



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ:**

**«ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΟΥ ΚΡΙΣΙΜΟΥ ΠΑΧΟΥΣ  
ΑΠΟΒΛΙΤΟΥ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΡΝΕΥΜΕΝΩΝ  
ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ-ΟΔΗΓΟΣ ΑΠΟΠΕΡΑΤΩΣΗΣ»**

**ΣΒΕΡΩΝΗΣ ΑΘ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ**

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΠΕΤΡΟΠΟΥΛΟΣ (ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ)

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΠΑΝΤΑΖΑΡΑΣ

ΓΡΗΓΟΡΗΣ ΧΑΙΔΕΜΕΝΟΠΟΥΛΟΣ

**ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2007**



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

Αριθ. Εισ.: 5985/1  
Ημερ. Εισ.: 26-10-2007  
Δωρεά: Συγγραφέα  
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΜΜΒ  
2007  
ΣΒΕ

*Αφιερωμένη στους γονείς μου,  
στην ανιψιά μου Μαρία  
και στην Έλενα...*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<u>1<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</u>	<u>1</u>
Σκοπός της εργασίας.....	1
Η επιφανειακή τοπογραφία.....	1
Κατάταξη επιφανειακών ανωμαλιών.....	5
Το σύστημα M.....	7
Παράμετροι μέτρησης της τραχύτητας.....	9
Μέση αριθμητική τραχύτητα Ra.....	10
Μέγιστο βάθος Rt.....	11
Μέγιστο ύψος κορυφών Rp.....	11
Μέγιστο βάθος κοιλάδων Rv.....	11
Παράμετρος Rsm.....	12
Παράμετρος Rsk ή λοξότητα.....	12
Παράμετρος Rku ή κύρτωση.....	12
Φθορά του εργαλείου κοπής.....	13
Υγρά κοπής και λιπαντικά.....	15
<u>2<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ.....</u>	<u>19</u>
Γενικά.....	19
Μορφή, υλικό και μεγέθη του κοπτικού εργαλείου.....	19
Παρουσίαση της εργαλειομηχανής και χαρακτηριστικά μεγέθη της.....	19
Τεχνικά χαρακτηριστικά του συμβατικού τόννου.....	22
Παρουσίαση του Τραχυμέτρου και των χαρακτηριστικών του.....	23

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

---

Ταlyprofile.....	24
Διαμήκης τόννευση.....	24
Δεδομένα του πειράματος.....	25
Πειράματα.....	27
<u>3° ΚΕΦΑΛΑΙΟ:ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΑΝΑΛΥΣΗ.....</u>	<u>29</u>
<u>4° ΚΕΦΑΛΑΙΟ:ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</u>	<u>74</u>
<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....</u>	<u>76</u>

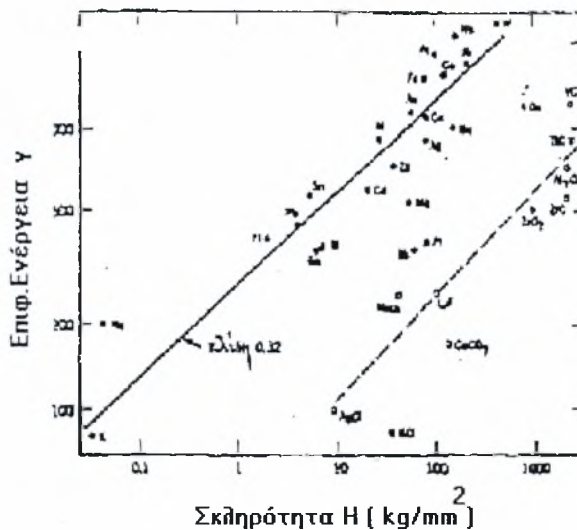
Σκοπός της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας είναι η εύρεση βέλτιστης περιοχής χαμηλών προώσεων που χρησιμοποιούνται κατά την αποπεράτωση. Η περιοχή των προώσεων αυτών μπορεί να συσχετιστεί μέσω παραμέτρων τραχύτητας. Στην συγκεκριμένη εργασία το δοκίμιο(χάλυβας CK60), υπόκεινται σε τórνευση σε τρεις διαφορετικές συνθήκες. Ξηρή και υγρή τórνευση, καθώς και τórνευση με φθαρμένο κοπτικό εργαλείο. Μέσω των μετρούμενων παραμέτρων τραχύτητας ,για κάθε περίπτωση, και με την βοήθεια συγκεκριμένων συνθηκών που πρέπει να ικανοποιούνται ανάλογα με την φύση της κάθε παραμέτρου, θα γίνει μια προσπάθεια προσέγγισης της βέλτιστης χαμηλής πρόωσης ή περιοχές προώσεων κατά την αποπεράτωση, με αποτέλεσμα την επιθυμητή επιφανειακή τοπογραφία του δοκιμίου.

## Σκοπός της εργασίας

Στην εργασία που ακολουθεί έγινε μία προσπάθεια να συσχετιστεί η τραχύτητα торνευμένων επιφανειών με τις συνθήκες κοπής (χαμηλές προώσεις-ταχύτητα), το υγρό κοπής και την τόννευση με φθαρμένο κοπτικό εργαλείο. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται συνθήκες «κλασσικών» παραμέτρων που πρέπει να ικανοποιούνται, καθώς και παράμετροι της κατανομής Fisher-Pearson και της κατανομής Beta. Οι παραπάνω παράμετροι, συσχετίζουν στατιστικά τις «κλασσικές» παραμέτρους της τραχύτητας δίνοντας πληροφορίες για την επιφανειακή τοπογραφία.

## Η επιφανειακή τοπογραφία

Όπως είναι γνωστό, δεν υπάρχει στην πραγματικότητα απολύτως λεία επιφάνεια στερεού σώματος. Υπάρχουν πάντα ανωμαλίες που εξαρτώνται από τον τρόπο κατεργασίας της, τη λειτουργία της, τον τρόπο επαφής με άλλα σώματα (στατική, δυναμική, με ολίσθηση, κύλιση κ.λ.π.), τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του υλικού (από τα οποία εξαρτάται και η φθορά του) κ.λ.π.

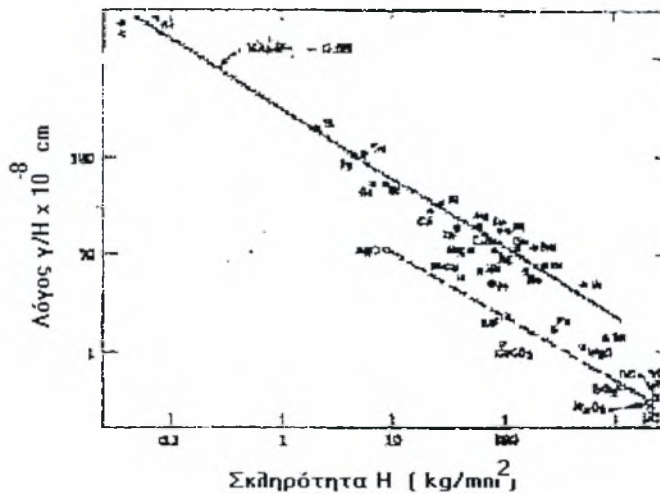


Σχ.1.1: Η επιφανειακή ενέργεια σε θερμοκρασία τήξης σαν συνάρτηση της σκληρότητας H μερικών μετάλλων και αμετάλλων .

Ο όρος ποιότητα της επιφάνειας περιλαμβάνει συνοπτικά (όπως αναφέρθηκε) τόσο τα φυσικοχημικά (και μεταλλουργικά) χαρακτηριστικά της όσο και τα γεωμετρικά της, δηλαδή την τοπογραφία της.

Μικροσκοπική παρατήρηση τομής επιφάνειας μακροσκοπικά "λείας", αποδεικνύει ότι πραγματικά η επιφάνεια δεν είναι απόλυτα λεία (Σχ.1.3). Παρουσιάζει μια συνεχή εναλλαγή εξάρσεων και βυθίσεων (κορυφών και κοιλάδων) που τα χαρακτηριστικά τους προσδιορίζονται κύρια από την μέθοδο κατασκευής (κατεργασίας) της επιφάνειας (κοπή, τórνευση, λείανση κ.λ.π.) αλλά και τις άλλες λειτουργικές παραμέτρους που προαναφέρθηκαν. Προφανώς η πλήρης ανάλυση των ανωμαλιών της επιφάνειας πρέπει να γίνεται τρισδιάστατα αφού θεωρητικά το ύψος  $\zeta$  πάνω από τη θεωρητική (λεία) επιφάνεια του σώματος δίνεται γενικά από μία συνάρτηση της μορφής:

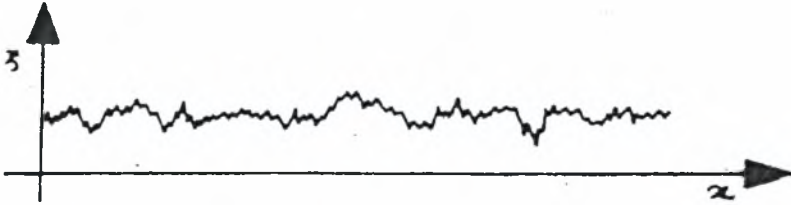
$$Z = Z(x,y)$$



Σχ.1.2: Συσχετισμός σκληρότητας και λόγου  $\gamma/H$  των υλικών του σχ.1.1



Εν τούτοις επειδή οι κυριότερες μηχανουργικές κατεργασίες λειτουργούν με αφαίρεση υλικού κατά συγκεκριμένη διεύθυνση προκύπτει επιφάνεια με προσανατολισμένα χαρακτηριστικά, δηλαδή μέγιστες ανωμαλίες κατά κάθετη προς τον άξονα κατεργασίας διεύθυνση και ελάχιστες ανωμαλίες κατά τον άξονα κατεργασίας ( $x$ ).



Σχ. 1.3: Τομή επιφάνειας στερεού

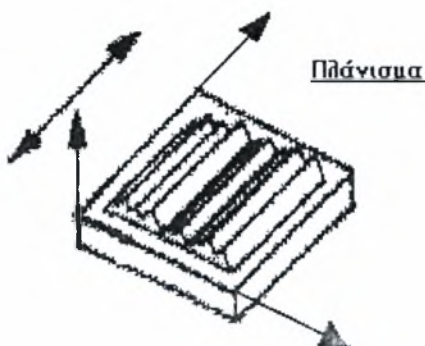
Σε τέτοιες περιπτώσεις αρκεί η δισδιάστατη απεικόνιση της τραχύτητας:

$$Z = Z(y)$$

Για λόγους απλούστευσης η ανάλυση της επιφανειακής τοπογραφίας γίνεται γενικά δισδιάστατα, ακόμη και όταν δεν συντρέχουν οι παραπάνω λόγοι, με επιλογή του άξονα  $y$  κατά τέτοιο τρόπο ώστε να δίνει τις μέγιστες ανωμαλίες.

Γενικά η τομή ενός σώματος κοντά στην επιφάνεια παρουσιάζει τη μορφή του Σχ.1.5 Σε κάποια τυχούσα θέση  $x_a$  η πραγματική διάσταση  $\sigma_\pi$  διαφέρει από τη θεωρητική, επιθυμητή διάσταση  $a$  κατά  $a_1+a_2$  αφ'ενός λόγω σφάλματος μορφής  $a_1$  που προέκυψε από κακή ρύθμιση ή αδυναμία της κατεργασίας και αφ'ετέρου λόγω ανωμαλιών  $a_2$ .

Σχ. 1.4: Τυπική μορφή πλανισμένης



## ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ.

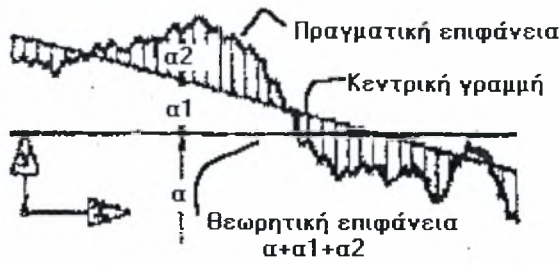
Λεπτομερέστερη εξέταση των ανωμαλιών που προκαλούν τις αποκλίσεις  $\alpha_2$  δείχνουν ότι ουσιαστικά αποτελούν το άθροισμα:

- α) Ανωμαλιών μεγάλου μήκους κύματος (ενδεικτική τάξη μεγέθους 0,5-100 mm) που ονομάζονται και κυμάτωση.
- β) Ανωμαλιών μέσου μήκους κύματος (ενδεικτικής τάξης 1μ-100μ) που ονομάζονται τραχύτητα.
- γ) Ανωμαλιών μικρού μήκους κύματος (ενδεικτικής τάξης 0,01μ-1μ) που ονομάζονται μικροτραχύτητα.

Κατατάσσονται λοιπόν οι αποκλίσεις της πραγματικής επιφάνειας από τη θεωρητική ως εξής [3,4,5]:

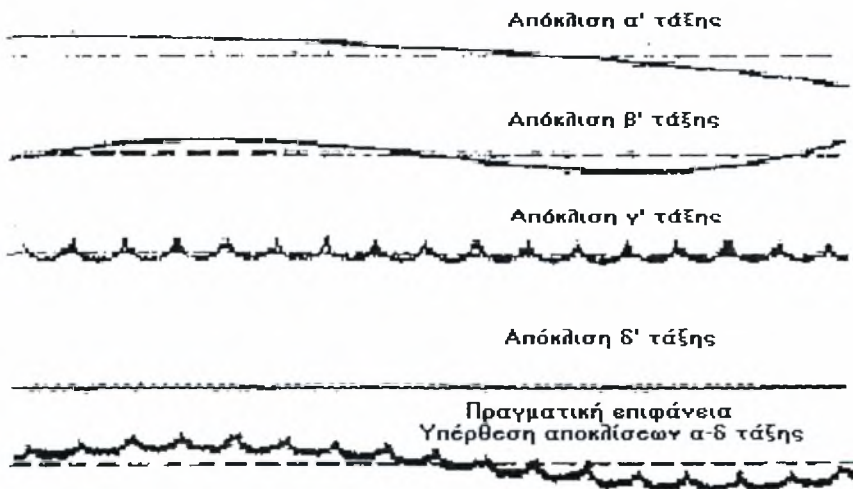
**Κατάταξη επιφανειακών ανωμαλιών**

ΤΑΞΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ
A (μακροτοπογραφική)	Σφάλμα Μορφής	Σφάλμα ρύθμισης εργαλειομηχανής, αστοχία εργαλείου (κάμψη, φθορά κ.λ.π.)
B	Κυμάτωση	Κάμψη εργαλείου ή μέρους της εργαλειομηχανής, εκκεντρότητα, ταλαντώσεις
Γ	Τραχύτητα	Ανωμαλίες της ακμής του κοπτικού εργαλείου, πρόωρη φθορά
Ανώτερη (Δ)	Μικροτραχύτητα	



Σχ.1.5: Απόκλιση θεωρητικής και πραγματικής επιφάνειας.

Η μέτρηση των χαρακτηριστικών της επιφανειακής τοπογραφίας παρουσιάζει αρκετές ιδιοτυπίες στο χώρο της μετρολογίας [6]. Ενώ οι διαστάσεις, οι μορφές και η μεταλλουργική δομή μπορούν αναμφίβολα να εκφραστούν (στην τεχνολογία) ποσοτικά σαν συναρτήσεις μήκους και μάζας, η ιδιότητα της επιφανειακής τοπογραφίας είναι ουσιαστικά ποιοτική.



Σχ.1.6: Σύνθεση της πραγματικής επιφάνειας από αποκλίσεις α έως, δ τάξεως.

Ένας ποσοτικός δείκτης μπορεί να αποδοθεί σ' αυτήν την ιδιότητα, έμμεσα μόνο και σε συσχέτισμό με το όργανο που έχει χρησιμοποιηθεί και τις γεωμετρικές παραμέτρους της μέτρησης. Κατά συνέπεια, δεν είναι δυνατό να

περιγραφεί ακριβώς και να χαρακτηριστεί ικανοποιητικά η επιφανειακή τοπογραφία, με ένα από τα χρησιμοποιούμενα σήμερα μέτρα τραχύτητας.

Ο ποιοτικός χαρακτήρας της επιφανειακής τοπογραφίας φαίνεται επίσης και από το θεμελιώδη ορισμό της λείας επιφάνειας:

*Λεία επιφάνεια λέγεται η επιφάνεια που η μέγιστη ανωμαλία της έχει ύψος της τάξης της διαμέτρου των επιφανειακών μορίων.*

Τέτοιες επιφάνειες προσεγγίζονται μόνον από:

- Την επιφάνεια υγρού σε απόλυτη ηρεμία.
- Την επιφάνεια του γυαλιού όταν η πήξη του έχει γίνει σε απόλυτη ηρεμία.
- Τις επιφάνειες μονοκρυστάλλων που έχουν αναπτυχθεί σε διαλύματα αλάτων.

Για τη μέτρηση της τραχύτητας χρησιμοποιούνται σήμερα δύο συστήματα αναφοράς:

- α) Το σύστημα E (ή σύστημα περιβάλλουσας, envelope) κυρίως στη Δυτική Ευρώπη.
- β) Το σύστημα M (ή σύστημα μέσης γραμμής, mean line) κυρίως στις Αγγλοσαξωνικές χώρες και την Ανατολική Ευρώπη. Το σύστημα αυτό κερδίζει σταθερά έδαφος έναντι του E, και γι' αυτόν το λόγο το αναλύουμε παρακάτω.

### Το σύστημα M

Το 1938 ο Abbot κατασκεύασε το κατατομόμετρο ή προφιλόμετρο (profilometer) βασισμένο σε προηγούμενες προτάσεις (Schmaltz, 1929). Το προφιλόμετρο ήταν η πρώτη συσκευή μέτρησης του μεγέθους και σχήματος των ανωμαλιών της επιφάνειας με τη βοήθεια ειδικού μετρητικού δρομέα. Με το όργανο αυτό, εμφανίστηκε μία νέα μετρολογική αντίληψη έκφρασης της τραχύτητας των επιφανειών, το σύστημα Μέσης Γραμμής (Mean Line system) ή για συντομία το σύστημα M.

Στο σύστημα M η μέση γραμμή είναι η τροχιά του μέσου ενός ευθύγραμμου τμήματος κατάλληλου μήκους που κινείται πάνω στην κατατομή κατά τέτοιο τρόπο ώστε τα εμβαδά που περικλείονται από αυτό και την κατατομή, και από τις δύο πλευρές του να είναι ίσα και ελάχιστα (Σχ.1.8).

Η μέση γραμμή αποτελεί μία γραμμή αναφοράς (δηλ αρχή μέτρησης υψών της πραγματικής κατατομής) και ορίζεται (π.χ. Βρετ. Κανονισμοί BS 1134:1961) σαν *η γραμμή που έχει τη μορφή της ονομαστικής κατατομής μέσα στα όρια τον μήκους δειγματοληψίας, τοποθετημένη έτσι ώστε, μέσα στα όρια αυτά το άθροισμα των τετραγώνων των αποκλίσεων της πραγματικής κατατομής από αυτή να είναι ελάχιστο.*

Ο προσδιορισμός της μέσης γραμμής σύμφωνα με τον ορισμό αυτό που βασίζεται στην αρχή των ελαχίστων τετραγώνων προσκρούει σε πρακτικές δυσκολίες όσον αφορά τον ακριβή προσδιορισμό της θέσης και διεύθυνσης της για τον οποίο χρειάζονται 6 τουλάχιστον εμβαδομετρήσεις.

Τα ηλεκτρικά όργανα μέτρησης τραχύτητας που επινοήθηκαν αργότερα (τραχύμετρα στυλίσκου) δίνουν μία αρκετά ικανοποιητική απεικόνιση της πραγματικής κατατομής όταν η μέτρηση γίνεται από μία πραγματική στάθμη αναφοράς. Στην πράξη όμως η στάθμη αναφοράς που χρησιμοποιούν τα τραχύμετρα αυτά είναι η θεωρητική κατατομή της επιφάνειας. Για να διαχωριστεί η τραχύτητα από το σφάλμα μορφής, χρησιμοποιούνται ηλεκτρικά φίλτρα αποκοπής των χαμηλών συχνοτήτων (high-pass) που εμποδίζουν το πέρασμα σημάτων κάτω από ορισμένη συχνότητα, που αντιστοιχούν σε επιφανειακές ανωμαλίες πάνω από ορισμένο "γεωμετρικό" μήκος κύματος.

Η γεωμετρική μορφή της πραγματικής κατατομής μπορεί να παρασταθεί μαθηματικά με μία σειρά Fourier, είναι δηλαδή το άθροισμα πολλών ημιτονοειδών ταλαντώσεων διαφόρων συχνοτήτων και εύρων. Όταν αφαιρούνται τα μεγάλα μήκη κύματος από μία τέτοια σειρά (με τη βοήθεια του φίλτρου) η εικόνα της κατατομής (όπως δίνεται από το τραχύμετρο) παρουσιάζεται αλλοιωμένη.

Ο καθορισμός της μέσης γραμμής στα τραχύμετρα αυτά είναι πρακτικά ανέφικτος και γι'αυτό αντικαταστάθηκε η μέση γραμμή από την **ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΓΡΑΜΜΗ** (centreline) που ορίζεται απλούστατα (μόνο μία εμβαδομέτρηση). Η κεντρική γραμμή της επιφάνειας είναι μία φανταστική γραμμή που παριστάνει (κατά προσέγγιση) την επιφάνεια αν δεν υπήρχαν ανωμαλίες, αλλά μόνο σφάλμα μορφής, ορίζεται δε ως εξής:

Κεντρική γραμμή (*central line*) λέγεται γραμμή παράλληλη προς τη γενική κατεύθυνση του πραγματικού περιγράμματος της επιφάνειας, τέτοια ώστε τα αποκοπτόμενα εμβαδά μεταξύ αυτής και του πραγματικού περιγράμματος, προς τα άνω και προς τα κάτω να είναι ίσα, για προκαθορισμένο μήκος  $L$ , που λέγεται "μήκος δειγματοληψίας".

Τα κύρια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του συστήματος  $M$  συνοψίζονται στα εξής:

- 1) Είναι απλό από μετροτεχνική άποψη και ιδεώδες για ηλεκτρική μέτρηση.
- 2) Ο ορισμός της κεντρικής γραμμής έχει χαρακτηριστεί σαν αυθαίρετος, ανακριβής και αντιεμπιστημονικός. Εν τούτοις τελευταίες έρευνες έχουν δείξει ότι τα σφάλματα που προκύπτουν από αυτή την προσέγγιση είναι πρακτικά αμελητέα.
- 3) Έχει υποστηριχθεί ότι η περιβάλλουσα επαφής του συστήματος  $E$  προσδιορίζεται ευκολότερα από τη μέση γραμμή του  $M$ . Όμως για να χαραχθεί η περιβάλλουσα πρέπει η πραγματική κατατομή να είναι ακριβώς γνωστή, πράγμα που δεν συμβαίνει στην πράξη, παρά μόνο όταν γίνεται πλήρης καταγραφή της κατατομής και όχι απλά μέτρηση της τραχύτητας.
- 4) Στην πραγματικότητα τα σημερινά τραχύμετρα  $M$  χρησιμοποιούν σφαιρικό πέδιλο το οποίο ακολουθεί τη στάθμη αναφοράς. Λειτουργούν κατά συνέπεια με γεωμετρία του  $E$  αποτελώντας έτσι ένα συμβιβασμό μεταξύ των δύο συστημάτων.

### Παράμετροι μέτρησης της τραχύτητας.

Το καθοριστικό στοιχείο της ποιότητας της επιφάνειας (όσον αφορά τα τριβολογικά φαινόμενα) είναι η τραχύτητα. Η τιμή της τραχύτητας είναι ένα μέγεθος στοχαστικό. Ουσιαστικά η τραχύτητα δεν μετράται αλλά χαρακτηρίζεται. Κατά καιρούς έχουν προταθεί διάφορα μέτρα τραχύτητας (που ανήκουν και στα δύο παραπάνω συστήματα) με ποικίλα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Τα παραπάνω που είναι και παράμετροι μέτρησης τραχύτητας μπορούν να ταξινομηθούν σε τέσσερις ομάδες με κριτήριο τα χαρακτηριστικά του περιγράμματος που ποσοτικοποιούν:

- 1) Παράμετροι εύρους,
- 2) Παράμετροι διαστημάτων,

- 3) Στατιστικές παράμετροι,
- 4) Άλλες παράμετροι.

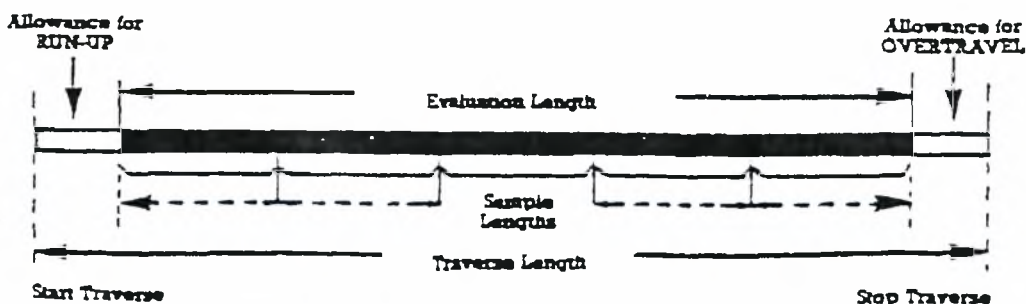
Ωστόσο υπάρχουν τρία χαρακτηριστικά μήκη που συνδέονται με τον αριθμητικό προσδιορισμό της τοπομορφίας της επιφανείας (Σχ. 1.8).

1) Το δειγματοληπτικό μήκος, αυτό είναι το μήκος της επιφανείας στο οποίο γίνεται μία απλή εκτίμηση των παραμέτρων. Είναι το μήκος στο οποίο μετριέται η παράμετρος, έχει στατιστική σημασία χωρίς να είναι αρκετά μεγάλο ώστε να περιλαμβάνει τυχαίες λεπτομέρειες.

2) Το υπολογιζόμενο ή εκτιμώμενο μήκος, είναι το μήκος της επιφανείας που γίνεται η μέτρηση. Μπορεί να περιλαμβάνει διάφορα δειγματοληπτικά μήκη. Η τελική μέτρηση είναι η μέση αριθμητική τιμή των επιμέρους μετρήσεων που έγιναν σε κάθε ένα από τα δειγματοληπτικά μήκη, του υπολογιζόμενου μήκους.

3) Το συνολικό μήκος σάρωσης του στολίσκου κατά τη μέτρηση. Είναι μεγαλύτερο από το υπολογιζόμενο μήκος, αφού η περιλαμβάνει και τα διαστήματα επιτάχυνσης και επιβράδυνσης του στολίσκου στα οποία δεν γίνεται μέτρηση.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό μήκος επίσης μεγάλης σπουδαιότητας είναι το μήκος κύματος αποκοπής. Αυτό είναι ισοδύναμο με το δειγματοληπτικό μήκος.



Σχ. 1.8: Χαρακτηριστικά μήκη μέτρησης της τραχύτητας.

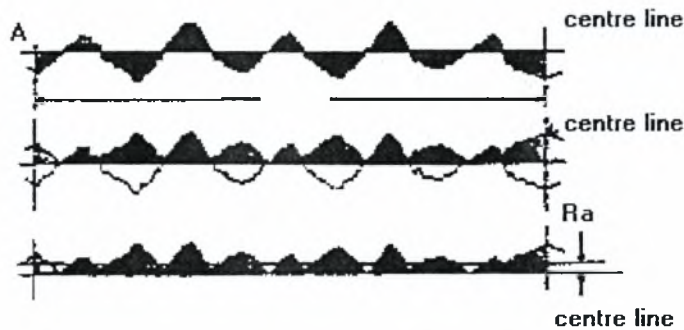


### Μέση αριθμητική τραχύτητα Ra

Είναι *παράμετρος εύρους* κατά ISO-4287:1997 και ορίζεται από τη σχέση:

$$Ra = \frac{1}{L} \int_0^L |y| dx$$

και παριστάνει τη μέση τιμή των αποκλίσεων  $|y|$  όλων των σημείων της πραγματικής κατατομής από την κεντρική γραμμή μέσα στο δεδομένο δειγματοληπτικό μήκος  $L$  (Σχ.1.9).

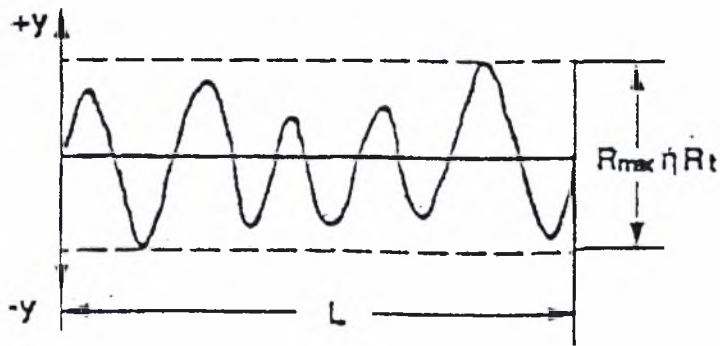


Σχ.1.9:Γραφική παράσταση της  $R_a$



### Μέγιστο βάθος $R_t$

Είναι η υψομετρική διαφορά κατά ISO-4287:1997 της υψηλότερης κορυφής των επιφανειακών ανωμαλιών από τη βαθύτερη κοιλάδα (εντός του δειγματοληπτικού μήκους).



(Σχ. 1.10)

Σχ.1.10:Γεωμετρικά χαρακτηριστικά του  $R_t$ .

Το μέγεθος  $R_t$  μετράται πολύ εύκολα, έχει όμως το μειονέκτημα να να παρουσιάζει ευαισθησία σε τυχαίες τοπικές ανωμαλίες (π.χ. αμυχή στην επιφάνεια) που βρίσκονται συμπτωματικά μέσα στο μήκος δειγματοληψίας.

### Μέγιστο ύψος των κορυφών $R_p$

Είναι η παράμετρος της υψηλότερης κορυφής των επιφανειακών ανωμαλιών. (εντός του δειγματοληπτικού μήκους).

### Μέγιστο ύψος των κοιλάδων $R_v$

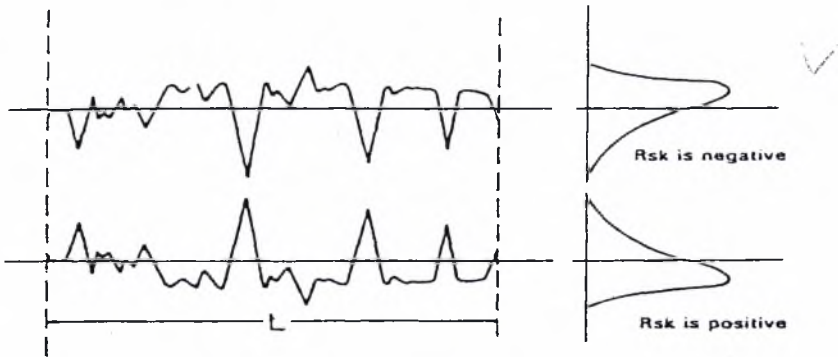
Είναι η παράμετρος της χαμηλότερης κοιλάδας των επιφανειακών ανωμαλιών. (εντός του δειγματοληπτικού μήκους).

### Παράμετρος $R_{sm}$

Είναι παράμετρος διαστήματος κατά ISO-4287:1997 και αποτελεί τον μέσο όρο των διαστημάτων μεταξύ των κορυφών του περιγράμματος κατά μήκος της κεντρικής γραμμής και υπολογίζεται στο δειγματοληπτικό μήκος.

### Παράμετρος $R_{sk}$ ή λοξότητα

Η λοξότητα  $R_{sk}$  είναι στατιστική παράμετρος κατά ISO-4287:1997 και αποτελεί τη ροπή τρίτης τάξεως της κατανομής των υψών του περιγράμματος ενώ δίνει το βαθμό ασυμμετρίας σε περιπτώσεις ασυμμετρικών στατιστικών κατανομών και χαρακτηρίζεται αναλόγως ως θετική ή αρνητική. (Σχ.1.11)



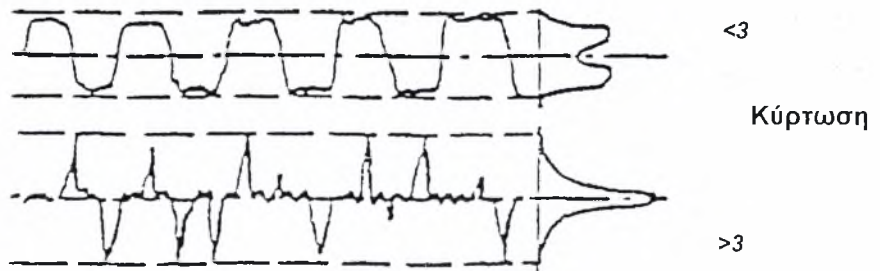
Σχ.1.11: Περιγράμματα επιφανειών με θετική και αρνητική λοξότητα.

Θετική λοξότητα εμφανίζουν επιφάνειες «άδειες από υλικό», ενώ αρνητική επιφάνειες «γεμάτες από υλικό». Είναι σημαντική παράμετρος για τριβολογικές εφαρμογές, όπως στη λειτουργικότητα επιφανειών εδράσεως, σε έλεγχο φθοράς, όπου οι χαρακτηριζόμενες από θετική λοξότητα επιφάνειες φθείρονται ταχύτερα κ.ά.. Η κανονική κατανομή παρουσιάζει  $R_{sk}=0$ .

### Παράμετρος $R_{ku}$ ή κύρτωση

Η κύρτωση  $R_{ku}$  είναι επίσης στατιστική παράμετρος κατά ISO-4287:1997 και αποτελεί τη ροπή τέταρτης τάξεως της κατανομής των υψών του περιγράμματος ενώ δίνει το βαθμό οξύτητας της στατιστικής κατανομής και

λαμβάνει την τιμή  $\xi=3$  για την κανονική κατανομή. Στην περίπτωση όπου  $\xi>3$  η επιφάνεια χαρακτηρίζεται από οξύτητα προεξοχών, ενώ όταν  $\xi<3$  χαρακτηρίζεται από αμβλύτητα. Παρέχονται έτσι πληροφορίες για την επιφάνεια επαφής και την αντίσταση της σε φθορά, καθώς είναι δυνατό να εντοπιστεί περιοδικότητα του περιγράμματος ( $\xi<3$ ), (Σχ. 1.12)



Σχ.1.12

### Παράμετρος Rk

Είναι υβριδική παράμετρος βάθους κατά ISO 13565-2:1996 και αποτελεί μέλος οικογένειας παραμέτρων.

### Παράμετρος Wa

Είναι παράμετρος επιφανειακής κυμάτωσης κατά ISO-4287:1997 και ορίζεται ισοδύναμα με την Ra.

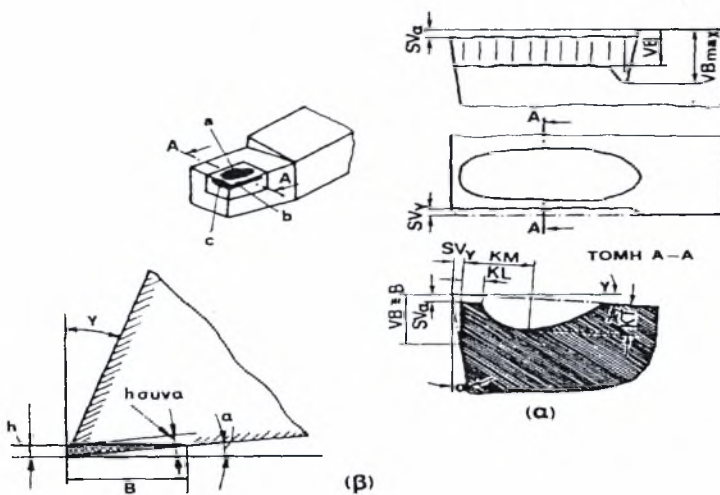
### Φθορά του εργαλείου κοπής

Κατά την κοπή των μετάλλων, το κοπτικό εργαλείο υπόκειται σε υψηλές θερμοκρασίες, των οποίων η διανομή παρουσιάζει απότομες τοπικές μεταβολές, όπως και σε υψηλές τάσεις. Ακόμα, η νεοσχηματιζόμενη επιφάνεια του αποβλήτου και του κομματιού επάνω στις οποίες τρίβεται το εργαλείο δεν προφθάνουν να οξειδωθούν ή να σκεπασθούν από άλλα στρώματα και κατά συνέπεια μπορούμε να δεχθούμε ότι υφίσταται καθαρή μεταλλική επαφή ανάμεσα στο εργαλείο και στο απόβλητο και ανάμεσα στο

εργαλείο και στο κομμάτι. Περιορίζεται βέβαια σημαντικά αυτή η μεταλλική επαφή με χρήση τέτοιου υγρού κοπής, που να μπορεί να δράσει ως λιπαντικό. Κάτω από τις πολύ δυσμενείς αυτές συνθήκες εργασίας του, το κοπτικό εργαλείο φθείρεται ή και αστοχεί.

Η αστοχία ενός εργαλείου οφείλεται σε μία ή σε συνδυασμό των παρακάτω αιτιών:

1. Στην ανάπτυξη **ζώνης φθοράς** στην ελεύθερη επιφάνεια του εργαλείου
2. Στη δημιουργία φθοράς επάνω στην επιφάνεια αποβλήτου του εργαλείου, την οποία καλούμε **φθορά κρατήρα** λόγω της μορφής την οποία παίρνει.
3. Στην απολέπιση του εργαλείου στην κόψη του και στην επιφάνεια αποβλήτου κατά τον τεμαχισμό της ψευδόκοπης και γενικότερα εξαιτίας δημιουργίας συγκολλητών μικροδεσμών.
4. Μικροθραύσεις στην κόψη εξαιτίας μηχανικών τάσεων ή κρούσεων.
5. Πλαστική παραμόρφωση της ακής του κοπτικού εργαλείου, από τις υψηλές θερμοκρασίες και τάσεις, που επικρατούν στην περιοχή αυτή.
6. Δημιουργία ρωγμών, λόγω μεγάλων διαφορών θερμοκρασίας.
7. Θραύση της ακής του εργαλείου, που οφείλεται κυρίως σε επιβολή κρουστικών φορτίων.



Σχ. 1.13: Γεωμετρικά χαρακτηριστικά της ζώνης φθοράς και της φθοράς κρατήρα

Από τις αναφερθείσες αιτίες αστοχίας των κοπτικών εργαλείων οι δύο πρώτες δεν είναι δυνατό να αποφευχθούν, οποιαδήποτε μέτρα και αν ληφθούν και πρακτικώς τα δύο αυτά είδη φθοράς αποτελούν αύξουσα συνεχή συνάρτηση του χρόνου κοπής. Το κοπτικό εργαλείο, συνεπώς, φθείρεται προοδευτικά στην επιφάνεια αποβλήτου και στην ελεύθερη επιφάνειά του μέχρι να αστοχήσει. Οι υπόλοιπες αιτίες αστοχίας δεν είναι δυνατόν να αποτελέσουν, προς το παρών, κριτήρια αστοχίας, λόγω ανεπαρκούς γνώσεως της πολύπλοκης εξαρτήσεώς τους από βασικές μεταβλητές και παραμέτρους της κοπής των μετάλλων.

Το είδος της κατεργασίας, οι συνθήκες κατεργασίας, η γεωμετρική μορφή του κοπτικού εργαλείου, ο συνδυασμό υλικών τεμαχίου-εργαλείου και το είδος του υγρού κοπής καθορίζουν τη μορφή και το μέγεθος της φθοράς των κοπτικών εργαλείων. Η φθορά κρατήρα και η ζώνη φθοράς επηρεάζουν τη λειτουργία του κοπτικού εργαλείου κατά διάφορους τρόπους. Οι δυνάμεις κοπής αυξάνονται εν γένει με την πρόοδο της φθοράς. Η φθορά κρατήρα εν τούτοις, υπό ορισμένες συνθήκες, έχει ως αποτέλεσμα ελάττωση των δυνάμεων κοπής, λόγω αυξήσεως της γωνίας αποβλήτου του εργαλείου. *Η ζώνη φθοράς πάντοτε, συμβάλει στην αύξηση των δυνάμεων κοπής, από την αύξηση της δυνάμεως τριβής στην επιφάνεια επαφής εργαλείου-τεμαχίου. Η τραχύτητα επιφανείας γενικά χειροτερεύει, καθώς το εργαλείο φθείρεται στην ελεύθερη του επιφάνεια.*

Η ζώνη φθοράς μεταβάλλει τη γεωμετρία του εργαλείου, με αποτέλεσμα να επηρεάζει τη διαστατική ακρίβεια του τεμαχίου ή την ακρίβεια μορφής του, όταν αυτό κατεργάζεται με εργαλείο μορφής ή προκύπτει από γένεση. Η δυναμική συμπεριφορά του συστήματος εργαλείο-τεμάχιο-εργαλειομηχανή επηρεάζεται δυσμενώς από τη φθορά του εργαλείου. Η ζώνη φθοράς αυξάνει την τάση του κοπτικού εργαλείου για δυναμική αστάθεια. Κατεργασία κοπής, για παράδειγμα, που είναι απαλλαγμένη από ταλαντώσεις, όταν το κοπτικό εργαλείο είναι οξύ, είναι δυνατό να εμπλακεί σε απaráδεκτες ταλαντώσεις, όταν αυτό φθείρεται.

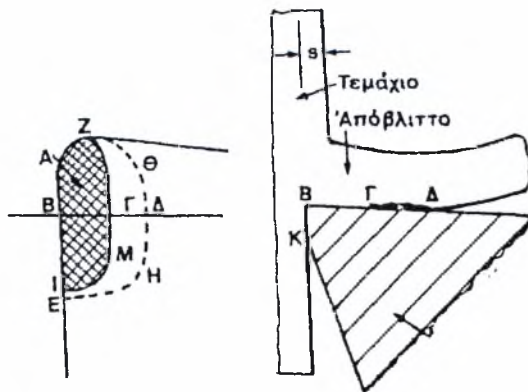
Παρακάτω αναφέρονται οι παράγοντες που επιδρούν στη ζωή του εργαλείου:

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.

### Υγρά κοπής και λιπαντικά

Κατά τη στεγνή (χωρίς υγρό κοπής) κοπή των μετάλλων, στις συνήθεις συνθήκες της πράξεως, εμφανίζεται τριβή σύμφωνα με το πρότυπο Zorev, δηλαδή στη διεπιφάνεια αποβλήτου - εργαλείου (θεωρούμε ότι δεν έχει σχηματισθεί ψευδόκοψη) λαμβάνουν χώρα τόσο τριβή ακινησίας με τη συνακόλουθη πλαστική παραμόρφωση του υλικού του αποβλήτου σε υπόστρωμα, όσο και συνήθης τριβή ολισθήσεως σε ορισμένη περιοχή της διεπιφάνειας γύρω από την περιοχή τριβής ακινησίας. Αν τώρα χρησιμοποιήσουμε λάδι κοπής με πρόσθετα υψηλής πίεσεως και σε χαμηλές ταχύτητες κοπής και πάλι, κατά κανόνα, θα εμφανισθεί **περιοχή τριβής ακινησίας**, σε μικρότερη όμως έκταση. Πέρα όμως από την περιοχή τριβής ακινησίας, υπάρχει και μία άλλη περιοχή, που περιβάλλει συνήθως την πρώτη, όπου παρατηρείται συνηθισμένη τριβή ολισθήσεως. Εκεί, θα δημιουργηθεί και **συνοριακό στρώμα**.



Σχ.1.14:Περιοχή τριβής ακινησίας (A) και περιοχή τριβής ολισθήσεως (M) σε ένα κοπτικό εργαλείο



Τα χαρακτηριστικά του συνοριακού στρώματος θα εξαρτηθούν από το είδος του υγρού κοπής, του οποίου θα κάνουμε χρήση. Στην ειδική περίπτωση, όπου οι συνθήκες θα ήσαν τέτοιες, ώστε να μην εμφανιζόταν τριβή ακινησίας (πράγμα σπάνιο στις συνηθισμένες κατεργασίες), τότε θα είχαμε σχηματισμό συνοριακού στρώματος σε όλη την έκταση της διεπιφάνειας αποβλήτου - προσώπου εργαλείου, το οποίο όμως θα διακοπτόταν από νησίδες καθαρής μεταλλικής επαφής, λόγω σχηματισμού συγκολλητών δεσμών εκεί, όπου οι ορθές τάσεις θα ήσαν αρκούντως υψηλές.

Κατά την κοπή των μετάλλων, η μία από τις ολισθαίνουσες επιφάνειες του ζεύγους μπορεί να αντιστοιχισθεί με την προς το εργαλείο επιφάνεια του αποβλήτου (ή με τη νεοσχηματισμένη επιφάνεια του τεμαχίου) και ή άλλη με το πρόσωπο του εργαλείου (ή με την ελεύθερη επιφάνεια του εργαλείου). Κάτω από τις επικρατούσες συνθήκες κατά την κοπή (υψηλές σχετικά ορθές θλιπτικές τάσεις και θερμοκρασίες), στη διεπιφάνεια αποβλήτου - εργαλείου και σε χαμηλές ταχύτητες το υγρό κοπής δρα κατά τρόπο, ώστε να σχηματίζεται συνοριακό στρώμα, στην περιοχή της διεπιφάνειας, όπου δεν λαμβάνει χώρα τριβή ακινησίας (π.χ. στο μέρος Μ της διεπιφάνειας του (σχ.: 14), ενώ στην περιοχή Α έχουμε καθαρά μεταλλική επαφή). Είναι φανερό, ότι με το σχηματισμό του συνοριακού στρώματος μειώνεται ο συντελεστής τριβής ολισθήσεως αποβλήτου - εργαλείου και ή μείωση του θα μεγαλώνει όσο ή επιφάνεια τριβής ακινησίας θα μικραίνει.

Από όσα μέχρι τώρα γνωρίζουμε από τη θεωρία της κοπής, η ελάττωση του μέσου φαινομένου συντελεστή τριβής, που επιτυγχάνεται με τη χρήση του εκάστοτε κατάλληλου υγρού κοπής, έχει τις ακόλουθες ευνοϊκές συνέπειες:

α) Αύξηση στη γωνία διατμήσεως με τις γνωστές ευεργετικές επιπτώσεις στην κοπή, δηλαδή ελάττωση στις δυνάμεις κοπής και στην εκλυόμενη θερμότητα, όπως και στις θερμοκρασίες, που τελικά αναπτύσσονται.

β) Μείωση στη φθορά (και αύξηση στη ζωή) του κοπτικού εργαλείου, ως επακόλουθο της μειώσεως των θερμοκρασιών.

γ) Καλύτερευση εν γένει στην τραχύτητα της κατεργασμένης επιφάνειας του τεμαχίου μέσω περιορισμού στο σχηματισμό της ψευδόκοψης.

Η λιπαντική δράση του υγρού κοπής, φυσικό - χημικού χαρακτήρα, όπως την έχουμε περιγράψει, είναι έντονη στις χαμηλές ταχύτητες κοπής (κάτω των

30 m/min περίπου στην κατεργασία χαλύβων) και εξασθενίζει, όσο ή ταχύτητα κοπής μεγαλώνει, μέχρι να μηδενισθεί εντελώς στις υψηλές ταχύτητες κοπής.

Η θερμοκρασία στο ρυθμό φθοράς και στη ζωή του εργαλείου παίζει τον πρωτεύοντα ρόλο. Η αύξηση της θερμοκρασίας (ιδιαίτερα στη ζώνη επαφής αποβλήτου - εργαλείου και δευτερευόντως σε εκείνη εργαλείου - τεμαχίου) συνεπάγεται ταχύρυθμη φθορά του εργαλείου, άρα και βράχυνση της ζωής του. Συνεπώς, οποιαδήποτε μείωση στη θερμοκρασία και με οποιοδήποτε μέσο, πού να δικαιολογείται οικονομικά και τεχνολογικά, είναι καλοδεχούμενη. Στη μηχανουργική πράξη σήμερα, για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιούνται διάφορα μέσα και ιδιαίτερα τα υγρά κοπής, που ασκούν ψυκτική δράση.

Η ψυκτική επενέργεια ενός υγρού κοπής χαρακτηρίζεται από την ικανότητα του να αφαιρεί ένα μέρος από την παραγόμενη θερμότητα στην περιοχή κοπής, ιδιαίτερα κατά την κοπή χαλύβων και μετάλλων και κραμάτων με υψηλό σημείο τήξεως. Στο υγρό κοπής ως ψυκτικό, σοβαρό ρόλο, παίζουν οι θερμικές ιδιότητες του. Έτσι, υψηλή ειδική θερμότητα και λανθάνουσα θερμότητα ατμοποίησης, μεγάλος συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας και χαμηλό ιξώδες, συντελούν στην επίτευξη ικανοποιητικού ρυθμού αφαιρέσεως θερμότητας. Επίσης, ή παροχή (όγκος υγρού στη μονάδα του χρόνου) του υγρού κοπής, όπως και οι συνθήκες μεταδόσεως θερμότητας (θέση ή θέσεις, από τις όποιες γίνεται ή απαγωγή της θερμότητας κ.α.) παίζουν το ρόλο τους.

Ο μηχανισμός απαγωγής της θερμότητας με τη βοήθεια υγρού κοπής είναι περίπλοκος, λόγω μεταβαλλόμενης γεωμετρικής μορφής του εργαλείου κατά τη διάρκεια της κοπής, αλλά και μεταβολών σε ορισμένες ιδιότητες του υλικού του τεμαχίου, εξαιτίας της εντόνου πλαστικής παραμορφώσεως, που αυτό υφίσταται κατά την κοπή.

Με την ψυκτική δράση του υγρού κοπής, επέρχεται πτώση της θερμοκρασίας στο κοπτικό εργαλείο (έστω και λίγων βαθμών ακόμη) με αποτέλεσμα τη σημαντική βελτίωση στη ζωή του. Ακόμη επιτυγχάνεται ταπείνωση στη γενική στάθμη της θερμοκρασίας του κομματιού και αποφεύγονται έτσι στρεβλώσεις του, ενώ διευκολύνονται οι χειρισμοί του.

Τα υγρά κοπής ως ψυκτικά χρησιμοποιούνται αποτελεσματικά εν γένει σε σχετικά υψηλές ταχύτητες κοπής, ενώ σε λίαν υψηλές ταχύτητες περιορίζεται σε μεγάλο βαθμό (ή και εξαφανίζεται ακόμη) η ψυκτική τους δράση.



## Γενικά

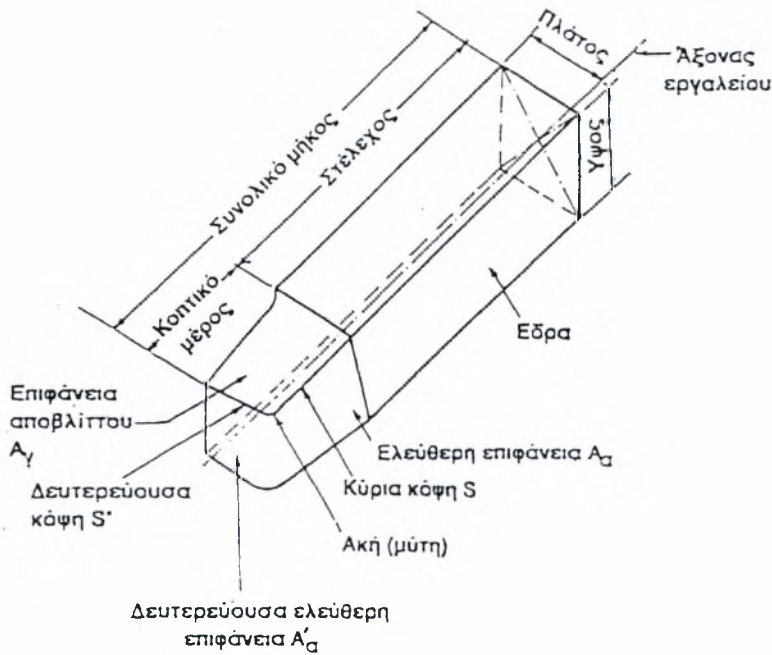
Αντικείμενο μελέτης της πειραματικής εργασίας είναι η μέτρηση των μεγεθών της τραχύτητας επιφανειών που έχουν προκύψει από κατεργασίες τórνευσης. Η τórνευση ανήκει στην ομάδα των κατεργασιών κοπής με περιστροφική την πρωτεύουσα κίνηση και μεταφορική την κίνηση της πρόωσης. Διάφορα κινηματικά είδη τórνευσης προκύπτουν με βάση την αμοιβαία σχέση των κύριων λειτουργικών κινήσεων.

## Μορφή, υλικό και χαρακτηριστικά μεγέθη του κοπτικού εργαλείου.

Τα εργαλεία τórνευσεως που χρησιμοποιούνται τα διακρίνουμε σε δύο ομάδες:

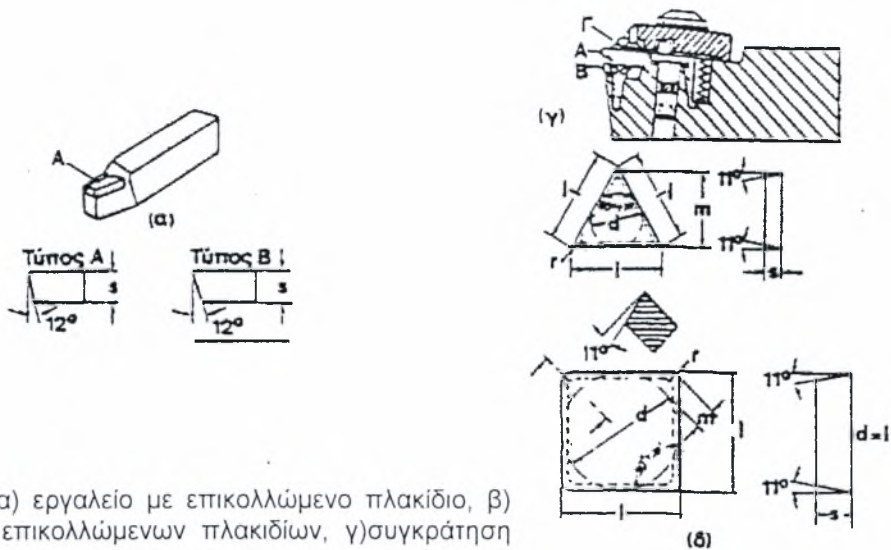
- σε εργαλεία μιας ή μόνης κύριας κόψης,
- σε εργαλεία πολλών κύριων κόψεων.

Το κοπτικό μέρος ενός εργαλείου μιας κόψης για να μπορέσει αποδοτικά να λειτουργήσει μορφοποιείται με τη δημιουργία και μίας άλλης κόψης, της δευτερεύουσας κόψης. Οι δύο παραπάνω κόψεις συνδέονται από μία καμπύλη με καθορισμένη ακτίνα καμπυλότητας, όπου σχηματίζεται η ακή του εργαλείου. Η κύρια κόψη αφαιρεί τον όγκο του μετάλλου, ενώ η δευτερεύουσα ελέγχει την ποιότητα (τραχύτητα και τα άλλα χαρακτηριστικά της κατεργασμένης επιφανείας). Το εργαλείο μιας κύριας κόψης αντιπροσωπεύεται από το τυπικό εργαλείο τórνευσεως (σχ.2.15), το οποίο κατά κανόνα είναι εργαλείο λοξής κοπής και το απλούστερο και συνηθέστερο από όλα.



Σχ.2.15: Τυπικό εργαλείο τорνεύσεως

Για την κατασκευή των εργαλείων τорνεύσεως συνήθως χρησιμοποιούνται οι ταχυχάλυβες και τα σκληρομέταλλα, χωρίς όμως να αποκλείονται σε ειδικές περιπτώσεις οι ανθρακούχοι και κεκραμένοι χάλυβες εργαλείων, τα χυτευτά κράματα, τα κεραμικά πυριμάχων οξειδίων και το διαμάντι. Τα εργαλεία τорνεύσεως κατασκευάζονται ως μονομεταλλικά ή ολόσωμα και ως διμεταλλικά. Στα πρώτα όλο το εργαλείο κατασκευάζεται από το υλικό του κοπτικού μέρους του (όπως στην περίπτωση ενός εργαλείου από ταχυχάλυβα) και σε μικρά σχετικώς μεγέθη. Στα δεύτερα (διμεταλλικά), το στέλεχος είναι από χάλυβα κατασκευών κατάλληλων μηχανικών ιδιοτήτων και γεωμετρικών χαρακτηριστικών (τέτοιων, ώστε να μην προκύπτουν ανακρίβειες κατά τη λειτουργία του εργαλείου, όπως για παράδειγμα βέλος κάμψης στη θέση της ακής του) και το κοπτικό μέρος είναι κατά κανόνα πλακίδιο σκληρομετάλλου. Το πλακίδιο μπορεί να είναι επικολλώμενο με ψυχρή κόλληση ή ένθετο (προσαρμοζόμενο με μηχανικά μέσα) (σχ.2.16).



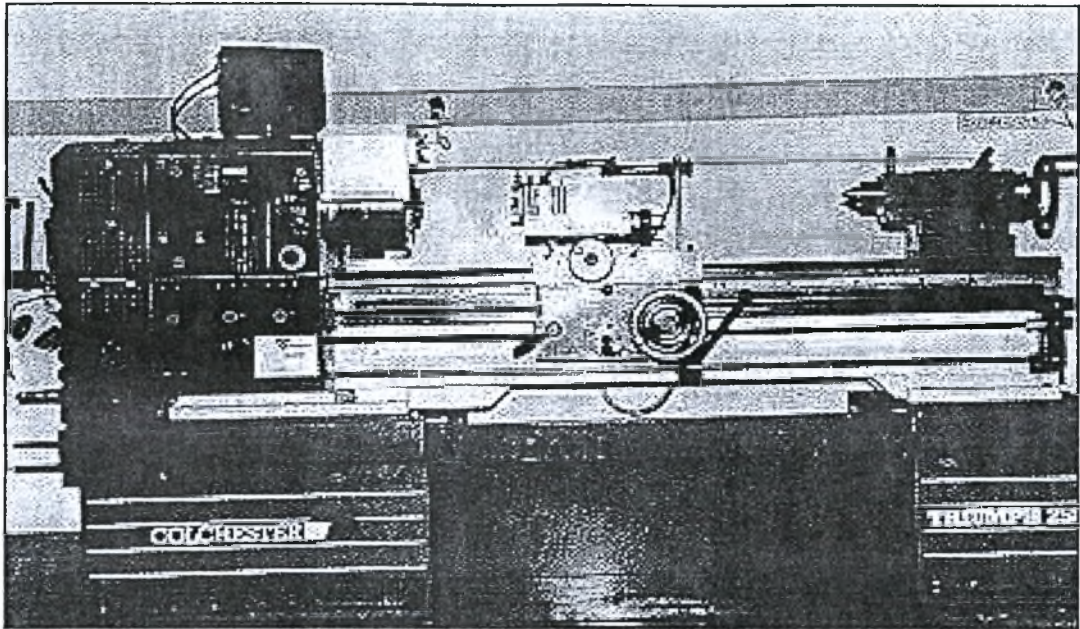
Σχ.2.16.α) εργαλείο με επικολλωμένο πλακίδιο, β) μορφές επικολλωμένων πλακιδίων, γ) συγκράτηση ένθετου πλακιδίου: Α πλακίδιο Β προσθήκη Γ γρεζοθραύστης  
 δ) μορφή ένθετου πλακιδίου.

Τα εργαλεία απλής κύριας κόψης μπορεί να είναι αριστερόκοπα ή δεξιόκοπα ανάλογα με τον προσανατολισμό της κύριας κόψης. Οι τιμές που παίρνουν οι διάφορες γωνίες κοπής του εργαλείου εξαρτώνται από:

- το χαρακτήρα και το είδος της κατεργασίας,
- τις απαιτήσεις ποιότητας της κατεργασίας,
- την κατεργαστικότητα του υλικού του τεμαχίου,
- μηχανικές και κοπτικές ιδιότητες του εργαλείου.

### Παρουσίαση της εργαλειομηχανής και χαρακτηριστικά μεγέθη της.

Οι κοπές των δοκιμών πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Μηχανουργικών Κατεργασιών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Χρησιμοποιήθηκε συμβατικός τόννος τύπου TRIUMPH 2500 της εταιρίας COLCHESTER (Σχ.2.17).



Σχ.2.17: Συμβατικός τόρνος.

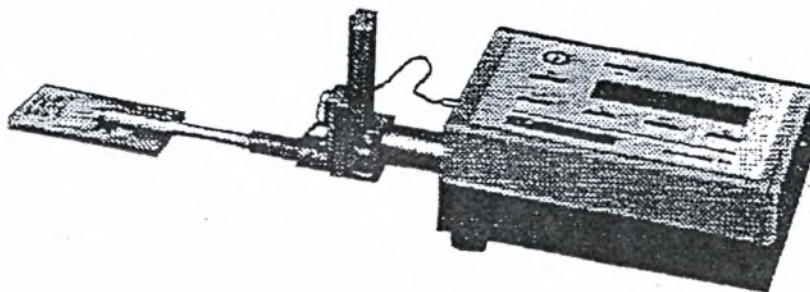
Τα κυριότερα γεωμετρικά και μηχανικά χαρακτηριστικά του φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

**Τεχνικά χαρακτηριστικά του συμβατικού τόρνου.**

Απόσταση μεταξύ των κέντρων	L=1250 mm
Ύψος κέντρων	H=195 mm
Ονομαστική ισχύς	Pe=7,5KW(10HP)
Εύρος περιστροφικών ταχυτήτων ανάλογα με την επιλεγόμενη κλίμακα	15-300 στροφές /λεπτό
	35-830 στροφές /λεπτό
	110-2500 στροφές /λεπτό
Εύρος προώσεων	S=0,036-1,2 mm /στροφή
Καθαρό βάρος	G=1500Kg
Χώρα προέλευσης	UK
Ύψος μηχανής (από το έδαφος έως το κέντρο περιστροφής)	1050 mm
Ολικό μήκος	2500 mm
Ολικό πλάτος	1100 mm
Ολικό ύψος	1300 mm

### Παρουσίαση του Τραχύμετρου και των χαρακτηριστικών του.

Οι μετρήσεις έγιναν σε μηχανικό τραχύμετρο στυλίσκου τύπου Sutronic 3+ της εταιρίας RANK TAYLOR HOBSON LIMITED (Σχ.2.18).



Σχ.2.18. Τραχύμετρο

Το βασικό χαρακτηριστικό των προφιλόμετρων είναι το μήκος κύματος αποκοπής. Αυτό επιλέγεται ανάλογα με την κατεργασία κοπής που έχει προηγηθεί όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Κατεργασία αποπεράτωσης	Αναμενόμενο εύρος τιμών Ra	Προτεινόμενο μήκος cut-off		
		0,25mm	0,8μm	2,5μm
Υπερλείανση	0,05-0.2 μm	*	*	
Lapping	0,05-0,4 μm	*	*	
Honing	0,1-0,8 μm	*	*	
Ακόνισμα	0.1-1,6 μm	*	*	*
Τόρνευση με διαμάντι	0,1-0,4 μm	*	*	
Τόρνευση	0,4-12,3 μm		*	*
Διάτρηση	0,4-12,3 μm		*	*
Φραιζάρισμα	0,8-12,3 μm		*	*



Για την τórνευση αποπεράτωσης επιλέχθηκε μήκος κύματος αποκοπής (cut-off length) ίσο με 0,8 mm, ενώ το δειγματοληπτικό μήκος ήταν  $L_n=2$  mm.

### Talyprofile

Για την επεξεργασία των μετρήσεων, που έγιναν στο προφιλόμετρο, χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα **Talyprofile** της εταιρίας RANK TAYLOR HOBSON LIMITED. Το προφιλόμετρο και ο υπολογιστής ήταν συνδεδεμένα κατάλληλα έτσι ώστε το ηλεκτρικό σήμα του πρώτου να είναι η είσοδος στο δεύτερο.

### Διαμήκης τórνευση

Κατά τη διαμήκη τórνευση το τεμάχιο εκτελεί περιστροφική ομοιόμορφη κίνηση γύρω από τον άξονά του, ενώ το εργαλείο μετατοπίζεται ευθύγραμμα και ισοταχώς, παράλληλα προς τον άξονα του τεμαχίου.

Για την αποφυγή βέλους κάμψης και όλων των αρνητικών επιπτώσεων που θα είχε αυτό στην τραχύτητα της επιφάνειας, προσδένουμε το δοκίμιο στο σιαγωνινό σφιγκτήρα (τσοκ) του τórνου, έτσι ώστε να εξέχει από αυτόν ένα σταθερό μήκος περίπου ίσο με 200 mm. Μετά από κάθε κατεργασία το τεμάχιο μεταφέρονταν στη βάση του τραχυμέτρου όπου και τοποθετούνταν κατάλληλα έτσι ώστε να αποφεύγεται η επαφή της νεοκατεργασμένης επιφάνειας με ό,τι θα μπορούσε να προκαλέσει φθορά και επομένως αλλοίωση των αποτελεσμάτων. Πριν από κάθε διαδικασία μέτρησης ακολουθούσαμε τα παρακάτω βήματα:

1. Η προς μέτρηση επιφάνεια δεν υφίστατο καμία ταλάντωση και το όργανο ήταν απόλυτα σταθερό κατά τη διάρκεια της μέτρησης
2. Πάντα ο στυλίσκος τοποθετούνταν κατά τέτοιο τρόπο ώστε να είναι κάθετος προς τη μετρήσιμη επιφάνεια.
3. Ο βραχίονας του τραχυμέτρου ήταν πάντα παράλληλος προς τη μετρήσιμη επιφάνεια.
4. Η μέτρηση γίνονταν πάντα σε κατεύθυνση παράλληλη προς τον άξονα του τεμαχίου (διεύθυνση πρόωσης).

Για λειτουργικούς λόγους η ταχύτητα κοπής έπρεπε να μετατραπεί σε στροφές ανά λεπτό  $N$  (rpm). Αυτό έγινε με τη χρήση του γνωστού τύπου:

$$U = \pi D N / 1000 \quad (1)$$

### Μέτρηση φθοράς ένθετου πλακιδίου

Η φθορά του κοπτικού εργαλείου μετρήθηκε με τη βοήθεια μηχανουργικού οπτικού μικροσκοπίου μάρκας *Mitutoyo*.

### Δεδομένα του πειράματος

Το τεμάχιο που κατεργαστήκαμε είναι χάλυβας υψηλών απαιτήσεων **CK-60**. (Κοχλίες, Οδοντωτοί τροχοί κ.λ.π).

(Διάμετρος:  $D=85\text{mm}$ , Μήκος:  $L=600\text{mm}$ ) με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

Σύσταση	% κ.β.
Άνθρακας C	0,61
Πυρίτιο Si	0,33
Μαγγάνιο Mn	0,74
Φώσφορος P	0,01
Θείο S	0,023
Χρώμιο Cr	0,18
Νικέλιο Ni	0,07
Αλουμίνιο Al	0,013

Οι κυριότερες φυσικές και μηχανικές ιδιότητες του είναι:

Όριο θραύσης σε εφελκυσμό	775 N/mm <sup>2</sup>
Όριο επιμήκυνσης θραύσης	412 N/mm <sup>2</sup>
Σκληρότητα	221 HV10

Όλες οι κοπές έγιναν με διμεταλλικό εργαλείο κοπής με ένθετο πλακίδιο από σκληρομέταλλο P30 (κατά DIN 4990) χημικής σύνθεσης 82% WC, 10% Co και 8% TiC-TaC τύπου TNGG 220408 R TT 3500

### Πειράματα

Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται οι συνθήκες κοπής με τις οποίες έγιναν τα πειράματα:

<b>Συνθήκες κοπής</b>	
Ταχύτητα κοπής U (m/min)	175
Πρόωση S (mm/στρ.)	0,036
	0,040
	0,045
	0,050
	0,060
	0,070
	0,080
	0,090
	0,100
	0,110
	0,120
	0,140
	0,160
	0,180
0,200	
0,220	
Βάθος κοπής a (mm)	0,8
Μήκος κοπής L (mm)	300



**Η κατηγορία πειραμάτων** αφορά την τραχύτητα επιφανείας, ανάλογα με τις συνθήκες κοπής (πρόωση και ταχύτητα κοπής) σε υγρή, στεγνή κοπή και κοπή με φθαρμένο κοπτικό εργαλείο.

Οι προώσεις που επιλέχθηκαν ήταν 16 και κυμαίνονταν σε ένα εύρος από 0,036 mm/στρ. έως 0,220 mm/στρ. Η ταχύτητα που επιλέχθηκε ήταν της τάξεως των 175 m/min.

Οι παράμετροι της τραχύτητας στις οποίες επικεντρώσαμε το ενδιαφέρον μας σ'αυτή τη φάση είναι η **Ra**, η **Rsk**, η **Rku**, η **Rk** και η **Rsm**.

Οι παράμετροι της τραχύτητας που απαιτήθηκαν για τις παραμέτρους των κατανομών **Fisher-Pearson(k,q1,q2,r)** και **Beta(a,b)** είναι επίσης η **Rt**, η **Rp**, η **Rv**, και η **Fractal Dimension**.

Οι παράμετροι τραχύτητας της κατεργαζόμενης επιφάνειας, μπορούν να «συμπιεστούν» μέσω των παραμέτρων των στατιστικών **κατανομών Fisher-Pearson και Beta** ως εξής:

- **Παράμετροι Fisher-Pearson:**

$$K = \frac{\beta_1(\beta_2 + 3)^2}{4(4\beta_2 - 3\beta_1)(2\beta_2 - 3\beta_1 - 6)}$$

όπου  $\beta_1 = \gamma_1^2$  και  $\beta_2 = \gamma_2 + 3$ . Ακόμη έχουμε  $\gamma_1 =$  παράμετρος **Rsk** ή λοξότητα και  $\gamma_2 =$  παράμετρος **Rku** ή κύρτωσης.

$$r = \frac{6(\beta_2 - \beta_1 - 1)}{3\beta_1 - 2\beta_2 + 6}$$

$$q_1 = \frac{r}{2} \left( 1 - \sqrt{\frac{-K}{1-K}} \right)$$

$$q_2 = r - q_1$$

- Παράμετροι Beta:

$$a = \frac{R_v \cdot R_v \cdot R_p - R_q^2}{R_t \cdot R_q^2}$$

$$b = \frac{R_p \cdot R_v \cdot R_p - R_q^2}{R_t \cdot R_q^2}$$

Σ' αυτό το κεφάλαιο θα κάνουμε μία παρουσίαση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τα πειράματα που αναφέρθηκαν. Από τις τιμές των κλασικών παραμέτρων εύρους καθώς και των παραμέτρων κατανομής Fisher-Pearson και Beta, σε συνάρτηση με τις αντίστοιχες τιμές της πρόωσης θα συσχετίσουμε «περιοχές» χαμηλών προώσεων οι οποίες παρουσιάζουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά.

**Σκοπός της εργασίας** είναι να βρεθούν κρίσιμες (χαμηλές) τιμές ή περιοχές τιμών πρόωσης, για αποπεράτωση, οι οποίες θα ικανοποιούν τις παρακάτω συνθήκες:

- Η παράμετρος  $R_{sk}$  (λοξότητα) να παίρνει θετικές τιμές.
- Η παράμετρος  $R_{ku}$  (κύρτωση) να παίρνει τιμές μικρότερες του 3.
- Η παράμετρος  $R_{sm}$  να παίρνει τιμές σχετικά ίδιες με αυτές της πρόωσης.
- Η παράμετρος  $R_k$  να παίρνει υψηλές τιμές.
- Οι τιμές των υπόλοιπων παραμέτρων θα πρέπει να είναι σχετικά μικρές.

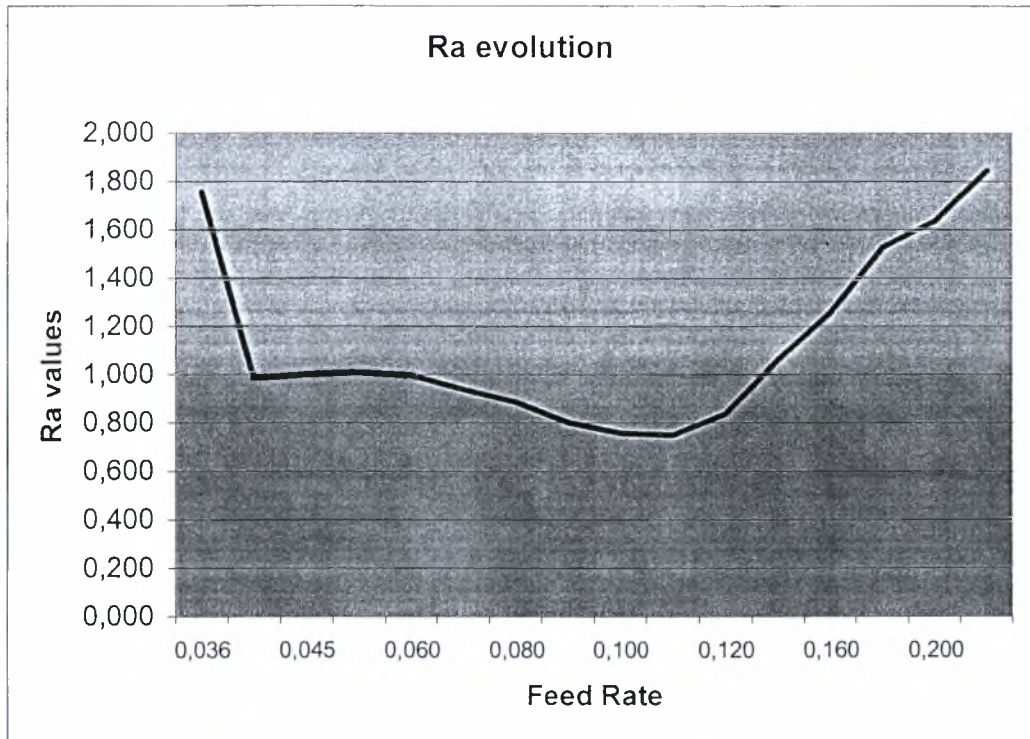
Τα αποτελέσματα είναι δυνατό να οδηγήσουν σε μία «φόρμα» από κρίσιμες τιμές ή περιοχές τιμών πρόωσης, στις οποίες πετυχαίνουμε επιθυμητή επιφανειακή τοπογραφία του δοκιμίου, κατά την αποπεράτωση.

Οι γραφικές απεικονίσεις των παραπάνω παραμέτρων με την πρόωση φαίνονται παρακάτω αντίστοιχα για κάθε πείραμα. (ξηρή τórνευση, υγρή τórνευση και τórνευση με φθαρμένο κοπτικό εργαλείο)

Για το **πρώτο μέρος της εργασίας (ξηρή τórνευση)**, προκύπτουν τα παρακάτω γραφήματα στα οποία παρουσιάζονται:

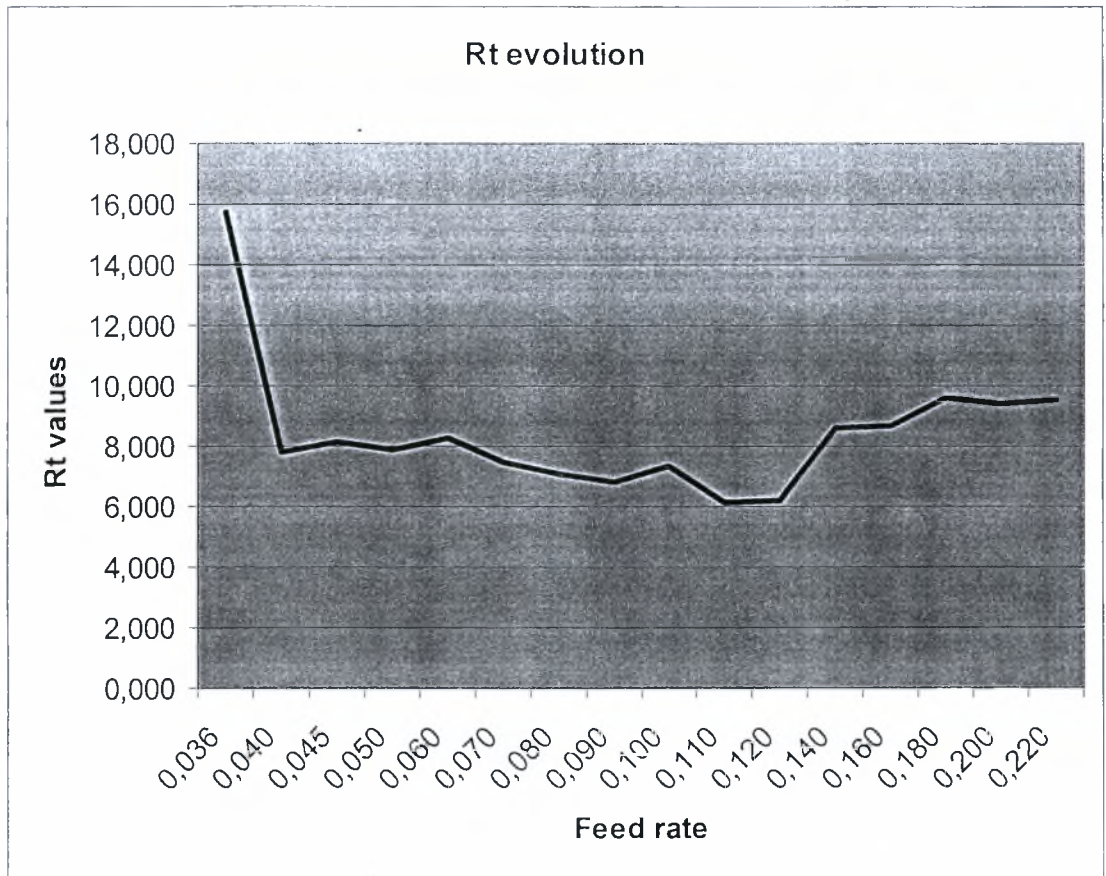
- οι παράμετροι  $R_a$ ,  $R_t$ ,  $R_p$ ,  $R_v$ ,  $R_k$ ,  $R_{sm}$ ,  $R_{sk}$ ,  $R_{ku}$ ,  $W_a$  και **Fractal Dimension** για 16 προώσεις (0,036-0,220 mm/στρ.).
- οι παράμετροι **Fisher-Pearson** ( $K, q_1, q_2, r$ ) και οι παράμετροι **Beta** ( $a, b$ ) για 16 προώσεις (0,036-0,220 mm/στρ.).

### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ Ra - ΠΡΟΩΣΗ



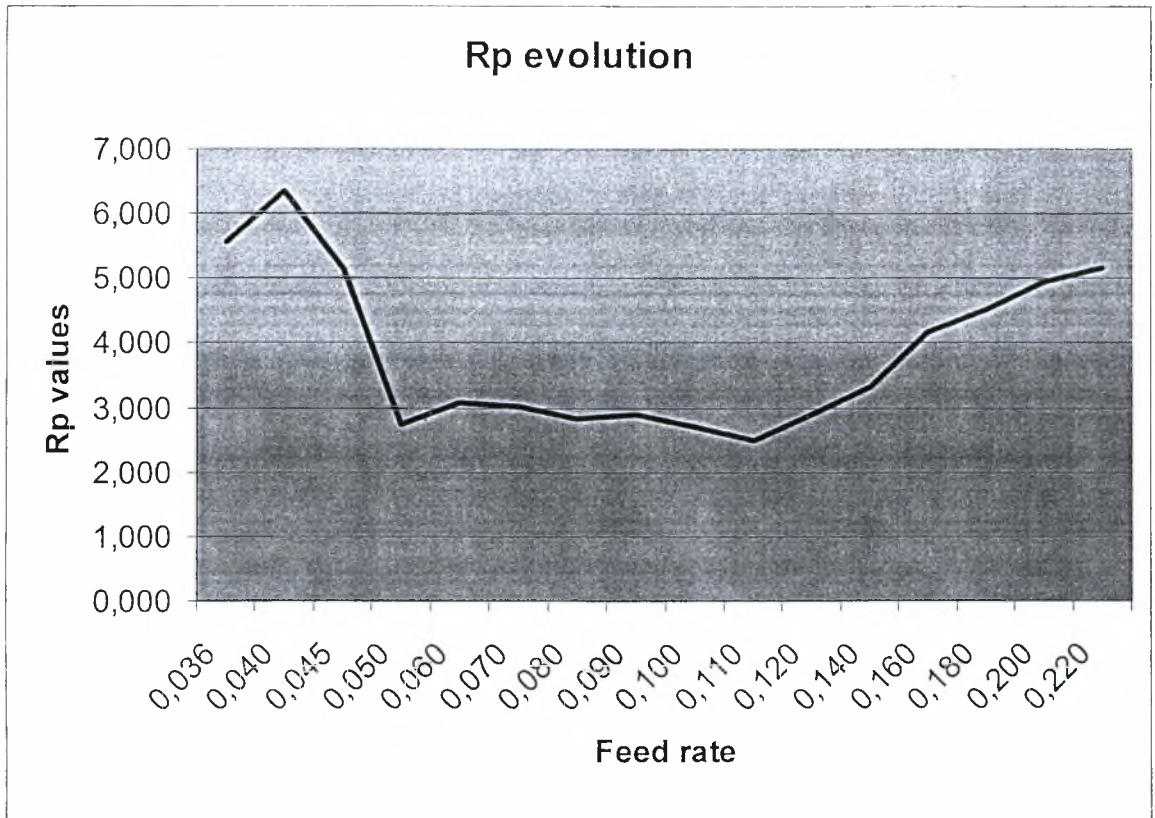
Από τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα και από την γραφική απεικόνιση της **Ra** με την πρόωση, παρατηρούμε ότι για την περιοχή προώσεων  $s=0,045-0,120$  οι τιμές της Ra είναι μικρές, ενώ αυξάνονται σχεδόν γραμμικά για μεγαλύτερες προώσεις.

**Προτεινόμενη περιοχή προώσεων σύμφωνα με την συγκεκριμένη παράμετρο είναι  $S=0,100-0,120\text{mm/στρ.}$**

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ Rt - ΠΡΟΩΣΗ

Η παράμετρος **Rt** παρουσιάζει μια σταθερότητα για την περιοχή προώσεων  $s=0,040-0,120$ , ενώ αυξάνεται με περαιτέρω αύξηση της πρόωσης.

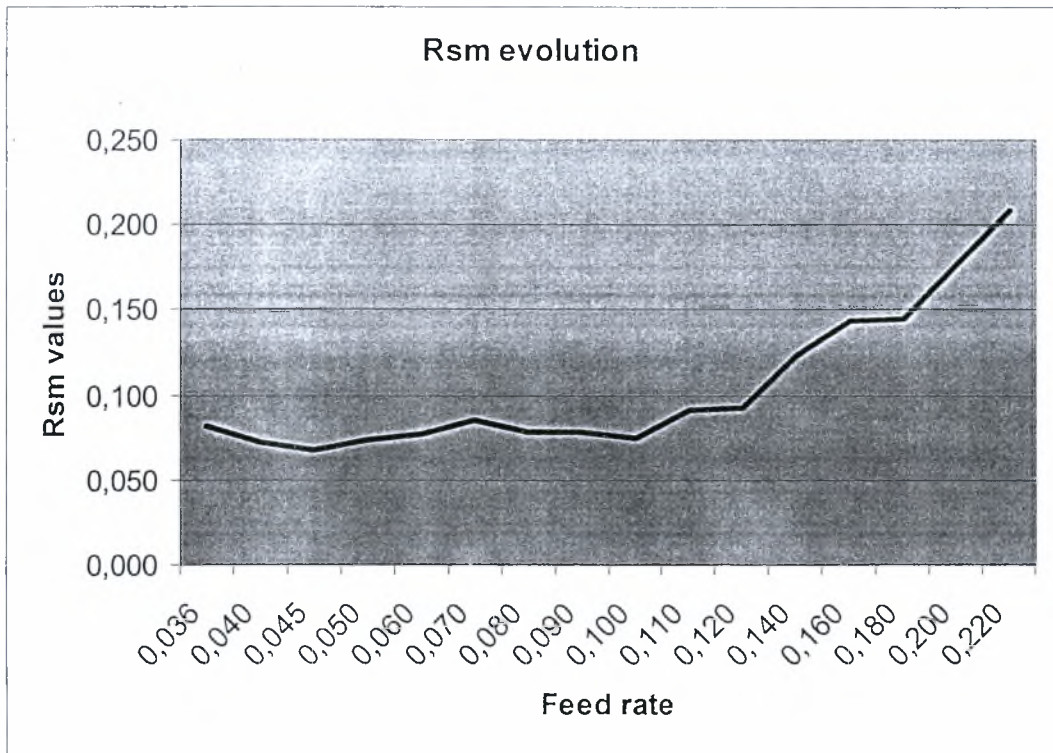
Προτεινόμενη περιοχή προώσεων σύμφωνα με την συγκεκριμένη παράμετρο είναι  $S=0,115-0,130\text{mm/στρ}$ .

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ  $R_p$  - ΠΡΟΩΣΗ

Η παράμετρος  $R_p$  παρουσιάζει μια σταθερότητα για την περιοχή προώσεων  $s=0,050-0,120$ , ενώ αυξάνεται με περαιτέρω αύξηση ή μείωση της πρόωσης.

Προτεινόμενη τιμή πρόωσης σύμφωνα με την συγκεκριμένη παράμετρο είναι  $S=0,115\text{mm/στρ.}$

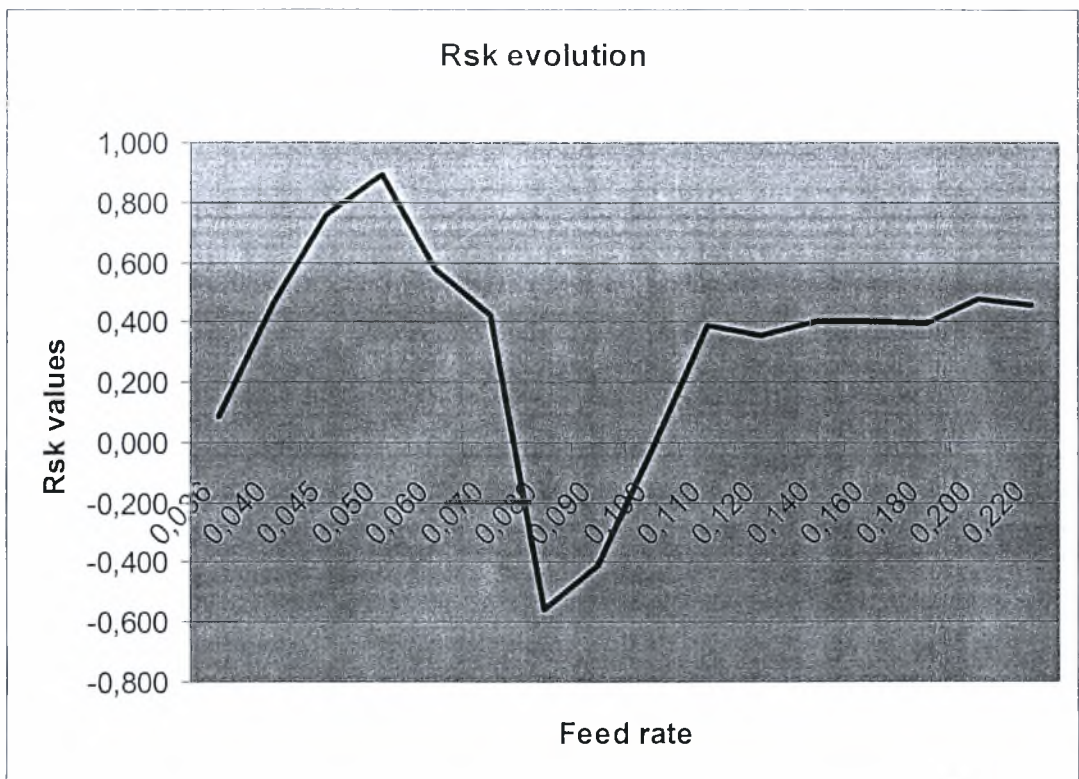


ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ Rsm - ΠΡΟΩΣΗ

Η παράμετρος **Rsm** παρουσιάζει σταθερές τιμές για την περιοχή με  $s=0,036-0,120$  και αυξάνεται με αύξηση της πρόωσης.

Προτεινόμενη τιμή πρόωσης σύμφωνα με την συγκεκριμένη παράμετρο είναι  $S=0,220\text{mm/στρ}$ .

### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ Rsk - ΠΡΟΩΣΗ

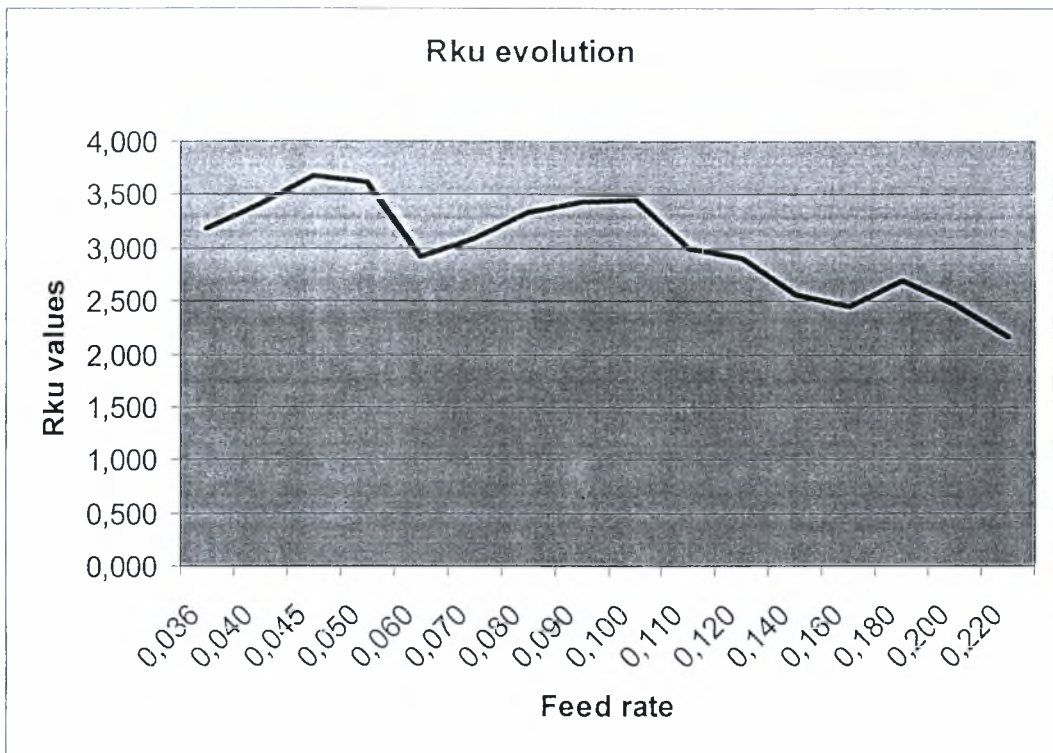


Οι τιμές της παραμέτρου **Rsk** αυξάνονται για την περιοχή  $s=0,036-0,050$  μειώνονται για την περιοχή  $s=0,060-0,090$ , και κατόπιν παρατηρείται μία αύξηση και σταθεροποίηση των τιμών.

Προτεινόμενες περιοχές προώσεων σύμφωνα με την συγκεκριμένη παράμετρο είναι  $S=0,045-0,070\text{mm/στρ}$  και  $S=0,110-0,220\text{mm/στρ}$ .



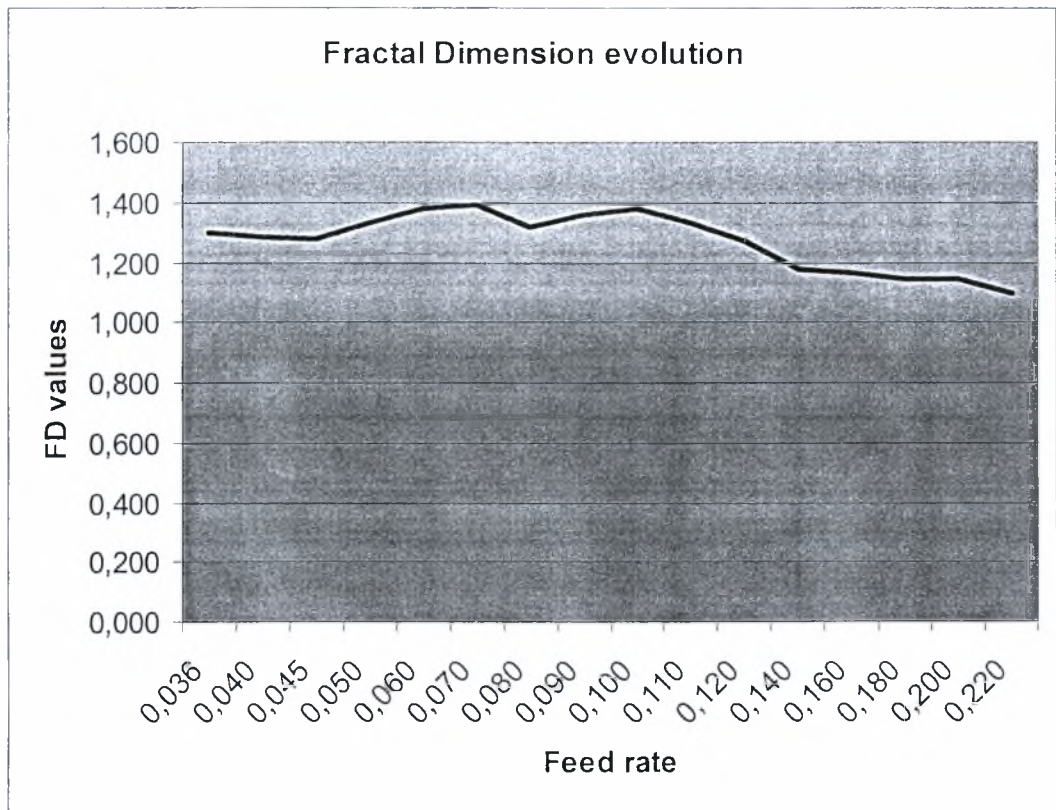
### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ Rku - ΠΡΟΩΣΗ



Οι τιμές της παραμέτρου **Rku** είναι μεγαλύτερες για την περιοχή  $s=0,036-0,100$  ενώ στη συνέχεια μειώνονται όσο αυξάνεται η πρόωση.

**Προτεινόμενη περιοχή προώσεων σύμφωνα με την συγκεκριμένη παράμετρο είναι  $S=0,120-0,220$ mm/στρ.**

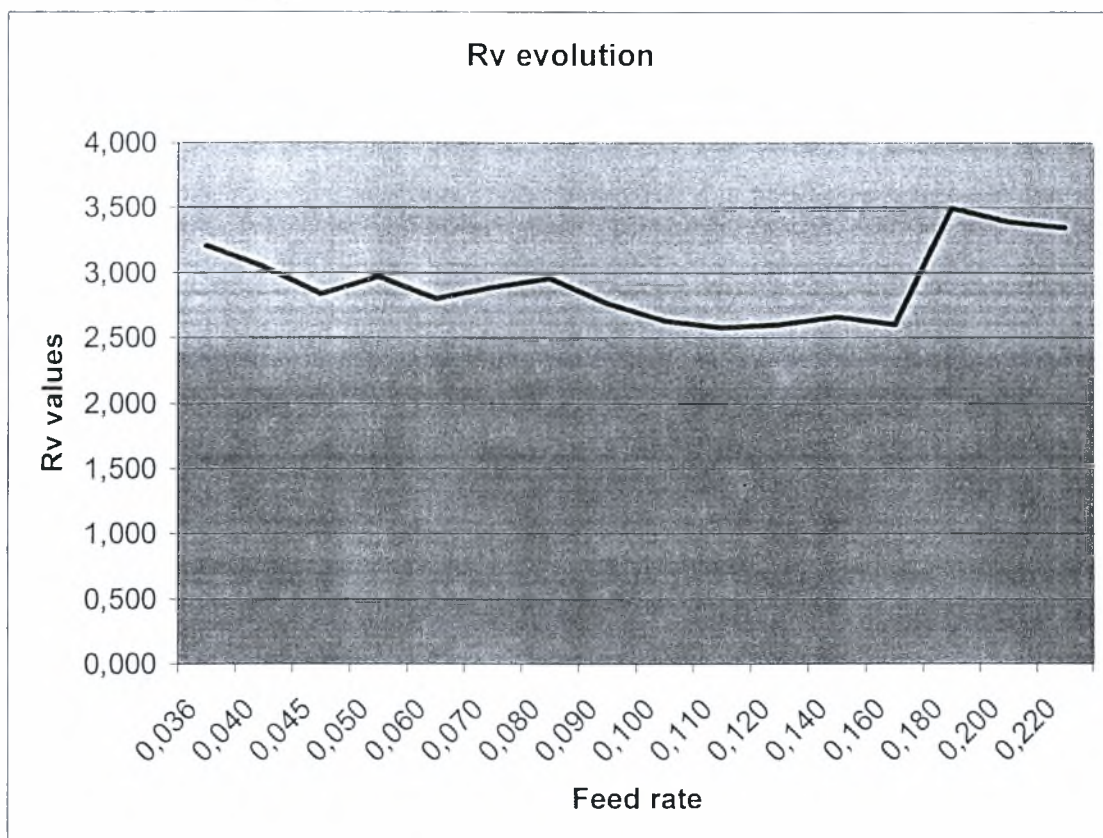
### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ D - ΠΡΟΩΣΗ



Η παράμετρος **D (Fractal Dimension)** παραμένει σχετικά σταθερή σε όλο το πλάτος των προώσεων.

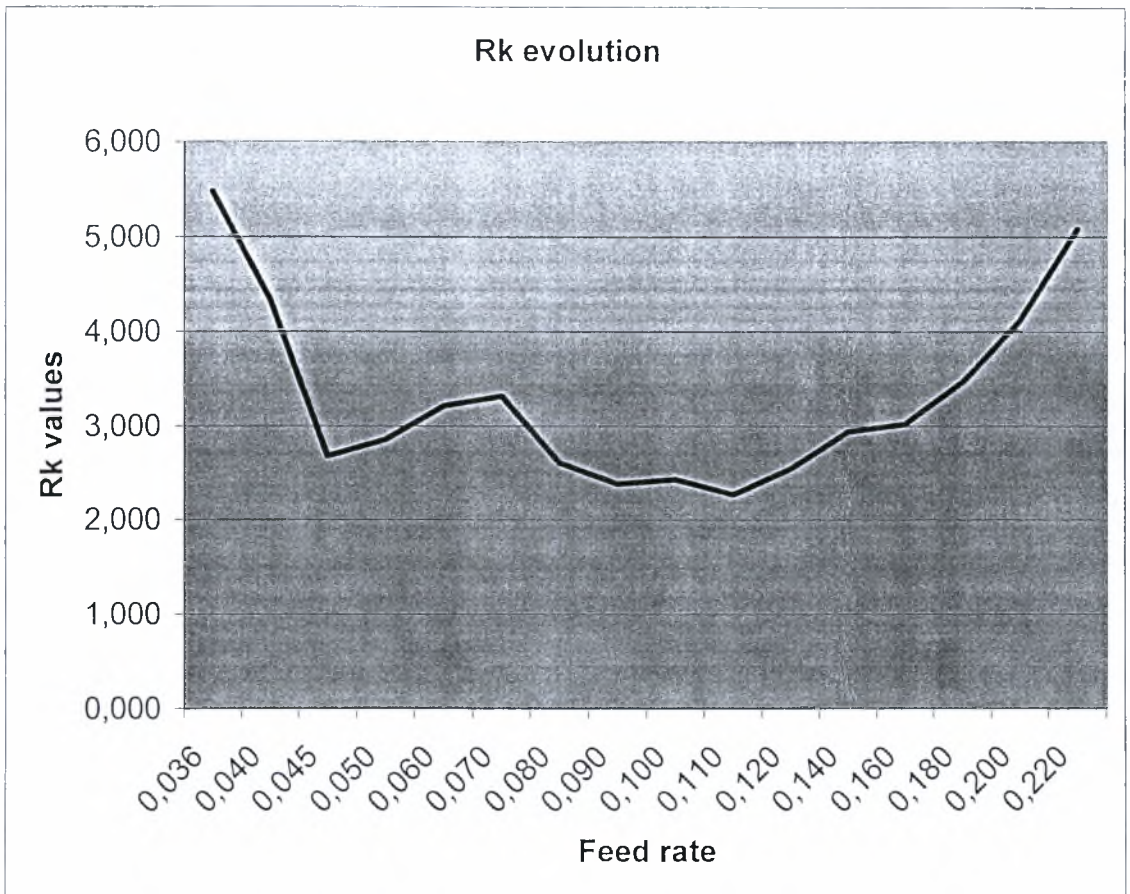
Προτεινόμενη τιμή πρόωσης σύμφωνα με την συγκεκριμένη παράμετρο είναι  $S=0,220\text{mm/στρ}$ .

### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ Rv - ΠΡΟΩΣΗ



Οι τιμές της παραμέτρου Rv είναι σχετικά σταθερές για την περιοχή  $s=0,040-0,160$  ενώ στη συνέχεια αυξάνονται όσο αυξάνεται η πρόωση.

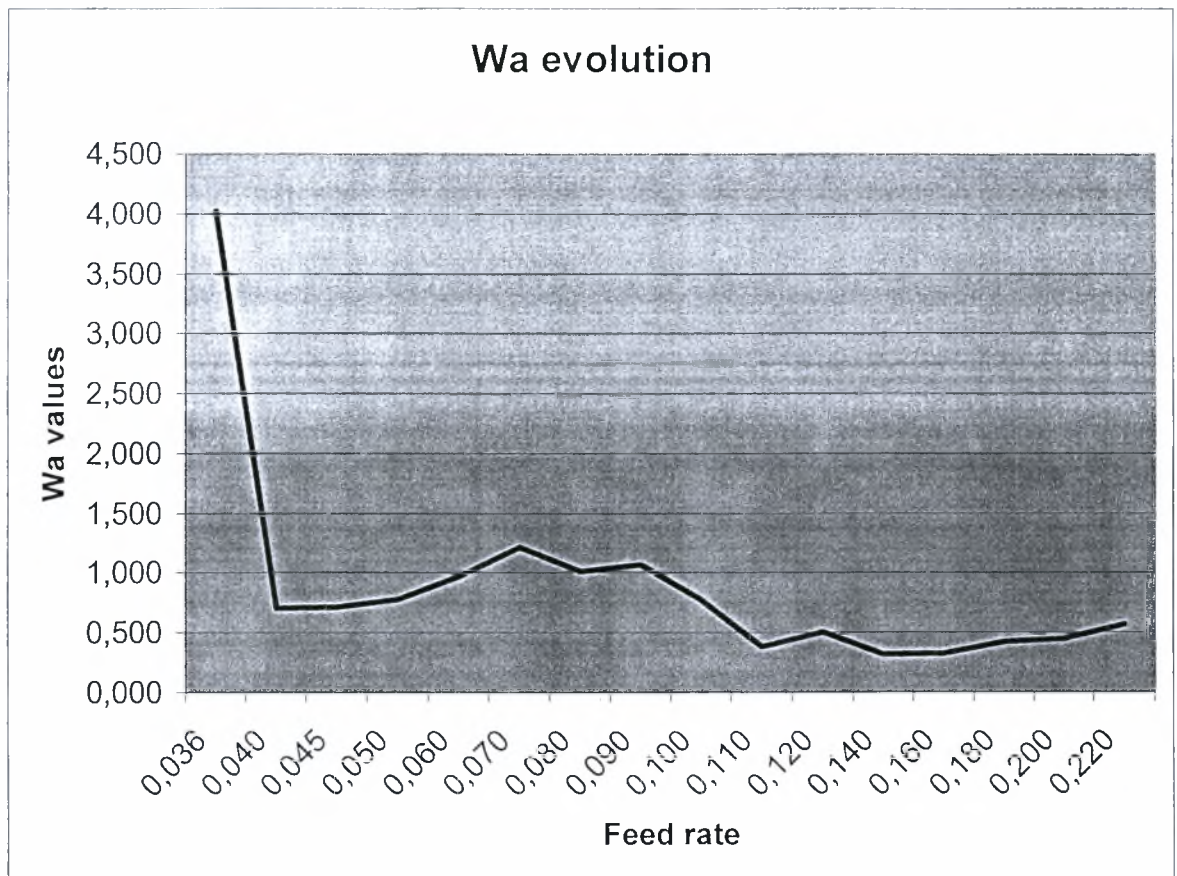
**Προτεινόμενη περιοχή προώσεων σύμφωνα με την συγκεκριμένη παράμετρο είναι  $S=0,110-0,160\text{mm/στρ}$ .**

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ Rk - ΠΡΟΩΣΗ

Οι τιμές της παραμέτρου **Rk** είναι σχετικά σταθερές για την περιοχή  $s=0,080-0,120$  ενώ στη συνέχεια αυξάνονται όσο αυξάνεται η πρόωση.

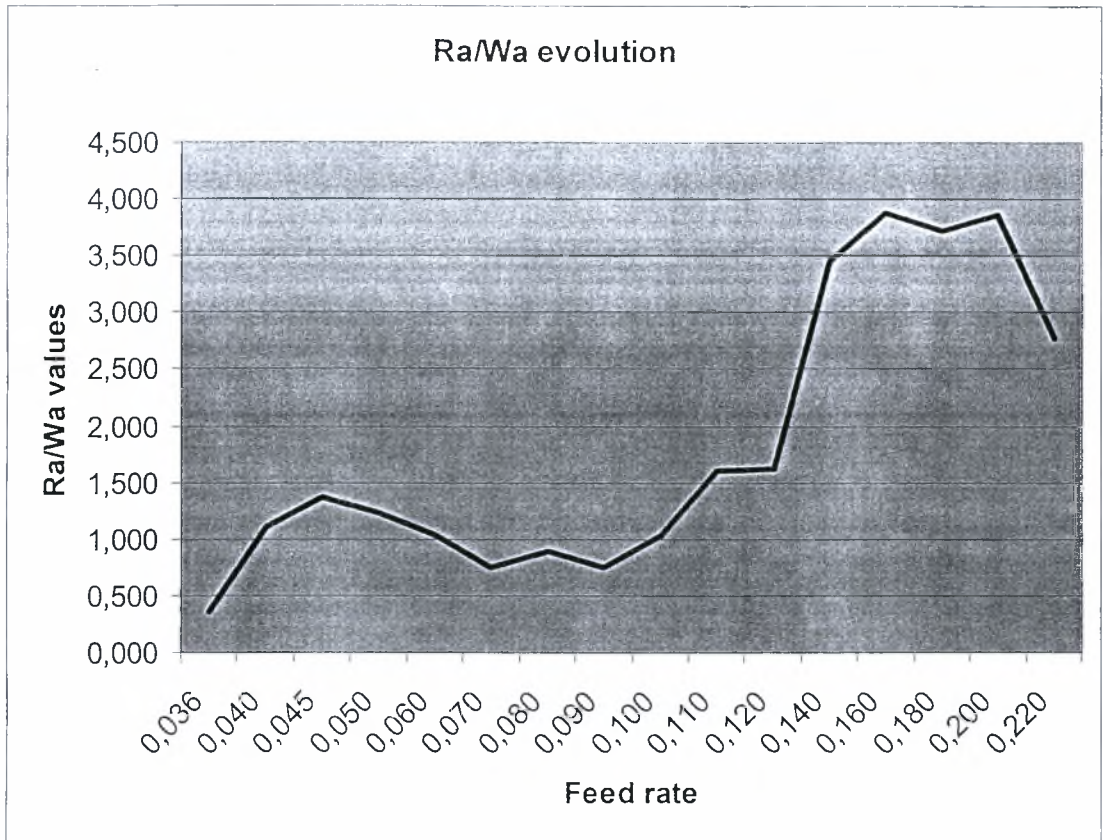
**Προτεινόμενη περιοχή προώσεων σύμφωνα με την συγκεκριμένη παράμετρο είναι  $S=0,220\text{mm/στρ}$  και πάνω.**



ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ  $W_a$  - ΠΡΟΩΣΗ

Οι τιμές της παραμέτρου  $W_a$  είναι χαμηλά σταθερές για την περιοχή  $s=0,120-0,220$ .

Προτεινόμενη περιοχή προώσεων σύμφωνα με την συγκεκριμένη παράμετρο είναι  $S=0,140-0,180\text{mm/στρ.}$

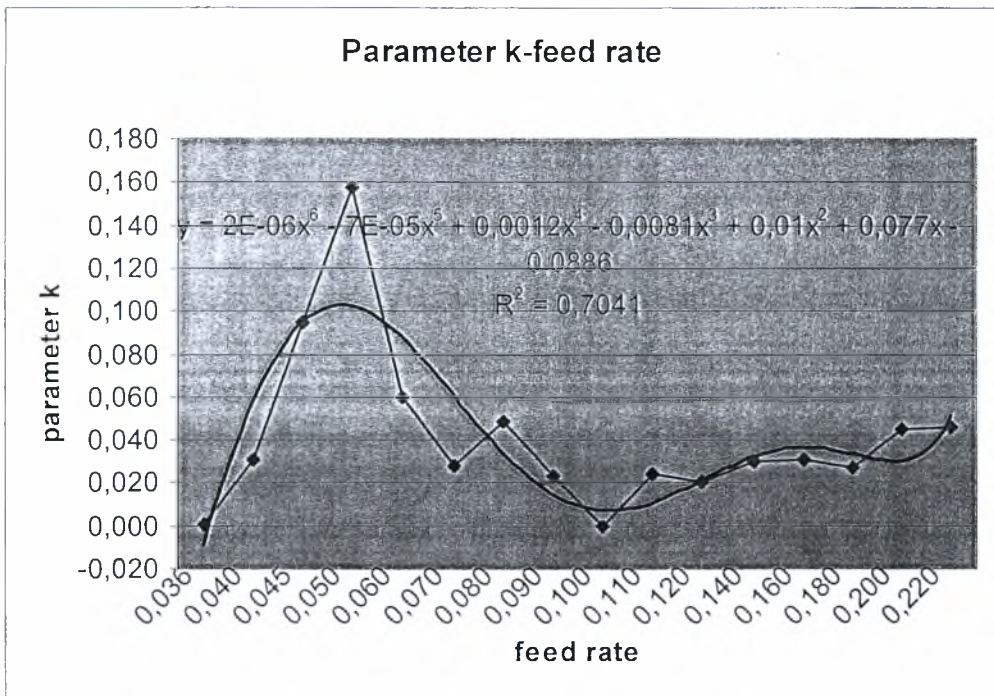
Ra/Wa - ΠΡΟΩΣΗ

Οι τιμές του λόγου  $Ra/Wa$  είναι χαμηλά σταθερές για την περιοχή  $s=0,070-0,100$ .

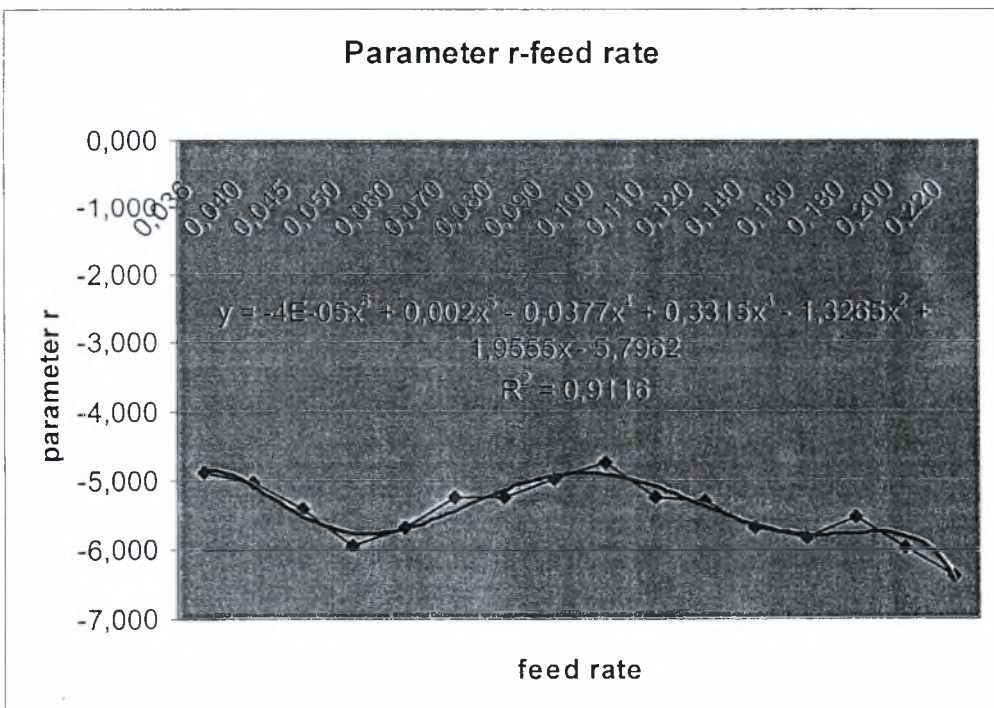
Προτεινόμενη περιοχή προώσεων είναι  $S=0,140-0,180\text{mm/στρ.}$

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ Fisher-Pearson και Beta

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ Κ - ΠΡΟΩΣΗ

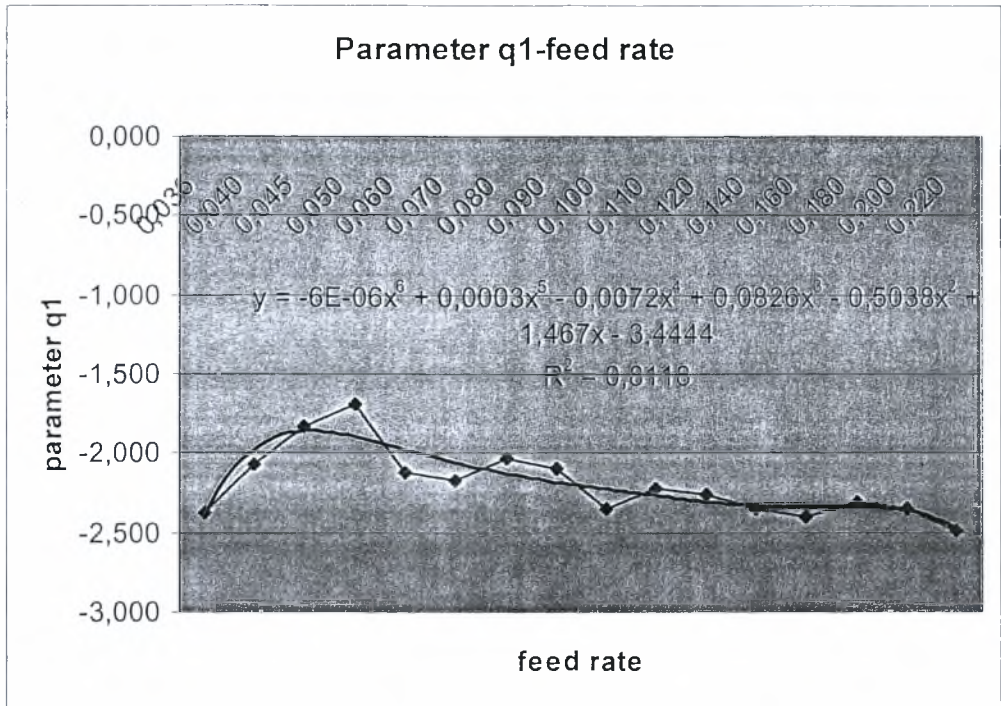


ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ r - ΠΡΟΩΣΗ

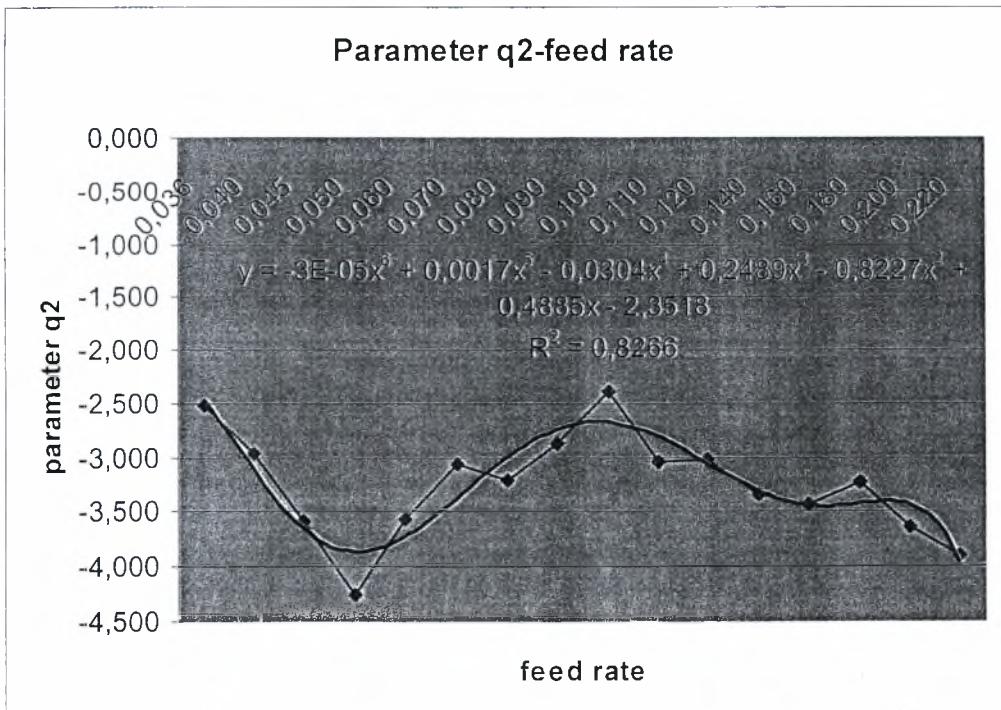




ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ q1 - ΠΡΟΩΣΗ



ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ q2 - ΠΡΟΩΣΗ



Η παράμετρος K της κατανομής Fisher-Pearson αυξάνει για την περιοχή προώσεων  $s=0,036-0,050$ , μειώνεται στην περιοχή με  $s=0,060-0,100$  και τέλος αυξάνει για μεγαλύτερες προώσεις.

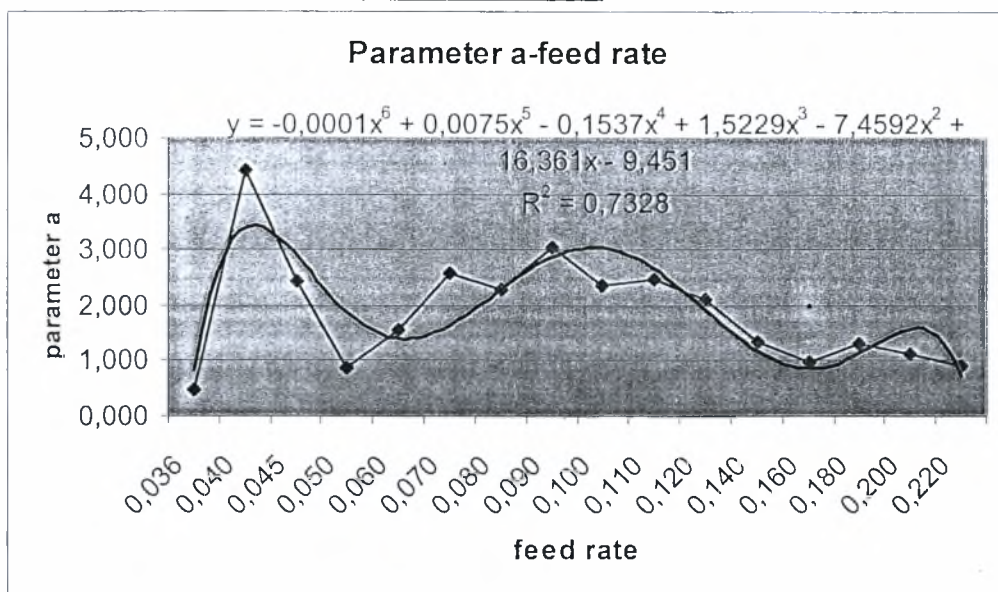


Η παράμετρος  $r$  παρουσιάζει χαμηλές τιμές για την περιοχή προώσεων  $s=0,036-0,060$  και  $s=0,140-0,220$  ενώ οι τιμές της παραμέτρου αυξάνονται στην περιοχή με  $s=0,070-0,120$ .

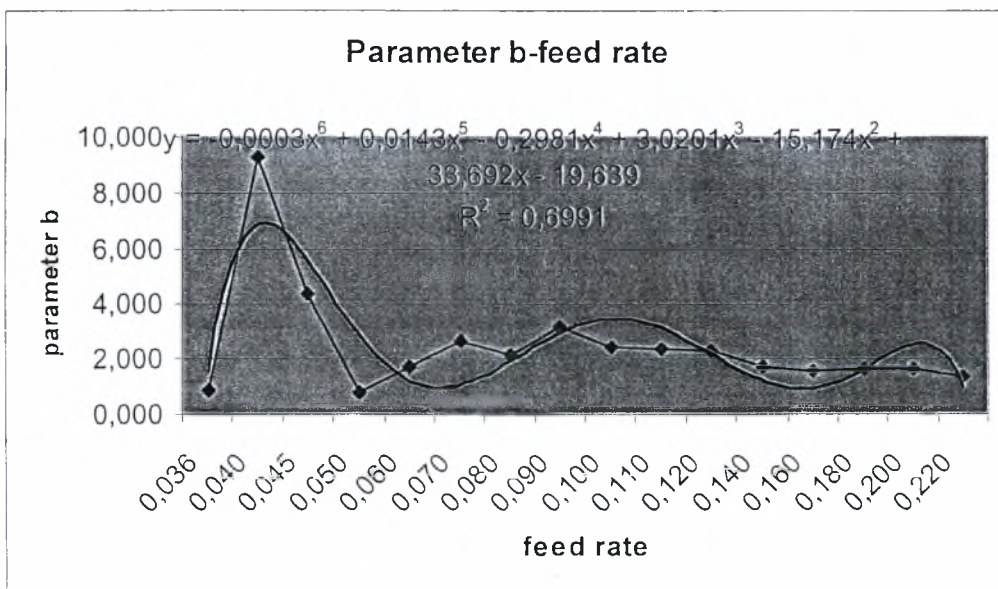
Η παράμετρος  $q_1$  αυξάνεται για  $s=0,036-0,050$  και στη συνέχεια μειώνεται και σταθεροποιείται.

Η παράμετρος  $q_2$  ελαττώνεται για  $s=0,036-0,070$  και για  $s=0,160-0,220$  ενώ αυξάνεται στην περιοχή με  $s=0,080-0,140$ . (βλέπε παράρτημα 1).

### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ $a$ - ΠΡΟΩΣΗ



### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ $b$ - ΠΡΟΩΣΗ



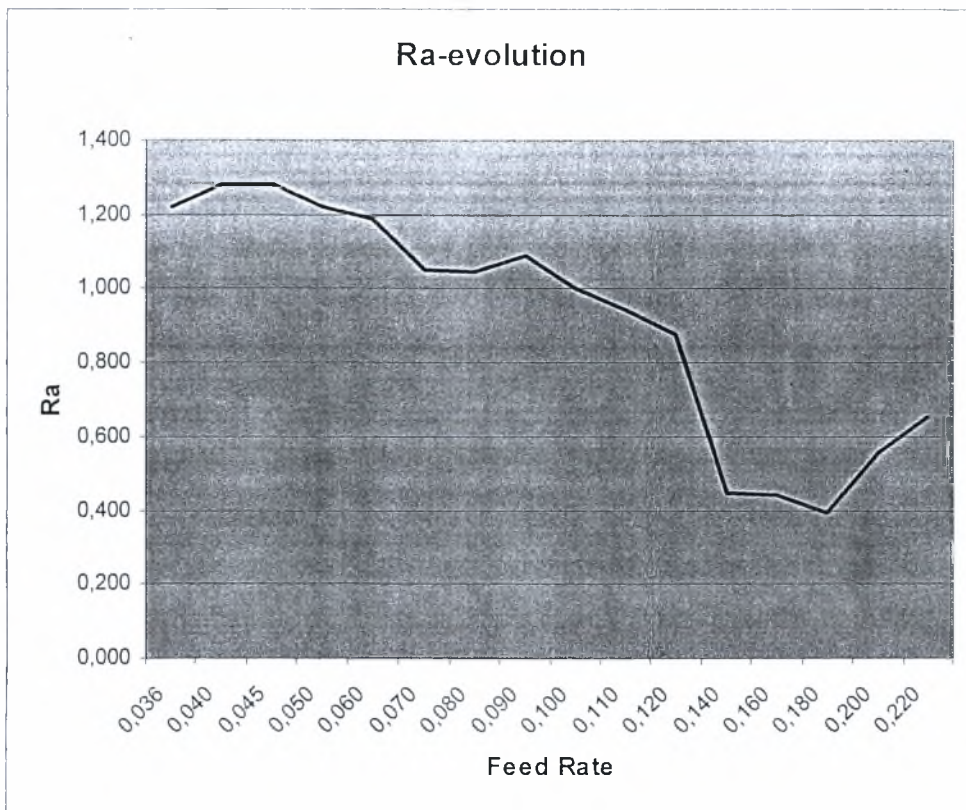
Η παράμετρος  $a$  της κατανομής Beta αυξάνεται για  $s=0,040-0,050$  και για  $s=0,090-0,120$  ενώ μειώνεται για  $s=0,060-0,080$  και για  $s=0,120-0,220$ .

Η παράμετρος  $b$  αυξάνει για προώσεις  $s=0,036-0,050$  και στην συνέχεια μειώνεται περιοδικά.

Για το δεύτερο μέρος της εργασίας(υγρή τόννευση), προκύπτουν τα παρακάτω γραφήματα στα οποία παρουσιάζονται:

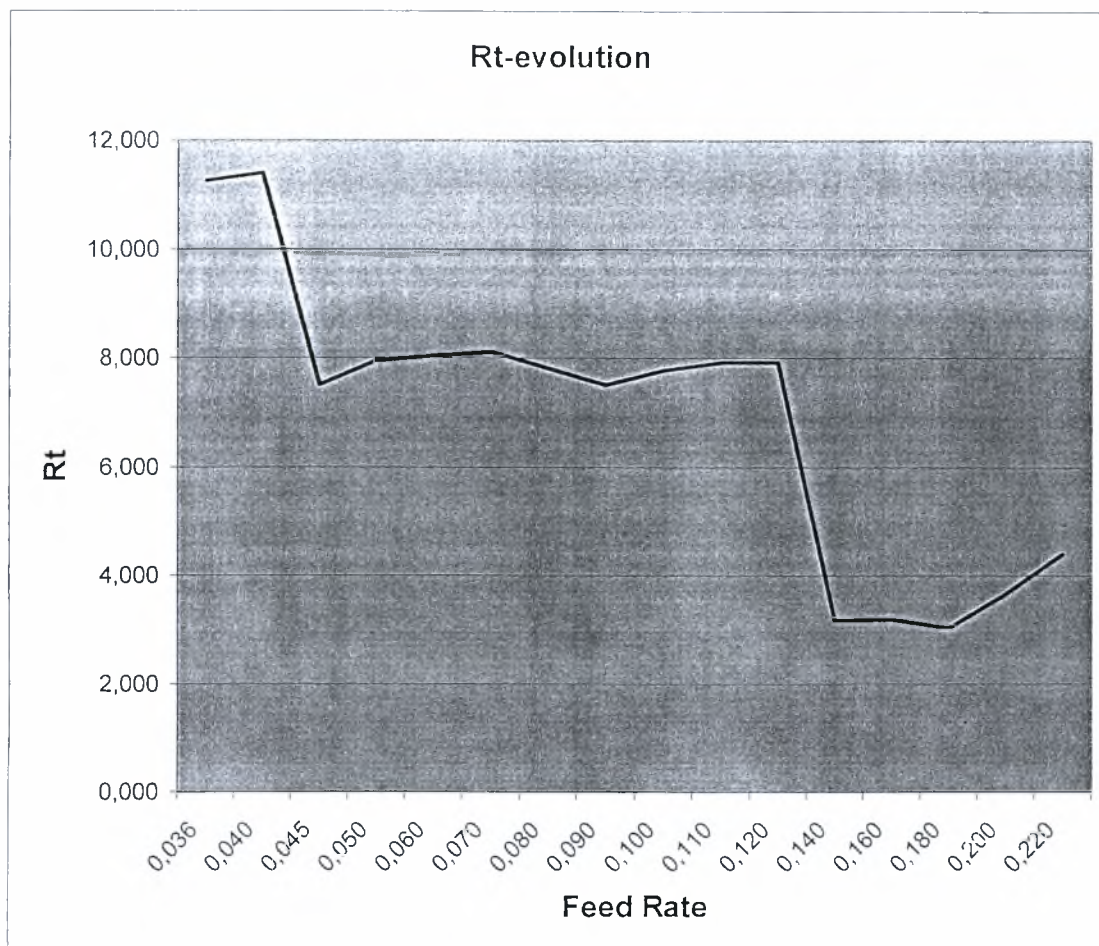
- οι παράμετροι  $R_a$ ,  $R_t$ ,  $R_p$ ,  $R_v$ ,  $R_{sm}$ ,  $R_{sk}$ ,  $R_{ku}$ , και **Fractal Dimension** για 16 προώσεις(0,036-0,220 mm/στρ.).
- οι παράμετροι **Fisher-Pearson**( $K, q_1, q_2, r$ ) και οι παράμετροι **Beta**( $a, b$ ) για 16 προώσεις(0,036-0,220 mm/στρ.).

### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ $R_a$ - ΠΡΟΩΣΗ



Από τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα και από την γραφική απεικόνιση της  $R_a$  με την πρόωση, παρατηρούμε ότι για την περιοχή προώσεων  $s=0,036-0,140$  οι τιμές της  $R_a$  μειώνονται σταδιακά, ενώ στην συνέχεια σταθεροποιούνται και κατοπιν αυξάνονται για μεγαλύτερες προώσεις.

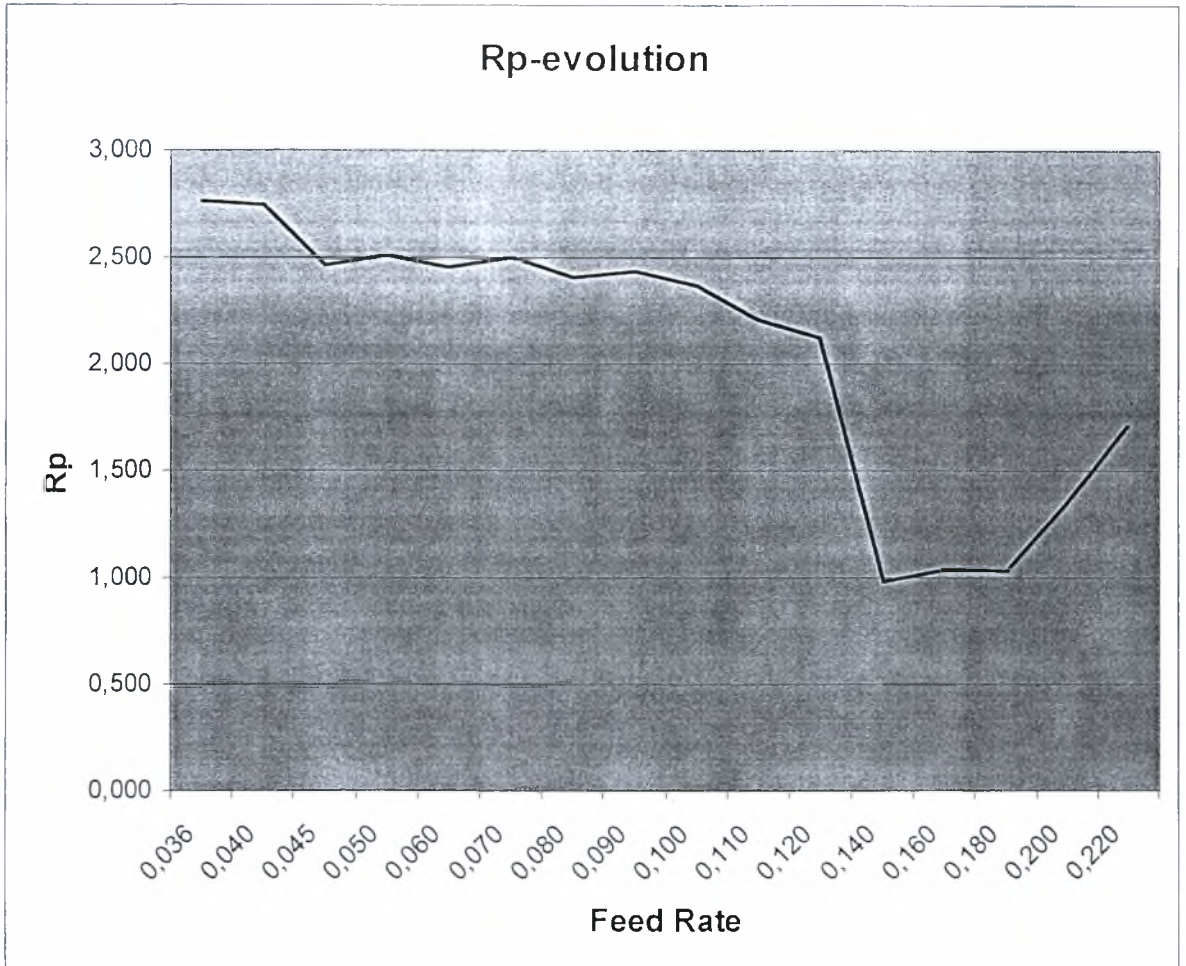
Προτεινόμενη τιμή πρόωσης σύμφωνα με την συγκεκριμένη παράμετρο είναι  $S=0,190\text{mm/στρ.}$

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ  $R_t$  - ΠΡΟΩΣΗ

Η παράμετρος  $R_t$  παρουσιάζει μια σταθερότητα για την περιοχή προώσεων  $s=0,045-0,120$ .

Προτεινόμενη περιοχή προώσεων σύμφωνα με την συγκεκριμένη παράμετρο είναι  $S=0,150-0,190\text{mm/στρ}$ .

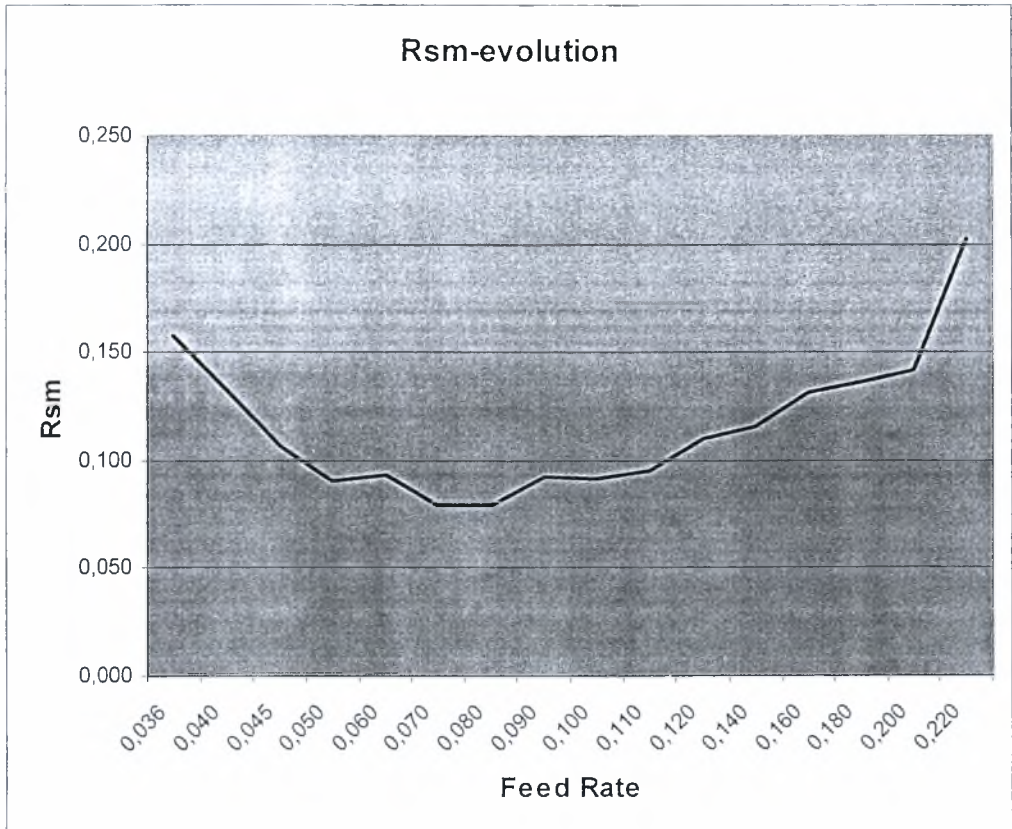


ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ  $R_p$  - ΠΡΟΩΣΗ

Η παράμετρος  $R_p$  παρουσιάζει μια σταθερότητα για την περιοχή προώσεων  $s=0,040-0,120$  μετά μειώνεται και τέλος αυξάνει για μεγαλύτερες προώσεις.

Προτεινόμενη περιοχή προώσεων σύμφωνα με την συγκεκριμένη παράμετρο είναι  $S=0,150-0,190\text{mm}/\text{στρ}$ .

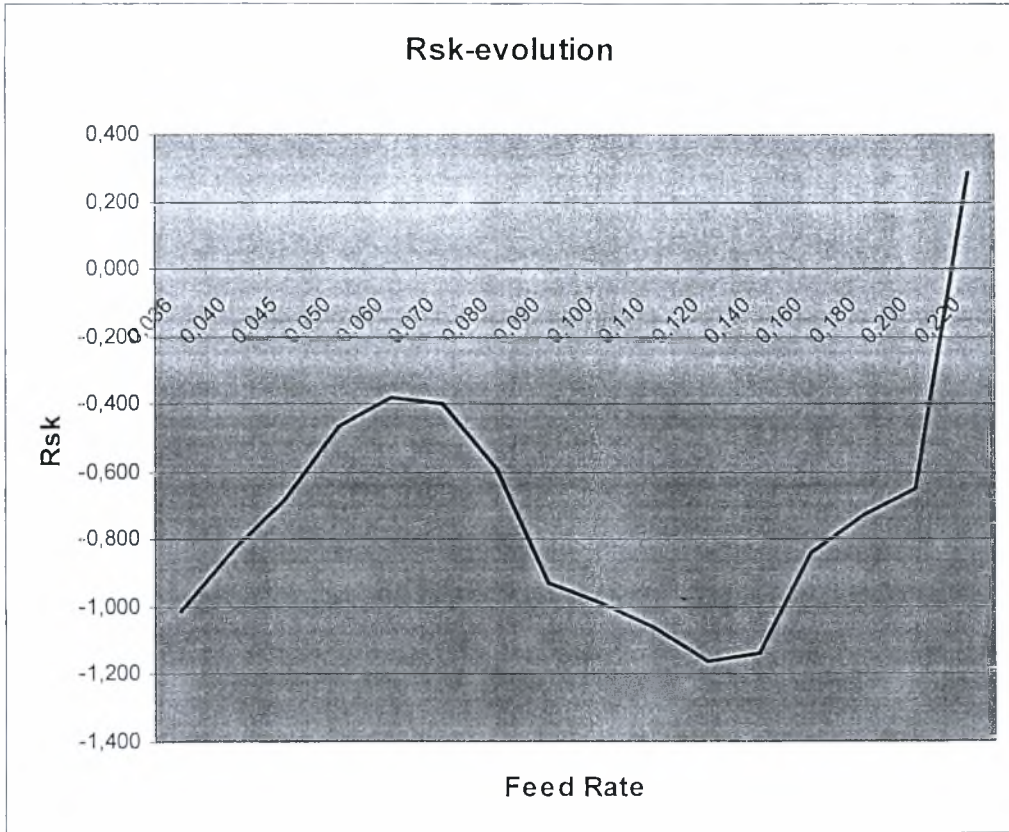
### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ Rsm - ΠΡΟΩΣΗ



Η παράμετρος  $R_{sm}$  παρουσιάζει χαμηλές τιμές για την περιοχή προώσεων  $s=0,050-0,110$  και τέλος αυξάνει για μεγαλύτερες προώσεις.

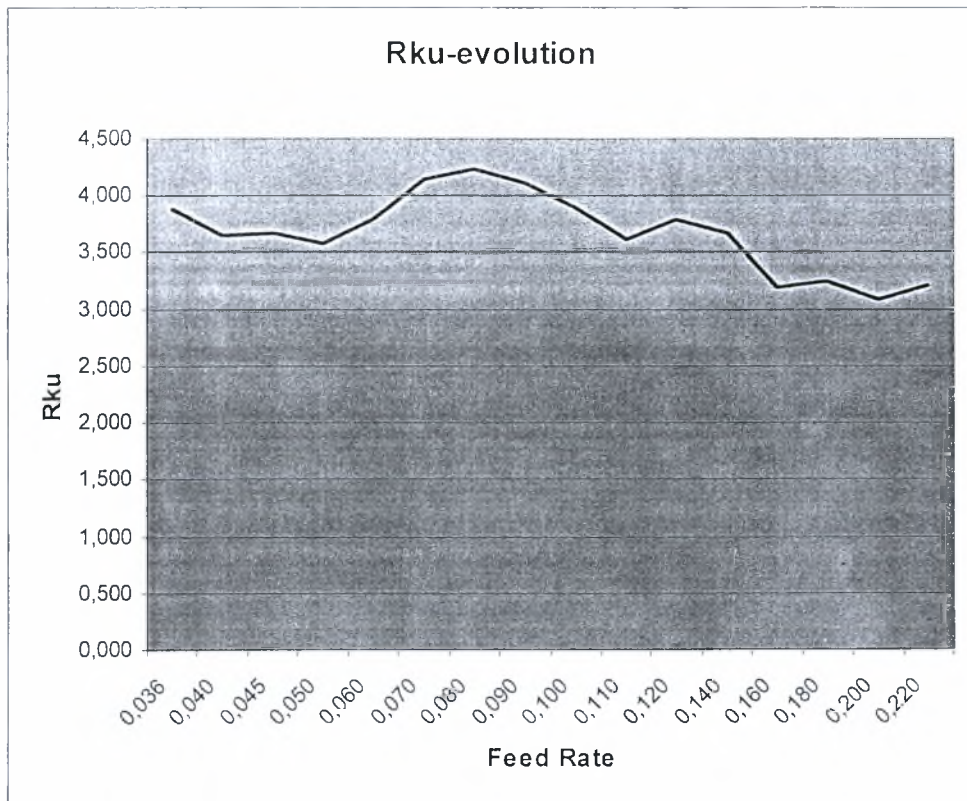
Προτεινόμενες τιμές πρόωσης σύμφωνα με την συγκεκριμένη παράμετρο είναι  $S=0,090\text{mm/στρ}$  και  $S=0,220\text{mm/στρ}$ .

### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ Rsk - ΠΡΩΩΣΗ



Οι τιμές της παραμέτρου **Rsk** αυξάνονται για την περιοχή  $s=0,036-0,060$  μειώνονται για την περιοχή  $s=0,070-0,140$ , και κατόπιν παρατηρείται μία αύξηση των τιμών.

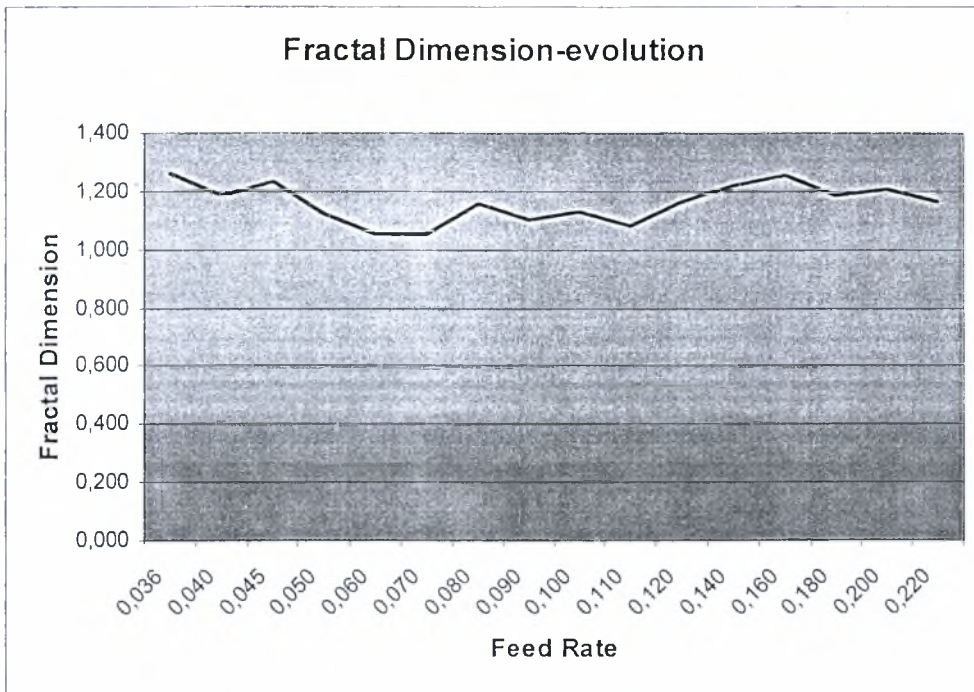
Προτεινόμενη τιμή πρόωσης σύμφωνα με την συγκεκριμένη παράμετρο είναι  $S=0,220\text{mm/στρ}$  και πάνω.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ Rku - ΠΡΟΩΣΗ

Οι τιμές της παραμέτρου **Rku** παραμένουν σταθερές, ενώ αυξάνονται λίγο για την περιοχή  $s=0,070-0,100$ .

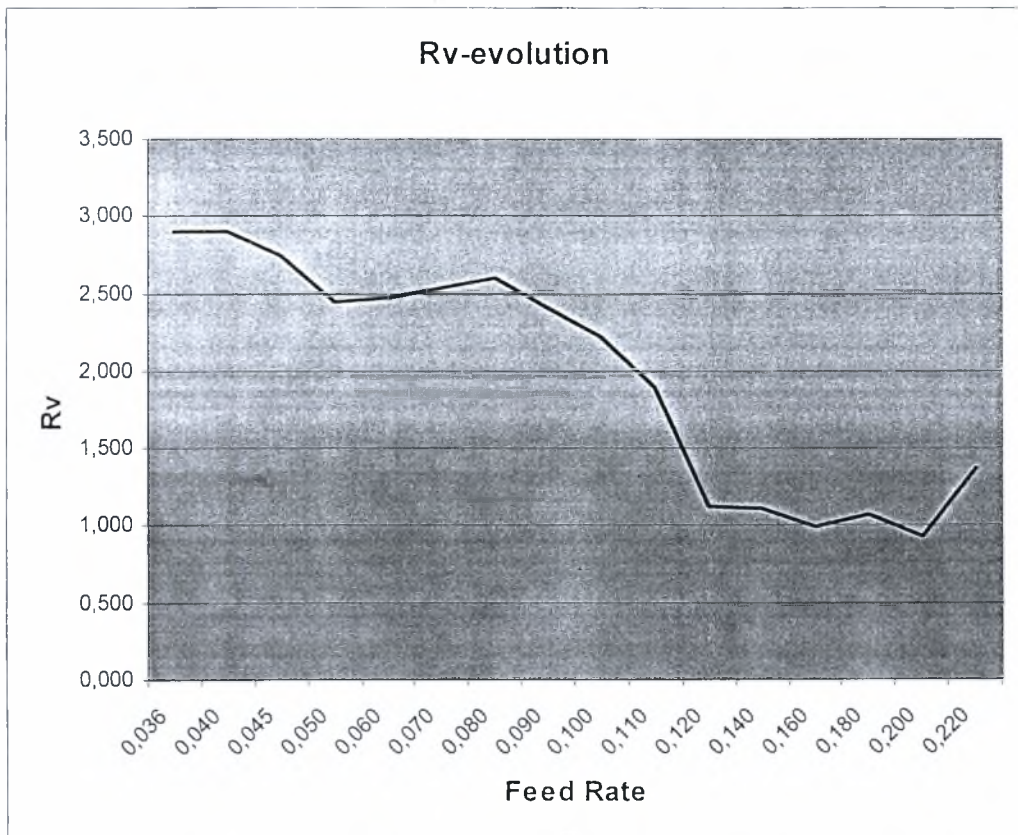
Προτεινόμενη περιοχή προώσεων σύμφωνα με την συγκεκριμένη παράμετρο δεν υπάρχει.



ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ D - ΠΡΟΩΣΗ

Η παράμετρος D (Fractal Dimension) παραμένει σχετικά σταθερή σε όλο το πλάτος των προώσεων.

**Προτεινόμενη περιοχή προώσεων σύμφωνα με την συγκεκριμένη παράμετρο είναι  $S=0,060-0,070\text{mm/στρ}$ .**

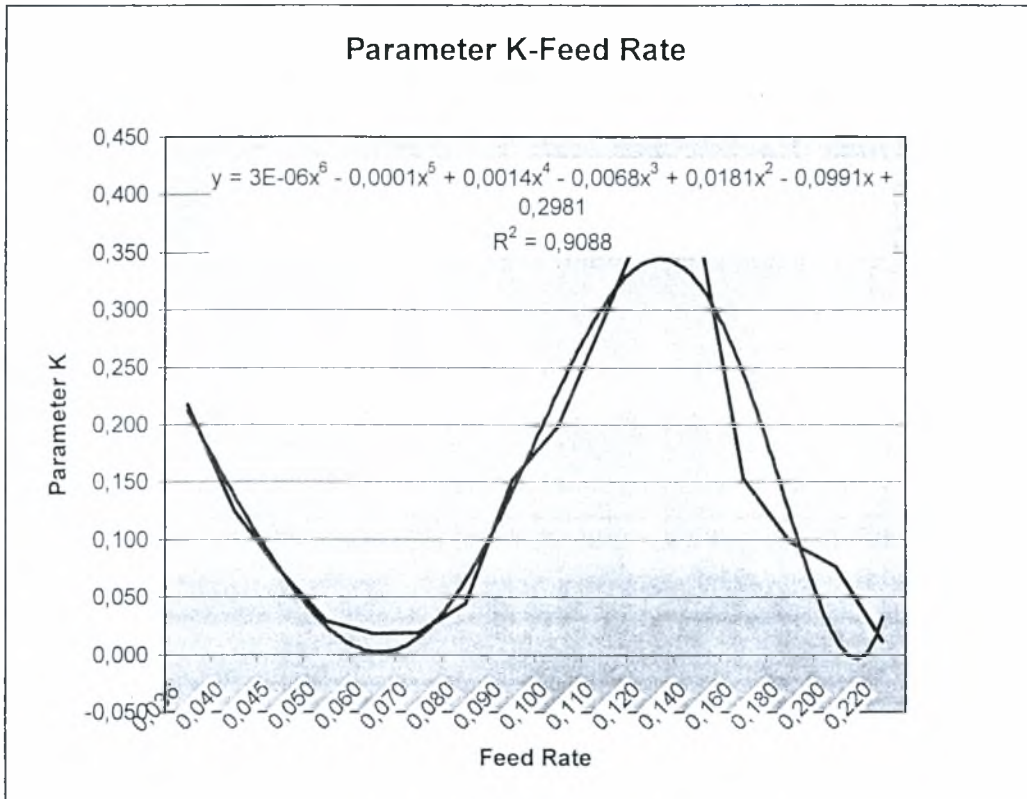
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ Rv - ΠΡΟΩΣΗ

Οι τιμές της παραμέτρου Rv μειώνονται για την περιοχή  $s=0,036-0,120$ , και κατόπιν παρατηρείται μία σταθεροποίηση των τιμών.

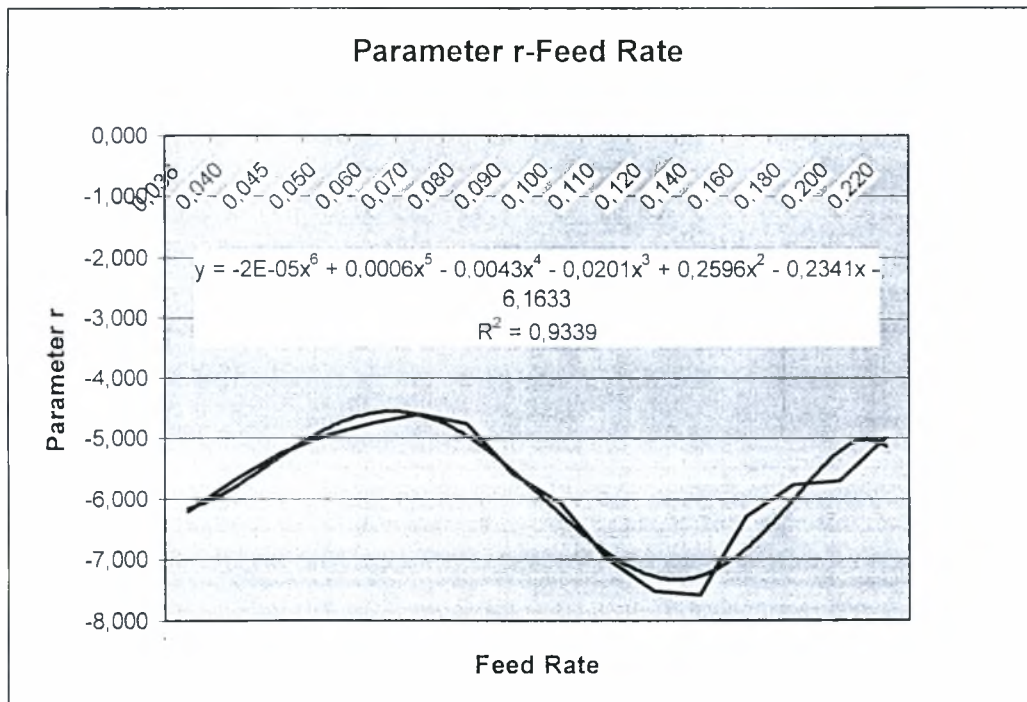
**Προτεινόμενη τιμή πρόωσης σύμφωνα με την συγκεκριμένη παράμετρο είναι  $S=0,210\text{mm/στρ}$ .**

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ Fisher-Pearson και Beta

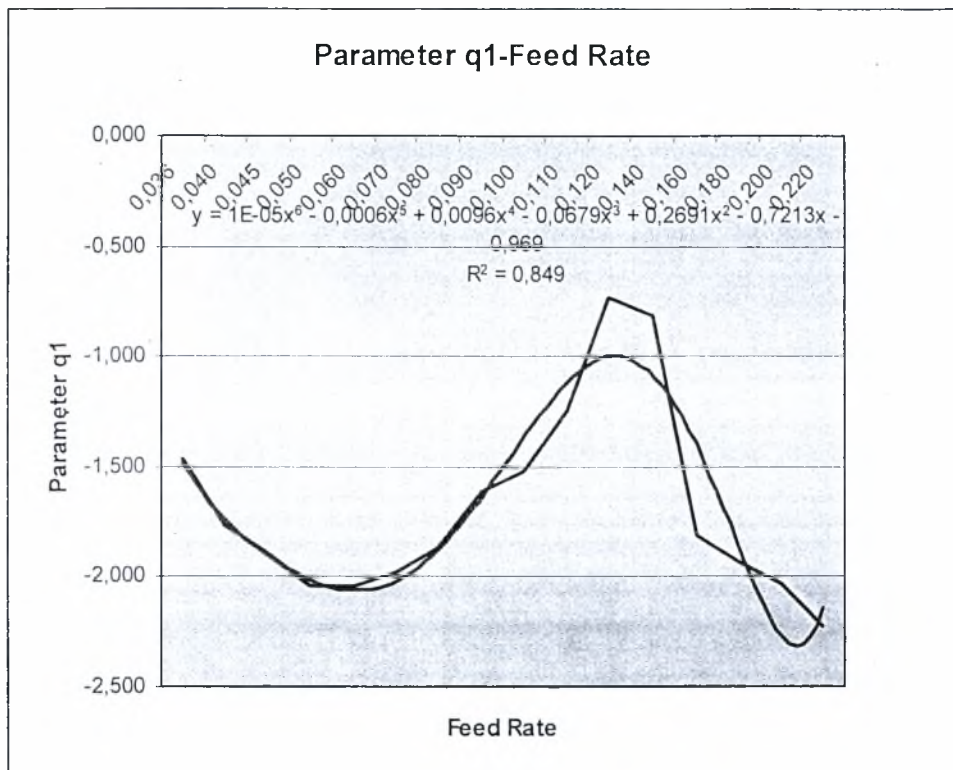
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ Κ - ΠΡΟΩΣΗ



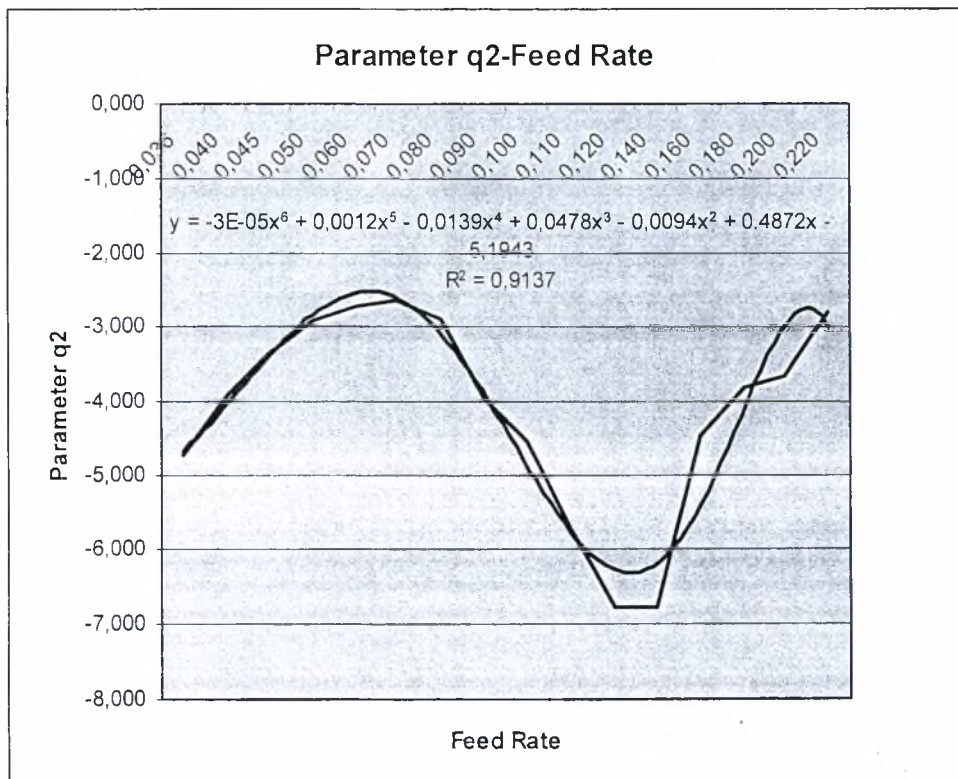
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ r - ΠΡΟΩΣΗ



ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ q1 - ΠΡΟΩΣΗ



ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ q2 - ΠΡΟΩΣΗ





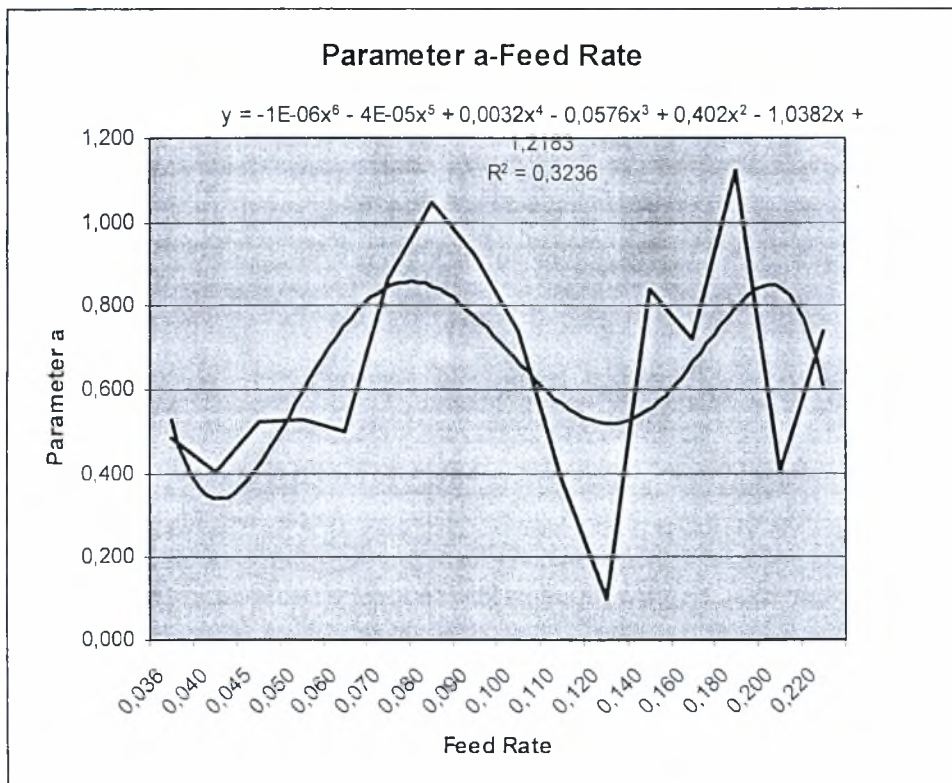
Η παράμετρος  $K$  της κατανομής Fisher-Pearson μειώνεται για την περιοχή προώσεων  $s=0,036-0,070$ , αυξάνεται στην περιοχή με  $s=0,080-0,160$  και μειώνεται για μεγαλύτερες προώσεις.

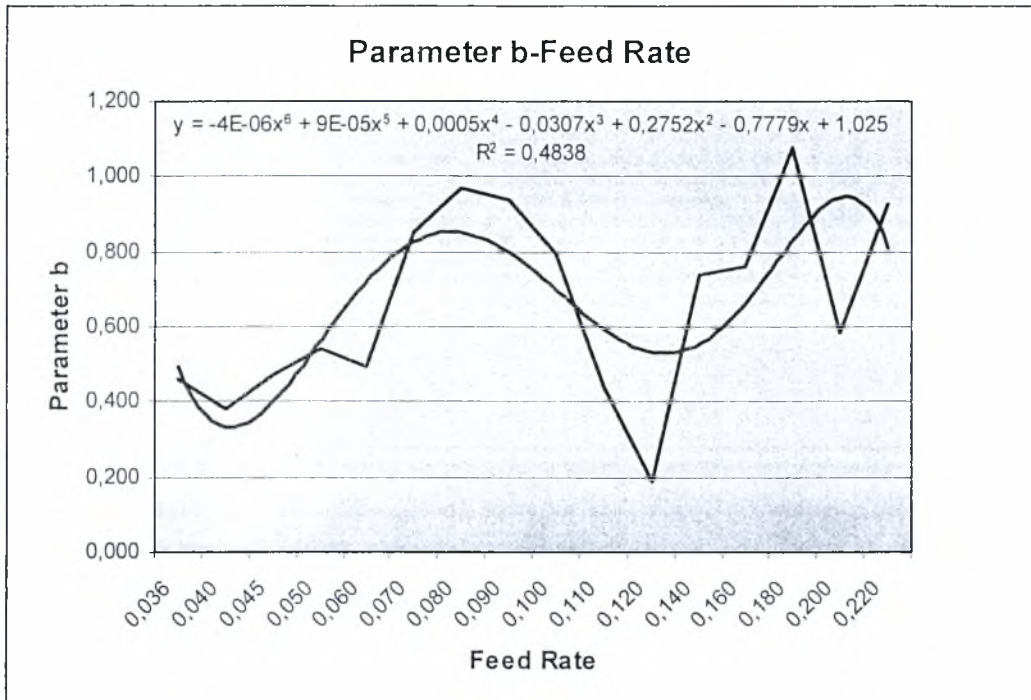
Η παράμετρος  $r$  παρουσιάζει αύξηση για την περιοχή προώσεων  $s=0,036-0,070$  και  $s=0,160-0,220$  ενώ οι τιμές της παραμέτρου μειώνονται στην περιοχή με  $s=0,080-0,140$ .

Η παράμετρος  $q_1$  μειώνεται για  $s=0,036-0,080$  και  $s=0,160-0,220$  ενώ αυξάνεται για  $s=0,090-0,140$ .

Η παράμετρος  $q_2$  σε αντίθεση αυξάνεται για  $s=0,036-0,080$  και για  $s=0,160-0,220$  ενώ μειώνεται στην περιοχή με  $s=0,090-0,140$ .

### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ $a$ - ΠΡΟΩΣΗ



ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ b - ΠΡΟΩΣΗ

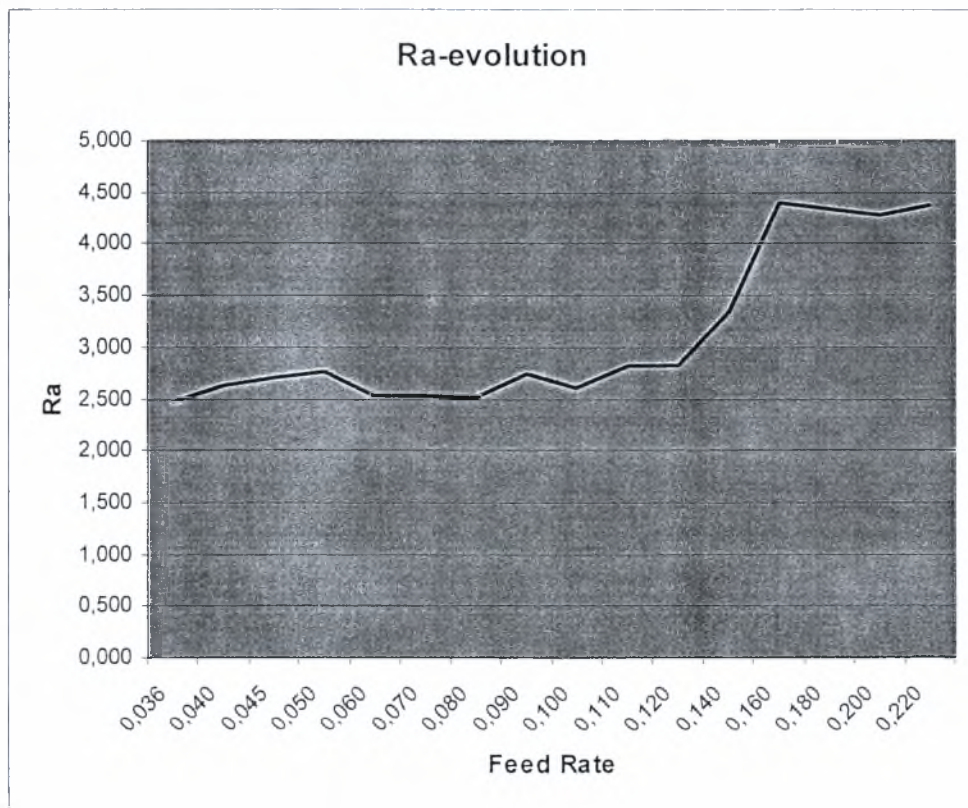
Η **παράμετρος a** της κατανομής Beta αυξάνεται για  $s=0,036-0,080$  και για  $s=0,140-0,220$  ενώ μειώνεται για  $s=0,080-0,120$ .

Η **παράμετρος b** αυξάνει για προώσεις  $s=0,036-0,050$  και για  $s=0,140-0,220$  και στην συνέχεια μειώνεται για την περιοχή  $s=0,080-0,120$ .

Για το τρίτο μέρος της εργασίας(τόρνευση με φθαρμένο κοπτικό εργαλείο), προκύπτουν οι παρακάτω πίνακες στους οποίους παρουσιάζονται:

- οι παράμετροι **Ra, Rt, Rp, Rv, Rk, Rsm, Rsk, Rku, Wa** και **Fractal Dimension** για 16 προώσεις(0,036-0,220 mm/στρ.).
- οι παράμετροι **Fisher-Pearson(K,q1,q2,r)** και οι παράμετροι **Beta(a,b)** για 16 προώσεις(0,036-0,220 mm/στρ.).

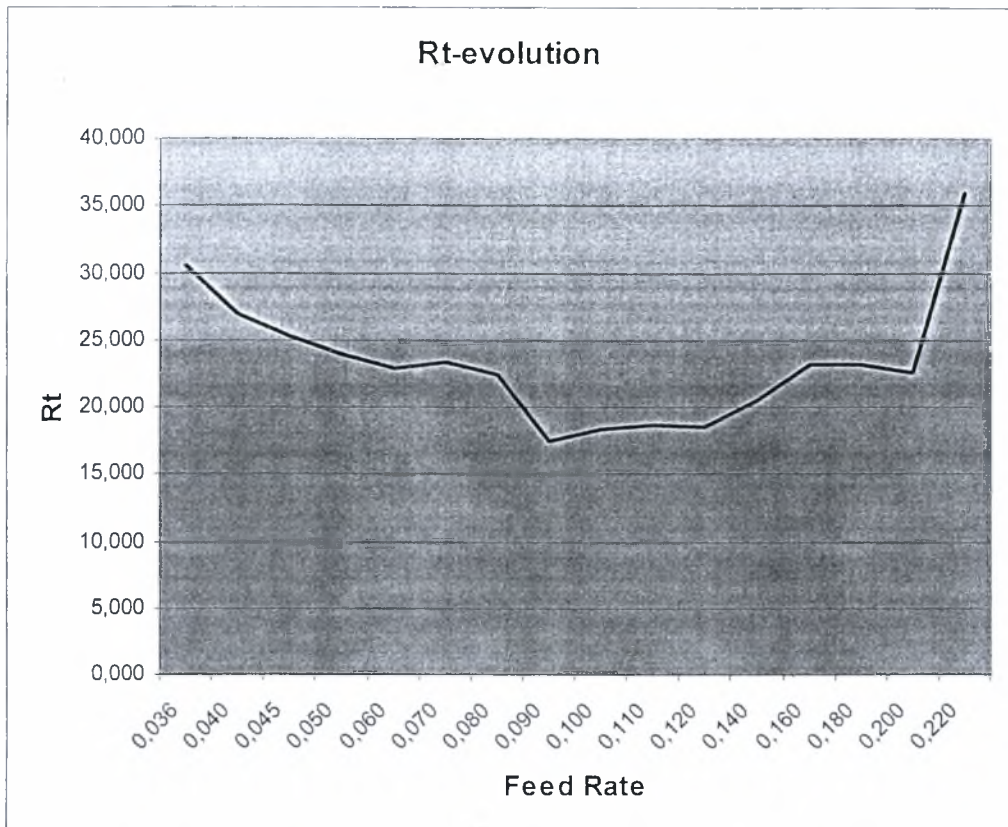
### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ Ra - ΠΡΟΩΣΗ



Από τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα και από την γραφική απεικόνιση της **Ra** με την πρόωση, παρατηρούμε ότι για την περιοχή προώσεων  $s=0,036-0,120$  οι τιμές της Ra είναι σταθερές, ενώ στην συνέχεια αυξάνονται και κατόπιν σταθεροποιούνται για μεγαλύτερες προώσεις.

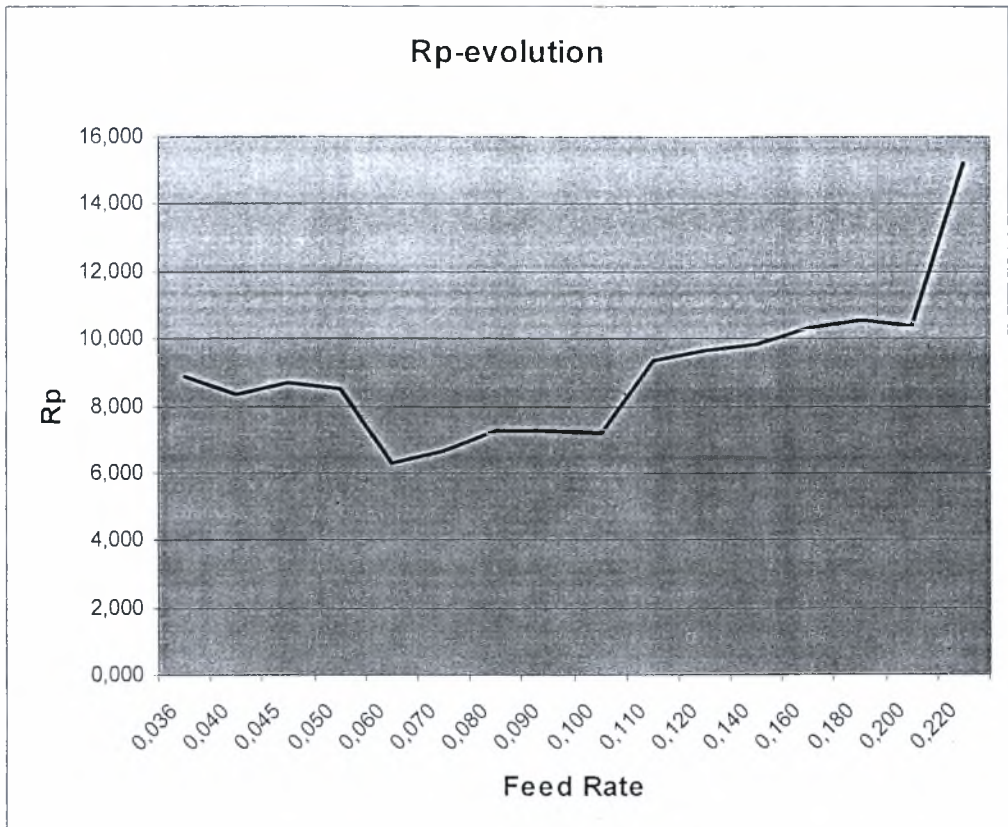
Προτεινόμενη τιμή πρόωσης σύμφωνα με την συγκεκριμένη παράμετρο είναι  $S=0,080\text{mm/στρ.}$



ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ  $R_t$  - ΠΡΟΩΣΗ

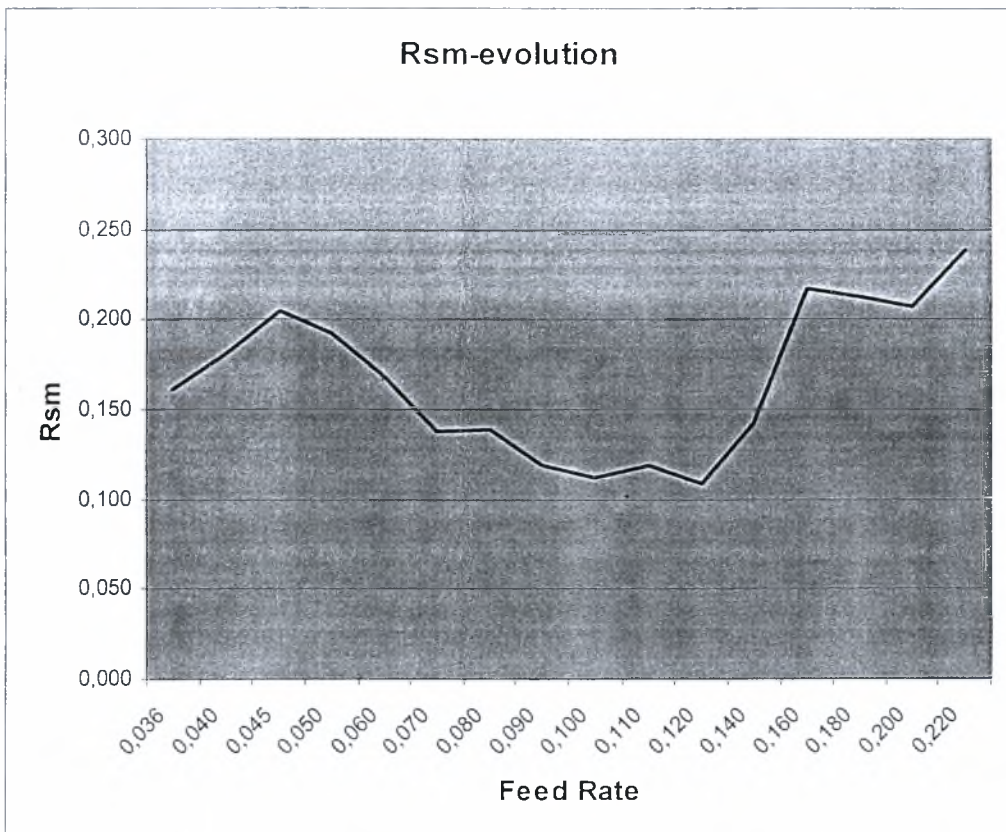
Η παράμετρος  $R_t$  μειώνεται για την περιοχή προώσεων  $s=0,036-0,080$  στην συνέχεια σταθεροποιείται για  $s=0,090-0,140$  και τέλος αυξάνει για μεγαλύτερες προώσεις.

Προτεινόμενη τιμή πρόωσης σύμφωνα με την συγκεκριμένη παράμετρο είναι  $S=0,090\text{mm}/\sigma\tau\rho$ .

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ  $R_p$  - ΠΡΟΩΣΗ

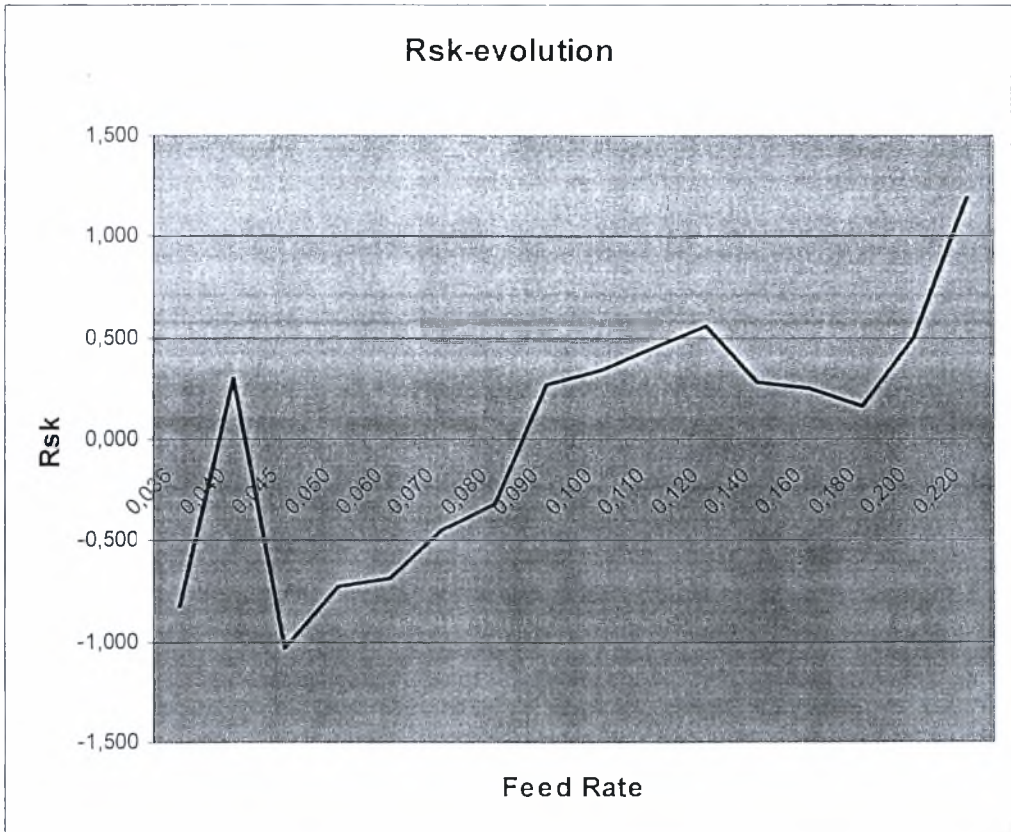
Η παράμετρος  $R_p$  παρουσιάζει σταθερές τιμές για περιοχή προώσεων  $s=0,060-0,100$  και στη συνέχεια αυξάνει με αύξηση της πρόωσης.

Προτεινόμενη τιμή πρόωσης σύμφωνα με την συγκεκριμένη παράμετρο είναι  $S=0,060\text{mm}/\sigma\tau\rho$ .

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ Rsm - ΠΡΟΩΣΗ

Η παράμετρος **Rsm** παρουσιάζει σταθερές τιμές στην περιοχή προώσεων  $s=0,090-0,140$ .

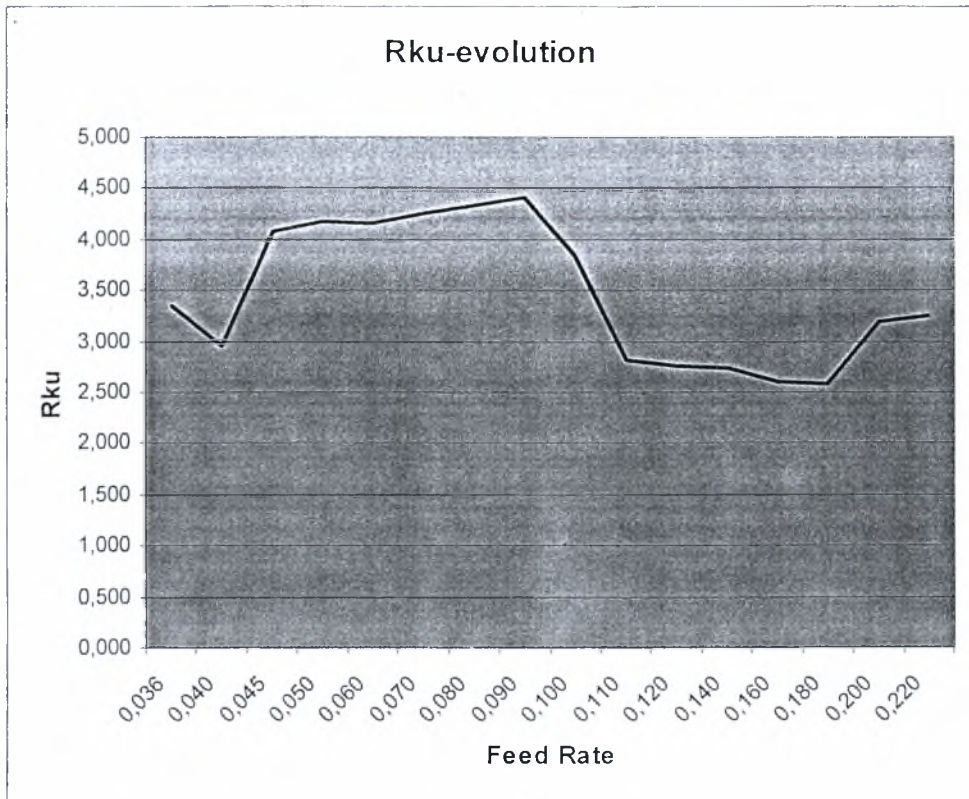
Προτεινόμενες τιμές πρόωσης σύμφωνα με την συγκεκριμένη παράμετρο είναι  $S=0,120\text{mm/στρ}$  ,  $S=0,140\text{mm/στρ}$  και  $S=0,220\text{mm/στρ}$ .

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ Rsk - ΠΡΟΩΣΗ

Η παράμετρος **Rsk** αυξάνεται σταδιακά, σταθεροποιείται για την περιοχή  $s=0,140-0,180$  και στην συνέχεια αυξάνεται για μεγαλύτερες προώσεις.

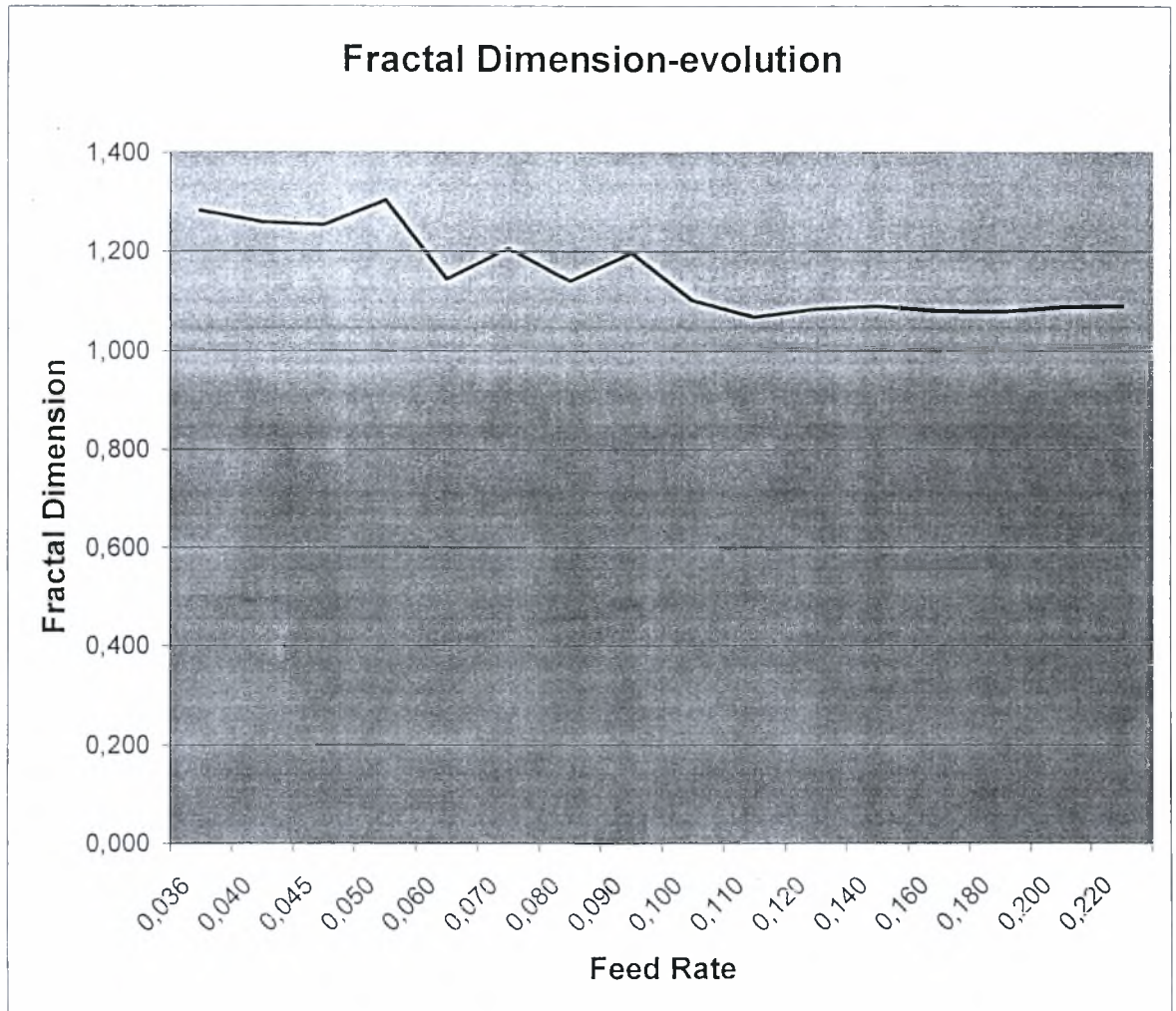
**Προτεινόμενη τιμή πρόωσης σύμφωνα με την συγκεκριμένη παράμετρο είναι  $S=0,100\text{mm/στρ}$  και πάνω.**



ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ Rku - ΠΡΟΩΣΗ

Η παράμετρος Rku παρουσιάζει υψηλότερες τιμές για την περιοχή με  $s=0,045-0,090$ , ενώ παρουσιάζει χαμηλότερες τιμές για την περιοχή με  $s=0,110-0,200$ .

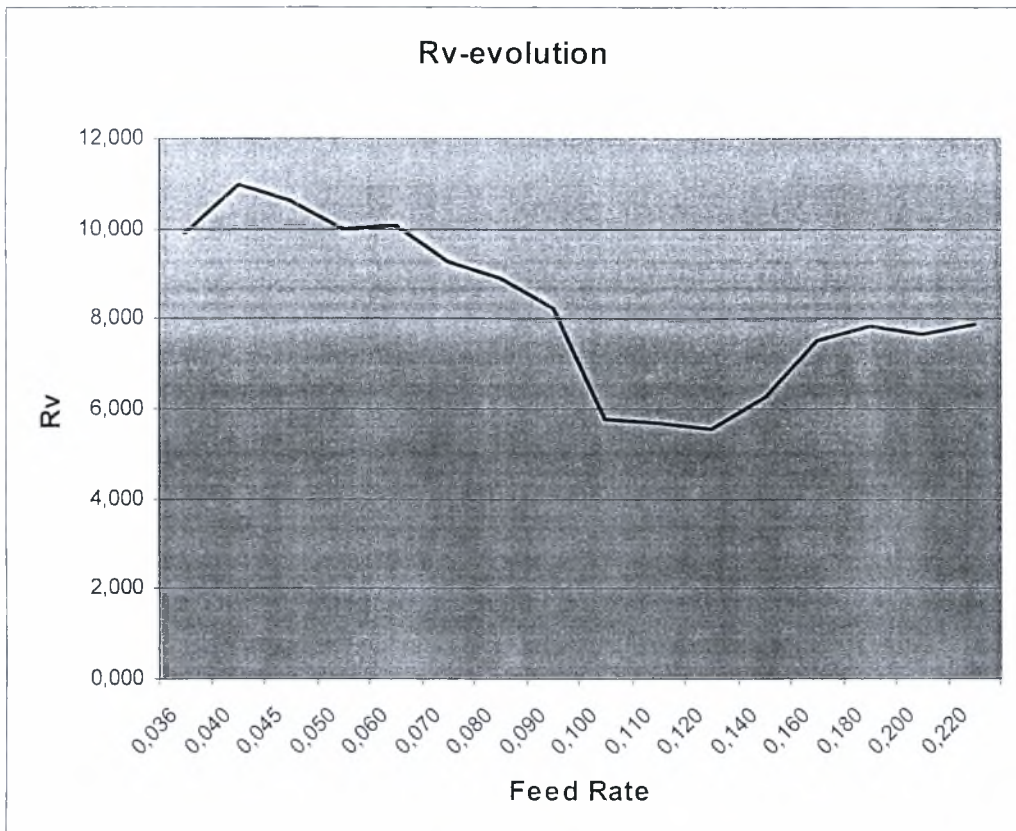
**Προτεινόμενη περιοχή προώσεων σύμφωνα με την συγκεκριμένη παράμετρο είναι  $S=0,110-0,200\text{mm/στρ}$ .**

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ D - ΠΡΟΩΣΗ

Η παράμετρος D (**Fractal Dimension**) παραμένει σχετικά σταθερή σε όλο το πλάτος των προώσεων.

Προτεινόμενη περιοχή προώσεων σύμφωνα με την συγκεκριμένη παράμετρο είναι  $S=0,110-0,120\text{mm}/\text{στρ}$ .

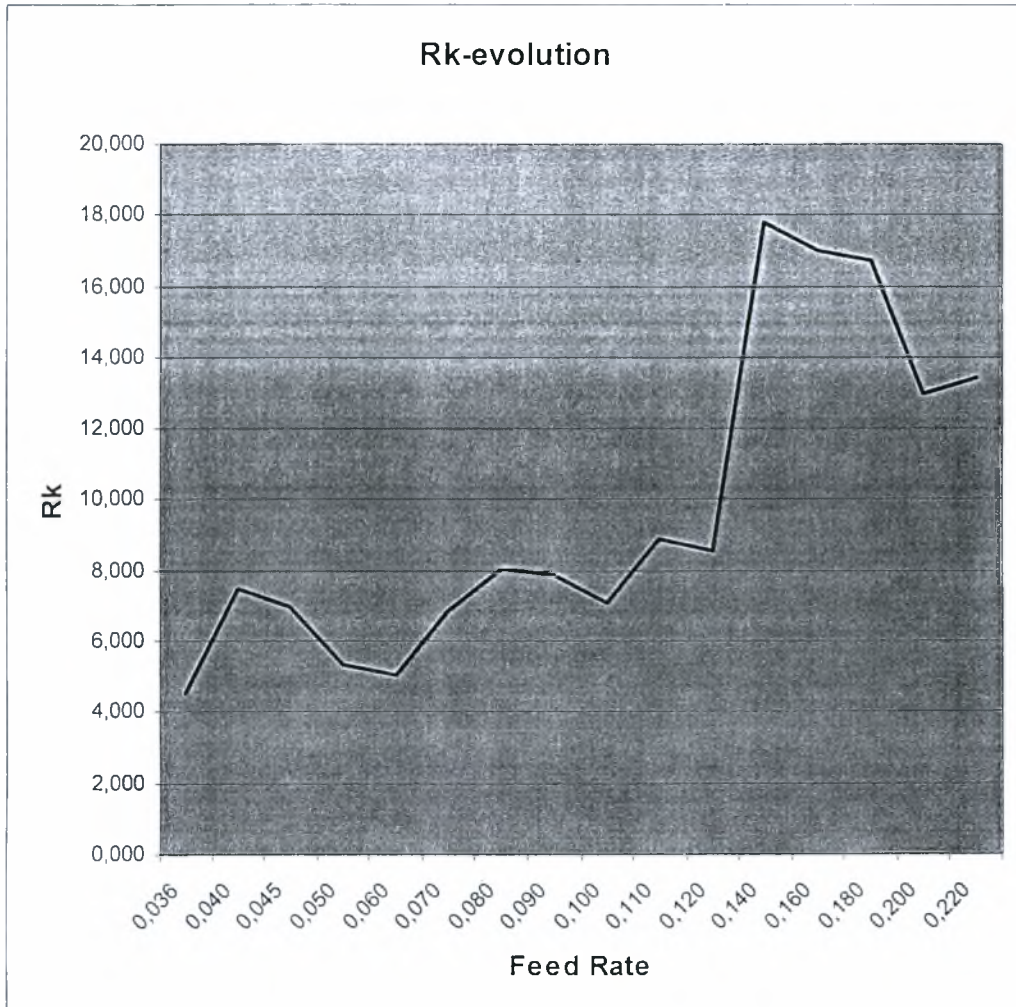
### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ $R_v$ - ΠΡΟΩΣΗ



Οι τιμές της παραμέτρου  $R_v$  μειώνονται για την περιοχή  $s=0,036-0,100$ , και κατόπιν παρατηρείται μία σταθεροποίηση των τιμών για  $s=0,110-0,140$  και τέλος αυξάνει για μεγαλύτερες προώσεις.

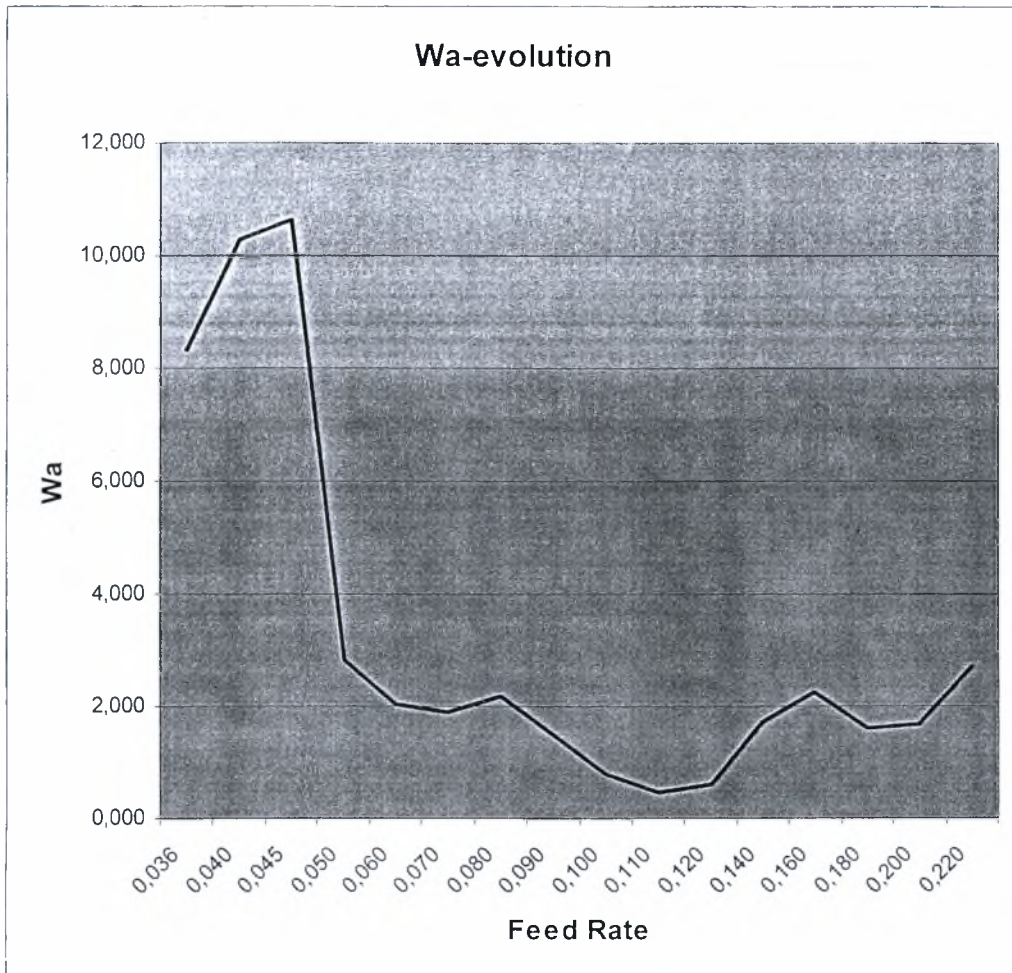
**Προτεινόμενη τιμή πρόωσης σύμφωνα με την συγκεκριμένη παράμετρο είναι  $S=0,130\text{mm/στρ}$**



ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ R<sub>k</sub> - ΠΡΟΩΣΗ

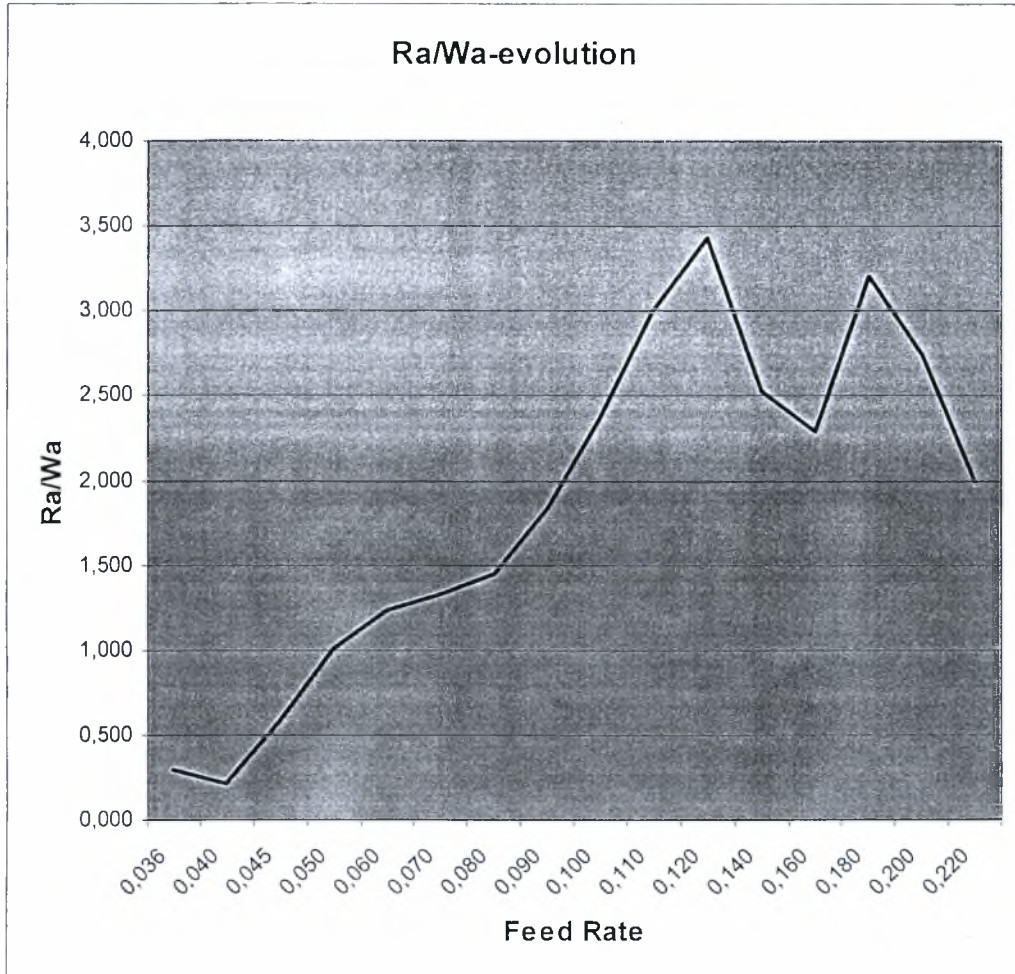
Οι τιμές της παραμέτρου R<sub>k</sub> αυξάνονται όσο αυξάνεται η πρόωση.

**Προτεινόμενη περιοχή προώσεων σύμφωνα με την συγκεκριμένη παράμετρο είναι S=0,130-0,150mm/στρ.**

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ  $W_a$  - ΠΡΟΩΣΗ

Οι τιμές της παραμέτρου  $W_a$  είναι μειωμένες για την περιοχή προώσεων  $s=0,090-0,140$ .

Προτεινόμενη περιοχή προώσεων σύμφωνα με την συγκεκριμένη παράμετρο είναι  $S=0,110-0,120\text{mm/στρ}$ .

Ra/Wa - ΠΡΟΩΣΗ

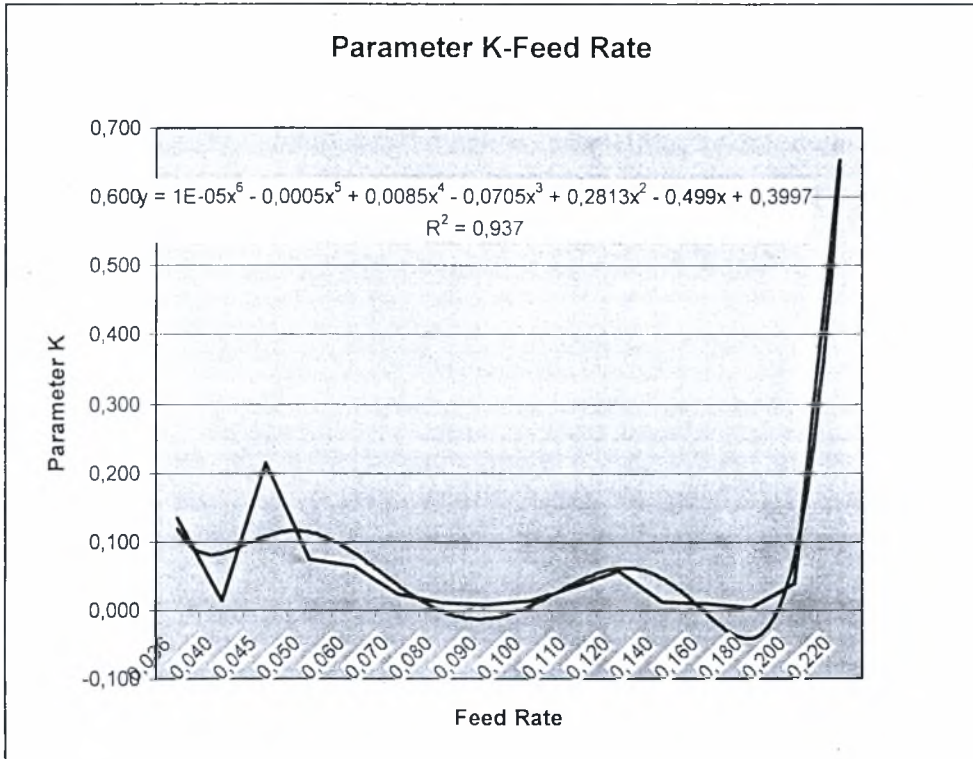
Οι τιμές του λόγου **Ra/ Wa** αυξάνονται όσο αυξάνεται και η πρόωση.

Προτεινόμενη περιοχή προώσεων είναι **S=0,140-0,180mm/στρ.**

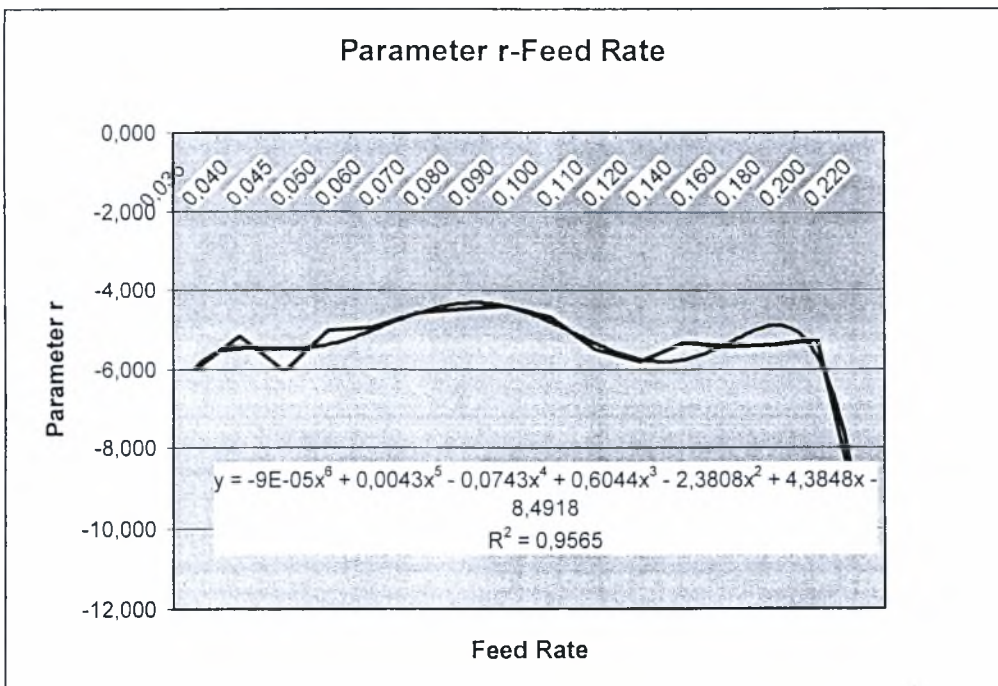


ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ Fisher-Pearson και Beta

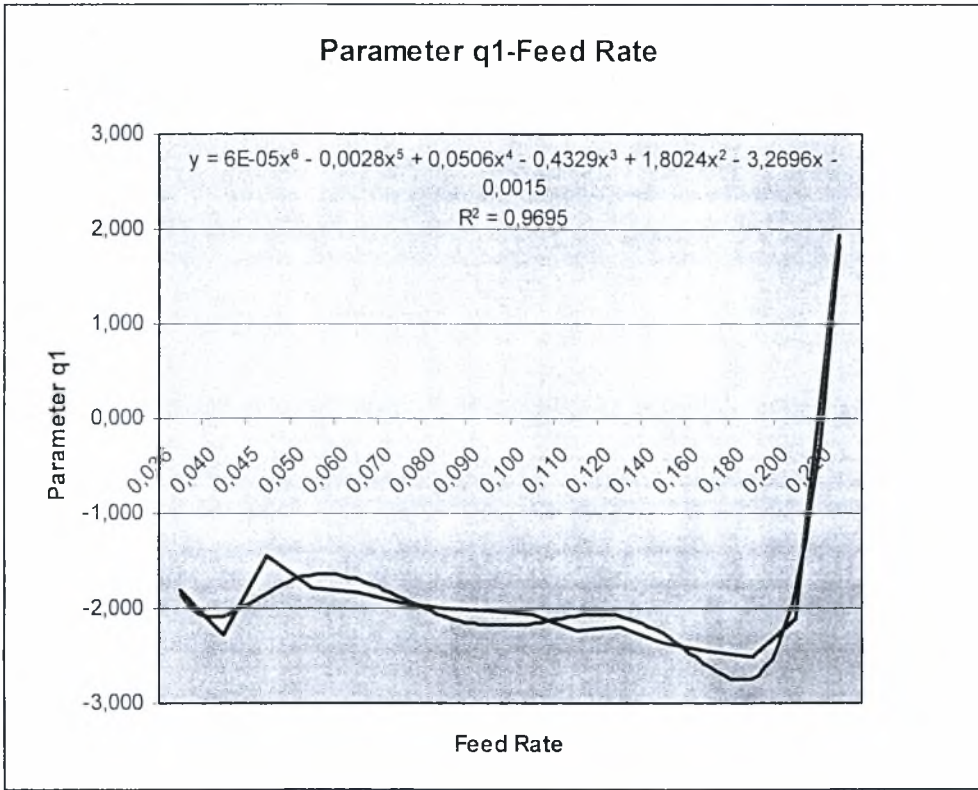
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ Κ - ΠΡΟΩΣΗ



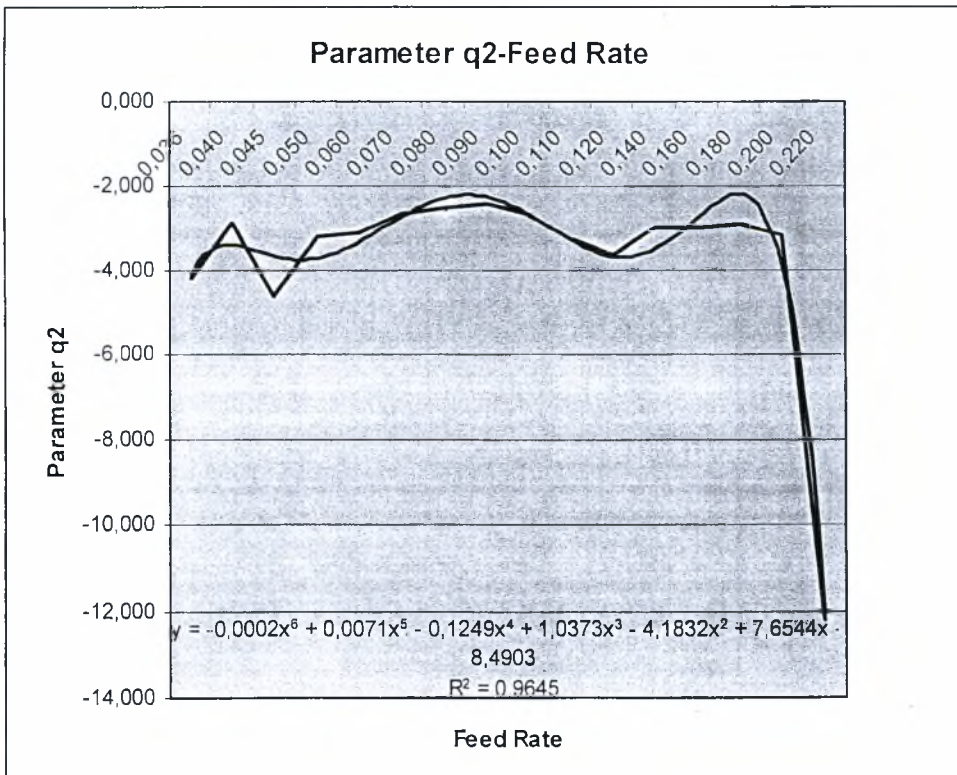
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ r - ΠΡΟΩΣΗ



**ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ q1 - ΠΡΟΩΣΗ**



**ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ q2 - ΠΡΟΩΣΗ**





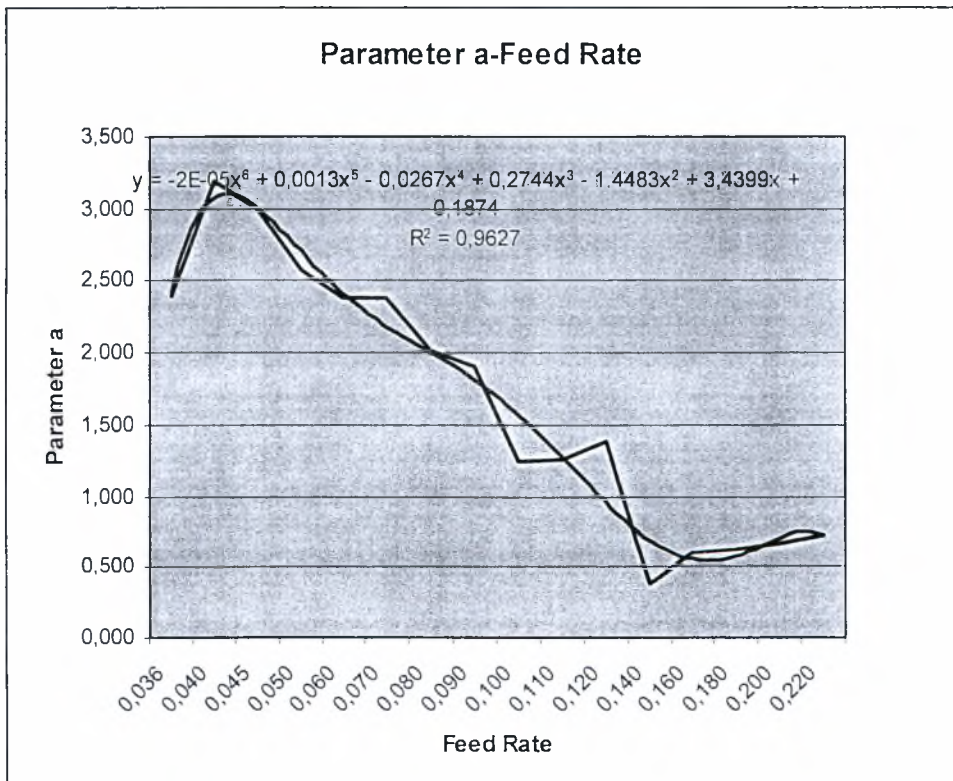
Η παράμετρος  $K$  της κατανομής Fisher-Pearson παρουσιάζει χαμηλές τιμές για περιοχή προώσεων  $s=0,036-0,200$ , ενώ αυξάνεται για μεγαλύτερες προώσεις.

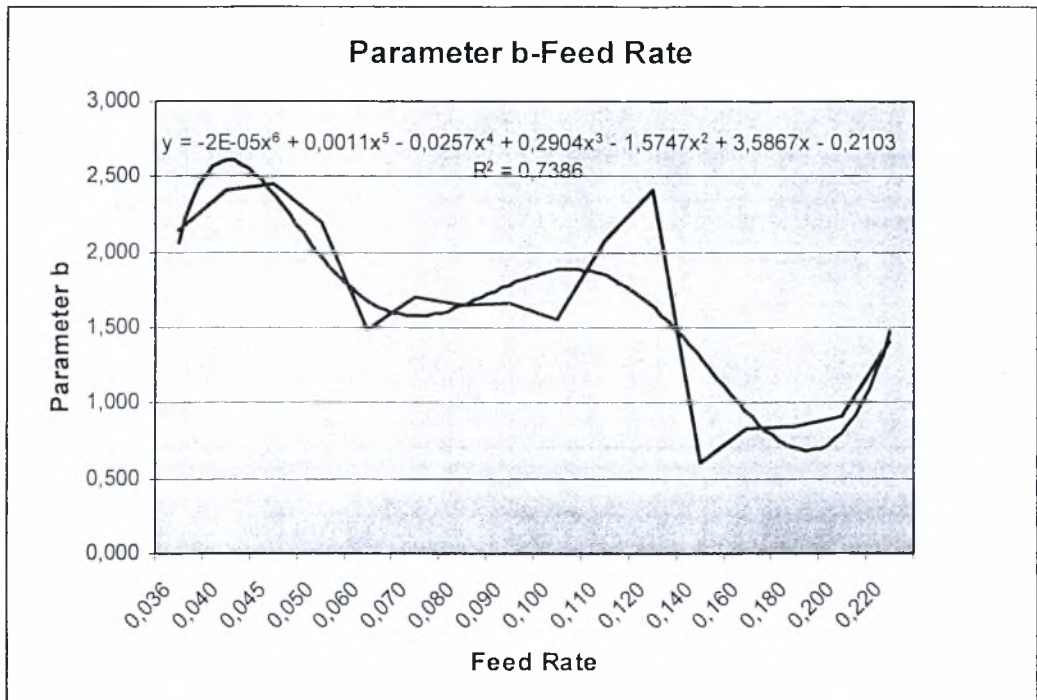
Η παράμετρος  $r$  παρουσιάζει σταθερές τιμές για περιοχή προώσεων  $s=0,036-0,200$ , ενώ μειώνεται για μεγαλύτερες προώσεις.

Η παράμετρος  $q_1$  παρουσιάζει χαμηλές τιμές για περιοχή προώσεων  $s=0,036-0,200$ , ενώ αυξάνεται για μεγαλύτερες προώσεις.

Η παράμετρος  $q_2$  παρουσιάζει σταθερές τιμές για περιοχή προώσεων  $s=0,036-0,200$ , ενώ μειώνεται για μεγαλύτερες προώσεις.

### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ $a$ - ΠΡΟΩΣΗ

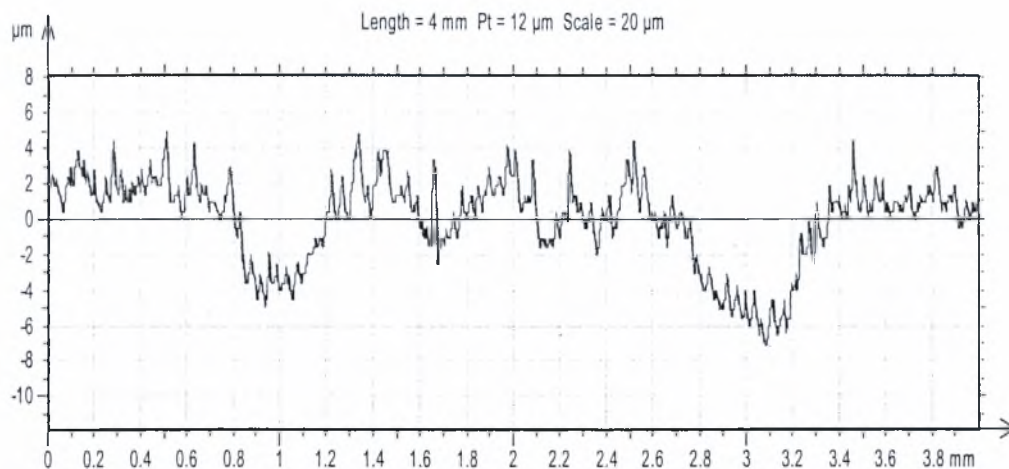


ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ b - ΠΡΟΩΣΗ

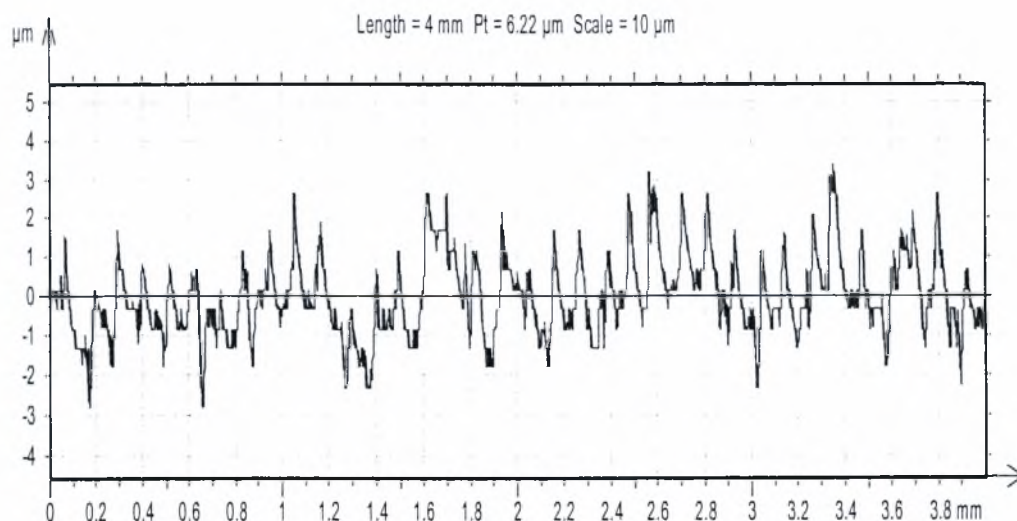
Η παράμετρος **a** της κατανομής **Beta** μειώνεται σχεδόν γραμμικά με αύξηση της πρόωσης.

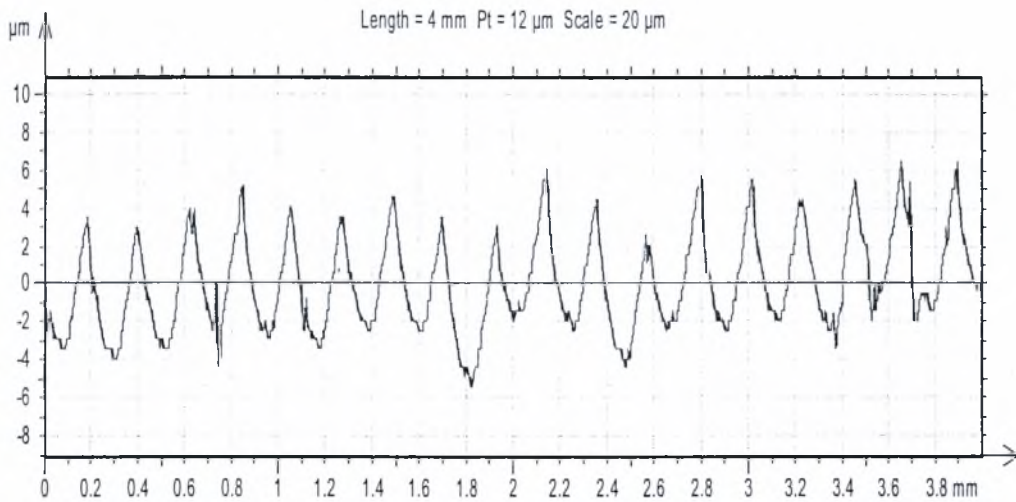
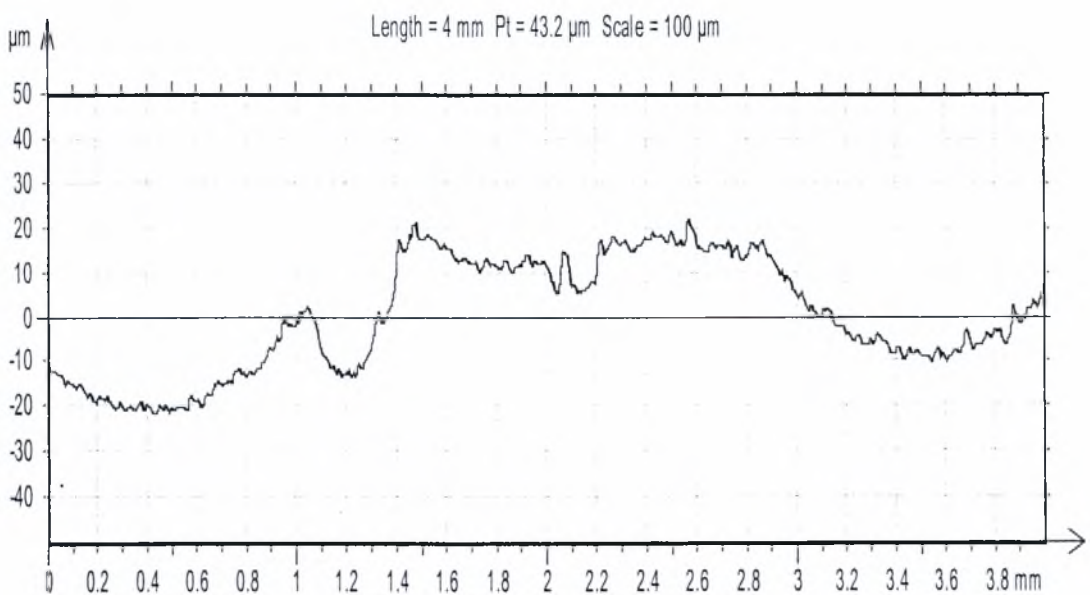
Η παράμετρος **b** μειώνεται για προώσεις  $s=0,045-0,060$  στην συνέχεια παρουσιάζει σταθερές τιμές για προώσεις  $s=0,070-0,110$  και τέλος αυξάνεται για την περιοχή  $s=0,160-0,220$ .

**ΠΡΟΦΙΛ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΞΗΡΗ ΤΟΡΝΕΥΣΗ ΚΑΙ S=0,040mm/στρ.**

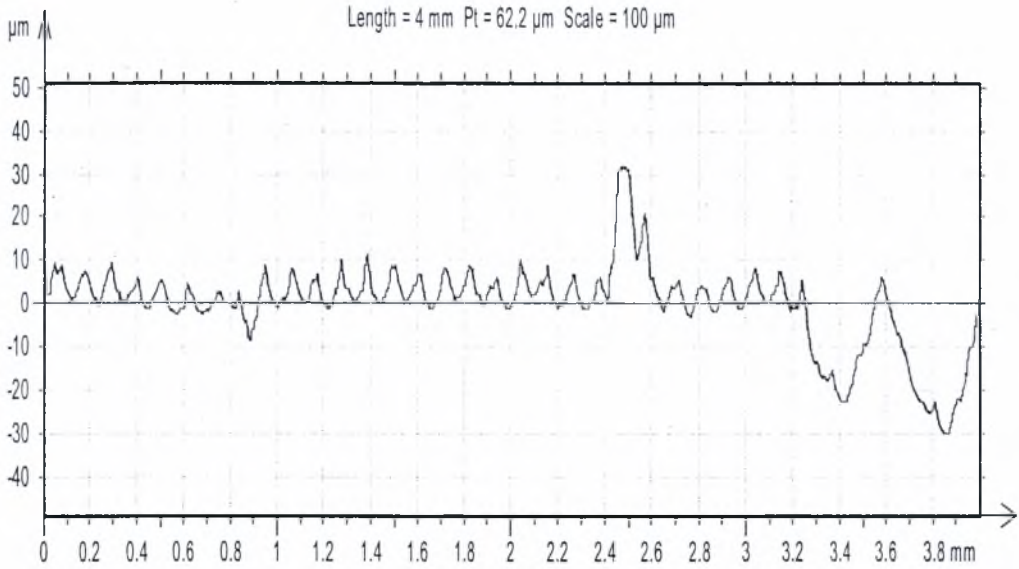


**ΠΡΟΦΙΛ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΞΗΡΗ ΤΟΡΝΕΥΣΗ ΚΑΙ S=0,110mm/στρ.**

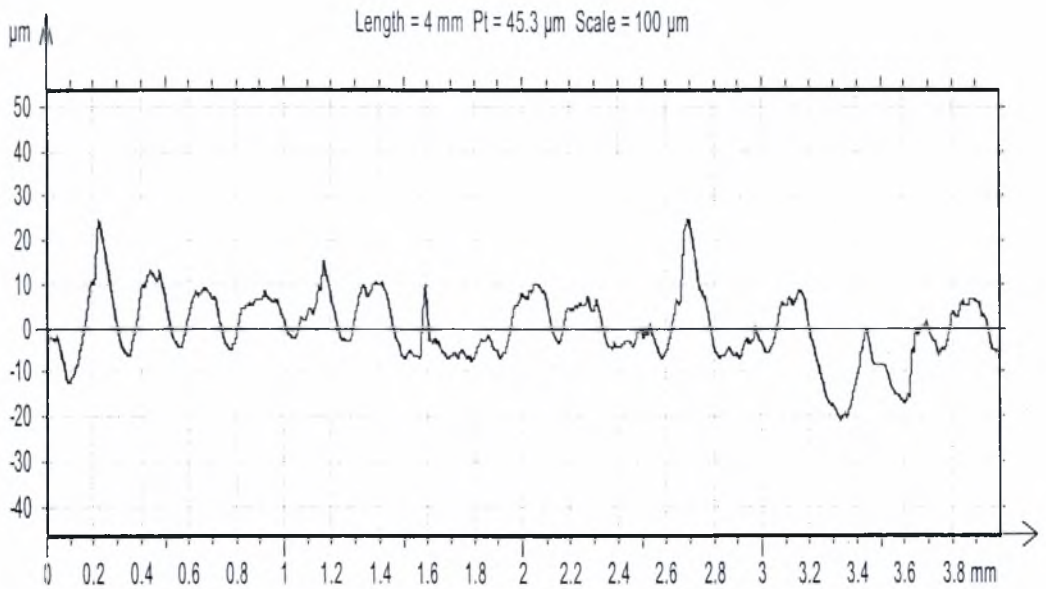


**ΠΡΟΦΙΛ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΞΗΡΗ ΤΟΡΝΕΥΣΗ ΚΑΙ  $S=0,220\text{mm}/\sigma\tau\rho.$** **ΠΡΟΦΙΛ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΟΡΝΕΥΣΗ ΜΕ ΦΘΑΡΜΕΝΟ ΚΟΠΤΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΚΑΙ  $S=0,040\text{mm}/\sigma\tau\rho.$** 

**ΠΡΟΦΙΛ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΟΡΝΕΥΣΗ ΜΕ ΦΘΑΡΜΕΝΟ ΚΟΠΤΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΚΑΙ  $S=0,110\text{mm}/\sigma\tau\rho.$**



**ΠΡΟΦΙΛ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΟΡΝΕΥΣΗ ΜΕ ΦΘΑΡΜΕΝΟ ΚΟΠΤΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΚΑΙ  $S=0,220\text{mm}/\sigma\tau\rho.$**





## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Οι ανεξάρτητες μεταβλητές του συστήματος κατεργασίας κοπής, τórνευσης στην προκείμενη περίπτωση, καθορίζουν την ποιότητα αποπεράτωσης μιας επιφάνειας. Κυρίως, οι χαμηλές προώσεις λόγω του δυσμενούς φαινομένου των μικρών παχών αποβλίπτου πρέπει να ελεγχθούν. Καθώς διαφορετικές παράμετροι ή ομάδες παραμέτρων τραχύτητας περιγράφουν ξεχωριστά χαρακτηριστικά της επιφάνειας, μπορούν να θεωρηθούν σαν επί μέρους κριτήρια για εκλογή βέλτιστης τιμής πρόωσης.
- Συγκρίνοντας τις προτεινόμενες προς εκλογή τιμές ή εύρη τιμών πρόωσης που προσδιορίζουμε από τις παραμέτρους εύρους τραχύτητας και από τις άλλες ευαίσθητες στην μορφή της τραχύτητας στατιστικές παραμέτρους, παρατηρούμε ότι σε πάρα πολύ μικρές προώσεις παρατηρούνται δυναμικά προβλήματα ταλαντώσεων με άμεση ανύψωση των τιμών των παραμέτρων. Μεσαίες περιοχές χαμηλών προώσεων φαίνεται ότι είναι η βέλτιστη λύση για την επιθυμητή τοπογραφία κατά την αποπεράτωση.
- Σύγκριση μεταξύ των τριών διαφορετικών περιπτώσεων δείχνει ότι οι τιμές των παραμέτρων κατά την ξηρή και υγρή τórνευση ακολουθούν τα ίδια επίπεδα, ενώ σε μικρότερα επίπεδα κυμαίνονται οι τιμές στην τórνευση με φθαρμένο κοπτικό. Είναι εφικτό όμως να οριστεί μία συγκεκριμένη περιοχή προώσεων(μέσες χαμηλές προώσεις) που να ικανοποιεί και τις τρεις περιπτώσεις.

- Η χρήση των στατιστικών συστημάτων βήτα και F-P επιτρέπουν την εύρεση βέλτιστων τιμών πρόωσης με ταυτόχρονη θεώρηση εύρους και μορφής της τραχύτητας, παρέχοντας μια ολική λύση.
- Με την βοήθεια των αποτελεσμάτων της εργασίας αυτής είναι δυνατή η κατάρτιση ενός οδηγού προς επιτυχή αποπεράτωση.

#### ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

- Εκτός από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά μιας κατεργασμένης επιφάνειας σημαντικό ρόλο παίζει και η κατάσταση της επιφανειακής στιβάδας (surface integrity). Υπάρχουν στοιχεία από την βιβλιογραφία ότι υπάρχει αλληλοσυσχέτιση τοπογραφικών και λοιπών χαρακτηριστικών της επιφάνειας και συνηγορούν προς την κατεύθυνση της εργασίας, αλλά το θέμα χρήζει περαιτέρω έρευνας.
- Η ίδια μεθοδολογία μπορεί να επεκταθεί και σε άλλες κατεργασίες κοπής και πιθανώς λείανσης.

Για το πρώτο μέρος της εργασίας(ξηρή τόννευση), προκύπτουν οι παρακάτω πίνακες στους οποίους παρουσιάζονται:

- οι παράμετροι **Ra, Rt, Rp, Rv, Rk, Rsm, Rsk, Rku, Wa** και **Fractal Dimension** για 16 προώσεις(0,036-0,220 mm/στρ.).
- οι παράμετροι **Fisher-Pearson(K,q1,q2,r)** και οι παράμετροι **Beta(a,b)** για 16 προώσεις(0,036-0,220 mm/στρ.).

Feed rate	Average	Ra		
0,036	<b>1,755</b>	1,810		1,700
0,040	<b>0,986</b>		1,070	0,902
0,045	<b>1,000</b>	0,980	1,020	
0,050	<b>1,009</b>	1,160	1,090	0,778
0,060	<b>0,995</b>	0,954	1,040	0,992
0,070	<b>0,937</b>		0,974	0,900
0,080	<b>0,885</b>	0,951	0,844	0,860
0,090	<b>0,799</b>	0,801	0,798	0,798
0,100	<b>0,756</b>		0,752	0,759
0,110	<b>0,748</b>	0,809	0,708	0,726
0,120	<b>0,836</b>	0,897	0,801	0,809
0,140	<b>1,060</b>	1,060	1,060	
0,160	<b>1,255</b>	1,250		1,260
0,180	<b>1,530</b>	1,520	1,550	1,520
0,200	<b>1,635</b>	1,650		1,620
0,220	<b>1,845</b>	1,810		1,880

Feed rate	Average	Rt		
0,036	<b>15,750</b>	13,200		18,300
0,040	<b>7,785</b>		7,240	8,330
0,045	<b>8,155</b>	7,960	8,350	
0,050	<b>7,875</b>	7,850	7,900	
0,060	<b>8,255</b>	8,910		7,600
0,070	<b>7,475</b>		7,710	7,240
0,080	<b>7,050</b>		7,030	7,070
0,090	<b>6,770</b>		6,670	6,870
0,100	<b>7,345</b>	7,550	7,140	
0,110	<b>6,125</b>		5,360	6,890
0,120	<b>6,170</b>	6,360		5,980
0,140	<b>8,595</b>		8,230	8,960
0,160	<b>8,637</b>	8,440	8,870	8,600
0,180	<b>9,615</b>	9,780		9,450
0,200	<b>9,400</b>	9,570		9,230
0,220	<b>9,557</b>	9,020	10,100	9,550

Feed rate	Average	Rp		
0,036	<b>5,555</b>	5,750		5,360
0,040	<b>6,350</b>	6,350		
0,045	<b>5,140</b>	5,130	5,150	
0,050	<b>2,725</b>	2,780		2,670
0,060	<b>3,090</b>			3,090
0,070	<b>3,030</b>		3,250	2,810
0,080	<b>2,845</b>		2,740	2,950
0,090	<b>2,880</b>		2,840	2,920
0,100	<b>2,700</b>	2,530	2,870	
0,110	<b>2,490</b>		2,530	2,450
0,120	<b>2,890</b>	3,010		2,770
0,140	<b>3,335</b>	3,360	3,310	
0,160	<b>4,155</b>		4,410	3,900
0,180	<b>4,500</b>	4,330		4,670
0,200	<b>4,940</b>	4,980	4,900	
0,220	<b>5,170</b>		5,140	5,200

Feed rate	Average	Rsm		
0,036	<b>0,082</b>	0,095	0,068	
0,040	<b>0,072</b>	0,086	0,071	0,060
0,045	<b>0,068</b>	0,072	0,070	0,061
0,050	<b>0,074</b>			0,074
0,060	<b>0,077</b>		0,077	
0,070	<b>0,086</b>		0,081	0,090
0,080	<b>0,078</b>		0,073	0,083
0,090	<b>0,078</b>	0,087	0,072	0,076
0,100	<b>0,075</b>		0,078	0,072
0,110	<b>0,091</b>	0,131	0,078	0,063
0,120	<b>0,093</b>	0,095	0,091	0,093
0,140	<b>0,123</b>	0,124	0,121	0,124
0,160	<b>0,143</b>	0,140	0,145	0,144
0,180	<b>0,145</b>			0,145
0,200	<b>0,176</b>	0,161	0,181	0,187
0,220	<b>0,208</b>	0,211	0,213	0,200

Feed rate	Average	Rsk		
0,036	<b>0,084</b>	0,081	0,086	
0,040	<b>0,462</b>		0,462	
0,045	<b>0,756</b>	1,240		0,272
0,050	<b>0,893</b>		0,893	
0,060	<b>0,576</b>	0,576		
0,070	<b>0,425</b>		0,358	0,492
0,080	<b>-0,560</b>	-0,726	-0,393	
0,090	<b>-0,411</b>	-0,511	-0,311	
0,100	<b>-0,015</b>	-0,015		
0,110	<b>0,390</b>		0,349	0,431
0,120	<b>0,358</b>	0,337		0,378
0,140	<b>0,403</b>	0,395	0,410	
0,160	<b>0,400</b>		0,400	
0,180	<b>0,395</b>	0,325	0,440	0,420
0,200	<b>0,473</b>			0,473
0,220	<b>0,454</b>	0,461	0,427	0,475

Feed rate	Average	Rku		
0,036	<b>3,185</b>	3,260	3,110	
0,040	<b>3,415</b>		2,830	4,000
0,045	<b>3,680</b>			3,680
0,050	<b>3,630</b>	3,850		3,410
0,060	<b>2,910</b>			2,910
0,070	<b>3,085</b>		3,690	2,480
0,080	<b>3,345</b>		3,440	3,250
0,090	<b>3,430</b>	3,740	3,440	3,110
0,100	<b>3,455</b>	2,480	4,430	
0,110	<b>2,990</b>		3,040	2,940
0,120	<b>2,895</b>	3,010		2,780
0,140	<b>2,565</b>	2,440	2,690	
0,160	<b>2,440</b>	2,400	2,410	2,510
0,180	<b>2,690</b>	2,730	2,690	2,650
0,200	<b>2,457</b>	2,480	2,550	2,340
0,220	<b>2,170</b>	2,120	2,230	2,160



Feed rate	Average	fractal		
		dimension		
0,036	<b>1,300</b>	1,340	1,360	1,200
0,040	<b>1,283</b>	1,300	1,430	1,120
0,045	<b>1,280</b>	1,200	1,410	1,230
0,050	<b>1,333</b>	1,240	1,370	1,390
0,060	<b>1,380</b>	1,300	1,430	1,410
0,070	<b>1,390</b>	1,380	1,380	1,410
0,080	<b>1,320</b>	1,270	1,290	1,400
0,090	<b>1,360</b>	1,270	1,410	1,400
0,100	<b>1,380</b>	1,330	1,390	1,420
0,110	<b>1,333</b>	1,340	1,360	1,300
0,120	<b>1,270</b>	1,240	1,330	1,240
0,140	<b>1,177</b>	1,180	1,180	1,170
0,160	<b>1,163</b>	1,160	1,160	1,170
0,180	<b>1,143</b>	1,140	1,130	1,160
0,200	<b>1,140</b>	1,140	1,130	1,150
0,220	<b>1,097</b>	1,060	1,120	1,110

Feed rate	Average	Rv		
0,036	<b>3,205</b>		2,610	3,800
0,040	<b>3,040</b>		2,910	3,170
0,045	<b>2,835</b>	2,950	2,720	
0,050	<b>2,965</b>		3,330	2,600
0,060	<b>2,800</b>		2,710	2,890
0,070	<b>2,885</b>	3,140	2,630	
0,080	<b>2,950</b>		2,780	3,120
0,090	<b>2,760</b>			2,760
0,100	<b>2,630</b>		2,630	
0,110	<b>2,575</b>	2,750	2,400	
0,120	<b>2,600</b>	2,670		2,530
0,140	<b>2,655</b>	2,450	2,860	
0,160	<b>2,600</b>	2,640		2,560
0,180	<b>3,495</b>	3,480	3,510	
0,200	<b>3,395</b>	3,060		3,730
0,220	<b>3,350</b>	3,470		3,230

Feed rate	Average	Rk		
0,036	<b>5,480</b>	5,400		5,560
0,040	<b>4,330</b>	4,400	4,260	
0,045	<b>2,680</b>		2,740	2,620
0,050	<b>2,850</b>		2,770	2,930
0,060	<b>3,210</b>	3,130	3,410	3,090
0,070	<b>3,310</b>	3,230		3,390
0,080	<b>2,607</b>	2,560	2,860	2,400
0,090	<b>2,385</b>		2,500	2,270
0,100	<b>2,435</b>		2,310	2,560
0,110	<b>2,270</b>		2,170	2,370
0,120	<b>2,550</b>		2,450	2,650
0,140	<b>2,930</b>	3,180	2,680	
0,160	<b>3,020</b>	3,080		2,960
0,180	<b>3,460</b>	2,980		3,940
0,200	<b>4,105</b>	4,130		4,080
0,220	<b>5,080</b>	5,000		5,160

Feed rate	Average	Wa		
0,036	<b>4,025</b>	5,110	2,940	
0,040	<b>0,707</b>		0,974	0,439
0,045	<b>0,714</b>	0,642	0,842	0,659
0,050	<b>0,781</b>	0,812		0,749
0,060	<b>0,968</b>	0,953	0,983	
0,070	<b>1,215</b>	1,120	1,310	
0,080	<b>1,009</b>	1,090	0,878	1,060
0,090	<b>1,070</b>	1,120		1,020
0,100	<b>0,781</b>		0,975	0,586
0,110	<b>0,384</b>		0,313	0,455
0,120	<b>0,500</b>		0,505	0,494
0,140	<b>0,316</b>	0,270	0,357	0,320
0,160	<b>0,324</b>	0,306		0,342
0,180	<b>0,423</b>	0,420		0,426
0,200	<b>0,442</b>	0,364	0,453	0,508
0,220	<b>0,566</b>	0,617	0,359	0,722

Feed rate	k	b1	b2	r
0,036	0,001	0,007	6,185	-4,893
0,040	0,031	0,213	6,415	-5,042
0,045	0,095	0,572	6,680	-5,429
0,050	0,157	0,797	6,630	-5,957
0,060	0,060	0,332	5,910	-5,694
0,070	0,028	0,181	6,085	-5,228
0,080	0,049	0,313	6,345	-5,250
0,090	0,023	0,169	6,430	-4,969
0,100	0,000	0,000	6,455	-4,737
0,110	0,024	0,152	5,990	-5,255
0,120	0,020	0,128	5,895	-5,290
0,140	0,029	0,162	5,565	-5,689
0,160	0,030	0,160	5,440	-5,836
0,180	0,027	0,156	5,690	-5,538
0,200	0,045	0,224	5,457	-5,987
0,220	0,046	0,206	5,170	-6,392

Feed rate	q1	q2	a	b
0,036	-2,372	-2,522	0,484	0,840
0,040	-2,074	-2,969	4,434	9,262
0,045	-1,836	-3,593	2,432	4,409
0,050	-1,691	-4,266	0,882	0,810
0,060	-2,126	-3,568	1,569	1,732
0,070	-2,172	-3,056	2,561	2,690
0,080	-2,032	-3,218	2,268	2,187
0,090	-2,099	-2,869	3,036	3,168
0,100	-2,356	-2,381	2,367	2,430
0,110	-2,218	-3,037	2,458	2,377
0,120	-2,266	-3,025	2,088	2,321
0,140	-2,349	-3,339	1,348	1,693
0,160	-2,401	-3,435	0,991	1,583
0,180	-2,309	-3,230	1,313	1,690
0,200	-2,347	-3,640	1,128	1,642
0,220	-2,493	-3,899	0,904	1,395

Για το δεύτερο μέρος της εργασίας(υγρή τόννευση), προκύπτουν οι παρακάτω πίνακες στους οποίους παρουσιάζονται:

- οι παράμετροι **Ra, Rt, Rp, Rv, Rsm, Rsk, Rku** και **Fractal Dimension** για 16 προώσεις(0,036-0,220 mm/στρ.).
- οι παράμετροι **Fisher-Pearson(K,q1,q2,r)** και οι παράμετροι **Beta(a,b)** για 16 προώσεις(0,036-0,220 mm/στρ.).

Feed Rate	Average	Ra		
0,036	<b>1,220</b>	1,220		
0,040	<b>1,280</b>		1,280	
0,045	<b>1,280</b>	1,350		1,210
0,050	<b>1,220</b>			1,220
0,060	<b>1,190</b>	1,150	1,230	
0,070	<b>1,050</b>	0,960		1,140
0,080	<b>1,045</b>		0,940	1,150
0,090	<b>1,090</b>		1,090	
0,100	<b>1,000</b>			1,000
0,110	<b>0,940</b>		0,980	0,900
0,120	<b>0,875</b>		0,739	1,010
0,140	<b>0,448</b>		0,473	0,423
0,160	<b>0,444</b>	0,452	0,435	
0,180	<b>0,394</b>		0,396	0,392
0,200	<b>0,558</b>		0,574	0,542
0,220	<b>0,651</b>	0,656	0,630	0,667

Feed Rate	Average	Rt		
0,036	<b>11,250</b>		11,800	10,700
0,040	<b>11,400</b>		11,400	
0,045	<b>7,510</b>		7,050	7,970
0,050	<b>7,950</b>		7,950	
0,060	<b>8,030</b>		8,140	7,920
0,070	<b>8,100</b>	7,990		8,210
0,080	<b>7,800</b>	7,740	7,860	
0,090	<b>7,500</b>		7,360	7,640
0,100	<b>7,765</b>	7,740	7,790	
0,110	<b>7,910</b>	7,960		7,860
0,120	<b>7,907</b>	7,960	7,860	7,900
0,140	<b>3,165</b>	3,310		3,020
0,160	<b>3,175</b>		3,580	2,770
0,180	<b>3,030</b>	3,060	3,000	
0,200	<b>3,653</b>	3,566	3,740	
0,220	<b>4,390</b>		4,390	

Feed Rate	Average	Rp		
0,036	<b>2,760</b>	2,660		2,860
0,040	<b>2,750</b>		2,750	
0,045	<b>2,465</b>		2,260	2,670
0,050	<b>2,510</b>		2,490	2,530
0,060	<b>2,450</b>		2,720	2,180
0,070	<b>2,503</b>	2,500	2,320	2,690
0,080	<b>2,410</b>	2,480		2,340
0,090	<b>2,430</b>			2,430
0,100	<b>2,370</b>	2,370		
0,110	<b>2,205</b>		2,220	2,190
0,120	<b>2,120</b>	2,120		
0,140	<b>0,981</b>	0,920	0,943	1,080
0,160	<b>1,040</b>	1,150	1,030	0,940
0,180	<b>1,027</b>	0,940	1,120	1,020
0,200	<b>1,345</b>	1,380	1,310	
0,220	<b>1,710</b>	1,710		



Feed Rate	Average	Rsm		
0,036	<b>0,158</b>	0,168	0,161	0,145
0,040	<b>0,132</b>	0,117	0,123	0,157
0,045	<b>0,107</b>	0,102	0,108	0,110
0,050	<b>0,091</b>	0,094	0,088	0,090
0,060	<b>0,093</b>	0,095	0,093	0,092
0,070	<b>0,079</b>	0,077	0,085	0,076
0,080	<b>0,080</b>	0,087	0,072	0,080
0,090	<b>0,092</b>	0,097	0,076	0,104
0,100	<b>0,091</b>	0,100	0,086	0,087
0,110	<b>0,095</b>	0,091	0,099	0,095
0,120	<b>0,110</b>	0,100	0,110	0,120
0,140	<b>0,116</b>	0,120	0,123	0,105
0,160	<b>0,131</b>	0,139	0,144	0,111
0,180	<b>0,136</b>	0,130	0,140	0,139
0,200	<b>0,141</b>	0,129	0,145	0,150
0,220	<b>0,202</b>	0,188	0,207	0,212

Feed Rate	Average	Rsk		
0,036	<b>-1,011</b>		-0,902	-1,120
0,040	<b>-0,830</b>	-0,759		-0,900
0,045	<b>-0,681</b>	-0,681	-0,720	-0,641
0,050	<b>-0,462</b>	-0,431	-0,493	
0,060	<b>-0,381</b>		-0,363	-0,398
0,070	<b>-0,400</b>		-0,404	-0,396
0,080	<b>-0,591</b>	-0,591		
0,090	<b>-0,931</b>	-0,932	-0,959	-0,901
0,100	<b>-0,987</b>	-0,987		
0,110	<b>-1,061</b>	-1,124	-0,997	
0,120	<b>-1,160</b>		-1,210	-1,110
0,140	<b>-1,135</b>		-1,150	-1,120
0,160	<b>-0,838</b>	-0,824	-0,851	
0,180	<b>-0,725</b>	-0,746		-0,704
0,200	<b>-0,648</b>		-0,671	-0,625
0,220	<b>0,289</b>		0,405	0,172

Feed Rate	Average	Rku		
0,036	<b>3,875</b>		3,610	4,140
0,040	<b>3,643</b>	3,670	3,650	3,610
0,045	<b>3,670</b>		3,670	
0,050	<b>3,575</b>		3,650	3,500
0,060	<b>3,800</b>	3,750	3,850	
0,070	<b>4,150</b>		4,250	4,050
0,080	<b>4,230</b>		4,140	4,320
0,090	<b>4,115</b>	4,170	4,060	
0,100	<b>3,895</b>	3,960		3,830
0,110	<b>3,610</b>		3,610	
0,120	<b>3,790</b>		3,860	3,720
0,140	<b>3,660</b>	3,690	3,630	
0,160	<b>3,195</b>	3,140		3,250
0,180	<b>3,243</b>	3,280	3,260	3,190
0,200	<b>3,080</b>		2,990	3,170
0,220	<b>3,215</b>		3,180	3,250

Feed Rate	Average	Fractal dimension		
0,036	<b>1,263</b>	1,350	1,190	1,250
0,040	<b>1,187</b>	1,170	1,210	1,180
0,045	<b>1,237</b>	1,250	1,230	1,230
0,050	<b>1,120</b>	1,050	1,160	1,150
0,060	<b>1,057</b>	1,050	1,050	1,070
0,070	<b>1,057</b>	1,030	1,110	1,030
0,080	<b>1,157</b>	1,160	1,160	1,150
0,090	<b>1,100</b>	1,140	1,030	1,130
0,100	<b>1,127</b>	1,120	1,150	1,110
0,110	<b>1,083</b>	1,110	1,110	1,030
0,120	<b>1,167</b>	1,180	1,210	1,110
0,140	<b>1,220</b>	1,220	1,220	1,220
0,160	<b>1,253</b>	1,260	1,280	1,220
0,180	<b>1,187</b>	1,180	1,190	1,190
0,200	<b>1,203</b>	1,200	1,230	1,180
0,220	<b>1,163</b>	1,140	1,140	1,210

Feed rate	Average	Rv		
0,036	<b>2,905</b>		2,690	3,120
0,040	<b>2,905</b>	2,900	2,910	
0,045	<b>2,740</b>	2,590	2,890	
0,050	<b>2,440</b>	2,490	2,430	2,400
0,060	<b>2,470</b>	2,410	2,530	
0,070	<b>2,535</b>	2,470	2,600	
0,080	<b>2,600</b>	2,580	2,530	2,690
0,090	<b>2,400</b>	2,440	2,360	
0,100	<b>2,220</b>		2,120	2,320
0,110	<b>1,900</b>		2,040	1,760
0,120	<b>1,125</b>		1,200	1,050
0,140	<b>1,113</b>	1,120	1,240	0,980
0,160	<b>0,987</b>	0,920	0,940	1,100
0,180	<b>1,067</b>	0,960	1,060	1,180
0,200	<b>0,930</b>	0,980	0,890	0,920
0,220	<b>1,365</b>	1,350		1,380

Feed Rate	K	b1	b2	r
0,036	0,218	1,022	6,875	-6,217
0,040	0,125	0,688	6,643	-5,693
0,045	0,072	0,463	6,670	-5,250
0,050	0,029	0,213	6,575	-4,942
0,060	0,018	0,145	6,800	-4,735
0,070	0,019	0,160	7,150	-4,596
0,080	0,044	0,349	7,230	-4,760
0,090	0,152	0,866	7,115	-5,592
0,100	0,199	0,974	6,895	-6,066
0,110	0,293	1,125	6,610	-6,997
0,120	0,394	1,346	6,790	-7,526
0,140	0,382	1,288	6,660	-7,591
0,160	0,153	0,701	6,195	-6,291
0,180	0,098	0,526	6,243	-5,765
0,200	0,077	0,420	6,080	-5,706
0,220	0,012	0,083	6,215	-4,982

Feed Rate	q1	q2	a	b
0,036	-1,468	-4,748	0,484	0,460
0,040	-1,771	-3,922	0,402	0,381
0,045	-1,894	-3,356	0,524	0,471
0,050	-2,042	-2,900	0,528	0,544
0,060	-2,046	-2,689	0,498	0,494
0,070	-1,980	-2,616	0,862	0,851
0,080	-1,868	-2,892	1,047	0,971
0,090	-1,612	-3,980	0,924	0,935
0,100	-1,523	-4,543	0,742	0,792
0,110	-1,248	-5,749	0,379	0,440
0,120	-0,732	-6,794	0,099	0,187
0,140	-0,812	-6,779	0,839	0,739
0,160	-1,811	-4,480	0,721	0,760
0,180	-1,934	-3,831	1,121	1,079
0,200	-2,031	-3,675	0,403	0,583
0,220	-2,221	-2,761	0,738	0,925

Για το τρίτο μέρος της εργασίας(τόρνευση με φθαρμένο κοπτικό εργαλείο), προκύπτουν οι παρακάτω πίνακες στους οποίους παρουσιάζονται:

- οι παράμετροι **Ra, Rt, Rp, Rv, Rsm, Rsk, Rku** και **Fractal Dimension** για 16 προώσεις(0,036-0,220 mm/στρ.).
- οι παράμετροι **Fisher-Pearson(K,q1,q2,r)** και οι παράμετροι **Beta(a,b)** για 16 προώσεις(0,036-0,220 mm/στρ.).

Feed Rate	Average	Ra		
0,036	<b>2,470</b>	2,400		2,540
0,040	<b>2,625</b>	2,760	2,490	
0,045	<b>2,700</b>	2,750		2,650
0,050	<b>2,767</b>	2,850	2,700	2,750
0,060	<b>2,537</b>	2,480	1,580	3,550
0,070	<b>2,537</b>	2,540	2,470	2,600
0,080	<b>2,513</b>	1,290	3,310	2,940
0,090	<b>2,737</b>	2,140	2,590	3,480
0,100	<b>2,600</b>	2,650		2,550
0,110	<b>2,813</b>	2,950	2,800	2,690
0,120	<b>2,825</b>	2,770	2,880	
0,140	<b>3,340</b>		3,770	2,910
0,160	<b>4,395</b>	4,445	4,410	4,330
0,180	<b>4,335</b>	4,390		4,280
0,200	<b>4,285</b>	4,370		4,200
0,220	<b>4,370</b>	4,340	4,400	



Feed Rate	Average	Rt		
0,036	<b>30,600</b>	30,600		30,600
0,040	<b>26,967</b>	21,000	14,600	45,300
0,045	<b>25,200</b>	25,500		24,900
0,050	<b>23,900</b>	24,000		23,800
0,060	<b>22,900</b>		22,800	23,000
0,070	<b>23,350</b>	23,500		23,200
0,080	<b>22,400</b>	22,500	22,400	22,300
0,090	<b>17,500</b>	17,600	17,500	17,400
0,100	<b>18,400</b>	18,300		18,500
0,110	<b>18,600</b>		18,500	18,700
0,120	<b>18,550</b>	18,600	18,500	
0,140	<b>20,450</b>		20,800	20,100
0,160	<b>23,100</b>	23,000	23,200	23,100
0,180	<b>23,200</b>	23,200	23,400	23,000
0,200	<b>22,500</b>	22,100	22,900	22,500
0,220	<b>35,900</b>	33,800		38,000

Feed Rate	Average	Rp		
0,036	<b>8,860</b>	8,990		8,730
0,040	<b>8,300</b>	8,250	8,350	
0,045	<b>8,670</b>		8,640	8,700
0,050	<b>8,517</b>	8,560	8,470	8,520
0,060	<b>6,320</b>		5,680	6,960
0,070	<b>6,645</b>	7,630	5,660	
0,080	<b>7,280</b>	7,300		7,260
0,090	<b>7,233</b>	7,290	7,180	7,230
0,100	<b>7,190</b>	6,680		7,700
0,110	<b>9,355</b>		9,770	8,940
0,120	<b>9,665</b>	9,330	10,000	
0,140	<b>9,820</b>		10,200	9,440
0,160	<b>10,300</b>	10,200	10,300	10,400
0,180	<b>10,550</b>	10,600		10,500
0,200	<b>10,350</b>	10,400		10,300
0,220	<b>15,200</b>	14,800	15,600	

Feed Rate	Average	Rsm		
0,036	<b>0,161</b>	0,165	0,142	0,176
0,040	<b>0,182</b>	0,183	0,180	
0,045	<b>0,205</b>	0,206		0,204
0,050	<b>0,193</b>	0,232		0,153
0,060	<b>0,168</b>	0,159	0,176	
0,070	<b>0,138</b>	0,143		0,132
0,080	<b>0,139</b>		0,148	0,130
0,090	<b>0,118</b>	0,123	0,113	0,119
0,100	<b>0,112</b>	0,115	0,114	0,106
0,110	<b>0,119</b>	0,122	0,113	0,121
0,120	<b>0,108</b>	0,109	0,115	0,101
0,140	<b>0,143</b>	0,169	0,132	0,127
0,160	<b>0,218</b>	0,222		0,213
0,180	<b>0,213</b>	0,218	0,208	
0,200	<b>0,207</b>		0,210	0,204
0,220	<b>0,239</b>	0,249		0,228

Feed Rate	Average	Rsk		
0,036	<b>-0,820</b>	-0,570		-1,070
0,040	<b>0,303</b>	0,140	0,465	
0,045	<b>-1,029</b>	-0,787		-1,270
0,050	<b>-0,726</b>	-0,321		-1,130
0,060	<b>-0,684</b>	-0,267		-1,100
0,070	<b>-0,448</b>	-0,427		-0,468
0,080	<b>-0,320</b>	0,181	-0,340	-0,801
0,090	<b>0,270</b>	1,120	0,851	-1,160
0,100	<b>0,337</b>	0,348		0,326
0,110	<b>0,448</b>		0,273	0,623
0,120	<b>0,555</b>	0,470	0,639	
0,140	<b>0,281</b>		0,333	0,228
0,160	<b>0,249</b>	0,230	0,267	
0,180	<b>0,163</b>		0,192	0,133
0,200	<b>0,500</b>	0,539		0,461
0,220	<b>1,190</b>	1,150	1,230	

Feed Rate	Average	Rku		
0,036	<b>3,340</b>		3,340	
0,040	<b>2,960</b>		2,960	
0,045	<b>4,075</b>		4,100	4,050
0,050	<b>4,165</b>	4,100	4,230	
0,060	<b>4,145</b>		4,120	4,170
0,070	<b>4,260</b>	4,230		4,290
0,080	<b>4,325</b>	4,460	4,190	
0,090	<b>4,405</b>	4,430	4,380	
0,100	<b>3,835</b>	4,080		3,590
0,110	<b>2,810</b>		2,880	2,740
0,120	<b>2,760</b>	2,900	2,880	2,500
0,140	<b>2,740</b>		2,750	2,730
0,160	<b>2,600</b>	2,620		2,580
0,180	<b>2,585</b>		2,530	2,640
0,200	<b>3,190</b>	3,310		3,070
0,220	<b>3,240</b>	3,270		3,210

Feed Rate	Average	Fractal dimension		
0,036	<b>1,283</b>	1,320	1,320	1,210
0,040	<b>1,260</b>	1,290	1,270	1,220
0,045	<b>1,253</b>	1,250	1,230	1,280
0,050	<b>1,303</b>	1,240	1,370	1,300
0,060	<b>1,143</b>	1,180	1,070	1,180
0,070	<b>1,207</b>	1,270	1,170	1,180
0,080	<b>1,140</b>	1,130	1,180	1,110
0,090	<b>1,197</b>	1,250	1,180	1,160
0,100	<b>1,100</b>	1,130	1,090	1,080
0,110	<b>1,067</b>	1,050	1,060	1,090
0,120	<b>1,083</b>	1,070	1,070	1,110
0,140	<b>1,090</b>	1,100	1,110	1,060
0,160	<b>1,080</b>	1,070	1,080	1,090
0,180	<b>1,077</b>	1,070	1,080	1,080
0,200	<b>1,087</b>	1,100	1,080	1,080
0,220	<b>1,090</b>	1,080	1,110	1,080

Feed rate	Average	Rv		
0,036	<b>9,910</b>	9,320		10,500
0,040	<b>10,960</b>		10,920	11,000
0,045	<b>10,600</b>	10,100		11,100
0,050	<b>10,005</b>	10,050	9,960	
0,060	<b>10,085</b>		10,100	10,070
0,070	<b>9,280</b>	9,280		
0,080	<b>8,900</b>		9,000	8,800
0,090	<b>8,250</b>		8,200	8,300
0,100	<b>5,755</b>	5,810	5,700	
0,110	<b>5,700</b>			5,700
0,120	<b>5,555</b>		5,700	5,410
0,140	<b>6,270</b>		6,210	6,330
0,160	<b>7,523</b>	7,560	7,520	7,490
0,180	<b>7,853</b>	7,890	7,870	7,800
0,200	<b>7,660</b>	7,450		7,870
0,220	<b>7,895</b>	7,920	7,870	

Feed rate	Average	Rk		
0,036	<b>4,520</b>	4,920	4,120	
0,040	<b>7,505</b>	7,400	7,610	
0,045	<b>6,945</b>		5,760	8,130
0,050	<b>5,345</b>		4,420	6,270
0,060	<b>5,020</b>	4,100	5,940	
0,070	<b>6,865</b>	6,310		7,420
0,080	<b>8,055</b>		7,840	8,270
0,090	<b>7,860</b>	7,270	8,290	8,020
0,100	<b>7,090</b>		6,190	7,990
0,110	<b>8,915</b>	9,360	8,470	
0,120	<b>8,535</b>	8,160	8,910	
0,140	<b>17,800</b>	17,800		
0,160	<b>17,000</b>		17,000	
0,180	<b>16,700</b>	17,000	16,400	
0,200	<b>13,000</b>		13,000	
0,220	<b>13,433</b>	12,500	13,900	13,900

Feed Rate	Average	Wa		
0,036	<b>8,333</b>	8,330	8,360	8,310
0,040	<b>10,295</b>		11,900	8,690
0,045	<b>10,645</b>		16,700	4,590
0,050	<b>2,810</b>		3,330	2,290
0,060	<b>2,020</b>		1,860	2,180
0,070	<b>1,880</b>	1,930	1,830	
0,080	<b>2,180</b>		1,990	2,370
0,090	<b>1,483</b>	1,390	1,580	1,480
0,100	<b>0,800</b>		0,520	1,080
0,110	<b>0,450</b>	0,450		0,450
0,120	<b>0,590</b>		0,840	0,340
0,140	<b>1,700</b>		0,980	2,420
0,160	<b>2,260</b>	2,390		2,130
0,180	<b>1,600</b>		2,110	1,090
0,200	<b>1,670</b>		1,690	1,650
0,220	<b>2,710</b>	2,520		2,900

Feed rate	Average	Ra/Wa		
0,036	<b>0,297</b>	0,288		0,306
0,040	<b>0,209</b>		0,209	
0,045	<b>0,577</b>			0,577
0,050	<b>1,006</b>		0,811	1,201
0,060	<b>1,239</b>		0,849	1,628
0,070	<b>1,333</b>	1,316	1,350	
0,080	<b>1,452</b>		1,663	1,241
0,090	<b>1,843</b>	1,540	1,639	2,351
0,100	<b>2,361</b>			2,361
0,110	<b>3,003</b>	2,761		3,245
0,120	<b>3,429</b>		3,429	
0,140	<b>2,525</b>		3,847	1,202
0,160	<b>2,289</b>	2,545		2,033
0,180	<b>3,201</b>	3,445	3,033	3,126
0,200	<b>2,745</b>		2,945	2,545
0,220	<b>1,979</b>	1,722	2,236	



Feed Rate	K	b1	b2	r
0,036	0,135	0,672	6,340	-6,006
0,040	0,014	0,092	5,960	-5,174
0,045	0,215	1,058	7,075	-6,049
0,050	0,074	0,526	7,165	-5,011
0,060	0,064	0,467	7,145	-4,945
0,070	0,023	0,200	7,260	-4,591
0,080	0,011	0,102	7,325	-4,475
0,090	0,008	0,073	7,405	-4,422
0,100	0,014	0,114	6,835	-4,684
0,110	0,034	0,201	5,810	-5,511
0,120	0,058	0,307	5,760	-5,811
0,140	0,013	0,079	5,740	-5,333
0,160	0,010	0,062	5,600	-5,430
0,180	0,004	0,026	5,585	-5,373
0,200	0,039	0,250	6,190	-5,265
0,220	0,654	1,416	6,240	-10,281

Feed Rate	q1	q2	a	b
0,036	-1,818	-4,188	2,390	2,137
0,040	-2,281	-2,893	3,189	2,415
0,045	-1,443	-4,606	2,990	2,446
0,050	-1,795	-3,216	2,572	2,190
0,060	-1,825	-3,120	2,377	1,489
0,070	-1,940	-2,651	2,375	1,700
0,080	-1,999	-2,477	2,010	1,644
0,090	-2,015	-2,408	1,901	1,667
0,100	-2,064	-2,620	1,242	1,552
0,110	-2,236	-3,275	1,263	2,073
0,120	-2,184	-3,626	1,388	2,415
0,140	-2,365	-2,968	0,381	0,597
0,160	-2,439	-2,991	0,606	0,830
0,180	-2,510	-2,863	0,623	0,837
0,200	-2,102	-3,163	0,677	0,915
0,220	1,926	-12,206	0,732	1,408

## **ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ**

Θεωρία και Τεχνολογία Μηχανουργικών Κατεργασιών των μετάλλων

Πέτρου Γ. Πετρόπουλου

Καθηγητή Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

## **ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ**

Τεχνολογία Κατεργασιών Κοπής των μετάλλων – ΤΟΜΟΣ II -1

Πέτρου Γ. Πετρόπουλου

Καθηγητή Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

### **Abbott curves characteristics of turned surfaces**

G.P. Petropoulos , A.A. Torrance , C.N. Pandazaras

International Journal of Machine Tools & Manufacture 43 (2003) 237-243

### **INVESTIGATING INTO THE EFFECT OF SMALL FEED RATE VALUES ON THE ROUGHNESS PRODUCED BY TURNING OPERATIONS**

G.PETROPOULOS and H. KARAHALIOU

3<sup>rd</sup> International Conference of Tribology BALKANTRIB'99, Sinaia, Romania, June 1999.

### **ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΧΑΛΥΒΩΝ ΚΑΙ ΜΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΡΝΕΥΜΕΝΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ**

Γ. Πετρόπουλος, Ν. Χασιώτης, Κ. Πανταζάρας, Ι. Στάμος

Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

1<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Μεταλλικών Υλικών, Βόλος, Νοέμβριος 2001.

G.P. Petropoulos, C.N. Pandazaras, N.M. Vaxevanidis and A. Antoniadis, "Multi-parameter identification and control of turned surface textures", International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 29, No. 1 & 2, 2006, pp. 118-128.

P. Munoz –Escalona, Z. Cassier, Influence of the critical cutting speed on the surface finish of turned steel, *Wear*, 218, 1998, pp. 103-109.

Petropoulos, G.P., N.M. Vaxevanidis, C.N. Pandazaras and A.T. Antoniadis, “Control of representative turned Surface Textures”, *Wear*, Vol.257 (12), 2004, pp.1270-1274.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000085984

