

1. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΚΑΙ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

1.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται το λογισμικό προσομοίωσης της κατεργασίας του πολυαξονικού φραιζαρίσματος, το οποίο αναπτύχθηκε στα πλαίσια του παρόντος ερευνητικού έργου. Ο σχεδιασμός του προτεινόμενου λογισμικού στην πρόταση του ερευνητικού έργου, βασίστηκε σε επιστημονική διάσταση, δηλαδή την καθαρά αλγοριθμική αντιμετώπιση ενός γεωμετρικού-κινηματικού προβλήματος. Πραγματικά η λογική αυτή υπήρχε σε παλιότερες εκδόσεις προγραμμάτων προσομοίωσης μηχανουργικών κατεργασιών, ενώ ήταν συνδεδεμένη με γλώσσες προγραμματισμού αρχικών γενεών, όπως ήταν η FORTAN 77. Στις περιπτώσεις αυτές, συντασσόταν κώδικας γεωμετρικής προσομοίωσης, ο οποίος έχει την τυπική ροή, δηλαδή εισαγωγή δεδομένων, επεξεργασία τους και έκδοση υπολογιστικών αποτελεσμάτων. Σε επόμενο στάδιο, όταν οι γλώσσες προγραμματισμού αρχικών γενεών απέκτησαν και δυνατότητες γραφικής επικοινωνίας με τον χρήστη, υπήρχε η δυνατότητα σχεδιασμού ενός περιβάλλοντος γραφικών, για την ευκολότερη χρήση του προγράμματος και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων με πιο εποπτικό τρόπο.

Όπως φαίνεται στο πίνακα των φάσεων κατεργασίας, το χρονοδιάγραμμα της εξέλιξης του λογισμικού παρουσίαζε αυτή ακριβώς την μορφή, δηλαδή την ανάπτυξη αρχικά του κώδικα προσομοίωσης και τον ακόλουθο σχεδιασμό ενός γραφικού περιβάλλοντος. Στην πορεία όμως η στρατηγική αυτή άλλαξε και προσαρμόστηκε στην πιο σύγχρονη αντίληψη προγραμματισμού, η οποία βασίστηκε στην παροχή των γλωσσών προγραμματισμού νεώτερων γενεών. Η αντίληψη αυτή, προβλέπει τον σχεδιασμό των λειτουργιών του επιθυμητού προγράμματος, και την δημιουργία ενός γραφικού περιβάλλοντος από την αρχή ώστε :

- Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων του λογισμικού να είναι όσο το δυνατό ευκολότερη και εποπτική. Με τον τρόπο αυτό διευκολύνεται η εξέλιξη του κώδικα και η προσθήκη νέων υπό-εφαρμογών σε αυτή.
- Να δίδεται η δυνατότητα σύνταξης αντικειμενοστραφούς κώδικα (object oriented code), όπως γίνεται σε κάθε σύγχρονη μικρή ή μεγάλη εφαρμογή λογισμικού (π.χ. MS -Windows, MS-Office κ.λπ.).
- Να χρησιμοποιούνται στην εξέλιξη του πυρήνα του κώδικα όλες οι δυνατότητες που προσφέρουν τα σύγχρονα συστήματα σκευής και λογισμικού ηλεκτρονικού υπολογιστή (timer, γραφικά υποσυστήματα, visualization tools κ.λπ.).
- Να υπάρχει η αίσθηση ότι η εφαρμογή δεν είναι ένα εξειδικευμένο επιστημονικό ή ερευνητικό λογισμικό, αλλά μία συνηθισμένη εφαρμογή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για άλλους, πλην ερευνητικούς σκοπούς, όπως για παράδειγμα εκπαιδευτικούς.

Έτσι, όπως θα φανεί στις επόμενες παραγράφους, το πρόγραμμα που αναπτύχθηκε έχει απεριόριστες δυνατότητες εξέλιξης, αφού κάθε επιμέρους λειτουργία του αλγορίθμου αποτελεί ένα «αντικείμενο», το οποίο μπορεί άμεσα να τροποποιηθεί να συμπληρωθεί ή να καταργηθεί. Έτσι για παράδειγμα, το «είδος του κοπτικού εργαλείου» είναι ένα τέτοιο «αντικείμενο», δίνοντας έτσι την δυνατότητα προσθήκης πρακτικά απεριόριστου αριθμού τύπων και γεωμετριών κοπτικών εργαλείων. Επίσης το ίδιο συμβαίνει με την βιβλιοθήκη των κατεργαζόμενων υλικών, η οποία είναι μία βάση δεδομένων, η οποία μπορεί και έχει συμπεριλάβει απεριόριστο αριθμό υλικών κοπτικών εργαλείων και κατεργαζόμενων υλικών.

1.2 Περιγραφή αλγορίθμου προσομοίωσης

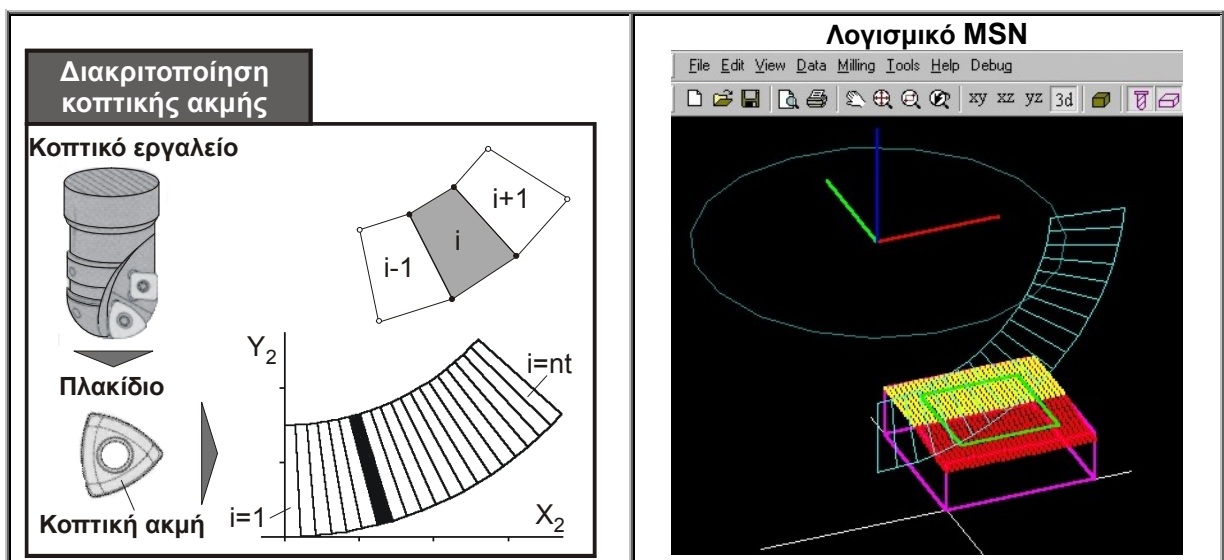
1.2.1 Εισαγωγή

Σκοπός του λογισμικού που αναπτύχθηκε, είναι να προσομοιώνει την κατεργασία φραιζαρίσματος, και μέσω της προσομοίωσης αυτής να εξάγονται συμπεράσματα για τη γεωμετρική μορφή του παραγόμενου αποβλήτου, την προκύπτουσα επιφάνεια του κατεργαζόμενου τεμαχίου, την τραχύτητά του. Η προσομοίωση αφορά το κοπτικό εργαλείο, το τεμάχιο, και τις συνθήκες κοπής αλλά βέβαια και τον τρόπο με τον οποίο συνδυάζονται τα παραπάνω για να υλοποιηθεί η κατεργασία. Παρακάτω αναλύονται οι δυνατότητες του προγράμματος και παρουσιάζεται η ευελιξία του όσον αφορά τα δεδομένα εισόδου, που σχετίζονται με το κοπτικό εργαλείο, το κατεργαζόμενο τεμάχιο και τις συνθήκες κοπής.

1.2.2 Προσομοίωση κοπτικού εργαλείου

Η προσομοίωση αφορά φυσικά την κοπτική ακμή - ή τις κοπτικές ακμές εφ' όσον είναι περισσότερες από μία (πρόκειται για τα γνωστά πολύπτερα κοπτικά εργαλεία. Η κοπτική ακμή λαμβάνεται σαν πολυγωνική γραμμή στο χώρο, ενώ για λόγους εποπτικής παρουσίασης και μόνο, μπορεί να δίνεται και «πάχος» στην ακμή. Η κοπτική ακμή διακριτοποιείται σε στοιχειώδης κοπτικές ακμές, οι οποίες είναι ευθύγραμμα τμήματα στο χώρο.

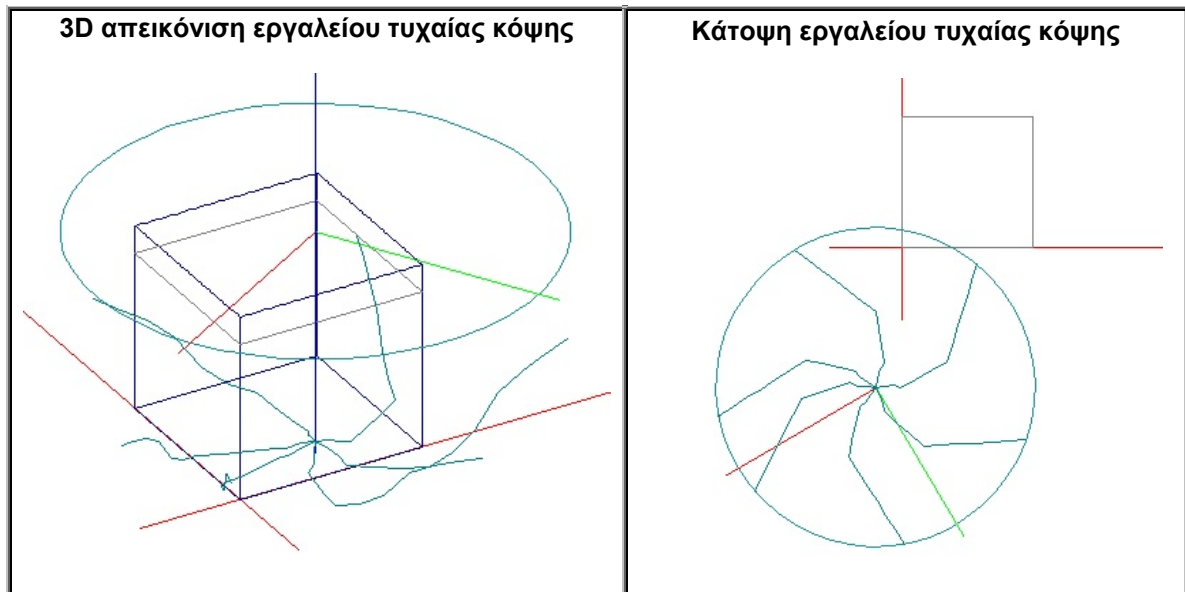
Ανάλογα με το πλήθος των τμημάτων διακριτοποίησης επιτυγχάνεται και αντίστοιχη ακρίβεια στην προσέγγιση της πραγματικής ακμής. Το εργαλείο μπορεί να έχει περισσότερες από μία κοπτικές ακμές, οι οποίες αποτελούν δεδομένο εισόδου όπως επίσης η μορφή της κοπτικής ακμής. Έτσι, είναι δυνατή η προσομοίωση εργαλείων σφαιρικής απόληξης με ή χωρίς ελίκωση, κυλινδρικής απόληξης επίσης με ή χωρίς ελίκωση καθώς και άλλα κοπτικά εργαλεία, ενώ παρέχεται και η δυνατότητα ορισμού κοπτικής ακμής τυχαίου εργαλείου από το περίγραμμά της. Στο [σχήμα 1.1](#) φαίνεται κοπτική ακμή που έχει προσομοιωθεί με πολυγωνική γραμμή στο χώρο εποπτικά, ενώ στο δεξιό μέρος του σχήματος φαίνεται η προσομοίωση που γίνεται με το πρόγραμμα MSN.



Σχήμα 1.1: Προσομοίωση κοπτικής ακμής πλακιδίου σφαιρικής απόληξης

Ταυτόχρονα με τη δυνατότητα χρησιμοποίησης τυποποιημένου εργαλείου, δίνεται από το λογισμικό η δυνατότητα εισαγωγής τυχαίας γεωμετρίας κοπτικής ακμής με τη μορφή πολυγωνικής γραμμής. Στο [σχήμα 1.2](#) παρουσιάζεται μία τέτοια τυχαία πολυγωνική γραμμή σε κάτοψη και σε τρισδιάστατη απεικόνιση, η οποία μπορεί να αποτελεί κόψη

ενός τυχαίου κοπτικού εργαλείου. Το «τυχαίο εργαλείο» του σχήματος, το οποίο μπορεί να αποτελεί εργαλείο κατεργασίας από το πρόγραμμα προσομοίωσης, έχει στη συγκεκριμένη απεικόνιση 6 κόψεις.



Σχήμα 1.2: Προσομοίωση γενικού κοπτικού εργαλείου από το πρόγραμμα MSN

Οι κόψεις του γενικού εργαλείου δίνονται σαν είσοδος του προγράμματος, μέσω ενός αρχείου με προέκταση *.cutter. Παράδειγμα μέρους από το αρχείο που δημιουργεί το παραπάνω «τυχαίο εργαλείο» δίνεται στο [σχήμα 1.3](#), όπου διακρίνονται οι συντεταγμένες των κόψεων του εργαλείου ως προς το τοπικό σύστημα συντεταγμένων. Είναι φανερό, πως μέσω της δυνατότητας αυτής, μπορεί να προσομοιωθεί οποιοδήποτε κοπτικό εργαλείο, αρκεί να δοθεί η κόψη του με συντεταγμένες ως προς το τοπικό σύστημα συντεταγμένων και φυσικά τα υπόλοιπα στοιχεία που απαιτούνται, όπως είναι ο αριθμός των κόψεων κ.λπ..

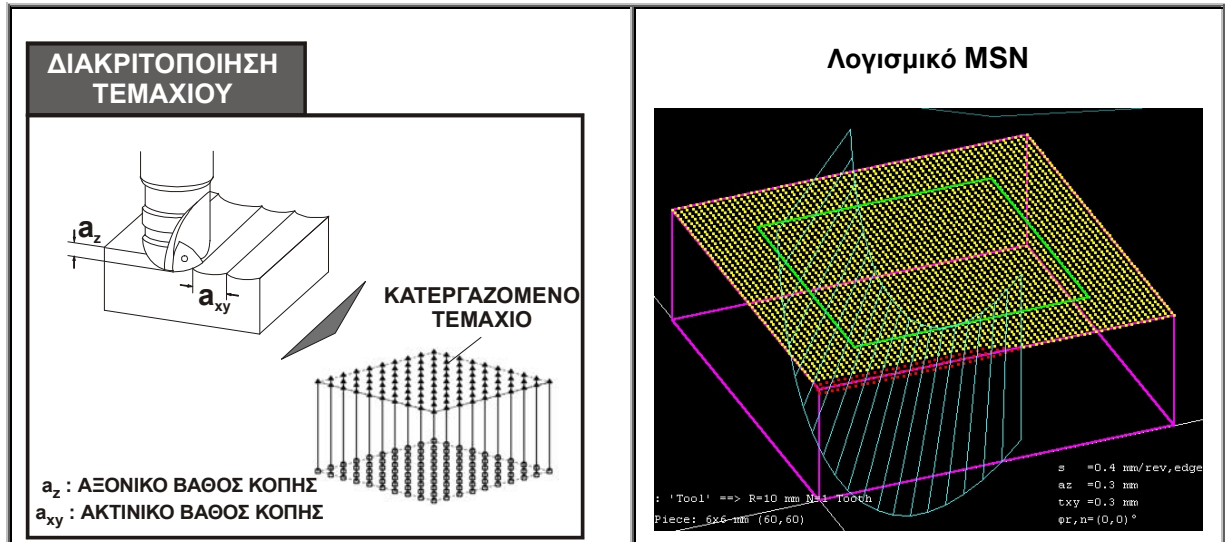
EDGE-first]	[EDGE-1]	[EDGE-1]
0.000000 0.00 0.120	0.000000 0.00 0.120	0.000000 0.00 0.120
0.100000 0.10 0.100	0.100000 0.10 0.100	0.100000 0.10 0.100
0.200000 0.20 0.040	0.200000 0.20 0.040	0.200000 0.20 0.040
0.245541 0.30 0.010	0.245541 0.30 0.010	0.245541 0.30 0.010
0.490934 0.40 0.020	0.490934 0.40 0.020	0.490934 0.40 0.020
0.736030 0.50 0.040	0.736030 0.50 0.040	0.736030 0.50 0.040
0.980683 0.60 0.080	0.980683 0.60 0.080	0.980683 0.60 0.080
1.224745 0.50 0.160	1.224745 0.50 0.160	1.224745 0.50 0.160
1.468068 0.40 0.320	1.468068 0.40 0.320	1.468068 0.40 0.320
1.710506 0.30 0.640	1.710506 0.30 0.640	1.710506 0.30 0.640
1.951912 0.20 0.800	1.951912 0.20 0.800	1.951912 0.20 0.800
2.192142 0.10 0.900	2.192142 0.10 0.900	2.192142 0.10 0.900
2.431049 0.00 1.000	2.431049 0.00 1.000	2.431049 0.00 1.000

Σχήμα 1.3: Τμήματα προγράμματος γενικού εργαλείου

1.2.3 Προσομοίωση κατεργαζόμενου τεμαχίου

Το τεμάχιο στο λογισμικό προσομοίωσης λαμβάνεται σαν ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο με επίπεδη επιφάνεια κατεργασίας, όπως φαίνεται στο [σχήμα 1.4](#). Η κατεργαζόμενη επιφάνεια του τεμαχίου διακριτοποιείται σε $(u \times v)$ σημεία, τα οποία αποτελούν επίσης δεδομένο εισόδου. Όσο πιο πυκνή είναι η κατανομή των σημείων αυτών, τόσο πιο μεγάλη είναι η ακρίβεια της κατεργασίας και τόσο πιο μεγάλες απαιτήσεις υπολογιστικής ισχύος εισάγονται.

Τα x y z σημεία, αποτελούν τις κορυφές «βελονών» οι οποίες «διατρέχουν» το τεμάχιο σε όλο το πάχος του. Οι τομές των βελονών αυτών με τις στοιχειώδεις κόψεις του εργαλείου, ορίζουν τις διεισδύσεις του εργαλείου στο τεμάχιο, από τις οποίες τελικά προκύπτουν τα ζητούμενα αποτελέσματα. Η μορφή της τελικής επιφάνειας καθώς και η τραχύτητα του τεμαχίου αποτελούν ιδιότητες του και σαν τέτοιες θα πρέπει να αντιμετωπιστούν.



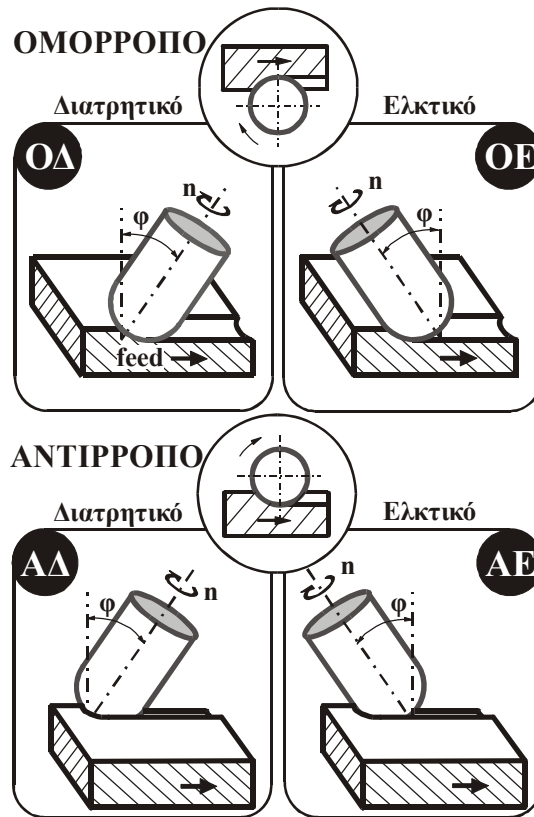
Σχήμα 1.4: Προσομοίωση κατεργαζόμενου τεμαχίου

1.2.4 Κινηματική της κατεργασίας

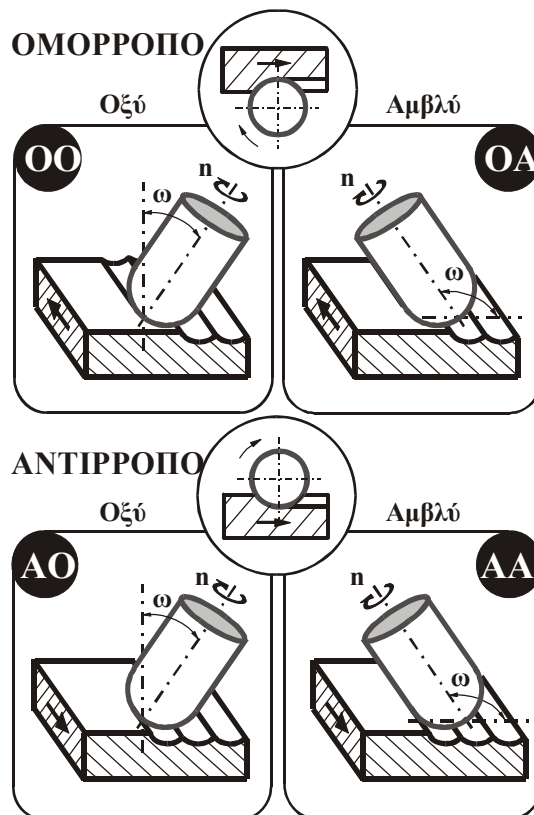
Η κινηματική της κατεργασίας, αποτελεί σημαντικό παράγοντα στην διερεύνηση των βέλτιστων συνθηκών της. Το φραιζάρισμα, το οποίο διακρίνεται κατ' αρχήν σε ομόρροπο και αντίρροπο, μπορεί να διακριθεί επίσης σε περισσότερες παραλλαγές, σύμφωνα με την τοποθέτηση του κοπτικού εργαλείου ως προς την κατεργαζόμενη επιφάνεια και την κατεύθυνση της πρόωσης. Η τοποθέτηση αυτή του κοπτικού εργαλείου περιγράφεται από τις γωνίες κλίσης (ϕ) και (ω) του άξονα του κοπτικού ως προς την κατεύθυνση της πρόωσης. Έτσι, διακρίνονται πολλές διαφορετικές στρατηγικές φραιζαρίσματος, που η προσομοίωση επιτρέπει την υλοποίησή τους και που είναι :

- ελκτικό ομόρροπο ή αντίρροπο
- διατρητικό ομόρροπο ή αντίρροπο
- παλινδρομικό ομόρροπο ελκτικό και αντίρροπο διατρητικό
- παλινδρομικό ομόρροπο διατρητικό και αντίρροπο ελκτικό
- πλάγιο οξύ και αμβλύ (ομόρροπο και αντίρροπο)

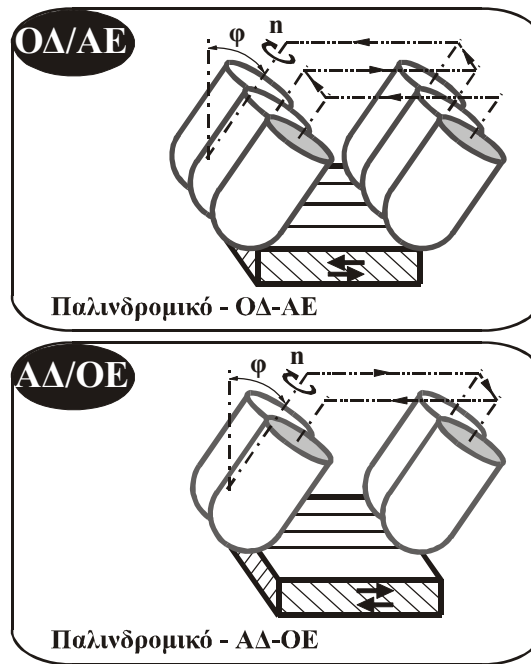
Όλες οι παραπάνω παραλλαγές προκύπτουν αυτόματα από τις δύο γωνίες κλίσης, αλλά και τη φορά περιστροφής του κοπτικού εργαλείου, και τους συνδυασμούς αυτών. Οι παραλλαγές αυτές παρουσιάζονται στα [σχήματα 1.5 έως 1.7](#)



Σχήμα 1.5: Ομόρροπο και αντίρροπο φραιζάρισμα – Ελκτικό και διατρητικό.

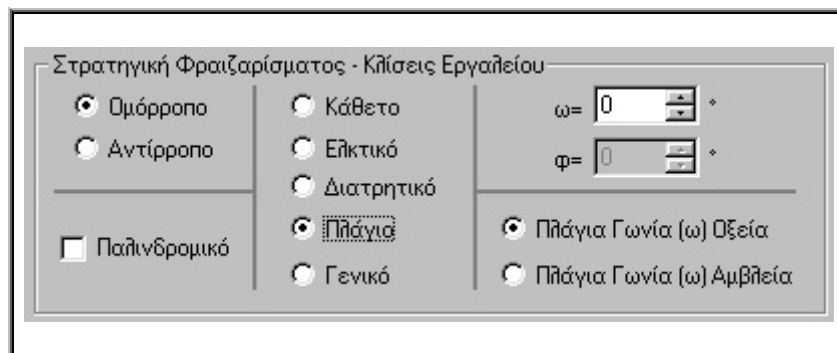


Σχήμα 1.6: Ομόρροπο και αντίρροπο φραιζάρισμα – Πλάγιο οξύ και αμβλύ.



Σχήμα 1.7: Παλινδρομικό φραιζάρισμα.

Κάθε μία από αυτές τις κινηματικές μπορεί να προσομοιωθεί από το λογισμικό MSN, τοποθετώντας κατάλληλα τις γωνίες και την επιθυμητή στρατηγική στα δεδομένα εισόδου του προγράμματος, όπως φαίνεται στο σχήμα 1.8 που παρουσιάζει τμήμα της φόρμας εισόδου δεδομένων.



Σχήμα 1.8: Δεδομένα εισόδου στρατηγικής φραιζαρίσματος.

Όπως φαίνεται από το σχήμα, το πρόγραμμα MSN, παρέχει και τη δυνατότητα γενικού φραιζαρίσματος, δηλαδή φραιζαρίσματος με τυχαίες γωνίες φ και ω κλίσης του άξονα του εργαλείου ως προς την επιφάνεια και την πρόωση.

1.2.5 Συνθήκες κοπής

Πρόκειται για τις συνθήκες που ορίζουν τη στιγμιαία σχετική θέση κοπτικού εργαλείου και κατεργαζόμενου τεμαχίου και κατά συνέπεια τις διεισδύσεις της κοπτικής ακμής στο τεμάχιο κατεργασίας. Αυτές είναι η πρόωση s_z [mm/στροφή και δόντι], το ακτινικό βάθος κοπής (t_{xy}) και το αξονικό βάθος (t_z). Για τις συνθήκες αυτές στο επόμενο σχήμα 1.9 παρουσιάζεται τμήμα της φόρμας εισόδου των τιμών τους.



Συνθήκες Κοπής		
Πρόωση	sz =	0.400 mm/στροφή,δόντι
Αξονικό Βάθος Κοπής	tz =	0.300 mm
Ακτινικό Βάθος Κοπής	txy =	0.300 mm
Βήμα Περιστροφής	dφ =	1.0 ° (steps = 360/dφ)
Γωνία Αρχής [txy]	φ0 =	0 ° ή <input checked="" type="checkbox"/> Τυχαία Επιλεγόμενη
Το 1ο Πέρασμα να Κάβει		<input checked="" type="checkbox"/>

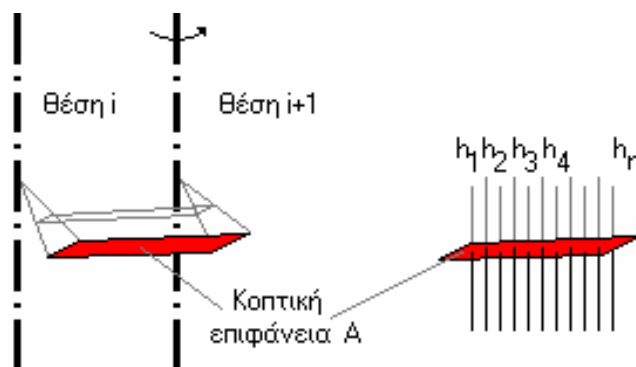
Σχήμα 1.9: Δεδομένα εισόδου συνθηκών κοπής.

Όπως φαίνεται στο σχήμα, εκτός από τις προαναφερόμενες συνθήκες κοπής, υπάρχει δυνατότητα προσομοίωσης με εκκίνηση για κάθε πέρασμα του εργαλείου σε τυχαία θέση της κόπης ή πάντα την ίδια θέση, καθώς επίσης και κοπή με το πρώτο πέρασμα ώστε να μην λαμβάνονται υπόψη νεκροί χρόνοι. Τέλος, το βήμα περιστροφής αποτελεί σημαντικό δεδομένο εισόδου για την προσομοίωση, μια και καθορίζει αφενός την ακρίβεια της προσομοίωσης και αφετέρου τον χρόνο των υπολογισμών. Μία ακριβής προσομοίωση απαιτεί ένα βήμα 1° ενώ μία γρήγορη εμφάνιση αποτελεσμάτων (περίπου σε 1 min) μπορεί να γίνει με ένα βήμα 10°.

1.2.6 Μεθοδολογία Υπολογισμού

Οι μαθηματικές προσομοιώσεις τεμαχίου και κοπτικού, υπολογίζονται το κάθε ένα σε ένα τοπικό σύστημα συντεταγμένων (u,v,w). Επίσης ορίζεται και το καθολικό σύστημα συντεταγμένων ως προς το οποίο γίνονται όλοι οι μετασχηματισμοί, με χρήση των αντιστοίχων μητρώων μετασχηματισμού μετατόπισης και περιστροφής. Αφού οριστούν επίσης η αρχική θέση και οι κλίσεις του εργαλείου και λαμβάνοντας υπόψη τις συνθήκες κοπής (πρόωση, ακτινικό και αξονικό βάθος κοπής), υπολογίζονται σε κάθε στιγμή της κατεργασίας οι σχετικές θέσεις του εργαλείου (ουσιαστικά των στοιχειωδών κοπτικών ακμών) ως προς το τεμάχιο.

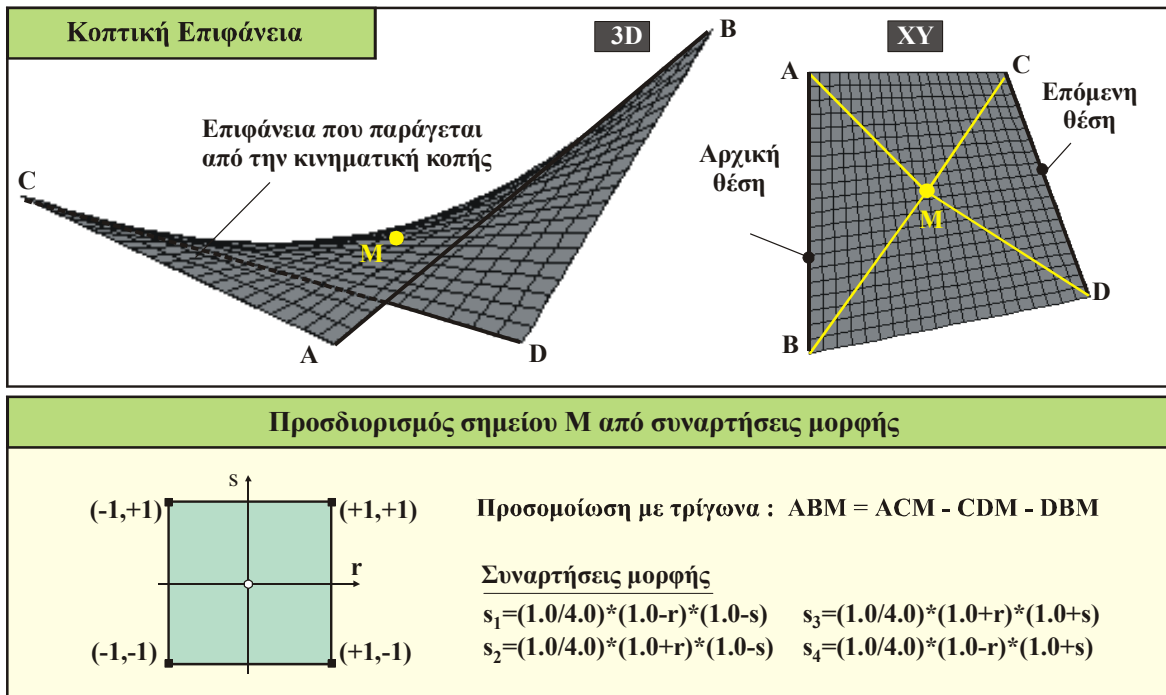
Όπως φαίνεται στο σχήμα 1.10 για κάθε στοιχειώδη μετατόπιση (Δf) στην κατεύθυνση της πρόωσης και για κάθε στοιχειώδη περιστροφή ($\Delta \phi$) των κόψεων ως προς τον άξονα (z) του κοπτικού, οι δύο διαδοχικές θέσεις μιας στοιχειώδους κοπτικής ακμής, διαμορφώνουν μια επιφάνεια (A) στο χώρο.



Σχήμα 1.10: Αρχή κοπής των «βελονών» στο πρόγραμμα προσομοίωσης

Αυτή η κοπτική επιφάνεια, που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα 1.11, σαν η επιφάνεια ABCD, είναι στρεβλή. Προκειμένου να προσομοιωθεί προσδιορίζεται μέσω των συναρτήσεων μορφής το σημείο M το οποίο αποτελεί και την κοινή κορυφή τεσσάρων τριγώνων που προσεγγίζουν την επιφάνεια. Κάθε ένα από τα τέσσερα τρίγωνα ορίζει ένα

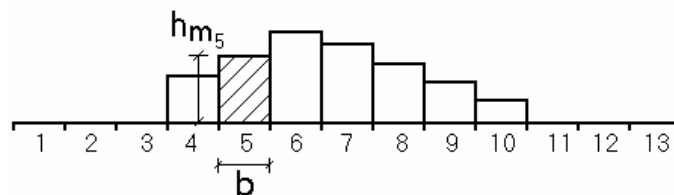
επίπεδο στο οποίο υπολογίζεται το τοπικό σύστημα συντεταγμένων. Στη συνέχεια υπολογίζονται οι τομές των βελονών του κατεργαζόμενου τεμαχίου με τα τέσσερα αυτά επίπεδα και οι τομές αυτές δημιουργούν το στιγμιαίο απόβλιπτο.



Σχήμα 1.11: Προσομοίωση στρεβλής επιφάνειας με τρίγωνα

Συνολικά, για όλες τις στοιχειώδης περιστροφές και μετατοπίσεις όλων των στοιχειωδών κόψεων κάθε κοπτικής ακμής, υπολογίζονται οι τομές των βελονών της προσομοίωσης του τεμαχίου με τις επιφάνειες που διαμορφώνουν οι εμπλεκόμενες κοπτικές ακμές. Είναι φανερό ότι μια «κομμένη» βελόνα είναι πιθανόν να «κοπεί» ξανά σε επόμενο πέρασμα της ίδιας ή και κάποιας άλλης κόψης του εργαλείου.

Η μέση τιμή του ύψους (h) των βελονών που κόβει με τον τρόπο που περιγράφεται παραπάνω, κάθε στοιχειώδη κόψη, αποτελεί το μέσο πάχος του στοιχειώδους αποβλίπου για την κόψη και για τη θέση περιστροφής. Έτσι για το ανάπτυγμα της κόψης το μέσο πάχος του παραγόμενου αποβλίπου είναι όπως στο σχήμα 1.12.



Σχήμα 1.12: Απόβλιπτο κατεργασίας ανεπτυγμένο στην κοπτική ακμή

Επιπλέον, για όλες τις στοιχειώδης περιστροφές ($\Delta\phi$) του εργαλείου σε ένα πλήρη κύκλο κόψης (360°) τα αναπτύγματα της κόψης και του αντίστοιχου μέσου πάχους του παραγόμενου αποβλίπου δίνουν τη μορφή του διαδοχικά παραγόμενου απαραμόρφωτου αποβλίπου, σε κάθε κύκλο περιστροφής.

Έχοντας υπολογίσει το πάχος (h) του παραγόμενου αποβλίπου για κάθε στοιχειώδη κόψη και για κάθε θέση περιστροφής και μετατόπισης και με πλάτος αποβλίπου (b) όσο το

πλάτος της κόψης, είναι πλέον δυνατός ο υπολογισμός των συνιστωσών των δυνάμεων κοπής από τις εξισώσεις των **Kienzle – Victor** :

$$F = K_s \cdot b \cdot h^{(1-z)}$$

όπου K_s και z είναι τεχνολογικές σταθερές, οι οποίες εξαρτώνται από το συνδυασμό υλικών κοπτικού εργαλείου και κατεργαζόμενου τεμαχίου. Για τις σταθερές αυτές έχει δημιουργηθεί βάση δεδομένων από την οποία αντλούνται κάθε φορά οι τιμές τους, ανάλογα με το συνδυασμό υλικών κοπτικού εργαλείου και κατεργαζόμενου τεμαχίου. Χαρακτηριστικές τιμές σταθερών για το υλικό St52 φαίνονται στην φόρμα του προγράμματος MSN, στο σχήμα 1.13. Με τον παραπάνω τρόπο προκύπτουν οι τρεις συνιστώσες των δυνάμεων κοπής F_x , F_y και F_z .

Modify Kc Material														
Υλικό: KS1.1, KV1.1, KR1.1, KS														
Συγκεντρωτικός Πίνακας ειδικών αντιστάσεων κοπής KS1.1, KV1.1, KR1.1, KS														
Υλικό Κοπτικού Εργαλείου	Γεωμετρία Κόψης						Ταχύτητα Κοπής v m/min	Ειδική Αντίσταση Κοπής kS1.1 N/mm ²	Συντελεστής Κλίσης 1-z	Ειδική Αντίσταση Κοπής (Πρόωση) kV1.1 N/mm ²	Συντελεστής Κλίσης 1-x	Ειδική Αντίσταση Κοπής (Απόβλιση) kR1.1 N/mm ²	Συντελεστής Κλίσης 1-y	Ειδική Αντίσταση Κοπής kS=f(h) Bλ. Σελ.
	γ	α	β	κ	ε	i								
	ο						mm							
HM P10	6	5	0	70	90	0.8	50	1736	0.7511	560	0.5257	410	0.6778	1
HM P10	6	5	0	70	90	0.8	100	1499	0.7078	351	0.2987	274	0.5089	2
HM P10	6	5	0	70	90	0.8	200	1515	0.7726	254	0.3408	229	0.5566	3
HM P10	-6	6	-6	70	90	0.8	50	1941	0.7049	728	0.285	649	0.4925	4
HM P10	-6	6	-6	70	90	0.8	100	1804	0.7473	626	0.393	590	0.6796	5
HM P10	-6	6	-6	70	90	0.8	200	1729	0.7666	501	0.4046	500	0.6789	6
S18-1-2-5	15	8	0	70	90	0.8	25	2415	0.9469	1240	1.0267	992	1.2594	7
														8

kS=f(h)	Πάχος Αποβλήτου h												
[N/mm ²]	0.100	0.125	0.160	0.200	0.250	0.315	0.400	0.500	0.630	0.800	1.000	1.250	1.600
α/α	mm												
1	3080	2914	2740	2592	2452	2315	2181	2063	1948	1836	1736	1643	1545
2	2938	2752	2561	2399	2248	2101	1959	1836	1716	1600	1499	1404	1307
3	2558	2431	2299	2185	2077	1971	1866	1774	1683	1594	1515	1440	1362
4	3829	3585	3333	3121	2922	2729	2544	2382	2225	2073	1941	1817	1690
5	3228	3051	2866	2709	2561	2415	2274	2149	2027	1909	1804	1705	1602
6	2959	2809	2652	2517	2389	2264	2141	2033	1926	1821	1729	1641	1549
7	2728	2696	2661	2630	2599	2567	2535	2505	2475	2444	2415	2386	2355
8													

Σχήμα 1.13: Χαρακτηριστικές τιμές σταθερών δυνάμεων κοπής για St52

Τέλος, η αριθμητική τραχύτητα της επιφάνειας προκύπτει από την τελική επιφάνεια όπως αυτή περιγράφεται από τα σημεία κορυφής των βελονών μετά το πέρας της κατεργασίας. Η αριθμητική τιμή της τραχύτητας της επιφάνειας προκύπτει από μια κεντρική περιοχή του τεμαχίου διαστάσεων 4x4mm. Η επιφάνεια σαρώνεται δύο φορές κάθετα και παράλληλα στη διεύθυνση της πρόωσης, οπότε υπολογίζονται κάθε φορά οι τιμές της τραχύτητας Rz_{max} , Ra_{max} και αντίστοιχα οι μέσες τιμές των Rz και Ra .

1.2.7 Περιβάλλον υλοποίησης του λογισμικού προσομοίωσης

Για την υλοποίηση των αλγορίθμων προσομοίωσης, όπως αυτή περιγράφεται στα παραπάνω, επιλέχθηκε η χρήση σύγχρονων εργαλείων και μεθόδων προγραμματισμού

Η/Υ. Έτσι επιλέχθηκε η χρήση αντικειμενοστραφούς (Object Oriented) γλώσσας προγραμματισμού, και συγκεκριμένα της γλώσσας C/C++, καθώς η ευελιξία και οι δυνατότητες που προσφέρει, επιτρέπουν την απρόσκοπτη και χωρίς περιορισμούς υλοποίηση ακόμα και των πλέον πολύπλοκων αλγορίθμων.

Επιπλέον η χρήση της συγκεκριμένης γλώσσας προγραμματισμού επιτρέπει την υλοποίηση modular εφαρμογών. Έτσι είναι δυνατός ο σχεδιασμός και η ανάλυση της εφαρμογής σε επιμέρους διακριτά και αυτόνομα τμήματα. Κάθε τέτοιο επιμέρους τμήμα στη συνέχεια μπορεί να αναπτυχθεί και ολοκληρωθεί ανεξάρτητα από τα υπόλοιπα. Στη συνέχεια αναπτύσσονται επιπλέον και οι μέθοδοι με τις οποίες συνδυάζονται τα επιμέρους τμήματα για να δώσουν σαν τελικό αποτέλεσμα το λογισμικό προσομοίωσης MSN.

Η εφαρμογή υλοποιήθηκε και αναπτύχθηκε σε περιβάλλον MS Windows NT σε γλώσσα προγραμματισμού MS Visual C/C++/MFC. Λειτουργεί επίσης απρόσκοπτα σε Windows 2000 αλλά και Windows 98 ενώ έχει δημιουργηθεί και αντίστοιχη version για συμβατότητα με τα WindowsXP. Πρόκειται για αυτόνομη εφαρμογή υπό την έννοια ότι δεν χρειάζεται κανενός είδους εξωτερική βάση δεδομένων (τύπου MS Access) για χειρισμό των δεδομένων αλλά αυτό γίνεται εσωτερικά από την ίδια την εφαρμογή. Παρ' όλο που πρόκειται για ένα και μοναδικό εκτελέσιμο πρόγραμμα, εσωτερικά υπάρχει σαφής διάκριση των επιμέρους μερών του προγράμματος, και αυτά ακριβώς τα υποσυστήματα επιτρέπουν τόσο την Modular αρχιτεκτονική, όσο και την επεκτασιμότητα του προγράμματος. Η δομή και τα υποσυστήματα του προγράμματος περιγράφονται αναλυτικά στα επόμενα.

1.2.8 Ανάλυση –Υλοποίηση – Προγραμματισμός

Η όλη δομή του προγράμματος βασίζεται σε ιδιότητες και μεθόδους που προσφέρει ο Αντικειμενοστραφής Προγραμματισμός (Object Oriented Programming). Έτσι κάθε ένα από τα διακριτά μέρη του προγράμματος υλοποιείται σαν Αντικείμενο (Object). Κάθε αντικείμενο έχει ιδιότητες (Properties) και υποστηρίζει διάφορες Μεθόδους (Methods). Τα αντικείμενα μπορούν να αποθηκεύουν τον εαυτό τους σε κάποιο μέσο (δίσκος, clipboard κ.α.) (Object Persistence). Μπορούν επίσης να σχεδιάσουν τον εαυτό τους σε κάποιο μέσο (παράθυρο στην οθόνη, ή εκτυπωτής π.χ.).

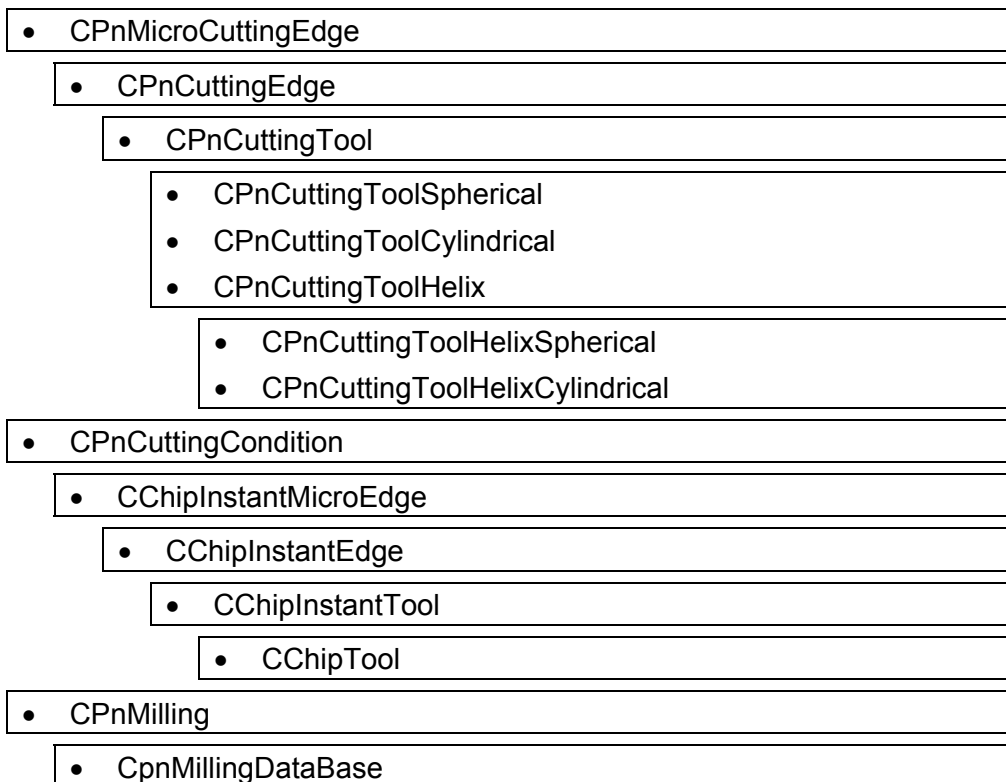
Υπάρχει επίσης η έννοια της Πολλαπλής Κληρονομικότητας (Multiple Inheritance) καθώς και άλλες. Στο πρόγραμμα γίνεται ευρεία χρήση τρισδιάστατων γραφικών τόσο για την απεικόνιση των δεδομένων όσο και για την απεικόνιση των αποτελεσμάτων. Τα γραφικά ωστόσο δεν αποτελούν προϋπόθεση για τη λειτουργία του, και παρ' όλο που στην παρούσα φάση δεν είναι δυνατό να λειτουργήσει το πρόγραμμα χωρίς τα γραφικά, είναι δυνατό με κάποιες μικρές μετατροπές να λειτουργήσει το υπολογιστικό τμήμα αυτόνομο.

Ακολουθως, ορίζονται τα αντικείμενα πυρήνα. Ως τέτοια αναγνωρίζονται όλα εκείνα που εμπλέκονται στο υπολογιστικό μέρος του προγράμματος. Η δομή του δέντρου των αντικειμένων αυτών έχει ως εξής :

- CPnObject

- CPnNeedle

- CPnWorkPiece



Στη συνέχεια δίνεται εν' συντομία η περιγραφή των ιδιοτήτων και των μεθόδων καθενός από τα παραπάνω αντικείμενα του πυρήνα του προγράμματος:

- **Βασικό Αντικείμενο (CPnObject)**

Υφίσταται ως βασικό αντικείμενο για λόγους ενοποίησης όλων των υπολοίπων. Όλα τα αντικείμενα παράγονται από αυτό.

- **Βελόνα Διακριτοποίησης Τεμαχίου (CPnNeedle)**

Με βελόνες διακριτοποιείται το κατεργαζόμενο τεμάχιο. Κάθε βελόνα γνωρίζει το τεμάχιο στο οποίο ανήκει, τη θέση της (x,y), το μήκος της (z), αν έχει κοπεί η όχι κ.α. Επίσης μπορεί να αποθηκεύσει τον εαυτό της σε κάποιο μέσο (αρχείο στο δίσκο ή Clipboard π.χ.).

- **Κατεργαζόμενο Τεμάχιο (CPnWorkPiece)**

Αποτελεί ένα σύνολο από βελόνες. Στις ιδιότητες του ανήκουν οι διαστάσεις του, το υλικό του, οι ιδιότητες διακριτοποίησης, το απαιτούμενο βάθος κοπής, ή περιοχή τραχυμέτρησης κ.α. Μπορεί επίσης να υπολογίσει την τραχύτητά του, να καταχωρήσει τον εαυτό του στο δίσκο σε διάφορες μορφές (Format αρχείου), κ.α..

- **Συνθήκες Κοπής (CPnCuttingConditions)**

Αποτελούν το σύνολο των παραμέτρων που επηρεάζουν την κινηματική της κοπής. Τέτοιες είναι η πρόωση, το ακτινικό βάθος κοπής, το αξονικό βάθος κοπής, και οι δύο γωνίες τοποθέτησης του εργαλείου.

- **Στοιχειώδης Κοπτική Ακμή (CPnMicroCuttingEdge)**

Πρόκειται για ένα τετράπλευρο στο χώρο. Μία ή περισσότερες ακμές του τετραπλεύρου αυτού, δημιουργούν με τις διαδοχικές θέσεις που λαμβάνουν κατά την κίνηση του εργαλείου, τις κοπτικές επιφάνειες.

- **Κοπτική Ακμή (CPnCuttingEdge)**

Πρόκειται για ένα σύνολο από Στοιχειώδης Κοπτικές Ακμές οι οποίες δημιουργούν την κόψη.

- **Κοπτικό Εργαλείο (CPnCuttingTool)**

Είναι ένα σύνολο από μία ή περισσότερες Κοπτικές Ακμές. Στις Ιδιότητες του ανήκουν το είδος (Σφαιρικής ή Κυλινδρικής Απόληξης, με ή χωρίς Ελίκωση, κλπ), οι διαστάσεις, το πλήθος των κοπτικών ακμών, το υλικό, καθώς επίσης και οι ιδιότητες διακριτοποίησης των κόψεων. Τα διάφορα είδη (τύποι) εργαλείου υλοποιούνται σαν ξεχωριστά αντικείμενα (CPnCuttingToolSpherical, CPnCuttingToolSphericalHelix, CPnCuttingToolCylindrical, και CPnCuttingToolCylindricalHelix). Θα μπορούσαν φυσικά να υπάρχουν ακόμα περισσότεροι τύποι αρκεί να υλοποιηθεί η μέθοδος διακριτοποίησης της κόψης του συγκεκριμένου τύπου.

- **Στιγμαίο Απόβλιτο μιας Βελόνας (CChipNeedle)**

Δεν είναι τίποτα περισσότερο από το ύψος (πάχος) του παραγόμενου αποβλίτου της κάθε βελόνας. Είναι ουσιαστικά το ύψος κοπής της βελόνας από την κοπτική επιφάνεια.

- **Στιγμαίο απόβλιτο Στοιχειώδους κόψης (CChipInstantMicroEdge)**

Πρόκειται για το μέσο πάχος των αποβλίτων των βελονών που κόβονται από την κόψη στο δεδομένο πέρασμα (στιγμαία θέση).

- **Στιγμαίο απόβλιτο Κοπτικής Ακμής (CChipInstantEdge)**

Πρόκειται για το ανάπτυγμα των στιγμιαίων αποβλίτων του συνόλου των στοιχειωδών κόψεων της κοπτικής ακμής στο δεδομένο πέρασμα (στιγμαία θέση).

- **Στιγμαίο Απόβλιτο Εργαλείου (CChipInstantTool)**

Είναι το στιγμιαίο απόβλιτο του συνόλου των κόψεων του εργαλείου

- **Συνολικό Απόβλιτο Εργαλείου (CChipTool)**

Είναι το σύνολο των στιγμιαίων αποβλίτων όλων των κόψεων του εργαλείου, δηλαδή το τελικό απόβλιτο.

- **Αντικείμενο Φραιζάρισμα (CPnMilling)**

Πρόκειται για το αντικείμενο εκείνο που υλοποιεί την κατεργασία. Στις ιδιότητες του ανήκει το τεμάχιο, οι συνθήκες, το εργαλείο κοπής και βέβαια το παραγόμενο απόβλιτο. Σαν αντικείμενο ο ρόλος του είναι να συνδυάζει τα παραπάνω και να υλοποιεί την κινηματική της κοπής πραγματοποιώντας κάθε φορά τους κατάλληλους γεωμετρικούς μετασχηματισμούς. Είναι το αντικείμενο εκείνο που “καταγράφει” κάθε στιγμή το αποτέλεσμα της κατεργασίας (παραγόμενο στιγμιαίο απόβλιτο).

- **Μηχανή Υπολογισμού (CPlaneLineIntersection)**

Σαν τέτοια ορίζεται ουσιαστικά ο αλγόριθμος εκείνος που υλοποιεί τον προσδιορισμό της τομής της στιγμιαίας εκάστοτε κοπτικής επιφάνειας με κάθε βελόνα. Εδώ γίνονται αναγκαστικά κάποιες απλοποιητικές παραδοχές, για λόγους ταχύτητας κυρίως. Έτσι η κοπτική επιφάνεια λαμβάνεται σαν επίπεδο, παρ’ όλο που στην πραγματικότητα, λόγω μεταφοράς και ταυτόχρονης περιστροφής της κόψης είναι ουσιαστικά μια στρεβλή επιφάνεια. Η πιθανή τομή στη συνέχεια προσδιορίζεται σαν τομή ευθείας με επίπεδο και ελέγχεται αν η τομή βρίσκεται μέσα ή έξω από το επίπεδο (πεπερασμένο πλέον).

- **Βάση δεδομένων Κοπής (CPnMillingDataBase)**

Ως τέτοια ορίζεται ένα σύνολο από αντικείμενα τύπου CPnMilling (Τεμάχιο-Εργαλείο-Συνθήκες-Απόβλιτα). Αυτά μπορούν να αποθηκεύονται σε κάποιο μέσο αποθήκευσης, και να ανακτώνται ανά πάσα στιγμή.

- **Υποσύστημα Γραφικής Απεικόνισης (CScene)**

Σε όλο το πρόγραμμα γίνεται ευρεία χρήση τρισδιάστατων γραφικών. Τόσο τα δεδομένα εισαγωγής από το χρήστη, όσο και τα αποτελέσματα του προγράμματος εμφανίζονται στην οθόνη με γραφικό τρόπο. Είναι δυνατό να εμφανίζεται στην οθόνη τόσο ή πρόοδος (και το στιγμιαίο αποτέλεσμα) της κατεργασίας, ή μόνο το τελικό αποτέλεσμα. Το πρώτο γίνεται όταν συντρέχουν λόγοι επισκόπησης και εποπτείας της διαδικασίας ενώ το δεύτερο όταν μόνο το τελικό αποτέλεσμα είναι το ζητούμενο. Το πρόγραμμα παραμένει σε κάθε περίπτωση ανεξάρτητο από τα γραφικά υπό την έννοια ότι το αποτέλεσμα μπορεί να προκύψει χωρίς να εμπλέκεται η απεικόνιση.

1.2.9 Περιγραφή προγράμματος

Το σύνολο του interface χρήστη του προγράμματος έχει αναπτυχθεί σε MS Visual C/C++/MFC. Σκοπός του Interface είναι να «οπτικοποιήσει» τα δεδομένα μαθηματικά και γεωμετρικά δεδομένα εισαγωγής, προσφέροντας έτσι ένα εύκολο τρόπο εισαγωγής δεδομένων και επισκόπησης των αποτελεσμάτων. Τα μενού επιλογών και οι γραμμές εργαλείων είναι στο σύνολό του ρυθμιζόμενα από το χρήστη. Έτσι υπάρχει η δυνατότητα ο χρήστης να προσθέσει νέα μενού, ή γραμμές εργαλείων, να μετακινήσει επιλογές ανάμεσα στα μενού, να αλλάξει τα εικονίδια ή και να ορίσει δικά του. Γενικά το interface είναι στο σύνολό του συμβατό με το πακέτο MS Office, και ακολουθεί τα πρότυπα των MS Windows.

Στα επόμενα περιγράφονται οι διάφορες ενέργειες του προγράμματος, έτσι όπως εμφανίζονται στα μενού επιλογών και στα Toolbars. Προκειμένου να είναι δυνατή η εισαγωγή δεδομένων από το χρήστη, αλλά και ο έλεγχος τόσο των δεδομένων όσο και των αποτελεσμάτων του προγράμματος, έχουν υλοποιηθεί οι κατάλληλες για το σκοπό αυτό φόρμες (διάλογοι). Στις επόμενες παραγράφους φαίνονται και οι εν' λόγω διάλογοι.

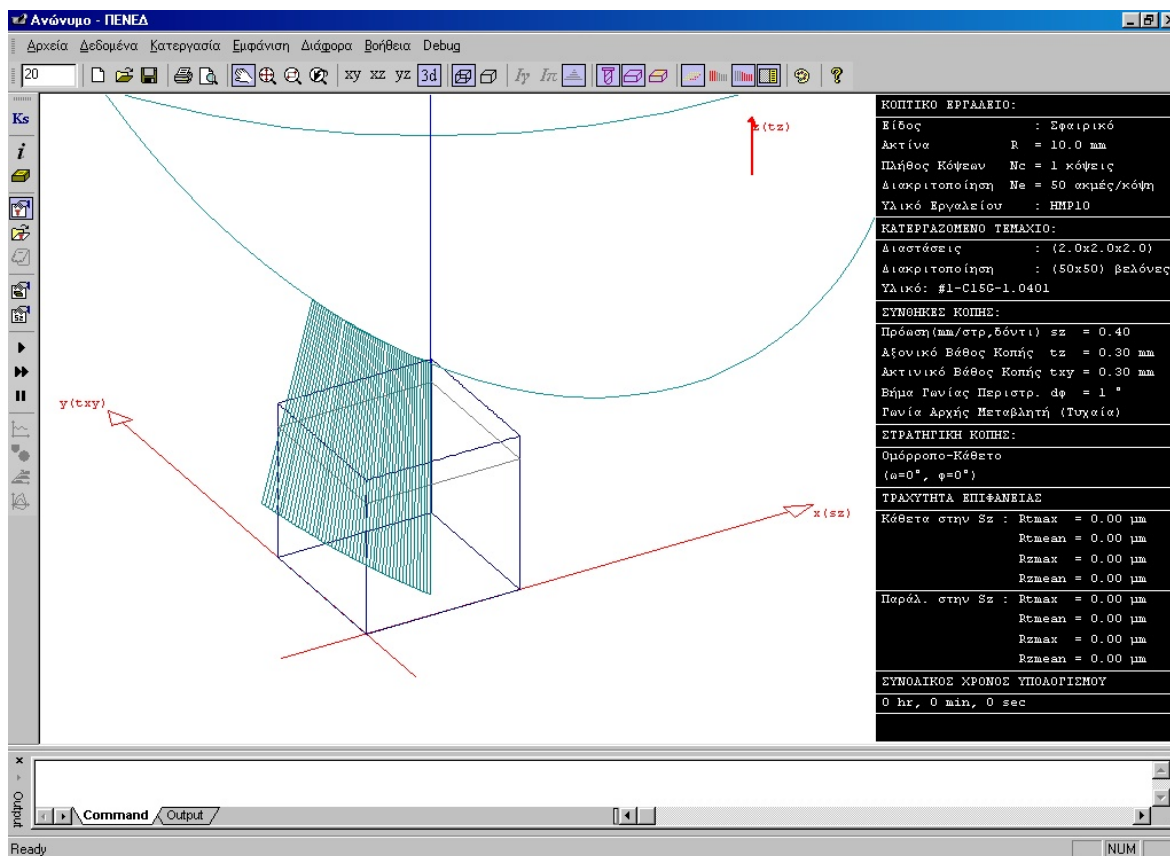
1.3 Εγχειρίδιο Χρήσης του Προγράμματος Αριθμητικής Προσομοίωσης

1.3.1 Εισαγωγή

Το κεφάλαιο αυτό αποτελεί το γενικό εγχειρίδιο χρήσης της εφαρμογής που αναπτύχθηκε στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος ΠΕΝΕΔ 1999 με θέμα «Γενικό προσομοιωτικό μοντέλο φραιζαρίσματος – Τρισδιάστατη τραχύτητα επιφάνειας». Το λογισμικό που αναπτύχθηκε στα πλαίσια του εν' λόγω έργου αποτελεί ένα πλήρες πρόγραμμα προσομοίωσης φραιζαρίσματος υπό την έννοια ότι προσφέρει όλα τα μέσα και εργαλεία που απαιτούνται για τη παρακολούθηση της προόδου της κατεργασίας αλλά και του ελέγχου του αποτελέσματος στην οθόνη του ηλεκτρονικού υπολογιστή. Πέρα από αυτά, δίδει και σημαντικές τεχνολογικές πληροφορίες, όπως οι δυνάμεις κοπής.

Το πρόγραμμα προσομοίωσης που αναπτύχθηκε είναι πλήρως «παραθυρικό» και ακολουθεί τους κανόνες και τις προδιαγραφές του γραφικού περιβάλλοντος των MS Windows, ενώ λειτουργεί σε κάθε έκδοση του λειτουργικού αυτού. Έτσι, σε ότι αφορά το User Interface αποτελεί μια τυπική εφαρμογή Windows. Υπάρχει το βασικό μενού επιλογών και οι γραμμές εργαλείων (Toolbars), μέσω των οποίων ο χρήστης έχει πρόσβαση στις διάφορες ενέργειες και λειτουργίες του προγράμματος. Υποστηρίζεται επίσης το mouse σαν μέσο εισαγωγής δεδομένων, και επεξεργασίας αυτών τόσο στην οθόνη γραφικών όσο και στις διάφορες φόρμες εισαγωγής δεδομένων. Επιπλέον τα μενού επιλογών και τα Toolbars είναι πλήρως προσαρμοζόμενα στις ανάγκες του εκάστοτε χρήστη.

Στο σχήμα 1.14 παρουσιάζεται η βασική μορφή του περιβάλλοντος του προγράμματος προσομοίωσης. Στην εικόνα διακρίνεται η οργάνωση του περιβάλλοντος της εφαρμογής, αλλά επίσης και τα προσομοιωτικά μοντέλα του κοπτικού εργαλείου, της κοπτικής ακμής αυτού, καθώς επίσης και το κατεργαζόμενο τεμάχιο (στη συγκεκριμένη εικόνα δεν φαίνεται η διακριτοποίησή του).



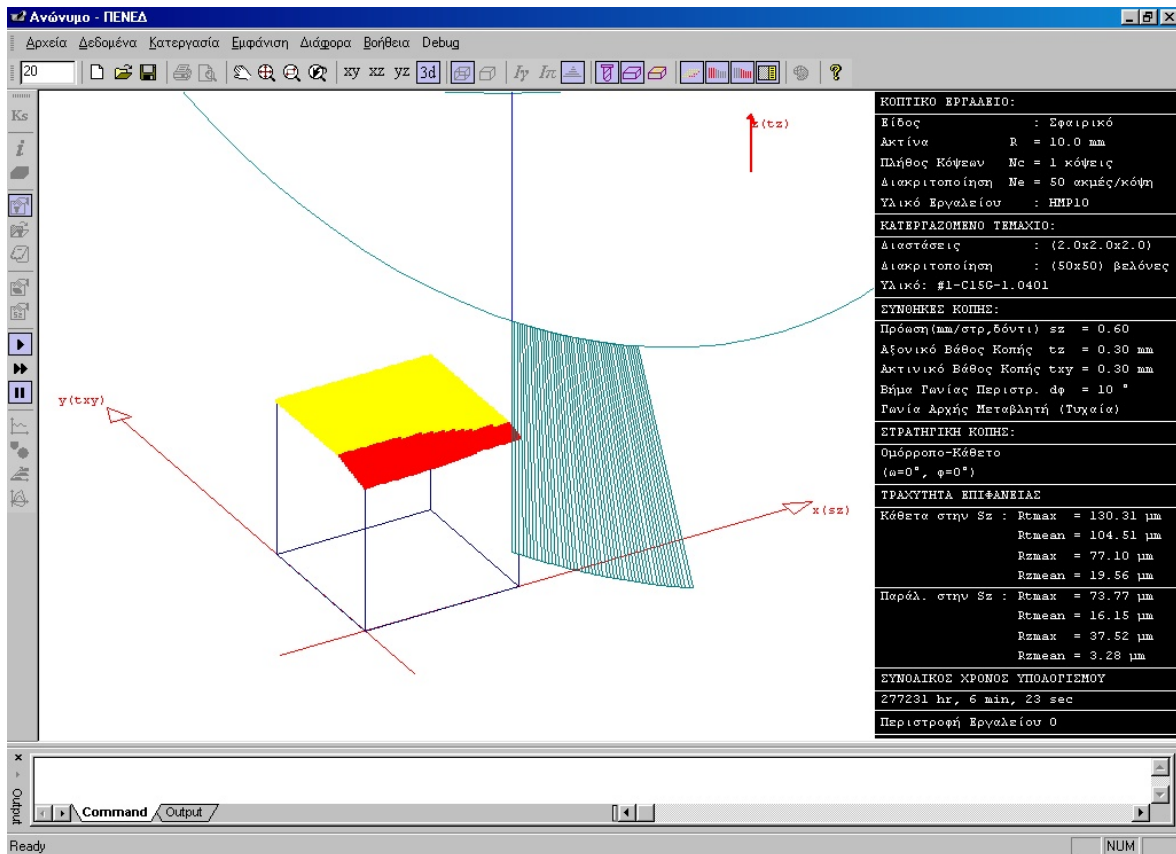
Σχήμα 1.14.: Εμφάνιση βασικής οθόνη του λογισμικού προσομοίωσης

Βασικό στοιχείο της εφαρμογής όπως γίνεται φανερό και από την εικόνα είναι η οθόνη γραφικής απεικόνισης. Στην εν' λόγω εικόνα εμφανίζεται δυναμικά και για κάθε στιγμή η προσομοίωση της κατεργασίας. Έτσι, καθώς προχωρά η «εικονική κατεργασία», εμφανίζονται στην οθόνη κάθε στιγμή οι σχετικές θέσεις κοπτικού και τεμαχίου, καθώς επίσης και το αποτέλεσμα της κοπής οι κομμένες βελόνες δηλαδή. Υπάρχει δηλαδή *κίνηση* (animation), η οποία εμφανίζεται στην οθόνη, και αυτό αιτιολογεί επιπλέον και το χαρακτηρισμό του προγράμματος σαν πρόγραμμα προσομοίωσης.

Η οθόνη είναι επίσης «δυναμική» υπό την έννοια ότι ο χρήστης μπορεί να μετακινήσει με το mouse το μοντέλο (pan), να το περιστρέψει (rotate) και να μεγεθύνει την εικόνα (zoom in/out). Όλα αυτά διεξάγονται σε πραγματικό χρόνο και ενώ η εικονική κατεργασία είναι σε εξέλιξη. Δηλαδή ταυτόχρονα με την εξέλιξη της φάσης κατεργασίας, και ενώ το κοπτικό εργαλείο περιστρέφεται και κινείται στην κατεύθυνση της πρόωσης και «κόβει» βελόνες, ο χρήστης μπορεί χρησιμοποιώντας τα πλήκτρα του mouse να δει το τρέχον αποτέλεσμα υπό επιθυμητή μεγέθυνση ή γωνία, και μάλιστα σε πραγματικό χρόνο.

Βεβαίως, όλες οι παραπάνω δυνατότητες κοστίζουν σε απαιτούμενο υπολογιστικό χρόνο, αφού απορροφούν πόρους του υπολογιστή. Για τους λόγους αυτούς, υπάρχει πάντα η δυνατότητα να ακυρωθεί η ενημέρωση της οθόνης γραφικών σε πραγματικό χρόνο, και το πρόγραμμα να συνεχίσει στο καθαρά υπολογιστικό τμήμα του (background run), εμφανίζοντας τελικά μόνο το τελικό αποτέλεσμα της κατεργασίας.

Στο παρακάτω σχήμα 1.15, παρουσιάζεται η ίδια βασική οθόνη κατά τη διάρκεια της κατεργασίας. Όπως φαίνεται από το σχήμα με κίτρινο χρώμα παρουσιάζονται οι κορυφές των βελονών που δεν έχουν κοπεί, ενώ με κόκκινο χρώμα οι κομμένες μέχρι της στιγμής εκείνης βελόνες.

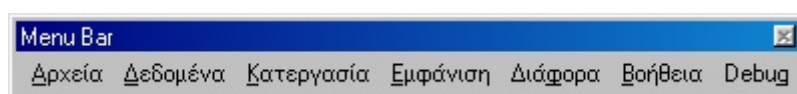


Σχήμα 1.15: Εμφάνιση βασικής οθόνη του λογισμικού προσομοίωσης κατά τη διάρκεια κατεργασίας

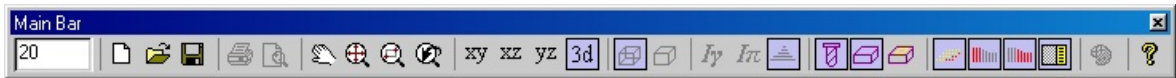
Στο δεξιά τμήμα του ίδιου σχήματος, παρουσιάζονται επίσης τα βασικά δεδομένα της κατεργασίας καθώς και τα επιμέρους αποτελέσματα μέχρι εκείνη τη στιγμή. Το παράθυρο αυτό είναι επίσης δυναμικό, και οι τιμές της τραχύτητας, που αποτελούν το ουσιαστικό αποτέλεσμα, διαμορφώνονται συνεχώς ενώ ταυτόχρονα υπολογίζεται και ο χρόνος υπολογισμών, τα οποία ξεκινούν από τυχαίες τιμές και με την πορεία της κατεργασίας διαμορφώνονται.

1.3.2 Μενού Επιλογών

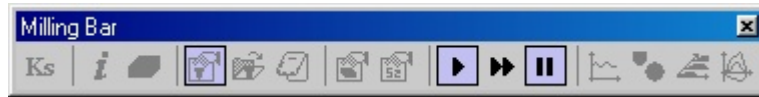
Το βασικό μενού παραθυρικών επιλογών του προγράμματος φαίνεται στο [σχήμα 1.16](#) και βρίσκεται πάντα στην πάνω δεξιά θέση της βασικής οθόνης του προγράμματος. Αντίστοιχα στο [σχήμα 1.17](#) φαίνεται η standard γραμμή εργαλείων (toolbar) ενώ στο [σχήμα 1.18](#) η γραμμή εργαλείων των αποτελεσμάτων. Στη συνέχεια περιγράφεται αναλυτικά κάθε ένα από τα παραπάνω μενού. Σημειώνεται ότι εικονίδιο του αντίστοιχου πλήκτρου της γραμμής εργαλείων – εφόσον φυσικά υπάρχει - εμφανίζεται συγχρόνως και αριστερά από τη σχετική επιλογή στο μενού. Ουσιαστικά δηλαδή οι γραμμές εργαλείων δεν είναι παρά συντομεύσεις για την αντίστοιχη επιλογή του μενού. Αρκεί λοιπόν η περιγραφή μόνο ενός από τα δύο συστήματα των μενού.



Σχήμα 1.16: Μορφή του βασικού παραθυρικού συστήματος των μενυς

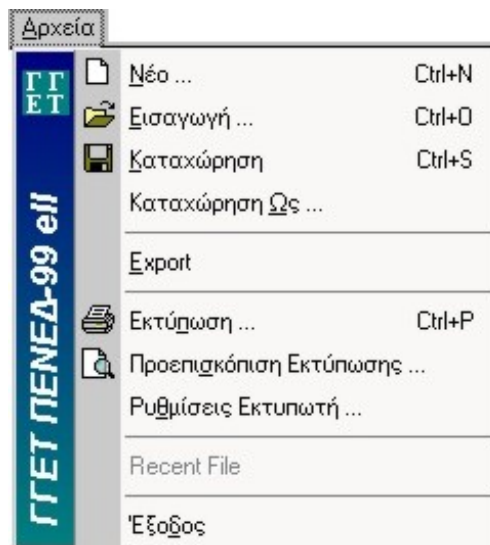


Σχήμα 1.17: Βασικός πίνακας κουμπιών εφαρμογής λειτουργιών του προγράμματος (main toolbar)






Σχήμα 1.18: Πίνακας κουμπιών αποτελεσμάτων του προγράμματος (milling toolbar)

Το μενού επιλογών «**Αρχεία**» έχει τη δομή που φαίνεται στο [σχήμα 1.19](#). Πρόκειται για τυπικό μενού παραθυρικής εφαρμογής. Αναλυτικά οι επιλογές κάνουν τα παρακάτω.



Σχήμα 1.19: Το παράθυρο «Αρχεία» (βασικές λειτουργίες και διαχείριση αρχείων)

- | | |
|---|--|
| <p> Νέο</p> <p> Εισαγωγή</p> <p> Καταχώρηση</p> <p>Καταχώρηση ως</p> <p>Export</p> | <p>Ξεκινά νέα προσομοίωση. Προειδοποιεί το χρήστη να αποθηκεύσει τυχόν αλλαγές στην ενεργή προσομοίωση φραιζαρίσματος, εάν φυσικά υπάρχει. Αρχικοποιεί όλους τους πίνακες και τις μεταβλητές του προγράμματος και το μεταφέρει στην φάση εισαγωγής νέων δεδομένων.</p> <p>Ανοίγει (εισάγει) στο πρόγραμμα ένα υφιστάμενο αρχείο προσομοίωσης φραιζαρίσματος, το οποίο έχει αποθηκευτεί προηγουμένως σε κάποιο μέσο αποθήκευσης (συνήθως στο σκληρό δίσκο).</p> <p>Καταχωρεί σε κάποιο μέσο αποθήκευσης (σκληρός δίσκος για παράδειγμα) το τρέχον αρχείο προσομοίωσης φραιζαρίσματος.</p> <p>Καταχωρεί σε κάποιο μέσο αποθήκευσης (σκληρός δίσκος για παράδειγμα) ένα το τρέχοντος αρχείο προσομοίωσης φραιζαρίσματος, αλλά με διαφορετικό όνομα.</p> <p>Εξάγει τα αποτελέσματα της κοπής σε κάποιο ουδέτερο Format αρχείου (neutral file) μορφής κειμένου ASCII, προκειμένου να είναι δυνατή η εισαγωγή αυτών σε άλλα προγράμματα επεξεργασίας</p> |
|---|--|

γραφικών. Εδώ εξάγεται ουσιαστικά η τοπομορφία της τελικής κατεργαζόμενης επιφάνειας προκειμένου να είναι δυνατή η καλύτερη εμφάνιση αυτής σε άλλα προγράμματα φτιαγμένα για το σκοπό αυτό. Στα υποστηριζόμενα formats αρχείων συμπεριλαμβάνονται το αρχείο .dat για το πρόγραμμα Surfer ή Excel, και το αρχείο wrl για προγράμματα που μπορούν να δεχθούν αρχείο μορφής VRML (Virtual Reality Modeling Language).

 Εκτύπωση

Ο ρόλος της επιλογής αυτής είναι προφανώς η εκτύπωση των δεδομένων και των αποτελεσμάτων του προγράμματος. Σαν μέσα εκτύπωσης είναι όλα όσα αναγνωρίζονται σαν τέτοια από το λειτουργικό σύστημα (εκτυπωτές, σχεδιογράφοι κ.λπ.).



Προεπισκόπηση Κάνει ότι και η εκτύπωση αλλά στην ειδική οθόνη προεπισκόπησης εκτύπωσης και όχι στο χαρτί. Χρησιμεύει για το έλεγχο του τι θα εκτυπωθεί.

Ρυθμίσεις εκτυπωτή Εμφανίζει τη φόρμα του συστήματος εκτύπωσης για τις διάφορες ρυθμίσεις του εκτυπωτή (χρώμα, ανάλυση, μέγεθος σελίδας κ.λπ.).

ResentFiles

Στο υπομενού αυτό εμφανίζονται τα πλέον πρόσφατα αρχεία του προγράμματος, τα οποία έχουν αποθηκευθεί σε μέσο αποθήκευσης του συστήματος Η/Υ.

Έξοδος







Επιφέρει τον τερματισμό και την έξοδο από το πρόγραμμα.

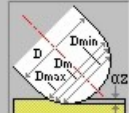
Το μενού επιλογών «**Δεδομένα**» έχει τη δομή που φαίνεται στο [σχήμα 1.20](#). Από τις επιλογές του μενού αυτού ο χρήστης μπορεί εισάγει απευθείας, μέσω των κατάλληλων φορμών, δεδομένα, όπως είναι το είδος του κοπτικού εργαλείου, την γεωμετρία του κατεργαζόμενου τεμαχίου, τις συνθήκες κοπής (πρώση, ταχύτητα κοπής, γωνίες τοποθέτησης κ.λπ.), το είδος του υλικού κατεργασίας κ.λπ..



Σχήμα 1.20: Το παράθυρο «Δεδομένα» (βασικές φόρμες εισαγωγής δεδομένων)

Αναλυτικά οι επιλογές αυτές εκτελούν τις παρακάτω λειτουργίες του προγράμματος προσομοίωσης :

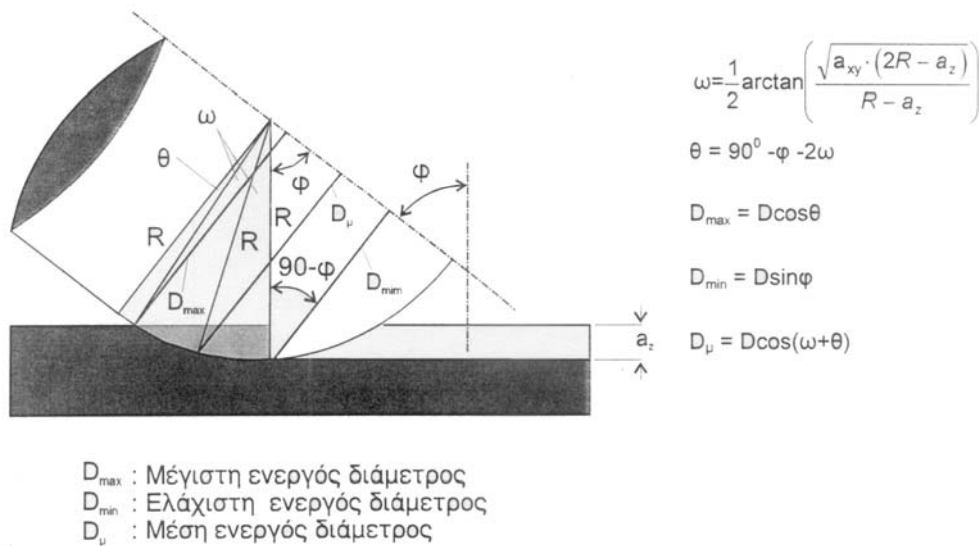
-  Σφαιρικό κοπτικό εργαλείο
Με την επιλογή αυτή εμφανίζεται ο διάλογος επιλογής σφαιρικού κοπτικού εργαλείου.
-  Εισαγωγή γενικού κοπτικού εργαλείου
Εμφανίζει το τη φόρμα εισαγωγής γενικού κοπτικού εργαλείου με την μορφή αρχείου με επέκταση *.cutter.
-  Επεξεργασία γενικού κοπτικού εργαλείου
Μέσω της επιλογής αυτής δίνεται η δυνατότητα επεξεργασίας ενός γενικού κοπτικού εργαλείου μέσω του Notepad. Η επιλογή αυτή είναι ενεργοποιημένη όταν έχει ήδη επιλεγεί κάποιο γενικό κοπτικό εργαλείο.
-  Κατεργαζόμενο τεμάχιο
Εμφανίζει τη φόρμα εισαγωγής δεδομένων και ιδιοτήτων του κατεργαζόμενου τεμαχίου.
-  Συνθήκες κοπής Εμφανίζει τη φόρμα εισαγωγής των δεδομένων της κατεργασίας, όπως είναι οι διάφορες συνθήκες κοπής, η στρατηγική του φραιζαρίσματος κ.λπ. Στην φόρμα αυτή περιλαμβάνονται και εξάγονται πληροφορίες σχετικά με την ρύθμιση στροφών της εργαλειομηχανής προκειμένου να επιτευχθεί η επιθυμητή ταχύτητα κοπής, όπως φαίνεται στο τμήμα της φόρμας του σχήματος 1.21.
-  Υλικά
Διαχείριση βιβλιοθήκης Υλικών (τεχνολογικών σταθερών Ks, Kv, Kt μέσω των οποίων υπολογίζονται οι δυνάμεις κοπής) για διάφορα υλικά κοπτικού εργαλείου και τεμαχίου, και για διάφορες συνθήκες κοπής. Πρόκειται για τις τεχνολογικές σταθερές που υπάρχουν στην βιβλιογραφία και που οργανώθηκαν σε βάση δεδομένων που διαχειρίζεται το ίδιο το πρόγραμμα.

Ταχύτητα Κοπής - Ενεργή Διάμετρος - Στροφές - Ταχύτητα Πρόωσης			
	Ταχύτητα Κοπής Vcm = <input type="text" value="45.000"/> m/min	Dmax = <input type="text" value="4.862"/> mm	Στροφές n = 1000 · Vcm / (Dm · π) = <input type="text" value="5848"/> στρ./min
	Διάμετρος Εργαλείου D = <input type="text" value="20.000"/> mm	==> Dmin = <input type="text" value="0.000"/> mm	Πρόωση su = sz · n · z = <input type="text" value="2339"/> mm/min
	Πλήθος Κόψεων z = <input type="text" value="1"/> κόψεις	Dm = <input type="text" value="2.449"/> mm	

Σχήμα 1.21: Πληροφορίες ρύθμισης στροφών εργαλειομηχανής

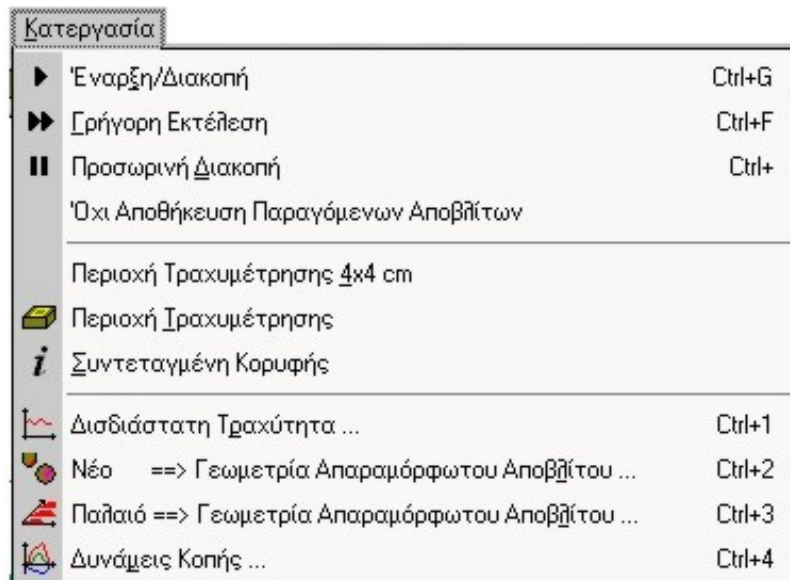
Οι υπολογισμοί των στροφών του εργαλείου που πρέπει να ρυθμιστούν στην εργαλειομηχανή, προκύπτει από τον προσδιορισμό της μέσης ενεργής διαμέτρου που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα 1.22. Σύμφωνα με τον υπολογισμό αυτό, λόγω της σφαιρικότητας του εργαλείου και της κλίσης του ως προς το τεμάχιο, είναι δυνατός ο υπολογισμός μίας μέσης τιμής για την διάμετρο του εργαλείου σύμφωνα με την οποία

υπολογίζονται οι στροφές του προκειμένου να επιτευχθεί η προδιαγεγραμμένη ταχύτητα κοπής.



Σχήμα 1.22: Προσδιορισμός μέσης ενεργής διαμέτρου

Το μενού επιλογών «**Κατεργασία**» έχει τη δομή που παρουσιάζει το σχήμα 1.23. Από τις επιλογές του μενού αυτού ο χρήστης μπορεί να ξεκινήσει και να σταματήσει την προσομοίωση της κατεργασίας, να ενεργοποιήσει ή να σταματήσει την κίνηση του κοπτικού στην οθόνη προσομοίωσης καθώς και να δει τα αποτελέσματα αυτής. Πρόκειται για το βασικότερο ίσως μενού της εφαρμογής το οποίο δίνει όλες εκείνες τις παραλλαγές εμφάνισης των αποτελεσμάτων που είναι απαραίτητες για την κατανόηση και εκτίμησή τους.




Σχήμα 1.23: Το παράθυρο «Κατεργασία» (βασικές λειτουργίες του πυρήνα του προγράμματος προσομοίωσης)

Οι επιλογές του εν' λόγω μενού είναι οι παρακάτω :

- ▶ Έναρξη/Διακοπή

Πλήκτρο έναρξης κατεργασίας. Πατώντας το πλήκτρο αυτό ξεκινάει η προσομοίωση της κατεργασίας φραιζαρίσματος. Το πλήκτρο αυτό ξεκινάει ουσιαστικά την «εικονική» (virtual) κατεργασία, καθώς στη φάση αυτή υπάρχει κίνηση και κοπή στην οθόνη γραφικών. Προφανώς η ταχύτητα εκτέλεσης είναι σχετικά μειωμένη εδώ, καθώς εμπλέκεται η ενημέρωση της οθόνης. Η διαδικασία αυτή ενημέρωσης, επειδή γίνεται σε πραγματικό χρόνο, είναι φυσικό να δεσμεύει υπολογιστικούς πόρους του συστήματος

Γρήγορη εκτέλεση

Πλήκτρο έναρξης κατεργασίας ή συνέχισης κατεργασίας, με γρήγορο ρυθμό και χωρίς την ενημέρωση της οθόνης γραφικών. Πατώντας το πλήκτρο αυτό ξεκινά το καθαρά υπολογιστικό μέρος της κατεργασίας σταματώντας ουσιαστικά την ενημέρωση της οθόνης γραφικών. Στο τέλος μόνο της κοπής εμφανίζεται στην οθόνη το τελικό κατεργασμένο τεμάχιο και το παραγόμενο απόβλιπτο. Η κατεργασία με το πλήκτρο αυτό ξεκινάει είτε από την αρχή εφ' όσον πατηθεί πρώτο, είτε συνεχίζει από τη θέση όπου είχε φτάσει, εφ' όσον πατηθεί μετά από το πλήκτρο  (Run). Τέλος μόλις πατηθεί το πλήκτρο αυτό, εμφανίζεται στο χρήστη μία φόρμα με πληροφορίες σχετικές με τις συνθήκες της προσομοίωσης, καθώς επίσης και με ενημέρωση για την πρόοδο της κατεργασίας. Από τη φόρμα αυτή μπορεί τέλος ο χρήστης να διακόψει την εκτέλεση της κοπής.

προσωρινή διακοπή

Πλήκτρο προσωρινού «παγώματος» της κατεργασίας. Με αυτό ο χρήστης μπορεί να παγώσει προσωρινά την κατεργασία και πατώντας το ξανά να συνεχίσει από το σημείο όπου σταμάτησε.

Όχι αποθήκευση παραγομένων αποβλίπτων

Με την επιλογή αυτή δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να επιλέξει την μη αποθήκευση των χαρακτηριστικών μεγεθών των παραγομένων αποβλίπτων και έτσι αντίστοιχα μεγάλη εξοικονόμηση του χρόνου κατεργασίας. Η επιλογή αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην περίπτωση που ενδιαφέρει μόνο η παραγόμενη τοπομορφία της επιφάνειας και η τραχύτητα.

Περιοχή τραχυμέτρησης 4x4 [mm]

Πλήκτρο επιλογής περιοχής σταθερής τραχυμέτρησης διαστάσεων 4x4. Με την επιλογή αυτή ο χρήστης επιλέγει προκαθορισμένη περιοχή κεντρικά του τεμαχίου.

Περιοχή τραχυμέτρησης

Πλήκτρο επιλογής περιοχής τραχυμέτρησης. Με την επιλογή αυτή ο χρήστης μπορεί να επιλέξει ως περιοχή τραχυμέτρησης μια περιοχή διαφορετική από τη προκαθορισμένη η οποία είναι μια κεντρική περιοχή του τεμαχίου διαστάσεων 4x4. (Περιοχή τραχυμέτρησης είναι η περιοχή του τεμαχίου από την οποία το πρόγραμμα προσδιορίζει τη θεωρητική τιμή της τραχύτητας της παραγόμενης επιφάνειας.)

Συντεταγμένη κορυφής

Πλήκτρο πληροφορίας. Με το πλήκτρο αυτό ο χρήστης μπορεί να επιλέξει (με το mouse φυσικά) διάφορα αντικείμενα στην οθόνη και το πρόγραμμα να του εμφανίσει της ιδιότητες αυτών. Έτσι για

παράδειγμα, μπορεί να επιλέξει μία βελόνα για να δει τις συντεταγμένες της κορυφής της.

Δισδιάστατη τραχύτητα

Πλήκτρο αποτελέσματος προσδιορισμού τραχύτητας. Με το πλήκτρο αυτό ο χρήστης μπορεί να παρακολουθήσει στην οθόνη στην οθόνη την τοπομορφία της επιφάνειας σε διαδοχικές τομές κάθετα ή παράλληλα στην κατεύθυνση της πρόωσης και να εξάγει και αντίστοιχα animation αρχεία.

Νέα Γεωμετρία απαραμόρφωτου αποβλίττου

Το πλήκτρο αυτό εμφανίζει τη φόρμα στην οποία παριστάνονται γραφικά και αριθμητικά τα αποτελέσματα για τη γεωμετρική μορφή του παραγόμενου απαραμόρφωτου αποβλίττου πάνω σε ανάπτυξη της κοπτικής ακμής σε ακτίνες κύκλου ίσης ακτίνας με την ακτίνα του εργαλείου.

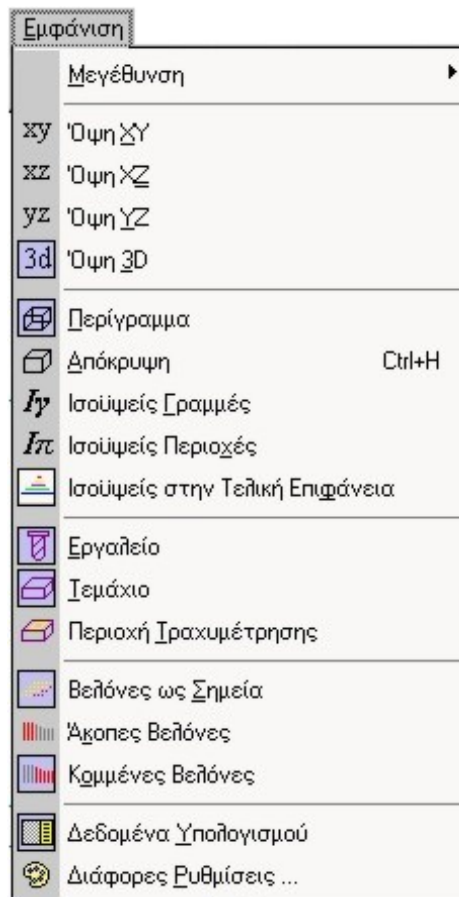
Παλαιά Γεωμετρία απαραμόρφωτου αποβλίττου

Το πλήκτρο αυτό εμφανίζει τη φόρμα στην οποία παριστάνονται γραφικά και αριθμητικά τα αποτελέσματα για τη γεωμετρική μορφή του παραγόμενου απαραμόρφωτου αποβλίττου πάνω σε ευθύγραμμη ανάπτυξη της κοπτικής ακμής.

Δυνάμεις κοπής

Πλήκτρο αποτελέσματος προσδιορισμού δυνάμεων κοπής. Με το πλήκτρο αυτό ο χρήστης μπορεί να παρακολουθήσει στην οθόνη τις δυνάμεις κοπής σε κάθε πέρασμα του εργαλείου και για κάθε κόψη και να εξάγει και αντίστοιχο animation αρχείο.

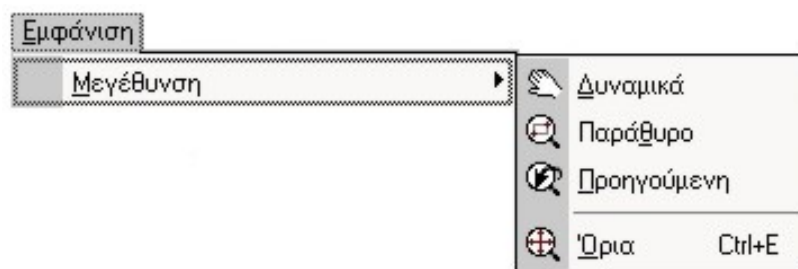
Το μενού επιλογών «**Εμφάνιση**» έχει τη δομή που φαίνεται στο [σχήμα 1.20](#). Από τις επιλογές του μενού αυτού ο χρήστης μπορεί να ελέγχει την εικόνα γραφικών του προγράμματος, τον τρόπο δηλαδή παρουσίασης δεδομένων και αποτελεσμάτων, όπως επίσης να πραγματοποιεί ρυθμίσεις σχετικά με τα χρώματα και τον τρόπο σχεδίασης των γραφικών αυτών. Αναλυτικά οι διάφορες επιλογές πραγματοποιούν τα παρακάτω.



Σχήμα 1.20: Το παράθυρο Εμφάνιση (βασικές λειτουργίες παρουσίασης αποτελεσμάτων)

Αναλυτικά οι επιλογές αυτές εκτελούν τις παρακάτω λειτουργίες :

Μεγέθυνση... Ορίζεται η κλίμακα μεγέθυνσης στην z διάσταση. Με τη βοήθεια της επιλογής αυτής είναι δυνατή κυρίως η παρουσίαση με εποπτικό τρόπο των κατεργασμένων επιφανειών, μια και οι επιφάνειες αυτές περιλαμβάνουν σημεία των οποίων η z διάσταση διαφοροποιείται σε επίπεδο μικρών [μ]. Οι επιλογές της μεγέθυνσης φαίνονται στο σχήμα 1.21 και είναι :








Σχήμα 1.21: Επιλογές της μεγέθυνσης

 Δυναμικά

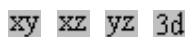










Επιλέγοντας την ενέργεια αυτή ο χρήστης μπορεί στη συνέχεια με το ποντίκι να μεγεθύνει ή να σμικρύνει το είδωλο της οθόνης γραφικών, να το μετακινήσει ή και να το περιστρέψει. Ειδικότερα με επιλεγμένη τη λειτουργία «Δυναμικά» μπορούν να γίνουν τα εξής:




+αριστερό πλήκτρο mouse = μετακίνηση


-  +δεξί (ή μεσαίο) πλήκτρο mouse = Zoom In/Out
-  +αριστερό + δεξί (ή μεσαίο) πλήκτρο mouse = περιστροφή
-  Zoom/Παράθυρο Μεγέθυνση σε περιοχή της οθόνης που επιλέγεται με το ποντίκι.
-  Zoom/Προηγούμενο
Επαναφορά της προηγούμενης μεγέθυνσης.
-  Zoom/Όρια Μεγέθυνση σε πλήρη εικόνα. Αλλάζει την μεγέθυνση έτσι ώστε να είναι ορατά όλα τα αντικείμενα που βρίσκονται σ' αυτήν.

Αντίστοιχα οι υπόλοιπες επιλογές του παράθυρου «εμφάνιση» είναι :

-  xy , xz , yz , $3d$ Εμφάνιση του μοντέλου στην αντίστοιχη όψη xy ή xz ή yz ή $3d$ (τρειςδιάστατο).
-  Περίγραμμα Παρουσίαση του περιγράμματος του τεμαχίου με τις κορυφές των βελονών
-  Απόκρυψη Απόκρυψη του τεμαχίου και παρουσίαση μόνο του πλέγματος της επιφάνειας.
-  Iy Ισοΰψεις γραμμές Παρουσίαση των ισοΰψών γραμμών της κατεργασμένης επιφάνειας και αντίστοιχα κλίμακας αντιστοίχισης των χρωμάτων με το ύψος.
-  Iz Ισοΰψεις περιοχές Παρουσίαση των ισο-επιφανειών της κατεργασμένης επιφάνειας και αντίστοιχα κλίμακας αντιστοίχισης των χρωμάτων με το ύψος.
-  Ισοΰψεις στην τελική επιφάνεια Ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση της παραμορφωμένης επιφάνειας στην ισοΰψη ή ισο-επιφανειακή παρουσίαση.
-  Εργαλείο Εμφανίζει ή όχι την προσομοίωση του κοπτικού εργαλείου.
-  Τεμάχιο Εμφανίζει ή όχι το περίγραμμα του κατεργαζόμενου τεμαχίου.
-  Περιοχή τραχυμέτρησης Εμφανίζει ή όχι το περίγραμμα της περιοχή τραχυμέτρησης του τεμαχίου.
-  Βελόνες ως σημεία Εμφανίζει τις βελόνες διακριτοποίησης του προσομοιωτικού μοντέλου του τεμαχίου εναλλάξ ως σημεία - αν είναι ενεργή η επιλογή - ή ως γραμμές - αν όχι.
-  Άκοπτες βελόνες Εμφανίζει μόνο τις βελόνες εκείνες που δεν έχουν ακόμα κοπεί κατά την πρόοδο της εικονική κατεργασίας.

 Κομμένες βελόνες

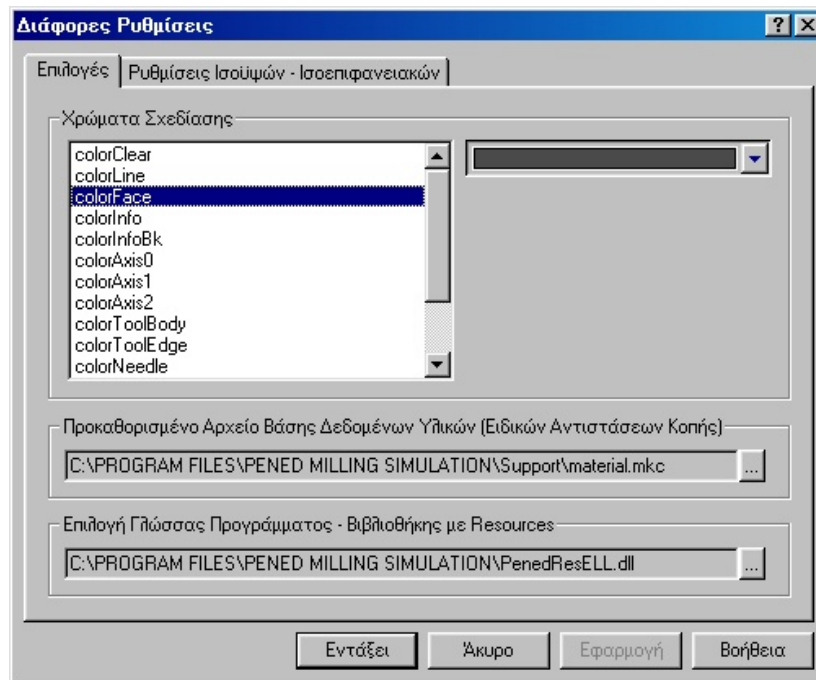
Εμφανίζει μόνο τις βελόνες εκείνες που έχουν ήδη κοπεί κατά την πρόοδο της εικονική κατεργασίας.

 Δεδομένα υπολογισμού

Εμφανίζει ή αποκρύπτει στην βασική οθόνη του προγράμματος τον πίνακα με τα διάφορα δεδομένα και αποτελέσματα.

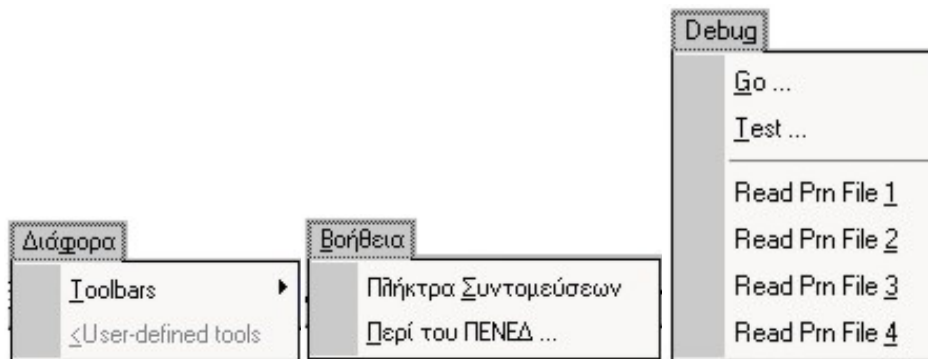
 Διάφορες ρυθμίσεις

Εμφανίζει τη φόρμα ρυθμίσεων, όπως φαίνεται στο [σχήμα 1.22](#) των διαφόρων χρωμάτων και την επιλογή γλώσσας αλλά και του προκαθορισμένου αρχείου των σταθερών για τον υπολογισμό των δυνάμεων κοπής.



Σχήμα 1.22: Το παράθυρο ρυθμίσεων

Τα επόμενα μενού επιλογών «**Διάφορα**», «**Βοήθεια**» και «**Degug**» φαίνονται στο παρακάτω [σχήμα 1.23](#) και έχουν βοηθητικές ενέργειες του λογισμικού, όπως είναι η ενεργοποίηση εργαλείων προγραμματισμού, κειμενογράφου, πληροφορίες για το λογισμικό κ.λπ..



Σχήμα 1.23: Μενού επιλογών «Διάφορα», «Βοήθεια» και «Debug»

1.3.3 Φόρμες Εισαγωγής Δεδομένων

Οι φόρμες εισαγωγής της εφαρμογής, είναι παράθυρα διαλόγου, τα οποία σαν σκοπό έχουν την «οπτικοποίηση» (visualization) των αριθμητικών και μη δεδομένων εισαγωγής του προγράμματος και την παρουσίαση αυτών στο χρήστη.

Στο σχήμα 1.24 παρουσιάζεται η φόρμα επιλογής νέου τύπου εργαλείου. Επιλέγοντας ο χρήστης το αντίστοιχο εικονίδιο, αλλάζει τη μορφή του κοπτικού εργαλείου, το οποίο εμφανίζεται στην οθόνη.



Σχήμα 1.24 Φόρμα επιλογής νέου τύπου εργαλείου

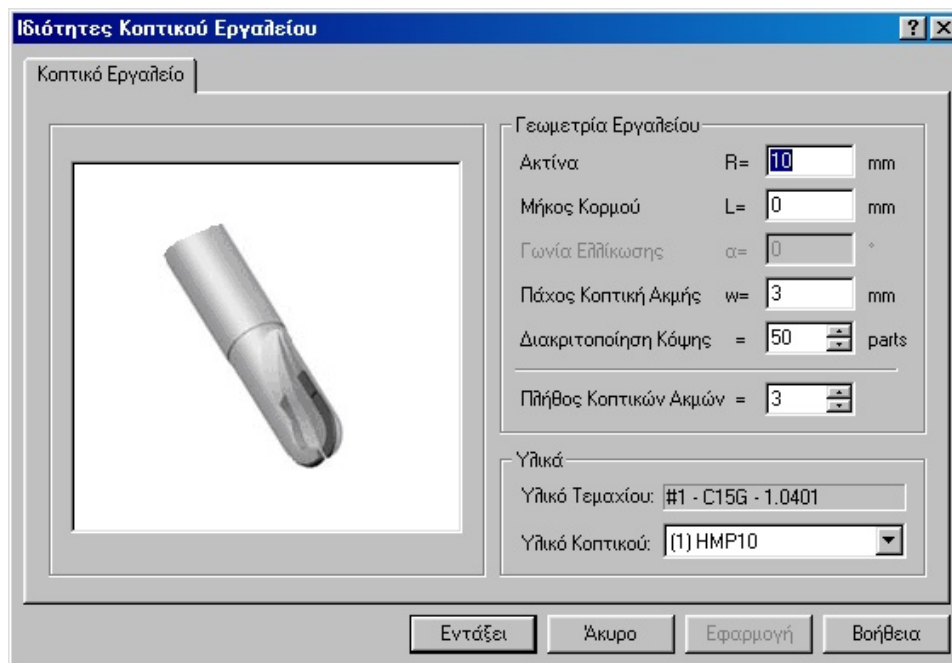
Τα είδη εργαλείων που υποστηρίζει το πρόγραμμα, είναι αυτά που φαίνονται στο σχήμα, δηλαδή:

- Ball End Απλό κοπτικό εργαλείο σφαιρικής απόληξης
- Ball End With Helix Κοπτικό εργαλείο σφαιρικής απόληξης με ελίκωση
- Cylindrical end Απλό κοπτικό εργαλείο κυλινδρικής απόληξης
- Cylindrical End with Helix Κυλινδρικής απόληξης με ελίκωση

Οι παραπάνω τύποι κοπτικών εργαλείων δεν είναι οι μόνοι που μπορεί να υποστηρίξει το πρόγραμμα, καθώς το εργαλείο, προσομοιώνεται ουσιαστικά από ένα σύνολο κοπτικών ακμών. Υπό την έννοια αυτή, οι παραπάνω τύποι είναι αυτοί για τους οποίους υλοποιήθηκαν οι αλγόριθμοι αυτόματου προσδιορισμού της γεωμετρίας των στοιχειωδών ακμών μια και αυτοί εμφανίζονται με μεγαλύτερο ποσοστό στην πράξη. Σε κάθε περίπτωση όμως το πρόγραμμα είναι σε θέση μέσω της εισαγωγής οποιουδήποτε εργαλείου να προσομοιώσει κάθε νέα γεωμετρία.

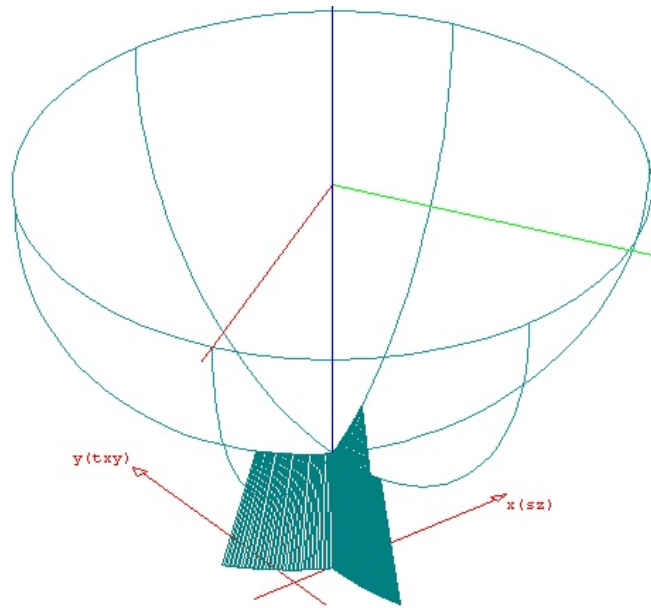
Μετά την επιλογή του τύπου από την παραπάνω εικόνα εμφανίζεται στο χρήστη ο διάλογος ιδιοτήτων του εκάστοτε επιλεγμένου τύπου εργαλείου, από τον οποίο μπορεί να δει και να μεταβάλλει τα χαρακτηριστικά του κοπτικού.

Στο σχήμα 1.25 παρουσιάζεται η φόρμα εισαγωγής των δεδομένων που αφορούν τη γεωμετρία του κοπτικού εργαλείου. Στην περίπτωση αυτή επιλέγεται κοπτικό εργαλείο σφαιρικής απόληξης με γωνία ελίκωσης 0° και με δύο κοπτικές ακμές. Αντίστοιχες φόρμες, υπάρχουν για όλες τις περιπτώσεις κοπτικών εργαλείων.



Σχήμα 1.25 : Φόρμα εισαγωγής δεδομένων κοπτικού εργαλείου (περίπτωση απλού εργαλείου σφαιρικής απόληξης με 2 κόψεις).

Επίσης, στο σχήμα 1.27 παρουσιάζεται η μορφή του αντίστοιχου μοντέλου προσομοίωσης όπως την αντιλαμβάνεται ο χρήστης του προγράμματος προσομοίωσης. Πρόκειται δηλαδή για το παραπάνω εργαλείο σφαιρικής απόληξης με δύο κόψεις. Η γεωμετρία του εργαλείου περιγράφεται πλήρως από τα δεδομένα που φαίνονται στην οθόνη. Κάποια βέβαια από τα πεδία της παραπάνω φόρμας, δεν έχουν νόημα για κάποια είδη εργαλείων. Επίσης κάποια από τα πεδία συμπληρώνονται και χρησιμοποιούνται μόνο για λόγους εποπτείας και όχι για λόγους υπολογιστικούς.



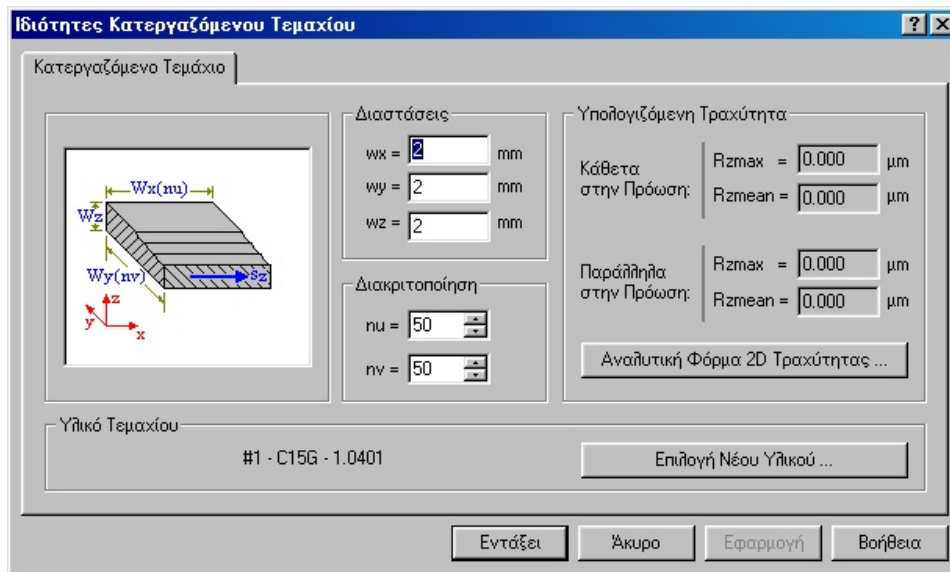
Σχήμα 1.27 : Γραφική απεικόνιση του προσομοιωτικού μοντέλου του εργαλείου, όπως το αντιλαμβάνεται ο χρήστης.

Ειδικότερα τα πεδία είναι :

- Ακτίνα R – εξωτερική ακτίνα κόψης εργαλείου.
- Μήκος κορμού εργαλείου L - Μπορεί να μη δοθεί, ή να δοθεί ίσο με 0 καθώς χρησιμοποιείται μόνο για λόγους απεικόνισης.
- Γωνία Ελίκωσης α . Είναι η γωνία ελίκωσης της κόψης. Ισχύει προφανώς μόνο για κοπτικά εργαλεία με ελίκωση.
- Πάχος της κόψης w - Πρόκειται για το πάχος της κοπτικής ακμής. Χρησιμοποιείται επίσης μόνο για λόγους απεικόνισης. Η εσωτερική ακτίνα του εργαλείου είναι $R_i = R - t$.
- Διακριτοποίηση κόψης : Ορίζεται το επιθυμητό πλήθος των τμημάτων διακριτοποίησης της κοπτικής ακμής.
- Πλήθος κοπτικών ακμών.

Εκτός από τα παραπάνω γεωμετρικά χαρακτηριστικά δίνεται ακόμα στη φόρμα εισαγωγής των ιδιοτήτων του εργαλείου το υλικό του εργαλείου, ενώ παρουσιάζεται για εποπτικούς λόγους και το υλικό του κατεργαζόμενου τεμαχίου.

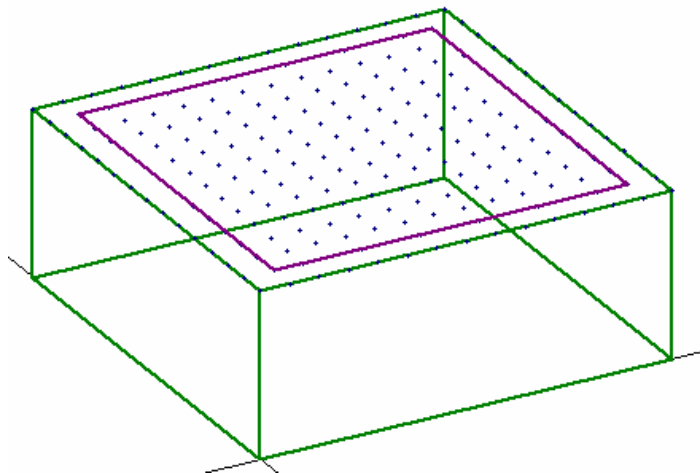
Στο σχήμα 1.28 παρουσιάζεται η φόρμα εισαγωγής των δεδομένων που αφορούν τη γεωμετρία και τις ιδιότητες διακριτοποίησης του κατεργαζόμενου τεμαχίου.



Σχήμα 1.28 Φόρμα Ορισμού Ιδιοτήτων Κατεργαζόμενου Τεμαχίου

Αντίστοιχα στο σχήμα 1.29 παρουσιάζεται και το αντίστοιχο μοντέλο του προγράμματος, όπως το βλέπει ο χρήστης του. Το τεμάχιο περιγράφεται πλήρως από τα εξής δεδομένα :

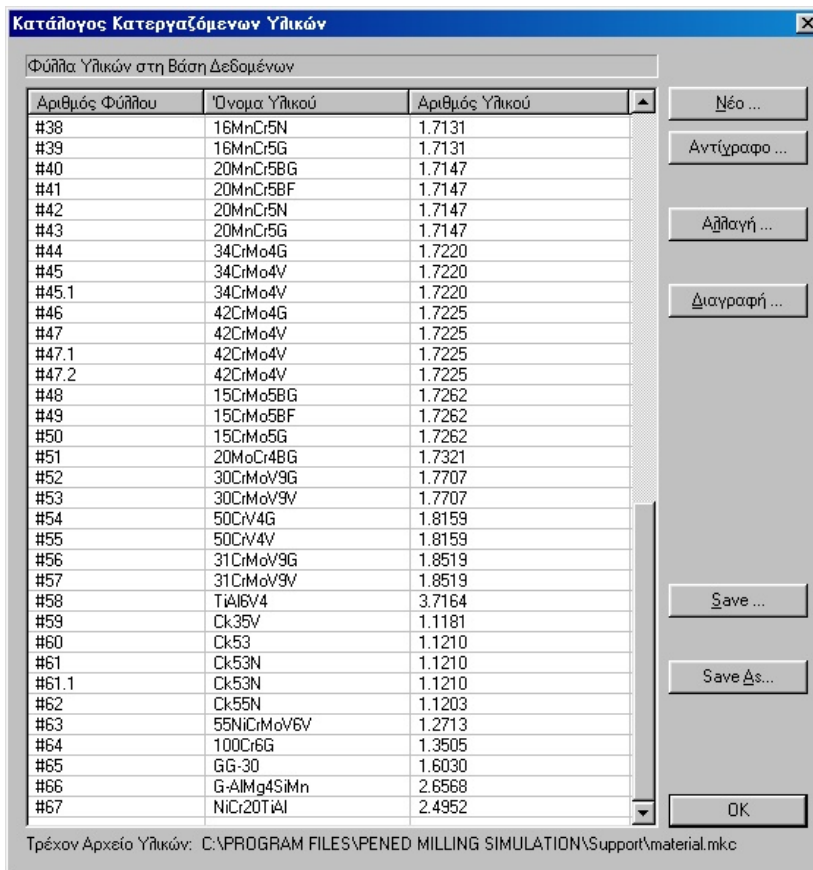
- Οι διαμήκειες διαστάσεις w_x , w_y , w_z . Πρόκειται για το μήκος, το πλάτος και το ύψος του κατεργαζόμενου τεμαχίου.
- Το πλέγμα και τις ιδιότητες διακριτοποίησης σε βελόνες (σημεία) ($nu \times nv$).



Σχήμα 1.29 : Γραφική απεικόνιση του προσομοιωτικού μοντέλου του εργαλείου, όπως το αντιλαμβάνεται ο χρήστης.

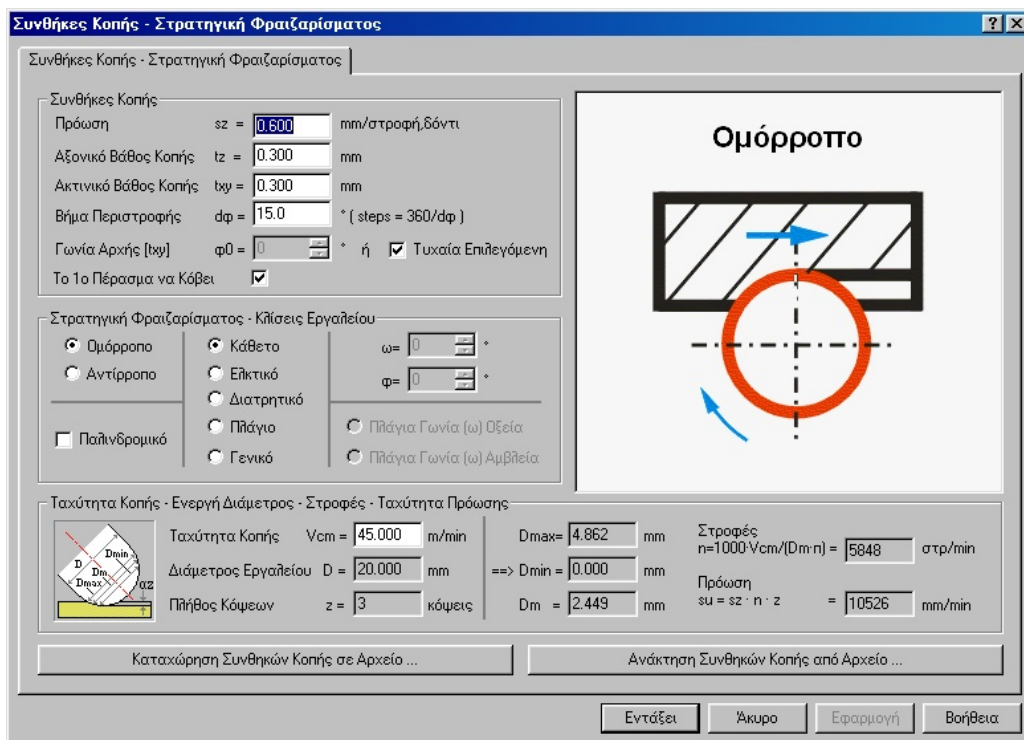
Τέλος οι τιμές της τραχύτητας που εμφανίζονται στη φόρμα είναι η θεωρητικές τιμές της τραχύτητας του τεμαχίου, όπως αυτές υπολογίζονται από το πρόγραμμα και αφορούν την τραχυμετρούμενη επιφάνεια. Η τιμές αυτές είναι προφανώς μηδενικές όταν το τεμάχιο είναι ακατέργαστο.

Στην ίδια φόρμα ορισμού των ιδιοτήτων του κατεργαζόμενου τεμαχίου, υπάρχει η δυνατότητα ορισμού του υλικού του τεμαχίου μέσω αντίστοιχης επιλογής. Με προτροπή της επιλογής αυτής, ανοίγεται μία νέα μάσκα επιλογής από 67 διαφορετικά κατεργαζόμενα υλικά. Στο σχήμα 1.30 φαίνεται αυτή η μάσκα των υλικών.



Σχήμα 1.30 : Μάσκα επιλογής κατεργαζόμενου υλικού.

Στο σχήμα 1.31 παρουσιάζεται η φόρμα εισαγωγής των δεδομένων που αφορούν τις συνθήκες και την κινηματική της κοπής.



Σχήμα 1.31 : Φόρμα Ορισμού Συνθηκών κοπής.

Η φόρμα εισαγωγής συνθηκών κοπής, αποτελείται από τρία βασικά τμήματα, το τμήμα συνθηκών κοπής, το τμήμα στρατηγικής της κατεργασίας και το τμήμα υπολογισμού της ενεργού διαμέτρου της κατεργασίας, για την οποία έγινε ήδη αναφορά. Στο τμήμα συνθηκών κοπής τα δεδομένα είναι :

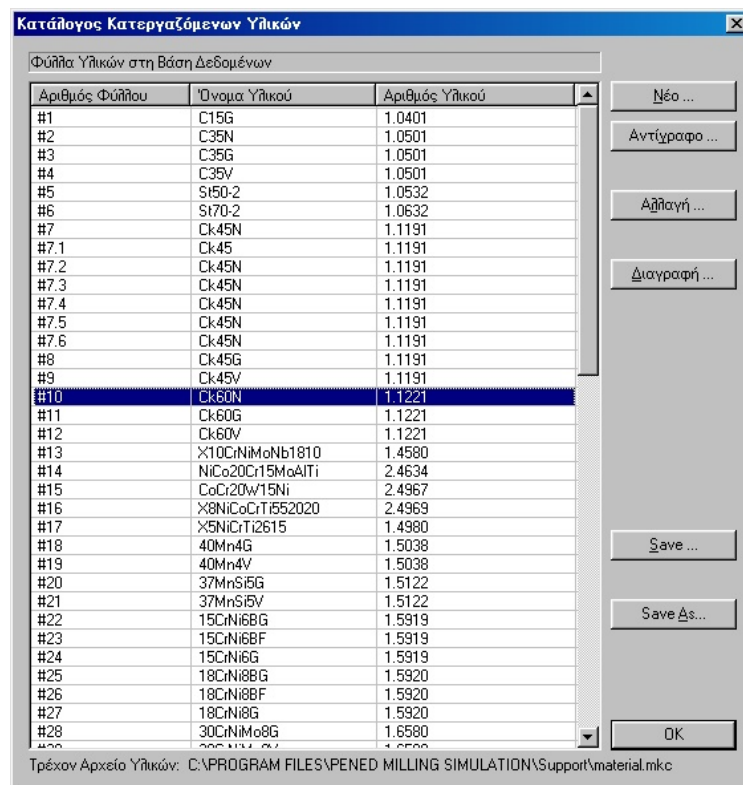
- η πρόωση s_z του κοπτικού εργαλείου σε [mm / στροφή, δόντι]
- το αξονικό βάθος κοπής t_z σε [mm]
- το ακτινικό βάθος κοπής t_{xy} σε [mm]
- το βήμα γωνίας περιστροφής $d\phi$ του κοπτικού εργαλείου σε [°]
- η γωνία αρχής της περιστροφής της κόψης ϕ_0 σε [°] που παίρνει τιμή αν η επιλογή «τυχαία επιλεγόμενη» δεν είναι ενεργή. Όταν η επιλογή αυτή είναι ενεργή το κοπτικό εργαλείο θα ξεκινήσει από τυχαία θέση για κάθε πέρασμα.
- η επιλογή «το πρώτο πέρασμα να κόβει», δίνει τη δυνατότητα όταν είναι ενεργή, να πραγματοποιηθεί κοπή άμεσα με το πρώτο πέρασμα.

Στο τμήμα στρατηγικής της κατεργασίας, εκτός τις διάφορες παραλλαγές στρατηγικής που προκύπτουν από την ενεργοποίηση αντίστοιχων κουμπιών, τα δεδομένα είναι :

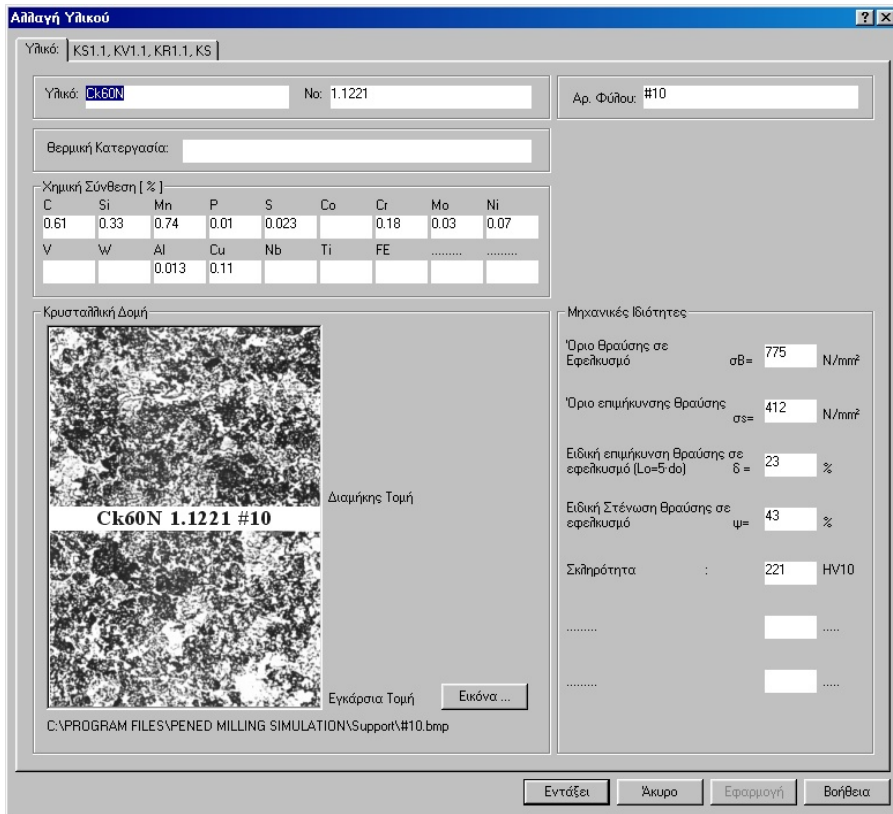
- οι γωνίες τοποθέτησης εργαλείου ϕ και ω ως προς τους δύο άξονες. Με τις δύο αυτές γωνίες περιγράφεται πλήρως η θέση του εργαλείου, ενώ με αυτές προσομοιώνονται και όλες οι παραλλαγές της κινηματικής της κοπής.

1.3.4 Φόρμες Δεδομένων Κατεργαζόμενου υλικού

Στα επόμενα σχήματα 1.32, 1.33 και 1.34 παρουσιάζονται οι φόρμες διαχείρισης και της βιβλιοθήκης υλικών και των αντίστοιχων τεχνολογικών σταθερών υπολογισμού των δυνάμεων κοπής ($K_{s1.1}$, $K_{v1.1}$, $K_{r1.1}$ και K_s), ως συνάρτηση των συνθηκών κοπής και του πάχους του αποβλίπτου. Τα δεδομένα από τις παραπάνω φόρμες χρησιμοποιούνται από το πρόγραμμα για τον υπολογισμό των συνιστωσών των δυνάμεων της κοπής.



Σχήμα 1.32 Φόρμα διαχείρισης υλικών κατεργασίας.



Σχήμα 1.33 Φόρμα διαχείρισης υλικού κατεργασίας CK60N (σύσταση, μηχανικές ιδιότητες και τυπική κρυσταλλογραφική δομή).

Αλλαγή Υλικού

Υλικό: KS1.1, KV1.1, KR1.1, KS

Συγκεντρωτικός Πίνακας ειδικών αντιστάσεων κοπής KS1.1, KV1.1, KR1.1, KS

Υλικό Κοπτικού Εργαλείου	Γεωμετρία Κόπης						Ταχύτητα Κοπής v	Ειδική Αντίσταση Κοπής kS1.1	Συντελεστής ής Κλίσης 1-z	Ειδική Αντίσταση Κοπής (Πρόσσο) KV1.1	Συντελεστής ής Κλίσης 1-x	Ειδική Αντίσταση Κοπής (Απόβλιτο) KR1.1	Συντελεστής ής Κλίσης 1-y	Ειδική Αντίσταση Κοπής kS=f(h)
	γ	α	β	κ	ε	ι								
	ο													
HMP10	6	5	0	70	90	0.8	50	1823	0.792	417	0.3644	319	0.5672	1
HMP10	6	5	0	70	90	0.8	100	1686	0.7842	285	0.2775	259	0.587	2
HMP10	6	5	0	70	90	0.8	200	1605	0.7823	269	0.3734	258	0.5428	3
HMP10	-6	6	-6	70	90	0.8	50	1938	0.751	626	0.3651	557	0.5765	4
HMP10	-6	6	-6	70	90	0.8	100	1704	0.7139	496	0.3935	489	0.6177	5
HMP10	-6	6	-6	70	90	0.8	200	1831	0.7775	673	0.7028	769	0.9167	6
S181-2.5	15	8	0	70	90	0.8	25	2267	0.8383	930	0.7151	678	0.8711	7
														8

kS=f(h)	Πάχος Αποβλήτου h												
	0.100	0.125	0.160	0.200	0.250	0.315	0.400	0.500	0.630	0.800	1.000	1.250	1.600
α/α	mm												
1	2943	2809	2669	2547	2432	2318	2205	2105	2007	1909	1823	1740	1653
2	2771	2641	2504	2386	2274	2163	2055	1958	1863	1769	1686	1607	1523
3	2649	2524	2392	2278	2170	2064	1959	1866	1775	1685	1605	1529	1449
4	3439	3253	3059	2893	2737	2584	2435	2303	2174	2049	1938	1833	1724
5	3293	3089	2878	2700	2533	2371	2215	2078	1945	1816	1704	1598	1489
6	3056	2908	2753	2619	2493	2368	2245	2136	2029	1924	1831	1742	1649
7	3289	3173	3048	2940	2836	2732	2629	2536	2443	2350	2267	2186	2101
8													

Σχήμα 1.34 Φόρμα διαχείρισης υλικού κατεργασίας CK60N (συντελεστές δυνάμεων κοπής).