



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική εργασία

**Επιλογή κατεργασιών κοπής πρισματικών
τεμαχίων σε συστήματα CAM: Αρχική
διερεύνηση της λογικής και του τρόπου
εκμάθησης**

Στυλιανός Ε. Μοσχονησιώτης

Μάρτιος 2012

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....σελ.1	
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΔΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ</u>	
1.1 ΟΡΙΣΜΟΙ.....9	
1.2. ΕΙΔΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ.....10	
1.3. ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ.....18	
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗ ΤΕΜΑΧΙΟΥ</u>	
2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....24	
2.2. ΕΙΔΗ ΣΤΗΡΙΞΗΣ.....24	
2.3. ΚΑΝΟΝΕΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ.....27	
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ ΦΑΣΕΟΛΟΓΙΟΥ</u>	
3.1. ΟΡΙΣΜΟΙ-ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ.....38	
3.2. ΠΟΡΕΙΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΠΡΙΣΜΑΤΙΚΩΝ ΤΕΜΑΧΙΩΝ.....41	
3.2.1. ΠΟΡΕΙΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΕ ΕΝΑ ΣΣ.....41	
3.2.2. ΠΟΡΕΙΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΕ ΔΥΟ ΚΑΘΕΤΑ ΣΣ.....43	
3.2.3. ΠΟΡΕΙΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΕ ΔΥΟ ΠΑΡΑΛΛΗΛΑ ΣΣ.....45	
3.2.4. ΠΟΡΕΙΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΕ ΟΛΑ ΤΑ ΣΣ.....47	
3.3. ΠΟΡΕΙΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΤΕΜΑΧΙΩΝ.....63	
3.4. ΠΟΡΕΙΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΕΠΤΩΝ ΤΕΜΑΧΙΩΝ.....65	
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΚΑΝΟΝΕΣ ΠΟΡΕΙΑΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ</u>	
4.1. ΚΑΝΟΝΕΣ ΠΟΡΕΙΑΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ.....68	
4.2. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΩΝ ΚΑΝΟΝΩΝ.....70	

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΠΡΟΟΡΓΑΝΩΤΙΚΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

5.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	80
5.2. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΕ ΠΡΙΣΜΑΤΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ.....	86
5.3. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΡΟΟΡΓΑΝΩΤΙΚΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ.....	89
5.4. ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΠΡΟΟΡΓΑΝΩΤΙΚΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ.....	90
5.5. ΚΡΙΤΙΚΗ ΤΗΣ ΠΡΟΟΡΓΑΝΩΤΙΚΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ.....	94

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

6.1. ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ	96
6.2. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	97

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

7.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	105
7.2. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΠΙ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ	108
7.3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΠΙ ΤΗΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑΣ.....	109

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Π1. ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ.....	112
Π.2. ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ.....	119

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της παρούσης διπλωματικής εργασίας είναι:

α) να διερευνηθεί μια τυπική λογική φασεολογίων σε πρισματικά τεμάχια, τα οποία μπορεί να κατεργαστεί ένα κάθετο κέντρο κατεργασιών CNC με ανάλογη συγκράτηση (μέγγενη και παρελκόμενα)

β) να καταρτιστούν γενικοί κανόνες οι οποίοι θα οδηγούν ένα μη-έμπειρο μηχανικό κατεργασιών σε ένα γρήγορο πλάνο για την πορεία κατεργασίας ενός πρισματικού τεμαχίου και

γ) να αναπτυχθεί κατάλληλη στρατηγική διδασκαλίας των παραπάνω.

ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΦΑΣΕΟΛΟΓΙΩΝ

Η τεράστια γκάμα των τεμαχίων που μπορούν να κατεργασθούν σε μια CNC φραιζομηχανή είτε πρισματικά είτε κυλινδρικής μορφής κάνουν δύσκολο το έργο της ανάπτυξης ενός φασεολογίου για την πορεία κατεργασίας τους. Η μορφή του τεμαχίου πριν και μετά την κατεργασία (stock και target model), οι διαστάσεις του, το υλικό του, τα κοπτικά εργαλεία, η αποφυγή δονήσεων είναι κάποιοι από τους παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την κατάρτιση του φασεολογίου.

Το σκεπτικό που αναπτύσσεται για την εκπόνηση του φασεολογίου στην εργασία αυτή είναι το εξής :

- Θεωρούμε ότι το τεμάχιο που θα κατεργασθεί (stock model) θα είναι σχήματος ορθογωνίου παραλληλογράμμου (box) με διαστάσεις δύο (2) χιλιοστά μεγαλύτερες από τις διαστάσεις του τελικού τεμαχίου (target model)
- Διαθέτουμε όλα τα είδη των κοπτικών εργαλείων και σε όλες τις διαστάσεις που υπάρχουν σε αυτά (face mill, end mill, drill, bullnose mill, bullnose mill, taper mill, T-slot, κα)
- Θεωρούμε ότι το υλικό επηρεάζει τις συνθήκες κατεργασίας και όχι τον τρόπο κατεργασίας του τεμαχίου

Αυτό που εξετάζει η διπλωματική εργασία αυτή είναι η μορφή του τεμαχίου ,οι κατεργασίες που θα πρέπει να γίνουν σε αυτό, οι διαστάσεις του τεμαχίου και ο τρόπος συγκράτησής του στην μέγγενη.

Κάθε φορά που επιλέγουμε σετάρισμα του τεμαχίου θα πρέπει να αναζητούμε α) αν μπορεί το τεμάχιο να συγκρατηθεί στην μέγγενη κατ' αυτόν τον τρόπο και β) πόσες κατεργασίες μπορούν να γίνουν με αυτό το σετάρισμα. Προσπαθούμε δηλαδή να συνδυάσουμε τον τρόπο στήριξης με περισσότερες από μια κατεργασίες.

Οι κατεργασίες που γίνονται σε μια cnc φραιζομηχανή είναι 1) η κατεργασία προσώπου του τεμαχίου (face milling), 2) η κατεργασία προφίλ μιας επιφάνειας (profile milling), 3) η κατεργασία προφίλ εσωτερικά μιας κλειστής επιφάνειας (rocket milling –drilling) ή ανοιχτής (slot milling) ,4) Η κατεργασία προφίλ μιας επιφάνειας η οποία δεν μπορεί να κατεργασθεί με profile milling (3d milling).

Η καλή γνώση των κατεργασιών και η σωστή αναγνώριση τους είναι θεμέλιο για την κατάρτιση του φασεολογίου και παρουσιάζονται αναλυτικά στο κεφάλαιο 1 της παρούσης εργασίας

Η κατεργασία του profile milling είναι η δεσπόζουσα κατεργασία σε μια φραιζομηχανή γιατί α) κατεργάζεται το προφίλ εσωτερικά και εξωτερικά μιας επιφάνειας β) αντικαθιστά κατεργασίες που μπορεί να γίνουν σε άλλο σετάρισμα του τεμαχίου (πχ face milling) και γ) προετοιμάζει μέσω της αφαίρεσης υλικού επιφάνειες που στη συνέχεια θα κατεργασθούν με άλλες κατεργασίες όπως drilling, rocket milling και 3d milling. Τα παραπάνω γίνονται κατανοητά στο κεφάλαιο 3 της διπλωματικής εργασίας.

Θεωρώντας λοιπόν ότι η κατεργασία του profile milling θα υπάρχει πάντα , διακρίνουμε σε κάθε τεμάχιο μια βάση η οποία μπορεί να κατεργασθεί με profile milling και διάφορες προεξοχές πάνω στην βάση που είτε μπορεί να κατεργασθούν με profile milling είτε όχι.

Το ύψος της βάσης και των προεξοχών αλλά και το αν μπορεί να γίνει η κατεργασία του profile milling θα καθορίσουν και την κατάρτιση του φασεολογίου

Μετά την κατηγοριοποίηση των τεμαχίων σε βάση και προεξοχές και την ανάλυση του τρόπου σκέψης για την κατάρτιση του φασεολογίου μπορούμε να οδηγηθούμε σε γρήγορους κανόνες με τους οποίους θα μπορούμε να καταρτίσουμε το φασεολόγιο για την κατεργασία ενός οιοδήποτε τεμαχίου. (κεφάλαιο 4).

Ο σχεδιασμός των σχημάτων και των τεμαχίων που παρατίθενται στην εργασία αυτή, όπου δεν υπάρχει βιβλιογραφική αναφορά, έγινε από τον γράφων με την χρήση του λογισμικού solidworks, ενώ η επεξεργασία των τρισδιάστατων τεμαχίων ως προς τον τρόπο κατεργασίας τους για την εξαγωγή συμπερασμάτων στον τρόπο κατάρτισης του φασεολογίου έγινε με την χρήση του λογισμικού Solidcam

ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΣΤΗΝ ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΦΑΣΕΟΛΟΓΙΩΝ

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται και τον τρόπο διδασκαλίας της κατάρτισης του φασεολογίου. Τα είδη των στρατηγικών διδασκαλίας είναι:

- ❖ Στρατηγική επαγωγικό-υποθετικής διδασκαλίας (Για την διδασκαλία εννοιών και γενικεύσεων)
- ❖ Στρατηγική επαγωγικό απαγωγικής διδασκαλίας (Για την διδασκαλία πολλαπλών γενικεύσεων ανώτερου επιπέδου)
- ❖ Στρατηγική απαγωγικής διδασκαλίας (Για την διδασκαλία εννοιών και γενικεύσεων)
- ❖ Στρατηγική προοργανωτικής διδασκαλίας (Για την διδασκαλία οργανωμένων γνώσεων και την ανάδειξη σχέσεων
- ❖ Στρατηγική μονολογικό-διαλεκτικής διδασκαλίας (Για την διδασκαλία οργανωμένων επιστημονικών γνώσεων
- ❖ Στρατηγική νοηματικής προσέγγισης γραπτού λόγου (Για την διδασκαλία αφηγημάτων και πραγματειών)
- ❖ Στρατηγική κατευθυνόμενης διερεύνησης (Για την διδασκαλία γενικεύσεων και αιτιωδών σχέσεων)
- ❖ Στρατηγική ομαδοσυνεργατικής διδασκαλίας (Για την διδασκαλία γνώσεων αξιών και στάσεων)

Από τις παραπάνω στρατηγικές εντοπίζουμε δύο οι οποίες μπορούν να μας βοηθήσουν στην διδασκαλία του τρόπου κατάρτισης του φασεολογίου. Αυτές είναι α) Η προοργανωτική διδασκαλία και η κατευθυνόμενη διερεύνηση. Οι υπόλοιπες δεν μπορούν να μας βοηθήσουν είτε γιατί προορίζονται για διδασκαλία άλλων πραγμάτων (πχ εννοιών) όπως οι στρατηγικές επαγωγικό-υποθετικής , απαγωγικής διδασκαλίας είτε γιατί πραγματεύονται τελείως διαφορετικό θέμα όπως η στρατηγική νοηματικής προσέγγισης γραπτού λόγου.

Από τις δύο στρατηγικές που έχουν επιλεγεί η στρατηγική κατευθυνόμενης διερεύνησης προϋποθέτει ότι ο εκπαιδευτικός έχει επιλέξει τα θέματα που θα αναπτύξει στους μαθητές και οι μαθητές απλώς θα πρέπει να κατανοήσουν τις σχέσεις που διέπουν τα θέματα που τους παραθέτει ο εκπαιδευτικός.

Η στρατηγική προοργανωτικής διδασκαλίας είναι η σωστότερη μέθοδος διδασκαλίας της κατάρτισης του φασεολογίου διότι δίνει την πρωτοβουλία στους μαθητές μέσω σχηματικών προοργανωτών (σχήματα) να συνθέσουν μόνοι τους παραδείγματα στα οποία θα κατηγοριοποιούνται τα τεμάχια που μπορούν να κατεργασθούν στην μέγγενη και μόνοι τους να οδηγηθούν σε συμπεράσματα για την πορεία κατεργασίας.

Οι κανόνες που αναφέρονται στο κεφάλαιο 4 αποτέλεσαν αντικείμενο διδασκαλίας του γράφοντος σε μια ομάδα φοιτητών του Κατασκευαστικού τομέα του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών, στα πλαίσια του μαθήματος «Εργαλειομηχανές».

Στο κεφάλαιο 5 παρατίθεται αναλυτικά ο τρόπος ανάπτυξης της στρατηγικής της προοργανωτικής διδασκαλίας για την διδασκαλία του κεφαλαίου 3 που αναφέρεται στην κατάρτιση του φασεολογίου. Οι φοιτητές στο τέλος της διδασκαλίας συμπλήρωσαν ερωτηματολόγιο του οποίου τα αποτελέσματα φαίνονται στο κεφάλαιο 6.

Τέλος στο παράρτημα της διπλωματικής εργασίας παρατίθενται αλγόριθμοι οι οποίοι κατασκευάστηκαν σε πρώιμη μορφή για την βοήθεια κατάρτισης φασεολογίου σε πρισματικά τεμάχια.

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Η παραγωγή στη σημερινή εποχή συνεχώς προκαλείται από τον σκληρό παγκόσμιο ανταγωνισμό για κατασκευή τεμαχίων χαμηλού όγκου, μεγάλης ποικιλίας, υψηλής ποιότητας αλλά και μείωσης του χρόνου από τον σχεδιασμό του τεμαχίου μέχρι την έναρξη της παραγωγής αυτού. Στη διάρκεια των δύο τελευταίων δεκαετιών οι τεχνολογίες του CAD/CAM αναπτύχθηκαν για να ολοκληρώσουν και να αυτοματοποιήσουν διαδικασίες κατά την φάση σχεδιασμού και παραγωγής.

Όμως παρά τις προσπάθειες, παραμένουν δυσκολίες στην ολοκλήρωση κάποιων φάσεων του CAD και του CAM εξαιτίας των διαφορετικών πληροφοριών που απαιτούνται. Το CAD εστιάζει ειδικά στην γεωμετρία του τεμαχίου, ενώ το CAM ενδιαφέρεται περισσότερο για τον τρόπο παραγωγής αυτού. Οι προσπάθειες ολοκλήρωσης τείνουν να μεταφέρουν και να συνδυάσουν πληροφορίες και από τους δύο χώρους (CAD και CAM).

Η πορεία κατεργασίας με βάση τα χαρακτηριστικά του τεμαχίου κατέχει σημαντικό ρόλο σε αυτήν την προσπάθεια ολοκλήρωσης. Στην πορεία αυτή τα χαρακτηριστικά του τεμαχίου αναγνωρίζονται από την κατασκευή του τεμαχίου στο CAD και οι κατεργασίες που απαιτούνται αλλά και η αλληλουχία τους καθορίζονται από τα χαρακτηριστικά και από άλλες (σχετικές με την κατεργασία) τεχνολογικές πληροφορίες. Τα χαρακτηριστικά του τεμαχίου θεωρούνται ο κύριος παράγοντας για την ολοκλήρωση διότι συσχετίζονται με δεδομένα που αφορούν τον σχεδιασμό, την κατεργασία αλλά και την μηχανική γενικά. Δηλαδή αφού το τεμάχιο αποτελείται από πολλά χαρακτηριστικά ή κατάλληλη αλληλουχία της κατεργασίας αυτών είναι αποφασιστική για την επίτευξη ικανής και υψηλής ποιότητας κατασκευής [1]. Άλλες παράμετροι που σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά του τεμαχίου (πχ εκλογή εργαλείου κα) θα πρέπει να λαμβάνονται επίσης υπόψη σε κάθε φάση της πορείας κατεργασίας.

Η κατασκευή ενός τεμαχίου με διάφορα χαρακτηριστικά κατεργασίας, μπορεί να απαιτήσει διαφορετικά σετάριασμα. Σε ένα σετάριασμα κάποια χαρακτηριστικά κατεργασίας του τεμαχίου μπορεί να τέμνονται κάτι που δυσκολεύει την πορεία κατεργασίας [2]. Σε ένα σετάριασμα επίσης η κατεργασία ενός χαρακτηριστικού μπορεί να απαιτήσει παραπάνω από ένα εργαλείο. Η αλληλουχία κατεργασίας των χαρακτηριστικών σε ένα σετάριασμα του τεμαχίου που μπορεί να επιτευχθεί με τον ελάχιστο αριθμό εργαλείων οδηγεί σε σημαντική μείωση του χρόνου κατεργασίας.

Η αλληλουχία της βημάτων κατεργασίας αποτελεί το κρισιμότερο μέρος σε ένα φασεολόγιο. Η αλληλουχία των χαρακτηριστικών (feature sequencing) και η αλληλουχία των βημάτων κατεργασίας (operations sequencing) είναι δύο διαφορετικές έννοιες. Η αλληλουχία των χαρακτηριστικών συνδέεται με το σχέδιο σεταρισμάτων (προσανατολισμών) του τεμαχίου [2]. Στο σημείο αυτό αναφέρουμε ότι το σετάριασμα αναφέρεται σε μια ομάδα χαρακτηριστικών που μπορεί να κατεργασθεί με συγκεκριμένο τρόπο συγκράτησης/στερέωσης (δεσίματος) του τεμαχίου (π.χ. σε μια μέγγενη). Η αλληλουχία των χαρακτηριστικών σχετίζεται επίσης και με την ελαχιστοποίηση των εργαλείων που απαιτούνται αλλά και με τον αριθμό των σεταρισμάτων.

Η αλληλουχία των βημάτων κατεργασίας, από την άλλη πλευρά, αναφέρεται σε μια δεδομένη ομάδα κατεργασιών του τεμαχίου με τέτοιο τρόπο ώστε να ικανοποιούνται οι διάφοροι περιορισμοί τόσο από τα χαρακτηριστικά όσο και από άλλες παραμέτρους (πχ διαδρομή εργαλείου, τρόπος δεσίματος)[5].

Επομένως, αναπτύσσεται ένας τρόπος κατεργασίας για ένα τεμάχιο, ο οποίος θα λαμβάνει υπόψη όλες τις τεχνικές πληροφορίες που απαιτούνται με σκοπό την ελαχιστοποίηση του κόστους ή του χρόνου κατεργασίας. Η αλληλουχία των βημάτων κατεργασίας έχει μελετηθεί χρησιμοποιώντας ακέραιο προγραμματισμό [7], γενετικούς αλγόριθμους [6,8], διακλαδωτικούς αλγορίθμους [5], ευρετικούς αλγόριθμους [9], καθώς και υβριδικούς γενετικούς αλγόριθμους και προσομοιωμένη ανόπτηση [10].

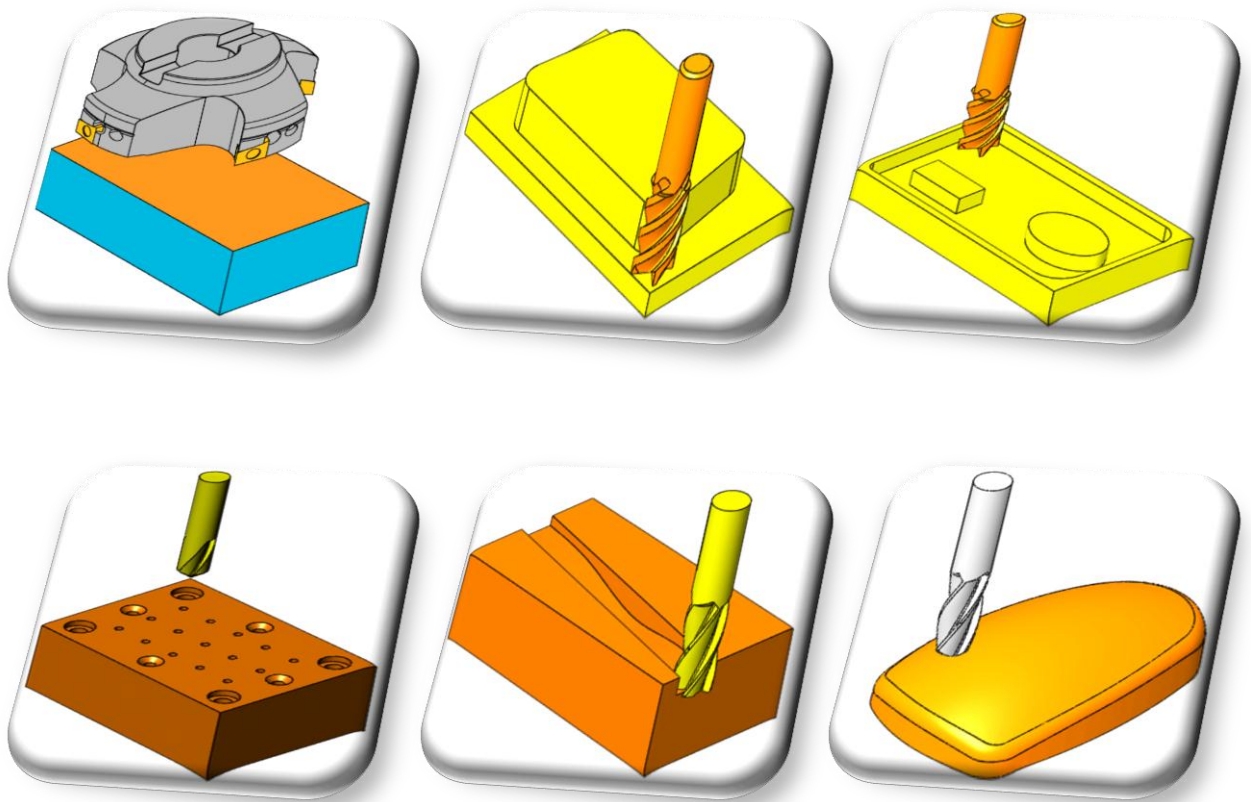
Κατά την διαδικασία του καθορισμού της αλληλουχίας των χαρακτηριστικών, η διαχείριση της αλληλεπίδρασης αυτών αποτελεί την κρισιμότερη έννοια για την επίτευξη ενός ικανοποιητικού αποτελέσματος. Μια αλληλεπίδραση μεταξύ δύο χαρακτηριστικών συμβαίνει όταν η κατεργασία του ενός χαρακτηριστικού επηρεάζει αποφασιστικά και αυτή του άλλου. Για παράδειγμα, μερικές φορές η κατεργασία συγκεκριμένων χαρακτηριστικών μπορεί να καταστρέψει αναγκαίες επιφάνειες όπως επιφάνειες συγκράτησης και επιφάνειες υποστήριξης για την κατεργασία άλλων χαρακτηριστικών. Οι αλληλεπιδράσεις αποτελούσαν πάντα σημαντικότερο ζήτημα στην αναγνώριση μορφολογικών χαρακτηριστικών και στην αυτοματοποιημένη εκπόνηση φασεολογιών. Οι Faheem et al [11] εντόπισαν την διαφορά μεταξύ της αλληλεπίδρασης των χαρακτηριστικών και της αλληλεπίδρασης κατεργασιών. Ο Sormaz [12] πρότεινε έναν αλγόριθμο τριών φάσεων για την ενσωμάτωση των ογκικών χαρακτηριστικών στην εκπόνηση φασεολογιών. Οι Allada και Agarwal [13] παρουσίασαν ένα σχηματισμό αλληλεπίδρασης χαρακτηριστικών για να καθορίσουν την διαδοχή των κατεργασιών βασισμένο σε μια ταξινόμηση φυσικής και μη αλληλεπίδρασης χαρακτηριστικών.

Ο Hayes [14], καθόρισε ένα γράφημα αλληλεπίδρασης που ταυτοποιεί πιθανές αλληλεπιδράσεις χαρακτηριστικών και συμπερασματικές αλληλουχίες με βάση κανόνες που είχαν προκαθορίσει χειριστές εργαλειομηχανών, χωρίς όμως να λαμβάνει υπόψη πως συγκεντρώνονται όλα τα χαρακτηριστικά σε ένα συγκεκριμένο σετάρισμα του τεμαχίου.

Ο Chang [15] κατηγοριοποίησε τα χαρακτηριστικά σε ομάδες βασισμένες στην κατεύθυνση προσέγγισης του εργαλείου. Έπειτα καθόρισε μια σειρά προτεραιοτήτων μεταξύ διαφορετικών χαρακτηριστικών και κατευθύνσεων πρόωσης για την κατάρτιση των σεταρισμάτων. Ως συνέπεια, δύο επίπεδα αλληλουχίας σχηματίστηκαν: α) το ολικό επίπεδο αλληλουχίας που καθορίζει τις τελικές ομάδες χαρακτηριστικών και την αλληλουχία τους και β) το επίπεδο αλληλουχίας σεταρίσματος το οποίο καθορίζει το εφικτό της κατεργασίας των χαρακτηριστικών στο συγκεκριμένο σετάρισμα. Ένα χαρακτηριστικό θα πρέπει να εμφανίζεται μόνο σε μια ομάδα. Στην περίπτωση όπου ένα χαρακτηριστικό μιας ομάδας δεν μπορεί να κατεργασθεί εξαιτίας διαφόρων περιορισμών η ομάδα θα πρέπει να επαναδημιουργηθεί.

ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

- ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : Εξετάζει τα είδη των κατεργασιών που μπορούν να γίνουν σε μια cnc φραιζομηχανή καθώς και πως αναγνωρίζονται αυτά στο τεμάχιο που πρόκειται να κατεργασθεί.
- ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : Περιέχει τα είδη συγκράτησης των τεμαχίων σε μια φραιζομηχανή ενώ παραθέτει και κανόνες συγκράτησης των τεμαχίων στην μέγγενη γενικά αλλά και σε συνάρτηση της κατεργασίας που πρέπει να γίνει.
- ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : Κατηγοριοποιεί τα τεμάχια και ουσιαστικά αναλύει την λογική της κατάρτισης των φασεολογίων
- ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : Παρουσιάζει τους γενικούς κανόνες κατεργασίας ενός οιοδήποτε τεμαχίου και επιπλέον τους εφαρμόζει σε δύο παραδείγματα.
- ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : Αναλύει την στρατηγική της προοργανωτικής διδασκαλίας γενικά αλλά και συγκεκριμένα για την λογική των φασεολογίων.
- ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : Πραγματεύεται τα αποτελέσματα της διδασκαλίας του γράφοντος των κανόνων κατεργασίας σε φοιτητές του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών του Κατασκευαστικού τομέα στα πλαίσια του μαθήματος «Εργαλειομηχανές» μέσω ερωτηματολογίου που συμπλήρωσαν οι φοιτητές
- ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Παραθέτει τα συμπεράσματα που προέκυψαν κατά την συγγραφή της διπλωματικής εργασίας αυτής, αλλά και τα συμπεράσματα από την εφαρμογή των κανόνων κατάρτισης του φασεολογίου στους φοιτητές
- ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ : Παρατίθενται αλγόριθμοι πορείας κατεργασίας για τις διάφορες μορφές των πρισματικών τεμαχίων καθώς και το ερωτηματολόγιο που δόθηκε στην τάξη



ΚΕΦΑΛΑΙΟ

1

ΕΙΔΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ

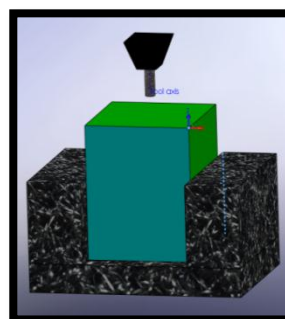
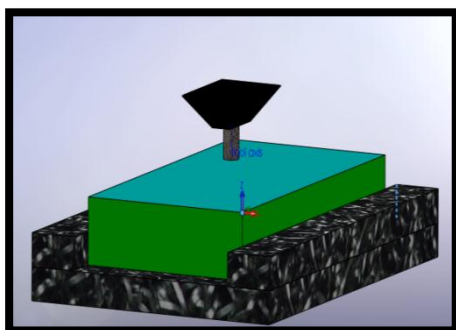
1.1 ΟΡΙΣΜΟΙ

1.2 ΕΙΔΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ

1.3 ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΕΙΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ

1.1 ΟΡΙΣΜΟΙ

- ☑ **Διάνυσμα κατεύθυνσης επιφάνειας** : Διάνυσμα κάθετο στην επιφάνεια αυτή
- ☑ **Διάνυσμα κατεύθυνσης επιφάνειας εκ περιστροφής** : Διάνυσμα παράλληλο στον άξονα περιστροφής της επιφάνειας αυτής
- ☑ **Drive face (οδηγός επιφάνεια)**: Επιφάνεια η οποία θα υποστεί την κατεργασία. Στο cam και στην κατηγορία geometry ο καθορισμός της γεωμετρίας και κατά συνέπεια της διαδρομής του εργαλείου θα γίνει πάνω στην drive face.
- ☑ **Driven face (οδηγούμενη επιφάνεια)**: Επιφάνεια η οποία «παρασύρεται» και κατεργάζεται από την διαδρομή του εργαλείου πάνω στην drive face
- ☑ **Check face (επιφάνεια ελέγχου)**: Επιφάνεια η οποία αποφεύγεται κατά την διαδρομή του εργαλείου
- ☑ **Stock face (μη συμμετέχουσα επιφάνεια)**: Επιφάνεια η οποία δεν συμμετέχει στην κατεργασία
- ☑ **After drilling operations (κατεργασίες μετά την κατεργασία της οπής, στην οπή)**: Κατεργασίες όπως boring, reaming, thread milling οι οποίες γίνονται αφού πρώτα έχει γίνει η διάνοιξη της οπής.
- ☑ **Σύστημα συντεταγμένων** : Το Σύστημα συντεταγμένων μας δείχνει τον προσανατολισμό δεσίματος του τεμαχίου στην μέγγενη. Ο άξονας Z του συστήματος συντεταγμένων είναι πάντα παράλληλος με τον άξονα του εργαλείου.



Σχήμα 1.1 : Προσανατολισμός Συστήματος Συντεταγμένων

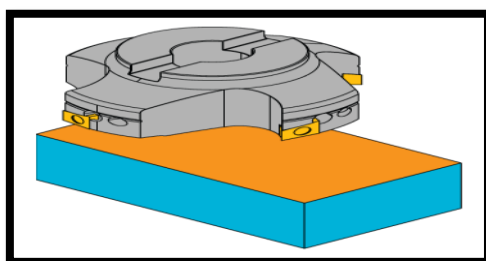
1.2 ΕΙΔΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ

Τα είδη των κατεργασιών που μπορούν να γίνουν σε μια CNC φραιζομηχανή είναι τα παρακάτω :

- ✓ Face milling (κατεργασία προσώπου)
- ✓ Profile milling (κατεργασία προφίλ)
- ✓ Pocket milling (κατεργασία ποκέτας)
- ✓ Drilling + after drilling operations (κατεργασία διάνοιξης + επεξεργασίας οπής)
- ✓ Slot milling (κατεργασία εγκοπής)
- ✓ T-slot milling (κατεργασία εγκοπής σχήματος T)
- ✓ 3d milling (κατεργασία και στις τρεις διαστάσεις)

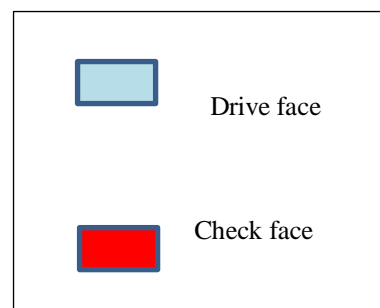
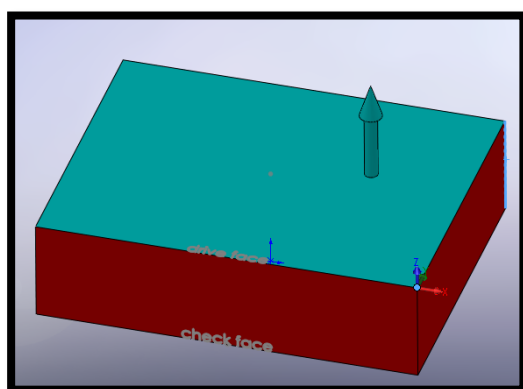
1.2.1) Face milling

Με την κατεργασία του face milling μπορούμε να κατεργασθούμε μεγάλες επίπεδες επιφάνειες. Τις περισσότερες φορές η επιφάνεια αυτή αποτελεί το "πρόσωπο" του τεμαχίου [16]



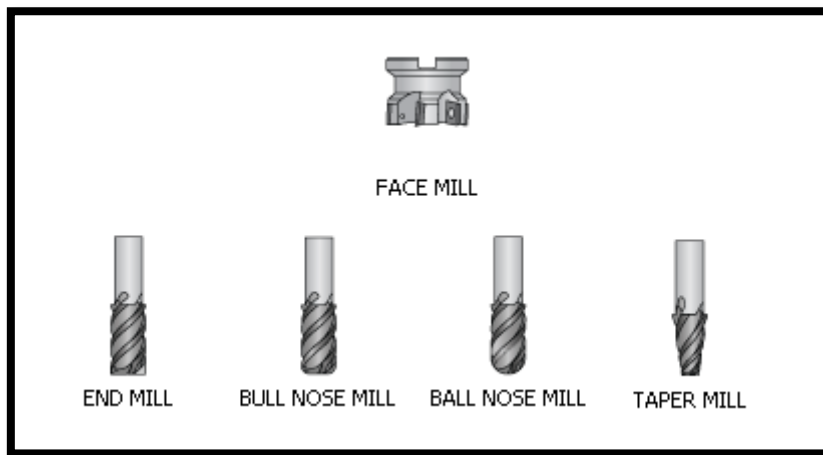
Σχήμα 1.2: Κατεργασία face milling

Μια επιφάνεια μπορεί να κατεργασθεί με face milling όταν το διάνυσμα κατεύθυνσης της είναι παράλληλο με τον άξονα του εργαλείου



Σχήμα 1.3: Τοπολογία επιφανειών σε κατεργασία face milling

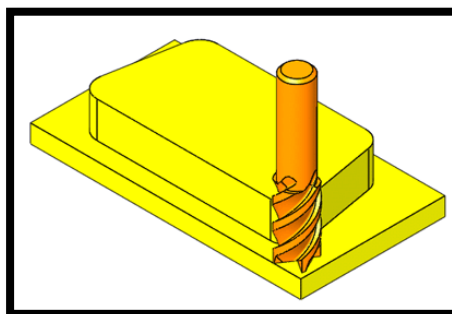
Το κύριο εργαλείο για την κατεργασία του face milling είναι το εργαλείο face mill αλλά άλλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλα όπως (end mill, bull nose, ball nose, taper mill)



Σχήμα 1.4 : Εργαλεία κατεργασίας face milling

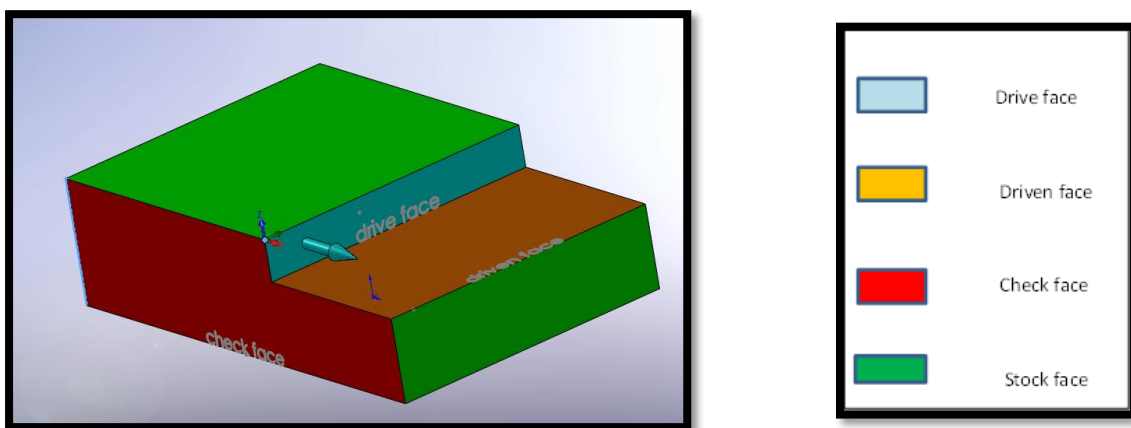
1.2.2) Profile milling

Με την κατεργασία του profile milling μπορούμε να κατεργασθούμε το περίγραμμα μιας επιφάνειας [16]



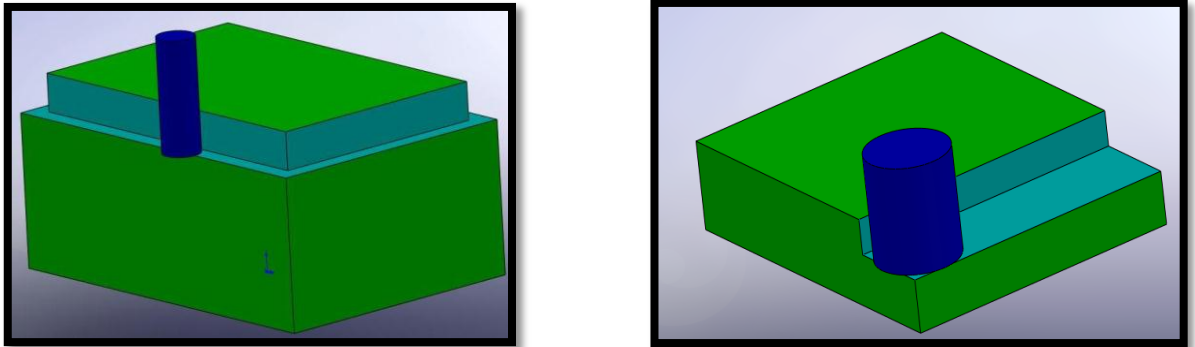
Σχήμα 1.5 : Κατεργασία face milling

Μια επιφάνεια μπορεί να κατεργασθεί με profile milling όταν το διάνυσμα της είναι κάθετο με τον άξονα του εργαλείου



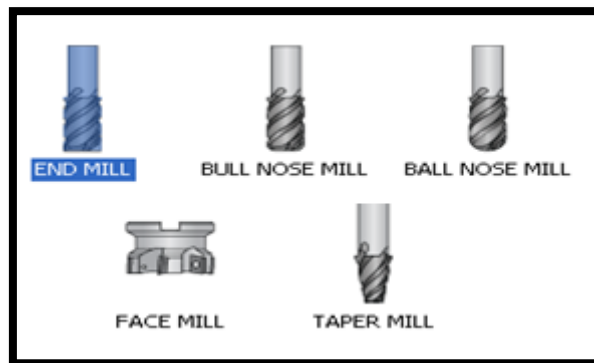
Σχήμα 1.6 : Τοπολογία επιφανειών σε κατεργασία profile milling

Πρέπει να τονιστεί σε αυτό το σημείο ότι διακρίνονται δύο είδη profile milling, α) Το περιφερειακό profile milling και β) Το shoulder milling τα οποία φαίνονται στα δύο κάτωθι σχήματα



Σχήμα 1.7 : α) Περιφερειακό profile milling β) shoulder milling

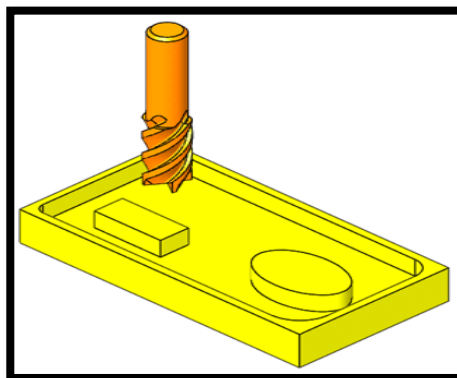
Τα κύρια εργαλεία για την κατεργασία είναι τα εργαλεία end mill, bull nose mill, ball nose mill άλλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλα όπως (face, taper)



Σχήμα 1.8 : Εργαλεία κατεργασίας profile milling

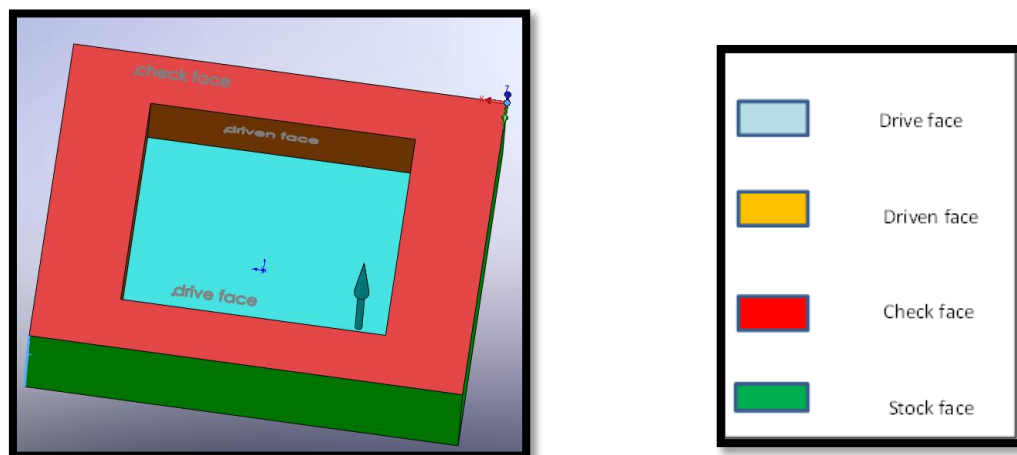
1.2.3) Pocket milling

Με την κατεργασία του pocket milling μπορούμε να αφαιρέσουμε υλικό εσωτερικά μιας κλειστής επιφάνειας[16]



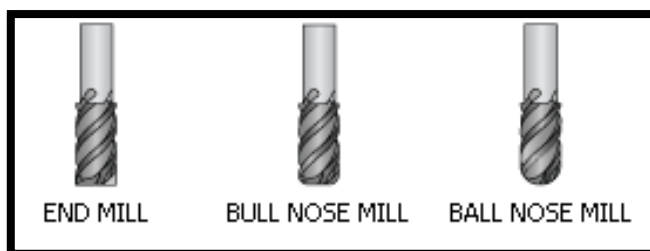
Σχήμα 1.9 : Κατεργασία pocket milling

Μια επιφάνεια μπορεί να κατεργασθεί με rocket milling όταν το δίδυσμά της είναι παράλληλο με τον άξονα του εργαλείου



Σχήμα 1.10 : Τοπολογία επιφανειών σε κατεργασία rocket milling

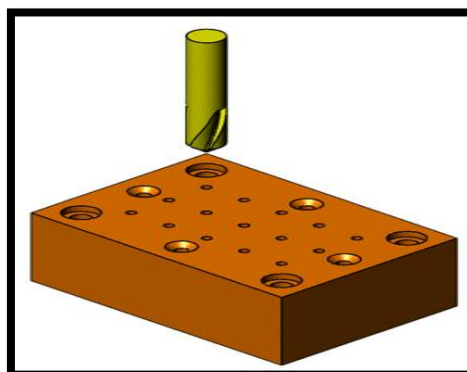
Τα εργαλεία για την κατεργασία είναι τα εργαλεία end mill, bull nose mill, ball nose mill



Σχήμα 1.11 : Εργαλεία κατεργασίας rocket milling

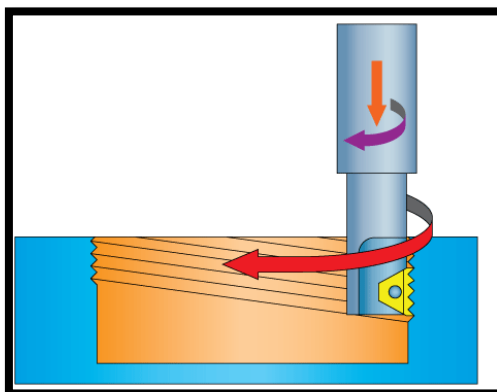
1.2.4) Drilling και after drilling operations

Με την κατεργασία του drilling μπορούμε να κατεργασθούμε οπές (drilling) [16]



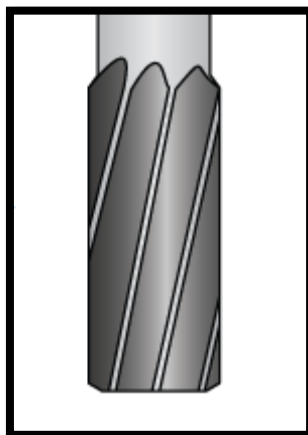
Σχήμα 1.12 : Κατεργασία drilling

Με την κατεργασία του thread milling μπορούμε να κάνουμε σπείρωμα εσωτερικά μιας επιφάνειας[16]



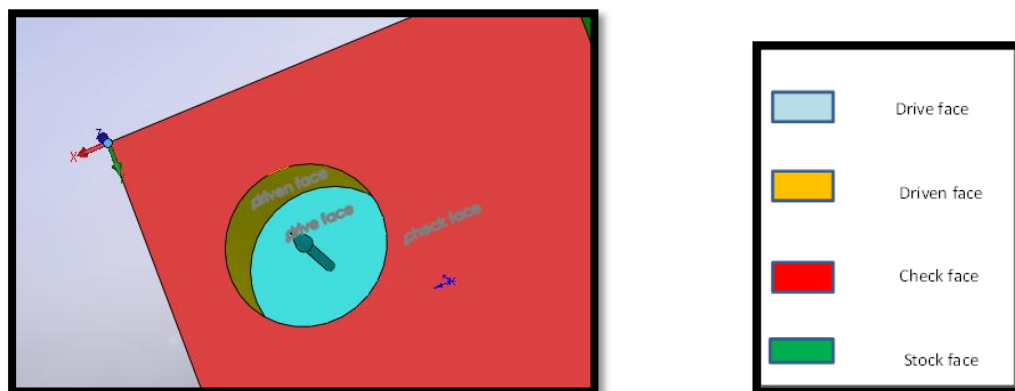
Σχήμα 1.13 : Κατεργασία thread milling

Με την κατεργασία reaming μπορούμε να κατεργασθούμε οπές για τις οποίες δεν έχουμε αντίστοιχης διαμέτρου εργαλείο drilling με το εργαλείο reamer[16]



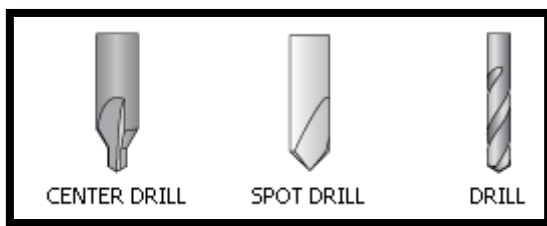
Σχήμα 1.14 : Εργαλείο reamer

Για να κατεργασθούμε μια οπή θα πρέπει ο άξονας της οπής (ο άξονας συμμετρίας – περιστροφής της κυλινδρικής επιφάνειας) να είναι παράλληλος με τον άξονα του εργαλείου



Σχήμα 1.15 : Τοπολογία επιφανειών σε κατεργασία drilling

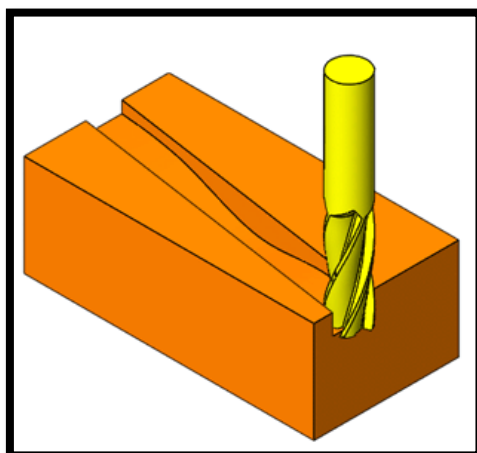
Τα εργαλεία για την κατεργασία του drilling είναι τα drill, center drill, spot drill (για ειδικές περιπτώσεις)



Σχήμα 1.16 : Εργαλεία κατεργασίας drilling

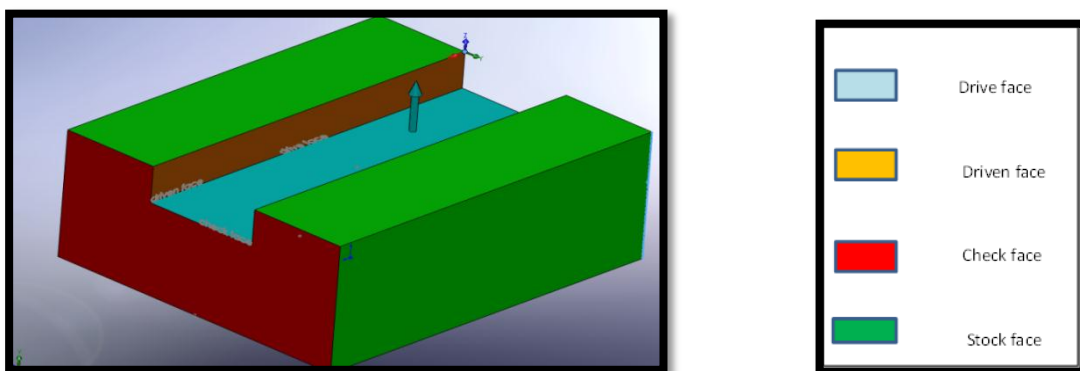
1.2.5) Slot milling

Με την κατεργασία του slot milling μπορούμε να σχηματίσουμε μια εγκοπή σε μια επιφάνεια η οποία θα έχει την μορφή του εργαλείου που θα χρησιμοποιήσουμε σε σταθερό ή σε μεταβαλλόμενο βάθος. Το πλάτος της οπής μπορεί να είναι ίδιο με την διάμετρο του εργαλείου που χρησιμοποιούμε ή και μεγαλύτερο [16]



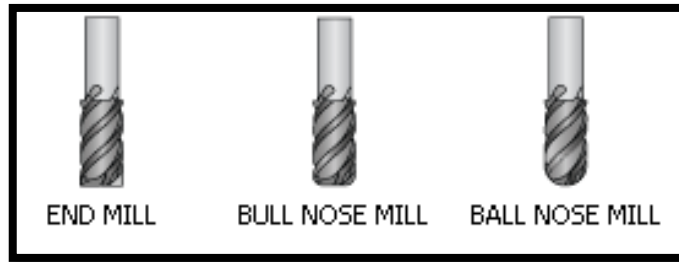
Σχήμα 1.17 : Κατεργασία slot milling

Για την κατεργασία της επιφάνειας αυτής θα πρέπει το διάνυσμά της να είναι παράλληλο με τον άξονα του εργαλείου



Σχήμα 1.18 : Τοπολογία επιφανειών σε κατεργασία slot milling

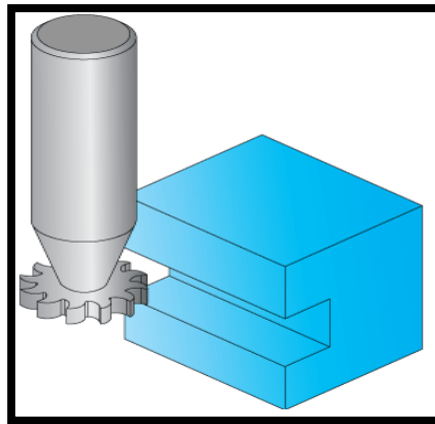
Τα εργαλεία για την κατεργασία είναι τα end mill, bull nose mill, ball nose mill



Σχήμα 1.19 : Εργαλεία για την κατεργασία slot milling

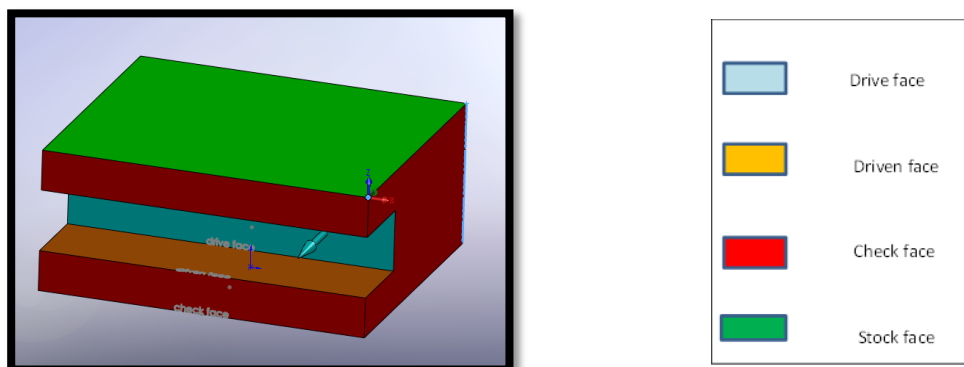
1.2.6) T – slot milling

Με την κατεργασία αυτή μπορούμε να κατεργασθούμε μια εγκοπή (slot) σε κάθετους τοίχους [16]



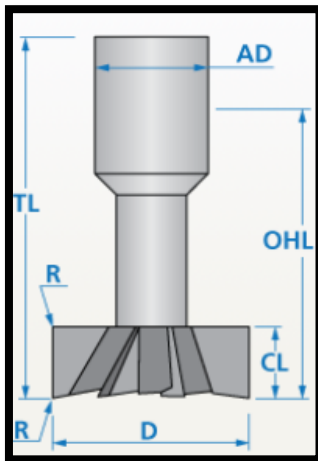
Σχήμα 1.20 : Κατεργασία T-slot milling

Για την επιφάνεια που θα υποστεί την κατεργασία του T-slot milling θα πρέπει το διάνυσμα κατεύθυνσης της να είναι κάθετο στον άξονα του εργαλείου



Σχήμα 1.21 : Τοπολογία επιφανειών σε κατεργασία T-slot milling

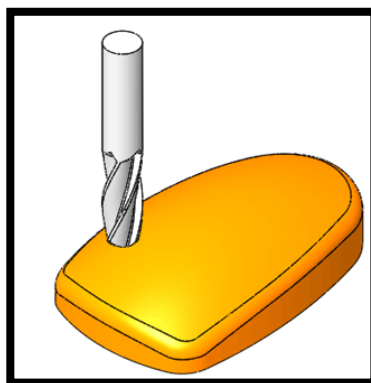
Το εργαλείο για την κατεργασία είναι το T-slot



Σχήμα 1.22 : Εργαλείο για την κατεργασία slot milling

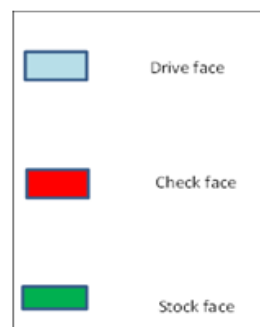
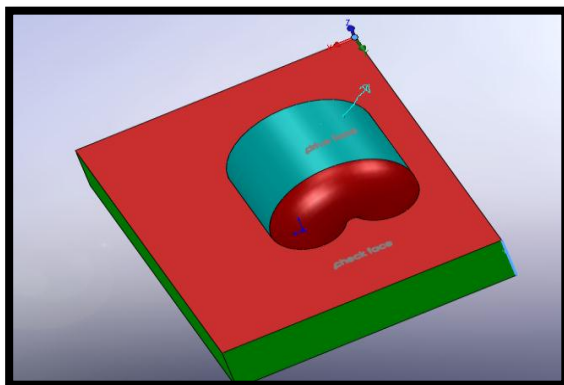
1.2.7) 3d – milling

Με την κατεργασία του 3d milling κατεργαζόμαστε επιφάνειες ή ολόκληρα στερεά (προφίλ ή και ποκέτες) πολύπλοκων μορφών τα οποία δεν μπορούν να κατεργασθούν με τις προηγούμενες κατεργασίες [16]



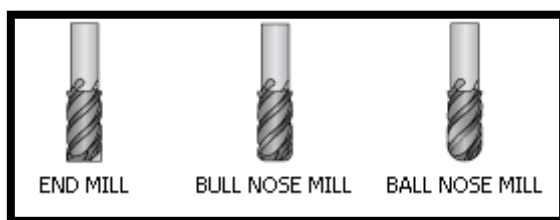
Σχήμα 1.23 : Κατεργασία 3d milling

Στις επιφάνειες αυτές το διάνυσμα κατεύθυνσης τους σχηματίζει γωνία με τον άξονα του εργαλείου



Σχήμα 1.24 : Τοπολογία επιφανειών σε κατεργασία 3d milling

Τα εργαλεία για την κατεργασία είναι τα end mill, bull nose mill, ball nose mill



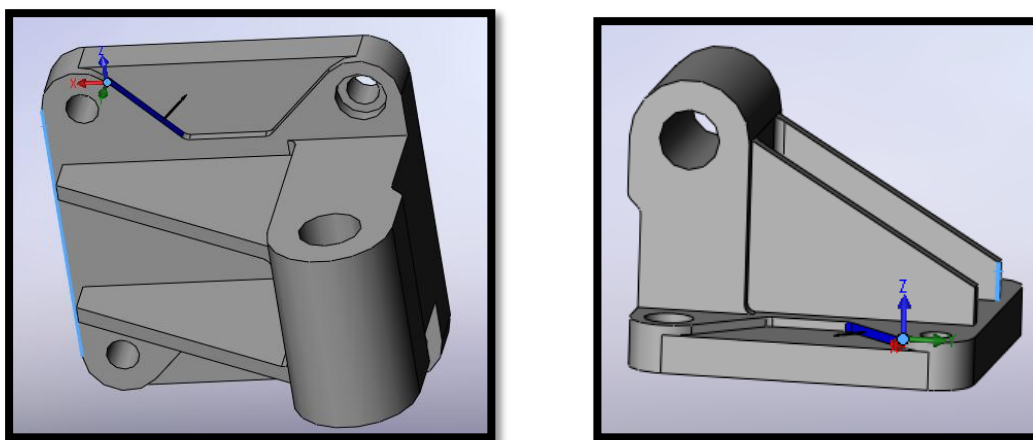
Σχήμα 1.25 : Εργαλεία για την κατεργασία 3d milling

1.3 ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΕΙΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ

Η αναγνώριση των κατεργασιών θα πρέπει να γίνεται σε κάθε Σύστημα συντεταγμένων που τοποθετείται στο τεμάχιο γιατί α) Η ίδια επιφάνεια μπορεί να κατεργασθεί διαφορετικά σε διαφορετικά ΣΣ, β) Η ίδια επιφάνεια μπορεί να κατεργασθεί διαφορετικά στο ίδιο ΣΣ.

1.3.1) Κατεργασία ίδιας επιφάνειας σε διαφορετικά ΣΣ

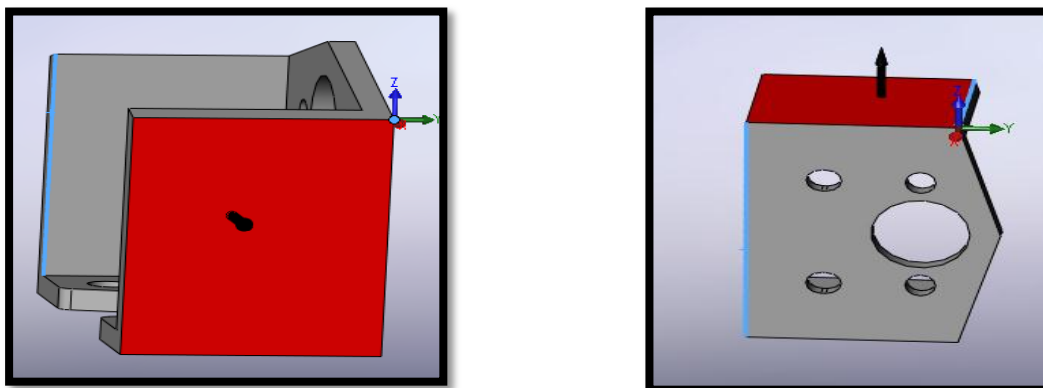
1.3.1.1. 3d milling ή profile milling



Σχήμα 1.25 : α) 3d milling β) profile milling

Στην πρώτη εικόνα η το διάνυσμα της μπλε επιφάνειας (μαύρο διάνυσμα) σχηματίζει γωνία με τον άξονα z του συστήματος οπότε η κατεργασία που ενδείκνυται για αυτήν την περίπτωση είναι η 3d milling. Στην δεύτερη εικόνα το διάνυσμα της επιφάνειας είναι κάθετο με το διάνυσμα z του συστήματος και μπορεί να κατεργασθεί με profile milling.

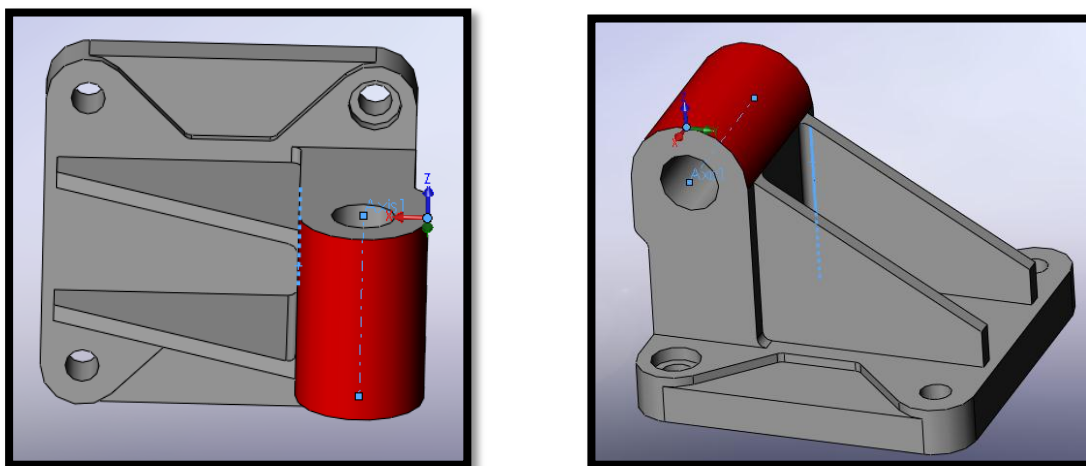
1.3.1.2. Face milling ή profile milling



Σχήμα 1.26 : α) profile milling β) face milling

Στην πρώτη εικόνα το διάνυσμα της κόκκινης επιφάνειας είναι κάθετο στον άξονα z του συστήματος οπότε μπορούμε να την κατεργασθούμε με profile milling. Στην δεύτερη εικόνα το διάνυσμα της κόκκινης επιφάνειας είναι παράλληλο στον άξονα z του συστήματος και μπορεί να κατεργασθεί με face milling

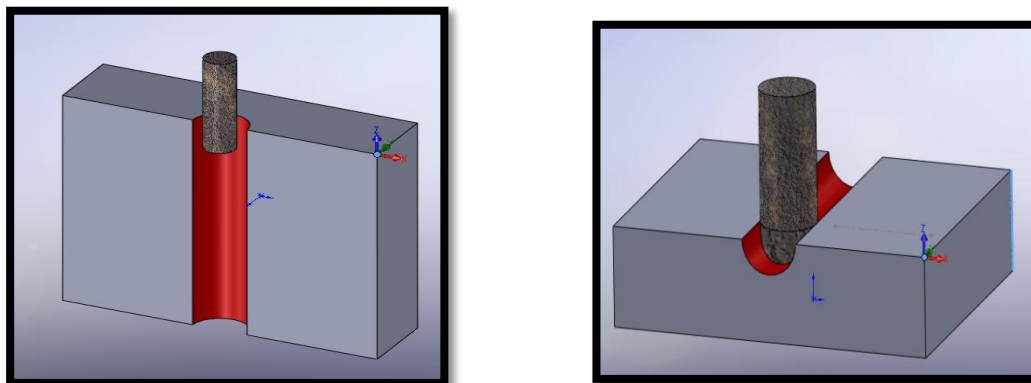
1.3.1.3. Επιφάνειες εκ περιστροφής



Σχήμα 1.27 : Επιφάνειες εκ περιστροφής σε διαφορετικά ΣΣ

Σε επιφάνειες εκ περιστροφής ο άξονας περιστροφής είναι αυτός που έχει σημασία. Έτσι αν ο άξονας περιστροφής είναι παράλληλος με τον άξονα z του συστήματος η κατεργασία της επιφάνειας θα γίνει με profile milling (πρώτη εικόνα). Αν ο άξονας περιστροφής είναι κάθετος στον άξονα του συστήματος η κατεργασία της επιφάνειας θα γίνει με το 3d milling.

1.3.1.4. Profile milling ή slot milling

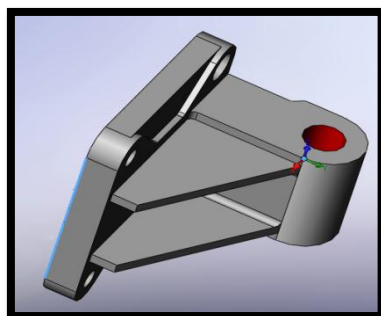


Σχήμα 1.28: α) profile milling β) slot milling

Στην πρώτη εικόνα η κόκκινη επιφάνεια μπορεί να κατεργασθεί με profile milling με ένα εργαλείο end mill με διάμετρο ίση ή μικρότερη από την διάμετρο της κυλινδρικής επιφάνειας στο συγκεκριμένο ΣΣ που φαίνεται. Στην δεύτερη εικόνα η ίδια επιφάνεια μπορεί να κατεργασθεί με slot milling με ένα εργαλείο ball mill με διάμετρο ίση με την διάμετρο της κυλινδρικής επιφάνειας στο συγκεκριμένο ΣΣ που φαίνεται.

1.3.2) Κατεργασία ίδιας επιφάνειας στο ίδιο ΣΣ

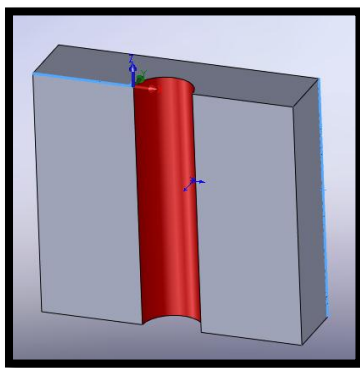
1.3.2.1. Drilling ή pocket milling



Σχήμα 1.29: drilling ή pocket milling

Στην παραπάνω εικόνα η κόκκινη επιφάνεια μπορεί να αντιμετωπιστεί είτε σαν οπή είτε σαν ποκέτα. Και στις δύο περιπτώσεις το σύστημα συντεταγμένων θα είναι το ίδιο, ενώ σημαντικό ρόλο σε αυτήν την περίπτωση παίζει η διάμετρος του εργαλείου. Αν υπάρχει εργαλείο drilling με την διάμετρο της οπής που θα κατεργασθούμε τότε κάνουμε drilling. Αν δεν υπάρχει εργαλείο drilling σε αυτήν την διάμετρο τότε η οπή θα αντιμετωπιστεί σαν ποκέτα με ένα εργαλείο end mill.

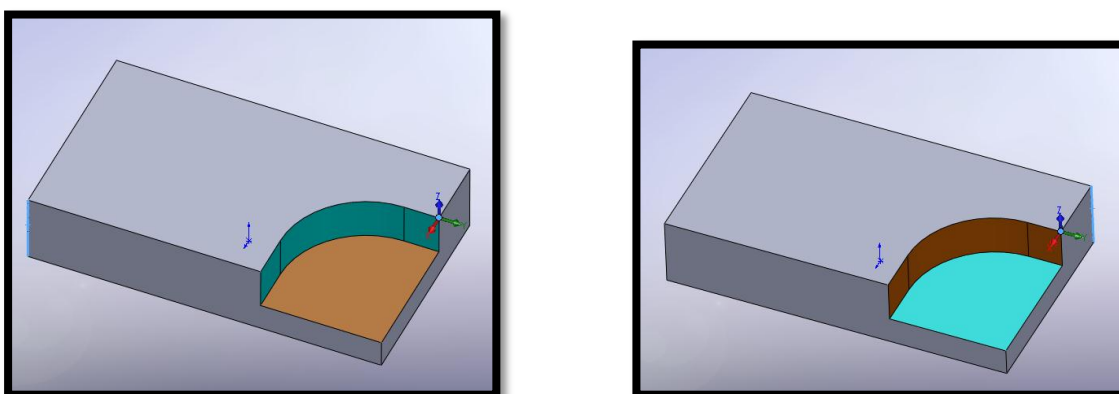
1.3.2.2. Profile milling ή drilling



Σχήμα 1.30: drilling ή profile milling

Στην παραπάνω εικόνα η κόκκινη επιφάνεια μπορεί να κατεργασθεί στο ίδιο σύστημα αξόνων είτε με profile milling είτε με drilling. Σημαντικό ρόλο σε αυτήν την περίπτωση θα παίξει το εργαλείο του profile milling αν μπορεί να κατεργασθεί την κόκκινη επιφάνεια (αν η διάμετρος του είναι ικανή να κάνει την κατεργασία). Διαφορετικά η κατεργασία θα γίνει με το εργαλείο του drilling.

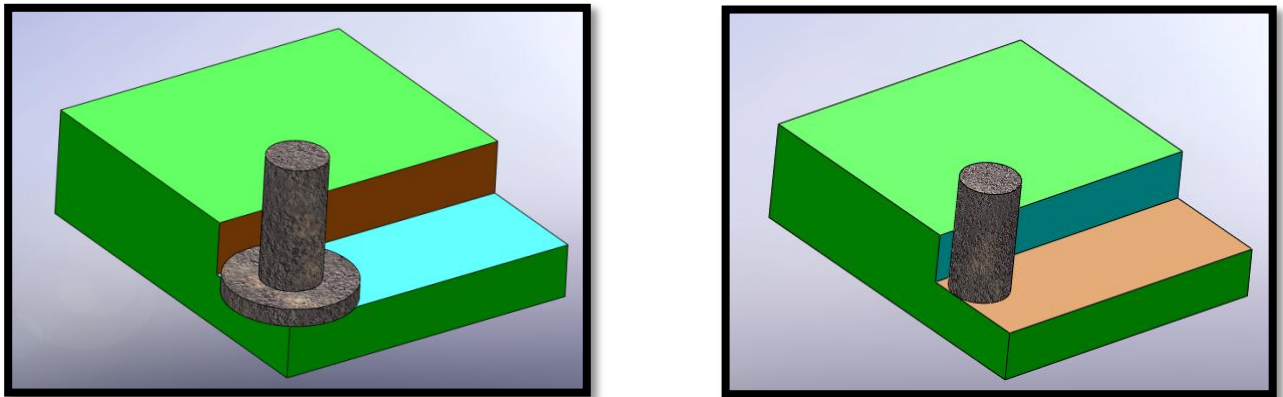
1.3.2.3. Profile milling ή pocket milling



Σχήμα 1.31: pocket milling ή profile milling

Στην πρώτη εικόνα η κατεργασία της σιέλ επιφάνειας (drive face) θα γίνει με profile milling το οποίο θα κατεργασθεί επίσης και την πορτοκαλί επιφάνεια ως (driven face). Στην δεύτερη εικόνα η σιέλ επιφάνεια ως drive face θα κατεργασθεί με την κατεργασία του open pocket η οποία θα κατεργασθεί και την πορτοκαλί επιφάνεια ως driven face.

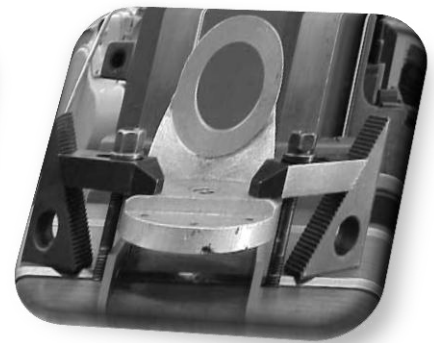
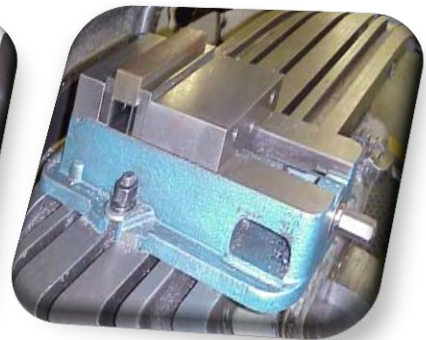
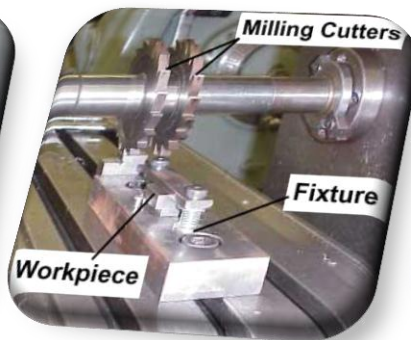
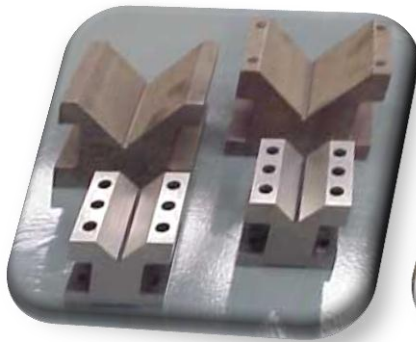
1.3.2.4. Profile milling ή face milling



Σχήμα 1.32: face milling ή profile milling

Στην πρώτη εικόνα θεωρούμε ότι κατεργαζόμαστε με face milling την σιέλ επιφάνεια, ενώ στην δεύτερη εικόνα κατεργαζόμαστε με profile milling την σιέλ επιφάνεια (Η σιέλ επιφάνεια διαφέρει στις δύο φωτογραφίες). Το αποτέλεσμα και στις δύο περιπτώσεις θα είναι το ίδιο. Το ποια κατεργασία τελικά θα επιλέξουμε θα εξαρτηθεί από τις άλλες κατεργασίες που θα γίνουν στο ΣΣ αυτό πριν ή μετά την κατεργασία που περιγράφεται στις εικόνες. Αν έχουμε κατεργασία face milling πριν ή μετά τότε θα κατεργασθούμε με face milling κοκ

Όπως φαίνεται από τα προηγούμενα παραδείγματα η αναγνώριση των κατεργασιών ενός τεμαχίου παίζει σημαντικό ρόλο στην χάραξη της πορείας κατεργασίας ενός τεμαχίου. Πρώτη προτεραιότητα λοιπόν για το φασεολόγιο θα είναι η αναγνώριση των κατεργασιών σε κάθε σύστημα συντεταγμένων (σετάρισμα) του τεμαχίου.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ

2

ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗ ΤΕΜΑΧΙΟΥ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

2.2 ΕΙΔΗ ΣΤΗΡΙΞΗΣ

2.3 ΚΑΝΟΝΕΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ

2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όταν προ-ετοιμάζεται ένα εξάρτημα για κατεργασία, είναι σημαντικό να εξασφαλισθεί ότι η στήριξη του θα είναι ασφαλής. Το εξάρτημα πρέπει να σφιχτεί με ασφάλεια και η στήριξη του να είναι αρκετά συμπαγής για να αντέξει στις δυνάμεις που θα εμφανιστούν κατά τη διάρκεια της κατεργασίας. Αν το εξάρτημα ή η συσκευή στήριξης χαλαρώσουν κατά την διάρκεια της κατεργασίας, μπορεί να υπάρξουν ζημιές στα εργαλεία αλλά και στην μηχανή.

Ο χειριστής της μηχανής θα πρέπει να είναι βέβαιος πριν από την χρήση ότι όλες οι συσκευές στήριξης δεν περιέχουν μικρά κομμάτια μετάλλου. Οι συσκευές στήριξης εξαρτημάτων, που συνήθως καθορίζονται από τον προγραμματιστή, πρέπει να βρίσκονται στην κατάλληλη θέση στην τράπεζα της μηχανής.

Αν δεν ακολουθηθούν αυτές οι οδηγίες υπάρχει κίνδυνος τραυματισμού του χειριστή, βλάβης της μηχανής και δημιουργία άχρηστων εξαρτημάτων.[17]

2.2 ΕΙΔΗ ΣΤΗΡΙΞΗΣ

Τα είδη των συσκευών στήριξης των εξαρτημάτων είναι τα κάτωθι :

2.2.1 Πλάκες

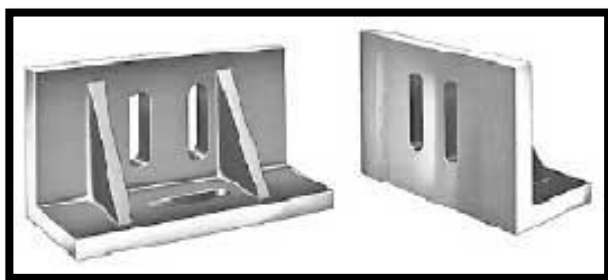
Είναι γενικά επίπεδες πλάκες με τις οποίες εφοδιάζεται η τράπεζα της μηχανής ώστε τα εξαρτήματα, οι συσκευές στήριξης ή οι βάσεις να μπορούν να εντοπίζονται γρήγορα και ακριβώς. Οι οπές στήριξης στις πλάκες αυτές είναι σε ακριβείς θέσεις και έτσι όταν οι πλάκες τοποθετούνται στην τράπεζα της μηχανής έχουν ακριβείς συντεταγμένες, πράγμα που δίνει στον προγραμματιστή γνωστές θέσεις.

Τεμάχια τα οποία είναι αρκετά μεγάλα ή έχουν ειδική μορφή συνήθως συγκρατούνται απευθείας στο τραπέζι της φραιζομηχανής. Τα σεταρίσματα αυτά απαιτούν καλή γνώση και εμπειρία από τον χειριστή.[17]

2.2.2 Angle plates (Πλάκες με γωνία)

Οι πλάκες με γωνία είναι τεμάχια μορφής L από χυτοσίδηρο ή από ασάλι που έχουν κατασκευασθεί με ακρίβεια σε γωνία 90 μοιρών. Είναι κατασκευασμένες σε ποικιλία μεγεθών και έχουν οπές ή εγκοπές που διευκολύνουν την στήριξη του εξαρτήματος.

χρησιμοποιούνται όταν τα τεμάχια πρέπει να κατεργασθούν σε 90 μοίρες γωνία με τον άξονα του τραπεζιού. [17]



Σχήμα 2.1 : Πλάκες με γωνία (angle plates) [18]

2.2.3. strap clamps (σφιγκτήρες και βαθμιδωτά υποστηρίγματα)

Οι σφιγκτήρες χρησιμοποιούνται για να σφίγγουν το εξάρτημα στην τράπεζα, στην πλάκα με γωνία ή στην βάση στήριξης. Κατασκευάζονται σε ποικιλία μεγεθών και συνήθως στηρίζονται στην άκρη με μπουλόνι σχήματος T. Αποτελεί καλή τακτική να μπαίνει το μπουλόνι σχήματος T στον σφιγκτήρα όσο το δυνατόν κοντύτερα στο εξάρτημα. [17]

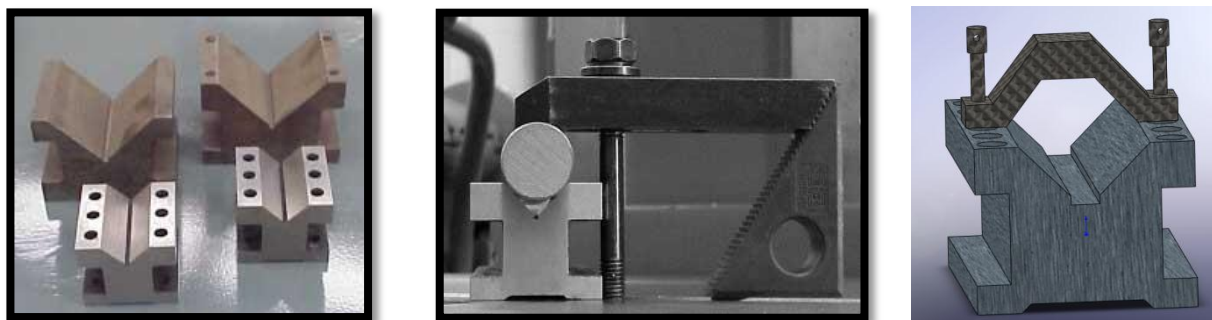
Τα βαθμιδωτά υποστηρίγματα χρησιμοποιούνται για να στηρίζουν τους σφιγκτήρες όταν το εξάρτημα προσδένεται στην τράπεζα ή στην συσκευή στήριξης. [17]



Σχήμα 2.2 : Βαθμιδωτά υποστηρίγματα (strap clamps)[18]

2.2.4. V-blocks (καβαλέτα σχήματος V)

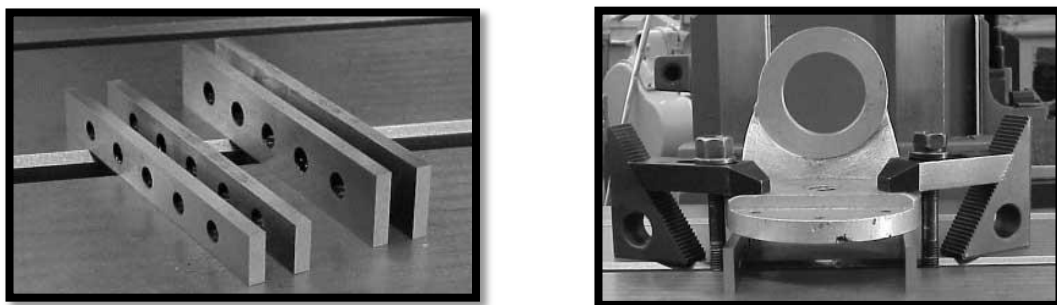
Χρησιμοποιούνται γενικά σε ζευγάρια για να στηρίζουν στρογγυλά εξαρτήματα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σφιγκτήρας σχήματος U για να συγκρατήσει το εξάρτημα σε καβαλέτο V [17]



Σχήμα 2.3 : Καβαλέτα σχήματος V (V-blocks)[18]

2.2.5. Παράλληλα

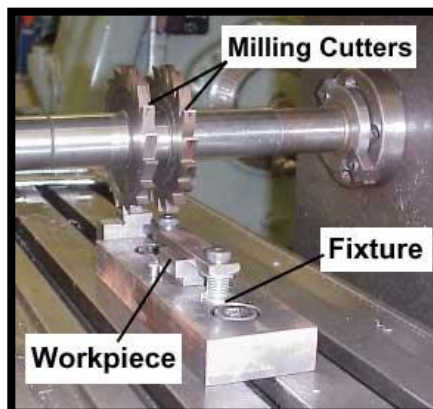
Τα παράλληλα είναι ράβδοι σιδήρου οι οποίες παρέχονται σε ζευγάρια με τις ίδιες διαστάσεις και με τις αντίστοιχες πλευρές τους παράλληλες. Χρησιμοποιούνται για την ανύψωση του τεμαχίου από το τραπέζι της φραιζομηχανής [17]



Σχήμα 2.4 : Παράλληλα [18]

2.2.6. Ιδιοσυσκευές (Fixtures)

Οι ιδιοσυσκευές είναι ειδικές συσκευές στερέωσης τεμαχίων οι οποίες σχεδιάζονται ειδικά για την συγκράτηση συγκεκριμένου τεμαχίου το οποίο δεν μπορεί να συγκρατηθεί με τα παραπάνω εξαρτήματα [18]



Σχήμα 2.5 : Ιδιοσυσκευή συγκράτησης [18]

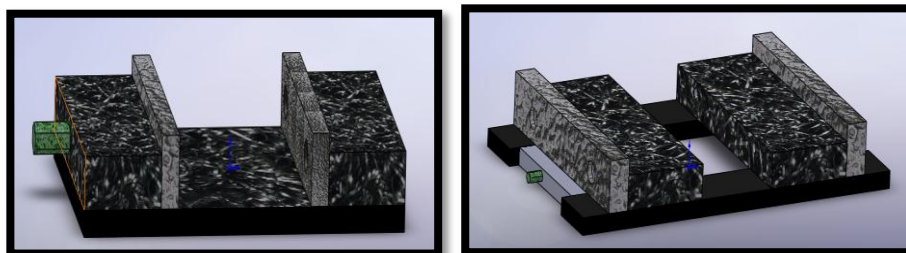
2.2.7. Μέγγενη

Η μέγγενη είναι η πιο κοινή συσκευή συγκράτησης τεμαχίου στην φραιζομηχανή. Χρησιμοποιείται για την στήριξη τεμαχίων τα οποία έχουν παράλληλες πλευρές και στηρίζεται στο τραπέζι της εργαλειομηχανής με T-nuts. Η περιστρεφόμενη βάση επιτρέπει την περιστροφή της μέγγενης κατά 360 μοίρες σε οριζόντιο επίπεδο [17]



Σχήμα 2.6 : Μέγγενη και περιστρεφόμενη μέγγενη [18]

Ορισμένες μέγγκενες φέρουν κατάλληλες υποδοχές στις σιαγόνες τους ώστε τα παράλληλα να βιδώνονται σε αυτές εσωτερικά και εξωτερικά αυτών.



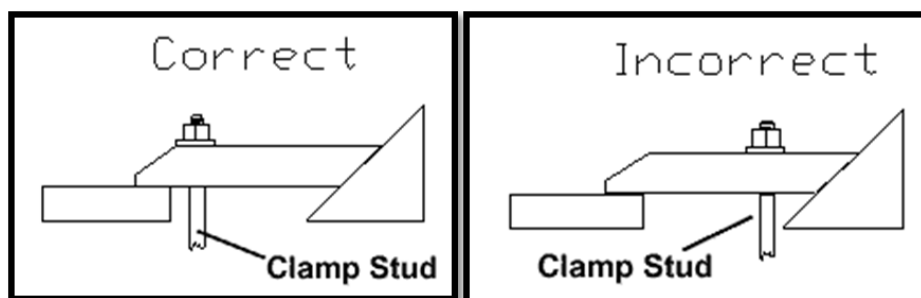
Σχήμα 2.7 : Υποδοχές για τη χρήση παράλληλων εσωτερικά και εξωτερικά της μέγγκενης

2.3 ΚΑΝΟΝΕΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ

Οι κανόνες στήριξης που παρατίθενται εδώ χωρίζονται σε κανόνες στήριξης απευθείας στο τραπέζι της εργαλειομηχανής και σε κανόνες στήριξης στην μέγγκενη

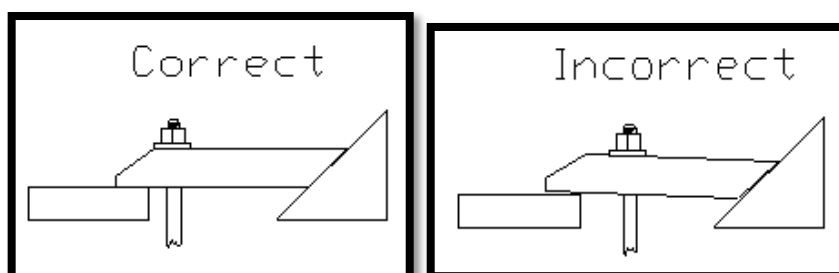
2.3.1 Στήριξη απευθείας στο τραπέζι της εργαλειομηχανής

- 1) Το βαθμιδωτό υποστήριγμα θα πρέπει να τοποθετείται κοντά στο τεμάχιο που συγκρατεί.



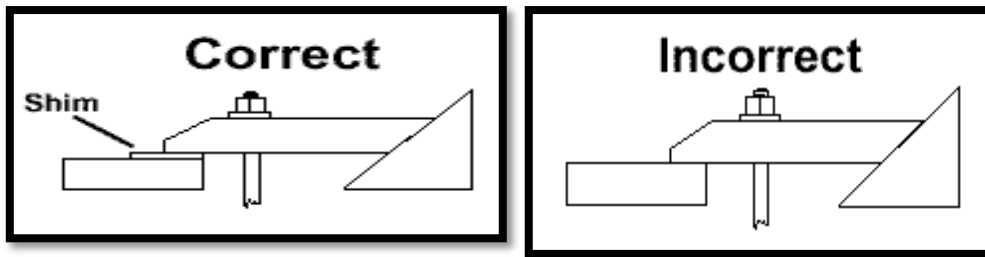
Σχήμα 2.8 : Σωστή απόσταση του βαθμιδωτού υποστηρίγματος από το τεμάχιο [18]

- 2) Ο σφιγκτήρας του βαθμιδωτού υποστηρίγματος θα πρέπει να μην σχηματίζει γωνία με το τεμάχιο που στηρίζει



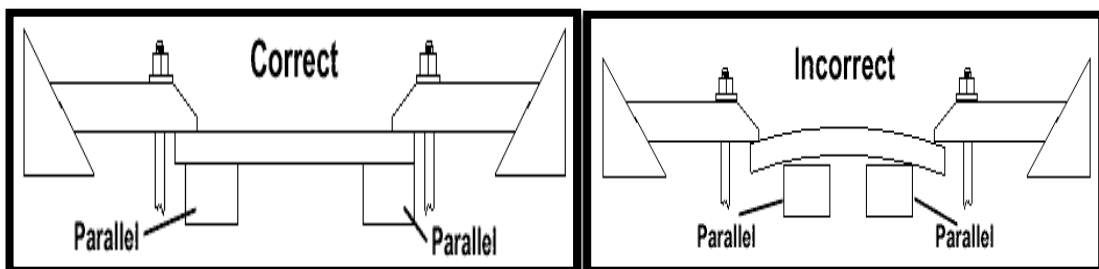
Σχήμα 2.9 : Ευθυγράμμιση του σφιγκτήρα με το τεμάχιο [18]

3) Χρησιμοποίηση ροδέλας για την αποφυγή χάραξης του τεμαχίου



Σχήμα 2.10 : Χρήση ροδέλας[18]

4) Τα παράλληλα θα πρέπει να τοποθετηθούν με τέτοιο τρόπο ώστε να αποφεύγεται η κάμψη του τεμαχίου που συγκρατείται

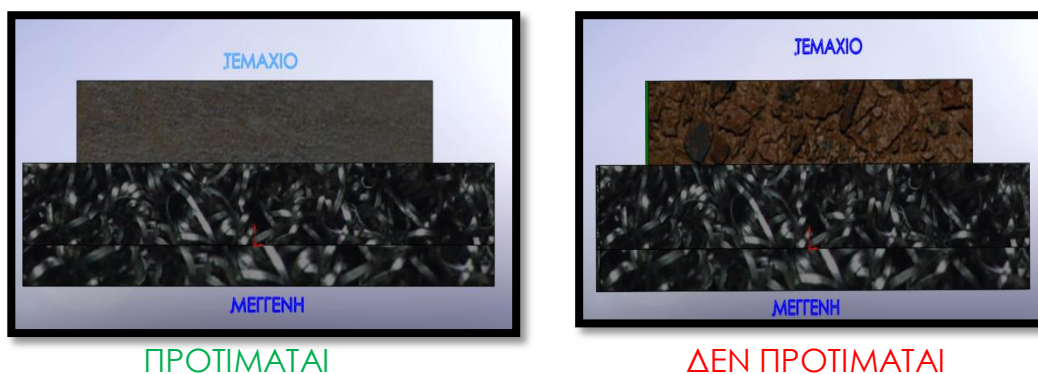


Σχήμα 2.11 : Σωστή χρήση παράλληλων[18]

2.3.2. Στήριξη στην μέγγενη

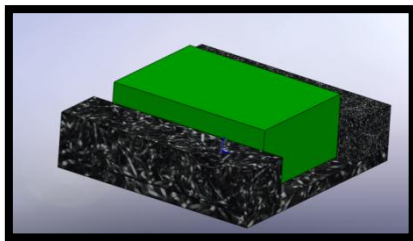
Για να συγκρατηθεί σωστά στην μέγγενη ένα τεμάχιο θα πρέπει να εφαρμοστούν οι παρακάτω κανόνες

1) Οι επιφάνειες που θα συγκρατηθούν στην μέγγενη θα πρέπει να είναι απαλλαγμένες από γρέζια και υπολείμματα ψυκτικού υγρού.

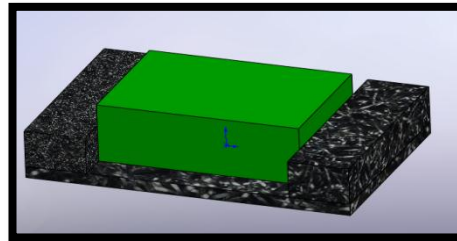


Σχήμα 2.12 : Καθαρές επιφάνειες

- 2) Το άνοιγμα της μέγγενης (η απόσταση μεταξύ των δύο σιαγόνων της μέγγενης) θα πρέπει να περιορίζεται αν αυτό είναι εφικτό



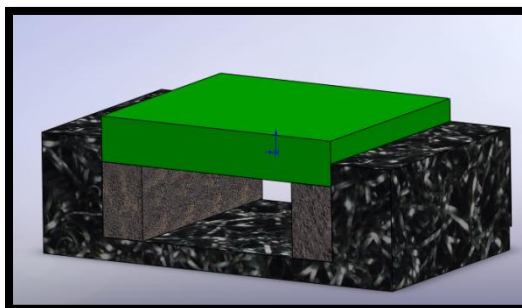
ΠΡΟΤΙΜΑΤΑΙ



ΔΕΝ ΠΡΟΤΙΜΑΤΑΙ

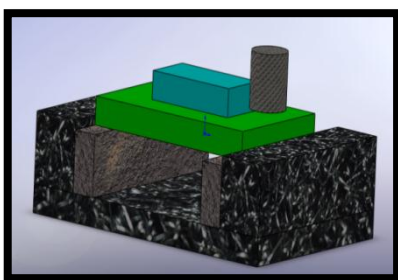
Σχήμα 2.13 : Άνοιγμα σιαγόνων

- 3) Χρήση παράλληλων για την ανύψωση του τεμαχίου από τις σιαγόνες της μέγγενης

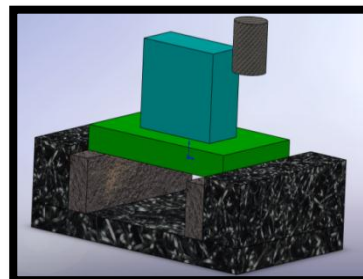


Σχήμα 2.14 : Ανύψωση τεμαχίου με παράλληλα

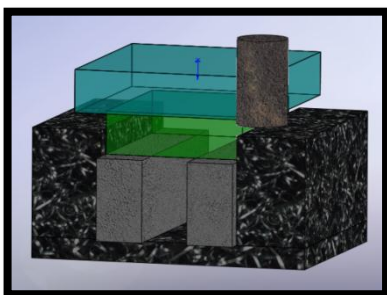
- 4) Το ύψος της επιφάνειας που συγκρατείται στην μέγγενη εξαρτάται από τη ροπή που δημιουργεί η δύναμη κατεργασίας ως προς το σημείο πιασίματος σε αυτήν.



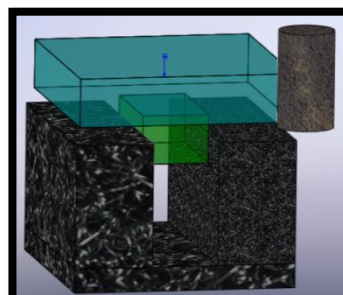
ΠΡΟΤΙΜΑΤΑΙ



ΔΕΝ ΠΡΟΤΙΜΑΤΑΙ



ΠΡΟΤΙΜΑΤΑΙ

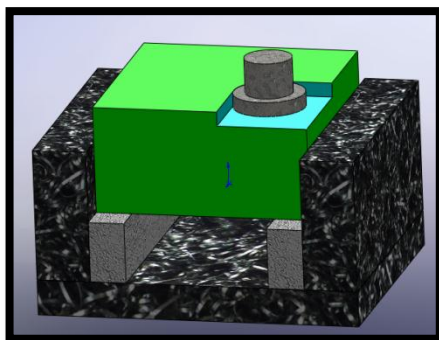


ΔΕΝ ΠΡΟΤΙΜΑΤΑΙ

Σχήμα 2.15 : Η ροπή που προκαλεί το εργαλείο είναι σημαντική

Οι παρακάτω περιπτώσεις περιγράφουν τον τρόπο δεσίματος ενός τεμαχίου σε σχέση με τις κατεργασίες που γίνονται σε αυτό.

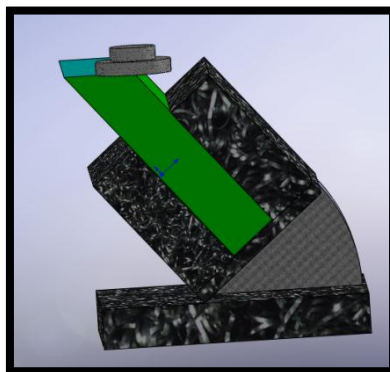
5) Στήριξη στην μέγγενη για την κατεργασία του face milling



Σχήμα 2.16 : Στήριξη και face milling

Η σιέλ επιφάνεια η οποία κατεργάζεται με face milling θα πρέπει να εξέχει από τις σιαγόνες της μέγγενης σε ύψος μεγαλύτερο από το βάθος κοπής του εργαλείου με το οποίο θα γίνεται η κατεργασία. Για την ανύψωση του τεμαχίου χρησιμοποιούνται τα παράλληλα.

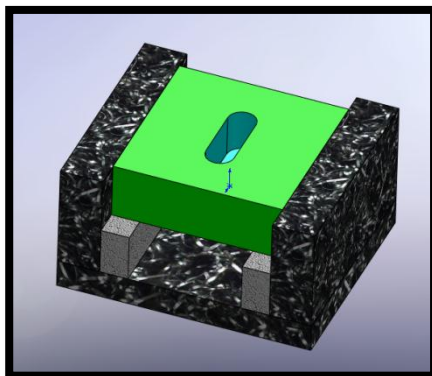
6) Ρυθμιζόμενη μέγγενη και face milling



Σχήμα 2.17 : Ρυθμιζόμενη μέγγενη

Αν υπάρχει επιφάνεια η οποία βρίσκεται σε κλίση μέχρι και τις 45 μοίρες, με την χρήση ρυθμιζόμενης μέγγενης η επιφάνεια αυτή μπορεί να κατεργασθεί εύκολα με face milling

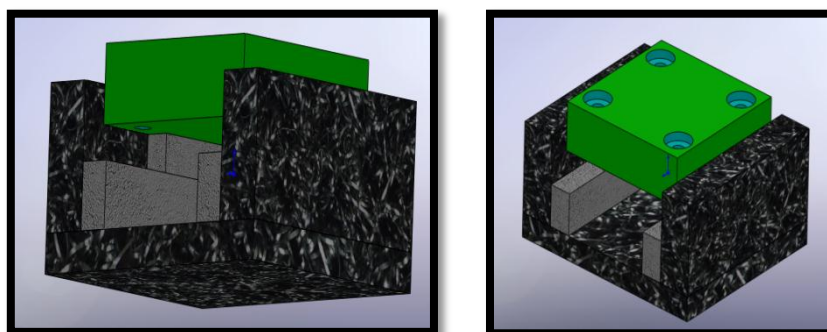
7) Διαμπερείς οπές- ποκέτες και στήριξη στην μέγγενη -α



Σχήμα 2.18 : Στήριξη και διαμπερείς οπές -ποκέτες

Όπως φαίνεται από την παραπάνω εικόνα, τα παράλληλα ανυψώνουν το προς κατεργασία τεμάχιο ώστε κατά την κατεργασία της διαμπερούς οπής το εργαλείο να μην έρθει σε επαφή με την βάση της μέγγενης.

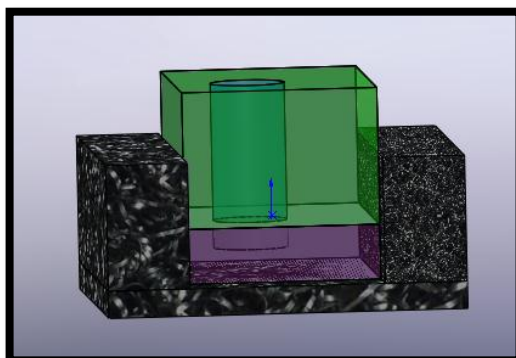
8) Διαμπερείς οπές- ποκέτες και στήριξη στην μέγγενη -β



Σχήμα 2.19 : Χρήση δύο σειρών παράλληλων

Για την περίπτωση διαμπερών οπών σε θέσεις όπου θα υπάρξουν παράλληλα, θα χρειαστεί μια δεύτερη σειρά από παράλληλα τα οποία θα ανυψώσουν το τεμάχιο έτσι ώστε να υπάρξει χώρος για το εργαλείο να κατεργασθεί τις διαμπερείς οπές.

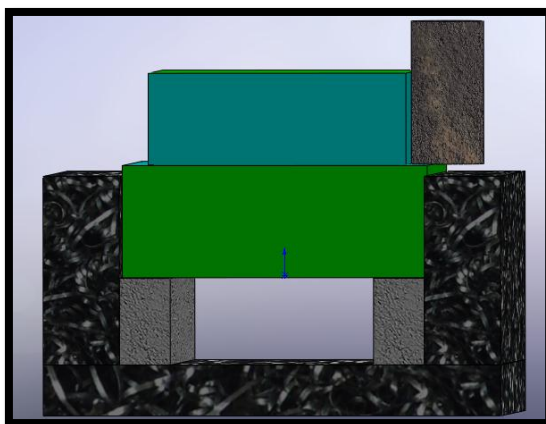
9) Διαμπερείς οπές- ποκέτες και στήριξη στην μέγγενη -γ



Σχήμα 2.20 : Χρήση βοηθητικής πλάκας

Το τεμάχιο δεν χρειάζεται ανύψωση από παράλληλα. Για να μπορέσουμε να κατεργασθούμε την διαμπερή οπή θα χρησιμοποιήσουμε μια βοηθητική πλάκα (συνήθως από ξύλο) η οποία χρησιμοποιείται για να μην ακουμπήσει την μέγγενη το εργαλείο που θα κατεργασθεί την οπή.

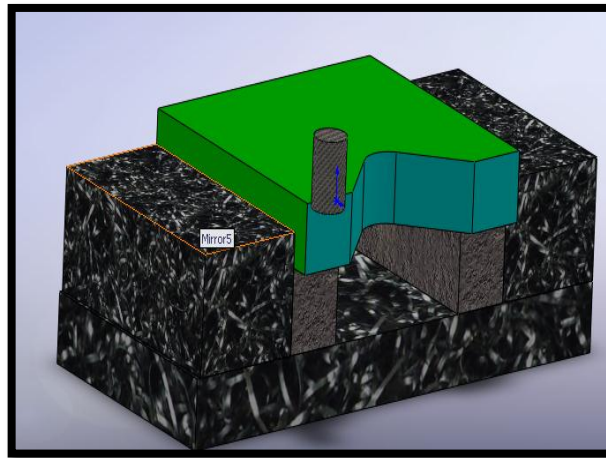
10) Profile milling και στήριξη στην μέγγενη -α



Σχήμα 2.21 : Στήριξη και profile milling

Στην κατεργασία του profile milling το τεμάχιο θα πρέπει να ανυψωθεί από την μέγγενη σε ύψος μεγαλύτερο από το βάθος του εργαλείου του profile milling.

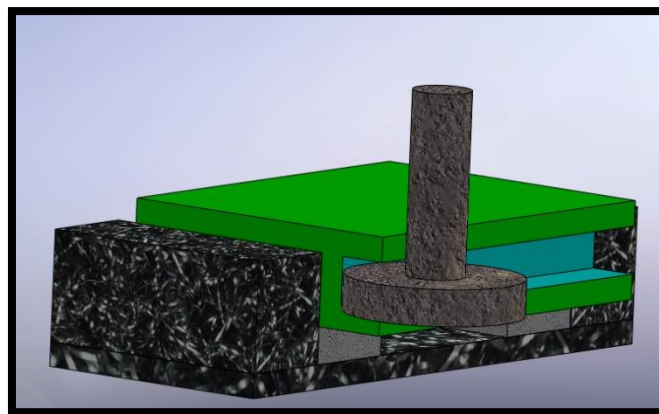
11) Profile milling και στήριξη στην μέγγενη –β



Σχήμα 2.22 : Στήριξη και profile milling μιας μόνο πλευράς

Το προφίλ μιας μόνο πλευράς μπορεί να κατεργασθεί τραβώντας το τεμάχιο έξω από τα όρια της μέγγενης. Μεγάλη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στο μήκος του τεμαχίου που θα εξέχει από την μέγγενη. Το μήκος θα πρέπει να είναι λίγο μεγαλύτερο από την διάμετρο του εργαλείου που θα κατεργασθεί την επιφάνεια. Αν το μήκος είναι μεγάλο υπάρχει κίνδυνος δονήσεων του τεμαχίου και θα πρέπει να αποφεύγεται.

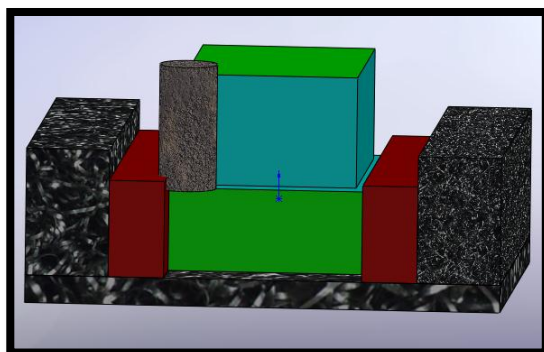
12) T-slot milling και στήριξη στην μέγγενη



Σχήμα 2.23 : Στήριξη και T-slot milling

Για την κατεργασία του T- slot milling το τεμάχιο θα πρέπει να εξέχει τόσο ώστε το εργαλείου του T-slot να μην συγκρουσθεί με τις σιαγόνες της μέγγενης και να μπορεί βέβαια να κατεργασθεί το T-slot.

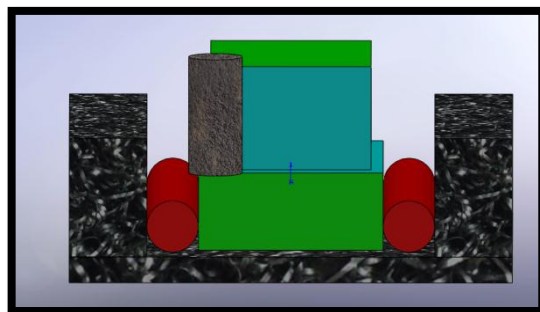
13) Χρήση βοηθητικών πλακιδίων για κατεργασία profile milling μέσα στα όρια της μέγγενης- α



Σχήμα 2.24 : Βοηθητικά πλακίδια

Ο τρόπος στήριξης αυτός ενδείκνυται σε περιπτώσεις όπου το ύψος του περιφερειακού προφίλ είναι μεγάλο και δεν προτιμάται η χρήση παραλλήλων. Τα βοηθητικά πλακίδια (κόκκινο χρώμα) α) συγκρατούν επαρκώς το προς κατεργασία τεμάχιο β) Το ύψος τους είναι τέτοιο ώστε να μην αποφεύγεται η σύγκρουση τους με το εργαλείο και γ) το υλικό τους είναι τέτοιο ώστε να μην προκαλεί σημαντική φθορά στο εργαλείο της κατεργασίας.

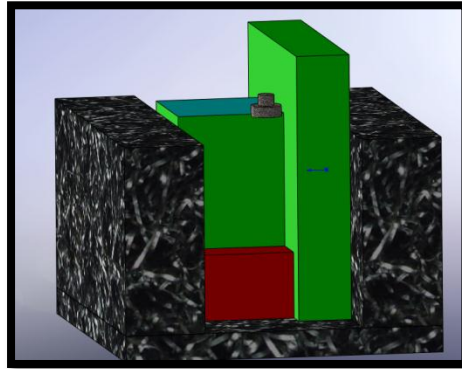
14) Χρήση βοηθητικών πλακιδίων για κατεργασία μέσα στα όρια της μέγγενης-β



Σχήμα 2.25 : Βοηθητικά πλακίδια κυλινδρική μορφής

Τα βοηθητικά πλακίδια κυλινδρικής μορφής αντικαθιστούν τα πλακίδια που αναφέρθηκαν στην περίπτωση 9 της παραγράφου αυτής έτσι ώστε να αποφεύγεται η σύγκρουση του εργαλείου με αυτά.

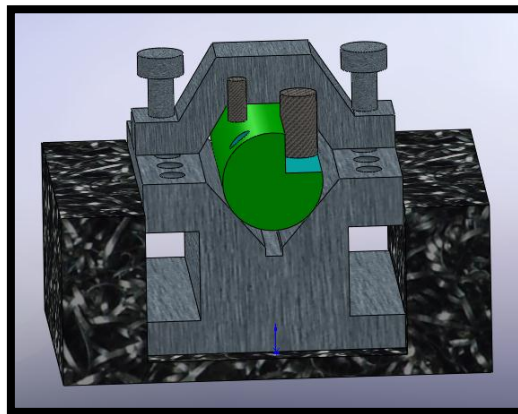
15) Χρήση βοηθητικής πλάκας για στερέωση τεμαχίου σε κατεργασία face milling



Σχήμα 2.26 : Χρήση βοηθητικής πλάκας

Η βοηθητική πλάκα στήριξης μας δίνει επιπλέον στήριξη για την κατεργασία του τεμαχίου αυτού.

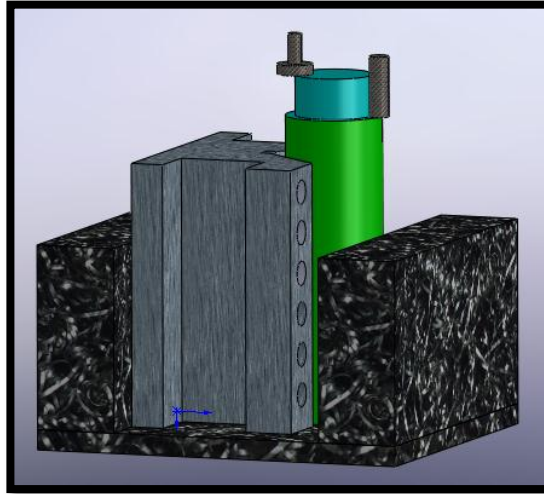
16) Χρήση του v-block για κατεργασία κυλινδρικών τεμαχίων – α



Σχήμα 2.27 : Χρήση V-block σε κυλινδρικά τεμάχια
(το εργαλείο κάθετο στον άξονα περιστροφής)

Στο σχήμα αυτό βλέπουμε πως συγκρατείται ένα κυλινδρικό τεμάχιο όταν θα γίνουν σε αυτό κατεργασίες στις οποίες το εργαλείο είναι κάθετο στον άξονα περιστροφής του κυλινδρικού τεμαχίου αυτού.

17) Χρήση του v-block για κατεργασία κυλινδρικών τεμαχίων – β



Σχήμα 2.28: Χρήση V-block σε κυλινδρικά τεμάχια (το εργαλείο παράλληλο στον άξονα περιστροφής)

Στο σχήμα αυτό βλέπουμε πώς συγκρατείται ένα κυλινδρικό τεμάχιο όταν θα γίνουν σε αυτό κατεργασίες στις οποίες το εργαλείο είναι παράλληλο στον άξονα περιστροφής του κυλινδρικού τεμαχίου αυτού.

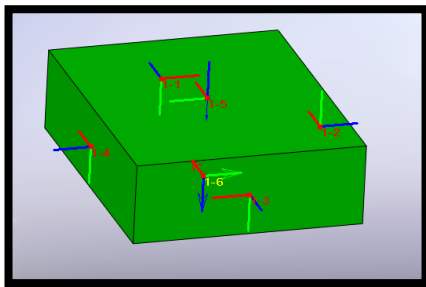
Οι παραπάνω κανόνες είναι απαραίτητοι για την κατάρτιση του φασεολογίου και θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη σε κάθε σετάρισμα του τεμαχίου.

3.1. ΟΡΙΣΜΟΙ –ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

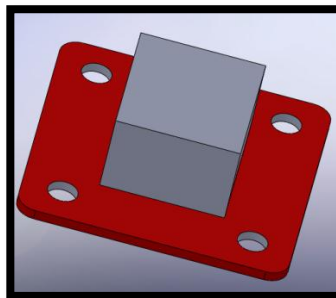
Για την κατανόηση της λογικής των φασεολογιών χρήσιμοι είναι οι παρακάτω ορισμοί :

- ☑ **Οριοθέτηση Συστημάτων Συντεταγμένων** : Σε κάθε επιφάνεια του αρχικού τεμαχίου (stock model) εφαρμόζεται τρισσορθογώνιο σύστημα αξόνων με τον άξονα z να είναι κάθετος στην επιφάνεια αυτή.
- ☑ **Κατεργασία κατά ένα ΣΣ** : Οποιαδήποτε κατεργασία που μπορεί να γίνει στην επιφάνεια που εφαρμόζεται το ΣΣ
- ☑ **Συγκράτηση σε συγκεκριμένο ΣΣ** : Συγκράτηση του τεμαχίου στην μέγγενη με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί να γίνει η κατεργασία κατα το συγκεκριμένο ΣΣ
- ☑ **Βάση** : Ένα στερεό στο οποίο θα κείτονται οι προεξοχές και οι ποκέτες-οπές των οιοδήποτε πρισματικών τεμαχίων που εξετάζονται εδώ.
- ☑ **Προεξοχή** : Ένα στερεό το οποίο εξέχει από την βάση
- ☑ **Οπή –ποκέτα** : Επιφάνειες οι οποίες βρίσκονται εσωτερικά της βάσης ή της προεξοχής
- ☑ **Προσανατολισμός προεξοχής** : Μια προεξοχή θα ορίζεται ως προεξοχή στο ΣΣ 1 ή 2 ή 3 ή 4 ή 5 όταν θα μπορεί να κατεργασθεί με περιφερειακό profile milling σεταρισμένο κατά το ΣΣ 1 ή 2 ή 3 ή 4 ή 5. Για εκπαιδευτικούς λόγους μια επιφάνεια θεωρείται ως προεξοχή ακόμα και αν δεν μπορεί να κατεργασθεί με profile milling αλλά μπορούν να κατεργασθούν με profile milling τα νοητά όρια της περιοχής αυτής(σχ.3.6) .
- ☑ **Προσανατολισμός οπής –ποκέτας** : Μια οπή –ποκέτα θα ορίζεται ως οπή-ποκέτα στο ΣΣ 5 όταν θα μπορεί να κατεργασθεί στο ΣΣ 5

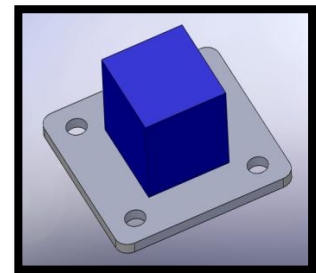
Τα παραπάνω περιγράφονται στα κάτωθι σχήματα :



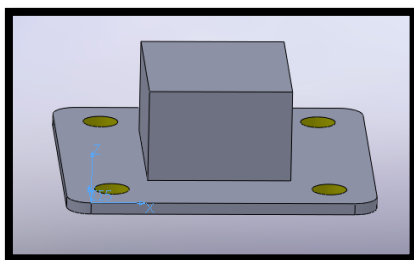
Σχήμα 3.1: Συστήματα συντεταγμένων



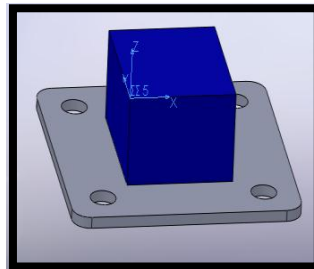
Σχήμα 3.2 : Βάση



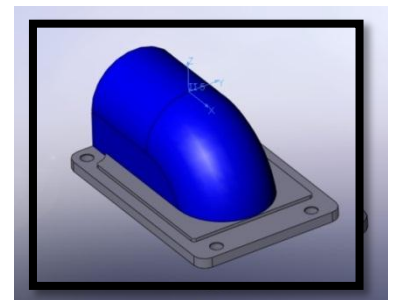
Σχήμα 3.3 : Προεξοχή



Σχήμα 3.4: Οπή – ποκέτα στο ΣΣ 5



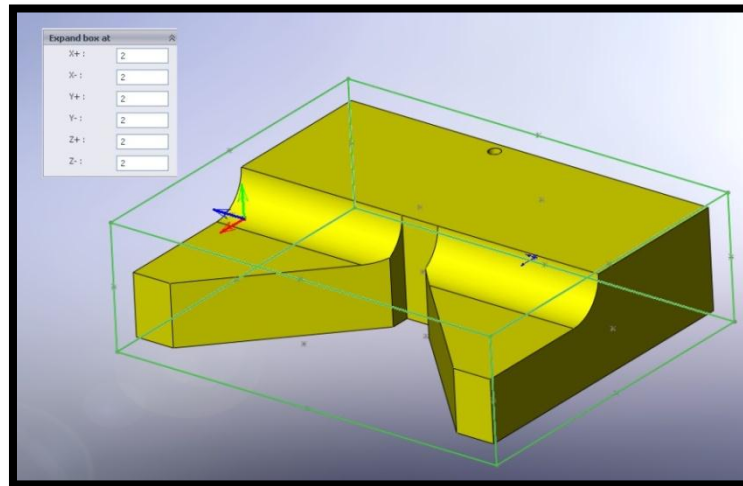
Σχήμα 3.5: Προεξοχή στο ΣΣ 5



Σχήμα 3.6: Προεξοχή στο ΣΣ5

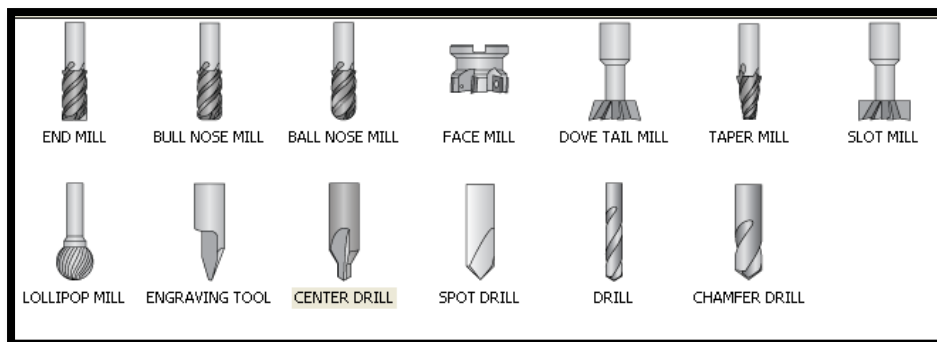
(Η επιφάνεια δεν μπορεί να κατεργασθεί με profile στο ΣΣ 5)

- Θεωρούμε ότι το stock model θα είναι τύπου «box» (κουτί) με διαστάσεις οι οποίες θα υπερβαίνουν το τελικό τεμάχιο (target model) κατά δύο χιλιοστά σε όλους τους άξονες.



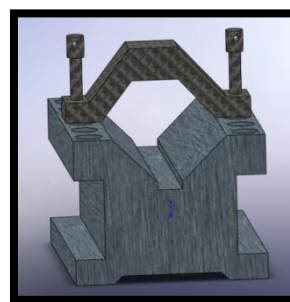
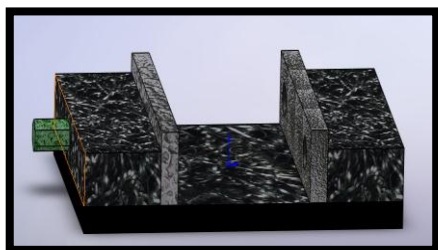
Σχήμα 3.7: Καθορισμός αρχικού τεμαχίου (stock model)

- Θεωρούμε επίσης ότι διαθέτουμε μια μεγάλη ποικιλία εργαλείων όλων των μορφών και όλων των διαστάσεων



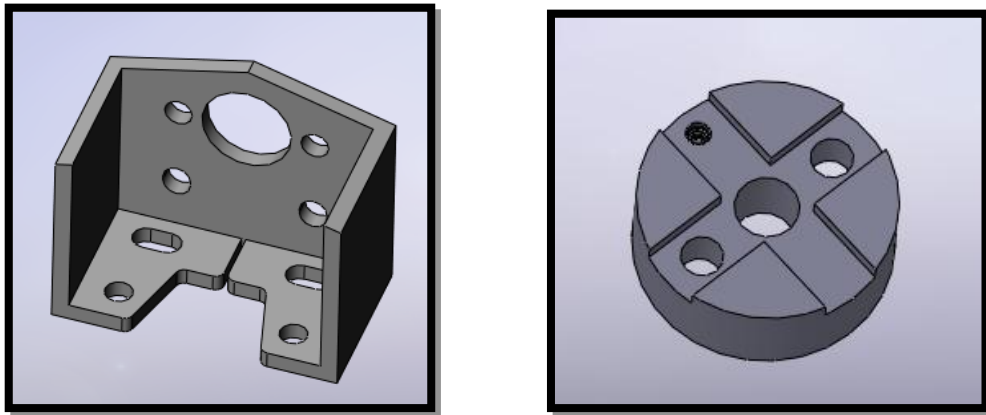
Σχήμα 3.8: Κοπτικά Εργαλεία cnc φραιζομηχανής)

- Ο τρόπος στήριξης των τεμαχίων θα είναι με την βοήθεια μέγγενης και των παρελκόμενων αυτής (v-blocks,παράλληλα)



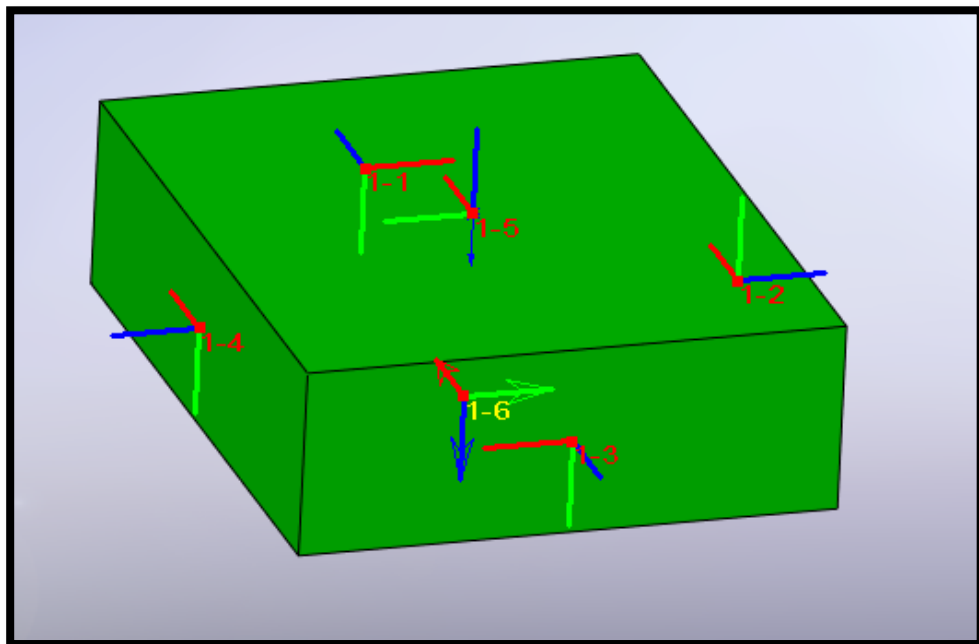
Σχήμα 3.9: Συσκευές συγκράτησης πρισματικών και κυλινδρικών τεμαχίων

☑ Τα τεμάχια που καταργαζόμαστε θα είναι κυρίως πρισματικά αλλά και κυλινδρικής μορφής τα οποία μπορούν να συγκρατηθούν στην μέγγενη.



Σχήμα 3.10: Πρισματικά και κυλινδρικά τεμάχια

☑ Θα υπάρχουν έξι (06) συστήματα συντεταγμένων στις πλείστες των περιπτώσεων. Η ονομασία των ΣΣ είναι τυχαία και για διδακτικούς σκοπούς είναι οι κάτωθι



Σχήμα 3.11: Τοπολογία Συστημάτων Συντεταγμένων

Το κάθε ΣΣ αντιστοιχεί και σε αντίστοιχο σετάρισμα του τεμαχίου στην μέγγενη. Αυτό που έχει τεράστια σημασία είναι ότι ο άξονας Z των ΣΣ (μπλε διάνυσμα) πρέπει να είναι κάθετος στην επιφάνεια που κείται το ΣΣ

☑ Η κωδικοποίηση των τεμαχίων γίνεται με βάση την καταργασία του profile milling, γιατί θεωρούμε ότι η καταργασία αυτή είναι η επικρατούσα σε μια φραιζομηχανή.

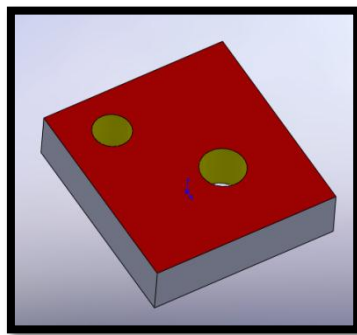
3.2. ΠΟΡΕΙΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΠΡΙΣΜΑΤΙΚΩΝ ΤΕΜΑΧΙΩΝ

Προχωρούμε σταδιακά στην ανάπτυξη της πορείας κατεργασίας χρησιμοποιώντας όλο και περισσότερα Συστήματα Συντεταγμένων.

3.2.1. ΠΟΡΕΙΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΕ ΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ

Διακρίνουμε τις εξής περιπτώσεις

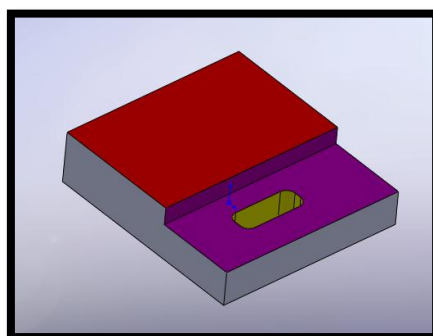
3.2.1.1. face milling – (drilling-pocket) (Η οπή ξεκινά από το επίπεδο 0 του αρχικού τεμαχίου) :



Σχήμα 3.12: face milling και drilling στο ίδιο ΣΣ

Σε αυτήν την περίπτωση δίνουμε προτεραιότητα στην κατεργασία του face milling για να καθαρισθεί η επιφάνεια και να γίνουν έπειτα οι οπές να γίνουν στο σημείο που πρέπει.

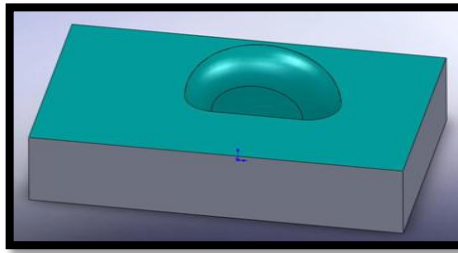
3.2.1.2. face milling - (drilling-pocket) (Η οπή-ποκέτα δεν βρίσκεται στο επίπεδο 0 του αρχικού τεμαχίου) :



Σχήμα 3.13: face milling και drilling στο ίδιο ΣΣ σε διαφορετικά επίπεδα

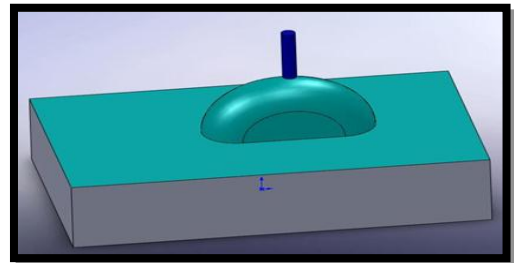
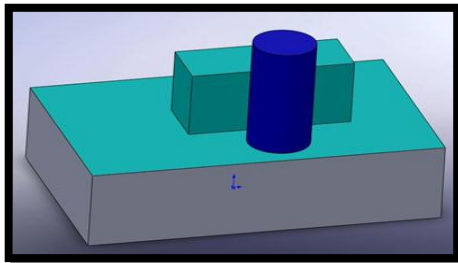
Στην περίπτωση αυτή πρώτα θα κατεργασθούμε την επιφάνεια μέχρι το επίπεδο της ποκέτας με την κατεργασία του profile milling, έπειτα θα κατεργασθούμε την ποκέτα με την κατεργασία του rocket milling και στο τέλος θα κάνουμε την κατεργασία του face milling. Με τον τρόπο αυτό κατεργαζόμαστε λιγότερη επιφάνεια με face milling,

3.2.1.3. 3d milling



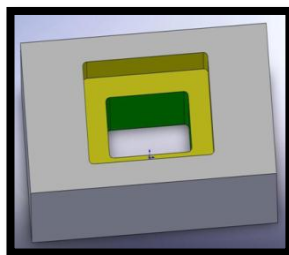
Σχήμα 3.14: Κατεργασία 3d milling

Η κατεργασία του 3d milling θεωρείται χρονοβόρα διότι με ένα εργαλείο θα πρέπει να γίνουν οι κατεργασίες του ξεχονδρίσματος (rough milling), ημιφινιρίσματος (semifinishing) και του φινιρίσματος (finishing). Για τον λόγο αυτό προτιμάται η κατεργασία μέχρι και τα όρια της επιφάνειας, που θα κατεργασθεί με 3d milling, με profile milling και έπειτα στην επιφάνεια που έχει απομείνει γίνεται η κατεργασία του 3d milling όπως φαίνεται στο σχ. 3.15.



Σχήμα 3.15: Προτεραιότητα στην κατεργασία 3d milling α) profile milling β) 3d milling

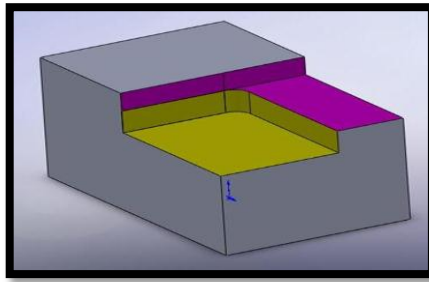
3.2.1.4. Ποκέτα σε Ποκέτα - [(Οπή σε οπή) ή οπή σε ποκέτα]



Σχήμα 3.16: Ποκέτα σε ποκέτα

Στην περίπτωση του σχήματος 3.16, η κατεργασία της ποκέτας με το κίτρινο χρώμα θα γίνει πρώτα και έπειτα θα γίνει η κατεργασία της ποκέτας με το πράσινο χρώμα. Προτιμάται δηλαδή το εργαλείο να μην ξανακατεργάζεται στα ίδια επίπεδα.

3.2.1.5. Προτεραιότητα σε profile milling



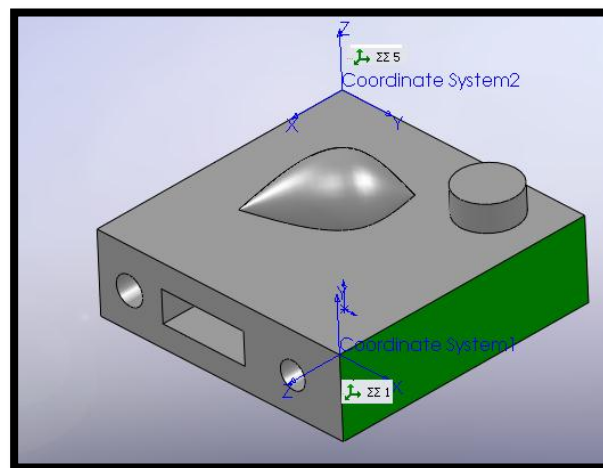
Σχήμα 3.17: profile milling σε διαφορετικά επίπεδα

Όπως και στην παράγραφο 3.2.1.4 είναι προτιμότερο να κατεργαζόμαστε τις επιφάνειες κατά επίπεδα οπότε προτιμάται να γίνεται πρώτα το profile milling της μωβ περιοχής και έπειτα το profile milling της κίτρινης περιοχής.

3.2.2.ΠΟΡΕΙΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΕ ΔΥΟ ΚΑΘΕΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΝΕΤΑΓΜΕΝΩΝ

Η παράγραφος αυτή αναφέρεται σε δύο συστήματα συντεταγμένων τα οποία είναι κάθετα μεταξύ τους ενώ θεωρείται ότι το τεμάχιο θα στηριχθεί είτε κατά το ΣΣ 5 είτε κατά το ΣΣ 1 και όχι σε άλλα ΣΣ. Διακρίνουμε τις κάτωθι περιπτώσεις

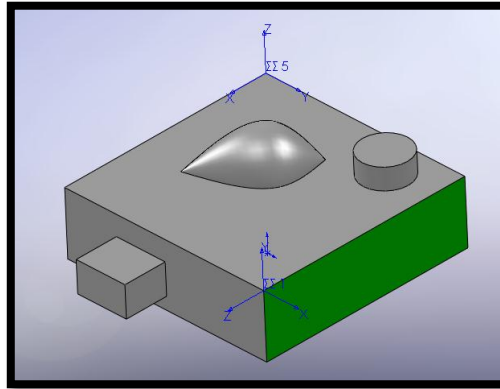
3.2.2.1. Προεξοχή στο ένα ΣΣ και ποκέτα ή οπή στο άλλο ΣΣ



Σχήμα 3.18: Προεξοχή σε ένα ΣΣ και Οπή (ποκέτα) σε άλλο ΣΣ

Στο σχήμα 3.18 έχουμε κατεργασίες σε δύο ΣΣ τα οποία είναι κάθετα μεταξύ τους, το ΣΣ1 και το ΣΣ5. Σε αυτή την κατηγορία πρώτα θα γίνει η κατεργασία των οπών και των ποκετών (μπορεί να μην υπάρχουν και οπές και ποκέτες, αλλά μπορεί και να μην υπάρχουν και οι δύο οπότε θα έχουμε μόνο face milling) δηλαδή κατά το ΣΣ 1 και στη συνέχεια η κατεργασία των προεξοχών κατά το ΣΣ 5

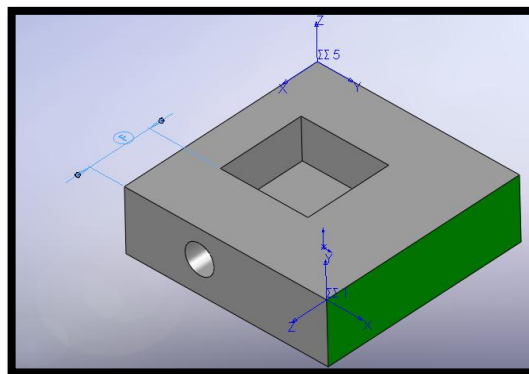
3.2.2.2. Προεξοχή και στα δύο ΣΣ



Σχήμα 3.19: Προεξοχές σε δύο ΣΣ κάθετα μεταξύ τους

Στο σχήμα 3.19 υπάρχουν και στα δύο συστήματα προεξοχές οπότε αυτό που έχει σημασία είναι ποιές από τις προεξοχές αυτές μπορούν να κατεργασθούν πιο εύκολα σε σχέση με το πως θα συγκρατηθούν στην μέγγενη. Η μορφή της προεξοχής παίζει σημαντικό ρόλο όταν το τεμάχιο θα σεταρισθεί σε αυτήν για την κατεργασία της άλλης προεξοχής. Σύμφωνα με τα παραπάνω η πορεία κατεργασίας θα είναι από το ΣΣ1 στο ΣΣ 5

3.2.2.3. Οπές ή και ποκέτες και στα δύο συστήματα.



Σχήμα 3.20: Οπές (ποκέτες) σε δύο ΣΣ κάθετα μεταξύ τους

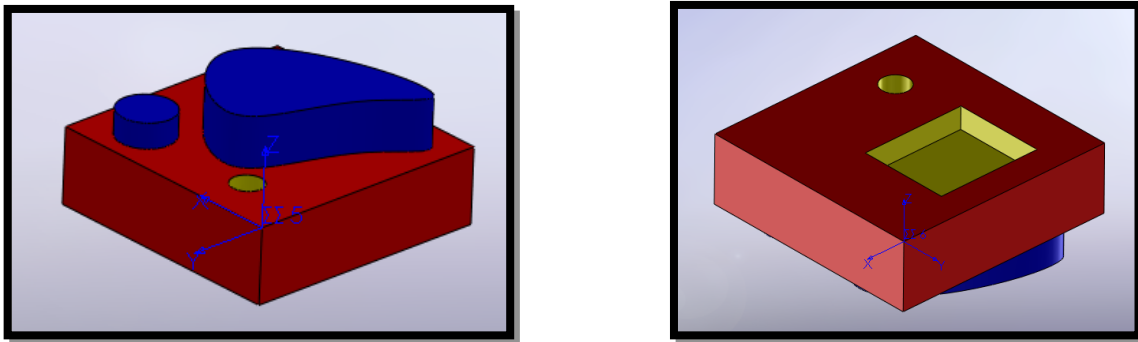
Η προτεραιότητα σε αυτήν την περίπτωση θα κριθεί α) αν η οπή και η ποκέτα δεν συμπίπτουν μεταξύ τους τότε η πορεία κατεργασίας τους δεν έχει κάποια σημασία β) αν η οπή και η ποκέτα συμπίπτουν μεταξύ τους σημαντικό ρόλο παίζει η απόσταση F . Όταν η απόσταση F είναι μικρή τότε πρώτα θα κατεργασθεί η ποκέτα και έπειτα η οπή. Όταν η απόσταση F είναι μεγάλη πρώτα θα κατεργασθεί η οπή και έπειτα η ποκέτα.

Σημείωση : Γενικά θα προσπαθούμε πρώτα να γίνεται η κατεργασία της οπής και έπειτα της ποκέτας διότι η κατεργασία της οπής θα δημιουργήσει γρέζι το οποίο με την κατεργασία της ποκέτας έπειτα, αυτό μπορεί να απομακρυνθεί. Αν γίνει πρώτα η ποκέτα και έπειτα η οπή τότε με κάποιο τρόπο θα πρέπει να απομακρυνθεί το γρέζι

3.2.3. ΠΟΡΕΙΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΕ ΔΥΟ ΠΑΡΑΛΛΗΛΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ

Η παράγραφός αυτή αναφέρεται σε δύο συστήματα συντεταγμένων τα οποία είναι παράλληλα μεταξύ τους και θεωρούμε ότι το τεμάχιο μπορεί και θα στηριχθεί είτε κατά το ΣΣ 5 είτε κατά το ΣΣ 6 και όχι σε άλλα ΣΣ.

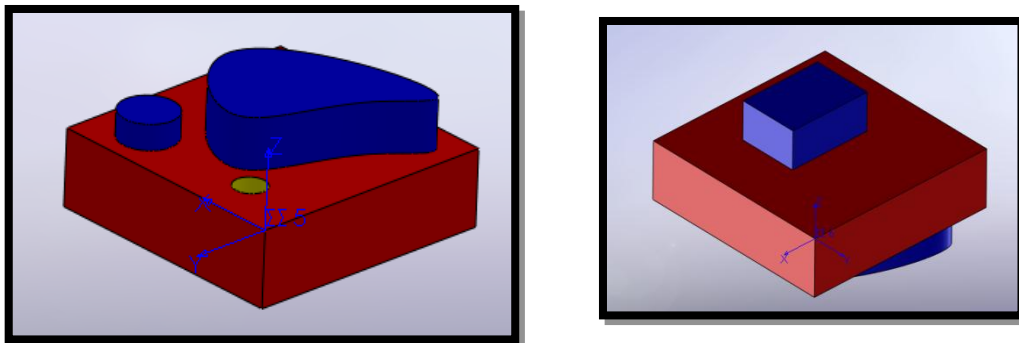
3.2.3.1 Προεξοχή στο ένα ΣΣ και ποκέτα ή οπή στο άλλο ΣΣ



Σχήμα 3.21: α) Προεξοχές κατά ΣΣ5 β) Οπή και ποκέτα κατά το ΣΣ6

Στο σχήμα 3.21 φαίνονται : προεξοχές και διαμπερής οπή κατά το ΣΣ5 και διαμπερής οπή, τυφλή ποκέτα στο ΣΣ6. Προτιμάται η κατεργασία να αρχίσει από το ΣΣ6 και να καταλήξει στο ΣΣ5

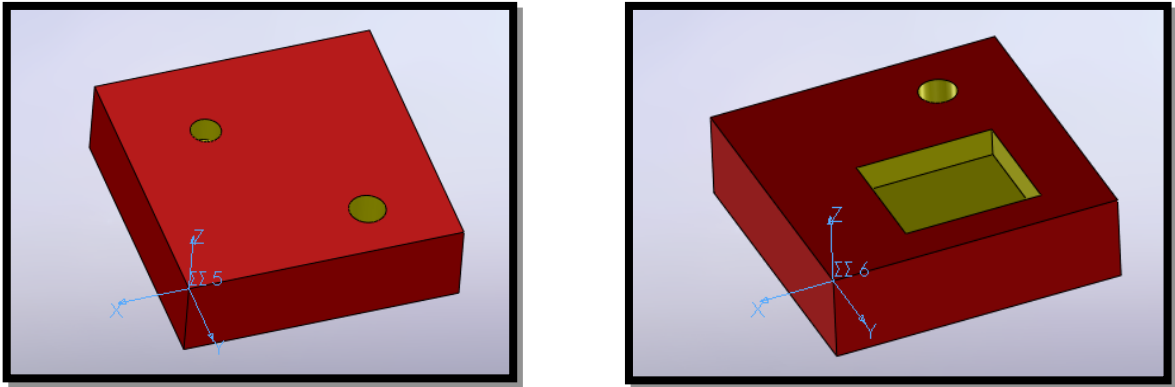
3.2.3.2. Προεξοχές και στα δύο ΣΣ



Σχήμα 3.22: α) Προεξοχές κατά ΣΣ5 β) Προεξοχή κατά το ΣΣ6

Στο σχήμα 3.22 φαίνονται οι προεξοχές και στα δύο ΣΣ. Η μορφή των προεξοχών αλλά και τα ύψη τους θα καθορίσουν την πορεία κατεργασίας. Συγκεκριμένα πρώτα θα γίνει η κατεργασία κατά το ΣΣ6 και έπειτα κατά το ΣΣ5.

3.2.3.3. Οπές, ποκέτες και στα δύο ΣΣ



Σχήμα 3.23: α) Οπές κατά ΣΣ5 β) Οπές κατά το ΣΣ6

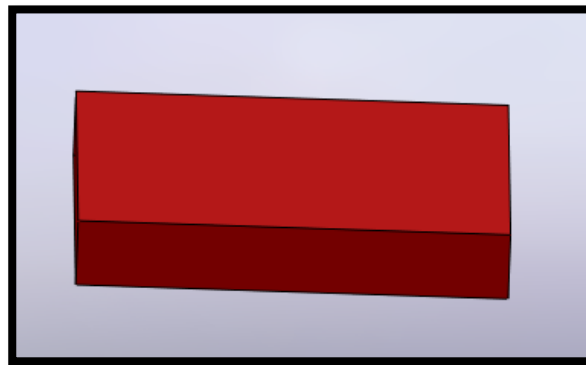
Όταν και στα δύο Συστήματα Συντεταγμένων υπάρχουν μόνο οπές και ποκέτες τότε δεν μας ενδιαφέρει η σειρά με την οποία θα κατεργασθούν. Αυτό που έχει ιδιαίτερη σημασία είναι αν υπάρχει διαμπερής οπή ή ποκέτα αυτή μπορεί να κατεργασθεί και στα δύο ΣΣ.

3.2.4. ΠΟΡΕΙΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΕ ΟΛΑ ΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ

Στην παράγραφο αυτή γίνεται μια προσπάθεια για την κωδικοποίηση του μεγαλύτερου ποσοστού των τεμαχίων που μπορεί να κατεργασθούν στην μέγγενη ώστε να αναπτυχθούν οι βασικές παράμετροι που μας οδηγούν στην κατάρτιση του φασεολογίου

3.2.4.1. Α ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ : ΑΠΟΥΣΙΑ ΠΡΟΕΞΟΧΩΝ ΣΕ ΟΛΑ ΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ

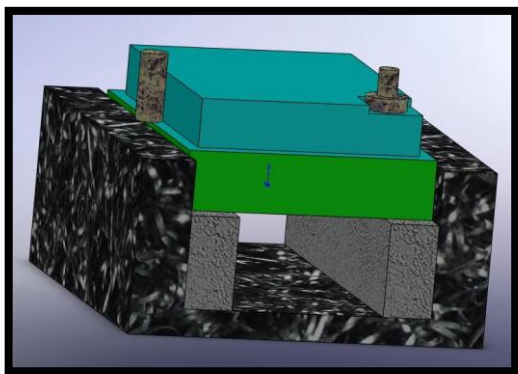
Στην κατηγορία αυτή το προς κατεργασία τεμάχιο θα έχει την παρακάτω μορφή :



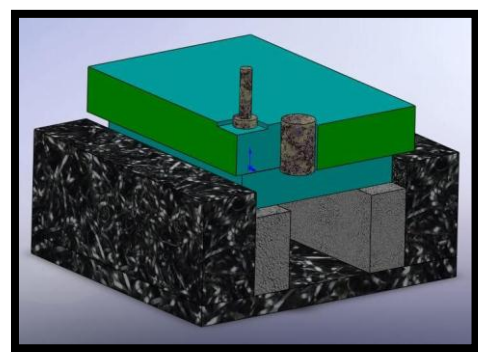
Σχήμα 3.24: Μορφή τεμαχίων κατηγορίας Α

Το προς κατεργασία τεμάχιο μπορεί να κατεργασθεί με περιφερειακό profile ακόμα και σε όλα τα ΣΣ. Αυτό που θα καθορίσει την πορεία κατεργασίας είναι οι διαστάσεις του τεμαχίου.

Α) Ύψος τεμαχίου αρκετά μεγάλο (θεωρούμε μεγάλο το ύψος αν έστω το μισό μπορεί να συγκρατηθεί στην μέγγενη χωρίς να δημιουργήσει προβλήματα στην κατεργασία του τεμαχίου). Σε αυτή την περίπτωση η κατεργασία του τεμαχίου θα γίνει κατά το ΣΣ 5 και έπειτα κατά το ΣΣ 6 ή αντίστροφα.

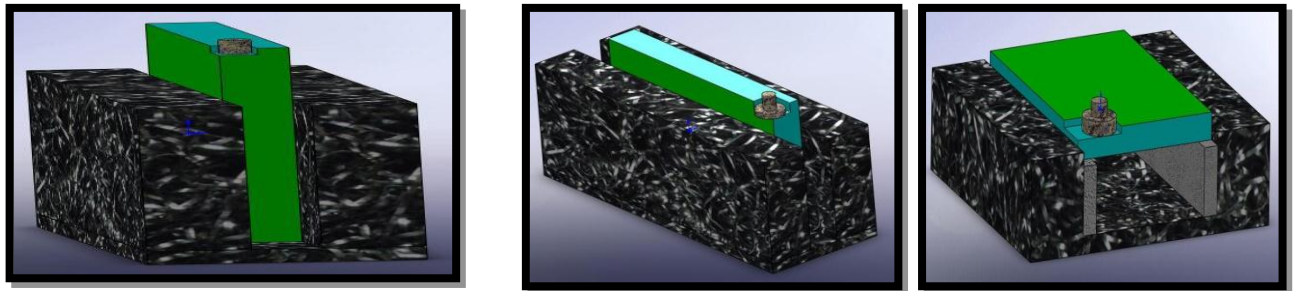


Σχήμα 3.25: Πορεία κατεργασίας μορφής Α με ύψος αρκετά μεγάλο
Φάση α : profile –face στο ΣΣ-5



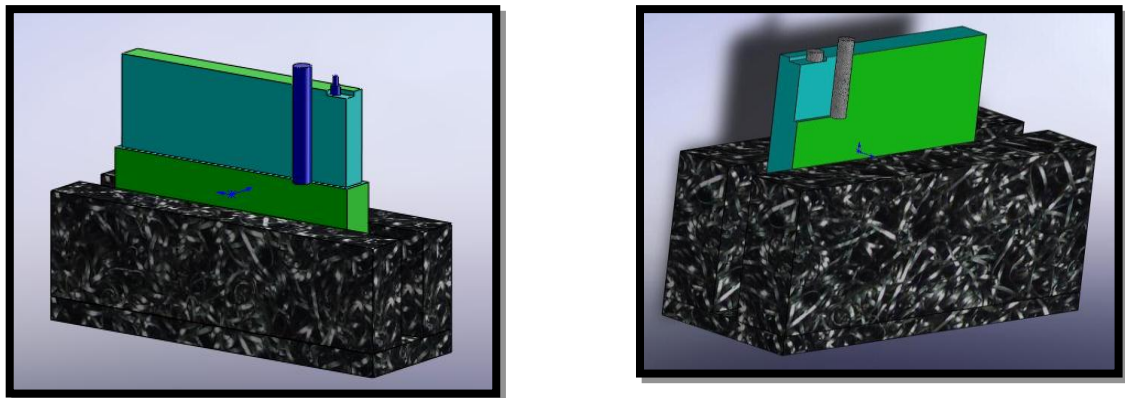
Φάση β : profile –face στο ΣΣ-6

Β) Ύψος τεμαχίου αρκετά μικρό (θεωρούμε μικρό το ύψος αν έστω το μισό δεν μπορεί να πιαστεί στην μέγγενη για να γίνει η παραπάνω κατεργασία). Σε αυτήν την περίπτωση η κατεργασία του τεμαχίου θα γίνει κατά τα ΣΣ1 2 3 4 και έπειτα κατά τα ΣΣ5 και 6



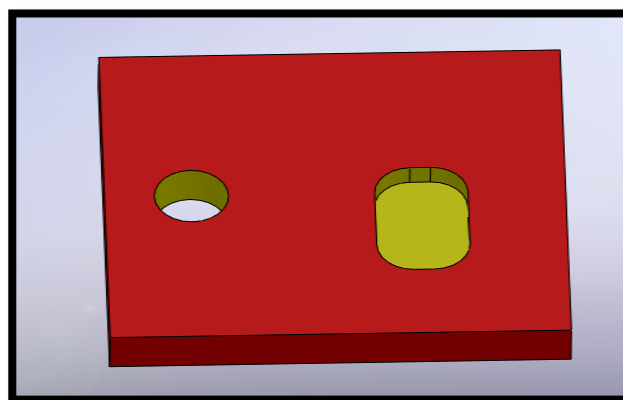
Σχήμα 3.26: Πορεία κατεργασίας μορφής Α με ύψος αρκετά μικρό
 Φάση α : face milling Στα ΣΣ 1 ΚΑΙ ΣΣ 3
 Φάση β : face milling Στα ΣΣ 2 ΚΑΙ ΣΣ 4
 Φάση γ : face milling Στα ΣΣ 5 ΚΑΙ ΣΣ 6

Γ) Μήκος ή πλάτος τεμαχίου ικανοποιητικό για δέσιμο στην μέγγενη σε αντικατάσταση του face milling στα ΣΣ 5 και ΣΣ6



Σχήμα 3.26: Πορεία κατεργασίας μορφής Α με μήκος ή πλάτος αρκετά μεγάλο
 Φάση α: face ,profile milling στα ΣΣ 2και 4 Φάση β: face, profile milling στα ΣΣ 1και 3

3.2.4.1.1: (Οπές – ποκέτες τυφλές ή διαμπερείς στα ΣΣ 5 και ΣΣ 6)



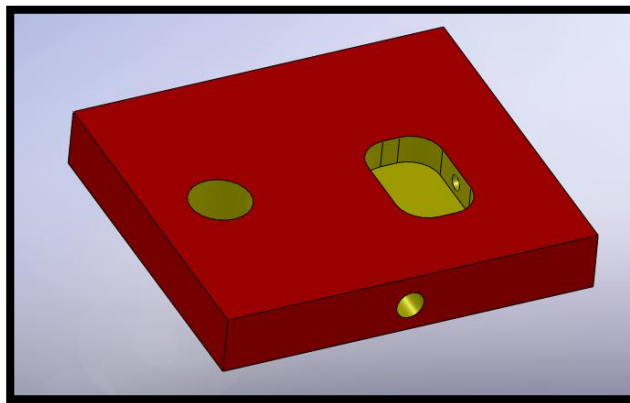
Σχήμα 3.27: Οπές-ποκέτες στα ΣΣ 5 και ΣΣ 6

Στο σχήμα 3.27 υπάρχει μια τυφλή ποκέτα στο ΣΣ 5 καθώς και μια διαμπερής οπή η οποία μπορεί να θεωρηθεί ότι βρίσκεται είτε στο ΣΣ 5 είτε στο ΣΣ 6.

Η κατεργασία της τυφλής ποκέτας θα γίνει μόνο κατά το ΣΣ 5 (Δεν μπορεί να γίνει σε άλλο ΣΣ) και θα γίνει όταν το τεμάχιο θα σεταρισθεί κατά το ΣΣ 5 όπως έχει περιγραφεί παραπάνω (κατηγορία Α)

Η κατεργασία της διαμπερούς οπής μας δίνει την δυνατότητα να γίνει είτε κατά το ΣΣ 5 είτε κατά το ΣΣ 6 όταν το τεμάχιο σεταρισθεί σε αυτά κατά τις φάσεις κατεργασίας που περιγράφηκαν στην κατηγορία Α

3.2.4.1.2 : Οπές – ποκέτες τυφλές ή διαμπερείς σε όλα τα ΣΣ



Σχήμα 3.28: Οπές στα ΣΣ1 2 3 4 5 6 και τυφλή ποκέτα στο ΣΣ 5

Στο σχήμα 3.28 υπάρχει μια τυφλή ποκέτα στο ΣΣ 5, μια διαμπερής οπή η οποία μπορεί να θεωρηθεί ότι βρίσκεται είτε στο ΣΣ 5 είτε στο ΣΣ 6 καθώς και οπές στα ΣΣ 1 2 3 4 είτε τυφλές είτε διαμπερείς

Η κατεργασία της τυφλής ποκέτας θα γίνει μόνο κατά το ΣΣ 5 (Δεν μπορεί να γίνει σε άλλο ΣΣ) και θα γίνει όταν το τεμάχιο θα συγκρατηθεί κατά το ΣΣ 5 όπως έχει περιγραφεί παραπάνω (κατηγορία Α)

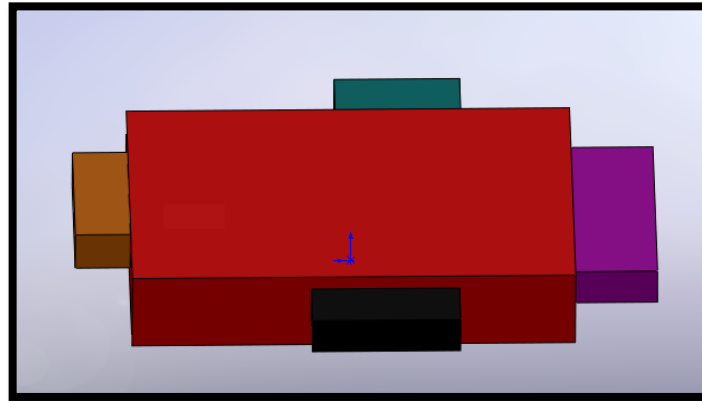
Η κατεργασία της διαμπερούς οπής μας δίνει την δυνατότητα να γίνει είτε κατά το ΣΣ 5 είτε κατά το ΣΣ 6 όταν το τεμάχιο συγκρατηθεί σε αυτά κατά τις φάσεις κατεργασίας που περιγράφηκαν στην κατηγορία Α

Οι οπές στα ΣΣ 1 2 3 4 θα γίνουν κατά τη συγκράτηση του τεμαχίου σε αυτά τα ΣΣ όπως περιγράφηκαν στις περιπτώσεις της κατηγορίας Α

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Α

- ✓ Οι διαστάσεις του τεμαχίου μας οδηγούν στην πιο κατάλληλη επιλογή Συστήματος συντεταγμένων για την κατεργασία του περιφερειακού προφίλ του τεμαχίου
- ✓ Οπές και ποκέτες συμπαρασύρονται από την επιλογή του περιφερειακού προφίλ στα αντίστοιχα συστήματα συντεταγμένων
- ✓ Διαμπερείς οπές ή ποκέτες μπορούν να κατεργασθούν σε δύο Συστήματα Συντεταγμένων
- ✓ Οι τυφλές οπές –ποκέτες μπορούν να κατεργασθούν μόνο σε ένα Σύστημα Συντεταγμένων

3.2.4.2. Β ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ: ΠΡΟΕΞΟΧΕΣ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ 1, 2, 3, 4



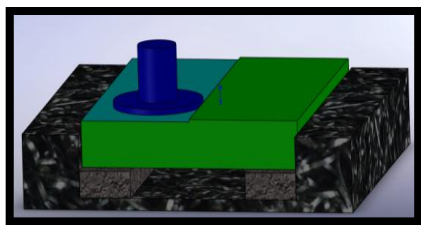
Σχήμα 3.29: Μορφή τεμαχίων κατηγορίας Β

Το προς κατεργασία τεμάχιο αυτό έχει σαν βάση το τεμάχιο της προηγούμενης κατηγορίας στο οποίο υπάρχουν και προεξοχές κατά τα ΣΣ1 2 3 4

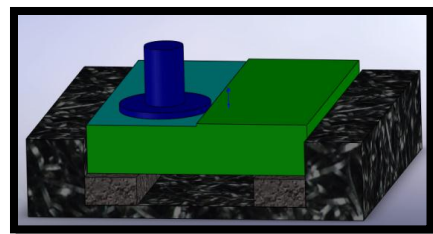
Στην κατηγορία αυτή το ύψος του τεμαχίου δεν μπορεί να καθορίσει την πορεία κατεργασίας όπως την προηγούμενη περίπτωση. Εδώ κυρίαρχο ρόλο έχουν οι προεξοχές.

Το ύψος δεν μπορεί να παίξει ρόλο γιατί κατά τα ΣΣ 5 και ΣΣ 6 η κατεργασία που πρέπει να γίνει θα είναι μόνο το face milling και όχι το περιφερειακό profile ώστε να μας ενδιαφέρει και το ύψος.

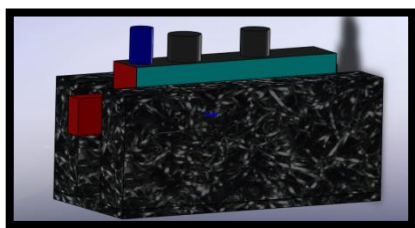
Οι προεξοχές μας οδηγούν στο να κατεργασθούμε το τεμάχιο κατά το ΣΣ 5 και 6 και έπειτα κατά τα ΣΣ 1 2 3 4



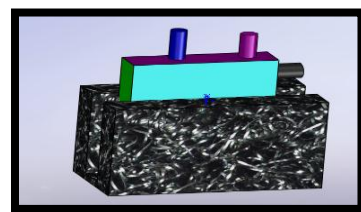
Φάση α : Face milling στο ΣΣ 5



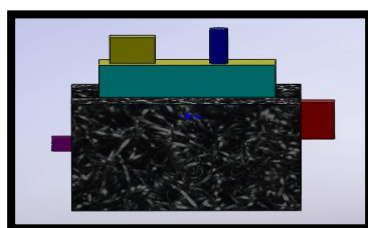
Φάση β : Face milling στο ΣΣ 6



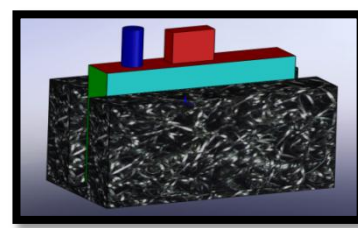
Φάση γ : κατεργασίες στο ΣΣ 1



Φάση δ : κατεργασίες στο ΣΣ 2



Φάση ε : κατεργασίες στο ΣΣ 3

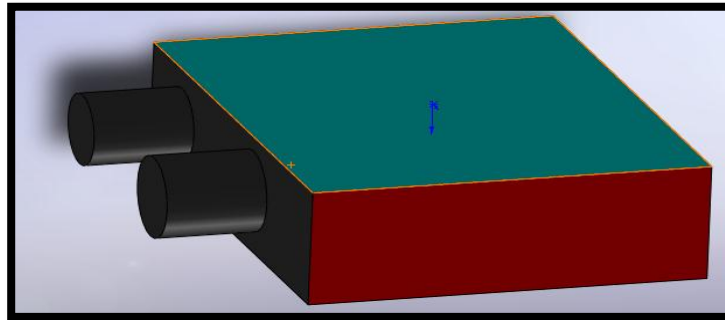


Φάση ζ : κατεργασίες στο ΣΣ 4

Σχήμα 3.30: Γενική πορεία κατεργασίας τεμαχίων κατηγορίας Β

Έχουμε καταλήξει ότι η πορεία κατεργασίας θα είναι : ΣΣ5 και 6 και έπειτα ΣΣ1 2 3 4. Ποια θα είναι όμως η προτεραιότητα των ΣΣ1 2 3 4 ;

3.2.4.2.1 Προεξοχή μόνο στο ΣΣ 1



Σχήμα 3.31: Προεξοχή κατά το ΣΣ 1

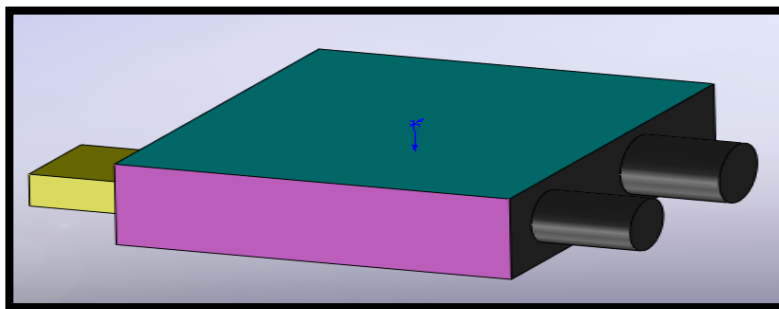
Σύμφωνα με το σχήμα 3.31 η πορεία κατεργασίας θα είναι η εξής :

Φάση α : Κατεργασία στα ΣΣ5 και ΣΣ6

Φάση β : Κατεργασία στα ΣΣ2 και ΣΣ4 (Δεν υπάρχουν προεξοχές)

Φάση γ : Κατεργασία στο ΣΣ3 (Δεν υπάρχει προεξοχή) και μετά στο ΣΣ1

3.2.4.2.2 Προεξοχή μόνο σε δύο αντικριστά ΣΣ : στο ΣΣ1 και στο ΣΣ3



Σχήμα 3.32: Προεξοχές στα ΣΣ 1 και 3

Σύμφωνα με το σχήμα 3.32 η πορεία κατεργασίας θα είναι η εξής :

Φάση α: Κατεργασία στα ΣΣ 5 και ΣΣ 6

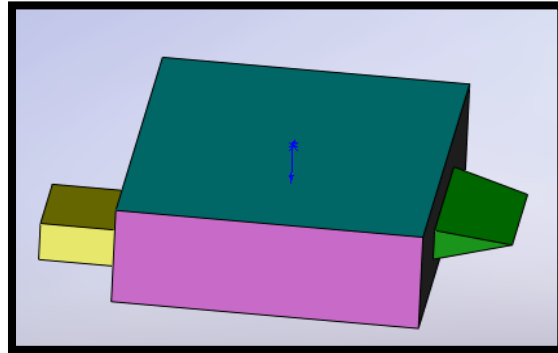
Φάση β : Κατεργασία στα ΣΣ 2 και ΣΣ 4 (Δεν υπάρχουν προεξοχές)

Φάση γ : Κατεργασία είτε στο ΣΣ 3 και μετά στο ΣΣ1 είτε αντίθετα.

Γνωρίζοντας ότι το δέσιμο του τεμαχίου στην μέγγενη θα περιέχει και την προεξοχή προτιμούμε να σετάρουμε το τεμάχιο έτσι ώστε η προεξοχή με το μικρότερο ύψος να γίνει πρώτα και ύστερα να γίνει η προεξοχή με το μεγαλύτερο ύψος ώστε το τεμάχιο να μην υπερβαίνει κατά πολύ τις δαγκάνες της μέγγενης.

Ένας άλλος παράγοντας για την επιλογή του Συστήματος συντεταγμένων είναι και η μορφή της προεξοχής

Πολύπλοκες μορφές καλό θα ήταν να κατεργασθούν στο τέλος για να μην δημιουργήσουν πρόβλημα κατά την επαφή τους με την βάση της μέγγενης κατά την συγκράτηση του τεμαχίου

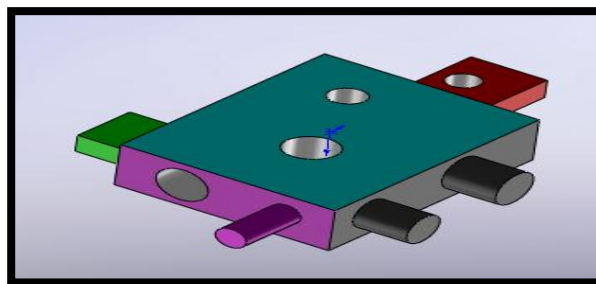


Σχήμα 3.33: Η μορφή της προεξοχής έχει σημασία

Σύμφωνα με το σχήμα 3.33 προτιμούμε να κατεργασθούμε πρώτα την κίτρινη επιφάνεια και μετά την πράσινη γιατί η πράσινη επιφάνεια μπορεί να δυσκολεύσει την επαφή του τεμαχίου με την μέγγενη όταν θα κατεργασθούμε την κίτρινη επιφάνεια

Συμπερασματικά για την πορεία κατεργασίας στα ΣΣ1 2 3 και 4 θα πρέπει να επιλέξουμε με βάση το ύψος των προεξοχών και την μορφή που θα έχουν αυτές ώστε να κατεργασθούμε το τεμάχιο χωρίς προβλήματα

3.2.4.2.3 Οπές – ποκέτες σε όλα τα ΣΣ



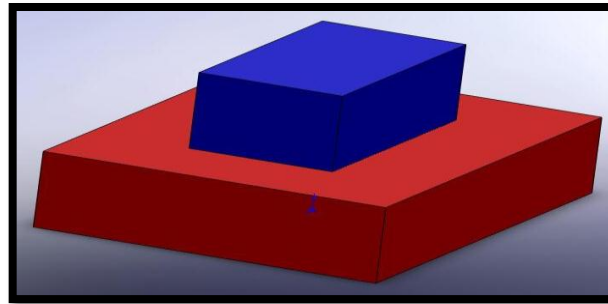
Σχήμα 3.34: Οπές σε όλα τα ΣΣ

Οι οπές και οι ποκέτες θα γίνουν στα Συστήματα συντεταγμένων που μπορούν να κατεργασθούν. Στο σχήμα 3.34 οι οπές βρίσκονται στο ΣΣ 5 και στο ΣΣ 2. Η κατεργασία αυτών θα γίνει σύμφωνα με την πορεία κατεργασίας των ΣΣ που περιγράφηκε προηγουμένως για την κατηγορία Β. (Αν και η κατεργασία της κόκκινης επιφάνειας θα γίνει στο ΣΣ 4 η κατεργασία της οπής που βρίσκεται στην κόκκινη επιφάνεια θα γίνει στο ΣΣ 5 ή στο ΣΣ 6 (πρόκειται για διαμπερή οπή)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Β

- ✓ Οι μορφές των προεξοχών κατά τα ΣΣ 1 2 3 4 θα καθορίσουν και την πορεία κατεργασίας στα συστήματα αυτά
- ✓ Οι διαστάσεις της βάσης δεν αποτελούν κριτήριο για την πορεία της κατεργασίας

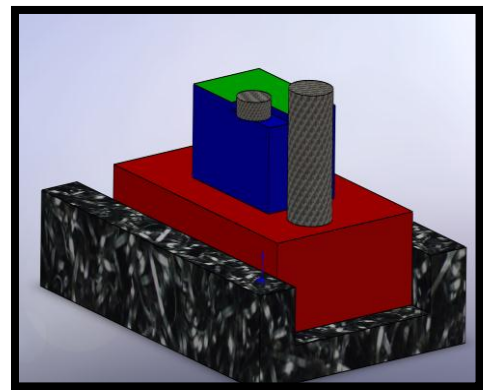
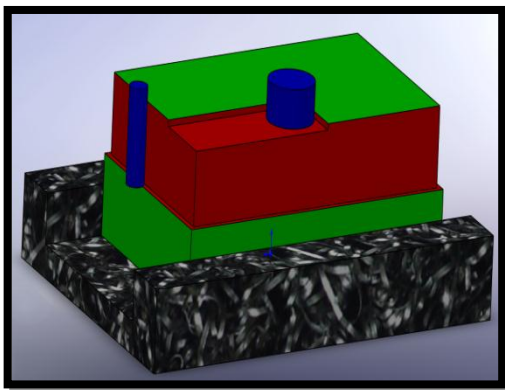
3.2.4.3.ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Γ :ΠΡΟΕΞΟΧΗ ΚΑΤΑ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ 5 (ΣΣ5)



Σχήμα 3.35: Μορφή τεμαχίων κατηγορίας Γ

Στην κατηγορία αυτή το τεμάχιο αποτελείται από δύο μέρη (κόκκινη περιοχή και μπλε περιοχή). Υπάρχει η βάση (κόκκινη περιοχή) στο πάνω μέρος της οποίας υπάρχει μια προεξοχή (μπλε περιοχή). Παρατηρείται δηλαδή προεξοχή κατά το ΣΣ5.

Σημαντικός παράγοντας που θα μας οδηγήσει στον τρόπο κατεργασίας του τεμαχίου αυτού είναι τα ύψη των δύο περιοχών. Αν τα ύψη είναι ικανοποιητικά για το δέσιμο του τεμαχίου στην μέγγενη η πορεία κατεργασίας θα είναι η κάτωθι :



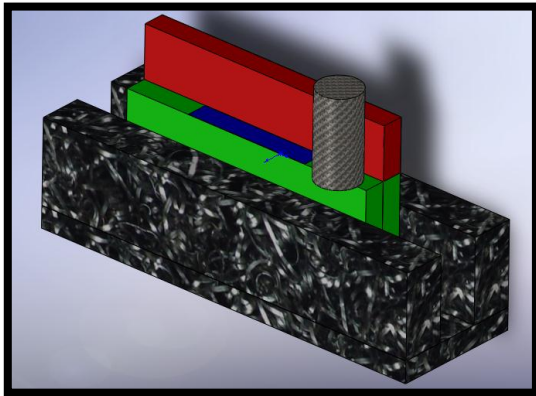
Φάση α) : face milling and profile κατά το ΣΣ 6 Φάση β) : face milling and profile κατά το ΣΣ 5

Σχήμα 3.36: Γενική πορεία κατεργασίας τεμαχίων κατηγορίας Γ

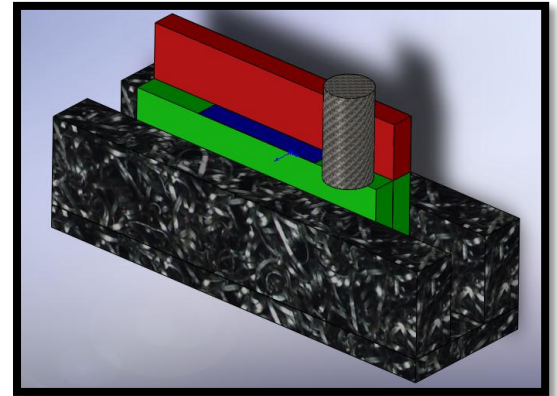
Από το σχήμα 3.36 γίνεται αντιληπτό ότι πρώτα θα γίνει η κατεργασία της βάσης και στη συνέχεια η κατεργασία της προεξοχής. (Η συγκράτηση της βάσης είναι πιο εύκολη από την συγκράτηση της προεξοχής).

3.2.4.3.1 Ύψη περιοχών μικρά

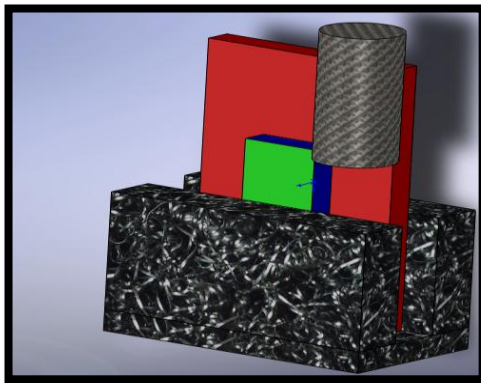
Η πορεία κατεργασίας στην περίπτωση αυτή θα είναι η κάτωθι :



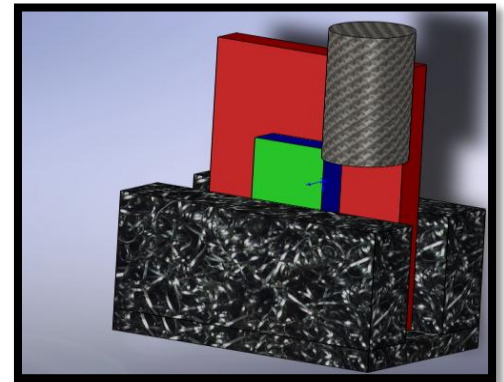
Φάση α) profile – face στο ΣΣ 1



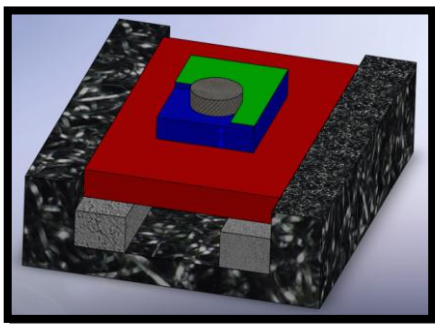
Φάση β) profile – face στο ΣΣ 3



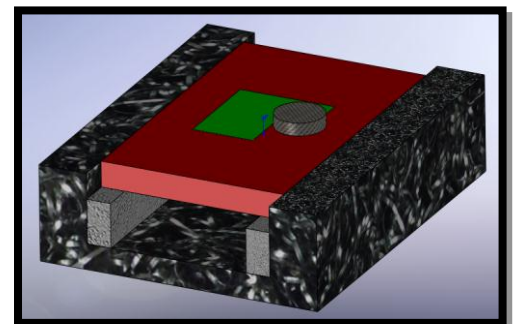
Φάση γ) profile – face στο ΣΣ 2



Φάση δ) profile – face στο ΣΣ 4



Φάση ε) face milling στο ΣΣ 5

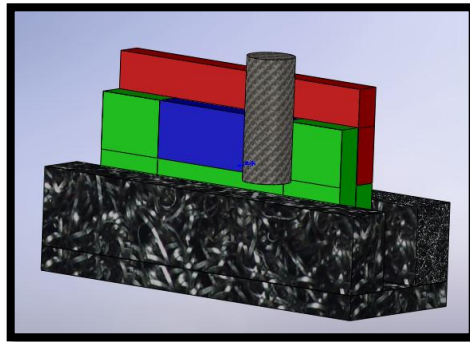


Φάση στ) face milling στο ΣΣ 6

Σχήμα 3.37: πορεία κατεργασίας τεμαχίων κατηγορίας Γ με ύψη περιοχών μικρά

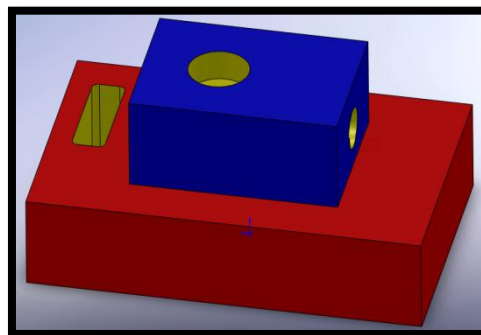
Όπως φαίνεται στο σχήμα 3.37 η πορεία κατεργασίας θα ξεκινήσει από τα ΣΣ 1 2 3 4 και θα καταλήξει στα ΣΣ5 και ΣΣ6 (σε αυτά θα γίνει μόνο η κατεργασία του face milling).

Θα μπορούσαμε επίσης αν αυτό ήταν εφικτό στις φάσεις κατεργασίας κατά τα ΣΣ 1 2 3 4 και στην κατεργασία του profile milling να δώσουμε περισσότερο βάθος στο εργαλείο ώστε να μην χρειαστεί να γίνουν και τα σεταρίσματα κατά το ΣΣ 5 και ΣΣ 6. Με τον τρόπο αυτό θα γλιτώνναμε δύο δεσίματα του τεμαχίου δηλαδή :



Σχήμα 3.38: profile milling στο ΣΣ 1 (και στα ΣΣ234) με περισσότερο βάθος στο εργαλείο

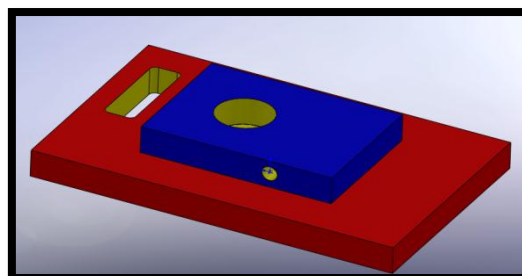
3.2.4.3.2 Ύψη αρκετά για συγκράτηση στην μέγγενη και οπές-ποκέτες σε όλα τα ΣΣ)



Σχήμα 3.39: Οπές και ποκέτες σε όλα τα ΣΣ

Όταν τα ύψη είναι αρκετά για συγκράτηση στην μέγγενη θα γίνουν πρώτα οι κατεργασίες που απαιτούνται στα ΣΣ5 και ΣΣ6 και μετά θα γίνουν οι οπές και οι ποκέτες σε αυτά. Στη συνέχεια θα γίνουν οι οπές και οι ποκέτες στα ΣΣ 1 2 3 4

3.2.4.3.3 Ύψη όχι αρκετά για συγκράτηση στην μέγγενη και οπές-ποκέτες σε όλα τα ΣΣ)



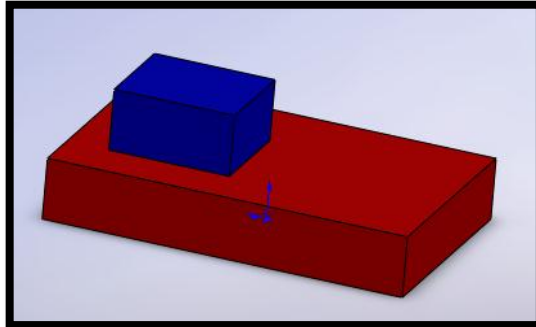
Σχήμα 3.40: Οπές και ποκέτες σε όλα τα ΣΣ και ύψη μικρά

Όταν τα ύψη δεν είναι αρκετά για συγκράτηση στην μέγγενη θα γίνουν οι κατεργασίες στα ΣΣ 1 2 3 4 καθώς και οι οπές στα ΣΣ αυτά και έπειτα τα ΣΣ 5 και ΣΣ 6 με τις οπές που ανήκουν σε αυτά.

Παρατηρούμε ότι οι οπές και οι ποκέτες αναγκαστικά ακολουθούν τα $\Sigma\Sigma$ με τα οποία έχει καθορισθεί η πορεία κατεργασίας.

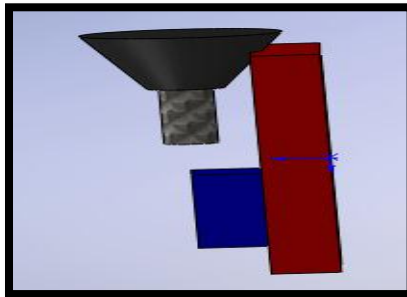
Θυμίζουμε και πάλι ότι αν οι οπές ή οι ποκέτες είναι διαμπερείς έχουμε δύο $\Sigma\Sigma$ για να τις κατεργασθούμε.

3.2.4.3.4 Τα Ύψη δεν είναι αρκετά για συγκράτηση στην μέγγενη και η προεξοχή δεν κείται συμμετρικά της βάσης



Σχήμα 3.41: Προεξοχή μη συμμετρικά της βάσης

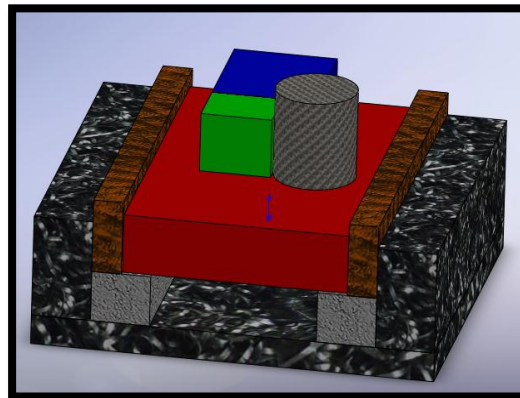
Στο σχήμα 3.41 η μπλε περιοχή δεν βρίσκεται συμμετρικά της κόκκινης περιοχής και αυτό μπορεί να αλλάξει την πορεία κατεργασίας του τεμαχίου. Σετάροντας το τεμάχιο κατά το $\Sigma\Sigma 2$ παρατηρούμε ότι η κατεργασία του profile milling ή face milling μπορεί να γίνει εύκολα, ενώ σετάροντας κατά το $\Sigma\Sigma 4$ παρατηρούμε ότι η κατεργασία δύσκολα θα γίνει μέχρι την μπλε περιοχή διότι υπάρχει περίπτωση το εργαλείο να μην μπορεί να φθάσει μέχρι την μπλε περιοχή λόγω του εργαλειοφορείου.



Σχήμα 3.42: Σύγκρουση εργαλειοφορείου στο τεμάχιο κατά το $\Sigma\Sigma 4$

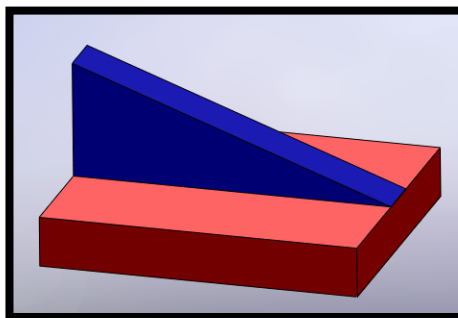
Σε αυτήν την περίπτωση η κατεργασία θα γίνει όπως έχει αναφερθεί παραπάνω μόνο που το profile milling δεν θα φθάσει στην μπλε περιοχή.

Η υπόλοιπη επιφάνεια μέχρι την μπλε περιοχή θα πρέπει να κατεργασθεί με το σετάρισμα κατά το ΣΣ5 με χρήση πλακιδίων όπως φαίνεται στο σχήμα 3.43



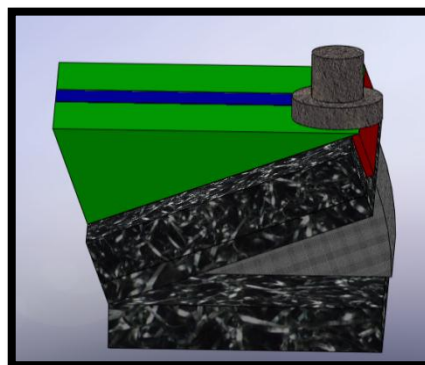
Σχήμα 3.43: Σετάρισμα κατά το ΣΣ 5
(Τα πλακίδια με το κόκκινο χρώμα βοηθούν στην συγκράτηση της κόκκινης επιφάνειας αφού το ύψος της δεν είναι αρκετό για συγκράτηση στην μέγγενη)

3.2.4.3.5 ΠΡΟΕΞΟΧΗ ΥΠΟ ΚΛΙΣΗ ΚΑΘ'ΟΛΟ ΤΟ ΜΗΚΟΣ



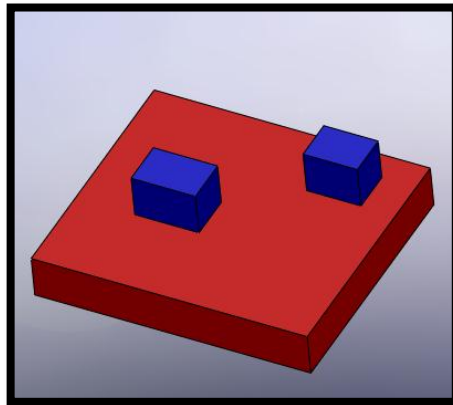
Σχήμα 3.44: Προεξοχή υπό κλίση σε όλο το μήκος

Στο σχήμα 3.44 η προεξοχή βρίσκεται υπό κλίση. Στην περίπτωση αυτή η κατεργασία της επιφάνειας της προεξοχής που σχηματίζει γωνία με την βάση του τεμαχίου μπορεί να κατεργασθεί απλά με face milling με την χρήση ρυθμιζόμενης μέγγενης ακριβώς μετά από την κατεργασία με περιφερειακό profile της κόκκινης περιοχής κατά το ΣΣ 6

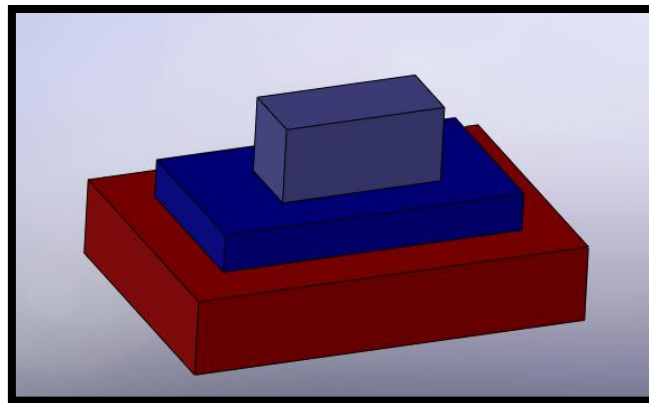


Σχήμα 3.45: Χρήση ρυθμιζόμενης μέγγενης για την κατεργασία της προεξοχής υπό κλίση

Στη συνέχεια η μπλε περιοχή που απομένει για την κατεργασία μπορεί να κατεργασθεί όπως αντιμετωπίζεται μια προεξοχή κατά τα γραφόμενα αυτής της παραγράφου.

3.2.4.3.6 ΔΥΟ Ή ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΕΣ ΠΡΟΕΞΟΧΕΣ**Σχήμα 3.46: Δύο προεξοχές κατά το ΣΣ 5**

Όπως αντιμετωπίζεται το τεμάχιο με μία προεξοχή έτσι θα αντιμετωπιστεί και με δύο ή παραπάνω προεξοχές κατά τις προηγούμενες περιπτώσεις. (ανάλογα τα ύψη των προεξοχών και της βάσης)

3.2.4.3.6 ΠΡΟΕΞΟΧΗ ΚΑΤΑ ΤΟ ΣΣ 5 ΣΤΗΝ ΠΡΟΕΞΟΧΗ ΚΑΤΑ ΤΟ ΣΣ 5**Σχήμα 3.47: Βάση και προεξοχή στην προεξοχή κατά το ΣΣ 5**

Η προεξοχή που κείται πάνω στην μπλε προεξοχή μπορεί να αντιμετωπιστεί «πακέτο» με την μπλε προεξοχή

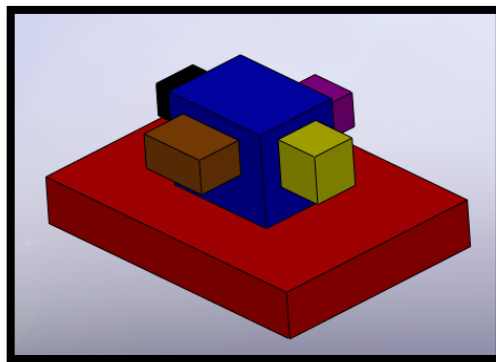
Έτσι αν τα ύψη της κόκκινης περιοχής και της μπλε + γαλάζιας περιοχής είναι ικανά για συγκράτηση στην μέγγενη βρισκόμαστε στην περιγραφή της κατηγορίας Γ, ενώ αν τα ύψη δεν είναι ικανά για συγκράτηση στην μέγγενη βρισκόμαστε στην περίπτωση της παραλλαγής 3.2.4.3.1.

Οι οπές και οι ποκέτες σε αυτήν την περίπτωση ακολουθούν τις παραλλαγές της κατηγορίας Γ

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Γ

- ✓ Μεγάλη σημασία για την πορεία κατεργασίας σε αυτήν την κατηγορία έχουν τα ύψη των προεξοχών
- ✓ Αν η προεξοχή δεν μπορεί να κατεργασθεί με περιφερειακό προφίλ τότε τα ΣΣ 5 και ΣΣ 6 αντικαθιστώνται από τα ΣΣ 1 2 3 4
- ✓ Οι κατεργασίες στο ΣΣ 6 μπορούν να γίνουν στην αρχή ή στο τέλος της πορείας κατεργασίας

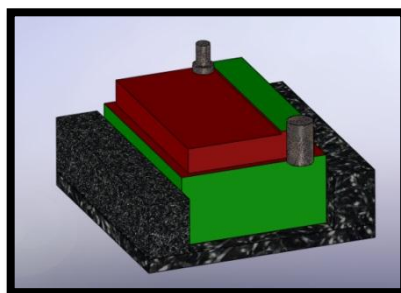
3.2.4.4.ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Δ: ΠΡΟΕΞΟΧΗ ΚΑΤΑ ΤΟ ΣΣ5 ΚΑΙ ΠΡΟΕΞΟΧΕΣ ΠΑΝΩ ΣΤΗΝ ΠΡΟΕΞΟΧΗ ΚΑΤΑ ΤΑ ΣΣ1234



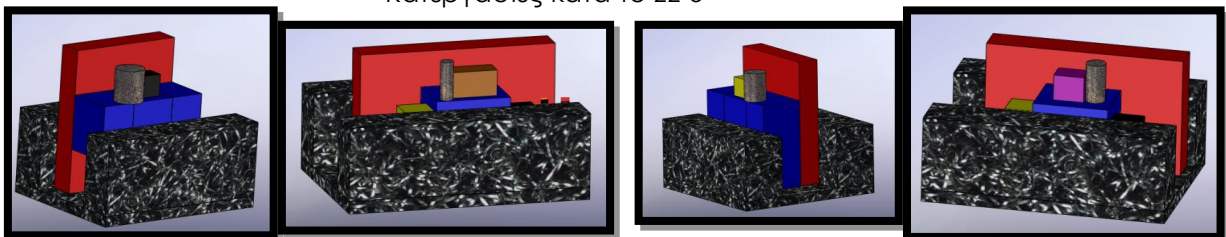
Σχήμα 3.48: Μορφή τεμαχίων κατηγορίας Δ

Στην κατηγορία αυτή κυρίαρχο ρόλο για την κατάρτιση του φασεολογίου έχουν οι προεξοχές κατά τα ΣΣ1234, που κείτονται πάνω στην προεξοχή κατά το ΣΣ5.

Θα προτιμήσουμε να ξεκινήσουμε με την κατεργασία κατά το ΣΣ 6 έτσι ώστε να κατεργασθούμε την κόκκινη επιφάνεια με περιφερειακό profile. Θα συνεχίσουμε με τις προεξοχές κατά τα ΣΣ1234 και θα τελειώσουμε κατά το ΣΣ 5 αν και εφόσον χρειάζεται να γίνουν και κάποιες κατεργασίες εκεί. Έτσι :



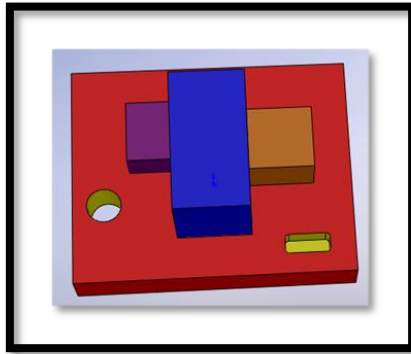
Κατεργασίες κατά το ΣΣ 6



Κατεργασίες κατά τα ΣΣ 1 2 3 4

Σχήμα 3.49: Γενική πορεία κατεργασίας τεμαχίων κατηγορίας Δ

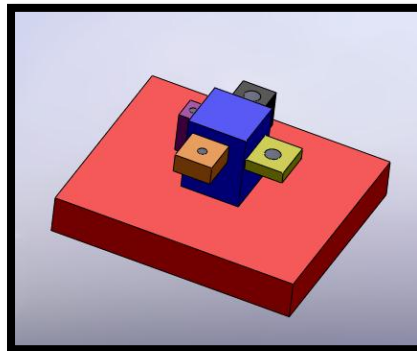
3.2.4.4.1 Οπές ή ποκέτες κατά τα ΣΣ5 ή και ΣΣ6 ΣΤΗΝ ΒΑΣΗ ΤΟΥ ΤΕΜΑΧΙΟΥ



Σχήμα 3.50: Οπές και ποκέτες στην βάση του τεμαχίου

Αν υπάρχουν διαμπερείς οπές ή τυφλές οπές στην βάση του τεμαχίου (κόκκινη περιοχή) και κατά το ΣΣ 6 θα γίνουν στην πρώτη φάση κατεργασίας στο ΣΣ 6 ενώ αν υπάρχουν τυφλές οπές κατά το ΣΣ 5 θα γίνουν στο τέλος της κατεργασίας κατά το ΣΣ 5

3.2.4.4.2 Οπές ή ποκέτες κατά τα ΣΣ5 ή στις προεξοχές κατά τα ΣΣ 1 2 3 4



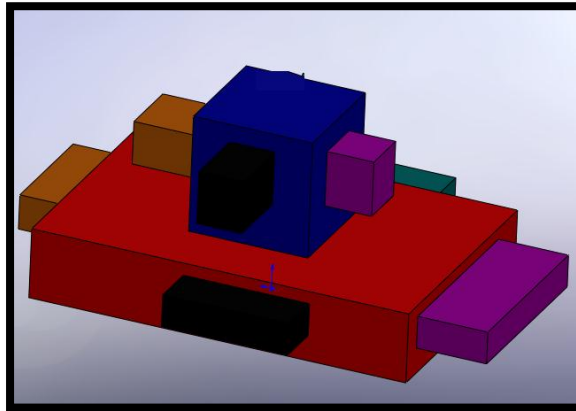
Σχήμα 3.51: Οπές και ποκέτες στην προεξοχή του τεμαχίου

Σε αυτήν την περίπτωση και μετά από την κατεργασία στο ΣΣ 6 θα πρέπει οπωσδήποτε να συγκρατηθεί το τεμάχιο κατά το ΣΣ5 για να γίνουν οι οπές πάνω στις προεξοχές κατά τα ΣΣ 1223 και έπειτα συγκράτηση κατά τα ΣΣ 1 2 3 4. Αν οι οπές γίνονταν στο ΣΣ 5 στο τέλος της πορείας κατεργασίας υπήρχε μεγάλος κίνδυνος ταλαντώσεων του τεμαχίου αφού οι προεξοχές κατά τα ΣΣ 1234 δεν έχουν αρκετό ύψος

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Δ

- ✓ Οι οπές και η θέση αυτών κατά το ΣΣ 5 είναι αυτές που θα καθορίσουν και την πορεία κατεργασίας του τεμαχίου
- ✓ Κατεργασίες στο ΣΣ 6 προτιμότερο να γίνονται στην αρχή της πορείας κατεργασίας
- ✓ Κατεργασίες στο ΣΣ 5 πιθανόν να έχουν αντικατασταθεί από κατεργασίες στα ΣΣ 1 2 3 4

3.2.4.5. ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Ε: ΠΡΟΕΞΟΧΕΣ ΣΤΗ ΒΑΣΗ ΚΑΤΑ ΤΑ ΣΣ 1 2 3 4, ΠΡΟΕΞΟΧΗ ΚΑΤΑ ΤΟ ΣΣ5 ΚΑΙ ΠΡΟΕΞΟΧΕΣ ΠΑΝΩ ΣΤΗΝ ΠΡΟΕΞΟΧΗ ΚΑΤΑ ΤΑ ΣΣ1234



Σχήμα 3.52: Μορφή τεμαχίων κατηγορίας Ε

Στο σχήμα 3.52 έχουμε την βάση (κόκκινη περιοχή) προεξοχές σε αυτήν σε όλα τα ΣΣ πλην του ΣΣ 6 και άλλες προεξοχές κατά την προεξοχή στο ΣΣ 5

Η πορεία κατεργασίας τέτοιων τεμαχίων αποτελεί συνδυασμό όλων των παραπάνω κατεργασιών έτσι :

Α) Αν δεν υπάρχουν οπές –ποκέτες τότε η πορεία κατεργασίας θα είναι ΣΣ6, ΣΣ 1 2 3 4 και τέλος ΣΣ5

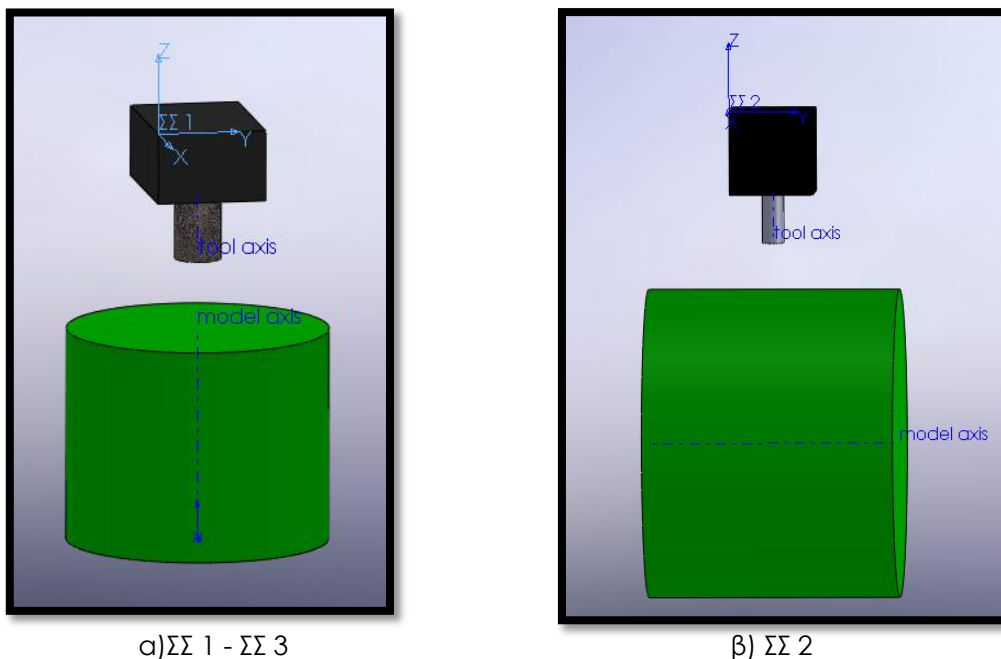
Β) Αν υπάρχουν οπές στα ΣΣ 5 και 6 στην βάση του τεμαχίου μόνο τότε πρώτα θα γίνουν αυτές και έπειτα θα κατεργασθούμε κατά τα ΣΣ 1 2 3 4 (όταν το εργαλείο δεν μπορεί να έχει πρόσβαση στις οπές,εξαιτίας της μορφολογίας το τεμαχίου

Γ) Αν υπάρχουν οπές στο ΣΣ 5 και στις προεξοχές πάνω στην προεξοχή κατά το ΣΣ 5 θα γίνουν πρώτα και αυτές και έπειτα θα κατεργασθούμε κατά τα ΣΣ 1 2 3 4

3.3. ΠΟΡΕΙΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΤΕΜΑΧΙΩΝ

3.3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

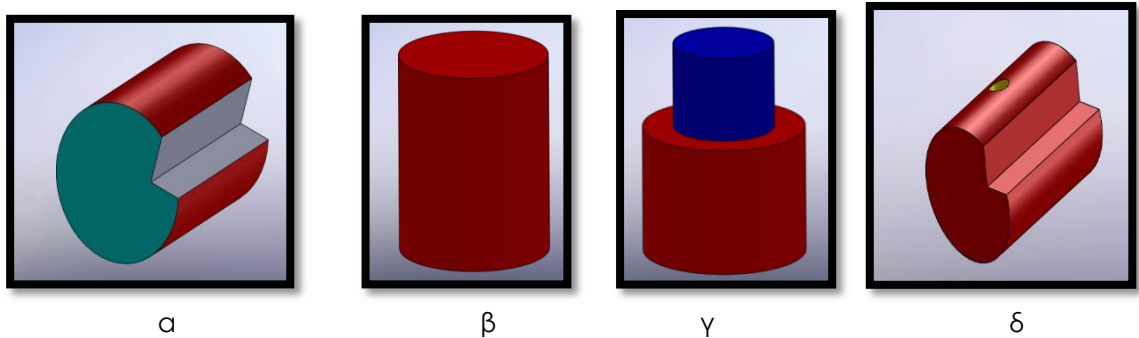
- ✎ Η παράγραφος αυτή αφορά κυλινδρικά τεμάχια τα οποία μπορούν να κατεργασθούν στην μέγγενη με την χρήση v-block
- ✎ Υπάρχουν τρία συστήματα συντεταγμένων : α) ΣΣ1 – ΣΣ3 (αντιδιαμετρικά) στα οποία ο άξονας του εργαλείου της φραιζομηχανής είναι παράλληλος με τον διαμήκη άξονα του τεμαχίου και β) ΣΣ 2 στο οποίο ο άξονας του εργαλείου είναι κάθετος με τον διαμήκη άξονα του τεμαχίου



α) ΣΣ 1 - ΣΣ 3
β) ΣΣ 2
Σχήμα 3.53: Τοπολογία Συστημάτων Συντεταγμένων σε κυλινδρικά τεμάχια

- ✎ Το αρχικό τεμάχιο (stock model) δεν θα είναι τύπου <<box>> (κουτί) αλλά κυλινδρικής μορφής με διαστάσεις, μεγαλύτερες σε όλες τις διευθύνσεις, τις οποίες θα τις καθορίζει ο μηχανικός ανάλογα με την συγκράτηση πάνω στο V-block.

3.3.2. ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ ΦΑΣΕΟΛΟΓΙΟΥ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΤΕΜΑΧΙΩΝ



Σχήμα 3.54: Μορφές κυλινδρικών τεμαχίων

Σε τεμάχια των μορφών του σχήματος 3.54 η χάραξη του φασεολογίου ακολουθεί την παρακάτω διαδικασία:

Φάση α: Γίνονται όλες οι κατεργασίες που μπορούν να γίνουν στα Συστήματα Συντεταγμένων 1 και 3 όπως α) profile milling β) face milling και γ) drilling-pocket milling

Η επιλογή ανάμεσα στα ΣΣ1 και 3 γίνεται πάντα με γνώμονα τη μορφή αλλά και την ευκολία συγκράτησης του τεμαχίου (πχ στο σχήμα 3.54γ πρώτα θα γίνει η κατεργασία της κόκκινης περιοχής στο ΣΣ3 και έπειτα η κατεργασία της μπλέ περιοχής στο ΣΣ1).

Αν το ύψος του τεμαχίου είναι μεγάλο (Σχήμα 3.54β) τότε η κατεργασία του profile milling θα γίνει σε δύο φάσεις: α) κατεργασία του μισού με profile milling στο ΣΣ1 καθώς και η κατεργασία του face milling και β) κατεργασία του άλλου μισού στο ΣΣ3 με profile milling και κατεργασία face milling για την επίτευξη των τελικών διαστάσεων ως προς το ύψος του τεμαχίου.

Φάση β : Γίνονται όλες οι κατεργασίες που μπορούν να γίνουν στο Συστημα Συντεταγμένων 2

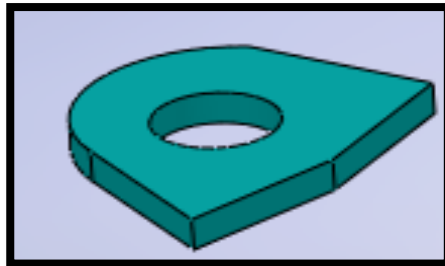
3.4. ΠΟΡΕΙΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΕΠΤΩΝ ΤΕΜΑΧΙΩΝ

Τα λεπτά τεμάχια αποτελούν μια ειδική κατηγορία γιατί χρειάζονται ειδική αντιμετώπιση και σε πολλές περιπτώσεις και ειδικές κατασκευές για να γίνει η κατεργασία του στη φραιζομηχανή. Λέγοντας λεπτά τεμάχια εδώ εννοούμε τεμάχια με αρκετά μικρό πάχος με κατεργασίες profile milling, face milling, drilling και rocket milling.

3.4.1. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΛΕΠΤΩΝ ΤΕΜΑΧΙΩΝ

Διακρίνονται οι κάτωθι περιπτώσεις

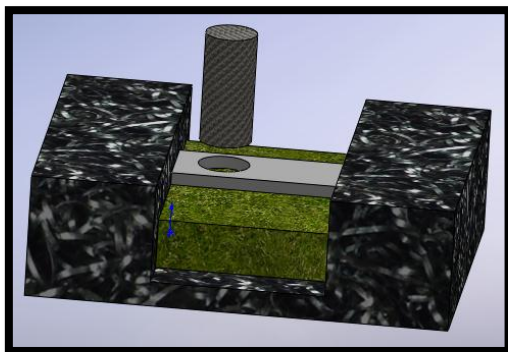
3.4.1.1 ΜΟΡΦΗ Α (Λεπτό τεμάχιο ενιαίου προφίλ και διαμπερους οπής κατά το ΣΣ5)



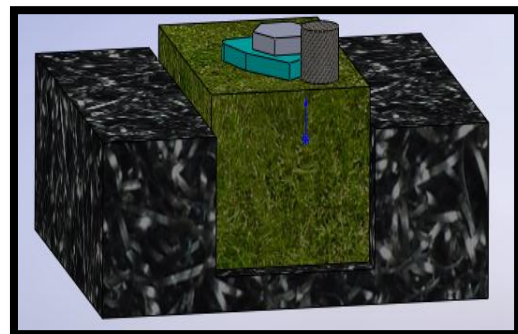
Σχήμα 3.55: Λεπτά τεμάχια με διαμπερή οπή

Στην μορφή αυτή υπάρχει ένα τεμάχιο στο οποίο έχουμε μια διαμπερή οπή κατά το ΣΣ 5 και profile milling κατά το ίδιο ΣΣ. Η πάνω και η κάτω πλευρά του τεμαχίου αυτού είναι δύσκολο να μπορεί να κατεργασθεί στην φραιζα οπότε είτε το stock model θα βρίσκεται στο επιθυμητό πάχος είτε μόλις τελειώσουμε τις κατεργασίες που γίνονται στη φραιζα το τεμάχιο να βρεθεί σε μια άλλη εργαλειομηχανή (πχ boring)

Η κατεργασία του τεμαχίου αυτού θα γίνει σε δύο φάσεις : α) Κατεργασία της οπής και β) Κατεργασία προφίλ με τον τρόπο που εξηγείται κάτωθι :



Φάση α) Κατεργασία οπής

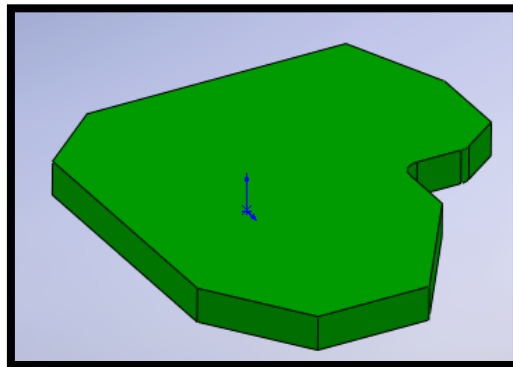


Φάση β) Κατεργασία profile

Σχήμα 3.56: Πορεία κατεργασίας λεπτών τεμαχίων με διαμπερή οπή

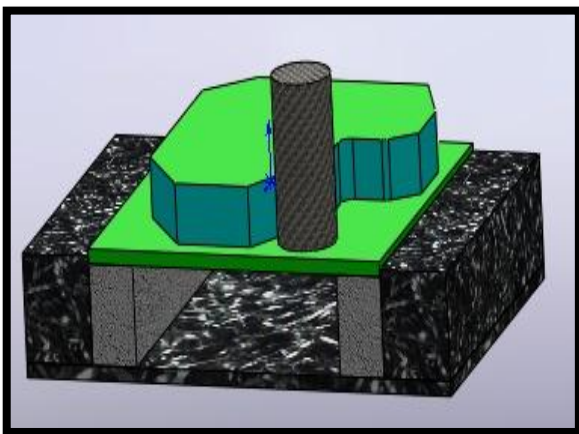
Στις δύο παραπάνω φάσεις κατεργασίας θα μας βοηθήσει η πλάκα συγκράτησης η οποία είναι μια πλάκα η οποία στηρίζει το τεμάχιο και στην οποία δεν μας ενδιαφέρει αν θα γίνει πάνω σε αυτήν μια οποιαδήποτε κατεργασία. Στην φάση α η πλάκα αυτή συγκρατεί το τεμάχιο στην μέγγενη και γίνεται και η οπή στο τεμάχιο. Στην φάση β πάνω στην πλάκα αυτή βιδώνεται το τεμάχιο ώστε να μπορεί να συγκρατηθεί χωρίς την βοήθεια της μέγγενης.

3.4.1.2 ΜΟΡΦΗ Β (Λεπτό τεμάχιο ενιαίου προφίλ χωρίς διαμπερή οπή)

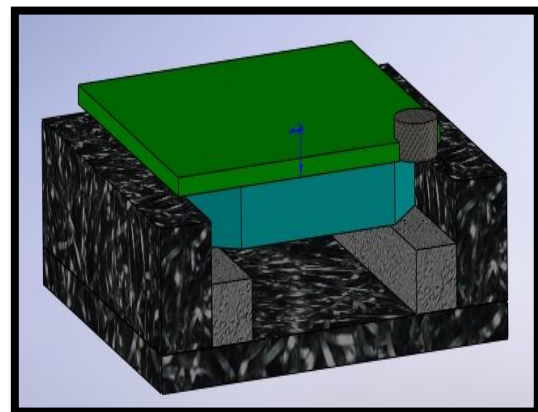


Σχήμα 3.57: Λεπτά τεμάχια χωρίς διαμπερή οπή

Στην μορφή αυτή δεν υπάρχει οπή ώστε να ακολουθηθεί η προηγούμενη πορεία κατεργασίας. Στην περίπτωση αυτή οι διαστάσεις του stock model δεν θα είναι μεγαλύτερες από τα δύο χιλιοστά στην καθ' ύψος διάσταση αλλά τόσο ώστε να μπορεί το τεμάχιο να πιαστεί στην μέγγενη. Έτσι :



Φάση α) profile milling



Φάση β) face milling

Σχήμα 3.58: Πορεία κατεργασίας λεπτών τεμαχίων χωρίς διαμπερή οπή

Με την αύξηση του ύψους του stock model κερδίζουμε το να μπορούμε να πιάσουμε το τεμάχιο στην μέγγενη και να μπορέσουμε να το κατεργασθούμε με τις απλές διαδικασίες του profile και του face milling.

Οποιοσδήποτε άλλες κατεργασίες να υπάρχουν σε άλλα ΣΣ μπορούν εύκολα να γίνουν κατά τα προηγούμενα



ΚΕΦΑΛΑΙΟ

4

ΚΑΝΟΝΕΣ ΠΟΡΕΙΑΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ

4.1. ΚΑΝΟΝΕΣ ΠΟΡΕΙΑΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ

4.2. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΩΝ ΚΑΝΟΝΩΝ

4.1. ΚΑΝΟΝΕΣ ΠΟΡΕΙΑΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η ανάλυση των προηγούμενων κεφαλαίων μπορεί να μας οδηγήσει στην κατάρτιση ορισμένων κανόνων για την χάραξη του φασεολογίου ενός τεμαχίου που θα κατεργασθεί σε μια CNC φραιζομηχανή. Τονίζεται ιδιαίτερα ότι οι κανόνες αυτοί προσπαθούν να δώσουν μια κατεύθυνση στον χειριστή της εργαλειομηχανής, μια κατεύθυνση η οποία μπορεί να διαφέρει κατά την δική του κρίση διότι το κάθε τεμάχιο έχει και τις δικές του ιδιαιτερότητες.

Οι κανόνες αυτοί είναι οι κάτωθι:

ΚΑΝΟΝΑΣ 1 : Τοποθέτηση Συστήματος Συντεταγμένων

Η τοποθέτηση των Συστημάτων Συντεταγμένων θα γίνει σε όλες τις πλευρές του αρχικού τεμαχίου (stock model) με τον τρόπο που έχει υποδειχθεί στα προηγούμενα κεφάλαια της εργασίας

ΚΑΝΟΝΑΣ 2 : Αναγνώριση και αναλυτική καταγραφή των κατεργασιών που μπορούν να γίνουν σε κάθε σετάρισμα του τεμαχίου

Η αναγνώριση θα πρέπει να γίνεται αναλυτικά σε κάθε σύστημα συντεταγμένων που υπάρχει (σετάρισμα τεμαχίου)

ΚΑΝΟΝΑΣ 3 : Εντοπισμός ΣΣ στα οποία μπορεί να γίνει η κατεργασία του περιφερειακού profile milling

Ο εντοπισμός αυτός πρέπει να γίνει γιατί:

α) Τα ΣΣ στα οποία μπορεί να γίνει η κατεργασία του περιφερειακού προφίλ μπορεί να είναι τα ΣΣ στα οποία θα ξεκινήσει η πορεία κατεργασίας του τεμαχίου.

β) Το περιφερειακό προφίλ σε ένα ΣΣ μπορεί να αντικαταστήσει μια άλλη κατεργασία πχ face milling, 3d milling σε κάποιο άλλο ΣΣ

ΚΑΝΟΝΑΣ 4 : Εντοπισμός ΣΣ στα οποία γίνεται η κατεργασία των οπών – ποκετών και εγκοπών

Οι τυφλές οπές και οι τυφλές ποκέτες μπορούν να κατεργασθούν μόνο σε ένα ΣΣ οπότε αν υπάρχουν τότε σίγουρα θα πρέπει σε κάποια φάση της πορείας κατεργασίας να σετάρουμε το τεμάχιο κατά αυτό το ΣΣ

Οι διαμπερείς οπές και ποκέτες μας δίνουν δύο εναλλακτικά ΣΣ για την κατεργασία τους οπότε μπορούμε να επιλέξουμε σε ποιο ΣΣ μπορούμε να τις κατεργασθούμε.

Οι εγκοπές μπορούν να κατεργασθούν μόνο σε συγκεκριμένο ΣΣ, οπότε θα πρέπει το τεμάχιο να σεταρισθεί κάποια στιγμή σε αυτό το ΣΣ

ΚΑΝΟΝΑΣ 5 : Εντοπισμός ΣΣ στο οποίο υπάρχει η κατεργασία του 3d milling

Η κατεργασία του 3d milling όπως έχει αναλυθεί προηγουμένως είναι χρονοβόρα και δύσκολη κατεργασία και αν δεν μπορεί να αντικατασταθεί με κάποια άλλη πχ profile milling θα πρέπει να γίνεται στο τέλος της πορείας κατεργασίας του τεμαχίου

ΚΑΝΟΝΑΣ 6 : 1^η προτεραιότητα του περιφερειακού profile milling

Από τα ΣΣ στα οποία γίνεται η κατεργασία του περιφερειακού προφίλ επιλέγουμε να ξεκινήσουμε από το ΣΣ το οποίο α) είτε θα οδηγήσει σε αποβολή μεγάλου μέρους του stock τεμαχίου είτε β) θα συνδυάζει και άλλες κατεργασίες όπως face milling, drilling, pocket milling

ΚΑΝΟΝΑΣ 7 : 2^η προτεραιότητα του περιφερειακού profile milling

Εξαντλούμε τα ΣΣ στα οποία γίνεται κατεργασία του περιφερειακού profile milling

ΚΑΝΟΝΑΣ 8 : 3^η προτεραιότητα shoulder milling σε συνδυασμό με οπές -ποκέτες

Η πορεία κατεργασίας θα συνεχιστεί εντοπίζοντας ΣΣ τα οποία θα συνδυάζουν την κατεργασία του shoulder milling με την κατεργασία των οπών – ποκετών και εγκοπών αν υπάρχουν.

ΚΑΝΟΝΑΣ 9 : Εξάντληση ΣΣ που χρειάζονται για την κατεργασία

Αν υπάρχουν τελικά και άλλα ΣΣ στα οποία πρέπει να σεταρισθεί το τεμάχιο γίνονται και αυτά με γνώμονα τον τρόπο συγκράτησης του τεμαχίου στην μέγγενη

ΚΑΝΟΝΑΣ 10 : Παράμετροι προς έλεγχο

Κάθε φορά που εκλέγουμε ένα ΣΣ για το σετάρισμα του τεμαχίου στην μέγγενη θα πρέπει να ελέγχουμε αν μπορεί το τεμάχιο να συγκρατηθεί επαρκώς στην μέγγενη και αν το εργαλείο που χρησιμοποιούμε μπορεί να φθάσει στο επιθυμητό βάθος

ΚΑΝΟΝΑΣ 11 : Σε Συμμετρικά τεμάχια η κατεργασία τους μπορεί να γίνει διαδοχικά σε αντικριστά ΣΣ

Αν ξεκινήσουμε δηλαδή την πορεία κατεργασίας κατά το ΣΣ1 στη συνέχεια θα σετάρουμε κατά το ΣΣ 3 και έπειτα κατά τα ΣΣ 2 και ΣΣ 4.

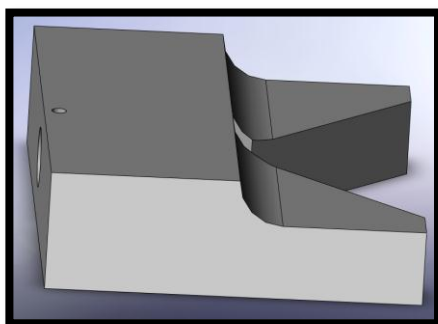
Οι ένδεκα αυτοί κανόνες μαζί με τους κανόνες συγκράτησης τεμαχίου στην μέγγενη και την σωστή αναγνώριση των κατεργασιών που υφίστανται σε ένα τεμάχιο μας δίνουν ένα ολοκληρωμένο οδηγό για την κατάρτιση φασεολογίου ενός τεμαχίου που θα κατεργασθεί σε μια φραιζομηχανή.

Στη συνέχεια περιγράφεται η εφαρμογή των κανόνων σε δύο ολοκληρωμένα παραδείγματα.

4.2. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΩΝ ΚΑΝΟΝΩΝ

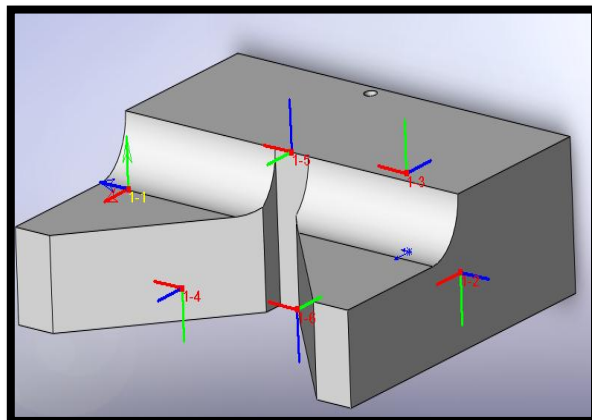
4.2.1. ΤΕΜΑΧΙΟ Α

Το τεμάχιο προς κατεργασία είναι το εξής :



Σχήμα 4.1: τεμάχιο Α προς κατεργασία

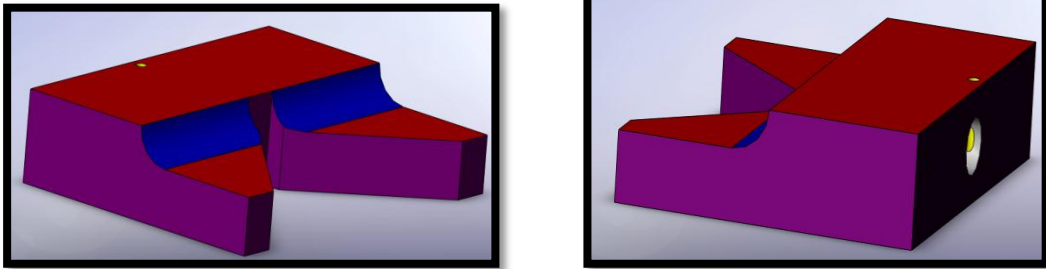
Εφαρμογή κανόνα 1: Τοποθέτηση ΣΣ σε κάθε πλευρά του τεμαχίου



Σχήμα 4.2: Τοποθέτηση Συστημάτων Συντεταγμένων

Εφαρμογή κανόνα 2: Αναγνώριση κατεργασιών σε κάθε ΣΣ του τεμαχίου

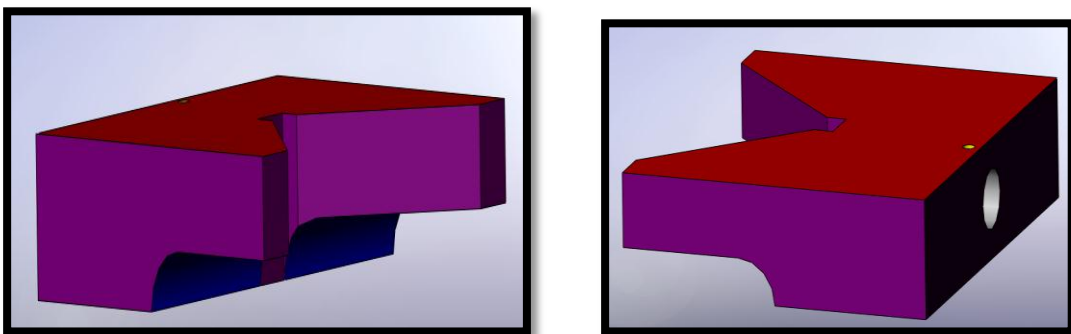
🌿 Αναγνώριση κατά το ΣΣ 5



FACE MILLING, PROFILE MILLING, DRILLING, 3D MILLING

Σχήμα 4.3: Κατεργασίες στο ΣΣ 5

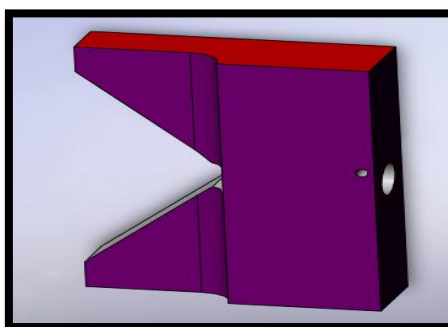
🌿 Αναγνώριση κατά το ΣΣ 6



FACE MILLING, PROFILE MILLING, DRILLING,

Σχήμα 4.4: Κατεργασίες στο ΣΣ 6

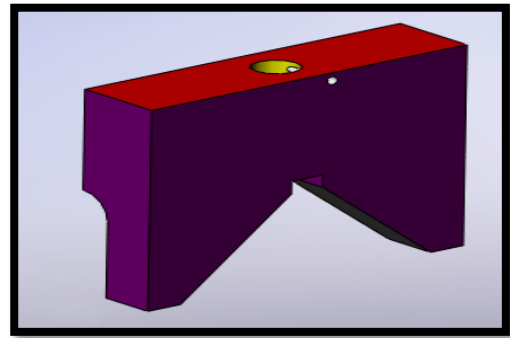
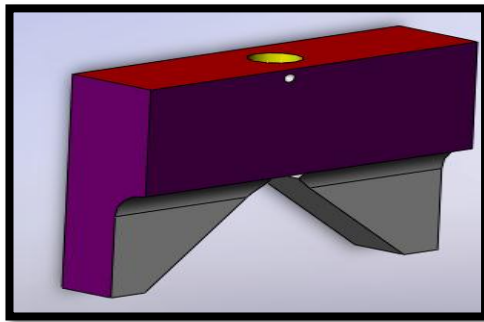
🌿 Αναγνώριση κατά το ΣΣ 1 και ΣΣ 2



FACE MILLING, PROFILE MILLING

Σχήμα 4.5: Κατεργασίες στα ΣΣ 1 και ΣΣ 2

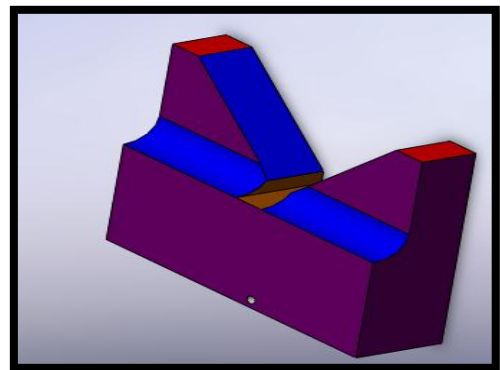
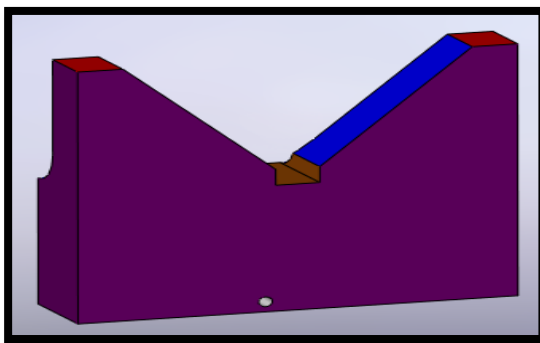
🌿 Αναγνώριση κατά το ΣΣ 3



FACE MILLING, PROFILE MILLING, DRILLING,

Σχήμα 4.6: Κατεργασίες στο ΣΣ 3

🌿 Αναγνώριση κατά το ΣΣ 4



FACE MILLING, PROFILE MILLING, SLOT, 3D MILLING

Σχήμα 4.7: Κατεργασίες στο ΣΣ 4

Εφαρμογή κανόνων 3,6,10 και 11: Το περιφερειακό προφίλ εντοπίζεται σχεδόν σε όλα τα ΣΣ. Η επιλογή θα γίνει έτσι ώστε το περιφερειακό προφίλ που θα επιλεγεί να αντικαταστήσει και άλλες κατεργασίες σε άλλα ΣΣ, λαμβάνοντας υπόψη και τον τρόπο συγκράτησης του τεμαχίου

Αναλυτικά θα έχουμε τα κάτωθι :

Το προφίλ κατά το ΣΣ5 αντικαθιστά : το face milling στα ΣΣ 1,2,3,4 και το 3d milling στο ΣΣ 4.

Ελέγχουμε αν το ύψος του τεμαχίου είναι αρκετό για συγκράτηση στην μέγγενη

Το προφίλ κατά το ΣΣ6 αντικαθιστά : το face milling στα ΣΣ 1,2,3,4

Ελέγχουμε αν το ύψος του τεμαχίου είναι αρκετό για συγκράτηση στην μέγγενη

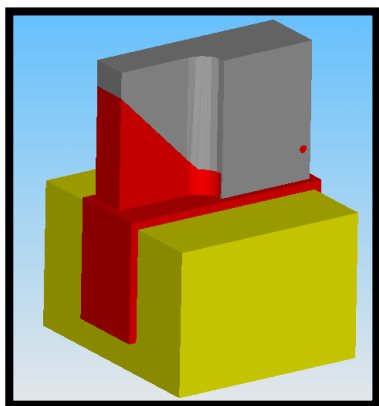
Το προφίλ στα ΣΣ1 και ΣΣ2 αντικαθιστά : το face milling στα ΣΣ 3,4,5,6 και το 3d milling στο ΣΣ5

Ελέγχουμε αν το πλάτος του τεμαχίου είναι αρκετό για συγκράτηση στην μέγγενη

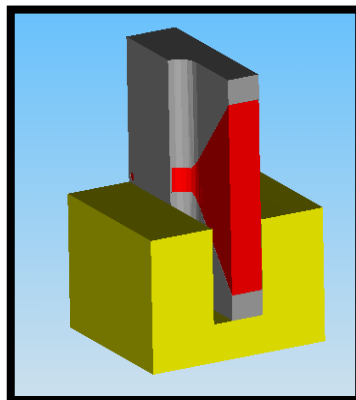
Το προφίλ στα ΣΣ3,4 αντικαθιστά : το face milling στα ΣΣ5,6,1,2

Ελέγχουμε αν το μήκος του τεμαχίου είναι αρκετό για συγκράτηση στην μέγγενη

Θεωρώντας ότι οι διαστάσεις του τεμαχίου (μήκος, πλάτος, ύψος) είναι αρκετές για συγκράτηση στην μέγγενη επιλέγουμε ξεκάθαρα να ξεκινήσουμε την κατεργασία με τα ΣΣ1 και ΣΣ2 (λόγω περισσότερων κατεργασιών και ευκολότερου δεσίματος)



Κατεργασία στο ΣΣ 1



Κατεργασία στο ΣΣ 2

Σχήμα 4.8: Πορεία κατεργασίας και συγκράτηση τεμαχίου στα ΣΣ 1 και 2

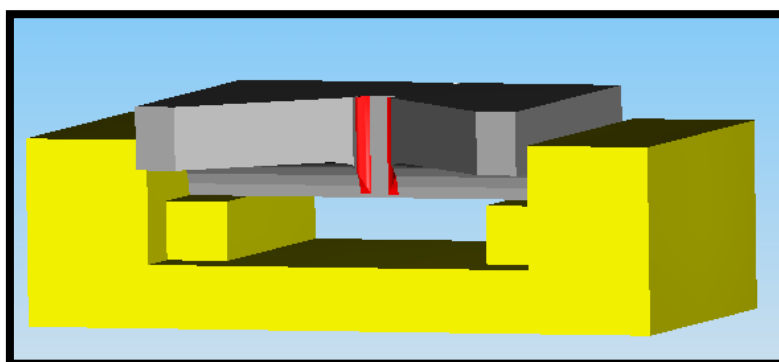
Εφαρμογή κανόνων 6,7,8 : Το επόμενο περιφερειακό προφίλ θα πρέπει να είναι κατά το ΣΣ5 ή κατά το ΣΣ6

Όπως είναι φανερό είτε κατά το ΣΣ5 συνεχίσουμε την κατεργασία είτε κατά το ΣΣ6 είναι το ίδιο γιατί εκτός από την κατεργασία του profile milling έχουμε και την κατεργασία της μικρής οπής (drilling).

Η οπή όμως είναι διαμπερής οπότε πραγματικά δεν χρειάζεται σετάρισμα και στα δύο ΣΣ αλλά μόνο στο 1 δηλαδή το ΣΣ6

Σχόλιο : Αν η οπή δεν είναι διαμπερής αλλά τυφλή εύλογο είναι ότι θα διαλέγαμε το ΣΣ στο οποίο θα μπορούσαμε να κατεργασθούμε και την τυφλή οπή.

Τελικά η κατεργασία θα συνεχισθεί στο ΣΣ6



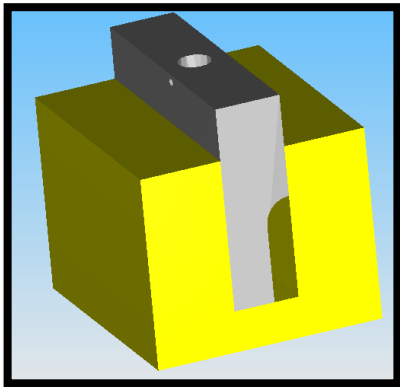
Κατεργασία στο ΣΣ 6

Σχήμα 4.9: Πορεία κατεργασίας και συγκράτηση τεμαχίου στο ΣΣ 6

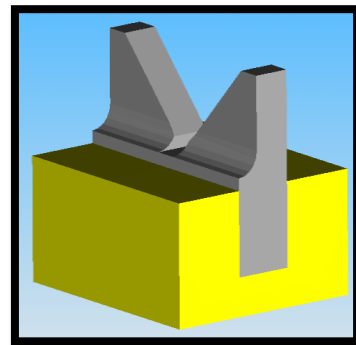
Εφαρμογή κανόνων 8,9,10 : Τελειώνοντας με το profile milling για να συνεχίσουμε την πορεία κατεργασίας θα πρέπει να εντοπίσουμε άλλες κατεργασίες όπως drilling, pocket και slots.

Στο παράδειγμα μας οι κατεργασίες που έχουν απομείνει είναι η κατεργασία drilling κατά το ΣΣ3 και η κατεργασία slot milling κατά το ΣΣ4

Θα ξεκινήσουμε με το drilling κατά το ΣΣ3 και θα τελειώσουμε με το slot milling κατά το ΣΣ4



Κατεργασία στο ΣΣ 3

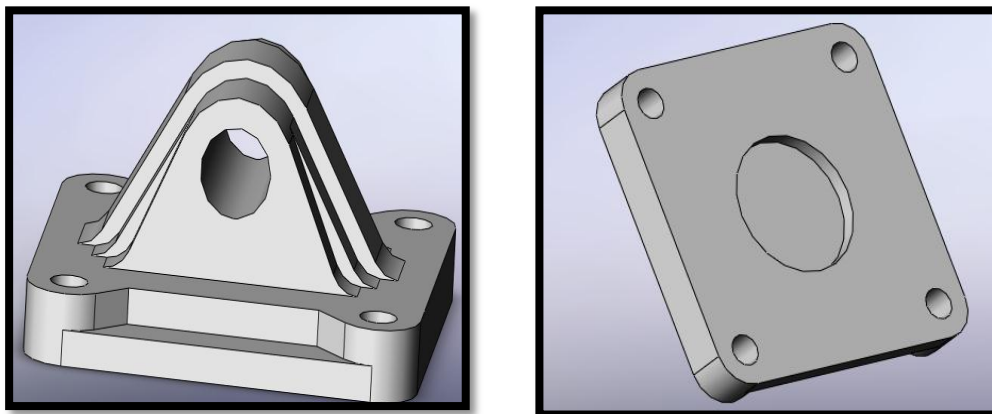


Κατεργασία στο ΣΣ 4

Σχήμα 4.10: Πορεία κατεργασίας και συγκράτηση τεμαχίου στα ΣΣ 3 και ΣΣ 4

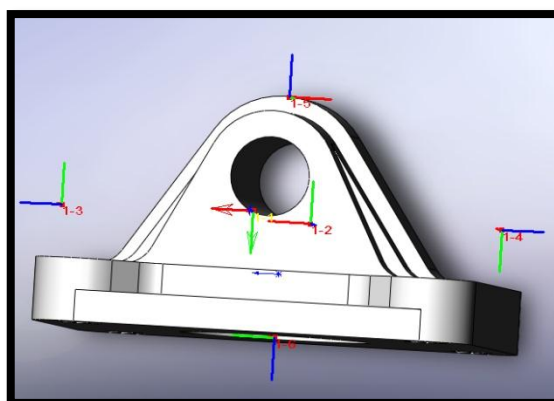
4.2.2. ΤΕΜΑΧΙΟ Β

Το τεμάχιο προς κατεργασία είναι το κάτωθι :



Σχήμα 4.11: Τεμάχιο Β προς κατεργασία

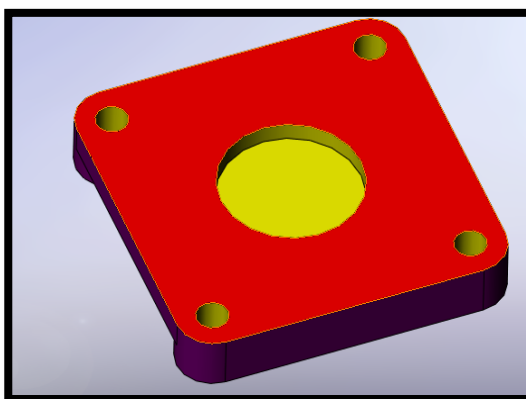
Εφαρμογή κανόνα 1: Τοποθέτηση ΣΣ σε κάθε πλευρά του τεμαχίου



Σχήμα 4.12: Τοποθέτηση Συστημάτων Συντεταγμένων

Εφαρμογή κανόνα 2: Αναγνώριση κατεργασιών σε κάθε ΣΣ του τεμαχίου

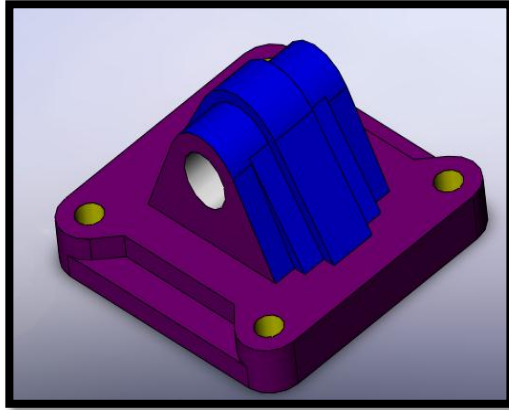
🔍 Αναγνώριση κατά το ΣΣ6



FACE MILLING, DRILLING, POCKET, PROFILE

Σχήμα 4.13: Κατεργασίες στο ΣΣ 6

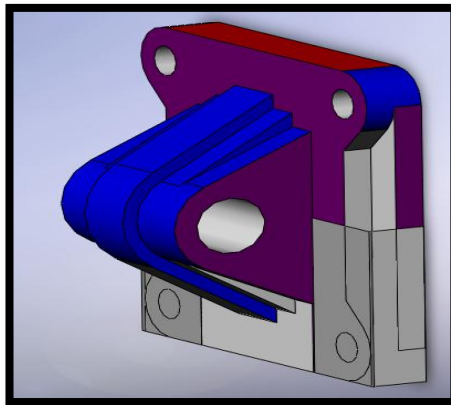
🌿 Αναγνώριση κατά το ΣΣ 5



DRILLING, 3D MILLING, PROFILE MILLING

Σχήμα 4.14: Κατεργασίες στο ΣΣ 5

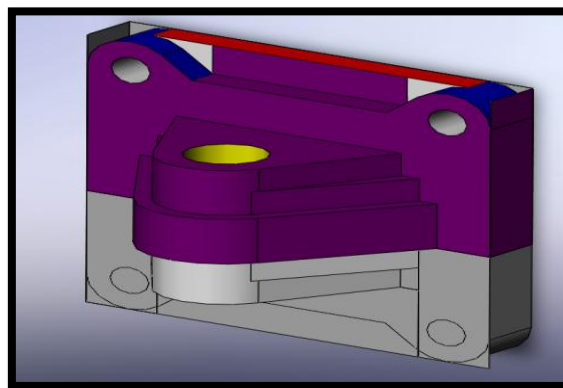
🌿 Αναγνώριση κατά τα ΣΣ3 και ΣΣ4



PROFILE, FACE MILLING, 3D MILLING

Σχήμα 4.15: Κατεργασίες στα ΣΣ3 και ΣΣ4

🌿 Αναγνώριση κατά τα ΣΣ1 και ΣΣ2



PROFILE, 3D MILLING, DRILLING (POCKET), FACE MILLING

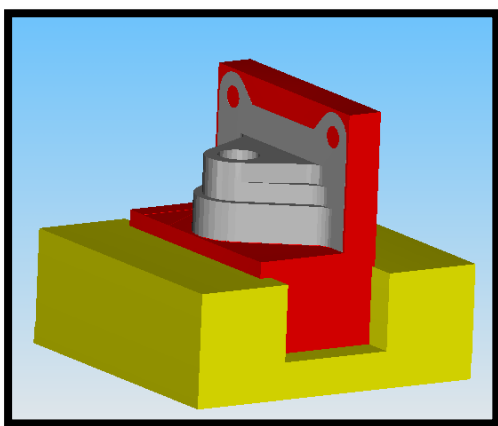
Σχήμα 4.16: Κατεργασίες στα ΣΣ 2 και ΣΣ1

Εφαρμογή κανόνων 3,6 και 11 : Εντοπισμός περιφερειακών προφίλ και επιλογή μεταξύ των.

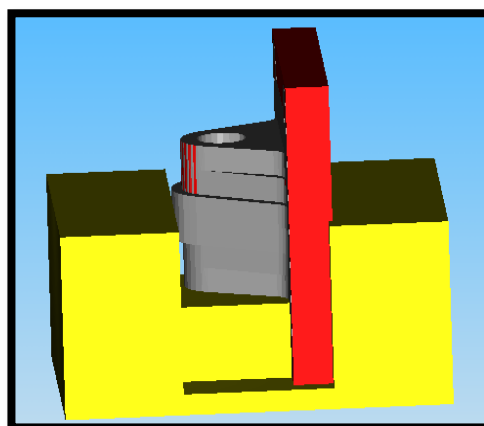
Από την αναγνώριση των κατεργασιών φαίνεται ότι υπάρχουν 4 ΣΣ στα οποία γίνεται η κατεργασία του περιφερειακού προφίλ και αυτά είναι τα ΣΣ6, ΣΣ5 και ΣΣ1- ΣΣ2.

Παρατηρούμε επίσης ότι αν γίνει η κατεργασία κατά τα ΣΣ 1 και ΣΣ 2 ένα μεγάλο μέρος του τεμαχίου έχει κατεργασθεί και έχει γίνει και η ποκέτα ενώ δεν χρειάζεται να σετάρουμε το τεμάχιο κατά τα ΣΣ 3 και ΣΣ 4.

Αν γίνει η κατεργασία κατά το ΣΣ6, ένα μικρότερο μέρος του τεμαχίου κατεργάζεται και γίνονται και οι κατεργασίες του drilling και του face milling. Μπορούμε λοιπόν να ξεκινήσουμε από τα ΣΣ 1 και ΣΣ 2



Κατεργασία στο ΣΣ 1

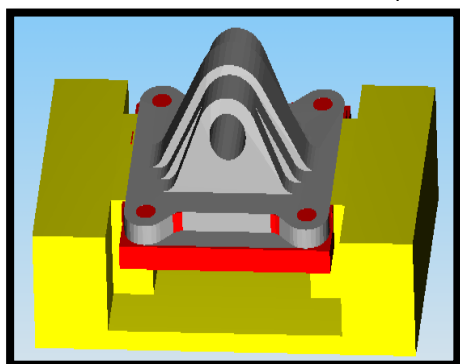


Κατεργασία στο ΣΣ 2

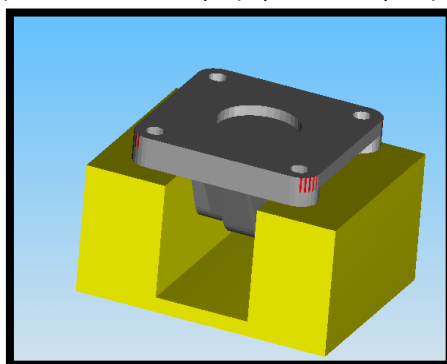
Σχήμα 4.17: Πορεία κατεργασίας και δέσιμο στα ΣΣ 1 και ΣΣ 2

Εφαρμογή κανόνα 7 : Επιλογή άλλων περιφερειακών προφίλ

Η πορεία κατεργασίας θα συνεχιστεί κατά το ΣΣ 5 είτε κατά το ΣΣ 6. Οι διαμπερείς οπές κατά το ΣΣ 5 μπορούν κάλλιστα να γίνουν στο ΣΣ 6 (κανόνας 4) το οποίο προτιμάται διότι το εργαλείο του drilling θα διανύσει μικρότερη διαδρομή για την κατεργασία των οπών. Τελικά στο ΣΣ 5 αυτό που πρέπει μόνο να γίνει είναι το περιφερειακό προφίλ.



Κατεργασία στο ΣΣ 5



Κατεργασία στο ΣΣ 6

Σχήμα 4.18: Πορεία κατεργασίας και δέσιμο στα ΣΣ 5 και ΣΣ 6

Σχόλιο: Σύμφωνα με τον κανόνα 10 θα πρέπει να ελέγχουμε κάθε φορά που επιλέγουμε κάποιο ΣΣ για την κατεργασία αν το τεμάχιο μπορεί να συγκρατηθεί επαρκώς στην μέγγενη. Στο παράδειγμα μας παρατηρούμε ότι αφήσαμε τις κατεργασίες κατά το ΣΣ6 στο τέλος γιατί θεωρήσαμε ότι μπορεί το τεμάχιο να συγκρατηθεί επαρκώς από τις κάθετες πλευρές της προεξοχής κατά το ΣΣ5. Αν αυτό δεν μπορούσε να γίνει τότε η κατεργασία κατά το ΣΣ6 θα έπρεπε να γινόταν στην αρχή της πορείας κατεργασίας ακόμα και πριν από την κατεργασία στα ΣΣ 1 και ΣΣ 2



ΚΕΦΑΛΑΙΟ

5

ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΠΡΟΟΡΓΑΝΩΤΙΚΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

5.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

5.2. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΒΑΣΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΟΡΓΑΝΩΤΙΚΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ ΦΑΣΕΟΛΟΓΙΟΥ ΣΕ ΠΡΙΣΜΑΤΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ

5.3. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΡΟΟΡΓΑΝΩΤΙΚΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

5.4. ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΠΡΟΟΡΓΑΝΩΤΙΚΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

5.5. ΚΡΙΤΙΚΗ ΤΗΣ ΠΡΟΟΡΓΑΝΩΤΙΚΗΣ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗΣ

5.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Προοργανωτική καλούμε τη στρατηγική που αρχίζει το μάθημα με την παρουσίαση μιας ανωτάτου επιπέδου γενίκευσης, την οποία στη συνέχεια χρησιμοποιεί ως πλαίσιο ένταξης και κατανόησης των νέων στοιχείων. Η προοργανωτική στρατηγική, όπως θα αναφέρουμε αναλυτικότερα στη συνέχεια, βασίζεται στην έννοια του Asubel που είναι γνωστή στη βιβλιογραφία ως «*advance organize*» [20]

5.1.1. Σκοπός και Σπουδαιότητα

Σκοπός της προοργανωτικής στρατηγικής είναι να βοηθήσει τους μαθητές να μελετήσουν μια έννοια στα πλαίσια μιας γενίκευσης. Η προσέγγιση της έννοιας μέσα από τη γενίκευση εξασφαλίζει δύο επιμέρους στόχους: πρώτον, δίνει τη δυνατότητα να μελετηθεί η έννοια στα πλαίσια των σχέσεων που εμπεριέχει η γενίκευση, με αποτέλεσμα να εξασφαλιστεί η πλήρης κατανόηση της έννοιας, και, δεύτερον, εμπεδώνει τη χρήση της γενίκευσης ως γνωστικού σχήματος προσέγγισης και κατανόησης της πραγματικότητας. Στα πλαίσια της προοργανωτικής στρατηγικής δεν είναι αρκετό να «μάθουν» οι μαθητές π.χ. την πορεία κατεργασίας ενός τεμαχίου, αλλά πρέπει κυρίως να κατανοήσουν ποια στοιχεία και μέσα από ποιες σχέσεις διαμόρφωσαν κατεργασία του τεμαχίου αυτού.

Η διδασκαλία επιστημονικών γνώσεων ήταν ανέκαθεν και παραμένει και σήμερα βασικός σκοπός της εκπαίδευσης. Η συνεχιζόμενη «έκρηξη των γνώσεων» και οι απαιτήσεις της σύγχρονης ζωής, που γίνεται όλο και πολυπλοκότερη, προδικάζουν ότι και στο μέλλον θα διατηρήσει η διδασκαλία επιστημονικών γνώσεων πρωταρχική θέση στη σκοποθεσία του σχολείου. Αμφιβολίες διατυπώνονται μόνο για το είδος των γνώσεων που θα απαιτήσει η ζωή στο μέλλον και για την αξία που θα έχουν αργότερα οι σημερινές γνώσεις.

Ο τρόπος όμως που συνήθως χρησιμοποιεί το σχολείο για να διδάξει τις γνώσεις αυτές, τα κριτήρια επιλογής της διδακτέας ύλης και η παρουσίαση της ως δεδομένης και όχι ως «ζητούμενης» ή «προβληματικής», καθώς και η πρόταξη της διδασκαλίας ακαδημαϊκών γνώσεων σε βάρος άλλων εξίσου σημαντικών επιδιώξεων έχουν προκαλέσει έντονες αντιδράσεις σε πολλούς παιδαγωγούς. Πιο συγκεκριμένα, το σχολείο κατηγορείται μεταξύ των άλλων ότι περιορίζει τις επιδιώξεις του στην παθητική απομνημόνευση μεμονωμένων και ανενεργών γνώσεων που σύντομα αποβάλλονται από την καταπονημένη μνήμη των μαθητών. Συμμεριζόμαστε σε μεγάλο βαθμό τις παραπάνω επικρίσεις, αλλά εξακολουθούμε να θεωρούμε τη διδασκαλία επιστημονικών γνώσεων βασική αποστολή του σχολείου.

Γι' αυτό και προτείνουμε τη χρήση της στρατηγικής αυτής, η οποία βοηθά να ξεπεραστούν πολλά από τα προβλήματα της παθητικής απομνημόνευσης άσχετων και ανενεργών γνώσεων. Αυτό το επιτυγχάνει με την ανάδειξη των σχέσεων που διέπουν τα πληροφοριακά δεδομένα της διδασκαλίας.

Η ανάδειξη αυτή γίνεται από τους μαθητές στη φάση της επεξεργασίας των πληροφοριών που τους προσφέρει ο εκπαιδευτικός ή το γραπτό κείμενο Έτσι ισχυροποιούν τις γνωστικές δομές τους και αναπτύσσουν τις γνωστικές λειτουργίες τους. Η αναγκαιότητα ανάπτυξης των τελευταίων τονίζεται σήμερα από εκπαιδευτικούς όλων των κατευθύνσεων. Οι παραπάνω επισημάνσεις νομίζουμε ότι υπογραμμίζουν τη σπουδαιότητα της στρατηγικής αυτής και την προβάλλουν ως άριστο τρόπο για τη συνδυαστική διδασκαλία επιστημονικών γνώσεων και τρόπων σκέψης.[19]

5.1.2. Θεωρητική Βάση της Προοργανωτικής Στρατηγικής

Η προοργανωτική στρατηγική βασίζεται στην εργασία του Ausubel [21] και άλλων μεταγενέστερων γνωστικών ψυχολόγων που έχουν ασχοληθεί με τη διαδικασία επεξεργασίας των πληροφοριών,

Βασική θέση των γνωστικών ψυχολόγων είναι ότι ο ανθρώπινος νους οργανώνει την εμπειρία του (γνώση) σε σχήματα εννοιών ,τα οποία οι ψυχολόγοι ορίζουν ως οργανωμένα δίκτυα αλληλοσυσχετιζόμενων ιδεών και τα θεωρούν ως τις δομικές μονάδες του γνωστικού. Κάθε νέο γνωστικό ερέθισμα γίνεται αντιληπτό, επεξεργάζεται και αποδελτιώνεται ως νέα γνώση με βάση τα γνωστικά σχήματα που προϋπάρχουν.

Ταυτόχρονα οι νέες ιδέες και πληροφορίες εμπλουτίζουν και σε κάποιο βαθμό τροποποιούν τα υπάρχοντα γνωστικά σχήματα. Έτσι, συμβάλλουν στη γνωστική ανάπτυξη του ατόμου. Αν όμως τα στοιχεία μιας καινούργιας πληροφορίας διαφέρουν σημαντικά από τα υπάρχοντα σχήματα, τότε δεν είναι δυνατή καμιάς μορφής συσχέτιση και οι νέες έννοιες δεν γίνονται κατανοητές και δεν μπορούν να ενσωματωθούν και να συγκρατηθούν από το μαθητή. Μπορούν μόνο να απομνημονευθούν για μικρό συνήθως διάστημα ως ακατανόητα στοιχεία.

Έργο του εκπαιδευτικού, λοιπόν, είναι να βοηθήσει το μαθητή να συσχετίσει κάθε νέα γνώση με τα γνωστικά σχήματα που διαθέτει. Η διαδικασία της συσχέτισης καθιστά τη διαδικασία της μάθησης ενεργητική και το προϊόν της κατανοητό (meaningful). Κατά τον Ausubel σημαντικό δεν είναι αν ο μαθητής ανακάλυψε μόνος του ένα στοιχείο ή αν το διδάχτηκε άμεσα, αλλά αν μπόρεσε να συσχετίσει το στοιχείο αυτό με τις συγγενικές έννοιες που κατέχει.

Γνώση που δεν συσχετίζεται είναι μηχανική και θα χαθεί, άσχετα με το πώς την απέκτησε ο μαθητής. Το μαθησιακό δηλαδή πρόβλημα κατά τον Ausubel δεν είναι αν η νέα μάθηση προσφέρθηκε «έτοιμη» από τον εκπαιδευτικό ή αν ανακαλύφτηκε από το μαθητή, αλλά αν ο μαθητής κατόρθωσε τελικά, και σε τι βαθμό, να κάνει πολλές και ουσιαστικές συσχετίσεις του νέου με τα προϋπάρχοντα σχήματα.

Βεβαίως, αναγνωρίζει ότι κατά την «προσληπτική μάθηση» (*reception learning*), που συντελείται στα πλαίσια δασκαλοκεντρικών διδασκαλιών, η ενεργοποίηση του μαθητή είναι μικρή διότι οι συσχετίσεις προσφέρονται έτοιμες από τον εκπαιδευτικό. Αντίθετα, στη διερευνητική διδασκαλία είναι μεγάλη, διότι ο μαθητής πρέπει να ενεργοποιήσει την παλιά γνώση, να αναδιοργανώσει τα νέα στοιχεία και να πραγματοποιήσει τις αναγκαίες συσχετίσεις μόνος του (Jonassen et al) [22].

5.1.3. Βασικά Στοιχεία της Προοργανωτικής Στρατηγικής

Τρία είναι τα βασικά στοιχεία της στρατηγικής αυτής, (1) ο προοργανωτής, (2) η προοδευτική διαφοροποίηση και (3) η οργανική ενοποίηση.

5.1.3.1. Προοργανωτής

Με τον όρο «προοργανωτής» αποδίδουμε τον όρο του Ausubel advance organizer [20], που αναφέρεται σε ανωτάτου επιπέδου επιστημονικές γενικεύσεις του τυπου «το είδος της κατεργασίας μιας επιφάνειας καθορίζει και την πορεία κατεργασίας του τεμαχίου»

Οι προοργανωτικές γενικεύσεις παρουσιάζουν ιδιαίτερο διδακτικό ενδιαφέρον, διότι επιτελούν μεγάλο αριθμό διδακτικών λειτουργιών μεταξύ των οποίων η βιβλιογραφία σημειώνει τις εξής [22] :

- α) παρέχουν γνωστική, σκαλωσιά για την ένταξη και στήριξη των νέων πληροφοριακών στοιχείων μέσα στα υπάρχοντα γνωστικά σχήματα
- β) αυξάνουν την ικανότητα του μαθητή να διακρίνει τα νέα πληροφοριακά στοιχεία από παρόμοια ή αντίθετα, που ήδη υπάρχουν στο γνωστικό σύστημα του
- γ) παρέχουν σημεία επαφής και σύνδεσης των νέων με τα προϋπάρχοντα, γεγονός που διευκολύνει την ένταξη και τη διατήρηση της νέας μάθησης.

Έτσι μέσα από όλες αυτές τις διαδικασίες η νέα γνώση αποκτά νόημα και η διαδικασία της μάθησης γίνεται ενεργητική. Αποτέλεσμα όλων αυτών είναι η μεγιστοποίηση της μάθησης και η εξασφάλιση της διατήρησης της στη μνήμη ως ενεργού στοιχείου μελλοντικής μάθησης.

Για να λειτουργήσουν διδακτικά οι προοργανωτές, πρέπει να εκφράζουν γνώση που ήδη κατέχει και κατανοεί ο μαθητής. Αν ο προοργανωτής περιέχει άγνωστα ή δυσνόητα στοιχεία, πρέπει να προηγηθεί η διευκρίνιση των στοιχείων αυτών και στη συνέχεια να ακολουθήσει η παρουσίαση του. Είναι φανερό ότι η ηλικία των μαθητών και οι προηγούμενες γνώσεις τους καθορίζουν το είδος των προοργανωτών που μπορεί να χρησιμοποιήσει ο εκπαιδευτικός.

Για διδακτικούς λόγους έχουν χρησιμοποιηθεί τα παρακάτω είδη προοργανωτών:

(1) Προοργανωτές ορισμού: Προσφέρονται για τη διδασκαλία άγνωστων εννοιών και πληροφοριών. Οι ορισμοί για να λειτουργήσουν αποτελεσματικά ως προοργανωτές πρέπει (α') να ορίζουν τη νέα έννοια με τη βοήθεια γνωστών εννοιών, (β') να δίνουν τα κύρια χαρακτηριστικά της, (γ') να την τοποθετούν μέσα σε σαφές ιεραρχικό σχήμα και (δ') να παραθέτουν χαρακτηριστικές περιπτώσεις ή παραδείγματα της έννοιας. Έτσι διευκολύνεται η μετάβαση του μαθήματος από τον προοργανωτή στην επόμενη φάση, που είναι η προοδευτική διαφοροποίηση.

(2) Προοργανωτές γενίκευσης: Η πλειοψηφία των προοργανωτών ανήκουν σ' αυτή την κατηγορία. Όσα αναφέραμε εισαγωγικά για την έννοια των προοργανωτών παραπέμπουν στους προοργανωτές γενίκευσης. Οι τελευταίοι διευκολύνουν ιδιαίτερα την πρόσβαση των μαθητών στη νέα μάθηση και τη συσχέτισή της με την προϋπάρχουσα γνώση

(3) Προοργανωτές αναλογίας: Οι προοργανωτές της κατηγορίας αυτής αποτελούν υψηλού επιπέδου γενίκευση του μαθήματος που θα ακολουθήσει αλλά αποτελούν γνωστά σχήματα τα οποία χρησιμοποιούνται για να διδαχτούν λιγότερο γνωστά σχήματα του ίδιου ή άλλου γνωστικού αντικειμένου.

(4) Σχηματικοί προοργανωτές : Οι σχηματικοί προοργανωτές δεν αποτελούν γενικεύσεις ανώτατου επιπέδου, αλλά αποτελούν σχήματα οργάνωσης πληροφοριών ή σχήματα προσέγγισης μιας οργανωμένης ενότητας πληροφοριών[19]

5.1.3.2. Η Προοδευτική Διαφοροποίηση

Με τον όρο «προοδευτική διαφοροποίηση» αποδίδουμε τον όρο του Ausubel progressive differentiation[20], ο οποίος χρησιμοποιείται στη βιβλιογραφία για να δηλώσει τη διαδικασία της σταδιακής ανάλυσης των εννοιών, των γενικεύσεων και της οργανωμένης γνώσης σε επιμέρους έννοιες, γενικεύσεις και πληροφορίες [23])

Η έννοια της προοδευτικής διαφοροποίησης ξεκινά από την αντίληψη του Ausubel και άλλων γνωστικών ψυχολόγων ότι τα γνωστικά σχήματα, τα οποία ανακεφαλαιώνουν τη γνώση μας, είναι ιεραρχικά οργανωμένα με τις πιο γενικές έννοιες στην κορυφή της πυραμίδας. Η ουσιαστική meaningful μάθηση συντελείται καθώς συσχετίζουμε τις απλές και συγκεκριμένες έννοιες με τις γενικότερες του επόμενου επιπέδου αφαίρεσης και γενίκευσης. Η ένταξη των νέων μαθησιακών στοιχείων στην ιεραρχική πυραμίδα των γνωστικών σχημάτων, που ουσιαστικοποιεί και σταθεροποιεί τη μάθηση, υποβοηθείται διδακτικά μέσα από την προοδευτική διαφοροποίηση.

Σκοπός της προοδευτικής διαφοροποίησης είναι να διευκολύνει με την ανάλυση τη διαδικασία συσχέτισης και ταυτόχρονα να προσδώσει δομή και οργάνωση στη διδακτική ενότητα. Γι' αυτό αποτελεί βασικό στοιχείο της στρατηγικής που αναπτύσσουμε.

5.1.3.3. Οργανική ένταξη

Με τον όρο «οργανική ένταξη» αποδίδουμε τον όρο integrative reconciliation, τον οποίο χρησιμοποιεί ο Ausubel[21] για να δηλώσει τη συστηματική προσπάθεια του εκπαιδευτικού να αναδείξει τις λογικές συσχετίσεις που διέπουν τα βασικά στοιχεία του διδασκόμενου αντικειμένου και τα συνδέουν με το γνωστικό σχήμα του προοργανωτή. Ιδιαίτερη προσπάθεια καταβάλλεται για να ερμηνευτούν οι αντιφάσεις, οι παρανοήσεις, οι παραδοχές και οι συνεπαγωγές των εννοιών, θεμάτων και απόψεων που συναπαρτίζουν το μάθημα. Έτσι, η μάθηση παύει να είναι μηχανική κι αποσπασματική και μετατρέπεται σε μια ενεργητική διαδικασία οργανικής ενσωμάτωσης του νέου στα προϋπάρχοντα σχήματα.

Η οργανική ένταξη διευκολύνεται με ερωτήσεις συσχέτισης των εννοιών του προοργανωτή (α') με τις παράλληλες έννοιες (οριζόντια συσχέτιση) και (β') με τις υπάλληλες και υπερκείμενες έννοιες (κάθετη συσχέτιση). Γίνεται, δηλαδή, ένταξη των εννοιών στο ιεραρχικό εννοιολογικό σχήμα που ανήκουν και αναζητούνται οι σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ των εννοιών του σχήματος. Έτσι, κατά την οριζόντια συσχέτιση γίνονται συγκρίσεις, σειροθετήσεις, κατηγοριοποιήσεις κλπ. μεταξύ παράλληλων εννοιών και κατά την κατακόρυφη συσχέτιση αναζητούνται οι παραδοχές και διατυπώνονται υποθέσεις και συνεπαγωγές από την ένταξη στις υπερκείμενες και την ανάλυση στις υποκείμενες έννοιες. Η όλη διαδικασία, δε, ολοκληρώνεται με τη συσχέτιση των επιμέρους εννοιών και στοιχείων και την ένταξη τους στο σχήμα του προοργανωτή .

Στις εργασίες της οργανικής ένταξης μπορούμε ακόμη να συμπεριλάβουμε την περίληψη, την παράφραση και τη διατύπωση παραδειγμάτων. Το θέμα, η ηλικία των μαθητών και ο διαθέσιμος χρόνος καθορίζουν τι από τα παραπάνω θα επιλέξει να κάνει ο εκπαιδευτικός. Υπενθυμίζουμε ότι κατά τον ausubel πρωταρχική σημασία έχει ο εντοπισμός και η κατανόηση των σχέσεων που συνδέουν τις εξεταζόμενες έννοιες. Γι' αυτό οι παραπάνω μαθησιακές δραστηριότητες αποκτούν πρωταρχική σπουδαιότητα.

Συγκρίνοντας την προοδευτική διαφοροποίηση με την οργανική ένταξη μπορούμε να πούμε ότι πρόκειται για αντίθετες διαδικασίες, αφού η πρώτη επιχειρεί τη συστηματική ανάλυση του προοργανωτή στα συστατικά του στοιχεία και η δεύτερη καταδεικνύει πώς τα στοιχεία του μαθήματος εντάσσονται στο σχήμα του προοργανωτή.

Οι δασκαλικές ερωτήσεις αποτελούν μια προωθημένη μορφή διδακτικής παρέμβασης του εκπαιδευτικού, διότι εμπλουτίζει με διαλεκτικά στοιχεία τη διδασκαλία, που στην παραδοσιακή της μορφή κυριαρχείται από το δασκαλικό μονόλογο. Πρώτος ο Σωκράτης με τη μαιευτική του μέθοδο καθιέρωσε στη διδακτική πράξη την ερώτηση και έκτοτε έγιναν και γίνονται ακόμη πολλές προσπάθειες: οικοδόμησης της διδακτικής παρέμβασης μέσα από τις ερωτήσεις.

Η επικράτηση των ερωτήσεων οφείλεται μεταξύ των άλλων στο ότι κινητοποιεί και τη γλώσσα και τη σκέψη του μαθητή, θέτοντας ταυτόχρονα τα πλαίσια της γνωστικής και λεκτικής δραστηριοποίησης

Με αυτή την έννοια η δασκαλική ερώτηση είναι μια προωθημένη μορφή στήριξης της μαθησιακής προσπάθειας του μαθητή.[19]

5.2. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΒΑΣΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΟΡΓΑΝΩΤΙΚΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ ΦΑΣΕΟΛΟΓΙΟΥ ΣΕ ΠΡΙΣΜΑΤΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ

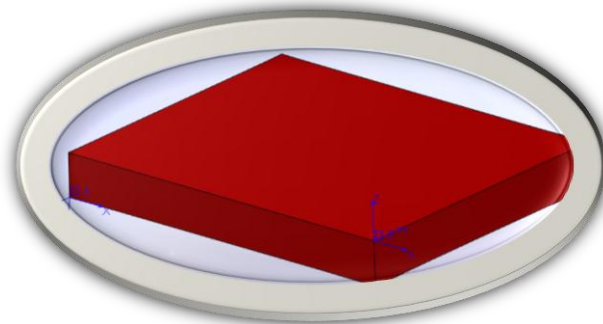
5.2.1. Προαπαιτούμενες γνώσεις

Οι κατεργασίες που γίνονται σε μια CNC κάθετη φραιζομηχανή, η αναγνώριση των κατεργασιών σε όλα τα Συστήματα Συντεταγμένων που χρειάζονται για την κατεργασία ενός πρισματικού τεμαχίου καθώς και οι τρόποι στήριξης του τεμαχίου στην μέγγενη θα πρέπει να θεωρηθούν από τον εκπαιδευτικό ως γνωστές έννοιες για την ανάπτυξη της προοργανωτικής διδασκαλίας. Οι προαπαιτούμενες γνώσεις παρουσιάζονται στα κεφάλαια 1 και 2 της παρούσης διπλωματικής εργασίας.

5.2.2. Προοργανωτές

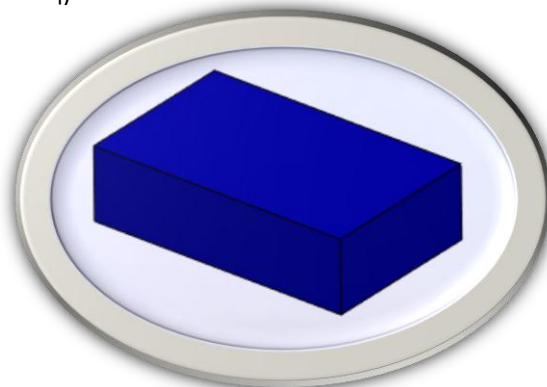
Οι προοργανωτές που θα πρέπει να χρησιμοποιήσει ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να είναι οι εξής :

B1) Βάση : Πρόκειται για σχηματικό προοργανωτή ο οποίος παρουσιάζει ένα ορθογώνιο παραλληλόγραμμο με σταθερό ύψος σε όλη του την έκταση το οποίο θεωρούμε ότι μπορεί να κατεργασθεί με περιφερειακό profile milling στα Συστήματα Συντεταγμένων 5 και 6



Σχήμα 5.1 : Βάση

B2) Προεξοχή: Πρόκειται για σχηματικό προοργανωτή ο οποίος παρουσιάζει ένα ορθογώνιο παραλληλόγραμμο (μπλε επιφάνεια) το οποίο μπορεί να κατεργασθεί με περιφερειακό profile milling σε όλα τα Συστήματα Συντεταγμένων **και** θα κείται πάνω σε μια άλλη επιφάνεια (πχ βάση)

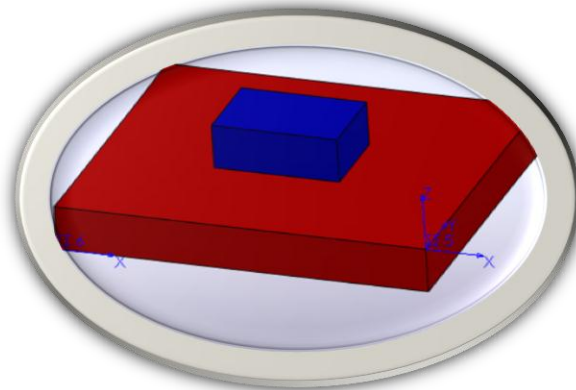


Σχήμα 5.2 : Προεξοχή

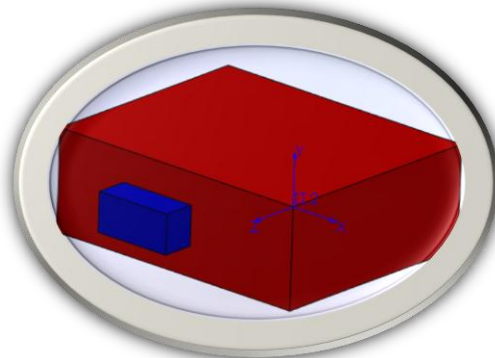
Επισήμανση : Αν δεν μπορούν να διδαχθούν οι προαπαιτούμενες γνώσεις των κεφαλαίων 1 και 2, τότε ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να χρησιμοποιήσει δύο ακόμα προοργανωτές α) Κατεργασία περιφερειακού profile milling (προοργανωτής ορισμού) και β) Διάταξη των Συστημάτων Συντεταγμένων (προοργανωτής αναλογίας).

5.2.3. Προοδευτική διαφοροποίηση των σχηματικών προοργανωτών

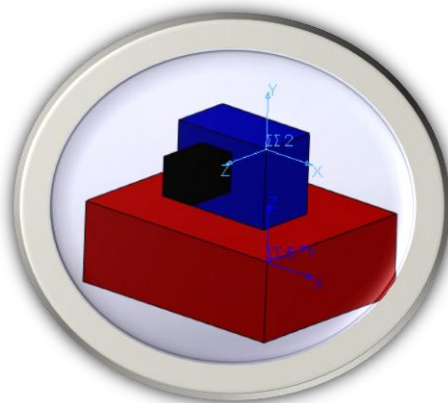
Η θέση της προεξοχής σε σχέση με την βάση αλλά και σε σχέση με κάποια άλλη προεξοχή συνθέτουν την προοδευτική διαφοροποίηση των σχηματικών προοργανωτών και εισάγουν την έννοια της οργανικής ένταξης της διαφοροποίησης των σχηματικών προοργανωτών. Αναλυτικά :



Σχήμα5.3 : Προεξοχή κατά το ΣΣ 5 (μπλε επιφάνεια)



Σχήμα 5.4 : Προεξοχή κατά το ΣΣ 2 (μπλε επιφάνεια)



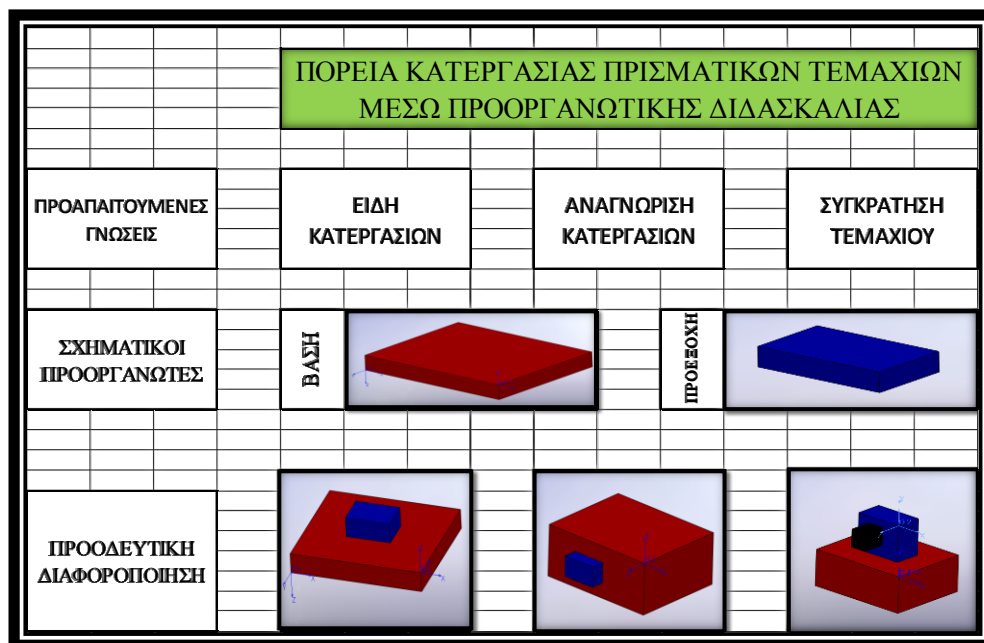
Σχήμα5.5 : Προεξοχή κατά το ΣΣ 5 (μπλε επιφάνεια) και προεξοχή κατα το ΣΣ 2 πάνω στην προεξοχή κατά το ΣΣ 5

5.2.3. Οργανική ένταξη – παράλληλες και κάθετες έννοιες.

Η διαφοροποίηση των σχηματικών προοργανωτών μας οδηγεί στο να εντάξουμε τα πρισματικά τεμάχια σε συγκεκριμένες μορφές με την βοήθεια παράλληλων εννοιών οι οποίες θα πρέπει να είναι σύμφωνα με την προοδευτική διαφοροποίηση ή ύπαρξη των προεξοχών και η θέση αυτών με βάση τα Συστήματα Συντεταγμένων που έχουν αναπτυχθεί.

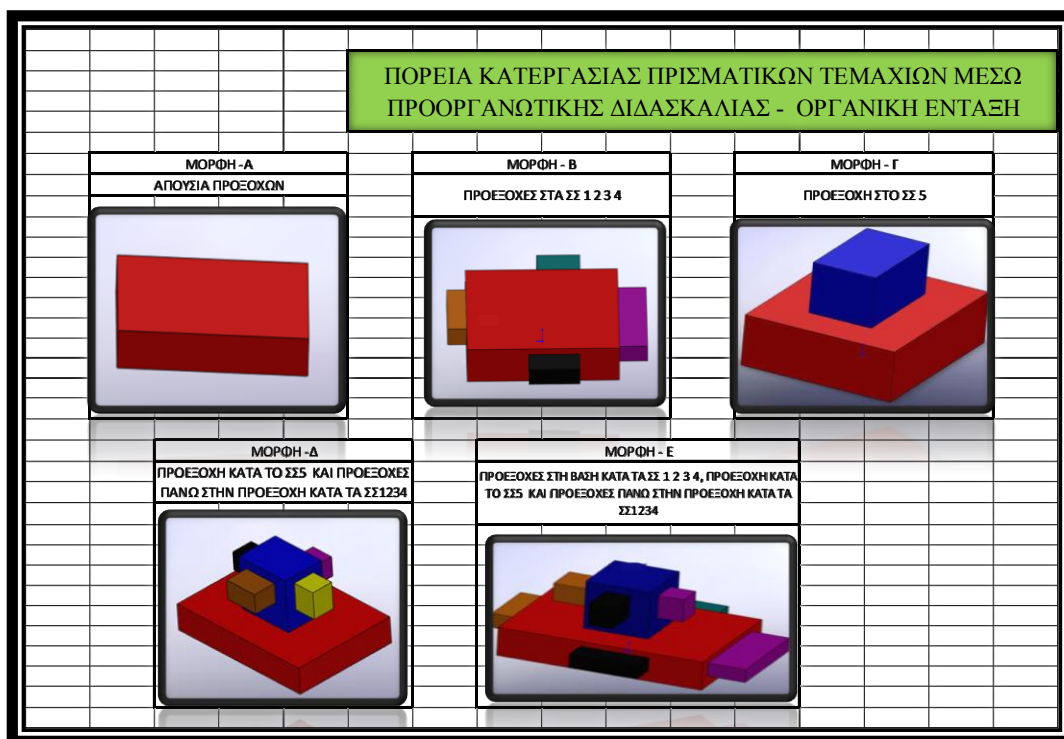
Οι κάθετες έννοιες αφορούν έννοιες που πρέπει να εξεταστούν σε κάθε οργανική ένταξη των παράλληλων εννοιών (προεξοχών) και αυτές έχουμε αποφασίσει ότι θα είναι ύψη προεξοχών, αριθμός προεξοχών, ύπαρξη τυφλών και διαμπερών οπών σε όλα τα Συστήματα Συντεταγμένων. Οι κάθετες έννοιες είναι αυτές οι οποίες θα καθορίσουν και την πορεία κατεργασίας ενός πρισματικού τεμαχίου.

Τα παραπάνω φαίνονται ικανοποιητικά από το κάτωθι σχήματα:



Σχήμα 5.6 : Στρατηγική προοργανωτικής διδασκαλίας –
Δεύτερη φάση (παρουσίαση δεδομένων)





Σχήματα 5.7 -5.8 : Στρατηγική προοργανωτικής διδασκαλίας – Τρίτη φάση (οργανική ένταξη πρισματικών τεμαχίων)

5.3. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΡΟΟΡΓΑΝΩΤΙΚΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

Σημείο έναρξης του προγραμματισμού είναι, όπως έχουμε επισημάνει, ο καθορισμός των διδακτικών στόχων. Ο εκπαιδευτικός πρέπει να καθορίσει με σαφήνεια ποιες πληροφορίες θα παρουσιάσει, ποιες σχέσεις θα αναδείξει και μέσα σε ποιο γνωστικό σχήμα θα κινηθεί. Το μαθησιακό και γνωστικό πλαίσιο των μαθητών αλλά και οι προβλέψεις του αναλυτικού προγράμματος καθορίζουν τις προγραμματικές επιλογές του εκπαιδευτικού.

Το δεύτερο βήμα στη διαδικασία του προγραμματισμού, μετά τον καθορισμό των διδακτικών στόχων, είναι η διατύπωση του προοργανωτή. Οι διδακτικά κατάλληλοι προοργανωτές συνδέουν τη διδασίμη ύλη με τις προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών και τους βοηθούν στη διαδικασία οργάνωσης της. Στη συνέχεια ετοιμάζει ο εκπαιδευτικός το (πιθανό) ιεραρχικό σχήμα, που θα προέλθει από τη σταδιακή διαφοροποίηση η οποία θα γίνει στην τάξη μέσα από διαδικασίες συνδιερεύνησης.

Σε πολλές περιπτώσεις το σχήμα αυτό προέρχεται από τις καθιερωμένες ταξινομίες στο συγκεκριμένο αντικείμενο, όπως είναι π.χ. η ταξινόμια των έμβιων όντων, και σε άλλες περιπτώσεις το σχήμα αποτελεί ειδική σύνθεση για τις διδακτικές ανάγκες της ενότητας, όπως ήδη αναφέραμε.

Εξυπακούεται βέβαια ότι ο εκπαιδευτικός κατά τον προγραμματισμό ετοιμάζεται και για το περιεχόμενο του μαθήματος. Οι διδακτικές δραστηριότητες, που προαναφέραμε, προϋποθέτουν καλή κατοχή εκ μέρους του εκπαιδευτικού των εννοιών και των σχέσεων του διδακτικού αντικειμένου.[19]

5.4. ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΠΡΟΟΡΓΑΝΩΤΙΚΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

Η διεξαγωγή της προοργανωτικής διδασκαλίας περιγράφεται στον κάτωθι πίνακα και αναλύεται έπειτα διεξοδικά

ΠΡΩΤΗ ΦΑΣΗ: ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΨΥΧΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΓΝΩΣΙΟΛΟΓΙΚΗ
(1) Ψυχολογική και μαθησιακή προετοιμασία. (2) Γνωστοποίηση διδακτικών στόχων.
ΔΕΥΤΕΡΗ ΦΑΣΗ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ
(3) Παρουσίαση δεδομένων. (4) Επεξεργασία βασικών εννοιών του προοργανωτή. (5) Παραδείγματα σχετικά με τον προοργανωτή. (6) Παρουσίαση ή σύνθεση του σχήματος της προοδευτικής διαφοροποίησης.
ΤΡΙΤΗ ΦΑΣΗ: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ
(7) Επεξεργασία μαθήματος με βάση το σχήμα της προοδευτικής διαφοροποίησης. (8) Συστηματοποίηση και ανάδειξη των σχέσεων. (9) Ένταξη στις παράλληλες έννοιες και εντόπιση σχέσεων.
(10) Ένταξη στη γενικότερη έννοια και εξέταση παραδοχών και συνεπαγωγών. (11) Διευκρίνιση ασαφών και αντικρουόμενων στοιχείων. (12) Μεταφορά μόθησης.
ΤΕΤΑΡΤΗ ΦΑΣΗ: ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ
(13) Λεκτική ανακεφαλαίωση. (14) Σχηματική ανακεφαλαίωση. (15) Απολογιστική ανακεφαλαίωση.
ΠΕΜΠΤΗ ΦΑΣΗ: ΜΑΘΗΣΙΑΚΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ
(16) Αξιολόγηση του ωριαίου μαθήματος. (17) Μεταγνωστική θεώρηση διαδικασιών επεξεργασίας.

Πίνακας 1 :Φάσεις διεξαγωγής Προοργανωτικής διδασκαλίας [19]

5.4.1. Πρώτη φάση: Προετοιμασία ψυχολογική και γνωσιολογική

- (1) Ψυχολογική και μαθησιακή προετοιμασία
- (2) Γνωστοποίηση διδακτικών στόχων

Η πρώτη φάση της προοργανωτικής στρατηγικής περιλαμβάνει τις γνωστές διαδικασίες της ψυχολογικής και μαθησιακής προετοιμασίας και της διατύπωσης των διδακτικών στόχων, για τη λειτουργία των οποίων έχουμε επίσης κάνει λόγο.

Στην παρούσα εργασία ο διδακτικός στόχος είναι ο τρόπος κατάρτισης φασεολογίου για οιοδήποτε πρισματικό τεμάχιο το οποίο μπορεί να συγκρατηθεί στην μέγγενη.

5.4.2. Δεύτερη φάση: Παρουσίαση δεδομένων

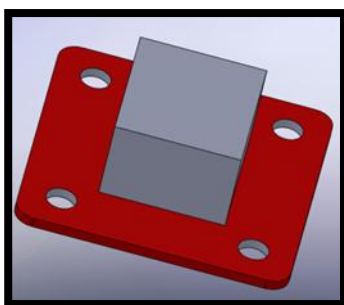
- (3) Παρουσίαση δεδομένων

Τα δεδομένα που χρειάζεται να γνωρίζουμε για την κατάρτιση του φασεολογίου είναι α) Τα είδη των κατεργασιών που μπορεί να γίνουν σε μια CNC φραιζομηχανή, β) Η αναγνώριση των κατεργασιών στα διάφορα συστήματα συντεταγμένων που χρειάζονται για την κατεργασία ενός τυχαίου τεμαχίου και γ) Ο τρόπος στήριξης του τεμαχίου αυτού στην μέγγενη. (κεφάλαια 1 και 2)

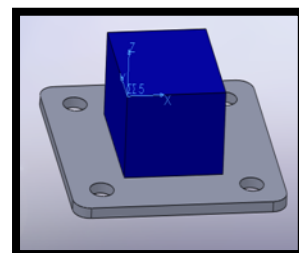
- (4) Επεξεργασία βασικών εννοιών του προοργανωτή ορισμού και του σχηματικού προοργανωτή

Οι προοργανωτές ορισμού θα είναι α) Η κατεργασία του profile milling νοητά ή μη σε μια επιφάνεια β) Τα συστήματα συντεταγμένων στα οποία θα αναγνωρίζεται η κατεργασία του περιφερειακού profile milling ενώ ο σχηματικός προοργανωτής θα είναι α) μια επιφάνεια η οποία θα κατεργάζεται μόνο με περιφερειακό profile milling στο ΣΣ 5 ή ΣΣ 6 (βάση) και β) μια επιφάνεια η οποία θα κείται στην βάση και θα κατεργάζεται και αυτή νοητά η μη με περιφερειακό profile milling στο ΣΣ 5 ή και σε άλλα ΣΣ (προεξοχή)

- (5) Παραδείγματα σχετικά με τον προοργανωτή



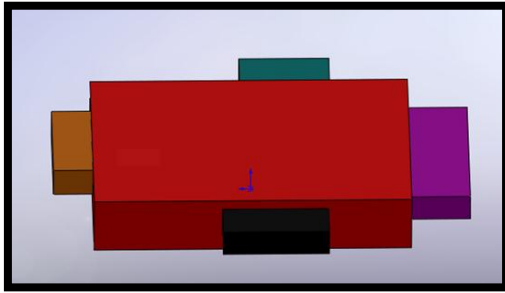
Σχηματικός προοργανωτής 1 : βάση



Σχηματικός προοργανωτής 2 : προεξοχή κατά το ΣΣ 5

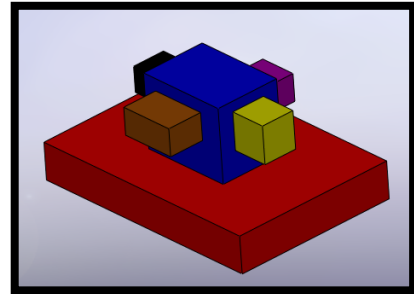
Σχήματα 5.9 : Παραδείγματα σχετικά με τον προοργανωτή

(6) Παρουσίαση ή σύνθεση σχήματος προοδευτικής διαφοροποίησης



Προοδευτική διαφοροποίηση 1 :

Βάση και προεξοχές στα ΣΣ 1 2 3 4



Προοδευτική διαφοροποίηση 2 :

προεξοχές στα ΣΣ 1 2 3 4 πάνω στην προεξοχή κατά το ΣΣ 5

Σχήματα 5.10 : Προοδευτικές διαφοροποιήσεις

5.4.3. Τρίτη φάση: Επεξεργασία μαθήματος

Η τρίτη φάση ολοκληρώνει τις διαδικασίες ένταξης του μαθήματος στο γενικότερο γνωστικό σχήμα στο οποίο ανήκει. Η ένταξη αυτή ενεργοποιεί και εδραιώνει τη μάθηση και διευκολύνει τη μεταφορά της.

(7) Επεξεργασία μαθήματος με βάση το σχήμα της προοδευτικής διαφοροποίησης

Με βάση το σχήμα ή τα σχήματα της προοδευτικής διαφοροποίησης που έχουν ήδη σχηματιστεί, γίνεται η προσέγγιση του μαθήματος και αναζητούνται οι πρώτες συσχετίσεις.

Ο εκπαιδευτικός μπορεί να παρουσιάσει το μάθημα μονολογικά ή, καλύτερα, ακόμη μπορεί διαλογικά να επεξεργαστεί και να συστηματοποιήσει τις όποιες γνώσεις έχουν οι μαθητές, μαζί με τις πληροφορίες που θα τους προσφέρει ακολουθώντας το σχήμα της προοδευτικής διαφοροποίησης. Οι συσχετίσεις έχουν να κάνουν με την ύπαρξη της προεξοχής στα οιοδήποτε συστήματα αλλά και τον αριθμό τους και την θέση τους.

(8) Συστηματοποίηση και ανάδειξη των σχέσεων

Στο σημείο αυτό συστηματοποιούνται και αναδεικνύονται οι σχέσεις που έχουν ήδη εντοπιστεί σε προηγούμενη φάση, και γίνονται οι αναγκαίες συμπληρώσεις. Η ανάδειξη των σχέσεων γίνεται μέσα στα πλαίσια του προοργανωτή.

Με τα βήματα 7 και 8 άρχισαν οι διαδικασίες οργανικής ένταξης του νέου μαθήματος, αφού έγιναν και συστηματοποιήθηκαν οι πρώτες βασικές συσχετίσεις. Η διαδικασία της οργανικής ένταξης συνεχίζεται και ολοκληρώνεται στα δύο επόμενα βήματα, όπου η διδασκόμενη έννοια εξετάζεται σε σχέση με τις παράλληλες έννοιες, καθώς και με τη γενικότερη έννοια στην οποία ανήκουν όλες οι παράλληλες έννοιες.

(9) Ένταξη στις παράλληλες έννοιες και εντόπιση σχέσεων

Στο σημείο αυτό ο εκπαιδευτικός κάνει τις πρώτες προσπάθειες να εντάξει το συγκεκριμένο μάθημα σ' ένα ευρύτερο πλαίσιο. Η θέση της προεξοχής είναι αυτή που σε πρώτη φάση μεταβάλλει την μορφή του τεμαχίου και διαφοροποιεί τον τρόπο κατεργασίας του

(10) Ένταξη στη γενικότερη έννοια και εξέταση παραδοχών και συνεπαγωγών

Η γενικότερη έννοια μας οδηγεί στο να εντάξουμε τα τεμάχια σε κάποιες μορφές οι οποίες θα έχουν ως κοινή έννοια τις προεξοχές στα διάφορα ΣΣ, ενώ οι έννοιες που θα εξετάζει για την πορεία κατεργασίας θα είναι τα ύψη των προεξοχών καθώς και η ύπαρξη οπών διαμπερών ή τυφλών

(11) Διευκρίνιση ασαφών και αντικρουόμενων στοιχείων

Η πορεία κατεργασίας έχει άμεση σχέση και με τον τρόπο στήριξης του τεμαχίου οπότε υπάρχει περίπτωση σε κάποια τεμάχια ο τρόπος κατεργασίας να είναι διαφορετικός και αιτία αυτού να είναι η μη καλή στήριξη του τεμαχίου στην μέγγενη

(12) Μεταφορά μάθησης

Οι μαθητές θα πρέπει να ασκηθούν στον τρόπο κατάρτισης του φασεολογίου με την επιλογή ενός τεμαχίου προς κατεργασία σε cnc φραιζομηχανή.

5.4.4. Τέταρτη φάση: Ανακεφαλαίωση

(13) Λεκτική ανακεφαλαίωση

(14) Σχηματική ανακεφαλαίωση

(15) Απολογιστική ανακεφαλαίωση

Η τέταρτη φάση αποσκοπεί στην περιληπτική συστηματοποίηση των συμπερασμάτων της επεξεργασίας.

5.4.5. Πέμπτη φάση: Μαθησιακή και Μεταγνωστική Θεώρηση

Η προοργανωτική στρατηγική ολοκληρώνεται με την πέμπτη φάση, που περιλαμβάνει τις παρακάτω δραστηριότητες:

(16) Αξιολόγηση τον ωριαίου μαθήματος

(17) Μεταγνωστική Θεώρηση των διαδικασιών επεξεργασίας

Στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας εφαρμόστηκε η τεχνική της προοργανωτικής διδασκαλίας σε 40 φοιτητές του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ και συγκεκριμένα του τομέα των κατεργασιών οι οποίοι και εξετάστηκαν στην κατάρτιση του φασεολογίου για ένα τεμάχιο της επιλογής τους. Τα αποτελέσματα περιγράφονται σε επόμενο κεφάλαιο

5.5. ΚΡΙΤΙΚΗ ΤΗΣ ΠΡΟΟΡΓΑΝΩΤΙΚΗΣ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗΣ

Η προοργανωτική στρατηγική είναι στη βάση της απαγωγική στρατηγική, αλλά με τον τρόπο που διεξάγεται κατορθώνει να κινητοποιεί το μαθητικό ενδιαφέρον και την ενεργητική συμμετοχή. Η κινητοποίηση αυτή, σε συνδυασμό με τη γνωστική καθοδήγηση που εξασφαλίζει, έχει ως αποτέλεσμα να παρουσιάζει υψηλά ποσοστά μάθησης.

Έρευνες μετά-ανάλυσης επιμέρους ερευνών, που αναφέρονται στην αποτελεσματικότητα των προοργανωτών, καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι οι προοργανωτές είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικοί στη διδασκαλία άγνωστων ή δύσκολων διδακτικών αντικειμένων .[19]



ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

6

6.1. ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

6.2. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

6.1. ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

Στα πλαίσια του μαθήματος «εργαλειομηχανές» του 7^{ου} Εξαμήνου του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών του Κατασκευαστικού Τομέα οι φοιτητές θα έπρεπε να επιλέξουν ένα τεμάχιο προς κατεργασία μέσω του προγράμματος Solidcam. Όσοι φοιτητές ήθελαν πριν την παράδοση της εργασίας θα έπρεπε να παρακολουθήσουν ένα προαιρετικό δώρο ανάπτυξης της λογικής των φασεολογιών σε πρισματικά τεμάχια από τον γράφων την διπλωματική εργασία αυτή. Κατά την παράδοση του τεμαχίου οι φοιτητές θα έπρεπε να συμπληρώσουν ένα ερωτηματολόγιο.

Το ερωτηματολόγιο περιέχει 13 κανόνες – οδηγίες για την λογική και την προτεραιότητα των φάσεων κατεργασίας ενός πρισματικού τεμαχίου.

Κατά την διάρκεια του προαιρετικού δώρου αναπτύχθηκαν τα παραδείγματα που παρατίθενται στο κεφάλαιο 5, ενώ στην συνέχεια έγινε αναφορά των κανόνων που υπάρχουν στο ίδιο κεφάλαιο (ελαφρώς διαφορετικοί για διδακτικούς λόγους).

Οι φοιτητές θα έπρεπε να εφαρμόσουν τους κανόνες που καταρτίστηκαν στα τεμάχια που διάλεξαν και να αναφέρουν στο ερωτηματολόγιο αν αυτοί ήταν χρήσιμοι για την πορεία κατεργασίας του δικού τους τεμαχίου

Θα πρέπει να τονιστεί εδώ ότι στις προδιαγραφές της εργασίας το τεμάχιο θα συγκρατούνταν με την βοήθεια μαγνητικής μέγγενης κάτι που διαφοροποιεί τους στόχους της διπλωματικής εργασίας αυτής αλλά και του προαιρετικού δώρου παρόλα αυτά οι φοιτητές ανταποκρίθηκαν και προσπάθησαν να κατεργασθούν το τεμάχιο με την χρήση απλής μέγγενης και με παραδείγματα που δόθηκαν από τον γράφοντα σε ξεχωριστές σημειώσεις (κεφάλαιο 2).

Τα αποτελέσματα σχολιάζονται παρακάτω με την μορφή διαγραμμάτων πίτας βάση της απάντησης ΝΑΙ ή ΟΧΙ που συμπληρώθηκε στο ερωτηματολόγιο.

Το ερωτηματολόγιο βρίσκεται στο παράρτημα της παρούσης διπλωματικής εργασίας

6.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

6.2.1. Οδηγία 1 : οριοθέτηση Συστήματος συντεταγμένων



ΟΔΗΓΙΑ 1	
ΝΑΙ	7
ΟΧΙ	8

Σχόλια : Από το παραπάνω σχήμα τα αποτελέσματα είναι κατά προσωπική γνώμη του γράφοντος μη αντιπροσωπευτικά. Η οριοθέτηση των Συστημάτων Συντεταγμένων (δεσίματα του τεμαχίου) θα πρέπει να καθορίζονται στην αρχή του φρασεολογίου. Το 53% του ΟΧΙ μας οδηγεί στο συμπέρασμα (κάτι που αποδείχτηκε και κατά την παρουσίαση) ότι οι φοιτητές θεώρησαν ότι το τεμάχιο που θα επιλέξουν θα έπρεπε να έχει κατεργασίες και στα έξι συστήματα συντεταγμένων που αναπτύχθηκαν στην διδασκαλία. Κάτι τέτοιο δεν ισχύει αφού στην αναγνώριση των κατεργασιών τα δεσίματα του τεμαχίου στην μέγγενη μπορεί να μειωθούν ανάλογα των κατεργασιών που υπάρχουν. Ο γράφων πιστεύει ότι για την σωστή κατάρτιση του φρασεολογίου η οριοθέτηση των συστημάτων στην αρχή είναι πολύ σημαντική.

6.2.1. Οδηγία 2 : Καθορισμός stock model



ΟΔΗΓΙΑ 2	
ΝΑΙ	14
ΟΧΙ	1

Σχόλια : Ο προσδιορισμός του stock model χρησιμοποιήθηκε σχεδόν από το σύνολο των φοιτητών και τα αποτελέσματα δείχνουν την μεγάλη χρησιμότητα της οδηγίας αυτής διότι ο καθορισμός του stock model , μπορεί να αλλάξει και την πορεία κατεργασίας. Θυμίζουμε ότι η εργασία ξεκάθαρα ζητούσε από τους φοιτητές το stock model να είναι τύπου box με διαστάσεις 2 χιλιοστών μεγαλύτερων από το τεμάχιο προς κατεργασία. Αν θεωρούσαμε ότι οι διαστάσεις του stock είναι ίδιες με το προς κατεργασία τεμάχιο αυτομάτως θα αποκλείαμε την κατεργασία του face milling σε κάποια ΣΣ

6.2.3. Οδηγία 3 : Αναγνώριση κατεργασιών



ΟΔΗΓΙΑ 3	
ΝΑΙ	14
ΟΧΙ	1

Σχόλια : Το αποτέλεσμα δείχνει και πάλι την χρησιμότητα της οδηγίας 3. Αν δεν γίνουν οι αναγνωρίσεις στα διάφορα ΣΣ δεν έχει νόημα να προχωρήσουμε στην κατεργασία του τεμαχίου. Το ΟΧΙ που απαντήθηκε από μια ομάδα μόνο μπορεί να σημαίνει ότι δεν χρειάστηκε να γίνουν αναγνωρίσεις κατεργασιών πάνω από ένα ΣΣ

6.2.4. Οδηγία 4 : 1η προτεραιότητα σε profile milling



ΟΔΗΓΙΑ 4	
ΝΑΙ	12
ΟΧΙ	3

Σχόλια : Από τα τρία ΟΧΙ που απαντήθηκαν τα δύο δικαιολογήθηκαν ότι δεν υπήρχε κατεργασία profile milling στα ΣΣ που επιλέχθηκαν, ενώ ανέφεραν ότι η οδηγία αυτή είναι πολύ χρήσιμη. Θεωρούμε γενικά ότι η κατεργασία του profile milling μπορεί να αντικαταστήσει άλλες κατεργασίες σε άλλα ΣΣ οπότε γενικά είναι πολύ χρήσιμη και αυτή.

6.2.5. Οδηγία 5 : Μετά την 1ή προτεραιότητα κάνουμε άλλες κατεργασίες



ΟΔΗΓΙΑ 5	
ΝΑΙ	14
ΟΧΙ	1

Σχόλια : Οι περισσότεροι φοιτητές ακολούθησαν την οδηγία 5. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι ενώ την οδηγία 4 την χρησιμοποίησαν 12 ομάδες φοιτητών και λογικά θα υπήρχαν 12 ΝΑΙ στην οδηγία 5, βλέπουμε ότι τελικά υπάρχουν 14 ΝΑΙ στην οδηγία 5 κάτι που μας δείχνει ότι ακόμα και αν δεν χρησιμοποιήθηκε από τους φοιτητές θεωρείται ως σημαντική.

6.2.6. Οδηγία 6 : 2ή προτεραιότητα profile milling και άλλες κατεργασίες



ΟΔΗΓΙΑ 6	
ΝΑΙ	5
ΟΧΙ	10

Σχόλια : Τα πέντε ΝΑΙ μας δείχνουν ότι τα κομμάτια που επέλεξαν οι πέντε ομάδες φοιτητών είχαν και δεύτερο profile milling οπότε θεώρησαν ότι η οδηγία 6 τους βοήθησε. Τα 10 ΟΧΙ στην παρούσα φάση δεν μπορούν να μας δώσουν ότι η οδηγία αυτή δεν είναι σωστή διότι μπορεί τα τεμάχια που επιλέχθηκαν να μην έχουν και δεύτερο profile milling. Αυτό θα γίνει κατανοητό με τα αποτελέσματα της επόμενης οδηγίας.

6.2.7. Οδηγία 7 : 3η προτεραιότητα οπές και ποκέτες



ΟΔΗΓΙΑ 7	
ΝΑΙ	12
ΟΧΙ	3

Σχόλια : Το 80% των ομάδων χρησιμοποίησε αυτήν την οδηγία που σημαίνει ότι α) είναι χρήσιμη και β) τα ΟΧΙ ήταν 3 ενώ στην προηγούμενη οδηγία τα ΟΧΙ ήταν 10 κάτι που πιστοποιεί ότι τα περισσότερα τεμάχια δεν είχαν δεύτερο profile milling και οι φοιτητές οδηγήθηκαν κατευθείαν από την οδηγία 5 στην οδηγία 7.

6.2.8. Οδηγία 8: Τυφλή οπή -ποκέτα



ΟΔΗΓΙΑ 8	
ΝΑΙ	11
ΟΧΙ	4

Σχόλια : Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι αν το τεμάχιο που επιλέχθηκε από τις ομάδες των φοιτητών περιέχει τυφλή σπή η οδηγία αυτή είναι χρήσιμη. Αν δεν υπάρχει τυφλή σπή η οδηγία απλώς δεν χρησιμοποιείται

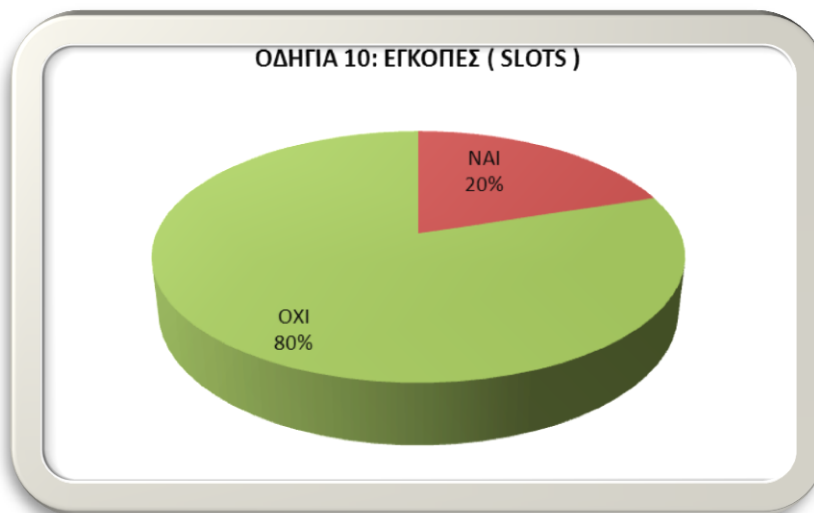
6.2.9. Οδηγία 9: Διαμπερής σπή – ποκέτα



ΟΔΗΓΙΑ 9	
ΝΑΙ	12
ΟΧΙ	3

Σχόλια : Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι αν το τεμάχιο που επιλέχθηκε από τις ομάδες των φοιτητών περιέχει διαμπερή σπή η οδηγία αυτή είναι χρήσιμη. Αν δεν υπάρχει η οδηγία απλώς δεν χρησιμοποιείται

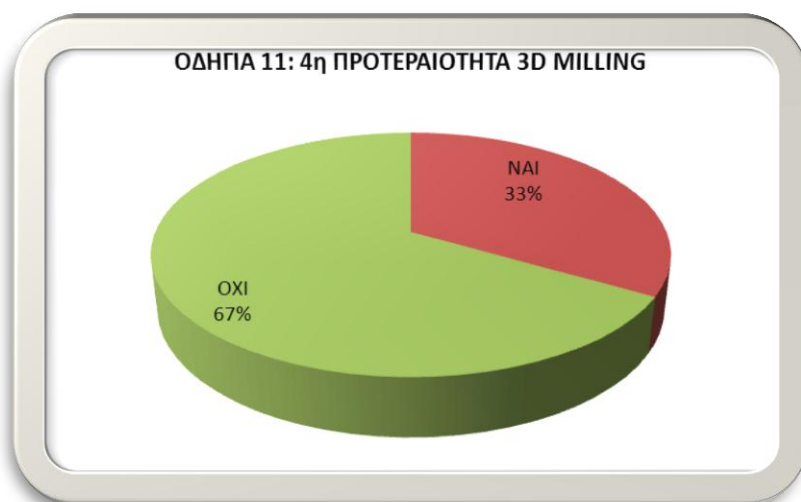
6.2.10. Οδηγία 10: Εγκοπές



ΟΔΗΓΙΑ10	
ΝΑΙ	3
ΟΧΙ	12

Σχόλια : Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι αν το τεμάχιο που επιλέχθηκε από τις ομάδες των φοιτητών περιέχει εγκοπή η οδηγία αυτή είναι χρήσιμη. Αν δεν υπάρχει η οδηγία απλώς δεν χρησιμοποιείται

6.2.11. Οδηγία 11: 4ή προτεραιότητα 3d milling



ΟΔΗΓΙΑ 11	
ΝΑΙ	5
ΟΧΙ	10

Σχόλια : Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι αν το τεμάχιο που επιλέχθηκε από τις ομάδες των φοιτητών περιέχει 3d milling η οδηγία αυτή είναι χρήσιμη. Αν δεν υπάρχει η οδηγία απλώς δεν χρησιμοποιείται

6.2.12. Οδηγία 12: Αντικριστά Συστήματα συντεταγμένων



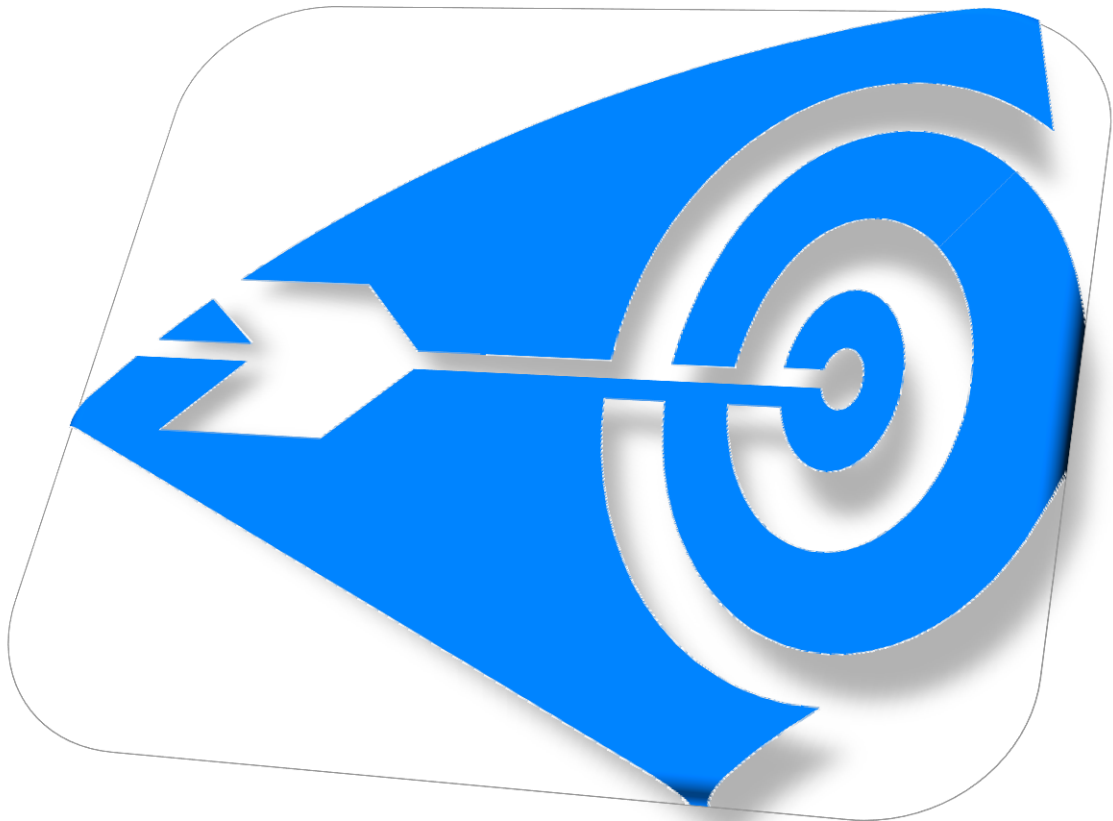
ΟΔΗΓΙΑ 12	
ΝΑΙ	7
ΟΧΙ	8

Σχόλια : Η οδηγία αυτή βρίσκει συνήθως εφαρμογή σε συμμετρικά τεμάχια και αναφέρεται σε κατεργασίες σε διαδοχικά συστήματα συντεταγμένων στα οποία υπάρχει η συμμετρία. Αν δεν υπάρχει συμμετρία στα τεμάχια που επιλέχθηκαν η οδηγία αυτή ορθώς δεν χρησιμοποιήθηκε από τους φοιτητές όπως δείχνουν και τα αποτελέσματα.

6.2.13. Οδηγία 13: Παράμετροι προς έλεγχο



Σχόλια : Η οδηγία αυτή θα πρέπει να συνοδεύεται σε κάθε οδηγία από την 4 έως και την 12. Είναι βέβαια γενική αλλά μας δείχνει ότι το σετάρισμα δεν επιλέγεται μόνο από τις κατεργασίες αλλά και από άλλους παράγοντες εκτός κατεργασιών όπως τη σωστή συγκράτηση και την πρόσβαση του εργαλείου. Ο γράφων θα περίμενε ότι η οδηγία αυτή θα είχε σημειωθεί με 15 ΝΑΙ και όχι μόνο με 11.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ

7

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

7.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

7.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΠΙ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

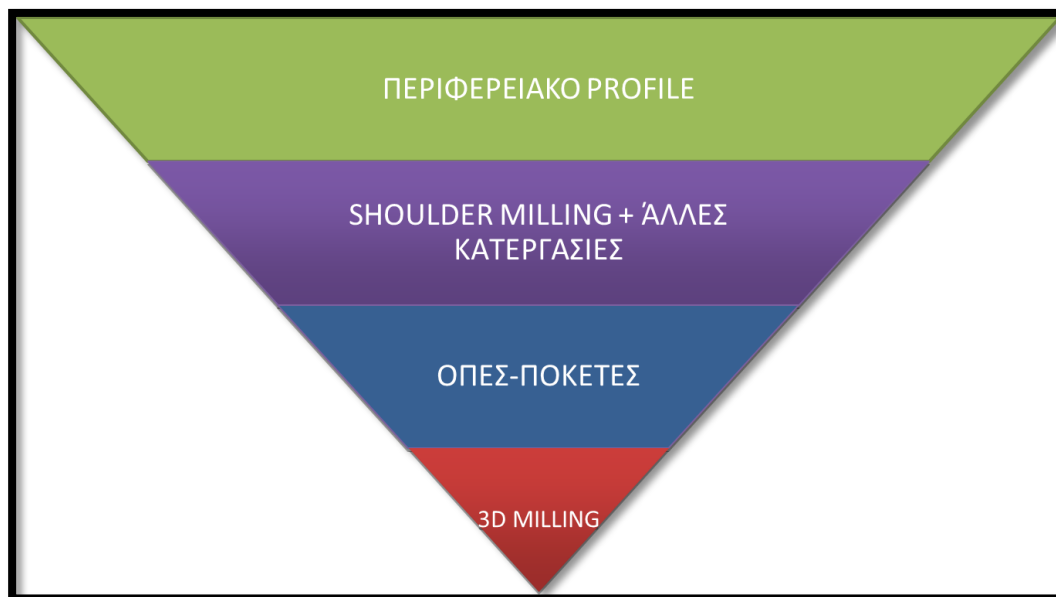
7.3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΠΙ ΤΗΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑΣ

7.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας αυτής τα συμπεράσματα που προκύπτουν είναι τα κάτωθι:

- 1) Η λογική της πορείας κατεργασίας σαφώς και δεν μπορεί να οδηγήσει σε ένα και μόνο αποτέλεσμα. Οι πολυάριθμοι παράγοντες που πρέπει να εξεταστούν αλλά και η καλή γνώση των κατεργασιών που απαιτούνται σε συνδυασμό με την πείρα που μπορεί να έχει ο χειριστής της μηχανής εξελίσσουν και διαφοροποιούν το αποτέλεσμα της πορείας κατεργασίας.
- 2) Η πορεία κατεργασίας εξαρτάται μόνο από την καλή γνώση ενός προγράμματος CAM. Ο συνδυασμός και των δύο θα οδηγήσει στην σωστή και καλύτερη κατεργασία ενός τεμαχίου. Όπως δεν έχει σημασία αν κάποιος γνωρίζει καλά επεξεργασία κειμένου (word) αλλά δεν ξέρει την μητρική του γλώσσα, έτσι και με την κατεργασία σε CAM ακόμα και αν αυτή είναι γνωστή δεν σημαίνει ότι το τεμάχιο μπορεί να κατεργασθεί σωστά
- 3) Για την κατάρτιση του φασεολογίου προϋπόθεση είναι και η καλή γνώση των κατεργασιών που γίνονται σε μια cnc φραιζομηχανή αλλά και η αναγνώριση τους σε κάθε σετάρισμα του τεμαχίου. Η αναγνώριση βοηθά στην συγκέντρωση όλων των κατεργασιών που μπορούν να γίνουν σε ένα ΣΣ, ενώ η γνώση των κατεργασιών βοηθά στην σωστή χρήση των εργαλείων που απαιτούνται και υπάρχουν στον χώρο εργασίας.
- 4) Η πολυπλοκότητα των πρισματικών τεμαχίων έχει όμως και «κερκόπορτες». Το περιφερειακό profile milling εντοπίζεται σε ένα μεγάλο ποσοστό των τεμαχίων αυτών και βάση αυτού θα καθορισθεί η αρχή της κατάρτισης του φασεολογίου
- 5) Οι οπές και οι ποκέτες αντιμετωπίζονται ως όμοιες έννοιες διότι για την κατεργασία τους απαιτείται συγκεκριμένο σετάρισμα το ίδιο και για τις δύο έννοιες, οπότε αν υπάρχουν γνωρίζουμε εκ των προτέρων ότι σε κάποια φάση της κατεργασίας θα πρέπει να σετάρουμε το τεμάχιο σε αυτό το συγκεκριμένο ΣΣ.
- 6) Ο συνδυασμός περισσότερων από μια κατεργασία σε κάποιο ΣΣ θα πρέπει να «επιβάλλεται» διότι βοηθά στην μείωση χρόνου που απαιτείται στην κατεργασία των πρισματικών τεμαχίων

- 7) Η κατεργασία του 3d milling θα πρέπει να αποφεύγεται όταν αποτελεί παράγοντα για την προτεραιότητα των φάσεων κατεργασίας και όχι όταν θα υπάρχει σε συνδυασμό με άλλες. Αν δηλαδή μια επιφάνεια θα πρέπει οπωσδήποτε να κατεργασθεί **μόνο** με 3d milling, προσπαθούμε η κατεργασία αυτή να γίνεται σε τελευταία στάδια της πορείας κατεργασίας ενώ αν συνδυάζεται με άλλες σε άλλα σεταρίσματα θα πρέπει να γίνεται μαζί με άλλες κατεργασίες.
- 8) Θέλοντας να οπτικοποιήσουμε τους κανόνες που αναπτύχθηκαν στο κεφάλαιο 4 δημιουργήθηκε το σχήμα 7.1 το οποίο συνοψίζει το τι θα πρέπει να αναζητούμε για την κατάρτιση της πορείας κατεργασίας



Σχήμα 7.1: Προτεραιότητες κατά την επιλογή του σεταρίσματος

- 9) Επιγραμματικά σε μια πρώτη λύση για την πορεία κατεργασίας ενός πρισματικού τεμαχίου η αλληλουχία των σεταρισμάτων θα είναι α) ΣΣ6, β) ΣΣ1 2 3 4 και τέλος γ) ΣΣ5. Η αλληλουχία των ΣΣ1 2 3 4 δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί χωρίς να λαμβάνονται υπόψη παράγοντες όπως τρόπος δεσίματος, διαδρομή εργαλείου, κατεργασίες που θα πρέπει να γίνουν αλλά και άλλοι παράγοντες που δεν αναπτύχθηκαν σε αυτήν την εργασία όπως η αποφυγή ταλαντώσεων
- 10) Η ανάπτυξη του σκεπτικού της δημιουργίας φασεολογίου έγινε και με βάση τον τρόπο διδασκαλίας με τον οποίο θα μπορούσε να διδαχθεί. Στην ουσία πρώτα επιλέχθηκε ο τρόπος διδασκαλίας και έπειτα μέσω αυτής έγινε και η επεξήγηση της λογικής των φασεολογιών

- 11) Η σκέψη για την εκλογή πρώτα της μεθόδου ήταν η εξής : Η προοργανωτική διδασκαλία βρίσκει εφαρμογή στον τρόπο διδασκαλίας γενικεύσεων και το θέμα της διπλωματικής εργασίας στηρίζεται σε ικανό βαθμό σε αυτό διότι σκοπός της δεν είναι να βρεθεί λύση αλλά μέσω της γενίκευσης από μόνος του ο μηχανικός να οδηγηθεί στην πιο εύκολη και σωστή κατεργασία του οιοδήποτε τεμαχίου που θα κληθεί να αντιμετωπίσει.
- 12) Η μέθοδος της προοργανωτικής διδασκαλίας στηρίζεται κυρίως στους σχηματικούς προοργανωτές. Έπρεπε λοιπόν τα πρισματικά τεμάχια να οργανωθούν με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν α) να έχουν εμφανή χαρακτηριστικά και β) η διάκριση αυτών να είναι ορατή και αποτελεσματική.
- 13) Η κατηγοριοποίηση των τεμαχίων όπως περιγράφηκε στο κεφάλαιο 3 της παρούσης εργασίας έγινε προς την κατεύθυνση αυτή. Από την στιγμή που τα τεμάχια κατηγοριοποιήθηκαν η μελέτη τους έγινε πιο εύκολη ενώ οι παράγοντες που πρέπει να εξεταστούν έγιναν αρκετά εμφανείς (Ύψη προεξοχών, μορφή προεξοχών, οπές – ποκέτες κα).
- 14) Το κύριο χαρακτηριστικό της κατηγοριοποίησης είναι το περιφερειακό profile milling το οποίο θεωρούμε ότι α) είτε μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε β) δεν μπορεί
- 15) Η επιλογή της προοργανωτικής διδασκαλίας έγινε και για έναν άλλο λόγο: Οι σχηματικοί προοργανωτές που περιγράφηκαν μπορούν να αποτελέσουν την βάση για περαιτέρω λεπτομερείς σχηματικούς προοργανωτές που θα δίνουν την ευκαιρία για ακόμα πιο συγκεκριμένη προσέγγιση της λογικής των φασεολογιών.
- 16) Πέραν των κανόνων κατεργασίας, αναπτύχθηκαν και κανόνες συγκράτησης τεμαχίου στη μέγγενη. Το φασεολόγιο έχει άμεση σχέση με τον τρόπο συγκράτησης των τεμαχίων οπότε κρίθηκε αναγκαία και η κατάρτιση αυτών των κανόνων. Ο τρόπος συγκράτησης όμως έχει άμεση σχέση και με τις κατεργασίες στις οποίες θα γίνουν πχ διαφορετικά μπορεί να συγκρατηθεί ένα τεμάχιο αν θα γίνει σε αυτό η κατεργασία του face milling και διαφορετικά αν θα γίνει η κατεργασία του profile milling, ενώ διαφορετικά θέματα θα πρέπει να τεθούν αν χρειάζεται να γίνουν και οι δύο κατεργασίες μαζί.
- 17) Στο παράρτημα δίνονται σχηματικά κάποιοι αλγόριθμοι σχετικά με την κατηγοριοποίηση των τεμαχίων που μπορούν να αποτελέσουν μια αρχική ιδέα για την κατάρτιση του φασεολογίου με την βοήθεια γλώσσας προγραμματισμού.

7.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΠΙ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Μετά την ολοκλήρωση της διδασκαλίας του προαιρετικού δώρου , την ανάλυση του ερωτηματολογίου και την προσωπική συζήτηση με τους φοιτητές που παρακολούθησαν το δώρο οδηγήσαμε στα κάτωθι συμπεράσματα :

- 1) Τα παραδείγματα που χρησιμοποιήθηκαν για την εξαγωγή των κανόνων διδασκαλίας ήταν αντιπροσωπευτικά των τεμαχίων που επέλεξαν οι φοιτητές για την εξαμηνιαία εργασία τους ως προς τις κατεργασίες που περιείχαν, αλλά όχι αρκετά αντιπροσωπευτικά για την πολυπλοκότητας
- 2) Το 93% των φοιτητών χρησιμοποίησε την αναγνώριση των κατεργασιών σε κάθε Σύστημα Συντεταγμένων, βήμα σημαντικό και απαραίτητο για την κατάρτιση του φασεολογίου.
- 3) Οι φοιτητές κατανόησαν πλήρως και χρησιμοποίησαν την εντολή της εντόπισης του περιφερειακού profile milling ως πρώτη προτεραιότητα για την αρχή της πορείας της φάσης κατεργασίας.
- 4) Κατά την διάρκεια της διδασκαλίας έγινε αντιληπτό ότι οι φοιτητές θεωρούσαν ως την χρησιμότερη κατεργασία την κατεργασία του 3d milling. Πίστευαν ότι η κατεργασία αυτή είναι εύκολη διότι μπορεί να αντικαταστήσει και άλλες κατεργασίες όπως face milling, profile milling. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η αντιμετώπιση ενός τεμαχίου από ομάδα φοιτητών οι οποίοι χρησιμοποίησαν μόνο την εντολή 3d milling για την κατεργασία όλου του τεμαχίου.
- 5) Έγινε επίσης αντιληπτό από το σύνολο των φοιτητών ότι δεν υπάρχει ένας τρόπος πορείας κατεργασίας και μόνο. Κατά την διάρκεια της διδασκαλίας οι φοιτητές έκαναν επισημάνσεις, για εναλλακτικούς τρόπους κατεργασίας από αυτόν που παρουσιάστηκε στην τάξη
- 6) Αρκετοί φοιτητές δεν θεώρησαν χρήσιμη την εντολή περί τοποθέτησης Συστημάτων Συντεταγμένων σε όλες τις πλευρές του αρχικού τεμαχίου (stock model). Πίστευαν ότι η οριοθέτηση των ΣΣ θα πρέπει να γίνεται παράλληλα με την κατεργασία του τεμαχίου πχ όταν θελήσουν να κατεργασθούν μια οπή σε διαφορετικό σετάρισμα από αυτό που είχαν, τότε θα οριοθετούσαν το νέο ΣΣ. Αρκετοί φοιτητές ανταποκρίθηκαν σε αυτό ενώ άλλοι επέμειναν ότι αφού η πορεία κατεργασίας μπορεί να γίνει μόνο σε δύο ΣΣ (φανερά από την αρχή) δεν χρειάζεται να γίνει ο εντοπισμός και των έξι ΣΣ.
- 7) Παράγοντες όπως ο τρόπος συγκράτησης του τεμαχίου στην μέγγενη καθώς και η διαδρομή του εργαλείου θα πρέπει πάντα να ελέγχονται σε κάθε εκλογή ΣΣ για την κατεργασία του τεμαχίου. Παρόλα αυτά υπήρξαν κάποιοι οι οποίοι δεν θεώρησαν χρήσιμη την εντολή αυτή. Θα πρέπει πάντα σε κάθε εκλογή ΣΣ να ελέγχουμε αν μπορούν να γίνουν οι κατεργασίες σε αυτό με γνώμονα το δέσιμο του τεμαχίου αλλά και την διαδρομή του εργαλείου.

- 8) Τα τεμάχια που επέλεξαν οι φοιτητές για την εξαμηνιαία εργασία στην πλειοψηφία τους ήταν απλά και μικρότερης πολυπλοκότητας (τα περισσότερα) από τα παραδείγματα που χρησιμοποιήθηκαν κατά την διδασκαλία οπότε και η απόρριψη κάποιων κανόνων όπως των κανόνων περί διαμπερούς και τυφλής οπής αλλά και εγκοπών είναι σε κάποιο βαθμό δικαιολογητά.
- 9) Γνώμη και σύσταση του γράφοντος είναι ότι η λογική των φασεολογιών πρισματικών τεμαχίων θα πρέπει να γίνει σε υποχρεωτική βάση δίωρης διάρκειας η οποία θα συμπληρώνει την διδασκαλία του προγράμματος εκμάθησης κατεργασίας (Solidcam) στο μάθημα Εργαλειομηχανές του προγράμματος σπουδών της Σχολής Μηχανολόγων του ΕΜΠ.

7.3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΠΙ ΤΗΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑΣ

Οι φοιτητές εξετάστηκαν επί της συνολικής εργασίας που έπρεπε να παραδώσουν (κατεργασία στο CAM η οποία περιέχει και την λογική της πορείας κατεργασίας). Τα αποτελέσματα που παρατίθενται στον κάτωθι πίνακα 7.3.1 περιλαμβάνουν και τους φοιτητές που δεν παρακολούθησαν το προαιρετικό δίωρο, ενώ με κόκκινο χρώμα είναι οι φοιτητές που παρακολούθησαν το προαιρετικό δίωρο.

Βαθμοί	
6,5	7
7	6,5
9	4,5
7,5	9
8,5	5
5	2
9	1,5
8	9,5
5,5	8,5
7,5	6,5
8,5	7,5
8	0
5	8,5
7	7,5
8,5	7,5
7	7,5
9,5	7
5,5	10
9	8,5
7,5	7
8	9,5
0	7

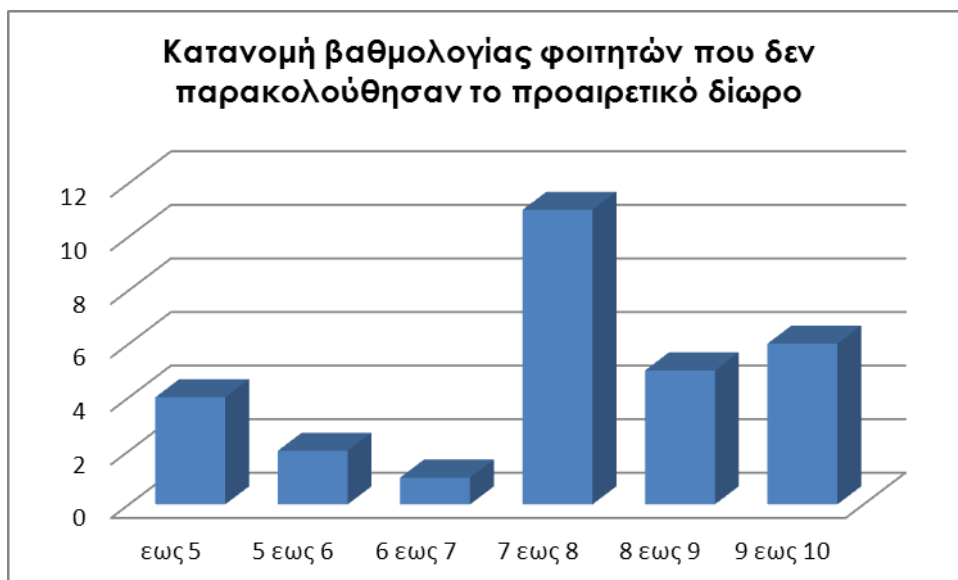
Πίνακας 7.3.1 : Αποτελέσματα φοιτητών που παρέδωσαν εργασία

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν έπειτα από την ανάλυση της βαθμολογίας των φοιτητών είναι τα εξής :

- 1) Ο μέσος όρος της βαθμολογίας των φοιτητών που παρακολούθησαν το προαιρετικό δίωρο είναι Μ.Ο. :**7,1**
- 2) Ο μέσος όρος της βαθμολογίας των φοιτητών που δεν παρακολούθησαν το προαιρετικό δίωρο είναι Μ.Ο.: **6,83**
- 3) Η διαφορά των δύο μέσων όρων δεν είναι βέβαια αρκετά μεγάλη, αλλά είναι θετικό το γεγονός ότι οι φοιτητές που παρακολούθησαν το δίωρο έχουν μεγαλύτερο μέσο όρο από τους συναδέλφους τους που δεν το παρακολούθησαν.
- 4) Η τυπική απόκλιση της βαθμολογίας των φοιτητών που παρακολούθησαν το δίωρο είναι σ:**1,55**, ενώ των φοιτητών που δεν παρακολούθησαν είναι σ:**2,63**
- 5) Από τις τυπικές αποκλίσεις το συμπέρασμα που μπορεί να εξαχθεί είναι ότι οι βαθμολογίες των φοιτητών που παρακολούθησαν το δίωρο είναι πιο «συγκεντρωμένες» σε σχέση με τους άλλους φοιτητές που δεν το παρακολούθησαν
- 6) Σημαντικό είναι επίσης το γεγονός ότι μόνο μια ομάδα φοιτητών εμφανίζεται να έχει βαθμολογηθεί κάτω από την βάση (4,5) βαθμός όμως ο οποίος είναι πολύ κοντά σε αυτήν. Στην βαθμολογία των φοιτητών που δεν παρακολούθησαν υπάρχουν βαθμοί αρκετά κάτω από την βάση (1,5 και 2)
- 7) Τα παραπάνω φαίνονται και πιο αναλυτικά στα παρακάτω γραφήματα:

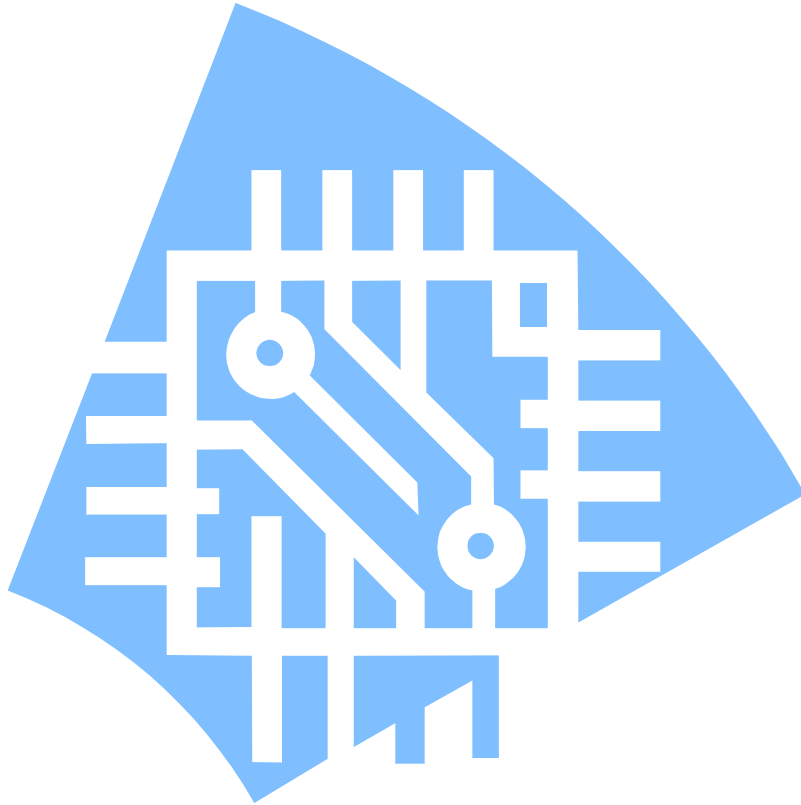


Γράφημα 1: Κατανομή βαθμολογίας φοιτητών που παρακολούθησαν το δίωρο



Γράφημα 2: Κατανομή βαθμολογίας φοιτητών που δεν παρακολούθησαν το δίωρο

- 8) Συμπερασματικά φαίνεται ότι η λογική της πορείας κατεργασίας που αναπτύχθηκε στην διπλωματική εργασία αυτή, παρακίνησε τους φοιτητές, και τους βοήθησε, στο να σκεφθούν λίγο περισσότερο την συγκράτηση και την κατασκευή φασεολογίου των τεμαχίων κατά την κατεργασία τους στο CAM. Η αναβάθμιση του προαιρετικού δίωρου σε υποχρεωτικό θα οδηγήσει σε σωστότερη αντιμετώπιση της κατεργασίας ενός τεμαχίου σε ένα κάθετο κέντρο κατεργασίας.



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Π1

ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ

Π.1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο παράρτημα αυτό γίνεται μια προσπάθεια κατασκευής ενός αλγορίθμου για κάθε μορφή πρισματικού τεμαχίου που αναπτύχθηκε στο κεφάλαιο τρία της παρούσης διπλωματικής εργασίας. Οι αλγόριθμοι αναπτύχθηκαν σε ψευδοκώδικα επινόησης του γράφοντος με την ελπίδα ότι θα αποτελέσει θεμέλιο για περαιτέρω μελέτη από άλλους συναδέλφους

Π.1.2. ΟΡΙΣΜΟΙ

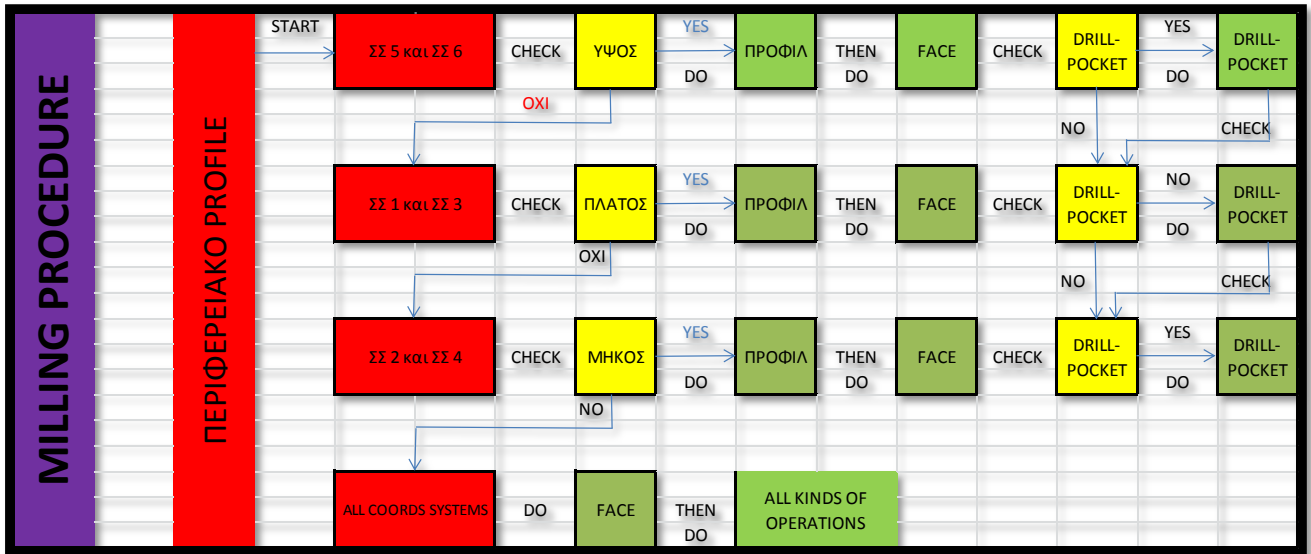
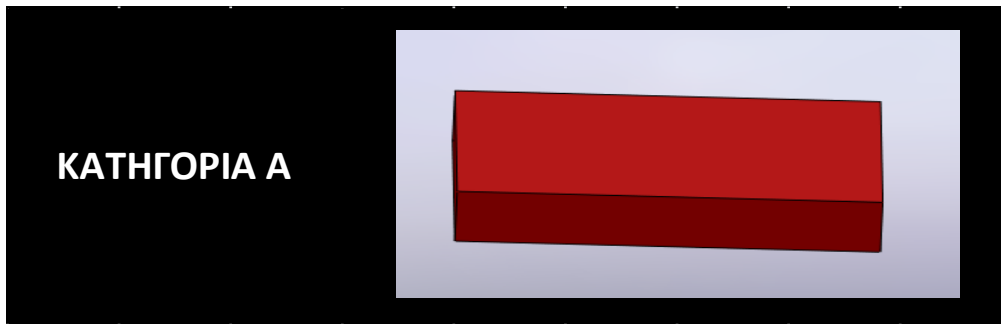
Για την κατανόηση των αλγορίθμων θα πρέπει πρώτα να οριστούν οι εντολές που εμφανίζονται στους αλγόριθμους.

- ☞ START : ξεκίνα την επιλογή
- ☞ CHECK : Έλεγξε (αφορά τις παραμέτρους)
- ☞ DO : Κάνε (αφορά κατεργασίες)
- ☞ THEN DO : Κάνε μετά (αφορά κατεργασίες)
- ☞ FACE : Face milling
- ☞ ΠΡΟΦΙΛ : Profile milling
- ☞ ALL KINDS OF OPERATIONS : Όλα τα είδη των κατεργασιών
- ☞ DRILL POCKET : Κατεργασίες drilling ή rocket milling
- ☞ ALL COORD SYSTEMS : Κατεργασίες σε όλα τα συστήματα Συντεταγμένων
- ☞ BODIES : Προεξοχές
- ☞ HEIGHTS OF BODIES : Ύψη προεξοχών
- ☞ DO IF : Κάνε εάν χρειάζεται (αφορά κατεργασίες που γίνονται)
- ☞ GO : Πήγαινε (αφορά στην εκλογή του συστήματος συντεταγμένων
- ☞ GO IF : Πήγαινε εάν χρειάζεται (αφορά αλλαγή συστήματος συντεταγμένων)

Π.1.3. ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ

Παρατίθενται στη συνέχεια οι αλγόριθμοι για κάθε κατηγορία πρισματικών τεμαχίων. Τονίζουμε και πάλι ότι η για την κατανόηση των αλγορίθμων είναι απαραίτητες οι γνώσεις των κεφαλαίων της διπλωματικής εργασίας αυτής

Π.1.3.1. ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΤΕΜΑΧΙΩΝ ΜΟΡΦΗΣ Α



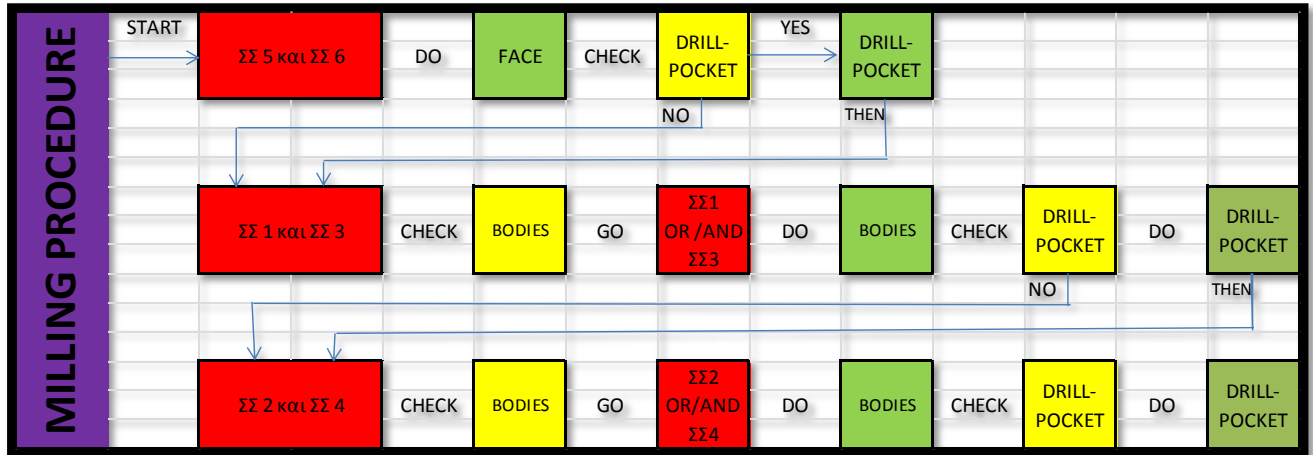
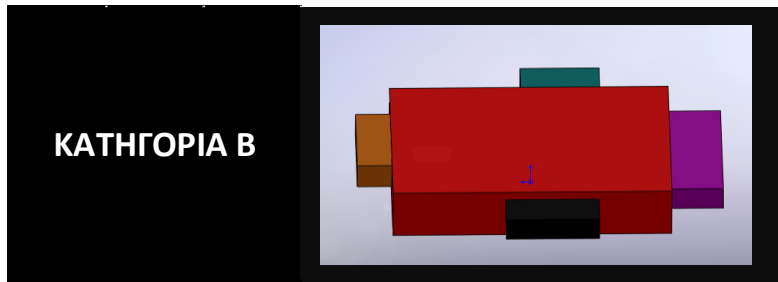
Επεξηγήσεις

Σε τεμάχια κατηγορίας Α ελέγχουμε σε ποιο σύστημα συντεταγμένων μπορεί να γίνει η κατεργασία του περιφερειακού profile milling. Συνήθως αυτό θα εμφανίζεται στα Συστήματα ΣΣ 5 και ΣΣ 6. Αν το ύψος του τεμαχίου είναι ικανοποιητικό για συγκράτηση στα ΣΣ 5 και ΣΣ6 τότε κάνουμε την κατεργασία του περιφερειακού profile milling και στη συνέχεια την κατεργασία του face milling. Έπειτα ελέγχουμε για κατεργασίες οπής ή ποκέτας στα ΣΣ 5 και ΣΣ 6 και έπειτα στα άλλα ΣΣ (1234)

Αν δεν μπορεί να γίνει η κατεργασία του περιφερειακού profile milling στα ΣΣ 5 και ΣΣ 6, ελέγχουμε αν μπορεί να γίνει αυτό στα υπόλοιπα ΣΣ (ΣΣ1 και ΣΣ 3 αν το πλάτος είναι ικανοποιητικό ή ΣΣ 2 και ΣΣ4 αν το μήκος του τεμαχίου είναι ικανοποιητικό για την κατεργασία του περιφερειακού profile milling. Σε όποιο ζεύγος συστημάτων συντεταγμένων και αν επιλέξουμε κάνουμε έπειτα face milling και ελέγχουμε για οπές και ποκέτες σε αυτά αλλά και σε όλα τα ΣΣ.

Τέλος αν δεν μπορεί να γίνει η κατεργασία του περιφερειακού profile milling σε κανένα ΣΣ, τότε διαδοχικά σετάρουμε κάθε ΣΣ κάνοντας face milling και όποια άλλη κατεργασία υπάρχει.

Π.1.3.2. ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΤΕΜΑΧΙΩΝ ΜΟΡΦΗΣ Β

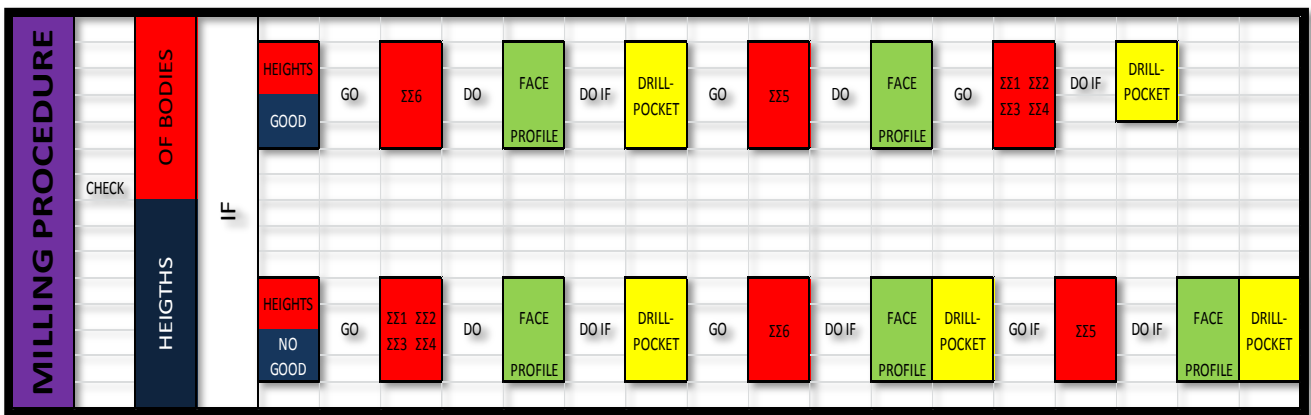
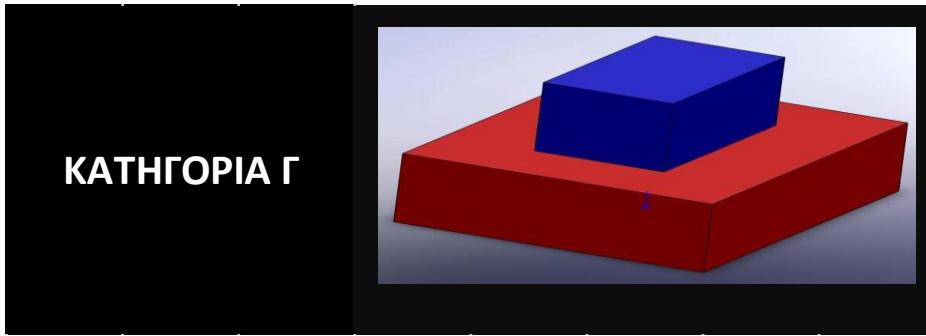
*Επεξηγήσεις*

Η πορεία κατεργασίας θα είναι η εξής :

Θα ξεκινήσουμε με το ΣΣ5 και το ΣΣ 6 κάνοντας την κατεργασία του face milling και των οπών – ποκετών εάν υπάρχουν σε αυτά τα ΣΣ

Στη συνέχεια θα μεταβούμε είτε στα ΣΣ2-ΣΣ4 είτε στα ΣΣ1-ΣΣ3 κατεργάζοντας τις προεξοχές προσέχοντας την μορφή των προεξοχών στα αντικριστά ΣΣ για την προτεραιότητα της κατεργασίας τους.

Π.1.3.3. ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΤΕΜΑΧΙΩΝ ΜΟΡΦΗΣ Γ

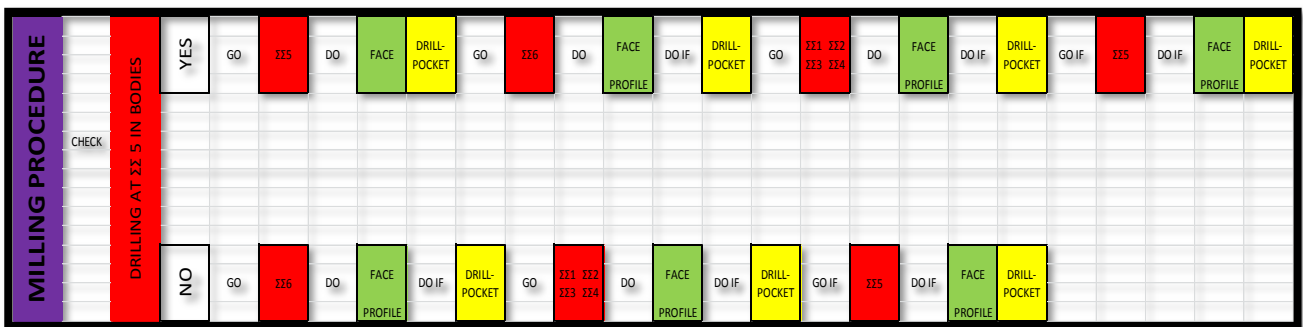
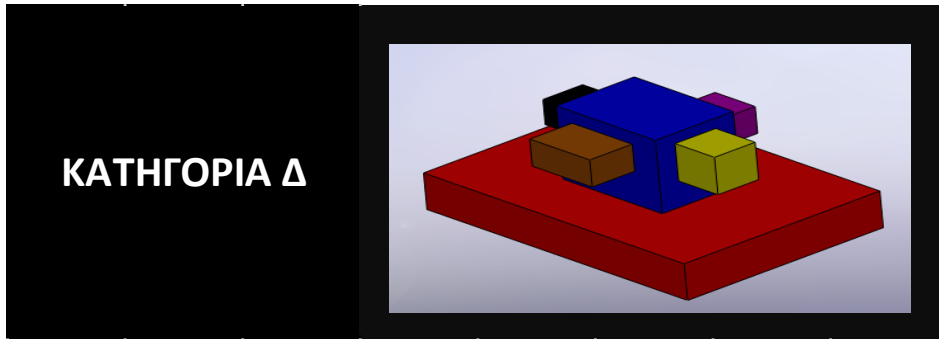


Επεξηγήσεις

Αρχικά ελέγχουμε τα ύψη της προεξοχής και της βάσης. Αν τα ύψη είναι ικανοποιητικά για το δέσιμο του τεμαχίου στην μέγγενη τότε η πορεία κατεργασίας θα είναι από το ΣΣ 6 στο ΣΣ 5 κάνοντας ότι κατεργασίες χρειάζονται και έπειτα σετάρουμε κατά τα ΣΣ 1 2 3 4 αν χρειάζονται τελικά να γίνουν και εκεί κατεργασίες όπως drilling και rocket milling

Αν τα ύψη της προεξοχής και της βάσης δεν είναι ικανοποιητικά για το δέσιμο του τεμαχίου στην μέγγενη τότε θα σετάρουμε κατά τα ΣΣ 1 2 3 4 και έπειτα κατά τα ΣΣ 5 –ΣΣ6 αν και εφόσον χρειάζεται. Στο σημείο αυτό μπορούμε να επισημάνουμε ότι αν υπάρχουν κατεργασίες που μπορούν να γίνουν στο ΣΣ 6 αυτές μπορούν να γίνουν και στην αρχή της πορείας κατεργασίας πριν δηλαδή από τα ΣΣ 1 2 3 4

Π.1.3.4. ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΤΕΜΑΧΙΩΝ ΜΟΡΦΗΣ Δ

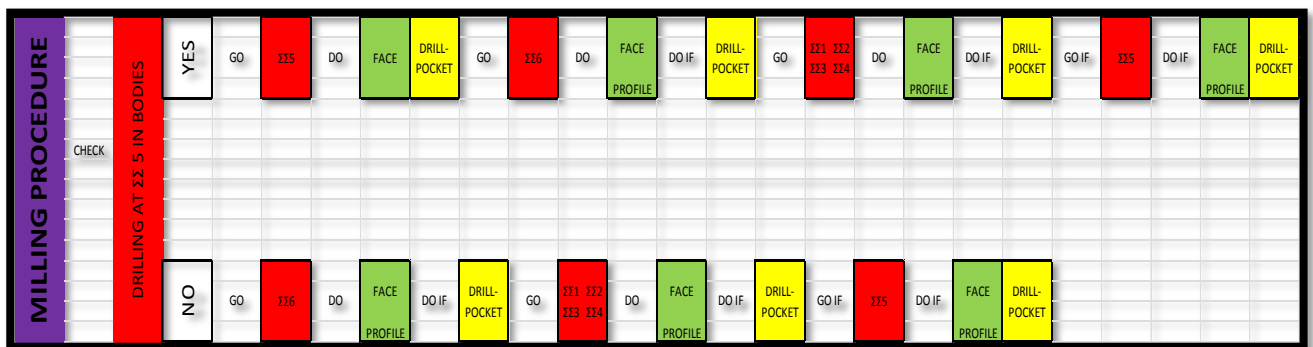
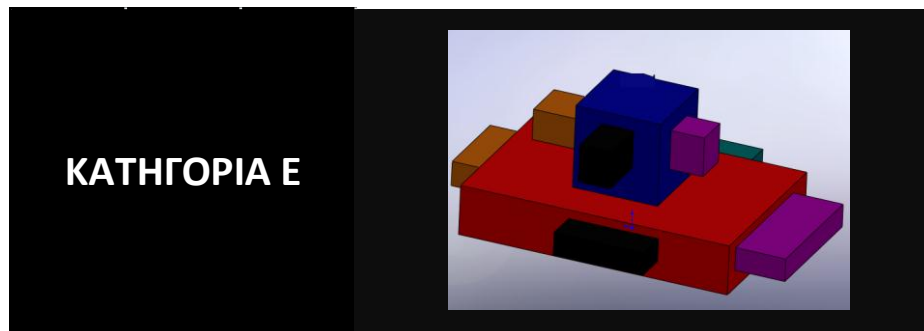


Επεξηγήσεις

Μεγάλη σημασία στην κατηγορία αυτή έχει η ύπαρξη οπών-ποκετών κατά το ΣΣ 5 στις προεξοχές που βρίσκονται πάνω στην προεξοχή κατά το ΣΣ 5. Αν υπάρχουν θα πρέπει η κατεργασία να ξεκινήσει από αυτές δηλαδή κατά το ΣΣ 5. Έπειτα μπορούμε να συνεχίσουμε κατά το ΣΣ 6 και μετά κατά τα ΣΣ 1 2 3 4. Αν χρειαστεί επανερχόμαστε στο ΣΣ 5 (τυφλές οπές στην βάση του τεμαχίου κατά το ΣΣ 5)

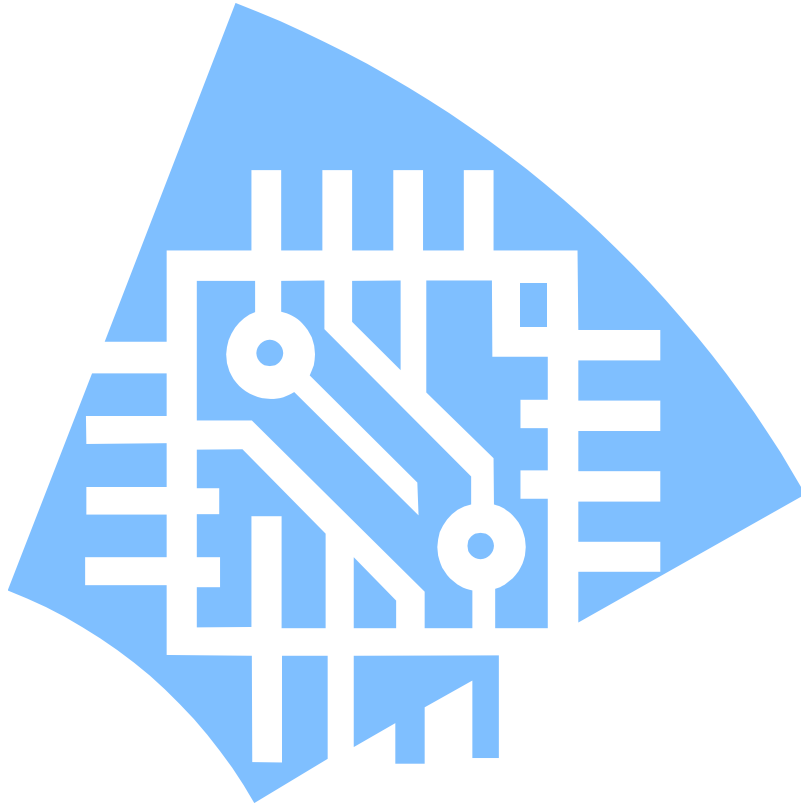
Αν δεν υπάρχουν οι οπές που αναφέρθηκαν στην παραπάνω παράγραφο τότε ξεκινάμε από το ΣΣ 6 περνάμε στα ΣΣ 1 2 3 4 και καταλήγουμε αν χρειάζεται στο ΣΣ 5

Π.1.3.5. ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΤΕΜΑΧΙΩΝ ΜΟΡΦΗΣ Ε



Επεξηγήσεις

Τα όσα αναφέρθηκαν στην προηγούμενη κατηγορία βρίσκουν εφαρμογή και σε αυτήν την παράγραφο.



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Π2

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Π.2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο παράρτημα αυτό δίνεται το ερωτηματολόγιο που συμπλήρωσαν οι φοιτητές έπειτα από την διδασκαλία των κανόνων κατάρτισης φασεολογίου.

Π.2.2. ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

(Συμπληρώνεται και παραδίδεται μαζί με την εργασία σας)

1)Κατα τη διάρκεια της διάλεξης για την επεξήγηση της λογικής των φασεολογίων ενός τεμαχίου σε μια φραιζομηχανή, δόθηκαν δύο τεμάχια προς συζήτηση και κατάρτιση των φασεολογίων.

A) Έγινε κατανοητή η λογική της πορείας κατεργασίας στο 1^ο τεμάχιο ΝΑΙ ΟΧΙ

Γιατί ;

.....

B) Έγινε κατανοητή η λογική της πορείας κατεργασίας στο 2^ο τεμάχιο ΝΑΙ ΟΧΙ

Γιατί ;

.....

Γ) Τα τεμάχια προς κατεργασία είναι αντιπροσωπευτικά ΝΑΙ ΟΧΙ

2)Στη συνέχεια της διάλεξης δόθηκαν οδηγίες για την κατάλληλη επιλογή της πορείας διδασκαλίας.

Ο κάθε φοιτητής στο τεμάχιο που έχει διαλέξει για κατεργασία στο solidcam θα πρέπει να ακολουθήσει αυτές τις οδηγίες. Σημειώστε (κυκλώνοντας) ποιές οδηγίες σας βοήθησαν για τον τρόπο κατεργασίας του τεμαχίου που επιλέξατε

ΟΔΗΓΙΑ 1 ΝΑΙ ΟΧΙ

ΟΔΗΓΙΑ 2 ΝΑΙ ΟΧΙ

ΟΔΗΓΙΑ 3 ΝΑΙ ΟΧΙ

ΟΔΗΓΙΑ 4 ΝΑΙ ΟΧΙ

ΟΔΗΓΙΑ 5 ΝΑΙ ΟΧΙ

ΟΔΗΓΙΑ 6 ΝΑΙ ΟΧΙ

ΟΔΗΓΙΑ 7 ΝΑΙ ΟΧΙ

ΟΔΗΓΙΑ 8	ΝΑΙ	ΟΧΙ
ΟΔΗΓΙΑ 9	ΝΑΙ	ΟΧΙ
ΟΔΗΓΙΑ 10	ΝΑΙ	ΟΧΙ
ΟΔΗΓΙΑ 11	ΝΑΙ	ΟΧΙ
ΟΔΗΓΙΑ 12	ΝΑΙ	ΟΧΙ
ΟΔΗΓΙΑ 13	ΝΑΙ	ΟΧΙ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] Y.S. Kim, E. Wang, H.M. Rho, Geometry-based machining precedence reasoning for feature-based process planning, *International Journal of Production Research* 39 (2001) 2077–2103.
- [2] C.L.P. Chen, S.R. LeClair, Integration of design and manufacturing: solving setup generation and feature sequencing using an unsuper-vised-learning approach, *Computer-Aided Design* 26 (1994) 59–75.
- [3] F. Cay, C. Chassapis, An IT view on perspectives of computer aided process planning research, *Computer in Industry* 37 (1997) 307–337.
- [4] L. Patil, S.S. Pande, An intelligent feature-based process planning system for prismatic parts, *International Journal of Production Research* 40 (2002) 4431–4447.
- [5] D.-H. Lee, D. Kiritsis, P. Xirouchakis, Branch and fathoming algorithms for operation sequencing in process planning, *International Journal of Production Research* 39 (2001) 1649–1669.
- [6] L. Qiao, X.Y. Wang, S.C. Wang, A GA-based approach to machining operation sequencing for prismatic parts, *International Journal of Production Research* 38 (2000) 3283–3303.
- [7] C.-J. Lin, H.-P. Wang, Optimal operation planning and sequencing: minimization of tool changeovers, *International Journal of Production Research* 31 (1993) 311–324.
- [8] S.V.B. Reddy, M.S. Shunmugam, T.T. Narendran, Operation sequencing in CAPP using genetic algorithm, *International Journal of Production Research* 37 (1999) 1063–1074.
- [9] D.-H. Lee, D. Kiritsis, P. Xirouchakis, Search heuristics for operation sequencing in process planning, *International Journal of Production Research* 39 (2001) 3771–3788.
- [10] W.D. Li, S.K. Ong, A.Y.C. Nee, Hybrid genetic algorithm and simulated annealing approach for the optimization of process plans for prismatic parts, *International Journal of Production Research* 40 (2002) 1899–1922.
- [11] W. Faheem, J.F. Castano, C.C. Hayes, D.M. Gaines, What is a manufacturing interaction? In: *Proceedings of 1998 ASME Design Engineering Technical Conferences*, Atlanta, GA, (1998), pp. 1–6.
- [12] D. Sormaz, Modeling of manufacturing feature interactions for auto-mated process planning, *Journal of Manufacturing Systems* 19 (2000) 28–45.
- [13] V. Allada, M. Agarwal, Formalization of feature relationships for determining sequencing of machining operations in process planning, in: *Proceedings of the Fifth Industrial Engineering Research Conference*, 1996, pp. 170–175.
- [14] C. Hayes, *Machining planning: a model of an expert level planning process*, Ph.D. Dissertation, Carnegie Mellon University, USA, December 1990.
- [15] T.C. Chang, *Expert Process Planning for Manufacturing*, Addison-Wesley, USA, 1990, pp. 94–97.
- [16] Solidcam, *SolidCAM2008 Release 12*, 2008, operations.
- [17] Steve Krar, Arthur Gill, *Μηχανές αριθμητικού ελέγχου CNC*, Εκδόσεις Α.ΤΖΙΟΛΑ, Θεσσαλονίκη, 1998, σελ. 228-233
- [18] <http://its.foxvalleytech.com/machshop3/basicmill/Types> of milling machines

- [19] Ηλίας Γ. Ματσαγγούρας, Θεωρία και πράξη της διδασκαλίας –Στρατηγικές διδασκαλίας, Gutenberg Παιδαγωγική Σειρά, Αθήνα 1998, σελ. 379-394
- [20] Ausubel D, The use of advance Organizers in the learning and retention of meaningful verbal material. *Journal of Educational Psychology*, 51/5, 1960, 267-272.
- [21] Ausubel D, In defence of advance organizers, *Review of educational Research*, 48/2, 1978, 251-257.
- [22] D. Jonassen, K.Beissner, M.Yacci, *Structural Knowledge*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1993, σελ.189-191
- [23] Πασσάκος Κ, *Εισαγωγή εις την Παιδαγωγικήν Ψυχολογία*, Αθήναι , τ. Β ,1980, σελ. 890.