



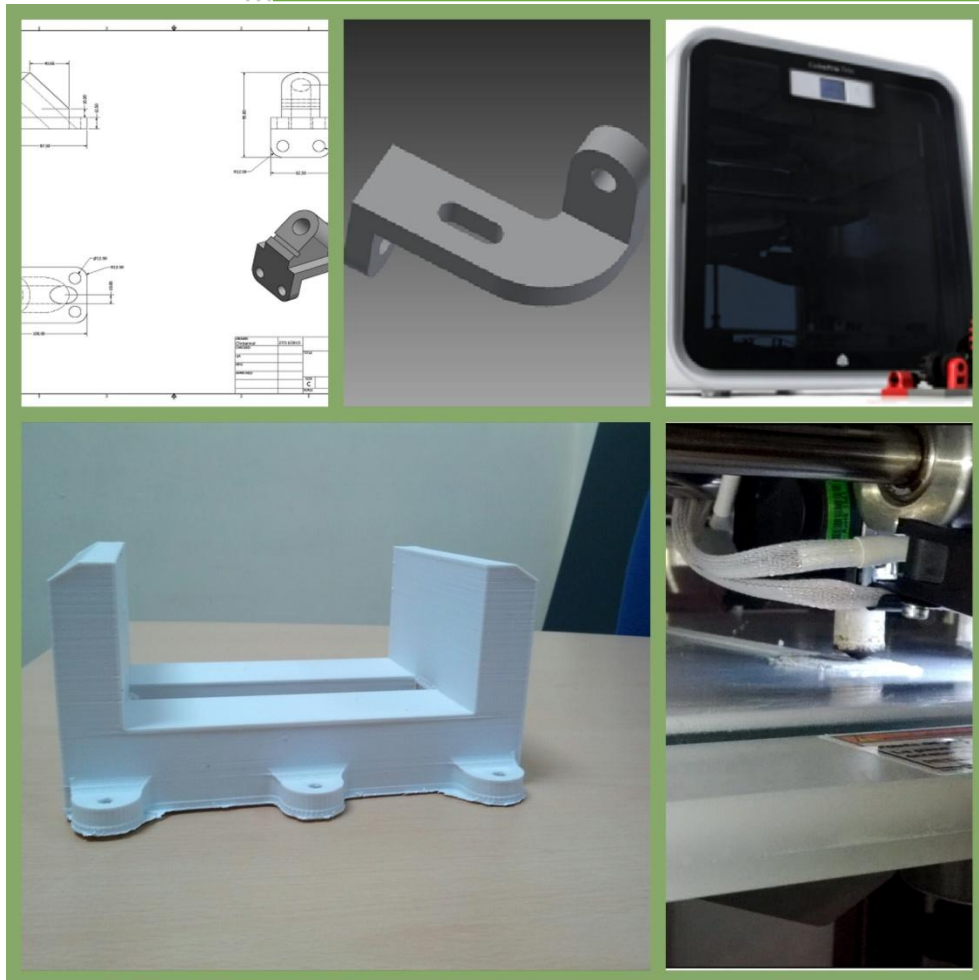
ΑΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ

Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών

Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε.

2016

Σχεδίαση Δοκιμίων Μηχανολογικού Υλικού και Δημιουργία Αντίστοιχου Φασεολογίου. Κατασκευή με 3D Printing



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Εκ του : Χατζηφώτη Παναγιώτη

Επιβλέπον Καθηγητής : Δρ. Σκιττίδης Φιλήμων

ΑΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ

Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών

Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε.

Πτυχιακή εργασία

Σχεδίαση δοκιμίων μηχανολογικού υλικού και δημιουργία αντίστοιχου φασεολογίου. Κατασκευή με 3D printing

Χατζηφώτης Παναγιώτης

Επιβλέπον Καθηγητής : Δρ. Σκιττίδης Φιλήμων

Αθήνα, 2016

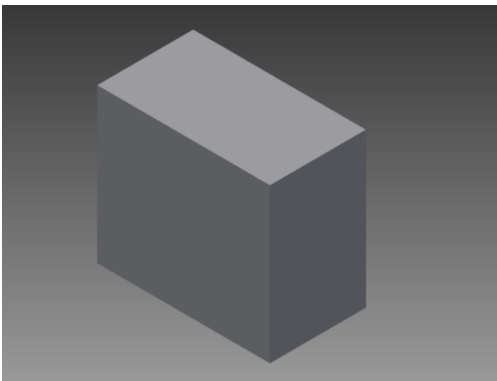
ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το αντικείμενο της πτυχιακής εργασίας αφορά το σχεδιασμό μηχανολογικού υλικού, την δημιουργία του φασεολογίου και την κατασκευή των αντίστοιχων φάσεων με 3D εκτύπωση.

Ο σχεδιασμός έγινε με το σχεδιαστικό πρόγραμμα Inventor της Autodesk, το οποίο είναι ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα CAD (Computer Aided Design) για το σχεδιασμό προϊόντων και τον έλεγχο διαφόρων παραμέτρων ανάλογα με το υλικό που χρησιμοποιείται.

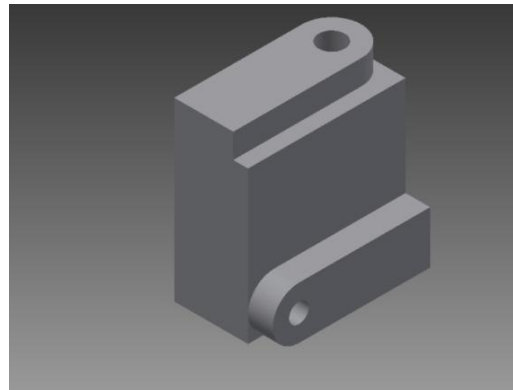
Αρχικά γίνεται ο σχεδιασμός του τελικού προϊόντος και το κατασκευαστικό του σχέδιο. Η δημιουργία του φασεολογιου πραγματοποιείται ύστερα από την εύρεση του ταχύτερου τρόπου κατεργασίας της πρώτης ύλης για την δημιουργία του τελικού κομματιού. Για τον ταχύτερο τρόπο κατεργασίας και για την αποφυγή χρήσης κάποιας ιδιοσυσκευης χρησιμοποιείται η μέθοδος των "αυτιών" ή μέθοδος της γέφυρας. Στη συνέχεια παρουσιάζονται αναλυτικά οι φάσεις κατεργασίας και το τελικό κομμάτι μετά από κάθε φάση, οι αλλαγές δηλαδή της πρώτης ύλης μετά από τις κατεργασίες αφαίρεσης υλικού, έως το τελικό προϊόν.

ΦΑΣΗ-1



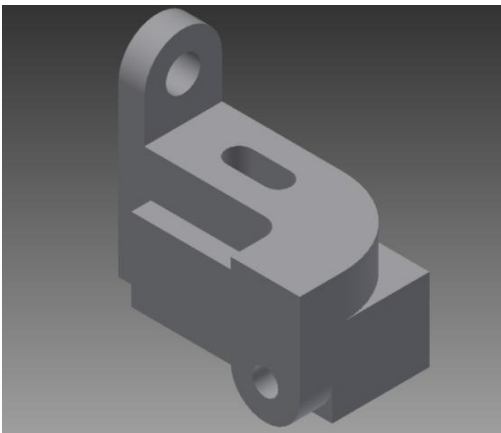
Η πρώτη ύλη πριν από τις κατεργασίες ΦΑΣΗ-1

ΦΑΣΗ-2



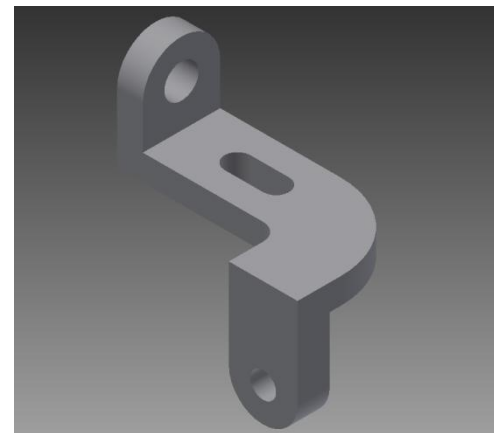
Το δοκίμιο ύστερα από κατεργασίες αφαίρεσης υλικού ΦΑΣΗ-2

ΦΑΣΗ-3

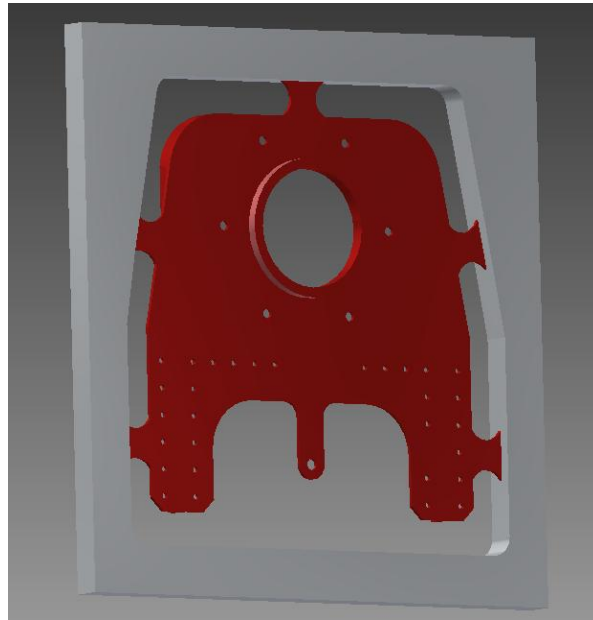


Το δοκίμιο ύστερα από κατεργασίες αφαίρεσης υλικού ΦΑΣΗ-3

ΦΑΣΗ-4

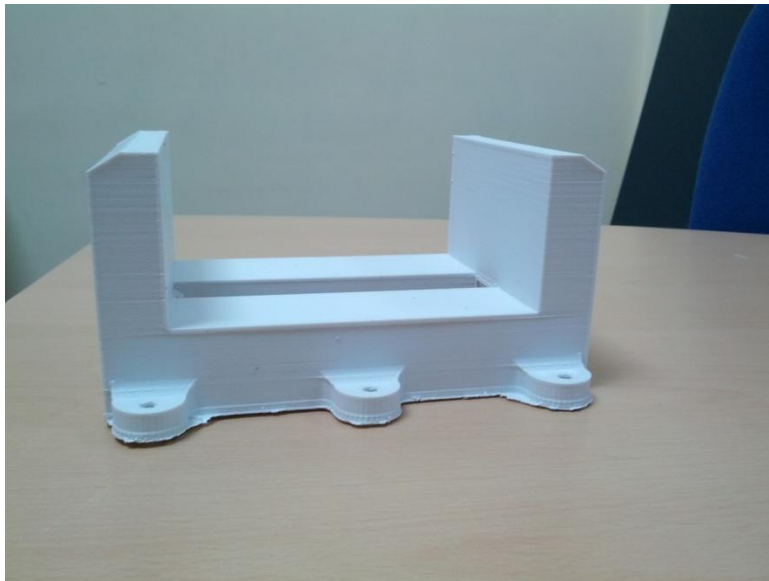


Το τελικό δοκίμιο ύστερα από κατεργασίες αφαίρεσης υλικού ΦΑΣΗ-4



Δοκίμιο ύστερα από κατεργασίες με την μέθοδο της γέφυρας.

Σε κάθε κομμάτι έγινε τρισδιάστατη εκτύπωση της πρώτης ύλης, των φάσεων κατεργασίας και του τελικού προϊόντος, ώστε να υπάρχει μια τελική εικόνα της παραγωγικής διαδικασίας. Η τρισδιάστατη εκτύπωση έγινε με τον 3D εκτυπωτή CubePro Duo και χρησιμοποιήθηκε υλικό ABS χρώματος λευκού.



Εκτυπωμένο δοκίμιο

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την ολοκλήρωση όλων των παραπάνω θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς ευχαριστίες μου στον κ. Φιλήμων Σκιττίδη για την υπομονή, την κατανόηση αλλά και την συνεχή παρακολούθηση της πορείας της πτυχιακής εργασίας, καθώς και για την καθοδήγηση του όλο αυτό το διάστημα.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Σαγιά Βασίλειο για την κατανόηση, την βοήθεια του και τις συμβουλές του κατά την διάρκεια της 3D εκτύπωσης.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	1
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	5
ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΙΚΕΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ.....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	8
ΦΑΣΕΟΛΟΓΙΑ.....	8
Φασεολόγιο Part-1.....	8
Φασεολόγιο Part-2.....	18
Φασεολόγιο Part-3.....	30
Φασεολόγιο Part-4.....	38
Φασεολόγιο Part-5.....	49
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	60
3D ΕΚΤΥΠΩΣΗ.....	60
Τρισδιάστατη Εκτύπωση.....	60
3D Εκτυπώσεις Φάσεων.....	60
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	65

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΙΚΕΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ

Η παραγωγή προϋποθέτει πρώτες ύλες, τεχνολογικό εξοπλισμό και τεχνογνωσία και βασίζεται στις τελικές αλλαγές ιδιοτήτων των υλικών ώστε να καταλήξει στο τελικό προϊόν. Όταν στις διαδικασίες που εφαρμόζονται, αναφέρεται αλλαγή γεωμετρικών και μηχανικών ιδιοτήτων, τότε ονομάζονται κατεργασίες και είναι το αντικείμενο της τεχνολογίας κατεργασιών, που είναι μέρος της μηχανολογίας. Στην περίπτωση που αναφέρονται σε αλλαγές φυσικών και χημικών ιδιοτήτων, τότε ονομάζονται διεργασίες και είναι αντικείμενο μελέτης της χημικής τεχνολογίας.

Στην προσπάθεια να ικανοποιηθεί το πλήθος αναγκών με την αξιοποίηση και εκμετάλλευση του μετάλλου, σε συνδυασμό με την εξέλιξη της τεχνολογίας, το αποτέλεσμα είναι η ανάπτυξη για τον σκοπό αυτό, πολύ μεγάλης ποικιλίας μηχανών. Εργαλειομηχανές ονομάζονται γενικότερα οι μηχανές που χρησιμεύουν σε ευρύτερη έννοια ως εργαλεία για την εφαρμογή των μεθόδων που έχουν επινοηθεί για την κατεργασία προϊόντων, με κατανάλωση ενέργειας που προέρχεται από κινητήριες μηχανές και όχι από τον άνθρωπο.

Η μηχανουργική κατεργασία είναι η λειτουργία μετασχηματισμού που μετατρέπει το προϊόν από μια μορφή σε μια άλλη πιο ολοκληρωμένη, με την κατεργασία μέσω κατάλληλου εξοπλισμού (εργαλειομηχανή και εργαλεία/ιδιοσυσκευές), που αλλάζει το σχήμα του αντικειμένου (κατεργασίες διαμόρφωσης) ή αφαιρεί υλικό για την δημιουργία της επιθυμητής μορφής (κατεργασίες κοπής). Η μηχανουργική κατεργασία και η συναρμολόγηση είναι οι λειτουργίες που δημιουργούν αξία στο υπό παραγωγή αντικείμενο.

Το πλήθος και το είδος των μεθόδων κατεργασίας είναι πού μεγάλο και αντίστοιχα, τα είδη των εργαλειομηχανών που υπάρχουν για το σκοπό αυτό, που μόνο γενικά μπορεί να γίνει μια κατάταξή τους. Οι κατεργασίες διακρίνονται στην πρωτογενή διαμόρφωση (π.χ. χύτευση, κονιομεταλλουργία), στη διαμόρφωση (π.χ. έλαση, διέλαση, κάμψη, κοίλανση), στην αφαίρεση υλικού (π.χ. τόννος, πλάνη, φρέζα), στην σύνδεση (π.χ. ήλωση, συγκόλληση, κοχλίωση), στην επικάλυψη (π.χ. ηλεκτρολυτική επιμετάλλωση) και στη βελτίωση ιδιοτήτων (π.χ. βαφή με φλόγα, εναζώτωση).

Σε πολλές κατεργασίες για την καλύτερη συγκράτηση των αντικειμένων χρησιμοποιούνται ιδιοσκευές. Ιδιοσκευές είναι τα ειδικά, επιπρόσθετα εκείνα προσαρτήματα που χρησιμοποιούνται στις εργαλειομηχανές γενικής χρήσης κατά κύριο λόγο, με σκοπό:

- “1. Τη σύσφιγξη, σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα, και τη συγκράτηση σταθερά, στην προκαθορισμένη θέση κατεργασίας σε σχέση με το κοπτικό εργαλείο
2. Την καθοδηγούμενη μετατόπιση του κοπτικού εργαλείου της εργαλειομηχανής για ακριβή κατεργασία
3. Τη σύσφιγξη και σταθερή συγκράτηση της εργασίας και την καθοδήγηση του κοπτικού εργαλείου και τέλος
4. Τη ταχύτερη δυνατή αποσύσφιγξη και αφαίρεση της εργασίας από την εργαλειομηχανή.

Η χρησιμοποίηση ιδιοσυσκευής στην παραγωγή προκαθορισμένου αριθμού τεμαχίων ενός συγκεκριμένου στοιχείου μηχανής είναι απαραίτητη, όταν η εξοικονόμηση των ημερομισθίων και της

ενέργειας (ηλεκτρική ενέργεια), που προκύπτει από τη χρησιμοποίηση της ιδιοσυσκευής, υπερβαίνει το κόστος κατασκευής της ιδιοσυσκευής.

Συχνά χρησιμοποιούνται ιδιοσυσκευές, ακόμη και σε περιπτώσεις όπου ο αριθμός των κατεργάσιμων τεμαχίων μηχανικής κοπής είναι μικρός. Καθοριστικοί παράγοντες για την χρησιμοποίηση ιδιοσυσκευής σε αυτές τις περιπτώσεις είναι:

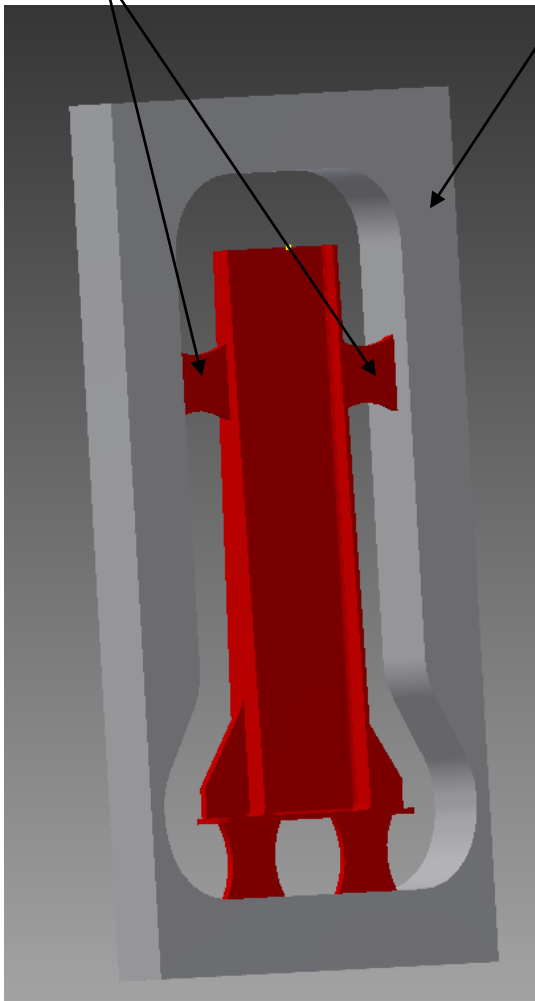
1. Η μείωση του χρόνου κατεργασίας και επομένως η εξοικονόμηση του
2. Η ομοιομορφία στην κατασκευή όλων των τεμαχίων και εξασφάλιση της εναλλακτικότητας των στοιχείων που παράγονται
3. Η μεγάλη ακρίβεια κατεργασίας (μέσα στα προκαθορισμένα πλαίσια ανοχών κατεργασίας), που επιτυγχάνεται με τη χρησιμοποίηση ιδιοσυσκευών).

Η χρησιμοποίηση ιδιοσυσκευών στην ομαδική και στη μαζική παραγωγή μηχανολογικών προϊόντων προσφέρει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

1. Αποφυγή της εργασίας χάραξης των τεμαχίων που είναι απαραίτητη στην παραγωγή κατά μονάδα χωρίς χρήση ιδιοσυσκευών και επομένως εξοικονόμηση πολύτιμου χρόνου
2. Άμεση και ασφαλής σύσφιξη και συγκράτηση της εργασίας και ταχύτερη αποσύσφιξη και αφαίρεση της εργασίας από την ιδιοσυσκευή
3. Εξοικονόμηση χρόνου, γιατί με τη χρησιμοποίηση ιδιοσυσκευών επιτυγχάνεται σημαντική ελάττωση του χρόνου κατεργασίας ανά τεμάχιο ενός ορισμένου στοιχείου
4. Σταθερή ποιότητα και ακρίβεια κατεργασίας σε όλα τα κατεργάσιμα τεμάχια μηχανικής κοπής με τη βοήθεια ιδιοσυσκευής. Και αυτό χωρίς να χρησιμοποιείται εξειδικευμένο προσωπικό για την εκτέλεση των εργασιών αυτών
5. Εξοικονόμηση χρημάτων από ημερομίσθια, γιατί οι απολαβές του ανειδίκευτου προσωπικού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή είναι χαμηλότερες από εκείνες του εξειδικευμένου προσωπικού
6. Καλύτερη αξιοποίηση των εργαλειομηχανών που αποτελούν σοβαρές παραγωγικές επενδύσεις
7. Με τη χρησιμοποίηση των ιδιοσυσκευών εξασφαλίζεται η εναλλακτικότητα των στοιχείων που παράγονται
8. Για το χειρισμό των ιδιοσυσκευών απαιτείται ελάχιστη συνήθως χειρωνακτική συμμετοχή στην εργασία από τους τεχνίτες
9. Οι ιδιοσυσκευές συντελούν στον περιορισμό, στο ελάχιστο δυνατό, των πολλαπλών κινδύνων ατυχημάτων ” (edume.myds.me)

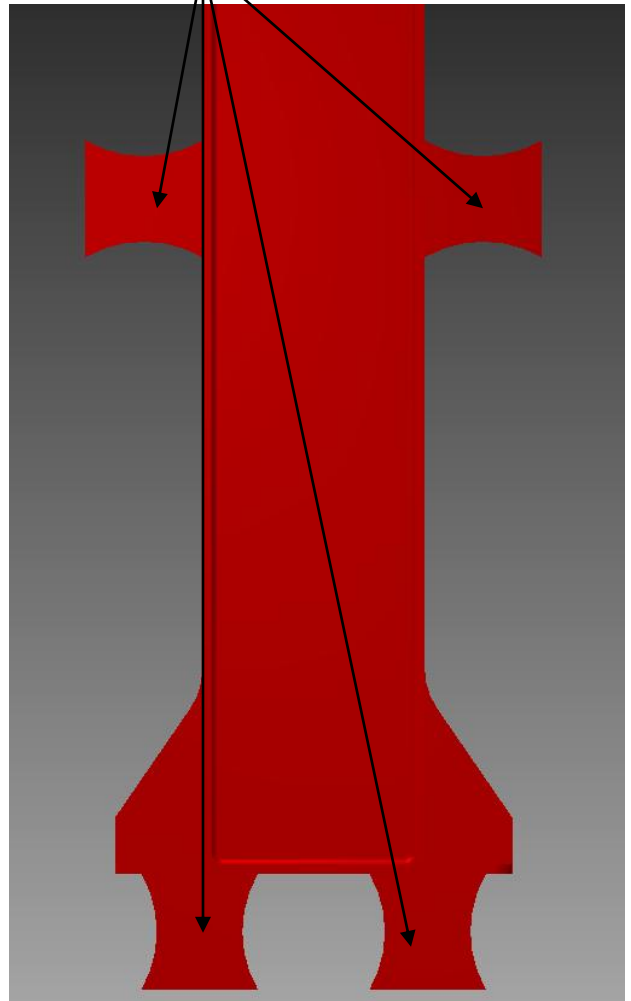
Πολλές φορές βέβαια όταν δεν υπάρχουν οι ιδιοσυσκευές ή δεν κρίνεται απαραίτητη η κατασκευή τους λόγω του μικρού αριθμού των αντικειμένων που παράγονται, γίνεται η κατεργασία χωρίς την χρήση ιδιοσυσκευών για την καλύτερη συγκράτηση των αντικειμένων. Ένας από αυτούς τους τρόπους είναι η μέθοδος των “ αυτιών ” ή μέθοδος της γέφυρας. Με αυτή τη μέθοδο κατά την κατεργασία των φάσεων στις εργαλειομηχανές δεν επιτυγχάνεται το τελικό αποτέλεσμα αλλά έτσι είναι ασφαλής και σταθερή η συγκράτηση του αντικείμενου και επιτυγχάνεται η διαμόρφωση του. Στην μέθοδο της γέφυρας φαίνεται το πόσο σημαντικός είναι ο προγραμματισμός των φάσεων αφού το τελικό αποτέλεσμα επιτυγχάνεται μετά από υπολογισμούς όλων των παραμέτρων (π.χ. μέγεθος κοπτικού, τελικές διαστάσεις κτλ.). Κατά τον σχεδιασμό του αντικείμενου από την αρχική στην τελική του μορφή, σχεδιάζονται και τα “ αυτιά ” στο αντικείμενο, για την μέθοδο της γέφυρας, καθώς αποτελούν μέρος των φάσεων. Έτσι ο χρόνος κατεργασίας στις εργαλειομηχανές μειώνεται σημαντικά αφού δεν χρειάζεται η πρόσδεση των ιδιοσυσκευών αλλά και του αντικείμενου πάνω σε αυτές, αλλά και ο χρόνος απελευθέρωσης εξίσου. Παρακάτω, στα φασεολόγια των αντικειμένων (part4 και part 5), είναι εμφανή όλα τα παραπάνω αλλά και η μέθοδος συγκράτησης για την περίπτωση αυτή.

“Αυτιά” δοκμίου (μέθοδος της γέφυρας) Πρώτη υλη



Κατεργασμένο δοκίμιο με την μέθοδο της γέφυρας μετά την ολοκλήρωση της κατεργασίας, στην εργαλειομηχανή

“Αυτιά” δοκμίου (μέθοδος της γέφυρας)



Κατεργασμένο δοκίμιο με την μέθοδο της γέφυρας μετά από την κοπή του από την πρώτη υλη

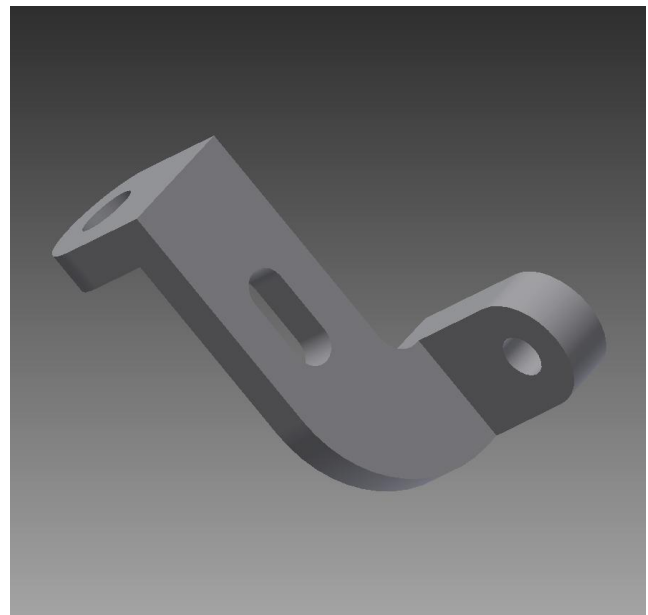
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΦΑΣΕΟΛΟΓΙΑ

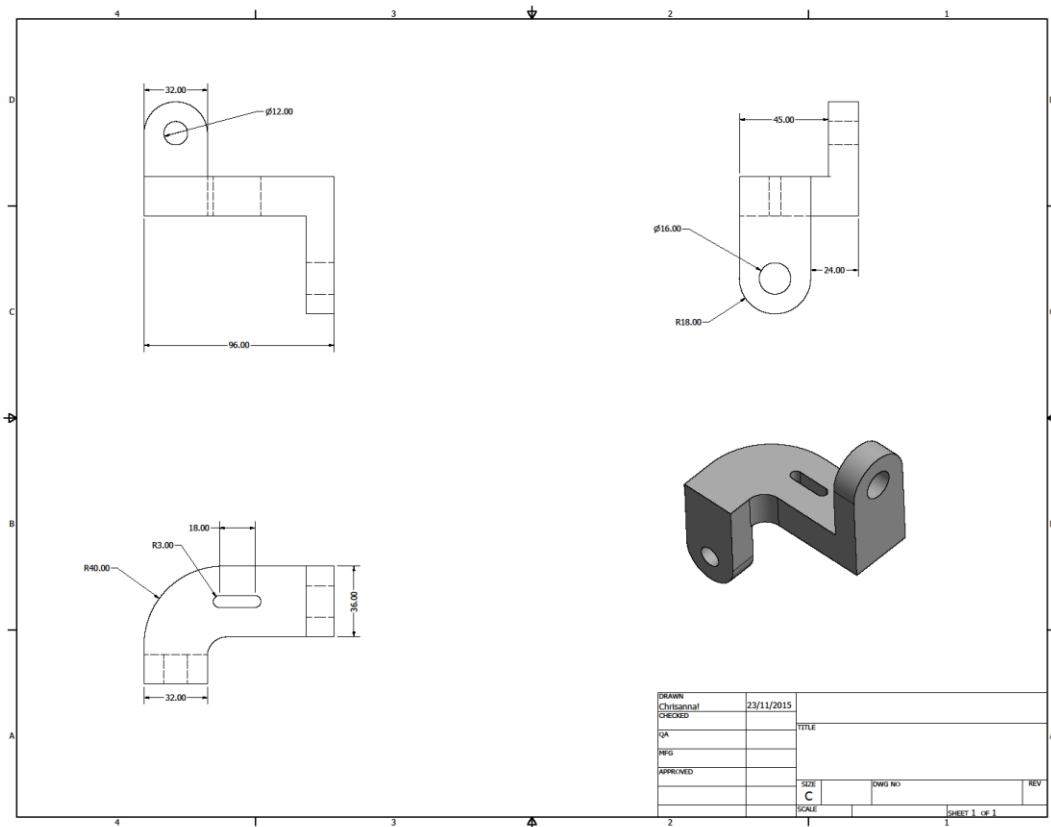
Σχεδιασμός Εργασιών Κατεργασίας Δοκιμίου Part-1 (Φασεολόγιο - Process Planning)

Όνομα δοκιμίου:	Part-4
Τύπος υλικού:	AL 2024-T3
Διαστάσεις πρώτης ύλης:	115mm X 105mm X 70mm
Βάρος υλικού πριν από την κατεργασία:	2.30Kgs
Βάρος υλικού μετά από την κατεργασία:	0.43 Kgs
Αριθμός φάσεων κατεργασίας:	5
Εργαλειομηχανή:	Οποιοδήποτε τριαξονικό CNC κέντρο κατεργασίας
Απαιτούμενα εργαλεία συγκράτησης:	1 CNC μέγγενη με κοινά μάγουλα (με πατούρα) 1 μπλοκ ανύψωσης της μέγγενης (προαιρετικά) 4 σφιγκτήρες (φουρκέτες) 4 Βίδες Allen 1 Τάκος 70x34x29 (Όλες οι πλευρές θα είναι κατεργασμένες με ανοχές $\pm 0,5$).Ο τάκος θα χρησιμοποιηθεί μόνο φάση -5

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



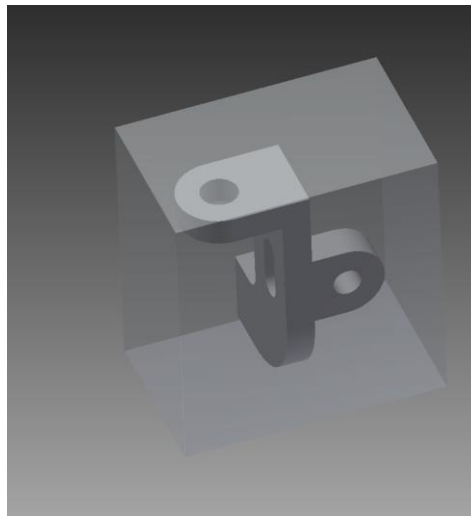
3D σχέδιο δοκιμίου



Κατασκευαστικό σχέδιο δοκιμίου (σχέδιο 1)

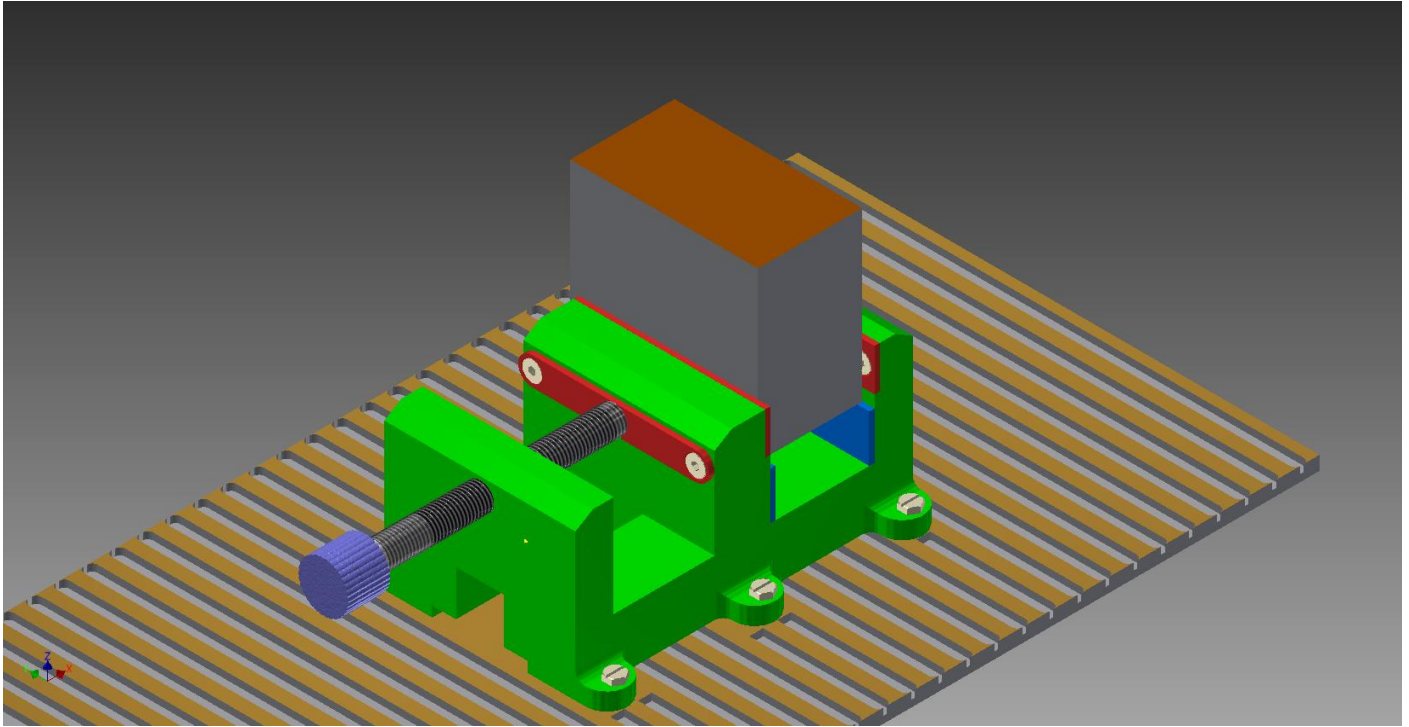
ΦΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ-1 - Περιγραφή:

- 1) Σε συμβατική φρέζα να γίνει κατεργασία όλων των πλευρών της πρώτης ύλης του δοκιμίου
- 2) Διαστάσεις πρώτης ύλης πριν από την κατεργασία: 115mm X 105mm X 70mm
- 3) Διαστάσεις πρώτης ύλης μετά από την κατεργασία: 108mm X 96mm X 60mm
- 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)

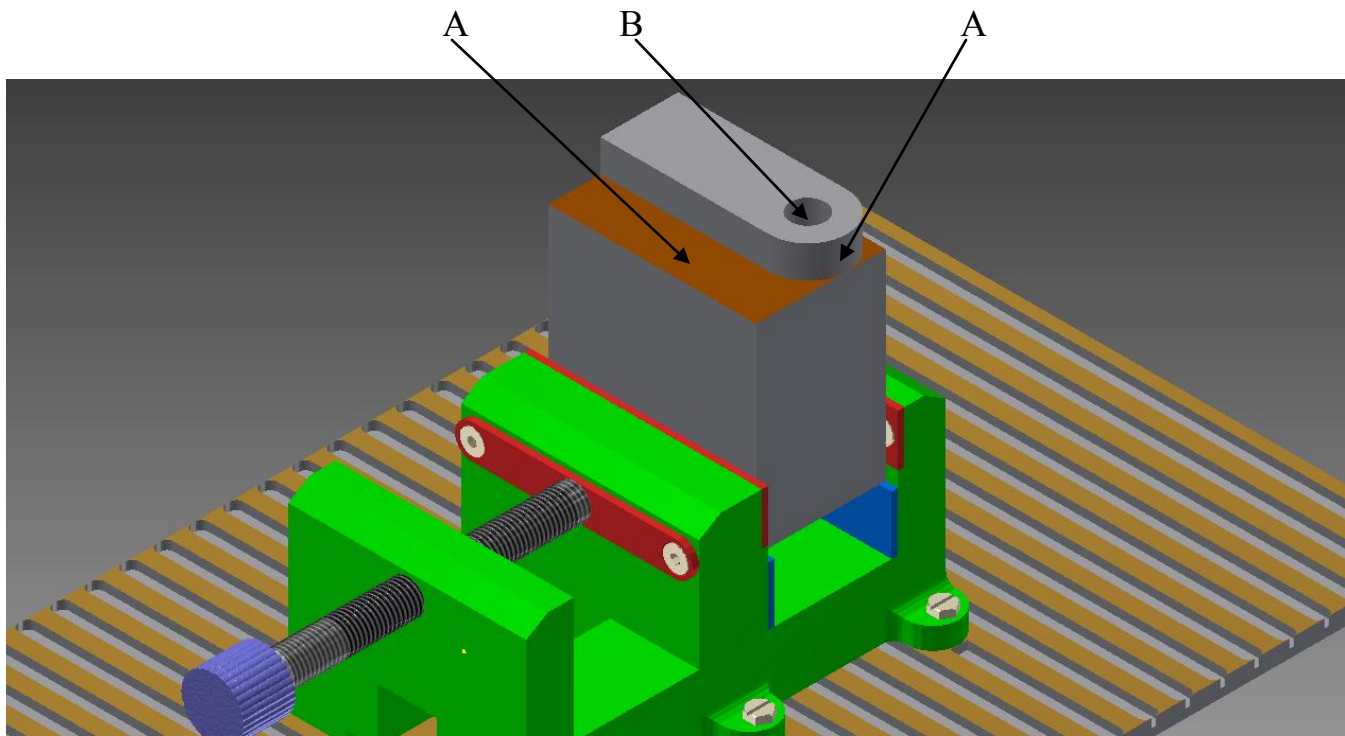
ΦΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ-2



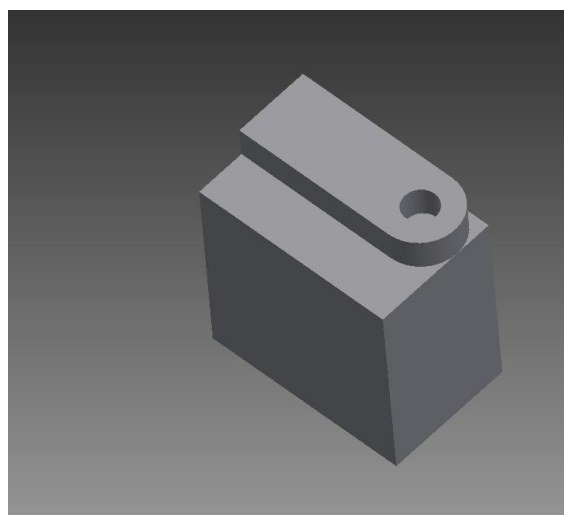
Το υλικό επάνω στη μέγγενη πριν από την έναρξη της κατεργασίας (σχέδιο 3)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΑΣΗΣ:

- 1) Κατεργασία στην περιφέρεια με το ράδιο R18 σε βάθος 15mm (A)
- 2) Κατεργασία οπής $\Phi 16$ σε βάθος 15mm (B)

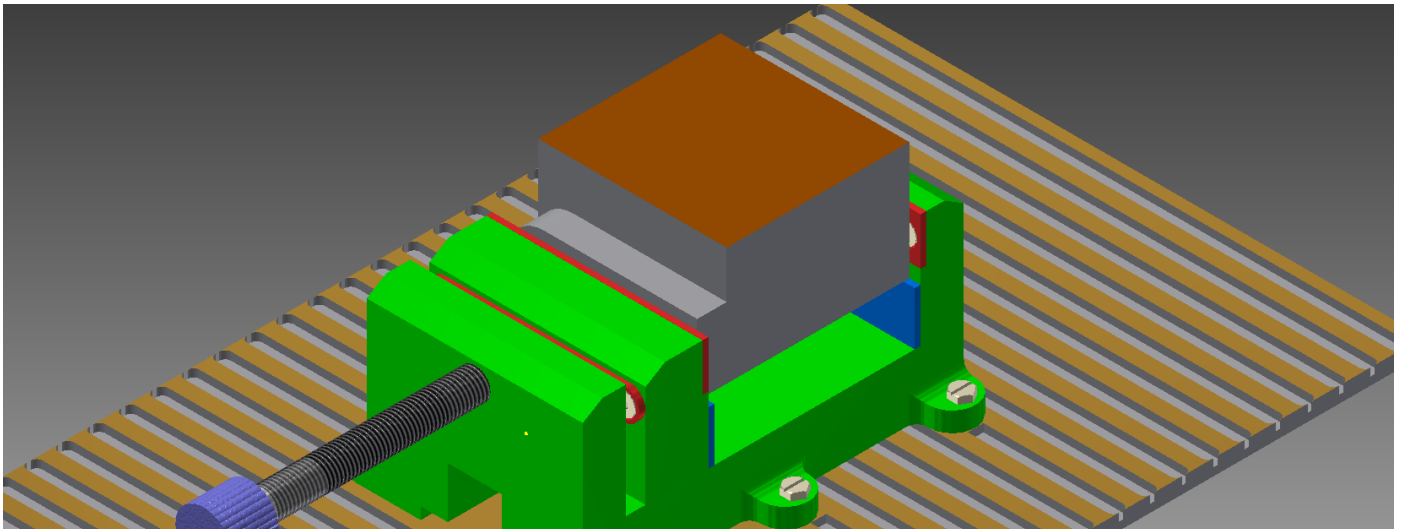


Το υλικό επάνω στη μέγγνη μετά από την ολοκλήρωση της κατεργασίας στη ΦΑΣΗ-2 (σχέδιο 4)



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

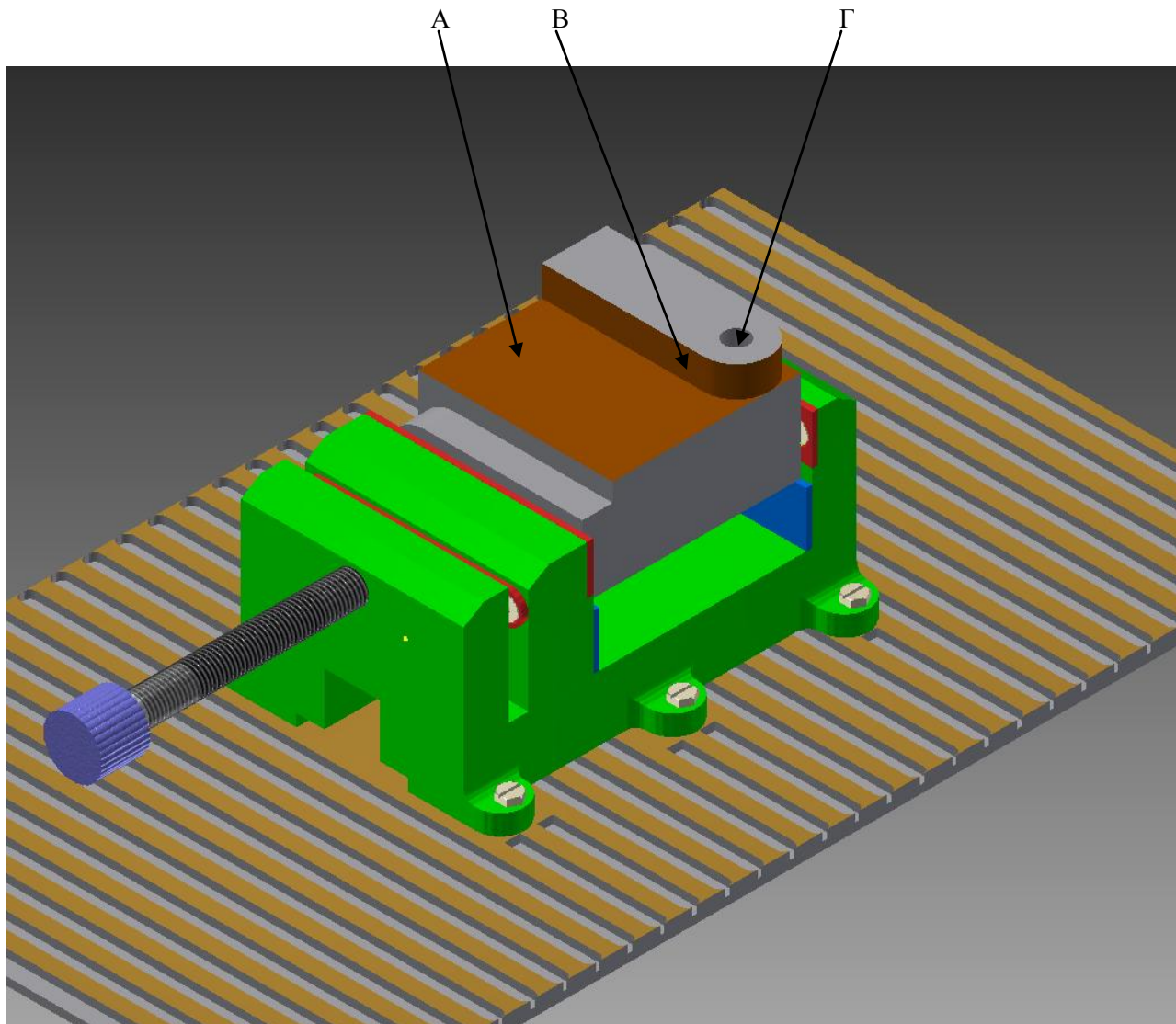
ΦΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ-3



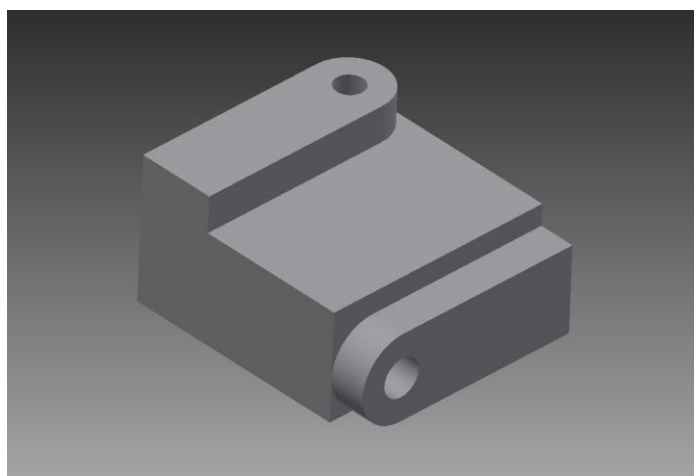
Το υλικό επάνω στη μέγγενη πριν από την έναρξη της κατεργασίας (σχέδιο 6)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΑΣΗΣ:

- 1) Κατεργασία στην επιφάνεια (Α)
- 2) Κατεργασία στην περιφέρεια για την διαμόρφωση του ραδίου R18 σε βάθος 15mm (Β)
- 3) Κατεργασία οπής $\Phi 12$ σε βάθος 15mm (Γ)

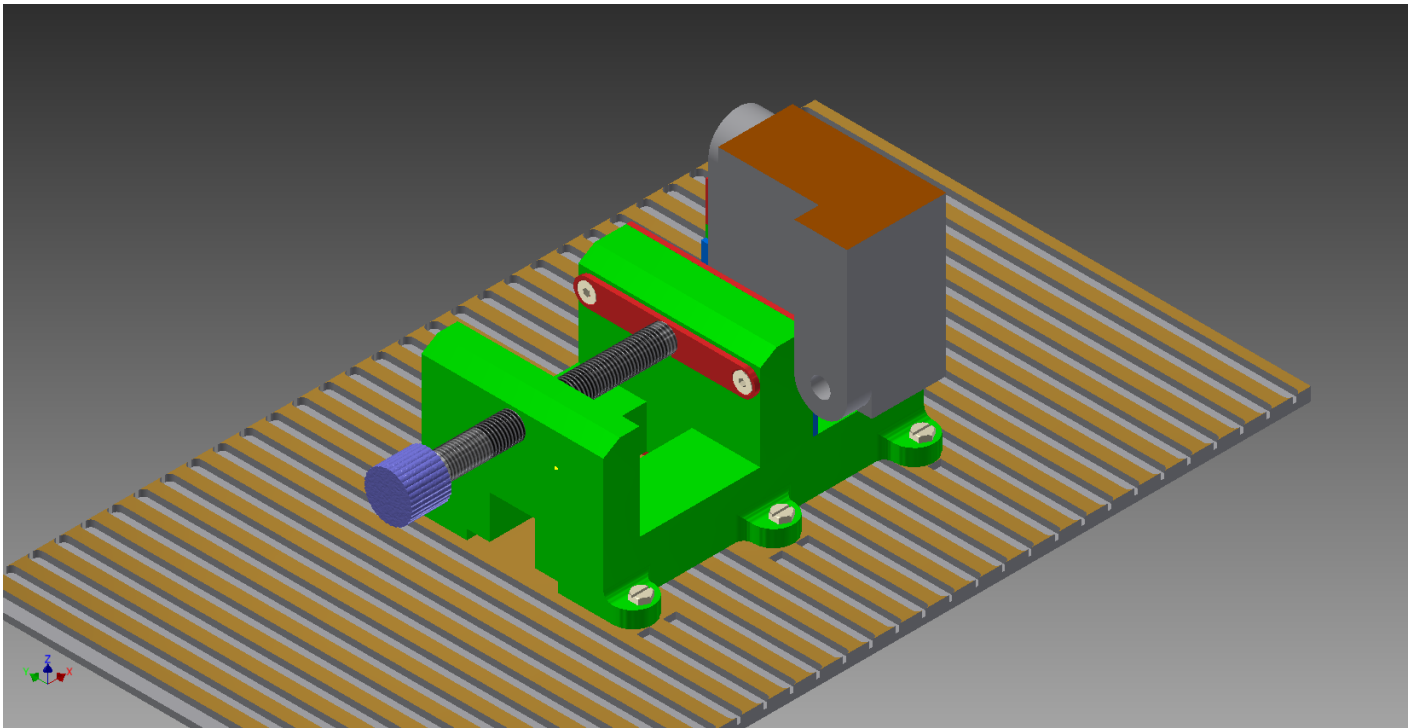


Το υλικό επάνω στη μέγγενη μετά από την ολοκλήρωση της κατεργασίας στη ΦΑΣΗ-3 (σχέδιο 7)

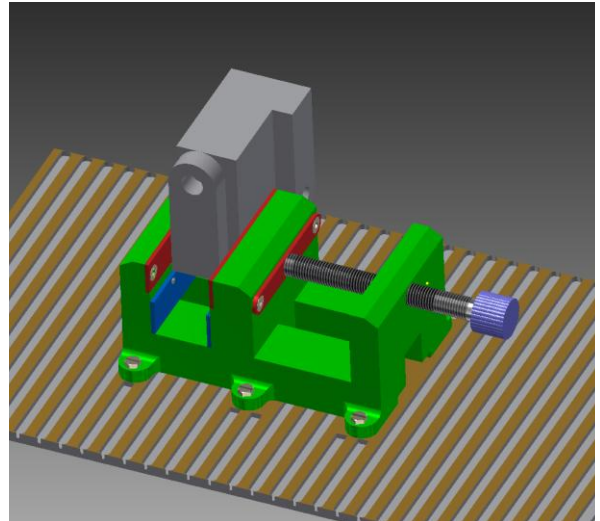


Το υλικό εκτός μέγγενης μετά από την ολοκλήρωση της κατεργασίας στη ΦΑΣΗ-3 (σχέδιο 8)

ΦΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ-4



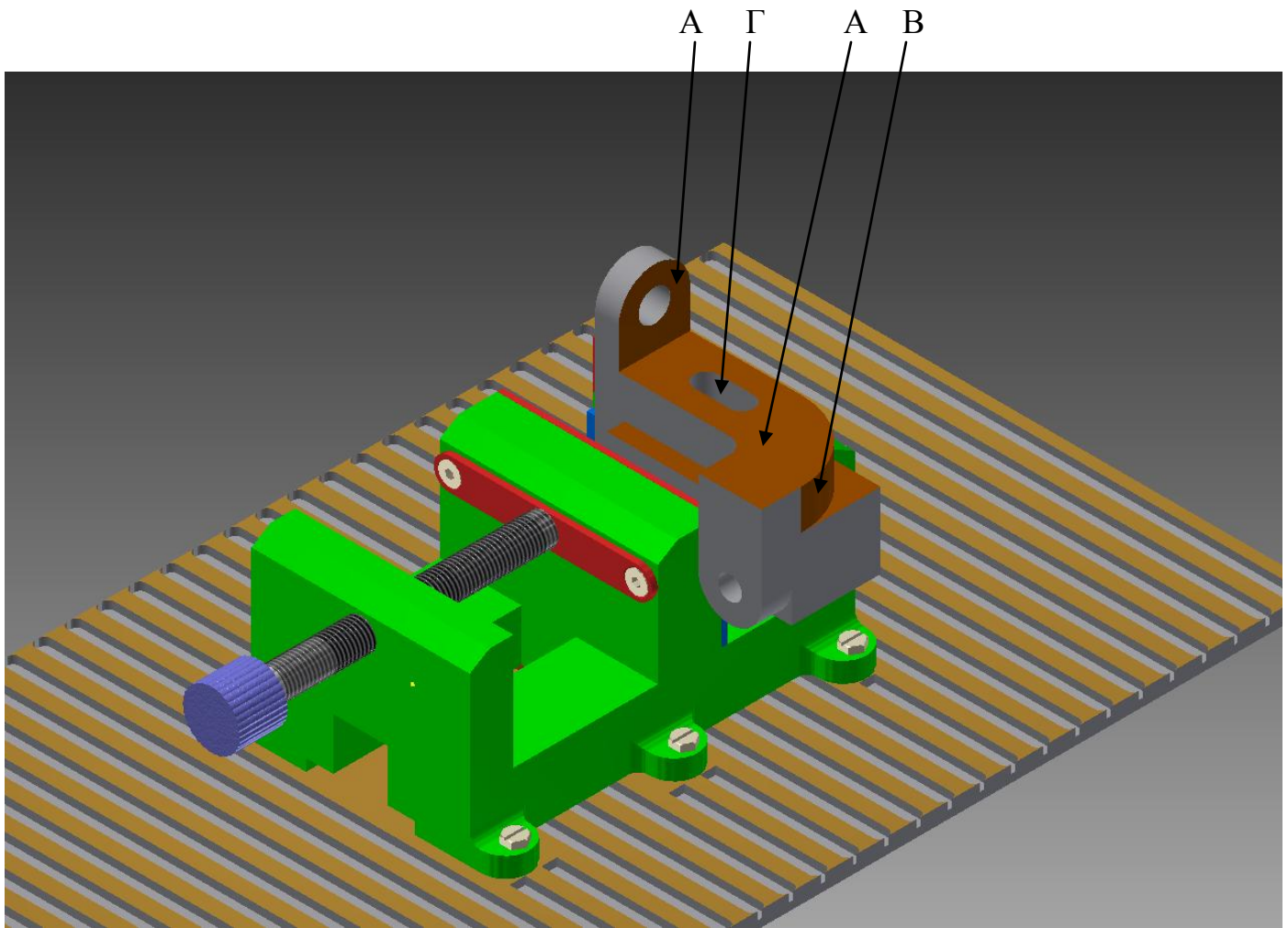
Το υλικό επάνω στη μέγγενη πριν από την έναρξη της κατεργασίας (σχέδιο 9)



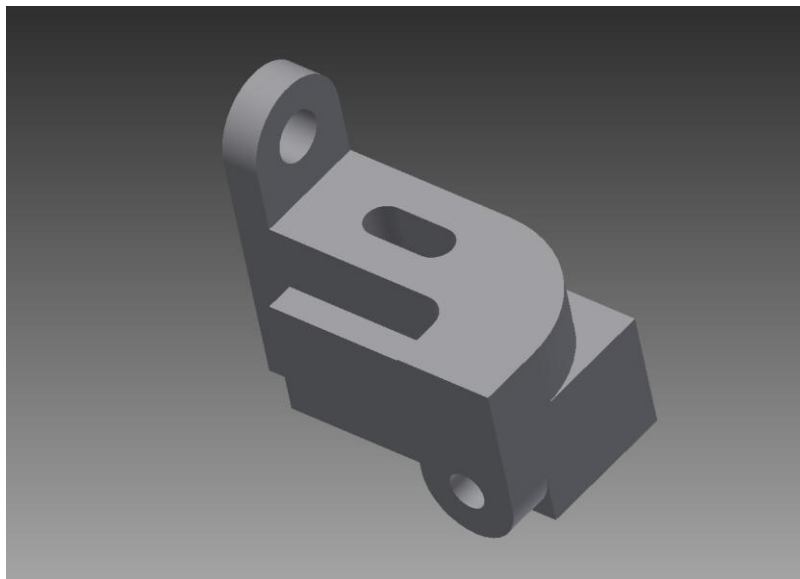
Αριστερή πλευρά της μέγγενης (σχέδιο10)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΑΣΗΣ:

- 1) Κατεργασία περιοχής (Α)
- 2) Κατεργασία περιφέρειας για την διαμόρφωση του ραδίου R40 σε βάθος 20mm (Β)
- 3) Κατεργασία του αύλακα 30x12 σε βάθος 20mm(Γ)

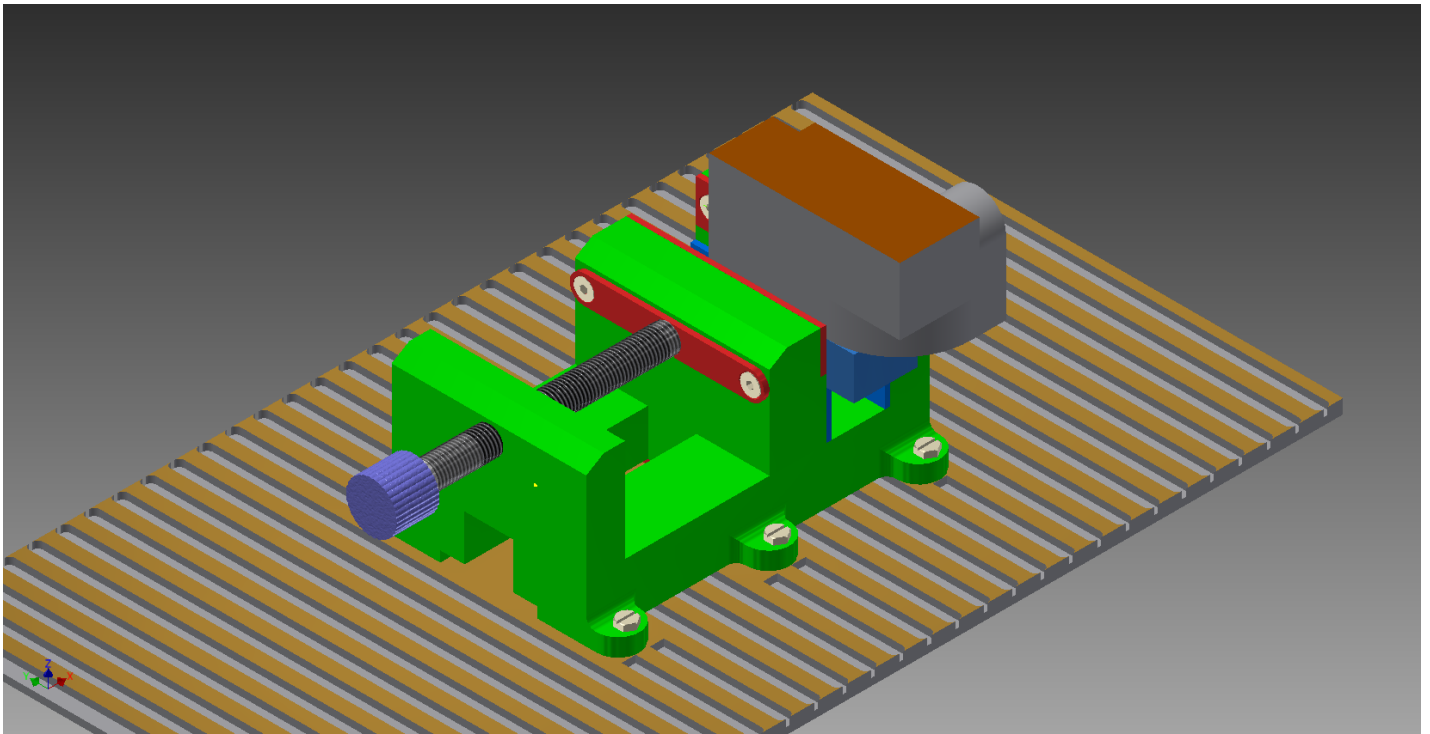


Το υλικό επάνω στη μέγγενη μετά από την ολοκλήρωση της καταργασίας στη ΦΑΣΗ-4 (σχέδιο 11)



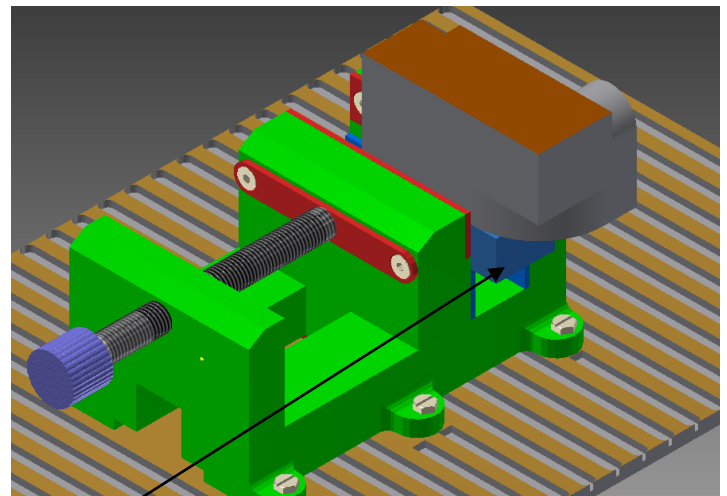
Το υλικό εκτός μέγγενης μετά από την ολοκλήρωση της καταργασίας στη ΦΑΣΗ-4 (Ολοκληρωμένο δοκίμιο) (σχέδιο 12)

ΦΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ-5



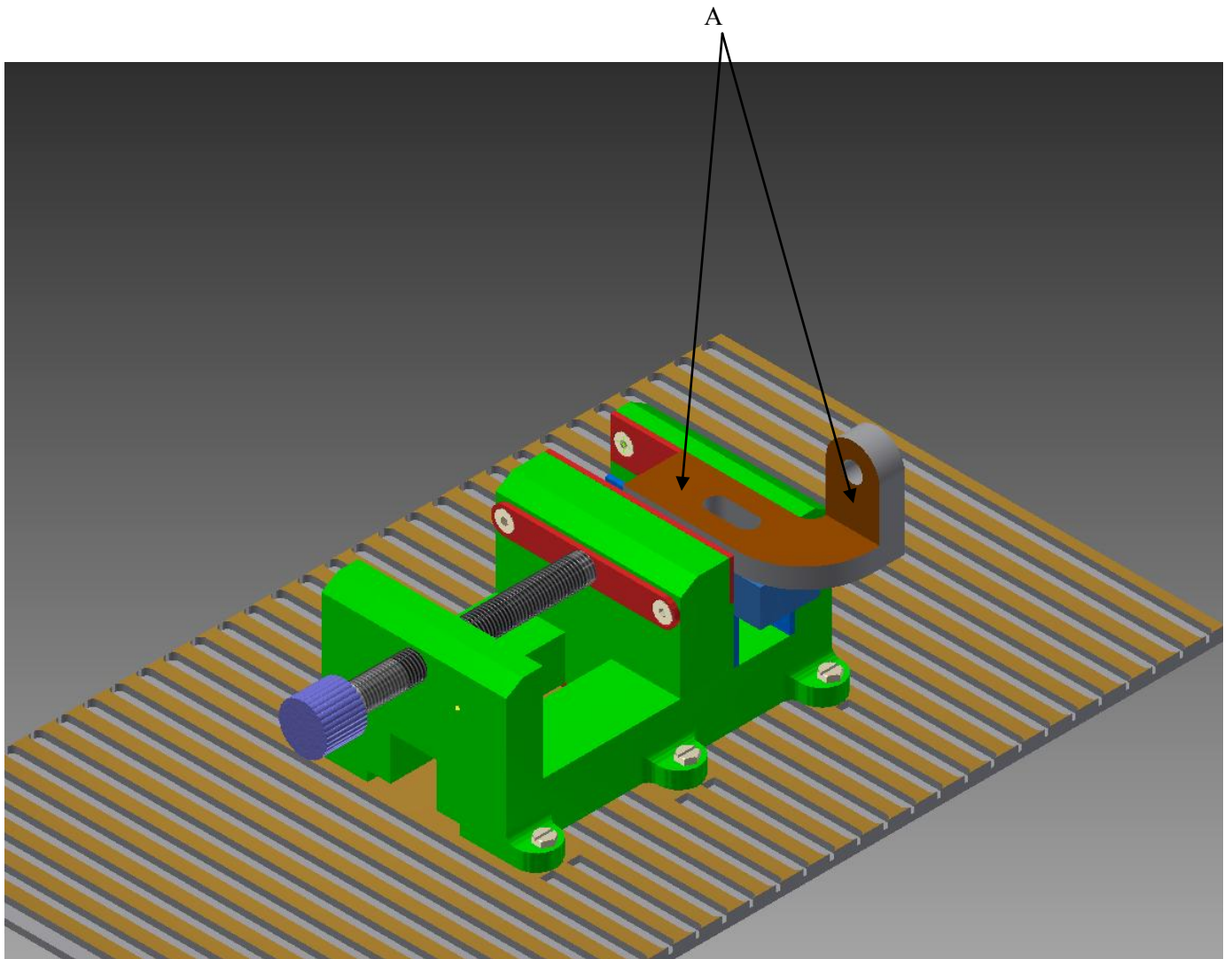
Το υλικό επάνω στη μέγγενη πριν από την έναρξη της κατεργασίας (σχέδιο 13)

Στην Φαση-5 θα χρησιμοποιήσουμε έναν τάκο διαστάσεων 70x36x22 για να στηρίξουμε το υλικό στο κάτω μέρος του.

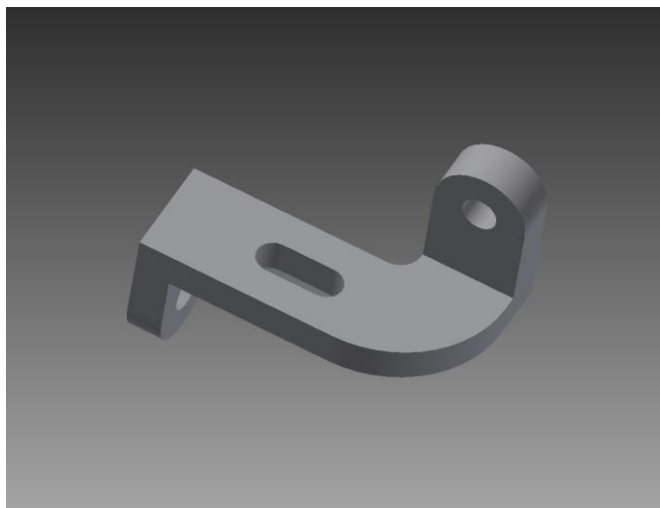


(Σχέδιο 14)

Τάκος



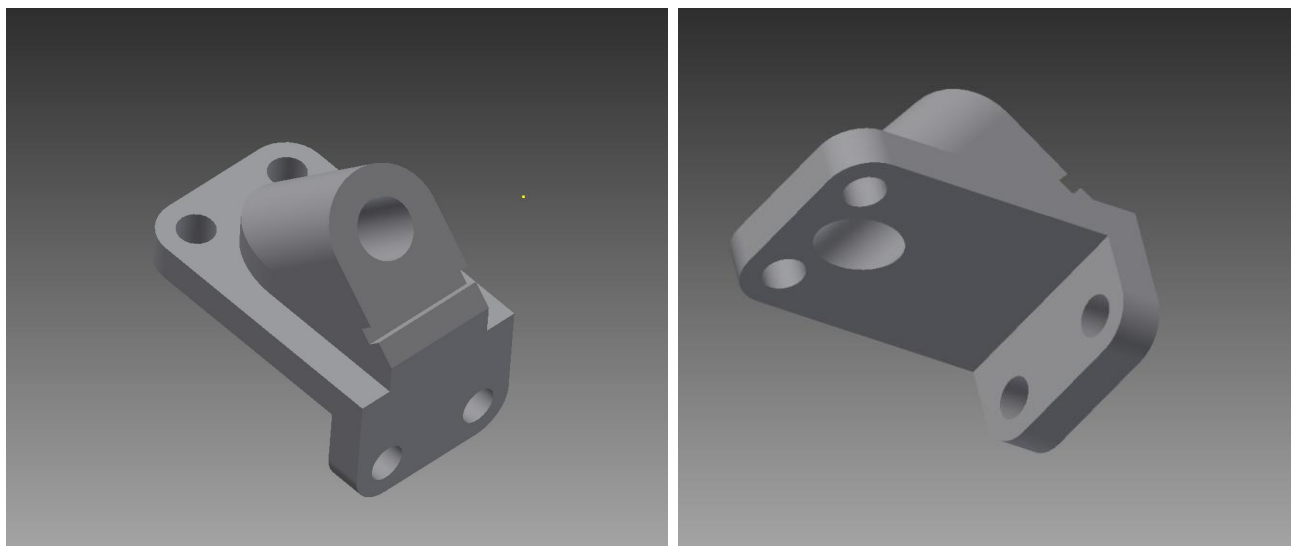
Το υλικό επάνω στη μέγγενη μετά από την ολοκλήρωση της κατεργασίας ΦΑΣΗ-5 (σχέδιο 15)



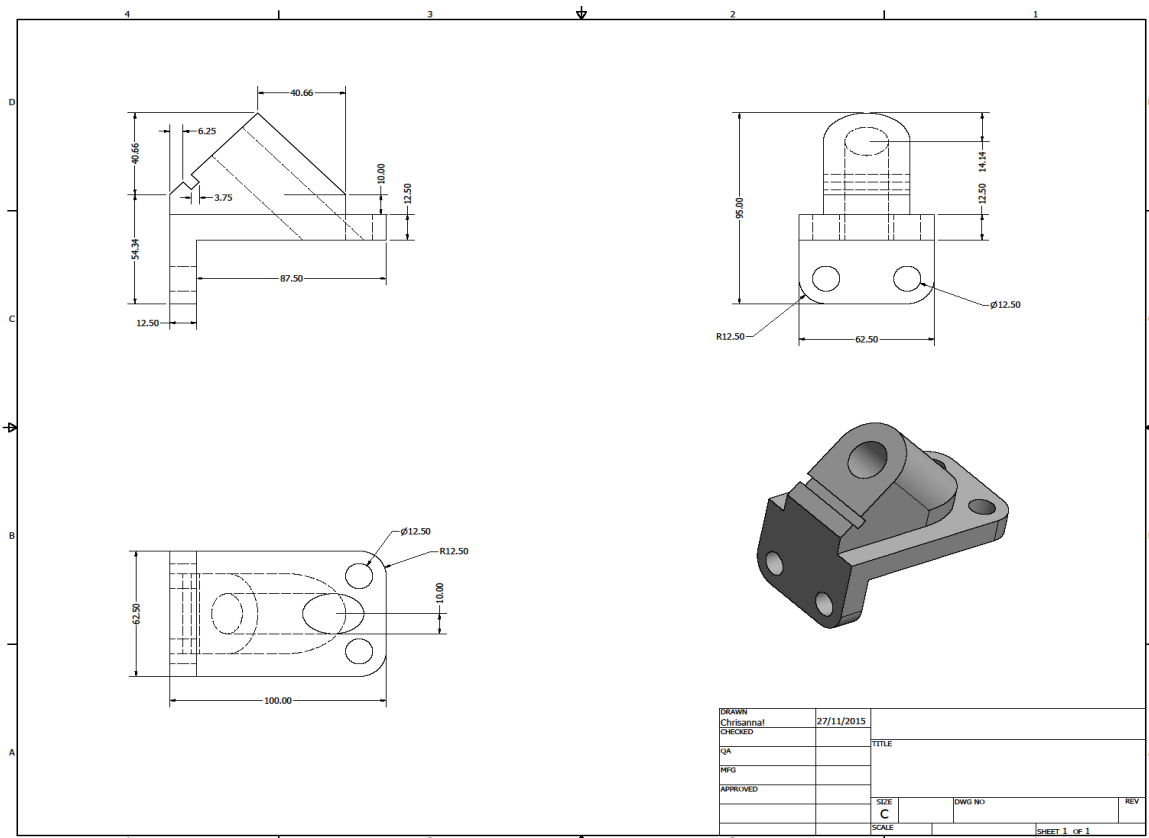
Το υλικό εκτός μέγγενης μετά από την κατεργασία ΦΑΣΗ-5 (σχέδιο 16)

Σχεδιασμός Εργασιών Κατεργασίας Δοκιμίου Part-2 (Φασεολόγιο - Process Planning)

Όνομα δοκιμίου:	Part-5
Τύπος υλικού:	AL 2024-T3
Διαστάσεις πρώτης ύλης:	115mm X 105mm X 70mm
Βάρος υλικού πριν από την κατεργασία:	2.44 Kgs
Βάρος υλικού μετά από την κατεργασία:	0.44 Kgs
Αριθμός φάσεων κατεργασίας:	5
Εργαλειομηχανή:	Οποιοδήποτε τριαξονικό CNC κέντρο κατεργασίας
Απαιτούμενα εργαλεία συγκράτησης:	1 CNC μέγγενη με κοινά μάγουλα (με πατούρα) 1 μπλοκ ανύψωσης της μέγγеныς (προαιρετικά) 4 σφιγκτήρες (φουρκέτες) για σύσφιξη της μέγγеныς στο τραπέζι 4 Βίδες Allen 1 Εργαλείο συγκράτησης (fixture) για την φάση 5 2 πειρόβιδες για κεντράρισμα και σύσφιξη του υλικού 2 Βίδες M10 Αλλεν για σύσφιξη του υλικού επάνω στο εργαλείο
Οδηγός χρωμάτων:	Γκρι = Υλικό μετά από την κατεργασία της ΦΑΣΗΣ-1 σε συμβατική φρέζα Γκρι = Κατεργασμένες επιφάνειες από προηγούμενες φάσεις Πορτοκαλί = Επιφάνειες προς κατεργασία και κατά τη διάρκεια μιας κατεργασίας



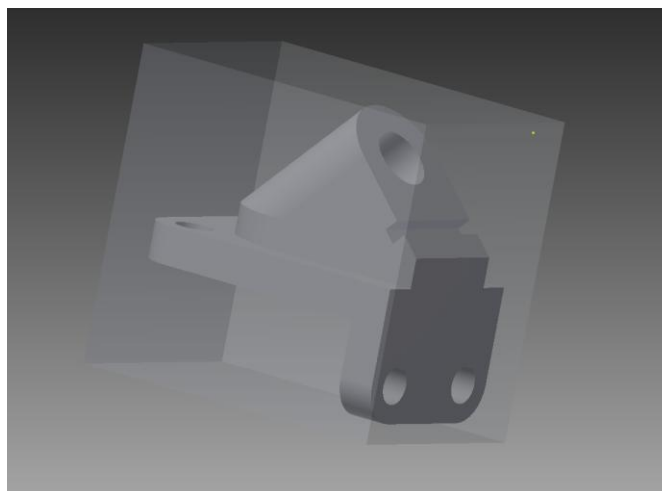
3D σχέδιο δοκιμίου



Κατασκευαστικό σχέδιο δοκιμίου (σχέδιο 1)

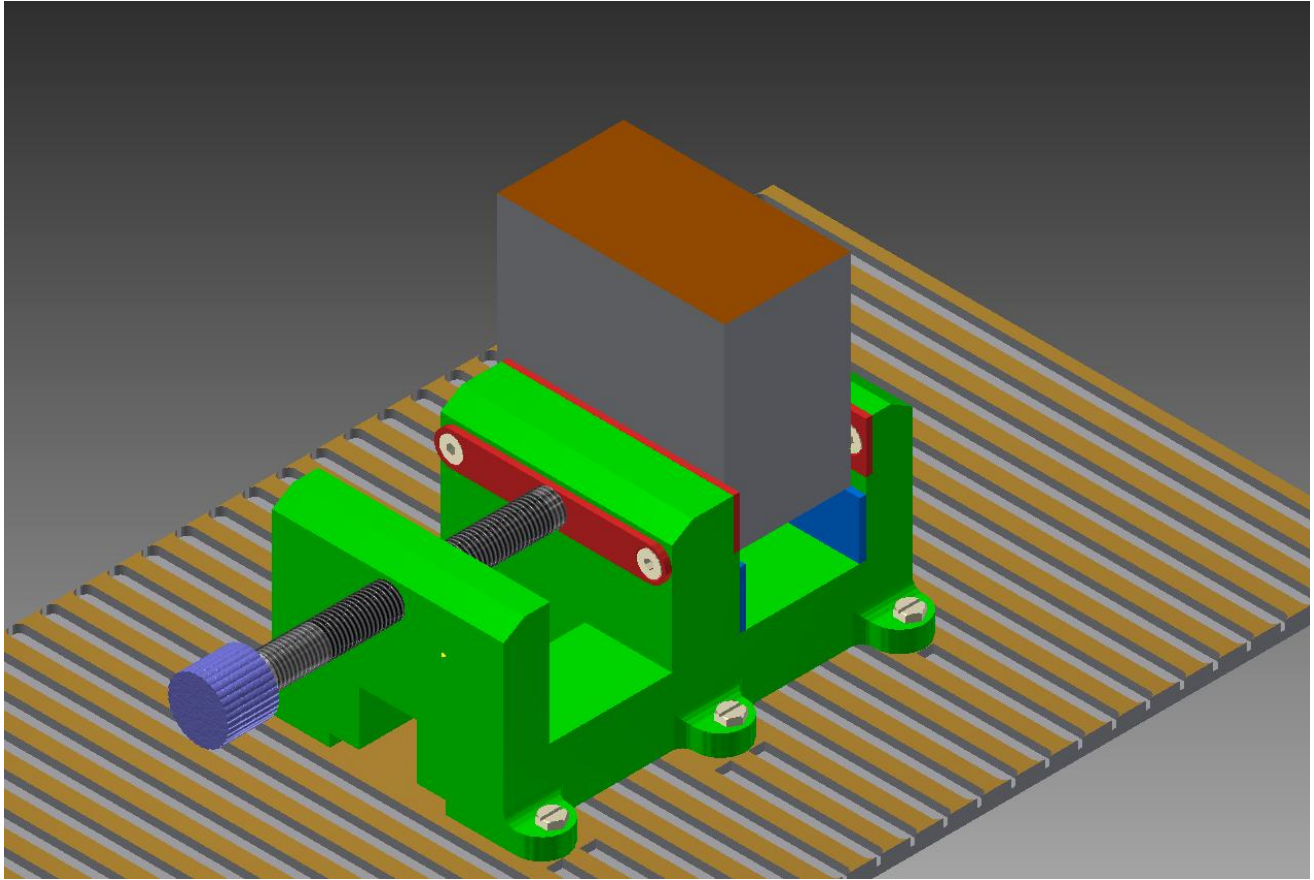
ΦΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ-1 - Περιγραφή:

- 1) Σε συμβατική φρέζα να γίνει κατεργασία όλων των πλευρών της πρώτης ύλης του δοκιμίου
- 2) Διαστάσεις πρώτης ύλης πριν από την κατεργασία: 110mm X 105mm X 70mm
- 3) Διαστάσεις πρώτης ύλης μετά από την κατεργασία: 100mm X 95.66mm X 62.5mm
- 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)

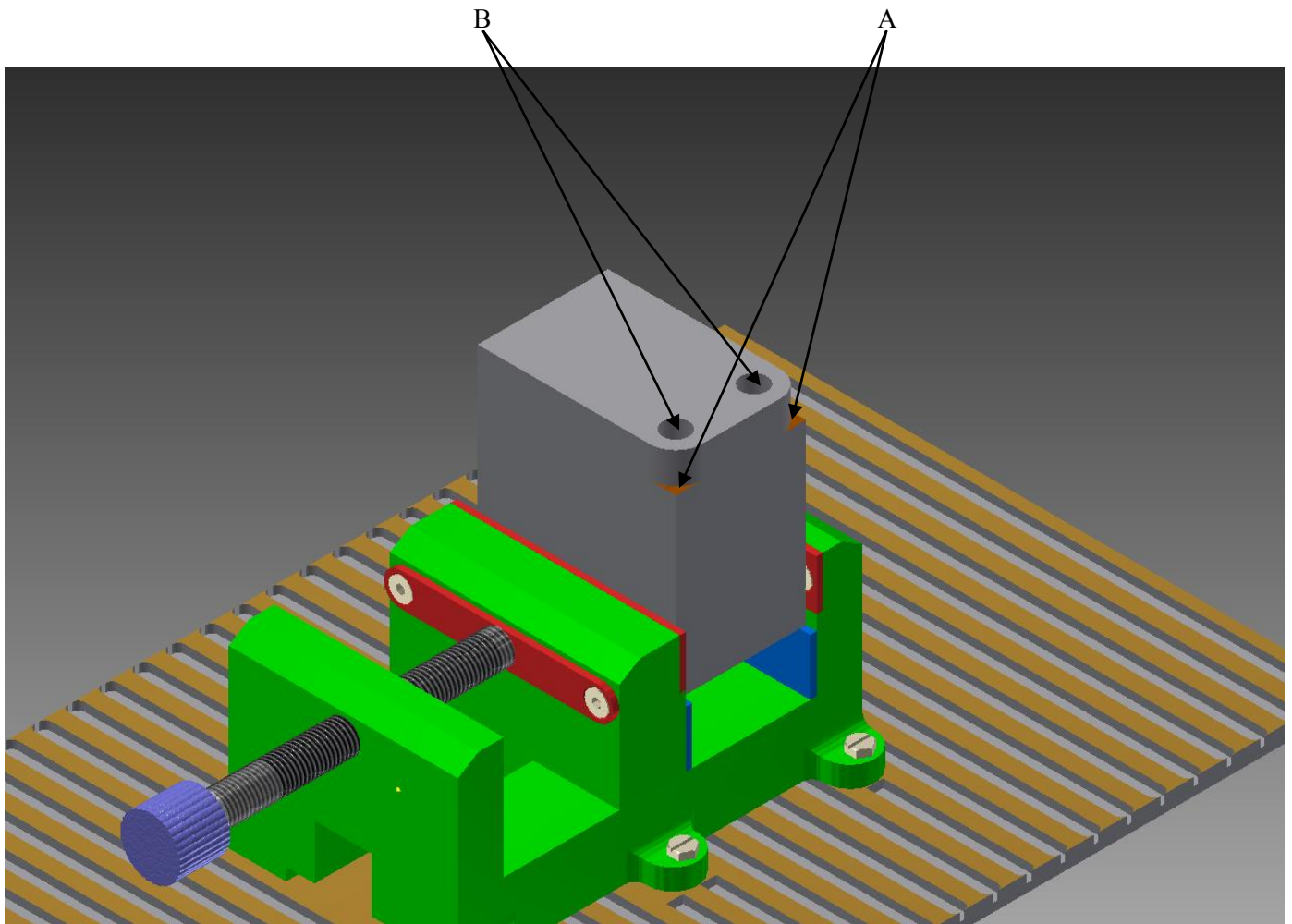
ΦΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ-2



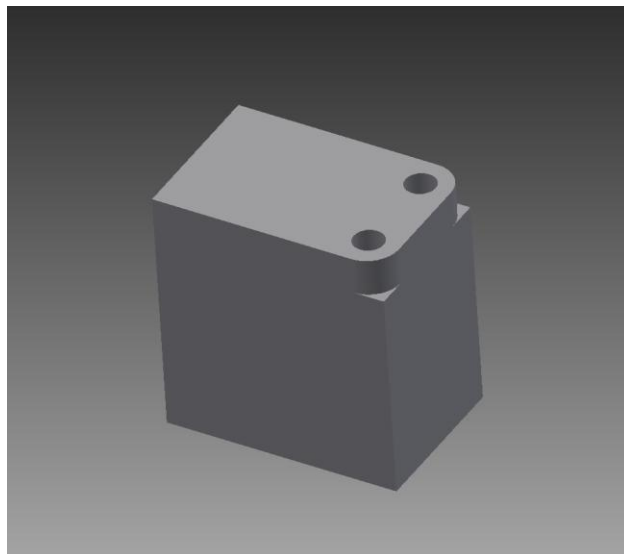
Το υλικό επάνω στη μέγγενη πριν από την έναρξη της κατεργασίας (σχέδιο 3)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΑΣΗΣ:

- 1) Κατεργασία στην περιφέρεια με τα δυο ράδια R12.5 σε βάθος 15mm (A)
- 2) Κατεργασία 2 οπών $\Phi 12.5$ σε βάθος 15mm (B)

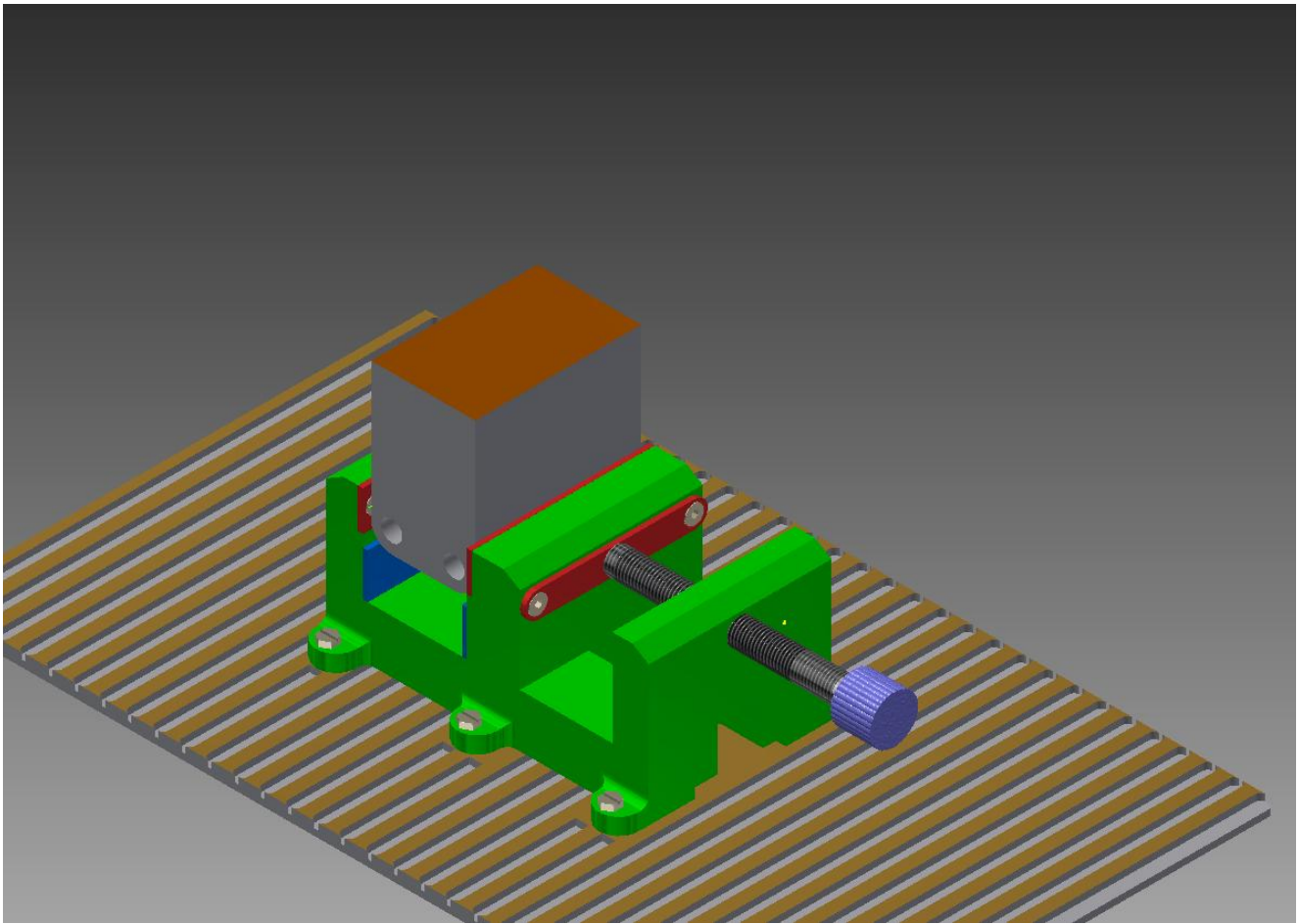


Το υλικό επάνω στη μέγγενη μετά από την ολοκλήρωση της κατεργασίας στη ΦΑΣΗ-2 (σχέδιο 4)



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

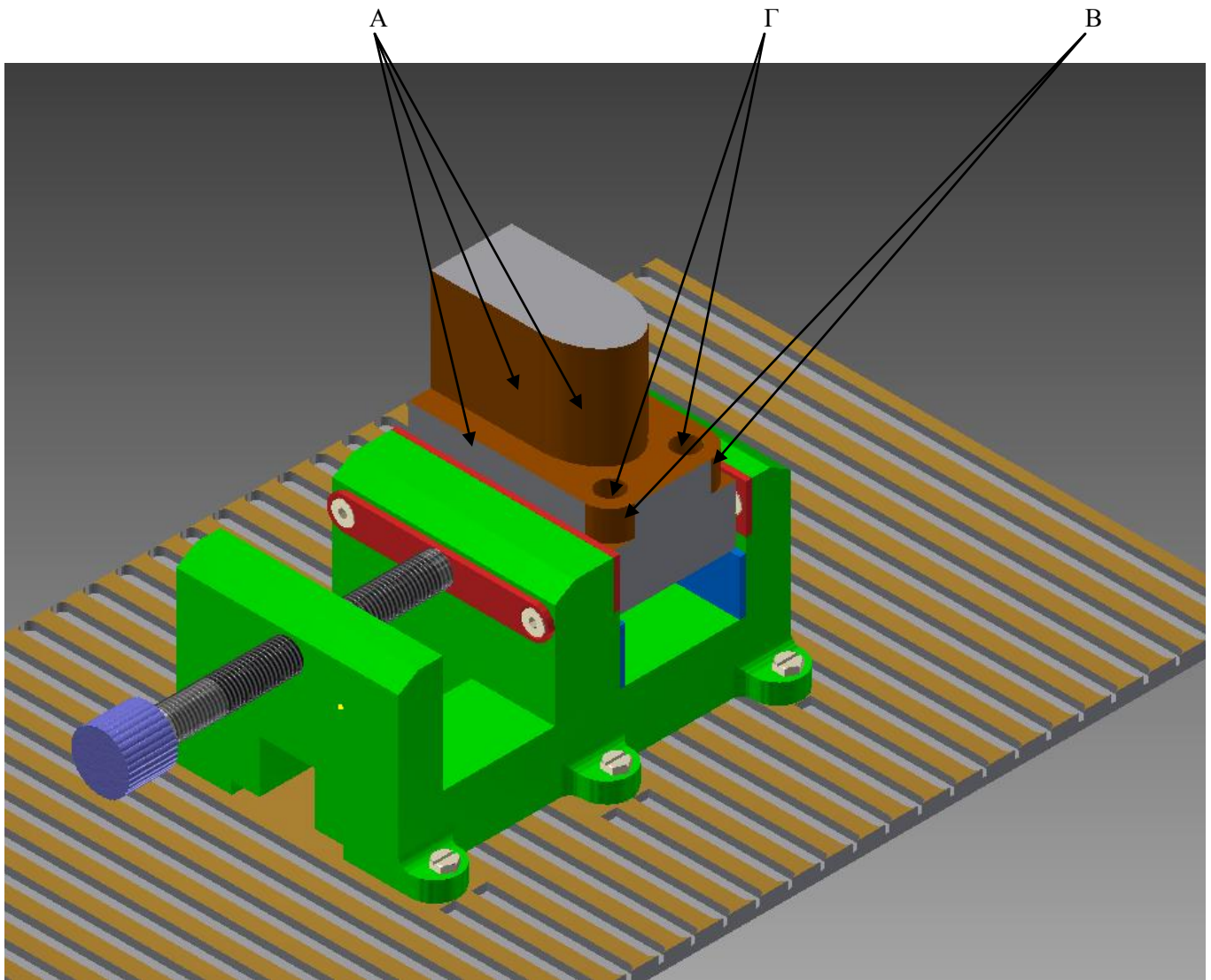
ΦΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ-3



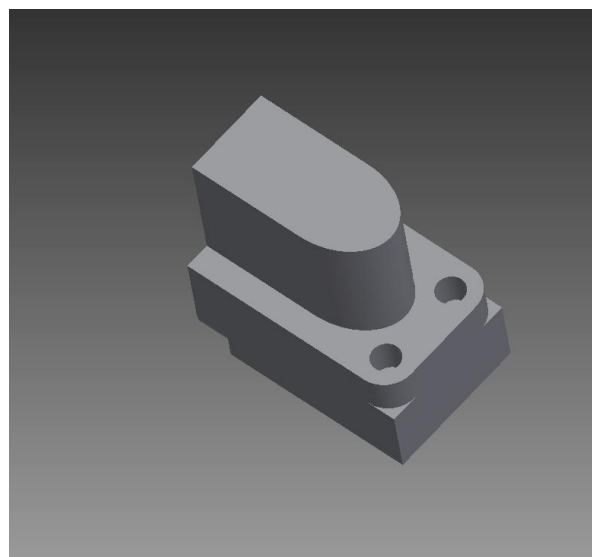
Το υλικό επάνω στη μέγγενη πριν από την έναρξη της κατεργασίας (σχέδιο 6)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΑΣΗΣ:

- 1) Κατεργασία περιοχής (Α)
- 2) Κατεργασία στην περιφέρεια με τα δύο ράδια R 12.5 σε βάθος 15mm (Β)
- 3) Κατεργασία 2 οπών Φ10 σε βάθος 15mm (Γ)

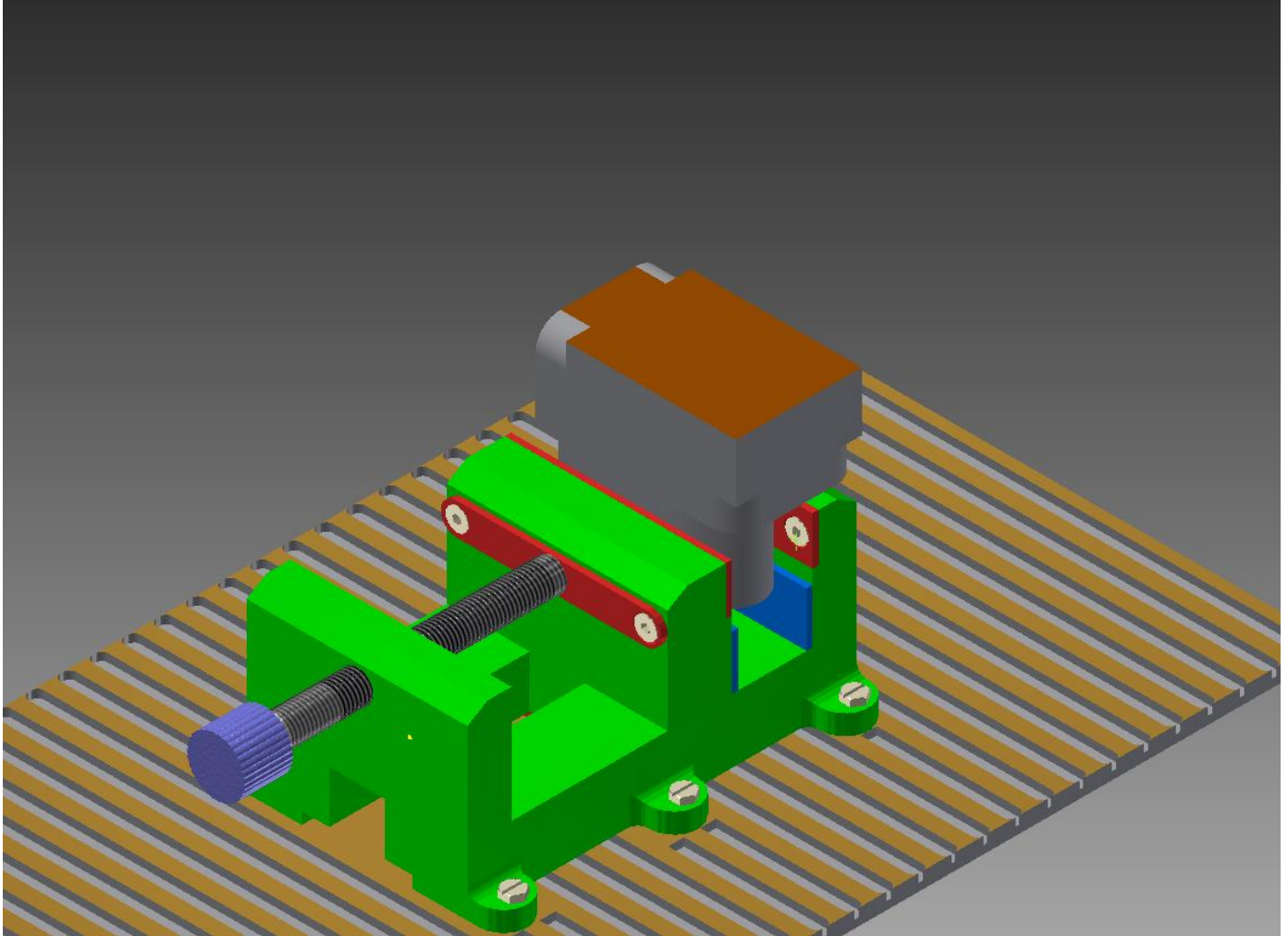


Το υλικό επάνω στη μέγγενη μετά από την ολοκλήρωση της καταργασίας στη ΦΑΣΗ-3 (σχέδιο 7)



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

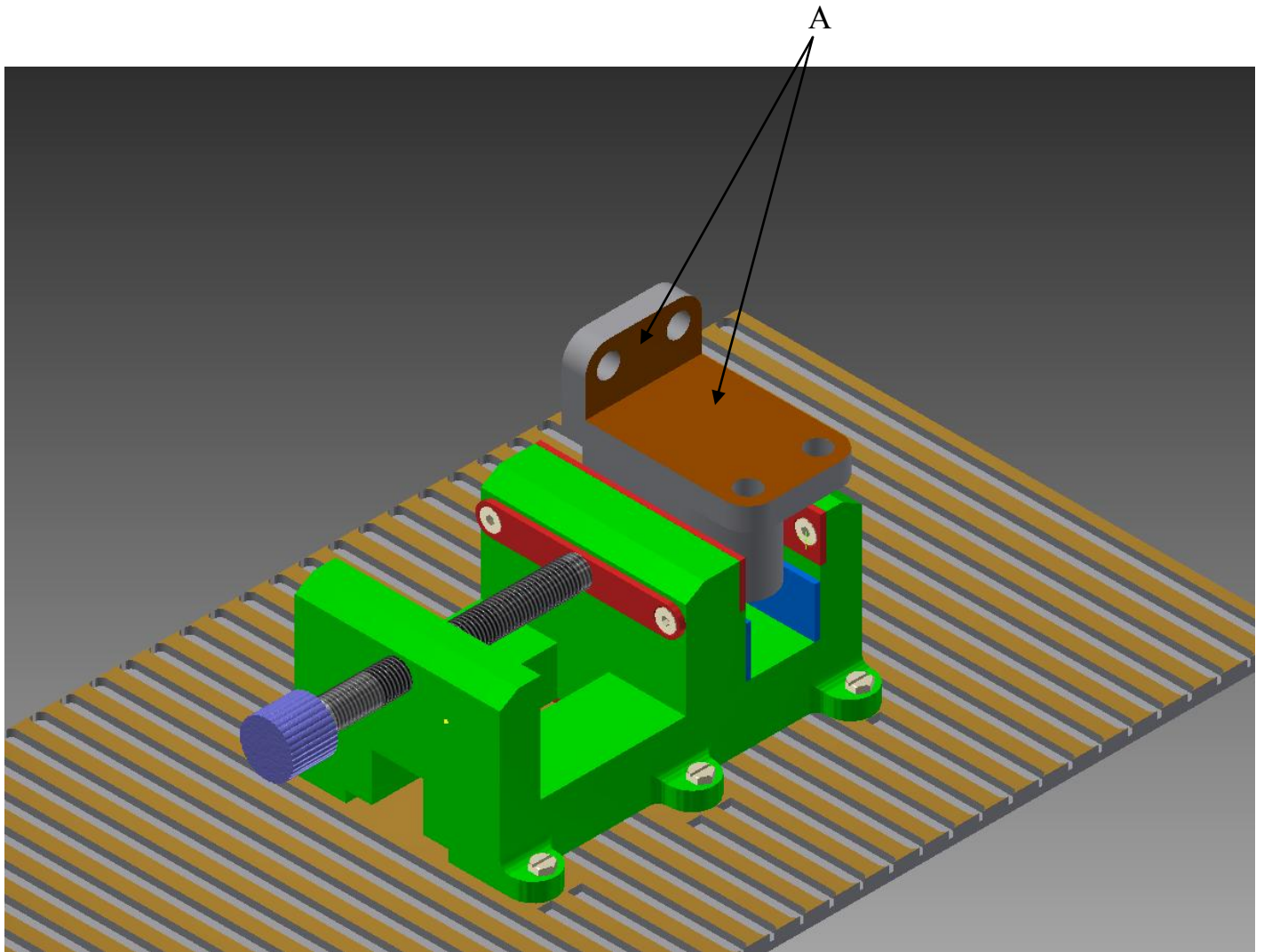
ΦΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ-4



Το υλικό επάνω στη μέγγενη πριν από την έναρξη της κατεργασίας (σχέδιο 9)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΑΣΗΣ:

- 1) Κατεργασία περιοχής (A)



Το υλικό επάνω στη μέγγενη μετά από την ολοκλήρωση της καταργασίας στη ΦΑΣΗ-4 (σχέδιο 10)

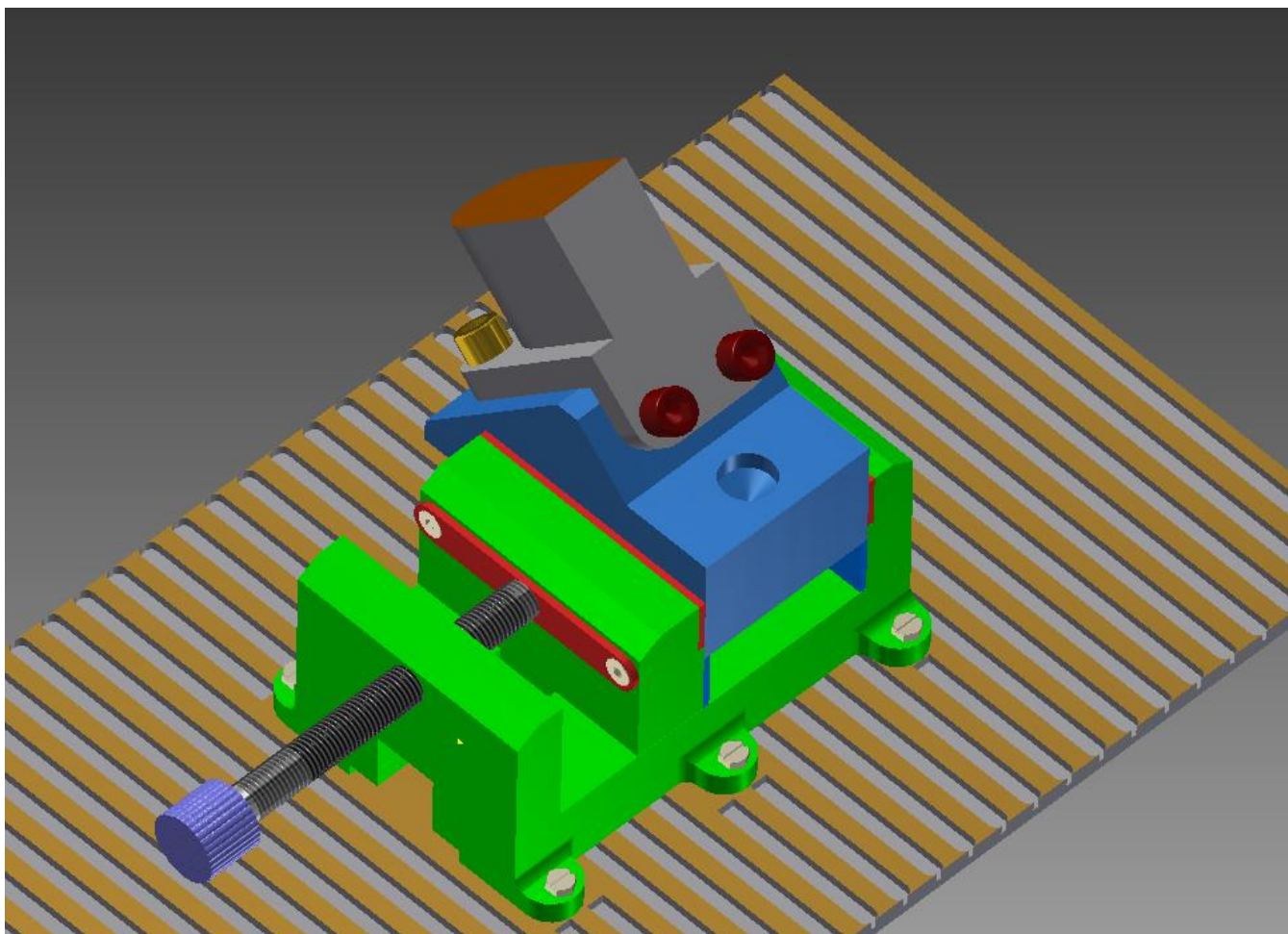


Το υλικό εκτός μέγγενης μετά από την ολοκλήρωση της καταργασίας στη ΦΑΣΗ-4 (σχέδιο 11)

ΦΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ-5

Οδηγίες :

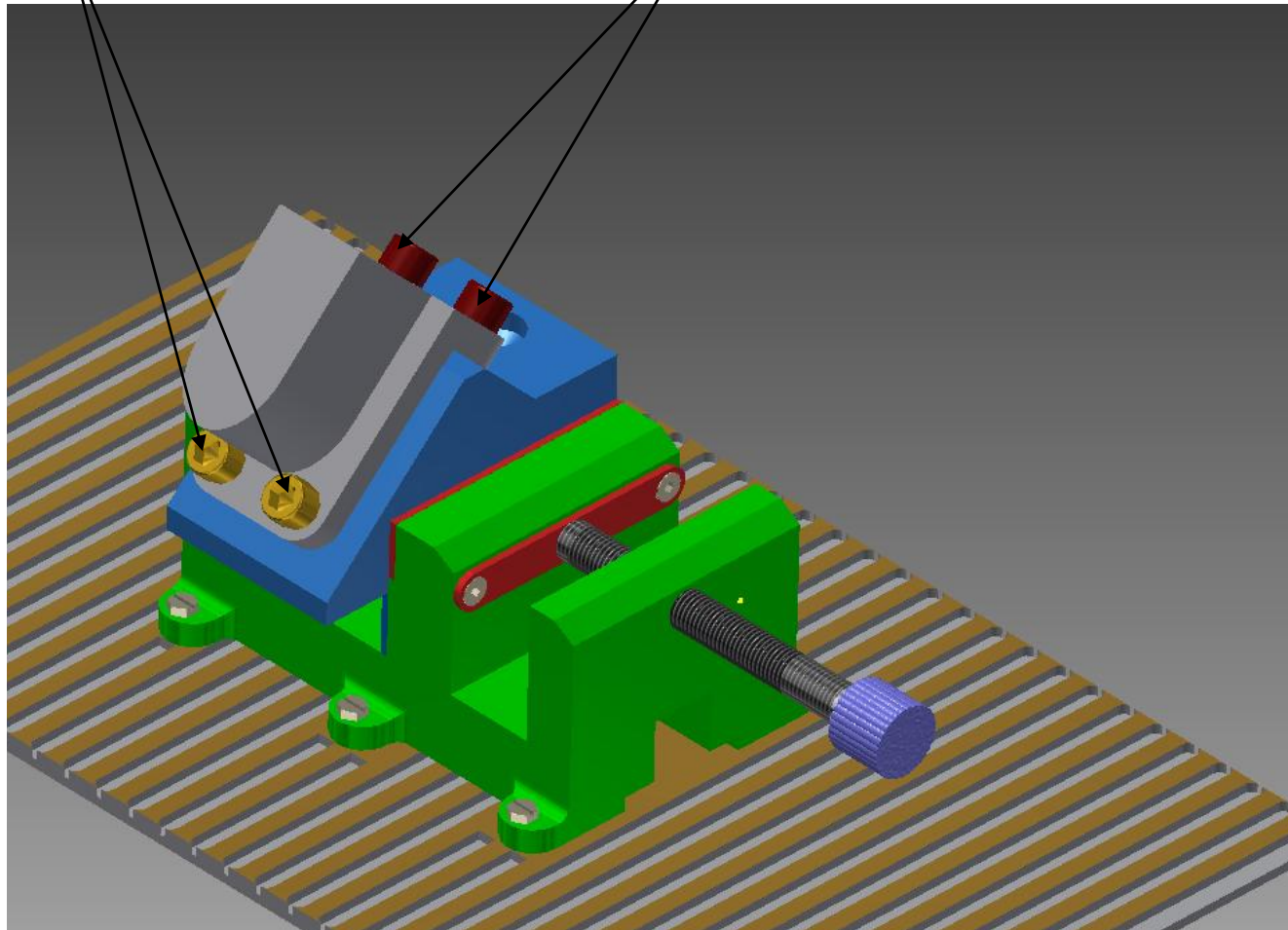
1. Στη φάση αυτή θα χρησιμοποιήσουμε ένα εργαλείο συγκράτησης για να περιστρέψουμε το υλικό 45 μοίρες με σκοπό να έχουμε σαν αποτέλεσμα τον πάτο της περιοχής που θα κατεργαστούμε παράλληλο με τα μάγουλα της μέγγενης (βλέπε σχέδιο 14)
2. Η συγκράτηση του υλικού πάνω στο εργαλείο συγκράτησης θα γίνει με δυο Φ10 – M10 χειρόβιδες (shoulder bolts) με σκοπό να εξασφαλίζουμε ταυτόχρονα σωστό κεντράρισμα και επαρκή σύσφιξη του υλικού στο εργαλείο συγκράτησης
3. Χρησιμοποιούμε επίσης δυο M10 Allen βίδες για να διασφαλίσουμε καλύτερη συγκράτηση του υλικού πάνω στο εργαλείο συγκράτησης.



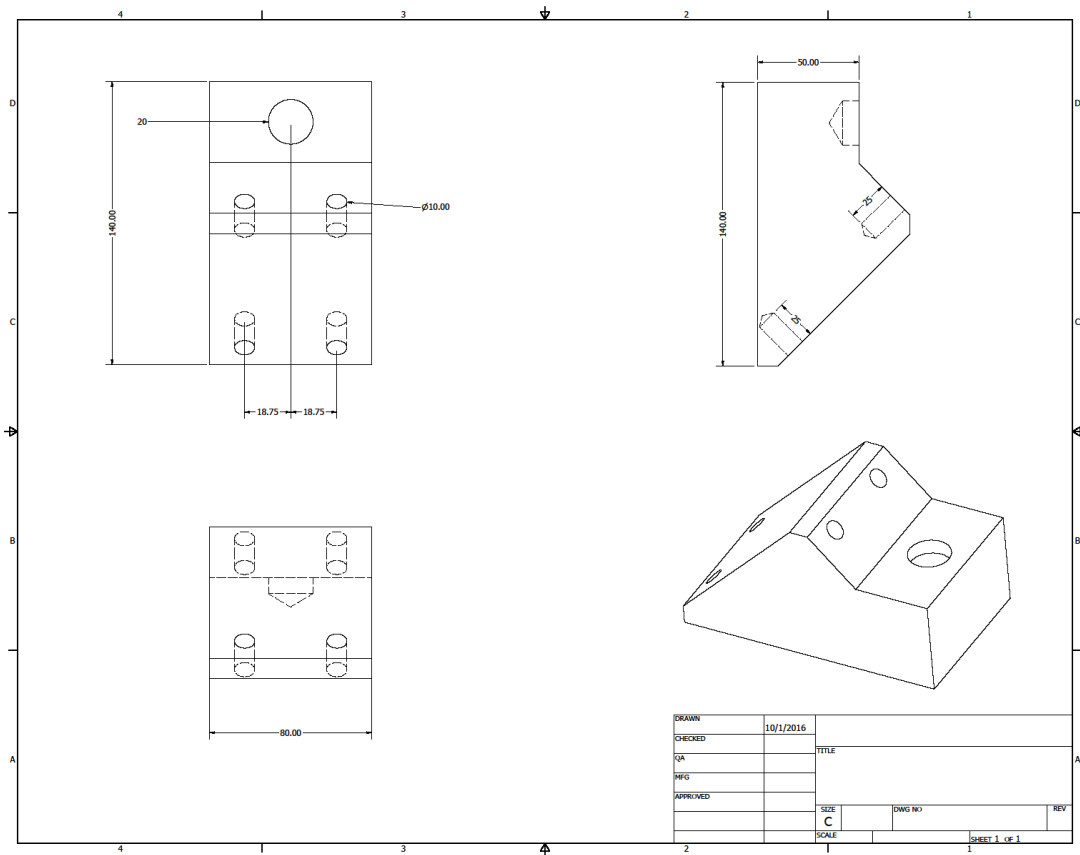
Το υλικό επάνω στη μέγγενη πριν από την έναρξη της κατεργασίας (σχέδιο 12)

Φ10-M10 χειρόβιδες

M10 Allen βίδες



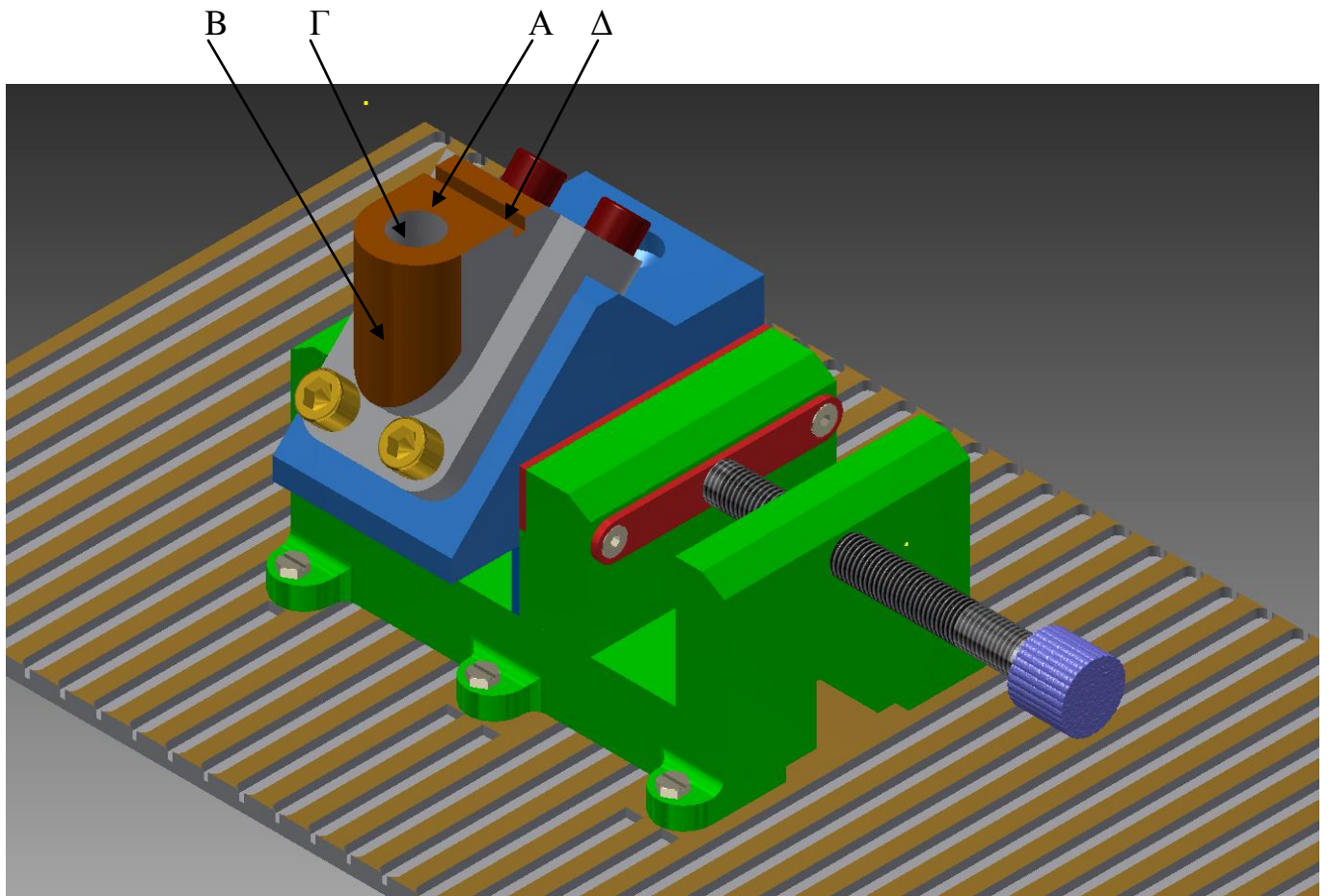
Το υλικό επάνω στη μέγγενη πριν από την έναρξη της κατεργασίας (σχέδιο 13)



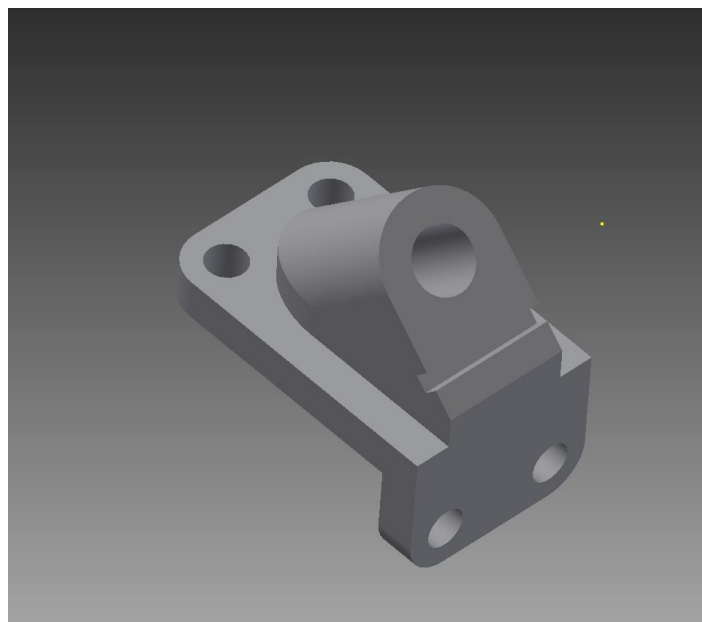
Εργαλείο συγκράτησης (σχέδιο 14)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΑΣΗΣ:

- 1) Κατεργασία περιοχής (Α)
- 2) Κατεργασία περιοχής (Β)
- 3) Διάτρηση διαμερούς οπής $\Phi 20$ (Γ)
- 4) Κατεργασία λουκιού 7.5 x 7.5 (Δ)



Το υλικό επάνω στη μέγγενη μετά από ολοκλήρωση της κατεργασίας στη ΦΑΣΗ -5 (σχέδιο 17)

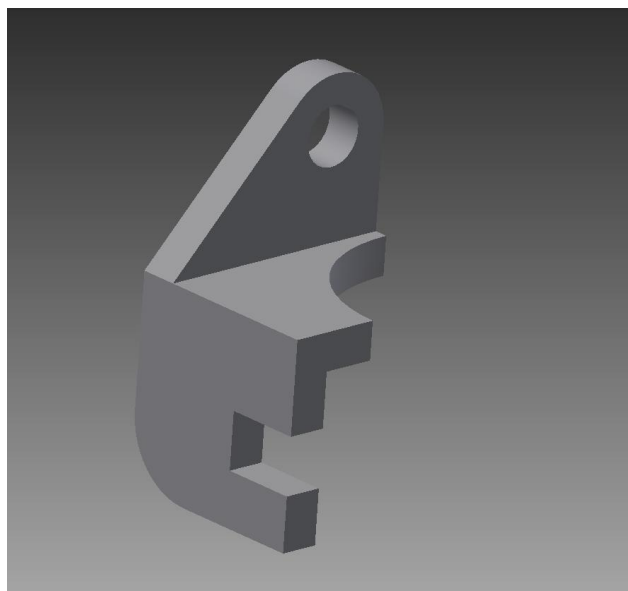
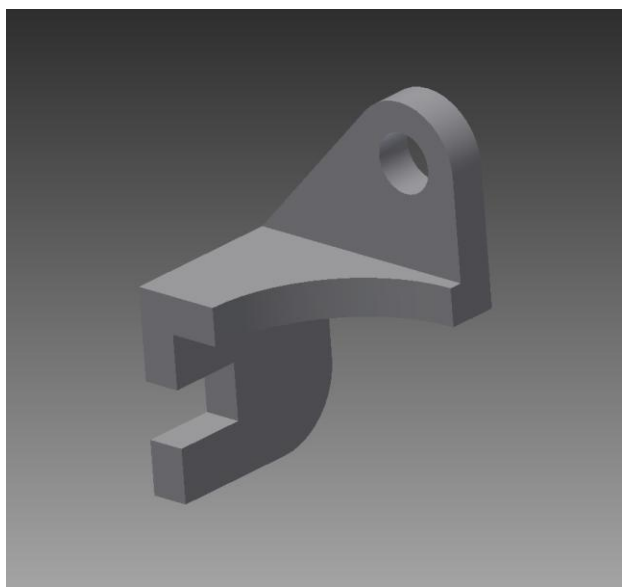


Το υλικό εκτός μέγγενης μετά από την ολοκλήρωση της κατεργασίας στη ΦΑΣΗ-5 (σχέδιο 18)

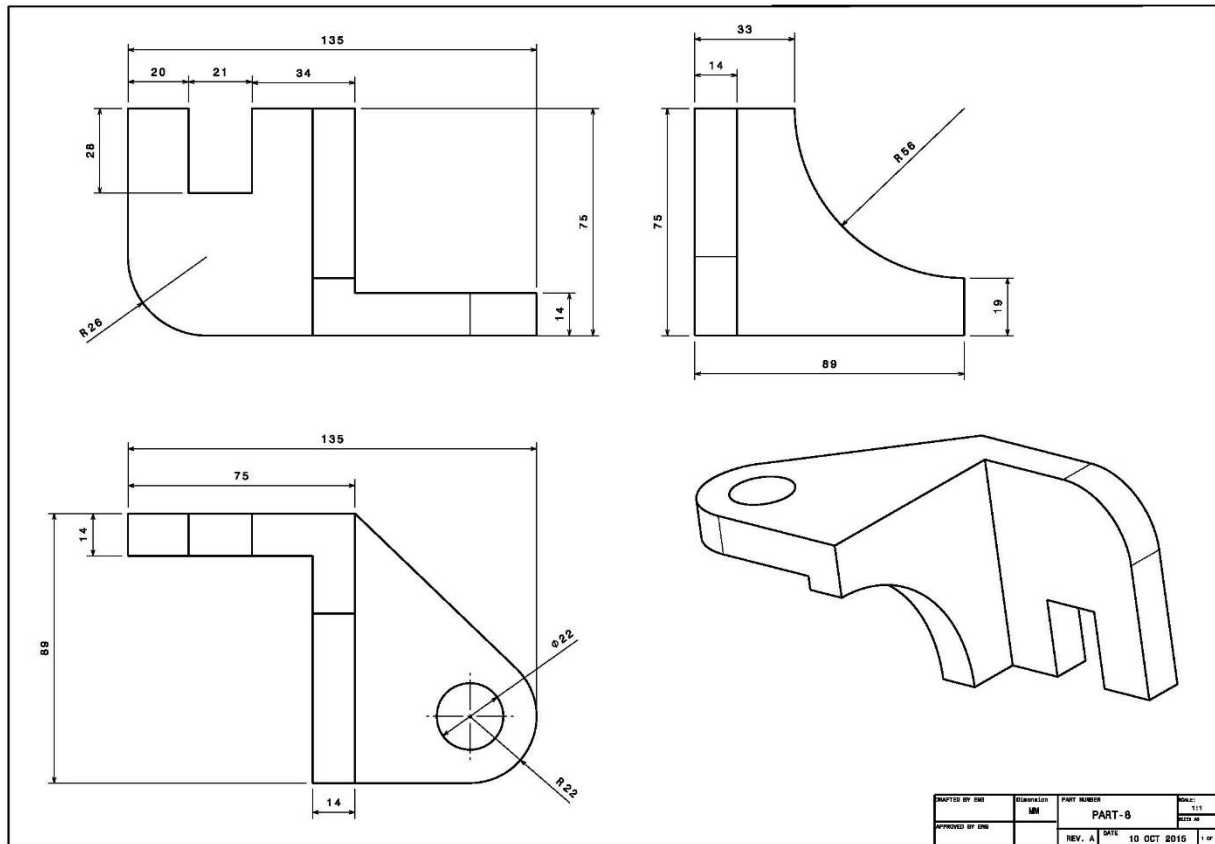
Σχεδιασμός Εργασιών Κατεργασίας Δοκιμίου Part-3 (Φασεολόγιο - Process Planning)

Όνομα δοκιμίου:	Part-8
Τύπος υλικού:	AL 2024-T3
Διαστάσεις πρώτης ύλης:	145mm X 100mm X 85mm
Βάρος υλικού πριν από την κατεργασία:	3.82 Kgs
Βάρος υλικού μετά από την κατεργασία:	0.43 Kgs
Αριθμός φάσεων κατεργασίας:	4
Εργαλειομηχανή:	Οποιοδήποτε τριαξονικό CNC κέντρο κατεργασίας
Απαιτούμενα εργαλεία συγκράτησης:	1 CNC μέγγενη με κοινά μάγουλα (με πατούρα) 1 μπλοκ ανύψωσης της μέγγενης (προαιρετικά) 4 σφιγκτήρες (φουρκέτες)

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



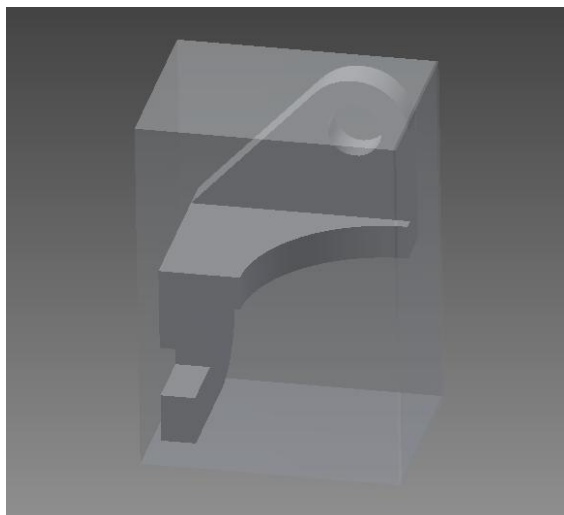
3D σχέδιο δοκιμίου



Κατασκευαστικό σχέδιο δοκιμίου (σχέδιο 1)

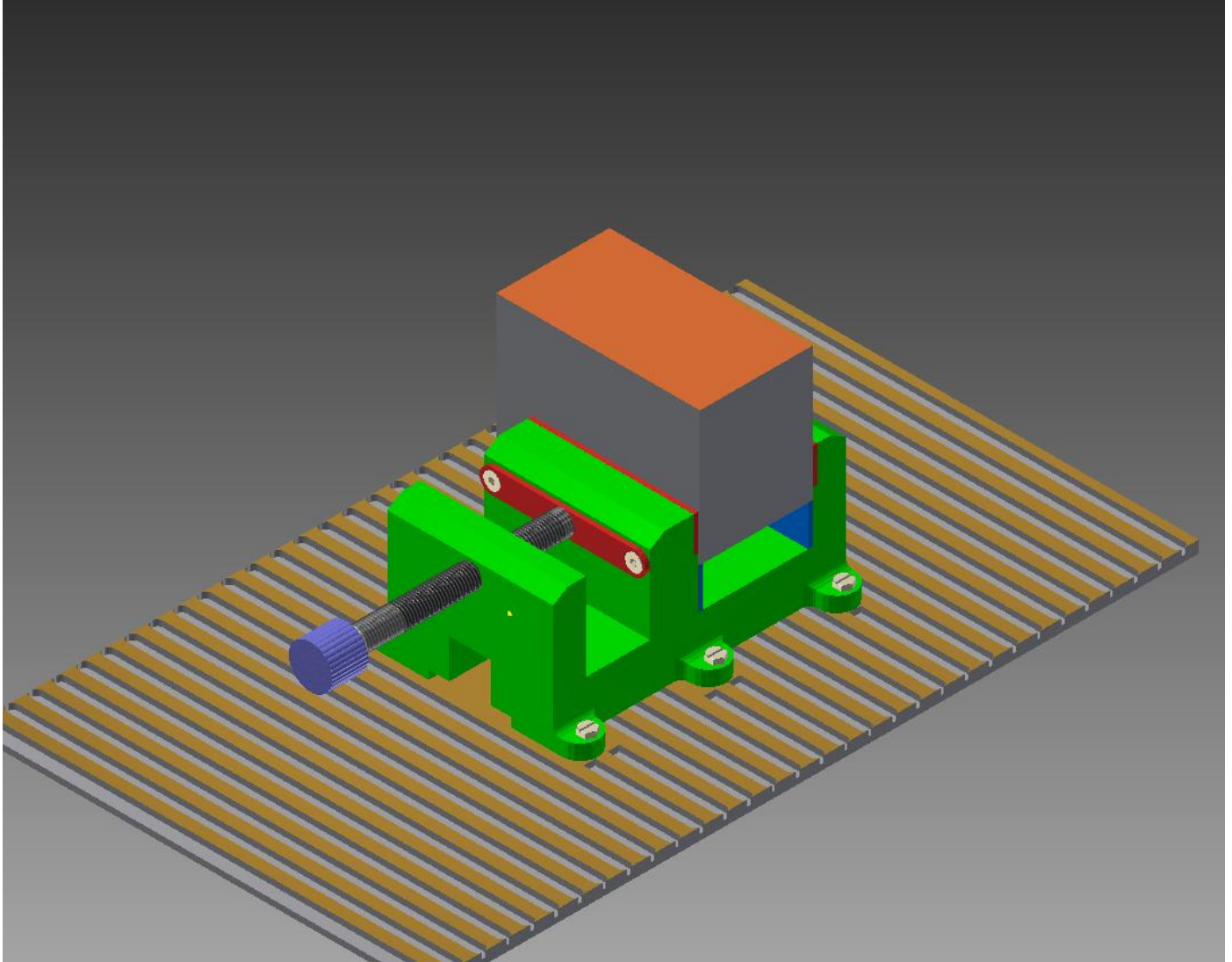
ΦΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ-1 - Περιγραφή:

- 1) Σε συμβατική φρέζα να γίνει κατεργασία όλων των πλευρών της πρώτης ύλης του δοκιμίου
- 2) Διαστάσεις πρώτης ύλης πριν από την κατεργασία: 145mm X 100mm X 85mm
- 3) Διαστάσεις πρώτης ύλης μετά από την κατεργασία: 135mm X 89mm X 75mm
- 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)

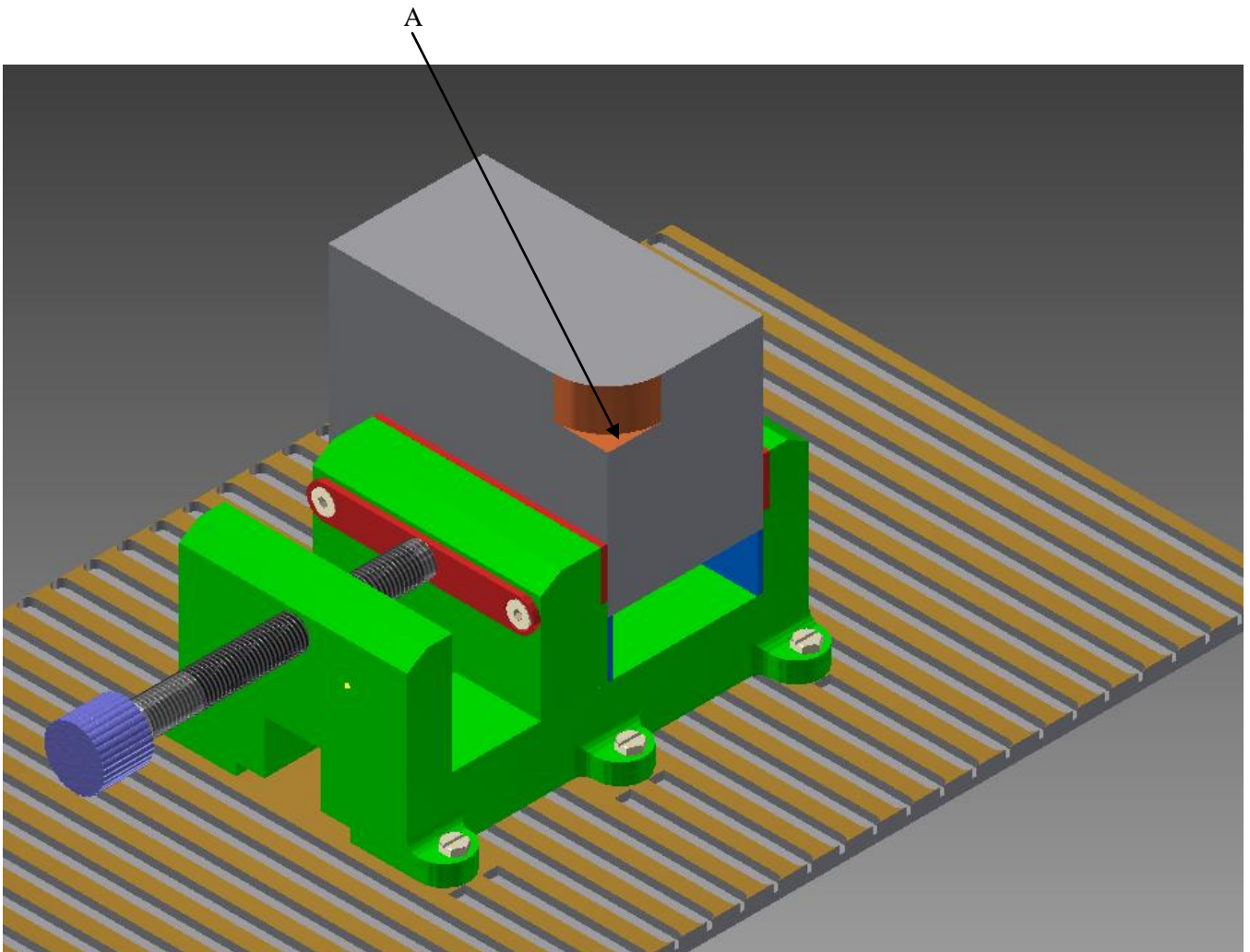
ΦΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ-2



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

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΑΣΗΣ:

- 1) Κατεργασία για τη δημιουργία μόνο του ραδίου R26 σε βάθος 20mm (A)



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

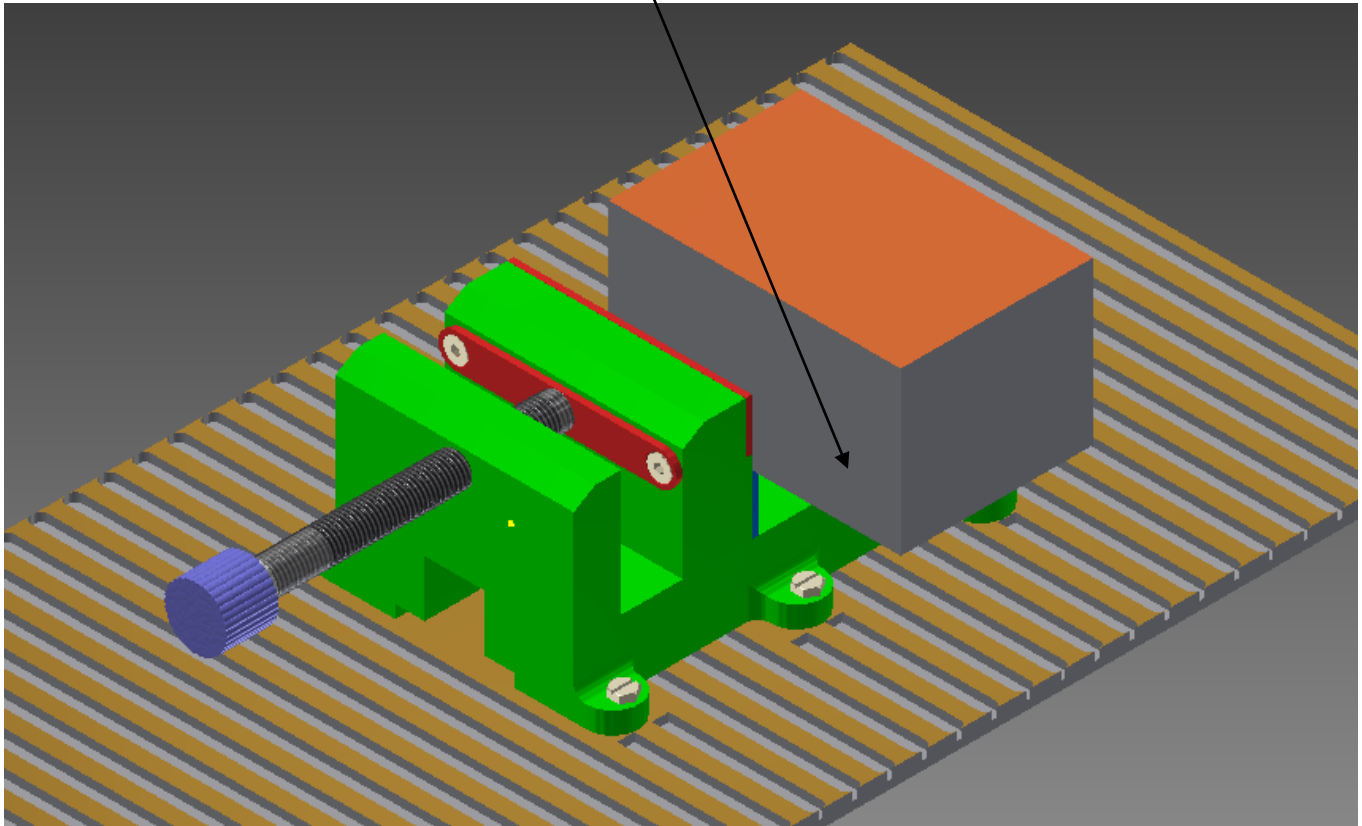


Το υλικό εκτός μέγγενης μετά από την ολοκλήρωση της κατεργασίας στη ΦΑΣΗ-2 (σχέδιο 5)

ΦΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ-3

Το ρόδιο R26 που δημιουργήθηκε στη ΦΑΣΗ-2 βρίσκεται στην πίσω πλευρά του υλικού (βλέπε σχέδιο 7)

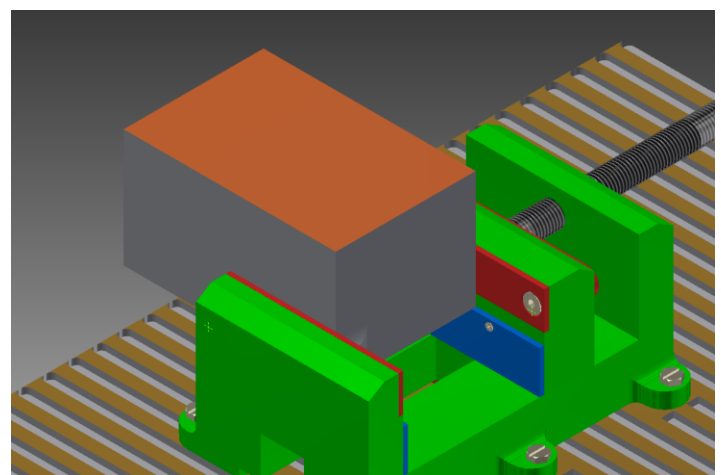
ΠΡΟΣΟΧΗ: Το υλικό θα πρέπει να εξέχει από τη δεξιά πλευρά της μέγγενης 68mm



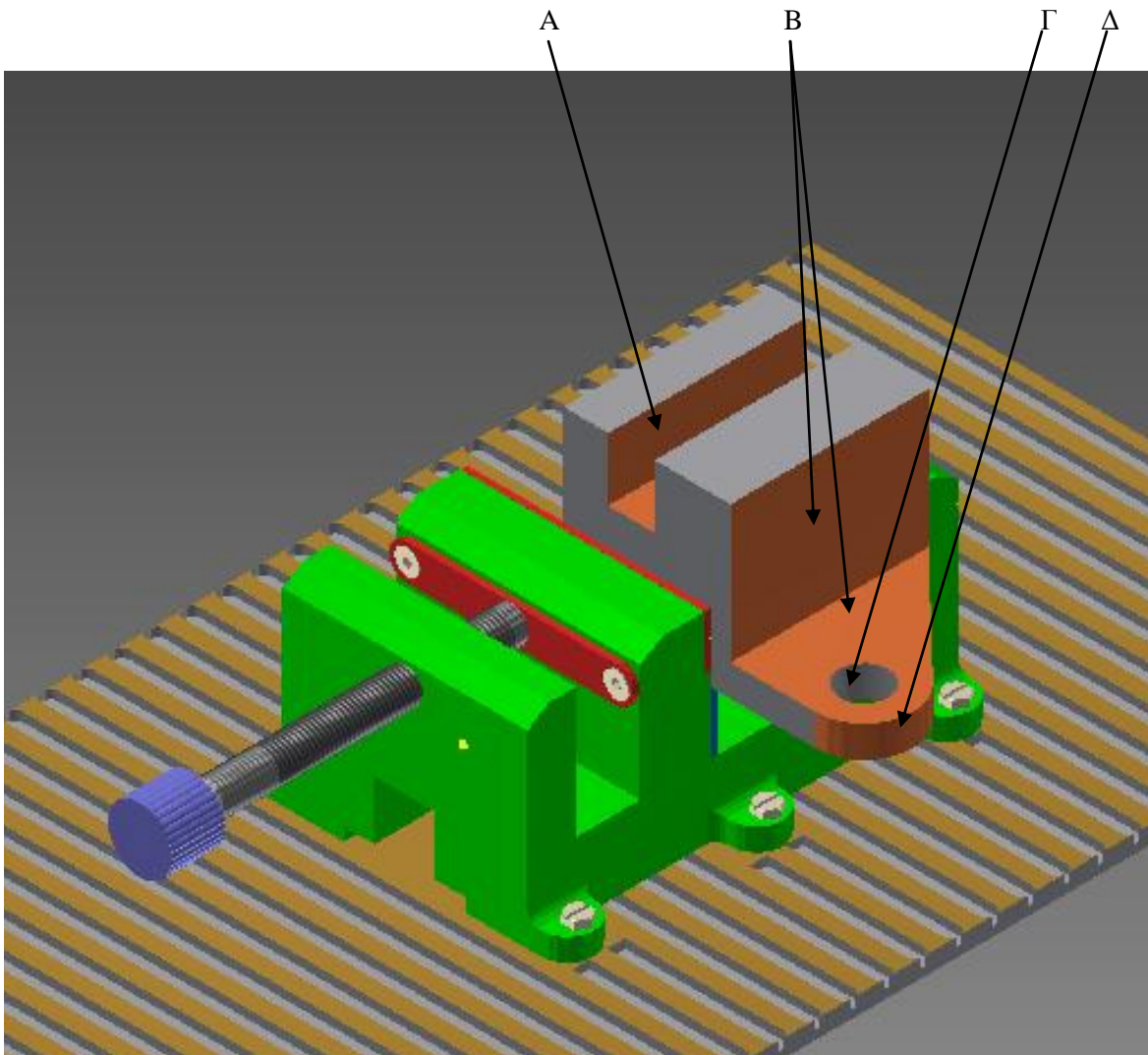
Το υλικό επάνω στη μέγγενη πριν από την έναρξη της κατεργασίας (σχέδιο 6)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΑΣΗΣ:

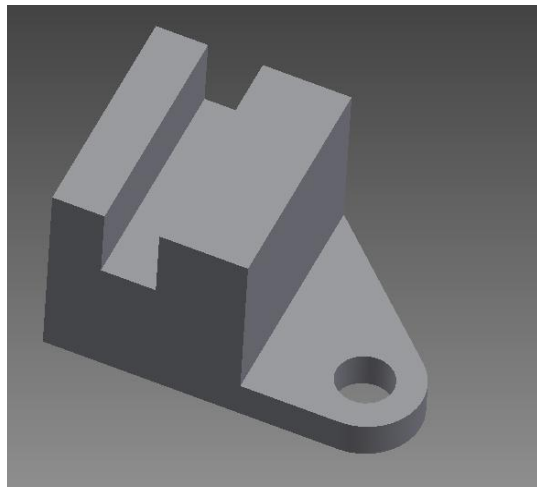
- 1) Κατεργασία σχισίματος (Α)
- 2) Κατεργασία στην περιοχή (Β)
- 3) Διάνοιξη οπής Φ22 (Γ)
- 4) Κατεργασία περιφέρειας και ραδίου R22



Πίσω πλευρά μέγγενης (σχέδιο 7)

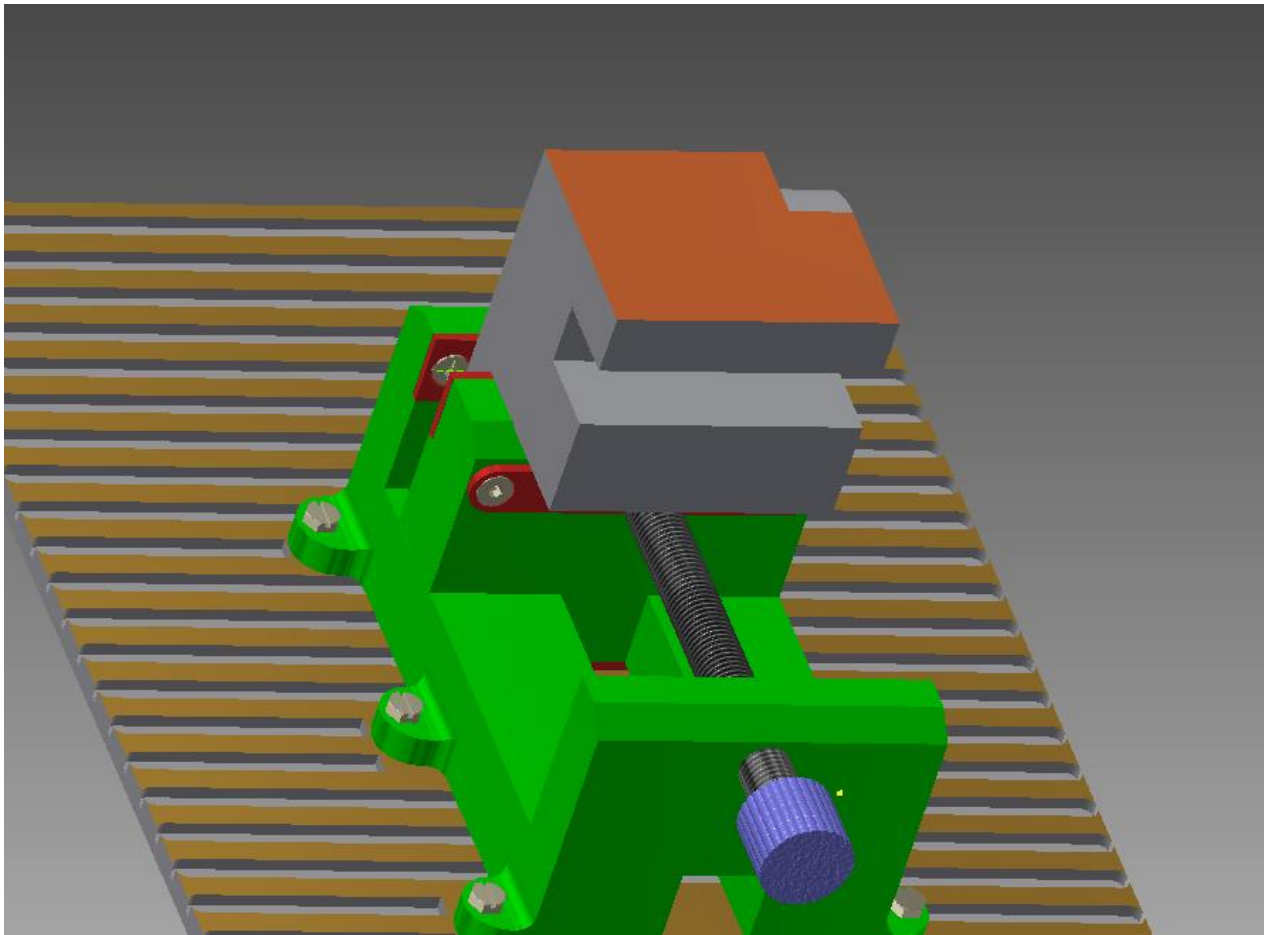


Το υλικό επάνω στη μέγγενη μετά από την ολοκλήρωση της καταργασίας στη ΦΑΣΗ-3 (σχέδιο 8)



Το υλικό εκτός μέγγενης μετά από την ολοκλήρωση της καταργασίας στη ΦΑΣΗ-3 (σχέδιο 9)

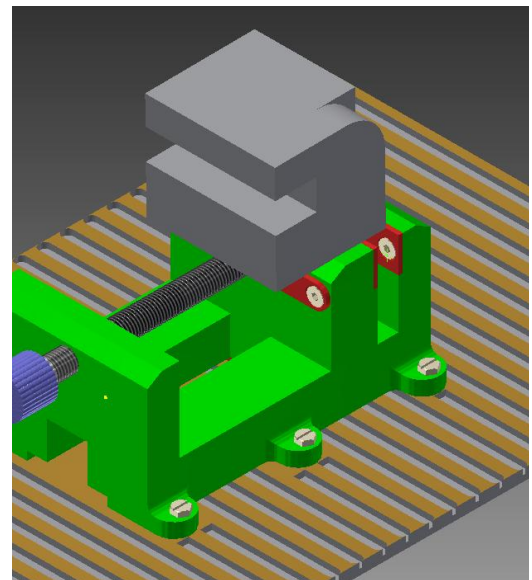
ΦΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ-4



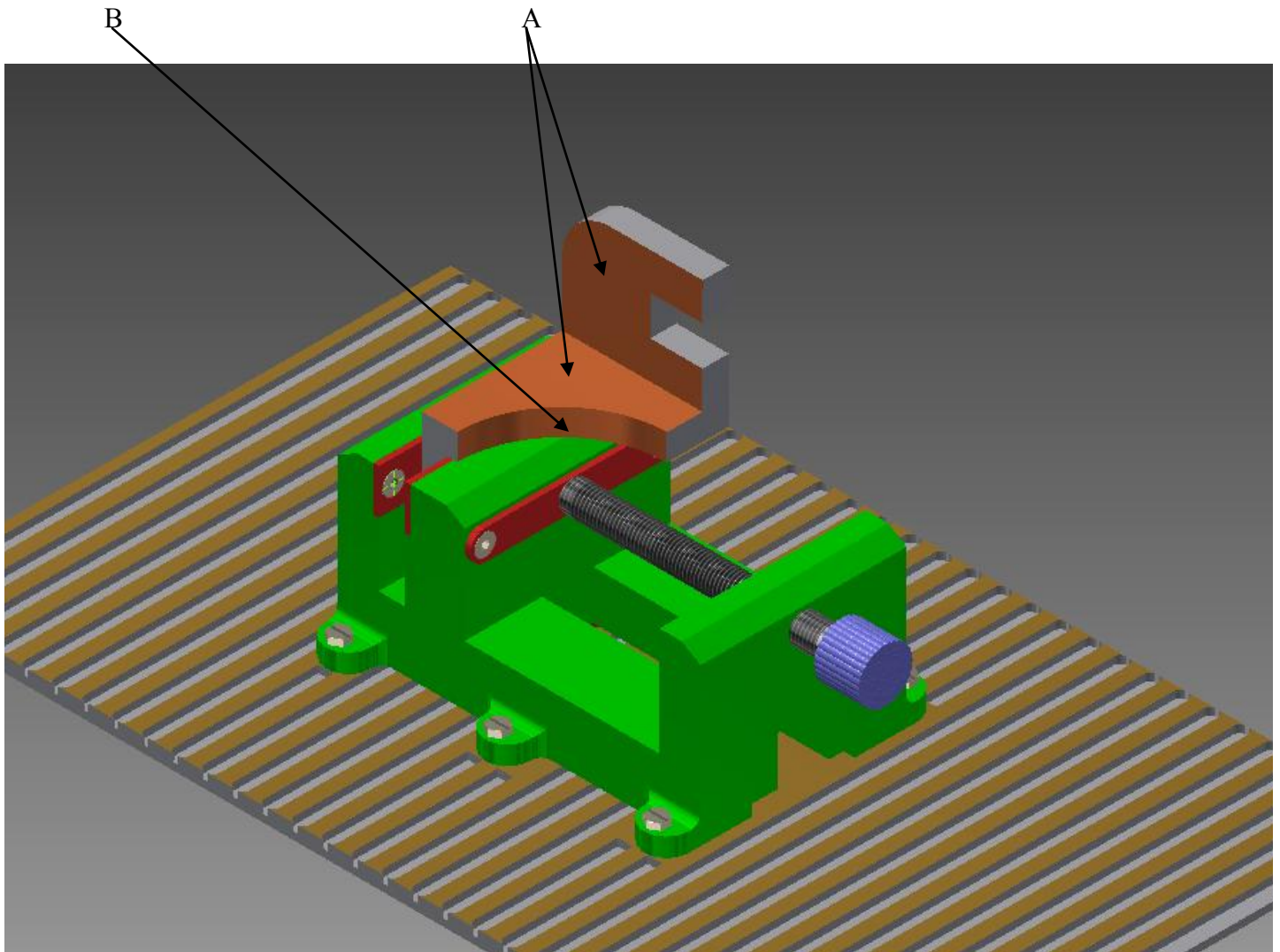
Το υλικό επάνω στη μέγγενη πριν από την έναρξη της κατεργασίας (σχέδιο 10)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΑΣΗΣ:

- 1) Κατεργασία περιοχής (A)
- 2) Κατεργασία ραδίου R56 (B)



Δεξιά πλευρά της μέγγενης (σχέδιο 11)



Το υλικό επάνω στη μέγγενη μετά από την ολοκλήρωση της κατεργασίας στη ΦΑΣΗ-4 (σχέδιο 12)



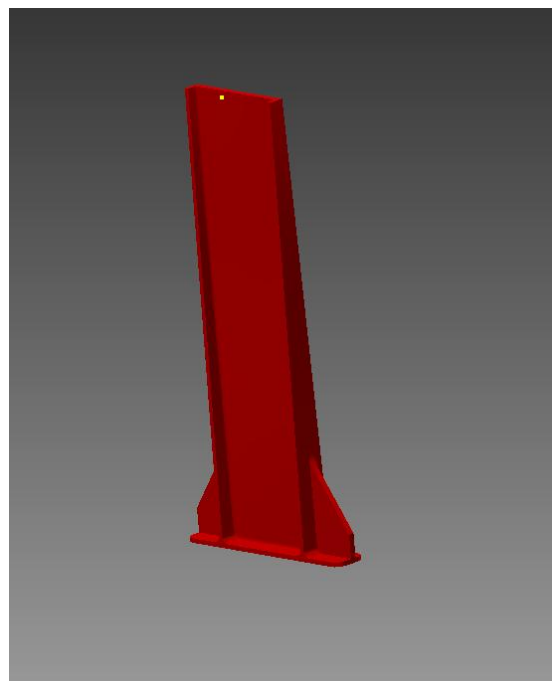
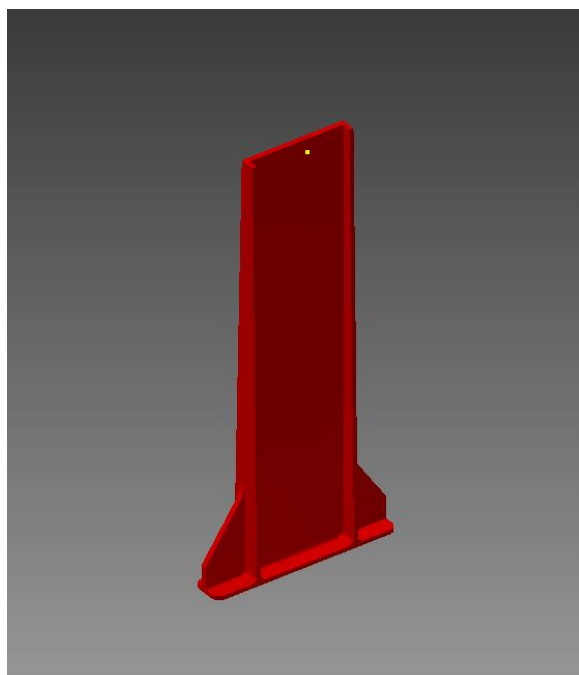
Το υλικό εκτός μέγγενης μετά από την ολοκλήρωση της κατεργασίας στη ΦΑΣΗ-4 (Ολοκληρωμένο δοκίμιο)
(σχέδιο 13)

Σχεδιασμός Εργασιών Κατεργασίας Δοκιμίου Part-4 (Φασεολόγιο - Process Planning)

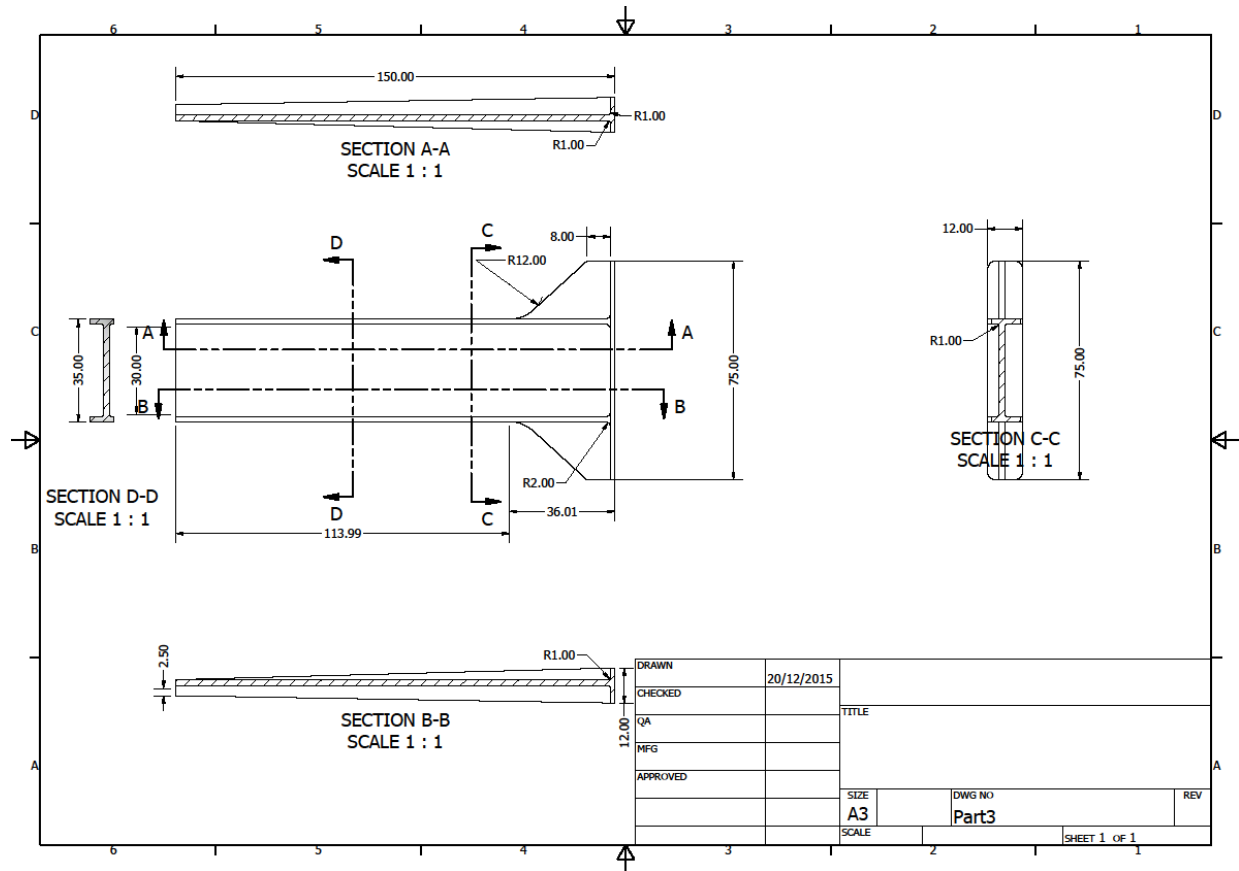
Όνομα δοκιμίου:	Part-3
Τύπος υλικού:	AL 2024-T3
Διαστάσεις πρώτης ύλης:	200mm X 117mm X 12mm
Βάρος υλικού πριν από την κατεργασία:	2.30Kgs
Βάρος υλικού μετά από την κατεργασία:	0.43 Kgs
Αριθμός φάσεων κατεργασίας:	4
Εργαλειομηχανή:	Οποιοδήποτε τριαξονικό CNC κέντρο κατεργασίας
Απαιτούμενα εργαλεία συγκράτησης:	4 σφιγκτήρες (φουρκέτες)

Οδηγός χρωμάτων:

Κόκκινο ράμπ= Υλικό μετά από την κατεργασία της ΦΑΣΗΣ-2 σε συμβατική φρέζα
Κόκκινο = Κατεργασμένες επιφάνειες από προηγούμενες φάσεις
Πράσινο = Επιφάνειες μετά την διαδικασία αφαίρεσης των αυτιών
Γκρί= Επιφάνειες προς κατεργασία και κατά τη διάρκεια μιας κατεργασίας



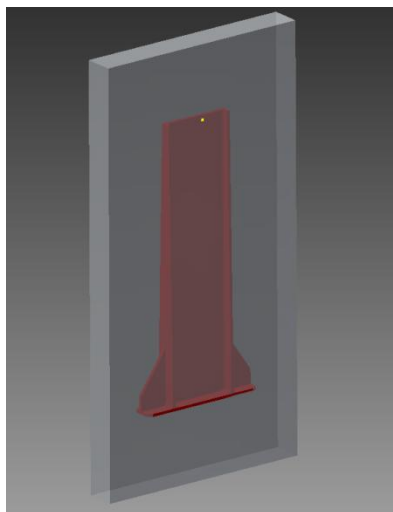
3D σχέδιο δοκιμίου



Κατασκευαστικό σχέδιο δοκιμίου (σχήδιο 1)

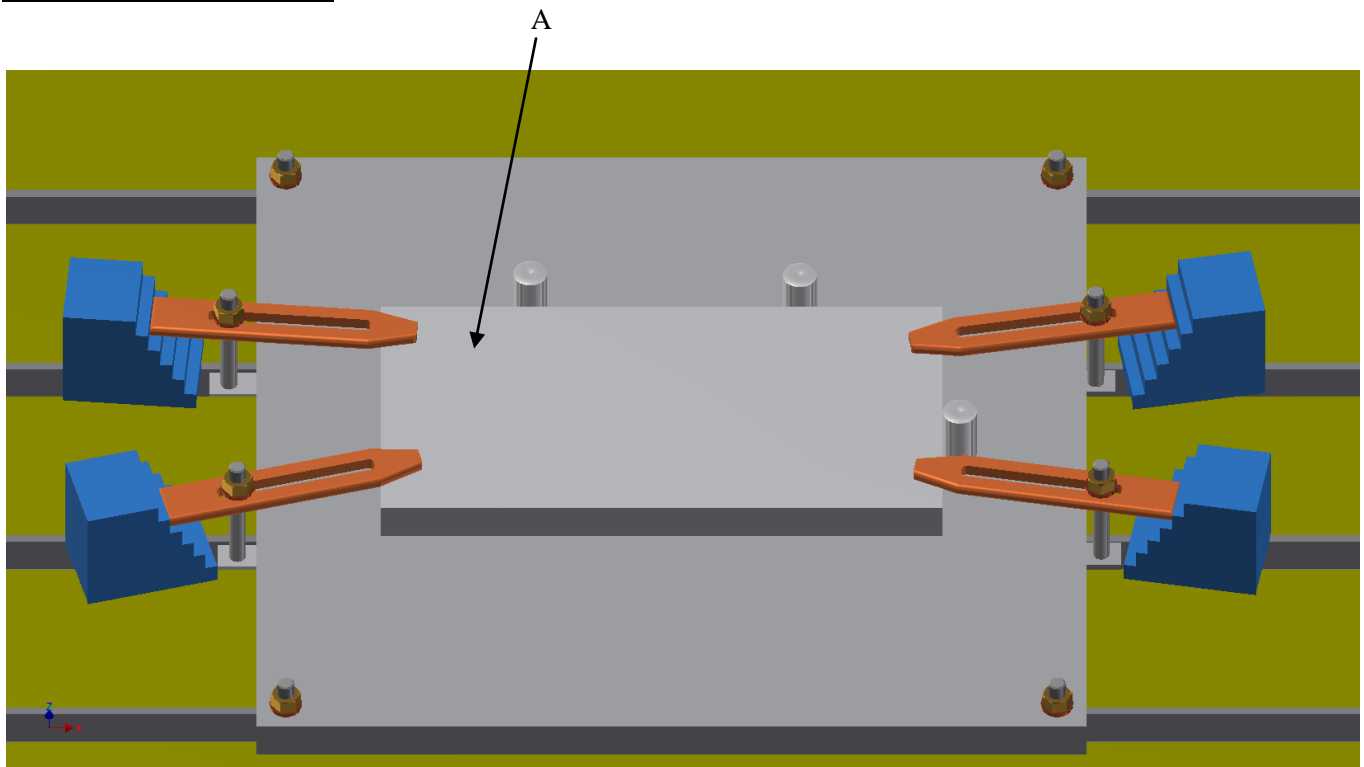
ΦΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ-1 - Περιγραφή:

- 1) Σε συμβατική φρέζα να γίνει κατεργασία όλων της πλευράς Α της πρώτης ύλης του δοκιμίου
- 2) Διαστάσεις πρώτης ύλης πριν από την κατεργασία: 200mm X 117mm X 12mm
- 3) Διαστάσεις πρώτης ύλης μετά από την κατεργασία: 200mm X 117mm X 12mm
- 4) Σημαντικό: Η κατεργασία θα πρέπει να γίνει στις δύο πλευρές του υλικού



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

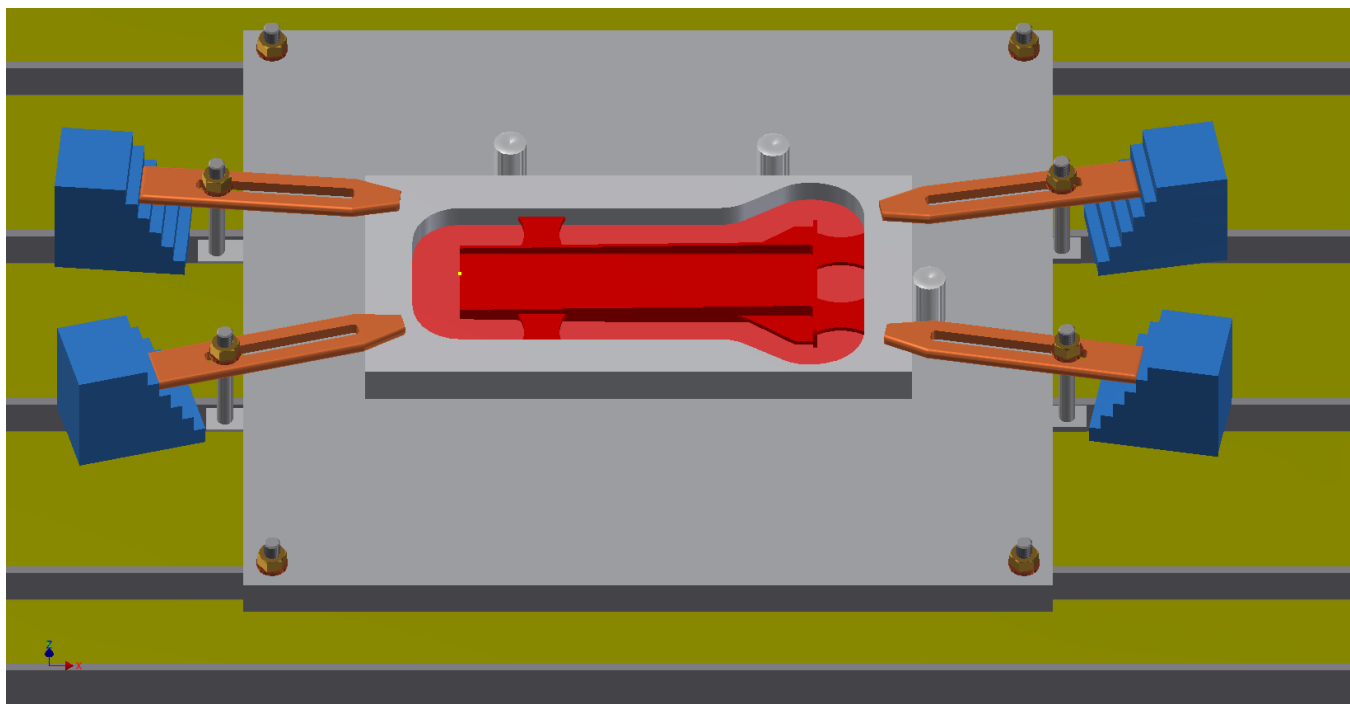
ΦΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ-2



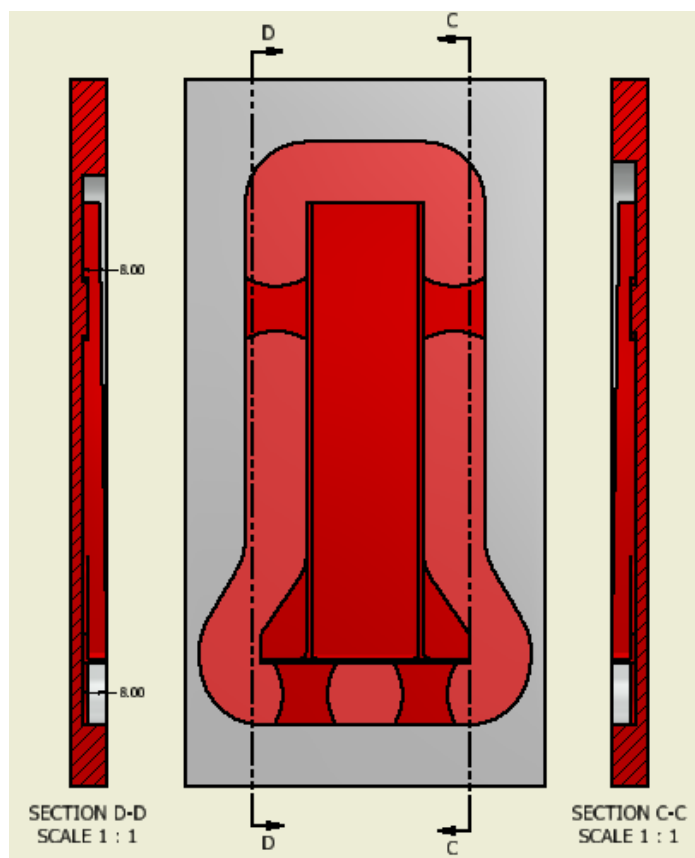
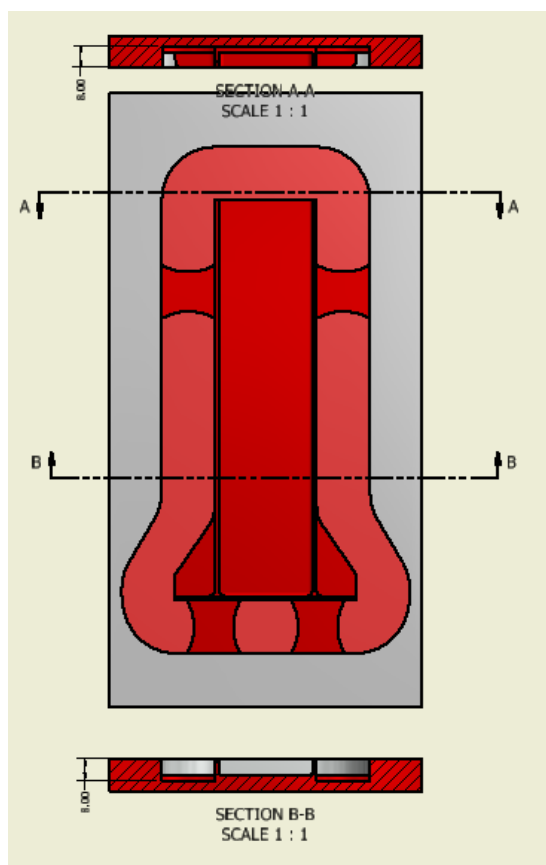
Το υλικό επάνω στη τράπεζα κατεργασίας πριν από την έναρξη της κατεργασίας (σχέδιο 3)

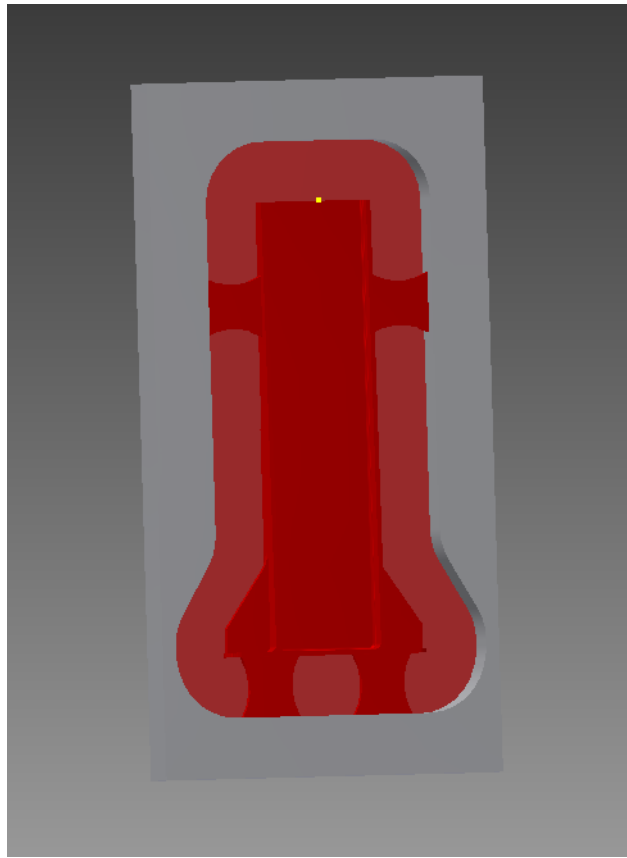
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΑΣΗΣ:

- 1) Κατεργασία στην πλευρά A εσωτερικά σε βάθος 8 mm (A)



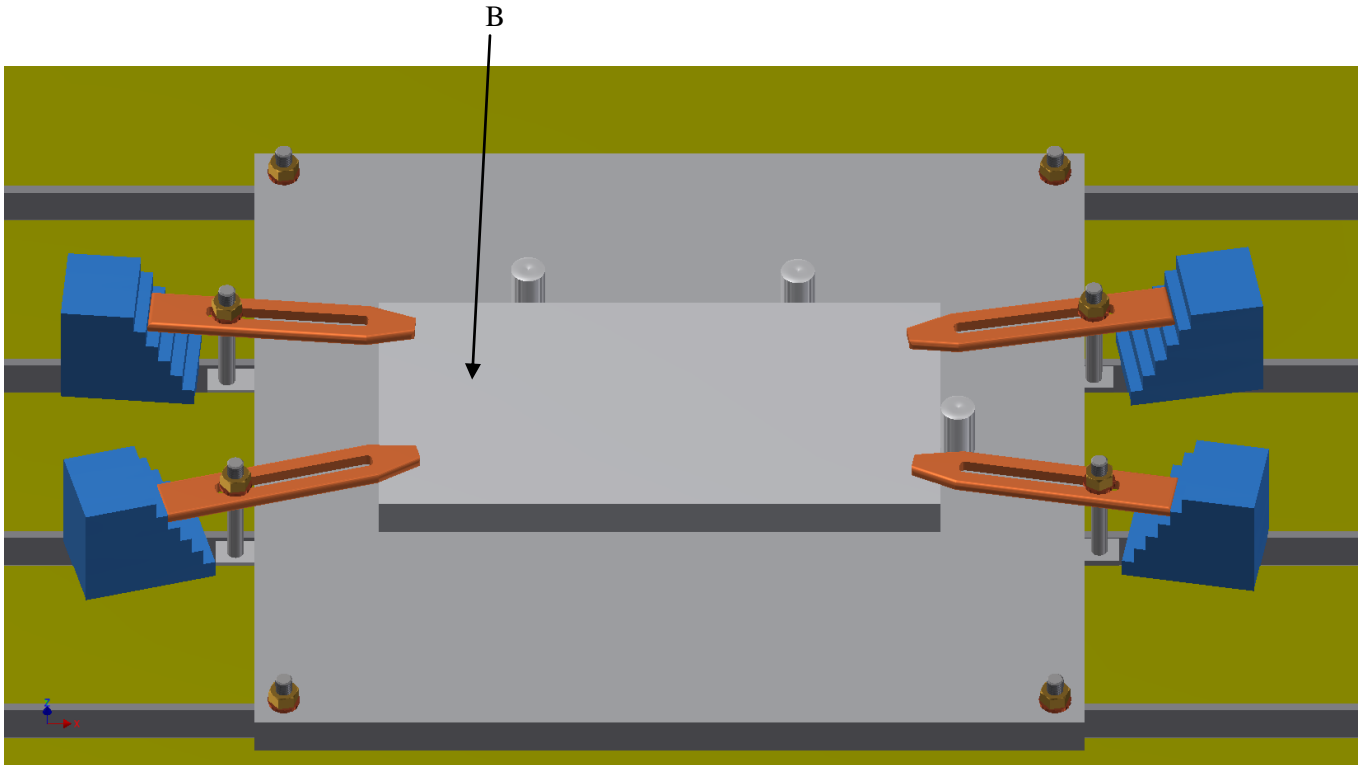
Το υλικό επάνω στη τράπεζα κατεργασίας μετά από την ολοκλήρωση της κατεργασίας στη ΦΑΣΗ-2 (σχέδιο 4)





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

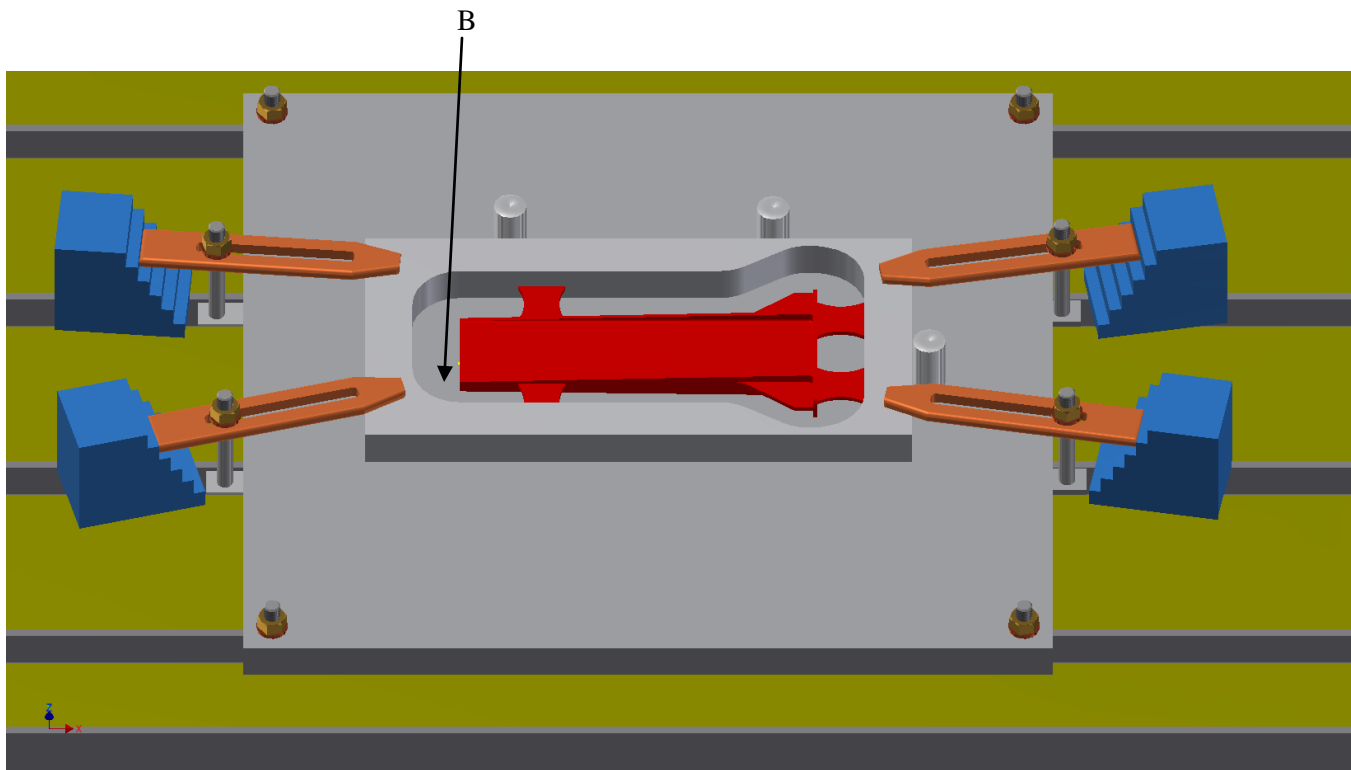
ΦΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ-3



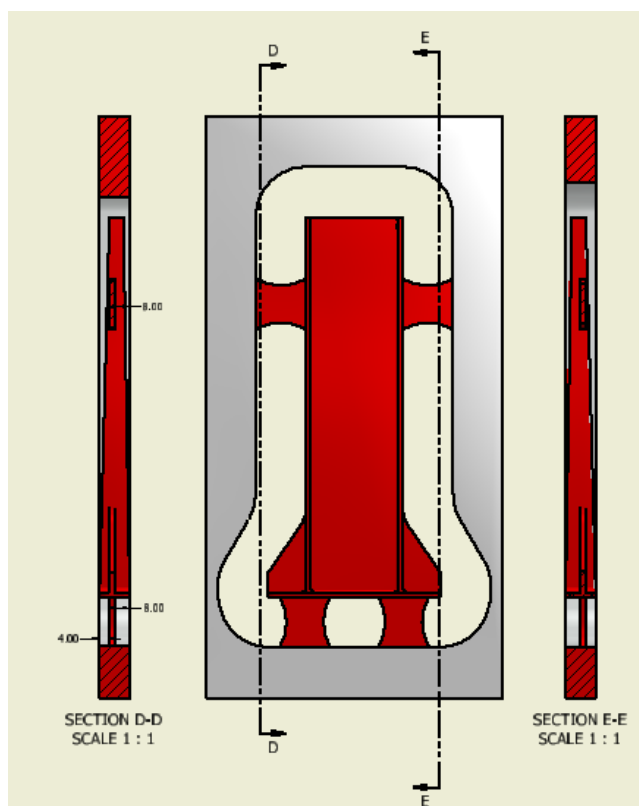
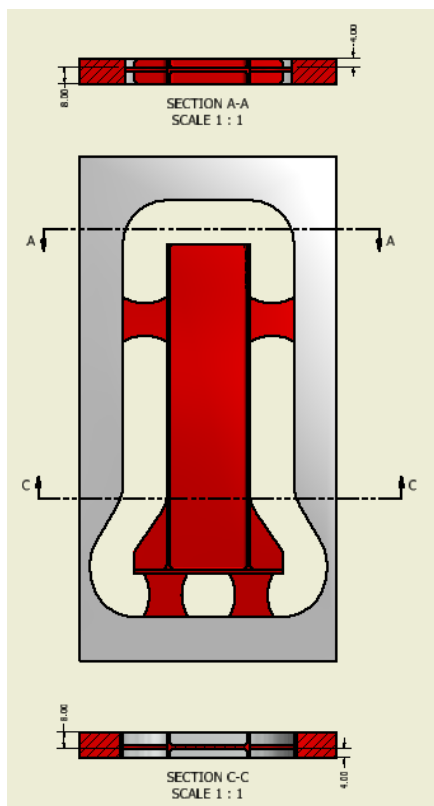
Το υλικό επάνω στη τράπεζα κατεργασίας πριν από την έναρξη της κατεργασίας (σχέδιο 6)

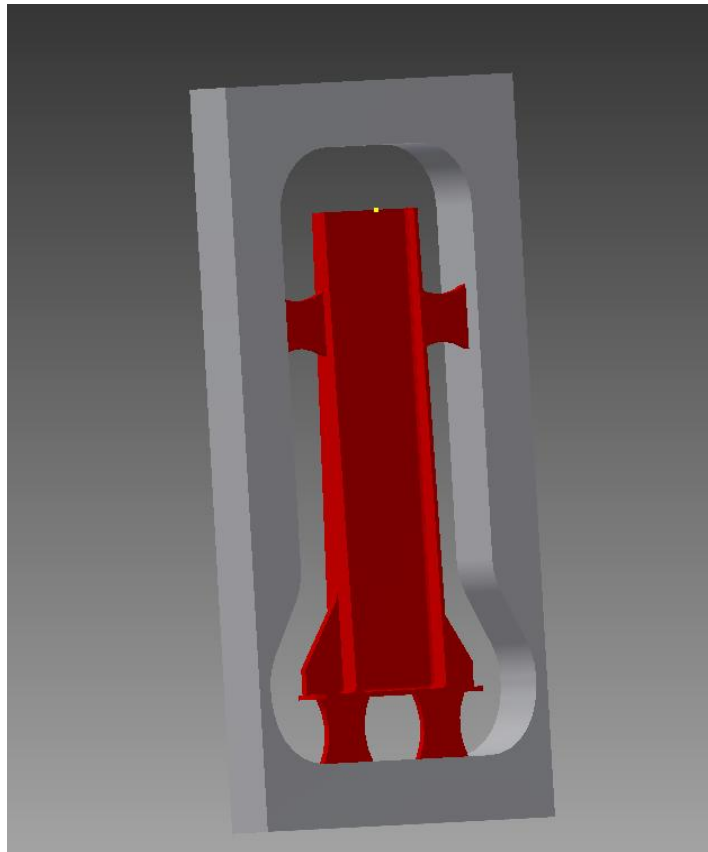
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΑΣΗΣ:

- 1) Κατεργασία στην πλευρά B σε βάθος 4mm (B)



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



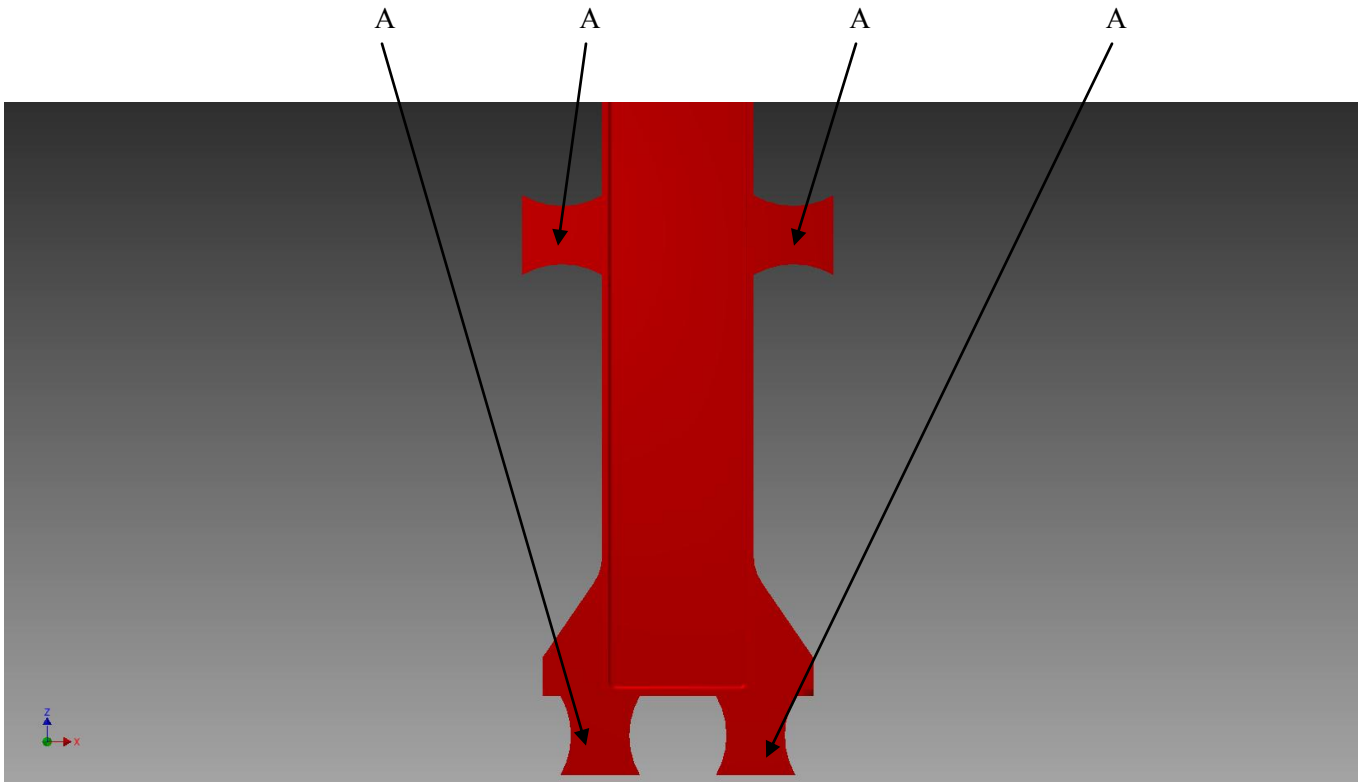


Το υλικό εκτός τράπεζας κατεργασίας μετά από την ολοκλήρωση της κατεργασίας στη ΦΑΣΗ-3 (σχέδιο 8)

ΦΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ-4

Οδηγίες:

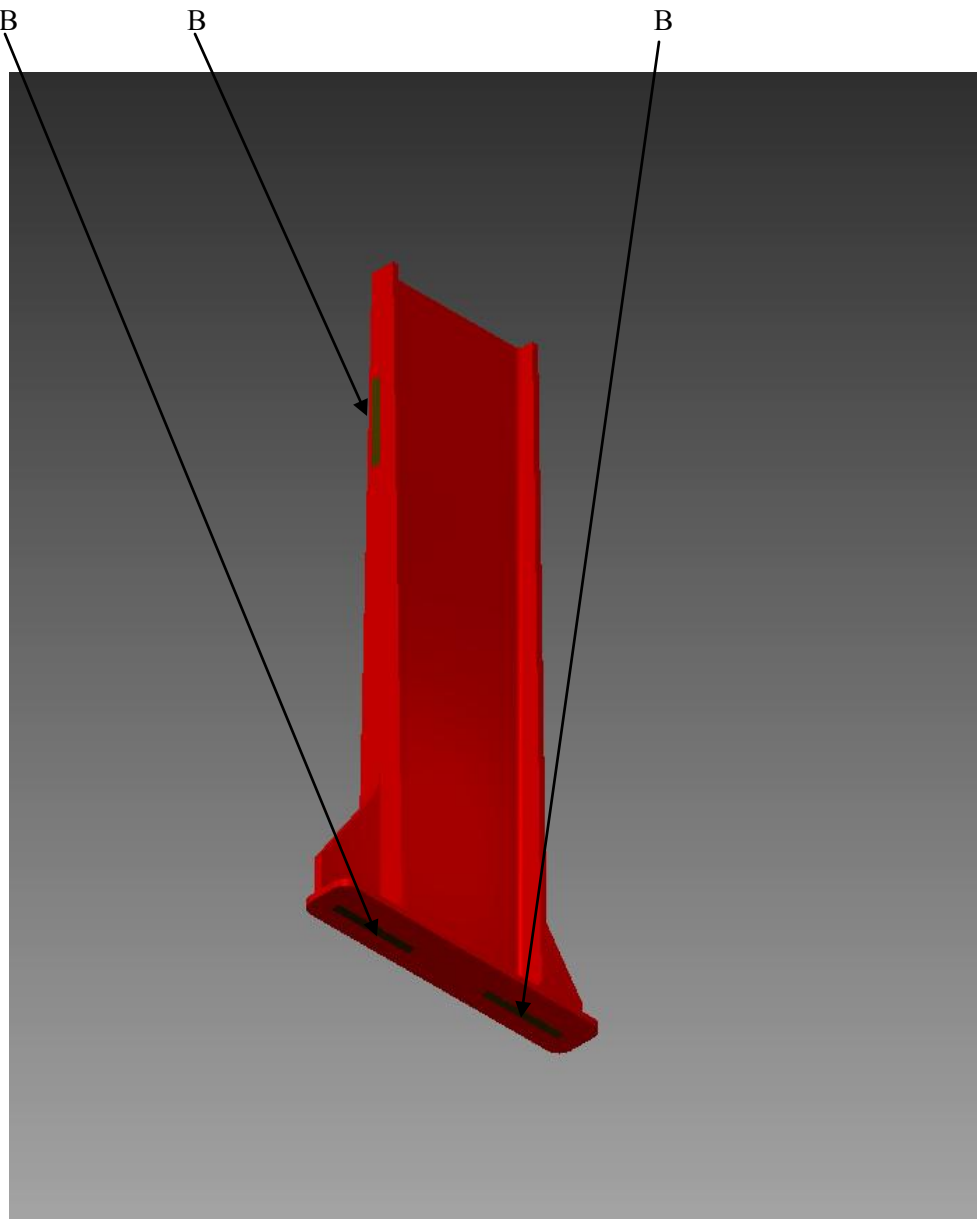
1. Στη Φάση-4 κατεργαζόμαστε το υλικό , εκτός εργαλειομηχανής, στο εφαρμοστήριο για την κοπή των αυτιών που δημιουργήθηκαν από την μέθοδο της γέφυρας
2. Λειαινουμε τα σημεία μετά την κοπή των αυτιών



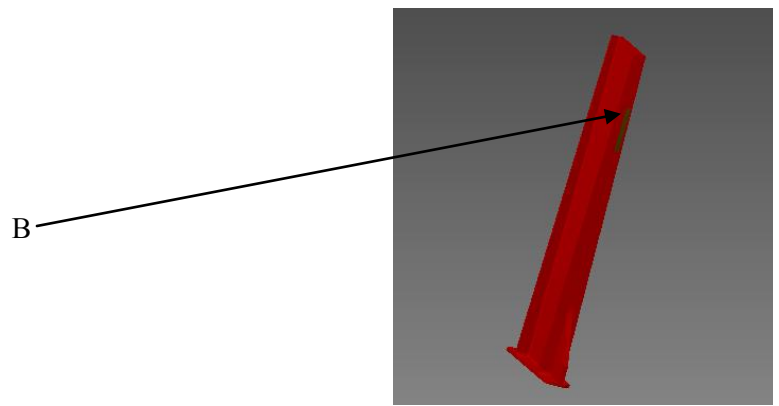
Το υλικό πριν από την έναρξη της κατεργασίας αφαίρεσης των αυτιών ΦΑΣΗ-4 (σχέδιο 9)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΑΣΗΣ:

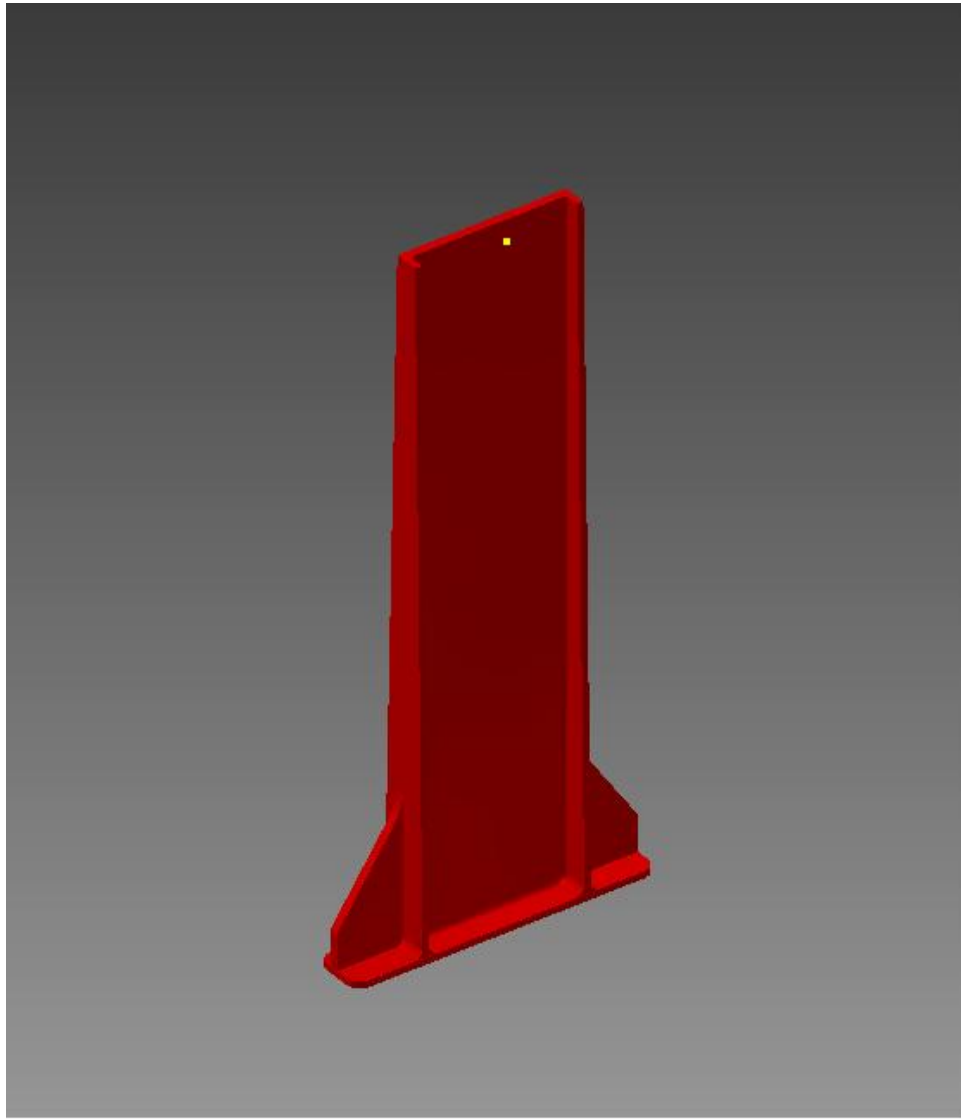
- 1) Κατεργασία για την κοπή των αυτιών (A)
- 2) Λείανση των σημείων μετά την κοπή των αυτιών (B)



Το υλικό μετά την κατεργασία κοπής των αυτιών ΦΑΣΗ-4 (σχέδιο 9)



Δεξιά πλευρά του υλικού (σχέδιο 11)

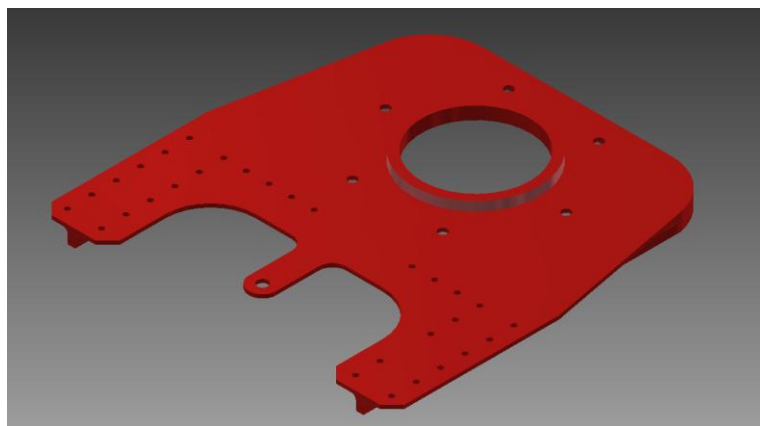
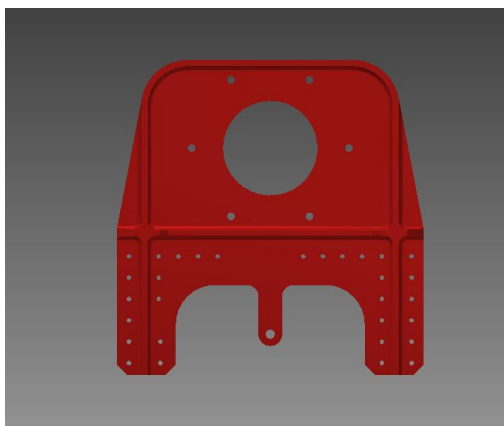


Το υλικό μετά από την ολοκλήρωση της κατεργασίας στη ΦΑΣΗ-4 (σχέδιο 11)

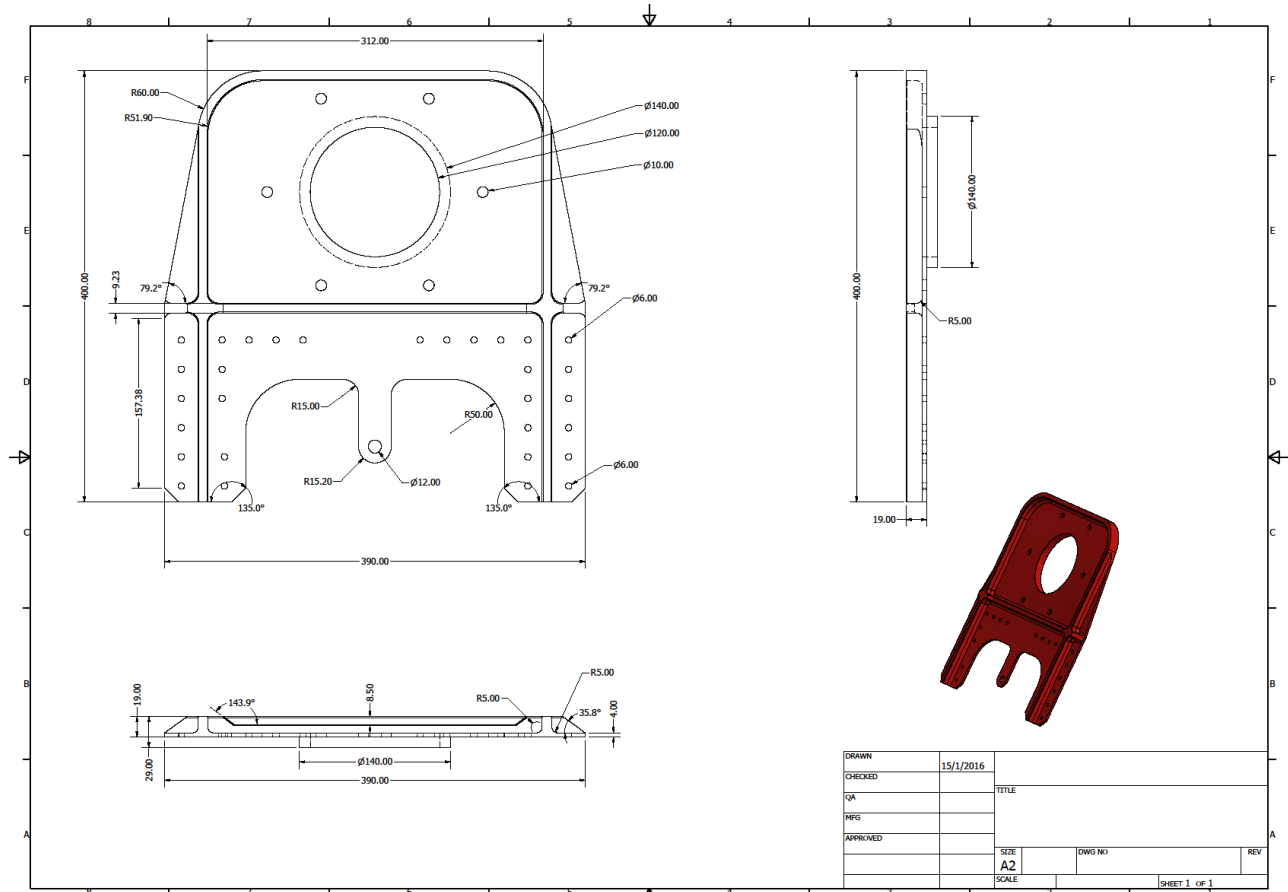
Σχεδιασμός Εργασιών Κατεργασίας Δοκιμίου Part-5 (Φασεολόγιο - Process Planning)

Όνομα δοκιμίου:	Part-3
Τύπος υλικού:	AL 2024-T3
Διαστάσεις πρώτης ύλης:	570mm X 550mm X 30,5mm
Βάρος υλικού πριν από την κατεργασία:	2.30Kgs
Βάρος υλικού μετά από την κατεργασία:	0.43 Kgs
Αριθμός φάσεων κατεργασίας:	4
Εργαλειομηχανή:	Οποιοδήποτε τριαξονικό CNC κέντρο κατεργασίας
Απαιτούμενα εργαλεία συγκράτησης:	4 σφιγκτήρες (φουρκέτες)

Οδηγός χρωμάτων:	Κόκκινο ραμπ = Υλικό μετά από την κατεργασία της ΦΑΣΗΣ-1 σε συμβατική φρέζα Κόκκινο= Κατεργασμένες επιφάνειες από προηγούμενες φάσεις Πράσινο = Επιφάνειες μετά την διαδικασία αφαίρεσης των αυτιών Γκρι = Επιφάνειες κατά τη διάρκεια μιας κατεργασίας
------------------	--



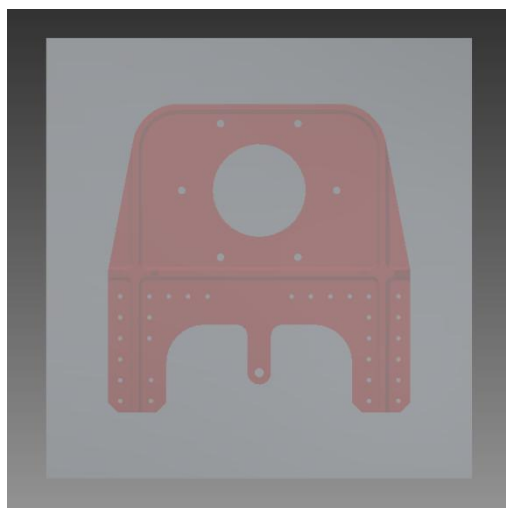
3D σχέδιο δοκιμίου



Κατασκευαστικό σχέδιο δοκιμίου (σχέδιο 1)

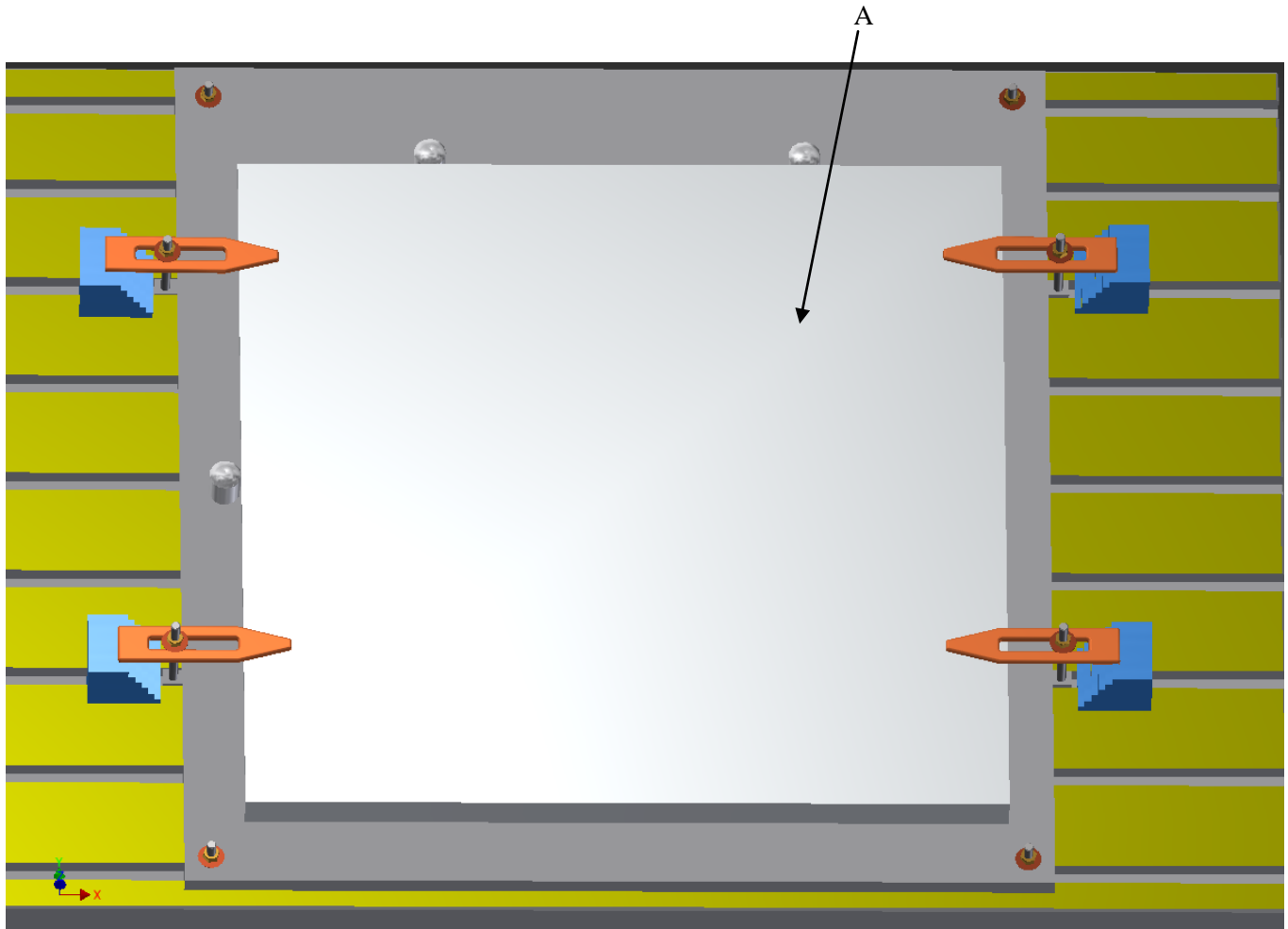
ΦΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ-1 - Περιγραφή:

- 1) Σε συμβατική φρέζα να γίνει κατεργασία των πλευρών A και B της πρώτης ύλης του δοκιμίου
- 2) Διαστάσεις πρώτης ύλης πριν από την κατεργασία: 570mm X 550mm X 29mm
- 3) Διαστάσεις πρώτης ύλης μετά από την κατεργασία: 570mm X 550mm X 29mm
- 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)

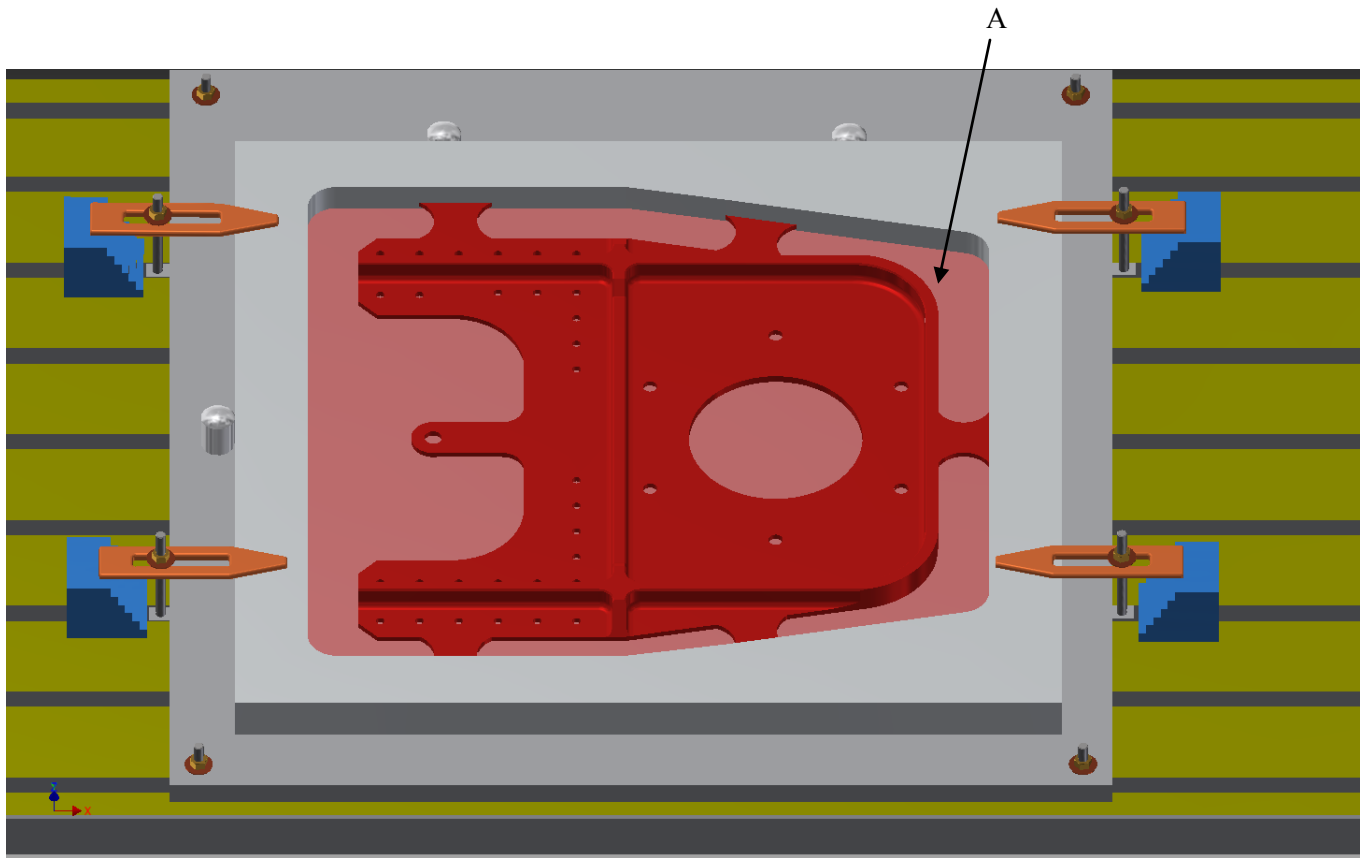
ΦΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ-2



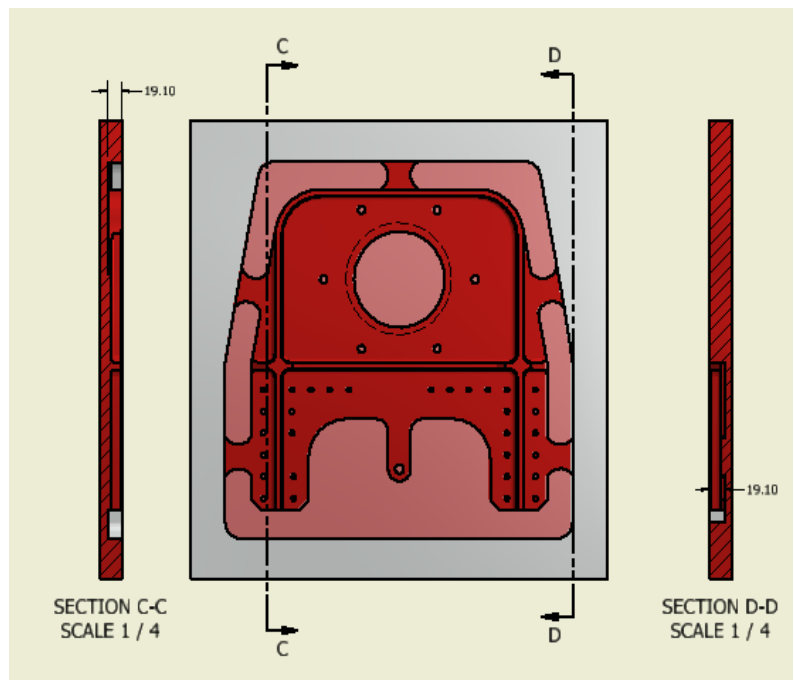
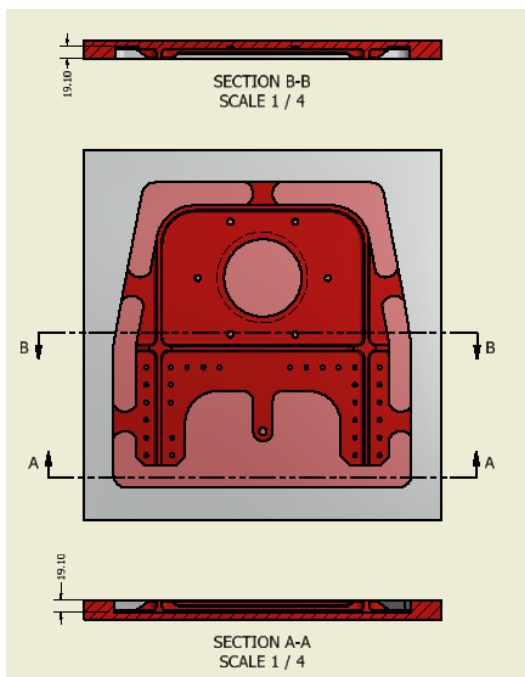
Το υλικό επάνω στη τράπεζα κατεργασίας πριν από την έναρξη της κατεργασίας (σχέδιο 3)

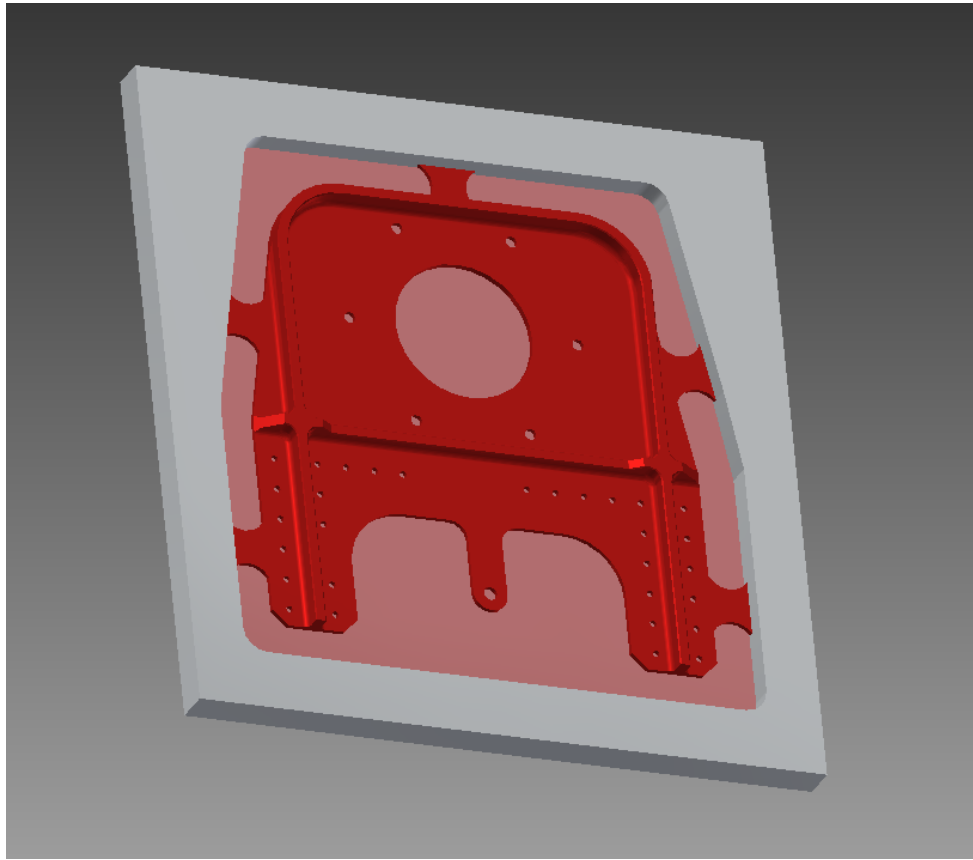
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΑΣΗΣ:

- 1) Κατεργασία στην πετρά A εσωτερικά σε βάθος 19,1mm (A)



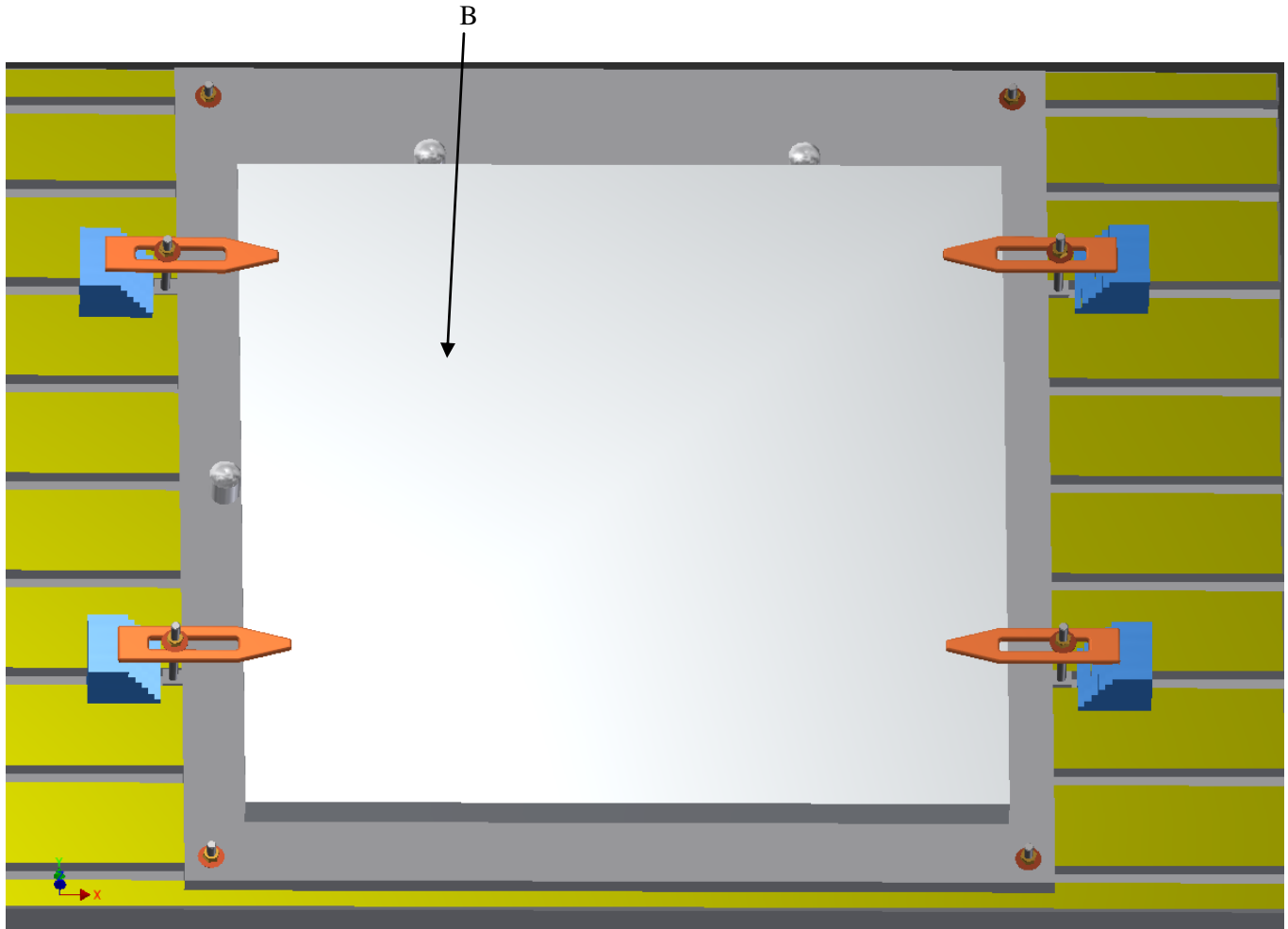
Το υλικό επάνω στη τράπεζα κατεργασίας μετά από την ολοκλήρωση της κατεργασίας στη ΦΑΣΗ-2 (σχέδιο 4)





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

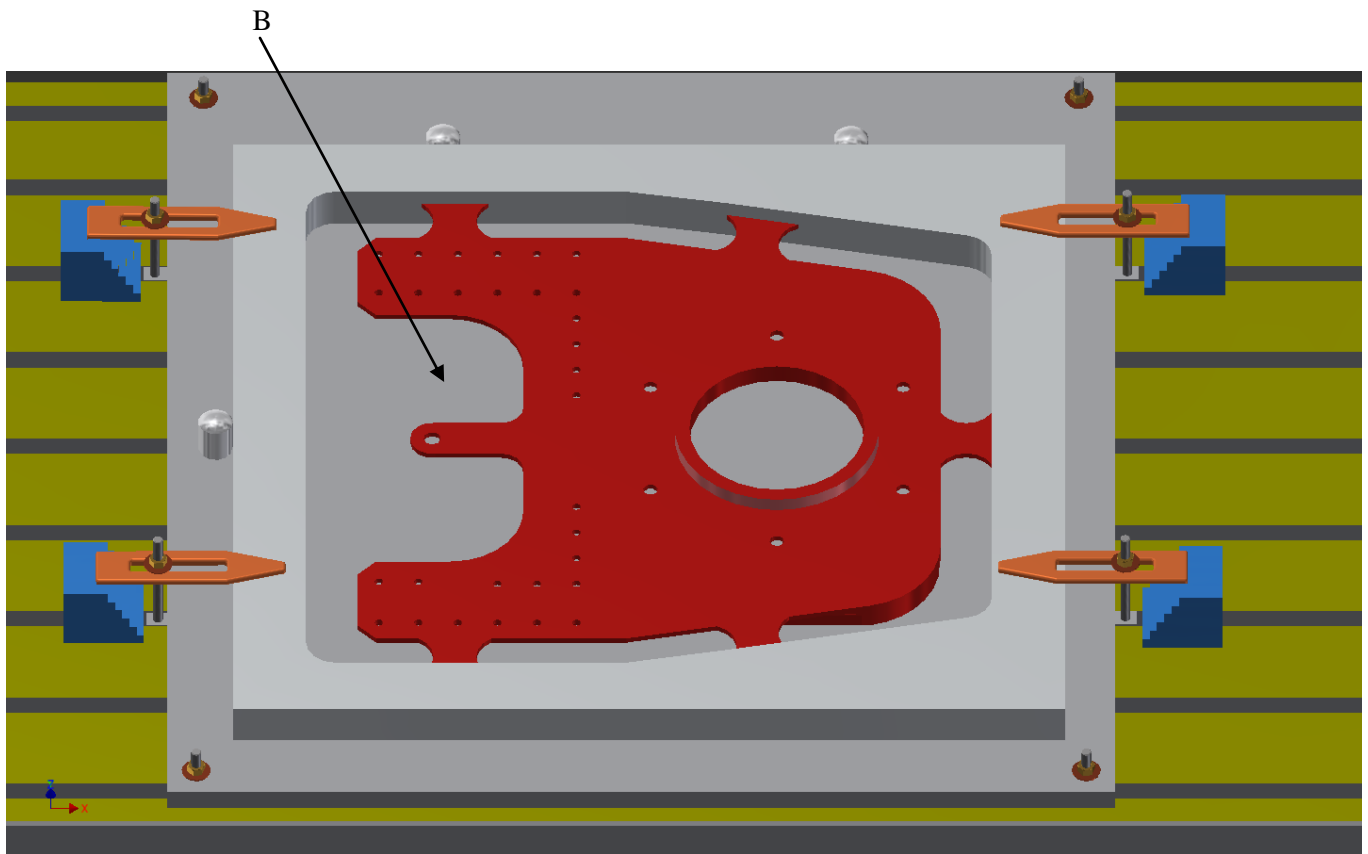
ΦΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ-3



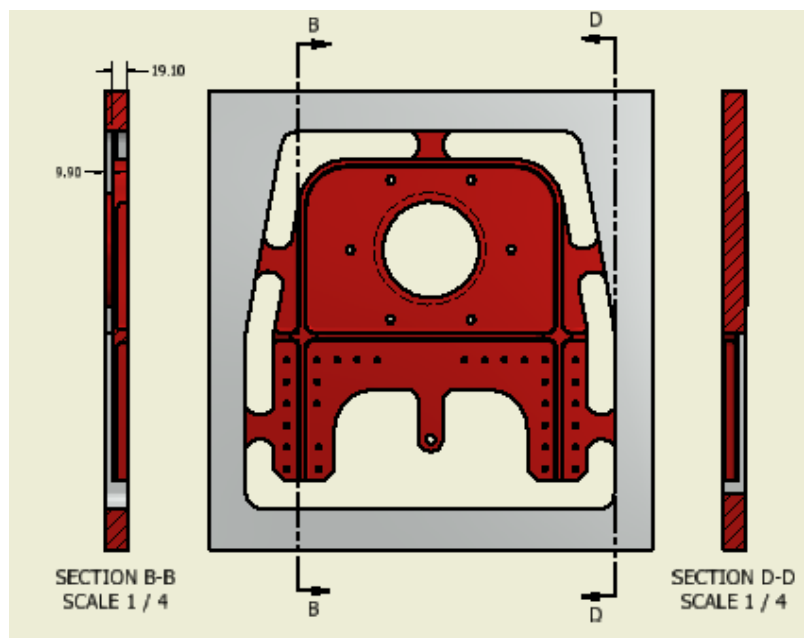
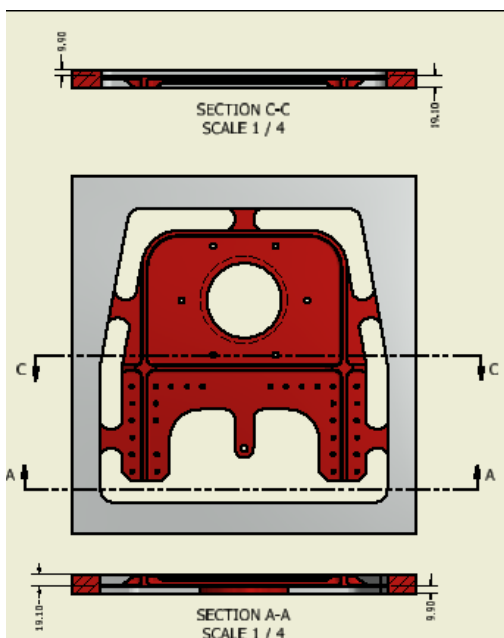
Το υλικό επάνω στη τράπεζα κατεργασίας πριν από την έναρξη της κατεργασίας (σχέδιο 6)

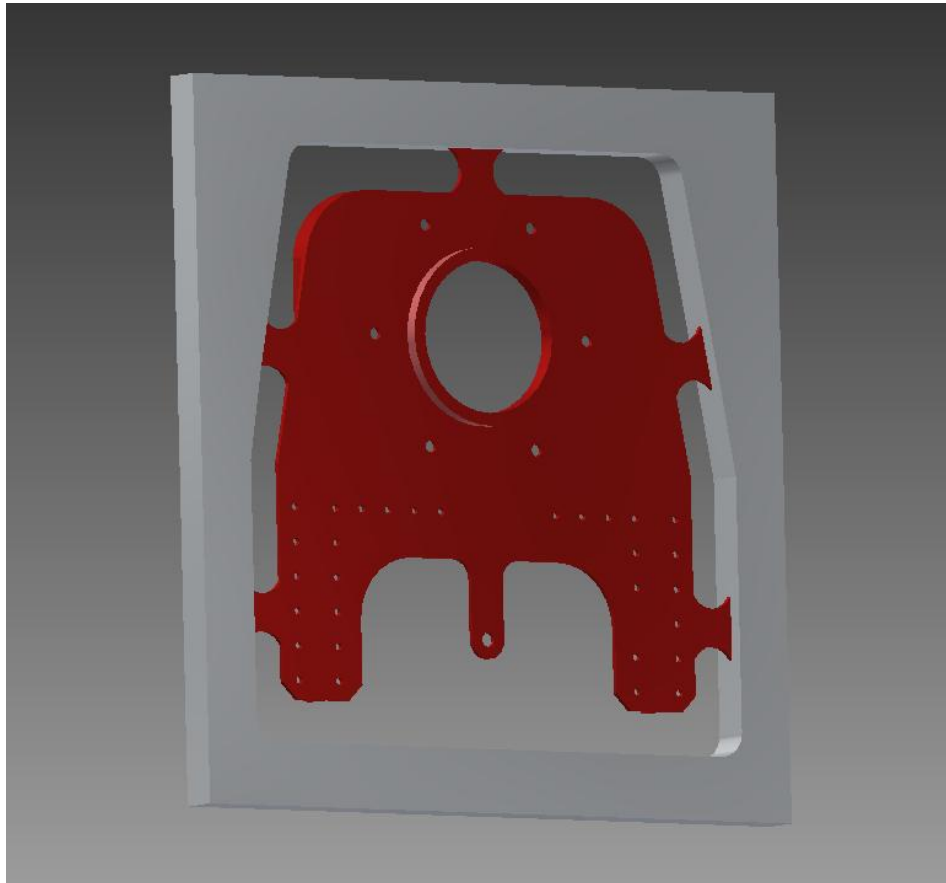
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΑΣΗΣ:

- 1) Κατεργασία στην πλευρά B σε βάθος 9,9 mm (B)



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



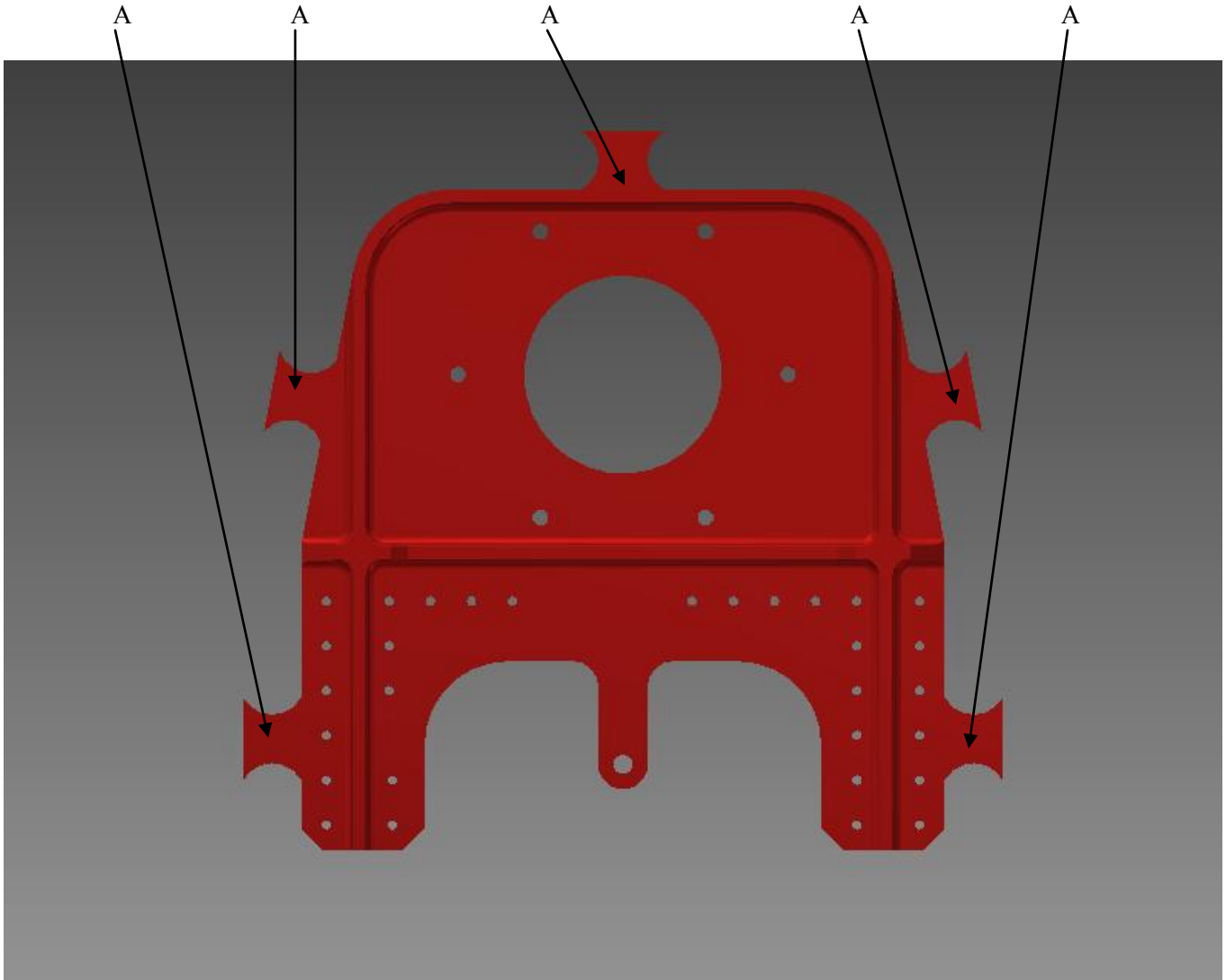


Το υλικό εκτός τράπεζας κατεργασίας μετά από την ολοκλήρωση της κατεργασίας στη ΦΑΣΗ-3 (σχέδιο 8)

ΦΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ-4

Οδηγίες:

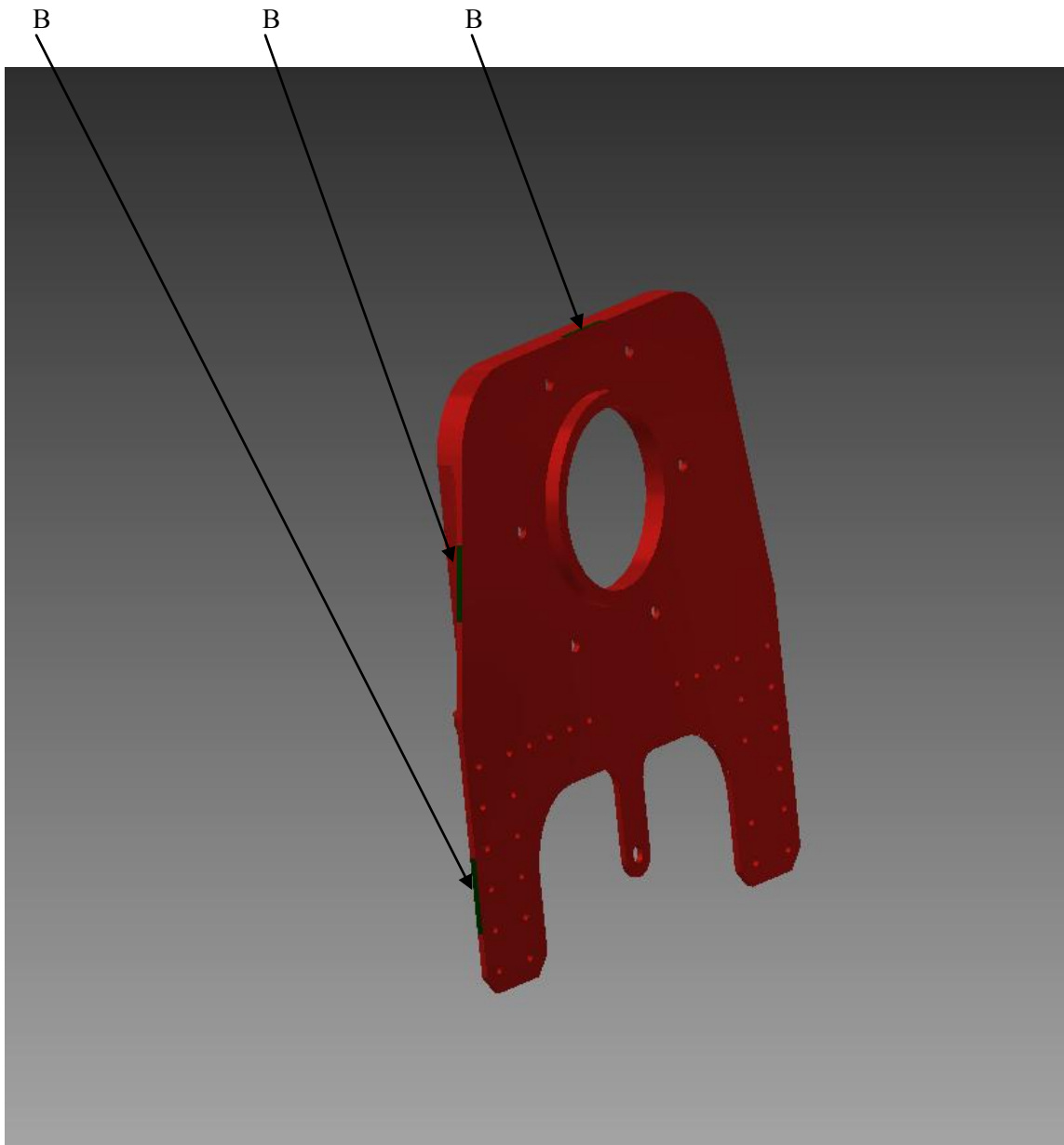
1. Στη Φάση-4 κατεργαζόμαστε το υλικό , εκτός εργαλειομηχανής, στο εφαρμοστήριο για την κοπή των αυτιών που δημιουργήθηκαν από την μέθοδο της γέφυρας
2. Λειαινουμε τα σημεία μετά την κοπή των αυτιών



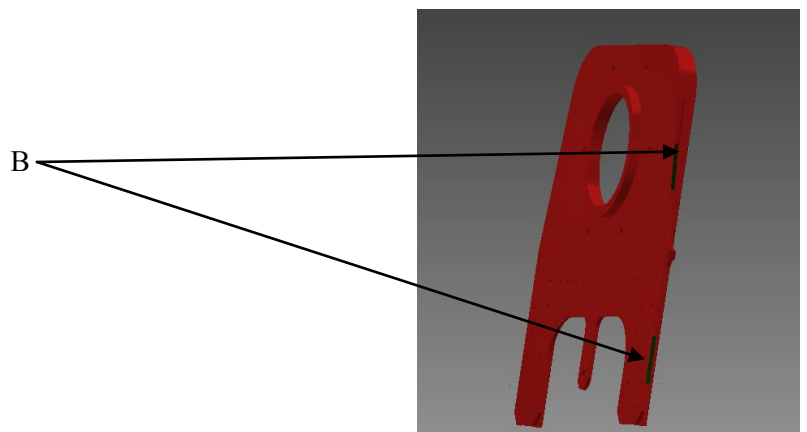
Το υλικό πριν από την έναρξη της κατεργασίας αφαίρεσης των αυτιών ΦΑΣΗ-4 (σχέδιο 9)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΑΣΗΣ:

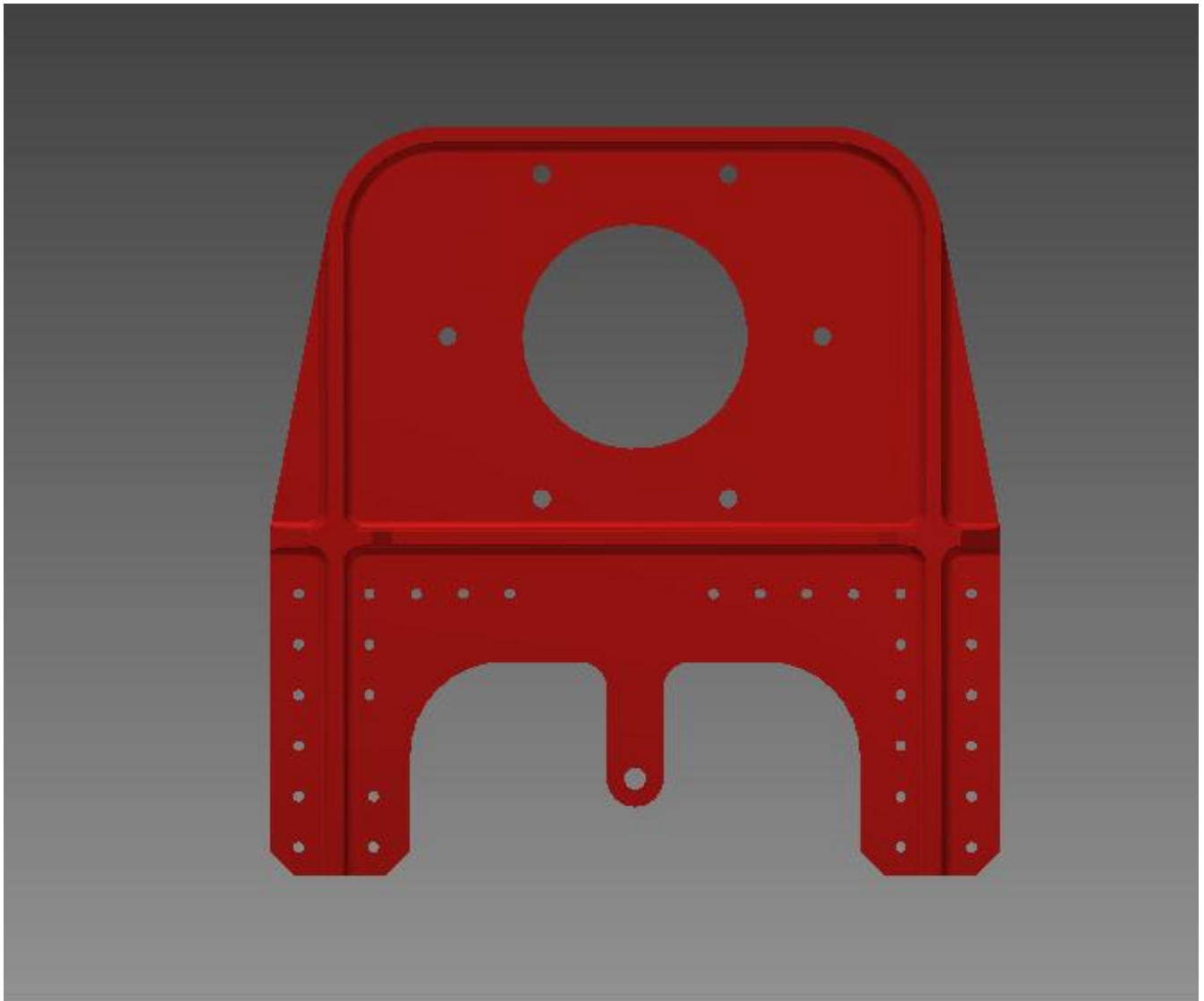
- 1) Κατεργασία για την κοπή των αυτιών (A)
- 2) Λείανση των σημείων μετά την κοπή των αυτιών (B)



Το υλικό μετά την καταργασία κοπής των αυτιών ΦΑΣΗ-4 (σχέδιο 10)



Δεξιά πλευρά του υλικού (σχέδιο 11)



Το υλικό μετά από την ολοκλήρωση της κατεργασίας στη ΦΑΣΗ-4 (σχέδιο 12)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Τρισδιάστατη Εκτύπωση

Η τρισδιάστατη εκτύπωση (3D printing) είναι μια μέθοδος προσθετικής κατασκευής στην οποία κατασκευάζονται αντικείμενα μέσω της διαδοχικής πρόσθεσης επάλληλων στρώσεων υλικού. Στη τρισδιάστατη εκτύπωση μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφοροι τύποι υλικού, κυρίως κεραμικά και πολυμερή. Σε σύγκριση με άλλες τεχνολογίες και εξοπλισμό προσθετικής κατασκευής, οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές είναι συνήθως ταχύτεροι, φθηνότεροι και ευκολότεροι στη χρήση. Χρησιμοποιούνται κυρίως για την κατασκευή φυσικών μοντέλων και πρωτοτύπων από σχεδιαστές, μηχανικούς και ομάδες ανάπτυξης νέων προϊόντων, έχουν τη δυνατότητα να εκτυπώνουν μέρη και εξαρτήματα από διάφορα υλικά, με διαφορετικές μηχανικές και φυσικές ιδιότητες και συχνά σε μια ενιαία διαδικασία κατασκευής.

Η τεχνολογία των 3D εκτυπωτών χρησιμοποιείται επίσης στους τομείς του βιομηχανικού σχεδιασμού της αρχιτεκτονικής, στην αυτοκινητοβιομηχανία, την αεροδιαστημική, την οδοντιατρική την εκπαίδευση, σε έργα πολιτικών μηχανικών και σε πάρα πολλά άλλα. Οι εκτυπωτές ειδικά που χρησιμοποιούν το πλαστικό σαν πρώτη υλη μπορούν κατασκευάσουν κρεμάστρες, καπάκια, εργαλεία για Dremel κλπ. με την χρήση των σχεδίων που υπάρχουν ελεύθερα στο διαδίκτυο αλλά και των πληροφοριών μπορεί κάποιος να κατασκευάσει από πλαστικό, από ένα πολύ μικρό εξάρτημα έως μια σύνθετη κατασκευή από διάφορα κομμάτια.

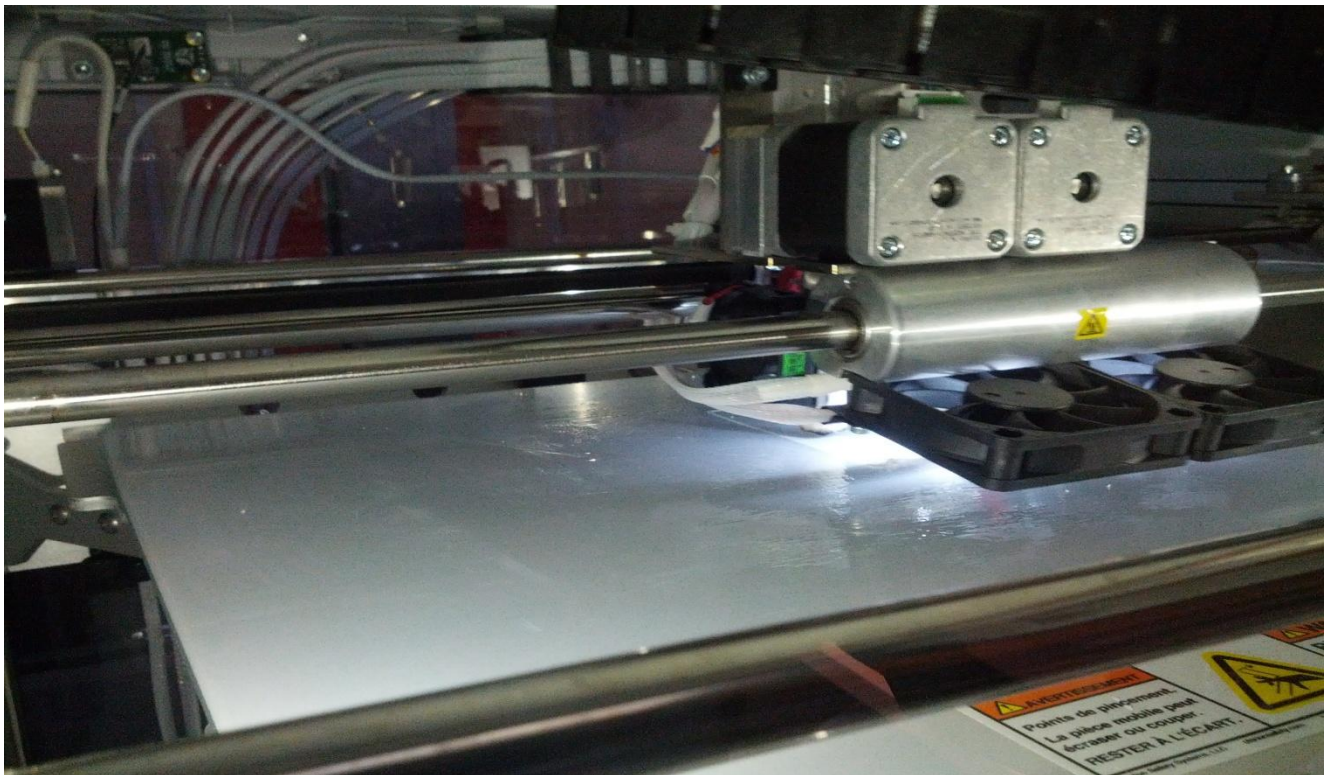
Ένα πλεονέκτημα πολύ σημαντικό της τρισδιάστατης εκτύπωσης είναι η δυνατότητα παράγωγης περίπλοκων αντικειμένων χρησιμοποιώντας μόνο όσο υλικό χρειάζεται. Η βοήθεια της τρισδιάστατης εκτύπωσης στην παράγωγή είναι πολύ μεγάλη και βοηθά πάρα πολύ στην τοπικοποίηση της, μειώνοντας έτσι την ανάγκη παρουσίας γραμμής παραγωγής και συντελεί στη μείωση CO2 λόγω λιγότερων μετακινήσεων.

3D Εκτυπώσεις Φάσεων

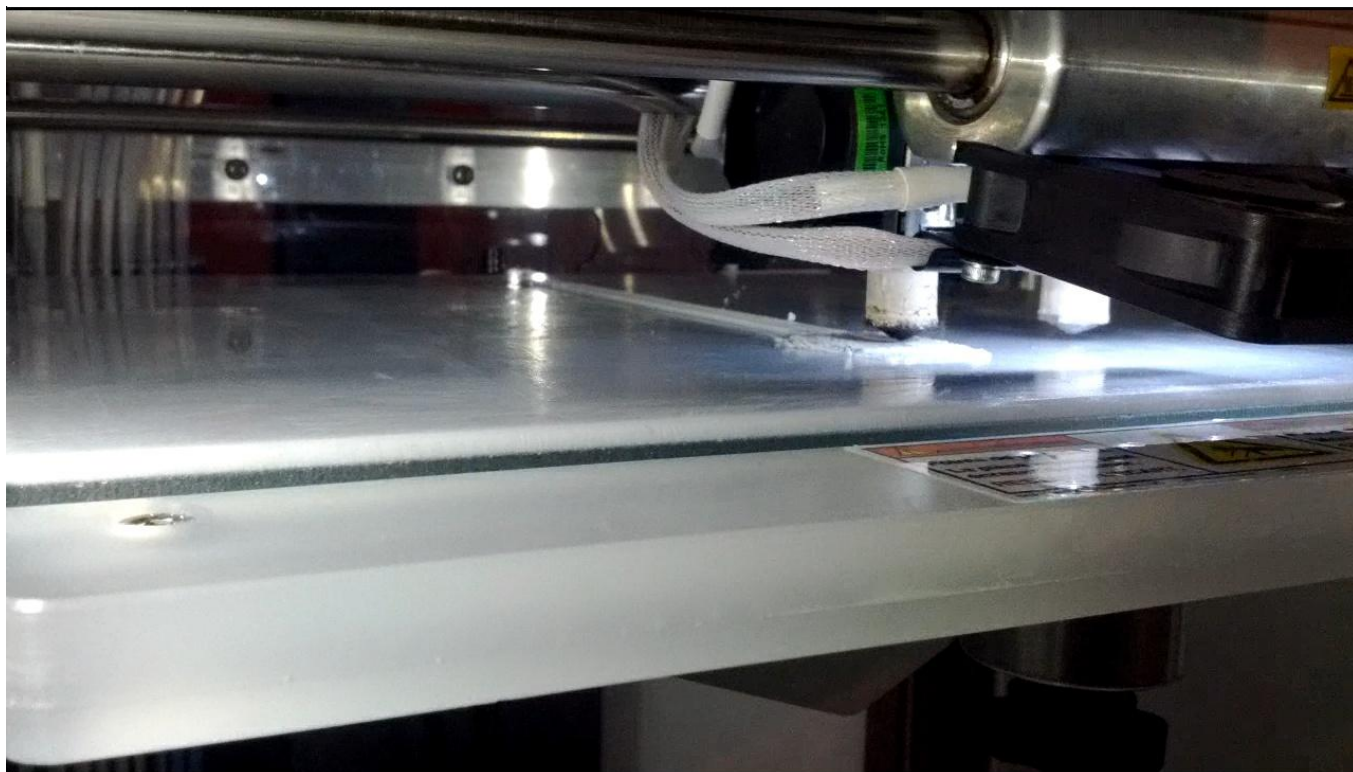
Για την αποτυπωση των φάσεων χρησιμοποιήθηκε ο 3D εκτυπωτής CubePro Duo.



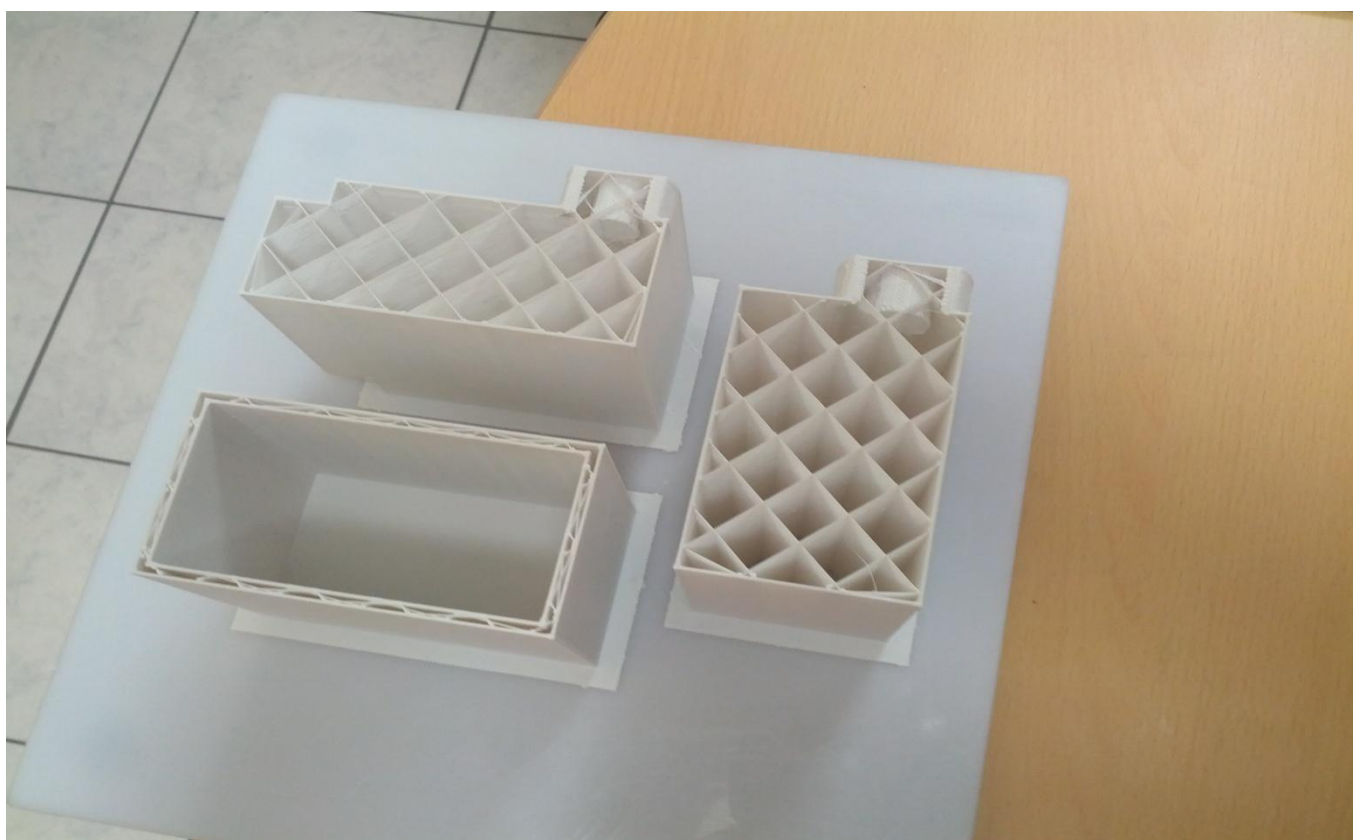
“ Ο CubePro 3D Printer είναι η νεώτερη λύση της 3D Systems στην κατηγορία προσιτών 3D Printers, για επαγγελματικές εφαρμογές. Μπορεί να εκτυπώσει τρισδιάστατα, σκληρά πλαστικά αντικείμενα από ABS,PLA και Nylon υλικά. Οι μέγιστες διαστάσεις εκτύπωσης μοντέλου φτάνουν έως 285 x 270 x 230 mm .Η παραπάνω επιφάνεια εκτύπωσης μπορεί να αξιοποιηθεί για ιδιαίτερα μεγάλα μοντέλα μιας και ο 3D Printer διαθέτει θερμαινόμενο θάλαμο εκτύπωσης. Σε κάθε "εκτύπωση" μπορούν να χρησιμοποιηθούν έως και 3 χρώματα-υλικά ,ανάλογα με τον αριθμό των κεφαλών του 3D Printer. Οι 3D Printers με 2 και 3 κεφαλές εκτύπωσης μπορούν να τυπώσουν περισσότερα χρώματα στο ίδιο μοντέλο (εως 3). Ο CubePro Duo επίσης μπορεί να χρησιμοποιήσει κάποια από τις κεφαλές τους για δημιουργία υποστηρικτικής δομής (support) , κάτι που αυξάνει την αποτελεσματικότητα σε σύνθετα μοντέλα. Η αφαίρεση του υποστηρικτικού υλικού είναι ευκολότερη σε αυτή την περίπτωση.” (www.anima.gr 2016)



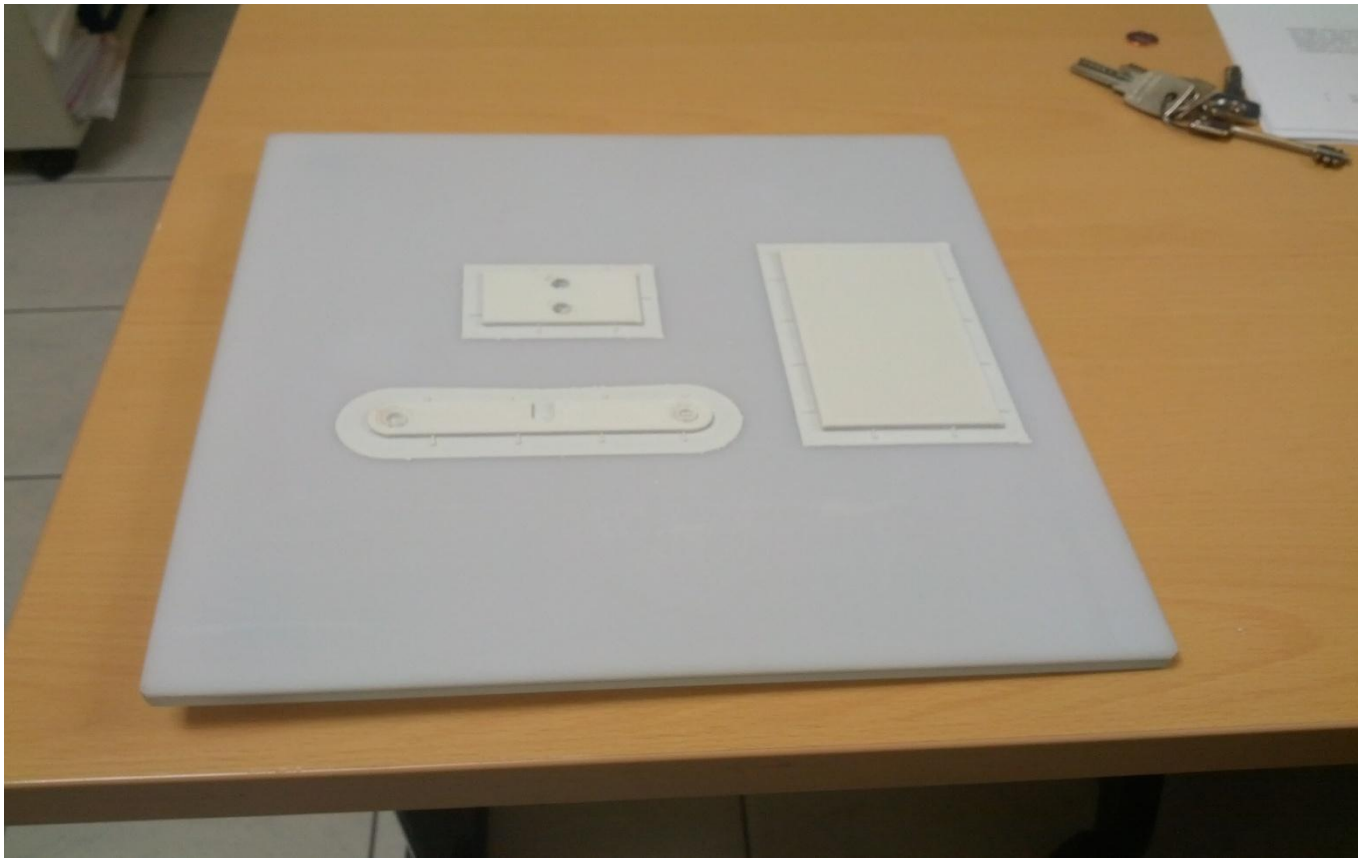
Εκκίνηση εκτύπωσης δοκιμίων



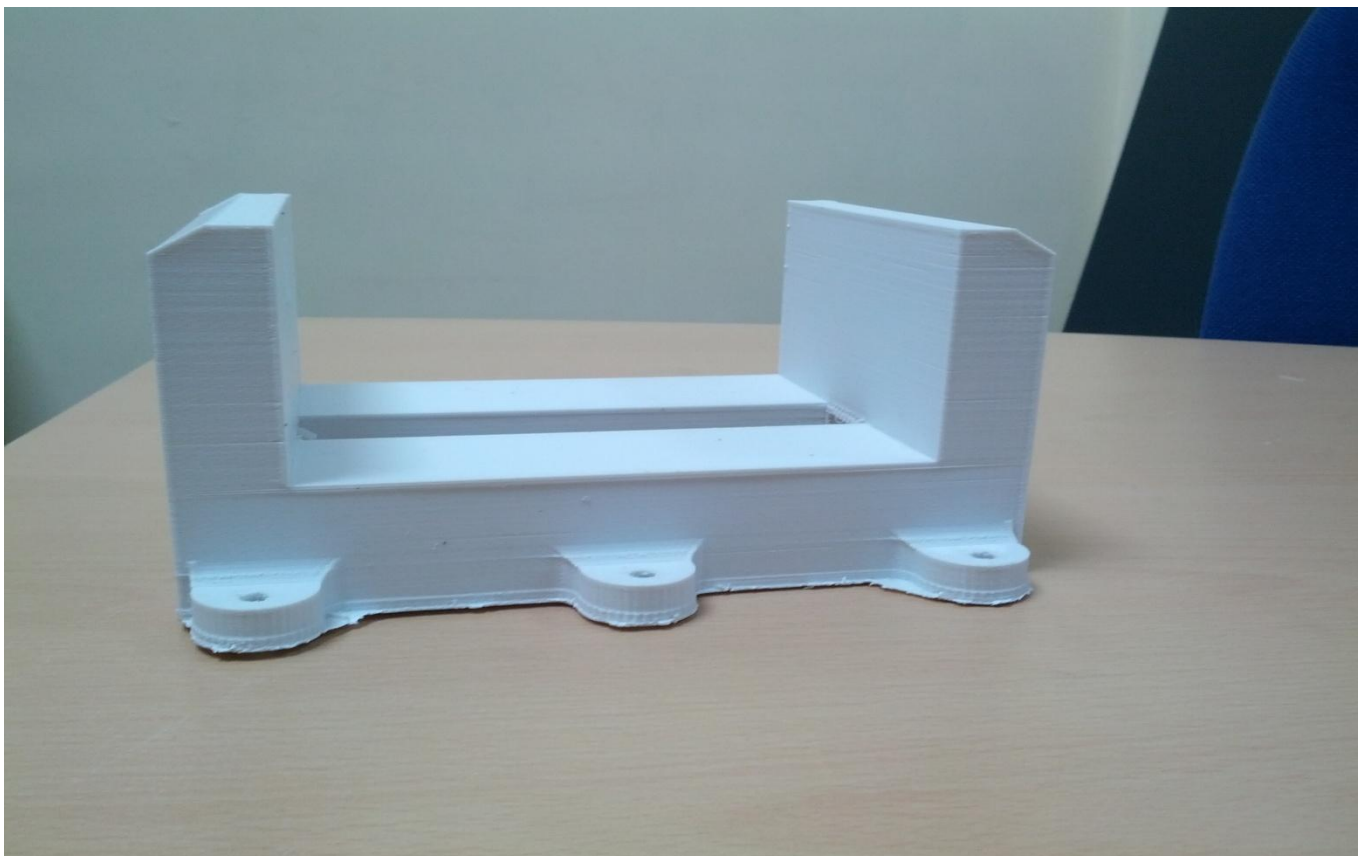
Η εξέλιξη της εκτύπωσης των δοκιμίων



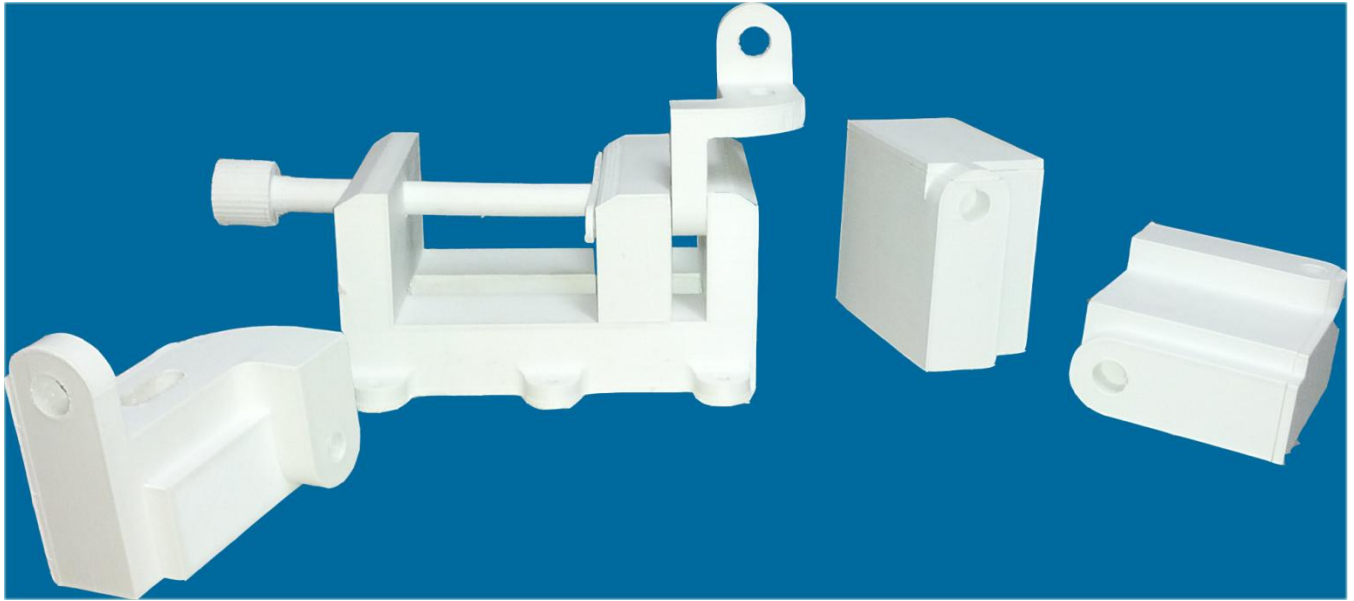
Τα δοκίμια πριν την ολοκλήρωση της εκτύπωσης



Δοκίμια μετά την ολοκλήρωση της εκτύπωσης



Ολοκληρωμένο δοκίμιο μετά την διαδικασία της εκτύπωσης (κορμός μέγγενης)



Οι εκτυπωμένες φάσεις του κομματιού Part-1 , και μεγγενη συναρμολογημενη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Σκιττίδης, Φ. 2003, Βασικές αρχές αριθμητικού ελέγχου και προγραμματισμός εργαλειομηχανών CNC , Τόμος Δ΄, Αθήνα: Σύγχρονη εκδοτική
- Σκιττίδης, Φ. 2000, Βασικές αρχές αριθμητικού ελέγχου και προγραμματισμός εργαλειομηχανών CNC , Τόμος Α΄, Αθήνα: Σύγχρονη εκδοτική
- Ελευθερίου Δ. Παπαδανήλ , Μιχαήλ Μ. Σφαντζικόπουλου 1994 , Μηχανουργική Τεχνολογία εργαστήριο ΙΙ, Α΄ έκδοση ,Αθήνα: Ίδρυμα Ευγενίδου
- Edume.myds.me(2016), Ενότητα :09 Ιδιοσυσκευές [online] διαθέσιμο στη σελίδα : http://edume.myds.me/00_0070_e_library/10020/1002/09.pdf , (τελευταία πρόσβαση 15 Δεκεμβρίου 2015)
- Ντζιαντζιά Ι. 2001, Διερεύνηση και εφαρμογές του προγράμματος EdgeCam στην κατεργασία της ηλεκτροδιάβρωσης σύρματος, Βόλος ,Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας , Βιβλιοθήκη & Κέντρο Πληροφορικής, Ειδική Συλλογή Γκρίζα Βιβλιογραφία, ταξιθετικός κωδικός - [ΠΤ - ΜΜΒ](#)
- Anima.gr (2016)/products/category/3d-printing/desktop-3d-printers/cubepro [online] διαθέσιμο στη σελίδα : <http://www.anima.gr/products/category/3d-printing/desktop-3d-printers/cubepro> , (τελευταία πρόσβαση 16 Δεκεμβρίου 2015)