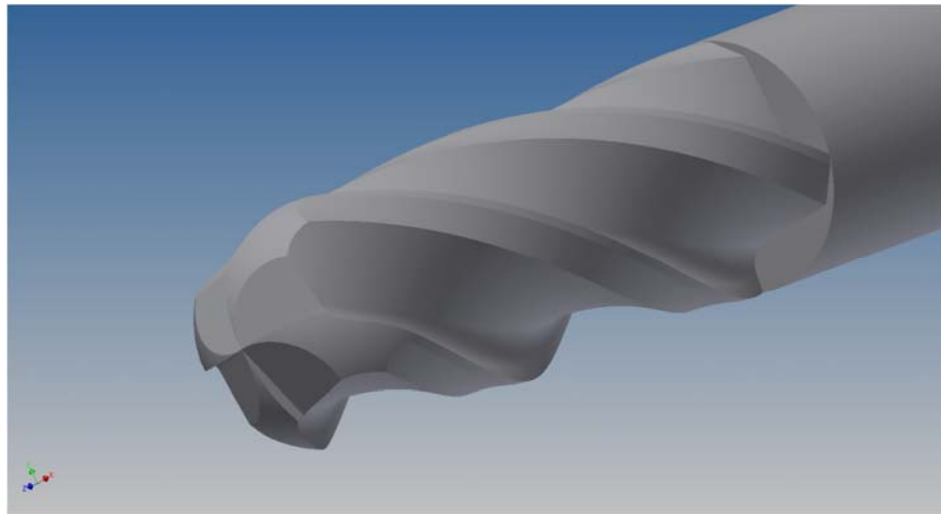


# ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΟΠΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΠΟΙΚΙΛΗΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ CAD



Χρήστος – Γεώργιος Κ. Γεωργακόπουλος

Χανιά 2014

2014

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΟΠΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΠΟΙΚΙΛΗΣ  
ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ CAD



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



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

Χρήστος - Γεώργιος Κ. Γεωργακόπουλος

## Δομή της παρουσίασης

- Εισαγωγή
- Μορφές κονδυλίων
- Παραγωγή κονδυλίων
- Γεωμετρία των κονδυλίων
- Μέθοδοι προσομοίωσης
- Σύγκριση των μεθόδων
- Γεωμετρία του κονδυλίου
- Είδη άκρων κοπής
- Παρουσίαση αποτελεσμάτων
- Παρουσίαση φόρμας
- Παρουσίαση διαδικασίας



2014

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΟΠΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΠΟΙΚΙΛΗΣ  
ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ CAD



Δομή παρουσίασης

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



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

Χρήστος - Γεώργιος Κ. Γεωργακόπουλος

- Σκοπός της εργασίας :  
Η ανάπτυξη υπολογιστικού προγράμματος, μέσω της γλώσσας προγραμματισμού Visual Basic, με σκοπό τη δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων κοπτικών εργαλείων φρεζαρίσματος ποικίλης γεωμετρίας.
- Πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε :
  - Autodesk Inventor Professional 2014
- Μέρη των κονδυλίων :
  - Άκρη κοπής
  - Ακμή κοπής και σώμα
  - Στέλεχος
- Μέθοδοι απεικόνισης σε Η/Υ :
  - Προσομοίωση του grinding
  - Αποτύπωση μέσω μαθηματικών τύπων
  - Χειροκίνητη σχεδίαση
  - Υβριδική



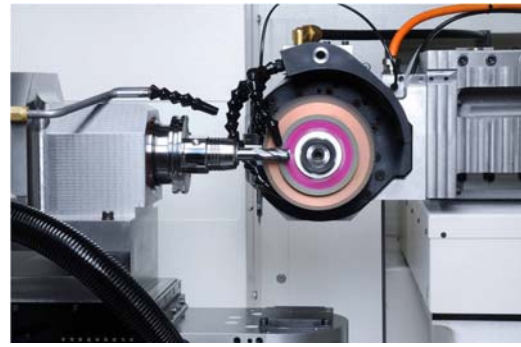
Κονδύλι Ball τεσσάρων ακμών κοπής

Είδη κονδυλίων :Επίσης : Cone και General

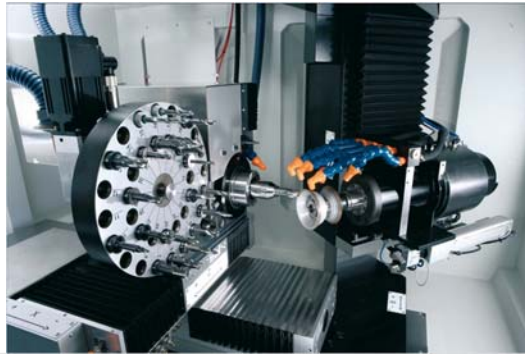
### Μεθοδος παραγωγής κονδυλιών :



Φόρτωση του κράματος



Επεξεργασία της ακμής κοπής



Δημιουργία της άκρης κοπής

2014

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΟΠΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΠΟΙΚΙΛΗΣ  
ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ CAD



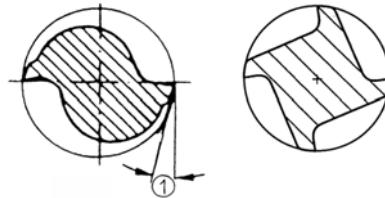
## Παραγωγή κονδυλιών

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



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

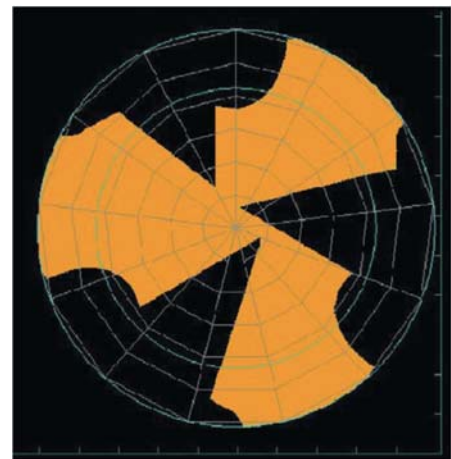
Χρήστος - Γεώργιος Κ. Γεωργακόπουλος



Η τομή της έλικας ενός κονδυλιού

- Κυλινδρικό σχήμα
- Ελικοειδής ακμή κοπής
- Στέλεχος
- Άκρη κοπής

Η σωστή αποτύπωση της τομής του κονδυλιού είναι ένα μεγάλο ζήτημα για πολλούς ερευνητές, με καθέναν να παρουσιάζει διαφορετικά το μοντέλο του, και να μην είναι, σχεδόν ποτέ, σωστή αποτύπωση της τομής. Από τη μία, η τομές των εργαλείων διαφέρουν μεταξύ τους, και είναι θεωρητικά σωστές μόνο για ένα συγκεκριμένο εργαλείο που τυχόν εξετάζεται. Από την άλλη όμως, καθώς πολλοί προσπαθούν να παρουσιάσουν το μοντέλο τους σε ψευδοτριδιάστατη απεικόνιση, τα μοντέλα είναι χωρίς την πολύπλοκη δομή που αναγνωρίζεται σε ένα εργαλείο στην πραγματικότητα. Γι' αυτό παρατηρείται πολύ μεγάλη απόκλιση στα μοντέλα μεταξύ ερευνητών του χώρου, ακόμα και αν μελετούν το ίδιο αντικείμενο, για παράδειγμα, ένα Ball κονδύλι.



Η τομή της έλικας ενός κονδυλιού τριών ακμών κοπής, όπως αποτυπώνεται από ερευνητή.

2014

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΟΠΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΠΟΙΚΙΛΗΣ  
ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ CAD



## Γεωμετρία των κονδυλιών

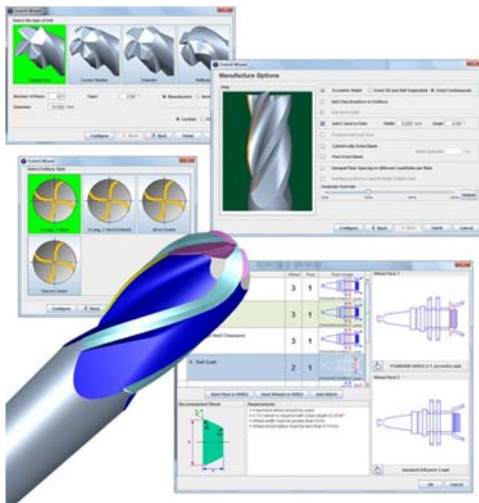
<http://www.m3.tuc.gr>



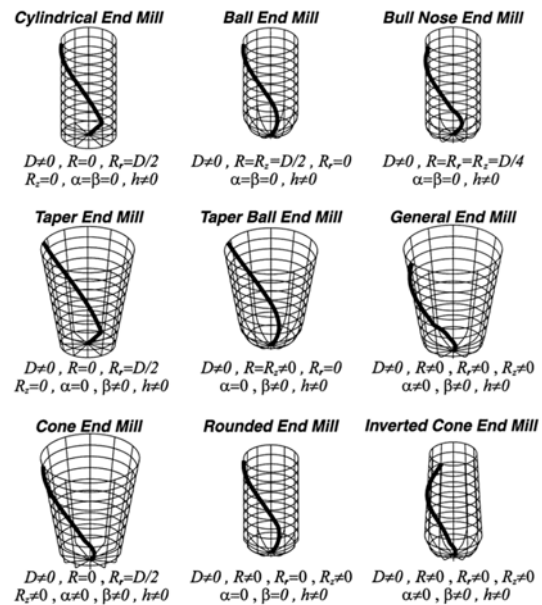
Sch. of Production Eng. & Management  
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab  
Prof. Aristomenis Antoniadis

Χρήστος - Γεώργιος Κ. Γεωργακόπουλος

- Προσομοίωση του Grinding
- Προσομοίωση μέσω μαθηματικών τύπων
- Υβριδικές μέθοδοι



Προσομοίωση μεθόδου Grinding στο πρόγραμμα ANCA Toolroom 2012.



Αποτελέσματα της έρευνας των Engin και Altintas, πάνω στους μαθηματικούς τύπους που δίδουν τα μοντέλα κονδυλίων σε προγράμματα CAD – CAM.

2014



Μέθοδοι προσομοίωσης

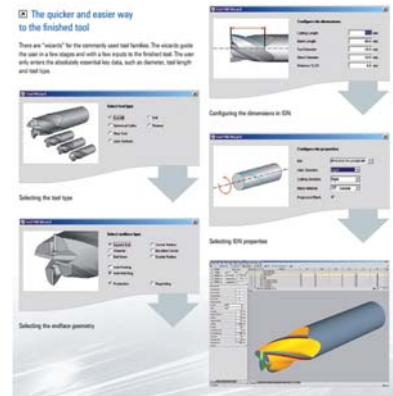
<http://www.m3.tuc.gr>


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

Χρήστος - Γεώργιος Κ. Γεωργακόπουλος

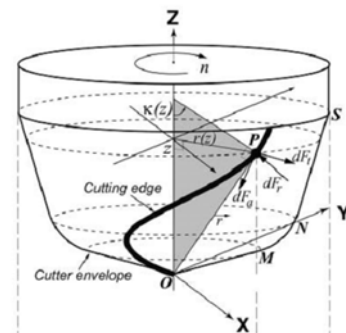
### Μεθοδος προσομοιωσης του Grinding

- Ακρίβεια παραγόμενου μοντέλου
- Επέμβαση σε πληθώρα παραμέτρων που αφορούν τη γεωμετρία του κονδυλίου
- Δυνατότητα επεξεργασίας των παραμέτρων της γεωμετρίας των grinders
- Κόστος αγοράς του προγράμματος
- Πολυπλοκότητα στη χρήση λόγω των παραμέτρων που πρέπει να εισάγει ο χρήστης
- Περιορισμένο πλήθος ειδών παραγόμενων μοντέλων



### Μεθοδος προσομοιωσης μέσω μαθηματικών τύπων

- Επέμβαση σε πληθώρα παραμέτρων που αφορούν τη γεωμετρία του κονδυλίου
- Πλήθος ειδών παραγόμενων μοντέλων
- Ανάπτυξη προγράμματος το οποίο θα εμπεριέχει τους μαθηματικούς τύπους
- Ακρίβεια παραγόμενου μοντέλου
- Ο χρήστης χρειάζεται να έχει γνώσεις μαθηματικών υψηλού επιπέδου στον τομέα των πινάκων, διανυσμάτων και καμπυλών



2014



Σύγκριση των μεθόδων

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

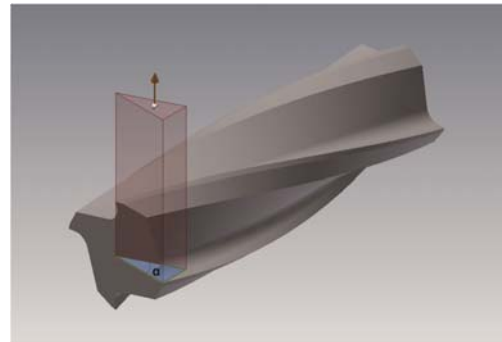
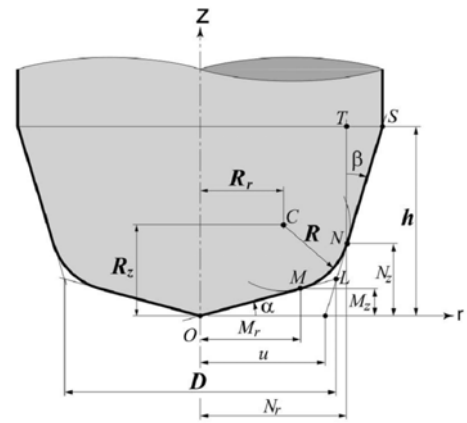

Sch. of Production Eng. & Management  
 Micromachining & Manufacturing Modeling Lab  
 Prof. Aristomenis Antoniadis

Χρήστος - Γεώργιος Κ. Γεωργακόπουλος

Η μέθοδος που επιλέχθηκε είναι μία **υβριδική**, στην οποία σχεδιάζονται μέσω μαθηματικών τύπων τα μέρη του υλικού που αφαιρούνται μέσω του grinding.

### Ανάπτυξη του κώδικα σε βήματα

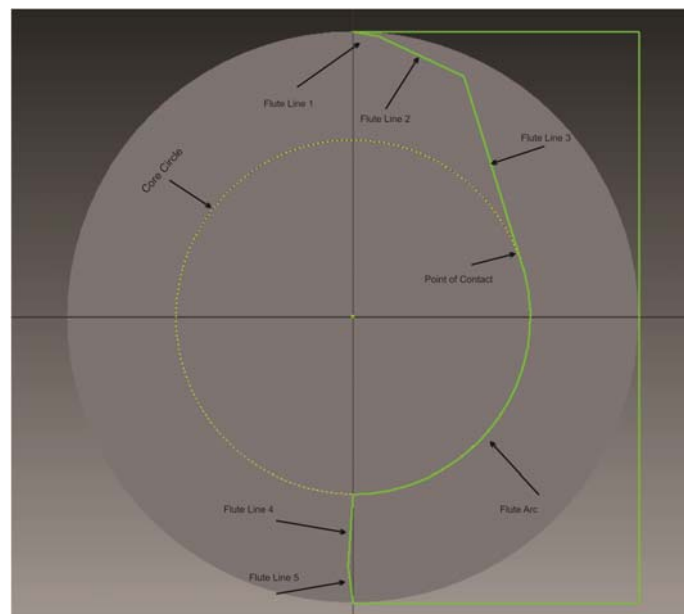
1. Εισαγωγή αριθμητικών δεδομένων : Το πρόγραμμα δέχεται τα μεγέθη που αφορούν τη γεωμετρία του εργαλείου, όπως, για παράδειγμα, την ακτίνα και τον αριθμό των ακμών κοπής.
2. Επιλογή είδους άκρης κοπής : Ο χρήστης επιλέγει τη μορφή της άκρης, μέσα από λίστα επιλογών (Ball, Bull Nose κ.α.) και εισάγει τις κατάλληλες μεταβλητές για το κάθε είδος.
3. Σχεδιασμός κυλίνδρου : Σώμα του κοπτικού.
4. Σχεδιασμός εσωτερικής γεωμετρίας ακμής : Δημιουργείται η γεωμετρία της ακμής κοπής και σχεδιάζεται σπειροειδώς η ακμή.
5. Σχεδιασμός γεωμετρίας ακμής στην άκρη : Αφαίρεση υλικού σε τριγωνικό σχήμα από την άκρη του κοπτικού
6. Σχεδιασμός άκρης κοπής : Δημιουργία της άκρης κοπής σύμφωνα με τα δεδομένα εισόδου.
7. Σχεδιασμός τελικών μορφών της άκρης κοπής : Σχεδιάζεται η γεωμετρία της άκρης για κονδύλι δύο ακμών κοπής.
8. Σχεδιασμός Στελέχους



2014

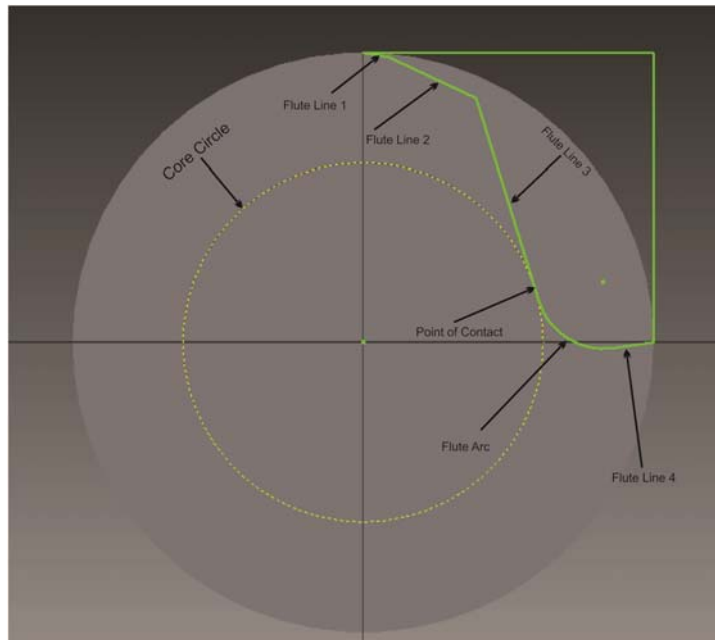


### Κονδύλι δύο ακμών κοπής

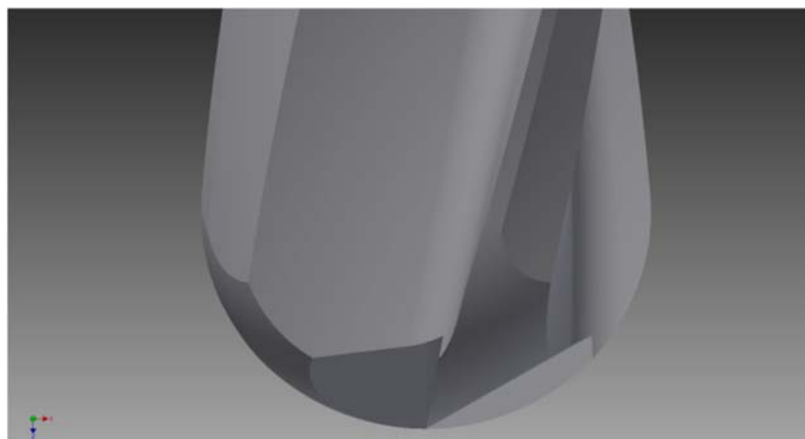


2014



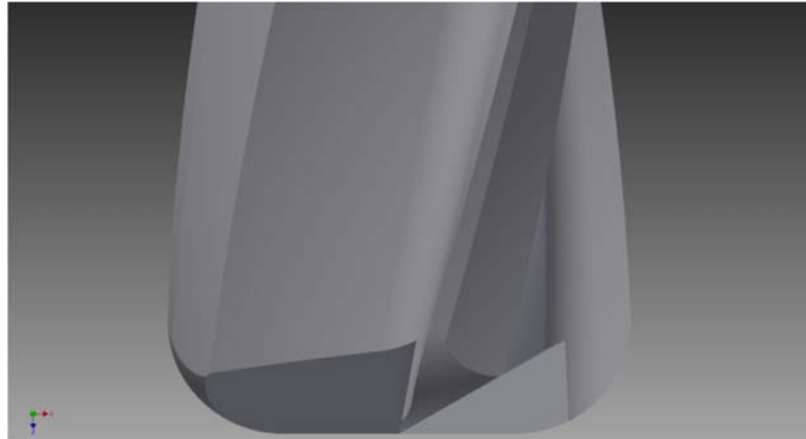
Κονδύλι τεσσάρων ακμών κοπής

## Γεωμετρία του κονδυλίου (II)

<http://www.m3.tuc.gr>Sch. of Production Eng. & Management  
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab  
Prof. Aristomenis AntoniadisΧρήστος - Γεώργιος Κ. Γεωργακόπουλος<sup>11</sup>Ball Κονδύλι

## Είδη άκρων κοπής (I)

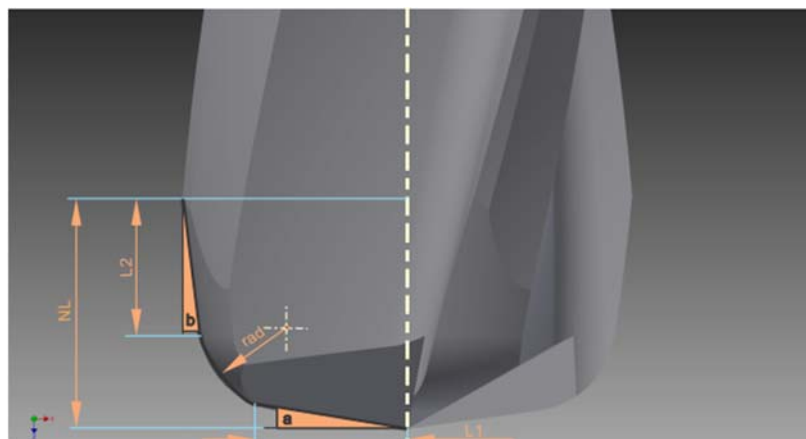
<http://www.m3.tuc.gr>Sch. of Production Eng. & Management  
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab  
Prof. Aristomenis AntoniadisΧρήστος - Γεώργιος Κ. Γεωργακόπουλος<sup>12</sup>

Bull Nose Κονδύλι

2014

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΟΠΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΠΟΙΚΙΛΗΣ  
ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ CAD

## Είδη άκρων κοπής (II)

<http://www.m3.tuc.gr>Sch. of Production Eng. & Management  
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab  
Prof. Aristomenis AntoniadisΧρήστος - Γεώργιος Κ. Γεωργακόπουλος<sup>13</sup>General Κονδύλι

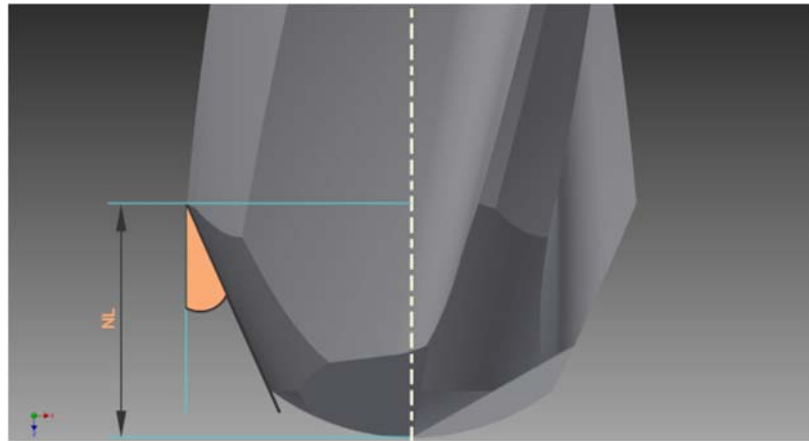
2014

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΟΠΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΠΟΙΚΙΛΗΣ  
ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ CAD

## Είδη άκρων κοπής (III)

<http://www.m3.tuc.gr>Sch. of Production Eng. & Management  
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab  
Prof. Aristomenis AntoniadisΧρήστος - Γεώργιος Κ. Γεωργακόπουλος<sup>14</sup>

## Taper Ball Κονδύλι



2014

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΟΠΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΠΟΙΚΙΛΗΣ  
ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ CAD



Είδη άκρων κοπής (IV)

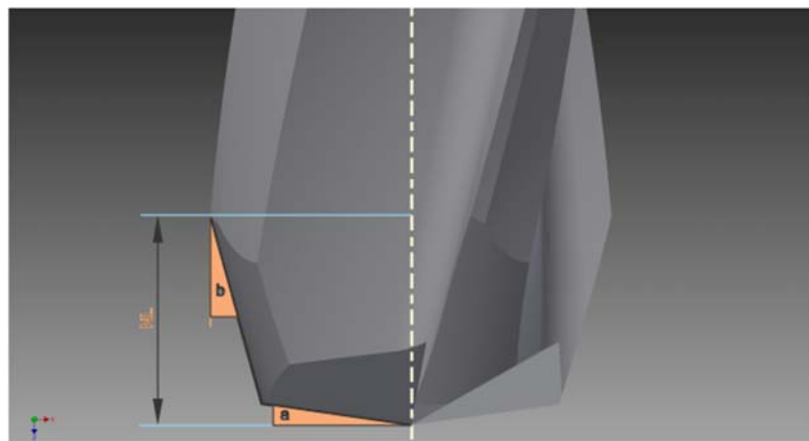
<http://www.m3.tuc.gr>



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

Χρήστος - Γεώργιος Κ. Γεωργακόπουλος<sup>15</sup>

## Cone Κονδύλι



2014

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΟΠΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΠΟΙΚΙΛΗΣ  
ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ CAD



Είδη άκρων κοπής (V)

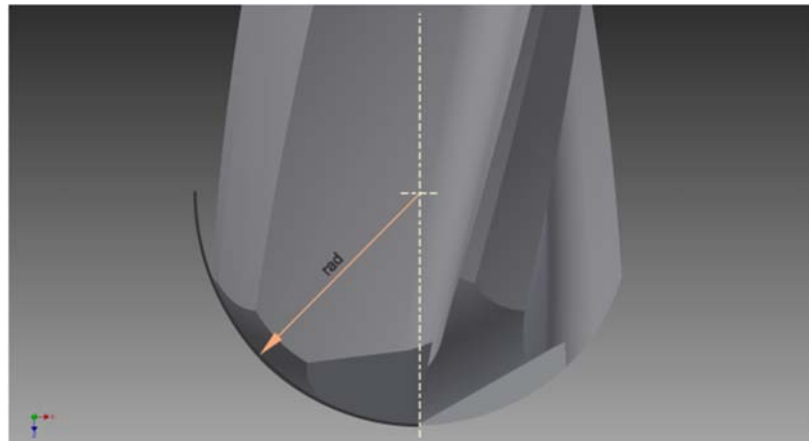
<http://www.m3.tuc.gr>



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

Χρήστος - Γεώργιος Κ. Γεωργακόπουλος<sup>16</sup>

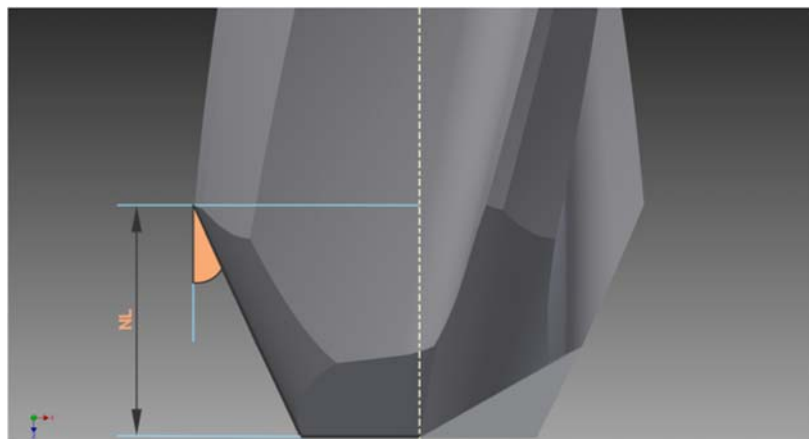


Rounded Κονδύλι

2014

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΟΠΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΠΟΙΚΙΛΗΣ  
ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ CAD

Είδη άκρων κοπής (VI)

<http://www.m3.tuc.gr>Sch. of Production Eng. & Management  
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab  
Prof. Aristomenis AntoniadisΧρήστος - Γεώργιος Κ. Γεωργακόπουλος<sup>17</sup>Taper End Κονδύλι

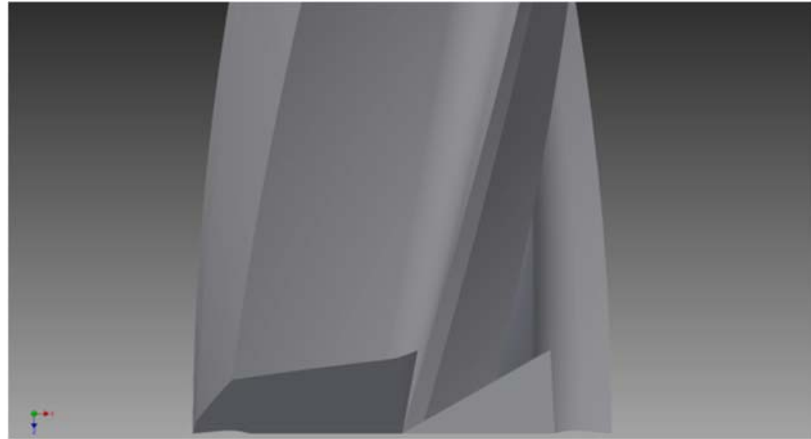
2014

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΟΠΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΠΟΙΚΙΛΗΣ  
ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ CAD

Είδη άκρων κοπής (VII)

<http://www.m3.tuc.gr>Sch. of Production Eng. & Management  
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab  
Prof. Aristomenis AntoniadisΧρήστος - Γεώργιος Κ. Γεωργακόπουλος<sup>18</sup>

## Cylindrical Κονδύλι



2014

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΟΠΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΠΟΙΚΙΛΗΣ  
ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ CAD



### Είδη άκρων κοπής (VIII)

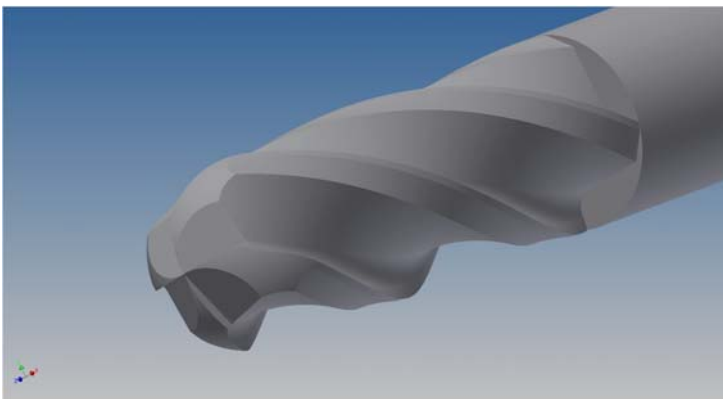
<http://www.m3.tuc.gr>



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

Χρήστος - Γεώργιος Κ. Γεωργακόπουλος

Radius: 0.5 cm  
Cutting length: 3 cm  
Flutes: 4  
Helix angle: 30 deg  
Nose angle 1: 35 deg  
Error rem. angle: 10 deg  
Nose angle 2: 30 deg  
Type: Ball  
Shank length: 5 cm



Παραγόμενο  
Ball τεσσάρων ακμών κοπής

2014

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΟΠΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΠΟΙΚΙΛΗΣ  
ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ CAD



### Παρουσίαση αποτελεσμάτων (I)

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

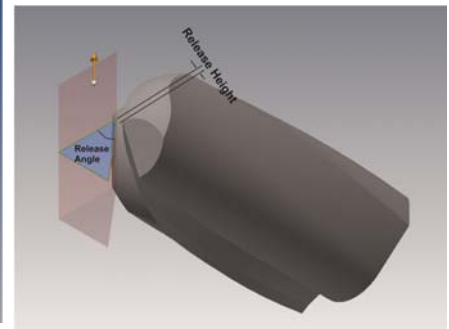


Sch. of Production Eng. & Management  
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab  
Prof. Aristomenis Antoniadis

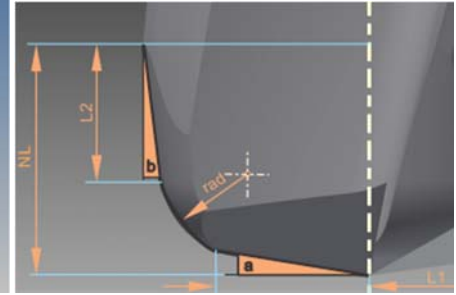
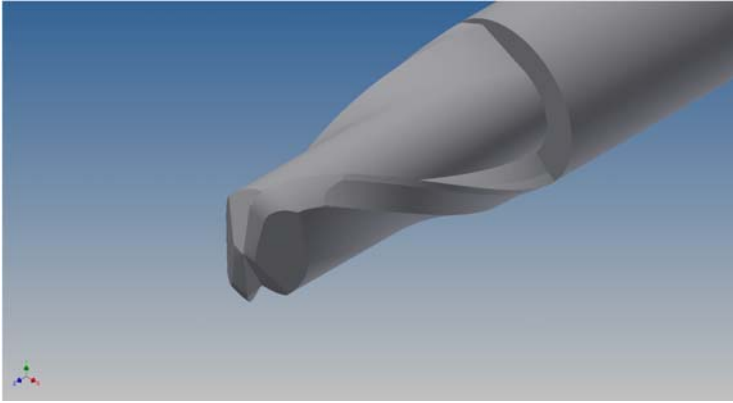
Χρήστος - Γεώργιος Κ. Γεωργακόπουλος

Radius: 0.5 cm  
 Cutting length: 3 cm  
 Flutes: 4  
 Helix angle: 30 deg  
 Nose angle 1: 35 deg  
 Error rem. angle: 10 deg  
 Nose angle 2: 30 deg  
 Type: Ball  
 Shank length: 5 cm

rad: 0.2 cm  
 a: 8 deg  
 b: 16 deg  
 L1: 0.225 cm  
 L2: 0.2 cm  
 NL: 0.5 cm



Παραγόμενο  
 General δύο ακμών κοπής



Σύγκριση Παραγόμενου Cylindrical  
 τεσσάρων ακμών με Πραγματικό  
 ιδίων διαστάσεων

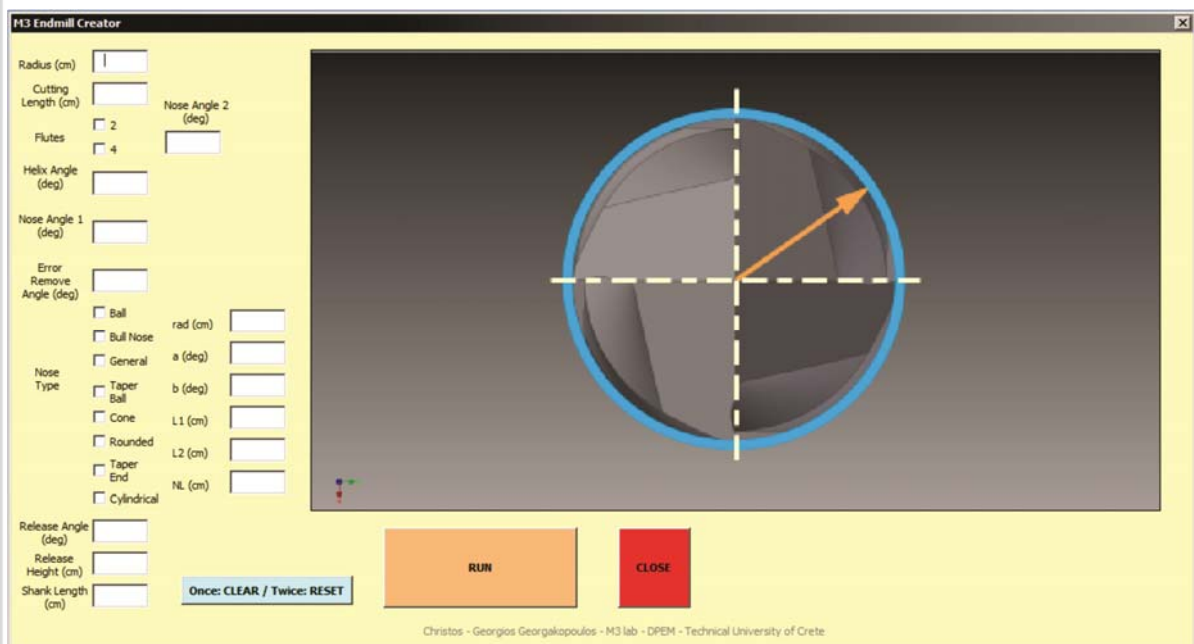
Kennametal F4AJ1000ADN30

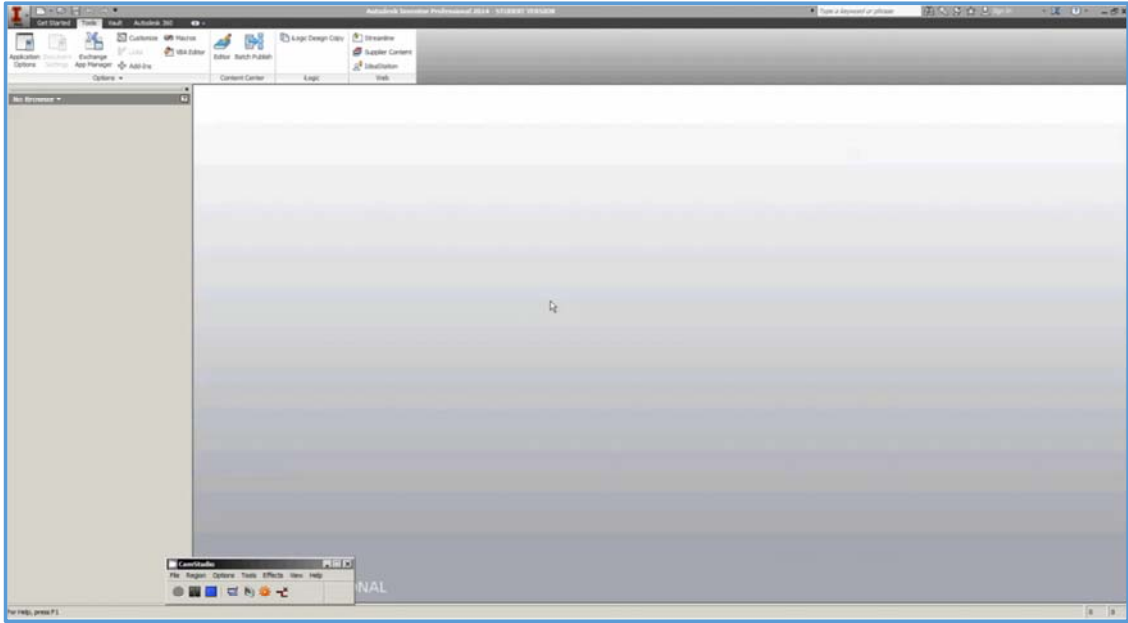


## Σύγκριση Παραγόμενου Rounded δύο ακμών με Πραγματικό ιδίων διαστάσεων



## Η μορφή της φόρμας εργασίας





2014



Παρουσίαση διαδικασίας

<http://www.m3.tuc.gr>Sch. of Production Eng. & Management  
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab  
Prof. Aristomenis Antoniadis

Χρήστος - Γεώργιος Κ. Γεωργακόπουλος

# Ευχαριστώ Πολυ!



2014

<http://www.m3.tuc.gr>Sch. of Production Eng. & Management  
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab  
Prof. Aristomenis Antoniadis

Χρήστος - Γεώργιος Κ. Γεωργακόπουλος