

**ΑΝΩΤΑΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ ΣΧΟΛΗ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΜΕ CAD (AUTODESK INVENTOR) 6 ΕΩΣ 12 ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΤΩΝ
ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΩΝ ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΩΝ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΤΩΝ ΠΡΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΚΟΜΜΑΤΙΩΝ ΟΠΟΥ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ ΓΙΑ
ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΕΙΟ CNC.»**



Οικονόμου Κών/νος –Κατελανής Άγγελος

Επιβλέπων Δρ. Φιλήμων Σκιττίδης Καθ. Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ.

Αιγάλεω, 2016

Ευχαριστίες

Σε αυτό το σημείο, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον επιβλέπων της πτυχιακής μας εργασίας κ. Φιλίμων Σκιπτιδίδη, καθηγητή του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών του Ανώτατου Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πειραιά. Σας ευχαριστούμε θερμά για την βοήθεια και συμπαράσταση σας, όπως επίσης για τον προσωπικό χρόνο που αφιερώσατε για την διεκπεραίωση της παρούσας πτυχιακής.

Ιδιαίτερα θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τις οικογένειες μας για την στήριξη και συμπαράσταση τους καθ'όλη την διάρκεια των σπουδών μας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αφορά τις φάσεις κατεργασίας έξι δοκιμίων, τα κατασκευαστικά τους σχέδια και την δημιουργία ιδιοσυσκευών (όταν αυτές είναι απαραίτητες), με τελικό σκοπό την ιδανικότερη σειρά που θα γίνει η κατεργασία τους.

Αρχικά παρατίθεται μια εισαγωγή στην Βιομηχανική Παραγωγή Παγκοσμίου Κλάσης (World Class Manufacturing – WCM) και μια εισαγωγή για τα Συστήματα Παραγωγής και Βελτιστοποίησης χώρου (Plant Layout). Στην συνέχεια αναπτύσσεται η παραγωγή κατ' αποκοπή (Jobbing production) και η βιομηχανική παραγωγή κατά παρτίδες (Batch manufacture).

Το τρίτο μέρος της πτυχιακής αποτελείται από το φασεολόγιο των έξι δοκιμίων με τις ιδιοσυσκευές που δημιουργήθηκαν για την κατεργασία τους μαζί με τα κατασκευαστικά τους σχέδια.

Summary

This thesis is about the processing phases of six parts, the manufacturing drawings and the creation of jigs (if they are necessary), for making the ideal order of their process.

At first we have one introduction at World Class Manufacturing-WCM, for Plant Layout, for Jobbing production and for Batch manufacture.

The third part of this thesis consist of the process planning for the six parts with their jigs that was created for them and their manufacturing drawings.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ (ΜΕΤΑΠΟΙΗΣΗ) ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΥ ΚΛΑΣΗΣ (WORLD CLASS MANUFACTURING -WCM).....	6
1.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
2	ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΧΩΡΟΥ (PLANTLAYOUT).....	7
2.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
2.2	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΤ' ΑΠΟΚΟΠΗ Ή ΚΑΤΑ ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΑ (JOBING PRODUCTION).....	7
2.3	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΤΑ ΠΑΡΤΙΔΕΣ.....	11
3	ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ (ΦΑΣΕΟΛΟΓΙΟ-PROCESS PLANNING).....	18
3.1	Δοκίμιο Part-1.....	18
3.2.1.	Δοκίμιο Part-2.....	26
3.2.2.	Όψεις Φασεολογίου.....	34
3.3.1.	Δοκίμιο Part-3.....	39
3.3.2.	Όψεις Φασεολογίου.....	48
3.4.1.	Δοκίμιο Part-4.....	53
3.4.2.	Όψεις Φασεολογίου.....	61
3.5.1.	Δοκίμιο Part-5.....	65
3.5.2.	Όψεις Φασεολογίου.....	75
3.6.	Δοκίμιο Part-6.....	80
4	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	88

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ (ΜΕΤΑΠΟΙΗΣΗ) ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΥ ΚΛΑΣΗΣ (WORLD CLASS MANUFACTURING - WCM).

1.1 Εισαγωγή

Η Μεταποίηση Διεθνούς Κλάσης (ΜΔΚ) – (World Class Manufacturing WCM) – σχετίζεται με την ανταγωνιστικότητα. Ο όρος αυτός χρησιμοποιείται για να περιγράψει μια σύγχρονη επανάσταση η οποία συντελείται στις πιο ανταγωνιστικές επιχειρήσεις κατασκευών και μεταποίησης σε όλο τον κόσμο σήμερα. Μπορεί να είναι δύσκολο να ορίσουμε τη Μεταποίηση Διεθνούς Κλάσης, αλλά, όπως και την ποιότητα ή την ηλεκτρική ενέργεια, εύκολα την αναγνωρίζουμε!

Ένα από τα προβλήματα με τον ορισμό της ΜΔΚ είναι ότι είναι γνωστή με διαφορετικά ονόματα σε διαφορετικές χώρες. Οι όροι Λιτή Παραγωγή (Lean Production), Διοίκηση Αξίας (Value Management), Επανασχεδιασμός Επιχειρηματικών Διαδικασιών (Business Re-engineering), και Διοίκηση

Ολικής Ποιότητας (Total Quality Management) χρησιμοποιούνται στην Ευρώπη για να περιγράψουν διαδικασίες του τύπου ΜΔΚ. Σε μια πρόσφατη διεθνή συνάντηση, ωστόσο, ομόφωνα θεωρήθηκε ότι το κοινό σημείο ανάμεσα σε όλες αυτές τις νέες μεθόδους είναι ότι οι εταιρείες που τις υιοθετούν αποκτούν σημαντικότερα πλεονεκτήματα απέναντι στους ανταγωνιστές τους, όσον αφορά την ποιότητα, το κόστος και το συνολικό χρόνο παραγωγής από την ημερομηνία παραγγελίας μέχρι την παράδοση του προϊόντος (lead time).

Στο κεφάλαιο αυτό δε θα προσπαθήσουμε να δώσουμε μια οριστική απάντηση στο ερώτημα του τι ακριβώς είναι η ΜΔΚ αλλά πιο πολύ θα προσφέρουμε έναν οδηγό για την κατανόηση των βασικών αρχών και κυρίως ορισμένων πρακτικών στοιχείων της ΜΔΚ που μπορείτε να εφαρμόσετε στη δική σας εταιρεία. Στο πλαίσιο αυτού του κεφαλαίου θα ορίσουμε την ΜΔΚ ως εξής:

*Μεταποίηση Διεθνούς Κλάσης σημαίνει: να
κατασκευάζονται προϊόντα*

Γρηγορότερα

Καλύτερα

Φθηνότερα ... Ομαδικά

Αυτή είναι η ουσία της Μεταποίησης Διεθνούς Κλάσης. Μια πιο εκτενής περιγραφή όμως θα ήταν:

Μεταποίηση Διεθνούς Κλάσης είναι η επιδίωξη υψηλότερης απόδοσης όσον αφορά την Ποιότητα, το Συνολικό Χρόνο Παραγωγής μεταξύ παραγγελίας και παράδοσης (lead time), το Κόστος και την Εξυπηρέτηση Πελατών μέσω Συνεχούς Βελτίωσης της Μεταποίησης Ακριβώς Στην Ώρα (ΜΑΣΩ) – (JustIn-Time Manufacturing – JIT), της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας (ΔΟΠ) και της Συμμετοχής των Εργαζομένων (Employee Involvement).

Οι εταιρείες Διεθνούς Κλάσης εκμεταλλεύονται πλήρως τις ικανότητες των εργαζομένων τους στην επίλυση προβλημάτων εφαρμόζοντας τόσο σύγχρονες τεχνικές, όπως η ΜΑΣΩ και η ΔΟΠ, όσο και παραδοσιακές διαδικασίες της μηχανικής. Στο βιβλίο αυτό θα αναπτύξουμε τις ιδέες αυτές και θα παρουσιάσουμε μια σειρά από τεχνικές, απλές σε εφαρμογή, που θα σας βοηθήσουν στις προσπάθειές σας να εφαρμόσετε τη ΜΔΚ στην εταιρεία σας. Ιδιαίτερη έμφαση θα δοθεί στην απλότητα, τόσο στις τεχνικές όσο και στις μεθόδους εφαρμογής. Αυτή η έντονη τάση για απλότητα είναι η πραγματική ουσία της Μεταποίησης Διεθνούς Κλάσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΧΩΡΟΥ (PLANT LAYOUT).

2.1. Εισαγωγή.

Για να παράγει προϊόντα ένα εργοστάσιο, ο μηχανικός ή ο διευθυντής πρέπει να αποφασίσει για το ποια διαδικασία και τι μηχανολογικός εξοπλισμός θα χρησιμοποιηθεί, το προσωπικό που θα προσληφθεί, τη διάταξη (layout) της εγκατάστασης και των εργαστηρίων, τις ρυθμίσεις για τη μεταφορά των διαφόρων υλικών και ούτω καθεξής.

Μπορεί να μην υπάρχουν δυο όμοια εργοστάσια αλλά ακόμη και πρόχειρες μελέτες πάνω στη βιομηχανική παραγωγή αποκαλύπτουν κάποιες κοινές διατάξεις. Μερικές είναι παλιές και άλλες είναι αρκετά καινούργιες. Σε αυτή την ενότητα θα μελετηθούν κάποιες από αυτές τις διατάξεις.

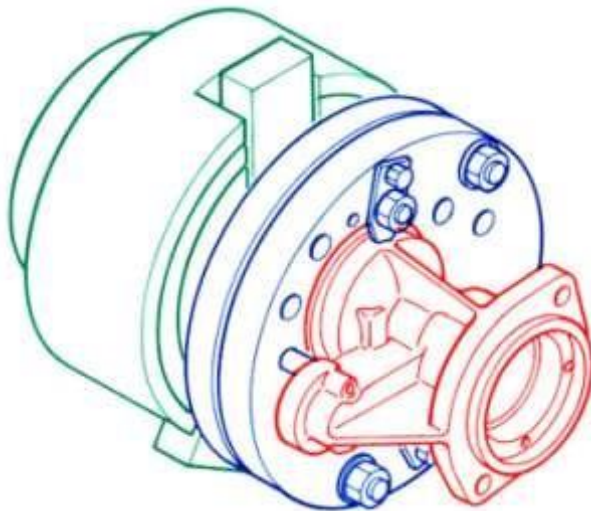
2.2. Παραγωγή κατ' αποκοπή ή κατά παραγγελία (Jobbing production).

Ένα εργαστήριο ή μηχανουργείο παραγωγής κατ' αποκοπή (job shop) δημιουργείται για να παράγει πράγματα σε μικρούς αριθμούς, ίσως και ένα μόνο δείγμα του προϊόντος. Πρωτότυπα (Prototypes), ιδιοσκευές (Jigs) και ειδικά εργαλεία (Tooling), όπως π.χ. εξοπλισμός για πρέσες, είναι μερικά τυπικά προϊόντα τέτοιων μηχανουργείων (βλέπε Σχήμα 2.1). Η παραγωγή κατ' αποκοπή είναι κατάλληλη για να ικανοποιήσει παραγγελίες πελατών με προϊόντα ειδικών προδιαγραφών (tailor-made) τα οποία απαιτούν μεγάλη ποικιλία διεργασιών. Ο εξοπλισμός για την παραγωγή τέτοιων προϊόντων πρέπει να είναι γενικής χρήσης για να υπάρχει ευελιξία και οι άνθρωποι που θα χειριστούν αυτό τον

εξοπλισμό πρέπει να έχουν ειδικά προσόντα, πολλές ικανότητες και τα κατάλληλα κίνητρα. Το job shop (βλέπε Σχήμα 2.2) είναι πολύ πιθανό να χρειάζεται ισχυρή υποστήριξη από το τμήμα μελετών του εργοστασίου, καθώς συχνά θα αντιμετωπίζει νέα προϊόντα με ιδιομορφίες. Το κόστος κατασκευής συνήθως είναι υψηλό εξαιτίας του συνδυασμού του καλά αμειβόμενου προσωπικού και του ακριβού σύνθετου εξοπλισμού, ο οποίος πιθανόν να χρησιμοποιηθεί μόνο γι' αυτό το προϊόν, χωρίς να υπάρχει η δυνατότητα να καταμεριστεί το κόστος του εξοπλισμού στην παραγωγή περισσότερων του ενός κομματιού ή όμοιων προϊόντων.



(α)

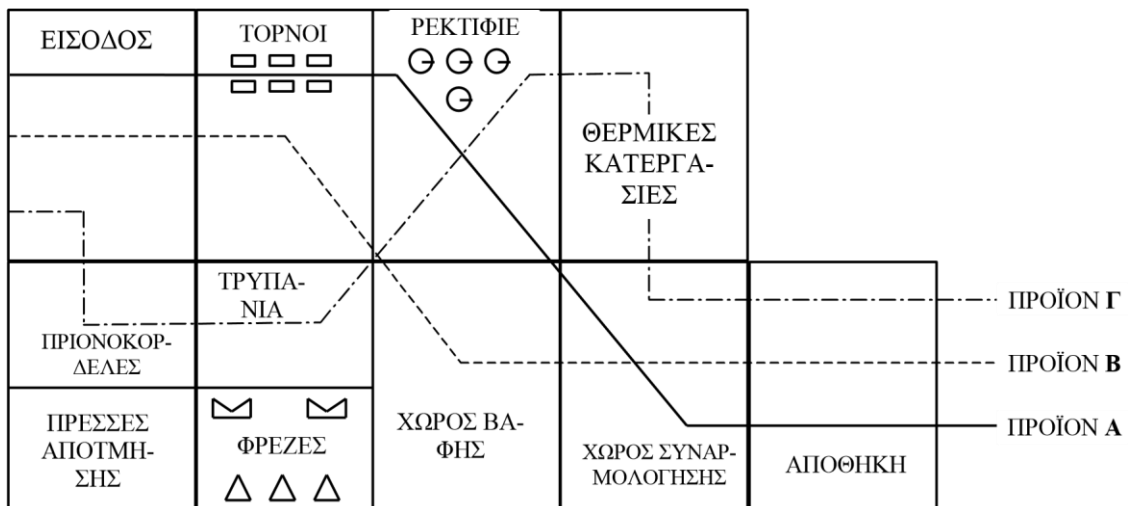


(β)



(γ)

Σχήμα 2.1. (α) Εδώ βλέπουμε ένα πρωτότυπο προϊόν για το οποίο γίνεται συζήτηση. (Courtesy of Yamazaki Machinery UK Ltd., Worcester, UK). (β) Μια ιδιουσσκευή κατάλληλη για τόρνο με το προς κατεργασία αντικείμενο. (Courtesy of Yamazaki Machinery UK Ltd., Worcester, UK). (γ) μια πρέσσα με τον εξοπλισμό της (καλούπι). (Αναπαραγωγή από Maquinas-herramienta Espanolas).



Σχήμα 2.2. Ένα σύστημα παραγωγής τύπου job shop. Ο τύπος αυτής της χωροταξικής διάταξης “layout” λέγεται ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ Ή ΚΑΤΑ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ ΔΙΑΤΑΞΗ (FUNCTIONAL ή PROCESS LAYOUT).

Η κεντρική δραστηριότητα στο job shop εστιάζεται στο προϊόν που υπάρχει εκείνη τη στιγμή προς παραγωγή. Αυτό μοιάζει με τη βασίλισσα μέλισσα που περιστοιχίζεται από

εργάτες μέσα σε μια κυψέλη. Το άμεσο παραγωγικό σύστημα εναλλάσσεται συνεχώς πότε αντλώντας υπηρεσίες από ένα πολύ μεγαλύτερο σύστημα και πότε όχι. Το μεγαλύτερο αυτό σύστημα βρίσκεται σε ηρεμία περιμένοντας να ενεργοποιηθεί κατά άτακτα χρονικά διαστήματα. Μια ισορροπία πρέπει να βρεθεί ανάμεσα στην πολυτέλεια του να «περιμένει» αυτός ο σύγχρονος εξοπλισμός και στις προσπάθειες προγραμματισμού και ελέγχου της παραγωγής, με σκοπό τη μεγαλύτερη και πιο αποτελεσματική χρήση αυτών των μηχανών. Όσο υψηλότερο είναι το επίπεδο της τεχνολογίας που χρησιμοποιείται, τόσο μεγαλύτερο είναι το κόστος των υπο-χρησιμοποίηση ανθρώπων, μηχανών και υλικών, αλλά όσο περισσότερος προγραμματισμός και έλεγχος ασκείται, τόσο πιο δύσκολη γίνεται η ευελιξία της παραγωγής.

Ένα βιομηχανικό σύστημα παραγωγής κατ' αποκοπή αποτελείται από πολλά μικρά υποσυστήματα. Συχνά το ευρύτερο σύστημα είναι "αθέατο", ενώ το παραγωγικό σύστημα μπορεί να είναι σε άμεση επαφή με τον πελάτη. Οι άνθρωποι του κάθε υποσυστήματος έχουν τη δυνατότητα να βλέπουν τη "συμμετοχή" των προϊόντων του υποσυστήματός τους στο τελικό προϊόν και στο συνολικό σύστημα. Αλλά αν και μπορεί η επαφή ανάμεσα στα υποσυστήματα να είναι ομαλή και αποδοτική, ταυτόχρονα ίσως απαιτεί μελέτη και όχι κατ' ανάγκη δομημένη επικοινωνία. Για το λόγο αυτό σε όρους χρόνου και χρήματος το σύστημα έχει μειονεκτήματα. Η εξειδικευμένη φύση αυτών των συστημάτων μπορεί να τα μετατρέψει σε προβληματικά συστήματα παραγωγής.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό του συστήματος παραγωγής κατ' αποκοπή είναι ο «καταμερισμός της υποταγής». Η εργασία κατ' αποκοπή μπορεί να μελετηθεί από δύο οπτικές γωνίες. Η μια οπτική γωνία είναι αυτή που μπορεί να θεωρηθεί σαν «έλεγχος έργου» (project control): εδώ οι δραστηριότητες του συστήματος επικεντρώνονται (centered) στην εργασία, και οι διάφορες ειδικότητες (skills) ενσωματώνονται (brought in) για ένα χρονικό διάστημα. Οι άνθρωποι του συστήματος συμμετέχουν σε ένα παραγωγικό σύστημα κατ' αποκοπή και "οφείλουν" αφοσίωση (allegiance) σε αυτό. Η άλλη οπτική γωνία είναι αυτή του "επόπτη των ειδικών" (skills supervisor). Εδώ οι ειδικοί οφείλουν εμπιστοσύνη στις ικανότητες του επιβλέποντα ο οποίος καθοδηγεί το σύστημα.

Σε ένα μεγάλο εργαστήριο ή μηχανουργείο οι τεχνικοί θα αποτελούν μια ομάδα, της οποίας το μέγεθος συνεχώς θα αλλάζει, αν η πρόοδος της εργασίας το απαιτεί. Αυτή η πολυπλοκότητα συχνά μειώνει τον αρχικό προγραμματισμό (prior planning) και τον έλεγχο σε προγραμματισμό βδομάδα με τη βδομάδα (week to week allocation).

Περίληπτικά μπορούμε να πούμε ότι, το job shop μπορεί να είναι ο καλύτερος ή ο μοναδικός τρόπος για να κατασκευαστούν κάποια πράγματα, χρειάζονται όμως οι ακόλουθες «θυσίες» και συμβιβασμοί:

- Ο ακριβός εξοπλισμός του συστήματος μπορεί να υπολειτουργεί με πιθανές περιόδους πλήρους αδράνειας (βλέπε Σχήμα 2.3).



Σχήμα 2.3. Μια εργαλειομηχανή CNC σε κατάσταση «αδράνειας». Το εικονιζόμενο κέντρο κατεργασίας, όπως αλλιώς λέγεται, διαθέτει και σύστημα αυτόματης αλλαγής παλέτας. (Courtesy of Yamazaki Machinery UK Ltd., Worcester, UK).

- Λεπτομερής εξέταση της τρέχουσας κατάστασης είναι δυνατή, αλλά ο προγραμματισμός των εργασιών (planning) είναι δύσκολος.
- Τα υποσυστήματα οφείλουν καταμερισμένη “υποταγή” στο συνολικό σύστημα και η βελτίωση των στόχων των επιμέρους υποσυστημάτων είναι δυνατή αλλά (πολύ πιθανόν) σε βάρος των συνολικών στόχων του συστήματος.
- Χάσματα ανάμεσα στα υποσυστήματα είναι πιθανά παρά την αποτελεσματικότητα (effectiveness) και την αποδοτικότητα (efficiency) των ίδιων των υποσυστημάτων.
- Παρά το ότι το σύστημα παραγωγής κατ’ αποκοπή είναι ευφύες, αξιόπιστο και ευέλικτο, είναι συγκριτικά αργό. Από τη μια πλευρά υπάρχουν περίοδοι που είναι πλήρως ενεργό και από την άλλη μπορεί να συμβεί το αντίθετο, προκαλώντας «εκπλήξεις»: αυτές είναι οι αβεβαιότητες ενός αρκετά ανθρωποκεντρικού ευέλικτου συστήματος.

2.3. Βιομηχανική παραγωγή κατά παρτίδες (Batch manufacture).

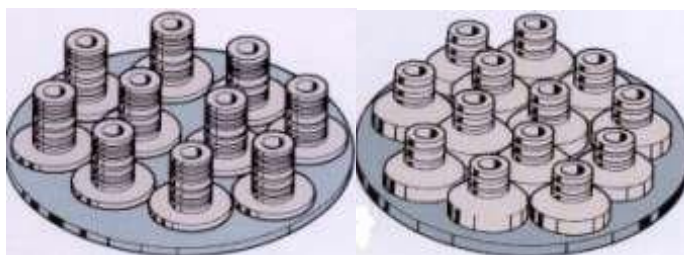
Στην παραγωγή κατά παρτίδες η δουλειά που πρέπει να γίνει σε ένα προϊόν χωρίζεται σε φάσεις κατεργασιών. Κάθε φάση κατεργασίας ολοκληρώνεται για τη συγκεκριμένη παρτίδα πριν αρχίσει η επόμενη φάση κατεργασίας. Στηρίζεται στη λογική ότι ο διαθέσιμος εξοπλισμός υψηλών ρυθμών παραγωγής (βλέπε Σχήμα 2.4) χρησιμοποιείται για μια παρτίδα (βλέπε Σχήμα 2.5) που περιλαμβάνει ένα μόνο προϊόν: οι χρόνοι ρύθμισης και σεταρίσματος της μηχανής ανά τεμάχιο μειώνονται, γιατί οι ρυθμίσεις αυτές γίνονται μια μόνο φορά για όλη την παρτίδα. Πάνω από το 75% όλων των κομματιών που παράγονται στη μεταλλοβιομηχανία παράγονται κατά παρτίδες λιγότερων των πενήντα κομματιών (η κάθε παρτίδα). Έτσι θα μπορούσαμε να πούμε ότι η «βιομηχανική παρτίδα» προκαλεί το ενδιαφέρον για ανάπτυξη ενός περισσότερο παραγωγικού συστήματος.



Σχήμα 2.4. Ένα κέντρο τόνρευσης υψηλού ρυθμού παραγωγής σε λειτουργία. Το παραγωγικό αυτό σύστημα διαθέτει και αυτόματο σύστημα τροφοδοσίας των προς κατεργασία τεμαχίων. (Multiplex 320 Cell). (Courtesy of Yamazaki Machinery UK Ltd., Worcester, UK).



(α)



(β)

(γ)

Σχήμα 2.5. (α) Μία υπό κατασκευή παρτίδα σε οριζόντιο κέντρο κατεργασίας, (β) μία τελειωμένη παρτίδα σε τόρνο και (γ) μία πάλι τελειωμένη αλλά διαφορετική παρτίδα σε τόρνο. (Courtesy of Yamazaki Machinery UK Ltd., Worcester, UK).

Παρά το γεγονός ότι η παραγωγή με τις παραδοσιακές μεθόδους των παρτίδων είναι διαδεδομένη και έχει συνεισφέρει κατά καιρούς αρκετά στην επιτυχία της βιομηχανικής παραγωγής, υπάρχουν κάποια ορατά μειονεκτήματα. Αν και όλα τα μέρη του συστήματος δείχνουν να δουλεύουν ικανοποιητικά, η ενοποίηση των υποσυστημάτων μπορεί να είναι δύσκολη. Μπορεί επίσης εύκολα να αποτύχει το σύστημα σαν σύνολο. Έτσι κάθε δεδομένη χρονική στιγμή ένα μόνο μέρος (συνήα ένα μόνο αντικείμενο (βλέπε Σχήμα 2.6)) της κλασικής παρτίδας υπόκειται σε κατεργασία, ενώ εκατοντάδες ή χιλιάδες άλλα κομμάτια από την ίδια ή από διαφορετικές παρτίδες παραμένουν αδρανή (idle) (βλέπε Σχήμα 2.7). Επίσης δεν παράγεται έργο στα τεμάχια καθώς μεταφέρονται από τη μια φάση κατεργασίας στην άλλη. Εκτιμάται ότι σε πολλά μηχανουργεία παραγωγής κατά παρτίδες, τα αντικείμενα βρίσκονται το 5% μόνο του χρόνου τους στο μηχανουργείο για πραγματική κατεργασία. Τον υπόλοιπο χρόνο παραμένουν σε αδράνεια και ως εκ τούτου εκτός βασικής γραμμής παραγωγής των υποσυστημάτων των μηχανουργείων. Αυτό έχει δυο επιπτώσεις – ο χρόνος που μεσολαβεί από την παραγγελία μέχρι την παράδοση (lead time) είναι πολύ μεγάλος και το κόστος της σε εξέλιξη εργασίας είναι υψηλό (work – in – progress).



Σχήμα 2.6. Ένα αντικείμενο που πιθανόν π.χ. να ανήκει σε μια παρτίδα των 50 κομματιών. (Courtesy of Yamazaki Machinery UK Ltd., Worcester, UK).



Σχήμα 2.7. Εδώ βλέπουμε μια παρτίδα από αντλίες νερού οι οποίες περιμένουν τη σειρά τους να φορτωθούν στο κέντρο κατεργασίας, για να ολοκληρωθεί η παραγωγή τους. Με άλλα λόγια τα προς κατεργασία τεμάχια βρίσκονται σε κατάσταση «αδράνειας». (Courtesy of Yamazaki Machinery UK Ltd., Worcester, UK).

Το κόστος της εργασίας περιλαμβάνει:

- Δαπάνες για την αγορά των πρώτων υλών και του εξοπλισμού.
- Προστιθέμενη αξία (value added) κατά τη διάρκεια των προηγούμενων κατεργασιών.
- Γενικό κόστος (overheads) το οποίο επιβαρύνεται από το κόστος αποθήκευσης, επιμέλειας, εσωτερικής μεταφοράς, φθοράς, απώλειας και μικροκλοπών υλικού.

Μερικά από αυτά τα κόστη είναι αναπόφευκτα και δεν μπορούν να μειωθούν. Στην ουσία τα χρήματα έχουν προέλθει από δανεισμό, έχουν «φορτωθεί» με ένα πραγματικό ή θεωρητικό τόκο και με μια απώλεια ευκαιρίας για επένδυση αλλού, εφόσον έχουν ήδη ξοδευτεί.

Ο έλεγχος και η διαχείριση της παραγωγής σε παρτίδες είναι δύσκολος και πολύπλοκος. Ένα από τα βασικά πρόσωπα στη βιομηχανική επιχείρηση είναι ο εργοδηγός παραγωγής (production controller), ο οποίος χρησιμοποιεί συμβατικές μεθόδους (χαρτί και μολύβι), για να καταγράψει, να καταναίμει και να δίνει οδηγίες.

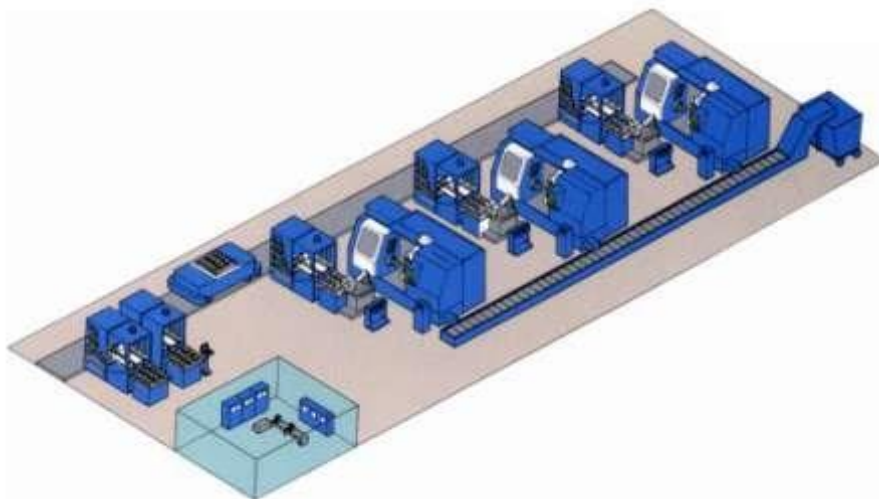
Αυτός ή αυτή είναι το σταυροδρόμι της ροής των πληροφοριών που αφορούν τους ανθρώπους, τις μηχανές και τις πρώτες ύλες, όχι όμως των πληροφοριών που αφορούν τα κόστη. Τέτοιου επιπέδου προσωπικό πρέπει να κατέχει τις απαραίτητες γνώσεις για την επεξεργασία των εισερχομένων πληροφοριών, την τροποποίηση (transformation) και στη συνέχεια την εξαγωγή νέων πληροφοριών (output knowledge) προς κάθε κατεύθυνση, έτσι ώστε το σύστημα να συνεχίζει να είναι ποιοτικά «έξυπνο». Όταν οι εργοδηγοί παραγωγής κατανέμουν την εργασία και παρακολουθούν την πρόοδο, πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους και τον ανθρώπινο παράγοντα των ομάδων και των μεμονωμένων εργαζομένων.

Κατά καιρούς οι εργοδηγοί παραγωγής έχουν κατηγορηθεί για τη συμπλήρωση διαφοροποιημένων εγγράφων καταγραφής και σχεδιασμού της παραγωγής από τα επίσημα έγγραφα (official dockets) και διαγράμματα (charts) της εταιρείας. Κατηγορούνται ότι το κάνουν αυτό σε ένα τετράδιο το οποίο κρατούν κρυφό και μάλιστα το παίρνουν σπίτι τους στις διακοπές. Το σύστημα εξακολουθεί να δουλεύει και τότε ακόμη, γιατί το έχουν προετοιμάσει / προγραμματίσει κατάλληλα εδώ και μήνες, έτσι ώστε λίγα πράγματα να μπορούν να πάνε στραβά κατά την απουσία τους. Γνωρίζουν επίσης ότι σε περίπτωση που κάποιος άλλος «τολμήσει» να πάρει αποφάσεις ή να δώσει άλλες οδηγίες, θα περάσουν μήνες για να μπουν σε τάξη τα πράγματα.

Στην παραγωγή κατ' αποκοπή η κεντρική δραστηριότητα εστιάζεται στην εργασία σαν μια οντότητα (entity), αλλά στην παραγωγή κατά παρτίδες εστιάζεται στις διακριτές κατεργασίες (discrete process) ή ακόμη και στις μηχανές που χρησιμοποιούνται (βλέπε Σχήμα 2.8). Κάθε μηχανή θεωρείται ένα ξεχωριστό υποσύστημα και δε δίνεται πολλή σημασία στα μεταξύ τους κενά (βλέπε Σχήμα 2.9).



Σχήμα 2.8. Μία μηχανή, ένα οριζόντιο κέντρο κατεργασίας το οποίο μπορεί να πραγματοποιήσει κατεργασίες, όπως φρεζάρισμα, σπειροτόμηση, τρύπημα, κλπ. (Courtesy of Yamazaki Machinery UK Ltd., Worcester, UK).



Σχήμα 2.9. Εδώ βλέπουμε μια σειρά από εργαλειομηχανές CNC που στην προκειμένη περίπτωση είναι τórνοι CNC. Η καθεμιά κατεργάζεται μια παρτίδα αντικειμένων και αποτελεί ένα ξεχωριστό υποσύστημα. Η παραγωγή εστιάζεται σε αυτό. (Courtesy of Yamazaki Machinery UK Ltd., Worcester, UK).

Υπάρχει μια αίσθηση επίτευξης του στόχου όταν μια παρτίδα ολοκληρώνεται σε ένα υποσύστημα και είναι έτοιμη να πάει αλλού αλλά η εστίαση παραμένει στη μηχανή ή στην κατεργασία και όχι στην παρτίδα που φεύγει. Η επόμενη έμφαση δίνεται στο υποσύστημα που ξαναξεκινά με μια καινούργια παρτίδα και λειτουργεί συνεχώς, όσο αυτό είναι δυνατό. Ελάχιστη προσοχή δίνεται στη μετακίνηση των έτοιμων κομματιών στην επόμενη κατεργασία. Ελάχιστη προσοχή δίνεται στα έσοδα που δημιουργούνται από το υποσύστημα και στη συνεισφορά του στο ολοκληρωμένο προϊόν για τον πελάτη που πληρώνει. Με αυτό τον τρόπο τα κενά που υπάρχουν ανάμεσα στα υποσυστήματα πολλαπλασιάζουν τις σπατάλες και αντιπροσωπεύουν χαμένες ευκαιρίες για την επίτευξη των στόχων του συστήματος. Παρόλα αυτά, δηλαδή την εστίαση της προσπάθειας στη συνεχή λειτουργία της εγκατάστασης, ο χρόνος αξιοποίησης των μηχανών στην παραγωγή σε παρτίδες είναι ακόμη πολύ χαμηλός.

Περίληπτικά μπορούμε να πούμε ότι η παραγωγή σε παρτίδες έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Μεγάλη προσπάθεια χρειάζεται για την οργάνωση του συστήματος, παρόλο που το σύστημα είναι προσανατολισμένο περισσότερο προς την κατεργασία αυτή καθ' αυτή (product - oriented) παρά προς την εξοικονόμηση πόρων (revenue – oriented).
- Το σύστημα θεωρείται σαν μια αλληλουχία μηχανών (series of machines), αλλά αν το δούμε σαν σύστημα ροής προϊόντων (product flow system) φαίνεται διασπασμένο (fragmented) και υποκείμενο σε καθυστερήσεις που κοστίζουν.
- Υπερέχει η «αδράνεια» (inactivity) στη ροή των προϊόντων. Η απόδειξη μπορεί να δοθεί από τον εκάστοτε όγκο εργασίας σε εξέλιξη, ο οποίος έχει το μέγεθος της παρτίδας, αν και αυτό μπορεί λανθασμένα να θεωρηθεί πλεονέκτημα, επειδή διατηρεί τις μηχανές σε λειτουργία.
- Τα υποσυστήματα έχουν την τάση να είναι αποδοτικά σε τοπική βάση, αλλά πετυχαίνοντας αυτό μπορεί να έρθουν σε αντίθεση με τους συνολικούς στόχους του συστήματος.
- Υπάρχουν σοβαρά κενά ανάμεσα στα υποσυστήματα.
- Η επιπλέον παραγωγική ικανότητα των υποσυστημάτων (spare capacity) ενθαρρύνει την αύξηση της εργασίας σε εξέλιξη.

- Η συλλογή πληροφοριών είναι αποδοτική, αλλά μπορεί να βαλτώσει λόγω όγκου πληροφοριών.
- Τα υποσυστήματα «κοιτάζουν» προς τα μέσα «εγωκεντρικά» και όχι προς τα έξω προς το ευρύτερο σύστημα ή και πέρα από αυτό.
- Τα υποσυστήματα του συστήματος μπορεί να είναι γρήγορα, δραστικά και αξιόπιστα· είναι όμως λιγότερο πιθανό να είναι «ευφυή», «ευέλικτα» και «ευπροσάρμοστα». Το σύνολο μπορεί να καλυφθεί για αυτές του τις αδυναμίες, δηλαδή των επιμέρους μερών αλλά σε βάρος των πλεονεκτημάτων τους. Εάν π.χ. όλες οι μηχανές συνδεθούν με έναν κεντρικό Η/Υ, θα μπορούσαν να δημιουργήσουν ένα ευέλικτο και ευφυές σύστημα παραγωγής. Θα χάσουν όμως το πλεονέκτημα της αυτονομίας που διαθέτουν και την “αυτοδυναμία” τους.

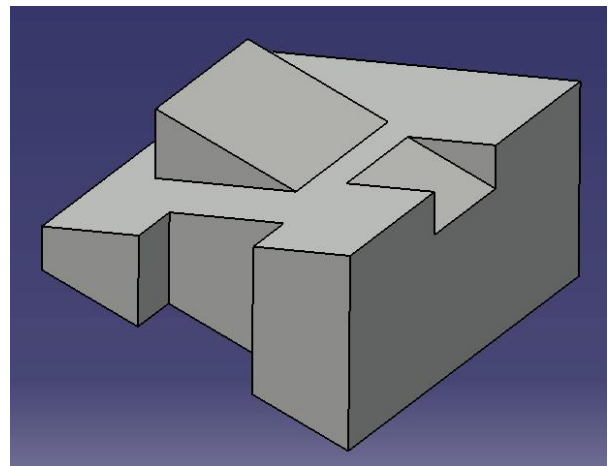
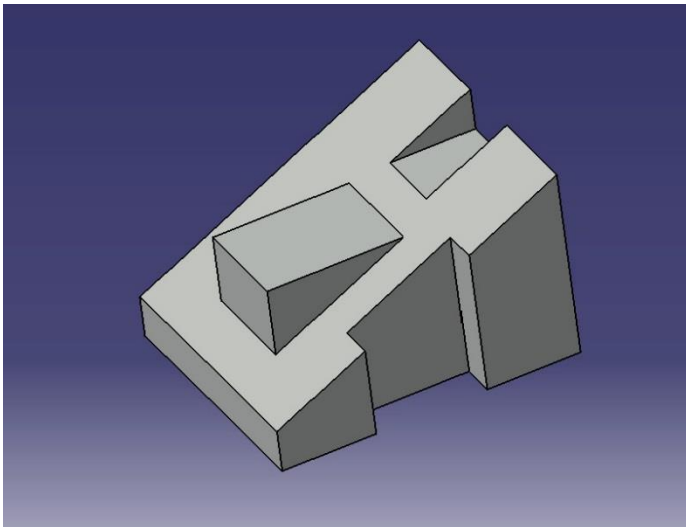
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ (ΦΑΣΕΟΛΟΓΙΟ-PROCESS PLANNING).

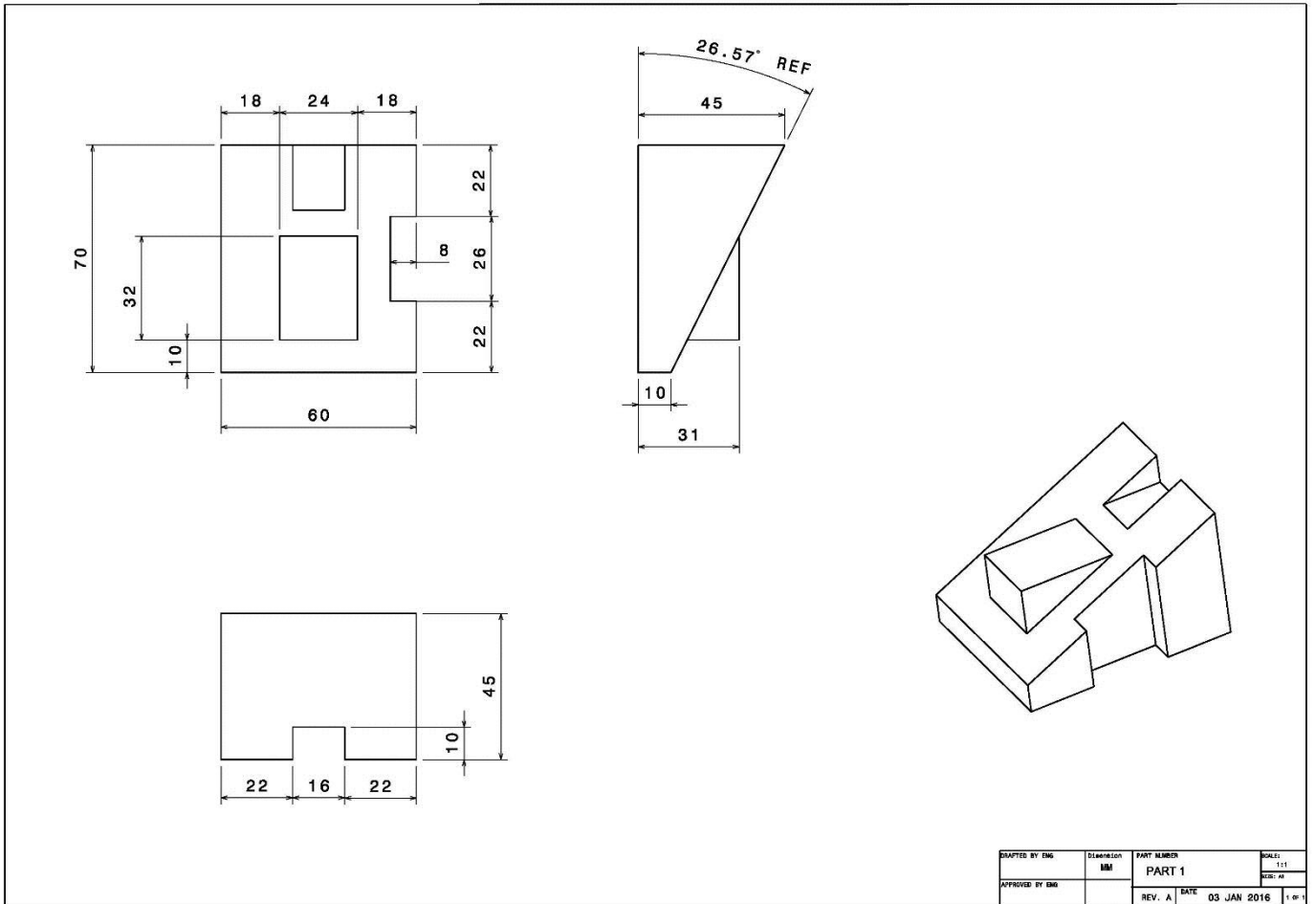
3.1. Δοκίμιο Part-1

Όνομα δοκιμίου:	Part-1
Τύπος υλικού:	AL 2024-T3
Διαστάσεις πρώτης ύλης:	75mm X 65mm X 50mm
Βάρος υλικού πριν από την κατεργασία:	0.66 Kgs
Βάρος υλικού μετά από την κατεργασία:	0.31 Kgs
Αριθμός φάσεων κατεργασίας:	4
Εργαλειομηχανή:	Οποιοδήποτε τριαξονικό CNC κέντρο κατεργασίας
Απαιτούμενα εργαλεία συγκράτησης:	1 CNC μέγγενη με κοινά μάγουλα (με πατούρα) 4 σφιγκτήρες (φουρκέτες) για σύσφιξη της μέγγενης στο τραπέζι 4 Βίδες Allen για σύσφιξη της μέγγενης στο τραπέζι 1 σετ ειδικών μάγουλων με πατούρα που έχει κλίση 26.57° για τη ΦΑΣΗ 4

Οδηγός χρωμάτων: Γκρι = Υλικό μετά από την κατεργασία της ΦΑΣΗΣ-1 σε συμβατική φρέζα
Γκρι = Κατεργασμένες επιφάνειες από προηγούμενες φάσεις
Καφέ = Επιφάνειες ΜΟΝΟ κατά τη διάρκεια μιας κατεργασίας



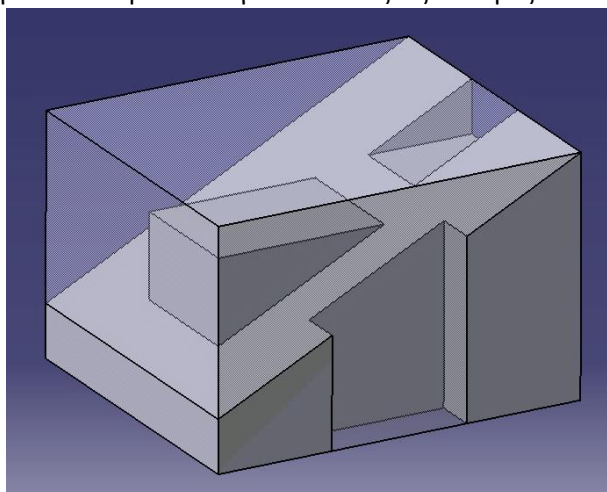
3D σχέδιο δοκιμίου



Κατασκευαστικό σχέδιο δοκιμίου (σχέδιο 1)

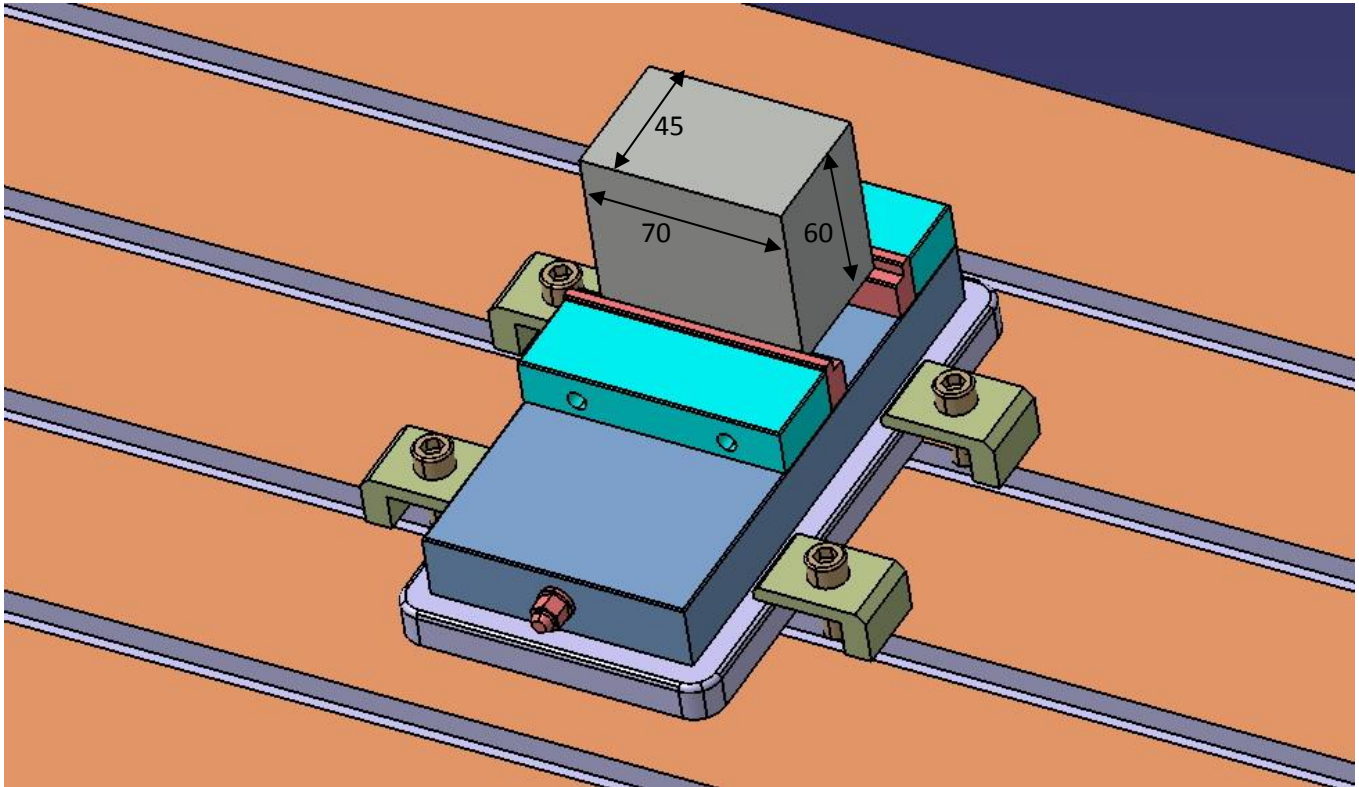
ΦΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ-1 - Περιγραφή:

- 1) Σε συμβατική φρέζα να γίνει κατεργασία όλων των πλευρών της πρώτης ύλης του δοκιμίου
- 2) Διαστάσεις πρώτης ύλης πριν από την κατεργασία: 75mm X 65mm X 50mm
- 3) Διαστάσεις πρώτης ύλης μετά από την κατεργασία: **70mm X 60mm X 45mm**
- 4) Σημαντικό: Η κατεργασία θα πρέπει να γίνει σε όλες τις πλευρές του υλικού



Το δοκίμιο μέσα στο υλικό ως «υάλινο κουτί» μετά από τη ΦΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ-1 (σχέδιο 2)

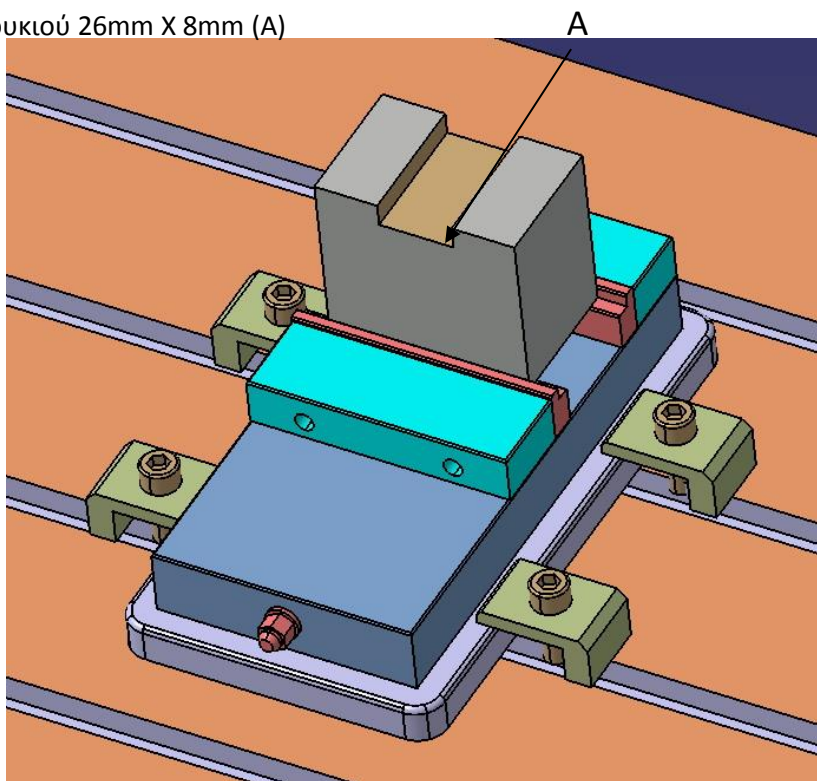
ΦΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ-2



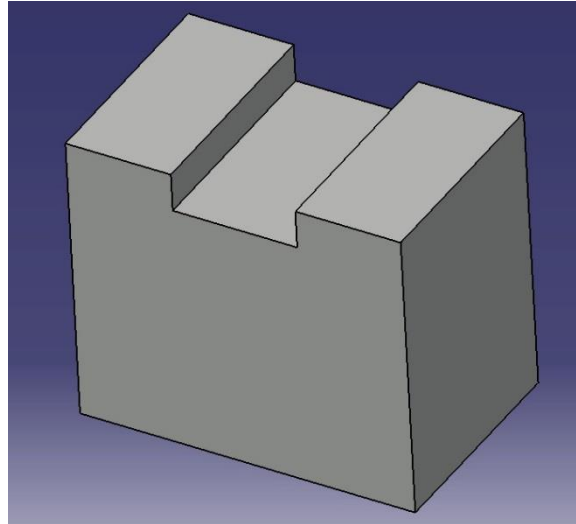
Το υλικό επάνω στη μέγγενη πριν από την έναρξη της κατεργασίας (σχέδιο 3)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΑΣΗΣ:

- 1) Κατεργασία λουκιού 26mm X 8mm (A)

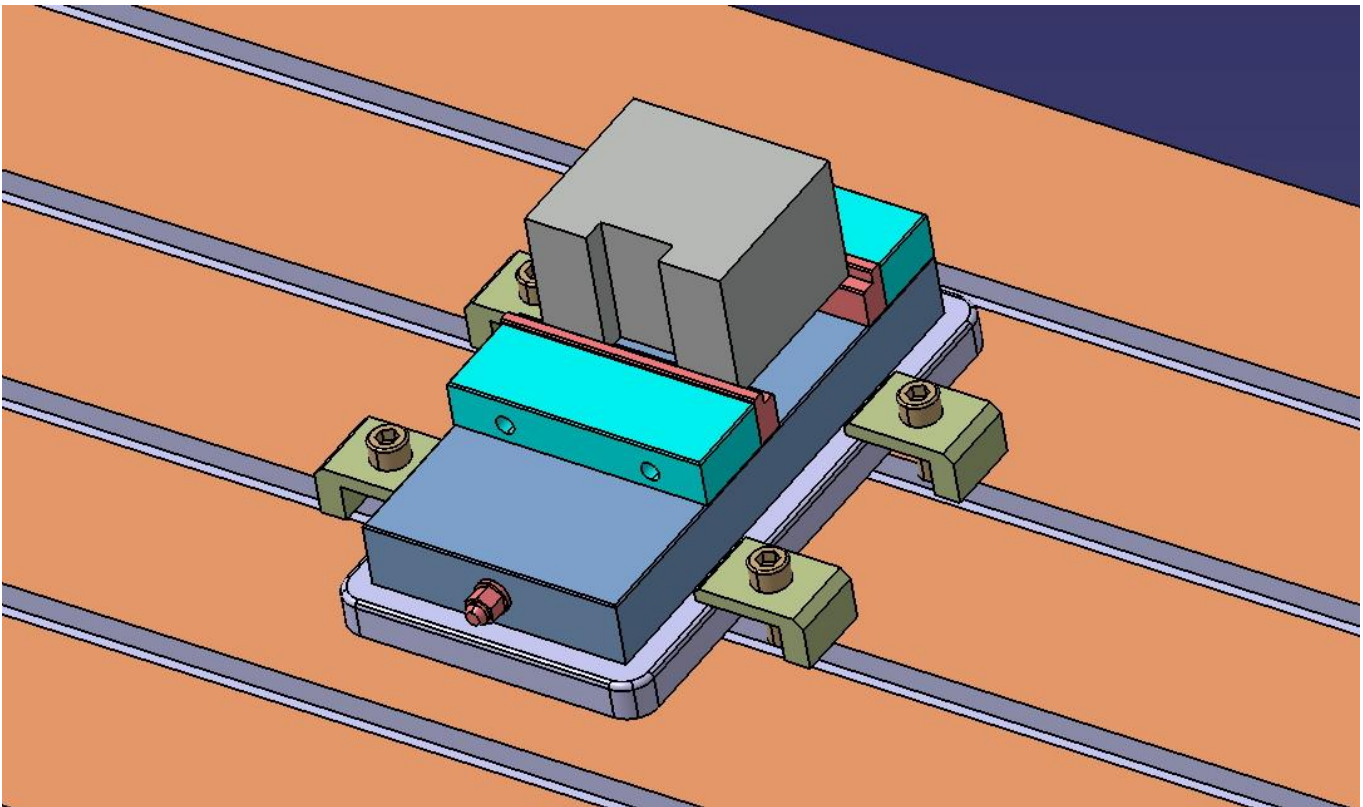


Το υλικό επάνω στη μέγγενη μετά από την ολοκλήρωση της κατεργασίας στη ΦΑΣΗ-2 (σχέδιο 4)



Το υλικό εκτός μέγγενης μετά από την ολοκλήρωση της κατεργασίας στη ΦΑΣΗ-2 (σχέδιο 5)

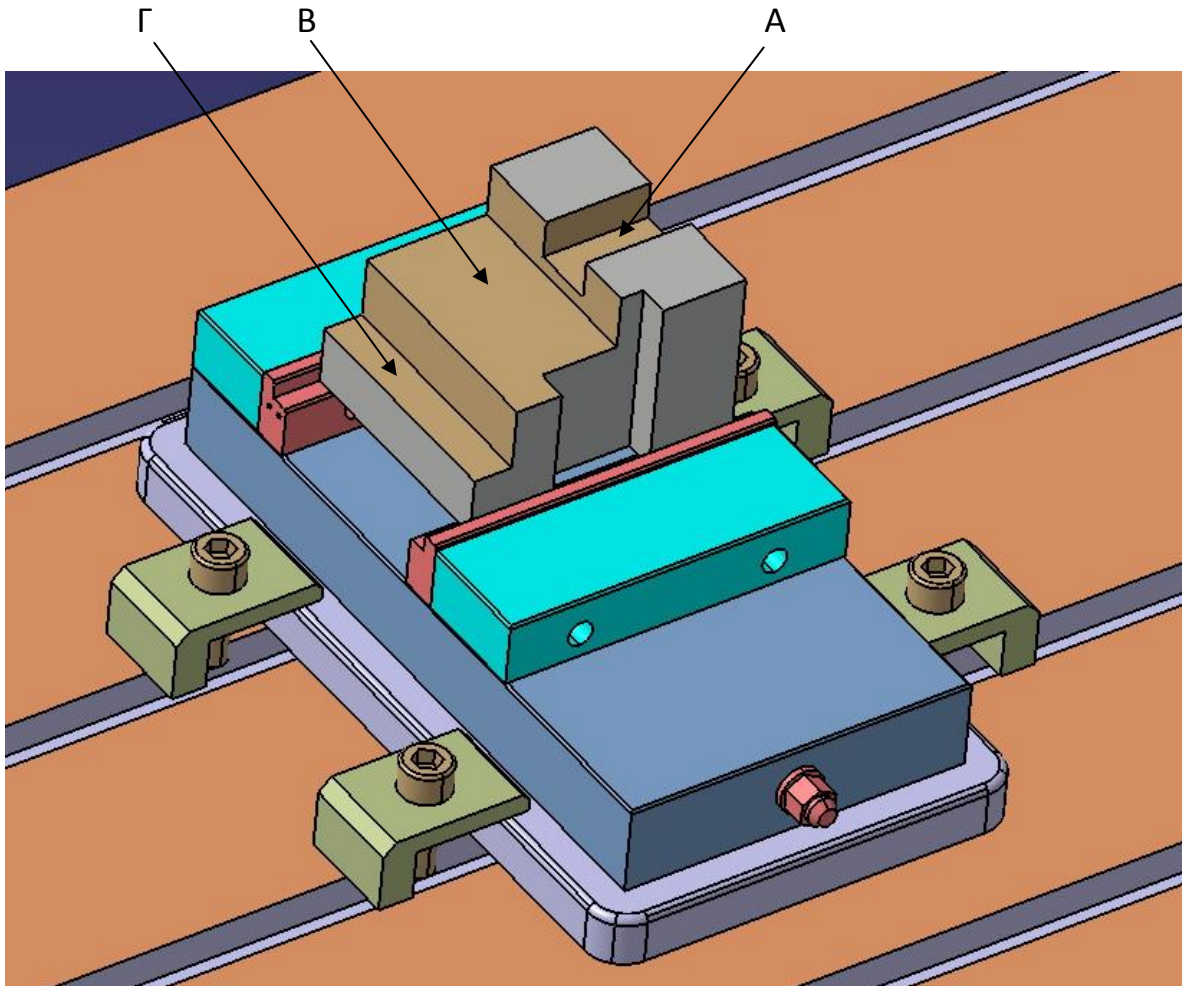
ΦΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ-3



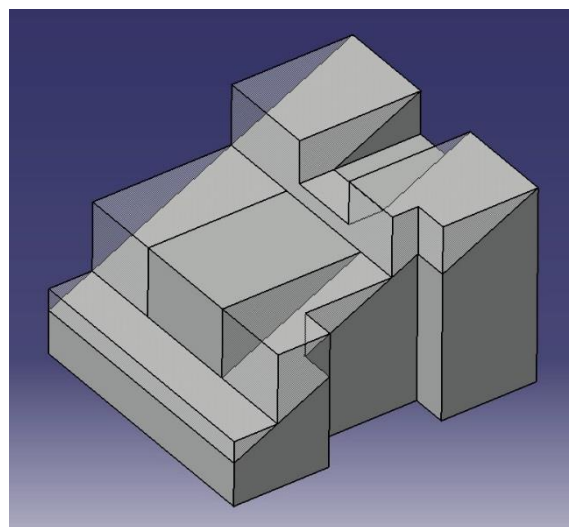
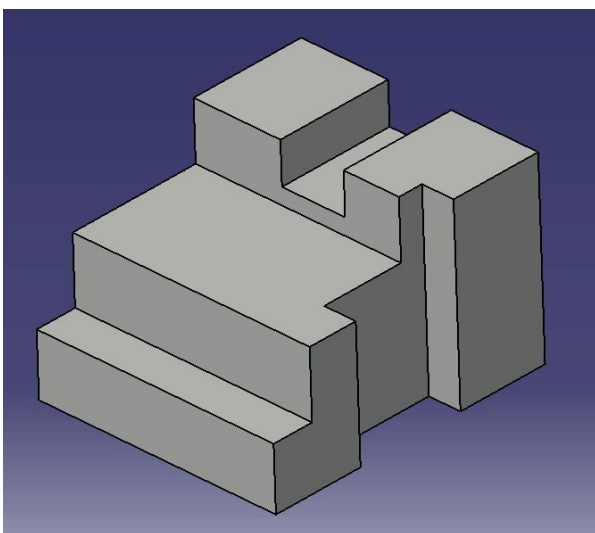
Το υλικό επάνω στη μέγγενη πριν από την έναρξη της κατεργασίας (σχέδιο 6)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΑΣΗΣ:

- 1) Κατεργασία λουκιού 16mm X 10mm βάθος (A)
- 2) Κατεργασία σκαλοπατιού (B)
- 3) Κατεργασία σκαλοπατιού (Γ)



Το υλικό επάνω στη μέγγενη μετά από την ολοκλήρωση της κατεργασίας στη ΦΑΣΗ-3 (σχέδιο 7)



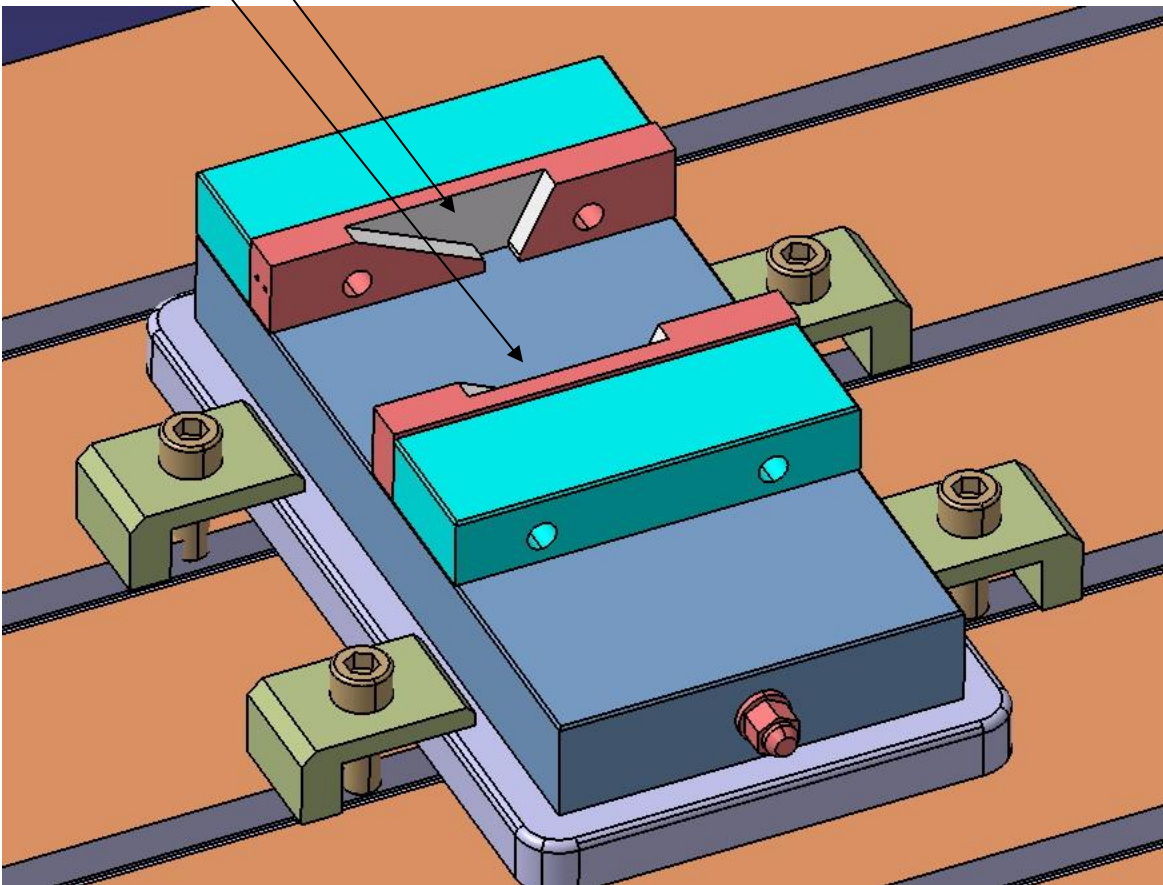
Το υλικό εκτός μέγγενης μετά από την ολοκλήρωση της κατεργασίας στη ΦΑΣΗ-3 (σχέδιο 8)

ΦΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ-4

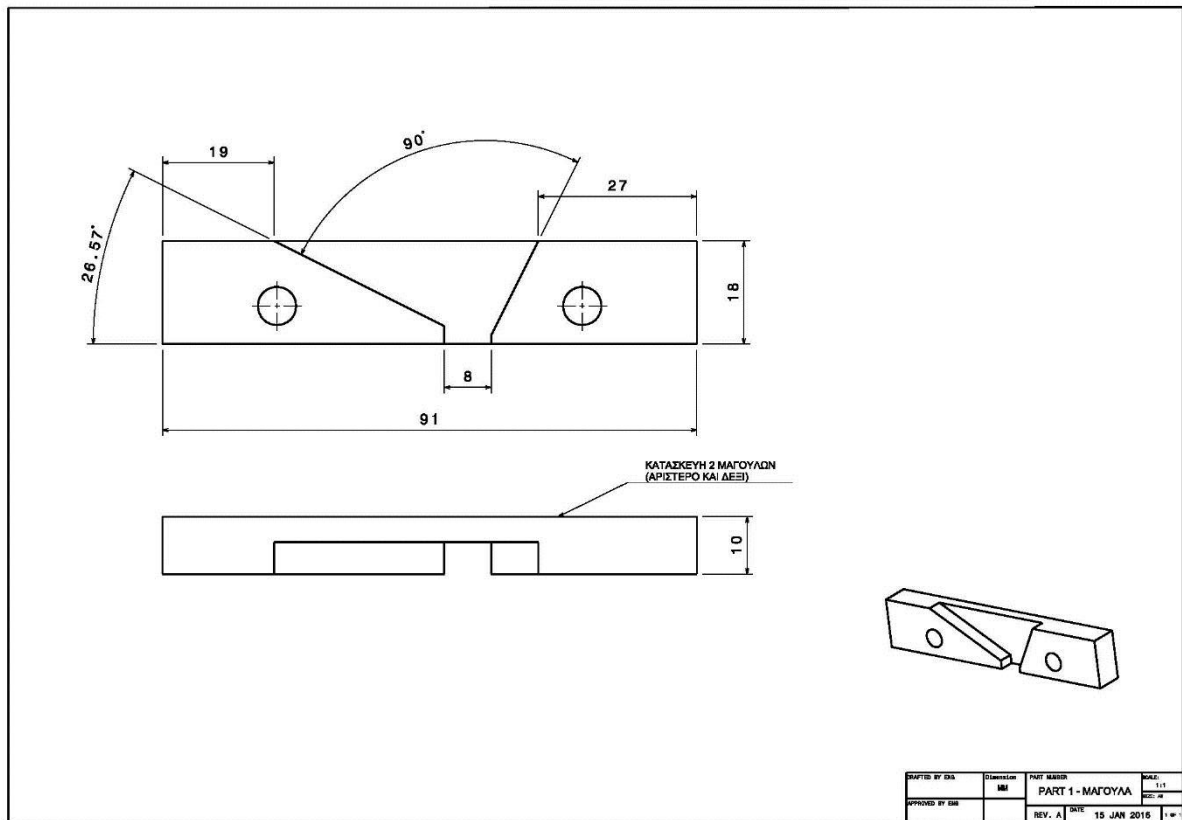
Οδηγίες:

1. Στη ΦΑΣΗ-4 θα χρησιμοποιήσουμε ειδικά σχεδιασμένα μάγουλα με μια πατούρα που έχει κλίση 26.57° (βλέπε σχέδιο 10). Η πατούρα χρησιμοποιείται για να συγκρατήσουμε το δοκίμιο με τρόπο ώστε η κεκλιμένη περιοχή που θα κατεργαστούμε να είναι παράλληλη με το τραπέζι της εργαλειομηχανής (ή κάθετη ως προς την άτρακτο και το εργαλείο κατεργασίας).

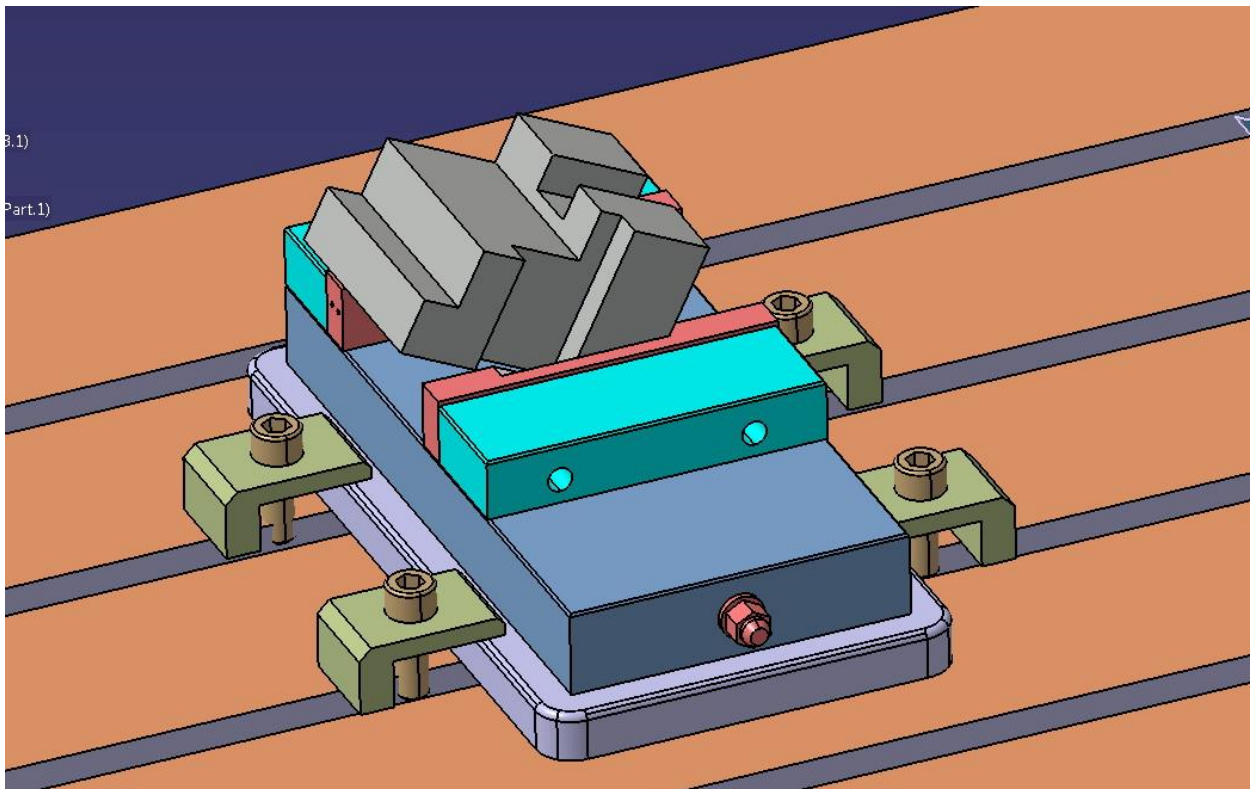
Ειδικά μάγουλα



Η μέγγενη με τα ειδικά μάγουλα πριν από την τοποθέτηση του δοκιμίου (σχέδιο 9)



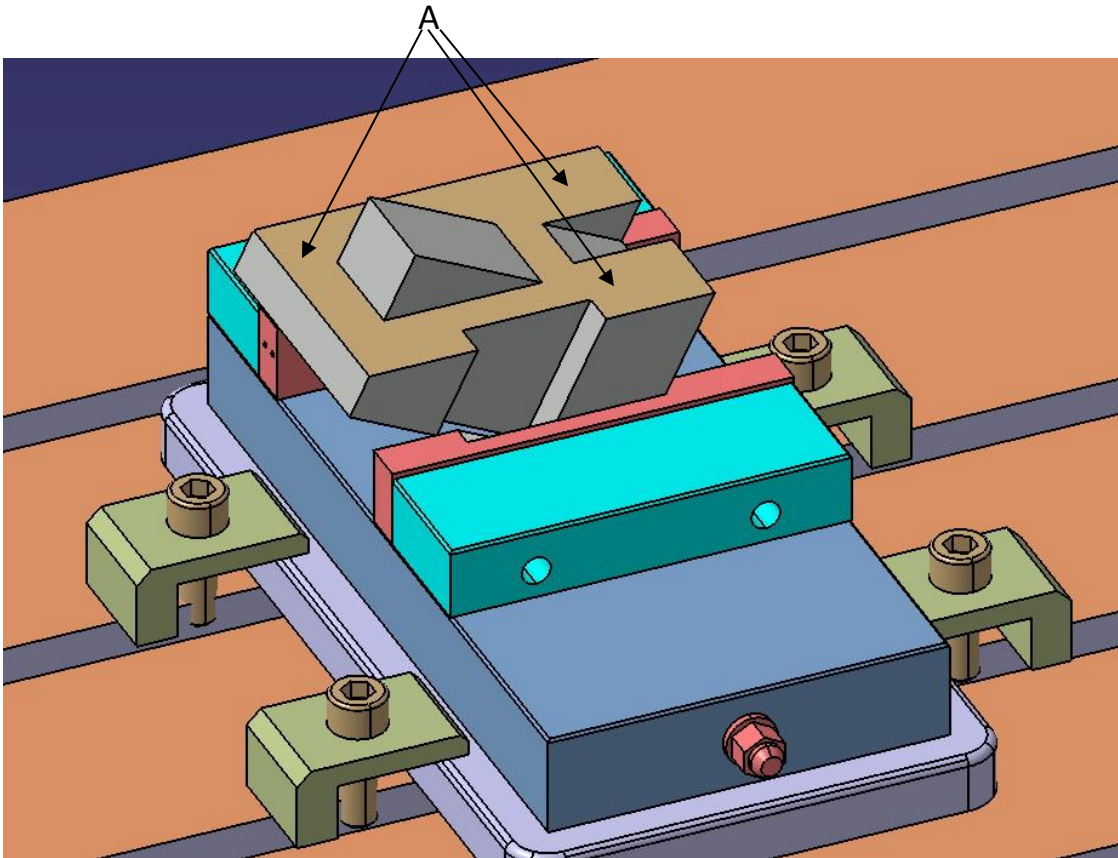
Ειδικά μάγουλα συγκράτησης (σχέδιο 10)



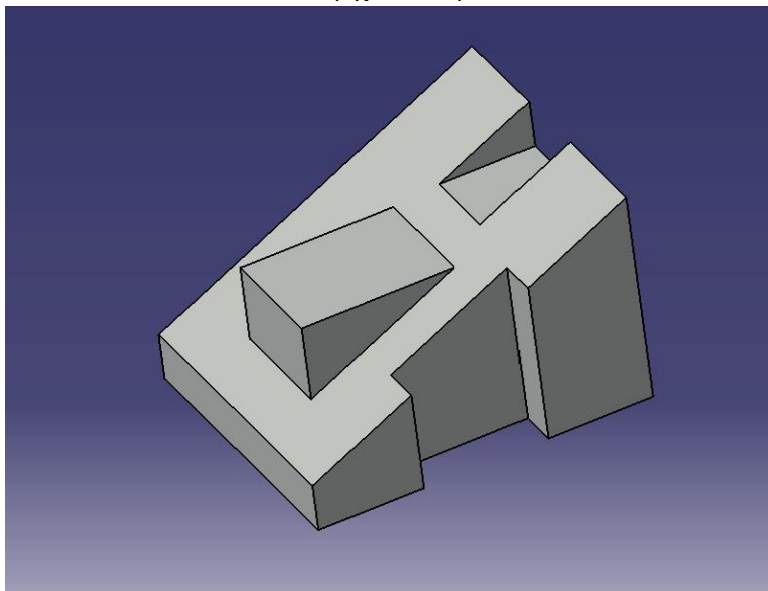
Το υλικό επάνω στα ειδικά μάγουλα πριν από την έναρξη της κατεργασίας (σχέδιο 11)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΑΣΗΣ:

1) Κατεργασία περιοχής (A)



Τα μάγουλα με το υλικό επάνω στη μέγγενη μετά από την ολοκλήρωση της κατεργασίας στη ΦΑΣΗ-4 (σχέδιο 12)

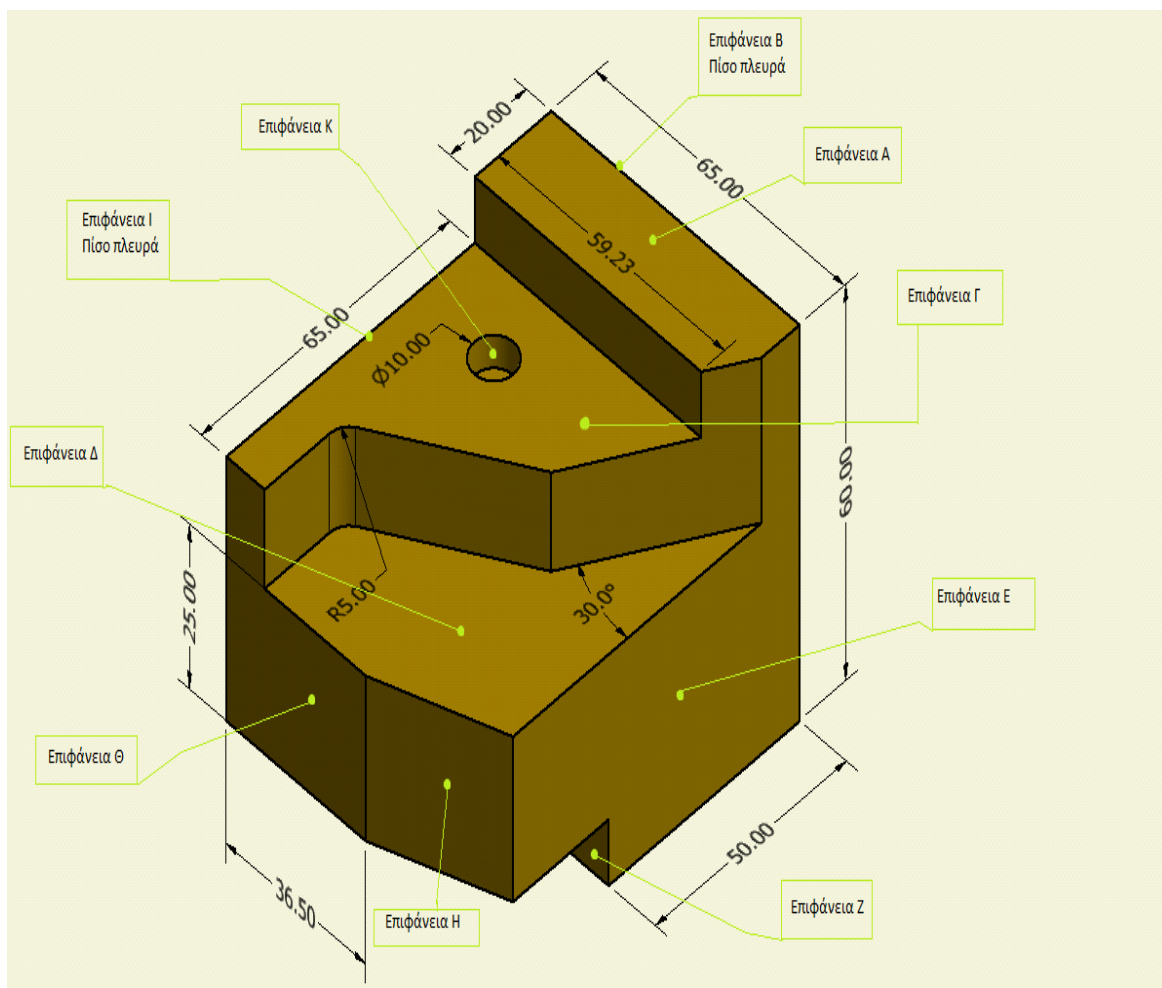


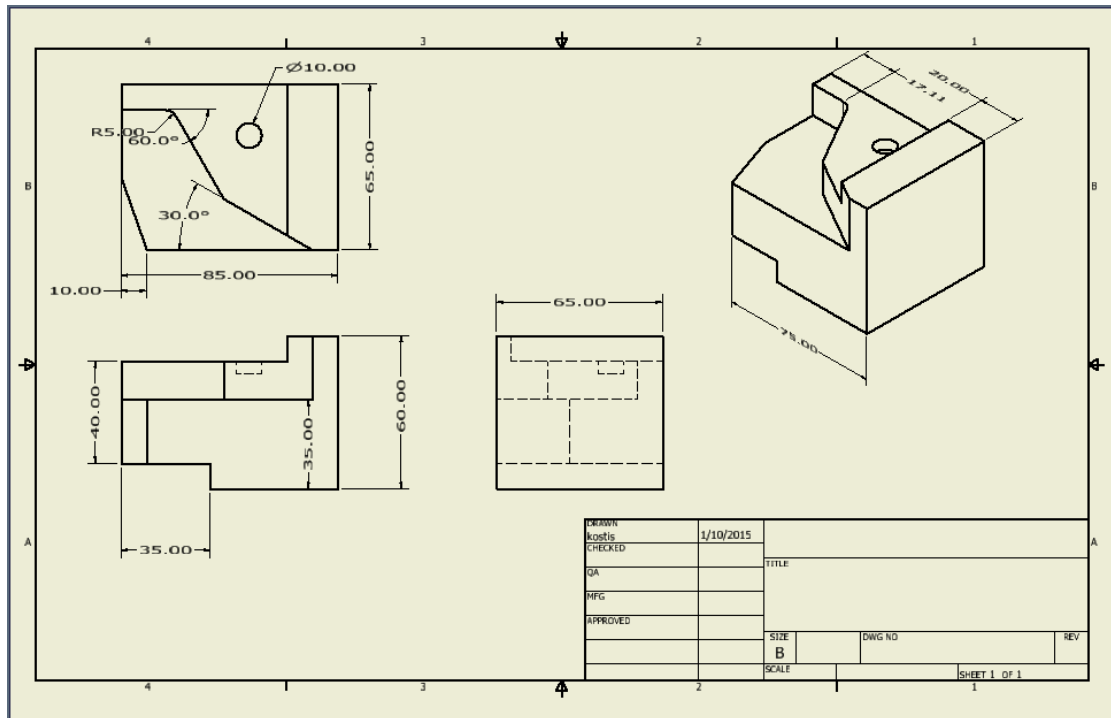
Το υλικό εκτός μέγγενης μετά από την ολοκλήρωση της κατεργασίας στη ΦΑΣΗ-4 (Ολοκληρωμένο δοκίμιο) (σχέδιο 13)

3.2.1. Δοκίμιο Part-2

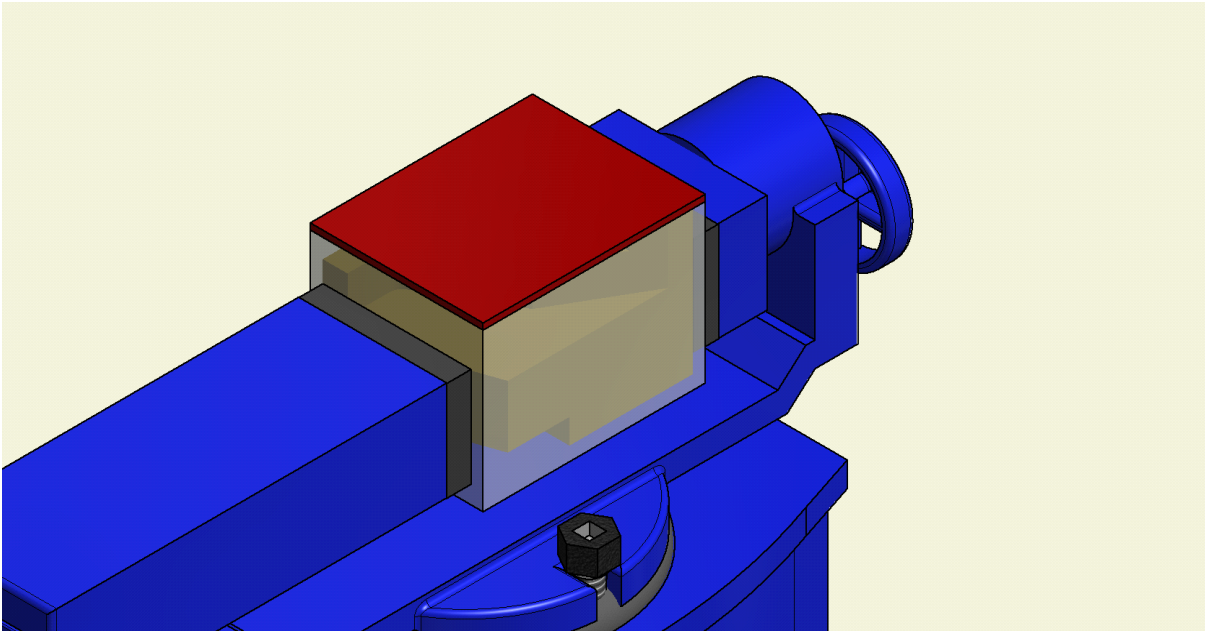
Όνομα δοκιμίου:	Part-2
Τύπος υλικού:	AL 2024-T3
Αριθμός φάσεων κατεργασίας:	11
Εργαλειομηχανή:	Οποιοδήποτε τριαξονικό CNC κέντρο κατεργασίας
Απαιτούμενα εργαλεία συγκράτησης:	1 CNC μέγγενη με κοινά μάγουλα (με πατούρα) 4 σφιγκτήρες (φουρκέτες) για σύσφιξη της μέγγενης στο τραπέζι 4 Βίδες Allen για σύσφιξη της μέγγενης στο τραπέζι

Οδηγός χρωμάτων: Χρυσό= Υλικό μετά από την κατεργασία της ΦΑΣΗΣ-1 σε συμβατική φρέζα
Χρυσό= Κατεργασμένες επιφάνειες από προηγούμενες φάσεις
Κόκκινο = Επιφάνειες ΜΟΝΟ κατά τη διάρκεια μιας κατεργασίας





Κατασκευαστικό σχέδιο δοκιμίου (σχέδιο 2)

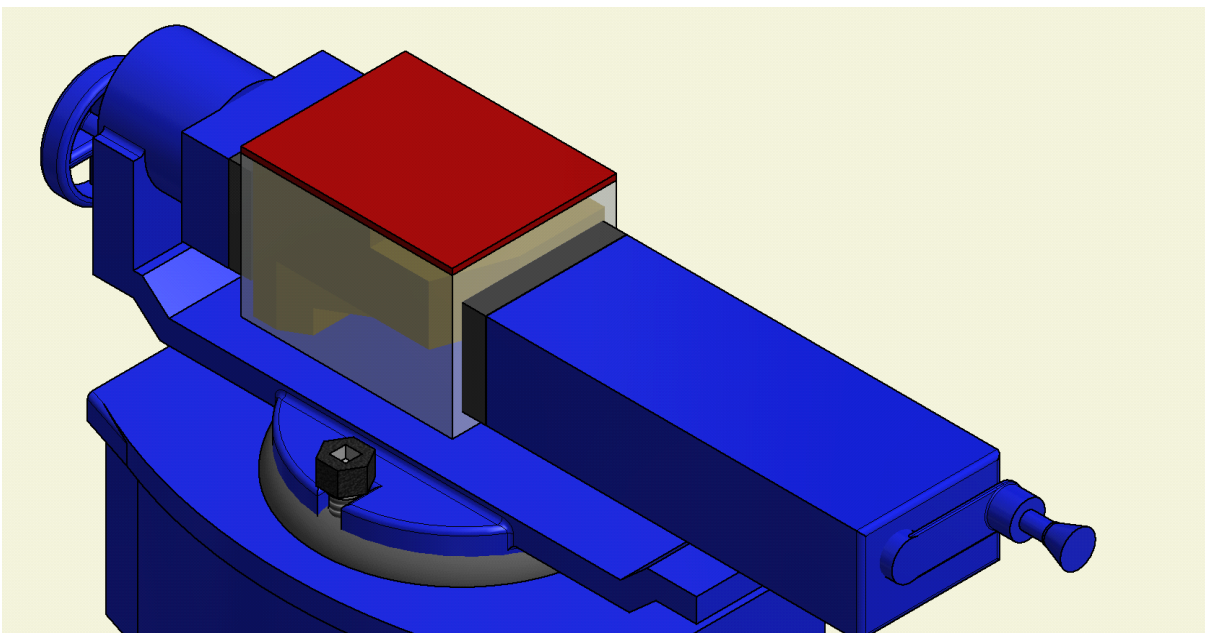


(βλ. εικόνα 1)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 1:

ΒΗΜΑ 1:

- Ξεχόνδρισμα επιφάνειας Α.

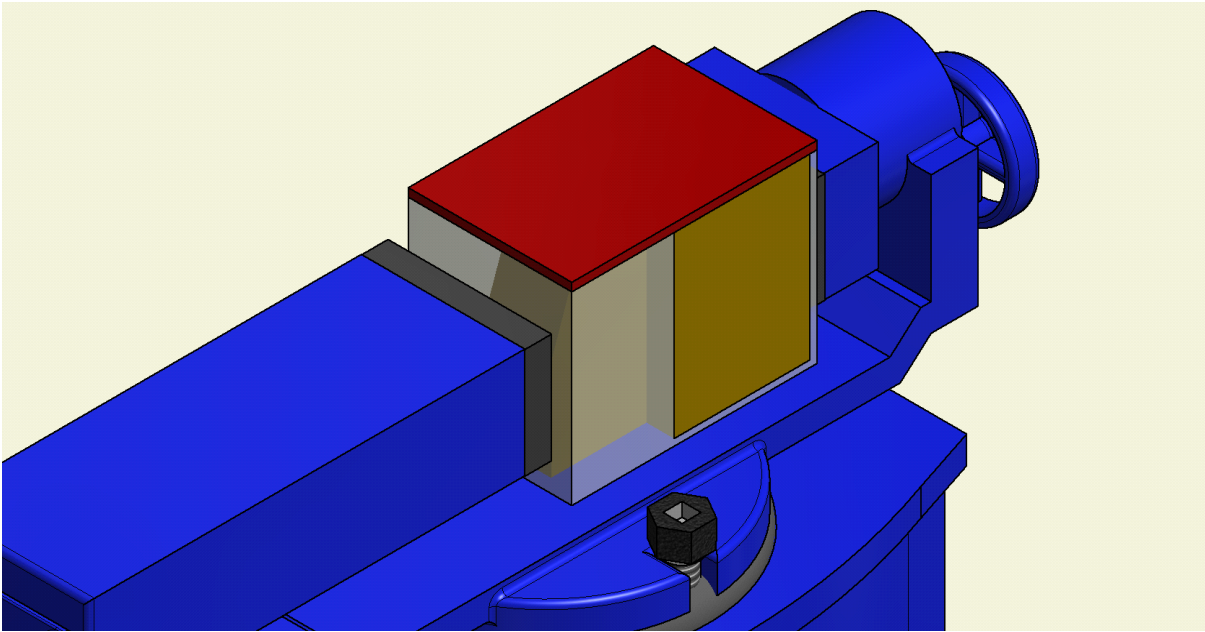


(βλ. εικόνα 2)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 2:

ΒΗΜΑ 1:

- Ξεχόνδρισμα επιφάνειας Λ.

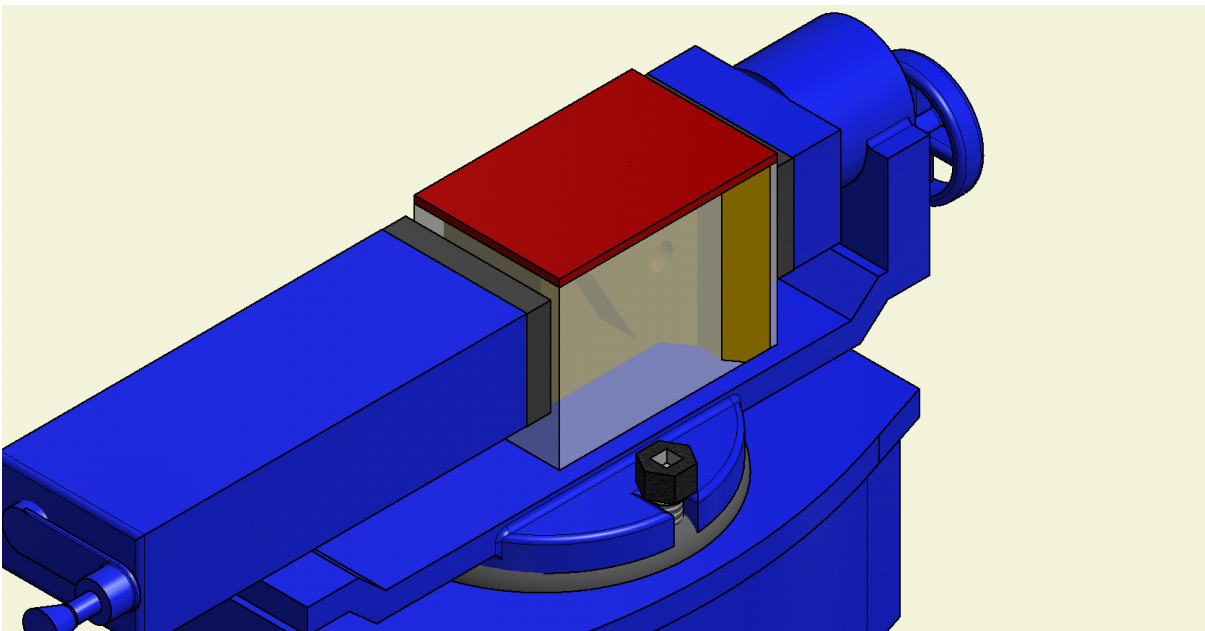


(βλ. εικόνα 3)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 3:

ΒΗΜΑ 1:

- Ξεχόνδρισμα επιφάνειας E.

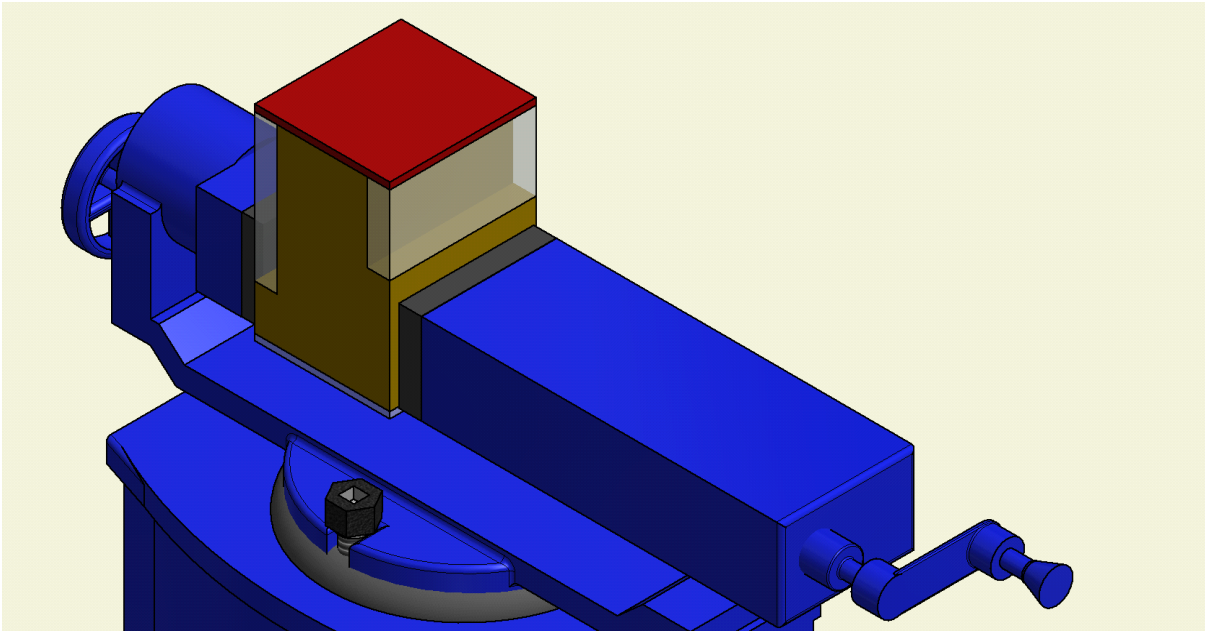


(βλ. εικόνα 4)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 4:

ΒΗΜΑ 1:

- Ξεχόνδρισμα επιφάνειας I.

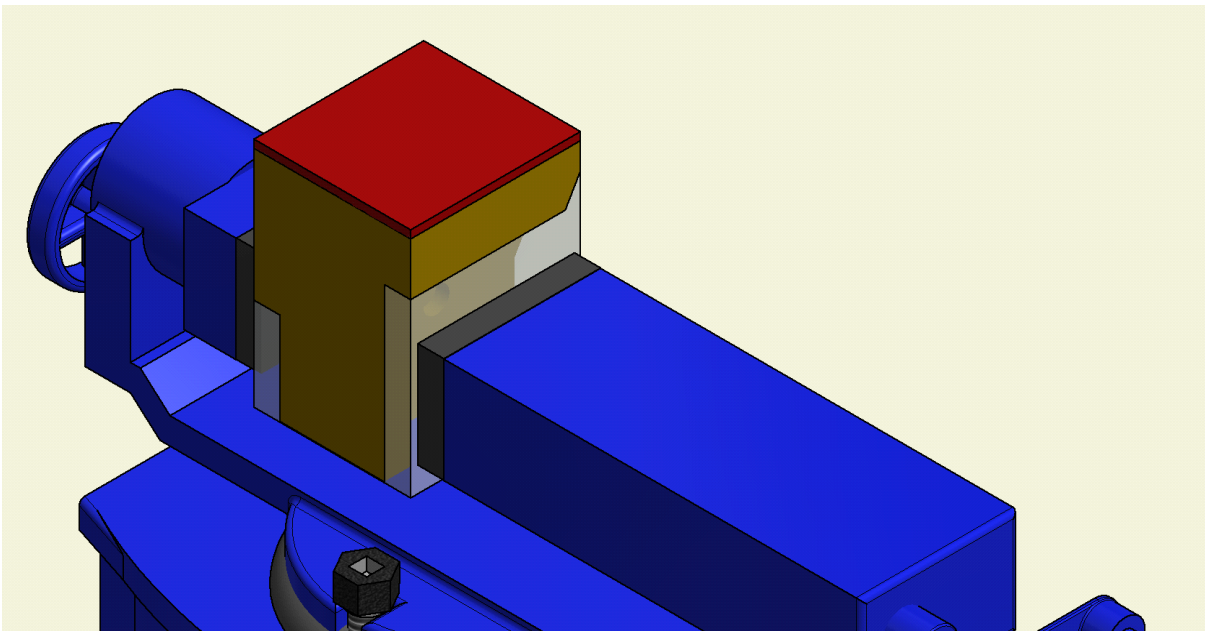


(βλ. εικόνα 5)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 5:

ΒΗΜΑ 1:

- Ξεχόνδισμα επιφάνειας Θ .

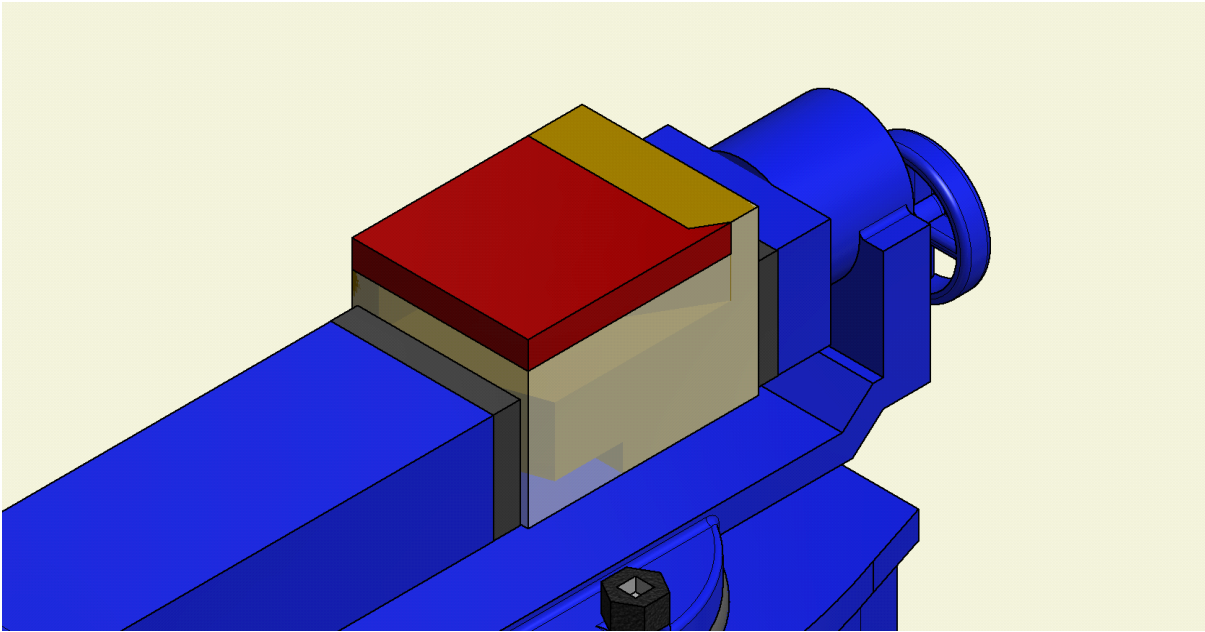


(βλ. εικόνα 6)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 6:

ΒΗΜΑ 1:

- Ξεχόνδισμα επιφάνειας Β.

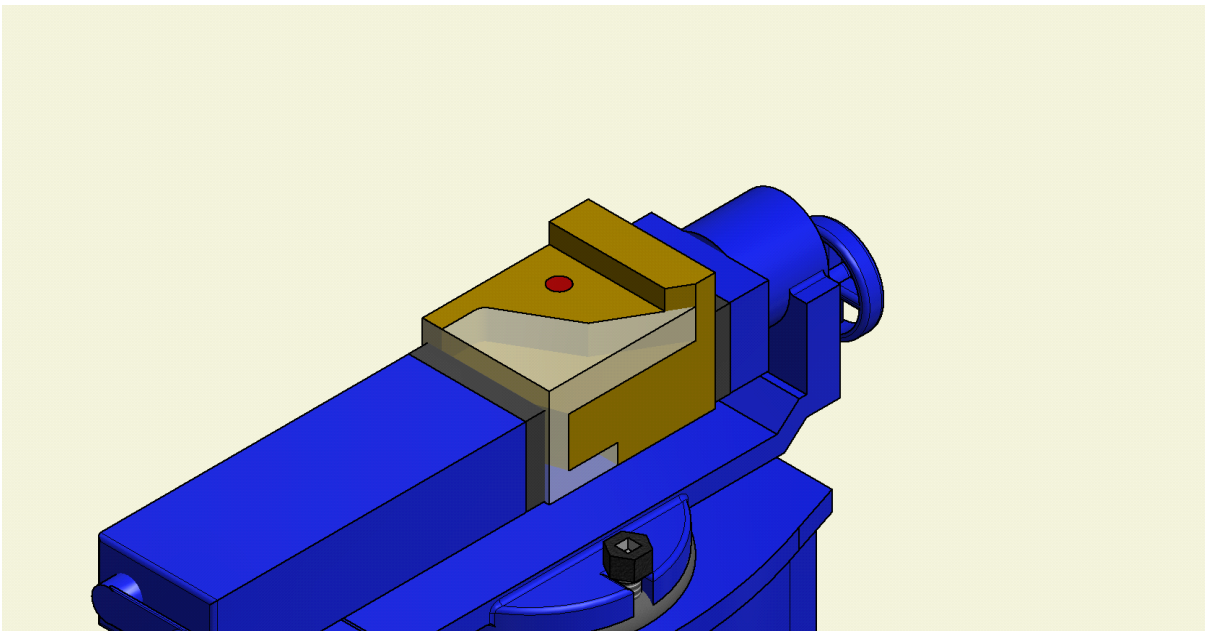


(βλ. εικόνα 7)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 7:

ΒΗΜΑ 1:

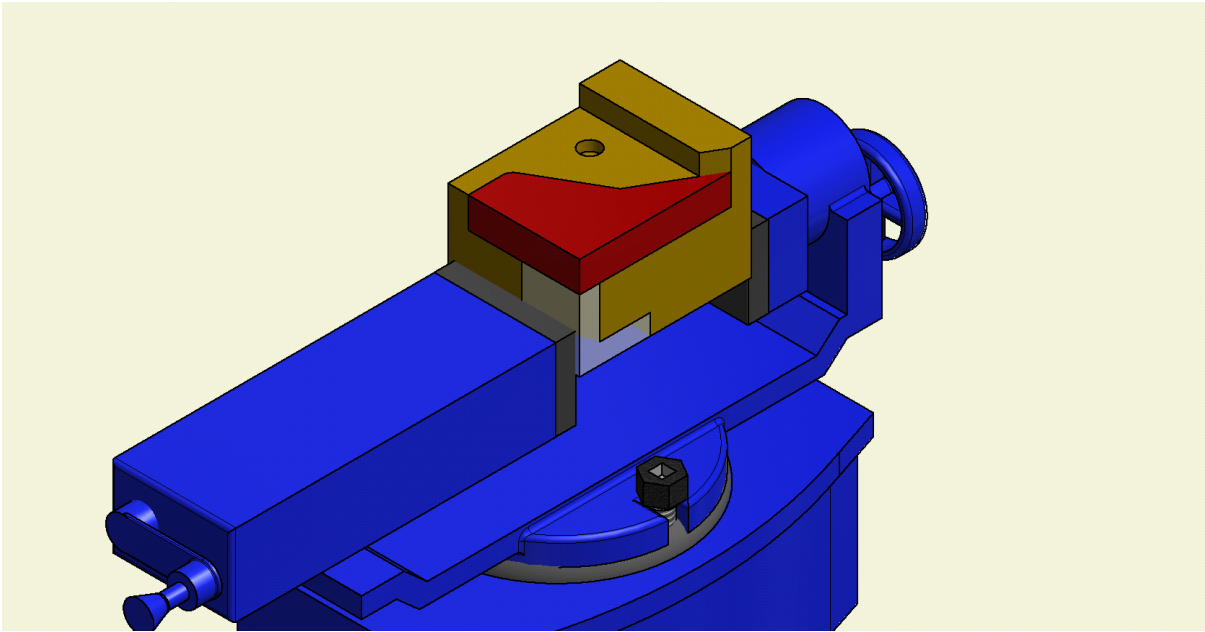
- Κατεργασία επιφάνειας Γ.



(βλ. εικόνα 8)

ΒΗΜΑ :2

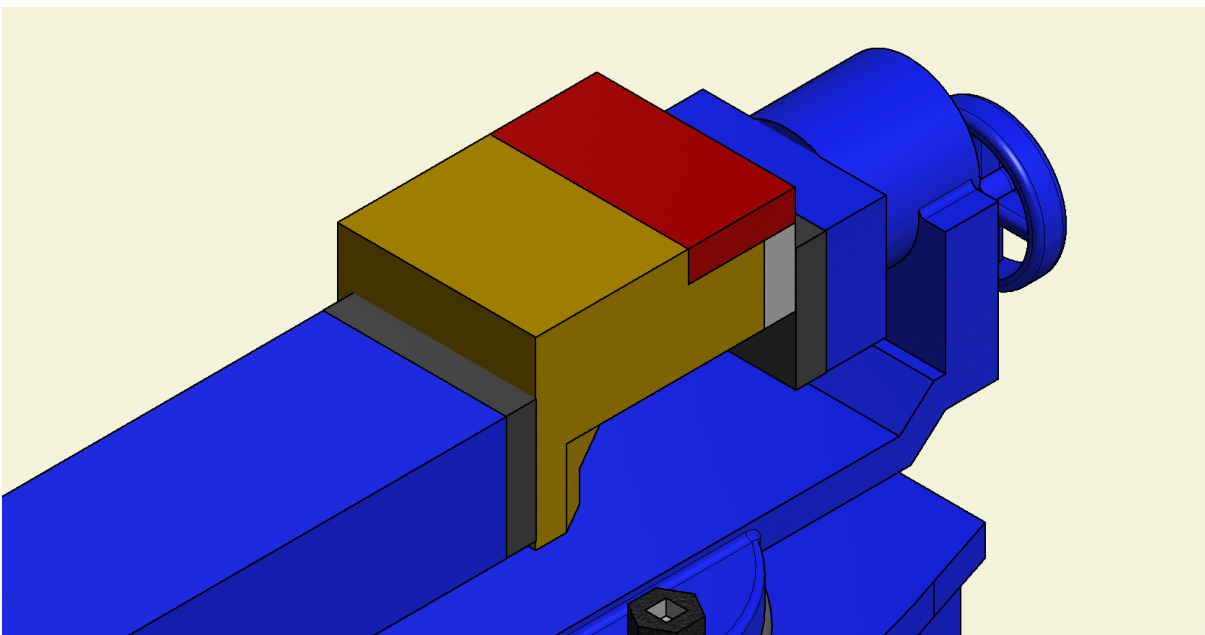
Δημιουργία οπής διαμέτρου 10 mm και βάθους 5 mm στην επιφάνεια Κ.



(βλ. εικόνα 9)

ΒΗΜΑ 3:

- Κατεργασία επιφάνειας Δ.

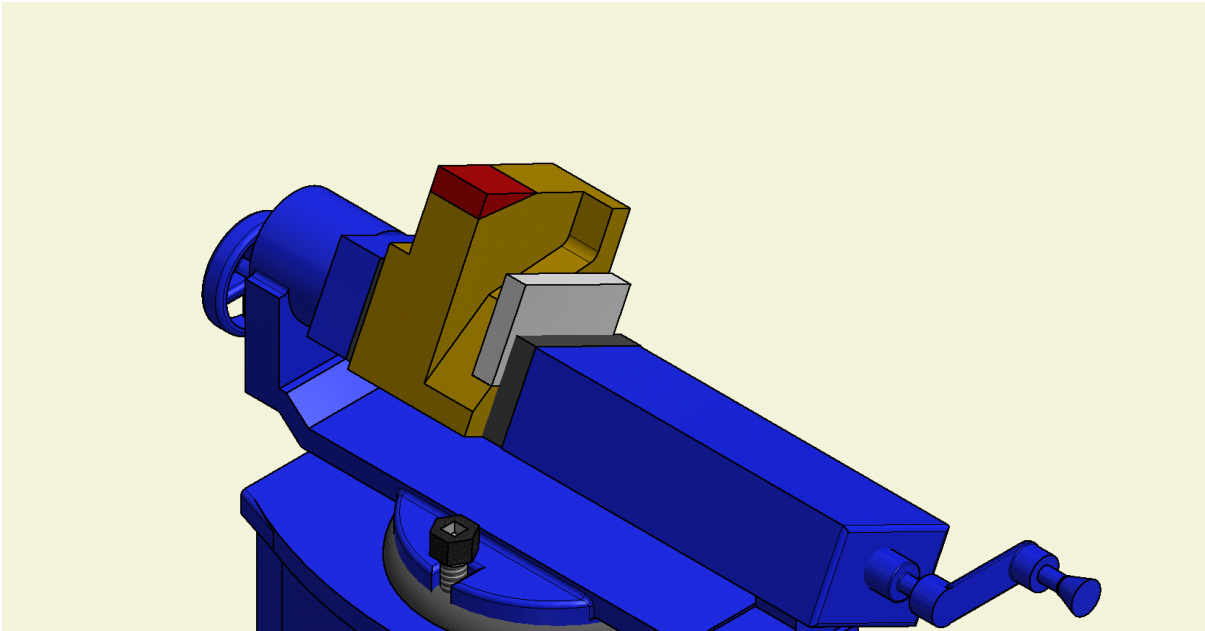


(βλ. εικόνα 10)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 8:

ΒΗΜΑ 1:

- Κατεργασία επιφάνειας Z,M.



(βλ. εικόνα 11)

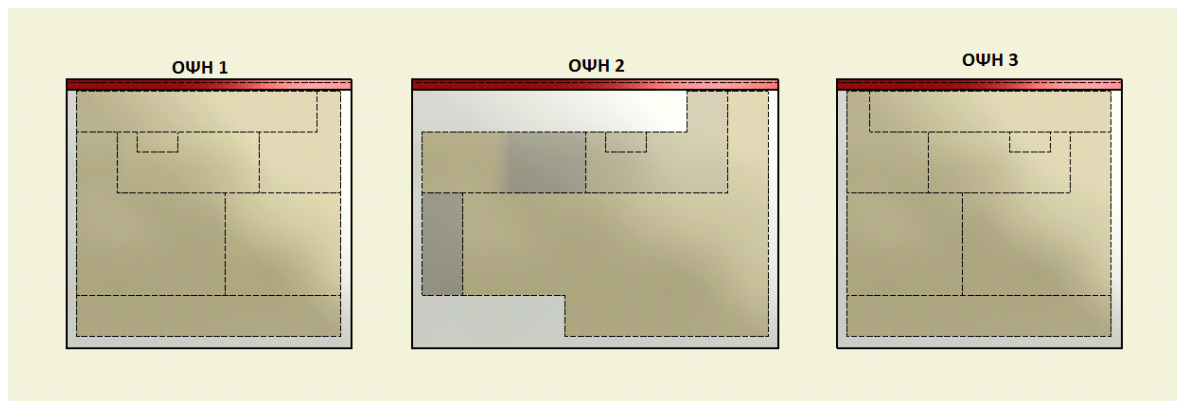
ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 9:

ΒΗΜΑ 1:

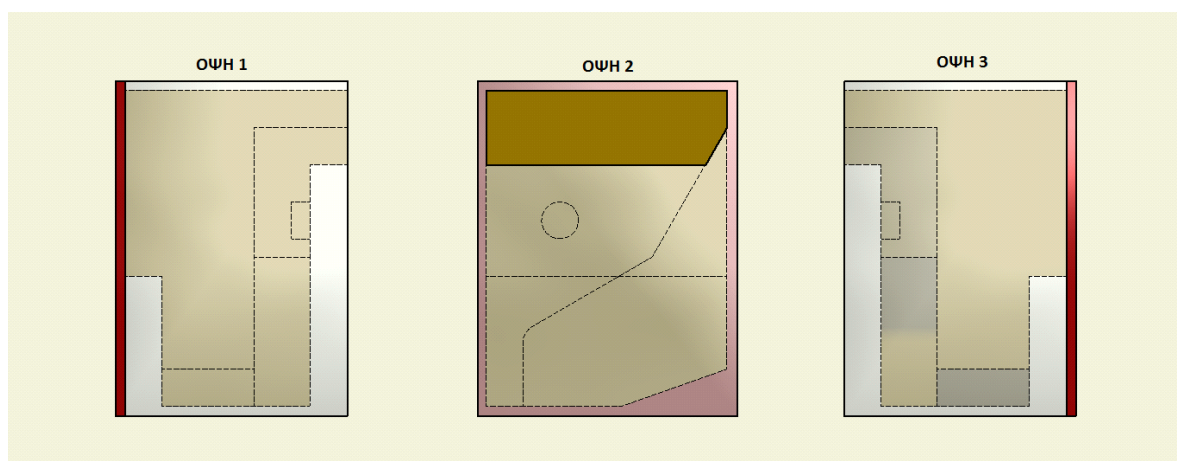
- Μετατόπιση της μέγκενης κατά 19.3° για κατεργασία της επιφάνειας Η.

3.2.2. ΟΨΕΙΣ ΦΑΣΕΟΛΟΓΙΟΥ

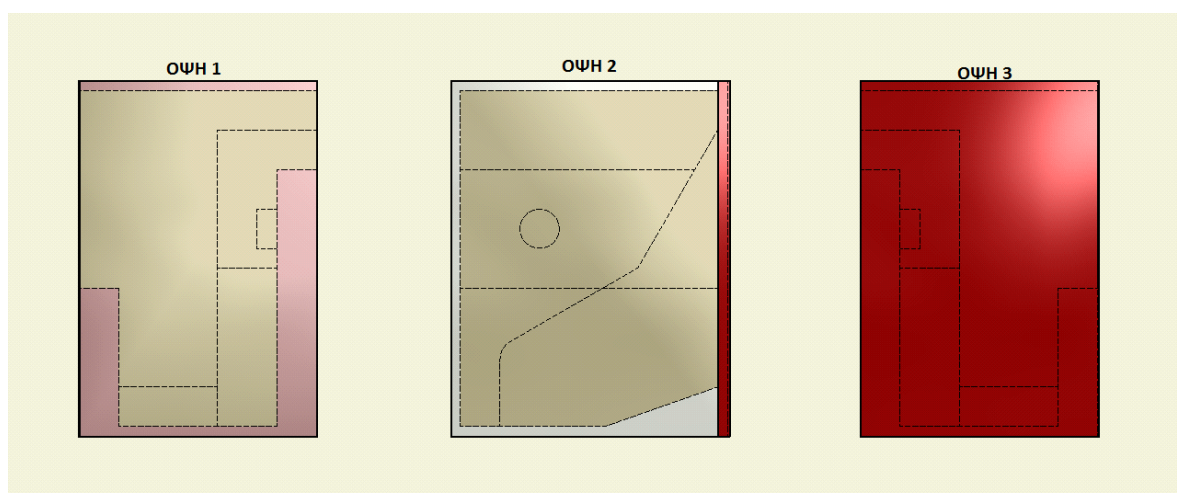
ΕΙΚΟΝΑ 1:



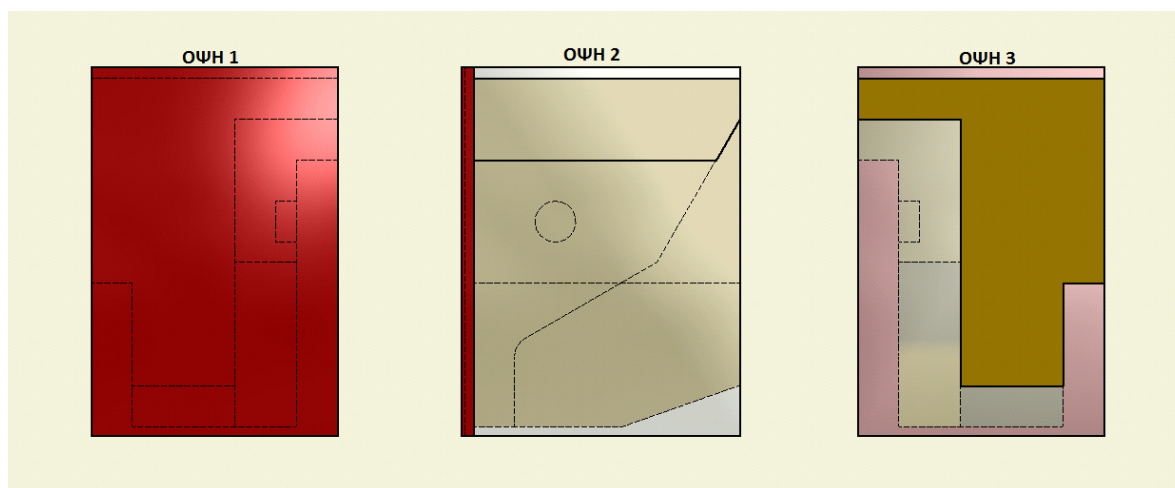
ΕΙΚΟΝΑ 2:



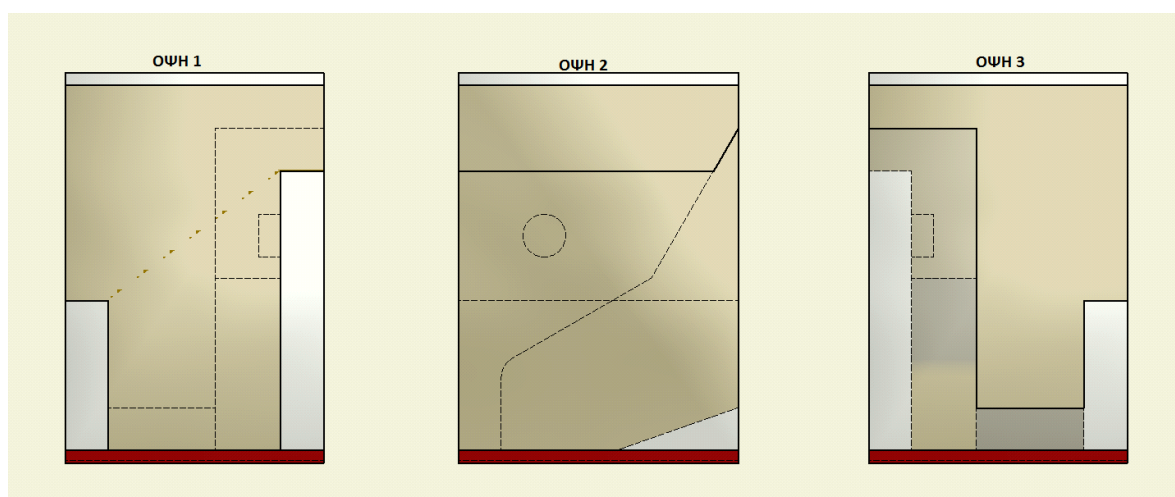
ΕΙΚΟΝΑ 3:



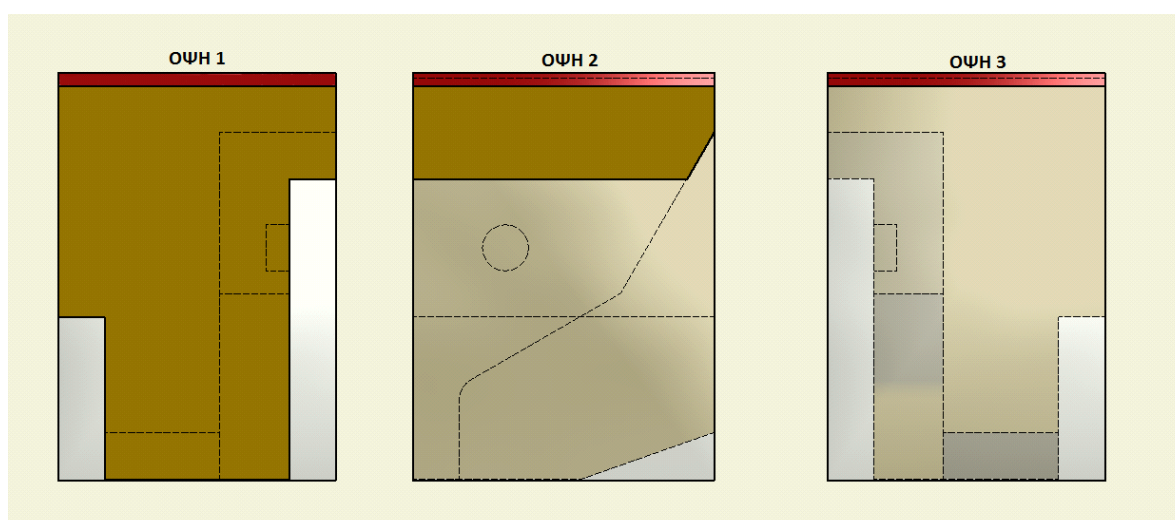
EIKONA 4:



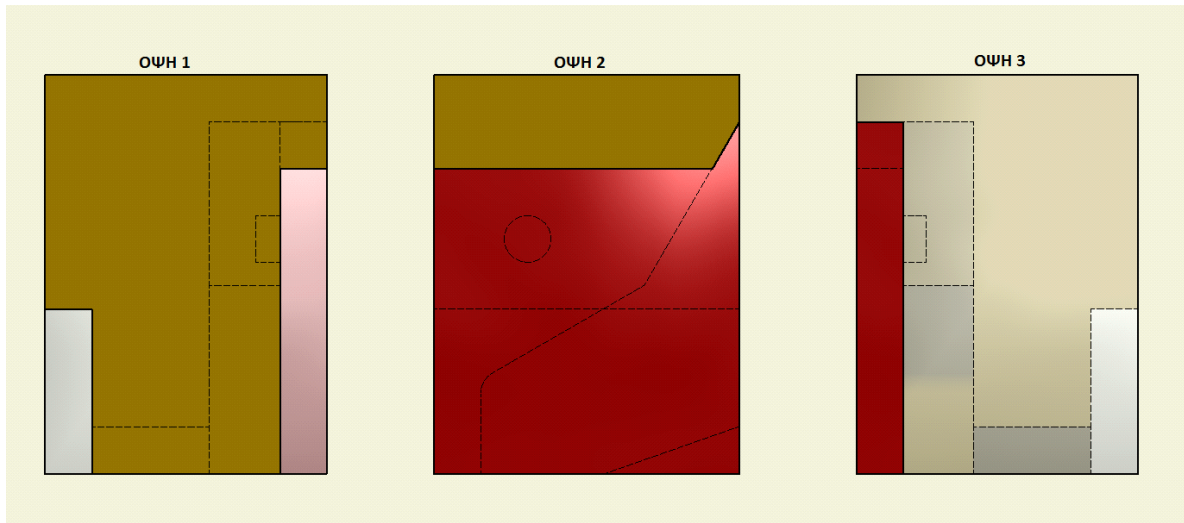
EIKONA 5:



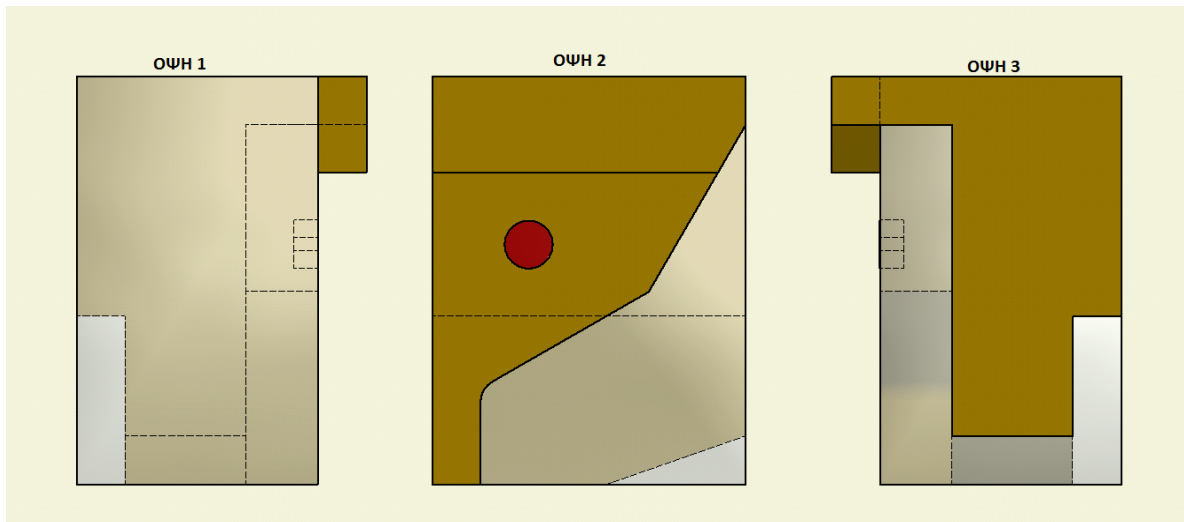
EIKONA 6:



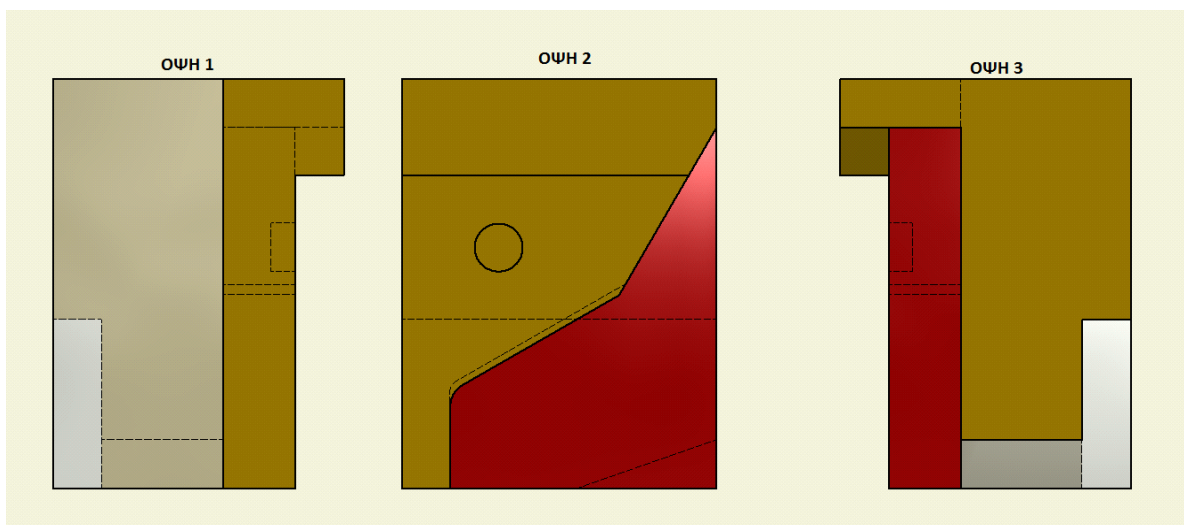
ΕΙΚΟΝΑ 7:



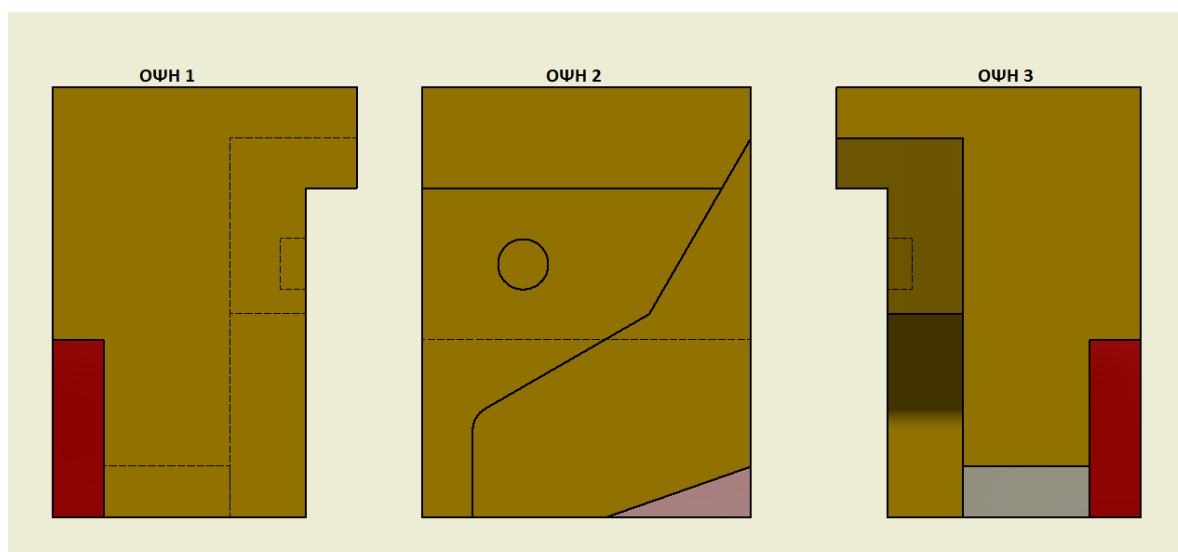
ΕΙΚΟΝΑ 8:



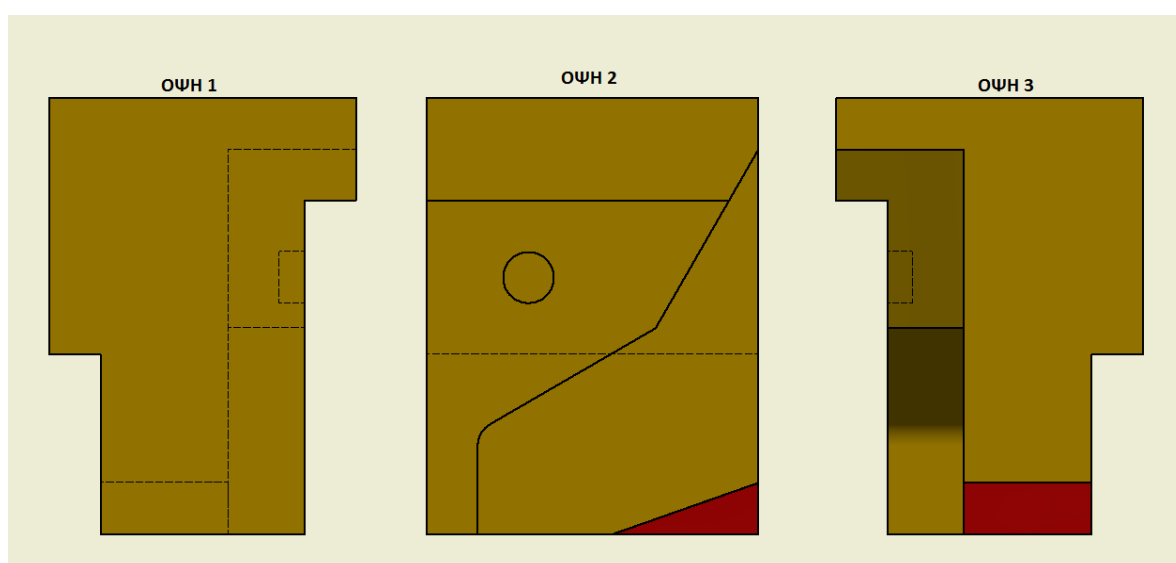
ΕΙΚΟΝΑ 9:



EIKONA 10:



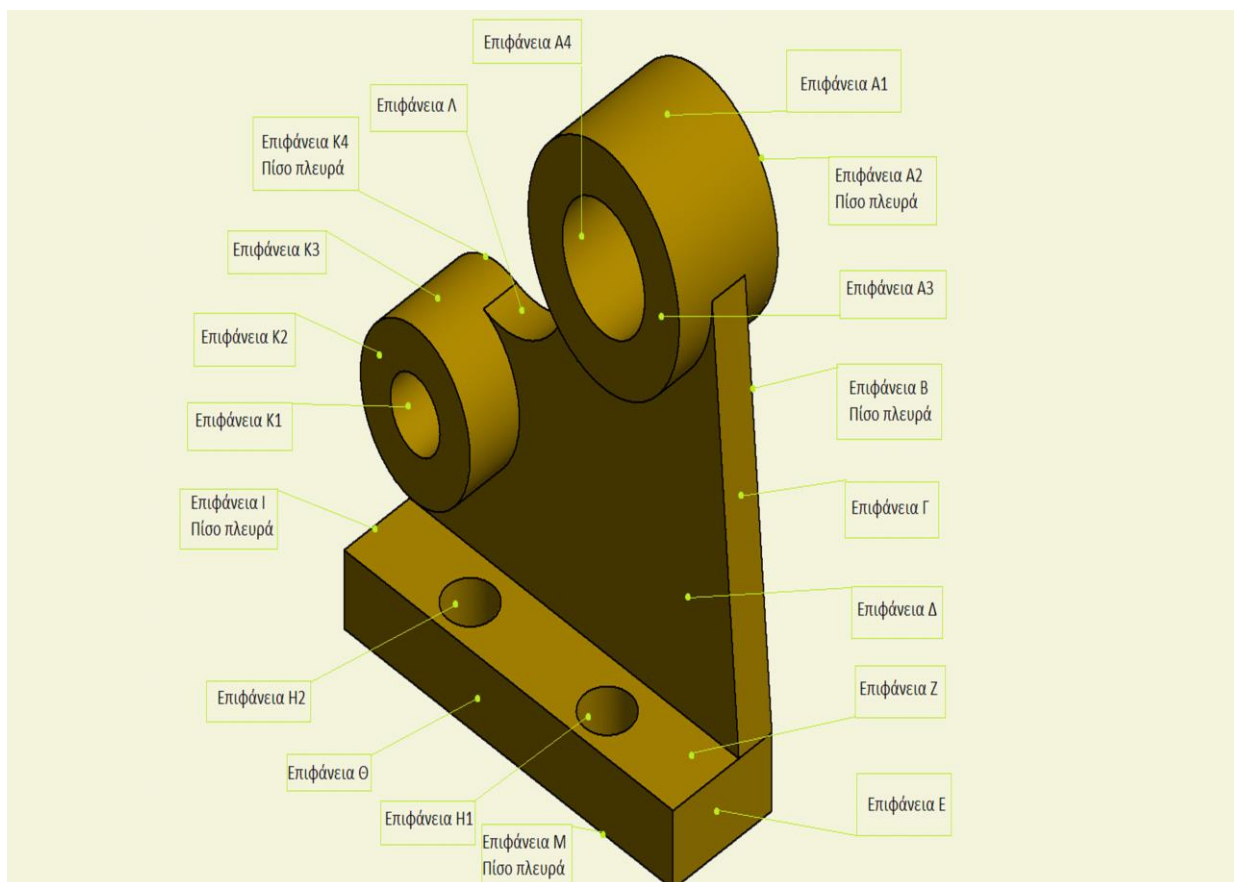
EIKONA 11:

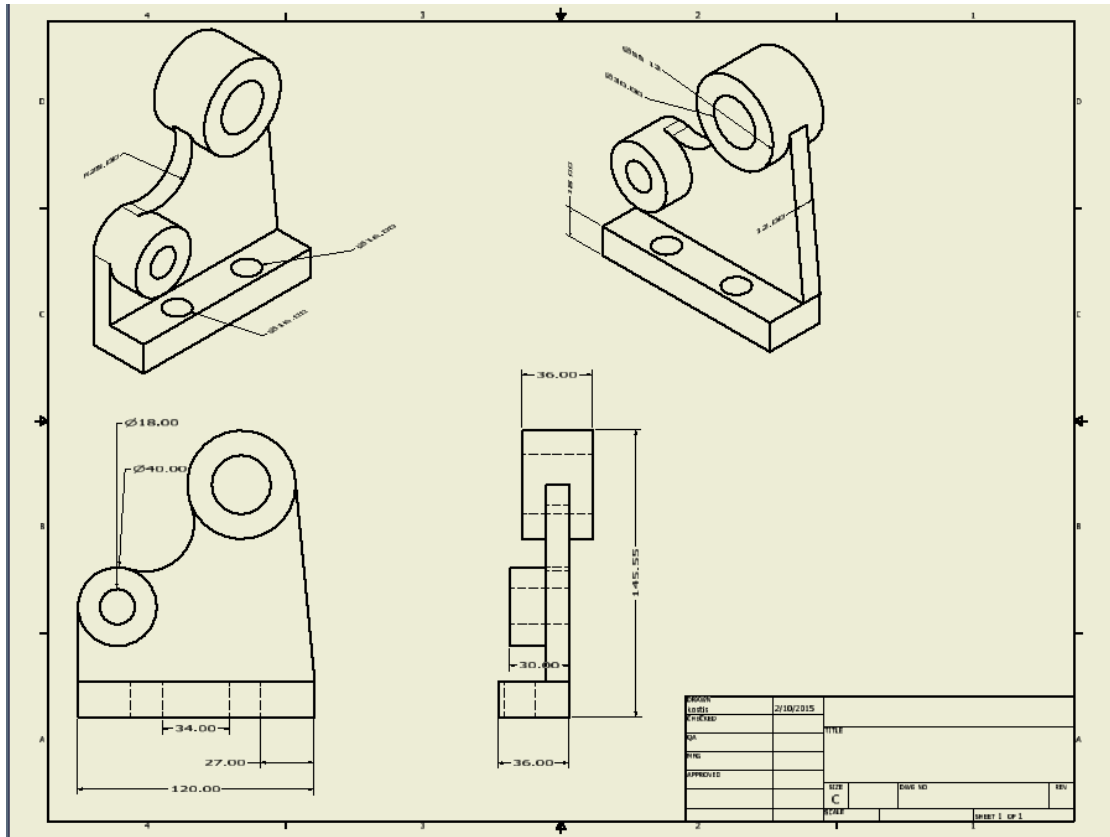


3.3.1. Δοκίμιο Part-3

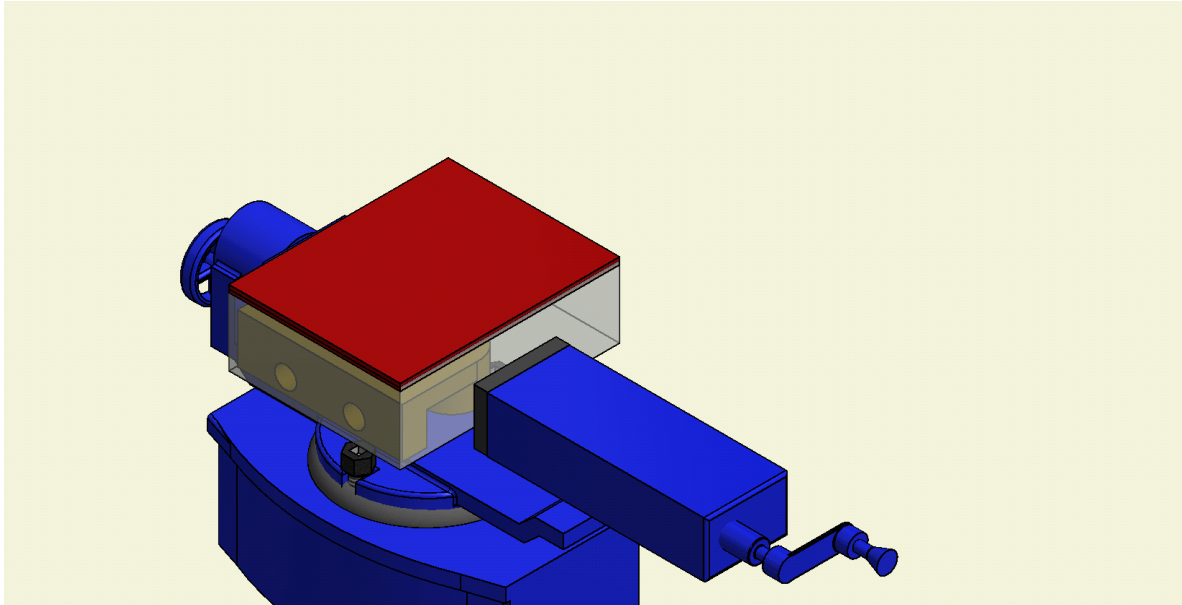
Όνομα δοκιμίου:	Part-6
Τύπος υλικού:	AL 2024-T3
Διαστάσεις πρώτης ύλης:	mm X mm X mm
Αριθμός φάσεων κατεργασίας:	12
Εργαλειομηχανή:	Οποιοδήποτε τριαξονικό CNC κέντρο κατεργασίας
Απαιτούμενα εργαλεία συγκράτησης:	1 CNC μέγγενη με κοινά μάγουλα (με πατούρα) 4 σφιγκτήρες (φουρκέτες) για σύσφιξη της μέγγενης στο τραπέζι 4 Βίδες Allen για σύσφιξη της μέγγενης στο τραπέζι 1 σετ ειδικής βάσης για τη ΦΑΣΗ 14

Οδηγός χρωμάτων: Χρυσό= Υλικό μετά από την κατεργασία της ΦΑΣΗΣ-1 σε συμβατική φρέζα
Χρυσό= Κατεργασμένες επιφάνειες από προηγούμενες φάσεις
Κόκκινο = Επιφάνειες ΜΟΝΟ κατά τη διάρκεια μιας κατεργασίας





Κατασκευαστικό σχέδιο δοκιμίου (σχέδιο 3)

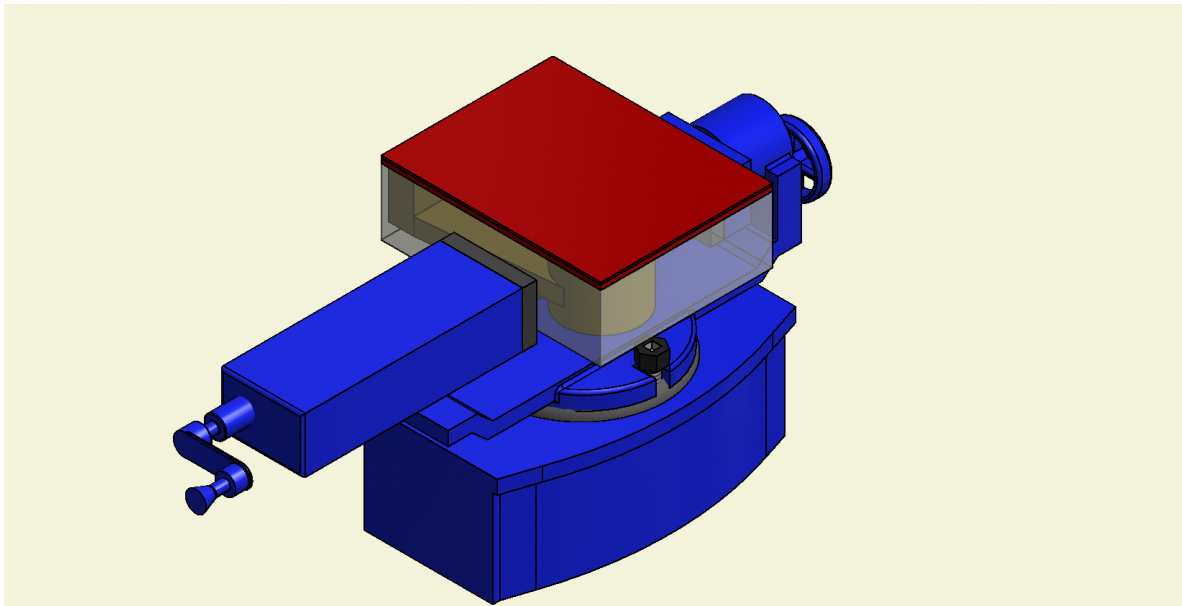


(βλ. εικόνα 1)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 1

ΒΗΜΑ 1:

- Ξεχόνδρισμα επιφάνειας A2

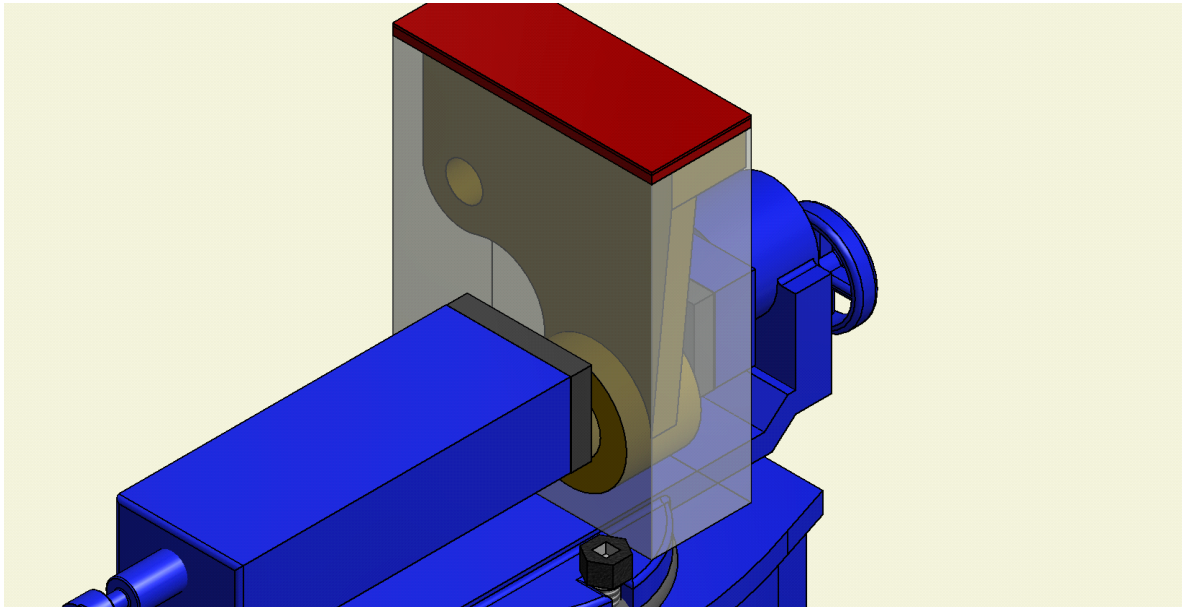


(βλ. εικόνα 2)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 2

ΒΗΜΑ 2:

- Ξεχόνδρισμα επιφάνειας Θ.

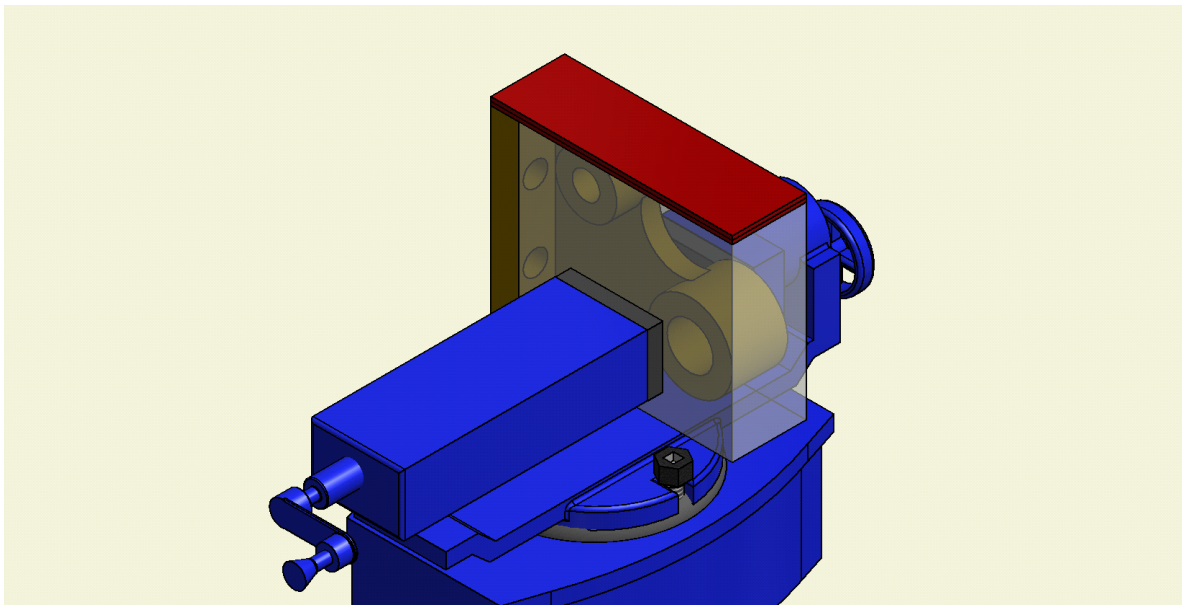


(βλ. εικόνα 3)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 3:

ΒΗΜΑ 1:

- Ξεχόνδρισμα επιφάνειας Μ.

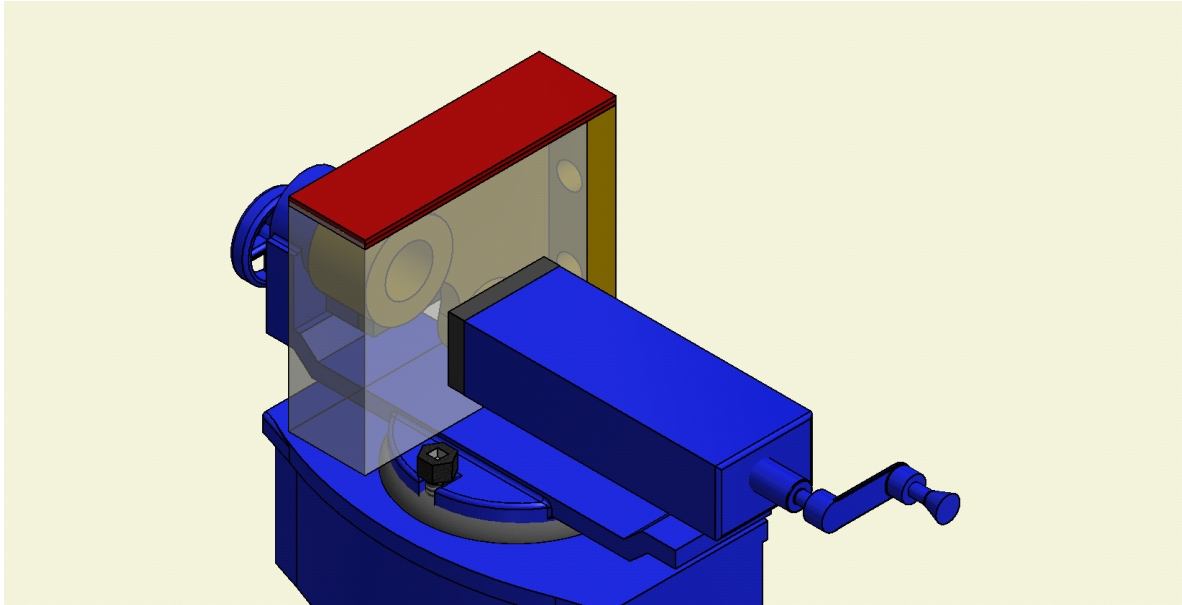


(βλ. εικόνα 4)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 4

ΒΗΜΑ2:

- Ξεχόνδρισμα επιφάνειας Ι.

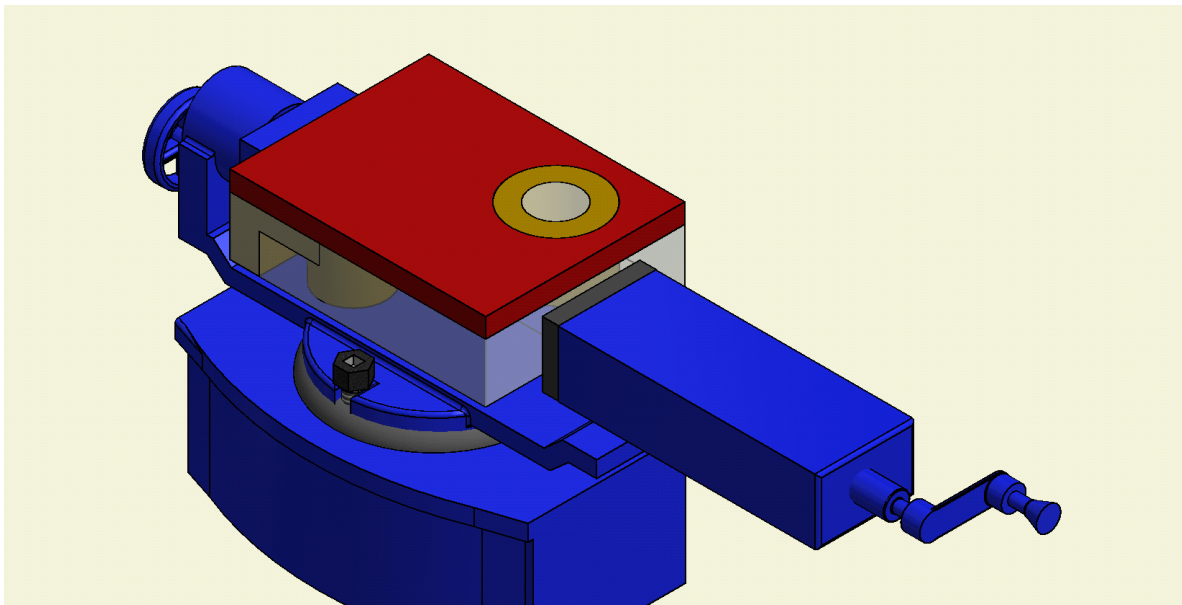


(βλ. εικόνα 5)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 5:

ΒΗΜΑ 1:

- . Ξεχόνδισμα επιφάνειας Ε.

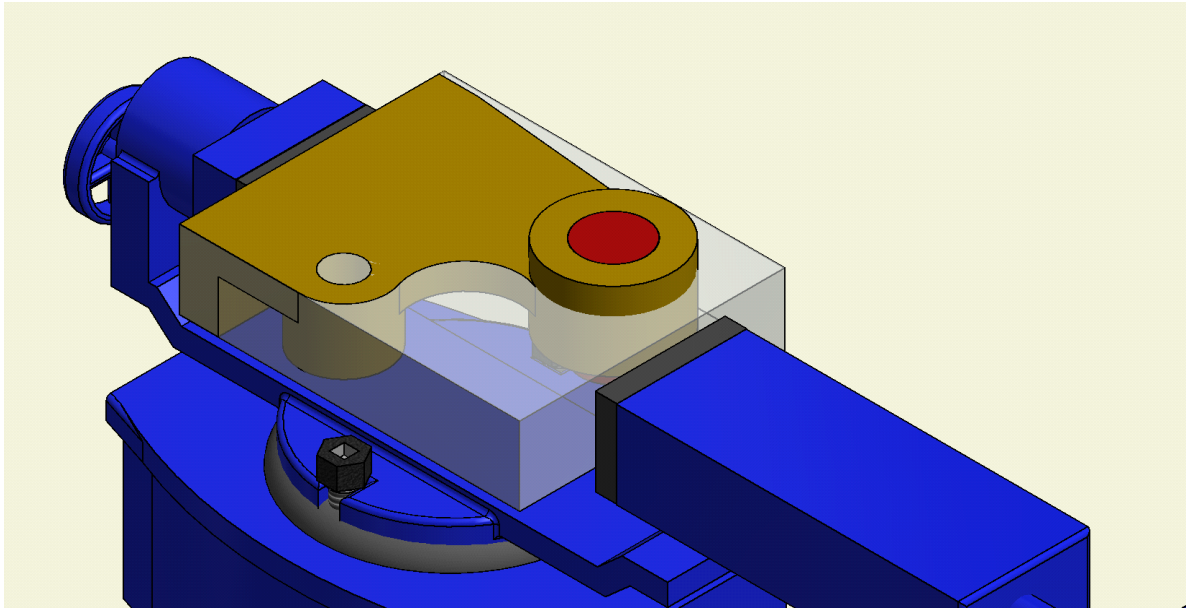


(βλ. εικόνα 6)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 6:

ΒΗΜΑ 1:

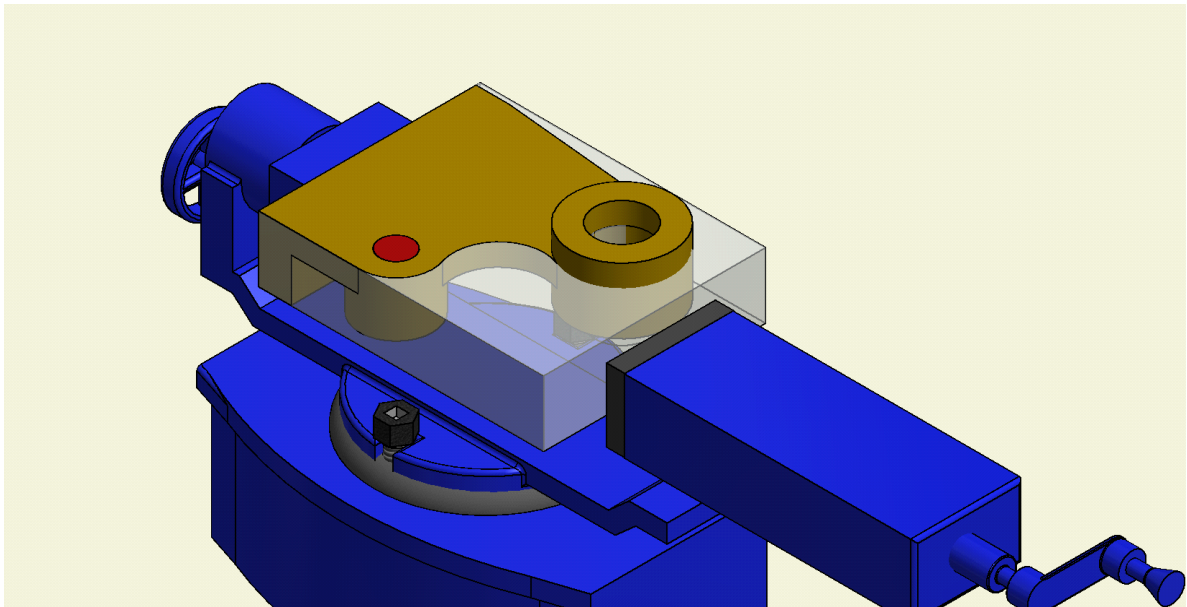
- Κατεργασία επιφάνειας Κ4,Α1.



(βλ. εικόνα 7)

ΒΗΜΑ 2:

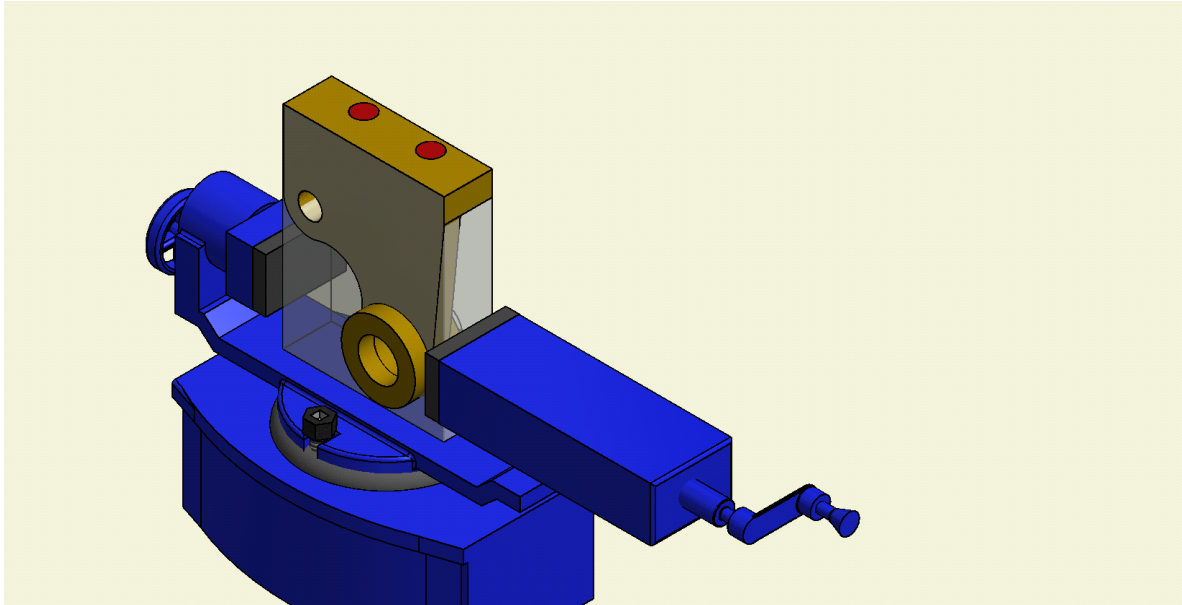
- Κατεργασία επιφάνειας A4 .



(βλ. εικόνα 8)

ΒΗΜΑ 3:

- Κατεργασία επιφάνειας K1 .

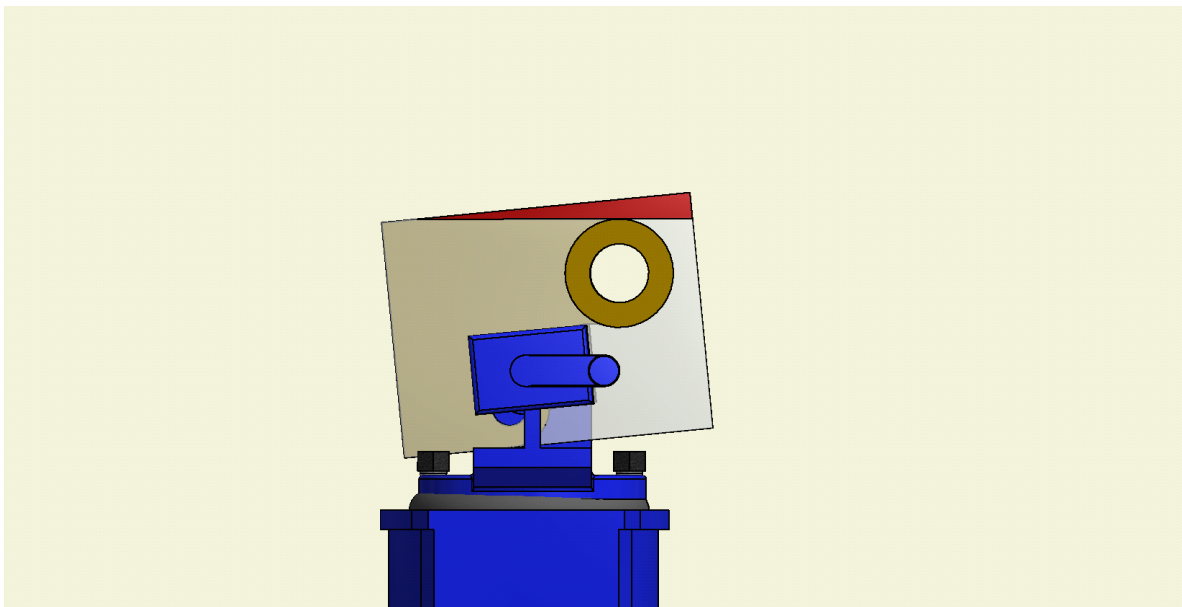


(βλ. εικόνα 9)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 7:

ΒΗΜΑ 1:

- Κατεργασία επιφάνειας H1,H2.

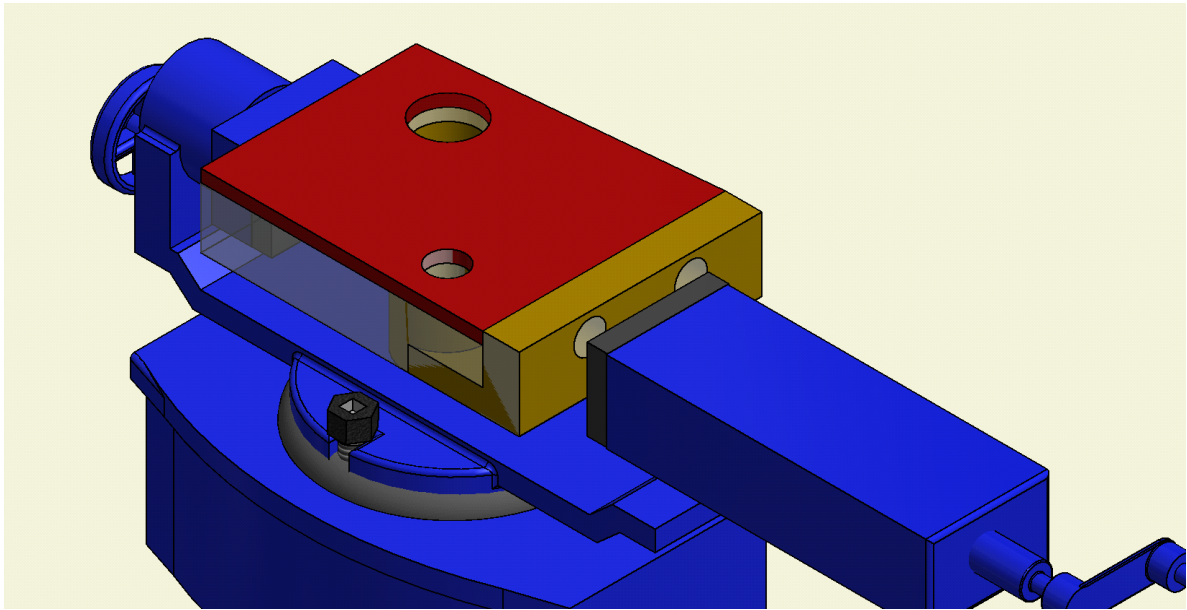


(βλ. εικόνα 10)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 8:

ΒΗΜΑ 1:

- Μετατόπιση της μέγγενης κατά $5,5^\circ$ μοίρες και κατεργασία επιφάνειας Γ.

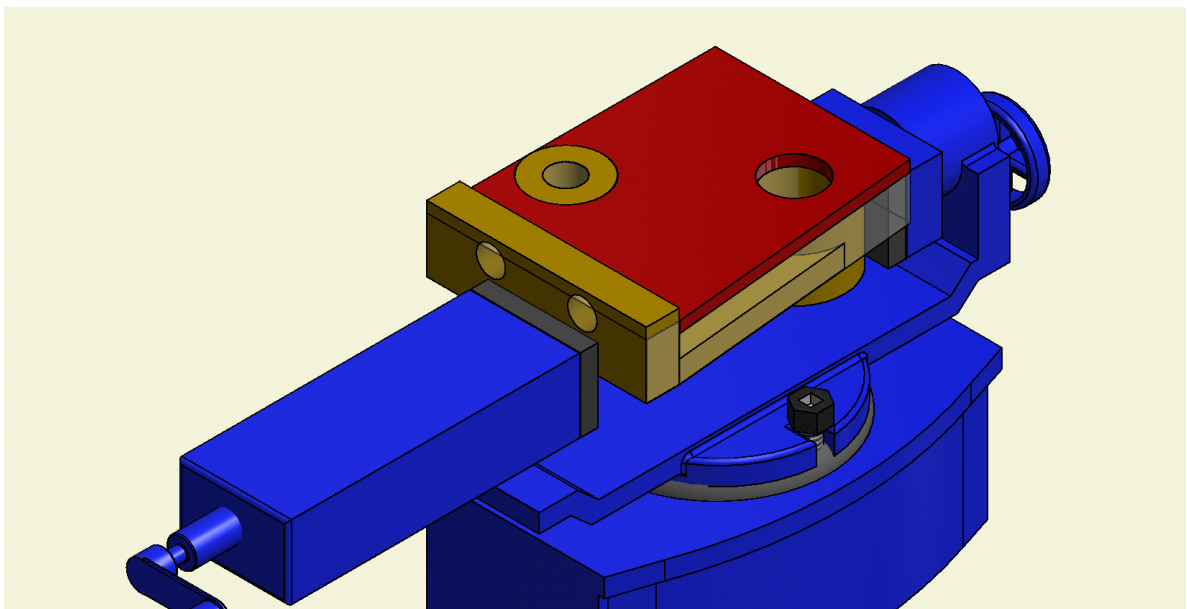


(βλ. εικόνα 11)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 9:

ΒΗΜΑ 1:

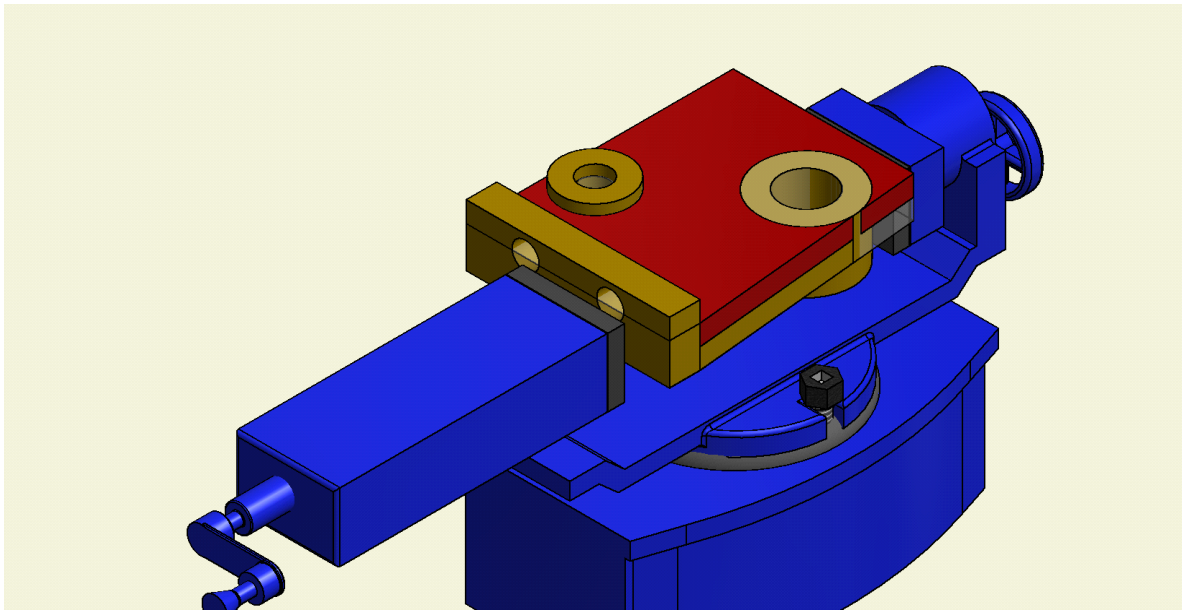
- Κατεργασία επιφάνειας Z,K2,K3.



(βλ. εικόνα 12)

ΒΗΜΑ2:

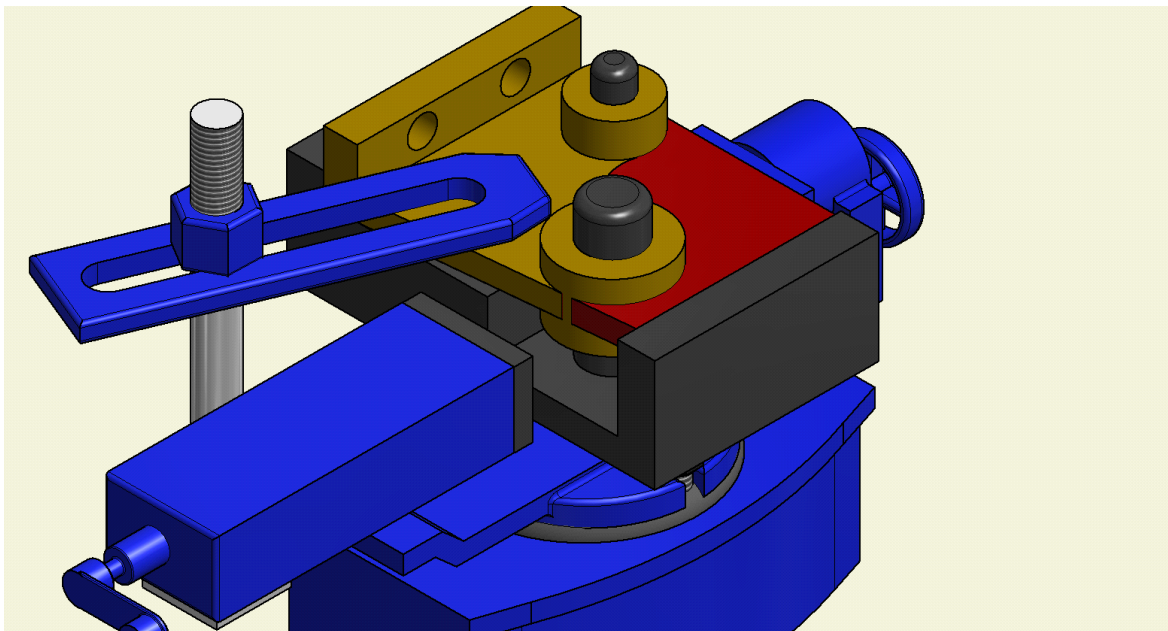
- Κατεργασία επιφάνειας Z,K3,A3.



(βλ. εικόνα 13)

ΒΗΜΑ 3:

- Κατεργασία επιφάνειας Z,K3,A1,Δ.



(βλ. εικόνα 14)

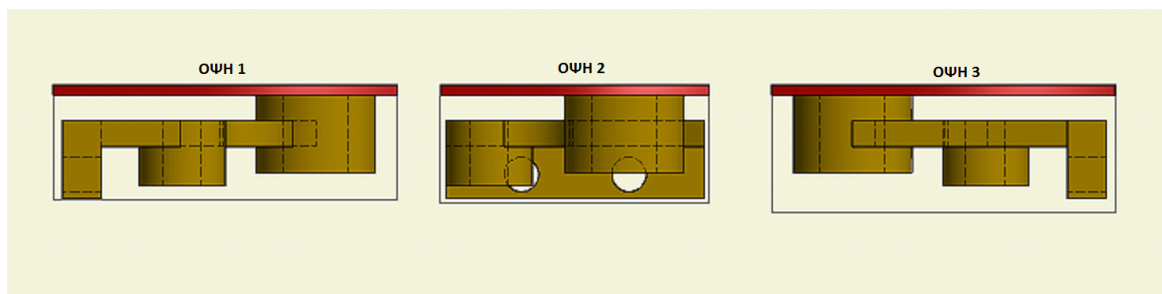
ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 10:

ΒΗΜΑ 1:

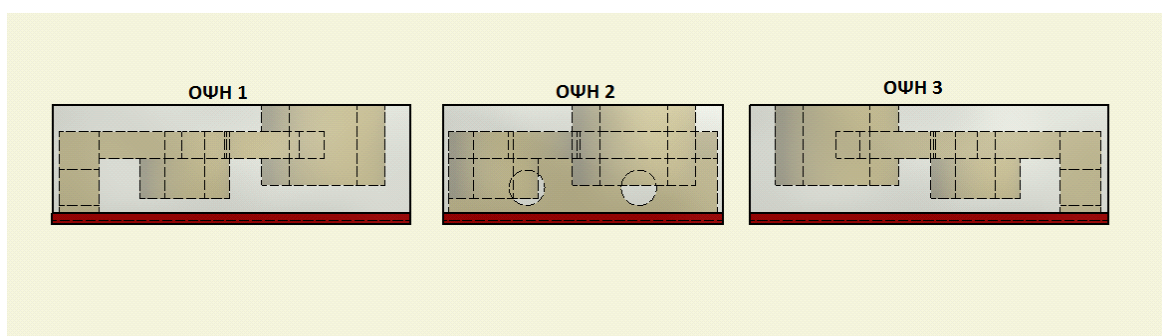
- Κατεργασία επιφάνειας Λ,K3,A1.

3.3.2 ΟΨΕΙΣ ΦΑΣΕΟΛΟΓΙΟΥ

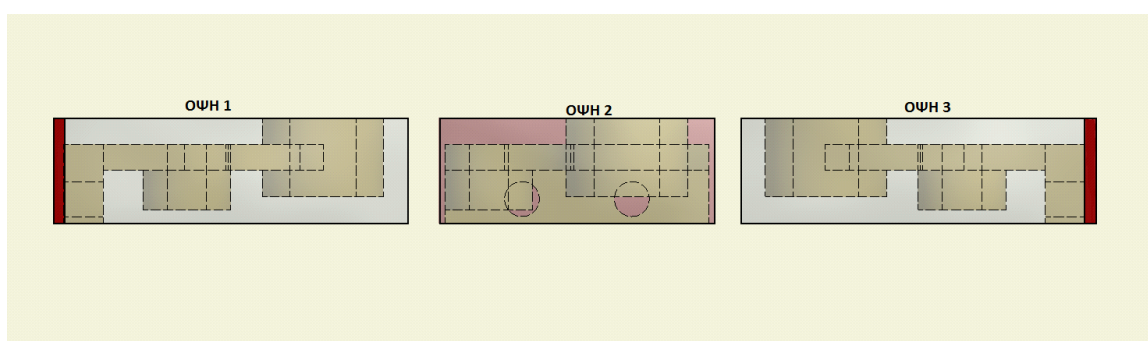
ΕΙΚΟΝΑ 1:



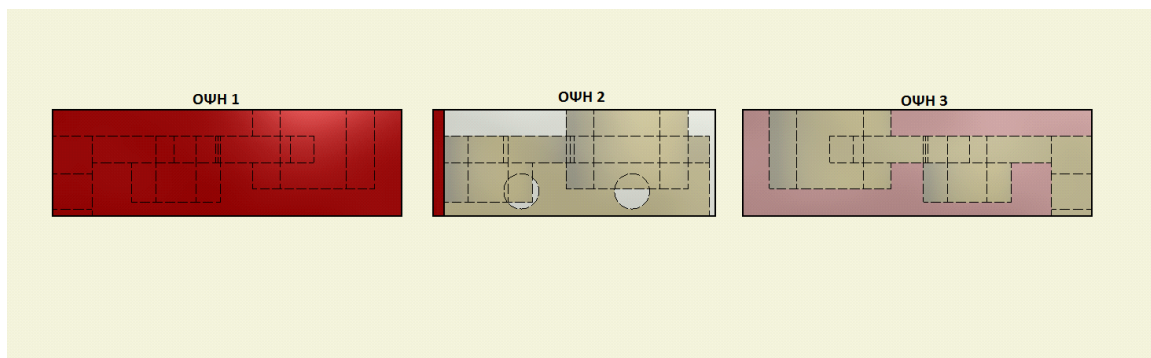
ΕΙΚΟΝΑ 2:



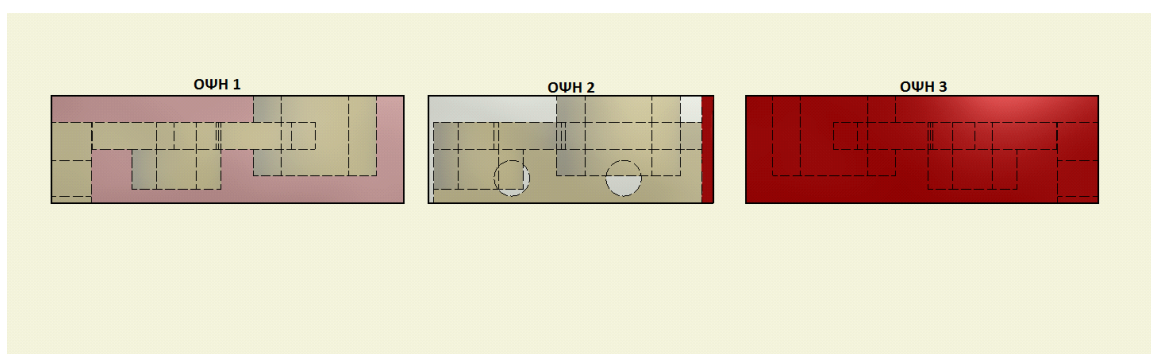
ΕΙΚΟΝΑ 3:



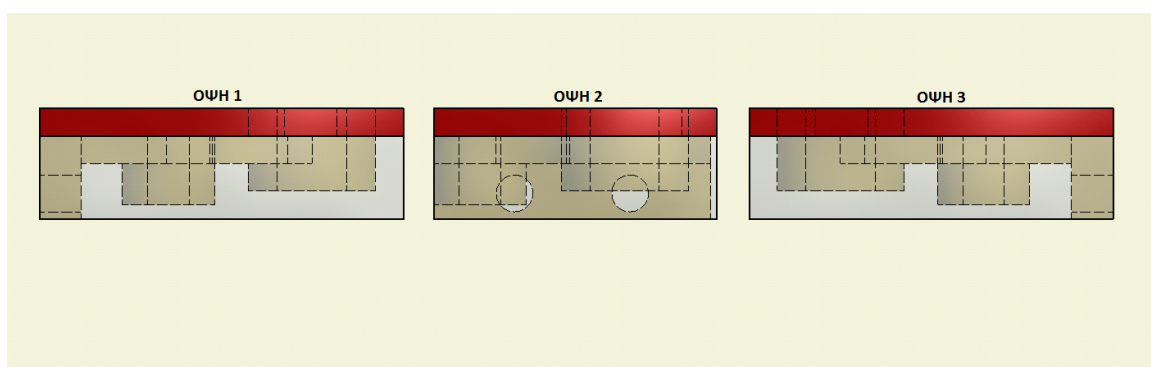
EIKONA 4:



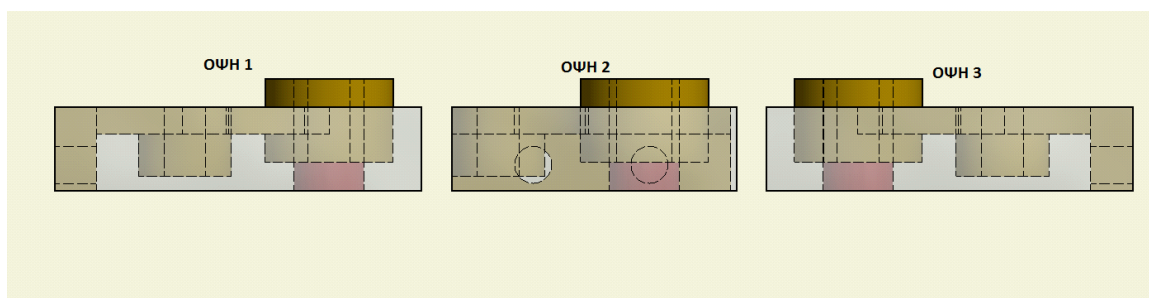
EIKONA 5:



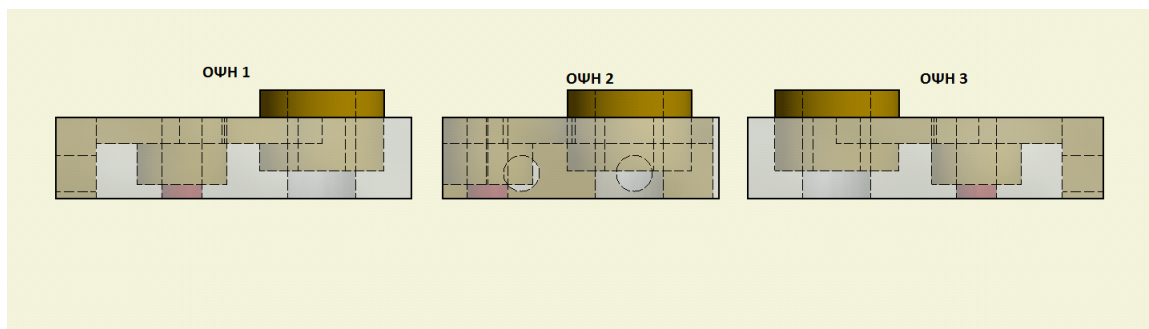
EIKONA 6:



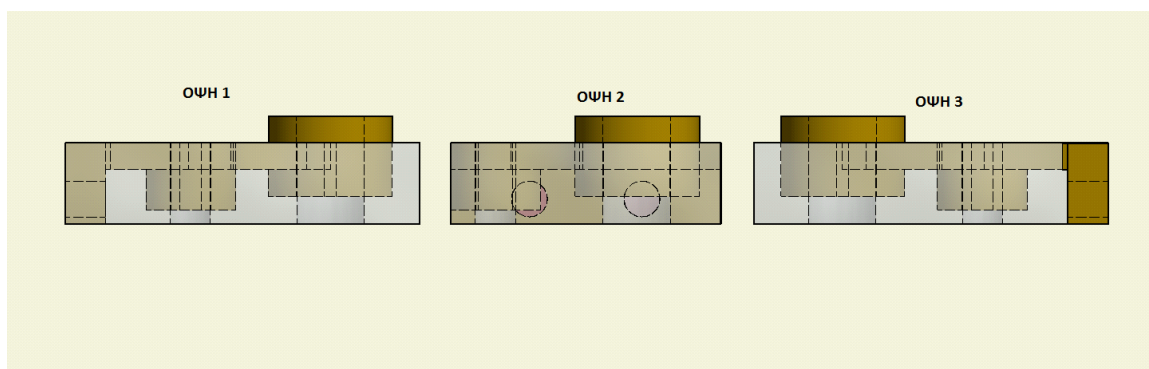
EIKONA 7:



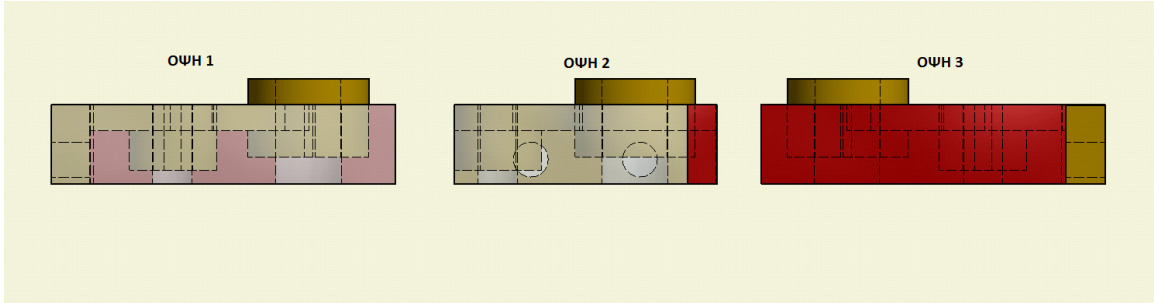
EIKONA 8:



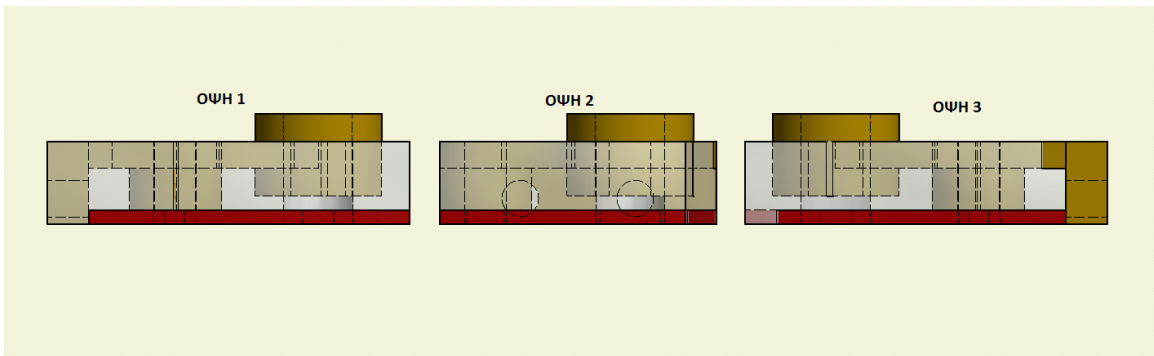
EIKONA 9:



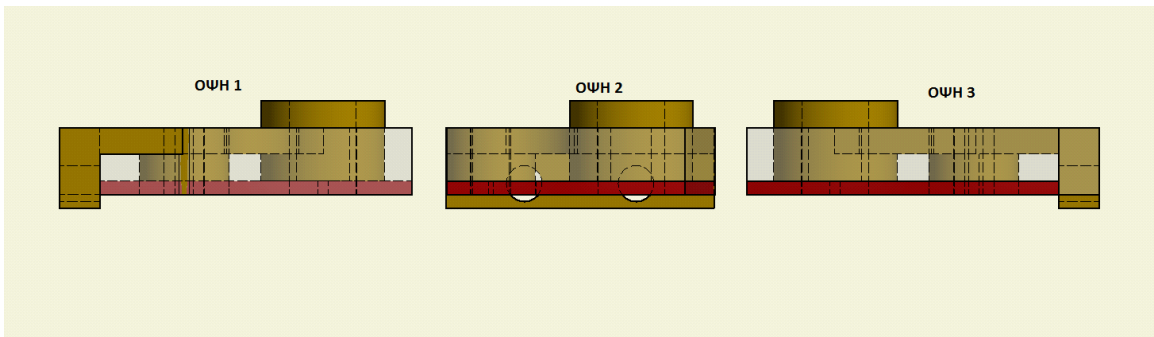
ΕΙΚΟΝΑ 10:



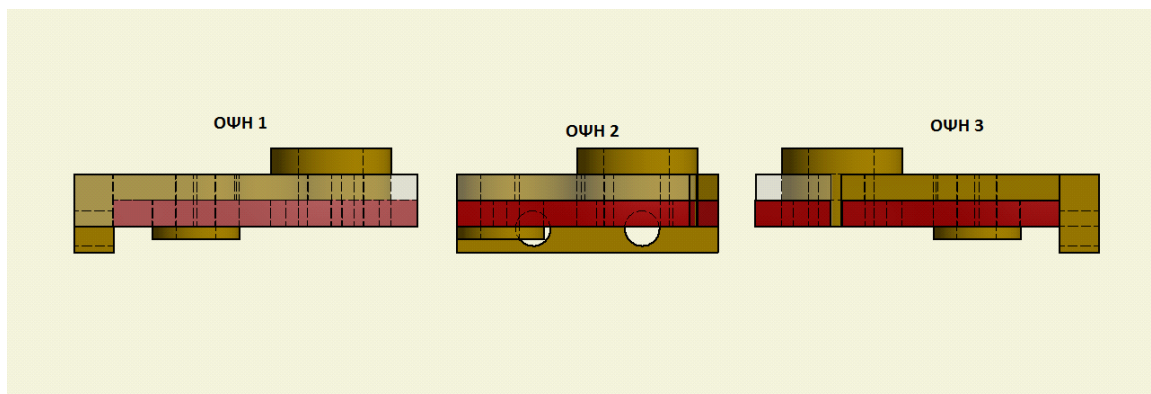
ΕΙΚΟΝΑ 11:



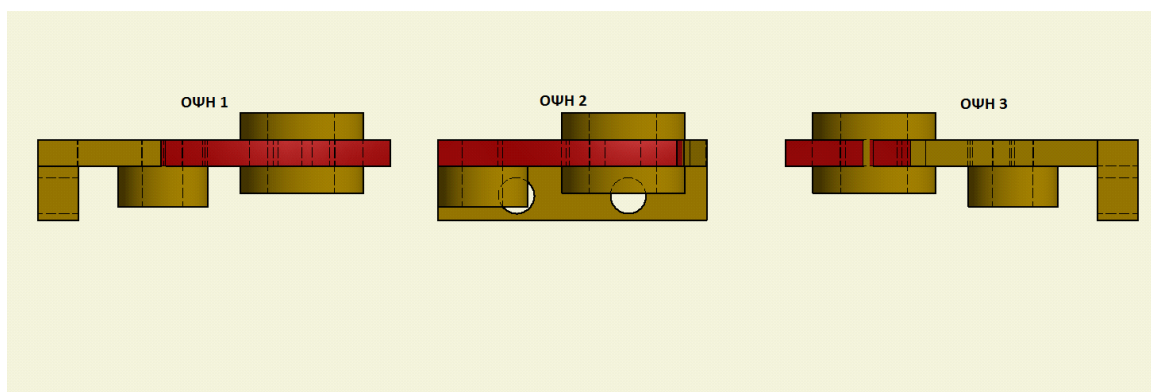
ΕΙΚΟΝΑ 12:



EIKONA 13:



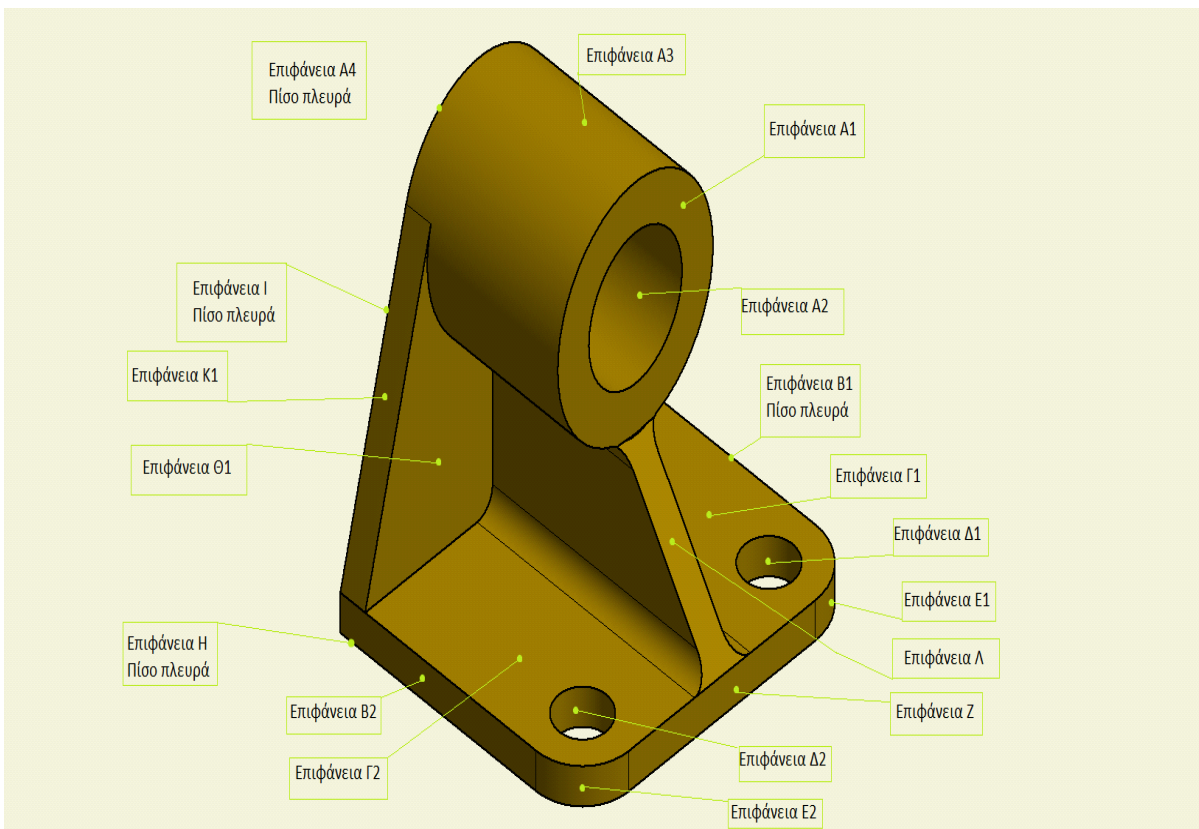
EIKONA 14:

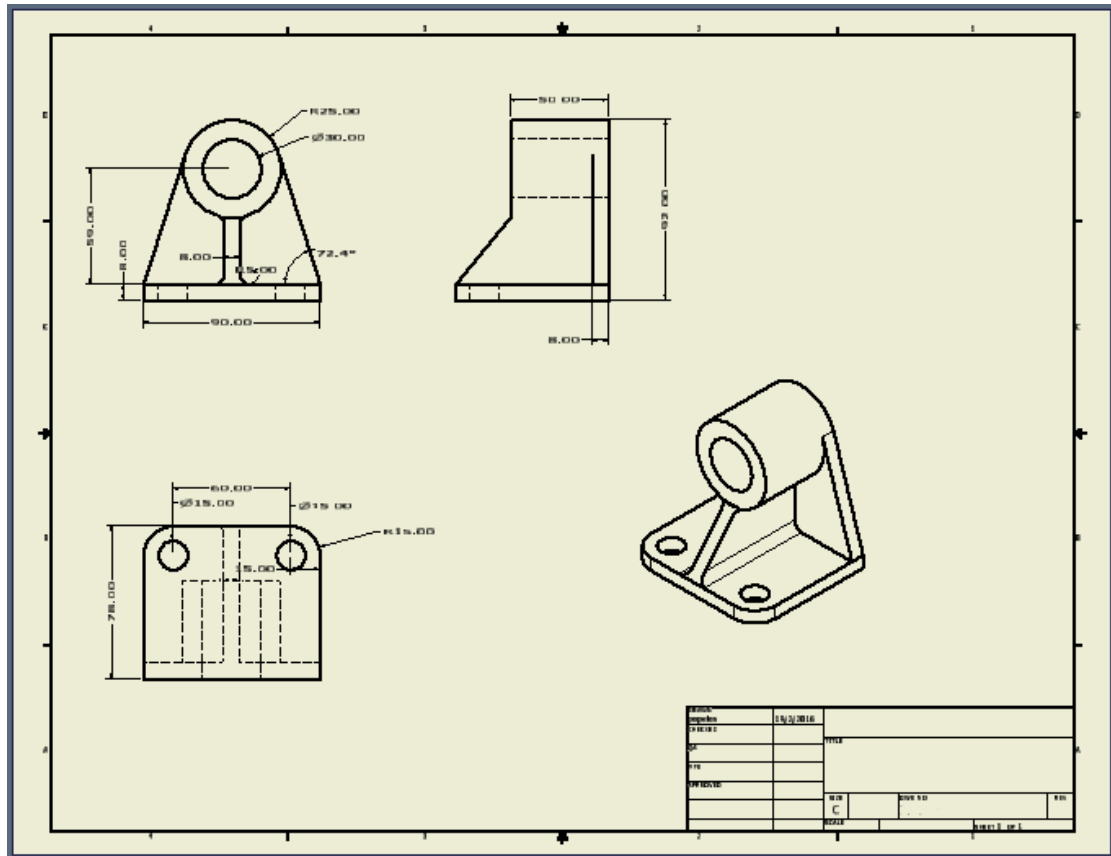


3.4.1. Δοκίμιο Part-4

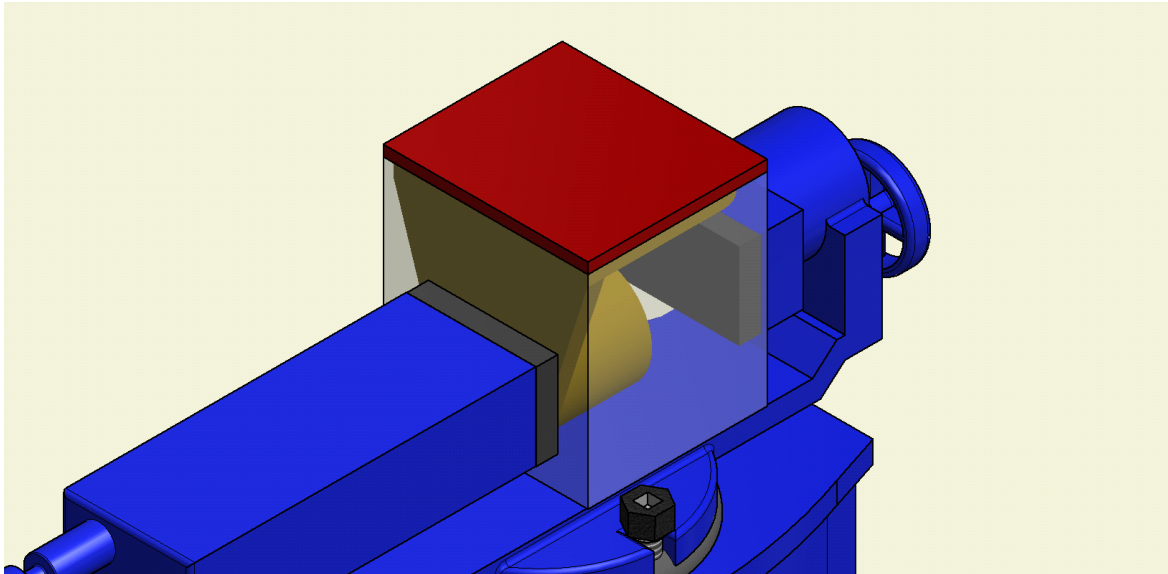
Όνομα δοκιμίου:	Part-4
Τύπος υλικού:	AL 2024-T3
Αριθμός φάσεων κατεργασίας:	12
Εργαλειομηχανή:	Οποιοδήποτε τριαξονικό CNC κέντρο κατεργασίας
Απαιτούμενα εργαλεία συγκράτησης:	1 CNC μέγγενη με κοινά μάγουλα (με πατούρα) 4 σφιγκτήρες (φουρκέτες) για σύσφιξη της μέγγενης στο τραπέζι 4 Βίδες Allen για σύσφιξη της μέγγενης στο τραπέζι 1 σετ ειδικής βάσης για τη ΦΑΣΗ 12

Οδηγός χρωμάτων: Χρυσό= Υλικό μετά από την κατεργασία της ΦΑΣΗΣ-1 σε συμβατική φρέζα
Χρυσό= Κατεργασμένες επιφάνειες από προηγούμενες φάσεις
Κόκκινο = Επιφάνειες ΜΟΝΟ κατά τη διάρκεια μιας κατεργασίας





Κατασκευαστικό σχέδιο δοκιμίου (σχέδιο 4)

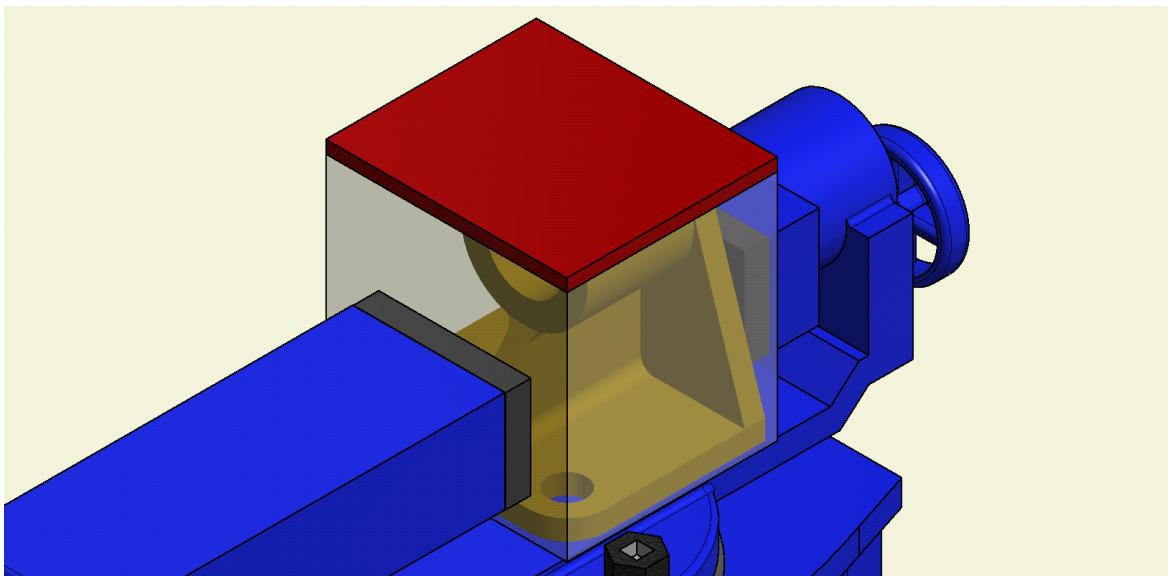


(βλ. εικόνα 1)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 1

ΒΗΜΑ 1:

- Ξεχόνδρισμα επιφάνειας Η.

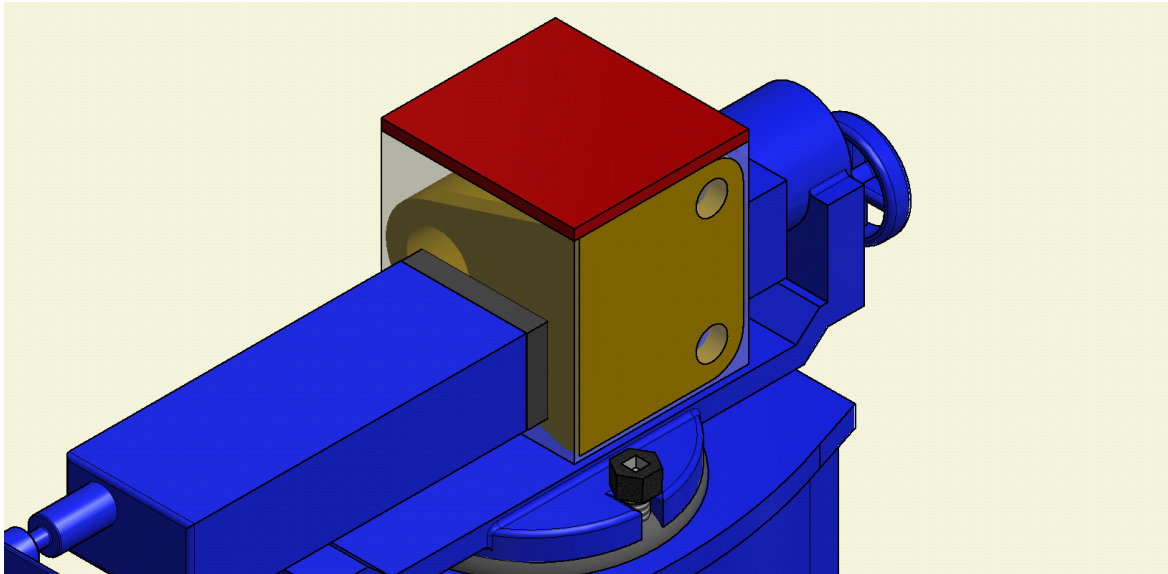


(βλ. εικόνα 2)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 2

ΒΗΜΑ 2:

- Ξεχόνδρισμα επιφάνειας Α3.

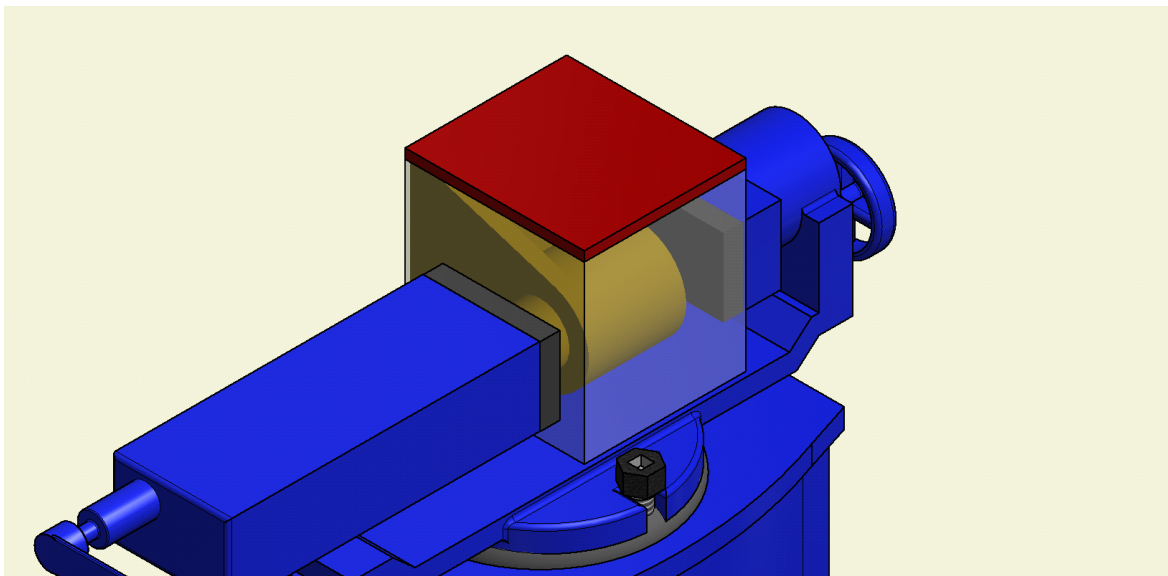


(βλ. εικόνα 3)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 3:

ΒΗΜΑ 1:

- Ξεχόνδρισμα επιφάνειας Β2.

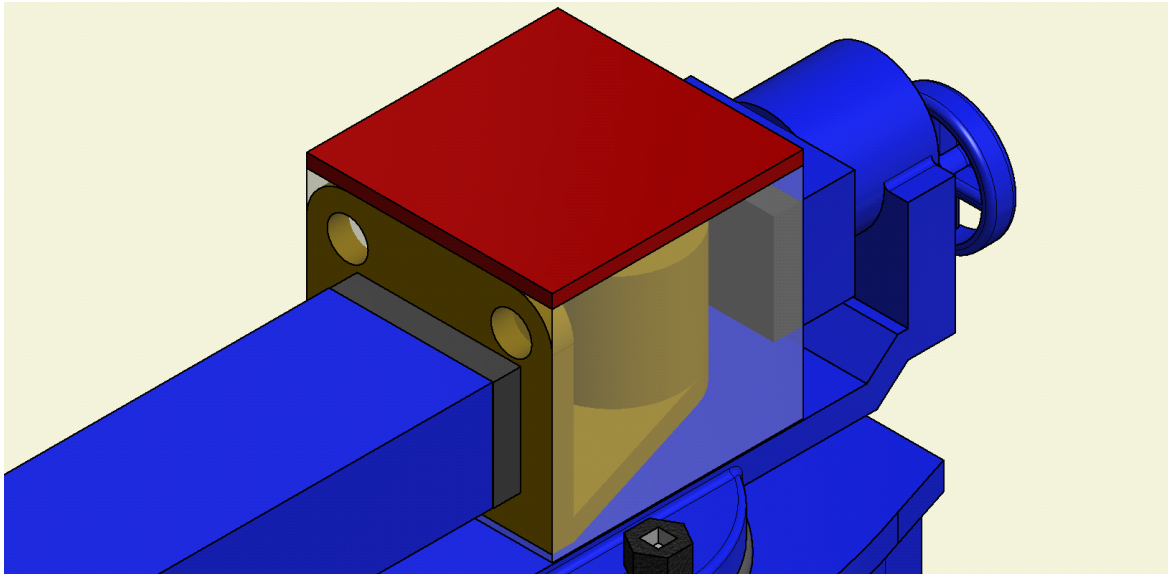


(βλ. εικόνα 4)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 4

ΒΗΜΑ2:

- Ξεχόνδρισμα επιφάνειας Β1.

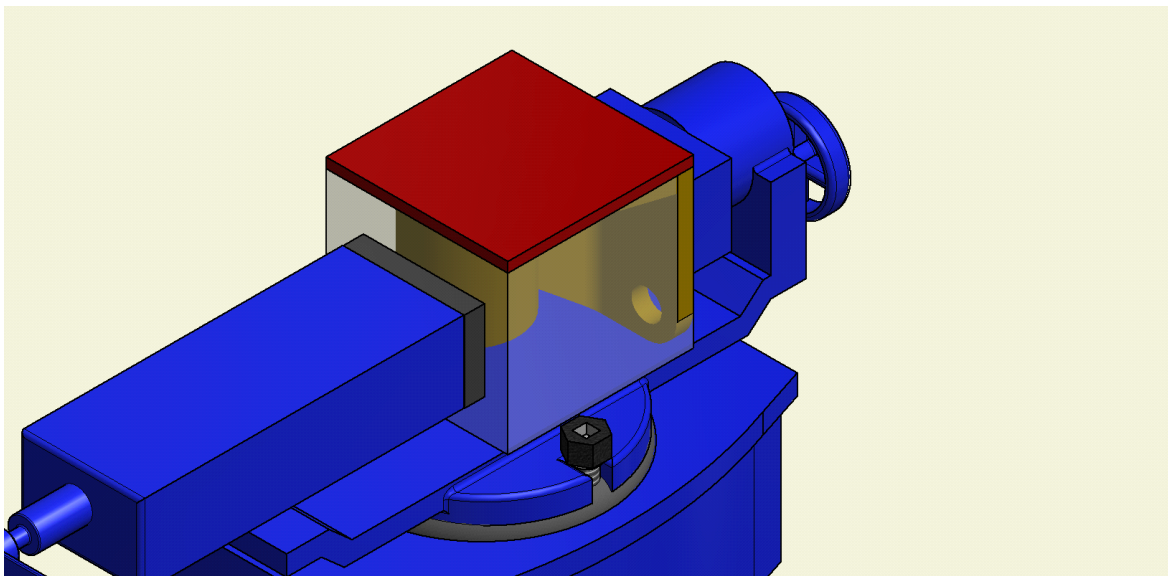


(βλ. εικόνα 5)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 5:

ΒΗΜΑ 1:

- . Ξεχόνδισμα επιφάνειας Z.

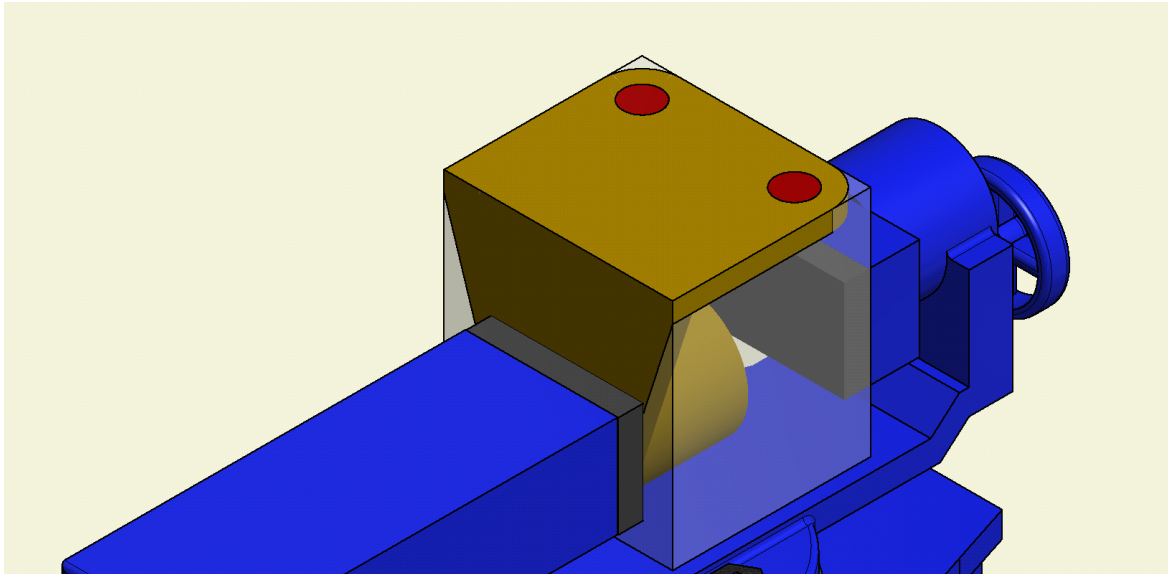


(βλ. εικόνα 6)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 6:

ΒΗΜΑ 1:

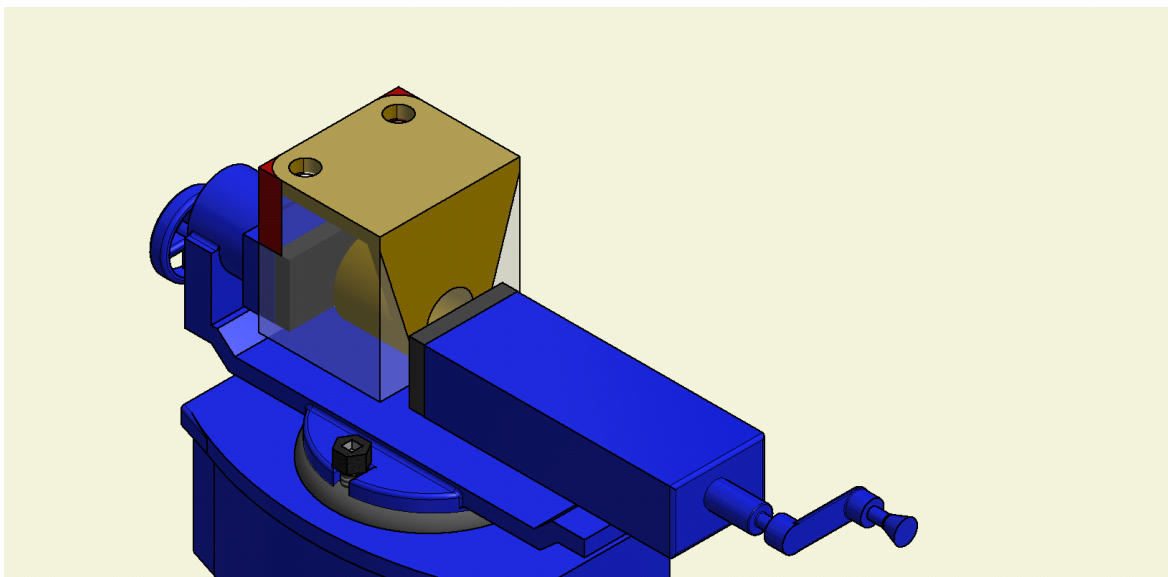
- . Ξεχόνδισμα επιφάνειας I,A4.



(βλ. εικόνα 7)

ΒΗΜΑ 2:

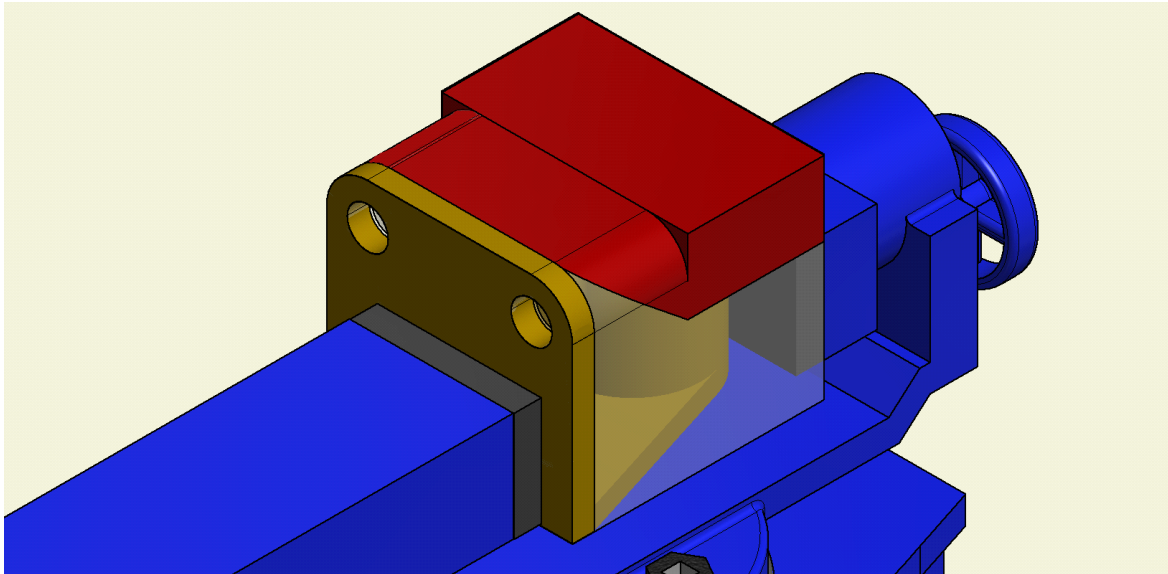
- Κατεργασία επιφάνειας $\Delta 1$, $\Delta 2$.



(βλ. εικόνα 8)

ΒΗΜΑ 3:

- Κατεργασία επιφάνειας $E1$, $E2$.

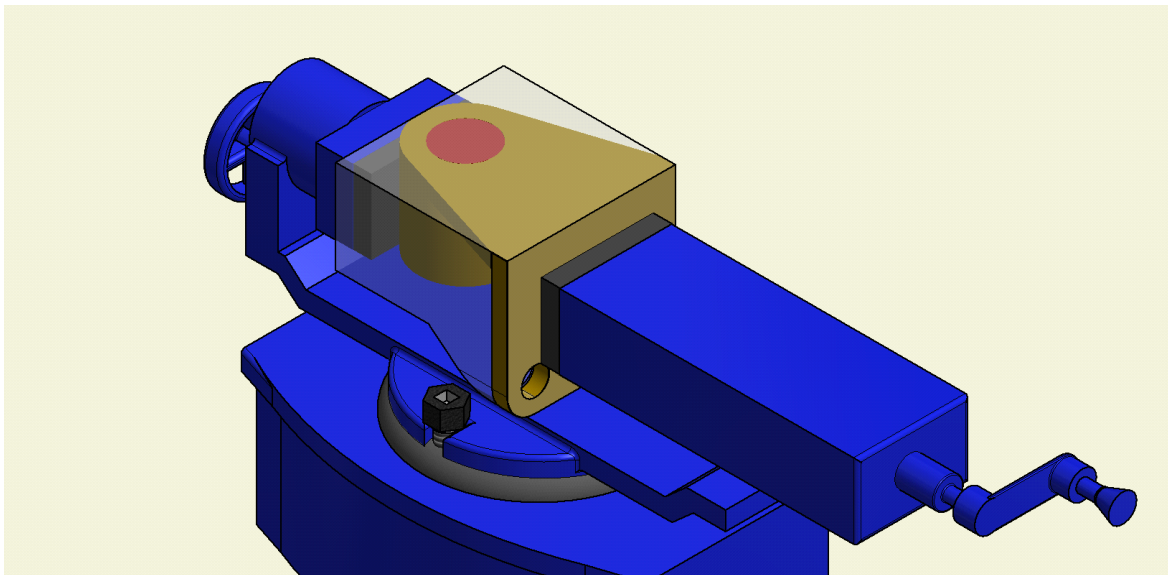


(βλ. εικόνα 9)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 7:

ΒΗΜΑ 1:

- Κατεργασία επιφάνειας $\Lambda, A1, \Gamma1, \Gamma2$.

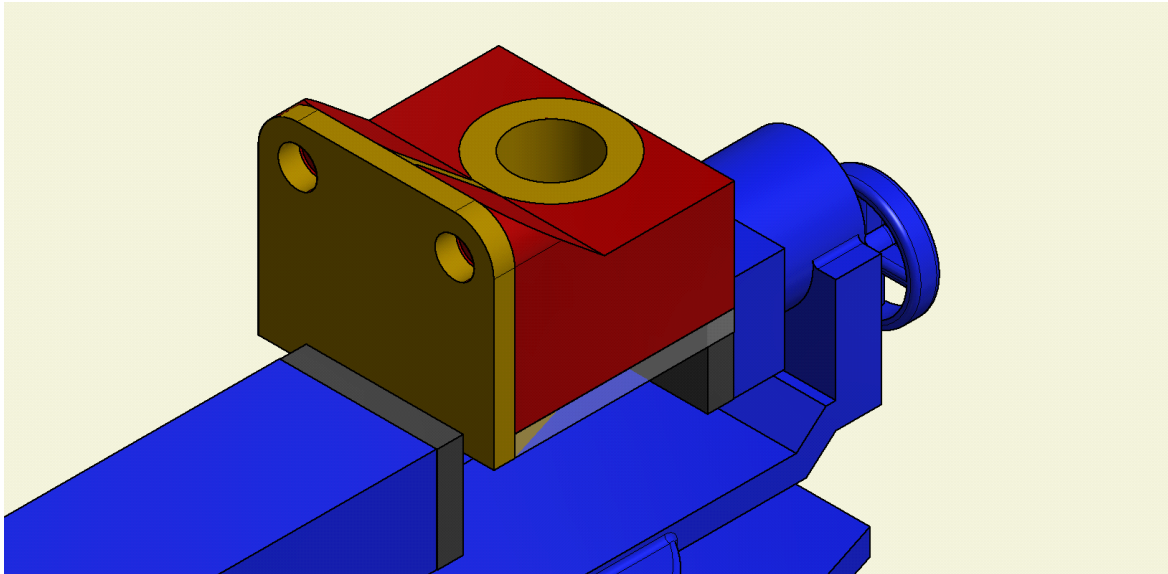


(βλ. εικόνα 10)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 8:

ΒΗΜΑ 1:

- Κατεργασία επιφάνειας $A2$.

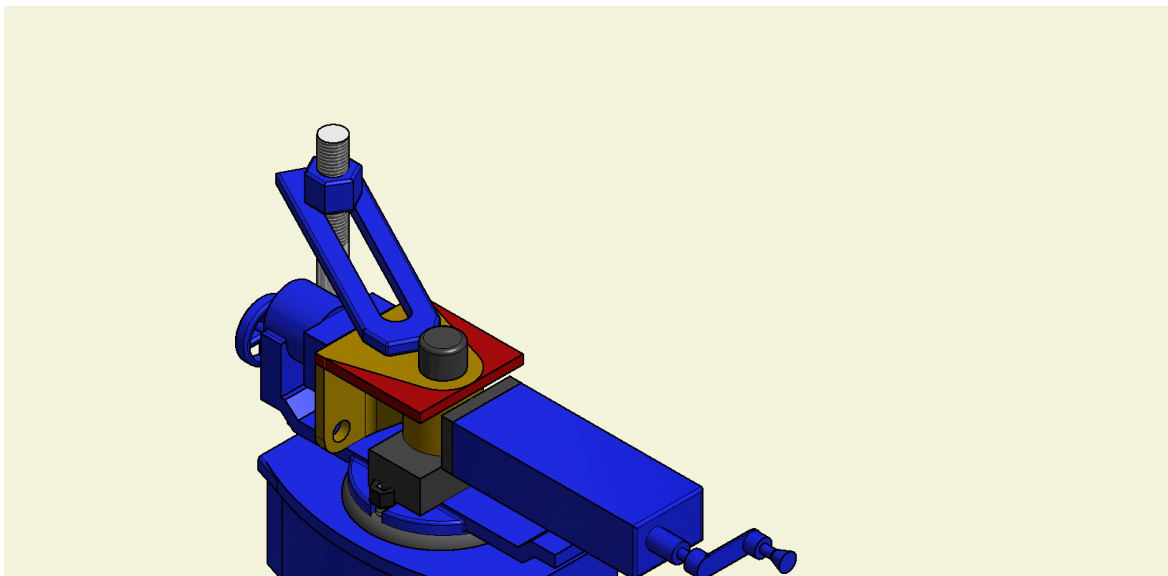


(βλ. εικόνα 11)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 9:

ΒΗΜΑ 1:

- Κατεργασία επιφάνειας $\Theta 1, \Theta 2, \Gamma 1, \Gamma 2, A3$.



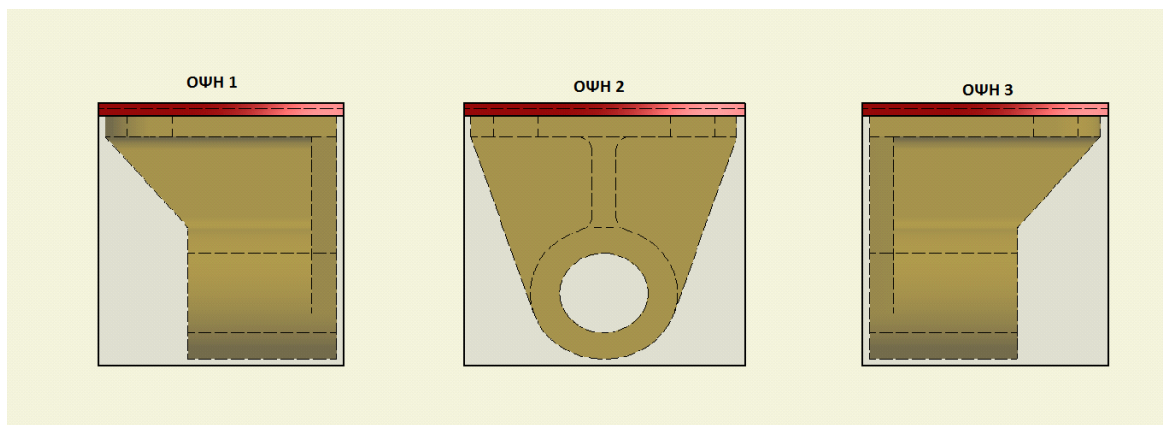
(βλ. εικόνα 12)

ΒΗΜΑ 2:

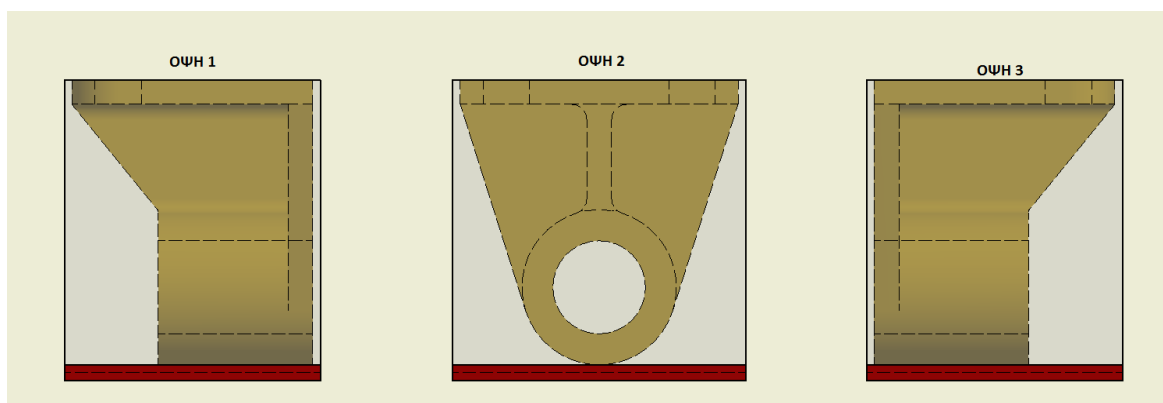
- Κατεργασία επιφάνειας $K1, K2, A3$.

3.4.2. ΟΥΡΕΙΣ ΦΑΣΕΟΛΟΓΙΟΥ

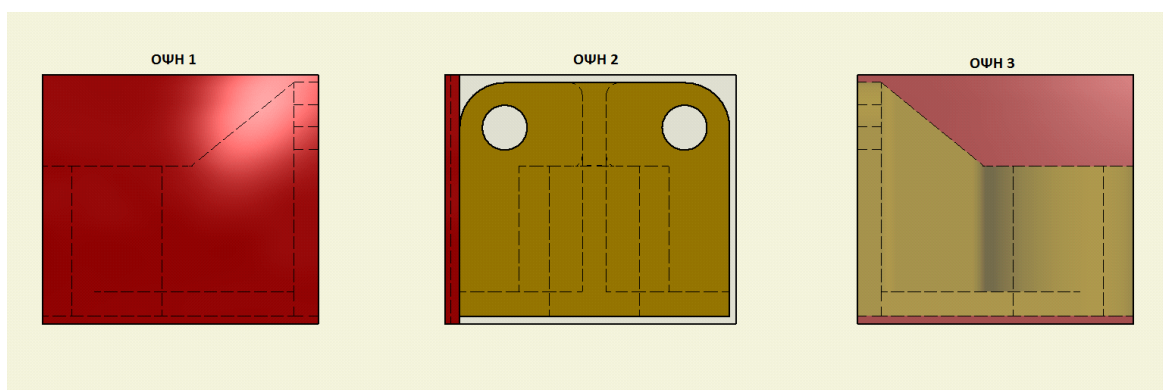
ΕΙΚΟΝΑ 1:



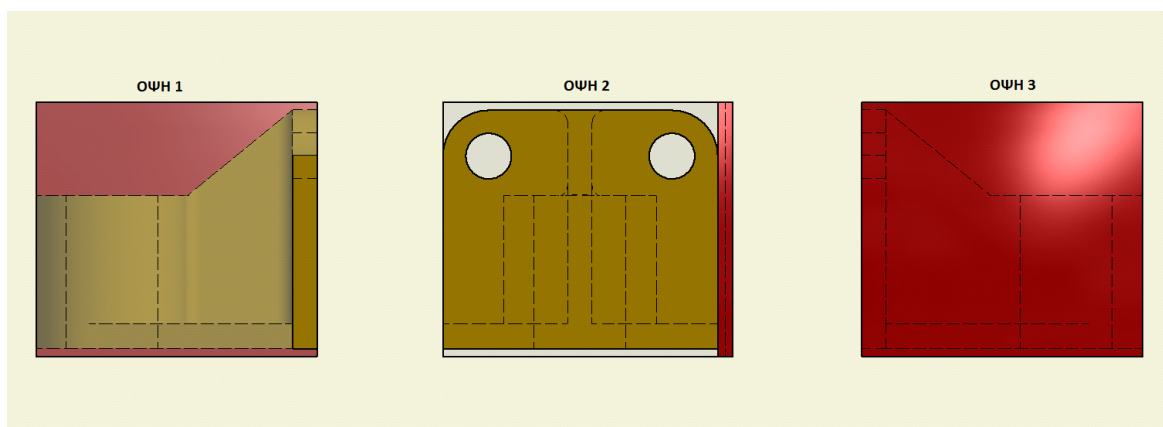
ΕΙΚΟΝΑ 2:



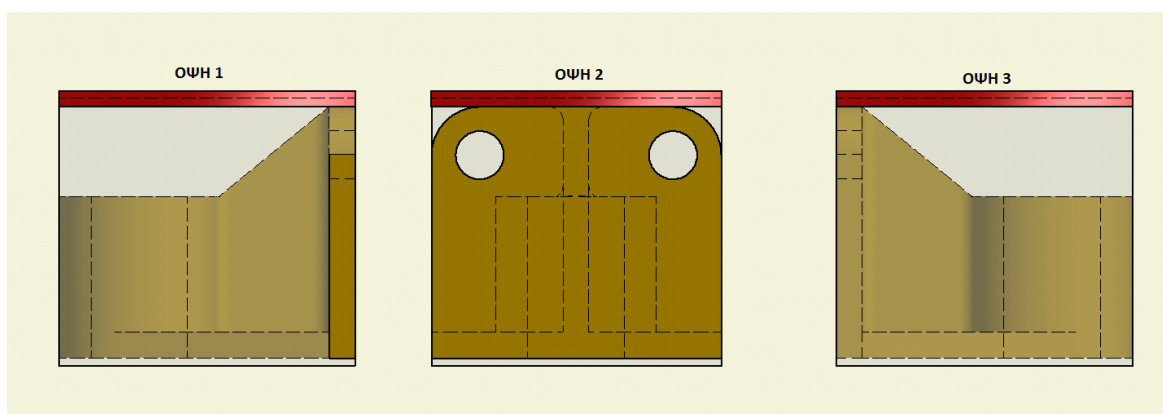
ΕΙΚΟΝΑ 3:



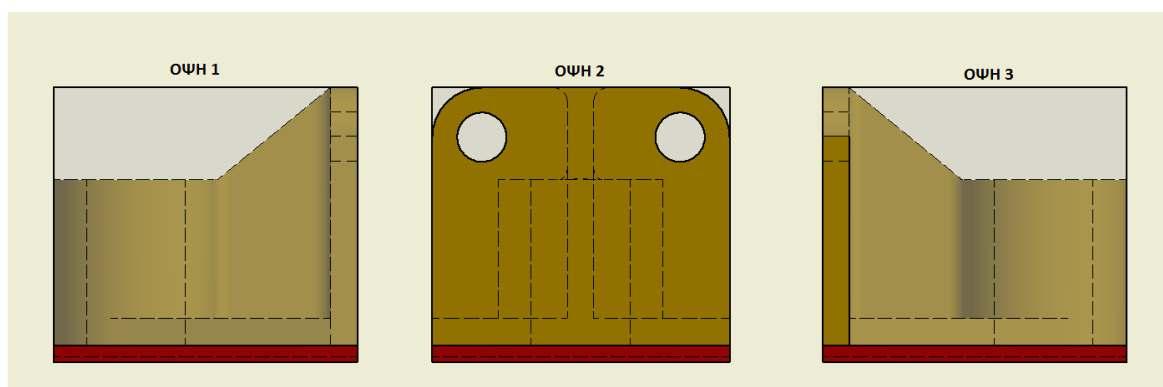
EIKONA 4:



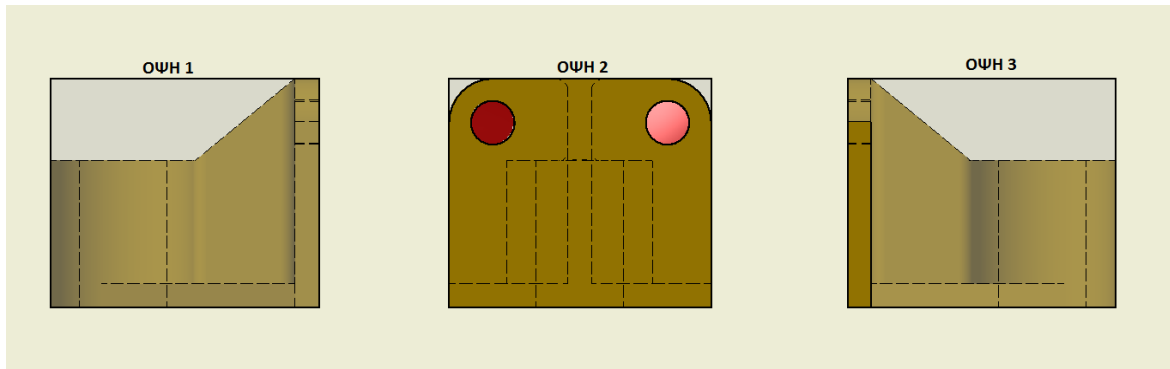
EIKONA 5:



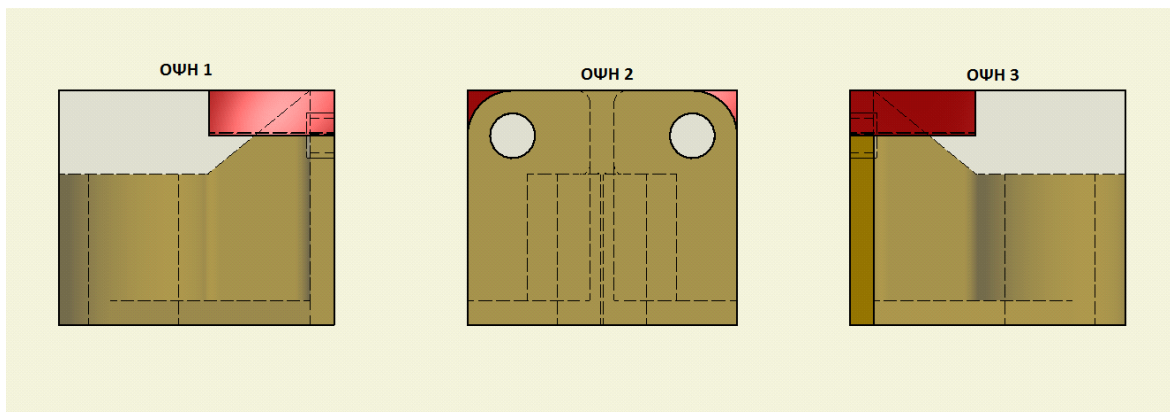
EIKONA 6:



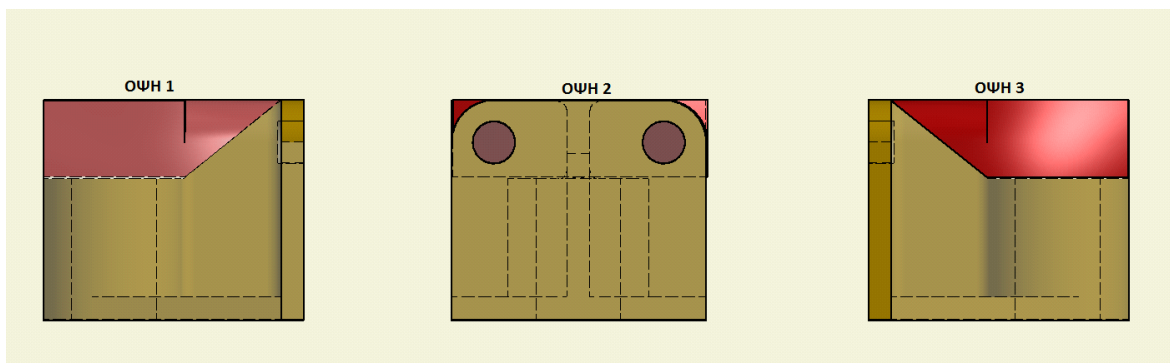
EIKONA 7:



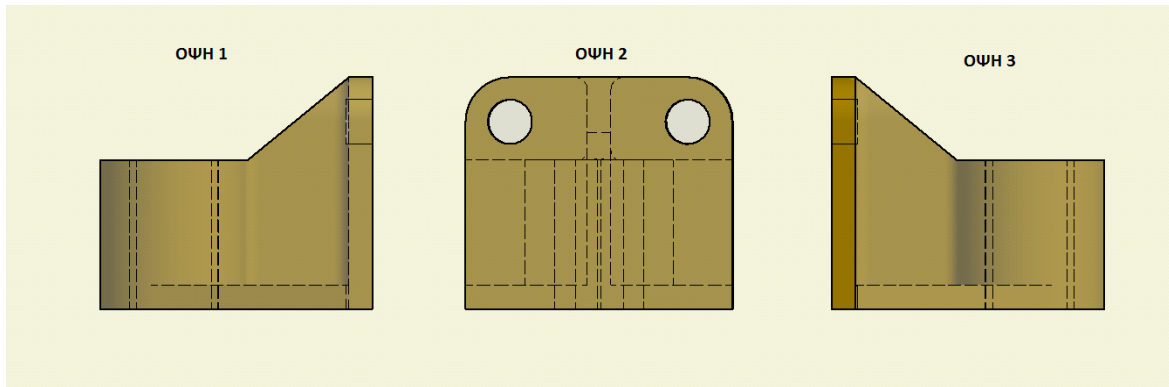
EIKONA 8:



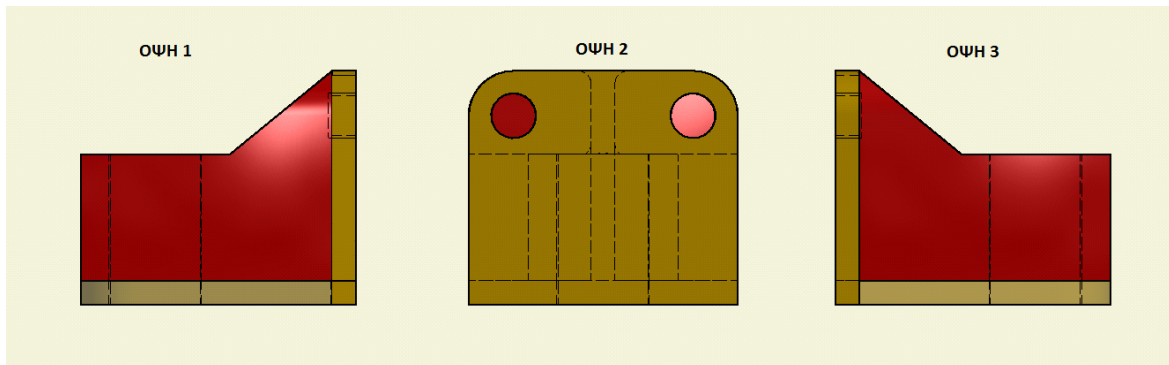
EIKONA 9:



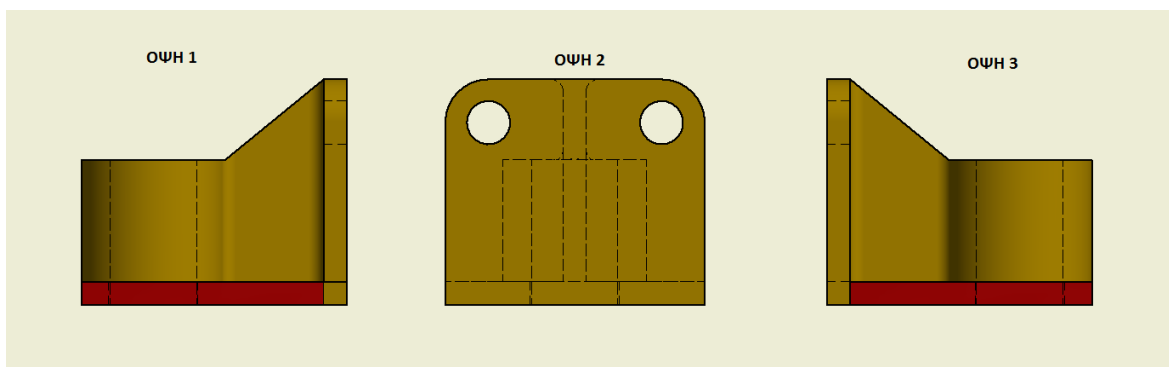
EIKONA 10:



EIKONA 11:



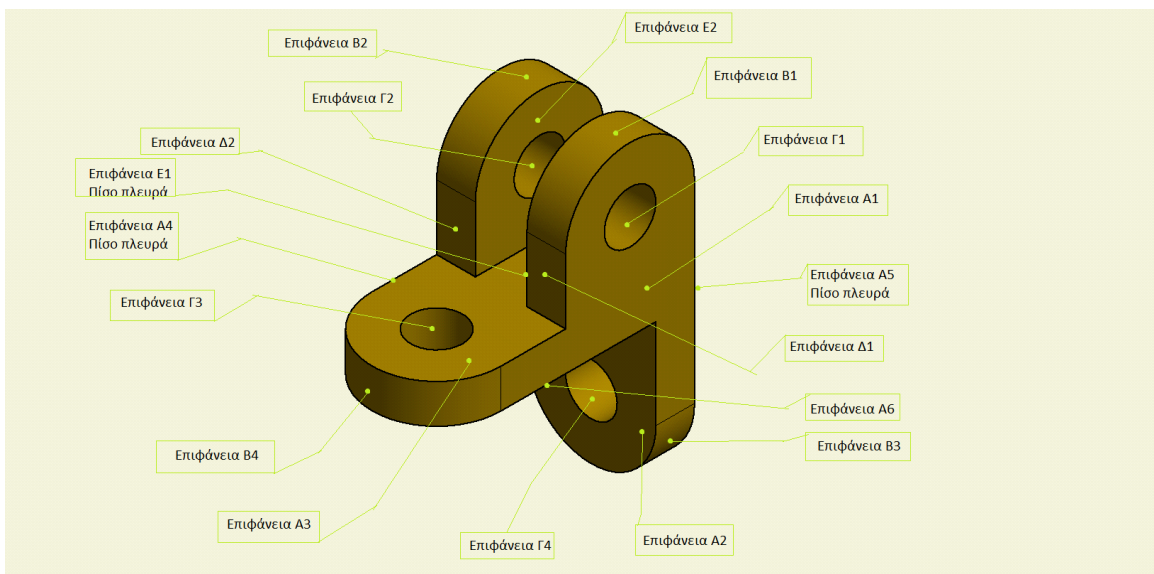
EIKONA 12:

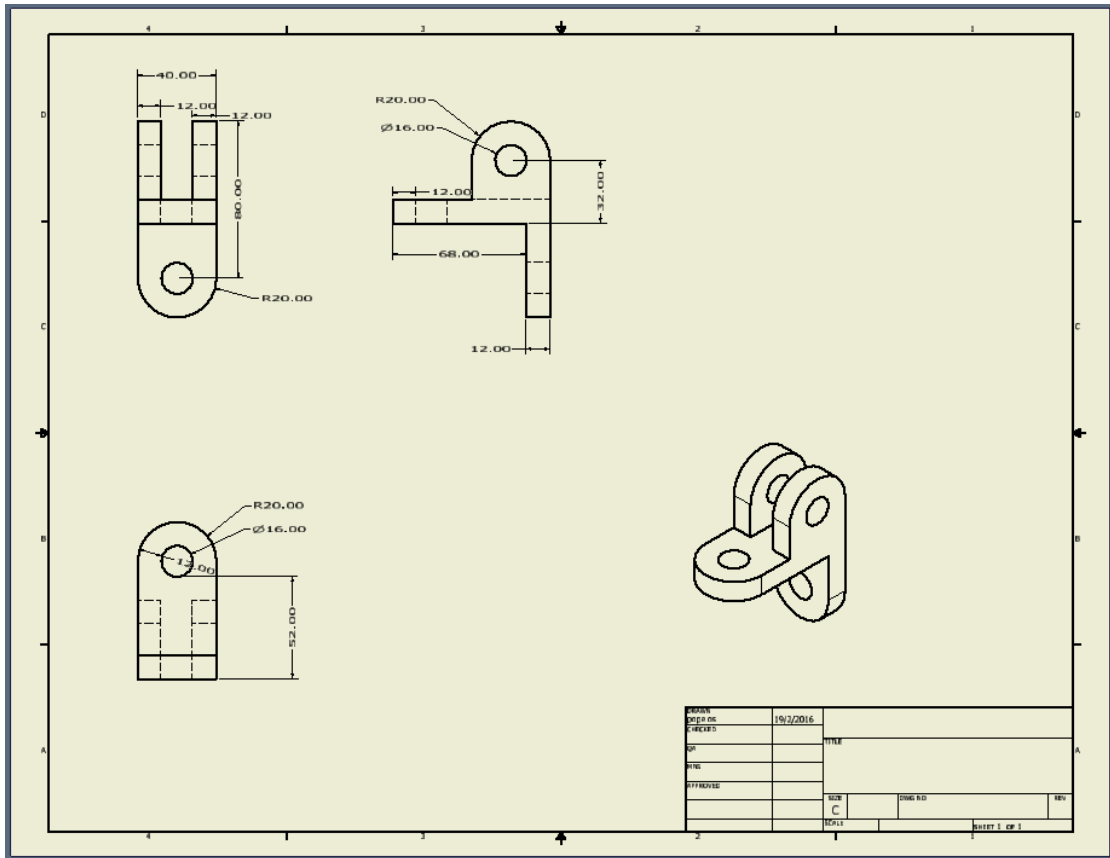


3.5.1. Δοκίμιο Part-5

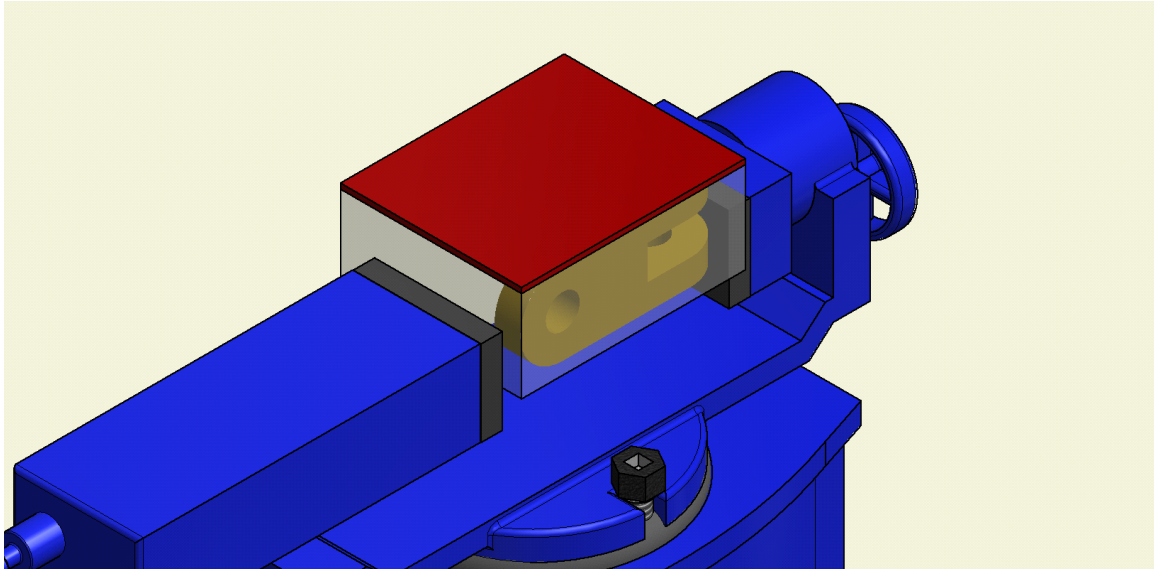
Όνομα δοκιμίου:	Part-6
Τύπος υλικού:	AL 2024-T3
Διαστάσεις πρώτης ύλης:	mm X mm X mm
Αριθμός φάσεων κατεργασίας:	15
Εργαλειομηχανή:	Οποιοδήποτε τριαξονικό CNC κέντρο κατεργασίας
Απαιτούμενα εργαλεία συγκράτησης:	1 CNC μέγγενη με κοινά μάγουλα (με πατούρα) 4 σφιγκτήρες (φουρκέτες) για σύσφιξη της μέγγενης στο τραπέζι 4 Βίδες Allen για σύσφιξη της μέγγενης στο τραπέζι

Οδηγός χρωμάτων: Χρυσό= Υλικό μετά από την κατεργασία της ΦΑΣΗΣ-1 σε συμβατική φρέζα
Χρυσό= Κατεργασμένες επιφάνειες από προηγούμενες φάσεις
Κόκκινο = Επιφάνειες ΜΟΝΟ κατά τη διάρκεια μιας κατεργασίας





Κατασκευαστικό σχέδιο δοκιμίου (σχέδιο 5)

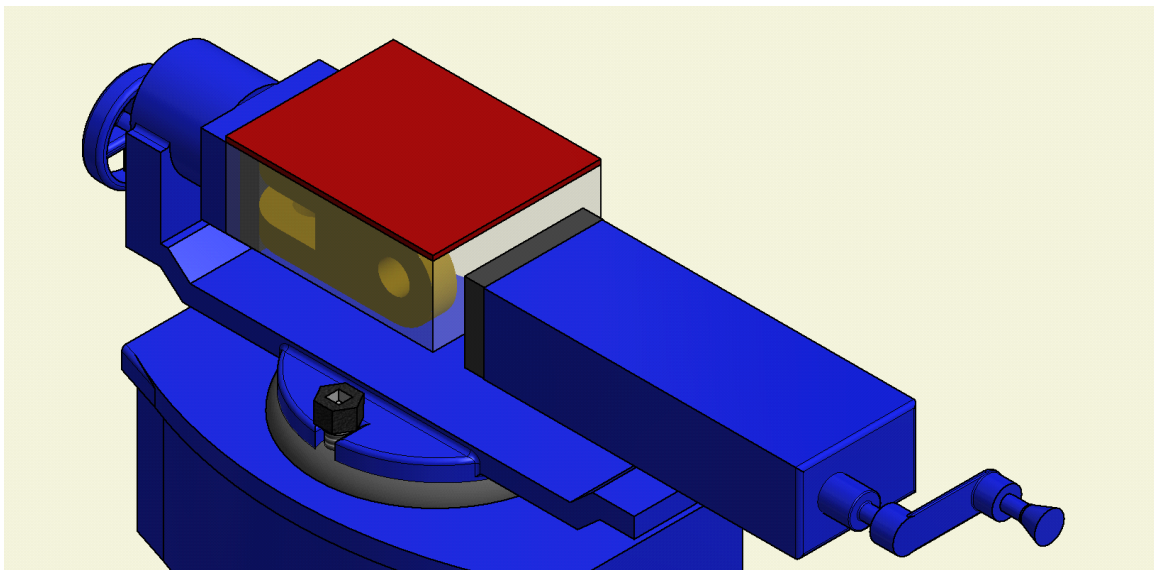


(βλ. εικόνα 1)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 1

ΒΗΜΑ 1:

- Ξεχόνδρισμα επιφάνειας A4.

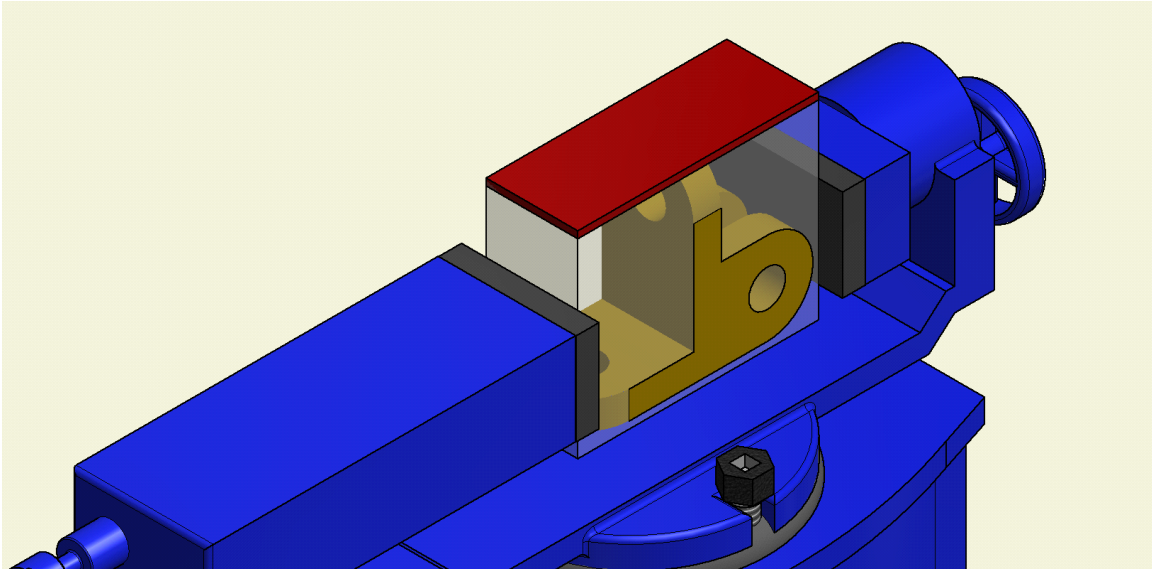


(βλ. εικόνα 2)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 2

ΒΗΜΑ 2:

- Ξεχόνδρισμα επιφάνειας A1.

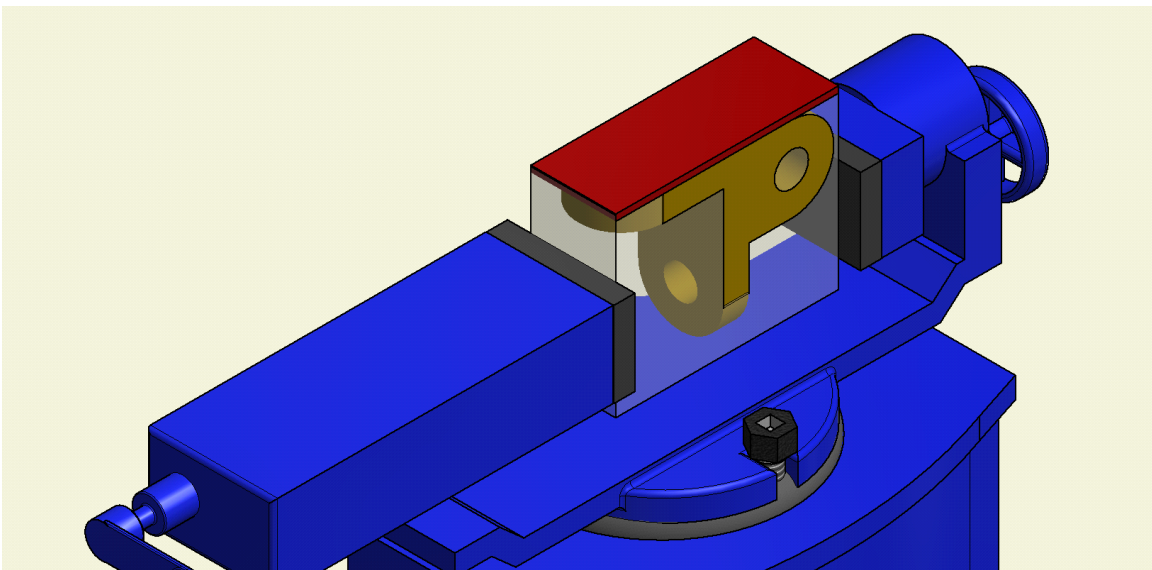


(βλ. εικόνα 3)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 3:

ΒΗΜΑ 1:

- Ξεχόνδρισμα επιφάνειας Β4.

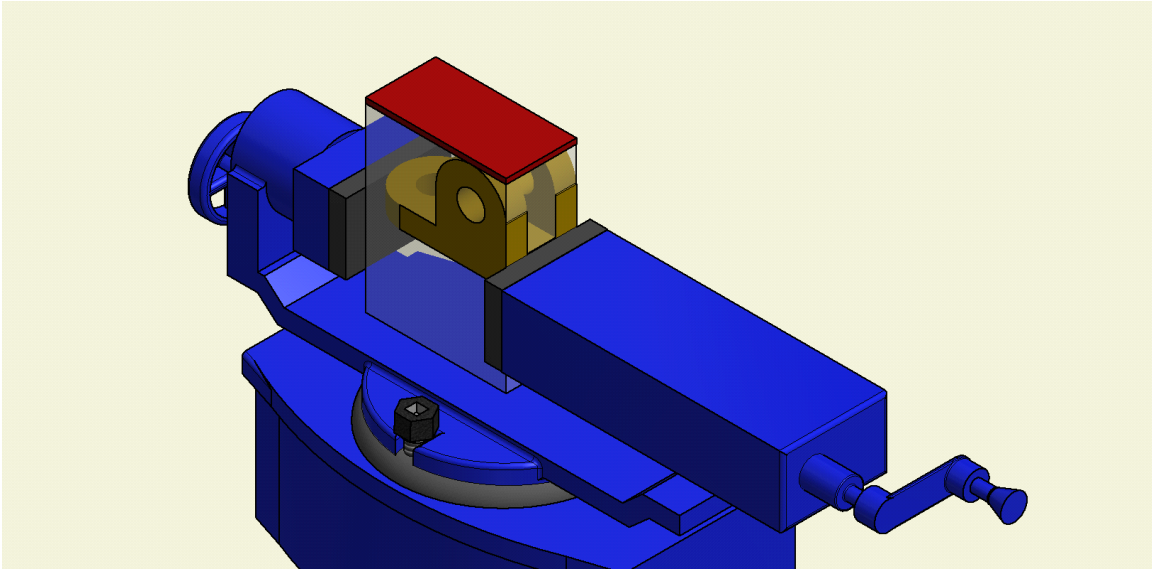


(βλ. εικόνα 4)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 4

ΒΗΜΑ2:

- Ξεχόνδρισμα επιφάνειας Α5.

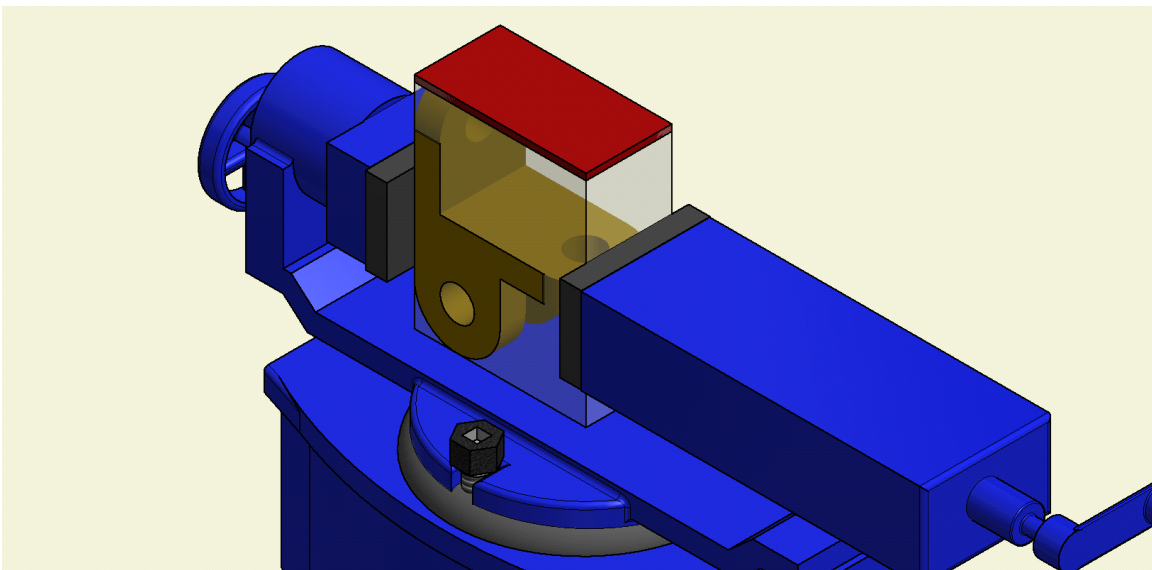


(βλ. εικόνα 5)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 5:

ΒΗΜΑ 1:

- . Ξεχόνδισμα επιφάνειας Β1,Β2.

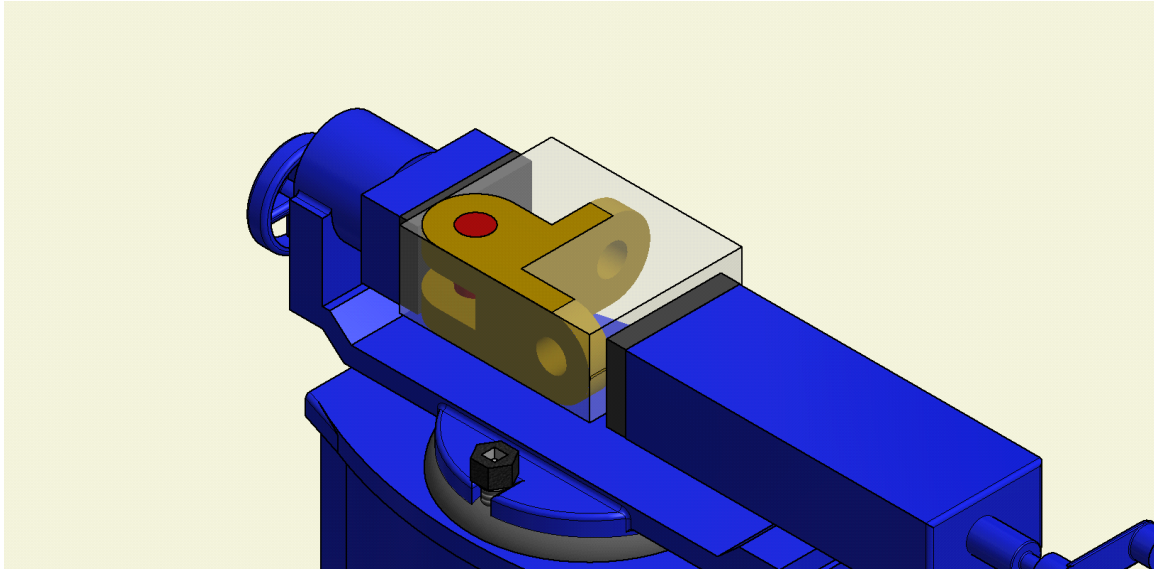


(βλ. εικόνα 6)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 6:

ΒΗΜΑ 1:

- . Ξεχόνδισμα επιφάνειας Β3.

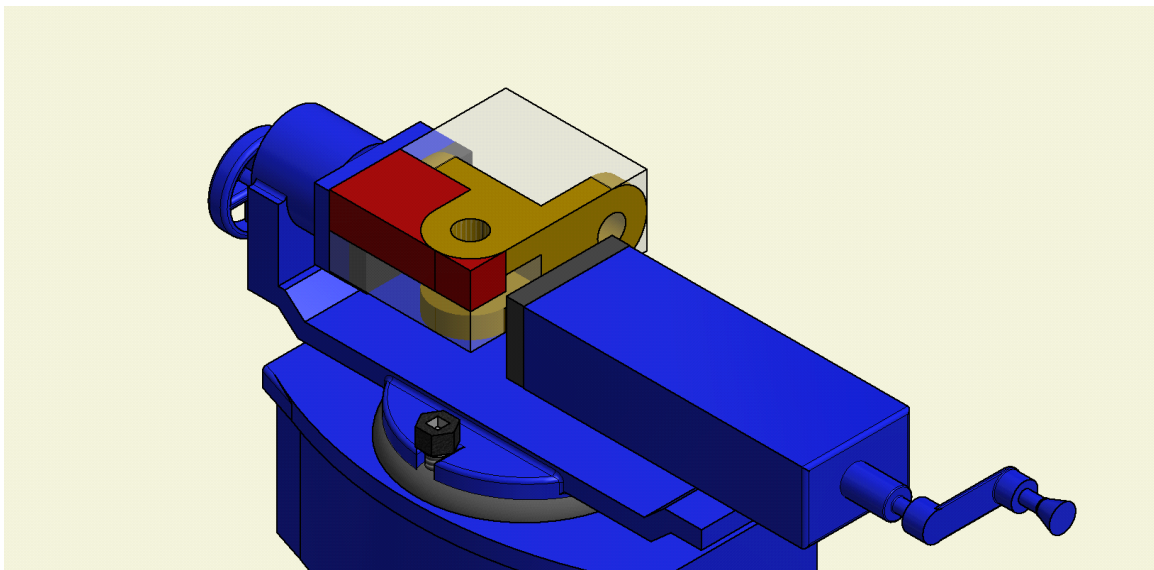


(βλ. εικόνα 7)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 7

ΒΗΜΑ 1:

- Κατεργασία επιφάνειας Γ1, Γ2.

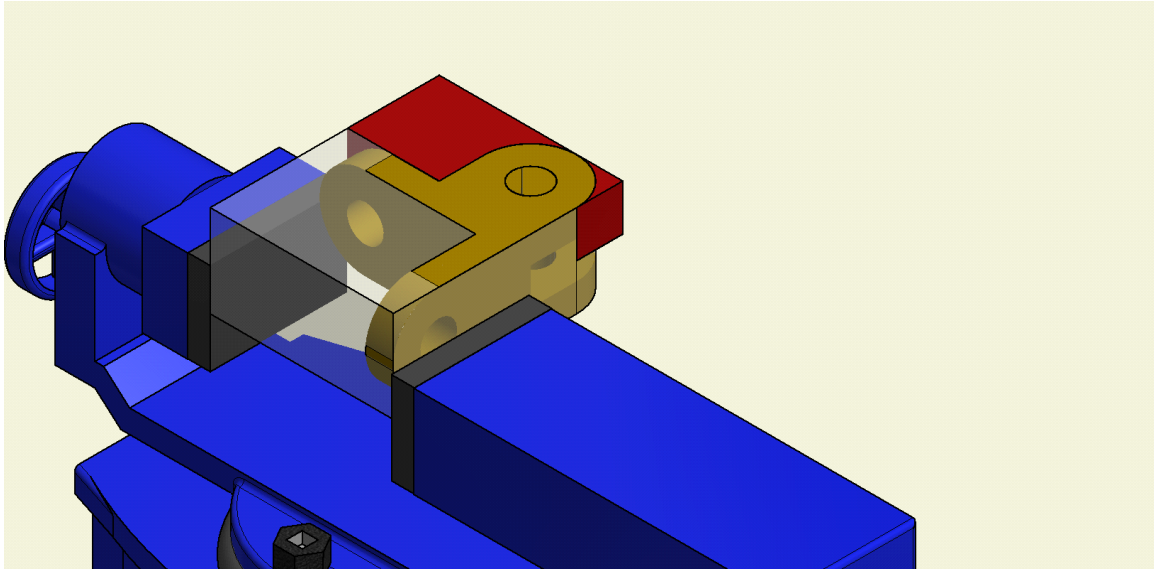


(βλ. εικόνα 8)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 8:

ΒΗΜΑ 1:

- Κατεργασία επιφάνειας Β2, Α5, Δ2, Α3.

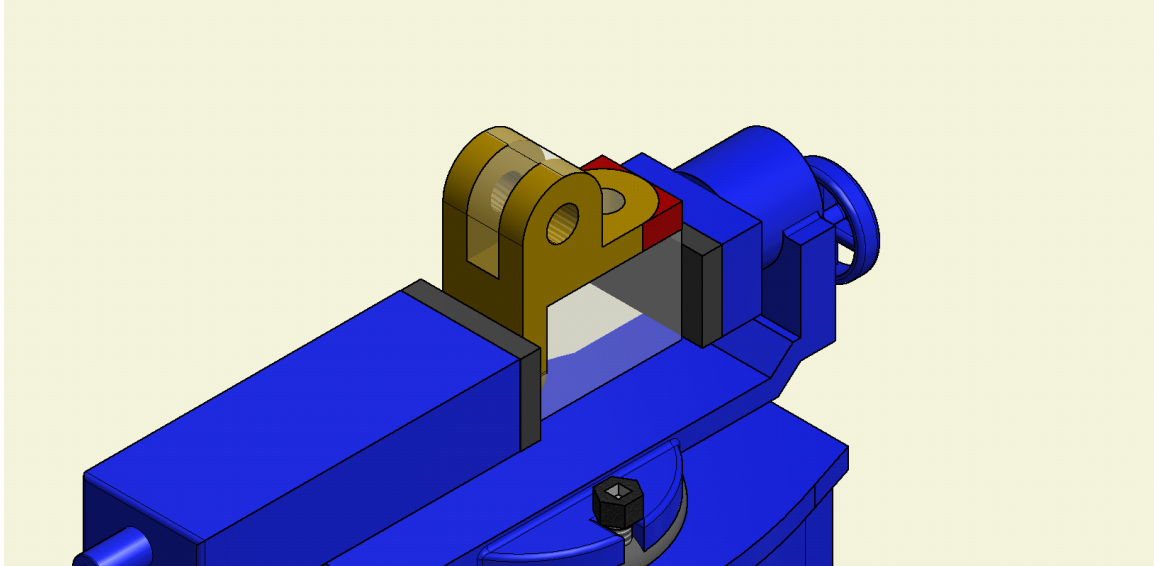


(βλ. εικόνα 9)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 9:

ΒΗΜΑ 1:

- Κατεργασία επιφάνειας A5,B1,Δ1,A3.

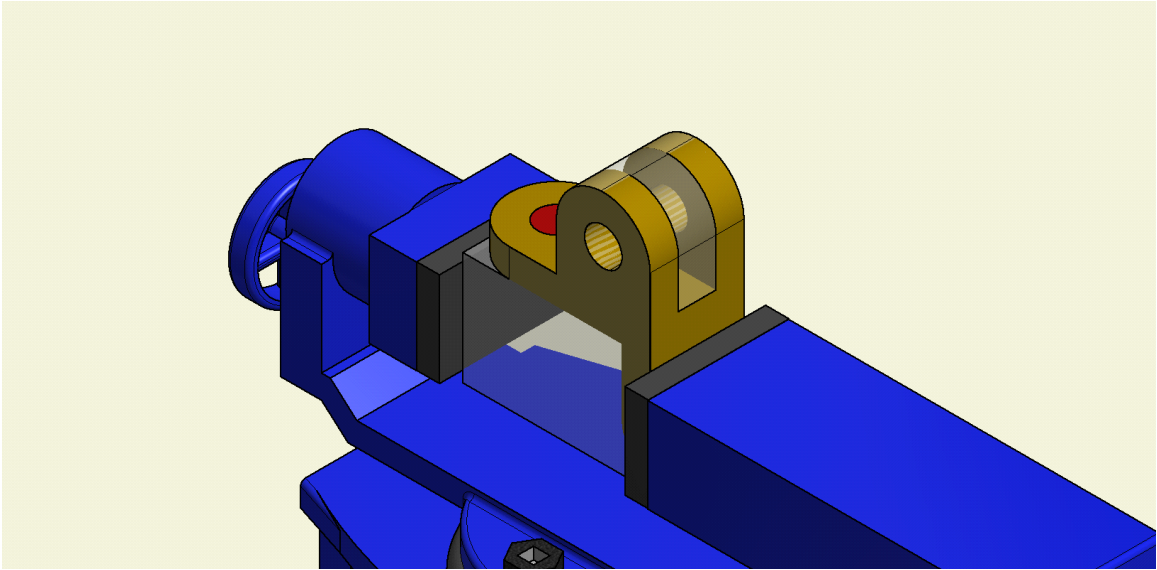


(βλ. εικόνα 10)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 10

ΒΗΜΑ 1:

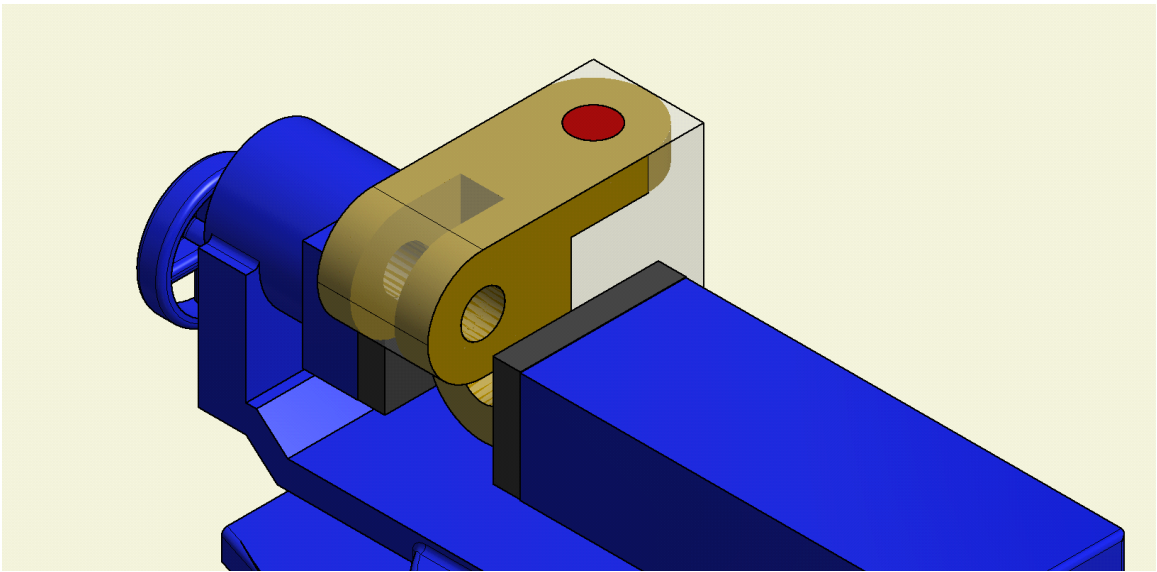
- Κατεργασία επιφάνειας B4.



(βλ. εικόνα 11)

ΒΗΜΑ 2

- Κατεργασία επιφάνειας Γ3.

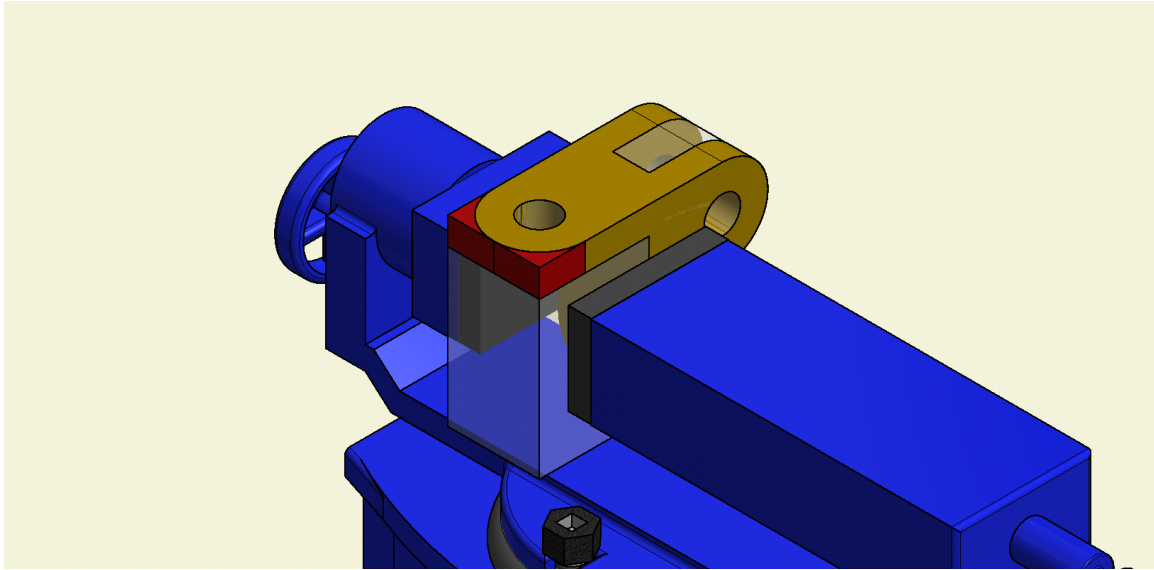


(βλ. εικόνα 12)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 11:

ΒΗΜΑ 1:

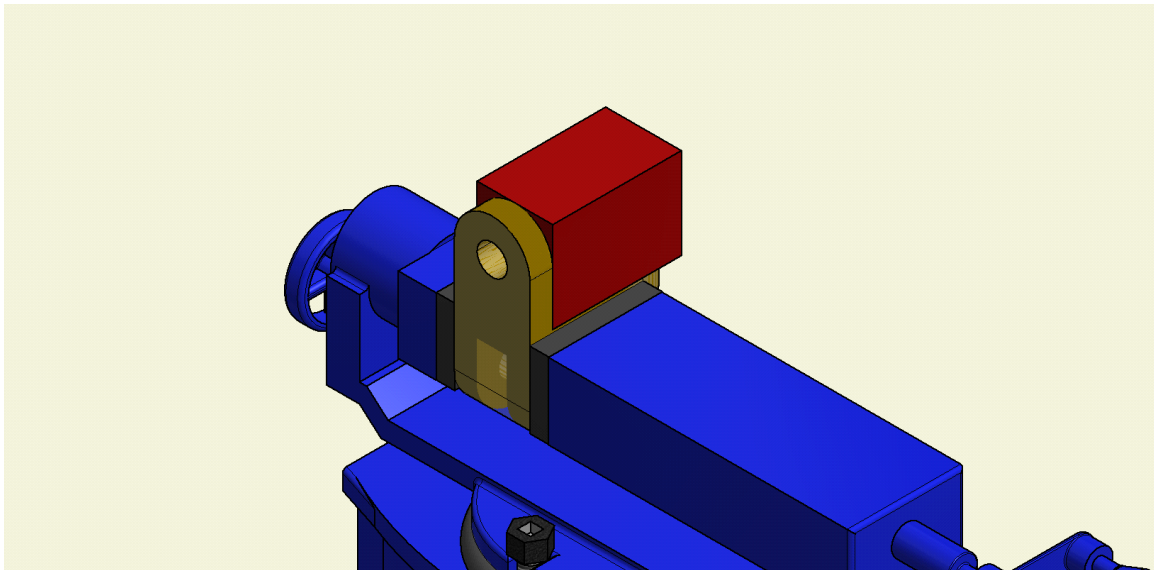
- Κατεργασία επιφάνειας Γ4.



(βλ. εικόνα 13)

ΒΗΜΑ 2:

- Κατεργασία επιφάνειας Β3.

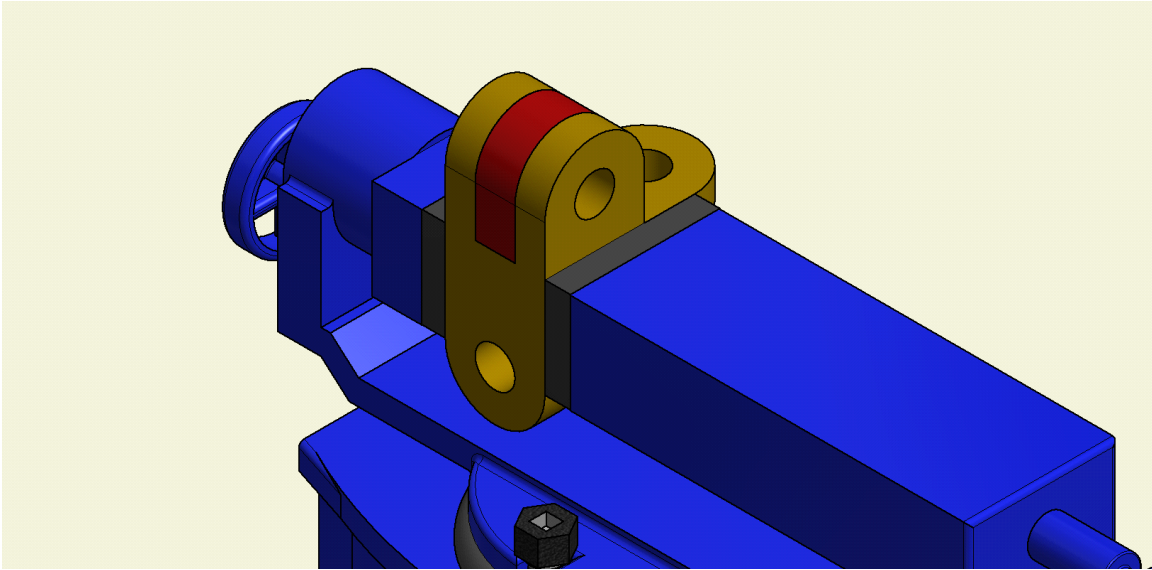


(βλ. εικόνα 14)

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 12:

ΒΗΜΑ 1:

- Κατεργασία επιφάνειας Α2,Α6.



(βλ. εικόνα 15)

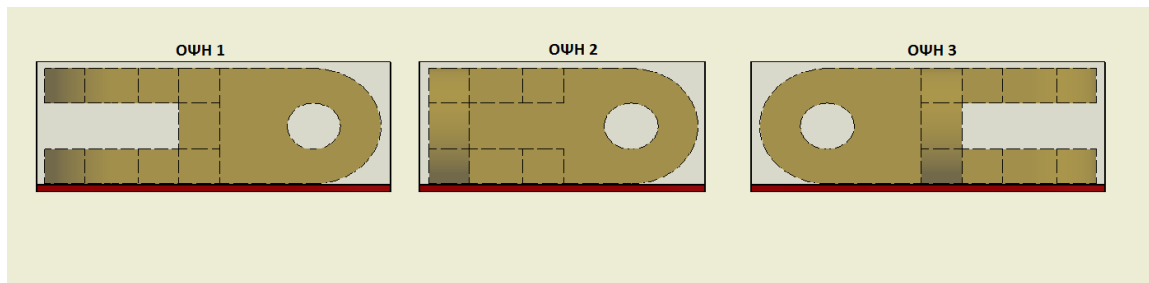
ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ 13:

ΒΗΜΑ2:

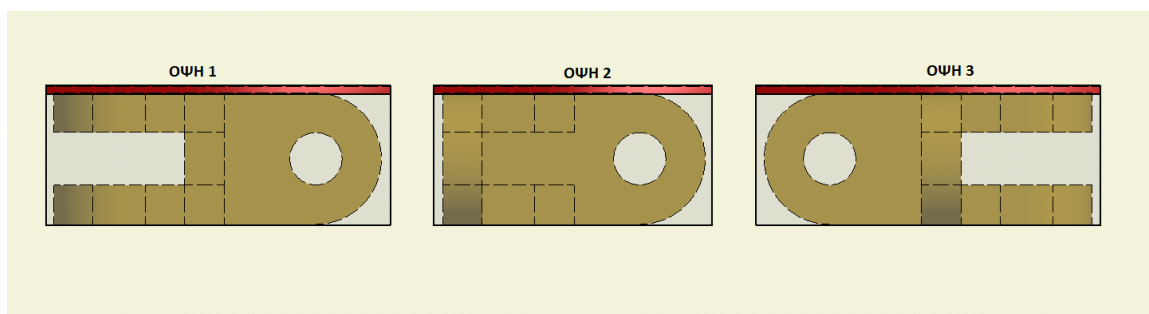
- Κατεργασία επιφάνειας E1,E2,A3

3.5.2. ΟΥΡΕΙΣ ΦΑΣΕΟΛΟΓΙΟΥ

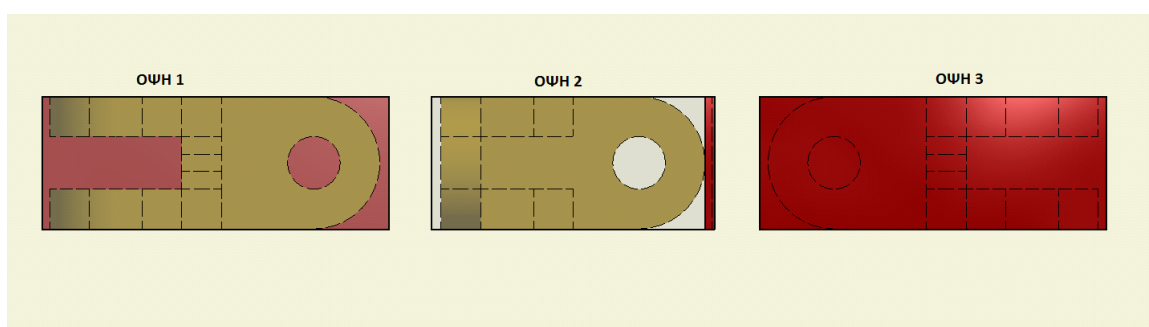
ΕΙΚΟΝΑ 1:



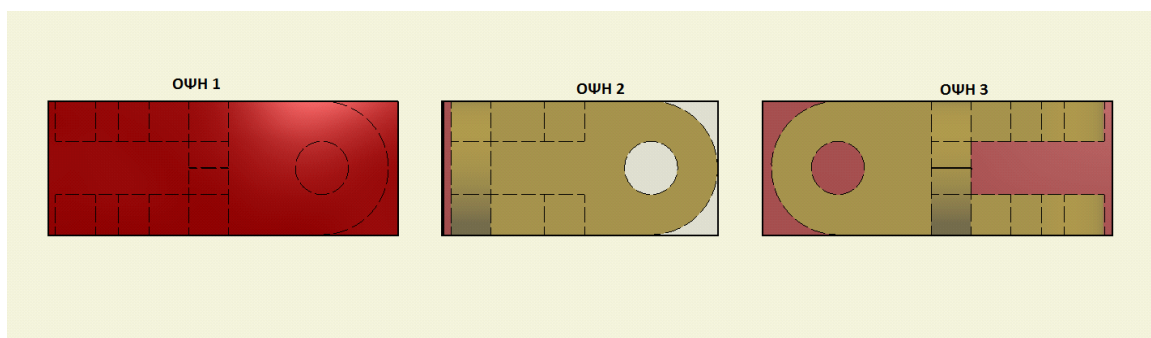
ΕΙΚΟΝΑ 2:



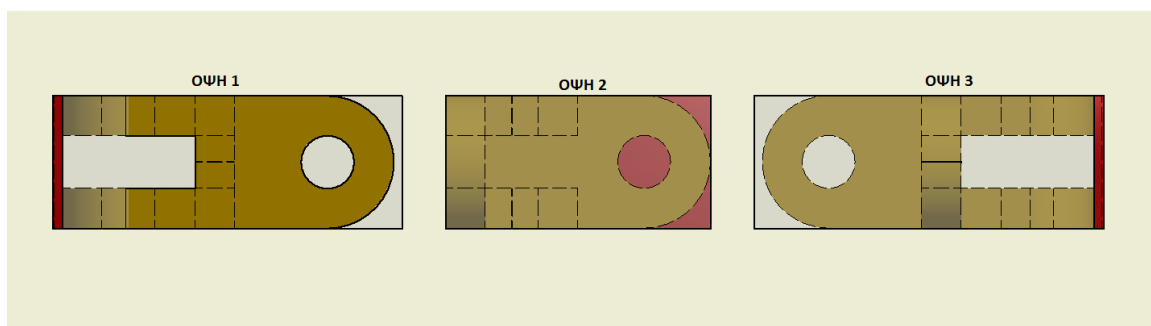
ΕΙΚΟΝΑ 3:



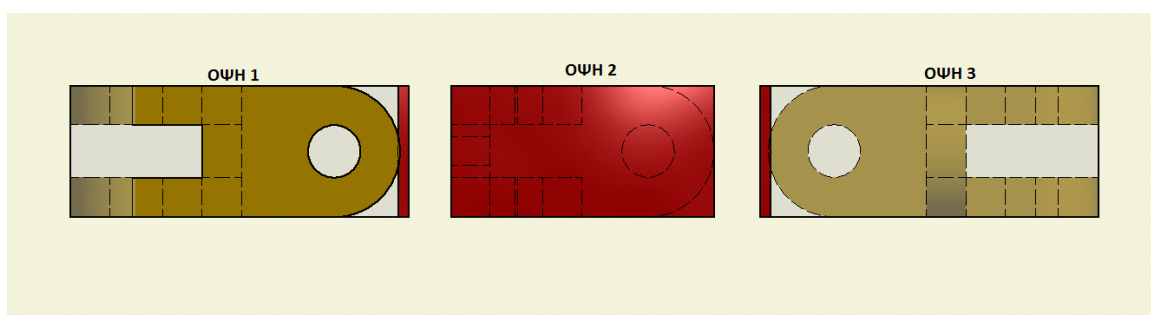
EIKONA 4:



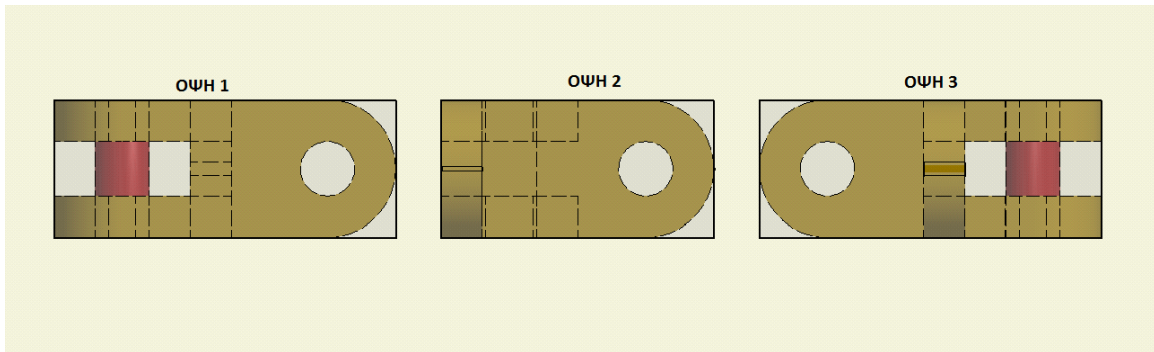
EIKONA 5:



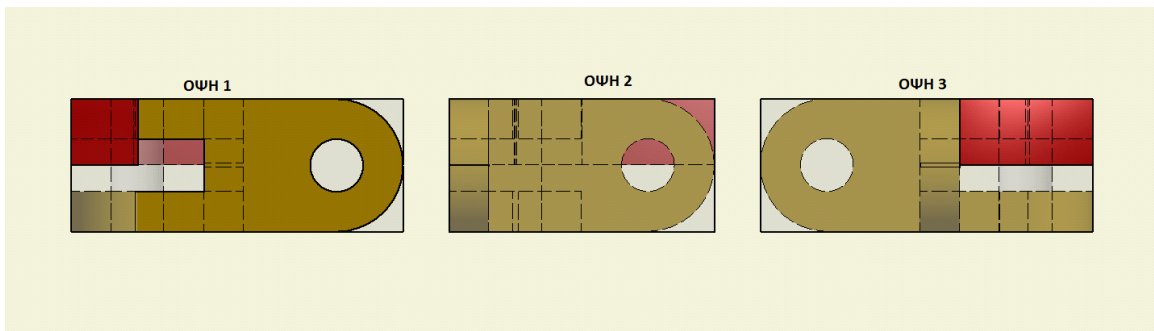
EIKONA 6:



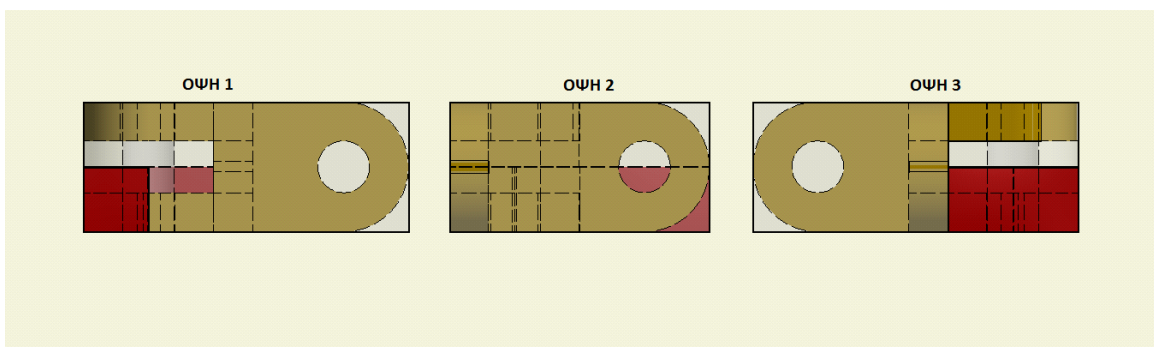
EIKONA 7:



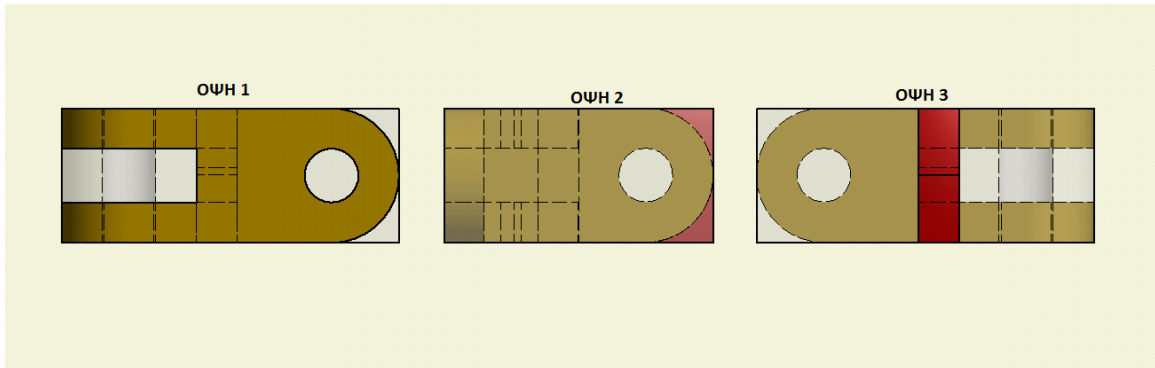
EIKONA 8:



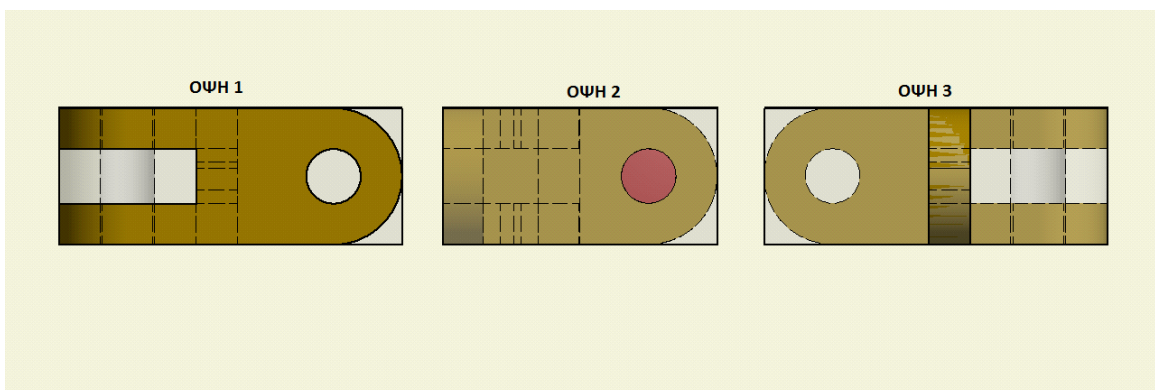
EIKONA 9:



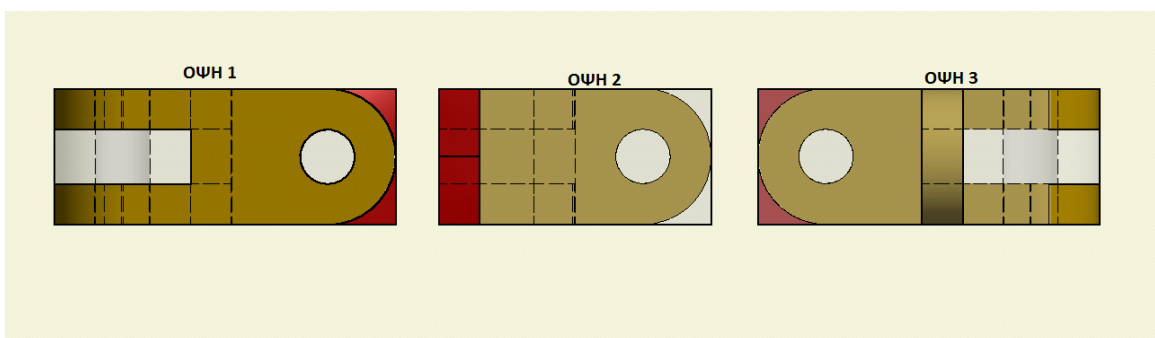
EIKONA 10:



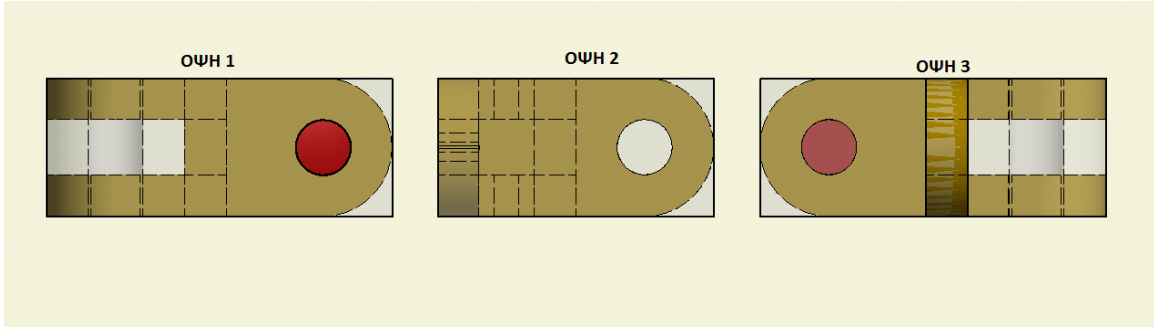
EIKONA 11:



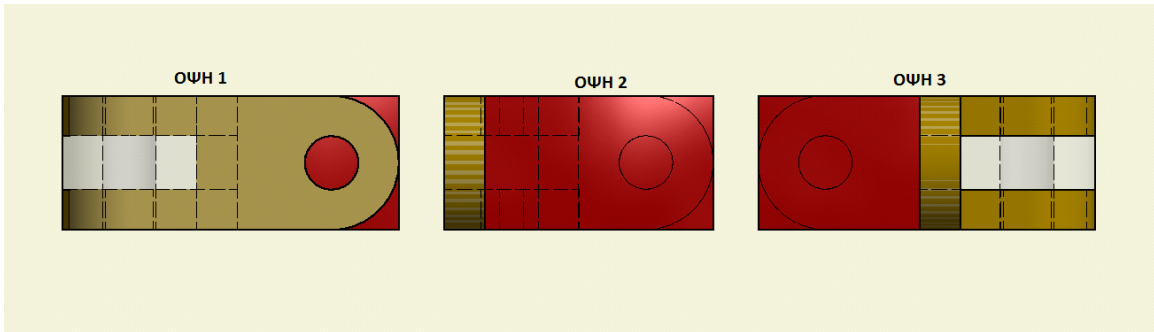
EIKONA 12:



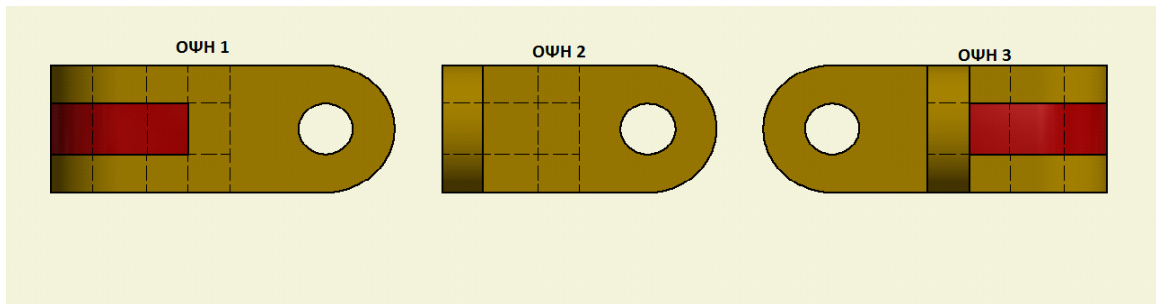
EIKONA 13:



EIKONA 14:



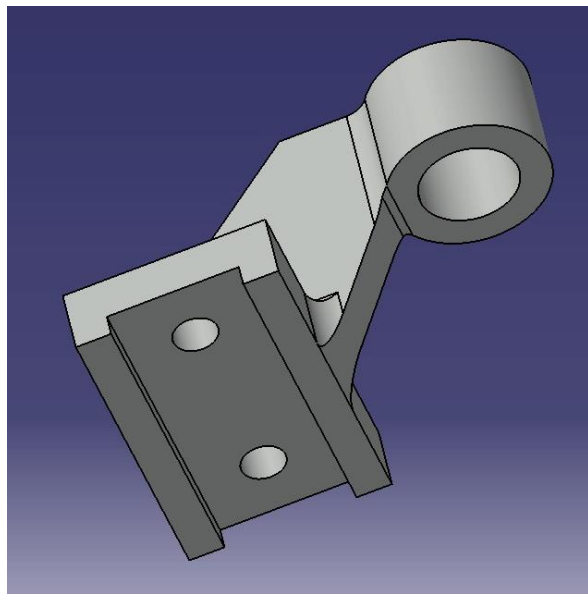
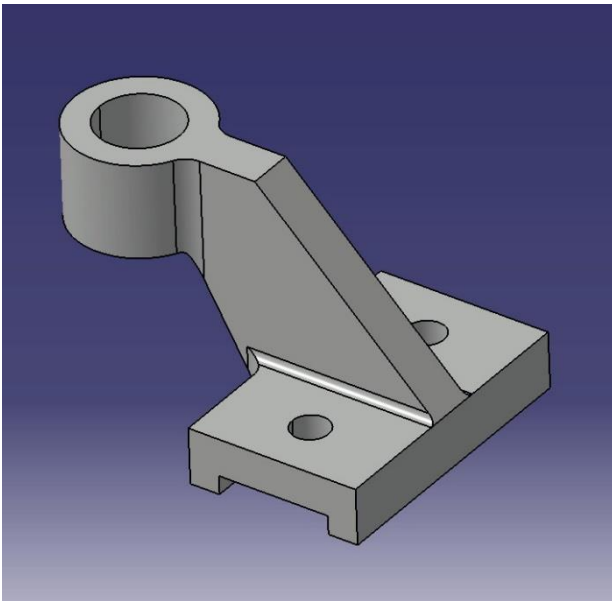
EIKONA 15:



3.6.1. Δοκίμιο Part-6

Όνομα δοκιμίου:	Part-6
Τύπος υλικού:	AL 2024-T3
Διαστάσεις πρώτης ύλης:	110mm X 80mm X 70mm
Βάρος υλικού πριν από την κατεργασία:	1.66 Kgs
Βάρος υλικού μετά από την κατεργασία:	0.21 Kgs
Αριθμός φάσεων κατεργασίας:	3
Εργαλειομηχανή:	Οποιοδήποτε τριαξονικό CNC κέντρο κατεργασίας
Απαιτούμενα εργαλεία συγκράτησης:	1 CNC μέγγενη με κοινά μάγουλα (με πατούρα) 4 σφιγκτήρες (φουρκέτες) για σύσφιξη της μέγγενης στο τραπέζι 4 Βίδες Allen για σύσφιξη της μέγγενης στο τραπέζι 1 σετ ειδικών μάγουλων για τη ΦΑΣΗ 4 (βλέπε σχέδιο)

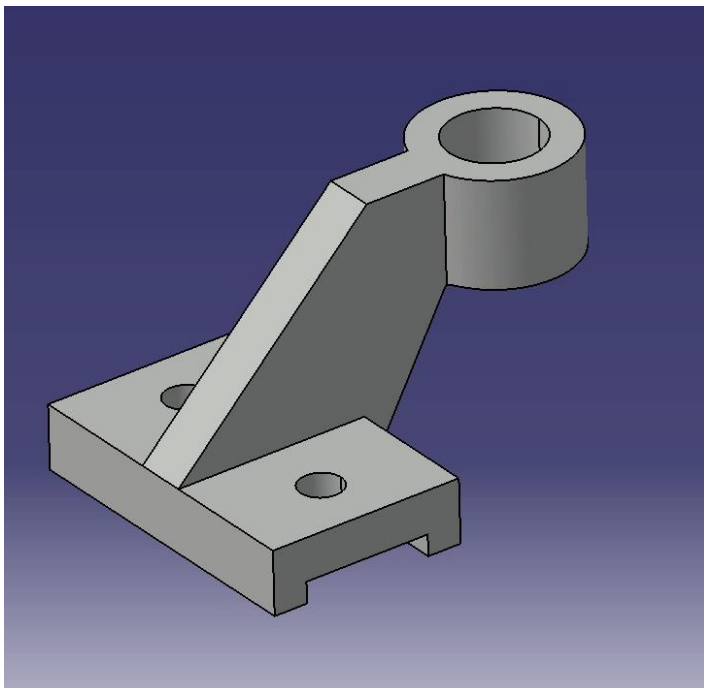
Οδηγός χρωμάτων: Γκρι = Υλικό μετά από την κατεργασία της ΦΑΣΗΣ-1 σε συμβατική φρέζα
Γκρι = Κατεργασμένες επιφάνειες από προηγούμενες φάσεις
Καφέ = Επιφάνειες ΜΟΝΟ κατά τη διάρκεια μιας κατεργασίας



3D σχέδιο δοκιμίου

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:

Στην αρχική μορφή του δοκιμίου, όπως δόθηκε για σχεδίαση και κατασκευή, υπήρχαν ελλείψεις σχετικά με ράδια, τα οποία είναι απαραίτητα για την κατεργασία του δοκιμίου με κοπτικό εργαλείο (End Mill). Παράλληλα προστέθηκαν ράδια R2 με σκοπό να ενισχυθεί το δοκίμιο στις γωνίες.

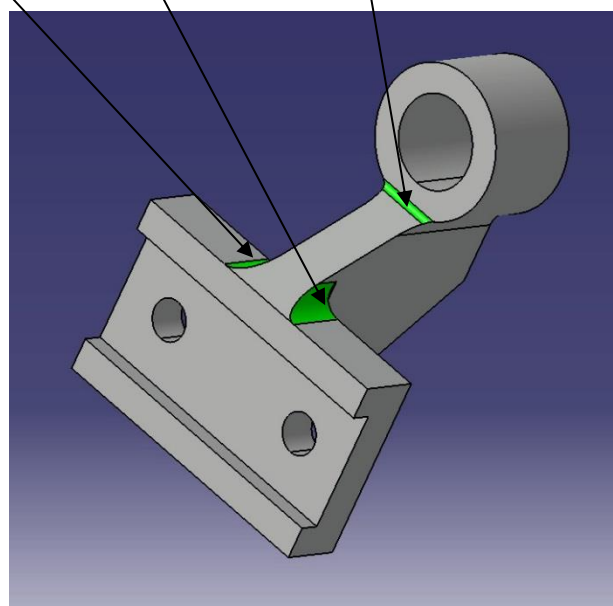
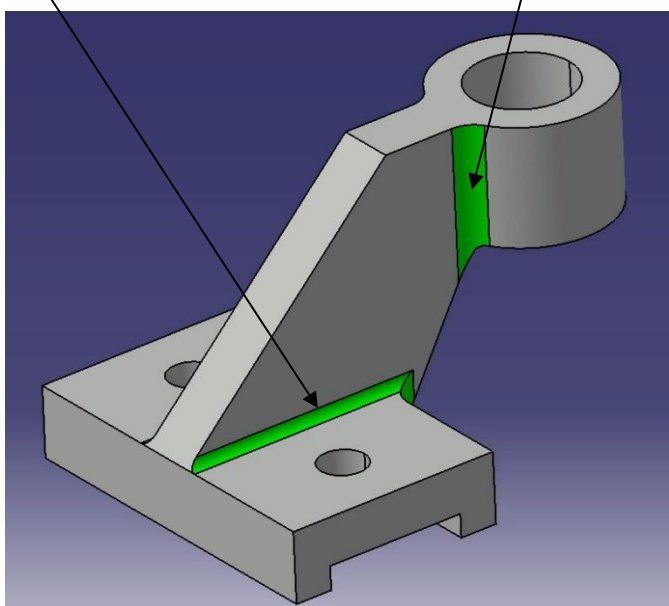


Αρχική μορφή του δοκιμίου χωρίς τα απαραίτητα ράδια (σχέδιο 1)

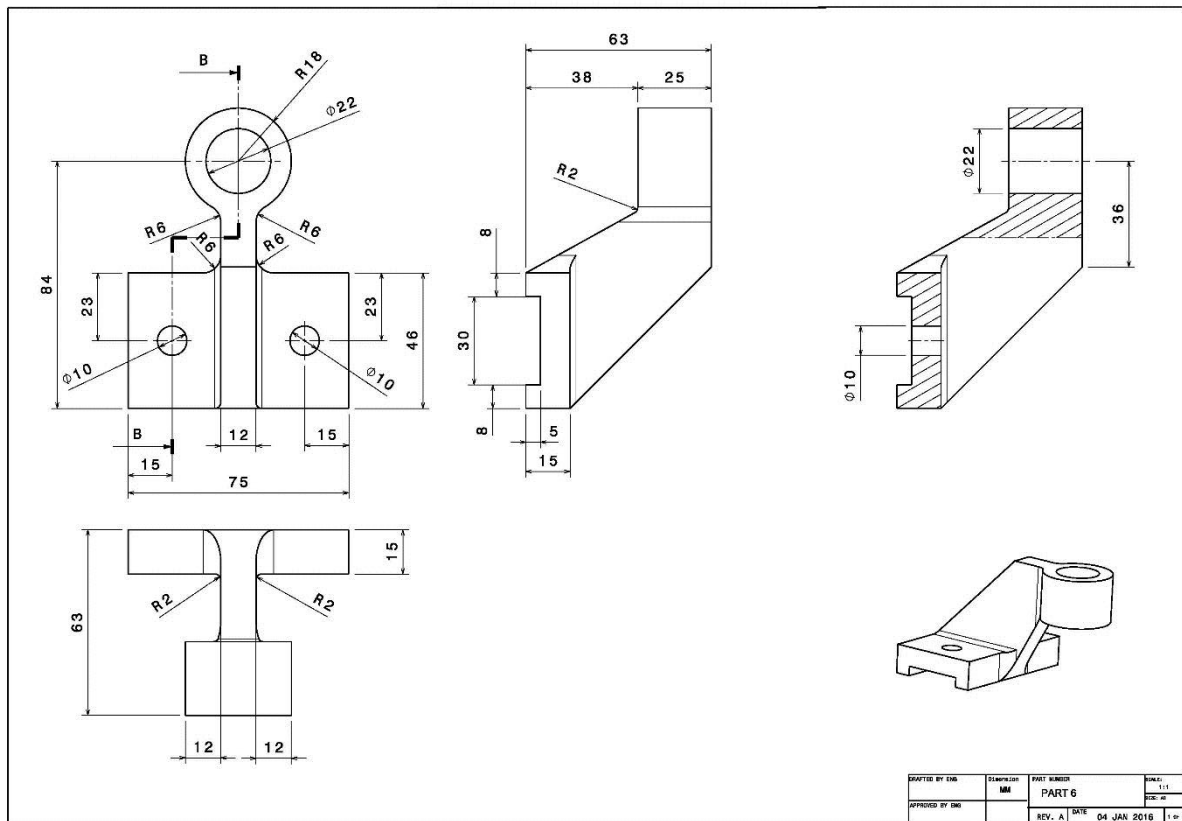
Ράδια ενίσχυσης

Απαραίτητα ράδιο για κατεργασία με κονδύλι

Ράδιο ενίσχυσης



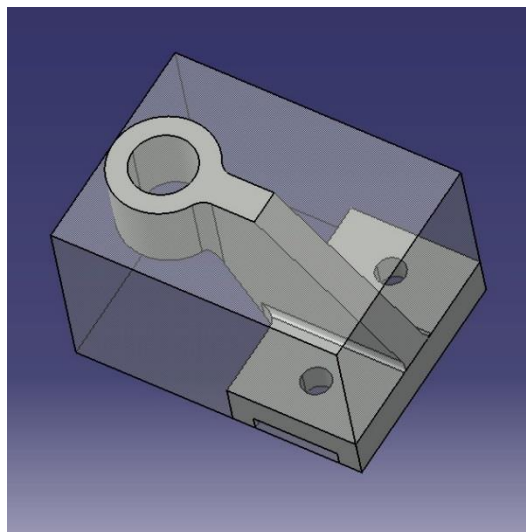
Τελική μορφή του δοκιμίου με τα απαραίτητα ράδια (σχέδιο 2)



Κατασκευαστικό σχέδιο δοκιμίου (σχέδιο 3)

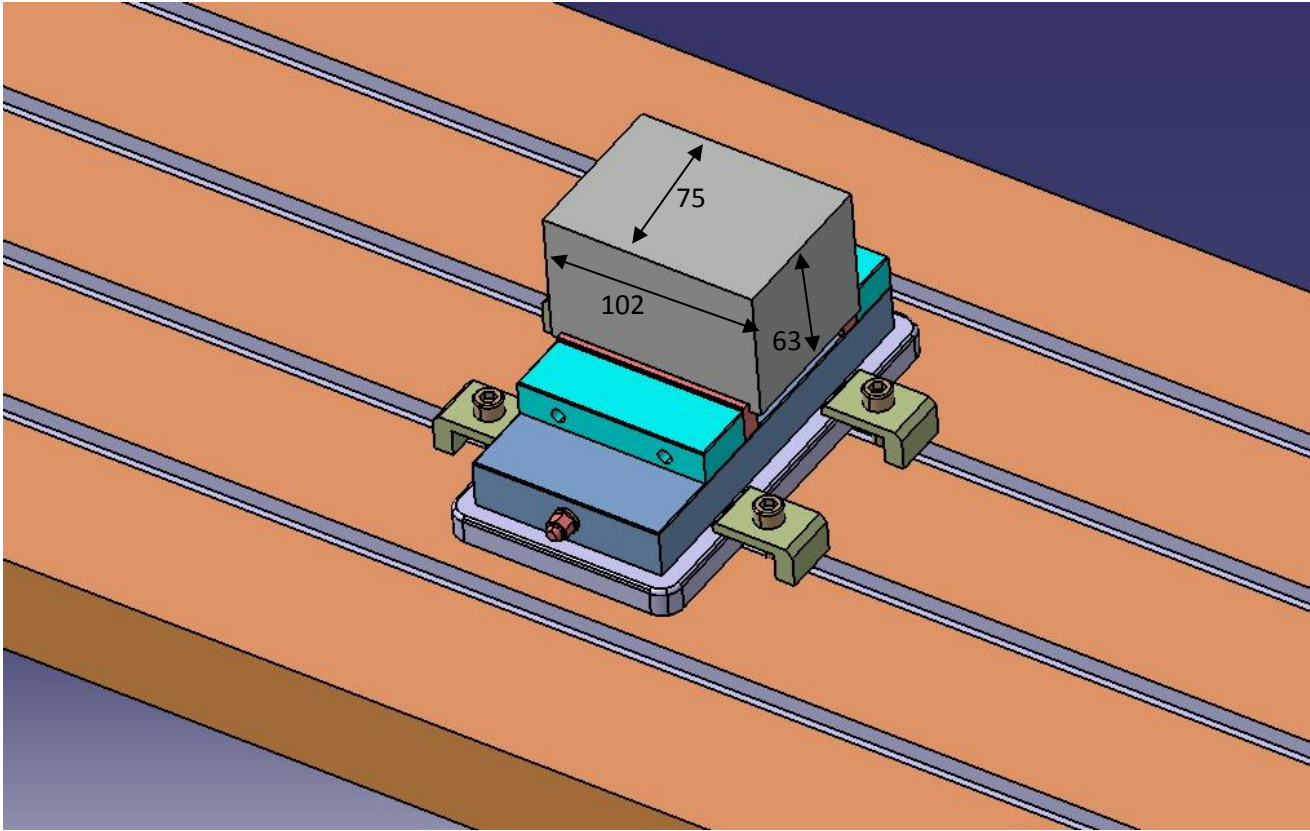
ΦΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ-1 - Περιγραφή:

- 5) Σε συμβατική φρέζα να γίνει κατεργασία όλων των πλευρών της πρώτης ύλης του δοκιμίου
- 6) Διαστάσεις πρώτης ύλης πριν από την κατεργασία: 110mm X 80mm X 70mm
- 7) Διαστάσεις πρώτης ύλης μετά από την κατεργασία: **102mm X 75mm X 63mm**
- 8) Σημαντικό: Η κατεργασία θα πρέπει να γίνει σε όλες τις πλευρές του υλικού



Το δοκίμιο μέσα στο υλικό ως «υάλινο κουτί» μετά από τη ΦΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ-1 (σχέδιο 4)

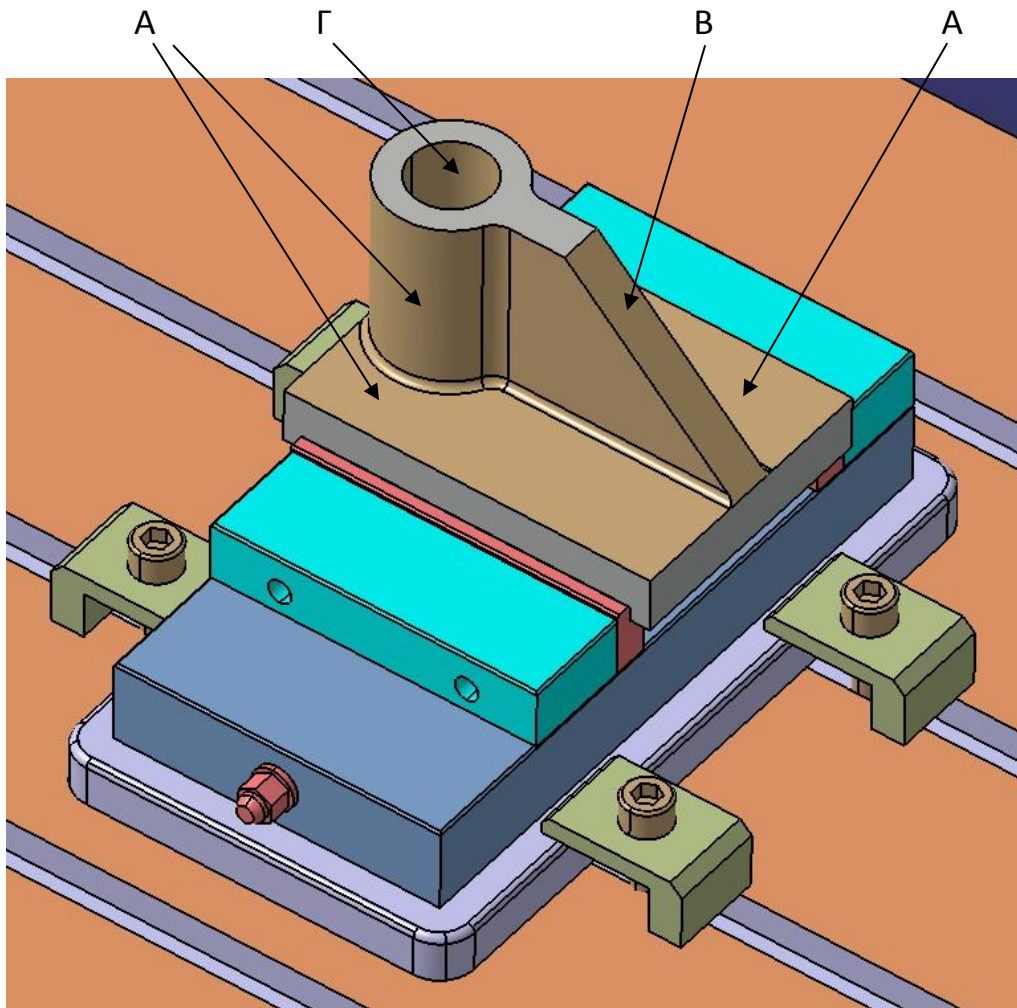
ΦΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ-2



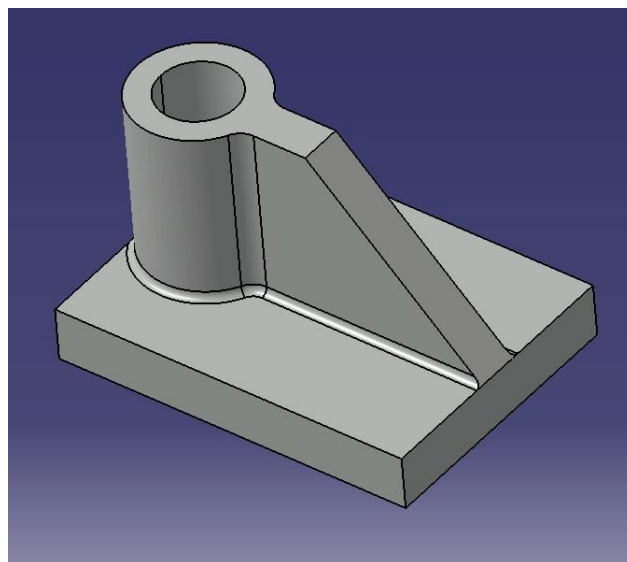
Το υλικό επάνω στη μέγγενη πριν από την έναρξη της κατεργασίας (σχέδιο 5)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΑΣΗΣ:

- 2) Κατεργασία περιφερειακά του κυλίνδρου αφήνοντας στον πάτο 15mm πάχος (Α)
- 3) Κατεργασία κεκλιμένης επιφάνειας με την μέθοδο «kellering» (Β)
- 4) Διάτρηση οπής $\Phi 22$ έως 30mm βάθος (Γ)



Το υλικό επάνω στη μέγγενη μετά από την ολοκλήρωση της κατεργασίας στη ΦΑΣΗ-2 (σχέδιο 6)

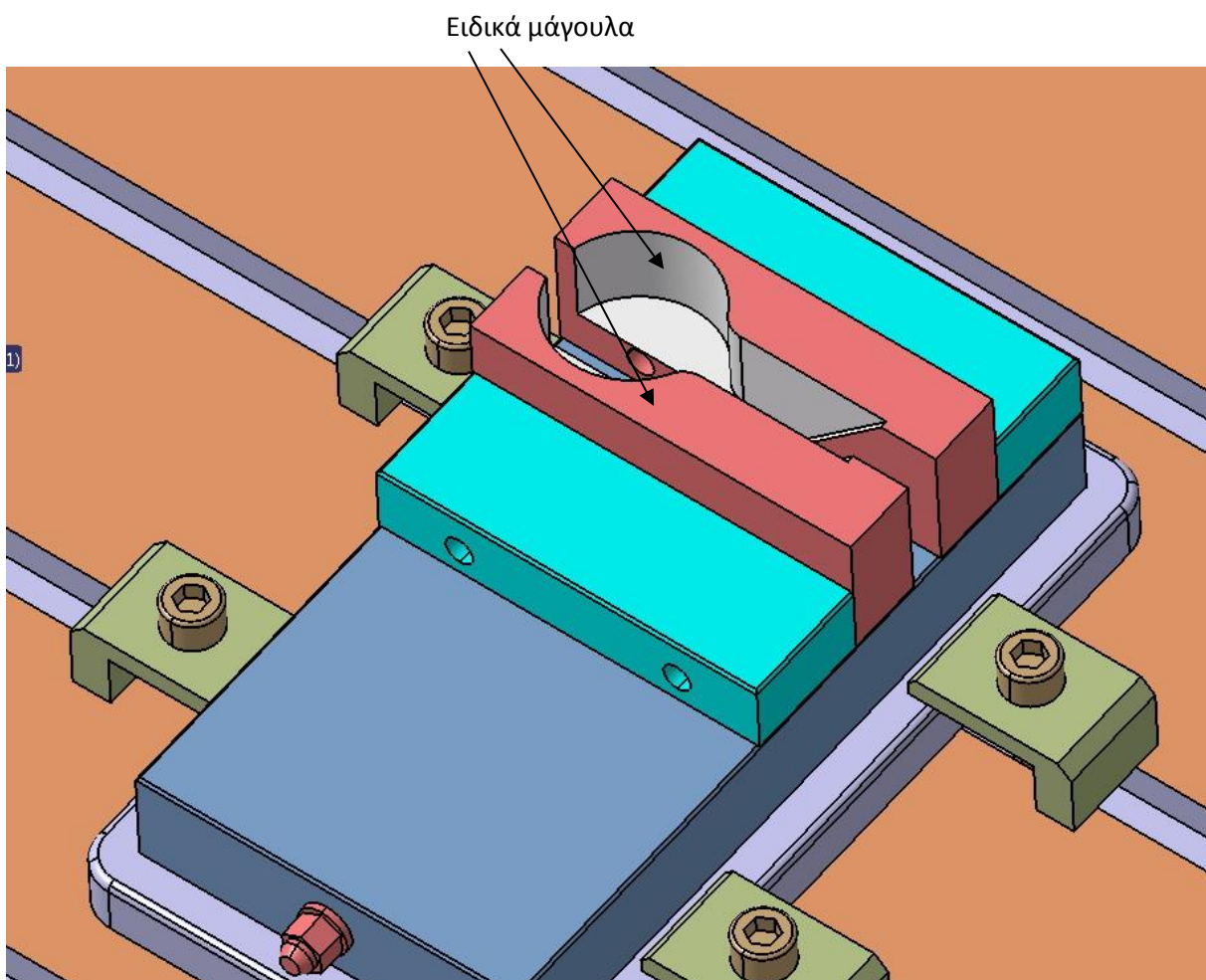


Το υλικό εκτός μέγγενης μετά από την ολοκλήρωση της κατεργασίας στη ΦΑΣΗ-2 (σχέδιο 7)

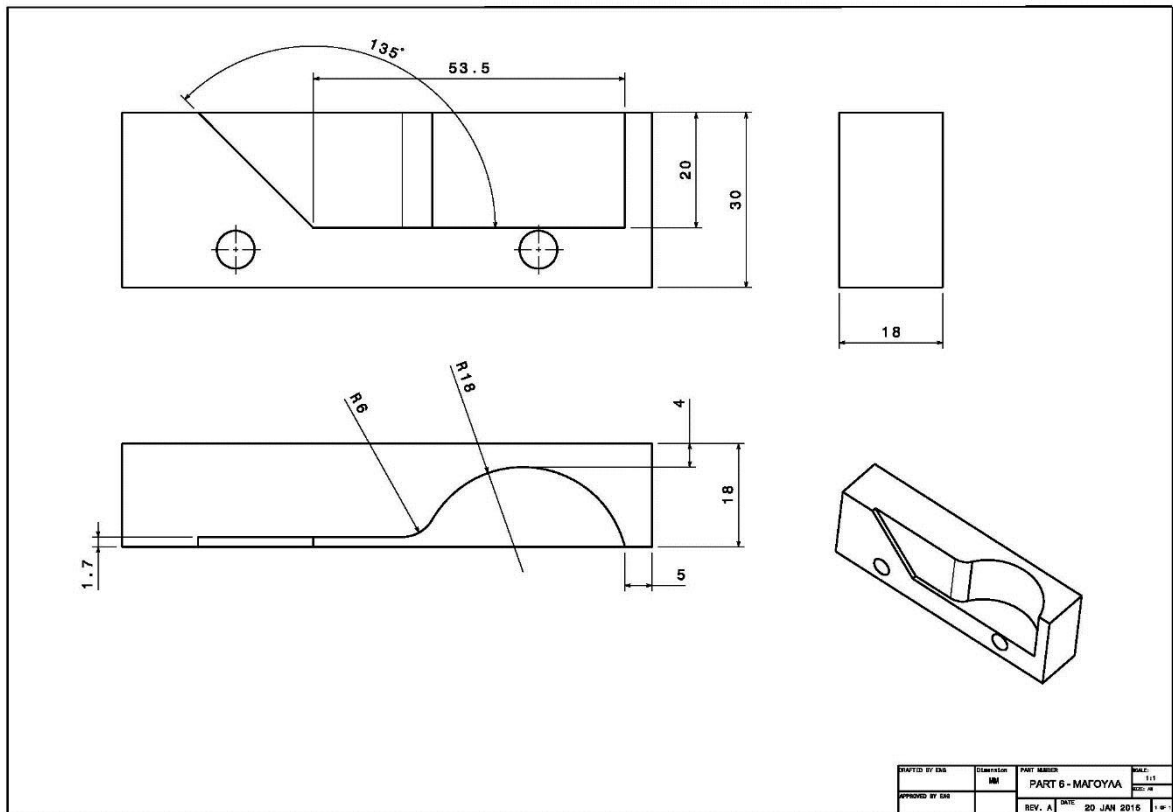
ΦΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ-3

Οδηγίες:

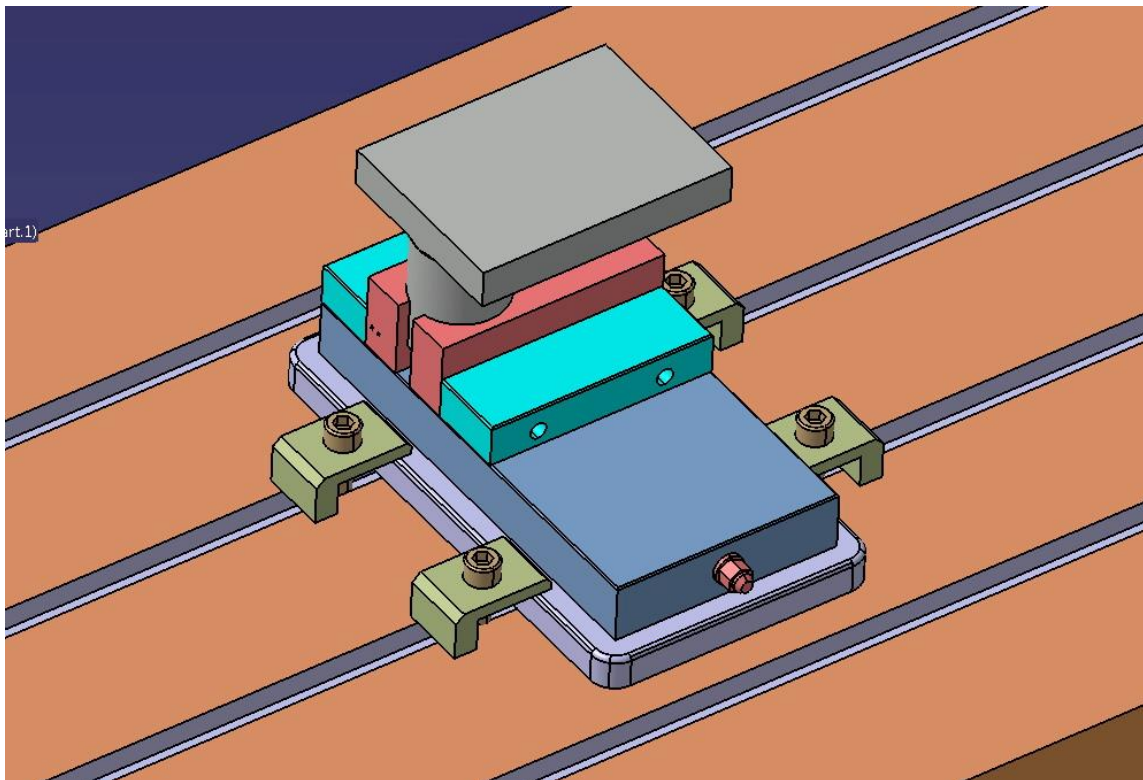
2. Στη ΦΑΣΗ-3 θα χρησιμοποιήσουμε ειδικά σχεδιασμένα μάγουλα με μια πατούρα που θα «αγκαλιάζει» τον κύλινδρο μαζί με την πλευρά του δοκιμίου (βλέπε σχέδιο 9). Η πατούρα χρησιμοποιείται για να συγκρατήσουμε το δοκίμιο σε σταθερή θέση έτσι ώστε να έχουμε τη δυνατότητα να ολοκληρώσουμε την κατεργασία.



Η μέγγενη με τα ειδικά μάγουλα πριν από την τοποθέτηση του δοκιμίου (σχέδιο 8)



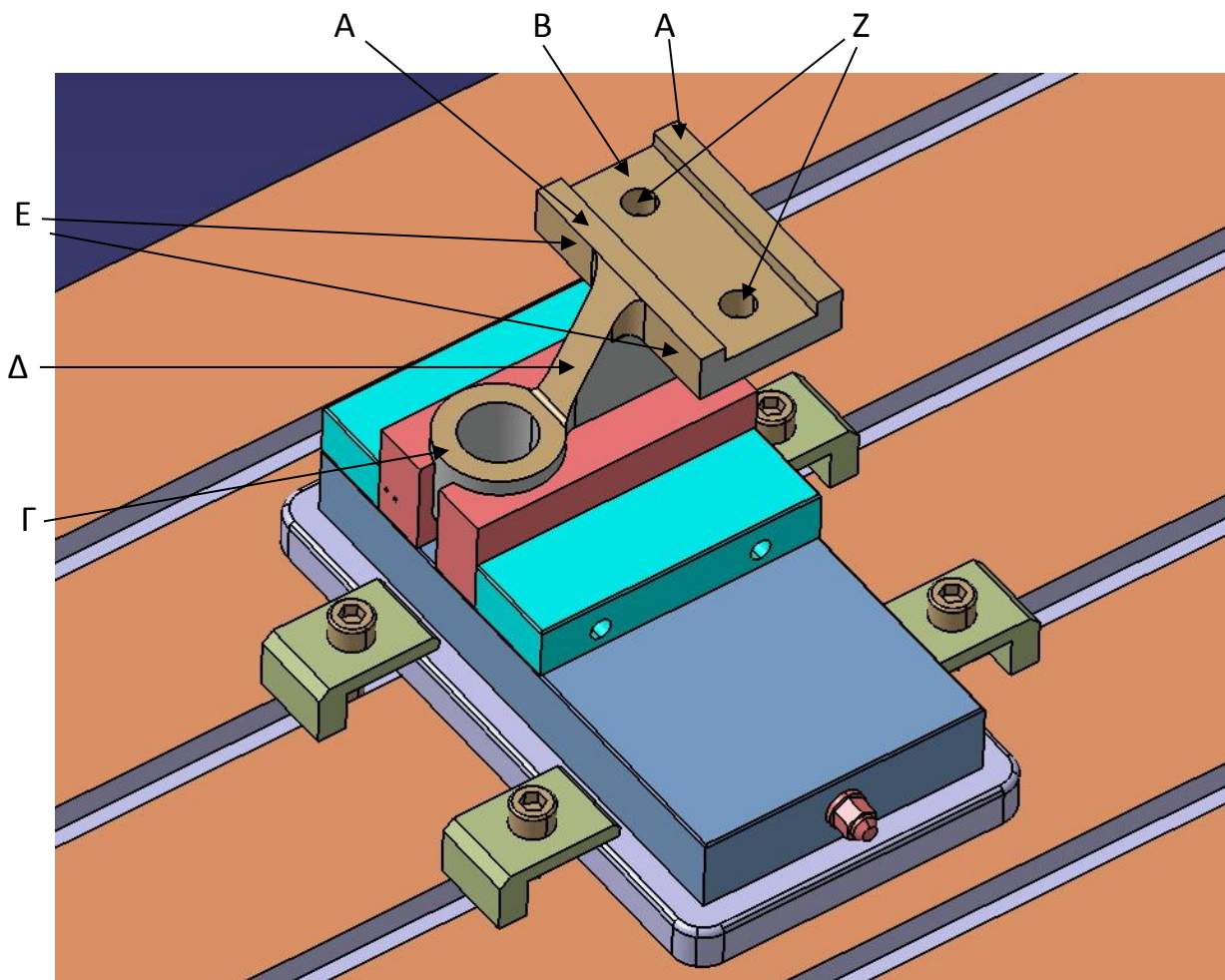
Ειδικά μάγουλα συγκράτησης (σχέδιο 9)



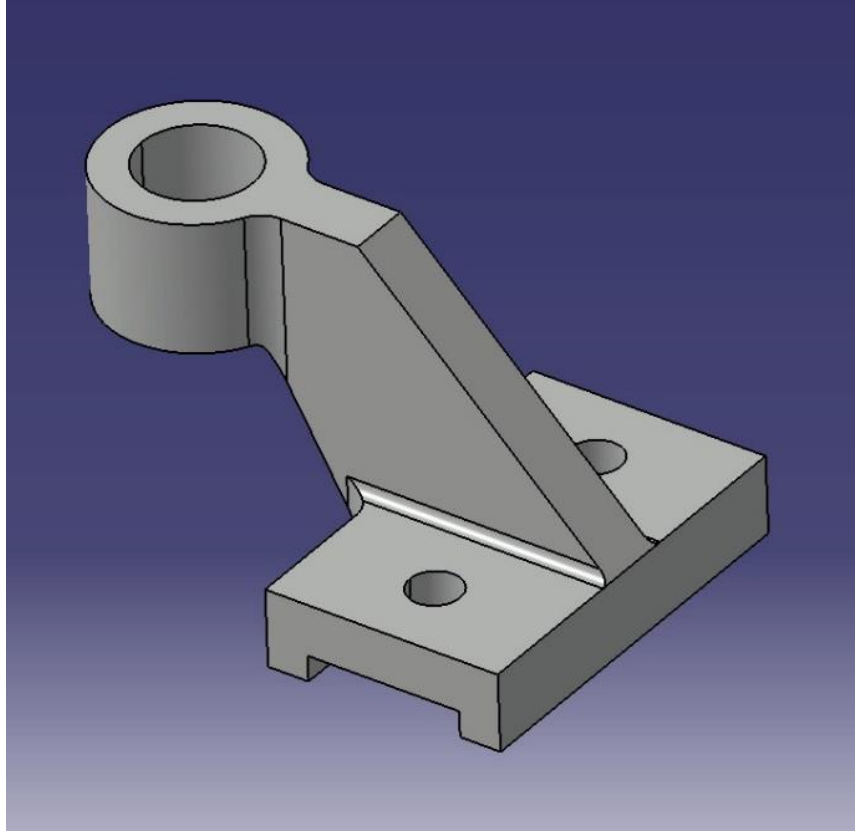
Το υλικό επάνω στα ειδικά μάγουλα πριν από την έναρξη της κατεργασίας (σχέδιο 10)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΑΣΗΣ:

- 2) Κατεργασία στο πάνω μέρος (A)
- 3) Κατεργασία στο λούκι 30mm X 5mm βάθος (B)
- 4) Κατεργασία έως το πάνω μέρος του κυλίνδρου (Γ)
- 5) Κατεργασία κεκλιμένης επιφάνειας με τη μέθοδο «kellering» (Δ)
- 6) Κατεργασία δυο πλευρών (E)
- 7) Διάτρηση δυο οπών Φ10 (Z)



Τα μάγουλα με το υλικό επάνω στη μέγγενη μετά από την ολοκλήρωση της κατεργασίας στη ΦΑΣΗ-3 (σχέδιο 11)



Το υλικό εκτός μέγγενης μετά από την ολοκλήρωση της κατεργασίας στη ΦΑΣΗ-3 (Ολοκληρωμένο δοκίμιο) (σχέδιο 12)