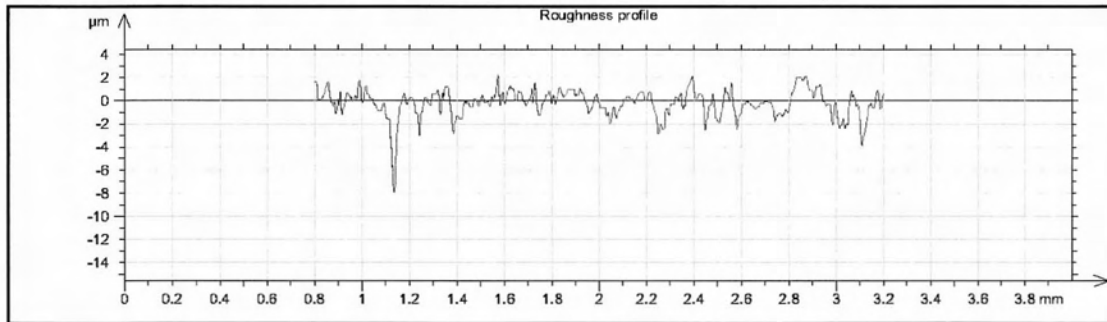
Γράφημα 004 Τραχύτητα Vc50fz0.05-002

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.837 μm	3.91 μm	8.8 μm	-0.231	4.4	7.13 μm	0.0822 mm	2.41 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.05-003



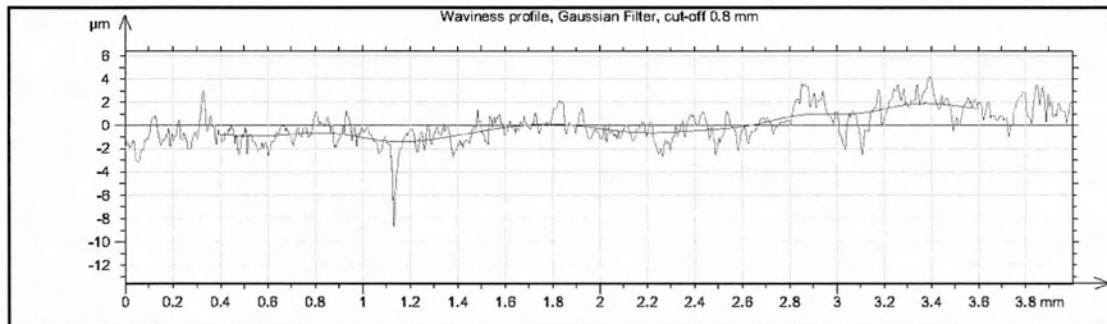
Γράφημα 005 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.05-003



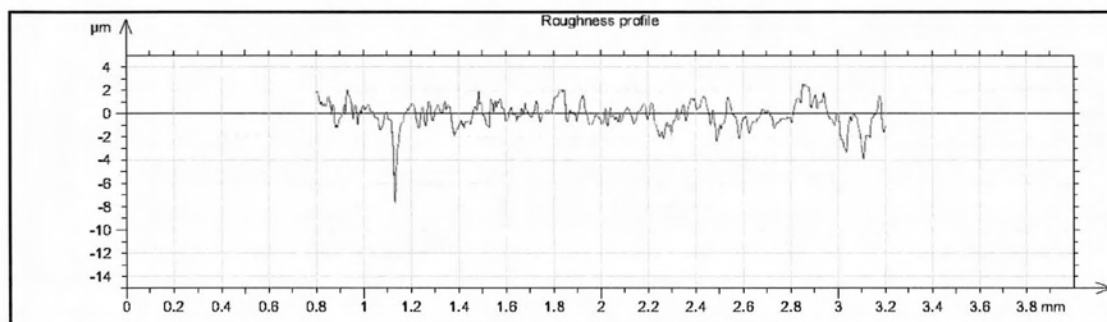
Γράφημα 006 Τραχύτητα Vc50fz0.05-003

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.721 μm	4.25 μm	9.79 μm	-2.42	15.6	6.41 μm	0.0829 mm	2.23 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.05-004



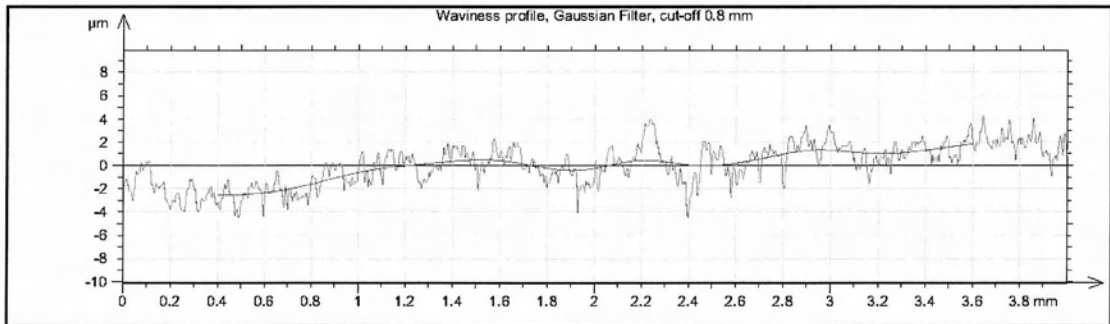
Γράφημα 007 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.05-004



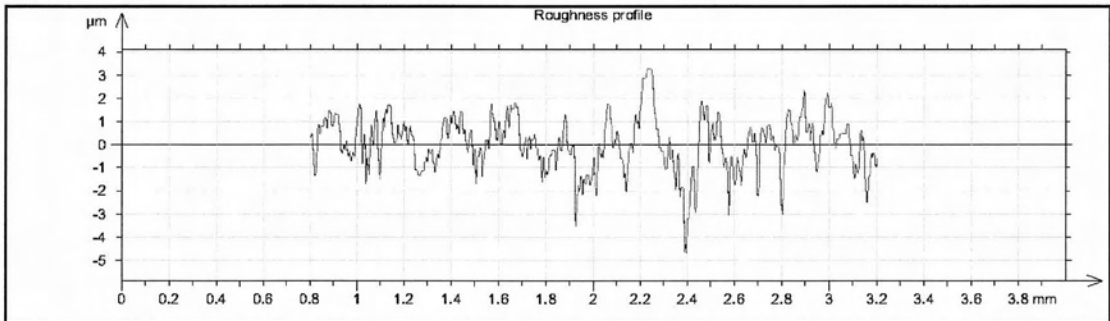
Γράφημα 008 Τραχύτητα Vc50fz0.05-004

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.671 μm	3.82 μm	10 μm	-1.95	14.9	5.68 μm	0.0733 mm	2.33 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.05-005



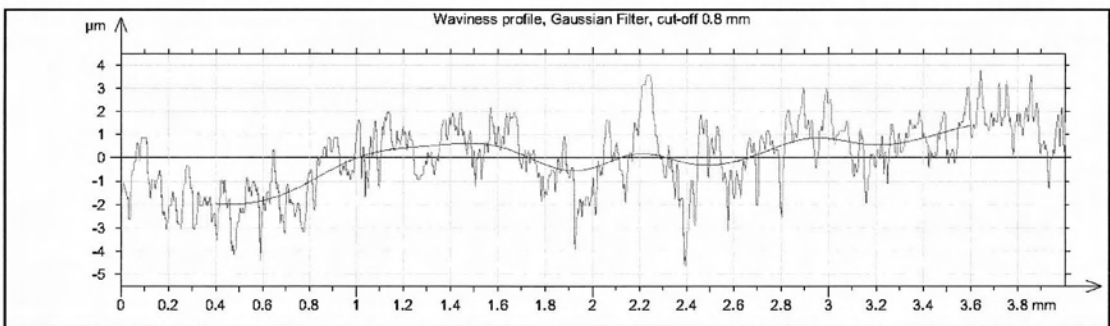
Γράφημα 009 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.05-005



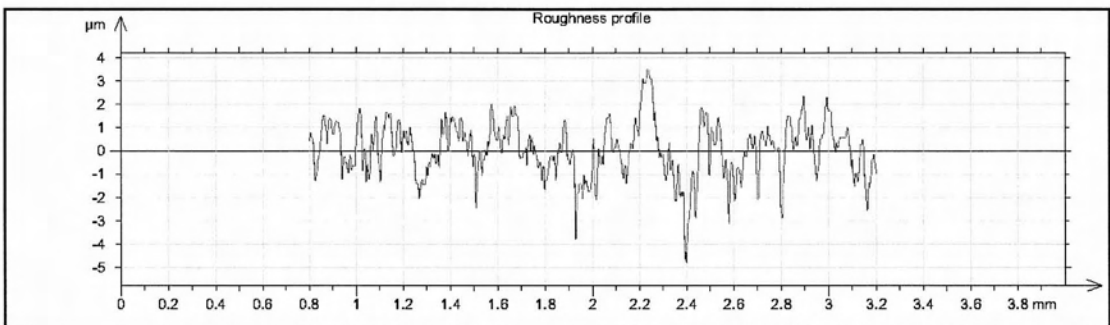
Γράφημα 010 Τραχύτητα Vc50fz0.05-005

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.865 μm	3.43 μm	7.79 μm	-0.179	4.32	5.81 μm	0.0759 mm	2.76 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.05-006



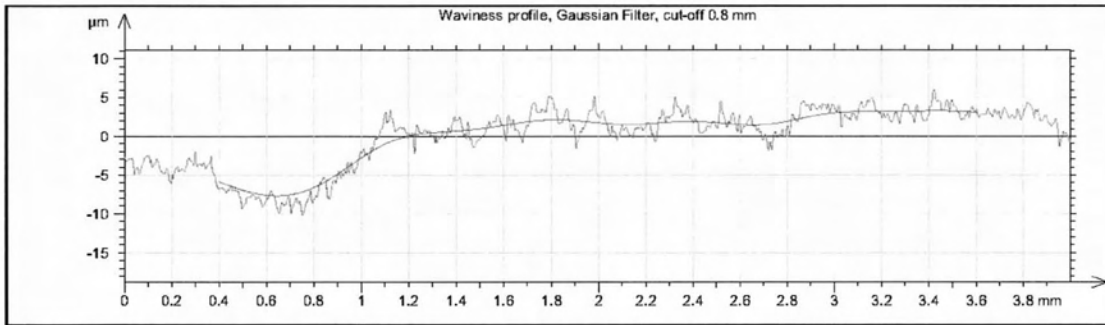
Γράφημα 011 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.05-006



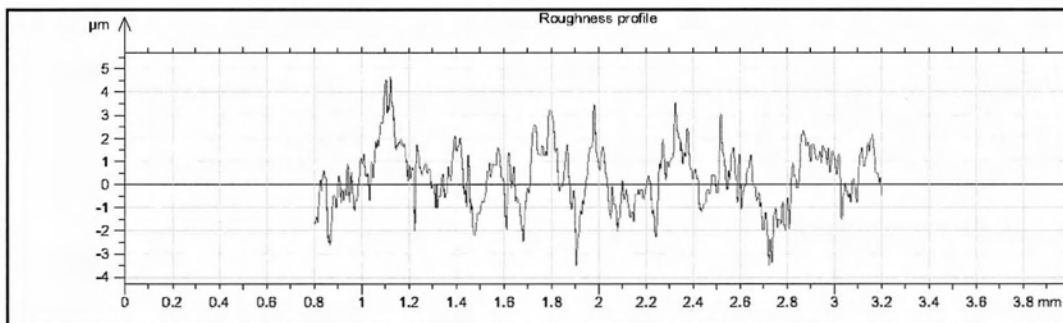
Γράφημα 012 Τραχύτητα Vc50fz0.05-006

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.863 μm	3.42 μm	8.12 μm	-0.137	4.39	5.8 μm	0.08 mm	2.81 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.05-007



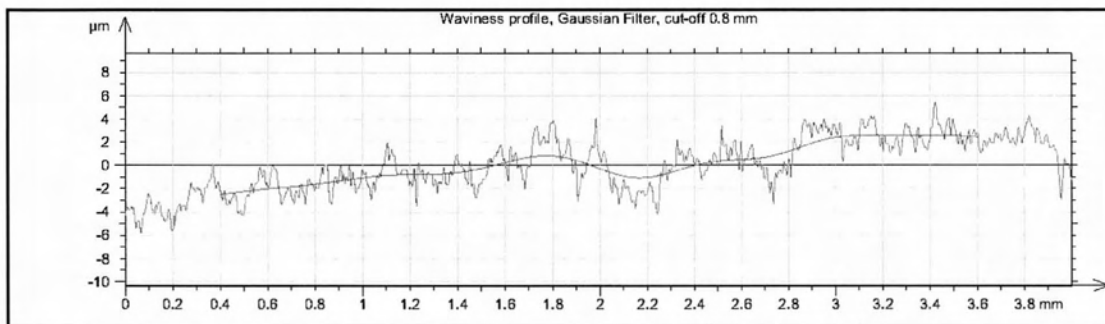
Γράφημα 013 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.05-007



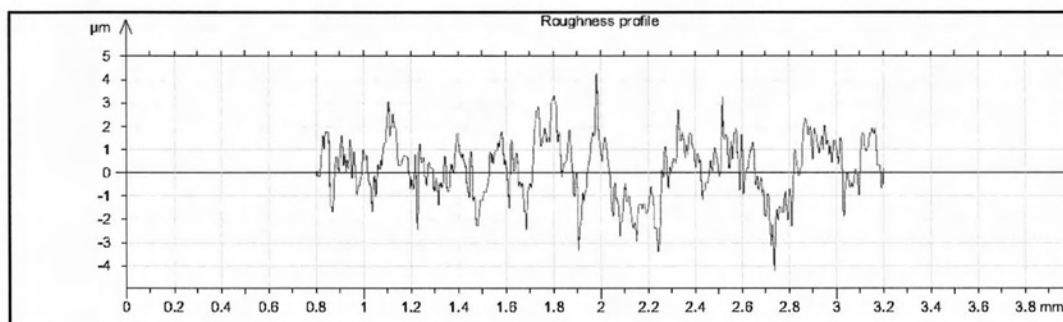
Γράφημα 014 Τραχύτητα Vc50fz0.05-007

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1.03 μm	3.39 μm	7.84 μm	0.0515	3.12	6.96 μm	0.0966 mm	3.55 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.05-008



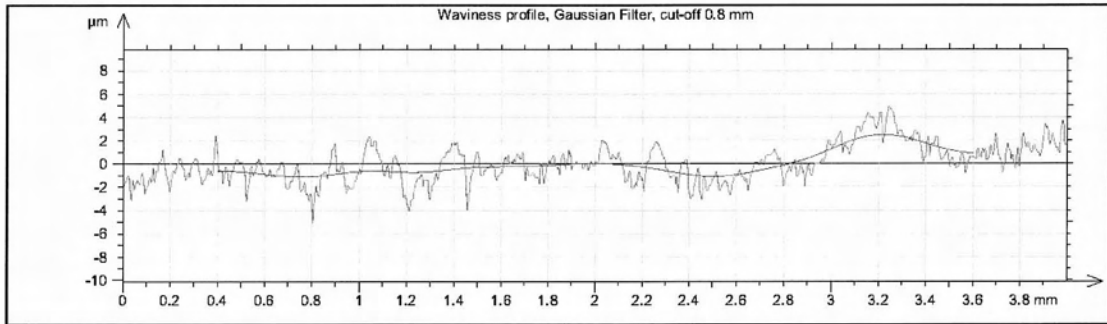
Γράφημα 015 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.05-008



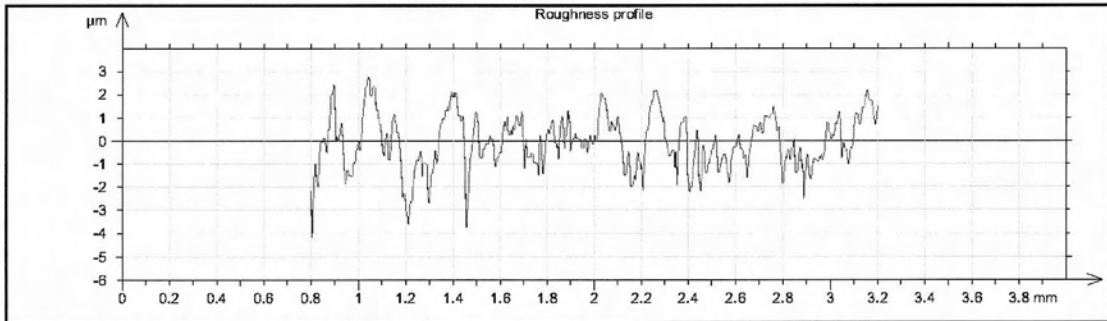
Γράφημα 016 Τραχύτητα Vc50fz0.05-008

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.957 μm	3.21 μm	8.43 μm	-0.148	3.2	6.55 μm	0.0754 mm	3.39 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.05-009



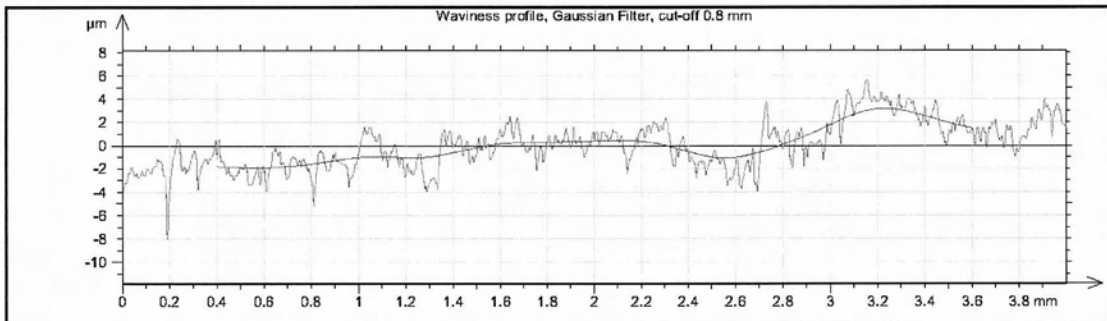
Γράφημα 017 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.05-009



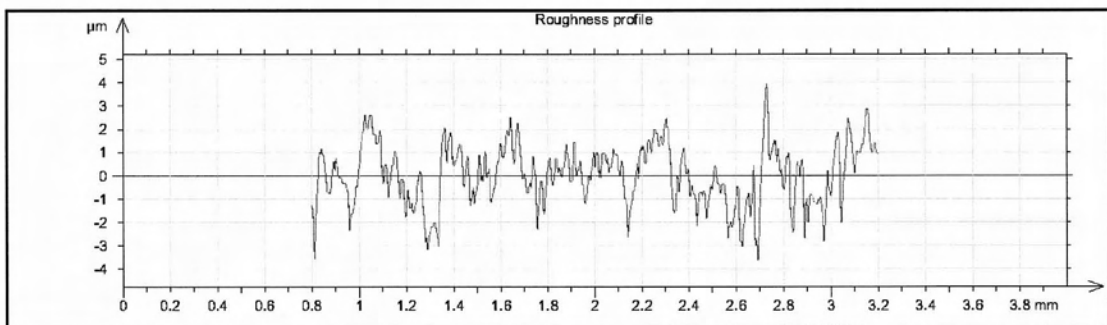
Γράφημα 018 Τραχύτητα Vc50fz0.05-009

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.863 μm	3.21 μm	6.88 μm	-0.137	3.23	5.7 μm	0.0804 mm	2.92 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.05-010



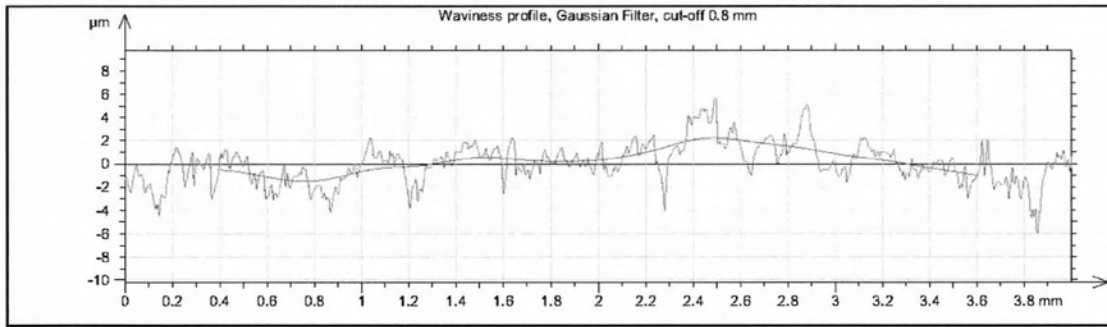
Γράφημα 019 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.05-010



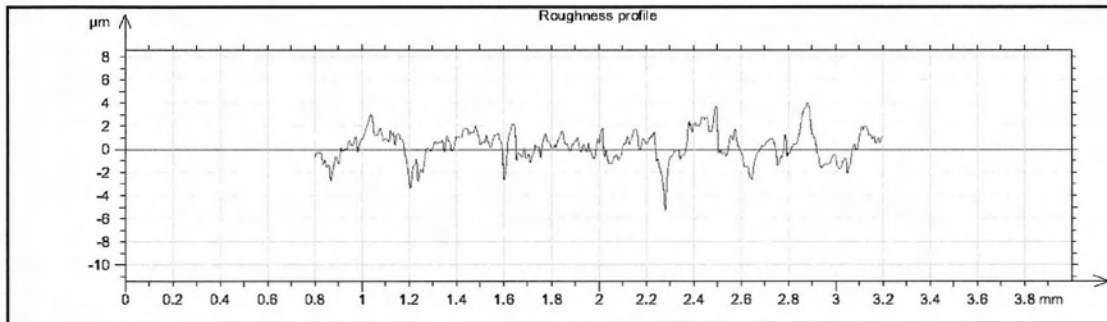
Γράφημα 020 Τραχύτητα Vc50fz0.05-010

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.91 μm	3.32 μm	7.78 μm	-0.0475	3.23	6.34 μm	0.0817 mm	3.36 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.05-011



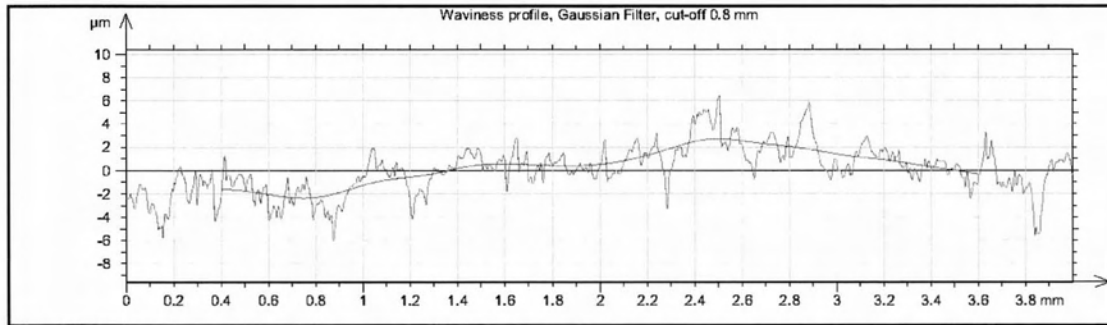
Γράφημα 021 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.05-011



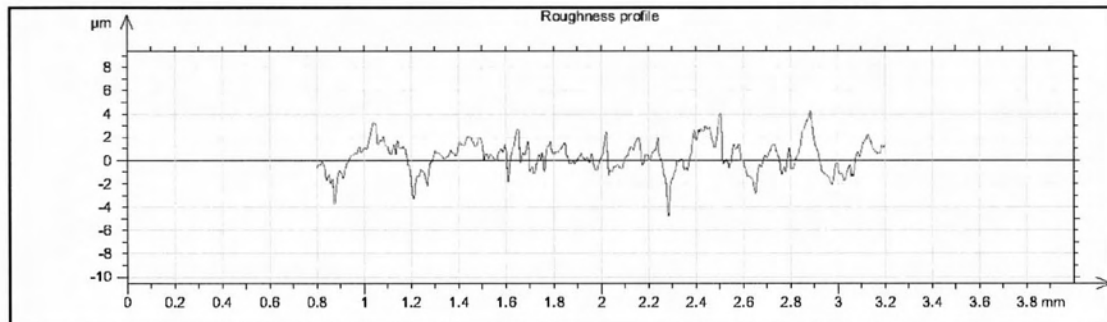
Γράφημα 022 Τραχύτητα Vc50fz0.05-011

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.923 μm	3.98 μm	9.31 μm	-0.483	4.35	6.66 μm	0.1 mm	3.02 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.05-012



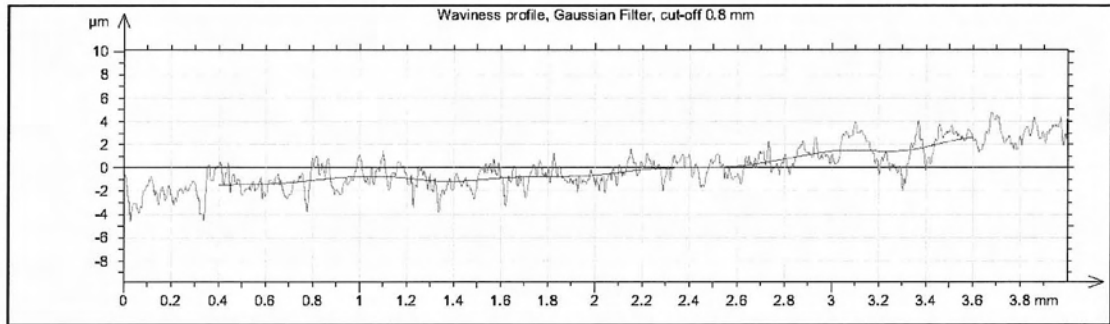
Γράφημα 023 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.05-012



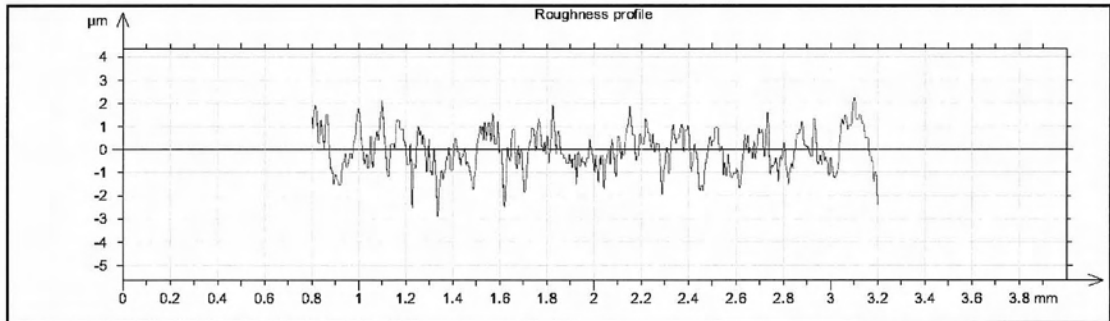
Γράφημα 024 Τραχύτητα Vc50fz0.05-012

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.943 μm	4.18 μm	9.07 μm	-0.29	4.14	7.14 μm	0.112 mm	3.02 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.05-013



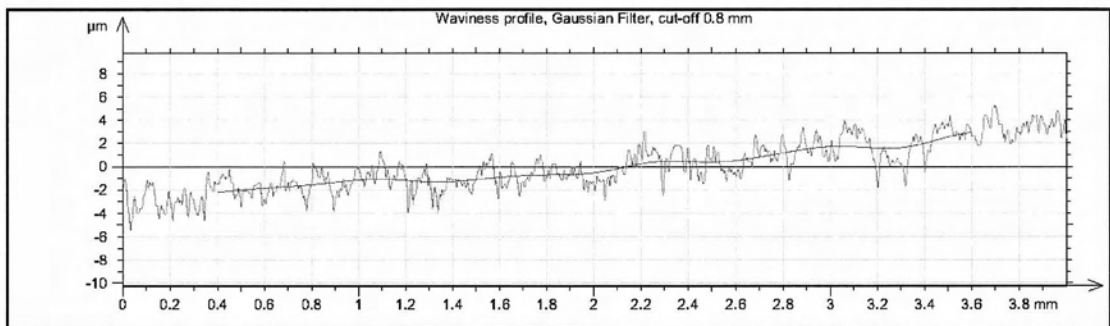
Γράφημα 025 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.05-013



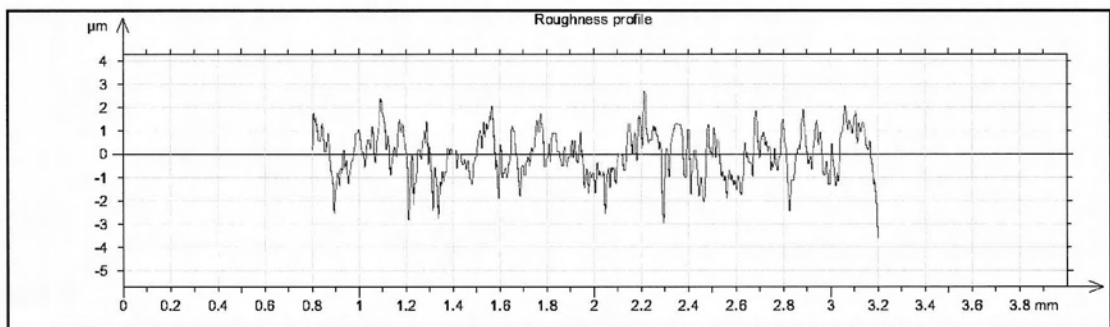
Γράφημα 026 Τραχύτητα Vc50fz0.05-013

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.664 μm	2.44 μm	5.87 μm	-0.116	3.04	4.44 μm	0.0839 mm	2.31 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.05-014



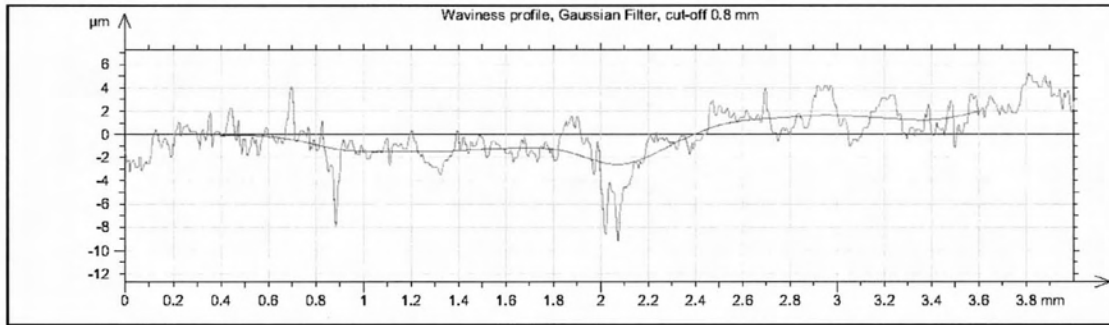
Γράφημα 027 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.05-014



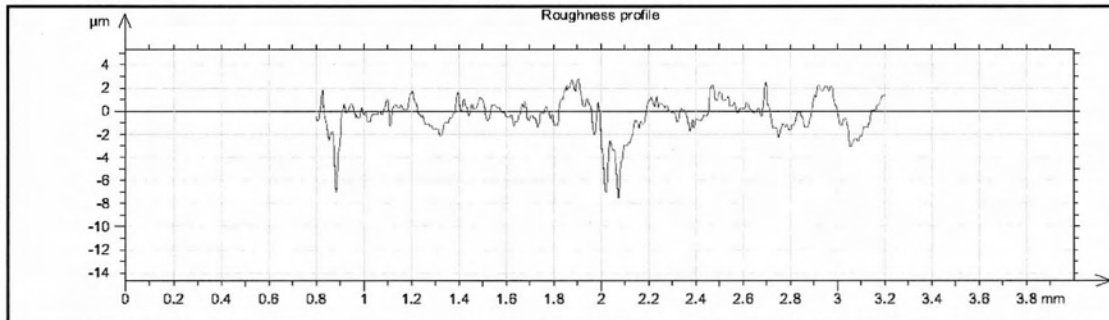
Γράφημα 028 Τραχύτητα Vc50fz0.05-014

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.727 μm	2.73 μm	6.08 μm	-0.0299	2.96	5.14 μm	0.0739 mm	2.73 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.05-015



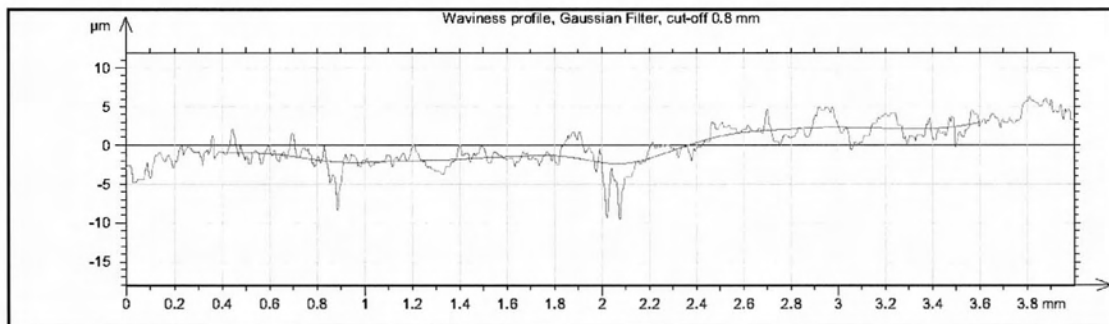
Γράφημα 029 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.05-015



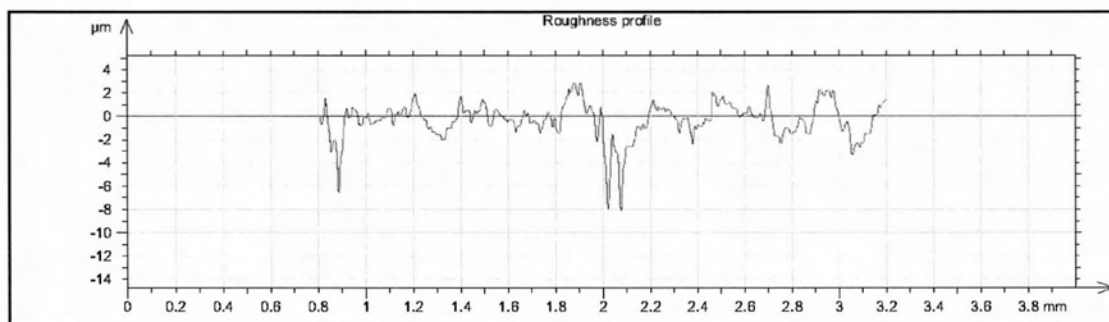
Γράφημα 030 Τραχύτητα Vc50fz0.05-015

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.973 μm	5.08 μm	11.3 μm	-1.15	7.79	8.59 μm	0.128 mm	2.8 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.05-016



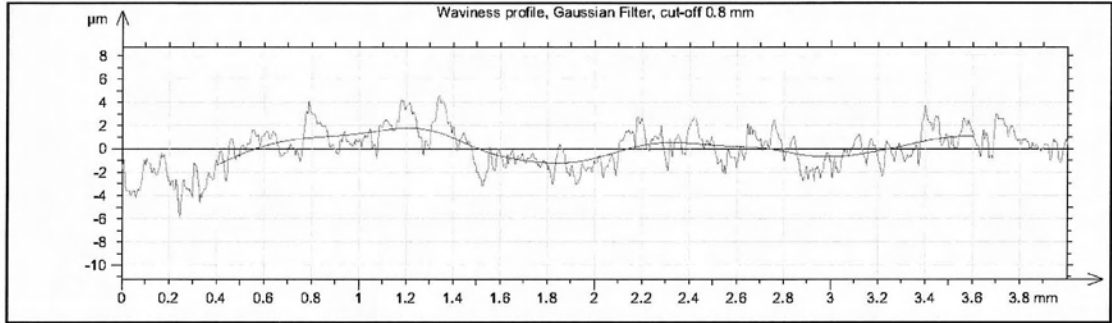
Γράφημα 031 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.05-016



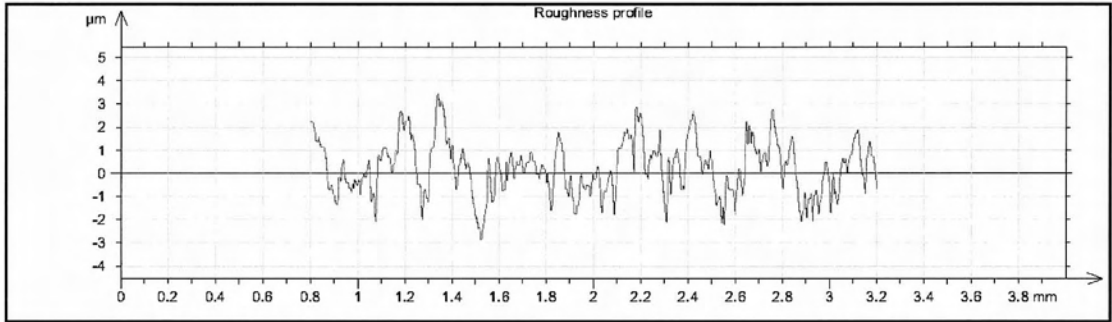
Γράφημα 032 Τραχύτητα Vc50fz0.05-016

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.957 μm	5.06 μm	10.5 μm	-1.44	9	8.14 μm	0.133 mm	2.82 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.05-017



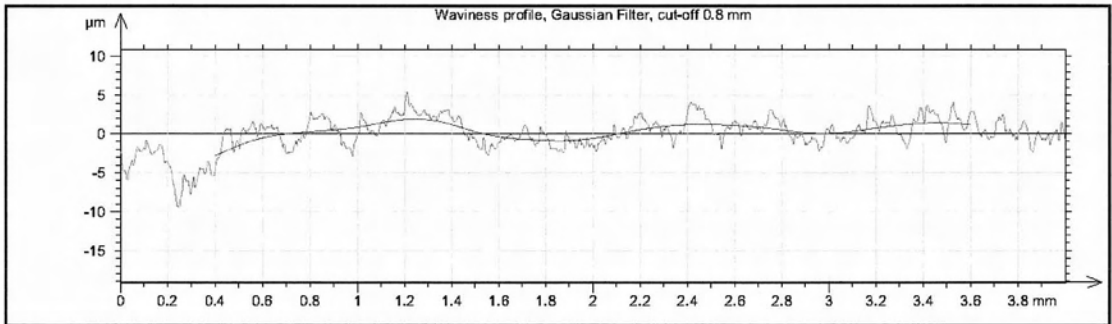
Γράφημα 033 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.05-017



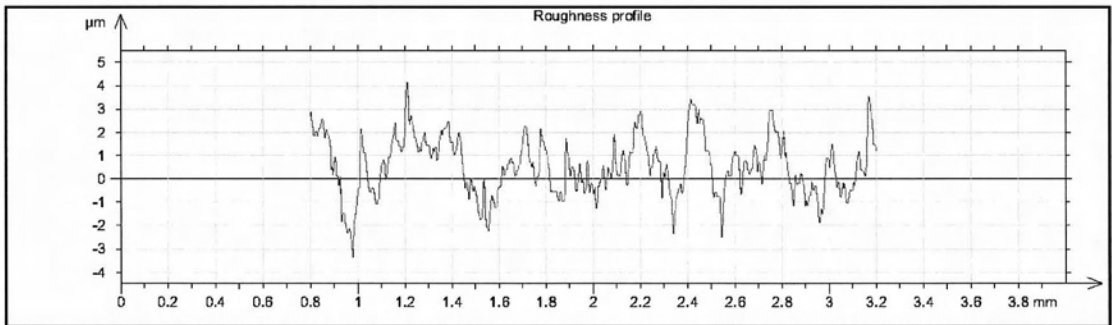
Γράφημα 034 Τραχύτητα Vc50fz0.05-017

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.93 μm	2.59 μm	6.18 μm	0.385	2.78	5.56 μm	0.0863 mm	3.1 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.05-018



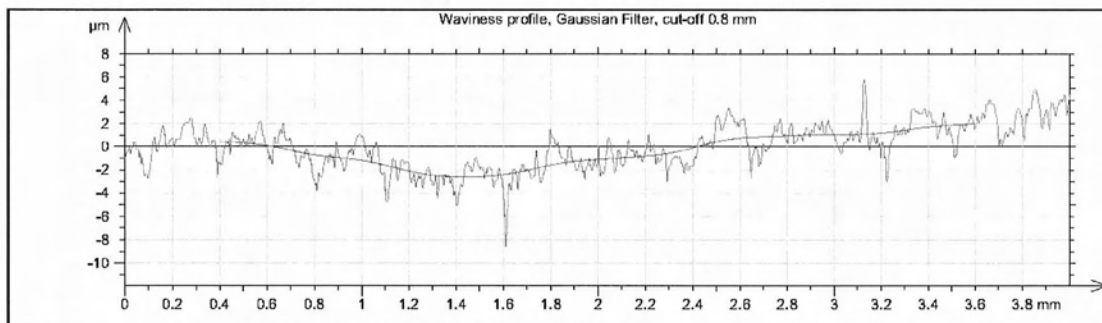
Γράφημα 035 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.05-018



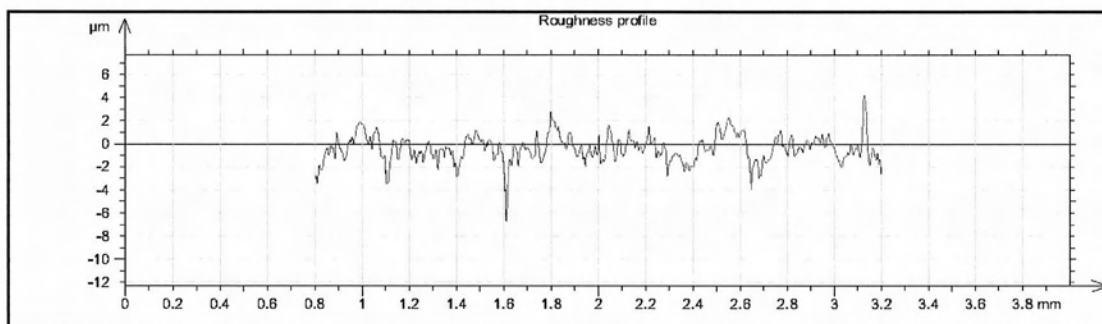
Γράφημα 036 Τραχύτητα Vc50fz0.05-018

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1.04 μm	3.12 μm	7.14 μm	0.255	2.67	6.18 μm	0.106 mm	3.27 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.05-019



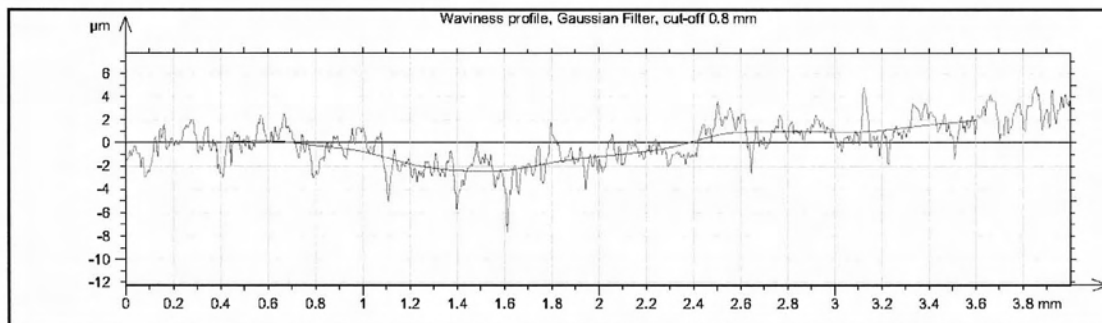
Γράφημα 037 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.05-019



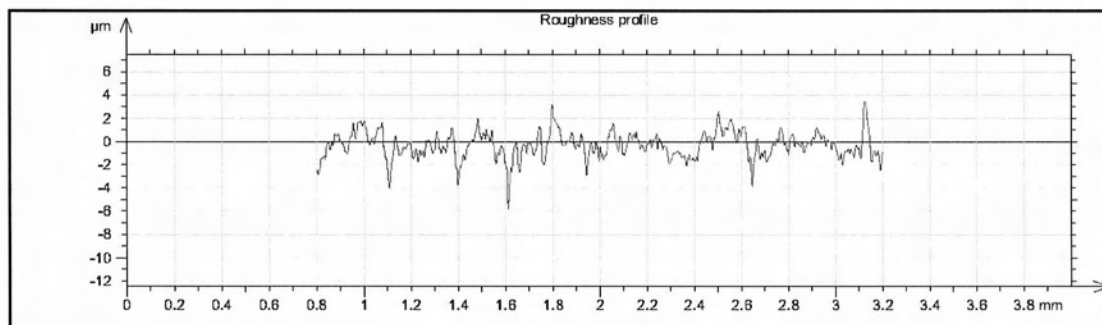
Γράφημα 038 Τραχύτητα Vc50fz0.05-019

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.866 μm	4.29 μm	10.9 μm	-0.549	4.95	6.98 μm	0.0752 mm	2.71 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.05-020



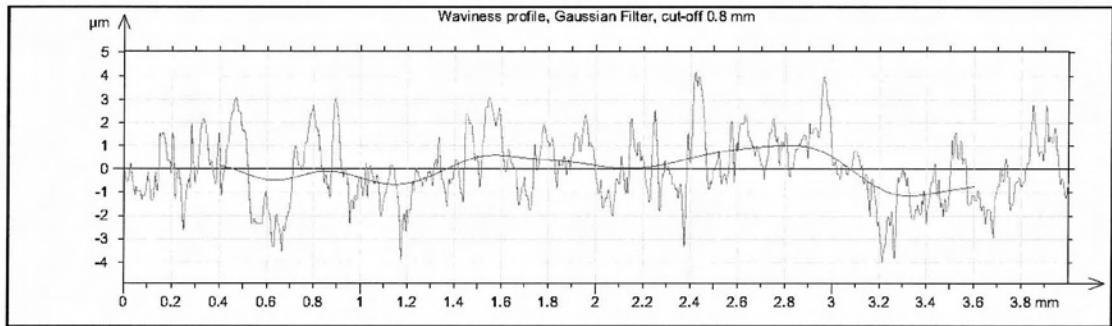
Γράφημα 039 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.05-020



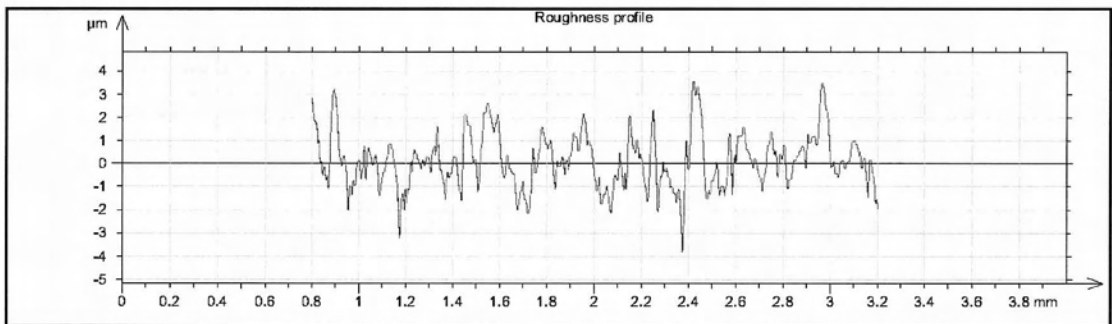
Γράφημα 040 Τραχύτητα Vc50fz0.05-020

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.879 μm	4.23 μm	9.15 μm	-0.471	4.06	7.17 μm	0.0711 mm	2.7 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.05-021



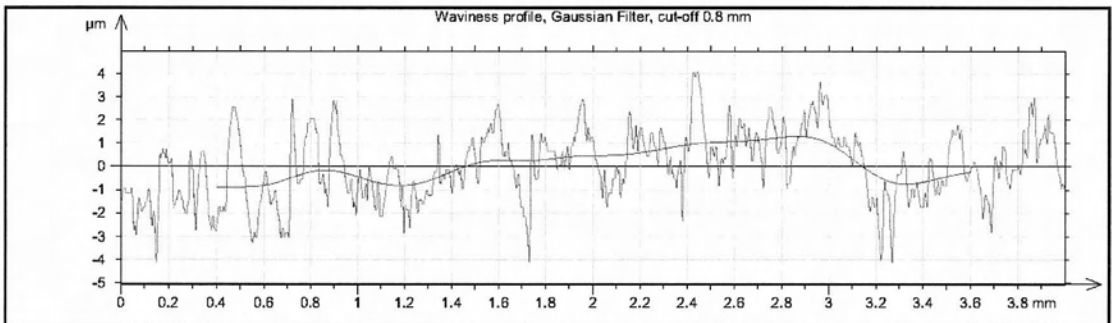
Γράφημα 041 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.05-021



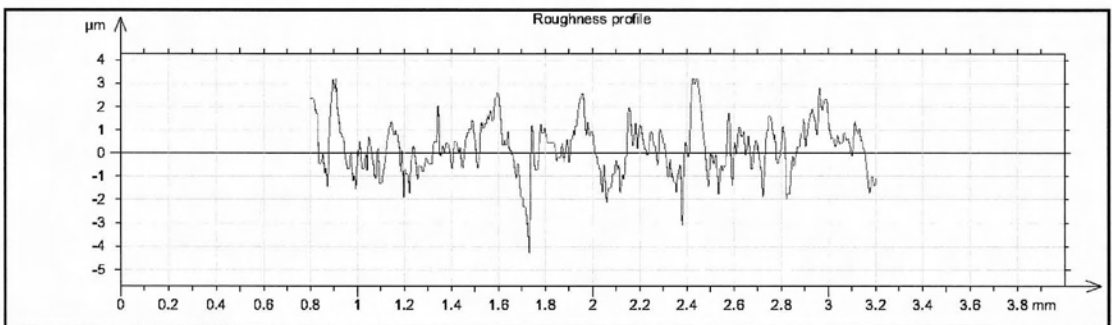
Γράφημα 042 Τραχύτητα Vc50fz0.05-021

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1.03 μm	3.06 μm	7.37 μm	0.329	3	6.15 μm	0.0809 mm	2.63 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.05-022



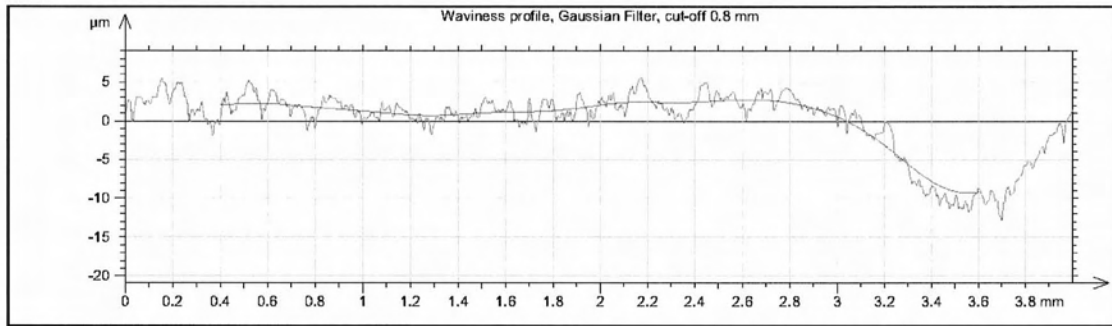
Γράφημα 043 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.05-022



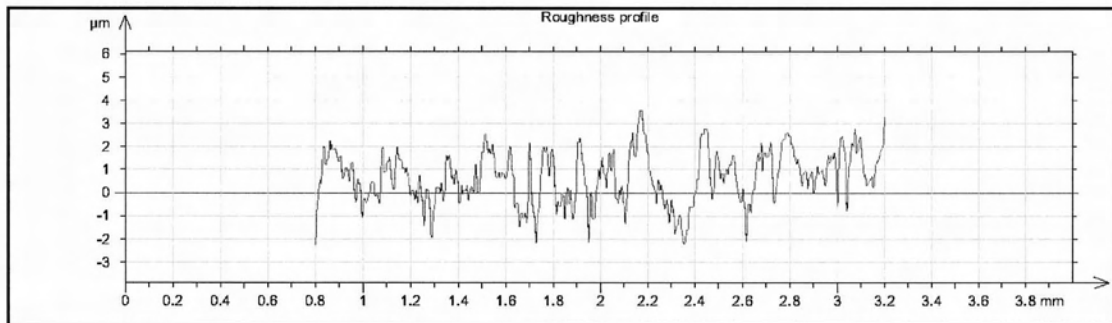
Γράφημα 044 Τραχύτητα Vc50fz0.05-022

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.96 μm	3.38 μm	7.82 μm	0.322	3.53	6.35 μm	0.0953 mm	2.72 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.05-023



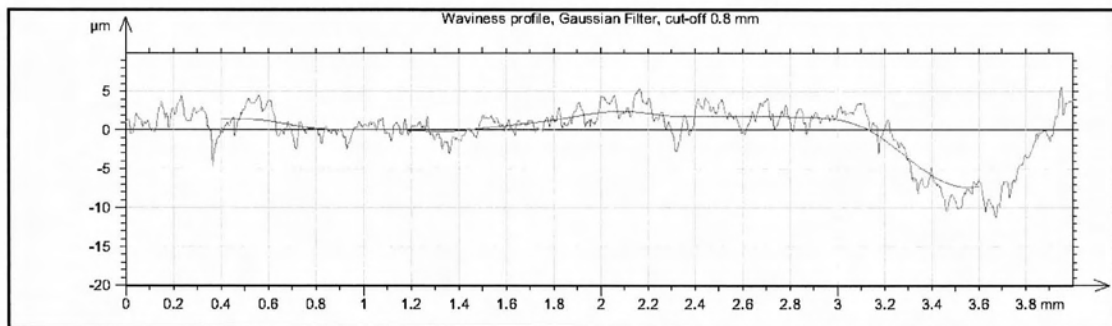
Γράφημα 045 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.05-023



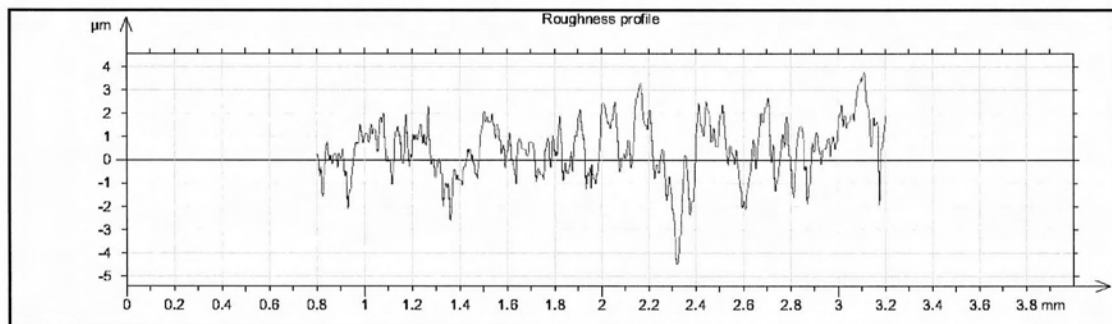
Γράφημα 046 Τραχύτητα Vc50fz0.05-023

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.924 μm	2.77 μm	6.45 μm	0.25	2.76	5.47 μm	0.1 mm	3.01 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.05-024



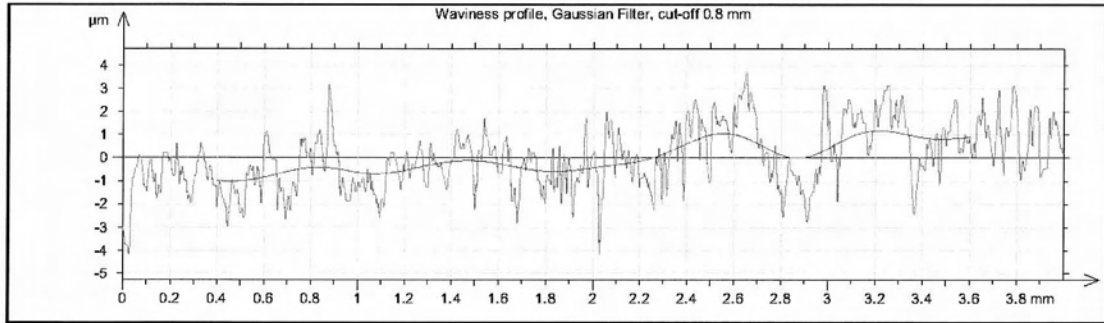
Γράφημα 047 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.05-024



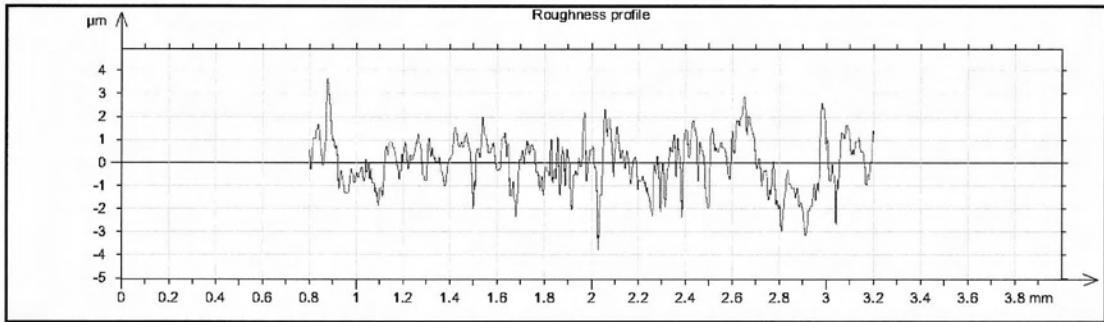
Γράφημα 048 Τραχύτητα Vc50fz0.05-024

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.974 μm	3.47 μm	7.7 μm	-0.081	3.65	6.18 μm	0.104 mm	3.08 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.05-025



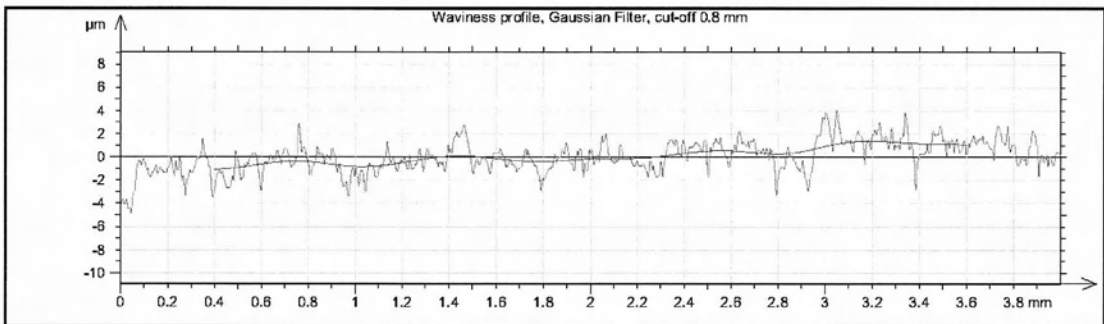
Γράφημα 049 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.05-025



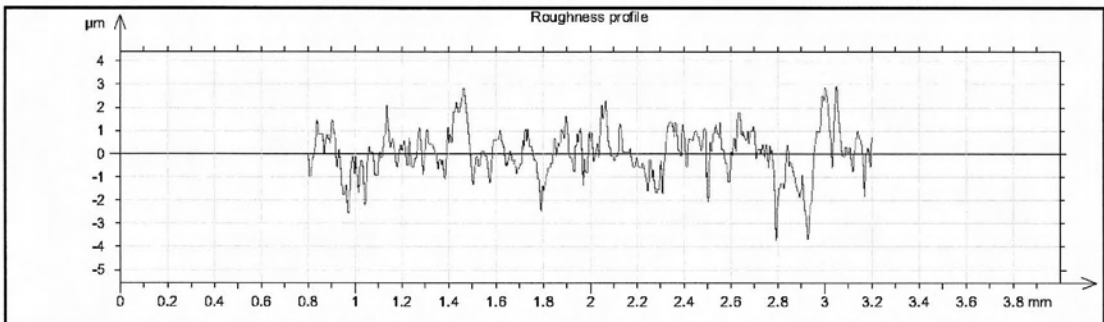
Γράφημα 050 Τραχύτητα Vc50fz0.05-025

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.796 μm	2.73 μm	7.39 μm	0.163	3.45	5.63 μm	0.0794 mm	2.85 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.05-026



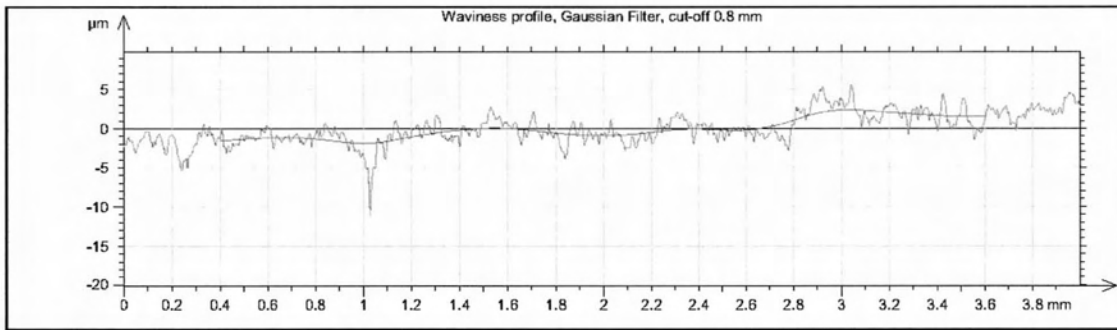
Γράφημα 051 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.05-026



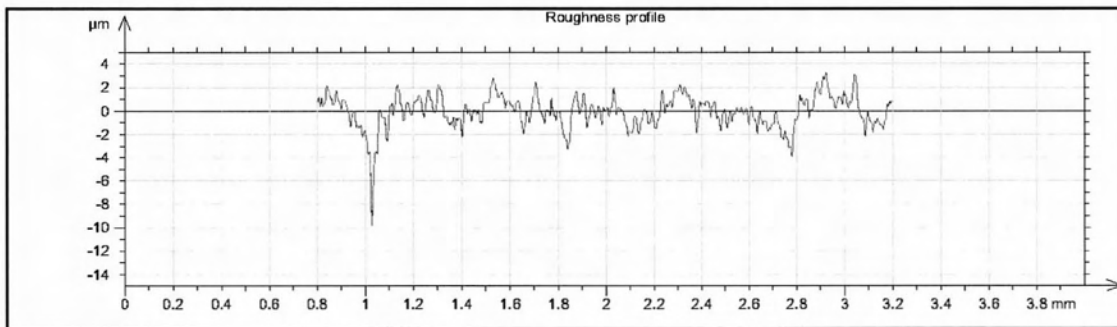
Γράφημα 052 Τραχύτητα Vc50fz0.05-026

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.699 μm	2.91 μm	7.21 μm	-0.109	3.74	5.57 μm	0.0724 mm	2.27 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.05-027



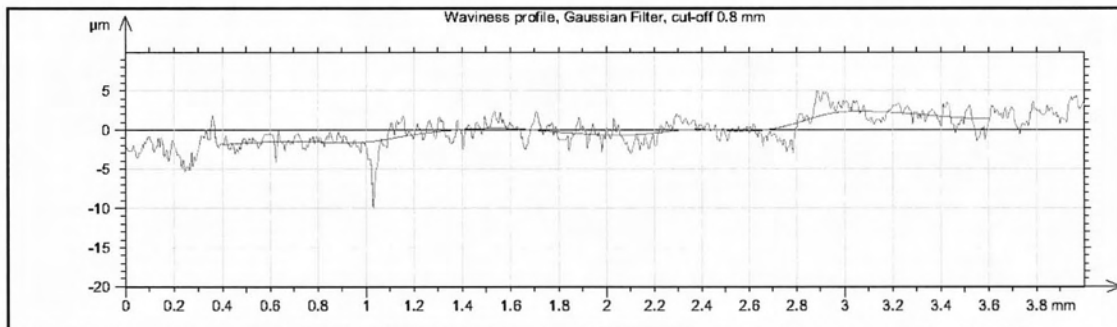
Γράφημα 053 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.05-027



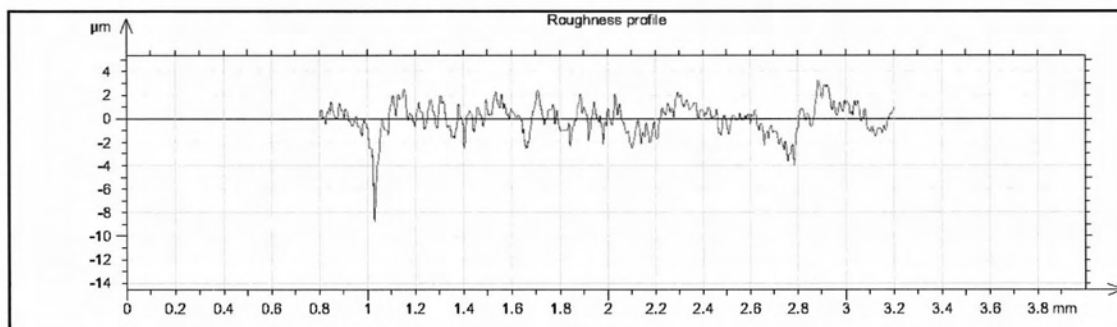
Γράφημα 054 Τραχύτητα Vc50fz0.05-027

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.882 μm	5.41 μm	12.6 μm	-1.8	11.5	7.88 μm	0.069 mm	2.96 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.05-028



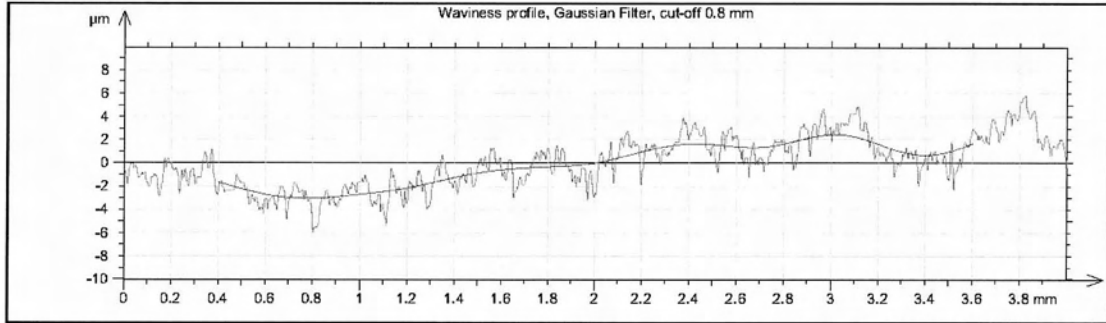
Γράφημα 055 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.05-028



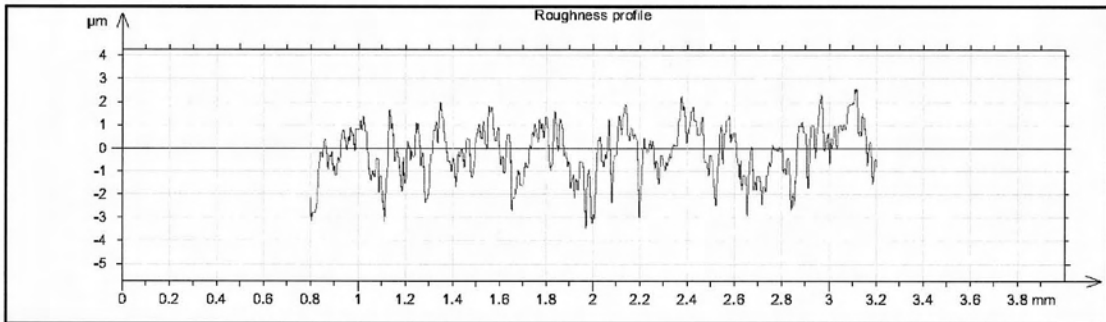
Γράφημα 056 Τραχύτητα Vc50fz0.05-028

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.852 μm	4.96 μm	11.8 μm	-1.72	10.3	7.34 μm	0.0765 mm	2.7 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.05-029



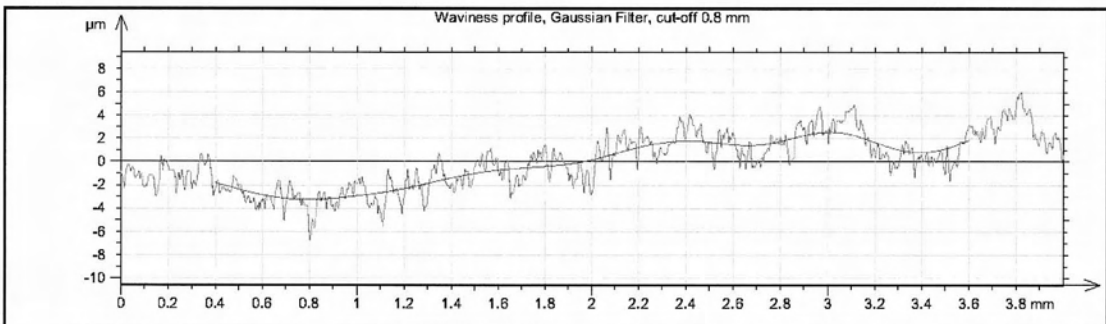
Γράφημα 057 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.05-029



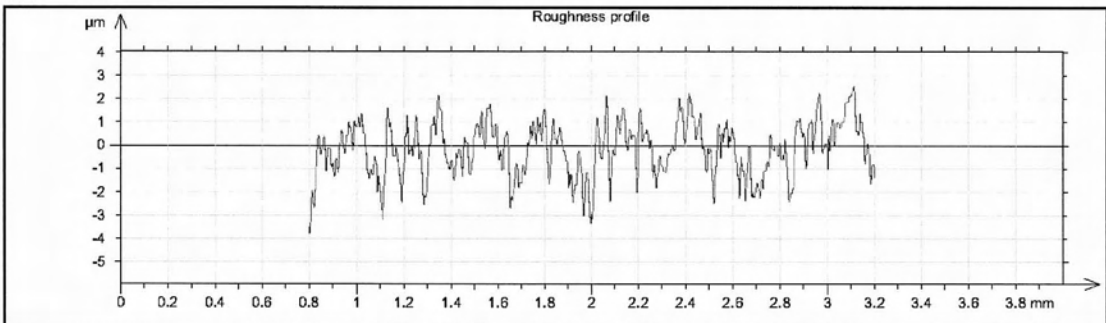
Γράφημα 058 Τραχύτητα Vc50fz0.05-029

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.821 μm	2.97 μm	6.05 μm	-0.483	2.9	5.1 μm	0.0812 mm	3.06 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.05-030



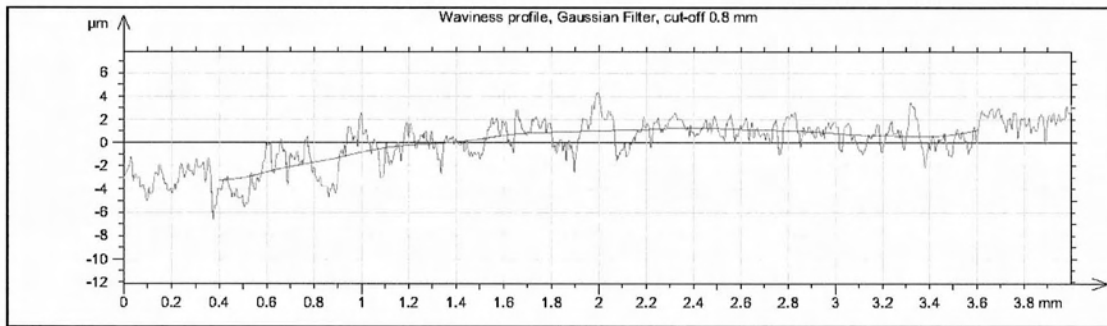
Γράφημα 059 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.05-030



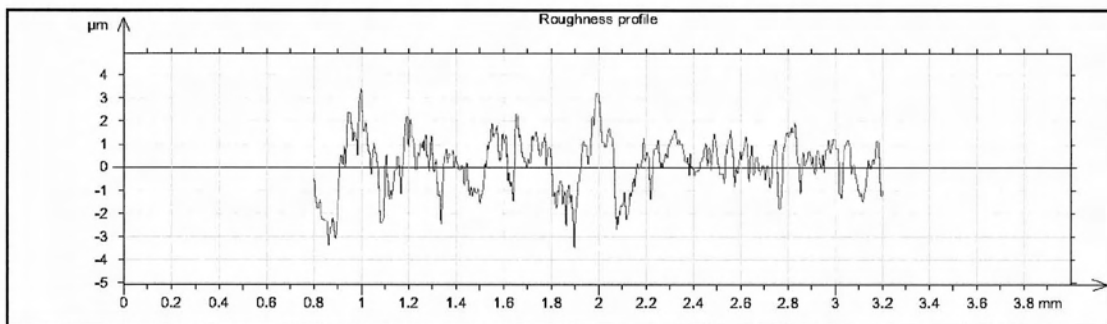
Γράφημα 060 Τραχύτητα Vc50fz0.05-030

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.834 μm	3.12 μm	6.18 μm	-0.449	2.9	5.34 μm	0.0752 mm	3.01 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.05-031



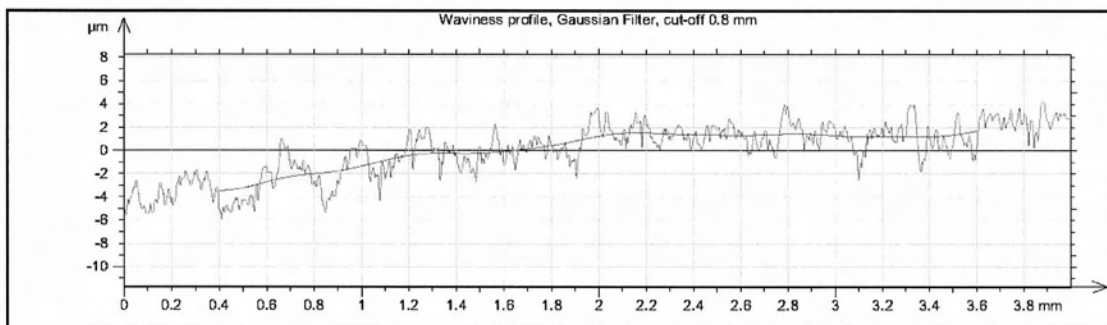
Γράφημα 061 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.05-031



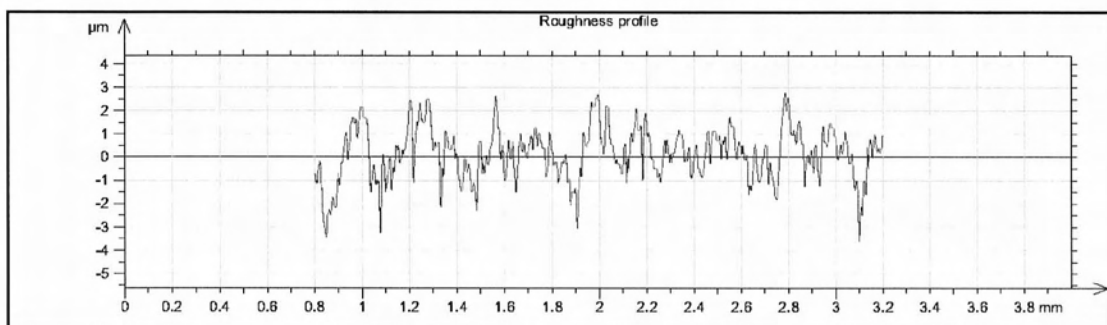
Γράφημα 062 Τραχύτητα Vc50fz0.05-031

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.961 μm	3.16 μm	6.93 μm	-0.141	3.09	6.33 μm	0.076 mm	2.58 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.05-032



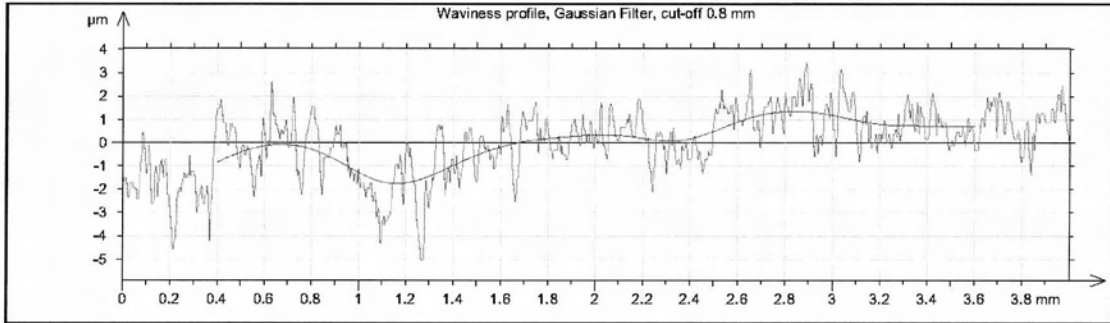
Γράφημα 063 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.05-032



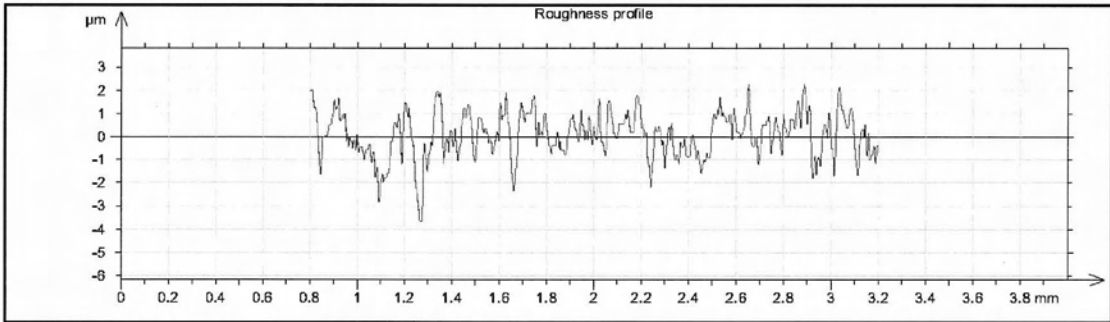
Γράφημα 064 Τραχύτητα Vc50fz0.05-032

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.939 μm	2.86 μm	7.15 μm	0.0292	3.08	5.68 μm	0.0826 mm	2.56 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.08-033



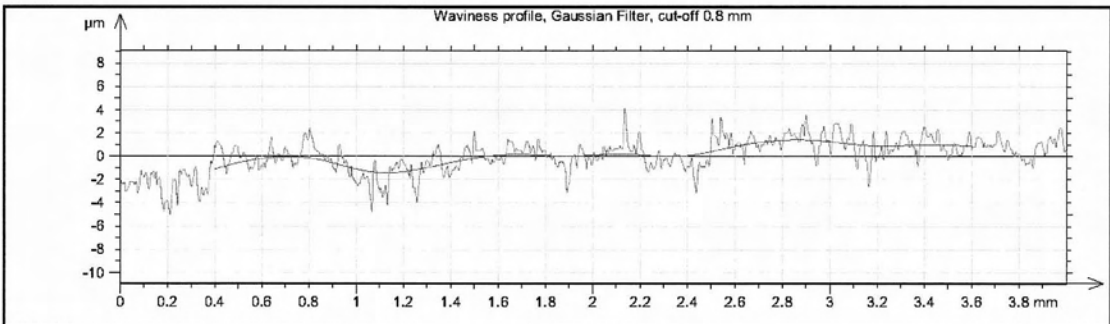
Γράφημα 065 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.08-033



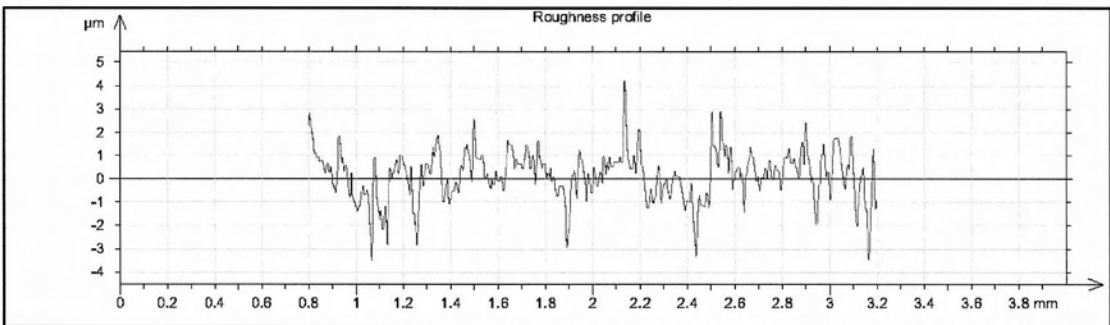
Γράφημα 066 Τραχύτητα Vc50fz0.08-033

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.75 μm	2.8 μm	6.24 μm	-0.221	3.72	5.08 μm	0.0653 mm	2.42 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.08-034



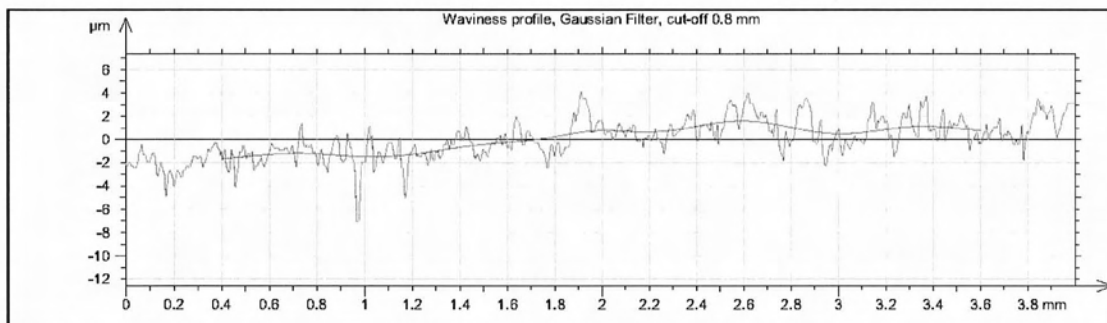
Γράφημα 067 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.08-034



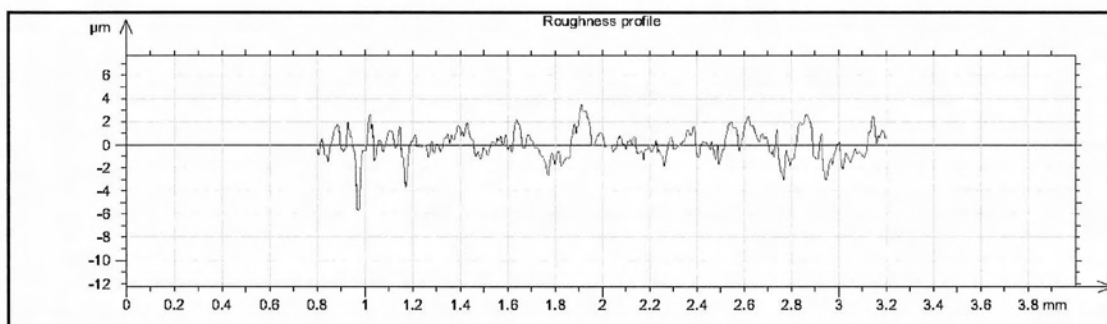
Γράφημα 068 Τραχύτητα Vc50fz0.08-034

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.728 μm	3.31 μm	7.52 μm	0.091	4.44	6.26 μm	0.0717 mm	2.14 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.08-035



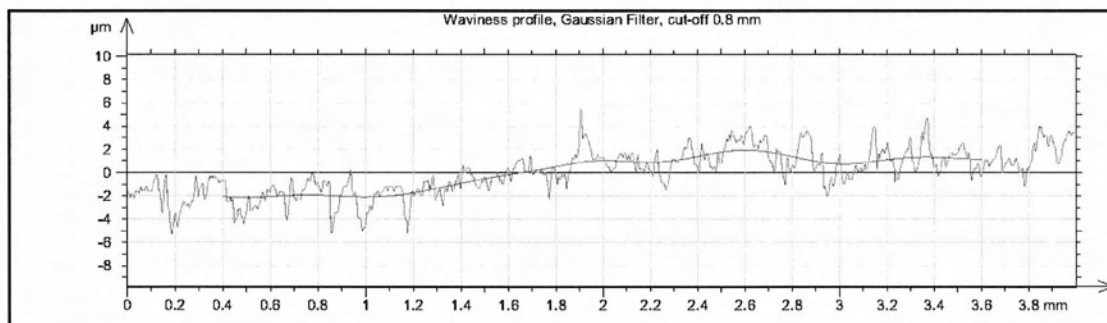
Γράφημα 069 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.08-035



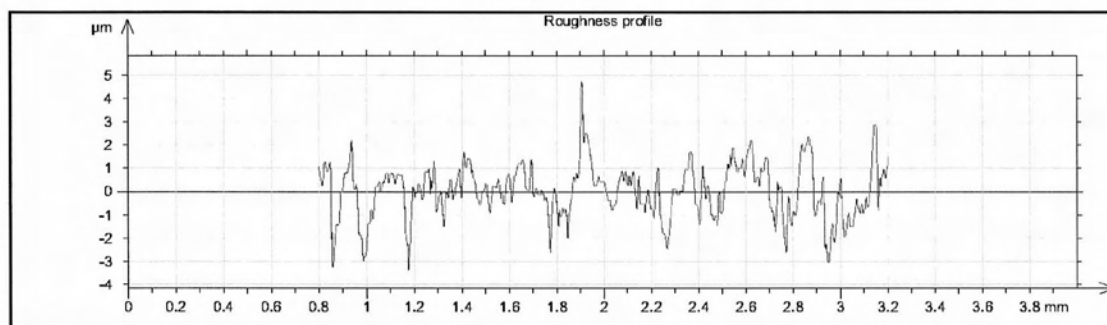
Γράφημα 070 Τραχύτητα Vc50fz0.08-035

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.809 μm	3.75 μm	9.03 μm	-0.594	6.32	6.56 μm	0.0839 mm	2.7 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.08-036



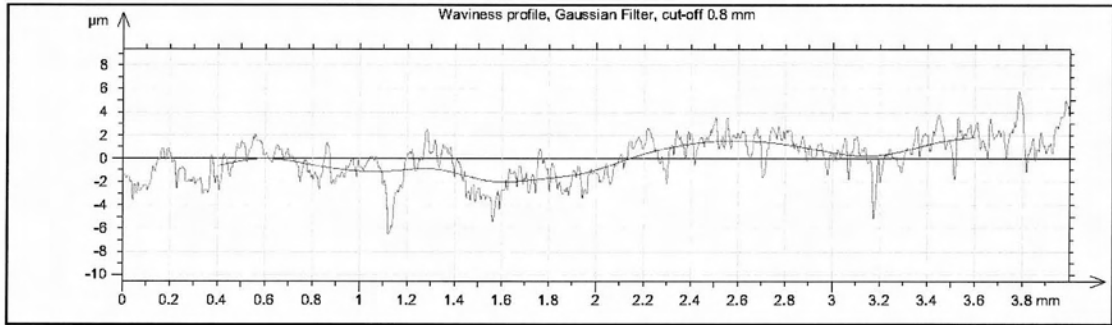
Γράφημα 071 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.08-036



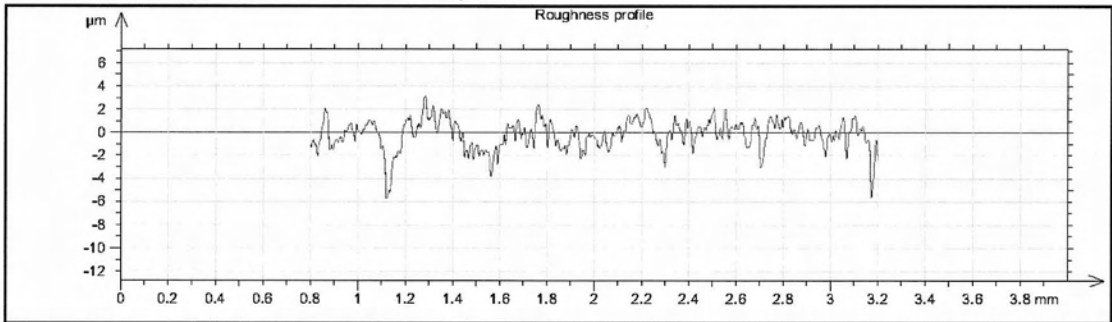
Γράφημα 072 Τραχύτητα Vc50fz0.08-036

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.798 μm	2.88 μm	7.99 μm	-0.196	4.16	5.87 μm	0.0883 mm	2.49 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.08-037



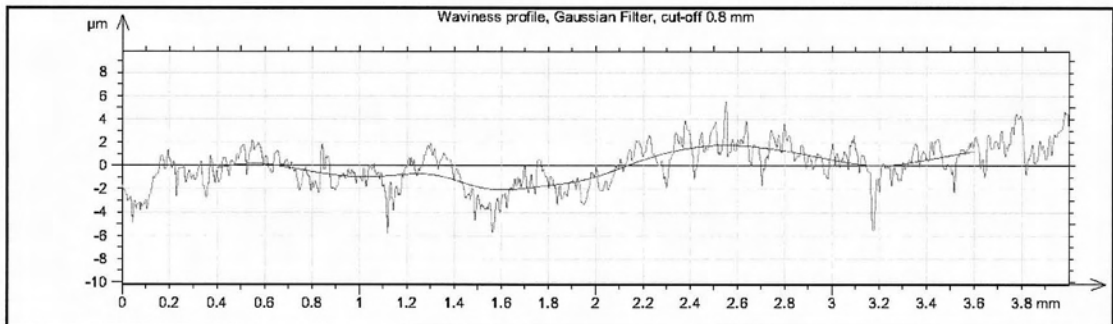
Γράφημα 073 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.08-037



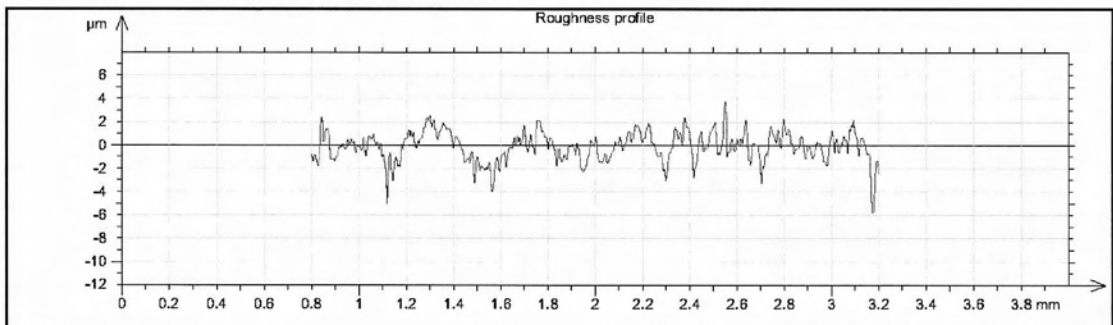
Γράφημα 074 Τραχύτητα Vc50fz0.08-037

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.953 μm	3.97 μm	8.85 μm	-0.673	4.83	6.54 μm	0.0689 mm	2.82 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.08-038



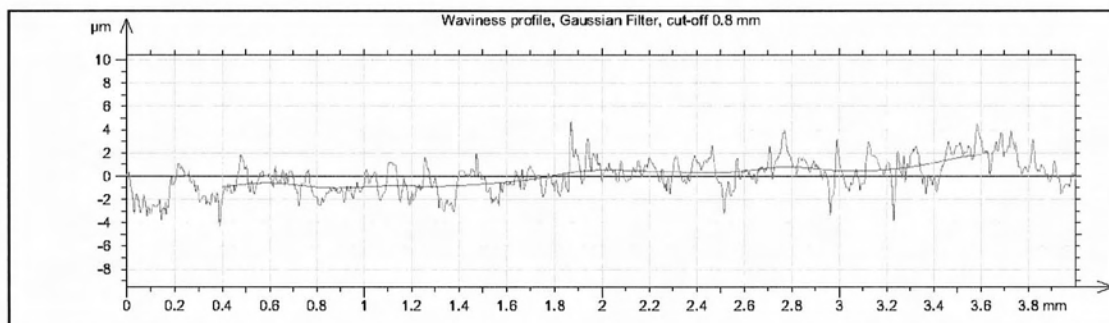
Γράφημα 075 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.08-038



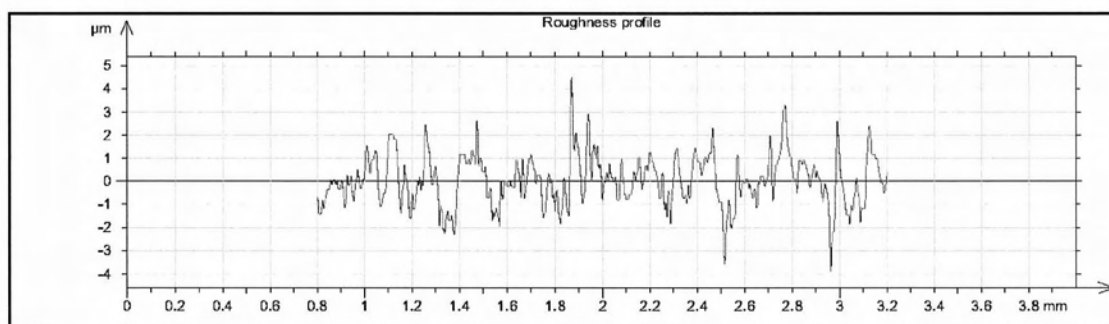
Γράφημα 076 Τραχύτητα Vc50fz0.08-038

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.918 μm	3.94 μm	9.34 μm	-0.151	3.36	6.93 μm	0.0722 mm	2.85 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.08-039



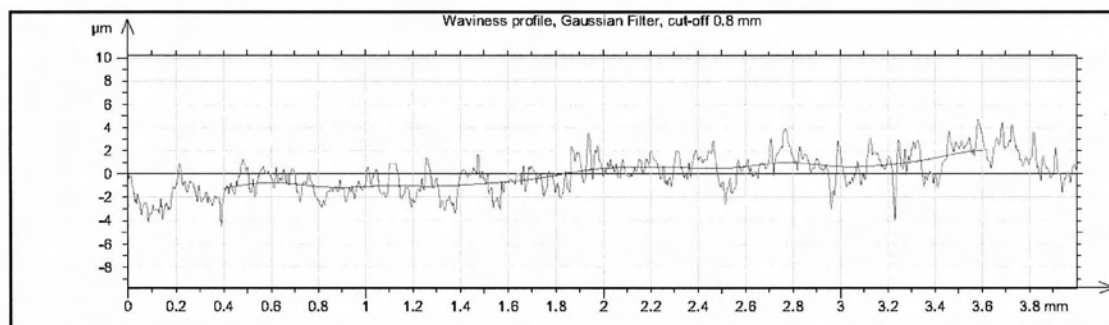
Γράφημα 077 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.08-039



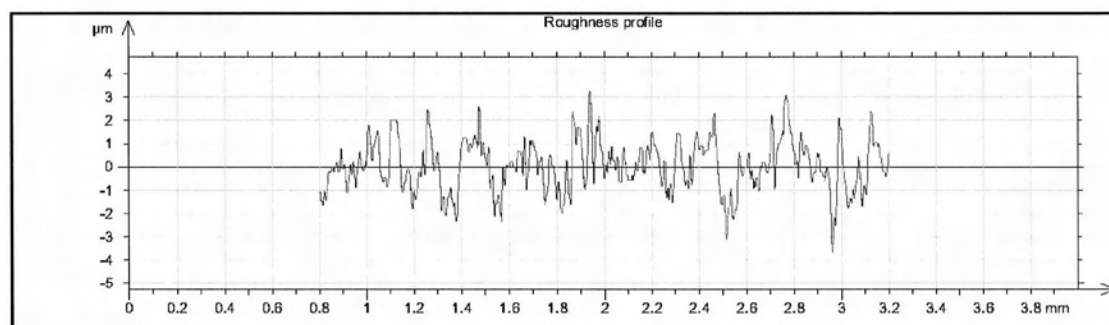
Γράφημα 078 Τραχύτητα Vc50fz0.08-039

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.803 μm	2.52 μm	8.88 μm	0.434	3.75	5.91 μm	0.0696 mm	2.55 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.08-040



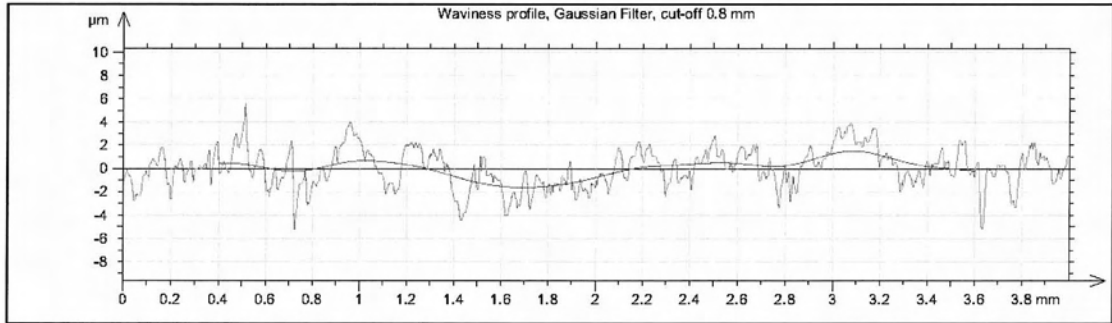
Γράφημα 079 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.08-040



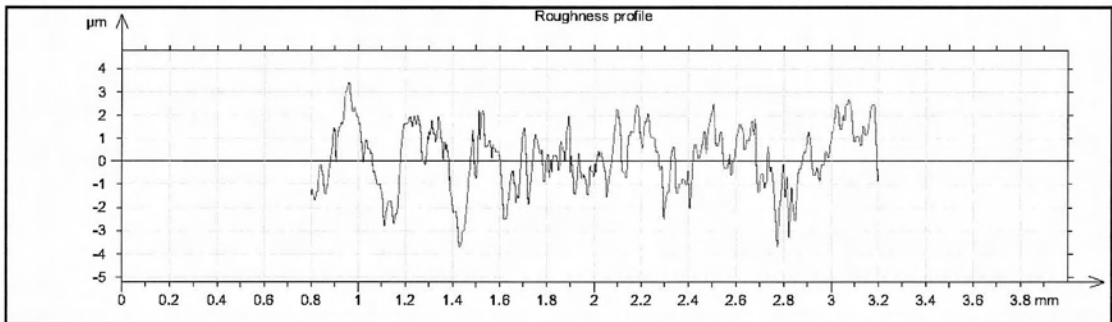
Γράφημα 080 Τραχύτητα Vc50fz0.08-040

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.826 μm	2.43 μm	7.96 μm	0.244	2.93	5.19 μm	0.0604 mm	2.71 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.08-041



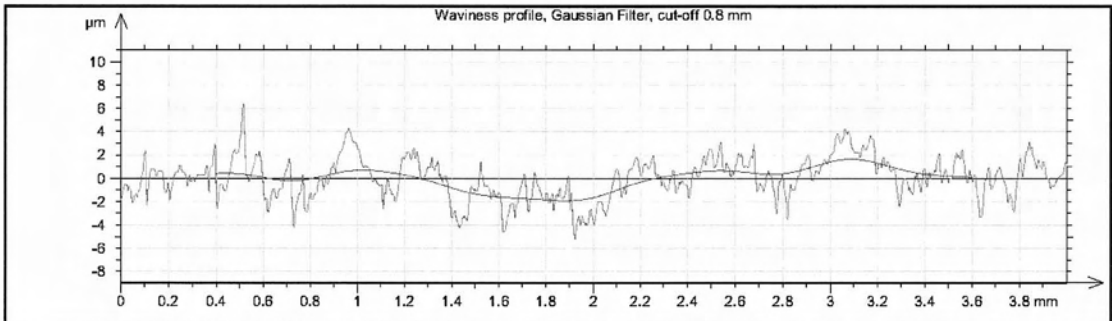
Γράφημα 081 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.08-041



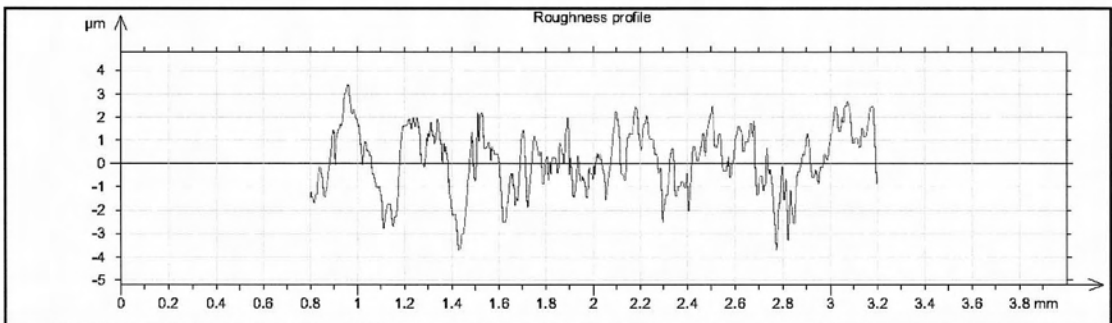
Γράφημα 082 Τραχύτητα Vc50fz0.08-041

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1.14 μm	4.05 μm	10.2 μm	-0.123	3.25	7.32 μm	0.111 mm	3.84 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.08-042



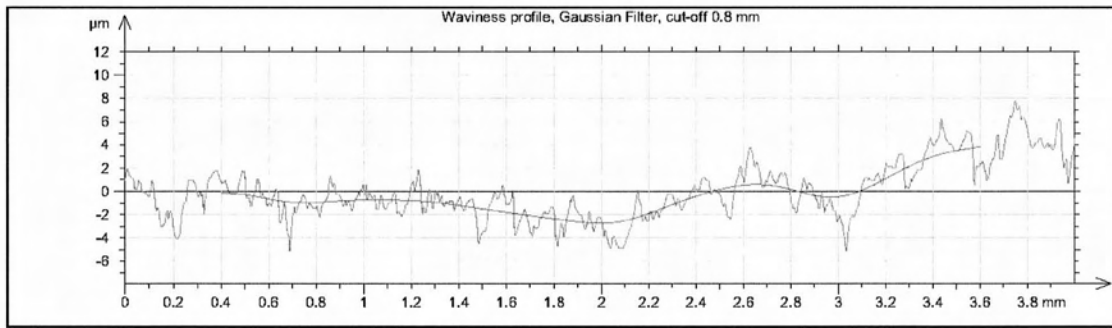
Γράφημα 083 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.08-042



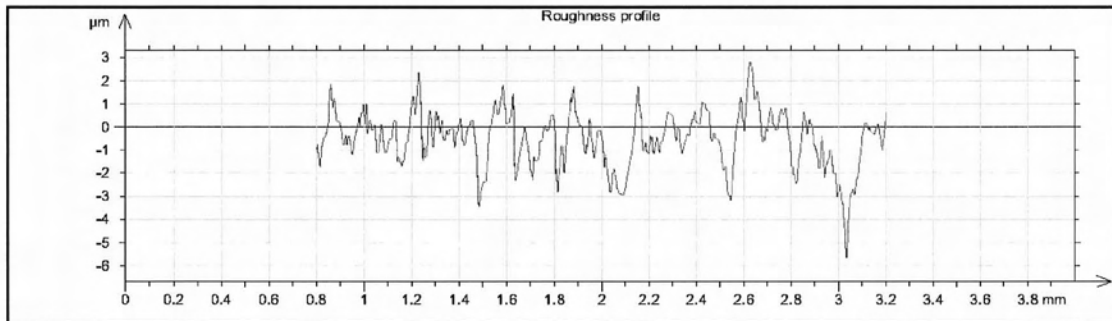
Γράφημα 084 Τραχύτητα Vc50fz0.08-042

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1.18 μm	3.59 μm	10 μm	0.11	3.33	7.35 μm	0.103 mm	3.72 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.08-043



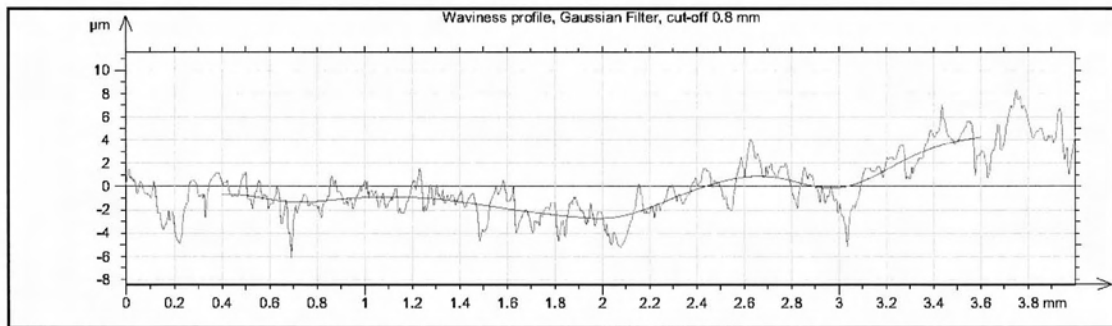
Γράφημα 085 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.08-043



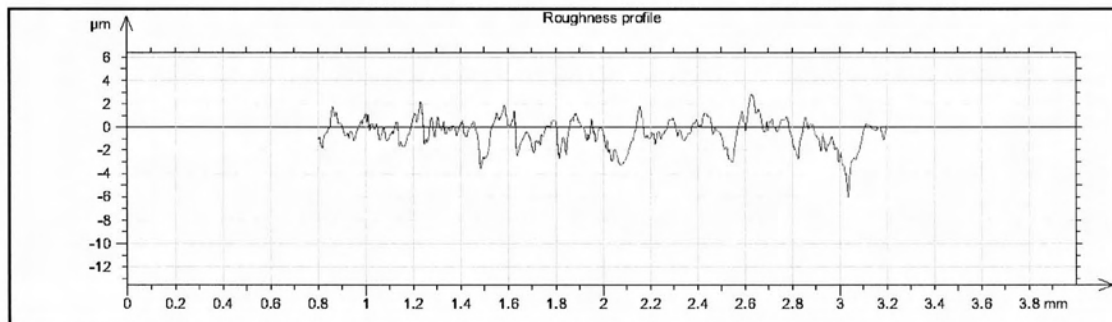
Γράφημα 086 Τραχύτητα Vc50fz0.08-043

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.818 μm	3.33 μm	7.97 μm	-0.211	3.68	6.02 μm	0.103 mm	2.48 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.08-044



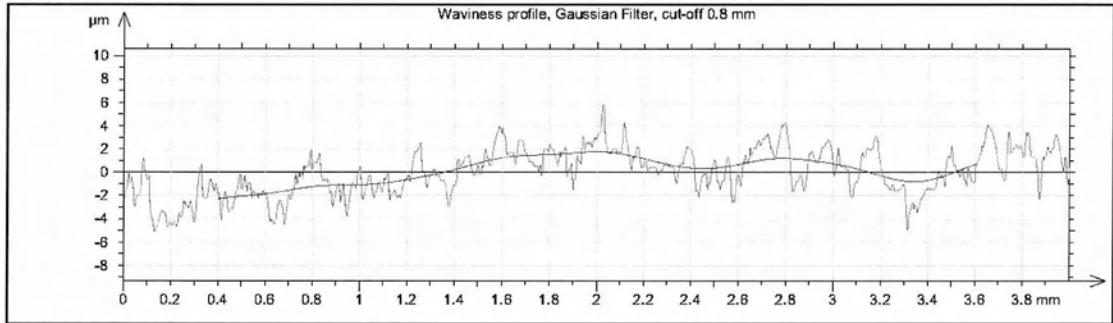
Γράφημα 087 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.08-044



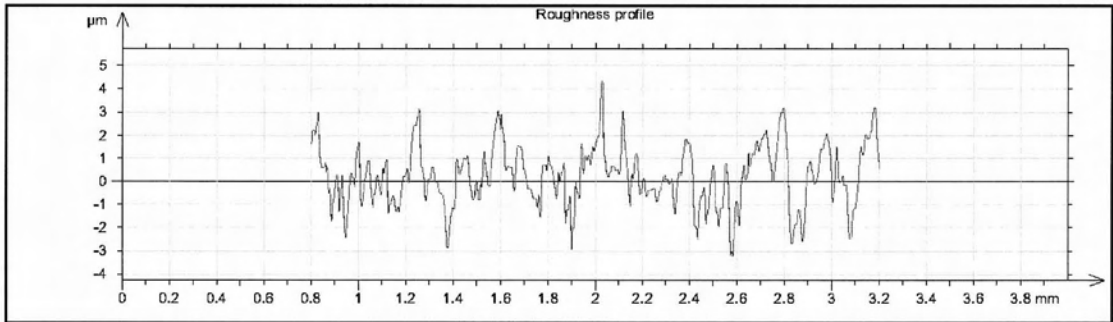
Γράφημα 088 Τραχύτητα Vc50fz0.08-044

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.842 μm	3.51 μm	8.59 μm	-0.331	3.77	6.1 μm	0.105 mm	2.63 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.08-045



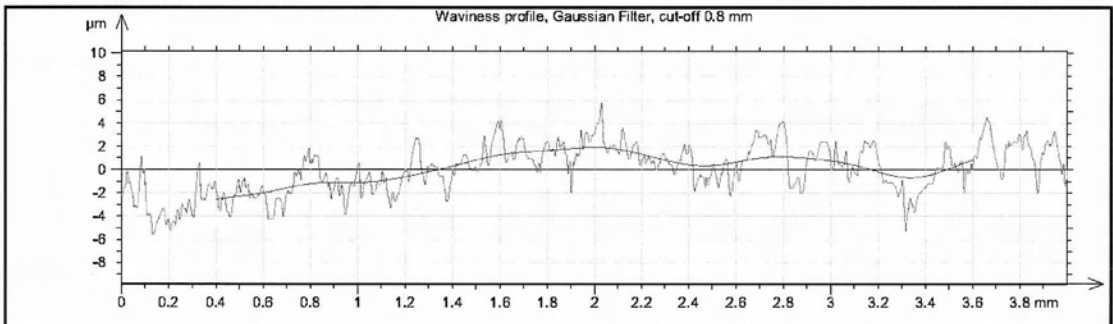
Γράφημα 089 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.08-045



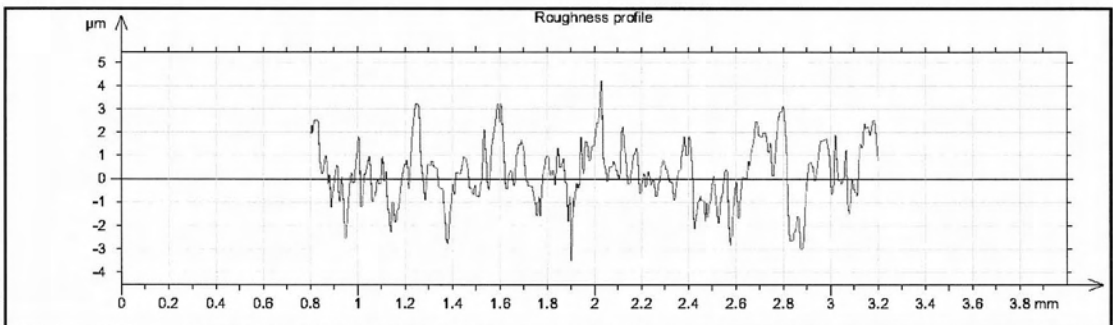
Γράφημα 090 Τραχύτητα Vc50fz0.08-045

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.949 μm	3.09 μm	8.28 μm	0.25	3.22	6.48 μm	0.111 mm	2.92 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.08-046



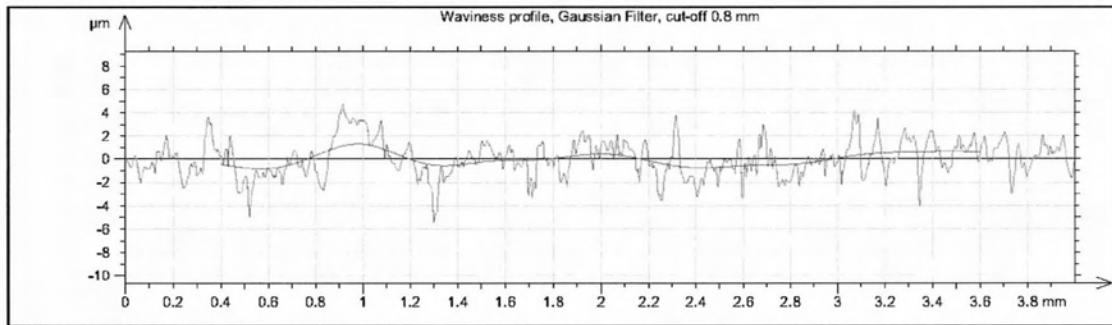
Γράφημα 091 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.08-046



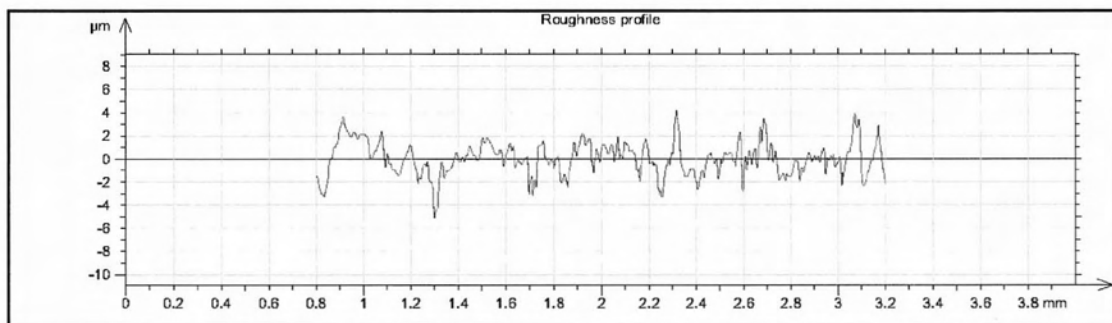
Γράφημα 092 Τραχύτητα Vc50fz0.08-046

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.937 μm	3.13 μm	8.43 μm	0.36	3.24	6.47 μm	0.0989 mm	2.77 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.08-047



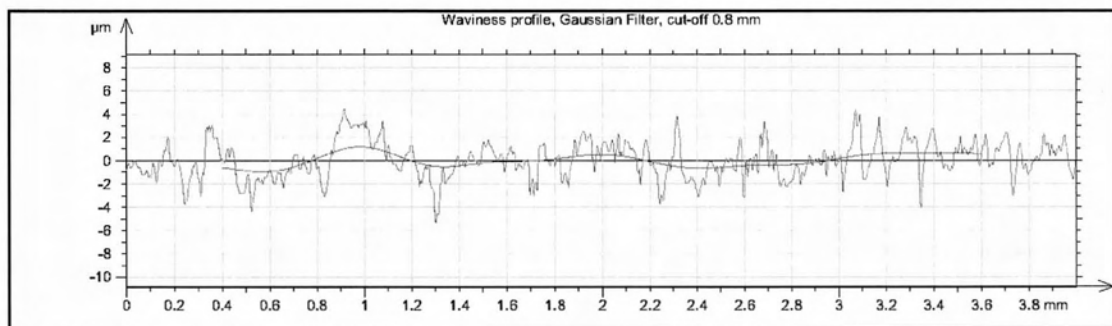
Γράφημα 093 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.08-047



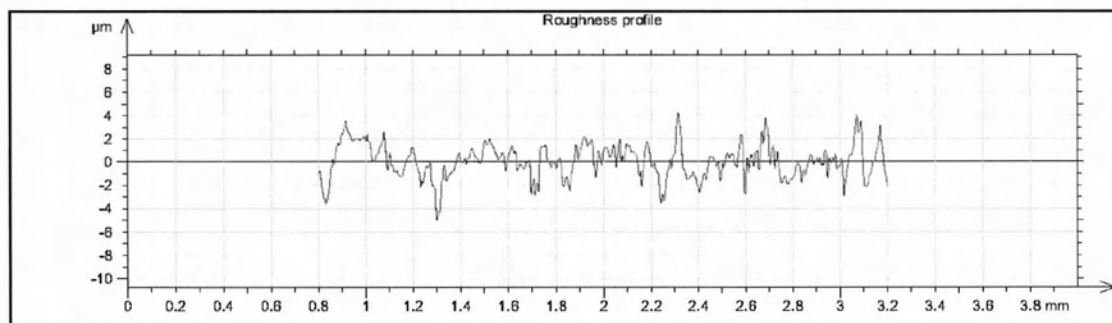
Γράφημα 094 Τραχύτητα Vc50fz0.08-047

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1.05 μm	4.09 μm	9.37 μm	-0.222	3.62	7.47 μm	0.1 mm	3.08 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.08-048



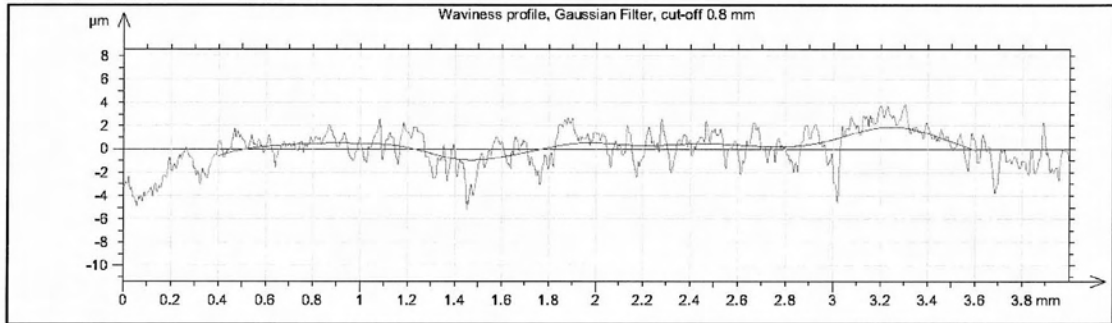
Γράφημα 095 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.08-048



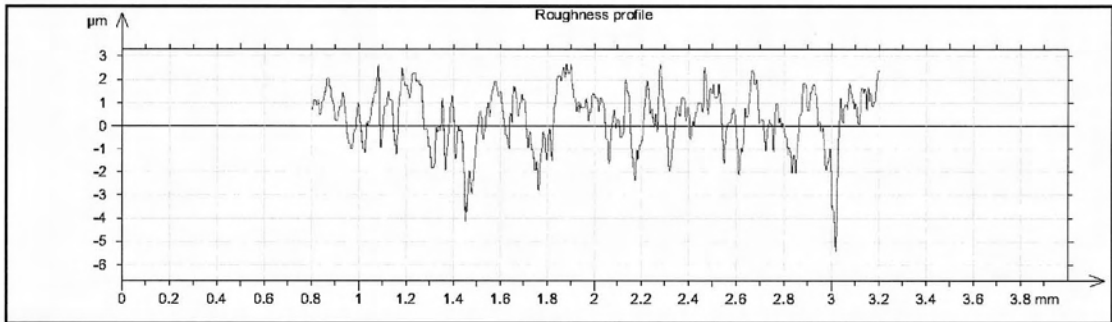
Γράφημα 096 Τραχύτητα Vc50fz0.08-048

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1.06 μm	3.94 μm	9.22 μm	-0.245	3.54	7.25 μm	0.0922 mm	3.18 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.08-049



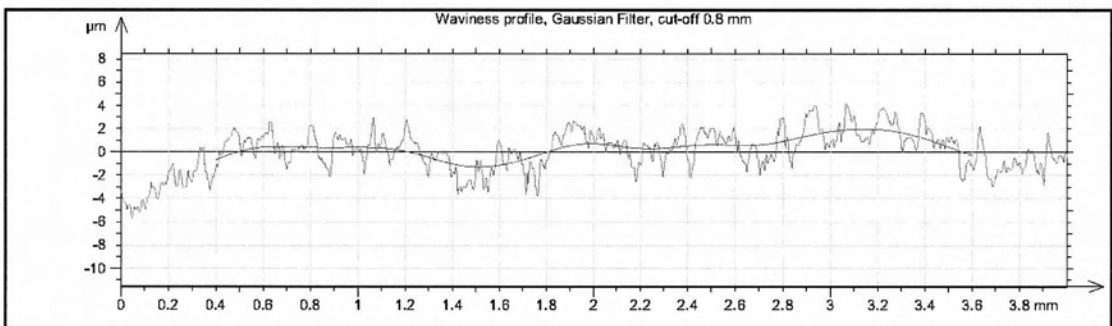
Γράφημα 097 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.08-049



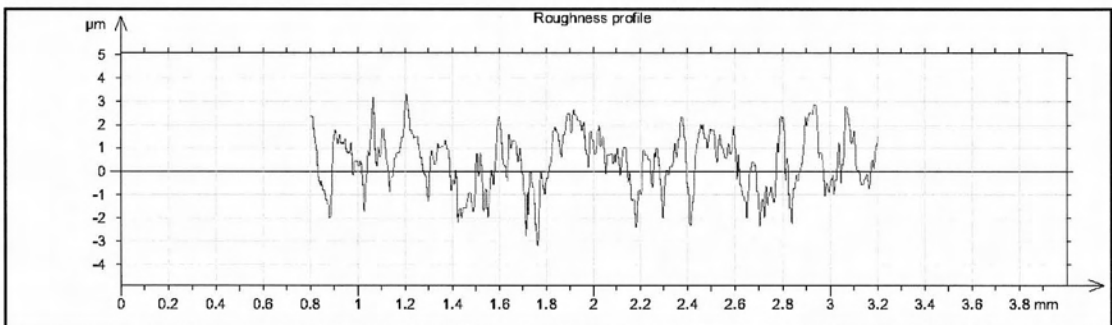
Γράφημα 098 Τραχύτητα Vc50fz0.08-049

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.839 μm	2.93 μm	7.91 μm	-0.412	3.57	5.18 μm	0.0812 mm	2.89 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.08-050



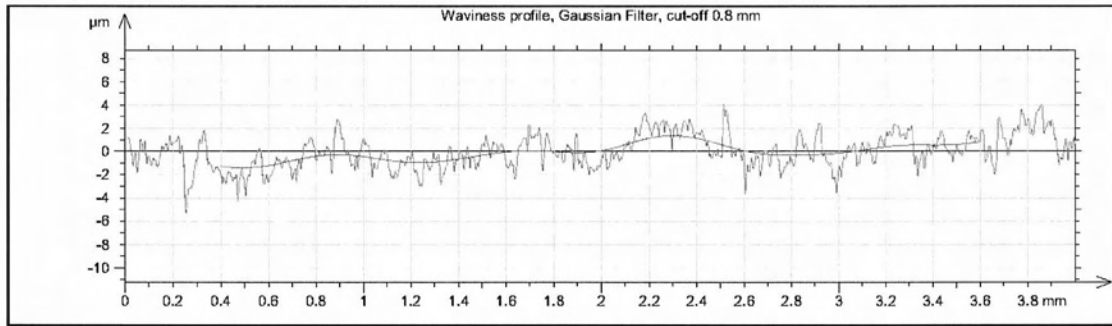
Γράφημα 099 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.08-050



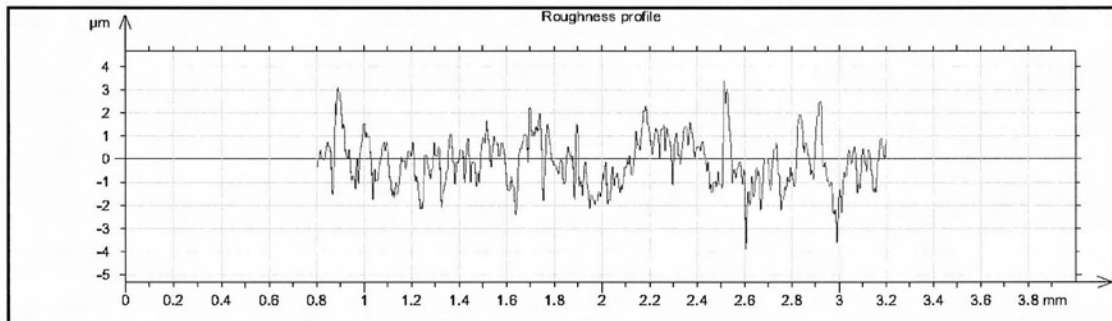
Γράφημα 100 Τραχύτητα Vc50fz0.08-050

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.92 μm	2.97 μm	6.31 μm	-0.242	2.67	5.45 μm	0.0851 mm	3.23 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.08-051



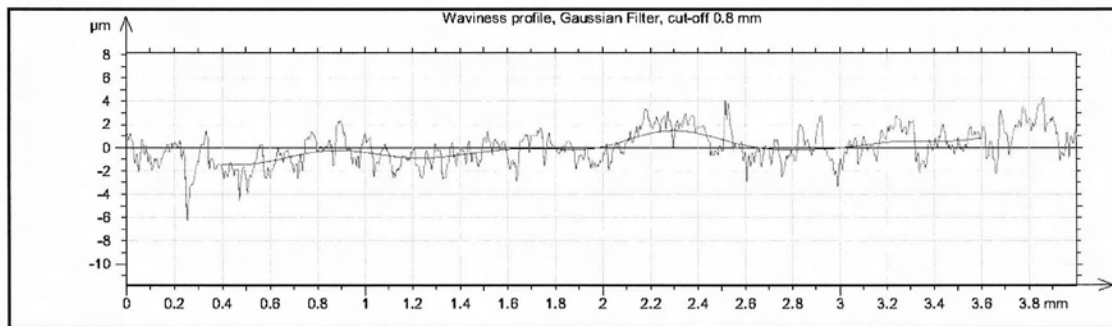
Γράφημα 101 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.08-051



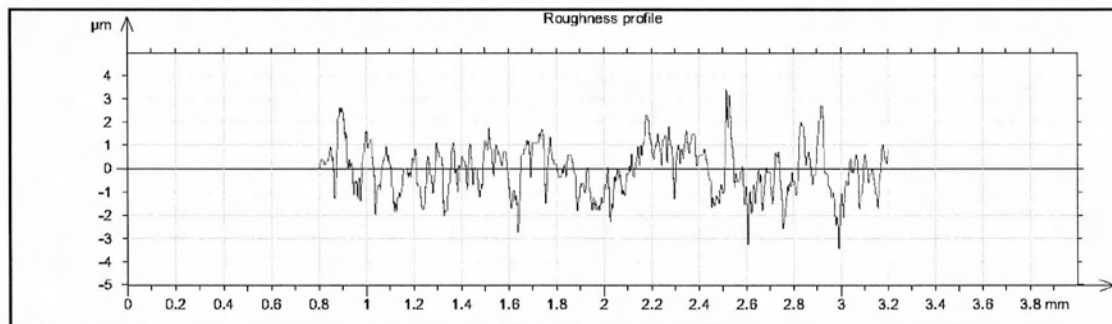
Γράφημα 102 Τραχύτητα Vc50fz0.08-051

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.966 μm	3.3 μm	7.61 μm	0.0332	2.92	6.58 μm	0.0802 mm	3.29 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.08-052



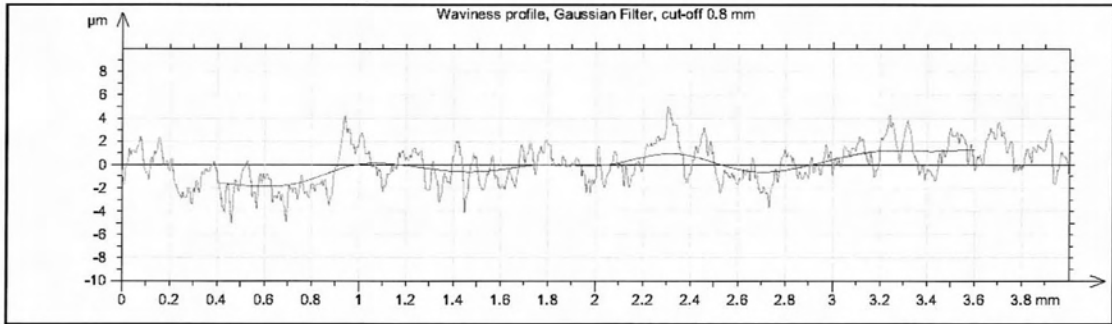
Γράφημα 103 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.08-052



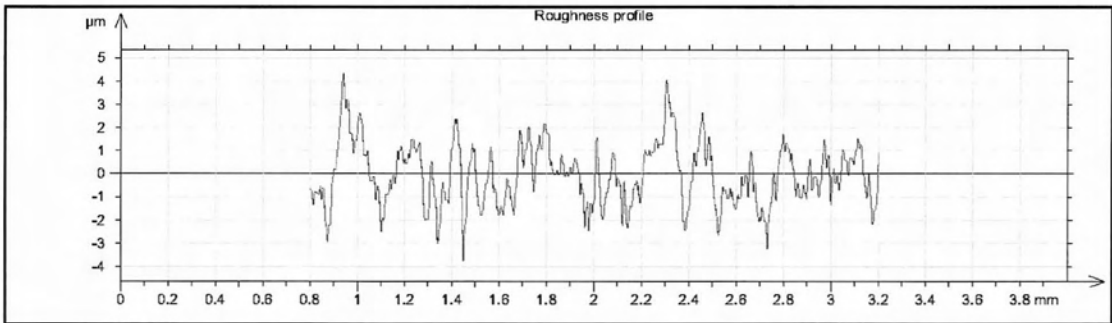
Γράφημα 104 Τραχύτητα Vc50fz0.08-052

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.951 μm	3.38 μm	7.75 μm	0.107	3.02	6.7 μm	0.0743 mm	3.29 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.08-053



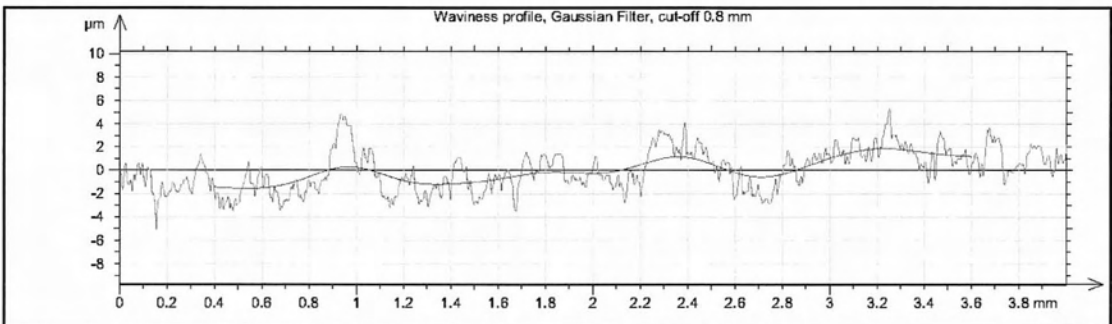
Γράφημα 105 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.08-053



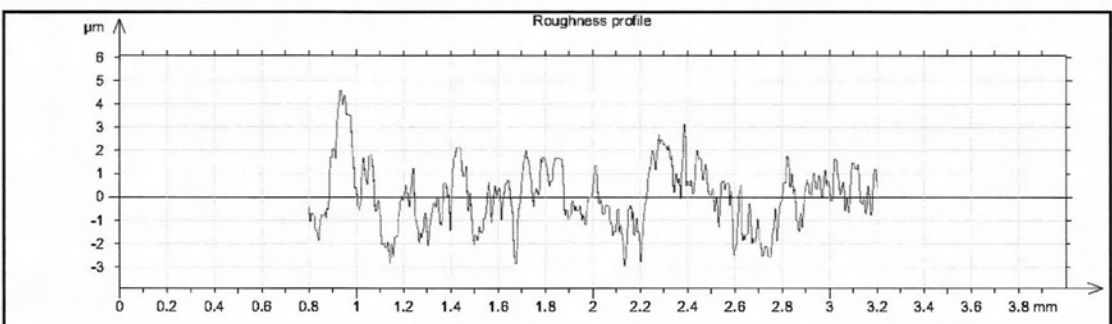
Γράφημα 106 Τραχύτητα Vc50fz0.08-053

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1.08 μm	3.32 μm	8 μm	0.232	2.99	7.02 μm	0.106 mm	3.58 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.08-054



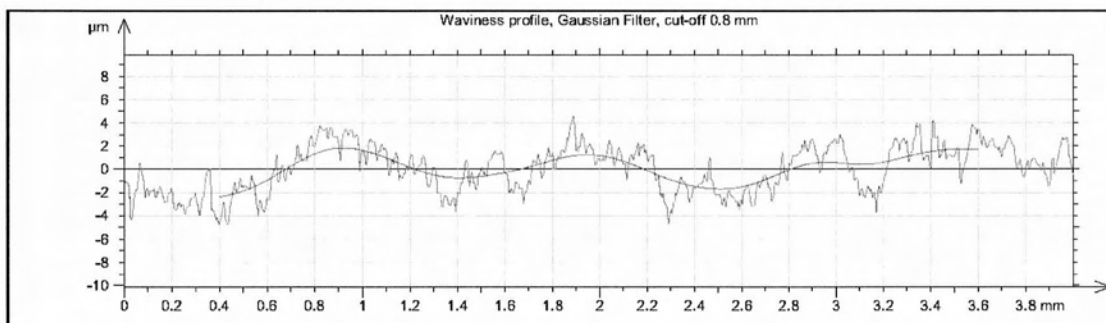
Γράφημα 107 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.08-054



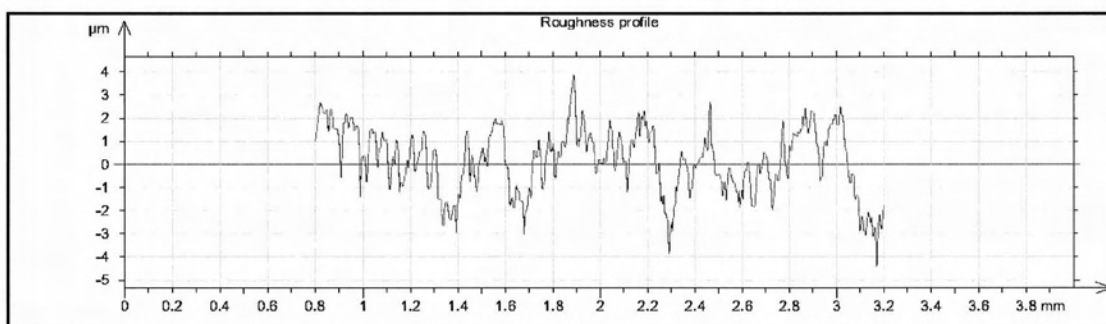
Γράφημα 108 Τραχύτητα Vc50fz0.08-054

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1.09 μm	2.82 μm	7.56 μm	0.478	3.5	6.08 μm	0.0955 mm	3.29 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.08-055



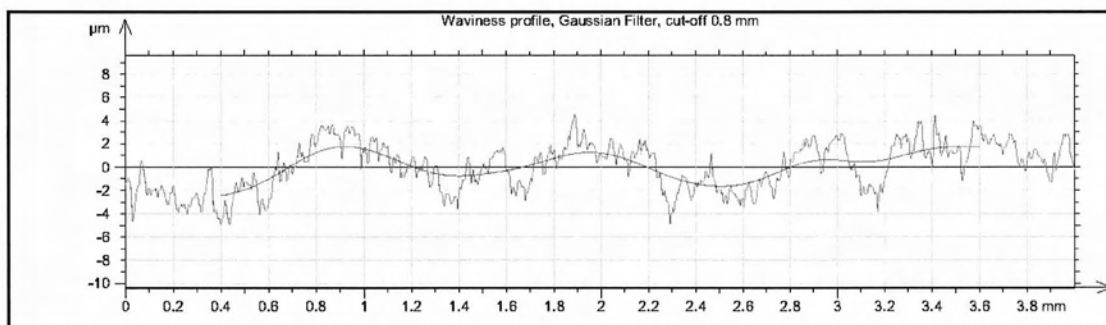
Γράφημα 109 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.08-055



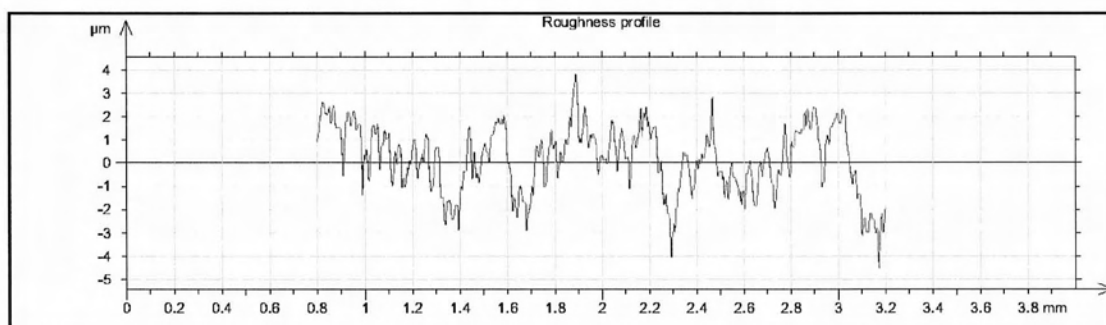
Γράφημα 110 Τραχύτητα Vc50fz0.08-055

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.949 μm	3.22 μm	7.68 μm	-0.346	2.79	6.01 μm	0.102 mm	3.77 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.08-056



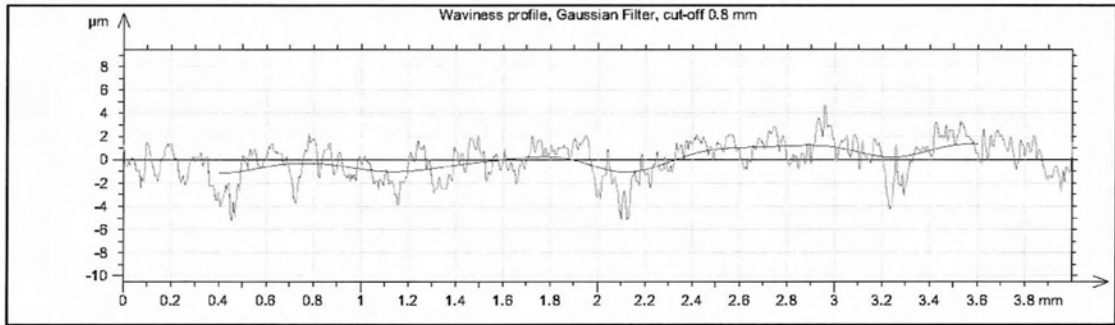
Γράφημα 111 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.08-056



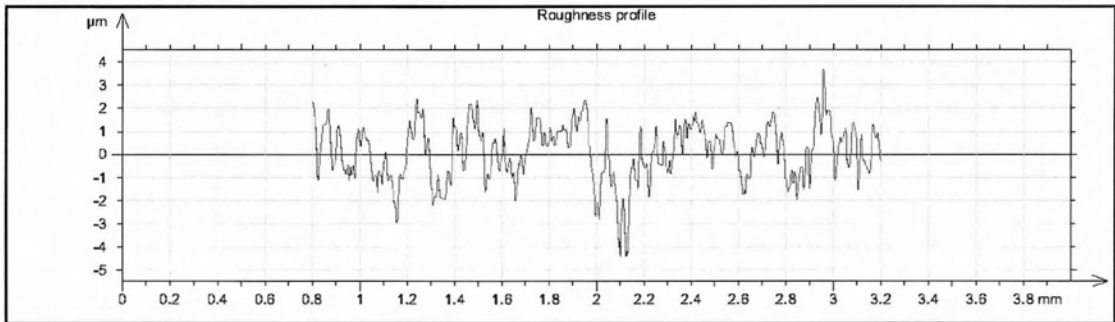
Γράφημα 112 Τραχύτητα Vc50fz0.08-056

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.963 μm	3.25 μm	7.72 μm	-0.377	2.81	6.06 μm	0.0978 mm	3.84 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.08-057



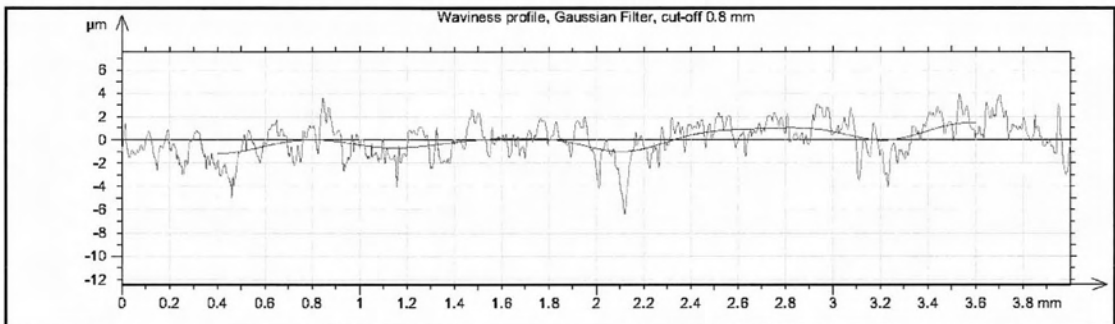
Γράφημα 113 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.08-057



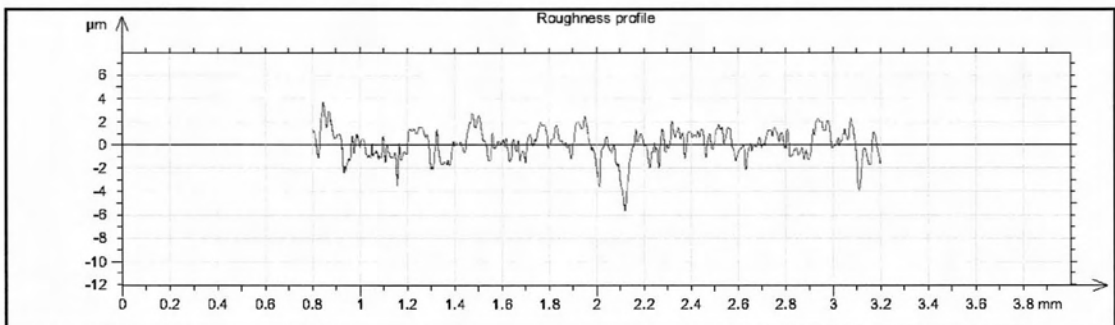
Γράφημα 114 Τραχύτητα Vc50fz0.08-057

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1.02 μm	3.61 μm	8.04 μm	-0.65	3.28	5.88 μm	0.0931 mm	3.28 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.08-058



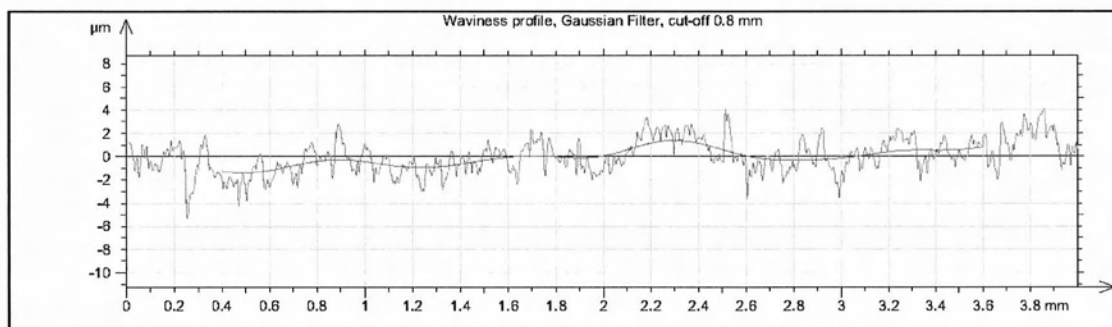
Γράφημα 115 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.08-058



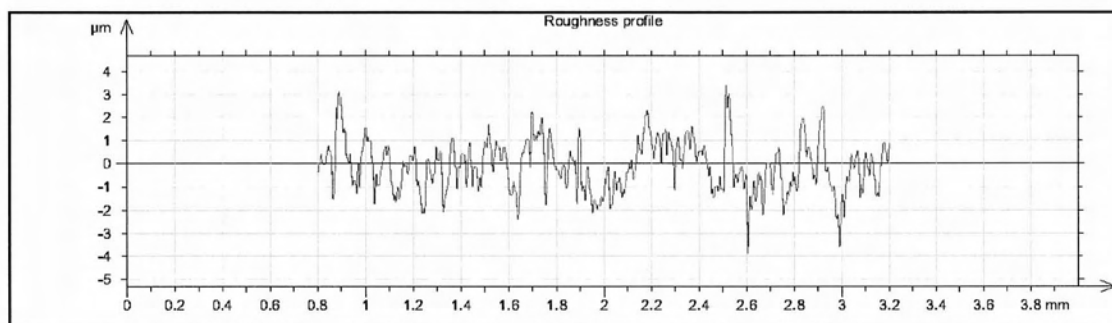
Γράφημα 116 Τραχύτητα Vc50fz0.08-058

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.952 μm	3.78 μm	9.01 μm	-0.575	4.19	6.54 μm	0.0767 mm	3.11 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.08-059



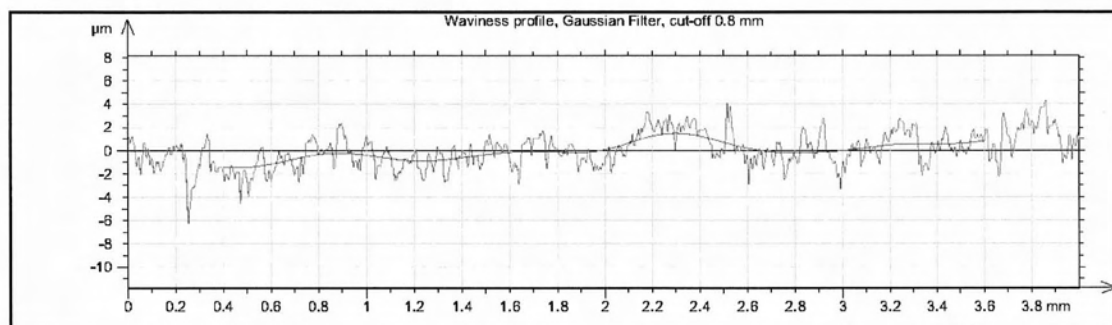
Γράφημα 117 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.08-059



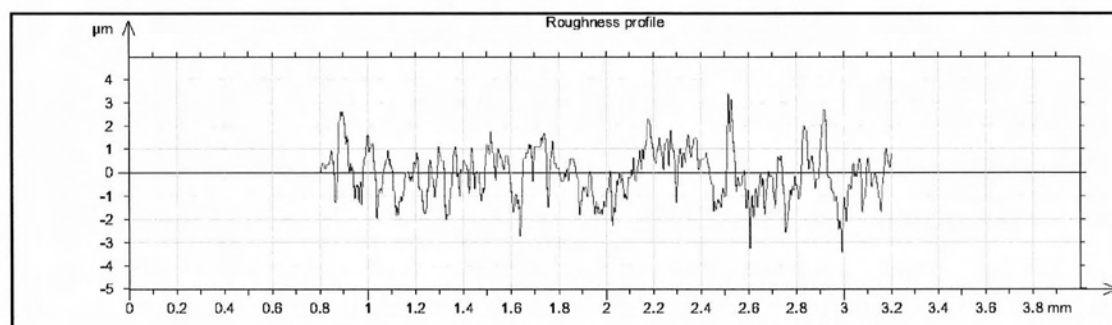
Γράφημα 118 Τραχύτητα Vc50fz0.08-059

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.817 μm	2.95 μm	7.19 μm	0.105	3.09	5.92 μm	0.0881 mm	2.91 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.08-060



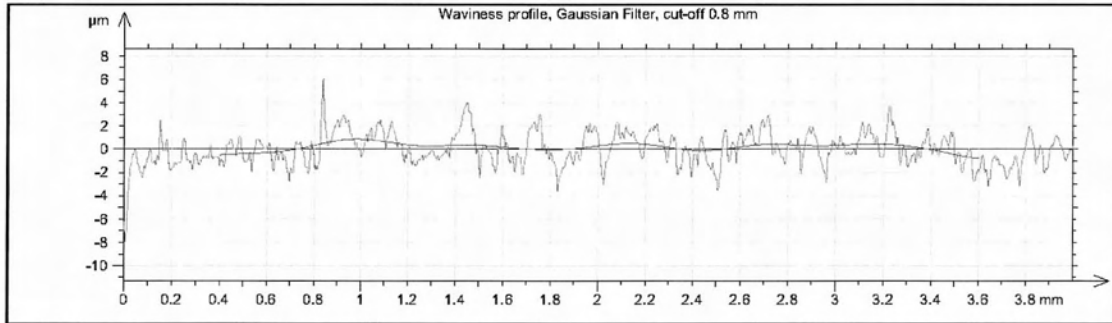
Γράφημα 119 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.08-060



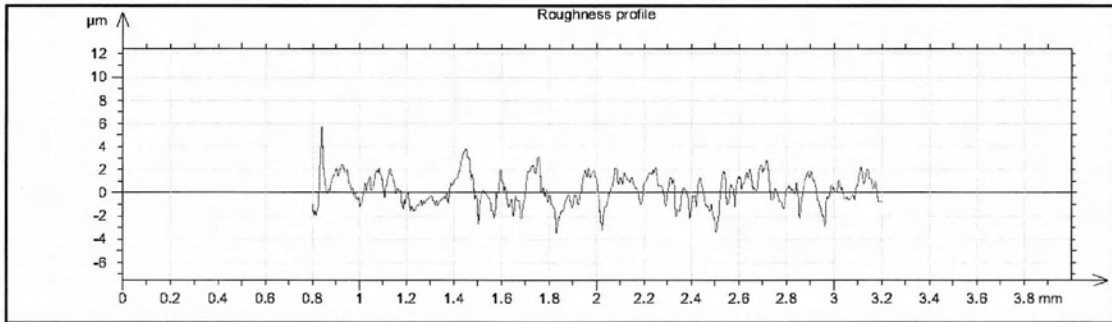
Γράφημα 120 Τραχύτητα Vc50fz0.08-060

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.817 μm	2.95 μm	7.19 μm	0.105	3.09	5.92 μm	0.0881 mm	2.91 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.08-061



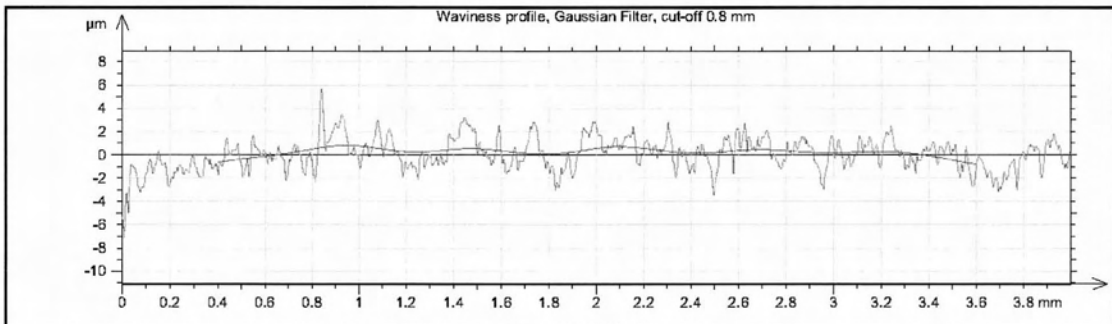
Γράφημα 121 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.08-061



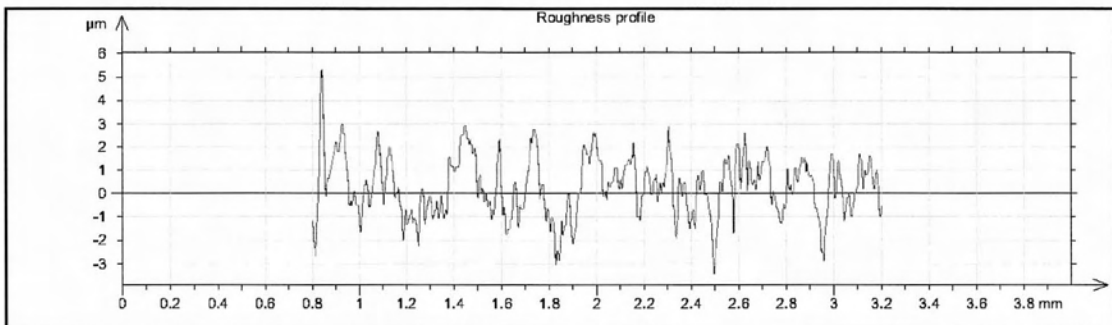
Γράφημα 122 Τραχύτητα Vc50fz0.08-061

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1.03 μm	3.22 μm	9.06 μm	0.286	3.31	7.12 μm	0.0922 mm	3.47 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.08-062



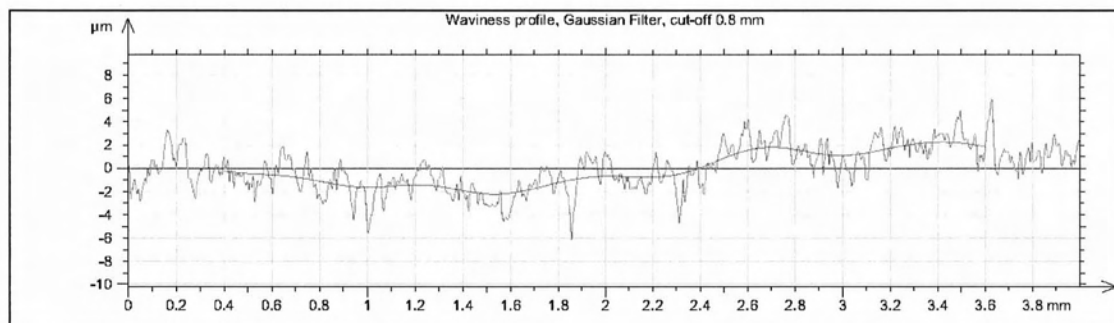
Γράφημα 123 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.08-062



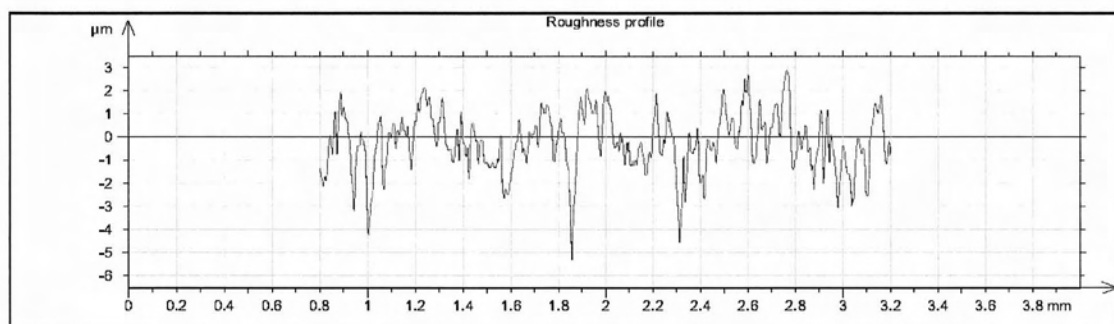
Γράφημα 124 Τραχύτητα Vc50fz0.08-062

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.973 μm	3.21 μm	8.73 μm	0.308	3.42	6.68 μm	0.0741 mm	3.39 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.08-063



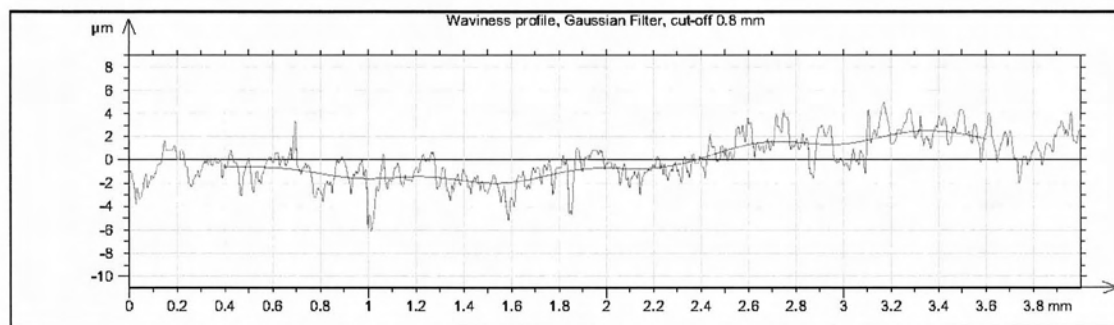
Γράφημα 125 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.08-063



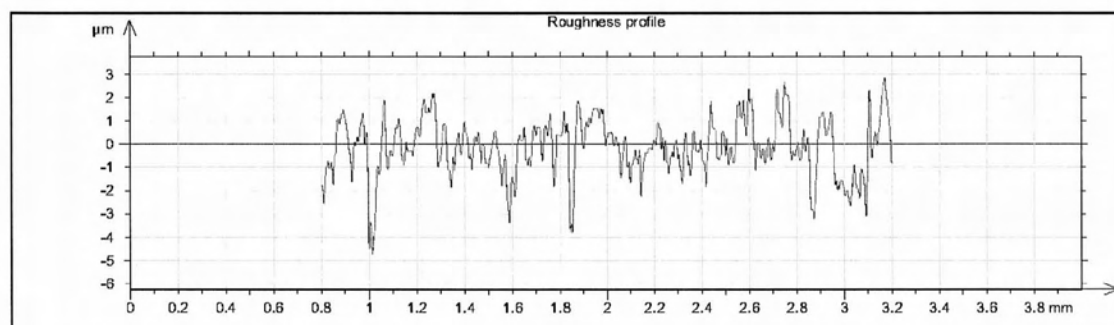
Γράφημα 126 Τραχύτητα Vc50fz0.08-063

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.94 μm	4.45 μm	8.1 μm	-0.406	3.79	6.99 μm	0.0679 mm	2.97 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.08-064



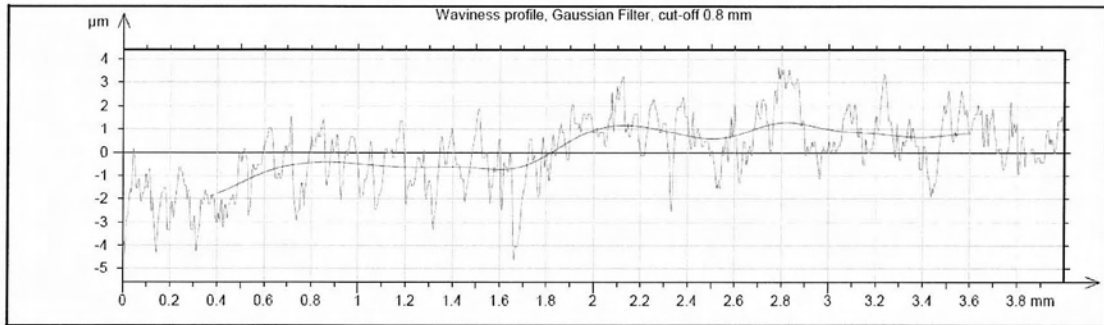
Γράφημα 127 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.08-064



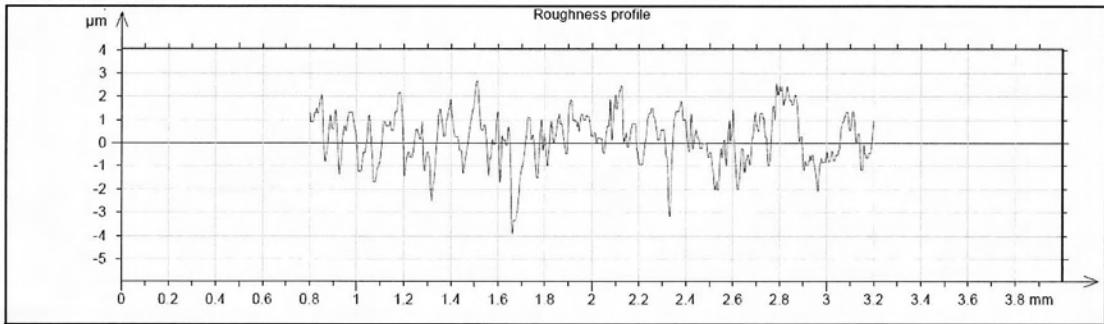
Γράφημα 128 Τραχύτητα Vc50fz0.08-064

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.853 μm	3.49 μm	8.7 μm	-0.461	4.7	6.53 μm	0.07 mm	2.74 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.10-065



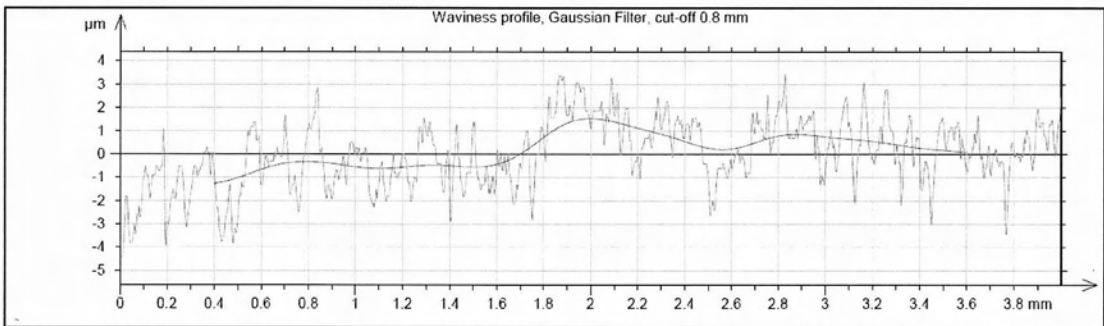
Γράφημα 129 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.10-065



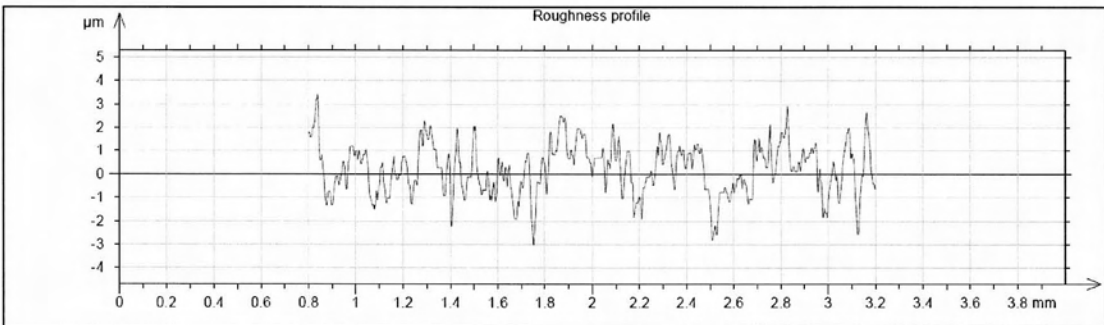
Γράφημα 130 Τραχύτητα Vc50fz0.10-065

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.838 μm	3.25 μm	6.53 μm	-0.509	3.53	5.59 μm	0.0805 mm	2.86 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.10-066



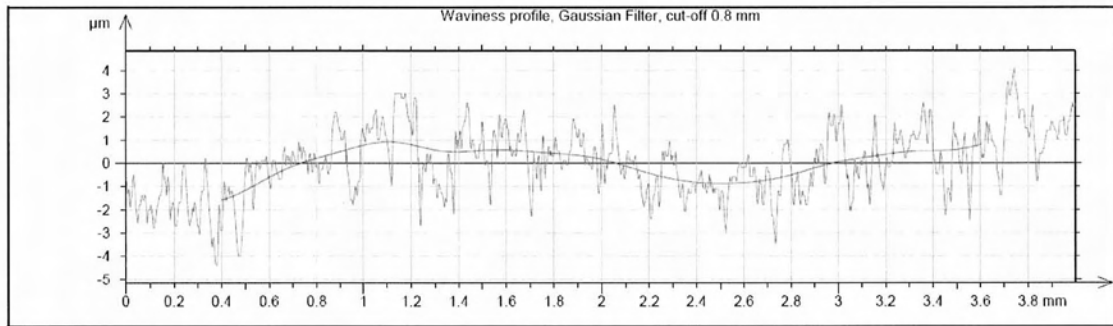
Γράφημα 131 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.10-066



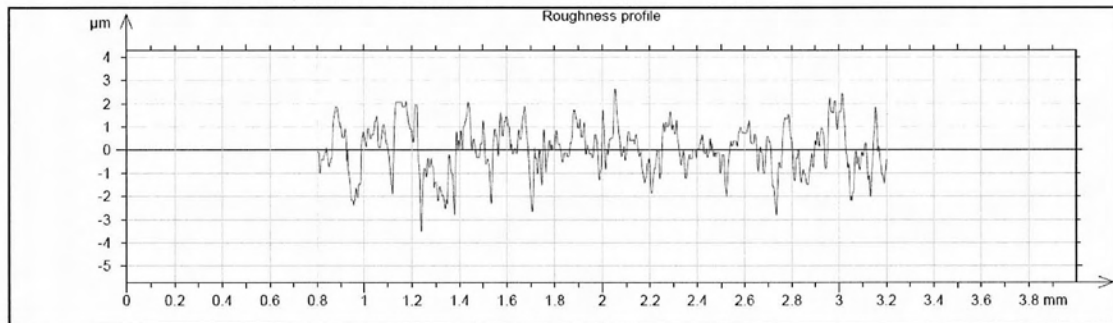
Γράφημα 132 Τραχύτητα Vc50fz0.10-066

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.876 μm	2.92 μm	6.4 μm	-0.209	2.87	5.35 μm	0.0921 mm	2.83 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.10-067



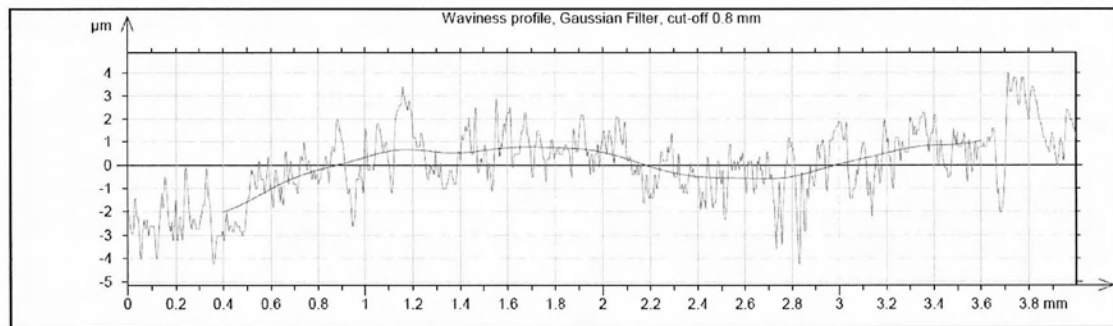
Γράφημα 133 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.10-067



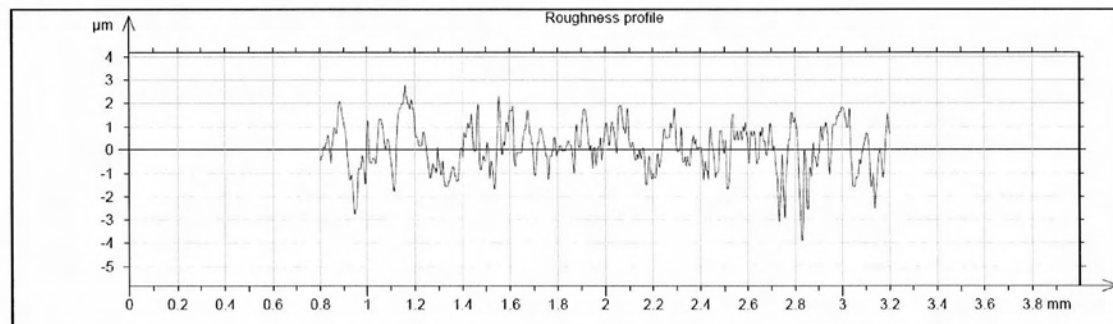
Γράφημα 134 Τραχύτητα Vc50fz0.10-067

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.771 μm	2.96 μm	5.87 μm	-0.394	3.33	5.22 μm	0.082 mm	2.48 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.10-068



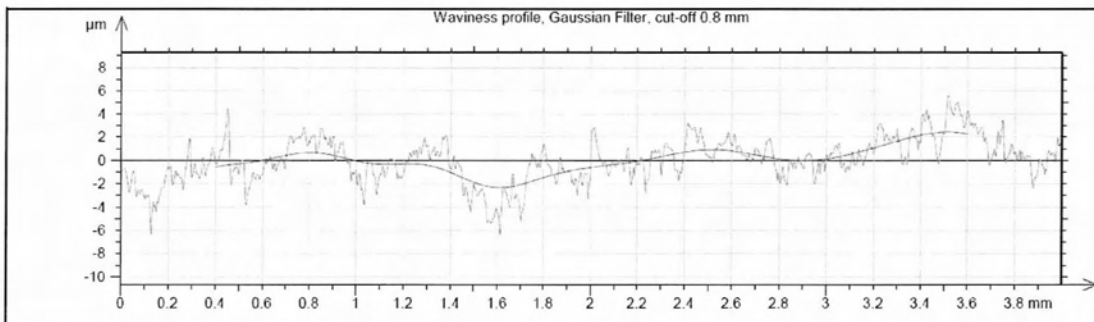
Γράφημα 135 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.10-068



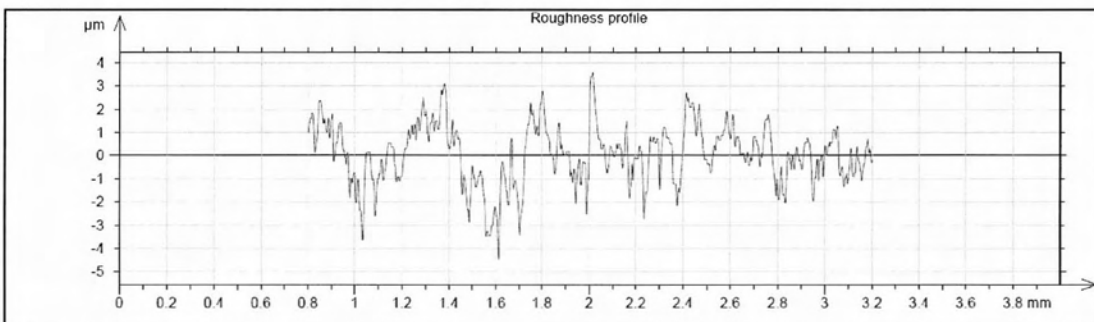
Γράφημα 136 Τραχύτητα Vc50fz0.10-068

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.721 μm	2.54 μm	6.5 μm	0.00186	3.13	4.71 μm	0.0656 mm	2.58 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.10-069



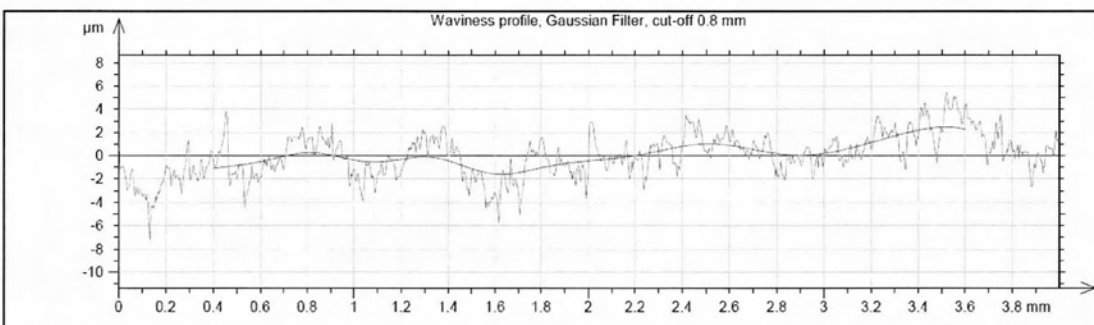
Γράφημα 137 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.10-069



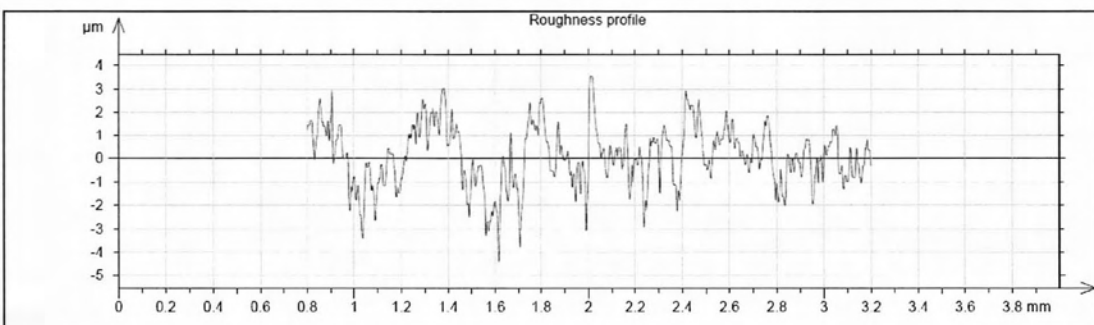
Γράφημα 138 Τραχύτητα Vc50fz0.10-069

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1.05 μm	3.54 μm	8.96 μm	0.05	3.4	7.31 μm	0.122 mm	3.1 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.10-070



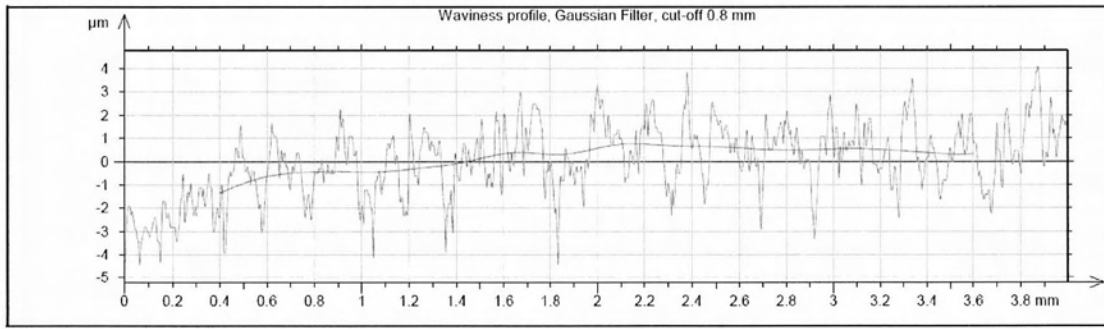
Γράφημα 139 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.10-070



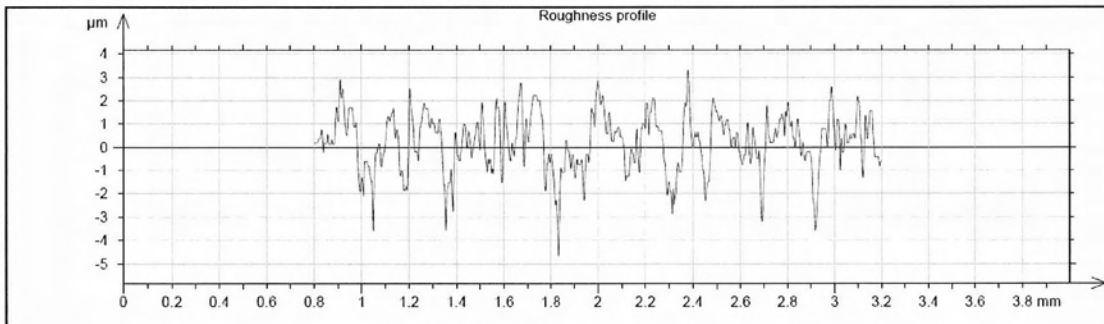
Γράφημα 140 Τραχύτητα Vc50fz0.10-070

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1.06 μm	3.66 μm	8.96 μm	0.0963	3.29	7.33 μm	0.102 mm	3.21 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.10-071



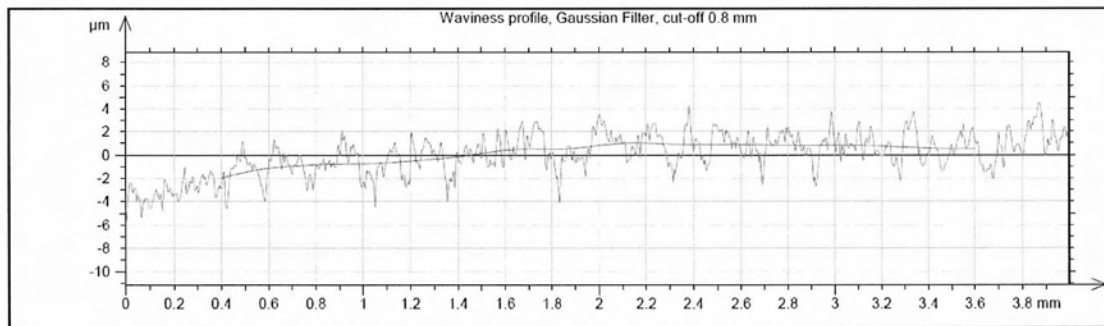
Γράφημα 141 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.10-071



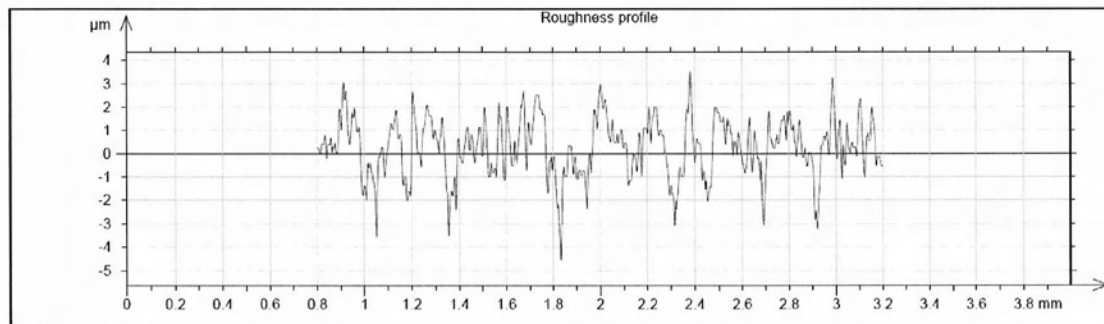
Γράφημα 142 Τραχύτητα Vc50fz0.10-071

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.975 μm	3.94 μm	7.92 μm	-0.298	3.06	6.8 μm	0.0737 mm	3.02 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.10-072



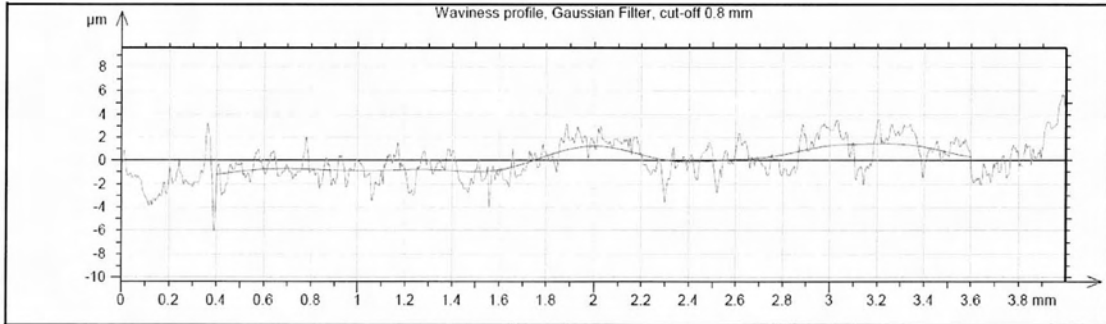
Γράφημα 143 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.10-072



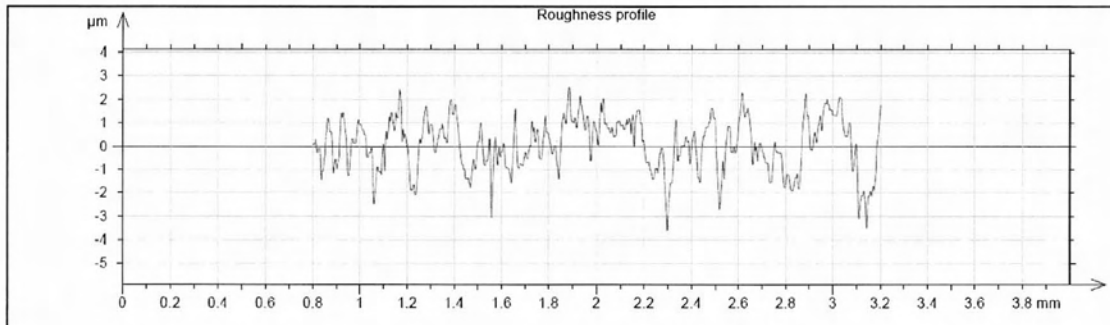
Γράφημα 144 Τραχύτητα Vc50fz0.10-072

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.992 μm	3.93 μm	8 μm	-0.262	3.01	6.87 μm	0.0657 mm	2.99 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.10-073



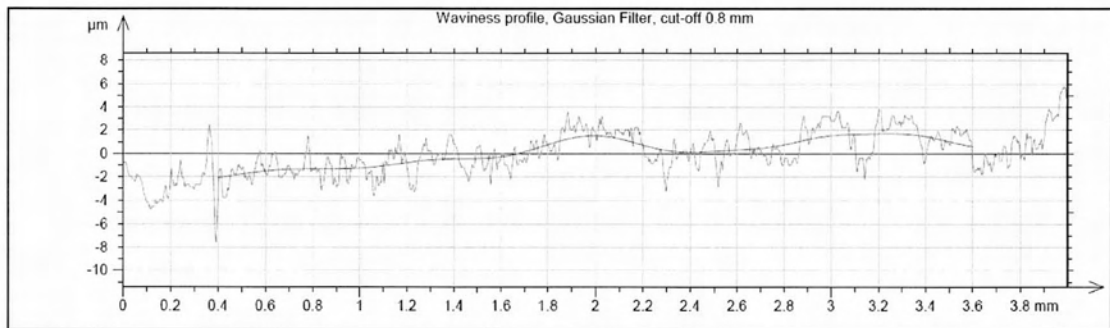
Γράφημα 145 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.10-073



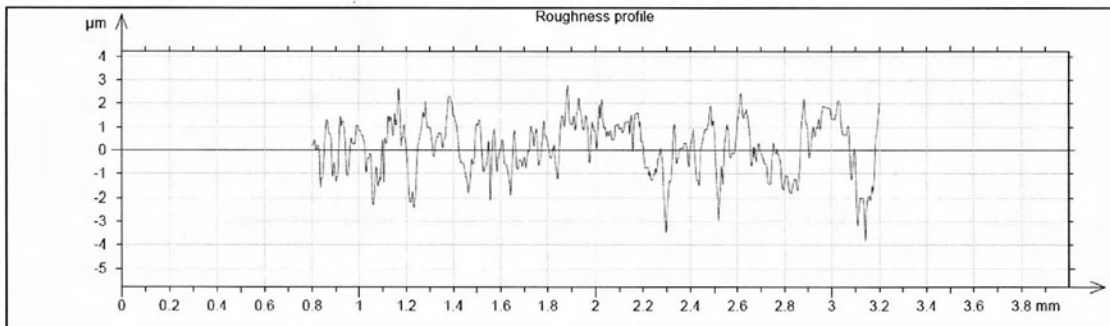
Γράφημα 146 Τραχύτητα Vc50fz0.10-073

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.778 μm	3.09 μm	6.37 μm	-0.328	3.1	5.48 μm	0.0937 mm	3.06 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.10-074



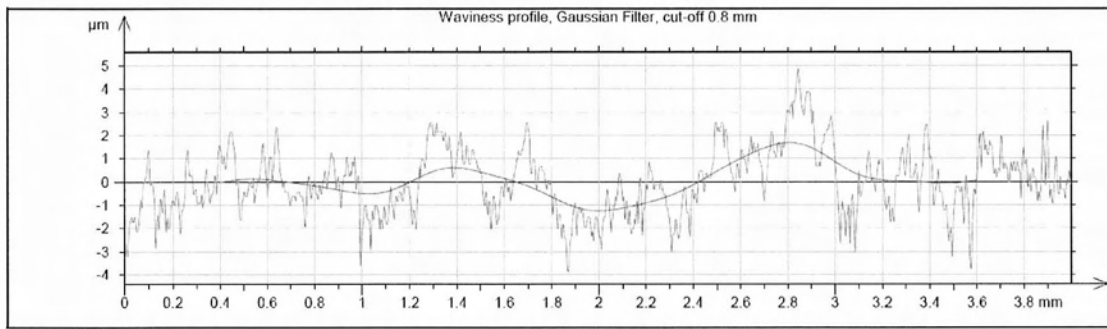
Γράφημα 147 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.10-074



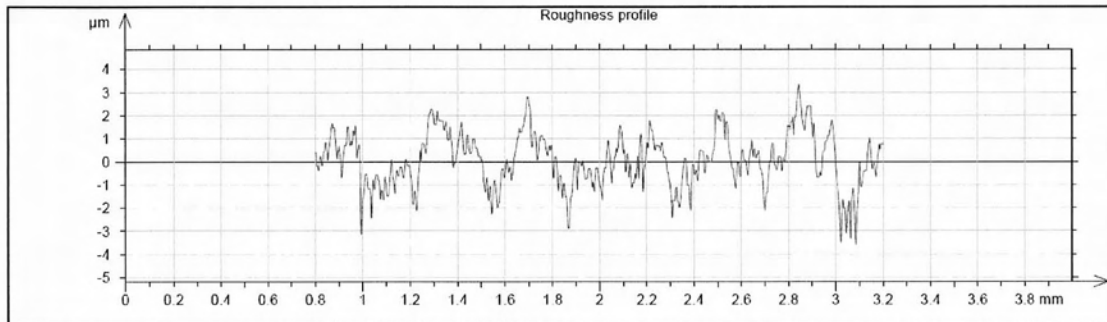
Γράφημα 148 Τραχύτητα Vc50fz0.10-074

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.788 μm	2.85 μm	6.68 μm	-0.311	3.08	5.34 μm	0.0855 mm	3.03 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.10-075



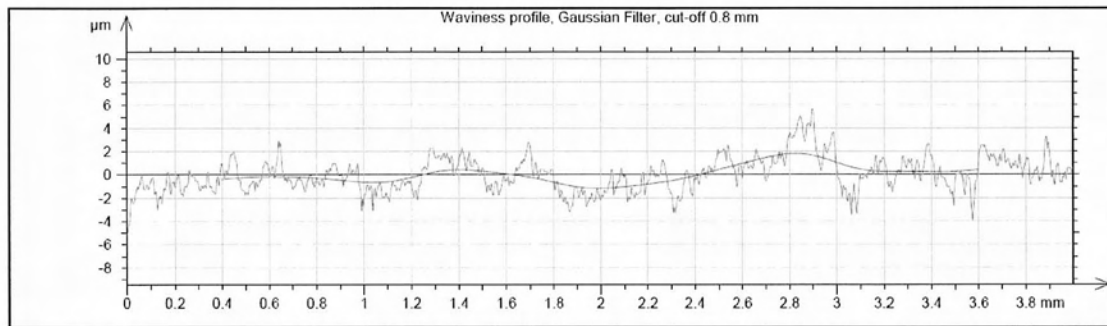
Γράφημα 149 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.10-075



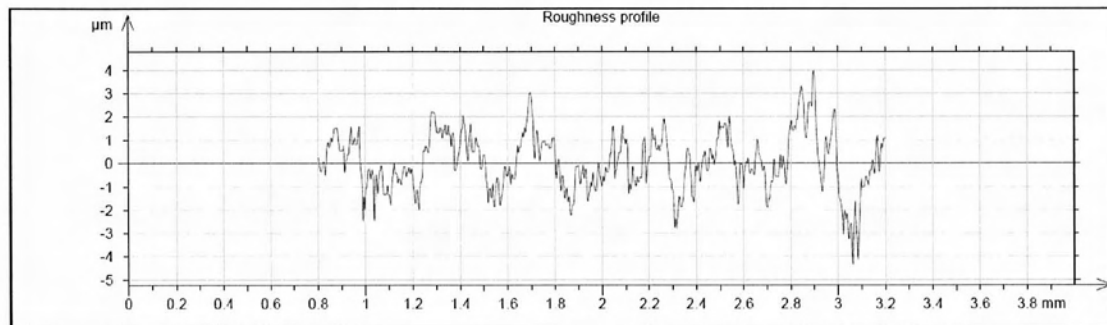
Γράφημα 150 Τραχύτητα Vc50fz0.10-075

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.803 μm	2.8 μm	6.99 μm	0.048	2.86	5.19 μm	0.0993 mm	2.92 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.10-076



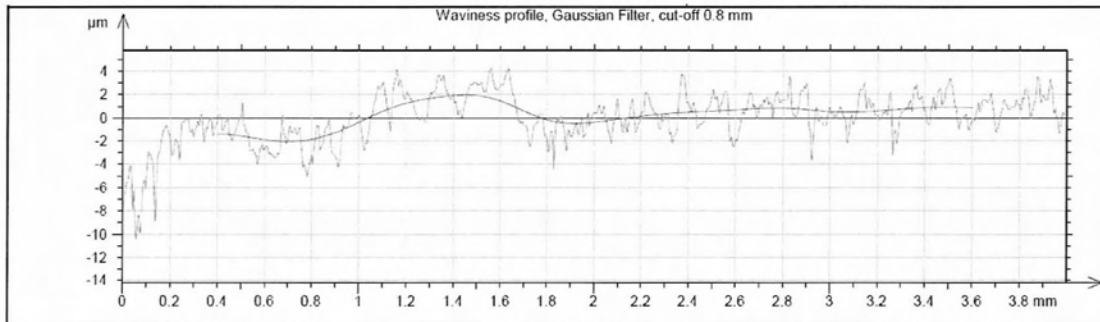
Γράφημα 151 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.10-076



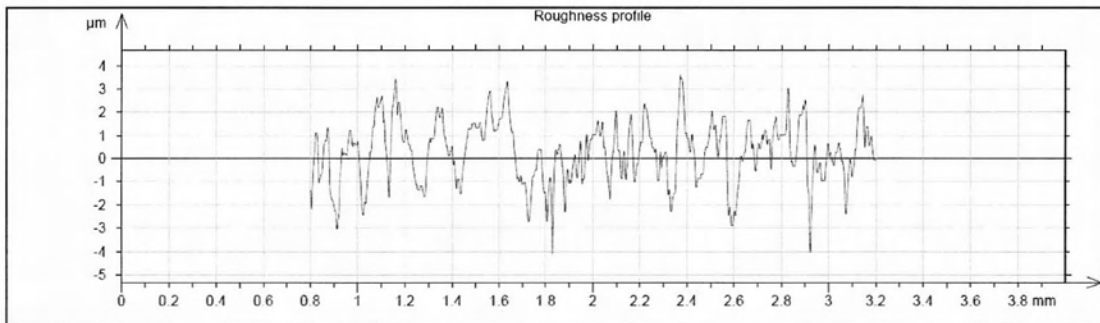
Γράφημα 152 Τραχύτητα Vc50fz0.10-076

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.826 μm	2.48 μm	8.28 μm	0.127	2.81	5.12 μm	0.117 mm	3.18 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.10-077



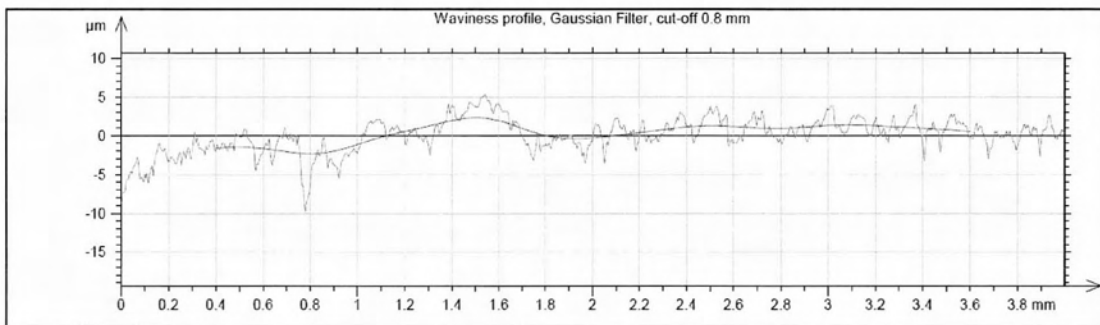
Γράφημα 153 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.10-077



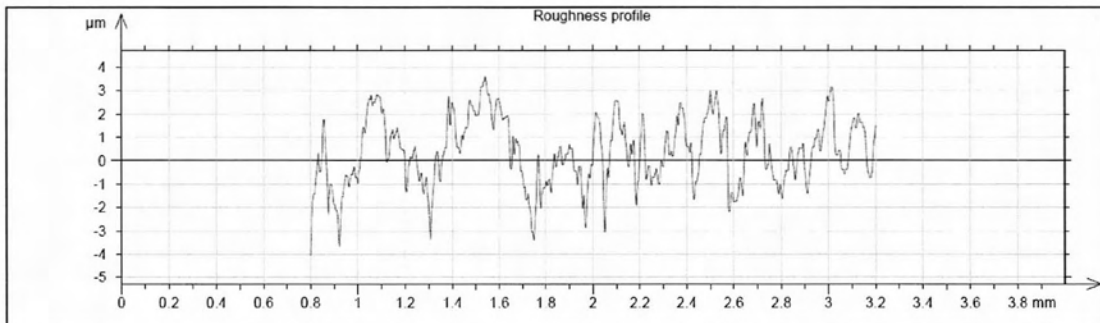
Γράφημα 154 Τραχύτητα Vc50fz0.10-077

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1.06 μm	3.46 μm	7.65 μm	-0.168	2.65	6.64 μm	0.0888 mm	3.2 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.10-078



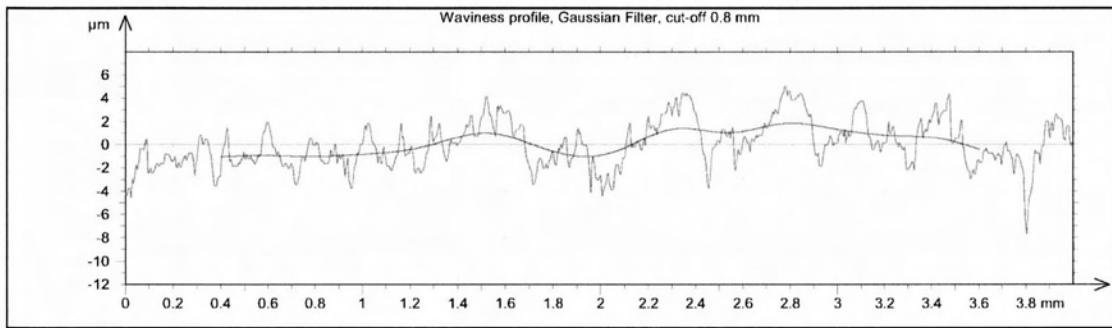
Γράφημα 155 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.10-078



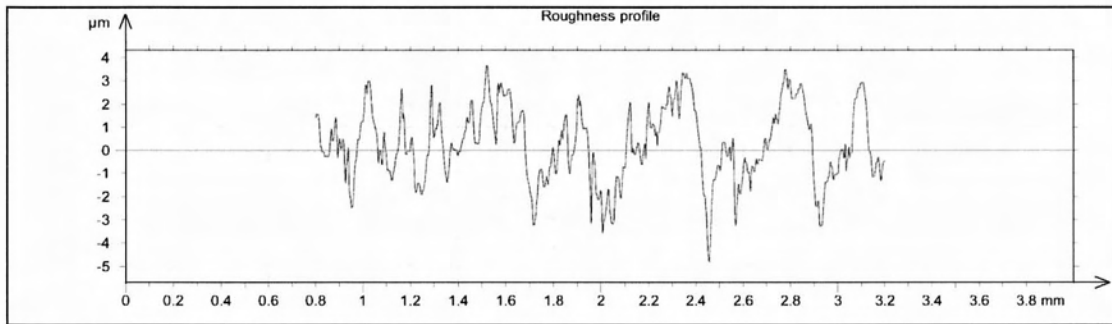
Γράφημα 156 Τραχύτητα Vc50fz0.10-078

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1.23 μm	4.83 μm	10.4 μm	-0.753	4.68	7.73 μm	0.095 mm	3.78 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.10-079



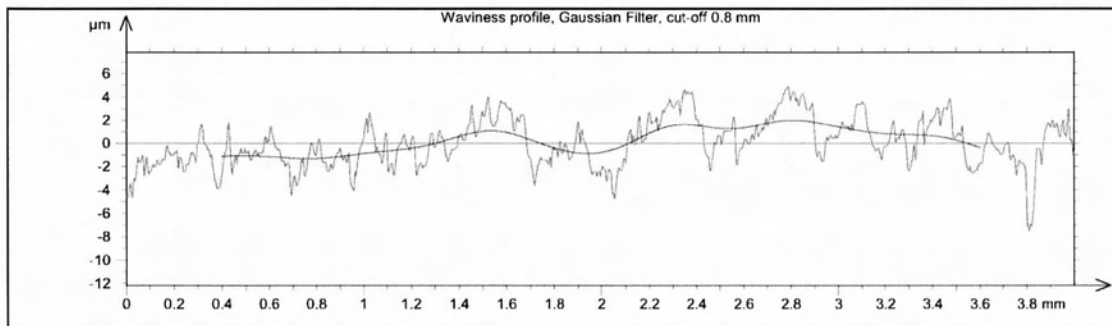
Γράφημα 157 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.10-079



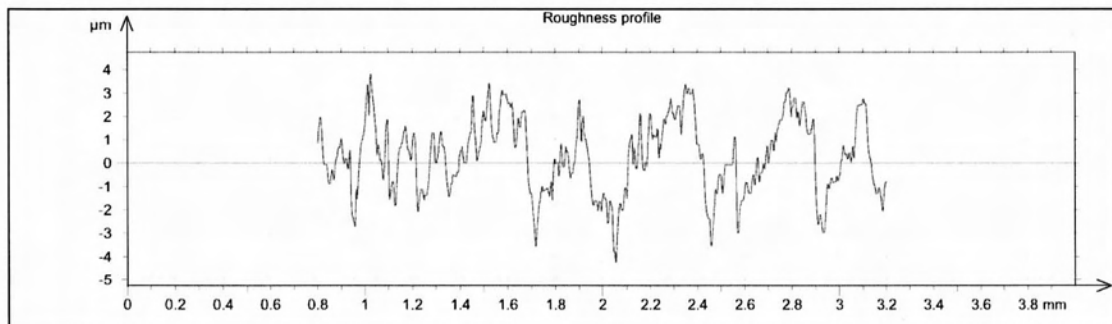
Γράφημα 158 Τραχύτητα Vc50fz0.10-079

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1.17 μm	3.73 μm	8.91 μm	-0.0638	3.01	6.81 μm	0.131 mm	4.18 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.10-080



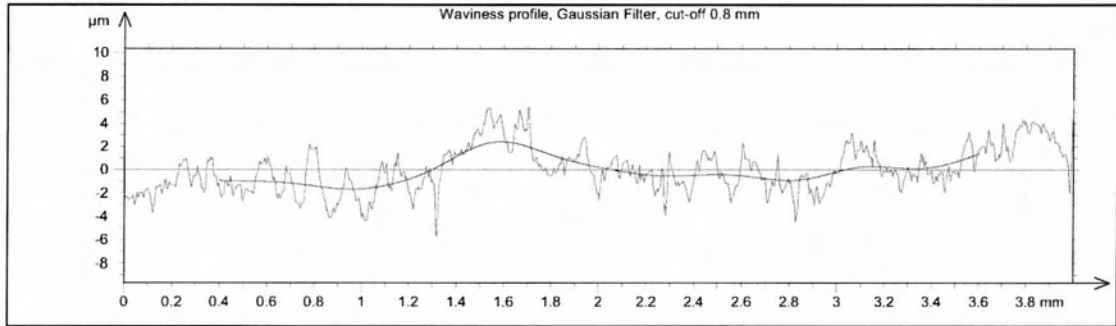
Γράφημα 159 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.10-080



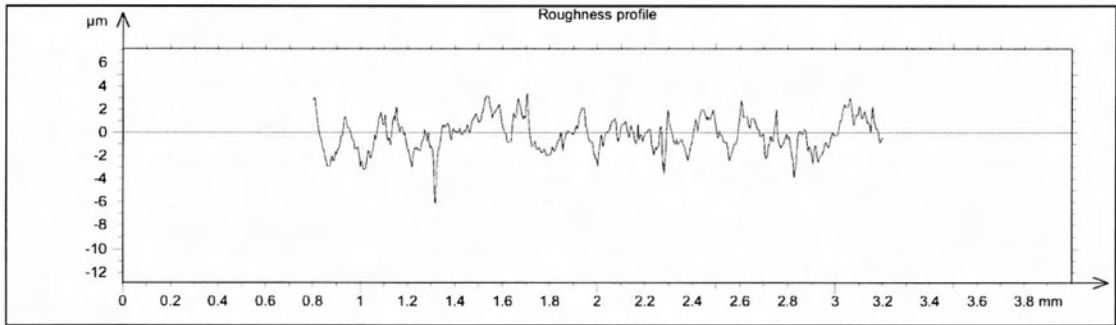
Γράφημα 160 Τραχύτητα Vc50fz0.10-080

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1.15 μm	3.74 μm	7.71 μm	-0.0812	2.74	6.87 μm	0.0961 mm	4.49 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.10-081



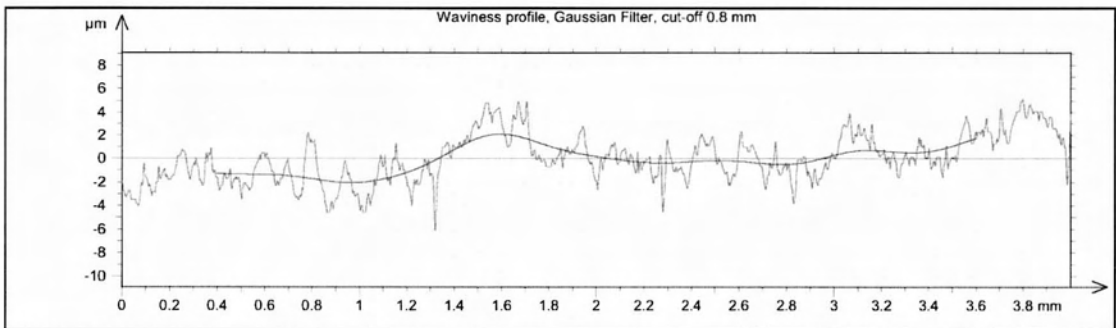
Γράφημα 161 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.10-081



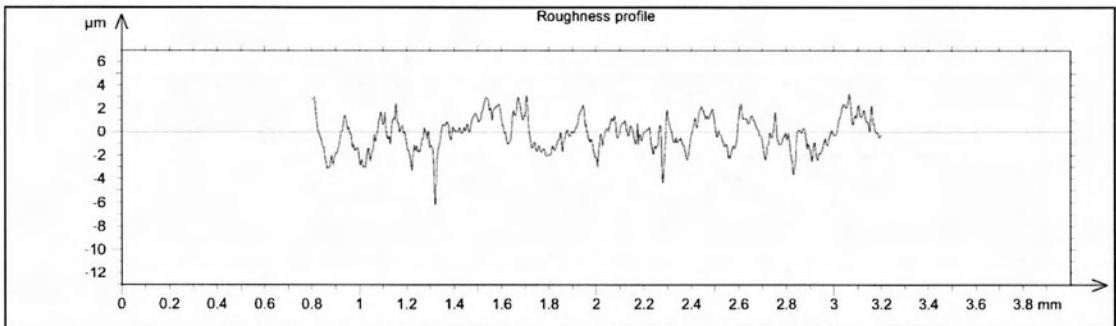
Γράφημα 162 Τραχύτητα Vc50fz0.10-081

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1.09 μm	4 μm	9.35 μm	-0.0263	3.45	7.25 μm	0.118 mm	3.69 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.10-082



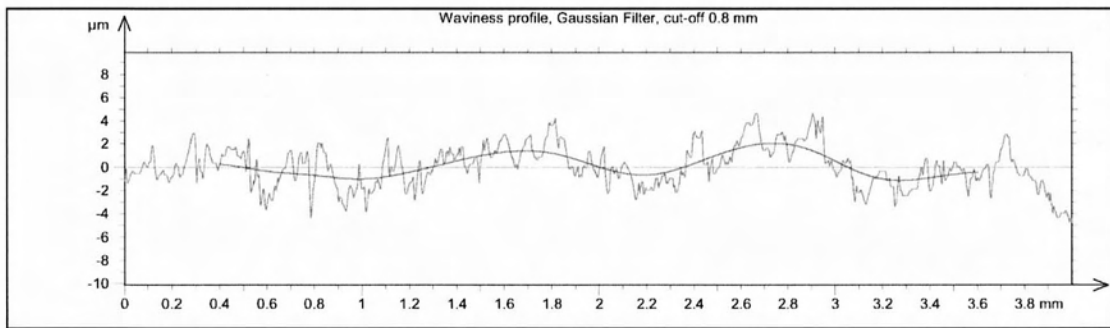
Γράφημα 163 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.10-082



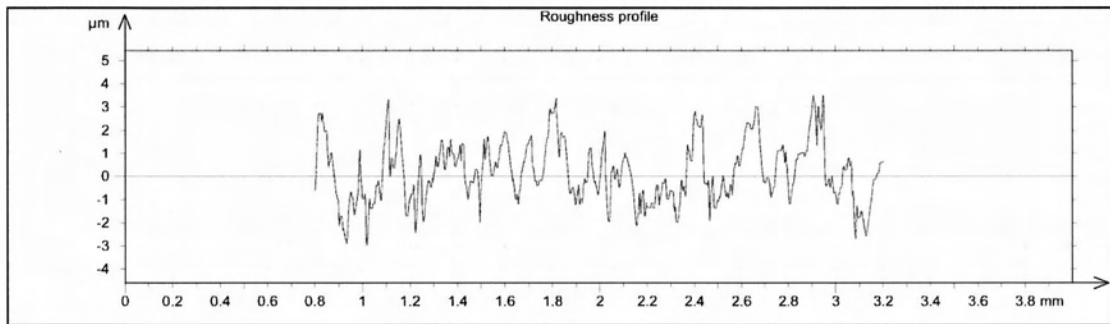
Γράφημα 164 Τραχύτητα Vc50fz0.10-082

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1.09 μm	4.29 μm	9.84 μm	-0.0566	3.49	7.48 μm	0.0984 mm	3.81 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.10-083



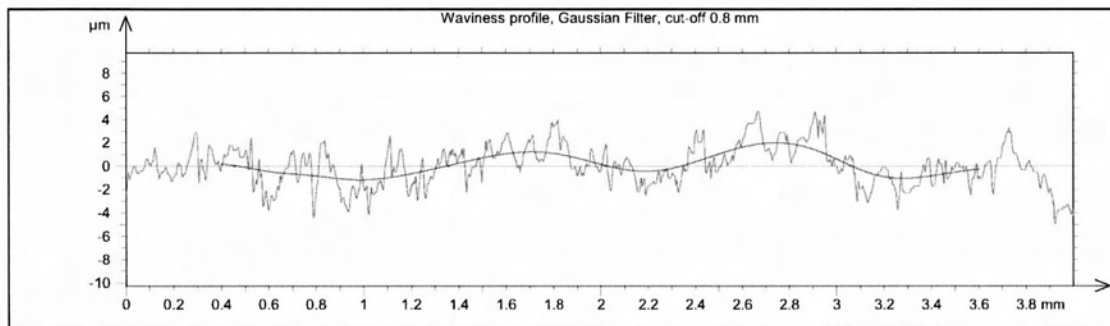
Γράφημα 165 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.10-083



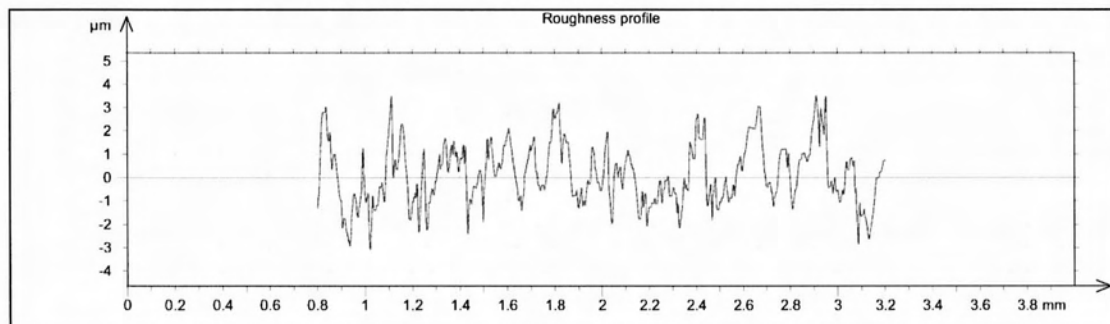
Γράφημα 166 Τραχύτητα Vc50fz0.10-083

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1.04 μm	2.78 μm	7.01 μm	0.129	2.76	5.82 μm	0.106 mm	3.4 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.10-084



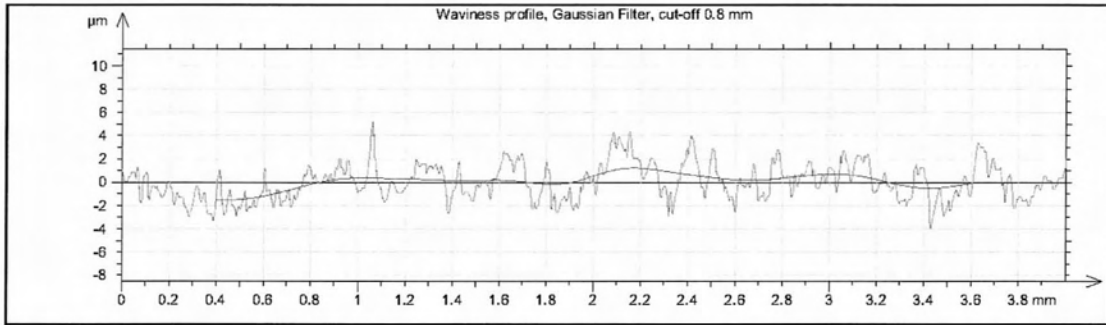
Γράφημα 167 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.10-084



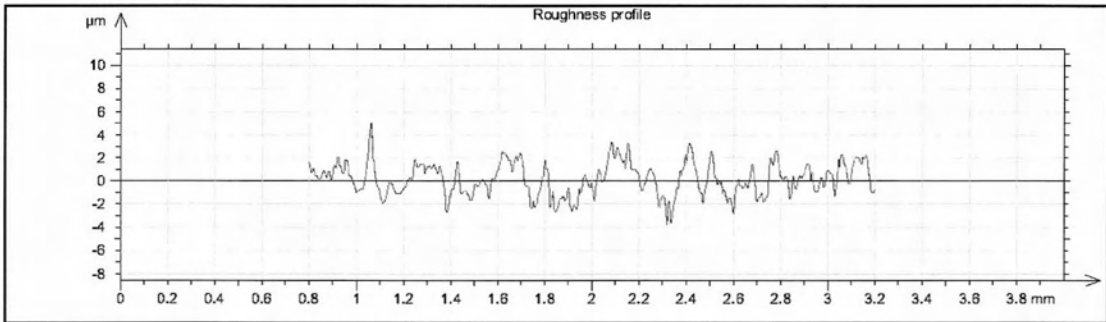
Γράφημα 168 Τραχύτητα Vc50fz0.10-084

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1.06 μm	2.79 μm	7.1 μm	0.0962	2.75	5.87 μm	0.109 mm	3.38 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.10-085



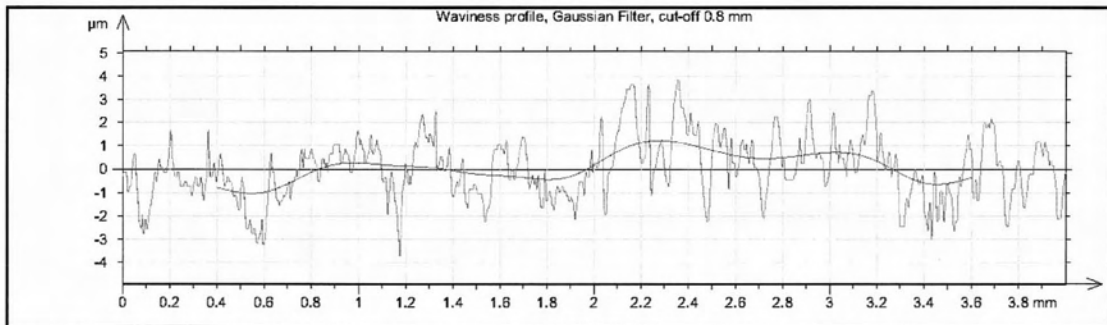
Γράφημα 169 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.10-085



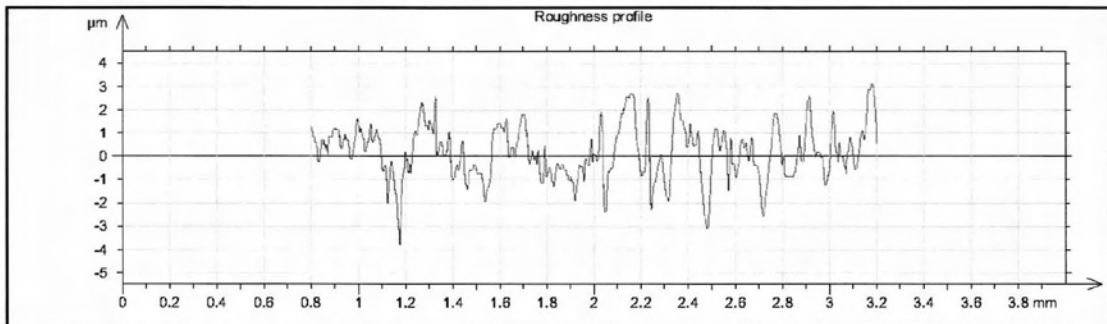
Γράφημα 170 Τραχύτητα Vc50fz0.10-085

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1.08 μm	2.87 μm	8.69 μm	0.32	3.04	6.46 μm	0.104 mm	3.88 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.10-086



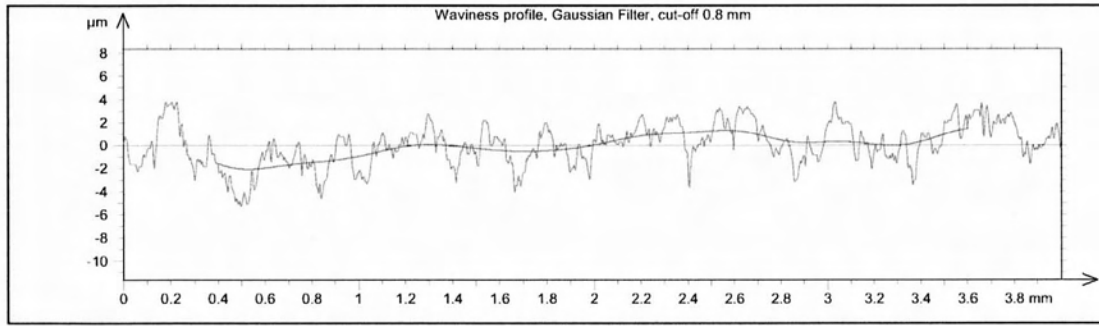
Γράφημα 171 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.10-086



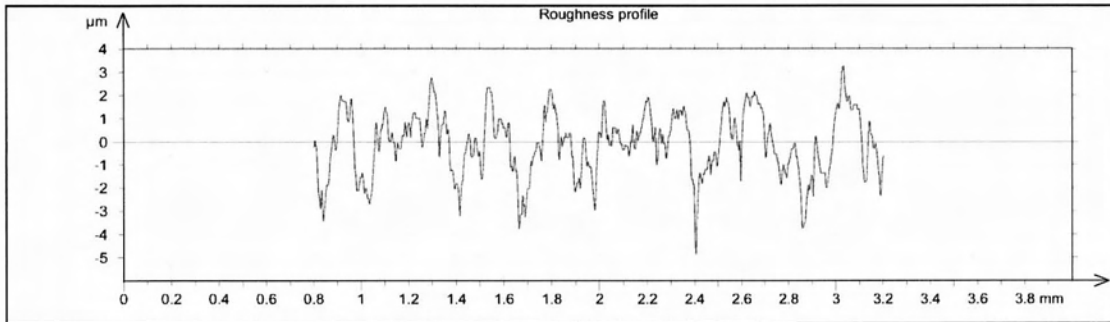
Γράφημα 172 Τραχύτητα Vc50fz0.10-086

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.881 μm	3 μm	6.82 μm	-0.204	3.28	5.27 μm	0.0849 mm	3 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.10-087



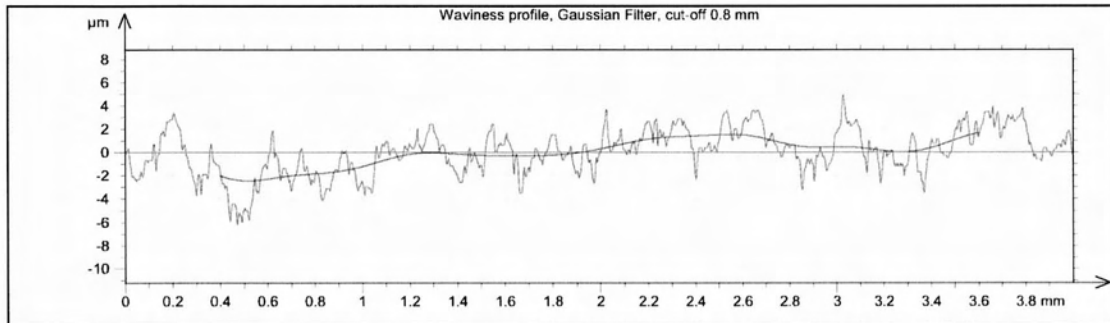
Γράφημα 173 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.10-087



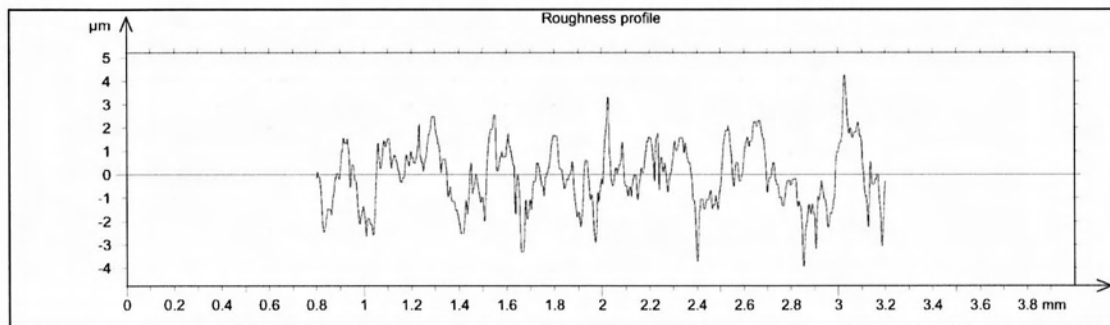
Γράφημα 174 Τραχύτητα Vc50fz0.10-087

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1.07 μm	3.84 μm	8.2 μm	-0.48	2.82	6.28 μm	0.0898 mm	3.63 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.10-088



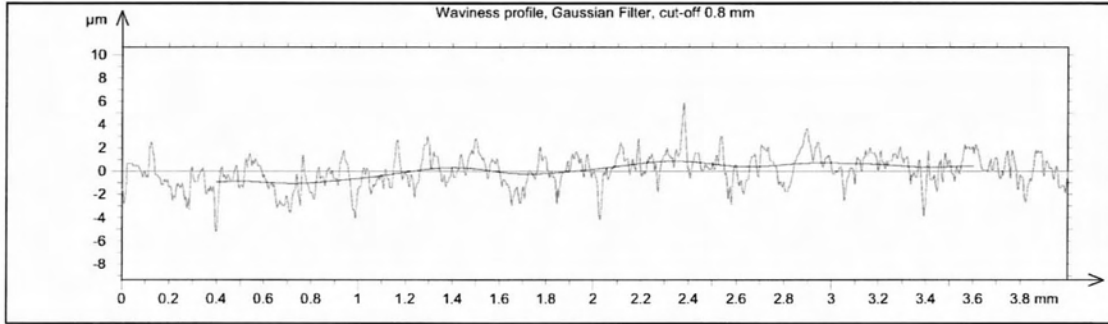
Γράφημα 175 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.10-088



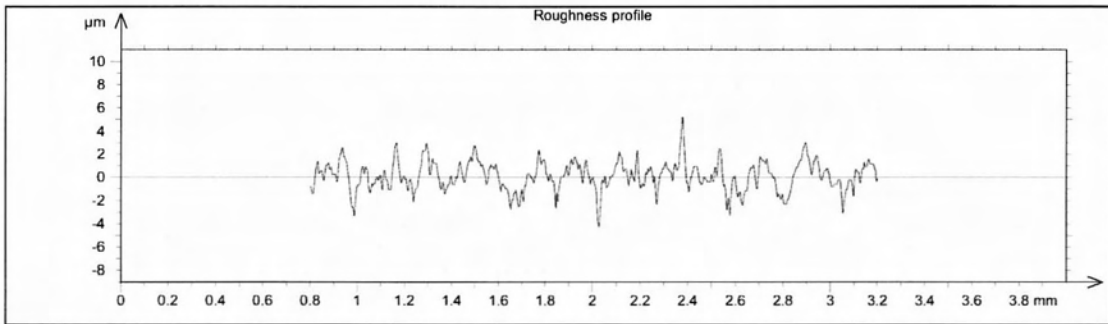
Γράφημα 17 Τραχύτητα Vc50fz0.10-088

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1.05 μm	3.55 μm	8.25 μm	-0.295	3.04	6.89 μm	0.0975 mm	3.43 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.10-089



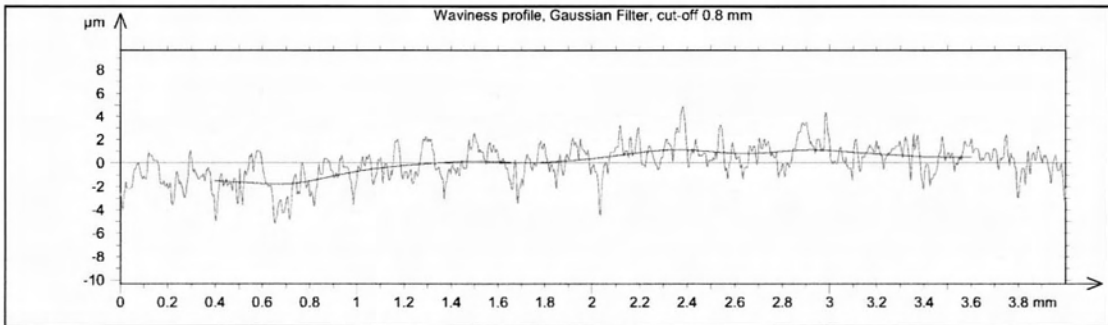
Γράφημα 177 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.10-089



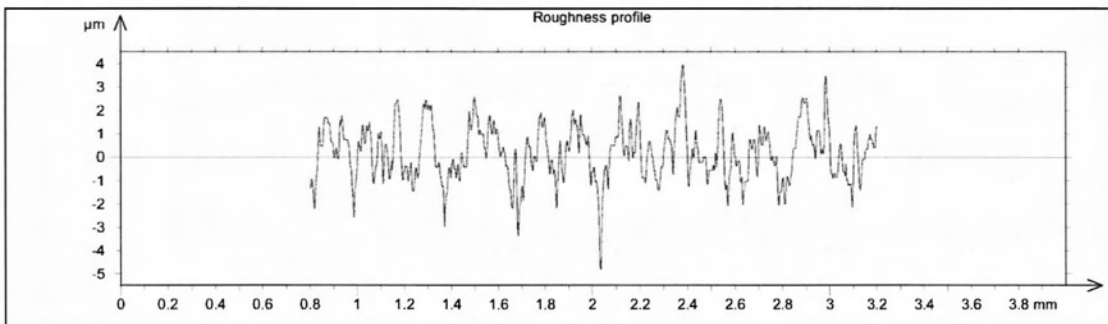
Γράφημα 178 Τραχύτητα Vc50fz0.10-089

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.955 μm	3.75 μm	9.37 μm	-0.0499	3.76	7.3 μm	0.0786 mm	2.97 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.10-090



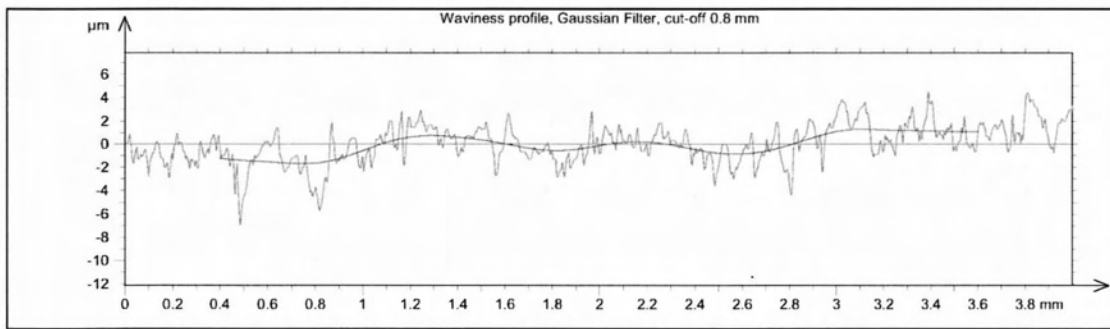
Γράφημα 179 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.10-090



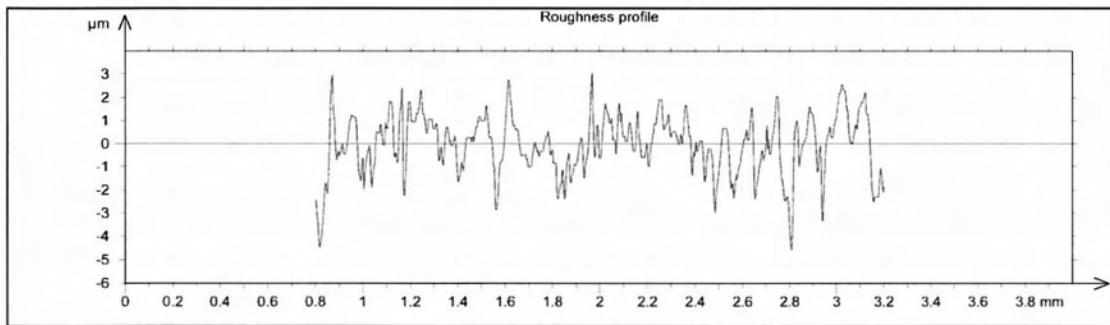
Γράφημα 180 Τραχύτητα Vc50fz0.10-090

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.977 μm	3.94 μm	8.63 μm	-0.232	3.5	6.91 μm	0.0749 mm	3.01 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.10-091



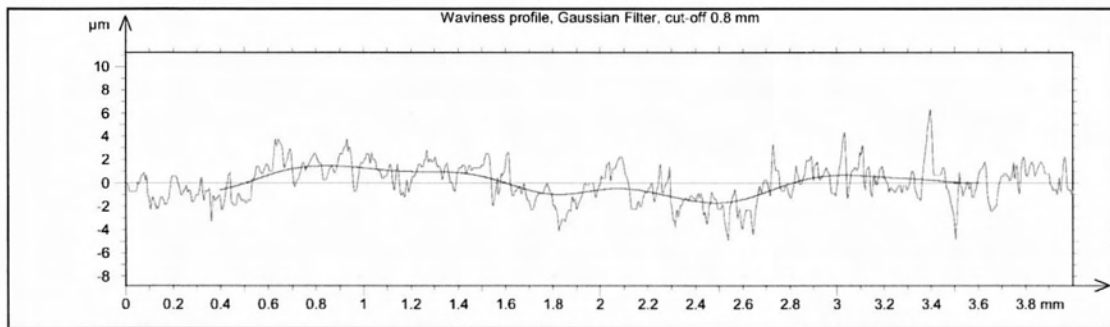
Γράφημα 181 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.10-091



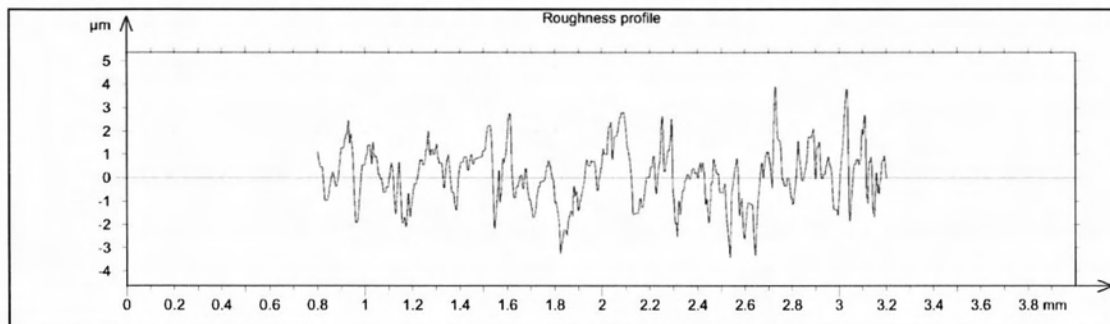
Γράφημα 182 Τραχύτητα Vc50fz0.10-091

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.937 μm	4.05 μm	8.87 μm	-0.838	4.7	6.92 μm	0.0908 mm	3.01 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.10-092



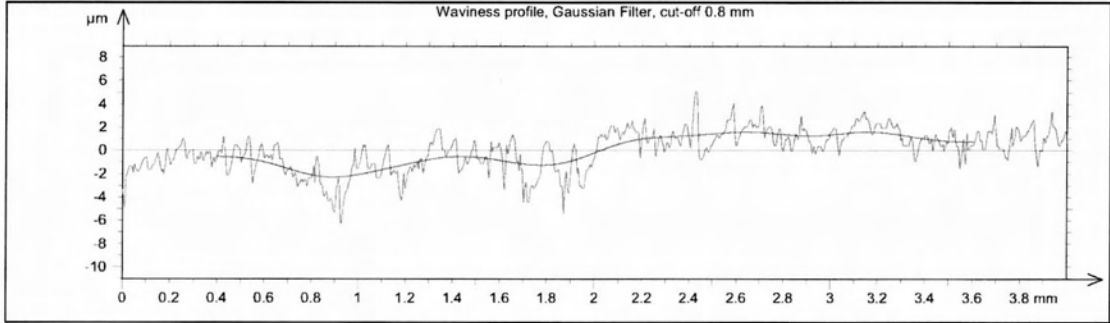
Γράφημα 183 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.10-092



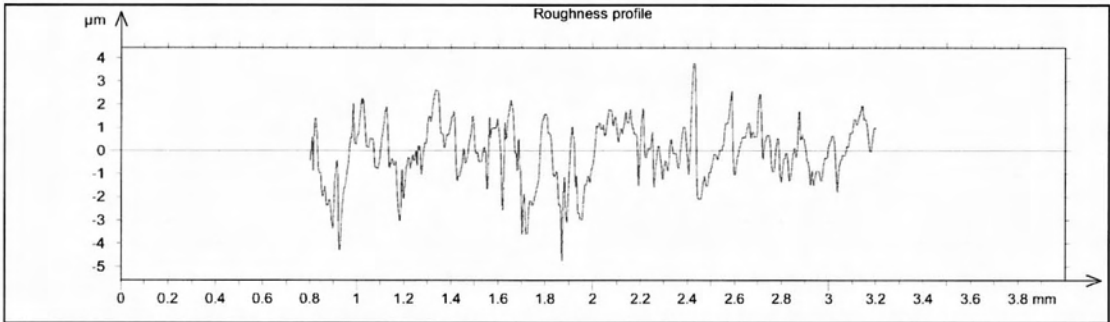
Γράφημα 184 Τραχύτητα Vc50fz0.10-092

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.936 μm	2.86 μm	10.9 μm	-0.00851	2.96	5.97 μm	0.0867 mm	2.71 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.10-093



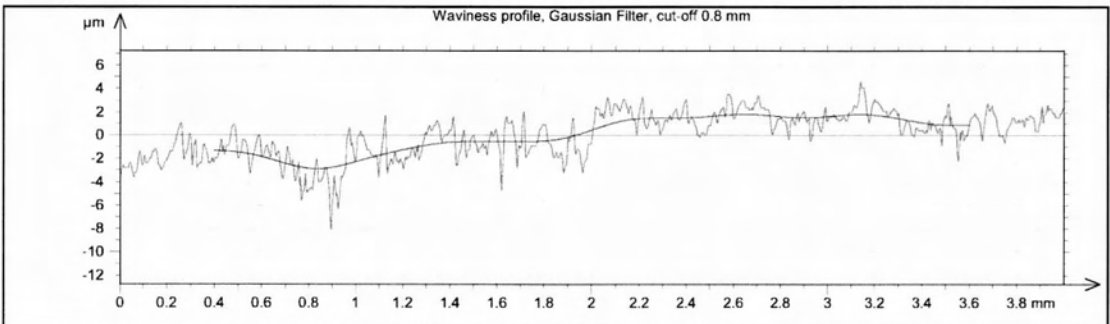
Γράφημα 185 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.10-093



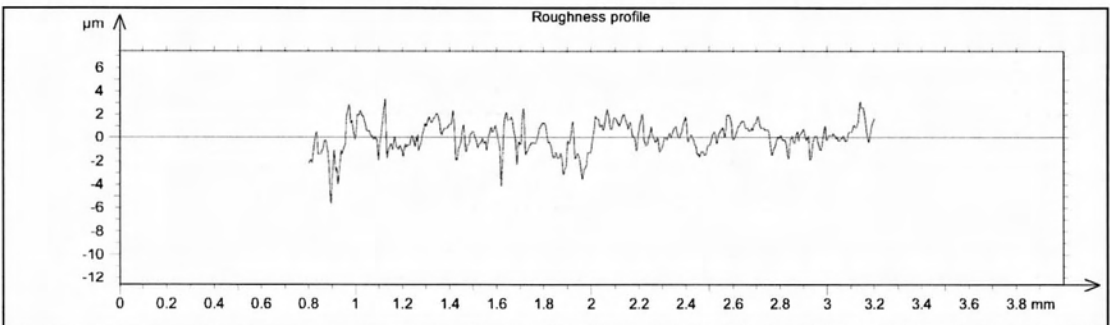
Γράφημα 186 Τραχύτητα Vc50fz0.10-093

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.998 μm	3.45 μm	8.04 μm	-0.239	3.15	6.36 μm	0.0878 mm	3.21 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.10-094



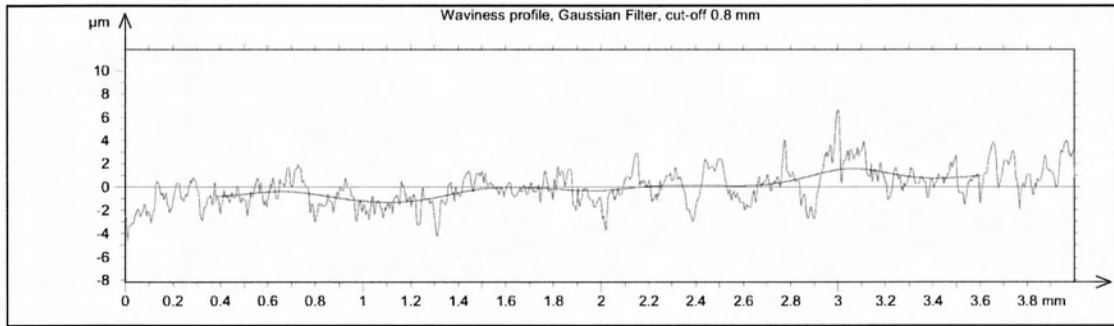
Γράφημα 187 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.10-094



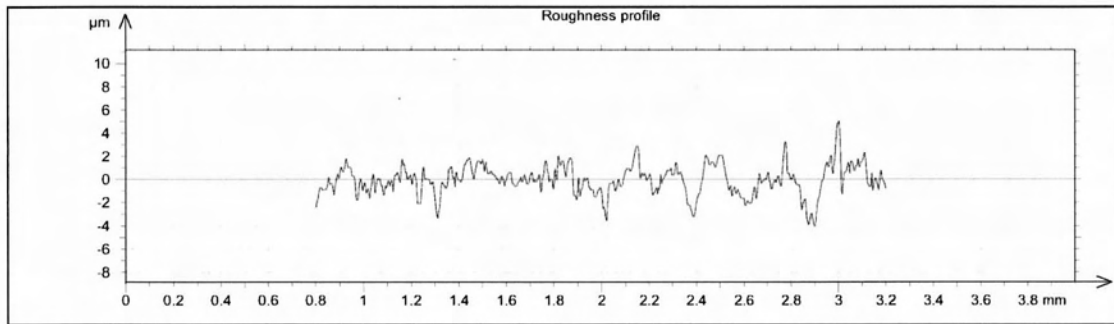
Γράφημα 188 Τραχύτητα Vc50fz0.10-094

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.972 μm	3.72 μm	8.58 μm	-0.333	3.58	6.46 μm	0.0978 mm	3.04 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.10-095



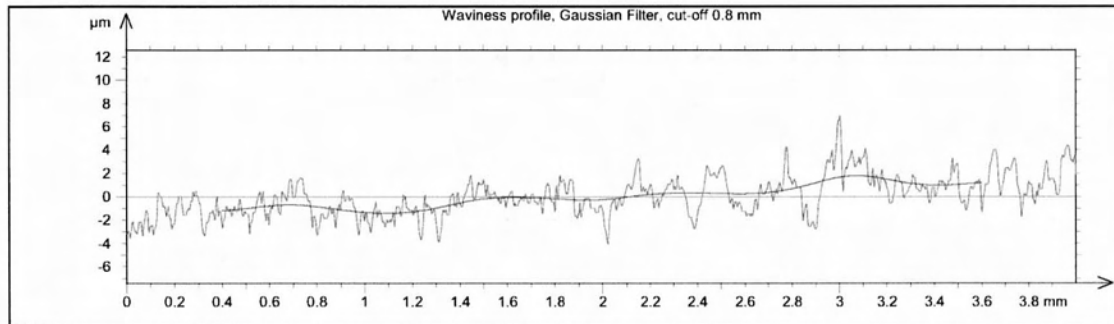
Γράφημα 189 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.10-095



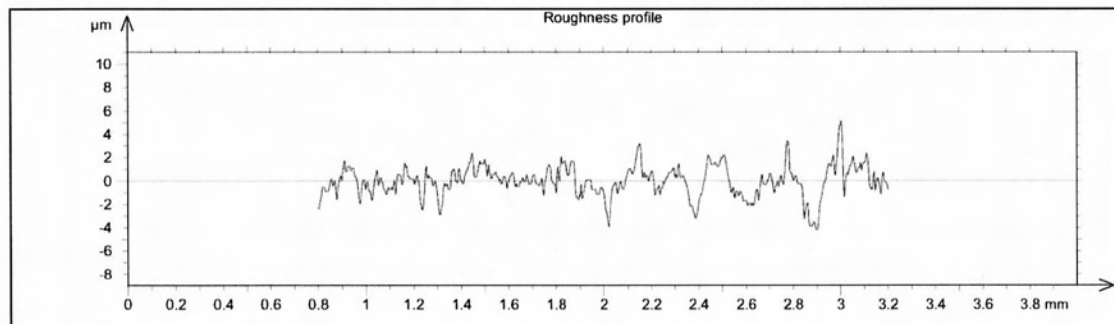
Γράφημα 190 Τραχύτητα Vc50fz0.10-095

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.832 μm	3.05 μm	8.93 μm	-0.0189	3.72	5.66 μm	0.0806 mm	2.63 μm

Μέτρηση: Vc50fz0.10-096



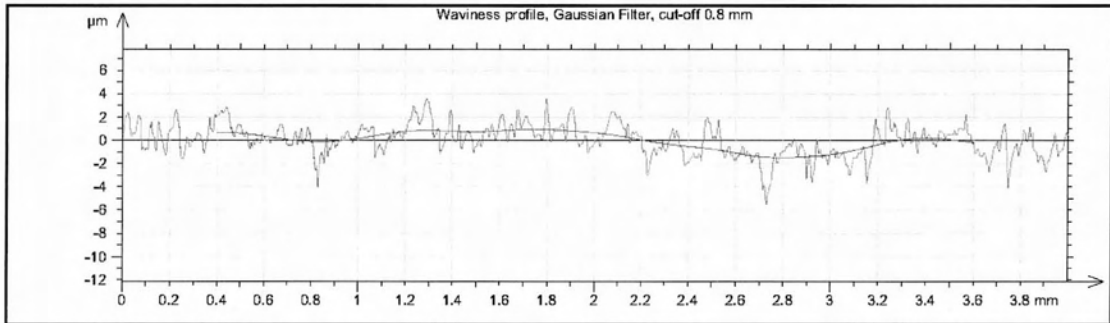
Γράφημα 191 Προφίλ και κυμάτωση Vc50fz0.10-096



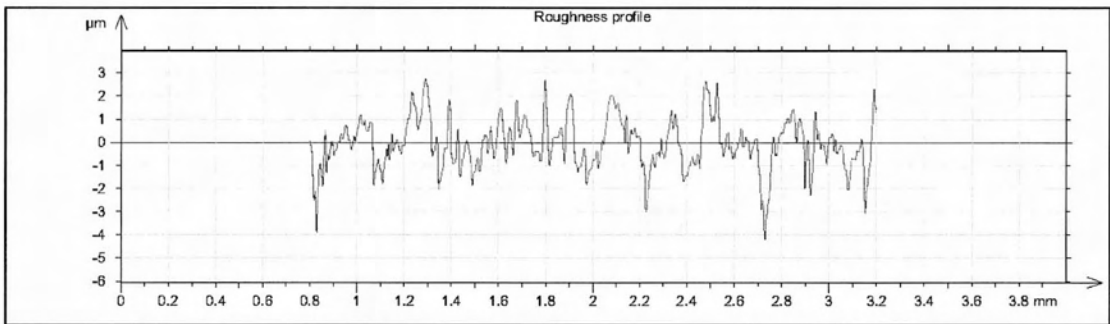
Γράφημα 192 Τραχύτητα Vc50fz0.10-096

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.845 μm	3.06 μm	9.19 μm	0.000367	3.87	5.76 μm	0.0887 mm	2.69 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.05-097



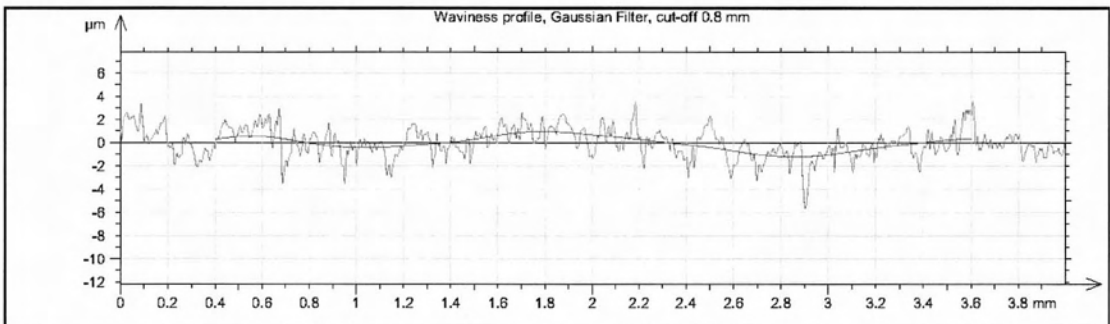
Γράφημα 193 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.05-097



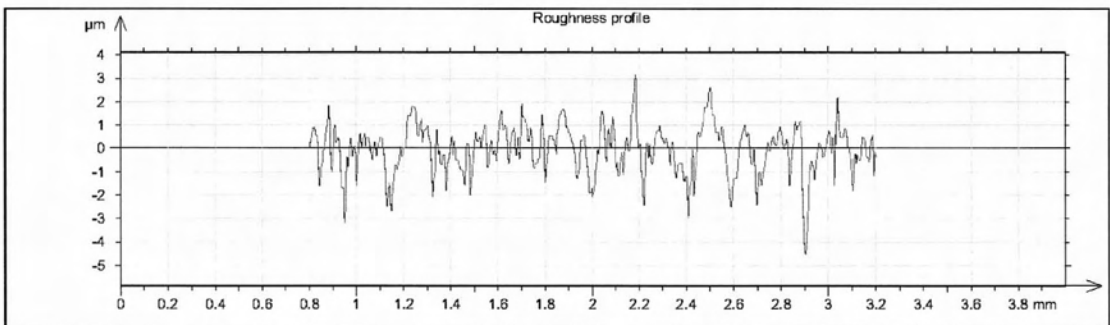
Γράφημα 194 Τραχύτητα Vc200fz0.05-097

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.81 μm	3.34 μm	7.03 μm	-0.165	3.87	5.89 μm	0.0656 mm	2.45 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.05-098



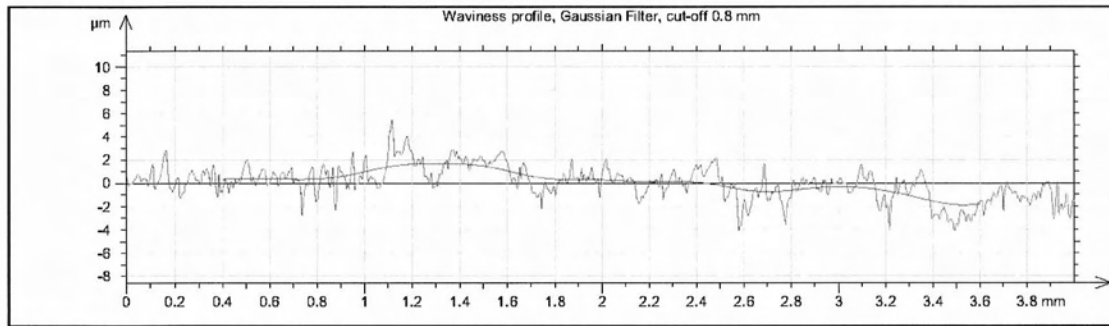
Γράφημα 195 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.05-098



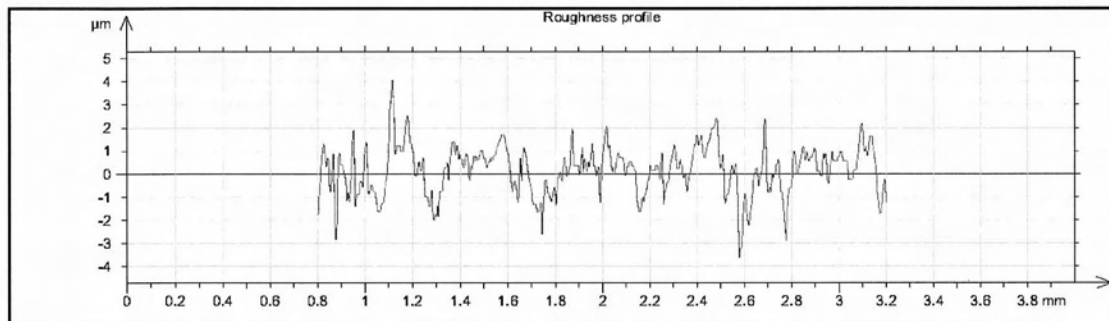
Γράφημα 196 Τραχύτητα Vc200fz0.05-098

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.808 μm	2.92 μm	7.57 μm	-0.238	3.38	5.45 μm	0.0621 mm	2.19 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.05-099



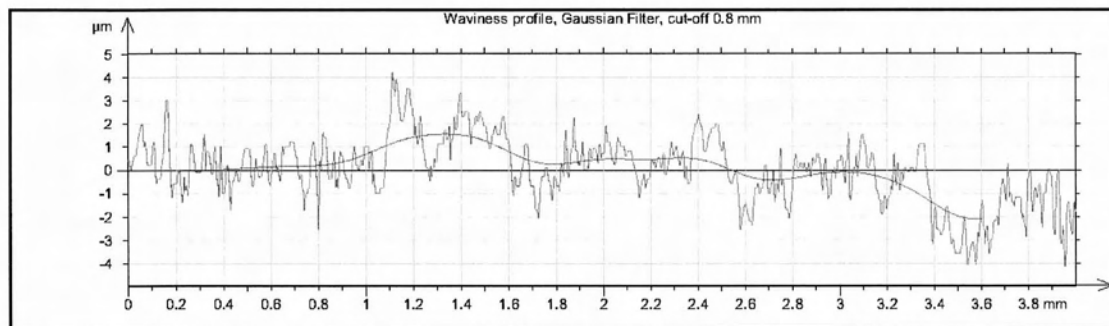
Γράφημα 197 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.05-099



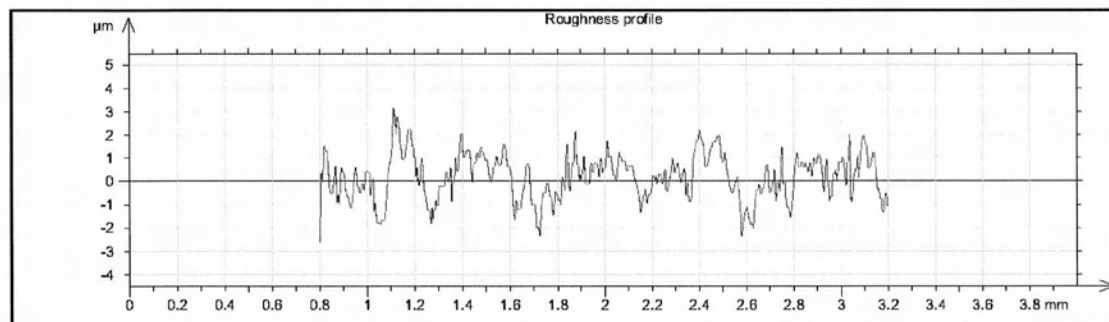
Γράφημα 198 Τραχύτητα Vc200fz0.05-099

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.767 μm	3.13 μm	7.59 μm	-0.169	4.07	5.86 μm	0.0848 mm	2.23 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.05-100



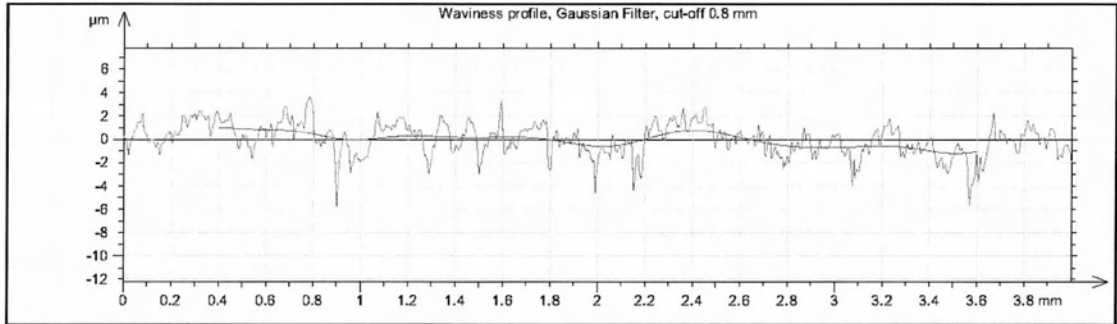
Γράφημα 199 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.05-100



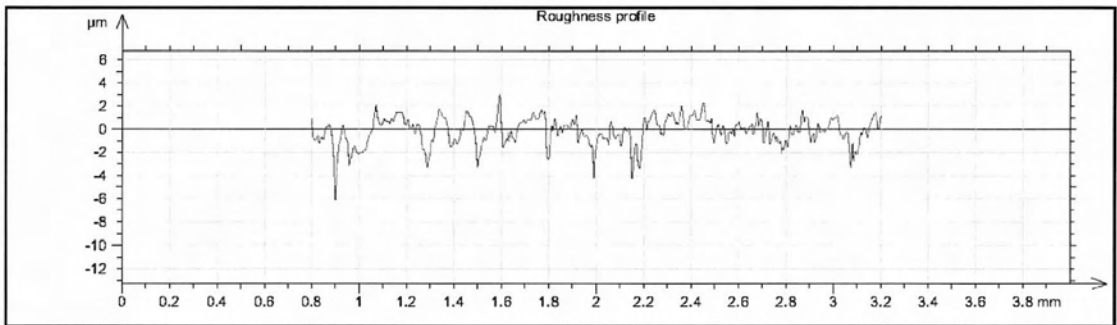
Γράφημα 200 Τραχύτητα Vc200fz0.05-100

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.74 μm	2.52 μm	5.83 μm	-0.0317	3.04	4.85 μm	0.0695 mm	2.41 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.05-101



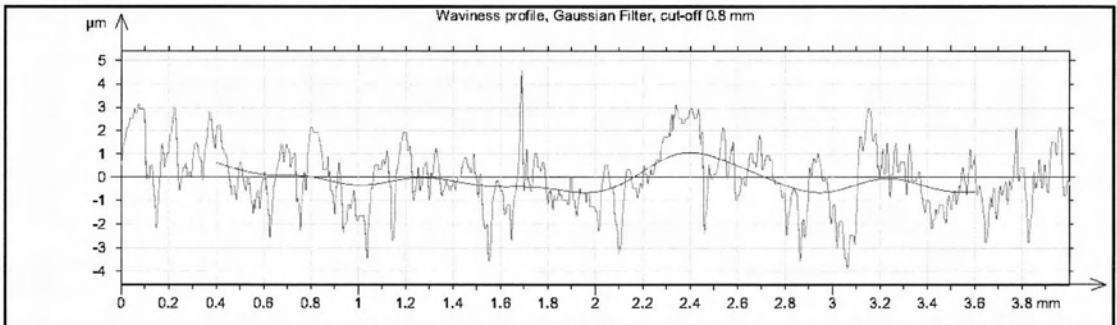
Γράφημα 201 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.05-101



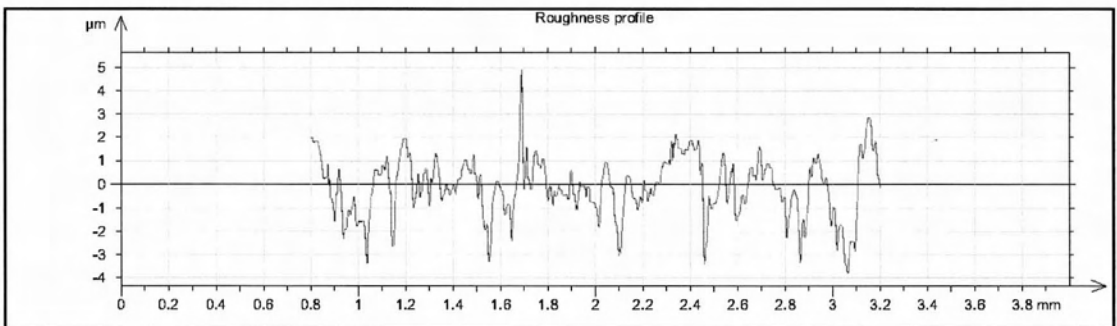
Γράφημα 202 Τραχύτητα Vc200fz0.05-101

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.909 μm	4.66 μm	8.96 μm	-0.706	4.6	7.47 μm	0.0925 mm	2.74 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.05-102



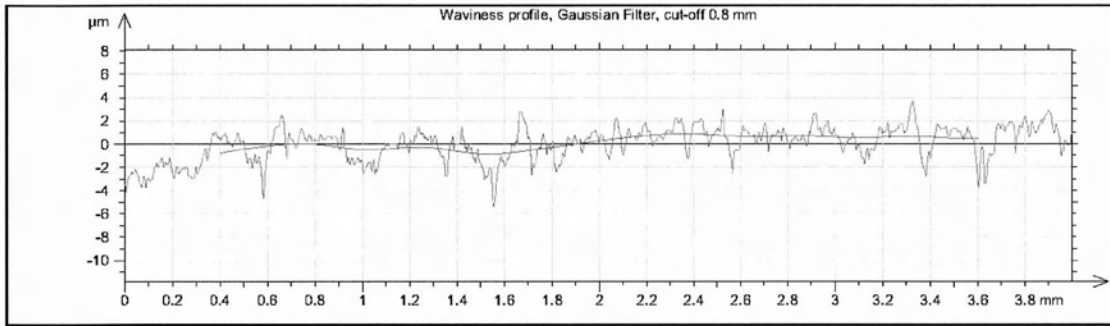
Γράφημα 203 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.05-102



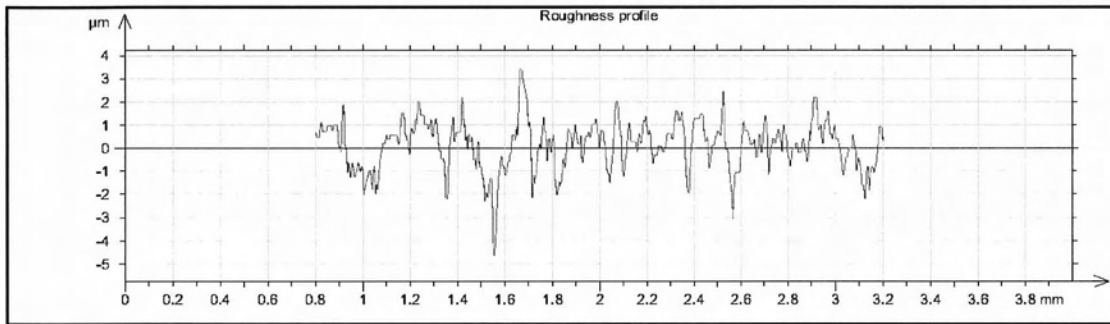
Γράφημα 204 Τραχύτητα Vc200fz0.05-102

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.843 μm	3.22 μm	8.41 μm	-0.0126	3.89	6.3 μm	0.115 mm	2.78 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.05-103



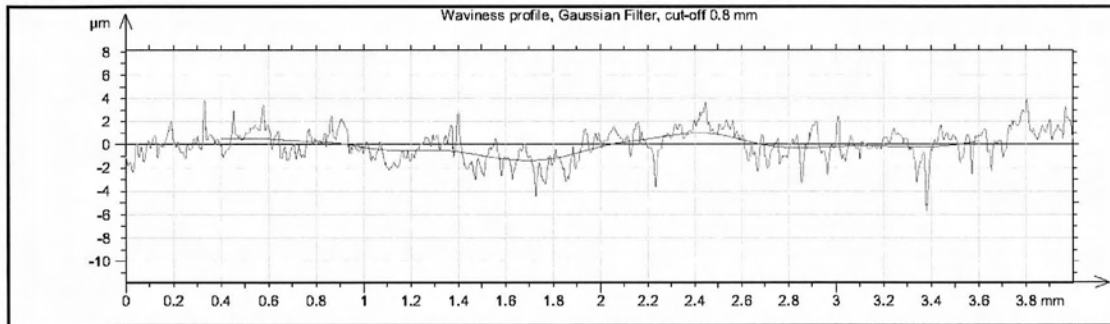
Γράφημα 205 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.05-103



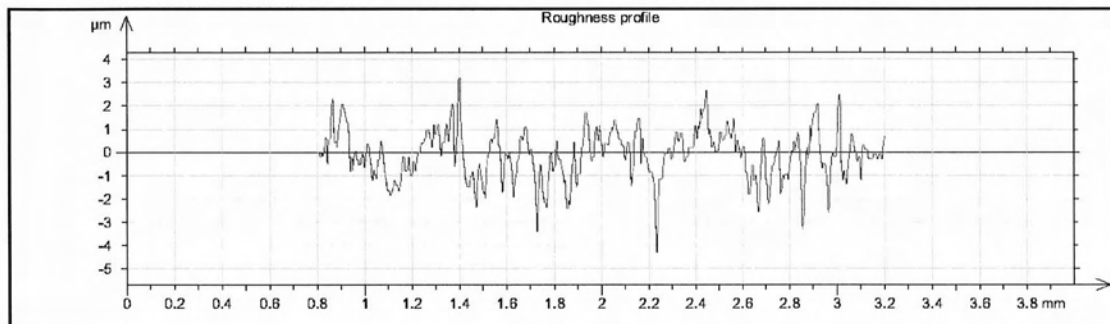
Γράφημα 206 Τραχύτητα Vc200fz0.05-103

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.831 μm	4.06 μm	7.98 μm	-0.545	4.89	6.83 μm	0.118 mm	2.05 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.05-104



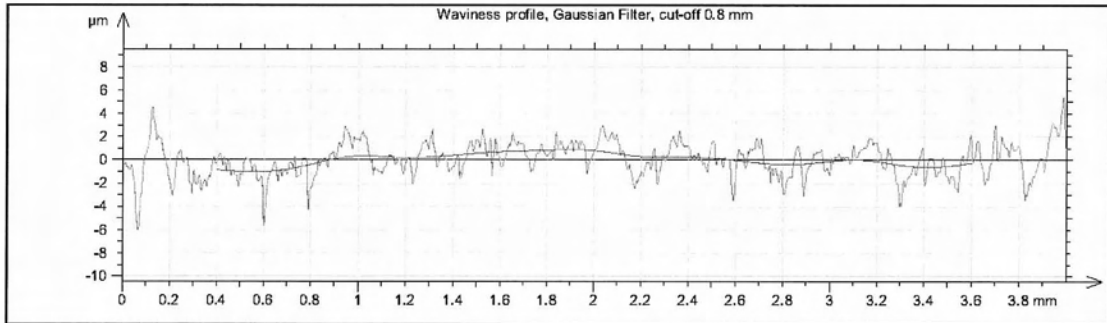
Γράφημα 207 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.05-104



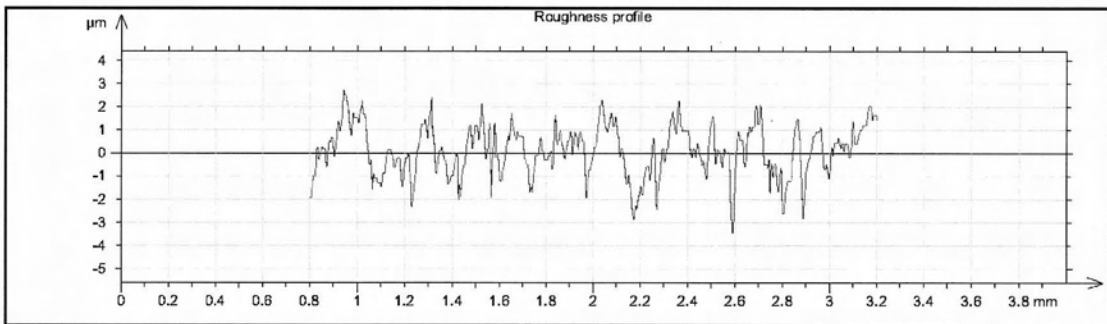
Γράφημα 208 Τραχύτητα Vc200fz0.05-104

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.802 μm	3.02 μm	8.8 μm	-0.149	3.46	5.99 μm	0.0919 mm	2.31 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.05-105



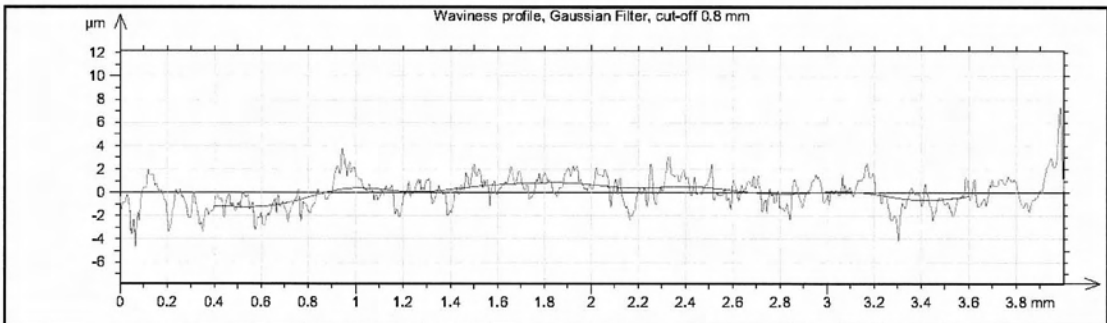
Γράφημα 209 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.05-105



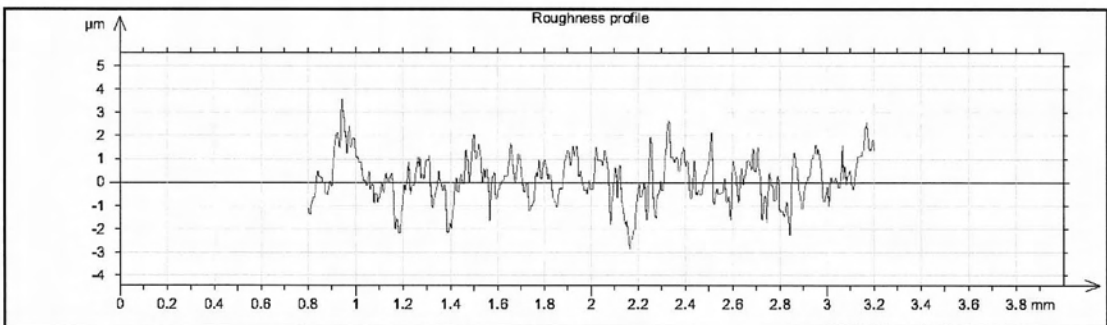
Γράφημα 210 Τραχύτητα Vc200fz0.05-105

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.833 μm	3.46 μm	7.25 μm	-0.447	3.85	5.9 μm	0.0832 mm	2.88 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.05-106



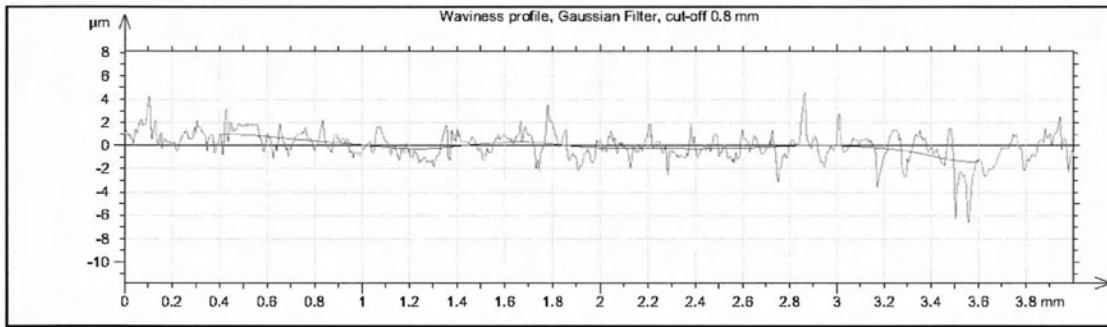
Γράφημα 211 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.05-106



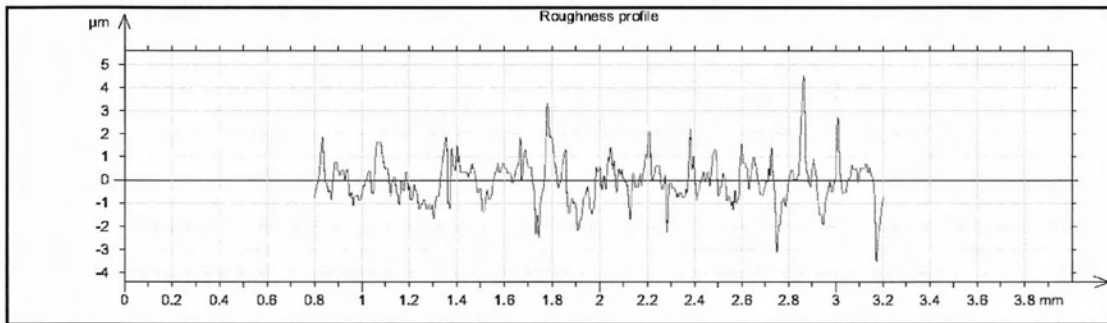
Γράφημα 212 Τραχύτητα Vc200fz0.05-106

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.72 μm	2.37 μm	7.11 μm	0.109	3.48	5.05 μm	0.0702 mm	2.19 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.05-107



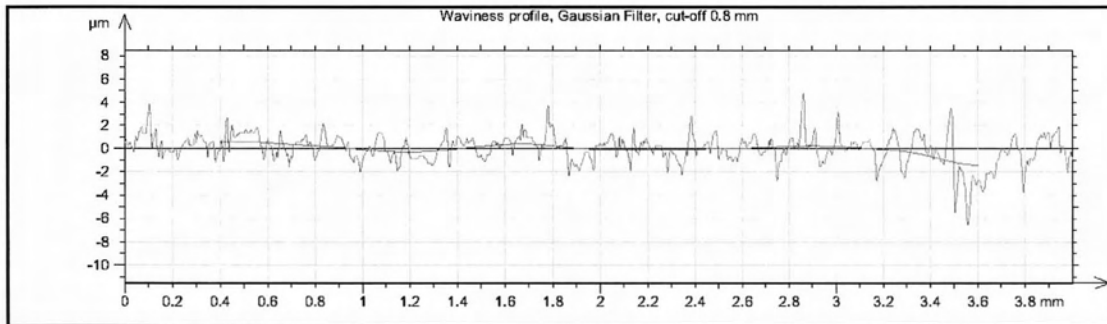
Γράφημα 213 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.05-107



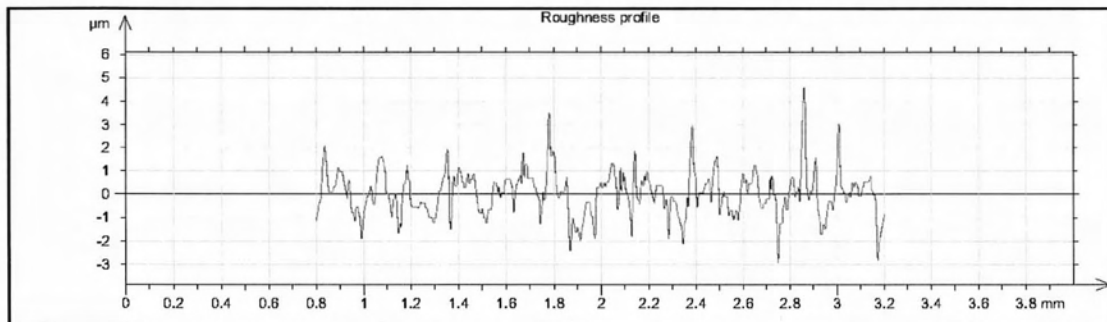
Γράφημα 214 Τραχύτητα Vc200fz0.05-107

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.68 μm	2.44 μm	9.75 μm	0.054	3.56	5.27 μm	0.0848 mm	1.97 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.05-108



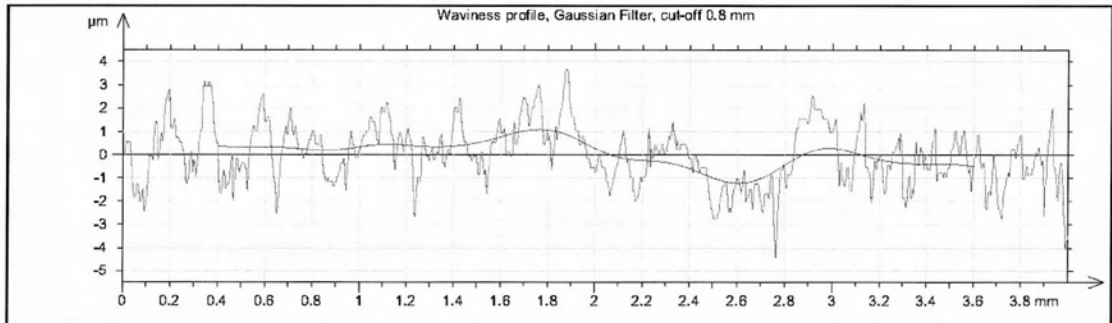
Γράφημα 215 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.05-108



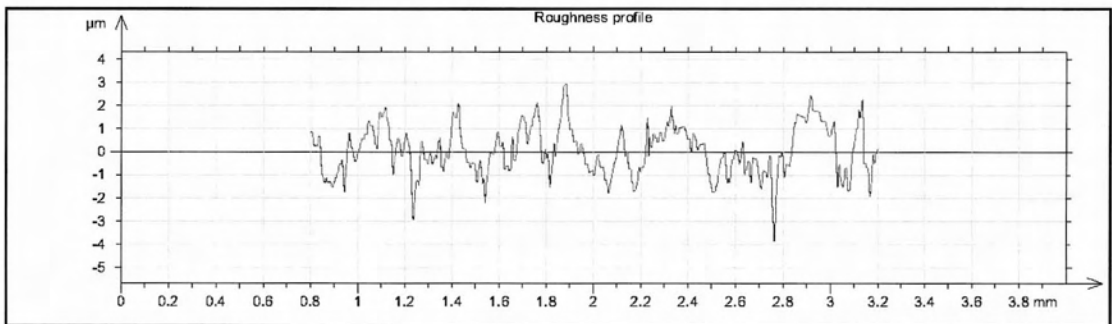
Γράφημα 216 Τραχύτητα Vc200fz0.05-108

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.673 μm	2.42 μm	9.8 μm	0.065	3.62	5.02 μm	0.0859 mm	2.04 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.05-109



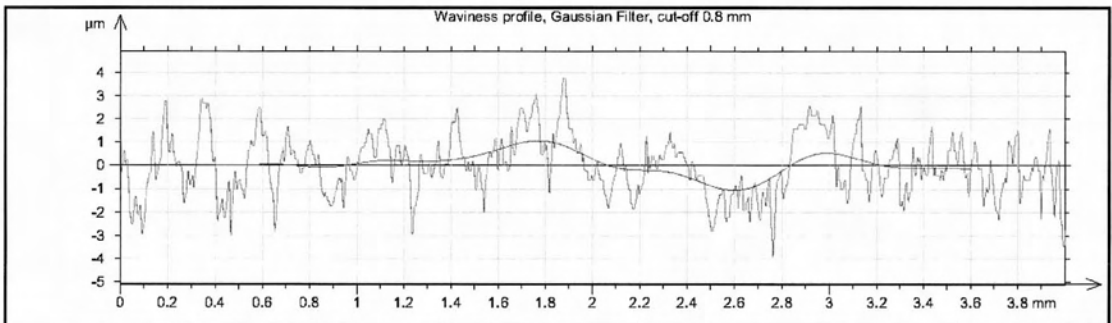
Γράφημα 217 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.05-109



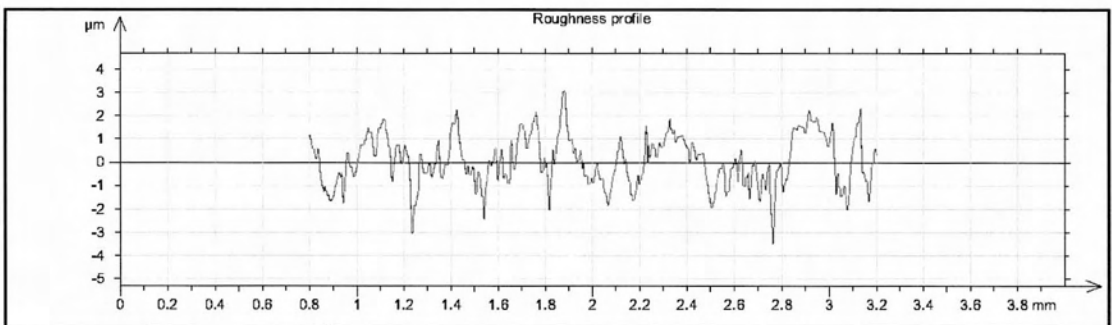
Γράφημα 218 Τραχύτητα Vc200fz0.05-109

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.795 μm	3.22 μm	6.58 μm	-0.335	3.24	5.53 μm	0.11 mm	2.76 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.05-110



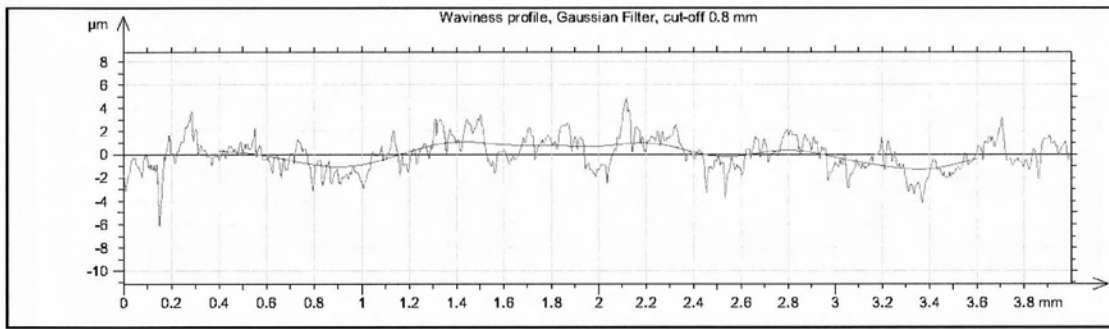
Γράφημα 219 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.05-110



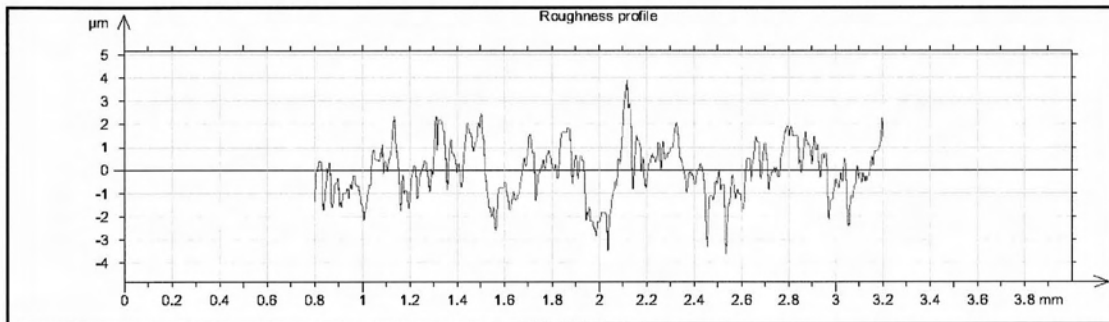
Γράφημα 220 Τραχύτητα Vc200fz0.05-110

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.822 μm	3.16 μm	6.35 μm	-0.344	3.14	5.53 μm	0.11 mm	2.83 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.05-111



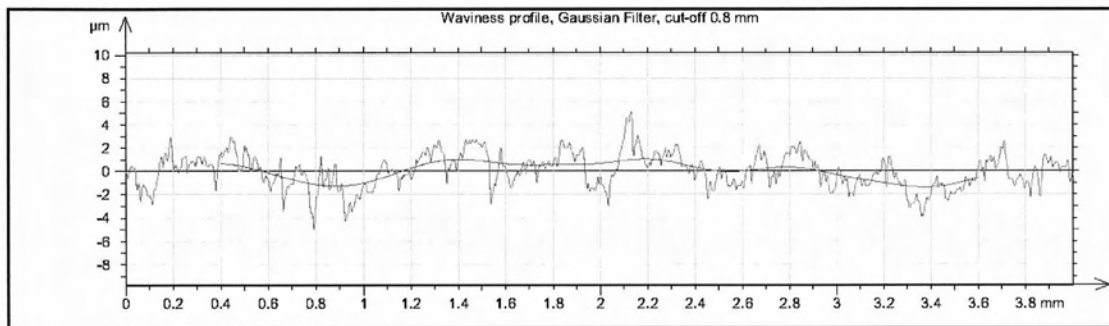
Γράφημα 221 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.05-111



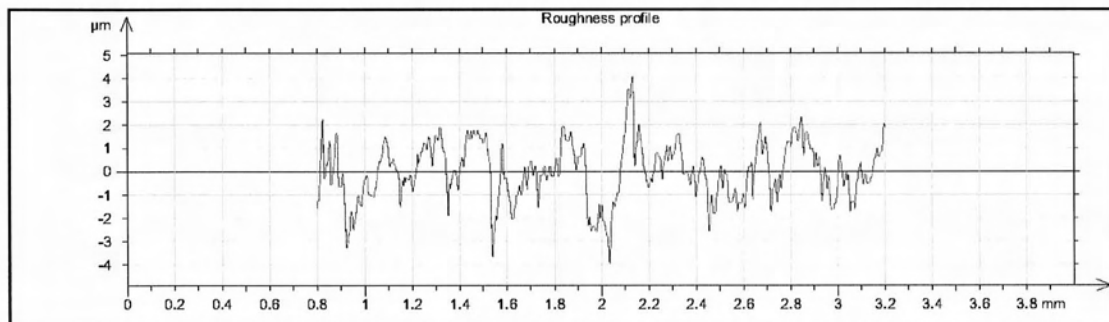
Γράφημα 222 Τραχύτητα Vc200fz0.05-111

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.873 μm	2.78 μm	7.45 μm	0.066	3.35	5.69 μm	0.0836 mm	2.97 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.05-112



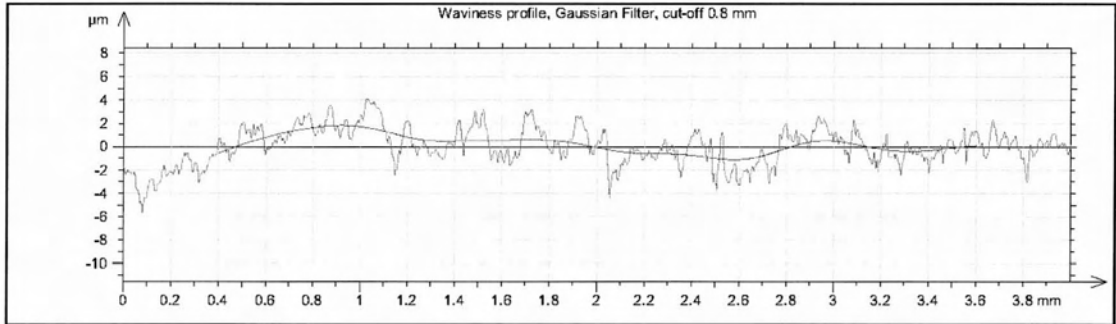
Γράφημα 223 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.05-112



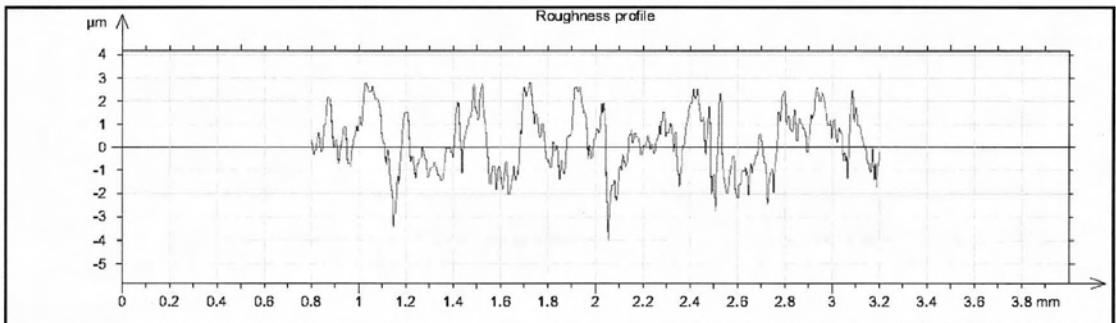
Γράφημα 224 Τραχύτητα Vc200fz0.05-112

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.963 μm	3.74 μm	8.08 μm	-0.123	3.35	6.64 μm	0.088 mm	3.01 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.05-113



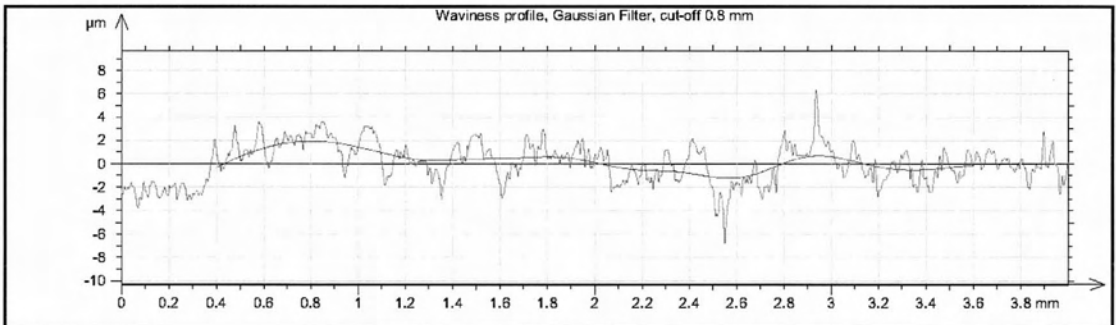
Γράφημα 225 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.05-113



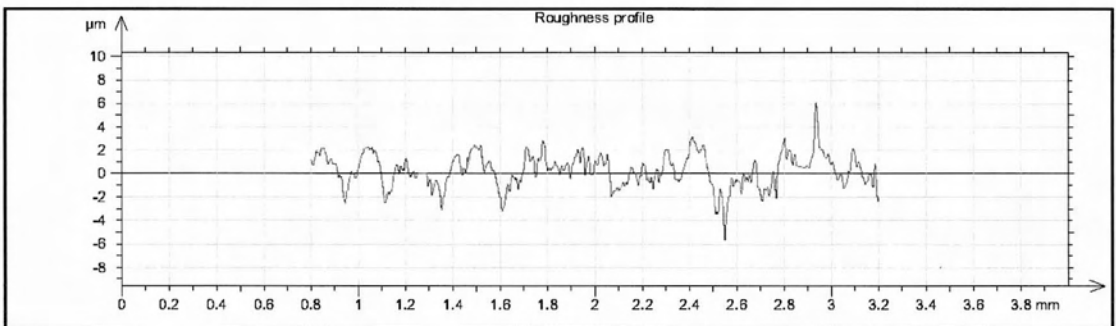
Γράφημα 226 Τραχύτητα Vc200fz0.05-113

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1.01 μm	3.27 μm	6.76 μm	0.0623	2.56	5.76 μm	0.103 mm	3.7 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.05-114



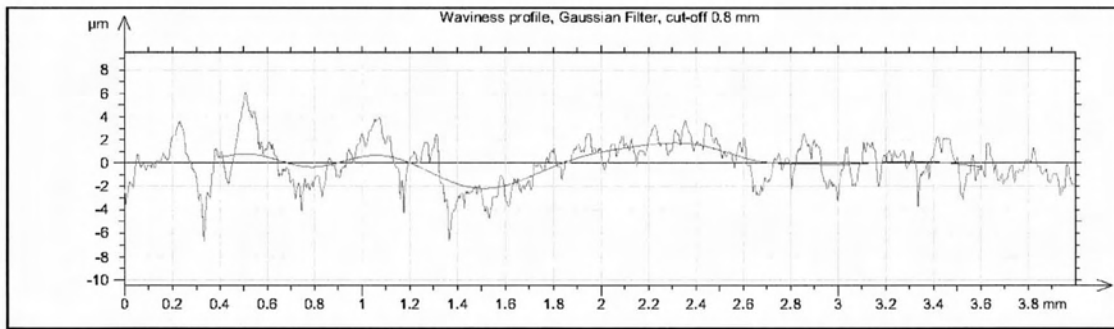
Γράφημα 227 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.05-114



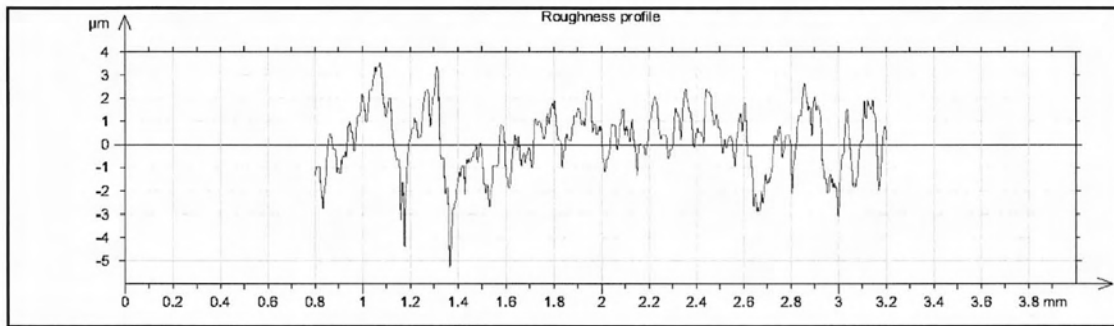
Γράφημα 228 Τραχύτητα Vc200fz0.05-114

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.983 μm	3.91 μm	11.2 μm	-0.383	3.62	6.68 μm	0.0988 mm	3.4 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.05-115



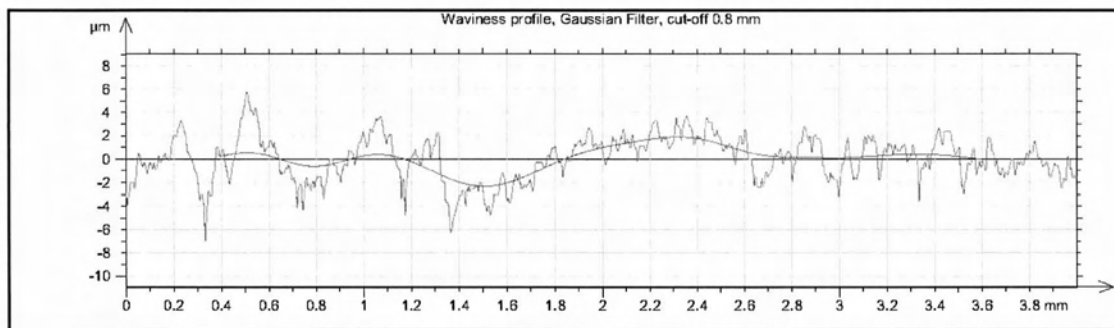
Γράφημα 229 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.05-115



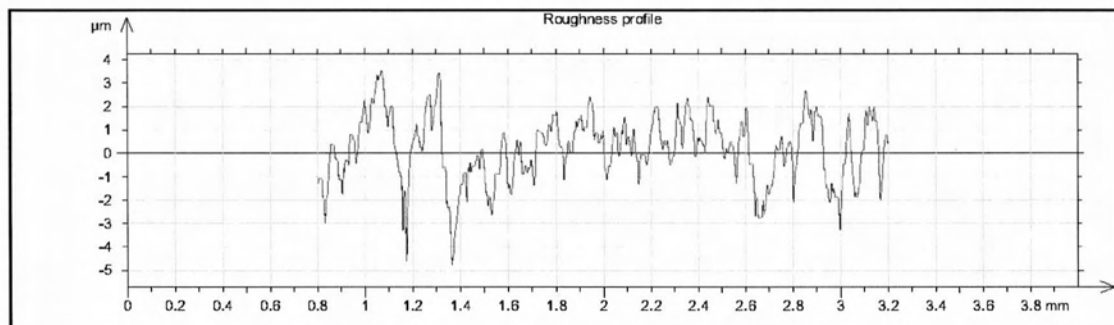
Γράφημα 230 Τραχύτητα Vc200fz0.05-115

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1.09 μm	4.17 μm	10.4 μm	0.401	4.67	7.79 μm	0.117 mm	3.44 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.05-116



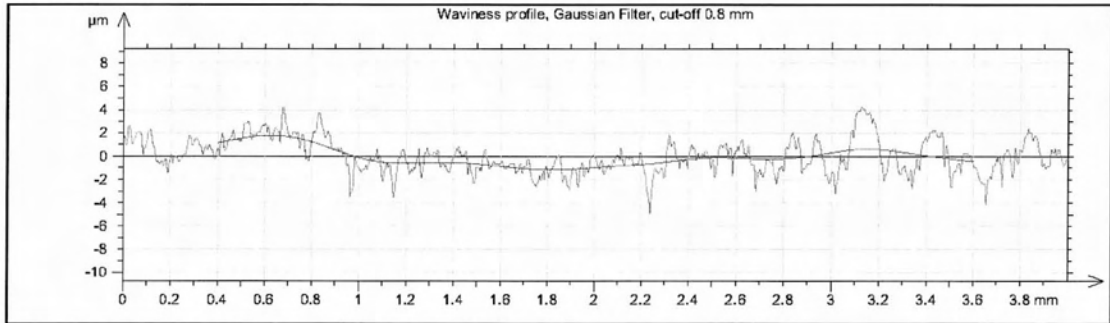
Γράφημα 231 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.05-116



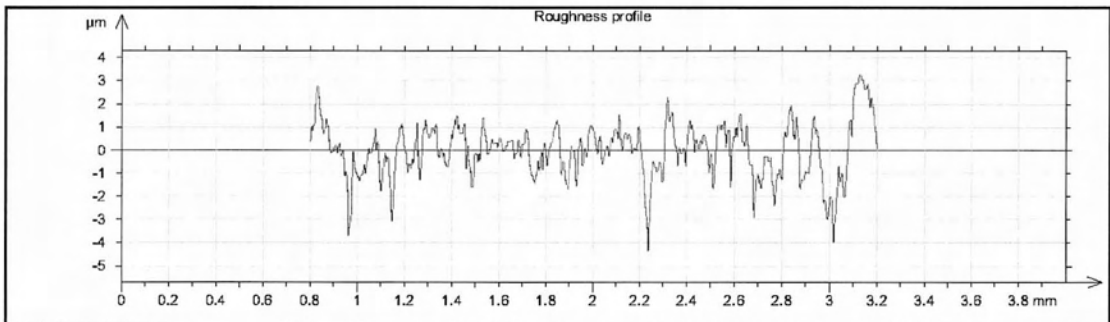
Γράφημα 232 Τραχύτητα Vc200fz0.05-116

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1.11 μm	4.03 μm	9.97 μm	0.372	4.49	7.62 μm	0.117 mm	3.47 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.05-117



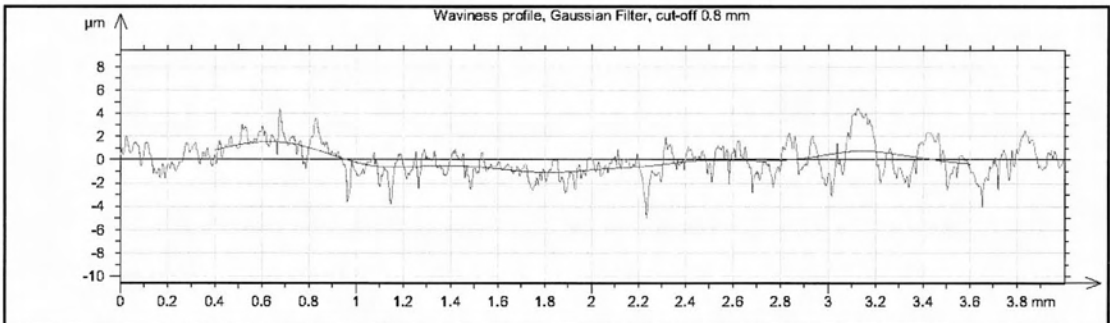
Γράφημα 233 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.05-117



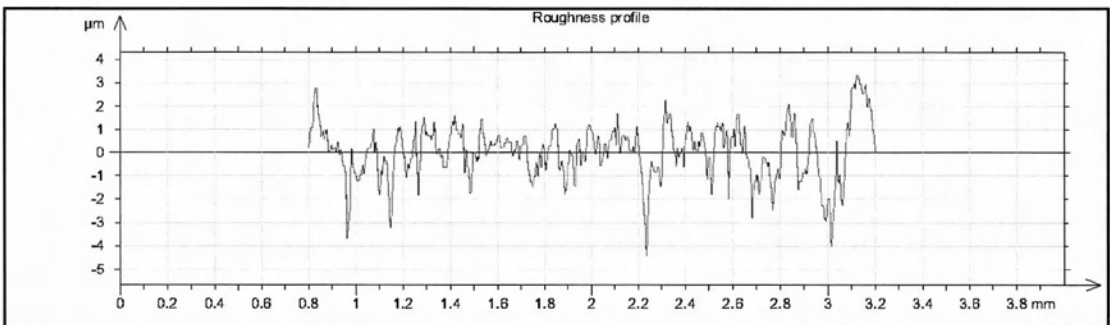
Γράφημα 234 Τραχύτητα Vc200fz0.05-117

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.691 μm	3.2 μm	7.92 μm	-0.664	4.97	5.35 μm	0.0906 mm	2.59 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.05-118



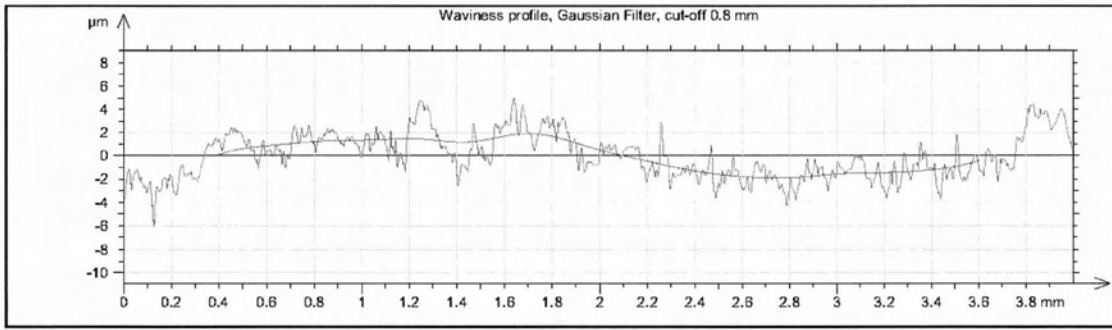
Γράφημα 235 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.05-118



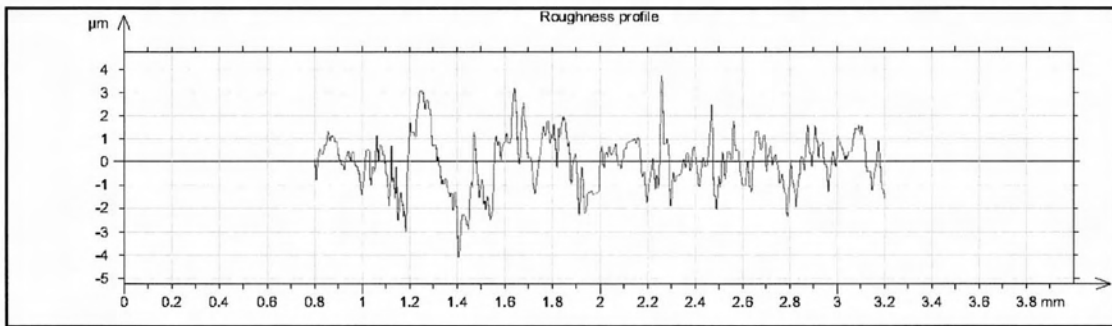
Γράφημα 236 Τραχύτητα Vc200fz0.05-118

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.7 μm	3.31 μm	8.09 μm	-0.725	5.1	5.54 μm	0.0834 mm	2.53 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.05-119



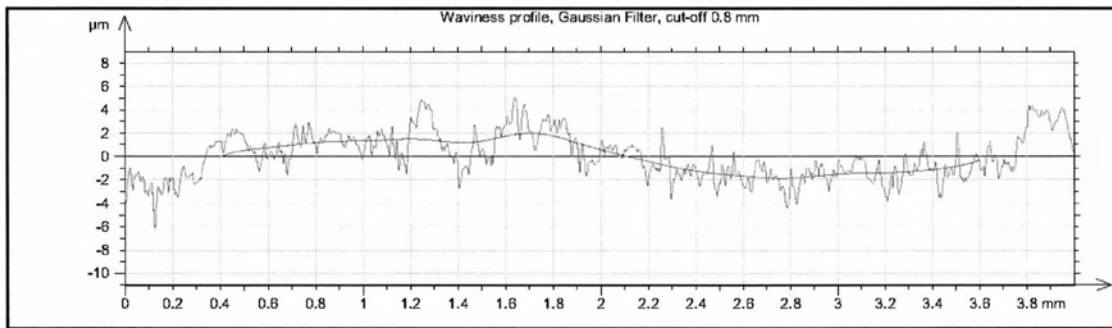
Γράφημα 237 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.05-119



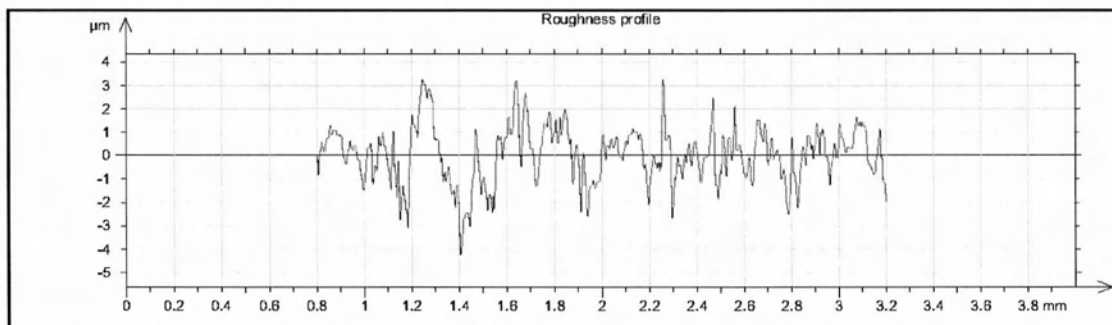
Γράφημα 238 Τραχύτητα Vc200fz0.05-119

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.928 μm	2.98 μm	7.37 μm	0.219	3.6	5.96 μm	0.0832 mm	2.73 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.05-120



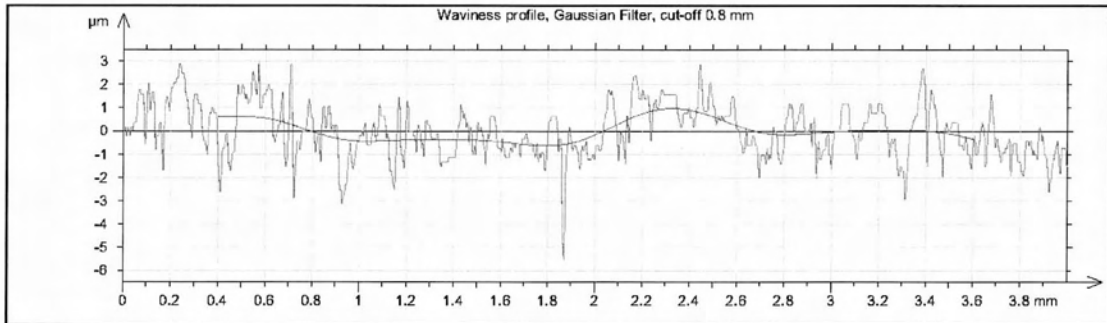
Γράφημα 239 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.05-120



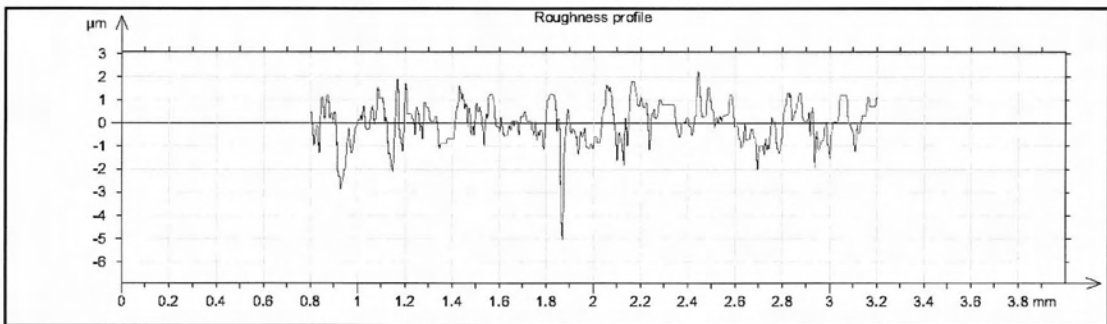
Γράφημα 240 Τραχύτητα Vc200fz0.05-120

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.946 μm	3.19 μm	7.31 μm	0.14	3.65	6.06 μm	0.0771 mm	2.64 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.05-121



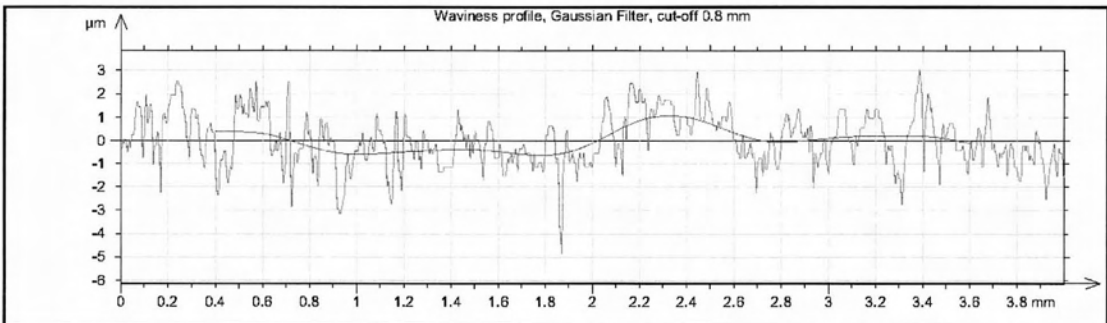
Γράφημα 241 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.05-121



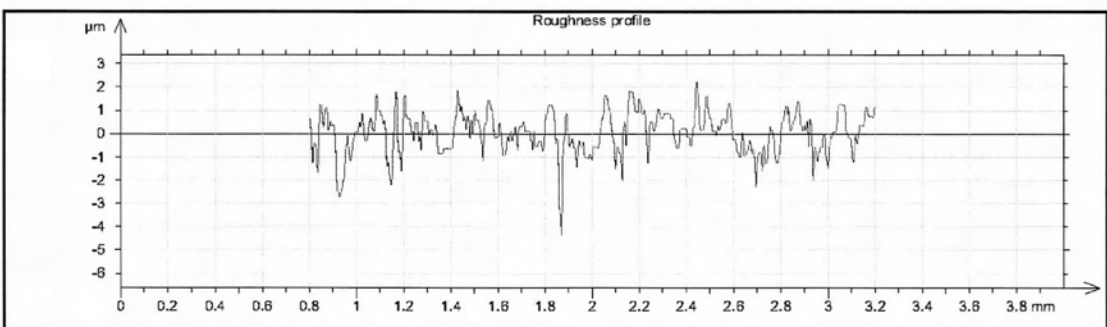
Γράφημα 242 Τραχύτητα Vc200fz0.05-121

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.737 μm	3.38 μm	7.59 μm	-0.814	5.21	5.48 μm	0.0957 mm	2.16 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.05-122



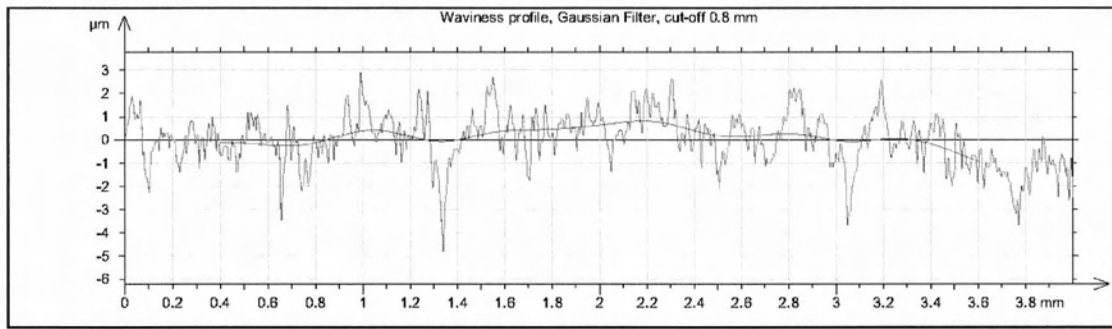
Γράφημα 243 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.05-122



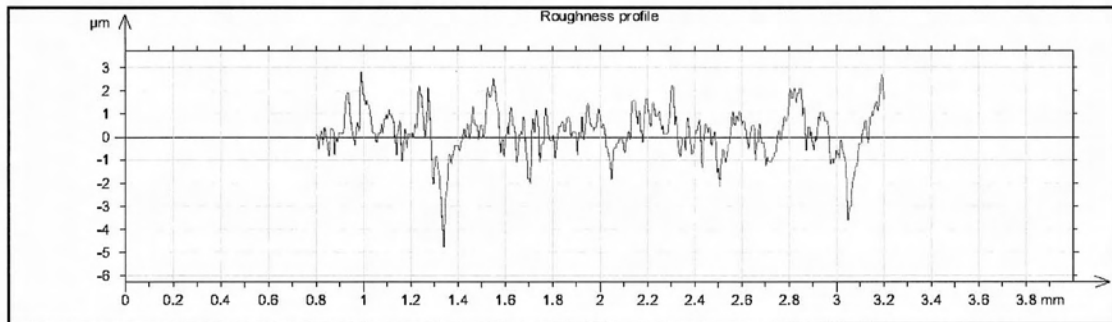
Γράφημα 244 Τραχύτητα Vc200fz0.05-122

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.746 μm	3.11 μm	7.09 μm	-0.599	4.05	5.22 μm	0.0943 mm	2.24 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.05-123



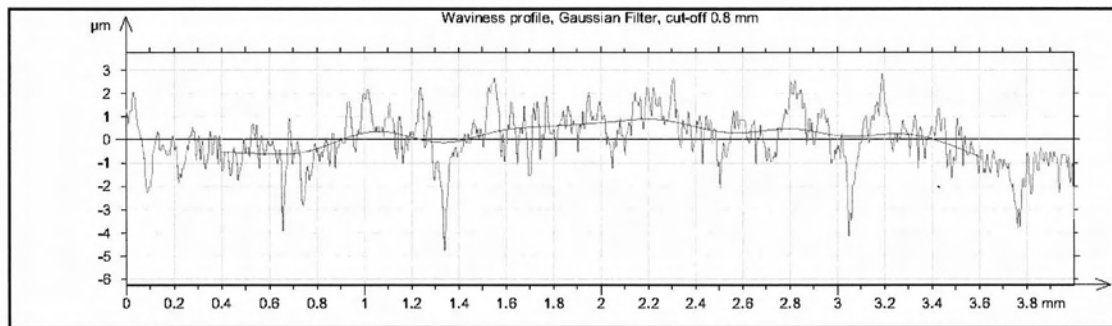
Γράφημα 245 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.05-123



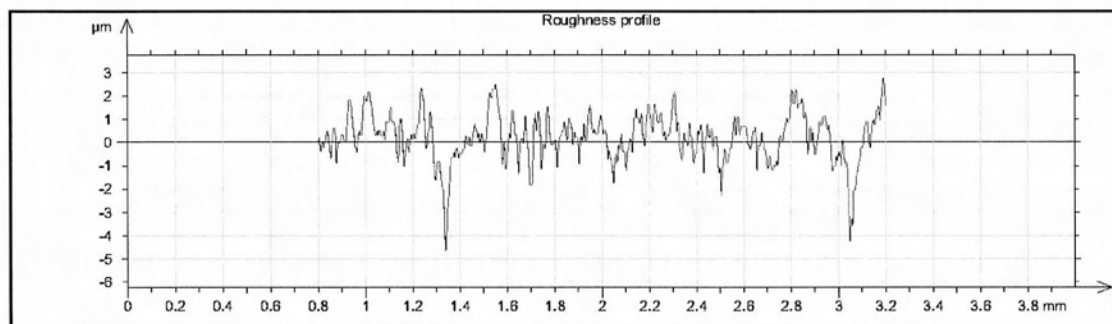
Γράφημα 246 Τραχύτητα Vc200fz0.05-123

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.654 μm	3.4 μm	7.29 μm	-0.751	5.88	5.68 μm	0.0697 mm	2.03 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.05-124



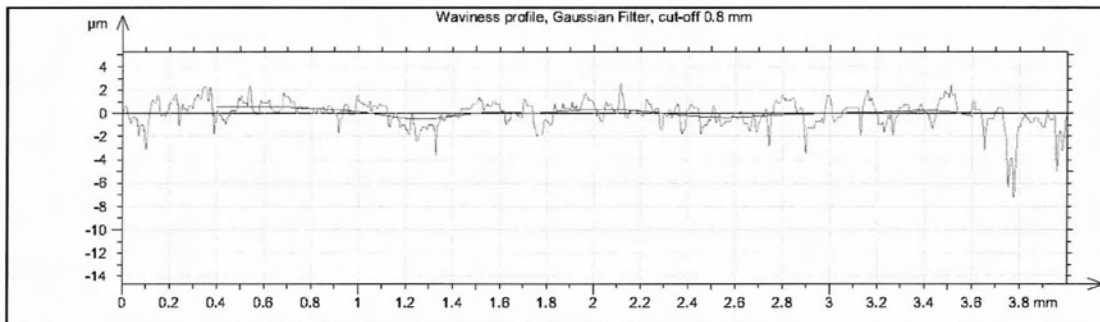
Γράφημα 247 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.05-124



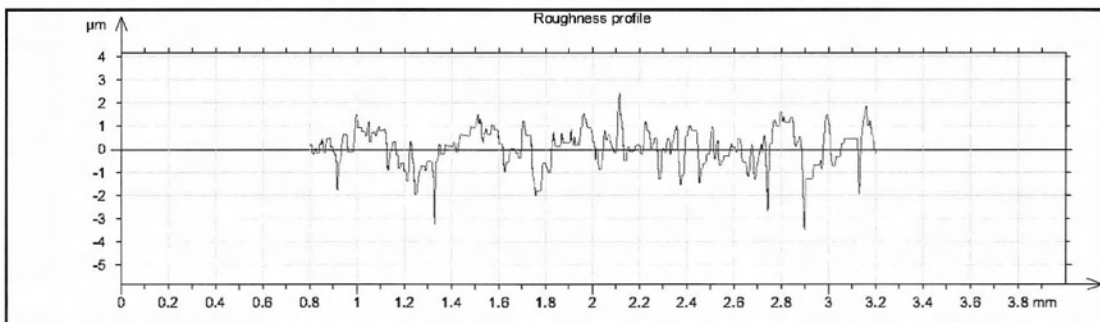
Γράφημα 248 Τραχύτητα Vc200fz0.05-124

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.644 μm	3.46 μm	7.26 μm	-0.747	5.92	5.49 μm	0.062 mm	2.12 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.05-125



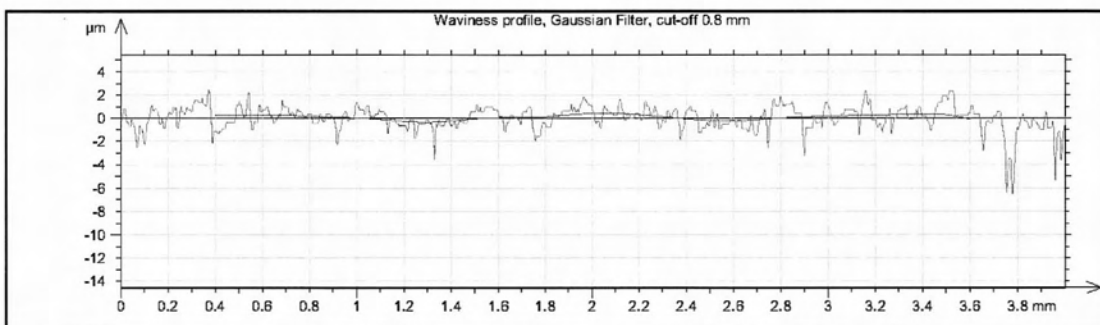
Γράφημα 249 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.05-125



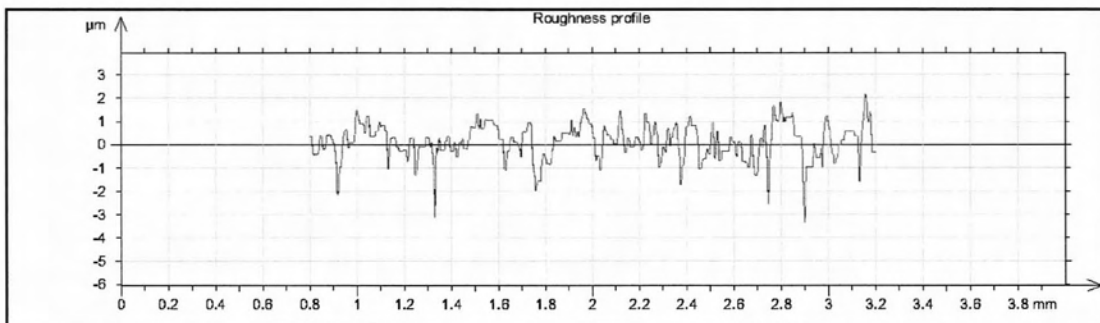
Γράφημα 25 Τραχύτητα Vc200fz0.05-125

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.555 μm	2.62 μm	5.72 μm	-0.492	3.74	4.42 μm	0.0901 mm	1.89 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.05-126



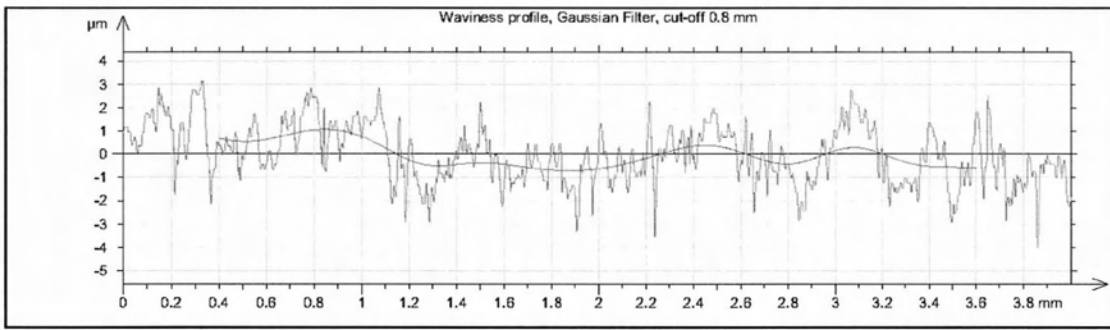
Γράφημα 251 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.05-126



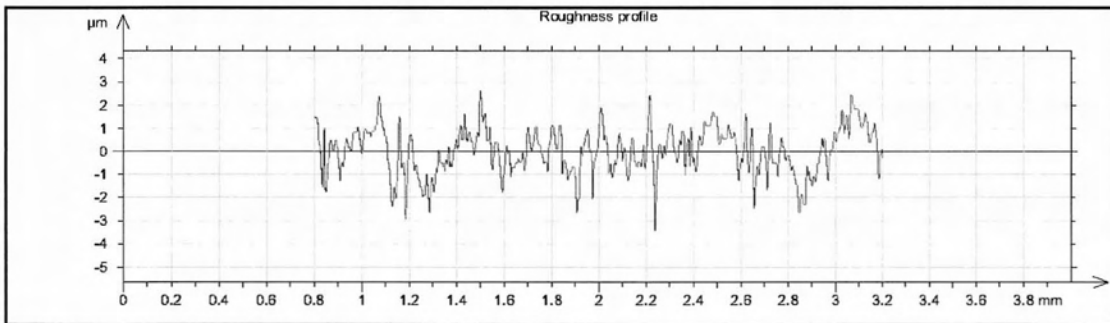
Γράφημα 252 Τραχύτητα Vc200fz0.05-126

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.544 μm	2.72 μm	5.49 μm	-0.544	3.7	4.43 μm	0.0777 mm	1.72 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.05-127



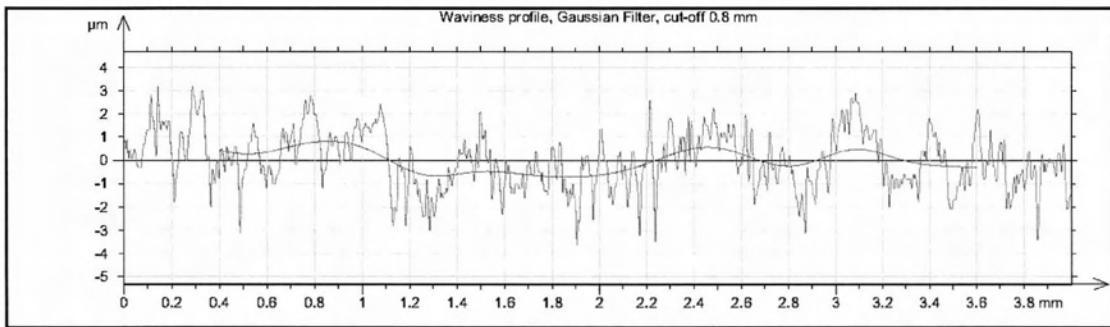
Γράφημα 253 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.05-127



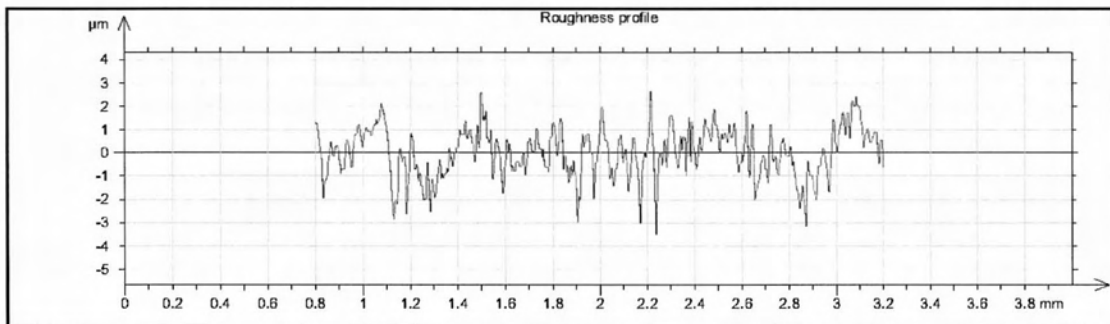
Γράφημα 254 Τραχύτητα Vc200fz0.05-127

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.714 μm	2.94 μm	6.07 μm	-0.185	3.22	5.42 μm	0.0782 mm	2.57 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.05-128



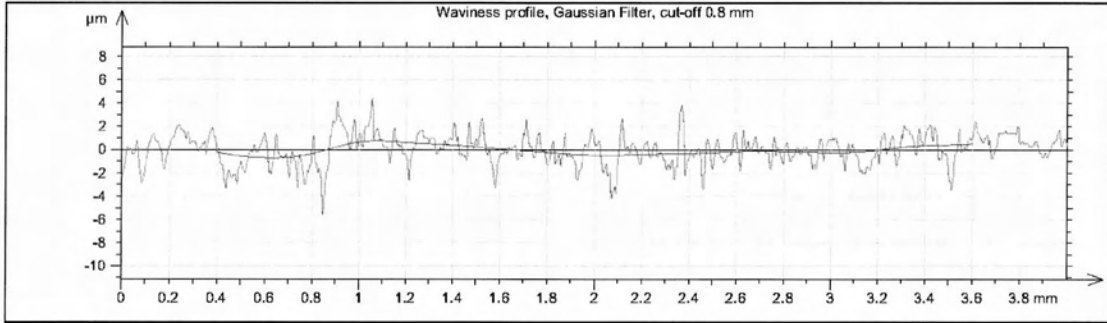
Γράφημα 255 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.05-128



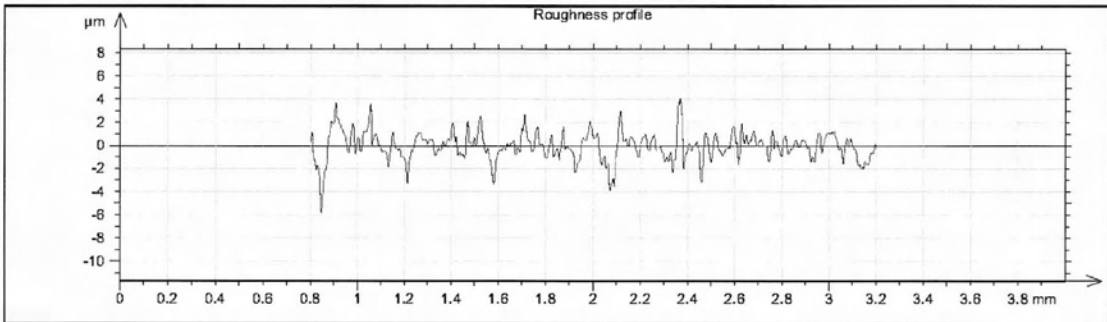
Γράφημα 256 Τραχύτητα Vc200fz0.05-128

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.753 μm	3.25 μm	6.15 μm	-0.297	3.36	5.74 μm	0.0865 mm	2.6 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.08-129



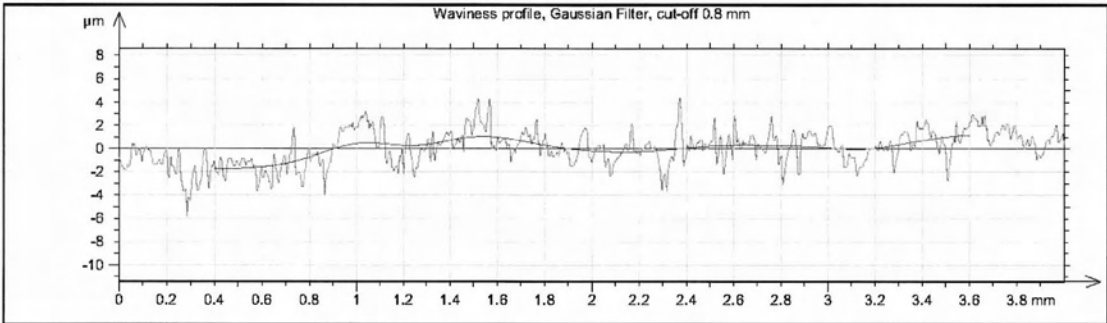
Γράφημα 257 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.08-129



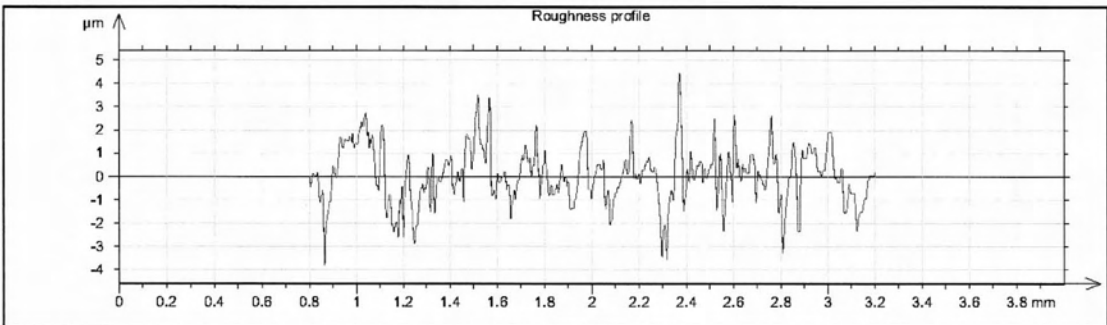
Γράφημα 258 Τραχύτητα Vc200fz0.08-129

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.942 μm	4.18 μm	9.72 μm	-0.282	4.64	7.81 μm	0.0746 mm	2.47 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.08-130



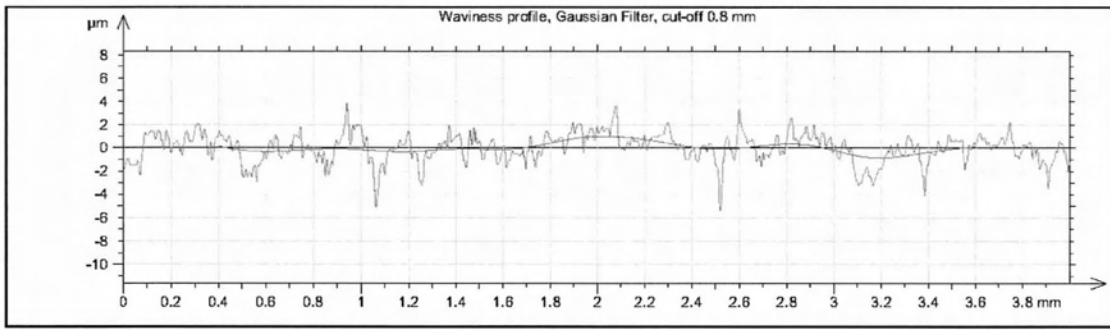
Γράφημα 259 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.08-130



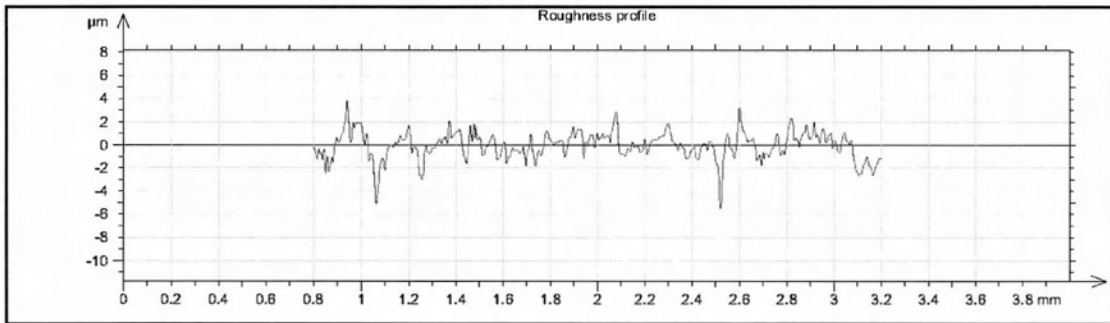
Γράφημα 260 Τραχύτητα Vc200fz0.08-130

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.878 μm	3.34 μm	8.19 μm	0.228	3.71	6.89 μm	0.0753 mm	2.62 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.08-131



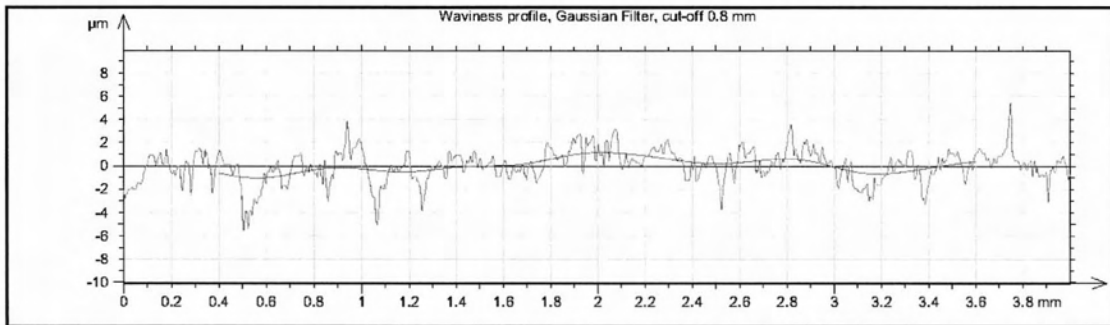
Γράφημα 261 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.08-131



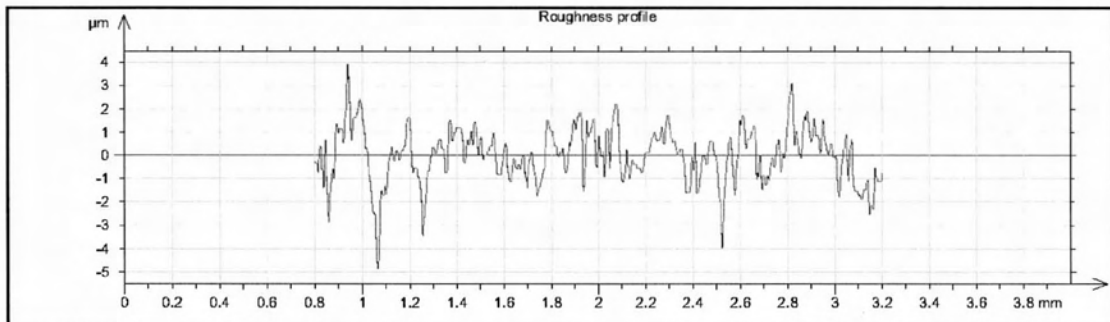
Γράφημα 262 Τραχύτητα Vc200fz0.08-131

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.842 μm	4.41 μm	9.28 μm	-0.758	5.96	7.54 μm	0.104 mm	2.6 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.08-132



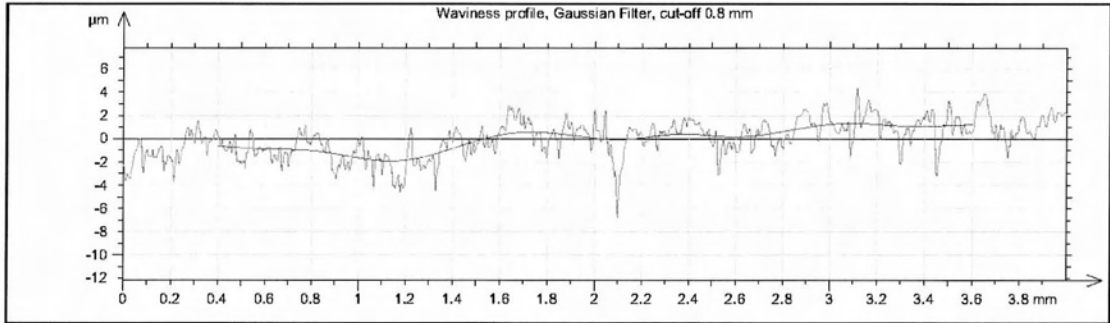
Γράφημα 263 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.08-132



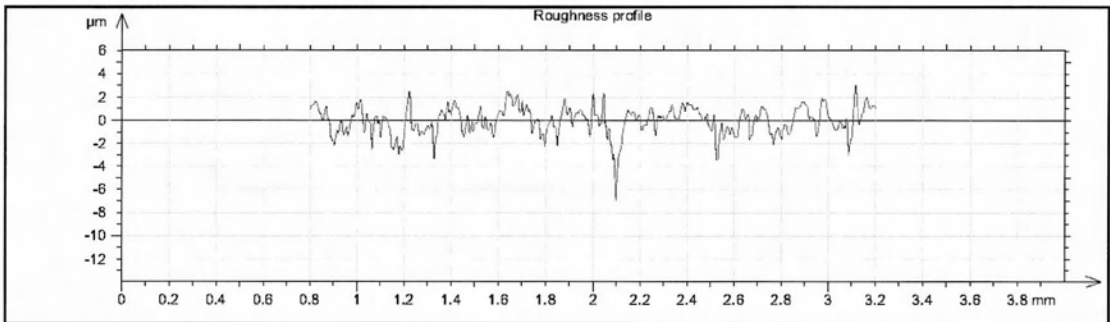
Γράφημα 264 Τραχύτητα Vc200fz0.08-132

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.897 μm	3.99 μm	8.66 μm	-0.914	5.42	6.58 μm	0.0903 mm	2.75 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.08-133



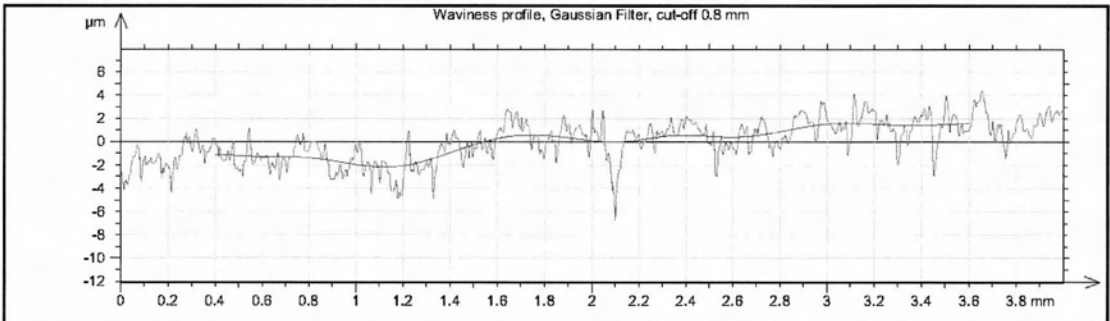
Γράφημα 265 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.08-133



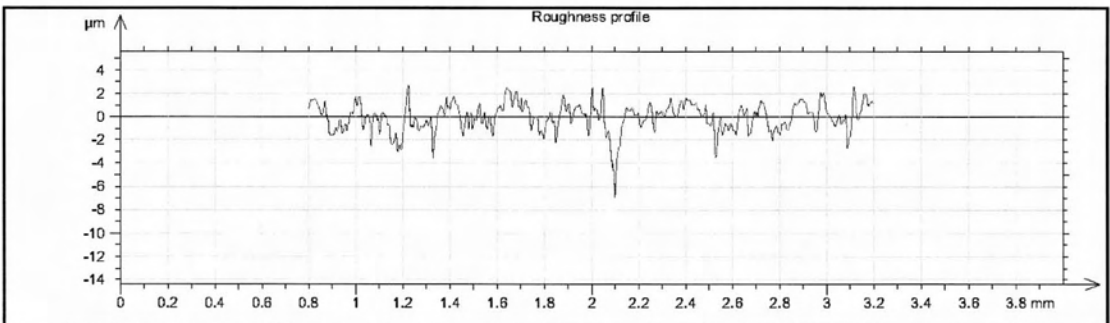
Γράφημα 266 Τραχύτητα Vc200fz0.08-133

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.865 μm	4.22 μm	9.67 μm	-0.981	5.87	6.67 μm	0.0877 mm	3.01 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.08-134



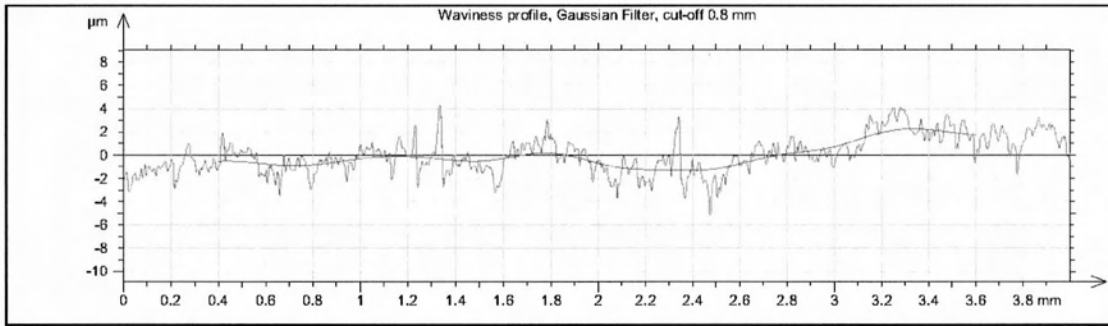
Γράφημα 267 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.08-134



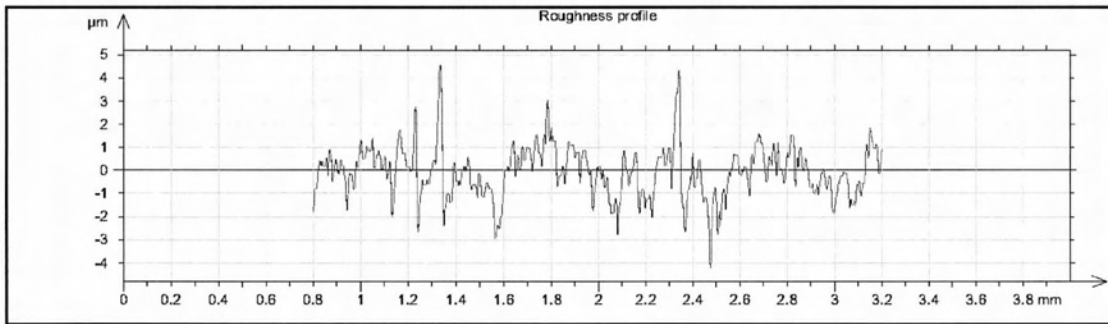
Γράφημα 268 Τραχύτητα Vc200fz0.08-134

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.885 μm	4.28 μm	9.53 μm	-0.989	5.89	6.94 μm	0.0874 mm	3 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.08-135



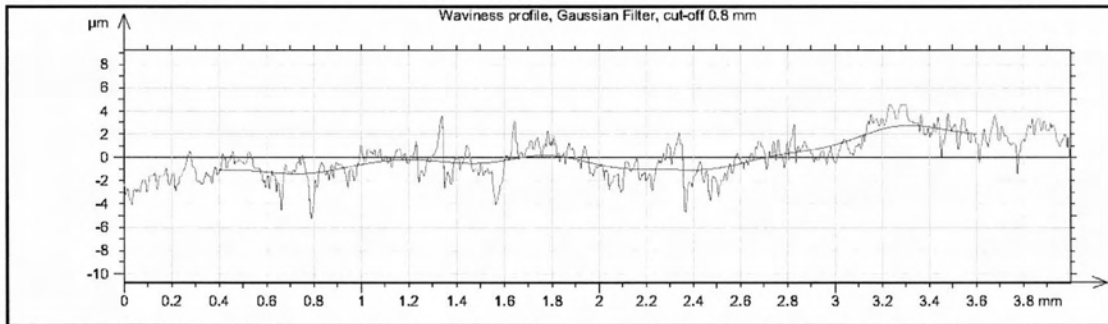
Γράφημα 269 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.08-135



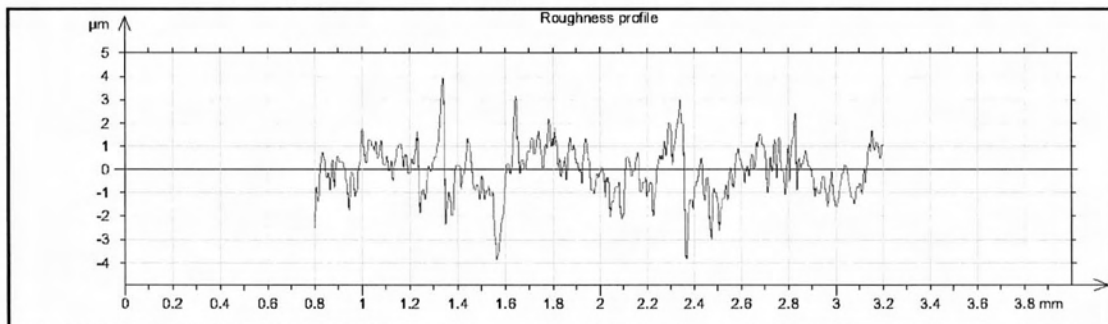
Γράφημα 270 Τραχύτητα Vc200fz0.08-135

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.805 μm	3.12 μm	8.6 μm	0.359	5.45	7.02 μm	0.0833 mm	2.53 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.08-136



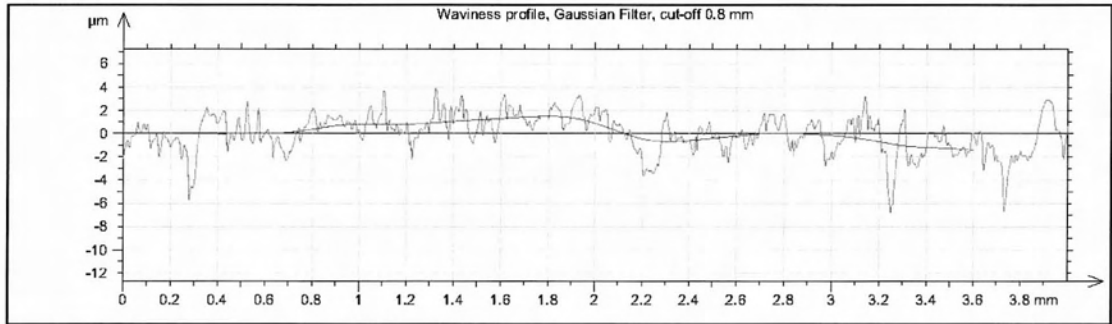
Γράφημα 271 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.08-136



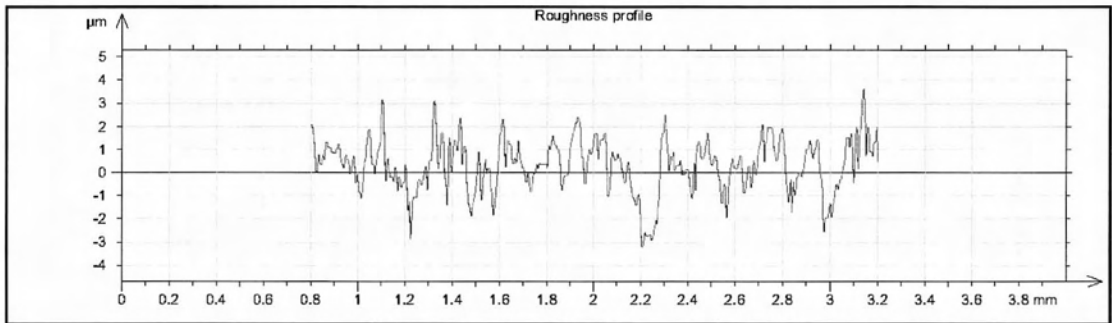
Γράφημα 272 Τραχύτητα Vc200fz0.08-136

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.823 μm	3.74 μm	7.9 μm	-0.366	4.57	6.67 μm	0.0878 mm	2.62 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.08-137



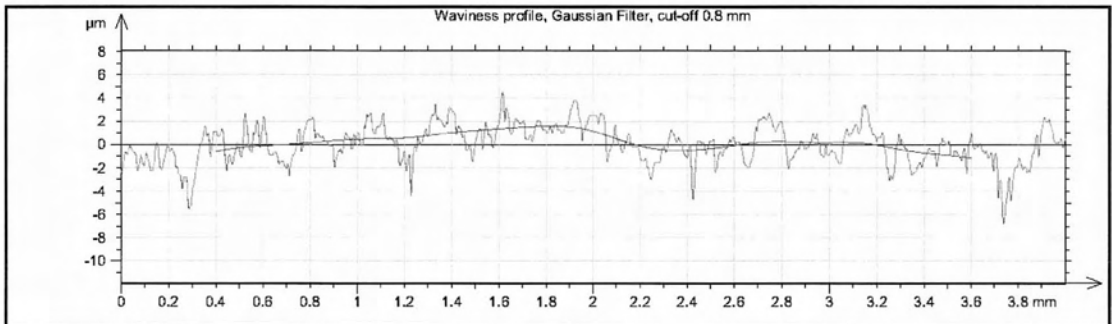
Γράφημα 273 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.08-137



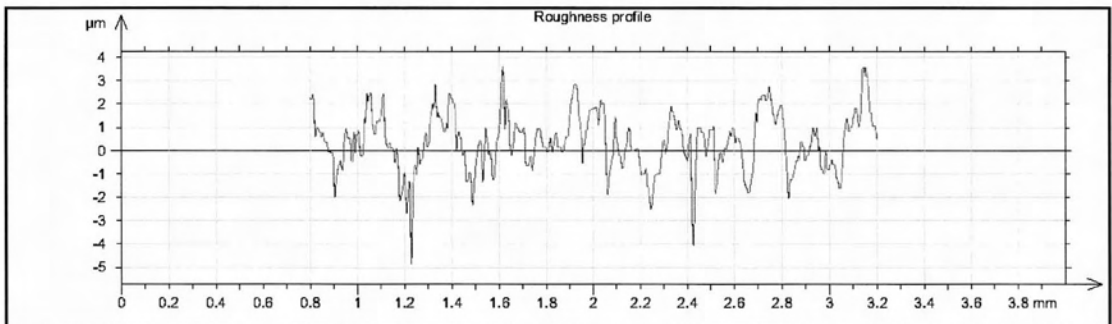
Γράφημα 274 Τραχύτητα Vc200fz0.08-137

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.826 μm	2.85 μm	9.6 μm	-0.168	3.23	5.64 μm	0.0889 mm	2.65 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.08-138



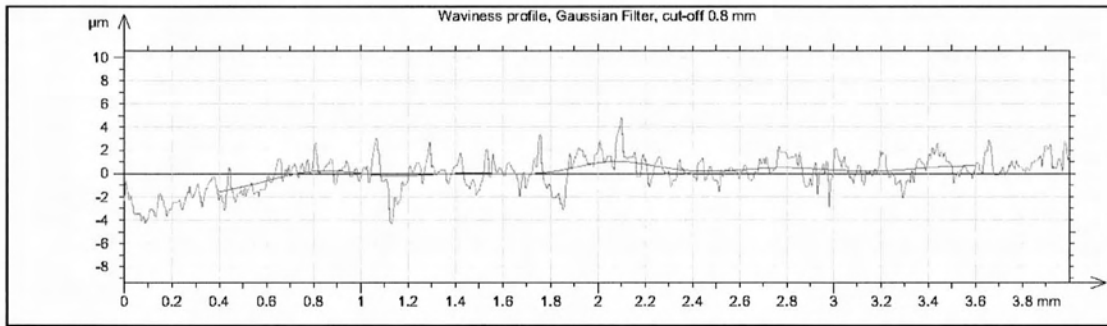
Γράφημα 275 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.08-138



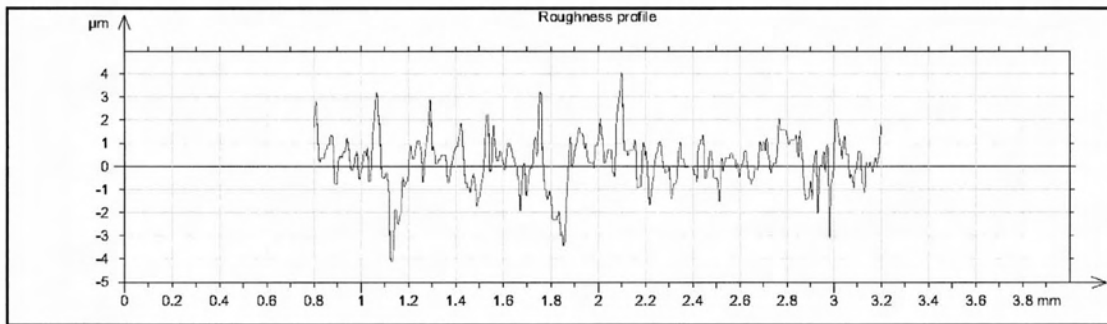
Γράφημα 276 Τραχύτητα Vc200fz0.08-138

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.969 μm	4 μm	8.38 μm	-0.104	3.15	6.88 μm	0.0932 mm	2.74 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.08-139



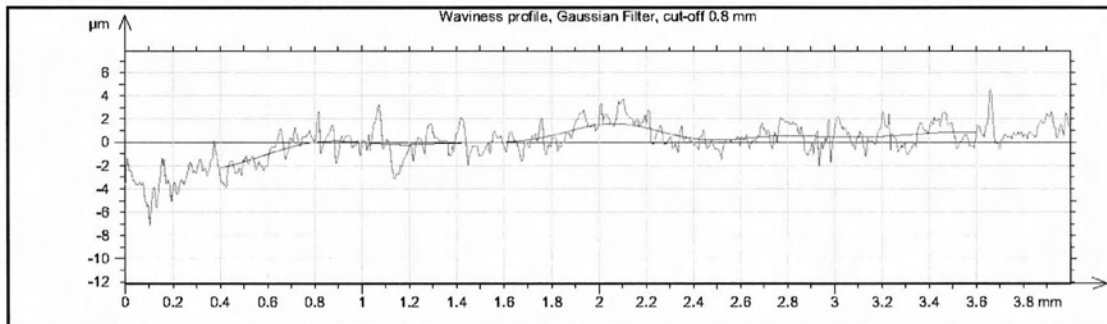
Γράφημα 277 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.08-139



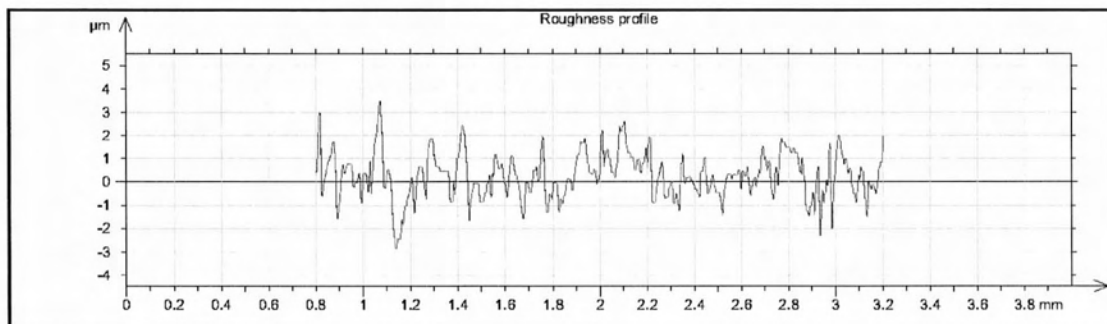
Γράφημα 278 Τραχύτητα Vc200fz0.08-139

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.776 μm	3.13 μm	7.88 μm	-0.174	5.08	6.53 μm	0.0756 mm	2.19 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.08-140



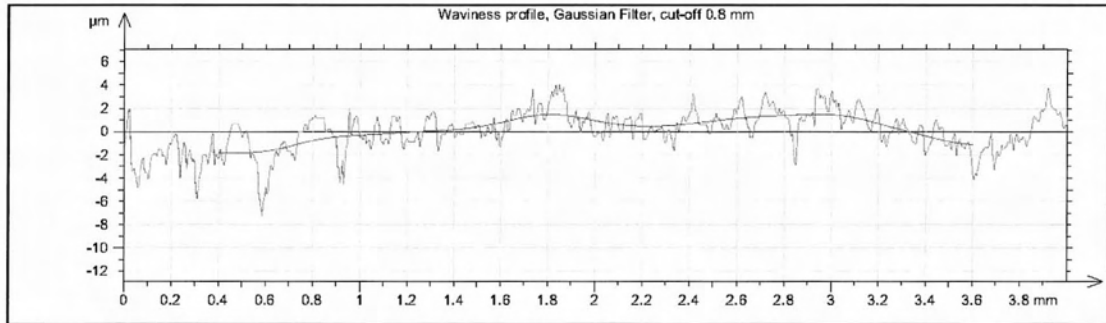
Γράφημα 279 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.08-140



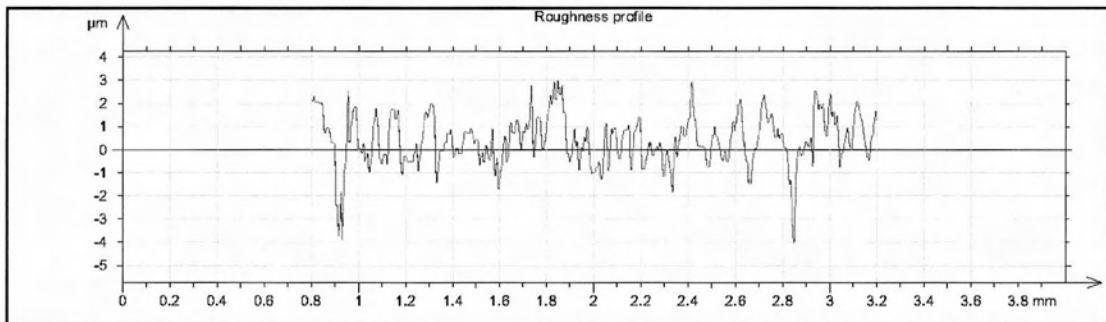
Γράφημα 280 Τραχύτητα Vc200fz0.08-140

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.694 μm	2.18 μm	6.31 μm	0.199	3.97	4.77 μm	0.0788 mm	2.19 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.08-141



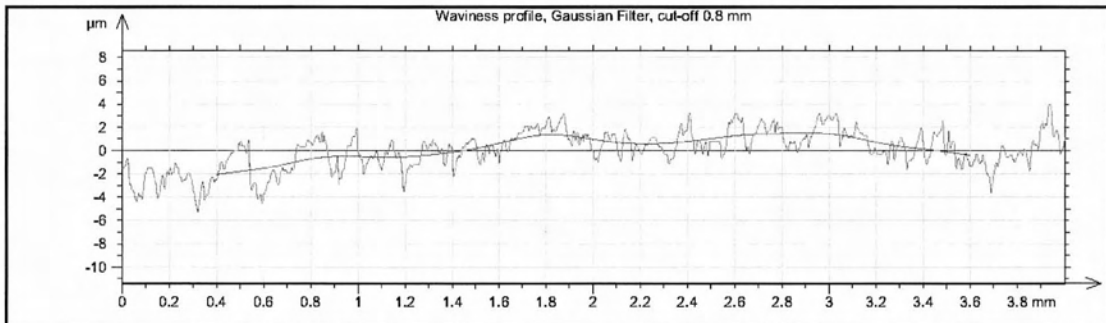
Γράφημα 281 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.08-141



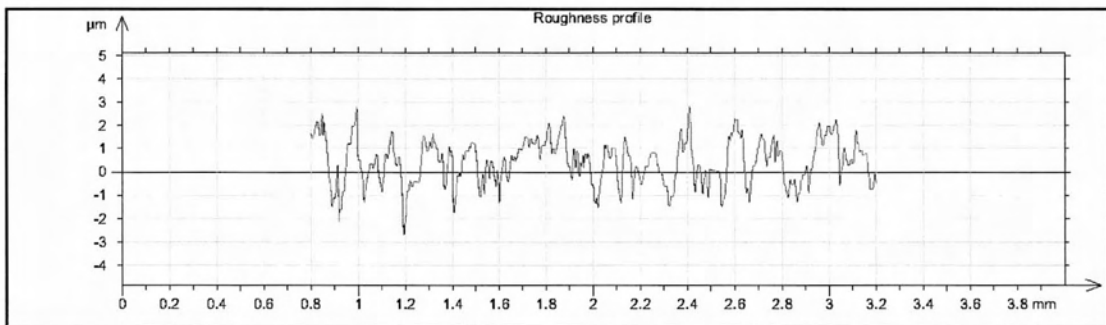
Γράφημα 282 Τραχύτητα Vc200fz0.08-141

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.906 μm	3.26 μm	8.12 μm	-0.626	5.72	5.82 μm	0.085 mm	2.57 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.08-142



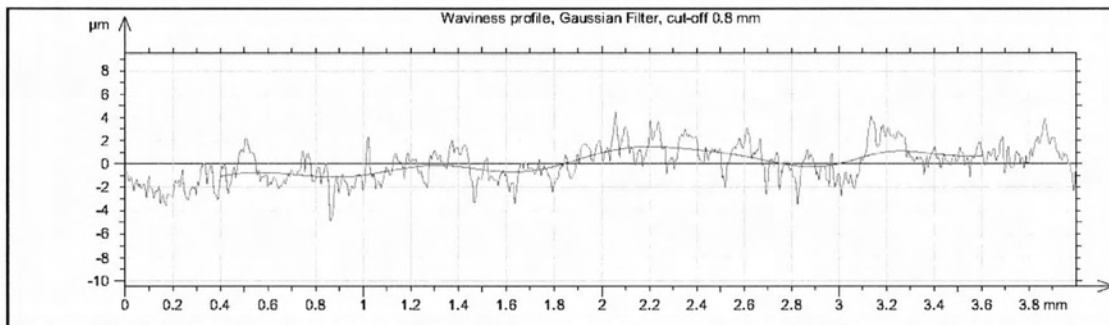
Γράφημα 283 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.08-142



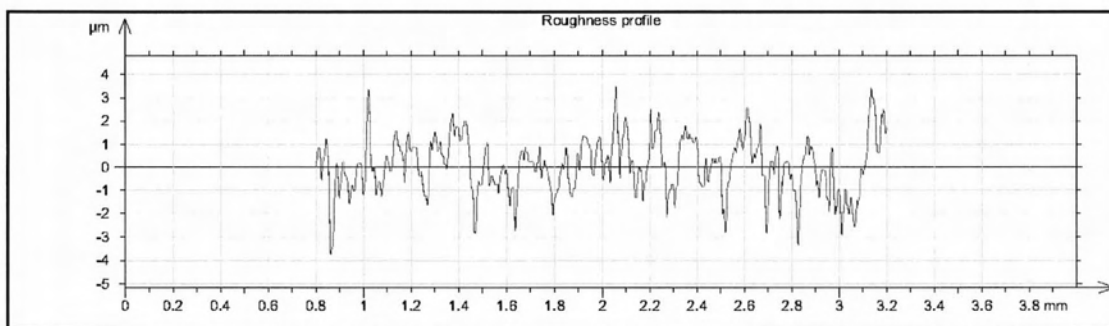
Γράφημα 284 Τραχύτητα Vc200fz0.08-142

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.849 μm	2.36 μm	5.57 μm	0.0464	2.95	4.69 μm	0.109 mm	2.55 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.08-143



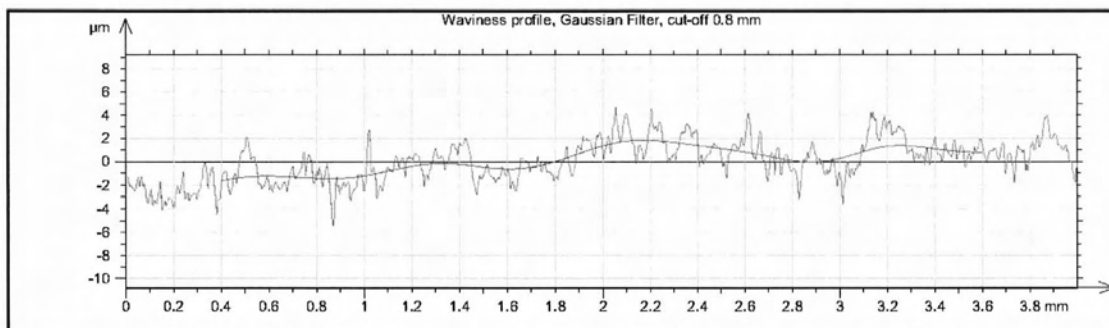
Γράφημα 285 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.08-143



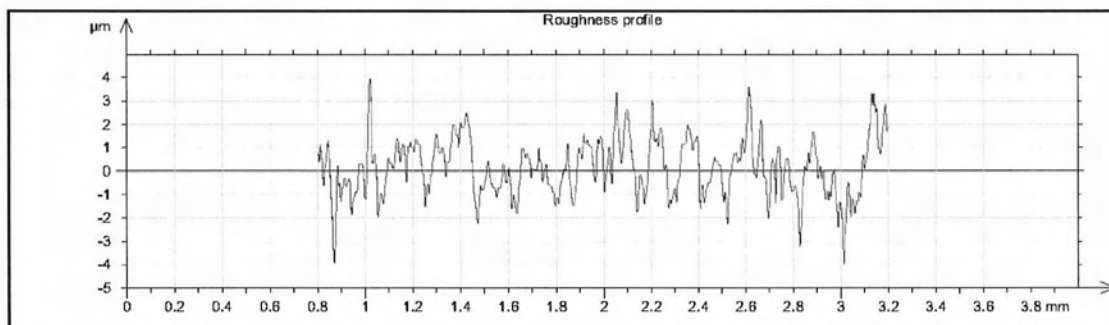
Γράφημα 286 Τραχύτητα Vc200fz0.08-143

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.855 μm	3.22 μm	7.21 μm	0.0487	3.41	6.11 μm	0.0973 mm	2.99 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.08-144



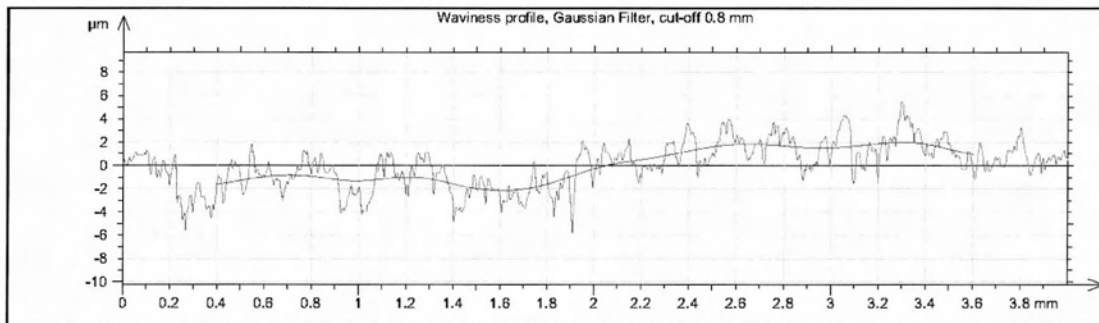
Γράφημα 287 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.08-144



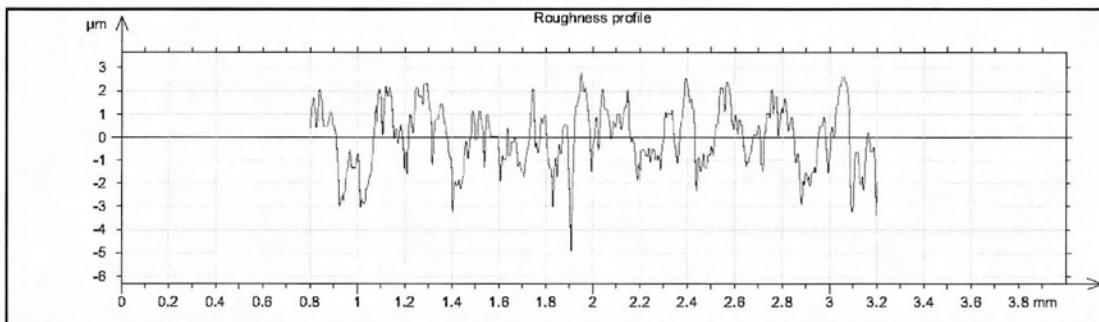
Γράφημα 288 Τραχύτητα Vc200fz0.08-144

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.895 μm	2.96 μm	7.84 μm	0.415	3.45	6.14 μm	0.0799 mm	3.24 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.08-145



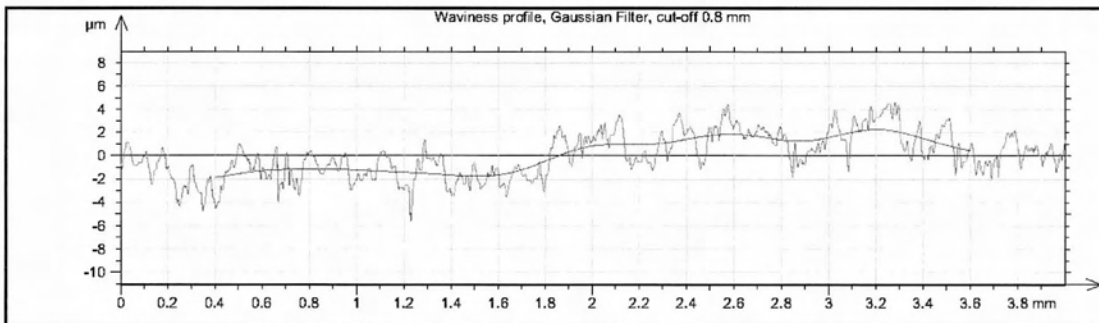
Γράφημα 289 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.08-145



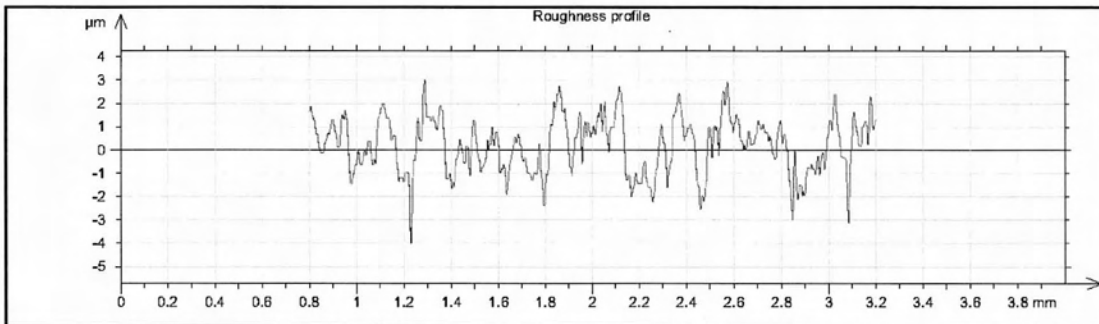
Γράφημα 290 Τραχύτητα Vc200fz0.08-145

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1 μm	3.4 μm	8.4 μm	-0.149	2.9	6.11 μm	0.11 mm	3.75 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.08-146



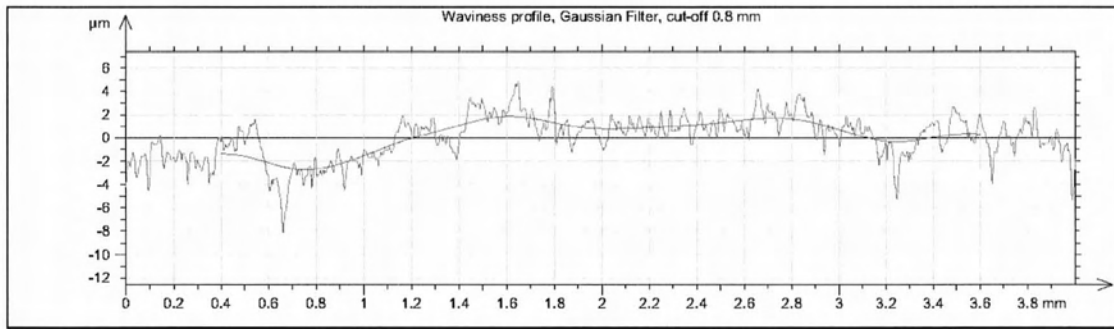
Γράφημα 291 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.08-146



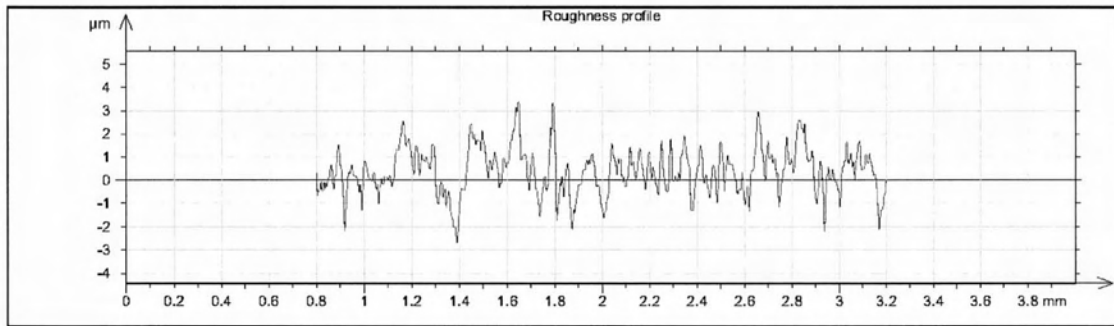
Γράφημα 292 Τραχύτητα Vc200fz0.08-146

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.962 μm	3.24 μm	7.05 μm	-0.0499	2.64	5.9 μm	0.103 mm	3.14 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.08-147



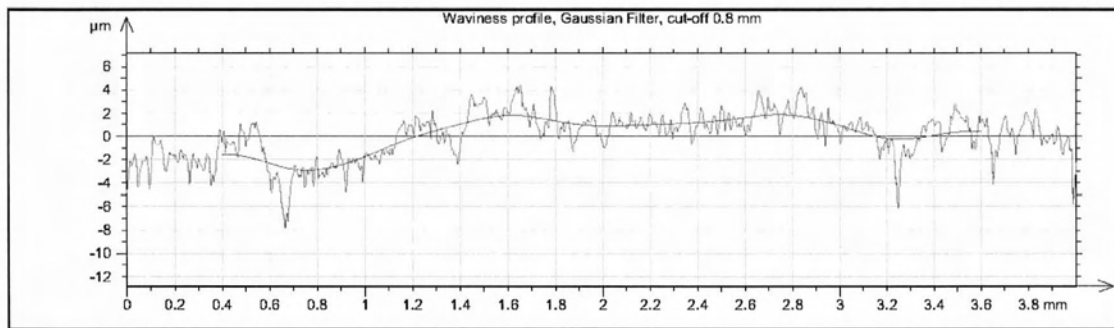
Γράφημα 293 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.08-147



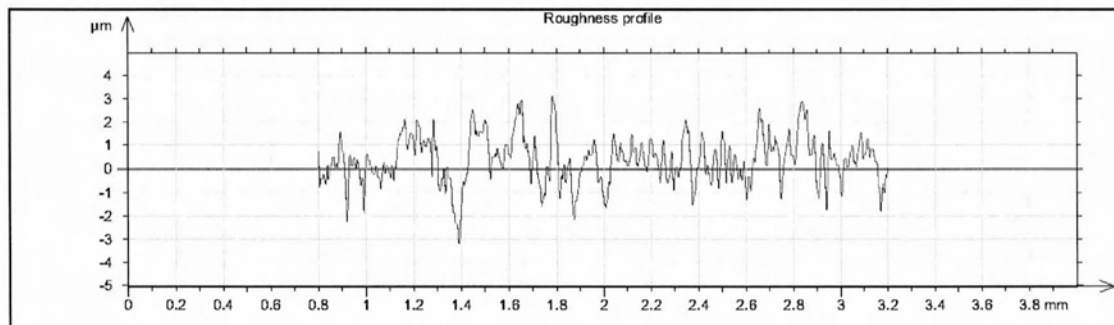
Γράφημα 294 Τραχύτητα Vc200fz0.08-147

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.865 μm	3.49 μm	9.1 μm	-0.248	5.5	6.5 μm	0.0936 mm	2.35 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.08-148



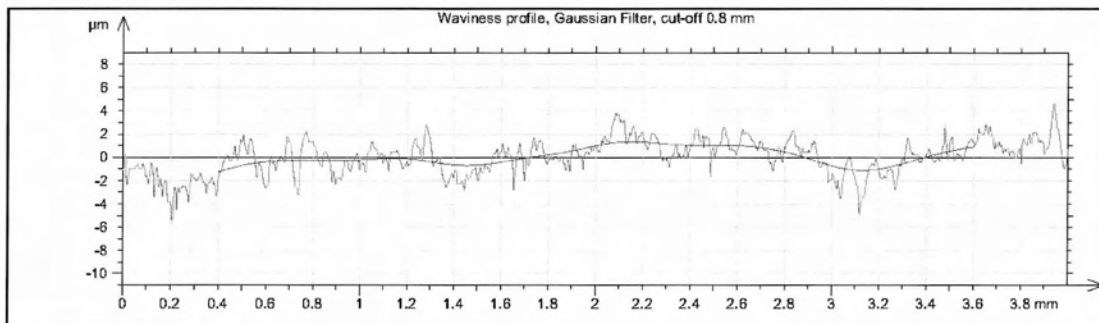
Γράφημα 295 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.08-148



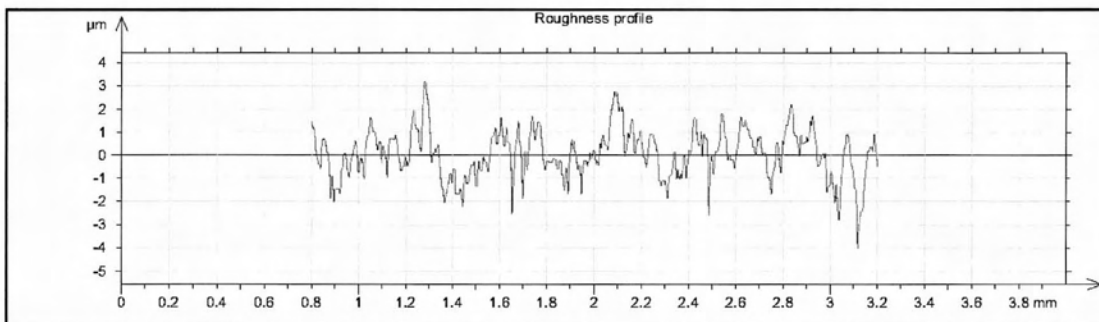
Γράφημα 296 Τραχύτητα Vc200fz0.08-148

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.871 μm	3.49 μm	9.1 μm	-0.353	5.11	6.26 μm	0.0827 mm	2.28 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.08-149



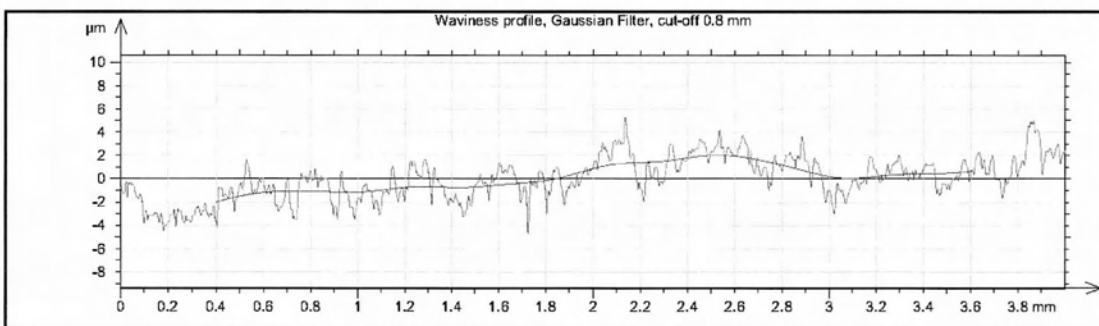
Γράφημα 297 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.08-149



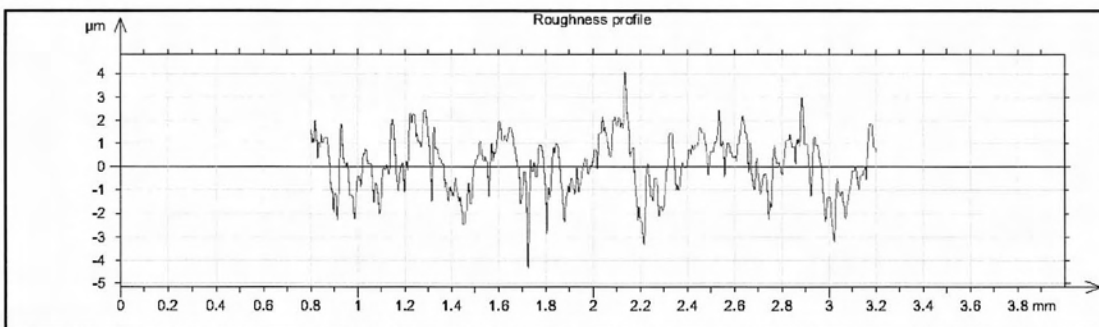
Γράφημα 298 Τραχύτητα Vc200fz0.08-149

R_a	R_v	R_l	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.95 μm	3.37 μm	8.4 μm	-0.081	2.94	6.5 μm	0.0951 mm	3.16 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.08-150



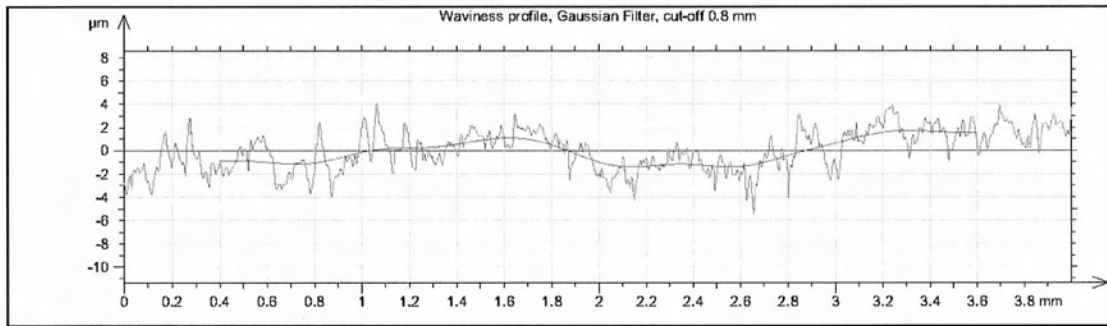
Γράφημα 299 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.08-150



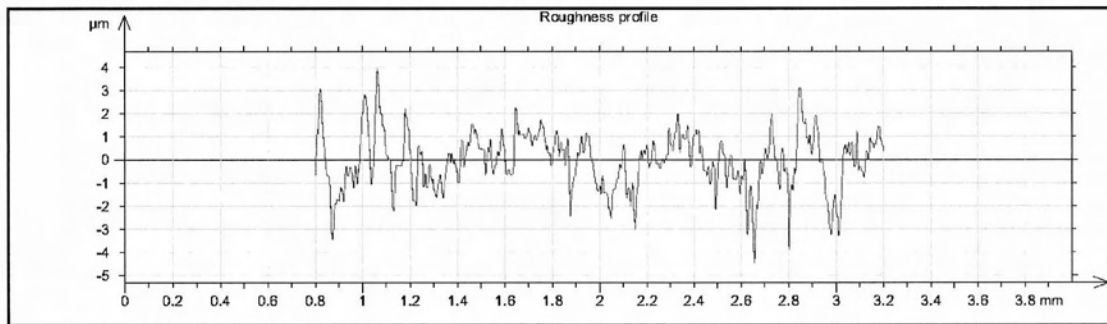
Γράφημα 300 Τραχύτητα Vc200fz0.08-150

R_a	R_v	R_l	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.816 μm	2.75 μm	6.99 μm	0.266	3.01	5.51 μm	0.0932 mm	2.54 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.08-151



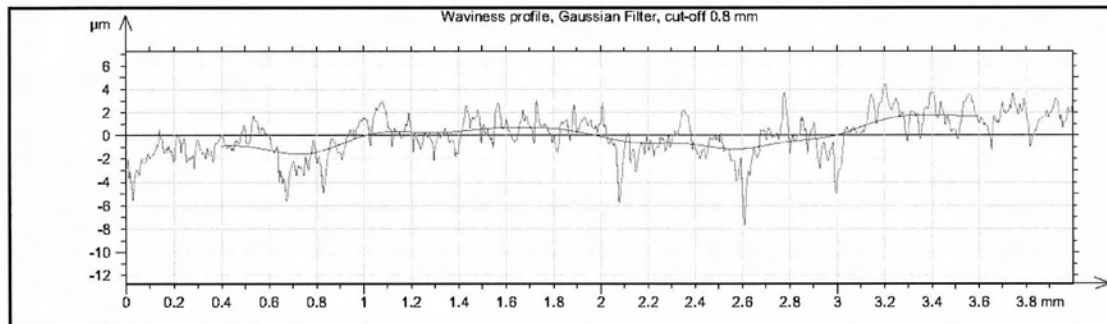
Γράφημα 301 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.08-151



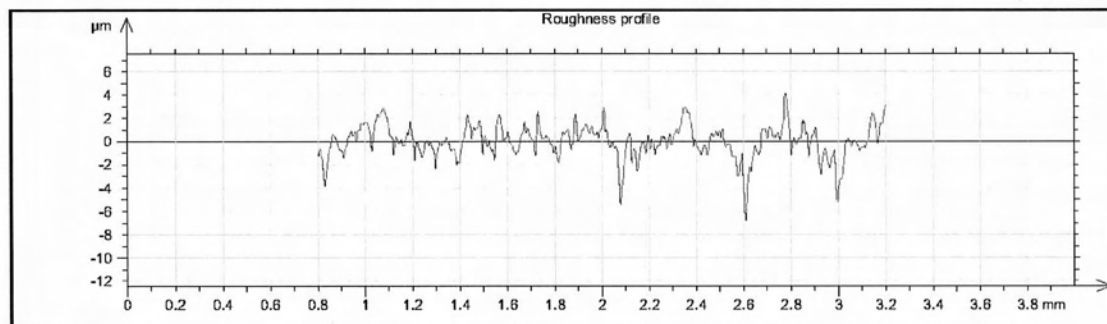
Γράφημα 302 Τραχύτητα Vc200fz0.08-151

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.994 μm	4.35 μm	10.9 μm	-0.682	5.86	7.49 μm	0.0885 mm	2.89 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.08-152



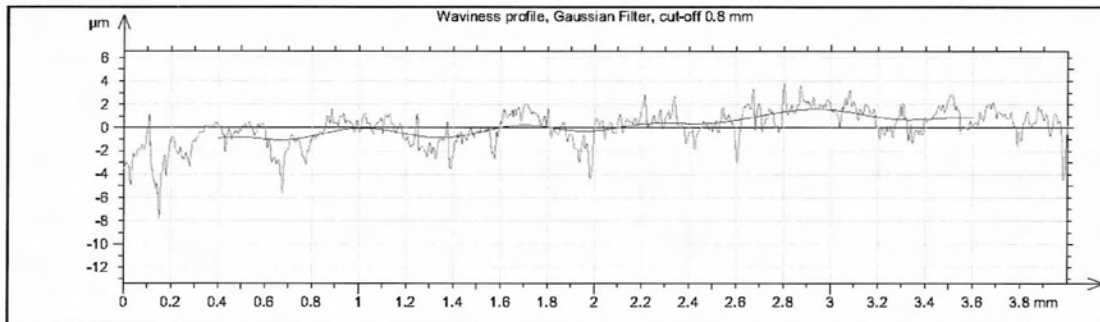
Γράφημα 303 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.08-152



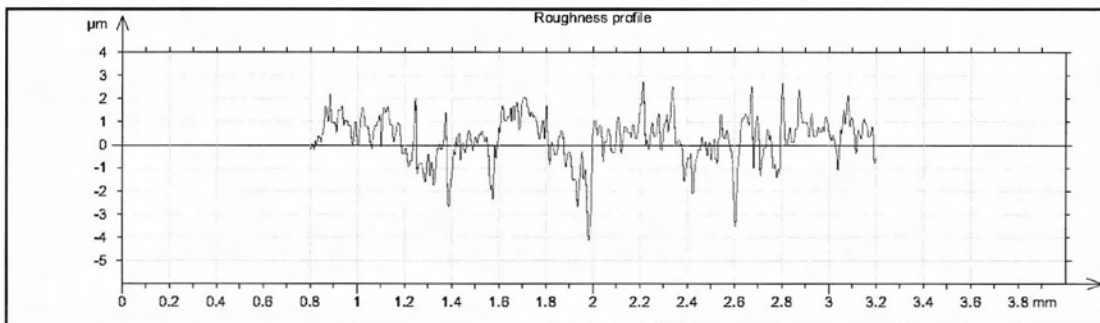
Γράφημα 304 Τραχύτητα Vc200fz0.08-152

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.897 μm	3.29 μm	8.28 μm	-0.0947	3.87	6.05 μm	0.0819 mm	2.89 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.08-153



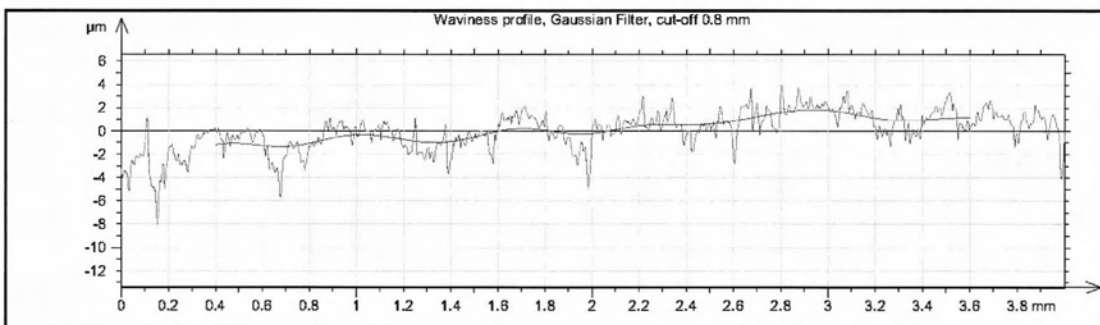
Γράφημα 305 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.08-153



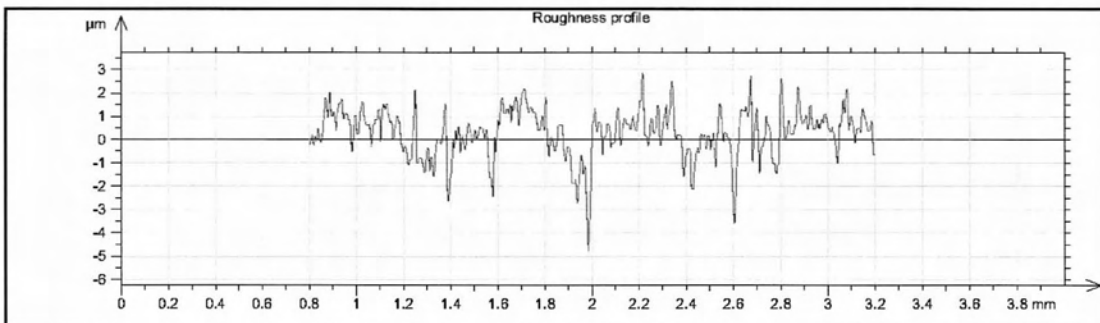
Γράφημα 306 Τραχύτητα Vc200fz0.08-153

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.791 μm	4.09 μm	6.96 μm	-0.933	4.56	6.2 μm	0.0875 mm	2.21 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.08-154



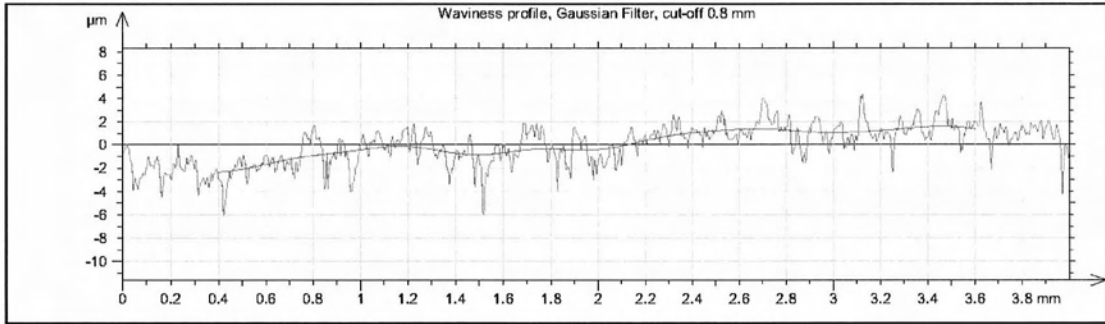
Γράφημα 307 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.08-154



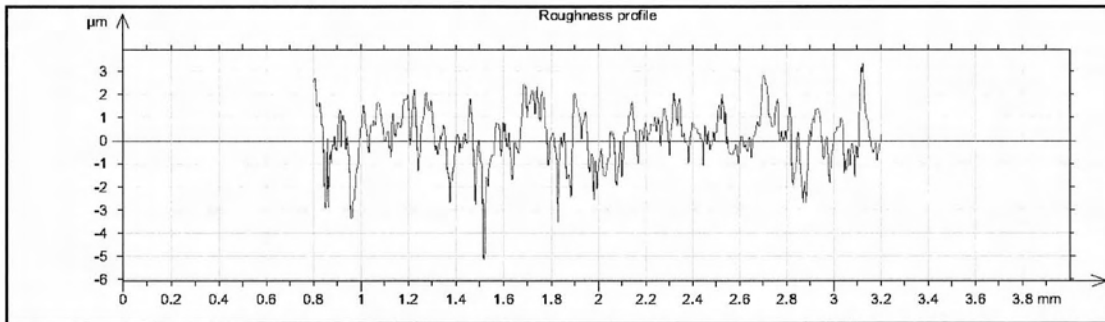
Γράφημα 308 Τραχύτητα Vc200fz0.08-154

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.805 μm	4.29 μm	7.31 μm	-0.977	4.67	6.42 μm	0.0814 mm	2.16 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.08-155



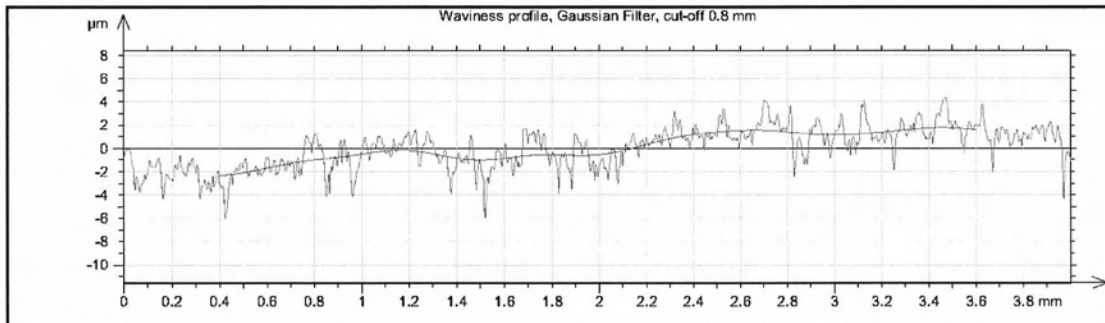
Γράφημα 309 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.08-155



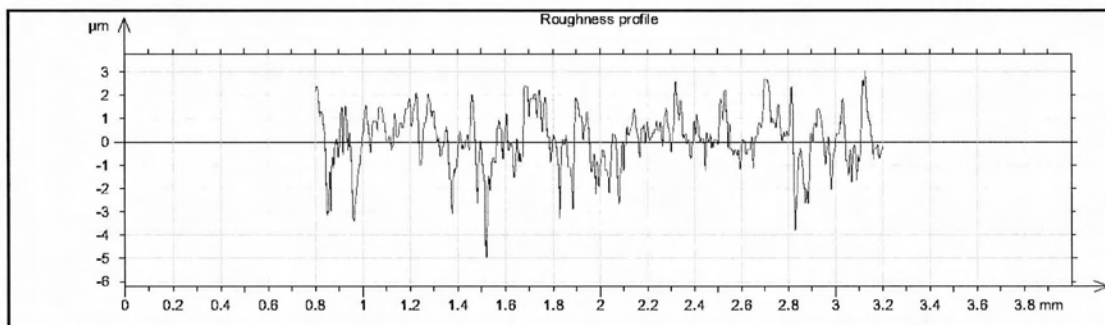
Γράφημα 310 Τραχύτητα Vc200fz0.08-155

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.831 μm	3.66 μm	8.37 μm	-0.548	4.67	6.18 μm	0.0701 mm	2.56 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.08-156



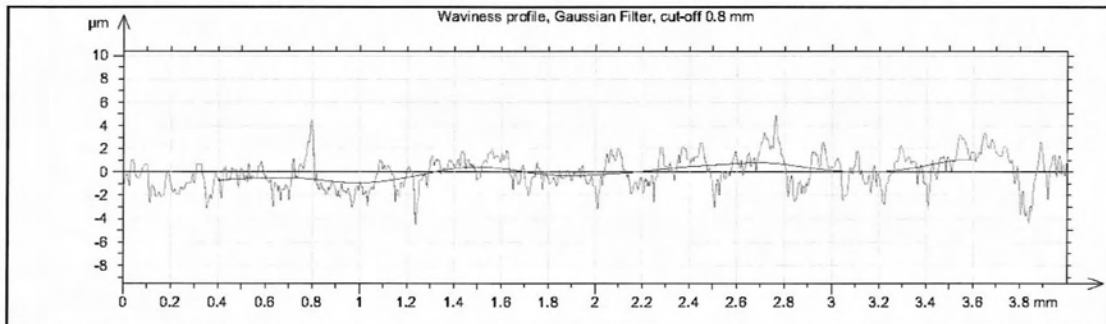
Γράφημα 311 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.08-156



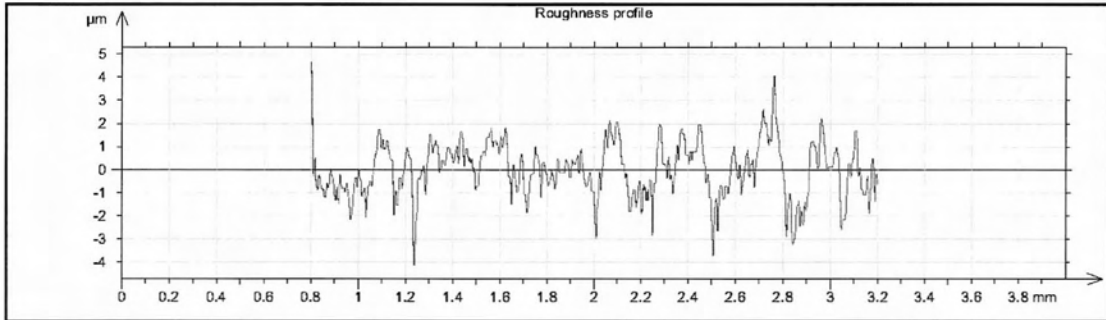
Γράφημα 312 Τραχύτητα Vc200fz0.08-156

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.829 μm	3.8 μm	7.82 μm	-0.545	4.55	6.18 μm	0.0655 mm	2.65 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.08-157



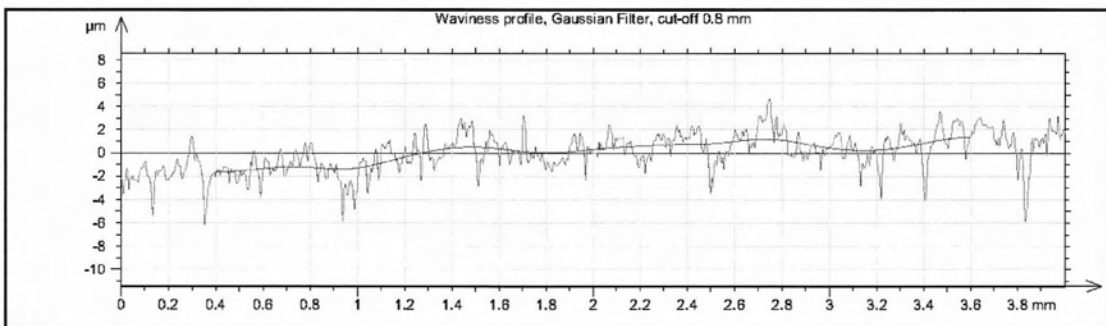
Γράφημα 313 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.08-157



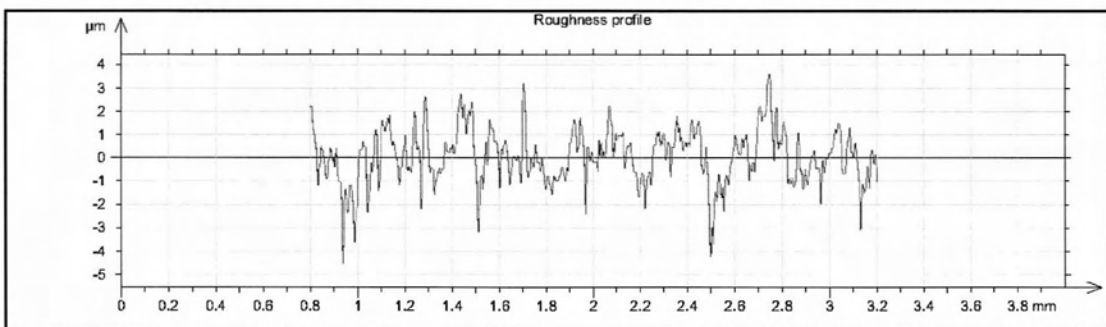
Γράφημα 314 Τραχύτητα Vc200fz0.08-157

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.857 μm	3.46 μm	9.26 μm	0.543	5.16	7.07 μm	0.0809 mm	2.97 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.08-158



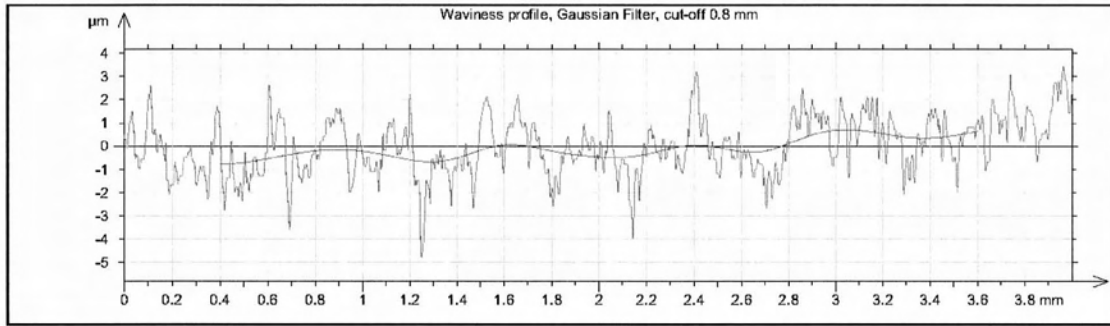
Γράφημα 315 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.08-158



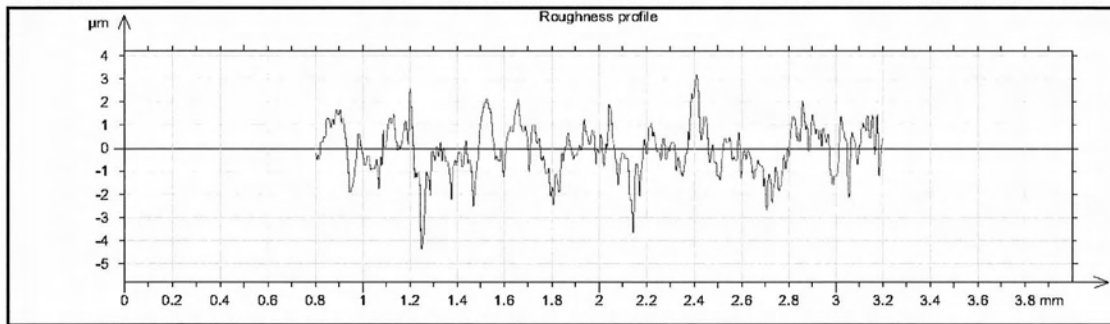
Γράφημα 316 Τραχύτητα Vc200fz0.08-158

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.863 μm	4.01 μm	8.38 μm	-0.151	3.88	6.9 μm	0.0728 mm	2.8 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.08-159



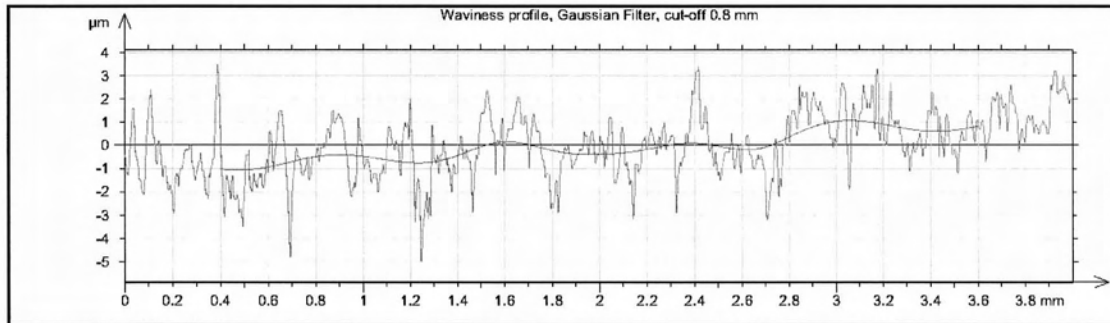
Γράφημα 317 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.08-159



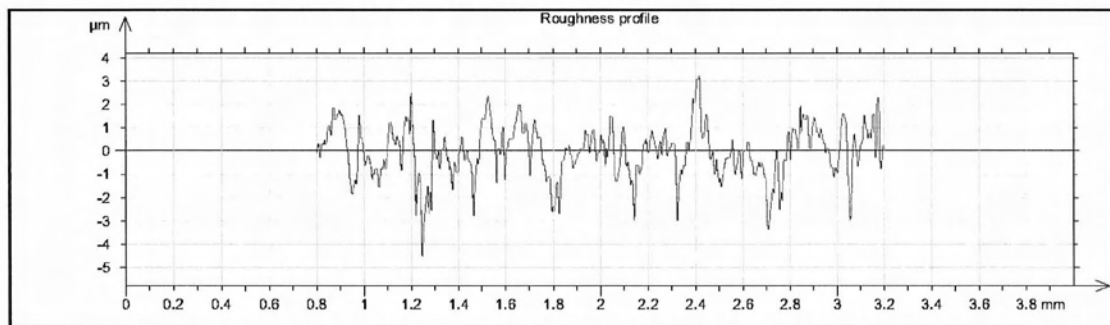
Γράφημα 318 Τραχύτητα Vc200fz0.08-159

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.854 μm	3.82 μm	7.53 μm	-0.432	3.75	6.7 μm	0.0726 mm	2.7 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.08-160



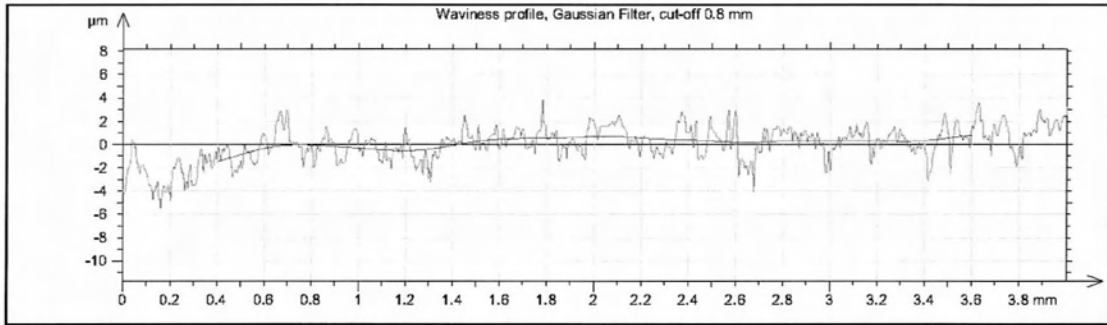
Γράφημα 319 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.08-160



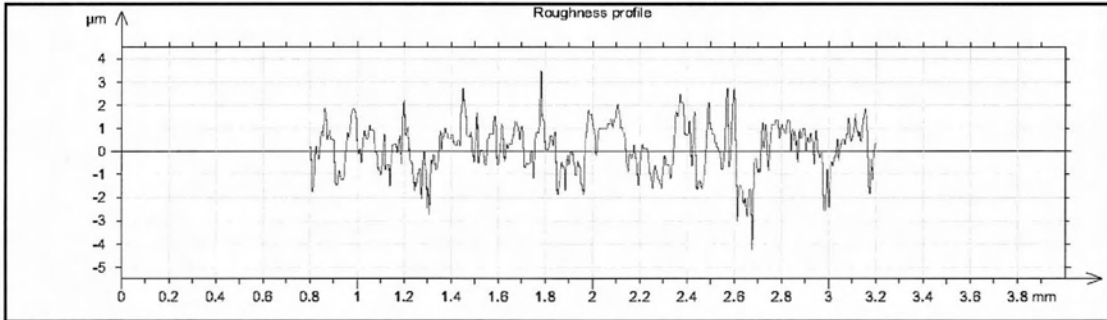
Γράφημα 320 Τραχύτητα Vc200fz0.08-160

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.836 μm	3.61 μm	7.3 μm	-0.187	3.79	6.66 μm	0.0846 mm	2.58 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.10-161



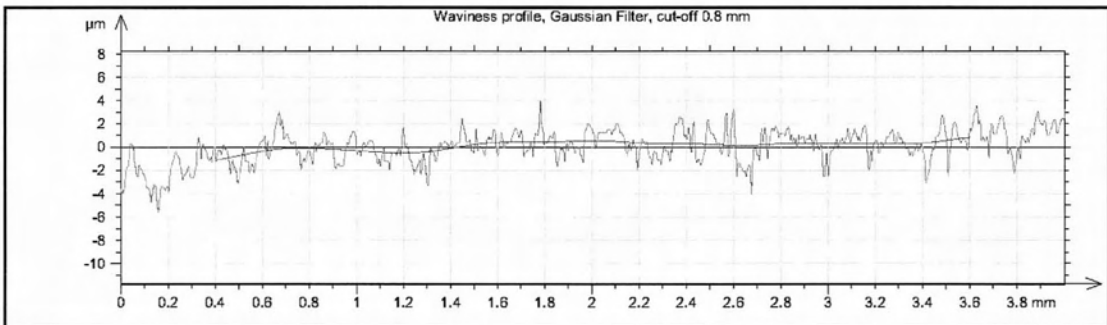
Γράφημα 321 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.10-161



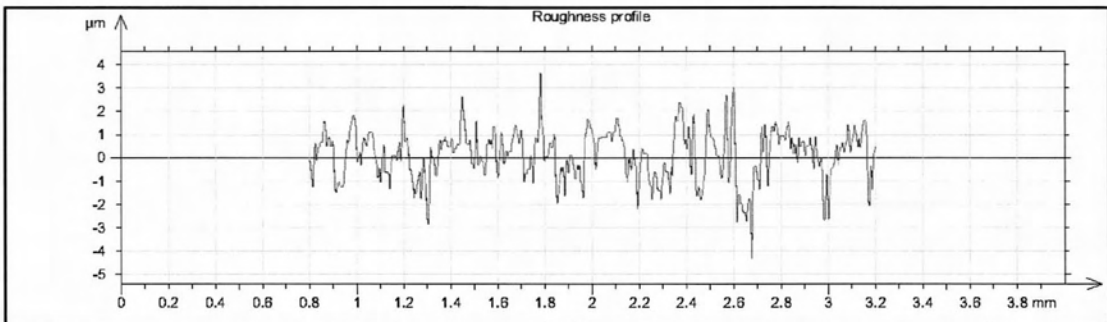
Γράφημα 322 Τραχύτητα Vc200fz0.10-161

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.852 μm	3.01 μm	7.49 μm	0.103	3.21	6.06 μm	0.0886 mm	2.51 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.10-162



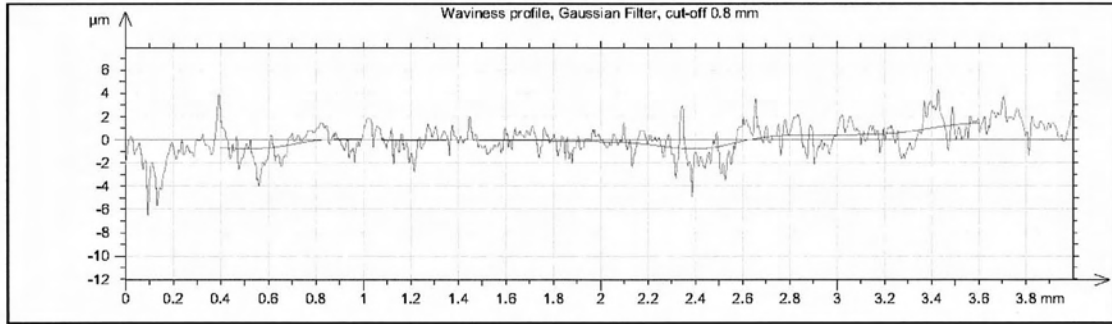
Γράφημα 323 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.10-162



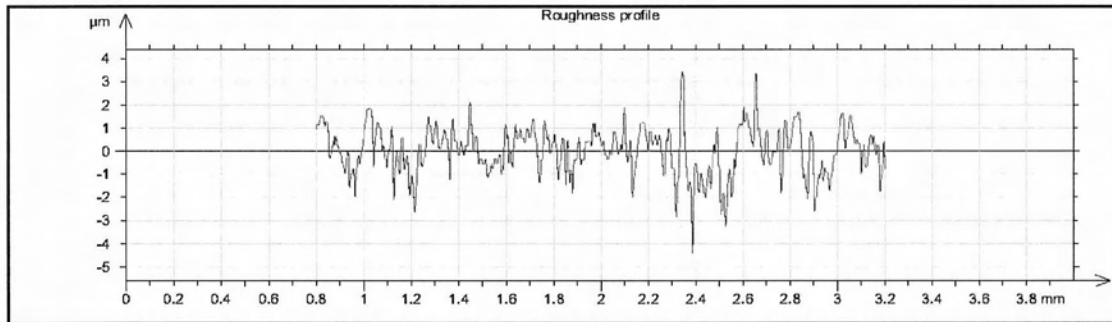
Γράφημα 324 Τραχύτητα Vc200fz0.10-162

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.861 μm	3.18 μm	7.7 μm	-0.00921	3.3	6.43 μm	0.0801 mm	2.33 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.10-163



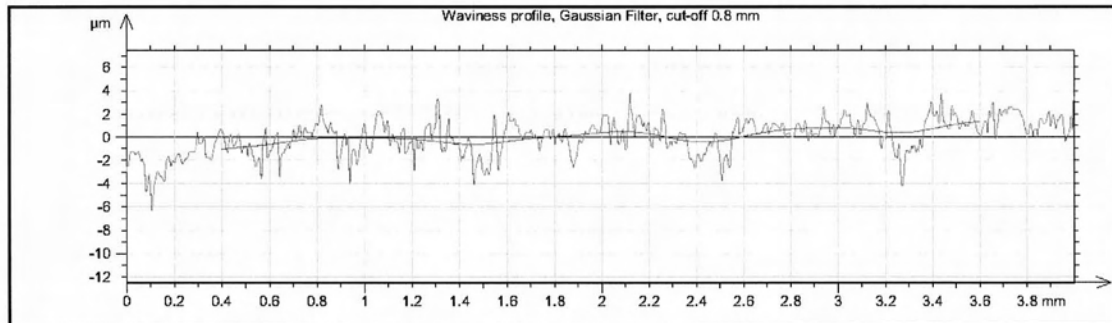
Γράφημα 325 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.10-163



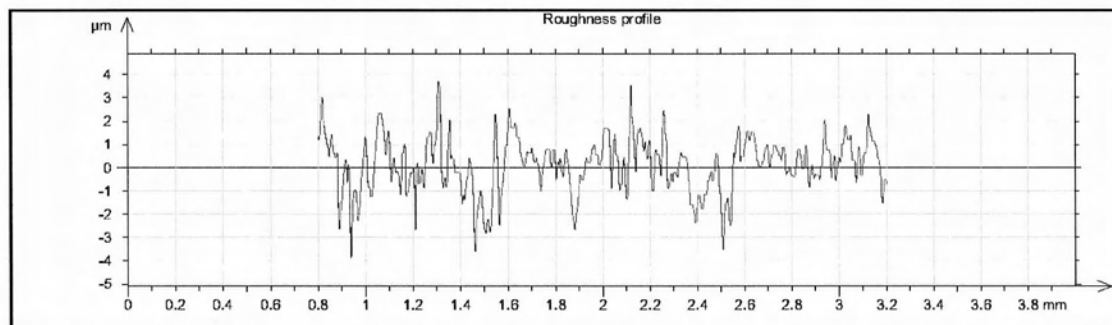
Γράφημα 326 Τραχύτητα Vc200fz0.10-163

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.774 μm	3.33 μm	7.78 μm	-0.214	4.27	6.24 μm	0.0723 mm	2.38 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.10-164



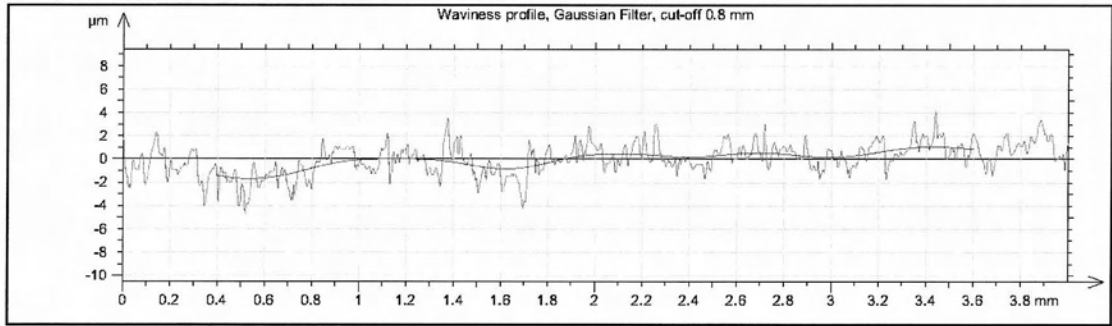
Γράφημα 327 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.10-164



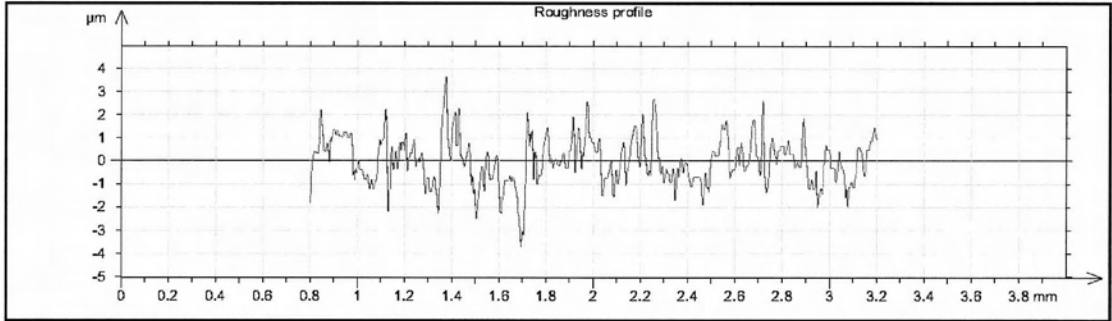
Γράφημα 328 Τραχύτητα Vc200fz0.10-164

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.889 μm	3.58 μm	8.24 μm	-0.265	3.44	6.9 μm	0.0771 mm	2.53 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.10-165



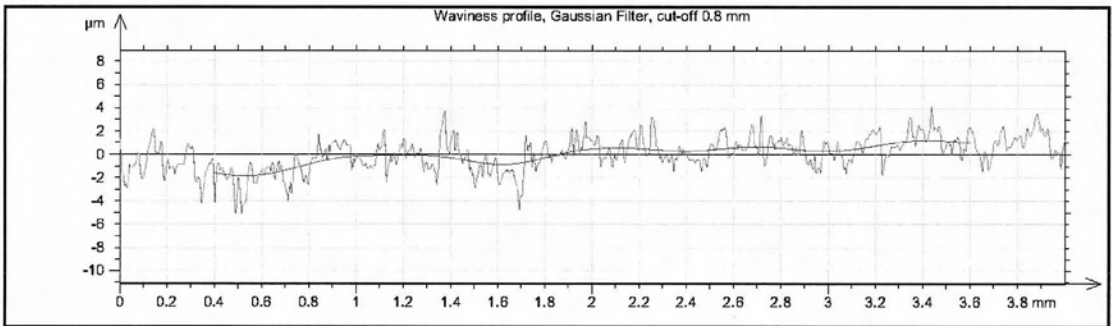
Γράφημα 329 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.10-165



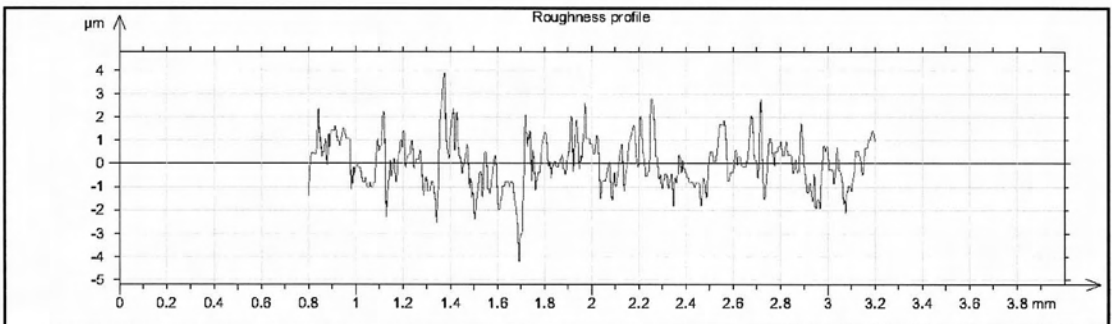
Γράφημα 330 Τραχύτητα Vc200fz0.10-165

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.803 μm	2.8 μm	7.25 μm	-0.00119	3.61	5.7 μm	0.0713 mm	2.57 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.10-166



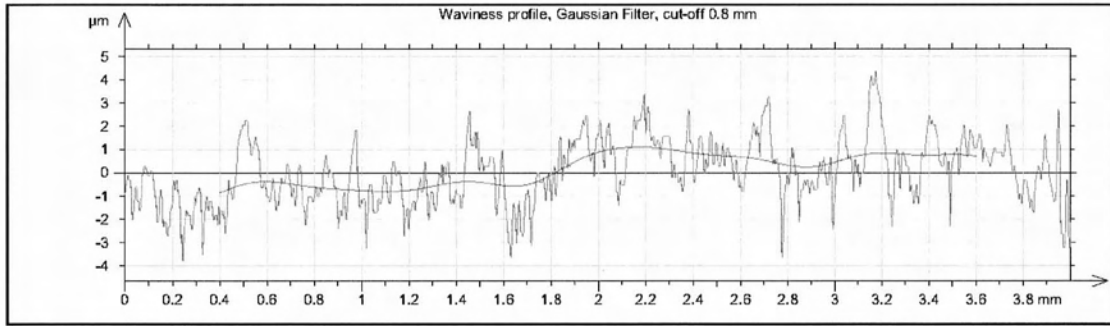
Γράφημα 331 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.10-166



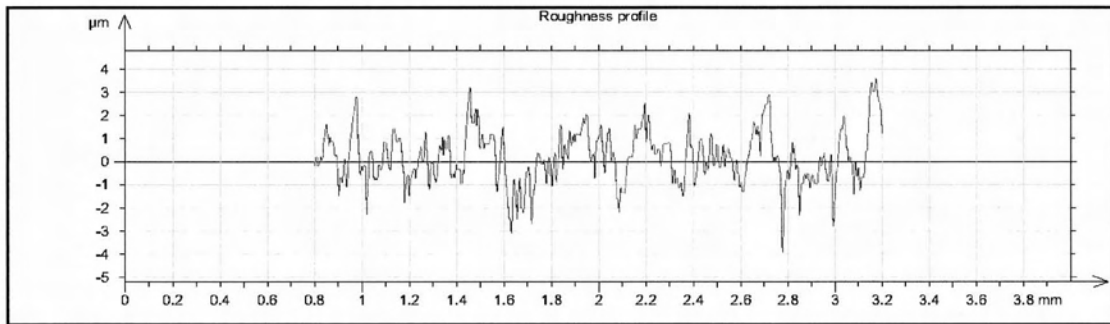
Γράφημα 332 Τραχύτητα Vc200fz0.10-166

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.833 μm	3.03 μm	7.96 μm	-0.0461	3.92	6.05 μm	0.0719 mm	2.72 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.10-167



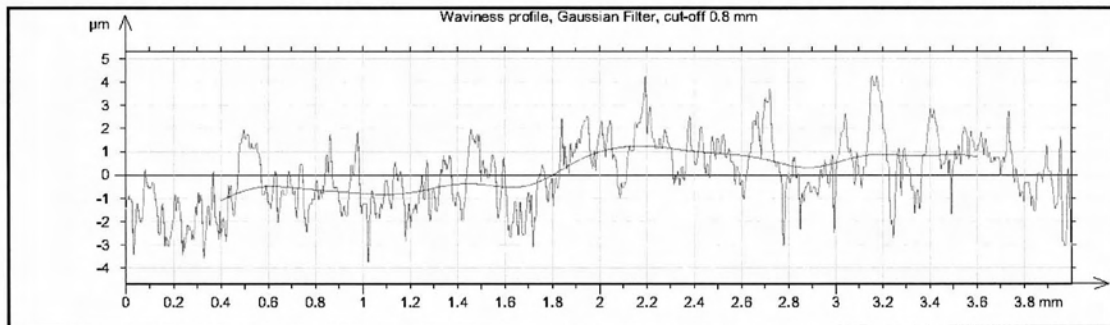
Γράφημα 333 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.10-167



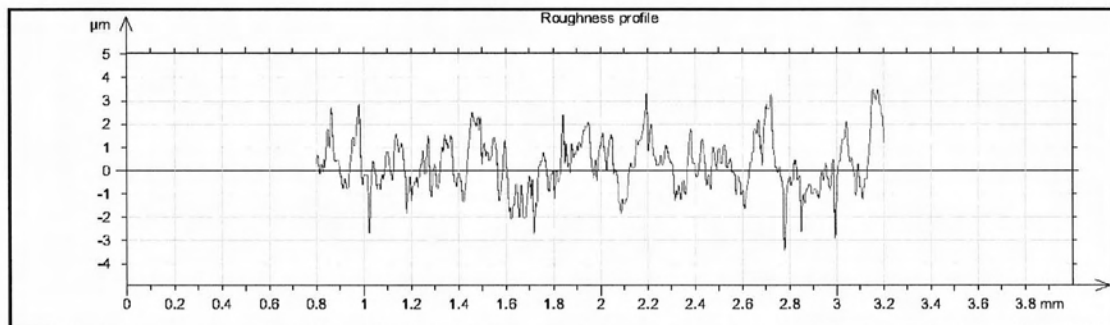
Γράφημα 334 Τραχύτητα Vc200fz0.10-167

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.837 μm	3.16 μm	7.51 μm	0.229	3.27	6.01 μm	0.0747 mm	2.82 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.10-168



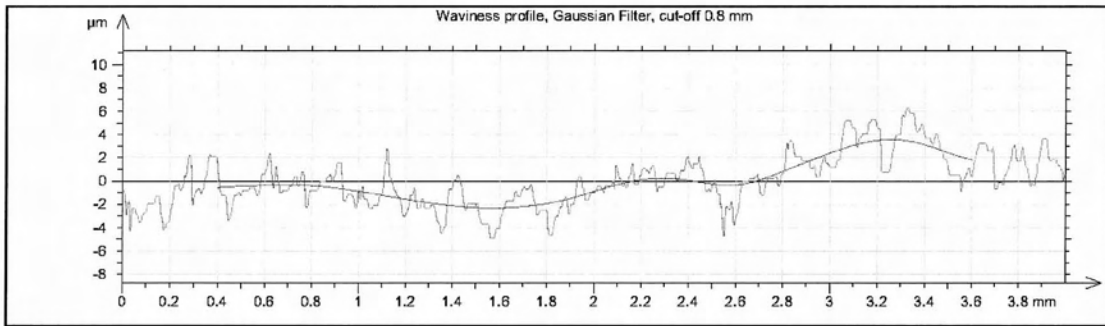
Γράφημα 335 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.10-168



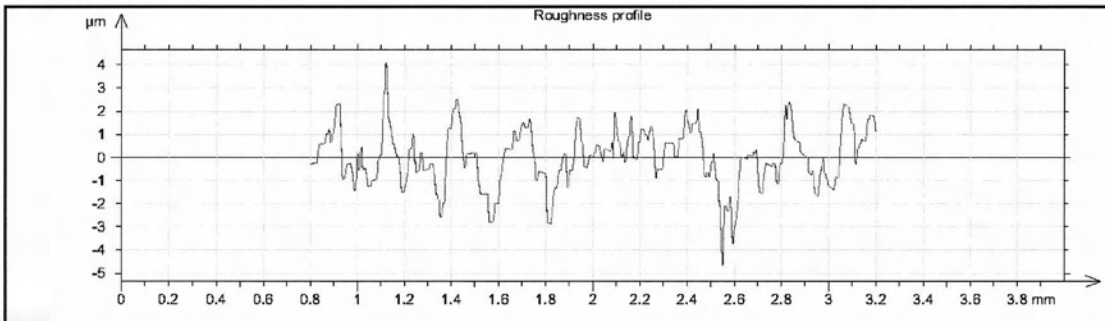
Γράφημα 336 Τραχύτητα Vc200fz0.10-168

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.848 μm	3.05 μm	6.95 μm	0.35	3.02	5.75 μm	0.0747 mm	2.74 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.10-169



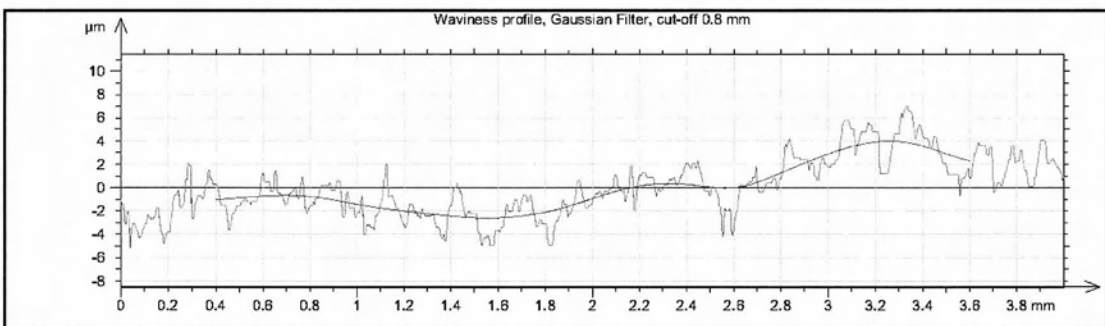
Γράφημα 337 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.10-169



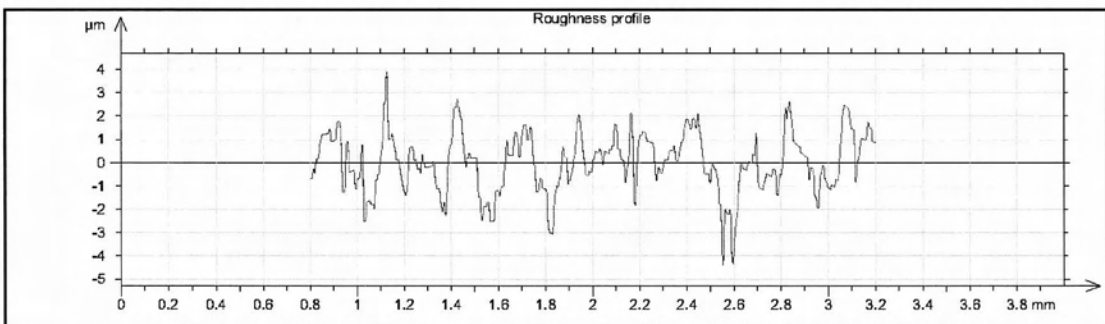
Γράφημα 338 Τραχύτητα Vc200fz0.10-169

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.877 μm	3.36 μm	8.47 μm	-0.331	3.8	6.32 μm	0.111 mm	2.76 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.10-170



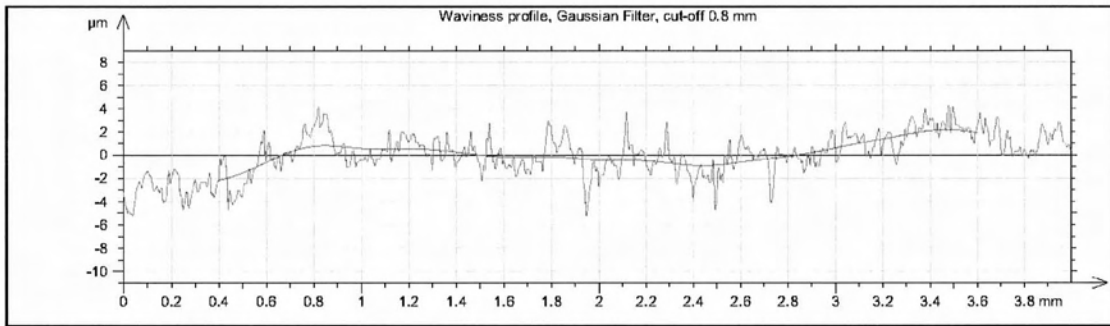
Γράφημα 339 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.10-170



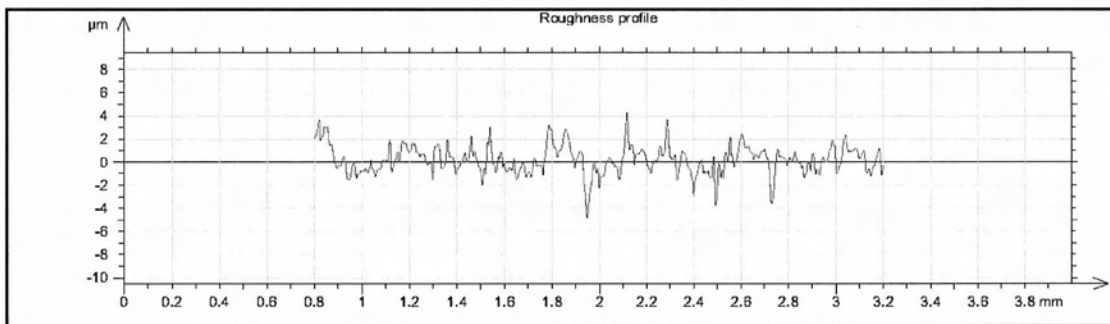
Γράφημα 340 Τραχύτητα Vc200fz0.10-170

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.902 μm	3.26 μm	8.08 μm	-0.432	3.58	6.23 μm	0.125 mm	3.06 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.10-171



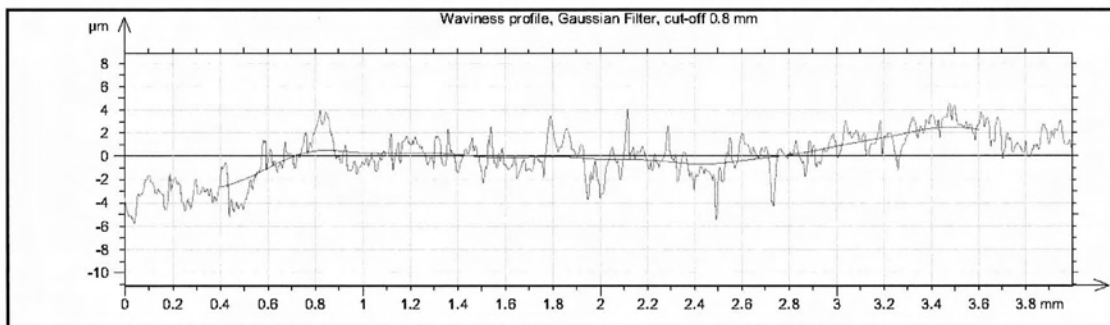
Γράφημα 341 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.10-171



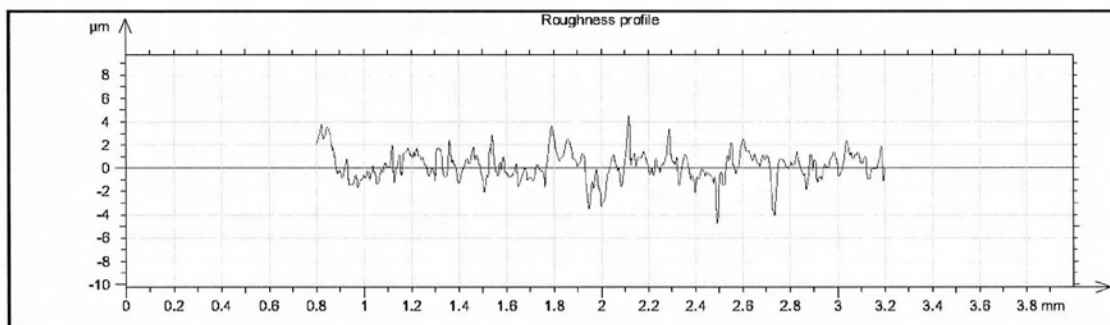
Γράφημα 342 Τραχύτητα Vc200fz0.10-171

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.962 μm	3.84 μm	9.05 μm	-0.0126	3.9	7.41 μm	0.0841 mm	2.93 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.10-172



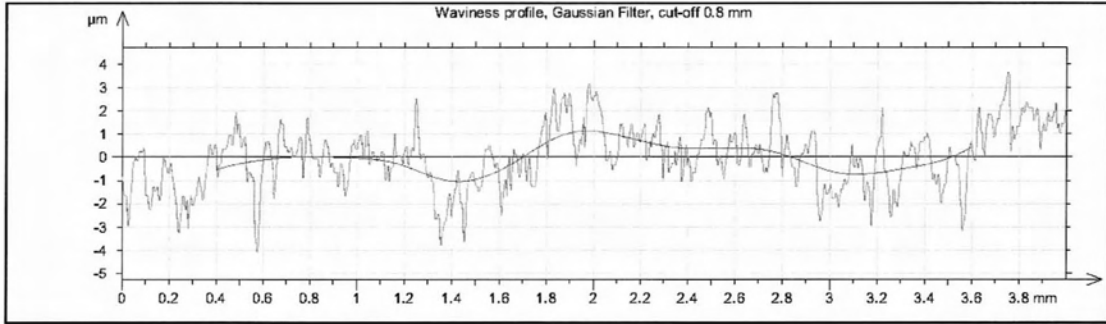
Γράφημα 343 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.10-172



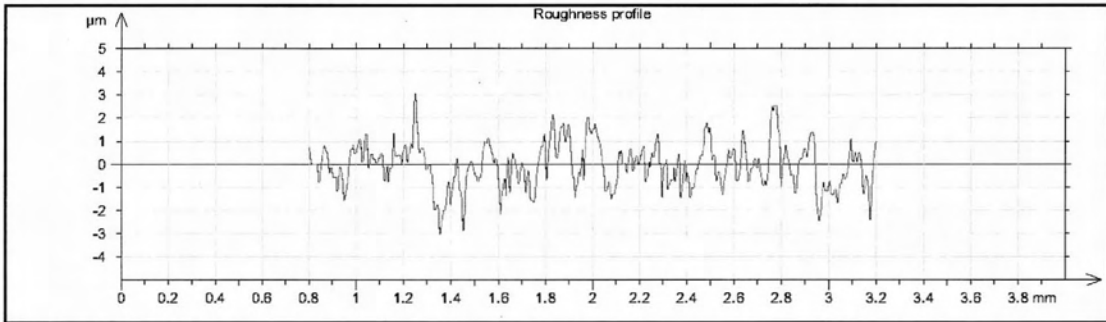
Γράφημα 344 Τραχύτητα Vc200fz0.10-172

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.998 μm	3.71 μm	9.2 μm	-0.0356	3.83	7.49 μm	0.0534 mm	3.03 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.10-173



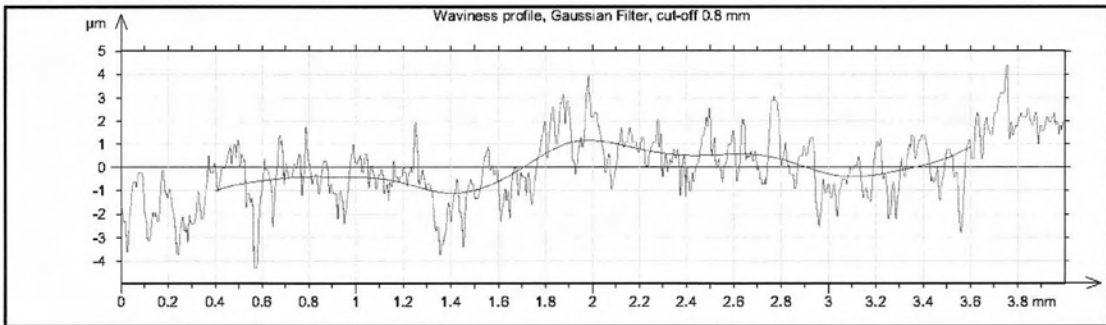
Γράφημα 345 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.10-173



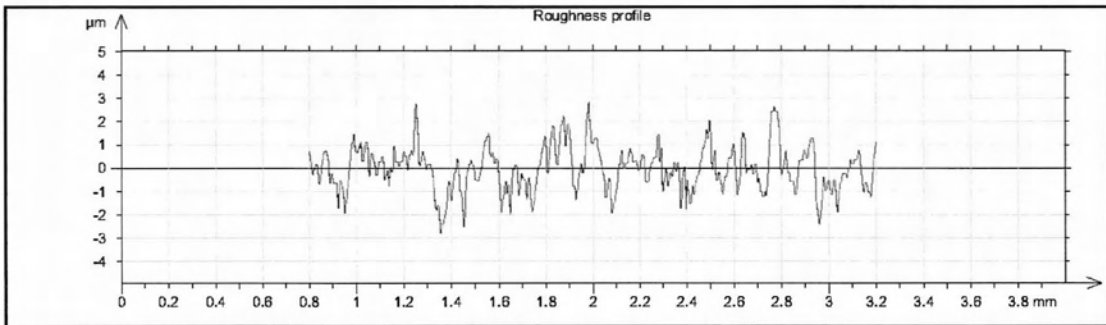
Γράφημα 346 Τραχύτητα Vc200fz0.10-173

R_a	R_v	R_t	R_{Sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.754 μm	2.77 μm	7.02 μm	-0.0886	4.07	5.4 μm	0.0871 mm	2.35 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.10-174



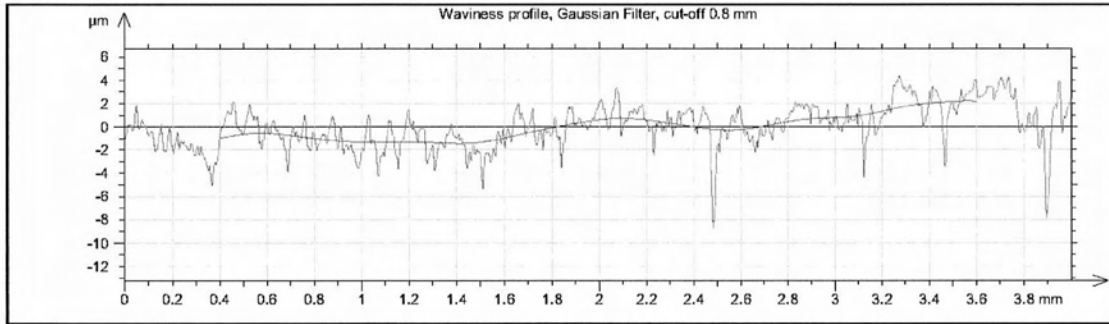
Γράφημα 347 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.10-174



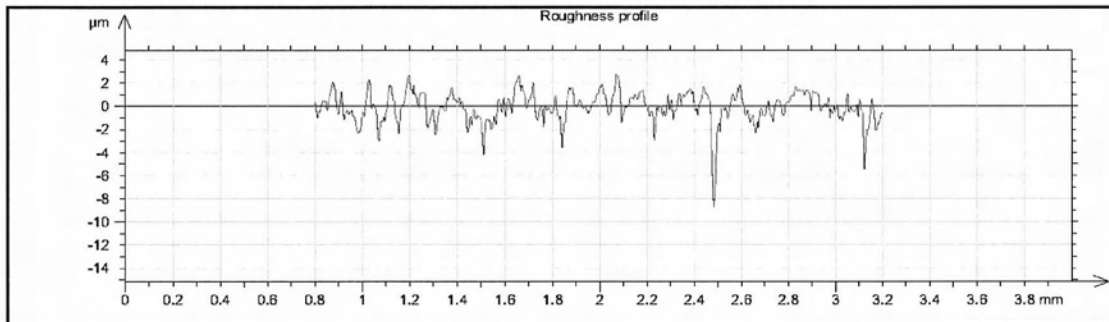
Γράφημα 348 Τραχύτητα Vc200fz0.10-174

R_a	R_v	R_t	R_{Sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.767 μm	2.78 μm	6.51 μm	-0.0781	3.9	5.32 μm	0.0901 mm	2.25 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.10-175



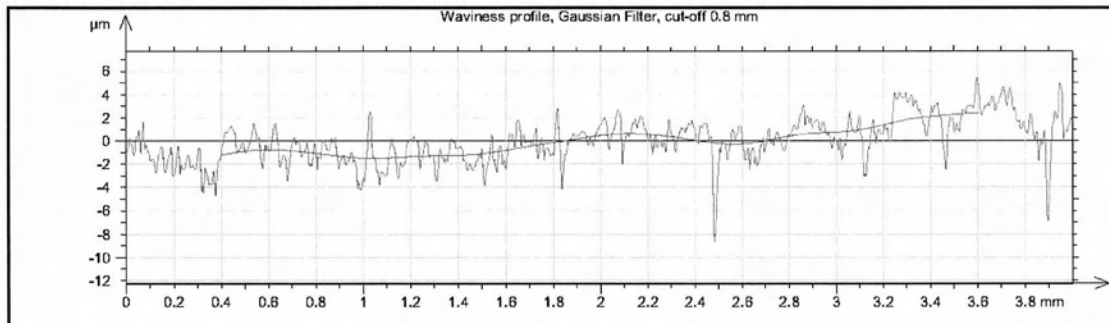
Γράφημα 349 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.10-175



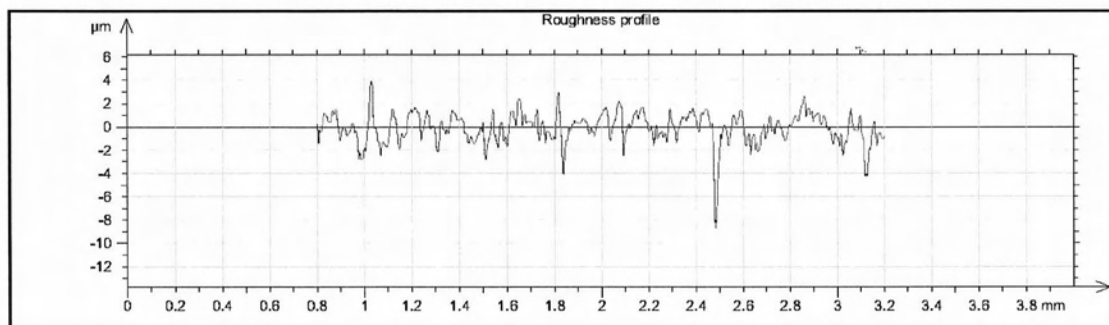
Γράφημα 350 Τραχύτητα Vc200fz0.10-175

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.932 μm	5.23 μm	11.4 μm	-1.28	9.49	7.95 μm	0.0776 mm	2.73 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.10-176



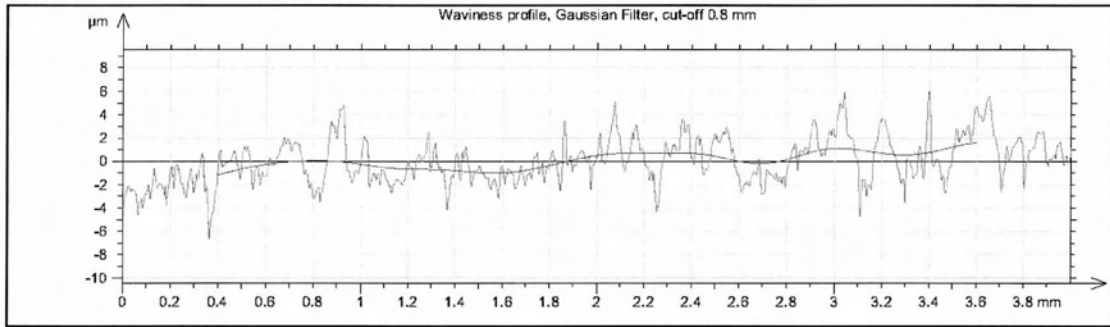
Γράφημα 351 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.10-176



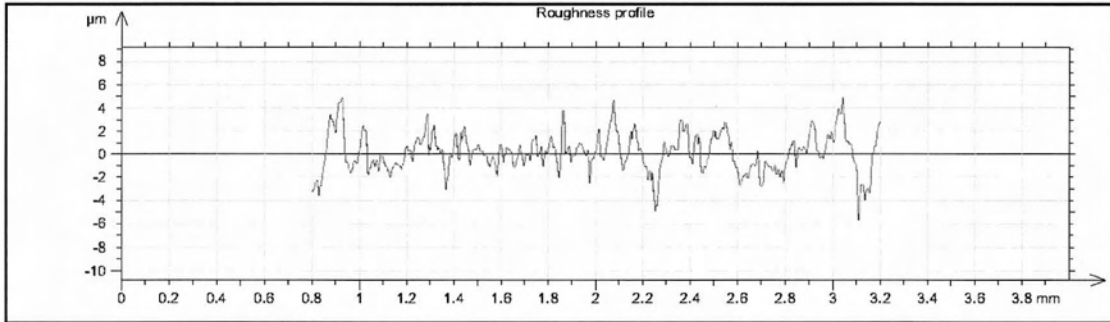
Γράφημα 352 Τραχύτητα Vc200fz0.10-176

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.913 μm	5.07 μm	12.5 μm	-1.23	9.93	8.08 μm	0.0908 mm	2.93 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.10-177



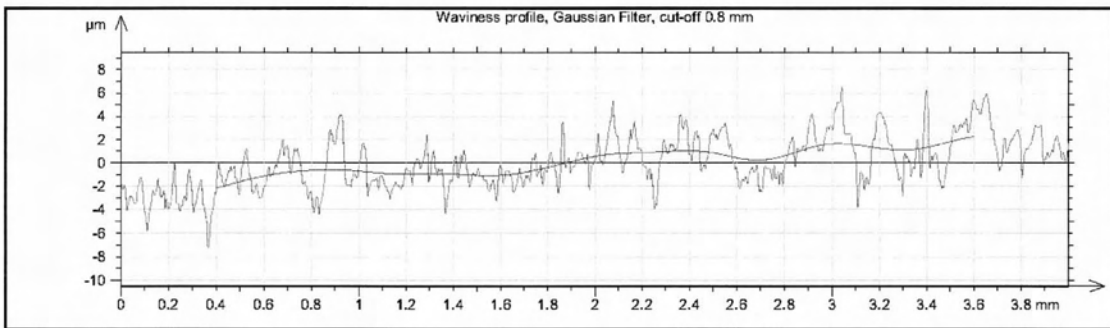
Γράφημα 353 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.10-177



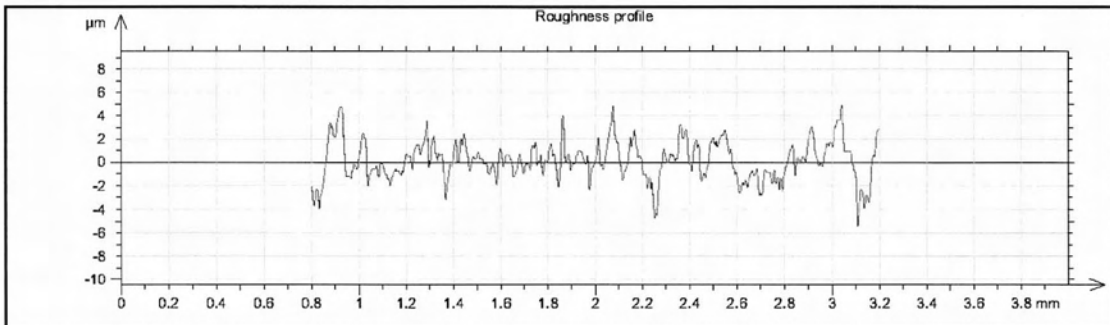
Γράφημα 354 Τραχύτητα Vc200fz0.10-177

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1.18 μm	3.98 μm	11 μm	0.229	3.71	8.3 μm	0.106 mm	3.82 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.10-178



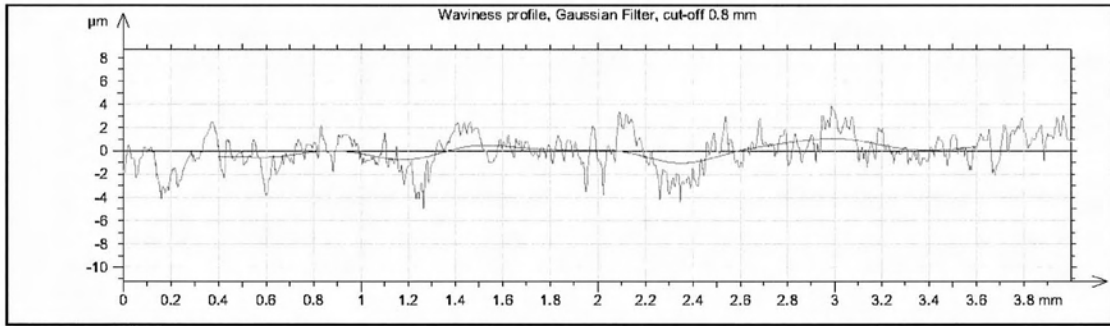
Γράφημα 355 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.10-178



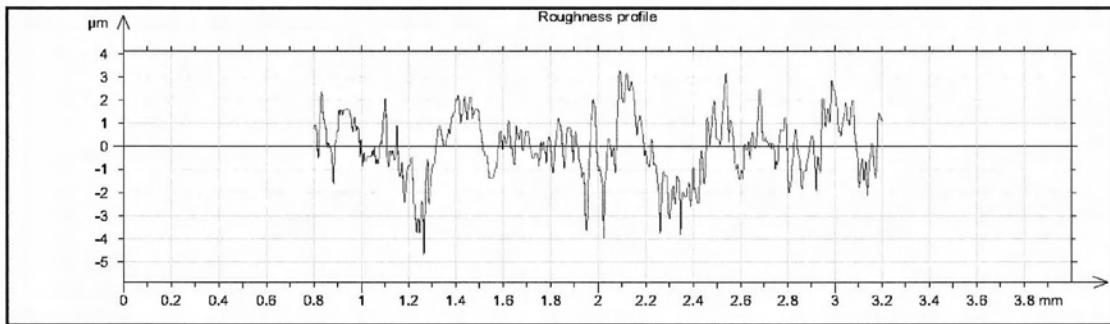
Γράφημα 356 Τραχύτητα Vc200fz0.10-178

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1.19 μm	4.05 μm	10.3 μm	0.233	3.7	8.39 μm	0.0984 mm	3.7 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.10-179



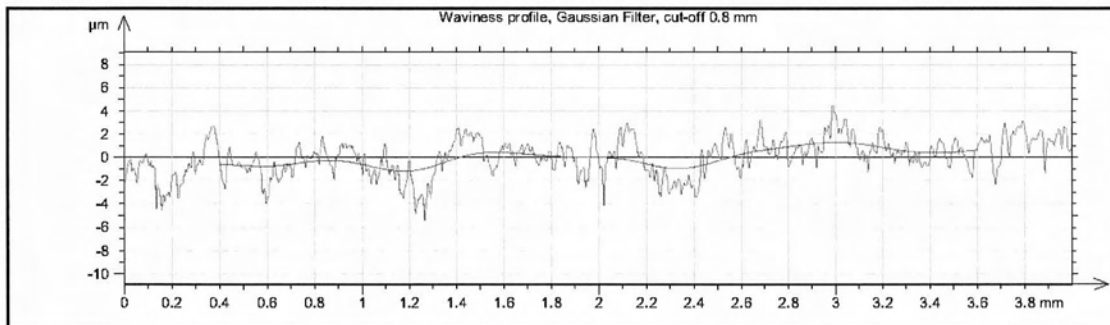
Γράφημα 357 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.10-179



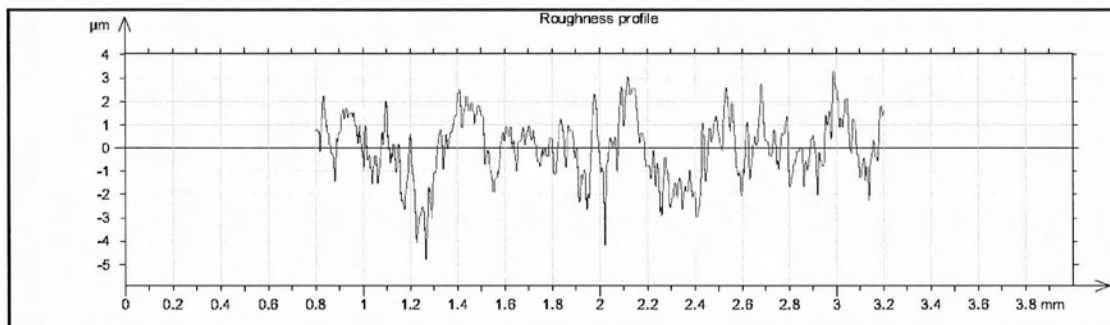
Γράφημα 358 Τραχύτητα Vc200fz0.10-179

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.958 μm	3.83 μm	7.82 μm	-0.221	3.6	6.47 μm	0.0876 mm	3.36 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.10-180



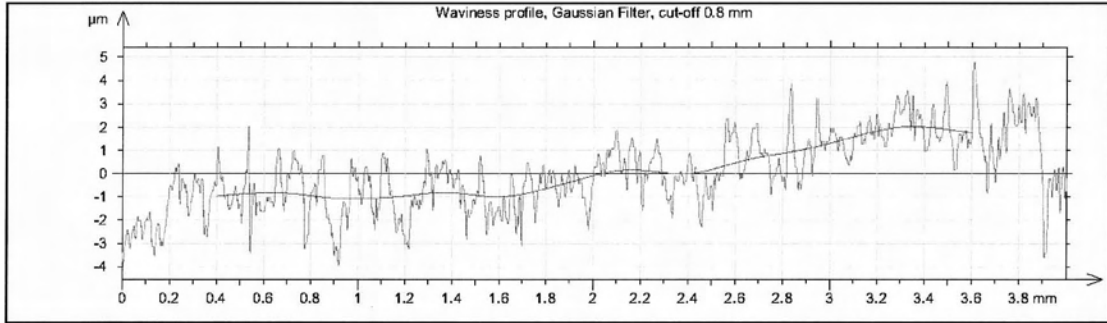
Γράφημα 359 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.10-180



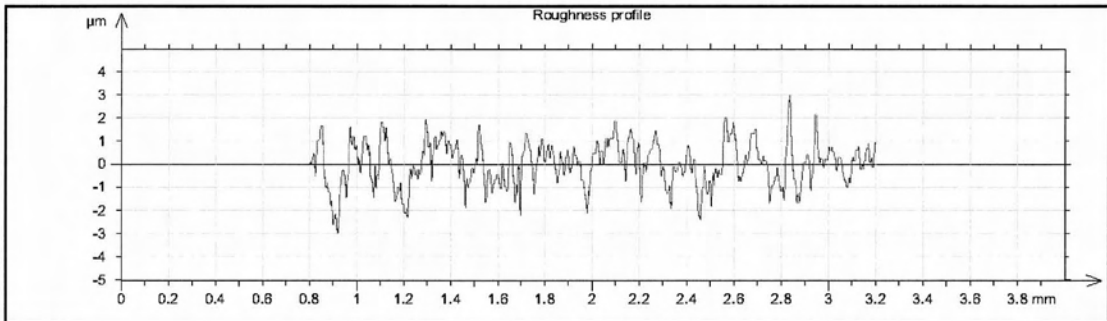
Γράφημα 360 Τραχύτητα Vc200fz0.10-180

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.997 μm	3.92 μm	7.63 μm	-0.266	3.16	6.6 μm	0.076 mm	3.45 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.10-181



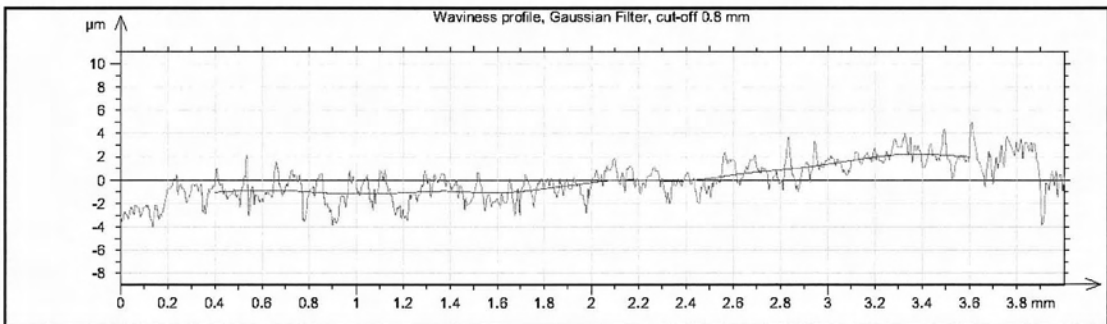
Γράφημα 361 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.10-181



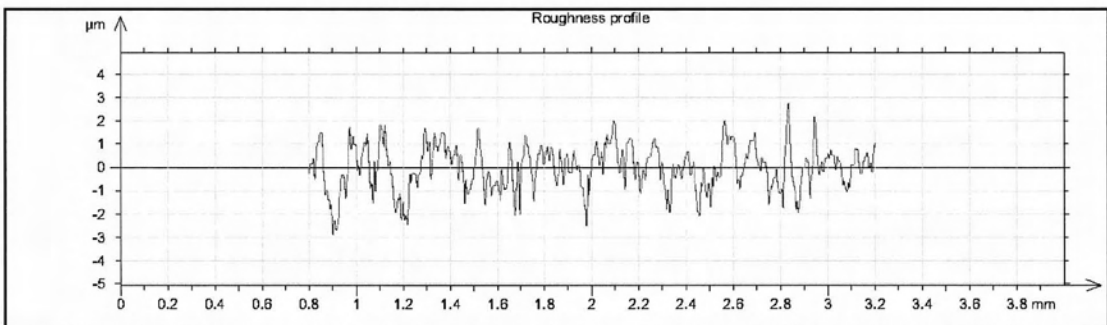
Γράφημα 362 Τραχύτητα Vc200fz0.10-181

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.764 μm	2.51 μm	5.78 μm	-0.186	2.86	4.79 μm	0.0687 mm	2.46 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.10-182



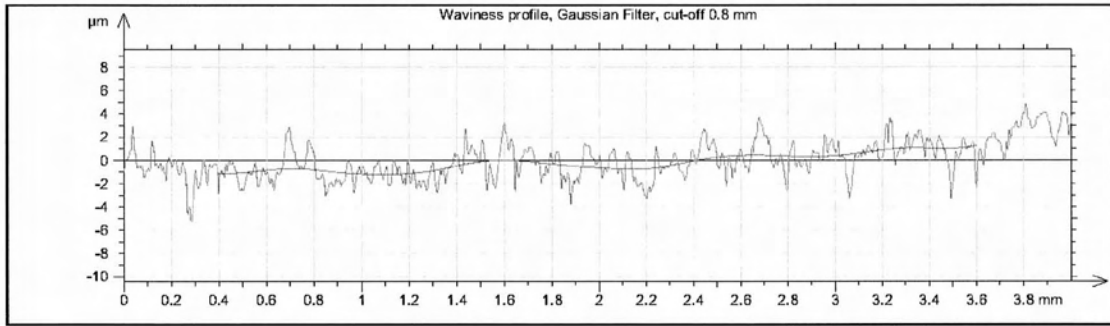
Γράφημα 363 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.10-182



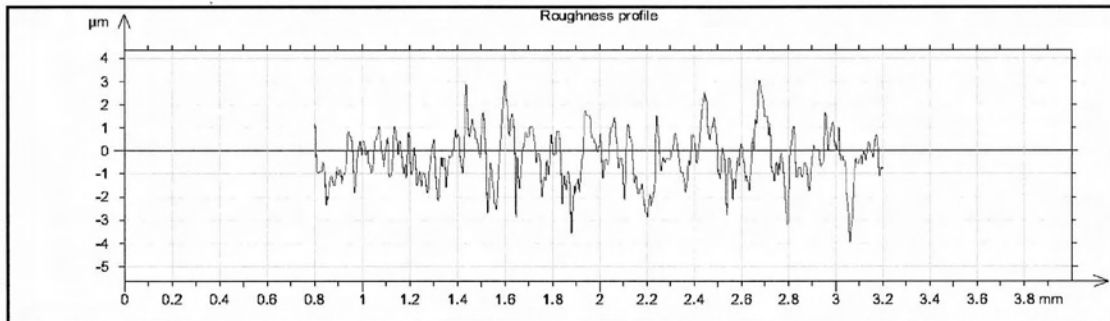
Γράφημα 364 Τραχύτητα Vc200fz0.10-182

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.771 μm	2.46 μm	5.77 μm	-0.196	3	4.72 μm	0.0595 mm	2.36 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.10-183



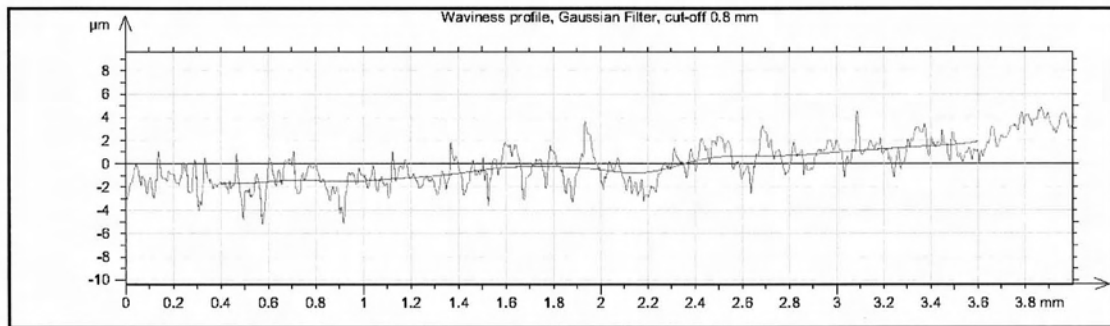
Γράφημα 365 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.10-183



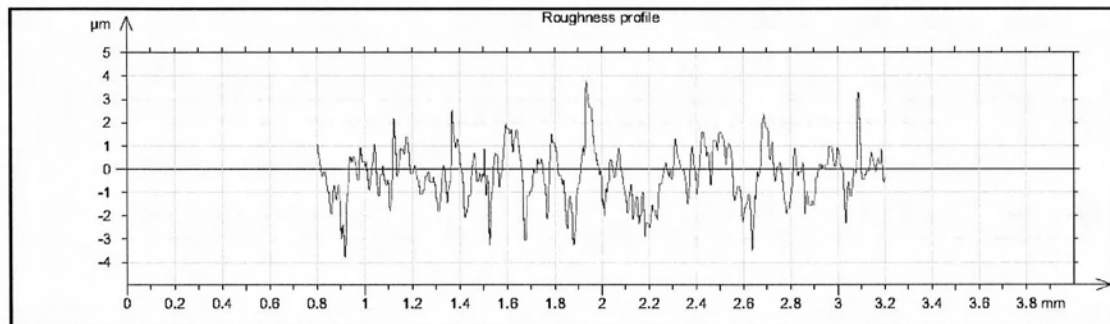
Γράφημα 366 Τραχύτητα Vc200fz0.10-183

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.923 μm	2.78 μm	7.9 μm	0.316	3.12	6.13 μm	0.0747 mm	2.85 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.10-184



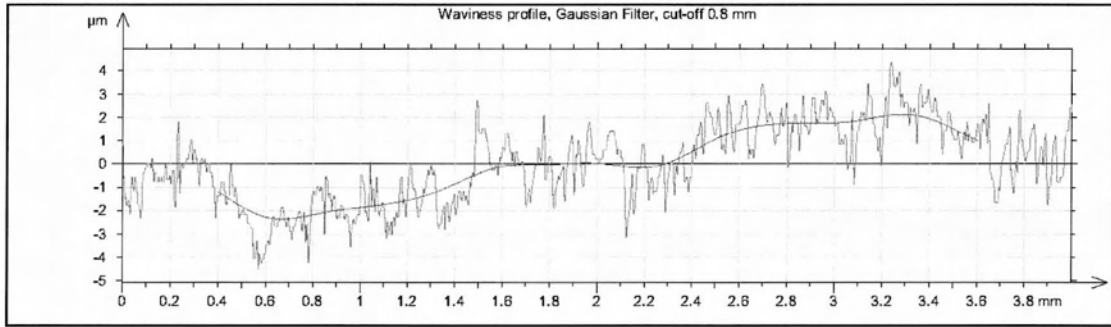
Γράφημα 367 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.10-184



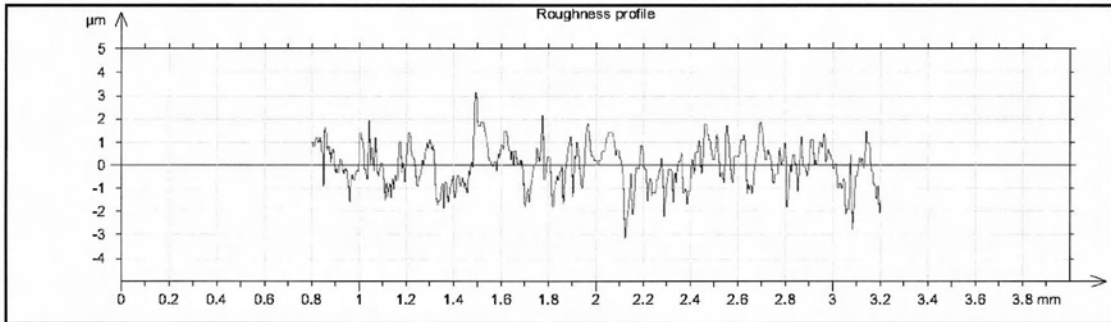
Γράφημα 368 Τραχύτητα Vc200fz0.10-184

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.931 μm	3.3 μm	7.69 μm	-0.0851	3.27	6.4 μm	0.0885 mm	2.62 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.10-185



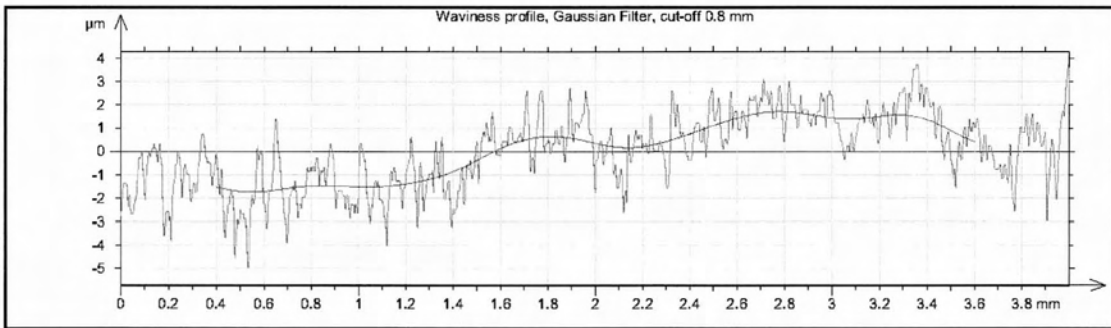
Γράφημα 369 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.10-185



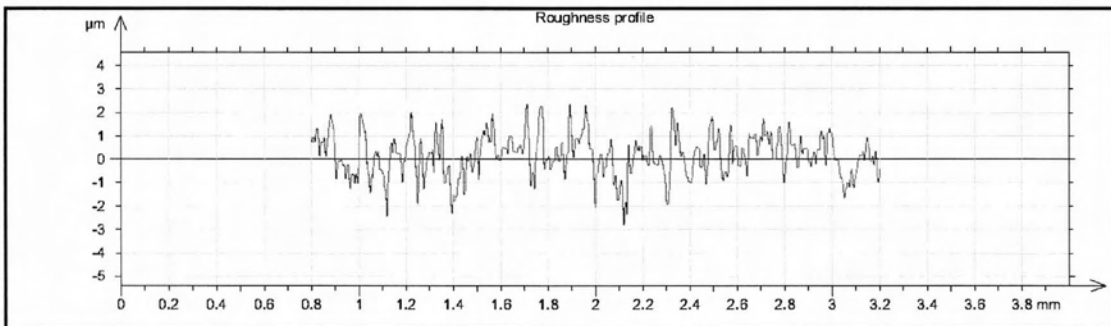
Γράφημα 370 Τραχύτητα Vc200fz0.10-185

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.715 μm	2.39 μm	6.21 μm	-0.0789	3.11	4.68 μm	0.0719 mm	2.44 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.10-186



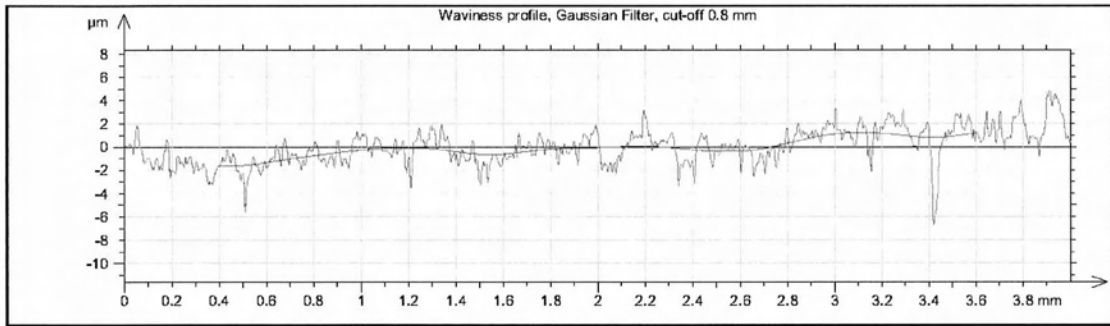
Γράφημα 371 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.10-186



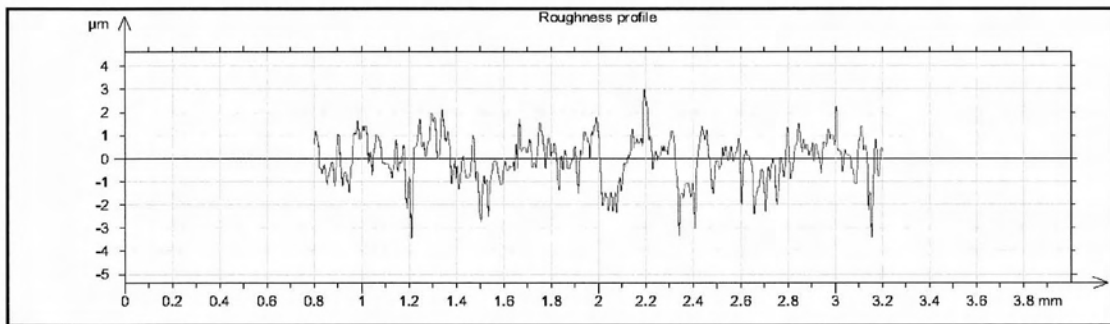
Γράφημα 372 Τραχύτητα Vc200fz0.10-186

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.738 μm	2.81 μm	6.31 μm	-0.166	3.37	5.27 μm	0.0659 mm	2.03 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.10-187



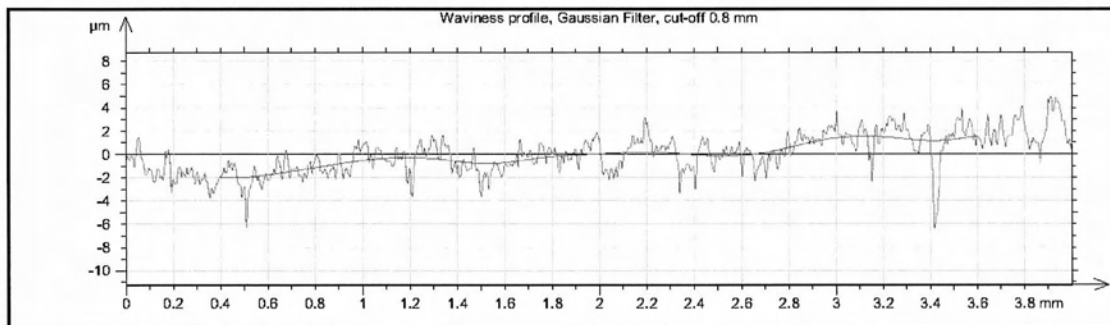
Γράφημα 373 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.10-187



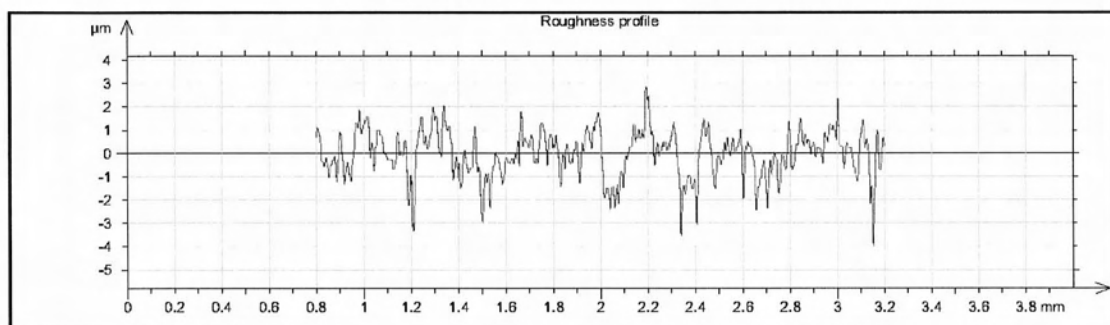
Γράφημα 374 Τραχύτητα Vc200fz0.10-187

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.761 μm	3.56 μm	10.7 μm	-0.432	3.68	5.96 μm	0.0854 mm	2.42 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.10-188



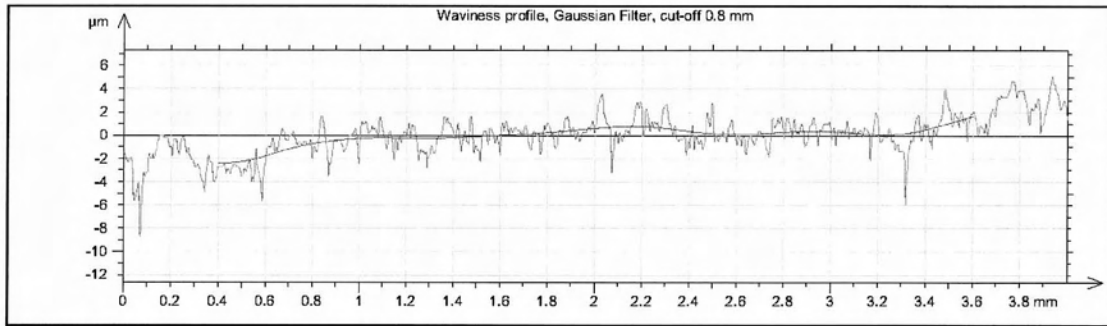
Γράφημα 375 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.10-188



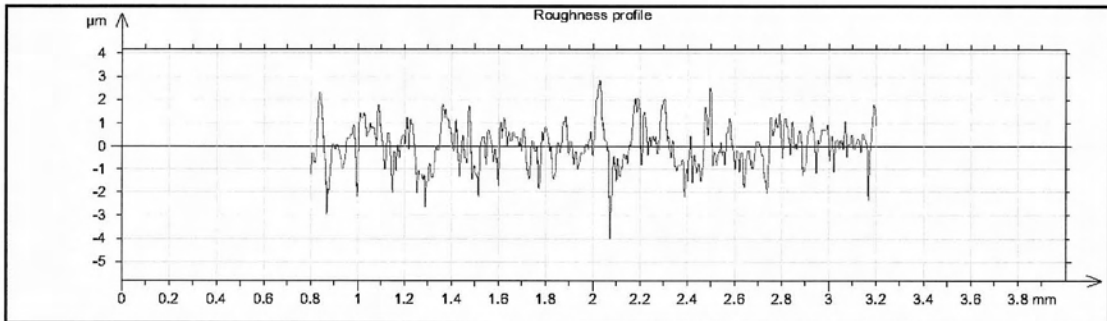
Γράφημα 376 Τραχύτητα Vc200fz0.10-188

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.77 μm	3.68 μm	10.4 μm	-0.507	3.75	6 μm	0.0792 mm	2.35 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.10-189



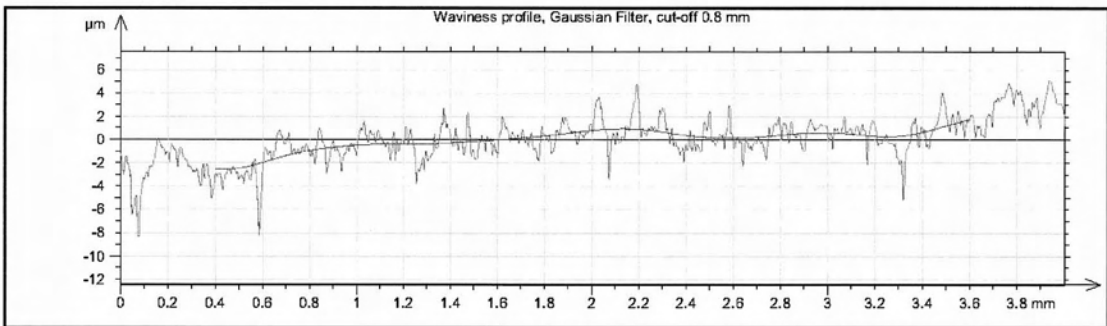
Γράφημα 377 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.10-189



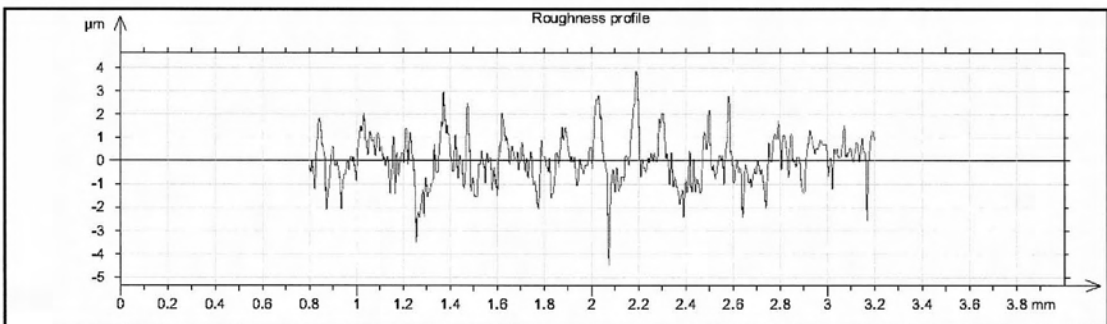
Γράφημα 378 Τραχύτητα Vc200fz0.10-189

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.758 μm	3.44 μm	9.07 μm	-0.141	3.67	5.8 μm	0.0666 mm	2.1 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.10-190



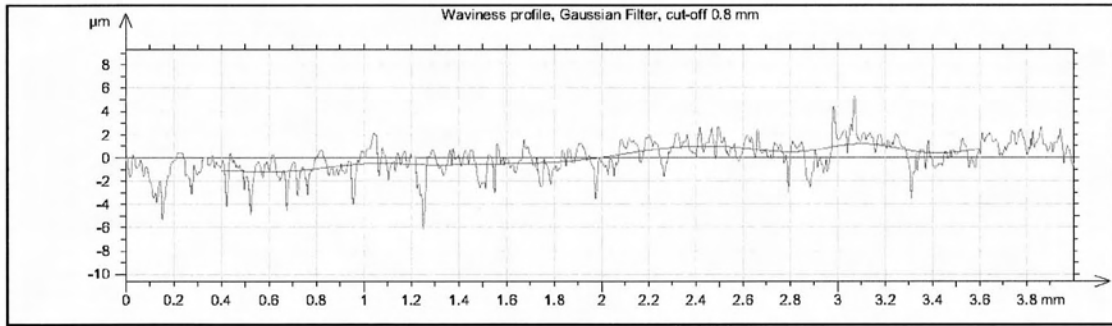
Γράφημα 379 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.10-190



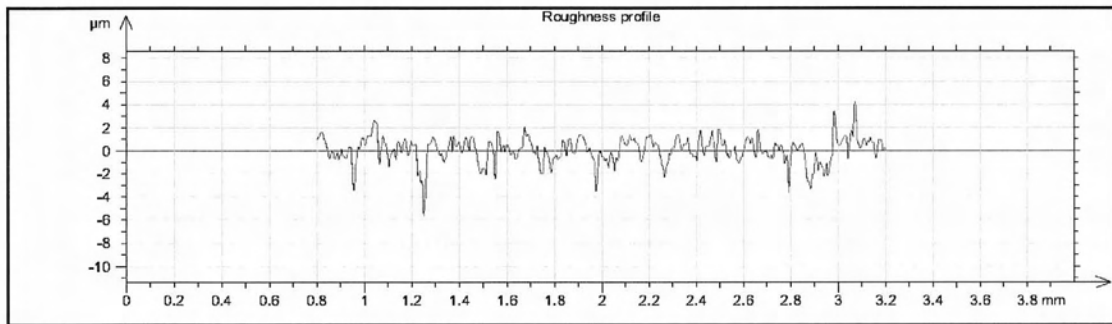
Γράφημα 380 Τραχύτητα Vc200fz0.10-190

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.805 μm	4.63 μm	10 μm	-0.295	5.77	7.72 μm	0.0666 mm	2.13 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.10-191



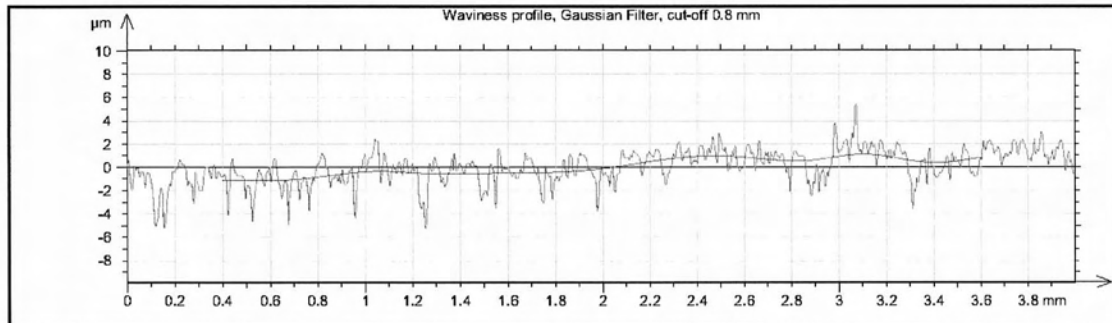
Γράφημα 381 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.10-191



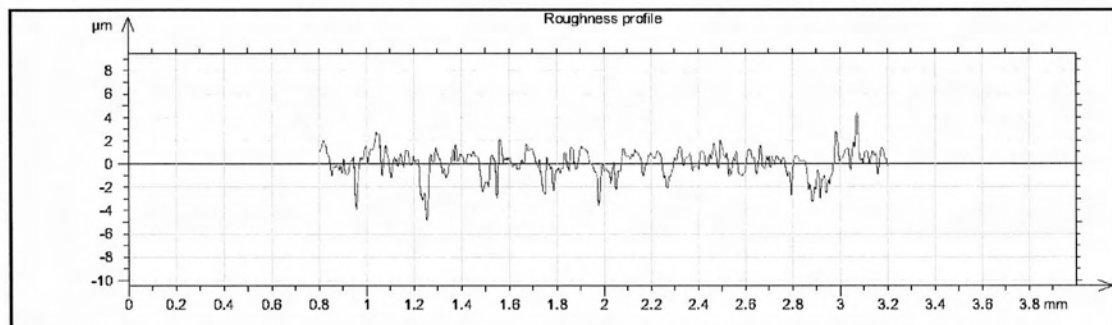
Γράφημα 382 Τραχύτητα Vc200fz0.10-191

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.784 μm	4.25 μm	9.74 μm	-1.12	5.81	6.4 μm	0.0695 mm	2.48 μm

Μέτρηση: Vc200fz0.10-192



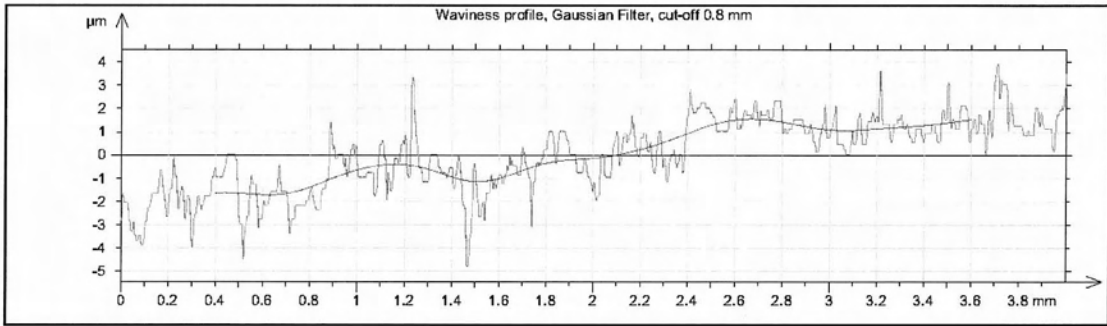
Γράφημα 383 Προφίλ και κυμάτωση Vc200fz0.10-192



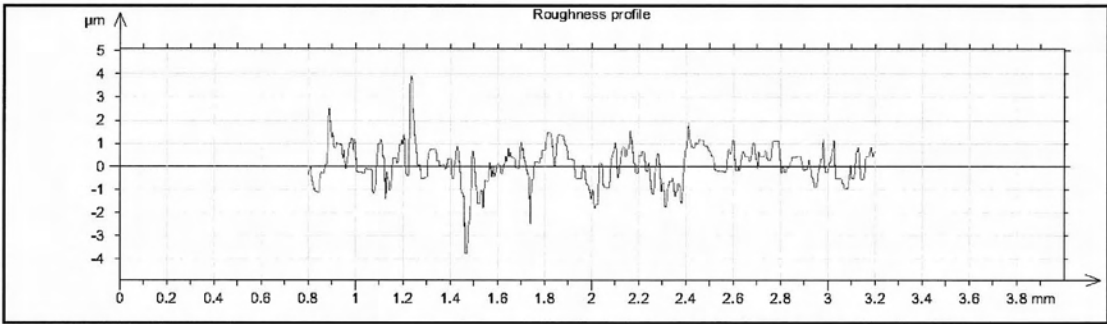
Γράφημα 384 Τραχύτητα Vc200fz0.10-192

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.812 μm	3.76 μm	9.06 μm	-1.03	5.07	6.02 μm	0.0692 mm	2.28 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.05-193



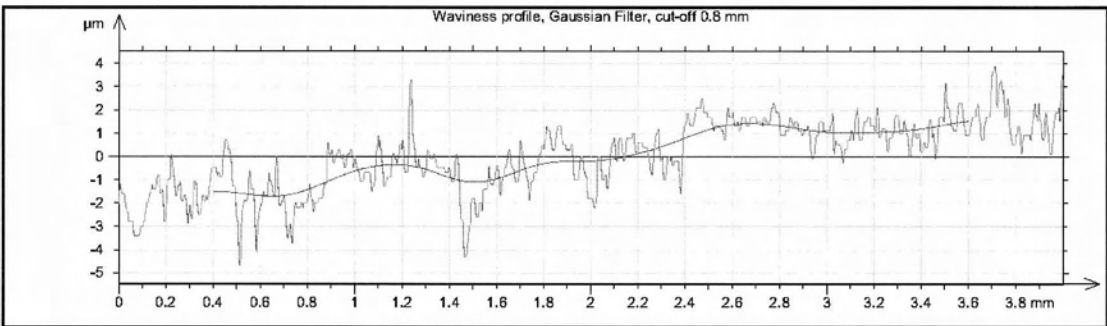
Γράφημα 385 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.05-193



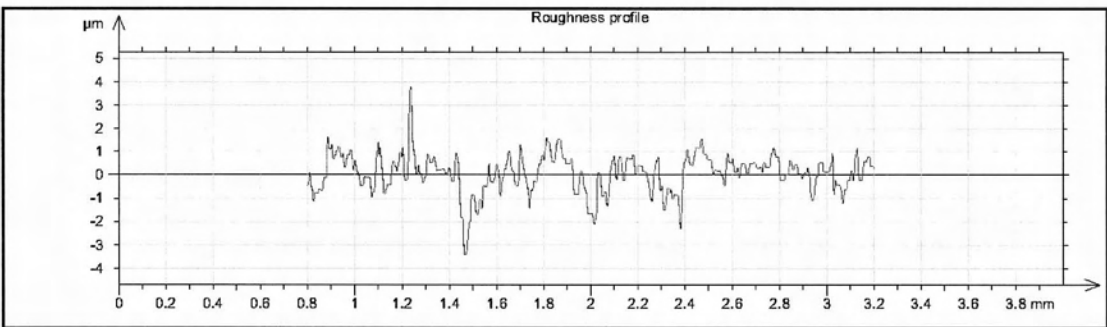
Γράφημα 386 Τραχύτητα Vc500fz0.05-193

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.677 μm	2.75 μm	7.45 μm	-0.0615	4.95	5.46 μm	0.0918 mm	1.83 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.05-194



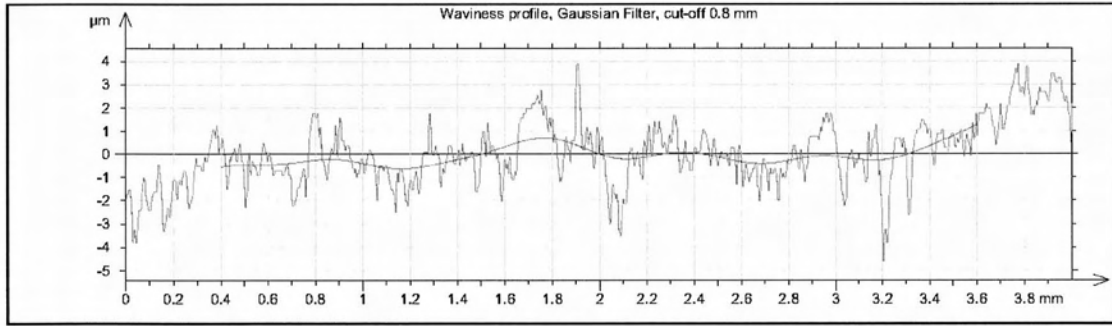
Γράφημα 387 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.05-194



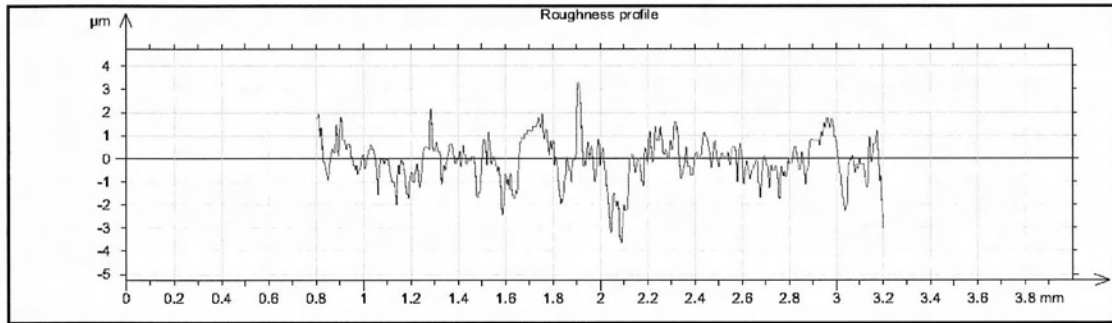
Γράφημα 388 Τραχύτητα Vc500fz0.05-194

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.666 μm	2.89 μm	6.94 μm	-0.304	4.89	5.34 μm	0.0921 mm	1.7 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.05-195



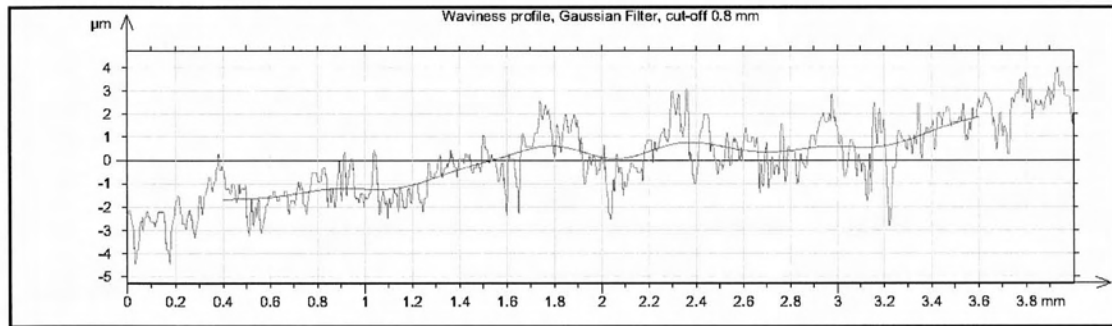
Γράφημα 389 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.05-195



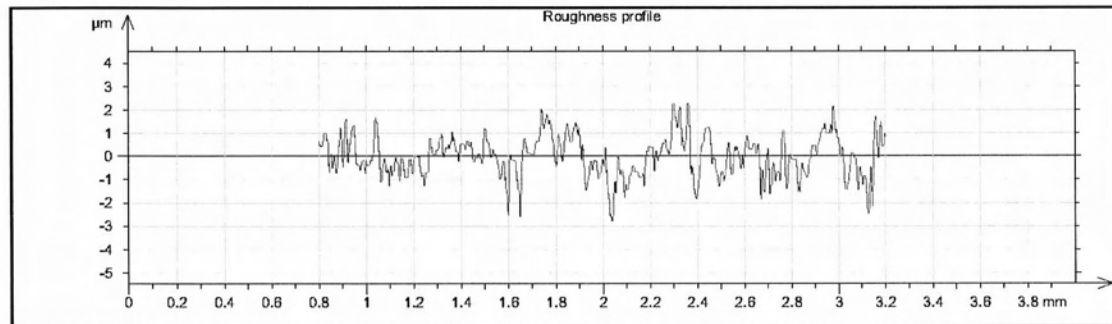
Γράφημα 390 Τραχύτητα Vc500fz0.05-195

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.685 μm	2.49 μm	7.87 μm	-0.102	4.24	4.88 μm	0.072 mm	2.02 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.05-196



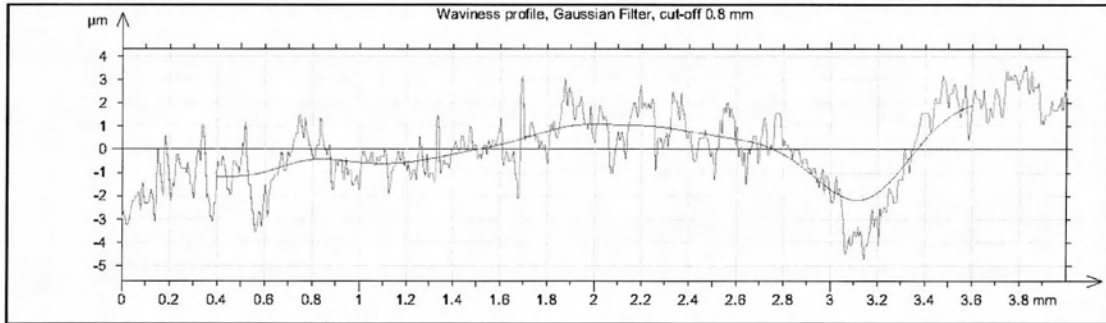
Γράφημα 391 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.05-196



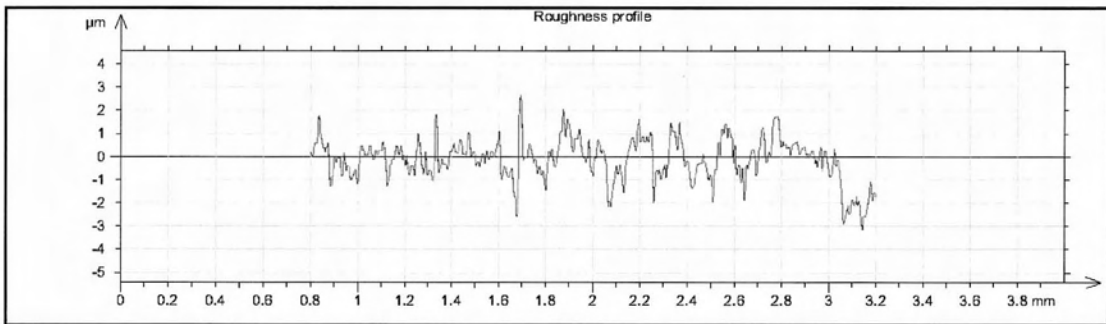
Γράφημα 392 Τραχύτητα Vc500fz0.05-196

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.604 μm	2.27 μm	5.78 μm	-0.0706	3.66	4.27 μm	0.0749 mm	2.12 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.05-197



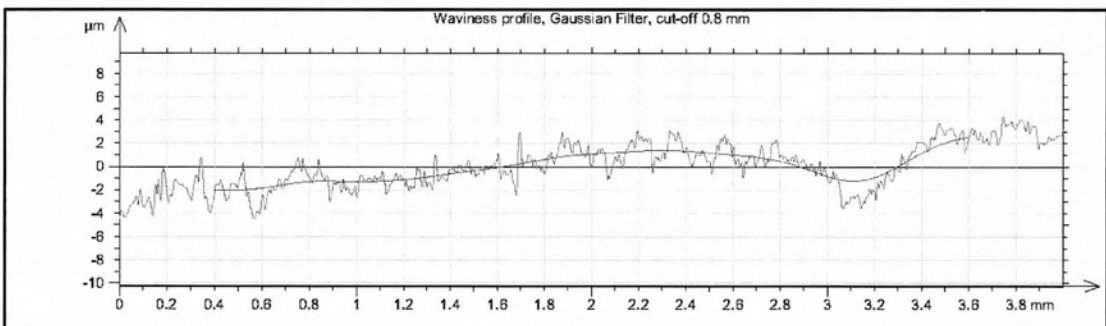
Γράφημα 393 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.05-197



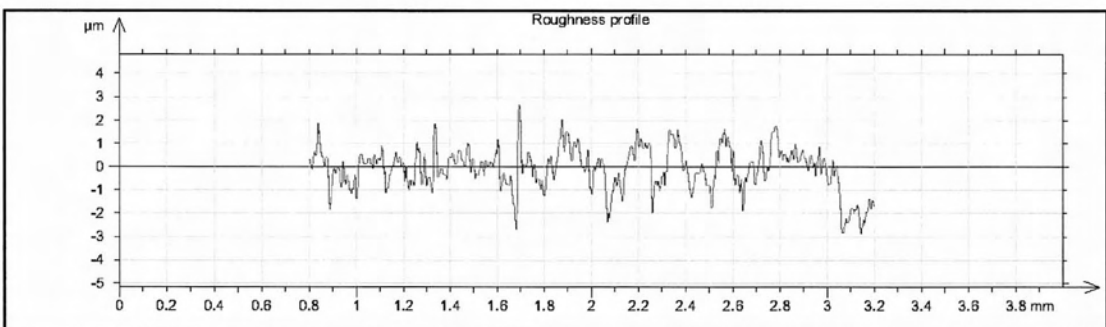
Γράφημα 394 Τραχύτητα Vc500fz0.05-197

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.656 μm	2.35 μm	5.29 μm	-0.0101	3.34	4.6 μm	0.0991 mm	1.96 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.05-198



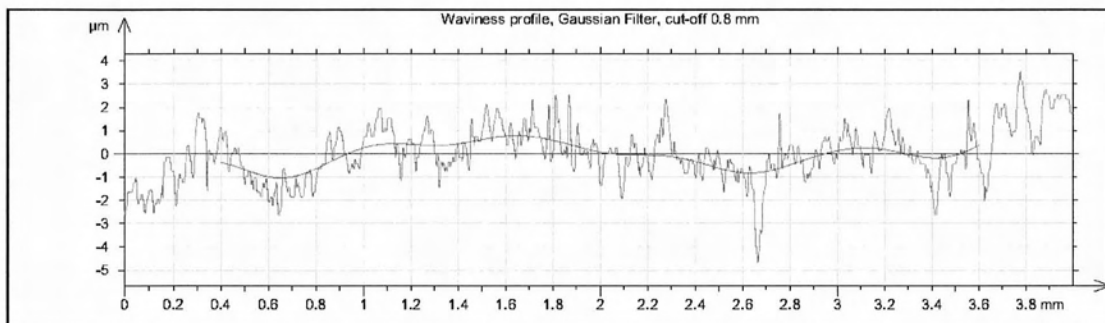
Γράφημα 395 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.05-198



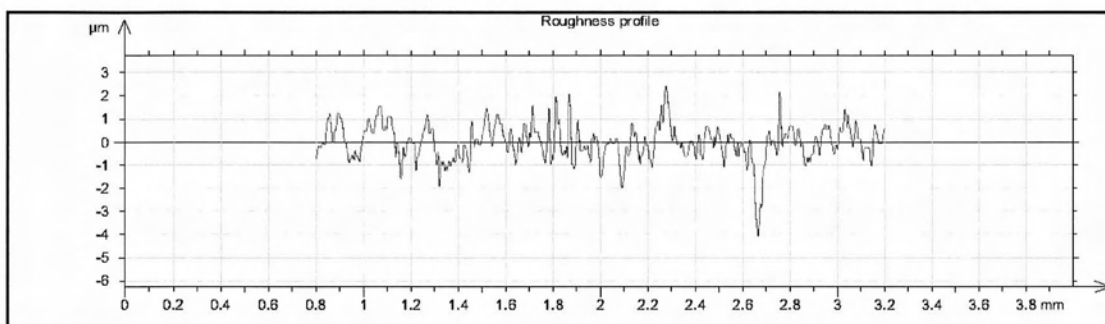
Γράφημα 396 Τραχύτητα Vc500fz0.05-198

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.676 μm	2.5 μm	5.33 μm	-0.0706	3.35	4.74 μm	0.0879 mm	1.95 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.05-199



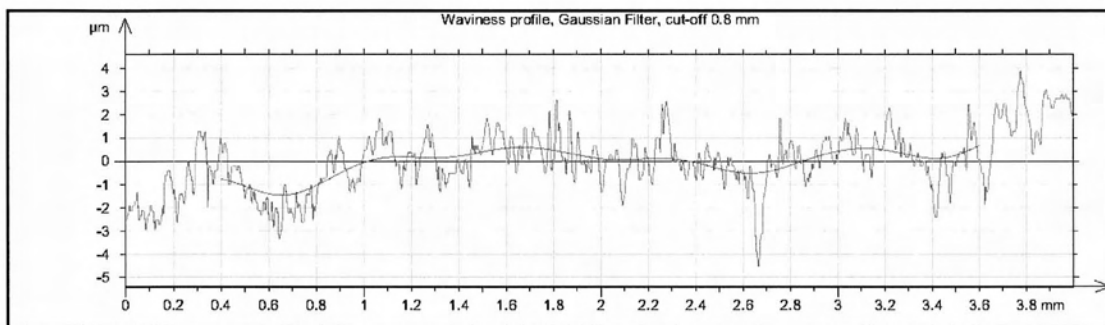
Γράφημα 397 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.05-199



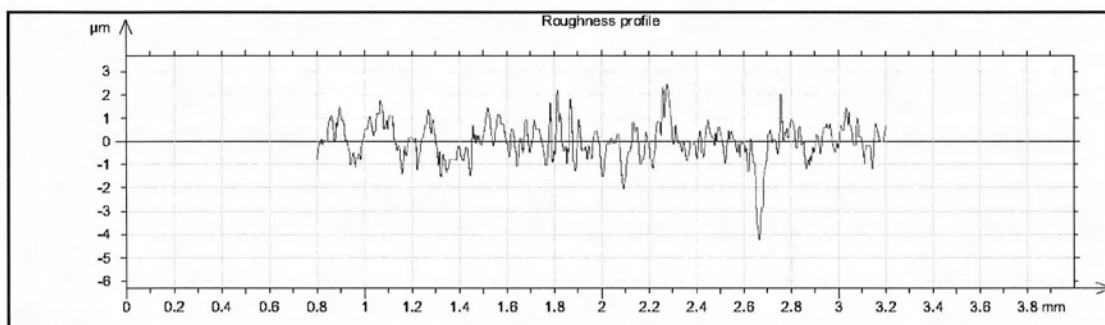
Γράφημα 398 Τραχύτητα Vc500fz0.05-199

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.596 μm	2.42 μm	6.28 μm	-0.497	5.4	4.46 μm	0.0835 mm	1.72 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.05-200



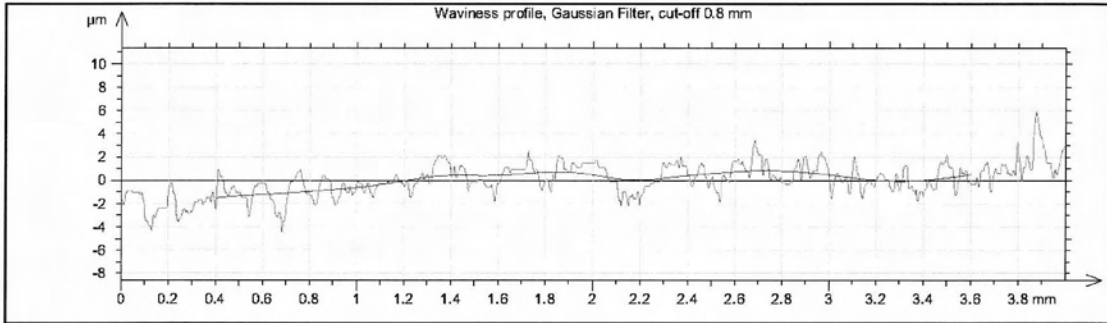
Γράφημα 399 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.05-200



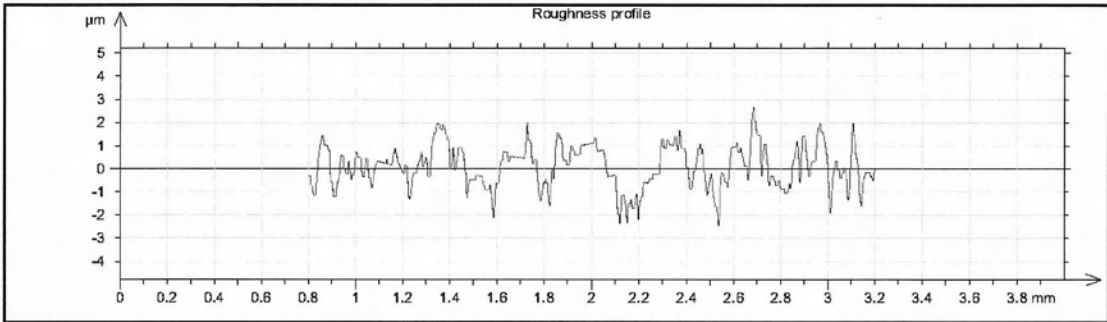
Γράφημα 400 Τραχύτητα Vc500fz0.05-200

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.631 μm	2.45 μm	6.49 μm	-0.535	5.41	4.59 μm	0.0748 mm	1.81 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.05-201



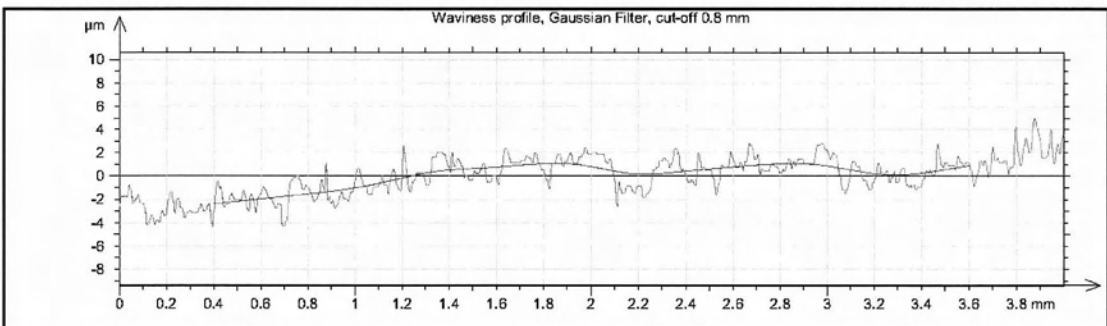
Γράφημα 401 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.05-201



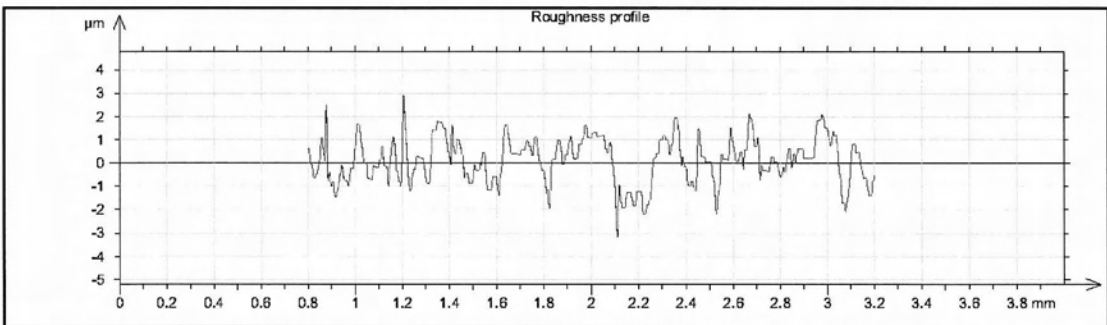
Γράφημα 402 Τραχύτητα Vc500fz0.05-201

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.754 μm	2.69 μm	5.92 μm	-0.158	2.97	4.98 μm	0.103 mm	2.38 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.05-202



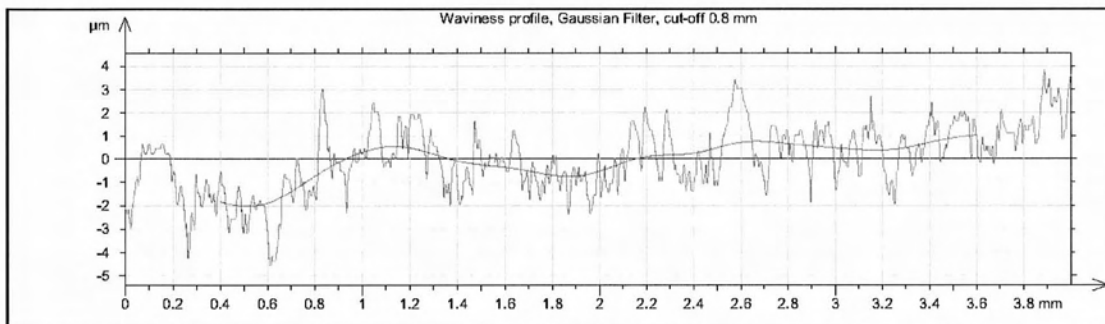
Γράφημα 403 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.05-202



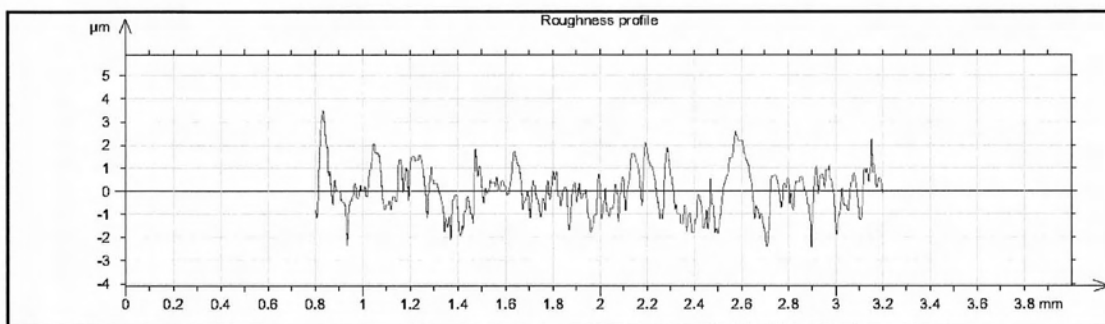
Γράφημα 404 Τραχύτητα Vc500fz0.05-202

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.748 μm	2.56 μm	5.77 μm	-0.111	2.85	4.96 μm	0.101 mm	2.36 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.05-203



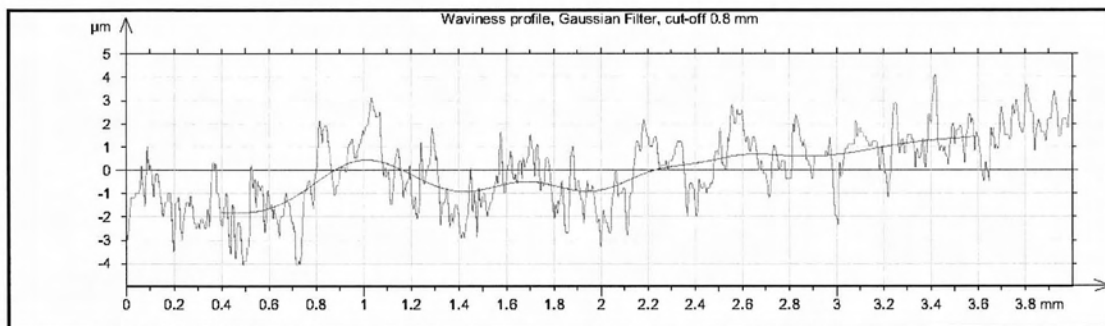
Γράφημα 405 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.05-203



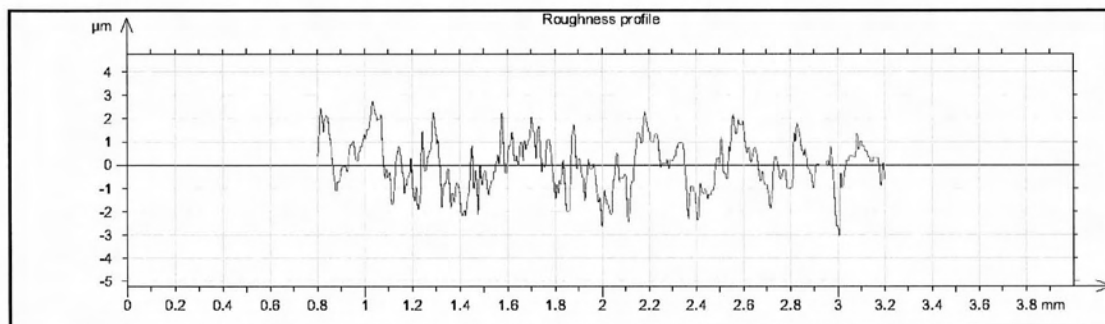
Γράφημα 406 Τραχύτητα Vc500fz0.05-203

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.802 μm	2.34 μm	6.29 μm	0.297	3.44	5.07 μm	0.0781 mm	2.5 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.05-204



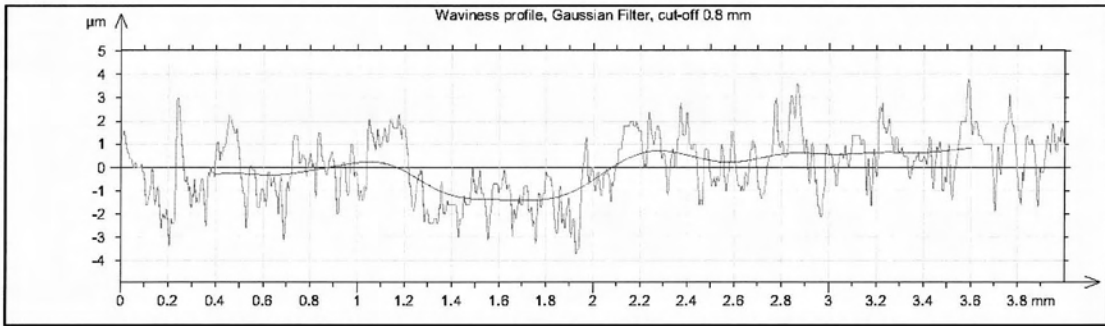
Γράφημα 407 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.05-204



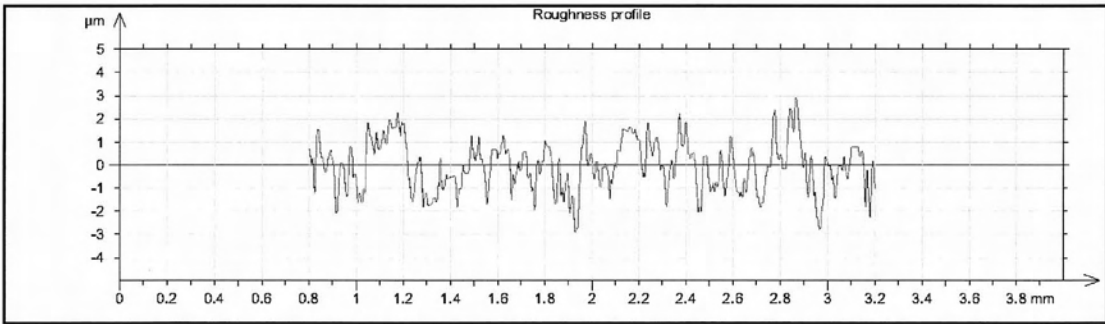
Γράφημα 408 Τραχύτητα Vc500fz0.05-204

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.898 μm	2.61 μm	5.9 μm	-0.0449	2.66	5.11 μm	0.0968 mm	2.81 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.05-205



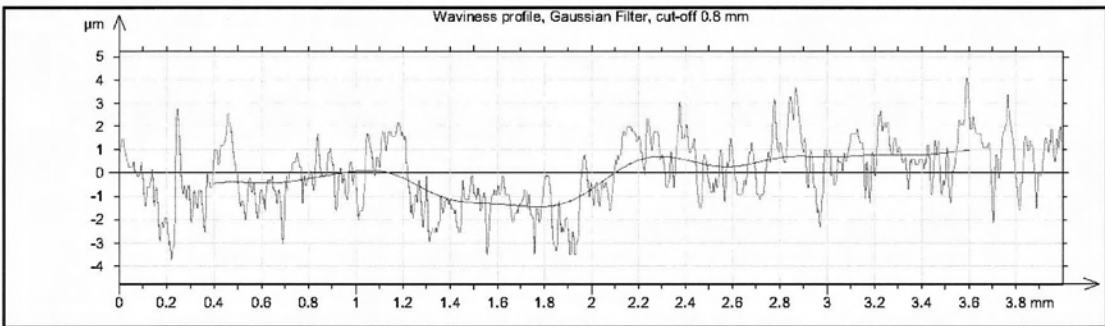
Γράφημα 409 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.05-205



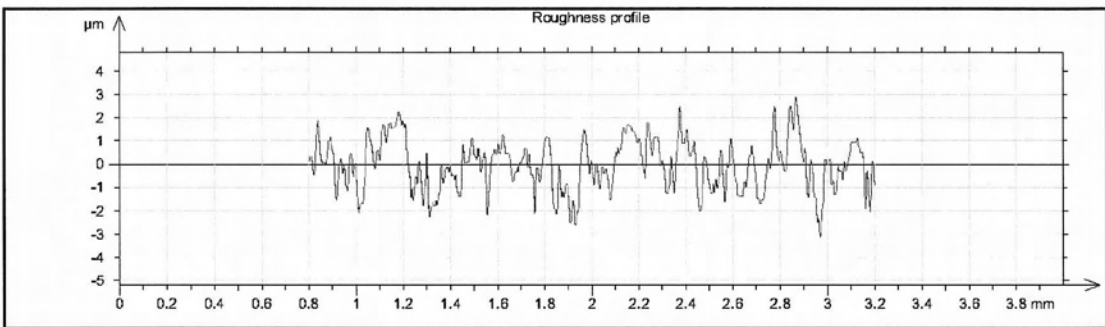
Γράφημα 410 Τραχύτητα Vc500fz0.05-205

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.849 μm	2.52 μm	5.77 μm	0.019	2.53	4.85 μm	0.0808 mm	2.73 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.05-206



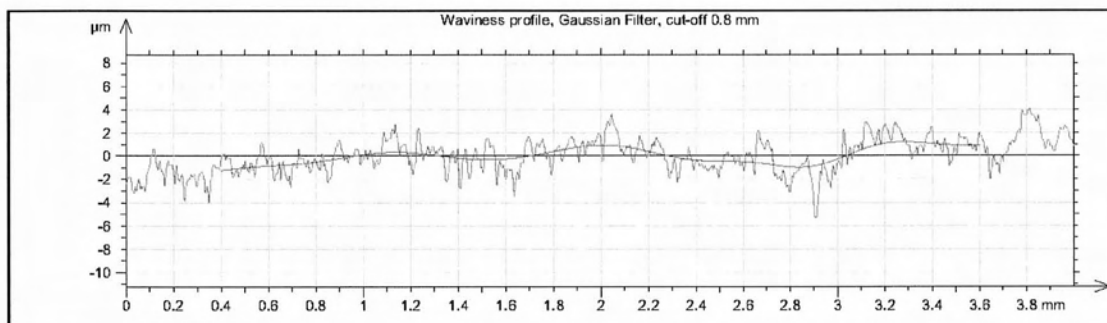
Γράφημα 411 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.05-206



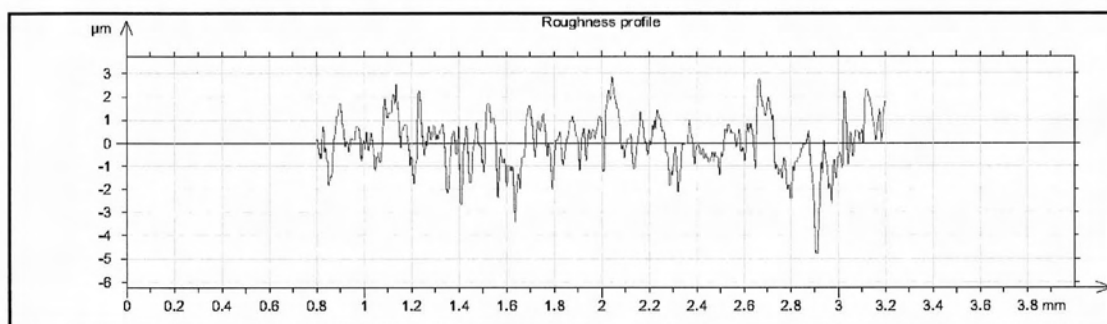
Γράφημα 412 Τραχύτητα Vc500fz0.05-206

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.821 μm	2.33 μm	6.13 μm	0.104	2.64	4.78 μm	0.073 mm	2.55 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.05-207



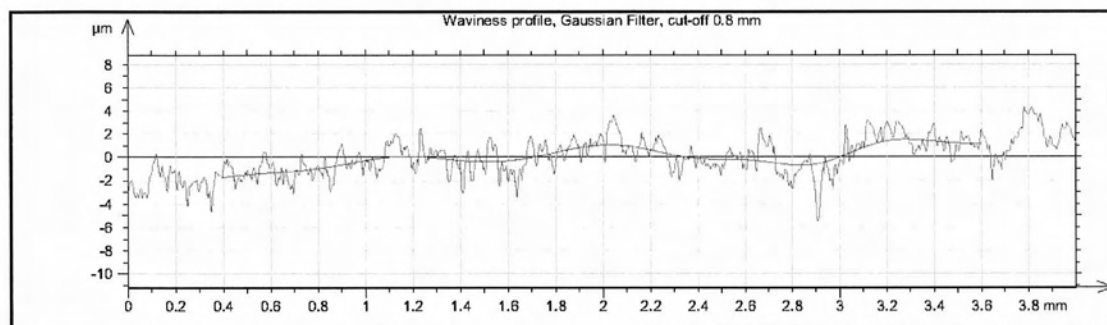
Γράφημα 413 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.05-207



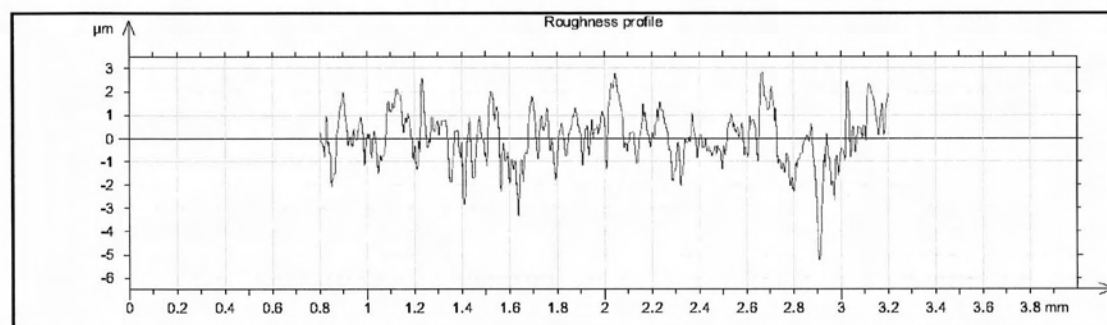
Γράφημα 414 Τραχύτητα Vc500fz0.05-207

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.754 μm	2.46 μm	7.28 μm	0.156	3.11	4.93 μm	0.0705 mm	2.65 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.05-208



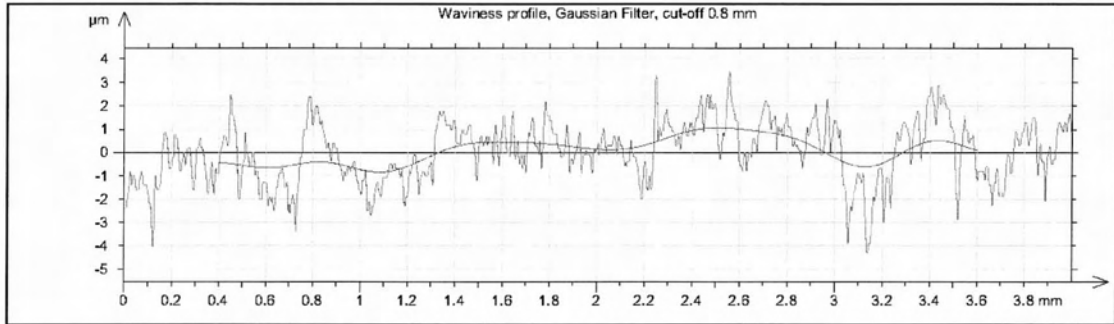
Γράφημα 415 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.05-208



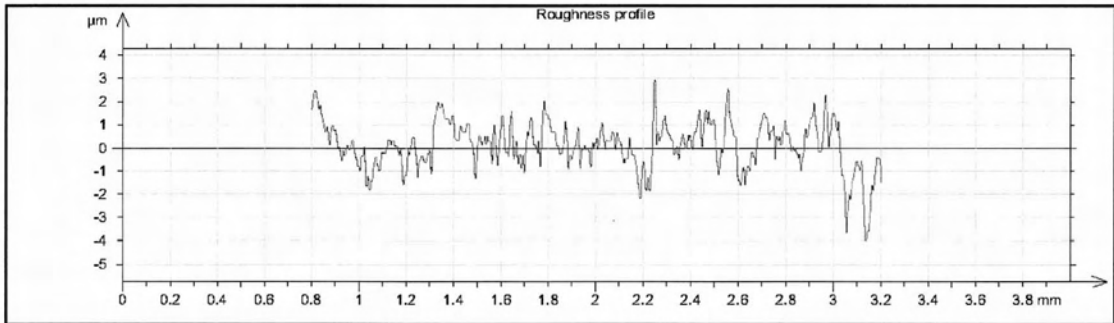
Γράφημα 416 Τραχύτητα Vc500fz0.05-208

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.773 μm	2.48 μm	7.78 μm	0.184	3.08	4.92 μm	0.0683 mm	2.74 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.05-209



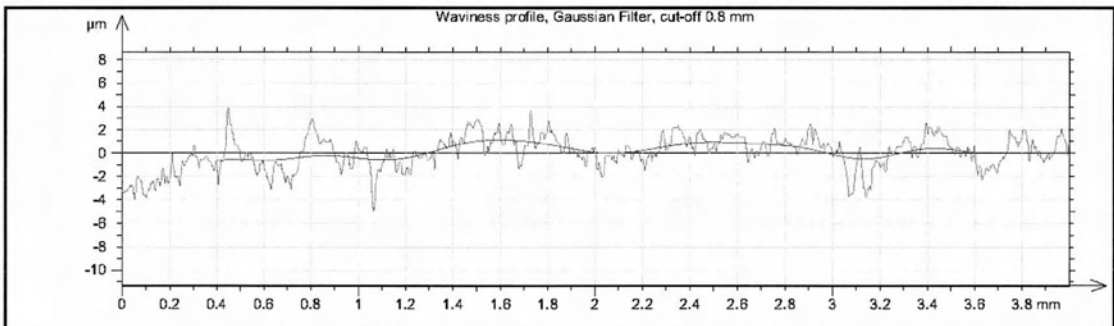
Γράφημα 417 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.05-209



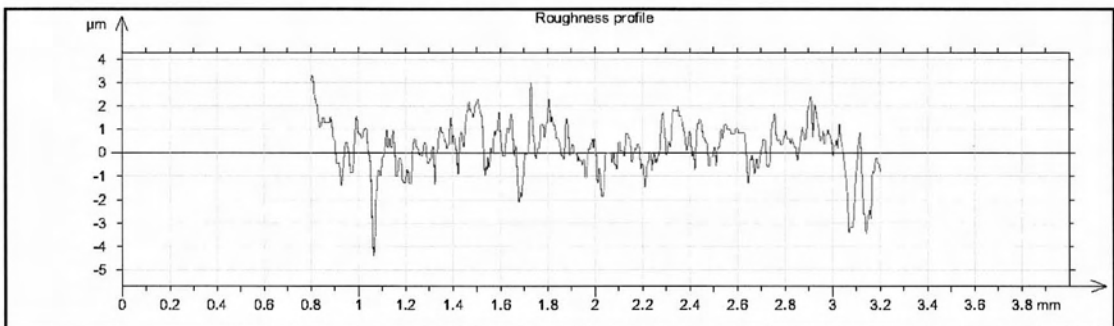
Γράφημα 418 Τραχύτητα Vc500fz0.05-209

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.732 μm	2.26 μm	6.67 μm	0.356	3.52	4.79 μm	0.101 mm	2.23 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.05-210



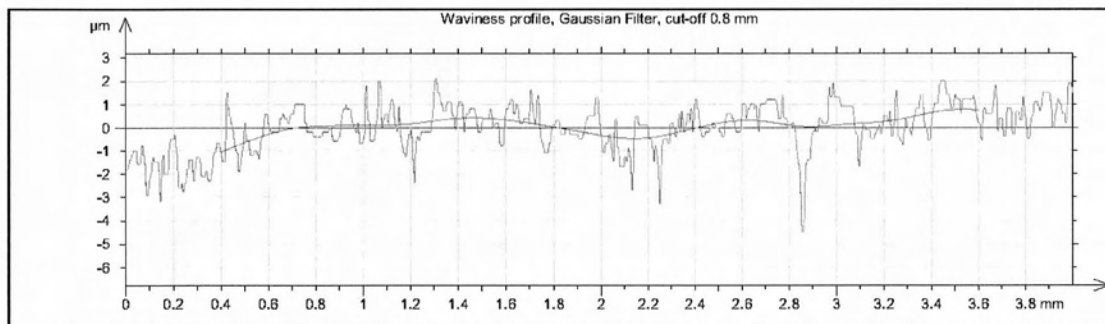
Γράφημα 419 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.05-210



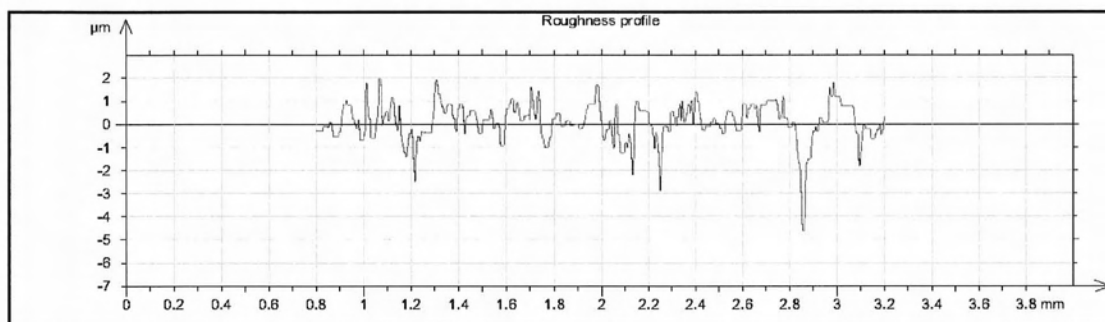
Γράφημα 420 Τραχύτητα Vc500fz0.05-210

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.797 μm	2.97 μm	8.91 μm	0.246	5.45	5.88 μm	0.0931 mm	2.3 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.05-211



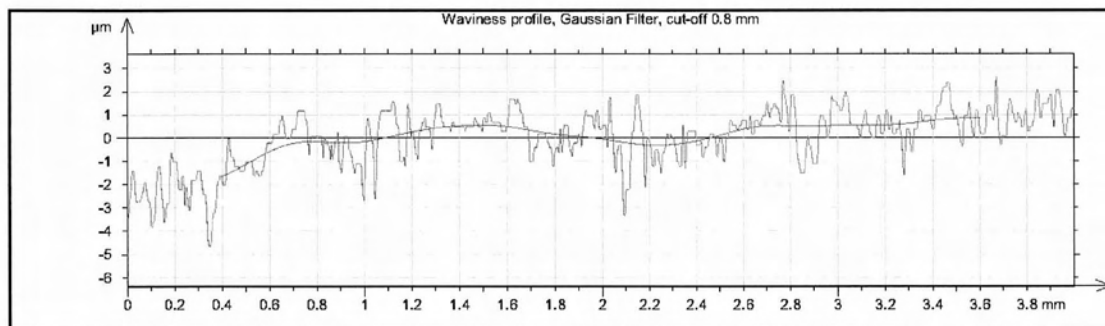
Γράφημα 421 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.05-211



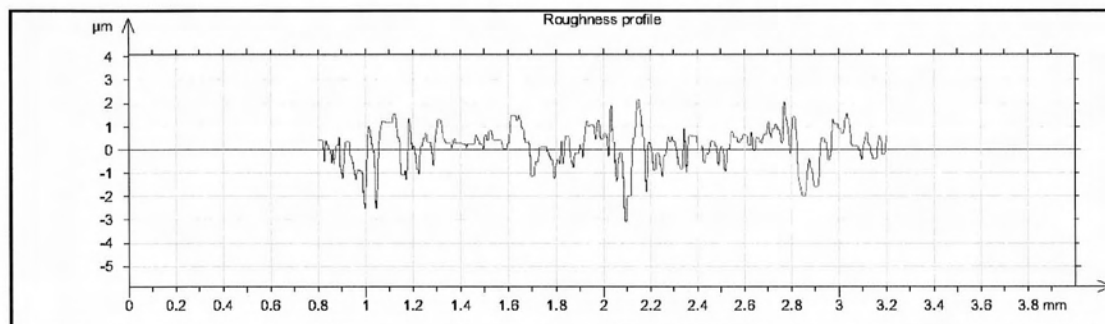
Γράφημα 422 Τραχύτητα Vc500fz0.05-211

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.538 μm	2.31 μm	6.99 μm	0.039	4.01	4.14 μm	0.0958 mm	1.72 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.05-212



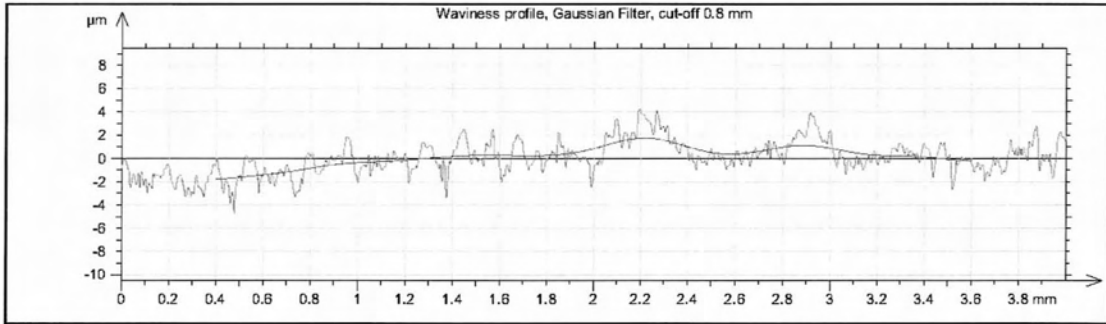
Γράφημα 423 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.05-212



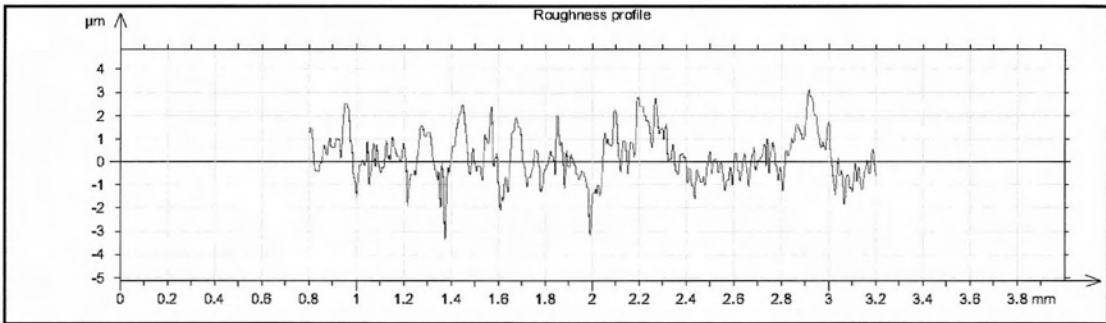
Γράφημα 424 Τραχύτητα Vc500fz0.05-212

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.562 μm	2.35 μm	5.26 μm	-0.294	4.44	3.98 μm	0.0772 mm	1.49 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.05-213



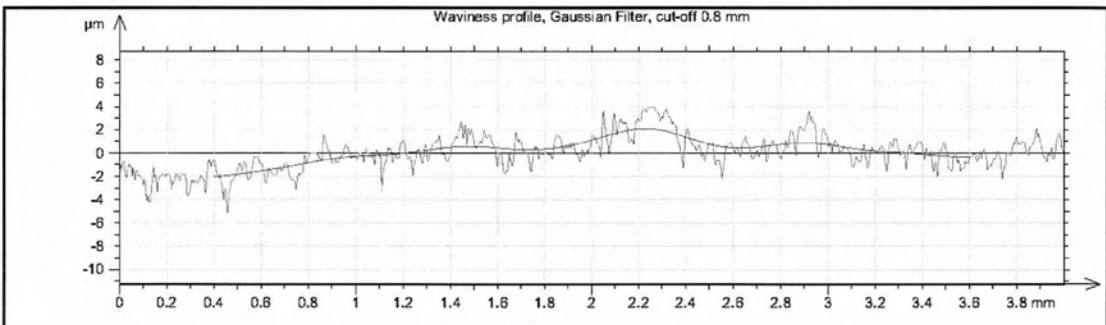
Γράφημα 425 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.05-213



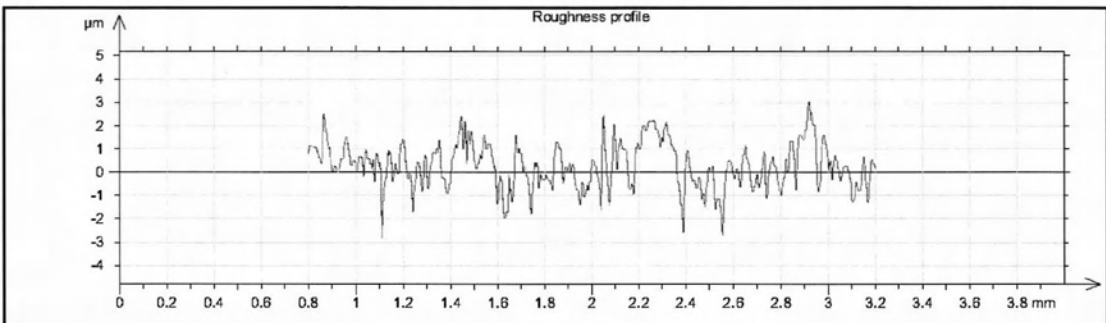
Γράφημα 426 Τραχύτητα Vc500fz0.05-213

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.773 μm	2.77 μm	6.4 μm	0.0113	3.26	5.12 μm	0.0699 mm	2.36 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.05-214



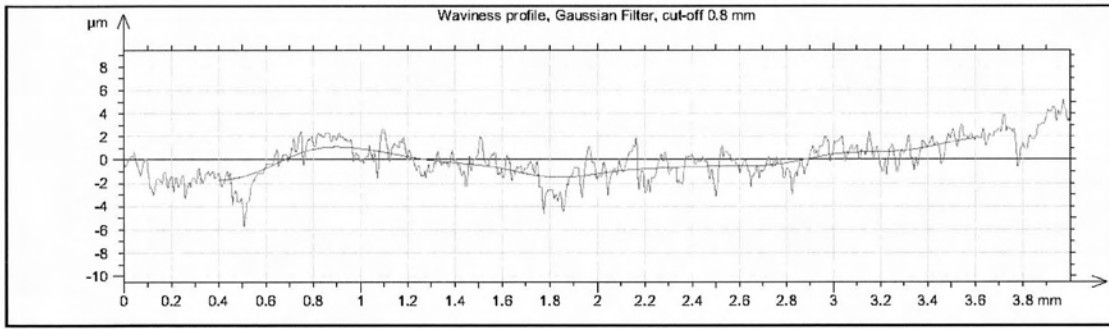
Γράφημα 427 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.05-214



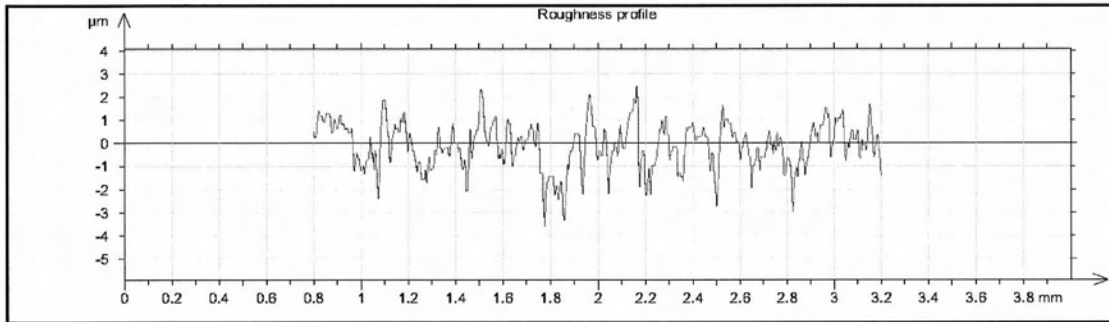
Γράφημα 428 Τραχύτητα Vc500fz0.05-214

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.715 μm	2.7 μm	5.9 μm	-0.237	3.17	4.86 μm	0.0628 mm	2.4 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.05-215



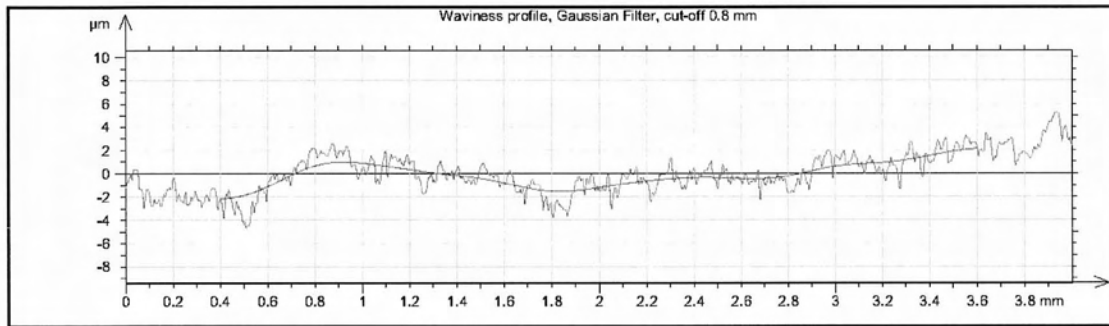
Γράφημα 429 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.05-215



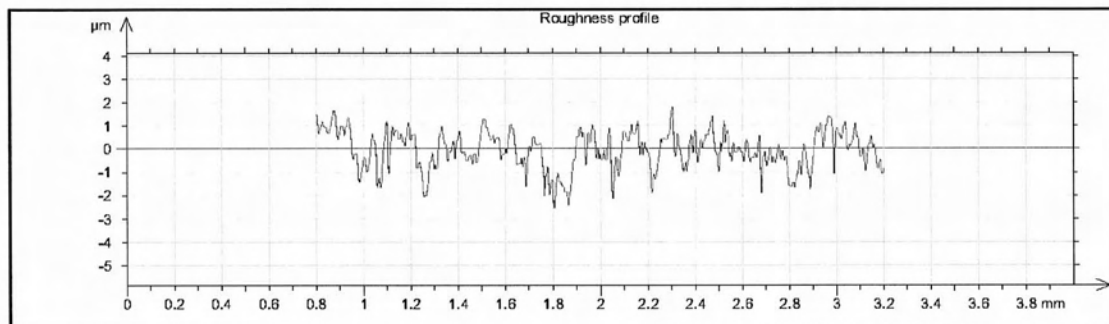
Γράφημα 430 Τραχύτητα Vc500fz0.05-215

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.655 μm	2.37 μm	4.64 μm	-0.746	3.54	3.94 μm	0.0679 mm	2.2 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.05-216



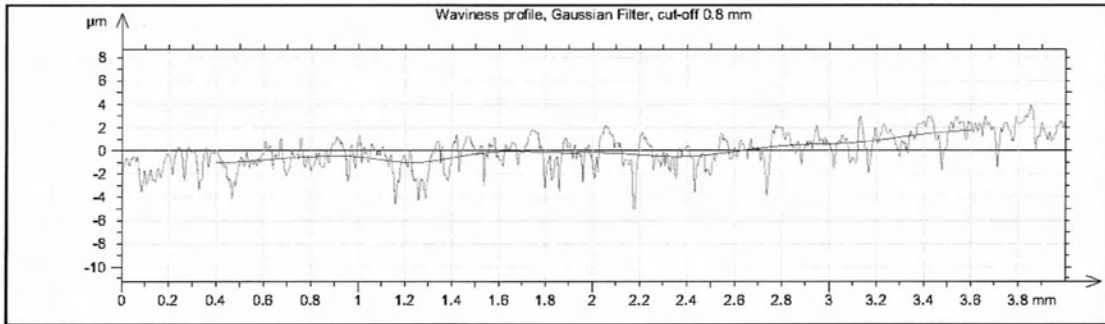
Γράφημα 431 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.05-216



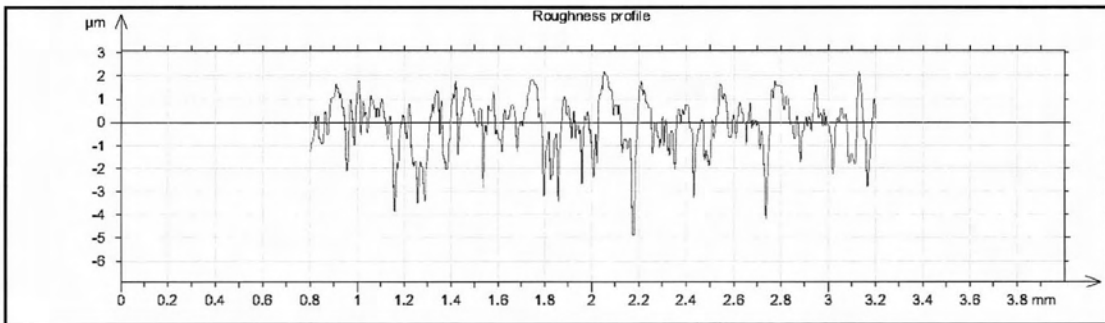
Γράφημα 432 Τραχύτητα Vc500fz0.05-216

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.79 μm	3.38 μm	6.98 μm	-0.611	3.77	5.74 μm	0.0774 mm	2.43 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.05-217



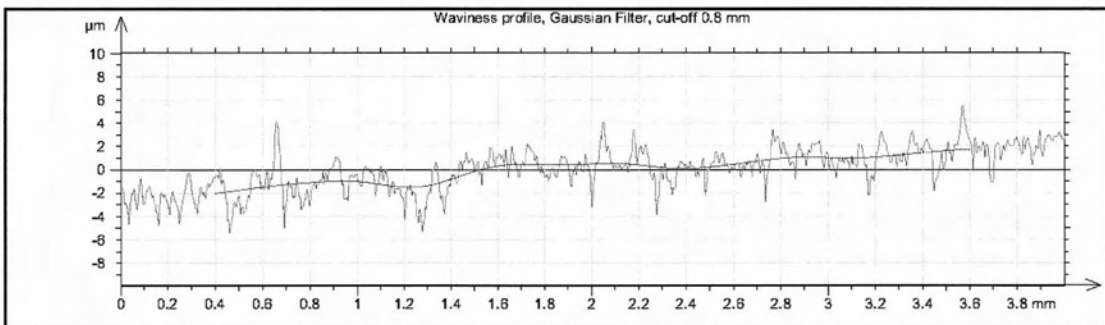
Γράφημα 433 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.05-217



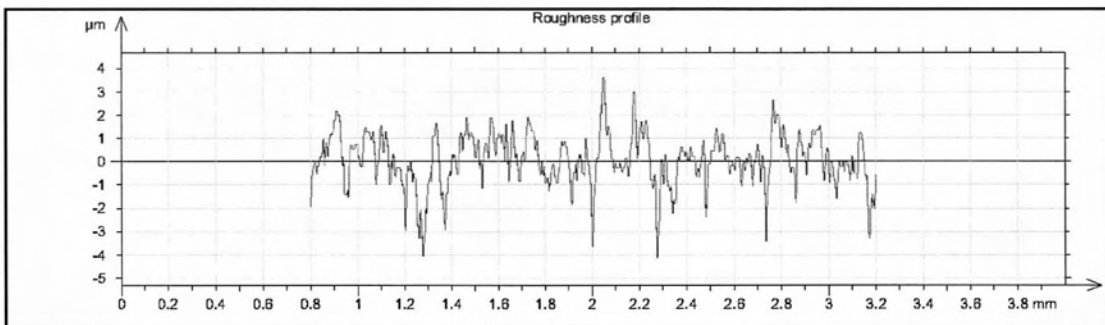
Γράφημα 434 Τραχύτητα Vc500fz0.05-217

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.871 μm	3.88 μm	7.07 μm	-0.839	4.16	5.92 μm	0.0576 mm	2.52 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.05-218



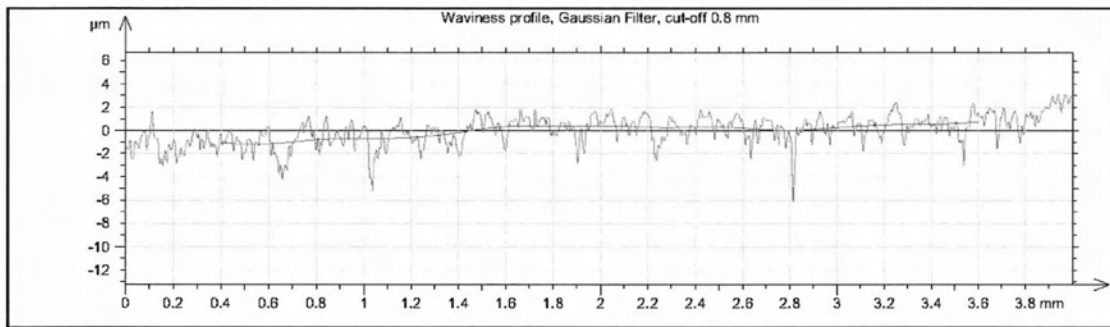
Γράφημα 435 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.05-218



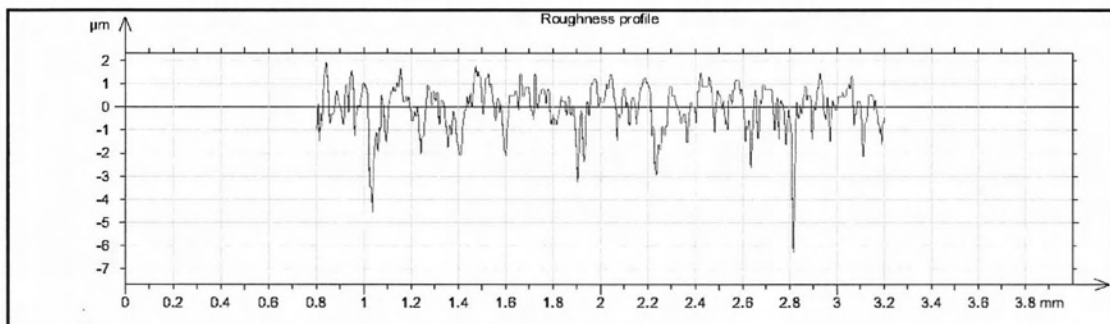
Γράφημα 436 Τραχύτητα Vc500fz0.05-218

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.905 μm	3.92 μm	9.57 μm	0.0327	5.09	7.52 μm	0.0756 mm	2.39 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.05-219



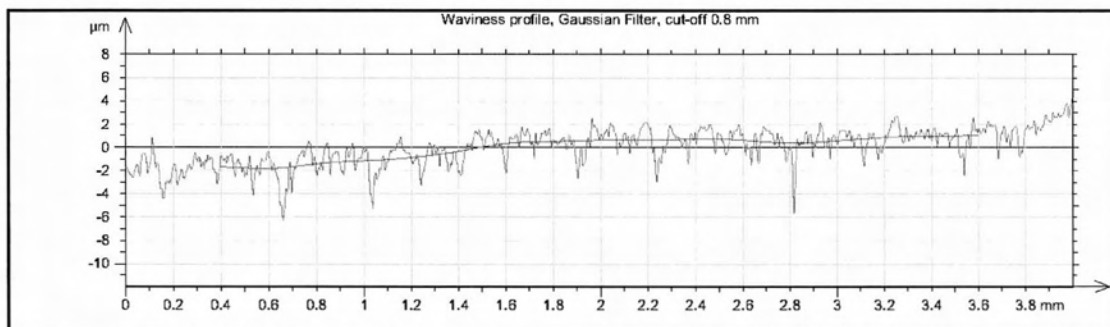
Γράφημα 437 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.05-219



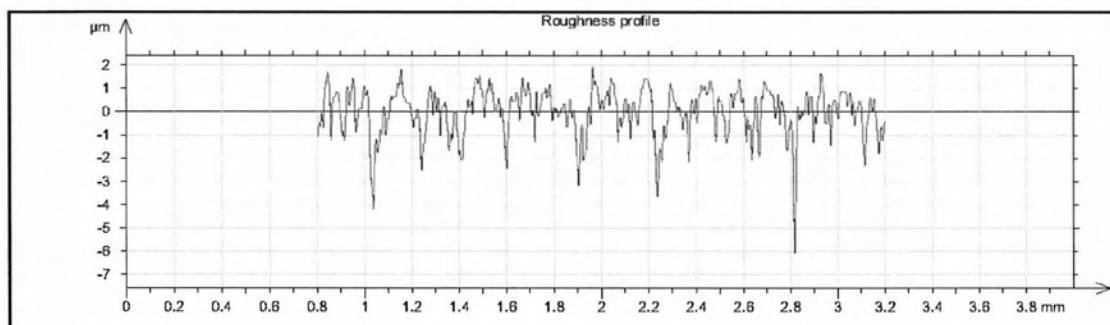
Γράφημα 438 Τραχύτητα Vc500fz0.05-219

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.753 μm	3.52 μm	8.26 μm	-0.896	4.22	5.28 μm	0.0567 mm	2.04 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.05-220



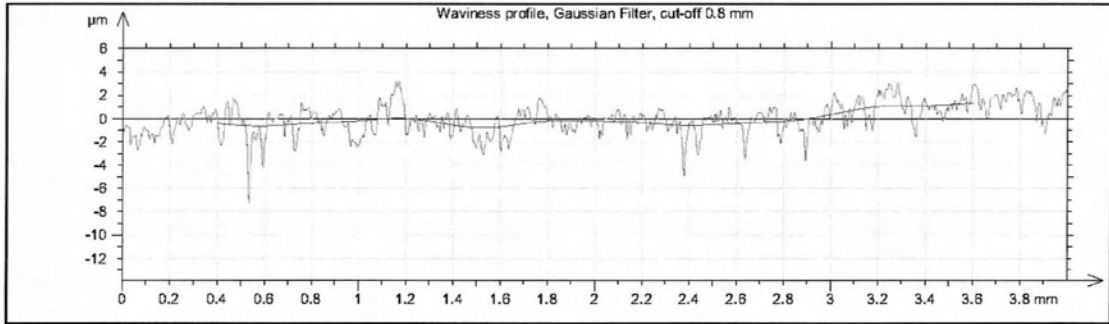
Γράφημα 439 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.05-220



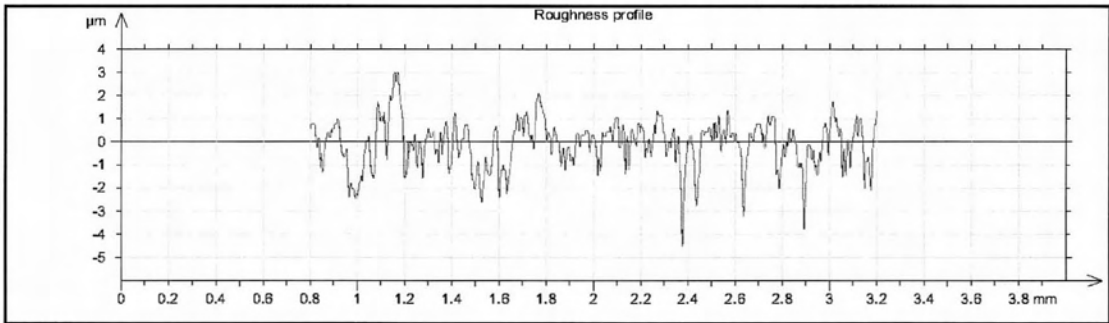
Γράφημα 440 Τραχύτητα Vc500fz0.05-220

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.779 μm	3.79 μm	8.03 μm	-1.14	4.86	5.59 μm	0.0545 mm	2.09 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.05-221



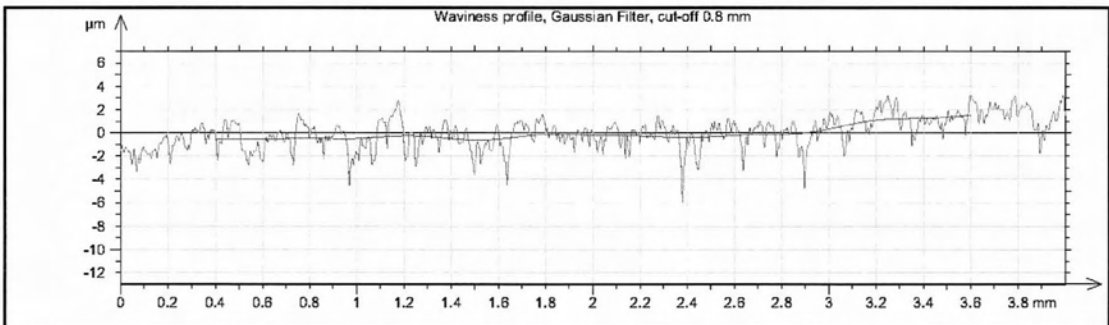
Γράφημα 441 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.05-221



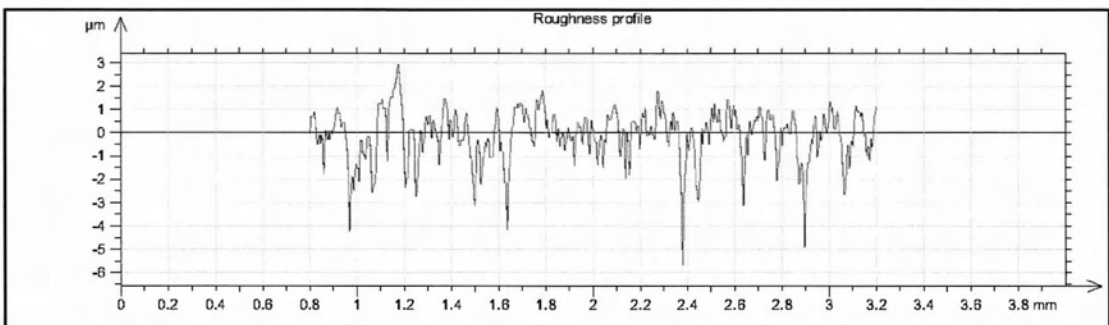
Γράφημα 442 Τραχύτητα Vc500fz0.05-221

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.832 μm	4.47 μm	9.73 μm	-1.04	6.89	6.69 μm	0.0725 mm	2.04 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.05-222



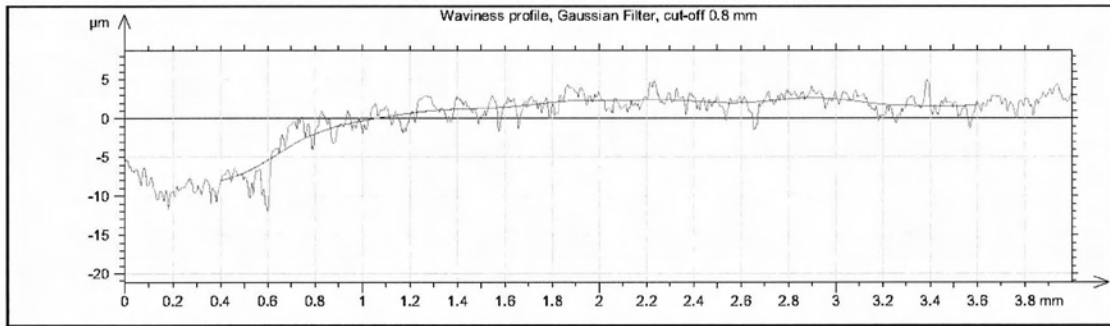
Γράφημα 443 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.05-222



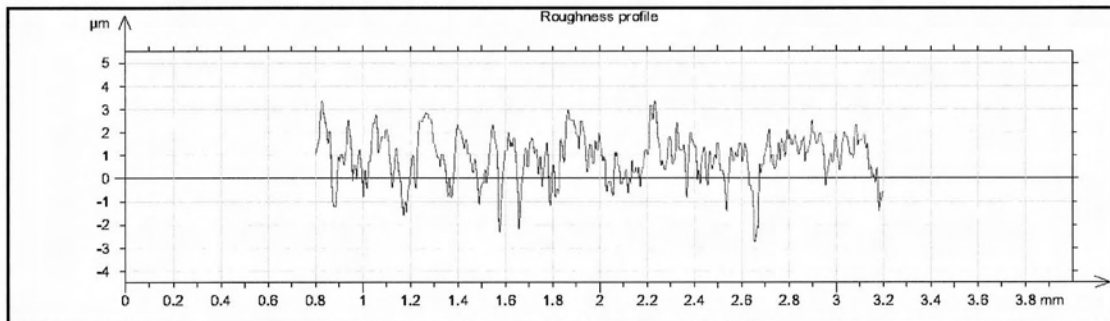
Γράφημα 444 Τραχύτητα Vc500fz0.05-222

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.822 μm	4.51 μm	8.6 μm	-0.738	4.45	6.74 μm	0.063 mm	2.3 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.05-223



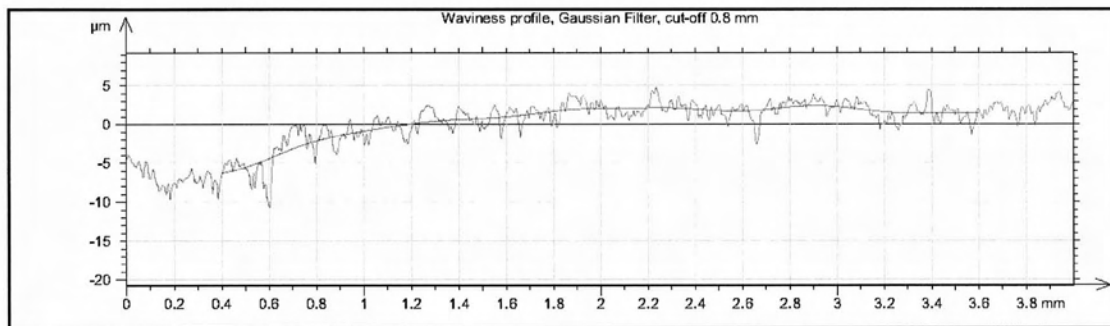
Γράφημα 445 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.05-223



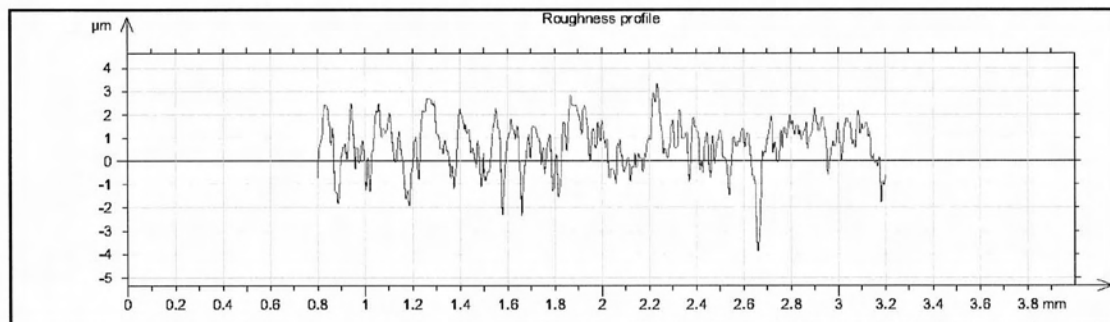
Γράφημα 446 Τραχύτητα Vc500fz0.05-223

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.966 μm	4.39 μm	9.87 μm	-0.969	6.79	6.92 μm	0.0778 mm	2.46 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.05-224



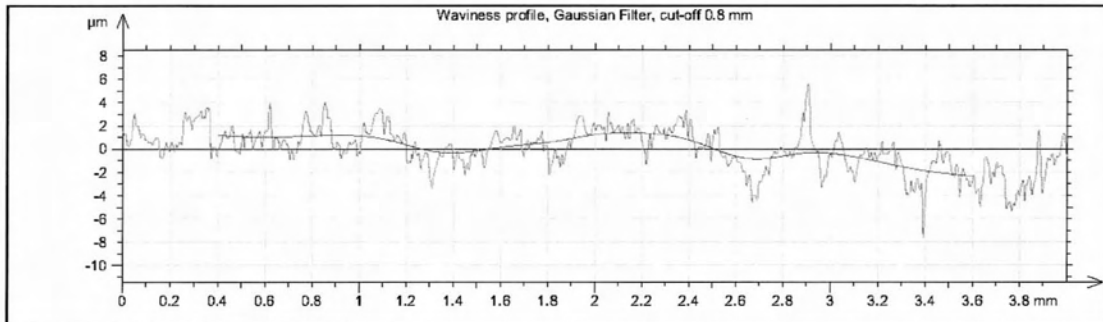
Γράφημα 447 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.05-224



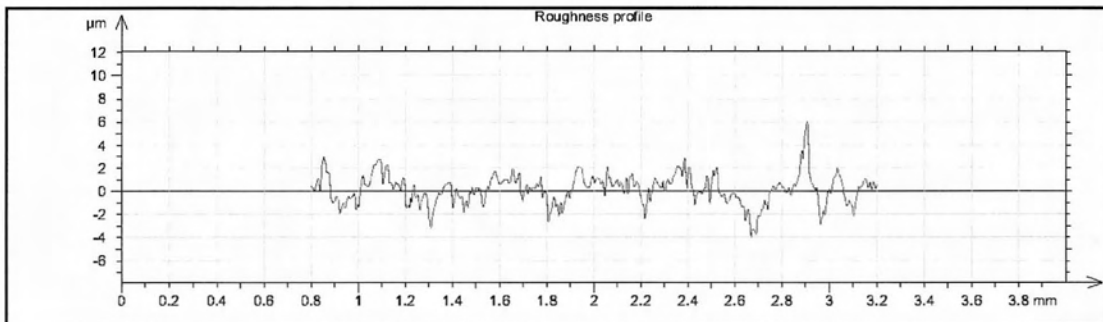
Γράφημα 448 Τραχύτητα Vc500fz0.05-224

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.971 μm	4.55 μm	9.35 μm	-0.932	6.05	7.14 μm	0.08 mm	2.49 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.08-225



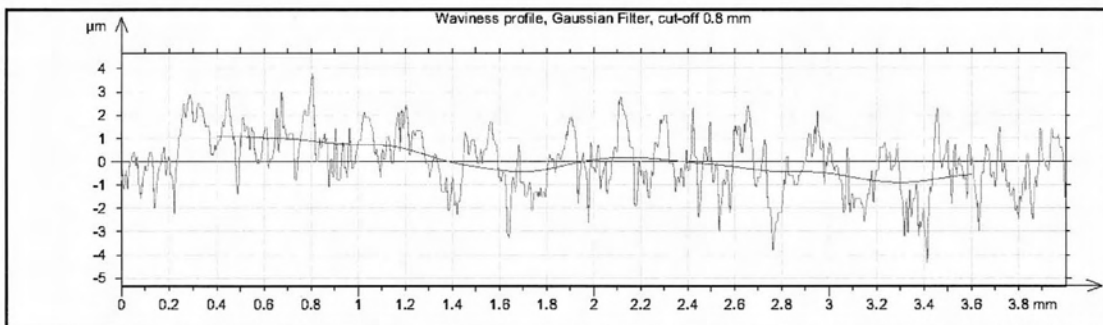
Γράφημα 449 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.08-225



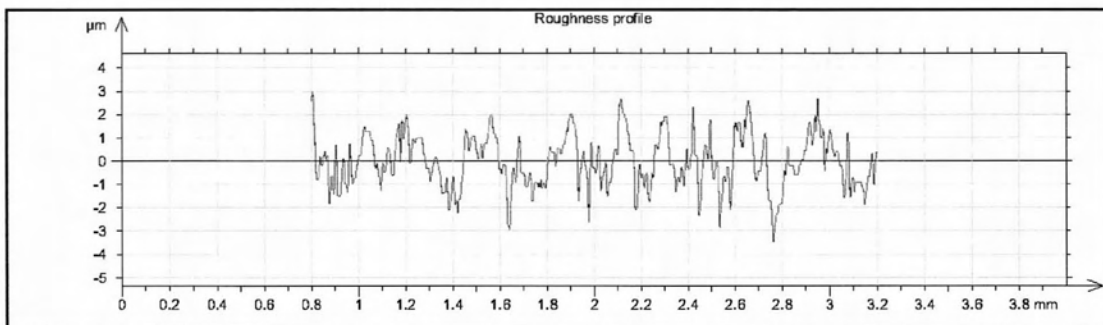
Γράφημα 450 Τραχύτητα Vc500fz0.08-225

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.857 μm	2.99 μm	11.7 μm	-0.323	3.41	5.47 μm	0.102 mm	2.64 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.08-226



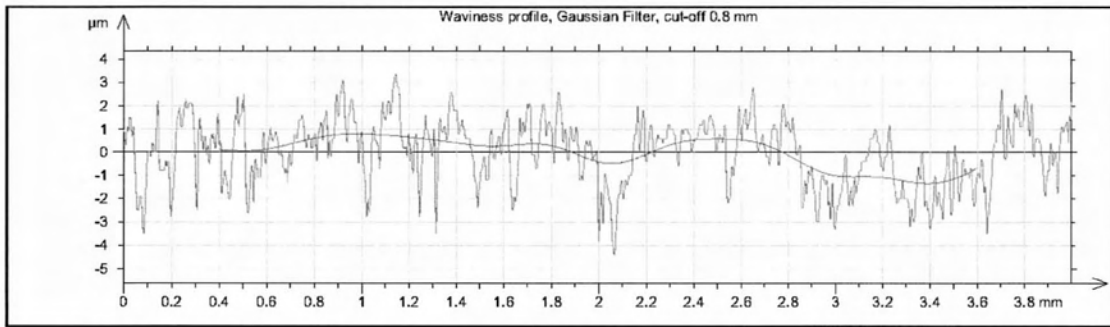
Γράφημα 451 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.08-226



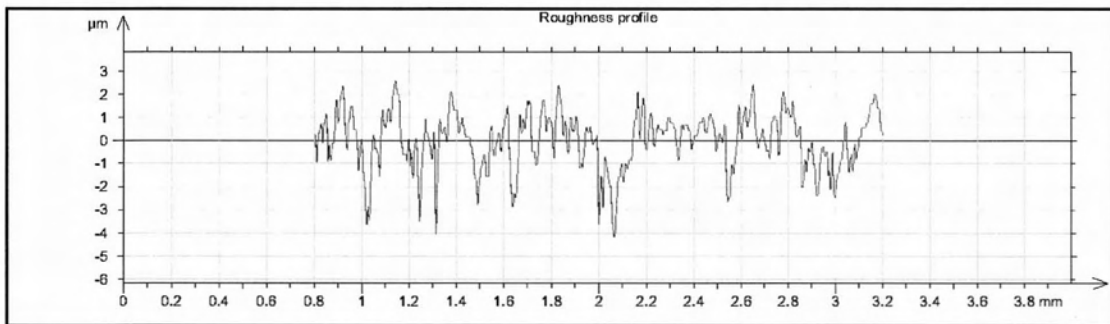
Γράφημα 452 Τραχύτητα Vc500fz0.08-226

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.88 μm	2.89 μm	6.57 μm	-0.0584	2.86	5.44 μm	0.0867 mm	2.93 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.08-227



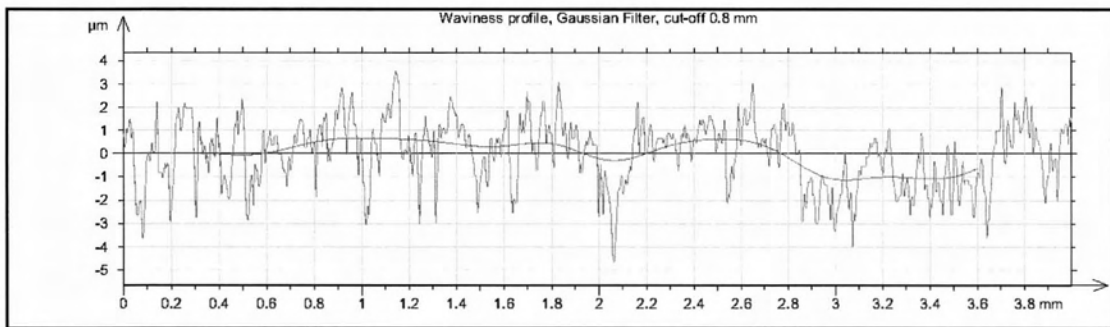
Γράφημα 453 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.08-227



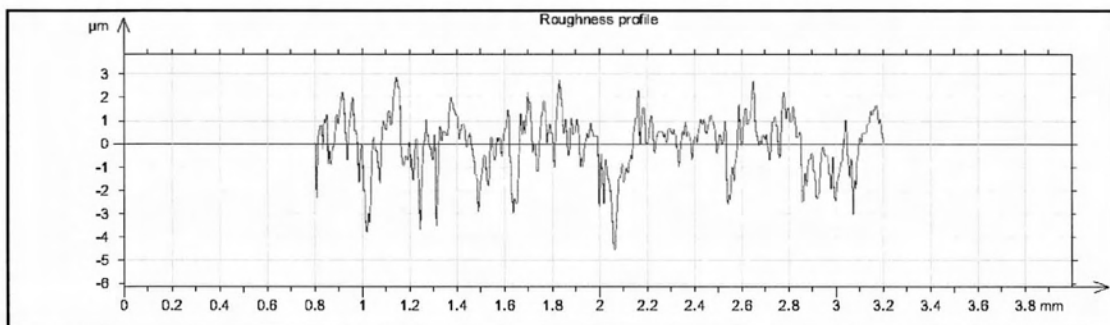
Γράφημα 454 Τραχύτητα Vc500fz0.08-227

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.903 μm	3.83 μm	6.67 μm	-0.581	3.56	6.31 μm	0.0749 mm	2.62 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.08-228



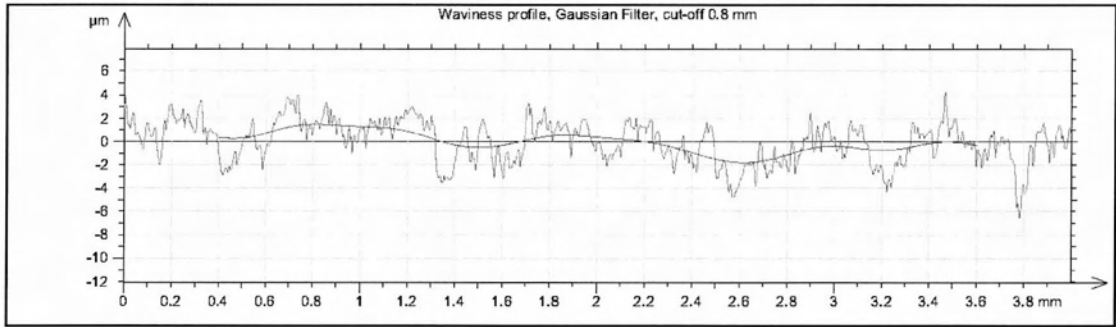
Γράφημα 455 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.08-228



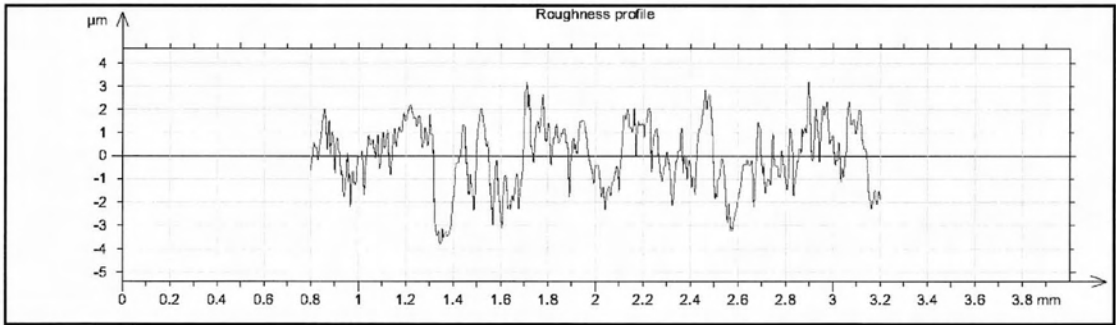
Γράφημα 456 Τραχύτητα Vc500fz0.08-228

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.909 μm	3.87 μm	7.28 μm	-0.584	3.79	6.6 μm	0.0731 mm	2.54 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.08-229



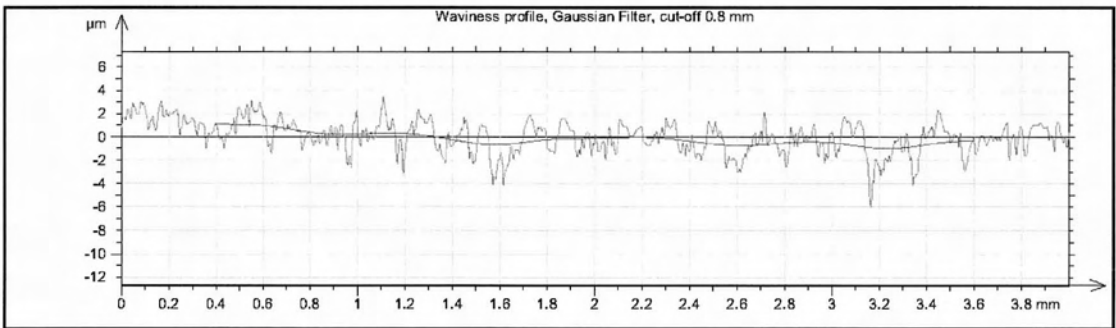
Γράφημα 457 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.08-229



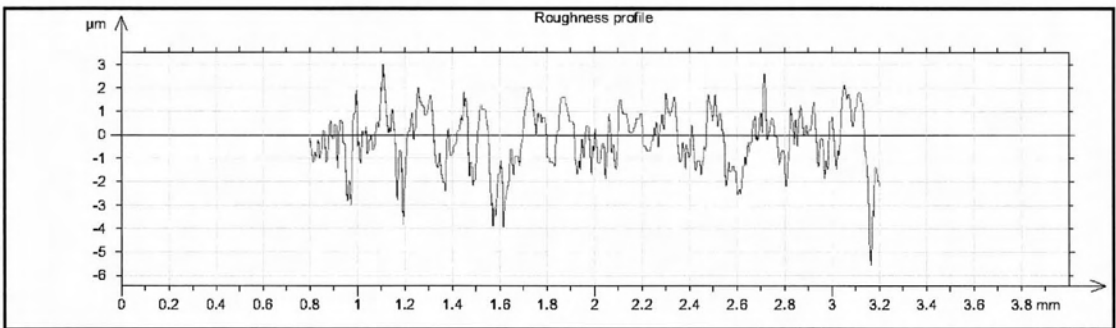
Γράφημα 458 Τραχύτητα Vc500fz0.08-229

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1.15 μm	3.24 μm	7.84 μm	-0.38	2.53	6.18 μm	0.104 mm	3.9 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.08-230



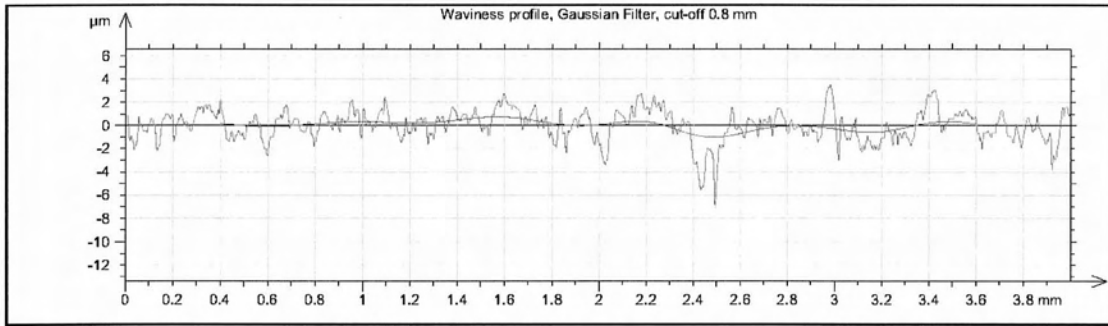
Γράφημα 459 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.08-230



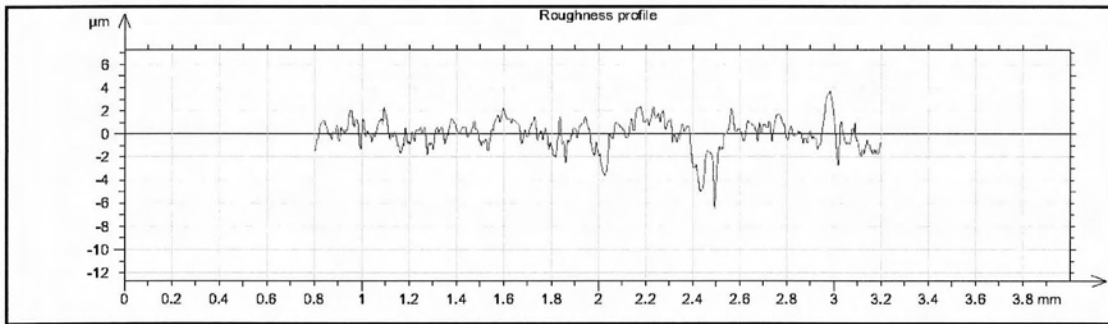
Γράφημα 460 Τραχύτητα Vc500fz0.08-230

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.93 μm	3.14 μm	8.25 μm	-0.227	2.82	5.9 μm	0.0905 mm	3.42 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.08-231



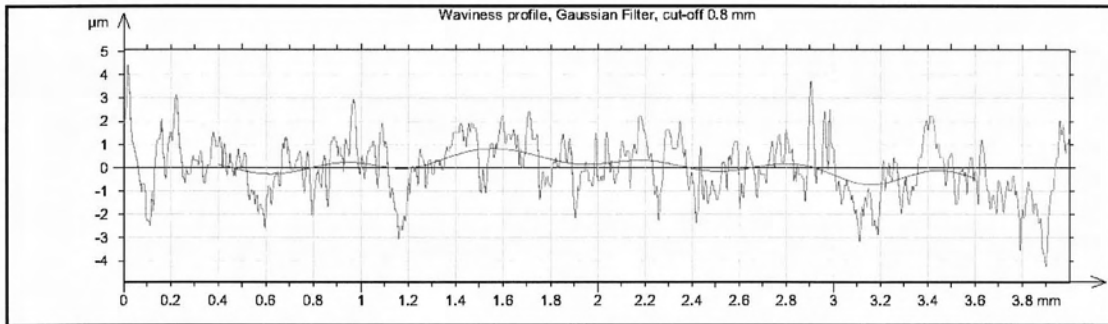
Γράφημα 461 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.08-231



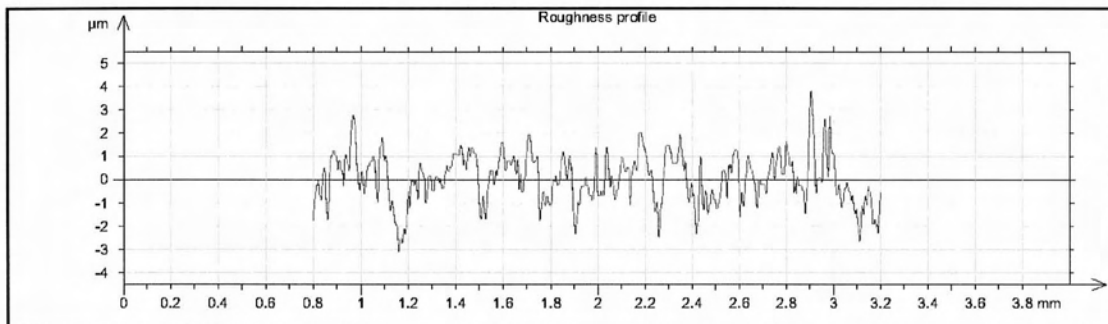
Γράφημα 462 Τραχύτητα Vc500fz0.08-231

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.888 μm	3.68 μm	9.77 μm	-1.34	6.75	5.9 μm	0.0785 mm	2.65 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.08-232



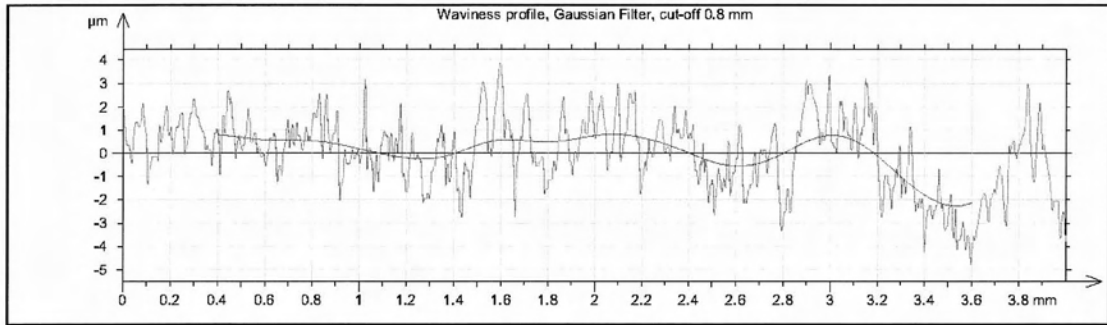
Γράφημα 463 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.08-232



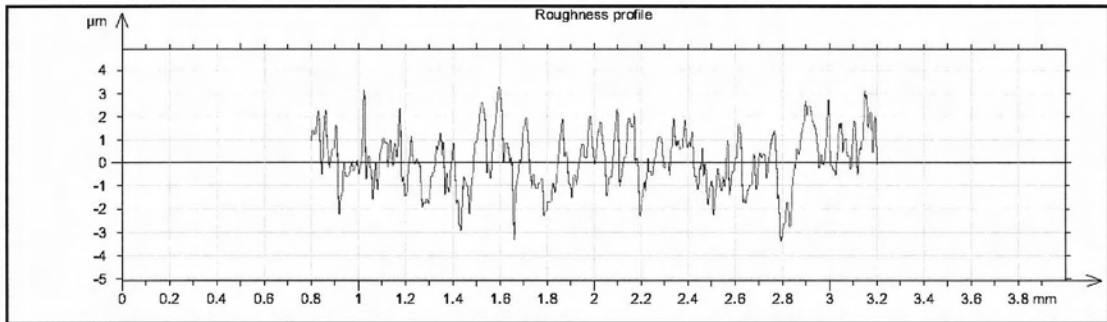
Γράφημα 464 Τραχύτητα Vc500fz0.08-232

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.76 μm	2.63 μm	6.72 μm	-0.372	3.07	4.79 μm	0.0829 mm	2.75 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.08-233



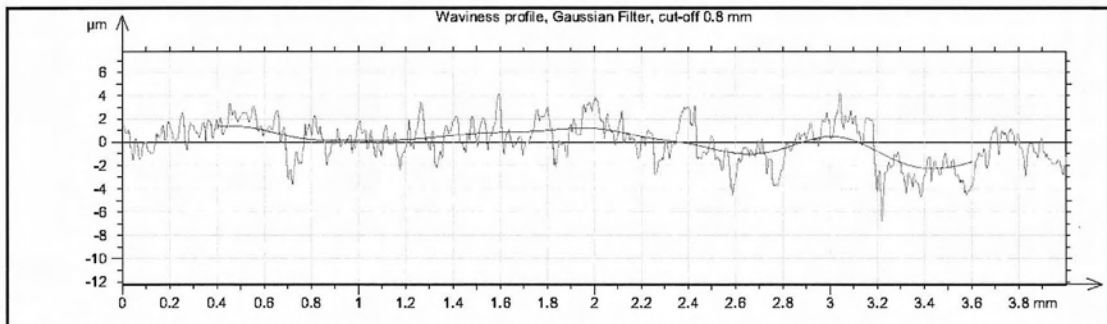
Γράφημα 465 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.08-233



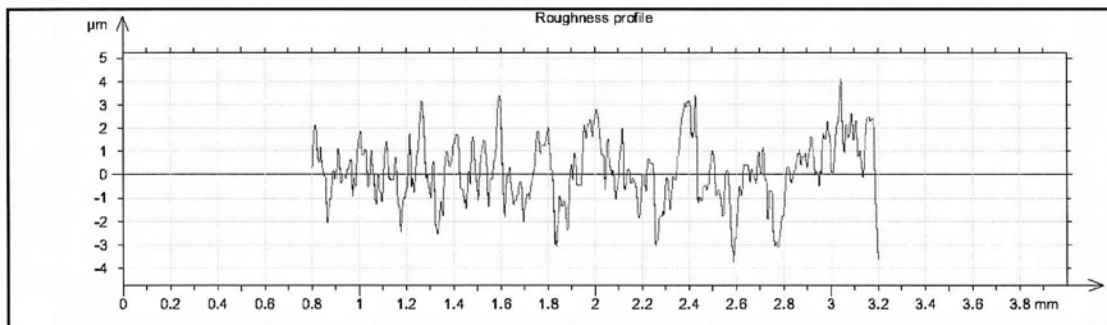
Γράφημα 466 Τραχύτητα Vc500fz0.08-233

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1.03 μm	4.34 μm	12.7 μm	-0.466	5.47	8.06 μm	0.0786 mm	2.86 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.08-234



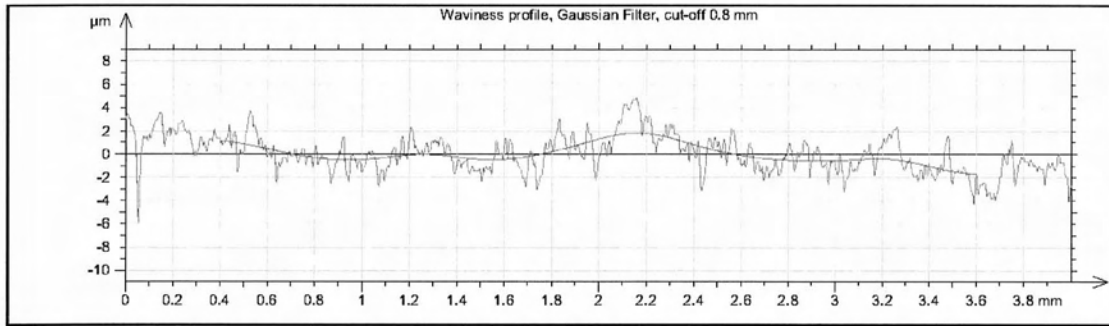
Γράφημα 467 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.08-234



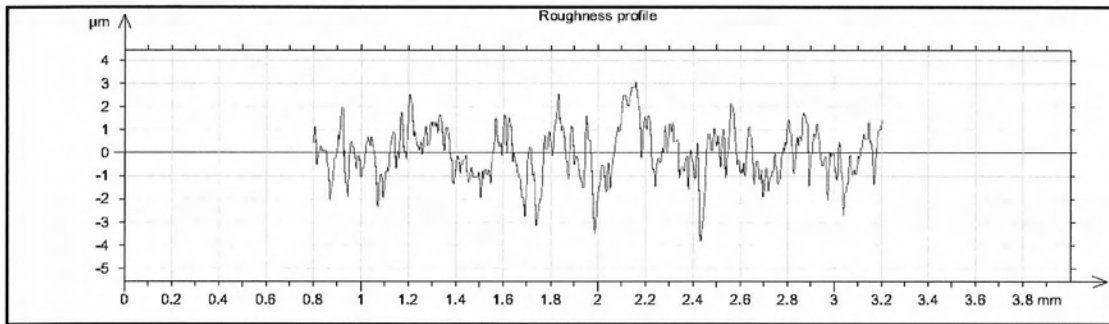
Γράφημα 468 Τραχύτητα Vc500fz0.08-234

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1.01 μm	3.62 μm	10.2 μm	0.033	3.63	6.98 μm	0.0784 mm	3.28 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.08-235



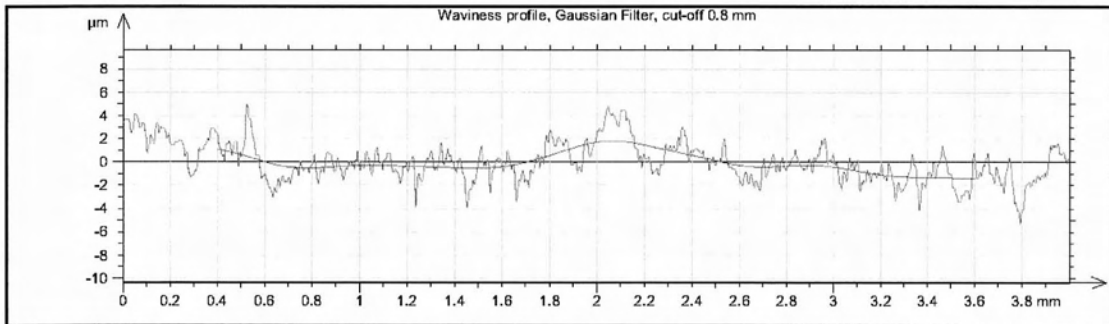
Γράφημα 469 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.08-235



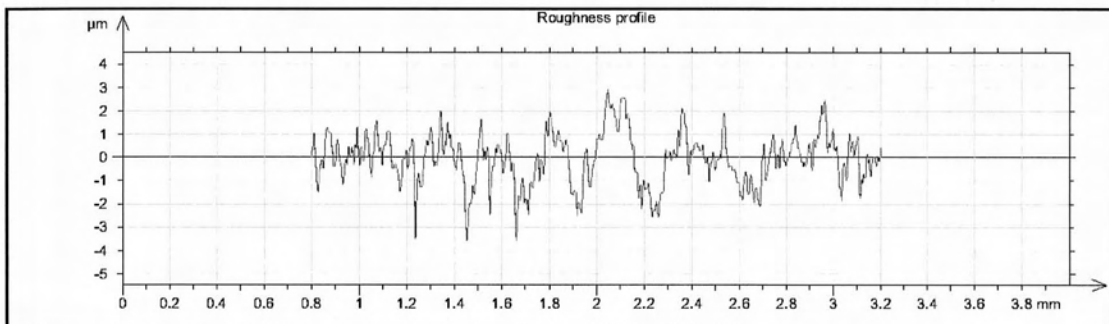
Γράφημα 470 Τραχύτητα Vc500fz0.08-235

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.879 μm	3.3 μm	6.75 μm	-0.0308	3.44	6.18 μm	0.0838 mm	2.98 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.08-236



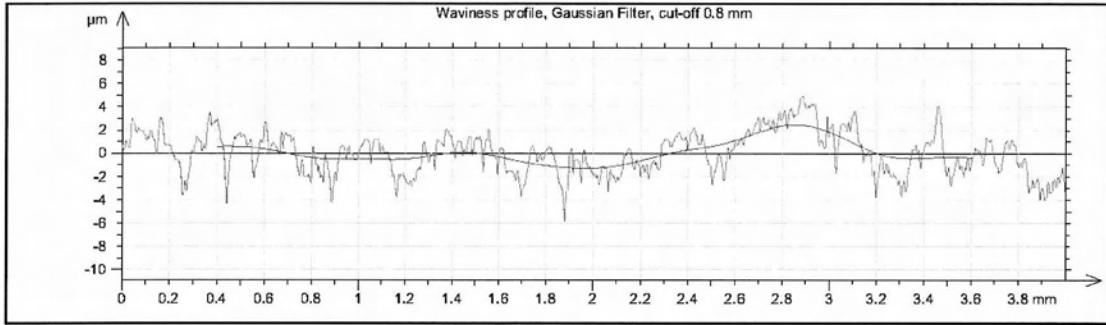
Γράφημα 471 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.08-236



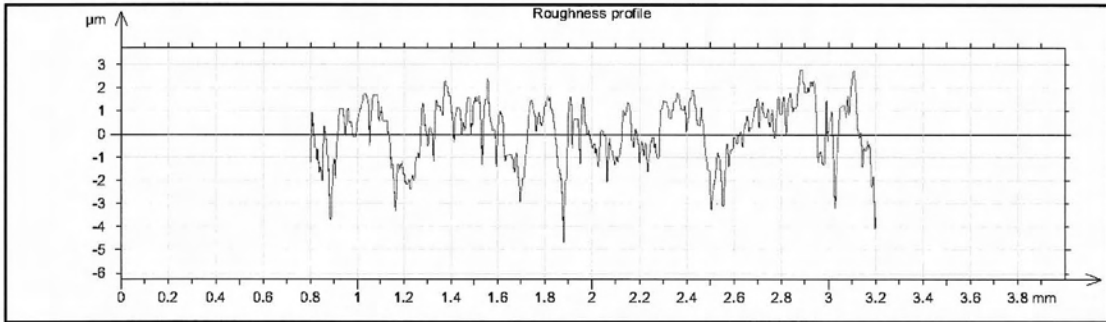
Γράφημα 472 Τραχύτητα Vc500fz0.08-236

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.902 μm	2.89 μm	7.95 μm	0.125	3.58	6.14 μm	0.0753 mm	2.33 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.08-237



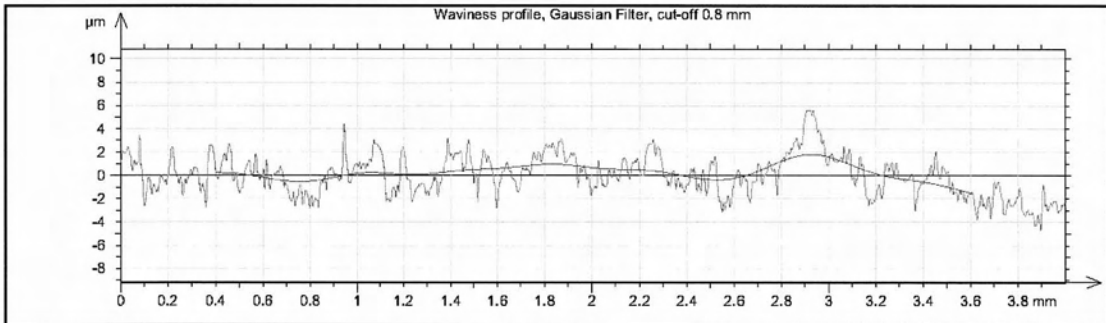
Γράφημα 473 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.08-237



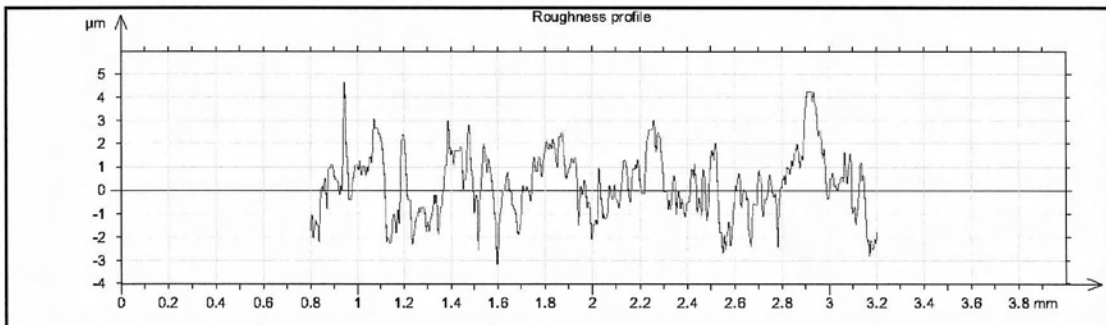
Γράφημα 474 Τραχύτητα Vc500fz0.08-237

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.996 μm	4.3 μm	9.37 μm	-0.793	3.35	6.46 μm	0.0558 mm	3.12 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.08-238



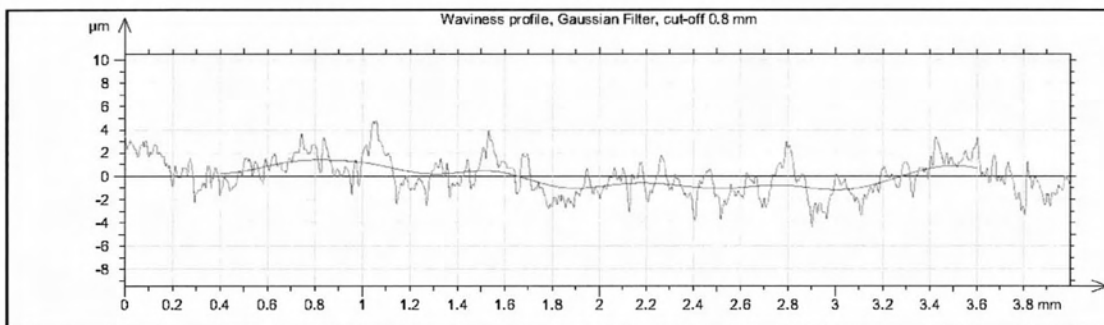
Γράφημα 475 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.08-238



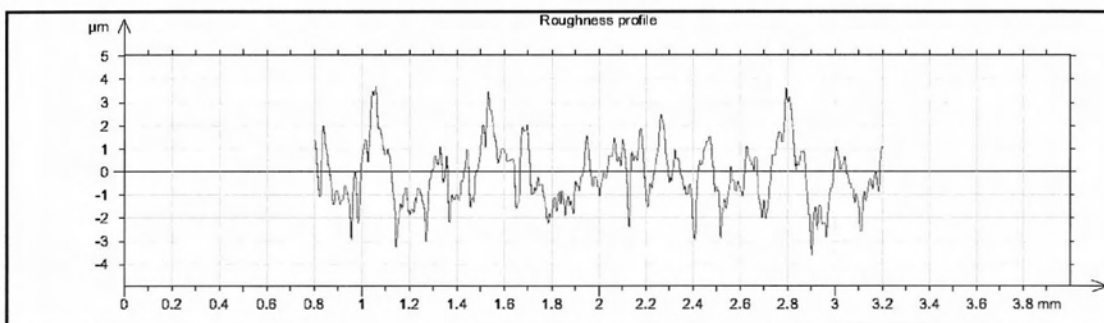
Γράφημα 476 Τραχύτητα Vc500fz0.08-238

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1.01 μm	2.86 μm	7.79 μm	0.0181	2.67	6.17 μm	0.088 mm	3.61 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.08-239



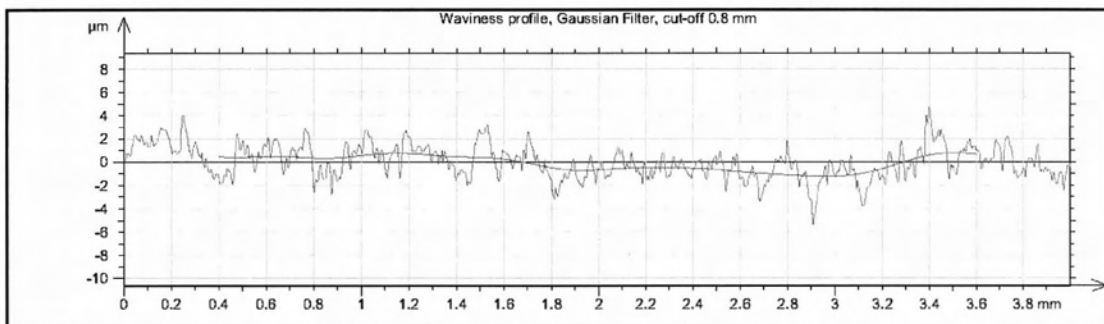
Γράφημα 477 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.08-239



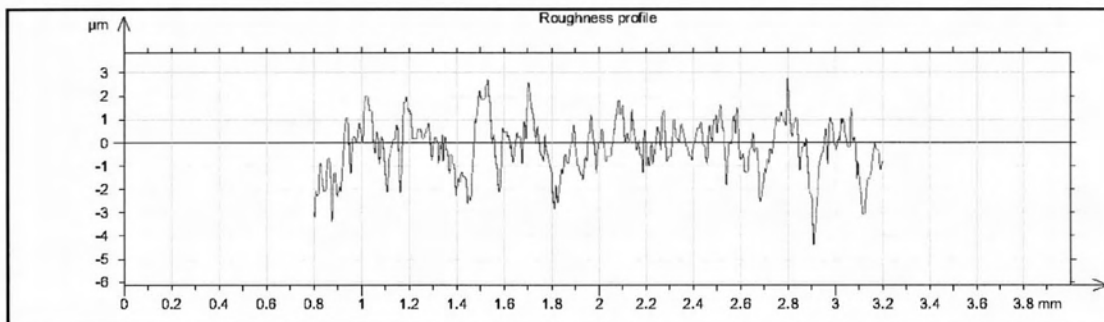
Γράφημα 478 Τραχύτητα Vc500fz0.08-239

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.97 μm	2.89 μm	7.26 μm	0.448	3.21	6.59 μm	0.108 mm	3.41 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.08-240



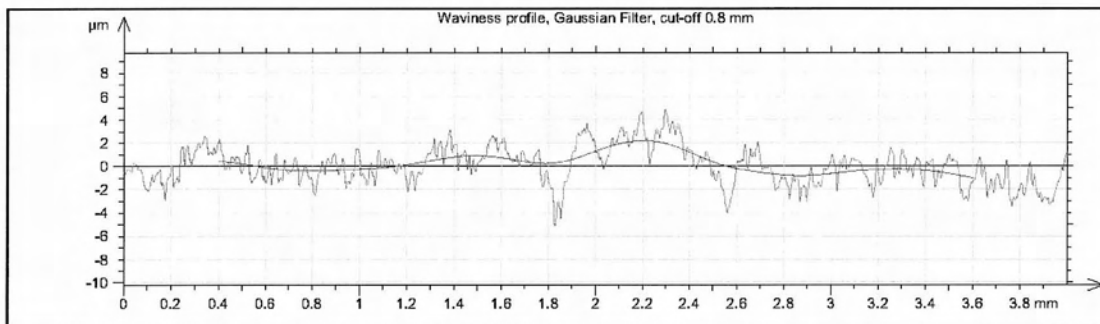
Γράφημα 479 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.08-240



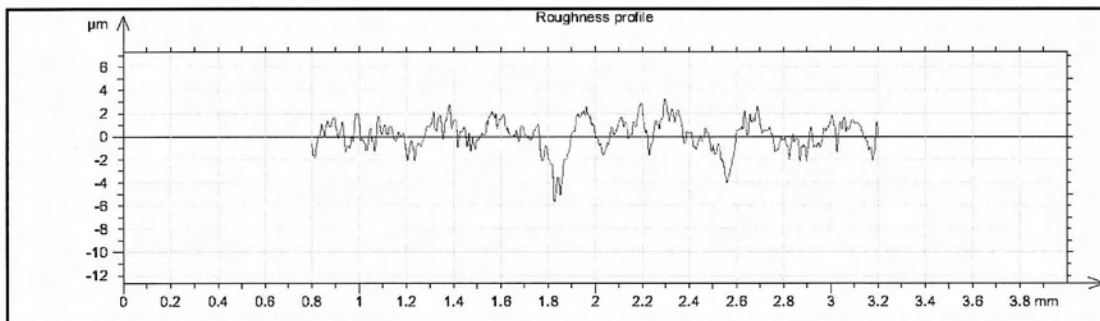
Γράφημα 480 Τραχύτητα Vc500fz0.08-240

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.871 μm	2.72 μm	8.3 μm	-0.0606	2.94	5.47 μm	0.0744 mm	2.63 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.08-241



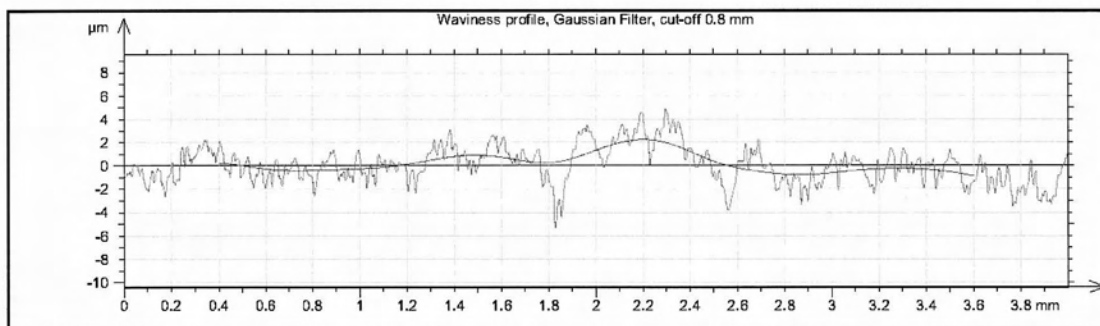
Γράφημα 481 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.08-241



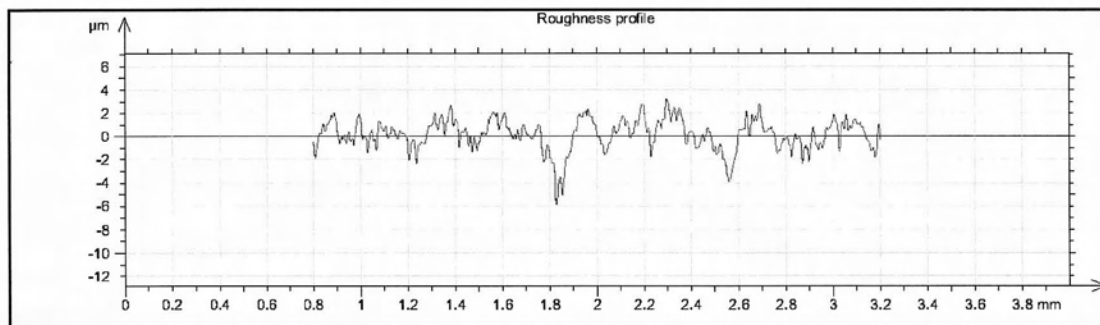
Γράφημα 482 Τραχύτητα Vc500fz0.08-241

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.949 μm	3.84 μm	8.32 μm	-0.809	5.26	6.33 μm	0.0858 mm	3.05 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.08-242



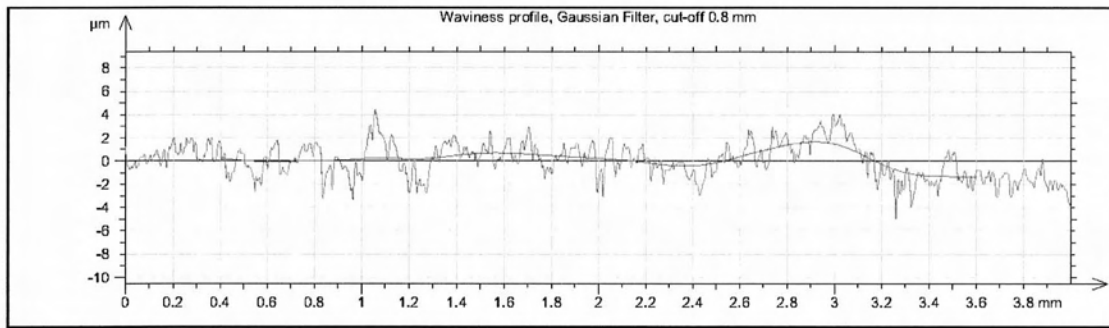
Γράφημα 483 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.08-242



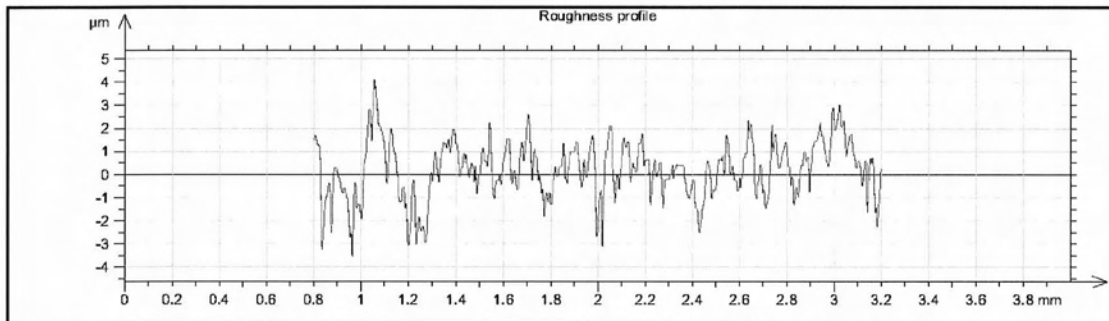
Γράφημα 484 Τραχύτητα Vc500fz0.08-242

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.948 μm	3.88 μm	8.53 μm	-0.858	5.5	6.28 μm	0.0878 mm	3.12 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.08-243



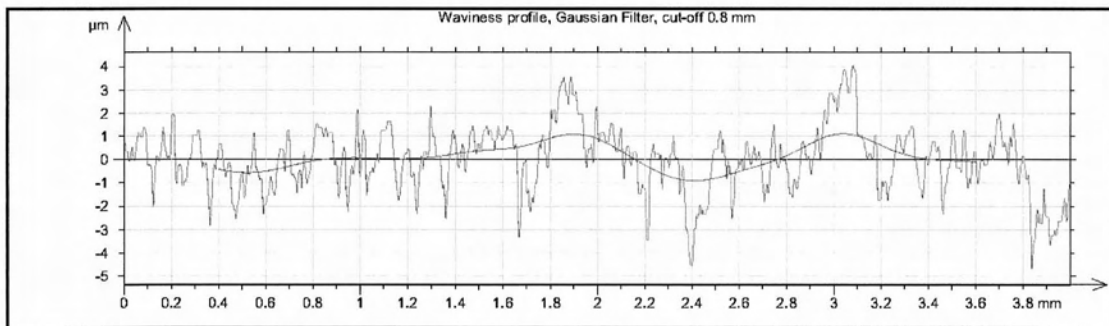
Γράφημα 485 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.08-243



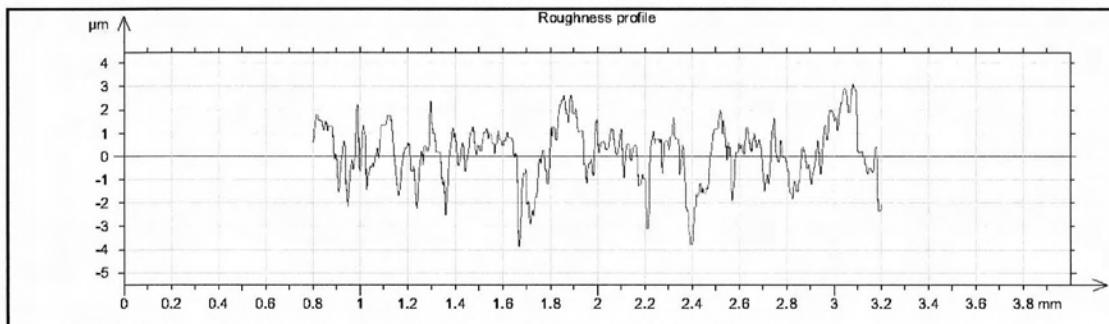
Γράφημα 486 Τραχύτητα Vc500fz0.08-243

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.909 μm	3.25 μm	8.39 μm	-0.163	3.56	6.15 μm	0.067 mm	2.82 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.08-244



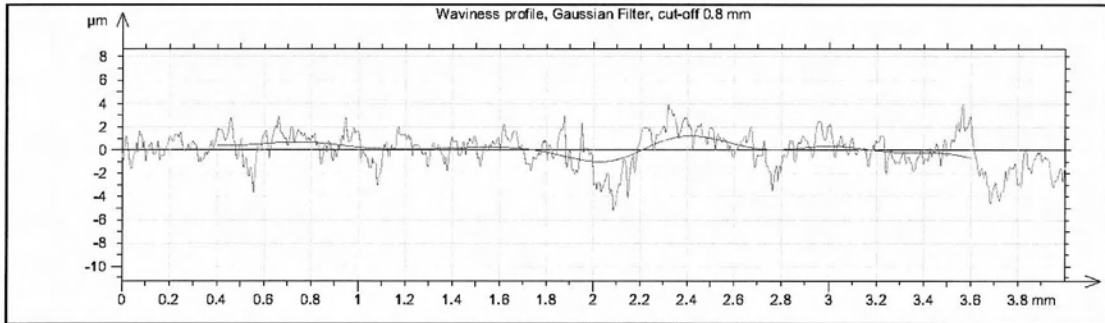
Γράφημα 487 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.08-244



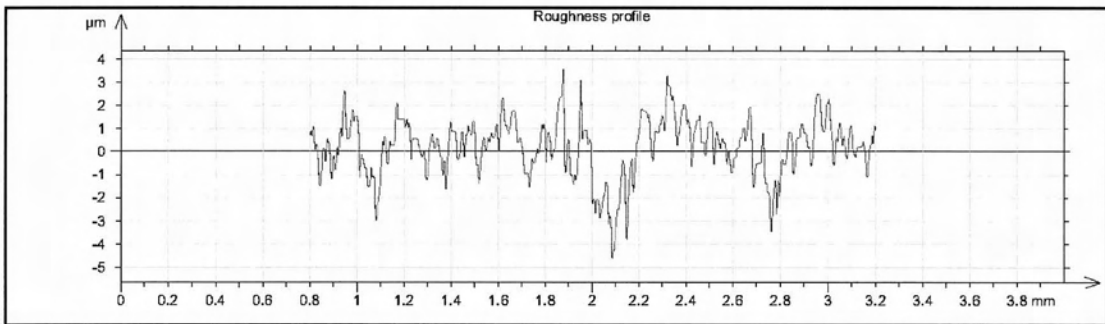
Γράφημα 488 Τραχύτητα Vc500fz0.08-244

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.857 μm	3.28 μm	6.88 μm	-0.679	3.63	5.46 μm	0.0834 mm	2.71 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.08-245



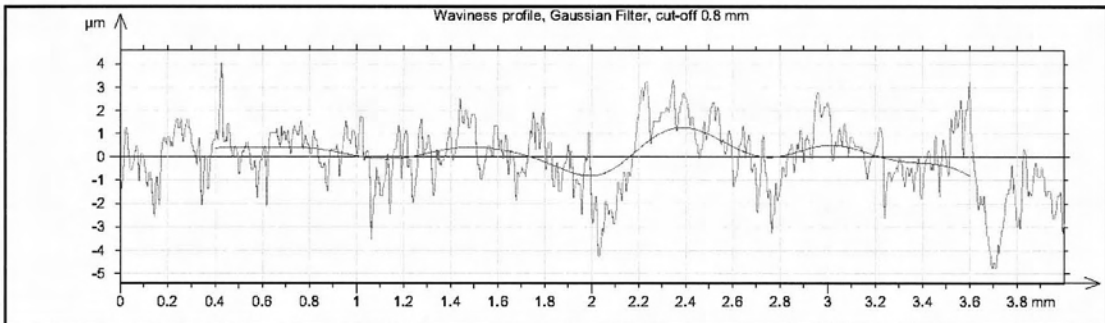
Γράφημα 489 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.08-245



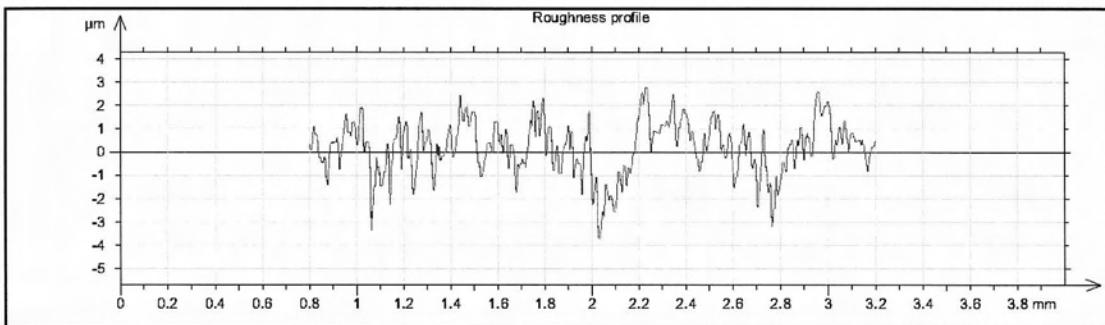
Γράφημα 490 Τραχύτητα Vc500fz0.08-245

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.948 μm	3.46 μm	8.79 μm	-0.567	3.79	6.43 μm	0.0774 mm	2.58 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.08-246



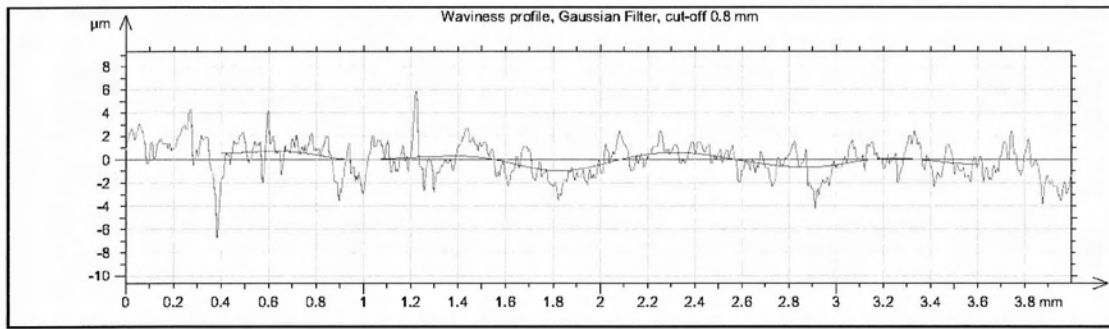
Γράφημα 491 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.08-246



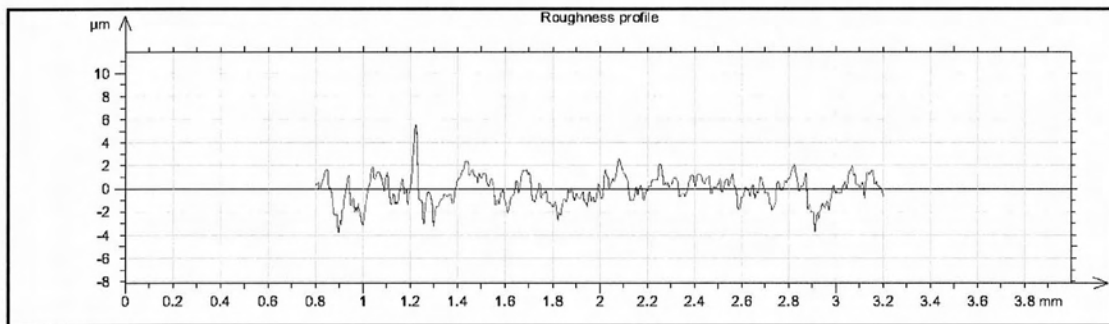
Γράφημα 492 Τραχύτητα Vc500fz0.08-246

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.84 μm	3 μm	7.52 μm	-0.339	3.66	5.82 μm	0.0732 mm	2.7 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.08-247



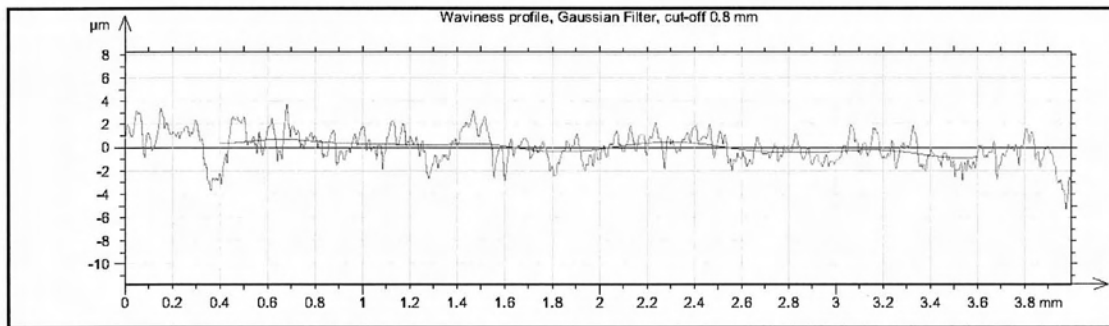
Γράφημα 493 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.08-247



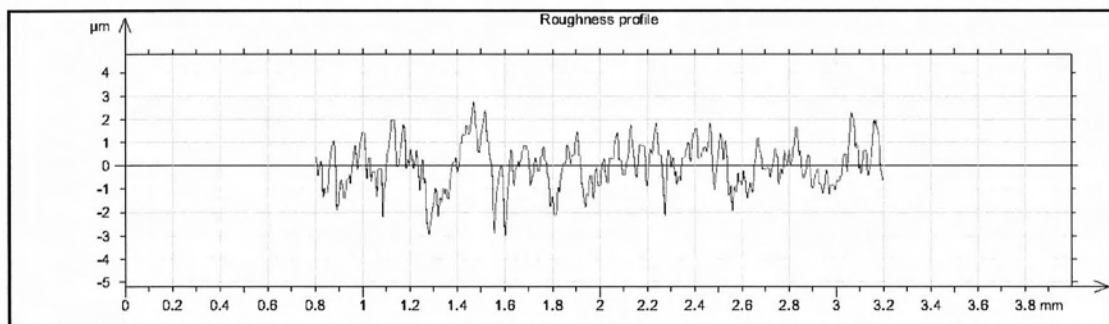
Γράφημα 494 Τραχύτητα Vc500fz0.08-247

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.881 μm	2.85 μm	9.29 μm	0.435	5.5	6.72 μm	0.102 mm	3.09 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.08-248



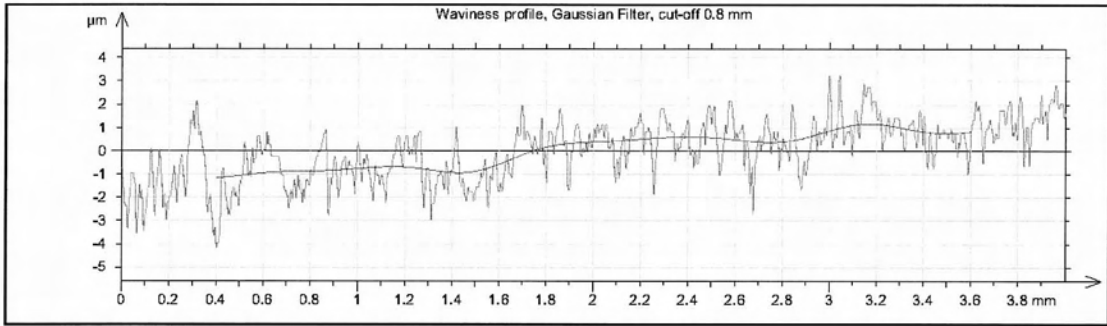
Γράφημα 495 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.08-248



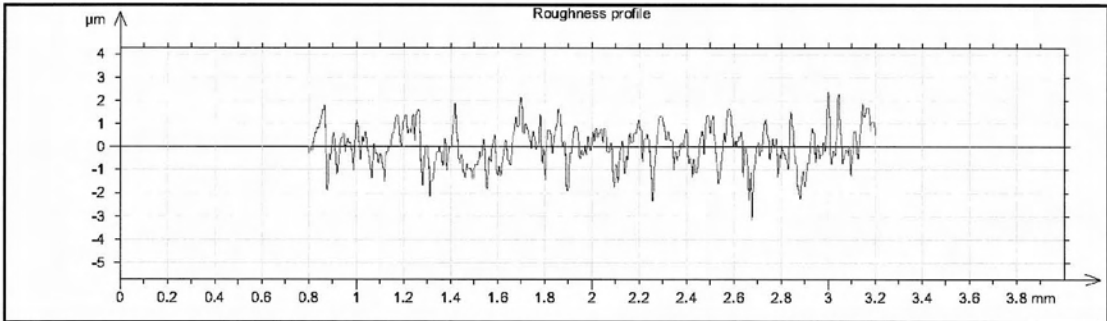
Γράφημα 496 Τραχύτητα Vc500fz0.08-248

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.816 μm	2.9 μm	6.53 μm	-0.0406	3.34	5.44 μm	0.0765 mm	2.44 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.08-249



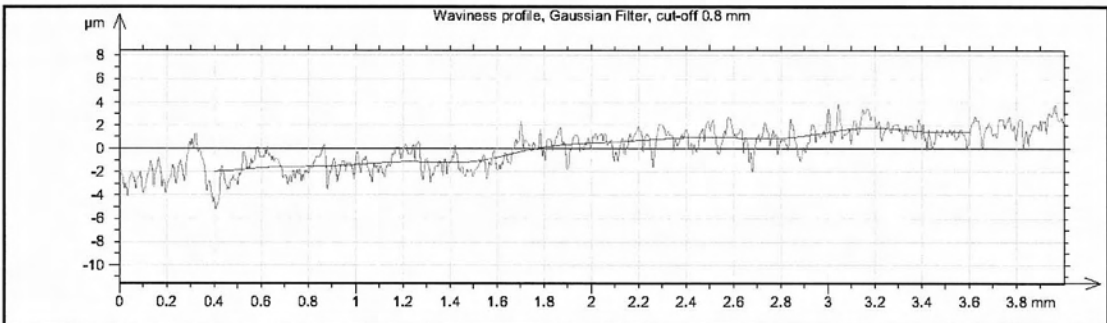
Γράφημα 497 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.08-249



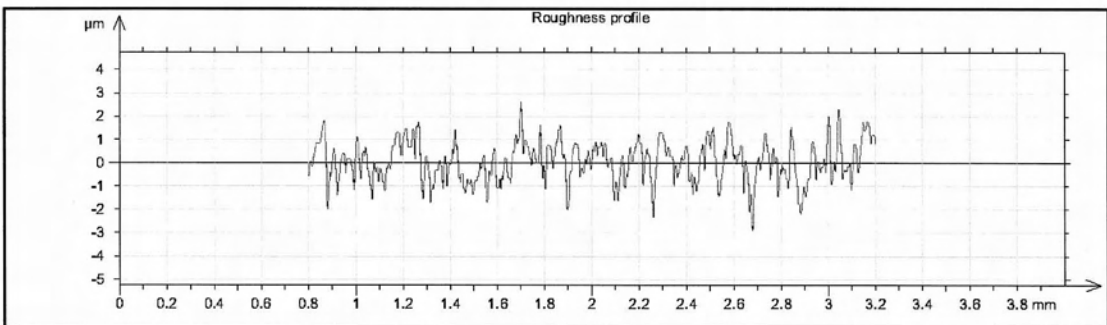
Γράφημα 498 Τραχύτητα Vc500fz0.08-249

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.678 μm	2.75 μm	5.51 μm	-0.384	3.29	4.6 μm	0.061 mm	2.18 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.08-250



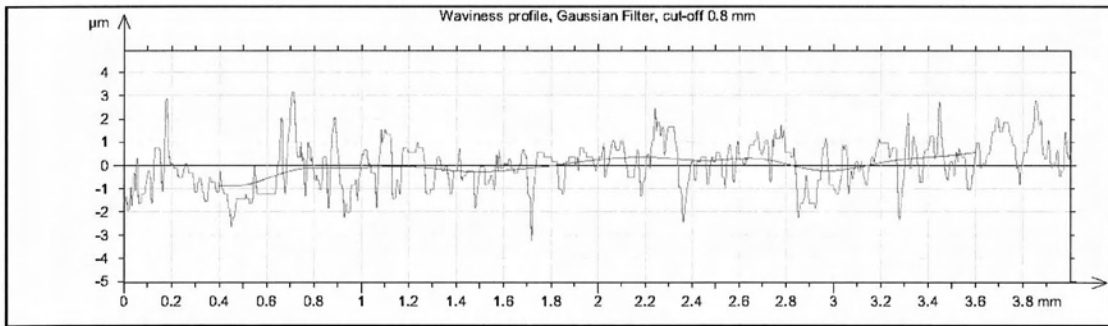
Γράφημα 499 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.08-250



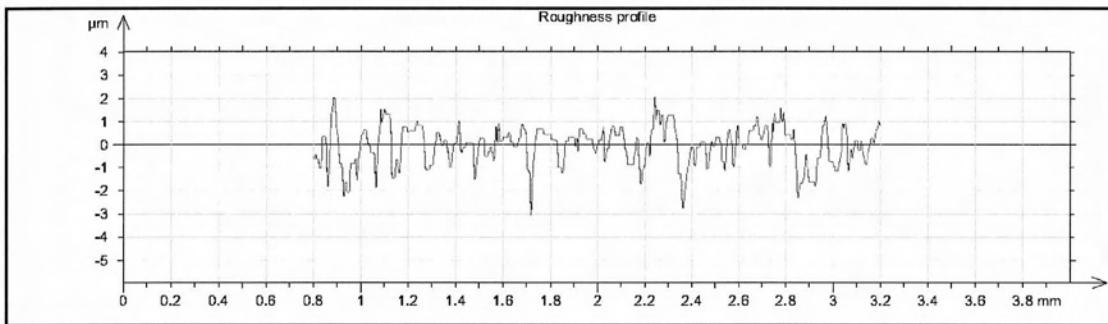
Γράφημα 500 Τραχύτητα Vc500fz0.08-250

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.69 μm	2.75 μm	5.79 μm	-0.407	3.43	4.78 μm	0.0596 mm	2.22 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.08-251



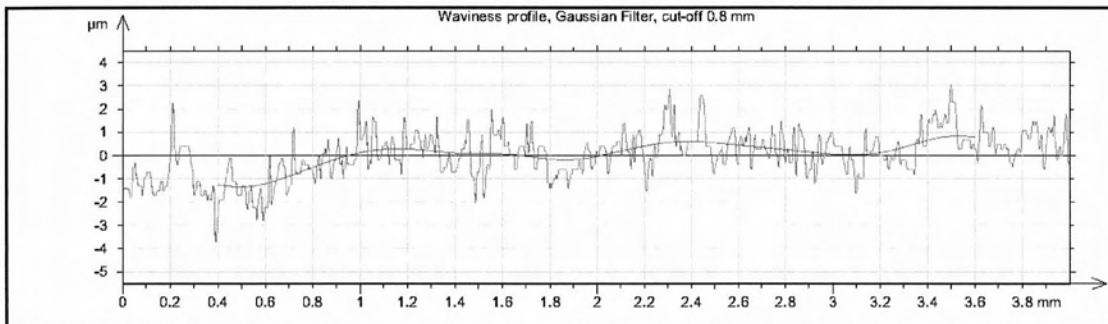
Γράφημα 501 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.08-251



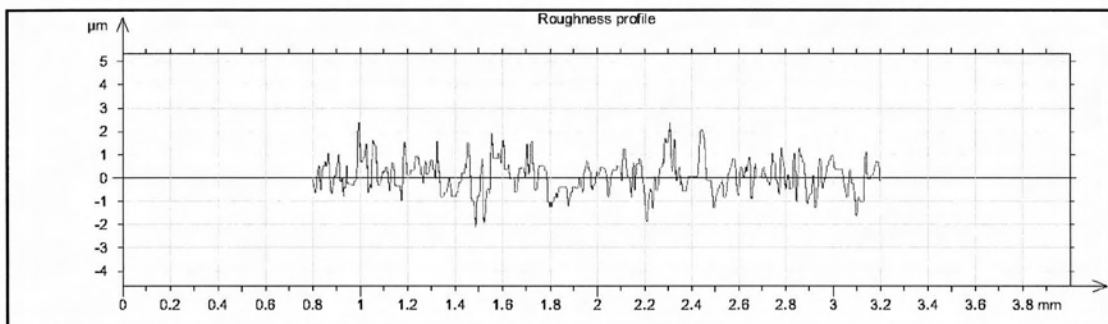
Γράφημα 502 Τραχύτητα Vc500fz0.08-251

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.656 μm	2.63 μm	6.49 μm	0.233	4.56	4.81 μm	0.0776 mm	1.8 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.08-252



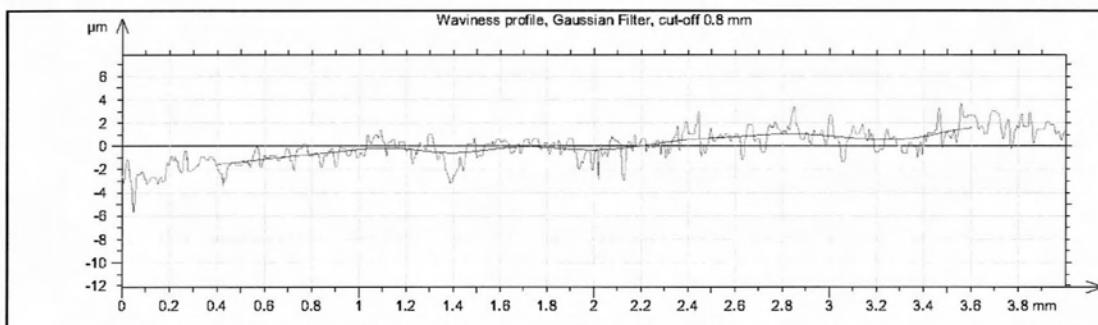
Γράφημα 503 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.08-252



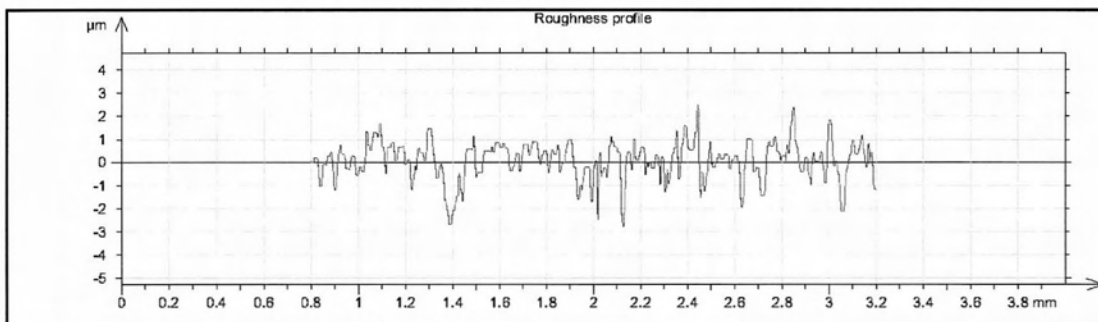
Γράφημα 504 Τραχύτητα Vc500fz0.08-252

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.545 μm	1.87 μm	4.38 μm	0.333	3.42	4.02 μm	0.0717 mm	1.76 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.08-253



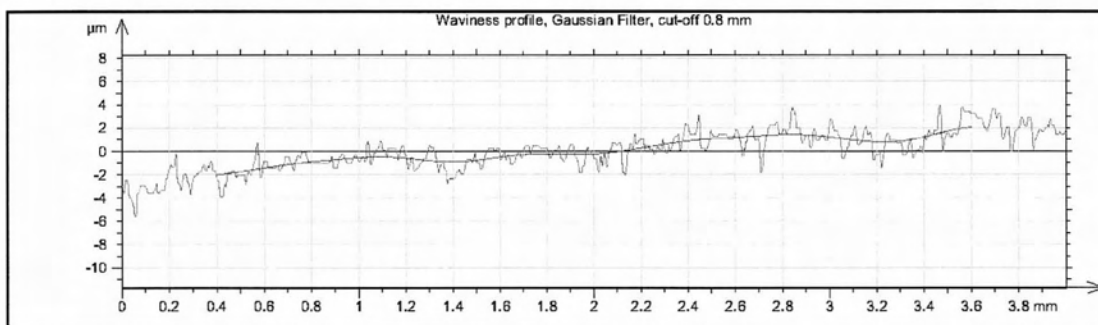
Γράφημα 505 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.08-253



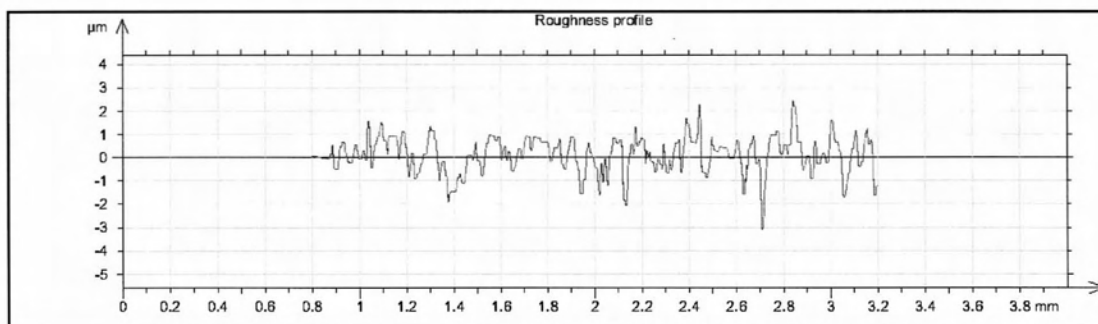
Γράφημα 506 Τραχύτητα Vc500fz0.08-253

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.567 μm	2.41 μm	5.18 μm	-0.821	4.35	4.24 μm	0.0802 mm	1.69 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.08-254



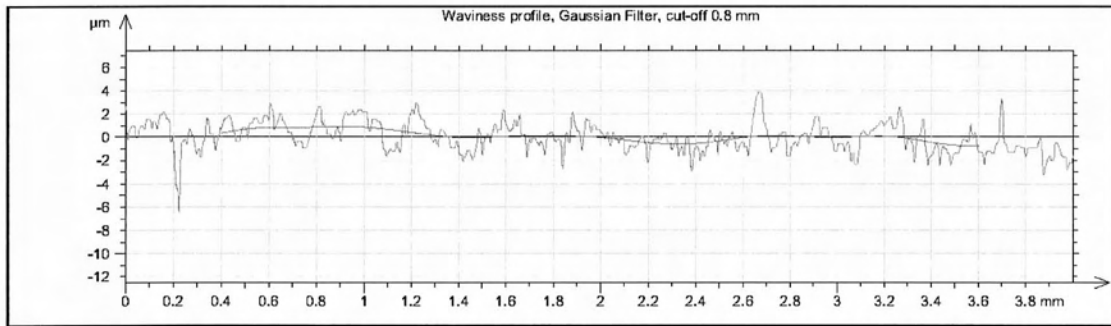
Γράφημα 507 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.08-254



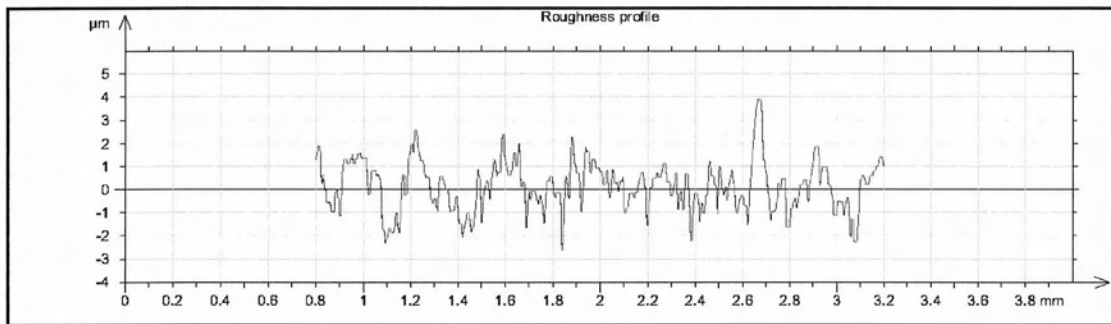
Γράφημα 508 Τραχύτητα Vc500fz0.08-254

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.543 μm	2.3 μm	5.57 μm	-0.674	4.58	4.22 μm	0.0787 mm	1.74 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.08-255



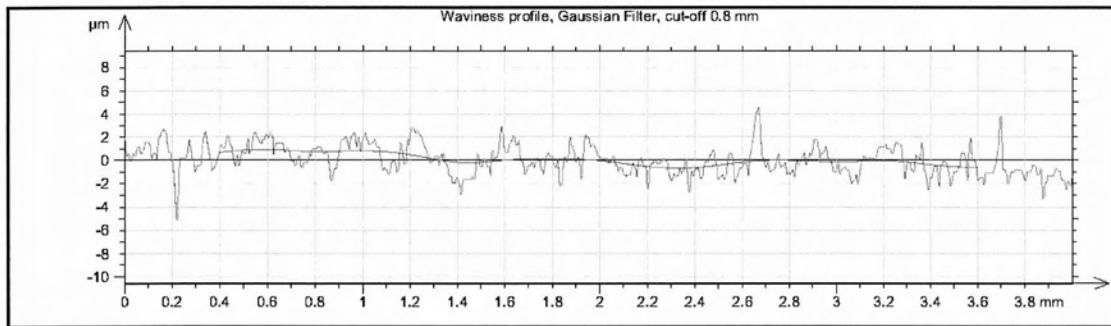
Γράφημα 509 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.08-255



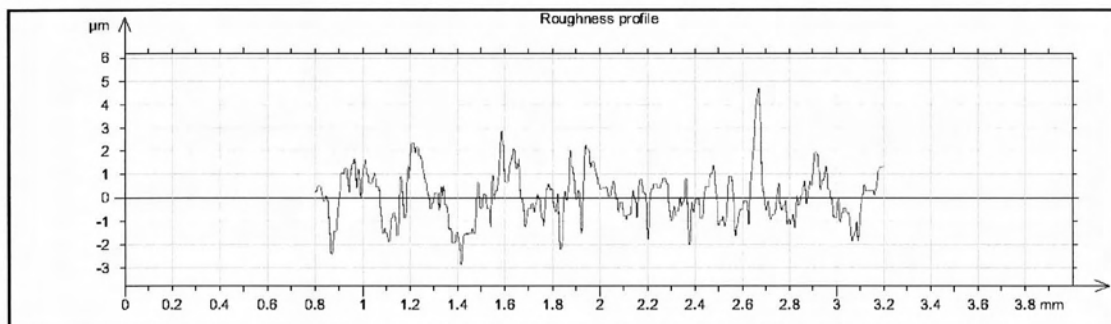
Γράφημα 510 Τραχύτητα Vc500fz0.08-255

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.827 μm	2.5 μm	6.59 μm	0.42	3.66	5.29 μm	0.121 mm	2.54 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.08-256



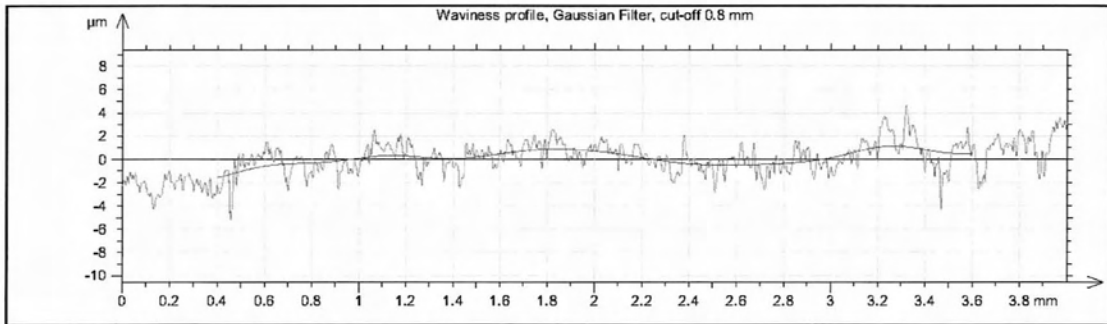
Γράφημα 511 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.08-256



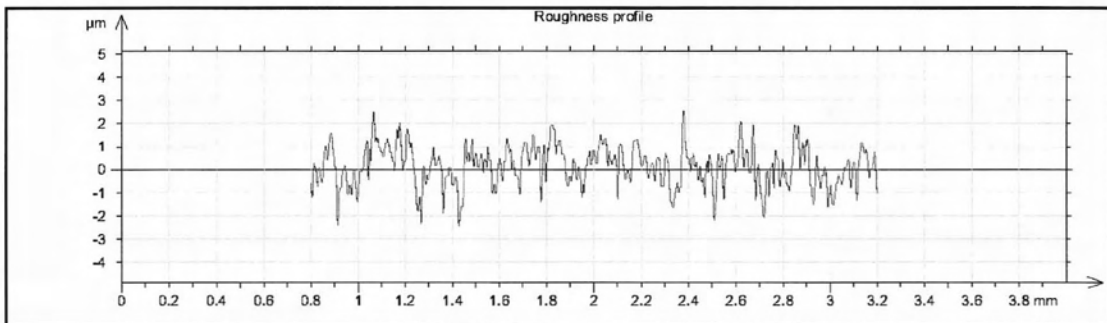
Γράφημα 512 Τραχύτητα Vc500fz0.08-256

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.818 μm	2.43 μm	7.37 μm	0.625	4.48	5.48 μm	0.0982 mm	2.51 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.10-257



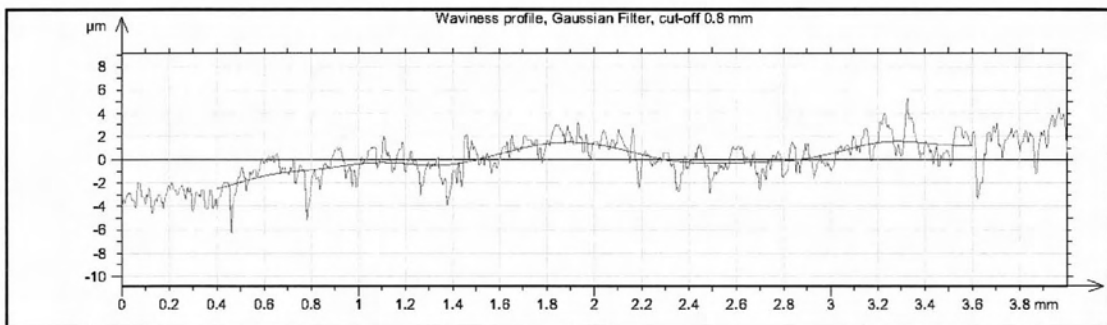
Γράφημα 513 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.10-257



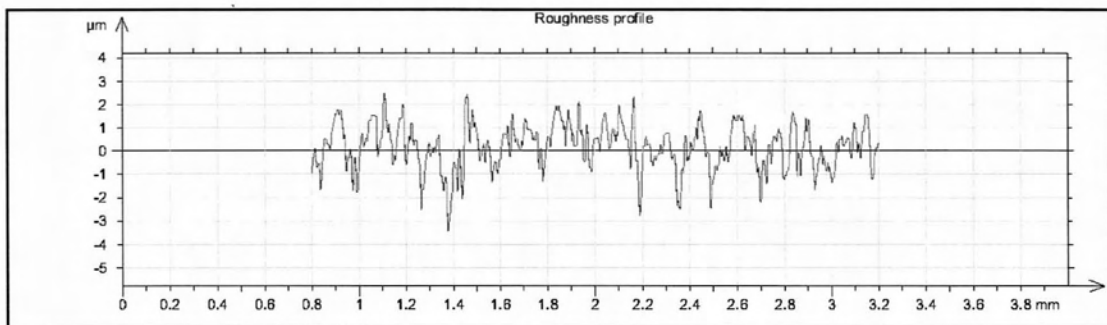
Γράφημα 514 Τραχύτητα Vc500fz0.10-257

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.695 μm	2.95 μm	8.6 μm	-0.484	3.83	5.08 μm	0.0639 mm	2.05 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.10-258



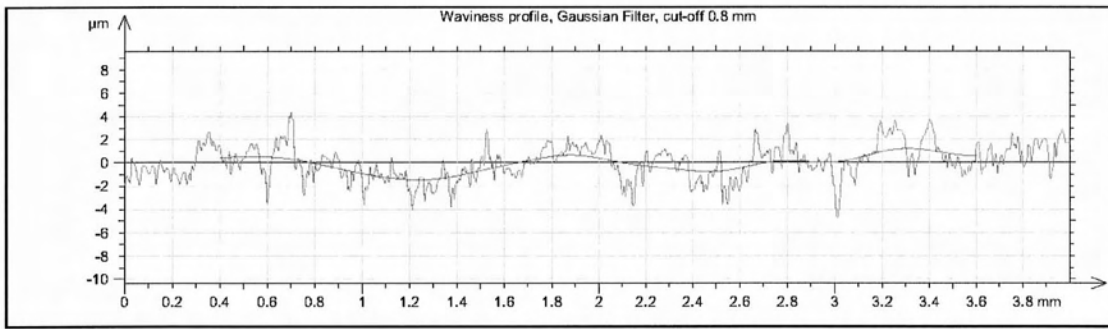
Γράφημα 515 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.10-258



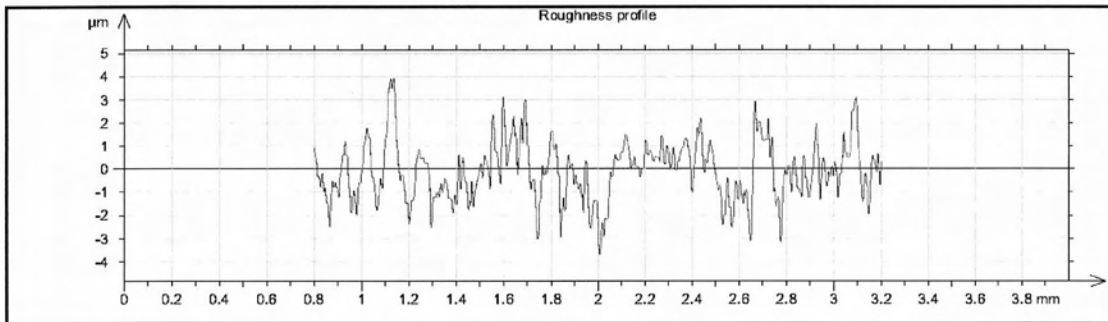
Γράφημα 516 Τραχύτητα Vc500fz0.10-258

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.76 μm	3.54 μm	7.98 μm	-0.717	4.19	5.79 μm	0.0702 mm	2.31 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.10-259



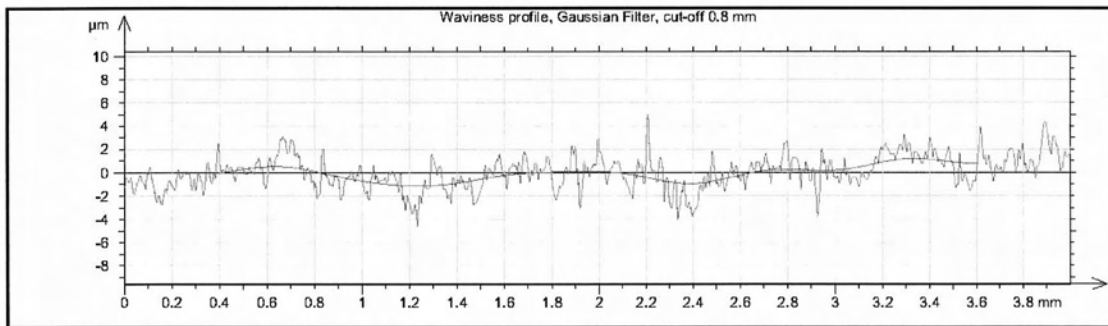
Γράφημα 517 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.10-259



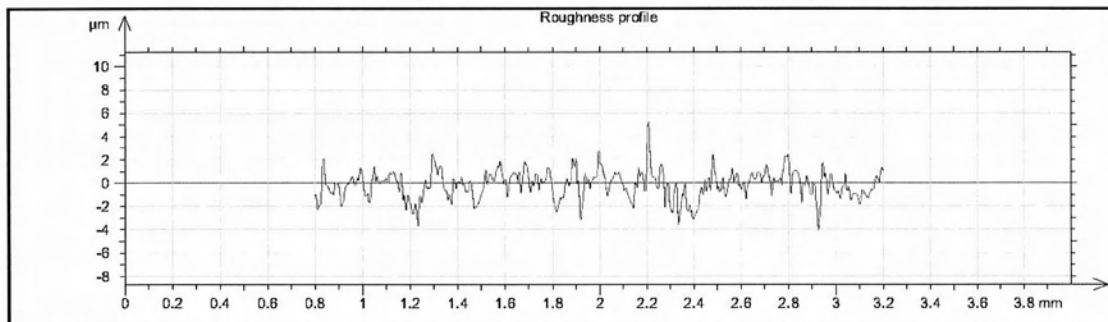
Γράφημα 518 Τραχύτητα Vc500fz0.10-259

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.881 μm	3.39 μm	8.85 μm	-0.0699	4.17	6.96 μm	0.115 mm	2.66 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.10-260



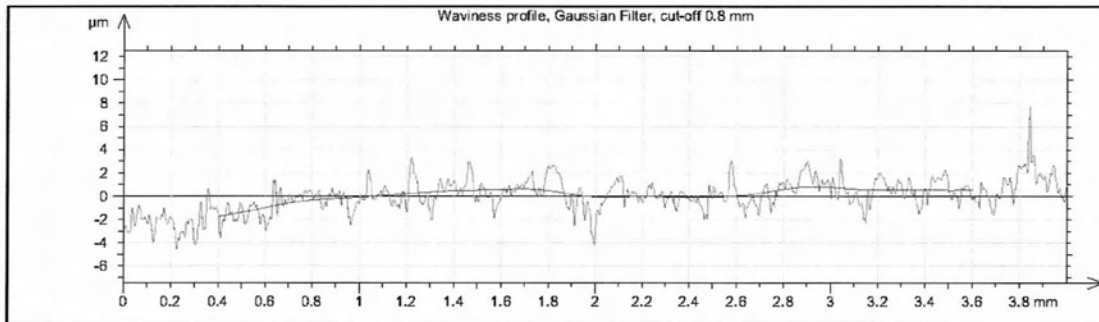
Γράφημα 519 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.10-260



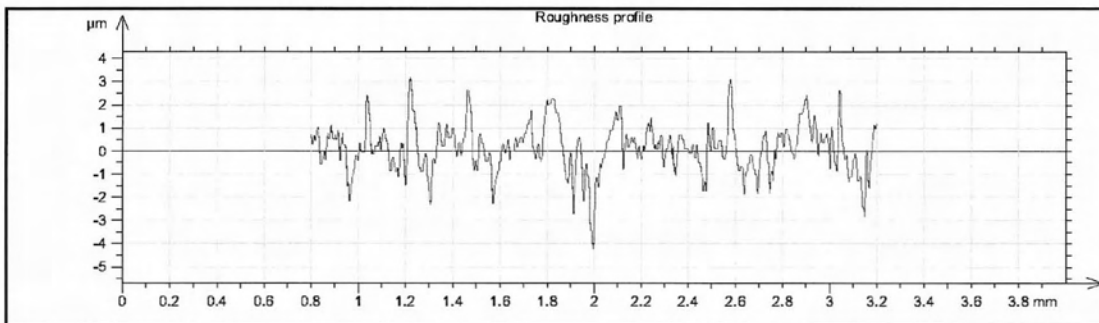
Γράφημα 520 Τραχύτητα Vc500fz0.10-260

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.859 μm	2.97 μm	9.48 μm	0.171	4.19	6.58 μm	0.069 mm	2.65 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.10-261



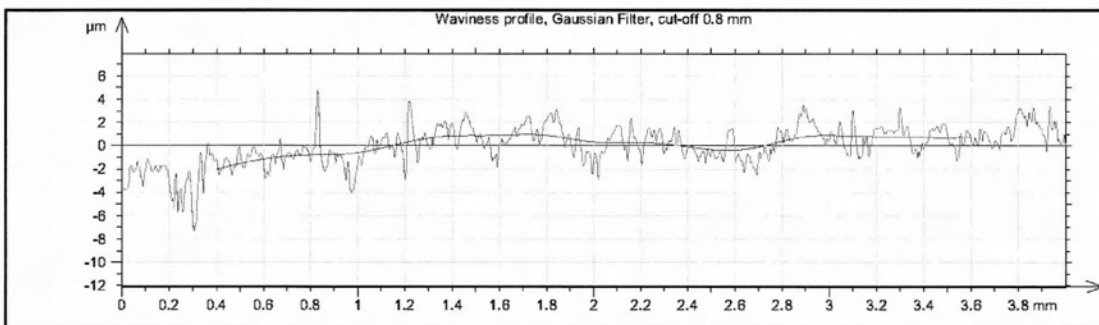
Γράφημα 521 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.10-261



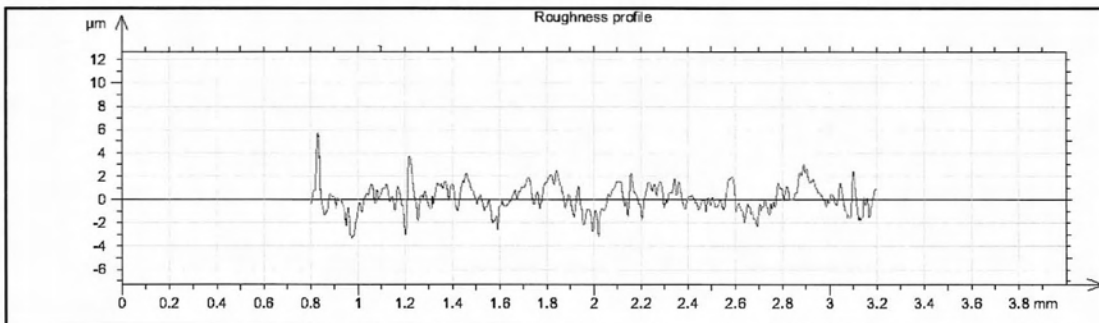
Γράφημα 522 Τραχύτητα Vc500fz0.10-261

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.826 μm	3.23 μm	8.92 μm	0.259	5.51	6.97 μm	0.0833 mm	2.74 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.10-262



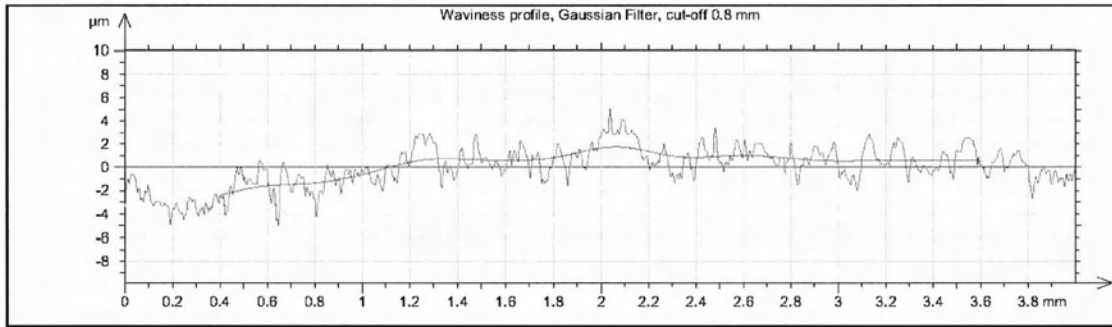
Γράφημα 523 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.10-262



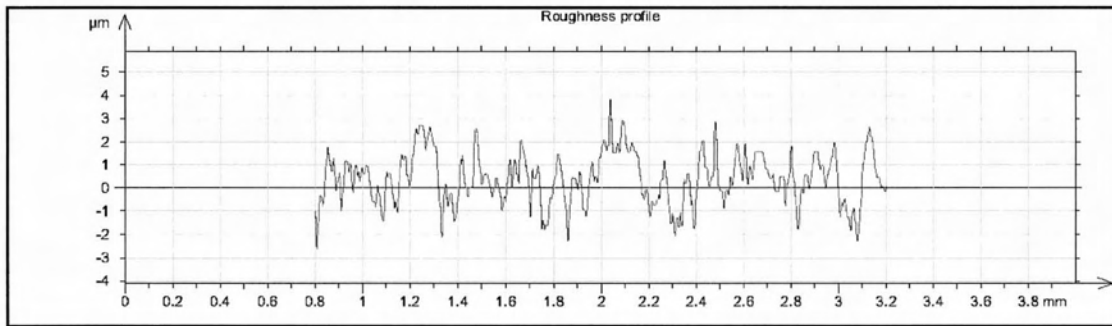
Γράφημα 524 Τραχύτητα Vc500fz0.10-262

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.729 μm	3.08 μm	7.2 μm	-0.161	4.77	5.86 μm	0.0723 mm	2.11 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.10-263



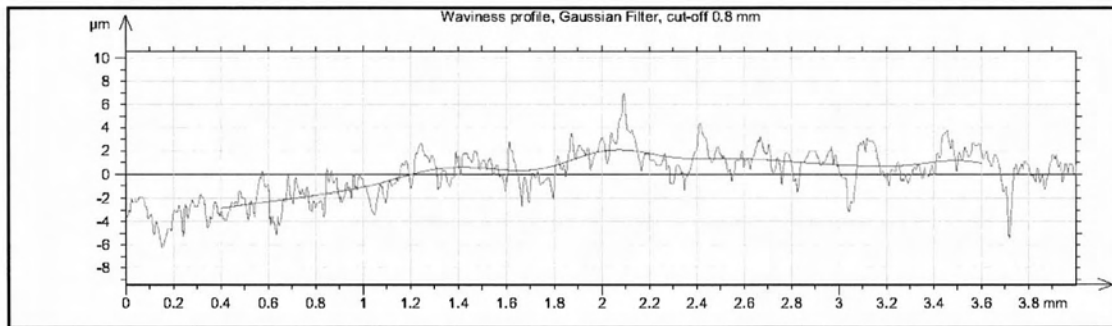
Γράφημα 525 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.10-263



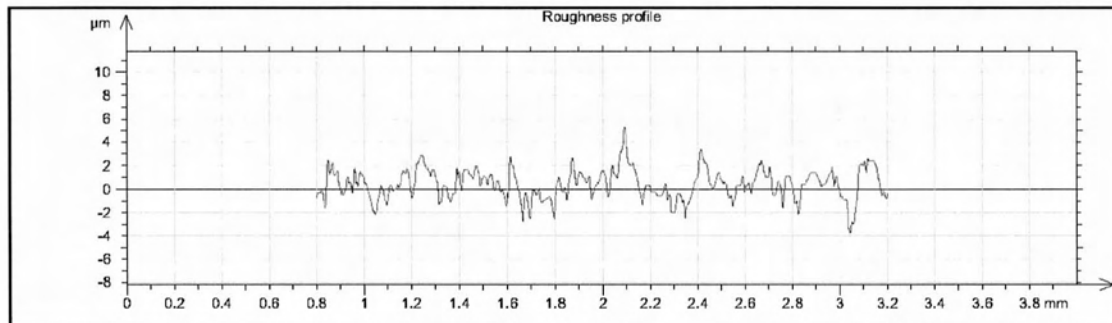
Γράφημα 526 Τραχύτητα Vc500fz0.10-263

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.853 μm	2.8 μm	6.82 μm	0.109	2.87	5.43 μm	0.0806 mm	2.67 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.10-264



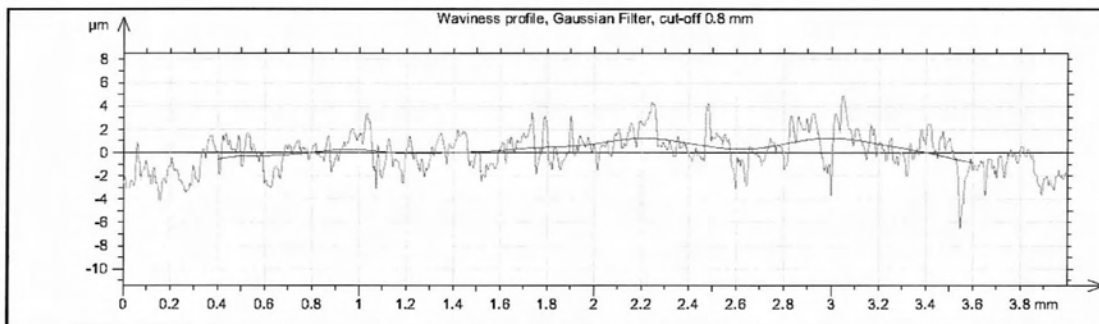
Γράφημα 527 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.10-264



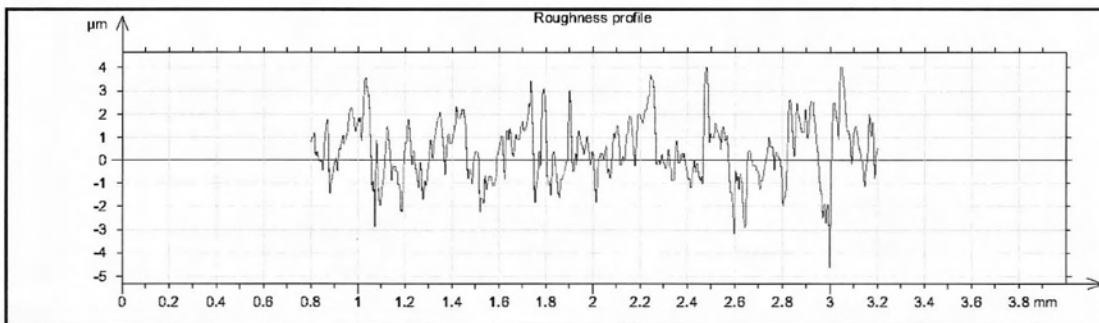
Γράφημα 528 Τραχύτητα Vc500fz0.10-264

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.915 μm	2.89 μm	8.84 μm	0.374	3.68	6.21 μm	0.106 mm	3.26 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.10-265



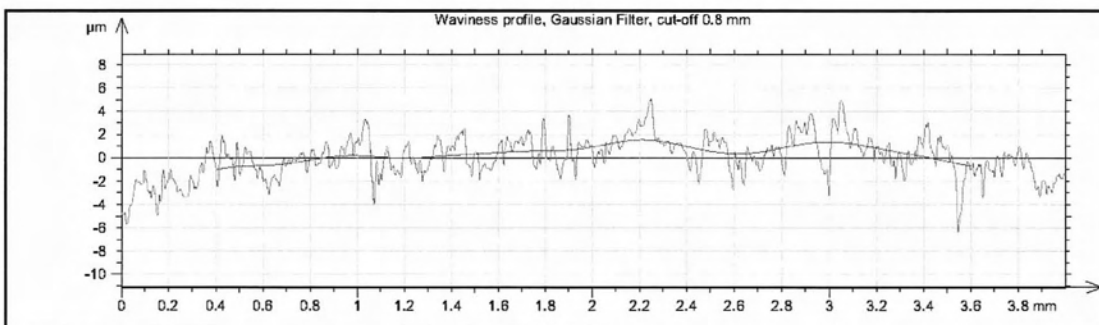
Γράφημα 529 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.10-265



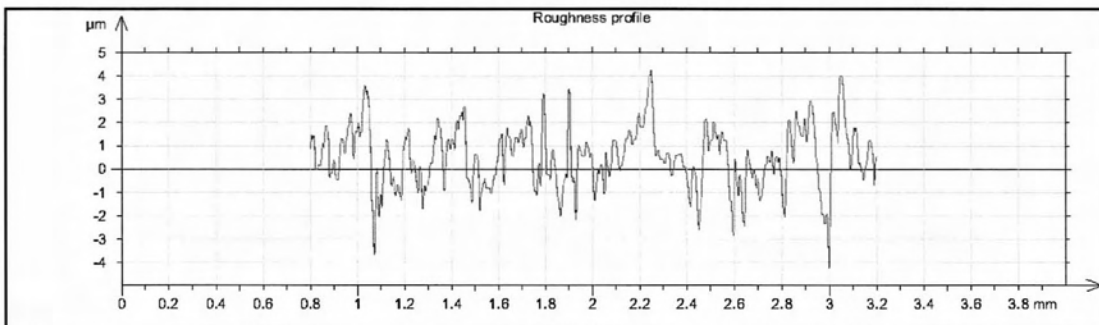
Γράφημα 530 Τραχύτητα Vc500fz0.10-265

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.96 μm	3.07 μm	9.6 μm	0.12	3.03	6.39 μm	0.0812 mm	3.36 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.10-266



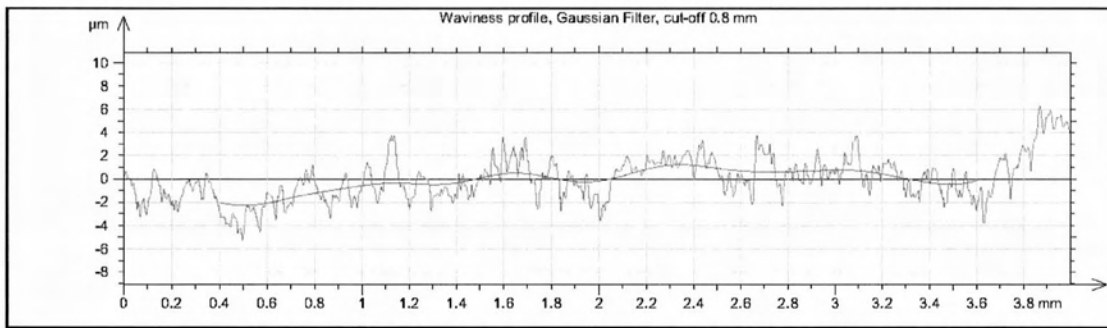
Γράφημα 531 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.10-266



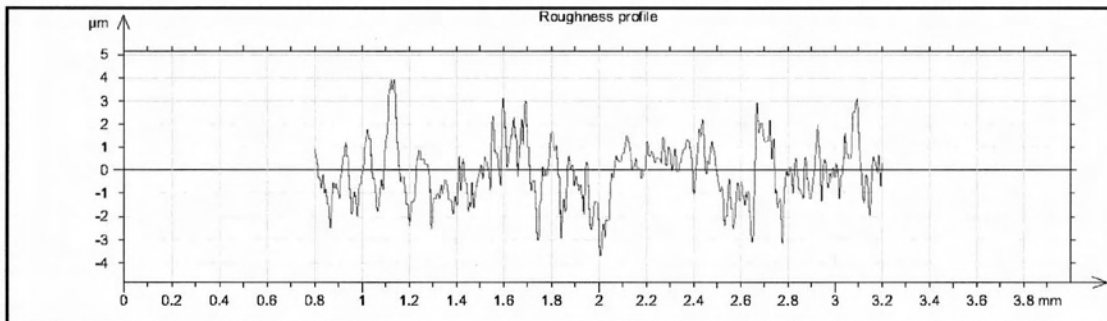
Γράφημα 532 Τραχύτητα Vc500fz0.10-266

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.925 μm	3.26 μm	9.48 μm	0.0893	3.24	6.54 μm	0.0846 mm	3.26 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.10-267



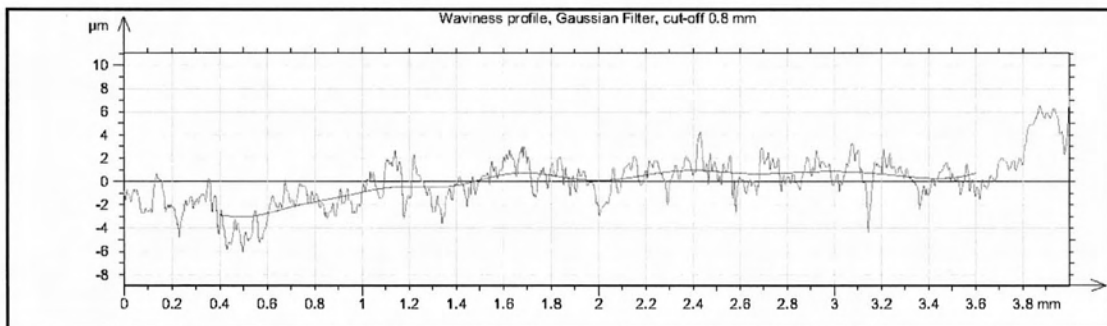
Γράφημα 533 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.10-267



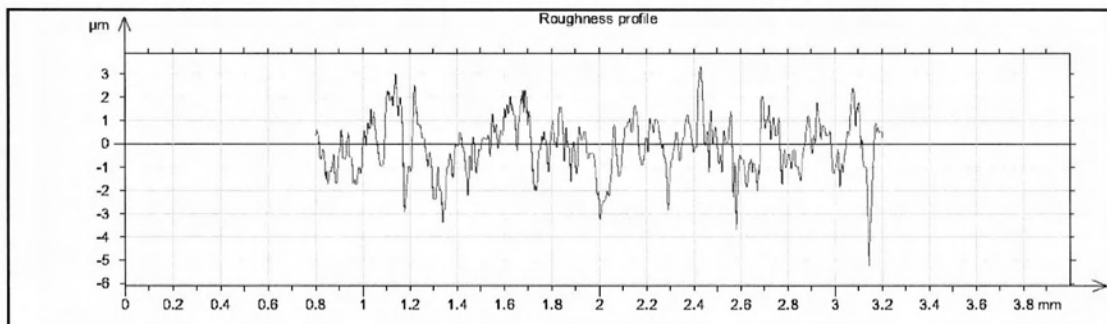
Γράφημα 534 Τραχύτητα Vc500fz0.10-267

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1.01 μm	3.1 μm	7.49 μm	0.119	3.19	6.57 μm	0.089 mm	3.09 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.10-268



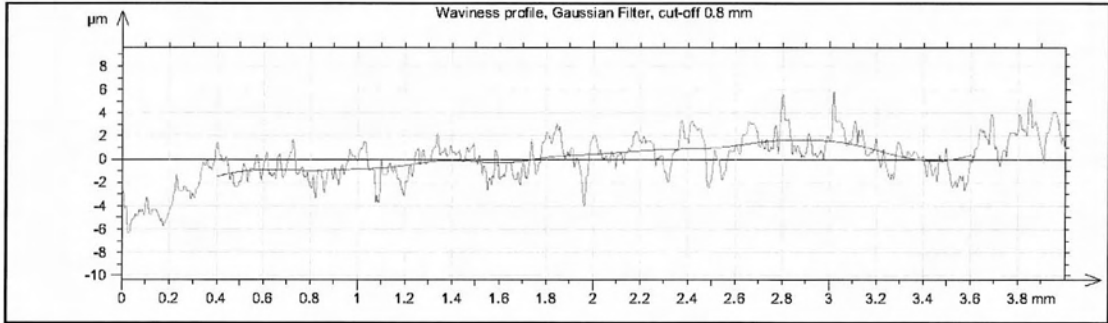
Γράφημα 535 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.10-268



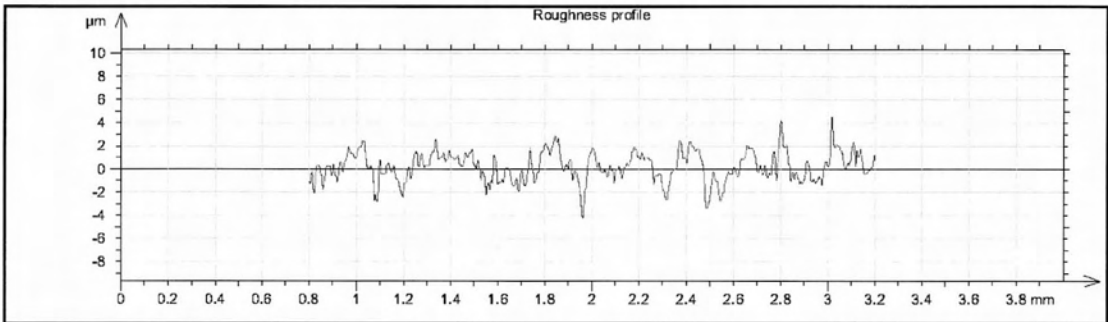
Γράφημα 536 Τραχύτητα Vc500fz0.10-268

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.963 μm	3.2 μm	8.45 μm	-0.251	2.79	6.28 μm	0.0876 mm	3.04 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.10-269



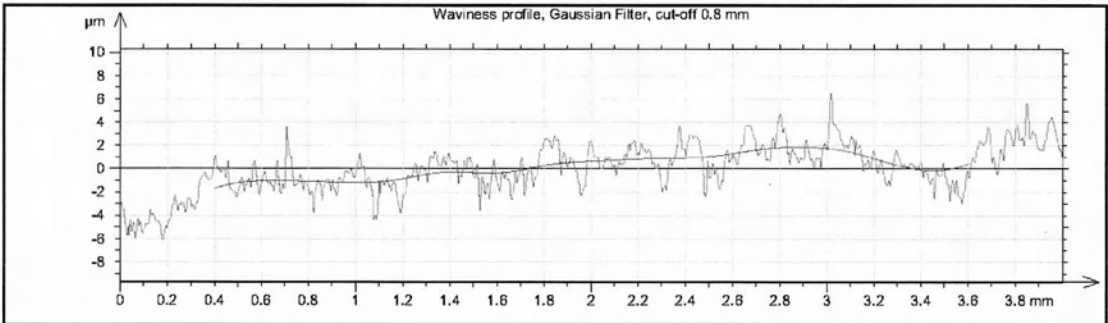
Γράφημα 537 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.10-269



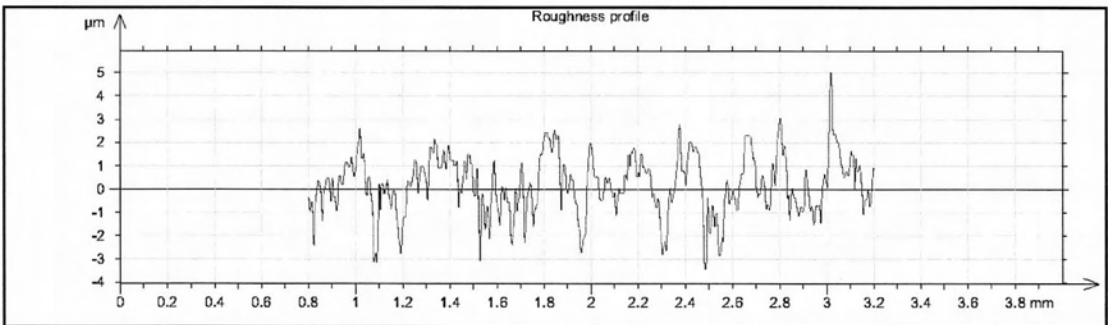
Γράφημα 538 Τραχύτητα Vc500fz0.10-269

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.937 μm	3.58 μm	8.73 μm	-0.173	3.42	6.81 μm	0.0899 mm	3.2 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.10-270



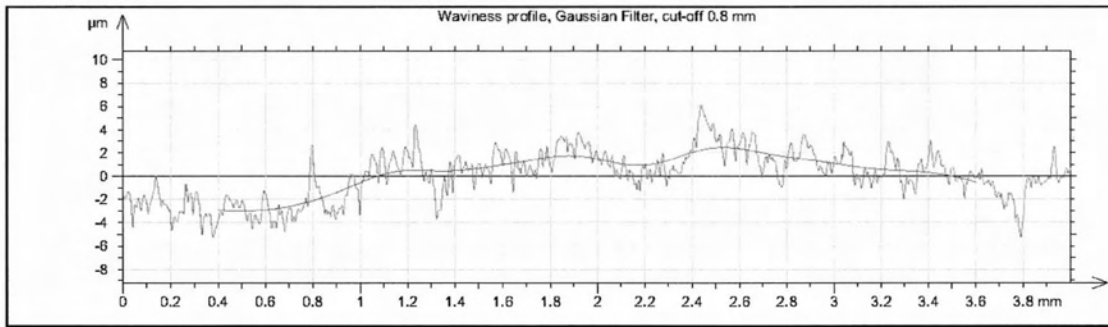
Γράφημα 539 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.10-270



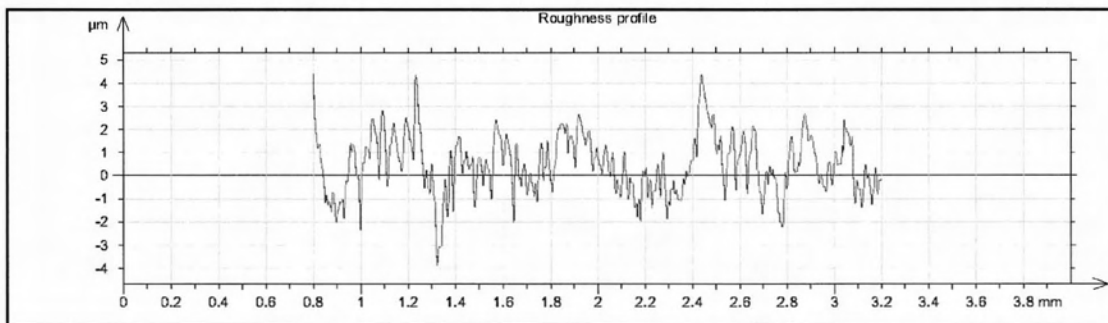
Γράφημα 540 Τραχύτητα Vc500fz0.10-270

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.944 μm	3.31 μm	8.17 μm	-0.0824	3.28	6.61 μm	0.0843 mm	3.09 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.10-271



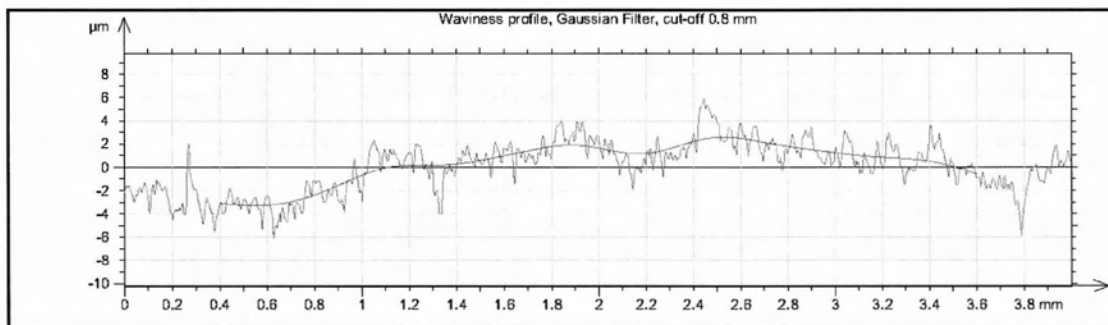
Γράφημα 541 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.10-271



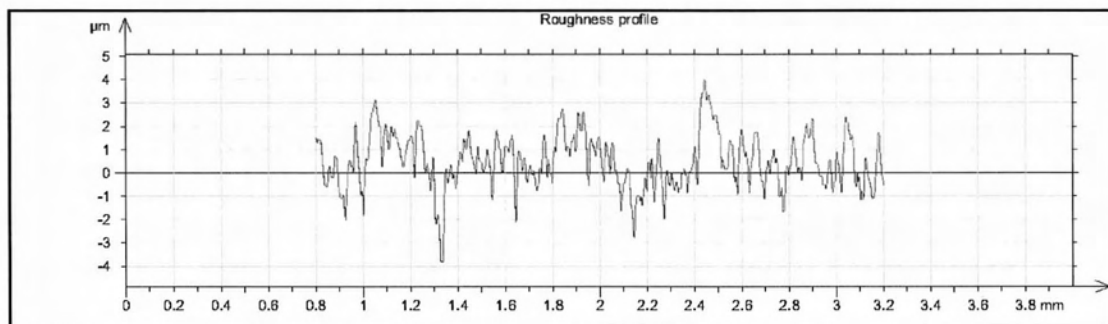
Γράφημα 542 Τραχύτητα Vc500fz0.10-271

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.983 μm	3.2 μm	8.95 μm	0.319	3.83	7.41 μm	0.0942 mm	3.27 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.10-272



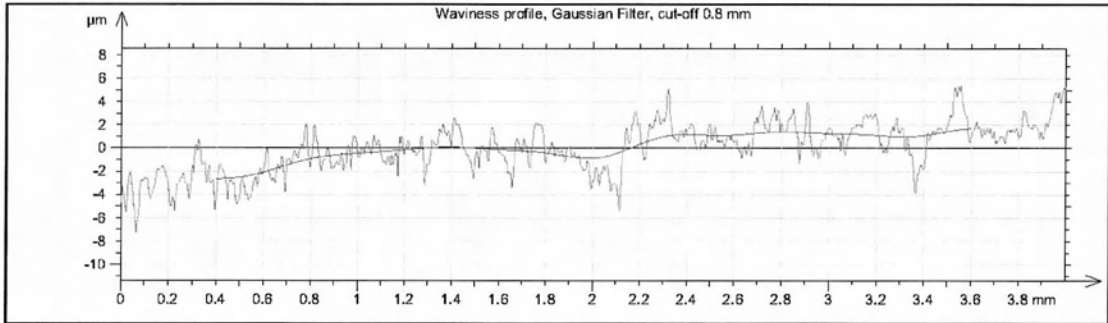
Γράφημα 543 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.10-272



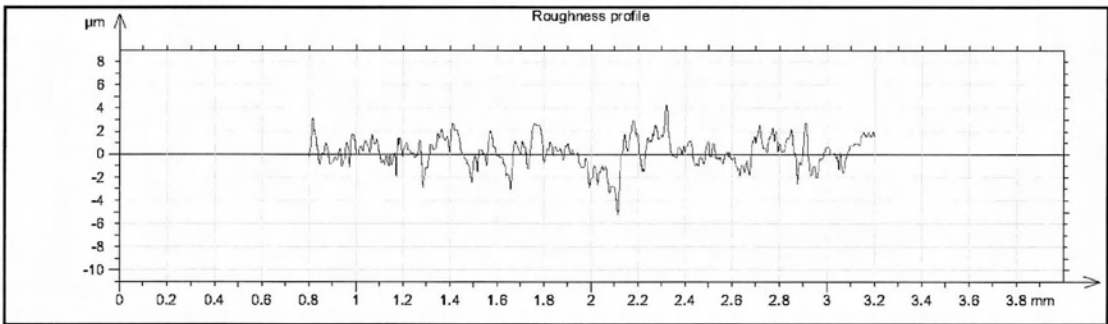
Γράφημα 544 Τραχύτητα Vc500fz0.10-272

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.85 μm	3.38 μm	7.67 μm	-0.0899	3.94	6.14 μm	0.0737 mm	2.76 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.10-273



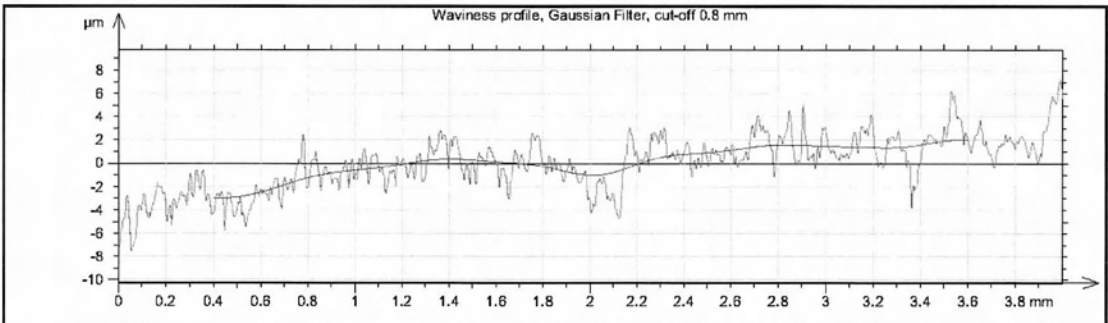
Γράφημα 545 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.10-273



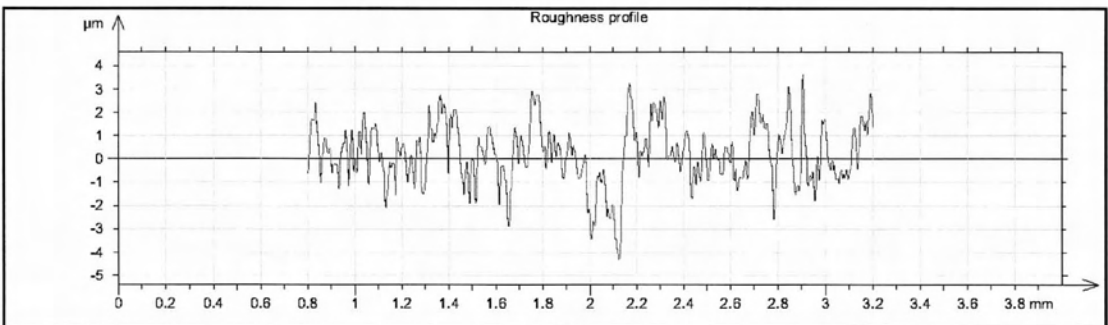
Γράφημα 546 Τραχύτητα Vc500fz0.10-273

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.957 μm	3.5 μm	9.08 μm	-0.103	3.74	6.72 μm	0.0853 mm	2.99 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.10-274



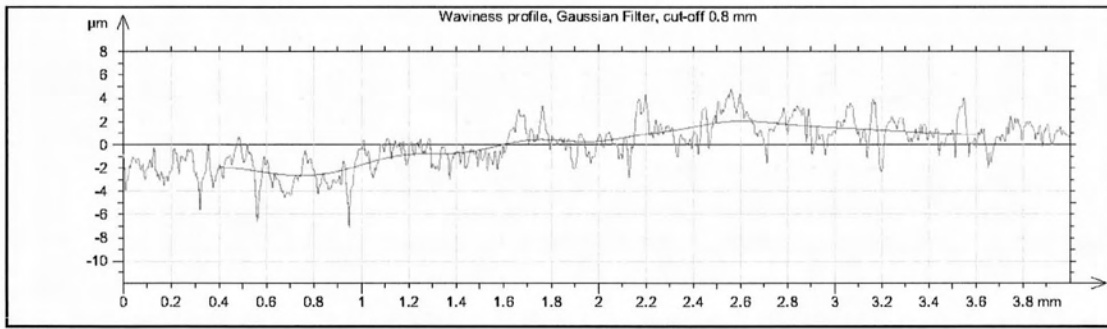
Γράφημα 547 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.10-274



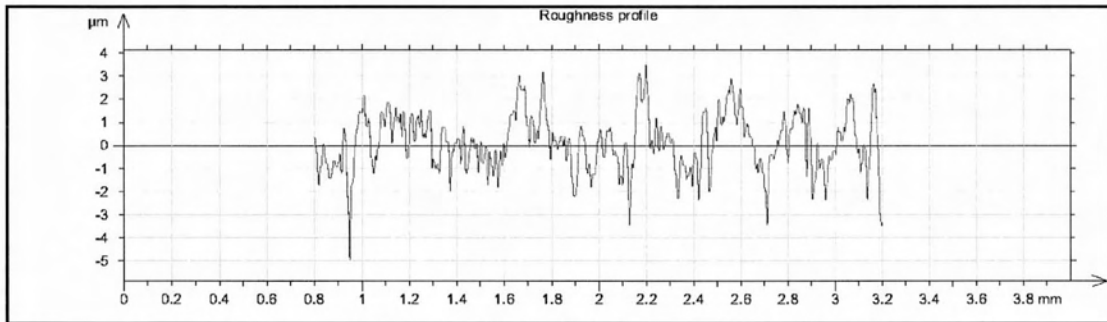
Γράφημα 548 Τραχύτητα Vc500fz0.10-274

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.941 μm	3.31 μm	9.56 μm	-0.156	3.7	6.6 μm	0.0711 mm	3.02 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.10-275



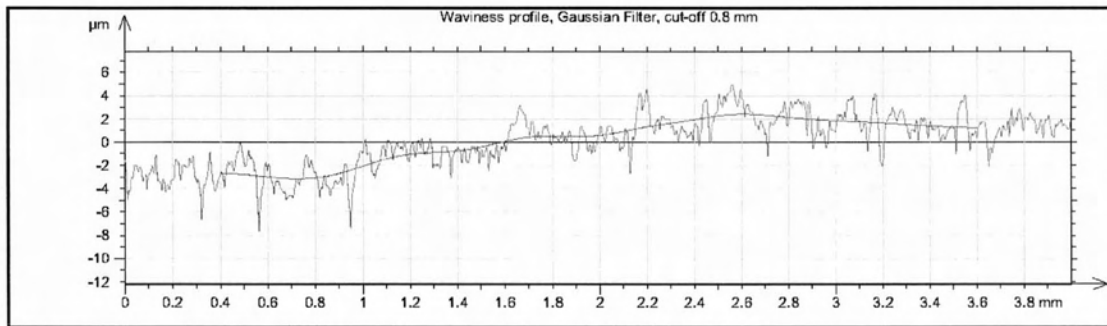
Γράφημα 549 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.10-275



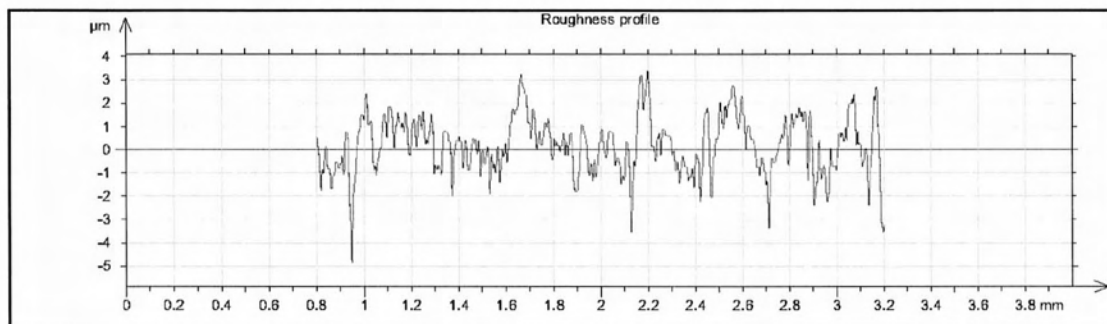
Γράφημα 550 Τραχύτητα Vc500fz0.10-275

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.954 μm	3.62 μm	8.39 μm	-0.0712	3.48	6.64 μm	0.0789 mm	3.16 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.10-276



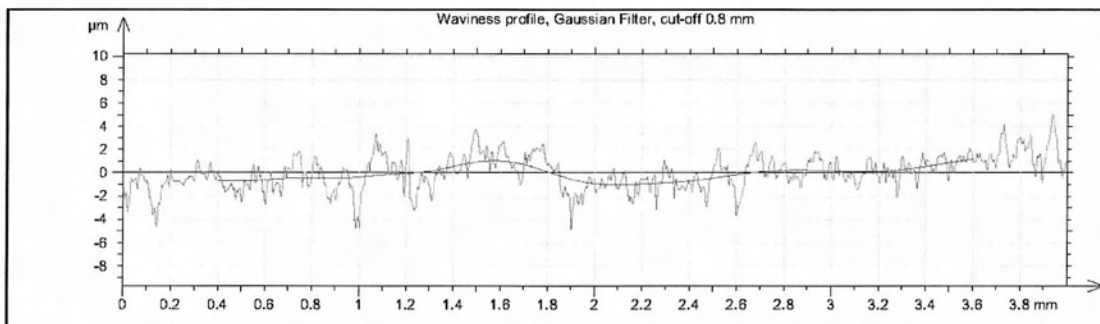
Γράφημα 551 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.10-276



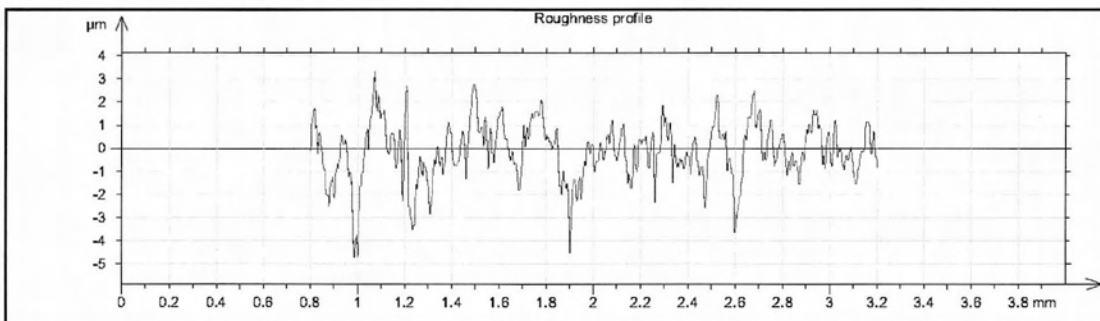
Γράφημα 552 Τραχύτητα Vc500fz0.10-276

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.918 μm	3.63 μm	8.15 μm	-0.105	3.87	6.56 μm	0.0801 mm	3.12 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.10-277



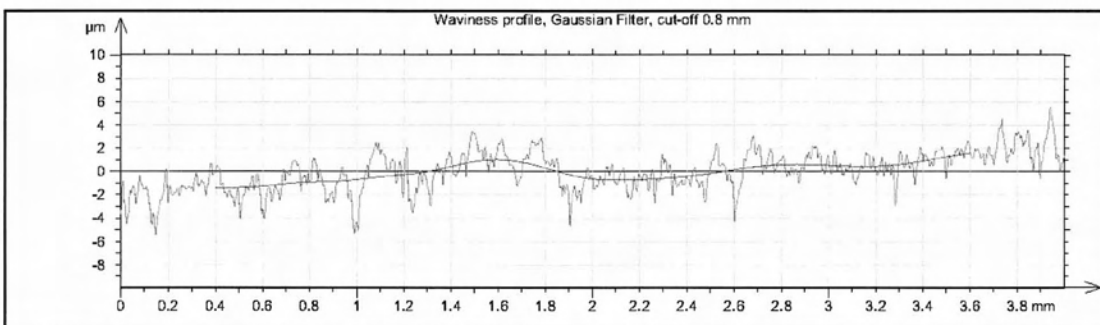
Γράφημα 553 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.10-277



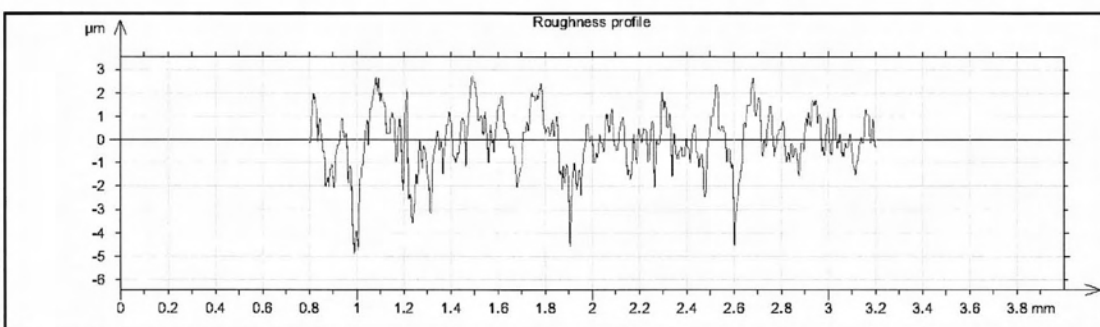
Γράφημα 554 Τραχύτητα Vc500fz0.10-277

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.958 μm	4.04 μm	8.05 μm	-0.387	3.82	7.13 μm	0.0701 mm	2.89 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.10-278



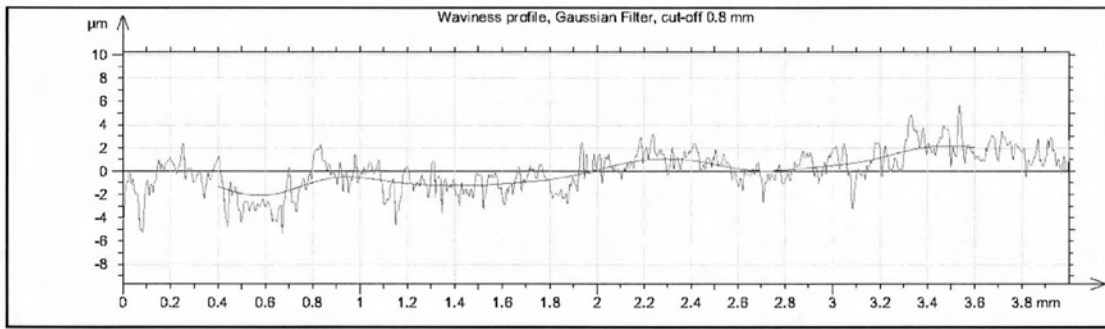
Γράφημα 555 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.10-278



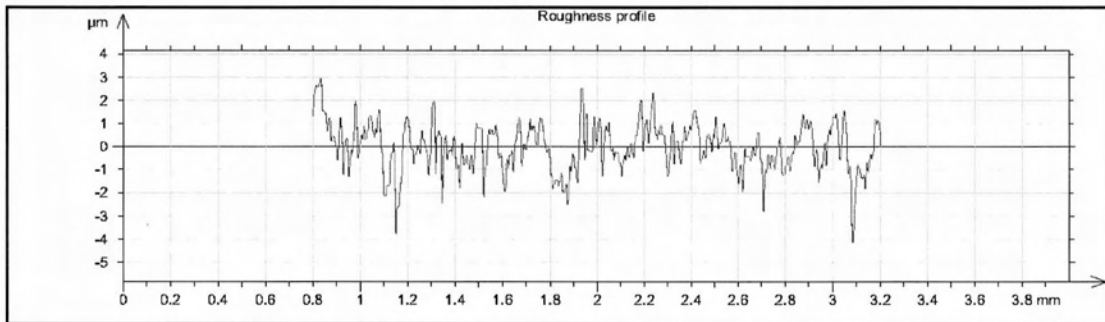
Γράφημα 556 Τραχύτητα Vc500fz0.10-278

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.999 μm	4.48 μm	7.57 μm	-0.501	3.72	7.24 μm	0.071 mm	2.88 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.10-279



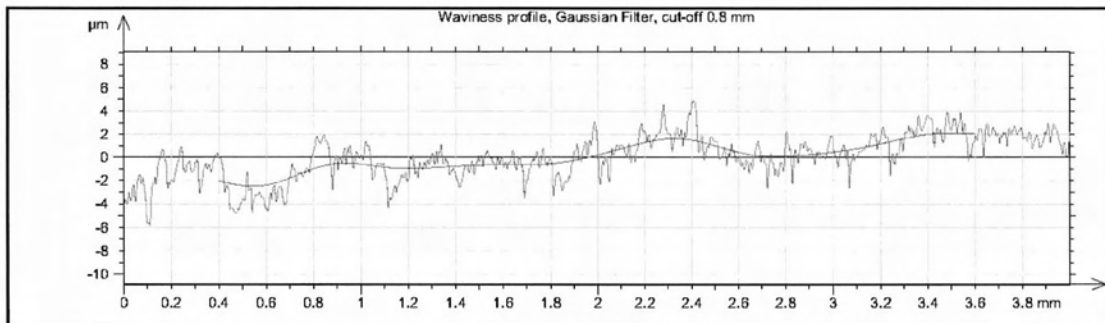
Γράφημα 557 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.10-279



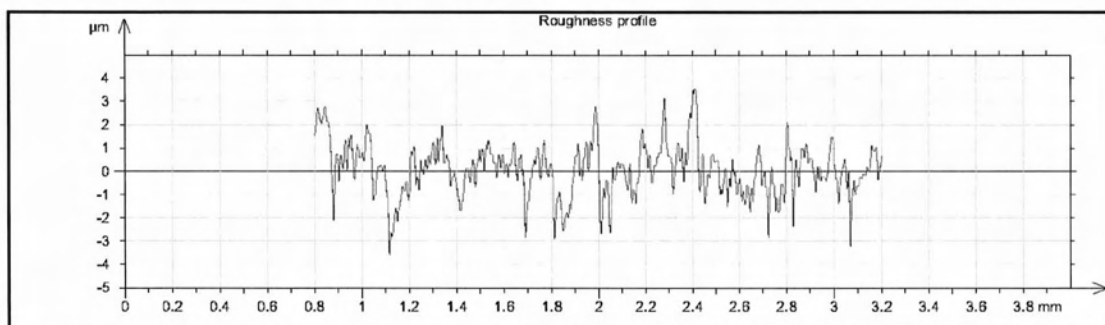
Γράφημα 558 Τραχύτητα Vc500fz0.10-279

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.817 μm	2.9 μm	7.43 μm	-0.25	3.79	5.55 μm	0.0697 mm	2.56 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.10-280



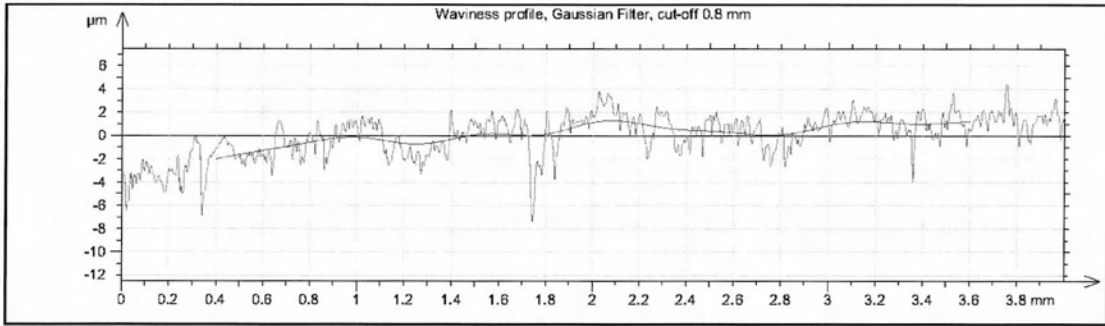
Γράφημα 559 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.10-280



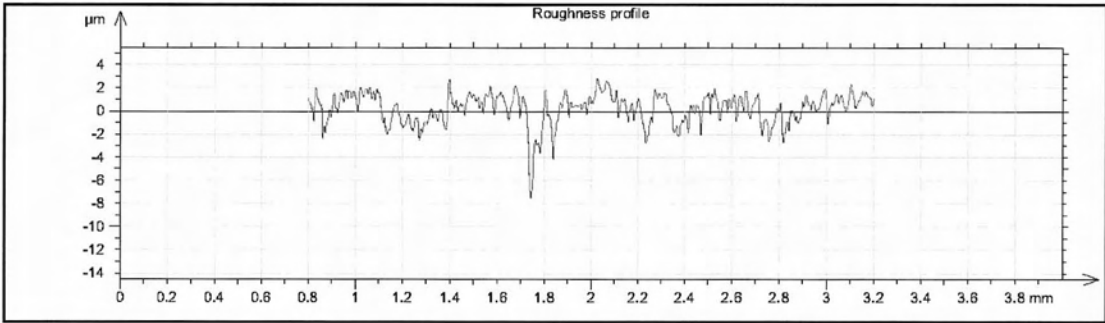
Γράφημα 560 Τραχύτητα Vc500fz0.10-280

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.883 μm	3.03 μm	6.91 μm	-0.0777	3.35	6.03 μm	0.0668 mm	2.4 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.10-281



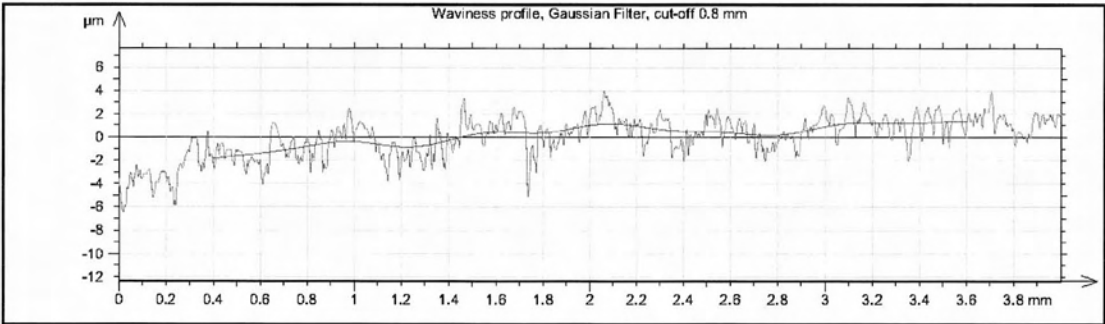
Γράφημα 561 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.10-281



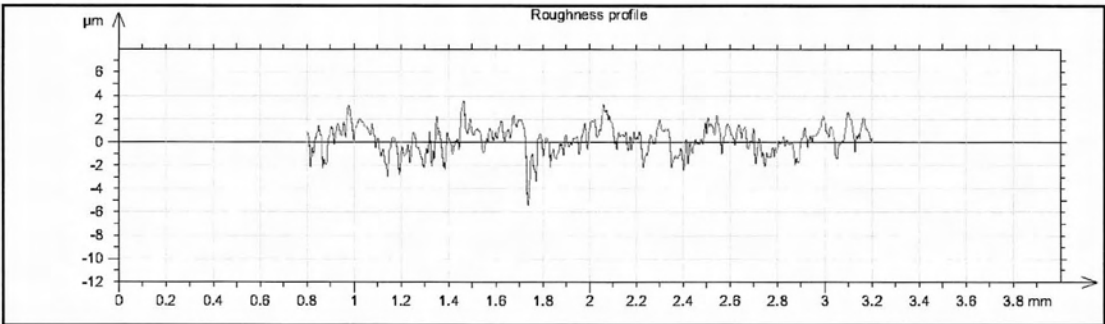
Γράφημα 562 Τραχύτητα Vc500fz0.10-281

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.982 μm	4.35 μm	9.94 μm	-1.29	7.55	6.82 μm	0.0666 mm	2.74 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.10-282



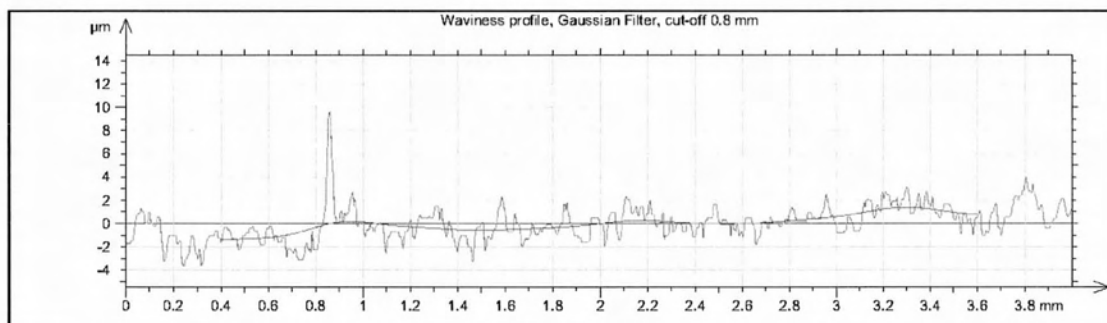
Γράφημα 563 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.10-282



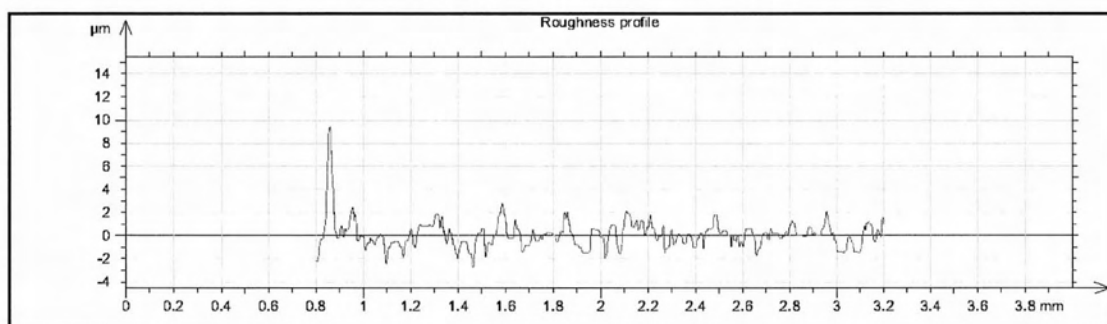
Γράφημα 564 Τραχύτητα Vc500fz0.10-282

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.943 μm	3.69 μm	8.78 μm	-0.386	3.96	6.73 μm	0.0666 mm	2.86 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.10-283



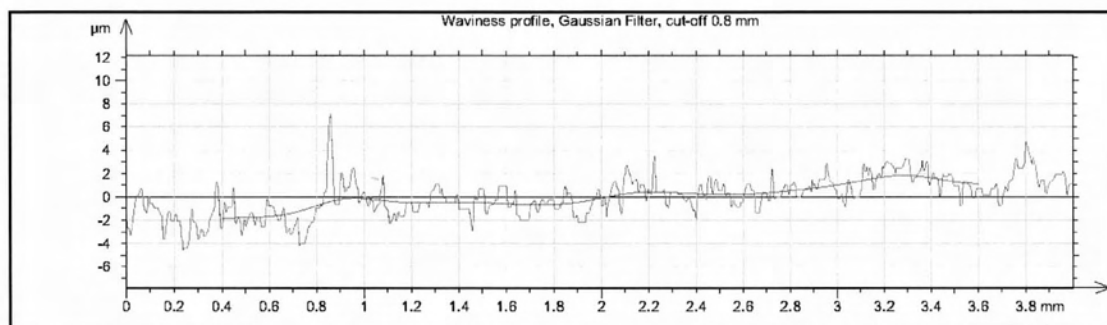
Γράφημα 565 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.10-283



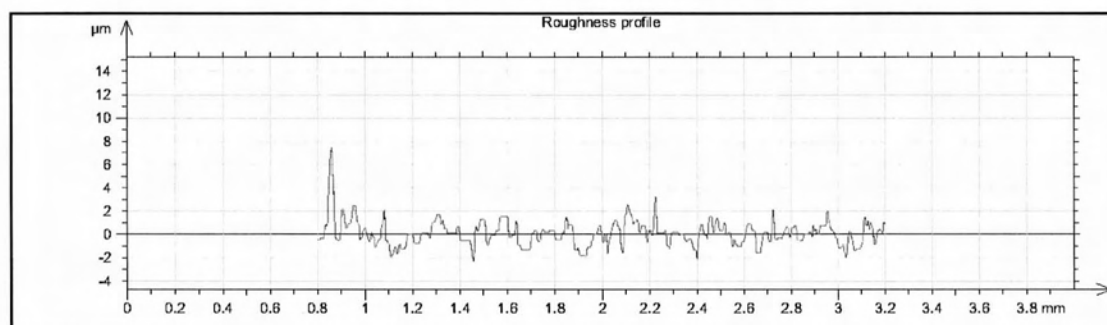
Γράφημα 566 Τραχύτητα Vc500fz0.10-283

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.813 μm	2.36 μm	12.2 μm	3.28	25.8	7.18 μm	0.104 mm	2.09 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.10-284



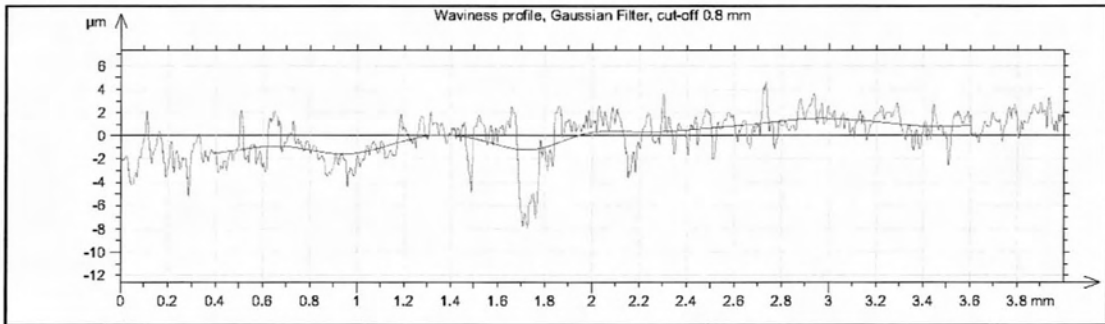
Γράφημα 567 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.10-284



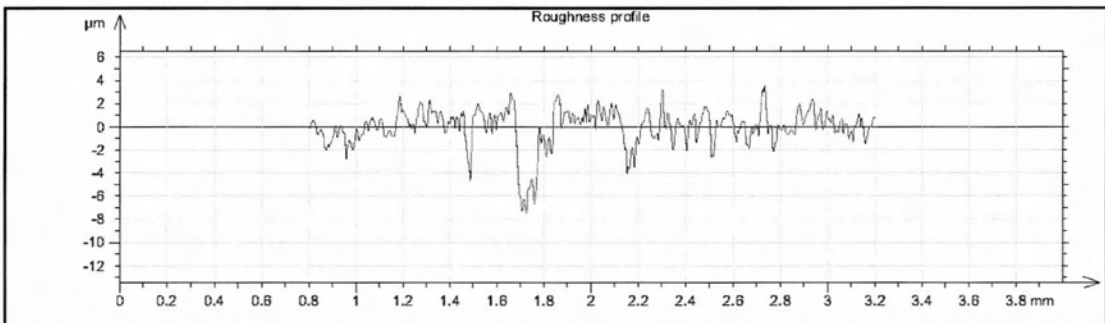
Γράφημα 568 Τραχύτητα Vc500fz0.10-284

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.803 μm	2.53 μm	10.5 μm	1.64	12.5	6.6 μm	0.089 mm	2.09 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.10-285



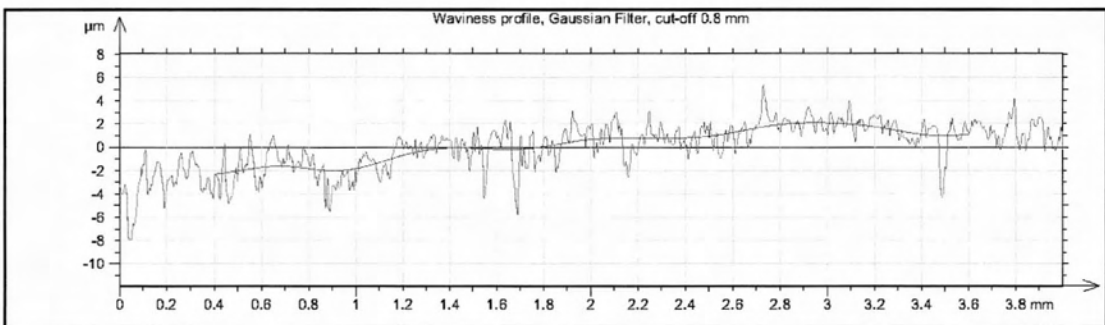
Γράφημα 569 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.10-285



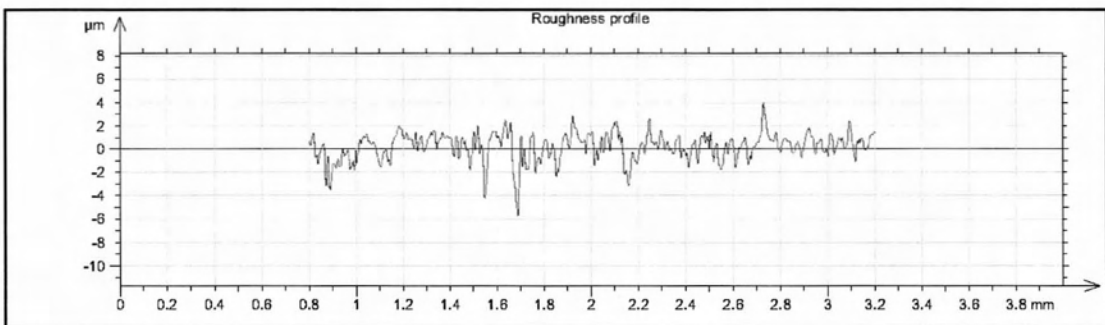
Γράφημα 570 Τραχύτητα Vc500fz0.10-285

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
1.16 μm	4.5 μm	10.2 μm	-1.21	6.45	7.98 μm	0.0802 mm	2.88 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.10-286



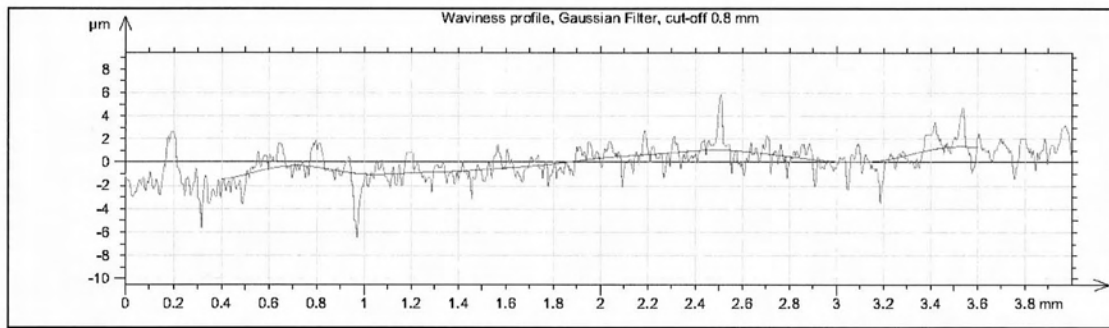
Γράφημα 571 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.10-286



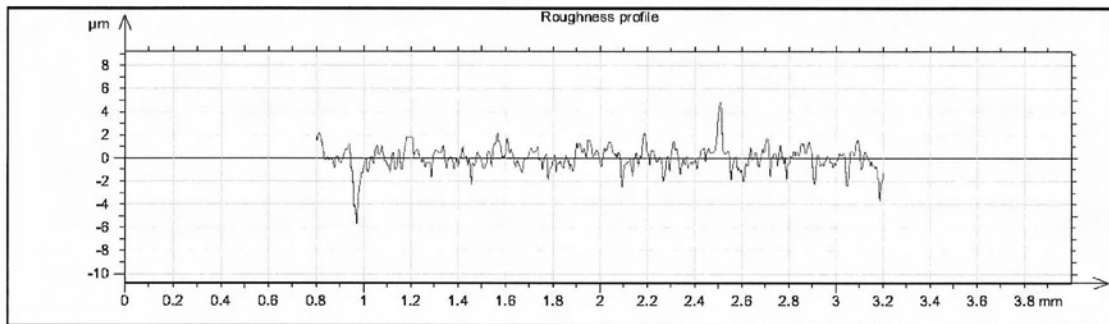
Γράφημα 572 Τραχύτητα Vc500fz0.10-286

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.951 μm	4.16 μm	9.27 μm	-0.605	4.32	7.25 μm	0.0574 mm	2.46 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.10-287



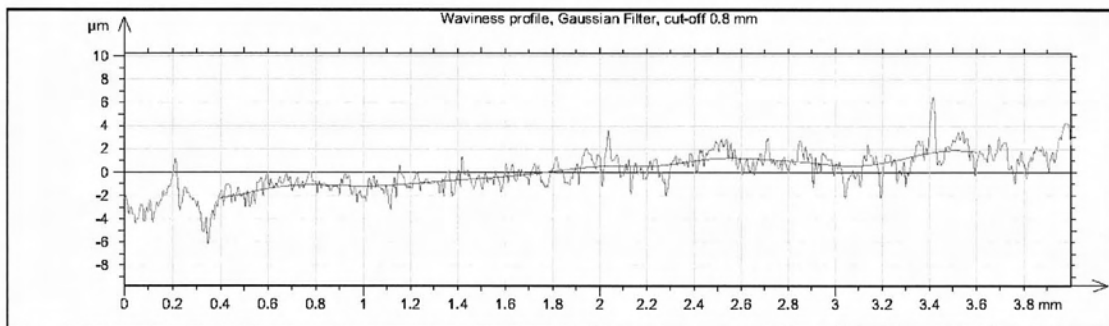
Γράφημα 573 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.10-287



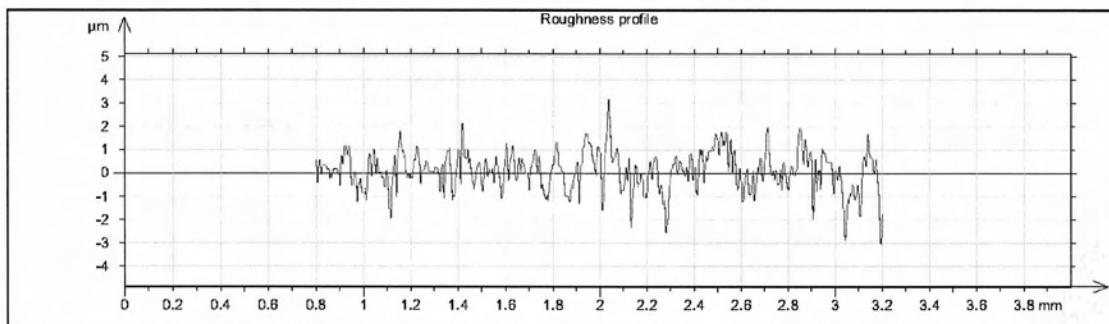
Γράφημα 574 Τραχύτητα Vc500fz0.10-287

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.729 μm	3.54 μm	10.3 μm	-0.095	8.12	6.59 μm	0.0721 mm	2.14 μm

Μέτρηση: Vc500fz0.10-288



Γράφημα 575 Προφίλ και κυμάτωση Vc500fz0.10-288



Γράφημα 576 Τραχύτητα Vc500fz0.10-288

R_a	R_v	R_t	R_{sk}	R_{ku}	R_z	R_{Sm}	R_k
0.561 μm	2.04 μm	7.73 μm	0.135	3.92	4.27 μm	0.0469 mm	1.77 μm



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000049027