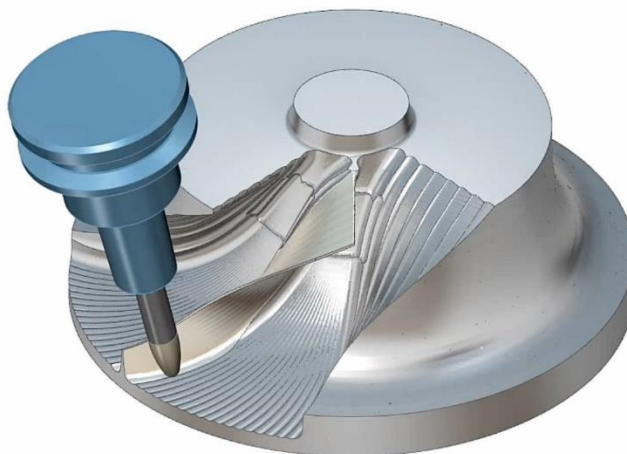




ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΙΣ
ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΜΕΝΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΟΠΗΣ
ΣΤΟ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑ ΜΕ ΒΑΡΕΛΟΕΙΔΗ
ΚΟΠΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ**



ΑΘΑΝΑΣΙΑ ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΥ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΑΡΙΣΤΟΜΕΝΗΣ ΑΝΤΩΝΙΑΔΗΣ
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΑΡ. ΔΙΠΛ. : 115

ΧΑΝΙΑ 2023

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	1
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
2. ΣΤΑΘΜΗ ΓΝΩΣΕΩΝ.....	7
2.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ	7
2.2 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΟΠΗΣ.....	8
2.2.1 Υπολογισμός δυνάμεων κοπής.....	9
2.2.2 Μέτρηση δυνάμεων κοπής.....	9
2.2 ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑ	10
2.2.1 Πλευρικό και σημειακό φραιζάρισμα.....	12
2.3 ΚΟΠΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ.....	13
2.3.1 Εργαλεία κωνοειδούς κοπτικής αιχμής(Drum-Tapped End Mills)	16
2.3.2 Εργαλεία βαρελοειδούς απόληξης.....	17
2.3.3 Σύγκριση εργαλείων βαρελοειδούς απόληξης	17
2.3.4 Γεωμετρία εργαλείων βαρελοειδούς απόληξης.....	19
2.3.5 Αναπτυσσόμενες δυνάμεις κατά την κοπή με εργαλεία βαρελοειδούς απόληξης	23
2.3.6 Αποπεράτωση με εργαλεία βαρελοειδούς απόληξης.....	28
2.3.7 Επίδραση των συνθήκων κατεργασίας στις δυνάμεις κοπής.....	29
3. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ.....	31
3.1 ΥΛΙΚΟ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΧΑΛΥΒΑΣ C45 STEEL	31
3.2 ΠΕΝΤΑΞΟΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ DMG DMU 50 ECO	32
3.3 ΣΥΣΚΕΥΗ ΠΡΟΡΥΘΜΙΣΗΣ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ MICROSET UNO 115 ECO	33
3.4 ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΟΣ ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ ΑΚΜΩΝ (INFRARED MACHINE TOOL 3D TOUCH PROBE).....	33
3.5 ΚΟΠΤΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΒΑΡΕΛΟΕΙΔΟΥΣ ΑΠΟΛΗΞΗΣ (BARREL ENDMILL)	34
3.6 ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟ KISTLER 9257BA	34
3.7 ΣΤΕΡΕΟΣΚΟΠΙΟ LEICA M125.....	36
4. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ.....	37
4.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ	37
4.2 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ	38
4.2.1 Πειραματική πλακέτα.....	38
4.2.2 Μέτρηση του εργαλείου βαρελοειδούς απόληξης	39
4.2.3 Τοποθέτηση δυναμόμετρου και τεμαχίου	39
4.2.4 Μέτρηση των δυνάμεων κοπής κατά την διάρκεια των πειραμάτων	40
4.2.5 Φωτογράφιση της τοπομορφίας των πειραμάτων	41

5.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	43
5.1	Διαγράμματα Μέγιστης Δύναμής F_{max} – Πρόωσης f_z	44
6.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	53

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην σύγχρονη ολοένα και αναπτυσσόμενη βιομηχανία γεννιέται καθημερινά η ανάγκη για νέα και τεχνολογικά προηγμένα προϊόντα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εξέλιξη τόσο των εργαλειομηχανών όσο και των συστημάτων σχεδιομελέτης και παραγωγής(CAM/CAD). Ο συνδυασμός αυτών των δυο τεχνολογιών έχουν οδηγήσει στην ανάγκη για αυτοματοποιημένη παραγωγή και σε αυξημένη παραγωγικότητα.

Καθώς το μεγαλύτερο μέρος της βιομηχανίας καταλαμβάνεται από εργαλειομηχανές, με την αύξηση των δυνατοτήτων τους αυξάνονται παράλληλα και οι απαιτήσεις της παραγωγής. Συγκεκριμένα με την εξέλιξη αυτήν αυξήθηκαν και οι δυνατότητες στην παραγωγή και στην επεξεργασία επιφανειών. Η ποιότητα της επιφάνειας και η διαστατική ακρίβεια είναι σημαντικοί παράγοντες για την παραγωγή προϊόντων και εξαρτημάτων με πολύπλοκη γεωμετρία και υψηλές μηχανουργικές προδιαγραφές .

Γενικά οι κατεργασίες κοπής είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με πολλούς τομείς της βιομηχανίας(αεροναυπηγική , αυτοκινητοβιομηχανία κ.α.) και ο βασικότερος παράγοντας που επηρεάζει το αποτέλεσμα της είναι οι συνθήκες κατεργασίας. Συνεπώς η διερεύνηση των συνθηκών και παραμέτρων των κατεργασιών είναι το ζητούμενο πολλών ερευνών και πειραμάτων με στόχο την βελτιστοποίηση τους ως προς την ποιότητα τους και την ελαχιστοποίηση του χρόνου και κόστους παραγωγής.

Η κατάλληλη επιλογή των συνθηκών κοπής σε συνδυασμό με τις δυνατότητες της κάθε εργαλειομηχανής καθορίζουν τόσο τις δυνάμεις κοπής που αναπτύσσονται κατά την διάρκεια της κατεργασίας όσο και το τελικό αποτέλεσμα. Η πρόβλεψη των δυνάμεων κοπής είναι ένα σημαντικό δεδομένο για τα αποτελέσματα της κατεργασίας. Αφενός η γνώση των δυνάμεων κοπής που αναπτύσσονται κατά την κοπή ενός υλικού αποτελούν σημαντικά μεγέθη αξιολόγησης της κατεργαστικότητάς του και αφετέρου αποτελεί ουσιαστική προϋπόθεση για τον καθορισμό της βέλτιστης περιοχής λειτουργίας της εργαλειομηχανής. Επιπλέον επηρεάζουν την φθορά του κοπτικού εργαλείου η οποία σχετίζεται άμεσα και με την ποιότητα επιφάνειας του τελικού προϊόντος.

Γενική αφορμή για την εξέλιξη τόσο των κατεργασιών κοπής όσο και των γεωμετριών των εργαλείων ήταν η κατασκευή εξαρτημάτων αεροσκαφών (όπως οι ρότορες με ενσωματωμένα πτερύγια (IBR)) τα οποία αποτελούν μια τεχνολογική πρόκληση μιας και αυτά τα εξαρτήματα απαιτούν σύνθετες μορφές γεωμετρίας. . Επιπρόσθετα, οι μηχανικές ιδιότητες του υλικού που κατασκευάζονται πρέπει να διατηρούνται σε υψηλές θερμοκρασίες, πιέσεις και διαβρωτικά περιβάλλοντα. Αυτές οι απαιτήσεις έχουν σαν αποτέλεσμα μηχανικές διεργασίες με υψηλές μηχανικές καταπονήσεις στις οποίες απαιτείται μεγάλη ευελιξία στον χωρικό προσανατολισμό του κοπτικού εργαλείου. Για το λόγο αυτό, αυτά τα εξαρτήματα έχουν γίνει σημείο αναφοράς στην έρευνα και ανάπτυξη της μηχανικής κατεργασίας 5 αξόνων.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε μια σειρά πειραμάτων σκοπός των οποίων ήταν ο προσδιορισμός των δυνάμεων κοπής που αναπτύσσονται κατά το πλευρικό φραιζάρισμα με συγκεκριμένες συνθήκες κοπής. Τα πειράματα διεξήχθησαν με ένα κοπτικό εργαλείο βαρελοειδούς απόληξης με ακτίνα διαμέτρου 6mm πάνω σε τεμάχια χάλυβα C45 Steel διαστάσεων 170×65×17 mm. Οι συνθήκες που καθόρισαν την πειραματική διαδικασία καθώς και την διαφοροποίηση των πειραμάτων ήταν οι

διαφορετικές συνθήκες κοπής και συγκεκριμένα: η ταχύτητα κοπής, η πρόωση του κοπτικού εργαλείου, το ακτινικό βάθος κοπής, η γωνία κλίσης κάθετη στην πρόωση και στην κατεύθυνση αυτής όπως επίσης και η στρατηγική φραιζαρίσματος. Ταυτόχρονα με τον σχηματισμό του κάθε πειράματος έγινε μέτρηση των δυνάμεων κοπής που αναπτύσσονται με ειδικό δυναμόμετρο. Από τα αποτελέσματα και την μελέτη των μετρήσεων οδηγηθήκαμε σε συμπεράσματα σχετικά με τις βέλτιστες συνθήκες κατεργασίας του υλικού και του κοπτικού εργαλείου που επιλέχθηκαν.

2. ΣΤΑΘΜΗ ΓΝΩΣΕΩΝ

2.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ

Όπως αναφέραμε πιο πάνω τα σύνθετης γεωμετρίας εξαρτήματα είναι αυτά που καθορίζουν τις διάφορες έρευνες που γίνονται πάνω στις μηχανικές κατεργασίες, μέσα από τις οποίες προκύπτουν βελτιώσεις τόσο στις εργαλειομηχανές όσο και στα διαφορά κοπτικά που συμμετέχουν. Στις κατεργασίες με CNC εργαλειομηχανές τα περισσότερα δοκίμια περνούν από δύο βασικές φάσεις. Η πρώτη φάση που αφαιρείται ο μεγαλύτερος όγκος υλικού (εκχόνδρισή), και η τελευταία(φινίρισμα) όπου το τεμάχιο παίρνει την τελική του μορφή και την βέλτιστη ποιότητα επιφάνειας. Ωστόσο πριν φτάσουμε στο σημείο αυτό, όπου το εξάρτημα αρχίζει να παίρνει την τελική του μορφή, απαιτείται μια μελέτη γύρω από διαφορές παραμέτρους, όπως ο σχεδιασμός του μονοπατιού του εργαλείου και η προσομοίωση για την βελτιστοποίηση της διαδικασίας σχεδίασης. Ο σχεδιασμός της διαδρομής του κοπτικού εργαλείου μέσω διαφόρων προγραμμάτων(CAD,CAM) είναι η βασική διαδικασία στη μηχανική κατεργασία επιφανειών και έχει σημαντική επίδραση στην αποτελεσματικότητα και την ποιότητα της μηχανικής κατεργασίας.

Ένας από τους βασικούς λόγους που γίνονται έρευνες σχετικά με την καλύτερή μέθοδο διαδρομής του κοπτικού εργαλείου, είναι για να οριστούν οι ανοχές σε κάθε επιφάνειας επιφάνεια. Η έννοια της ανοχής χρησιμοποιείται για να μετρήσει την ποιότητα της κατεργασίας της επιφάνειας της ελεύθερης μορφής. Για μία σχεδιασμένη επιφάνεια ελεύθερης μορφής πρέπει να θεωρηθεί ένα ανώτερο και ένα κατώτερο όριο. Το πρώτο ελέγχει το μέγιστο ύψος προεξοχής(scallow height) και το δεύτερο αντιστοιχεί στις κοιλότητες(gouging) της επιφάνειας. Για μία επιφάνεια που πρέπει να κατασκευαστεί εντός ανοχών σχεδιασμού, το scallow height δεν πρέπει να υπερβαίνει τη μέγιστη επιτρεπόμενη ανοχή και επιφάνεια πρέπει να είναι χωρίς κοιλότητες.

Υπάρχουν πολλοί μέθοδοι δημιουργίας διαδρομών εργαλείου όπως η ισοπαραμετρική, η ισοεπίπεδη, η iso-offset μέθοδος(μέθοδος μετατόπισης), η iso-scallow μέθοδος κ.λπ.

Η ισοπαραμετρική μέθοδος είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος, αλλά η αποτελεσματικότητά της μερικές φορές είναι χαμηλή. **Η ισοεπίπεδη** περιλαμβάνει πολύπλοκους υπολογισμούς ανάμεσα στην επιφάνεια και στο επίπεδο και η επιλογή του κατάλληλου επιπέδου είναι πρόβλημα. Η **iso-offset** μέθοδος περιλαμβάνει σημαντικούς υπολογισμούς και είναι αποτελεσματική μόνο αν η καμπυλότητα της επιφάνειας δεν παρουσιάζει μεγάλες αλλαγές στο μήκος της. Στις τρεις παραπάνω μεθόδους, το scallow height ποικίλλει κατά μήκος της διαδρομής του εργαλείου, και είναι συνήθως μικρότερο από την επιτρεπόμενη ανοχή, το οποίο θα οδηγήσει σε μείωση της αποτελεσματικότητας της μηχανικής κατεργασίας. Στην Iso-scallow προσέγγιση το scallow height διατηρείται σταθερό κατά μήκος της διαδρομής του εργαλείου το οποίο δεν επιτρέπει πλεονασμό στους τρόπους διαδρομής του εργαλείου. Θεωρητικά αυτή η μέθοδος δημιουργεί τους ελάχιστους αριθμούς διαδρομών εργαλείου και έχει την υψηλότερη απόδοση. Η δημιουργία διαδρομών εργαλείου σχετίζεται με την γεωμετρία του κοπτήρα και οι υπολογιστικές μέθοδοι διαφέρουν για διαφορετικούς κοπτήρες. Κατά το πέρασμα των χρόνων η iso-scallow μέθοδος μελετήθηκε από διάφορους ερευνητές και εξελίχθηκε. Βρέθηκε ότι ο τα κοπτικά κονδύλια επίπεδης απόληξης είναι από 10 έως 20 φορές πιο αποδοτικά συγκρινόμενα με αυτά σφαιρικής απόληξης.

Ο Lee επέκτεινε την iso-scallow μέθοδο στον σχεδιασμό διαδρομών εργαλείου με ένα κοπτικό με επίπεδη άκρη (flat end mill) στην κατεργασία επιφανειών πέντε αξόνων.

Παρόλο που ο επίπεδος κοπτήρας έχει υψηλότερη απόδοση από τον σφαιρικό στην μηχανική δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μηχανικά κομμάτια με στενά κανάλια όπως είναι τα πτερύγια τουρμπίνας, η πτερωτή κ.λπ., λόγω παρεμβολών.

Οι Koichi et al. (1998) παρουσιάζουν μια μέθοδο επιφανειακής κατεργασίας με την χρήση εργαλείου παραβολοειδούς απόληξης. Οι διαδρομές εργαλείου δημιουργούνται κατά μήκος των παραμετρικοποιημένων γραμμών της επιφάνειας (parameter lines of the surface), διατηρώντας παράλληλα το ύψος ακμής σταθερό. Αυτό διασφαλίζεται με τη συνεχή και ακριβή προσαρμογή του προσανατολισμού του εργαλείου. Τα κονδύλια παραβολοειδούς απόληξης έχουν υψηλότερη απόδοση από αυτά σφαιρικής απόληξης, όμως ο προσαρμοσμένος προσανατολισμός εργαλείου μπορεί να μην είναι δυνατός στην περίπτωση επιφανειών με στενά κανάλια λόγω συγκρούσεων μεταξύ του εργαλείου και του κομματιού. Επιπρόσθετα, αυτή η μέθοδος δεν είναι κατάλληλη για επιφάνειες που αλλάζουν δραστικά το πλάτος τους προς την κατεύθυνση τροφοδοσίας και οι υπολογισμοί των δεδομένων CL είναι πολύ περίπλοκοι.

Ο Wu (1995) παρουσίασε μια μέθοδο κατεργασίας των πτερυγίων τουρμπίνας, συμπίεστή και της πτερωτής με κωνοειδούς απόληξης εργαλεία. Χρησιμοποίησε μια αποτελεσματική μέθοδο κατεργασίας επαφής γραμμής αντί για μέθοδο κατεργασίας σημείου επαφής. Ωστόσο, αυτή η μέθοδος έχει κρίσιμους περιορισμούς στη γεωμετρία της επιφάνειας και στον προσανατολισμό του εργαλείου. Ο Liu και ο Zhang εισήγαγαν τη μέθοδο επιφανειακής κατεργασίας με drum κοπτήρα.

Οι Y-Cai et al., πραγματοποίησαν ένα πείραμα και συγκρίναν δυο είδη κοπτικών, κονδύλι σφαιρικής απόληξης και κονδύλι drum taper. Για την δημιουργία της διαδρομής του εργαλείου υιοθετήθηκε η ισοπαραμετρική μέθοδος και η iso-scallop μέθοδος αντίστοιχα. Το πείραμα έδειξε ότι ο αριθμός των διαδρομών του εργαλείου με έναν drum taper κόφτη είναι μικρότερος απ' ό,τι με έναν μύλο σφαιρικής απόληξης. Αυτό συμβαίνει διότι η ενεργός ακτίνα κοπής του drum taper κόφτη είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη του μύλου σφαιρικής απόληξης. Επίσης συμπεραίνεται ότι όποιο εργαλείο κι αν χρησιμοποιηθεί το ολικό μήκος διαδρομής που δημιουργείται από την iso-scallop μέθοδο είναι πάντα μικρότερο από το αντίστοιχο που δημιουργείται από την ισοπαραμετρική μέθοδο και ο λόγος τους προκύπτει ίσος με 76:100. Σε αυτή την περίπτωση και υπό τον ίδιο ρυθμό τροφοδοσίας η απόδοση της μηχανικής κατεργασίας χρησιμοποιώντας την iso-scallop μέθοδο αυξάνει κατά 24%. Η μέθοδος είναι κατάλληλη και αποτελεσματική στην κατεργασία εξαρτημάτων με στενά επιφανειακά κανάλια.

2.2 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΟΠΗΣ

Οι δυνάμεις κοπής είναι η κύρια αιτία των παραμορφώσεων των δομών των εργαλειομηχανών και των τεμαχίων με αποτέλεσμα τη δημιουργία σφαλμάτων μορφής και παραβιάσεις ανοχών. Αν και μπορούν να επηρεάσουν τα δομικά στοιχεία μιας εργαλειομηχανής που κατανέμονται σε μεγάλο χώρο, οι δυνάμεις κοπής αναπτύσσονται σε μια πολύ μικρή περιοχή στο περιβάλλον τεμαχίου-εργαλείου. Η πλήρης γνώση του μεγέθους των αναπτυσσόμενων κατά την κοπή δυνάμεων, ενδιαφέρει άμεσα τόσο τον κατασκευαστή της εργαλειομηχανής όσο και τον χρήστη της. Τον κατασκευαστή της εργαλειομηχανής ενδιαφέρουν οι δυνάμεις κοπής για την εν γένει σχεδίαση της

εργαλειομηχανής, των εργαλείων, των διαφόρων συσκευών και διατάξεων πρόσδεσης των εργαλείων, των τεμαχίων, και των διαφόρων ιδιοσκευών. Ο χρήστης της εργαλειομηχανής ενδιαφέρεται να κατέχει στοιχεία σχετικά με τις αναμενόμενες δυνάμεις κοπής για λόγους αποδοτικής εκμετάλλευσης της εργαλειομηχανής. Έτσι καθίσταται δυνατός ο υπολογισμός της ισχύος κοπής και η σωστή επιλογή του μεγέθους της εργαλειομηχανής, ο υπολογισμός παραμορφώσεων του κοπτικού που εισάγουν σφάλματα διαστάσεων και μορφής στο κατεργαζόμενο τεμάχιο όπως επίσης και η μελέτη της δυναμικής ευστάθειας του συστήματος εργαλειομηχανή – κοπτικό – τεμάχιο

2.2.1 Υπολογισμός δυνάμεων κοπής

Ο αναλυτικός προσδιορισμός της δύναμης κοπής συγκέντρωσε το ενδιαφέρον των ερευνητικών ήδη από τις πρώτες περιόδους ανάπτυξης της επιστήμης της Μηχανουργικής Τεχνολογίας οι οποίοι μέσω της μελέτης του συστήματος κοπτικό εργαλείο-κατεργαζόμενο τεμάχιο οδηγήθηκαν στους παρακάτω υπολογισμούς.

Ο Taylor [1] προσπάθησε να περιγράψει τη δύναμη απότμησης στο φραιζάρισμα με τη βοήθεια μιας εκθετικής σχέσης τύπου :

$$F_c = k_1 \cdot a_z \cdot s_z^{k_2} \quad (1.1)$$

όπου a_z είναι το αξονικό βάθος κοπής του κοπτικού εργαλείου και η s_z η πρόωση ανά κοπτική ακμή.

Ο Kronenberg [2] πρότεινε μια παρόμοια σχέση που περιέγραφε την δύναμη σαν συνάρτηση της διατομής του αποβλήτου:

$$F_i = b \cdot h_1^{1-m_i} \cdot k_{i1.1} \quad (1.2)$$

Οι Kienzle και Victor [3],[4] χρησιμοποίησαν μία νέα εκθετική σχέση, που συνδέει το μέν πάχος του απαραμόρφωτου αποβλήτου γραμμικά, το δε πάχος εκθετικά, με τις αναμενόμενες συνιστώσες της δύναμης κοπής, σε προκαθορισμένες διευθύνσεις I σε σύστημα συντεταγμένων ως προς την κοπτική ακμή του εργαλείου (σύστημα κόψης):

$$F_i = b \cdot h_1^{1-m_i} \cdot k_{i1.1} \quad (1.3)$$

Ο Kamm [5] επεκτείνει τη σχέση των Kienzle και Victor, προσθέτοντας έναν επιπλέον συντελεστή, που περιγράφει την άνοδο των συνιστωσών δυνάμεων κοπής, λόγω της φθοράς του κοπτικού εργαλείου.

$$F_i = b \cdot h_1^{1-m_i} \cdot k_{i1.1} \cdot l_{sz}^{n_i} \quad (1.4)$$

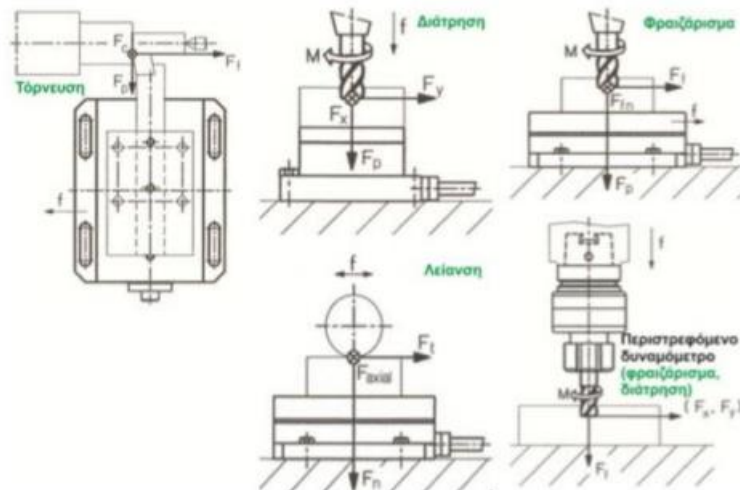
Κοινό χαρακτηριστικό όλων των προηγούμενων σχέσεων είναι ο μηδενισμός της υπολογισμένης συνιστώσας δύναμης κοπής στην περίπτωση που το πάχος του απαραμόρφωτου αποβλήτου τείνει προς το μηδέν ($\lim_{h \rightarrow 0} F_i = 0$).

Στην καθημερινή εργαστηριακή και βιομηχανική πράξη καθιερώθηκε η σχέση των Kienzle/Victor λόγω της αξιοπιστίας της και της σχετικής ευκολίας που προσφέρει στη διεξαγωγή των πειραμάτων για τον προσδιορισμό των απαιτούμενων σταθερών.

2.2.2 Μέτρηση δυνάμεων κοπής

Με τα δυναμόμετρα είναι πλέον εφικτός ο προσδιορισμός των συνιστωσών των δυνάμεων κοπής με υψηλή ακρίβεια. Ένα δυναμόμετρο, ως προς την αξιοπιστία του, πρέπει να πληροί κάποιες απαιτήσεις που αφορούν την ευαισθησία, την ακρίβεια του και

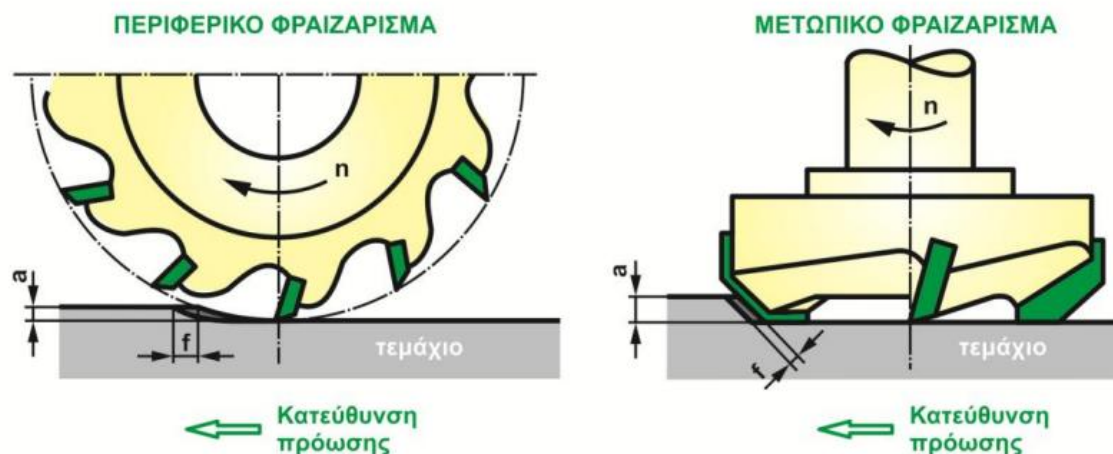
την στιβαρότητά του. Η στιβαρότητα του δυναμόμετρου είναι απαραίτητη για ορθά αποτελέσματα και αποφυγή παραμορφώσεων. Η αρχή λειτουργίας των δυναμόμετρων στηρίζεται στην ιδιότητα των πιεζοκρυστάλλων να προσανατολίζονται σε ορισμένη κατεύθυνση ανάλογα με το μέγεθος της πίεσης που δέχονται, στέλνοντας το αντίστοιχο ηλεκτρικό φορτίο στην έξοδο του οργάνου. Τα δυναμόμετρα τριών συνιστωσών έχουν τρεις εξόδους από όπου λαμβάνονται τρία σήματα φορτίου καθένα εκ των οποίων αντιστοιχεί στις τρεις συνιστώσες της δύναμης που εφαρμόζεται πάνω στο δυναμόμετρο.



Σχήμα 2.2.2.1 Εφαρμογές στατικών και περιστρεφόμενων δυναμόμετρων

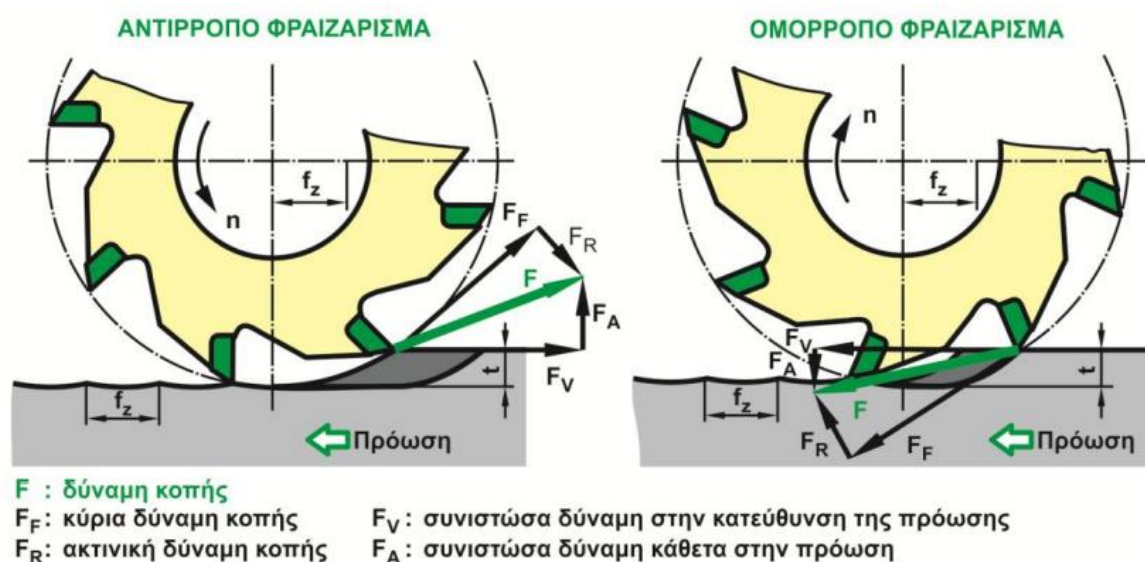
2.2 ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑ

Η πιο συνήθης κατεργασία κοπής με κοπτικά εργαλεία πολλαπλής σημειακής επαφής είναι το φραιζάρισμα. Στο φραιζάρισμα η κοπή γίνεται με ένα περιστρεφόμενο κοπτικό εργαλείο το οποίο διαθέτει πολλές κοπτικές ακμές διατεταγμένες σε κύκλο, ενώ για να μπορεί να εισέρχεται στο κατεργαζόμενο τεμάχιο οι κοπτικές ακμές έχουν την μορφή σφήνας. Στο φραιζάρισμα έχουμε δυο βασικές κινήσεις, την κύρια κίνηση που σχετίζεται με την περιστροφή του εργαλείου και την ταχύτητα πρόωσης που σχετίζεται με την μετατόπιση του κατεργαζόμενου τεμαχίου. Υπάρχουν διάφορα είδη φραιζαρίσματος ανάλογα με την κατεύθυνση του άξονα του κοπτικού εργαλείου ως προς την κατεργασμένη επιφάνεια. Το περιφερικό φραιζάρισμα, όπου το εργαλείο είναι παράλληλα ή με κλίση με την κατεργαζόμενη επιφάνεια και το εργαλείο έχει σχετικά κυλινδρική μορφή, αφαιρώντας υλικό από το τεμάχιο με περιφερειακά διατεταγμένες κοπτικές ακμές και το μετωπικό όπου ο άξονας του εργαλείου είναι κάθετος στην κατεργαζόμενη επιφάνεια. Στο μετωπικό φραιζάρισμα το κοπτικό εργαλείο εκτός από των περιφερειακών ακμών του έχει και κοπτικές ακμές εμπρός στο πρόσωπο του.



Σχήμα 2.2.1 Κινηματική περιφερικού και μετωπικού φραιζαρίσματος

Στο περιφερικό φραιζάρισμα, η πρόωση του τεμαχίου συνήθως είναι αντίθετη στην περιστροφή του εργαλείου αλλά μπορεί και να συμβαίνει το αντίθετο. Η επιλογή αυτή της κίνησης του τεμαχίου διακρίνει το φραιζάρισμα σε ομόρροπο και αντίρροπο. Στο αντίρροπο φραιζάρισμα, η κοπή ξεκινάει από λεπτότερο απόβλιπτο και καταλήγει σε χοντρό απόβλιπτο, κάτι που δεν ισχύει στο ομόρροπο φραιζάρισμα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, στο ομόρροπο φραιζάρισμα το κοπτικό εργαλείο να δέχεται ισχυρές καταπονήσεις κατά την είσοδό του στο τεμάχιο και έτσι να αυξάνει ο κίνδυνος θραύσης του. Αντίστοιχα στο ομόρροπο φραιζάρισμα το κοπτικό εργαλείο, “πιέζει” το τεμάχιο στο τραπέζι της εργαλειομηχανής και έτσι η κοπή είναι πιο σταθερή. Οι παραπάνω παρατηρήσεις επιβεβαιώνονται τόσο από την κινηματική όσο και από την κατεύθυνση των δυνάμεων κοπής στα δύο είδη φραιζαρίσματος, όπως φαίνονται στο σχήμα 2.2.2.



Σχήμα 2.2.2 Ομόρροπο και αντίρροπο φραιζάρισμα

Η συνισταμένη δύναμη κοπής F στο αντίρροπο φραιζάρισμα έχει φορά προς τα επάνω, προσπαθώντας ουσιαστικά να ανασηκώσει το τεμάχιο. Αντίστοιχα η συνισταμένη δύναμη κοπής που δέχεται το τεμάχιο στο ομόρροπο φραιζάρισμα έχει φορά προς το τραπέζι της

εργαλειομηχανής, ενισχύοντας με αυτόν τον τρόπο τη σταθερότητα της σύνδεσης τεμαχίου – τραπεζίου.

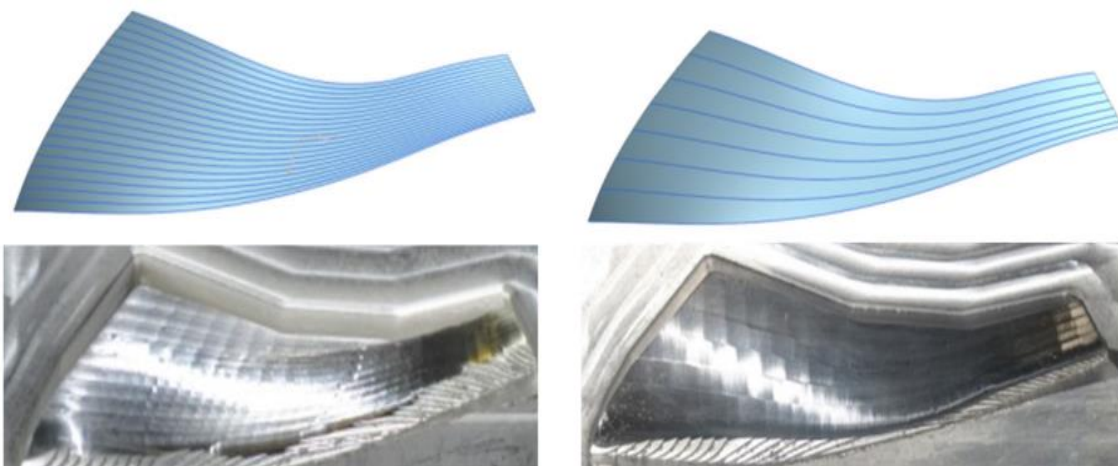
2.2.1 Πλευρικό και σημειακό φραιζάρισμα

Ανάλογα την ποιότητα της επιφάνειας που θέλουμε να πετύχουμε χρησιμοποιούμε συγκεκριμένης μορφής εργαλεία αλλά και είδος φραιζαρίσματος. Στις περιπτώσεις φινιρίσματος όπου το υλικό αφαίρεσης θέλουμε να είναι μικρό χρησιμοποιούμε συνήθως κονδυλοφόρα εργαλεία σφαιρικής ή κωνικής απόληξης. Τα εργαλεία αυτά πολλές φορές έχουν την ικανότητα να υλοποιούν φραιζάρισμα μετωπικό-σημειακό(point milling), δηλαδή να εφάπτονται με την αιχμή της άκρης τους με το κατεργαζόμενο τεμάχιο. Είτε περιφερειακό-πλευρικό(flank milling) στο οποίο η επιφάνεια επαφής κοπτικού- τεμαχίου είναι πλευρική και πολύ μεγαλύτερη, χωρίς τα εργαλεία να κόβουν με την αιχμή της άκρης τους .

Κύριο πλεονέκτημα του σημειακού φραιζαρίσματος είναι ότι οποιαδήποτε επιφάνεια μπορεί να υποστεί μηχανική κατεργασία με αυτό τον τρόπο και είναι σχετικά εύκολο το κοπτικό εργαλείου να τοποθετηθεί σε αυτή την θέση. Ωστόσο πολλές φορές, ανάλογα με το μέγεθος του εκάστοτε εργαλείου, μπορεί να είναι χρονοβόρο με αποτέλεσμα να χρειαστούν περισσότερα περάσματα (finish passes),καθώς με κάθε πέρασμα να αφαιρείται μόνο μια μικρή ποσότητα του υλικού. Επίσης η διαδικασία point milling δημιουργεί ένα φινίρισμα στην επιφάνεια του τεμαχίου πιο τραχύ (scalloped surface finish), αφήνοντας ένα μικρό ύψος μεταξύ των κορυφών δυο διαδοχικών περασμάτων (cusp height).

Από την άλλη, η διαδικασία του flank milling, συγκρινόμενη με την διαδικασία σημειακού φραιζαρίσματος προσφέρει μια καλύτερη επιλογή για την κατεργασία επιφανειών με μεγάλες καμπύλες και ιδιαίτερες γεωμετρίες(πχ πτερωτές συμπίεστών) και περισσότερα πλεονεκτήματα. Η επιφάνεια επαφής εργαλείο-τεμάχιο σε αυτή την περίπτωση είναι μεγαλύτερη δημιουργώντας καλύτερη επιφάνεια βελτιωμένη ακρίβεια εξαρτημάτων μειώνοντας την ανάγκη χειρωνακτικού φινιρίσματος. Επιπλέον οι δυνάμεις κοπής εμφανίζονται να είναι μειωμένες και ο ρυθμός αφαίρεσης υλικού αυξημένος. Αυτός ο τύπος φραιζαρίσματος ενδείκνυται συνήθως για κονδύλια κυλινδρικής και κωνικής γεωμετρίας , με αυτά κυλινδρικής γεωμετρίας να ανταποκρίνονται καλύτερα. Ωστόσο σε περιπτώσεις περιορισμένου χώρου τα κωνικά εργαλεία , εξαιτίας του πιο στενού σχήματος στο άκρο του προσφέρουν καλύτερα αποτελέσματα. Επομένως εργαλεία με χαρακτηριστικά κώνου και κυλίνδρου είναι αυτά που προσφέρουν τα οφέλη του πλευρικού φραιζαρίσματος(flank milling).

Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζεται η διαφορά στα δύο αυτά είδη φραιζαρίσματος σε μια επιφάνεια με αυξημένες γεωμετρικές ανάγκες.



Σχήμα 2.2.1: Point Milling

Flank Milling

2.3 ΚΟΠΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ

Για τα διάφορα είδη φραιζαρίσματος χρησιμοποιούνται κοπτικά εργαλεία διαφορετικών μορφών. Συγκεκριμένα οι πιο σύνηθες μορφές κοπτήρων φραιζας είναι κύλινδροι, δισκοειδής, πριονοειδής, κοπτήρες, κοχλιωτοί και κονδύλια. Τα κονδύλια ή κονδυλοφόρα εργαλεία είναι αυτά που χρησιμοποιούνται συνήθως στις κατεργασίες φραιζαρίσματος και ιδιαίτερα στα τελικά στάδια διαμόρφωσης. Στο παρακάτω σχήμα 2.3.1 βλέπουμε κάποια από αυτά.

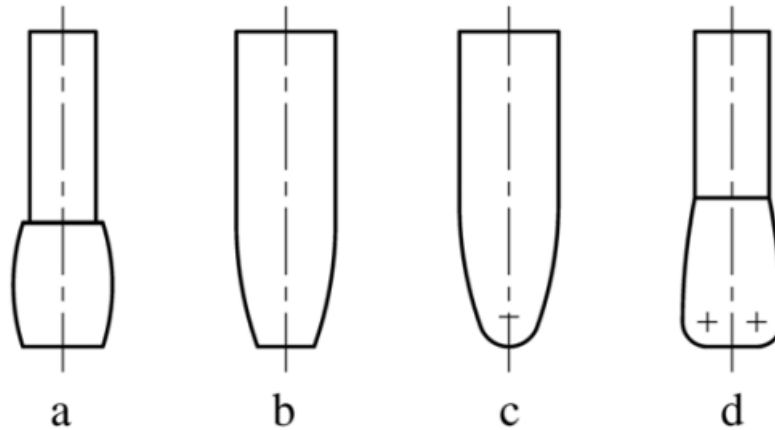


Σχήμα 2.3.1 Κονδυλοφόρα εργαλεία

Τα εργαλεία αυτά αποτελούνται από ένα κυλινδρικό σώμα που κατά μήκος του αναπτύσσεται μία ή περισσότερες κοπτικές ακμές με τυπικές γωνίες ελίκωσης που κυμαίνονται μεταξύ 15° και 30° . Χρησιμοποιούνται κυρίως σε κατεργασίες εκχόνδρισης και μέχρι πρόσφατα μόνο εκείνα τα εργαλεία που είχαν σφαιρική απόληξη χρησιμοποιούνταν και σε κατεργασίες φινιρίσματος. Στα κονδυλοφόρα εργαλεία κατάλληλα για φινίρισμα κατατάσσονται και τα κοπτικά με βαρελοειδή απόληξη για τα οποία θα επεκταθούμε σε αυτό το κεφάλαιο.

Όπως αναφέραμε πιο πάνω τα εργαλεία με κωνική και κυλινδρική γεωμετρία επιτρέπουν το πλάγιο φραιζάρισμα (flank milling) το οποίο προσφέρει πολλά θετικά στην κατεργασία επιφανειών. Απόγονος και μετεξέλιξη αυτών των εργαλείων, τα οποία συχνά αναφέρονται ως tapered end mills ή drum tapered end mills είναι τα βαρελοειδή εργαλεία. Το κίνητρο για την δημιουργία των εργαλείων βαρελοειδούς απόληξης ήταν να επιτευχθεί η κατεργασία πολύπλοκων γεωμετριών και καμπυλοτήτων, την οποία αδυνατούσαν να επιτύχουν τα εργαλεία tapered end και drum tapered end.

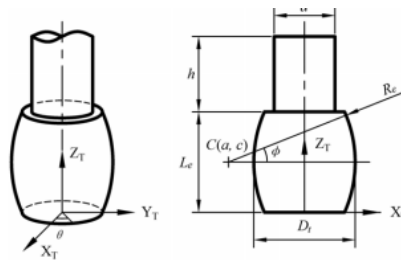
Ένα κύριο θέμα με τα εργαλεία βαρελοειδούς απόληξης είναι η επιλογή του καταλλήλου ανάλογα με την διαδικασία κοπής που επιθυμούμε. Στην εργασία των F.-J. Meng et al. παρουσιάζεται μια νέα μέθοδος για την βέλτιστη επιλογή κοπτήρα βαρελοειδούς απόληξης για το πλευρικό φραιζάρισμα μιας πτερωτής με αποτέλεσμα να αναλύει την χρήση διαφόρων κοπτικών που ανήκουν στην οικογένεια των βαρελοειδών. Στο σχήμα παρακάτω παρουσιάζονται διάφορα είδη βαρελοειδών εργαλείων 2.3.2



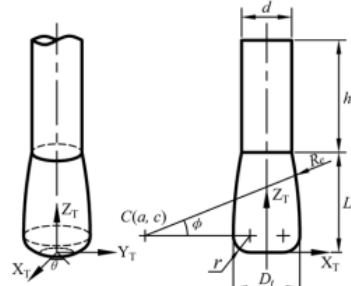
Σχήμα 2.3.2 Διάφορα είδη βαρελοειδών εργαλείων

Υπάρχουν τέσσερις τύποι μύλων βαρελοειδούς απόληξης. Ο γενικός μύλος βαρελοειδούς απόληξης, ο drum-taper κόπτης, ο Barrel Ball Milling (BBM) κόπτης και ο κόπτης ημί-βαρελοειδούς απόληξης. Το κάτω μέρος του τελευταίου κοπτήρα είναι παρόμοιο με αυτό ενός τορικού εργαλείου (toric tool). Ο drum taper κόπτης και ο BBM κόπτης επιλέγονται συχνά στην CNC μηχανική κατεργασία πτερωτών, οι οποίοι μπορούν να εκμεταλλευτούν πλήρως τον περιορισμένο χώρο μεταξύ των παρακείμενων λεπίδων της πτερωτής. Το βασικό κοπτικό βαρελοειδούς απόληξης επιλέγεται γενικά στη μηχανική κατεργασία ελεύθερων επιφανειών με επαρκή χώρο κατεργασίας. Ο κόπτης ημι βαρελοειδούς απόληξης δεν είναι δημοφιλής και χρησιμοποιείται μόνο για μη αναπτυγμένες κύριες (ruled) επιφάνειες.

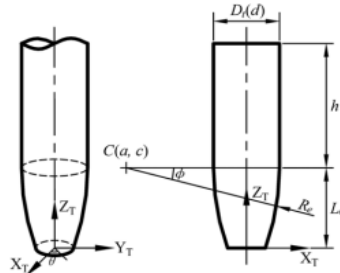
Το κεντρικό σημείο C(a, c) μπορεί να ρυθμιστεί ανάλογα με το σχήμα του κόπτη βαρελοειδούς απόληξης. Όταν το σημείο C(a, c) βρίσκεται στην θέση C0, όπου $c = L_e$ στη βάση συντεταγμένων εργαλείου, αυτό το εργαλείο θα μπορούσε να θεωρηθεί ένας drum taper κόπτης και η γεννήτρια G0 ως το κάτω μισό ενός γενικού κόπτη βαρελοειδούς απόληξης. Αν το σημείο C(a,c) είναι προσαρμοσμένο στη θέση C2 όπου $c = 0$ στη βάση συντεταγμένων εργαλείου, αυτό το εργαλείο θα μπορούσε να θεωρηθεί ως ένας τυπικός κόπτης ημι-βαρελοειδούς απόληξης χωρίς το τορικό τμήμα. Εάν το σημείο C(a, c) ρυθμιστεί στη θέση C1 όπου $c > L_e$ στη βάση συντεταγμένων εργαλείου, αυτό το εργαλείο είναι ένας μη τυπικός drum-taper κόπτης, που θα μπορούσε να θεωρηθεί ως μέρος του τυπικού drum-taper κόπτη. Αλλά το κάτω μέγεθος του μη τυπικού drum-taper κόπτη είναι μικρότερο από αυτό των άλλων τριών κοπτήρων βαρελοειδούς απόληξης όταν το d και το L_e είναι ίδια.



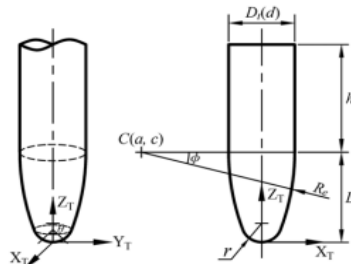
Σχήμα 2.3.3 Γενικού τύπου βαρελοειδη κοπτικό εργαλείο



Σχήμα 2.3.4 Ημιβαρελοειδούς απόληξης κοπτικό εργαλείο



Σχήμα 2.3.5 Βαρελοειδούς απόληξης - Drum taper κοπτικό εργαλείο



Σχήμα 2.3.6 Βαρελοειδούς απόληξης εργαλείο με σφαιρική μύτη

Η θετική φορά του διανύσματος της επιφάνειας του εργαλείου ορίζεται ως η κατεύθυνση που δείχνει προς το εσωτερικό του κόπτη βαρελοειδούς απόληξης. Άρα και οι δύο κύριες καμπυλότητες, k_1 και k_2 , είναι θετικές με:

$$k_1 = \frac{1}{R_e} \text{ και } k_2 = \frac{1}{R_t - R_e(1 - \cos\phi)}$$

όπου το R_t είναι γενικά μικρότερο από το R_e . Όταν το R_e τείνει να είναι απείρως θετικό, το εργαλείο θα μπορούσε να θεωρηθεί ως κυλινδρικός κόφτης, όπου $k_1 = 0$ και $k_2 = 1/R_t$.

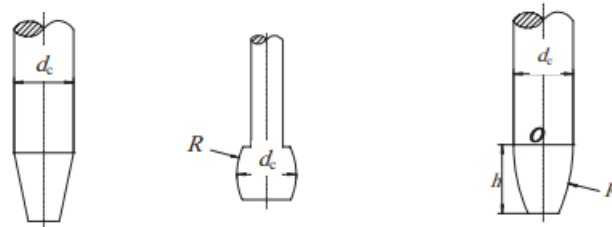
Οι προσανατολισμοί των εργαλείων ενός γενικού κόπτη βαρελοειδούς απόληξης και ενός drum-taper κόπτη διαφέρουν όταν η ακτίνα του βαρελιού είναι ίδια και το μεσαίο σημείο της γεννήτριας κυκλικού τόξου χρησιμοποιείται ως το σημείο επαφής του κόπτη. Οι καθολικές παρεμβολές μεταξύ του άξονα του εργαλείου του γενικού κόπτη βαρελοειδούς απόληξης και της επεξεργαζόμενης λεπίδας είναι πιο εύκολο να συμβούν απ' ότι μεταξύ

του άξονα του drum taper κόπτη και της επεξεργαζόμενης λεπίδας. Αυτό συμβαίνει διότι η κορυφή του drum taper κόπτη είναι πιο μακριά από την επεξεργασμένη λεπίδα αυτή τη στιγμή. Αλλά οι καθολικές παρεμβολές μεταξύ του άξονα του drum taper κόπτη και των γειτονικών λεπίδων μπορεί να είναι ευκολότερο να εμφανιστούν. Η διάμετρος d του άξονα του drum taper κόπτη ή του κόπτη BBM είναι μεγαλύτερη στους τέσσερις τύπους βαρελοκόπτων όταν η μέγιστη η διάμετρος D_t είναι ίδια. Έτσι η ακαμψία του άξονα του drum taper κόπτη ή του κόπτη BBM είναι καλύτερη, κάτι που είναι πιο χρήσιμο για την ακρίβεια κατεργασίας. Και η θέση του σημείου $C(a,c)$ θα μπορούσε να επηρεάσει την επιλογή της διαμέτρου του άξονα εργαλείου d όταν η ακτίνα του βαρελιού R_e είναι σταθερή.

Όπως παρατηρούμε από την παραπάνω γεωμετρία των εργαλείων τα drum tapered εργαλεία μοιάζουν εξαιρετικά με τα εργαλεία βαρελοειδούς απόληξης που θα μελετήσουμε στην δική μας εργασία. Έτσι αξίζει να γίνει μια αναφορά σε αυτά και γνωρίσουμε επιπλέον τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες τους.

2.3.1 Εργαλεία κωνοειδούς κοπτικής αιχμής(Drum-Tapered End Mills)

Ο drum taper κόπτης συνδυάζει τα χαρακτηριστικά του drum κοπτήρα και του κωνικού κοπτήρα. Στην παρακάτω εικόνα 2.3.1 παρουσιάζονται οι γεωμετρίες τους



Σχήμα 2.3.1 Tapper cutter

Drum cutter

Drum-taper cutter

Στην εργασία των Y-Cai et al., παρουσιάζεται αναλυτικά η γεωμετρία των εργαλείων καθώς και τα χαρακτηριστικά του. Το τμήμα με το οποίο πραγματοποιεί την κοπή είναι μια επιφάνεια περιστροφής. Η γεννήτρια είναι ένα κυκλικό τόξο, του οποίου η ακτίνα είναι R , και η επιφάνεια της περιστροφής είναι η εφαπτομένη στον συγκρατητή. Δεν υπάρχει αιχμή κοπής στο κάτω μέρος του εργαλείου. Η ακτίνα του συγκρατητή(holder) είναι d_c , το ύψος της κοπτικής ακμής είναι h και το υπολογισμένο κέντρο του κοπτήρα βρίσκεται στο σημείο O . Τα drum taper εργαλεία διατηρούν υψηλή απόδοση όπως τα drum και τα κωνοειδούς απόληξης εργαλεία. Ωστόσο έχουν υψηλότερη ακαμψία σε σχέση με τα εργαλεία drum και είναι πιο βολικά στη διόρθωση των θέσεων κοπής που παρεμβάλλονται (interferential cutter locations) από τα κωνικά κοπτικά. Για τον προσδιορισμό του σχήματος του κοπτικού, πρέπει να δοθούν οι ακόλουθες βασικές διαστάσεις: ακτίνα συγκράτησης d_c , ακτίνα γεννήτριας R και ύψος κοπτικής ακμής h . Η τιμή του h μπορεί να προσδιοριστεί εμπειρικά και μπορεί να είναι κοντά στην τιμή d_c , και πρέπει ικανοποιεί την συνθήκη $h < R$. Στην κατεργασία επιφανειών, εάν το κοπτικό δεν είναι κατάλληλο, θα προκύψουν παρεμβολές μεταξύ της επιφάνειας και του κοπτικού άκρου στο σημείο επαφής, και η περίσσεια υλικού που αφαιρέθηκε – ονομάζεται διάτρηση(gouging) ή τοπική παρεμβολή. Για να αποφευχθεί η διάτρηση, οι καμπυλότητες του εργαλείου πρέπει να είναι μεγαλύτερες από αυτές της επιφάνειας σε οποιαδήποτε επαπτόμενο προσανατολισμό στο σημείο επαφής. Για επιφάνεια με μικρές καμπυλότητες, αν η μέγιστη καμπυλότητα της επιφάνειας υπολογιστεί και η ελάχιστη καμπυλότητα του

εργαλείου ($1/R$) γίνεται μικρότερη από τη μέγιστη καμπυλότητα, τότε μπορεί να αποφευχθεί η διάτρηση.

Για τα drum taper εργαλεία, η σχέση $R > d/2$ ισχύει πάντα και αν η σχέση $R < 1/k_{\max}$, όπου k_{\max} η μέγιστη καμπυλότητα της επιφάνειας, ικανοποιείται, η τοπική παρεμβολή μεταξύ της κοπτικής ακμής και της επιφάνειας αποφεύγεται. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή R , τόσο μεγαλύτερη είναι το μήκος κατεργασίας και τόσο μεγαλύτερη η αποτελεσματικότητα που μπορεί να επιτευχθεί. Επομένως, συνίσταται η τιμή R να είναι όσο το δυνατόν μεγαλύτερη υπό την προϋπόθεση $R < 1/k_{\max}$.

2.3.2 Εργαλεία βαρελοειδούς απόληξης

Η πρώτη εμφάνιση των αποκαλούμενων βαρελοειδών εργαλείων έγινε πριν από 20 περίπου χρόνια. Η κοπτική ακμή τους αποτελείται από ένα μεγάλης διαμέτρου τόξο και αν παρατηρηθούν πλευρικά, η γεωμετρία τους δίνει την εντύπωση βαρελιού. Εξαιτίας λοιπόν του σχήματός τους τα εργαλεία αυτά έγιναν γνωστά ως εργαλεία βαρελοειδούς απόληξης. Στην παρακάτω εικόνα 2.3.3 βλέπουμε ένα βαρελοειδές εργαλείο



Σχήμα 2.3.2.1 Εργαλείο βαρελοειδούς απόληξης

Αρχικά η χρήση τους ήταν περιορισμένη σε συγκεκριμένες και εξιδεικευμένες εφαρμογές όπως η κατεργασία τρισδιάστατων επιφανειών από σύνθετα καλούπια και εξαρτημάτων στροβιλομηχανών. Ένας κύριος λόγος για την περιορισμένη χρήση τους ήταν οι περιορισμένες δυνατότητες προγραμματισμού των σχεδιαστικών λογισμικών ώστε να μπορούν να υποστηρίξουν τέτοιου τύπου εργαλεία. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τα περισσότερα από αυτά τα εργαλεία να κατασκευάζονται κατά παραγγελία και να μην διατίθενται ευρέως στην αγορά. Ωστόσο, οι πρόσφατες εξελίξεις στα κέντρα κατεργασίας αλλά και στα συστήματα CAM έχουν διευρύνει σημαντικά τον ρόλο και τις εφαρμογές των συγκεκριμένων εργαλείων στην κατεργασία κοπής.

2.3.3 Σύγκριση εργαλείων βαρελοειδούς απόληξης

Το πιο κοινό εργαλείο που χρησιμοποιείται στις κατεργασίες αποπεράτωσης στο φριζάρισμα) ελεύθερης επιφάνειας με πολλαπλούς άξονες (multiaxis milling) είναι το κονδύλι με σφαιρική ακμή. Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει είναι ο εύκολος έλεγχος του προσανατολισμού του εργαλείου και η ταχύτερη δημιουργία μονοπατιού εργαλείου. Όμως, τα κοπτικά με σφαιρική ακμή πρέπει να κάνουν πυκνά περάσματα κατά την κοπή για να πληρούν την ακρίβεια της μηχανικής κατεργασίας. Από την άλλη τα βαρελοειδούς απόληξης κοπτικά διατηρούν τα πλεονεκτήματα των κοπτήρων με σφαιρική μύτη αλλά μπορούν να επιτύχουν μεγαλύτερο πλάτος ανά πέρασμα κατά την κοπή. Παρακάτω στο

σχήμα 2.3.3.1 βλέπουμε την διαφορά πλάτους κοπής ανά πέρασμα μεταξύ εργαλείων βαρελοειδούς και σφαιρικής απόληξης.

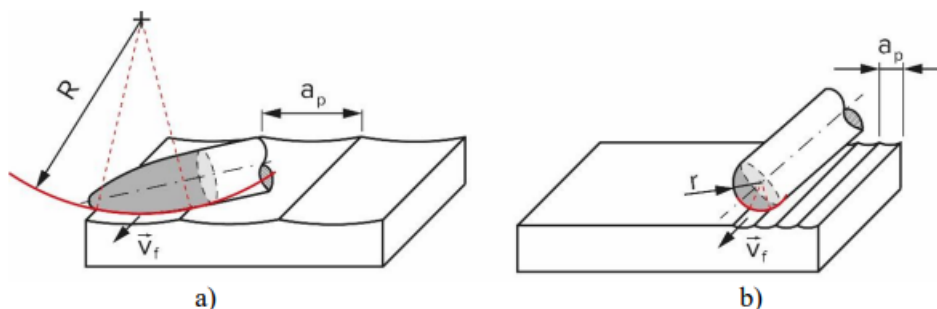


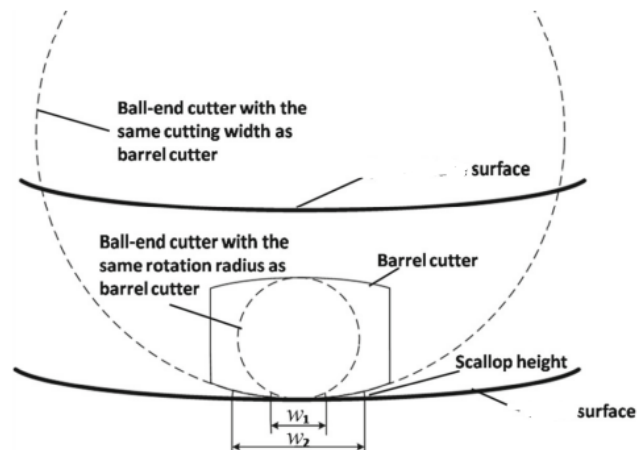
Figure 1. a) A circle-segment end mill, b) a ball end mill.

Σχήμα 2.3.3.1 Διαφορά πλάτους κοπής ανά πέρασμα μεταξύ βαρελοειδούς και σφαιρικού εργαλείου κοπής

Τα εργαλεία βαρελοειδούς απόληξης προσφέρουν ιδιότητες όπως η ευελιξία της χρήσης τους, η πολυπλοκότητα ως προς την κατεργασία επιφανειών, καθώς και ομαλότητα της τελικής επιφάνειάς τους. Τα συγκεκριμένα κοπτικά εργαλεία κατασκευάζονται κυρίως με αριθμό δοντιών 3 ή 4 και διατίθεται σε μια ποικιλία επιστρώσεων για τη βελτίωση της διάρκειας ζωής του εργαλείου, την αντοχή του στην θερμότητα και τη φθορά του, καθώς και για την προσαρμογή τους σε πολλά υλικά ως προς κατεργασία. Το χαρακτηριστικό για τα οποία διαφοροποιούνται είναι η ακτίνα του κυκλικού τμήματός τους. Η ακτίνα τους είναι σημαντικά μεγαλύτερη, και λόγω αυτού υπάρχουν δύο σημαντικά πλεονεκτήματα. Αρχικά, παρέχουν επιφάνειες καλύτερης ποιότητας μιας και όσο μεγαλύτερη είναι η ακτίνα του εργαλείου (σε σύγκριση με τα κοπτικά με σφαιρική κοπτική ακμή) τόσο αυξάνεται και η ποιότητα της επιφάνειας. Επίσης, η ίδια ποιότητα επιφάνειας επιτυγχάνεται με λιγότερες μετατοπίσεις του κοπτικού, δηλαδή με λιγότερα περάσματα. Από την άλλη πλευρά, τα κύρια μειονεκτήματά τους είναι η δυσκολία στον προγραμματισμό των κινήσεων του εργαλείου με ακρίβεια στις κατεργασίες με πολλαπλούς άξονες καθώς και ο προσανατολισμός εργαλείου/τεμαχίου και το κόστος τους. Ωστόσο, αν και οι μύλοι βαρελοειδούς απόληξης είναι έως και 4 φορές πιο ακριβοί, μειώνουν τους χρόνους κατεργασίας και βελτιώνουν την ακρίβεια επιφάνειας, σε σχέση με τα συμβατικά σφαιρικά κοπτικά. Οι κοπτικές ακμές με μεγάλο τόξο έχουν χρησιμοποιηθεί ξανά στο παρελθόν για εργαλεία φραιζαρίσματος υψηλής πρόωσης.

Η πειραματική έρευνά από των Ming et al. κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η επιλογή των διαστάσεων ενός κοπτικού βαρελοειδούς απόληξης στηρίζεται στην σχέση μήκος ακτίνας κοπής και εύρος απαιτούμενης γωνίας κοπής. Συγκεκριμένα όσο μεγαλύτερη είναι η ακτίνα κοπής τόσο το εύρος της γωνίας κλίσης θα πρέπει να περιοριστεί, γεγονός που αυξάνει την δυσκολία επεξεργασίας και είναι πιθανό να συμβεί αστοχία στο κατεργαζόμενο τεμάχιο. Ωστόσο η πειραματική διαδικασία έδειξε ότι το ολικό μήκος διαδρομής του βαρελοειδούς κοπτικού είναι κατά 64,64% πιο μικρότερο από το αντίστοιχο σφαιρικής απόληξης ίδιου μήκους. Συγκριτικά Ένα κοπτικό εργαλείο σφαιρικής απόληξης, με ίδια ακτίνα κοπτικού με ένα βαρελοειδούς σχήματος, έχει πολύ μικρότερη ωφέλιμη κοπτική ακτίνα(δηλαδή την πραγματική ακτίνα με την οποία το κοπτικό κατεργάζεται το τεμάχιο) από το βαρελοειδές. Από την άλλη ένα κοπτικό σφαιρικό με ωφέλιμη ακτίνα ίδια

με ένα βαρελοειδές έχει πολύ μεγαλύτερη ακτίνα κοπτικού συγκριτικά με αυτό. Στο παρακάτω σχήμα 2.3.3.2 παρουσιάζεται η σύγκριση αυτή .

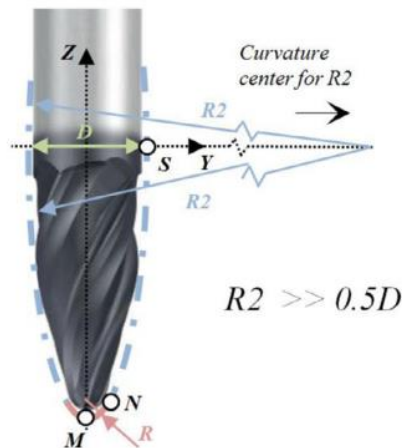


Σχήμα 2.3.3.2 Σύγκριση ακτίνας εργαλείου και ωφέλιμης ακτίνας Βαρελοειδών και σφαιρικών κοπτικών

2.3.4 Γεωμετρία εργαλείων βαρελοειδούς απόληξης

Ο λόγος για τον οποίο τα βαρελοειδή εργαλεία απαιτούν πιο εξειδικευμένο προγραμματισμό στα λογισμικά CAM είναι η γεωμετρία τους. Η βασική ιδέα πίσω από αυτά τα εργαλεία είναι η σπειροειδής γεωμετρία της κοπτικής ακμής τους με διαφορετικές διαμέτρους κύκλων στο μήκος τους. Καθώς το προφίλ τους δεν είναι ημισφαιρικό, όπως για παράδειγμα τα σφαιρικής απόληξης εργαλεία αλλά σπειροειδές, το λογισμικό πρέπει να ορίζει σωστά τόσο το σημείο επαφής του εργαλείου με το δοκίμιο, δηλαδή το σημείο επάνω στο τόξο του εργαλείου όσο και το σημείο που περνά από το κέντρο του κύκλου που βρίσκεται στο κατά μήκος άξονα του.

Η γεωμετρία ενός εργαλείου βαρελοειδούς απόληξης φαίνεται αναλυτικά παρακάτω στο σχήμα 2.3.4.1 όπως παρουσιάστηκε από τους των Gorka et al. όπου υπολογίστηκαν οι βασικές γεωμετρικοί παράμετροι.



Σχήμα 2.3.4.1 Γεωμετρία βαρελοειδούς εργαλείου

Αρχικά, υπολογίστηκε η διάμετρος $D2$ ($R2$) που είναι μια παράμετρος κλειδί στην δημιουργία (με μηχανική κατεργασία 5 αξόνων) του βασικού προφίλ αυτής της μορφής του μύλου. Η διάμετρος $D2$ αντιπροσωπεύει την καμπύλη του περιβλήματος και το

κεντρικό σημείο καμπυλότητάς του τοποθετείται στο μεσαίο επίπεδο (ΧΥ). Στη συνέχεια, υπολογίστηκε η διάμετρος αναφοράς D (ισοδύναμη με τη συμβατική διάμετρο των κυλινδρικών εργαλείων), η οποία είναι η διάμετρος στο επίπεδο. Η τελευταία γεωμετρική παράμετρος που εκτιμήθηκε είναι η γωνία έλικας i_0 η οποία είναι σμιλεμένη γύρω από το τελευταίο προφίλ. Όσον αφορά τις παραμέτρους κοπής, σε αντίθεση με τα συμβατικά εργαλεία που έχουν ασύνδετα αξονικά και ακτινικά βάθη, το εργαλείο βαρελοειδούς γεωμετρίας εμπλέκει και τις δύο παραμέτρους μέσω της γεωμετρίας της λειτουργίας κοπής σύμφωνα με τον τύπο

$$a_p = \sqrt{(1 - D/2)a_e}.$$

Για να υπολογίσουμε το ολοκλήρωμα κατά μήκος της κοπτικής ακμής, είναι απαραίτητο να ορίσετε το διαφορικό σημείο ακμής $ds(z)$ κατά μήκος της κοπτικής ακμής, καθώς επίσης και την $\psi(z)$ διαφορά φάσης μεταξύ ενός στοιχείου ακμής στο z και ενός άλλου στο $z=0$, τα οποία εξαρτώνται από τη γεωμετρία των δοντιών. Γενικά τα κυλινδρικά εργαλεία είναι κατασκευασμένα με σταθερή γωνία έλικας i_0 . Το περίβλημα της καμπύλης της κοπτικής ακμής σχετίζεται με το ύψος Z και την μετατόπιση φάσης $\psi(z)$. Ωστόσο, εργαλεία χωρίς κυλινδρικό προφίλ προβάλλουν αυτή τη γωνία πάνω από ένα μεταβλητό προφίλ $r(z)$ που οδηγεί σε μια μη σταθερή τοπική γωνία. Σε αυτή την περίπτωση, ορίζουμε μια τοπική γωνία έλικας $i(z)$ στο ύψος Z :

$$i(z) = \tan^{-1} \left(\frac{r(z)}{D/2} \tan(i_0) \right).$$

Για βαρελοειδή εργαλεία η τιμή για το $r(z)$, που αναφέρεται στον άξονα του εργαλείου, οδηγεί σε:

$$r(z) = \sqrt{(0.5D/2)^2 - z^2} - 0.5 \cdot (D/2 - D).$$

Ομοίως, η γωνία προσέγγισης $\kappa(z)$ σε αυτό το ύψος γράφεται ως:

$$\kappa(z) = \sin^{-1} \left(2 \sqrt{(0.5D/2)^2 - z^2} / D/2 \right).$$

Το διαφορικό μήκος της κοπτικής ακμής είναι ο συντελεστής του διαφορικού του διανύσματος θέσης. Έτσι, εκτελώντας την παράγωγο του διανύσματος θέσης ενός σημείου που ανήκει στην κοπτική ακμή ως προς την ϕ γωνία, δίνει:

$$\frac{d\vec{r}}{d\phi} = \vec{i}(r'(z) \sin \phi_j + r(z) \cos \phi_j \cdot \phi'_j) + \vec{j}(r'(z) \cos \phi_j - r(z) \sin \phi_j \cdot \phi'_j) + \vec{k}(z'),$$

όπου οι επιμέρους παράγωγοι $r'(z)$, ϕ'_j , z' υπολογίζονται σε σχέση με τη γωνία ϕ

$$ds(z) = |d\vec{r}| = d\phi \sqrt{(r'(z))^2 + (r(z) \cdot \phi'_j)^2 + 1},$$

$$\phi'_j = \frac{d\phi_j}{dz} = \frac{-\tan i_0}{D/2}; \quad r'(z) = \frac{dr(z)}{dz} = \frac{-z}{\sqrt{(0.5D/2)^2 - z^2}}.$$

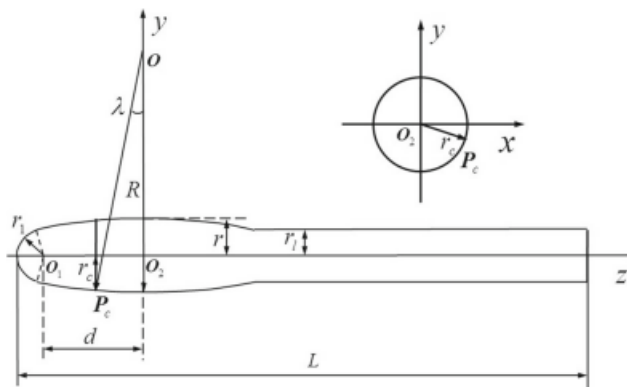
Για εργαλεία με κυλινδρική μορφή ή ακόμα και για κοπτικά με σφαιρική μύτη και για κοπή με τον άξονα του εργαλείου να είναι κάθετος, οι γωνίες εκκίνησης και εξόδου είναι ίσες σε

οποιοδήποτε αξονικό ύψος. Ωστόσο, όταν τα εργαλεία βαρελοειδούς απόληξης έχουν κλίση, κάθε τομή οδηγεί σε διαφορετική γωνία εκκίνησης (διαδικασία υπό φραιζαρίσματος (down milling)) ή γωνία εξόδου (διαδικασία υπέρφραιζαρίσματος (up milling)). Επομένως, οι γωνίες εκκίνησης και εξόδου πρέπει να υπολογιστούν ειδικά για κάθε τομή. Αυτό γίνεται περιστρέφοντας όλες τις τομές (σημεία κοπής), στη συνέχεια εισάγοντας την παράμετρο ακτινικής βύθισης a_e (radial immersion parameter) και τέλος εφαρμόζοντας την αντίστροφη περιστροφή των αξονικών τμημάτων για να μετατρέψει τα σημεία εκκίνησης και εξόδου κάθε τομής στο αρχικό σύστημα.

Στην έρευνά που πραγματοποιήθηκε από τους Ming et al. προκύπτει ότι ένα εργαλείο βαρελοειδούς απόληξης περιλαμβάνει τρία κομμάτια: το στέλεχος (L), την πλευρική άκρη και το σφαιρικό άκρο. Το σημείο O_2 και r δηλώνουν το κέντρο και τη μέγιστη ακτίνα περιστροφής, αντίστοιχα. Το σημείο O και R δηλώνει το κέντρο και την ακτίνα της γεννήτριας τόξου, αντίστοιχα. Το άκρο της μπάλας εφάπτεται στο πλευρικό άκρο και το σημείο O_1 και r_1 δηλώνουν το κέντρο και την ακτίνα, αντίστοιχα. Η απόσταση μεταξύ των σημείων O_1 και O_2 είναι d . Το συνολικό μήκος του εργαλείου είναι L και η ακτίνα του στελέχους είναι r_l . Η επιφάνεια του κοπτικού στο σύστημα συντεταγμένων ($O_2; x_c, y_c, z_c$) μπορεί να περιγραφεί ως :

$$\sqrt{x_c^2 + y_c^2} = \sqrt{R^2 - z_c^2} - (R - r)$$

Στο παρακάτω 2.3.4.2 σχήμα εμφανίζεται το μοντέλο βαρελοειδούς εργαλείου κατά το μοντέλου που αναπτύχθηκε από τους Ming et al.



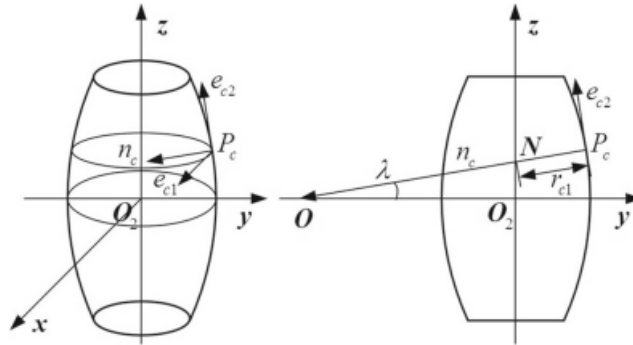
Σχήμα 2.3.4.2 Βαρελοειδές εργαλείο

Το εσωτερικό του είναι μια περιστρεφόμενη επιφάνεια. Σύμφωνα με την διαφορική γεωμετρία η περιστρεφόμενη επιφάνεια του εργαλείου έχει τις εξής ιδιότητες:

- το κανονικό διάνυσμα της περιστρεφόμενης επιφάνειας σε οποιοδήποτε σημείο, P_c , είναι ομοεπίπεδο με τον άξονα περιστροφής το οποίο είναι επίσης το κανονικό διάνυσμα της γεννήτριας μέσω P_c .
- Ο άξονας της επιφάνειας περιστροφής του εργαλείου είναι ακριβώς η καμπύλη της γεννήτριας. Ο άξονας και η παράλληλη είναι οι γραμμές καμπυλότητας και οι εφαπτομενικές κατευθύνσεις αυτών είναι οι δύο βασικές κατευθύνσεις της καμπυλότητας αντίστοιχα.
- Σε οποιοδήποτε σημείο της περιστρεφόμενης επιφάνειας, το σημείο που διασταυρώνεται το κανονικό διάνυσμα και ο άξονας περιστροφής, N , είναι το

κέντρο αρχής καμπυλότητας για την παράλληλο. Το κέντρο της γεννήτριας (τόξο κύκλου) είναι το κέντρο της κύριας καμπυλότητας για τον άξονα

Η μέγιστη κύρια καμπυλότητα εκφράζεται από τον τύπο $k_{c1} = \frac{1}{r_{c1}} = \frac{\cos\lambda}{r-R(1-\cos\lambda)}$, όπου η τιμή της αναμενόμενης ακτίνας καμπυλότητας r_{c1} είναι η απόσταση ανάμεσα στα σημεία P_c και N . Η τιμή της ελάχιστης κύριας καμπυλότητας δίνεται από τον τύπο $k_{c2} = \frac{1}{R}$. Η διεύθυνση της ελάχιστης κύριας καμπυλότητας, η οποία είναι κάθετη στην μέγιστη, είναι η εφαπτομένη του άξονα στο σημείο P_c .



Σχήμα 2.3.4.3 Οι βασικές καμπυλότητες του εργαλείου

Το προτεινόμενο μοντέλο του Gorka ορίζει τη γεωμετρία του εργαλείου μέσω της διαμέτρου του εργαλείου d_2 , της ακτίνας του κυκλικού τμήματος r_2 , της γωνίας έλικας i_0 και του αριθμού των δοντιών Z . Η μεταβλητή ακτίνα εργαλείου $r(z)$ εξαρτάται από τις παραμέτρους του εργαλείου r_2 , d_2 και ύψος z . Λαμβάνοντας υπόψη ότι $r = 0,5d_2$ όταν $z = 0$, η ακτίνα εργαλείου μπορεί να είναι:

$$r(z) = \sqrt{r_2^2 - z^2} - 0.5(2r_2 - d_2)$$

Ενώ τα κυλινδρικά εργαλεία είναι σμιλεμένα με σταθερή γωνία (δηλ. $(z) = i_0$), εργαλεία χωρίς κυλινδρικό προφίλ, όπως σφαιρικής απόληξης, κωνικής ή βαρελοειδή παρουσιάζουν ένα μεταβλητό προφίλ $r(z)$ που παράγει μια μη σταθερή γωνία τοπικής έλικας. Η μετατόπιση φάσης $\psi(z)$ μεταξύ δύο σημείων στην ίδια κοπτική άκρη σχετίζεται με το ύψος z όπως:

$$\psi(z) = \frac{z \cdot \tan(i(z))}{r(z)}$$

όπου η τοπική γωνία έλικας $i(z)$ στο ύψος z είναι:

$$i(z) = \tan^{-1} \left(\frac{r(z)}{d_2/2} \tan(i_0) \right)$$

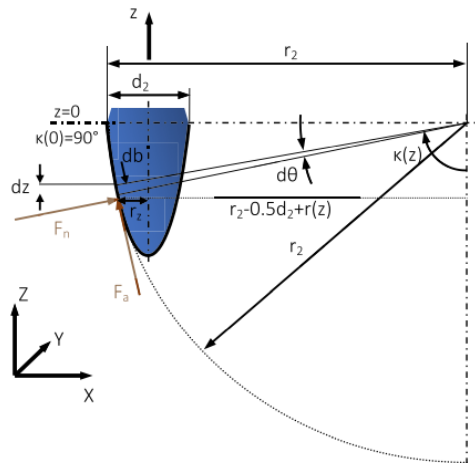
Οι συντεταγμένες κάθε δοντιού j κάθε χρονική στιγμή κατά τον διαφορικό μετασχηματισμό δίνεται από την σχέση :

$$\begin{aligned} x_j(z) &= r(z) \cdot \sin \phi_j \\ y_j(z) &= r(z) \cdot \cos \phi_j \\ z_j(z) &= z \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
x'_j(z) &= \cos(\text{lead}) \cdot x_j(z) + \sin(\text{lead}) \cdot z_j(z) + \Delta f \\
y'_j(z) &= \sin(\text{tilt}) \cdot \sin(\text{lead}) \cdot x_j(z) + \cos(\text{tilt}) \cdot y_j(z) - \sin(\text{tilt}) \cdot \cos(\text{lead}) \cdot z_j(z) \\
z'_j(z) &= -\cos(\text{tilt}) \cdot \sin(\text{lead}) \cdot x_j(z) + \sin(\text{tilt}) \cdot y_j(z) + \cos(\text{tilt}) \cdot \cos(\text{lead}) \\
&\quad \cdot z_j(z)
\end{aligned}$$

όπου ϕ_j είναι η γωνία περιστροφής για κάθε j δόντι και Δf είναι η αντίστοιχος ρυθμός κοπής ανά δόντι για διακριτό χρόνο Δt .

Στο παρακάτω σχήμα 2.3.4.4 εμφανίζεται η γεωμετρία κατά το συγκεκριμένο μοντέλο του Gorka.



Σχήμα 2.3.4.4 Γεωμετρία κατά μοντέλο Gorka

Όπου το dz είναι το πλάτος των αξονικών τμημάτων κατά μήκος του άξονα του εργαλείου ενώ db είναι η προβολή πάνω από το καμπυλωτό προφίλ. Το ύψος μιας ακμής dz μπορεί να αναπαρασταθεί ως συνάρτηση της γωνία i_0 , η διαφορική γωνία μετατόπισης φάσης $\psi(z)$ και της διαμέτρου του εργαλείου d_2

$$dz = \frac{0.5d_2 \cdot d\psi}{\tan i_0}$$

Η απόσταση db είναι απαραίτητη μεταβλητοί και για τον υπολογισμό των δυνάμεων κοπής καθώς σχετίζεται και με το τόξο $d\theta$ για κάθε κοπτική ακμή

$$db = r_2 \cdot d\theta$$

όπου το εμπλεκόμενο τόξο $d\theta$ λαμβάνεται από τη διαφορική πλευρική κοπτική γωνία ακμής σε μία αξονική τομή dk . Η πλευρική γωνία κοπής $\kappa(z)$ *re* παρουσιάζει τη γωνία μεταξύ του άξονα του εργαλείου και της βαρελοειδούς επιφάνειας. Αυτό μπορεί να εκφραστεί μαθηματικά ως:

$$\kappa(z) = \sin^{-1} \left(\frac{r_2 - 0.5d_2 + r(z)}{r_2} \right)$$

2.3.5 Αναπτυσσόμενες δυνάμεις κατά την κοπή με εργαλεία βαρελοειδούς απόληξης

Οι E. Artetxe et al. πρότειναν ένα μοντέλο δυνάμεων κοπής για μύλους βαρελοειδούς απόληξης, με στόχο τον έλεγχο των τάσεων που παράγονται κατά τη μηχανική κατεργασία. Με αυτόν τον τρόπο η διαδικασία σχεδιασμού της διαδρομής του εργαλείου μπορεί να βελτιστοποιηθεί, αποφεύγοντας ελαττώματα στα κομμάτια των λεπίδων του

τελικού μέρους. Το μηχανιστικό μοντέλο των E. Artetxe et al. φαίνεται πως δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα μιας και οι δυνάμεις κοπής που υπολογίζονται από το μοντέλο ταιριάζουν με τις πειραματικές τιμές των δυνάμεων με σχετικά μεγαλύτερη διασπορά στα αποτελέσματα για τη δύναμη κοπής στον άξονα Fz του εργαλείου. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται στο μηχανιστικό μοντέλο δυνάμεων κοπής για κοπτήρες βαρελοειδούς απόληξης είναι να ληφθούν υπόψη οι δυνάμεις των στοιχειωδών τμημάτων της ακμής του κόπτη, και στη συνέχεια να υπολογιστεί το ολοκλήρωμα για ολόκληρη την περιοχή της ακμής και να προσθέσουμε τις συνεισφορές όλων των εμπλεκόμενων στοιχειωδών τμημάτων. Με αυτό τον τρόπο οι δυνάμεις κοπής που δρουν στο απειροελάχιστο στοιχείο είναι εφαπτομενικές, ακτινικές και αξονικές σύμφωνα με τις σχέσεις:

$$dF_{t,j}(\phi_j, k) = K_{te}dS + K_{tc}h(\phi_j, k)db$$

$$dF_{r,j}(\phi_j, k) = K_{re}dS + K_{rc}h(\phi_j, k)db$$

$$dF_{a,j}(\phi_j, k) = K_{ae}dS + K_{ac}h(\phi_j, k)db$$

Όπου

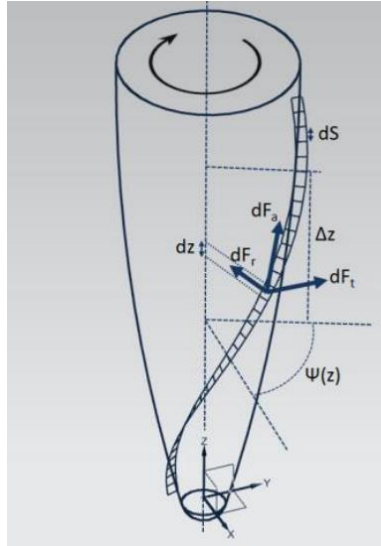
- dF_t, dF_r, dF_a οι διαφορικές δυνάμεις κοπής σε εφαπτομενική, ακτινική και αξονική διεύθυνση
- dF_x, dF_y, dF_z διαφορικές δυνάμεις κοπής σε καρτεσιανές συντεταγμένες
- K_{te}, K_{re}, K_{ae} Ειδικοί συντελεστές κοπής
- K_{tc}, K_{rc}, K_{ac} Τμήμα μήκους δοντίου
- dS μήκος κοπτικής ακμής
- db διαφορικό πλάτος αποβλήτου
- $h(\phi_j, k)$ θεωρητικό πάχος αποβλήτου
- $\psi(z)$ διαφορά φάσης μεταξύ ενός στοιχείου ακμής στο z και ενός άλλου στο $z=0$
- ϕ γωνία ενός σημείου ακμής στο $z=0$
- $r(z)$ θέση του συνόλου των σημείων μιας ακμής j

Ισχύουν επίσης οι σχέσεις:

$$h(\phi_j, k) = f_z \sin \phi_j \sin \kappa$$

$$\phi_j(\phi, k) = \phi + (j - 1)\phi_p - \psi(z)$$

Το $\psi(z)$ η διαφορά φάσης μεταξύ ενός σημείου επάνω στην ακμή που βρίσκεται σε ύψος z και ενός άλλου που τοποθετείται σε ύψος $z = 0$ και του οποίου η γωνιά είναι ϕ . Στο παρακάτω σχήμα 2.3.5.1 εμφανίζονται αναλυτικά οι δυνάμεις.



Σχήμα 2.3.5.1 Ανάλυση δυνάμεων με βάση την μελέτη E. Artetxe et al

Αντικαθιστώντας τη μία εξίσωση στην άλλη, οι δυνάμεις στο j διαφορετικό στοιχείο της ακμής ανάλογα με το z είναι οι εξής:

$$\begin{aligned} dF_{t,j}(\phi_j, z) &= K_{te} dS(z) + K_{tc} f_z \sin \phi_j dz \\ dF_{r,j}(\phi_j, z) &= K_{re} dS(z) + K_{rc} f_z \sin \phi_j dz \\ dF_{a,j}(\phi_j, z) &= K_{ae} dS(z) + K_{ac} f_z \sin \phi_j dz \end{aligned}$$

Αυτές οι δυνάμεις σε καρτεσιανές συντεταγμένες είναι οι εξής:

$$\begin{Bmatrix} dF_{x,j}(\phi_j, z) \\ dF_{y,j}(\phi_j, z) \\ dF_{z,j}(\phi_j, z) \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} -\cos \phi_j & -\sin \kappa \sin \phi_j & -\cos \kappa \sin \phi_j \\ \sin \phi_j & -\sin \kappa \cos \phi_j & -\cos \kappa \cos \phi_j \\ 0 & \cos \kappa & -\sin \kappa \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} dF_{t,j}(\phi_j, z) \\ dF_{r,j}(\phi_j, z) \\ dF_{a,j}(\phi_j, z) \end{Bmatrix}$$

Τέλος, οι συνολικές δυνάμεις του εργαλείου λαμβάνονται προσθέτοντας όλους τους παραμέτρους που εμπλέκονται στη ζώνη κοπής

$$F_{xyz,j}(\phi_j) = \int_{z_1}^{z_2} dF_{xyz,j}(\phi_j, z) \rightarrow F_{xyz}(\phi_j) = \sum_{j=1}^z F_{xyz,j}(\phi_j)$$

Στην εργασία των Gorka et al. αναπτύχθηκε μια αριθμητική μέθοδος στον τομέα του χρόνου για την πρόβλεψη σταθερών δυνάμεων κοπής. Αυτό το μοντέλο βασίζεται στην αριθμητική διακριτοποίηση των στοιχείων ακμής συμπεριλαμβανομένων: των βασικών γεωμετρικών παραμέτρων, των γωνιών περιστροφής απαγωγής και κλίσης και την συνεκτίμηση της runout μεταβλητής. Γενικά, η δύναμη κατά το φραιζάρισμα που αναπτύσσεται στην κοπτική ακμή χωρίζεται σε τρία μέρη:

- στην επαπτομενική F_t η οποία έχει την διεύθυνση της ταχύτητας κοπής,
- στην ακτινική F_r η οποία έχει την διεύθυνση που καθορίζεται από το πάχος του αποβλήτου
- και στην αξονική F_a η οποία είναι ορθογώνια ως προς το επίπεδο που καθορίζουν οι προηγούμενες δύο.

Στο μηχανιστικό μοντέλο των Gorka et al. λαμβάνεται υπόψη η βαθμωτή εισχώρηση κάθε δοντιού του εργαλείου βαρελοειδούς απόληξης μέσα στο υλικό. Η ακμή διακρίνεται σε μια

σειρά διαφορικών στοιχείων θεωρώντας την δύναμη που ασκείται σε κάθε απειροελάχιστο κομμάτι, και στη συνέχεια η ολοκλήρωση πραγματοποιείται σε όλο το μήκος της ακμής, αθροίζοντας τις συνθήκες όλων των εμπλεκόμενων δοντιών. Οι συνολικές δυνάμεις που ασκούνται στο δόντι j λαμβάνονται με ολοκλήρωση ως προς το Z για ολόκληρο το βάθος κοπής a_p . Πρέπει να τονιστεί ότι τα όρια $Z1$ και $Z2$ αλλάζουν ανάλογα με τη γωνιακή θέση της κοπτικής ακμής (λόγω της γωνίας της έλικας i_0), οι συνολικές δυνάμεις στο εργαλείο λαμβάνονται αθροίζοντας τις σχέσεις όλων των δοντιών που εμπλέκονται στη ζώνη κοπής. Οι δυνάμεις προκύπτουν από τον τύπο:

$$F_{xyz}(\phi_j) = \sum_{j=1}^Z \left[\int_{Z_1}^{Z_2} dF_{xyz,j}(\phi_j, z) \right].$$

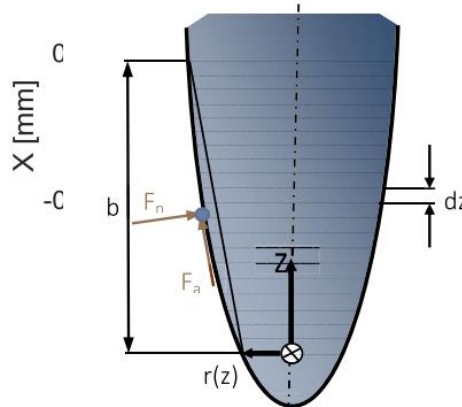
Στο μοντέλο του Gorka γίνεται πρόβλεψη της συμπεριφοράς του εργαλείου κοπής σε στατικές και δυναμικές συνθήκες. Για τον χαρακτηρισμό της διαδικασίας κοπής χρησιμοποιήθηκε το φάσμα συχνοτήτων. Πιο συγκεκριμένα εφαρμόστηκε γρήγορος μετασχηματισμός Fourier (FFT) στο άθροισμα των F_x και F_y . Σε σταθερή κατεργασία, οι κορυφές συμπίπτουν με τις συχνότητες κοπής, συχνότητες διέλευσης δοντιού ή με τα πολλαπλάσιά τους. Στην ερευνά του προτείνεται ένα πλήρες μοντέλο για στατικές και δυναμικές εργασίες φρεζαρίσματος σε συνάρτηση με τον χρόνο διαχωρίζοντας τις επιδράσεις των συντελεστών κοπής και τριβής. Οι διαφορικές εξισώσεις των συνιστωσών των δυνάμεων κοπής δίνονται σε εφαιπτομενικές διευθύνσεις T , κανονικές N και αξονικές A όπως και:

$$\begin{cases} dF_t = K_{tc} \cdot db \cdot h_d + K_{te} \cdot db \\ dF_n = K_{nc} \cdot db \cdot h_d + K_{ne} \cdot db \\ dF_a = K_{ac} \cdot db \cdot h_d + K_{ae} \cdot db \end{cases}$$

όπου K_{tc} , K_{rc} και K_{ac} είναι οι συντελεστές κοπής που σχετίζονται με τη διάτμηση και K_{te} , K_{re} και K_{ae} είναι οι συντελεστές που σχετίζονται με την κοπτική ακμή. Αυτά πρέπει να ενσωματωθούν σε όλο το αξονικό μήκος, αθροίζονται για όλα τα δόντια και προβάλλονται πάνω από το σύστημα συντεταγμένων XYZ όπως και:

$$\begin{Bmatrix} F_x \\ F_y \\ F_z \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \phi & \sin \phi \sin \kappa(z) & -\sin \phi \cos \kappa(z) \\ \sin \phi & -\cos \phi \sin \kappa(z) & \cos \phi \cos \kappa(z) \\ 0 & -\cos \kappa(z) & -\sin \kappa(z) \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} F_t \\ F_n \\ F_a \end{Bmatrix}$$

Στο παρακάτω σχήμα 2.3.5.2 παρουσιάζεται η γεωμετρία και οι δυνάμεις που ασκούνται στο βαρελοειδές εργαλείο του μοντέλου Gorka.



Σχήμα 2.3.5.2 Γεωμετρία και αναπτυσσόμενες δυνάμεις κατά Gorka.

Επιπλέον υπολογίζεται το πάχος του αποβλίπτου σε συνάρτηση με το f_z , την πρόωση ανά δόντι, και την μετατόπιση της γωνίας κ του κάθε δοντιού του κοπτικού σε κάθε θέση δ_{i-j} , που είναι η αποθηκευμένη θέση για το προηγούμενο δόντι

$$h_d(\phi_j, z) = g(t) \cdot \sin(\kappa(z)) \cdot [f_z \cdot \sin(\phi_j) + \delta_{j-1} - (x \cdot \sin(\phi_j) - y \cdot \cos(\phi_j))]$$

Το μηχανιστικό μοντέλο των Olvera et al. για κοπήρες βαρελοειδούς απόληξης εκτιμά την μέγιστη και μέση συνολική δύναμη κοπής κατά το φραιζάρισμα σύνθετων επιφανειών. Η κλασική μηχανιστική προσέγγιση θεωρεί τις δυνάμεις κοπής πάνω από διαφορικά στοιχεία ακμών χρησιμοποιώντας ένα τοπικό σύστημα συντεταγμένων, που περιγράφεται από τις σχέσεις:

$$\begin{aligned} dF_{t,j}(\phi_j, \kappa) &= K_{tc} h(\phi_j, \kappa) db + K_{te} ds \\ dF_{r,j}(\phi_j, \kappa) &= K_{rc} h(\phi_j, \kappa) db + K_{re} ds \\ dF_{a,j}(\phi_j, \kappa) &= K_{ac} h(\phi_j, \kappa) db + K_{ae} ds \end{aligned}$$

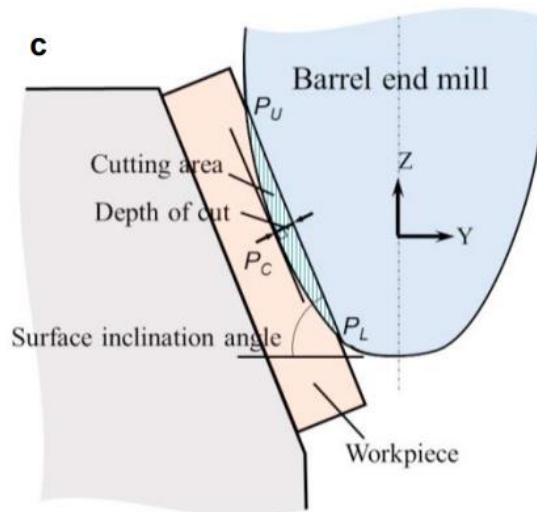
όπου ϕ η γωνία βύθισης αναφοράς στο κάτω άκρο ενός φλάουτου που εξαρτάται από την ταχύτητα ατράκτου και ϕ_j η γωνία στα κάτω άκρα j κοπτικής ακμής. Επίσης, για κοπτικό βαρελοειδούς απόληξης η τιμή της $r(z)$ στον άξονα του εργαλείου δίνεται από την σχέση:

$$r(z) = \frac{1}{2}d_1 - r_2 + \sqrt{r_2^2 - z^2}$$

Η δύναμη που δρα σε εργαλεία βαρελοειδούς απόληξης είναι:

$$F_R(\phi) = \sqrt{F_x(\phi) + F_y(\phi) + F_z(\phi)}$$

Η εργασία των Shoichi Tamura et al. μελετά την συμπεριφορά της δύναμης κοπής για διάφορες τιμές της γωνίας κλίσης, στο φραιζάρισμα με μύλο βαρελοειδούς απόληξης, κωνικού τοιχώματος, κράματος αλουμινίου. Το μοντέλο κάνει μια πρόβλεψη της δύναμης κοπής με βάση την ελάχιστη δύναμη κοπής που εφαρμόζεται. Στο παρακάτω σχήμα 2.3.5.3 εμφανίζονται οι βασικές μεταβλητές κοπής με βάση το μοντέλο των Shoichi Tamura et al



Σχήμα 2.3.5.3 Αναπαράσταση πλευρικού φραιζαρίσματος με βαρελοειδές κοπτικό

Η περιοχή κοπής ορίζεται μεταξύ PL και PU, στην οποία οι ακμές κοπής τέμνονται με την επιφάνεια του τεμαχίου εργασίας. Το βάθος κοπής δίνεται από την απόσταση από τη γραμμή PL-PU έως το κεντρικό σημείο PC στην κάθετη κατεύθυνση προς την επιφάνεια του τεμαχίου εργασίας. Το μοντέλο χρησιμοποιεί τα δεδομένα ορθογώνιας κοπής που εκφράζονται ως:

$$\left. \begin{aligned} \phi &= \exp(A_{00}V + A_{01}t_1 + A_{02}\alpha + A_{03}) \\ \tau_s &= \exp(A_{10}V + A_{11}t_1 + A_{12}\alpha + A_{13}) \\ \beta &= \exp(A_{20}V + A_{21}t_1 + A_{22}\alpha + A_{23}) \end{aligned} \right\}$$

στην υπόθεση ότι η συνιστώσα της δύναμης παραγωγής αποβλήτου είναι το κύριο αποτέλεσμα εδώ, όπου η συνιστώσα της δύναμης εσοχής σχετίζεται μερικώς με τις παραμέτρους για το πάχος του μη κομμένου αποβλήτου. Επειδή τα δεδομένα της ορθογώνιας κοπής αποκτώνται από πραγματικές δοκιμές κοπής για το συνδυασμό του εργαλείου και του υλικού τεμαχίου εργασίας, η τριβή στη διεπαφή μεταξύ της επιφάνειας του εργαλείου και του αποβλήτου προσεγγίζονται καλά όπως στην πραγματική κατάσταση. Η γωνία διάτμησης (shear angle) και η διατμητική τάση στο διατμητικό επίπεδο εξαρτώνται από την συμπεριφορά του υλικού.

Η δύναμη κοπής φάνηκε πως μεταβάλλεται περιοδικά, και συγκεκριμένα στο φρεζάρισμα προς τα κάτω (down cut milling) μειώνεται με το πάχος κοπής κατά τη διάρκεια ενός περιοδικού κύκλου.

2.3.6 Αποπεράτωση με εργαλεία βαρελοειδούς απόληξης

Οι E. Artetxe et al. μελέτησαν την επαφή στην διαδικασία point milling για κόπτη με σφαιρική μύτη (ball nose end), κόπτη με κωνική σφαιρική μύτη (tapered ball nose end) και για μύλους βαρελοειδούς απόληξης. Σε βαρελοειδούς απόληξης σφαιρικού σχήματος η ακτίνα στην επαφή είναι υψηλότερη απ' ό,τι σε ένα παρόμοιου μεγέθους τελείωμα με σφαιρική μύτη. Έτσι χρησιμοποιώντας barrel shaped κόπτες επιτυγχάνεται περισσότερη αφαίρεση υλικού. Επίσης στην διαδικασία Flank milling το απόβλητο αφαιρείται με την πλευρική πλευρά (flank side) του εργαλείου. Αυτή η επαφή επίσης μελετήθηκε και σε αυτή την περίπτωση για κόπτες με σφαιρική μύτη, με επίπεδο τελείωμα και μύλους tapered ball nose end. Η διαδικασία flank milling μπορεί να εφαρμοστεί σε μία καμπύλη ή σε κυρίαρχες επιφάνειες (ruled surfaces). Αν και στο flank milling μεγάλος όγκος του υλικού αφαιρείται, μπορεί να προκληθούν κραδασμοί και παραμορφώσεις του εργαλείου ή των λεπτών τοιχωμάτων λόγω υψηλών δυνάμεων κοπής. Επομένως, μπορεί να βγει το συμπέρασμα ότι ο κόπτης βαρελοειδούς απόληξης είναι μια καλή λύση για τη βελτιστοποίηση της λειτουργίας φινιρίσματος επιφάνειας ιδιαίτερης γεωμετρίας. Σε σύγκριση με το πλευρικό φραιζάρισμα (flank milling), ακόμα κι αν χρειάζεται περισσότερος χρόνος κατεργασίας, οι μηχανικές καταπονήσεις είναι μικρότερες και οι περιορισμοί ως προς τον τύπο της επιφάνειας είναι μειωμένοι εξίσου. Από την άλλη πλευρά, σε σύγκριση με έναν κόπτη με σφαιρική μύτη, ο χρόνος που απαιτείται για το φραιζάρισμα είναι μειωμένος.

Οι Ming et al. ανέπτυξαν μια μέθοδο πλευρικού φρεζαρίσματος (flank milling) μιας ελεύθερης μορφής επιφάνειας με βαρελοειδή κόπτη για την βελτίωση της απόδοσης της μηχανικής κατεργασίας. Η επεξεργασμένη επιφάνεια στο πλευρικό φρεζάρισμα σχηματίζεται από το εσωτερικό του κόπτη (cutter swept envelope) έτσι ώστε τα πραγματικά σφάλματα της κατεργασίας να είναι οι αποκλίσεις μεταξύ της επιφάνειας του κόπτη και της επιφάνειας σχεδίασης.

Οι βασικές διαδικασίες για την δημιουργία μονοπατιού εργαλείου με την διαδικασία φραιζαρίσματος με κόπτη βαρελοειδούς απόληξης είναι 1) Η επιλογή μιας άκρης της ελεύθερης επιφάνειας ως η πρώτη τροχιά επαφής του κόπτη και ο υπολογισμός των σημείων επαφής του κόπτη με βάση την αντοχή της μηχανικής κατεργασίας, 2) Για κάθε σημείο επαφής του κόπτη, πρέπει να υπολογιστεί το πλάτος της λωρίδας κατεργασίας με την προϋπόθεση ότι δεν θα επηρεαστεί ο προσανατολισμός του κόπτη (gouge free tool orientation). Μετά από αυτό, γίνεται υπολογισμός του σημείου επαφής του κόπτη στην επόμενη τροχιά διαδρομής εργαλείου σύμφωνα με το πλάτος λωρίδας κατεργασίας. 3) Τοποθέτηση όλων των σημείων επαφής του κόπτη τα οποία είναι υπολογισμένα σύμφωνα με την προηγούμενη τροχιά διαδρομής εργαλείου και συλλογή των σημείων επαφής κόπτη με βάση την μηχανική αντοχή. 4) Επανάληψη των βημάτων (2) και (3) μέχρι οι διαδρομές του εργαλείου να καλύψουν όλη την επιφάνεια.

Στο μοντέλο του Gorka κατά την αποπεράτωση με βαρελοειδές εργαλείο παρατηρήθηκε ότι η αύξηση της διαμέτρου του εργαλείου d_2 οδηγεί στο ίδιο βάθος κοπής, αλλά μειώνεται ο χρόνος εμπλοκής του εργαλείου. Από την άλλη, η αύξηση της ακτίνας του κύκλου r_2 (η συνολική ακτίνα με την οποία το κοπτικό πραγματοποιεί την κοπή) οδηγεί σε μεγαλύτερο βάθος κοπής και σε μεγαλύτερο χρόνο επαφής του τεμαχίου εργασίας με το εργαλείο. Άρα, το r_2 έχει την αντίθετη επίδραση του d_2 . Αυτό το ζεύγος τιμών (και f_z) μπορεί να επιλεγεί ανάλογα με την επιθυμητή τραχύτητα επιφάνειας R_a . Επίσης, η αύξηση της γωνίας έλικας, έχει ως αποτέλεσμα μεγαλύτερο χρόνο επαφής μεταξύ εργαλείου και τεμαχίου εργασίας, μειώνοντας τη δύναμη κοπής. Όσον αφορά την παράμετρο Z , ο αριθμός των δοντιών σε αυτού του είδους τα εργαλεία πάντα κυμαίνεται μεταξύ $Z=3$ (μικρές διαμέτρους) ή $Z=4$ (για μεγαλύτερες διαμέτρους)

Στην εργασία των D. Olvera et al. σε πλευρικό φραιζάρισμα (side milling) με εργαλείο βαρελοειδούς απόληξης μεγάλης ακτίνας η περιοχή κοπής γίνεται ευρύτερη ακόμη και σε μικρό βάθος κοπής σε σύγκριση με το φινίρισμα με σφαιρικό μύλο. Τότε η μεγάλη δύναμη κοπής προκαλεί παραμόρφωση του εργαλείου και οδηγεί σε αλλοίωση της ακρίβειας της κατεργασίας

2.3.7 Επίδραση των συνθήκων κατεργασίας στις δυνάμεις κοπής

Είναι πλέον γνωστό πως υπάρχουν αρκετοί παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη και το μέγεθος των δυνάμεων κοπής κατά το φραιζάρισμα με εργαλεία βαρελοειδούς απόληξης. Είναι σημαντικό οι παράγοντες αυτοί να συμπεριλαμβάνονται σε μηχανικά μοντέλα για την πρόβλεψη των δυνάμεων. Στα περισσότερα μοντέλα συμπεριλαμβάνονται παράγοντες όπως η ταχύτητα περιστροφής του εργαλείου, η πρόωση, το βάθος κοπής, η γωνία κλίσης του εργαλείου. Παρόλα αυτά κατά τις κατεργασίες εμφανίζονται φαινόμενα όπως το σύρσιμο του εργαλείου πάνω στο κατεργαζόμενο τεμάχιο (ploughing) που επηρεάζουν σημαντικά τις δυνάμεις κοπής και την ποιότητα της προκύπτουσας επιφάνειας. Ωστόσο, είναι δύσκολο να συμπεριληφθούν όλοι οι παράγοντες στην κατασκευή ενός μοντέλου και ακόμα πιο δύσκολη είναι η επιβεβαίωση του μοντέλου με πειραματικές διαδικασίες λόγω των μεγάλων χρονικών και οικονομικών δαπανών που απαιτούνται.

Αρχικά, οι παράμετροι κοπής είναι το ακτινικό βάθος a_e (σε συνδυασμό με το αξονικό βάθος), η ταχύτητα ατράκτου n και ο ρυθμός τροφοδοσίας ανά δόντι f_z . Παρατηρήθηκε ότι

οι παράμετροι κοπής (a_e και f_z) και οι δυνάμεις κοπής που προκύπτουν (F_x και F_y) εξαρτώνται γραμμικά. Δηλαδή διπλασιάζοντας τις δυνάμεις κοπής, διπλασιάζεται και η ακτινική βύθιση a_e . Όταν οι δυνάμεις κοπής υποτετραπλασιάζονται τότε και ο f_z γίνεται 4 φορές μικρότερο.

Επίσης, το πάχος του αποβλίττου είναι μια βασική παράμετρος που ελέγχει το μέγεθος των δυνάμεων κοπής. Είναι κατασκευασμένο από τις παραμέτρους a_e , a_p και f_z . Επιπρόσθετα, η ταυτόχρονη κοπή περισσότερων του ενός δοντιού σε τέτοιου είδους εργαλεία δεν είναι συνηθισμένο. Ο συνδυασμός υψηλού a_e και χαμηλού f_z οδηγεί σε επικάλυψη και συμβαίνει συχνά όταν υπερβαίνεται το όριο των συνθηκών κοπής του κατασκευαστή.

Επιπλέον, η γωνία κλίσης είναι βασική παράμετρος καθώς καθορίζει την κλίση του εργαλείου σε σχέση με την κανονική επιφάνεια και έτσι σχετίζεται άμεσα με την ακτινική βάθος a_e . Μόνο οι θετικές της τιμές έχουν φυσική σημασία. Από την άλλη πλευρά, η γωνία απαγωγής έχει μια μικρή επιρροή με τα εργαλεία βαρελοειδούς απόληξης. Ενώ η επίδρασή της είναι έντονη για τα κοπτικά με σφαιρική απόληξη και διαδικασίες pointing φραιζαρίσματος, για εργαλεία βαρελοειδούς απόληξης και πλευρικού φραιζαρίσματος, έχει πολύ στενό εύρος διακύμανσης (από -6° έως 6°). Στην πραγματικότητα, οι υψηλότερες γωνίες κλίσης οδηγούν σε χειρότερη τραχύτητα επιφάνειας. Αυτό οφείλεται στην πιο έντονη επαφή με το χαμηλότερο τμήμα του εργαλείου (όπου η διάμετρος του εργαλείου είναι μικρότερη), οδηγώντας σε υψηλότερες τιμές R_a . Έτσι, η γωνία κλίσης πρέπει να διατηρείται όσο το δυνατόν μικρότερη, για να είναι πιο ομαλές οι δυνάμεις κοπής και η τραχύτητα της επιφάνειας. Από την άλλη πλευρά, οι θετικές γωνίες απαγωγής τείνουν να μειώσουν τις δυνάμεις κοπής. Οι θετικές τιμές λαμβάνονται υπόψη όταν η άκρη του εργαλείου λειτουργεί ως αιχμή του δόρατος (spearheading). Ωστόσο, το σύνηθες είναι όταν χρησιμοποιείται η γωνία απαγωγής, να αυξηθεί επίσης η γωνία κλίσης, έτσι ώστε αυτά τα αποτελέσματα να αντισταθμίζουν το ένα το άλλο. Τέλος, η αύξηση της γωνίας κλίσης οδηγεί σε μεγαλύτερους χρόνους επαφής μεταξύ του εργαλείου και του τεμαχίου εργασίας ενώ η γωνία απαγωγής έχει το αντίθετο αποτέλεσμα.

3. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

3.1 ΥΛΙΚΟ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΧΑΛΥΒΑΣ C45 STEEL

Το υλικό που χρησιμοποιήθηκε για την πειραματική διαδικασία είναι χάλυβας C45. Γενικά ο χάλυβας C45 είναι χάλυβας μεσαίου άνθρακα που προσφέρει μέτριες αντοχές σε εφελκυσμό. Το υλικό είναι ικανό να σκληρύνει με σβήσιμο και σκλήρυνση σε περιορισμένα τμήματα, αλλά μπορεί επίσης να σκληρυνθεί με φλόγα ή επαγωγή σε Hrc 55.

Αυτός ο βαθμός παρέχεται συνήθως σε μη επεξεργασμένη ή κανονικοποιημένη κατάσταση και διατίθεται σε διάφορες παραλλαγές (που υποδηλώνονται με πρόσθετα γράμματα) που προσφέρουν μικρές τροποποιήσεις της χημικής σύνθεσης. Η μηχανική κατεργασία του είναι παρόμοια με αυτή του μαλακού χάλυβα, ωστόσο η ικανότητα συγκόλλησης είναι μειωμένη.

Ο παραπάνω χάλυβας ανάλογα με τα πρότυπα που χρησιμοποιεί κάθε χώρα ποικίλλει ονοματικά. Συγκεκριμένα σε Αμερική και Αυστραλία, κατά το πρότυπο ASTM A29 και AS 1442 αντίστοιχα, ονομάζεται αριθμητικά 1045. Στη Βρετανία κατά το πρότυπο EN 10083-2, καθώς και στην Ευρώπη, η ονομασία του είναι C45 και αριθμητικά 1.1191. Τέλος στην Ιαπωνία κατά το πρότυπο JIS G4051 ονομάζεται S45C. Στη συνέχεια, στον πίνακα 3.1 παρουσιάζεται η χημική σύσταση του χάλυβα C45.

ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ(%κ.β)
C	0.50
Mn	0.9
P	0.03
Si	0.04
S	0.035
Ni	0.4
Cr	0.4
Fe	Υπόλοιπο

Πίνακας 3.1: Μορφοποίηση παραγράφου

Οι βασικές μηχανικές ιδιότητες του χάλυβα C45 υπό θερμική επεξεργασία και σβήση είναι:

- Όριο διαρροής :370-490 (MPa)
- Επιμήκυνση: 14-17 % τυπικά (ποικίλλει ανάλογα με την διαδικασία επεξεργασίας και το πάχος)
- Αντοχή σε εφελκυσμό 700-800 (MPa)

Ενώ οι μηχανικές του ιδιότητες σε κανονικές συνθήκες είναι:

- Όριο διαρροής :275-390 (MPa)
- Επιμήκυνση: 14-16 % τυπικά (ποικίλλει ανάλογα με την διαδικασία θερμικής επεξεργασίας και το πάχος)
- Αντοχή σε εφελκυσμό 305-620 (MPa)

Τέλος σχετικά με την χρήση των χαλύβων μεσαίου άνθρακα έναντι αυτών χαμηλής περιεκτικότητας, εξαιτίας της καλύτερης αντοχής τους, εξηγείται το ευρύ φάσμα των εφαρμογών τους στην βιομηχανία. Συγκεκριμένα ο χάλυβας C45 χρησιμοποιείται στην:

- Αυτοκινητοβιομηχανία για μέρη μηχανών κινητήρων με μικρή και καταπόνηση (μπουλόνια, άξονες αυτοκινήτων, στροφαλοφόρους άξονες άξονες μετάδοσης κινήσεως)
- Κατασκευή διαφόρων γραναζιών
- Κατασκευή εργαλείων (τσεκούρια, δρεπάνια, τρυπάνια ξύλου)
- Κατασκευή εργαλείων και εξαρτημάτων μηχανουργείου(λίμες, ξύστρες, βίδες, καρφιά)

3.2 ΠΕΝΤΑΞΟΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ DMG DMU 50 ECO

Η πειραματική διαδικασία πραγματοποιήθηκε στο κέντρο κατεργασίας Deckel Maho DMU 50 eco του εργαστήριου Μικροκοπής και Κατασκευαστικής Προσομοίωσης (m3 LAB) του Πολυτεχνείου Κρήτης. Στο σχήμα 3.1 απεικονίζεται το κέντρο κατεργασίας DMG DMU 50 eco.

Το κέντρο κατεργασίας διαθέτει πέντε άξονες οι οποίοι διακρίνονται σε 2 είδη: τους μεταφορικούς και τους περιστροφικούς. Η εργαλειομηχανή είναι 3+2 αξόνων με υδραυλική σύσφιξη στο περιστρεφόμενο τραπέζι και δυνατότητας περιστροφής μέχρι τις 115° (-5° / +110°) καθιστά εφικτές κλίσεις μέχρι 20°. Ο εργαλειοφόρας 16 θέσεων καθιστά εύκολη και γρήγορη την αλλαγή κοπτικών εργαλείων καθώς και ειδικών οργάνων μέτρησης που είναι αναγκαία για την αντιστάθμιση (μηδενισμό) των τεμαχίων σε σχέση με το εργαλείο. Η κύρια άτρακτος έχει τη δυνατότητα περιστροφής έως και 8000 rpm (στροφές ανά λεπτό), 83 Nm (40% ED) ενώ η ισχύς της φτάνει στα 13kW και η γρήγορη μετακίνηση της δεν ξεπερνά την ταχύτητα τα 12 m/min. Εντός του εσωτερικού χώρου που πραγματοποιούνται οι κατεργασίες είναι τοποθετημένα ακροφύσια που παρέχουν ψυκτικό μέσο κατά την διάρκεια της κοπής και βελτιώνοντας την ποιότητα των τεμαχίων. Η κατασκευή του σκελετού είναι από χυτοσίδηρο για μέγιστη ακρίβεια και ποιότητα των επιφανειών. Τέλος ο έλεγχος της κατεργασίας πραγματοποιείται από το σύστημα ελέγχου SIEMENS 810D powerline με λογισμικό Shopmill ενσωματωμένο στο DMG SLIMline Panel με οθόνη TFT 15" και πλήρες πληκτρολόγιο. Διαθέτει όλα τα απαραίτητα στοιχεία για απλό προγραμματισμό αλλά και τρισδιάστατη προσομοίωση.



Σχήμα 3.1: Κέντρο κατεργασίας Deckel Maho DMU 50 eco

3.3 ΣΥΣΚΕΥΗ ΠΡΟΡΥΘΜΙΣΗΣ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ MICROSET UNO 115 ECO

Πριν την έναρξη οποιασδήποτε κατεργασίας στο κέντρο κατεργασίας είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε την γεωμετρία και τις πλήρες διαστάσεις(μήκος, ακτίνα) των κοπτικών εργαλείων που θα χρησιμοποιήσουμε καθώς και το μέγεθος της φθοράς που έχουν υποστεί. Επιπλέον πρέπει να γίνει ο μηδενισμός του τεμαχίου σε σχέση με την κοπτική ακμή του κάθε εργαλείου.

Η συσκευή με την οποία επιτυγχάνονται όλα τα παραπάνω είναι η MICROSET Uno 115 eco η οποία λειτουργεί με το λογισμικό Microvision II IT και υπολογίζει με μεγάλη ακρίβεια της τάξεως του δέκατου του εκατοστού και διαθέτει:

- Edge finger για τον γρήγορο εντοπισμό της ακμής του κοπτικού εργαλείου.
- Βάση κατασκευασμένη από χυτοσίδηρο.
- πνευματική σύσφιξη και στους δύο άξονες για μεγαλύτερη υπολογισμών.
- ελεύθερα κινούμενους γραμμικούς οδηγούς.
- CMOS ψηφιακή κάμερα με τηλεσκοπικούς φακούς.
- επιπρόσθετο σύστημα μέτρησης.

Η ακρίβεια για τον υπολογισμό των διαστάσεων του κοπτικού εργαλείου είναι της τάξεως των μικρομέτρων (um). Αφού υπολογιστούν οι ακριβείς διαστάσεις, εισέρχονται από το χρήστη στο πρόγραμμα διαχείρισης των εργαλείων στην μνήμη της εργαλειομηχανής, έτσι πραγματοποιείται η αντιστάθμιση και το εργαλείο τοποθετείται στον εργαλειοφορέα της μηχανής. Στο σχήμα 3.2 παρουσιάζεται η παραπάνω συσκευή.



Σχήμα 3.2: Συσκευή προρύθμισης MICROSET Uno 115 eco

3.4 ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΟΣ ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ ΑΚΜΩΝ (INFRARED MACHINE TOOL 3D TOUCH PROBE)

Μια από τις βασικότερες εργασίες πριν την επεξεργασία κάθε τεμαχίου είναι ο μηδενισμός του. Ο τρισδιάστατος ανιχνευτής ακμών είναι ένα όργανο με το οποίο επιτυγχάνεται με χειροκίνητο τρόπο ο καθορισμός της θέσης του δοκιμίου στον χώρο κατεργασίας της εργαλειομηχανής.



Σχήμα 3.3: Τρισδιάστατος ανιχνευτής ακμών

Το όργανο τοποθετείται στον εργαλειοφορέα της μηχανής, επιλέγεται από τον χρήστη από το χειριστήριο και ενσωματώνεται με την άτρακτο κίνησης. Έπειτα ο χρήστης χειροκίνητα πλησιάζει και ακουμπά το τεμάχιο στα ανάλογα σημεία, μέσω τις ακίδας του ανιχνευτή αναγνωρίζονται από την μηχανή οι συντεταγμένες του στους 3 βασικούς άξονες και αποθηκεύονται σε αυτή. Γνωρίζοντας την ακριβή θέση του δοκιμίου καθώς και τις διαστάσεις του κοπτικού εργαλείου, κατά την κατεργασία θα προκύψουν σωστά αποτελέσματα με μεγάλη ακρίβεια. Στο σχήμα 3.3 εικονίζεται ο τρισδιάστατος ανιχνευτής ακμών.

3.5 ΚΟΠΤΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΒΑΡΕΛΟΕΙΔΟΥΣ ΑΠΟΛΗΞΗΣ (BARREL ENDMILL)

Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν με το κοπτικό εργαλείο βαρελοειδούς απόληξης διαμέτρου 6mm, της εταιρίας Palbit της σειράς RAD-INTEG. Σχετική αναφορά για τα χαρακτηριστικά και την γεωμετρία των εργαλείων σφαιρικής απόληξης έχει γίνει στο κεφάλαιο 2. Στο σχήμα 3.4 παρουσιάζεται το κοπτικό εργαλείο που αναφέρθηκε παραπάνω.



Σχήμα 3.4: Κοπτικό εργαλείο βαρελοειδούς απόληξης

3.6 ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟ KISTLER 9257BA

Ένα από τα βασικότερα όργανα για την εκπόνηση της εργασίας είναι το δυναμόμετρο kistler το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την μέτρηση και καταγραφή των δυνάμεων. Η

τοποθέτηση και σύσφιξη του έγινε πάνω στο κρεβάτι της εργαλειομηχανής με τέτοιο τρόπο ώστε να αποφευχθούν δονήσεις που θα αλλοίωναν τα αποτελέσματα της διαδικασίας. Στα δοκίμια πριν ξεκινήσει η διαδικασία δημιουργήθηκαν οπές σε συγκεκριμένες θέσεις ώστε να προσδεθούν στις αντίστοιχες οπές του δυναμόμετρου. Η μέτρηση των δυνάμεων γίνεται ταυτόχρονα με την κατεργασία του τεμαχίου όπου αμέσως το σήμα επεξεργάζεται από μία μονάδα ελέγχου και τα αποτελέσματα των μετρήσεων φαίνονται στην οθόνη ενός Η/Υ όπου είναι συνδεδεμένο με το δυναμόμετρο. Το λογισμικό μέσω του οποίου επιτυγχάνεται η απόκτηση και η απεικόνιση των δεδομένων είναι το Dynoware. Το Dynoware είναι ένα γενικής χρήσης πακέτο λογισμικού κατάλληλο για τη μέτρηση των δυνάμεων κοπής και γενικών εφαρμογών δυναμομέτρησης. Το δυναμόμετρο έχει τη δυνατότητα μέτρησης τριών συνιστωσών δυνάμεων (F_x , F_y , F_z) σε συγκεκριμένες εμβέλειες της οποίες ρυθμίζει ο κάθε χειριστής ανάλογα με τις συνθήκες της κατεργασίας. Οι εμβέλειες είναι οι εξής:

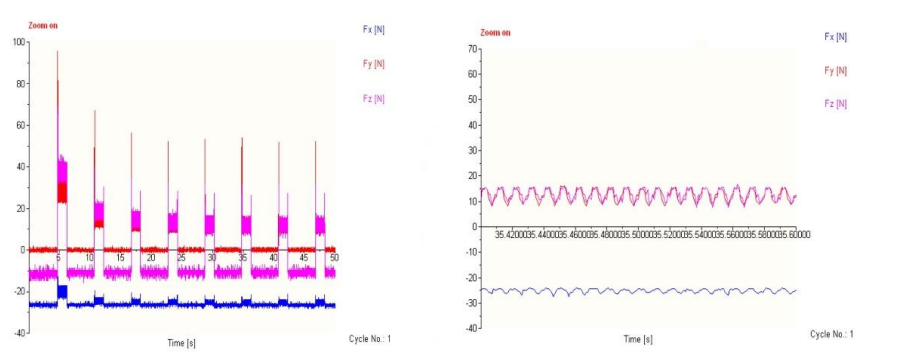
- F_x , F_y : $\pm 0.5\text{KN}$, F_z : $\pm 1\text{KN}$,
- F_x , F_y : $\pm 1\text{KN}$, F_z : $\pm 2\text{KN}$,
- F_x , F_y : $\pm 2\text{KN}$, F_z : $\pm 5\text{KN}$

Στο σχήμα 3.5 απεικονίζεται το δυναμόμετρο kistler και η μονάδα ελέγχου kistler.



Σχήμα 3.5: Κοπτικό εργαλείο βαρελοειδούς απόληξης

Σε κάθε κοπή προκύπτει μια δυναμομέτρηση στην οποία γίνεται ανάλυση των τριών συνιστωσών της κύριας δύναμης κοπής. Στο επόμενο σχήμα 3.6 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα δυναμομέτρησης όπως αυτό προέκυψε από ένα πείραμα.



Σχήμα 3.6: Αποτέλεσμα Δυναμομέτρησης

3.7 ΣΤΕΡΕΟΣΚΟΠΙΟ LEICA M125

Στο τελικό στάδιο της διαδικασίας των πειραμάτων χρησιμοποιήθηκε η οπτική συσκευή, Στερεοσκόπιο Leica M125, με σκοπό να φωτογραφηθούν οι τοπογραφίες των επιφανειών των δοκιμίων. Το στερεοσκόπιο παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα 3.7.



Σχήμα 3.7: Στερεοσκόπιο Leica M125

Το όργανο αυτό είναι ένα έγχρωμο στερεοσκόπιο, με έγχρωμη κάμερα, που προσφέρει ανάλυση τριών megarixel (2048x1536 pixel) και παρέχει εικόνες εξαιρετικά ακριβείς σε λεπτομέρειες με υψηλό βαθμό ποιότητας. Η συσκευή είναι συνδεδεμένη με τον υπολογιστή όπου με τη βοήθεια του λογισμικού LAS (Leica Application Suite) γίνεται απεικόνιση της τοπογραφίας στην οθόνη του. Οι φωτογραφίες εμφανίζονται σε πραγματικό χρόνο στην οθόνη χάρις στη δυνατότητα μετάδοσης μέχρι 25 καρέ το δευτερόλεπτο. Η ψηφιακή κάμερα έχει δυνατότητα zoom η οποία είναι 12.5:1 και η ανάλυση των λεπτομερειών του δοκιμίου φτάνει μέχρι και 1.5μm.

4. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

4.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής, όπως αναφέρθηκε συνοπτικά και στην εισαγωγή, είναι η μελέτη της επίδρασης των συνθηκών κατεργασίας στις δυνάμεις κοπής. Για τον λόγο αυτό πραγματοποιήθηκαν πειράματα, με εργαλείο βαρελοειδούς απόληξης επάνω σε δοκίμια χάλυβα, τα αποτελέσματα των οποίων αναλύονται και παρουσιάζονται παρακάτω.

Για τον σχεδιασμό των πειραμάτων έγινε αρχικά χρήση του λογισμικού AUTOCAD. Μέσω αυτού μελετήθηκε και σχεδιάστηκε η γεωμετρία του εργαλείου σε σχέση με το τεμάχιο ώστε να προσδιοριστούν κάποιες από τις βασικές παραμέτρους της κατεργασίας. Από τα αποτελέσματα προέκυψαν οι συντεταγμένες που θα ακολουθήσει το εργαλείο βαρελοειδούς απόληξης σε σχέση με το προς κατεργασία τεμάχιο για τον σχηματισμό του κάθε πειράματος. Για να ξεκινήσουν τα πειράματα έπρεπε μέσω του AUTOCAD να προσδιοριστεί η αρχική θέση του εργαλείου. Στην συνέχεια για να δημιουργήσουμε τις συντεταγμένες που θα ακολουθήσει το εργαλείο, δηλαδή τις θέσεις –διαδρομές(toolpaths), χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Excel. Ουσιαστικά από τις συντεταγμένες αυτές δημιουργήθηκε ο G-κώδικας, δηλαδή ο κώδικας μηχανής, για τον προγραμματισμό της εργαλειομηχανής. Ο κώδικας αυτός συντάχθηκε ως αρχείο εγγράφου (txt), έπειτα μεταφέρθηκε στον υπολογιστή που συνδέεται με την μηχανή και μετατράπηκε σε αρχείο της μορφής mrf ώστε να αναγνωριστεί από την μηχανή και να εκτελεστούν τα πειράματα.

Το κάθε πείραμα αποτελείται από ένα παραλληλόγραμμο 10×25 (mm) χαραγμένο επάνω σε τεμάχια ανθρακούχου χάλυβα διαστάσεων 190×70×15 (mm). Κάθε πειραματική πλάκα αποτελείται από 9 πειράματα σε κάθε της όψη. Στην μια όψη του δοκιμίου πραγματοποιήθηκαν πειράματα ομόρροπου και στην άλλη αντίρροπου φραιζαρίσματος. Ο αριθμός των τεμαχίων που χρησιμοποιήθηκαν είναι 9 και τα πειράματα συνολικά είναι 162 εκ των οποίων 81 ομόρροπα και 81 αντίρροπα. Οι παράμετροι που καθόρισαν τα πειράματα είναι οι ακόλουθοι:

- Ταχύτητα κοπής V_c
- Η πρόωση ανά στροφή και ανά δόντι f_z (mm/rev,z)
- Το ακτινικό βάθος κοπής t_{xy} (mm)
- Το αξονικό βάθος κοπής t_z (mm)
- Η γωνία κλίσης φ στον άξονα Y (ο)
- Ομόρροπο και αντίρροπο φραιζάρισμα

Οι τιμές που επιλέχθηκαν για τις παραπάνω παραμέτρους είναι οι εξής:

- V_c 120 m/min
- $f_z=0.033, f_z=0.025, f_z=0.016$ mm/rev,z
- $t_{xy}=1.5, t_{xy}=1.3, t_{xy}=1.1$ mm
- $t_z=0.3, t_z=0.2, t_z=0.1$ mm
- $\varphi=8^\circ, \varphi=9^\circ, \varphi=10^\circ$

Στο σχήμα 4.1 παρουσιάζεται ένα κομμάτι του G κώδικα μέσω του οποίου υλοποιήθηκε ένα από τα πειράματα.

G17 G53 G90 G71 S6369.427 F1273.885

G00 X0 Y0 Z10
M03
M08

G01 X-13.4200 Y145 Z-18.1023
G01 X-3.4200
G01 Y155
G01 X-13.4200

G01 X-13.573 Y145 Z-19.1916
G01 X-3.573
G01 Y155
G01 X-13.573

G01 X-13.7260 Y145 Z-20.2809
G01 X-3.7260
G01 Y155
G01 X-13.7260

G01 X-13.8790 Y145 Z-21.3702
G01 X-3.8790
G01 Y155
G01 X-13.8790

G01 X-14.0321 Y145 Z-22.4595
G01 X-4.0321
G01 Y155
G01 X-14.0321

G01 X-14.1851 Y145 Z-23.5488
G01 X-4.1851
G01 Y155
G01 X-14.1851

G01 X-14.3381 Y145 Z-24.6381
G01 X-4.3381
G01 Y155
G01 X-14.3381

G01 X-14.4911 Y145 Z-25.7274
G01 X-4.4911
G01 Y155
G01 X-14.4911

G01 X-14.6441 Y145 Z-26.8167
G01 X-4.6441
G01 Y155
G01 X-14.6441

G01 X-14.7971 Y145 Z-27.9060
G01 X-4.7971
G01 Y155
G01 X-14.7971

Σχήμα 4.1: Απόσπασμα από G-κώδικα ενός πειράματος

Η διαφοροποίηση των πειραμάτων σε σχέση με τις παραμέτρους που επιλέχθηκαν έγινε ως εξής:

- Ανά 1 πείραμα μεταβάλλαμε την πρόωση fz με τιμές 0.033, 0.025, 0.016 mm/rev,z
- Ανά 3 πειράματα άλλαξε το ακτινικό βάθος txy με τιμές 1.5, 1.3, 1.1 mm
- Ανά 9 πειράματα άλλαξε το αξονικό βάθος tz με τιμές 0.3, 0.2, 0.1 mm
- Ανά 27 πειράματα άλλαξε η γωνία φ με τιμές 8 ο, 9 ο, 10ο

Με αυτόν τον τρόπο ολοκληρώθηκαν τα 81 πειράματα που σχετίζονται με το ομόρροπο φραιζάρισμα και ακολούθησαν τα υπόλοιπα 81 με το αντίρροπο.

4.2 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

Αρχικά, πριν ξεκινήσει η διαδικασία των πειραμάτων προηγήθηκε θεωρητική και πρακτική εκπαίδευση σχετικά με το κέντρο κατεργασίας DMG DMU 50 eco στο εργαστήριο Μικροκοπής και Κατασκευαστικής Προσομοίωσης (m3). Στη συνέχεια, αφού προσκομίσθηκαν οι απαραίτητες γνώσεις για την λειτουργία της εργαλειομηχανής και έγινε η απαραίτητη μελέτη, ξεκίνησε η πειραματική διαδικασία η οποία περιλαμβάνει τα στάδια που αναλύονται παρακάτω.

4.2.1 Πειραματική πλακέτα

Βασική προϋπόθεση για τα δοκίμια ως προς επεξεργασία είναι η λεία επιφάνειά τους, η οποία επιτυγχάνεται με την εκχόνδρισή τους. Στην δική μας περίπτωση τα τεμάχια χάλυβα μας παραδόθηκαν και με τις δυο τους επιφάνειες εκχρονδισμένες καθώς και με τις

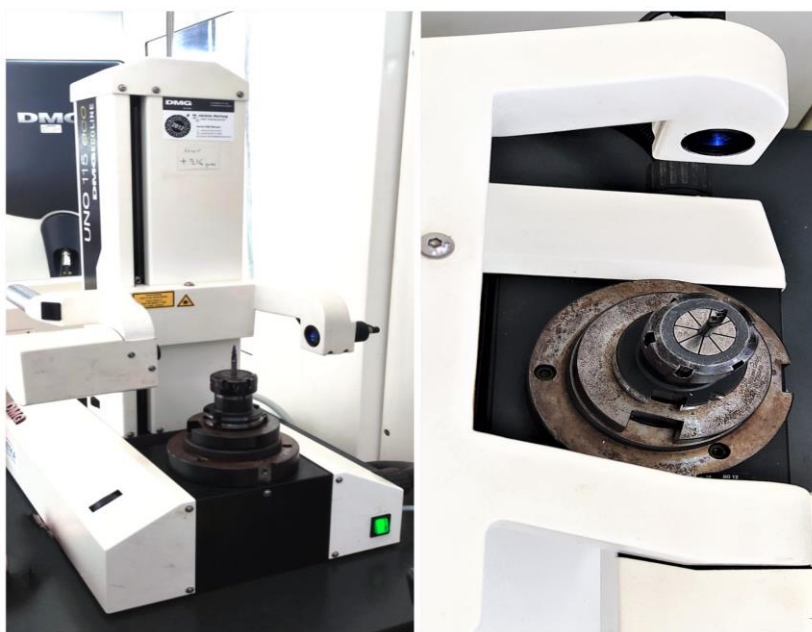
απαραίτητες οπές για να προσδεθούν επάνω στο δυναμόμετρο. Παρακάτω στο σχήμα 4.2 παρουσιάζεται ένα τεμάχιο πριν υποστεί επεξεργασία.



Σχήμα 4.2: Αρχικό τεμάχιο

4.2.2 Μέτρηση του εργαλείου βαρελοειδούς απόληξης

Πριν ξεκινήσουν οι κατεργασίες των τεμαχίων έγινε μέτρηση του εργαλείου μας, το οποίο τοποθετήθηκε στην συσκευή προρύθμισης εργαλείων MICROSET Uno 115 eco, όπου υπολογίστηκε η διάμετρος και το μήκος του. Συγκεκριμένα, αφού τοποθετήθηκε το εργαλείο στην βάση της συσκευής ξεκινήσαμε να το περιστρέφουμε με αργές κινήσεις ώστε να σκαναριστούν και οι τέσσερις πλευρές του. Από τις μετρήσεις αυτές κρατήσαμε την μεγαλύτερη τιμή. Οι διαστάσεις ενσωματώθηκαν στο σύστημα της μηχανής και έτσι έγινε η κατάλληλη αντιστάθμιση που απαιτείται για την ακρίβεια της κατεργασίας. Τέλος το εργαλείο τοποθετήθηκε σε κατάλληλη θέση του εργαλειοφορέα της μηχανής. Στο παρακάτω σχήμα 4.3 φαίνεται η συσκευή προρύθμισης εργαλείων MICROSET Uno 115 eco καθώς και το εργαλείο μας τοποθετημένο σε αυτή.

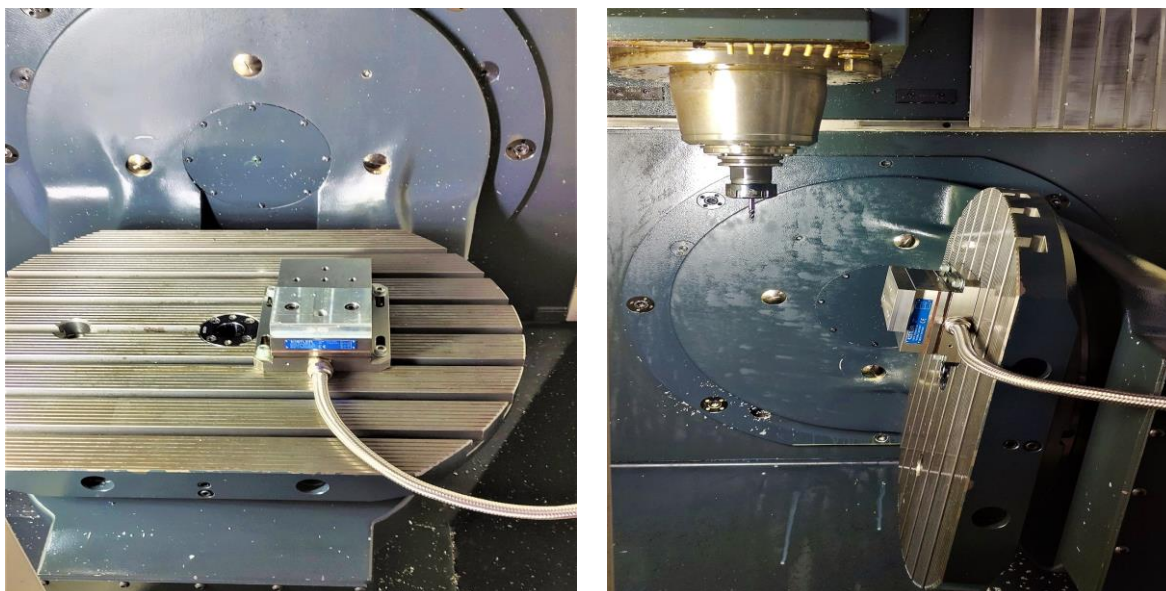


Σχήμα 4.3: Μέτρηση εργαλείου βαρελοειδούς απόληξης

4.2.3 Τοποθέτηση δυναμόμετρου και τεμαχίου

Στην πειραματική διαδικασία για την μέτρηση των δυνάμεων κοπής χρησιμοποιήθηκε το δυναμόμετρο KISTLER. Το δυναμόμετρο τοποθετήθηκε στην τράπεζα του κέντρου κατεργασίας αφού πρώτα αφαιρέθηκε από αυτή η μέγγενη. Η σύσφιξη του έγινε με τέσσερις ειδικές βάσεις και κοχλίες στα κατάλληλα διαμορφωμένα ανοίγματα στην βάση του δυναμόμετρου, για την αποφυγή ταλαντώσεων που μπορούν να προκαλέσουν

σφάλματα των μετρήσεων και αλλοίωση της εγκυρότητας των αποτελεσμάτων. Έπειτα το τεμάχιο προσδέθηκε στο δυναμόμετρο με βίδες τύπου Allen που συμπεριλαμβάνονται στο πακέτο του δυναμόμετρου. Το τεμάχιο δέθηκε στο δυναμόμετρο με όσο το δυνατό περισσότερη δύναμη για την αποφυγή των ταλαντώσεων. Στο σχήμα 4.4 (αριστερά) απεικονίζεται το δυναμόμετρο με το τεμάχιο τοποθετημένο στη τράπεζα της μηχανής, ενώ στο ίδιο σχήμα (δεξιά) απεικονίζεται το δυναμόμετρο με το τεμάχιο στην τράπεζα υπό κλίση, πριν την έναρξη της πειραματικής διαδικασίας



Σχήμα 4.4: Δυναμόμετρο και τεμάχιο τοποθετημένα στην τράπεζα και υπό κλίση

4.2.4 Μέτρηση των δυνάμεων κοπής κατά την διάρκεια των πειραμάτων

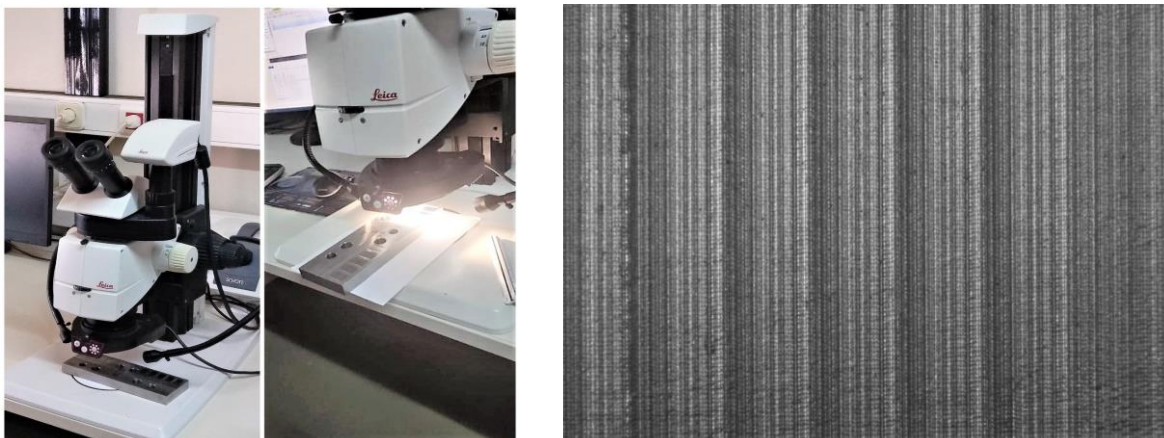
Μετά την τοποθέτηση του δυναμόμετρου και του τεμαχίου στην τράπεζα της εργαλειομηχανής σειρά είχε ο μηδενισμός του τεμαχίου. Ο μηδενισμός πραγματοποιήθηκε μέσω του τρισδιάστατου ανιχνευτή ακμών (Infrared machine tool 3D touch probe). Συγκεκριμένα, ο ανιχνευτής ακμών ακουμπά με την ακίδα που διαθέτει, ένα σημείο της επιφάνειας του τεμαχίου στη κατεύθυνση του άξονα X, ένα σημείο της επιφάνειας στην κατεύθυνση του άξονα Y και ένα σημείο στον άξονα Z. Με τον τρόπο αυτό ορίστηκε το σημείο μηδέν του τεμαχίου (0,0,0). Έτσι η μηχανή ήταν σε θέση να αντιληφθεί τις συντεταγμένες που θα ακολουθήσει το εργαλείο για να πραγματοποιήσει τις κοπές πάνω στο τεμάχιο σε σχέση με το σημείο (0,0,0). Για την δυναμομέτρηση σε κάθε πείραμα χρειάστηκε να προσαρμόσουμε τον χρόνο, καθώς η χρονική διάρκεια σχετίζεται με τις συνθήκες κοπής που το ορίζουν. Συγκεκριμένα ο χρόνος του κάθε πειράματος εξαρτάται κυρίως από την πρόωση ανά στροφή και δόντι f_z και από το βάθος κοπής txy . Σε κάθε πείραμα επιλέγαμε τον χρόνο που απαιτείται για να ολοκληρωθεί, έπειτα αποθηκεύσαμε την μέτρηση μας και ορίζαμε μια νέα δυναμομέτρηση. Έτσι για κάθε πείραμα είχαμε έναν νέο κύκλο δυναμομέτρησης που οριζόταν μέσω του υπολογιστή. Η αποθήκευση των αποτελεσμάτων έγινε με την σειρά στον υπολογιστή του εργαστηρίου που ήταν συνδεδεμένος με το δυναμόμετρο και αφού επεξεργάστηκαν κατάλληλα παρουσιάζονται σε συγκεντρωτικούς πίνακες στο παράρτημα της διπλωματικής εργασίας. Παρακάτω στο σχήμα 4.5 παρουσιάζεται η μια πλευρά μιας ολοκληρωμένης πειραματικής πλακέτας.



Σχήμα 4.5: Πλευρά τεμαχίου πειραμάτων

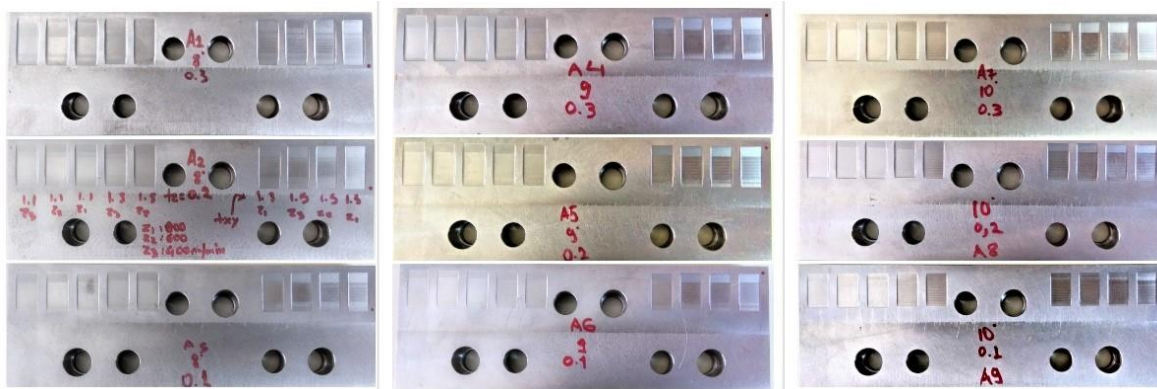
4.2.5 Φωτογράφιση της τοπομορφίας των πειραμάτων

Κατά την ολοκλήρωση των πειραμάτων, συγκεντρώσαμε όλα τα τεμάχια και τα μεταφέραμε στο στεροσκόπιο ώστε να παρατηρήσουμε την ποιότητα της επιφάνειάς τους. Κάθε τεμάχιο τοποθετήθηκε κάτω από τους φακούς του στεροσκοπίου και με την κατάλληλη εστίαση φωτογραφίσαμε μεμονωμένα την κάθε περιοχή. Με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή και του λογισμικού LAS η εικόνα της επιφάνειας μεταδιδόταν στην οθόνη του υπολογιστή την οποία και αποθηκεύαμε. Έτσι φωτογραφήσαμε όλα τα πειράματα, οι εικόνες των οποίων έχουν ενσωματωθεί στους συγκεντρωτικούς πίνακες που βρίσκονται στο παράρτημα μαζί με τις δυναμομετρήσεις. Στο παρακάτω σχήμα 4.6 (αριστερά) φαίνεται το στεροσκόπιο με μια από τις πειραματικές πλακέτες καθώς φωτογραφίζουμε ένα από τα πειράματα. Στο ίδιο σχήμα (δεξιά) απεικονίζεται η τοπομορφία ενός πειράματος όπως αυτή λήφθηκε μέσω του στεροσκοπίου και διακρίνονται οι λεπτομέρειες του.

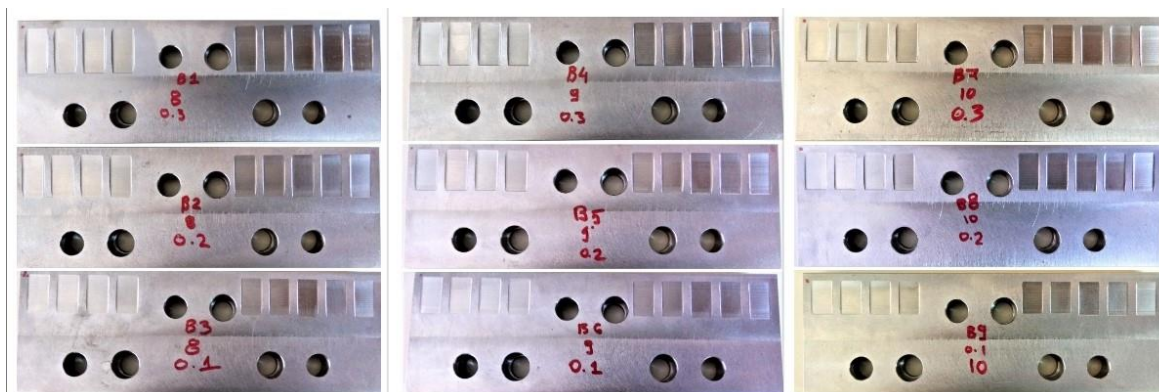


Σχήμα 4.6: Πλευρά τεμαχίου πειραμάτων και απεικόνιση τοπομορφίας με το στερεοσκόπιο

Τέλος στο σχήμα 4.7 παρουσιάζεται η μία όψη των 9 δοκιμίων που περιέχουν τα πρώτα 81 πειράματα του ομόρροπου φραιζαρίσματος και στο σχήμα 4.8 η άλλη όψη με τα υπόλοιπα 81 του αντίρροπου που πραγματοποιήθηκαν κατά την διαδικασία των πειραμάτων.



Σχήμα 4.7: Πλευρά τεμαχίου πειραμάτων



Σχήμα 4.8: Πλευρά τεμαχίου πειραμάτων

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνονται τα διαγράμματα των δυνάμεων κοπής που αναπτύχθηκαν σε κάθε διαφορετικό πείραμα. Αρχικά παρουσιάζονται οι μέγιστες δυνάμεις κοπής που αναπτύσσονται σε όλους τους άξονες (X, Y, Z). Πρώτα παρουσιάζονται τα 81 πειράματα του ομόρροπου και έπειτα τα 81 του αντίρροπου φραιζαρίσματος.

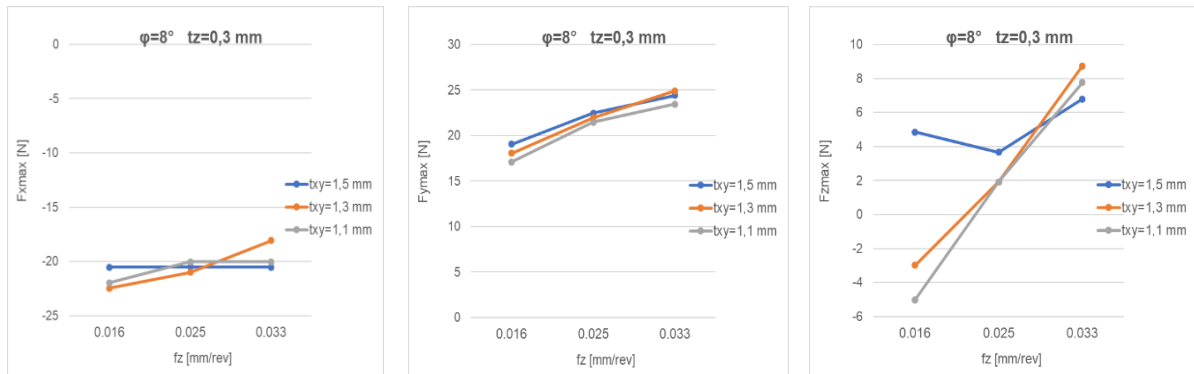
Σε κάθε περίπτωση μελετάται η επίδρασή της γωνίας ω και του αξονικού βάθους t_z πάνω στο εξεταζόμενο μέγεθος που είναι η δύναμη σε συγκεκριμένες συνθήκες κατεργασίας. Κάθε ένα από τα διαγράμματα που ακολουθούν αναπαρίστανται σε ένα σύστημα καρτεσιανών συντεταγμένων X,Y. Στα διαγράμματα των δυνάμεων, στον άξονα Y έχει τοποθετηθεί η μέγιστη δύναμη που αναπτύσσεται σε κάθε άξονα F_{\max} [N] και στον άξονα X οι τιμές της πρόωσης f_z (mm/rev,z).

Πιο συγκεκριμένα σε κάθε σελίδα παρουσιάζονται τρεις τριάδες διαγραμμάτων (9 διαγράμματα ανά σελίδα). Ανά τρεις τριάδες διατηρούμε σταθερή την γωνία ω ($8^\circ, 9^\circ, 10^\circ$), ενώ ανά τριάδα αλλάζουμε το αξονικό βάθος t_z [mm] ($t_z=0,3, t_z=0,2, t_z=0,1$). Κάθε διάγραμμα που ανήκει σε μία τριάδα αποτελείται από τρεις καμπύλες οι οποίες διαφοροποιούνται μεταξύ τους από τα ακτινικά βάθη t_{xy} [mm] ($t_{xy}=1,5, t_{xy}=1,3, t_{xy}=1,1$), ενώ κάθε διάγραμμα που ανήκει στην μια τριάδα διαφοροποιείται από τις μέγιστες δυνάμεις που ασκούνται σε κάθε άξονα $F_{x_{\max}}, F_{y_{\max}}, F_{z_{\max}}$ [N].

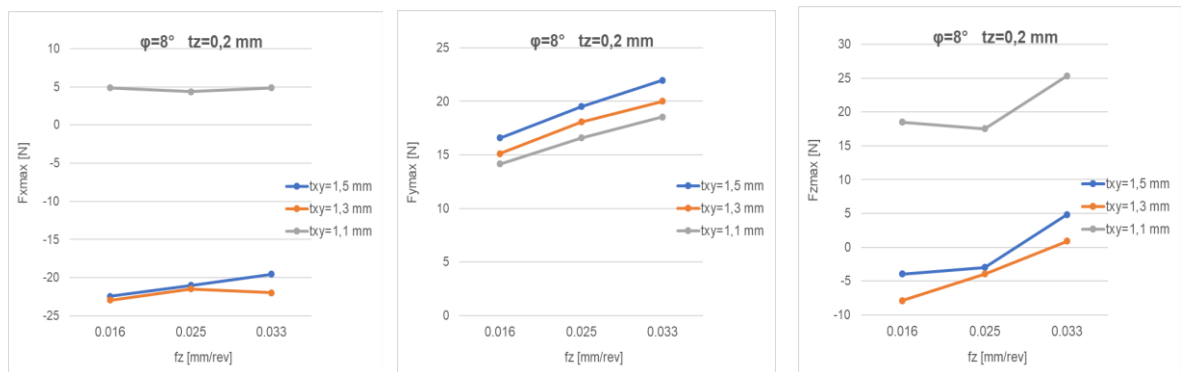
Στο τέλος της παρουσίασης των διαγραμμάτων υπάρχει ένας σχολιασμός που αποκαλύπτει τον τρόπο με τον οποίο μεταβάλλονται τα μεγέθη της δύναμης κοπής σε σχέση με τις συνθήκες κατεργασίας για την πειραματική διαδικασία που διεξήχθη. Ωστόσο καθώς οι κοπές πραγματοποιήθηκαν σε κλίση ο άξονας των δυνάμεων από τον οποίο προκύπτουν τα κύρια συμπεράσματα είναι ο άξονας Y. Τα διαγράμματα των δυνάμεων για το ομόρροπο και το αντίρροπο φραιζάρισμα περιλαμβάνονται στα σχήματα 5.1 – 5.27.

5.1 Διαγράμματα Μέγιστης Δύναμης F_{max} – Πρόωσης f_z

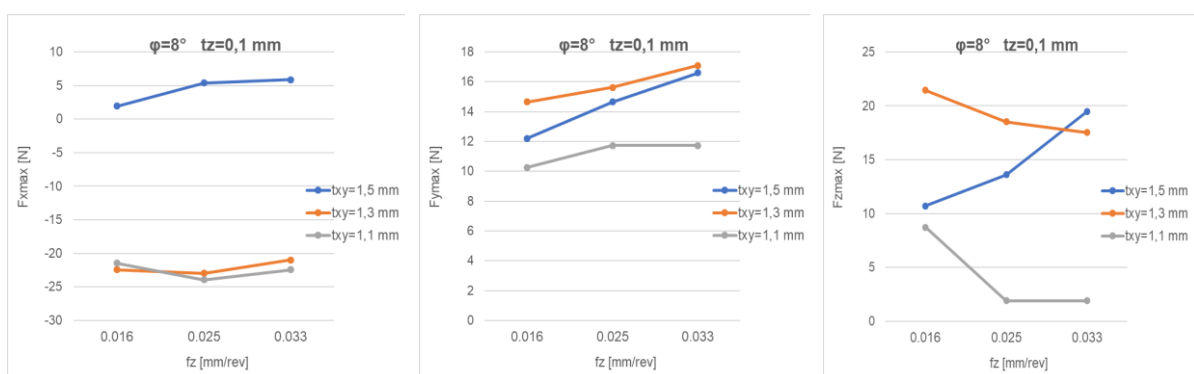
ΟΜΟΡΡΟΠΟ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑ



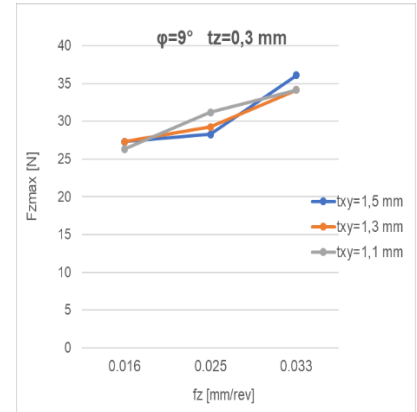
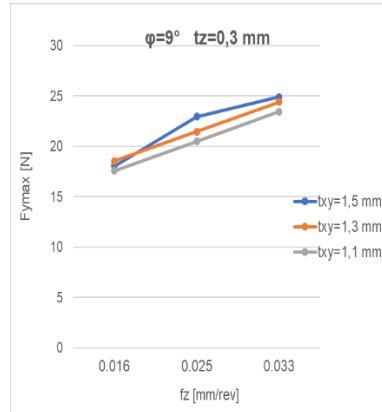
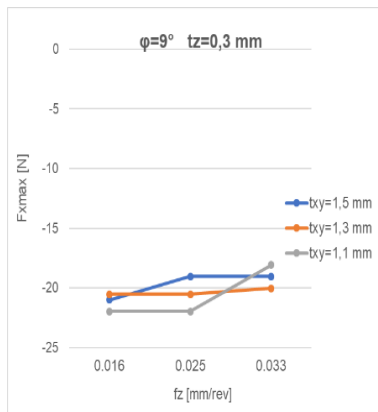
Σχήμα 5.1



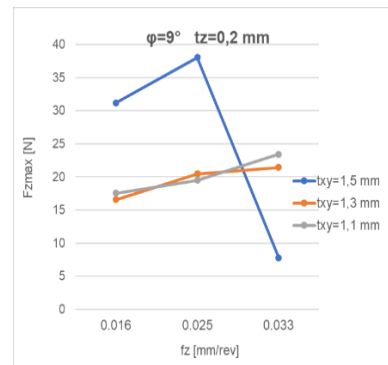
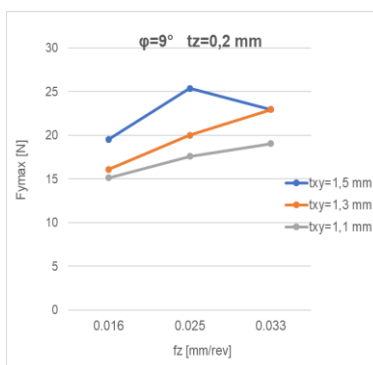
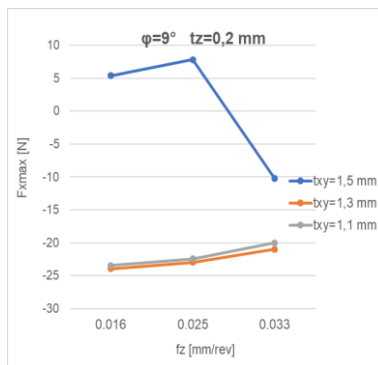
Σχήμα 5.2



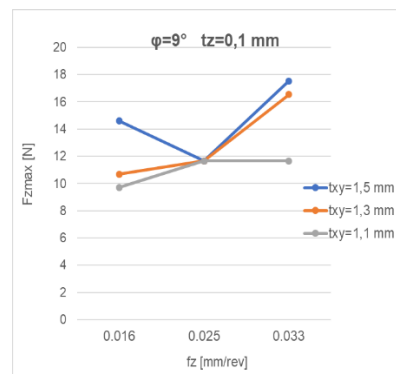
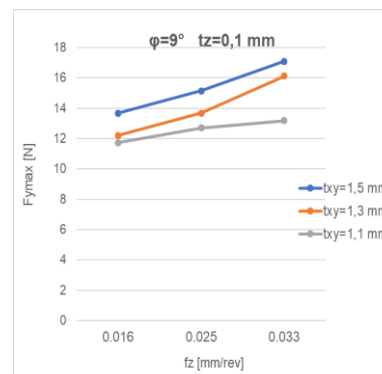
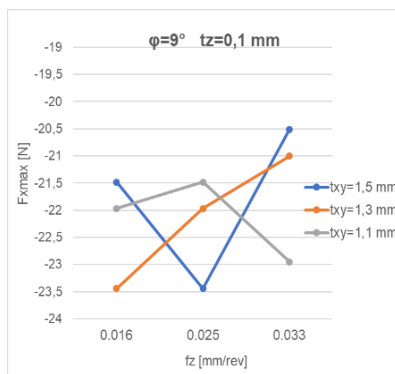
Σχήμα 5.3



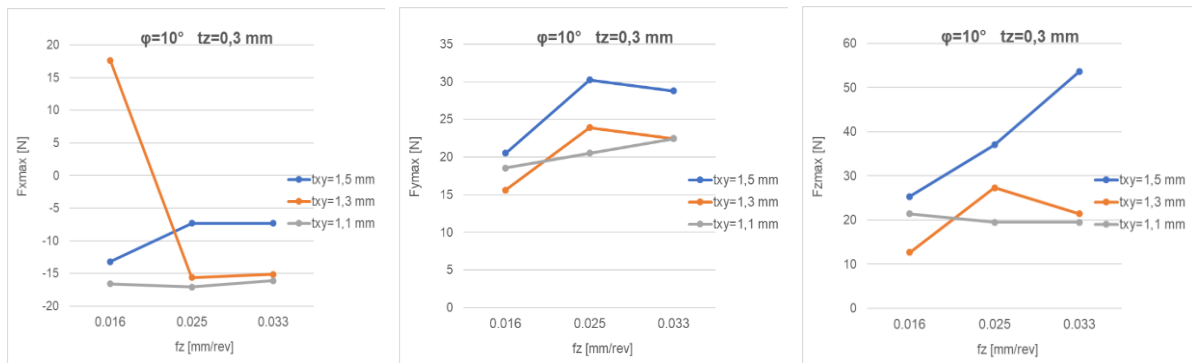
Σχήμα 5.4



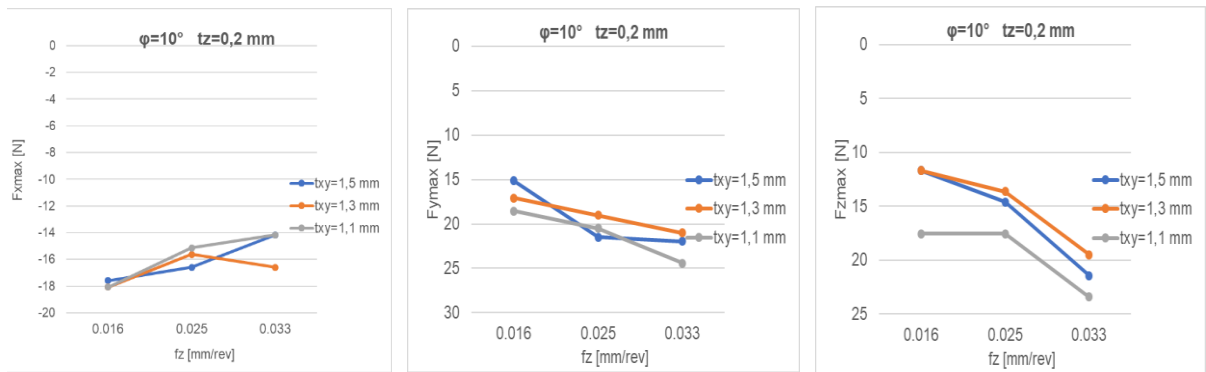
Σχήμα 5.5



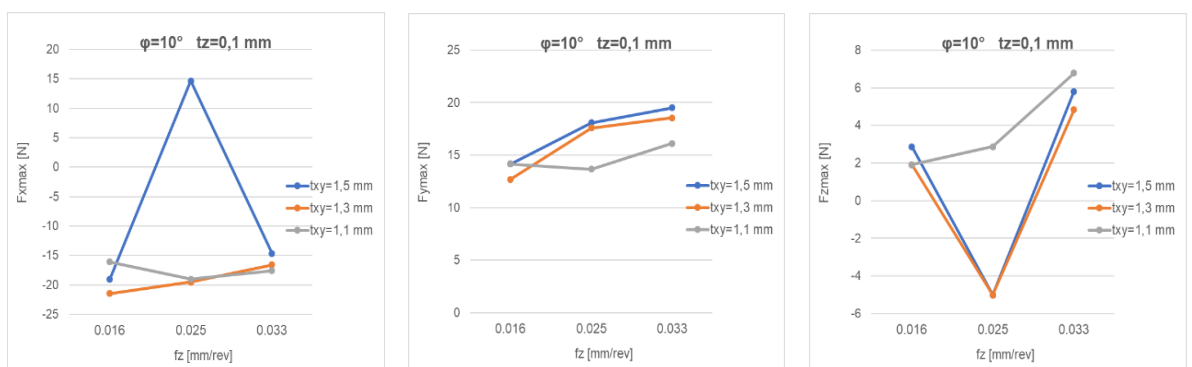
Σχήμα 5.6



Σχήμα 5.7

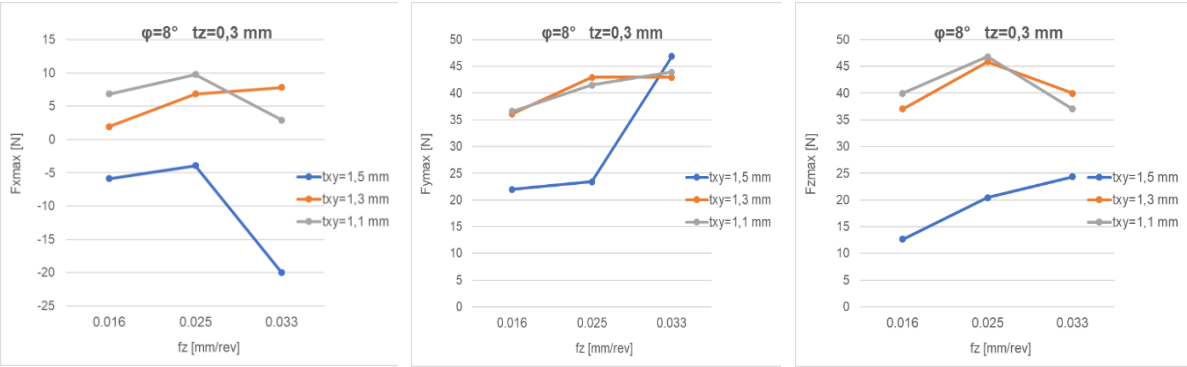


Σχήμα 5.8

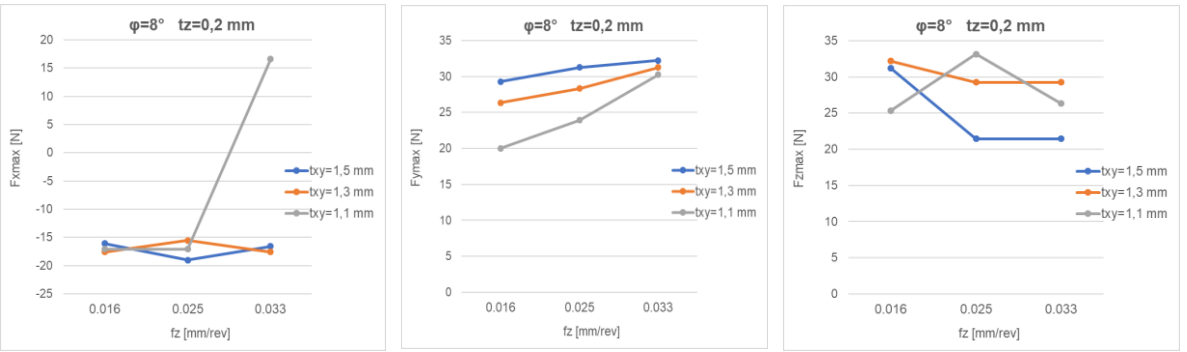


Σχήμα 5.9

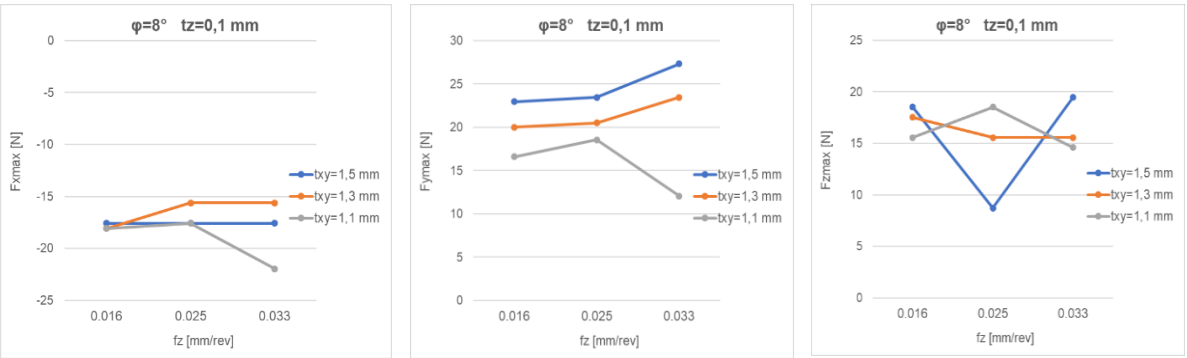
ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑ



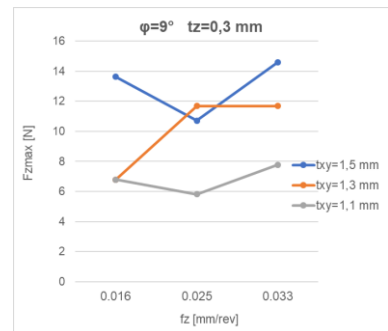
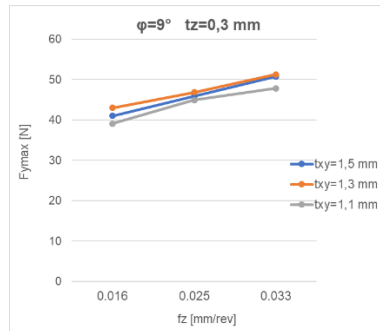
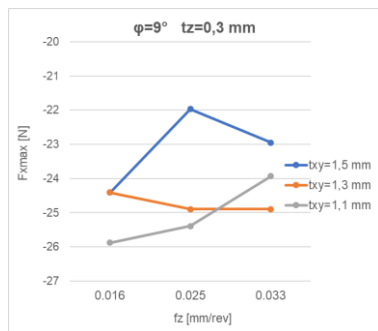
5.10



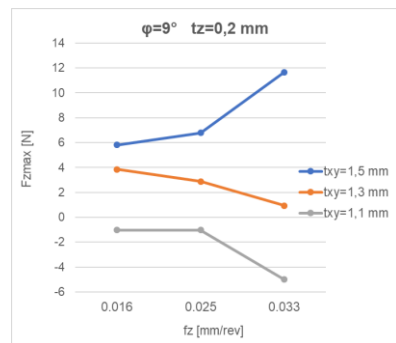
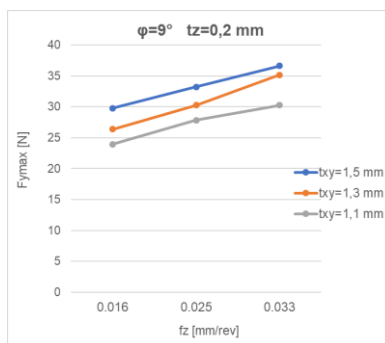
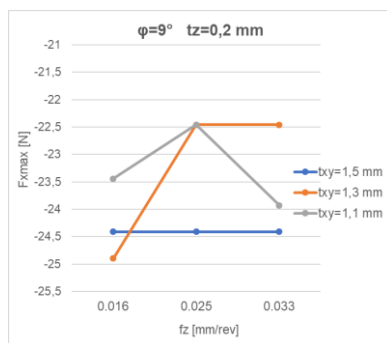
5.11



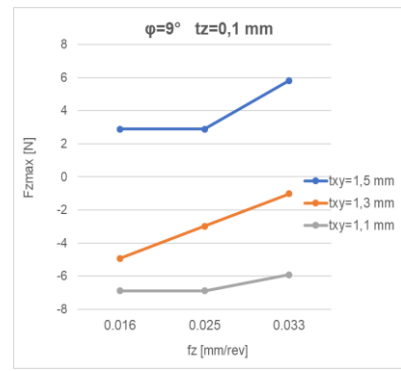
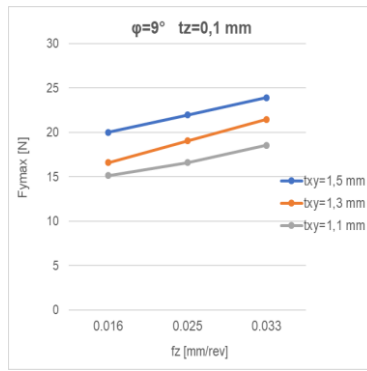
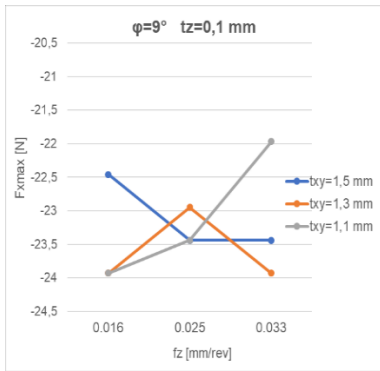
5.12



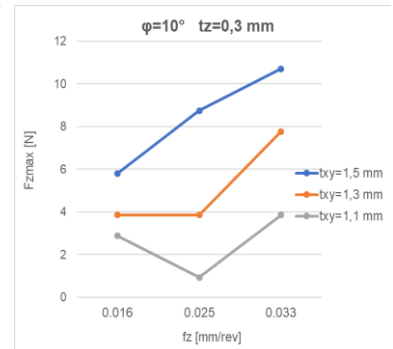
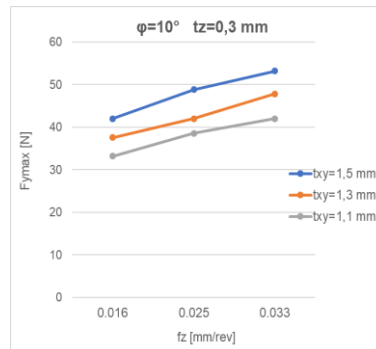
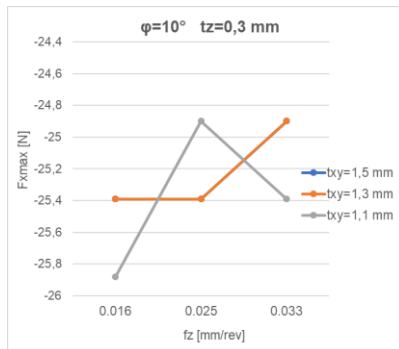
5.13



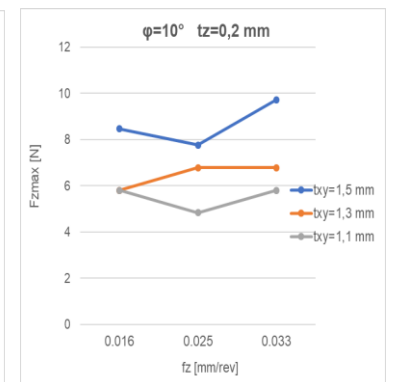
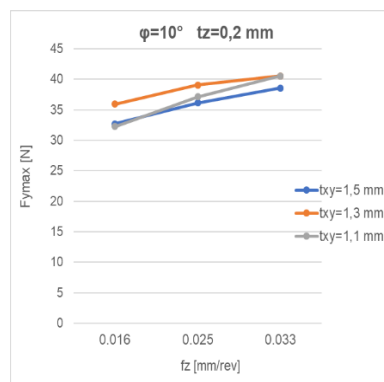
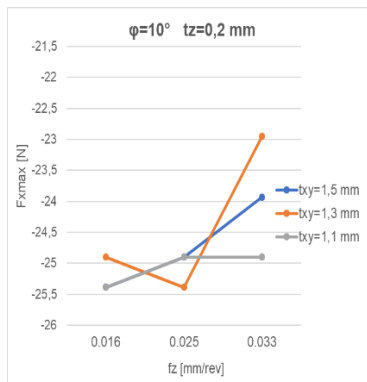
5.14



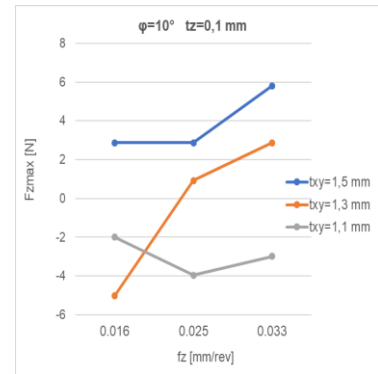
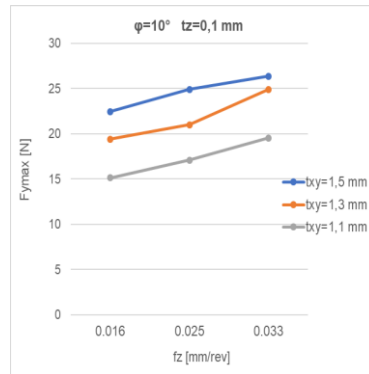
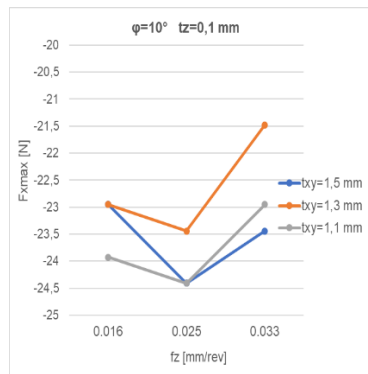
5.15



5.16



5.17



5.18

Παρακάτω θα παραθέσουμε κάποιες παρατηρήσεις που συλλέξαμε από τα την επεξεργασία των αποτελεσμάτων που προέκυψαν, ξεκινώντας με το ομόρροπο φραιζάρισμα και έπειτα για το αντίρροπο. Στο ομόρροπο φραιζάρισμα παρατηρούνται τα εξής:

Σχετικά με την κλίση της γωνίας στην κατεύθυνση της πρόωσης η αλλιώς γωνία φ :

- Η επιρροή της κλίσης στις δυνάμεις στον άξονα Y δεν είναι ξεκάθαρες καθώς τα αποτελέσματα δεν καταλήγουν σε κάποιο συμπέρασμα
- Η μέγιστη καθώς και η ελάχιστη δύναμη παρατηρείται στην γωνία 10
- Ωστόσο η γωνία 8 παρατηρείται να είναι αυτή στην οποία ο μέσος όρος των δυνάμεων είναι ο πιο μικρός, με πολύ μικρή διαφορά από τις άλλες δύο.

Σχετικά με την πρόωση ανά στροφή και δόντι f_z :

- Από τα διαγράμματα παρατηρούμε ότι η αύξηση της πρόωσης οδηγεί σε αύξηση των δυνάμεων σε κάθε περίπτωση για συγκεκριμένο ακτινικό βάθος κοπής

Σχετικά με το ακτινικό βάθος κοπής t_{xy} :

- Η επίδραση του ακτινικού βάθους δεν φαίνεται να επηρεάζει τις δυνάμεις καθώς δεν παρατηρείται κάποια αύξηση ή μείωση τους που να σχετίζεται με αυτό
- Για ακτινικό βάθος ίσο με 1,5mm παρατηρείται εξίσου η μέγιστη καθώς και η ελάχιστη τιμή δυνάμεων στον άξονα Y

Σχετικά με το αξονικό βάθος κοπής t_z :

- Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των διαγραμμάτων το αξονικό βάθος κοπής επηρεάζει άμεσα τις δυνάμεις κοπής. Συγκεκριμένα η αύξηση του αξονικού βάθους συνεπάγεται αύξηση της δύναμης.
- Για $t_z=0,3\text{mm}$ έχουμε την μέγιστη δύναμη στον άξονα Y , και για $t_z=0,1\text{mm}$ την ελάχιστη.

Έπειτα, θα συνεχίσουμε με παρατηρήσεις που αφορούν το αντίρροπο φραιζάρισμα:

Σχετικά με την κλίση της γωνίας στην κατεύθυνση της πρόωσης η αλλιώς γωνία φ :

- Στο αντίρροπο φραιζάρισμα παρατηρούμε ότι η μέγιστη δύναμη εμφανίζεται στην γωνία 10 και η ελάχιστη στην γωνία 8
- Στην γωνία 8 παρατηρείται ο μικρότερος μέσος όρος δυνάμεων, όπως και στο ομόρροπο φραιζάρισμα, ενώ στις γωνίες 9 και 10 είναι σχεδόν ίδιος

Σχετικά με την πρόωση ανά στροφή και δόντι f_z :

- Ότι ισχύει για το ομόρροπο φραιζάρισμα ισχύει και στο αντίρροπο. Όσο αυξάνεται η πρόωση τόσο αυξάνονται οι δυνάμεις κοπή

Σχετικά με το ακτινικό βάθος κοπής t_{xy} :

- Η αύξηση του ακτινικού βάθους κοπής ευνοεί την αύξηση των δυνάμεων που αναπτύσσονται. Για $t_{xy}=1,1\text{mm}$ οι δυνάμεις κοπής περιορίζονται σε αντίθεση με τις δυνάμεις κοπής που αναπτύσσονται όταν $t_{xy}=1,5\text{mm}$.
- Για $t_{xy}=1,1\text{mm}$ έχουμε την μικρότερη δύναμη ενώ για $t_{xy}=1,5$ την μεγαλύτερη δύναμη

Σχετικά με το αξονικό βάθος κοπής t_z :

- Το αξονικό βάθος κοπής έχει ανάλογη επίδραση στις δυνάμεις κοπής, με αυτή του ακτινικού βάθους κοπής. Όταν $t_z=0,3 \text{ mm}$ οι δυνάμεις που αναπτύσσονται είναι μεγαλύτερες από ότι στις περιπτώσεις όπου $t_z=0,1 \text{ mm}$
- Η μεγαλύτερη δύναμή συναντάται στο αξονικό βάθος 0,3 και η μικρότερη στο 0,1

Τέλος, συγκριτικά για το ομόρροπο και το αντίρροπο φραιζάρισμα για όλες τις συνθήκες των πειραμάτων, στο ομόρροπο αναπτύσσονται οι μικρότερες δυνάμεις ενώ στο αντίρροπο οι μεγαλύτερες.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1]. Gorka Urbikaina,* , Egoitz Artetxe b , Luis Norberto López de Lacallea Numerical simulation of milling forces with barrel-shaped tools considering runout and tool inclination angles *Applied Mathematical Modelling* 47 (2017) 619–636
- [2]. Gorka Urbikain Pelayo Modelling of static and dynamic milling forces in inclined operations with circle-segment end mills☆ *Precision Engineering* 56(2019) 23-125
- [3]. D. Olvera*, E. Artetxeb , M. Luoc , G. Urbikainb 5-axis milling of complex parts with barrel-shape cutter: cutting force model and experimental validation *Procedia Manufacturing* 48 (2020) 528–532
- [4]. E. Artetxea*, G. Urbikaina , A. Lamikiza , L. N. López-de-Lacallea , R. Gonzálezb , P. Rodalc A mechanistic cutting force model for new barrel end mills *Procedia Engineering* 132 (2015) 553 – 560
- [5]. Shoichi Tamuraa, * , Takashi Matsumurab Cutting Force Simulation in Milling of Tapered Wall with Barrel End Mill *Procedia Manufacturing* 47 (2020) 466–471
- [6]. Meng Fan-Juna , Chen Zhi-Tong a,* , Xu Ru-Feng b , Li Xun Optimal barrel cutter selection for the CNC machining of blisk☆ *Computer-Aided Design* 53 (2014) 36–45
- [7]. Yonglin Cai , Guang Xi & Shangjin Wang(2003) Efficient tool path planning for five-axis surface machining with a drum-taper cutter *International Journal of Production Research*
- [8]. LiMin Zhua,* , Gang Zheng a , Han Ding b , YouLun Xiong b Global optimization of tool path for five-axis flank milling with a conical cutter *Computer-Aided Design* 42 (2010) 903–910
- [9]. Ming Luo1 · Dongqing Yan1 · Baohai Wu1 · Dinghua Zhang Barrel cutter design and toolpath planning for high-efficiency machining of freeform surface *Int J Adv Manuf Technol* (2016) 85:2495–2503
- [10]. G. Urbikain Pelayo a,* , D. Olvera-Trejo b , M. Luo c , L.N. Lopez ´ de Lacalle a , A. Elías-Zuniga ~ b Surface roughness prediction with new barrel-shape mills considering runout: Modelling and validation *Measurement* 173 (2021) 108670
- [11]. Σιδέρης Ανδρέας.2018."Επίδραση των συνθηκών κατεργασίας στην ποιότητα επιφάνειας και δυνάμεις κοπής στο φραιζάρισμα με εργαλεία σφαιρικής απόληξης" Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης, Πολυτεχνείο Κρήτης



7. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

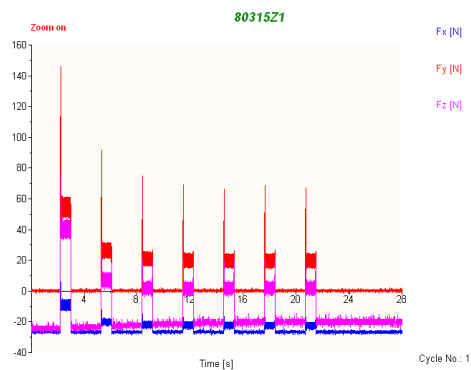
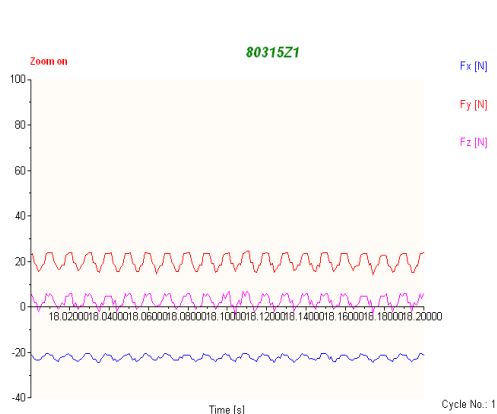
Το κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνει τα αποτελέσματα των δυνάμεων κοπής που αναπτύχθηκαν σε κάθε πείραμα της διπλωματικής εργασίας καθώς και τις φωτογραφίες τοπομορφίας κάθε πειράματος. Πρώτα θα παρουσιαστούν τα 81 πειράματα με ομόρροπο φραιζάρισμα και έπειτα τα υπόλοιπα 81 που πραγματοποιήθηκαν με αντίρροπο φραιζάρισμα.



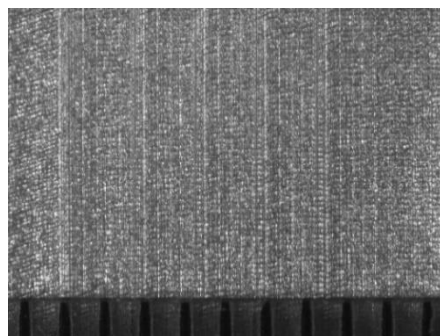
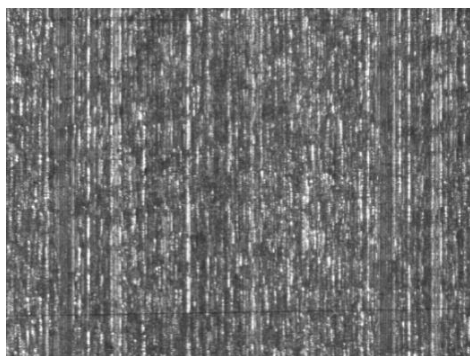
ΠΕΙΡΑΜΑ		1
Τεμάχιο		1
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.5 mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _x max	F _y max	F _z max	F _x min	F _y min	F _z min	F _x mean	F _y mean	F _z mean
-20.51	24.41	6.79	-24.9	14.16	-3.95	-22.15	20.04	2.67



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

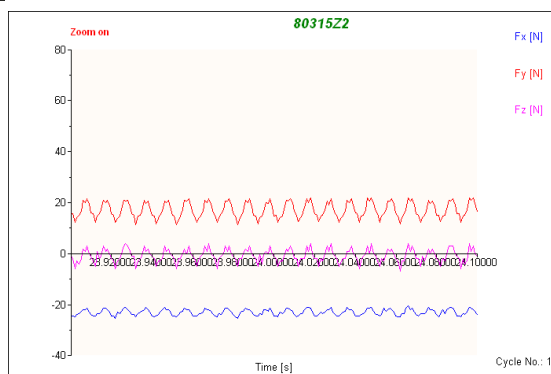
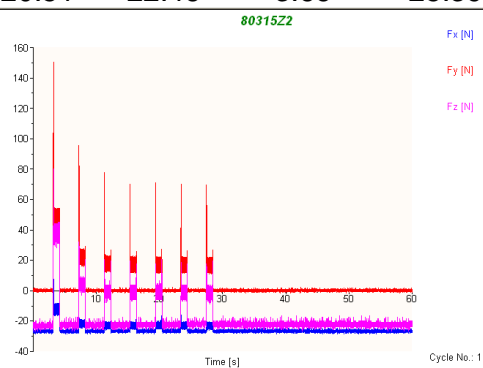




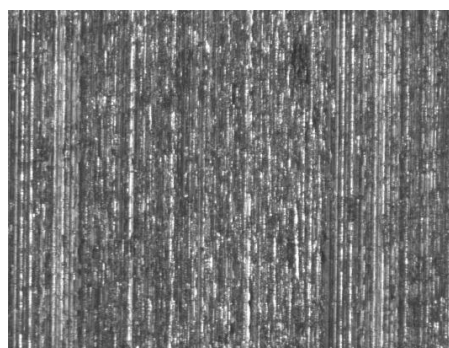
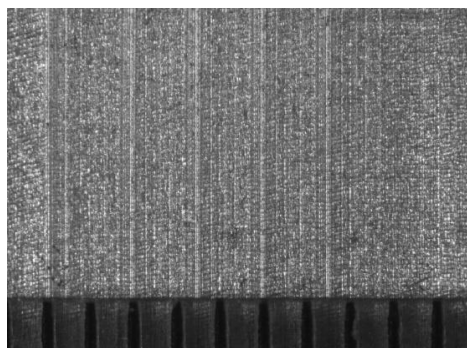
ΠΕΙΡΑΜΑ		2
Τεμάχιο		1
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.5 mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-20.51	22.46	3.66	-25.39	11.23	-6.88	-23.04	17.17	-0.84



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

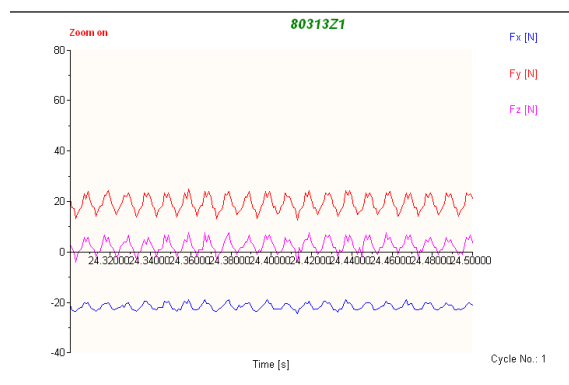
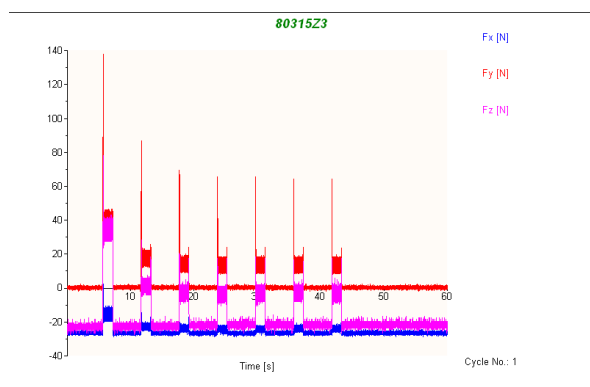




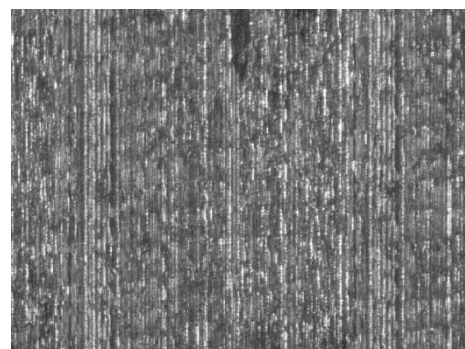
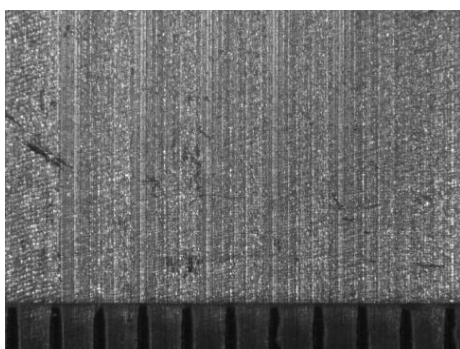
ΠΕΙΡΑΜΑ		3
Τεμάχιο		1
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.5 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-20.51	19.04	4.84	-26.37	8.3	-8.84	-24.25	13.73	-2.84



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

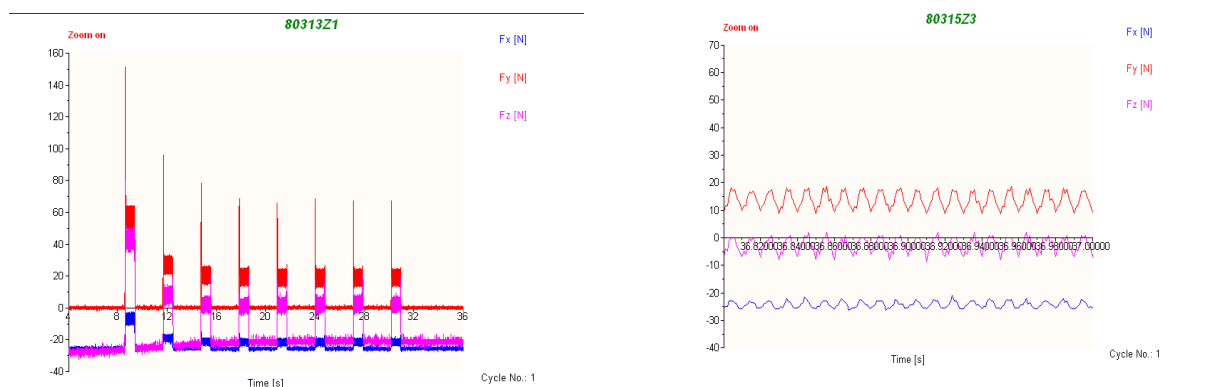




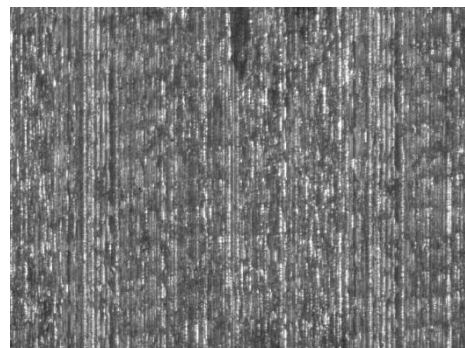
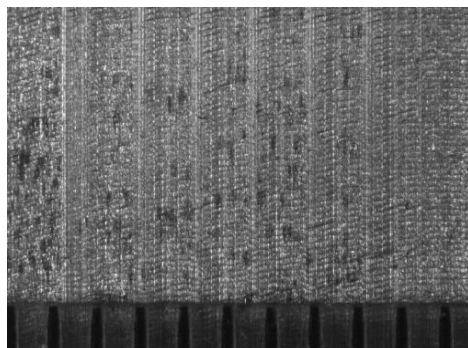
ΠΕΙΡΑΜΑ		4
Τεμάχιο		1
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-18.07	24.9	8.74	-24.41	12.21	-3.95	-21.61	19.25	2.64



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

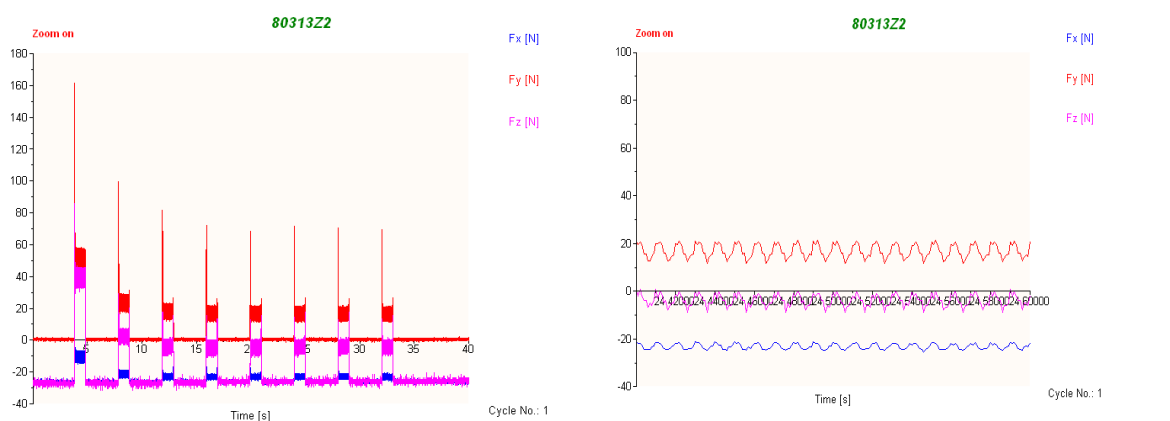




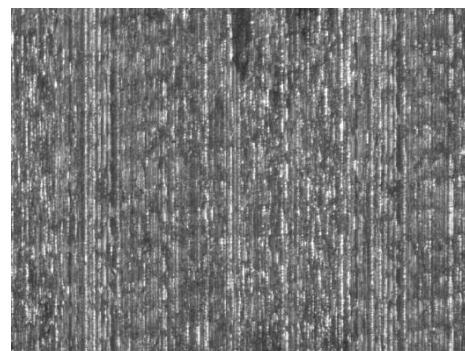
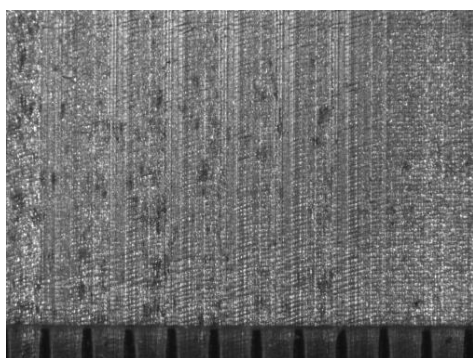
ΠΕΙΡΑΜΑ		5
Τεμάχιο		1
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.3 mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-24	21.97	1.91	-25.39	10.74	-10.79	-23.16	16.82	-3.93



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

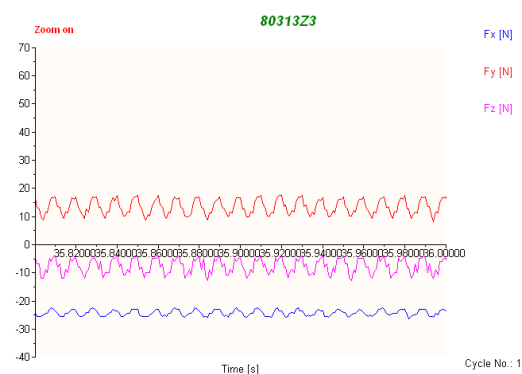
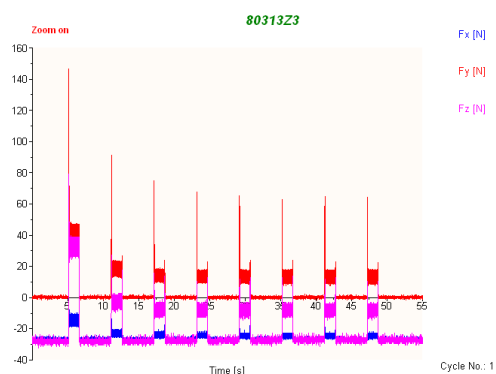




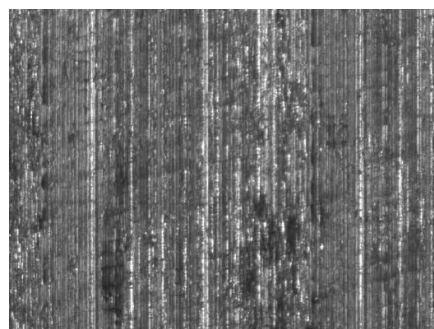
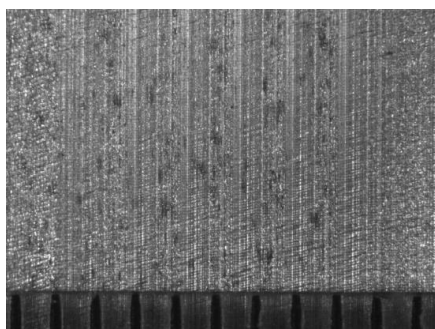
ΠΕΙΡΑΜΑ		6
Τεμάχιο		1
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _x max	F _y max	F _z max	F _x min	F _y min	F _z min	F _x mean	F _y mean	F _z mean
-22.46	18.07	-2.98	-26.86	7.81	-13.72	-24.21	13.37	-7.65



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

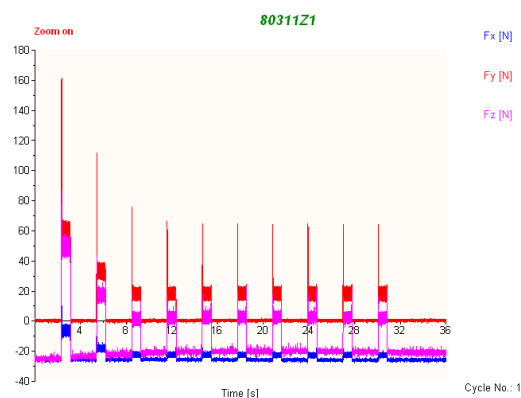
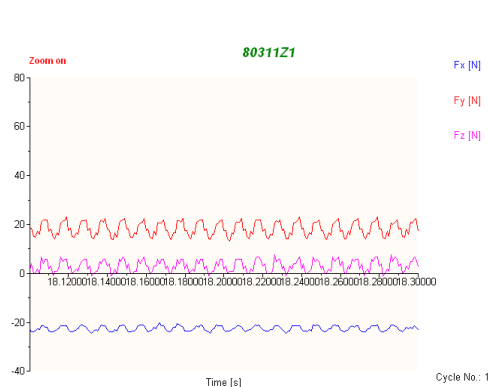




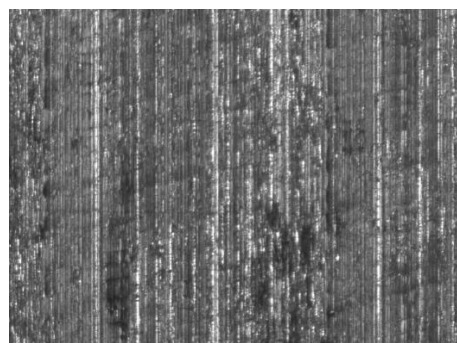
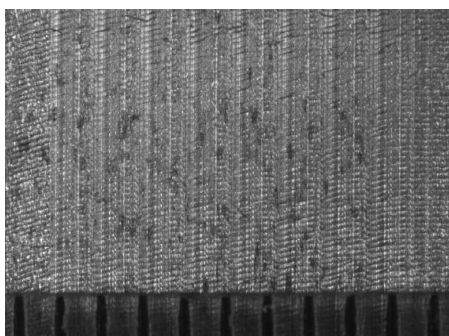
ΠΕΙΡΑΜΑ		7
Τεμάχιο		1
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-20.025	23.44	7.77	-24.9	13.18	-2.98	-22.52	18.36	2.86



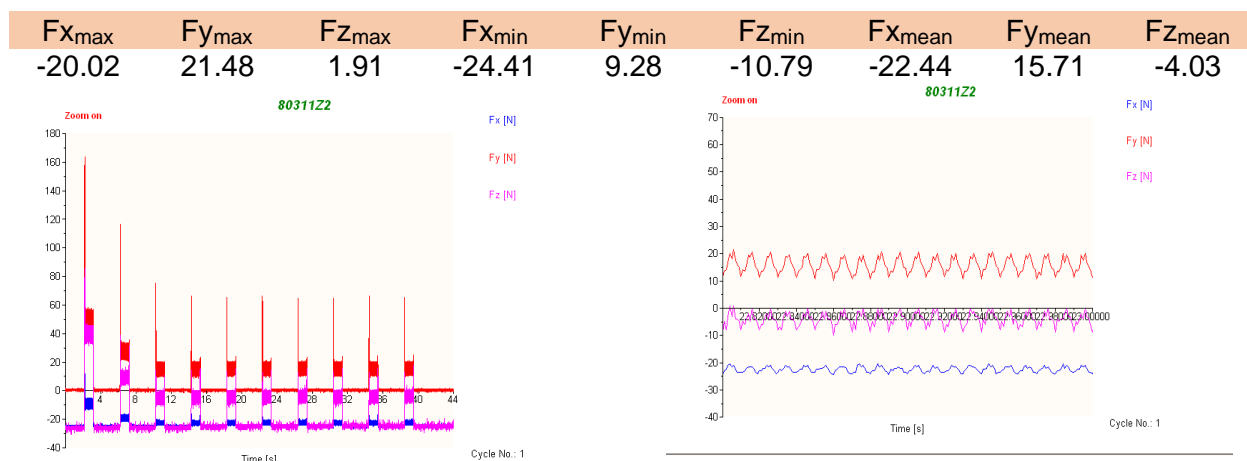
ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ



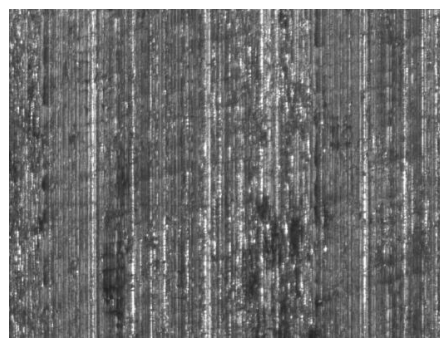
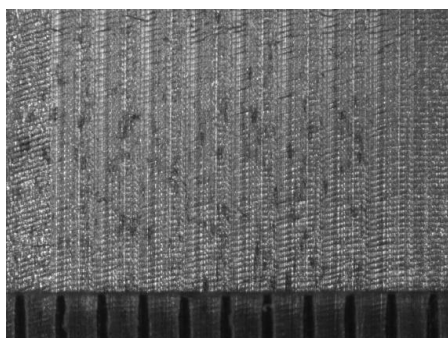


ΠΕΙΡΑΜΑ		8
Τεμάχιο		1
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]



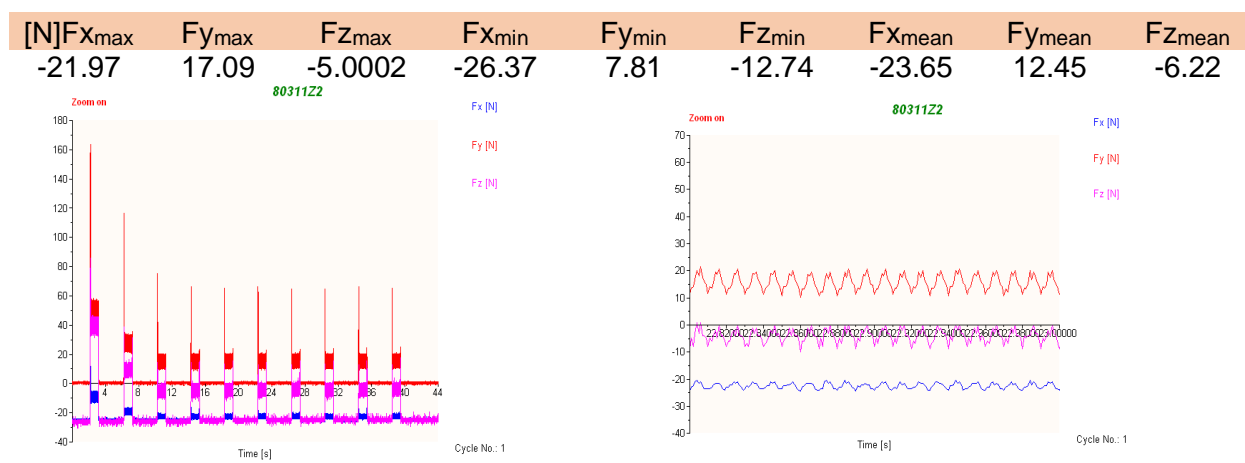
ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ



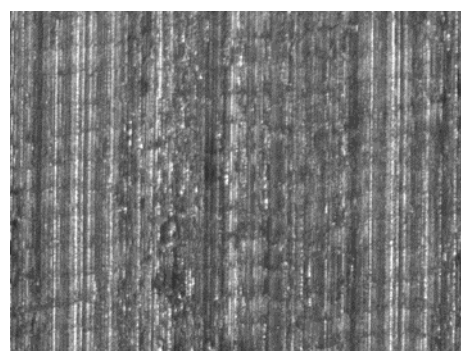
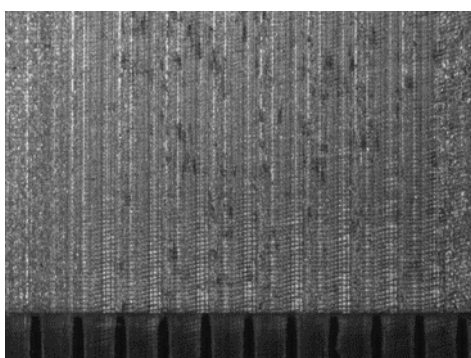


ΠΕΙΡΑΜΑ		9
Τεμάχιο		1
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ



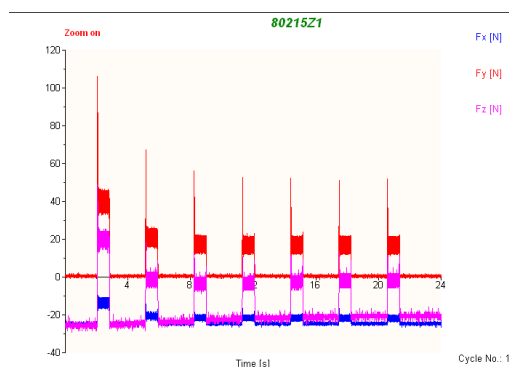
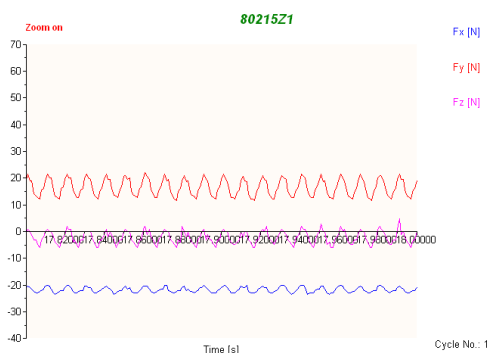
ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ



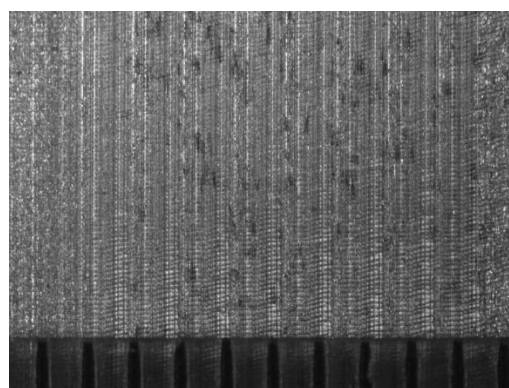
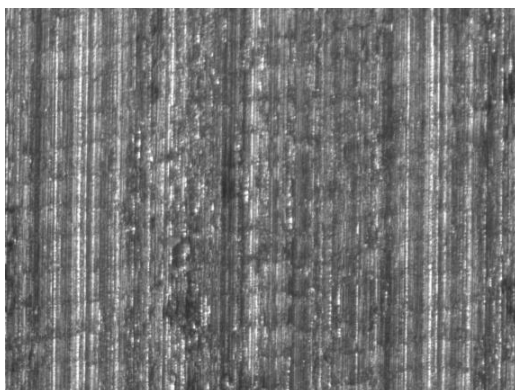
ΠΕΙΡΑΜΑ		10
Τεμάχιο		2
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.5 mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	fz	0.33 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x_{max}}$	$F_{y_{max}}$	$F_{z_{max}}$	$F_{x_{min}}$	$F_{y_{min}}$	$F_{z_{min}}$	$F_{x_{mean}}$	$F_{y_{mean}}$	$F_{z_{mean}}$
-19.53	21.97	4.84	-23.93	11.72	-5.91	-21.77	16.44	-2.16



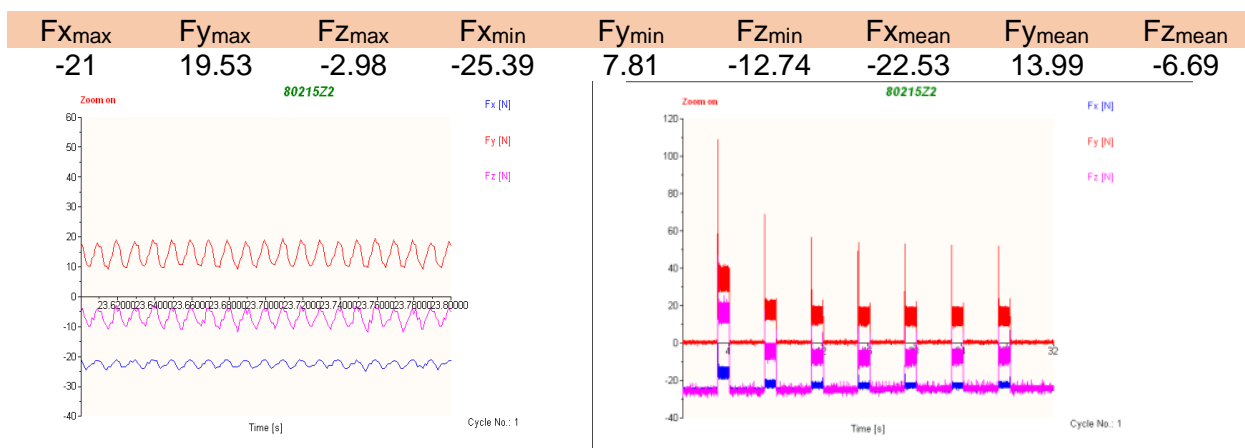
ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ



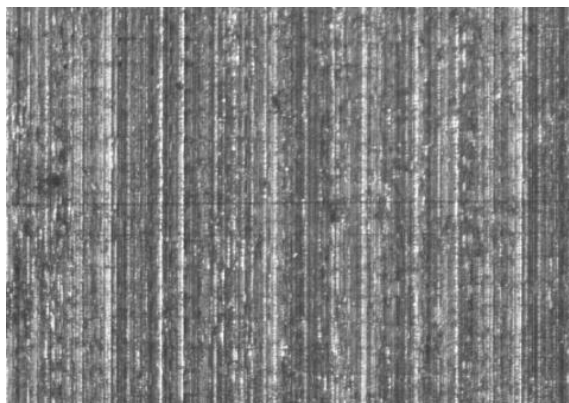
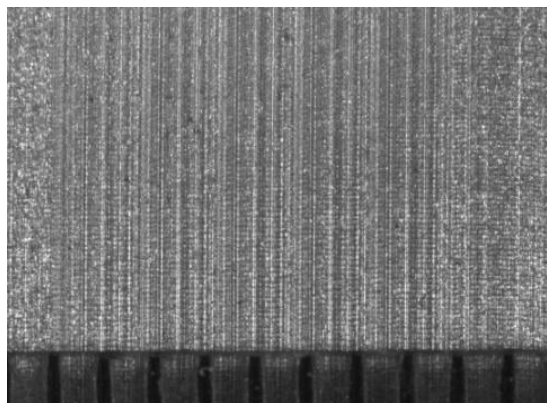


ΠΕΙΡΑΜΑ		11
Τεμάχιο		2
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.5 mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

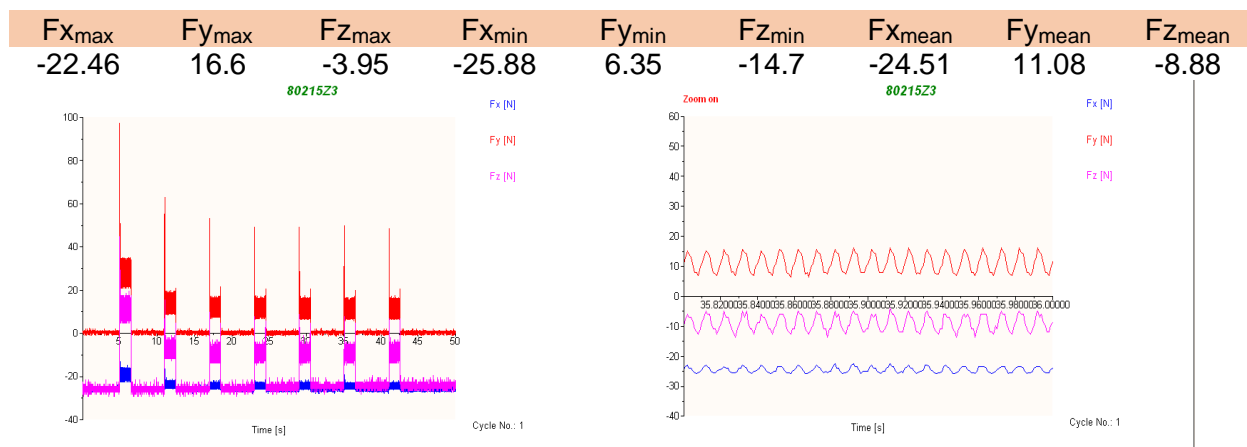


ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

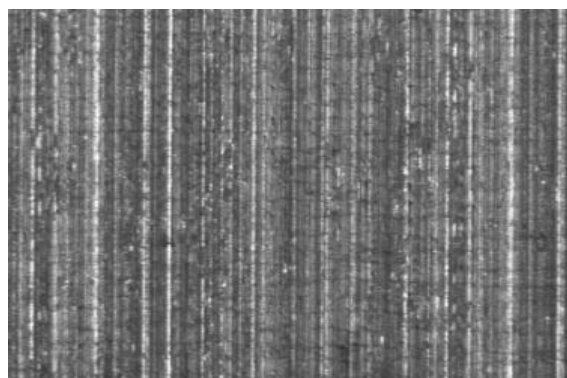
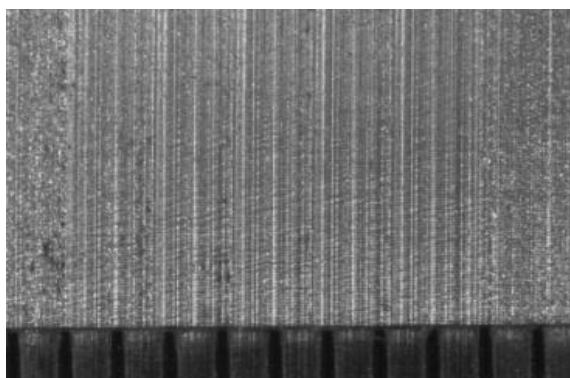


ΠΕΙΡΑΜΑ		12
Τεμάχιο		2
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	t_z	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	t_{xy}	1.5 mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	f_z	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]



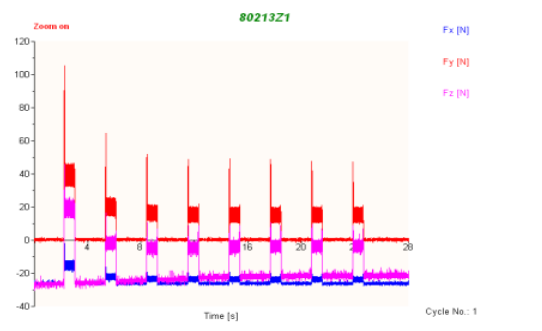
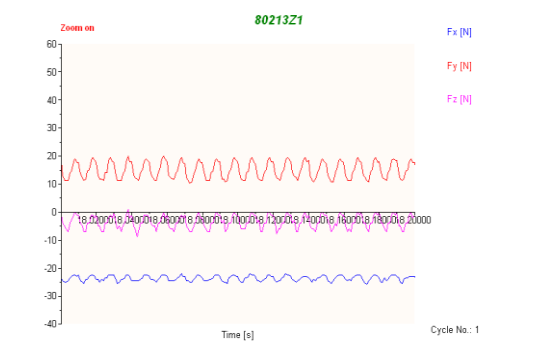
ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ



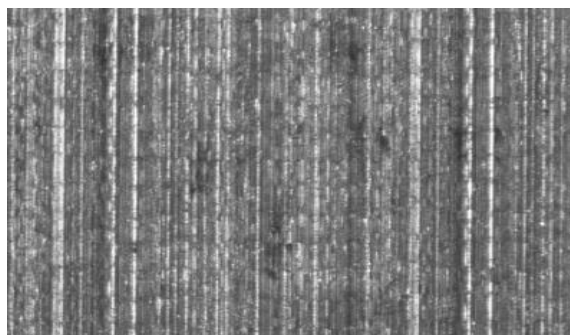
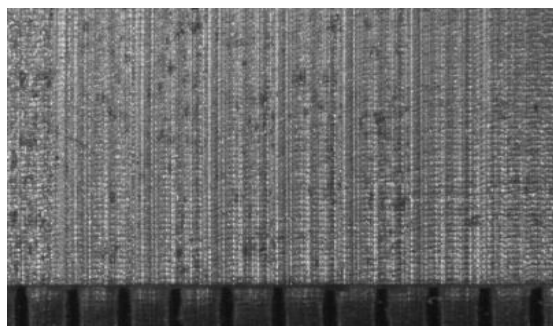
ΠΕΙΡΑΜΑ		13
Τεμάχιο		2
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	t_z	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	t_{xy}	1.3 mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	f_z	0.0 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	v_c	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x\max}$	$F_{y\max}$	$F_{z\max}$	$F_{x\min}$	$F_{y\min}$	$F_{z\min}$	$F_{x\text{mean}}$	$F_{y\text{mean}}$	$F_{z\text{mean}}$
-21.97	20.02	0.93	-26.37	9.77	-8.84	-23.58	15.02	-3.39



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

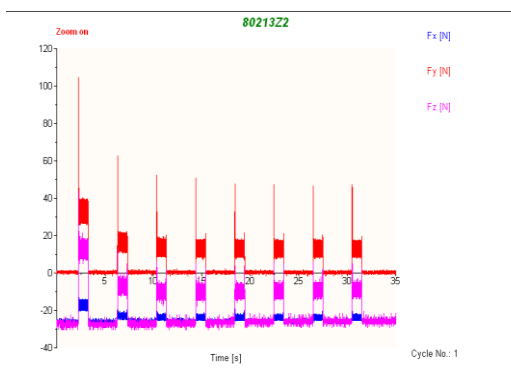
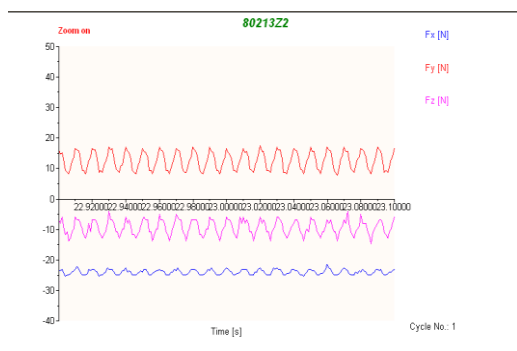




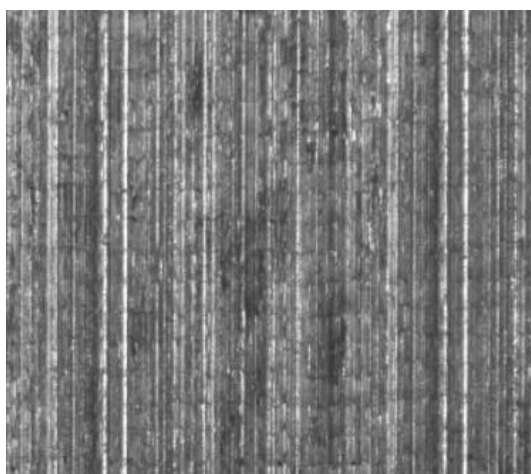
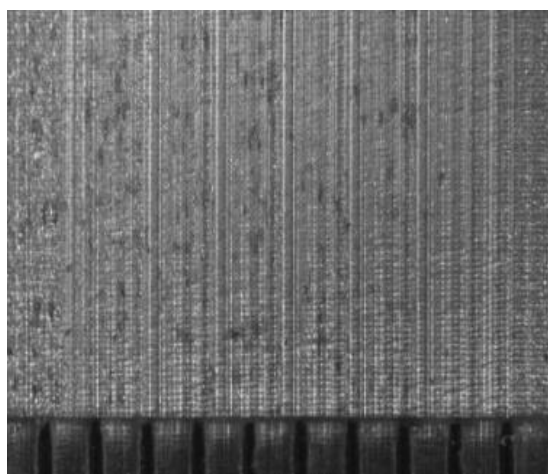
ΠΕΙΡΑΜΑ		14
Τεμάχιο		2
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-21.48	18.07	-3.95	-25.39	7.32	-14.7	-23.92	12.6	-9.3



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

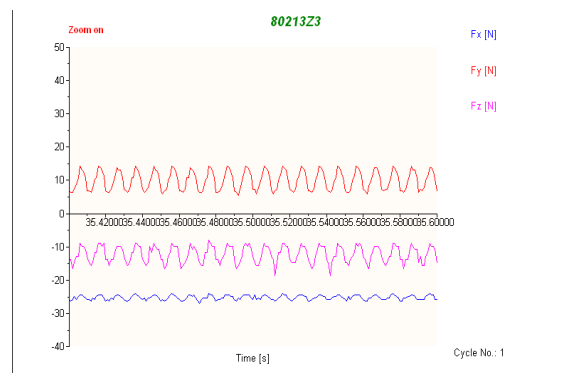
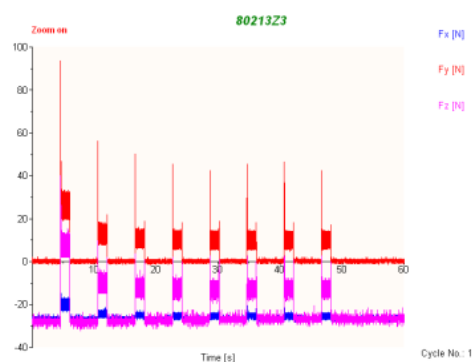




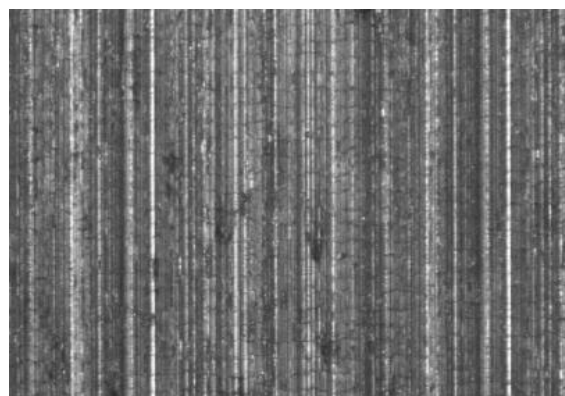
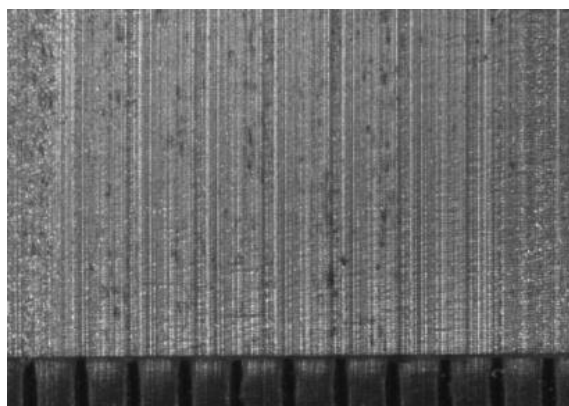
ΠΕΙΡΑΜΑ		15
Τεμάχιο		2
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-22.95	15.14	-7.86	-27.83	5.37	-18.6	-25.27	9.97	-12.24



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

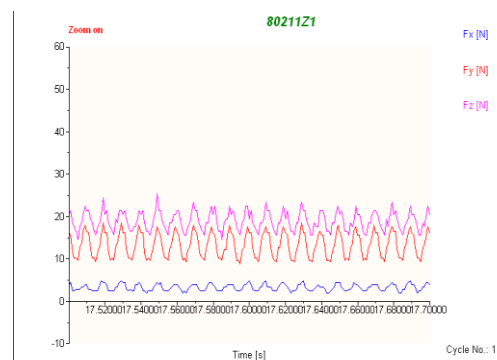
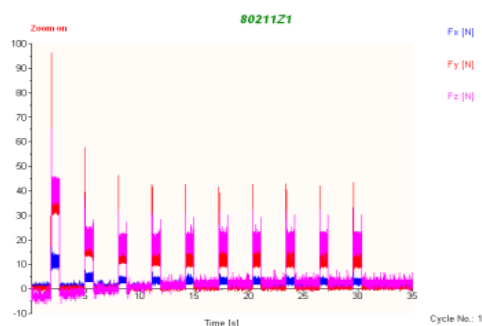




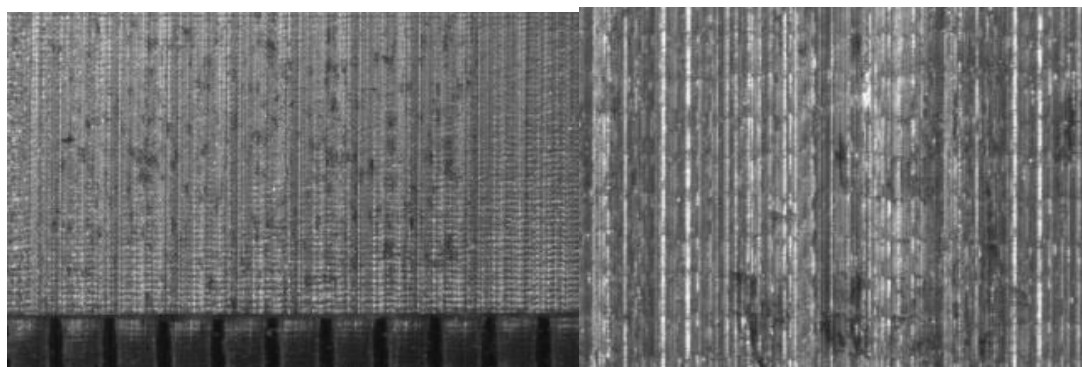
ΠΕΙΡΑΜΑ		16
Τεμάχιο		2
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
5.86	18.55	25.34	1.95	8.79	14.6	3.28	13.38	18.95



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

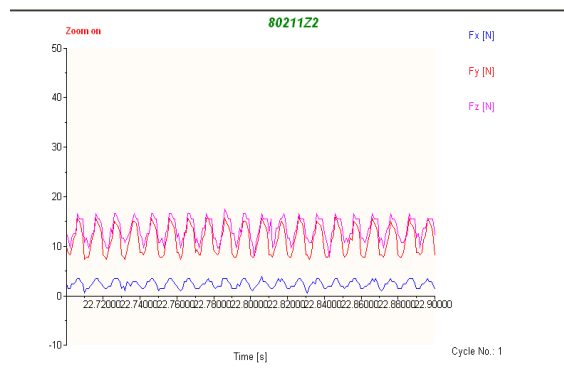
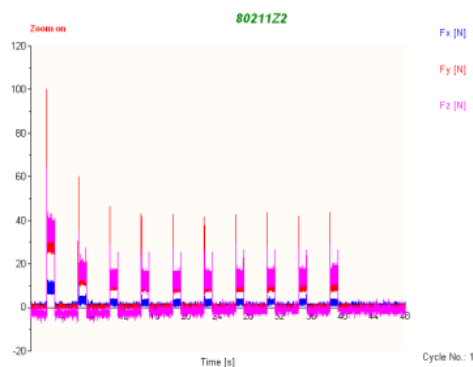




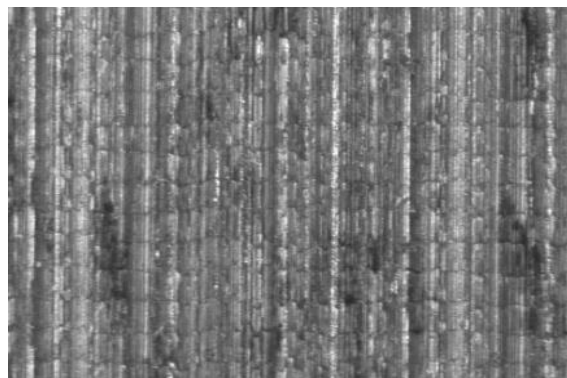
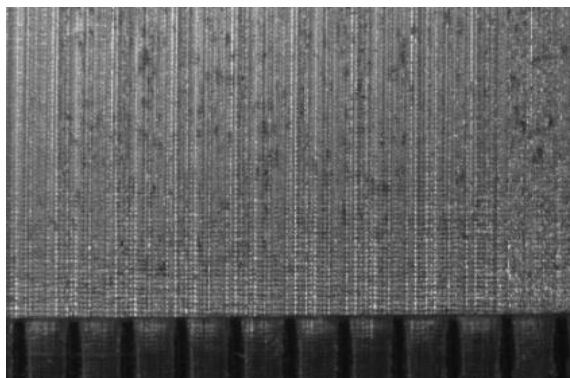
ΠΕΙΡΑΜΑ		17
Τεμάχιο		2
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.1 mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x_{max}}$	$F_{y_{max}}$	$F_{z_{max}}$	$F_{x_{min}}$	$F_{y_{min}}$	$F_{z_{min}}$	$F_{x_{mean}}$	$F_{y_{mean}}$	$F_{z_{mean}}$
4.39	16.6	17.53	0	7.32	6.79	2.43	11.51	13.32



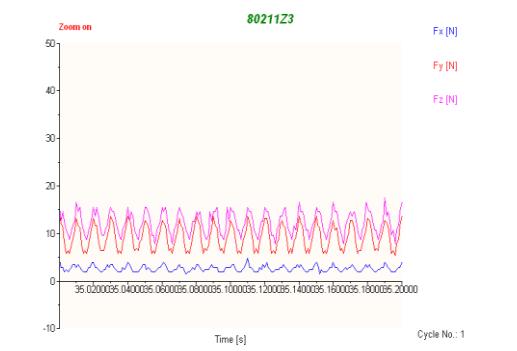
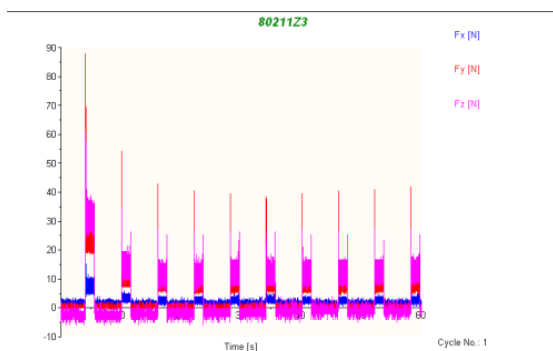
ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ



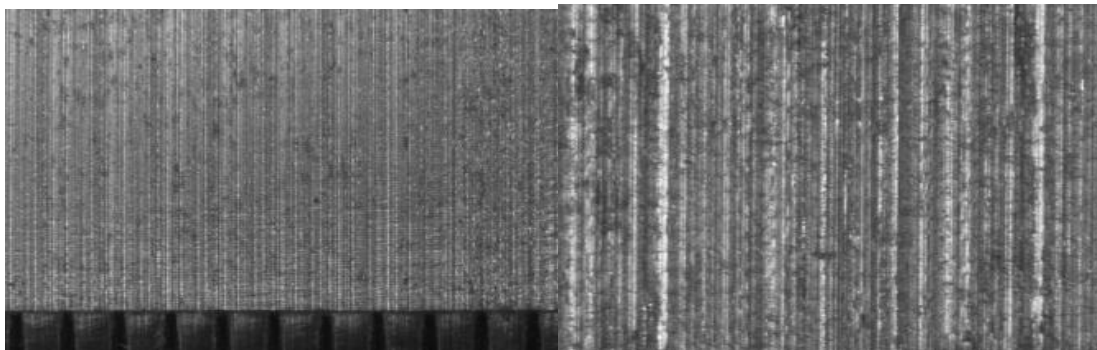
ΠΕΙΡΑΜΑ		18
Τεμάχιο		2
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	t_z	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	t_{xy}	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	f_z	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	v_c	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x_{max}}$	$F_{y_{max}}$	$F_{z_{max}}$	$F_{x_{min}}$	$F_{y_{min}}$	$F_{z_{min}}$	$F_{x_{mean}}$	$F_{y_{mean}}$	$F_{z_{mean}}$
4.88	14.16	18.51	1.46	5.37	7.77	2.66	9.21	1.2



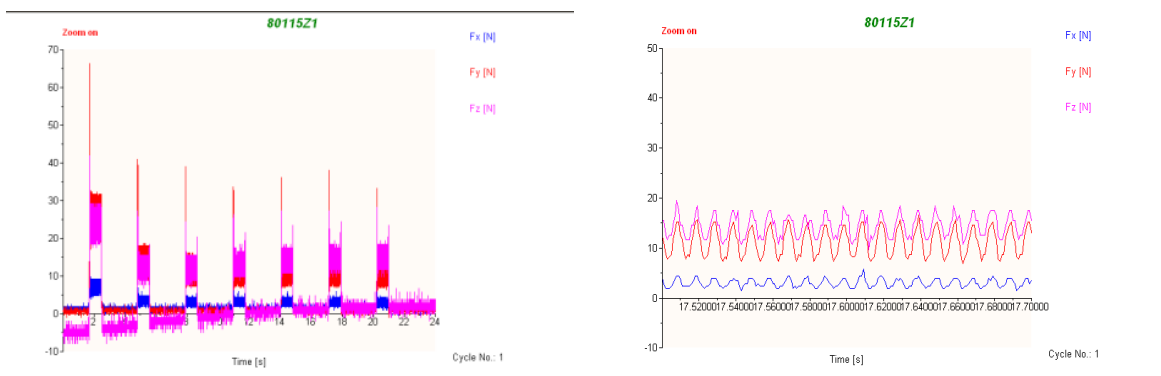
ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ



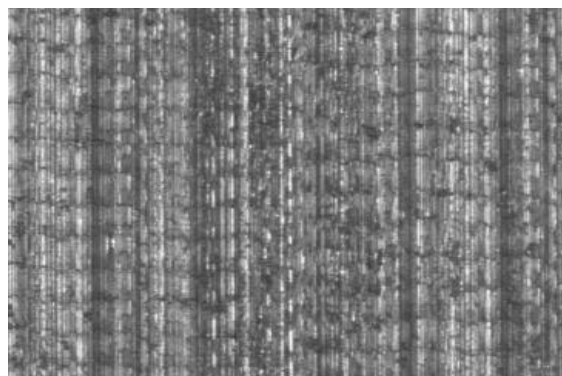
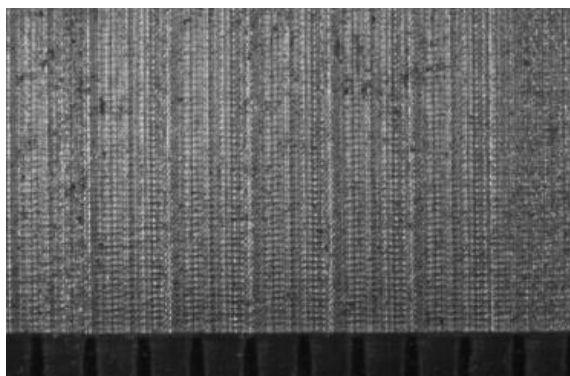


ΠΕΙΡΑΜΑ		19
Τεμάχιο		3
Είδος φραιζαρίσματος	(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ	
Κατεργαζόμενο υλικό	AL-5083	
Αξονικό βάθος	t_z	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	t_{xy}	1.5 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	f_z	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	v_c	120 m/min

$F_{x_{max}}$	$F_{y_{max}}$	$F_{z_{max}}$	$F_{x_{min}}$	$F_{y_{min}}$	$F_{z_{min}}$	$F_{x_{mean}}$	$F_{y_{mean}}$	$F_{z_{mean}}$
5.86	16.6	19.48	0.98	6.84	9.72	3.02	11.31	14.53
ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]								



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

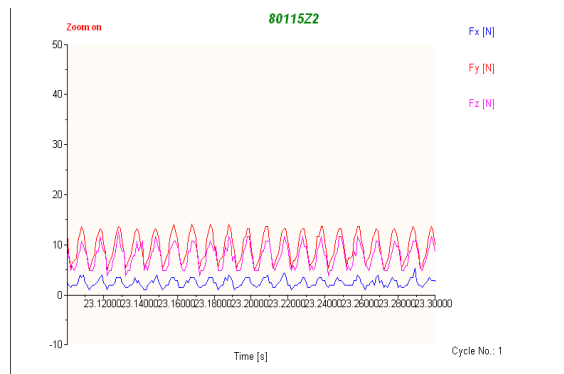
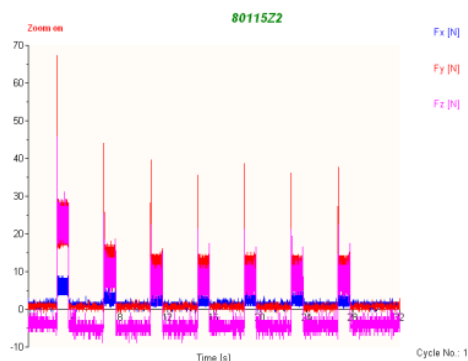




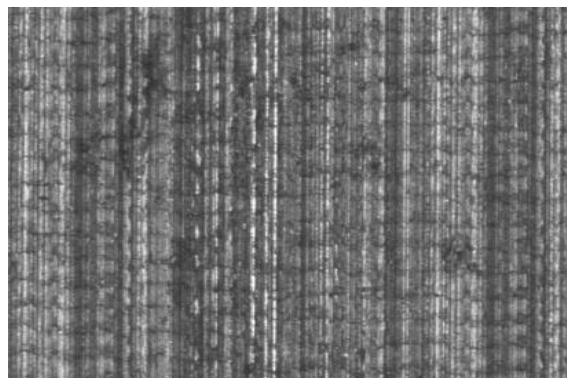
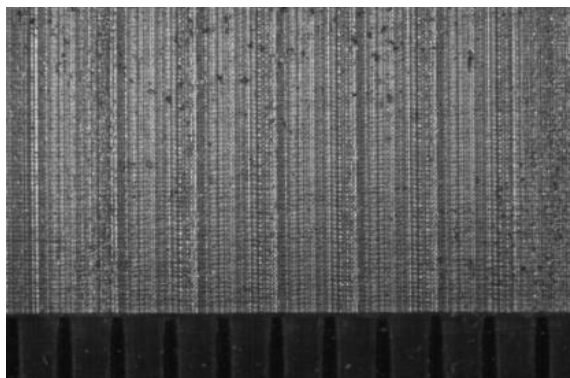
ΠΕΙΡΑΜΑ

Τεμάχιο	20
Είδος φραιζαρίσματος	3
Κατεργαζόμενο υλικό	(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Αξονικό βάθος	AL-5083
Ακτινικό βάθος	t_z 0.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	t_{xy} 1.5 mm
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	f_z 0.025 mm/rev,z
Ταχύτητα κοπής	φ 8 deg
	v_c 120 m/min

$F_{x_{max}}$	$F_{y_{max}}$	$F_{z_{max}}$	$F_{x_{min}}$	$F_{y_{min}}$	$F_{z_{min}}$	$F_{x_{mean}}$	$F_{y_{mean}}$	$F_{z_{mean}}$
5.37	14.65	13.62	0.49	4.88	3.86	2.42	9.63	7.76
ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]								



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

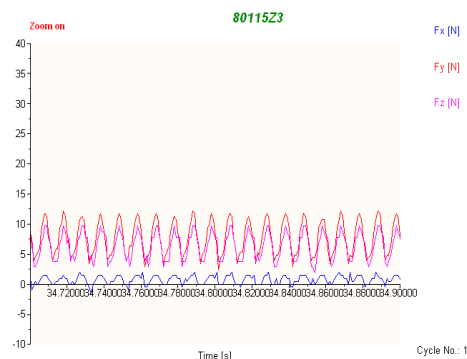
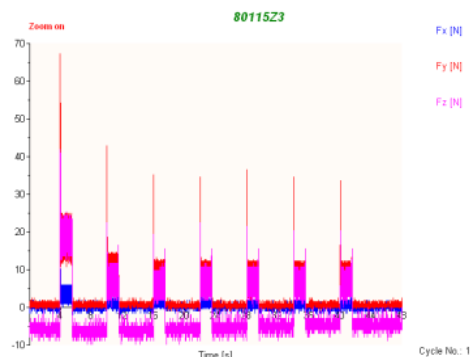




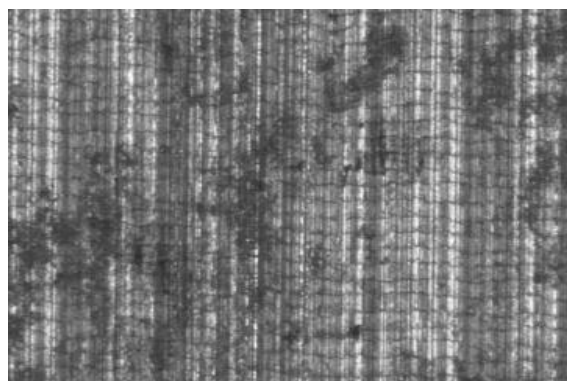
ΠΕΙΡΑΜΑ		21
Τεμάχιο		3
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.5 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	v _c	120 m/min

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
1.95	12.12	10.7	-1.46	1.95	0.93	0.79	7.74	6.45

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]



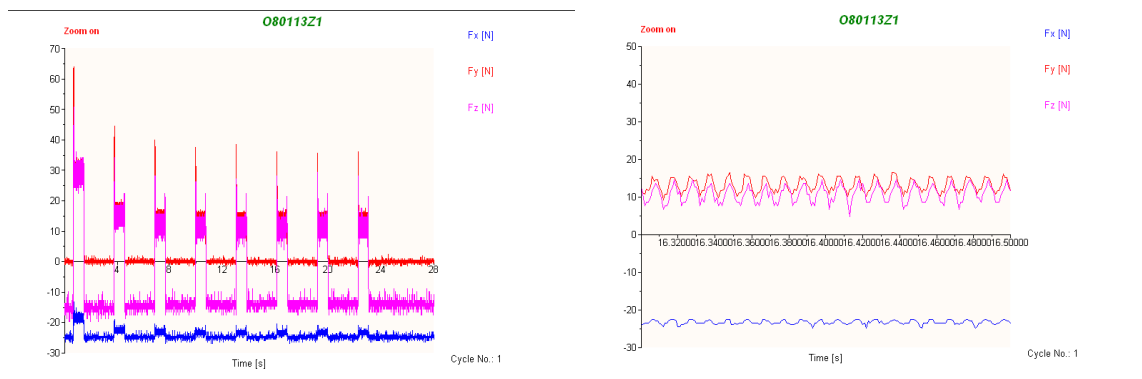
ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ



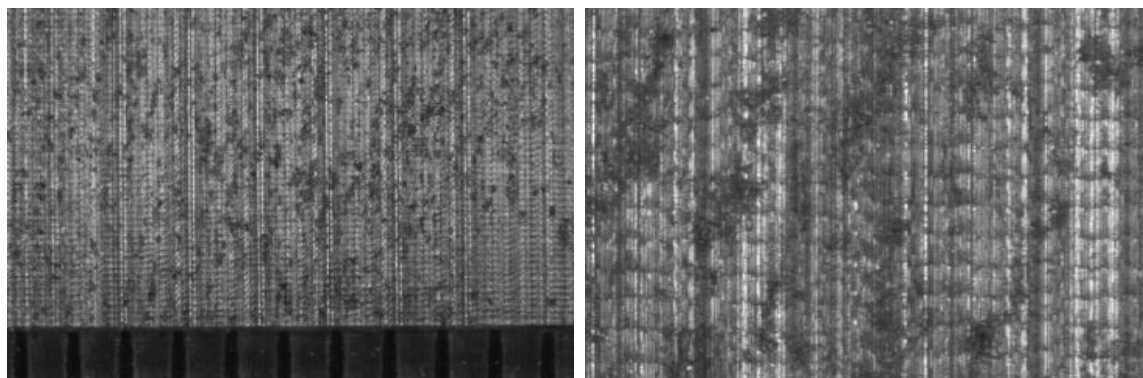


ΠΕΙΡΑΜΑ		22
Τεμάχιο		3
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

F _x max	F _y max	F _z max	F _x min	F _y min	F _z min	F _x mean	F _y mean	F _z mean
-21	17.09	17.53	-24.9	9.28	3.86	-23.16	13.31	11.13
ΔΥΝΑΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]								



ΤΟΠΟ ΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

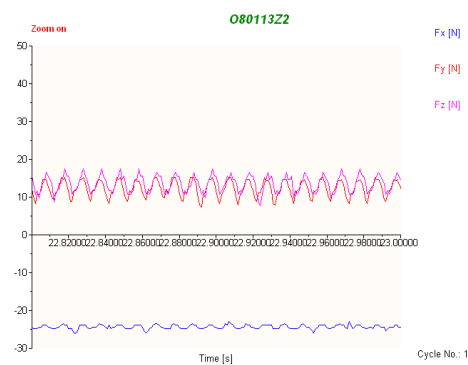
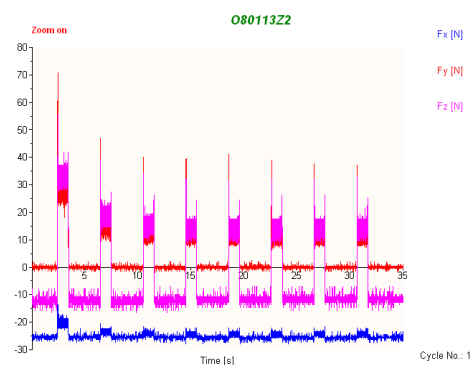


ΠΕΙΡΑΜΑ
Τεμάχιο
Είδος φραιζαρίσματος
Κατεργαζόμενο υλικό
Αξονικό βάθος
Ακτινικό βάθος
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)
Κλίση παράλληλα στην πρόωση
Ταχύτητα κοπής

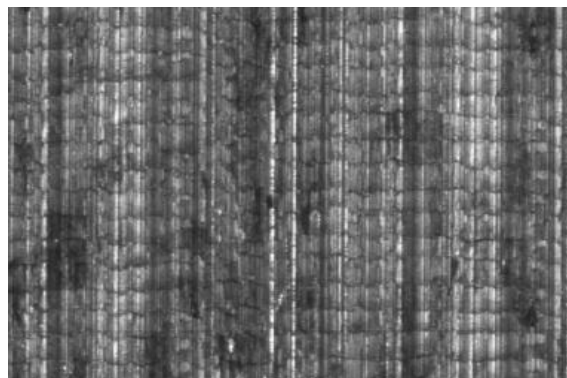
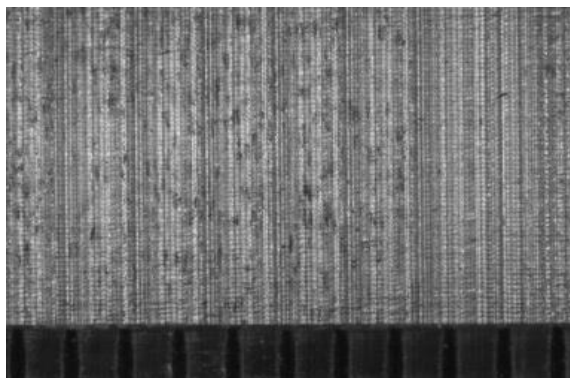
	23	
	3	
	(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ	
	AL-5083	
tz	0.1	mm
txy	1.3	mm
fz	0.025	mm/rev,z
φ	8	deg
vc	120	m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x\max}$	$F_{y\max}$	$F_{z\max}$	$F_{x\min}$	$F_{y\min}$	$F_{z\min}$	$F_{x\text{mean}}$	$F_{y\text{mean}}$	$F_{z\text{mean}}$
-22.95	15.62	18.51	-25.88	6.84	7.77	-24.36	12.29	13.76



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

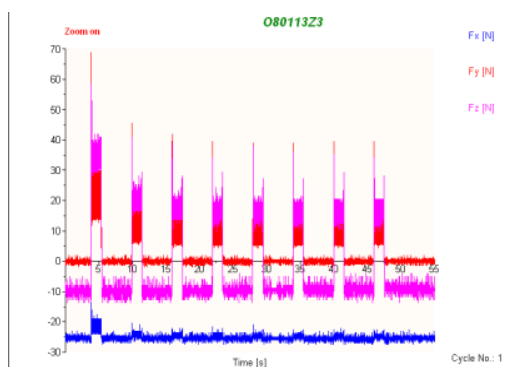
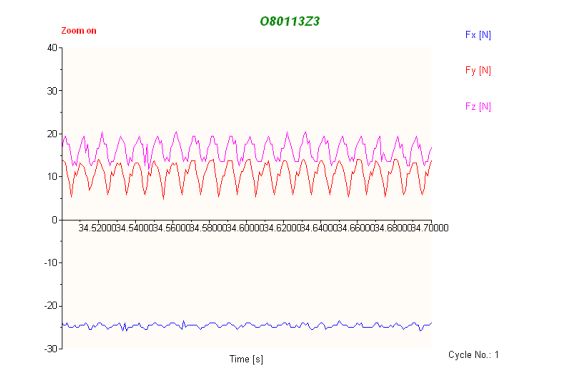




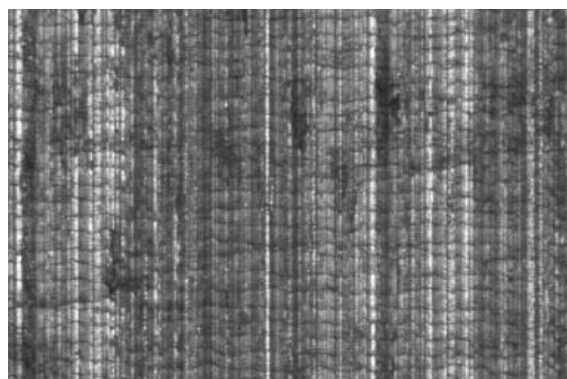
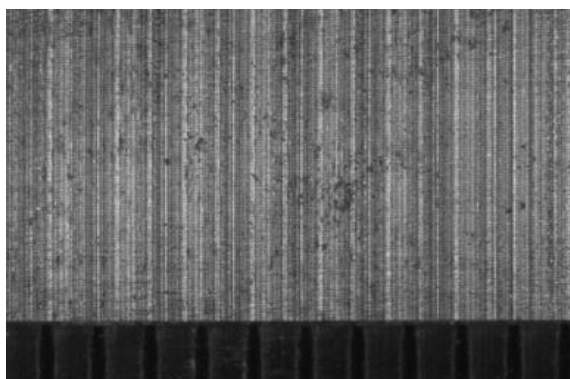
ΠΕΙΡΑΜΑ			24
Τεμάχιο			3
Είδος φραιζαρίσματος			(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό			AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1	mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.3	mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016	mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8	deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120	m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-22.46	14.65	21.44	-26.37	4.88	10.7	-24.52	10.68	16.19



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

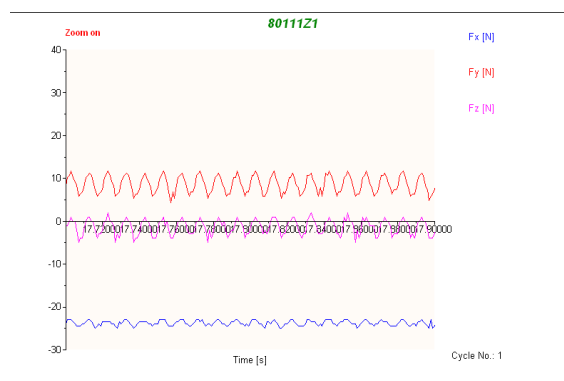
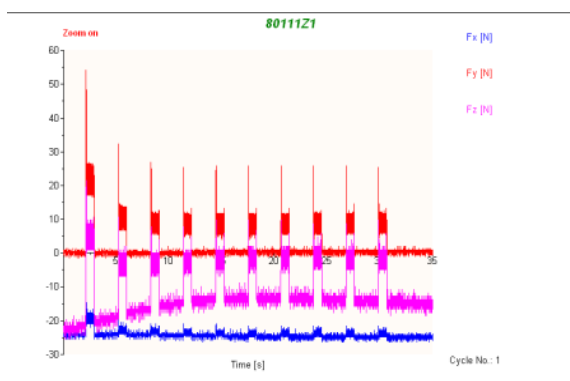




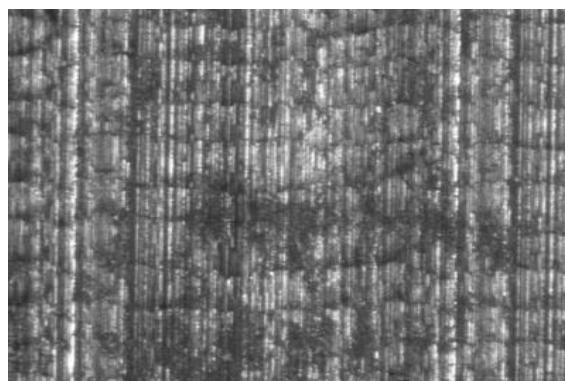
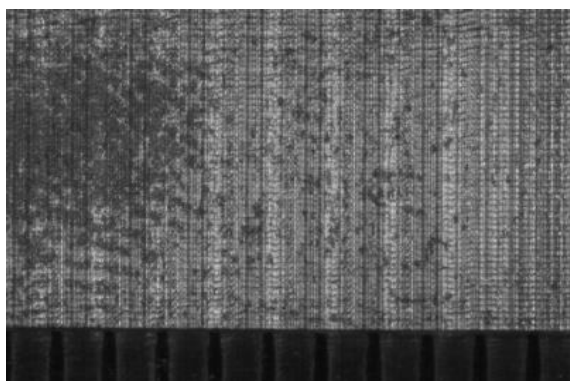
ΠΕΙΡΑΜΑ		25
Τεμάχιο		3
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

Fx _{max}	Fy _{max}	Fz _{max}	Fx _{min}	Fy _{min}	Fz _{min}	Fx _{mean}	Fy _{mean}	Fz _{mean}
-22.46	11.72	1.91	-25.39	4.39	-5.91	-23.73	8.59	-1.49



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

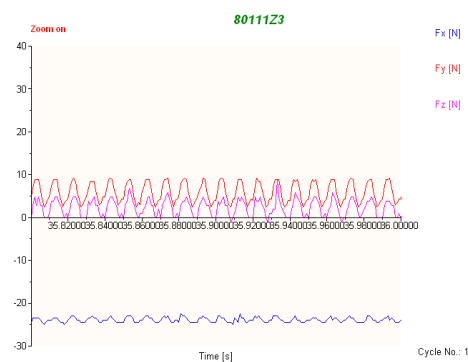
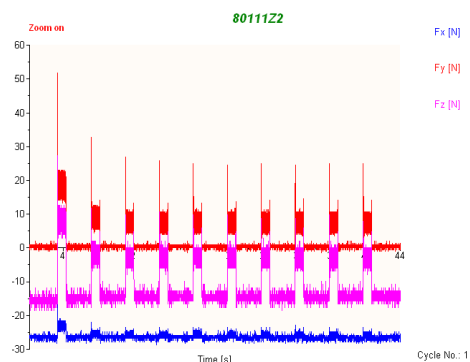




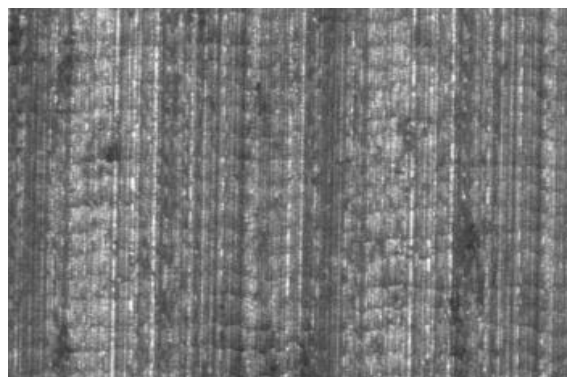
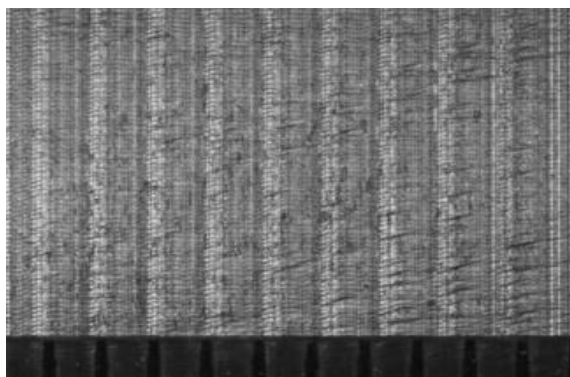
ΠΕΙΡΑΜΑ		26
Τεμάχιο		3
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.1 mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-23.93	11.72	1.91	-27.83	3.91	-5.91	-25.92	7.52	-2.74



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

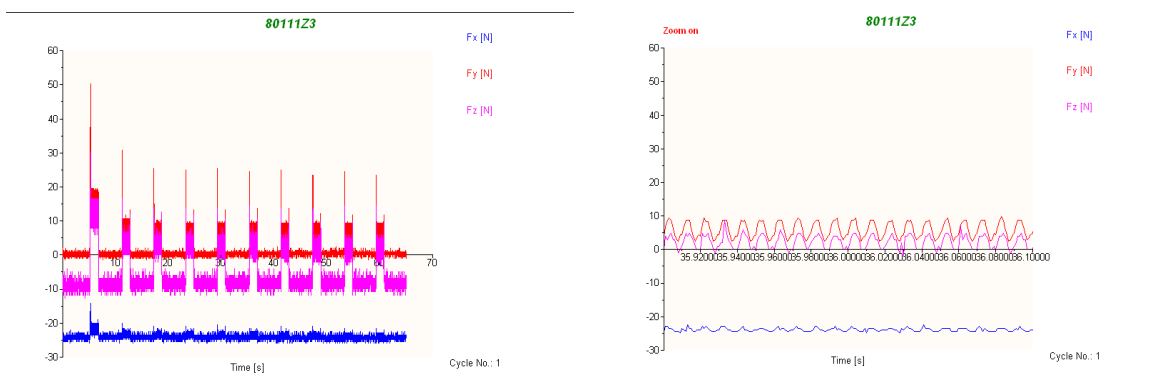




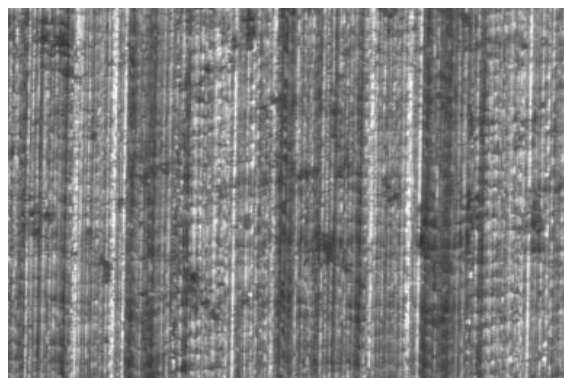
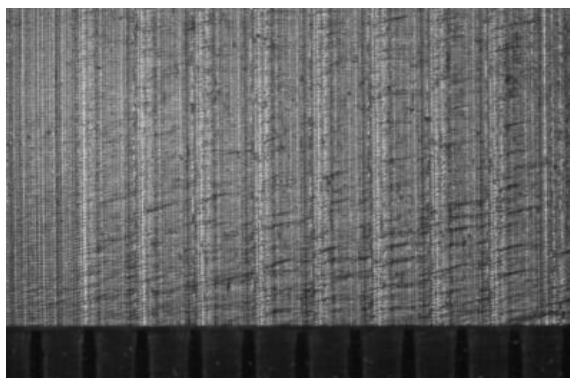
ΠΕΙΡΑΜΑ		27
Τεμάχιο		3
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

Fx _{max}	Fy _{max}	Fz _{max}	Fx _{min}	Fy _{min}	Fz _{min}	Fx _{mean}	Fy _{mean}	Fz _{mean}
-21.48	10.25	8.74	-25.39	2.44	-2	-23.83	5.83	2.21



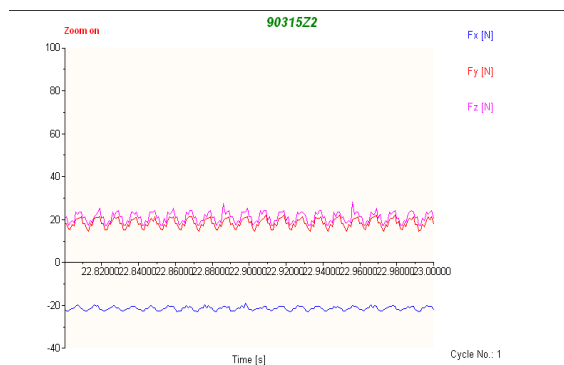
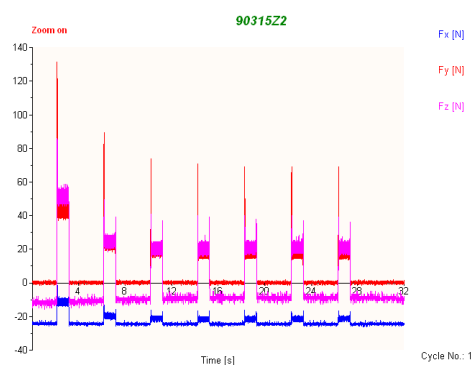
ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ



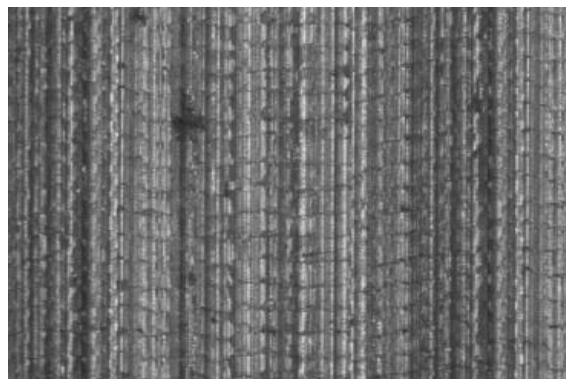
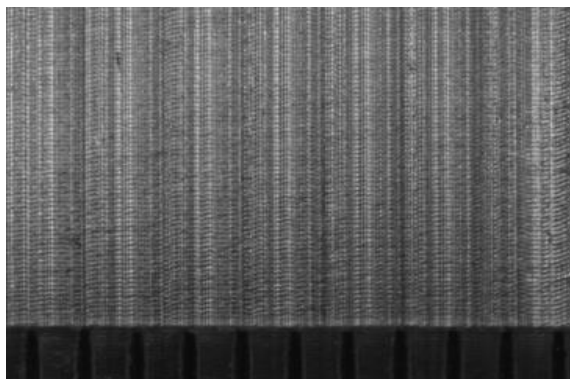
ΠΕΙΡΑΜΑ		28
Τεμάχιο		4
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	t_z	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t_{xy}	1.5 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	f_z	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	v_c	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x\max}$	$F_{y\max}$	$F_{z\max}$	$F_{x\min}$	$F_{y\min}$	$F_{z\min}$	$F_{x\text{mean}}$	$F_{y\text{mean}}$	$F_{z\text{mean}}$
-19.04	24.9	36.09	-22.46	16.6	26.32	-21.07	20.92	30.57



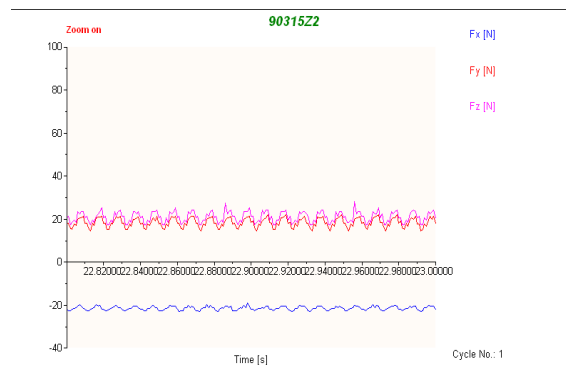
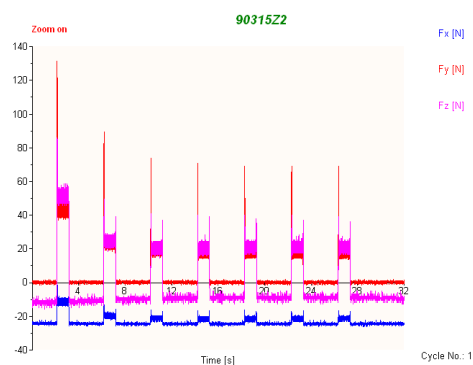
ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ



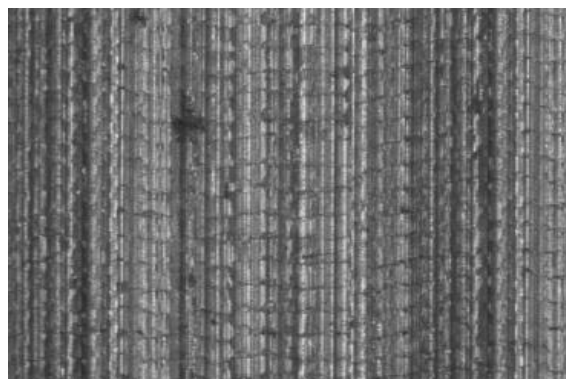
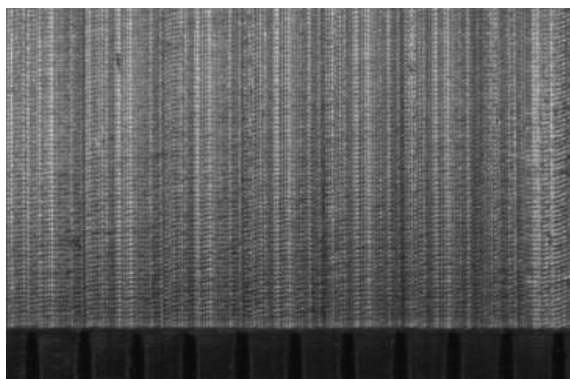
ΠΕΙΡΑΜΑ		29
Τεμάχιο		4
Είδος φραιζαρίσματος	(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ	
Κατεργαζόμενο υλικό	AL-5083	
Αξονικό βάθος	t_z	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t_{xy}	1.5 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	f_z	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	v_c	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x_{max}}$	$F_{y_{max}}$	$F_{z_{max}}$	$F_{x_{min}}$	$F_{y_{min}}$	$F_{z_{min}}$	$F_{x_{mean}}$	$F_{y_{mean}}$	$F_{z_{mean}}$
-19.04	22.95	28.27	-23.44	14.16	16.55	-21.38	18.34	20.95



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

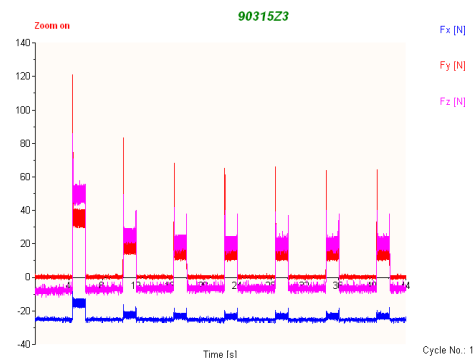
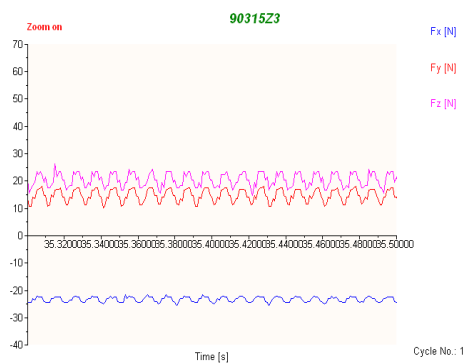




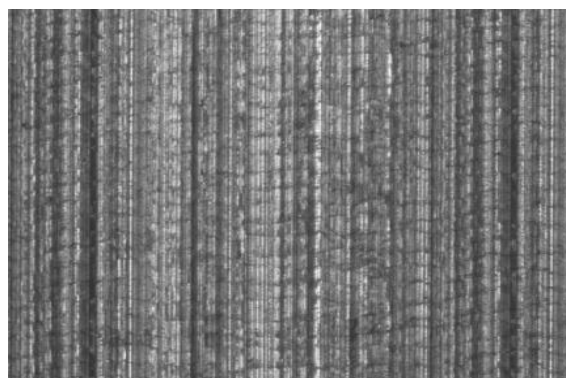
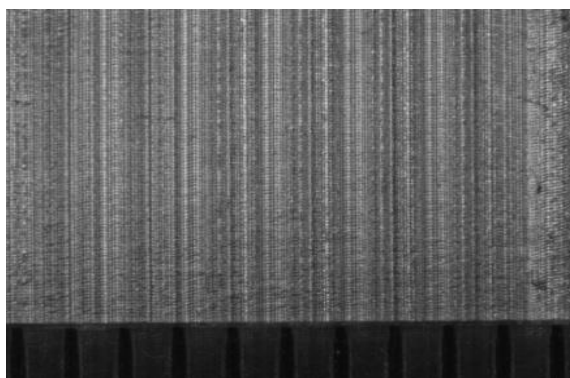
ΠΕΙΡΑΜΑ		30
Τεμάχιο		4
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.5 mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x_{max}}$	$F_{y_{max}}$	$F_{z_{max}}$	$F_{x_{min}}$	$F_{y_{min}}$	$F_{z_{min}}$	$F_{x_{mean}}$	$F_{y_{mean}}$	$F_{z_{mean}}$
-21	18.07	27.3	-26.37	9.77	14.6	-23.24	14.77	20.45



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

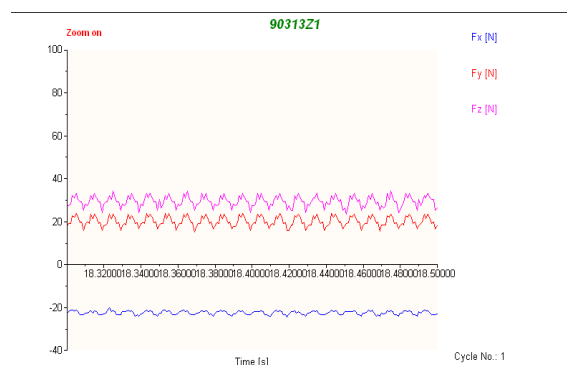
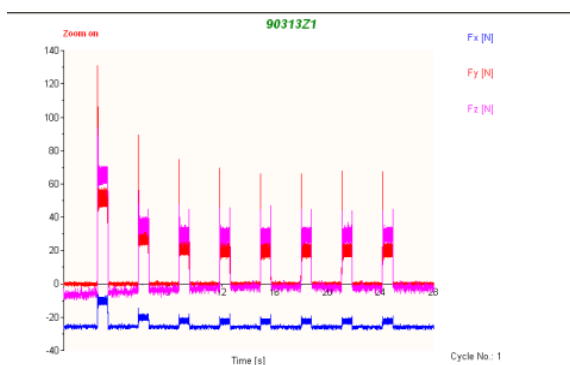




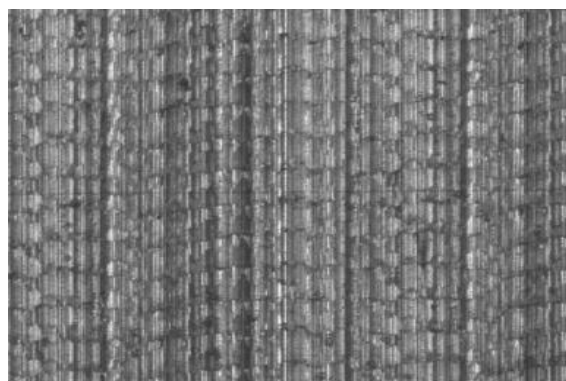
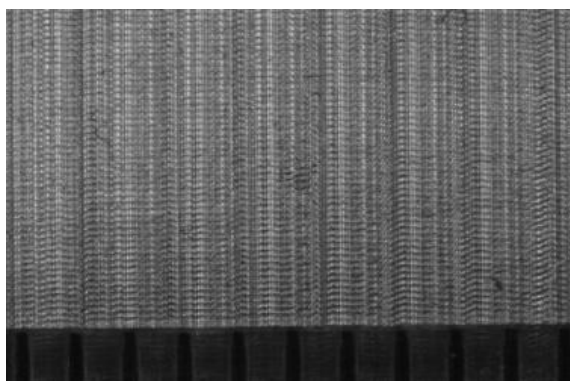
ΠΕΙΡΑΜΑ		31
Τεμάχιο		4
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.3 mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-20.02	24.41	34.13	-24.41	15.14	23.39	-22.41	20.14	29.49



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

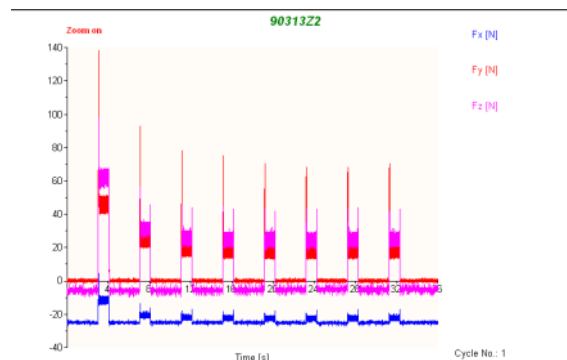
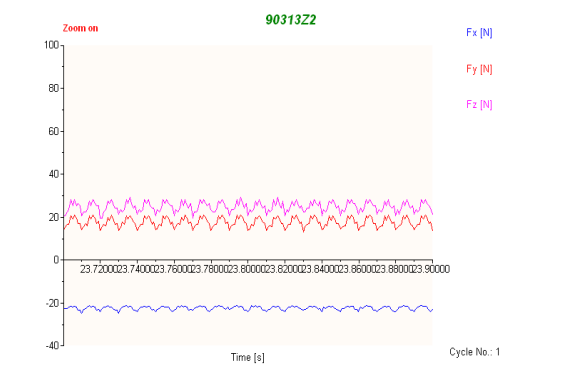




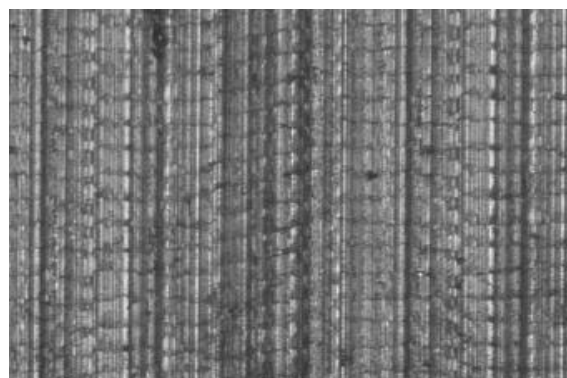
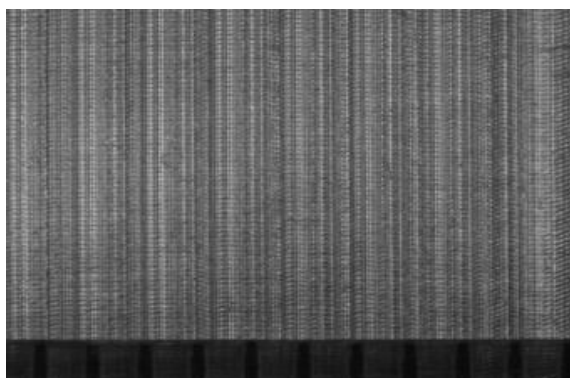
ΠΕΙΡΑΜΑ		32
Τεμάχιο		4
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.3 mm
Πρώση (ανάστροφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρώση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-20.51	21.48	29.59	-24.9	12.7	17.53	-22.4	17.66	24.79



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

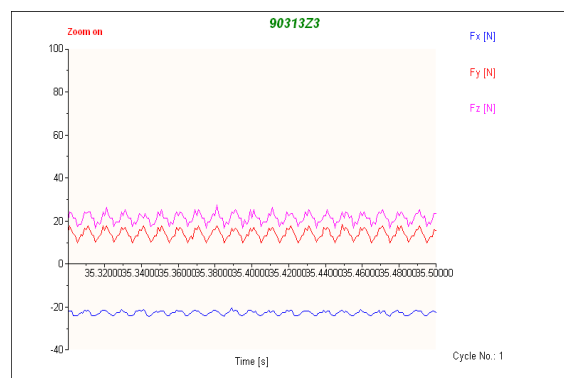
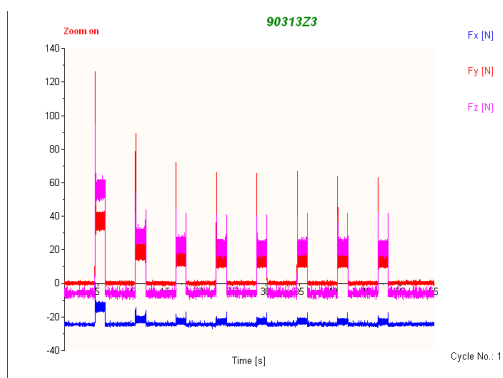




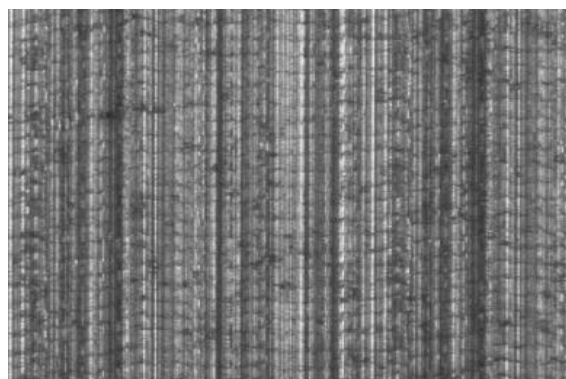
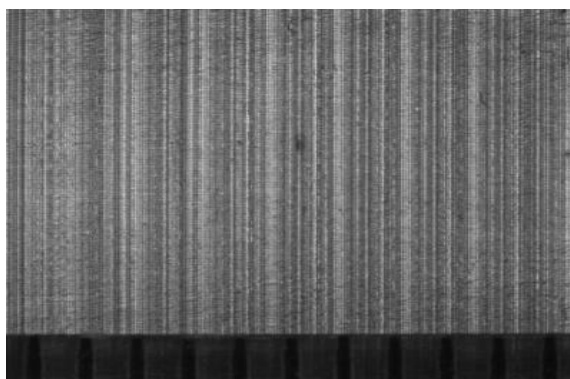
ΠΕΙΡΑΜΑ		33
Τεμάχιο		4
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

Fx _{max}	Fy _{max}	Fz _{max}	Fx _{min}	Fy _{min}	Fz _{min}	Fx _{mean}	Fy _{mean}	Fz _{mean}
-20.51	18.55	27.3	-24.41	9.28	16.55	-22.67	14.06	21.33



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

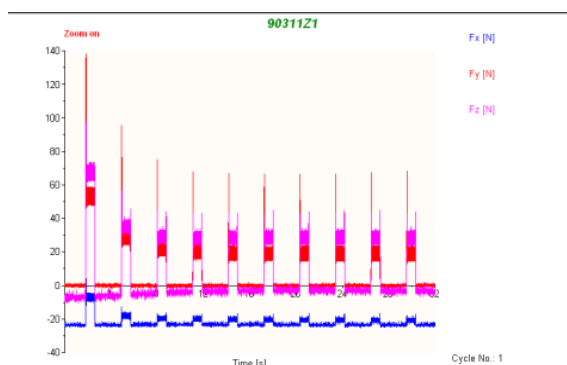
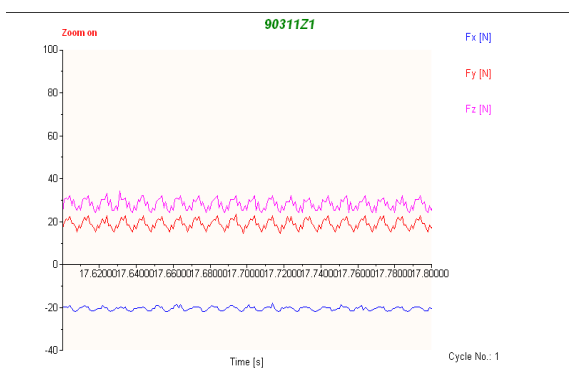




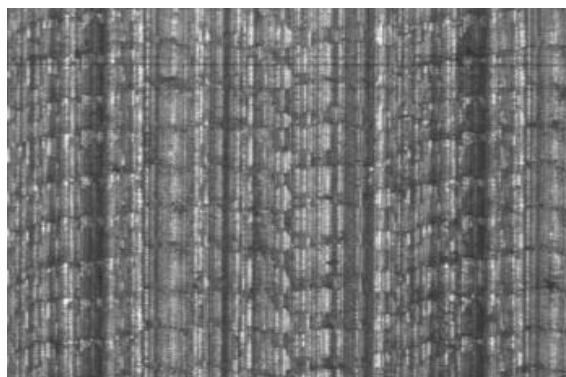
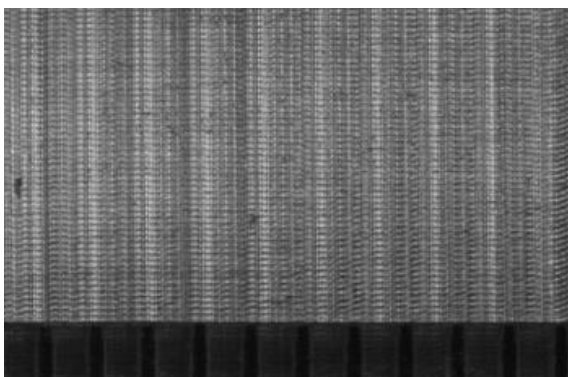
ΠΕΙΡΑΜΑ		34
Τεμάχιο		4
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

Fx _{max}	Fy _{max}	Fz _{max}	Fx _{min}	Fy _{min}	Fz _{min}	Fx _{mean}	Fy _{mean}	Fz _{mean}
-18.07	23.44	34.13	-22.46	14.65	24.37	-20.46	19	28.14



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

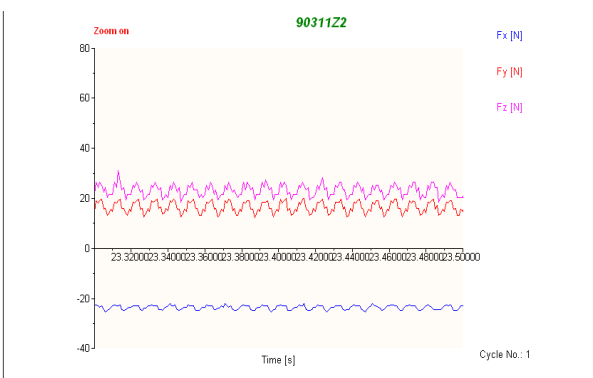
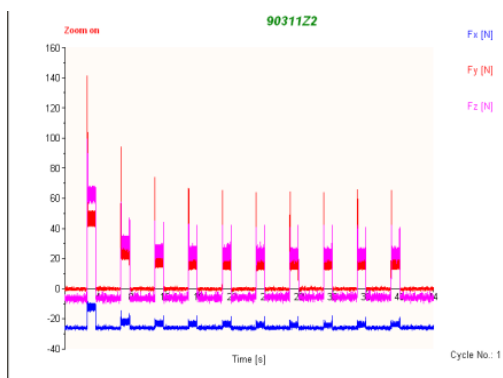




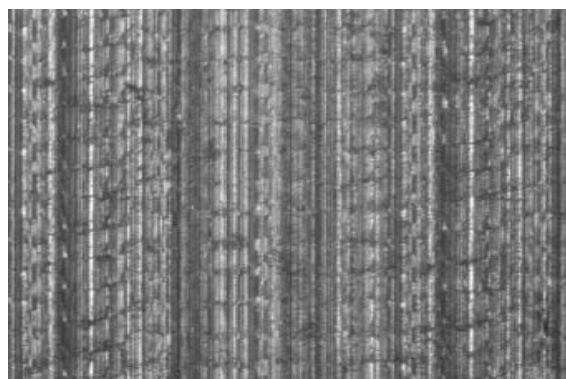
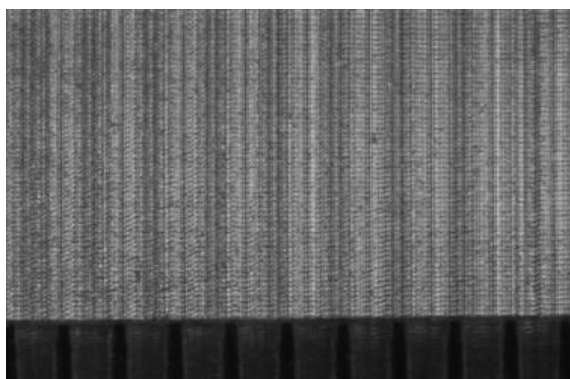
ΠΕΙΡΑΜΑ		35
Τεμάχιο		4
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

Fx _{max}	Fy _{max}	Fz _{max}	Fx _{min}	Fy _{min}	Fz _{min}	Fx _{mean}	Fy _{mean}	Fz _{mean}
-21.97	20.5	31.2	-26.37	11.72	17.53	-23.58	16.43	23.07



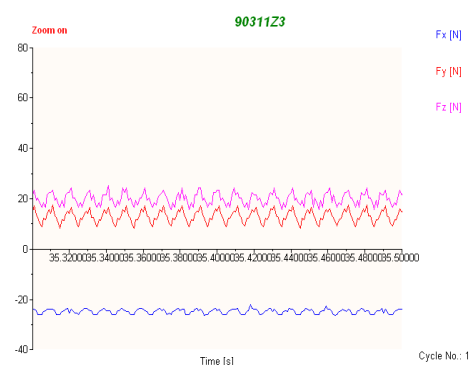
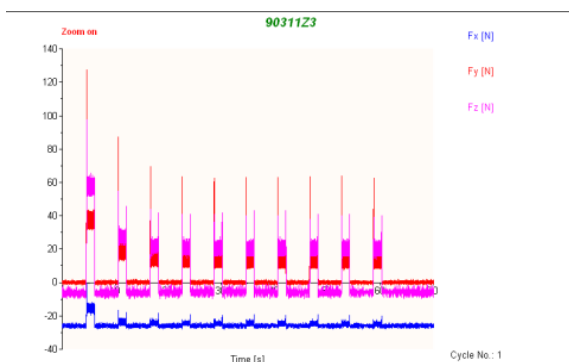
ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ



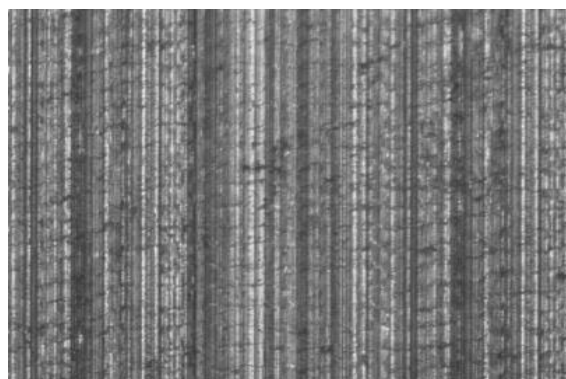
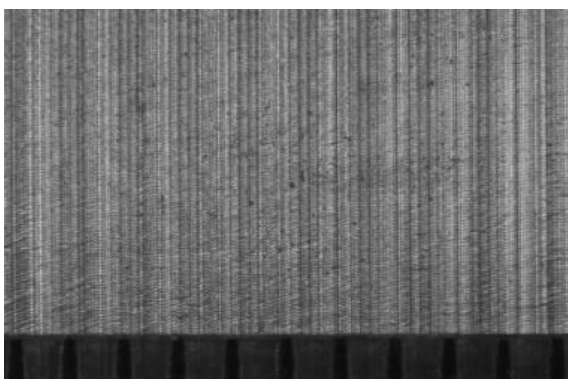
ΠΕΙΡΑΜΑ		36
Τεμάχιο		4
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	t_z	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t_{xy}	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	f_z	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	v_c	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x_{max}}$	$F_{y_{max}}$	$F_{z_{max}}$	$F_{x_{min}}$	$F_{y_{min}}$	$F_{z_{min}}$	$F_{x_{mean}}$	$F_{y_{mean}}$	$F_{z_{mean}}$
-21.97	17.58	26.32	-26.37	7.81	15.58	-24.75	12.98	20.02



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

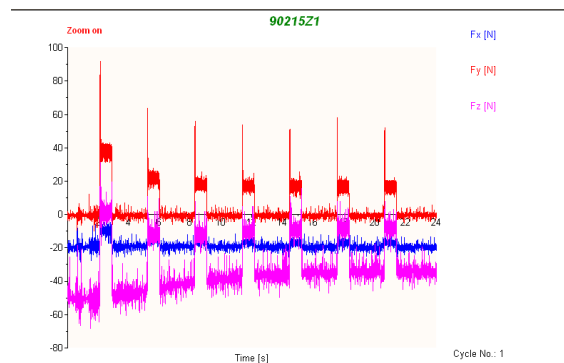
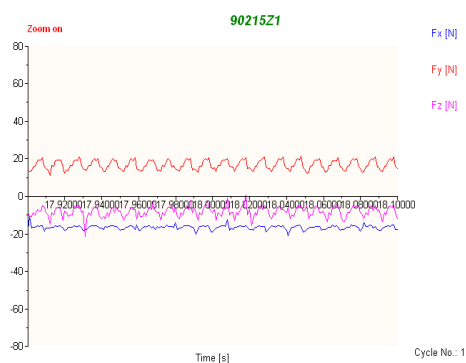




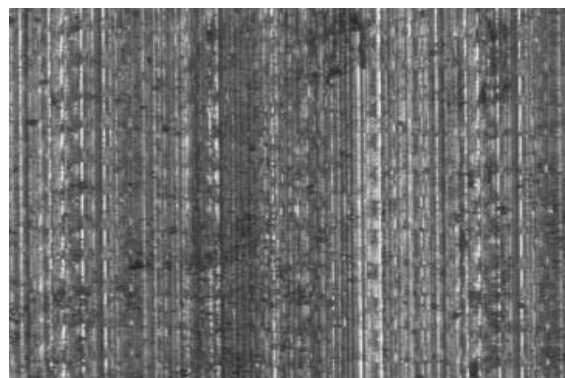
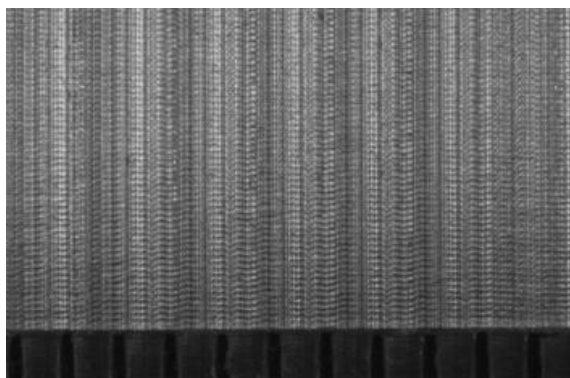
ΠΕΙΡΑΜΑ		37
Τεμάχιο		5
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.5 mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

Fx _{max}	Fy _{max}	Fz _{max}	Fx _{min}	Fy _{min}	Fz _{min}	Fx _{mean}	Fy _{mean}	Fz _{mean}
-10.25	22.95	7.77	-22.46	10.25	-21.53	-16.55	16.09	-8.02



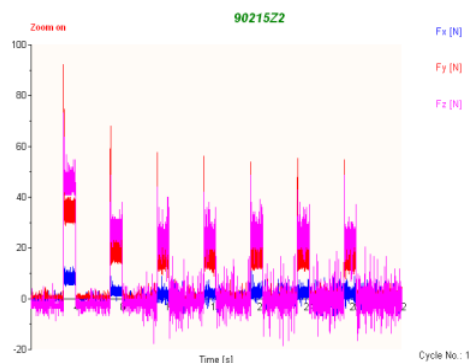
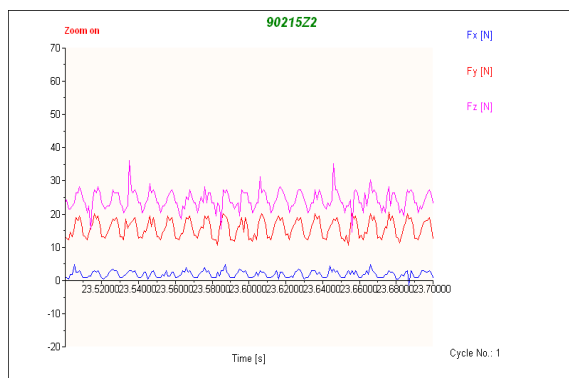
ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ



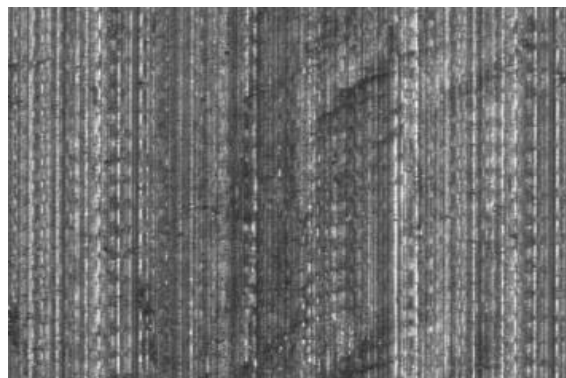
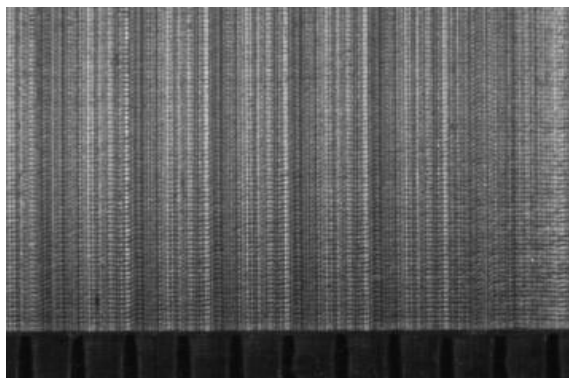
ΠΕΙΡΑΜΑ		38
Τεμάχιο		5
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	t_z	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	t_{xy}	1.5 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	f_z	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	v_c	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x_{max}}$	$F_{y_{max}}$	$F_{z_{max}}$	$F_{x_{min}}$	$F_{y_{min}}$	$F_{z_{min}}$	$F_{x_{mean}}$	$F_{y_{mean}}$	$F_{z_{mean}}$
7.81	25.39	38.04	-2.93	10.74	14.6	1.96	15.78	24.29



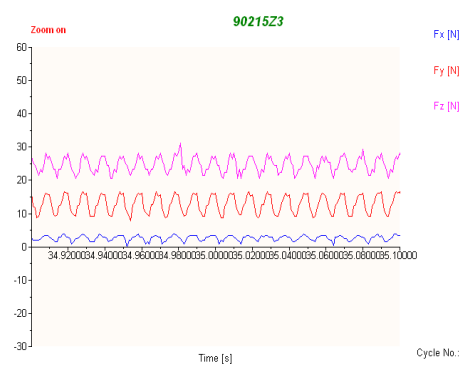
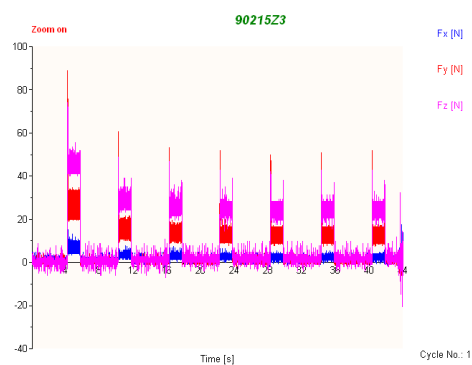
ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ



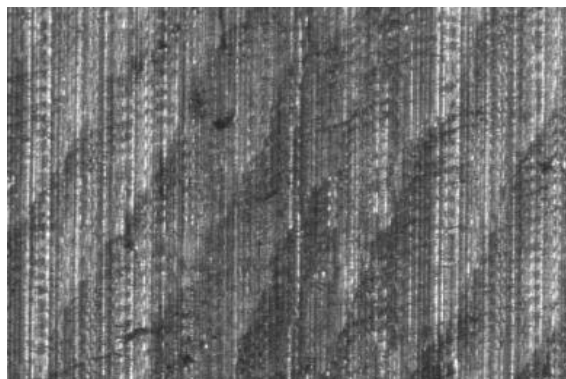
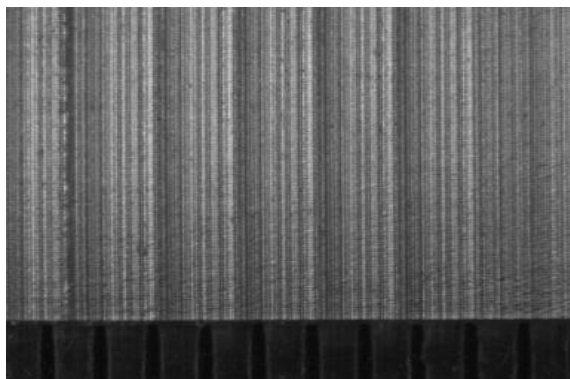


ΠΕΙΡΑΜΑ		39
Τεμάχιο		5
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.5 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

Fx _{max}	Fy _{max}	Fz _{max}	Fx _{min}	Fy _{min}	Fz _{min}	Fx _{mean}	Fy _{mean}	Fz _{mean}
5.37	19.53	31.2	-0.49	7.32	15.58	2.66	12.9	24.68
ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]								



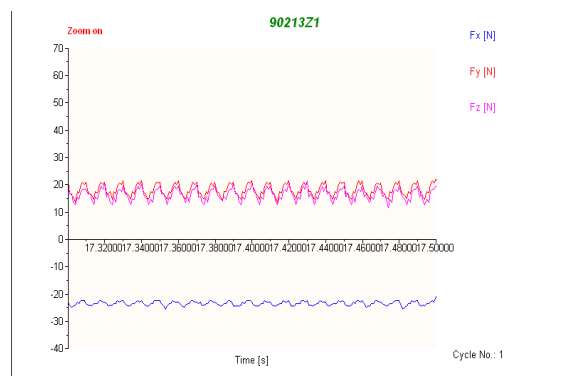
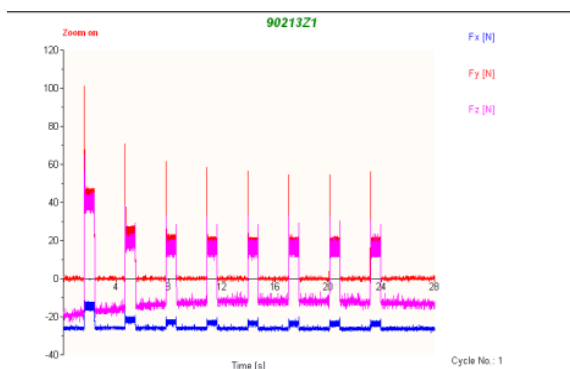
ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ



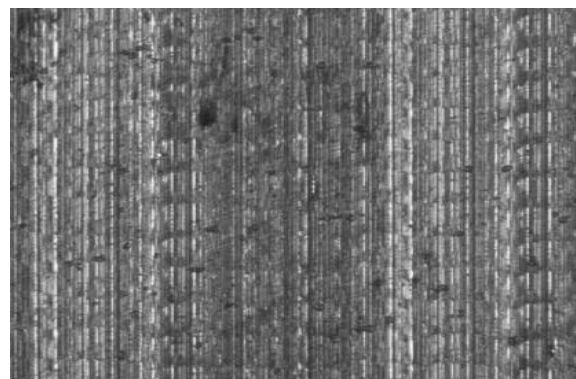
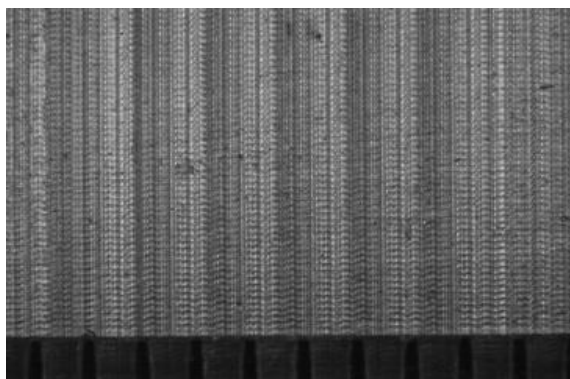
ΠΕΙΡΑΜΑ		40
Τεμάχιο		5
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	t_z	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	t_{xy}	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	f_z	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	v_c	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x\max}$	$F_{y\max}$	$F_{z\max}$	$F_{x\min}$	$F_{y\min}$	$F_{z\min}$	$F_{x\text{mean}}$	$F_{y\text{mean}}$	$F_{z\text{mean}}$
-21	22.95	21.44	-25.88	13.18	11.67	-23.45	18.1	16.38



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

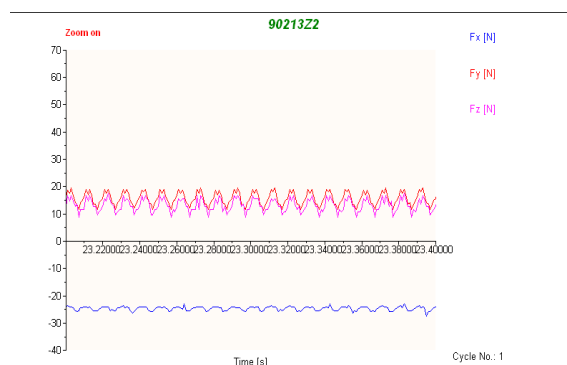
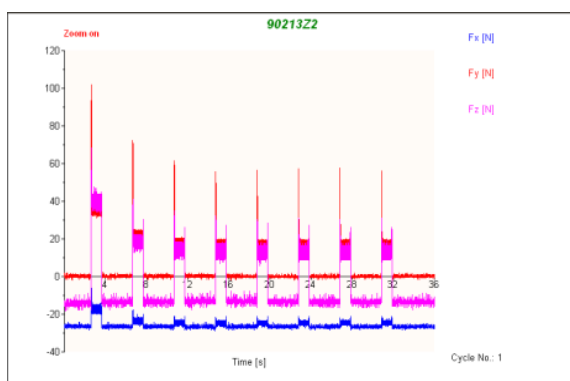




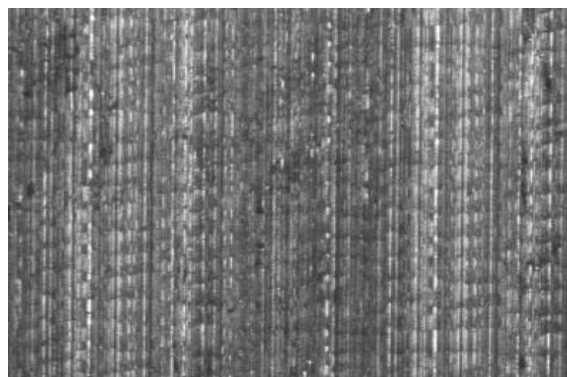
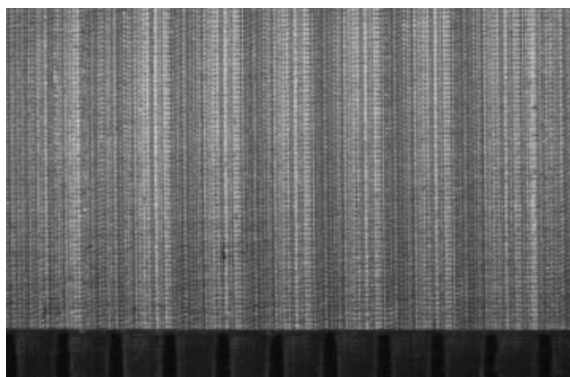
ΠΕΙΡΑΜΑ		41
Τεμάχιο		5
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x\max}$	$F_{y\max}$	$F_{z\max}$	$F_{x\min}$	$F_{y\min}$	$F_{z\min}$	$F_{x\text{mean}}$	$F_{y\text{mean}}$	$F_{z\text{mean}}$
-22.95	20.02	20.46	-27.744	11.23	7.77	-24.6	15.6	13.09



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

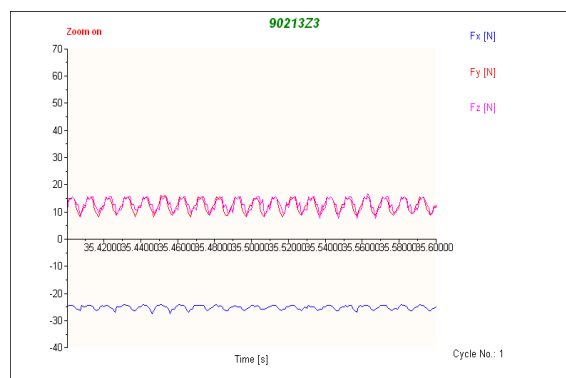
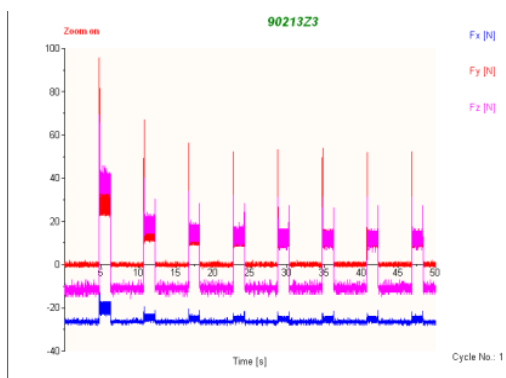




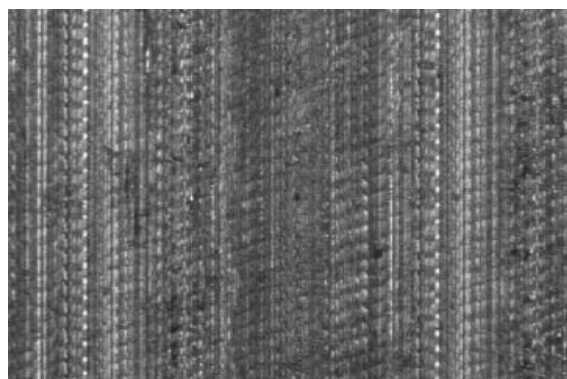
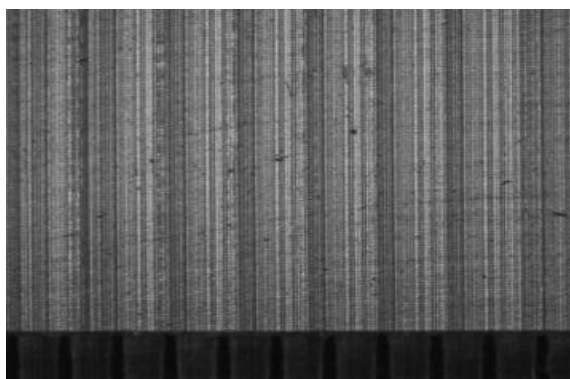
ΠΕΙΡΑΜΑ		42
Τεμάχιο		5
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

Fx _{max}	Fy _{max}	Fz _{max}	Fx _{min}	Fy _{min}	Fz _{min}	Fx _{mean}	Fy _{mean}	Fz _{mean}
-23.93	16.11	16.55	-27.83	7.32	6.79	-25.17	12.39	12.77



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

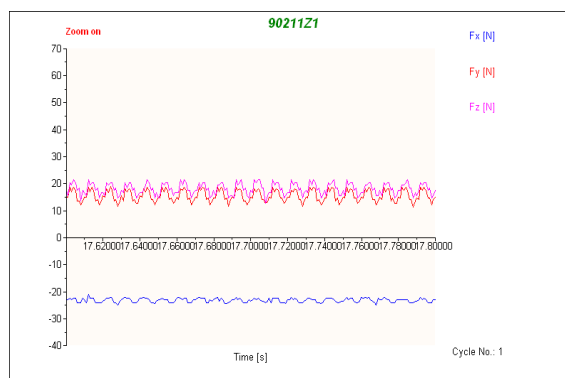
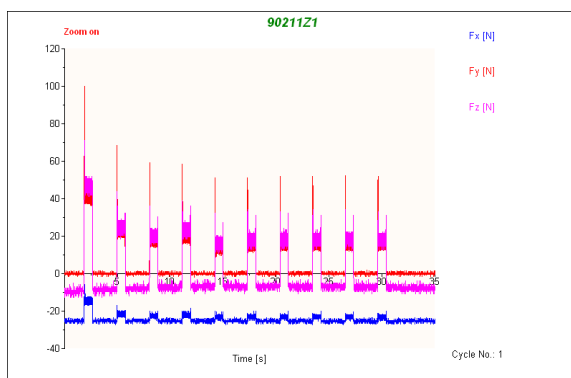




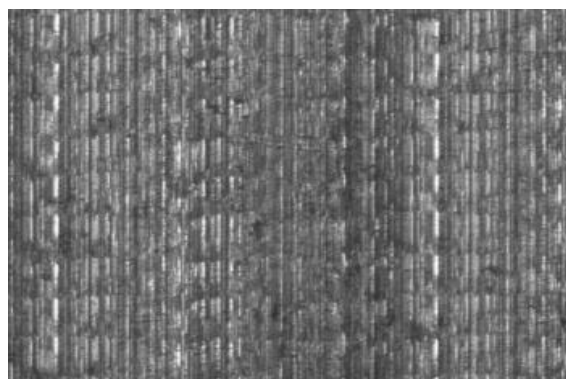
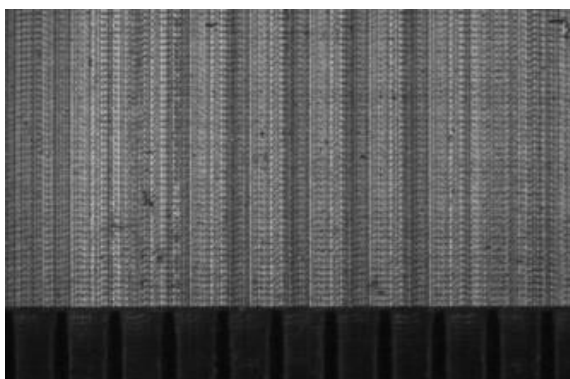
ΠΕΙΡΑΜΑ		43
Τεμάχιο		5
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x\max}$	$F_{y\max}$	$F_{z\max}$	$F_{x\min}$	$F_{y\min}$	$F_{z\min}$	$F_{x\text{mean}}$	$F_{y\text{mean}}$	$F_{z\text{mean}}$
-20.02	19.04	23.39	-24.9	11.23	12.65	-23.12	15.56	18.12



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

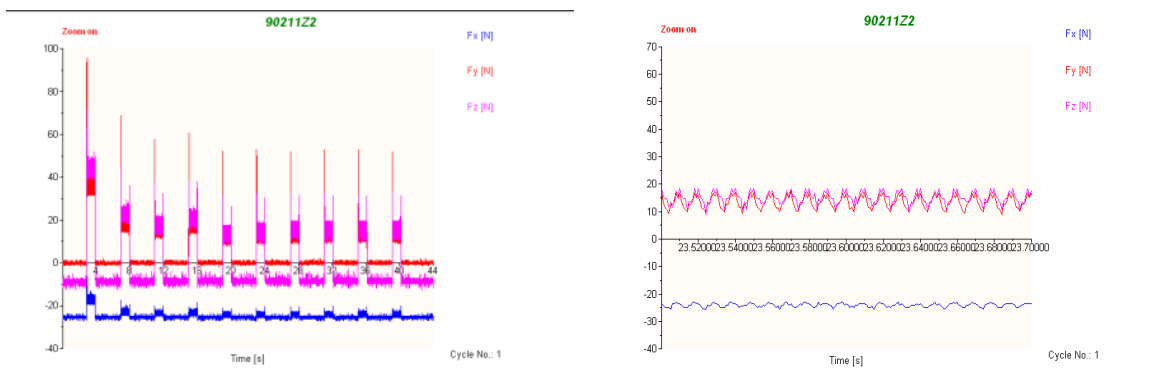




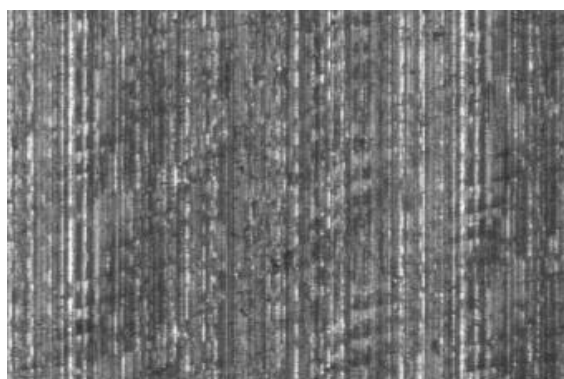
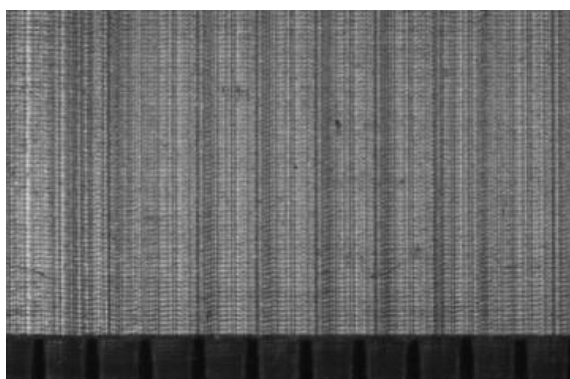
ΠΕΙΡΑΜΑ		44
Τεμάχιο		5
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x_{max}}$	$F_{y_{max}}$	$F_{z_{max}}$	$F_{x_{min}}$	$F_{y_{min}}$	$F_{z_{min}}$	$F_{x_{mean}}$	$F_{y_{mean}}$	$F_{z_{mean}}$
-22.46	17.58	19.48	-26.37	8.79	7.77	-23.94	13.41	15.12



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

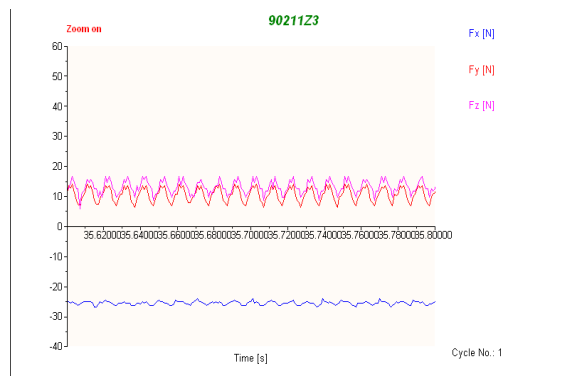
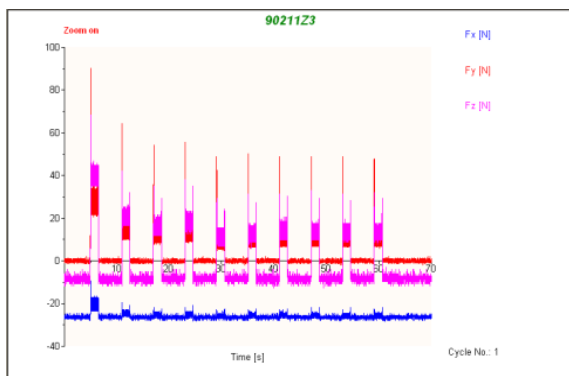




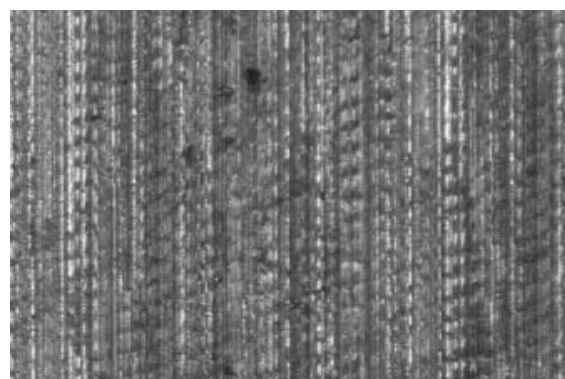
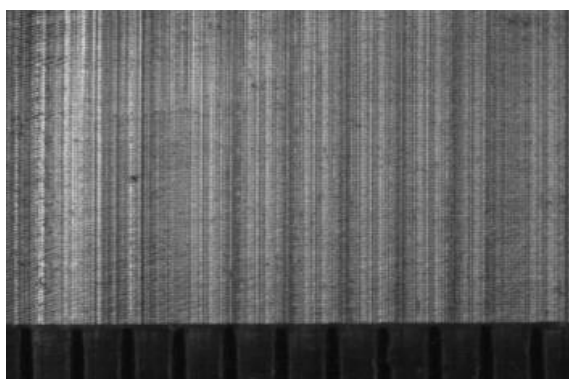
ΠΕΙΡΑΜΑ		45
Τεμάχιο		5
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

Fx _{max}	Fy _{max}	Fz _{max}	Fx _{min}	Fy _{min}	Fz _{min}	Fx _{mean}	Fy _{mean}	Fz _{mean}
-23.44	15.14	17.53	-27.44	5.86	5.81	-25.46	10.6	13.13



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

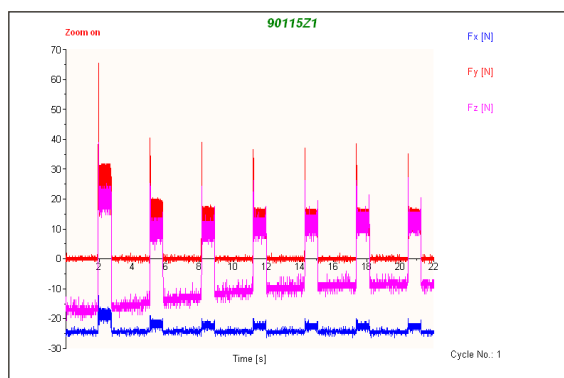
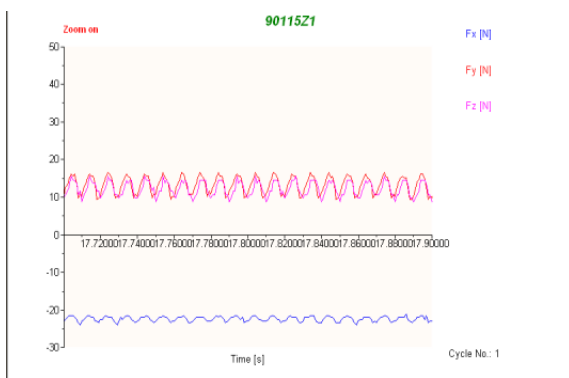




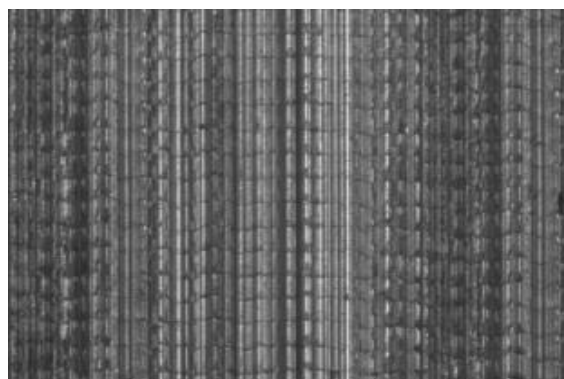
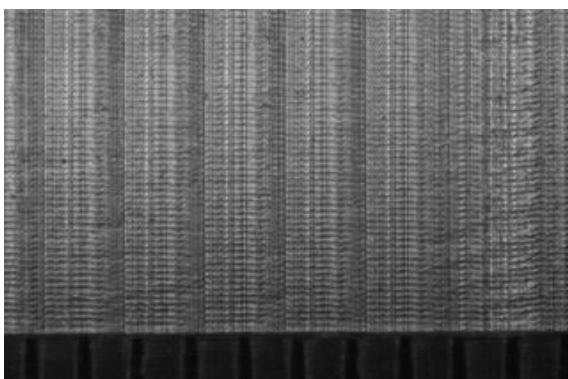
ΠΕΙΡΑΜΑ		46
Τεμάχιο		6
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.5 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x\max}$	$F_{y\max}$	$F_{z\max}$	$F_{x\min}$	$F_{y\min}$	$F_{z\min}$	$F_{x\text{mean}}$	$F_{y\text{mean}}$	$F_{z\text{mean}}$
-20.51	17.09	17.53	-24.41	8.79	5.81	-22.35	13.23	12.31



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

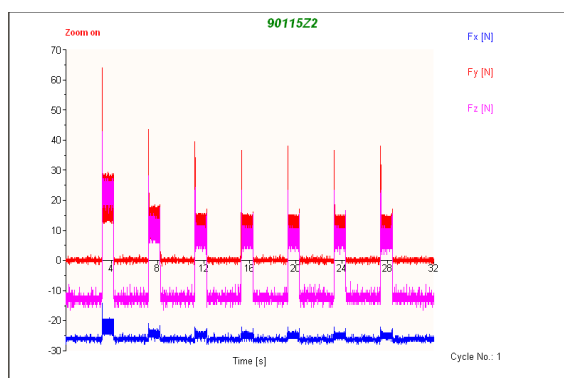
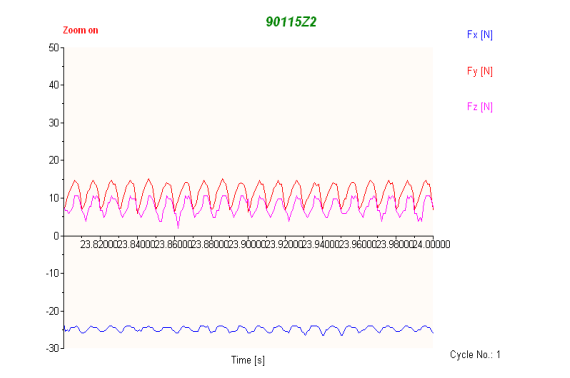




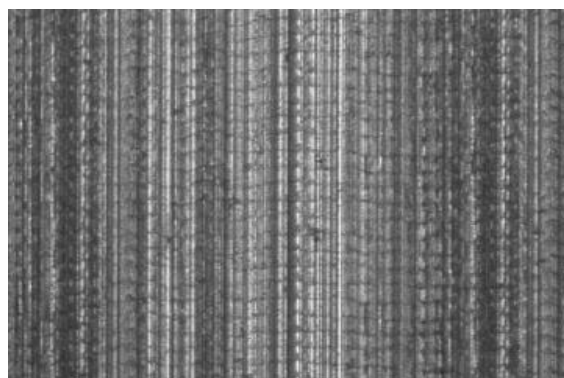
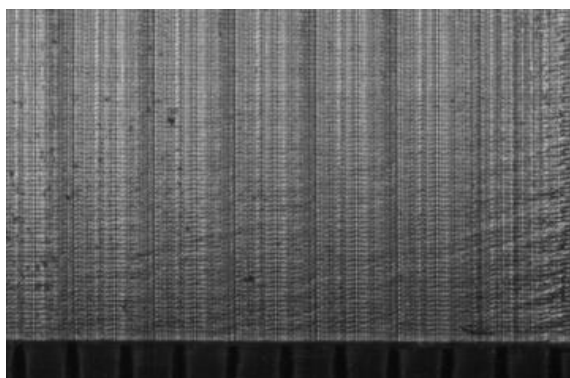
ΠΕΙΡΑΜΑ		47
Τεμάχιο		6
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	t_z	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	t_{xy}	1.5 mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	f_z	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	v_c	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x_{max}}$	$F_{y_{max}}$	$F_{z_{max}}$	$F_{x_{min}}$	$F_{y_{min}}$	$F_{z_{min}}$	$F_{x_{mean}}$	$F_{y_{mean}}$	$F_{z_{mean}}$
-23.44	15.14	11.67	-26.37	5.86	1.91	-24.71	11.48	7.92



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

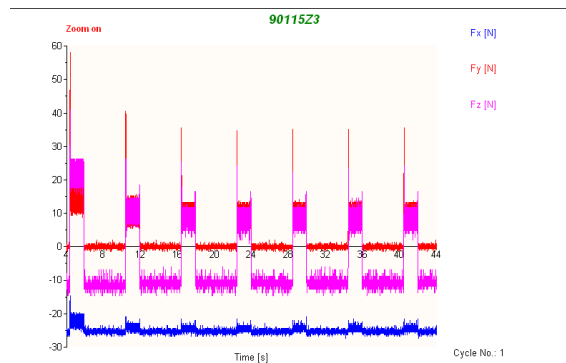
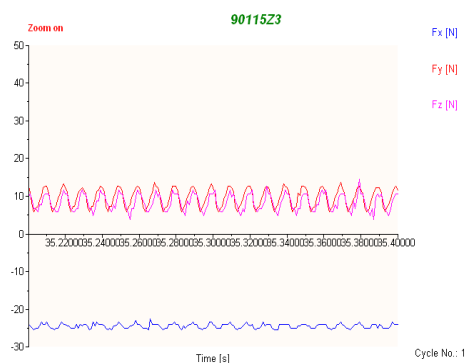




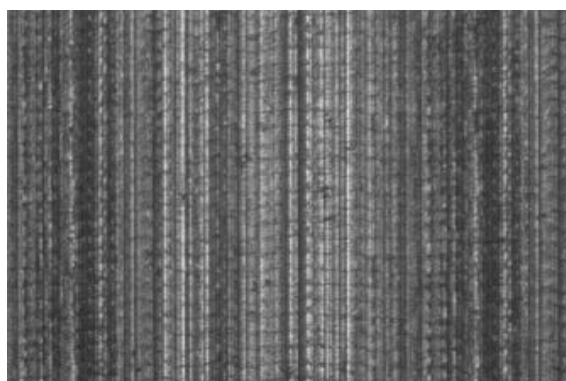
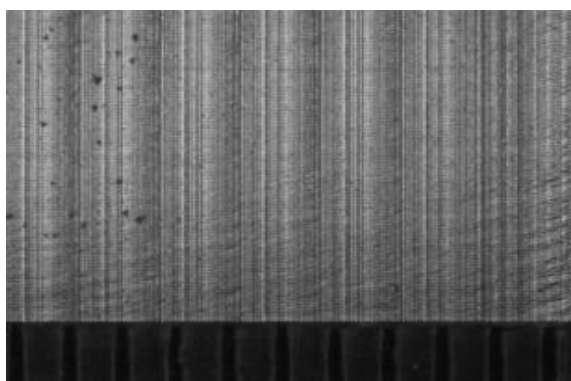
ΠΕΙΡΑΜΑ		48
Τεμάχιο		6
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.5 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-21.48	13.67	14.6	-26.37	5.37	1.91	-24.37	9.62	8.4



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

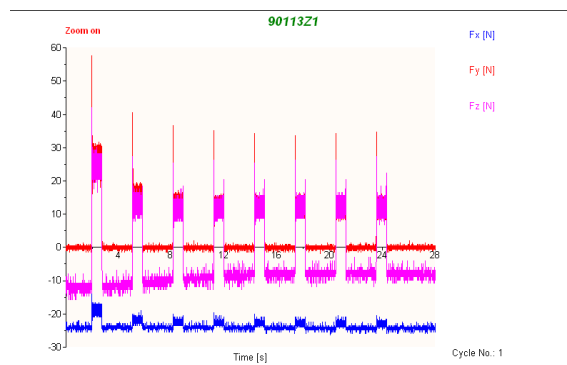
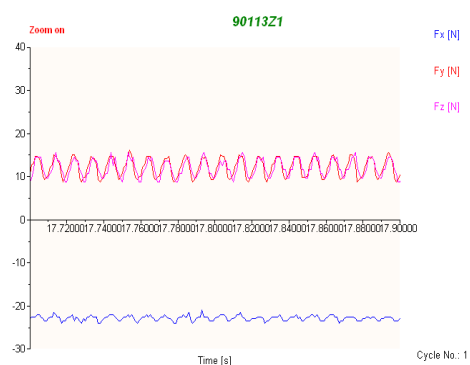




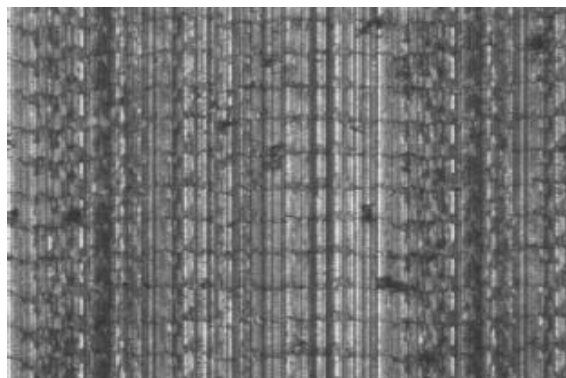
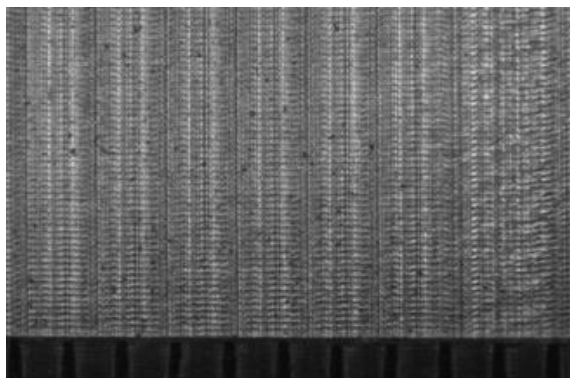
ΠΕΙΡΑΜΑ		49
Τεμάχιο		6
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	t_z	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	t_{xy}	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	f_z	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	v_c	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x_{max}}$	$F_{y_{max}}$	$F_{z_{max}}$	$F_{x_{min}}$	$F_{y_{min}}$	$F_{z_{min}}$	$F_{x_{mean}}$	$F_{y_{mean}}$	$F_{z_{mean}}$
-21	16.11	16.55	-24.41	8.79	8.74	-22.77	12.14	12.13



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

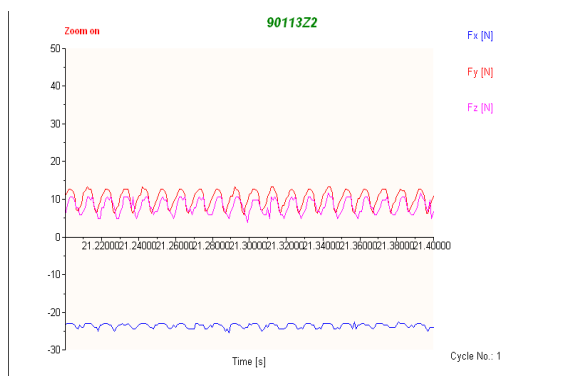
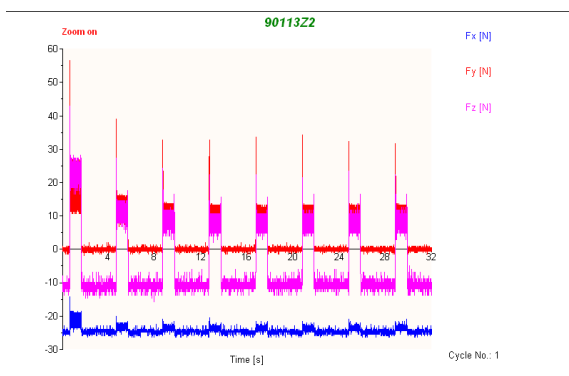




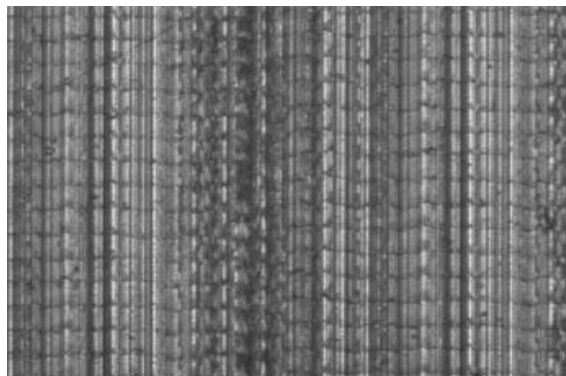
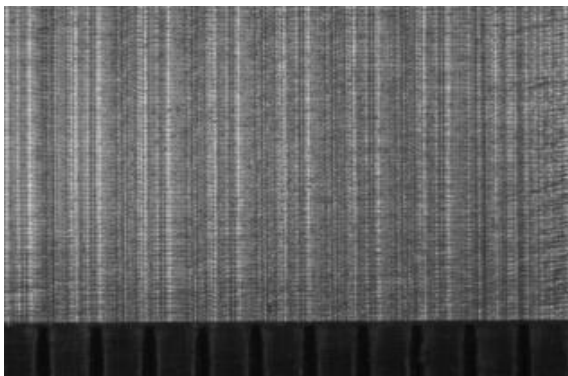
ΠΕΙΡΑΜΑ		50
Τεμάχιο		6
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

Fx _{max}	Fy _{max}	Fz _{max}	Fx _{min}	Fy _{min}	Fz _{min}	Fx _{mean}	Fy _{mean}	Fz _{mean}
-21.97	13.67	11.67	-25.39	4.88	3.86	-23.55	10.16	8.07



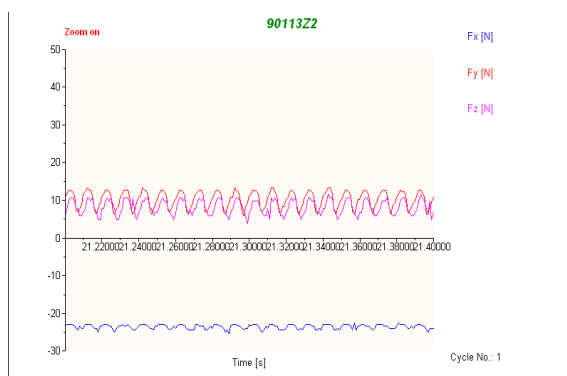
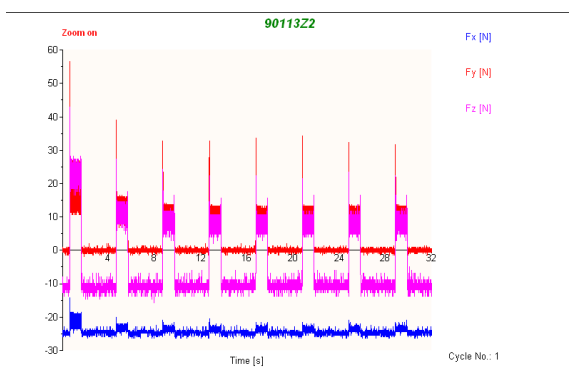
ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ



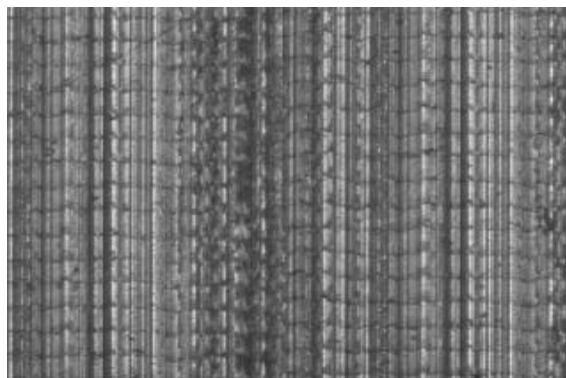
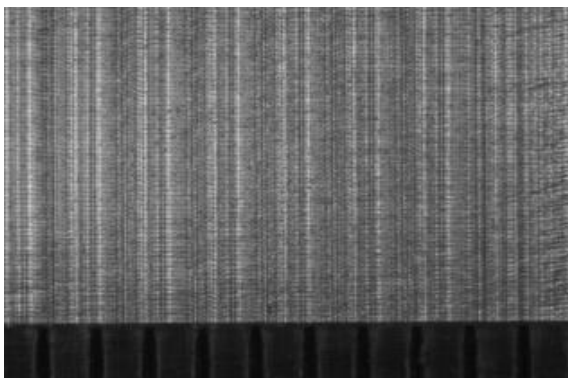
ΠΕΙΡΑΜΑ		51
Τεμάχιο		6
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x_{max}}$	$F_{y_{max}}$	$F_{z_{max}}$	$F_{x_{min}}$	$F_{y_{min}}$	$F_{z_{min}}$	$F_{x_{mean}}$	$F_{y_{mean}}$	$F_{z_{mean}}$
-23.44	12.21	10.7	-27.34	3.91	1.91	-25.13	8.37	7.01



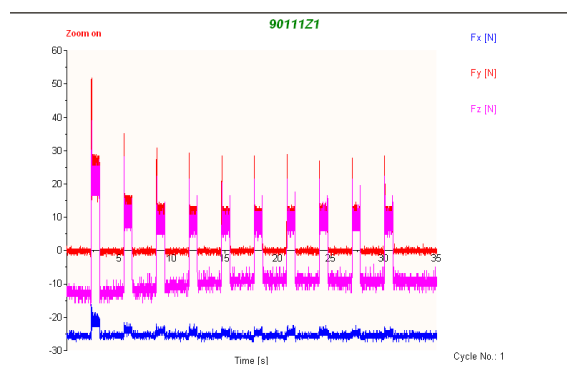
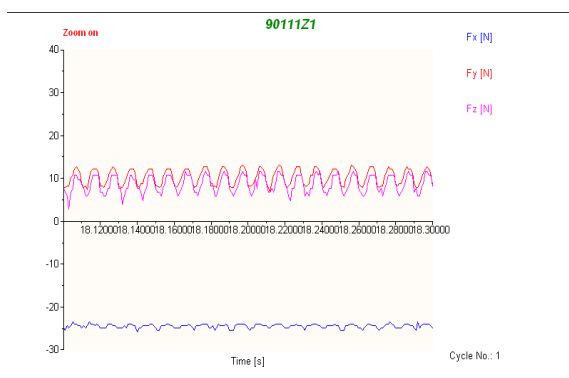
ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ



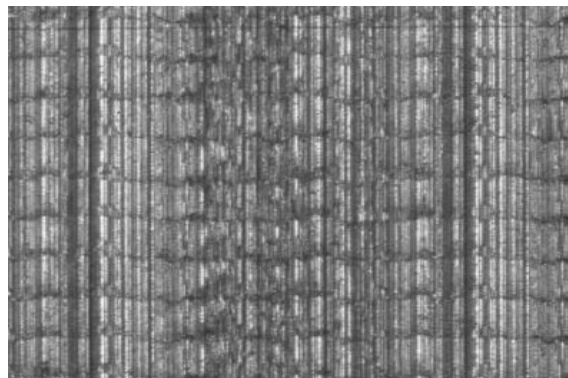
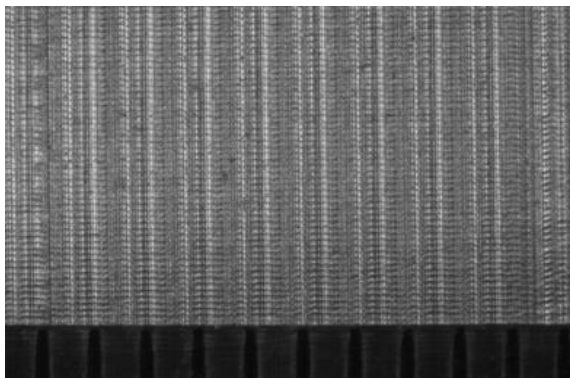
ΠΕΙΡΑΜΑ		52
Τεμάχιο		5
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x\max}$	$F_{y\max}$	$F_{z\max}$	$F_{x\min}$	$F_{y\min}$	$F_{z\min}$	$F_{x\text{mean}}$	$F_{y\text{mean}}$	$F_{z\text{mean}}$
-22.95	13.18	11.67	-25.88	6.84	2.88	-24.45	10.37	8.7



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

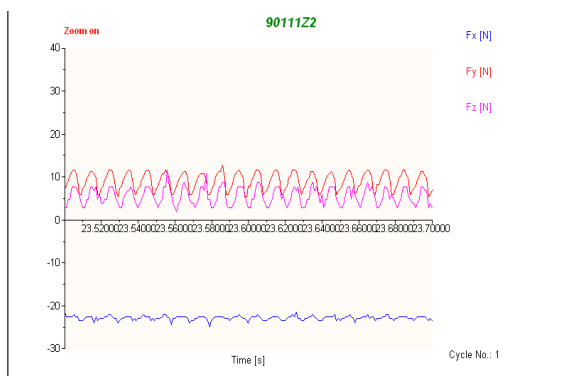
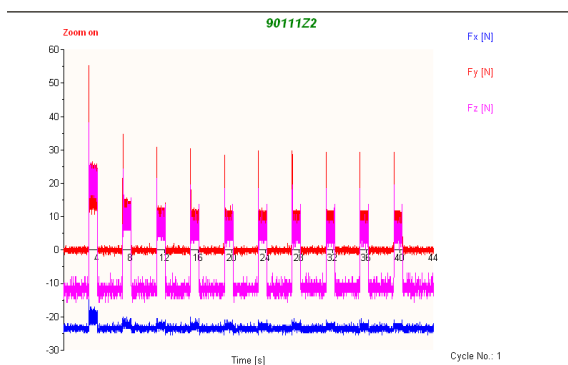




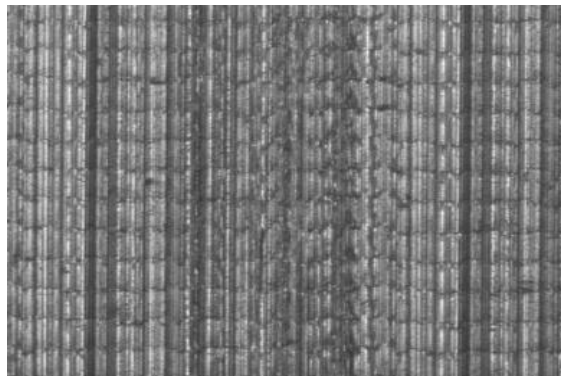
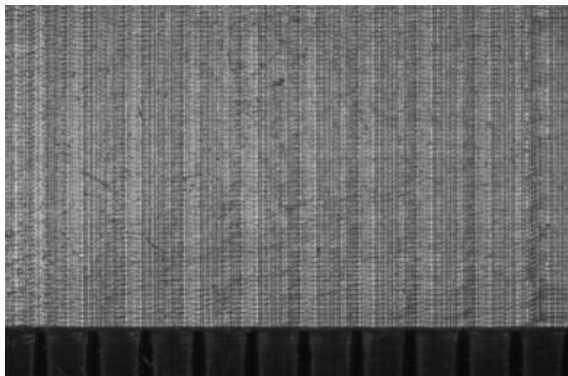
ΠΕΙΡΑΜΑ		53
Τεμάχιο		5
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

Fx _{max}	Fy _{max}	Fz _{max}	Fx _{min}	Fy _{min}	Fz _{min}	Fx _{mean}	Fy _{mean}	Fz _{mean}
-21.48	12.7	11.67	-24.9	4.39	1.91	-22.76	8.95	5.49



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

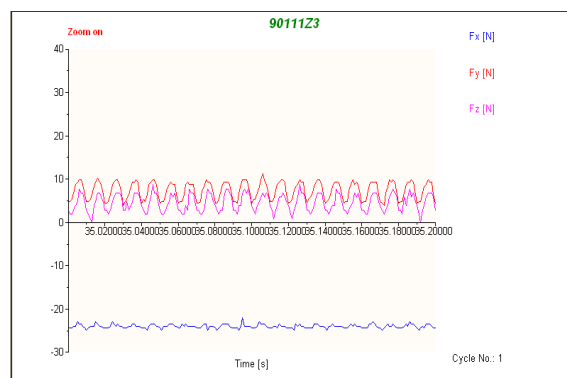
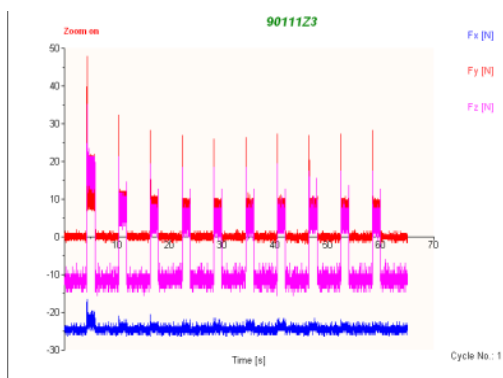




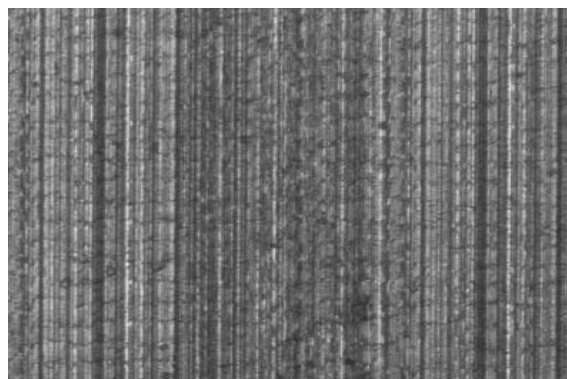
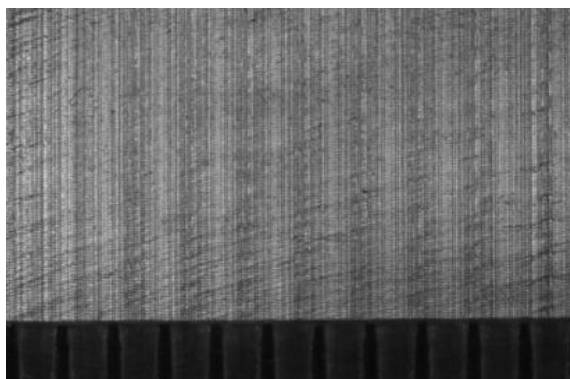
ΠΕΙΡΑΜΑ		54
Τεμάχιο		6
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	t_z	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	t_{xy}	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	f_z	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	v_c	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x\max}$	$F_{y\max}$	$F_{z\max}$	$F_{x\min}$	$F_{y\min}$	$F_{z\min}$	$F_{x\text{mean}}$	$F_{y\text{mean}}$	$F_{z\text{mean}}$
-21.97	11.72	9.72	-25.88	3.91	-1.02	-24	7.35	4.52



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

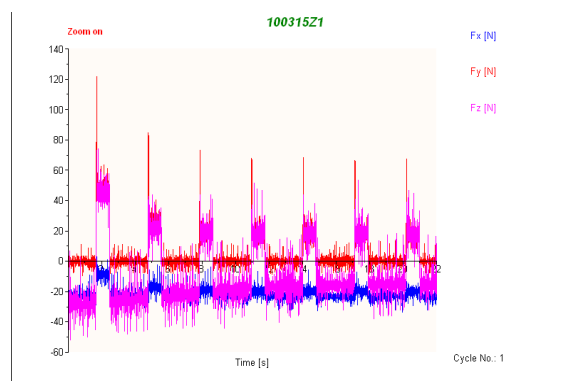
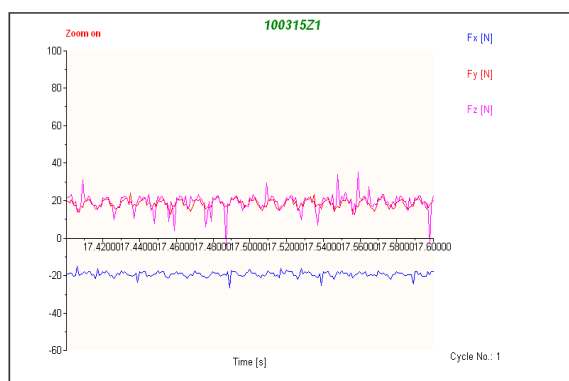




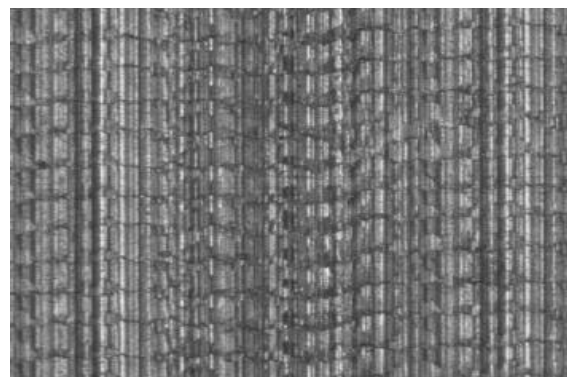
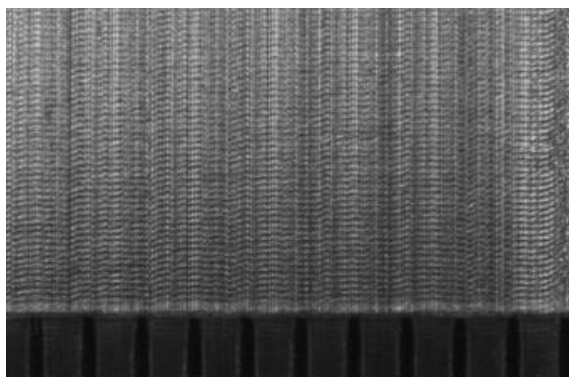
ΠΕΙΡΑΜΑ		55
Τεμάχιο		7
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.5 mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x\max}$	$F_{y\max}$	$F_{z\max}$	$F_{x\min}$	$F_{y\min}$	$F_{z\min}$	$F_{x\text{mean}}$	$F_{y\text{mean}}$	$F_{z\text{mean}}$
-7.32	28.81	53.66	-28.81	7.81	-3.95	-19.24	18.42	19.21



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

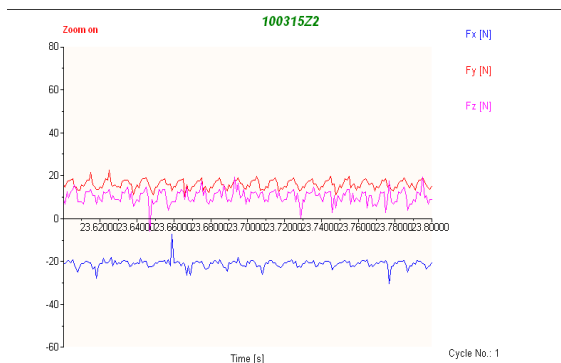
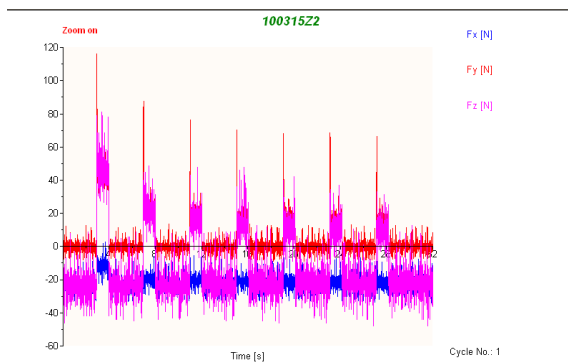




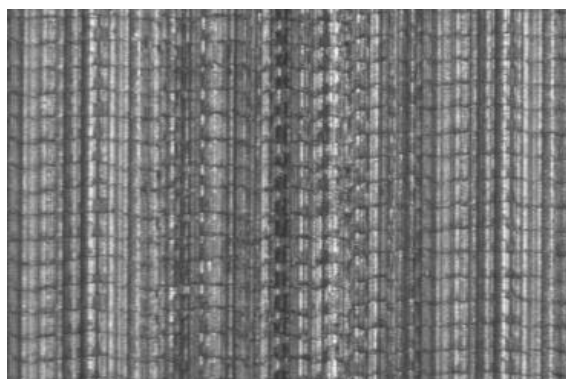
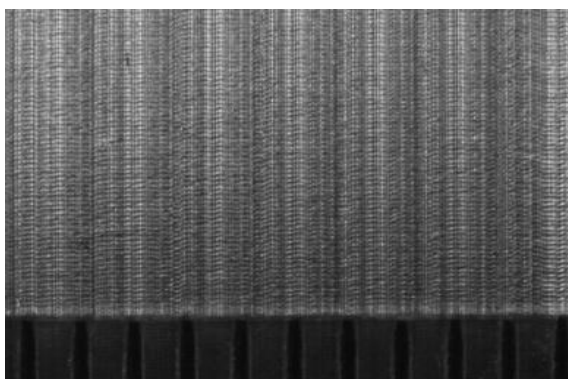
ΠΕΙΡΑΜΑ		56
Τεμάχιο		7
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.5 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x_{max}}$	$F_{y_{max}}$	$F_{z_{max}}$	$F_{x_{min}}$	$F_{y_{min}}$	$F_{z_{min}}$	$F_{x_{mean}}$	$F_{y_{mean}}$	$F_{z_{mean}}$
-7.32	30.27	37.06	-30.27	5.37	-12.74	-21.06	15.97	10.34



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

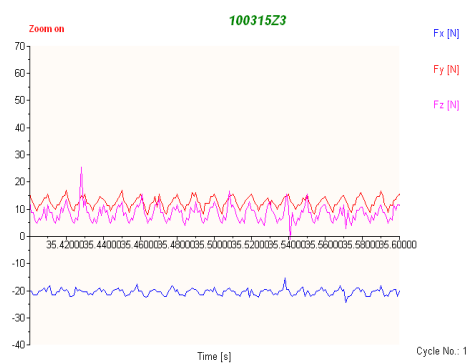
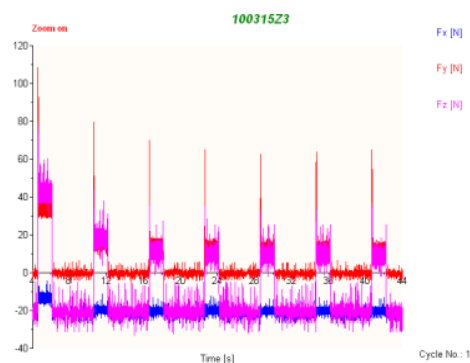




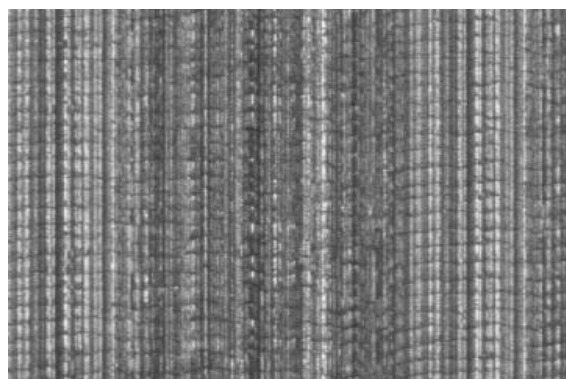
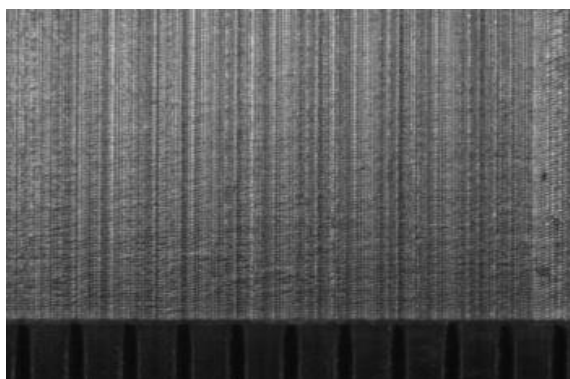
ΠΕΙΡΑΜΑ		57
Τεμάχιο		7
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.5 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

Fx _{max}	Fy _{max}	Fz _{max}	Fx _{min}	Fy _{min}	Fz _{min}	Fx _{mean}	Fy _{mean}	Fz _{mean}
-13.18	20.51	25.34	-24.41	7.81	-1.02	-20.4	15.52	8.4



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

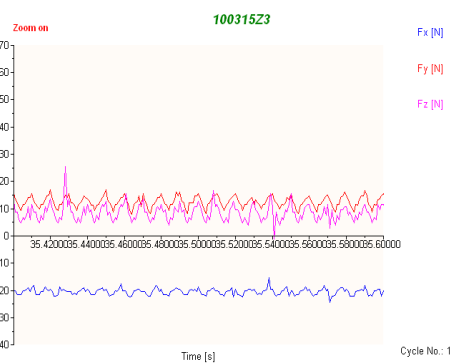
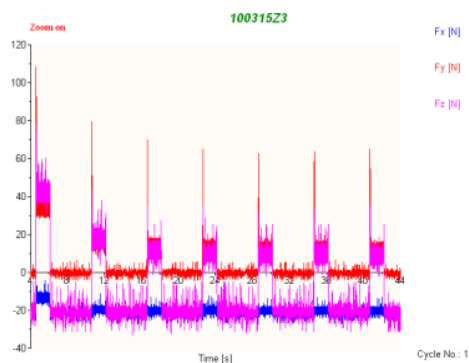




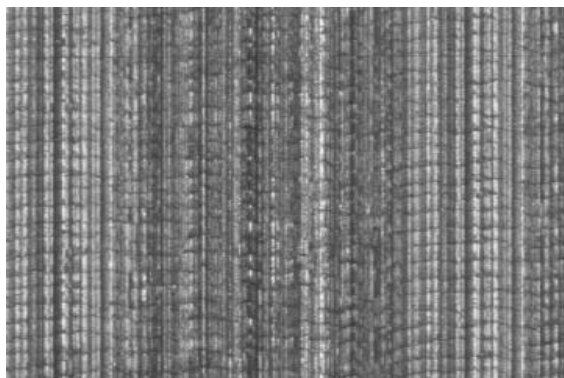
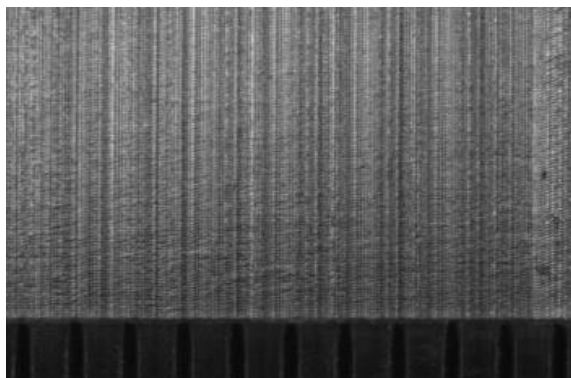
ΠΕΙΡΑΜΑ		58
Τεμάχιο		7
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x_{max}}$	$F_{y_{max}}$	$F_{z_{max}}$	$F_{x_{min}}$	$F_{y_{min}}$	$F_{z_{min}}$	$F_{x_{mean}}$	$F_{y_{mean}}$	$F_{z_{mean}}$
-15.14	22.46	21.44	-25.8	12.21	4.84	-21.02	17.22	15.23



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

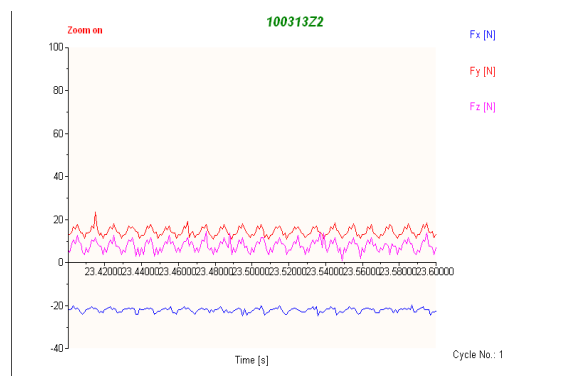
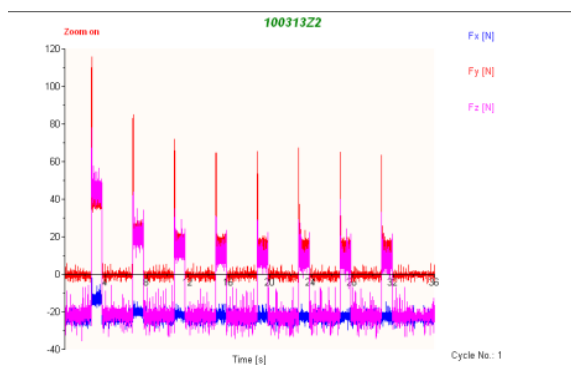




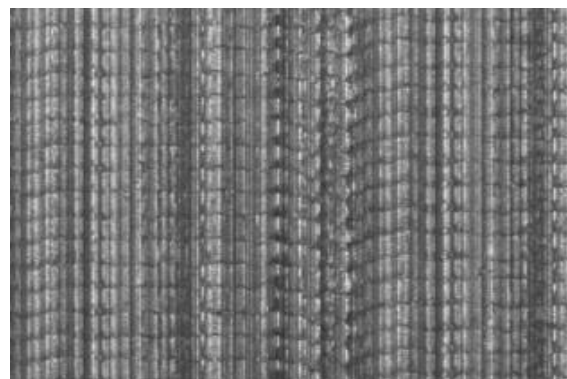
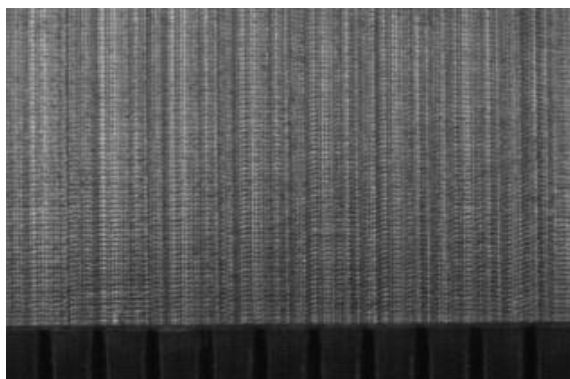
ΠΕΙΡΑΜΑ		59
Τεμάχιο		7
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x\max}$	$F_{y\max}$	$F_{z\max}$	$F_{x\min}$	$F_{y\min}$	$F_{z\min}$	$F_{x\text{mean}}$	$F_{y\text{mean}}$	$F_{z\text{mean}}$
-15.62	23.93	27.3	-27.83	6.84	-2	-22.07	14.44	7.84



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

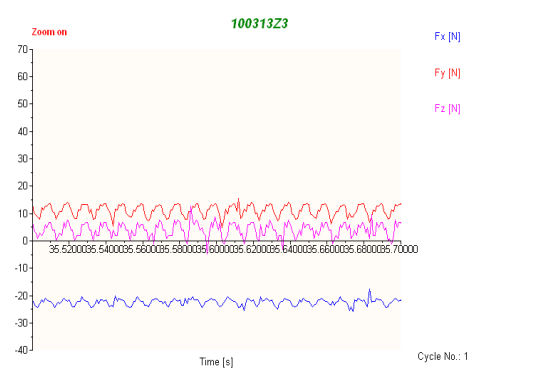
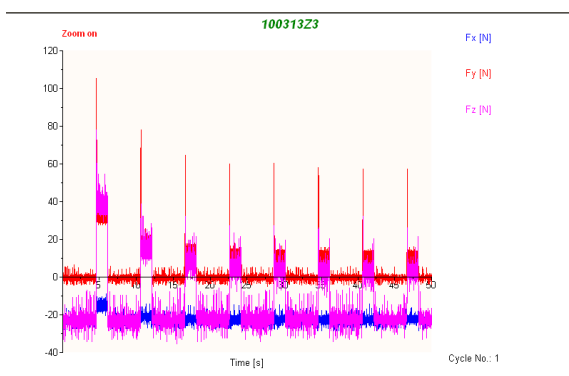




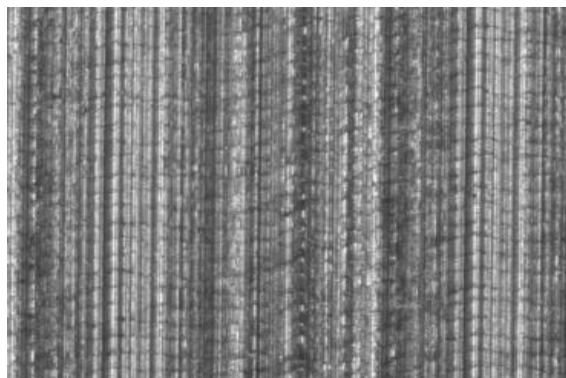
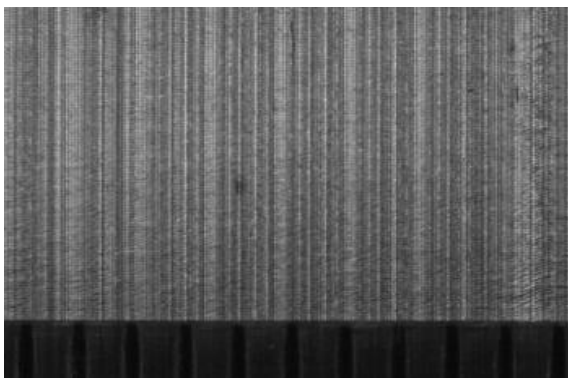
ΠΕΙΡΑΜΑ		60
Τεμάχιο		7
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x\max}$	$F_{y\max}$	$F_{z\max}$	$F_{x\min}$	$F_{y\min}$	$F_{z\min}$	$F_{x\text{mean}}$	$F_{y\text{mean}}$	$F_{z\text{mean}}$
17.588	15.62	12.65	-28.32	3.91	-10.79	-22.32	11.11	4.01



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

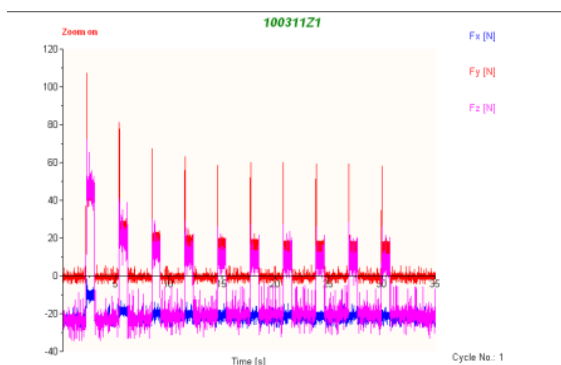
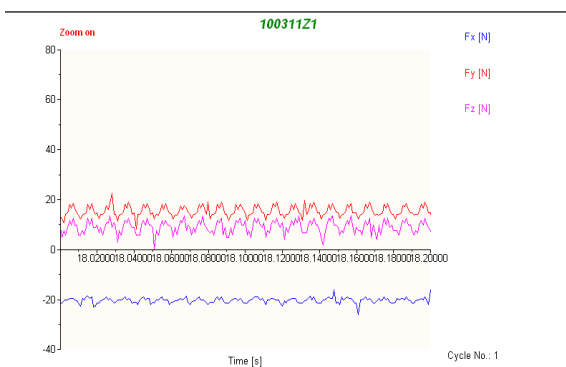




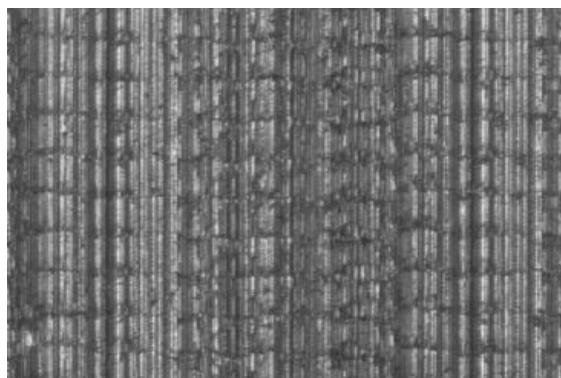
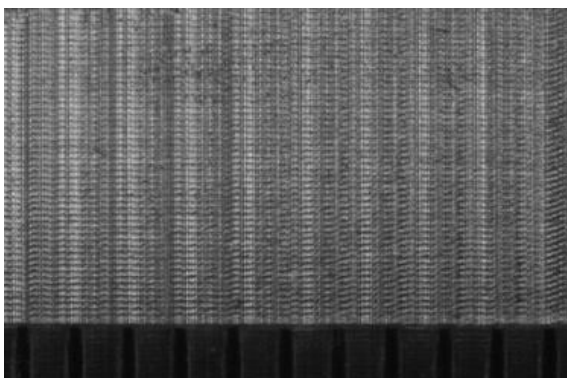
ΠΕΙΡΑΜΑ		61
Τεμάχιο		7
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x\max}$	$F_{y\max}$	$F_{z\max}$	$F_{x\min}$	$F_{y\min}$	$F_{z\min}$	$F_{x\text{mean}}$	$F_{y\text{mean}}$	$F_{z\text{mean}}$
-16.11	22.46	19.48	-25.88	8.3	-5.0002	-20.33	15.41	9.11



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

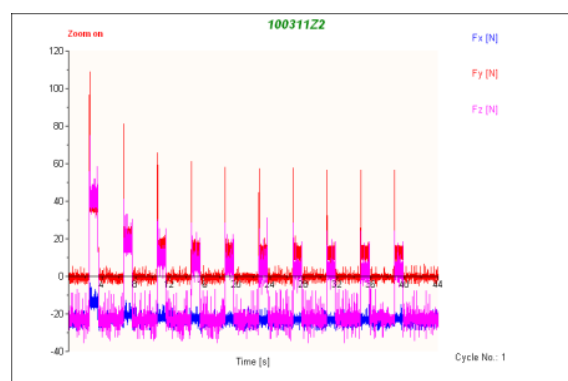
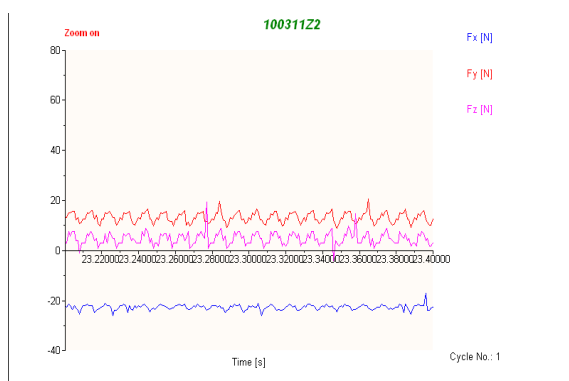




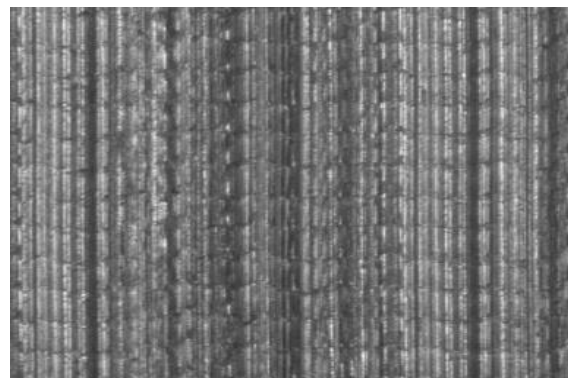
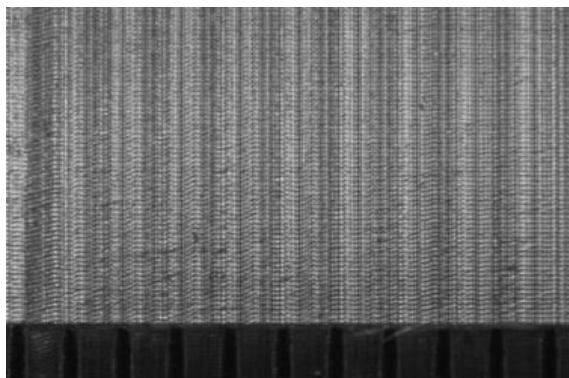
ΠΕΙΡΑΜΑ		62
Τεμάχιο		7
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-17.09	20.51	19.48	-27.34	5.86	-9.81	-22.63	13.12	4.64



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

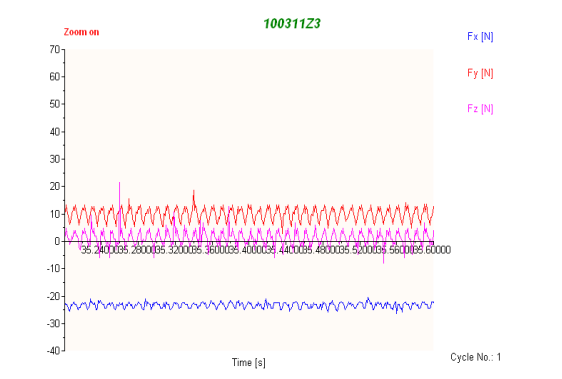
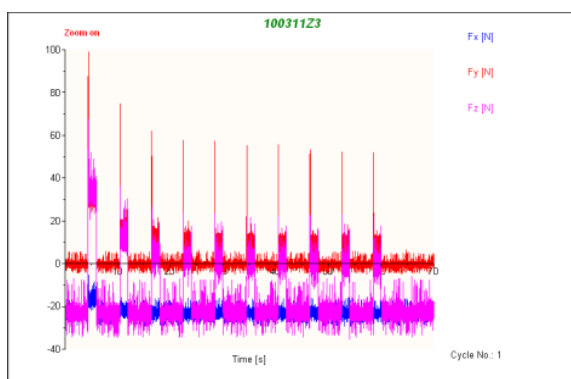




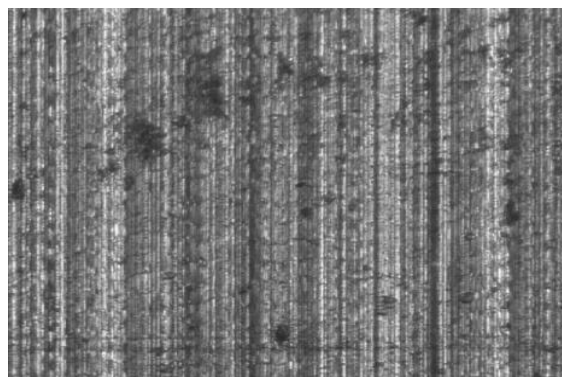
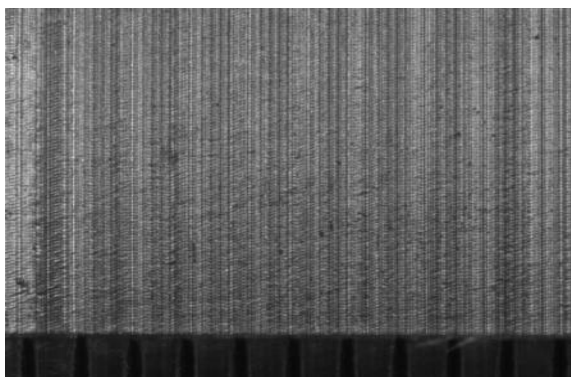
ΠΕΙΡΑΜΑ		63
Τεμάχιο		7
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-16.6	18.55	21.44	-28.81	2.93	-15.67	-23.23	9.98	1.38



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

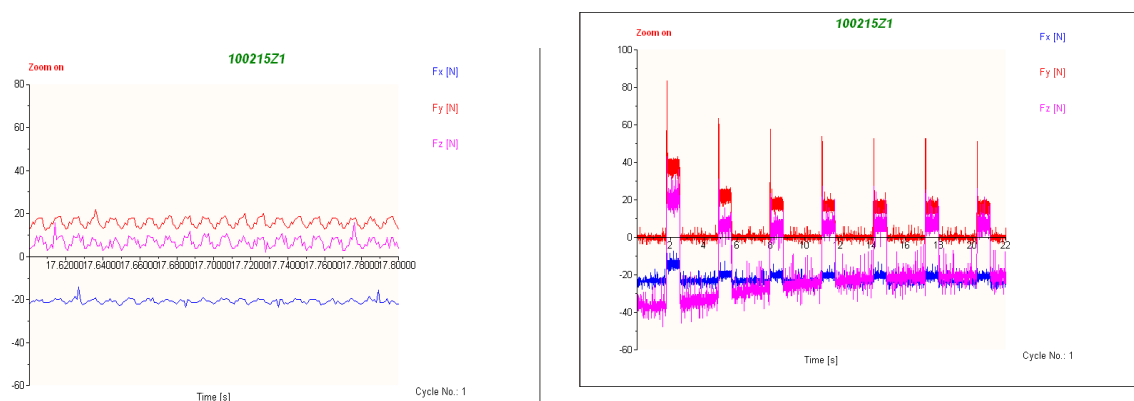




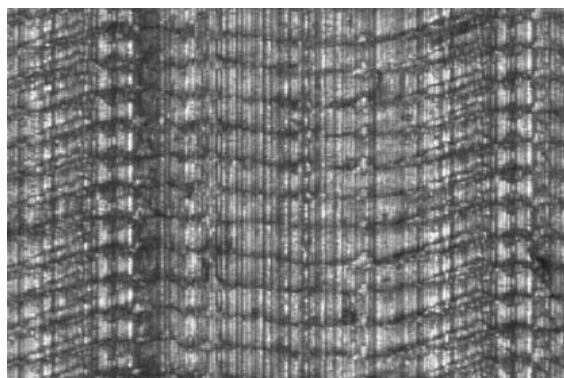
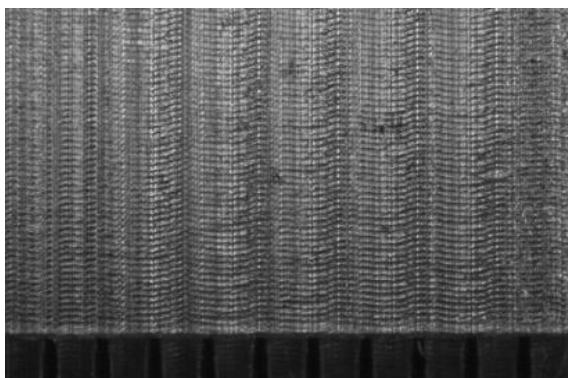
ΠΕΙΡΑΜΑ		64
Τεμάχιο		8
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.5 mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x\max}$	$F_{y\max}$	$F_{z\max}$	$F_{x\min}$	$F_{y\min}$	$F_{z\min}$	$F_{x\text{mean}}$	$F_{y\text{mean}}$	$F_{z\text{mean}}$
-14.16	21.97	21.44	-24.41	11.72	0.93	20.69	15.87	6.6



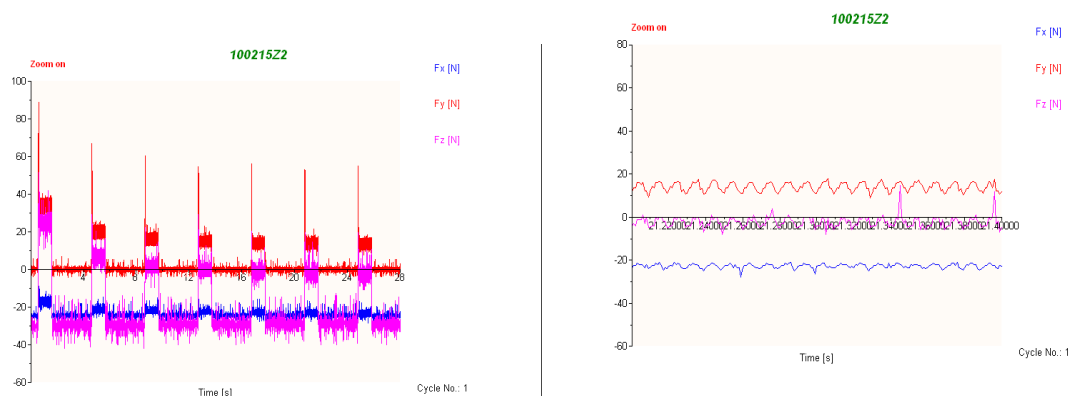
ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ



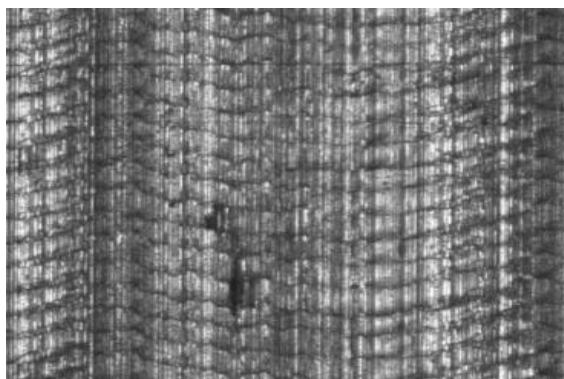
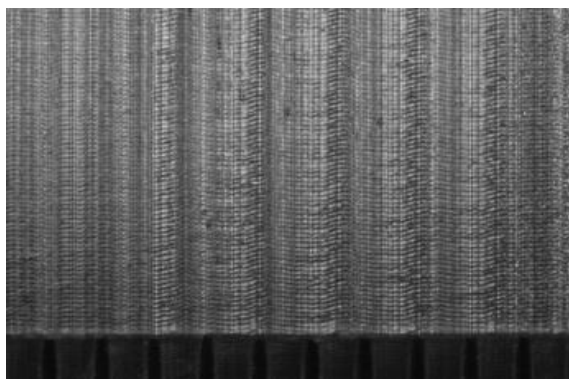
ΠΕΙΡΑΜΑ		65
Τεμάχιο		8
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	t_z	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	t_{xy}	1.5 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	f_z	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	v_c	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x_{max}}$	$F_{y_{max}}$	$F_{z_{max}}$	$F_{x_{min}}$	$F_{y_{min}}$	$F_{z_{min}}$	$F_{x_{mean}}$	$F_{y_{mean}}$	$F_{z_{mean}}$
-16.6	21.48	14.6	-27.83	7.32	-10.79	-22.64	13.99	-2.26



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

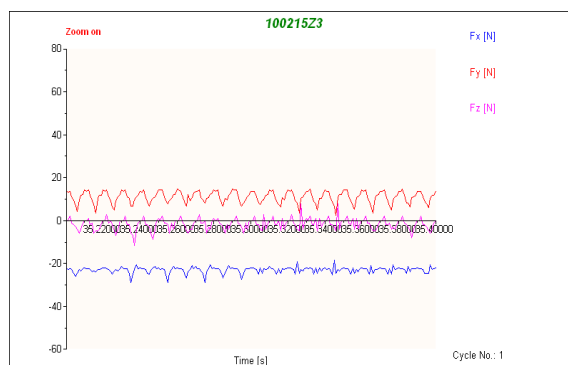
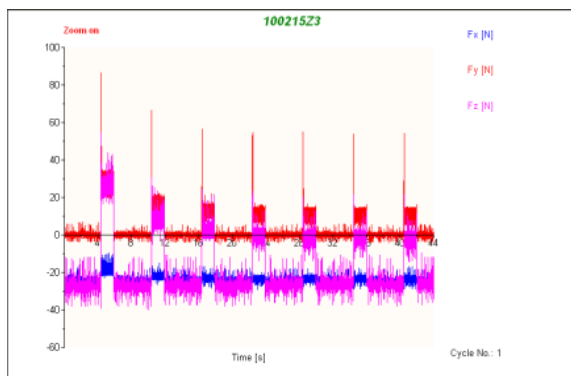




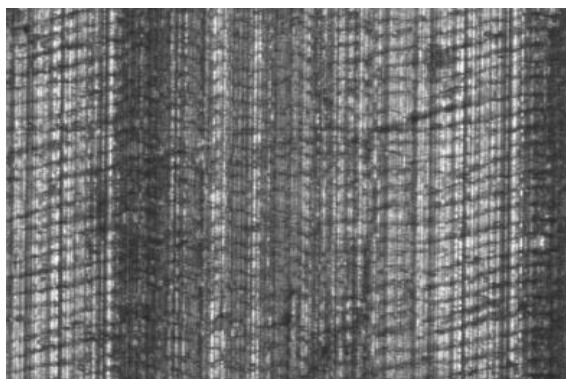
ΠΕΙΡΑΜΑ		66
Τεμάχιο		8
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.5 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x\max}$	$F_{y\max}$	$F_{z\max}$	$F_{x\min}$	$F_{y\min}$	$F_{z\min}$	$F_{x\text{mean}}$	$F_{y\text{mean}}$	$F_{z\text{mean}}$
-17.58	15.14	11.67	-28.81	2.44	-11.77	23.1	11.02	-1.7



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

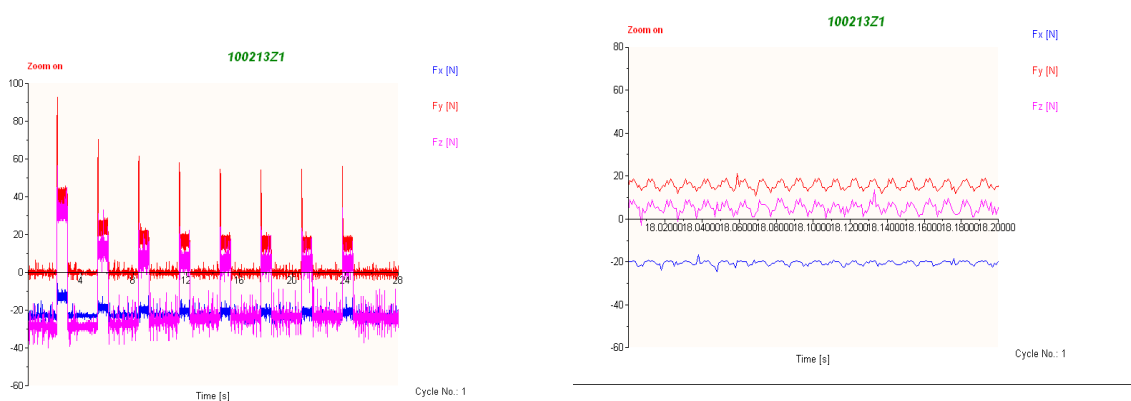




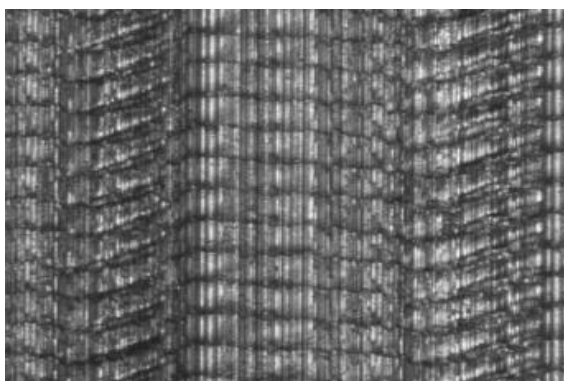
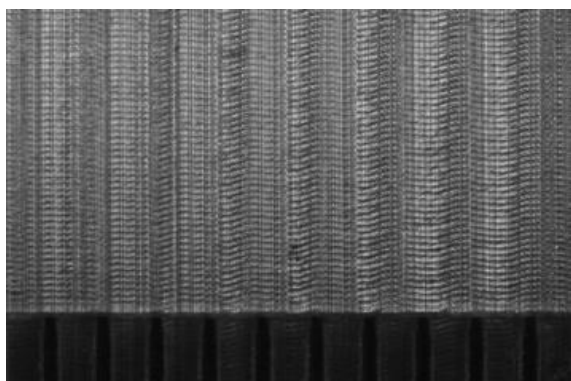
ΠΕΙΡΑΜΑ		67
Τεμάχιο		8
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x_{max}}$	$F_{y_{max}}$	$F_{z_{max}}$	$F_{x_{min}}$	$F_{y_{min}}$	$F_{z_{min}}$	$F_{x_{mean}}$	$F_{y_{mean}}$	$F_{z_{mean}}$
-16.6	21	19.48	-26.37	9.28	-4.93	-20.52	15.76	5.22



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

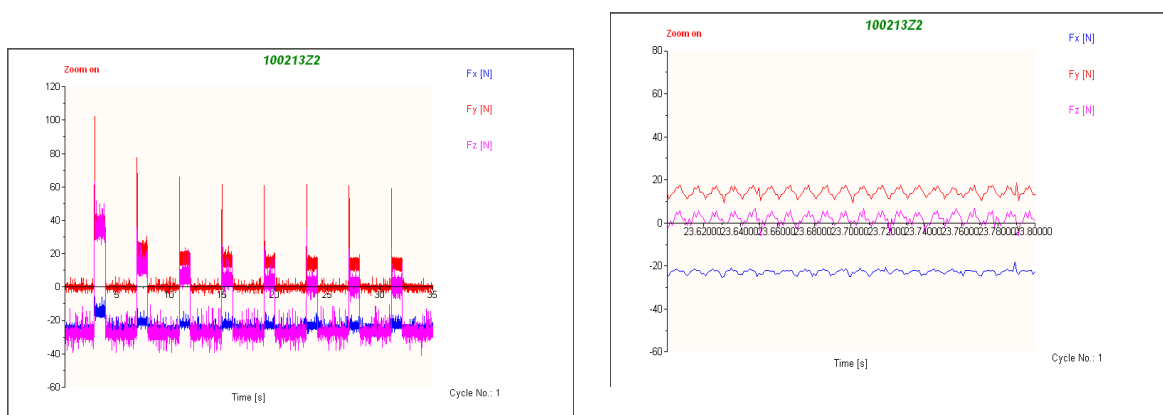




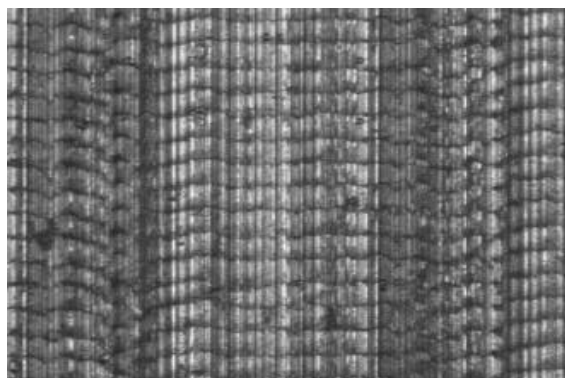
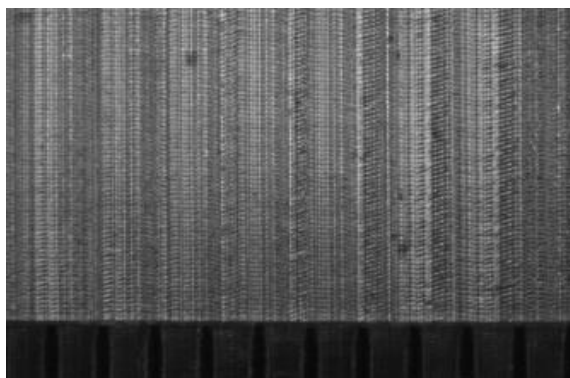
ΠΕΙΡΑΜΑ		68
Τεμάχιο		8
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.3 mm
Πρώωση (ανάστροφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρώωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x\max}$	$F_{y\max}$	$F_{z\max}$	$F_{x\min}$	$F_{y\min}$	$F_{z\min}$	$F_{x\text{mean}}$	$F_{y\text{mean}}$	$F_{z\text{mean}}$
-15.62	19.04	13.62	-27.83	9.28	-7.86	-22.72	14.35	1.98



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

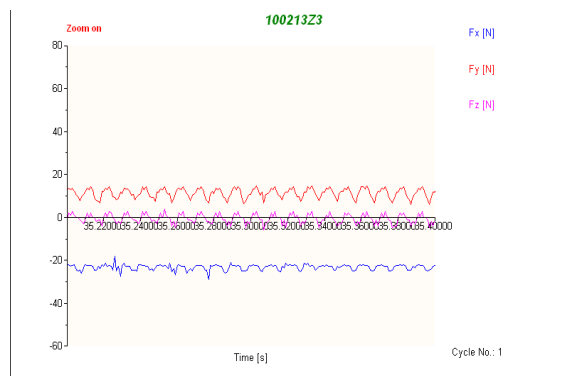
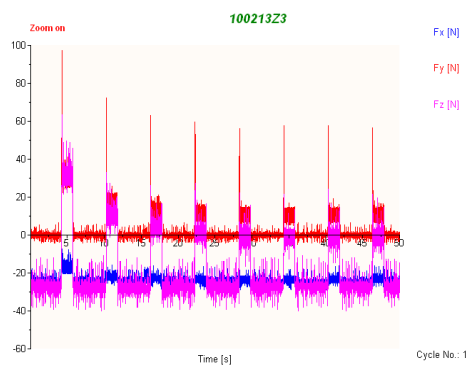




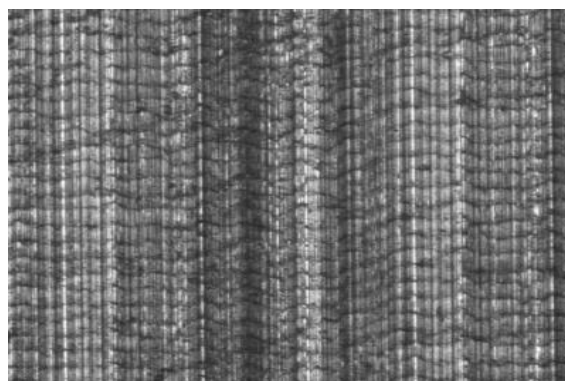
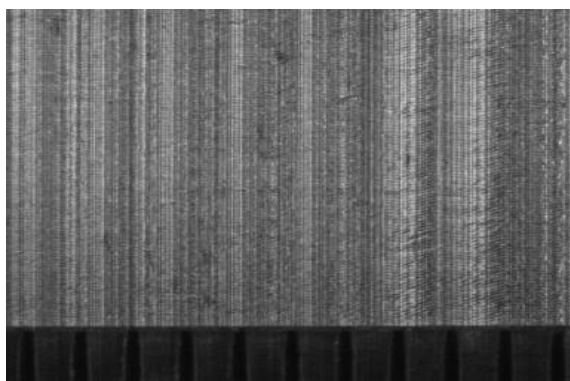
ΠΕΙΡΑΜΑ		69
Τεμάχιο		8
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x_{max}}$	$F_{y_{max}}$	$F_{z_{max}}$	$F_{x_{min}}$	$F_{y_{min}}$	$F_{z_{min}}$	$F_{x_{mean}}$	$F_{y_{mean}}$	$F_{z_{mean}}$
-18.07	17.09	11.67	-28.81	4.88	-12.74	-23.23	11.21	-0.68



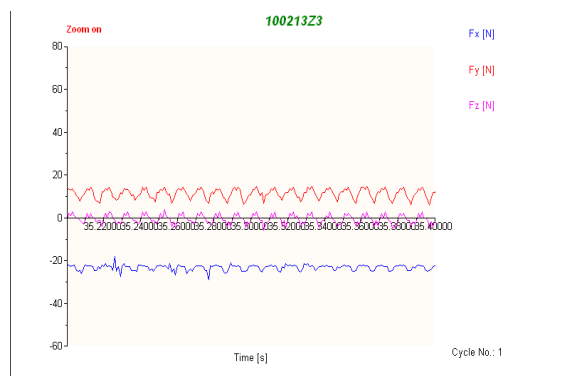
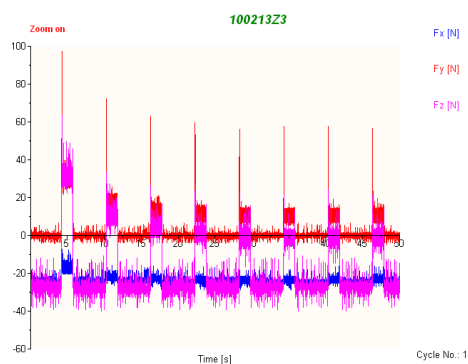
ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ



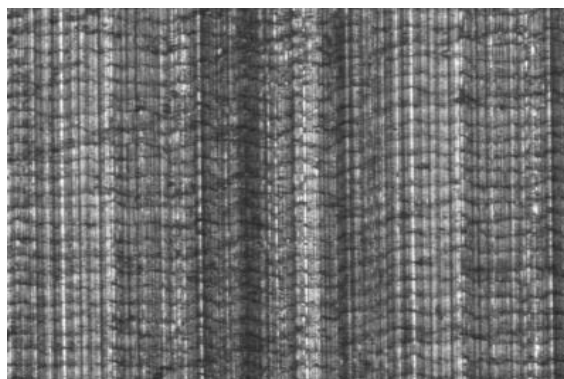
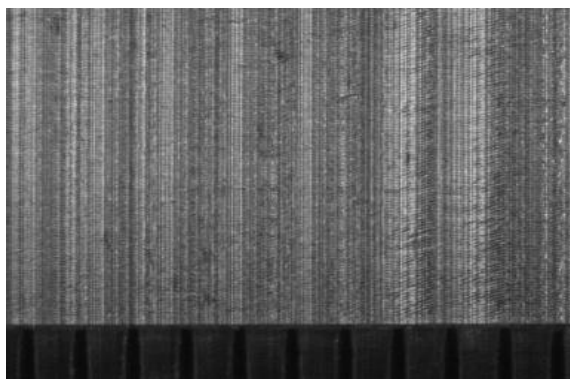
ΠΕΙΡΑΜΑ		70
Τεμάχιο		8
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	t_z	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	t_{xy}	1.1 mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	f_z	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	v_c	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x\max}$	$F_{y\max}$	$F_{z\max}$	$F_{x\min}$	$F_{y\min}$	$F_{z\min}$	$F_{x\text{mean}}$	$F_{y\text{mean}}$	$F_{z\text{mean}}$
-14.16	24.41	23.39	-25.39	11.72	-5.0002	-21.4	15.66	6.21



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

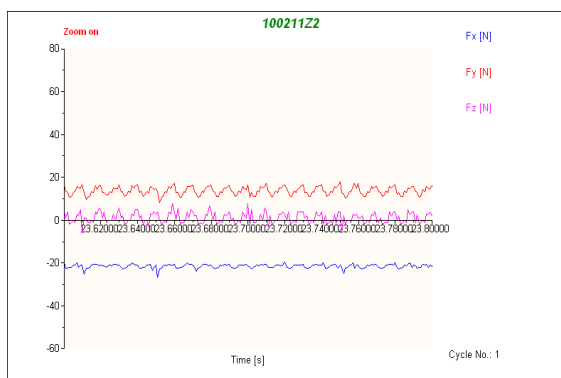
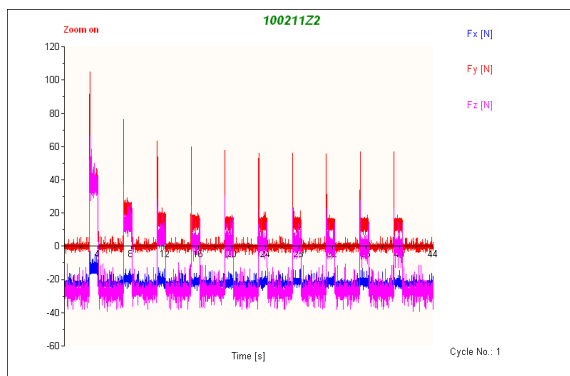




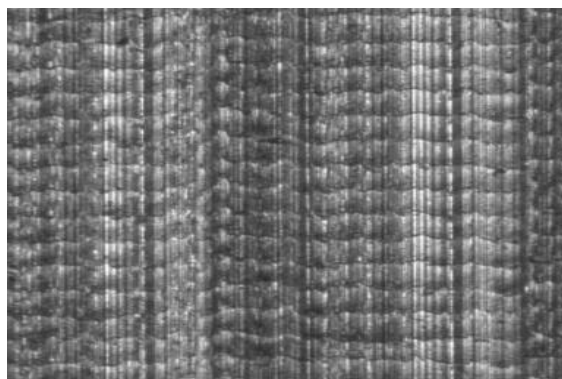
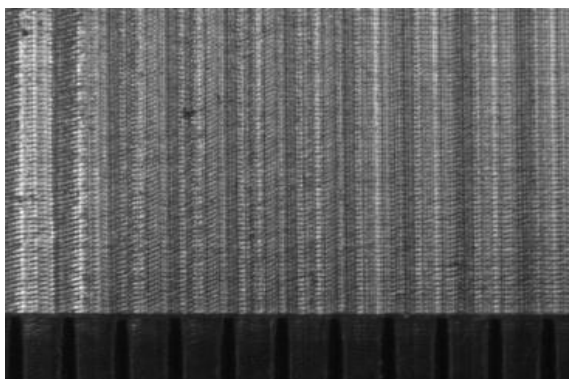
ΠΕΙΡΑΜΑ		71
Τεμάχιο		8
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

Fx _{max}	Fy _{max}	Fz _{max}	Fx _{min}	Fy _{min}	Fz _{min}	Fx _{mean}	Fy _{mean}	Fz _{mean}
-15.14	20.51	17.53	-26.86	8.3	-7.86	-21.41	13.67	1.24



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

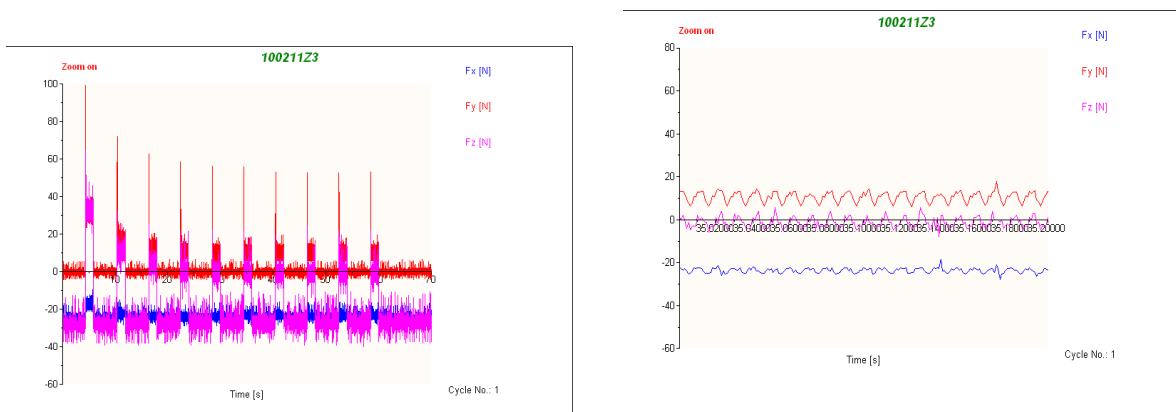




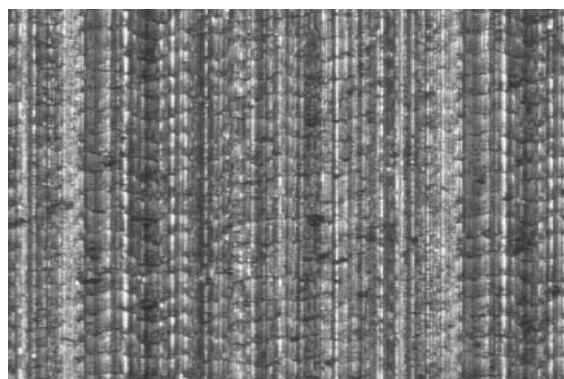
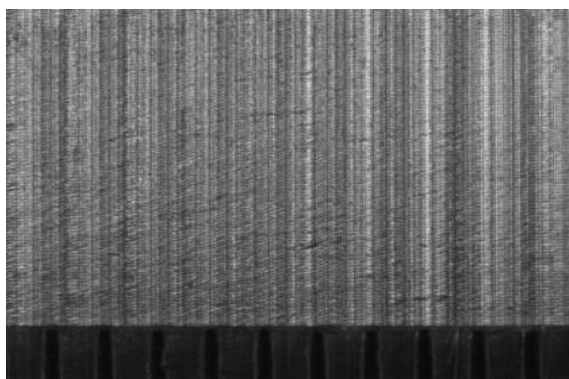
ΠΕΙΡΑΜΑ		72
Τεμάχιο		8
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x_{max}}$	$F_{y_{max}}$	$F_{z_{max}}$	$F_{x_{min}}$	$F_{y_{min}}$	$F_{z_{min}}$	$F_{x_{mean}}$	$F_{y_{mean}}$	$F_{z_{mean}}$
-18.07	18.55	17.53	-27.83	5.86	-8.84	-23.64	10.53	-1.35



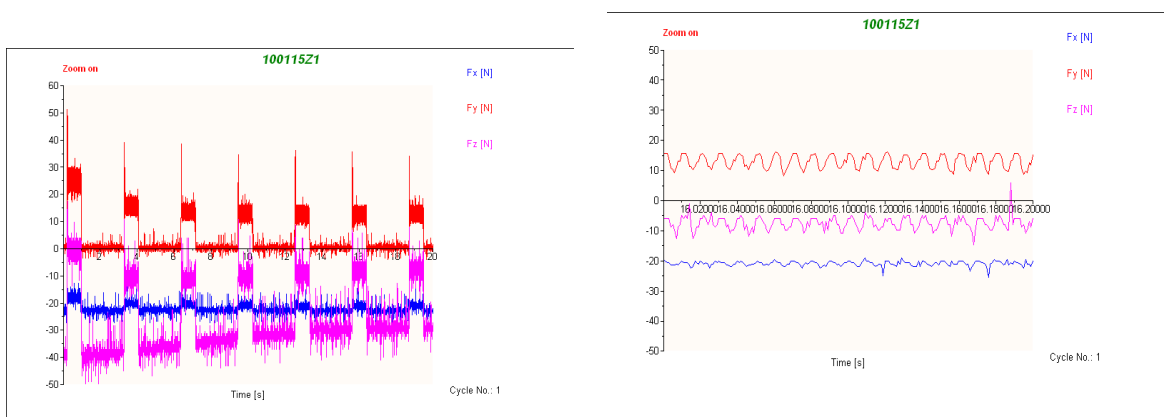
ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ



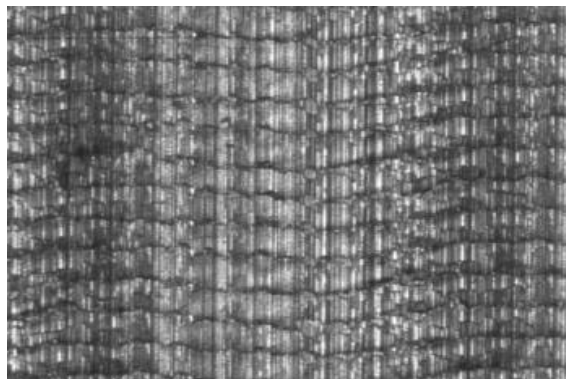
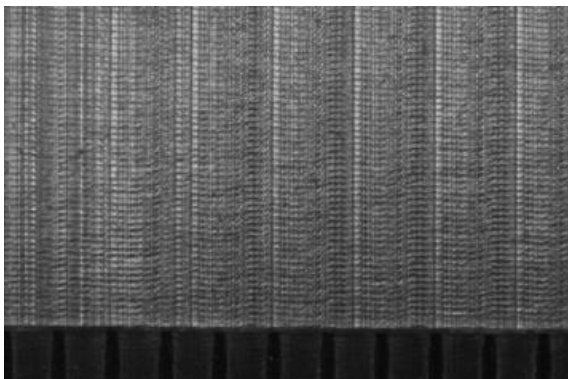
ΠΕΙΡΑΜΑ		73
Τεμάχιο		9
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	1.1 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.5 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

Fx _{max}	Fy _{max}	Fz _{max}	Fx _{min}	Fy _{min}	Fz _{min}	Fx _{mean}	Fy _{mean}	Fz _{mean}
-14.65	19.53	5.81	-25.39	6.84	-19.58	-20.85	13.04	-7.59



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

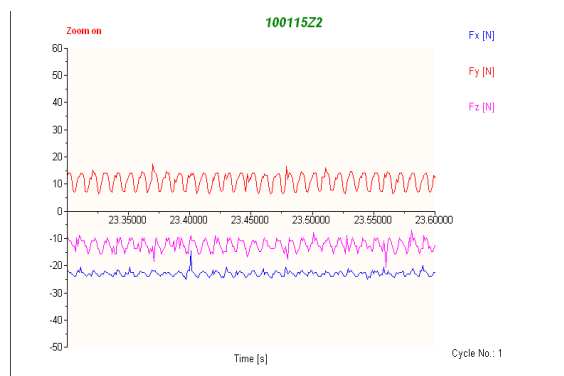
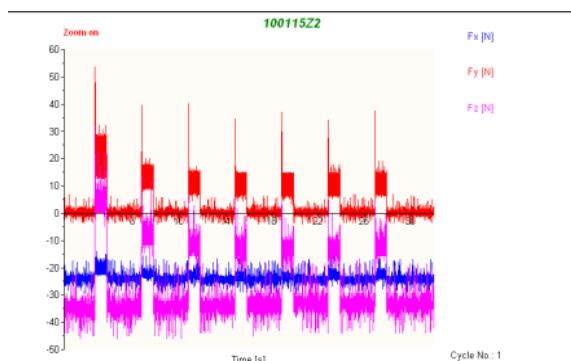




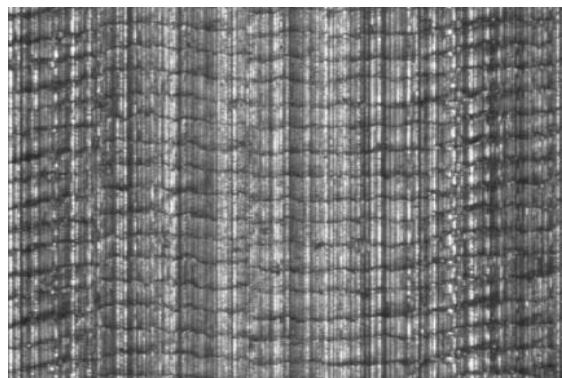
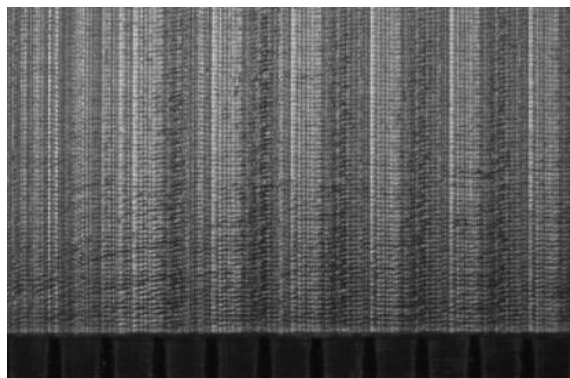
ΠΕΙΡΑΜΑ		74
Τεμάχιο		9
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.5 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

Fx _{max}	Fy _{max}	Fz _{max}	Fx _{min}	Fy _{min}	Fz _{min}	Fx _{mean}	Fy _{mean}	Fz _{mean}
14.65	18.07	-5.0002	-26.86	5.37	-20.55	-22.88	11.12	-12.37



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

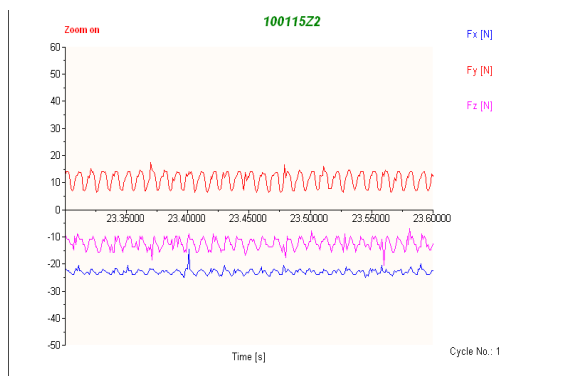
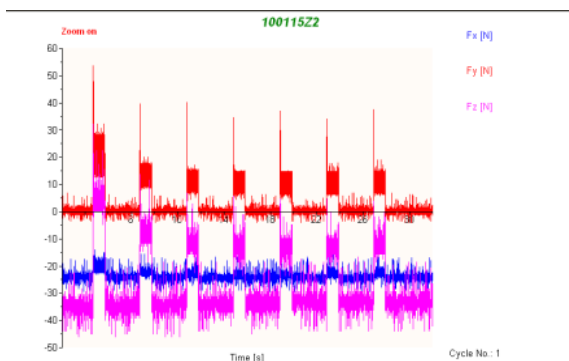




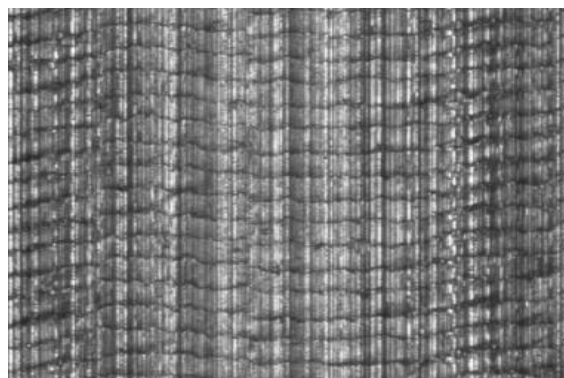
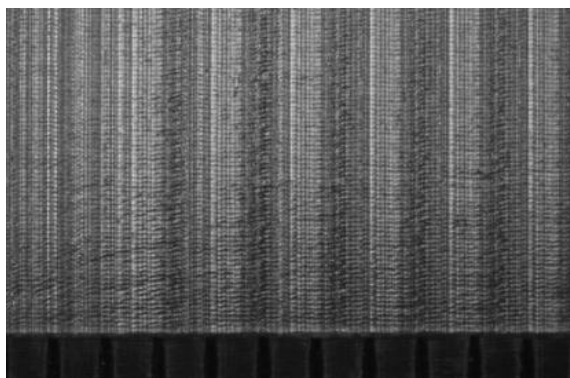
ΠΕΙΡΑΜΑ		75
Τεμάχιο		9
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.5 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x_{max}}$	$F_{y_{max}}$	$F_{z_{max}}$	$F_{x_{min}}$	$F_{y_{min}}$	$F_{z_{min}}$	$F_{x_{mean}}$	$F_{y_{mean}}$	$F_{z_{mean}}$
-19.04	14.16	2.88	-29.3	0.49	-23.48	-24.75	8.95	-11.37



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

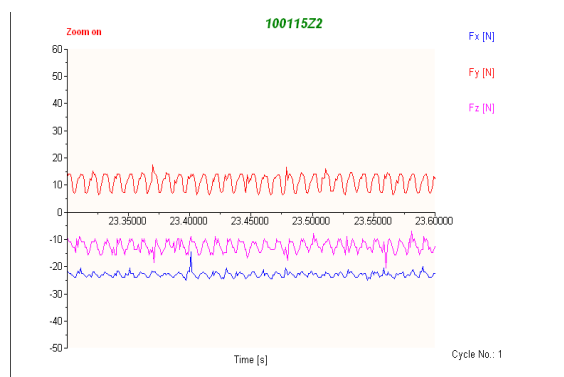
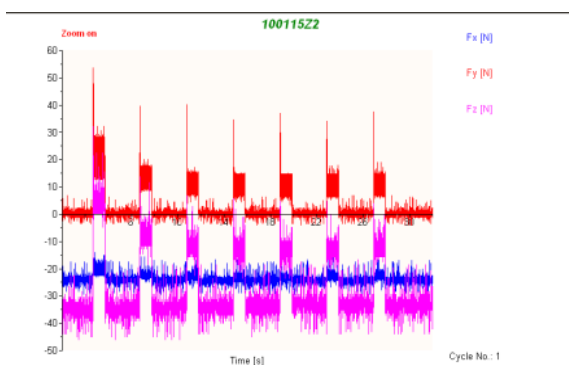




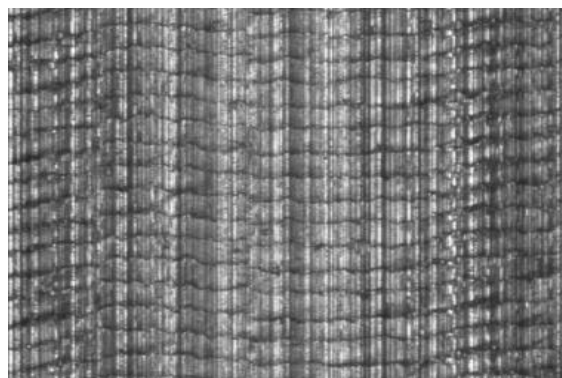
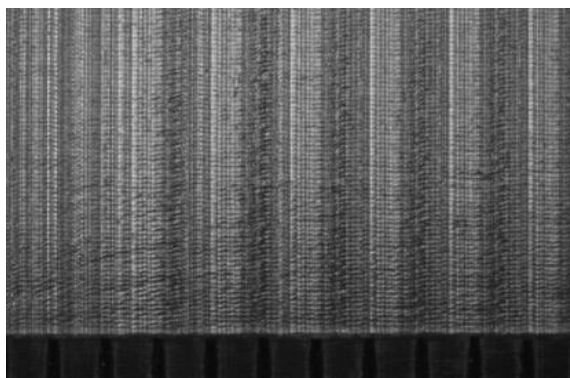
ΠΕΙΡΑΜΑ		76
Τεμάχιο		9
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

Fx _{max}	Fy _{max}	Fz _{max}	Fx _{min}	Fy _{min}	Fz _{min}	Fx _{mean}	Fy _{mean}	Fz _{mean}
-16.6	18.55	4.84	-27.34	5.86	-14.7	-22.55	11.85	-5.7



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

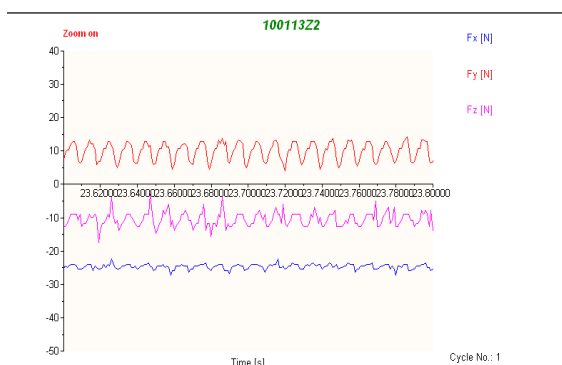
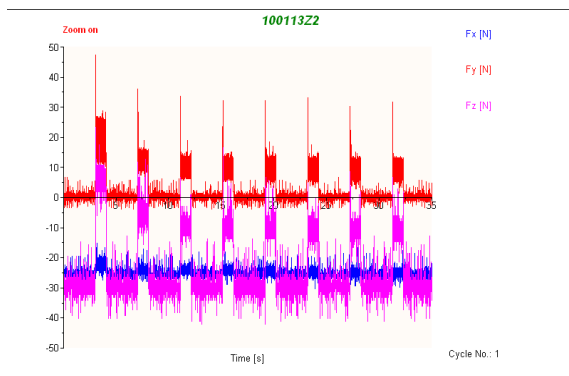




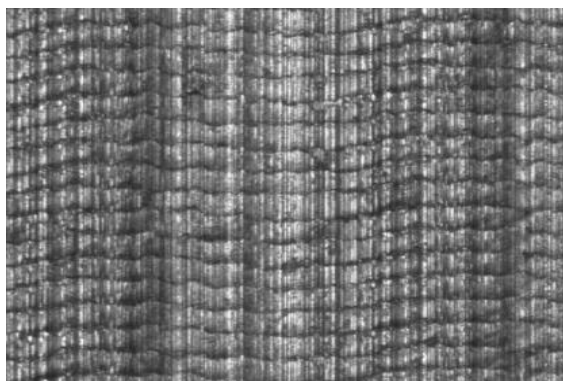
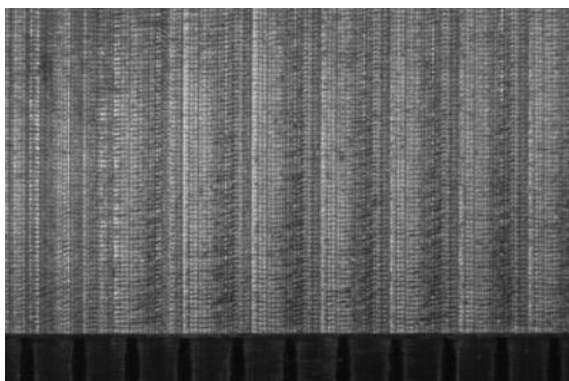
ΠΕΙΡΑΜΑ		77
Τεμάχιο		9
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.3 mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

Fx _{max}	Fy _{max}	Fz _{max}	Fx _{min}	Fy _{min}	Fz _{min}	Fx _{mean}	Fy _{mean}	Fz _{mean}
-19.53	17.58	-5.0002	-30.27	3.42	-21.53	-24.57	9.89	-10.62



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

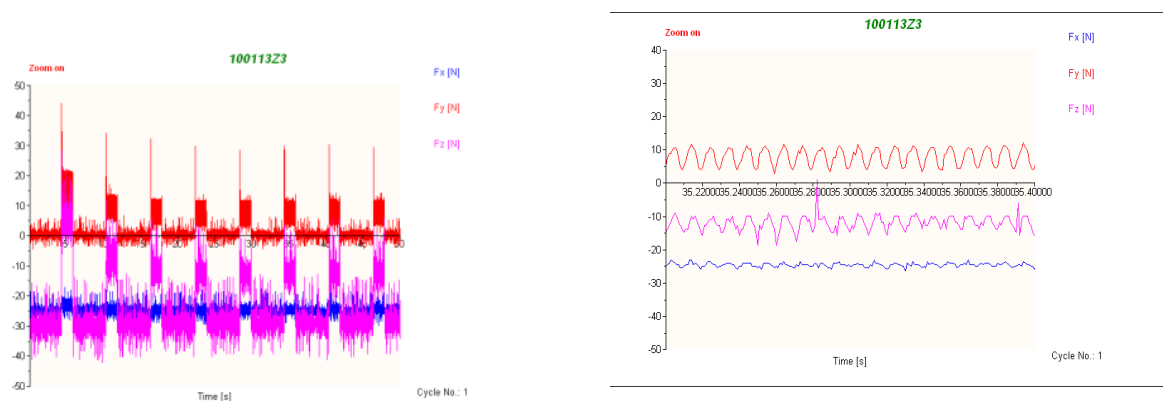




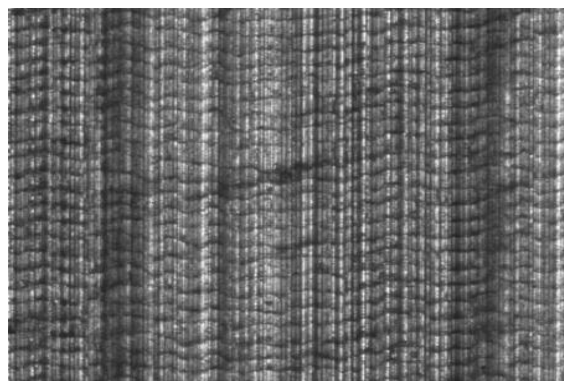
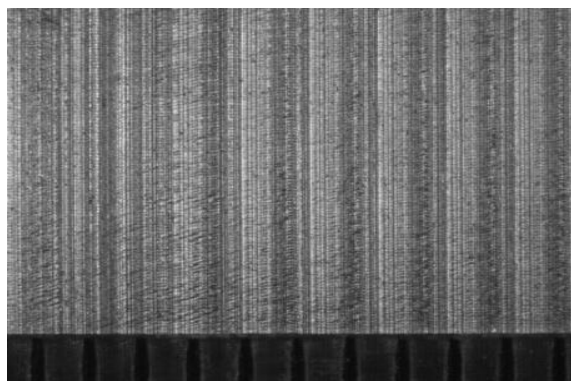
ΠΕΙΡΑΜΑ		78
Τεμάχιο		9
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x\max}$	$F_{y\max}$	$F_{z\max}$	$F_{x\min}$	$F_{y\min}$	$F_{z\min}$	$F_{x\text{mean}}$	$F_{y\text{mean}}$	$F_{z\text{mean}}$
-21.48	12.7	1.91	-28.81	1.95	-19.58	-24.51	7.88	-12.05



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

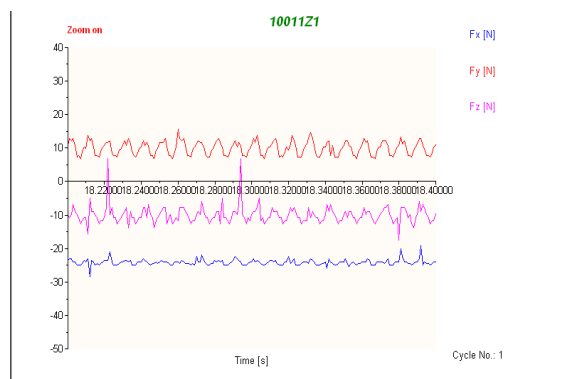
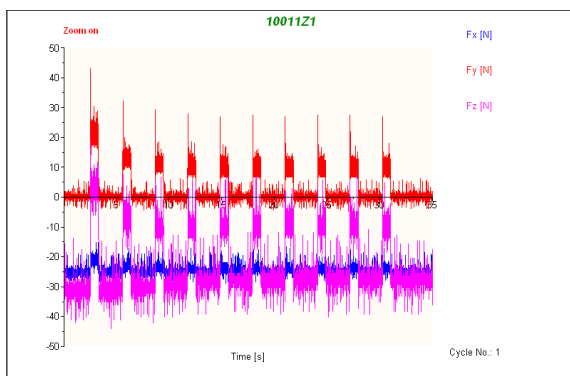




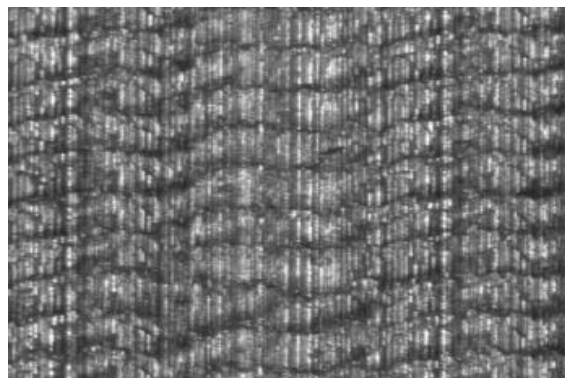
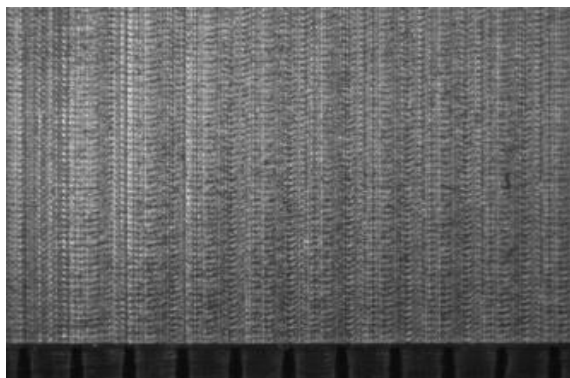
ΠΕΙΡΑΜΑ		79
Τεμάχιο		9
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

Fx _{max}	Fy _{max}	Fz _{max}	Fx _{min}	Fy _{min}	Fz _{min}	Fx _{mean}	Fy _{mean}	Fz _{mean}
-17.58	16.11	6.79	-28.32	6.35	-17.35	-24.11	9.92	-10.09



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

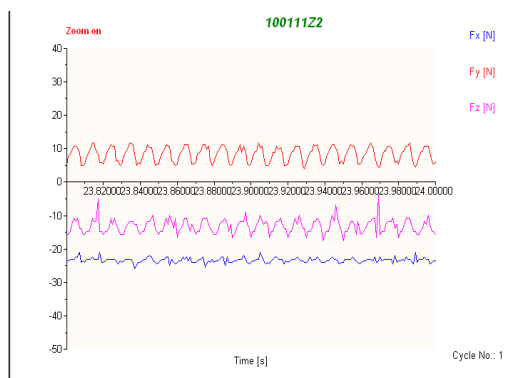
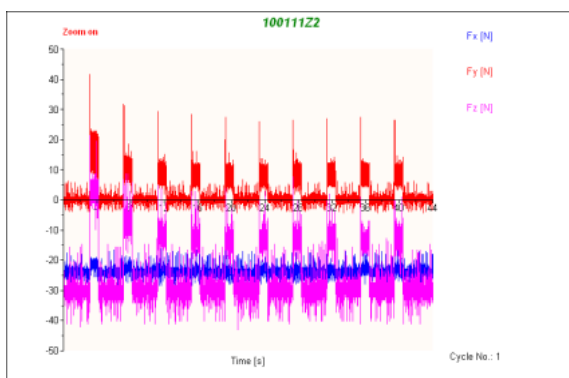




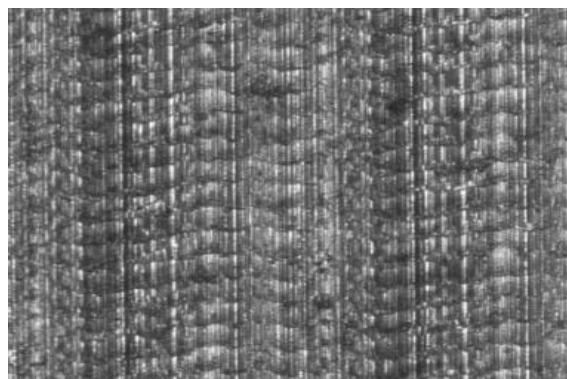
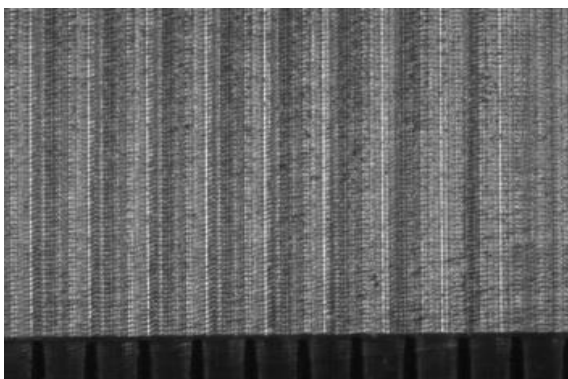
ΠΕΙΡΑΜΑ		80
Τεμάχιο		9
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x\max}$	$F_{y\max}$	$F_{z\max}$	$F_{x\min}$	$F_{y\min}$	$F_{z\min}$	$F_{x\text{mean}}$	$F_{y\text{mean}}$	$F_{z\text{mean}}$
-19.04	13.67	2.88	-27.83	1.46	-23.48	-23.29	8.33	-13.42



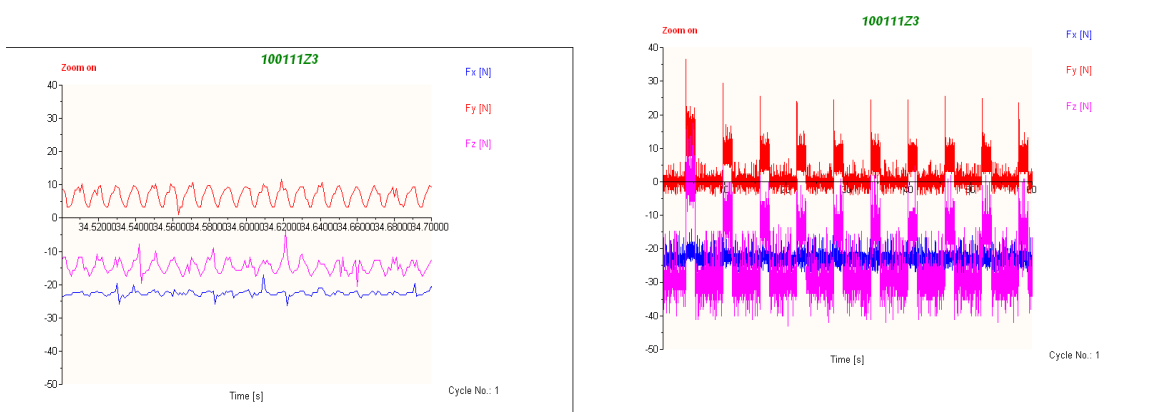
ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ



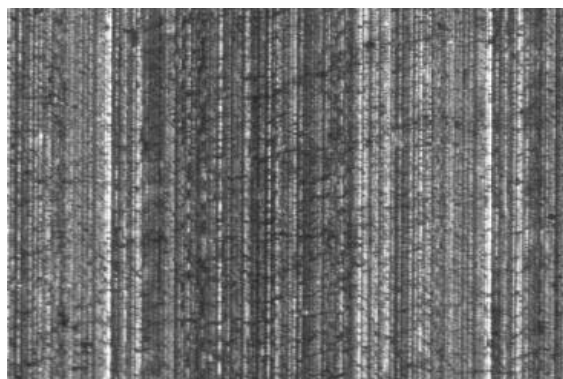
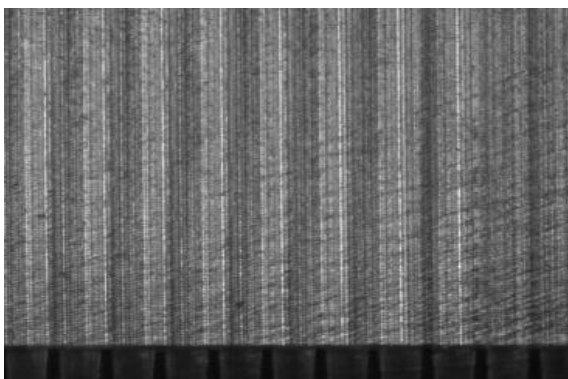
ΠΕΙΡΑΜΑ		81	
Τεμάχιο		9	
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ	
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083	
Αξονικό βάθος	tz	0.1	mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.1	mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016	mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10	deg
Ταχύτητα κοπής	v _c	120	m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-16.11	14.16	1.91	-27.34	0.98	-26.41	-22.61	6.76	-14.39



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

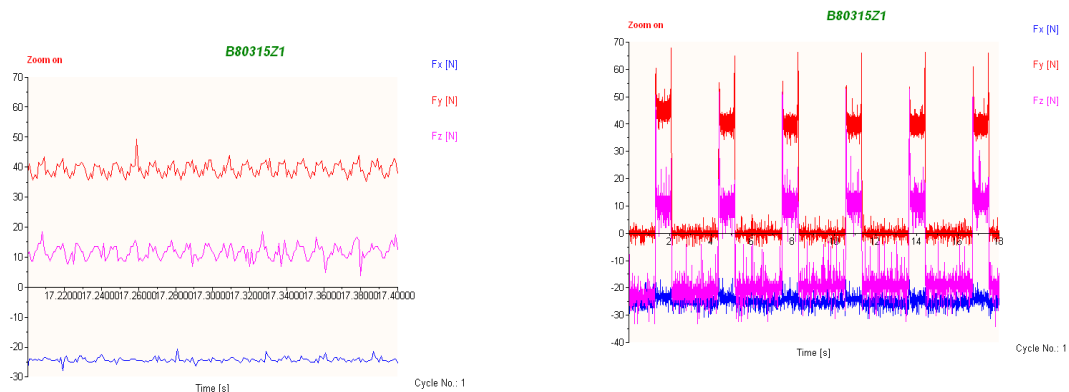


ΑΝΤΙΡΡΟΠΟ

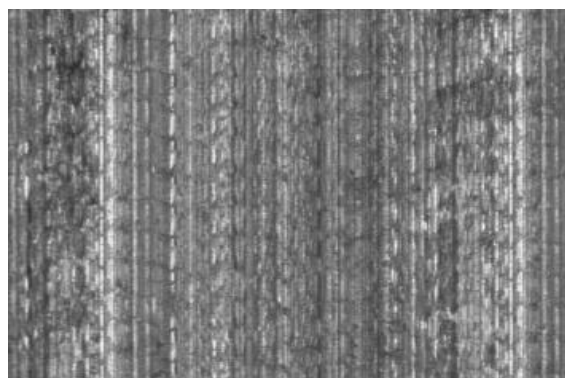
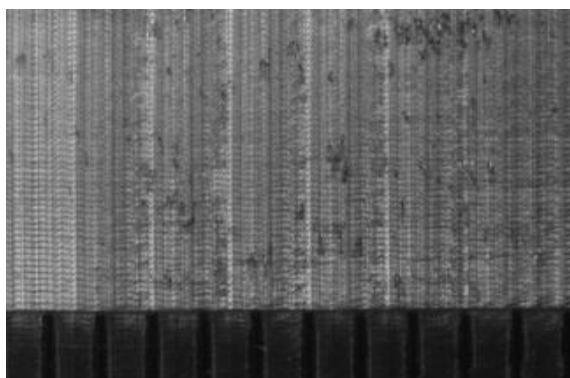
ΠΕΙΡΑΜΑ			
Τεμάχιο	1		
Είδος φραιζαρίσματος	1		
Κατεργαζόμενο υλικό	(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ		
Αξονικό βάθος	AL-5083		
Ακτινικό βάθος	t_z	0.3	mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	t_{xy}	1.5	mm
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	f_z	0.033	mm/rev,z
Ταχύτητα κοπής	φ	8	deg
	v_c	120	m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x_{max}}$	$F_{y_{max}}$	$F_{z_{max}}$	$F_{x_{min}}$	$F_{y_{min}}$	$F_{z_{min}}$	$F_{x_{mean}}$	$F_{y_{mean}}$	$F_{z_{mean}}$
-20.02	46.87	24.37	-23.79	34.67	-5.0002	24.21	39.53	11.76



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

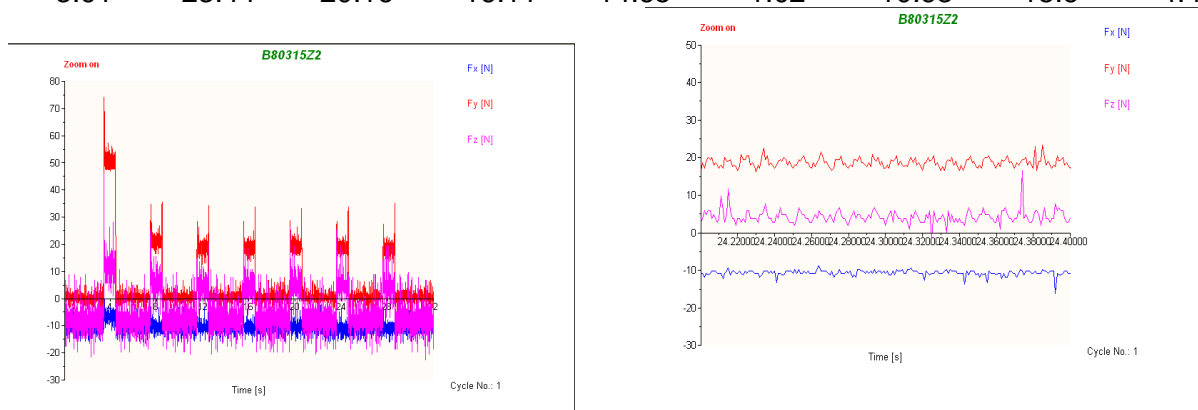




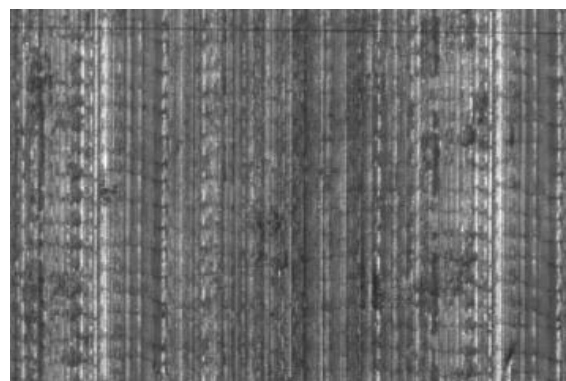
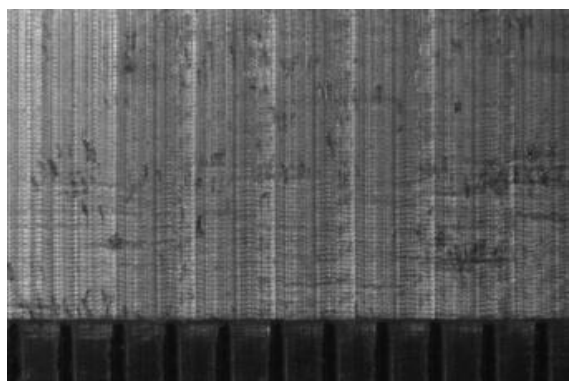
ΠΕΙΡΑΜΑ		2
Τεμάχιο		1
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.5 mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-3.91	23.44	20.16	-16.11	14.65	-1.02	-10.63	18.6	4.45



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

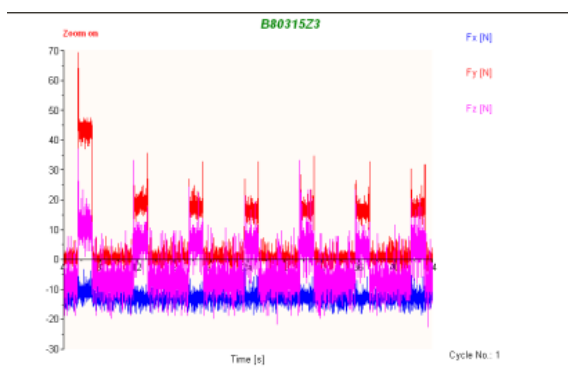




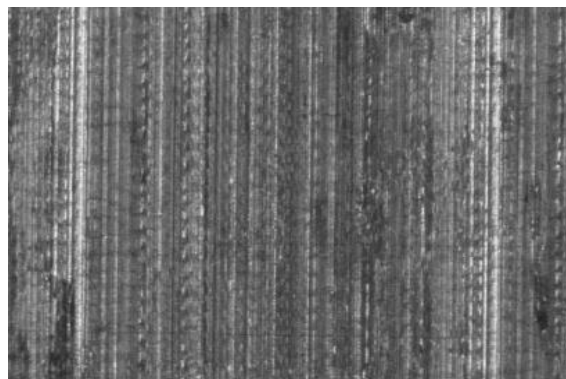
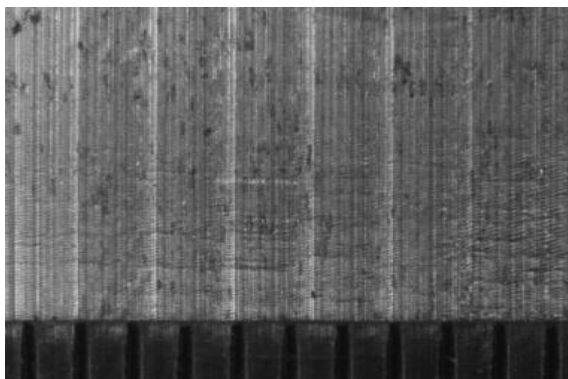
ΠΕΙΡΑΜΑ		3
Τεμάχιο		1
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.5 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x_{max}}$	$F_{y_{max}}$	$F_{z_{max}}$	$F_{x_{min}}$	$F_{y_{min}}$	$F_{z_{min}}$	$F_{x_{mean}}$	$F_{y_{mean}}$	$F_{z_{mean}}$
-5.86	21.97	12.65	-18.07	11.23	-7.86	-12.87	16.53	4.48



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

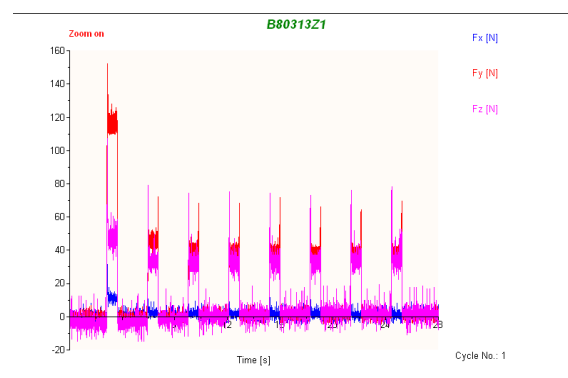
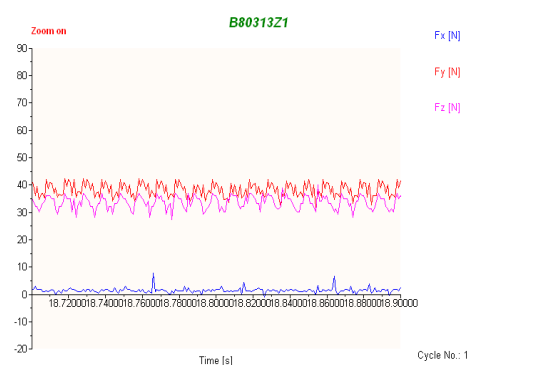




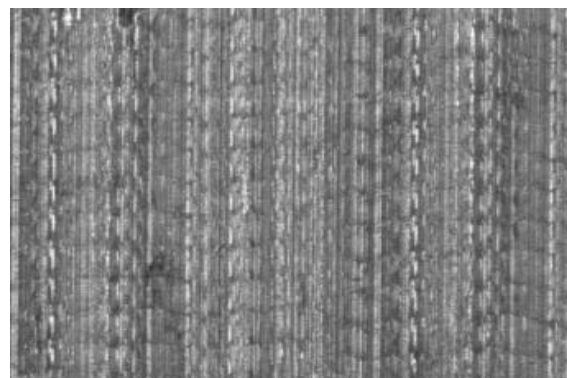
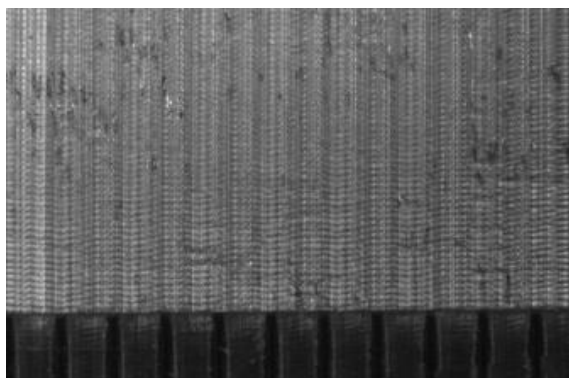
ΠΕΙΡΑΜΑ		4
Τεμάχιο		1
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
7.81	42.97	39.99	-1.95	30.27	19.48	1.52	38.18	33.53



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

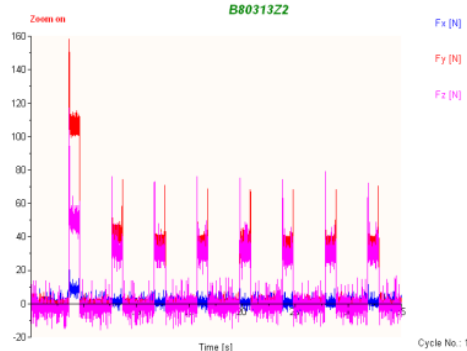
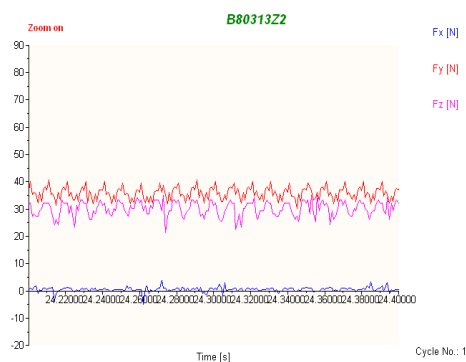




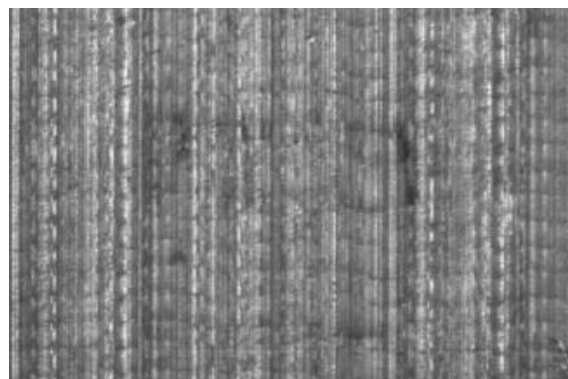
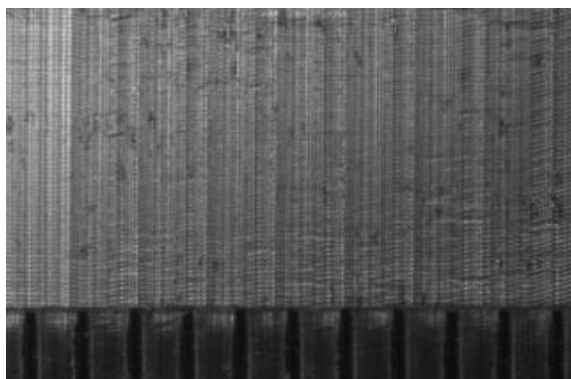
ΠΕΙΡΑΜΑ		5
Τεμάχιο		1
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.3 mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _x max	F _y max	F _z max	F _x min	F _y min	F _z min	F _x mean	F _y mean	F _z mean
6.84	42.97	45.85	-4.88	25.88	16.55	0.55	35.82	30.2



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

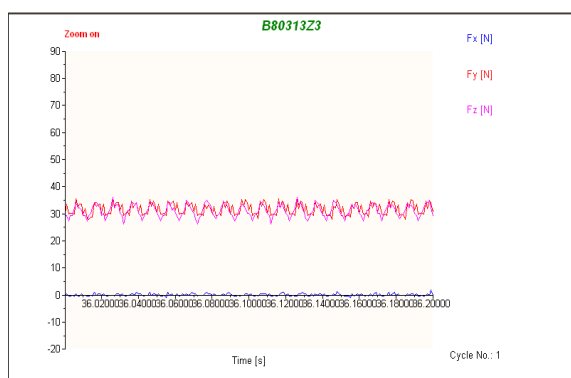




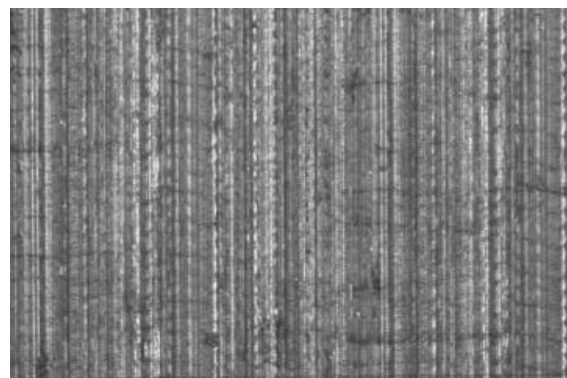
ΠΕΙΡΑΜΑ		6
Τεμάχιο		1
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.3 mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _x max	F _y max	F _z max	F _x min	F _y min	F _z min	F _x mean	F _y mean	F _z mean
1.95	36.13	37.06	-1.46	27.83	26.32	0.1	31.74	31.03



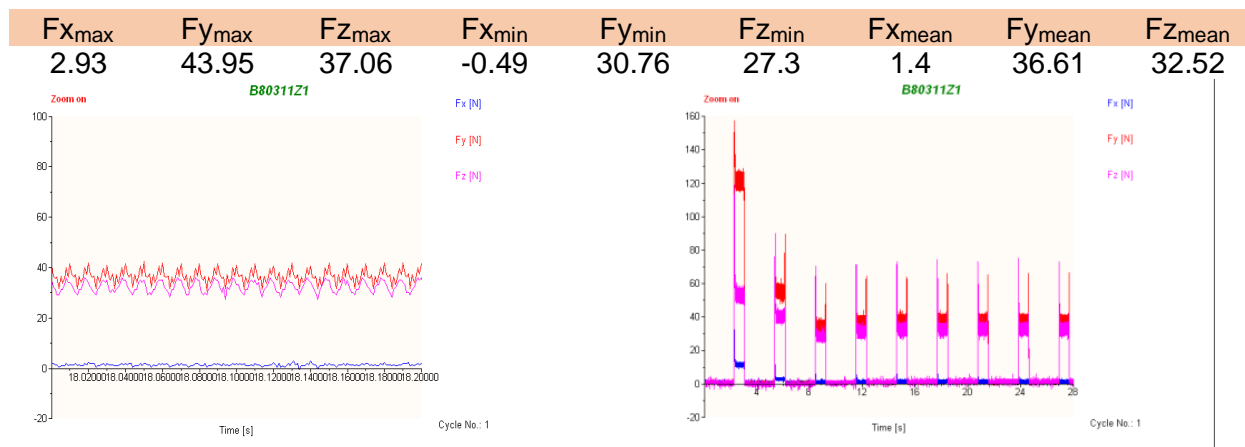
ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ



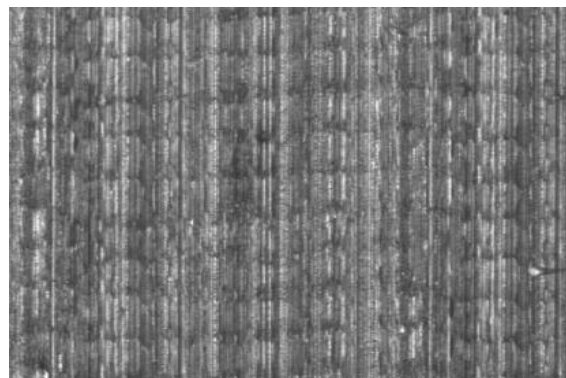
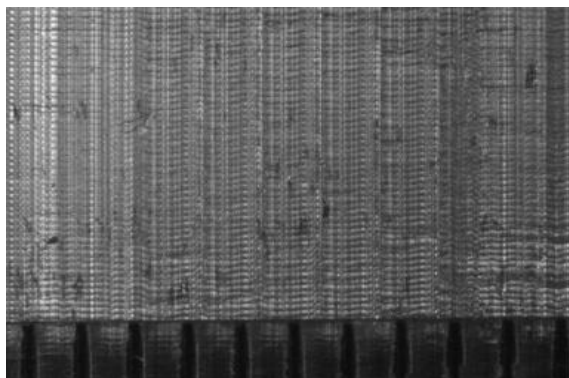


ΠΕΙΡΑΜΑ		7
Τεμάχιο		1
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.1 mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]



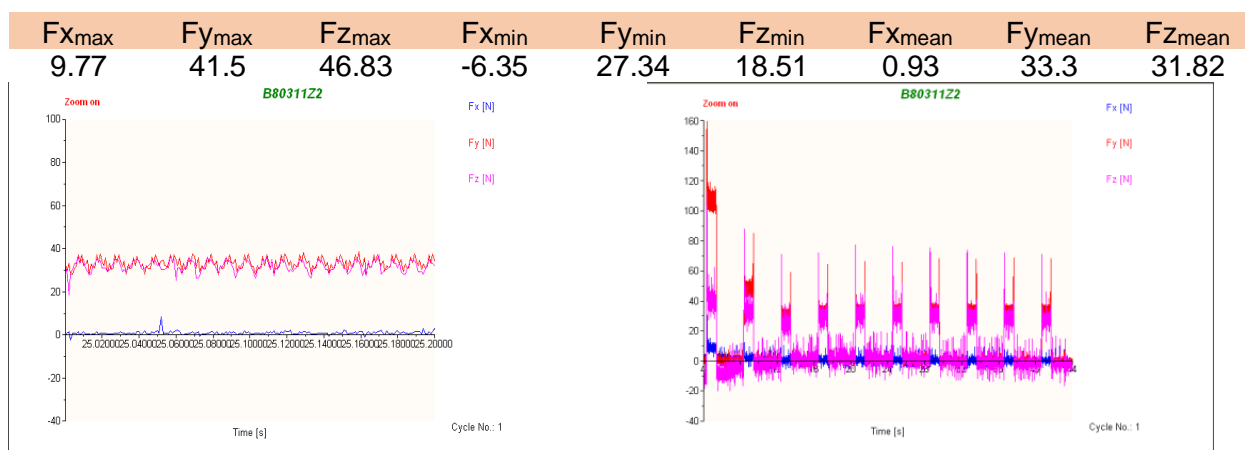
ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ



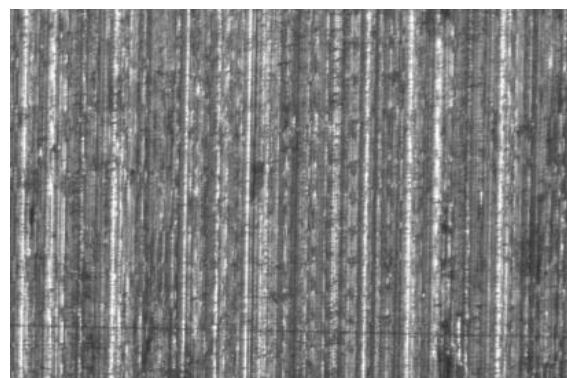
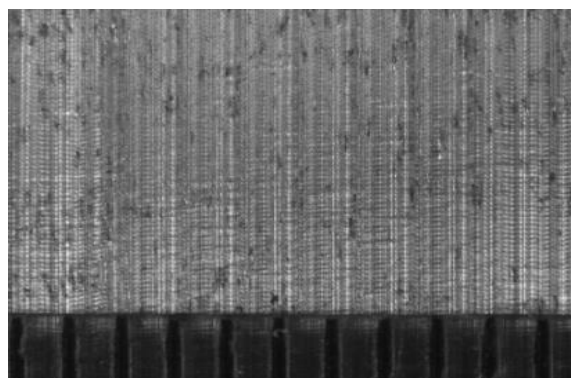


ΠΕΙΡΑΜΑ		8
Τεμάχιο		1
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	t_z	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t_{xy}	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	f_z	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	v_c	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

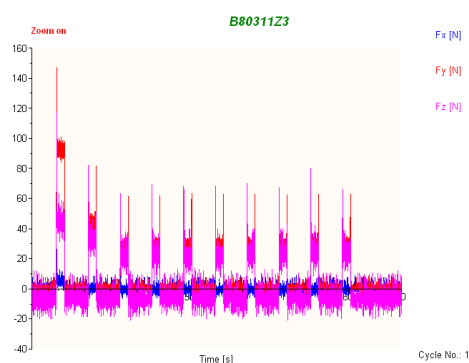
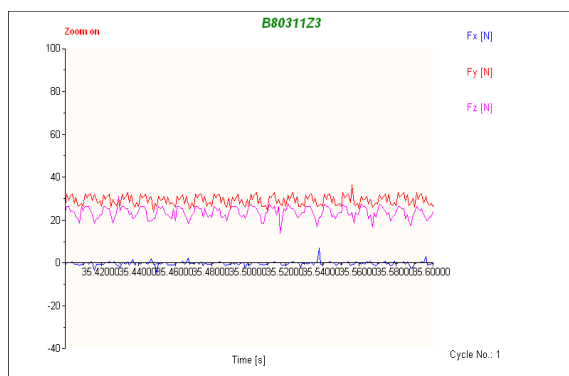




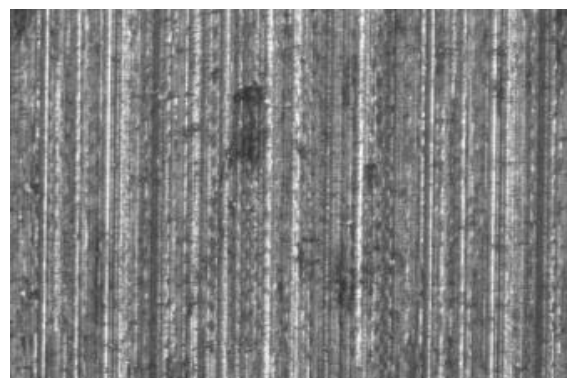
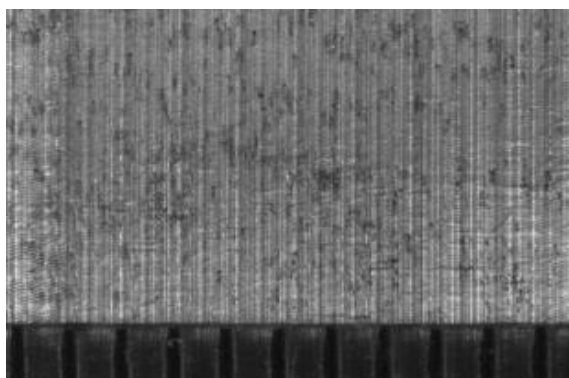
ΠΕΙΡΑΜΑ		9
Τεμάχιο		1
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.1 mm
Πρώση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρώση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
6.84	36.62	39.99	-4.88	23.44	7.77	-0.28	29.42	23.34



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

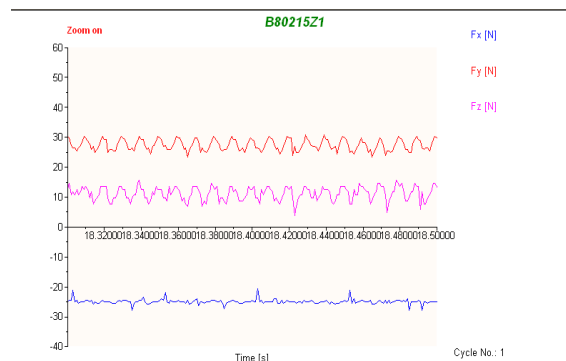
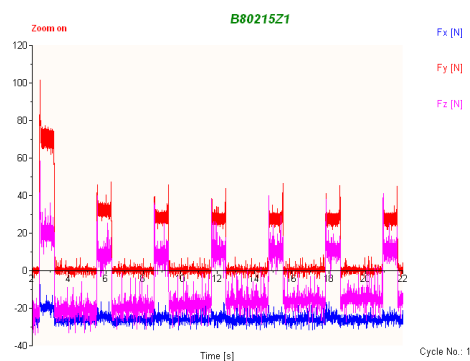




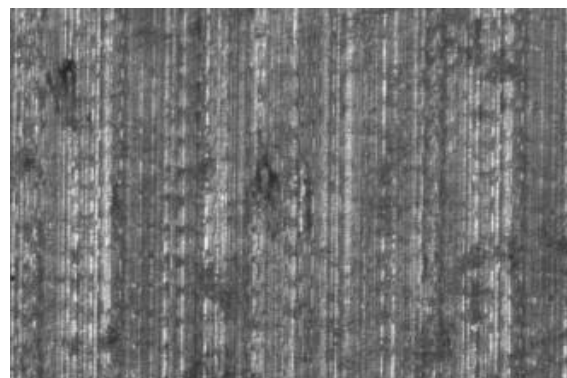
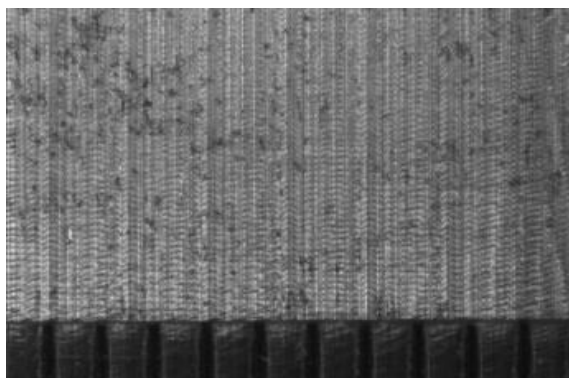
ΠΕΙΡΑΜΑ		10
Τεμάχιο		2
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.5 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.33 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-16.6	32.23	21.44	-28.32	21.97	-3.95	-24.9	26.67	11.46



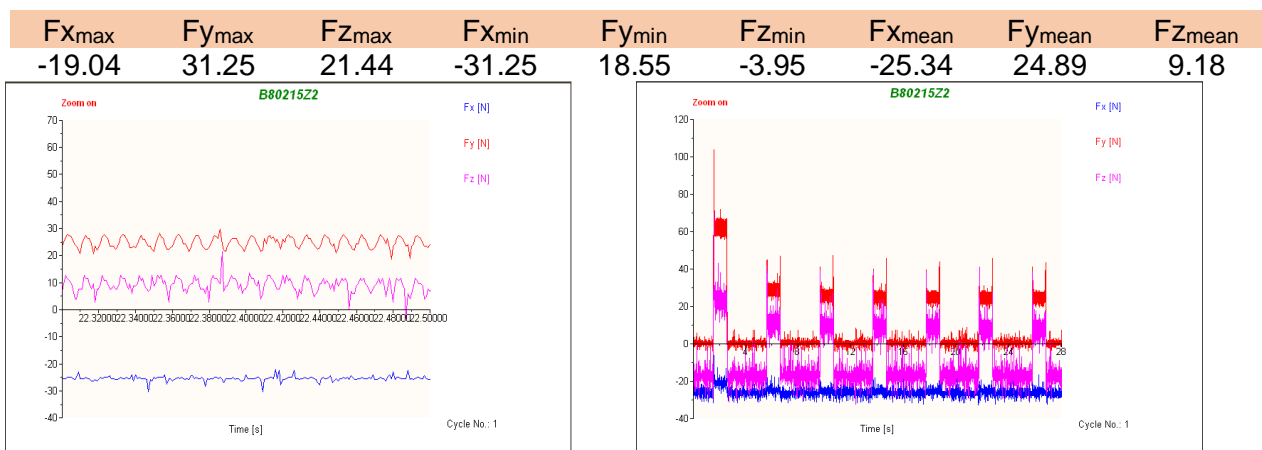
ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ



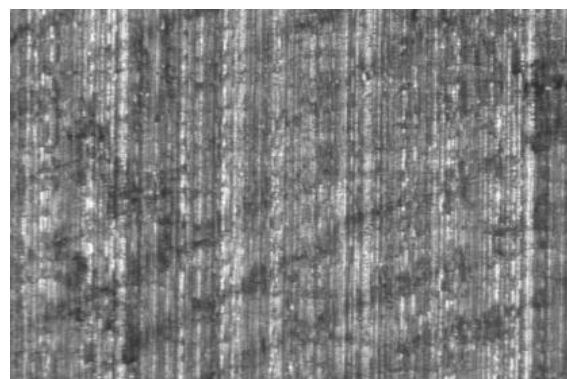
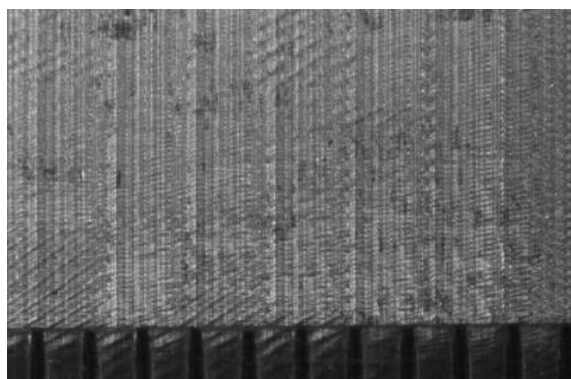


ΠΕΙΡΑΜΑ		11
Τεμάχιο		2
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.5 mm
Πρώωση (ανάστροφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρώωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]



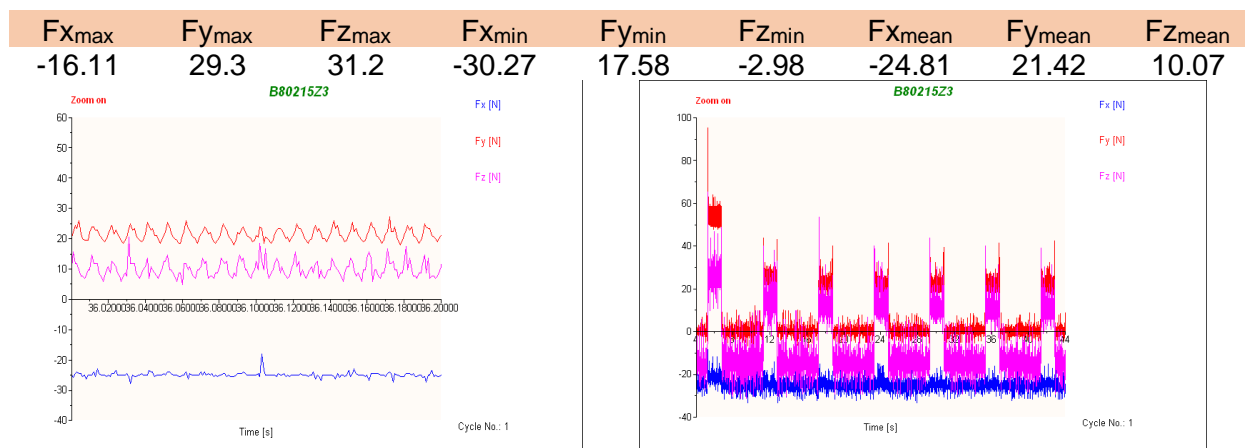
ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ



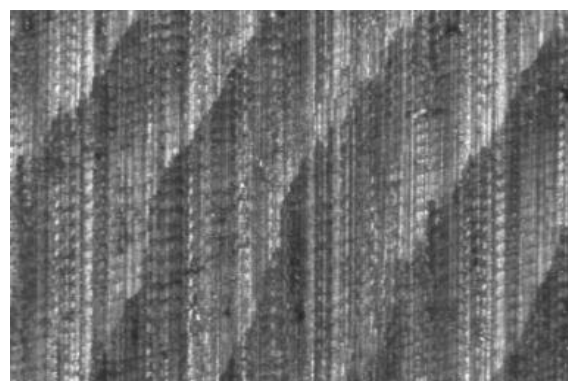
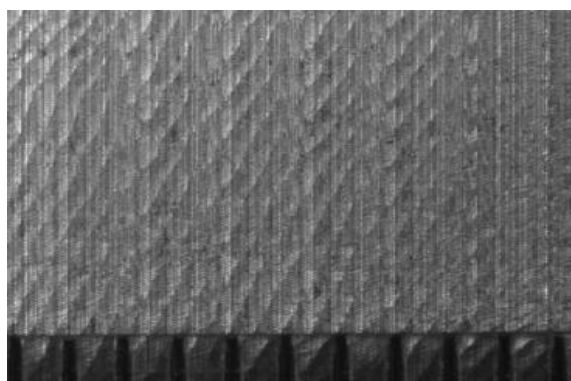


ΠΕΙΡΑΜΑ		12
Τεμάχιο		2
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.5 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

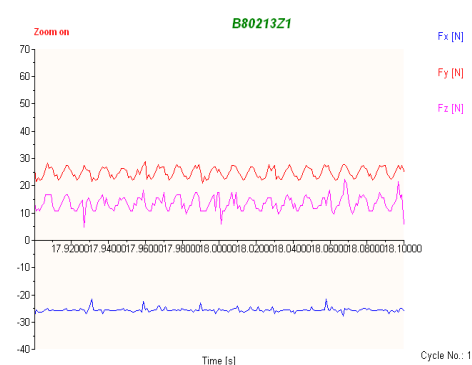
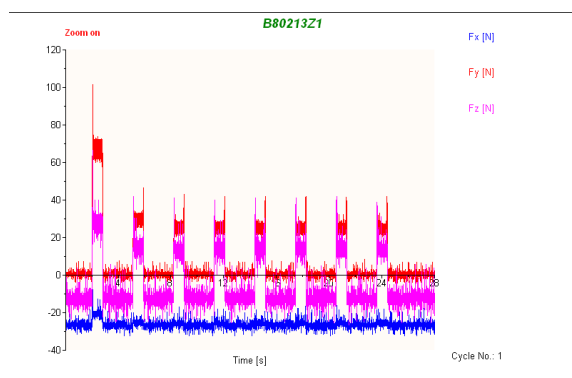




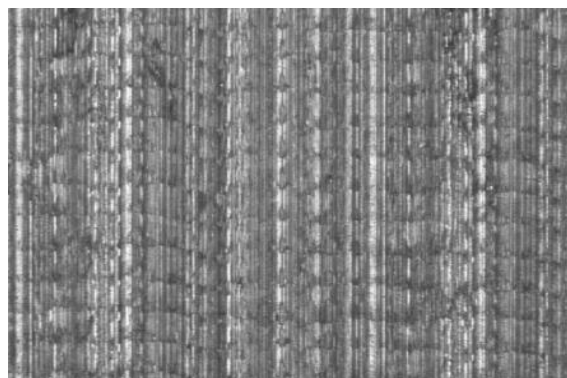
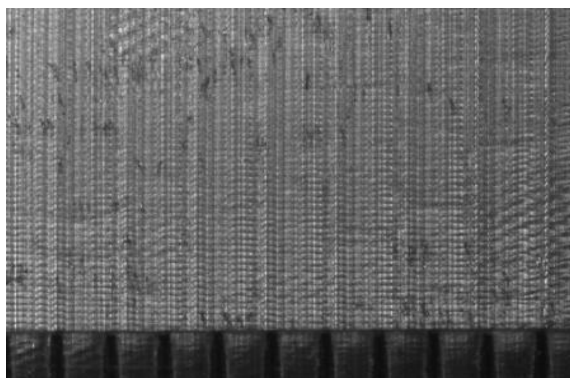
ΠΕΙΡΑΜΑ		13
Τεμάχιο		2
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.0 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _x max	F _y max	F _z max	F _x min	F _y min	F _z min	F _x mean	F _y mean	F _z mean
-	31.25	29.25	-30.76	21	3.86	-25.58	24.73	13.54
17.58								



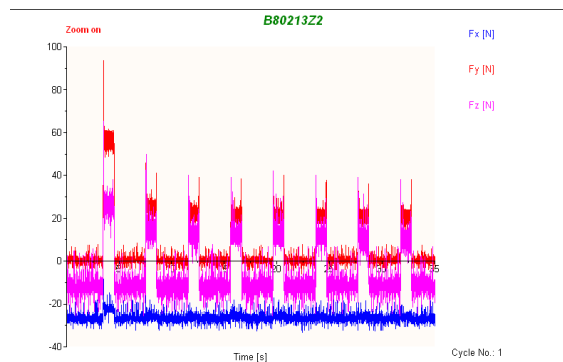
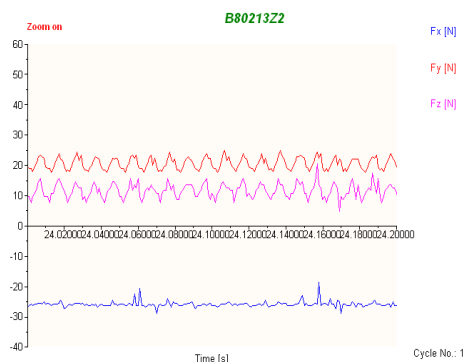
ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ



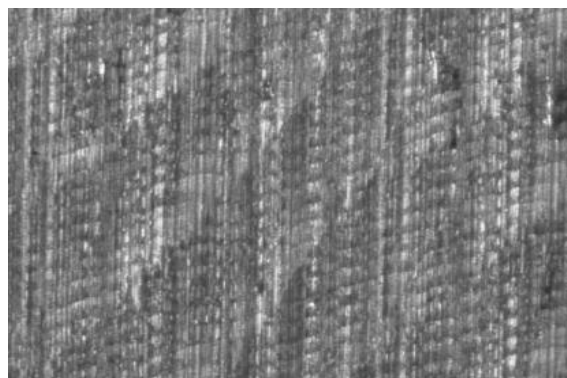
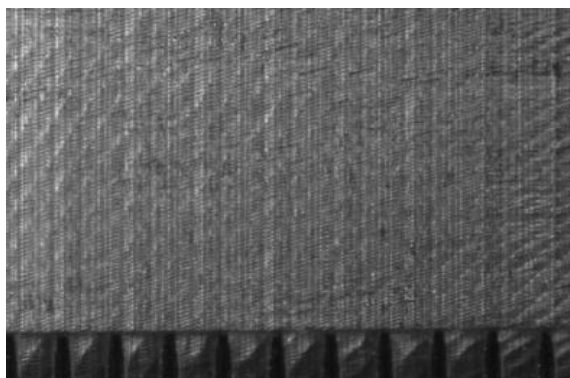
ΠΕΙΡΑΜΑ		14
Τεμάχιο		2
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	t_z	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	t_{xy}	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	f_z	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	v_c	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x_{max}}$	$F_{y_{max}}$	$F_{z_{max}}$	$F_{x_{min}}$	$F_{y_{min}}$	$F_{z_{min}}$	$F_{x_{mean}}$	$F_{y_{mean}}$	$F_{z_{mean}}$
-25.55	28.32	29.25	-31.25	17.09	-5.0002	-25.95	20.54	11.58



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

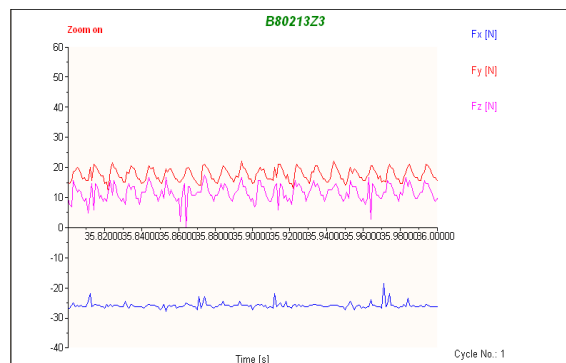
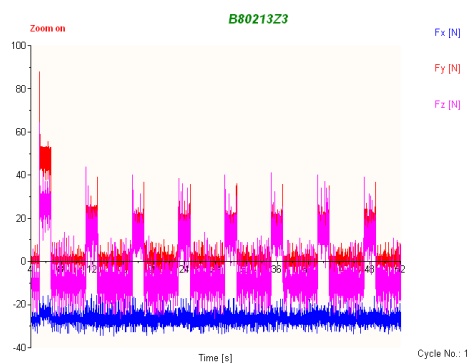




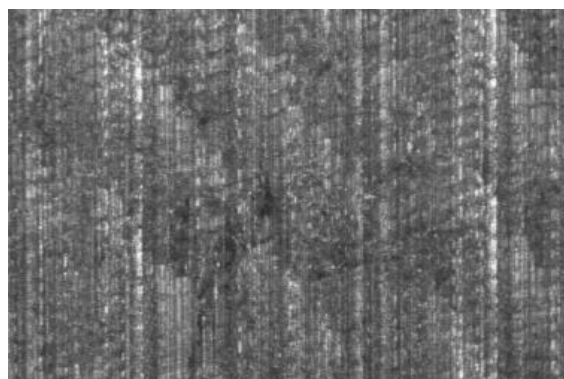
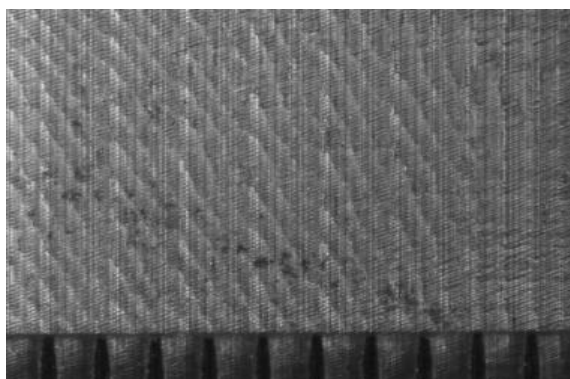
ΠΕΙΡΑΜΑ		15
Τεμάχιο		2
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.3 mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x\max}$	$F_{y\max}$	$F_{z\max}$	$F_{x\min}$	$F_{y\min}$	$F_{z\min}$	$F_{x\text{mean}}$	$F_{y\text{mean}}$	$F_{z\text{mean}}$
-17.58	26.37	32.18	-32.71	10.25	-5.0002	26.18	17.6	12.06



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

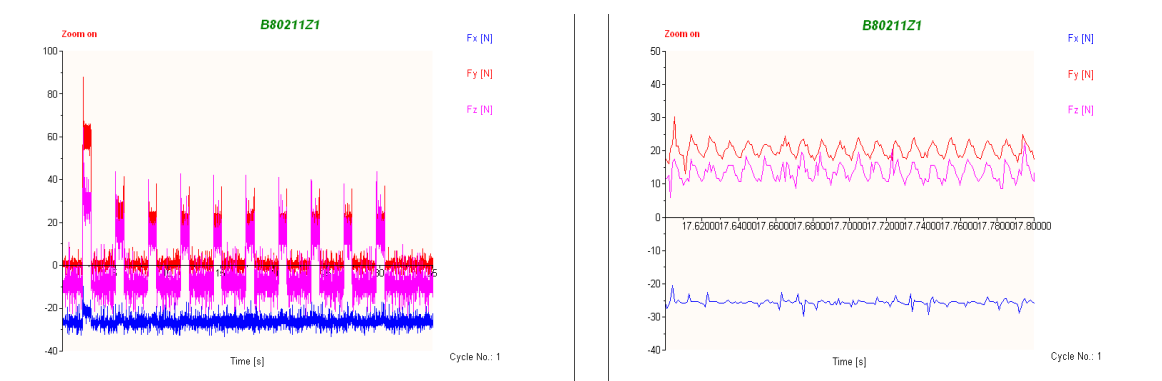




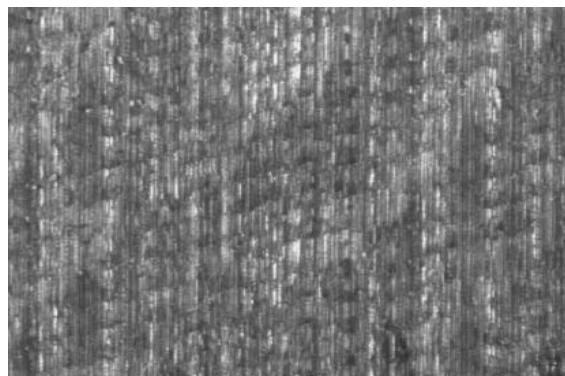
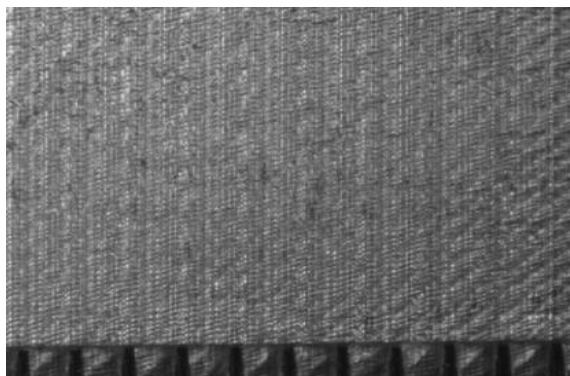
ΠΕΙΡΑΜΑ		16
Τεμάχιο		2
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.1 mm
Πρώση (ανάστροφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρώση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
16.6	30.27	26.32	-30.76	13.18	1.91	-25.65	20.16	13.62



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

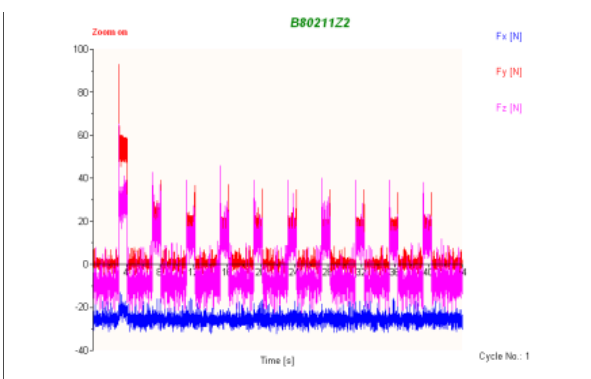
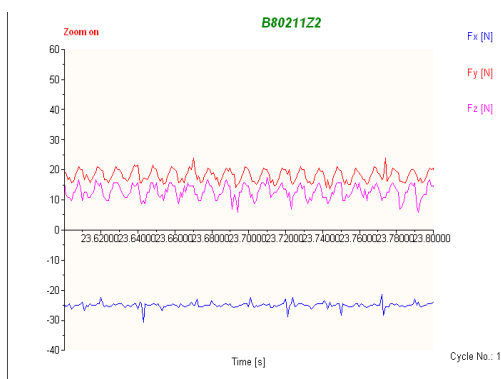




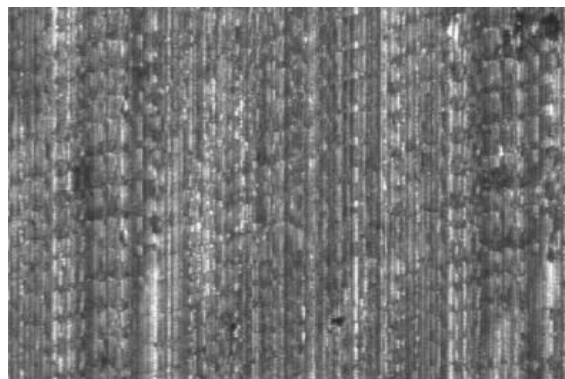
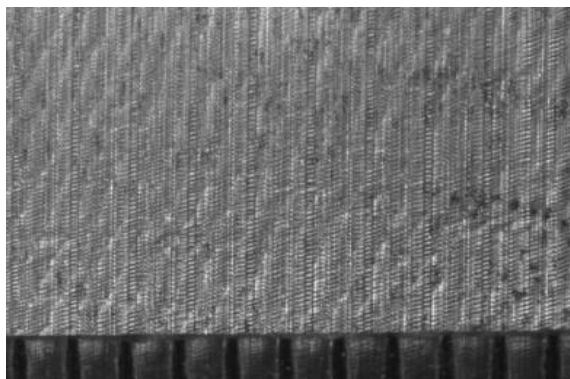
ΠΕΙΡΑΜΑ		17
Τεμάχιο		2
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.1 mm
Πρώση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρώση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x\max}$	$F_{y\max}$	$F_{z\max}$	$F_{x\min}$	$F_{y\min}$	$F_{z\min}$	$F_{x\text{mean}}$	$F_{y\text{mean}}$	$F_{z\text{mean}}$
-17.09	23.93	33.16	-30.16	12.21	0.93	-24.89	17.97	12.74



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

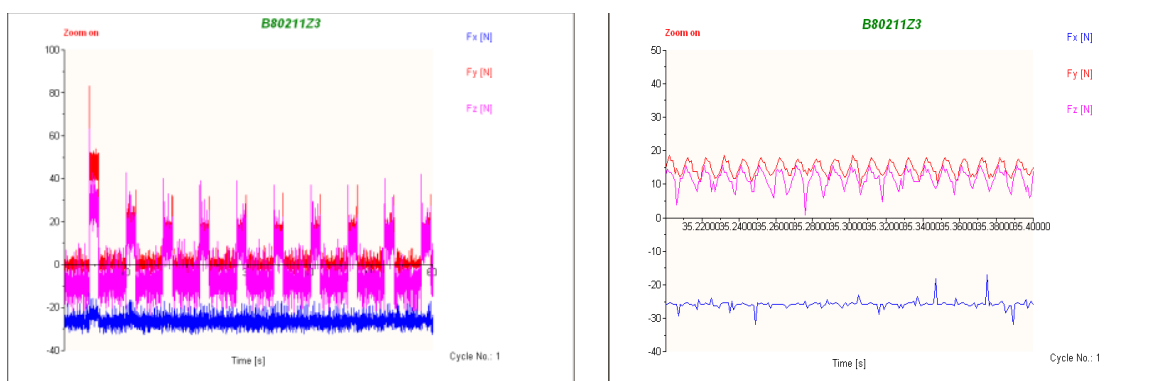




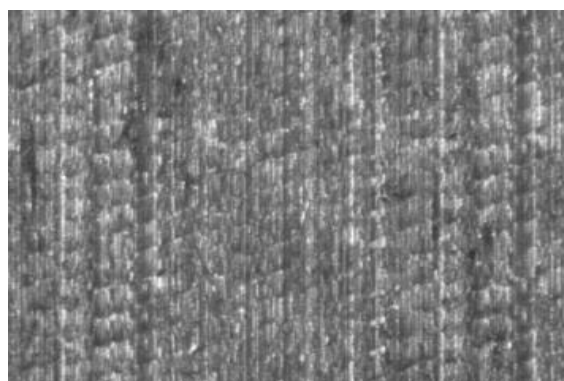
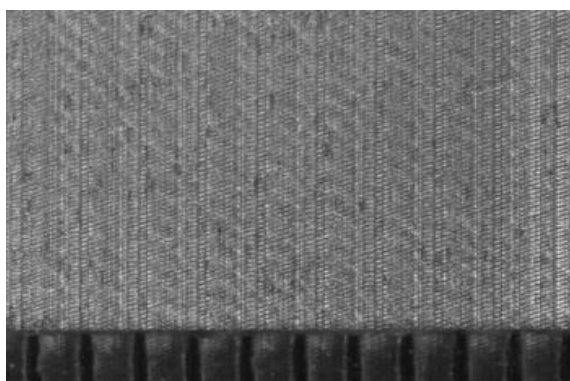
ΠΕΙΡΑΜΑ		18
Τεμάχιο		2
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-17.09	20.02	25.34	-31.74	9.28	-3.95	-25.9	15.08	11.96



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

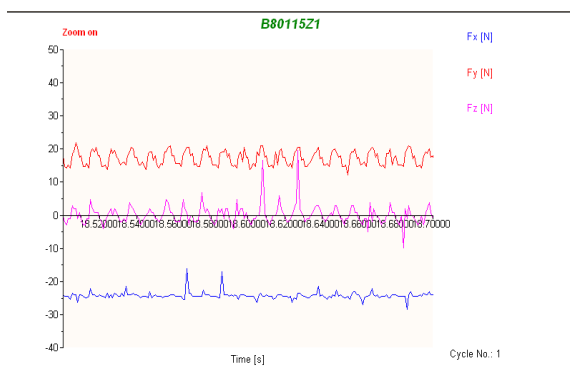




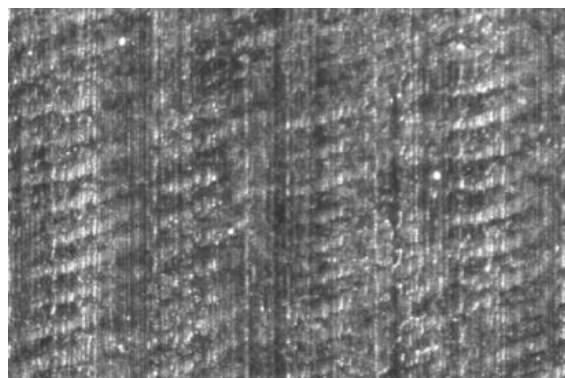
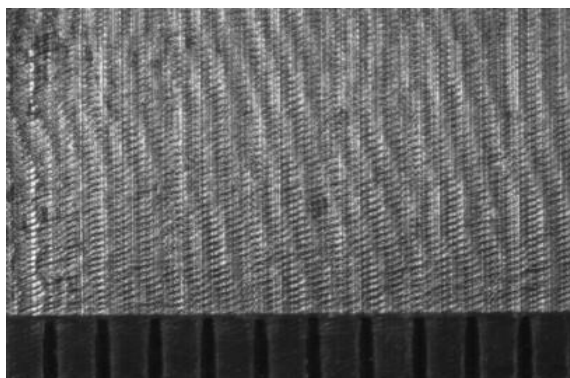
ΠΕΙΡΑΜΑ		19
Τεμάχιο		3
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.5 mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F_{xmax}	F_{ymax}	F_{zmax}	F_{xmin}	F_{ymin}	F_{zmin}	F_{xmean}	F_{ymean}	F_{zmean}
-16.11	27.34	19.48	-29.79	11.72	-9.81	-24.28	17.28	-0.11



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

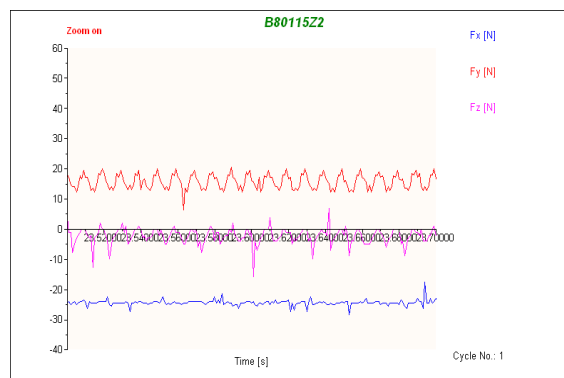
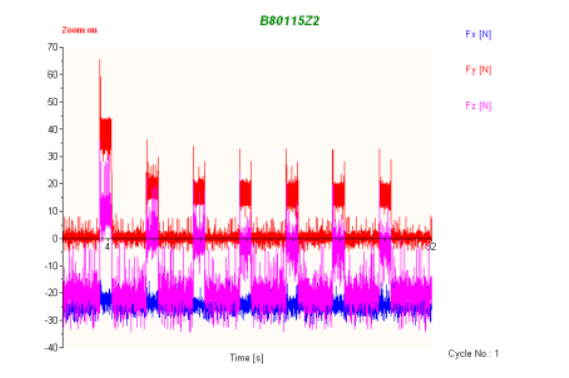




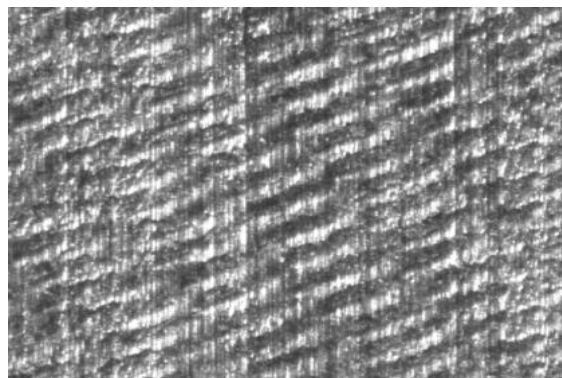
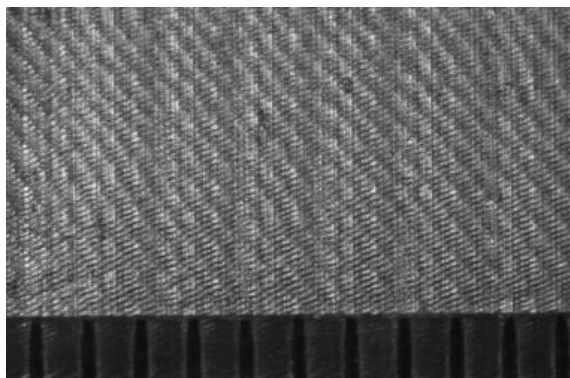
ΠΕΙΡΑΜΑ		20
Τεμάχιο		3
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.5 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
23.44	8.74	-28.32	6.35	-17.62	-24.31	15.73	-2.18	7.76



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

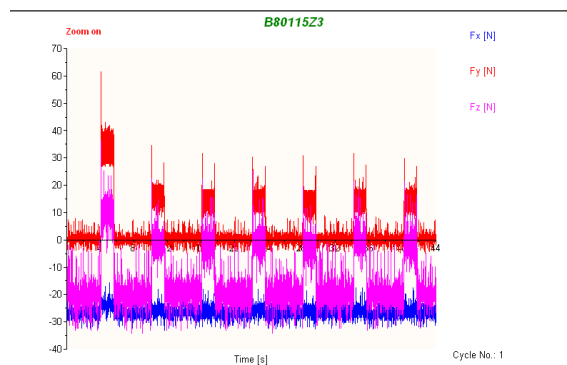
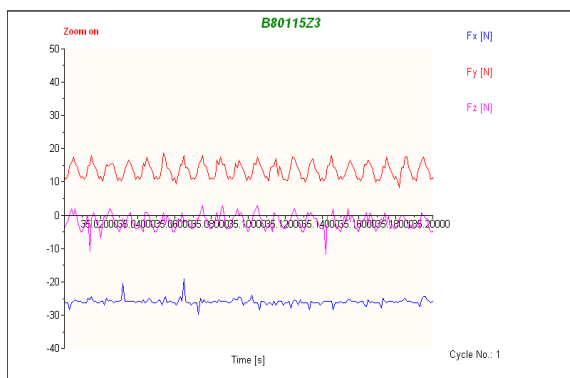




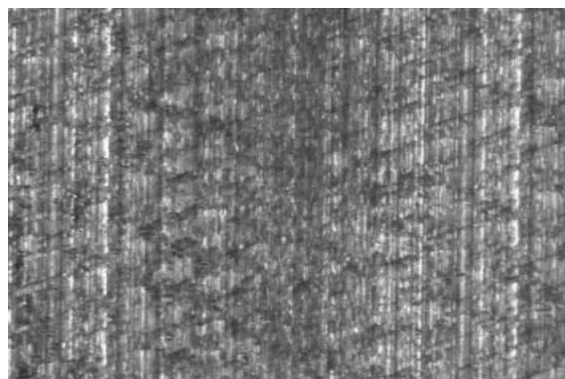
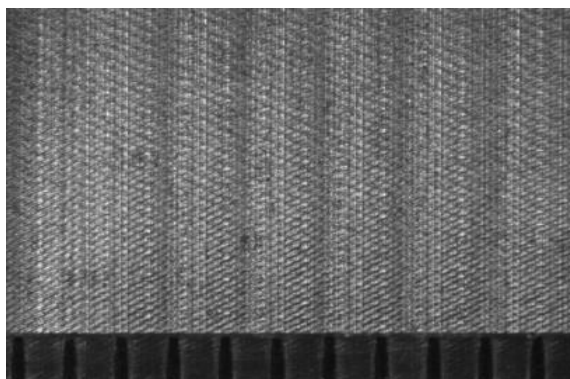
ΠΕΙΡΑΜΑ		21
Τεμάχιο		3
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.5 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _x max	F _y max	F _z max	F _x min	F _y min	F _z min	F _x mean	F _y mean	F _z mean
-17.58	22.95	18.51	-30.76	8.3	-11.77	-25.99	13.45	-1.65



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

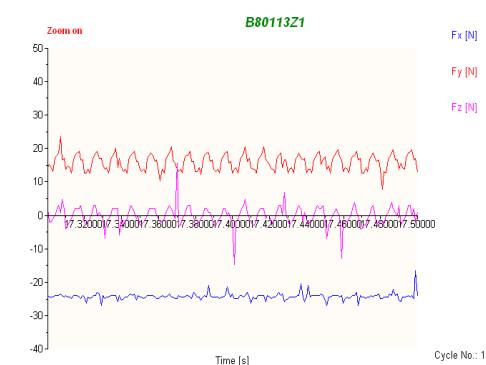
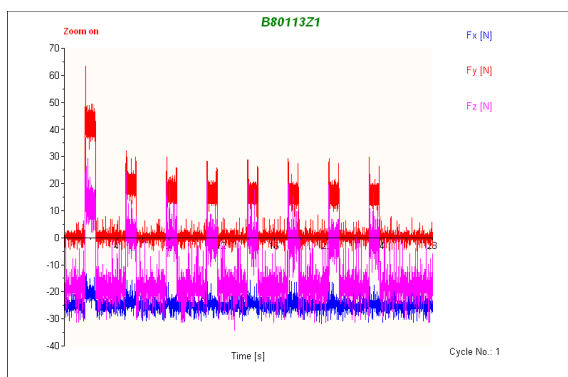




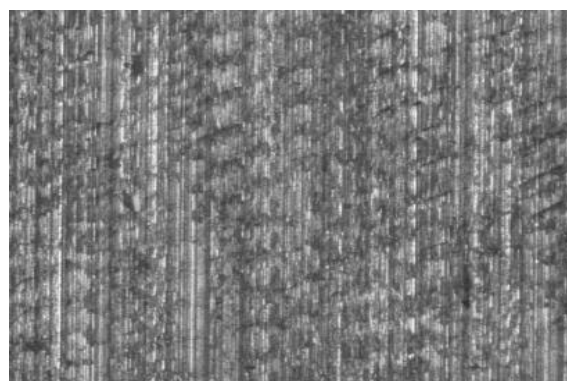
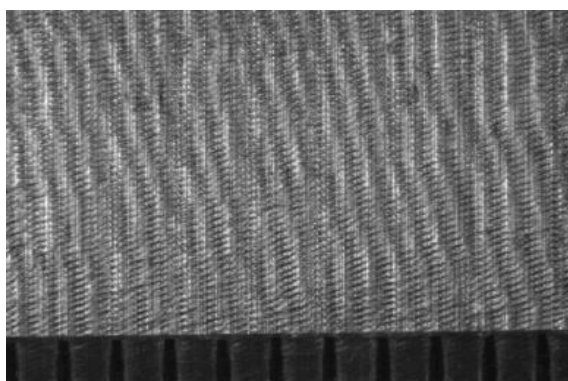
ΠΕΙΡΑΜΑ		22
Τεμάχιο		3
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-15.6	23.44	15.58	-29.3	7.81	-14.7	-24.4	15.9	-0.14



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

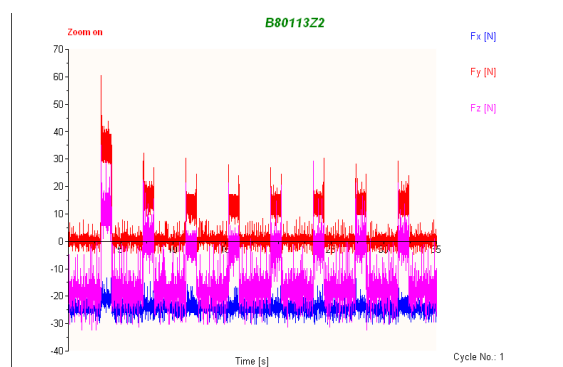
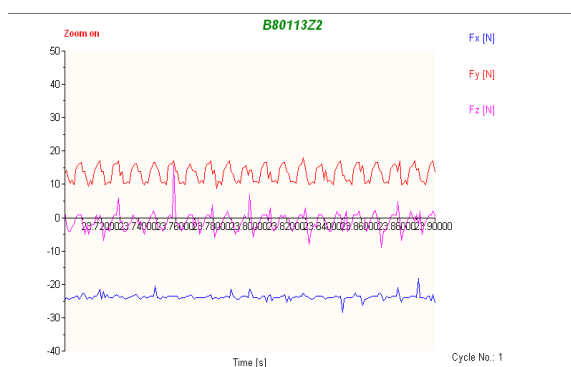




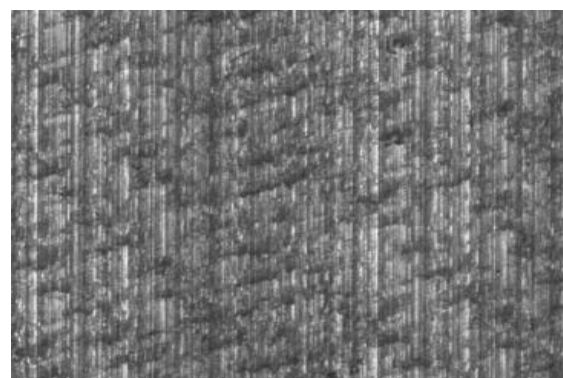
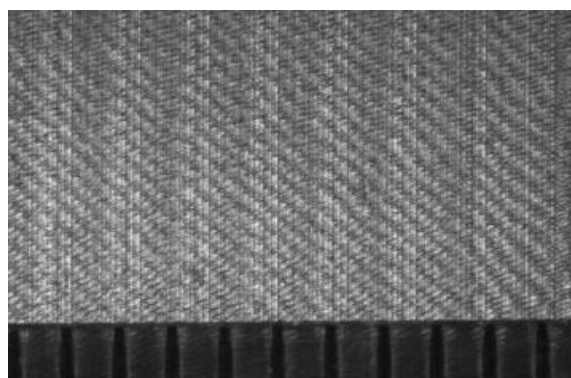
ΠΕΙΡΑΜΑ			23
Τεμάχιο			3
Είδος φραιζαρίσματος			(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό			AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1	mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.3	mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	fz	0.025	mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8	deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120	m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x_{max}}$	$F_{y_{max}}$	$F_{z_{max}}$	$F_{x_{min}}$	$F_{y_{min}}$	$F_{z_{min}}$	$F_{x_{mean}}$	$F_{y_{mean}}$	$F_{z_{mean}}$
-15.62	20.51	15.58	-30.27	6.84	-13.72	-23.71	13.23	-1.19



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

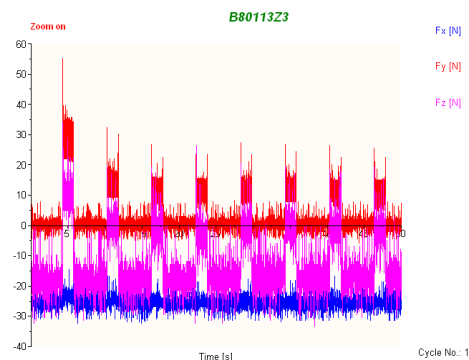
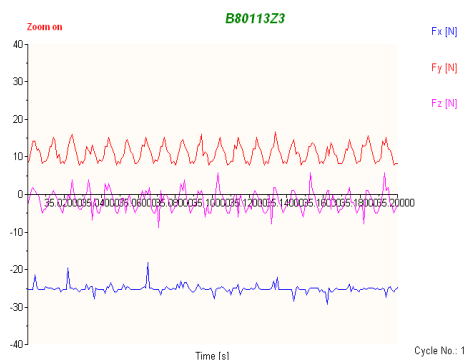




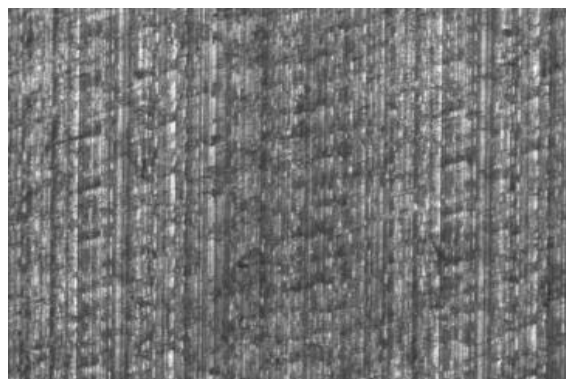
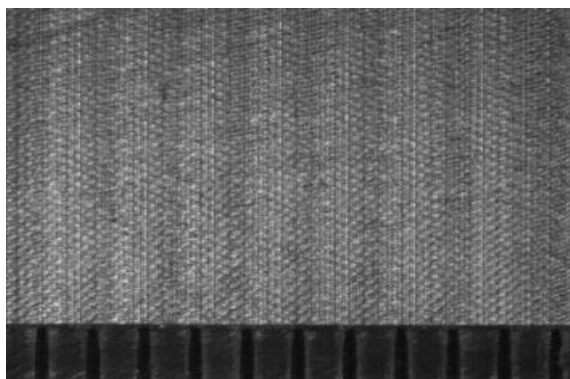
ΠΕΙΡΑΜΑ		24
Τεμάχιο		3
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-18.07	20.02	17.53	-30.27	6.84	-12.74	-25.23	11.06	-1.75



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

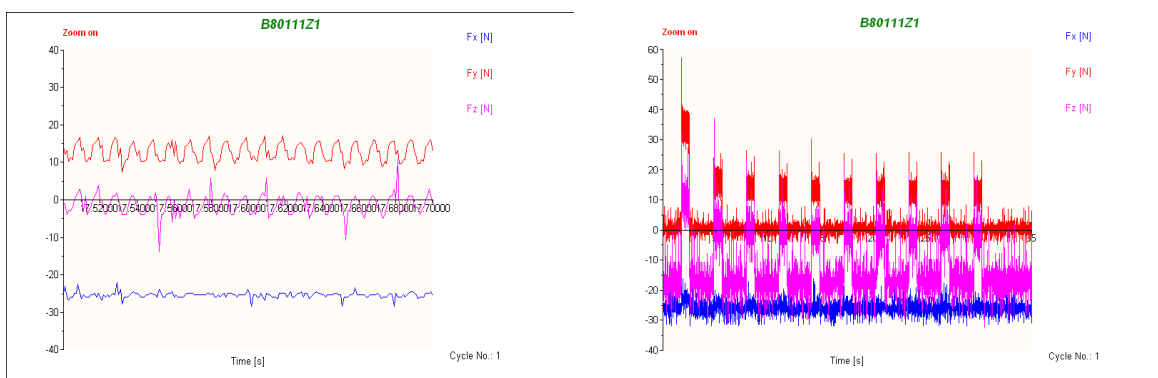




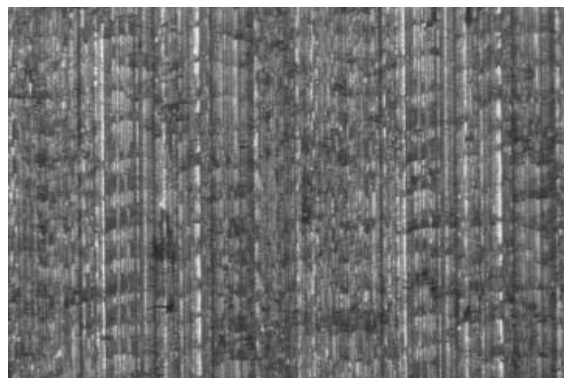
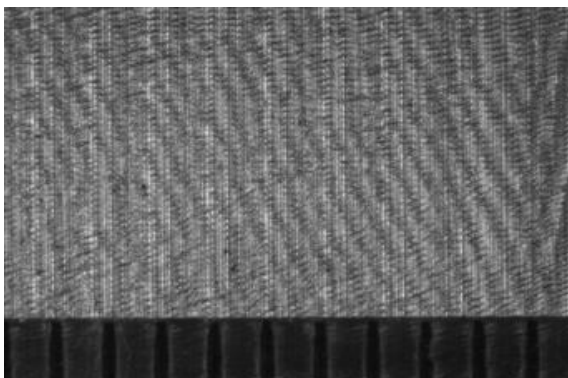
ΠΕΙΡΑΜΑ		25
Τεμάχιο		3
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-21.97	12.07	14.6	-31.25	7.32	-13.72	-25.38	12.76	-1.31



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

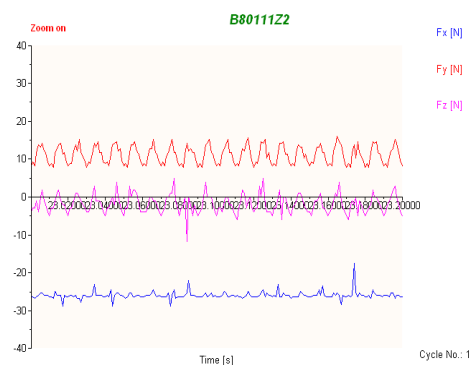
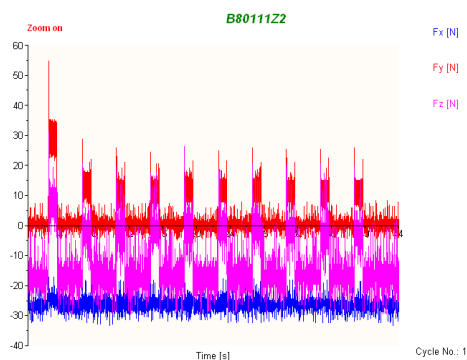




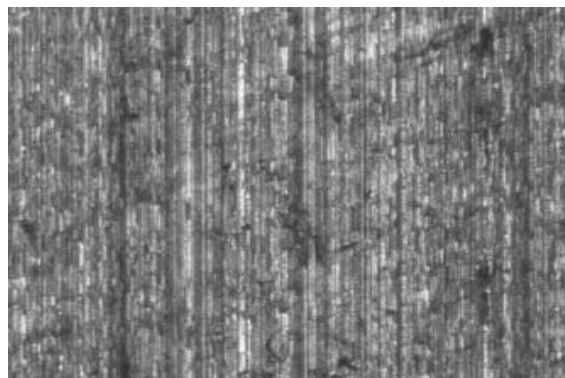
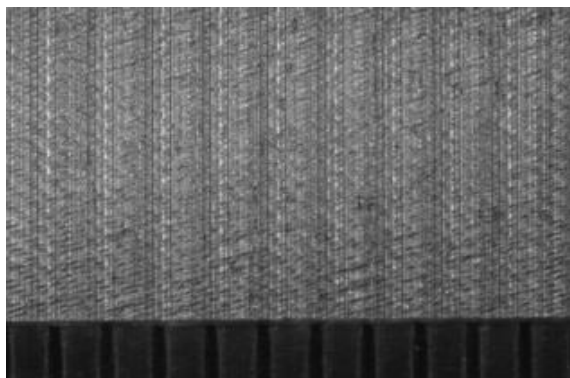
ΠΕΙΡΑΜΑ		26
Τεμάχιο		3
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-17.58	18.55	-31.25	6.84	-12.74	-25.96	11.14	-1.76	-1.74



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

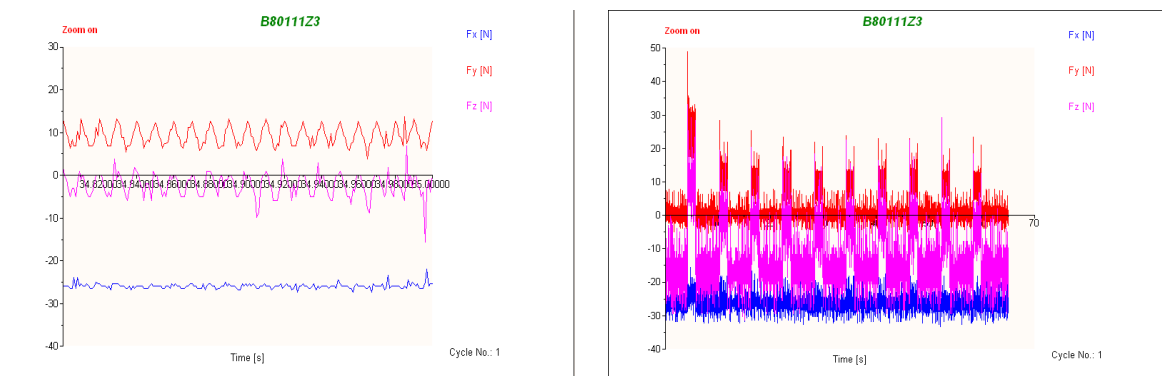




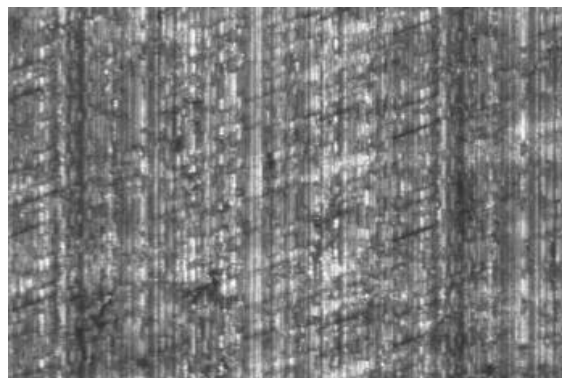
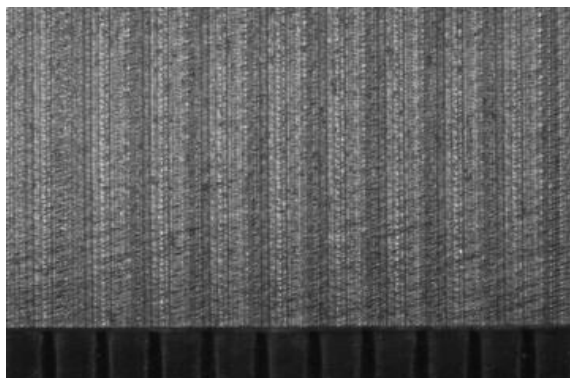
ΠΕΙΡΑΜΑ		27
Τεμάχιο		3
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-18.07	16.6	15.58	-31.25	1.95	-15.67	-25.93	9.22	-2.17



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

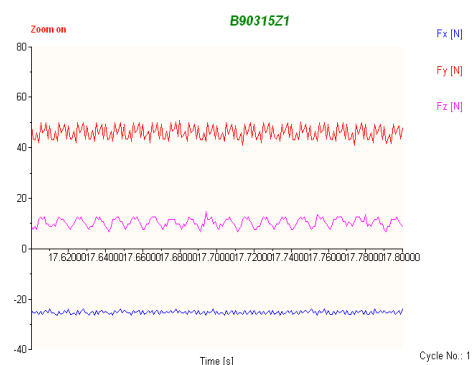
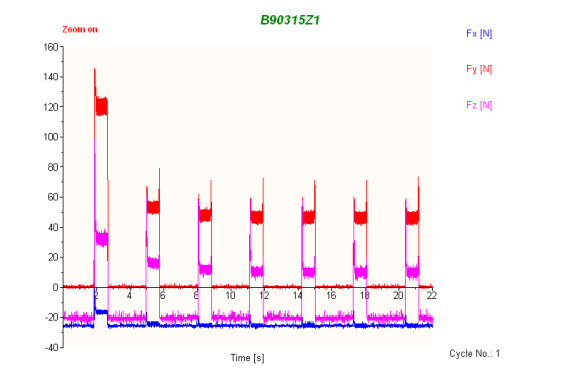




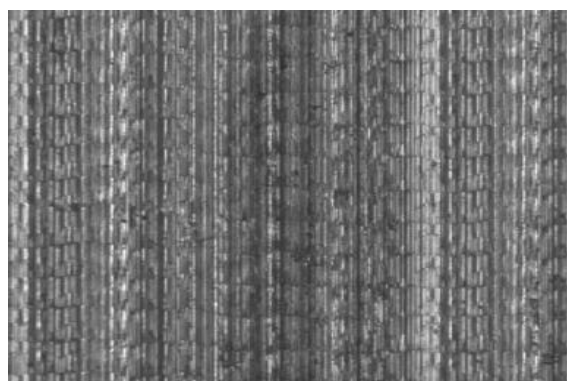
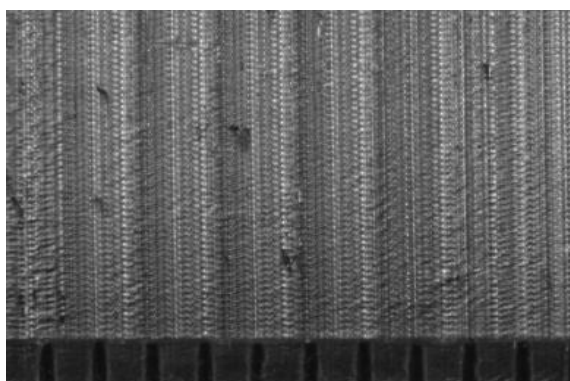
ΠΕΙΡΑΜΑ		28
Τεμάχιο		4
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.5 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-22.95	50.78	14.6	-27.34	41.02	4.84	-25.18	46.02	10.31



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

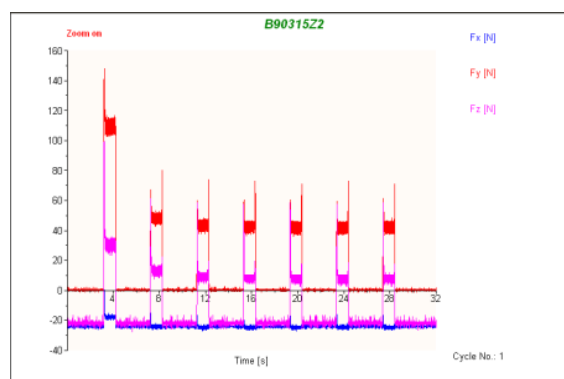
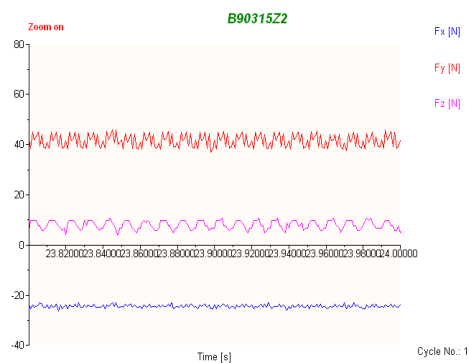




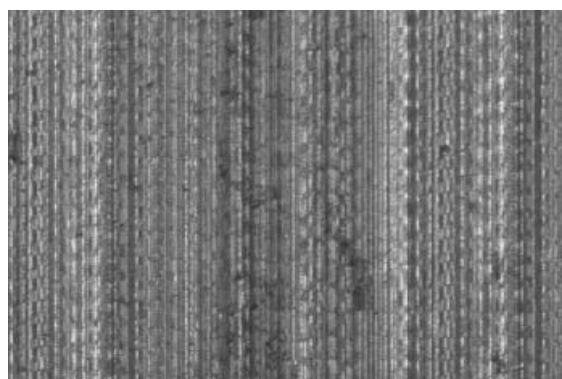
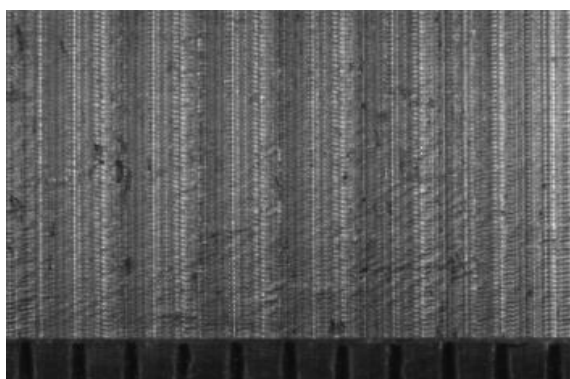
ΠΕΙΡΑΜΑ		29
Τεμάχιο		4
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.5 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-21.97	45.9	10.7	-26.37	37.11	2.88	24.44	41.73	8.07



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

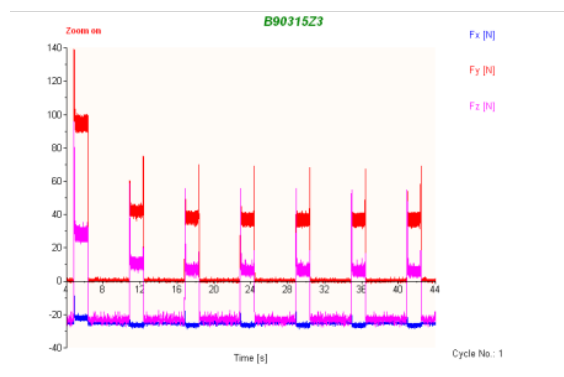
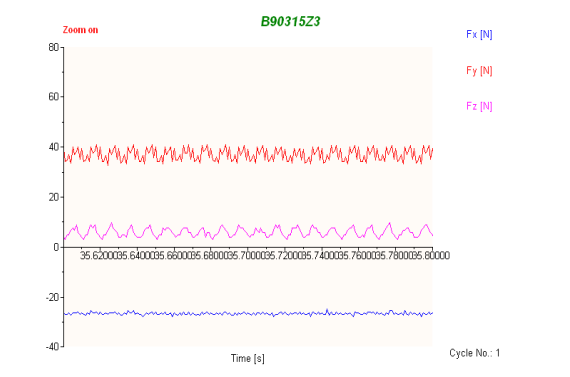




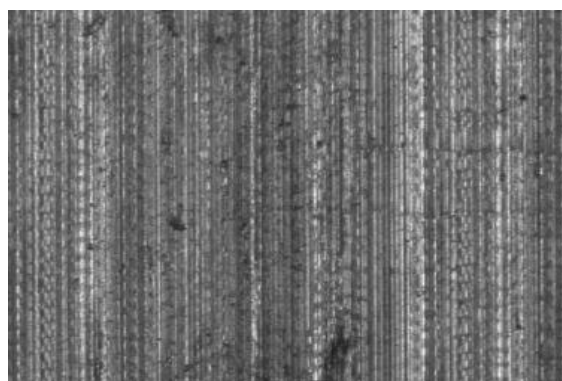
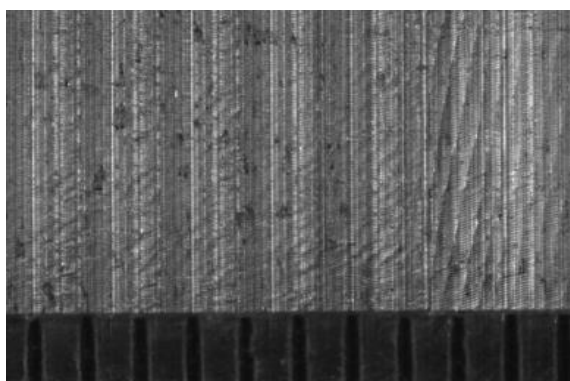
ΠΕΙΡΑΜΑ		30
Τεμάχιο		4
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.5 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _x max	F _y max	F _z max	F _x min	F _y min	F _z min	F _x mean	F _y mean	F _z mean
-24.41	41.02	16.32	-28.32	31.25	1.91	-26.56	36.87	6.08



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

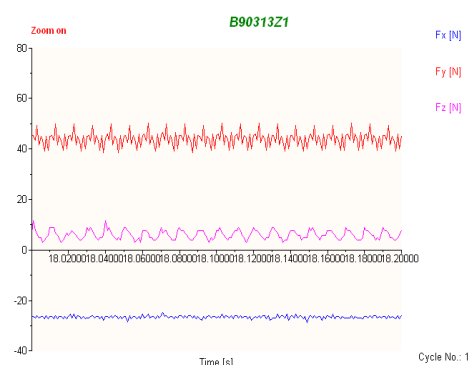
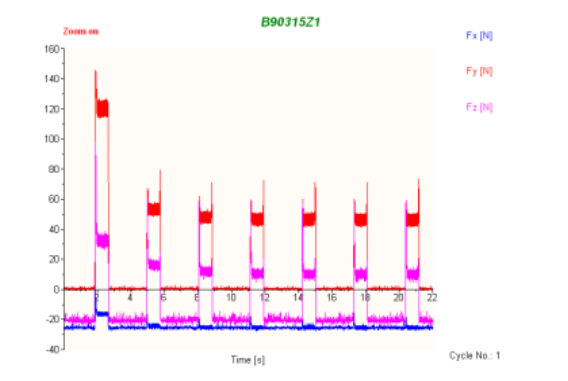




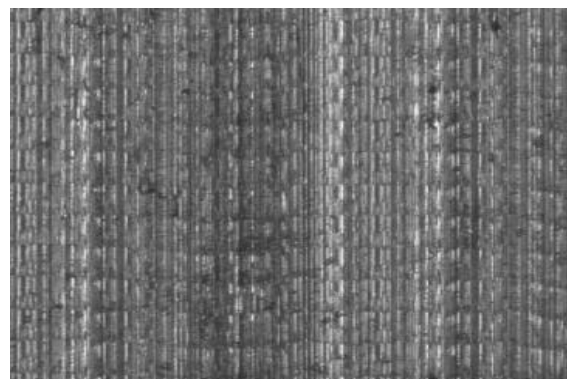
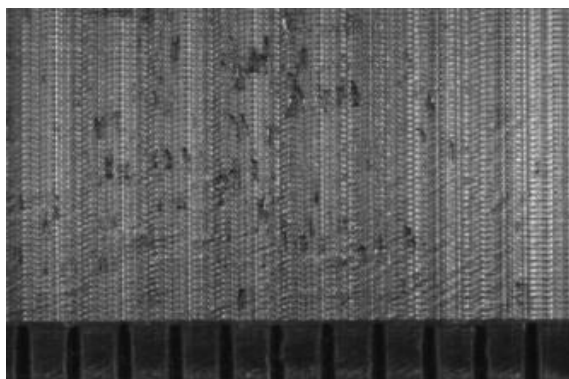
ΠΕΙΡΑΜΑ		31
Τεμάχιο		4
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _x max	F _y max	F _z max	F _x min	F _y min	F _z min	F _x mean	F _y mean	F _z mean
-24.9	51.27	11.67	-28.81	38.57	1.91	-26.58	43.97	6.1



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

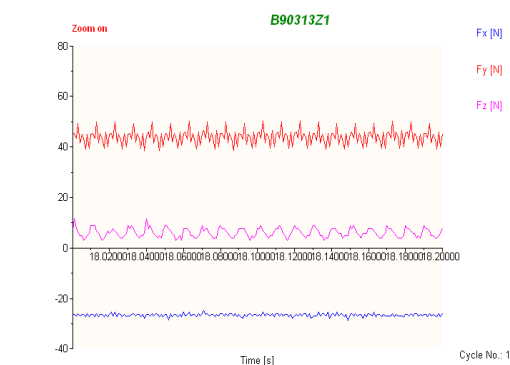
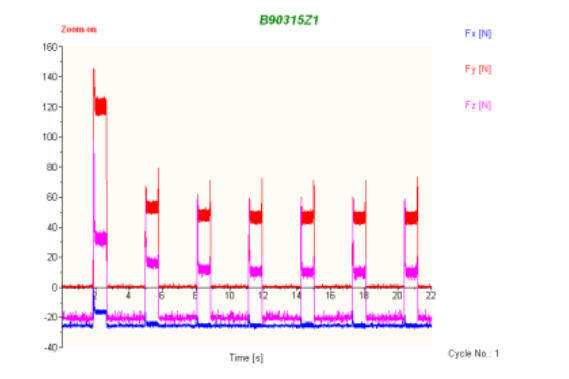




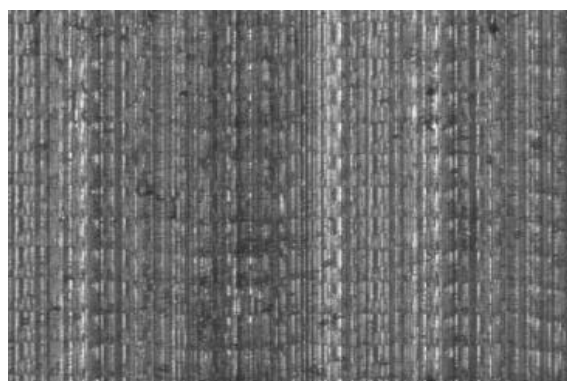
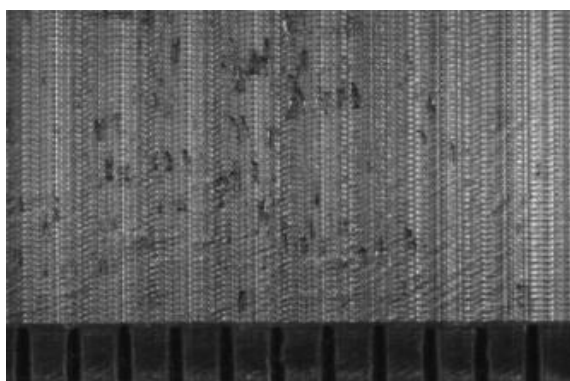
ΠΕΙΡΑΜΑ		32
Τεμάχιο		4
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	8 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _x max	F _y max	F _z max	F _x min	F _y min	F _z min	F _x mean	F _y mean	F _z mean
-24.9	16.87	11.67	-28.81	34.67	0.93	-26.47	40.58	4.66



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

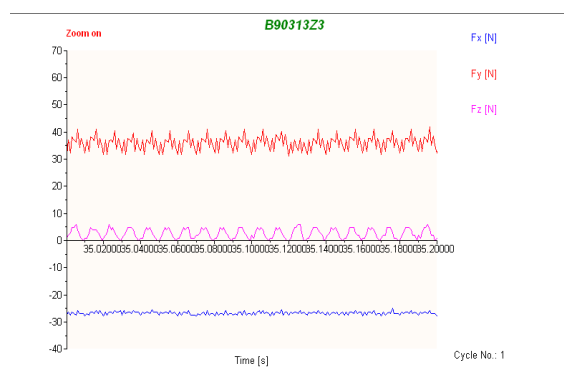
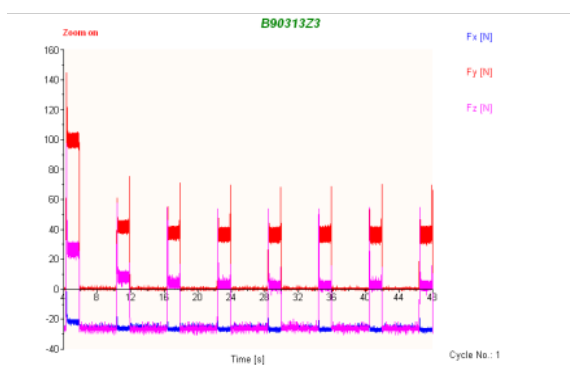




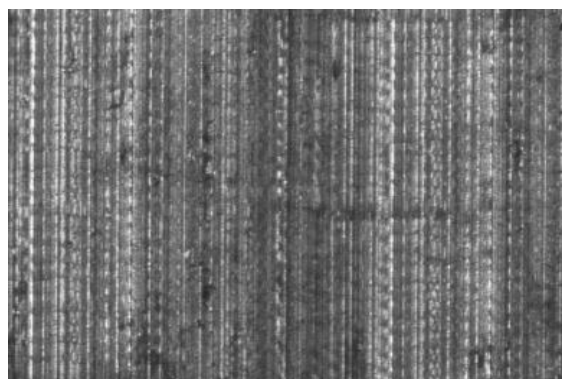
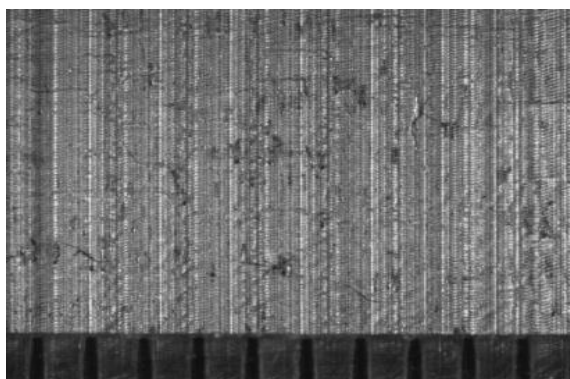
ΠΕΙΡΑΜΑ		33
Τεμάχιο		4
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-23.93	47.85	7.77	-27.83	35.64	-1.02	-26.21	42.12	2.49



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

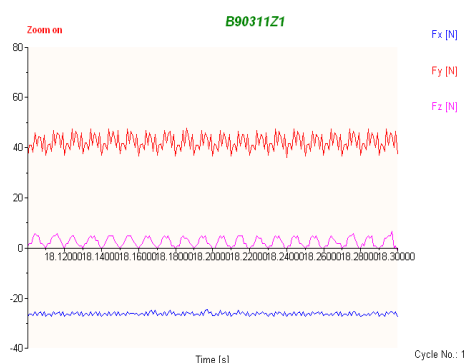
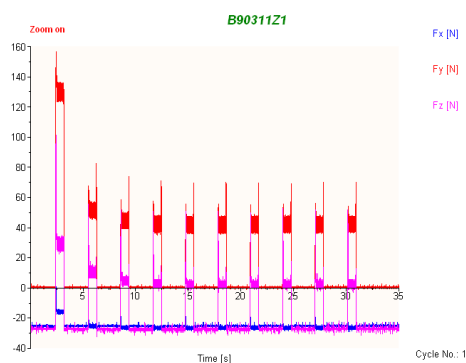




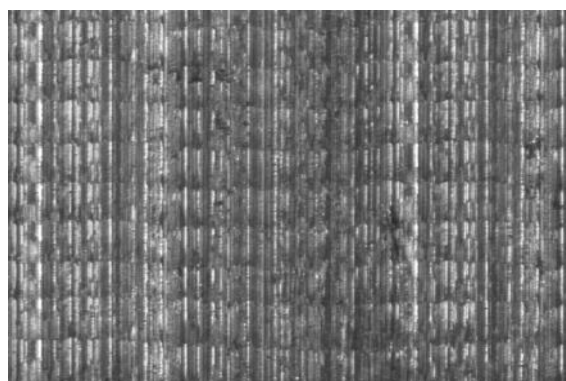
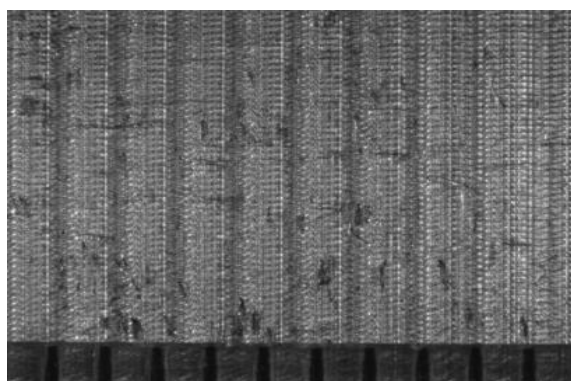
ΠΕΙΡΑΜΑ		34
Τεμάχιο		4
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _x max	F _y max	F _z max	F _x min	F _y min	F _z min	F _x mean	F _y mean	F _z mean
-23.93	47.85	7.77	-27.83	35.64	-1.02	-26.21	42.12	2.49



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

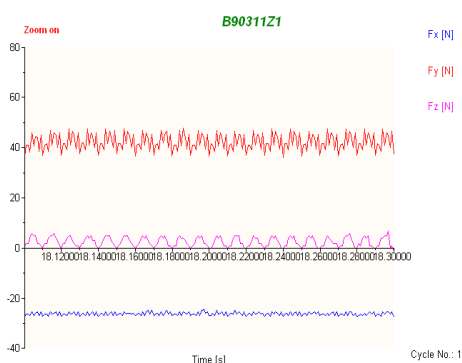
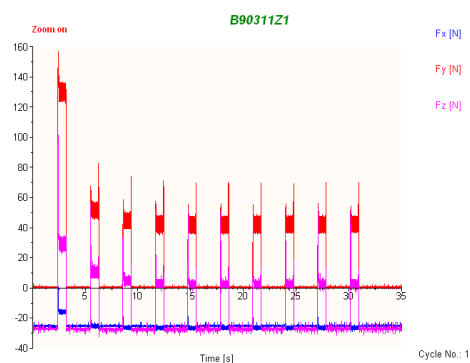




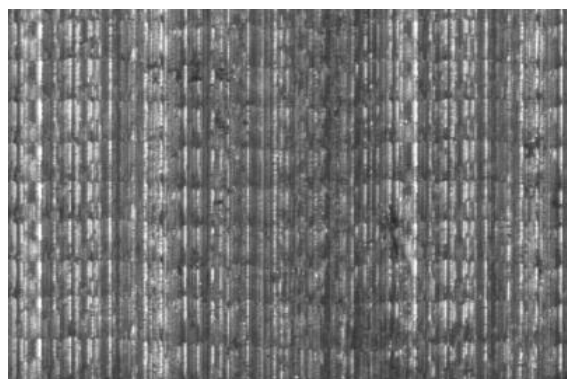
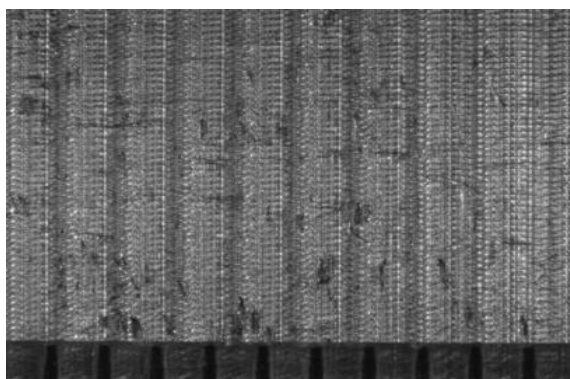
ΠΕΙΡΑΜΑ		35
Τεμάχιο		4
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-25.39	44.92	5.81	-29.3	30.76	-2	-27.64	38.27	1.76



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

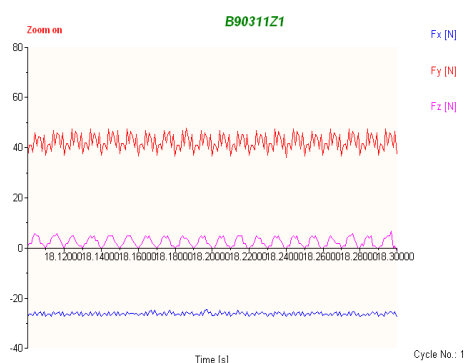
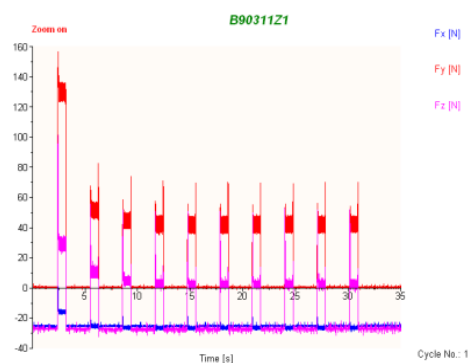




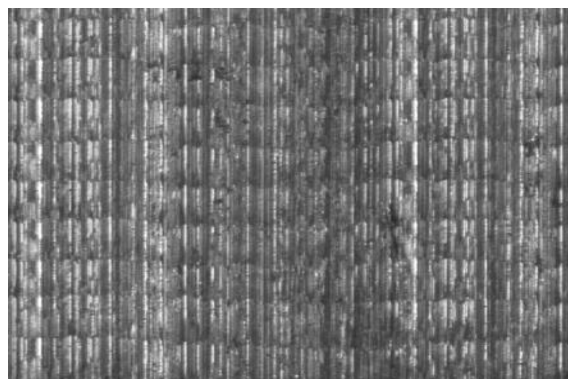
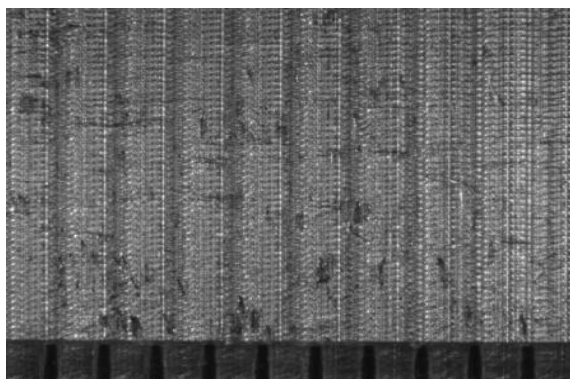
ΠΕΙΡΑΜΑ		36
Τεμάχιο		4
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-25.88	39.06	6.79	-29.79	27.83	-2	-27.78	34.02	1.28



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ



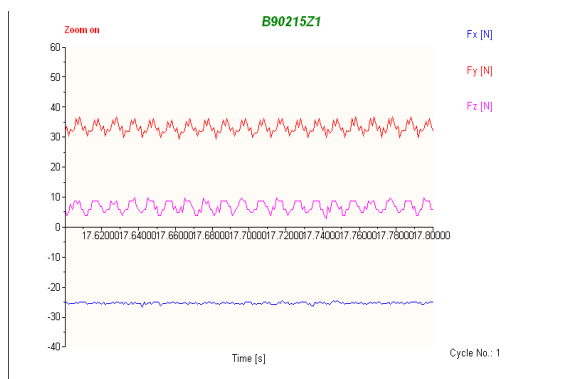
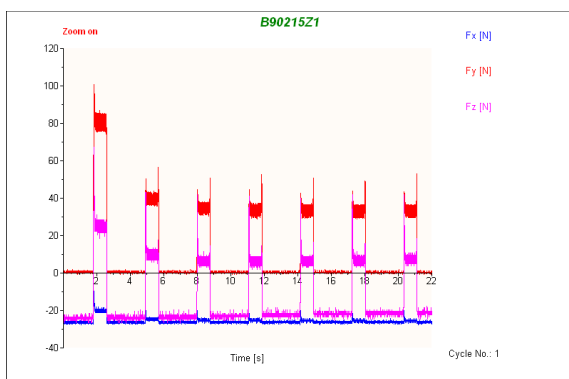


ΠΕΙΡΑΜΑ

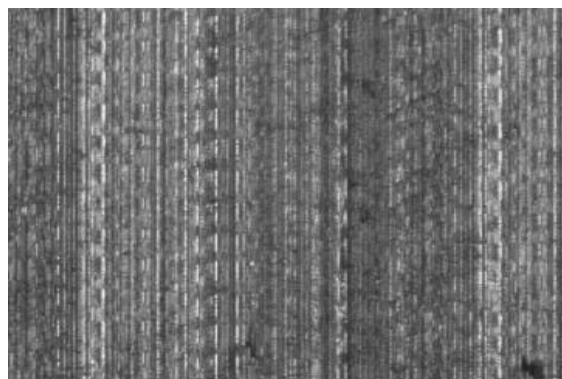
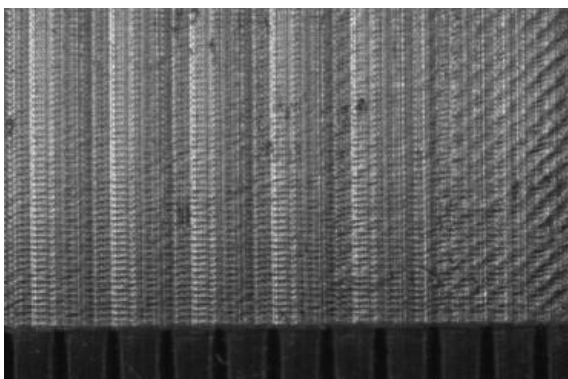
Τεμάχιο	37
Είδος φραιζαρίσματος	5
Κατεργαζόμενο υλικό	(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Αξονικό βάθος	AL-5083
Ακτινικό βάθος	tz 0.2 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	t _{xy} 1.5 mm
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	fz 0.033 mm/rev,z
Ταχύτητα κοπής	φ 9 deg
	vc 120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x_{max}}$	$F_{y_{max}}$	$F_{z_{max}}$	$F_{x_{min}}$	$F_{y_{min}}$	$F_{z_{min}}$	$F_{x_{mean}}$	$F_{y_{mean}}$	$F_{z_{mean}}$
-24.41	36.62	11.67	-26.86	28.81	2.88	-25.3	33.18	6.93



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

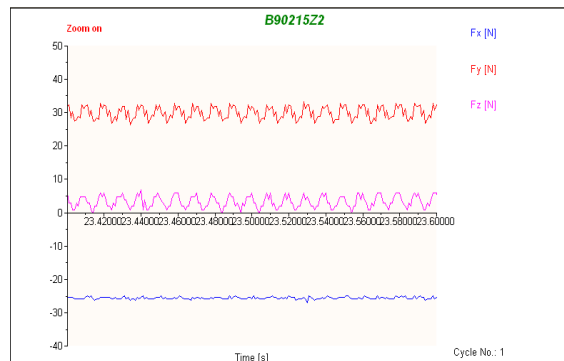
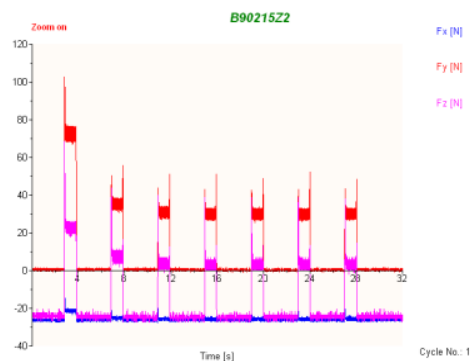




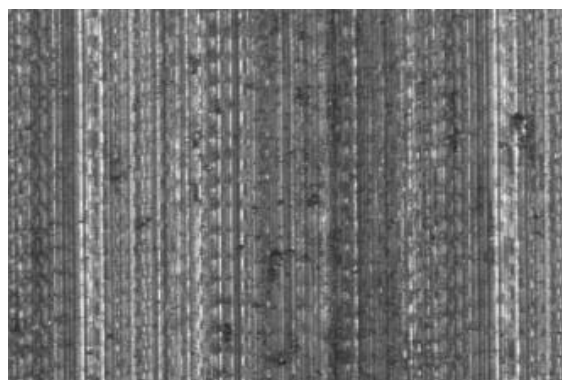
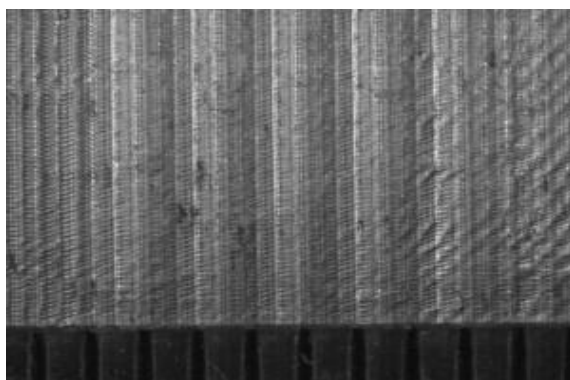
ΠΕΙΡΑΜΑ		38
Τεμάχιο		5
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.5 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _x max	F _y max	F _z max	F _x min	F _y min	F _z min	F _x mean	F _y mean	F _z mean
-24.41	33.2	6.79	-26.86	25.88	-5.0002	-25.63	23.93	3.37



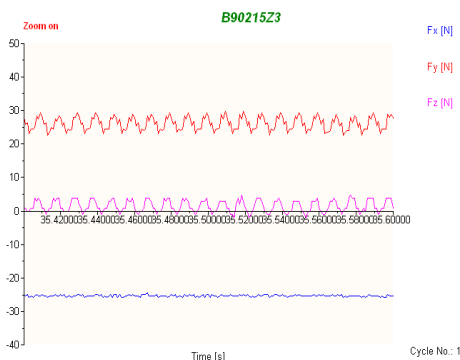
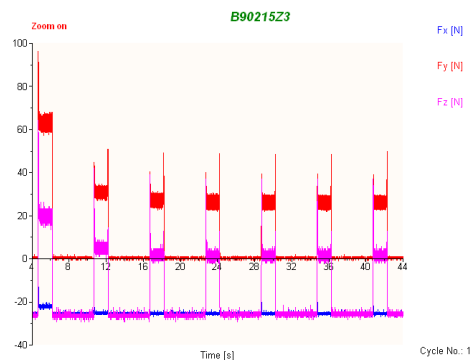
ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ



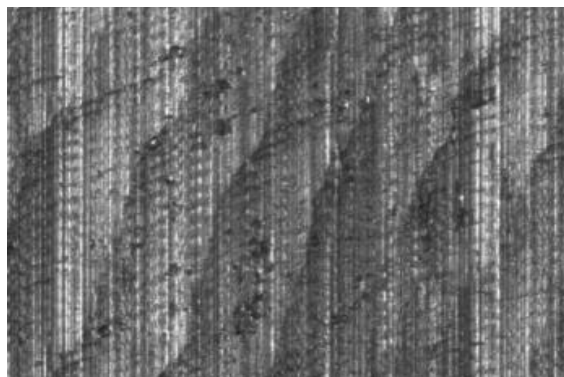
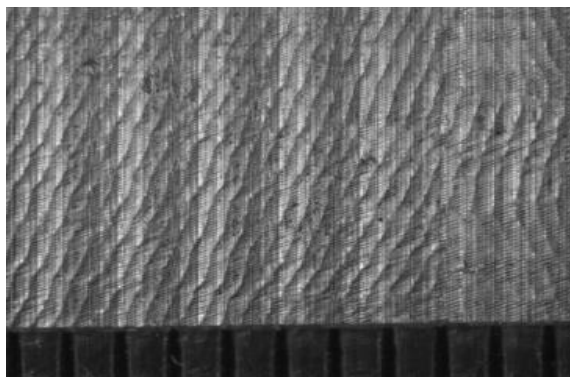
ΠΕΙΡΑΜΑ		39
Τεμάχιο		5
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	t_z	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	t_{xy}	1.5 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	f_z	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	v_c	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x\max}$	$F_{y\max}$	$F_{z\max}$	$F_{x\min}$	$F_{y\min}$	$F_{z\min}$	$F_{x\text{mean}}$	$F_{y\text{mean}}$	$F_{z\text{mean}}$
-26.41	29.79	5.81	-26.37	21.97	-2	-25.4	26.16	1.54



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

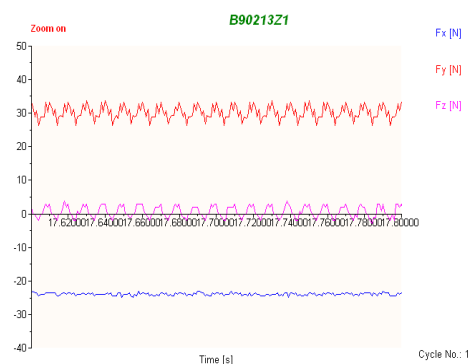
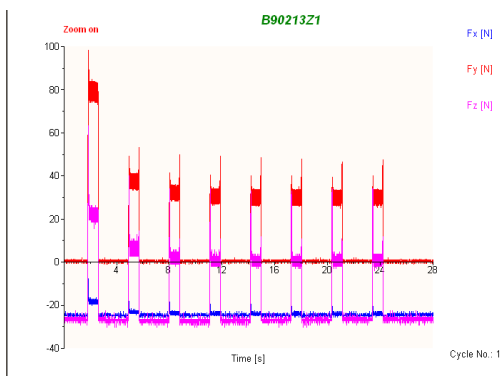




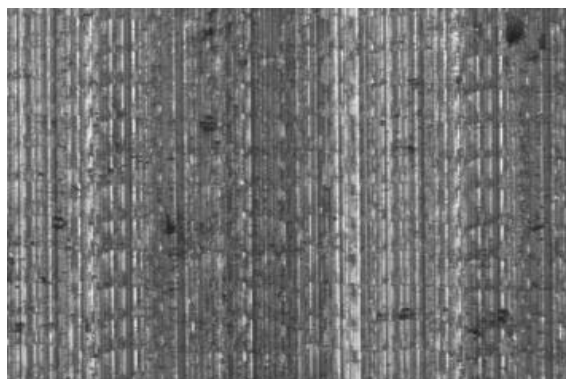
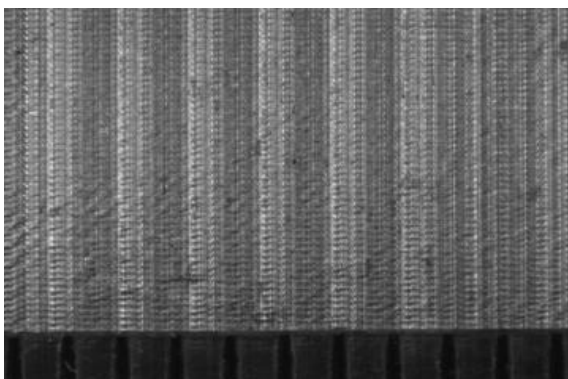
ΠΕΙΡΑΜΑ		40
Τεμάχιο		5
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.3 mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

Fx _{max}	Fy _{max}	Fz _{max}	Fx _{min}	Fy _{min}	Fz _{min}	Fx _{mean}	Fy _{mean}	Fz _{mean}
-22.46	35.16	3.86	-25.39	25.88	-2.98	-23.87	30.18	0.57



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

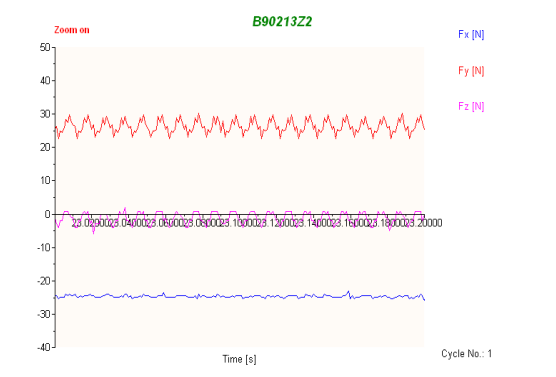
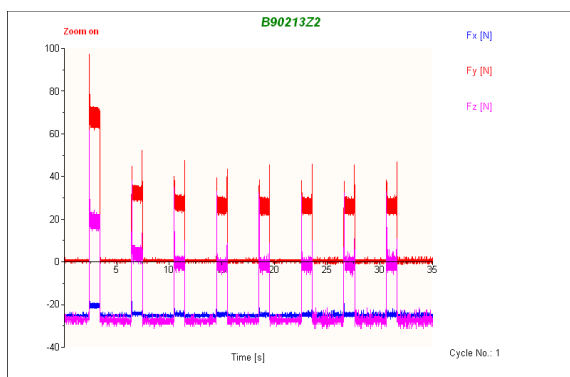




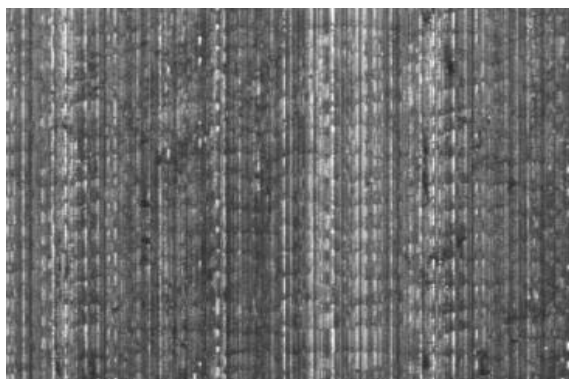
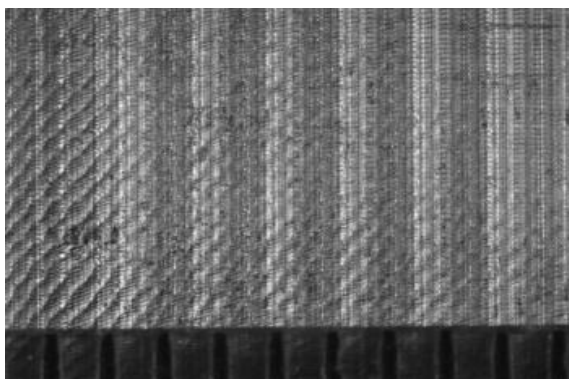
ΠΕΙΡΑΜΑ		41
Τεμάχιο		5
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _x max	F _y max	F _z max	F _x min	F _y min	F _z min	F _x mean	F _y mean	F _z mean
-22.46	30.27	2.88	-26.37	21.97	-5.91	-24.67	26.23	-1.24



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

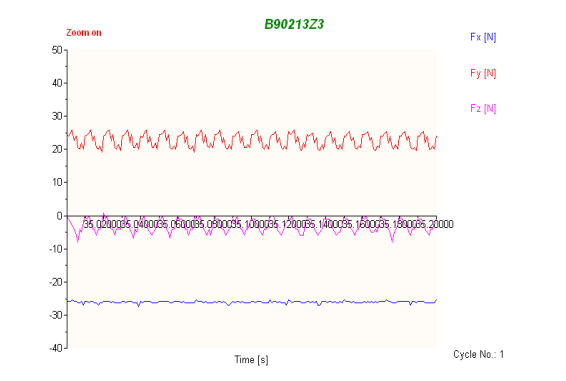
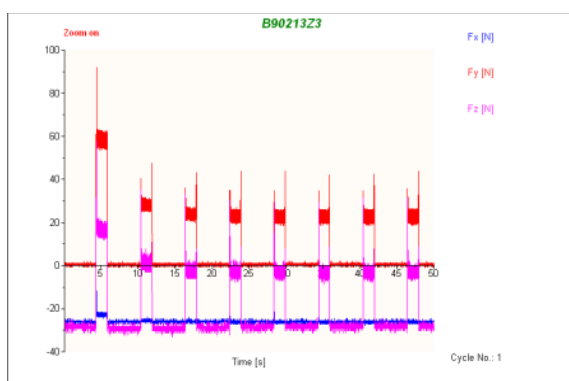




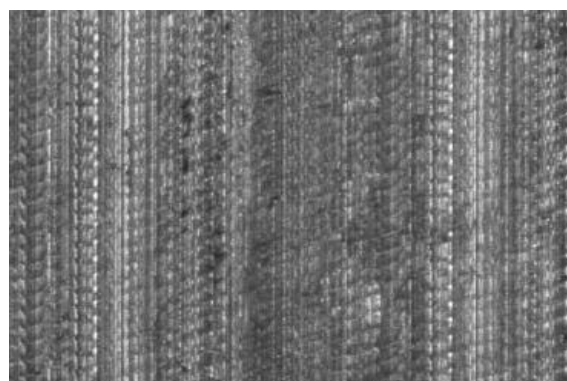
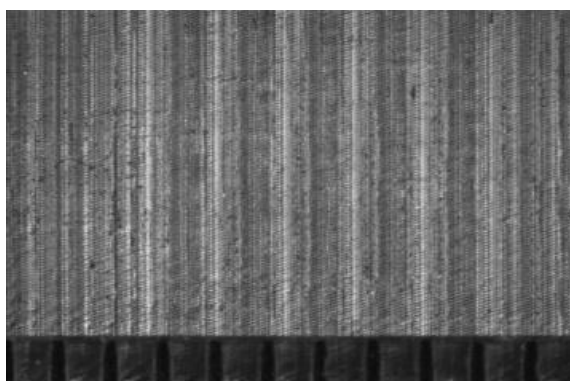
ΠΕΙΡΑΜΑ		42
Τεμάχιο		5
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-24.9	26.37	0.93	-27.34	18.55	-8.84	-26.08	22.68	-3



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

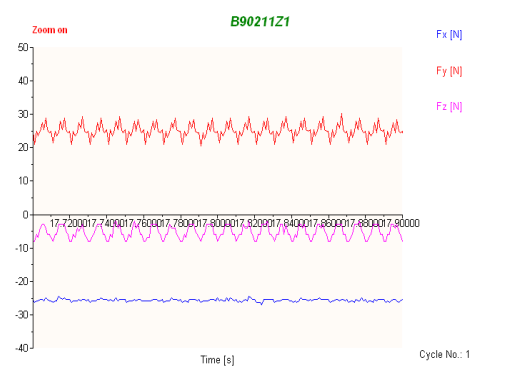
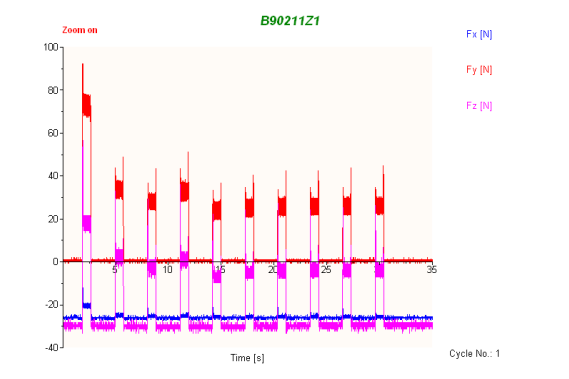




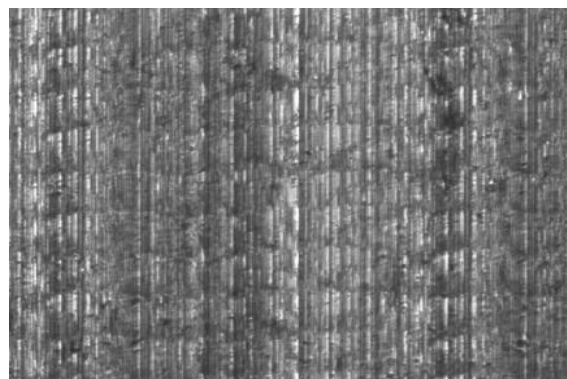
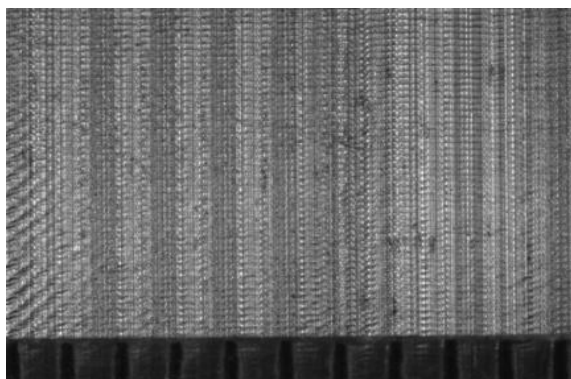
ΠΕΙΡΑΜΑ		43
Τεμάχιο		5
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-23.93	30.27	-5.0002	-26.86	20.51	-8.84	-25.64	25.09	-5.21



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

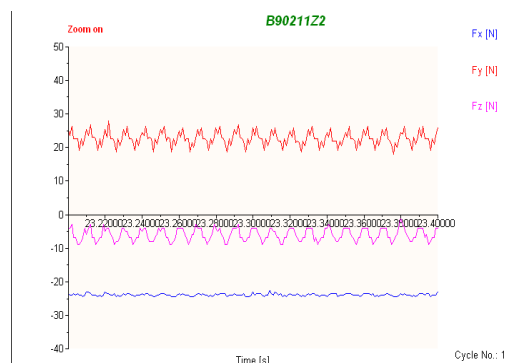
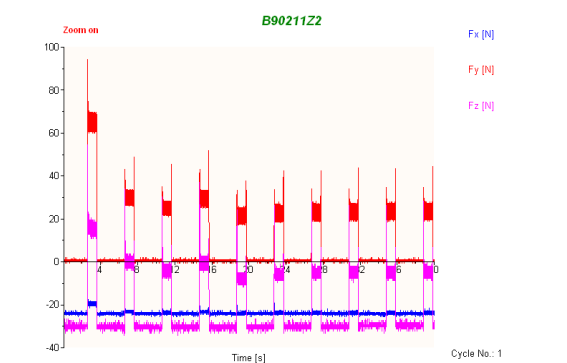




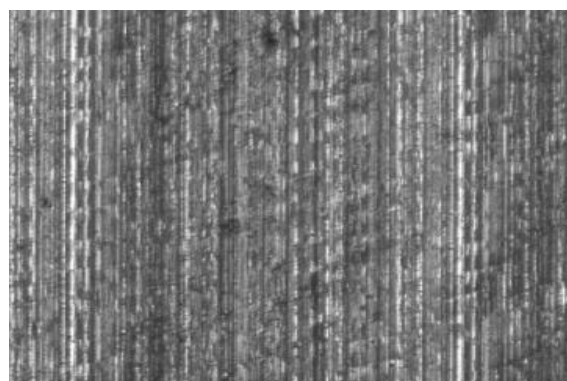
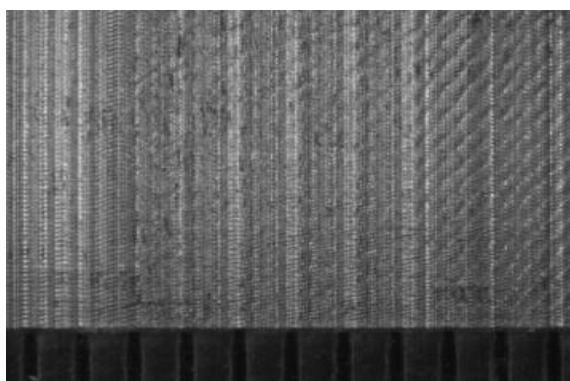
ΠΕΙΡΑΜΑ		44
Τεμάχιο		5
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-22.46	27.83	-1.02	-24.9	18.07	-9.81	-23.83	22.62	-5.98



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

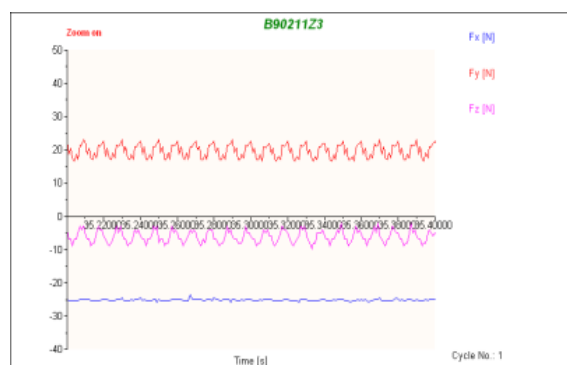
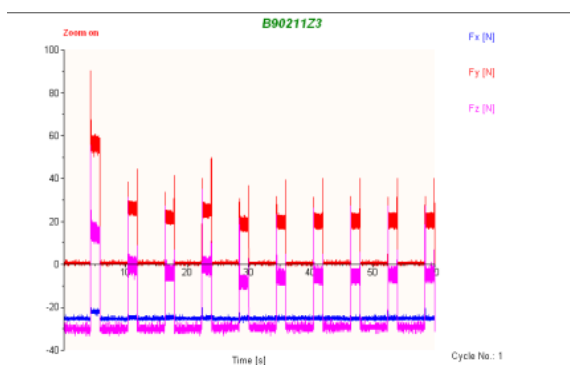




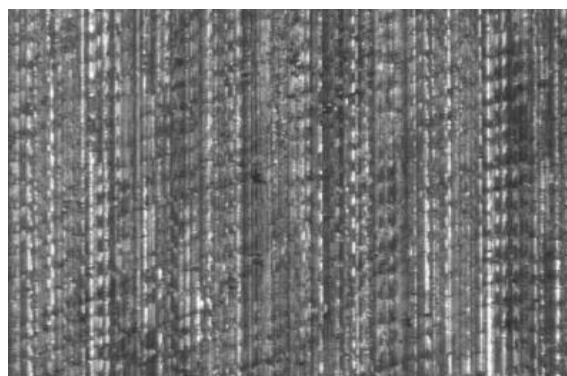
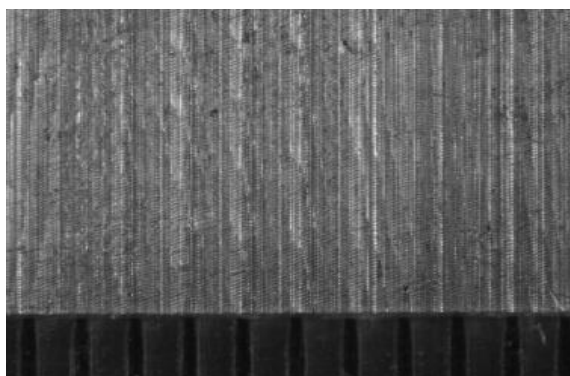
ΠΕΙΡΑΜΑ		45
Τεμάχιο		5
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-23.44	23.93	-1.02	-26.86	16.11	-9.81	-25.18	19.69	-6



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

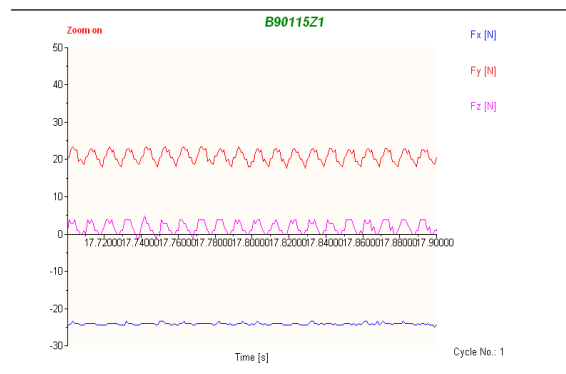
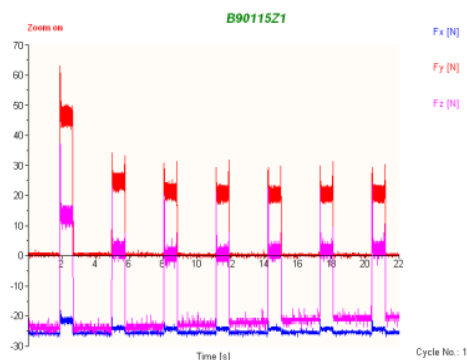




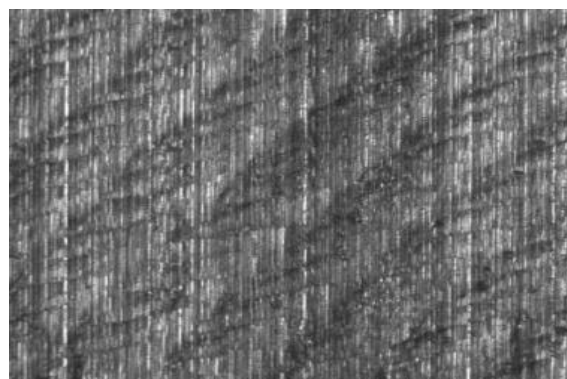
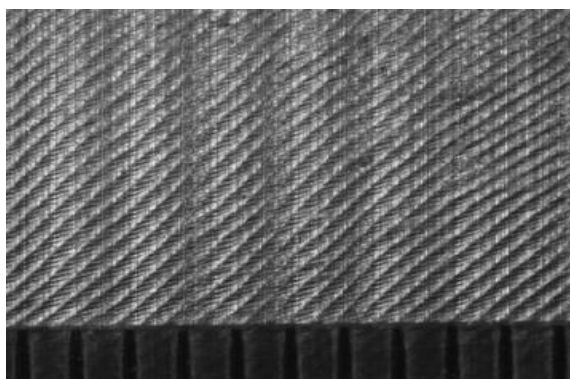
ΠΕΙΡΑΜΑ		46
Τεμάχιο		6
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.5 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-23.44	23.93	5.81	-25.39	17.09	-2.98	24.13	20.72	1.78



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

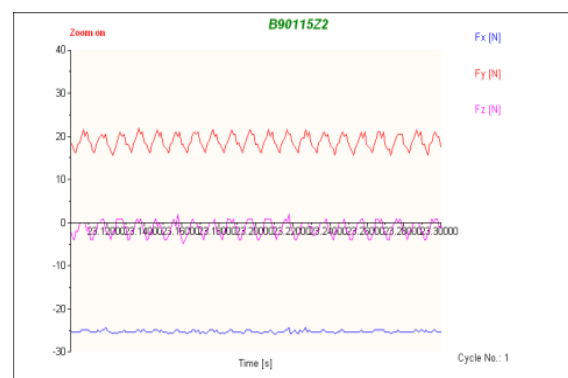
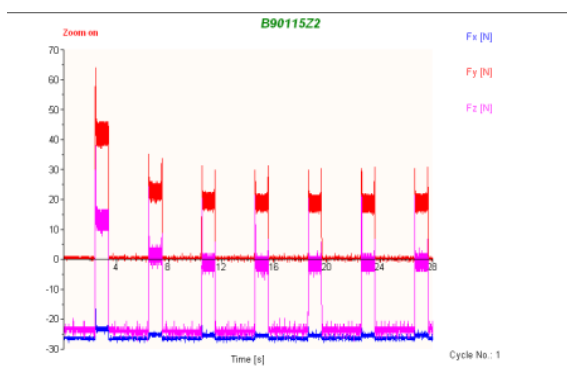




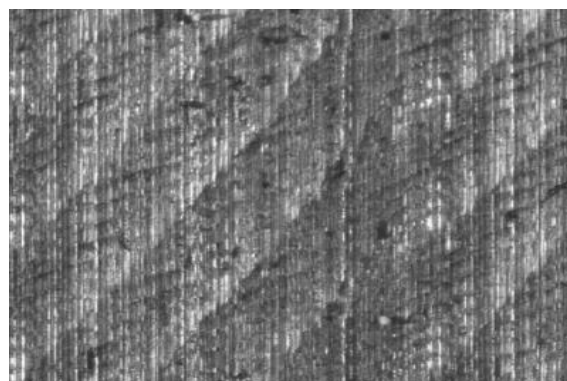
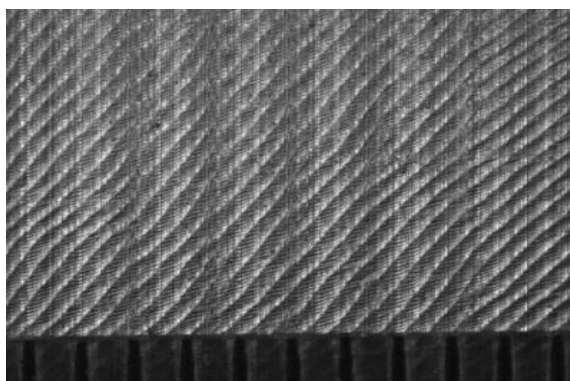
ΠΕΙΡΑΜΑ		47
Τεμάχιο		6
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	t_z	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	t_{xy}	1.5 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	f_z	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	v_c	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x_{max}}$	$F_{y_{max}}$	$F_{z_{max}}$	$F_{x_{min}}$	$F_{y_{min}}$	$F_{z_{min}}$	$F_{x_{mean}}$	$F_{y_{mean}}$	$F_{z_{mean}}$
-23.44	21.97	2.88	-26.86	15.14	-5.91	-25.26	18.87	-1.41



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

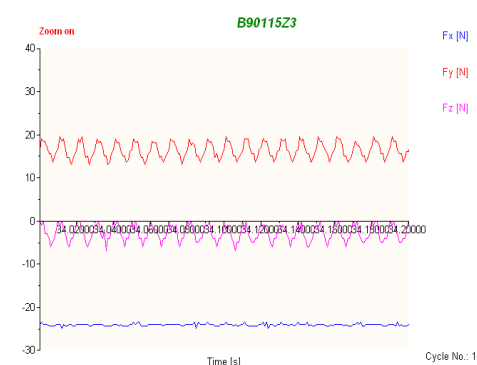
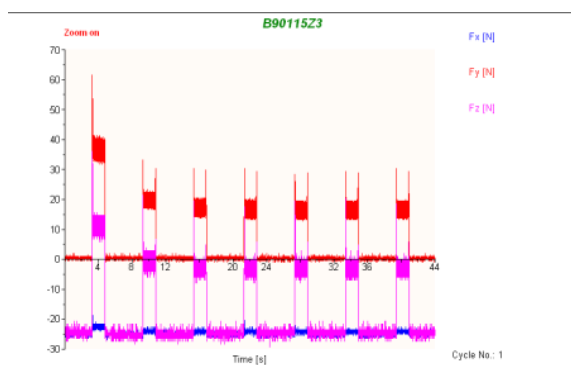




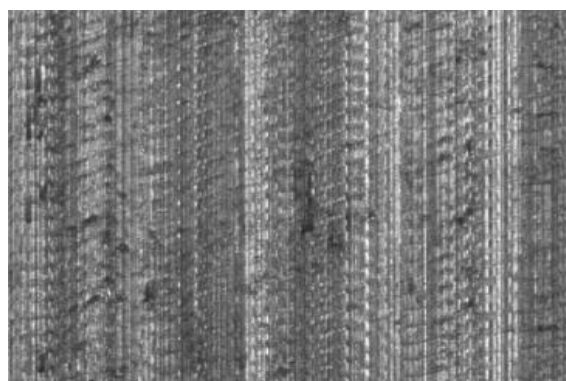
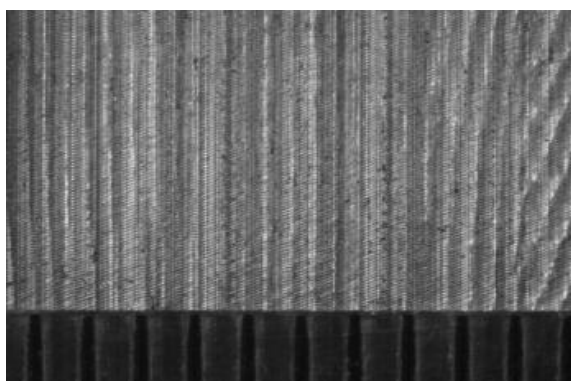
ΠΕΙΡΑΜΑ		48
Τεμάχιο		6
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.5 mm
Πρώση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρώση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-22.46	20.02	2.88	-25.39	12.7	-7.86	-24.09	16.47	-2.84



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

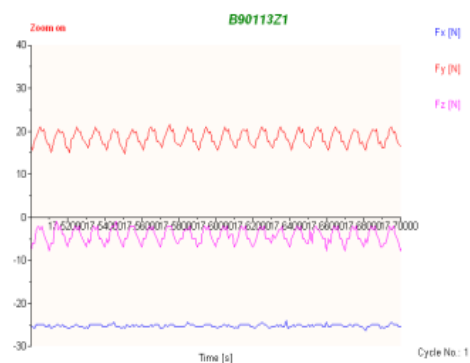
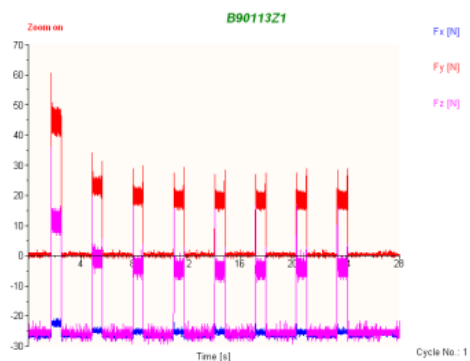




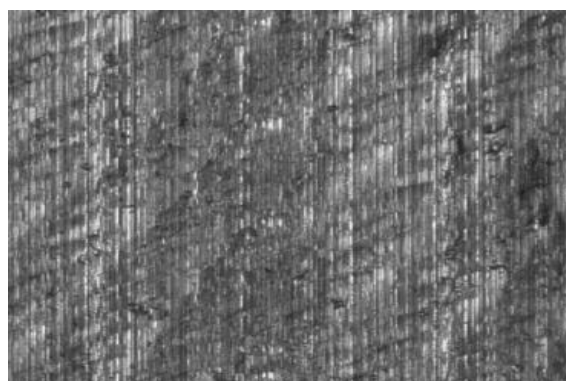
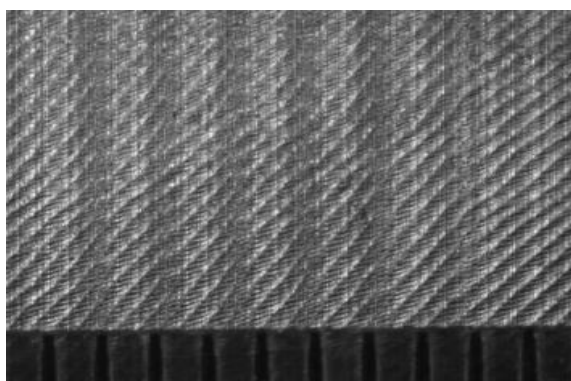
ΠΕΙΡΑΜΑ		49
Τεμάχιο		6
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-23.93	21.48	-1.02	-26.86	14.65	-8.84	-25.2	15.58	-4.25



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

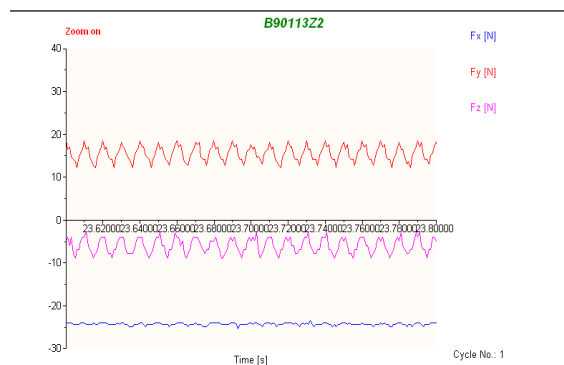
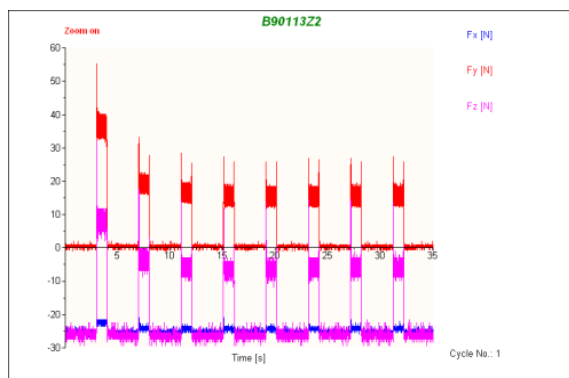




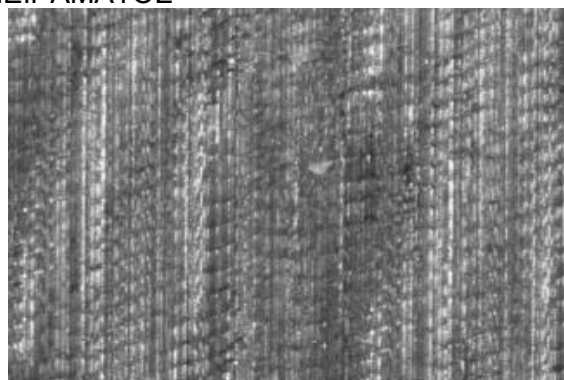
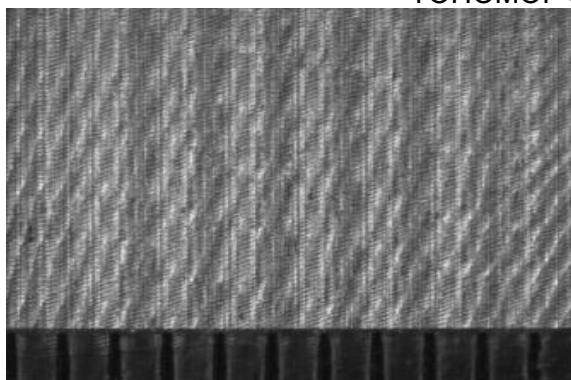
ΠΕΙΡΑΜΑ		50
Τεμάχιο		6
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-22.95	19.04	-2.98	-25.39	12.21	-10.79	-24.26	15.62	-6.03



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ





ΠΕΙΡΑΜΑ

Τεμάχιο
Είδος φραιζαρίσματος
Κατεργαζόμενο υλικό
Αξονικό βάθος
Ακτινικό βάθος
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)
Κλίση παράλληλα στην πρόωση
Ταχύτητα κοπής

51

6

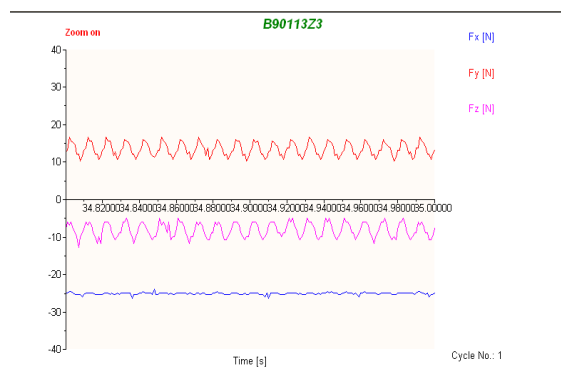
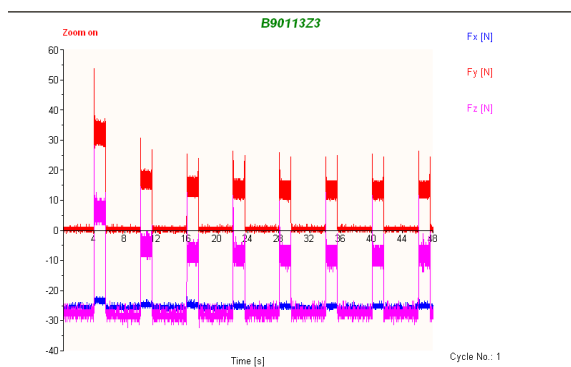
(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ

AL-5083

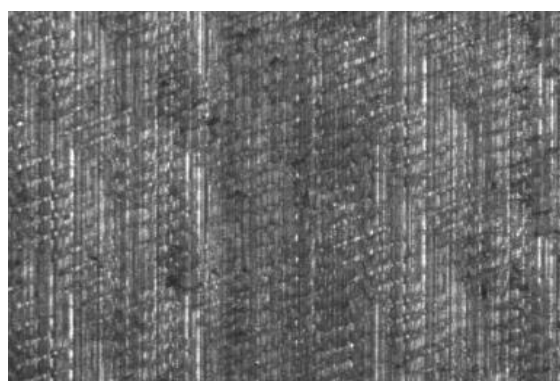
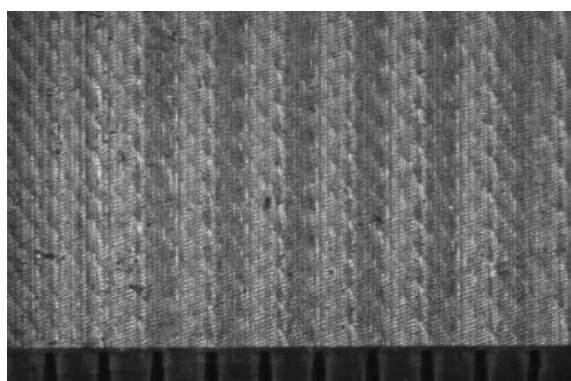
tz	0.1	mm
t _{xy}	1.3	mm
fz	0.016	mm/rev,z
φ	9	deg
vc	120	m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _x max	F _y max	F _z max	F _x min	F _y min	F _z min	F _x mean	F _y mean	F _z mean
-23.9	16.6	-4.93	-26.76	9.77	-13.72	-25.06	13.47	-8.12



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

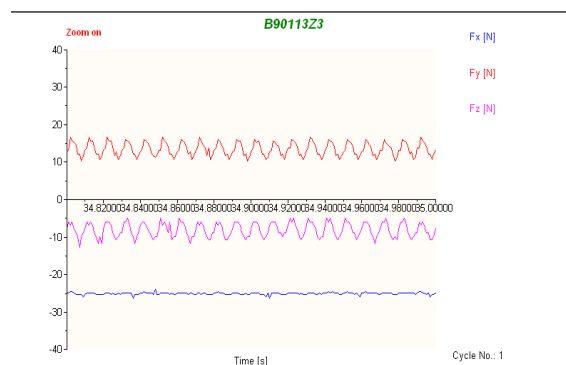
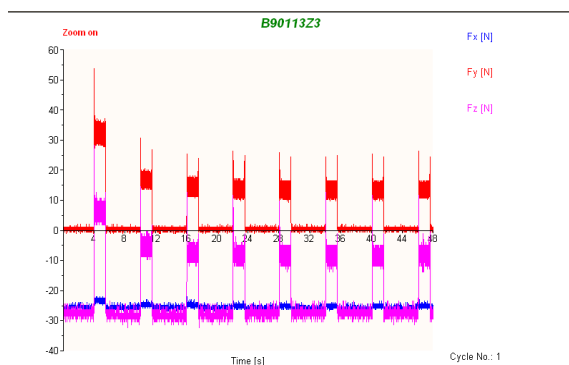




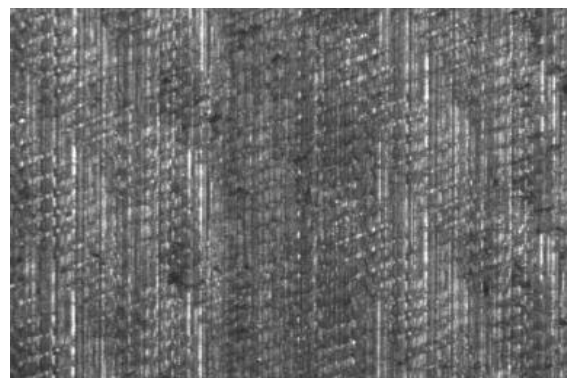
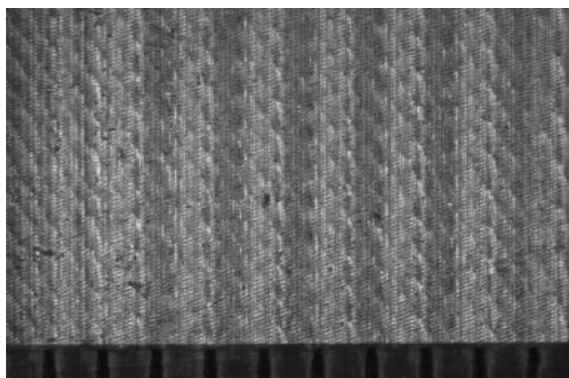
ΠΕΙΡΑΜΑ		52
Τεμάχιο		6
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-21.97	18.55	-5.91	-24.9	11.72	-14.7	-23.17	15.14	-10.02



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

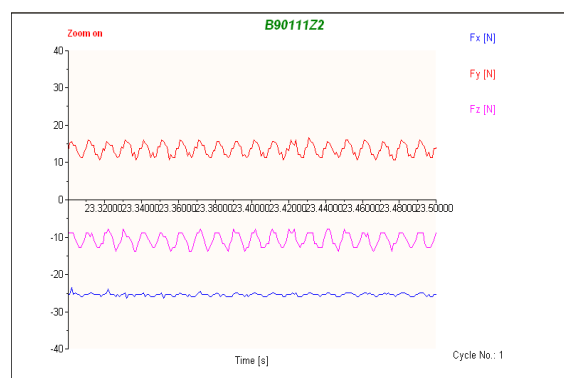
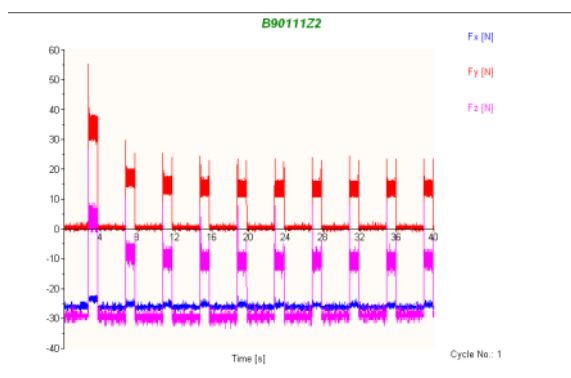




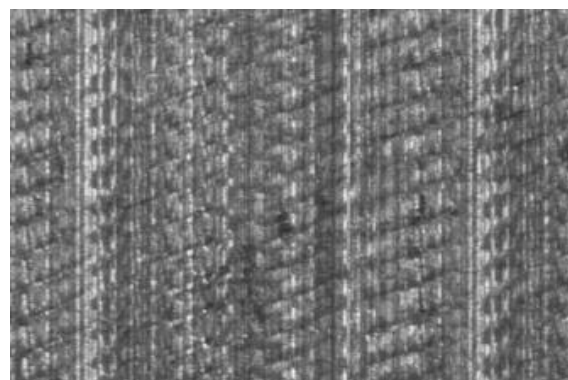
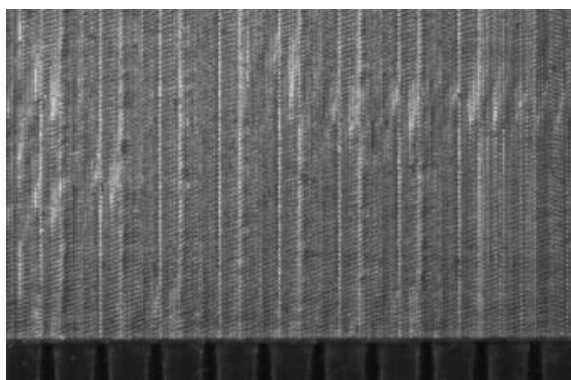
ΠΕΙΡΑΜΑ		53
Τεμάχιο		6
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	t_z	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	t_{xy}	1.1 mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	f_z	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x_{max}}$	$F_{y_{max}}$	$F_{z_{max}}$	$F_{x_{min}}$	$F_{y_{min}}$	$F_{z_{min}}$	$F_{x_{mean}}$	$F_{y_{mean}}$	$F_{z_{mean}}$
-23.44	16.6	-6.88	-26.86	10.74	-16.65	-25.42	16.46	-10.8



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

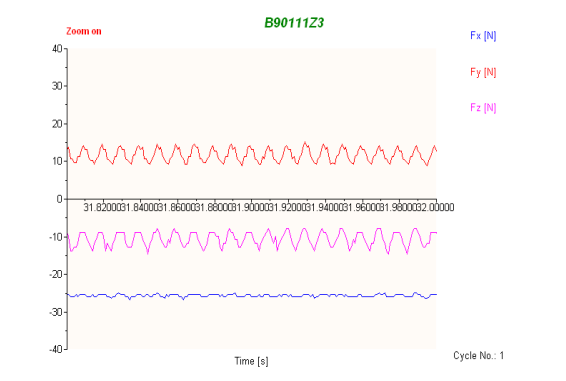
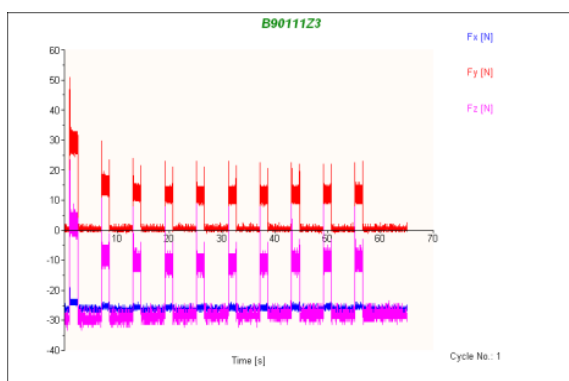




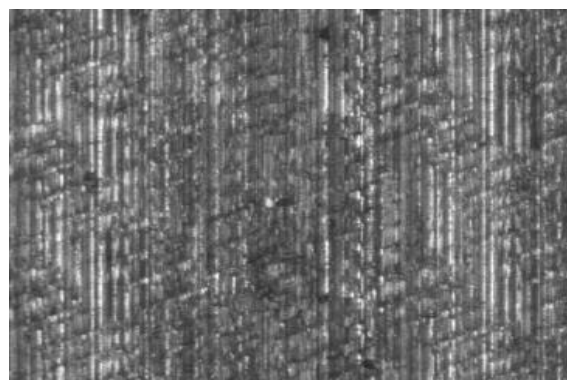
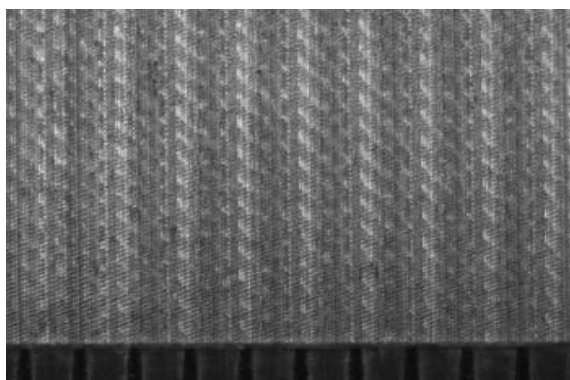
ΠΕΙΡΑΜΑ		54
Τεμάχιο		6
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-23.93	15.14	-6.88	-27.34	8.3	-15.67	-25.61	11.7	-10.6



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

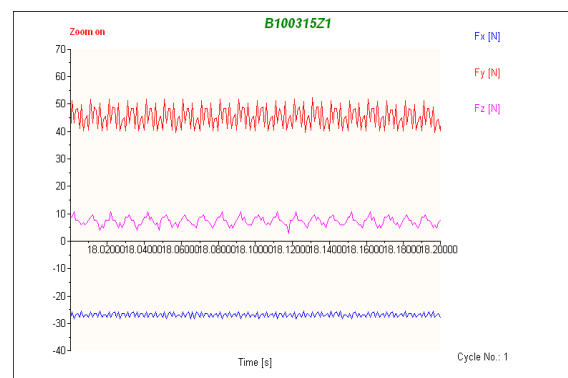
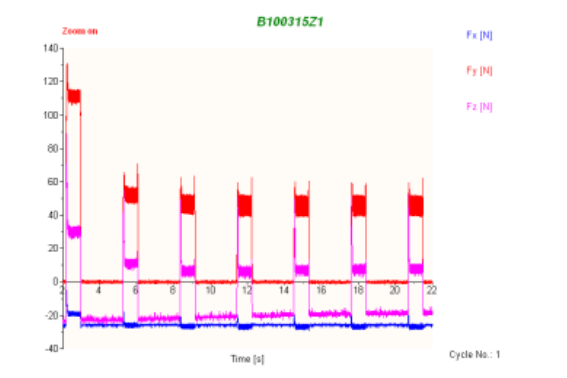




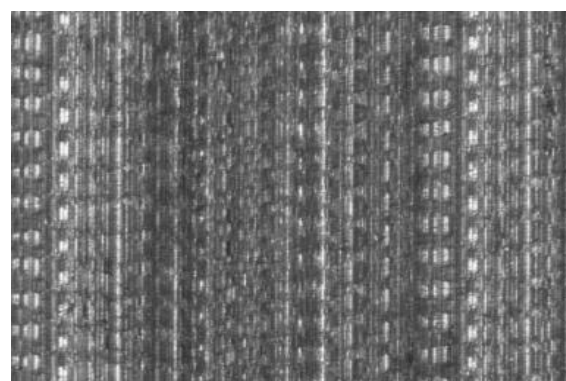
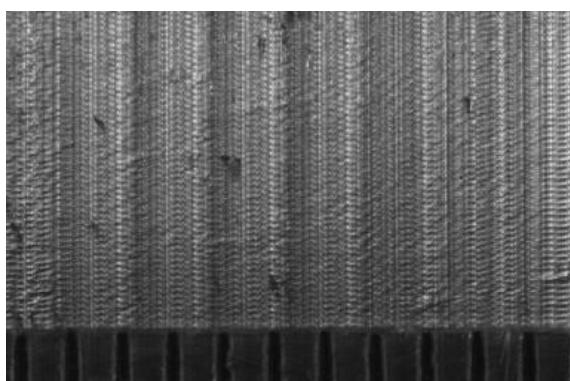
ΠΕΙΡΑΜΑ		55
Τεμάχιο		7
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.5 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _x max	F _y max	F _z max	F _x min	F _y min	F _z min	F _x mean	F _y mean	F _z mean
-24.9	53.22	10.7	-28.32	38.02	2.88	-26.91	45.15	7.36



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ





ΠΕΙΡΑΜΑ

Τεμάχιο
Είδος φραιζαρίσματος
Κατεργαζόμενο υλικό
Αξονικό βάθος
Ακτινικό βάθος
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)
Κλίση παράλληλα στην πρόωση
Ταχύτητα κοπής

56

7

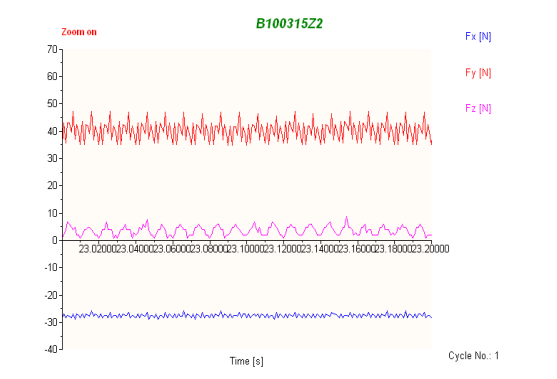
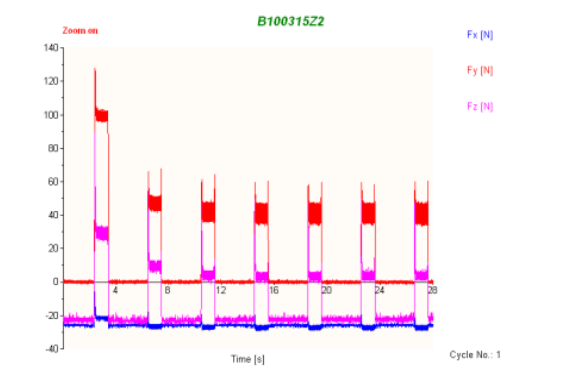
(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ

AL-5083

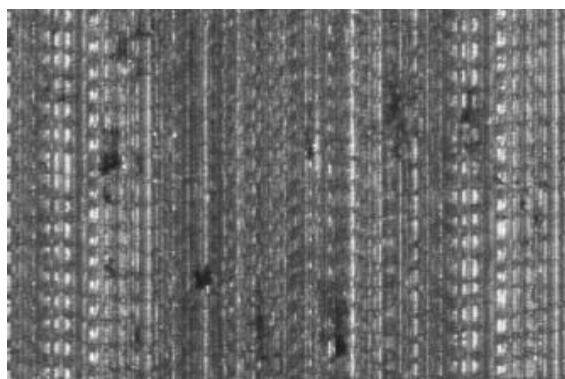
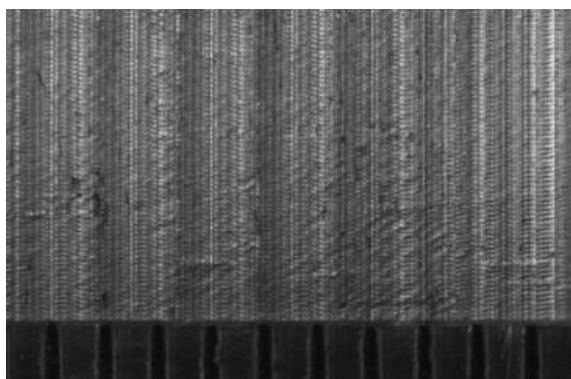
t_z	0.3	mm
t_{xy}	1.5	mm
f_z	0.025	mm/rev,z
φ	10	deg
vc	120	m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x_{max}}$	$F_{y_{max}}$	$F_{z_{max}}$	$F_{x_{min}}$	$F_{y_{min}}$	$F_{z_{min}}$	$F_{x_{mean}}$	$F_{y_{mean}}$	$F_{z_{mean}}$
-25.39	48.83	8.74	-29.3	34.18	-5.0002	-27.46	40.14	3.5



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ



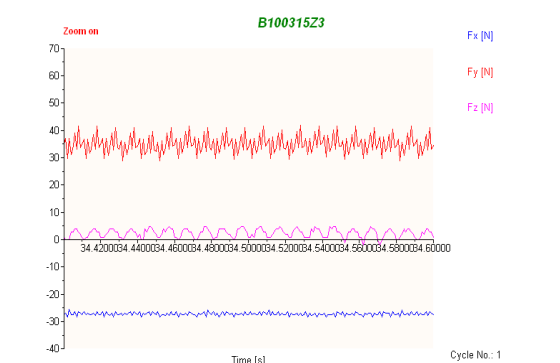
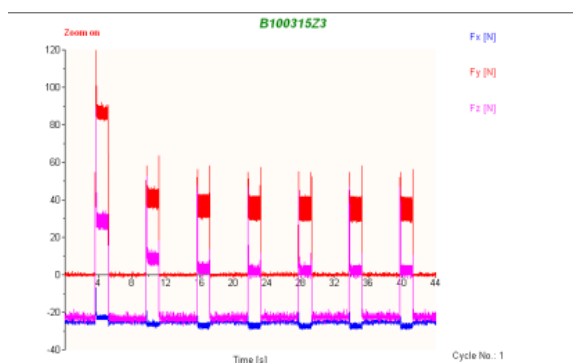


ΠΕΙΡΑΜΑ

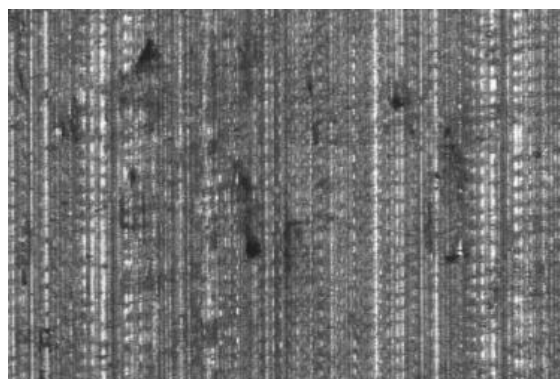
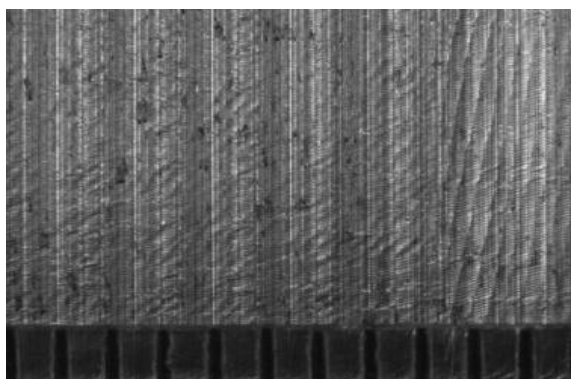
Τεμάχιο	57
Είδος φραιζαρίσματος	7
Κατεργαζόμενο υλικό	(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Αξονικό βάθος	AL-5083
Ακτινικό βάθος	t_z 0.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	t_{xy} 1.5 mm
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	f_z 0.016 mm/rev,z
Ταχύτητα κοπής	φ 10 deg
	vc 120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x_{max}}$	$F_{y_{max}}$	$F_{z_{max}}$	$F_{x_{min}}$	$F_{y_{min}}$	$F_{z_{min}}$	$F_{x_{mean}}$	$F_{y_{mean}}$	$F_{z_{mean}}$
-25.39	41.99	5.81	-29.3	27.83	-2	-27.18	34.82	2.23



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

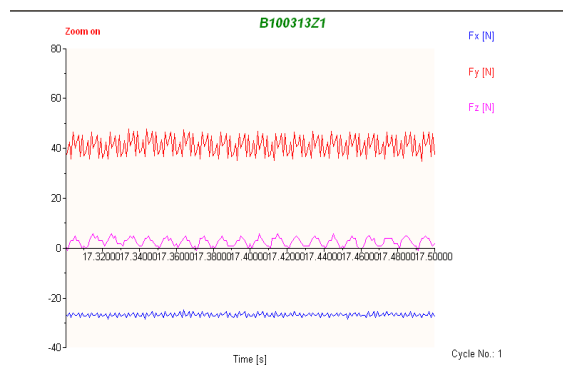
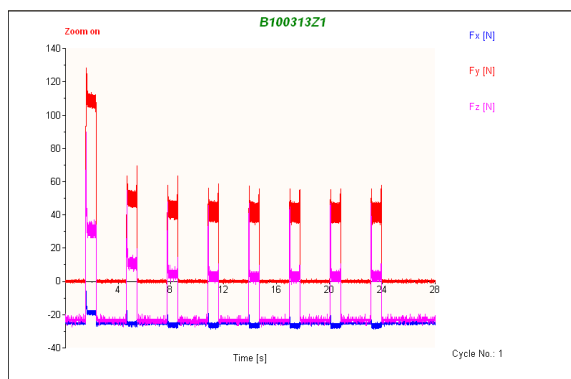




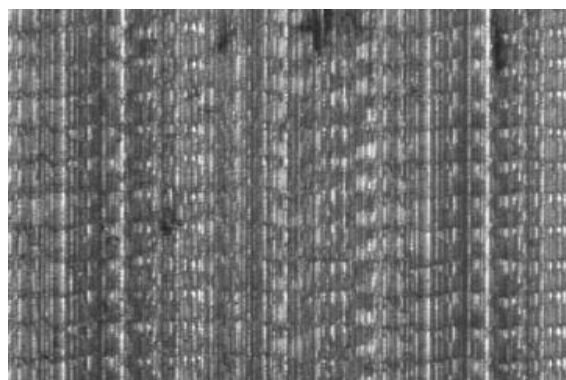
ΠΕΙΡΑΜΑ		58
Τεμάχιο		7
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-24.9	47.85	7.77	-28.81	34.18	-2	-26.69	41.16	2.69



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

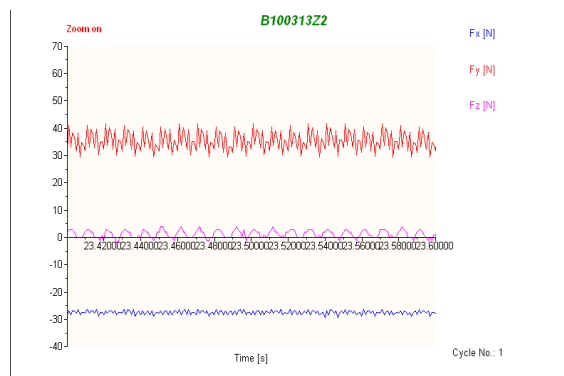
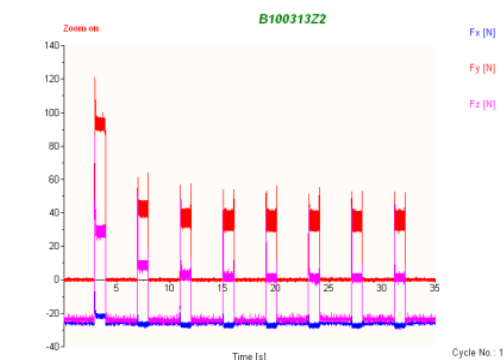




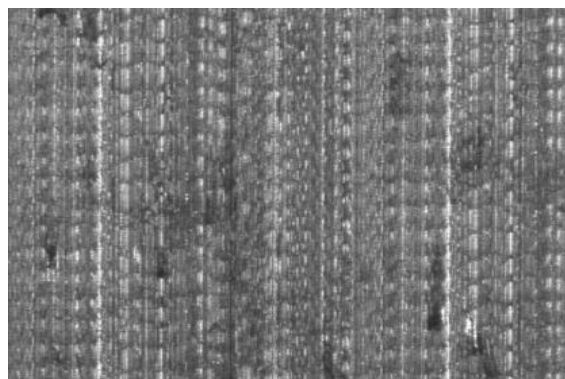
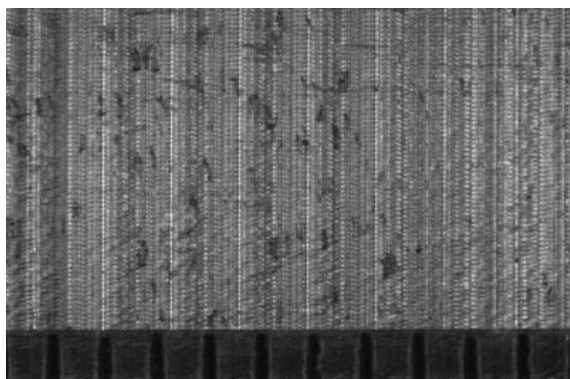
ΠΕΙΡΑΜΑ		59
Τεμάχιο		7
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.3 mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-25.39	41.99	3.86	-29.3	28.81	-3.95	-27.46	35.26	1.18



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

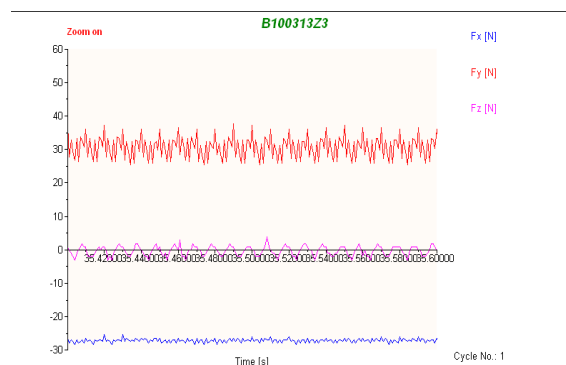
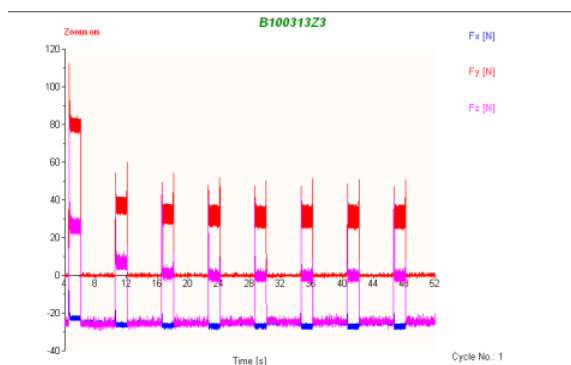




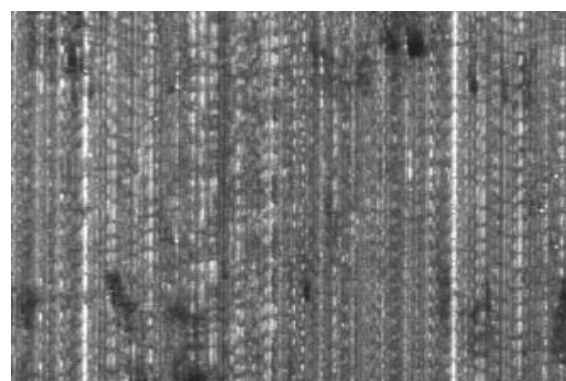
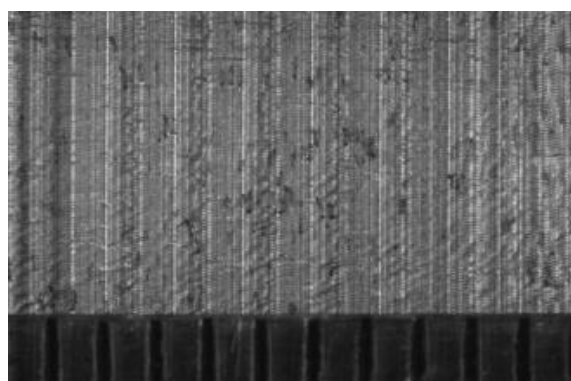
ΠΕΙΡΑΜΑ		60
Τεμάχιο		7
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-25.39	37.6	3.86	-28.81	24.41	-3.95	-27.08	30.6	-0.4



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

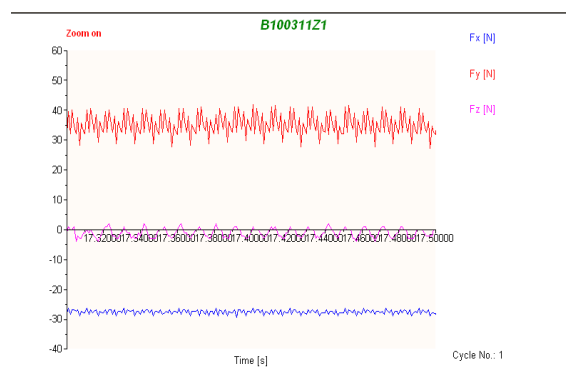
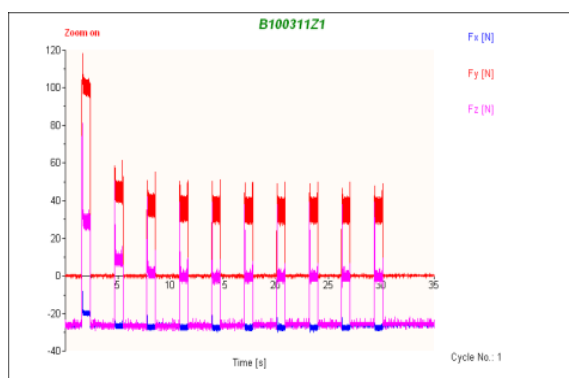




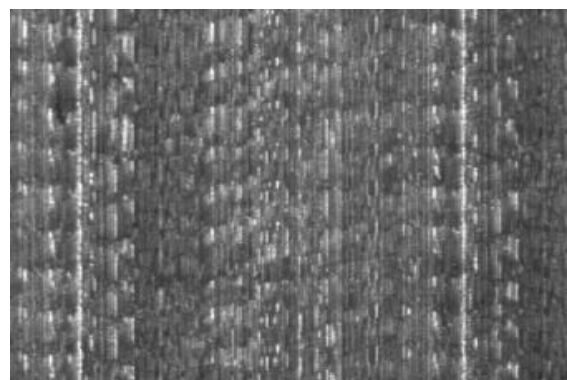
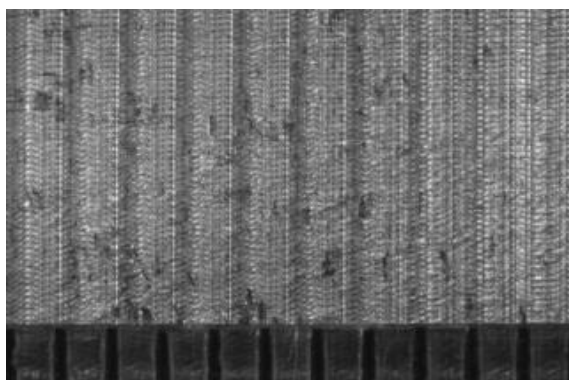
ΠΕΙΡΑΜΑ		61
Τεμάχιο		7
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-25.39	41.99	3.86	-29.3	27.34	-3.95	-27.56	35.17	-0.87



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

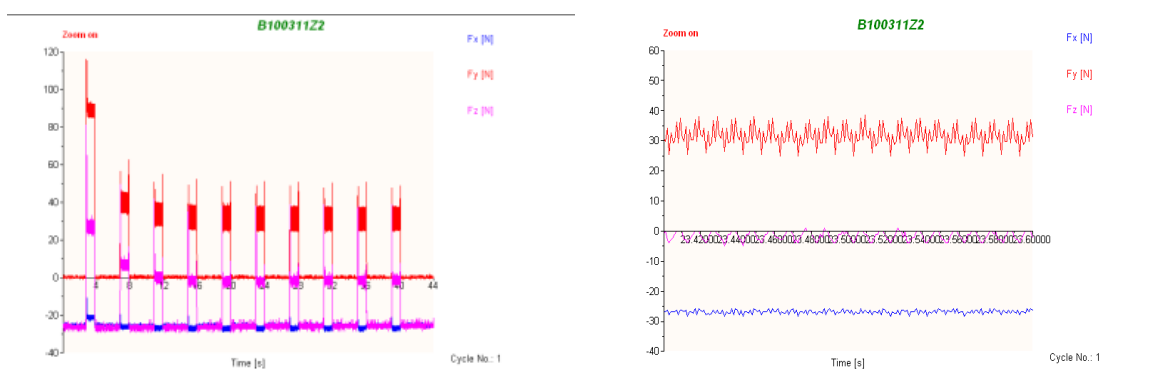




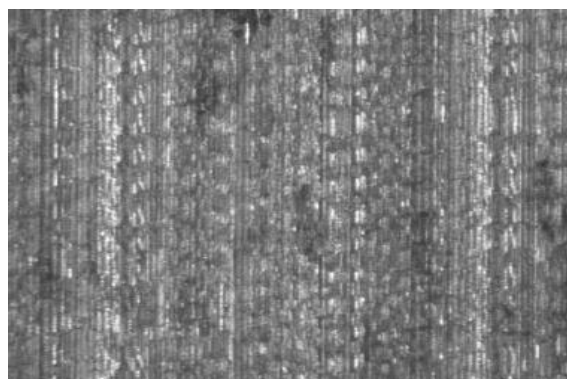
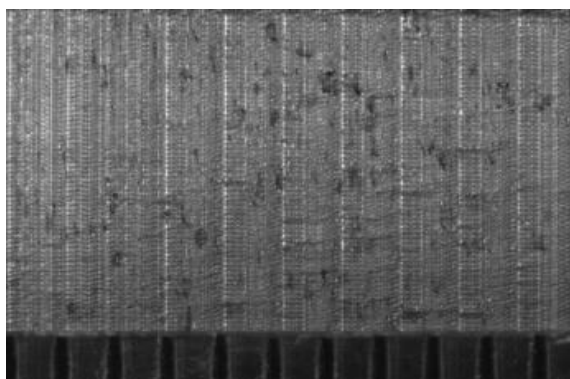
ΠΕΙΡΑΜΑ		62
Τεμάχιο		7
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.1 mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-24.9	38.57	0.93	-28.81	24.41	-5.91	-26.89	31.62	-1.76



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

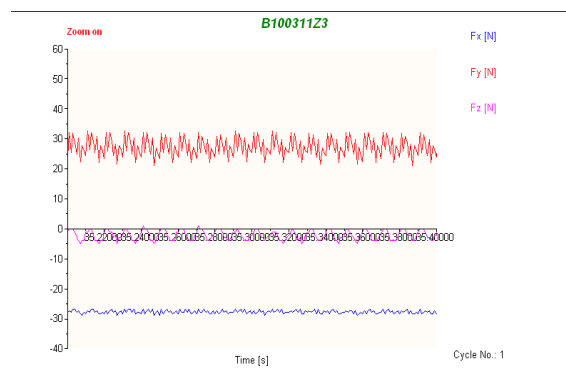
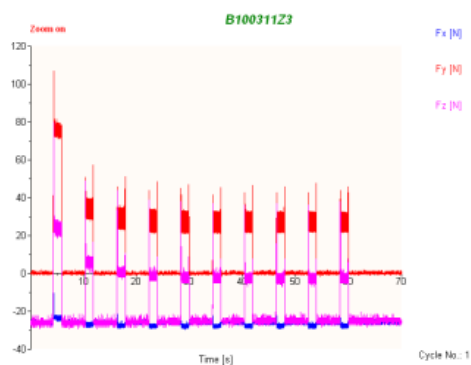




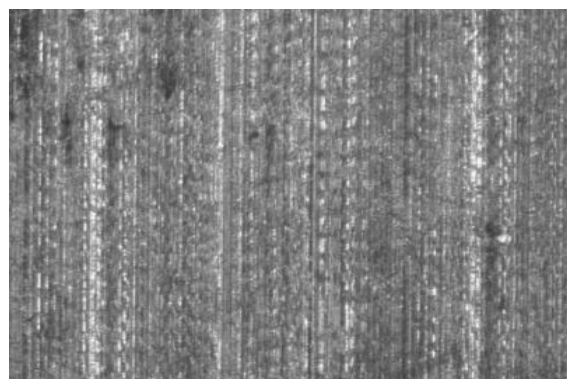
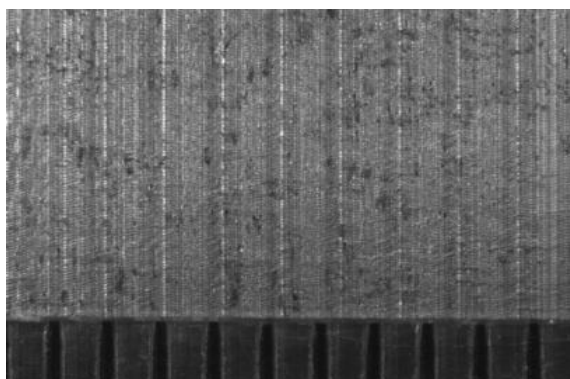
ΠΕΙΡΑΜΑ		63
Τεμάχιο		7
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.3 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.1 mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	9 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-25.88	33.2	2.88	-29.3	21	-4.93	-27.66	27.31	-2.15



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

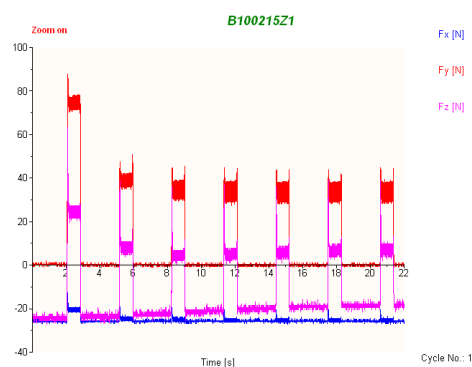




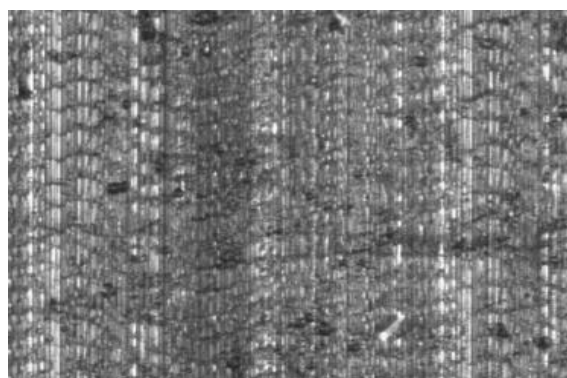
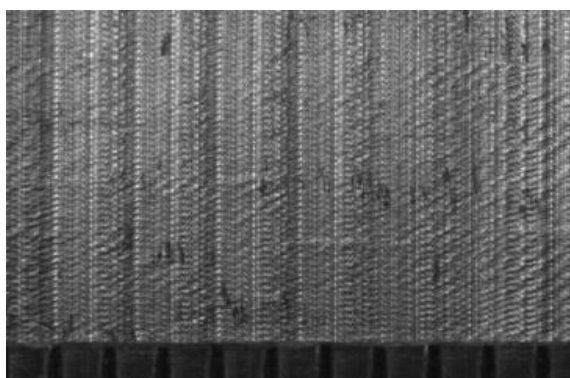
ΠΕΙΡΑΜΑ		64
Τεμάχιο		8
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	txy	1.5 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x_{max}}$	$F_{y_{max}}$	$F_{z_{max}}$	$F_{x_{min}}$	$F_{y_{min}}$	$F_{z_{min}}$	$F_{x_{mean}}$	$F_{y_{mean}}$	$F_{z_{mean}}$
-23.93	38.57	9.72	-26.86	27.83	2.88	-25.39	33.25	6.63



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

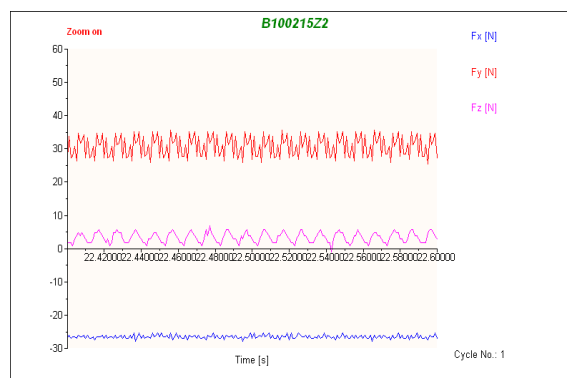
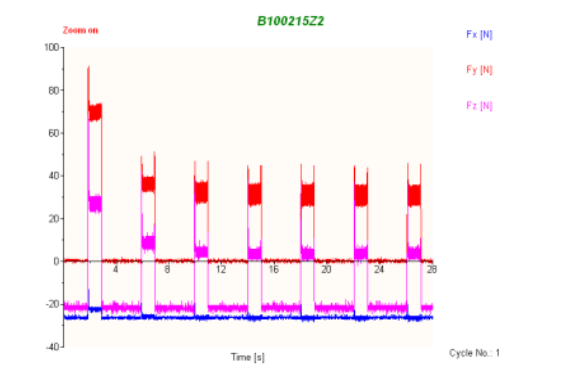




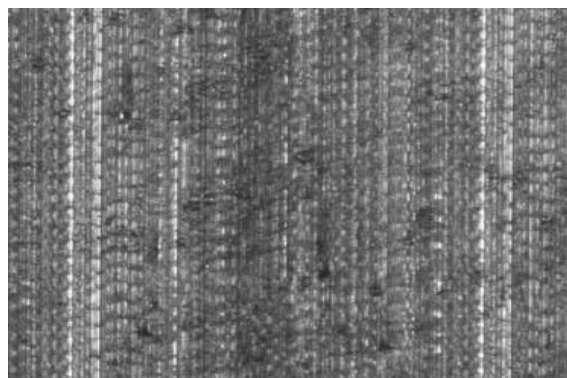
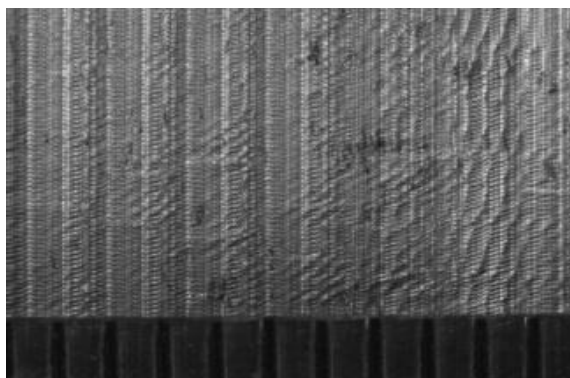
ΠΕΙΡΑΜΑ		65
Τεμάχιο		8
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.5 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _x max	F _y max	F _z max	F _x min	F _y min	F _z min	F _x mean	F _y mean	F _z mean
-24.9	36.13	7.77	-27.83	24.9	-2	-26.39	30.85	3.51



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

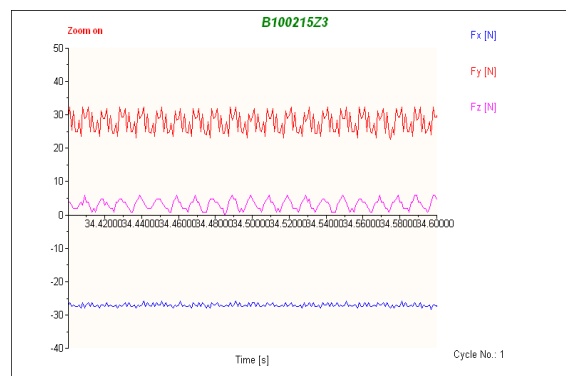
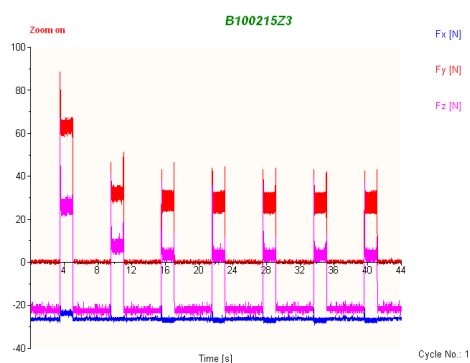




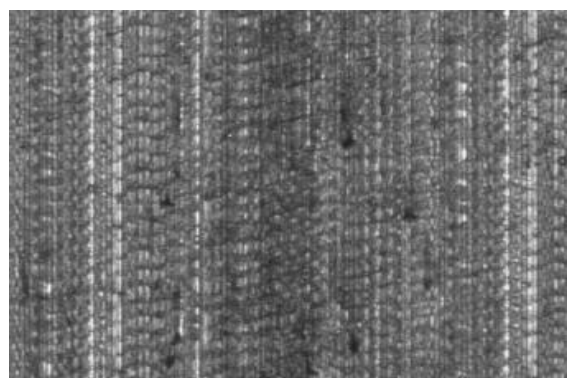
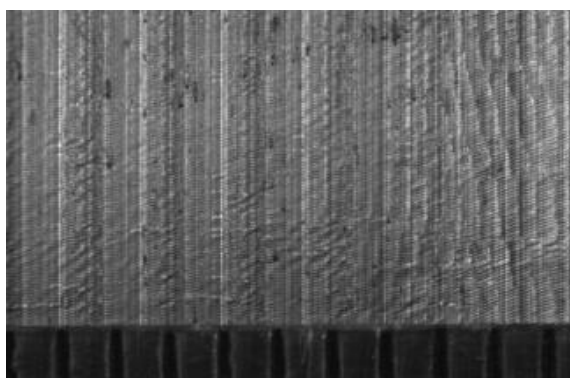
ΠΕΙΡΑΜΑ		66
Τεμάχιο		8
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.5 mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-25.39	32.71	8.47	-28.32	22.46	-5.002	-27.02	27.78	3.14



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

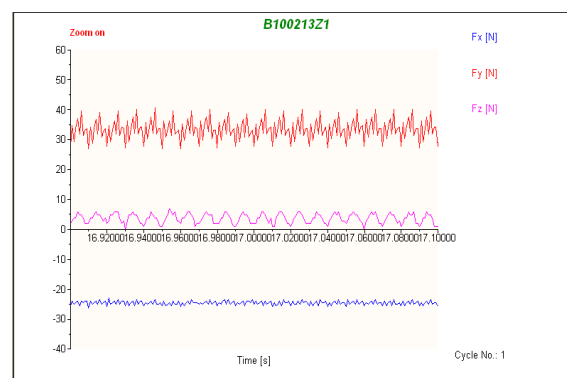
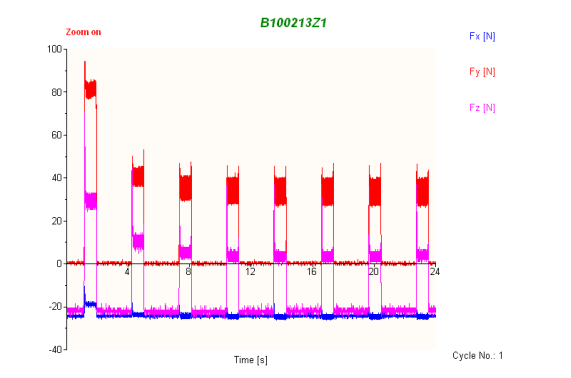




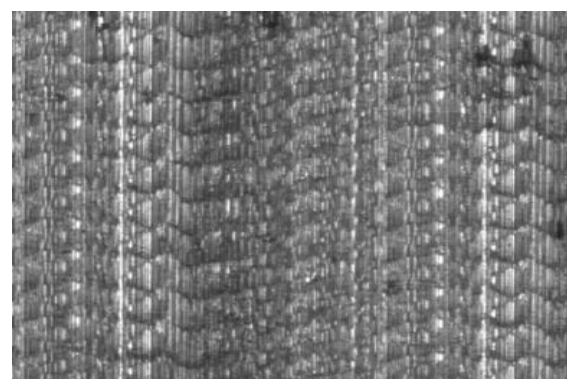
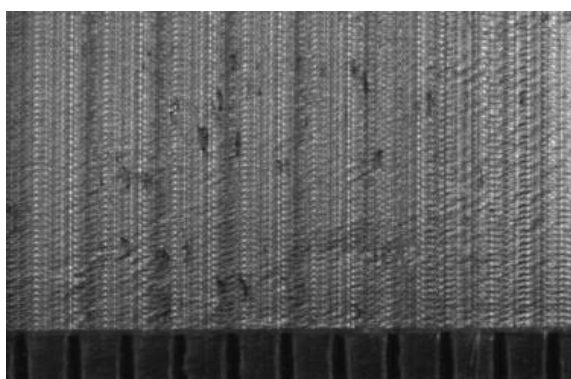
ΠΕΙΡΑΜΑ		67
Τεμάχιο		8
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _x max	F _y max	F _z max	F _x min	F _y min	F _z min	F _x mean	F _y mean	F _z mean
-22.95	40.53	6.79	-26.37	26.37	5.0002	-24.51	33.4	3.58



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

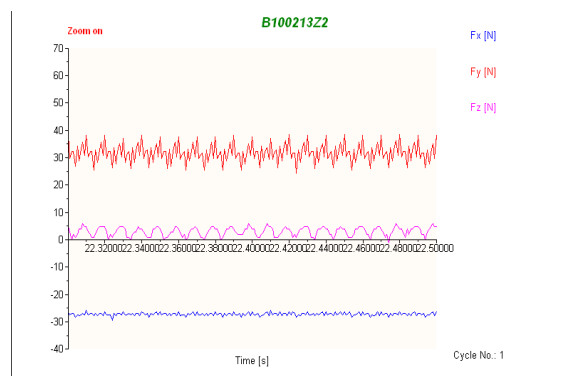
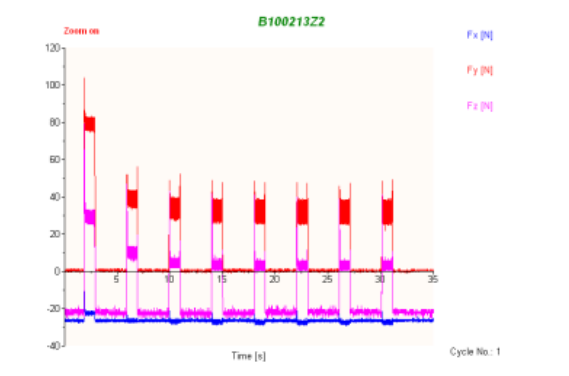




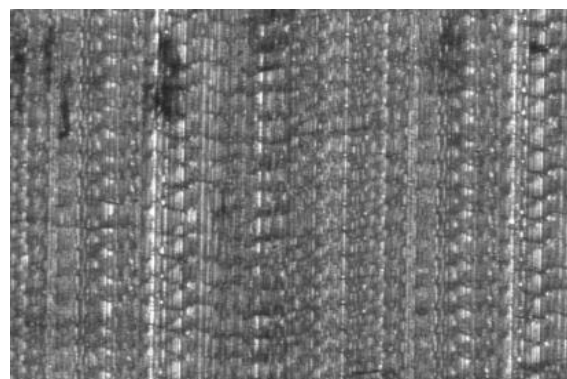
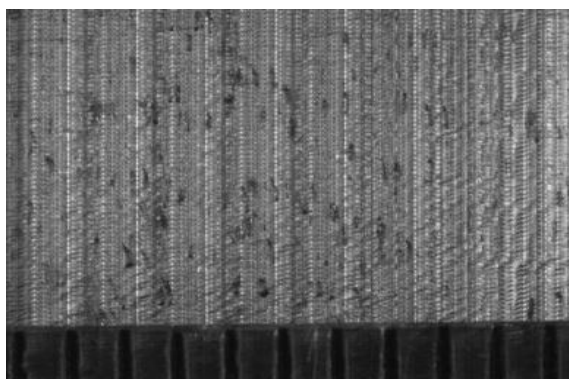
ΠΕΙΡΑΜΑ		68
Τεμάχιο		8
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _x max	F _y max	F _z max	F _x min	F _y min	F _z min	F _x mean	F _y mean	F _z mean
-25.39	39.06	6.79	-29.3	24.41	-1.02	-27.22	31.9	3.21



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

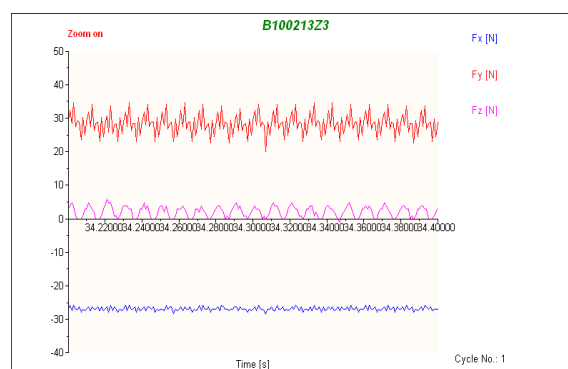
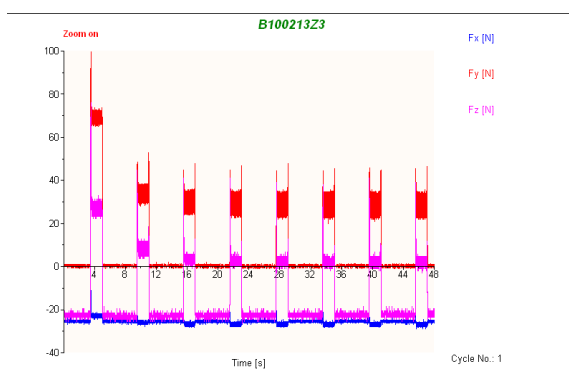




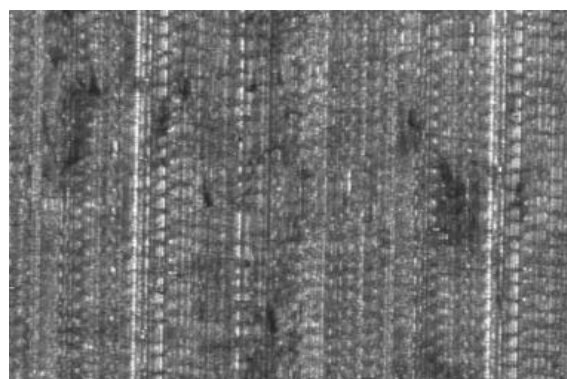
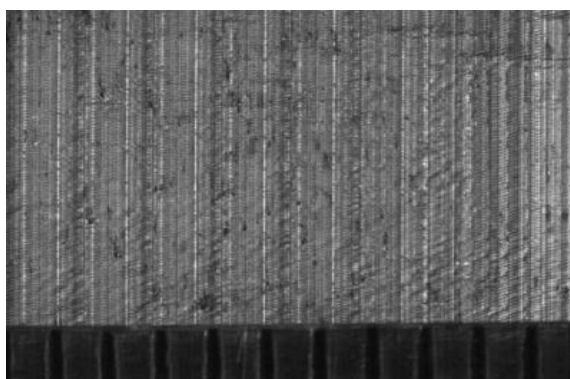
ΠΕΙΡΑΜΑ		69
Τεμάχιο		8
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.3 mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x_{max}}$	$F_{y_{max}}$	$F_{z_{max}}$	$F_{x_{min}}$	$F_{y_{min}}$	$F_{z_{min}}$	$F_{x_{mean}}$	$F_{y_{mean}}$	$F_{z_{mean}}$
-24.9	35.64	5.81	-28.32	20.02	-2	-26.8	28.35	2



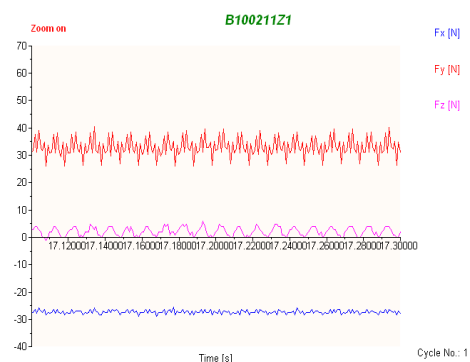
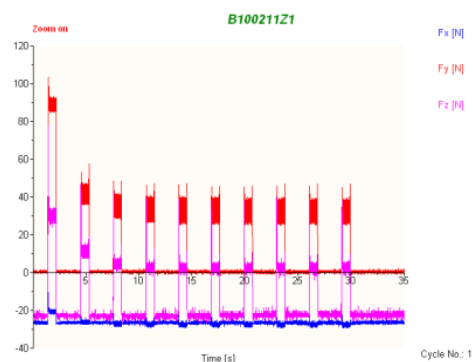
ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ



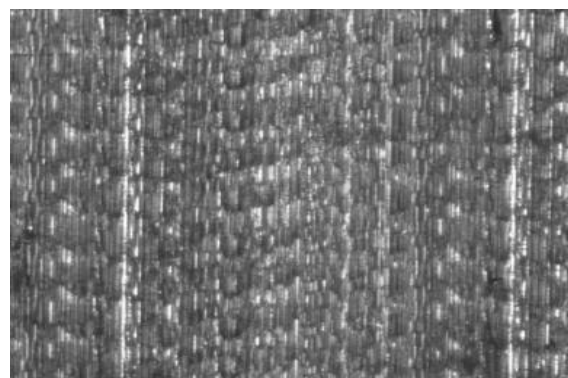
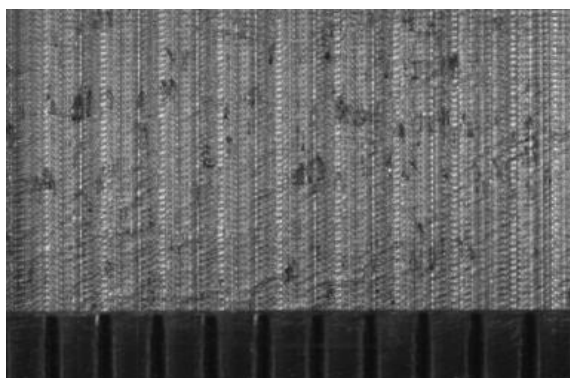


ΠΕΙΡΑΜΑ		70
Τεμάχιο		8
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min
ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]		

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-24.9	40.53	5.81	-29.3	25.39	-2	-27.24	32.94	2.04



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

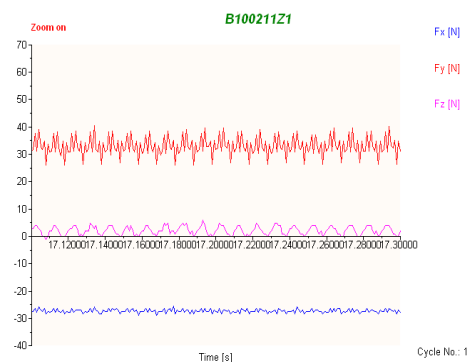
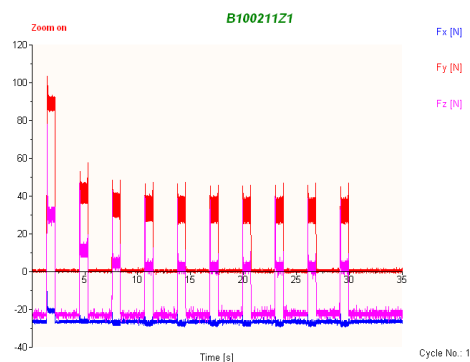




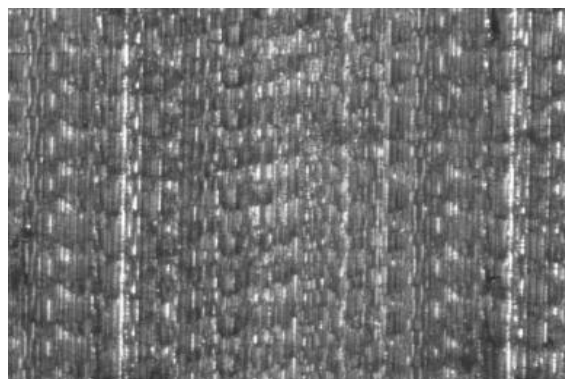
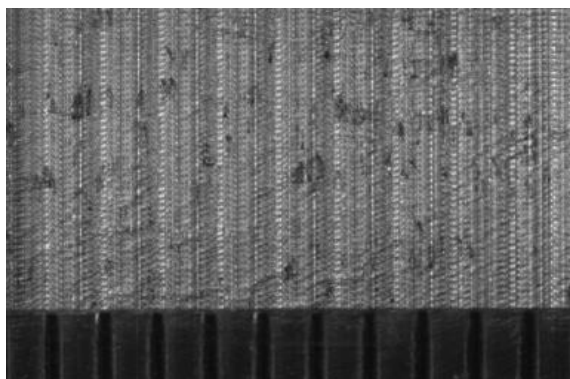
ΠΕΙΡΑΜΑ		71
Τεμάχιο		8
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.1 mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-24.9	37.11	4.84	-2.32	24.41	-2.98	-26.35	30.11	1.56



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

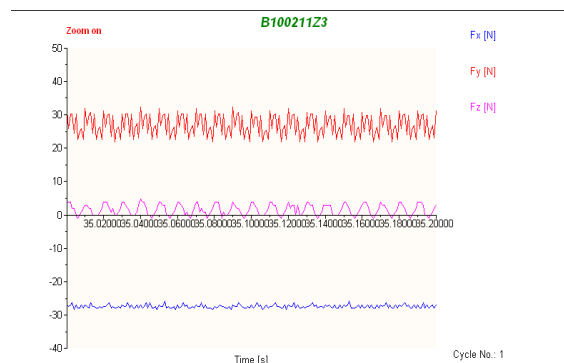
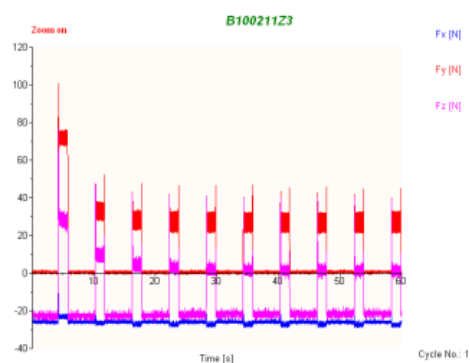




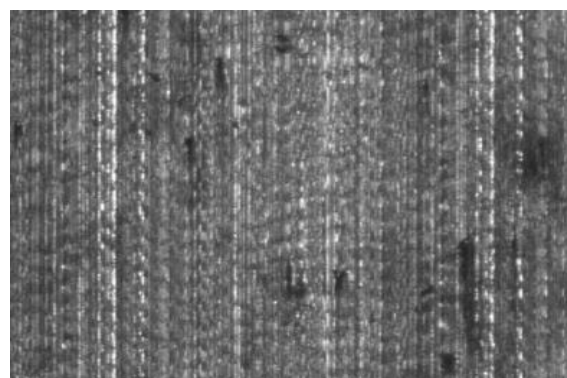
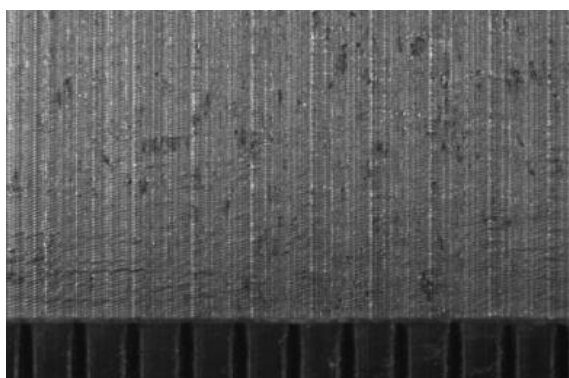
ΠΕΙΡΑΜΑ		72
Τεμάχιο		8
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.2 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _x max	F _y max	F _z max	F _x min	F _y min	F _z min	F _x mean	F _y mean	F _z mean
-25.39	32.23	5.81	-28.81	21	-2	-27.36	26.93	1.54



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

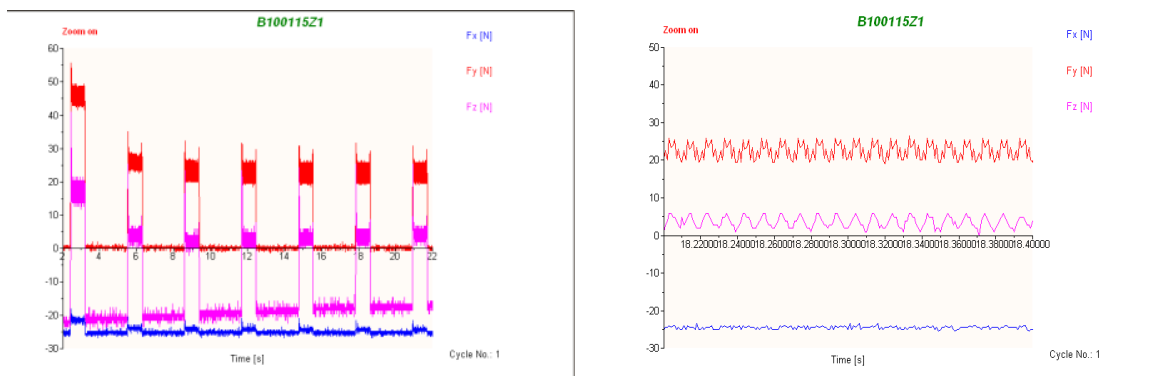




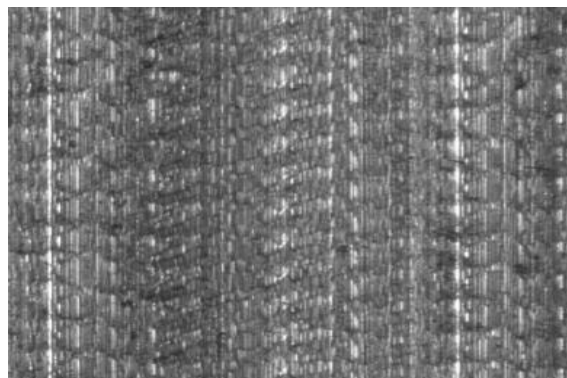
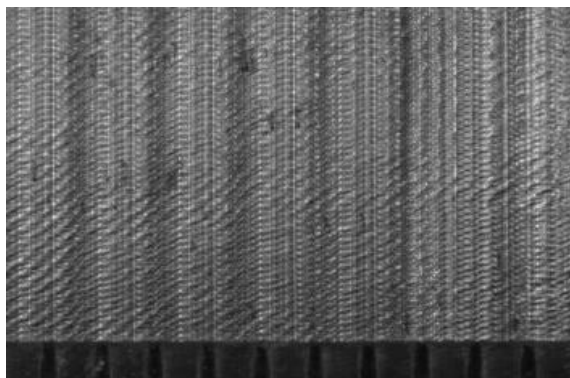
ΠΕΙΡΑΜΑ		73
Τεμάχιο		9
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	1.1 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.5 mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _x max	F _y max	F _z max	F _x min	F _y min	F _z min	F _x mean	F _y mean	F _z mean
-23.44	26.37	5.81	-25.88	19.04	-5.0002	-24.38	22.44	3.58



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

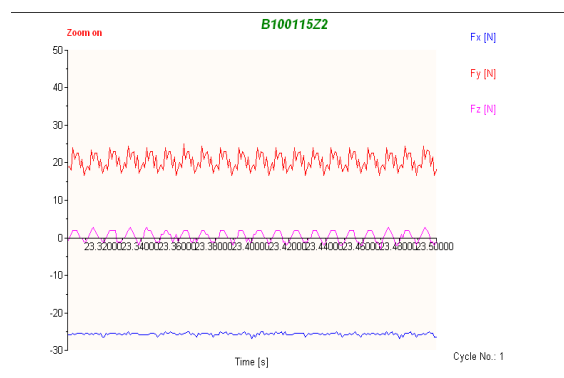
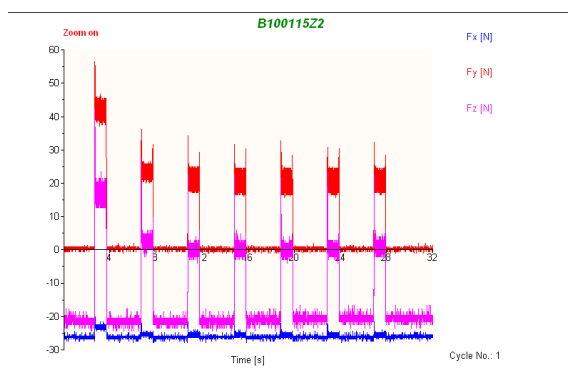




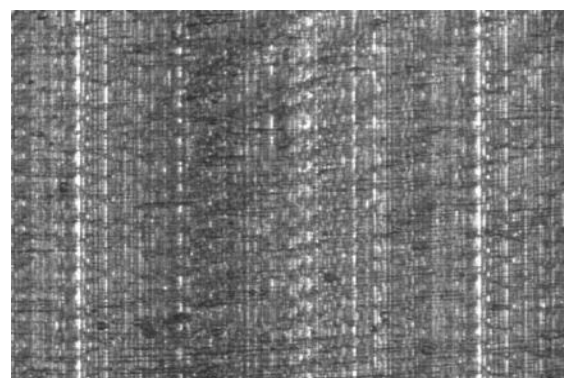
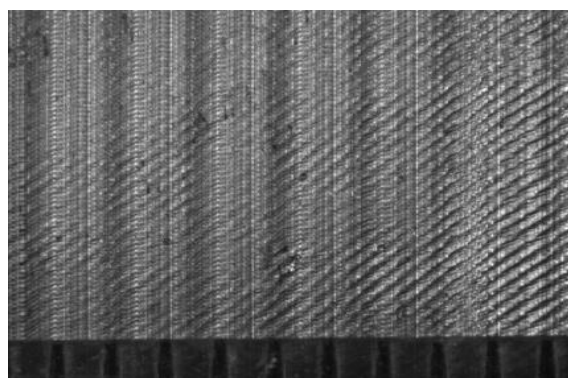
ΠΕΙΡΑΜΑ		74
Τεμάχιο		9
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.5 mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

$F_{x_{max}}$	$F_{y_{max}}$	$F_{z_{max}}$	$F_{x_{min}}$	$F_{y_{min}}$	$F_{z_{min}}$	$F_{x_{mean}}$	$F_{y_{mean}}$	$F_{z_{mean}}$
-24.41	24.9	2.88	-26.86	15.62	-3.95	-25.64	20.48	0.37



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

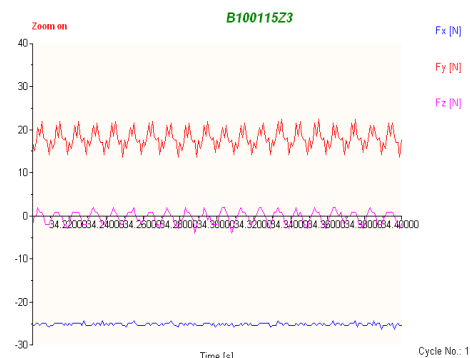
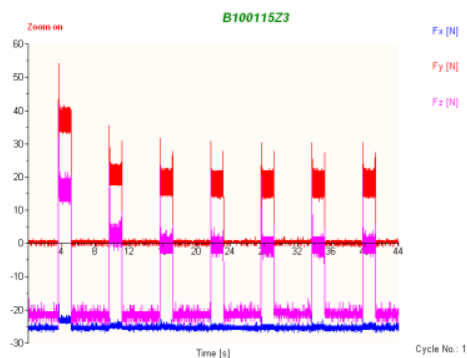




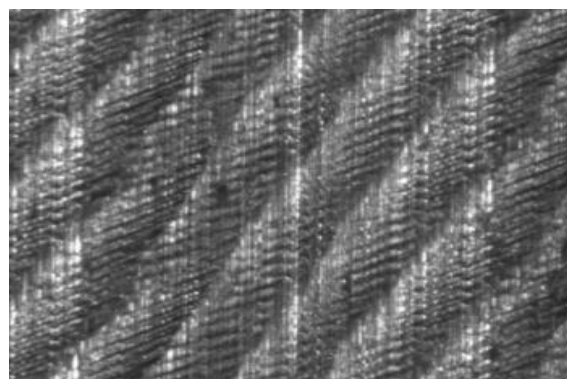
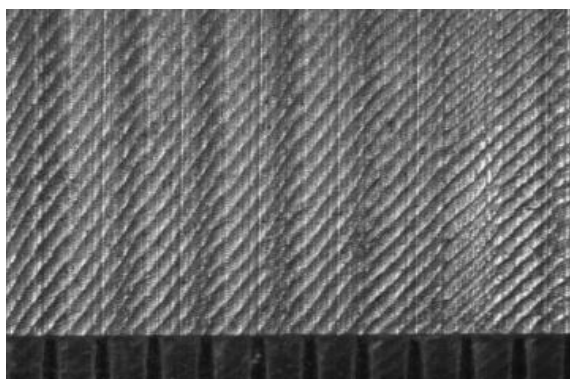
ΠΕΙΡΑΜΑ		75
Τεμάχιο		9
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.5 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-22.95	22.46	2.88	-26.86	12.7	-4.93	-25.1	14.86	-0.5



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

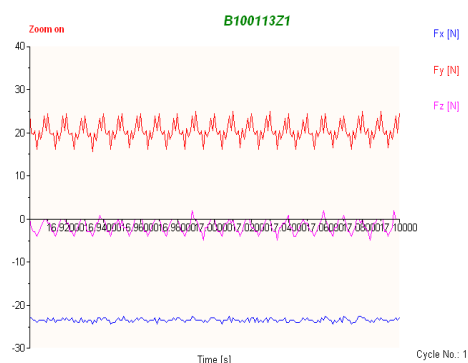
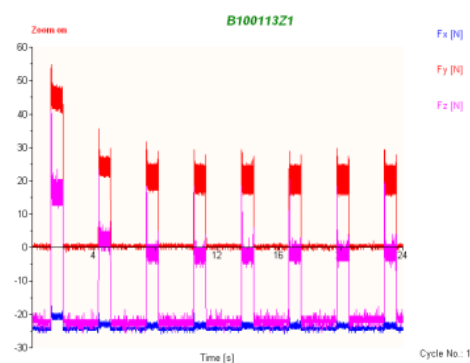




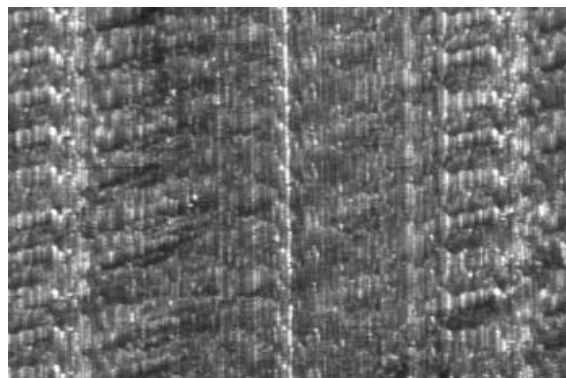
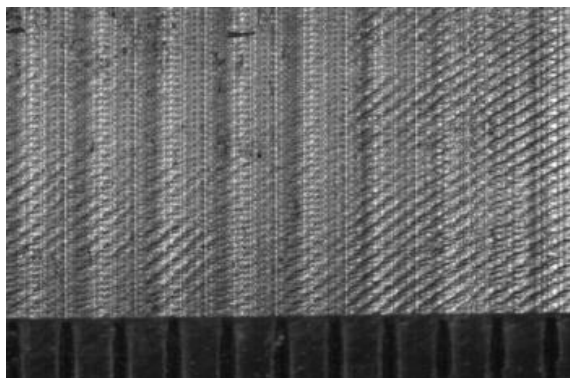
ΠΕΙΡΑΜΑ		76
Τεμάχιο		9
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-21.48	24.9	2.88	-24.41	15.62	-4.93	-23.42	20.38	-1.66



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

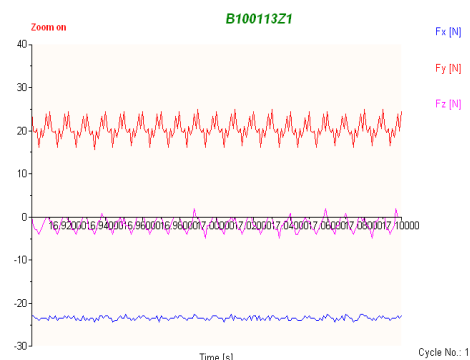
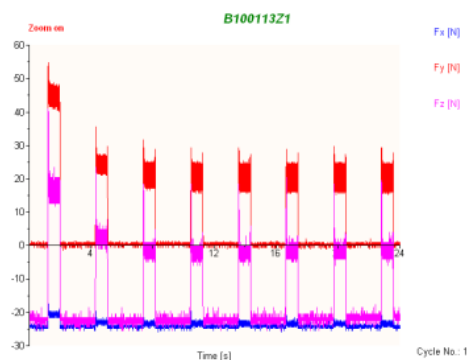




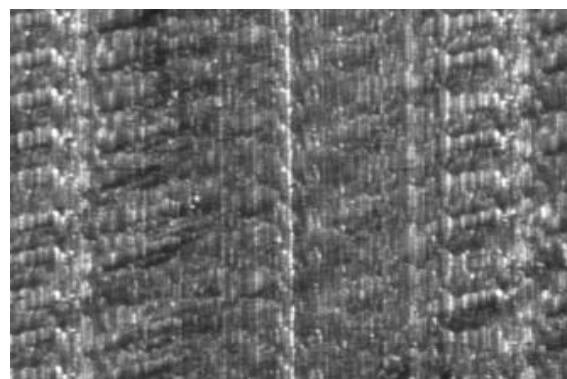
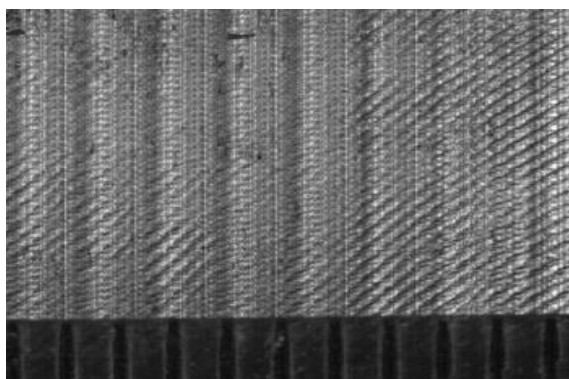
ΠΕΙΡΑΜΑ		77
Τεμάχιο		9
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.3 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _x max	F _y max	F _z max	F _x min	F _y min	F _z min	F _x mean	F _y mean	F _z mean
-23.44	21	0.93	-26.37	12.21	-6.88	-25.6	16.69	-3.23



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

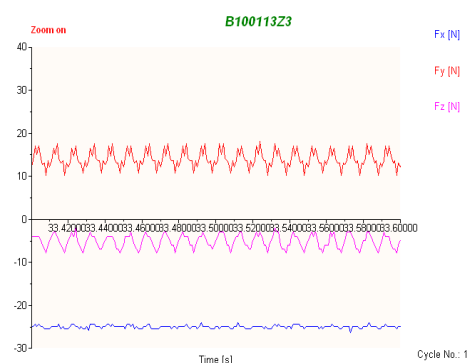
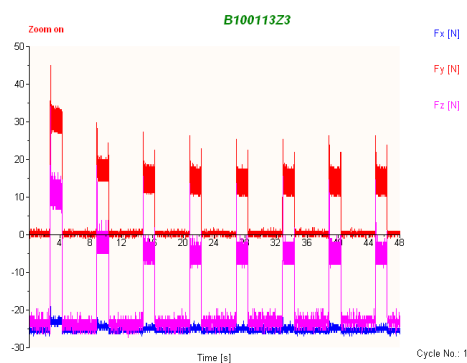




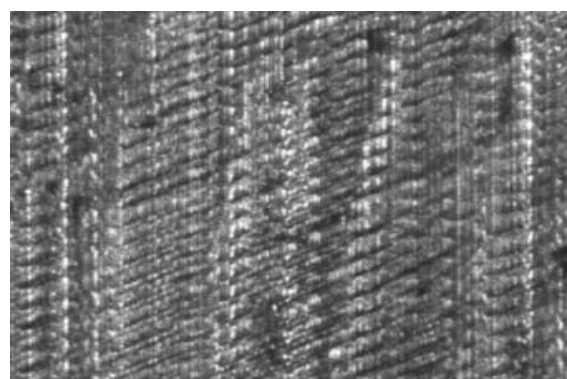
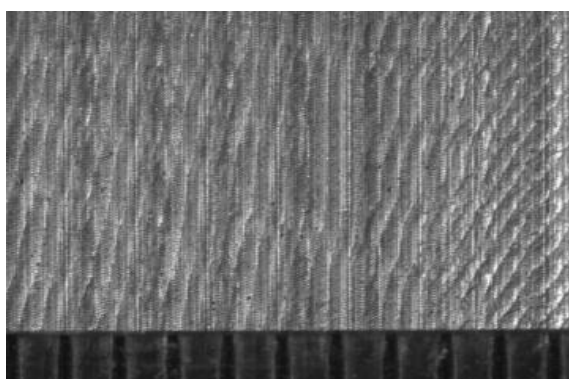
ΠΕΙΡΑΜΑ		78
Τεμάχιο		9
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.3 mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-22.95	19.047	-5.0002	-26.37	10.25	-7.86	-24.95	14.16	-4.98



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

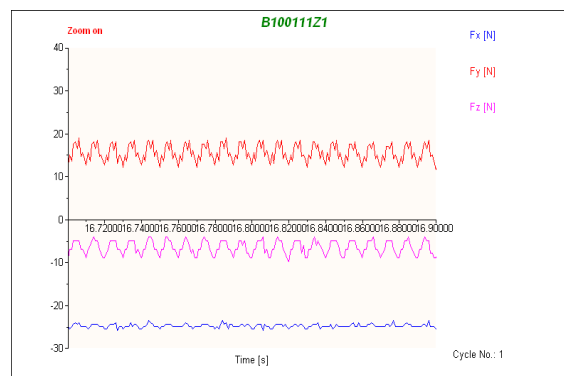
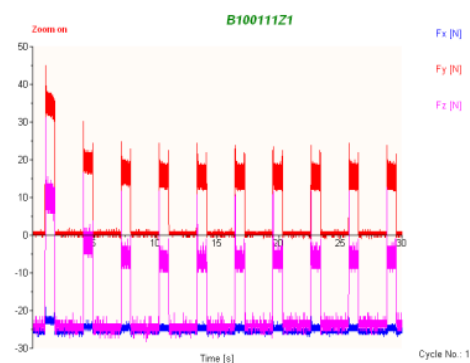




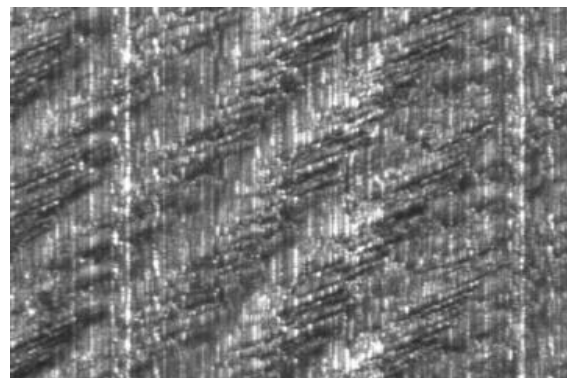
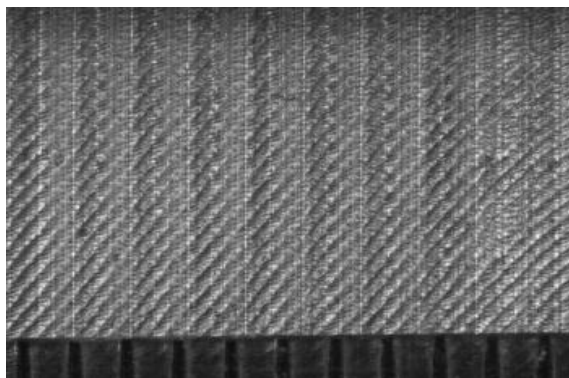
ΠΕΙΡΑΜΑ		79
Τεμάχιο		9
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.1 mm
Πρόωση (ανάστροφ & δόντι)	fz	0.033 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-22.95	19.53	2.98	-25.88	11.72	-9.81	-24.72	15.61	-6.55



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

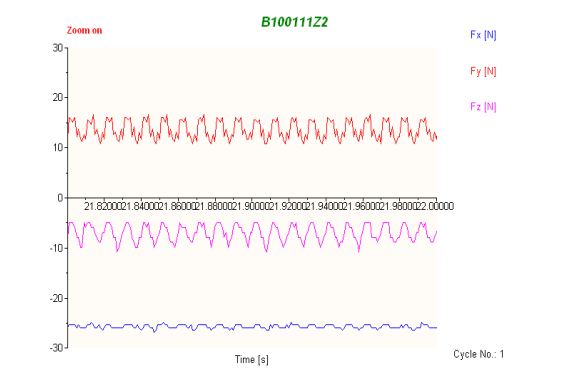
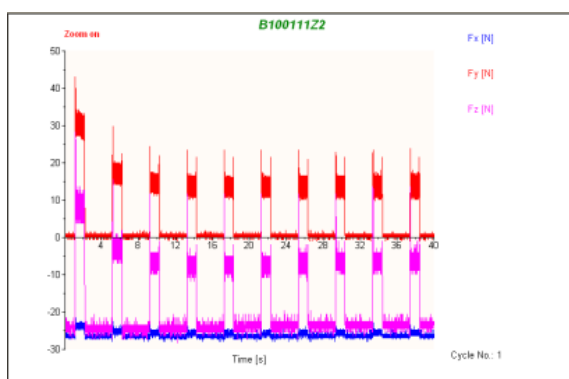




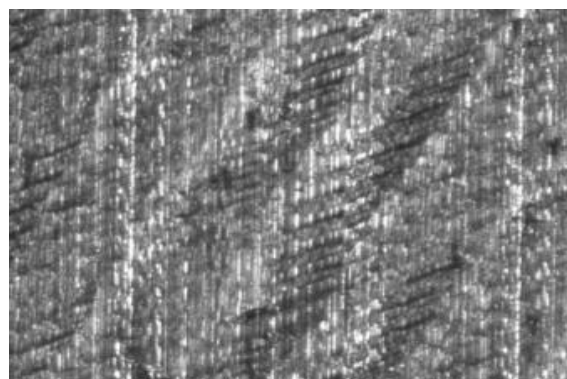
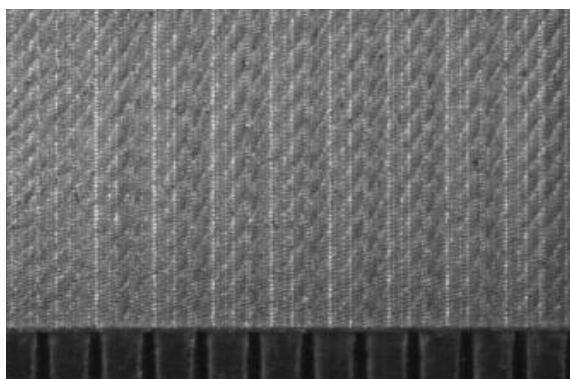
ΠΕΙΡΑΜΑ		80
Τεμάχιο		9
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.025 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-24.41	17.09	-3.95	26.86	10.25	-10.79	-25.71	13.66	-6.98



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

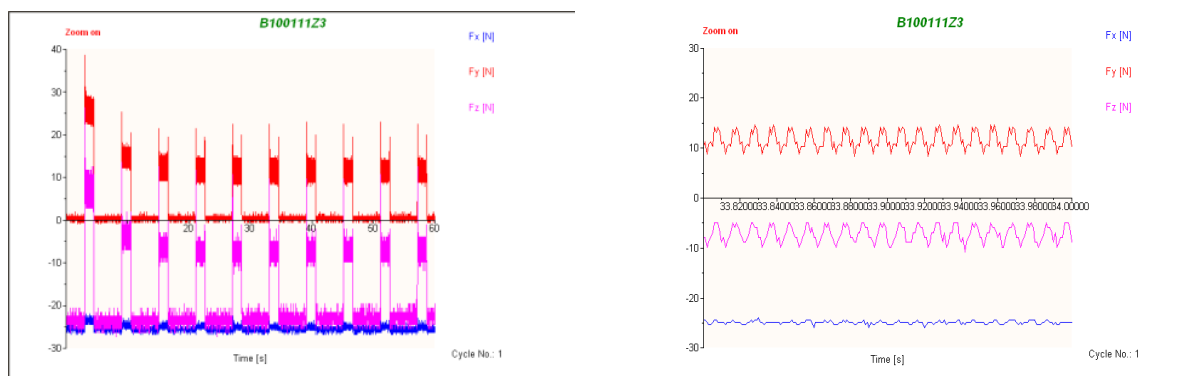




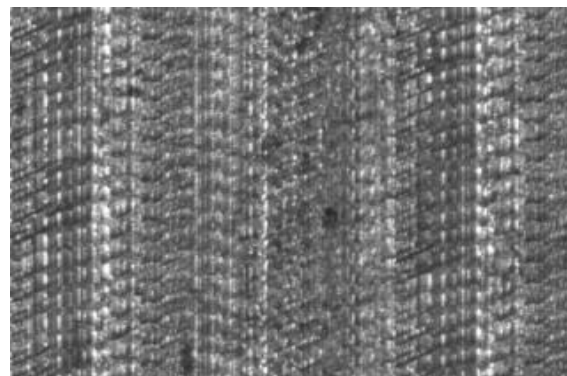
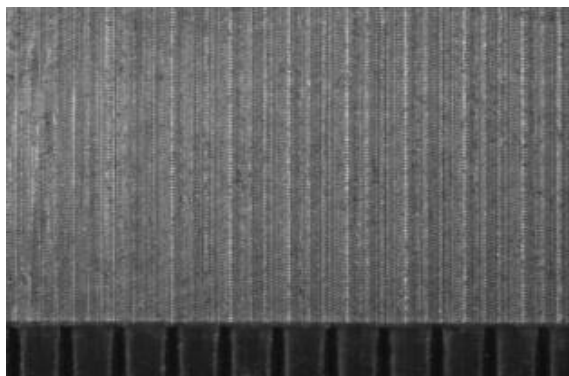
ΠΕΙΡΑΜΑ		81
Τεμάχιο		9
Είδος φραιζαρίσματος		(Ο)ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
Κατεργαζόμενο υλικό		AL-5083
Αξονικό βάθος	tz	0.1 mm
Ακτινικό βάθος	t _{xy}	1.1 mm
Πρόωση (ανάστρφ & δόντι)	fz	0.016 mm/rev,z
Κλίση παράλληλα στην πρόωση	φ	10 deg
Ταχύτητα κοπής	vc	120 m/min

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ [N]

F _{xmax}	F _{ymax}	F _{zmax}	F _{xmin}	F _{ymin}	F _{zmin}	F _{xmean}	F _{ymean}	F _{zmean}
-23.93	15.14	-2	-25.88	7.81	-10.79	-24.93	11.6	-7.16



ΤΟΠΟΜΟΡΦΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ





ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ