

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΜΙΚΡΟΥ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΩΝ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ
ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΙΚΕΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ

Σπουδαστές: ΜΠΑΛΤΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ 42354

ΝΑΣΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ 42357

Επιβλέποντες Καθηγητές : ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΣΑΓΙΑΣ , ΦΙΛΗΜΩΝ ΣΚΙΤΤΙΔΗΣ

ΑΘΗΝΑ 2018

ΜΠΑΛΤΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
ΝΑΣΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της εργασίας είναι αρχικά να παρουσιαστεί η έννοια της ιδιοσυσκευής και να γίνει κατανοητή η χρησιμότητα της ιδιοσυσκευής συγκράτησης για μηχανουργικές κατεργασίες και δεύτερον, να αναλυθεί η κατασκευή των 8 διαφορετικών τύπων μεγγενών μικρού μεγέθους ως προς κατεργασία και η τελική συναρμολόγηση τους με τη βοήθεια τη αντίστροφης μηχανικής.

Η αποσυναρμολόγηση των ιδιοσυσκευών συγκράτησης από την τρισδιάστατη εικόνα σε μηχανολογικά σχέδια δύο διαστάσεων έγινε σε στάδια έτσι ώστε να εξάγονται από κάθε επίπεδο οι αντίστοιχες πληροφορίες όσον αφορά το υλικό, τις τεχνικές σχεδίασής του και τους τρόπους λειτουργίας του, με τελικό σκοπό να γίνει η σχεδίαση όλου του συστήματος του υλικού λεπτομερώς.

Τα σύγχρονα συστήματα σχεδιομελέτης με χρήση Η/Υ ,όπως είναι το πρόγραμμα Inventor, στηρίζονται στη χρήση της τρισδιάστατης μοντελοποίησης. Μέσω αυτής δημιουργήθηκαν 8 δοκίμια, παρουσιάζοντας αναλυτικά κάθε στάδιο της μηχανολογικής σχεδίασης και της τελικής συναρμολογημένης 3D απεικόνισής τους. Τα δοκίμια υλοποιήθηκαν έτσι ώστε να γίνει καλύτερη η κατανόηση της χρήσης τους ως προς τον τρόπο συγκράτησης λειτουργίας τους πάνω στο τραπέζι κατεργασίας.

Τέλος, βασικός σκοπός της χρήσης όλων των συστημάτων σχεδιομελέτης και παραγωγής με υπολογιστή είναι η ανάπτυξη των «σωστών» προϊόντων από την αρχή, στον ελάχιστο δυνατό χρόνο ανάπτυξης.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Ιδιοσυσκευές συγκράτησης, αντίστροφη μηχανική, σχεδιομελέτη

ABSTRACT

The purpose of the work is to first define the concept of the device and to understand the usefulness of the retention device for machining and secondly, to present step by step the construction of the 8 different types of ingots of small size for machining and their final assembling with the aid of reverse engineering.

The disassembly of the retention devices from the three-dimensional image into two-dimensional mechanical designs took place in stages so as to extract from each level the corresponding information regarding the material, its design techniques and its modes of operation, with the ultimate goal of designing the whole of the material system in detail.

Modern computer-aided design systems, such as the Inventor program, are based on the use of 3D modeling. Through it eight specimens were created, detailing each stage of mechanical design and their final assembled 3D imaging. The essays were designed to better understand their use of how they are holding their work on the table.

Finally, the main purpose of using all design and computer systems is to develop the "right" products from scratch, to the minimum of time to develop.

KEYWORDS: Retention devices reverse engineering, design study

Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον καθηγητή κ. Βασίλειο Σαγιά κυρίως για την εμπιστοσύνη που μας έδειξε και την υπομονή που έκανε κατά τη διάρκεια υλοποίησης της πτυχιακής εργασίας. Όπως επίσης και για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του, για την επίλυση διάφορων θεμάτων.

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Τοποθετημένη μέγγενη μικρού μεγέθους στο πάγκο κατεργασίας.....	8
Εικόνα 2: Μέγγενη του εφαρμοστή.....	8
Εικόνα 3: Σφιγκτήρας	9
Εικόνα 4: παράδειγμα	11
Εικόνα 5:Αντίστροφη μηχανική	13
Εικόνα 6: Μηχανολογικό σχέδιο τραπέζιου κατεργασίας	15
Εικόνα 7:(Cross- driller) Ιδιοσκευή συγκράτησης για δοκίμια κυλινδρικών διατομών	16
Εικόνα 8: Μέρη ιδιοσυσκευής συγκράτησης κυλινδρικών κατασκευών	17
Εικόνα 9: (Sketch) Δυσδιάστατη μοντελοποίηση πάνω τμήματος δοκιμίου.	18
Εικόνα 10: (Sketch) Δυσδιάστατη μοντελοποίηση κάτω τμήματος δοκιμίου	19
Εικόνα 11: (Sketch) Δυσδιάστατη μοντελοποίηση βιδών συγκράτησης δοκιμίου	20
Εικόνα 12: (Sketch) Δυσδιάστατη μοντελοποίηση περικόχλιου πρόσδεσης στη ντίζα για την συγκράτηση δοκιμίου	21
Εικόνα 13.....	22
Εικόνα 14.....	23
Εικόνα 15: Τελική 3D μοντελοποίηση του δοκιμίου	24
Εικόνα 16: Συναρμολογημένη 3D απεικόνιση του δοκιμίου, δεμένο στο τραπέζι κατεργασίας.....	25
Εικόνα 17: Μέγγενη μικρού μεγέθους για κατεργασίες λουκέτων.	26
Εικόνα 18: μέρη μέγγενης μικρού μεγέθους κατεργασίας λουκέτων	27
Εικόνα 19: (Sketch) Δυσδιάστατη μοντελοποίηση βάσης που προσδέεται στο τραπέζι κατεργασίας.....	28
Εικόνα 20: (Sketch) Δυσδιάστατη μοντελοποίηση μεταφερόμενης βάσης.....	29
Εικόνα 21: (Sketch) Δυσδιάστατη μοντελοποίηση άξονα	30
Εικόνα 22: (Sketch) Δυσδιάστατη μοντελοποίηση λαβή άξονα.....	31
Εικόνα 23: (Sketch) Δυσδιάστατη μοντελοποίηση “αυτάκια” πρόσδεσης για το τραπέζι κατεργασίας.....	32
Εικόνα 24.....	33
Εικόνα 25.....	34
Εικόνα 26: Τελική 3D μοντελοποίηση του δοκιμίου	34
Εικόνα 27: Συναρμολογημένη 3D απεικόνιση του δοκιμίου, δεμένο στο τραπέζι κατεργασίας.....	35
Εικόνα 28: Πρότυπο ιδιοσυσκευής συγκράτησης ράβδων	36
Εικόνα 29: Ιδιοσυσκευής συγκράτησης ράβδων	37
Εικόνα 30: Ιδιοσυσκευής συγκράτησης ράβδων τοποθετημένη στο τραπέζι κατεργασιών	37
Εικόνα 31: Περιτροφικός σφιγκτήρας.....	38
Εικόνα 32: Περιτροφικός σφιγκτήρας με αυτάκια πρόσδεσης για το τραπέζι κατεργασιών	39
Εικόνα 33: Περιτροφικός σφιγκτήρας προσδεμένος στο τραπέζι κατεργασιών	39
Εικόνα 34: Μέγγενη συγκράτησης δισκίων	40
Εικόνα 35: Μέγγενη συγκράτησης δισκίων	41
Εικόνα 36: Μέγγενη συγκράτησης δισκίων τοποθετημένη στο τραπέζι κατεργασιών	41

Εικόνα 37: Ιδιοσκευή συγκράτησης μικρού μεγέθους σωληνώσεων.....	42
Εικόνα 38: Ιδιοσυσκευή συγκράτησης μικρού μεγέθους σωληνώσεων	43
Εικόνα 39: Ιδιοσυσκευή συγκράτησης μικρού μεγέθους σωληνώσεων τοποθετημένη στο τραπέζι κατεργασιών	43
Εικόνα 40: Περιτροφικός σφιγκτήρας με αυτάκια πρόσδεσης για το τραπέζι κατεργασιών	44
Εικόνα 41: Περιτροφικός σφιγκτήρας.....	45
Εικόνα 42: Περιτροφικός σφιγκτήρας τοποθετημένη στο τραπέζι κατεργασιών.....	45
Εικόνα 43: Ιδιοσκευή συγκράτησης διάφορων δοκιμίων κατεργασίας.....	46
Εικόνα 44: Ιδιοσυσκευή συγκράτησης διάφορων δοκιμίων κατεργασίας	47
Εικόνα 45: Ιδιοσυσκευή συγκράτησης διαφόρων δοκιμίων κατεργασίας τοποθετημένη στο τραπέζι κατεργασιών	47
Εικόνα 46: Συναρμολογημένο δοκίμιο ιδιοσυσκευής συγκράτησης για κυλινδρικές κατασκευές	51
Εικόνα 47: Πάνω τμήμα ιδιοσυσκευής συγκράτησης για κυλινδρικές κατασκευές	52
Εικόνα 48: Βάση ιδιοσυσκευής συγκράτησης για κυλινδρικές κατασκευές. Οι δύο ακριανές οπές είναι για την πρόσδεση της ιδιοσυσκευής στο τραπέζι κατεργασίας.	53
Εικόνα 49: Βίδα συγκράτησης της ιδιοσυσκευής για σύσφιξη του κατεργαζόμενου αντικειμένου	54
Εικόνα 50: Ρουλεμάν	55
Εικόνα 51: Συναρμολογημένη ιδιοσυσκευή συγκράτησης μικρού μεγέθους για κατεργασίες λουκέτων	56
Εικόνα 52: Βάση ιδιοσυσκευής συγκράτησης λουκέτων.....	57
Εικόνα 53: Άξονας ιδιοσυσκευής συγκράτησης λουκέτων.....	58
Εικόνα 54: Κινητή βάση ιδιοσυσκευής συγκράτησης λουκέτων.....	59
Εικόνα 55: Λαβή του άξονα της ιδιοσυσκευής συγκράτησης λουκέτων	60
Εικόνα 56: Αυτάκι που κολλάται στις ακριανές πλευρές της κύριας βάσης ώστε να προσδεθεί αυτή στο τραπέζι κατεργασίας	61
Εικόνα 57.....	62
Εικόνα 58.....	63
Εικόνα 59.....	64
Εικόνα 60.....	65
Εικόνα 61.....	66
Εικόνα 62.....	67
Εικόνα 63.....	68
Εικόνα 64.....	69
Εικόνα 65.....	70
Εικόνα 66.....	71
Εικόνα 67.....	72
Εικόνα 68.....	73
Εικόνα 69.....	74
Εικόνα 70.....	75
Εικόνα 71.....	76
Εικόνα 72.....	77

Εικόνα 73.....	78
Εικόνα 74.....	79
Εικόνα 75.....	80
Εικόνα 76.....	81
Εικόνα 77.....	82
Εικόνα 78.....	83
Εικόνα 79.....	84
Εικόνα 80.....	85
Εικόνα 81.....	86
Εικόνα 82.....	87
Εικόνα 83.....	88
Εικόνα 84.....	89
Εικόνα 85.....	90
Εικόνα 86.....	91
Εικόνα 87.....	92
Εικόνα 88.....	93
Εικόνα 89.....	94
Εικόνα 90.....	95
Εικόνα 91.....	96
Εικόνα 92.....	97
Εικόνα 93.....	98

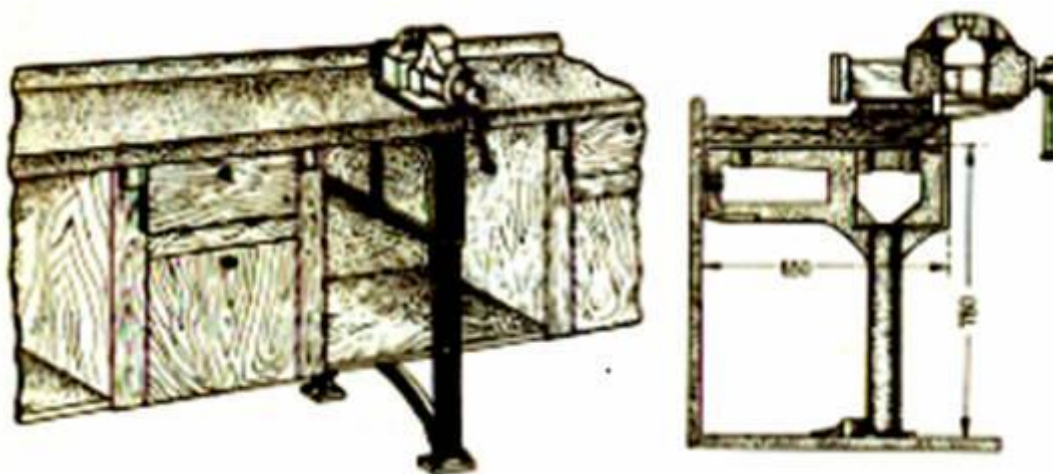
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1	Θεωρία	8
1.1	Μέγγκενες- Ιδιοσυσκευές συγκράτησης (Ιστορική αναδρομή)	8
1.2	Αντίστροφη Μηχανική	12
2	Μεθοδολογία	14
3	Μοντελοποίηση Συναρμολογημένων Δοκιμίων	15
3.1	Τραπέζι Κατεργασιών	15
3.2	Ιδιοσυσκευή συγκράτησης κυλινδρικών δοκιμίων	16
3.3	Ιδιοσυσκευή συγκράτησης για την κατεργασία λουκέτων	26
4	Δείγματα πρότυπων δοκιμίων	36
5	Συμπεράσματα - Παρατηρήσεις	48
	Βιβλιογραφία	50
	Παράρτημα	51
	Κατασκευή Μηχανολογικών Σχεδίων των Δοκιμίων	51
	Μηχανολογικό σχέδιο ιδιοσυσκευής συγκράτησης κυλινδρικών κατασκευών	51
	Μηχανολογικό σχέδιο ιδιοσυσκευής συγκράτησης μικρού μεγέθους για κατεργασίες λουκέτων	56
	Μηχανολογικό σχέδιο ιδιοσυσκευής συγκράτησης μικρού μεγέθους κυλινδρικών κατασκευών	62
	Μηχανολογικό σχέδιο ιδιοσυσκευής συγκράτησης	66
	Μηχανολογικό σχέδιο ιδιοσυσκευής συγκράτησης	73
	Μηχανολογικό σχέδιο ιδιοσυσκευής συγκράτησης σωληνώσεων μικρής διατομής	79
	Μηχανολογικό σχέδιο ιδιοσυσκευής συγκράτησης	82
	Μηχανολογικό σχέδιο ιδιοσυσκευής συγκράτησης	90

1 Θεωρία

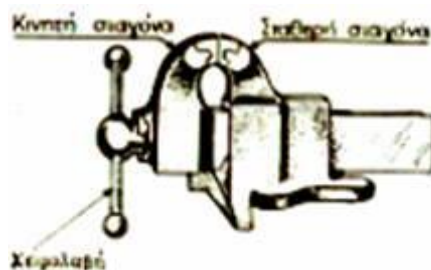
1.1 Μέγγνες- Ιδιοσυσκευές συγκράτησης (Ιστορική αναδρομή)

Εργαλεία, με την πρωταρχική έννοια του όρου, είναι χειροκίνητα όργανα που λειτουργούν με τη μυϊκή δύναμη εκείνου που τα χρησιμοποιεί και οδηγούν στη διαμόρφωση ενός κομματιού υλικού στο επιθυμητό σχήμα. Μολονότι υπάρχουν σήμερα πάρα πολλά εξειδικευμένα εργαλεία είναι αξιοθαύμαστο ότι όλες οι κατασκευές, από μία καρφίτσα έως ένα διαστημόπλοιο, στηρίζονται στην εξέλιξη αυτών των εργαλείων. Ένα ακατέργαστο κομμάτι για να επεξεργαστεί και να διαμορφωθεί με ασφάλεια συγκρατείται από ειδικά εργαλεία, οι λεγόμενες ιδιοσυσκευές συγκράτησης. [1]



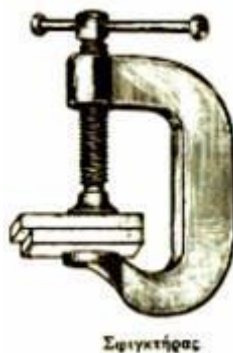
Εικόνα 1: Τοποθετημένη μέγγνη μικρού μεγέθους στο πάγκο κατεργασίας

Οι πιο γνωστές συσκευές συγκράτησης είναι οι μέγγνες. Υπάρχουν πολλών ειδών μέγγνες, άλλες πιο απλές και άλλες πιο εξειδικευμένες.



Εικόνα 2: Μέγγνη του εφαρμοστή

Πιο εξειδικευμένες μέγγενες, είναι η μέγγενη του εφαρμοστή και η μέγγενη του σιδηρουργού που είναι μεγαλύτερες και πιο πολύπλοκες μέγγενες. Επειδή τα μάγουλα στις μέγγενες δεν σφίγγουν παράλληλα και σε πολλές περιπτώσεις είναι μεγάλα για την εργασία που χρειάζεται να γίνει, υπάρχουν οι ιδιοσυσκευές συγκράτησης που είναι για συγκεκριμένων ειδών κατεργασίες δοκιμών.



Εικόνα 3: Σφιγκτήρας

Για τη διαμόρφωση υλικών με μηχανική κοπή στο Μηχανουργείο, ακολουθείται μια πορεία εργασίας στην οποία χρησιμοποιούνται ιδιοσυσκευές. Οι ιδιοσυσκευές είναι τα ειδικά, επιπρόσθετα εκείνα προσαρτήματα που χρησιμοποιούνται στις εργαλειομηχανές γενικής χρήσης, με σκοπό:

- Τη σύσφιξη σε σύντομο χρόνο.
- Την καθοδήγηση του δοκιμίου για ακριβή κατεργασία.
- Τη σύσφιξη και σταθερή συγκράτηση του δοκιμίου για την καθοδήγηση του κοπτικού εργαλείου.
- Τη γρήγορη αποσύσφιξη και αφαίρεση του δοκιμίου από την εργαλειομηχανή.

Συχνά κατασκευάζονται και χρησιμοποιούνται ιδιοσκευές, ακόμη και σε περιπτώσεις όπου ο αριθμός των δοκιμών που θα υποστούν κατεργασίες μηχανικής κοπής είναι μικρός. Το μέγεθος των ιδιοσυσκευών ποικίλει ανάλογα με την περίπτωση και μπορεί να είναι μικρό (απλές ιδιοσυσκευές δραπάνου ή άλλων εργαλειομηχανών) μέχρι και πολύ μεγάλο (ιδιοσυσκευές συναρμολόγησης αεροπλάνων, πυραύλων και διαστημοπλοίων).

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

- Άμεση και ασφαλής σύσφιγξη και συγκράτηση του δοκιμίου και άμεση αποσύσφιγξη του δοκιμίου από την ιδιοσυσκευή.
- Επιπρόσθετη εξοικονόμηση χρόνου, γιατί με τη χρησιμοποίηση ιδιοσυσκευών επιτυγχάνεται σημαντική ελάττωση του χρόνου κατεργασίας ανά δοκίμιο.
- Σταθερή ποιότητα και ακρίβεια κατεργασίας για όλα τα δοκίμια που υποβάλλονται σε κατεργασίες μηχανικής κοπής με τη βοήθεια ιδιοσυσκευής, χωρίς να χρησιμοποιείται εξειδικευμένο προσωπικό για την εκτέλεση των εργασιών αυτών.
- Εξοικονόμηση χρημάτων από ημερομίσθια, γιατί οι απολαβές του ανειδίκευτου προσωπικού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή είναι χαμηλότερες από εκείνες του εξειδικευμένου προσωπικού.
- Εξοικονόμηση προσωπικού, γιατί με τη χρησιμοποίηση ιδιοσυσκευών είναι δυνατό ένας τεχνίτης να χειρίζεται περισσότερες από μια εργαλειομηχανές.
- Για το χειρισμό των ιδιοσυσκευών απαιτείται ελάχιστη συνήθως χειρωνακτική προσπάθεια από τους τεχνίτες.
- Οι ιδιοσυσκευές συντελούν στον περιορισμό, στο ελάχιστο δυνατό, των πολλαπλών κινδύνων ατυχημάτων.

Στις εργαλειομηχανές επιβάλλεται το δοκίμιο να συγκρατείται στην αρχική θέση πρόσδεσης, χωρίς να κινείται καθόλου. Η τυχόν μετακίνηση δεν επιτρέπεται κυρίως για λόγους ασφαλείας, ενώ η μετακίνηση αυτή συνοδεύεται και με απώλεια της ακρίβειας της κατεργασίας. Οι ιδιοσυσκευές στην παρούσα πτυχιακή χρησιμοποιούνται για συγκεκριμένων τύπων δοκιμίων. [2]



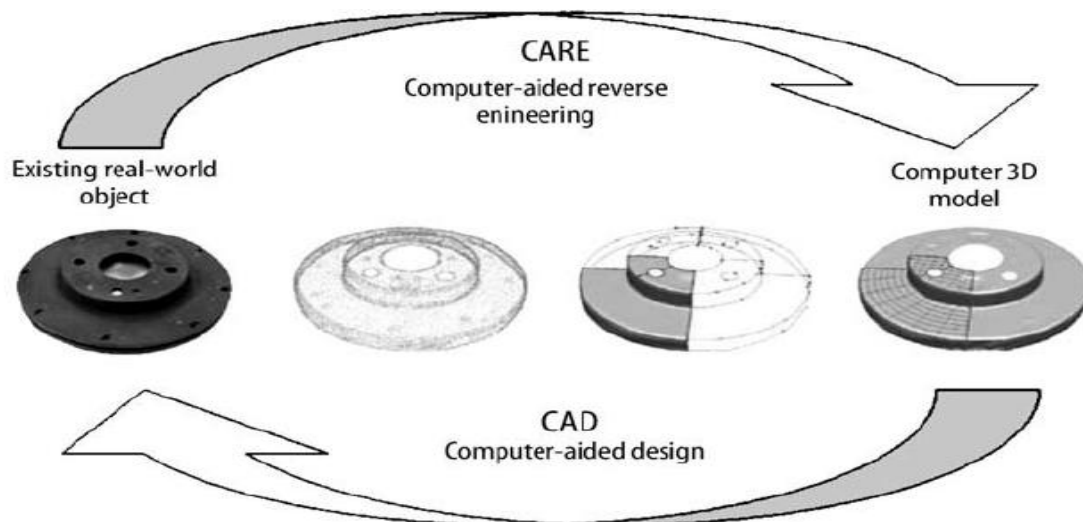
Εικόνα 4: παράδειγμα

Η συγκεκριμένη ιδιοσυσκευή συγκράτησης χρησιμοποιείται αποκλειστικά για καλώδια και μικρού τύπου σωλήνων, τυποποιημένων διαστάσεων.

1.2 Αντίστροφη Μηχανική

Η αντίστροφη μηχανική χρησιμοποιείται όπου δεν υπάρχουν διαθέσιμα αρκετά χαρακτηριστικά, συνηθέστερα τεχνικής φύσεως. Τις περισσότερες φορές χρησιμοποιείται για να δημιουργηθεί ένα πανομοιότυπο προϊόν με βάση συγκεκριμένες προδιαγραφές, όπου ίσχυαν και στην αρχή της κυκλοφορίας του με ελάχιστες αλλαγές. Στην περίπτωση, που δεν υπάρχει καμία γνώση για τον τρόπο υλοποίησης, τα τεχνικά χαρακτηριστικά των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν και τις μεθόδους, που απαιτήθηκαν, τότε πρέπει να χρησιμοποιηθεί η τεχνική της αντίστροφης μηχανικής για την άντληση δεδομένων και τη τελική δημιουργία του νέου προϊόντος.[3]

Η μέθοδος αυτή αποτελεί ένα σύνολο τεχνικών αλλά και μία φιλοσοφία, η οποία ως έννοια υπάρχει πολλές δεκαετίες και τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιείται κατά κόρον. Τα τελευταία χρόνια λοιπόν, η αντίστροφη μηχανική έρχεται να λύσει προβλήματα που σχετίζονται με την βελτίωση υλικών και την δημιουργία νέων, που καλύπτουν νέες ανάγκες ή βελτιώνουν ήδη υπάρχουσες με τρόπο εύκολο, οικονομικό και αρκετά άμεσο και παρεμφερή με τον αρχικό, που είχε σχεδιαστεί. Για κάθε τεχνική που αναφέρεται στην αντίστροφη μηχανική υπάρχουν συγκεκριμένα στάδια, τα οποία θα πρέπει να ακολουθηθούν για να φθάσουν στο τελικό συμπέρασμα και στο αποτέλεσμα, που επιθυμείται με στόχο πάντα την κάλυψη μίας ανάγκης, όπου υπάρχει. Ο όρος Reverse Engineering ως νέος θεσμός εμφανίζεται περί την δεκαετία του '60 σε έγγραφο της κυβέρνησης των Ηνωμένων Πολιτειών, που αφορούσε το τμήμα ρύθμισης εξαγωγών της αμυντικής βιομηχανίας των Η.Π.Α..(Ingle Kathryn A., 1994). Αναλύοντας την αντίστροφη μηχανική στην βάση της μπορούμε να αναφέρουμε ότι σχετίζεται και βασίζεται κατά ένα μέρος στην τεχνική του μαύρου κουτιού (BlackBoxTechnique). Η τεχνική αυτή χρησιμοποιήθηκε και στη παρούσα πτυχιακή κατά την οποία τα υπάρχοντα αντικείμενα αποσυναρμολογήθηκαν και δημιουργήθηκαν τα μηχανολογικά τους σχέδια με στόχο να βρεθεί ο τρόπος δημιουργίας τους.[4]



Εικόνα 5: Αντίστροφη μηχανική

Η διαδικασία χωρίστηκε σε δύο φάσεις. Αρχικά γίνεται μια έρευνα στο διαδίκτυο για την εξαγωγή συγκεκριμένων πληροφοριών, τόσο για το προϊόν όσο και για τον κατασκευαστή του. Πληροφορίες που συλλέγονται είναι οι προδιαγραφές του προϊόντος, έντυπα σχεδίασης, οδηγίες λειτουργίας, οδηγίες διασύνδεσής του με άλλα υλικά καθώς και πληροφορίες για τον κατασκευαστή και τους τρόπους προώθησης των προϊόντων του. Η έρευνα για την συλλογή αυτών των πληροφοριών γίνεται σε διάφορα forums, blogs, στο Google.

Δεύτερον, η αποσυναρμολόγηση θα γίνει σε στάδια έτσι ώστε να εξάγονται από κάθε επίπεδο οι αντίστοιχες πληροφορίες στο υλικό λεπτομερώς. Με την διαδικασία αυτή εξάγονται πληροφορίες σχετικά με την τεχνικές σχεδίασης του υλικού και τους τρόπους λειτουργίας του.[5][6]

2 Μεθοδολογία

Για την σχεδίαση μικρού μεγέθους ιδιοσυσκευών συγκράτησης εξαρτημάτων για μηχανουργικές κατεργασίες με το λογισμικό Autodesk Inventor, ακολουθήθηκε μια συγκεκριμένη σειρά βημάτων. Αρχικά, δόθηκαν οκτώ φωτογραφίες έγχρωμες των σχεδίων που έπρεπε να σχεδιαστούν. Η διαστασιολόγηση έγινε παίρνοντας μετρήσεις πάνω στις έγχρωμες φωτογραφίες και βάση μιας τυποποιημένης διάστασης του τραπεζιού κατεργασίας, πάρθηκαν οι τελικές διαστάσεις. Στη συνέχεια, μέσω του σχεδιαστικού προγράμματος Inventor ξεκίνησε η μοντελοποίηση κάθε τμήματος των δοκιμών.

Για το τελικό αποτέλεσμα που ζητήθηκε η πτυχιακή χωρίστηκε σε δύο μέρη. Πρώτον, στη τρισδιάστατη μοντελοποίηση των οκτώ δοκιμών και τη τελική μορφή τους, δεμένα στο τραπέζι κατεργασιών. Και δεύτερον, στα μηχανολογικά σχέδια κάθε δοκιμίου και των εξαρτημάτων ξεχωριστά, για την καλύτερη κατανόηση τους.

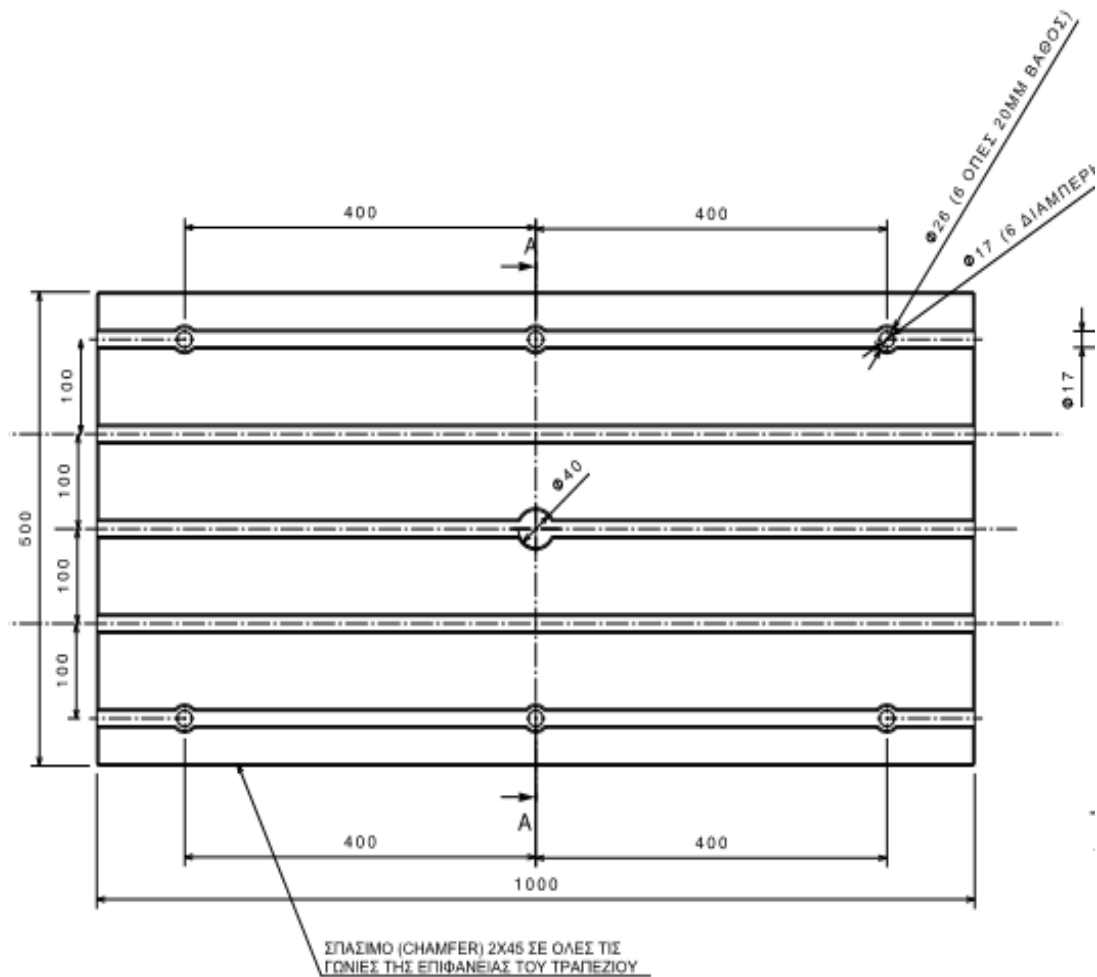
Παρακάτω θα παρουσιαστούν βήμα βήμα δύο από τα οκτώ πιο βασικά δοκίμια. Πρώτα, μέσω του δισδιάστατου υβριδικού μοντελοποιητή παρατίθενται οι διαστάσεις και στη συνέχεια γίνεται η τρισδιάστατη μοντελοποίηση. Μετά την αποπεράτωση της κατασκευάζονται τα μηχανολογικά σχέδια, όπου διαφαίνονται αναλυτικότερα όλες οι σχεδιαστικές πληροφορίες.

Στο παράρτημα βρίσκονται όλα τα μηχανολογικά σχέδια λεπτομερώς.

3 Μοντελοποίηση Συναρμολογημένων Δοκιμίων

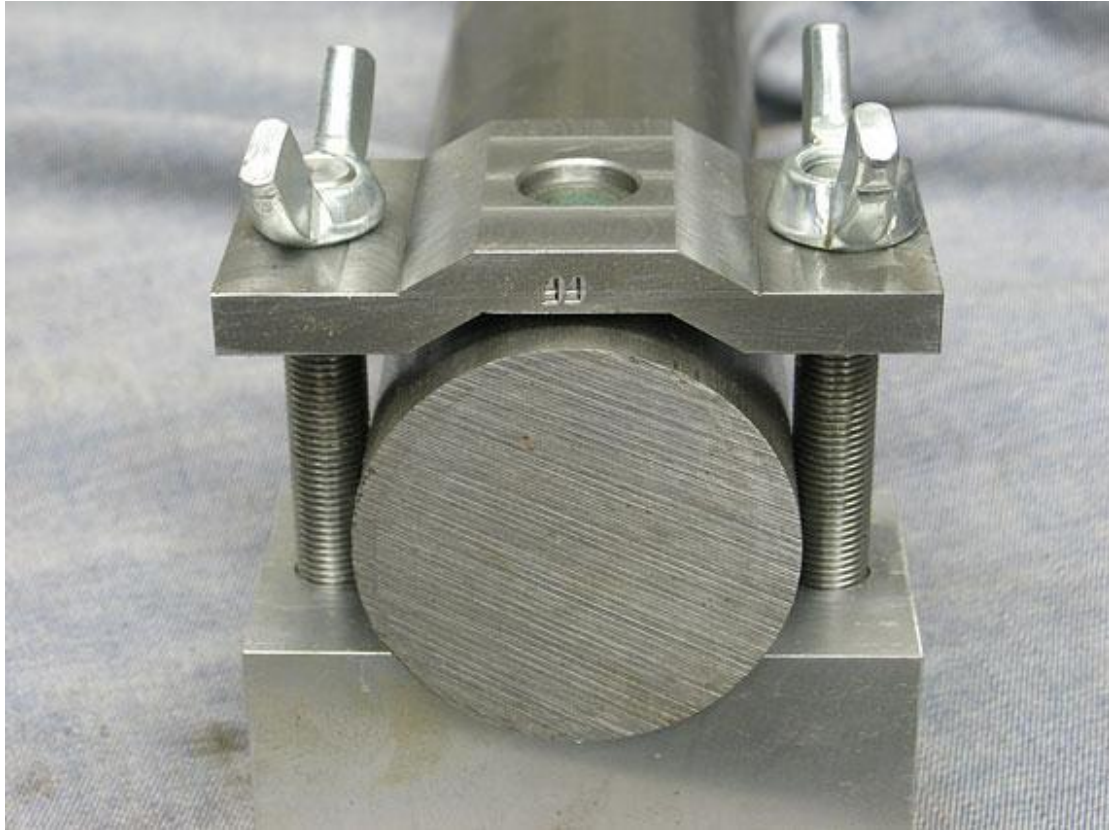
3.1 Τραπέζι Κατεργασιών

Παρακάτω απεικονίζεται το μηχανολογικό σχέδιο του τραπέζιού κατεργασίας.



Εικόνα 6: Μηχανολογικό σχέδιο τραπέζιού κατεργασίας

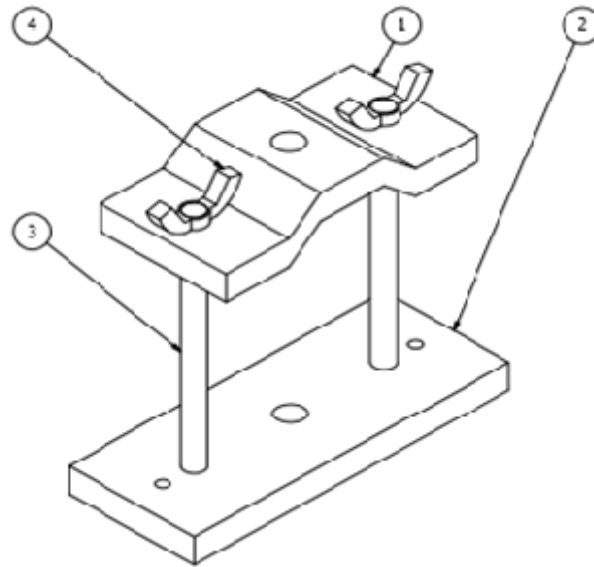
3.2 Ιδιοσυσκευή συγκράτησης κυλινδρικών δοκιμών



Εικόνα 7:(Cross- driller) Ιδιοσκευή συγκράτησης για δοκίμια κυλινδρικών διατομών

Όπως φαίνεται και στην εικόνα παραπάνω στο πάνω μέρος της ιδιοσυσκευής συγκράτησης υπάρχει μια οπή, ώστε να χρησιμοποιηθεί τρυπάνι μικρού μεγέθους και να γίνει η κατεργασία του κυλινδρικού δοκιμίου. Μέσω των δύο ντιζών, (στρογγυλών βεργών με βόλτες) με περικόχλια, γίνεται η σύσφιξη του κυλινδρικού μετάλλου κατεργασίας. Το δοκίμιο τοποθετείται στη βάση και το επάνω μέρος εφαρμόζει στην κυλινδρική του διατομή που γίνεται και η σύσφιξη. Η βάση προσδένεται στο τραπέζι κατεργασιών. Τα δοκίμια που δέχεται η συγκεκριμένη μέγγενη πρέπει να είναι κυλινδρικής διατομής και διαμέτρου έως 270mm.

Παρακάτω φαίνονται στην εικόνα τα μέρη όπου χωρίζεται η ιδιοσυσκευή συγκράτησης κυλινδρικών δοκιμών.

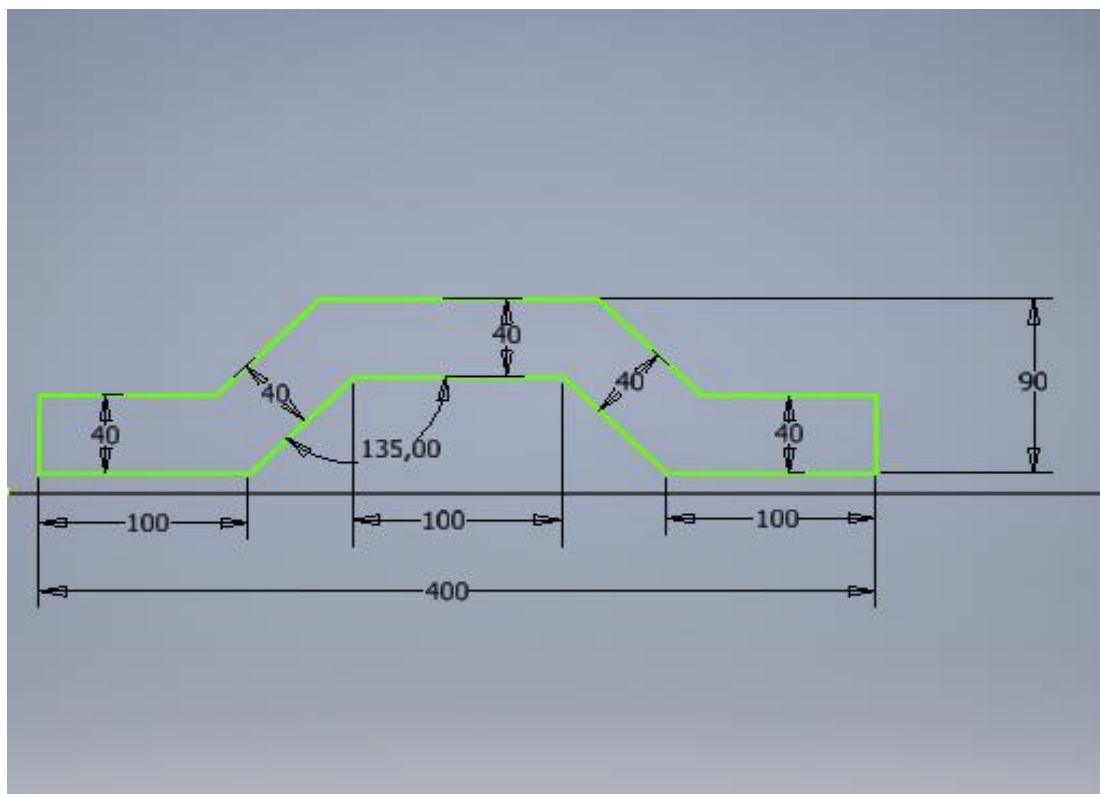


Εικόνα 8: Μέρη ιδιοσυσκευής συγκράτησης κυλινδρικών κατασκευών

Για να κατασκευαστεί η μέγγενη κυλινδρικών κατασκευών πάρθηκαν μετρήσεις από την παραπάνω εικόνα που δόθηκε σαν πρότυπο και συμπεριλήφθηκαν και οι καθορισμένες διαστάσεις του τραπέζιου κατεργασίας. Για την ευκολία σχεδίασης χρησιμοποιήθηκαν οι εξής όψεις: η πρόοψη και η κάτοψη.

Βήμα 1: (Sketch) Δυσδιάστατη μοντελοποίηση πάνω τμήματος δοκιμίου.

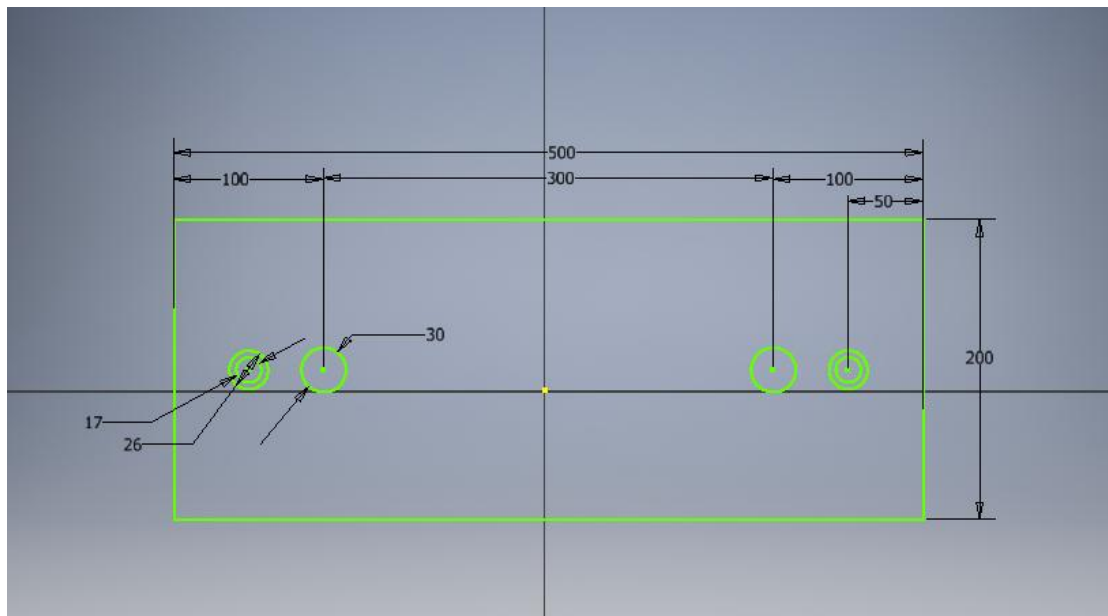
Αρχικά επιλέχτηκε η εντολή **line**. Με αυτή την εντολή σχεδιάστηκε το αρχικό σχήμα της πρόοψης του αντικειμένου και με την επιλογή **dimension** προστέθηκαν οι διαστάσεις. Αφού ολοκληρώθηκε το πρώτο βήμα σχεδίασης πάρθηκε η εντολή **finish sketch** για το επόμενο βήμα που είναι τα **extrude**. Η επιλογή **extrude** δίνει στο δυσδιάστατο σχέδιο όγκο και βάθος. Για τις οπές χρησιμοποιήθηκε η εντολή **hole**. Με αυτή την εντολή δημιουργούνται οπές βασισμένες σε σημεία του σκίτσου και σε άλλες γεωμετρικές επιλογές. Για να καθοριστεί η θέση της οπής πάνω στην επιφάνεια υπάρχει η υποεντολή **linear** που δίνει με ακρίβεια την απόσταση από δυο άκρα.



Εικόνα 9: (Sketch) Δυσδιάστατη μοντελοποίηση πάνω τμήματος δοκιμίου.

Βήμα 2: (Sketch) Δυσδιάστατη μοντελοποίηση κάτω τμήματος δοκιμίου

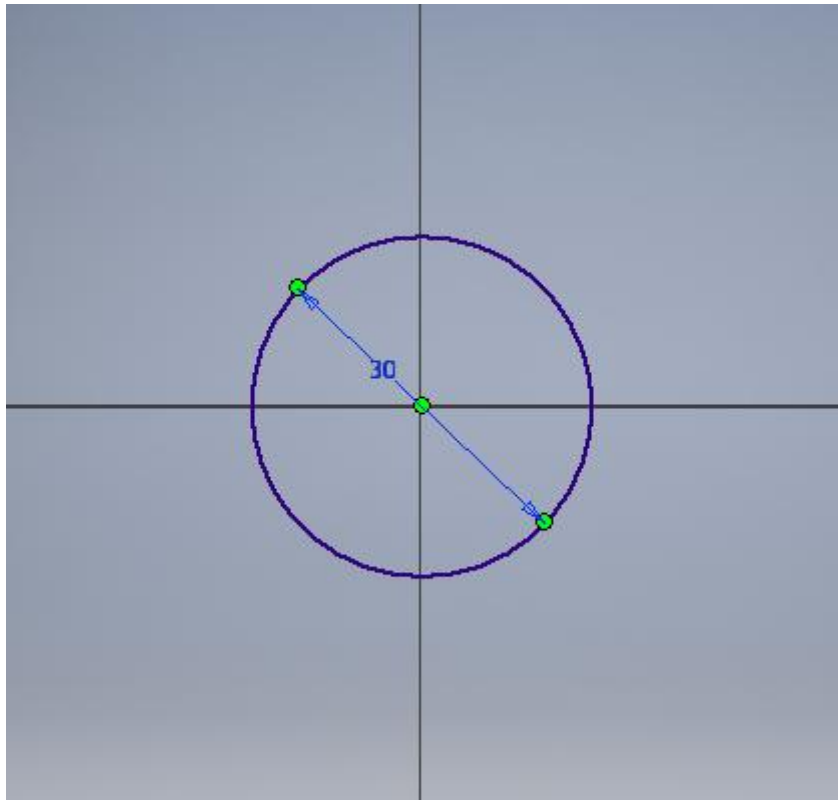
Η σχεδίαση του κάτω μέρους της μέγγενης ξεκίνησε από την κάτοψη. Με την εντολή **line** σχεδιάστηκε βάση των διαστάσεων που μετρήθηκαν ένα ορθογώνιο. Στο ορθογώνιο με την εντολή **circle** πάρθηκαν τα σημεία που χρειάζονται για να γίνουν οι οπές. Με την εντολή **dimension** δόθηκαν οι διαστάσεις. Στη συνέχεια με την εντολή **extrude** δόθηκε ο όγκος της βάσης, δηλαδή το πάχος της. Τέλος, με την εντολή **hole** και την υποεντολή **linear** όπως και στο σχέδιο του πάνω τμήματος της ιδιοσυσκευής συγκράτησης κυλινδρικών διατομών έγιναν οι οπές.



Εικόνα 10: (Sketch) Δυσδιάστατη μοντελοποίηση κάτω τμήματος δοκιμίου

Βήμα 3: (Sketch) Δυσδιάστατη μοντελοποίηση ντίζας συγκράτησης δοκιμίου

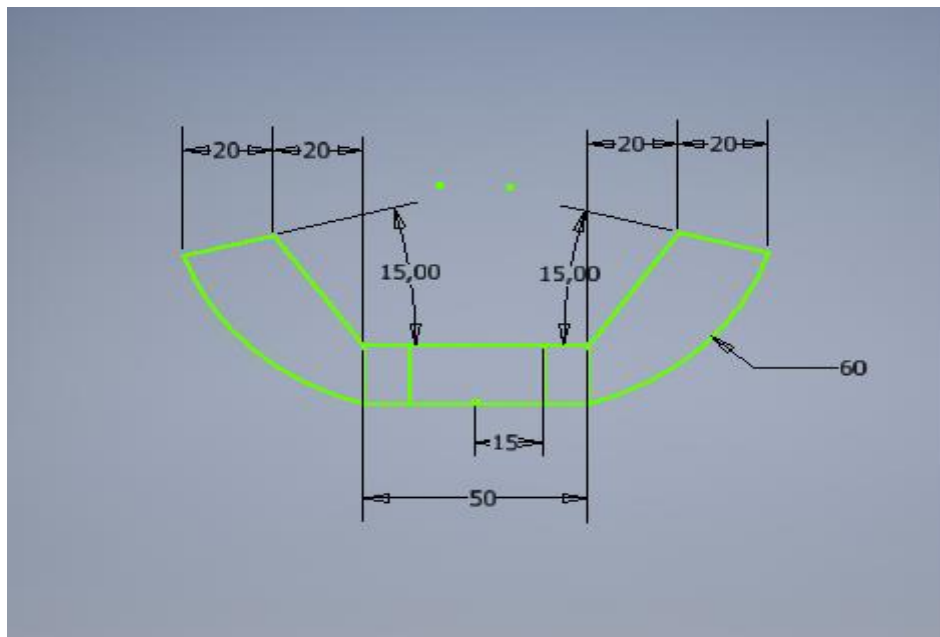
Για τη σχεδίαση της ντίζας πάρθηκε η κάτοψη. Με την εντολή **circle** σχεδιάστηκε ένας κύκλος διαμέτρου 30mm όσο και οι οπές της άνω και κάτω βάσης της μέγγενης. Στη συνέχεια με την εντολή **extrude** δόθηκε ο όγκος (μήκος της ντίζας) και τέλος με την εντολή **thread** δημιουργήθηκε το σπείρωμα.



Εικόνα 11: (Sketch) Δυσδιάστατη μοντελοποίηση βιδών συγκράτησης δοκιμίου

Βήμα 4: (Sketch) Δυσδιάστατη μοντελοποίηση περικόχλιου συγκράτησης ντιζών δοκιμίου

Για το περικόχλιο οι διαστάσεις είναι τυποποιημένες και η σχεδίαση του ξεκίνησε με βάση την πρόοψη. Χρησιμοποιήθηκαν όπως και παραπάνω οι εντολές **line** για την δυσδιάστατη σχεδίαση και στη συνέχεια με τις εντολές **extrude** και **hole** έγιναν η διόγκωση και η οπή αντίστοιχα. Τέλος η εντολή **fillet** έδωσε την καθορισμένη καμπυλότητα του σχήματος.

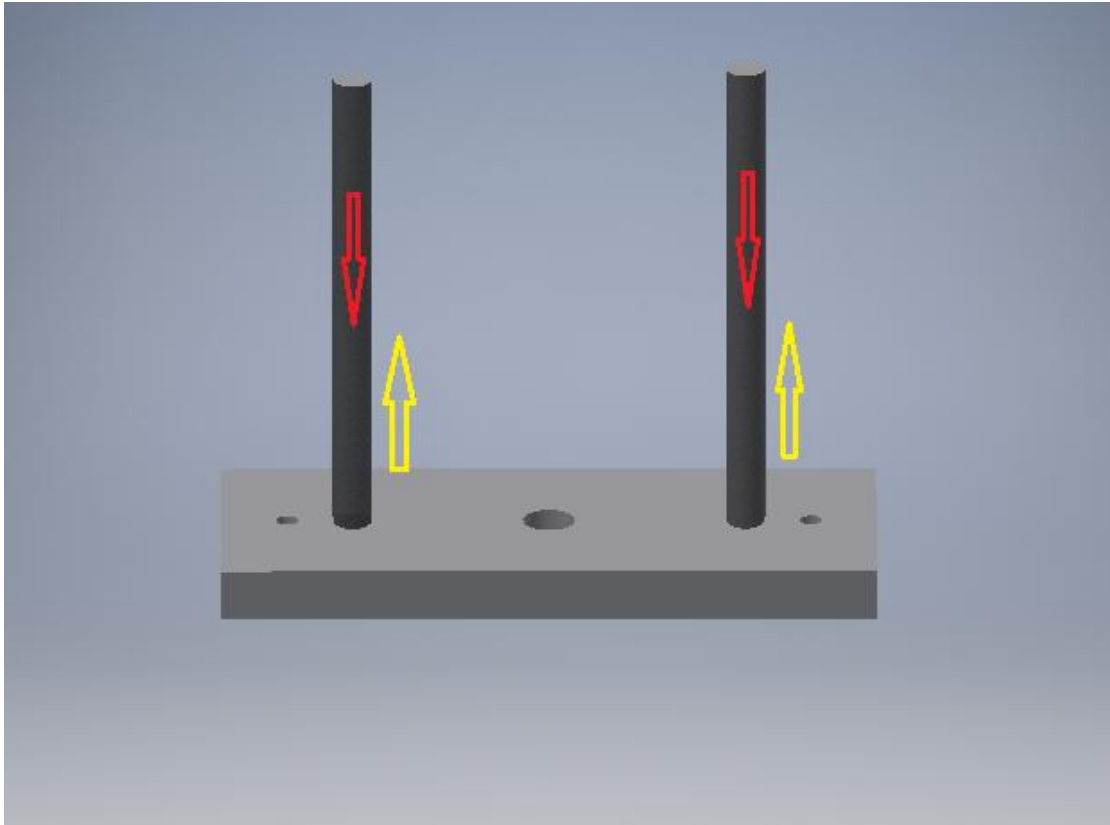


Εικόνα 12: (Sketch) Δυσδιάστατη μοντελοποίηση περικόχλιου πρόσδεσης στη ντίζα για την συγκράτηση δοκιμίου

Βήμα 5: Τελική 3D μοντελοποίηση του δοκιμίου

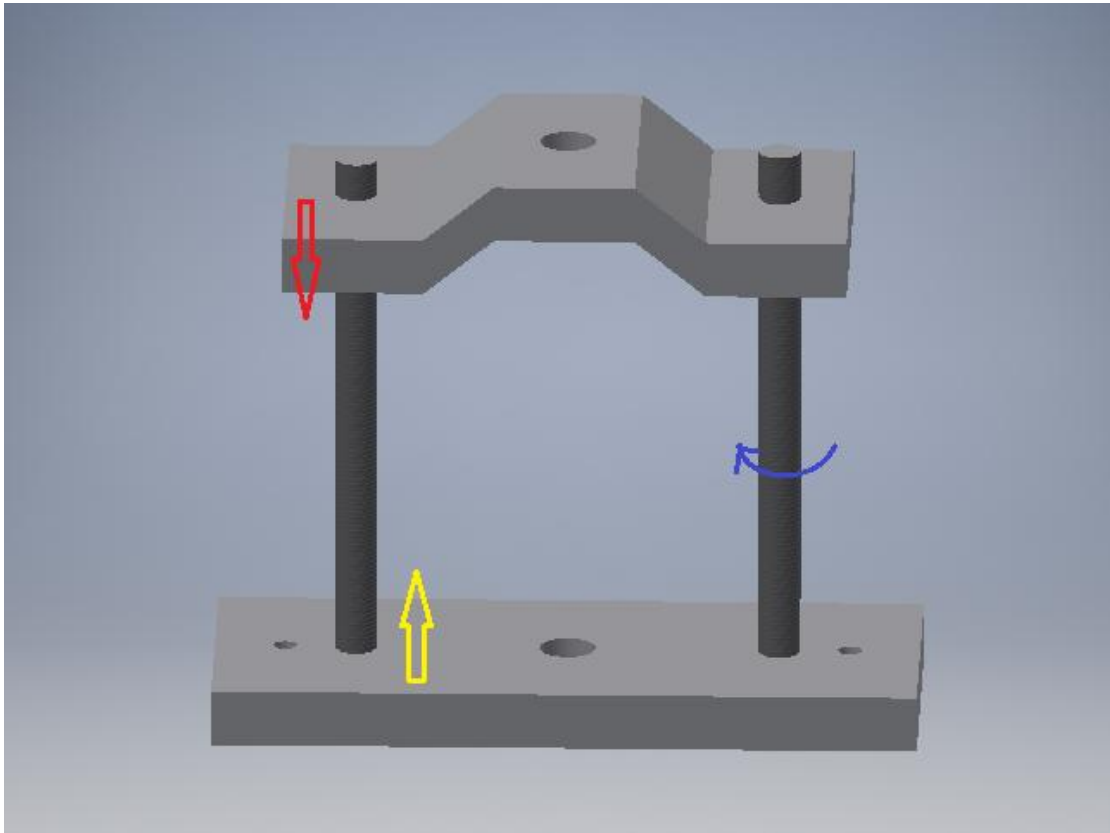
Αφού σχεδιάστηκαν όλα τα μέρη της ιδιοσυσκευής στο τελικό βήμα είναι η συναρμολόγηση τους με την εντολή **assemble**.

1^ο assembly: Ενώνεται η βάση της μέγγενης με τις δύο ντίζες με την εντολή **constrain** και με διεύθυνση αντίρροπη μεταξύ τους.



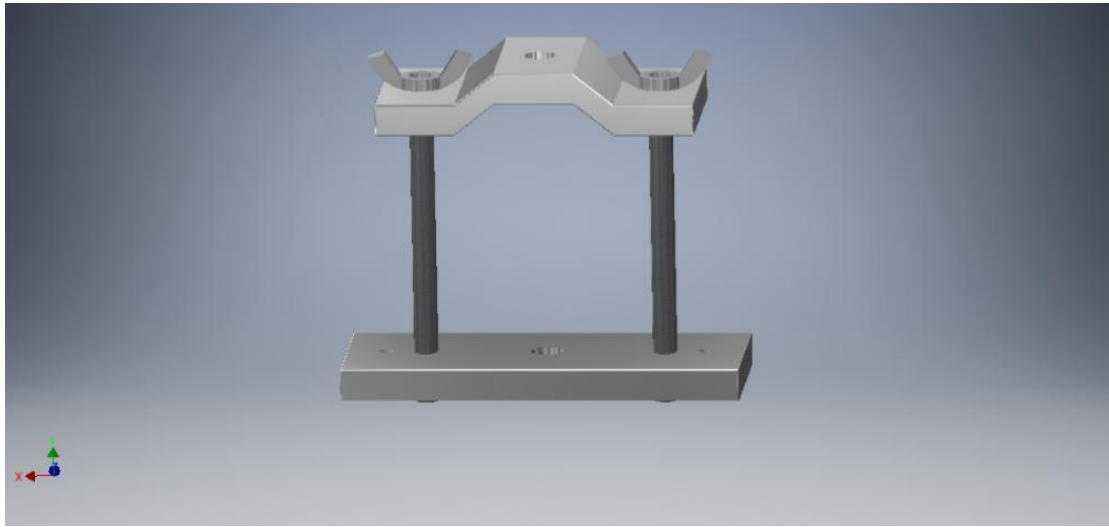
Εικόνα 13

2^ο assembly: Ενώνεται το πάνω μέρος της μέγγενης με τις δύο ντίζες μέσω των κέντρων των οπών.



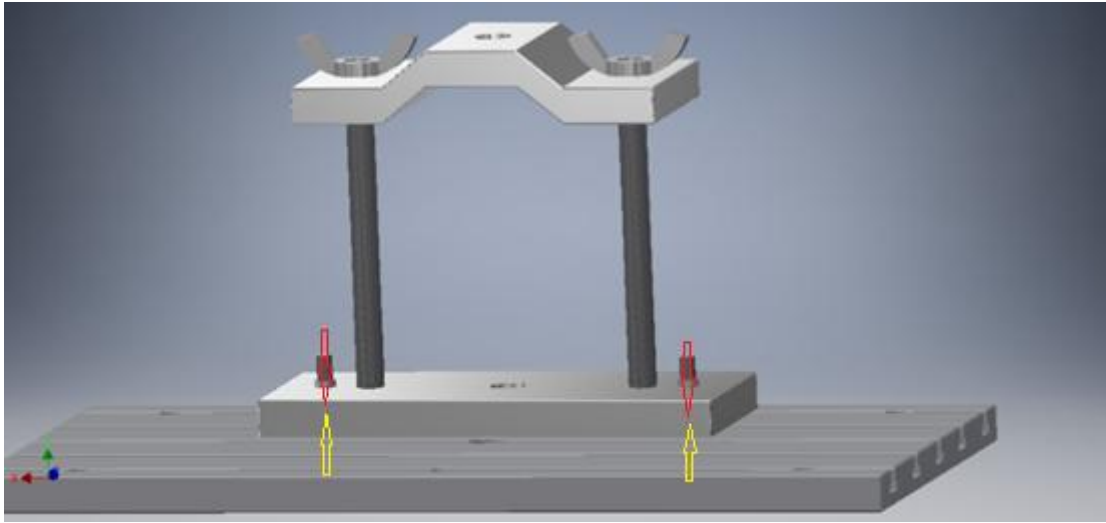
Εικόνα 14

3o assembly: Ενώνονται τα δυο περικόχλια με τις δύο ντίζες και το πάνω μέρος της βάσης όπως παραπάνω.



Εικόνα 15: Τελική 3D μοντελοποίηση του δοκιμίου

4o assembly: Ενώνεται η τελική μέγγενη με το τραπέζι κατεργασιών



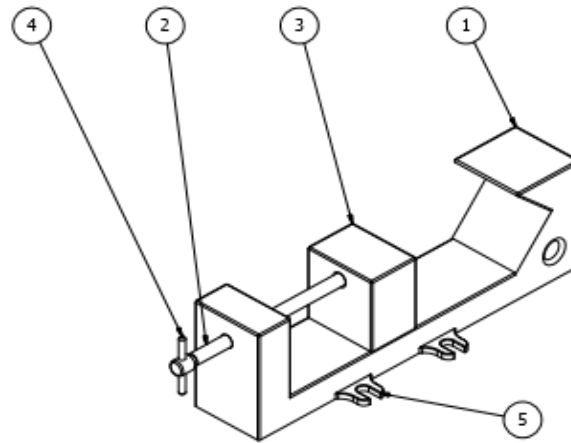
Εικόνα 16: Συναρμολογημένη 3D απεικόνιση του δοκιμίου, δεμένο στο τραπέζι κατεργασίας

3.3 Ιδιοσυσκευή συγκράτησης για την κατεργασία λουκέτων



Εικόνα 17: Μέγγενη μικρού μεγέθους για κατεργασίες λουκέτων.

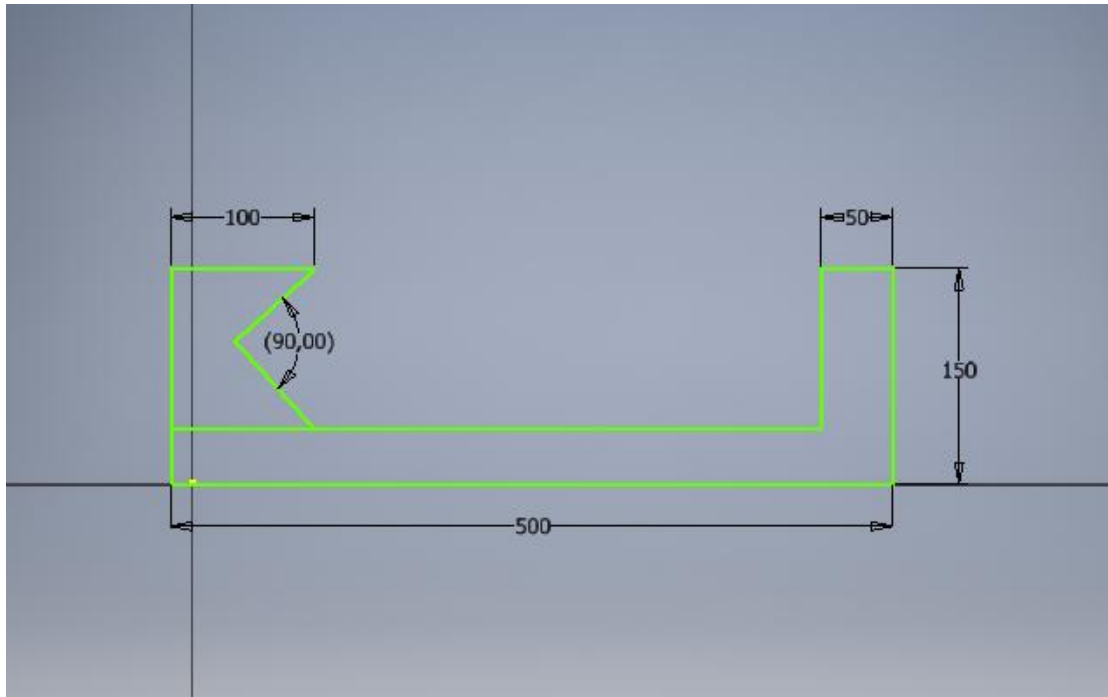
Αυτή η ιδιοσυσκευή συγκράτησης αποτελείται από μια βάση με μια εγκοπή ειδικά φτιαγμένη για την τοποθέτηση λουκέτων, που προσδένεται και είναι σταθερή στο τραπέζι κατεργασίας και από μια άλλη που μετατοπίζεται μέσω ενός άξονα πάνω στη πρώτη βάση. Ο άξονας περιστρέφεται και σπρώχνει τη κινητή βάση για να γίνει η σύσφιξη του λουκέτου. Στη βάση που τοποθετείται το λουκέτο υπάρχει μια οπή για να περάσει το τρυπάνι και να γίνει η κατεργασία όπως φαίνεται στην εικόνα παραπάνω. Η μέγγενη αυτή δέχεται λουκέτα διαμέτρου έως 285mm.



Εικόνα 18: μέρη μέγγνης μικρού μεγέθους κατεργασίας λουκέτων

Βήμα 1: (Sketch) Δυσδιάστατη μοντελοποίηση βάσης που προσδένεται στο τραπέζι κατεργασίας

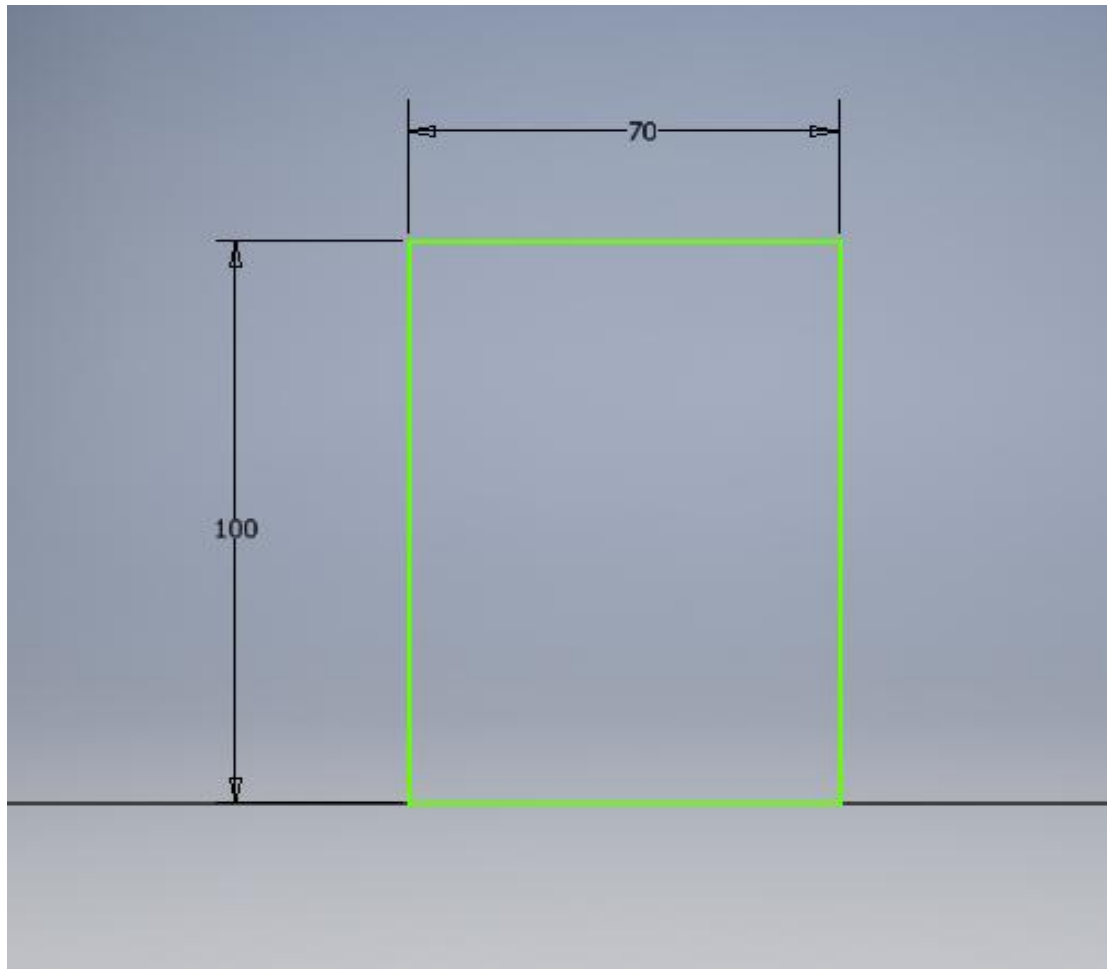
Αρχικά επιλέχτηκε η εντολή **line**. Με αυτή την εντολή σχεδιάστηκε το αρχικό σχήμα της πρόοψης του αντικειμένου και με την επιλογή **dimension** προστέθηκαν οι διαστάσεις. Αφού ολοκληρώθηκε το πρώτο βήμα σχεδίασης πάρθηκε η εντολή **finish sketch** για το επόμενο βήμα που είναι τα **extrude**. Η επιλογή **extrude** δίνει στο δυσδιάστατο σχέδιο όγκο και βάθος.



Εικόνα 19: (Sketch) Δυσδιάστατη μοντελοποίηση βάσης που προσδένεται στο τραπέζι κατεργασίας

Βήμα 2: (Sketch) Δυσδιάστατη μοντελοποίηση μεταφερόμενης βάσης

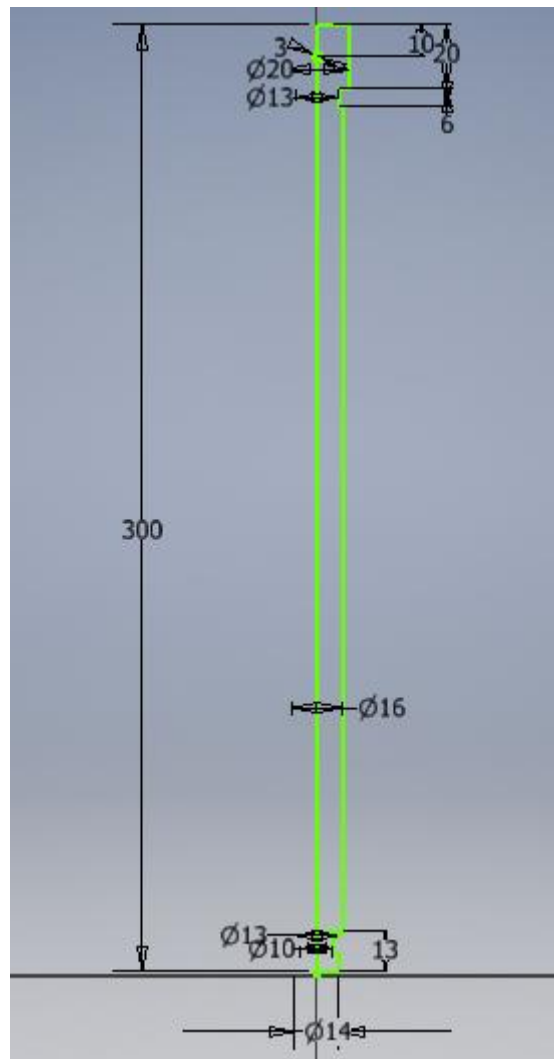
Αφού επιλέχτηκε η εντολή **line** σχεδιάστηκε το σχήμα της μεταφερόμενης βάσης του αντικειμένου και με την επιλογή **dimension** προστέθηκαν οι διαστάσεις. Αφού ολοκληρώθηκε το πρώτο βήμα σχεδίασης πάρθηκε η εντολή **finish sketch** για το επόμενο βήμα που είναι τα **extrude**. Η επιλογή **extrude** δίνει στο δυσδιάστατο σχέδιο όγκο και βάθος.



Εικόνα 20: (Sketch) Δυσδιάστατη μοντελοποίηση μεταφερόμενης βάσης

Βήμα 3: (Sketch) Δυσδιάστατη μοντελοποίηση άξονα

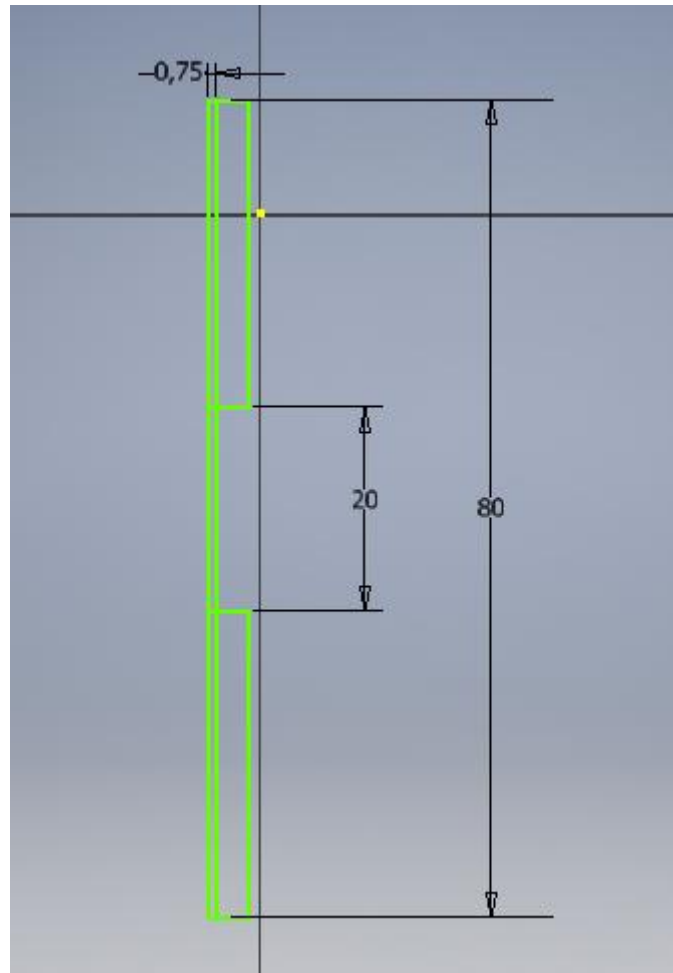
Για τη σχεδίαση του άξονα χρησιμοποιήθηκε η εντολή **line** σχεδιάζοντας διαφορετικά μεγέθη διαμέτρου. Στη συνέχεια με την εντολή **extrude** δόθηκε ο όγκος (μήκος του άξονα) και τέλος με την εντολή **thread** δημιουργήθηκε το σπείρωμα.



Εικόνα 21: (Sketch) Δυσδιάστατη μοντελοποίηση άξονα

Βήμα 4: (Sketch) Δυσδιάστατη μοντελοποίηση λαβή άξονα

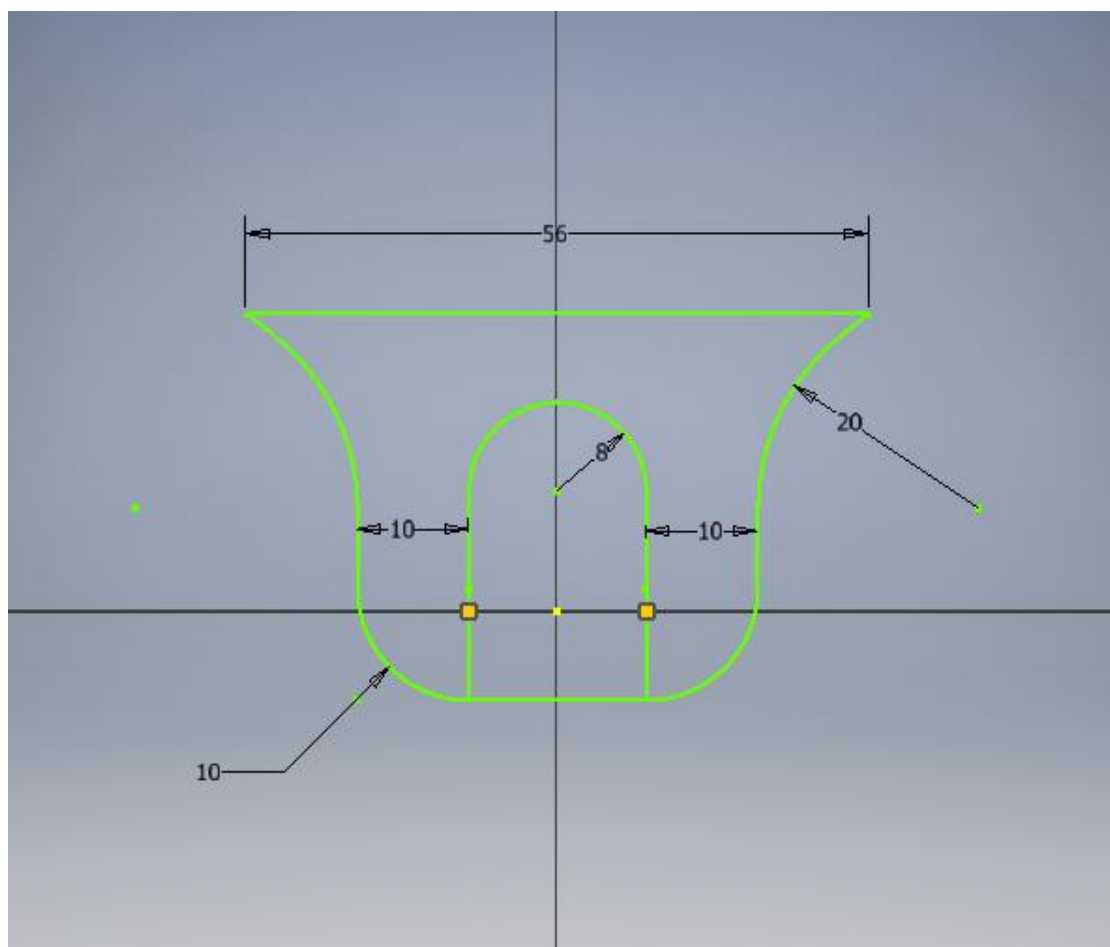
Για τη σχεδίαση της λαβής του άξονα χρησιμοποιήθηκε η εντολή **line**. Στη συνέχεια με την εντολή **extrude** δόθηκε ο όγκος (μήκος της λαβής του άξονα).



Εικόνα 22: (Sketch) Δυσδιάστατη μοντελοποίηση λαβή άξονα

Βήμα 5: (Sketch) Δυσδιάστατη μοντελοποίηση “αυτάκια” πρόσδεσης για το τραπέζι κατεργασίας

Για τα “αυτάκια” οι διαστάσεις είναι τυποποιημένες και η σχεδίαση τους ξεκίνησε με βάση την κάτοψη. Χρησιμοποιήθηκαν όπως και παραπάνω οι εντολές **line** για την δυσδιάστατη σχεδίαση και στη συνέχεια με τις εντολές **extrude** και **hole** έγιναν η διόγκωση και η οπή αντίστοιχα. Τέλος η εντολή **fillet** έδωσε την καθορισμένη καμπυλότητα του σχήματος.

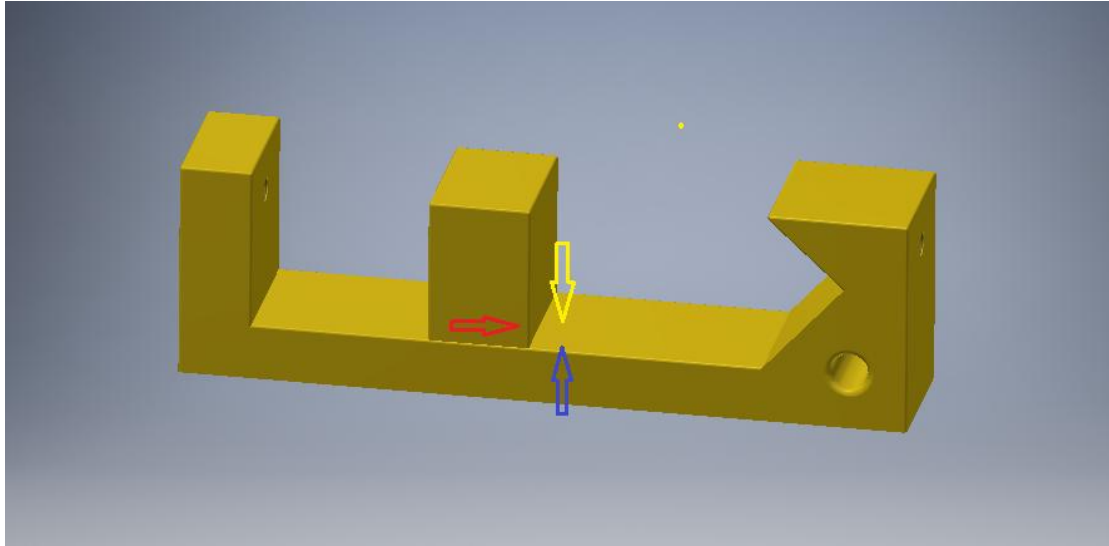


Εικόνα 23: (Sketch) Δυσδιάστατη μοντελοποίηση “αυτάκια” πρόσδεσης για το τραπέζι κατεργασίας

Βήμα 6: Τελική 3D μοντελοποίηση του δοκιμίου

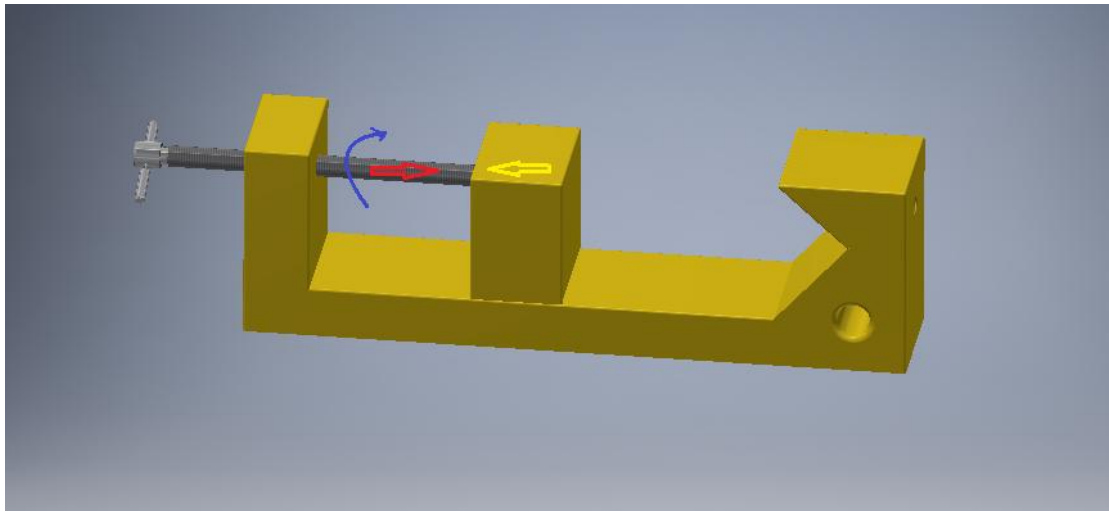
Αφού σχεδιάστηκαν όλα τα μέρη της ιδιοσυσκευής στο τελικό βήμα είναι η συναρμολόγηση τους με την εντολή **assemble** και τις υποεντολές **constrain** και **joint**

1o assemble: Ενώνεται η βάση της μέγγενης με το κινητό μέρος της για την σύσφιξη.



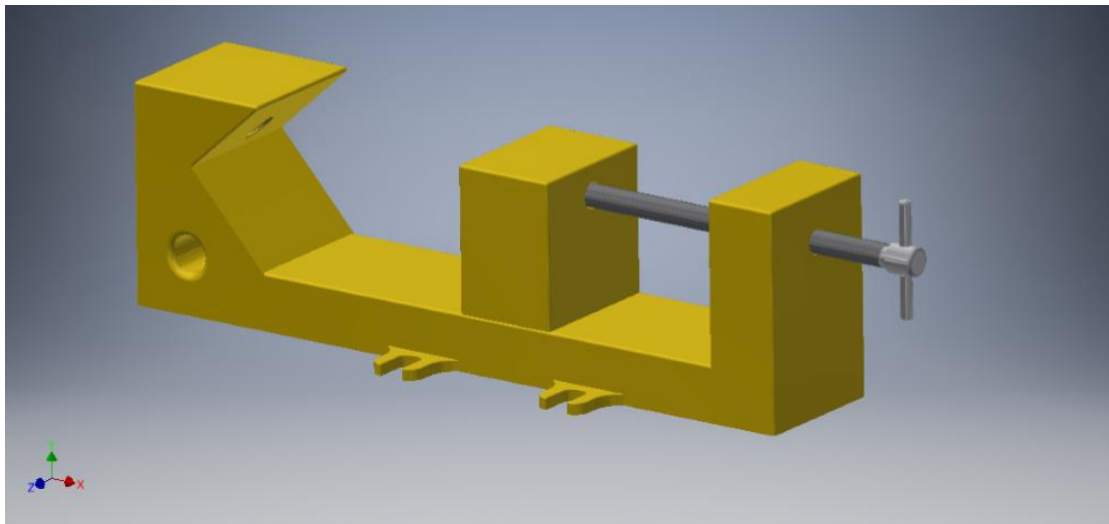
Εικόνα 24

2o assembly: Ενώνεται ο άξονας περιστροφής με την κινητή βάση και τη βάση μέσω της οπής.



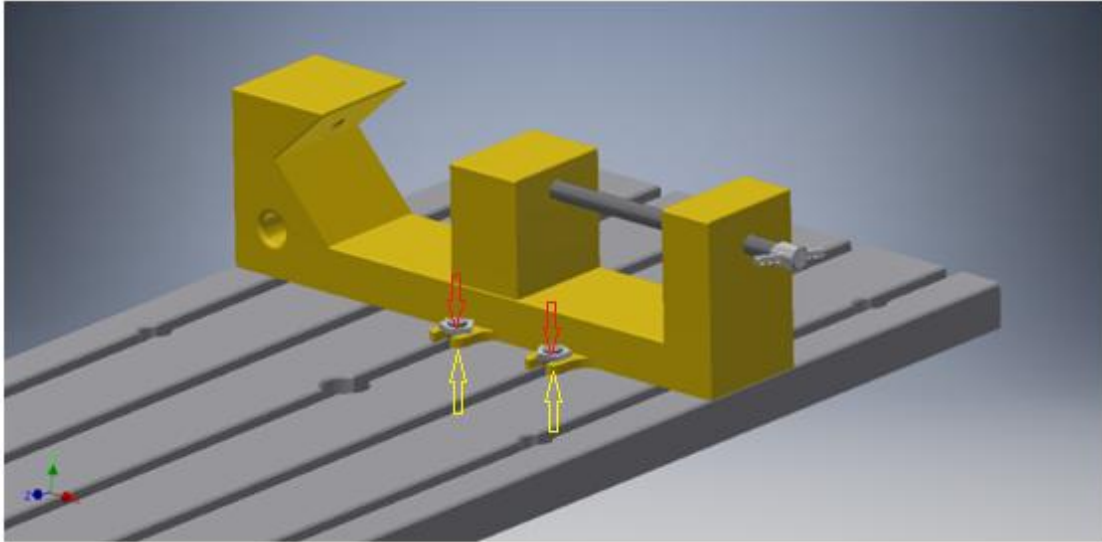
Εικόνα 25

3o assembly: Ενώνεται η βάση με τα αυτάκια πρόσδεσης του τραπέζιου κατεργασίας.



Εικόνα 26: Τελική 3D μοντελοποίηση του δοκιμίου

4o assembly: Ενώνεται η τελική μέγγενη με το τραπέζι κατεργασιών.

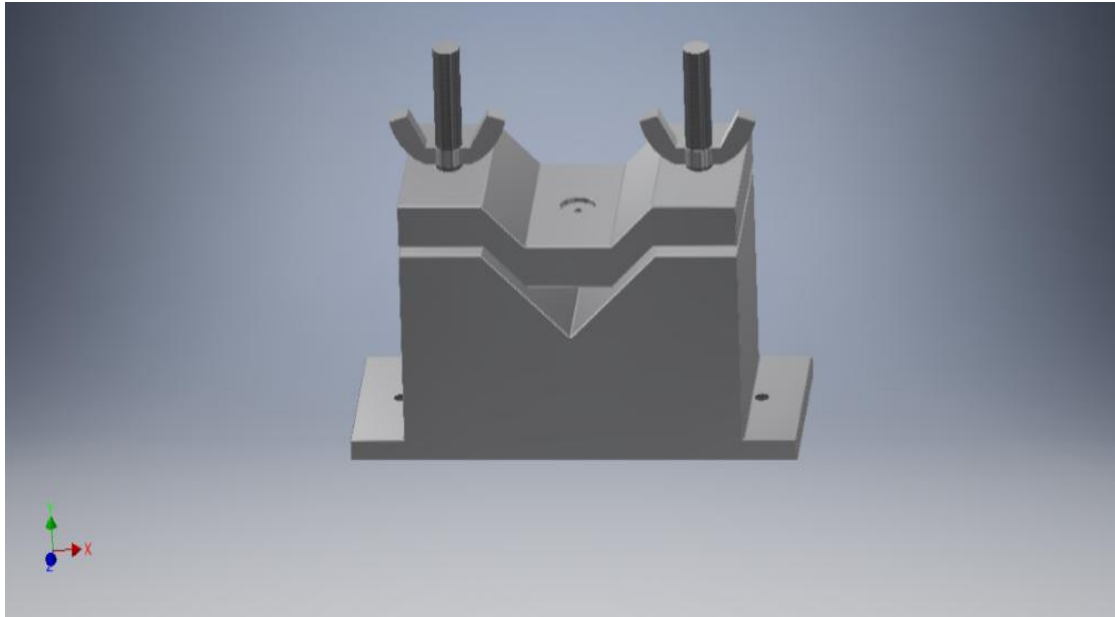


Εικόνα 27: Συναρμολογημένη 3D απεικόνιση του δοκιμίου, δεμένο στο τραπέζι κατεργασίας

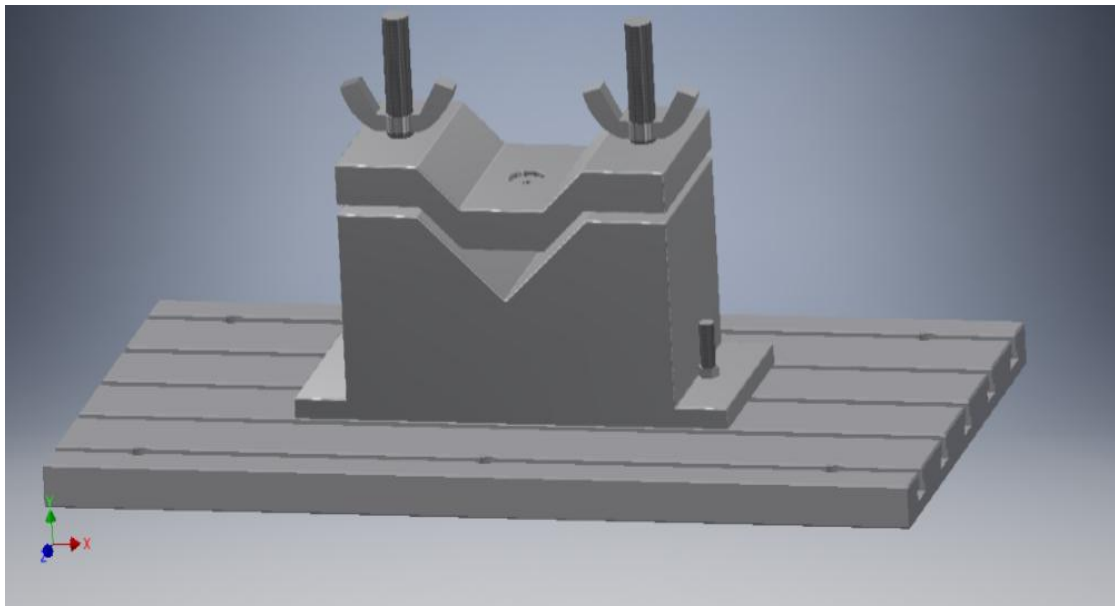
4 Δείγματα πρότυπων δοκιμών



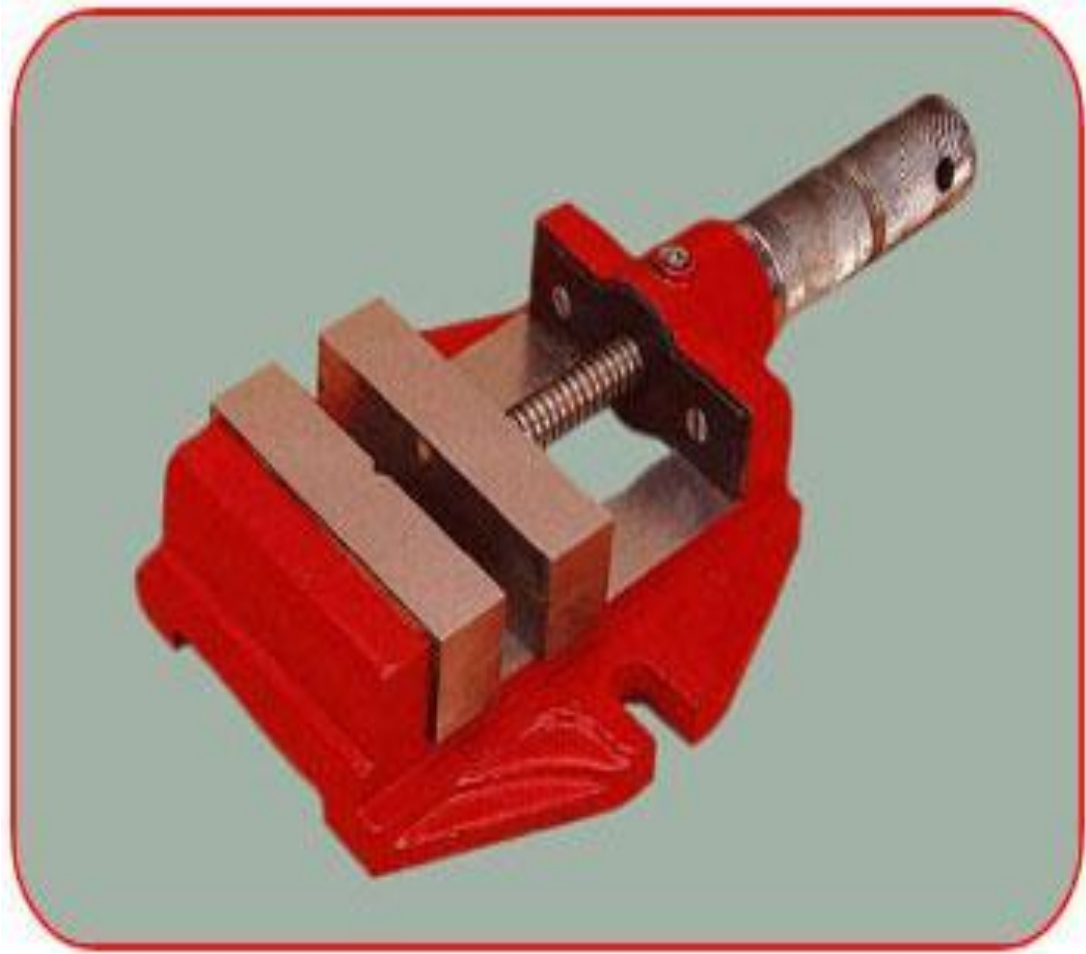
Εικόνα 28: Πρότυπο ιδιοσυσκευής συγκράτησης ράβδων



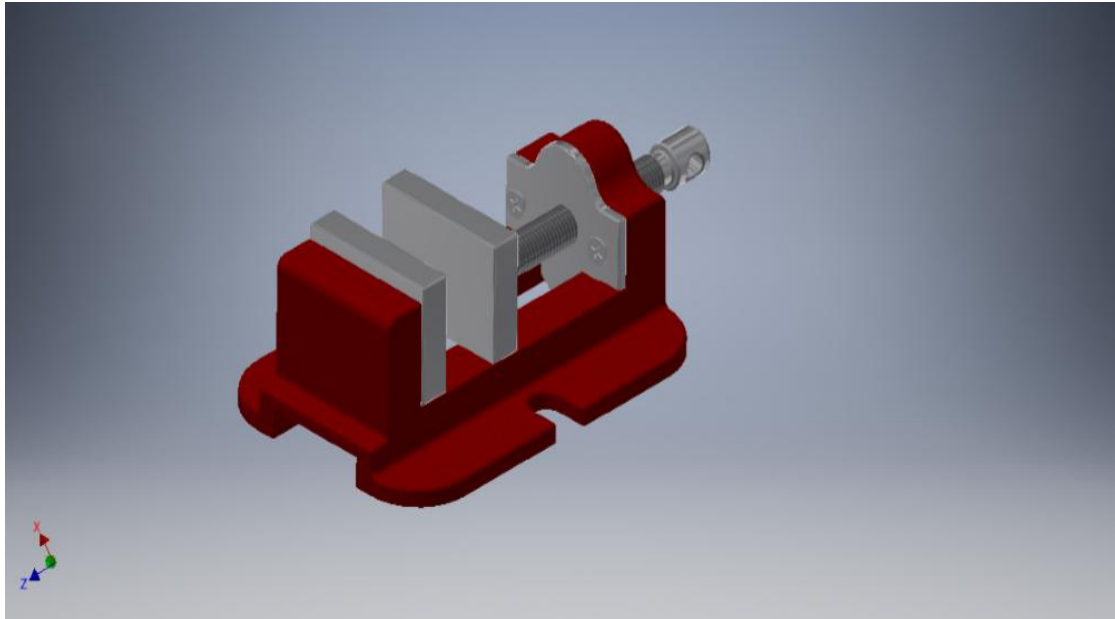
Εικόνα 29: Ιδιοσυσκευής συγκράτησης ράβδων



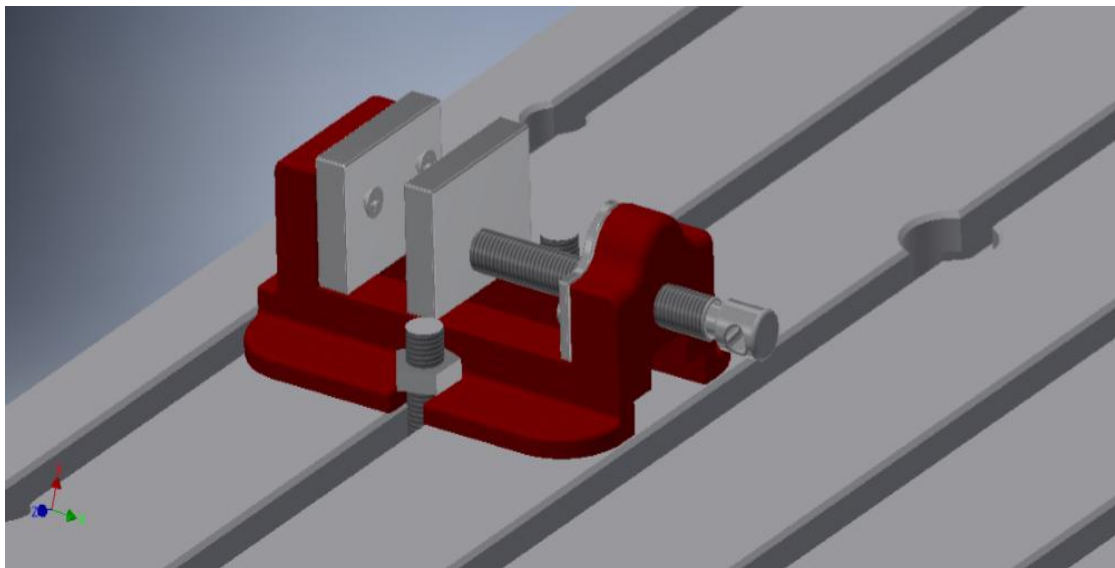
Εικόνα 30: Ιδιοσυσκευής συγκράτησης ράβδων τοποθετημένη στο τραπέζι κατεργασιών



Εικόνα 31: Περιστροφικός σφιγκτήρας



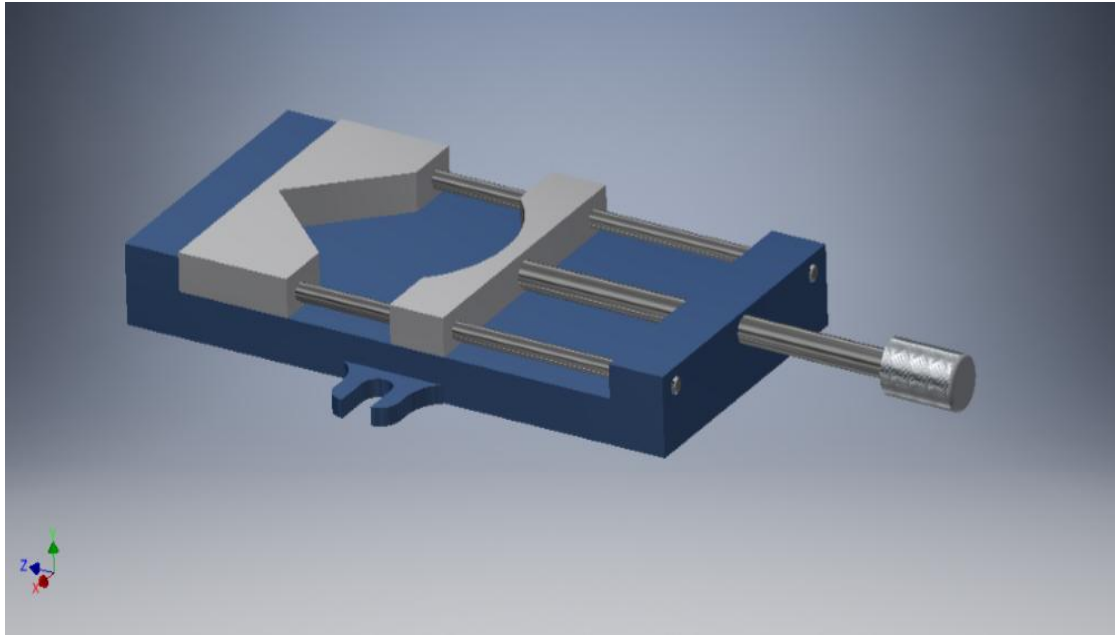
Εικόνα 32: Περιστροφικός σφιγκτήρας με αυτάκια πρόσδεσης για το τραπέζι κατεργασιών



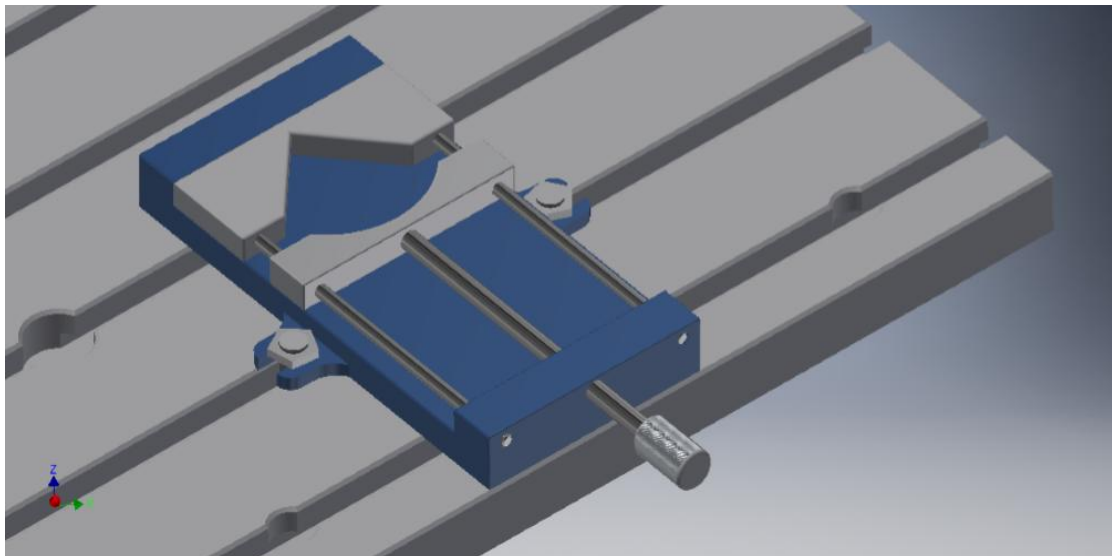
Εικόνα 33: Περιστροφικός σφιγκτήρας προσδεμένος στο τραπέζι κατεργασιών



Εικόνα 34: Μέγγενη συγκράτησης δισκίων



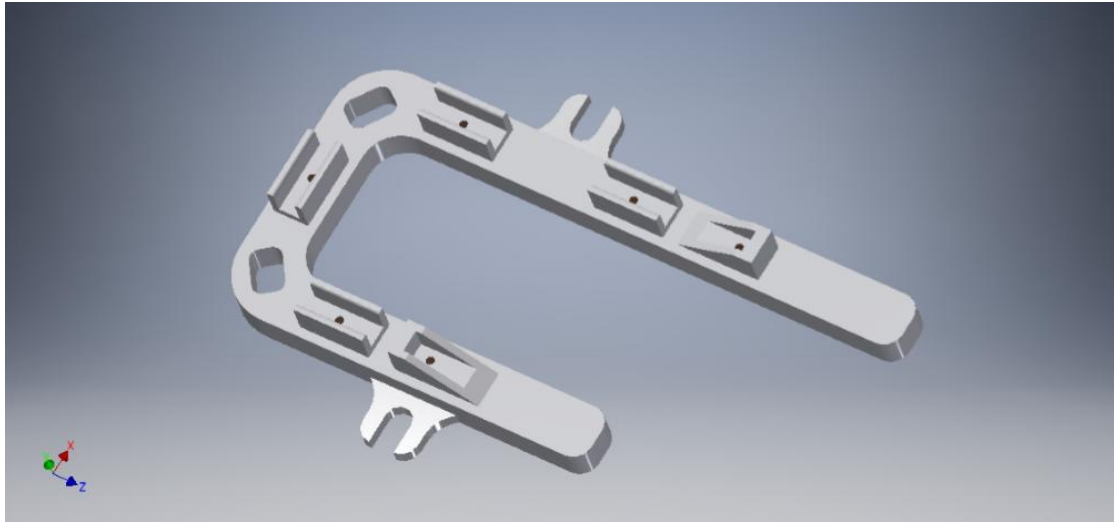
Εικόνα 35: Μέγγηση συγκράτησης δισκίων



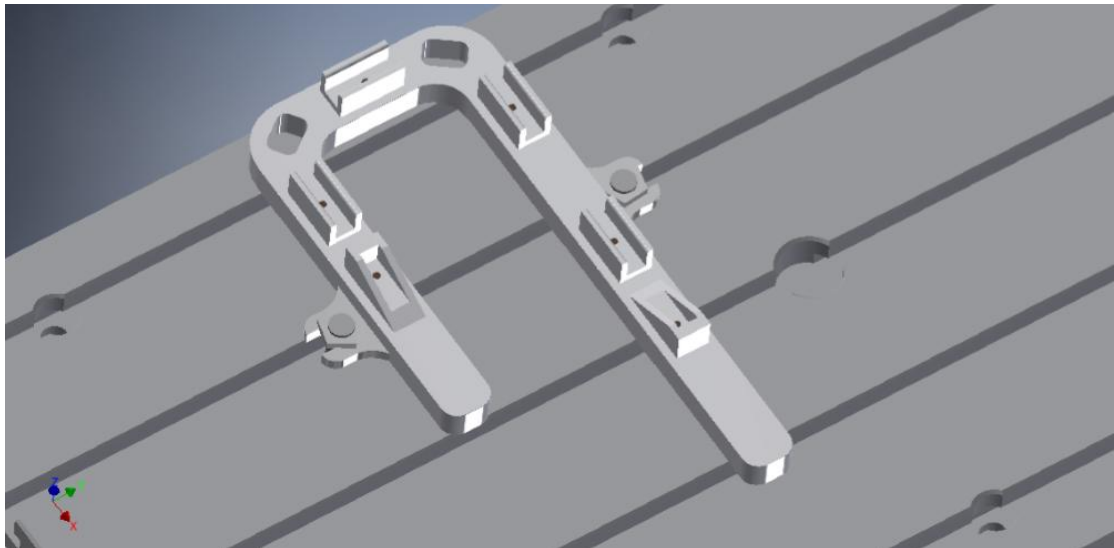
Εικόνα 36: Μέγγηση συγκράτησης δισκίων τοποθετημένη στο τραπέζι κατεργασιών



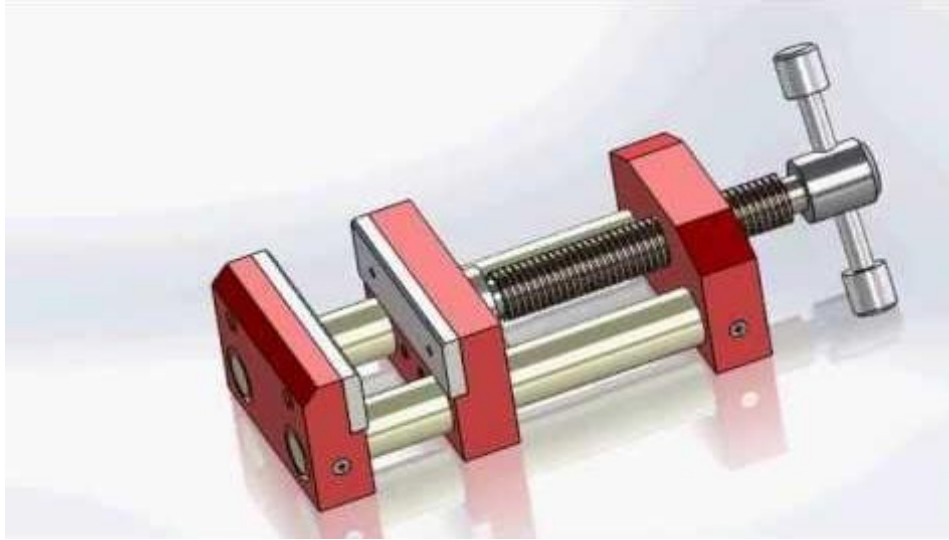
Εικόνα 37: Ιδιοσκευή συγκράτησης μικρού μεγέθους σωληνώσεων



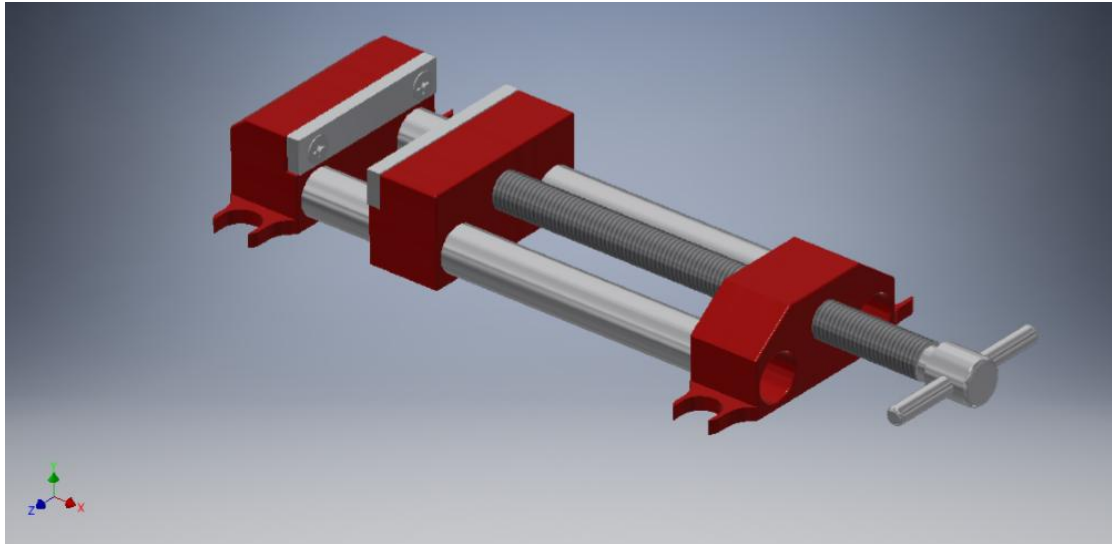
Εικόνα 38: Ιδιοσυσκευή συγκράτησης μικρού μεγέθους σωληνώσεων



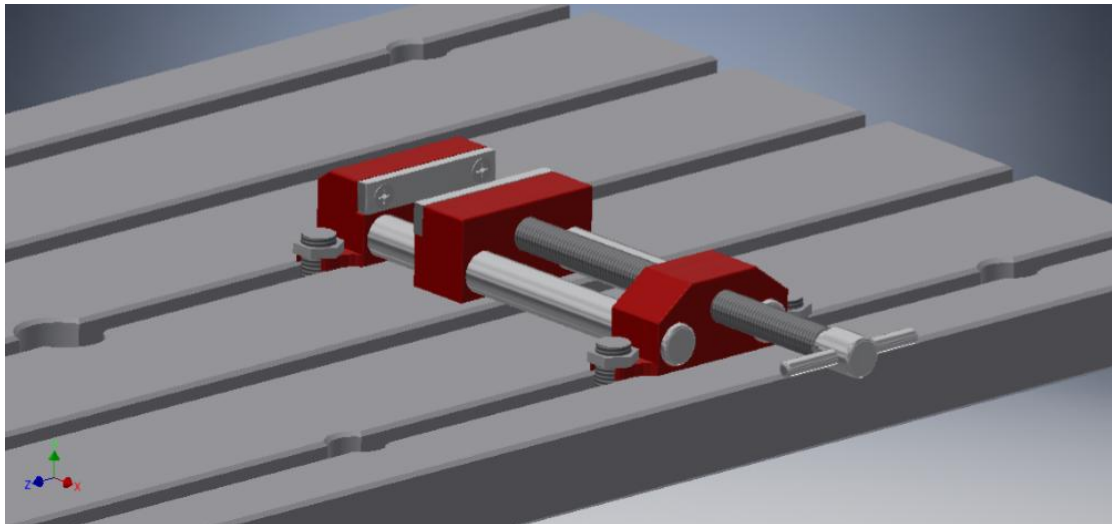
Εικόνα 39: Ιδιοσυσκευή συγκράτησης μικρού μεγέθους σωληνώσεων τοποθετημένη στο τραπέζι κατεργασιών



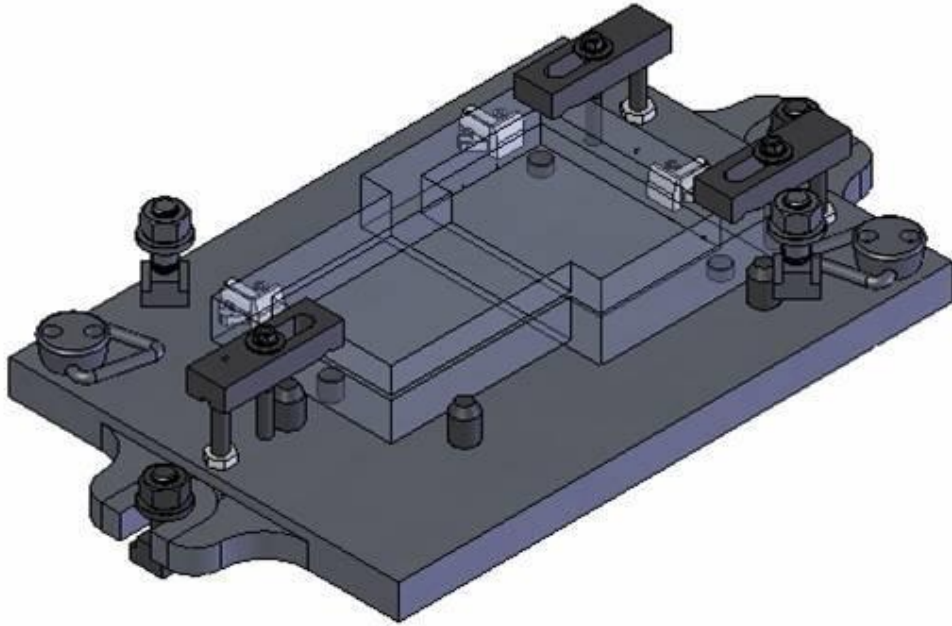
Εικόνα 40: Περιστροφικός σφιγκτήρας με αυτάκια πρόσδεσης για το τραπέζι κατεργασιών



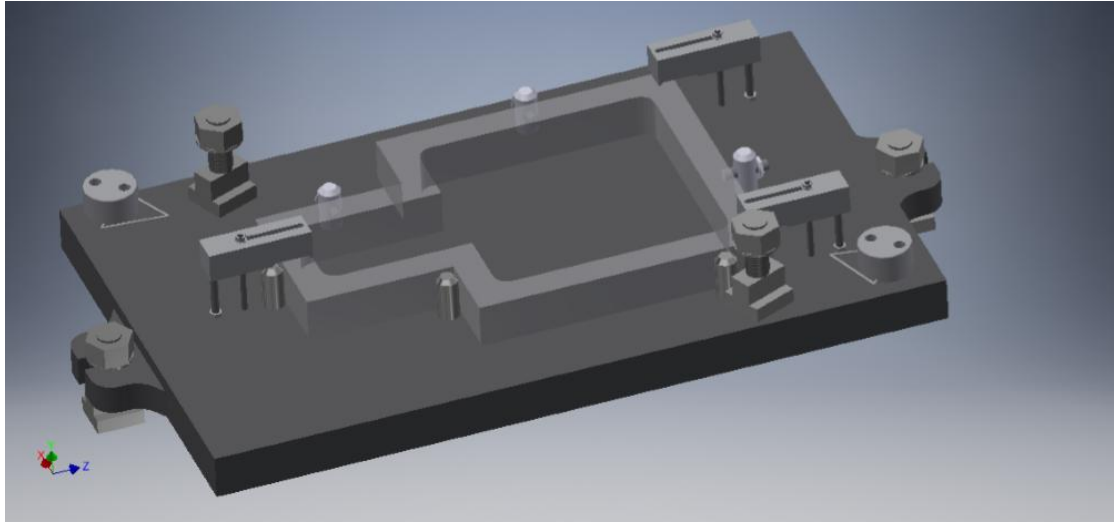
Εικόνα 41: Περιστροφικός σφιγκτήρας



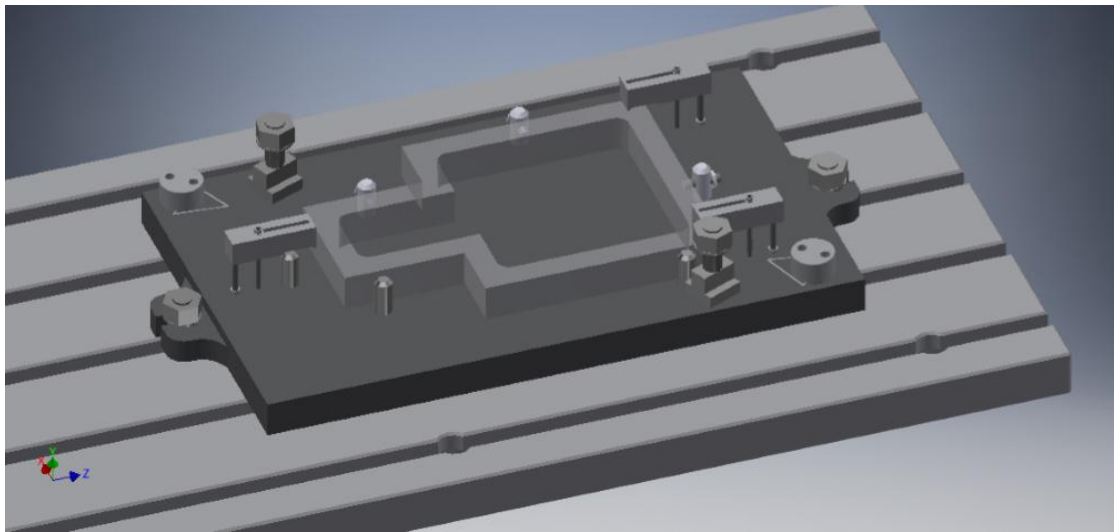
Εικόνα 42: Περιστροφικός σφιγκτήρας τοποθετημένη στο τραπέζι κατεργασιών



Εικόνα 43: Ιδιοσκευή συγκράτησης διάφορων δοκιμών κατεργασίας



Εικόνα 44: Ιδιοσυσκευή συγκράτησης διάφορων δοκιμών κατεργασίας



Εικόνα 45: Ιδιοσυσκευή συγκράτησης διάφορων δοκιμών κατεργασίας τοποθετημένη στο τραπέζι κατεργασιών

5 Συμπεράσματα - Παρατηρήσεις

Στην πτυχιακή αυτή ολοκληρώθηκε επιτυχώς η 3D μοντελοποίηση και η μηχανολογική σχεδίαση των οκτώ ιδιοσυσκευών συγκράτησης μικρού μεγέθους εξαρτημάτων για μηχανουργικές κατεργασίες. Σε αυτό βοήθησαν κατά μεγάλο βαθμό ένα μέρος των μηχανολογικών γνώσεων, καθώς και το σχεδιαστικό πρόγραμμα Autodesk Inventor.

Σκοπός της εργασίας ήταν αρχικά να παρουσιαστεί η έννοια της ιδιοσυσκευής και να γίνει κατανοητή η χρησιμότητα της ιδιοσυσκευής συγκράτησης για μηχανουργικές κατεργασίες και δεύτερον, να αναλυθεί η κατασκευή των 8 διαφορετικών τύπων μεγγενών μικρού μεγέθους που δόθηκαν, ως προς κατεργασία, και η τελική συναρμολόγηση τους με τη βοήθεια τη αντίστροφης μηχανικής.

Με τη βοήθεια της αντίστροφης μηχανικής αντιμετωπίστηκαν διάφοροι τύποι προβλημάτων που προέκυψαν. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν η αποσυναρμολόγηση των ιδιοσυσκευών συγκράτησης από την τρισδιάστατη εικόνα σε μηχανολογικά σχέδια δύο διαστάσεων. Η αποσυναρμολόγηση έγινε σε στάδια έτσι ώστε να εξάγονται από κάθε επίπεδο οι αντίστοιχες πληροφορίες όσον αφορά το υλικό, οι τεχνικές σχεδίασής του και οι τρόποι λειτουργίας του με τελικό σκοπό να γίνει η σχεδίαση όλου του συστήματος του υλικού λεπτομερώς.

Κατά τη διάρκεια της εκπόνησης του σχεδιαστικού κομματιού μοντελοποίησης υπήρξαν προβλήματα που εμπόδισαν τη ροή της εργασίας και αυτά είναι κομμάτια κάποιων βασικών εντολών του προγράμματος, όπως είναι τα constraints και joints, δηλαδή η συναρμολόγηση των διαφορετικών μερών των δοκιμίων. Αυτά επιλύθηκαν μέσω διαφόρων tutorials που υπήρχαν στο διαδίκτυο για την εκμάθηση των συγκεκριμένων εντολών.

Σημαντικό και πρωταρχικό πρόβλημα που έπρεπε να αντιμετωπιστεί ήταν ότι δόθηκαν οκτώ έγχρωμες φωτογραφίες των σχεδίων χωρίς την ύπαρξη διαστάσεων παρά μόνο αυτών του τραπεζιού κατεργασίας.

Έγιναν μετρήσεις πάνω στις έγχρωμες φωτογραφίες και βάσει της τυποποιημένης διάστασης που δόθηκε, υπολογίστηκαν οι τελικές διαστάσεις. Στη συνέχεια ξεκίνησε η μοντελοποίηση με τη βοήθεια του σχεδιαστικού προγράμματος.

Πρέπει να σημειωθεί ότι υπήρξαν ελλείψεις μηχανολογικές γνώσεις πάνω στα πλαίσια πρακτικής λειτουργίας των μεγενών όσον αφορά την ασφαλή και σωστή λειτουργία τους στα μηχανουργεία. Το πρόβλημα αυτό επιλύθηκε μέσω συμβουλών που δόθηκαν από τον επιβλέποντα καθηγητή.

Ο στόχος που επετεύχθει, είναι ότι έγινε κατανοητή η αντίστροφη μηχανική και όλη η διαδικασία της μοντελοποίησης των ιδιοσυσκευών, ώστε να καθοδηγήσουν τρίτους που ενδιαφέρονται να δημιουργήσουν πανομοιότυπα σχέδια και να τα βγάλουν εις πέρας κατασκευαστικά. Οφείλει να αναφερθεί ότι οι συγκεκριμένες ιδιοσυσκευές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να συγκρατήσουν δοκίμια και σε συνδυασμό με ένα σύστημα CAM να καθοδηγήσουν μια εργαλειομηχανή CNC ηλεκτρονικά για κατεργασία.

Βιβλιογραφία

- [1] Φιλήμονος Χρ. Σκιττίδης, 2000, Βασικές αρχές αριθμητικού ελέγχου και προγραμματισμός εργαλειομηχανών CNC, Τόμος Α: Σύγχρονη Εκδοτική
- [2] Μελέτιος Δ. Βούλγαρης, 2004, Μηχανολογικό Σχέδιο: Σύγχρονη Εκδοτική
- [3] Πετρόπουλος Π., 1986, Μηχανουργικές κατεργασίες-Εργαλειομηχανές II-Ειδικές κατεργασίες κοπής: Α.Π.Θ.
- [4] Gergely Erdelyi, 2002, Introduction to Reverse Engineering
- [5] R IngleIngle Kathryn A., 1994, Reverse Engineering, McGraw-Hill, Inc.
- [6] Curtis Waguespack, 2014, Mastering Autodesk Inventor 2015 and Autodesk Inventor LT 2015: Autodesk Official Press

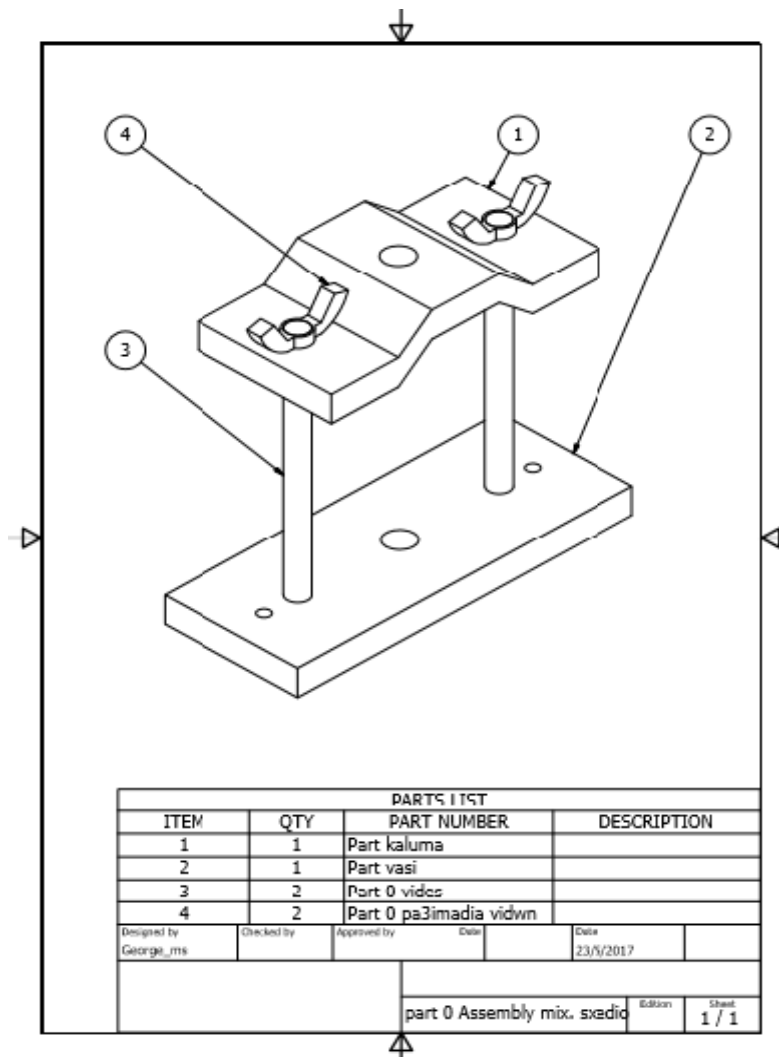
Παράρτημα

Κατασκευή Μηχανολογικών Σχεδίων των Δοκιμών

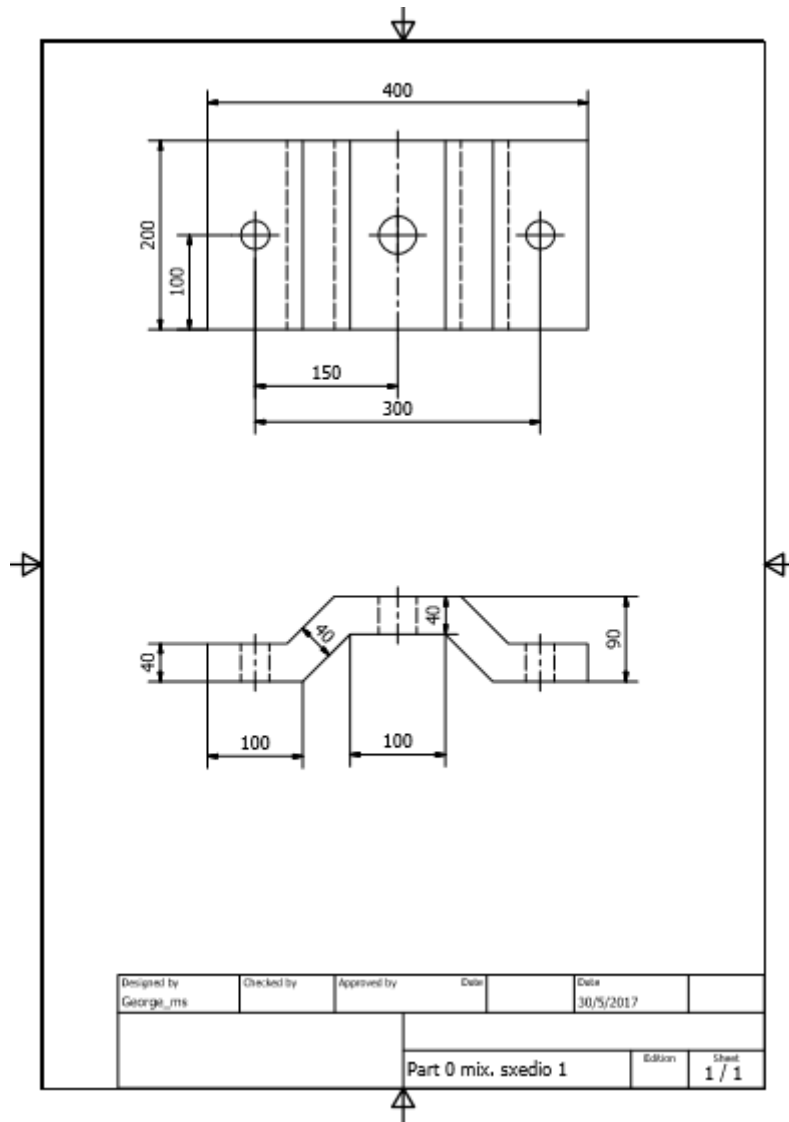
Το μηχανολογικό σχέδιο είναι μια διεθνής τεχνική γλώσσα η οποία επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ των ανθρώπων για την κατασκευή, τον ποιοτικό έλεγχο και τη συναρμολόγηση προϊόντων.

Παρακάτω παρουσιάζονται κατά σειρά ο μηχανολογικός σχεδιασμός των οκτώ δοκιμών ιδιοσυσκευών συγκράτησης μικρού μεγέθους.

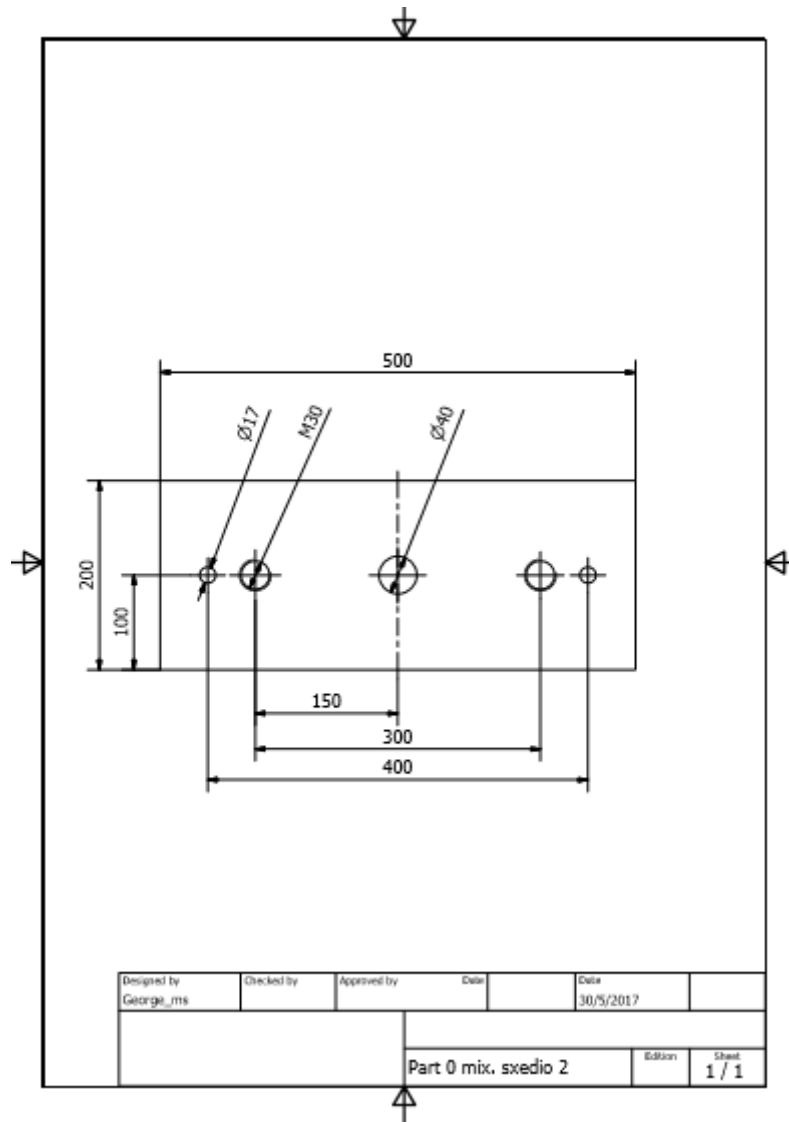
Μηχανολογικό σχέδιο ιδιοσυσκευής συγκράτησης κυλινδρικών κατασκευών



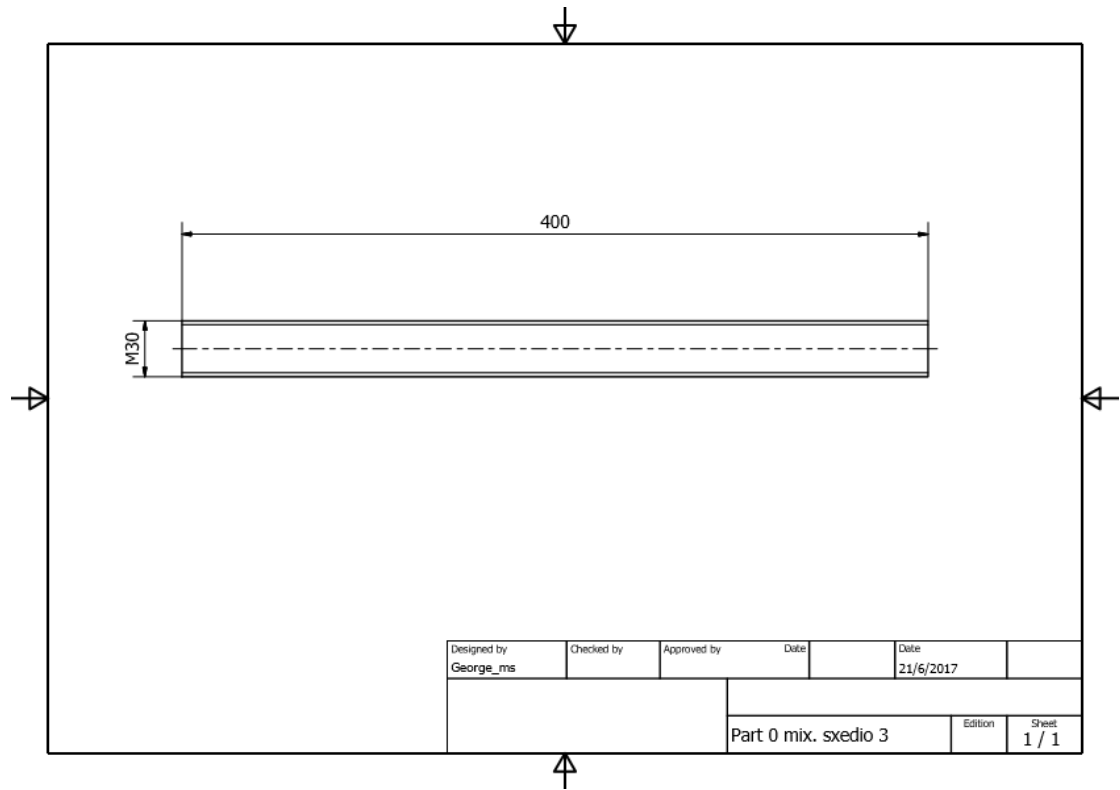
Εικόνα 46: Συναρμολογημένο δοκίμιο ιδιοσυσκευής συγκράτησης για κυλινδρικές κατασκευές



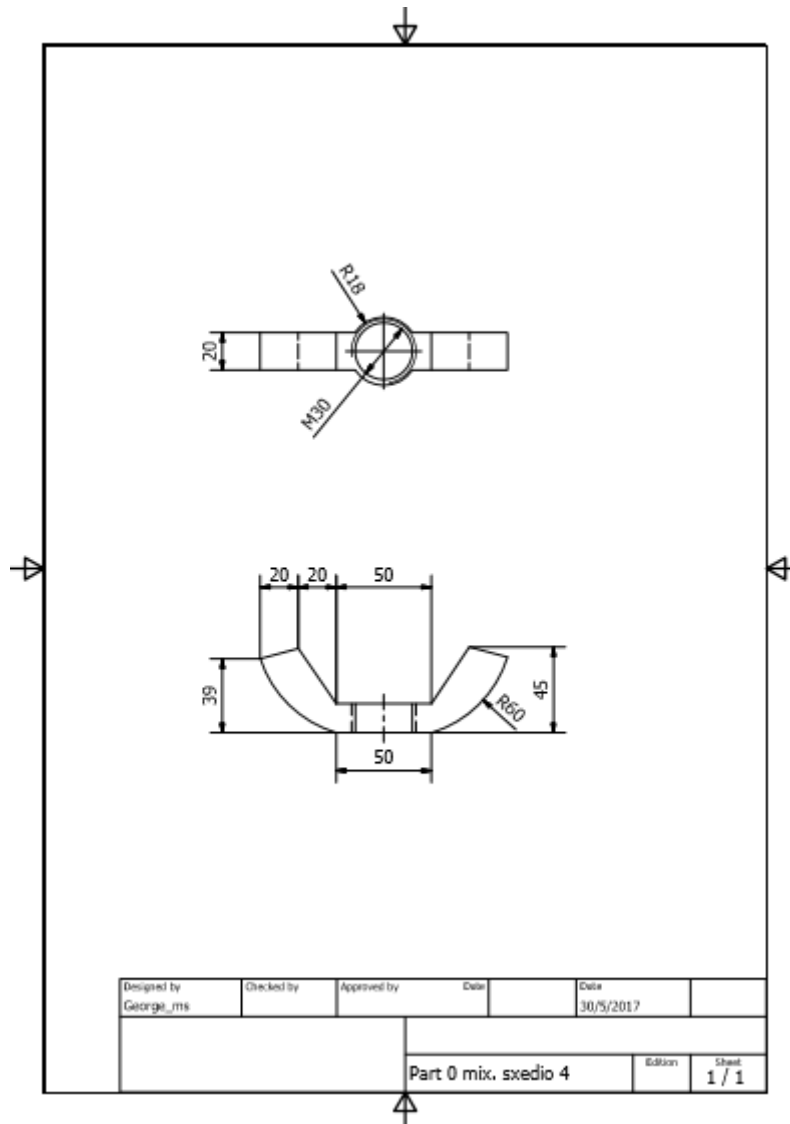
Εικόνα 47: Πάνω τμήμα ιδιοσυσκευής συγκράτησης για κυλινδρικές κατασκευές



Εικόνα 48: Βάση ιδιοσυσκευής συγκράτησης για κυλινδρικές κατασκευές. Οι δύο ακριανές οπές είναι για την πρόσδεση της ιδιοσυσκευής στο τραπέζι κατεργασίας.

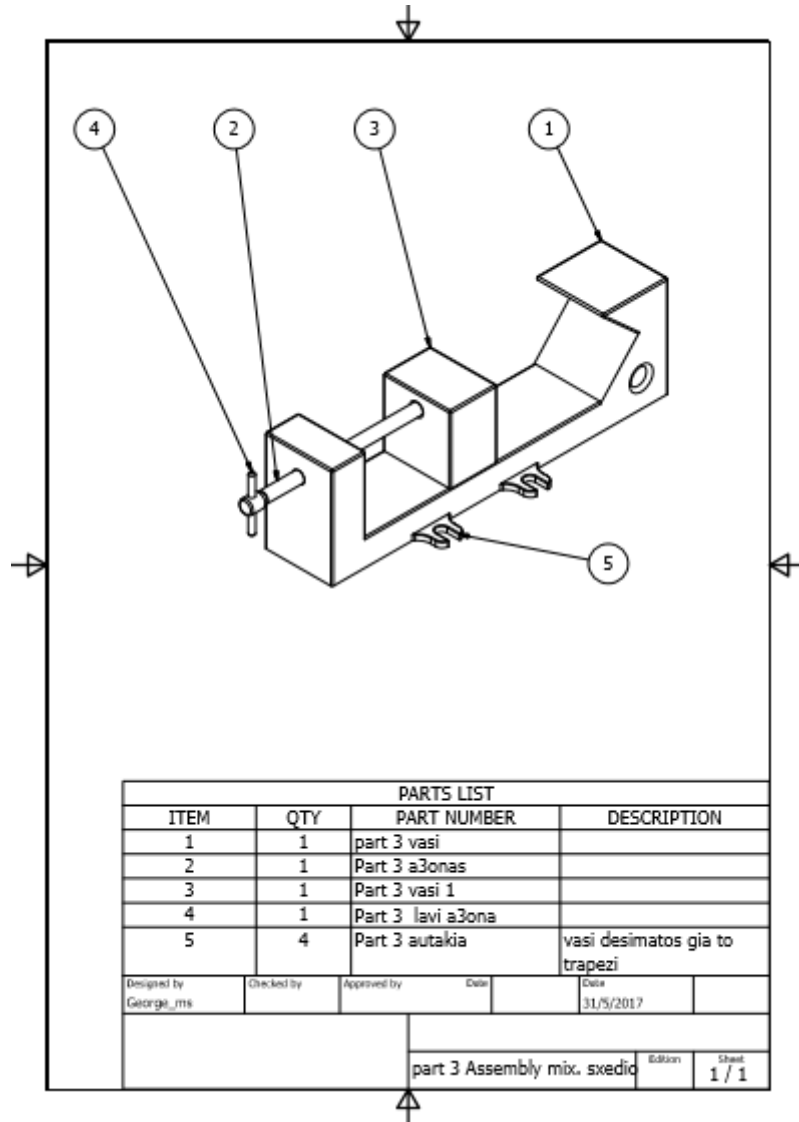


Εικόνα 49: Βίδα συγκράτησης της ιδιοσυσκευής για σύσφιξη του κατεργαζόμενου αντικειμένου

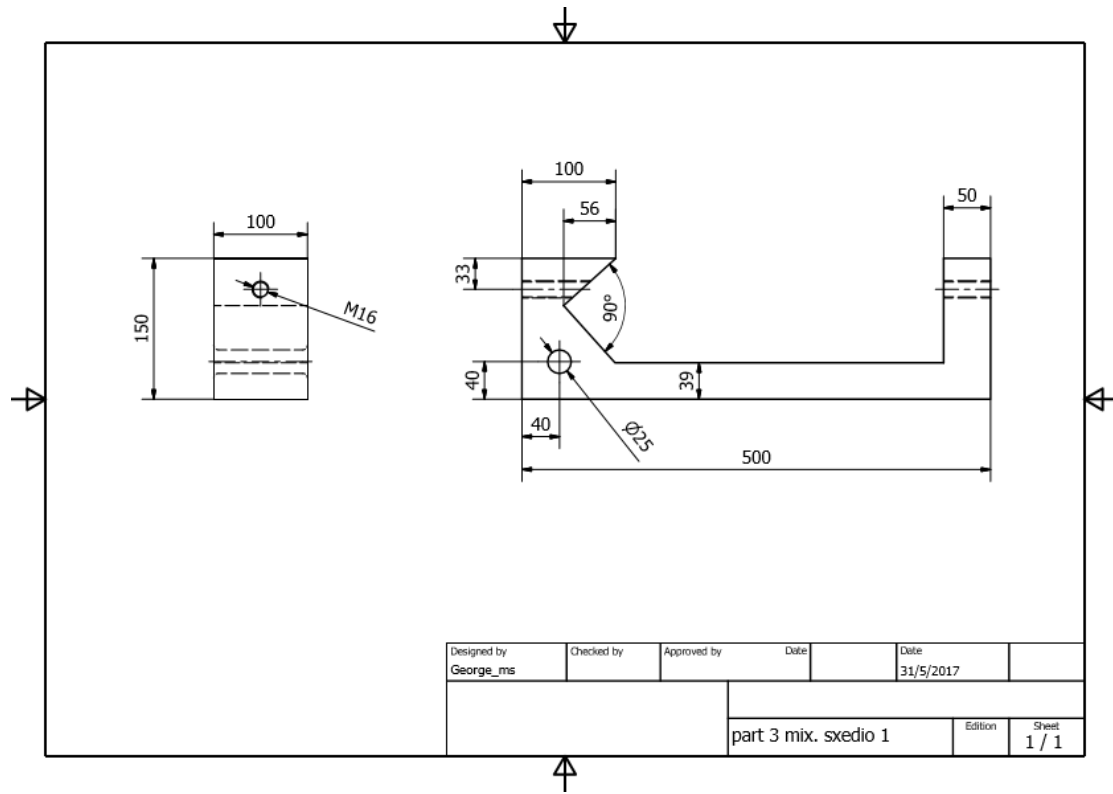


Εικόνα 50: Ρουλεμάν

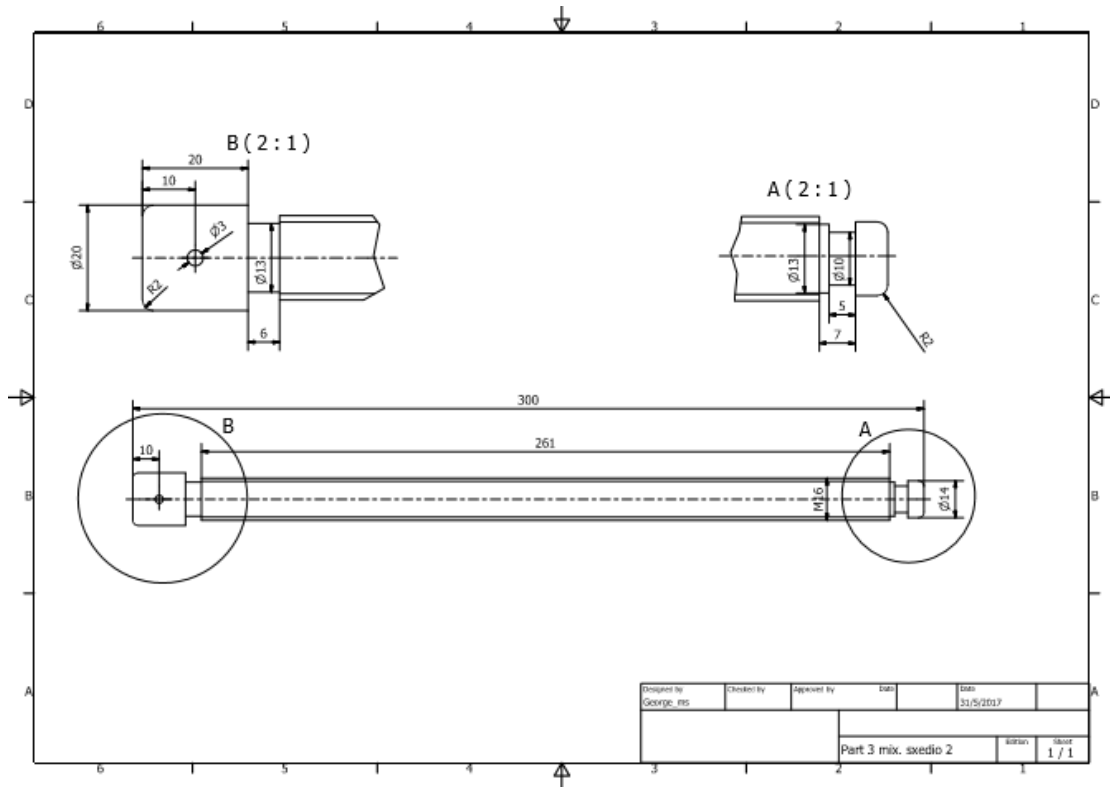
Μηχανολογικό σχέδιο ιδιοσυσκευή συγκράτησης μικρού μεγέθους για
 κατεργασίες λουκέτων



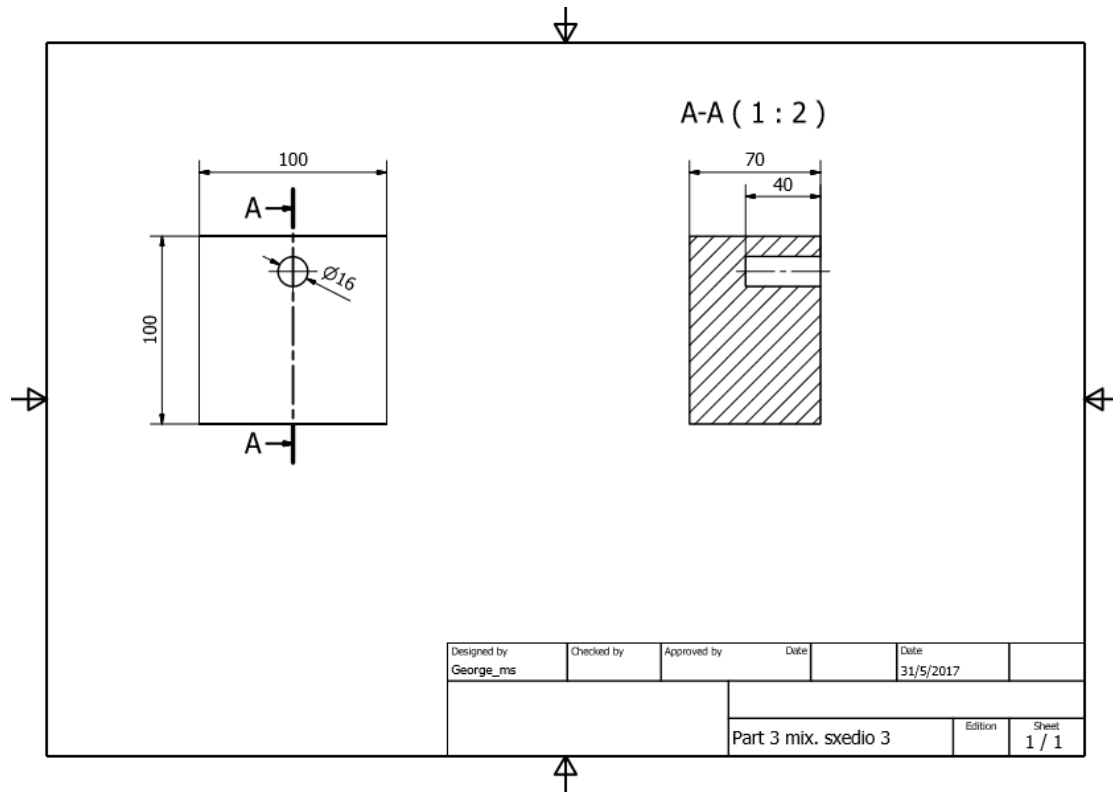
Εικόνα 51: Συναρμολογημένη ιδιοσυσκευή συγκράτησης μικρού μεγέθους για κατεργασίες λουκέτων



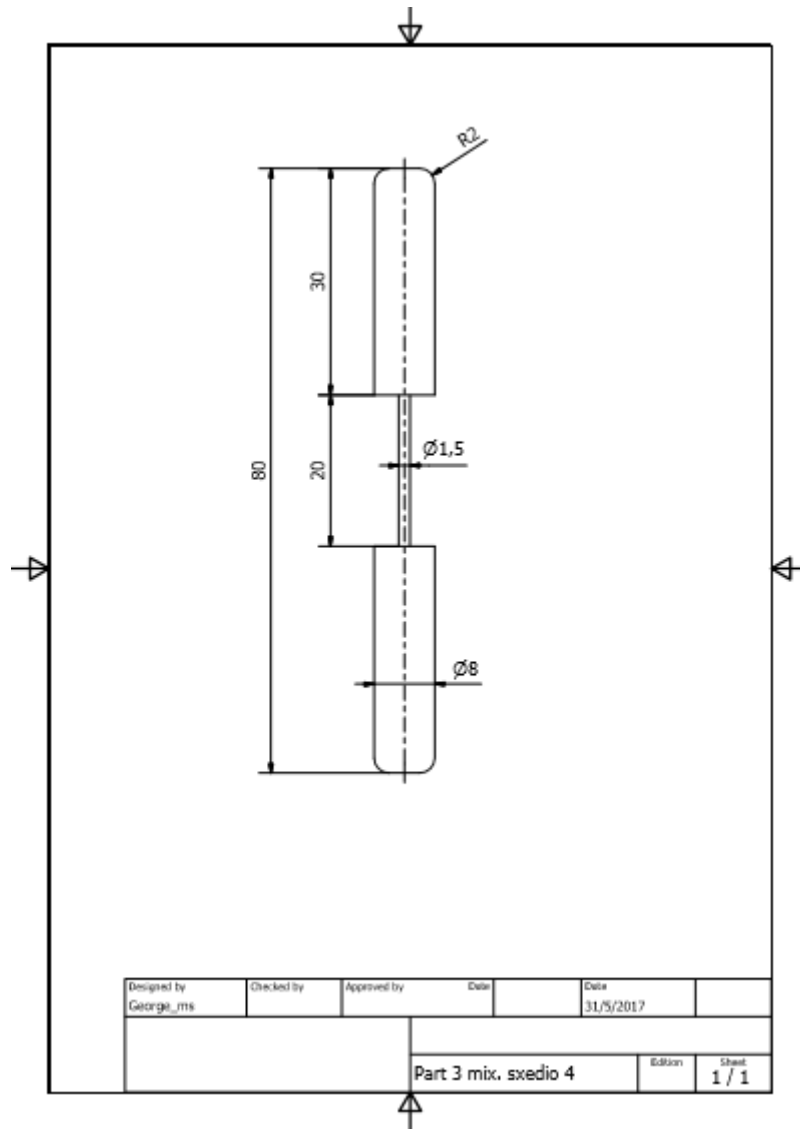
Εικόνα 52: Βάση ιδιοσυσκευής συγκράτησης λουκέτων



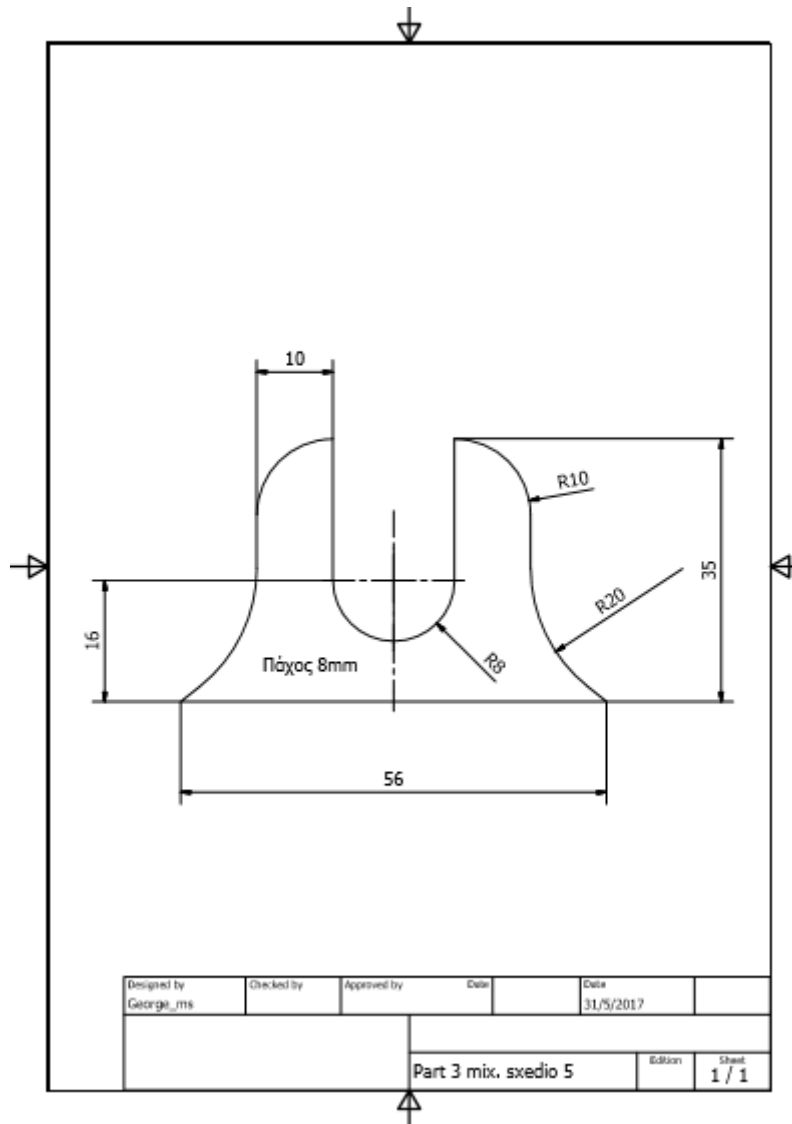
Εικόνα 53: Άξονας ιδιοσυσκευής συγκράτησης λουκέτων



Εικόνα 54: Κινητή βάση ιδιοσυσκευής συγκράτησης λουκέτων

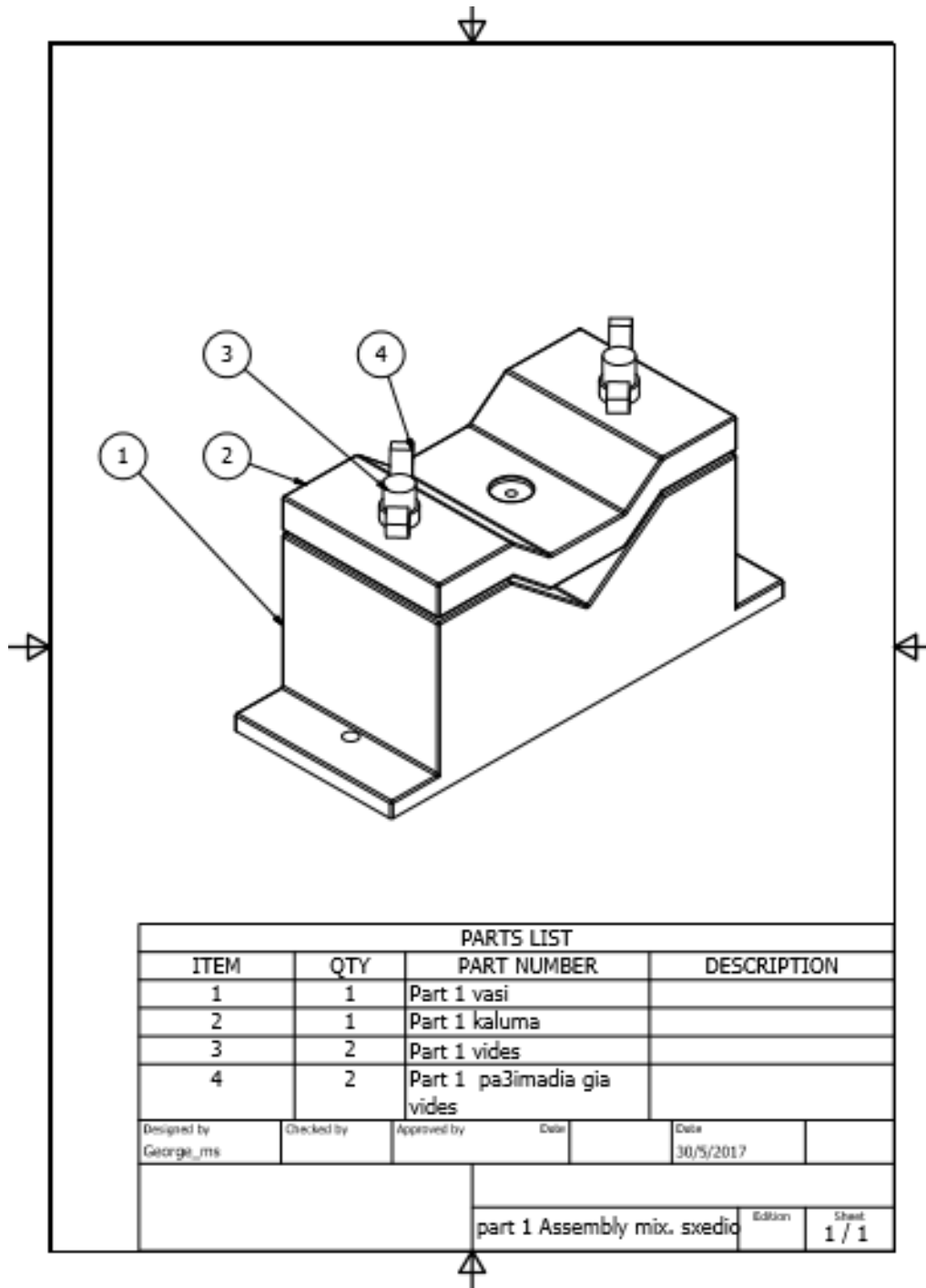


Εικόνα 55: Λαβή του άξονα της ιδιοσυσκευής συγκράτησης λουκέτων

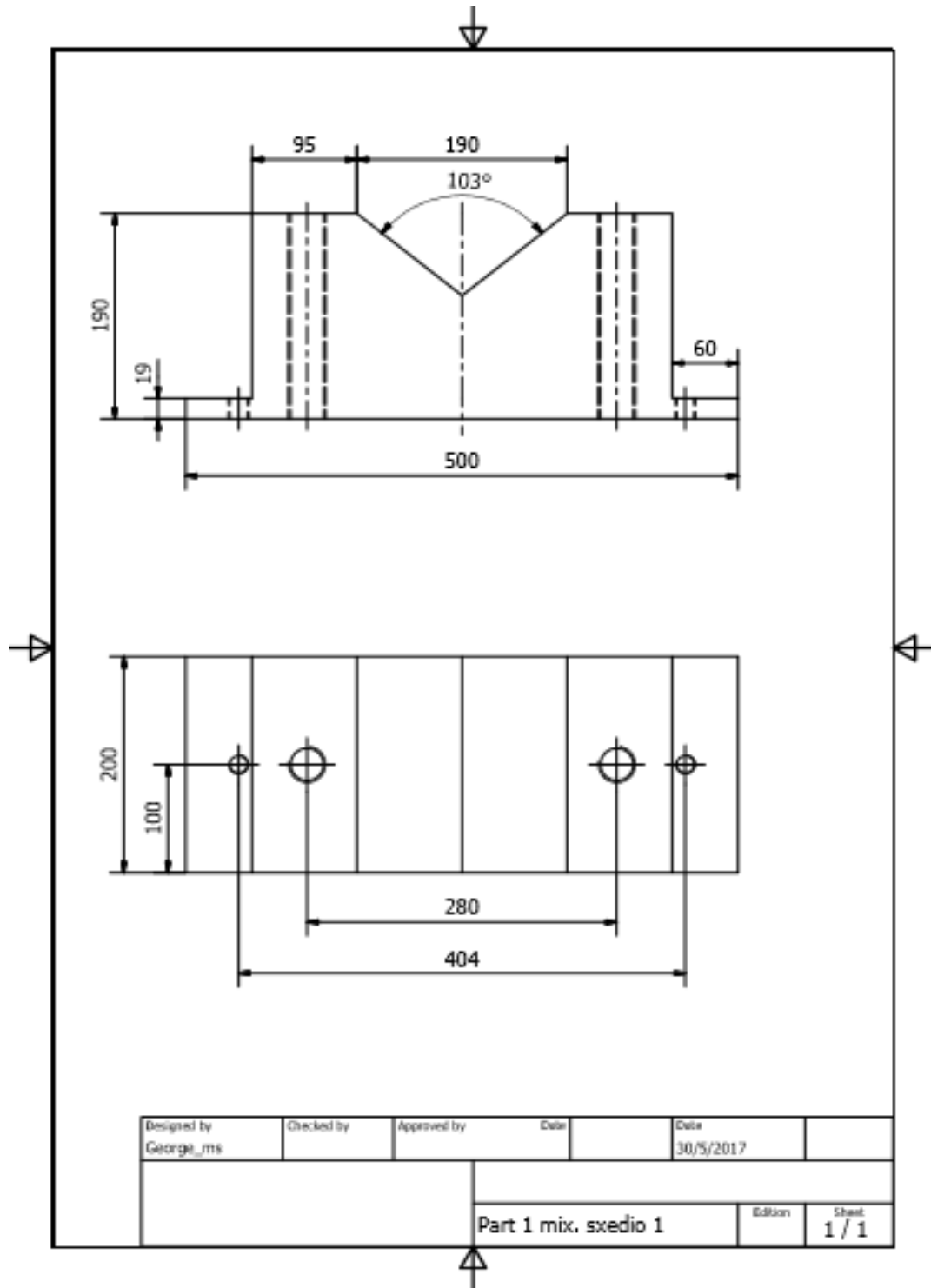


Εικόνα 56: Αυτάκι που κολλάται στις ακριανές πλευρές της κύριας βάσης ώστε να προσδεθεί αυτή στο τραπέζι κατεργασίας

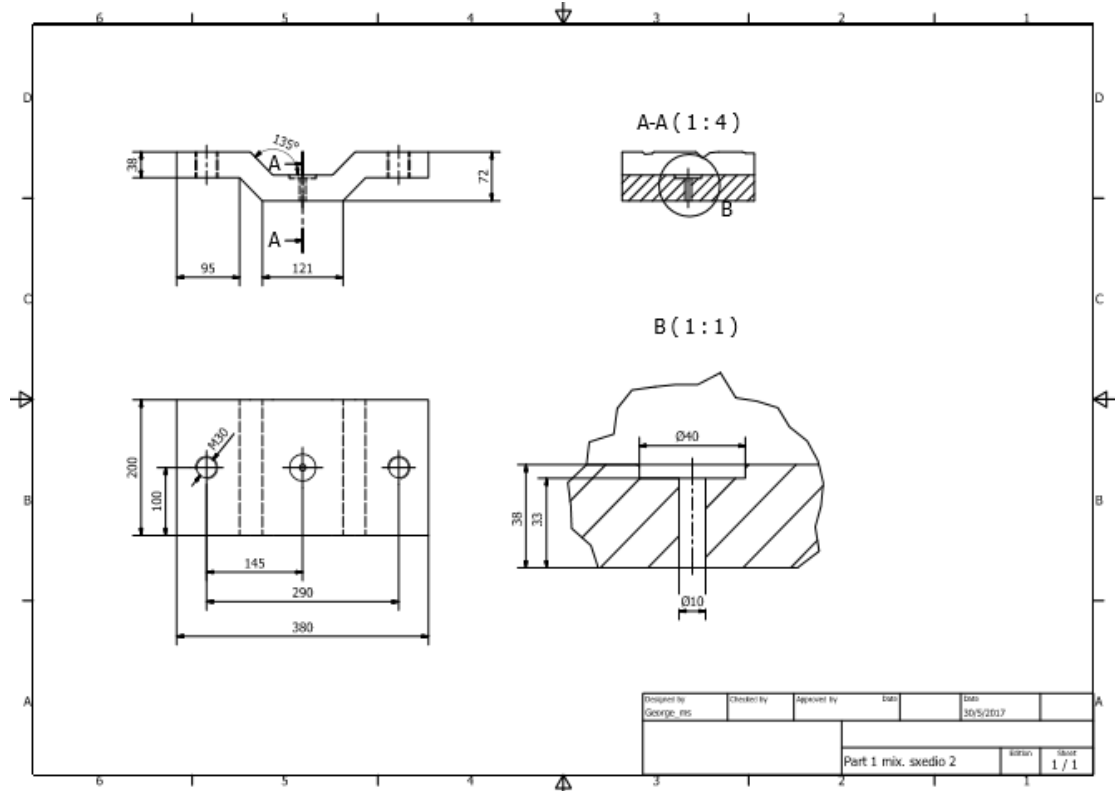
Μηχανολογικό σχέδιο ιδιοσυσκευής συγκράτησης μικρού μεγέθους κυλινδρικών
 κατασκευών



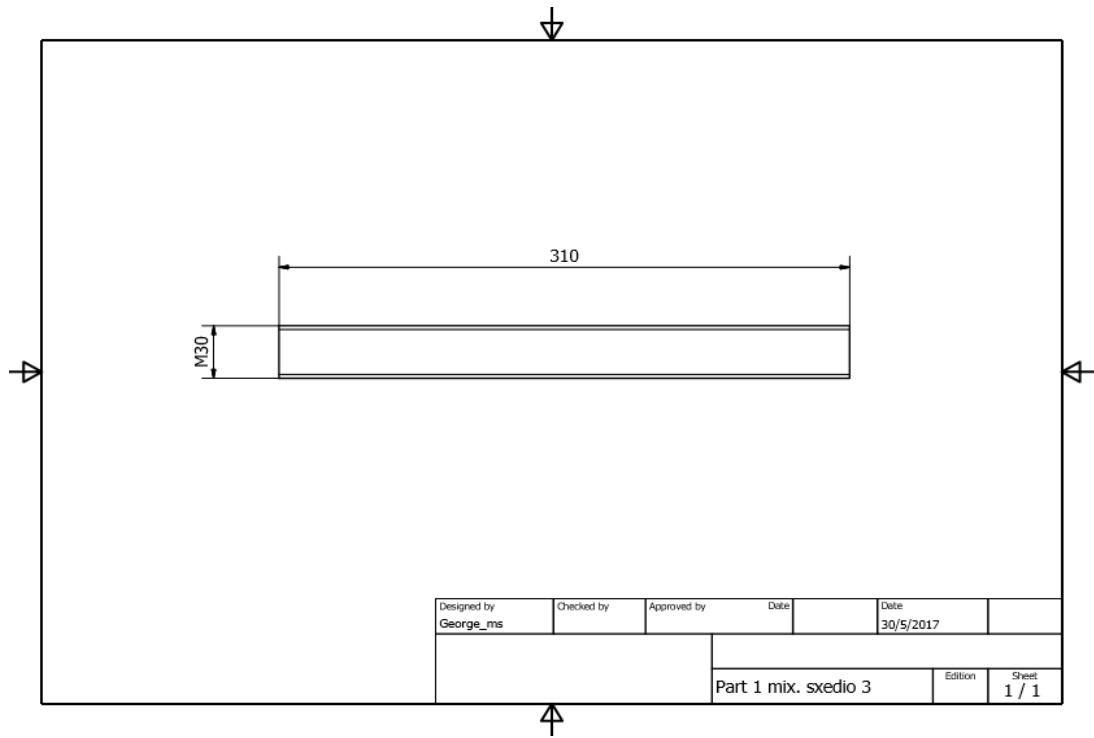
Εικόνα 57



Εικόνα 58

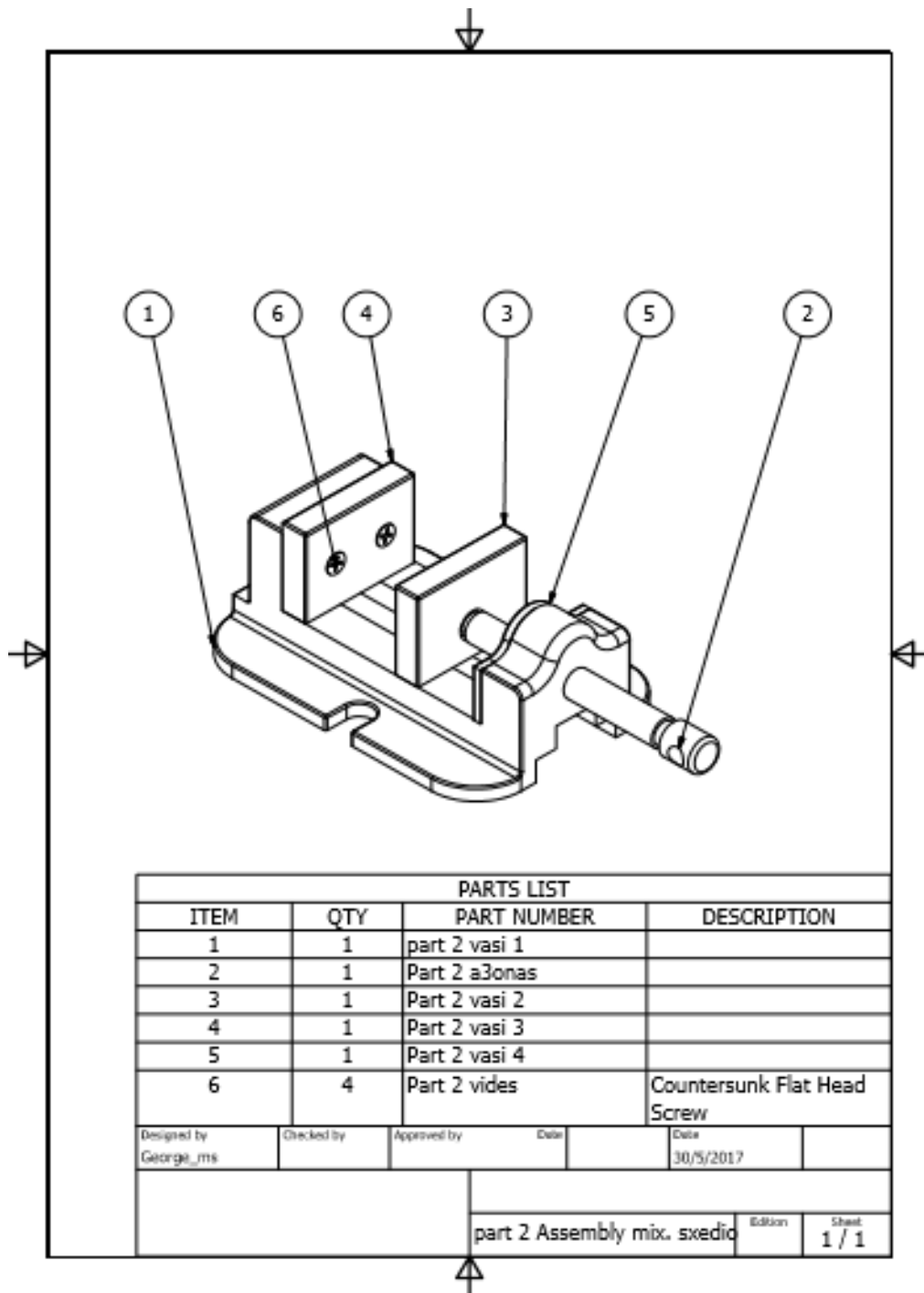


Εικόνα 59

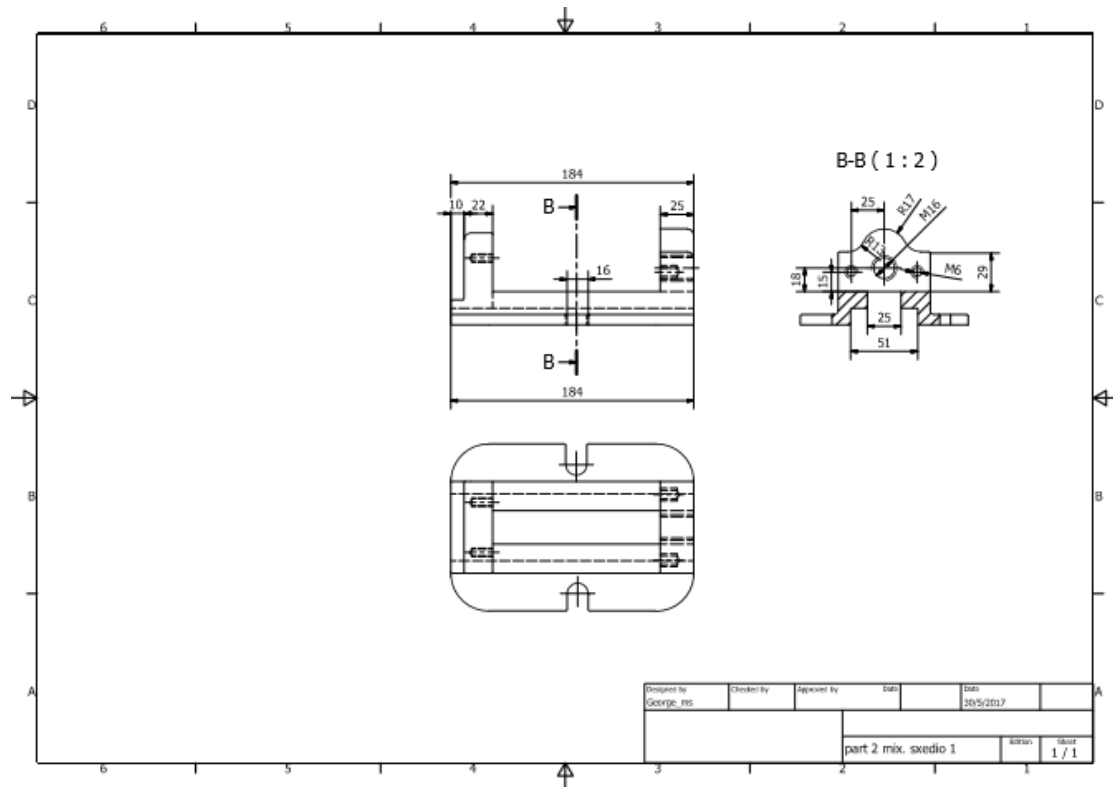


Εικόνα 60

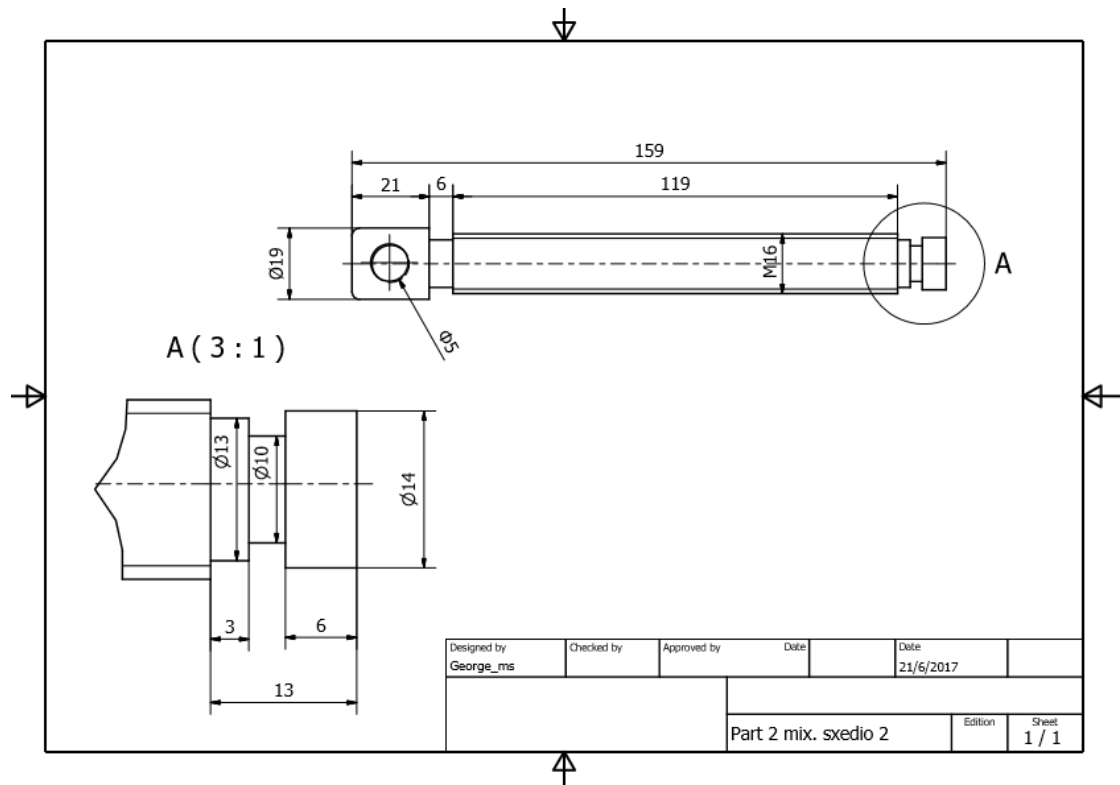
Μηχανολογικό σχέδιο ιδιοσυσκευής συγκράτησης



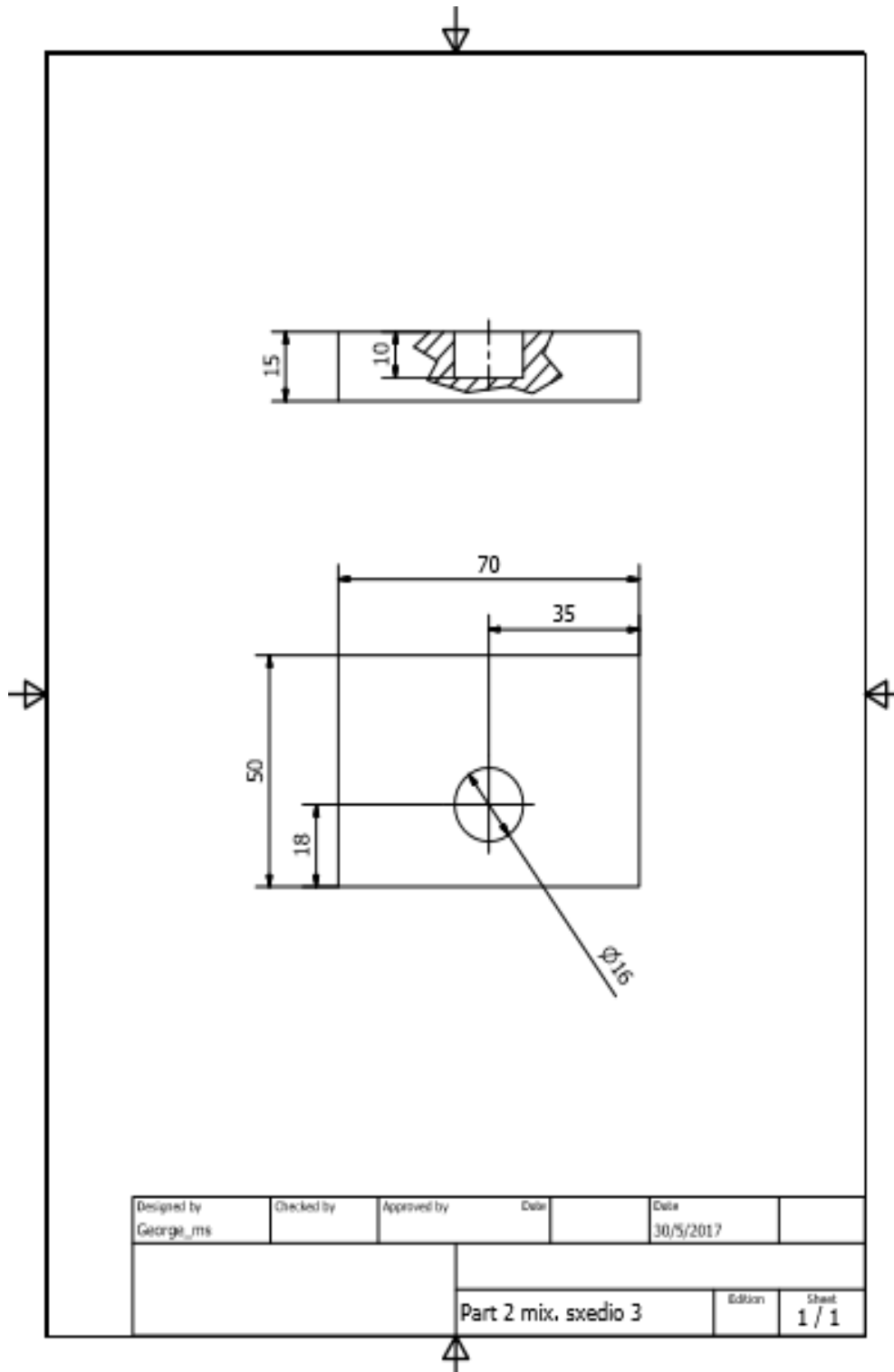
Εικόνα 61



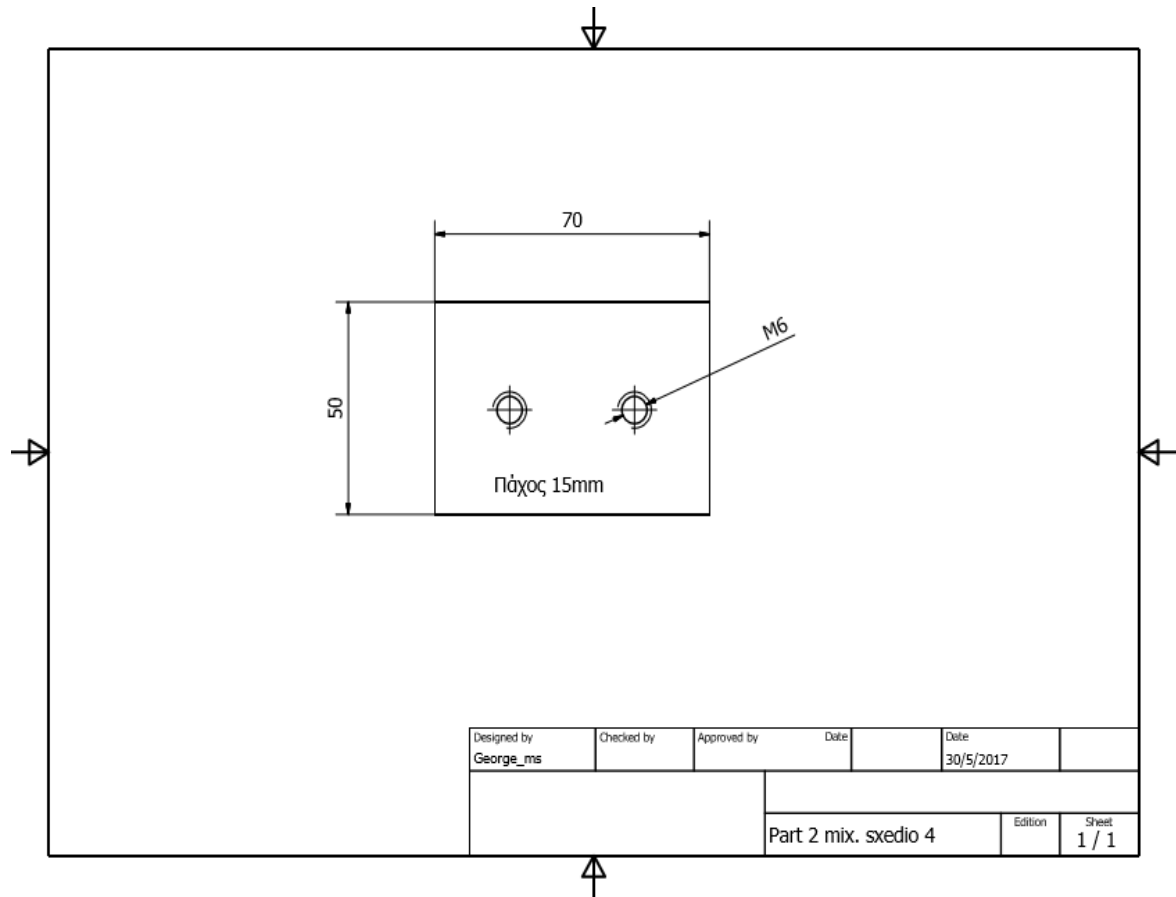
Εικόνα 62



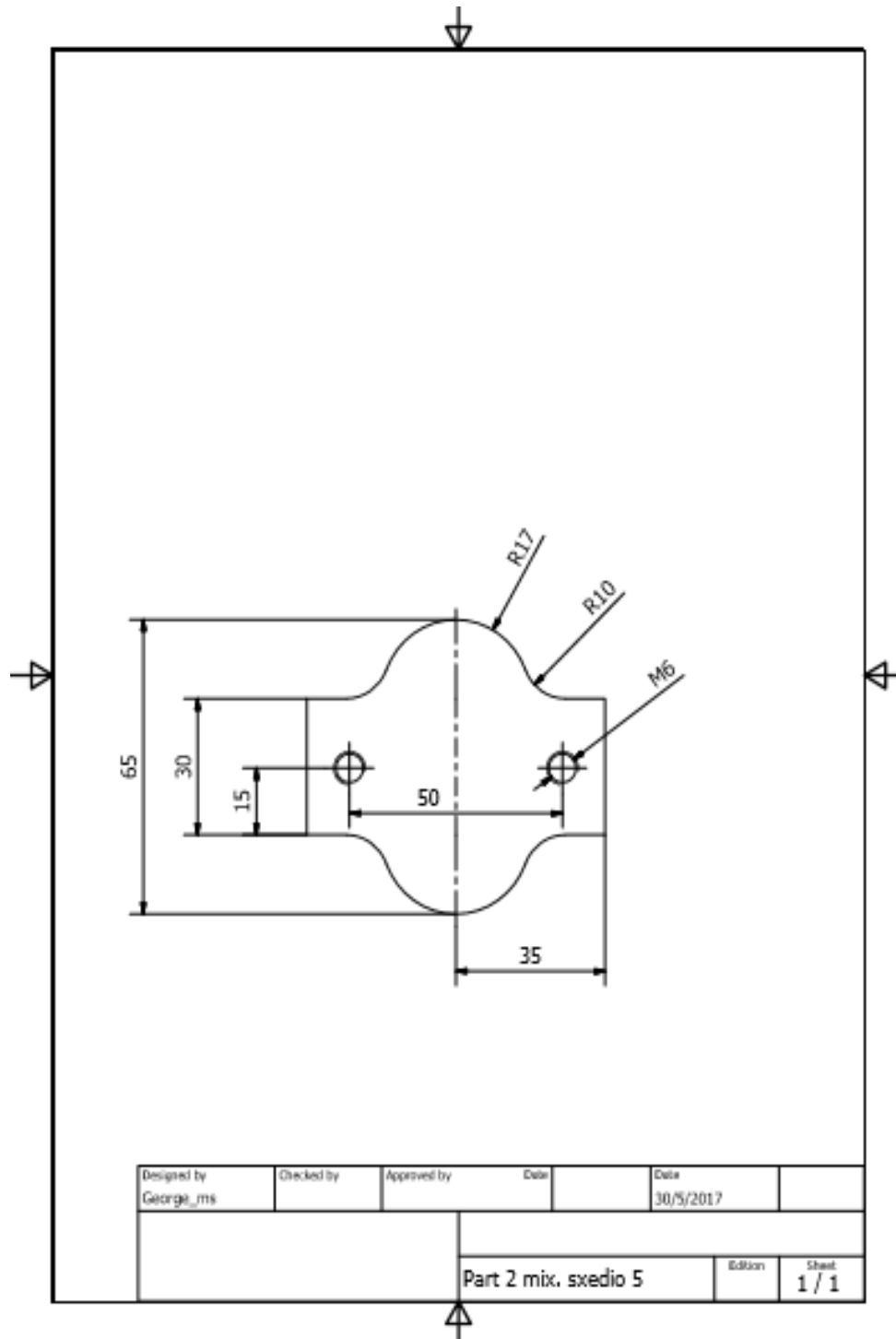
Εικόνα 63



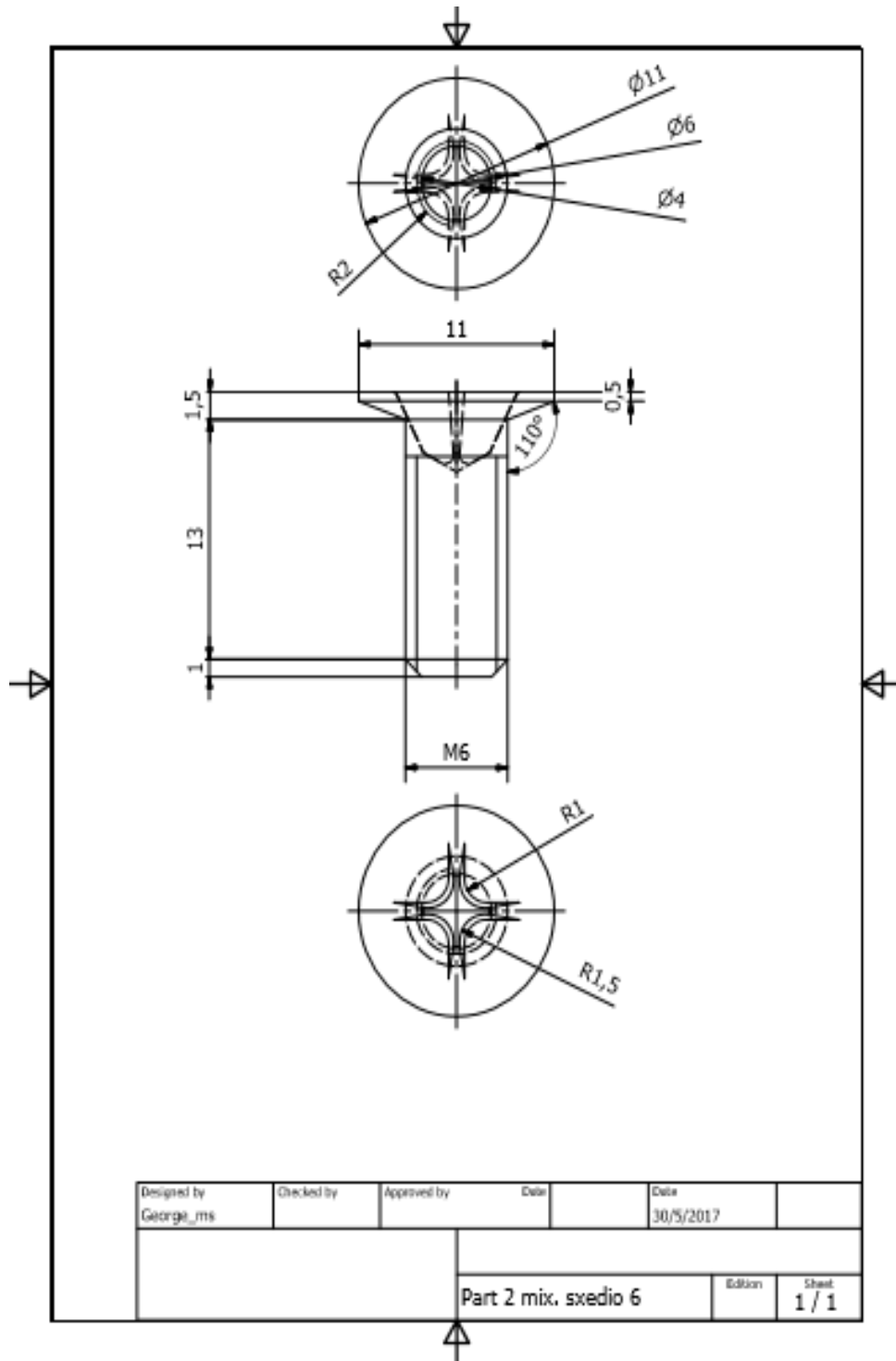
Εικόνα 64



Εικόνα 65

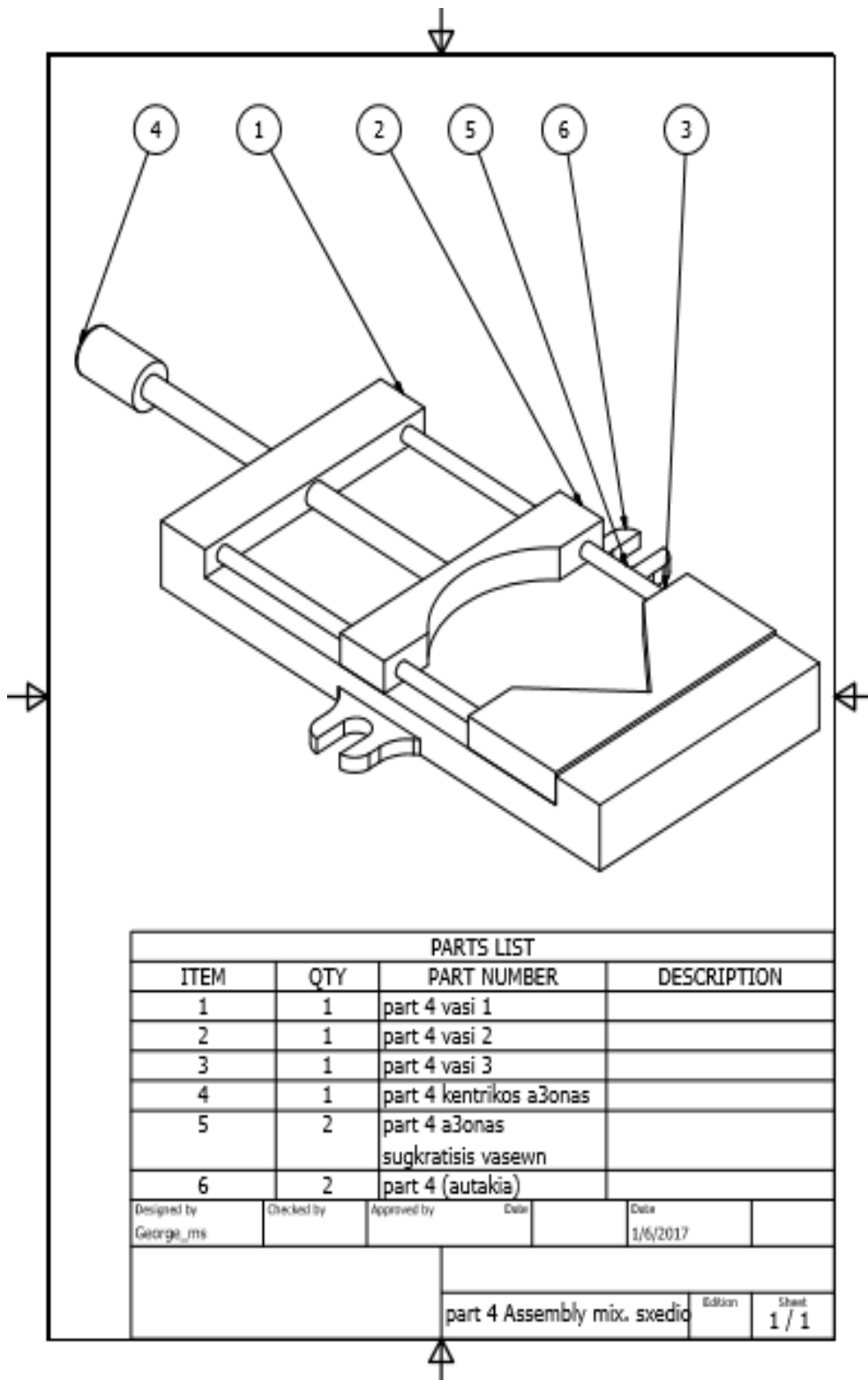


Εικόνα 66

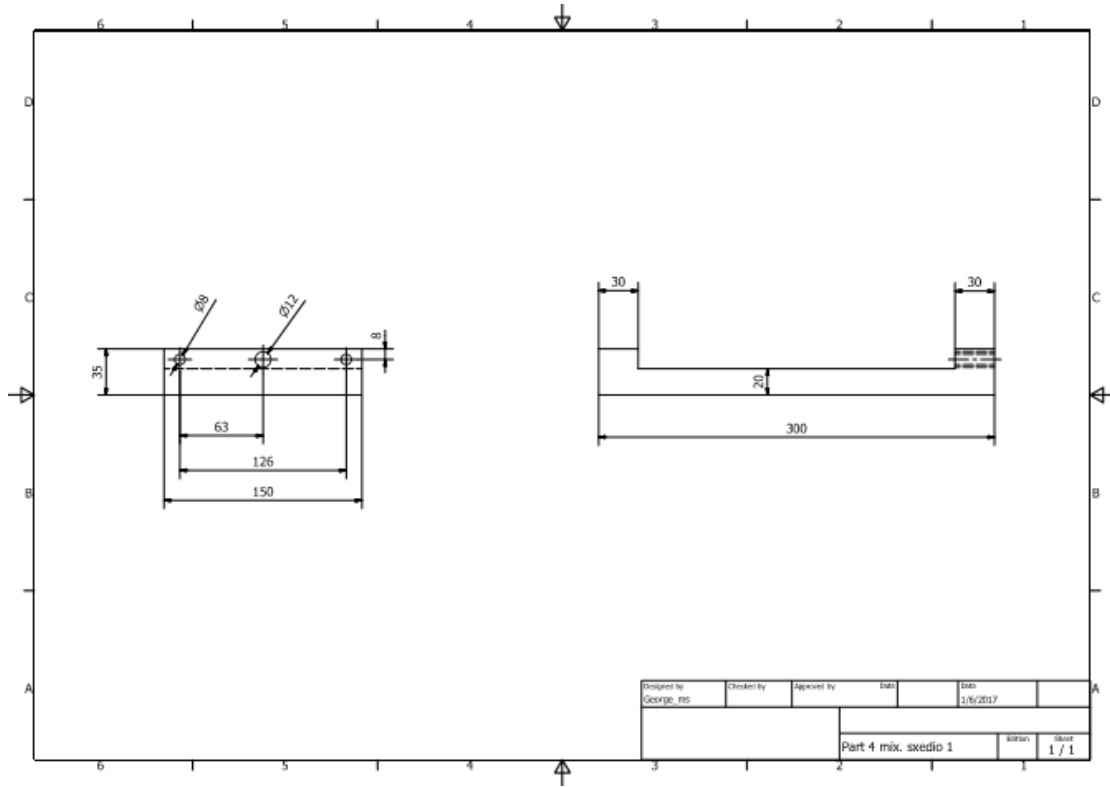


Εικόνα 67

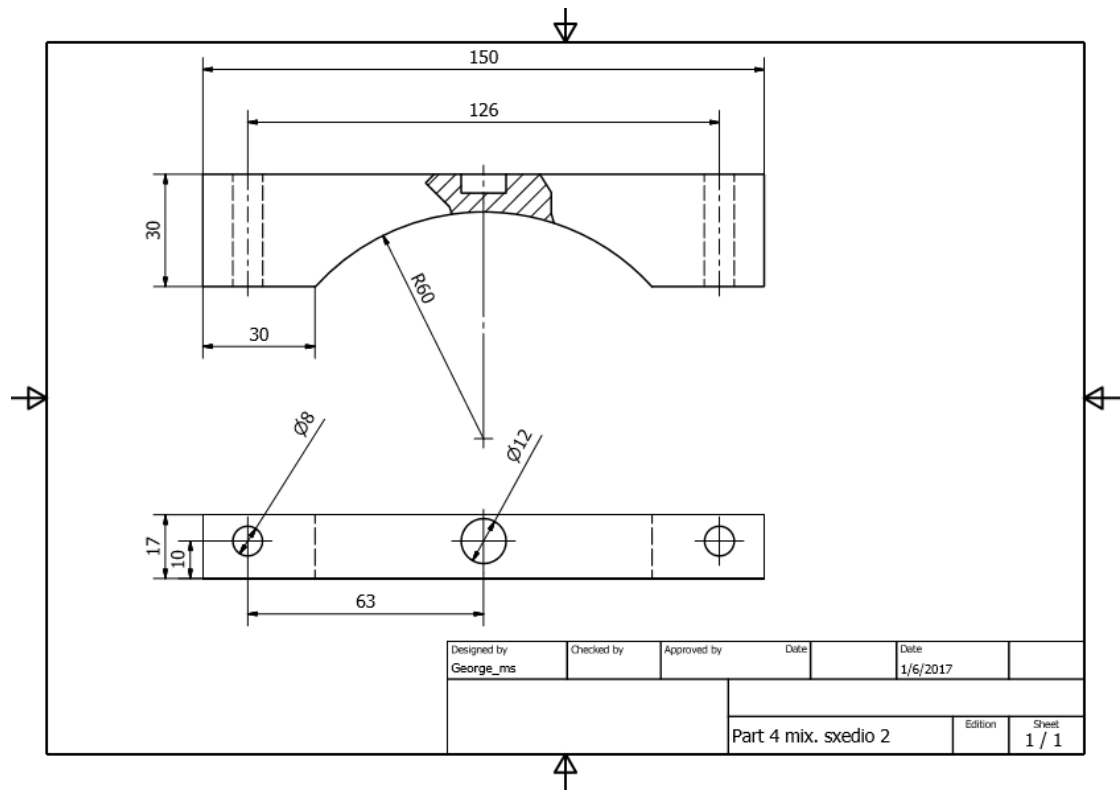
Μηχανολογικό σχέδιο ιδιοσυσκευής συγκράτησης



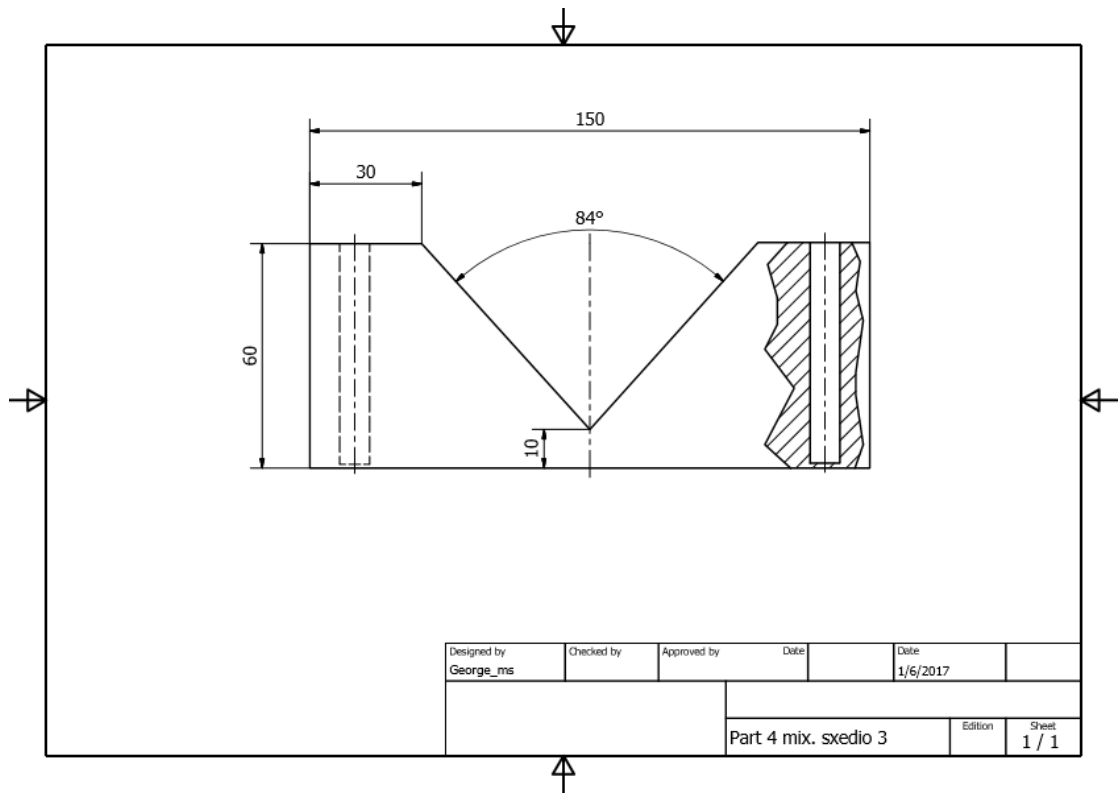
Εικόνα 68



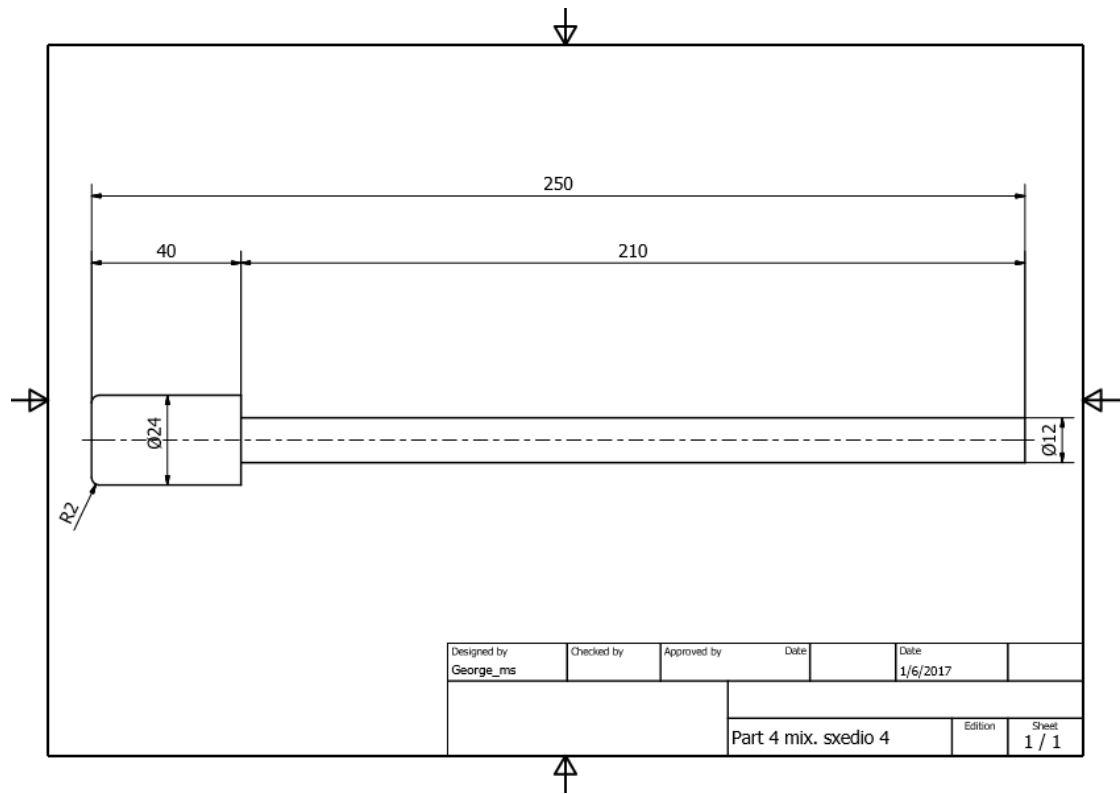
Εικόνα 69



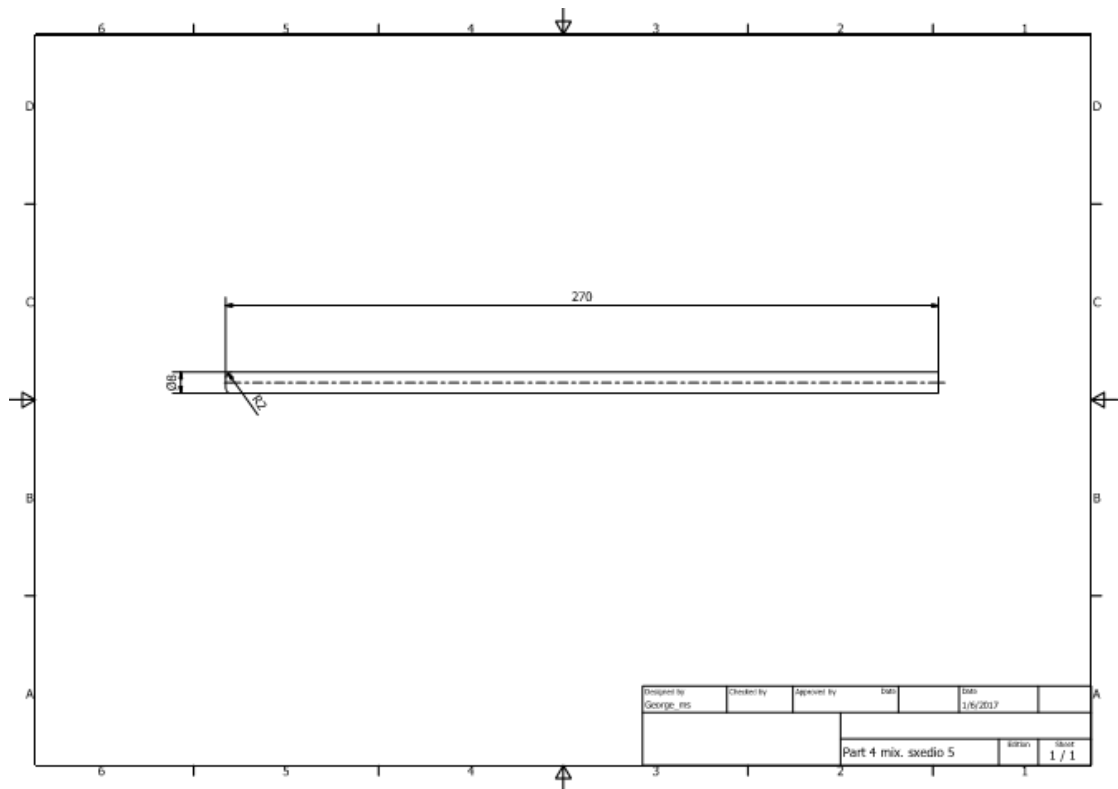
Εικόνα 70



Εικόνα 71

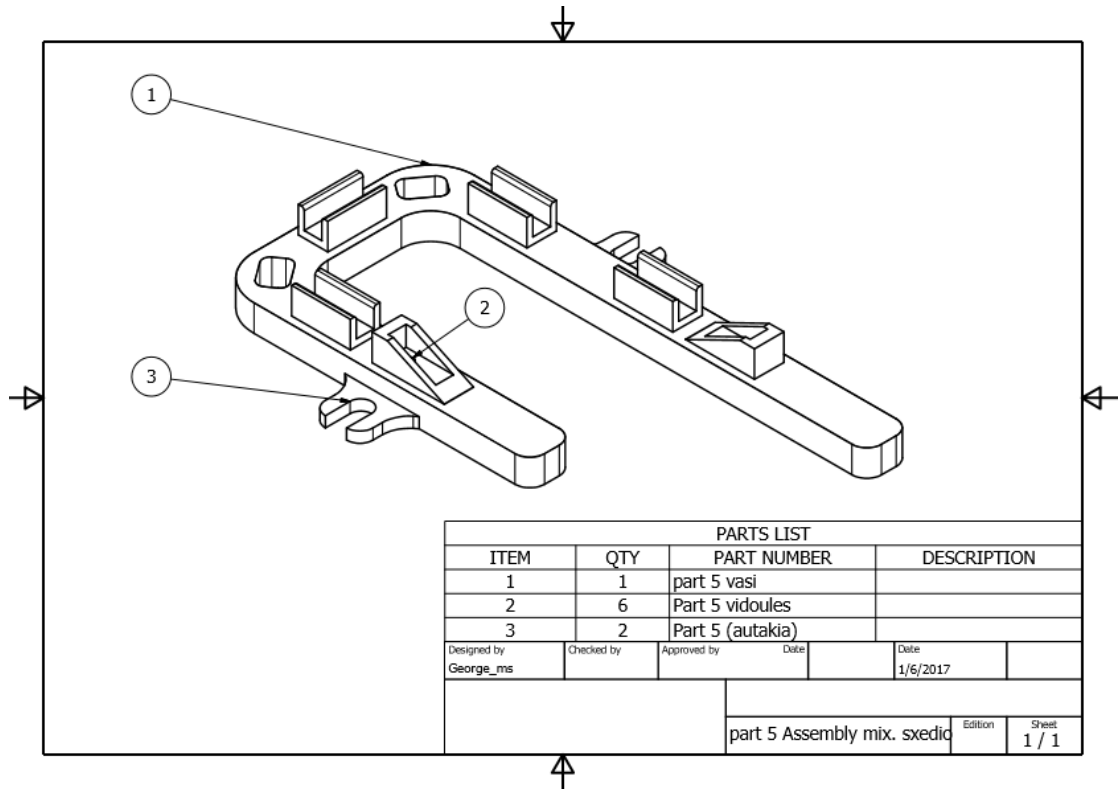


Εικόνα 72

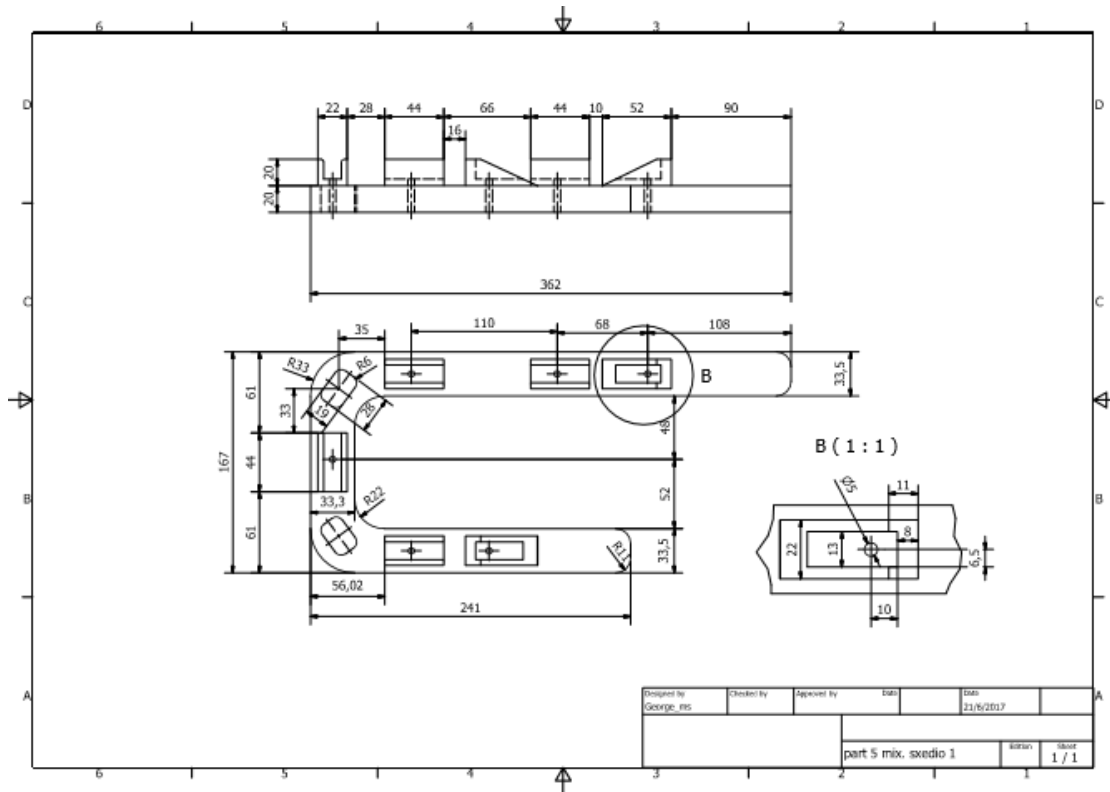


Εικόνα 73

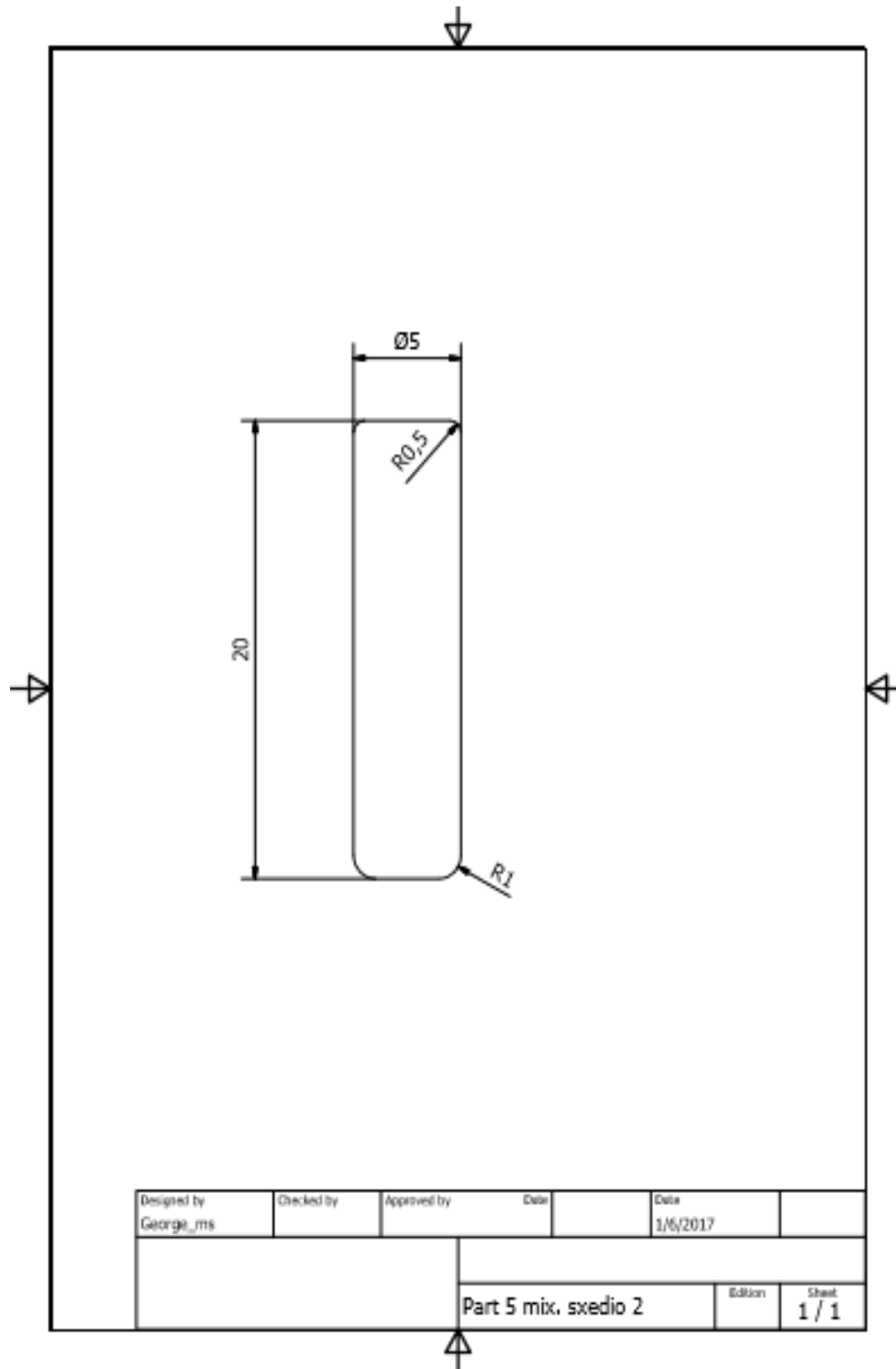
Μηχανολογικό σχέδιο ιδιοσυσκευής συγκράτησης σωληνώσεων μικρής διατομής



Εικόνα 74

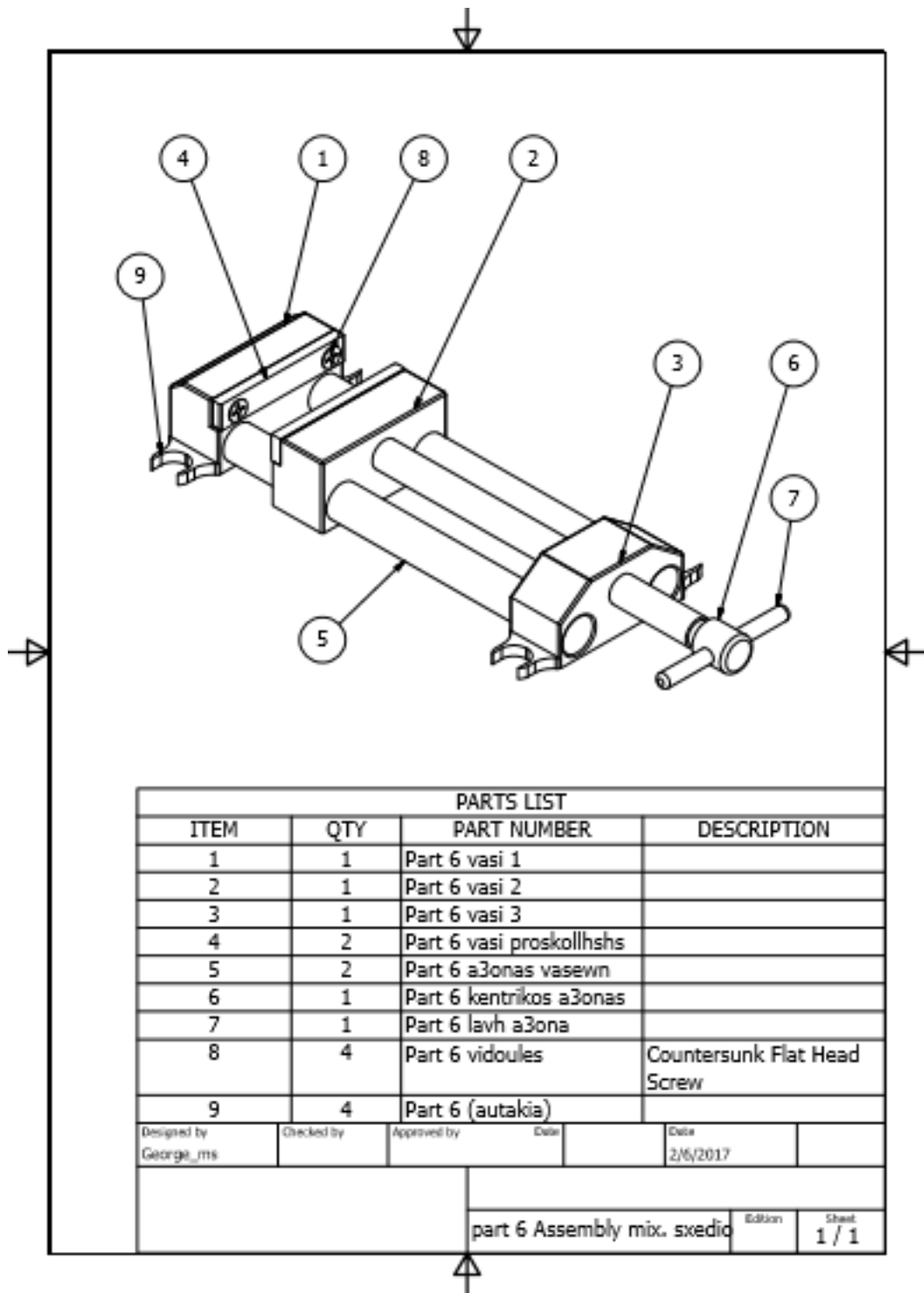


Εικόνα 75

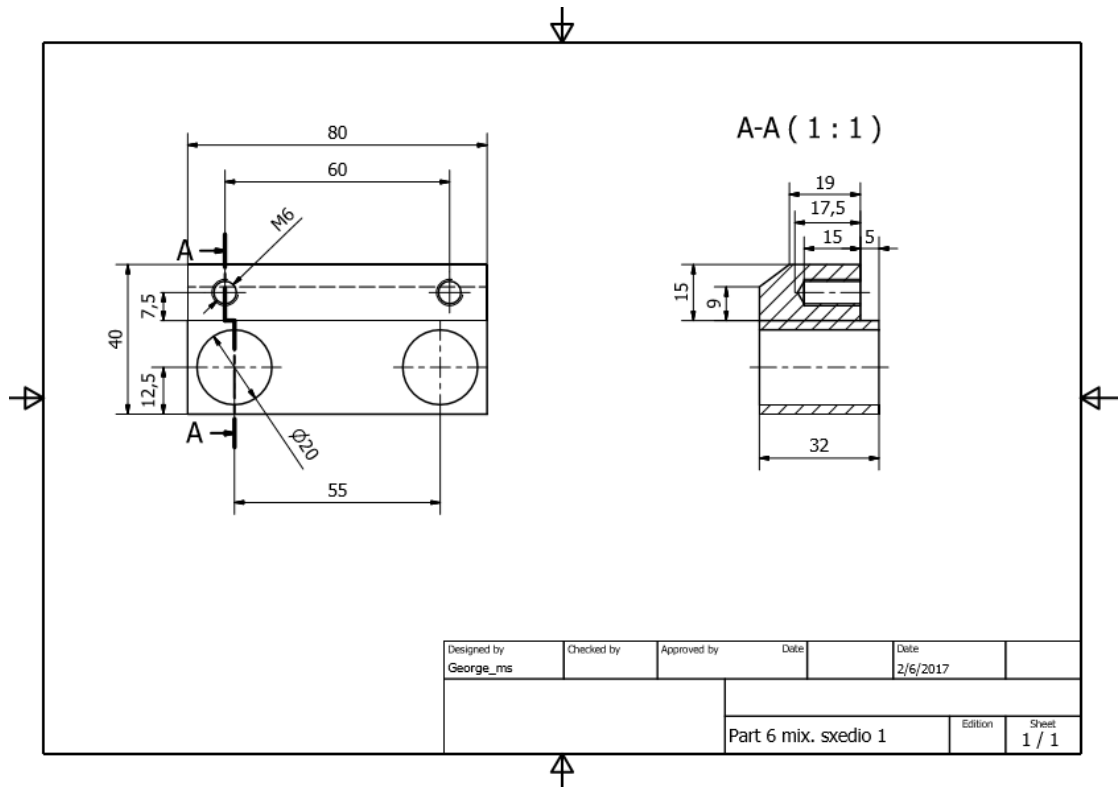


Εικόνα 76

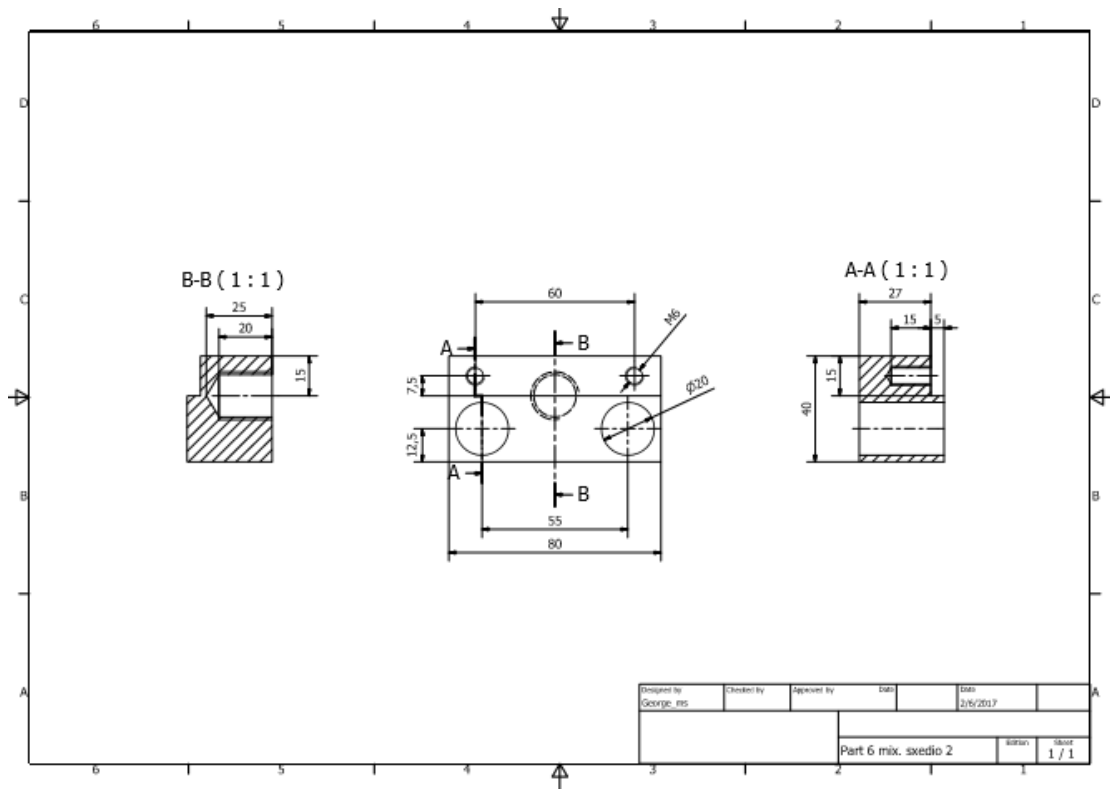
Μηχανολογικό σχέδιο ιδιοσυσκευής συγκράτησης



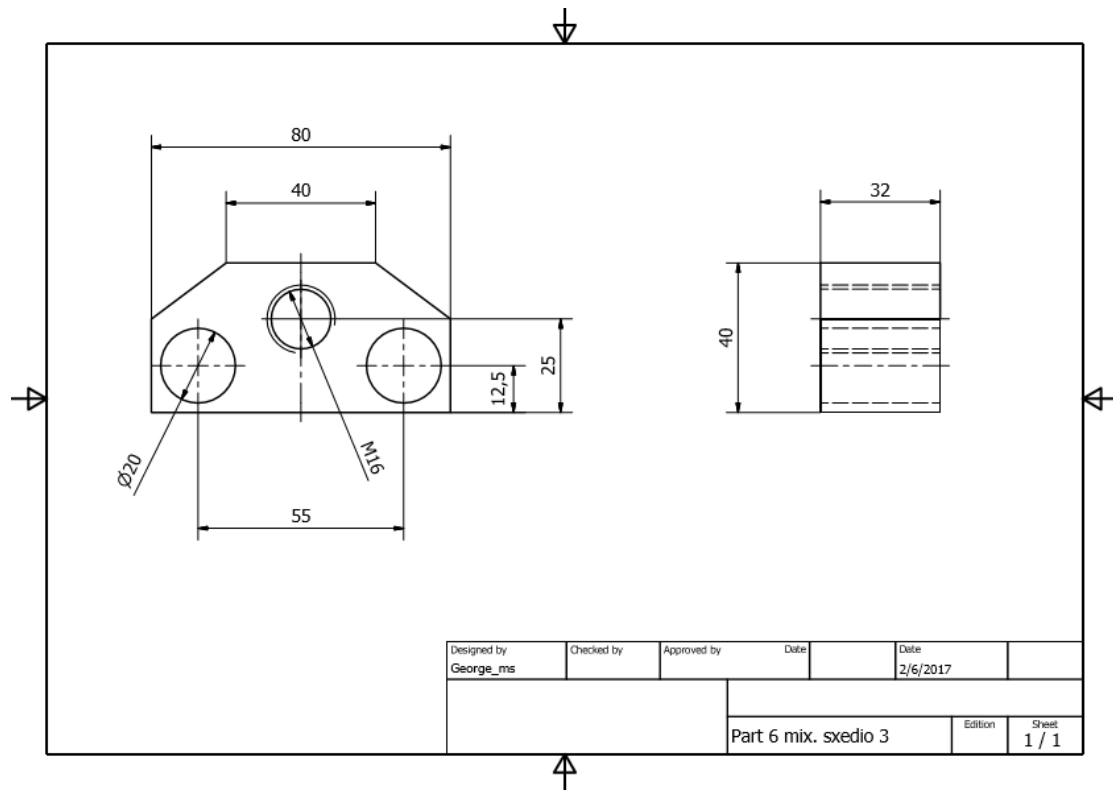
Εικόνα 77



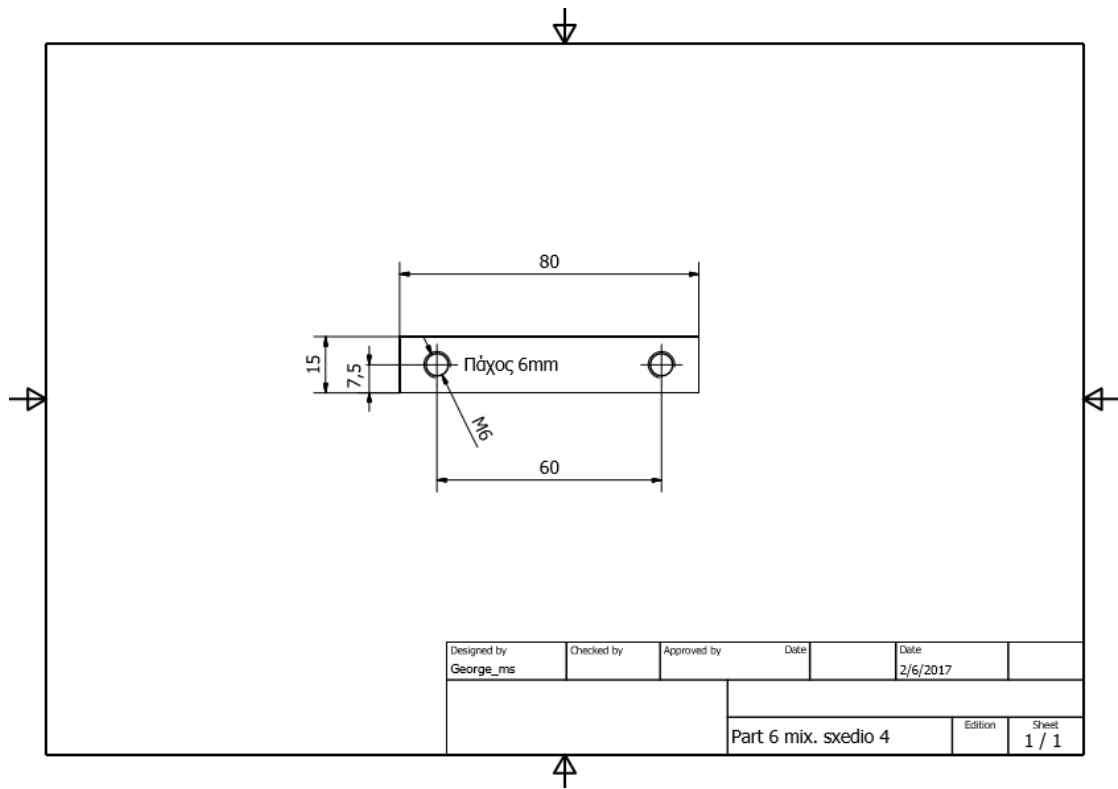
Εικόνα 78



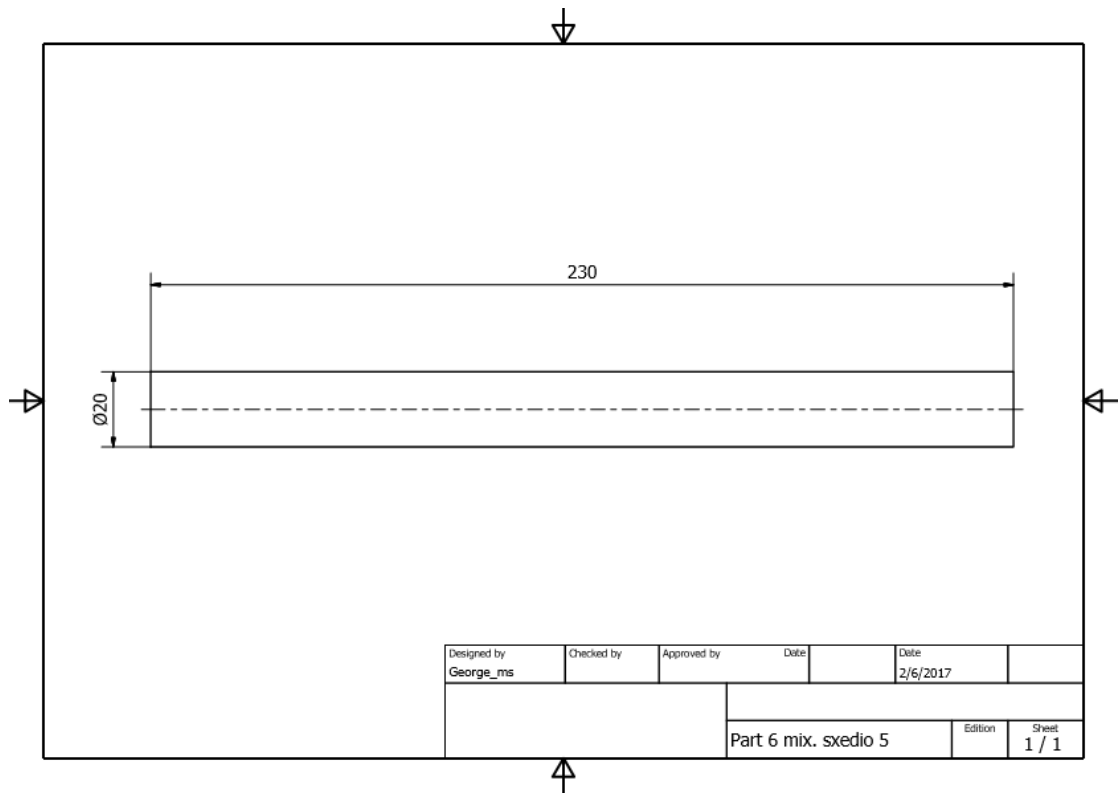
Εικόνα 79



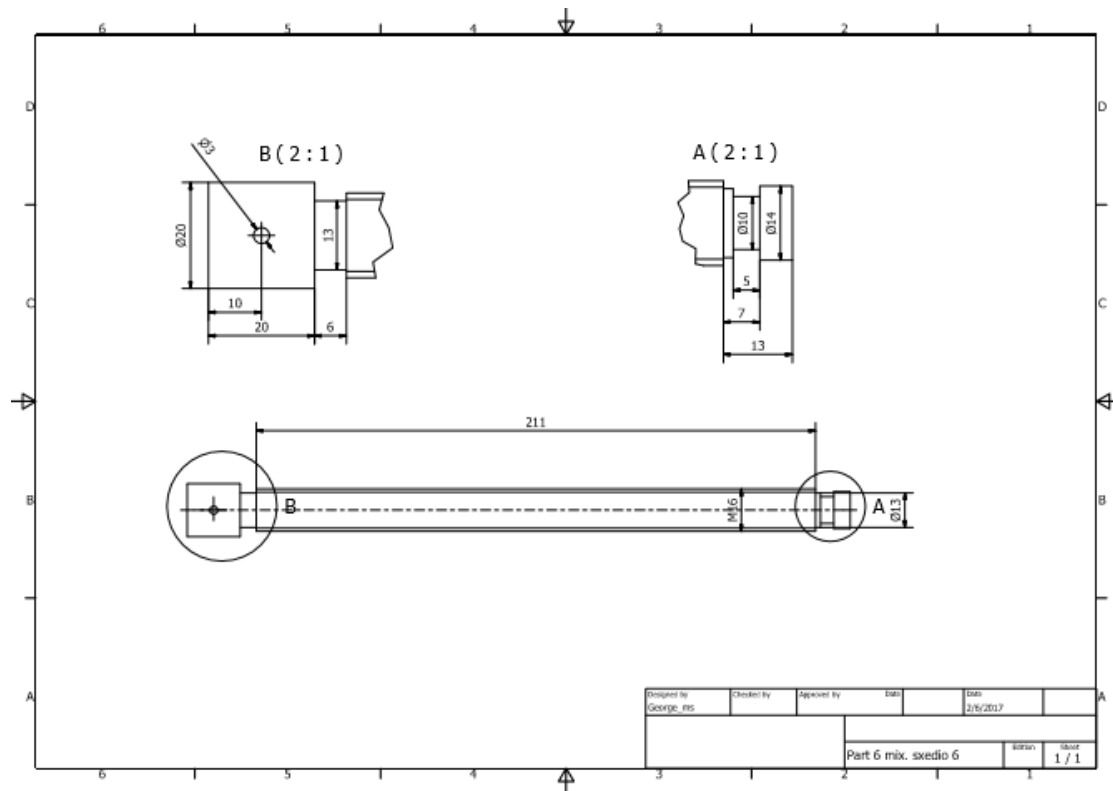
Εικόνα 80



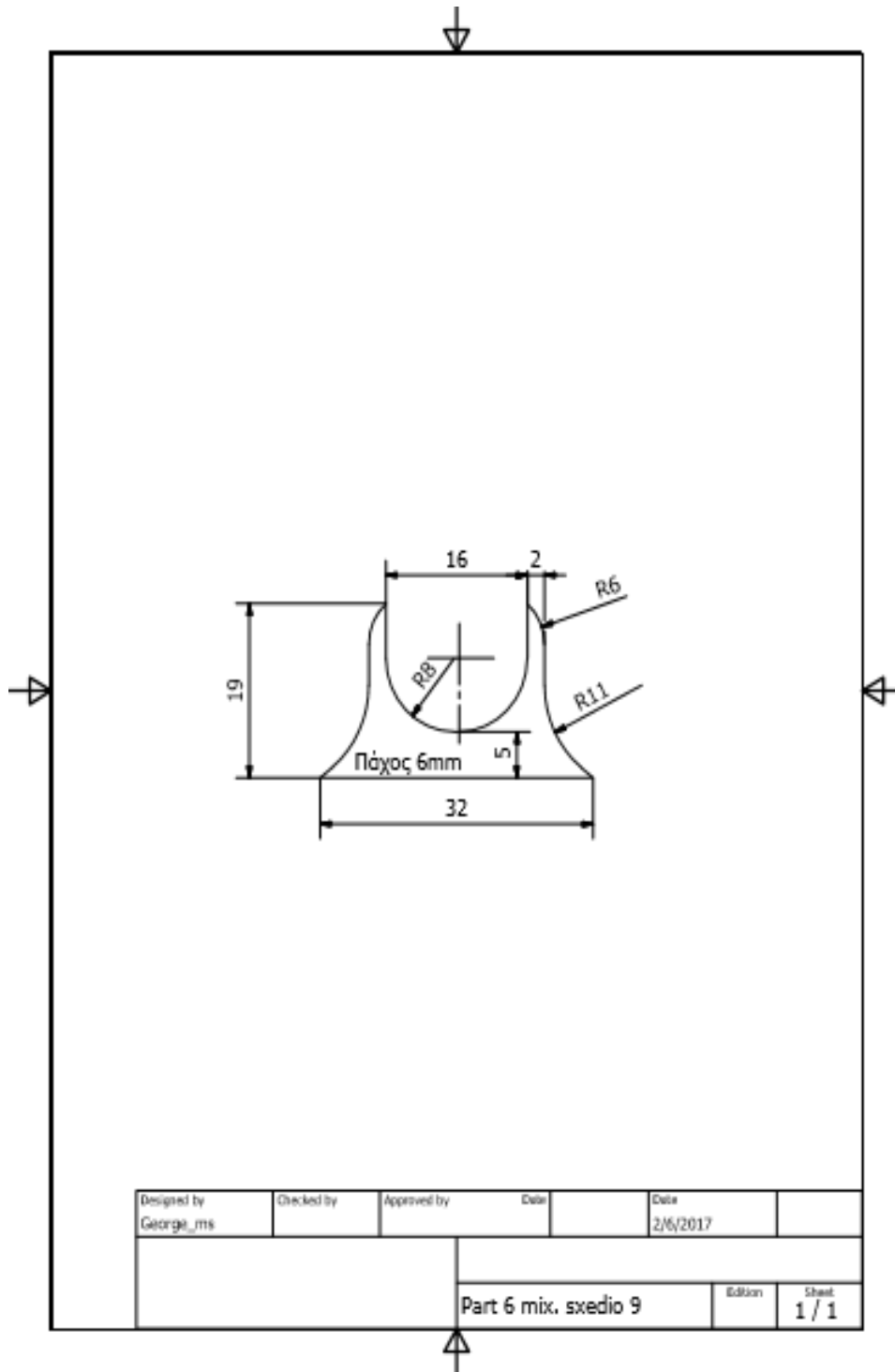
Εικόνα 81



Εικόνα 82

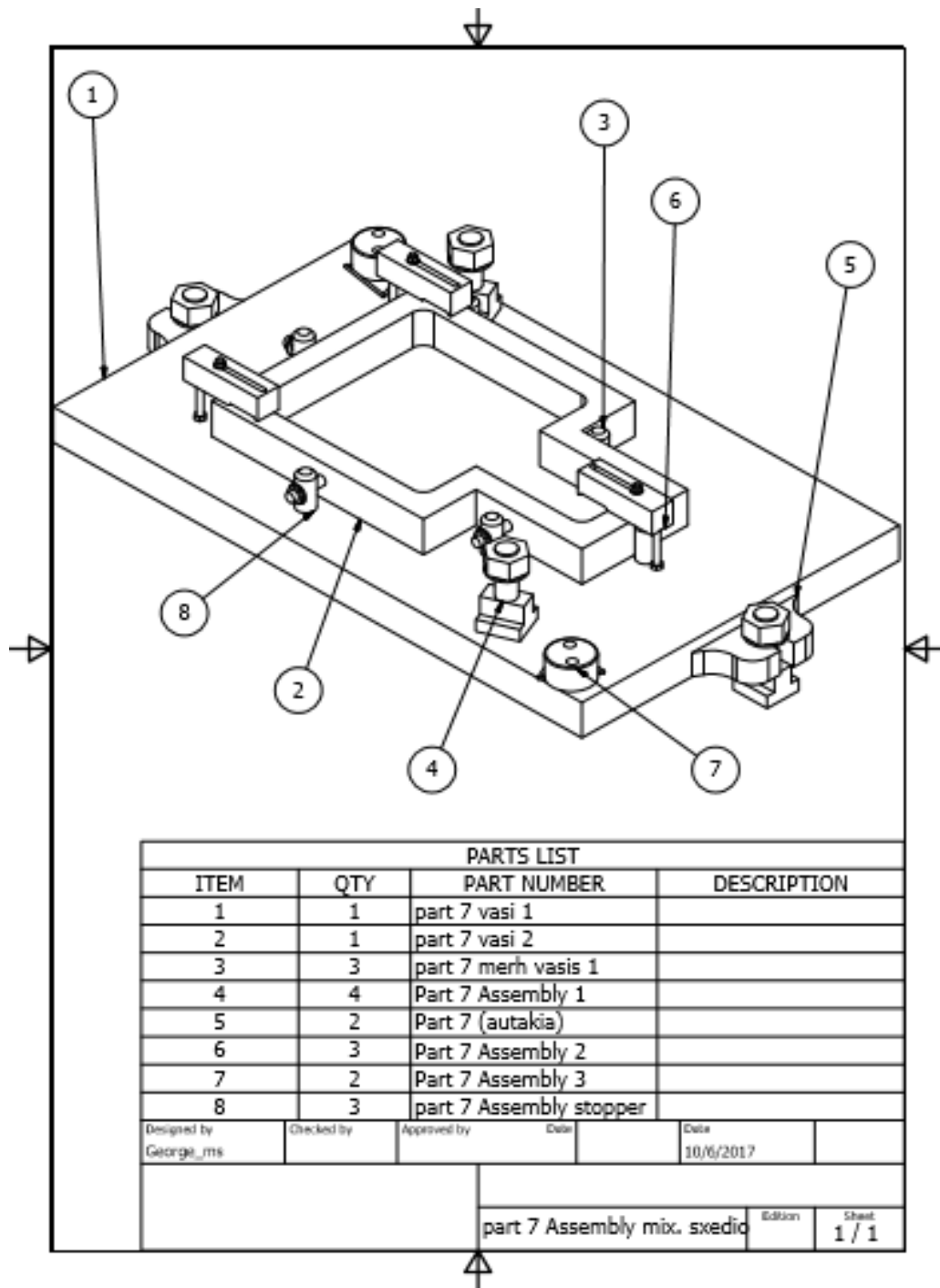


Εικόνα 83

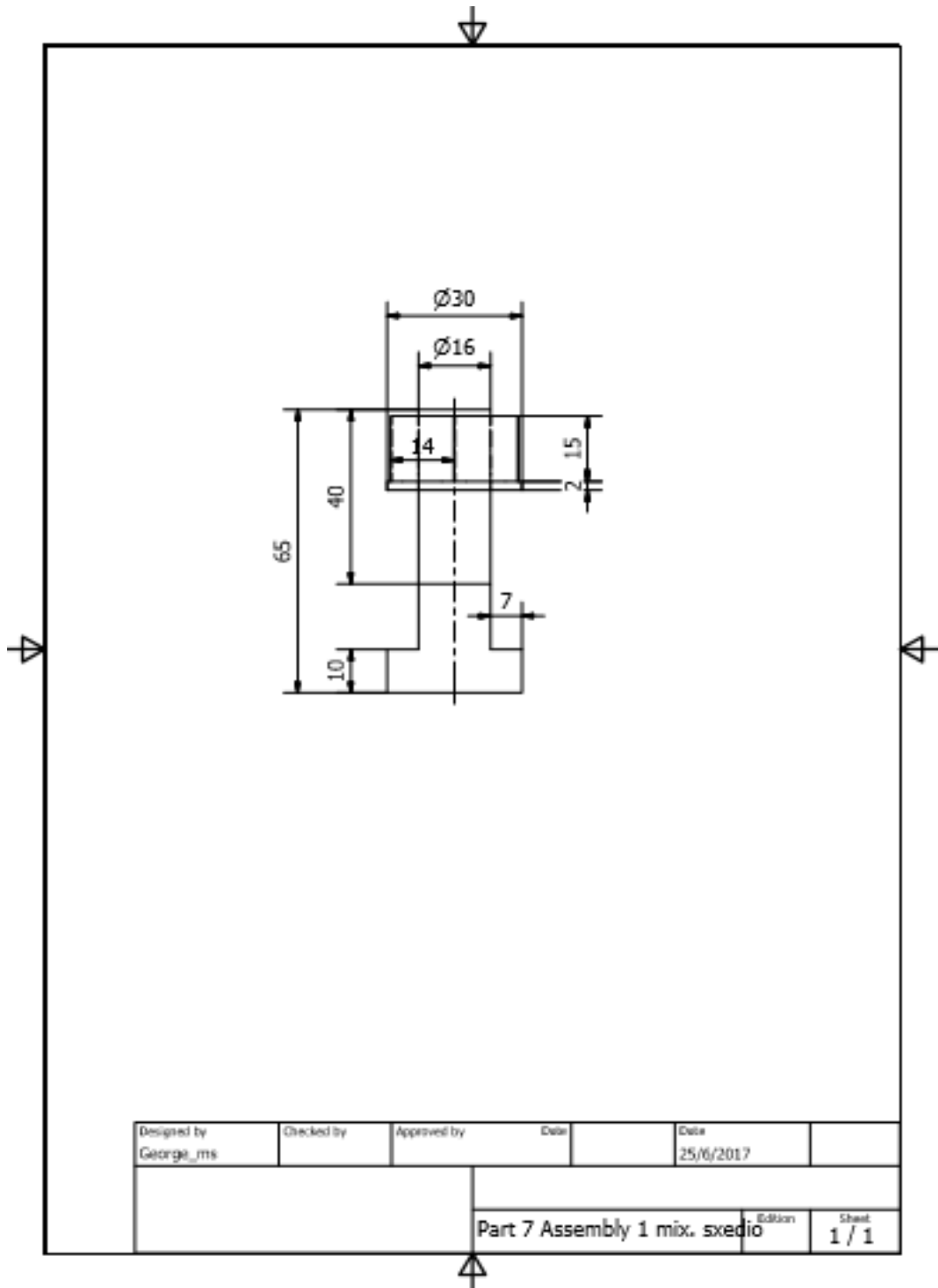


Εικόνα 84

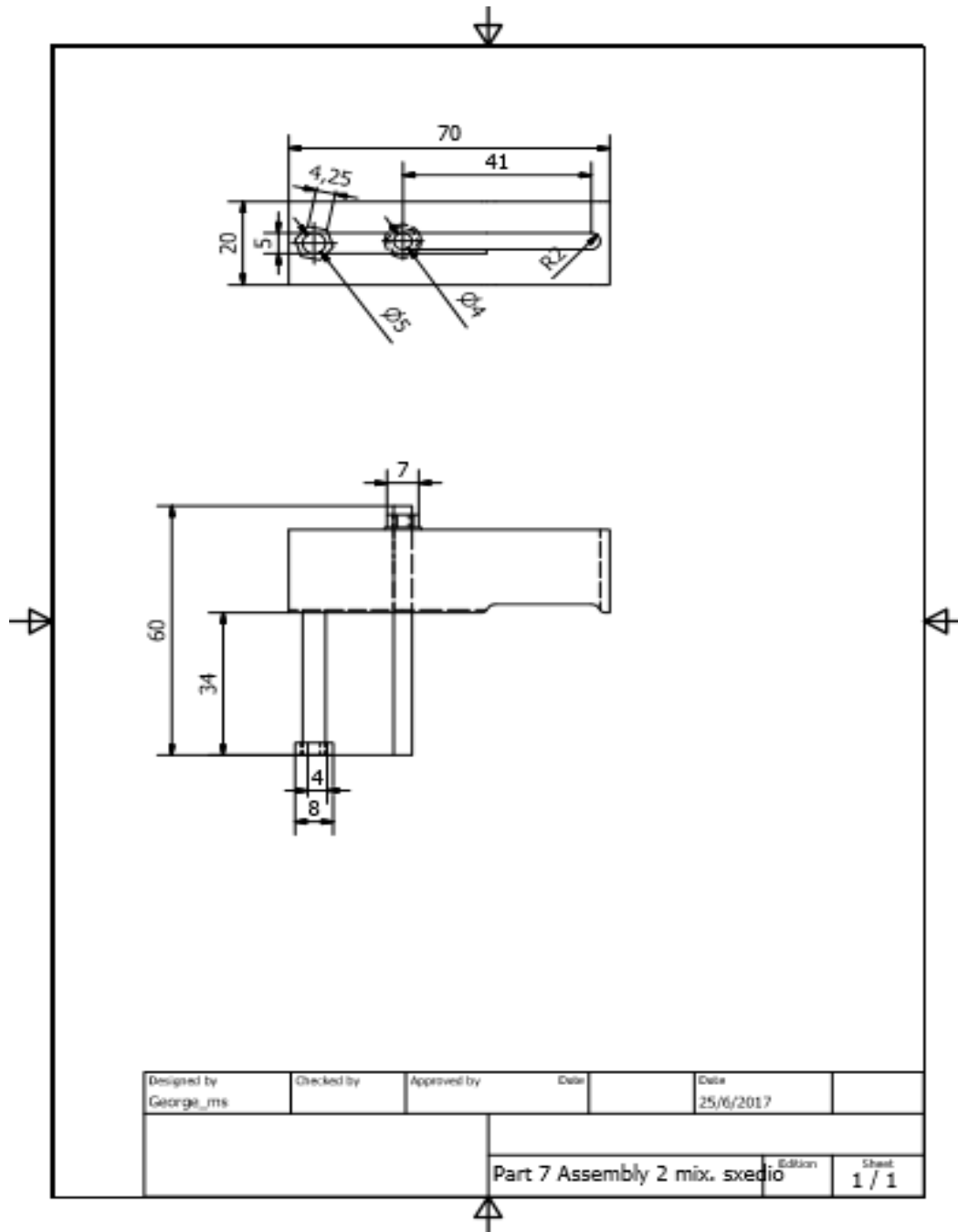
Μηχανολογικό σχέδιο ιδιοσυσκευής συγκράτησης



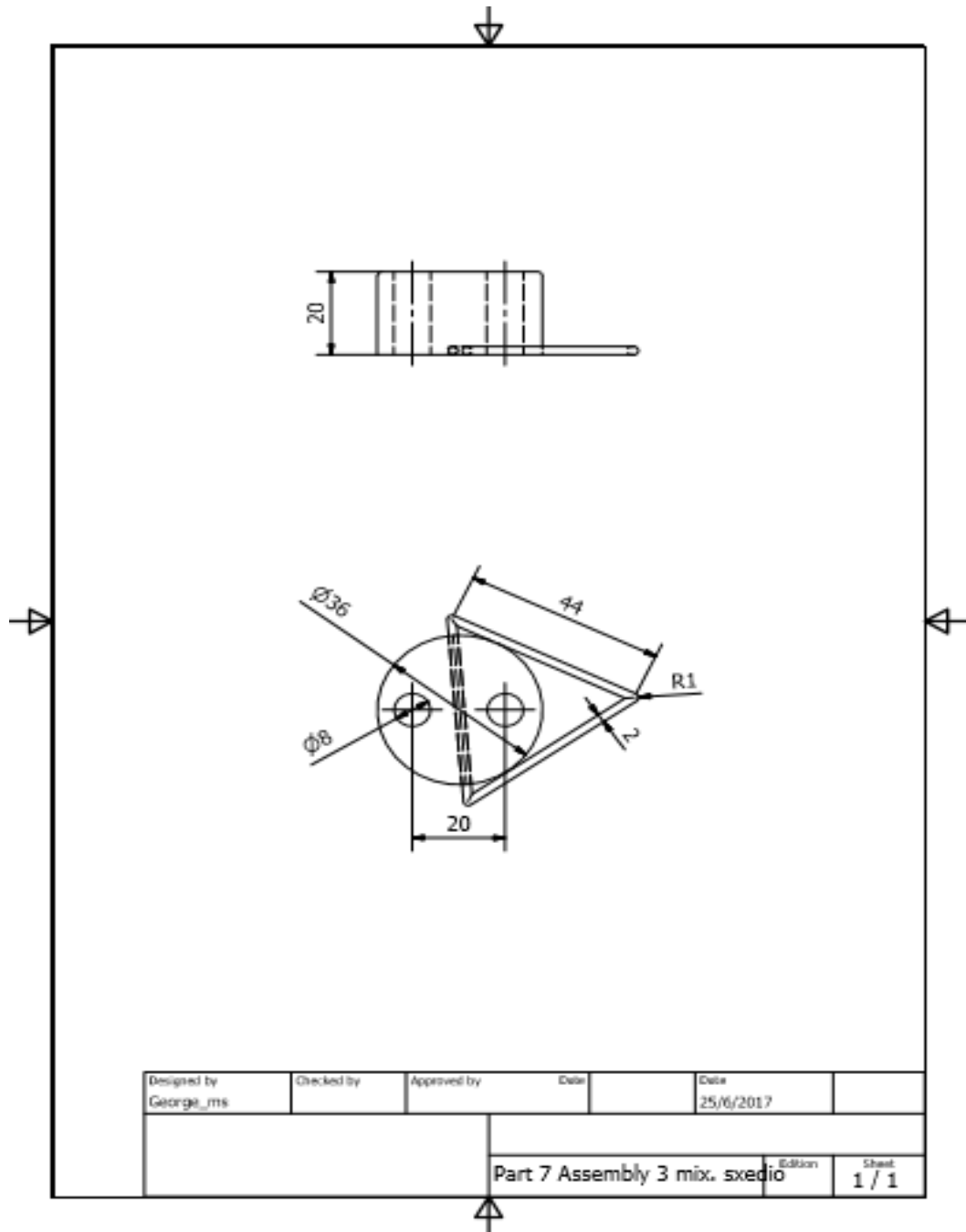
Εικόνα 85



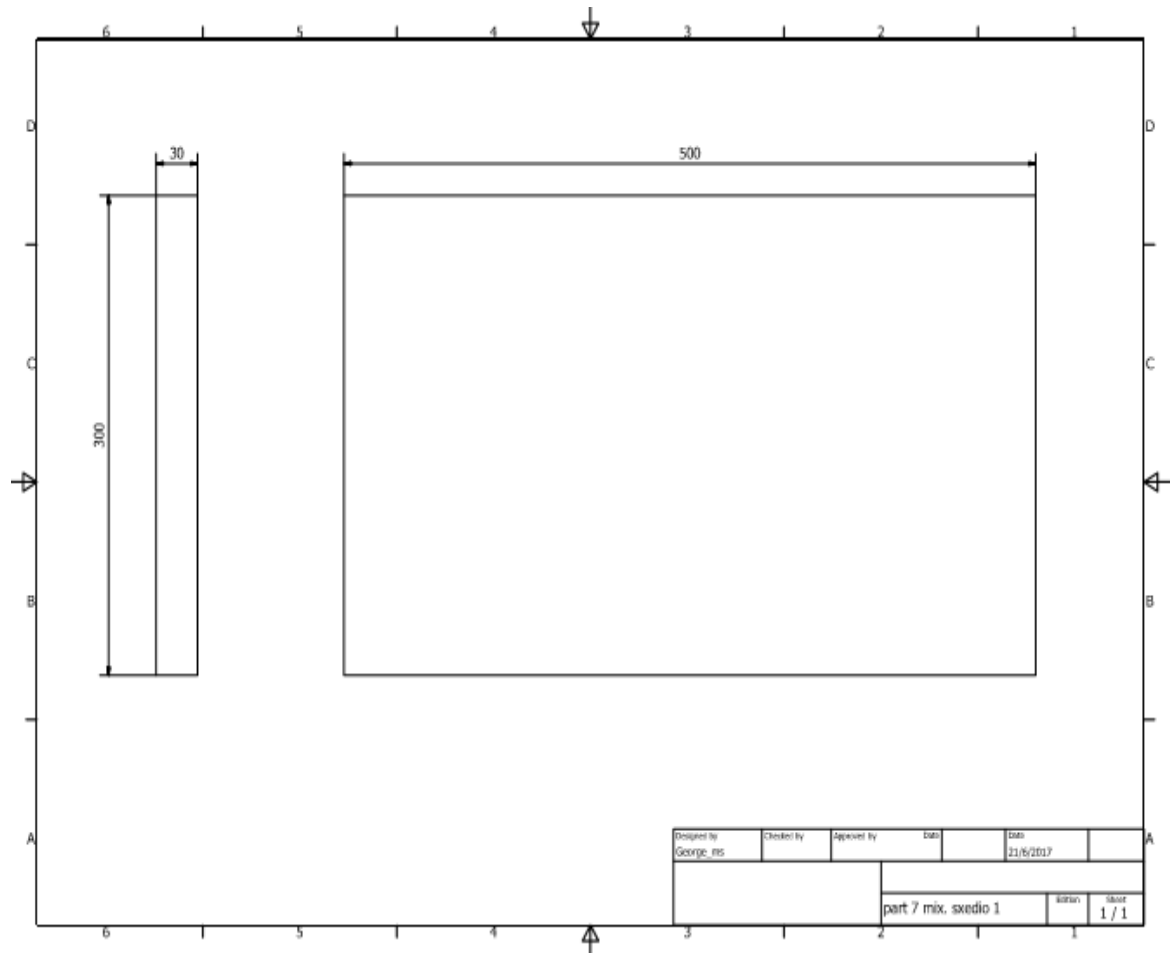
Εικόνα 86



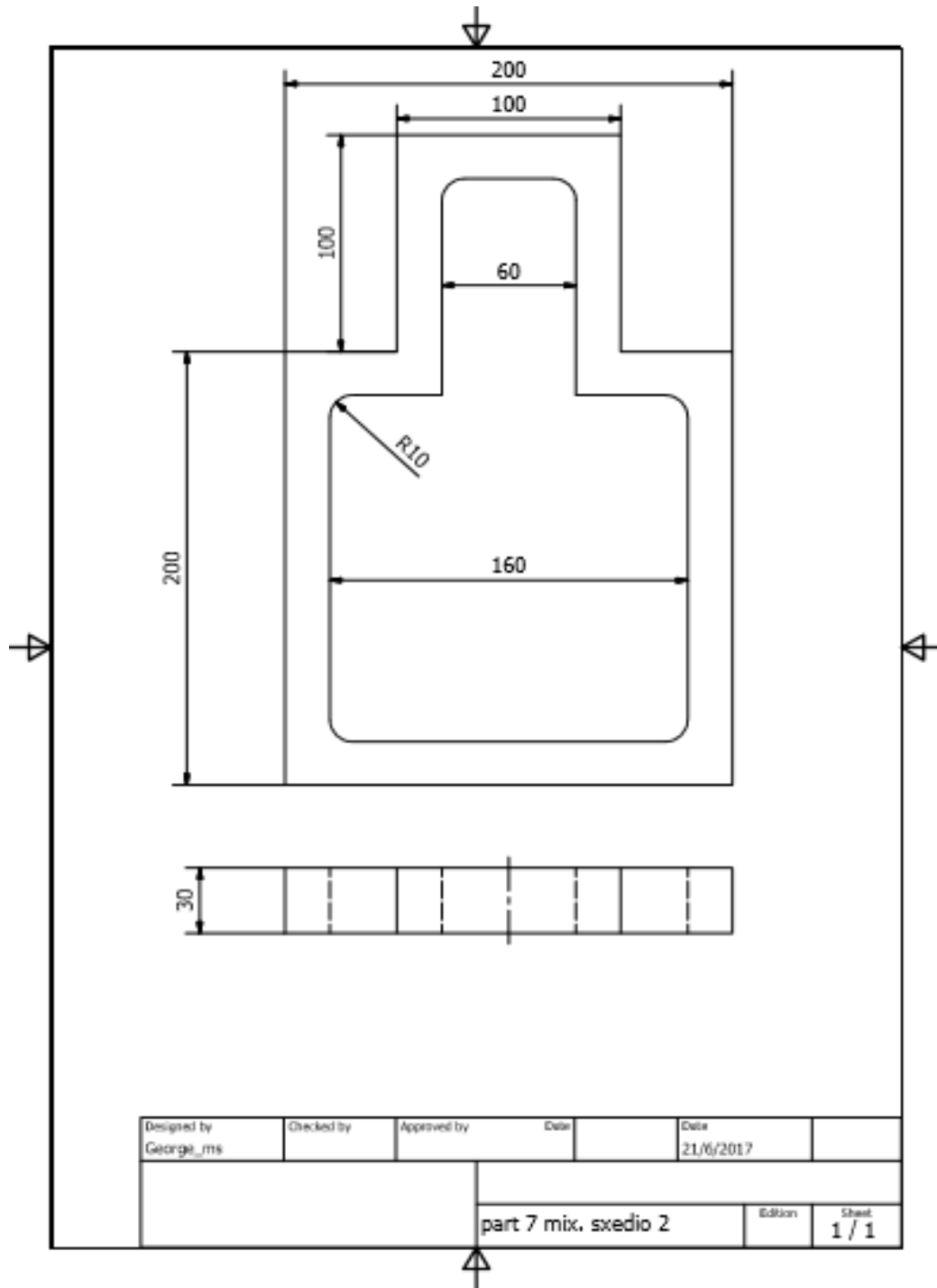
Εικόνα 87



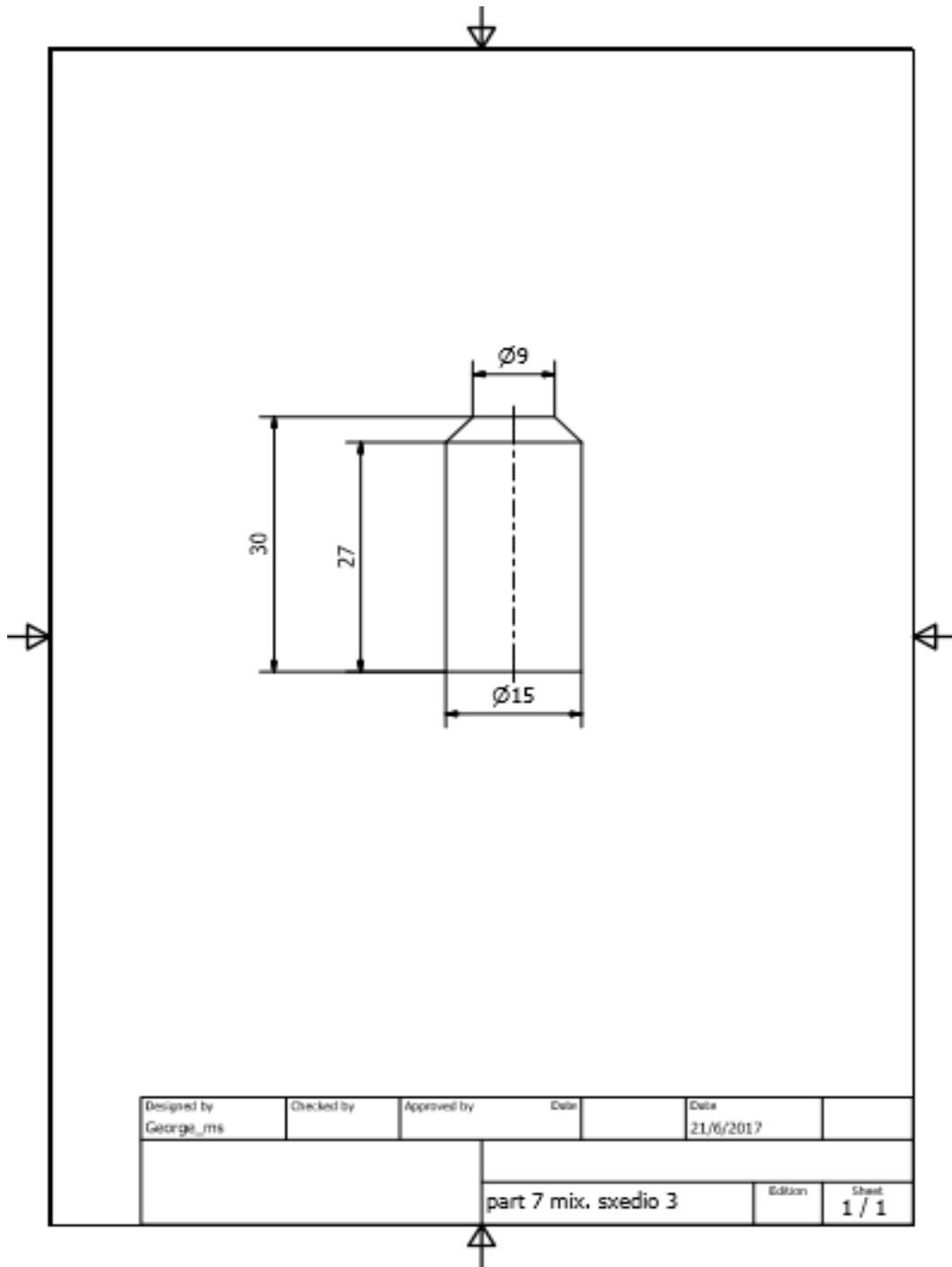
Εικόνα 88



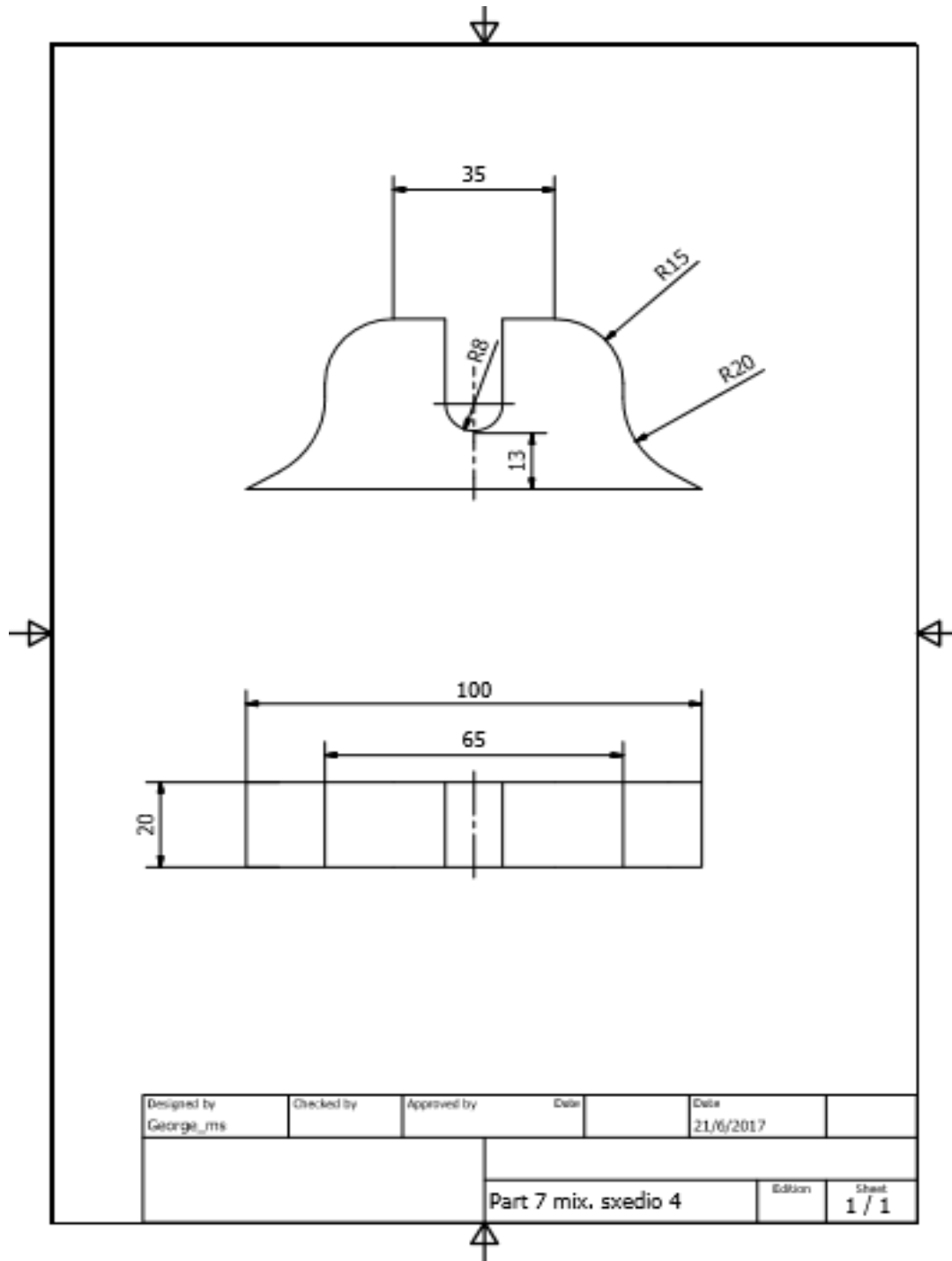
Εικόνα 90



Εικόνα 91



Εικόνα 92



Εικόνα 93