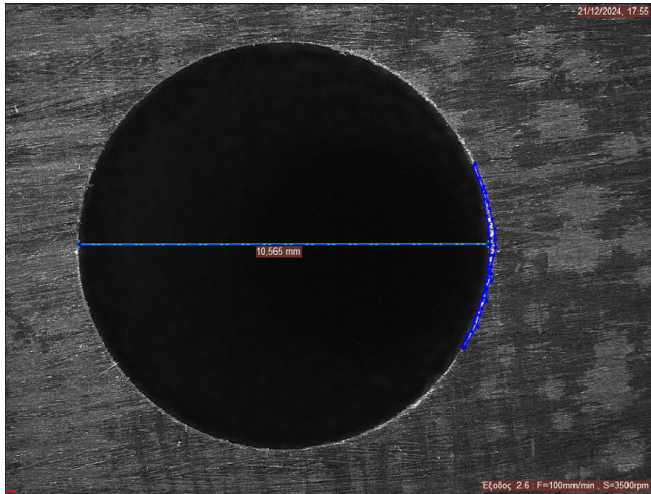




ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΚΡΗΤΗΣ

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΒΕΛΤΙΣΤΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ ΣΕ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΑ ΔΟΚΙΜΙΑ ΠΟΛΥΜΕΡΟΥΣ ΙΝΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΑΝΘΡΑΚΟΝΗΜΑΤΟΣ



Επιβλέπων Καθηγητής:
Αριστομένης Αντωνιάδης
Πολυτεχνείο Κρήτης,
Χανιά 2025

2025

Προσδιορισμός βέλτιστων συνθηκών διάτρησης σε κυλινδρικά δοκίμια πολυμερούς ινοπλισμένο με ανθρακόνημα



<http://www.m3.tuc.gr>



School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Φουντουλάκης Ιωάννης

Περιεχόμενα παρουσίασης

1. Εισαγωγή
2. Στάθμη γνώσεων
3. Πειραματική διαδικασία
4. Μέθοδος αξιολόγησης πειραμάτων
5. Συμπεράσματα
6. Ερωτήσεις

2025

Προσδιορισμός βέλτιστων συνθηκών διάτρησης σε κυλινδρικά δοκίμια πολυμερούς ινοπλισμένο με ανθρακόνημα



<http://www.m3.tuc.gr>



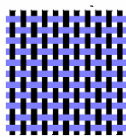
School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Φουντουλάκης Ιωάννης

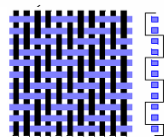
Ορισμός σύνθετων υλικών και CFRP

Ως σύνθετα υλικά ορίζονται υλικά που αποτελούνται από δύο ή περισσότερα συστατικά και ο συνδυασμός τους έχει ως αποτέλεσμα ένα τελικό υλικό με ανώτερες ιδιότητες σε σύγκριση με τα αρχικά του στοιχεία. Το πρώτο συστατικό είναι συνήθως ίνες αραμιδίου, γυαλιού ή άνθρακα, ενώ το δεύτερο είναι συχνά κάποια πολυμερής ρητίνη, είτε εποξική είτε πολυεστερική. Στο CFRP η ενίσχυση είναι ίνες άνθρακα.

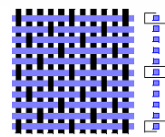
Ανάλογα την κατεύθυνση των ινών (πχ. μονή, πολλαπλή, διαγώνια) αλλάζουν οι ιδιότητες του τελικού τεμαχίου. Αντίστοιχα τοποθετώντας τι ύφασμα σε διάφορες κατευθύνσεις και πάχη αλλάζουν οι ιδιότητες



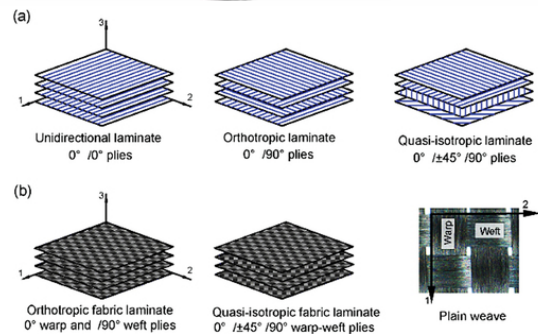
(a) Plain weave



(b) 2 x 2 Twill weave



(c) Five-harness satin weave



Ορισμός σύνθετων υλικών και CFRP

<http://www.m3.tuc.gr>



School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Φουντουλάκης Ιωάννης

Συχνές χρήσεις των συνθέτων υλικών και του Carbon fiber

➤ Χρήση σε τεχνολογίες αιχμής όπως :



Δεξαμενή πίεσης



Σασί αυτοκίνητου υψηλών επιδόσεων



Φτερωτές τουρπίνας της Rolls-Royce



Ατράκτος boeing 787



Σύστημα ανάρτησης αγωνιστικού μονοθεσίου F1



Δεξαμενή καυσίμου της SpaceX



Συχνές χρήσεις CFRP

<http://www.m3.tuc.gr>

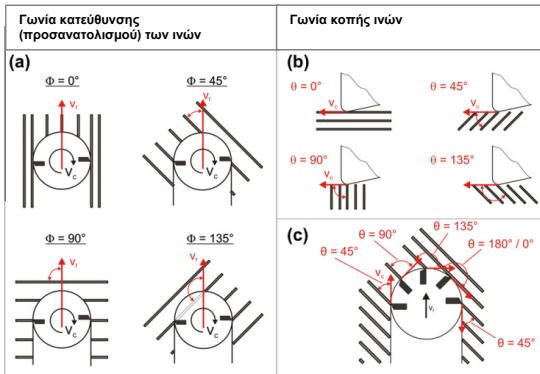


School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

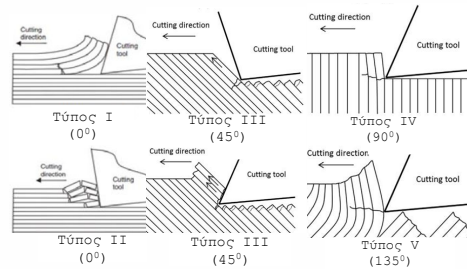
Φουντουλάκης Ιωάννης

Μηχανισμός κοπής του ινοπλισμένου πολυμερούς ανθρακονήματος

Προσδιορισμός βέλτιστων συνθηκών διάτρησης σε κυλινδρικά δοκίμια πολυμερούς ινοπλισμένο με ανθρακονήματα



- a) Γωνία με την οποία έχει στρωθεί το υλικό
- b) Γωνία που σχηματίζει η ακμή του κοπτικού με το υλικό



Μηχανισμός κοπής ανά γωνία κοπής των ινών:

- Τύπος I (0°): Αποκόλληση των στρώσεων.
- Τύπος II (0°): Λυγισμός των ινών σε περίπτωση που υπάρχει αρνητική γωνία αποβλίττου.
- Τύπος III (45°): Διάτμηση που συμβαίνει λόγω συμπίεσης του υλικού κατά μήκος του άξονα του.
- Τύπος III (45°): Ομοίως αλλά με αρνητική γωνία αποβλίττου.
- Τύπος IV (90°): Διάτμηση που οδηγεί σε θραύση του υλικού.
- Τύπος V (135°): Διάτμηση μεταξύ των στρώσεων κατά μήκος της διεύθυνσης των στρώσεων.

2025



Στάθμη γνώσεων: Μηχανισμός κοπής

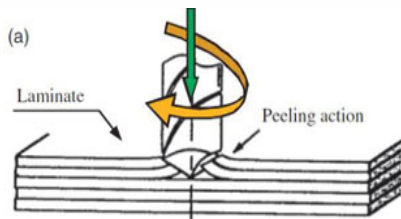
<http://www.m3.tuc.gr>



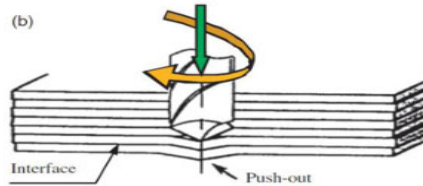
School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Φουντουλάκης Ιωάννης

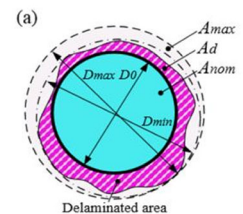
Συχνότερες αστοχίες κατά την διάτρηση-Αποκόλληση



Αποκόλληση κατά την είσοδο της οπής. Προκαλείται λόγω της ροπής του κοπτικού εργαλείου, το σχήμα του αυλού του και την ελικοειδή γωνία του.



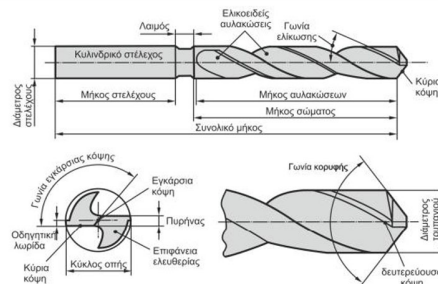
Αποκόλληση κατά την έξοδο της οπής. Προκαλείται λόγω της δύναμης ώθησης που παράγεται από το κοπτικό εργαλείο.



Επηρεασμένη επιφάνεια με αποκόλληση σε κάτοψη.

Χαρακτηριστικά που επηρεάζουν αποκόλληση

	Δύναμη ώθησης	Ροπή
Πρώση	→	→
Ταχύτητα κοπής	→	→
Γωνία κορυφής	→	→
Γωνία ελίκωσης	→	→
Γωνία εγκάρσιας κόψης	→	→
Πάχος του πυρήνα	→	→



2025



Στάθμη γνώσεων: Αποκόλληση

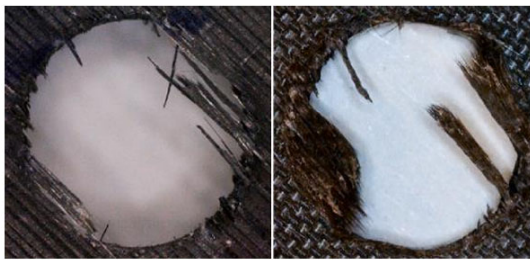
<http://www.m3.tuc.gr>



School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

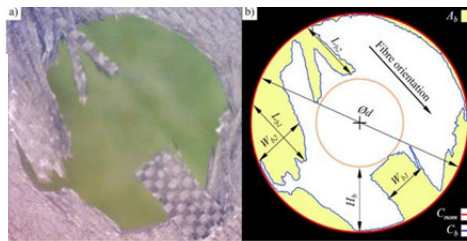
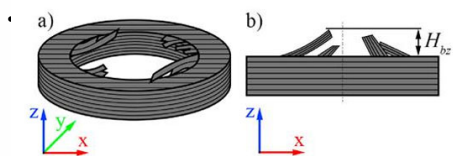
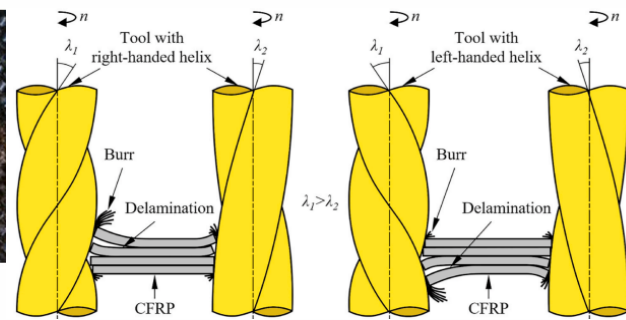
Φουντουλάκης Ιωάννης

Συχνότερες αστοχίες κατά την διάτρηση-Απόληξη διάτρησης



Παράγοντες που δημιουργούν απόληξη διάτρησης

- Απόληξη εξόδου λόγω αστήριχτων στρώσεων
- Σε γωνίες $\theta=135\pm\delta$ λόγω του μηχανισμού κοπής
- Χαρακτηριστικά του κοπτικού εργαλείου όπως γωνία κορυφής και



Χαρακτηριστικά ενδιαφέροντος στην απόληξη διάτρησης

2025

Προσδιορισμός βέλτιστων συνθηκών διάτρησης σε κυλινδρικά δοκίμια πολυμερούς ινολιτισμένο με ανθρακόνη



Στάθμη γνώσεων: Απόληξη διάτρησης

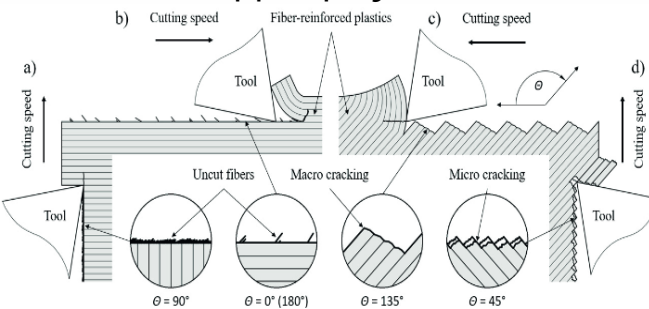
<http://www.m3.tuc.gr>



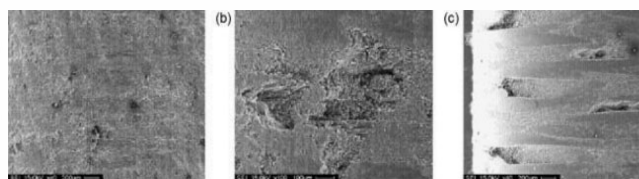
School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Φουντουλάκης Ιωάννης

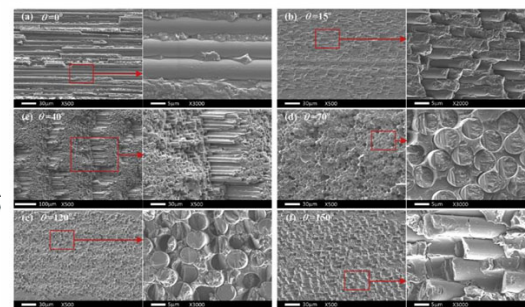
Συχνότερες αστοχίες κατά την διάτρηση-Τραχύτητα επιφάνειας και προβλήματα λόγω θερμότητας



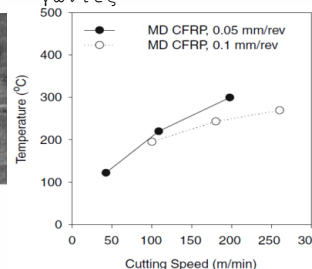
- Τραχύτητα επιφάνειας της οπής ανάλογα με τη γωνία κοπής των ινών και τον μηχανισμό κοπής



- Συχνότερα προβλήματα λόγω θερμοκρασίας όπως καμένη μήτρα αποκομμένες ίνες



- Τυπικές μορφολογίες της επιφάνειας μετά από κατεργασία σε διάφορες γωνίες



Θερμοκρασία στην περιοχή της διάτρησης ανάλογα την ταχύτητα κοπής

2025

Προσδιορισμός βέλτιστων συνθηκών διάτρησης σε κυλινδρικά δοκίμια πολυμερούς ινολιτισμένο με ανθρακόνη



Στάθμη γνώσεων: Τραχύτητα και προβλήματα

<http://www.m3.tuc.gr>

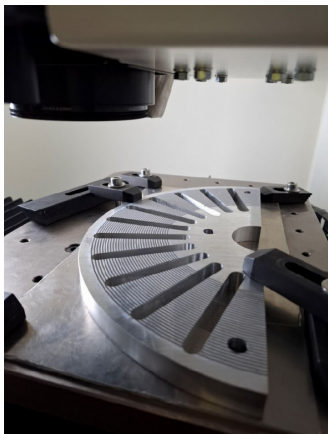


School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Φουντουλάκης Ιωάννης

Πειραματική διαδικασία-Κατασκευή ιδιοσυσκευής

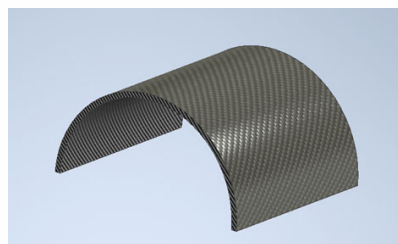
Προσδιορισμός βέλτιστων συνθηκών διάτρησης σε κυλινδρικά δοκίμια πολυμερούς ινοπλισμένο με ανθρακόνημα



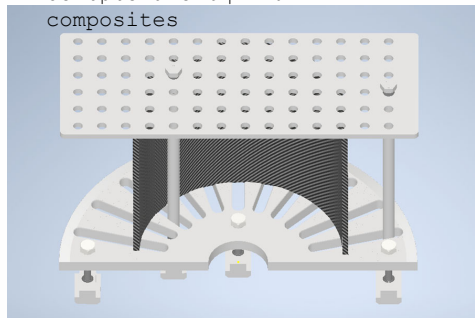
❖ Βάση συγκράτησης δοκιμών μετά το πέρας των κατεργασιών



❖ Βάση συμπίεσης δοκιμών μετά το πέρας των κατεργασιών



Ενδεικτικό πειραματικό δοκίμιο από την B&T composites



Συναρμολογημένη πειραματική διάταξη συγκράτησης δοκιμίου

2025



<http://www.m3.tuc.gr>



School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

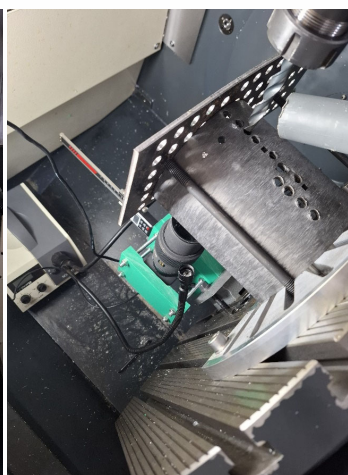
Φουντουλάκης Ιωάννης

Πειραματική διαδικασία-Βάση συγκράτησης κάμερας

Προσδιορισμός βέλτιστων συνθηκών διάτρησης σε κυλινδρικά δοκίμια πολυμερούς ινοπλισμένο με ανθρακόνημα



➤ Βάση συγκράτησης κάμερας υψηλής ταχύτητας



❖ Ολοκληρωμένη πειραματική διάταξη

2025



Πειραματική
Διαδικασία

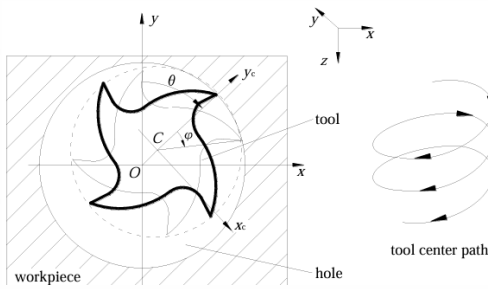
<http://www.m3.tuc.gr>



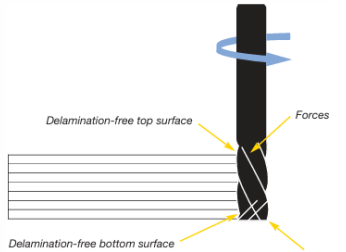
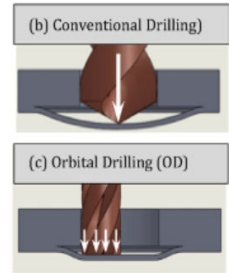
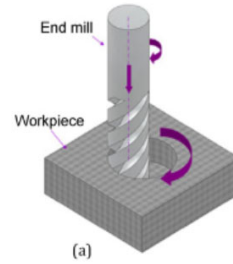
School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Φουντουλάκης Ιωάννης

Πειραματική διαδικασία-Ελικοειδές φραιζάρισμα



❖ Η κινηματική του ελικοειδούς φραιζαρίσματος



❖ Οι δυνάμεις σταθεροποιούν την κοπή ενώ εξαλείφουν τη ζημιά στις άκρες του τεμαχίου.

Πλεονεκτήματα του ελικοειδούς φραιζαρίσματος έναντι της συμβατικής διάτρησης:

- Στο κέντρο του κοπτικού εργαλείου η ταχύτητα κοπής **δεν** είναι μηδενική
- Μικρότερη δύναμη ώθησης
- Χαμηλότερες θερμοκρασίες κατά την κοπή
- Εύκολη αποβολή αποβλήτου
- Διάφορες διάμετροι κοπής με το ίδιο κοπτικό εργαλείο



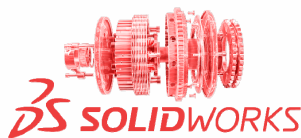
❖ Το σύγχρονο κοπτικό της Kennametal που χρησιμοποιήθηκε, ειδικό για χρήση σε σύνθετα υλικά



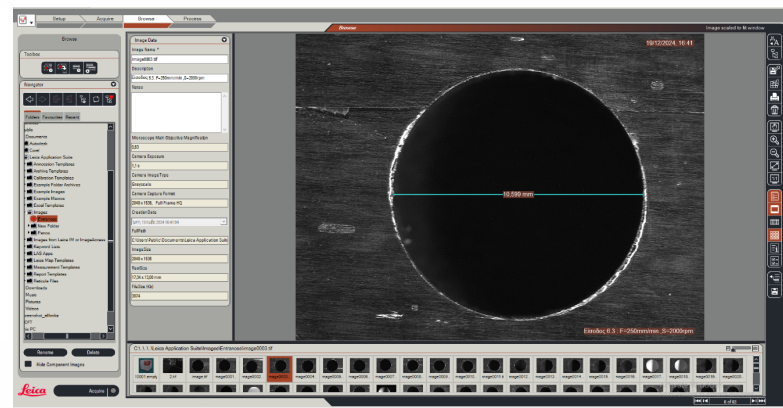
Αξιολόγηση αποτελεσμάτων της πειραματικής διαδικασίας



Οπτικό Στερεομικροσκόπιο Leica M125



Λογισμικό SolidWorks



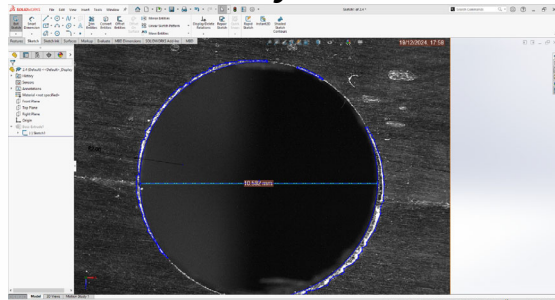
Το περιβάλλον του λογισμικού LAS για την καταγραφή εικόνων μέσω του στερεοσκόπιου



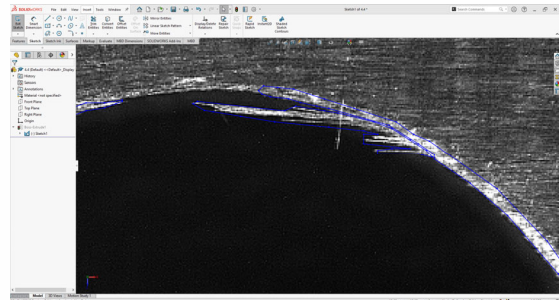
Αξιολόγηση αποτελεσμάτων της πειραματικής διαδικασίας

Προσδιορισμός βέλτιστων συνθηκών διάτρησης σε κυλινδρικά δοκίμια πολυμερούς ινολιτισμένο με ανθρακόνημα

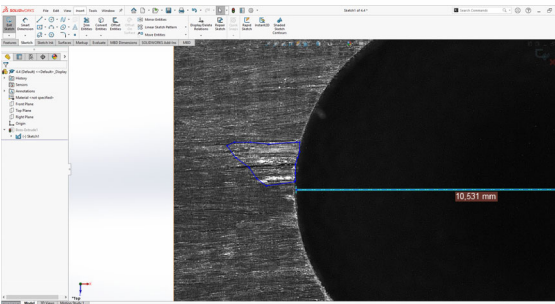
2025



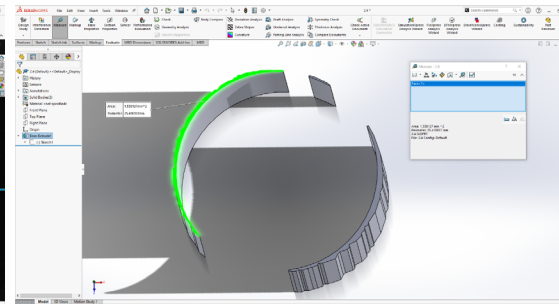
• Παράδειγμα απόληξης διάτρησης σε είσοδο οπής



• Παράδειγμα άκοπων ινών σε έξοδο οπής



• Παράδειγμα αποκόλλησης στρώσεων σε έξοδο οπής



• Παρουσίαση μεθόδου μέτρησης της επηρεασμένης επιφάνειας



Αξιολόγηση αποτελεσμάτων

<http://www.m3.tuc.gr>



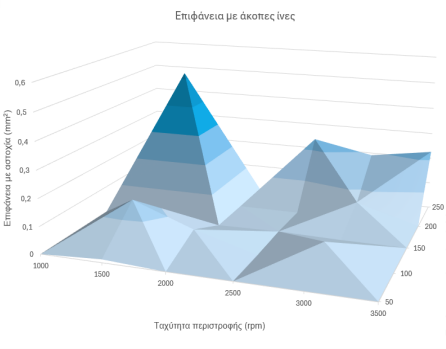
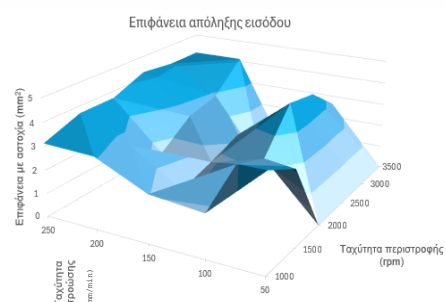
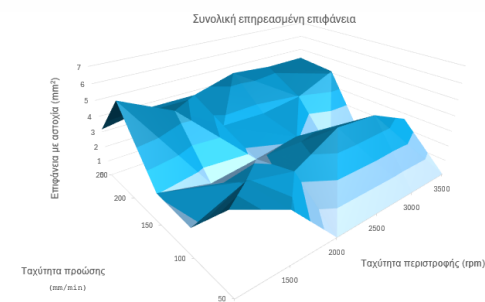
School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Φουντουλάκης Ιωάννης

Συμπεράσματα-Είσοδος οπής

Προσδιορισμός βέλτιστων συνθηκών διάτρησης σε κυλινδρικά δοκίμια πολυμερούς ινολιτισμένο με ανθρακόνημα

2025



Συμπεράσματα

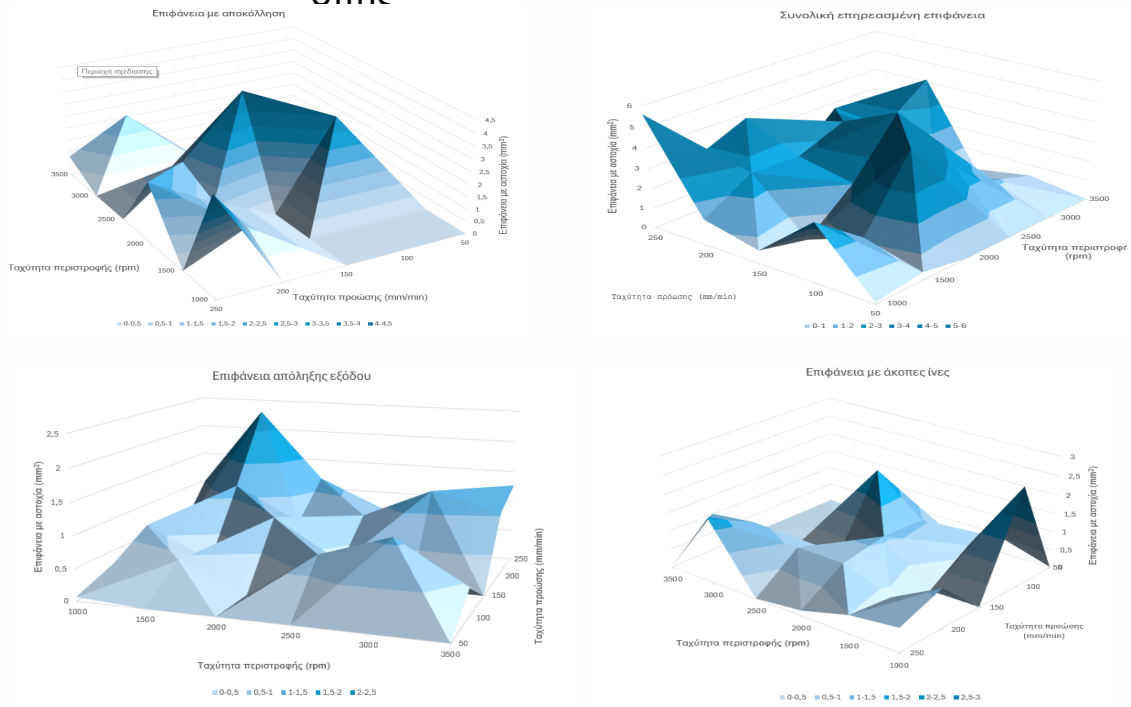
<http://www.m3.tuc.gr>



School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Φουντουλάκης Ιωάννης

Συμπεράσματα-Έξοδος οπής



Ευχαριστώ για την προσοχή σας!

Ερωτήσεις;

