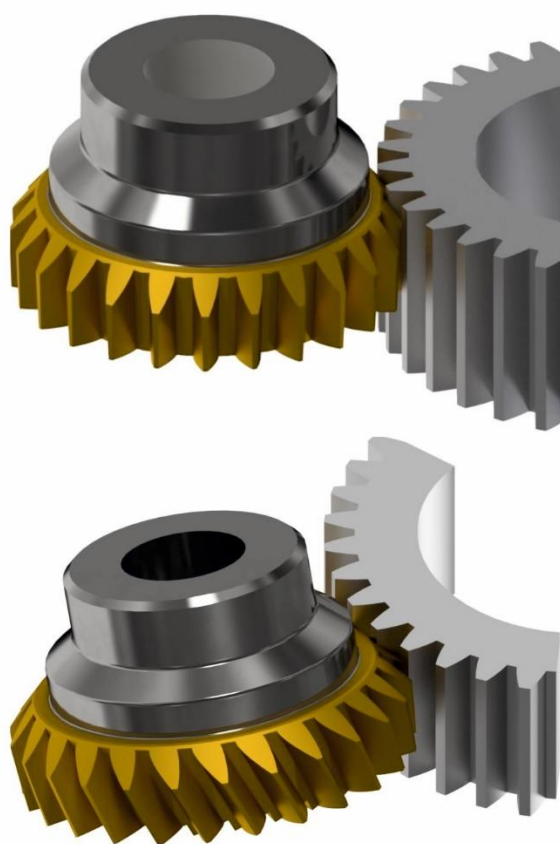




**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

## **ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΛΑΝΙΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΦΛΟΙΩΣΗ ΟΔΟΝΤΩΣΕΩΝ ΜΕ ΚΥΛΙΣΗ**



**ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΡΟΣΜΑΡΑΚΗΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΑΡΙΣΤΟΜΕΝΗΣ ΑΝΤΩΝΙΑΔΗΣ**  
**ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ .....	1
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	2
1.1 Δομή της εργασίας.....	2
1.2 Περιγραφή των κατεργασιών οδοντώσεων .....	2
1.2.1 Πλάνιση με κύλιση οδοντωτού τροχού .....	3
1.2.2 Αποφλοίωση με κύλιση οδοντώσεων .....	5
2. ΟΔΗΓΟΣ ΧΡΗΣΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ .....	8
2.1 Γενικά .....	8
2.2 Εγκατάσταση του προγράμματος .....	8
2.3 Χρήση λογισμικού στην πλάνιση με κύλιση.....	8
2.4 Χρήση λογισμικού στην αποφλοίωση με κύλιση .....	20
3. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΗΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΙΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΟΠΗΣ ....	22
3.1 Επίδραση τεχνολογικών παραμέτρων στην πλάνιση με κύλιση .....	22
3.1.1 Επίδραση του βάθους κοπής.....	23
3.1.2 Επίδραση της πρόωσης του κοπτικού εργαλείου .....	24
3.1.3 Επίδραση της γωνίας αποβλίπτου .....	25
3.1.4 Επίδραση των δοντιών του κατεργαζόμενου τεμαχίου .....	26
3.1.5 Επίδραση του αριθμού των δοντιών του κοπτικού εργαλείου.....	27
3.1.6 Επίδραση του μέτρου οδόντωσης.....	27
3.1.7 Επίδραση της γωνίας ελίκωσης .....	28
3.1.8 Σύγκριση επίδρασης πρόωσης στις δυνάμεις για διαφορετικά βάθη κοπής και διαφορετικές γωνίες αποβλίπτου .....	29
3.2 Επίδραση τεχνολογικών παραμέτρων στην αποφλοίωση με κύλιση .....	32
3.2.1 Επίδραση του βάθους κοπής.....	34
3.2.2 Επίδραση της πρόωσης του κοπτικού εργαλείου .....	35
3.2.3 Επίδραση της γωνίας αποβλίπτου .....	35
3.2.4 Επίδραση των δοντιών του κατεργαζόμενου τεμαχίου .....	36
3.2.5 Επίδραση των δοντιών κοπτικού εργαλείου .....	37
3.2.6 Επίδραση του μέτρου οδόντωσης.....	37
3.2.7 Επίδραση της γωνίας ελίκωσης εργαλείου.....	38
3.2.8 Σύγκριση επίδρασης πρόωσης στις δυνάμεις για διαφορετικά βάθη κοπής και διαφορετικές γωνίες αποβλίπτου .....	39
4. ΣΥΝΟΨΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	41
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	41
6. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....	43

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η πλάνιση και η αποφλοίωση με κύλιση είναι από τις πιο γνωστές κατεργασίες για την κατασκευή οδοντώσεων που λειτουργούν σε υψηλό αριθμό στροφών και με υψηλές προδιαγραφές. Στην παρούσα εργασία θα εκτελεστεί πληθώρα προσομοιώσεων για τις δύο κατεργασίες. Οι προσομοιώσεις θα εκτελεστούν στο πρόγραμμα Inventor με την χρήση ενός λογισμικού προσομοίωσης των κατεργασιών κοπής οδοντώσεων που αναπτύχθηκε στο Εργαστήριο Μικροκοπής και Κατασκευαστικής Προσομοίωσης. Στόχος της εργασίας είναι η παρουσίαση ενός αναλυτικού οδηγού για τη χρήση του λογισμικού και η επεξήγηση των αποτελεσμάτων των προσομοιώσεων. Πιο συγκεκριμένα τα αποτελέσματα των κατεργασιών αφού αναλυθούν, θα δημιουργηθούν διαγράμματα στα οποία θα παρουσιάζεται η επίδραση των συνθηκών κατεργασίας, όπως η γωνία αποβλίπτου, το βάθος κοπής και η πρόωση των κατεργασιών στις δυνάμεις κοπής για ευθείες και πλάγιες οδοντώσεις, εσωτερικών και εξωτερικών οδοντωτών τροχών. Τέλος θα γίνει σχολιασμός των αποτελεσμάτων και θα παρουσιαστούν τα συμπεράσματα της εργασίας.

### 1.1 Δομή της εργασίας

Στο **Κεφάλαιο 1** γίνεται μια σύντομη παρουσίαση του αντικειμένου της παρούσας εργασίας. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η δομή της εργασίας και γίνεται η περιγραφή των κατεργασιών και της κινηματικής τους.

Στο **Κεφάλαιο 2** παρουσιάζεται ο οδηγός χρήσης του λογισμικού που αναπτύχθηκε και χρησιμοποιείται για την εκτέλεση των προσομοιώσεων. Αρχικά περιγράφεται ο τρόπος λειτουργίας του προγράμματος. Στη συνέχεια παρουσιάζονται όλα βήματα εγκατάστασης του και εξηγούνται όλες οι λειτουργίες, καθώς και όλα τα αποτελέσματα του λογισμικού.

Στο **Κεφάλαιο 3** παρουσιάζονται τα διαγράμματα των αποτελεσμάτων για όλες τις περιπτώσεις των κατεργασιών πλάνισης και αποφλοίωσης με κύλιση για τη δημιουργία εξωτερικών και εσωτερικών οδοντώσεων και γίνεται σχολιασμός της επίδρασης των συνθηκών κοπής των κατεργασιών και των γεωμετρικών χαρακτηριστικών του κοπτικού εργαλείου και του κατεργαζόμενου τεμαχίου στις δυνάμεις κοπής.

Στο **Κεφάλαιο 4** παρουσιάζεται η σύνοψη και τα συμπεράσματα της εργασίας.

Στο **Κεφάλαιο 5 και 6** παρουσιάζονται η βιβλιογραφία και το παράρτημα της εργασίας, στο οποίο περιέχονται όλα τα δεδομένα και αποτελέσματα των προσομοιώσεων που πραγματοποιήθηκαν.

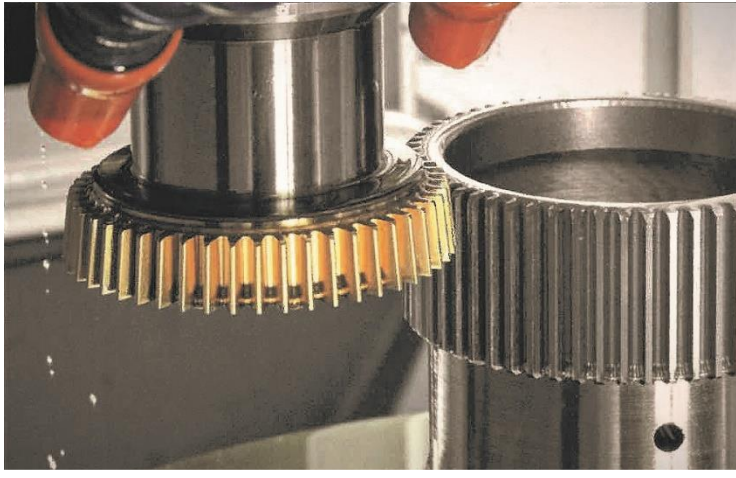
### 1.2 Περιγραφή των κατεργασιών οδοντώσεων

Οι οδοντωτοί τροχοί συμβάλουν στην λειτουργία πολλών μηχανημάτων, λόγω της ικανότητας τους να μεταδίδουν κίνηση μεταξύ περιστρεφόμενων αξόνων. Για αυτό είναι απαραίτητο να έχουν υψηλής ακρίβειας γεωμετρία με χαμηλά ποσοστά σφάλματος σε αυτή. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι κατεργασιών για τη δημιουργία οδοντωτών τροχών όμως ο πιο συνηθισμένος τρόπος μορφοποίησης είναι η αφαίρεση υλικού. Πιο συγκεκριμένα για την κατασκευή οδοντωτών τροχών που λειτουργούν με υψηλές στροφές και προδιαγραφές χρησιμοποιούνται περισσότερο οι παρακάτω κατεργασίες:

- Η πλάνιση με κύλιση οδοντώσεων
- Η αποφλοίωση με κύλιση οδοντώσεων
- Το φραιζάρισμα με κύλιση οδοντώσεων

### 1.2.1 Πλάνιση με κύλιση οδοντωτού τροχού

Η πλάνιση οδοντώσεων με κύλιση είναι μία από τις εξέχουσες μεθόδους κατασκευής κυλινδρικών οδοντωτών τροχών. Είναι μια κατεργασία παραγωγής που χρησιμοποιεί ένα τροποποιημένο κυλινδρικό γρανάζι ως εργαλείο που εκτελεί μια αξονική παλινδρομική κίνηση ως κύρια κίνηση κοπής, προκειμένου να κατεργαστεί τα δόντια του τεμαχίου



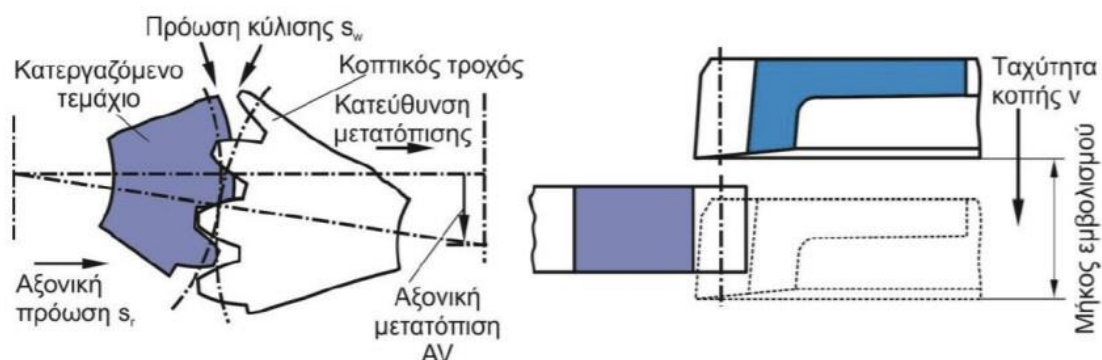
Σχήμα 1.1: Πλάνιση με κύλιση οδοντωτού τροχού

εργασίας. Το κοπτικό εργαλείο και το κατεργαζόμενο τεμάχιο περιστρέφονται συνεχώς κατά τη διάρκεια της κοπής γύρω από του άξονες τους και με αντίθετες ή όμοιες κατευθύνσεις, αναλόγως αν πρόκειται για κατεργασία εξωτερικού ή εσωτερικού οδοντωτού τροχού. Η κατεργασία προσομοιώνει την κύλιση δύο οδοντωτών τροχών όπου στην αρχή της διαδικασίας το κοπτικό εργαλείο διεισδύει στο τεμάχιο

εργασίας μέχρι να φτάσει στο τελικό βάθος κοπής. Σε σύγκριση με το φραιζάρισμα με κύλιση η πλάνιση με κύλιση δεν είναι τόσο παραγωγική, ωστόσο είναι πιο ευέλικτη. Για παράδειγμα το φραιζάρισμα με κύλιση δεν μπορεί να δημιουργήσει εσωτερικούς οδοντωτούς τροχούς ή οδοντωτούς τροχούς με γεωμετρικούς περιορισμούς. Επιπλέον η πλάνιση με κύλιση οδοντωτών τροχών μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μια κατεργασία φινιρίσματος οδοντωτών τροχών. Πιο συγκεκριμένα η πλάνιση (σχήμα 1.1) οδοντώσεων με κύλιση στηρίζεται στην αρχή της κύλισης ανάμεσα σε δύο οδοντωτούς τροχούς που είναι σε εμπλοκή.

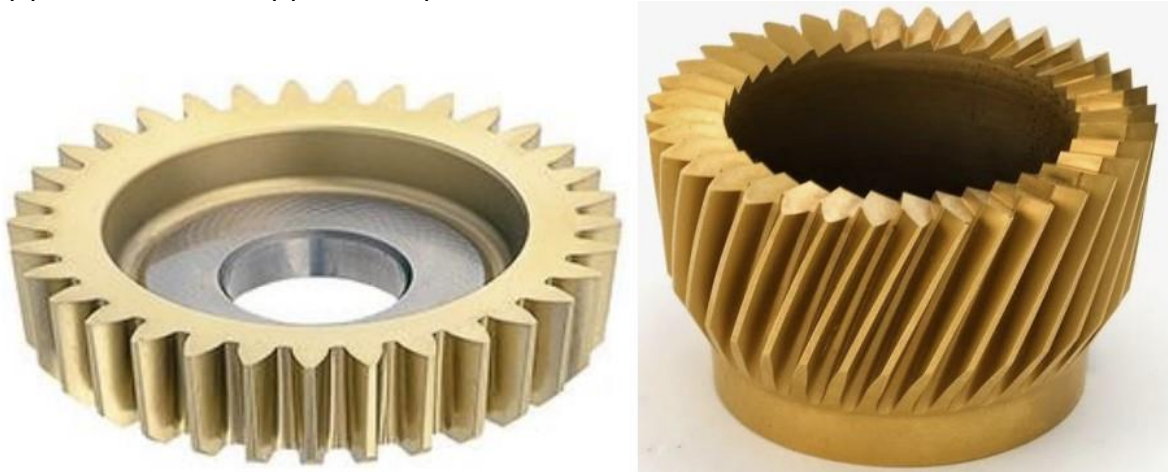
Η γεωμετρία του τελικού αυλακιού επιτυγχάνεται μέσω διαδοχικών θέσεων της παλινδρομικής κίνησης, οι οποίες ονομάζονται θέσεις κύλισης. Η κινηματική της κατεργασίας όπως φαίνεται στο σχήμα 1.2 περιλαμβάνει τέσσερις ανεξάρτητες κινήσεις:

1. Παλινδρομική κίνηση του εργαλείου κατακόρυφα ή με κλίση ανάλογα το αν κατεργάζεται ευθεία ή πλάγια οδόντωση.
2. Το κοπτικό εργαλείο κάνει μικρή παλινδρομική κίνηση εξόδου από την εμπλοκή, για να μπορεί να επιστρέψει ελεύθερα προς τα επάνω.
3. Περιστροφική κίνηση του κοπτικού εργαλείου γύρω από τον άξονά του.
4. Περιστροφική κίνηση του κατεργαζόμενου τεμαχίου γύρω από τον άξονά του.



Σχήμα 1.2 : Κινηματική της κατεργασίας της πλάνισης με κύλιση οδοντώσεων

Σημαντικό ρόλο στην κατεργασία παίζει η γεωμετρία του κοπτικού εργαλείου όπου έχει το σχήμα κυλινδρικού εξωτερικού γραναζιού. Το κοπτικό εργαλείο πρέπει να έχει το ίδιο μέτρο οδόντωσης (Modul), γωνία πίεσης και γωνία ελίκωσης με τον επιθυμητό κατεργαζόμενο οδοντωτό τροχό. Κατά την κατεργασία όπου τα δόντια κόβουν το κατεργαζόμενο τεμάχιο υπάρχει αυξημένο ύψος κεφαλής στο κοπτικό δόντι, γεγονός που εξυπηρετεί τη δημιουργία της απαραίτητης χάρης στον κατεργαζόμενο οδοντωτό τροχό. Το κάτω μέρος του κοπτικού εργαλείου έχει γωνία αποβλίπτου η οποία δίνει κωνικό σχήμα στο κοπτικό εργαλείο και διευκολύνει το σχηματισμό των παραγόμενων (σχήμα 1.3 αριστερά). Στην περίπτωση ελικοειδούς κοπτικού εργαλείου (σχήμα 1.3 δεξιά) κάθε δόντι έχει τη δική του επιφάνεια αποβλίπτου περιστραμμένη κατά τη γωνία ελίκωσης του κοπτικού εργαλείου αλλά και τη γωνία αποβλίπτου.



Σχήμα 1.3: Κοπτικά εργαλεία ευθείας και πλάγιας οδόντωσης

Τα πλεονεκτήματα της πλάνισης με κύλιση είναι τα παρακάτω:

- Η πλάνιση με κύλιση οδοντωτών τροχών είναι μια γρήγορη κατεργασία κοπής οδοντωτών τροχών και είναι κατάλληλη για μεσαίου και μεγάλου μεγέθους κατεργασία οδοντώσεων.
- Τα απόβλιπτα που παράγονται από το κοπτικό εργαλείο είναι ομοιόμορφα. Ως εκ τούτου αυτή η μέθοδος δείχνει υψηλή ακρίβεια διαστάσεων.
- Μπορούν να κατασκευαστούν διαφορετικοί τύποι οδοντωτών τροχών.
- Το κύριο πλεονέκτημα αυτής της κατεργασίας είναι ότι για την ίδια τιμή του μέτρου οδόντωσης του γραναζιού μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας τύπος κοπτικού εργαλείου ανεξάρτητα από τον αριθμό των δοντιών του γραναζιού.

Τα μειονέκτημα της πλάνισης με κύλιση είναι τα παρακάτω :

- Είναι δύσκολο να κατεργαστούν γρανάζια με φαρδύτερη πλευρά, επειδή το μήκος της κοπής είναι μικρότερο.
- Λόγω της παλινδρομικής κίνησης του κοπτικού εργαλείου δεν υπάρχει κοπή στην διαδρομή επιστροφής του. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη νεκρού χρόνου κατά την επιστροφή του κοπτικού εργαλείου.

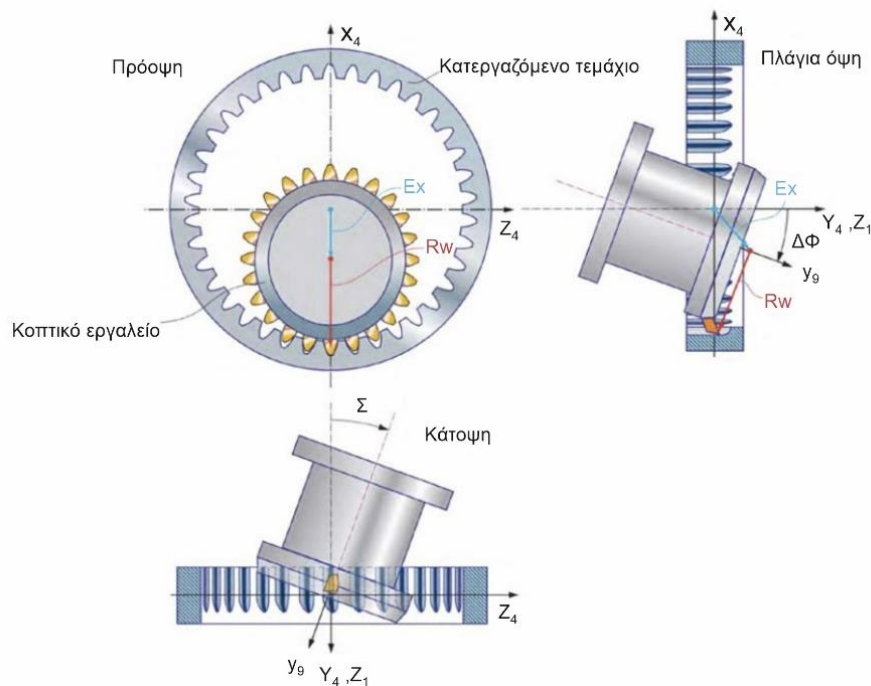


### 1.2.2 Αποφλοιώση με κύλιση οδοντώσεων

Είναι γνωστό ότι η κατεργασία της αποφλοιώσης με κύλιση είναι πολλαπλάσια ταχύτερη από την πλάνιση με κύλιση και πιο ευέλικτη από την κατεργασία της διάνοιξης για την κατεργασία εσωτερικών οδοντωτών τροχών λόγω της δυνατότητας συνεχούς αφαίρεσης υλικού. Η κατεργασία της αποφλοιώσης με κύλιση ανακαλύφθηκε στις αρχές του εικοστού αιώνα. Ωστόσο, η μέθοδος δεν εφαρμόστηκε εκείνη την εποχή, επειδή ανέκαθεν αποτελούσε πρόκληση για τις μηχανές και τα κοπτικά εργαλεία. Με τις βελτιώσεις της τεχνολογίας CNC η αποφλοιώση με κύλιση (σχήμα 1.4) μπορεί να είναι μια ευέλικτη εναλλακτική λύση υψηλής παραγωγικότητας. Πιο συγκεκριμένα η αποφλοιώση με κύλιση είναι μια μέθοδος συνεχούς παραγωγής που επιτρέπει την δημιουργία εξωτερικών και εσωτερικών οδοντωτών τροχών. Η αποφλοιώση με κύλιση προσφέρει σημαντικά οφέλη στην κατεργασία εσωτερικών οδοντωτών τροχών λόγω της συνεχούς φύσης της κατεργασίας. Η κινηματική της αποφλοιώσης παρουσιάζεται στο σχήμα 1.5 όπου παρουσιάζεται αριστερά η πρόοψη, από κάτω βρίσκεται η κάτωψη και πάνω δεξιά η πλάγια όψη. Στην πρόοψη φαίνεται το κέντρο κοπής (αρχή  $R_w$ ) όπου βρίσκεται έξω από το κέντρο του  $Y_4$  στο επίπεδο  $X_4-Z_4$  με διάνυσμα ακτινικής απόστασης  $Ex$ . Στην κάτωψη φαίνεται η γωνία κλίσης  $\Sigma$  που τοποθετείται το κοπτικό εργαλείο ως προς το κατεργαζόμενο τεμάχιο και είναι υπεύθυνη για τη δημιουργία της ταχύτητας κοπής της κατεργασίας. Σε περίπτωση ελικοειδούς γραναζιού η γωνία κλίσης  $\Sigma$  μπορεί να υπολογιστεί από την γωνία ελίκωσης του κοπτικού εργαλείου και του κατεργαζόμενου τεμαχίου. Στην πλάγια όψη φαίνεται μια δεύτερη γωνία κλίσης  $\Delta\Phi$  όπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία της απαραίτητης γωνίας ελευθερίας που μπορεί να απαιτείται στις παρειές του κοπτικού εργαλείου.



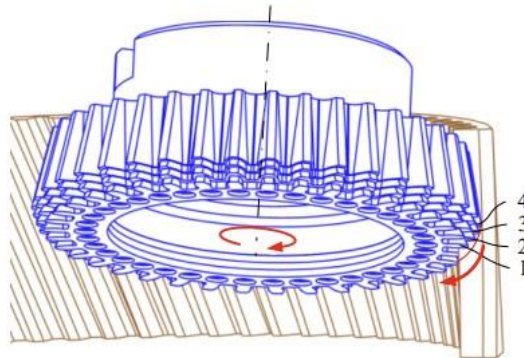
Σχήμα 1.4: Αποφλοιώση με κύλιση οδοντώσεων



Σχήμα 1.5: Κινηματική της κατεργασίας της αποφλοιώσης με κύλιση

Το κοπτικό εργαλείο της κατεργασίας μπορεί να έχει κωνικό ή κυλινδρικό σχήμα. Το κωνικό κοπτικό εργαλείο έχει γωνίες ελευθερίας στην κεφαλή και στις παρειές του δοντιού. Τα εργαλεία με κωνικό σχήμα δεν χρησιμοποιούνται συχνά καθώς όταν γίνει η επακόλουθη λείανση του εργαλείου μεταφέρονται σφάλματα στο κατεργαζόμενο τεμάχιο και χρειάζεται μεγάλη προσπάθεια για να γίνει σωστά η κατεργασία της αποφλοίωσης. Στα εργαλεία με κυλινδρικό σχήμα οι γωνίες ελευθερίας δεν βρίσκονται στην κεφαλή και στις παρειές του δοντιού και μπορούν να δημιουργηθούν μέσω της κινηματικής της κατεργασίας. Η προετοιμασία του εργαλείου είναι απλοποιημένη για αυτό είναι ιδανική επιλογή. Ο σκοπός του σχεδιασμού του κοπτικού εργαλείου είναι να αυξήσει την αποτελεσματικότητα, την ακρίβεια καθώς και την διάρκεια ζωής του εργαλείου. Αυτοί οι στόχοι δύσκολα επιτυγχάνονται ταυτόχρονα αφού το συνηθισμένο κοπτικό εργαλείο της αποφλοίωσης έχει μια μόνο κοπτική ακμή.

Για αυτόν τον λόγο σχεδιάστηκε από τον Erkko Guo [9] και τους συνεργάτες του ένα αποτελεσματικό κοπτικό εργαλείο με κωνικό σχήμα και πολλαπλές λεπίδες με σκοπό την παραγωγή οδοντωτών τροχών μικρού μεγέθους. Όπως φαίνεται στο σχήμα 1.6 για την περίπτωση εσωτερικού γραναζιού το κοπτικό εργαλείο επιτρέπει σε τέσσερις κοπτικές ακμές να διεισδύσουν με ένα πέρασμα ενώ το συνηθισμένο κοπτικό εργαλείο της αποφλοίωσης χρειάζεται τέσσερα περάσματα. Κατά την κατεργασία η τελευταία κοπτική ακμή διεισδύει πρώτη μετά η δεύτερη, η τρίτη και η τέταρτη. Αφού ολοκληρωθεί μια περιστροφή η πρώτη, η δεύτερη, η τρίτη και η τέταρτη κοπτική ακμή δημιουργούν τα αυλάκια. Σε αυτήν την περίπτωση όσο λιγότερα περάσματα γίνουν τόσο πιο αποτελεσματική είναι η κατεργασία της αποφλοίωσης με κύλιση.



Σχήμα 1.6: Κοπτικό εργαλείο με πολλαπλές κοπτικές ακμές κατά Guo et al

Τα πλεονεκτήματα της αποφλοίωσης με κύλιση είναι τα παρακάτω:

- Εξάλειψη της απώλειας ακρίβειας με πολλαπλή σύσφιξη σε επόμενες εργασίες (βελτίωση ποιότητας).
- Μείωση θορύβου οδοντωτών τροχών και βελτίωση του φορτίου κοπής.
- Εξοικονόμηση χώρου στο δάπεδο λόγω του λιγότερου χώρου υλικοτεχνικής υποστήριξης για μετέπειτα κατεργασία.
- Χαμηλότερη συνολική επένδυση (χωρίς ειδικές βάσεις, κόστος περιφέρειας, λειτουργίας και συντήρησης στο σύστημα).
- Οικονομική κατεργασία λόγω σύντομων χρόνων κατεργασίας (σε σύγκριση με την πλάνιση με κύλιση).
- Ευελιξία διεργασιών (βελτιστοποίηση διαδικασίας, ανακατασκευή εργαλείων, αντιστάθμιση διαδρομής, εργαλεία, υλικά κοπής).
- Δυνατότητα ξηρής κατεργασίας, δεν χρειάζεται ψυκτικό λιπαντικό ή λάδι.
- Ευελιξία προϊόντος (γρήγορη μετάβαση σε άλλους τύπους τεμαχίων εργασίας, προφίλ γραναζιών, ευθείς και πλάγιους οδοντωτούς τροχούς).
- Οι παραμορφώσεις σκλήρυνσης μπορούν να αντισταθμιστούν με διορθώσεις διαδρομής εργαλείου.

Τα μειονεκτήματα της αποφλοίωσης με κύλιση είναι τα παρακάτω:

- Υπάρχει μόνο μια σειρά αποτελεσματικών κοπτικών ακμών και η διάρκεια ζωής τους είναι μικρότερη από τις κοπτικές ακμές της διάνοιξης.
- Η ακρίβεια κοπής της κατεργασίας εξαρτάται από πολλούς παράγοντες κάνοντας πιο δύσκολη την εξασφάλιση της σε σχέση με τις υπόλοιπες κατεργασίες κοπής οδοντώσεων.



## 2. ΟΔΗΓΟΣ ΧΡΗΣΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

### 2.1 Γενικά

Το λογισμικό προσομοίωσης των κατεργασιών της πλάνισης και της αποφλοίσωσης με κύλιση αναπτύχθηκε στο Εργαστήριο Μικροκοπής και Κατασκευαστικής Προσομοίωσης του Πολυτεχνείου Κρήτης. Σκοπός του λογισμικού είναι ο προσδιορισμός της γεωμετρίας των απαραμόρφωτων αποβλίπτων και των δυνάμεων κοπής που αναπτύσσονται σε κάθε κατεργασία. Συνοπτικά τα βήματα που ακολουθεί το λογισμικό για την προσομοίωση μίας περίπτωσης κατεργασίας είναι:

1. Δημιουργία κατατομής κοπτικού δοντιού
2. Δημιουργία τεμαχίου προς κατεργασία
3. Δημιουργία τροχιάς της κοπτικής κατατομής
4. Τοποθέτηση της τροχιάς σε κατάλληλες θέσεις για το σχηματισμό ενός αυλακιού
5. Υπολογισμός γεωμετρίας αποβλίπτων και δυνάμεων κοπής

### 2.2 Εγκατάσταση του προγράμματος

Αρχικά ο χρήστης πρέπει να εγκαταστήσει το Inventor (έκδοση 2020). Όταν ολοκληρωθεί η εγκατάσταση αφού ο φάκελος με το λογισμικό Oplitis πρέπει να τοποθετηθεί στο μονοπάτι `C:\Users\Όνομα χρήστη\AppData\Roaming\Autodesk\ApplicationPlugins`. Στην συνέχεια κατά την έναρξη του λογισμικού Inventor εμφανίζεται η ένδειξη ότι εντοπίστηκε ένα νέο πρόσθετο - Add in, στο οποίο ο χρήστης πρέπει να απενεργοποιήσει την επιλογή block από το σχετικό μενού διαχείρισης προσθέτων στο περιβάλλον του Inventor (Addin Manager). Έτσι το λογισμικό Oplitis εμφανίζεται πλέον στην tools από όπου και μπορεί να γίνει η εκκίνησή του.

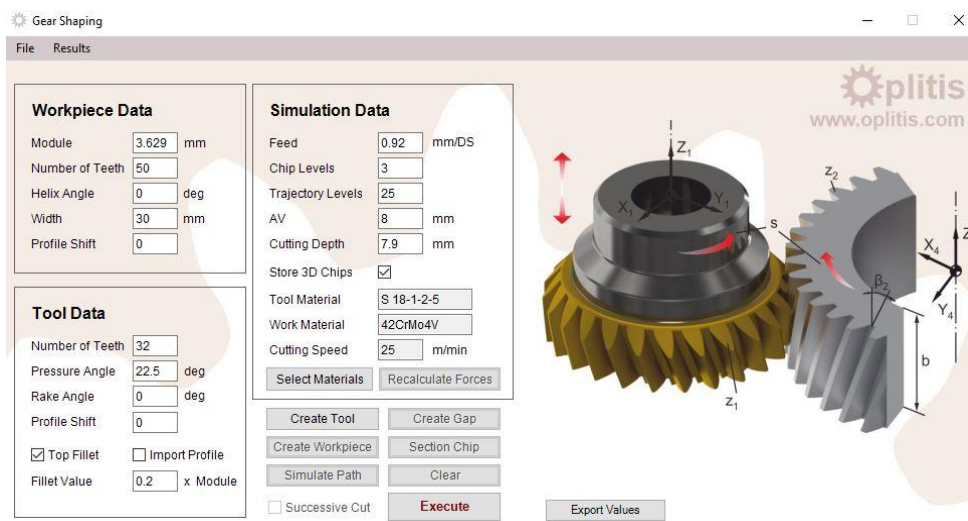
### 2.3 Χρήση λογισμικού στην πλάνιση με κύλιση

Με την εκκίνηση του προγράμματος εμφανίζεται το κεντρικό μενού όπως φαίνεται στο σχήμα 2.1 με τις επιλογές για τις παρακάτω κατεργασίες: Πλάνιση με οδοντωτό κανόνα (Planing), Πλάνιση με κύλιση οδοντώσεων (Shaping), Φραιζάρισμα με κύλιση (Hobbing) και Αποφλοίσωση με κύλιση (Skiving).



Σχήμα 2.1: Μενού λογισμικού

Με την επιλογή Shaping (πλάνιση) εμφανίζεται το παράθυρο διεπαφής χρήστη για την πλάνιση, μέσα από το οποίο δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να κάνει εισαγωγή των δεδομένων για μία κατεργασία της επιλογής του, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.2. Πάνω αριστερά εμφανίζονται οι παράμετροι του τεμαχίου υπό κατεργασία (Πίνακας 2.1), κάτω αριστερά οι παράμετροι του κοπτικού εργαλείου (Πίνακας 2.2), πάνω δεξιά είναι οι παράμετροι της προσομοίωσης (Πίνακας 2.3) και κάτω δεξιά βρίσκονται οι εντολές της προσομοίωσης (Πίνακας 2.4).



Σχήμα 2.2: Παράμετροι για την κατεργασία της πλάνισης

Workpiece Data		
<b>Module</b>	:	Μέτρο οδόντωσης (mm)
<b>Number of teeth</b>	:	Αριθμός δοντιών
<b>Helix angle</b>	:	Γωνία ελίκωσης (deg)
<b>Width</b>	:	Πλάτος τροχού (mm)
<b>Profile Shift</b>	:	Μετατόπιση κατατομής

Πίνακας 2.1: Παράμετροι τεμαχίου κατεργασίας

Tool Data		
<b>Number of Teeth</b>	:	Αριθμός δοντιών
<b>Pressure Angle</b>	:	Γωνία πίεσης (deg)
<b>Rake Angle</b>	:	Γωνία αποβλίπτου (deg)
<b>Profile Shift</b>	:	Μετατόπιση κατατομής
<b>Top Fillet</b>	:	Επιλογή για εισαγωγή τόξου στην κεφαλή της κοπτικής κατατομής με ακτίνα ίση με την τιμή της παραμέτρου Fillet Value
<b>Import Profile</b>	:	Επιλογή για εισαγωγή του προφίλ του κοπτικού εργαλείου από αρχείο σε μορφή συντεταγμένων X, Y
<b>Fillet Value</b>	:	Τιμή τόξου στην κεφαλή της κοπτικής κατατομής ως πολλαπλάσιο του μέτρου οδόντωσης

Πίνακας 2.2: Παράμετροι εργαλείου

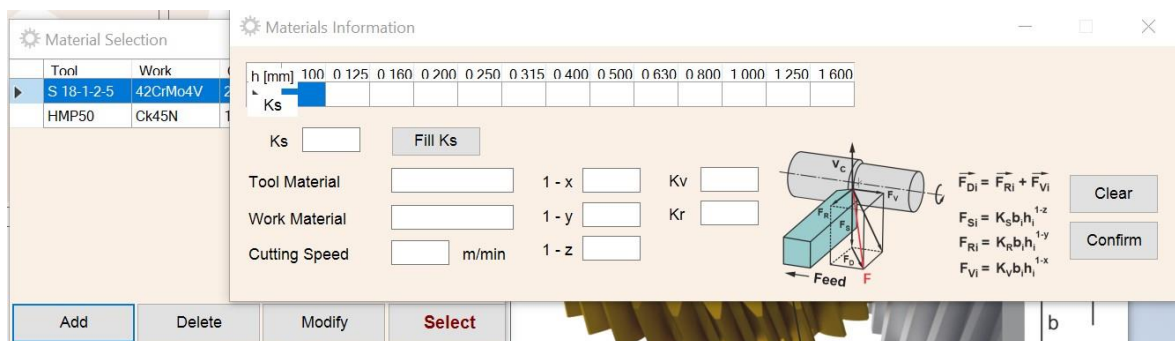
Simulation Data		
<b>Feed</b>	:	Πρόωση κύλισης (mm/DS)
<b>Chip Levels</b>	:	Επίπεδα αποβλίπτου (μόνο σε πλάγια οδόντωση)
<b>Trajectory Levels</b>	:	Επίπεδα διαχωρισμού τροχιάς
<b>AV</b>	:	Πλάγια μετατόπιση (mm)

<b>Cutting Depth</b>	:	Βάθος κοπής (mm)
<b>Store 3D Chips</b>	:	Αποθήκευση αποβλίπτων σε τρισδιάστατη μορφή
<b>Tool Material</b>	:	Ορισμένο υλικό κοπτικού εργαλείου
<b>Work Material</b>	:	Ορισμένο υλικό τεμαχίου εργασίας
<b>Cutting Speed</b>	:	Ορισμένη ταχύτητα κοπής (m/min)
<b>Select Materials</b>	:	Άνοιγμα γραφικής διεπαφής ορισμού υλικών
<b>Recalculate Forces</b>	:	Επαναυπολογισμός δυνάμεων τρέχουσας περίπτωσης

Πίνακας 2.3: Παράμετροι προσομοίωσης

Σχετικά με τα επίπεδα αποβλίπτου σε πλάγιες οδοντώσεις (**Chip Levels**), αυτά αναφέρονται στα επίπεδα κατά μήκος της τροχιάς του κοπτικού εργαλείου, που θα υπολογιστούν οι διατομές των απαραμόρφωτων αποβλίπτων. Για παράδειγμα για 1 επίπεδο η διατομή ορίζεται στο μέση του αποβλίπτου. Για 3 επίπεδα οι διατομές κατανέμονται ομοιόμορφα κατά μήκος του αποβλίπτου (Αρχή, μέση, τέλος). Το ίδιο ισχύει για περισσότερα από 3 επίπεδα. Τα επίπεδα διαχωρισμού της τροχιάς (**Trajectory Levels**) αποτελούν το σύνολο των κοπτικών κατατομών που θα δημιουργηθούν για να κατασκευαστεί η τροχιά του κοπτικού εργαλείου σε τρισδιάστατη μορφή. Σημειώνεται ότι όσο μεγαλύτερος ο αριθμός των εν λόγω επιπέδων, τόσο μεγαλύτερη η ακρίβεια της τροχιάς και κατά συνέπεια η ακρίβεια του προσδιορισμού των αποβλίπτων και του τελικού αυλακιού. Η επιλογή **Store 3D Chip** ορίζει ως ενεργή την αποθήκευση της γεωμετρίας των τρισδιάστατων απαραμόρφωτων αποβλίπτων στην περίπτωση της κατεργασίας που προσομοιώνεται. Η απενεργοποίηση της επιλογής αυτής αυξάνει την ταχύτητα εκτέλεσης της προσομοίωσης, γεγονός που προκύπτει από την ταυτόχρονη προσωρινή αποθήκευση των τρισδιάστατων αποβλίπτων στη μνήμη του ΗΥ.

Με την επιλογή **Select Materials** εμφανίζεται η γραφική διεπαφή χρήσης του σχήματος 2.3. Με την εντολή Add δίνεται η δυνατότητα προσθήκης ενός νέου υλικού στη βάση δεδομένων του λογισμικού. Για την προσθήκη του υλικού απαιτείται η συμπλήρωση των πεδίων που παρουσιάζονται στο σχήμα 2.3. Αυτά αφορούν το όνομα του υλικού του κοπτικού εργαλείου και του κατεργαζόμενου τεμαχίου, την ταχύτητα κοπής και τις ειδικές παραμέτρους κοπής  $K_v$ ,  $K_r$ ,  $K_s$ , 1-x, 1-y και 1-z, οι οποίες χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των δυνάμεων κοπής με βάση το μοντέλο των Kienzle και Victor. Ειδικά για την ειδική παράμετρο κοπής  $K_s$  της κύριας δύναμης κοπής είναι απαραίτητο να δοθούν οι διαφορετικές τιμές της για κάθε τιμή του πάχους του αποβλίπτου. Σε περίπτωση που οι τιμές αυτές ορίζονται ως ίδιες, αυτό επιτυγχάνεται εν συντομία μέσω της επιλογής Fill  $K_s$ . Με την εντολή Clear γίνεται η αφαίρεση των καταχωρημένων δεδομένων και με την εντολή Confirm γίνεται η επιβεβαίωση της καταχώρησης. Αντίστοιχα με την εντολή Modify γίνεται η επεξεργασία του καταχωρημένου υλικού, με την εντολή Delete η διαγραφή του και με την εντολή Select γίνεται η επιλογή του υλικού που έχει καταχωρηθεί.



Σχήμα 2.3: Παράθυρα “Material selection” και “Material Information”

Εντολές		
<b>Create Tool</b>	:	Δημιουργία εργαλείου
<b>Create Gap</b>	:	Δημιουργία αυλακιού
<b>Create Workpiece</b>	:	δημιουργία κατεργαζόμενου τεμαχίου
<b>Section Chip</b>	:	Εκτέλεση τομών στα διαφορετικά επίπεδα και απόβλιπτα της κατεργασίας
<b>Simulate Path</b>	:	δημιουργία τροχιάς του κοπτικού εργαλείου
<b>Clear</b>	:	Εκκαθάριση προσομοίωσης
<b>Successive Cut</b>	:	Επιλογή για εκτέλεση της επόμενης προσομοίωσης σε διαδοχικό βάθος κοπής, με τιμή που ορίζεται στην παράμετρο Cutting Depth
<b>Execute</b>	:	Εκτέλεση προσομοίωσης

Πίνακας 2.4: Εντολές προσομοίωσης

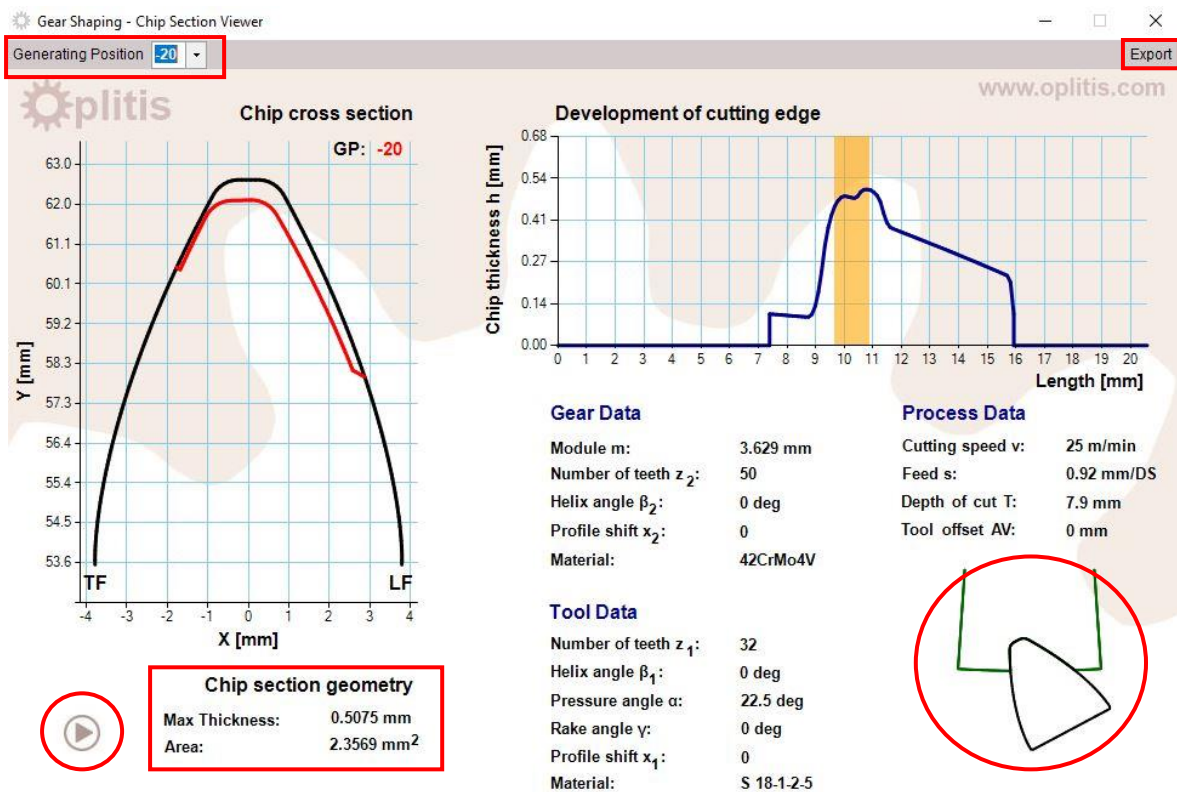
Μετά την εκτέλεση της προσομοίωσης πατώντας την επιλογή Results (σχήμα 2.2) από το μενού του λογισμικού εμφανίζονται οι επιλογές Chip, Forces, Export Gap Profile, Export Tool Profile, Export Case Report, Generate Gear.

Με την επιλογή Chip παρουσιάζονται όλες οι πληροφορίες για τα απαραμόρφωτα απόβλιπτα, οι οποίες χωρίζονται στις κατηγορίες Cross Section Analysis, Cross Sections και Chip Viewer. Πατώντας στην επιλογή “Cross Section Analysis” εμφανίζεται το παράθυρο “Chip Section Viewer” όπως φαίνεται στο σχήμα 2.5 όπου παρουσιάζονται οι πληροφορίες κάθε απαραμόρφωτου αποβλίπτου σε κάθε θέση κύλισης. Δεξιά απεικονίζεται το πάχος του απαραμόρφωτου αποβλίπτου κατά μήκος του αναπτύγματος της κοπτικής κατατομής, ενώ στο διάγραμμα αριστερά απεικονίζεται με κόκκινο χρώμα η διατομή του αποβλίπτου για τη θέση κύλισης -20. Ο χρήστης μπορεί να αλλάξει τη θέση κύλισης με την επιλογή Generating position που βρίσκεται πάνω αριστερά της γραφικής διεπαφής. Κάτω δεξιά απεικονίζεται η θέση που τοποθετείται η κοπτική κατατομή ως προς το κατεργαζόμενο τεμάχιο στην εκάστοτε θέση κύλισης. Κάτω αριστερά εμφανίζονται οι πληροφορίες για την γεωμετρία του αποβλίπτου (μέγιστο πάχος, συνολική επιφάνεια) και δεξιά από αυτές βρίσκεται το κουμπί “play” μέσω του οποίου διατρέχονται αυτόματα όλες οι θέσεις κύλισης της περίπτωσης κατεργασίας που απαιτούνται για το σχηματισμό ενός αυλακιού.

===== DATA =====	
MODULE (m) :	3,629 mm
TOOL TEETH (z1) :	32
WORKPIECE TEETH (z2) :	50
TOOL HELIX ANGLE (h1) :	0 deg
WORKPIECE HELIX ANGLE (h2) :	0 deg
PRESSURE ANGLE (a) :	22,5 deg
TOOL RAKE ANGLE (γ) :	0 deg
TOOL PROFILE SHIFT (x1) :	0
WORKPIECE PROFILE SHIFT (x2) :	0
FEED (s) :	0,92 mm/DS
CUTTING DEPTH (T) :	7,9 mm
TOOL OFFSET (AV) :	8 mm
TOOL MATERIAL :	S 18-1-2-5
WORKPIECE MATERIAL :	42CrMo4V
CUTTING SPEED (v) :	25 m/min
===== THICKNESS CHART POINTS - GENERATING POSITION -20 =====	
Length [mm], h[mm]	
7,3923, 0	
7,3923, 0,1024	
7,506, 0,1016	
7,6197, 0,1007	
7,7335, 0,0998	
7,8472, 0,099	
7,9609, 0,0981	
8,0746, 0,0972	
8,1884, 0,0963	
8,3021, 0,0954	

Σχήμα 2.4: Αποτελέσματα εντολής txt στο παράθυρο “Chip Section Viewer”





Σχήμα 2.5: Παράθυρο “Chip Section Viewer”



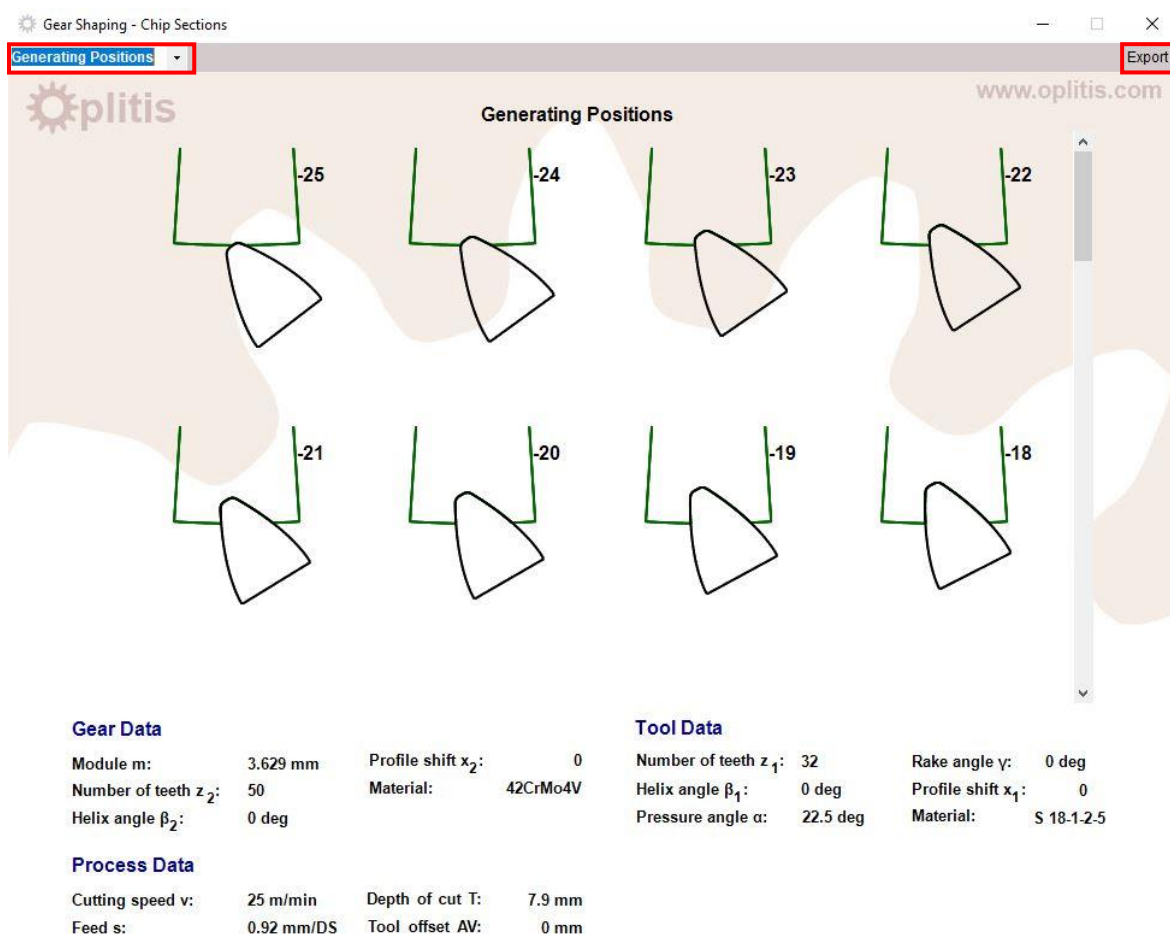
Σχήμα 2.6: Παράθυρο “Chip Sections” με την επιλογή “Cross Sections”



Στο μενού της ίδιας γραφικής διεπαφής και συγκεκριμένα πάνω δεξιά βρίσκεται η επιλογή Export μέσω της οποίας προσφέρονται οι εξής επιλογές:

1. **pdf**: εξαγωγή αρχείου σε μορφή .pdf του στιγμιότυπου οθόνης για την θέση κύλισης που έχει επιλεγεί στο παράθυρο της γραφικής διεπαφής.
2. **txt**: εξαγωγή αρχείου .txt με τα δεδομένα της κατεργασίας και τις τιμές των αξόνων (μήκος, ύψος) του διαγράμματος για το πάχος του αποβλήτου όπως παρουσιάζονται στο σχήμα 2.4. Το συγκεκριμένο αρχείο είναι ιδιαίτερα χρήσιμο σε περιπτώσεις που απαιτείται η ακριβής γνώση των τιμών του πάχους του αποβλήτου σε συγκεκριμένη θέση, οι οποίες δεν μπορούν να προκύψουν με ακρίβεια μόνο από το διάγραμμα.

Πατώντας στην επιλογή “Cross Sections” εμφανίζεται το παράθυρο “Chip Sections” όπως φαίνεται στο σχήμα 2.6, όπου παρουσιάζονται συνολικά όλες οι θέσεις κύλισης της κατεργασίας σε ένα παράθυρο. Δίνεται η δυνατότητα προβολής του πάχους των αποβλήτων μέσω της επιλογής Cross Sections και η δυνατότητα προβολής των τοποθετήσεων της κοπτικής ακμής σε κάθε θέση κύλισης μέσω της επιλογής Generating Positions (Σχήμα 2.7). Αντίστοιχα πάνω δεξιά βρίσκεται η επιλογή Export όπου εξάγει το στιγμιότυπο οθόνης σε μορφή pdf. Κάτω από τα διαγράμματα αναφέρονται και εδώ τα δεδομένα της κατεργασίας συνοπτικά.



Σχήμα 2.7: Παράθυρο “Chip Sections” με την επιλογή “Generating Positions”

Πατώντας στην επιλογή “Chip Viewer” εμφανίζεται το παράθυρο όπως παρουσιάζεται στο σχήμα 2.8, μέσω του οποίου παρουσιάζεται η τρισδιάστατη γεωμετρία των

απαραμόρφωτων αποβλίπτων και του κατεργαζόμενου τεμαχίου σε κάθε θέση κύλισης. Επιπλέον παρουσιάζονται τα διαγράμματα μέγιστου πάχους και επιφάνειας των αποβλίπτων για όλες τις θέσεις κύλισης. Πάνω αριστερά βρίσκεται η επιλογή θέσης κύλισης (Generation Position) μέσω ενός πτυσσόμενου μενού. Η τρισδιάστατη μορφή του απαραμόρφωτου αποβλίπτου και του κατεργαζόμενου τεμαχίου διαχειρίζονται από το χρήστη μέσω του ποντικού εντός των αντίστοιχων πλαισίων. Έτσι μπορεί να γίνει μετακίνηση, μεγέθυνση ή περιστροφή αυτών καθώς και τοποθέτηση τους σε επιθυμητές όψεις μέσω του αντίστοιχου κύβου χειρισμού. Η επιλογή Reset Views επαναφέρει στην αρχική θέση τους τα τρισδιάστατα αντικείμενα. Αντίστοιχα με τα προηγούμενα παράθυρα γραφικής διεπαφής η επιλογή export περιέχει τις εξής επιλογές:

1. **pdf**: εξάγει το στιγμιότυπο οθόνης σε αρχείο pdf για την συγκεκριμένη θέση κύλισης.
2. **txt**: Εξάγει σε αρχείο txt τα δεδομένα της κατεργασίας και τις τιμές των αξόνων για τα διαγράμματα του μέγιστου πάχους αποβλίπτου και της επιφάνειας τους. Παράδειγμα τέτοιες εξαγωγής παρουσιάζεται στο [σχήμα 2.9](#).



Σχήμα 2.8: Παράθυρο “Chip Viewer”

Μέσω της επιλογής Forces από την καρτέλα Results του κεντρικού μενού δίνονται οι πληροφορίες σχετικά με τους υπολογισμούς των δυνάμεων κοπής από το λογισμικό. Συγκεκριμένα διατίθεται τα μενού Cross Section Components, Single Blade Forces, Global Forces, μέσω των οποίων παρουσιάζονται διαγραμματικά οι δυνάμεις στην κοπτική κατατομή, οι δυνάμεις αθροιστικά σε διαφορετικά συστήματα και για ένα αυλάκι, αλλά και οι συνολικές δυνάμεις που προκύπτουν από την ταυτόχρονη εμπλοκή των

δοντιών του κοπτικού εργαλείου και του κατεργαζόμενου τεμαχίου στο σύστημα που βρίσκεται στο κέντρο του κατεργαζόμενου οδοντωτού τροχού.

```

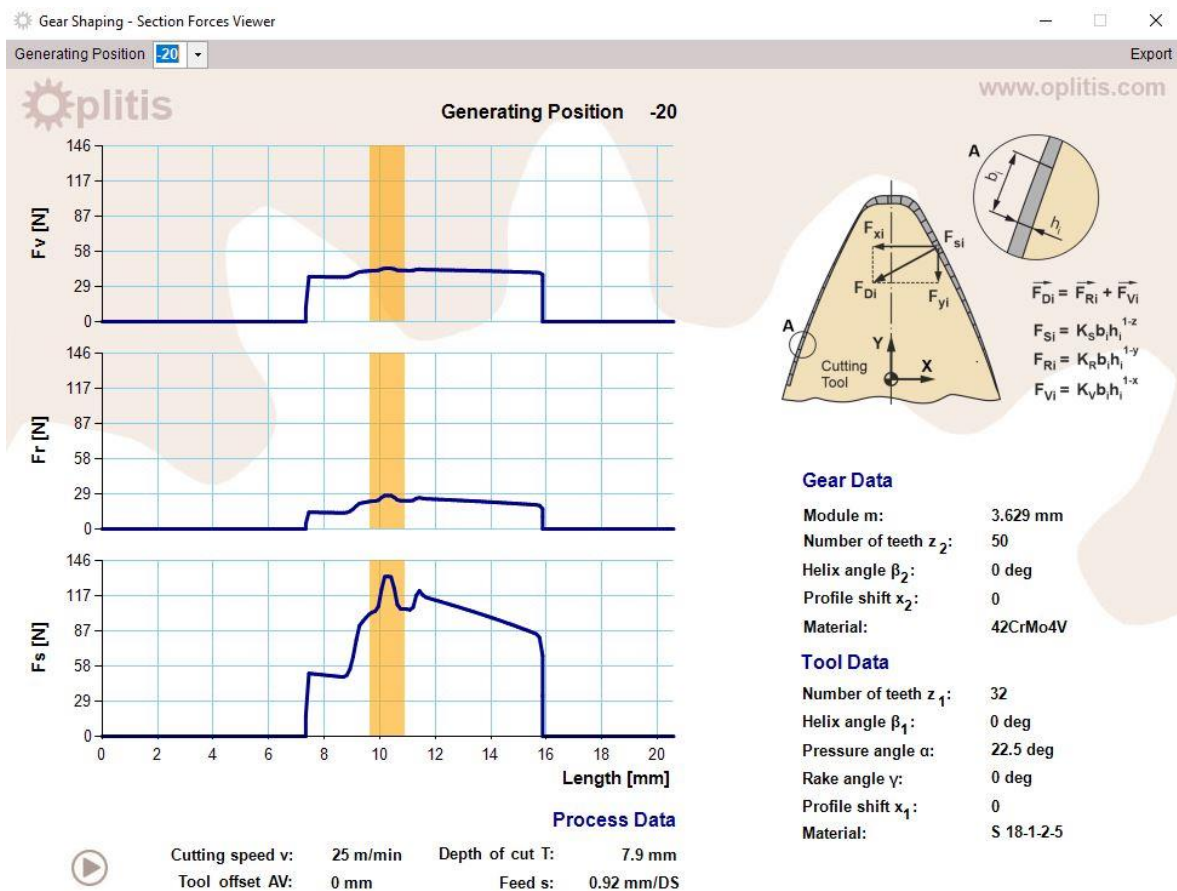
===== GEAR SHAPING CHIPS MAX THICKNESS AND AREA =====
===== DATA =====
MODULE (m) : 3.629 mm
TOOL TEETH (z1) : 32
WORKPIECE TEETH (z2) : 50
TOOL HELIX ANGLE (h1) : 0 deg
WORKPIECE HELIX ANGLE (h2) : 0 deg
PRESSURE ANGLE (a) : 22.5 deg
TOOL RAKE ANGLE (γ) : 0 deg
TOOL PROFILE SHIFT (x1) : 0
WORKPIECE PROFILE SHIFT (x2) : 0
FEED (s) : 0.92 mm/DS
CUTTING DEPTH (T) : 7.9 mm
TOOL OFFSET (AV) : 8 mm
TOOL MATERIAL : S 18-1-2-5
WORKPIECE MATERIAL : 42CrMo4V
CUTTING SPEED (v) : 25 m/min

===== MAX THICKNESS OF UNDEFORMED CHIPS =====
Generating Position, h[mm]
-25, 0.2077
-24, 0.6031
-23, 0.5792
-22, 0.5556
-21, 0.5318
-20, 0.5075
-19, 0.4846

```

Σχήμα 2.9: Αποτελέσματα εντολής txt στο παράθυρο “Chip Viewer”

Έτσι η επιλογή “Cross Sections Components” εμφανίζεται το παράθυρο “Section Forces Viewer” όπως αυτό παρουσιάζεται στο [σχήμα 2.10](#). Στη συγκεκριμένη γραφική διεπαφή παρουσιάζεται συνοπτικά η μεθοδολογία υπολογισμού των δυνάμεων κοπής για μία διατομή ενός απαραμόρφωτου αποβλήτου. Συγκεκριμένα σύμφωνα με τη μεθοδολογία των Kienzle και Victor η διατομή χωρίζεται σε επιμέρους στοιχειώδη τμήματα, όπου για το κάθε τμήμα υπολογίζονται τρεις συνιστώσες δυνάμεις: Η κύρια δύναμη κοπής, η δύναμη λόγω απώθησης και η δύναμη στην κατεύθυνση της πρόωσης. Καθεμία από αυτές τις δυνάμεις υπολογίζεται μέσω των αντίστοιχων εξισώσεων που παρουσιάζονται. Έτσι τα διαγράμματα αριστερά του σχήματος παρουσιάζουν τις τιμές των υπολογισμένων αυτών δυνάμεων για κάθε στοιχειώδες τμήμα, οι οποίες αντιστοιχούν σε συγκεκριμένη θέση του αναπτύγματος της κοπτικής κατατομής.



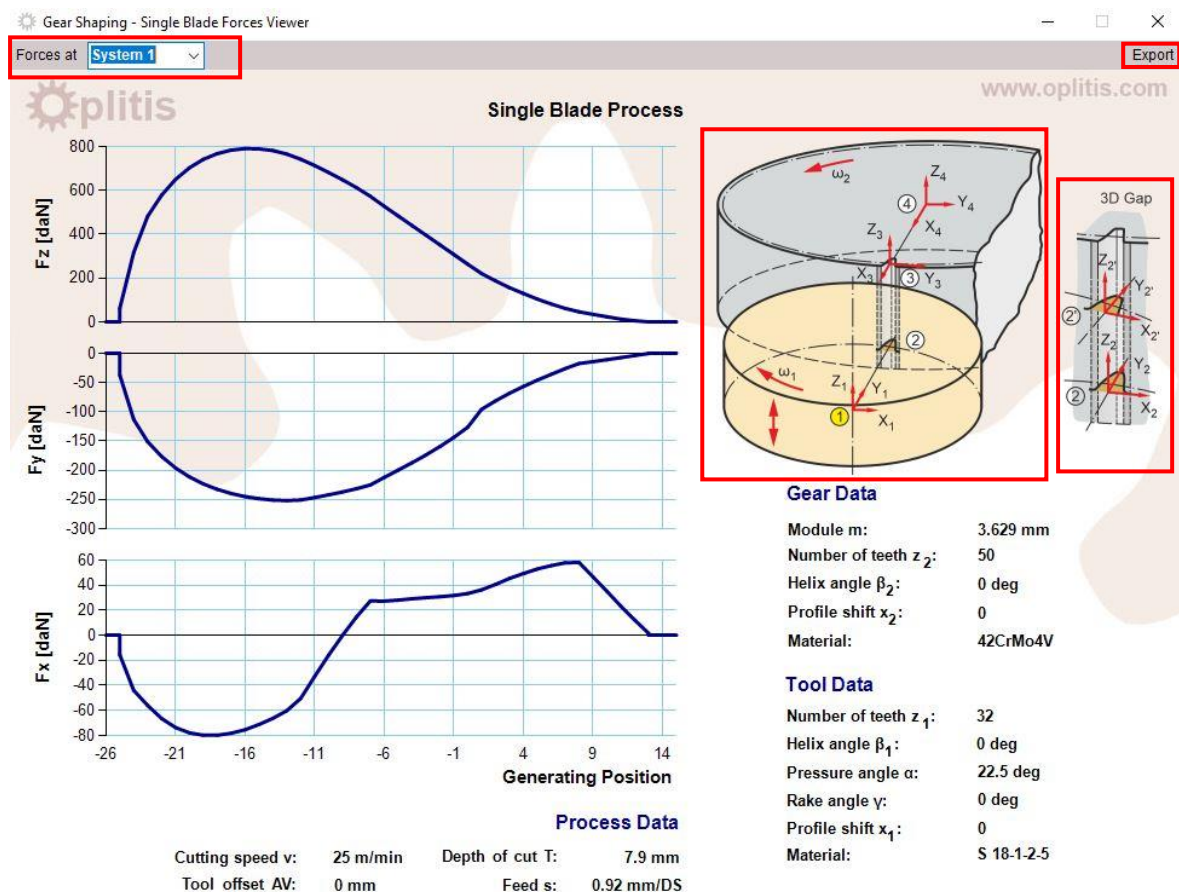
Σχήμα 2.10: Παράθυρο “Section Forces Viewer”

Με την επιλογή Export στο μενού της φόρμας δίνονται οι εξής επιλογές:

1. **pdf**: εξάγει το στιγμιότυπο οθόνης σε αρχείο pdf για την συγκεκριμένη θέση κύλισης.
2. **txt**: Εξάγει σε αρχείο txt τα δεδομένα της κατεργασίας και τις τιμές των αξόνων για τα διαγράμματα των δυνάμεων κοπής στην κοπτική κατατομή της επιλεγμένης θέσης κύλισης κατά μήκος του αναπτύγματος της κοπτικής ακμής.

Η επιλογή “Single Blade Forces” από το κεντρικό μενού οδηγεί στο άνοιγμα της φόρμας “Single Blade Forces Viewer” όπως φαίνεται στο σχήμα 2.11. Στη φόρμα αυτή παρέχεται όλη η σχετική πληροφορία σχετικά τις υπολογισμένες δυνάμεις αθροιστικά στις κατευθύνσεις X, Y και Z και στο σύστημα που έχει επιλεχθεί από τον χρήστη. Τα τέσσερα συστήματα συντεταγμένων που είναι διαθέσιμα και έχουν γίνει οι υπολογισμοί δυνάμεων είναι:

1. Σύστημα στο κέντρο του κοπτικού εργαλείου το οποίο περιστρέφεται γύρω από τον άξονα του εργαλείου
2. Σύστημα στην κατατομή του εργαλείου στην εκάστοτε θέση κύλισης που βρίσκεται η κατατομή
3. Σταθερό σύστημα στο αυλάκι
4. Σταθερό σύστημα στο κέντρο του κατεργαζόμενου τροχού



Σχήμα 2.11: Παράθυρο “Single Blade Forces”

Σημειώνεται ότι οι δυνάμεις κοπής παρουσιάζονται συνολικά για κάθε θέση της κατεργασίας.



Αντίστοιχα μέσω της επιλογής **txt** του μενού **Export** παρέχεται η δυνατότητα εξαγωγής αρχείου κειμένου με τις ακριβείς τιμές των δυνάμεων που παρουσιάζονται στα διαγράμματα στις κατευθύνσεις X, Y και Z. Στιγμιότυπο τέτοιας εξαγωγής παρουσιάζεται στο σχήμα 2.12.

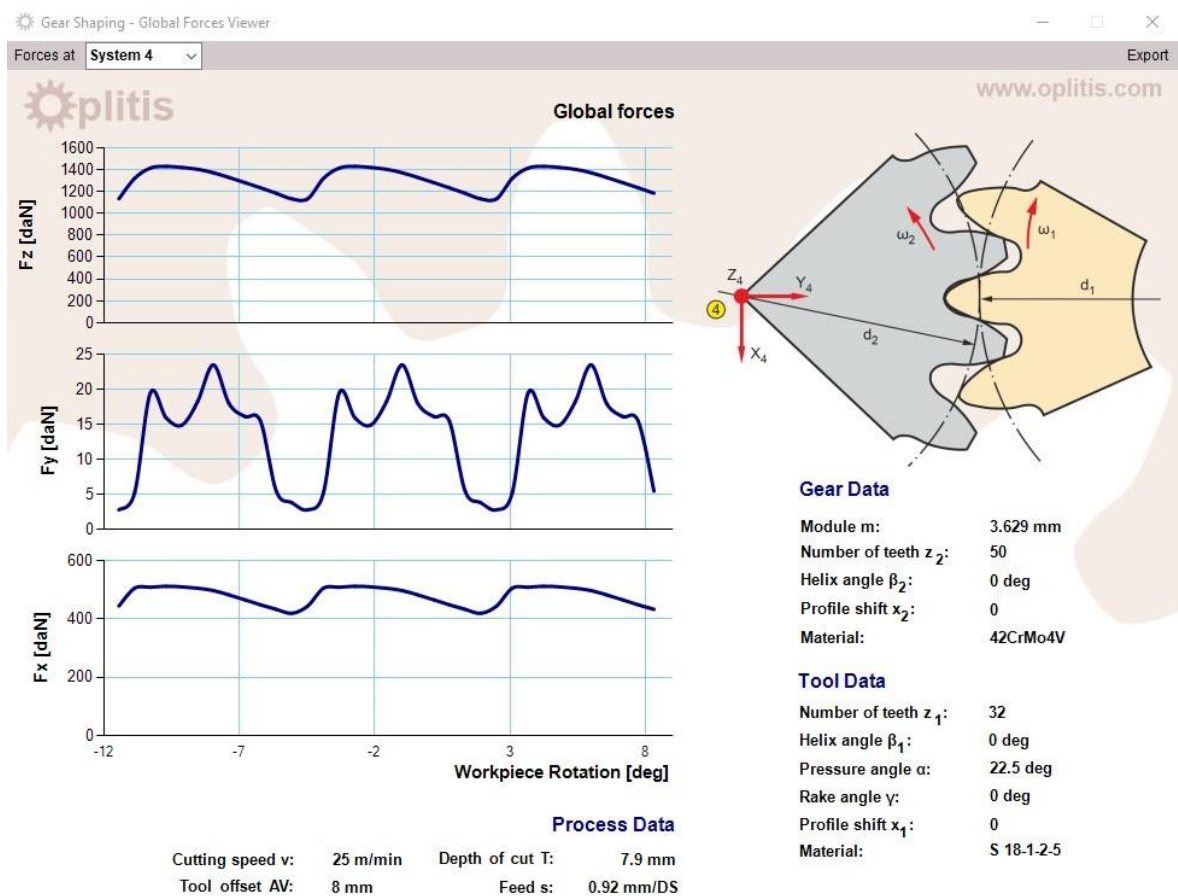
Τέλος μέσω της επιλογής “Global Forces” στο κεντρικό μενού εμφανίζεται το παράθυρο “Global Forces Viewer” όπως παρουσιάζεται στο σχήμα 2.13. Στη συγκεκριμένη φόρμα παρουσιάζονται οι συνολικές δυνάμεις στους άξονες X, Y και Z που δημιουργούνται όταν το κοπτικό εργαλείο βρίσκεται σε εμπλοκή με τον κατεργαζόμενο τροχό στο σύστημα 4 στο κέντρο του κατεργαζόμενου τροχού. Σημειώνεται ότι στις δυνάμεις αυτές λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό οι δυνάμεις που αναπτύσσονται ταυτόχρονα σε διπλανά αυλάκια σε κάθε θέση περιστροφής του κοπτικού εργαλείου.

GEAR SHAPING FORCES	
DATA	
MODULE (m) :	3.629 mm
TOOL TEETH (z1) :	32
WORKPIECE TEETH (z2) :	50
TOOL HELIX ANGLE (h1) :	0 deg
WORKPIECE HELIX ANGLE (h2) :	0 deg
PRESSURE ANGLE (a) :	22.5 deg
TOOL RAKE ANGLE (γ) :	0 deg
TOOL PROFILE SHIFT (x1) :	0
WORKPIECE PROFILE SHIFT (x2) :	0
FEED (s) :	0.92 mm/DS
CUTTING DEPTH (T) :	7.9 mm
TOOL OFFSET (AV) :	8 mm
TOOL MATERIAL :	S 18-1-2-5
WORKPIECE MATERIAL :	42CrMo4V
CUTTING SPEED (v) :	25 m/min

SINGLE BLADE FORCES POINTS	
X COMPONENT AT TOOL SYSTEM	
GP 1	FX = -175.627 N
GP 2	FX = -500.199 N
GP 3	FX = -639.868 N
GP 4	FX = -757.851 N
GP 5	FX = -840.227 N

Σχήμα 2.12: Αποτελέσματα εντολής txt στο παράθυρο “Single Blade Forces



Σχήμα 2.13: Παράθυρο “Global Forces Viewer”



Με την επιλογή Export εμφανίζεται η επιλογή pdf όπου εξάγεται σε αρχείο pdf το στιγμιότυπο της οθόνης και η επιλογή txt όπου εξάγονται σε αρχείο txt τα δεδομένα της κατεργασίας και οι τιμές των συνολικών δυνάμεων σε κάθε κατεύθυνση για κάθε θέση περιστροφής του κατεργαζόμενου οδοντωτού τροχού. Παράδειγμα εξαγωγής του αρχείου κειμένου παρουσιάζεται στο σχήμα 2.14.

Επιστρέφοντας στο κεντρικό μενού και επιλέγοντας την επιλογή “Export Gap Profile” εμφανίζεται το παράθυρο “Gap Options” όπως φαίνεται στο σχήμα 2.15 όπου εμφανίζονται οι παρακάτω παράμετροι για την εξαγωγή του προφίλ του αυλακιού σε αρχείο κειμένου με τη μορφή συντεταγμένων:

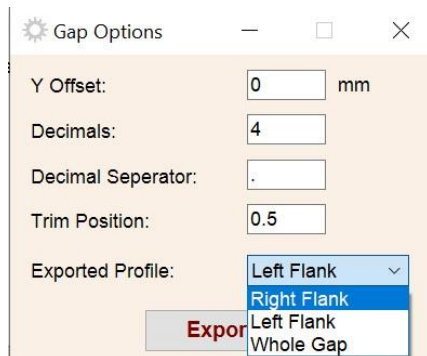
1. **Y Offset:** Μετατόπιση όλων των συντεταγμένων από την αρχική θέση Y=0.
2. **Decimals:** Αριθμός δεκαδικών ψηφίων για κάθε σημείο.
3. **Decimal Seperator:** Επιλογή διαχωριστικού δεκαδικών ψηφίων. Συνήθως ορίζεται το ‘.’ ή ‘,’.
4. **Trim Position:** Αφορά της θέση του επιπέδου στο ύψος του κατεργαζόμενου τεμαχίου που θα γίνει η τομή για την εξαγωγή του αυλακιού. Ως προεπιλογή ορίζεται το 0.5 (μέσο του κατεργαζόμενου τροχού).
5. **Exported Profile:** Επιλογή της παρειάς για εξαγωγή. Δίνεται η δυνατότητα για εξαγωγή της αριστερής παρειάς, της δεξιάς παρειάς αλλά και όλου του αυλακιού.

```
===== GEAR SHAPING GLOBAL FORCES =====
===== DATA =====
MODULE (m) : 3.629 mm
TOOL TEETH (z1) : 32
WORKPIECE TEETH (z2) : 50
TOOL HELIX ANGLE (h1) : 0 deg
WORKPIECE HELIX ANGLE (h2) : 0 deg
PRESSURE ANGLE (a) : 22.5 deg
TOOL PROFILE SHIFT (x1) : 0
WORKPIECE PROFILE SHIFT (x2) : 0
FEED (s) : 0.92 mm/DS
CUTTING DEPTH (T) : 7.9 mm
TOOL OFFSET (AV) : 8 mm
TOOL MATERIAL : S 18-1-2-5
WORKPIECE MATERIAL : 42CrMo4V
CUTTING SPEED (v) : 25 m/min

===== GLOBAL FORCES POINTS =====

===== X COMPONENT AT WORKPIECE SYSTEM =====
Work Rotation: -11.44 deg    FX = 4438.362 N
Work Rotation: -10.86 deg    FX = 5049.17 N
Work Rotation: -10.28 deg    FX = 5081.631 N
Work Rotation: -9.7 deg     FX = 5113.592 N
Work Rotation: -9.12 deg     FX = 5093.526 N
```

Σχήμα 2.14: Εξαγωγή αρχείου κειμένου για τις συνολικές δυνάμεις



Σχήμα 2.15: Παράθυρο “Gap Options”

Μετά τον ορισμό των παραπάνω παραμέτρων και μέσω της επιλογής Export, δημιουργείται ένα αρχείο κειμένου σε θέση που επιλέγεται, το οποίο περιέχει όλα τα σημεία της παρειάς του αυλακιού που έχει δημιουργηθεί από την προσομοίωση της εκάστοτε κατεργασίας. Τα σημεία αυτά εξάγονται σε μορφή συντεταγμένων X, Y και μπορούν μεταξύ άλλων να χρησιμοποιηθούν για την επαλήθευση της ορθότητας της γεωμετρίας της παραγόμενης αυλάκωσης. Η μορφή του εν λόγω αρχείου παρουσιάζεται στο σχήμα 2.16.

```

===== GEAR SHAPING TOOL PROFILE =====
===== DATA =====
MODULE (m) : 3.629 mm
TOOL TEETH (z1) : 32
WORKPIECE TEETH (z2) : 50
TOOL HELIX ANGLE (h1) : 0 deg
WORKPIECE HELIX ANGLE (h2) : 0 deg
PRESSURE ANGLE (a) : 22.5 deg
TOOL RAKE ANGLE (γ) : 0 deg
TOOL PROFILE SHIFT (x1) : 0
WORKPIECE PROFILE SHIFT (x2) : 0
FEED (s) : 0.92 mm/DS
CUTTING DEPTH (T) : 7.9 mm
TOOL OFFSET (AV) : 8 mm

===== PROFILE POINTS =====
-3.784 53.51
-3.787 53.624
-3.786 53.738
-3.783 53.852
-3.777 53.965
-3.769 54.079
-3.76 54.192
-3.749 54.305
-3.737 54.418
-3.723 54.531
-3.708 54.644
-3.693 54.757
-3.676 54.869
-3.658 54.981
-3.638 55.093
-3.618 55.205
-3.597 55.317

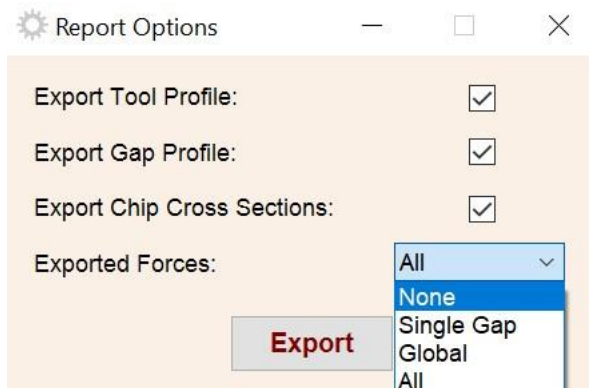
```

Σχήμα 2.16: Αποτελέσματα εντολής Export στο παράθυρο “Gap Options”

Η επιλογή “Export Case Report” εμφανίζει το παράθυρο “Report Options” όπως φαίνεται στο σχήμα 2.17. Στο παράθυρο αυτό δίνεται η δυνατότητα επιλογής των πληροφοριών προς εξαγωγή σε μία ενιαία αναφορά, όπου θα συνοψίζονται όλα τα αποτελέσματα που υπολογίστηκαν στην προσομοίωση που έχει επιλεχθεί. Οι πληροφορίες αυτές αφορούν:

1. **Export Tool profile:** Εξαγωγή των σημείων του προφίλ του κοπτικού εργαλείου με τη μορφή συντεταγμένων.
2. **Export Gap profile:** Εξαγωγή των σημείων του προφίλ του παραγόμενου αυλακιού με τη μορφή συντεταγμένων.
3. **Export Chip Cross Sections:** Εξαγωγή των διαγραμμάτων των θέσεων κύλισης της κατεργασίας, δηλαδή των διαγραμμάτων της γεωμετρίας των διατομών των αποβλίπτων και των διαγραμμάτων του πάχους τους.
4. **Exported Forces:** Επιλογή των διαγραμμάτων σχετικά με τις δυνάμεις κοπής που θα συμπεριληφθούν στην αναφορά. Επιλογή μεταξύ των δυνάμεων για ένα μόνο αυλάκι, των συνολικών δυνάμεων ή καμία από αυτές.

Πατώντας την εντολή **Generate Gear** δημιουργείται η τρισδιάστατη μορφή του τελικού οδοντωτού τροχού που προκύπτει από την περίπτωση της προσομοίωσης. Ο τελικός οδοντωτός τροχός δημιουργείται εντός του περιβάλλον του Inventor και μπορεί στη συνέχεια να γίνει αποθήκευση αυτού με τη μορφή .ipt ως αρχείο Inventor ή άλλου τύπου αρχείου τρισδιάστατης αναπαράστασης.



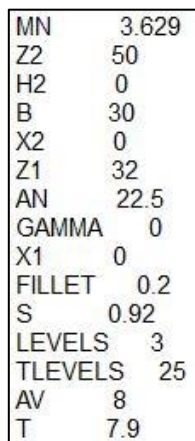
Σχήμα 2.17: Παράθυρο “Report Options”

Η πτυσσόμενη καρτέλα File στην αρχική φόρμα της κατεργασίας περιλαμβάνει τις επιλογές **Import data**, **Export data**, **Open case**, **Save case** και **Exit**. Μέσω της επιλογής **Import data** ο χρήστης μπορεί να εισάγει ένα αρχείο txt στο πρόγραμμα, στο οποίο περιέχονται ήδη οι παράμετροι της κατεργασίας και συμπληρώνονται αυτόματα στα αντίστοιχα κελία της φόρμας του προγράμματος κατά την εισαγωγή. Η μορφή του αρχείου παρουσιάζεται στο σχήμα 2.18.

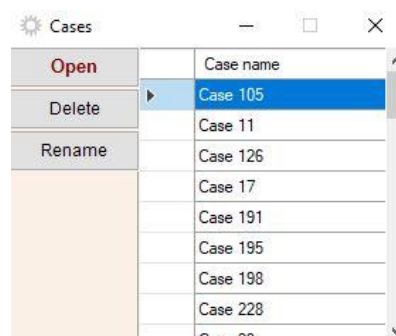
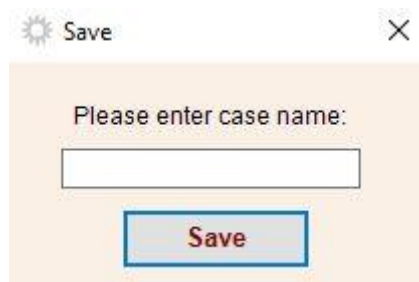
Αντίστοιχα η εντολή **Export data** εξάγει τις παραμέτρους της περίπτωσης κατεργασίας που έχουν συμπληρωθεί στη φόρμα του λογισμικού σε αρχείο κειμένου .txt, το οποίο έχει την ίδια μορφή με το αρχείο που χρησιμοποιείται στην επιλογή Import data.. Η εντολή **Save case** αποθηκεύει την προσομοίωση που έχει τρέξει. Αφού πρώτα συμπληρωθεί από τον χρήστη το όνομα της περίπτωσης όπως φαίνεται στο σχήμα 2.19. Στη συνέχεια

με την εντολή open case εμφανίζεται το παράθυρο “Cases” όπως φαίνεται στο σχήμα 2.20 με τις εξής εντολές:

1. **Open:** Άνοιγμα αποθηκευμένης περίπτωσης
2. **Delete:** Διαγραφή αποθηκευμένης περίπτωσης
3. **Rename:** Μετονομασία αποθηκευμένης περίπτωσης



MN	3.629
Z2	50
H2	0
B	30
X2	0
Z1	32
AN	22.5
GAMMA	0
X1	0
FILLET	0.2
S	0.92
LEVELS	3
TLEVELS	25
AV	8
T	7.9



Σχήμα 2.18: Αρχείο εισαγωγής δεδομένων

Σχήμα 2.19: Παράθυρο “Save”

Σχήμα 2.20: Παράθυρο “Cases”

Τέλος με την εντολή **Exit** εκτελείται έξοδος από το παράθυρο της κατεργασίας και γίνεται επιστροφή στο κεντρικό μενού του λογισμικού.

## 2.4 Χρήση λογισμικού στην αποφλοίωση με κύλιση

Με την επιλογή Power skiving (αποφλοίωση με κύλισης οδοντώσεων) στο κεντρικό μενού του λογισμικού (σχήμα 2.1) εμφανίζεται το παράθυρο διεπαφής χρήστη που στοχεύει στην προσομοίωση της κατεργασίας της αποφλοίωσης με κύλιση. Η φόρμα δίνει αντίστοιχα τη δυνατότητα εισαγωγής των δεδομένων της κατεργασίας όπως φαίνεται στο σχήμα 2.21. Οι παράμετροι της κατεργασίας παρουσιάζονται στους πίνακες 2.4 – 2.6 και ακολουθούν την ίδια δομή με τα δεδομένα της πλάνισης με κύλιση. Στους πίνακες γίνεται επιπλέον επεξήγηση των δεδομένων που διαφέρουν για την περίπτωση της αποφλοίωσης με κύλιση. Μετά την εισαγωγή των δεδομένων και την εκτέλεση της περίπτωσης της κατεργασίας, δίνεται και πάλι η δυνατότητα προβολής των αποτελεσμάτων μέσω των καρτελών που βρίσκονται στο μενού της φόρμας δεδομένων. Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων ακολουθεί την ίδια δομή με την πλάνιση με κύλιση οδοντώσεων και για το λόγο αυτό δεν θα γίνει περαιτέρω επεξήγηση.

Workpiece Data		
Module	:	Μέτρο οδόντωσης (mm)
Number of teeth	:	Αριθμός δοντιών
Helix angle	:	Γωνία ελίκωσης (deg)
Width	:	Πλάτος τροχού (mm)
Profile Shift	:	Μετατόπιση κατατομής

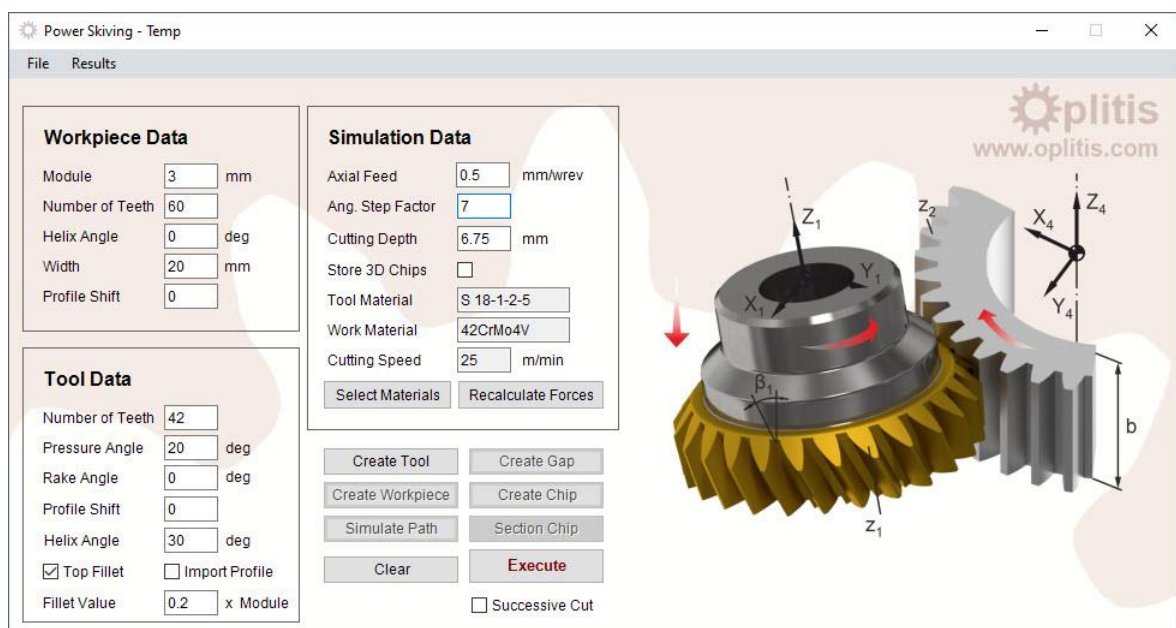
Πίνακας 2.4: Παράμετροι τεμαχίου κατεργασίας

Tool Data		
<b>Number of Teeth</b>	:	Αριθμός δοντιών
<b>Pressure Angle</b>	:	Γωνία πίεσης (deg)
<b>Rake Angle</b>	:	Γωνία αποβλίπτου (deg)
<b>Profile Shift</b>	:	Μετατόπιση κατατομής
<b>Helix Angle</b>	:	Γωνία ελίκωσης (deg). Η τιμή της καθορίζει και την τιμή της γωνίας κλίσης $\Sigma$ της κατεργασίας καθώς $\Sigma = \beta_1 \pm \beta_2$
<b>Top Fillet</b>	:	Επιλογή για εισαγωγή τόξου στην κεφαλή της κοπτικής κατατομής με ακτίνα ίση με την τιμή της παραμέτρου Fillet Value
<b>Import Profile</b>	:	Επιλογή για εισαγωγή του προφίλ του κοπτικού εργαλείου από αρχείο σε μορφή συντεταγμένων X, Y
<b>Fillet Value</b>	:	Τιμή τόξου στην κεφαλή της κοπτικής κατατομής ως πολλαπλάσιο του μέτρου οδόντωσης

Πίνακας 2.5: Παράμετροι εργαλείου

Simulation Data		
<b>Axial Feed</b>	:	Αξονική πρόωση (mm/wrev)
<b>Ang. Step Factor</b>	:	Τιμή αυτή καθορίζει έμμεσα τη γωνία βήματος (Ang. Step) για την τοποθέτηση των κατατομών του εργαλείου στη δημιουργία της τροχιάς του. Έτσι:  $\text{Ang. Step} = \rho / \text{Ang. Step Factor}$ Όπου $\rho$ η γωνία μεταξύ 2 διαδοχικών δοντιών του κοπτικού εργαλείου εργαλείου
<b>Cutting Depth</b>	:	Βάθος κοπής (mm)
<b>Store 3D Chips</b>	:	Αποθήκευση αποβλίπτων σε τρισδιάστατη μορφή
<b>Tool Material</b>	:	Ορισμένο υλικό κοπτικού εργαλείου
<b>Work Material</b>	:	Ορισμένο υλικό τεμαχίου εργασίας
<b>Cutting Speed</b>	:	Ορισμένη ταχύτητα κοπής (m/min)
<b>Select Materials</b>	:	Άνοιγμα γραφικής διεπαφής ορισμού υλικών
<b>Recalculate Forces</b>	:	Επαναυπολογισμός δυνάμεων τρέχουσας περίπτωσης

Πίνακας 2.6: Παράμετροι προσομοίωσης



Σχήμα 2.21: Παράμετροι για την κατεργασία της αποφλοίσωσης

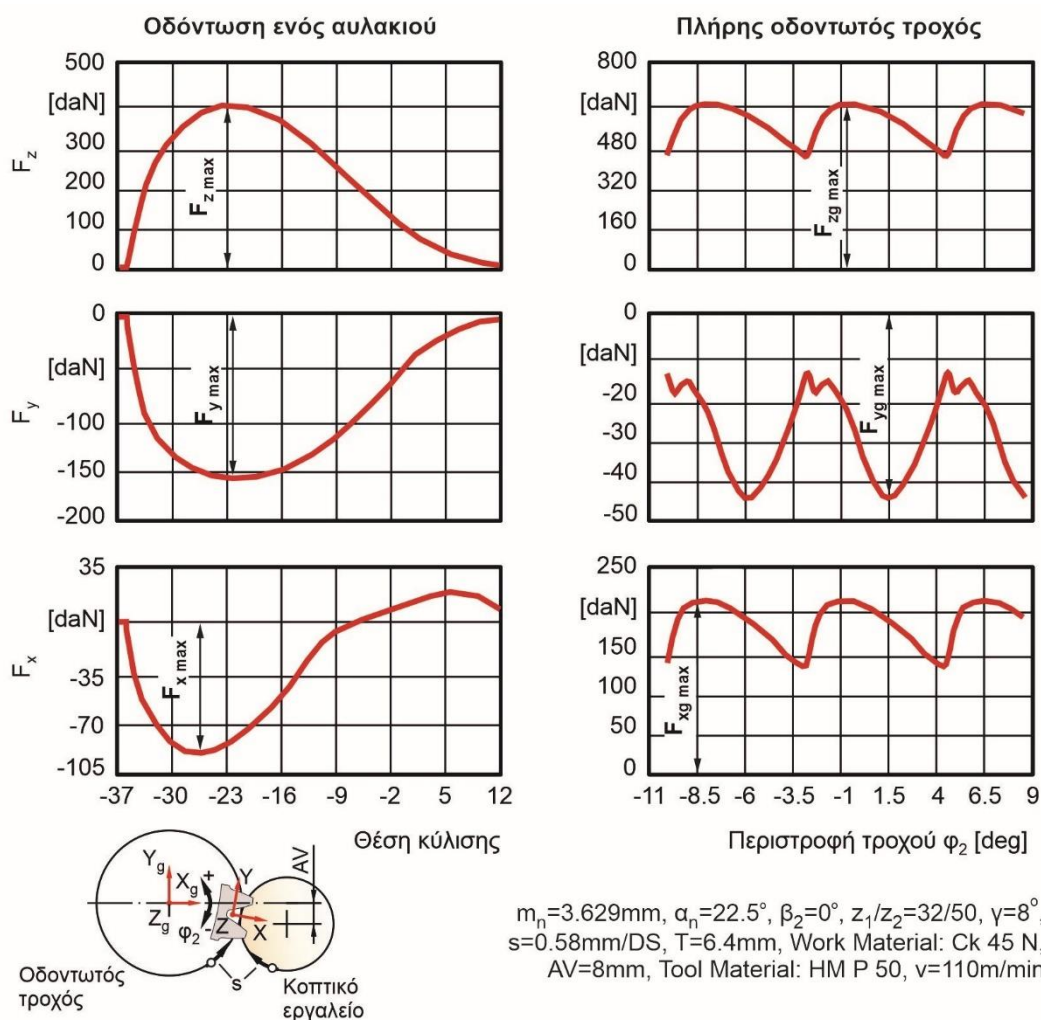


### 3. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΗΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΙΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΟΠΗΣ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η επίδραση των τεχνολογικών παραμέτρων των δύο κατεργασιών στις δυνάμεις κοπής. Οι παράμετροι που επιλέχθηκαν είναι αυτοί που έχουν την μεγαλύτερη επίδραση στις δυνάμεις κοπής και σχετίζονται με την γεωμετρία του παραγόμενου τροχού και της συνθήκης της κατεργασίας. Αυτές είναι το βάθος κοπής, η πρόωση, η γωνία αποβλίπτου, ο αριθμός των δοντιών του κατεργαζόμενου τεμαχίου, ο αριθμός των δοντιών του κοπτικού εργαλείου, το μέτρο της οδόντωσης και η γωνία ελίκωσης του κατεργαζόμενου τεμαχίου.

#### 3.1 Επίδραση τεχνολογικών παραμέτρων στην πλάνιση με κύλιση

Ο τρόπος με τον οποίο έγινε ο υπολογισμός των δυνάμεων παρουσιάζεται στο σχήμα 3.1. Πιο συγκεκριμένα από τα διαγράμματα των υπολογισμένων δυνάμεων, διατηρούνται οι τιμές της μέγιστης δύναμης σε κάθε κατεύθυνση. Οι τιμές αυτές χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή των συμπερασμάτων που αναφέρονται στο κεφάλαιο αυτό.



Σχήμα 3.1: Υπολογισμός των δυνάμεων κοπής κατά την προσομοίωση για την κατεργασία της πλάνισης με κύλιση. Στο διάγραμμα σημειώνονται οι τιμές της μέγιστης δύναμης

Οι περιπτώσεις που επιλέχθηκαν προς εξέταση και αφορούν το υλικό Ck45N για το κατεργαζόμενο τεμάχιο, παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες. Στον πίνακα 3.1



παρουσιάζεται το μοντέλο της προσομοίωσης με μεταβλητές το βάθος κοπής, την πρόωση και την γωνία αποβλίπτου. Στον πίνακα 3.2 είναι το μοντέλο της προσομοίωσης με μεταβλητές τον αριθμό των δοντιών του κατεργαζόμενου τεμαχίου και του κοπτικού εργαλείου. Στον πίνακα 3.3 φαίνεται το μοντέλο της προσομοίωσης με μεταβλητή το μέτρο οδόντωσης. Στον πίνακα 3.4 φαίνεται το μοντέλο της προσομοίωσης με μεταβλητή τη γωνία ελίκωσης.

Υλικό	m [mm]	$\alpha_n$ [deg]	$z_1$	$z_2$	$\beta_2$ [deg]	s [mm/Ds]	T [mm]	$\gamma$ [deg]
Ck45 N	3.629	22.5	32	50	0	0.92	4.5	0
						0.58	6.4	4
						0.3	7.9	8
						0.1		12
						1.4		15

Πίνακας 3.1: Μοντέλο προσομοίωσης με μεταβλητές το βάθος κοπής, την πρόωση και την γωνία αποβλίπτου.

Υλικό	m [mm]	$\alpha_n$ [deg]	$z_1$	$z_2$	$\beta_2$ [deg]	s [mm/Ds]	T [mm]	$\gamma$ [deg]
Ck45 N	3	20	20	15	0	0.5	6.75	5
			40	60				
			60	150				
			80					
			100					
			120					

Πίνακας 3.2: Μοντέλο προσομοίωσης με μεταβλητές τα δόντια του κατεργαζόμενου τεμαχίου και του κοπτικού εργαλείου

Υλικό	m [mm]	$\alpha_n$ [deg]	$z_1$	$z_2$	$\beta_2$ [deg]	s [mm/Ds]	T [mm]	$\gamma$ [deg]
Ck45 N	2	20	60	60	0	0.6	4.5	5
	4						9	
	6						13.5	
	8						18	
	10						22.5	

Πίνακας 3.3: Μοντέλο προσομοίωσης με μεταβλητή το μέτρο οδόντωσης

Υλικό	m [mm]	$\alpha_n$ [deg]	$z_1$	$z_2$	$\beta_2$ [deg]	s [mm/Ds]	T [mm]	$\gamma$ [deg]
Ck45 N	3.629	22.5	32	50	0	0.58	6.4	8
					5			
					10			
					15			
					20			
					30			

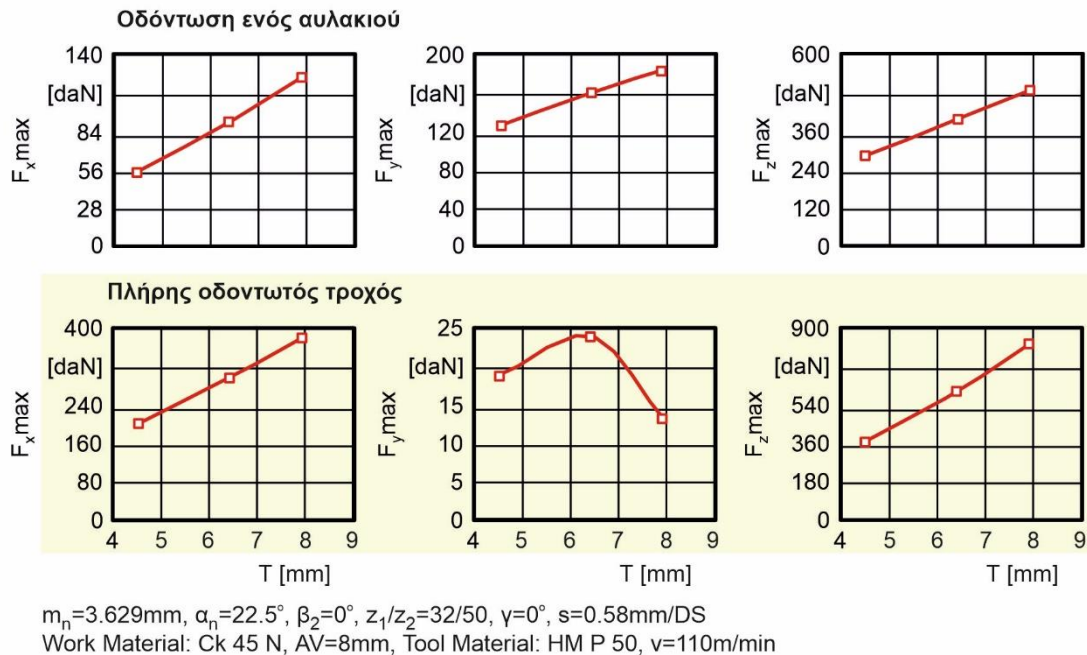
Πίνακας 3.4: Μοντέλο προσομοίωσης με μεταβλητή την γωνία ελίκωσης

Τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων αφού επεξεργάστηκαν παρουσιάζονται αναλυτικά στις παρακάτω ενότητες.

### 3.1.1 Επίδραση του βάθους κοπής

Για την εξέταση της επίδρασης του βάθους κοπής στις συνιστώσες των δυνάμεων κοπής εκπονήθηκε ένας αριθμός προσομοιώσεων. Στη συνέχεια τα δεδομένα από τις

προσομοιώσεις (πίνακας 3.1) ομαδοποιήθηκαν με σταθερή την γωνία αποβλίπτου στην τιμή  $0^\circ$  και την πρόωση στην τιμή 0.58 mm/DS. Το βάθος κοπής που επιλέχθηκε ως μεταβλητή πήρε τις τιμές 4.5 mm, 6.4 mm και 7.9 mm. Στο σχήμα 3.2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα σχετικά με την επίδραση του βάθους κοπής στις αναπτυσσόμενες δυνάμεις για την οδόντωση ενός αυλακίου αλλά και για έναν πλήρη οδοντωτό τροχό.

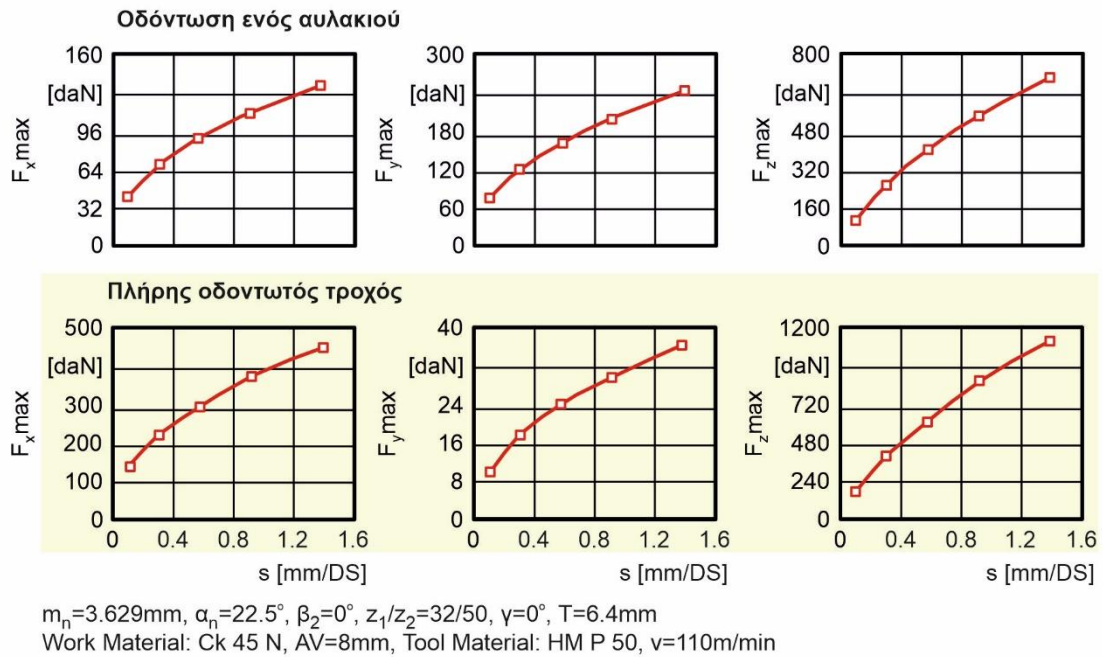


Σχήμα 3.2: Επίδραση του βάθους κοπής στις αναπτυσσόμενες δυνάμεις

Παρατηρείται ότι οι συνιστώσες στον X και Z άξονα αυξάνονται ραγδαία με την αύξηση του βάθους κοπής, ενώ στον Y άξονα στον πλήρη οδοντωτό τροχό φαίνεται ότι οι συνιστώσες μειώνονται. Αυτή η απόκλιση οφείλεται σε διαφορετικά φαινόμενα που παρατηρούνται στην πραγματική μηχανική κατεργασία. Αυτά περιλαμβάνουν την ανομοιόμορφη φθορά που συμβαίνει στο εργαλείο κοπής, την παραμόρφωση των αποβλίπτων, που συμβαίνει κατά τη διαδικασία σχηματισμού του αποβλίπτου ή τις ταλαντώσεις της μηχανής που παρατηρούνται κατά την κοπή. Επομένως, όσο αυτοί οι παράγοντες δεν λαμβάνονται υπόψη στον αλγόριθμο προσομοίωσης και τον υπολογισμό των δυνάμεων κοπής, τα αποτελέσματα των προβλεπόμενων δυνάμεων θεωρούνται ικανοποιητικά. Οι δυνάμεις κοπής αυξάνονται σε όλους τους άξονες λόγω του ότι τα απόβλιττα που παράγονται με την αύξηση του βάθους κοπής είναι μεγαλύτερα καθώς το κοπτικό εργαλείο εισχωρεί σε μεγαλύτερο βάθος και επομένως οι διατομές των επιμέρους αποβλίπτων θα έχουν μεγαλύτερη επιφάνεια.

### 3.1.2 Επίδραση της πρόωσης του κοπτικού εργαλείου

Αντίστοιχα και για την πρόωση ομαδοποιήθηκαν τα δεδομένα του πίνακα 3.1 με σταθερή την γωνία αποβλίπτου στην τιμή  $0^\circ$  και το βάθος κοπής στην τιμή 6.4 mm. Η πρόωση πήρε τις τιμές 0.1 mm/DS, 0.3 mm/DS, 0.58 mm/DS, 0.92 mm/DS και 1.4 mm/DS. Τα αποτελέσματα στο σχήμα 3.3 παρουσιάζουν την επίδραση της πρόωσης στις αναπτυσσόμενες δυνάμεις για την οδόντωση ενός αυλακίου αλλά και για έναν πλήρη οδοντωτό τροχό.

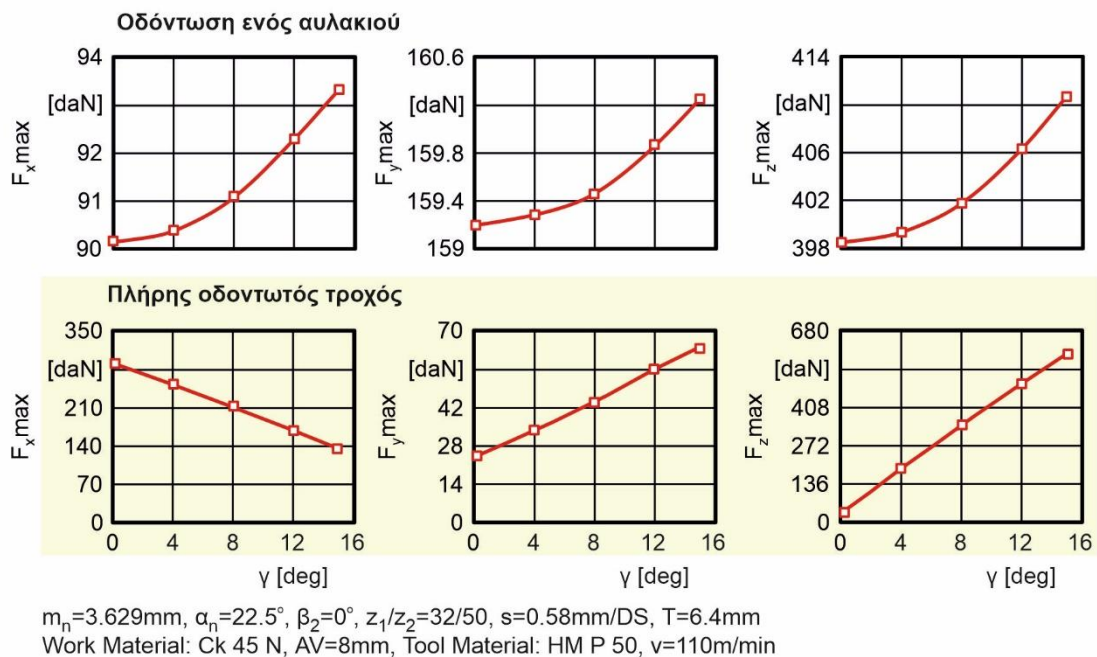


Σχήμα 3.3: Επίδραση της πρόωσης στις αναπτυσσόμενες δυνάμεις

Οι συνιστώσες στον X, Z και Y άξονα αυξάνονται ραγδαία με την αύξηση της πρόωσης. Οι δυνάμεις κοπής αυξάνονται λόγω του ότι τα απόβλιττα που παράγονται με την αύξηση της πρόωσης είναι λιγότερα σε αριθμό εξαιτίας της ταχύτερης μετακίνησης του κοπτικού εργαλείου. Επομένως το πάχος των αποβλίπτων είναι μεγαλύτερο γεγονός το οποίο εξηγείται από την μείωση των θέσεων κύλισης για τη δημιουργία ενός αυλακιού.

### 3.1.3 Επίδραση της γωνίας αποβλίπτου

Για την γωνία αποβλίπτου ομαδοποιήθηκαν τα δεδομένα του πίνακα 3.1 με σταθερή την πρόωση στην τιμή 0.58 mm/DS και το βάθος κοπής στην τιμή 6.4 mm. Η γωνία αποβλίπτου πήρε τις τιμές  $0^\circ$ ,  $4^\circ$ ,  $8^\circ$ ,  $12^\circ$  και  $15^\circ$ .

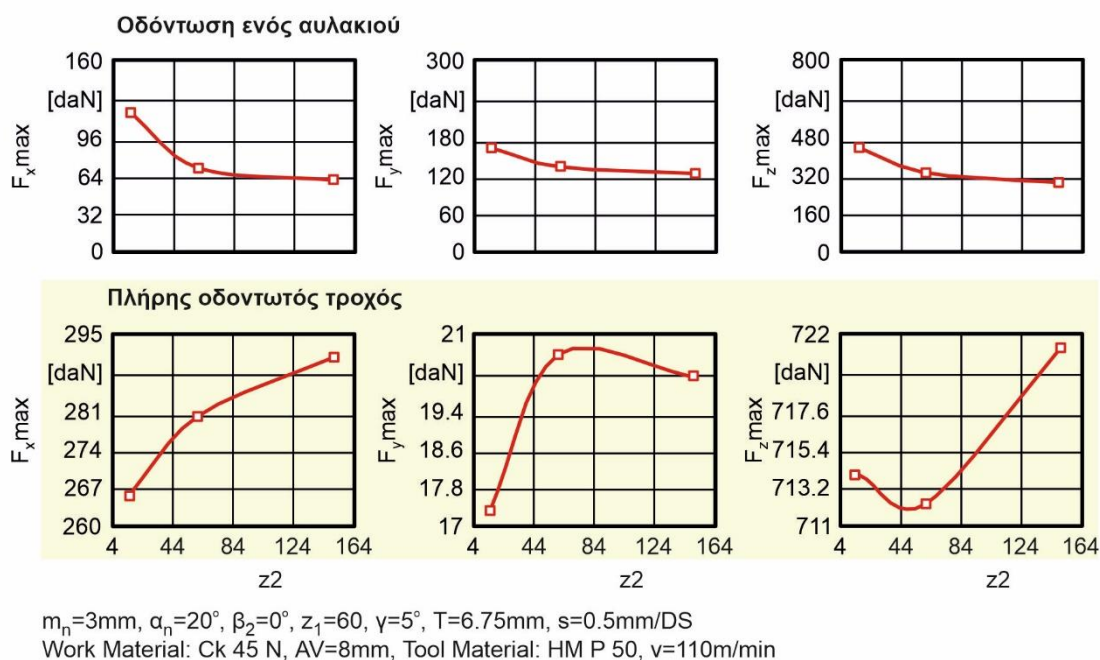


Σχήμα 3.4: Επίδραση της γωνίας αποβλίπτου στις αναπτυσσόμενες δυνάμεις

Τα αποτελέσματα στο σχήμα 3.4 παρουσιάζουν την επίδραση της γωνίας αποβλίπτου στις αναπτυσσόμενες δυνάμεις για την οδόντωση ενός αυλακιού αλλά και για έναν πλήρη οδοντωτό τροχό. Οι συνιστώσες στον X, Z και Y άξονα για την οδόντωση ενός αυλακιού αυξάνονται ραγδαία με την αύξηση της γωνίας αποβλίπτου. Αυτό συμβαίνει επειδή η επιφάνεια της διατομής των αποβλίπτων υπό γωνία ίση με τη γωνία αποβλίπτου, αυξάνεται με την αύξηση της γωνίας αποβλίπτου. Έτσι το πάχος των αποβλίπτων είναι όλο και πιο μεγάλο καθώς αυξάνεται η γωνία αποβλίπτου. Αντίστοιχα για τον πλήρη οδοντωτό τροχό οι δυνάμεις αυξάνονται γραμμικά. Τυχόν αποκλίσεις οφείλονται στα φαινόμενα που αναφέρθηκαν στην ενότητα 3.1.1.

### 3.1.4 Επίδραση των δοντιών του κατεργαζόμενου τεμαχίου

Η επόμενη παράμετρος της γεωμετρίας του τροχού που εξετάστηκε ήταν ο αριθμός των δοντιών του παραγόμενου οδοντωτού τροχού. Οι αριθμοί των δοντιών του τεμαχίου ήταν 15, 60, 150 σύμφωνα με το μοντέλο στον πίνακα 3.2 με σταθερό αριθμό των δοντιών του κοπτικού εργαλείου με τιμή 60. Τα αποτελέσματα στο σχήμα 3.5 παρουσιάζουν την επίδραση των δοντιών του κατεργαζόμενου τεμαχίου.



Σχήμα 3.5: Επίδραση των δοντιών του τεμαχίου εργασίας στις αναπτυσσόμενες δυνάμεις

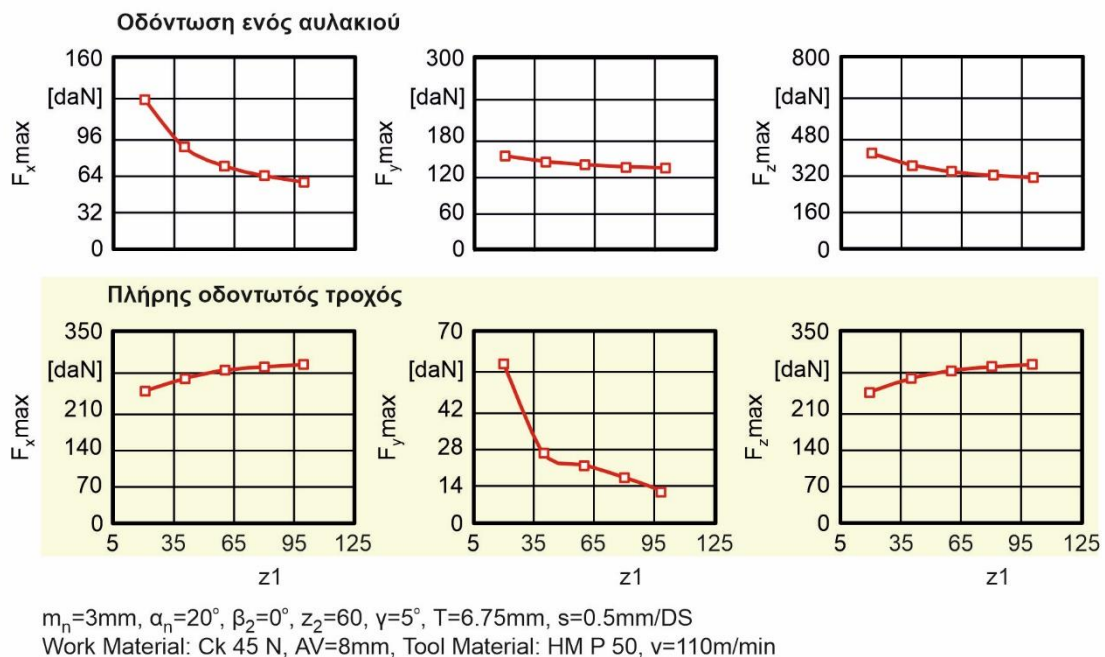
Όπως φαίνεται στο σχήμα η αύξηση του αριθμού των δοντιών του κατεργαζόμενου τροχού προκαλεί μείωση των δυνάμεων στους άξονες X, Z και Y για την οδόντωση ενός αυλακιού. Διατηρώντας σταθερό το μέτρο οδόντωσης και την πρόωση της κατεργασίας και αυξάνοντας τον αριθμό των δοντιών του κατεργαζόμενου τροχού, οδηγεί στην αύξηση των θέσεων κύλισης για την κατεργασία ενός αυλακιού. Ως αποτελέσματα τα απόβλιττα είναι περισσότερα και έχουν μικρότερο πάχος, το οποίο με τη σειρά του οδηγεί στη μείωση των μέγιστων δυνάμεων κοπής.

Οι δυνάμεις που αναπτύσσονται για τον πλήρη οδοντωτό τροχό αυξάνονται. Οι αλλαγές στις αναπτυσσόμενες δυνάμεις κοπής οφείλονται σε τρία βασικά φαινόμενα τα οποία παρατηρούνται και τα οποία συνολικά οδηγούν στην αύξηση που παρατηρείται στις δυνάμεις κοπής. Αρχικά παρατηρείται αύξηση των θέσεων κύλισης οι οποίες απαιτούνται για τη κατεργασία του δοντιού, λόγω του ότι η αύξηση των δοντιών ενός τροχού αυξάνει

και την εξωτερική του διάμετρο, η οποία με τη σειρά της μεγαλώνει την περιοχή εμπλοκής μεταξύ του κοπτικού εργαλείου και του κατεργαζόμενου τροχού. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με το ότι ο όγκος του αυλακιού που υπόκειται σε κατεργασία μειώνεται ελαφρά με την αύξηση του αριθμού των δοντιών του κατεργαζόμενου τροχού, οδηγεί σε περισσότερα και λεπτότερα απόβλιττα, το οποίο συνολικά οδηγεί σε αύξηση των δυνάμεων κοπής.

### 3.1.5 Επίδραση του αριθμού των δοντιών του κοπτικού εργαλείου

Στην συνέχεια η παράμετρος που εξετάστηκε ήταν τα δόντια του κοπτικού εργαλείου. Σύμφωνα με το μοντέλο στον πίνακα 3.2 οι τιμές των αριθμών των δοντιών του κοπτικού εργαλείου ήταν 20, 40, 60, 80, 100, 120 και ο αριθμός των δοντιών του παραγόμενου τεμαχίου ήταν σταθερός στην τιμή 60. Τα αποτελέσματα της επίδρασης των δοντιών του κοπτικού εργαλείου παρουσιάζονται αναλυτικά στο σχήμα 3.6.



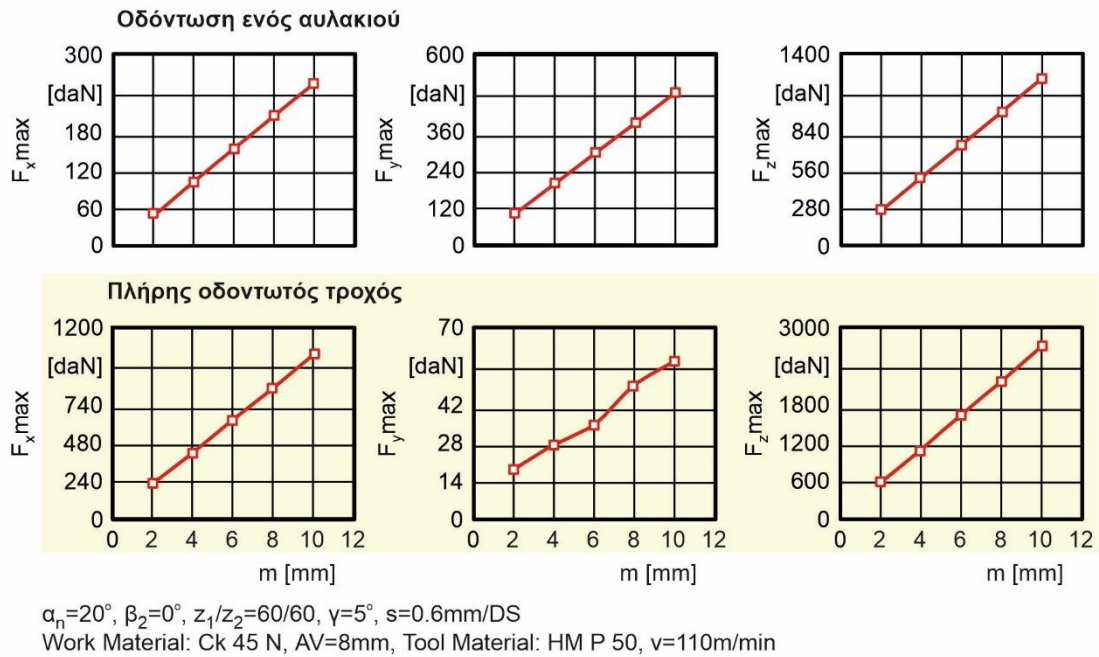
Σχήμα 3.6: Επίδραση του αριθμού των δοντιών του κοπτικού εργαλείου στις αναπτυσσόμενες δυνάμεις

Αντίστοιχα και στην περίπτωση της αύξησης των δοντιών του κοπτικού εργαλείου παρατηρούνται όμοια αποτελέσματα με τη αύξηση των δοντιών του παραγόμενου τεμαχίου καθώς και οι δύο παράμετροι επιδρούν με τον ίδιο τρόπο στις δυνάμεις κοπής. Δηλαδή παρατηρείται μείωση των δυνάμεων στους άξονες X, Z, Y για την οδόντωση ενός αυλακιού και αύξηση των δυνάμεων για τον πλήρη οδοντωτό τροχό με την αύξηση του αριθμού των δοντιών του κοπτικού εργαλείου.

### 3.1.6 Επίδραση του μέτρου οδόντωσης

Η παράμετρος που εξετάστηκε ήταν το μέτρο της οδόντωσης με τιμές 2, 4, 6, 8, 10 όπως φαίνεται στο μοντέλο της προσομοίωσης στον πίνακα 3.3. Η επίδραση του μέτρου της οδόντωσης φαίνεται στο σχήμα 3.7.



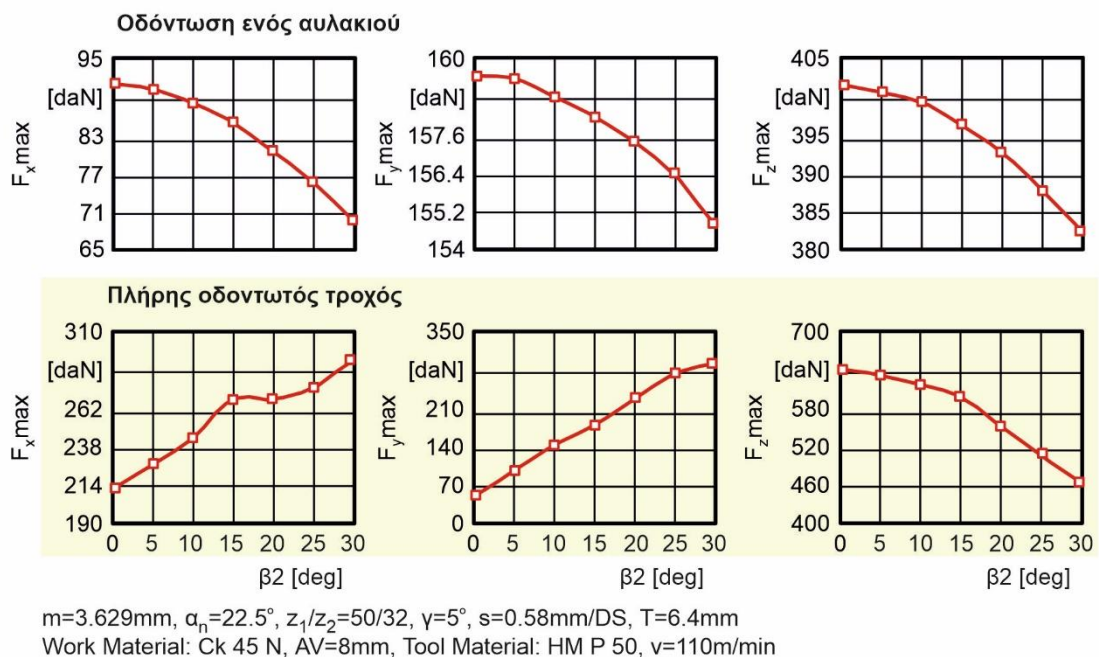


Σχήμα 3.7: Επίδραση του μέτρου οδόντωσης στις αναπτυσσόμενες δυνάμεις

Οι αναπτυσσόμενες δυνάμεις κοπής στους άξονες X, Z, Y αυξάνονται με την αύξηση του μέτρου της οδόντωσης στην οδόντωση ενός αυλακιού και στον πλήρη οδοντωτό τροχό. Η αύξηση των συνιστωσών των δυνάμεων κοπής οφείλεται κατά κύριο λόγο στην αύξηση του μεγέθους του αυλακιού το οποίο υπόκειται κατεργασία σε συνδυασμό με το γεγονός ότι η πρόωση παραμένει σταθερή, γεγονός το οποίο οδηγεί στο σχηματισμό αποβλίττων μεγαλύτερου πάχους με την αύξηση του μέτρου οδόντωσης.

### 3.1.7 Επίδραση της γωνίας ελίκωσης

Η τελευταία παράμετρος που εξετάστηκε ήταν η γωνία ελίκωσης και το μοντέλο της προσομοίωσης φαίνεται στον πίνακα 3.4. Η επίδραση της γωνίας ελίκωσης στις αναπτυσσόμενες δυνάμεις παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα 3.8.



Σχήμα 3.8: Επίδραση της γωνίας ελίκωσης στις αναπτυσσόμενες δυνάμεις

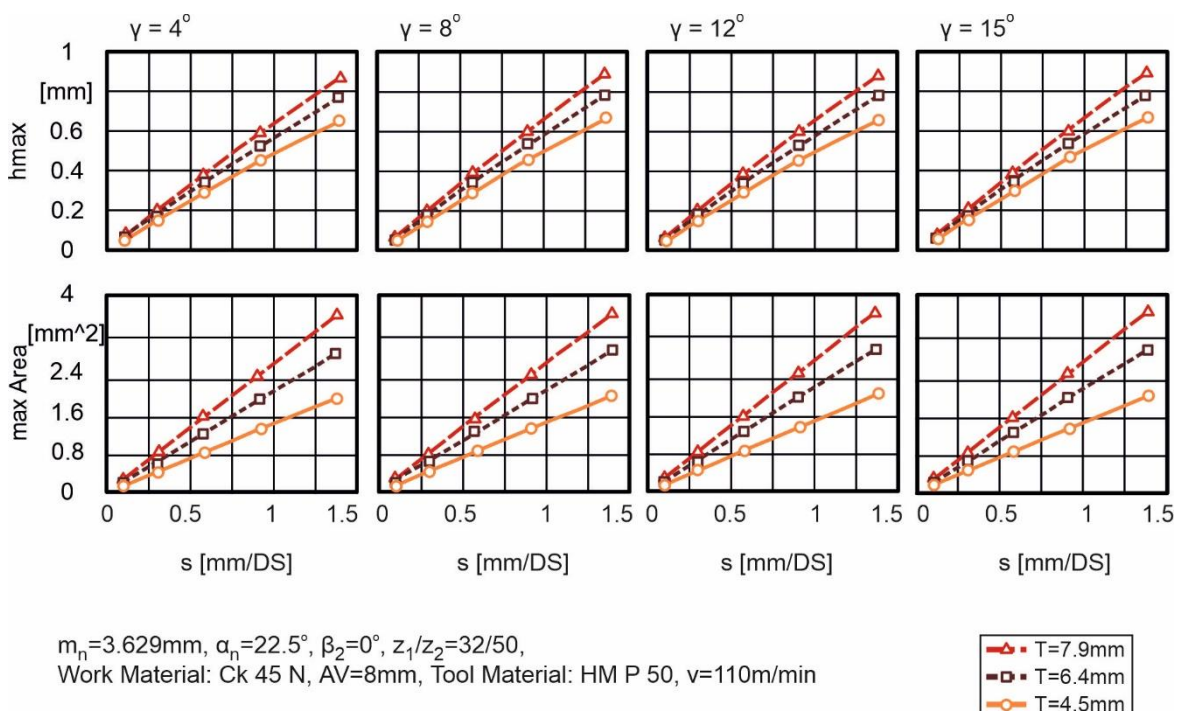
Οι αναπτυσσόμενες δυνάμεις στους άξονες X, Z και Y μειώνονται όσο αυξάνεται η γωνία ελίκωσης για την οδόντωση ενός αυλακιού. Αυτό συμβαίνει επειδή η αύξηση της γωνίας ελίκωσης του κατεργαζόμενου τεμαχίου οδηγεί σε μείωση της επιφάνειας των διατομών του αποβλίπτου. Για τον πλήρη οδοντωτό τροχό οι δυνάμεις αυξάνονται στους άξονες X και Y ενώ στον άξονα Z μειώνονται.

### 3.1.8 Σύγκριση επίδρασης πρόωσης στις δυνάμεις για διαφορετικά βάθη κοπής και διαφορετικές γωνίες αποβλίπτου

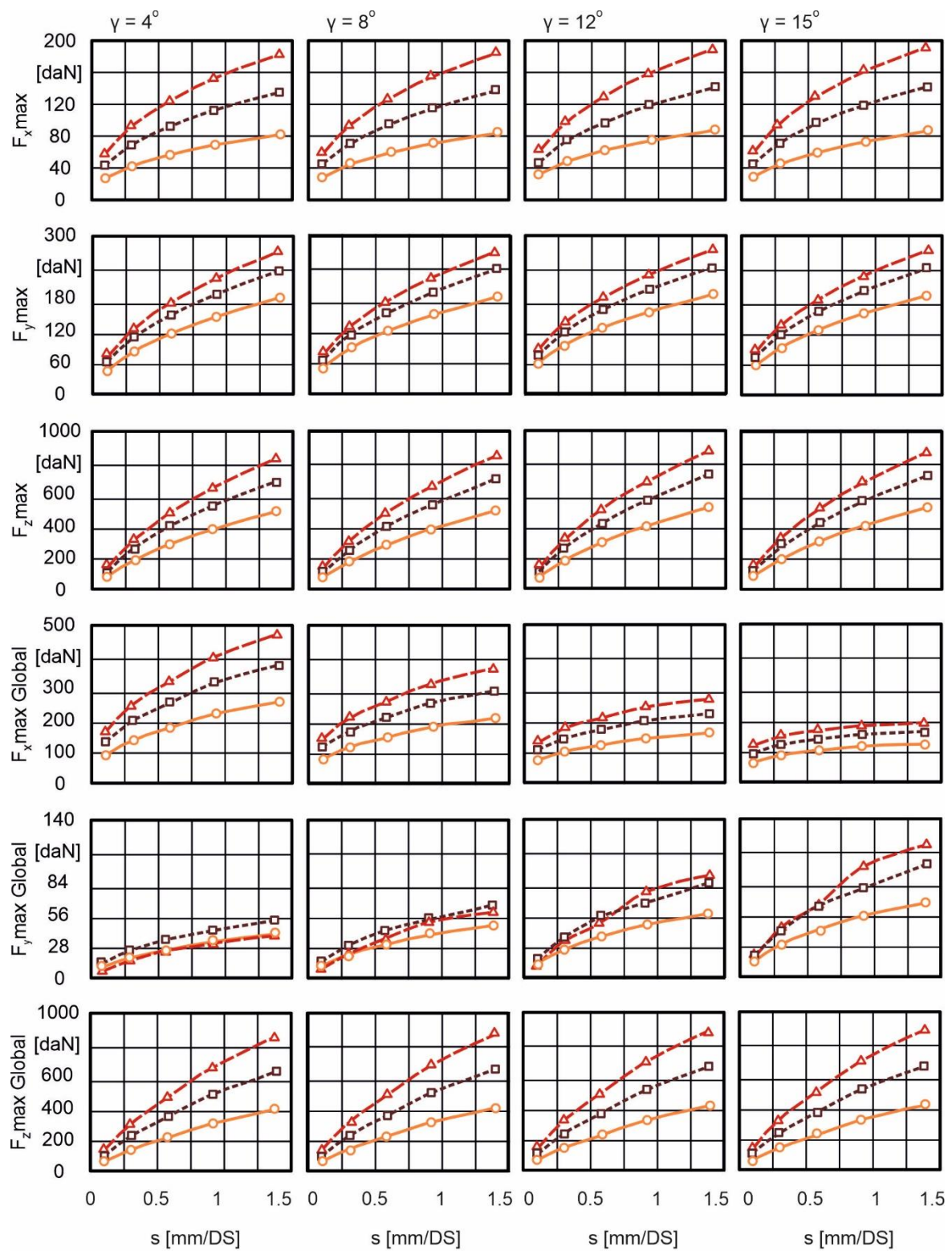
Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται συνολικά η επίδραση των διαφόρων παραμέτρων της κατεργασίας στις δυνάμεις κοπής, στο πάχος και στη συνολική επιφάνεια των διατομών των αποβλίστων. Αρχικά χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο της προσομοίωσης στον πίνακα 3.1 για το πρώτο υλικό και στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε διαφορετικό υλικό για το μοντέλο στον πίνακα 3.5. Η σύγκριση έγινε για 3 διαφορετικά βάθη κοπής, 4 γωνίες αποβλίπτου και 5 τιμές της πρόωσης της κατεργασίας.

Υλικό	m [mm]	$\alpha_n$ [deg]	$z_1$	$z_2$	$\beta_2$ [deg]	s [mm/Ds]	T [mm]	$\gamma$ [deg]
42CrMo4 V	3	20	42	63	0	0.92	3.75	0
						0.58	5.25	4
						0.3	6.75	8
						0.1	7.9	12
						1.4		15

Πίνακας 3.5: Μοντέλο προσομοίωσης για την κατεργασία της πλάνισης με ευθεία οδόντωση για το υλικό 42CrMo4 V



Σχήμα 3.9: Επίδραση τεχνολογικών παραμέτρων στο πάχος και την επιφάνεια των διατομών των αποβλίστων για το υλικό Ck45N

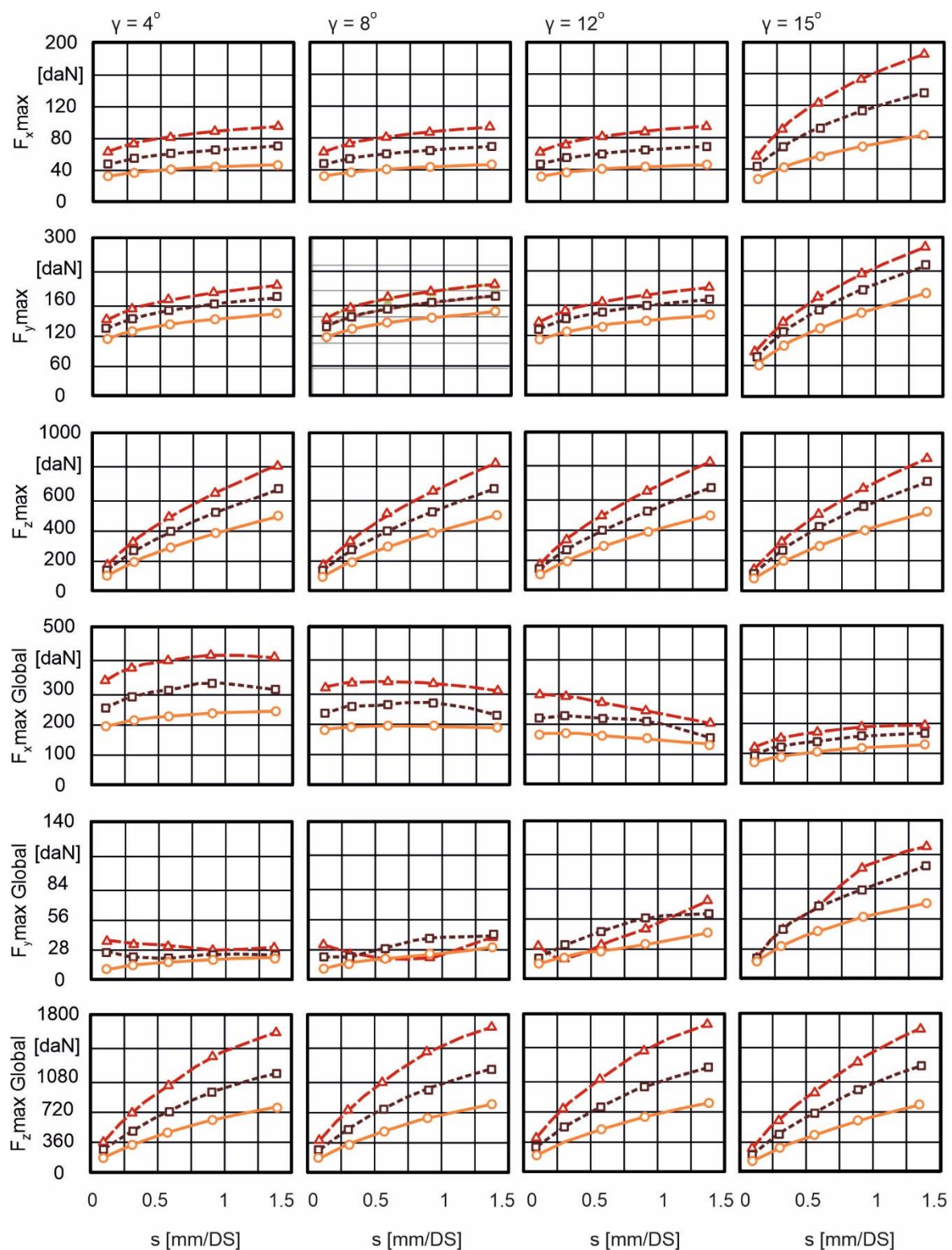


$m_n=3.629\text{mm}$ ,  $\alpha_n=22.5^\circ$ ,  $\beta_2=0^\circ$ ,  $z_1/z_2=32/50$ ,  
 Work Material: Ck 45 N, AV=8mm, Tool Material: HM P 50,  $v=110\text{m/min}$

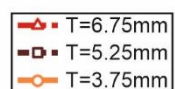


Σχήμα 3.10: Επίδραση τεχνολογικών παραμέτρων στις αναπτυσσόμενες δυνάμεις για το υλικό Ck45N



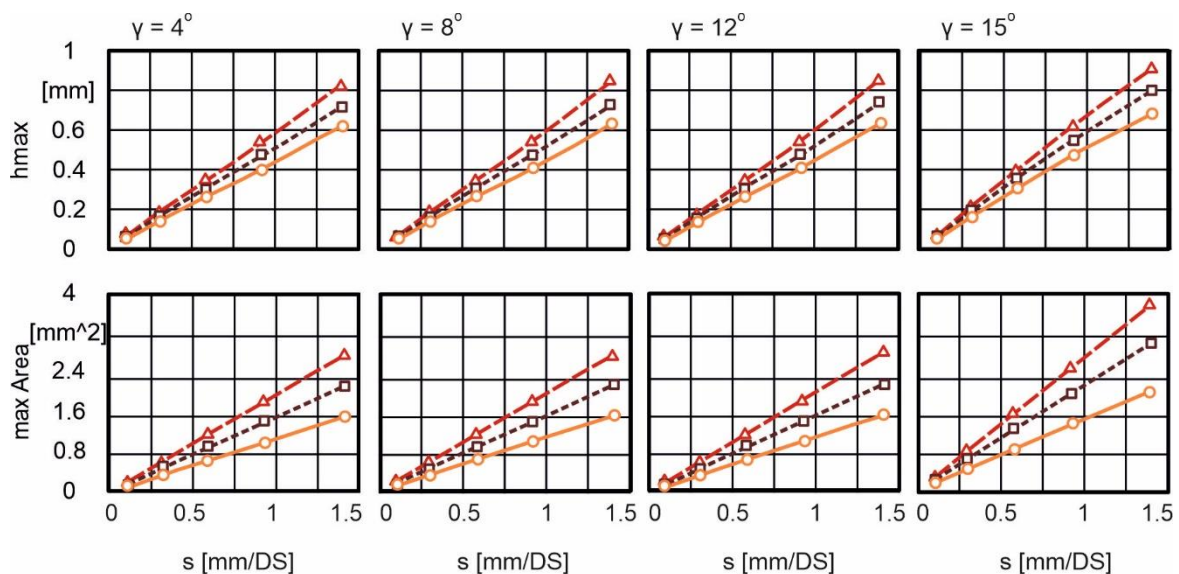


$m_n=3\text{mm}$ ,  $\alpha_n=20^\circ$ ,  $\beta_2=0^\circ$ ,  $z_1/z_2=42/63$ ,  
Work Material: 42CrMo4 V,  $AV=8\text{mm}$ , Tool Material: S 18-1-2-5,  $v=25\text{m/min}$

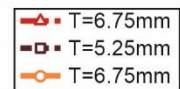


Σχήμα 3.11: Επίδραση τεχνολογικών παραμέτρων στις αναπτυσσόμενες δυνάμεις για το υλικό 42CrMo4V





$m_n=3\text{mm}$ ,  $\alpha_n=20^\circ$ ,  $\beta_2=0^\circ$ ,  $z_1/z_2=42/63$ ,  
Work Material: 42CrMo4 V, AV=8mm, Tool Material: S 18-1-2-5, v=25m/min



Σχήμα 3.12: Επίδραση τεχνολογικών παραμέτρων στο πάχος και την επιφάνεια των διατομών των αποβλίπτων για το υλικό 42CrMo4V

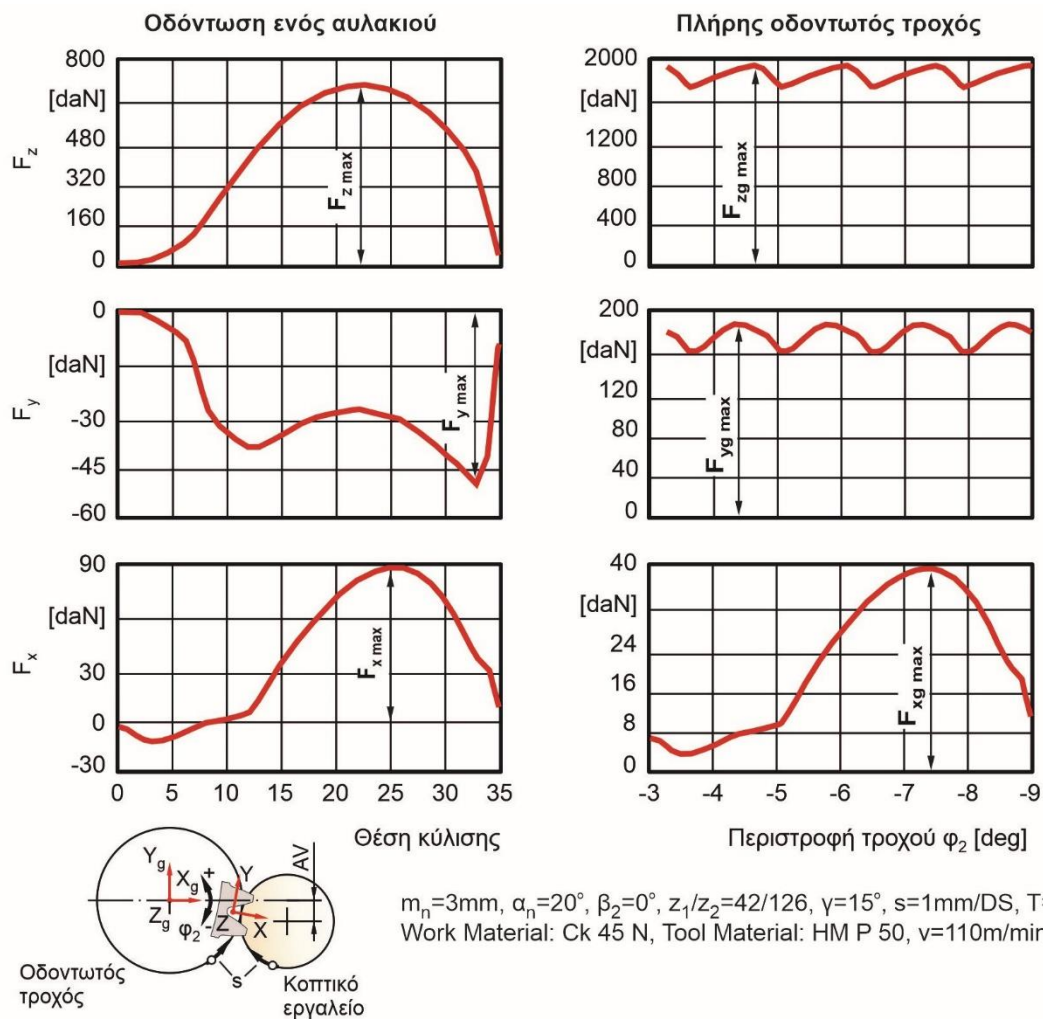
### 3.2 Επίδραση τεχνολογικών παραμέτρων στην αποφλοίωση με κύλιση

Η διερεύνηση της επίδρασης των διαφόρων παραμέτρων της κατεργασίας έγινε αντίστοιχα και για την αποφλοίωση με κύλιση οδοντώσεων. Στο σχήμα 3.13 παρουσιάζεται ο υπολογισμός των μέγιστων δυνάμεων που υπολογίζονται για κάθε περίπτωση και στη συνέχεια χρησιμοποιούνται για τη διερεύνηση της μεταβολής τους για κάθε παράμετρο.

Τα μοντέλα της προσομοίωσης που επιλέχθηκαν για το υλικό Ck45N παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες. Στον πίνακα 3.6 φαίνεται το μοντέλο της προσομοίωσης με μεταβλητές το βάθος κοπής, την πρόωση και την γωνία αποβλίπτου. Στον πίνακα 3.7 είναι το μοντέλο της προσομοίωσης με μεταβλητές τα δόντια του κατεργαζόμενου τεμαχίου και στον πίνακα 3.8 τα δόντια του κοπτικού εργαλείου. Στον πίνακα 3.9 φαίνεται το μοντέλο της προσομοίωσης με μεταβλητή το μέτρο οδόντωσης. Στον πίνακα 3.10 φαίνεται το μοντέλο της προσομοίωσης με μεταβλητή την γωνία ελίκωσης του κοπτικού εργαλείου.

Υλικό	m [mm]	$\alpha_n$ [deg]	$z_1$	$z_2$	$\beta_1 = \Sigma$ [deg]	$\beta_2$ [deg]	s [mm/wrev]	T [mm]	$\gamma$ [deg]
Ck45 N	3	20	42	126	20	0	0.2	3.75	0
					25		0.4	5.25	4
					30		0.6	6	8
							0.8	6.75	12
							1		15

Πίνακας 3.6: Μοντέλο προσομοίωσης με μεταβλητές το βάθος κοπής, την πρόωση και την γωνία αποβλίπτου.



Σχήμα 3.13: Υπολογισμός μέγιστης δύναμης κατά την προσομοίωση για την κατεργασία της αποφλοιώσης με κύλιση

Υλικό	$m$ [mm]	$\alpha_n$ [deg]	$z_1$	$z_2$	$\beta_2$ [deg]	$s$ [mm/wrev]	$T$ [mm]	$\gamma$ [deg]
Ck45 N	3	20	42	50	0	0.6	6	8
				100				
				150				
				200				

Πίνακας 3.7: Μοντέλο προσομοίωσης με μεταβλητές τον αριθμό των δοντιών του κατεργαζόμενου τεμαχίου

Υλικό	$m$ [mm]	$\alpha_n$ [deg]	$z_1$	$z_2$	$\beta_2$ [deg]	$s$ [mm/wrev]	$T$ [mm]	$\gamma$ [deg]
Ck45 N	3	20	60	126	0	0.6	6	8
			80					
			100					

Πίνακας 3.8: Μοντέλο προσομοίωσης με μεταβλητές τον αριθμό των δοντιών του κοπτικού εργαλείου

Υλικό	m [mm]	$\alpha_n$ [deg]	$z_1$	$z_2$	$\beta_2$ [deg]	s [mm/wrev]	$\gamma$ [deg]
Ck45 N	2	20	42	126	0	0.6	8
	4						
	6						
	8						
	10						

Πίνακας 3.9: Μοντέλο προσομοίωσης με μεταβλητή το μέτρο οδόντωσης

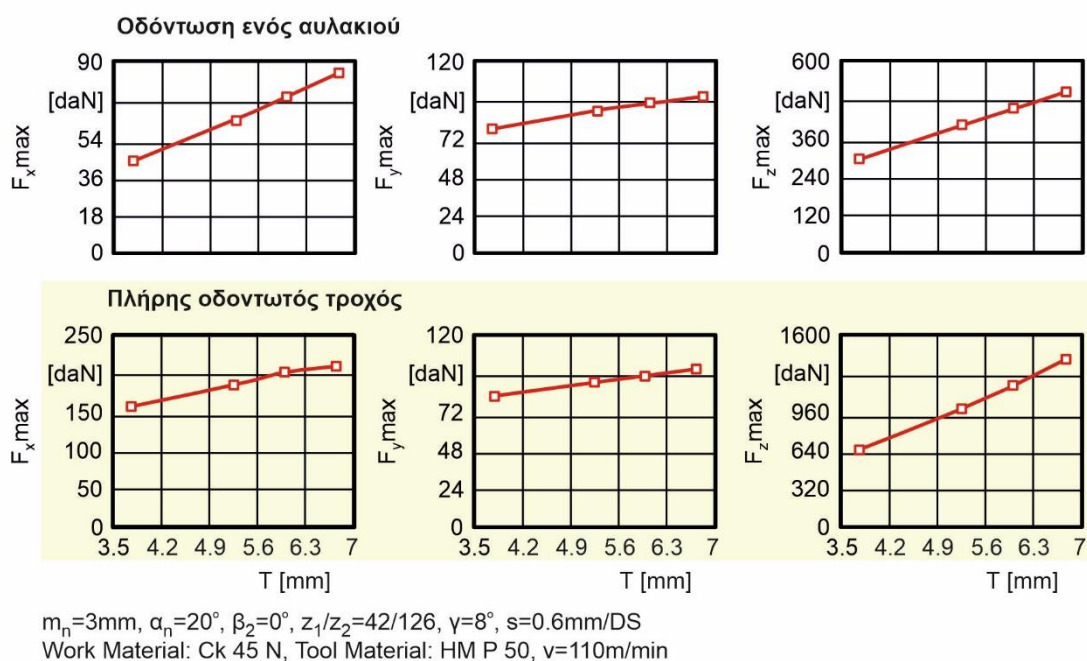
Υλικό	m [mm]	$\alpha_n$ [deg]	$z_1$	$z_2$	$\beta_1 = \Sigma$ [deg]	$\beta_2$ [deg]	s [mm/wrev]	T [mm]	$\gamma$ [deg]
Ck45 N	3	20	42	126	20	0	0.6	6	8
					25				
					30				

Πίνακας 3.10: Μοντέλο προσομοίωσης με μεταβλητή την γωνία ελίκωσης του κοπτικού εργαλείου

Τα μοντέλα της προσομοίωσης που επιλέχθηκαν για το υλικό Ck45N παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες. Στον πίνακα 3.6 φαίνεται το μοντέλο της προσομοίωσης με μεταβλητές το βάθος κοπής, την πρόωση και την γωνία αποβλίπτου. Στον πίνακα 3.7 είναι το μοντέλο της προσομοίωσης με μεταβλητές τα δόντια του κατεργαζόμενου τεμαχίου και στον πίνακα 3.8 τα δόντια του κοπτικού εργαλείου. Στον πίνακα 3.9 φαίνεται το μοντέλο της προσομοίωσης με μεταβλητή το μέτρο οδόντωσης. Στον πίνακα 3.10 φαίνεται το μοντέλο της προσομοίωσης με μεταβλητή την γωνία ελίκωσης του κοπτικού εργαλείου.

### 3.2.1 Επίδραση του βάθους κοπής

Για την εξέταση του βάθους κοπής στις συνιστώσες των δυνάμεων κοπής εκπονήθηκε ένας αριθμός προσομοιώσεων. Στη συνέχεια τα δεδομένα από τις προσομοιώσεις (πίνακας 3.6) ομαδοποιήθηκαν με σταθερή την γωνία αποβλίπτου στην τιμή  $8^\circ$  και την πρόωση στην τιμή 0.6mm/DS. Το βάθος κοπής που επιλέχθηκε ως μεταβλητή πήρε τις τιμές 3.75mm, 5.25mm, 6mm και 6.75mm.

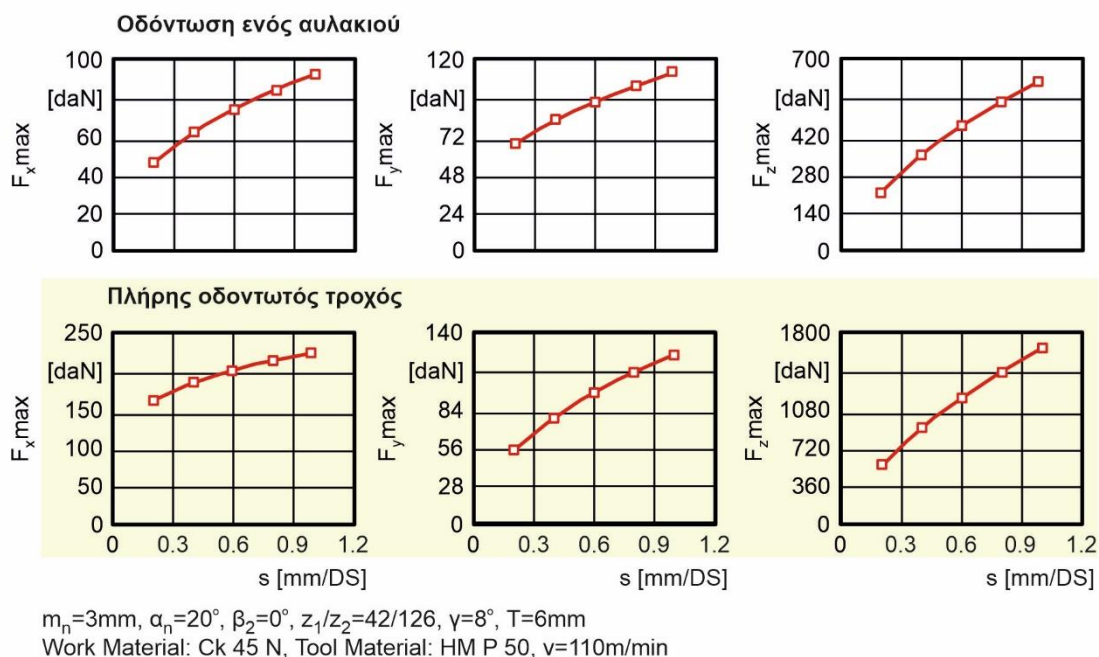


Σχήμα 3.14: Επίδραση του βάθους κοπής στις αναπτυσσόμενες δυνάμεις

Τα αποτελέσματα στο σχήμα 3.14 παρουσιάζουν την επίδραση του βάθους κοπής στις αναπτυσσόμενες δυνάμεις για την οδόντωση ενός αυλακιού και για τον πλήρη τροχό. Όπως είναι αναμενόμενο οι συνιστώσες στον X, Z και Y άξονα αυξάνονται με την αύξηση του βάθους κοπής για την οδόντωση ενός αυλακιού και για τον πλήρη οδοντωτό τροχό. Οι δυνάμεις κοπής αυξάνονται σε όλους τους άξονες επειδή οι διατομές των αποβλίπτων που παράγονται με την αύξηση του βάθους κοπής έχουν μεγαλύτερη επιφάνεια καθώς το κοπτικό εργαλείο εισχωρεί σε μεγαλύτερο βάθος.

### 3.2.2 Επίδραση της πρόωσης του κοπτικού εργαλείου

Για την πρόωση ομαδοποιήθηκαν τα δεδομένα του πίνακα 3.6 με σταθερή την γωνία αποβλίπτου στην τιμή  $8^\circ$  και το βάθος κοπής στην τιμή 6mm. Η πρόωση πήρε τις τιμές 0.2mm/DS, 0.4mm/DS, 0.6mm/DS, 0.8mm/DS και 1mm/DS. Τα αποτελέσματα στο σχήμα 3.15 παρουσιάζουν την επίδραση της πρόωσης στις αναπτυσσόμενες δυνάμεις για την οδόντωση ενός αυλακιού και για τον πλήρη τροχό.



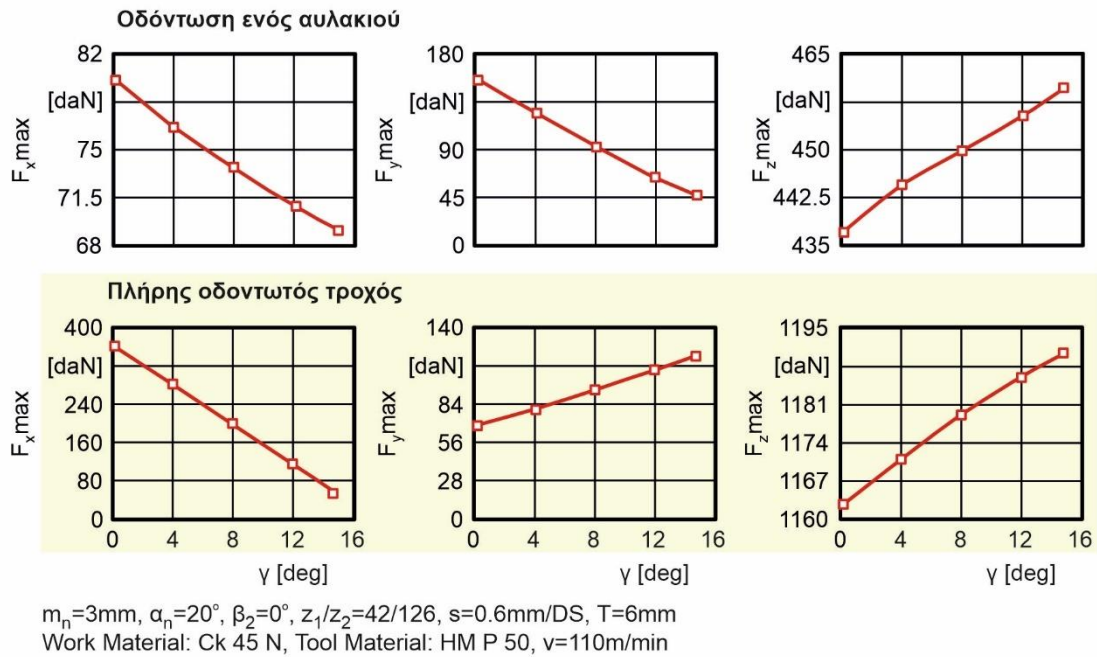
Σχήμα 3.15: Επίδραση της αξονικής πρόωσης στις αναπτυσσόμενες δυνάμεις

Οι συνιστώσες στον X, Z και Y άξονα αυξάνονται ραγδαία με την αύξηση της αξονικής πρόωσης. Οι δυνάμεις κοπής αυξάνονται λόγω του ότι τα απόβλιπτα που παράγονται με την αύξηση της αξονικής πρόωσης έχουν μεγαλύτερο πάχος ως αποτέλεσμα της ταχύτερης αξονικής μετατόπισης του κοπτικού εργαλείου.

### 3.2.3 Επίδραση της γωνίας αποβλίπτου

Για την γωνία αποβλίπτου ομαδοποιήθηκαν τα δεδομένα του πίνακα 3.6 με σταθερή την πρόωση στην τιμή 0.6 mm/DS και το βάθος κοπής στην τιμή 6 mm. Η γωνία αποβλίπτου πήρε τις τιμές  $0^\circ$ ,  $4^\circ$ ,  $8^\circ$ ,  $12^\circ$  και  $15^\circ$ . Τα αποτελέσματα στο σχήμα 3.16 παρουσιάζουν την επίδραση της γωνίας αποβλίπτου στις αναπτυσσόμενες δυνάμεις για την οδόντωση ενός αυλακιού και για τον πλήρη τροχό.



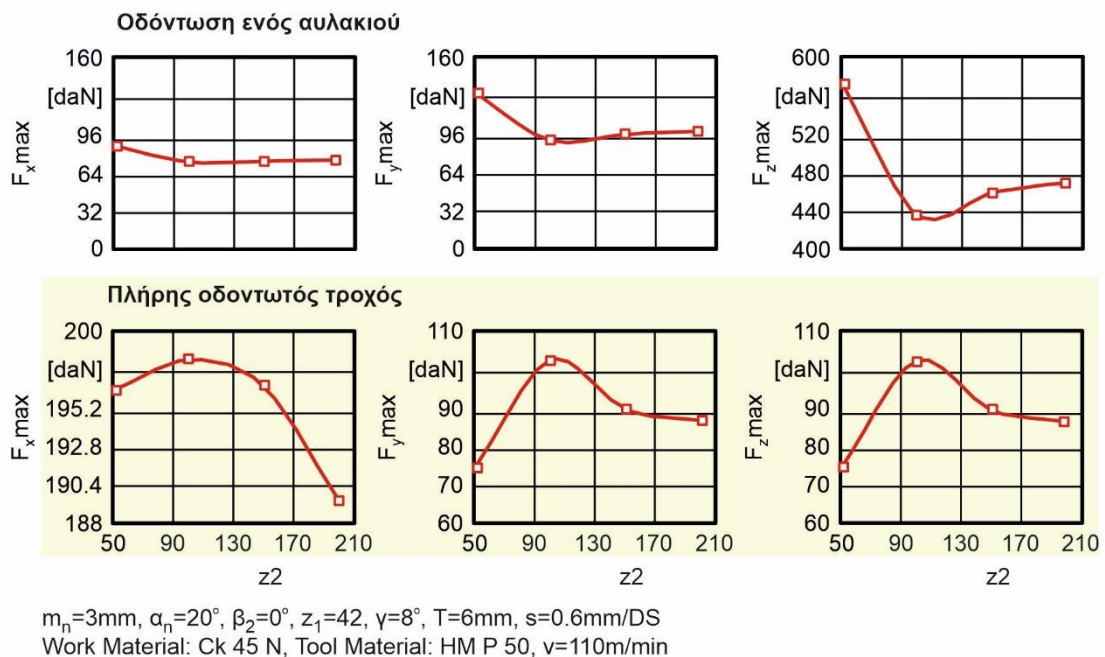


Σχήμα 3.16: Επίδραση της γωνίας αποβλίπτου στις αναπτυσσόμενες δυνάμεις

Όπως φαίνεται στα παραπάνω διαγράμματα η συνιστώσα Z αυξάνεται με την αύξηση της γωνίας αποβλίπτου. Αυτό συμβαίνει επειδή η επιφάνεια της διατομής των αποβλίπτων υπό γωνία ίση με τη γωνία αποβλίπτου, αυξάνεται με την αύξηση της γωνίας αποβλίπτου. Οι συνιστώσες X και Y φαίνεται ότι μειώνονται γεγονός που οφείλεται σε αλληλεξουδετερώσεις κατά την άθροιση των δυνάμεων στους υπολογισμούς.

### 3.2.4 Επίδραση των δοντιών του κατεργαζόμενου τεμαχίου

Η επόμενη παράμετρος της γεωμετρίας του τροχού που εξετάστηκε ήταν ο αριθμός των δοντιών του παραγόμενου τροχού.

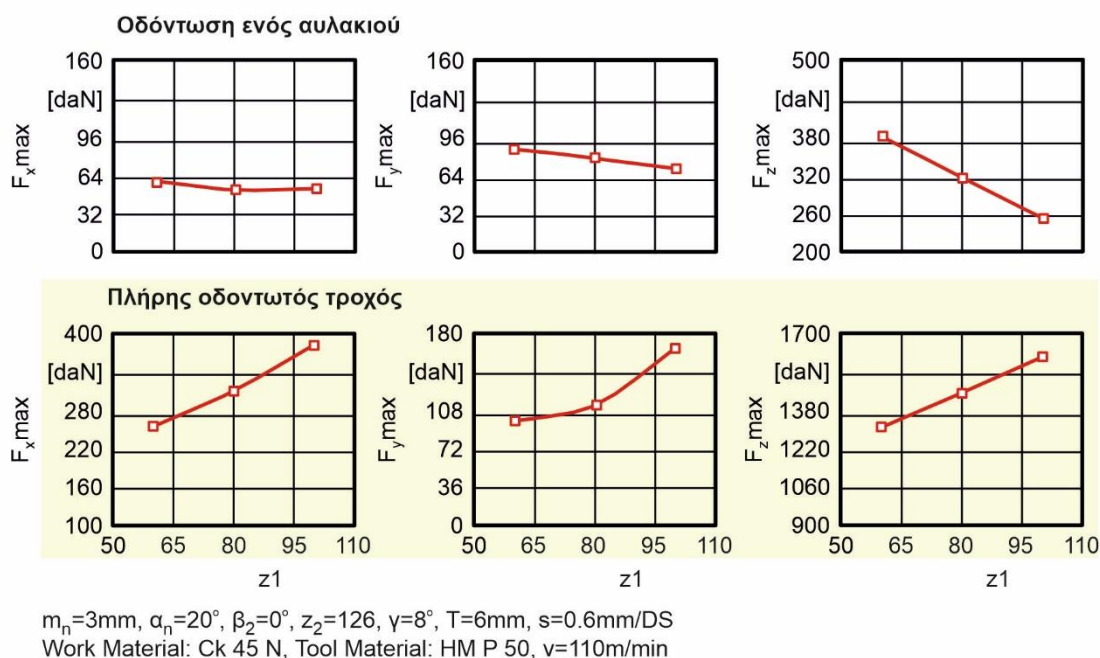


Σχήμα 3.17: Επίδραση των δοντιών του τεμαχίου εργασίας στις αναπτυσσόμενες δυνάμεις

Οι αριθμοί των δοντιών του τεμαχίου ήταν 50, 100, 150, 200 σύμφωνα με το μοντέλο στον πίνακα 3.7 με σταθερό αριθμό των δοντιών του κοπτικού εργαλείου με τιμή 42. Τα αποτελέσματα στο σχήμα 3.17 παρουσιάζουν την επίδραση των δοντιών του κατεργαζόμενου τεμαχίου. Με την αύξηση του αριθμού των δοντιών του κατεργαζόμενου τεμαχίου μειώνονται οι δυνάμεις στους άξονες X, Y και Z για την οδόντωση ενός αυλακιού, ενώ στον πλήρη οδοντωτό τροχό οι δυνάμεις αυξάνονται. Η αύξηση του αριθμού των δοντιών του κατεργαζόμενου τεμαχίου οδηγεί σε αυλάκι μικρότερου όγκου και κατά συνέπεια απόβλιπτα μικρότερου πάχους, τα οποία οδηγούν σε μείωση των δυνάμεων. Για τον πλήρη οδοντωτό τροχό η μείωση του όγκου του αυλακιού οδηγεί σε μεγαλύτερη περιοχή εμπλοκής προκαλώντας έτσι την αύξηση των δυνάμεων κοπής.

### 3.2.5 Επίδραση των δοντιών κοπτικού εργαλείου

Στη συνέχεια η παράμετρος που εξετάστηκε ήταν τα δόντια του κοπτικού εργαλείου. Σύμφωνα με το μοντέλο στον πίνακα 3.8 οι τιμές των αριθμών των δοντιών του κοπτικού εργαλείου ήταν 60, 80, 100 και ο αριθμός των δοντιών του παραγόμενου τεμαχίου ήταν σταθερός στην τιμή 126. Τα αποτελέσματα της επίδρασης των δοντιών του κοπτικού εργαλείου στις δυνάμεις κοπής παρουσιάζονται αναλυτικά στο σχήμα 3.18.

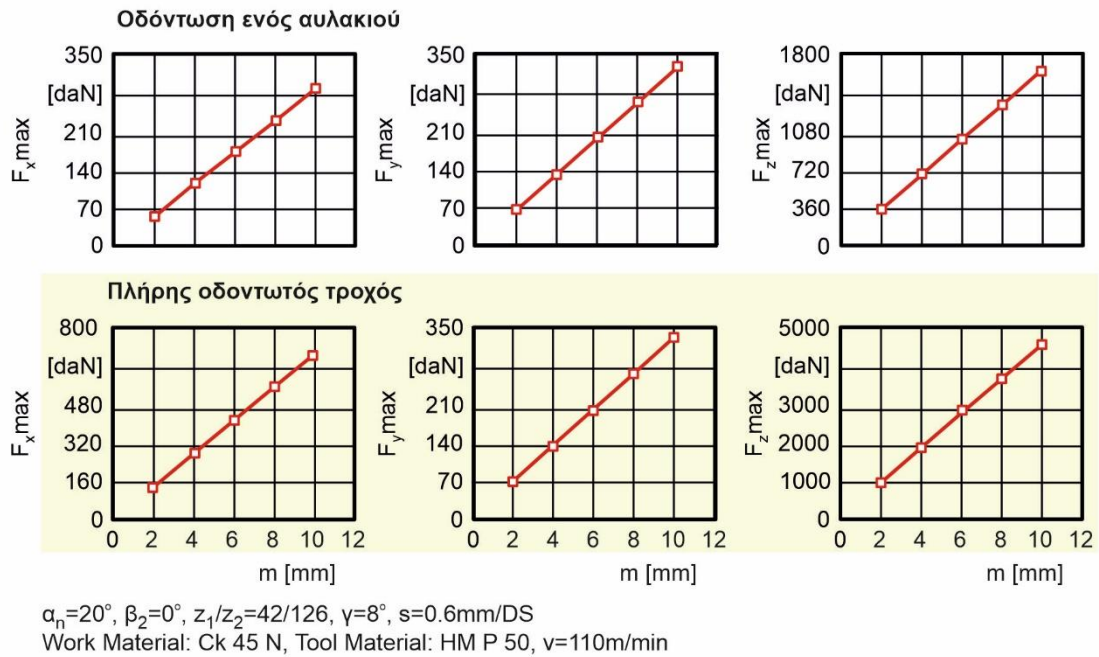


Σχήμα 3.18: Επίδραση των δοντιών του κοπτικού εργαλείου στις αναπτυσσόμενες δυνάμεις

Στην περίπτωση της αύξησης των δοντιών του κοπτικού εργαλείου υπάρχει μείωση των δυνάμεων στους άξονες X, Y και Z για την οδόντωση ενός και οι δυνάμεις για τον πλήρη οδοντωτό τροχό αυξάνονται. Η επεξήγηση του φαινομένου αυτού είναι ίδια όπως και την επίδραση στις δυνάμεις για αύξηση του αριθμού των δοντιών του κατεργαζόμενου τεμαχίου.

### 3.2.6 Επίδραση του μέτρου οδόντωσης

Η παράμετρος που εξετάστηκε ήταν το μέτρο της οδόντωσης με τιμές 2, 4, 6, 8, 10 όπως φαίνεται στο μοντέλο της προσομοίωσης στον πίνακα 3.9. Η επίδραση του μέτρου της οδόντωσης παρουσιάζεται στο σχήμα 3.19.

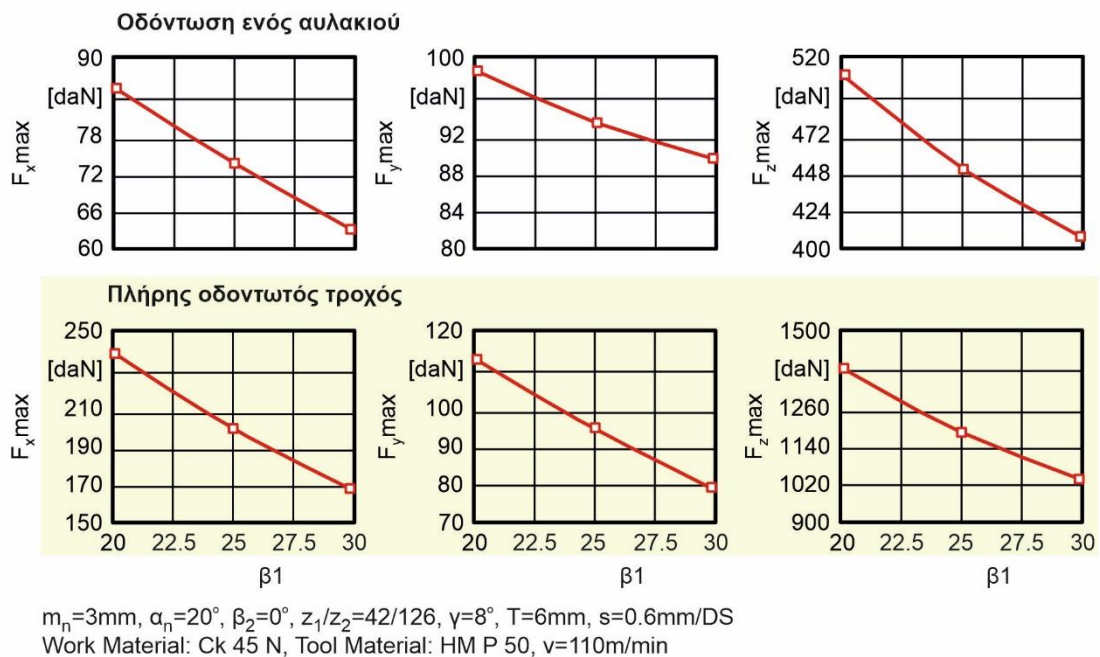


Σχήμα 3.19: Επίδραση του μέτρου οδόντωσης στις αναπτυσσόμενες δυνάμεις κοπής

Όπως και στην πλάνιση έτσι και στην αποφλοιώση οι αναπτυσσόμενες δυνάμεις κοπής στους άξονες X, Z, Y αυξάνονται με την αύξηση του μέτρου της οδόντωσης στην οδόντωση ενός αυλακιού και στον πλήρη οδοντωτό τροχό. Η αύξηση των συνιστωσών των δυνάμεων κοπής οφείλεται κατά κύριο λόγο στην αύξηση του μεγέθους του αυλακιού το οποίο υπόκειται κατεργασία σε συνδυασμό με το γεγονός η αξονική πρόωση της κατεργασίας παραμένει σταθερή.

### 3.2.7 Επίδραση της γωνίας ελίκωσης εργαλείου

Η τελευταία παράμετρος που εξετάστηκε ήταν η γωνία ελίκωσης του κοπτικού εργαλείου η οποία ισούται με την γωνία κλίσης  $\Sigma$  εφόσον εξετάζεται περίπτωση κατεργαζόμενου

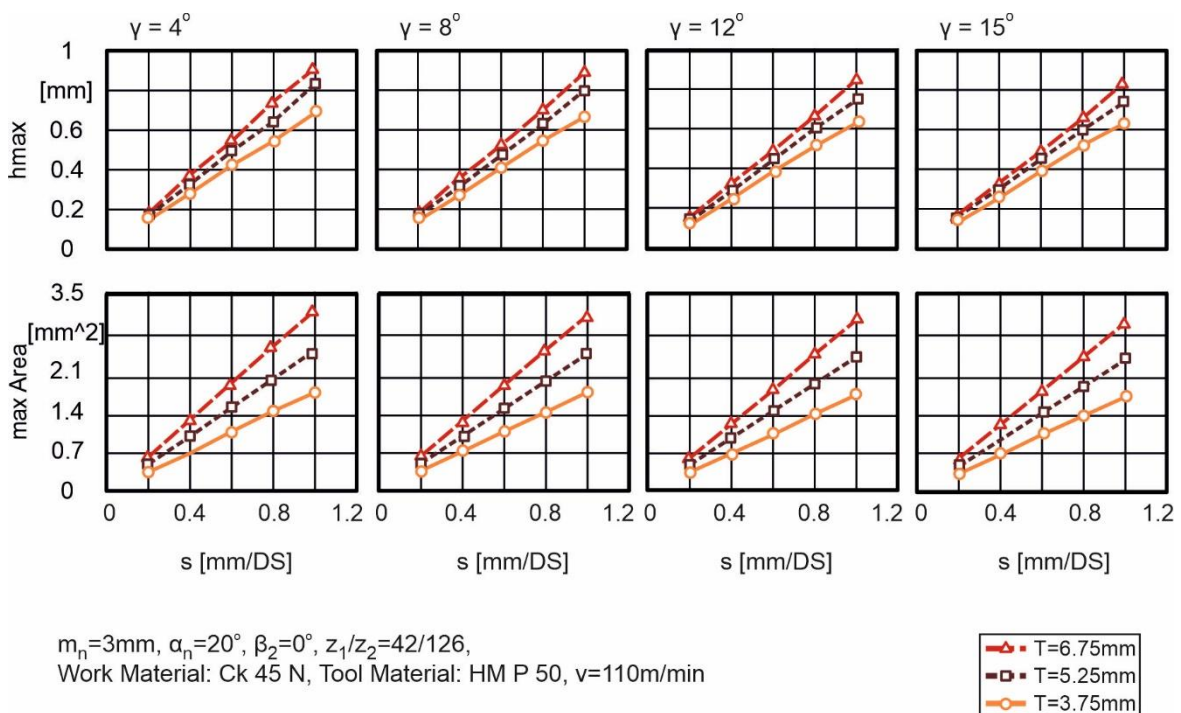


Σχήμα 3.20: Επίδραση της γωνίας ελίκωσης του εργαλείου στις αναπτυσσόμενες δυνάμεις

οδοντωτού τροχού ευθείας οδόντωσης και το μοντέλο της προσομοίωσης φαίνεται στον πίνακα 3.10. Η επίδραση της γωνίας ελίκωσης του κοπτικού εργαλείου στις αναπτυσσόμενες δυνάμεις παρουσιάζεται στο σχήμα 3.20. Οι αναπτυσσόμενες δυνάμεις στους άξονες X, Y και Z μειώνονται καθώς αυξάνεται η γωνία ελίκωσης του κοπτικού εργαλείου για την οδόντωση ενός αυλακιού και για τον πλήρη οδοντωτό τροχό. Το γεγονός αυτό εξηγείται από τη μορφολογία των αποβλίπτων που παράγονται σε κάθε περίπτωση. Μεγαλύτερη γωνία ελίκωσης και κατά συνέπεια μεγαλύτερη γωνία κλίσης Σ, οδηγεί σε απόβλιττα μεγαλύτερου μήκους και μικρότερου πάχους και μικρότερης επιφάνειας της διατομής τους. Επομένως οι τιμές των μέγιστων δυνάμεων παρουσιάζουν σημαντική μείωση.

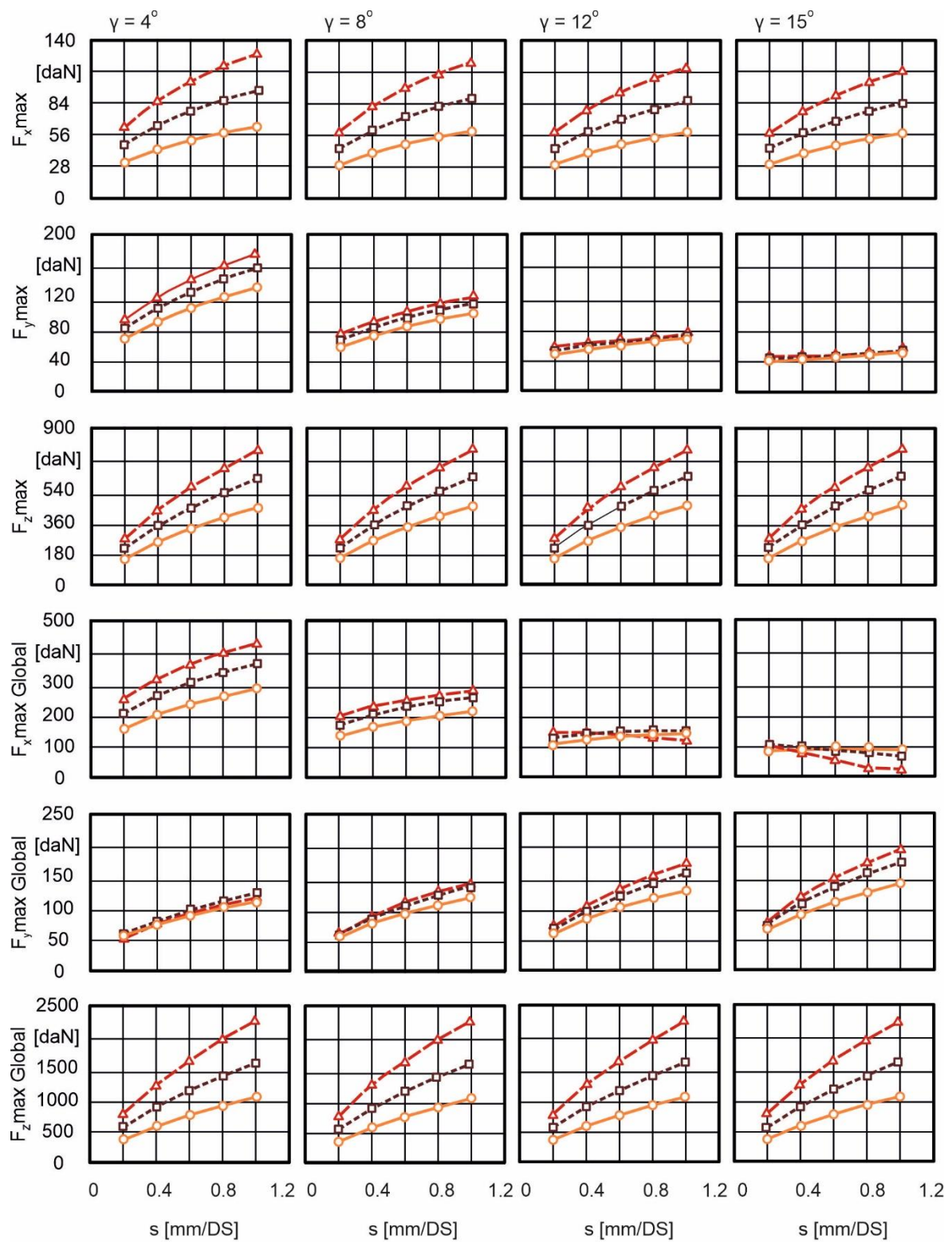
### 3.2.8 Σύγκριση επίδρασης πρόωσης στις δυνάμεις για διαφορετικά βάθη κοπής και διαφορετικές γωνίες αποβλίπτου

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται συνολικά η επίδραση των διαφόρων παραμέτρων της κατεργασίας στις δυνάμεις κοπής, στο πάχος και στη συνολική επιφάνεια των διατομών των αποβλίπτων. Αρχικά χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο της προσομοίωσης στον πίνακα 3.6 και η σύγκριση έγινε για 3 διαφορετικά βάθη και για 4 γωνίες αποβλίπτου. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται συνολικά στο σχήμα 3.21 σχετικά με την επίδραση στο πάχος και την επιφάνεια των διατομών του αποβλίπτου και στο σχήμα 3.22 σχετικά με την επίδραση των δυνάμεων κοπής.



Σχήμα 3.21: Επίδραση τεχνολογικών παραμέτρων στο πάχος και την επιφάνεια των διατομών των αποβλίπτων για το υλικό Ck45N





Σχήμα 3.22: Επίδραση τεχνολογικών παραμέτρων στις αναπτυσσόμενες δυνάμεις για το υλικό Ck45N

#### 4. ΣΥΝΟΨΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση των συνθηκών για την κατεργασία της πλάνισης και της αποφλοίωσης με κύλιση. Αρχικά περιγράφηκαν οι δύο κατεργασίες όπου παρουσιάστηκαν οι κινηματικές τους και αναφέρθηκαν τα πλεονέκτημα και μειονεκτήματα τους. Στην συνέχεια παρουσιάστηκε ένας αναλυτικός οδηγός χρήσης του λογισμικού όπου λειτούργησε ως πρόσθετο εργαλείο της εφαρμογής Autodesk Inventor στο οποίο έγιναν οι προσομοιώσεις. Οι προσομοιώσεις βασίστηκαν σε μοντέλα, τα οποία περιλάμβαναν διαφορετικές τιμές στις συνθήκες που επιδρούν στις δυνάμεις της κατεργασίας όπως είναι το μέτρο οδόντωσης, ο αριθμός των δοντιών του κατεργαζόμενου τεμαχίου, η γωνία αποβλίπτου, το βάθος κοπής, η πρόωση, ο αριθμός των δοντιών του κοπτικού εργαλείου και η γωνία ελίκωσης. Επίσης σε κάποια μοντέλα χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές τιμές στην γωνία πίεσης, στο πλάτος του κατεργαζόμενου τεμαχίου και χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικά υλικά. Συνολικά έγιναν 405 προσομοιώσεις για την πλάνιση με κύλιση και 303 για την αποφλοίωση με κύλιση. Τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων αναλύθηκαν και σχολιάστηκαν με στόχο την παρουσίαση της επίδρασης κάθε παραμέτρου στις δυνάμεις για την δημιουργία ενός αυλακιού και για την δημιουργία ενός πλήρη οδοντωτού τροχού. Οι αλλαγές στις τιμές των συνθηκών των κατεργασιών δημιούργησαν μεγάλες διακυμάνσεις στις δυνάμεις και για αυτόν τον λόγο είναι σημαντικό πριν κάθε κατεργασία να γίνεται η αντίστοιχη προσομοίωση έτσι ώστε να παρακολουθείται η κατάσταση του κοπτικού εργαλείου και του κατεργαζόμενου τεμαχίου πριν γίνει η κατεργασία.

#### 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Δανδούτη Εμμανουέλα, Προσδιορισμός δυνάμεων κοπής στην πλάνιση με κύλιση οδοντώσεων, Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, 2021.
- [2] Ταπόγλου Νικόλαος, Βελτιστοποίηση τεχνολογικών παραμέτρων κατεργασίας οδοντώσεων με φραιζάρισμα με κύλιση, Διδακτορική Διατριβή, Πολυτεχνείο Κρήτης, 2012.
- [3] Ζουρέλλης Ανδρέας, Προσομοιωτικό μοντέλο κοπής οδοντώσεων με πλάνιση με κύλιση, Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, 2013.
- [4] Μαμμάς Ανδρέας, Επίδραση των συνθηκών κατεργασίας στις αναπτυσσόμενες δυνάμεις κοπής στο φραιζάρισμα με κύλιση οδοντώσεων, Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, 2012.
- [5] Ιερωνυμάκης Στερέος, Προσομοιωτικό μοντέλο κοπής οδοντώσεων με αποφλοίωση με κύλιση, Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, 2014.
- [6] Herman Stadtfeld, Power Skiving of Cylindrical Gears on Different Machine Platforms, Gear Technology, 2014.
- [7] Andrew Katz, Cutting mechanics of the gear shaping process, Thesis, University of Waterloo, Canada, 2017
- [8] D. Spathl, A. Huhsaml, Skiving for high-performance machining of periodic structures, Institute of Machine Tools and Production Science, University of Karlsruhe (TH), Germany, 2002.
- [9] Erkuo Guo, Naifei Ren, Xudong Ren, Chenxi Liu, An efficient tapered tool having multiple blades for manufacturing cylindrical gears with power skiving, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, London, 2019

[10] <https://www.tec-science.com/>

## 6. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Δεδομένα πλάνισης με κύλιση												
CASE NAME	m [mm]	z2	β2 [deg]	b [mm]	z1	αn [deg]	γ [deg]	s [mm/DS]	T [mm]	Work Material	Tool Material	Cutting Speed [m/min]
Case 1	3.629	50	0	30	32	22.5	0	0.92	4.5	Ck45N	HMP50	25
Case 2	3.629	50	0	30	32	22.5	4	0.92	4.5	Ck45N	HMP50	25
Case 3	3.629	50	0	30	32	22.5	8	0.92	4.5	Ck45N	HMP50	25
Case 4	3.629	50	0	30	32	22.5	12	0.92	4.5	Ck45N	HMP50	25
Case 5	3.629	50	0	30	32	22.5	15	0.92	4.5	Ck45N	HMP50	25
Case 6	3.629	50	0	30	32	22.5	0	0.92	6.4	Ck45N	HMP50	25
Case 7	3.629	50	0	30	32	22.5	4	0.92	6.4	Ck45N	HMP50	25
Case 8	3.629	50	0	30	32	22.5	8	0.92	6.4	Ck45N	HMP50	25
Case 9	3.629	50	0	30	32	22.5	12	0.92	6.4	Ck45N	HMP50	25
Case 10	3.629	50	0	30	32	22.5	15	0.92	6.4	Ck45N	HMP50	25
Case 11	3.629	50	0	30	32	22.5	0	0.92	7.9	Ck45N	HMP50	25
Case 12	3.629	50	0	30	32	22.5	4	0.92	7.9	Ck45N	HMP50	25
Case 13	3.629	50	0	30	32	22.5	8	0.92	7.9	Ck45N	HMP50	25
Case 14	3.629	50	0	30	32	22.5	12	0.92	7.9	Ck45N	HMP50	25
Case 15	3.629	50	0	30	32	22.5	15	0.92	7.9	Ck45N	HMP50	25
Case 16	3.629	50	0	30	32	22.5	0	0.58	4.5	Ck45N	HMP50	25
Case 17	3.629	50	0	30	32	22.5	4	0.58	4.5	Ck45N	HMP50	25
Case 18	3.629	50	0	30	32	22.5	8	0.58	4.5	Ck45N	HMP50	25
Case 19	3.629	50	0	30	32	22.5	12	0.58	4.5	Ck45N	HMP50	25
Case 20	3.629	50	0	30	32	22.5	15	0.58	4.5	Ck45N	HMP50	25
Case 21	3.629	50	0	30	32	22.5	0	0.58	6.4	Ck45N	HMP50	25
Case 22	3.629	50	0	30	32	22.5	4	0.58	6.4	Ck45N	HMP50	25
Case 23	3.629	50	0	30	32	22.5	8	0.58	6.4	Ck45N	HMP50	25
Case 24	3.629	50	0	30	32	22.5	12	0.58	6.4	Ck45N	HMP50	25
Case 25	3.629	50	0	30	32	22.5	15	0.58	6.4	Ck45N	HMP50	25
Case 26	3.629	50	0	30	32	22.5	0	0.58	7.9	Ck45N	HMP50	25
Case 27	3.629	50	0	30	32	22.5	4	0.58	7.9	Ck45N	HMP50	25
Case 28	3.629	50	0	30	32	22.5	8	0.58	7.9	Ck45N	HMP50	25
Case 29	3.629	50	0	30	32	22.5	12	0.58	7.9	Ck45N	HMP50	25
Case 30	3.629	50	0	30	32	22.5	15	0.58	7.9	Ck45N	HMP50	25
Case 31	3.629	50	0	30	32	22.5	0	0.3	4.5	Ck45N	HMP50	25
Case 32	3.629	50	0	30	32	22.5	4	0.3	4.5	Ck45N	HMP50	25
Case 33	3.629	50	0	30	32	22.5	8	0.3	4.5	Ck45N	HMP50	25
Case 34	3.629	50	0	30	32	22.5	12	0.3	4.5	Ck45N	HMP50	25
Case 35	3.629	50	0	30	32	22.5	15	0.3	4.5	Ck45N	HMP50	25
Case 36	3.629	50	0	30	32	22.5	0	0.3	6.4	Ck45N	HMP50	25
Case 37	3.629	50	0	30	32	22.5	4	0.3	6.4	Ck45N	HMP50	25
Case 38	3.629	50	0	30	32	22.5	8	0.3	6.4	Ck45N	HMP50	25
Case 39	3.629	50	0	30	32	22.5	12	0.3	6.4	Ck45N	HMP50	25
Case 40	3.629	50	0	30	32	22.5	15	0.3	6.4	Ck45N	HMP50	25
Case 41	3.629	50	0	30	32	22.5	0	0.3	7.9	Ck45N	HMP50	25
Case 42	3.629	50	0	30	32	22.5	4	0.3	7.9	Ck45N	HMP50	25
Case 43	3.629	50	0	30	32	22.5	8	0.3	7.9	Ck45N	HMP50	25
Case 44	3.629	50	0	30	32	22.5	12	0.3	7.9	Ck45N	HMP50	25
Case 45	3.629	50	0	30	32	22.5	15	0.3	7.9	Ck45N	HMP50	25
Case 46	3	63	0	30	42	20	0	0.92	3.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5	25
Case 47	3	63	0	30	42	20	4	0.92	3.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5	25
Case 48	3	63	0	30	42	20	8	0.92	3.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5	25
Case 49	3	63	0	30	42	20	12	0.92	3.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5	25
Case 50	3	63	0	30	42	20	15	0.92	3.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5	25
Case 51	3	63	0	30	42	20	0	0.92	5.25	42CrMo4V	S 18-1-2-5	25
Case 52	3	63	0	30	42	20	4	0.92	5.25	42CrMo4V	S 18-1-2-5	25
Case 53	3	63	0	30	42	20	8	0.92	5.25	42CrMo4V	S 18-1-2-5	25
Case 54	3	63	0	30	42	20	12	0.92	5.25	42CrMo4V	S 18-1-2-5	25
Case 55	3	63	0	30	42	20	15	0.92	5.25	42CrMo4V	S 18-1-2-5	25
Case 56	3	63	0	30	42	20	0	0.92	6.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5	25
Case 57	3	63	0	30	42	20	4	0.92	6.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5	25
Case 58	3	63	0	30	42	20	8	0.92	6.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5	25
Case 59	3	63	0	30	42	20	12	0.92	6.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5	25
Case 60	3	63	0	30	42	20	15	0.92	6.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5	25
Case 61	3	63	0	30	42	20	0	0.58	3.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5	25
Case 62	3	63	0	30	42	20	4	0.58	3.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5	25
Case 63	3	63	0	30	42	20	8	0.58	3.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5	25
Case 64	3	63	0	30	42	20	12	0.58	3.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5	25
Case 65	3	63	0	30	42	20	15	0.58	3.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5	25
Case 66	3	63	0	30	42	20	0	0.58	5.25	42CrMo4V	S 18-1-2-5	25
Case 67	3	63	0	30	42	20	4	0.58	5.25	42CrMo4V	S 18-1-2-5	25
Case 68	3	63	0	30	42	20	8	0.58	5.25	42CrMo4V	S 18-1-2-5	25
Case 69	3	63	0	30	42	20	12	0.58	5.25	42CrMo4V	S 18-1-2-5	25
Case 70	3	63	0	30	42	20	15	0.58	5.25	42CrMo4V	S 18-1-2-5	25
Case 71	3	63	0	30	42	20	0	0.58	6.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5	25
Case 72	3	63	0	30	42	20	4	0.58	6.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5	25
Case 73	3	63	0	30	42	20	8	0.58	6.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5	25
Case 74	3	63	0	30	42	20	12	0.58	6.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5	25
Case 75	3	63	0	30	42	20	15	0.58	6.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5	25



Δεδομένα πλάνισης με κύλιση												
CASE NAME	m [mm]	z2	β2 [deg]	b [mm]	z1	αn [deg]	γ [deg]	s [mm/DS]	T [mm]	Work Material	Tool Material	Cutting Speed [m/min]
Case 76	3	63	0	30	42	20	0	0.3	8	3.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 77	3	63	0	30	42	20	4	0.3	8	3.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 78	3	63	0	30	42	20	8	0.3	8	3.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 79	3	63	0	30	42	20	12	0.3	8	3.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 80	3	63	0	30	42	20	15	0.3	8	3.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 81	3	63	0	30	42	20	0	0.3	8	5.25	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 82	3	63	0	30	42	20	4	0.3	8	5.25	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 83	3	63	0	30	42	20	8	0.3	8	5.25	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 84	3	63	0	30	42	20	12	0.3	8	5.25	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 85	3	63	0	30	42	20	15	0.3	8	5.25	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 86	3	63	0	30	42	20	0	0.3	8	6.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 87	3	63	0	30	42	20	4	0.3	8	6.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 88	3	63	0	30	42	20	8	0.3	8	6.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 89	3	63	0	30	42	20	12	0.3	8	6.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 90	3	63	0	30	42	20	15	0.3	8	6.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 91	3	63	0	30	42	20	0	0.1	8	3.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 92	3	63	0	30	42	20	4	0.1	8	3.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 93	3	63	0	30	42	20	8	0.1	8	3.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 94	3	63	0	30	42	20	12	0.1	8	3.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 95	3	63	0	30	42	20	15	0.1	8	3.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 96	3	63	0	30	42	20	0	0.1	8	5.25	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 97	3	63	0	30	42	20	4	0.1	8	5.25	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 98	3	63	0	30	42	20	8	0.1	8	5.25	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 99	3	63	0	30	42	20	12	0.1	8	5.25	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 100	3	63	0	30	42	20	15	0.1	8	5.25	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 101	3	63	0	30	42	20	0	0.1	8	6.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 102	3	63	0	30	42	20	4	0.1	8	6.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 103	3	63	0	30	42	20	8	0.1	8	6.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 104	3	63	0	30	42	20	12	0.1	8	6.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 105	3	63	0	30	42	20	15	0.1	8	6.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 106	3	63	0	30	42	20	0	1.4	8	3.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 107	3	63	0	30	42	20	4	1.4	8	3.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 108	3	63	0	30	42	20	8	1.4	8	3.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 109	3	63	0	30	42	20	12	1.4	8	3.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 110	3	63	0	30	42	20	15	1.4	8	3.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 111	3	63	0	30	42	20	0	1.4	8	5.25	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 112	3	63	0	30	42	20	4	1.4	8	5.25	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 113	3	63	0	30	42	20	8	1.4	8	5.25	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 114	3	63	0	30	42	20	12	1.4	8	5.25	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 115	3	63	0	30	42	20	15	1.4	8	5.25	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 116	3	63	0	30	42	20	0	1.4	8	6.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 117	3	63	0	30	42	20	4	1.4	8	6.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 118	3	63	0	30	42	20	8	1.4	8	6.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 119	3	63	0	30	42	20	12	1.4	8	6.75	42CrMo4V	S 18-1-2-5
Case 120	3.629	50	0	30	32	22.5	0	0.1	8	4.5	Ck45N	HMP50
Case 121	3.629	50	0	30	32	22.5	4	0.1	8	4.5	Ck45N	HMP50
Case 122	3.629	50	0	30	32	22.5	8	0.1	8	4.5	Ck45N	HMP50
Case 123	3.629	50	0	30	32	22.5	12	0.1	8	4.5	Ck45N	HMP50
Case 124	3.629	50	0	30	32	22.5	15	0.1	8	4.5	Ck45N	HMP50
Case 125	3.629	50	0	30	32	22.5	0	0.1	8	6.4	Ck45N	HMP50
Case 126	3.629	50	0	30	32	22.5	4	0.1	8	6.4	Ck45N	HMP50
Case 127	3.629	50	0	30	32	22.5	8	0.1	8	6.4	Ck45N	HMP50
Case 128	3.629	50	0	30	32	22.5	12	0.1	8	6.4	Ck45N	HMP50
Case 129	3.629	50	0	30	32	22.5	15	0.1	8	6.4	Ck45N	HMP50
Case 130	3.629	50	0	30	32	22.5	0	0.1	8	7.9	Ck45N	HMP50
Case 131	3.629	50	0	30	32	22.5	4	0.1	8	7.9	Ck45N	HMP50
Case 132	3.629	50	0	30	32	22.5	8	0.1	8	7.9	Ck45N	HMP50
Case 133	3.629	50	0	30	32	22.5	12	0.1	8	7.9	Ck45N	HMP50
Case 134	3.629	50	0	30	32	22.5	15	0.1	8	7.9	Ck45N	HMP50
Case 135	3.629	50	0	30	32	22.5	0	1.4	8	4.5	Ck45N	HMP50
Case 136	3.629	50	0	30	32	22.5	4	1.4	8	4.5	Ck45N	HMP50
Case 137	3.629	50	0	30	32	22.5	8	1.4	8	4.5	Ck45N	HMP50
Case 138	3.629	50	0	30	32	22.5	12	1.4	8	4.5	Ck45N	HMP50
Case 139	3.629	50	0	30	32	22.5	15	1.4	8	4.5	Ck45N	HMP50
Case 140	3.629	50	0	30	32	22.5	0	1.4	8	6.4	Ck45N	HMP50
Case 141	3.629	50	0	30	32	22.5	4	1.4	8	6.4	Ck45N	HMP50
Case 142	3.629	50	0	30	32	22.5	8	1.4	8	6.4	Ck45N	HMP50
Case 143	3.629	50	0	30	32	22.5	12	1.4	8	6.4	Ck45N	HMP50
Case 144	3.629	50	0	30	32	22.5	15	1.4	8	6.4	Ck45N	HMP50
Case 145	3.629	50	0	30	32	22.5	0	1.4	8	7.9	Ck45N	HMP50
Case 146	3.629	50	0	30	32	22.5	4	1.4	8	7.9	Ck45N	HMP50
Case 147	3.629	50	0	30	32	22.5	8	1.4	8	7.9	Ck45N	HMP50
Case 148	3.629	50	0	30	32	22.5	12	1.4	8	7.9	Ck45N	HMP50
Case 149	3.629	50	0	30	32	22.5	15	1.4	8	7.9	Ck45N	HMP50
Case 150	3	15	0	30	20	20	5	0.5	8	3	Ck45N	HMP50

Δεδομένα πλάνισης με κύλιση												
CASE NAME	m [mm]	z2	β2 [deg]	b [mm]	z1	αn [deg]	γ [deg]	s [mm/DS]	T [mm]	Work Material	Tool Material	Cutting Speed [m/min]
Case 151	3	15	0	30	40	20	5	0.5	8	3	Ck45N	HMP50
Case 152	3	15	0	30	60	20	5	0.5	8	3	Ck45N	HMP50
Case 153	3	15	0	30	80	20	5	0.5	8	3	Ck45N	HMP50
Case 154	3	15	0	30	100	20	5	0.5	8	3	Ck45N	HMP50
Case 155	3	15	0	30	20	20	5	0.5	8	6.75	Ck45N	HMP50
Case 156	3	15	0	30	40	20	5	0.5	8	6.75	Ck45N	HMP50
Case 157	3	15	0	30	60	20	5	0.5	8	6.75	Ck45N	HMP50
Case 158	3	15	0	30	80	20	5	0.5	8	6.75	Ck45N	HMP50
Case 159	3	15	0	30	100	20	5	0.5	8	6.75	Ck45N	HMP50
Case 160	3	60	0	30	20	20	5	0.5	8	3	Ck45N	HMP50
Case 161	3	60	0	30	40	20	5	0.5	8	3	Ck45N	HMP50
Case 162	3	60	0	30	60	20	5	0.5	8	3	Ck45N	HMP50
Case 163	3	60	0	30	80	20	5	0.5	8	3	Ck45N	HMP50
Case 164	3	60	0	30	100	20	5	0.5	8	3	Ck45N	HMP50
Case 165	3	60	0	30	20	20	5	0.5	8	6.75	Ck45N	HMP50
Case 166	3	60	0	30	40	20	5	0.5	8	6.75	Ck45N	HMP50
Case 167	3	60	0	30	60	20	5	0.5	8	6.75	Ck45N	HMP50
Case 168	3	60	0	30	80	20	5	0.5	8	6.75	Ck45N	HMP50
Case 169	3	60	0	30	100	20	5	0.5	8	6.75	Ck45N	HMP50
Case 170	3	150	0	30	20	20	5	0.5	8	3	Ck45N	HMP50
Case 171	3	150	0	30	40	20	5	0.5	8	3	Ck45N	HMP50
Case 172	3	150	0	30	60	20	5	0.5	8	3	Ck45N	HMP50
Case 173	3	150	0	30	80	20	5	0.5	8	3	Ck45N	HMP50
Case 174	3	150	0	30	100	20	5	0.5	8	3	Ck45N	HMP50
Case 175	3	150	0	30	20	20	5	0.5	8	6.75	Ck45N	HMP50
Case 176	3	150	0	30	40	20	5	0.5	8	6.75	Ck45N	HMP50
Case 177	3	150	0	30	60	20	5	0.5	8	6.75	Ck45N	HMP50
Case 178	3	150	0	30	80	20	5	0.5	8	6.75	Ck45N	HMP50
Case 179	3	150	0	30	100	20	5	0.5	8	6.75	Ck45N	HMP50
Case 180	5	75	0	30	20	20	5	0.885	8	5	Ck45N	HMP50
Case 181	5	75	0	30	40	20	5	0.885	8	5	Ck45N	HMP50
Case 182	5	75	0	30	60	20	5	0.885	8	5	Ck45N	HMP50
Case 183	5	75	0	30	20	20	5	0.885	8	11.25	Ck45N	HMP50
Case 184	5	75	0	30	40	20	5	0.885	8	11.25	Ck45N	HMP50
Case 185	5	75	0	30	60	20	5	0.885	8	11.25	Ck45N	HMP50
Case 186	5	100	0	30	20	20	5	0.885	8	5	Ck45N	HMP50
Case 187	5	100	0	30	40	20	5	0.885	8	5	Ck45N	HMP50
Case 188	5	100	0	30	60	20	5	0.885	8	5	Ck45N	HMP50
Case 189	5	100	0	30	80	20	5	0.885	8	5	Ck45N	HMP50
Case 190	5	100	0	30	20	20	5	0.885	8	11.25	Ck45N	HMP50
Case 191	5	100	0	30	40	20	5	0.885	8	11.25	Ck45N	HMP50
Case 192	5	100	0	30	60	20	5	0.885	8	11.25	Ck45N	HMP50
Case 193	5	100	0	30	80	20	5	0.885	8	11.25	Ck45N	HMP50
Case 194	5	150	0	30	20	20	5	0.885	8	5	Ck45N	HMP50
Case 195	5	150	0	30	40	20	5	0.885	8	5	Ck45N	HMP50
Case 196	5	150	0	30	60	20	5	0.885	8	5	Ck45N	HMP50
Case 197	5	150	0	30	80	20	5	0.885	8	5	Ck45N	HMP50
Case 198	5	150	0	30	100	20	5	0.885	8	5	Ck45N	HMP50
Case 199	5	150	0	30	20	20	5	0.885	8	11.25	Ck45N	HMP50
Case 200	5	150	0	30	40	20	5	0.885	8	11.25	Ck45N	HMP50
Case 201	5	150	0	30	60	20	5	0.885	8	11.25	Ck45N	HMP50
Case 202	5	150	0	30	80	20	5	0.885	8	11.25	Ck45N	HMP50
Case 203	5	150	0	30	100	20	5	0.885	8	11.25	Ck45N	HMP50
Case 204	2	60	0	30	60	20	5	1	8	4.5	Ck45N	HMP50
Case 205	4	60	0	30	60	20	5	1	8	9	Ck45N	HMP50
Case 206	6	60	0	30	60	20	5	1	8	13.5	Ck45N	HMP50
Case 207	8	60	0	30	60	20	5	1	8	18	Ck45N	HMP50
Case 208	10	60	0	30	60	20	5	1	8	22.5	Ck45N	HMP50
Case 209	2	60	0	30	60	20	5	0.9	8	4.5	Ck45N	HMP50
Case 210	4	60	0	30	60	20	5	0.9	8	9	Ck45N	HMP50
Case 211	6	60	0	30	60	20	5	0.9	8	13.5	Ck45N	HMP50
Case 212	8	60	0	30	60	20	5	0.9	8	18	Ck45N	HMP50
Case 213	10	60	0	30	60	20	5	0.9	8	22.5	Ck45N	HMP50
Case 214	2	60	0	30	60	20	5	0.8	8	4.5	Ck45N	HMP50
Case 215	4	60	0	30	60	20	5	0.8	8	9	Ck45N	HMP50
Case 216	6	60	0	30	60	20	5	0.8	8	13.5	Ck45N	HMP50
Case 217	8	60	0	30	60	20	5	0.8	8	18	Ck45N	HMP50
Case 218	10	60	0	30	60	20	5	0.8	8	22.5	Ck45N	HMP50
Case 219	2	60	0	30	60	20	5	0.7	8	4.5	Ck45N	HMP50
Case 220	4	60	0	30	60	20	5	0.7	8	9	Ck45N	HMP50
Case 221	6	60	0	30	60	20	5	0.7	8	13.5	Ck45N	HMP50
Case 222	8	60	0	30	60	20	5	0.7	8	18	Ck45N	HMP50
Case 223	10	60	0	30	60	20	5	0.7	8	22.5	Ck45N	HMP50
Case 224	2	60	0	30	60	20	5	0.6	8	4.5	Ck45N	HMP50
Case 225	4	60	0	30	60	20	5	0.6	8	9	Ck45N	HMP50

Δεδομένα πλάνισης με κύλιση												
CASE NAME	m [mm]	z2	β2 [deg]	b [mm]	z1	αn [deg]	γ [deg]	s [mm/DS]	T [mm]	Work Material	Tool Material	Cutting Speed [m/min]
Case 226	6	60	0	30	60	20	5	0.6	8	13.5	Ck45N	HMP50
Case 227	8	60	0	30	60	20	5	0.6	8	18	Ck45N	HMP50
Case 228	10	60	0	30	60	20	5	0.6	8	22.5	Ck45N	HMP50
Case 229	2	60	0	30	60	20	5	0.5	8	4.5	Ck45N	HMP50
Case 230	4	60	0	30	60	20	5	0.5	8	9	Ck45N	HMP50
Case 231	6	60	0	30	60	20	5	0.5	8	13.5	Ck45N	HMP50
Case 232	8	60	0	30	60	20	5	0.5	8	18	Ck45N	HMP50
Case 233	10	60	0	30	60	20	5	0.5	8	22.5	Ck45N	HMP50
Case 234	2	60	0	30	60	20	5	0.4	8	4.5	Ck45N	HMP50
Case 235	4	60	0	30	60	20	5	0.4	8	9	Ck45N	HMP50
Case 236	6	60	0	30	60	20	5	0.4	8	13.5	Ck45N	HMP50
Case 237	8	60	0	30	60	20	5	0.4	8	18	Ck45N	HMP50
Case 238	10	60	0	30	60	20	5	0.4	8	22.5	Ck45N	HMP50
Case 239	2	60	0	30	60	20	5	0.3	8	4.5	Ck45N	HMP50
Case 240	4	60	0	30	60	20	5	0.3	8	9	Ck45N	HMP50
Case 241	6	60	0	30	60	20	5	0.3	8	13.5	Ck45N	HMP50
Case 242	8	60	0	30	60	20	5	0.3	8	18	Ck45N	HMP50
Case 243	10	60	0	30	60	20	5	0.3	8	22.5	Ck45N	HMP50
Case 244	2	60	0	30	60	20	5	0.2	8	4.5	Ck45N	HMP50
Case 245	4	60	0	30	60	20	5	0.2	8	9	Ck45N	HMP50
Case 246	6	60	0	30	60	20	5	0.2	8	13.5	Ck45N	HMP50
Case 249	2	60	0	30	60	20	5	0.1	8	4.5	Ck45N	HMP50
Case 250	4	60	0	30	60	20	5	0.1	8	9	Ck45N	HMP50
Case 254	2	100	0	30	50	20	5	1.5	8	4.5	Ck45N	HMP50
Case 255	4	100	0	30	50	20	5	1.5	8	9	Ck45N	HMP50
Case 256	6	100	0	30	50	20	5	1.5	8	13.5	Ck45N	HMP50
Case 257	8	100	0	30	50	20	5	1.5	8	18	Ck45N	HMP50
Case 258	10	100	0	30	50	20	5	1.5	8	22.5	Ck45N	HMP50
Case 259	2	100	0	30	50	20	5	1.3	8	4.5	Ck45N	HMP50
Case 260	4	100	0	30	50	20	5	1.3	8	9	Ck45N	HMP50
Case 261	6	100	0	30	50	20	5	1.3	8	13.5	Ck45N	HMP50
Case 262	8	100	0	30	50	20	5	1.3	8	18	Ck45N	HMP50
Case 263	10	100	0	30	50	20	5	1.3	8	22.5	Ck45N	HMP50
Case 264	2	100	0	30	50	20	5	1.1	8	4.5	Ck45N	HMP50
Case 265	4	100	0	30	50	20	5	1.1	8	9	Ck45N	HMP50
Case 266	6	100	0	30	50	20	5	1.1	8	13.5	Ck45N	HMP50
Case 267	8	100	0	30	50	20	5	1.1	8	18	Ck45N	HMP50
Case 268	10	100	0	30	50	20	5	1.1	8	22.5	Ck45N	HMP50
Case 269	2	100	0	30	50	20	5	0.9	8	4.5	Ck45N	HMP50
Case 270	4	100	0	30	50	20	5	0.9	8	9	Ck45N	HMP50
Case 271	6	100	0	30	50	20	5	0.9	8	13.5	Ck45N	HMP50
Case 272	8	100	0	30	50	20	5	0.9	8	18	Ck45N	HMP50
Case 273	10	100	0	30	50	20	5	0.9	8	22.5	Ck45N	HMP50
Case 274	2	100	0	30	50	20	5	0.7	8	4.5	Ck45N	HMP50
Case 275	4	100	0	30	50	20	5	0.7	8	9	Ck45N	HMP50
Case 276	6	100	0	30	50	20	5	0.7	8	13.5	Ck45N	HMP50
Case 277	8	100	0	30	50	20	5	0.7	8	18	Ck45N	HMP50
Case 278	10	100	0	30	50	20	5	0.7	8	22.5	Ck45N	HMP50
Case 279	2	100	0	30	50	20	5	0.5	8	4.5	Ck45N	HMP50
Case 280	4	100	0	30	50	20	5	0.5	8	9	Ck45N	HMP50
Case 281	6	100	0	30	50	20	5	0.5	8	13.5	Ck45N	HMP50
Case 282	8	100	0	30	50	20	5	0.5	8	18	Ck45N	HMP50
Case 283	10	100	0	30	50	20	5	0.5	8	22.5	Ck45N	HMP50
Case 284	2	100	0	30	50	20	5	0.3	8	4.5	Ck45N	HMP50
Case 285	4	100	0	30	50	20	5	0.3	8	9	Ck45N	HMP50
Case 286	6	100	0	30	50	20	5	0.3	8	13.5	Ck45N	HMP50
Case 287	8	100	0	30	50	20	5	0.3	8	18	Ck45N	HMP50
Case 289	3.629	50	15	30	32	22.5	0	0.3	0	4.5	Ck45N	HMP50
Case 290	3.629	50	15	30	32	22.5	8	0.3	0	4.5	Ck45N	HMP50
Case 291	3.629	50	15	30	32	22.5	15	0.3	0	4.5	Ck45N	HMP50
Case 292	3.629	50	15	30	32	22.5	0	0.3	0	6.4	Ck45N	HMP50
Case 293	3.629	50	15	30	32	22.5	8	0.3	0	6.4	Ck45N	HMP50
Case 294	3.629	50	15	30	32	22.5	15	0.3	0	6.4	Ck45N	HMP50
Case 295	3.629	50	15	30	32	22.5	0	0.3	0	7.258	Ck45N	HMP50
Case 296	3.629	50	15	30	32	22.5	8	0.3	0	7.258	Ck45N	HMP50
Case 297	3.629	50	15	30	32	22.5	15	0.3	0	7.258	Ck45N	HMP50
Case 298	3.629	50	15	30	32	22.5	0	0.58	0	4.5	Ck45N	HMP50
Case 299	3.629	50	15	30	32	22.5	8	0.58	0	4.5	Ck45N	HMP50
Case 300	3.629	50	15	30	32	22.5	15	0.58	0	4.5	Ck45N	HMP50

Δεδομένα πλάνισης με κύλιση												
CASE NAME	m [mm]	z2	β2 [deg]	b [mm]	z1	αn [deg]	γ [deg]	s [mm/DS]	T [mm]	Work Material	Tool Material	Cutting Speed [m/min]
Case 301	3.629	50	15	30	32	22.5	0	0.58	0	6.4	Ck45N	HMP50
Case 302	3.629	50	15	30	32	22.5	8	0.58	0	6.4	Ck45N	HMP50
Case 303	3.629	50	15	30	32	22.5	15	0.58	0	6.4	Ck45N	HMP50
Case 304	3.629	50	15	30	32	22.5	0	0.58	0	7.258	Ck45N	HMP50
Case 305	3.629	50	15	30	32	22.5	8	0.58	0	7.258	Ck45N	HMP50
Case 306	3.629	50	15	30	32	22.5	15	0.58	0	7.258	Ck45N	HMP50
Case 307	3.629	50	15	30	32	22.5	0	0.92	0	4.5	Ck45N	HMP50
Case 308	3.629	50	15	30	32	22.5	8	0.92	0	4.5	Ck45N	HMP50
Case 309	3.629	50	15	30	32	22.5	15	0.92	0	4.5	Ck45N	HMP50
Case 310	3.629	50	15	30	32	22.5	0	0.92	0	6.4	Ck45N	HMP50
Case 311	3.629	50	15	30	32	22.5	8	0.92	0	6.4	Ck45N	HMP50
Case 312	3.629	50	15	30	32	22.5	15	0.92	0	6.4	Ck45N	HMP50
Case 313	3.629	50	15	30	32	22.5	0	0.92	0	7.258	Ck45N	HMP50
Case 314	3.629	50	15	30	32	22.5	8	0.92	0	7.258	Ck45N	HMP50
Case 315	3.629	50	15	30	32	22.5	8	0.92	0	7.258	Ck45N	HMP50
Case 316	3.629	50	30	30	32	22.5	0	0.3	0	4.5	Ck45N	HMP50
Case 317	3.629	50	30	30	32	22.5	8	0.3	0	4.5	Ck45N	HMP50
Case 318	3.629	50	30	30	32	22.5	15	0.3	0	4.5	Ck45N	HMP50
Case 319	3.629	50	30	30	32	22.5	0	0.3	0	6.4	Ck45N	HMP50
Case 320	3.629	50	30	30	32	22.5	8	0.3	0	6.4	Ck45N	HMP50
Case 321	3.629	50	30	30	32	22.5	15	0.3	0	6.4	Ck45N	HMP50
Case 322	3.629	50	30	30	32	22.5	0	0.3	0	7.258	Ck45N	HMP50
Case 323	3.629	50	30	30	32	22.5	8	0.3	0	7.258	Ck45N	HMP50
Case 324	3.629	50	30	30	32	22.5	15	0.3	0	7.258	Ck45N	HMP50
Case 325	3.629	50	30	30	32	22.5	0	0.58	0	4.5	Ck45N	HMP50
Case 326	3.629	50	30	30	32	22.5	8	0.58	0	4.5	Ck45N	HMP50
Case 327	3.629	50	30	30	32	22.5	15	0.58	0	4.5	Ck45N	HMP50
Case 328	3.629	50	30	30	32	22.5	0	0.58	0	6.4	Ck45N	HMP50
Case 329	3.629	50	30	30	32	22.5	8	0.58	0	6.4	Ck45N	HMP50
Case 330	3.629	50	30	30	32	22.5	15	0.58	0	6.4	Ck45N	HMP50
Case 331	3.629	50	30	30	32	22.5	0	0.58	0	7.258	Ck45N	HMP50
Case 332	3.629	50	30	30	32	22.5	8	0.58	0	7.258	Ck45N	HMP50
Case 333	3.629	50	30	30	32	22.5	15	0.58	0	7.258	Ck45N	HMP50
Case 334	3.629	50	30	30	32	22.5	0	0.92	0	4.5	Ck45N	HMP50
Case 335	3.629	50	30	30	32	22.5	8	0.92	0	4.5	Ck45N	HMP50
Case 336	3.629	50	30	30	32	22.5	15	0.92	0	4.5	Ck45N	HMP50
Case 337	3.629	50	30	30	32	22.5	0	0.92	0	6.4	Ck45N	HMP50
Case 338	3.629	50	30	30	32	22.5	8	0.92	0	6.4	Ck45N	HMP50
Case 339	3.629	50	30	30	32	22.5	15	0.92	0	6.4	Ck45N	HMP50
Case 340	3.629	50	30	30	32	22.5	0	0.92	0	7.258	Ck45N	HMP50
Case 341	3.629	50	30	30	32	22.5	8	0.92	0	7.258	Ck45N	HMP50
Case 342	3.629	50	30	30	32	22.5	15	0.92	0	7.258	Ck45N	HMP50
Case 343	3	68	15	30	42	22.5	0	1	0	3.75	Ck45N	HMP50
Case 344	3	68	15	30	42	22.5	8	1	0	3.75	Ck45N	HMP50
Case 345	3	68	15	30	42	22.5	15	1	0	3.75	Ck45N	HMP50
Case 346	3	68	15	30	42	22.5	0	1	0	5.25	Ck45N	HMP50
Case 347	3	68	15	30	42	22.5	8	1	0	5.25	Ck45N	HMP50
Case 348	3	68	15	30	42	22.5	15	1	0	5.25	Ck45N	HMP50
Case 349	3	68	15	30	42	22.5	0	1	0	6	Ck45N	HMP50
Case 350	3	68	15	30	42	22.5	8	1	0	6	Ck45N	HMP50
Case 351	3	68	15	30	42	22.5	15	1	0	6	Ck45N	HMP50
Case 352	3	68	15	30	42	22.5	0	1.5	0	3.75	Ck45N	HMP50
Case 353	3	68	15	30	42	22.5	8	1.5	0	3.75	Ck45N	HMP50
Case 354	3	68	15	30	42	22.5	15	1.5	0	3.75	Ck45N	HMP50
Case 355	3	68	15	30	42	22.5	0	1.5	0	5.25	Ck45N	HMP50
Case 356	3	68	15	30	42	22.5	8	1.5	0	5.25	Ck45N	HMP50
Case 357	3	68	15	30	42	22.5	15	1.5	0	5.25	Ck45N	HMP50
Case 358	3	68	15	30	42	22.5	0	1.5	0	6	Ck45N	HMP50
Case 359	3	68	15	30	42	22.5	8	1.5	0	6	Ck45N	HMP50
Case 360	3	68	15	30	42	22.5	15	1.5	0	6	Ck45N	HMP50
Case 361	3	68	15	30	42	22.5	0	2.1	0	3.75	Ck45N	HMP50
Case 362	3	68	15	30	42	22.5	8	2.1	0	3.75	Ck45N	HMP50
Case 363	3	68	15	30	42	22.5	15	2.1	0	3.75	Ck45N	HMP50
Case 364	3	68	15	30	42	22.5	0	2.1	0	5.25	Ck45N	HMP50
Case 365	3	68	15	30	42	22.5	8	2.1	0	5.25	Ck45N	HMP50
Case 366	3	68	15	30	42	22.5	15	2.1	0	5.25	Ck45N	HMP50
Case 367	3	68	15	30	42	22.5	0	2.1	0	6	Ck45N	HMP50
Case 368	3	68	15	30	42	22.5	8	2.1	0	6	Ck45N	HMP50
Case 369	3	68	15	30	42	22.5	15	2.1	0	6	Ck45N	HMP50
Case 370	3	68	30	30	42	22.5	0	1	0	3.75	Ck45N	HMP50
Case 371	3	68	30	30	42	22.5	8	1	0	3.75	Ck45N	HMP50
Case 372	3	68	30	30	42	22.5	15	1	0	3.75	Ck45N	HMP50
Case 373	3	68	30	30	42	22.5	0	1	0	5.25	Ck45N	HMP50
Case 374	3	68	30	30	42	22.5	8	1	0	5.25	Ck45N	HMP50
Case 375	3	68	30	30	42	22.5	15	1	0	5.25	Ck45N	HMP50



Δεδομένα πλάνισης με κύλιση												
CASE NAME	m [mm]	z2	$\beta_2$ [deg]	b [mm]	z1	$\alpha_1$ [deg]	$\gamma$ [deg]	s [mm/DS]	T [mm]	Work Material	Tool Material	Cutting Speed [m/min]
Case 376	3	68	30	30	42	22.5	0	1	0	6	Ck45N	HMP50
Case 377	3	68	30	30	42	22.5	8	1	0	6	Ck45N	HMP50
Case 378	3	68	30	30	42	22.5	15	1	0	6	Ck45N	HMP50
Case 379	3	68	30	30	42	22.5	0	1.5	0	3.75	Ck45N	HMP50
Case 380	3	68	30	30	42	22.5	8	1.5	0	3.75	Ck45N	HMP50
Case 381	3	68	30	30	42	22.5	15	1.5	0	3.75	Ck45N	HMP50
Case 382	3	68	30	30	42	22.5	0	1.5	0	5.25	Ck45N	HMP50
Case 383	3	68	30	30	42	22.5	8	1.5	0	5.25	Ck45N	HMP50
Case 384	3	68	30	30	42	22.5	15	1.5	0	5.25	Ck45N	HMP50
Case 385	3	68	30	30	42	22.5	0	1.5	0	6	Ck45N	HMP50
Case 386	3	68	30	30	42	22.5	8	1.5	0	6	Ck45N	HMP50
Case 387	3	68	30	30	42	22.5	15	1.5	0	6	Ck45N	HMP50
Case 388	3	68	30	30	42	22.5	0	2.1	0	3.75	Ck45N	HMP50
Case 389	3	68	30	30	42	22.5	8	2.1	0	3.75	Ck45N	HMP50
Case 390	3	68	30	30	42	22.5	15	2.1	0	3.75	Ck45N	HMP50
Case 391	3	68	30	30	42	22.5	0	2.1	0	5.25	Ck45N	HMP50
Case 392	3	68	30	30	42	22.5	8	2.1	0	5.25	Ck45N	HMP50
Case 393	3	68	30	30	42	22.5	15	2.1	0	5.25	Ck45N	HMP50
Case 394	3	68	30	30	42	22.5	0	2.1	0	6	Ck45N	HMP50
Case 395	3	68	30	30	42	22.5	8	2.1	0	6	Ck45N	HMP50
Case 396	3	68	30	30	42	22.5	15	2.1	0	6	Ck45N	HMP50
Case 397	3.629	50	5	30	32	22.5	0	0.58	8	6.4	Ck45N	HMP50
Case 398	3.629	50	10	30	32	22.5	0	0.58	8	6.4	Ck45N	HMP50
Case 399	3.629	50	20	30	32	22.5	0	0.58	8	6.4	Ck45N	HMP50
Case 400	3.629	50	0	30	32	22.5	0	0.58	8	6.4	Ck45N	HMP50
Case 401	3.629	50	5	30	32	22.5	8	0.58	8	6.4	Ck45N	HMP50
Case 402	3.629	50	10	30	32	22.5	8	0.58	8	6.4	Ck45N	HMP50
Case 403	3.629	50	0	30	32	22.5	8	0.58	8	6.4	Ck45N	HMP50
Case 404	3.629	50	20	30	32	22.5	8	0.58	8	6.4	Ck45N	HMP50
Case 405	3.629	50	25	30	32	22.5	8	0.58	8	6.4	Ck45N	HMP50

## Αποτελέσματα πλάνισης με κύλιση

CASE NAME	Fx max [N]	Fy max	Fz max	Fx mean	Fy mean	Fz mean	Fx max Global	Fy max Global	Fz max Global	Fx Global mean	Fy Global mean	Fz Global mean	h max [mm]	max Area [mm <sup>2</sup> ]
Case 1	666	1546	3822	-262	-926	2087	2538	250	5272	2093	-172	4480	0.4583	1.2821
Case 2	669	1547	3830	-263	-927	2091	2179	317	5438	1785	-234	4616	0.4593	1.288
Case 3	676	1550	3855	-265	-928	2103	1812	400	5589	1469	-300	4748	0.4626	1.2986
Case 4	685	1553	3897	-269	-931	2126	1430	486	5747	1140	-373	4879	0.468	1.3138
Case 5	694	1558	3939	-273	-933	2149	1134	554	5862	886	-430	4975	0.4736	1.3302
Case 6	1110	1973	5362	-328	-1114	2815	3751	294	8581	3367	-131	7836	0.5311	1.8975
Case 7	1113	1974	5374	-328	-1114	2821	3178	412	8811	2837	-263	8049	0.5322	1.9021
Case 8	1123	1977	5405	-331	-1116	2838	2588	537	9036	2293	-404	8256	0.5357	1.916
Case 9	1138	1981	5458	-336	-1118	2869	1981	686	9267	1731	-554	8459	0.5418	1.9397
Case 10	1154	1987	5524	-340	-1121	2901	1514	801	9426	1297	-675	8609	0.5482	1.9651
Case 11	1512	2260	6538	-363	-1202	3297	4781	120	11666	4339	-51	10689	0.6031	2.3994
Case 12	1516	2261	6551	-364	-1202	3305	4010	296	11961	3625	-247	10960	0.6044	2.4053
Case 13	1528	2264	6592	-367	-1204	3326	3223	515	12242	2894	-454	11221	0.6084	2.4223
Case 14	1549	2267	6665	-372	-1206	3362	2420	784	12519	2139	-675	11476	0.6151	2.4528
Case 15	1570	2274	6741	-378	-1209	3400	1795	997	12726	1556	-851	11664	0.6219	2.4834
Case 16	542	1249	2833	-215	-752	1526	1977	187	3660	1613	-132	3110	0.2903	0.8087
Case 17	543	1249	2836	-216	-752	1529	1730	243	3790	1399	-177	3215	0.2909	0.8107
Case 18	551	1251	2855	-217	-753	1539	1476	307	3922	1179	-225	3320	0.293	0.817
Case 19	561	1255	2885	-221	-756	1556	1212	382	4039	950	-281	3422	0.2965	0.8272
Case 20	565	1258	2918	-222	-757	1570	1006	427	4128	772	-319	3489	0.3	0.8382
Case 21	901	1592	3984	-267	-904	2066	2925	238	6042	2589	-89	5436	0.3481	1.197
Case 22	904	1593	3993	-268	-905	2071	2522	335	6226	2222	-185	5601	0.3489	1.1999
Case 23	911	1595	4017	-269	-906	2082	2108	438	6411	1844	-285	5758	0.3511	1.2088
Case 24	923	1599	4063	-273	-908	2105	1680	559	6585	1454	-395	5915	0.3549	1.2245
Case 25	934	1602	4108	-277	-910	2126	1349	639	6709	1152	-481	6025	0.3591	1.2373
Case 26	1225	1823	4858	-297	-983	2441	3740	131	8263	3323	-30	7421	0.3863	1.5159
Case 27	1228	1824	4869	-298	-983	2447	3199	241	8492	2828	-170	7628	0.3871	1.5196
Case 28	1237	1826	4895	-300	-985	2462	2647	365	8713	2320	-319	7830	0.3895	1.5301
Case 29	1252	1831	4945	-305	-987	2489	2073	509	8911	1795	-478	8026	0.3937	1.547
Case 30	1268	1835	5003	-308	-989	2515	1630	652	9075	1388	-602	8165	0.398	1.5652
Case 31	402	929	1745	-162	-568	954	1493	141	2348	1223	-96	1950	0.1513	0.4173
Case 32	403	929	1749	-162	-568	956	1334	175	2444	1088	-126	2031	0.1516	0.4184
Case 33	410	931	1760	-163	-569	963	1170	216	2541	950	-158	2111	0.1527	0.4235
Case 34	418	933	1782	-167	-571	976	999	267	2633	805	-195	2194	0.1545	0.4303
Case 35	423	936	1802	-167	-571	981	864	298	2694	691	-219	2240	0.1564	0.4352
Case 36	670	1184	2506	-198	-676	1291	2202	172	3873	1964	-63	3458	0.1797	0.6205
Case 37	672	1184	2512	-199	-676	1294	1944	233	4012	1730	-127	3583	0.1801	0.622
Case 38	677	1186	2529	-200	-677	1301	1676	299	4134	1489	-193	3702	0.1812	0.6266
Case 39	686	1187	2559	-202	-678	1315	1403	375	4277	1239	-267	3821	0.1831	0.6345
Case 40	692	1189	2575	-204	-679	1327	1188	422	4371	1044	-321	3901	0.1852	0.6383
Case 41	906	1353	3085	-219	-736	1536	2808	77	5283	2513	-10	4717	0.2001	0.7858
Case 42	908	1353	3092	-220	-736	1540	2461	141	5456	2199	-103	4874	0.2005	0.7877
Case 43	915	1356	3113	-222	-737	1551	2107	222	5637	1876	-203	5031	0.2018	0.7935
Case 44	927	1359	3138	-225	-739	1567	1738	347	5805	1540	-310	5180	0.2039	0.8004
Case 45	936	1362	3177	-227	-740	1583	1450	451	5924	1279	-392	5285	0.2061	0.8096
Case 46	437	1485	3653	-168	-952	2070	2681	136	5899	2464	-64	5219	0.3973	0.9909
Case 47	438	1485	3660	-169	-952	2074	2274	185	6076	2102	-129	5384	0.3982	0.9933
Case 48	442	1486	3689	-170	-953	2086	1855	232	6248	1728	-196	5542	0.4009	1.0004
Case 49	447	1487	3725	-172	-954	2108	1436	304	6413	1339	-270	5696	0.4054	1.0123
Case 50	453	1488	3763	-175	-955	2131	1108	376	6522	1036	-328	5808	0.41	1.0248
Case 51	654	1773	4976	-172	-1084	2710	3836	303	9143	3518	79	8375	0.4655	1.3916
Case 52	655	1773	4986	-172	-1084	2715	3240	235	9382	2944	-42	8606	0.4666	1.395
Case 53	660	1774	5017	-174	-1084	2732	2624	381	9610	2352	-168	8830	0.4697	1.4053
Case 54	669	1777	5069	-176	-1086	2763	1988	534	9845	1740	-301	9053	0.475	1.4224
Case 55	679	1777	5116	-178	-1087	2789	1490	657	9990	1262	-405	9198	0.4806	1.4417
Case 56	894	1989	6250	-158	-1165	3284	5025	420	13118	4632	347	12214	0.5328	1.8108
Case 57	896	1989	6263	-158	-1165	3290	4145	272	13435	3806	147	12510	0.534	1.8152
Case 58	903	1990	6296	-160	-1166	3311	3241	206	13749	2957	-60	12800	0.5376	1.8285
Case 59	914	1994	6373	-161	-1167	3351	2308	444	14058	2078	-274	13095	0.5436	1.8508
Case 60	926	1994	6435	-163	-1168	3382	1616	640	14258	1397	-445	13276	0.5498	1.8714
Case 61	410	1384	2760	-158	-892	1578	2475	123	4403	2247	-54	3872	0.2571	0.6238
Case 62	409	1384	2765	-158	-892	1581	2175	160	4567	1978	-103	4023	0.2577	0.6267
Case 63	412	1385	2783	-159	-893	1592	1864	201	4726	1698	-156	4171	0.2594	0.6312
Case 64	417	1386	2811	-162	-894	1608	1539	248	4880	1405	-213	4314	0.2622	0.6387
Case 65	423	1387	2839	-164	-895	1625	1285	305	4983	1176	-258	4415	0.2651	0.6465
Case 66	608	1651	3745	-159	-1005	2041	3469	283	6825	3220	81	6234	0.3023	0.8805
Case 67	610	1652	3752	-160	-1005	2045	3024	192	7045	2792	-11	6445	0.3029	0.8827
Case 68	614	1652	3776	-161	-1006	2058	2564	299	7252	2348	-107	6651	0.305	0.8892
Case 69	622	1655	3817	-163	-1007	2081	2087	415	7466	1888	-210	6855	0.3084	0.9
Case 70	630	1655	3849	-165	-1007	2099	1711	514	7603	1527	-290	6988	0.3118	0.911
Case 71	827	1851	4703	-145	-1088	2496	4625	415	9786	4243	332	9108	0.3379	1.1421
Case 72	829	1851	4713	-145	-1089	2500	3968	311	10079	3626	180	9380	0.3387	1.1449
Case 73	835	1852	4734	-146	-1089	2517	3289	201	10370	2989	21	9648	0.3409	1.1531
Case 74	846	1856	4794	-147	-1091	2547	2585	301	10660	2327	-142	9921	0.3447	1.1672
Case 75	856	1855	4838	-149	-1091	2569	2037	456	10848	1813	-274	10088	0.3486	1.1787

## Αποτελέσματα πλάνισης με κύλιση

CASE NAME	Fx max [N]	Fy max	Fz max	Fx mean	Fy mean	Fz mean	Fx max Global	Fy max Global	Fz max Global	Fx Global mean	Fy Global mean	Fz Global mean	h max [mm]	max Area [mm <sup>2</sup> ]
Case 76	369	1264	1845	-145	-823	1073	2246	108	2934	2032	-45	2584	0.1339	0.3241
Case 77	370	1264	1849	-145	-823	1075	2044	134	3082	1851	-78	2720	0.1342	0.3249
Case 78	372	1264	1861	-146	-823	1082	1832	162	3229	1661	-115	2854	0.1351	0.3254
Case 79	377	1266	1879	-148	-824	1094	1609	193	3372	1461	-155	2985	0.1366	0.3292
Case 80	382	1266	1898	-150	-824	1103	1434	223	3473	1303	-188	3076	0.138	0.333
Case 81	547	1506	2506	-144	-926	1388	3095	270	4553	2910	87	4165	0.1581	0.4549
Case 82	549	1506	2511	-144	-926	1391	2799	207	4752	2622	24	4356	0.1585	0.4561
Case 83	554	1506	2527	-145	-926	1399	2494	216	4943	2322	-43	4544	0.1595	0.4603
Case 84	561	1508	2555	-147	-928	1415	2176	299	5140	2007	-114	4732	0.1613	0.4659
Case 85	569	1507	2570	-149	-928	1425	1923	367	5262	1759	-172	4850	0.1631	0.4718
Case 86	744	1682	3146	-127	-987	1669	4180	412	6522	3828	321	6067	0.1795	0.5922
Case 87	746	1682	3152	-127	-987	1672	3740	328	6786	3416	217	6310	0.1799	0.5936
Case 88	752	1684	3161	-128	-987	1682	3283	250	7059	2986	108	6553	0.1811	0.5979
Case 89	761	1688	3205	-129	-988	1704	2804	169	7321	2537	-3	6804	0.1831	0.6052
Case 90	770	1687	3230	-131	-988	1715	2430	254	7490	2187	-96	6952	0.1852	0.6095
Case 91	315	1102	951	-119	-717	557	1940	77	1508	1738	-22	1316	0.0449	0.1086
Case 92	316	1102	953	-120	-717	558	1834	91	1635	1644	-40	1433	0.045	0.1089
Case 93	317	1103	960	-121	-718	561	1719	107	1762	1543	-61	1549	0.0453	0.1094
Case 94	322	1104	968	-122	-719	568	1597	125	1890	1434	-84	1664	0.0458	0.1101
Case 95	329	1103	977	-125	-719	572	1499	145	1971	1346	-104	1741	0.0463	0.1116
Case 96	470	1313	1293	-115	-800	717	2612	289	2336	2491	103	2131	0.053	0.1526
Case 97	471	1312	1296	-116	-801	718	2451	254	2506	2342	69	2295	0.0531	0.1529
Case 98	475	1309	1304	-116	-801	722	2276	215	2655	2182	33	2456	0.0534	0.1541
Case 99	481	1315	1319	-117	-802	731	2101	175	2840	2012	-5	2621	0.054	0.156
Case 100	487	1311	1313	-118	-801	730	1963	192	2935	1875	-36	2713	0.0546	0.1579
Case 101	635	1460	1629	-97	-858	867	3576	402	3324	3272	318	3100	0.0601	0.1985
Case 102	637	1459	1631	-98	-858	867	3350	364	3547	3059	261	3306	0.0602	0.199
Case 103	642	1462	1626	-99	-858	872	3112	331	3783	2832	203	3515	0.0606	0.2004
Case 104	649	1466	1657	-98	-860	886	2855	290	4015	2591	148	3739	0.0613	0.2028
Case 105	655	1464	1658	-99	-858	885	2653	266	4163	2400	96	3851	0.062	0.2019
Case 106	463	1588	4767	-179	-1052	2766	2821	142	7356	2503	-65	6399	0.6207	1.5015
Case 107	465	1589	4777	-180	-1052	2771	2321	208	7541	2060	-141	6566	0.622	1.5053
Case 108	468	1590	4808	-181	-1053	2789	1805	295	7719	1604	-222	6727	0.6259	1.5163
Case 109	474	1591	4857	-184	-1054	2817	1272	407	7889	1132	-307	6880	0.6325	1.5347
Case 110	480	1593	4908	-186	-1055	2846	866	495	8009	765	-374	6991	0.6393	1.5541
Case 111	702	1902	6456	-179	-1140	3421	3797	353	11325	3581	80	10262	0.717	2.1229
Case 112	704	1902	6469	-180	-1140	3428	3028	223	11571	2879	-63	10496	0.7182	2.1281
Case 113	709	1903	6510	-181	-1140	3449	2240	395	11810	2158	-213	10723	0.7233	2.1437
Case 114	718	1906	6580	-183	-1142	3487	1480	574	12048	1413	-371	10945	0.734	2.1694
Case 115	728	1906	6646	-185	-1143	3522	977	718	12202	834	-493	11092	0.746	2.1968
Case 116	958	2134	8100	-166	-1226	4152	5127	474	16051	4698	333	14854	0.8349	2.7472
Case 117	960	2135	8117	-167	-1226	4161	4052	300	16377	3693	97	15156	0.8376	2.754
Case 118	968	2136	8169	-168	-1227	4188	2998	395	16718	2664	-147	15448	0.8459	2.7742
Case 119	980	2140	8260	-169	-1229	4238	1921	696	17042	1602	-399	15747	0.8548	2.808
Case 120	249	581	743	-98	-359	410	935	78	1007	766	-52	831	0.051	0.1397
Case 121	249	581	745	-98	-359	411	866	92	1069	708	-65	882	0.0511	0.1401
Case 122	252	582	748	-99	-359	414	795	109	1130	648	-80	933	0.0515	0.1415
Case 123	259	584	759	-103	-362	421	719	142	1194	586	-100	989	0.0521	0.1444
Case 124	261	584	766	-99	-360	419	655	151	1227	532	-104	1010	0.0527	0.1458
Case 125	412	742	1067	-119	-425	556	1377	95	1665	1229	-26	1483	0.0608	0.208
Case 126	413	743	1070	-120	-425	557	1265	121	1752	1128	-54	1562	0.0609	0.2085
Case 127	416	740	1076	-119	-425	558	1149	151	1840	1022	-81	1634	0.0613	0.2101
Case 128	423	741	1090	-121	-426	564	1026	187	1915	912	-115	1709	0.0619	0.2132
Case 129	422	742	1087	-119	-426	567	929	191	1971	823	-134	1754	0.0625	0.2117
Case 130	556	845	1326	-128	-460	659	1750	68	2281	1568	18	2024	0.0673	0.2637
Case 131	558	843	1329	-129	-460	661	1600	60	2395	1433	-22	2122	0.0674	0.2643
Case 132	562	847	1338	-130	-461	666	1448	93	2511	1293	-69	2223	0.0678	0.2662
Case 133	568	848	1343	-132	-462	673	1284	138	2618	1145	-117	2316	0.0686	0.2681
Case 134	570	850	1361	-131	-462	678	1156	180	2694	1028	-149	2378	0.0693	0.269
Case 135	798	1888	4977	-317	-1140	2777	3041	303	6872	2532	-209	5862	0.6604	1.9414
Case 136	800	1889	4988	-318	-1141	2783	2572	390	7069	2129	-287	6029	0.6619	1.9468
Case 137	807	1892	5017	-321	-1143	2800	2091	483	7258	1715	-369	6189	0.6665	1.9618
Case 138	818	1896	5071	-326	-1145	2829	1594	589	7444	1285	-461	6346	0.6743	1.9864
Case 139	830	1901	5129	-330	-1149	2860	1219	673	7581	953	-533	6462	0.6824	2.0126
Case 140	1334	2405	6951	-406	-1402	3832	4499	363	11136	4057	-156	10209	0.786	2.873
Case 141	1337	2406	6962	-407	-1402	3839	3751	509	11424	3366	-322	10464	0.7873	2.8797
Case 142	1348	2410	7005	-410	-1404	3861	2986	666	11680	2659	-499	10707	0.7915	2.9008
Case 143	1366	2414	7076	-416	-1407	3904	2202	859	11936	1928	-687	10953	0.7985	2.9365
Case 144	1385	2421	7156	-422	-1411	3948	1600	1015	12133	1363	-837	11133	0.8057	2.9745
Case 145	1818	2751	8478	-447	-1504	4456	5757	166	15140	5206	-69	13879	0.8883	3.6527
Case 146	1822	2752	8496	-449	-1505	4466	4756	381	15497	4278	-314	14205	0.8904	3.661
Case 147	1837	2756	8553	-452	-1507	4495	3736	608	15844	3327	-571	14518	0.8968	3.688
Case 148	1861	2760	8651	-459	-1509	4543	2681	935	16182	2347	-847	14822	0.9071	3.732
Case 149	1887	2766	8755	-466	-1513	4593	1867	1200	16427	1590	-1064	15042	0.918	3.7816
Case 150	497	1055	2356	-59	-581	1193	1005	203	2457	753	18	1764	0.3418	0.7493

## Αποτελέσματα πλάνισης με κύλιση

CASE NAME	Fx max [N]	Fy max	Fz max	Fx mean	Fy mean	Fz mean	Fx max Global	Fy max Global	Fz max Global	Fx Global mean	Fy Global mean	Fz Global mean	h max [mm]	max Area [mm²]
Case 151	423	1015	2139	60	-539	1070	1030	386	2444	841	241	1965	0.3016	0.6589
Case 152	495	999	2038	109	-535	1049	1073	456	2472	864	363	2027	0.2904	0.6302
Case 153	518	993	2000	131	-522	1016	1122	525	2474	867	432	2043	0.2829	0.6147
Case 154	527	985	1966	145	-517	1002	1160	562	2490	868	476	2051	0.2778	0.6032
Case 155	1630	1660	4742	-431	-725	2219	2531	760	7132	1799	-337	5566	1.3663	1.8136
Case 156	1285	1642	4459	-279	-837	2228	2679	276	7117	2134	-71	6056	0.4461	1.5457
Case 157	1157	1628	4339	-260	-851	2189	2660	173	7140	2186	-1	6166	0.4282	1.4515
Case 158	1089	1619	4281	-250	-857	2170	2651	178	7150	2212	42	6220	0.418	1.404
Case 159	1051	1613	4225	-241	-855	2143	2645	199	7162	2222	73	6241	0.4148	1.3754
Case 160	438	924	1970	-268	-568	1082	998	334	2133	828	-291	1848	0.254	0.5671
Case 161	278	851	1678	-132	-553	966	1213	148	2435	952	-115	1982	0.2015	0.4476
Case 162	217	816	1545	-63	-517	865	1232	31	2474	1027	0	2057	0.1816	0.4025
Case 163	185	798	1479	-28	-508	831	1250	106	2486	1088	77	2142	0.1689	0.3769
Case 164	183	782	1426	-4	-493	794	1261	167	2493	1121	138	2182	0.1621	0.3602
Case 165	1251	1476	4023	-362	-666	1817	2406	577	6525	1893	-419	5505	0.3887	1.3343
Case 166	851	1385	3517	-213	-739	1734	2646	250	6844	2358	-185	6344	0.3002	1.0153
Case 167	697	1335	3260	-184	-753	1676	2801	206	7123	2531	-139	6610	0.2712	0.8964
Case 168	613	1305	3105	-165	-750	1620	2867	162	7211	2619	-102	6716	0.2558	0.8316
Case 169	560	1283	3016	-153	-754	1597	2907	109	7273	2687	-69	6790	0.2421	0.792
Case 170	443	883	1853	-314	-526	987	1069	488	2208	870	-410	1897	0.2352	0.5204
Case 171	272	796	1516	-195	-512	863	1213	349	2438	1032	-283	2059	0.1749	0.389
Case 172	207	753	1352	-137	-508	806	1236	223	2393	1141	-197	2164	0.1509	0.3364
Case 173	170	726	1256	-101	-501	765	1399	142	2451	1218	-133	2230	0.1359	0.3052
Case 174	146	706	1189	-76	-496	738	1471	89	2547	1269	-77	2266	0.1269	0.2847
Case 175	1173	1422	3820	-328	-648	1706	2431	717	6420	1925	-362	5552	0.3493	1.222
Case 176	755	1302	3202	-204	-719	1612	2755	280	7012	2505	-215	6517	0.2651	0.8795
Case 177	592	1233	2870	-168	-716	1504	2908	201	7211	2745	-182	6823	0.2276	0.7458
Case 178	501	1189	2668	-148	-715	1441	3157	185	7429	2926	-162	7040	0.2065	0.6715
Case 179	443	1158	2543	-132	-709	1388	3258	163	7535	3044	-132	7154	0.193	0.6234
Case 180	1389	1595	3558	-818	-846	1799	2574	1986	6082	2228	-1906	5340	0.3429	1.2039
Case 181	1045	1229	2511	-612	-635	1200	3447	3144	7587	3216	-3090	7112	0.193	0.678
Case 182	882	926	1589	-558	-513	873	5425	6099	10855	5237	-6052	10526	0.1056	0.3757
Case 183	2253	2775	7810	-721	-1329	3639	5240	1342	15584	4728	-1204	14418	1.1318	2.8426
Case 184	1277	2213	5503	-452	-1362	3033	7170	1355	18633	6806	-1295	18003	0.284	1.5384
Case 185	980	1667	3375	-449	-1169	2123	10269	3277	21852	10000	-3226	21438	0.1526	0.7974
Case 186	1343	1684	3708	-821	-919	1944	2482	1731	5836	2149	-1637	5139	0.3496	1.2667
Case 187	1039	1366	2744	-626	-743	1402	3158	2366	6854	2851	-2303	6269	0.2164	0.7718
Case 188	883	1105	2023	-503	-555	949	3987	3544	7998	3737	-3463	7526	0.1447	0.5144
Case 189	787	885	1401	-484	-474	739	5668	5958	10366	5471	-5936	10061	0.0906	0.3222
Case 190	2301	2840	8054	-686	-1330	3702	5069	1474	15622	4493	-964	14041	1.633	2.9807
Case 191	1320	2358	6049	-435	-1397	3223	6680	1045	18161	6320	-964	17397	0.3242	1.7562
Case 192	938	1986	4528	-367	-1310	2656	8408	1513	20379	8096	-1470	19772	0.2159	1.1534
Case 193	770	1598	3063	-340	-1147	1968	11279	2739	22973	11015	-2690	22554	0.1318	0.6956
Case 194	1256	1744	3872	-803	-975	2057	2401	1525	5653	2041	-1419	4894	0.3653	1.3264
Case 195	992	1473	3036	-606	-854	1613	2977	1808	6412	2635	-1705	5837	0.2365	0.8627
Case 196	874	1295	2453	-518	-745	1292	3405	2191	6937	3163	-2126	6481	0.178	0.6387
Case 197	787	1144	1970	-473	-649	1042	3993	2785	7525	3759	-2750	7128	0.1362	0.4869
Case 198	720	986	1546	-438	-532	792	4786	3910	8342	4553	-3881	7987	0.1032	0.3648
Case 199	2353	2900	8288	-696	-1363	3843	5156	1562	15719	4387	-884	13904	1.5292	3.1124
Case 200	1384	2477	6476	-435	-1448	3438	6430	844	17835	6003	-768	17012	0.3567	1.9521
Case 201	991	2188	5293	-356	-1400	3017	7555	993	19486	7180	-942	18768	0.2623	1.4239
Case 202	770	1955	4359	-297	-1321	2608	8771	1162	20919	8489	-1128	20369	0.2017	1.0798
Case 203	645	1731	3494	-283	-1229	2205	10364	1701	22352	10103	-1671	21896	0.1526	0.8113
Case 204	614	1218	3484	-163	-691	1829	2543	230	8030	2324	-198	7527	0.5402	1.1901
Case 205	1278	2449	6871	-341	-1377	3599	4853	385	14759	4348	-249	13739	0.5369	2.3868
Case 206	1937	3678	10256	-520	-2065	5377	7455	505	22630	6709	-321	21077	0.5431	3.5844
Case 207	2589	4906	13664	-702	-2749	7139	10053	644	30438	9053	-404	28332	0.5423	4.7839
Case 208	3251	6137	17033	-889	-3466	8985	12658	778	38265	11423	-477	35662	0.5476	5.9929
Case 209	588	1161	3263	-154	-650	1680	2340	234	7186	2132	-180	6691	0.4845	1.0721
Case 210	1218	2331	6439	-328	-1320	3375	4762	355	14148	4300	-240	13230	0.4831	2.1473
Case 211	1845	3501	9629	-494	-1966	5010	7169	468	21147	6449	-296	19742	0.4876	3.227
Case 212	2468	4670	12821	-672	-2636	6697	9567	614	28137	8617	-370	26251	0.4932	4.3088
Case 213	3090	5842	16008	-846	-3306	8390	11976	744	35102	10783	-431	32780	0.4926	5.3911
Case 214	559	1100	3010	-148	-623	1567	2217	224	6527	2007	-166	6086	0.4201	0.9516
Case 215	1155	2208	5953	-308	-1243	3096	4488	336	12931	4035	-217	12029	0.4354	1.9097
Case 216	1748	3313	8889	-473	-1883	4678	6748	450	19299	6069	-268	17998	0.4337	2.8693
Case 217	2330	4421	11827	-637	-2501	6198	9222	546	26477	8331	-341	24636	0.4381	3.8293
Case 218	2924	5529	14767	-798	-3120	7721	11481	684	32836	10355	-394	30556	0.4407	4.7902
Case 219	531	1035	2754	-142	-591	1439	2129	204	6043	1933	-158	5637	0.3706	0.8342
Case 220	1088	2075	5461	-288	-1161	2806	4302	301	11959	3876	-198	11146	0.3827	1.6741
Case 221	1639	3115	8175	-442	-1766	4259	6469	398	17891	5832	-241	16698	0.3814	2.5105
Case 222	2191	4156	10899	-598	-2352	5657	8632	531	23806	7777	-302	22173	0.3848	3.3523
Case 223	2745	5199	13612	-754	-2958	7106	10794	641	29687	9737	-349	27710	0.3836	4.1936
Case 224	494	965	2477	-131	-545	1278	2080	179	5679	1896	-148	5283	0.3207	0.7136
Case 225	1012	1934	4914	-269	-1089	2536	4040	272	10774	3643	-175	10028	0.3253	1.4333



## Αποτελέσματα πλάνισης με κύλιση

CASE NAME	Fx max [N]	Fy max	Fz max	Fx mean	Fy mean	Fz mean	Fx max Global	Fy max Global	Fz max Global	Fx Global mean	Fy Global mean	Fz Global mean	h max [mm]	max Area [mm²]
Case 226	1529	2901	7354	-411	-1647	3830	6144	343	16347	5561	-212	15260	0.3286	2.1541
Case 227	2039	3874	9785	-556	-2189	5078	8105	485	21469	7310	-268	19973	0.328	2.8756
Case 228	2551	4844	12225	-699	-2745	6361	10204	575	26987	9224	-308	25163	0.3301	3.598
Case 229	457	889	2182	-121	-501	1120	1823	179	4649	1638	-125	4301	0.2663	0.5952
Case 230	933	1781	4337	-247	-1003	2229	3777	241	9592	3415	-151	8897	0.2711	1.1955
Case 231	1406	2671	6485	-377	-1515	3364	5621	316	14206	5072	-175	13177	0.2734	1.7963
Case 232	1874	3566	8648	-514	-2025	4484	7576	427	19134	6853	-231	17734	0.274	2.3978
Case 233	2345	4460	10796	-643	-2526	5589	9410	529	23741	8508	-261	21986	0.2746	3.0048
Case 234	416	804	1855	-109	-454	950	1691	154	4031	1527	-109	3717	0.2177	0.4764
Case 235	842	1611	3698	-224	-915	1912	3477	202	8286	3157	-125	7652	0.219	0.9565
Case 236	1269	2417	5540	-341	-1378	2877	5182	261	12319	4699	-142	11373	0.2195	1.4383
Case 237	1691	3226	7393	-463	-1829	3809	6887	384	16308	6235	-189	15020	0.2197	1.9205
Case 238	2117	4037	9234	-584	-2293	4772	8595	472	20368	7786	-218	18739	0.2209	2.4043
Case 239	366	707	1494	-96	-399	764	1531	128	3309	1386	-91	3045	0.1618	0.357
Case 240	740	1419	2994	-196	-805	1540	3075	169	6624	2786	-94	6107	0.164	0.7187
Case 241	1114	2130	4487	-297	-1211	2319	4617	213	9955	4187	-102	9179	0.1648	1.0802
Case 242	1483	2841	5993	-409	-1613	3078	6160	333	13245	5583	-146	12175	0.1651	1.4434
Case 243	1853	3554	7480	-514	-2019	3849	7702	402	16544	6986	-168	15218	0.1654	1.8059
Case 244	307	593	1089	-81	-337	562	1328	101	2473	1208	-70	2271	0.1095	0.2386
Case 245	618	1191	2184	-164	-677	1130	2633	125	4896	2391	-61	4502	0.1098	0.4803
Case 246	930	1788	3279	-249	-1021	1706	3974	149	7401	3616	-60	6816	0.1104	0.7219
Case 249	228	443	635	-61	-252	327	1011	74	1441	918	-46	1321	0.0549	0.1198
Case 250	458	893	1280	-122	-511	666	2035	77	2910	1853	-29	2681	0.0552	0.2419
Case 254	549	1097	3017	-188	-662	1644	3866	545	11693	3740	-525	11448	0.4411	0.958
Case 255	1122	2204	5990	-402	-1377	3379	7803	1332	23331	7504	-1285	22669	0.4455	1.9257
Case 256	1693	3308	8973	-611	-2065	5051	10946	2018	32333	10382	-1912	31267	0.4474	2.888
Case 257	2266	4414	11927	-824	-2780	6789	14833	2780	43878	14106	-2663	42427	0.4483	3.8574
Case 258	2826	5521	14912	-1017	-3466	8442	18722	3621	55240	17838	-3340	53493	0.4489	4.8241
Case 259	515	1028	2757	-184	-645	1548	3420	478	9885	3267	-452	9588	0.3811	0.8329
Case 260	1052	2063	5471	-380	-1290	3065	6886	1182	19674	6536	-1124	18995	0.3854	1.6691
Case 261	1587	3096	8179	-586	-1955	4636	10944	2015	31347	10507	-1946	30460	0.387	2.5042
Case 262	2108	4133	10908	-746	-2602	6166	14362	2480	41111	13755	-2397	39902	0.3875	3.3448
Case 263	2649	5166	13617	-989	-3262	7701	17811	3633	50692	17008	-3334	49058	0.3881	4.1829
Case 264	478	954	2469	-168	-589	1355	3168	435	8702	3014	-406	8405	0.3211	0.7048
Case 265	966	1911	4897	-352	-1211	2769	6838	1113	18850	6572	-1079	18241	0.3245	1.4102
Case 266	1466	2868	7339	-539	-1798	4105	9994	1816	27372	9552	-1747	26471	0.3295	2.1211
Case 267	1943	3830	9791	-683	-2425	5534	13163	2188	36076	12547	-2088	34830	0.329	2.8356
Case 268	2467	4783	12217	-899	-2980	6808	16342	3389	44327	15342	-2906	42484	0.3288	3.5397
Case 269	436	871	2140	-157	-550	1202	3032	403	7919	2914	-378	7645	0.2634	0.5736
Case 270	882	1745	4259	-319	-1100	2394	6098	971	15787	5824	-928	15240	0.266	1.1569
Case 271	1323	2621	6385	-465	-1653	3595	9141	1459	23720	8729	-1381	22872	0.2693	1.7371
Case 272	1789	3493	8512	-681	-2214	4805	12197	2324	31531	11647	-2239	30405	0.2689	2.3223
Case 273	2355	4378	10650	-562	-2347	5227	14194	2683	37642	12352	-1238	33109	5.2225	2.9012
Case 274	389	778	1775	-139	-494	1004	2758	346	6606	2641	-318	6376	0.2033	0.4484
Case 275	785	1560	3555	-285	-989	2009	5531	845	13241	5282	-805	12757	0.2076	0.9007
Case 276	1181	2342	5325	-430	-1486	3019	8294	1359	19897	7928	-1290	19165	0.2089	1.3528
Case 277	1598	3121	7092	-604	-1974	4013	11065	2147	26465	10540	-1958	25481	0.2094	1.8094
Case 278	1979	3910	8874	-766	-2469	4984	13819	2894	33135	13203	-2544	31653	0.2099	2.264
Case 279	334	671	1371	-119	-420	768	2365	279	5009	2253	-259	4807	0.1484	0.3205
Case 280	668	1346	2750	-232	-856	1566	4896	636	10445	4687	-600	10063	0.1497	0.6446
Case 281	1010	2022	4129	-365	-1284	2350	7261	1116	15490	6942	-1050	14908	0.1499	0.968
Case 282	1386	2691	5503	-238	-1305	2558	8128	1289	18479	7045	-204	16426	0.1501	2.6375
Case 283	1691	3372	6881	-672	-2123	3855	12129	2719	25903	11583	-2232	24591	0.1499	1.6171
Case 284	265	538	920	-93	-340	519	2004	197	3497	1917	-180	3359	0.0892	0.1926
Case 285	546	1079	1847	-216	-685	1049	4023	670	7039	3850	-645	6760	0.09	0.3883
Case 286	800	1627	2780	-285	-1034	1587	6022	830	10600	5772	-769	10210	0.09	0.5822
Case 287	1069	2169	3712	-378	-1383	2124	8043	1106	14185	7707	-1045	13654	0.0901	0.782
Case 288	384	923	1721	-156	-572	955	1661	639	2131	1330	-487	1771	0.1492	0.4122
Case 290	387	922	1728	-148	-567	952	1363	763	2307	1065	-581	1911	0.1508	0.4144
Case 291	391	923	1759	-130	-556	942	1079	850	2446	806	-634	1996	0.1543	0.4208
Case 292	632	1179	2471	-191	-682	1290	2497	960	3520	2179	-750	3132	0.1774	0.6076
Case 293	631	1176	2478	-162	-667	1264	2013	1127	3773	1701	-880	3319	0.1791	0.6095
Case 294	636	1176	2512	-138	-655	1254	1566	1309	3968	1263	-989	3445	0.1829	0.6198
Case 295	757	1281	2810	-201	-717	1424	2913	1043	4235	2560	-865	3790	0.1885	0.6991
Case 296	755	1278	2819	-165	-703	1399	2344	1232	4537	1974	-1008	3994	0.1902	0.7012
Case 297	765	1279	2861	-139	-689	1387	1805	1477	4770	1450	-1143	4135	0.1945	0.7136
Case 298	516	1241	2800	-209	-765	1543	2283	1011	3434	1828	-799	2918	0.2863	0.7955
Case 299	520	1240	2815	-199	-758	1538	1804	1197	3677	1396	-941	3104	0.2893	0.7995
Case 300	528	1243	2857	-178	-747	1530	1354	1337	3855	987	-1031	3214	0.2958	0.8163

## Αποτελέσματα πλάνισης με κύλιση

CASE NAME	Fx max [N]	Fy max	Fz max	Fx mean	Fy mean	Fz mean	Fx max Global	Fy max Global	Fz max Global	Fx Global mean	Fy Global mean	Fz Global mean	h max [mm]	max Area [mm <sup>2</sup> ]
Case 301	851	1585	3948	-257	-909	2060	3444	1534	5644	3008	-1248	5105	0.3413	1.1726
Case 302	851	1582	3962	-219	-890	2019	2673	1779	5985	2240	-1450	5337	0.3418	1.1754
Case 303	861	1584	4030	-189	-876	2010	1955	2065	6264	1547	-1623	5494	0.3504	1.1966
Case 304	1022	1723	4458	-275	-965	2290	4033	1692	6812	3541	-1454	6173	0.3618	1.3474
Case 305	1018	1720	4467	-225	-946	2245	3117	1980	7210	2605	-1675	6411	0.3653	1.3524
Case 306	1033	1722	4544	-191	-924	2221	2261	2364	7518	1773	-1885	6577	0.3739	1.3778
Case 307	636	1536	3785	-255	-938	2102	2780	1329	4578	2226	-1071	3928	0.4423	1.2571
Case 308	632	1535	3799	-244	-935	2105	2137	1555	4871	1649	-1254	4152	0.4471	1.2656
Case 309	643	1539	3869	-219	-927	2106	1540	1746	5103	1106	-1373	4279	0.4582	1.2924
Case 310	1050	1963	5319	-315	-1121	2811	4230	2070	7560	3639	-1672	6788	0.535	1.8547
Case 311	1046	1960	5335	-264	-1080	2710	3193	2399	7972	2631	-1933	7060	0.5406	1.8637
Case 312	1060	1961	5430	-229	-1067	2709	2232	2778	8286	1718	-2154	7235	0.554	1.8983
Case 313	1261	2135	5994	-341	-1198	3146	4948	2324	9050	4326	-1967	8263	0.558	2.136
Case 314	1258	2131	6018	-279	-1178	3093	3722	2707	9528	3086	-2251	8528	0.5637	2.1428
Case 315	1258	2131	6018	-279	-1178	3093	3722	2707	9528	3086	-2251	8528	0.5637	2.1428
Case 316	321	905	1644	-137	-581	945	1703	1026	1662	1331	-805	1396	0.1402	0.3872
Case 317	317	901	1645	-136	-575	941	1454	1175	1814	1099	-939	1521	0.1417	0.388
Case 318	322	901	1670	-129	-569	941	1203	1299	1930	873	-1039	1612	0.1451	0.395
Case 319	526	1159	2361	-169	-697	1276	2584	1630	2720	2136	-1284	2395	0.1662	0.5679
Case 320	519	1151	2358	-160	-687	1265	2171	1860	2927	1749	-1497	2585	0.1679	0.5649
Case 321	517	1149	2377	-144	-677	1262	1779	2003	3093	1375	-1660	2735	0.1721	0.5717
Case 322	631	1266	2691	-177	-739	1414	3020	1883	3288	2560	-1520	2938	0.1768	0.6517
Case 323	622	1259	2685	-169	-731	1411	2529	2155	3538	2092	-1795	3171	0.1786	0.6519
Case 324	625	1257	2721	-150	-719	1408	2067	2343	3746	1634	-1994	3345	0.1831	0.6613
Case 325	428	1215	2688	-182	-774	1529	2339	1610	2640	1822	-1309	2285	0.2695	0.747
Case 326	426	1210	2692	-181	-768	1527	1933	1818	2842	1446	-1503	2450	0.2701	0.7489
Case 327	431	1211	2732	-175	-759	1528	1547	1993	2998	1087	-1658	2572	0.2768	0.7598
Case 328	708	1557	3822	-226	-933	2062	3579	2595	4356	2928	-2093	3875	0.3188	1.0955
Case 329	699	1548	3822	-216	-919	2041	2915	2923	4621	2309	-2412	4132	0.3223	1.0923
Case 330	701	1545	3869	-197	-906	2042	2296	3139	4843	1717	-2654	4326	0.3304	1.1075
Case 331	851	1701	4321	-239	-987	2276	4198	3024	5244	3524	-2490	4743	0.3397	1.2556
Case 332	840	1691	4315	-227	-978	2270	3410	3409	5577	2770	-2887	5051	0.3434	1.2577
Case 333	843	1688	4377	-203	-961	2263	2671	3674	5847	2047	-3178	5271	0.352	1.2764
Case 334	527	1503	3664	-228	-972	2137	3033	2275	3798	2362	-1877	3273	0.4122	1.1843
Case 335	524	1497	3662	-219	-938	2076	2447	2543	4057	1809	-2125	3468	0.4168	1.1843
Case 336	530	1497	3719	-218	-942	2112	1898	2784	4269	1308	-2340	3632	0.4274	1.209
Case 337	872	1927	5188	-276	-1135	2786	4638	3649	6193	3844	-3027	5576	0.4938	1.7363
Case 338	862	1918	5183	-268	-1135	2803	3694	4081	6550	2947	-3456	5900	0.4994	1.7327
Case 339	867	1913	5261	-248	-1133	2837	2816	4388	6844	2097	-3780	6140	0.5122	1.7582
Case 340	1051	2102	5843	-296	-1213	3107	5448	4244	7462	4594	-3603	6783	0.534	1.9946
Case 341	1036	2093	5846	-275	-1180	3041	4329	4728	7867	3506	-4121	7159	0.54	1.9938
Case 342	1038	2090	5931	-248	-1176	3072	3282	5109	8212	2479	-4501	7427	0.5539	2.0225
Case 343	766	784	1683	-464	-447	874	3311	4038	4691	2989	-3859	4430	0.2055	0.4536
Case 344	773	782	1695	-460	-445	874	2451	4210	5058	2211	-3977	4735	0.2072	0.4554
Case 345	792	785	1728	-448	-438	866	1712	4424	5371	1475	-4014	4887	0.2113	0.4676
Case 346	687	1086	2486	-480	-686	1400	4652	4327	7129	4311	-4119	6890	0.2437	0.6624
Case 347	689	1086	2502	-449	-675	1377	3440	4603	7638	3139	-4185	7243	0.2457	0.6672
Case 348	702	1089	2548	-430	-666	1369	2383	4891	8073	2085	-4270	7472	0.2506	0.6822
Case 349	655	1214	2894	-406	-814	1716	5374	4172	8836	5047	-3951	8550	0.2581	0.7732
Case 350	658	1214	2912	-363	-799	1683	3960	4498	9445	3632	-4013	8943	0.2603	0.7782
Case 351	673	1217	2969	-341	-790	1681	2691	4822	9949	2372	-4140	9245	0.2655	0.7939
Case 352	917	948	2176	-551	-537	1158	3825	4768	6059	3446	-4571	5725	0.3084	0.6802
Case 353	925	947	2191	-547	-536	1159	2751	4972	6486	2465	-4712	6068	0.311	0.6856
Case 354	949	952	2231	-536	-529	1154	1821	5211	6830	1546	-4757	6221	0.3173	0.7011
Case 355	819	1306	3248	-572	-820	1843	5300	5185	9086	4956	-4947	8770	0.3634	0.9916
Case 356	821	1306	3265	-536	-807	1811	3804	5494	9676	3490	-5025	9142	0.3666	1.0002
Case 357	838	1310	3327	-513	-796	1800	2478	5814	10138	2178	-5120	9372	0.3741	1.0214
Case 358	794	1459	3791	-488	-975	2267	6209	5083	11217	5803	-4817	10849	0.3875	1.159
Case 359	796	1459	3810	-439	-963	2233	4409	5445	11918	4033	-4897	11256	0.3908	1.1668
Case 360	816	1463	3887	-411	-952	2230	2823	5825	12504	2464	-5048	11576	0.399	1.1916
Case 361	1066	1113	2643	-635	-629	1447	4476	5685	7648	4046	-5458	7262	0.423	0.9497
Case 362	1076	1112	2661	-632	-629	1451	3131	5924	8152	2820	-5627	7656	0.4267	0.9575
Case 363	1103	1114	2714	-620	-623	1446	1961	6198	8560	1681	-5669	7810	0.4355	0.9786
Case 364	949	1527	3981	-662	-956	2299	6218	6250	11459	5818	-5984	11066	0.4991	1.3876
Case 365	951	1526	4002	-619	-941	2257	4327	6620	12122	3992	-6080	11476	0.5035	1.3977
Case 366	971	1533	4093	-593	-928	2245	2658	7006	12692	2359	-6201	11737	0.5143	1.4282
Case 367	928	1705	4673	-575	-1154	2878	7244	6196	14143	6808	-5896	13680	0.5268	1.6201
Case 368	936	1705	4700	-514	-1133	2819	5008	6649	14956	4598	-5984	14120	0.5316	1.6311
Case 369	950	1710	4798	-480	-1120	2814	3014	7102	15632	2642	-6156	14463	0.5433	1.6666
Case 370	704	810	1652	-415	-479	897	3284	4311	3237	2838	-4003	3003	0.1922	0.4267
Case 371	709	810	1660	-419	-480	904	2609	4525	3544	2175	-4256	3290	0.1941	0.4293
Case 372	726	813	1692	-432	-484	927	1968	4741	3779	1548	-4511	3512	0.1987	0.4387
Case 373	606	1075	2399	-410	-702	1395	4697	5356	5435	4206	-4976	5198	0.2274	0.6217
Case 374	604	1074	2407	-411	-703	1405	3681	5671	5858	3199	-5348	5615	0.2287	0.625
Case 375	613	1076	2450	-405	-701	1423	2621	6018	6215	2232	-5613	5933	0.2339	0.6373

## Αποτελέσματα πλάνισης με κύλιση

CASE NAME	Fx max [N]	Fy max	Fz max	Fx mean	Fy mean	Fz mean	Fx max Global	Fy max Global	Fz max Global	Fx Global mean	Fy Global mean	Fz Global mean	h max [mm]	max Area [mm <sup>2</sup> ]
Case 376	541	1199	2788	-345	-821	1689	5533	5737	6954	4959	-5298	6663	0.2428	0.7257
Case 377	540	1198	2800	-342	-822	1702	4284	6149	7481	3744	-5733	7163	0.2451	0.7287
Case 378	548	1200	2851	-330	-820	1722	2984	6523	7910	2576	-6035	7535	0.2508	0.7429
Case 379	841	975	2171	-494	-573	1191	4175	5742	4656	3612	-5380	4385	0.2852	0.6397
Case 380	846	974	2181	-498	-574	1200	3224	6017	5040	2679	-5702	4744	0.288	0.6437
Case 381	867	979	2216	-519	-587	1245	2334	6309	5342	1804	-6030	5024	0.2947	0.658
Case 382	718	1292	3182	-491	-844	1858	6037	7220	7725	5352	-6751	7412	0.3379	0.9318
Case 383	717	1290	3195	-492	-845	1872	4622	7616	8282	3947	-7237	7942	0.3412	0.9365
Case 384	727	1293	3249	-484	-844	1894	3179	8040	8721	2605	-7570	8323	0.3491	0.9541
Case 385	654	1441	3698	-413	-985	2245	7031	7804	9771	6316	-7275	9438	0.3623	1.0876
Case 386	653	1439	3711	-409	-986	2261	5288	8336	10422	4617	-7836	10067	0.3659	1.0915
Case 387	666	1442	3786	-394	-983	2286	3526	8809	10957	2996	-8212	10514	0.3744	1.1146
Case 388	975	1141	2674	-573	-673	1500	4864	6939	5932	4242	-6553	5642	0.3964	0.8962
Case 389	984	1141	2683	-582	-679	1522	3676	7258	6388	3068	-6939	6065	0.4004	0.8997
Case 390	1008	1146	2728	-598	-683	1555	2568	7599	6739	1972	-7323	6389	0.4096	0.9206
Case 391	830	1509	3917	-565	-977	2313	7092	8859	9805	6285	-8326	9439	0.4727	1.3034
Case 392	829	1507	3938	-570	-986	2348	5324	9348	10447	4520	-8901	10058	0.4707	1.311
Case 393	842	1511	4013	-561	-984	2375	3539	9811	10971	2842	-9294	10494	0.4812	1.3369
Case 394	766	1683	4575	-480	-1149	2821	8312	9679	12371	7440	-9049	11994	0.5026	1.5203
Case 395	767	1681	4601	-474	-1150	2841	6119	10297	13146	5299	-9718	12729	0.5077	1.5271
Case 396	776	1684	4686	-456	-1147	2871	3936	10848	13777	3267	-10154	13234	0.5195	1.5598
Case 397	898	1592	3983	-267	-906	2069	3076	739	5963	2706	-540	5363	0.3466	1.1956
Case 398	881	1590	3967	-262	-904	2058	3229	1224	5820	2825	-980	5254	0.3453	1.1859
Case 399	1276	1548	3854	-697	-853	1866	2899	2596	4142	2419	-2413	3397	-β□□	-β□□
Case 400	901	1592	3984	-269	-904	2065	2924	238	6040	2586	-93	5434	0.3481	1.197
Case 401	902	1594	4007	-179	-848	1883	2266	932	6315	1751	-510	5040	0.3497	1.2042
Case 402	881	1588	3993	-168	-867	1957	2428	1406	6170	1970	-947	5304	0.3485	1.1941
Case 403	911	1595	4017	-271	-906	2081	2108	447	6409	1842	-289	5755	0.3511	1.2088
Case 404	806	1574	3927	-211	-896	2024	2673	2258	5533	2179	-1903	4939	0.3364	1.1529
Case 405	758	1564	3877	-217	-909	2040	2741	2722	5078	2190	-2234	4539	0.3307	1.128

Δεδομένα αποφλοίωσης με κύλιση												
CASE NAME	m [mm]	z2	β2 [deg]	b [mm]	z1	αn [deg]	γ [deg]	s [mm/DS]	T [mm]	Work Material	Tool Material	Cutting Speed [m/min]
Case 406	3	126	0	20	42	20	0	1	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 407	3	126	0	20	42	20	4	1	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 408	3	126	0	20	42	20	8	1	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 409	3	126	0	20	42	20	12	1	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 410	3	126	0	20	42	20	15	1	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 411	3	126	0	20	42	20	0	1	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 412	3	126	0	20	42	20	4	1	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 413	3	126	0	20	42	20	8	1	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 414	3	126	0	20	42	20	12	1	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 415	3	126	0	20	42	20	15	1	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 416	3	126	0	20	42	20	0	1	6	Ck45N	HMP50	110
Case 417	3	126	0	20	42	20	4	1	6	Ck45N	HMP50	110
Case 418	3	126	0	20	42	20	8	1	6	Ck45N	HMP50	110
Case 419	3	126	0	20	42	20	12	1	6	Ck45N	HMP50	110
Case 420	3	126	0	20	42	20	15	1	6	Ck45N	HMP50	110
Case 421	3	126	0	20	42	20	0	1	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 422	3	126	0	20	42	20	4	1	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 423	3	126	0	20	42	20	8	1	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 424	3	126	0	20	42	20	12	1	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 425	3	126	0	20	42	20	15	1	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 426	3	126	0	20	42	20	0	0.8	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 427	3	126	0	20	42	20	4	0.8	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 428	3	126	0	20	42	20	8	0.8	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 429	3	126	0	20	42	20	12	0.8	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 430	3	126	0	20	42	20	15	0.8	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 431	3	126	0	20	42	20	0	0.8	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 432	3	126	0	20	42	20	4	0.8	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 433	3	126	0	20	42	20	8	0.8	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 434	3	126	0	20	42	20	12	0.8	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 435	3	126	0	20	42	20	15	0.8	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 436	3	126	0	20	42	20	0	0.8	6	Ck45N	HMP50	110
Case 437	3	126	0	20	42	20	4	0.8	6	Ck45N	HMP50	110
Case 438	3	126	0	20	42	20	8	0.8	6	Ck45N	HMP50	110
Case 439	3	126	0	20	42	20	12	0.8	6	Ck45N	HMP50	110
Case 440	3	126	0	20	42	20	15	0.8	6	Ck45N	HMP50	110
Case 441	3	126	0	20	42	20	0	0.8	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 442	3	126	0	20	42	20	4	0.8	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 443	3	126	0	20	42	20	8	0.8	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 444	3	126	0	20	42	20	12	0.8	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 445	3	126	0	20	42	20	15	0.8	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 446	3	126	0	20	42	20	0	0.6	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 447	3	126	0	20	42	20	4	0.6	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 448	3	126	0	20	42	20	8	0.6	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 449	3	126	0	20	42	20	12	0.6	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 450	3	126	0	20	42	20	15	0.6	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 451	3	126	0	20	42	20	0	0.6	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 452	3	126	0	20	42	20	4	0.6	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 453	3	126	0	20	42	20	8	0.6	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 454	3	126	0	20	42	20	12	0.6	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 455	3	126	0	20	42	20	15	0.6	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 456	3	126	0	20	42	20	0	0.6	6	Ck45N	HMP50	110
Case 457	3	126	0	20	42	20	4	0.6	6	Ck45N	HMP50	110
Case 458	3	126	0	20	42	20	8	0.6	6	Ck45N	HMP50	110
Case 459	3	126	0	20	42	20	12	0.6	6	Ck45N	HMP50	110
Case 460	3	126	0	20	42	20	15	0.6	6	Ck45N	HMP50	110
Case 461	3	126	0	30	42	20	0	0.6	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 462	3	126	0	30	42	20	4	0.6	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 463	3	126	0	30	42	20	8	0.6	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 464	3	126	0	30	42	20	12	0.6	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 465	3	126	0	30	42	20	15	0.6	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 466	3	126	0	20	42	20	0	0.4	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 467	3	126	0	20	42	20	4	0.4	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 468	3	126	0	20	42	20	8	0.4	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 469	3	126	0	20	42	20	12	0.4	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 470	3	126	0	20	42	20	15	0.4	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 471	3	126	0	20	42	20	0	0.4	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 472	3	126	0	20	42	20	4	0.4	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 473	3	126	0	20	42	20	8	0.4	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 474	3	126	0	20	42	20	12	0.4	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 475	3	126	0	20	42	20	15	0.4	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 476	3	126	0	20	42	20	0	0.4	6	Ck45N	HMP50	110
Case 477	3	126	0	20	42	20	4	0.4	6	Ck45N	HMP50	110
Case 478	3	126	0	20	42	20	8	0.4	6	Ck45N	HMP50	110
Case 479	3	126	0	20	42	20	12	0.4	6	Ck45N	HMP50	110
Case 480	3	126	0	20	42	20	15	0.4	6	Ck45N	HMP50	110



Δεδομένα αποφλοίωσης με κύλιση												
CASE NAME	m [mm]	z2	β2 [deg]	b [mm]	z1	αn [deg]	γ [deg]	s [mm/DS]	T [mm]	Work Material	Tool Material	Cutting Speed [m/min]
Case 481	3	126	0	30	42	20	0	0.4	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 482	3	126	0	30	42	20	4	0.4	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 483	3	126	0	30	42	20	8	0.4	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 484	3	126	0	30	42	20	12	0.4	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 485	3	126	0	30	42	20	15	0.4	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 486	3	126	0	20	42	20	0	0.2	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 487	3	126	0	20	42	20	4	0.2	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 488	3	126	0	20	42	20	8	0.2	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 489	3	126	0	20	42	20	12	0.2	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 490	3	126	0	20	42	20	15	0.2	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 491	3	126	0	20	42	20	0	0.2	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 492	3	126	0	20	42	20	4	0.2	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 493	3	126	0	20	42	20	8	0.2	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 494	3	126	0	20	42	20	12	0.2	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 495	3	126	0	20	42	20	15	0.2	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 496	3	126	0	20	42	20	0	0.2	6	Ck45N	HMP50	110
Case 497	3	126	0	20	42	20	4	0.2	6	Ck45N	HMP50	110
Case 498	3	126	0	20	42	20	8	0.2	6	Ck45N	HMP50	110
Case 499	3	126	0	20	42	20	12	0.2	6	Ck45N	HMP50	110
Case 500	3	126	0	20	42	20	15	0.2	6	Ck45N	HMP50	110
Case 501	3	126	0	30	42	20	0	0.2	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 502	3	126	0	30	42	20	4	0.2	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 503	3	126	0	30	42	20	8	0.2	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 504	3	126	0	30	42	20	12	0.2	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 505	3	126	0	30	42	20	15	0.2	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 506	3	126	0	20	42	20	0	1	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 507	3	126	0	20	42	20	4	1	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 508	3	126	0	20	42	20	8	1	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 509	3	126	0	20	42	20	12	1	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 510	3	126	0	20	42	20	15	1	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 511	3	126	0	30	42	20	0	1	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 512	3	126	0	30	42	20	4	1	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 513	3	126	0	30	42	20	8	1	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 514	3	126	0	30	42	20	12	1	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 515	3	126	0	30	42	20	15	1	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 516	3	126	0	30	42	20	0	1	6	Ck45N	HMP50	110
Case 517	3	126	0	30	42	20	4	1	6	Ck45N	HMP50	110
Case 518	3	126	0	30	42	20	8	1	6	Ck45N	HMP50	110
Case 519	3	126	0	30	42	20	12	1	6	Ck45N	HMP50	110
Case 520	3	126	0	30	42	20	15	1	6	Ck45N	HMP50	110
Case 521	3	126	0	30	42	20	0	1	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 522	3	126	0	30	42	20	4	1	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 523	3	126	0	30	42	20	8	1	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 524	3	126	0	30	42	20	12	1	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 525	3	126	0	30	42	20	15	1	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 526	3	126	0	20	42	20	0	0.8	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 527	3	126	0	20	42	20	4	0.8	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 528	3	126	0	20	42	20	8	0.8	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 529	3	126	0	20	42	20	12	0.8	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 530	3	126	0	20	42	20	15	0.8	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 531	3	126	0	30	42	20	0	0.8	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 532	3	126	0	30	42	20	4	0.8	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 533	3	126	0	30	42	20	8	0.8	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 534	3	126	0	30	42	20	12	0.8	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 535	3	126	0	30	42	20	15	0.8	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 536	3	126	0	30	42	20	0	0.8	6	Ck45N	HMP50	110
Case 537	3	126	0	30	42	20	4	0.8	6	Ck45N	HMP50	110
Case 538	3	126	0	30	42	20	8	0.8	6	Ck45N	HMP50	110
Case 539	3	126	0	30	42	20	12	0.8	6	Ck45N	HMP50	110
Case 540	3	126	0	30	42	20	15	0.8	6	Ck45N	HMP50	110
Case 541	3	126	0	30	42	20	0	0.8	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 542	3	126	0	30	42	20	4	0.8	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 543	3	126	0	30	42	20	8	0.8	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 544	3	126	0	30	42	20	12	0.8	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 545	3	126	0	30	42	20	15	0.8	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 546	3	126	0	20	42	20	0	0.6	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 547	3	126	0	20	42	20	4	0.6	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 548	3	126	0	20	42	20	8	0.6	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 549	3	126	0	20	42	20	12	0.6	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 550	3	126	0	20	42	20	15	0.6	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 551	3	126	0	30	42	20	0	0.6	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 552	3	126	0	30	42	20	4	0.6	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 553	3	126	0	30	42	20	8	0.6	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 554	3	126	0	30	42	20	12	0.6	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 555	3	126	0	30	42	20	15	0.6	5.25	Ck45N	HMP50	110

Δεδομένα αποφλοίωσης με κύλιση												
CASE NAME	m [mm]	z2	β2 [deg]	b [mm]	z1	αn [deg]	γ [deg]	s [mm/DS]	T [mm]	Work Material	Tool Material	Cutting Speed [m/min]
Case 556	3	126	0	30	42	20	0	0.6	6	Ck45N	HMP50	110
Case 557	3	126	0	30	42	20	4	0.6	6	Ck45N	HMP50	110
Case 558	3	126	0	30	42	20	8	0.6	6	Ck45N	HMP50	110
Case 559	3	126	0	30	42	20	12	0.6	6	Ck45N	HMP50	110
Case 560	3	126	0	30	42	20	15	0.6	6	Ck45N	HMP50	110
Case 561	3	126	0	30	42	20	0	0.6	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 562	3	126	0	30	42	20	4	0.6	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 563	3	126	0	30	42	20	8	0.6	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 564	3	126	0	30	42	20	12	0.6	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 565	3	126	0	30	42	20	15	0.6	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 566	3	126	0	20	42	20	0	0.4	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 567	3	126	0	20	42	20	4	0.4	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 568	3	126	0	20	42	20	8	0.4	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 569	3	126	0	20	42	20	12	0.4	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 571	3	126	0	30	42	20	0	0.4	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 572	3	126	0	30	42	20	4	0.4	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 573	3	126	0	30	42	20	8	0.4	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 574	3	126	0	30	42	20	12	0.4	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 576	3	126	0	30	42	20	0	0.4	6	Ck45N	HMP50	110
Case 577	3	126	0	30	42	20	4	0.4	6	Ck45N	HMP50	110
Case 578	3	126	0	30	42	20	8	0.4	6	Ck45N	HMP50	110
Case 579	3	126	0	30	42	20	12	0.4	6	Ck45N	HMP50	110
Case 581	3	126	0	30	42	20	0	0.4	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 582	3	126	0	30	42	20	4	0.4	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 583	3	126	0	30	42	20	8	0.4	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 584	3	126	0	30	42	20	12	0.4	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 586	3	126	0	20	42	20	0	0.2	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 587	3	126	0	20	42	20	4	0.2	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 588	3	126	0	20	42	20	8	0.2	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 589	3	126	0	20	42	20	12	0.2	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 590	3	126	0	20	42	20	15	0.2	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 591	3	126	0	30	42	20	0	0.2	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 592	3	126	0	30	42	20	4	0.2	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 593	3	126	0	30	42	20	8	0.2	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 594	3	126	0	30	42	20	12	0.2	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 595	3	126	0	30	42	20	15	0.2	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 596	3	126	0	30	42	20	0	0.2	6	Ck45N	HMP50	110
Case 597	3	126	0	30	42	20	4	0.2	6	Ck45N	HMP50	110
Case 598	3	126	0	30	42	20	8	0.2	6	Ck45N	HMP50	110
Case 599	3	126	0	30	42	20	12	0.2	6	Ck45N	HMP50	110
Case 600	3	126	0	30	42	20	15	0.2	6	Ck45N	HMP50	110
Case 601	3	126	0	30	42	20	0	0.2	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 602	3	126	0	30	42	20	4	0.2	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 603	3	126	0	30	42	20	8	0.2	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 604	3	126	0	30	42	20	12	0.2	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 605	3	126	0	30	42	20	15	0.2	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 606	3	126	0	30	42	20	0	1	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 607	3	126	0	30	42	20	4	1	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 608	3	126	0	30	42	20	8	1	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 609	3	126	0	30	42	20	12	1	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 610	3	126	0	30	42	20	15	1	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 611	3	126	0	30	42	20	0	1	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 612	3	126	0	30	42	20	4	1	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 613	3	126	0	30	42	20	8	1	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 614	3	126	0	30	42	20	12	1	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 615	3	126	0	30	42	20	15	1	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 616	3	126	0	30	42	20	0	1	6	Ck45N	HMP50	110
Case 617	3	126	0	30	42	20	4	1	6	Ck45N	HMP50	110
Case 618	3	126	0	30	42	20	8	1	6	Ck45N	HMP50	110
Case 619	3	126	0	30	42	20	12	1	6	Ck45N	HMP50	110
Case 620	3	126	0	30	42	20	15	1	6	Ck45N	HMP50	110
Case 621	3	126	0	30	42	20	0	1	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 622	3	126	0	30	42	20	4	1	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 623	3	126	0	30	42	20	8	1	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 624	3	126	0	30	42	20	12	1	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 625	3	126	0	30	42	20	15	1	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 626	3	126	0	30	42	20	0	0.8	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 627	3	126	0	30	42	20	4	0.8	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 628	3	126	0	30	42	20	8	0.8	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 629	3	126	0	30	42	20	12	0.8	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 630	3	126	0	30	42	20	15	0.8	3.75	Ck45N	HMP50	110

Δεδομένα αποφλοίωσης με κύλιση												
CASE NAME	m [mm]	z2	β2 [deg]	b [mm]	z1	αn [deg]	γ [deg]	s [mm/DS]	T [mm]	Work Material	Tool Material	Cutting Speed [m/min]
Case 631	3	126	0	30	42	20	0	0.8	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 632	3	126	0	30	42	20	4	0.8	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 633	3	126	0	30	42	20	8	0.8	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 634	3	126	0	30	42	20	12	0.8	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 635	3	126	0	30	42	20	15	0.8	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 636	3	126	0	30	42	20	0	0.8	6	Ck45N	HMP50	110
Case 637	3	126	0	30	42	20	4	0.8	6	Ck45N	HMP50	110
Case 638	3	126	0	30	42	20	8	0.8	6	Ck45N	HMP50	110
Case 639	3	126	0	30	42	20	12	0.8	6	Ck45N	HMP50	110
Case 640	3	126	0	30	42	20	15	0.8	6	Ck45N	HMP50	110
Case 641	3	126	0	30	42	20	0	0.8	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 642	3	126	0	30	42	20	4	0.8	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 643	3	126	0	30	42	20	8	0.8	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 644	3	126	0	30	42	20	12	0.8	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 645	3	126	0	30	42	20	15	0.8	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 646	3	126	0	30	42	20	0	0.6	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 647	3	126	0	30	42	20	4	0.6	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 648	3	126	0	30	42	20	8	0.6	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 649	3	126	0	30	42	20	12	0.6	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 650	3	126	0	30	42	20	15	0.6	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 651	3	126	0	30	42	20	0	0.6	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 652	3	126	0	30	42	20	4	0.6	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 653	3	126	0	30	42	20	8	0.6	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 654	3	126	0	30	42	20	12	0.6	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 655	3	126	0	30	42	20	15	0.6	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 656	3	126	0	30	42	20	0	0.6	6	Ck45N	HMP50	110
Case 657	3	126	0	30	42	20	4	0.6	6	Ck45N	HMP50	110
Case 658	3	126	0	30	42	20	8	0.6	6	Ck45N	HMP50	110
Case 659	3	126	0	30	42	20	12	0.6	6	Ck45N	HMP50	110
Case 660	3	126	0	30	42	20	15	0.6	6	Ck45N	HMP50	110
Case 661	3	126	0	40	42	20	0	0.6	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 662	3	126	0	40	42	20	4	0.6	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 663	3	126	0	40	42	20	8	0.6	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 664	3	126	0	40	42	20	12	0.6	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 665	3	126	0	40	42	20	15	0.6	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 666	3	126	0	30	42	20	0	0.4	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 667	3	126	0	30	42	20	4	0.4	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 669	3	126	0	30	42	20	12	0.4	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 670	3	126	0	30	42	20	15	0.4	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 671	3	126	0	30	42	20	0	0.4	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 672	3	126	0	30	42	20	4	0.4	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 673	3	126	0	30	42	20	8	0.4	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 674	3	126	0	30	42	20	12	0.4	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 675	3	126	0	30	42	20	15	0.4	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 677	3	126	0	30	42	20	4	0.4	6	Ck45N	HMP50	110
Case 678	3	126	0	30	42	20	8	0.4	6	Ck45N	HMP50	110
Case 679	3	126	0	30	42	20	12	0.4	6	Ck45N	HMP50	110
Case 680	3	126	0	30	42	20	15	0.4	6	Ck45N	HMP50	110
Case 681	3	126	0	40	42	20	0	0.4	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 682	3	126	0	40	42	20	4	0.4	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 683	3	126	0	40	42	20	8	0.4	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 684	3	126	0	40	42	20	12	0.4	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 685	3	126	0	40	42	20	15	0.4	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 687	3	126	0	30	42	20	4	0.2	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 688	3	126	0	30	42	20	8	0.2	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 689	3	126	0	30	42	20	12	0.2	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 690	3	126	0	30	42	20	15	0.2	3.75	Ck45N	HMP50	110
Case 692	3	126	0	30	42	20	4	0.2	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 693	3	126	0	30	42	20	8	0.2	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 694	3	126	0	30	42	20	12	0.2	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 695	3	126	0	30	42	20	15	0.2	5.25	Ck45N	HMP50	110
Case 697	3	126	0	30	42	20	4	0.2	6	Ck45N	HMP50	110
Case 698	3	126	0	30	42	20	8	0.2	6	Ck45N	HMP50	110
Case 699	3	126	0	30	42	20	12	0.2	6	Ck45N	HMP50	110
Case 700	3	126	0	30	42	20	15	0.2	6	Ck45N	HMP50	110
Case 702	3	126	0	40	42	20	4	0.2	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 703	3	126	0	40	42	20	8	0.2	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 704	3	126	0	40	42	20	12	0.2	6.75	Ck45N	HMP50	110
Case 705	3	126	0	40	42	20	15	0.2	6.75	Ck45N	HMP50	110

Δεδομένα αποφλοίωσης με κύλιση												
CASE NAME	m [mm]	z2	β2 [deg]	b [mm]	z1	αn [deg]	γ [deg]	s [mm/DS]	T [mm]	Work Material	Tool Material	Cutting Speed [m/min]
Case 706	2	126	0	60	42	20	8	0.6	4.5	Ck45N	HMP50	110
Case 707	4	126	0	60	42	20	8	0.6	9	Ck45N	HMP50	110
Case 708	6	126	0	60	42	20	8	0.6	13.5	Ck45N	HMP50	110
Case 709	8	126	0	120	42	20	8	0.6	18	Ck45N	HMP50	110
Case 710	10	126	0	120	42	20	8	0.6	22.5	Ck45N	HMP50	110
Case 711	3	50	0	60	42	20	8	0.6	6	Ck45N	HMP50	110
Case 712	3	100	0	60	42	20	8	0.6	6	Ck45N	HMP50	110
Case 713	3	150	0	60	42	20	8	0.6	6	Ck45N	HMP50	110
Case 714	3	200	0	60	42	20	8	0.6	6	Ck45N	HMP50	110
Case 715	3	126	0	40	40	20	4	0.6	6	Ck45N	HMP50	110
Case 716	3	126	0	60	60	20	8	0.6	6	Ck45N	HMP50	110
Case 717	3	126	0	60	80	20	8	0.6	6	Ck45N	HMP50	110
Case 718	3	126	0	60	100	20	8	0.6	6	Ck45N	HMP50	110
Case 706	2	126	0	60	42	20	8	0.6	4.5	Ck45N	HMP50	110
Case 707	4	126	0	60	42	20	8	0.6	9	Ck45N	HMP50	110
Case 708	6	126	0	60	42	20	8	0.6	13.5	Ck45N	HMP50	110
Case 709	8	126	0	120	42	20	8	0.6	18	Ck45N	HMP50	110
Case 710	10	126	0	120	42	20	8	0.6	22.5	Ck45N	HMP50	110
Case 711	3	50	0	60	42	20	8	0.6	6	Ck45N	HMP50	110
Case 712	3	100	0	60	42	20	8	0.6	6	Ck45N	HMP50	110
Case 713	3	150	0	60	42	20	8	0.6	6	Ck45N	HMP50	110
Case 714	3	200	0	60	42	20	8	0.6	6	Ck45N	HMP50	110
Case 715	3	126	0	40	40	20	4	0.6	6	Ck45N	HMP50	110
Case 716	3	126	0	60	60	20	8	0.6	6	Ck45N	HMP50	110
Case 717	3	126	0	60	80	20	8	0.6	6	Ck45N	HMP50	110
Case 718	3	126	0	60	100	20	8	0.6	6	Ck45N	HMP50	110
Case 706	2	126	0	60	42	20	8	0.6	4.5	Ck45N	HMP50	110
Case 707	4	126	0	60	42	20	8	0.6	9	Ck45N	HMP50	110
Case 708	6	126	0	60	42	20	8	0.6	13.5	Ck45N	HMP50	110
Case 709	8	126	0	120	42	20	8	0.6	18	Ck45N	HMP50	110



## Αποτελέσματα αποφλοιώσης με κύλιση

CASE NAME	Fx max [N]	Fy max	Fz max	Fx mean	Fy mean	Fz mean	Fx max Global	Fy max Global	Fz max Global	Fx Global mean	Fy Global mean	Fz Global mean	h max [mm]	max Area [mm²]
Case 406	656	1658	4442	466	-1111	2725	3569	1022	10157	3297	928	9438	0.718	1.8174
Case 407	635	1333	4478	454	-910	2764	2839	1110	10258	2619	1013	9524	0.6892	1.7707
Case 408	610	1009	4527	443	-710	2805	2107	1194	10352	1940	1103	9618	0.6663	1.7384
Case 409	587	685	4586	434	-507	2844	1389	1290	10469	1255	1200	9709	0.6474	1.7166
Case 410	575	509	4610	430	-353	2867	855	1372	10501	737	1282	9753	0.6354	1.704
Case 411	986	2019	6099	519	-1338	3681	4698	1058	15759	4502	1020	15110	0.8687	2.5489
Case 412	951	1574	6132	501	-1067	3709	3620	1232	15812	3421	1185	15135	0.8343	2.4735
Case 413	901	1131	6193	495	-825	3873	2550	1376	15910	2354	1336	15248	0.7975	2.4167
Case 414	865	712	6235	479	-545	3907	1466	1558	15954	1278	1513	15293	0.7602	2.3729
Case 415	841	508	6242	472	-334	3921	649	1711	15949	469	1665	15280	0.7402	2.3461
Case 416	1169	2178	6891	499	-1369	3964	5377	1022	19156	5088	957	18316	0.927	2.9202
Case 417	1107	1677	6940	486	-1110	4113	4021	1213	19162	3779	1143	18339	0.8816	2.834
Case 418	1056	1176	6998	463	-812	4143	2666	1442	19197	2487	1349	18364	0.8514	2.7658
Case 419	1017	716	7040	445	-514	4168	1353	1681	19176	1199	1574	18361	0.8257	2.7097
Case 420	983	509	7058	431	-289	4185	382	1860	19215	225	1744	18353	0.801	2.6782
Case 421	1355	2328	7752	489	-1467	4468	5881	937	22724	5639	793	21832	0.981	3.3048
Case 422	1287	1763	7741	459	-1139	4493	4314	1172	22755	4092	1039	21810	0.9122	3.1958
Case 423	1224	1207	7773	433	-815	4518	2754	1434	22714	2563	1294	21791	0.8962	3.1105
Case 424	1170	731	7802	410	-491	4539	1178	1722	22657	1040	1568	21756	0.8645	3.0493
Case 425	1131	513	7819	394	-246	4552	234	1933	22612	-109	1779	21710	0.8454	3.0094
Case 426	601	1491	3856	424	-996	2348	3222	930	8821	2976	842	8154	0.5635	1.4555
Case 427	583	1208	3904	413	-823	2386	2587	1001	8918	2390	916	8242	0.5423	1.4173
Case 428	561	925	3953	404	-650	2424	1964	1081	9010	1802	996	8332	0.5482	1.3926
Case 429	540	645	4001	396	-475	2460	1344	1165	9110	1208	1082	8416	0.5328	1.3725
Case 430	527	474	4030	392	-341	2481	873	1238	9137	759	1154	8458	0.5232	1.3611
Case 431	899	1820	5272	487	-1239	3274	4293	953	13624	4078	923	13064	0.6733	2.0418
Case 432	870	1432	5308	471	-997	3301	3354	1107	13682	3144	1072	13092	0.6421	1.9774
Case 433	825	1049	5375	452	-759	3343	2417	1237	13758	2217	1203	13178	0.6304	1.9345
Case 434	790	668	5422	437	-518	3375	1469	1395	13784	1286	1355	13228	0.617	1.9019
Case 435	770	479	5427	431	-335	3388	751	1533	13777	588	1490	13221	0.6032	1.8802
Case 436	1066	1963	5973	467	-1263	3511	4877	936	16538	4602	867	15781	0.7272	2.3374
Case 437	1014	1528	6014	443	-1006	3543	3695	1105	16598	3478	1029	15827	0.6913	2.2691
Case 438	964	1094	6071	423	-749	3573	2529	1300	16620	2361	1209	15861	0.6625	2.2111
Case 439	928	664	6103	406	-492	3597	1414	1503	16622	1249	1406	15872	0.6384	2.1687
Case 440	898	481	6132	394	-298	3614	565	1663	16624	408	1555	15872	0.6228	2.1461
Case 441	1234	2101	6719	445	-1317	3848	5375	841	19628	5115	719	18834	0.7846	2.644
Case 442	1171	1610	6718	419	-1034	3871	3997	1063	19636	3778	932	18819	0.7405	2.5557
Case 443	1118	1126	6748	395	-754	3893	2633	1295	19598	2459	1156	18805	0.706	2.4907
Case 444	1066	668	6771	375	-474	3916	1261	1536	19564	1141	1393	18794	0.6789	2.4374
Case 445	1034	484	6789	360	-263	3929	277	1718	19518	150	1577	18762	0.6625	2.4073
Case 446	537	1301	3213	376	-868	1936	2840	819	7298	2617	742	6744	0.4382	1.0941
Case 447	518	1066	3268	366	-725	1971	2326	879	7401	2130	804	6829	0.4214	1.065
Case 448	497	828	3310	357	-581	2004	1805	948	7476	1641	870	6908	0.4075	1.0429
Case 449	480	589	3362	350	-436	2036	1279	1019	7537	1149	942	6982	0.3962	1.0287
Case 450	469	439	3396	347	-325	2056	878	1081	7573	775	1004	7026	0.3891	1.0198
Case 451	793	1590	4415	431	-1082	2700	3827	831	11340	3599	809	10798	0.5177	1.5287
Case 452	771	1264	4448	418	-881	2724	3028	957	11363	2823	937	10826	0.4945	1.4819
Case 453	733	944	4492	400	-683	2761	2237	1064	11444	2055	1046	10906	0.4753	1.4504
Case 454	700	621	4535	387	-484	2791	1439	1195	11464	1283	1172	10960	0.4594	1.4286
Case 455	683	448	4543	382	-332	2804	837	1319	11463	704	1288	10962	0.4495	1.4085
Case 456	945	1716	4989	413	-1102	2893	4305	825	13703	4067	760	13037	0.5504	1.7534
Case 457	895	1351	5036	392	-889	2924	3327	964	13758	3136	895	13092	0.5298	1.6982
Case 458	854	986	5093	375	-677	2953	2389	1124	13802	2211	1045	13139	0.5077	1.6574
Case 459	822	629	5123	360	-464	2976	1446	1294	13821	1289	1210	13156	0.4894	1.6283
Case 460	799	447	5132	350	-303	2992	733	1436	13829	592	1336	13165	0.4779	1.6118
Case 461	1091	1837	5586	393	-1148	3168	4764	744	16192	4526	629	15540	0.5754	1.9785
Case 462	1035	1426	5615	370	-915	3193	3612	921	16207	3418	802	15558	0.5471	1.9176
Case 463	993	1019	5646	351	-683	3216	2462	1121	16241	2325	995	15564	0.5235	1.8658
Case 464	944	636	5679	333	-452	3238	1345	1314	16215	1235	1193	15567	0.5041	1.827
Case 465	918	451	5687	329	-285	3339	526	1463	16198	417	1345	15562	0.4917	1.8071
Case 466	451	1077	2499	314	-718	1467	2393	684	5559	2191	617	5134	0.2891	0.7308
Case 467	433	895	2534	306	-609	1498	1990	732	5636	1818	665	5211	0.2783	0.7109
Case 468	417	712	2568	299	-499	1524	1590	784	5707	1446	717	5273	0.2693	0.695
Case 469	403	532	2597	294	-389	1552	1185	839	5775	1070	773	5341	0.2619	0.6858
Case 470	396	409	2614	292	-304	1570	874	891	5810	784	823	5383	0.2573	0.6803
Case 471	662	1318	3406	359	-895	2049	3224	685	8669	3025	667	8226	0.3422	1.0207
Case 472	645	1064	3430	350	-741	2069	2598	781	8679	2430	772	8252	0.3271	0.9883
Case 473	616	818	3466	336	-590	2100	1983	865	8747	1845	857	8320	0.3147	0.9667
Case 474	590	584	3508	325	-439	2128	1369	969	8793	1256	951	8381	0.3043	0.9524
Case 475	576	439	3521	322	-323	2141	901	1074	8812	812	1046	8391	0.2977	0.9377
Case 476	789	1422	3852	345	-912	2193	3644	681	10469	3429	626	9922	0.368	1.1669
Case 477	748	1140	3889	328	-750	2222	2904	792	10521	2716	731	9982	0.3507	1.134
Case 478	716	861	3927	313	-588	2248	2167	915	10580	2008	842	10036	0.3364	1.1067
Case 479	690	602	3943	311	-438	2337	1430	1048	10597	1300	970	10051	0.3244	1.0862
Case 480	672	446	3968	303	-311	2354	878	1164	10614	766	1071	10076	0.3168	1.075

## Αποτελέσματα αποφλοιώσης με κύλιση

CASE NAME	Fx max [N]	Fy max	Fz max	Fx mean	Fy mean	Fz mean	Fx max Global	Fy max Global	Fz max Global	Fx Global mean	Fy Global mean	Fz Global mean	h max [mm]	max Area [mm <sup>2</sup> ]
Case 481	915	1519	4322	330	-950	2401	4025	616	12326	3824	522	11824	0.3933	1.3207
Case 482	864	1205	4347	309	-773	2428	3141	743	12399	2977	645	11869	0.3737	1.2775
Case 483	831	894	4365	303	-612	2512	2266	898	12415	2146	799	11884	0.3574	1.2424
Case 484	795	614	4395	288	-431	2538	1414	1051	12458	1309	949	11922	0.3437	1.2207
Case 485	772	443	4404	278	-293	2552	773	1174	12478	678	1069	11930	0.3351	1.2068
Case 486	332	788	1502	241	-545	922	1791	501	3423	1640	453	3125	0.1497	0.3655
Case 487	318	678	1534	235	-476	945	1541	530	3483	1412	480	3184	0.144	0.3561
Case 488	310	568	1557	231	-406	966	1290	566	3539	1182	515	3235	0.1392	0.347
Case 489	301	461	1586	227	-336	989	1038	601	3597	952	549	3293	0.1353	0.3434
Case 490	297	383	1604	227	-282	1004	842	636	3649	775	584	3332	0.1328	0.341
Case 491	488	964	2084	264	-655	1249	2415	488	5344	2285	477	5052	0.1761	0.5114
Case 492	478	808	2088	260	-558	1260	2020	565	5363	1915	555	5065	0.1682	0.4926
Case 493	455	665	2128	250	-467	1287	1637	617	5425	1553	600	5136	0.1617	0.4846
Case 494	442	522	2147	251	-386	1353	1257	676	5481	1193	661	5200	0.1562	0.4763
Case 495	438	422	2157	252	-312	1362	971	757	5495	920	731	5210	0.1527	0.4688
Case 496	580	1038	2362	254	-665	1334	2763	499	6435	2594	451	6084	0.1825	0.5842
Case 497	554	869	2390	249	-583	1397	2298	563	6497	2152	510	6132	0.1742	0.5674
Case 498	531	703	2415	238	-481	1420	1838	634	6557	1717	575	6191	0.1672	0.5543
Case 499	515	545	2435	232	-378	1439	1378	716	6590	1282	659	6231	0.1612	0.5434
Case 500	513	439	2434	230	-299	1450	1035	807	6600	956	735	6250	0.1575	0.5351
Case 501	675	1109	2638	250	-710	1500	3055	451	7613	2902	374	7255	0.1952	0.6593
Case 502	635	920	2670	233	-601	1526	2506	506	7681	2382	433	7323	0.1857	0.6385
Case 503	613	735	2695	224	-488	1543	1962	612	7709	1863	533	7354	0.1776	0.6247
Case 504	594	562	2713	214	-377	1564	1435	709	7765	1349	629	7397	0.171	0.6116
Case 505	580	447	2727	208	-292	1577	1028	785	7784	960	706	7420	0.1667	0.6049
Case 506	576	1501	3866	389	-974	2291	3058	894	8671	2770	783	7963	0.5809	1.4613
Case 507	545	1221	3938	378	-808	2338	2444	955	8802	2201	847	8074	0.5647	1.4375
Case 508	523	939	4011	367	-640	2385	1821	1021	8915	1628	911	8190	0.5517	1.4222
Case 509	510	661	4065	363	-468	2422	1182	1108	9032	1046	999	8267	0.5419	1.4148
Case 510	502	500	4123	356	-337	2457	703	1168	9103	600	1057	8349	0.5364	1.4158
Case 511	845	1835	5296	461	-1259	3311	3895	915	13454	3764	867	12869	0.6968	2.0491
Case 512	810	1452	5389	445	-1018	3363	2956	1029	13565	2850	996	12973	0.6743	2.0067
Case 513	779	1068	5467	429	-776	3414	2049	1159	13698	1933	1131	13074	0.6533	1.9821
Case 514	748	685	5544	415	-531	3454	1157	1297	13713	1010	1277	13135	0.6373	1.963
Case 515	725	508	5587	406	-344	3487	474	1416	13761	306	1390	13189	0.6284	1.957
Case 516	1005	1987	6030	440	-1282	3544	4463	875	16336	4213	828	15538	0.7228	2.3507
Case 517	956	1552	6099	434	-1056	3701	3344	1041	16400	3107	989	15617	0.7094	2.3011
Case 518	916	1117	6167	415	-790	3747	2213	1216	16452	2008	1159	15691	0.7024	2.2641
Case 519	876	692	6243	398	-521	3789	1075	1418	16510	901	1341	15749	0.6859	2.2443
Case 520	855	502	6296	387	-316	3819	204	1575	16556	60	1486	15786	0.6755	2.2365
Case 521	1159	2126	6746	421	-1334	3868	4899	849	19294	4640	710	18494	0.7818	2.6569
Case 522	1110	1639	6822	398	-1053	3910	3527	1052	19381	3335	911	18544	0.7489	2.5949
Case 523	1055	1151	6891	377	-773	3951	2204	1270	19456	2036	1122	18593	0.7254	2.559
Case 524	1017	698	6940	358	-489	3992	885	1515	19486	727	1348	18636	0.7068	2.5289
Case 525	981	505	6998	344	-273	4020	393	1708	19514	-267	1524	18657	0.6959	2.5197
Case 526	523	1350	3356	368	-909	2048	2779	812	7522	2497	714	6846	0.4604	1.1677
Case 527	499	1107	3423	358	-759	2092	2243	864	7622	2006	770	6949	0.4478	1.1502
Case 528	484	861	3484	348	-609	2136	1702	923	7723	1514	826	7050	0.4377	1.1388
Case 529	469	614	3547	343	-455	2172	1151	1002	7819	1012	903	7127	0.4303	1.1318
Case 530	456	471	3602	337	-337	2207	736	1053	7887	626	951	7208	0.4263	1.1333
Case 531	768	1654	4617	419	-1132	2853	3545	820	11687	3420	782	11114	0.5491	1.6384
Case 532	739	1319	4691	404	-924	2901	2716	924	11770	2629	895	11216	0.5313	1.6064
Case 533	711	984	4760	403	-740	3046	1947	1039	11859	1839	1012	11309	0.5167	1.5859
Case 534	680	647	4821	391	-521	3085	1166	1161	11882	1041	1139	11370	0.5052	1.5737
Case 535	662	479	4868	382	-354	3117	567	1263	11941	431	1241	11425	0.4986	1.5655
Case 536	914	1791	5248	413	-1189	3145	4097	778	14077	3831	746	13400	0.5924	1.8794
Case 537	866	1411	5308	394	-960	3191	3113	927	14154	2880	885	13489	0.5717	1.8429
Case 538	836	1030	5378	378	-731	3231	2125	1093	14226	1932	1034	13555	0.5549	1.8114
Case 539	801	653	5447	363	-498	3271	1128	1266	14303	974	1192	13619	0.5413	1.7958
Case 540	781	484	5490	353	-321	3300	368	1404	14360	246	1320	13662	0.5331	1.7901
Case 541	1052	1915	5851	383	-1200	3330	4463	770	16692	4232	639	15955	0.6139	2.1248
Case 542	1013	1492	5939	362	-958	3370	3289	951	16757	3106	815	16011	0.5916	2.0784
Case 543	961	1068	6003	344	-716	3408	2157	1146	16806	1985	1000	16062	0.5786	2.0457
Case 544	924	652	6059	328	-472	3447	1009	1356	16867	854	1199	16119	0.5761	2.0245
Case 545	900	475	6112	324	-293	3570	135	1522	16907	-5	1347	16133	0.5664	2.0189
Case 546	460	1180	2806	325	-793	1685	2450	715	6236	2203	630	5651	0.3562	0.8759
Case 547	445	976	2855	317	-670	1724	2002	759	6340	1797	676	5745	0.3487	0.8632
Case 548	430	771	2913	308	-546	1763	1549	816	6439	1390	724	5836	0.3406	0.853
Case 549	417	562	2964	304	-418	1796	1095	878	6530	974	789	5907	0.3347	0.8481
Case 550	403	424	3011	298	-321	1826	763	918	6591	655	826	5980	0.3314	0.8499
Case 551	678	1447	3855	369	-989	2349	3141	720	9656	3030	685	9180	0.4087	1.2283
Case 552	653	1166	3933	369	-846	2474	2470	802	9759	2378	778	9281	0.3957	1.2065
Case 553	628	887	3994	356	-668	2516	1825	903	9844	1723	877	9364	0.3849	1.192
Case 554	601	609	4038	346	-486	2552	1173	1007	9878	1061	984	9430	0.3765	1.1817
Case 555	588	448	4078	339	-348	2581	669	1099	9934	556	1070	9482	0.3847	1.1741

## Αποτελέσματα αποφλοιώσης με κύλιση

CASE NAME	Fx max [N]	Fy max	Fz max	Fx mean	Fy mean	Fz mean	Fx max Global	Fy max Global	Fz max Global	Fx Global mean	Fy Global mean	Fz Global mean	h max [mm]	max Area [mm <sup>2</sup> ]
Case 556	803	1566	4369	363	-1039	2589	3648	684	11624	3402	649	11063	0.4411	1.4098
Case 557	766	1250	4445	347	-850	2630	2822	803	11710	2615	762	11149	0.426	1.3846
Case 558	736	931	4499	333	-660	2668	1993	945	11793	1829	889	11220	0.4136	1.3579
Case 559	709	625	4554	321	-468	2705	1162	1091	11862	1036	1024	11287	0.4035	1.3476
Case 560	691	450	4601	313	-322	2730	542	1205	11907	435	1132	11325	0.3975	1.3452
Case 561	927	1675	4877	338	-1050	2741	3976	677	13806	3771	554	13169	0.473	1.5938
Case 562	893	1323	4956	320	-850	2777	3022	825	13860	2838	700	13230	0.4557	1.5602
Case 563	848	969	5011	304	-650	2812	2068	985	13935	1908	855	13289	0.4414	1.5338
Case 564	819	637	5059	299	-460	2928	1097	1162	13987	972	1019	13346	0.4297	1.5208
Case 565	802	444	5101	288	-302	2951	371	1298	14017	264	1149	13366	0.4225	1.5122
Case 566	387	978	2141	273	-657	1268	2061	601	4741	1856	526	4275	0.2371	0.5851
Case 567	375	823	2184	266	-564	1299	1723	636	4816	1549	562	4348	0.2306	0.5754
Case 568	364	669	2230	261	-469	1330	1382	682	4892	1239	604	4422	0.2252	0.5686
Case 569	354	513	2270	257	-373	1360	1044	728	4962	924	650	4491	0.2216	0.565
Case 571	567	1201	2945	319	-849	1836	2669	595	7339	2571	564	6975	0.2812	0.8192
Case 572	545	988	2997	308	-715	1874	2168	654	7427	2073	636	7060	0.2721	0.8064
Case 573	526	777	3040	299	-579	1909	1664	735	7509	1573	714	7138	0.2645	0.7954
Case 574	506	572	3079	291	-441	1942	1152	818	7560	1068	797	7202	0.2583	0.7887
Case 576	668	1299	3356	303	-862	1957	3089	561	8868	2892	531	8401	0.2921	0.9414
Case 577	641	1060	3399	290	-719	1992	2458	655	8947	2294	619	8479	0.2821	0.9237
Case 578	615	820	3448	279	-575	2026	1827	761	9032	1695	716	8555	0.2741	0.9066
Case 579	595	593	3490	270	-429	2058	1191	875	9098	1091	823	8620	0.2674	0.9004
Case 581	774	1391	3747	281	-871	2073	3396	552	10518	3212	448	10008	0.3133	1.0641
Case 582	744	1123	3798	266	-719	2102	2664	658	10566	2502	558	10059	0.3021	1.0407
Case 583	710	857	3855	261	-583	2192	1932	781	10624	1795	675	10115	0.2926	1.0227
Case 584	689	610	3894	251	-425	2227	1195	927	10712	1082	810	10187	0.285	1.0148
Case 586	291	715	1257	205	-479	751	1561	458	2873	1403	395	2558	0.1175	0.2915
Case 587	283	624	1293	200	-424	775	1354	476	2939	1218	416	2619	0.1143	0.2869
Case 588	278	532	1327	198	-367	798	1144	508	3002	1031	443	2678	0.1117	0.2835
Case 589	271	441	1361	195	-309	821	931	534	3063	840	472	2736	0.11	0.2819
Case 590	269	372	1384	195	-265	837	771	564	3103	695	497	2776	0.109	0.2813
Case 591	417	881	1758	235	-623	1102	2049	429	4494	1969	406	4232	0.1396	0.4113
Case 592	404	755	1795	229	-541	1130	1736	462	4564	1665	451	4305	0.1351	0.4038
Case 593	393	630	1833	223	-459	1158	1421	511	4640	1360	501	4373	0.1314	0.3984
Case 594	383	507	1870	218	-375	1184	1099	568	4698	1050	553	4435	0.1284	0.3952
Case 595	377	420	1896	215	-311	1202	855	616	4740	815	596	4477	0.1268	0.3929
Case 596	493	954	2005	223	-633	1179	2372	397	5417	2228	376	5115	0.1504	0.4715
Case 597	482	809	2033	217	-545	1202	1984	467	5480	1862	439	5170	0.1452	0.4602
Case 598	458	670	2082	208	-458	1232	1596	521	5572	1495	489	5254	0.1409	0.4549
Case 599	449	532	2117	209	-381	1297	1206	599	5633	1123	558	5316	0.1373	0.4514
Case 600	442	436	2143	206	-310	1314	909	661	5676	842	614	5356	0.1352	0.4498
Case 601	570	1022	2254	212	-657	1284	2627	386	6421	2484	307	6090	0.1557	0.5326
Case 602	550	862	2291	202	-561	1307	2170	442	6474	2049	372	6146	0.1502	0.5214
Case 603	533	704	2328	194	-466	1333	1717	523	6544	1617	448	6208	0.1456	0.513
Case 604	519	551	2364	189	-370	1359	1260	621	6613	1180	535	6275	0.1417	0.5077
Case 605	518	446	2378	190	-295	1369	918	717	6627	854	624	6283	0.1393	0.5033
Case 606	485	1389	3487	346	-944	2135	2672	753	7586	2388	645	6893	0.482	1.2303
Case 607	471	1140	3566	336	-790	2188	2130	805	7719	1897	698	7010	0.4885	1.2174
Case 608	453	887	3631	328	-632	2234	1599	870	7834	1398	756	7109	0.4809	1.2058
Case 609	440	633	3706	322	-472	2281	1062	943	7941	891	820	7207	0.4756	1.2047
Case 610	434	490	3746	320	-349	2310	648	1012	8005	506	880	7258	0.4732	1.2063
Case 611	737	1700	4762	397	-1165	2948	3317	789	11745	3193	738	11110	0.5709	1.7152
Case 612	698	1359	4856	383	-952	3003	2486	880	11861	2406	840	11222	0.5575	1.6878
Case 613	670	1013	4929	370	-736	3050	1650	975	11930	1611	952	11302	0.5471	1.6747
Case 614	650	669	5006	360	-518	3104	852	1107	12038	809	1074	11408	0.5396	1.6743
Case 615	635	502	5076	352	-350	3142	245	1211	12098	193	1168	11474	0.5357	1.6815
Case 616	861	1843	5415	394	-1223	3242	3795	762	14107	3561	727	13459	0.6192	1.9621
Case 617	824	1458	5520	387	-1022	3412	2802	878	14196	2614	847	13630	0.6025	1.9427
Case 618	785	1064	5592	370	-777	3463	1797	1008	14309	1651	985	13710	0.59	1.9213
Case 619	758	677	5686	356	-529	3518	848	1183	14432	679	1137	13805	0.5808	1.9197
Case 620	744	508	5766	345	-339	3556	170	1306	14485	-67	1251	13864	0.5758	1.9267
Case 621	995	1980	6085	377	-1270	3524	4144	748	16747	3905	644	15995	0.6439	2.2205
Case 622	954	1546	6179	357	-1016	3582	2997	910	16884	2778	809	16111	0.6388	2.1925
Case 623	915	1107	6268	339	-760	3631	1847	1086	16976	1644	979	16182	0.6339	2.1691
Case 624	876	681	6358	322	-500	3688	663	1288	17088	494	1164	16281	0.6224	2.166
Case 625	855	493	6421	317	-310	3831	516	1431	17104	-380	1299	16292	0.6154	2.1726
Case 626	442	1251	3023	314	-849	1838	2432	683	6561	2167	584	5948	0.3962	0.9843
Case 627	428	1033	3095	306	-717	1885	1976	730	6677	1743	630	6053	0.3882	0.9743
Case 628	412	812	3169	298	-581	1926	1509	787	6790	1313	680	6140	0.3823	0.9636
Case 629	401	591	3237	293	-443	1968	1033	849	6887	876	737	6229	0.3784	0.9635
Case 630	397	453	3276	292	-336	1994	669	911	6935	543	792	6275	0.3766	0.9649

## Αποτελέσματα αποφλοιώσης με κύλιση

CASE NAME	Fx max [N]	Fy max	Fz max	Fx mean	Fy mean	Fz mean	Fx max Global	Fy max Global	Fz max Global	Fx Global mean	Fy Global mean	Fz Global mean	h max [mm]	max Area [mm <sup>2</sup> ]
Case 631	668	1532	4138	361	-1049	2537	3030	711	10145	2913	666	9585	0.4538	1.3727
Case 632	633	1236	4218	348	-866	2586	2312	791	10264	2234	755	9689	0.4602	1.3516
Case 633	610	934	4293	338	-679	2629	1595	875	10335	1547	856	9765	0.4526	1.3388
Case 634	593	629	4362	329	-491	2679	891	993	10437	853	964	9868	0.4462	1.3405
Case 635	579	471	4421	321	-346	2714	354	1083	10489	320	1044	9931	0.4428	1.3448
Case 636	783	1660	4708	370	-1137	2878	3459	685	12181	3261	656	11629	0.4915	1.5704
Case 637	748	1326	4801	351	-930	2937	2597	786	12305	2439	757	11760	0.4792	1.5542
Case 638	714	983	4864	337	-719	2984	1741	906	12400	1608	879	11838	0.4697	1.5377
Case 639	692	643	4951	325	-505	3034	917	1057	12501	768	1012	11931	0.4627	1.5378
Case 640	676	483	5017	315	-341	3071	284	1165	12540	123	1112	11994	0.4587	1.5418
Case 641	905	1785	5289	342	-1144	3030	3817	671	14499	3580	580	13794	0.5285	1.775
Case 642	868	1407	5374	325	-926	3084	2812	812	14590	2608	722	13903	0.5144	1.7555
Case 643	830	1023	5444	309	-704	3128	1807	978	14659	1629	872	13971	0.5031	1.7337
Case 644	799	655	5543	303	-495	3273	779	1148	14759	636	1029	14046	0.4947	1.7342
Case 645	779	477	5602	290	-318	3306	242	1273	14789	-120	1147	14089	0.49	1.7385
Case 646	390	1095	2519	277	-743	1507	2168	603	5400	1918	513	4893	0.295	0.7382
Case 647	377	914	2579	270	-633	1550	1785	641	5513	1569	550	4991	0.2892	0.731
Case 648	364	731	2635	263	-522	1585	1394	688	5605	1214	592	5066	0.285	0.7222
Case 649	355	546	2689	259	-408	1622	1000	741	5684	855	641	5145	0.2823	0.7228
Case 650	353	418	2720	258	-320	1645	696	795	5738	580	686	5192	0.281	0.7241
Case 651	586	1341	3433	318	-918	2083	2697	621	8391	2592	581	7902	0.3524	1.029
Case 652	556	1094	3508	307	-767	2128	2102	689	8497	2031	657	8001	0.344	1.015
Case 653	541	843	3565	299	-612	2164	1514	763	8558	1464	744	8064	0.3377	1.0037
Case 654	525	600	3638	292	-457	2209	922	852	8668	891	834	8159	0.3331	1.0056
Case 655	513	454	3685	283	-338	2242	471	920	8725	451	893	8229	0.3307	1.0105
Case 656	691	1453	3902	327	-994	2364	3070	597	10090	2910	575	9585	0.3664	1.1778
Case 657	659	1177	3979	310	-825	2419	2357	681	10201	2232	654	9714	0.3573	1.1657
Case 658	630	893	4058	298	-650	2461	1670	785	10299	1544	758	9792	0.3506	1.155
Case 659	613	622	4128	288	-474	2507	977	913	10388	850	872	9885	0.3524	1.1541
Case 660	597	463	4184	280	-339	2540	448	1002	10440	318	955	9944	0.3545	1.1565
Case 661	800	1559	4385	302	-1000	2486	3424	587	11932	3204	504	11357	0.3941	1.3312
Case 662	765	1249	4459	287	-821	2538	2588	702	12061	2401	619	11478	0.3836	1.3159
Case 663	735	934	4530	282	-657	2653	1743	849	12126	1591	746	11526	0.3756	1.3028
Case 664	708	638	4611	266	-468	2696	887	980	12222	771	865	11604	0.3695	1.3021
Case 665	690	464	4652	258	-322	2731	249	1089	12266	146	976	11669	0.3661	1.3036
Case 666	327	910	1892	232	-617	1128	1838	503	4114	1627	427	3682	0.1953	0.4921
Case 667	315	775	1947	226	-535	1163	1544	531	4204	1364	455	3767	0.1915	0.4875
Case 669	299	502	2040	219	-365	1225	943	609	4359	823	527	3905	0.1871	0.4826
Case 670	294	406	2077	216	-299	1250	708	642	4421	613	556	3961	0.1864	0.4863
Case 671	488	1115	2591	265	-763	1564	2306	512	6349	2213	479	5967	0.2334	0.6867
Case 672	464	931	2647	258	-649	1602	1857	567	6442	1788	538	6052	0.2281	0.6777
Case 673	458	742	2697	252	-531	1630	1408	625	6489	1358	608	6105	0.224	0.6698
Case 674	446	563	2752	247	-414	1668	957	693	6587	926	681	6192	0.2211	0.6697
Case 675	431	446	2802	238	-325	1701	609	733	6658	590	717	6269	0.2196	0.6741
Case 677	552	1001	3010	259	-699	1825	2101	551	7743	1982	530	7367	0.2457	0.7776
Case 678	532	790	3078	251	-567	1861	1578	638	7837	1460	613	7440	0.2408	0.7709
Case 679	518	589	3136	244	-434	1900	1048	736	7909	933	700	7525	0.2373	0.7694
Case 680	506	461	3180	245	-342	1992	641	799	7961	529	764	7597	0.2354	0.772
Case 681	670	1295	3295	254	-830	1866	2937	497	9014	2754	417	8573	0.2611	0.8874
Case 682	638	1063	3367	242	-716	1963	2295	550	9122	2139	477	8660	0.2544	0.8766
Case 683	614	828	3435	238	-574	2005	1655	692	9224	1529	600	8754	0.2492	0.871
Case 684	597	609	3504	227	-431	2047	1003	790	9310	910	696	8850	0.2453	0.8693
Case 685	584	470	3540	219	-320	2073	505	868	9361	435	773	8900	0.2432	0.8699
Case 687	234	592	1149	175	-423	723	1229	386	2562	1092	330	2282	0.0998	0.2443
Case 688	229	510	1184	173	-370	748	1046	410	2623	929	352	2339	0.0983	0.2414
Case 689	226	429	1216	172	-316	773	860	438	2692	762	379	2398	0.0973	0.2424
Case 690	222	369	1249	170	-275	793	717	456	2739	634	395	2445	0.0969	0.2438
Case 692	347	712	1571	199	-510	990	1518	404	3940	1459	384	3656	0.1134	0.3394
Case 693	348	600	1607	197	-436	1011	1237	448	3979	1197	433	3696	0.1114	0.3342
Case 694	342	492	1652	196	-363	1042	965	493	4060	936	483	3775	0.1101	0.3345
Case 695	329	415	1696	187	-308	1071	749	505	4135	731	495	3851	0.1094	0.3378
Case 697	410	768	1793	193	-533	1096	1737	381	4737	1641	368	4481	0.1222	0.3897
Case 698	401	643	1840	189	-452	1123	1410	443	4804	1322	424	4544	0.1199	0.3862
Case 699	392	521	1888	191	-384	1193	1079	505	4874	1002	478	4635	0.1181	0.3858
Case 700	385	435	1924	185	-320	1215	823	540	4927	754	514	4688	0.1173	0.3871
Case 702	476	816	2012	178	-546	1177	1907	363	5578	1793	313	5259	0.1307	0.4397
Case 703	463	681	2064	178	-461	1214	1515	458	5682	1423	397	5369	0.128	0.4364
Case 704	451	546	2107	164	-374	1235	1115	483	5729	1044	430	5405	0.126	0.4352
Case 705	444	449	2140	167	-307	1267	808	579	5823	753	510	5502	0.1249	0.4367

## Αποτελέσματα αποφλοιώσης με κύλιση

CASE NAME	Fx max [N]	Fy max	Fz max	Fx mean	Fy mean	Fz mean	Fx max Global	Fy max Global	Fz max Global	Fx Global mean	Fy Global mean	Fz Global mean	h max [mm]	max Area [mm <sup>2</sup> ]
Case 706	557	641	3354	198	-432	1894	1353	644	9368	1261	559	8943	0.433	1.0239
Case 707	1150	1297	6666	420	-891	3835	2771	1330	18504	2549	1145	17634	0.4401	2.0475
Case 708	1723	1951	9975	635	-1336	5731	4145	1998	27569	3827	1731	26358	0.4385	3.0778
Case 709	2304	2606	13257	848	-1782	7629	5527	2648	36720	5103	2306	35095	0.4378	4.1055
Case 710	2888	3262	16576	1062	-2229	9530	6905	3308	45826	6382	2888	43844	0.4375	5.1423
Case 711	867	1287	5739	319	-745	3121	1962	742	10322	1794	679	9493	0.576	2.0174
Case 712	731	898	4357	335	-641	2570	1981	1024	12071	1834	939	11494	0.4031	1.2976
Case 713	736	952	4581	332	-670	2719	1965	896	11644	1825	863	11094	0.4209	1.3994
Case 714	746	976	4688	330	-678	2765	1894	868	11485	1828	835	10948	0.4328	1.4511
Case 715	792	1265	4513	355	-856	2673	2712	803	11523	2539	760	11000	0.4363	1.4281
Case 716	587	864	3819	294	-654	2401	2541	970	13109	2368	933	12561	0.3367	1.0548
Case 717	511	792	3176	278	-632	2109	3086	1121	14515	2990	1084	14058	0.2657	0.808
Case 718	524	704	2541	307	-586	1791	3803	1662	16031	3700	1636	15693	0.2071	0.5987
Case 706	557	641	3354	198	-432	1894	1353	644	9368	1261	559	8943	0.433	1.0239
Case 707	1150	1297	6666	420	-891	3835	2771	1330	18504	2549	1145	17634	0.4401	2.0475
Case 708	1723	1951	9975	635	-1336	5731	4145	1998	27569	3827	1731	26358	0.4385	3.0778
Case 709	2304	2606	13257	848	-1782	7629	5527	2648	36720	5103	2306	35095	0.4378	4.1055
Case 710	2888	3262	16576	1062	-2229	9530	6905	3308	45826	6382	2888	43844	0.4375	5.1423
Case 711	867	1287	5739	319	-745	3121	1962	742	10322	1794	679	9493	0.576	2.0174
Case 712	731	898	4357	335	-641	2570	1981	1024	12071	1834	939	11494	0.4031	1.2976
Case 713	736	952	4581	332	-670	2719	1965	896	11644	1825	863	11094	0.4209	1.3994
Case 714	746	976	4688	330	-678	2765	1894	868	11485	1828	835	10948	0.4328	1.4511
Case 715	792	1265	4513	355	-856	2673	2712	803	11523	2539	760	11000	0.4363	1.4281
Case 716	587	864	3819	294	-654	2401	2541	970	13109	2368	933	12561	0.3367	1.0548
Case 717	511	792	3176	278	-632	2109	3086	1121	14515	2990	1084	14058	0.2657	0.808
Case 718	524	704	2541	307	-586	1791	3803	1662	16031	3700	1636	15693	0.2071	0.5987
Case 706	557	641	3354	198	-432	1894	1353	644	9368	1261	559	8943	0.433	1.0239
Case 707	1150	1297	6666	420	-891	3835	2771	1330	18504	2549	1145	17634	0.4401	2.0475
Case 708	1723	1951	9975	635	-1336	5731	4145	1998	27569	3827	1731	26358	0.4385	3.0778
Case 709	2304	2606	13257	848	-1782	7629	5527	2648	36720	5103	2306	35095	0.4378	4.1055
Case 710	2888	3262	16576	1062	-2229	9530	6905	3308	45826	6382	2888	43844	0.4375	5.1423
Case 711	867	1287	5739	319	-745	3121	1962	742	10322	1794	679	9493	0.576	2.0174
Case 712	731	898	4357	335	-641	2570	1981	1024	12071	1834	939	11494	0.4031	1.2976
Case 713	736	952	4581	332	-670	2719	1965	896	11644	1825	863	11094	0.4209	1.3994
Case 714	746	976	4688	330	-678	2765	1894	868	11485	1828	835	10948	0.4328	1.4511