



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Σχεδίαση περιορισμένου μεγέθους ιδιοσυσκευών
συγκράτησης εξαρτημάτων για μηχανουργικές
κατεργασίες**

**Fixtures design for restricted size of parts for
machining**

των

Γιαννακόπουλου Δημήτριου του Ιωάννη
Ευθύμερου Σωτήριου του Νικολάου
Ψυχογιού Ιωάννη του Ηλία

2019

Αιγάλεω

Σχεδίαση περιορισμένου μεγέθους ιδιοσυσκευών συγκράτησης
εξαρτημάτων για μηχανουργικές κατεργασίες

Γιαννακόπουλος Δημήτριος AM: 44409

Ευθύμερος Σωτήριος AM: 44074

Ψυχογιός Ιωάννης AM: 43772

Πτυχιακή Εργασία

υποβαλλόμενη για τη μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για το
πτυχίο του

ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ Τ.Ε.

Επιβλέπων Καθηγητής : Σαγιάς Βασίλειος

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την/ Ιουλίου/
2019

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

Στεργίου Κωνσταντίνος

Τσολάκης Αντώνιος

Σαγιάς Βασίλειος

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright ©, Γιαννακόπουλος Δημήτριος, Ευθύμερος Σωτήριος,
Ψυχογιός Ιωάννης 2019

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Μηχανολόγων
Μηχανικών της Σχολής Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής
δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του
συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία, με τίτλο «Σχεδίαση περιορισμένου μεγέθους ιδιοσυσκευών συγκράτησης εξαρτημάτων για μηχανουργικές κατεργασίες», παρουσιάζεται η μοντελοποίηση διατάξεων, για την συγκράτηση εξαρτημάτων που προορίζονται για μηχανουργική κατεργασία. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται υβριδικός τρισδιάστατος μοντελοποιητής. Με το πρόγραμμα αυτό μοντελοποιείται και παρουσιάζεται, η μορφολογία της διάταξης η οποία θα μας εξασφαλίσει την καλύτερη δυνατή συγκράτηση του εξαρτήματος που αναμένεται να υποστεί μηχανουργική κατεργασία, στην εκάστοτε περίπτωση. Αρχικά, γίνεται γενική αναφορά σε θεωρητικό επίπεδο για την κατασκευή ιδιοσυσκευών και αναφέρονται πληροφορίες σχετικά με τη χρήση και τη σημασία τους. Εν συνεχεία με τη βοήθεια τρισδιάστατου CAD συστήματος, παρατίθενται τα τρισδιάστατα μοντέλα καθώς και τα μηχανολογικά σχέδια, τόσο των επιμέρους εξαρτημάτων των ιδιοσυσκευών, όσο και των συναρμολογημάτων τους τοποθετημένα στην τράπεζα της εργαλειομηχανής του εργαστηρίου.

Λέξεις κλειδιά: Ιδιοσυσκευή, Σύστημα CAD, Μηχανολογικά εξαρτήματα, Μηχανουργικές κατεργασίες, Συγκράτηση

ABSTRACT

The main objective of this dissertation titled «Fixtures design for restricted size of parts for machining» is to design devices for retaining components using a 3-dimensional CAD software. The design and the shape of the fixtures, which will secure the best possible hold of the component that is expected to undergo mechanical processing, will be developed by a 3-dimensional CAD software. First adopted approach for this specific study is a literature review regarding the construction of jigs and their use. Furthermore, 3-dimensional models are presented as well as details referring the mechanical drawings of each part of the jigs.

Keywords: Jig, fixtures, CAD systems, Mechanical components, mechanical processing, containment

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Σε αυτό το σημείο, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μας Δόκτωρ Σκιττίδη Φιλήμωνα ο οποίος μας ανέθεσε το θέμα της πτυχιακής μας εργασίας και μας ενημέρωσε όσο καλύτερα γίνεται για αυτό. Επιπλέον τον επιβλέποντα καθηγητή και συνεργάτη της παρούσας πτυχιακής εργασίας τον κύριο Βασίλειο Σαγιά για την ανιδιοτελή προσφορά του, για τον σημαντικό χρόνο που μας αφιέρωσε και τις πολύτιμες πληροφορίες που μας παρείχε καθ' όλη την διάρκεια της συγγραφής της εργασίας.

Επίσης, θα θέλαμε να εκφράσουμε την ευγνωμοσύνη μας στις οικογένειες μας για όλα όσα μας έχουν προσφέρει στη διάρκεια των μαθητικών και φοιτητικών μας χρόνων καθώς και για την αμέριστη υποστήριξη τους.

1 ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Διάνοιξη οπών με φρεζοδράπανο. (123rf.com).....	18
Εικόνα 2: Μέγγενη για πρόσδεση σε τράπεζα μηχανουργείου. (123rf.com)	19
Εικόνα 3: Συμβατικός τόννος μηχανουργείου (toolfinder.com).....	20
Εικόνα 4: Συμβατικός τόννο μάρκας Meuser κατασκευής 1957.....	21
Εικόνα 5: Συμβατικός τόννος μηχανουργείου	21
Εικόνα 6: Αυτόματος τόννος αριθμητικού ελέγχου μάρκας Romi. (romi.com)	22
Εικόνα 7: Φρέζα αριθμητικού ελέγχου νέας γενιάς. (Ergomac.gr)	23
Εικόνα 8:Φρεζοδράπανο νέας τεχνολογία. (ItalianMachines).....	23
Εικόνα 9: Ιδιοσυσσκευή συγκράτησης προσδεδιμένη στην τράπεζα. (alibaba.com)	26
Εικόνα 10: Μαγνητική πλάκα πρόσδεσης δοκιμίου. (alibaba.com).....	27
Εικόνα 11: Διαχείριση Project αρχείων. (Autodesk Inventor, 2018).....	40
Εικόνα 12: Διαχείριση αρχείων αντικειμένων, συναρμολογημάτων. (Autodesk Inventor, 2018)	40
Εικόνα 13: Υπόδειγμα παραμετρικής μοντελοποίησης με διαστάσεις. (Autodesk Inventor, 2018)	41
Εικόνα 14: Υπόδειγμα τρισδιάστατης μοντελοποίησης εξαρτημάτων. (Autodesk Inventor, 2018)	42
Εικόνα 15: Υπόδειγμα επεξεργασίας τρισδιάστατου εξαρτήματος. (Autodesk Inventor, 2018)	43
Εικόνα 16: Υποδείγματα συναρμολογημάτων. (Autodesk Inventor, 2018).....	44
Εικόνα 17: Παρουσίαση όψεων τρισδιάστατου συναρμολογήματος. (Autodesk Inventor, 2018)	45
Εικόνα 18: Παρουσίαση όψεων σε μηχανολογικό σχέδιο αντικειμένου. (Autodesk Inventor, 2018)	45
Εικόνα 19: Παρουσίαση όψεων σε μηχανολογικό σχέδιο συναρμολογήματος με διαστάσεις. (Autodesk Inventor, 2018).....	46
Εικόνα 20: Βιβλιοθήκη υπολογιστικών σχέσεων για προσδιορισμό μηχανολογικών μεγεθών (Autodesk Inventor, 2018).....	46

Εικόνα 21: Τρισδιάστατο συναρμολόγημα μέγγενης με κοχλία διπλού σπειρώματος.....	47
Εικόνα 22: Τρισδιάστατο μοντέλο συναρμολογήματος.	48
Εικόνα 23: Τρισδιάστατο μοντέλο συναρμολογήματος από άλλη οπτική γωνία..	49
Εικόνα 24: Συναρμολόγημα προσδεδεμένο στην τράπεζα	49
Εικόνα 25: Συναρμολόγημα προσδεδεμένο στην τράπεζα από άλλη οπτική γωνία	50
Εικόνα 26: Τρισδιάστατο μοντέλο συναρμολογήματος.	51
Εικόνα 27: Τρισδιάστατο μοντέλο πίσω όψης συναρμολογήματος	51
Εικόνα 28 :Τρισδιάστατο μοντέλο λεπτομέρειας πείρου.	52
Εικόνα 29: Συναρμολόγημα προσδεδεμένο στην τράπεζα κλειστό.	52
Εικόνα 30: Συναρμολόγημα προσδεδεμένο στην τράπεζα ανοιχτό.	53
Εικόνα 31 : Τρισδιάστατο μοντέλο συναρμολογήματος.	54
Εικόνα 32: Κάτοψη συναρμολογήματος.	54
Εικόνα 33:: Συναρμολόγημα από άλλη οπτική γωνία.	55
Εικόνα 34: Συναρμολόγημα προσδεδεμένο στην τράπεζα.....	55
Εικόνα 35: Συναρμολόγημα προσδεδεμένο στην τράπεζα από άλλη οπτική γωνία.	56
Εικόνα 36: Τρισδιάστατο μοντέλο.....	57
Εικόνα 37: Τρισδιάστατο μοντέλο από άλλη οπτική γωνία.	57
Εικόνα 38: Ιδιοσυσκευή προσδεδεμένη στην τράπεζα.	58
Εικόνα 39: Ιδιοσυσκευή προσδεδεμένη στην τράπεζα από άλλη οπτική γωνία...	58
Εικόνα 40: Ιδιοσυσκευή προσδεδεμένη στην τράπεζα από άλλη οπτική γωνία...	59
Εικόνα 41: Λεπτομέρεια οπών και κοχλίων.	59
Εικόνα 42: Τρισδιάστατο μοντέλο συναρμολογήματος.	60
Εικόνα 43: Τρισδιάστατη απεικόνιση συναρμολογήματος.....	61
Εικόνα 44 : Τρισδιάστατη απεικόνιση συναρμολογήματος άνωθεν.	61
Εικόνα 45: Λεπτομέρεια συγκράτησης δοκιμίου στην ιδιοσυσκευή.....	62
Εικόνα 46: Βραχίονας σύσφιξης.	62
Εικόνα 47: Λεπτομέρεια συγκράτησης βάσης.	63
Εικόνα 48: Οπή τοποθέτησης κυλινδρικού δοκιμίου.	63

Εικόνα 49: Συναρμολόγημα προσδεδεμένο στην τράπεζα	64
Εικόνα 50: Συναρμολόγημα προσδεδεμένο στην τράπεζα από άλλη οπτική γωνία.	64
Εικόνα 51: Τρισδιάστατο μοντέλο συναρμολογήματος	65
Εικόνα 52: Τρισδιάστατο μοντέλο συναρμολογήματος κάτωθεν.	65
Εικόνα 53: Λεπτομέρεια σύνδεσης άξονα.	66
Εικόνα 54: Τρισδιάστατο μοντέλο συναρμολογήματος.	67
Εικόνα 55: Τρισδιάστατο μοντέλο συναρμολογήματος από άλλη οπτική γωνία... ..	67
Εικόνα 56: Τρισδιάστατο μοντέλο από πάνω.	68
Εικόνα 57: Συναρμολόγημα προσδεδεμένο στην τράπεζα.	68
Εικόνα 58: Συναρμολόγημα προσδεδεμένο στην τράπεζα από άλλη οπτική γωνία.	69
Εικόνα 59: Δοκίμιο που μας δόθηκε μοντελοποιημένο στο πρόγραμμα CATIA. ..	70
Εικόνα 60: Δισδιάστατο μοντέλο πρώτου εξαρτήματος.	71
Εικόνα 61: Τρισδιάστατο μοντέλο πρώτου εξαρτήματος.	72
Εικόνα 62: Τρισδιάστατο μοντέλο πρώτου εξαρτήματος.	73
Εικόνα 63 : Άνοψη πρώτου εξαρτήματος	74
Εικόνα 64: Τρισδιάστατο μοντέλο με τη χρήση της εντολής extrude	75
Εικόνα 65: Τρισδιάστατο μοντέλο με τη χρήση της εντολής fillet	76
Εικόνα 66: Λεπτομέρεια χρήσης των εντολών hole και thread	77
Εικόνα 67: Δισδιάστατο μοντέλο δεύτερου εξαρτήματος	78
Εικόνα 68: Τρισδιάστατο μοντέλο με τη χρήση της εντολής extrude cut.	79
Εικόνα 69: Τρισδιάστατο μοντέλο με τη χρήση των εντολών hole και thread.	80
Εικόνα 70: Χρήση εντολής circle.	81
Εικόνα 71: Τρισδιάστατο μοντέλο τρίτου εξαρτήματος.	82
Εικόνα 72: Τρισδιάστατο μοντέλο με τη χρήση των εντολών hole και thread	83
Εικόνα 73: Δισδιάστατο μοντέλο τέταρτου εξαρτήματος	84
Εικόνα 74: Τρισδιάστατο μοντέλο μετά τη χρήση των εντολών revolve και thread	85
Εικόνα 75: Δισδιάστατο μοντέλο πέμπτου εξαρτήματος	86
Εικόνα 76: Τρισδιάστατο μοντέλο με τη χρήση της εντολής extrude	87

Εικόνα 77: Τρισδιάστατο μοντέλο μετά τη χρήση της εντολής fillet	88
Εικόνα 78: Χρήση της εντολής Plane	89
Εικόνα 79: Άνοψη μοχλού	90
Εικόνα 80: Πλαϊνή όψη μοχλού	90
Εικόνα 81: Τρισδιάστατο μοντέλο.....	91
Εικόνα 82: Τρισδιάστατο μοντέλο έκτου εξαρτήματος	92
Εικόνα 83: Όλα τα εξαρτήματα του δοκιμίου	94
Εικόνα 84: Ολοκληρωμένο μοντέλο του πρότυπου δοκιμίου το οποίο συναρμολογήθηκε μέσω του assembly.	94
Εικόνα 85: Τρισδιάστατο μοντέλο συναρμολογήματος.	95
Εικόνα 86: Πλάγια όψη συναρμολογήματος.	95
Εικόνα 87: Λεπτομέρεια στήριξης βραχίονα.....	96
Εικόνα 88: Πλάγια όψη συναρμολογήματος.	96
Εικόνα 89: Τρισδιάστατο μοντέλο συναρμολογήματος.	97
Εικόνα 90: Πλάγια όψη συναρμολογήματος.	97
Εικόνα 91: Λεπτομέρεια στήριξης βραχίονα.....	98
Εικόνα 92: Πλάγια όψη συναρμολογήματος.	98
Εικόνα 93: Συναρμολόγημα προσδεδεμένο στην τράπεζα.....	99
Εικόνα 94: Συναρμολόγημα προσδεδεμένο στην τράπεζα από άλλη οπτική γωνία.	99
Εικόνα 95: Συναρμολόγημα προσδεδεμένο στην τράπεζα από άλλη οπτική γωνία.	100
Εικόνα 96: Δεύτερο πρότυπο δοκίμιο	101
Εικόνα 97: Δισδιάστατο μοντέλου πρώτου εξαρτήματος.....	102
Εικόνα 98: Τρισδιάστατο μοντέλο πρώτου εξαρτήματος	103
Εικόνα 99: Χρήση της εντολής extrude στο πίσω μέρος	104
Εικόνα 100: Χρήση της εντολής extrude cut.....	105
Εικόνα 101: Χρήση της εντολής hole.....	106
Εικόνα 102: Χρήση της εντολής mirror.....	107
Εικόνα 103: Δισδιάστατο μοντέλο δεύτερου εξαρτήματος	108
Εικόνα 104: Τρισδιάστατο μοντέλο με τη λειτουργία extrude	109

Εικόνα 105: Τρισδιάστατο μοντέλο με τις λειτουργίες hole και thread	110
Εικόνα 106: Δισδιάστατο μοντέλο τρίτου εξαρτήματος.....	111
Εικόνα 107: Τρισδιάστατο μοντέλο τρίτου εξαρτήματος	112
Εικόνα 108: Δημιουργία νέου sketch στο τρισδιάστατο μοντέλο.....	113
Εικόνα 109: Δισδιάστατο μοντέλο τέταρτου εξαρτήματος.....	114
Εικόνα 110: Τρισδιάστατο μοντέλο τέταρτου εξαρτήματος	115
Εικόνα 111: Χρήση των εντολών hole και thread	116
Εικόνα 112: Τελική συναρμολόγηση των εξαρτημάτων για την δημιουργία του αντικειμένου	117
Εικόνα 113: Τρισδιάστατο μοντέλο συναρμολογήματος.....	118
Εικόνα 114: Τρισδιάστατο μοντέλο συναρμολογήματος από κάτω.....	118
Εικόνα 115: Τρισδιάστατο μοντέλο συναρμολογήματος από πάνω.	119
Εικόνα 116: Τρισδιάστατο μοντέλο συναρμολογήματος από πλάγια.	119
Εικόνα 117: Συναρμολόγημα προσδεδεμένο στην τράπεζα.	120
Εικόνα 118: Συναρμολόγημα προσδεδεμένο στην τράπεζα από πάνω.....	120

2 ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

3	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	13
4	ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ.....	14
	4.1 ΘΕΩΡΙΑ ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΩΝ	14
	4.2 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΩΝ	16
	4.3 ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΕΣ ΔΙΑΝΟΙΞΗΣ ΟΠΩΝ ΣΤΑ ΔΡΑΠΑΝΑ	17
	4.4 Ο ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΩΝ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΤΕΜΑΧΙΩΝ (FIXTURE-JIGS) ΣΤΙΣ ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΙΚΕΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ	19
	4.5 ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΕΣ (ΣΥΜΒΑΤΙΚΕΣ - ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΑ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΕΣ CNC) ΠΟΥ ΥΠΟΣΤΗΡΙΖΟΥΝ ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΕΣ	20
	4.6 ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΔΟΚΙΜΙΩΝ	24
	4.7 ΤΥΠΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΠΡΟΣΔΕΣΗΣ ΔΟΚΙΜΙΩΝ	26
	4.8 ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ (REVERSE ENGINEERING)	28
	4.9 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ (CAD)	34
	4.10 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΤΗ	39
5	ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΩΝ	47
	5.1 ΜΕΓΓΕΝΗ ΜΕ ΚΟΧΛΙΑ ΔΙΠΛΟΥ ΣΠΕΙΡΩΜΑΤΟΣ	47
	5.2 ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΗ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΚΟΙΛΟΔΟΚΩΝ	48
	5.3 ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΗ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΠΛΑΚΩΝ ΓΙΑ ΔΙΑΝΟΙΞΗ ΟΠΩΝ	51
	5.4 ΜΕΓΓΕΝΗ ΜΕ ΤΡΑΠΕΖΟΕΙΔΗ ΚΟΧΛΙΑ	54
	5.5 ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΗ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΣΩΛΗΝΩΝ	57
	5.6 ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΗ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΟΣ ΤΥΠΟΥ T	60
	5.7 ΜΕΓΓΕΝΗ ΑΠΛΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΜΕ ΚΟΧΛΙΑ ΣΥΣΦΙΞΗΣ ΓΙΑ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ	65
	5.8 ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΗ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΓΙΑ ΔΙΑΝΟΙΞΗ ΟΠΩΝ	67
	5.9 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΗΣ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΜΟΧΛΟ	70
	5.10 ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΗ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΚΟΙΛΟΔΟΚΩΝ ΜΕ ΔΥΟ ΘΕΣΕΙΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΚΑΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ	101
6	ΣΥΖΗΤΗΣΗ	121
	6.1 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	121
	6.2 ΣΧΟΛΙΑ	123

6.3	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	125
7	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	126
8	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	128
8.1	ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΜΕΓΓΕΝΗΣ ΜΕ ΚΟΧΛΙΑ ΔΙΠΛΟΥ ΣΠΕΙΡΩΜΑΤΟΣ	128
8.2	ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΗΣ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΚΟΙΛΟΔΟΚΩΝ	134
8.3	ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΗΣ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΠΛΑΚΩΝ ΓΙΑ ΔΙΑΝΟΙΞΗ ΟΠΩΝ	136
8.4	ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΜΕΓΓΕΝΗΣ ΜΕ ΤΡΑΠΕΖΟΕΙΔΗ ΚΟΧΛΙΑ	140
8.5	ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΗΣ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΜΟΧΛΟ	148
8.6	ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΗΣ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΣΩΛΗΝΩΝ	156
8.7	ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΗΣ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΟΣ ΤΥΠΟΥ T	159
8.8	ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΜΕΓΓΕΝΗΣ ΑΠΛΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΜΕ ΚΟΧΛΙΑ ΣΥΣΦΙΞΗΣ ΓΙΑ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ	172
8.9	ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΗΣ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΓΙΑ ΔΙΑΝΟΙΞΗ ΟΠΩΝ	179
8.10	ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΗΣ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΚΟΙΛΟΔΟΚΩΝ ΜΕ ΔΥΟ ΘΕΣΕΙΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΚΑΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ	184

3 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εργασία πραγματεύεται την μοντελοποίηση με χρήση υβριδικού τρισδιάστατου μοντελοποιητή, δέκα ιδιοσυσκευών συγκράτησης περιορισμένου μεγέθους για μηχανουργικές κατεργασίες.

Αρχικά, μας δόθηκαν εικόνες ιδιοσυσκευών από τις οποίες επιλέχτηκαν οι δέκα που θα σχεδιαστούν. Κατόπιν, μελετήθηκε κάθε μία από αυτές ως προς τα επιμέρους στοιχεία που την απαρτίζουν, την λειτουργικότητά της καθώς και τις διαστάσεις της. Έπειτα, σχεδιάστηκαν μεμονωμένα τα μέρη που την αποτελούν, με διαστάσεις που προέκυψαν προσεγγιστικά και κατόπιν προσωπικής εκτίμησης λόγω απουσίας τυποποιημένων. Ακολούθησε, η συναρμολόγηση των παραπάνω τόσο μεμονωμένα όσο και προσδεμένα στην τράπεζα εργασίας.

Σε επόμενο στάδιο, δημιουργήθηκαν τα κατασκευαστικά σχέδια για όλα τα μοντέλα και τα συναρμολογήματα τους αποτελούμενα από τις όψεις, τις τομές, τις διαστάσεις και την κλίμακα τους.

4 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

4.1 ΘΕΩΡΙΑ ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΩΝ

Ιδιοσυσκευές είναι τα προσαρτήματα που χρησιμοποιούνται στις εργαλειομηχανές γενικής χρήσης, με σκοπό:

1. Τη σύσφιξη και τη σταθερή συγκράτηση του δοκιμίου, στην προκαθορισμένη θέση κατεργασίας σε σχέση με το κοπτικό εργαλείο.
2. Την καθοδήγηση του κοπτικού εργαλείου της εργαλειομηχανής για ακριβή κατεργασία.
3. Τη γρήγορη αποσύσφιξη και αφαίρεση του δοκιμίου από την εργαλειομηχανή.

Ο αριθμός τεμαχίων ενός ορισμένου μοντέλου που πρέπει να υποστεί κατεργασία μηχανικής κοπής σε προκαθορισμένο χρόνο, καθορίζει κατά πόσο επιβάλλεται η χρησιμότητα μιας ιδιοσυσκευής ή όχι. Η χρήση ιδιοσυσκευής στην παραγωγή προκαθορισμένου αριθμού τεμαχίων ενός συγκεκριμένου μηχανολογικού εξαρτήματος κρίνεται σκόπιμη, όταν με την χρήση της γίνεται δυνατό να μειωθεί ο χρόνος και το κόστος κατασκευής. Συχνά κατασκευάζονται και χρησιμοποιούνται ιδιοσυσκευές, ακόμη και σε περιπτώσεις όπου ο αριθμός των τεμαχίων που θα υποστούν κατεργασίες μηχανικής κοπής είναι μικρός. Καθοριστικοί παράγοντες για τη σκοπιμότητα χρήσης ιδιοσυσκευής στις περιπτώσεις αυτές είναι:

1. Η ελαχιστοποίηση του χρόνου κατεργασίας.
2. Η ομοιομορφία στην κατασκευή όλων των τεμαχίων και εξασφάλιση της εναλλακτικότητας των δοκιμίων που παράγονται.
3. Η μεγαλύτερη ακρίβεια κατεργασίας (μέσα στα προκαθορισμένα πλαίσια ανοχών κατεργασίας), που επιτυγχάνεται με τη χρήση ιδιοσυσκευών.

Η χρήση ιδιοσυσκευών στην ομαδική και στη μαζική παραγωγή μηχανολογικών εξαρτημάτων προσφέρει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- Αποφυγή της εργασίας χάραξης των τεμαχίων που είναι απαραίτητη στην παραγωγή, κατά μονάδα, χωρίς χρήση ιδιοσυσκευών.
- Άμεση και ασφαλής σύσφιξη και συγκράτηση του δοκιμίου καθώς και άμεση αποσύσφιξη και αφαίρεση του από την ιδιοσυσκευή.
- Εξοικονόμηση χρόνου, γιατί με τη χρήση ιδιοσυσκευών επιτυγχάνεται σημαντική μείωση του χρόνου κατεργασίας ανά τεμάχιο.
- Ποιότητα και ακρίβεια κατεργασίας για όλα τα τεμάχια που υποβάλλονται σε κατεργασίες μηχανικής κοπής με τη βοήθεια ιδιοσυσκευής και αυτό χωρίς να χρησιμοποιείται εξειδικευμένο προσωπικό για την εκτέλεση των εργασιών αυτών.
- Εξοικονόμηση προσωπικού, γιατί με τη χρήση 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 που ίσως ελλοχεύουν. (ΕΝΟΤΗΤΑ 9 - ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΕΣ)

4.2 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΩΝ

Οι διάφορες μηχανολογικές κατασκευές που παράγονται στα σύγχρονα Μηχανολογικά Εργαστήρια, αποτελούνται από πολυάριθμα μηχανολογικά εξαρτήματα. Για την κατασκευή όλων αυτών των εξαρτημάτων, χρησιμοποιούνται πολυάριθμοι τύποι ιδιοσυσκευών. Το μέγεθος των ιδιοσυσκευών αυτών ποικίλει ανάλογα με την περίπτωση και μπορεί να είναι μικρό (απλές ιδιοσυσκευές δραπάνου ή άλλων εργαλειομηχανών) έως και πολύ μεγάλο (ιδιοσυσκευές συναρμολόγησης αεροπλάνων, πυραύλων και διαστημοπλοίων). Οι διάφοροι τύποι ιδιοσυσκευών είναι δυνατό να ταξινομηθούν, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα :

Κριτήριο ταξινόμησης	Ομάδα ταξινόμησης	Ονομασία
1 Είδος κατεργασίας-επεξεργασίας κατά την οποία προορίζονται να χρησιμοποιηθούν	Ιδιοσυσκευές για τις κατεργασίες διαμόρφωσης με μηχανική κοπή	Ιδιοσυσκευές: - Διάνοιξης οπών - Φρεζαρίσματος - Τόρνευσης - Πλανίσματος - Λείανσης - Διάνοιξης εσωτερικών πολυγώνων και πολυσφηνών (σε εργαλειομηχανές ολκής)
	Ιδιοσυσκευές σύνδεσης μετάλλων και συναρμολόγησης στοιχείων μηχανών	Ιδιοσυσκευές: - Συγκόλλησης - Καρφώματος - Συναρμολόγησης
2 Αριθμός τεμαχίων που συγκροτούνται στην ιδιοσυσκευή	Ιδιοσυσκευές: - Απλής συγκράτησης - Πολλαπλής συγκράτησης	
3 Σκοπός χρησιμοποίησής τους	Ιδιοσυσκευές: - Σύσφιξης - Συγκράτησης - Προώθησης	
4 Τρόπος κατασκευής τους	Σύνθετες ιδιοσυσκευές από τυποποιημένα στοιχεία (unit assembly construction) Συγκολλητές ιδιοσυσκευές Συναρμολογητές ιδιοσυσκευές	

Πίνακας 1.1: Αναλυτική ταξινόμηση ιδιοσυσκευών. (ΕΝΟΤΗΤΑ 9 - ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΕΣ)

4.3 ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΕΣ ΔΙΑΝΟΙΞΗΣ ΟΠΩΝ ΣΤΑ ΔΡΑΠΑΝΑ

Σκοπός των ιδιοσυσκευών αυτών είναι η σύσφιγξη και σταθερή συγκράτηση του δοκιμίου και η καθοδήγηση του κοπτικού εργαλείου (ελικοειδές τρυπάνι, τρυπάνι εμβάθυνσης οπής, φρεζοτρύπανο, γλύφανο, δακτυλιωτός κοπτήρας, κοχλιοτόμος εργαλειομηχανών), με τρόπο ώστε οι οπές, που πρόκειται να διανοιχτούν, να είναι ακριβείς και στις θέσεις που έχει προκαθοριστεί. Με τη χρήση ιδιοσυσκευών δραπάνου μειώνεται ο χρόνος που είναι απαραίτητος για τη σύσφιγξη του εξαρτήματος (άμεση σύσφιγξη) και αποφεύγονται τα στάδια προετοιμασίας για τη διάνοιξη οπών (χάραξη, κεντράρισμα κλπ). Για σκοπούς καθοδήγησης των κοπτικών εργαλείων χρησιμεύουν ειδικοί δακτυλιωτοί οδηγοί που πρεσάρονται σε αντίστοιχες υποδοχές (συναρμογή σύσφιγξης) στο σώμα της ιδιοσυσκευής. Οι υποδοχές αυτές στο σώμα της ιδιοσυσκευής βρίσκονται ακριβώς απέναντι από τα σημεία, όπου θα γίνει διάνοιξη οπών. Οι δακτυλιωτοί οδηγοί καθοδήγησης του κοπτικού εργαλείου κατασκευάζονται από χάλυβα και υποβάλλονται σε θερμική επεξεργασία σκλήρυνσης. Οι ιδιοσυσκευές διάνοιξης οπών σε δράπανα διακρίνονται στους ακόλουθους βασικούς τύπους:

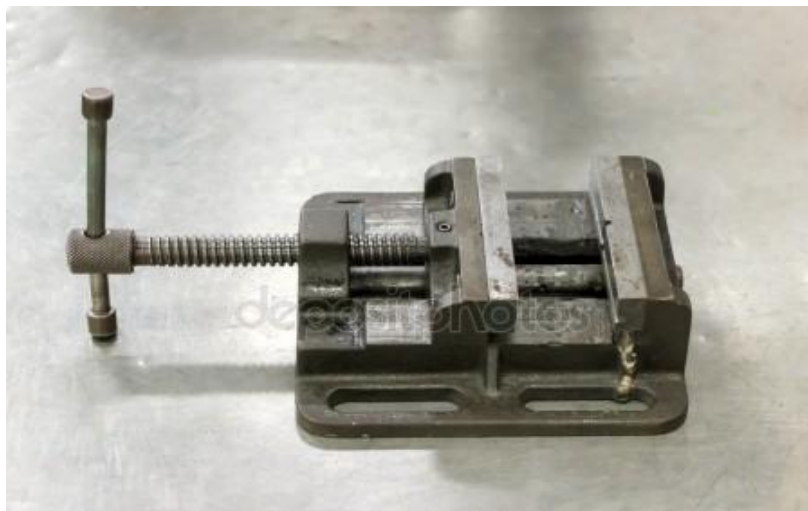
1. Ιδιοσυσκευές με διάτρητη πρότυπη πλάκα.
2. Ιδιοσυσκευές με κλινόμενη, διάτρητη πρότυπη πλάκα.
3. Ιδιοσυσκευές διάνοιξης οπών τύπου universal.
4. Πολυεδρικές ιδιοσυσκευές τύπου κιβωτίου.
5. Ιδιοσυσκευές διάνοιξης οπών βαρέως τύπου.
6. Αναστρεφόμενες ιδιοσυσκευές.
7. Ειδικές πολυάτρακτες ιδιοσυσκευές.
8. Δίδυμες ιδιοσυσκευές διάνοιξης οπών.
9. Τυποποιημένες ιδιοσυσκευές διάνοιξης οπών. (Hoffman, 1980), (ΕΝΟΤΗΤΑ 9 - ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΕΣ)



Εικόνα 1: Διάνοιξη οπών με φρεζοδράπανο. (123rf.com)

4.4 Ο ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΩΝ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΤΕΜΑΧΙΩΝ (FIXTURE-JIGS) ΣΤΙΣ ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΙΚΕΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ

Οι ιδιοσυσκευές χρησιμοποιούνται στις βιομηχανικές εφαρμογές για να οριοθετούν και να ασφαλίζουν τα διάφορα αντικείμενα κατά τις μηχανουργικές τους κατεργασίες ή και οποιεσδήποτε άλλες κατασκευαστικές-παραγωγικές δραστηριότητες (έλεγχος ποιότητας, μετρήσεις, κλπ). Προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι το τελικό προϊόν θα προκύψει σύμφωνα με όλες τις προδιαγραφές που έχουν καθοριστεί (γεωμετρία, διαστάσεις, ακρίβεια, ανοχές) είναι απαραίτητη η σωστή και σταθερή πρόσδεση και ασφάλισή του επάνω στη τράπεζα της μηχανής. Η διαμόρφωση και ο σχεδιασμός μιας ιδιοσυσκευής πρόσδεσης τεμαχίων, δεν εξαρτάται μόνο από τη γεωμετρία και το σχήμα, του προς κατεργασία αντικειμένου, αλλά και από την αλληλουχία των φάσεων κατεργασίας, το μέγεθος, τη διεύθυνση των αναπτυσσόμενων δυνάμεων κοπής, τις δυνατότητες του κοπτικού εργαλείου κλπ. Μια ιδιοσυσκευή πρόσδεσης μπορεί να σχεδιαστεί και να κατασκευαστεί ώστε να χρησιμοποιείται αποκλειστικά για ένα συγκεκριμένο μηχανουργικό αντικείμενο (Dedicated Fixture) ή μπορεί να μελετηθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να προσαρμόζεται σε αντικείμενα διαφορετικής γεωμετρίας (Modular Fixture). Τέτοιες ιδιοσυσκευές απαρτίζονται από διάφορα εξαρτήματα όπως κοχλίες, σφιγκτήρες, πείρους-οδηγούς, clamps κλπ. (Boyes, 1989), (ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ Ι)



Εικόνα 2: Μέγγενη για πρόσδεση σε τράπεζα μηχανουργείου. (123rf.com)

4.5 ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΕΣ (ΣΥΜΒΑΤΙΚΕΣ - ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΑ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΕΣ CNC) ΠΟΥ ΥΠΟΣΤΗΡΙΖΟΥΝ ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΕΣ

- **Συμβατικός Τόρνος**

Πρόκειται για εργαλειομηχανή η οποία χρησιμοποιείται στην κατασκευή αντικειμένων κυκλικής διατομής και κυρίως στην επεξεργασία υλικών (μέταλλο, πλαστικό κ.α.) με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται η διαμόρφωση επιθυμητών σχημάτων, μορφών και διαστάσεων μέσω της αφαίρεσης υλικού. (Boyes, 1989)



Εικόνα 3: Συμβατικός τόρνος μηχανουργείου (toolfinder.com)



Εικόνα 4: Συμβατικός τόρνο μάρκας Meuser κατασκευής 1957



Εικόνα 5: Συμβατικός τόρνος μηχανουργείου

- **Τόρνος αριθμητικού ελέγχου CNC**

Αυτόματος τόρνος που συνδέεται με ηλεκτρονικό υπολογιστή και χαρακτηρίζεται από μεγαλύτερη ακρίβεια σε σχέση με τον συμβατικό και σαφώς μεγαλύτερη απόδοση. Η λειτουργία του βασίζεται στην κίνηση του κοπτικού εργαλείου σε συγκεκριμένες συντεταγμένες, οι οποίες ορίζονται από τον χειριστή, με βάση τις δυνατότητες της εκάστοτε εργαλειομηχανής.



Εικόνα 6: Αυτόματος τόρνος αριθμητικού ελέγχου μάρκας Romi. (romi.com)

- **Φρέζα αριθμητικού ελέγχου CNC**

Η φρέζα όπως και ο τόρνος αποτελεί μια από τις βασικότερες εργαλειομηχανές ενός μηχανουργείου. Κατά την κοπή στη φρέζα, το κοπτικό εργαλείο αποκόπτει από το αντικείμενο κατεργασίας κομμάτια μετάλλου καθορισμένων διαστάσεων. Το κοπτικό εργαλείο της φρέζας είναι πάντοτε περιστρεφόμενο ενώ το αντικείμενο είναι δυνατό να κινείται ή να μένει ακίνητο. Οι μεγάλες δυνατότητες που μας προσφέρει η σχετική αυτή κίνηση μεταξύ κοπτικού εργαλείου και αντικειμένου στη διαμόρφωση πολύπλοκων επιφανειών, καθιστά τη φρέζα μία από τις πολυπλοκότερες εργαλειομηχανές.



Εικόνα 7: Φρέζα αριθμητικού ελέγχου νέας γενιάς. (Ergomac.gr)

- **Φρεζοδράπανα**



Εικόνα 8: Φρεζοδράπανο νέας τεχνολογία. (ItalianMachines)

4.6 ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΔΟΚΙΜΙΩΝ

Για τη διαμόρφωση των ημικατεργασμένων μεταλλικών υλικών με μηχανική κοπή στο Μηχανουργείο, με σκοπό τη μεταποίησή τους σε μηχανολογικά εξαρτήματα, ακολουθείται προκαθορισμένη πορεία εργασίας. Κάθε πορεία εργασίας χαρακτηρίζεται από τα βασικά στάδια κατεργασίας και τα βοηθητικά στάδια κατεργασίας (νεκροί χρόνοι).

Βοηθητικά στάδια κατεργασίας είναι:

1. Η χάραξη.
2. Η τοποθέτηση και στερέωση της εργασίας στη εργαλειομηχανή.
3. Το κεντράρισμα της εργασίας σε σχέση με το κοπτικό εργαλείο.
4. Η μέτρηση των διαστάσεων της εργασίας στα σημεία που υποβάλλονται σε μηχανική κατεργασία.
5. Η ελευθέρωση και αφαίρεση της εργασίας από την εργαλειομηχανή.

Κατά τη διάρκεια των εργασιών των βοηθητικών σταδίων το δοκίμιο δεν υποβάλλεται σε καμία κατεργασία. Για το λόγο αυτό τα στάδια αυτά ονομάζονται και νεκρός χρόνος.

Βασικά στάδια κατεργασίας είναι:

1. Η διάνοιξη οπών.
2. Η γλύφανση.
3. Η τórνευση.
4. Το πλάνισμα.
5. Το φρεζάρισμα.
6. Η λείανση.

Ο χρόνος παραγωγής ενός εξαρτήματος είναι το άθροισμα του χρόνου των βασικών και βοηθητικών σταδίων (νεκρός χρόνος) κατεργασίας.

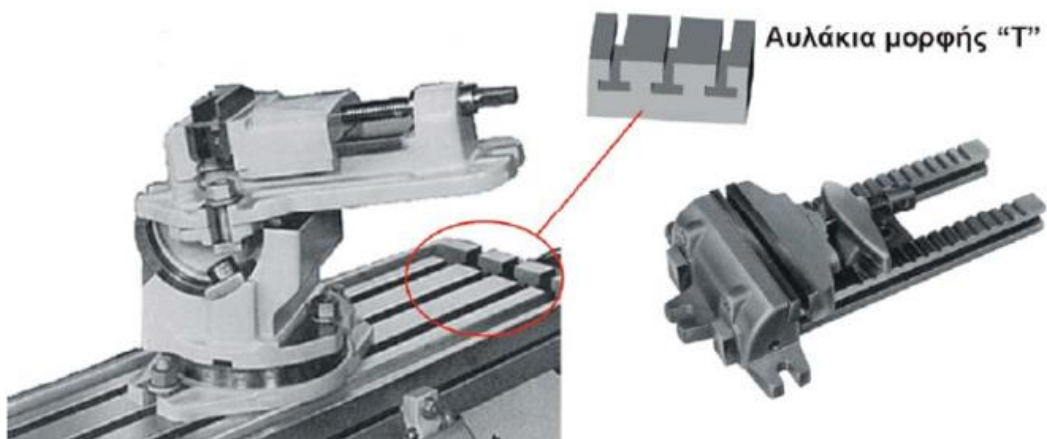
Ο συνολικός χρόνος που είναι απαραίτητος για τα βοηθητικά στάδια κατεργασίας ενός μηχανολογικού εξαρτήματος ποικίλει και εξαρτάται από τις απαιτήσεις του. Σε αρκετές περιπτώσεις αποτελεί μέχρι και το 80% του συνολικού χρόνου παραγωγής του εξαρτήματος αυτού. Κατά τις κατεργασίες διαμόρφωσης των μεταλλικών υλικών με μηχανική κοπή στα Μηχανουργεία, χρησιμοποιούνται κατάλληλες στην κάθε περίπτωση ιδιοσυσκευές.

Με τις ιδιοσυσκευές επιτυγχάνεται ελαχιστοποίηση του συνολικού χρόνου που είναι απαραίτητος για την εκτέλεση των βοηθητικών σταδίων κατεργασίας (νεκρός χρόνος) γεγονός που ισοδυναμεί με την αύξηση της παραγωγής. Αυτό καθιστά την πορεία κατασκευής των διαφόρων μηχανολογικών εξαρτημάτων πιο σύντομη και πιο οικονομική. (ΕΝΟΤΗΤΑ 9 - ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΕΣ), (Boyes, 1989)

4.7 ΤΥΠΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΠΡΟΣΔΕΣΗΣ ΔΟΚΙΜΙΩΝ

Οι τυπικές συσκευές πρόσδεσης σταθερών ή μετακινούμενων δοκιμών είναι οι εξής :

Μέγγενες εργαλειομηχανών: Οι μέγγενες χρησιμοποιούνται για συγκράτηση τεμαχίων που πρόκειται να κατεργασθούν στη φρέζα ή στο δράπανο. Η τράπεζα της εργαλειομηχανής πρέπει να διαθέτει αυλάκια μορφής "Τ". Τα αυλάκια αυτής της μορφής λειτουργούν ως «οδηγοί» για τη συγκράτηση της μέγγενης με το τραπέζι της εργαλειομηχανής. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση κοχλία-περικόχλιου και άλλων ειδικών εξαρτημάτων που ταιριάζουν στη μορφή του εκάστοτε αυλακίου.



Εικόνα 9: Ιδιοσυσκευή συγκράτησης προσδεδιμένη στην τράπεζα. (alibaba.com)

Μαγνητική πλάκα: Στη μαγνητική πλάκα συγκρατούνται δοκίμια που πρόκειται να υποστούν κατεργασία λείανσης (πλάνισμα). Η λειτουργία της βασίζεται στο φαινόμενο του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται μεταξύ της πλάκας και του μεταλλικού αντικειμένου που τοποθετείται πάνω σε αυτή. Η ενεργοποίηση του μαγνητικού πεδίου γίνεται με την χρήση του μοχλού. (Τεχνολογία Παραγωγής - Κεφάλαιο 7.6 Φρέζες)



Εικόνα 10: Μαγνητική πλάκα πρόσδεσης δοκιμίου. (alibaba.com)

4.8 ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ (REVERSE ENGINEERING)

Η μηχανική γενικότερα αποτελεί το σύνολο των διαδικασιών, που σχετίζονται με τον σχεδιασμό, την παραγωγή, την συντήρηση και βελτίωση προϊόντων και αντίστοιχα ολόκληρων συστημάτων.

Η μηχανική όπως την γνωρίζουν οι περισσότεροι χρήστες προϊόντων εδώ και χρόνια, περιλαμβάνει την σύλληψη μίας ιδέας και στην συνέχεια την σχεδίαση ενός προϊόντος με βάση προδιαγραφές, που τίθενται, περιορισμούς που ισχύουν και φυσικά πάντοτε σκεπτόμενοι το κοινό στο οποίο απευθύνεται. Στην περίπτωση αυτή δεν προκύπτει καμία απαίτηση ή κάποιο χαρακτηριστικό από προγενέστερη γνώση παρόμοιων υλικών, αλλά δημιουργείται εξ' αρχής με βάση γενικότερα πρότυπα και χαρακτηριστικά υλικών και συσκευών.

Η αντίστροφη διαδικασία ονομάζεται αντίστροφη μηχανική και πρόκειται για μία μεθοδολογία εύρεσης των τεχνικών χαρακτηριστικών μιας συσκευής, ενός αντικειμένου ή ενός συστήματος μέσω, της ανάλυσης της δομής, της λειτουργίας και της λειτουργικότητας της. Συνήθως βρίσκει εφαρμογή σε μια μηχανική συσκευή ή ένα ηλεκτρονικό εξάρτημα ή ένα πρόγραμμα υπολογιστών και γίνεται λεπτομερής ανάλυση τους. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα δεδομένα που αντλούνται, για την ανασχεδίαση ή ακόμα και για την δημιουργία μιας νέας συσκευής ή ενός προγράμματος με παρόμοια ή ακόμα και βελτιωμένα χαρακτηριστικά. Κατά την διαδικασία επανασχεδιασμού θα πρέπει σε πρώτη φάση να ελεγχθεί το προϊόν σε εργαστηριακές συνθήκες, όπως ήταν εκείνες στις οποίες σχεδιάστηκε. Η αποσυναρμολόγηση του θεωρείται αναγκαία, ώστε να μελετηθούν αρχικά μακροσκοπικά και οπτικά τα επιμέρους στοιχεία, που το αποτελούν. Με τον τρόπο αυτό είμαστε πλέον σε θέση να κατανοήσουμε τον τρόπο λειτουργίας του και να προχωρήσουμε στην σχεδίαση ενός παρόμοιου. Ουσιαστικά, η αντίστροφη μηχανική έχει ως στόχο, με ελάχιστη ή μερική προσπάθεια, την λήψη της απαιτούμενης γνώσης από τα τελικά προϊόντα, για τις διαδικασίες με τις οποίες αυτά υλοποιήθηκαν. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την συμπλήρωση ή ακόμα και την αντικατάσταση των ανακριβών, ελλιπών ή μη διαθέσιμων τεχνικών δεδομένων. (Ingle & Hill, 1994)

Η απαρχή της αντίστροφης μηχανικής εμφανίζεται στις αρχές της προηγούμενης δεκαετίας, όταν και εμφανίστηκε η ανάγκη κατανόησης της ραγδαία αναπτυσσόμενης τεχνολογίας για τις συσκευές και τα προϊόντα, που είχαν κατασκευαστεί. Φυσικά αυτό ήταν προαπαιτούμενο για την ανάλυση κόστους, τεχνικών προδιαγραφών και άλλων στοιχείων, με σκοπό την επέκταση της βιομηχανίας και της παροχής προϊόντων στο καταναλωτικό κοινό με σκοπό την κάλυψη αναγκών του. Ο όρος Reverse Engineering ως νέος θεσμός εμφανίζεται πριν την δεκαετία του '60 σε έγγραφο της κυβέρνησης των Ηνωμένων Πολιτειών, που αφορούσε το τμήμα ρύθμισης εξαγωγών της αμυντικής βιομηχανίας των Η.Π.Α. Τα πρώτα εγχειρήματα σαφώς και έγιναν σε στρατιωτικές διατάξεις με σκοπό την ανάγνωση της πιο σύγχρονης τεχνολογίας άλλων κρατών. Πάντοτε ο απώτερος στόχος ήταν η παροχή τεχνογνωσίας στην κατασκευαστική και παραγωγική βιομηχανία για βελτίωση των υπάρχοντων υλικών και την παροχή νέων καινοτόμων, που θα μπορούν να είναι πλεονεκτικότερα έναντι αυτών που βρίσκονται ήδη σε κυκλοφορία. Φυσικά οι επόμενες διαδικασίες, που αφορούν επιμέρους στοιχεία της παραγωγής, της προώθησης κλπ. παραμένουν ίδιες. (Ingle & Hill, 1994)

Η αντίστροφη μηχανική ως μεθοδολογία εμφανίστηκε αρχικά στην Ιαπωνία και εφαρμόστηκε με σκοπό την αντιγραφή ήδη υπάρχοντων προϊόντων και όπως ήταν φυσικό αντιμετωπίστηκε αρνητικά τόσο από τις επιχειρήσεις παραγωγής και εμπορίας, όσο και από το κοινό, που δεν αναγνώριζε κανένα δείγμα καινοτομίας και ανάπτυξης. Όπως ήταν λογικό έμεινε ως ένα δείγμα έλλειψης πρωτότυπων ιδεών και τέλματος που είχε επέλθει στην τεχνολογία σχεδίασης και υλοποίησης προϊόντων. Σύντομα, ωστόσο ακολούθησαν και οι πρώτες μέθοδοι σχεδίασης προϊόντων, που είχαν ως βασικό τέχνασμα την λογική της αντίστροφης σχεδίασης και της αντίστροφης μηχανικής αλλά με απώτερο στόχο τη βελτίωση των υλικών τους και του κέρδους έναντι στους ανταγωνιστές. Φυσικά κάθε νέο προϊόν υπερτερούσε του προκατόχου του έστω και σε ελάχιστα σημεία. (Ch. 39, 2013), (Kumar, Jain, & Pathak, 2013)

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 εφαρμόζει μια επαναληπτική μέθοδο, ώστε να καταλήξει στο επιθυμητό αποτέλεσμα, το οποίο βέβαια δεν έχει πάντοτε κάποιο συγκεκριμένο τελικό υλοποιήσιμο προϊόν. Ο στόχος της είναι η αξιοποίηση υπάρχοντων δεδομένων και η ανάλυση όλων των στοιχείων, που είναι διαθέσιμα και σχετίζονται με μία διαδικασία έλεγχου με βάση ένα μοντέλο κλειστού βρόγχου. Με την τεχνική αυτή αντιμετωπίζεται το υπό έλεγχο στοιχείο σαν ένα μαύρο κουτί, χωρίς να ενδιαφέρει τον ερευνητή είτε το περιεχόμενο του, είτε η ύπαρξη ή μη επιμέρους υποσυστημάτων σε αυτό. Απλά η διαδικασία πρέπει να εισάγει ορισμένες εισόδους και ανάλογα με τα αποτελέσματα που αυτό θα εξάγει, να κριθεί η λειτουργία του και να προχωρήσει σε βαθύτερη ανάλυση των στοιχείων του. Με χρήση επαναληπτικής μεθόδου ακολουθώντας την ίδια τεχνική συλλέγονται αποτελέσματα τόσο για την λειτουργία όσο και την σχεδίασή του. Με τον τρόπο αυτό, οι ερευνητές μπορούν να πληροφορηθούν σχετικά με τεχνικά δεδομένα, που δεν είναι εμφανή από το εξωτερικό περιβάλλον, έτσι ώστε να χρησιμοποιηθούν στην συνέχεια είτε για διαφορετική ανάλυση, είτε για προσομοίωση. Τα τεχνικά δεδομένα είναι κρίσιμα για την ομαλή και συνεχή λειτουργία, για οποιοδήποτε σύστημα ή παραγωγική εγκατάσταση. Όπως έγινε λοιπόν σαφές με όλα τα παραπάνω, ο σκοπός της αντίστροφης μηχανικής είναι να μελετήσει τρόπους ώστε να αυξήσει την παραγωγικότητα με την επίλυση κατασκευαστικών και λειτουργικών ατελειών με ανάλυση όλων των διαθέσιμων μέχρι στιγμής υλικών, πόρων, συσκευών και μεθόδων. (Samuelson & Scotchmer, 2002)

Η πρώτη απόπειρα ανάλυσης και περιγραφής μίας διαδικασίας, που την συνέχεια μετεξελίχθηκε στην αντίστροφη μηχανική μπορεί να βρεθεί στο βιβλίο της Kathryn Ingle με τίτλο Reverse Engineering, που εκδόθηκε το 1994. Στην μελέτη αυτή, λοιπόν, γίνεται αναφορά σε μία διαδικασία τεσσάρων(4) σταδίων, που αποτελούν και τα θεμελιώδη χαρακτηριστικά αυτής της τεχνικής σχεδιασμού προϊόντων. Το επιθυμητό αποτέλεσμα, που ουσιαστικά είναι είτε η άντληση πληροφοριών για ένα υλικό είτε η αναπαραγωγή του με διαφορετικά χαρακτηριστικά, μετά από βελτίωση, είναι αποτέλεσμα διάφορων σταδίων, που κρίνονται αναγκαία. Είναι απαραίτητο να αξιολογηθούν και να επαληθευθούν τα τεχνικά και σχεδιαστικά ευρήματα, όπως και όλα τα δεδομένα, που έχουν προκύψει από την ανάλυση, έως ότου εφαρμοστούν στο νέο τελικό προϊόν.

Τα τέσσερα στάδια της αντίστροφης μηχανικής:

- **Στάδιο 1 (Συλλογή Πληροφοριών)**

Στο στάδιο 1 γίνεται αξιολόγηση του κομματιού με πλήρη οπτικό έλεγχο, όπως επίσης προσδιορισμός των διαστάσεων, ανάλυση και ταυτοποίηση των υλικών. Αυτό επιτυγχάνεται με αποσυναρμολόγηση του προϊόντος, μια χρονοβόρα διαδικασία, όπου οι μηχανικοί κάνουν προσπάθεια στο να συγκεντρώσουν όλες τις απαιτούμενες πληροφορίες για το πως λειτουργεί το προϊόν καθώς και να γίνει αντιληπτός ο τρόπος με τον οποίο είχε κατασκευαστεί. Το πρώτο βήμα τελειώνει αφού συνεκτιμηθούν τα ακόλουθα:

1. Τα διαθέσιμα στοιχεία να είναι επαρκή.
2. Το έργο να είναι οικονομικό.
3. Συνεχίζουμε στο στάδιο 2, εφόσον εκπληρώνονται και οι δύο προϋποθέσεις.

- **Στάδιο 2 (Παραγωγή Τεχνικών δεδομένων)**

Η παραγωγή τεχνικών δεδομένων, όπου στην ουσία είναι η καρδιά της αντίστροφης μηχανικής έχει γίνει με την αναγνώριση των ελλειπών στοιχείων ήδη από το πρώτο στάδιο. Ο στόχος είναι να δημιουργηθεί ένα πλήρες πακέτο ώστε να μπορεί να κατασκευαστεί, να παραχθεί και τέλος να προμηθευτεί το τελικό προϊόν. Τα τεχνικά δεδομένα που θα δημιουργηθούν θα περιλαμβάνουν μηχανολογικά σχέδια, προδιαγραφές, πρότυπα, δοκιμές καθώς και έγγραφα διασφάλισης ποιότητας. Αυτό μπορεί να γίνει σύμφωνα με την προδιαγραφή MIL-T-31000, η οποία καθορίζει τις απαιτήσεις για την προετοιμασία ενός πακέτου τεχνικών δεδομένων (TDP, technical data package), που αποτελείται από ένα ή περισσότερα στοιχεία και συναφή προϊόντα διαχείρισης δεδομένων.

- **Στάδιο 3 (Επαλήθευση σχεδιασμού)**

Αυτό το στάδιο έχει σαν αντικείμενο την μοντελοποίηση και εξέταση ενός προτύπου, χρησιμοποιώντας δεδομένα και στοιχεία τα οποία δημιουργήθηκαν σε προηγούμενα στάδια. Μερικές φορές δεν είναι αναγκαία η δημιουργία ενός προτύπου. Έτσι, μειώνεται το κόστος, αλλά αυξάνεται ο κίνδυνος λάθους. Αυτό συμβαίνει στην περίπτωση όπου το νέο προϊόν έχει τα ίδια χαρακτηριστικά με το αρχικό. Όταν κατά την ανάπτυξη του νέου προϊόντος υπάρχει απόκλιση από το αρχικό, τότε είναι καθοριστικός ο ρόλος του πρότυπου και η δοκιμή υποχρεωτική. Η δοκιμή που θα διεξαχθεί λέγεται εργαστηριακή ή δοκιμή πάγκου.

- **Στάδιο 4 (Εφαρμογή μοντελοποίησης)**

Ο τελικός στόχος είναι να φτιαχτεί ένα προϊόν το οποίο θα περιλαμβάνει τις προδιαγραφές προμήθειας, τα τεχνικά δεδομένα, μια έκθεση με τα μηχανικά-οικονομικά στοιχεία και σύνοψη των δραστηριοτήτων των προηγούμενων τριών σταδίων. Στην περίπτωση ενός επίσημου προγράμματος, το πρωτότυπο θα πρέπει να παρουσιαστεί στους χορηγούς.

Επιπλέον, η αντίστροφη μηχανική προέκυψε από την ανάγκη για παροχή ανταλλακτικών με σκοπό την αντικατάσταση σπασμένων ή φθαρμένων μερών, για τα οποία δεν υπήρχαν τεχνικά δεδομένα ή η εταιρεία αρχικής παραγωγής δεν υπήρχε πια. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται με την χρήση υπολογιστών οι οποίοι προσδιορίζουν την γεωμετρία, τα υλικά και τις φυσικές διαστάσεις. Τα δεδομένα εξάγονται ή και εισάγονται σε CAD/CAE/CAM.

Σε αυτά τα τρία συστήματα αυτό που ξεχωρίζει είναι τα δύο πρώτα γράμματα, δηλαδή το CA (Computer-Aided) πράγμα που σημαίνει ότι δημιουργήθηκαν για να βοηθήσουν τον χρήστη να επιτύχει τον στόχο του μέσω της υπολογιστικής δύναμης. Το CAD (Computer Aided-Design) είναι για τον σχεδιασμό, το CAE (Computer Aided-Engineering) για την μηχανική και το CAM (Computer Aided-Manufacturing) για την κατασκευή. Έτσι δημιουργείται ένα στερεό πρότυπο, αλλά στην περίπτωση που αυτό έχει πολύπλοκη γεωμετρία, η διαδικασία είναι χρονοβόρα. (Grand, 2013)

Στον αντίποδα, μια καινούργια διαδικασία είναι η ψηφιοποίηση της επιφάνειας ενός αντικειμένου. Αυτό γίνεται με δυο τρόπους, είτε με **επαφή** ή **ανέπαφα**.

1. Με επαφή: Όπου υπάρχει φυσική επαφή με το αντικείμενο του οποίου θέλουμε να πάρουμε τις φυσικές διαστάσεις, το όργανο προσπαθεί να καταγράψει όσον τον δυνατόν περισσότερες διαστάσεις. Γίνονται ωστόσο και χειρονακτικές διαδικασίες για την εύρεση κρίσιμων διαστάσεων, με παχύμετρα, διαβήτες καθώς και όργανα μέτρησης επικάλυψης που χρησιμοποιούνται για να παραχθεί το σχέδιο.

2. Ανέπαφα: Αυτό γίνεται χωρίς την φυσική επαφή με το αντικείμενο και χωρίζεται σε ενεργητική και παθητική:

α. Η ενεργητική χρησιμοποιεί ειδικό φωτισμό για την σωστή ανάκλαση από το αντικείμενο.

β. Η παθητική χρησιμοποιεί το φως του περιβάλλοντος (φυσικό φωτισμό). (Ingle & Hill, 1994)

4.9 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ (CAD)

- **Ορισμός σχεδιομελέτης με χρήση υπολογιστή - CAD**

Ως σχεδιομελέτη και παραγωγή με χρήση υπολογιστή ορίζεται η χρήση της τεχνολογίας των υπολογιστών σε όλα τα στάδια ανάπτυξης του προϊόντος και ιδιαίτερα στη δημιουργία, μεταβολή, ανάλυση, βελτιστοποίηση της μορφής και τον προγραμματισμό των παραγωγικών διαδικασιών του προϊόντος. Στηρίζεται κυρίως στην τεχνολογία των γραφικών, των βάσεων δεδομένων, της μαθηματικής μοντελοποίησης, της προσομοίωσης και του ελέγχου των δεδομένων, και αποσκοπεί στη δημιουργία ενός ψηφιακού μοντέλου του προϊόντος, που περιγράφει όλο τον κύκλο ανάπτυξης και εισαγωγής του στην αγορά. Βασικός παράγοντας στη διαδικασία της σχεδιομελέτης είναι η δημιουργία του γραφικού μοντέλου του προϊόντος, με τα συστήματα μοντελοποίησης με υπολογιστή (Computer Aided Design-CAD)

- **Η τεχνολογία σχεδιομελέτης- παραγωγής με υπολογιστή στην ανάπτυξη του προϊόντος**

Η ανάπτυξη ενός προϊόντος είναι μια σύνθετη διαδικασία που ακόμα και για σχετικά απλά προϊόντα διαρκεί μεγάλο χρονικό διάστημα και συνήθως εκτελείται από μια διατμηματική ομάδα ανάπτυξης, ώστε να παραχθεί το σωστό προϊόν πριν από την εισαγωγή του στην αγορά. Στην ανάπτυξη ενός προϊόντος χρησιμοποιούνται διάφορα εργαλεία λογισμικού, πολλά από τα οποία αποτελούν και προϊόν ίδιας ανάπτυξης από τις εταιρείες που αναπτύσσουν τα προϊόντα. Σε μεγάλα έργα αναφέρονται περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται περισσότερα από 100 εργαλεία λογισμικού. Η τεχνολογία του CAD/CAM , ξεκίνησε άλλωστε και αυτή από την ίδια ανάπτυξη των εταιρειών και στη συνέχεια δημιουργήθηκαν οι ειδικευμένες εταιρείες παροχής των συστημάτων. Δεν είναι τυχαίο το γεγονός ότι οι μεγαλύτεροι προμηθευτές συστημάτων είναι η ήταν θυγατρικές εταιρειών αυτοκινητοβιομηχανίας , αεροπορικής βιομηχανίας ή ηλεκτρονικών (CATIA-DASSAULT, UG –MCDONNELL, SIEMENS, κ.α.).

Τα στάδια ανάπτυξης ενός προϊόντος διακρίνονται σε τέσσερις κύριες φύσεις, ο προσδιορισμός, η σχεδιομελέτη, το πρωτότυπο και η παραγωγή του προϊόντος. Τα τέσσερα αυτά στάδια δεν είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους. Υπάρχει επικάλυψη και συνεχής ανταλλαγή πληροφορήσης, τόσο από τα προηγούμενα προς τα μετέπειτα στάδια, όσο και αντίστροφα. Αποφάσεις και επιλογές που λαμβάνονται στα πρώτα στάδια επηρεάζουν τις εργασίες στα επόμενα και συχνά από την εκτέλεση των τελευταίων εργασιών πρέπει να αλλάξουν οι αρχικές αποφάσεις και επιλογές, όπως υλικά, ακρίβεια, ανοχές κ.λ.π. Όσο περισσότερο προχωράει η διαδικασία της ανάπτυξης τόσο περισσότερο είναι και το τεχνικό έργο που απαιτείται και τόσο πιο έντονη είναι η χρήση ειδικευμένων εργαλείων σχεδιομελέτης με υπολογιστή.

-Το στάδιο του προσδιορισμού

Στο στάδιο του προσδιορισμού, δημιουργείται η πρώτη μορφή και η διάταξη του προϊόντος που αντιστοιχεί στη νέα ιδέα που υφίσταται και που έχει αξιολογηθεί θετικά για περαιτέρω ανάπτυξη ή την αλλαγή/διόρθωση/εξέλιξη ενός υπάρχοντος προϊόντος. Συνήθως περιλαμβάνει

- την έρευνα αγοράς,
- την καταγραφή των απαιτήσεων του πελάτη της
- τη σύνταξη προδιαγραφών
- τη μελέτη του ανταγωνισμού,
- την ανάπτυξη εναλλακτικών μορφών του προϊόντος,
- την επιλογή της βέλτιστης μορφής σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πελάτη και
- τη δημιουργία της διάταξης του προϊόντος σε επίπεδο υποσυστημάτων και διεπαφών σύμφωνα με τη στρατηγική της εταιρείας για επέκταση του εύρους του προϊόντος.

-Το στάδιο της σχεδιομελέτης

Το στάδιο της σχεδιομελέτης περιλαμβάνει τον ακριβή προσδιορισμό της μορφής του προϊόντος, τη μελέτη, την ανάπτυξη και την τεκμηρίωσή του. Ολοκληρώνεται σε δύο κύκλους, οι οποίοι όμως δεν είναι ανεξάρτητοι μεταξύ τους και οι οποίοι είναι η σύνθεση και η ανάλυση. Στη σύνθεση γίνεται η μοντελοποίηση και προσομοίωση του προϊόντος. Δημιουργείται στον υπολογιστή η μορφή του κάθε εξαρτήματος και όλης της συναρμολόγησης και γίνεται προσομοίωση των συνθηκών λειτουργίας. Γίνεται κυρίως με τα συστήματα CAD. Στην ανάλυση υλοποιείται η προσομοίωση της συμπεριφοράς του προϊόντος, όπου χρησιμοποιούνται μοντέλα προσομοίωσης, τόσο υπολογιστικά όσο και πρωτότυπα. Γίνεται κυρίως με τα συστήματα CAE. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης συμβάλλουν στη βελτιστοποίηση της μελέτης και στην τροποποίηση της μορφής του προϊόντος. Στο τέλος γίνεται η τεκμηρίωση της μελέτης με σχέδια, έντυπα, μοντέλα, κ.ά., και η διαδικασία καταμερισμού του στα αρμόδια άτομα.

- Το στάδιο του πρωτοτύπου

Στο στάδιο του πρωτοτύπου γίνεται ο έλεγχος της σχεδιομελέτης και της λειτουργίας του προϊόντος. Υπάρχουν διάφορα πρωτότυπα, όπως, φυσικά, υπολογιστικά, εικονικά, και αφορούν ή όλο το προϊόν ή τμήμα αυτού. Τα φυσικά μπορούν να κατασκευαστούν με παραδοσιακές μεθόδους ή με μεθόδους ταχείας παραγωγής πρωτοτύπων.

- Το στάδιο της παραγωγής

Η παραγωγή περιλαμβάνει τον προγραμματισμό των κατεργασιών, την παραγγελία των υλικών, των εργαλείων, την εκτέλεση και τον έλεγχο της παραγωγής. Στον προγραμματισμό των κατεργασιών αποφασίζεται η σειρά των κατεργασιών που θα εκτελεστούν, των μηχανών που θα χρησιμοποιηθούν, τα εργαλεία με τα οποία θα γίνει η κάθε κατεργασία και οι συνθήκες των κατεργασιών. Στην εκτέλεση της παραγωγής συντάσσονται τα προγράμματα καθοδήγησης των εργαλειομηχανών ψηφιακής καθοδήγησης για καθεμιά από τις κατεργασίες και στη συνέχεια γίνεται ο έλεγχος της κατεργασίας στην οθόνη του υπολογιστή ή σε εικονικό περιβάλλον. Στη δραστηριότητα της παραγωγής, όλα σχεδόν τα βήματα μπορούν να εξυπηρετηθούν από προϊόντα λογισμικού CAD/CAM.

- **Εργαλεία CAD για τη σχεδιομελέτη και παραγωγή**

Υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία εργαλείων CAD που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη διαδικασία ανάπτυξης και παραγωγής του προϊόντος. Τα εργαλεία αυτά κατατάσσονται στις παρακάτω κύριες κατηγορίες:

-Εργαλεία σύλληψης του προϊόντος: βιομηχανικός σχεδιασμός και αντίστροφη σχεδίαση. Ονομάζονται και συστήματα Computer Aided Industrial Design-CAID ή Computer Aided Styling-CAS. Εφαρμόζονται κυρίως για σχεδίαση, μοντελοποίηση και προσομοίωση χωρίς να μας ενδιαφέρει η ακρίβεια του δημιουργούμενου μοντέλου και χωρίς να υπάρχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις για κάθετες εφαρμογές.

-Εργαλεία για σχεδίαση, μοντελοποίηση με απόδοση της ακριβούς μορφής των αντικειμένων, δημιουργίας συναρμολογήσεων και προσομοίωσης. Αποτελούν και τον κύριο κορμό των συστημάτων σχεδιομελέτης και είναι αυτά που ονομάζονται και συστήματα CAD. Η έμφαση στα συστήματα αυτά είναι στην ακρίβεια και στην πληρότητα του μοντέλου, γιατί το μοντέλο θα χρησιμοποιηθεί στη συνέχεια σε όλες τις κάθετες εφαρμογές.

-Εργαλεία για ανάλυση συμπεριφοράς σε συνθήκες λειτουργίας. Είναι τα συστήματα μοντελοποίησης και ανάλυσης με πεπερασμένα στοιχεία — Finite Element Modelling και Finite Element Analysis. Ονομάζονται και συστήματα ανάλυσης — Computer Aided engineering (CAE).

-Εργαλεία για μελέτη και προσομοίωση παραγωγής. Οι κατεργασίες για την παραγωγή του προϊόντος προγραμματίζονται με τα συστήματα σχεδιασμού κατεργασιών με χρήση υπολογιστή-Computer Aided Process Planning-CAPP και ο προγραμματισμός των εργαλειομηχανών ψηφιακής καθοδήγησης με τα συστήματα παραγωγής με χρήση υπολογιστή —Computer Aided Manufacture-CAM.

-Εργαλεία για ειδικές εφαρμογές, όπως μελέτη ανοχών, επικοινωνίας με άλλα συστήματα σχεδιασμού, συστήματα διαχείρισης του κύκλου ζωής και συστήματα συνεργατικής σχεδίασης.

-Εργαλεία δημιουργίας του πλασματικού πρωτότυπου και της πλασματικής παραγωγής που συνδυάζουν τα συστήματα σχεδιομελέτης και παραγωγής με τα συστήματα εικονικής πραγματικότητας. Κάνουν χρήση ειδικού εξοπλισμού και λογισμικού, και χρησιμοποιούνται για την αλληλεπίδραση του χρήστη με το πρωτότυπο ή την παραγωγή και τη συναρμολόγηση του προϊόντος. (Yiming & Huang, 2005)

4.10 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΤΗ

Ένας υβριδικός μοντελοποιητής επιτρέπει τη μοντελοποίηση μηχανολογικών εξαρτημάτων (parts) και συναρμολογημάτων (assemblies) σύμφωνα με πραγματικά χαρακτηριστικά (υλικά, ανοχές, εξαρτήματα), επιτυγχάνοντας τη δημιουργία τρισδιάστατων λειτουργικών μοντέλων γρήγορα και εύκολα.

Είναι βασισμένος στη φιλοσοφία παραμετρικής μοντελοποίησης και επιτρέπει την αυτόματη ενημέρωση όλων των κατασκευαστικών σχεδίων, μετά από κάθε αλλαγή στο τρισδιάστατο μοντέλο.

Ωστόσο για ακόμη πιο εξεζητημένες εφαρμογές υπάρχουν επαγγελματικά προγράμματα τα οποία είναι προσανατολισμένα κυρίως στον τομέα του ολοκληρωμένου σχεδιασμού μηχανημάτων.

Επιπλέον ορισμένα εμπεριέχουν υποσυστήματα υπολογισμών πεπερασμένων στοιχείων τόσο σε επίπεδο εξαρτήματος όσο και συναρμολογημάτων και είναι βασισμένα στην τεχνολογία της ANSYS εταιρεία η οποία παράγει προγράμματα πεπερασμένων στοιχείων (FEM).

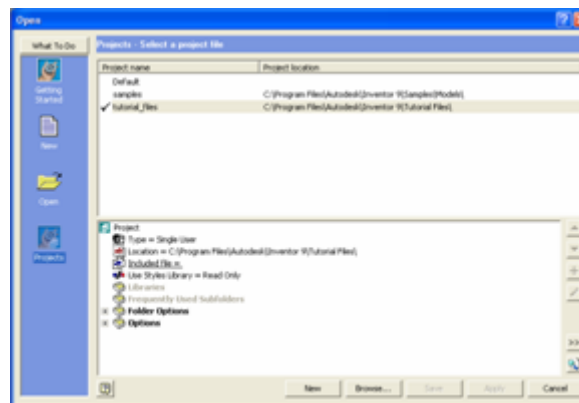
Για τις ανάγκες της συγκεκριμένης εργασίας χρησιμοποιήθηκε ο υβριδικός μοντελοποιητής **Inventor** της **Autodesk**. (Harrington, 2015)

Ο χρήστης που γνωρίζει άρτια τη λειτουργία του είναι ικανός να πραγματοποιεί τα παρακάτω:

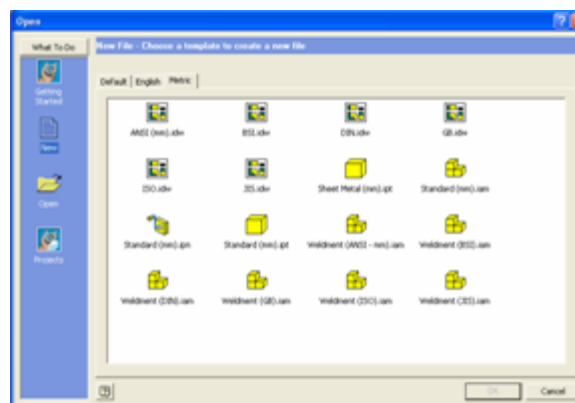
- Εισαγωγή στο Inventor, Διαχείριση αρχείων

Τύποι αρχείων

- Τρισδιάστατη μοντελοποίηση εξαρτήματος σε αρχείο μορφής .ipt.
- Τρισδιάστατη μοντελοποίηση συναρμολογήματος σε αρχείο μορφής .iam.
- Δισδιάστατο μηχανολογικό σχέδιο σε αρχείο μορφής .idw. dwg.

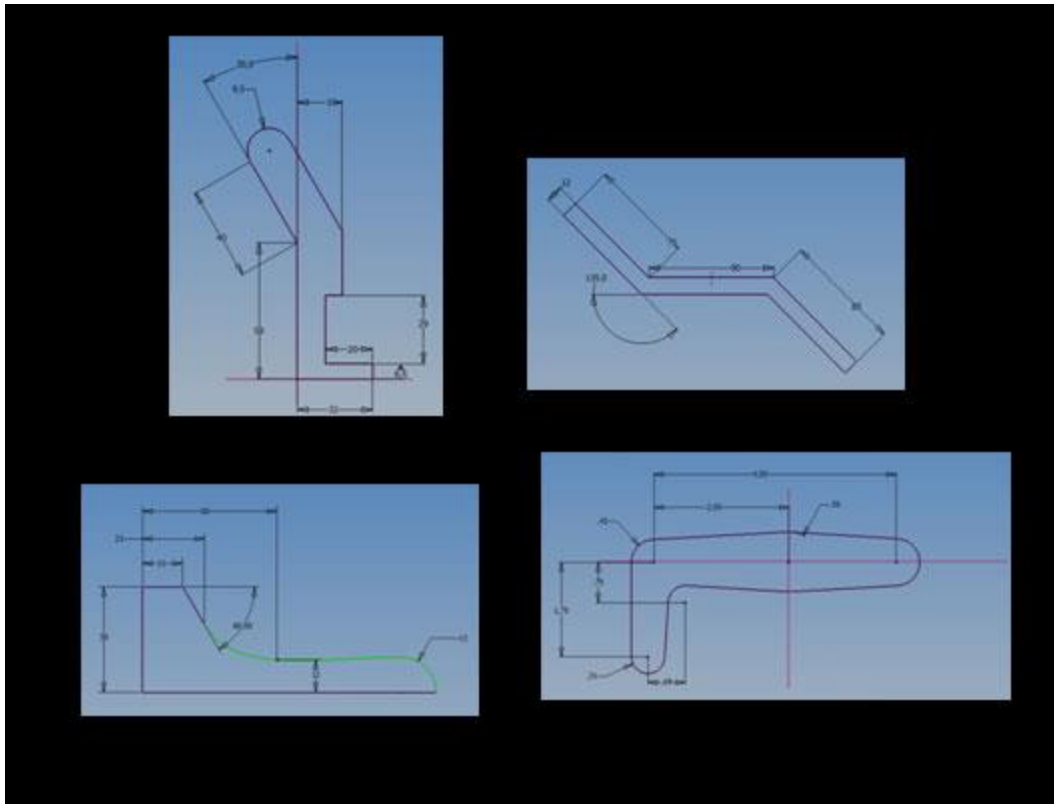


Εικόνα 11: Διαχείριση Project αρχείων. (Autodesk Inventor, 2018)



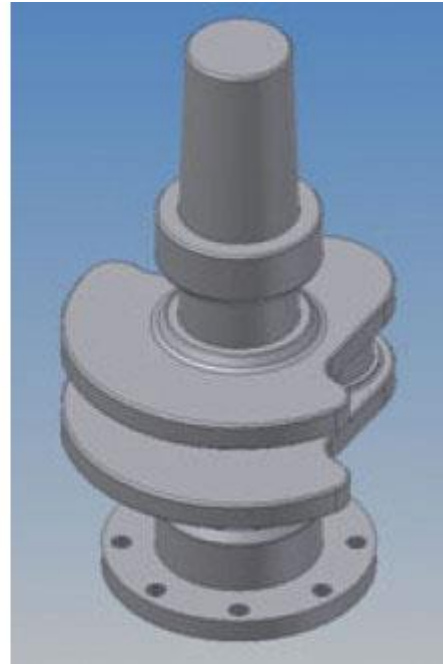
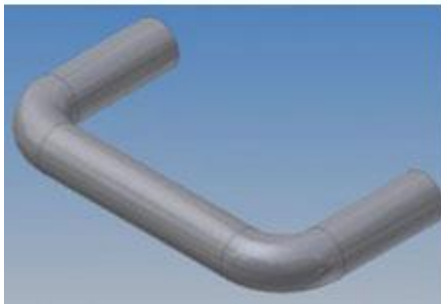
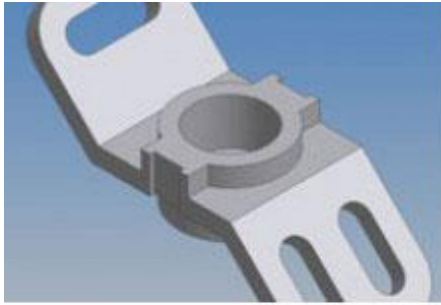
Εικόνα 12: Διαχείριση αρχείων αντικειμένων, συναρμολογημάτων. (Autodesk Inventor, 2018)

- Δημιουργία παραμετρικών σχεδίων με εισαγωγή περιορισμών και παραμετρικών διαστάσεων



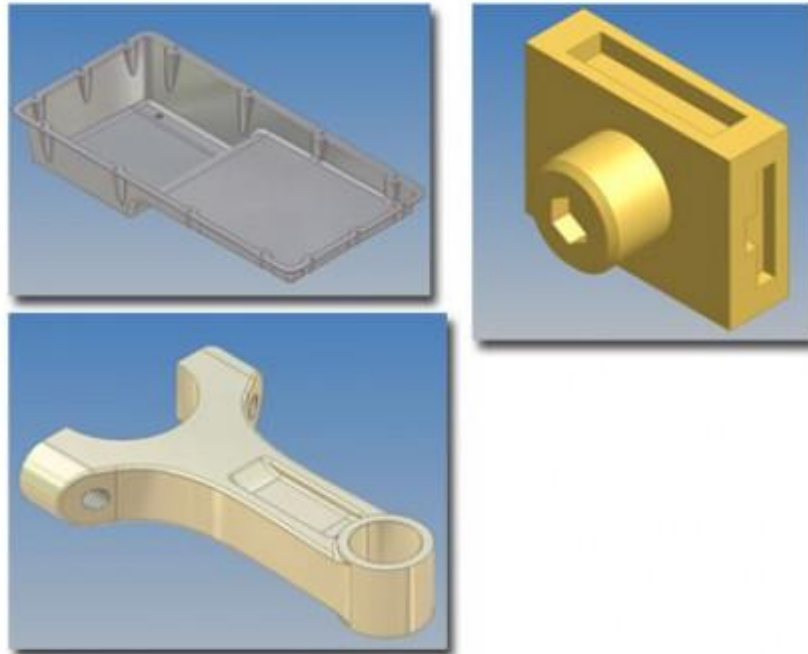
Εικόνα 13: Υπόδειγμα παραμετρικής μοντελοποίησης με διαστάσεις. (Autodesk Inventor, 2018)

- Δημιουργία τρισδιάστατων αντικειμένων. Λειτουργίες Extrude, Revolve, Loft, Sweep κ.λπ.



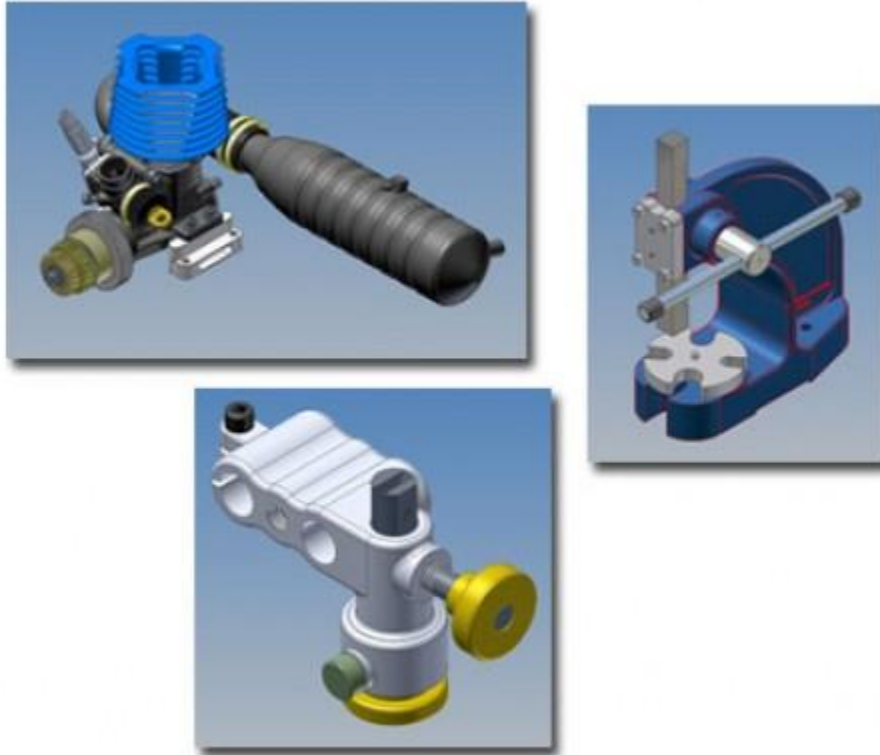
Εικόνα 14: Υπόδειγμα τρισδιάστατης μοντελοποίησης εξαρτημάτων. (Autodesk Inventor, 2018)

- Μορφοποίηση τρισδιάστατου αντικειμένου με τοποθέτηση Holes, Fillets, Chamfers, Shells, Patterns κ.λπ.



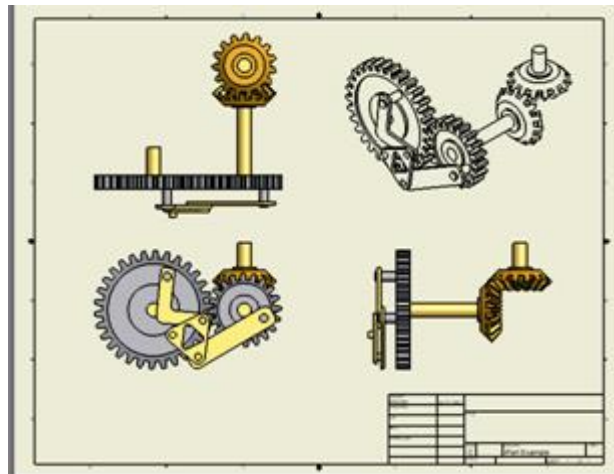
Εικόνα 15: Υπόδειγμα επεξεργασίας τρισδιάστατου εξαρτήματος. (Autodesk Inventor, 2018)

- Επεξεργασία συναρμολογημάτων

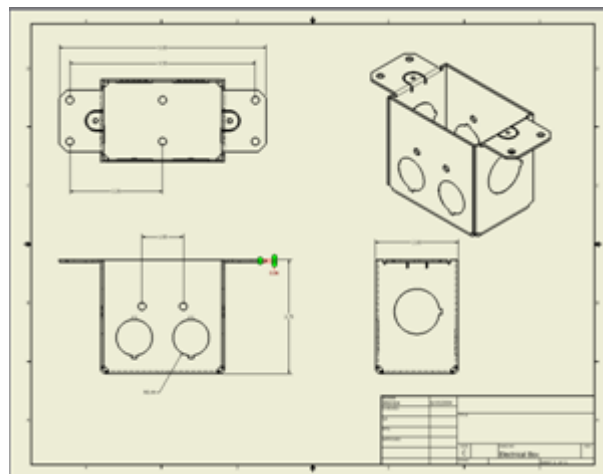


Εικόνα 16: Υποδείγματα συναρμολογημάτων. (Autodesk Inventor, 2018)

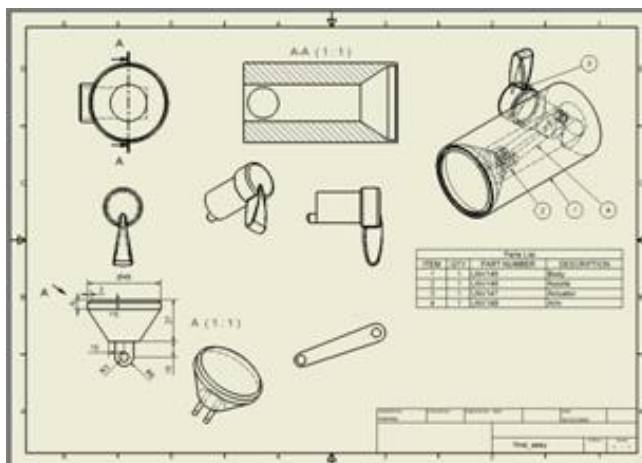
- Δημιουργία φύλλων παρουσιάσεως με κίνηση
- Δημιουργία όψεων, τομών, ισομετρικών όψεων και τομών, αποσυναρμολογημένων όψεων



Εικόνα 17: Παρουσίαση όψεων τρισδιάστατου συναρμολογήματος. (Autodesk Inventor, 2018)

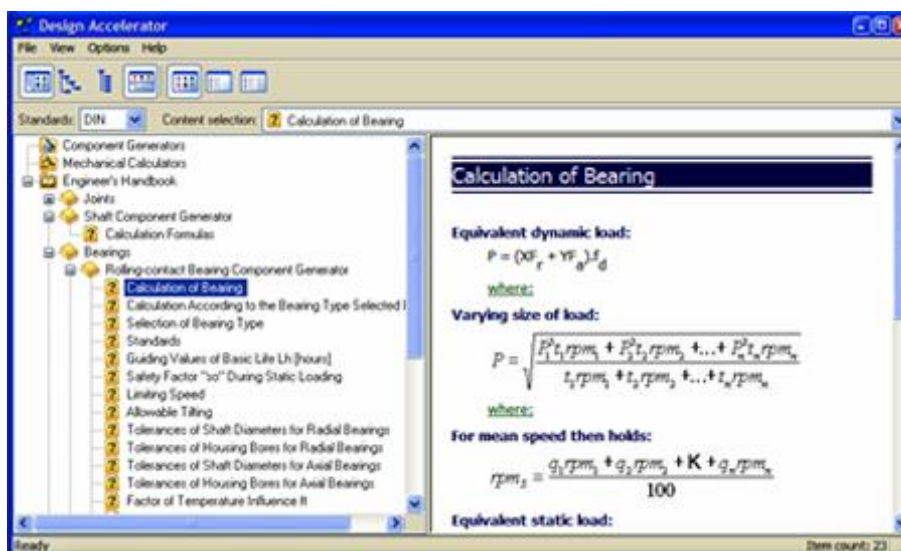


Εικόνα 18: Παρουσίαση όψεων σε μηχανολογικό σχέδιο αντικειμένου. (Autodesk Inventor, 2018)



Εικόνα 19: Παρουσίαση όψεων σε μηχανολογικό σχέδιο συναρμολογήματος με διαστάσεις. (Autodesk Inventor, 2018)

- Engineer Handbook

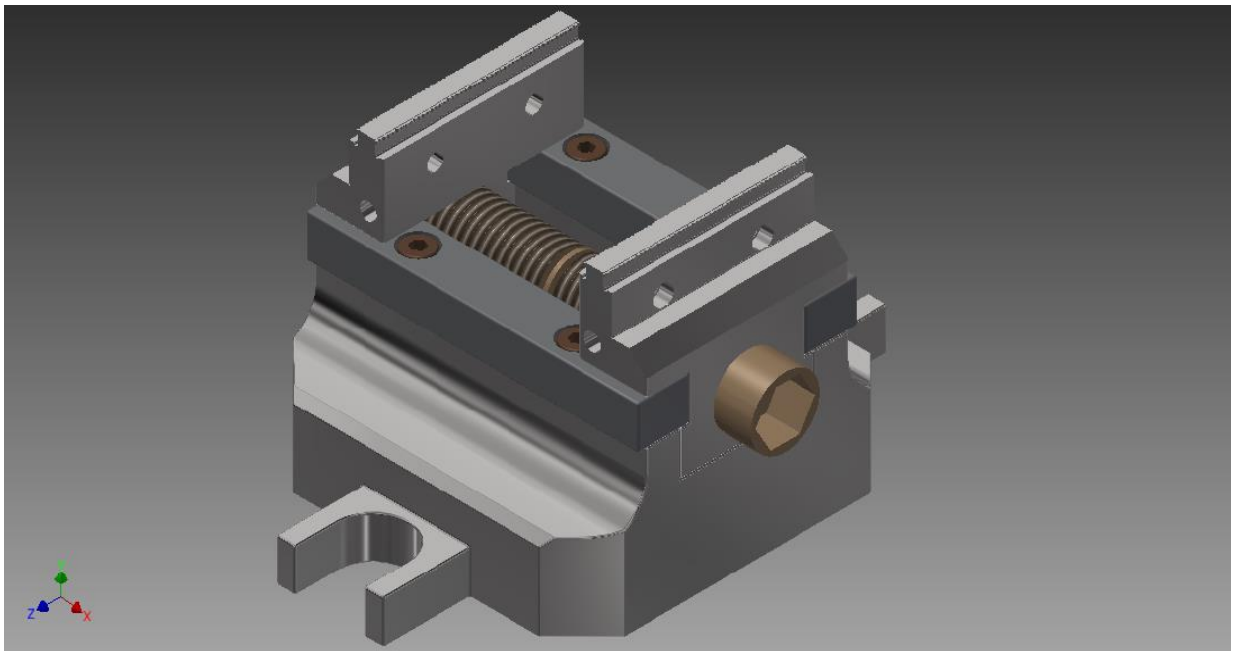


Εικόνα 20: Βιβλιοθήκη υπολογιστικών σχέσεων για προσδιορισμό μηχανολογικών μεγεθών (Autodesk Inventor, 2018)

5 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΩΝ

5.1 ΜΕΓΓΕΝΗ ΜΕ ΚΟΧΛΙΑ ΔΙΠΛΟΥ ΣΠΕΙΡΩΜΑΤΟΣ

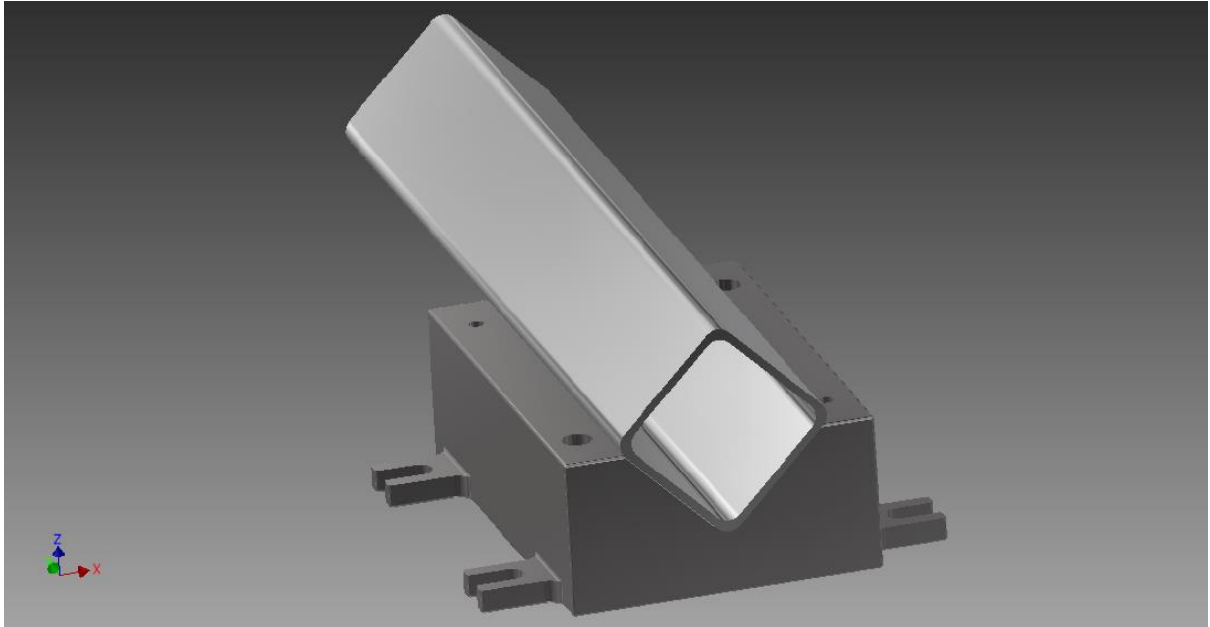
Η ιδιοσυσκευή που μοντελοποιήθηκε είναι μία απλού είδους μέγγενη που διαθέτει κοχλία αριστερόστροφου και δεξιόστροφου σπειρώματος με σκοπό την ταυτόχρονη μετακίνηση των σιαγώνων. Επιπλέον, διαθέτει οδόντωση στις σιαγώνες οι οποίες χαράσσουν το συγκρατούμενο δοκίμιο σε συγκεκριμένο σημείο ώστε να είναι δυνατή η επανατοποθέτηση του στην ίδια ακριβώς θέση.



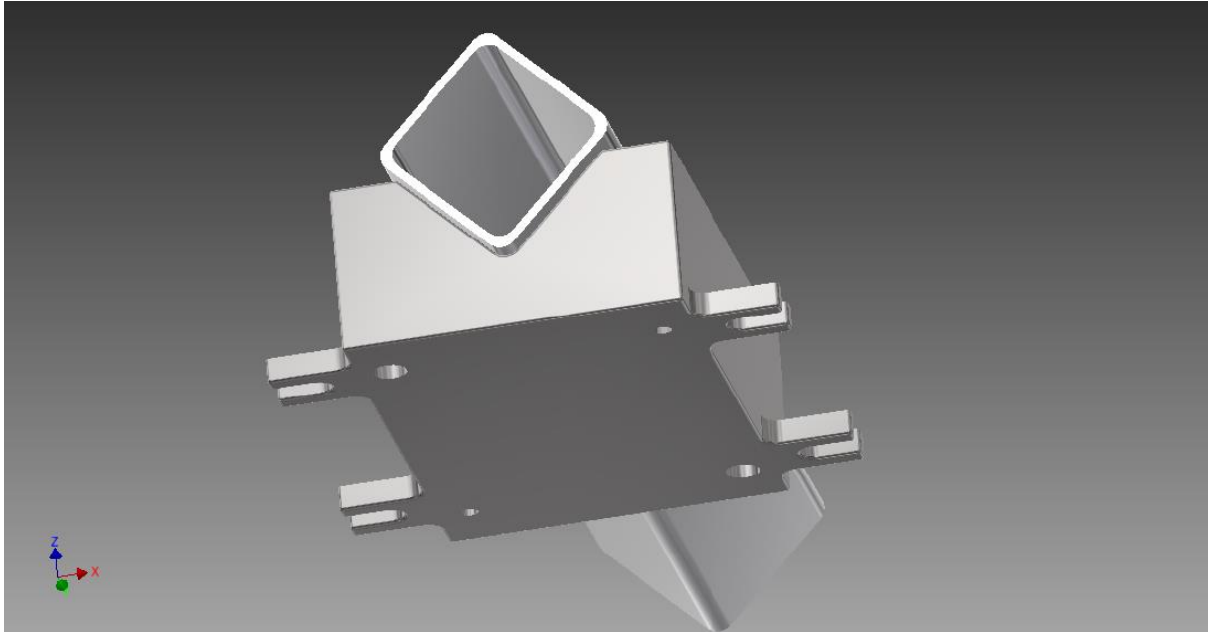
Εικόνα 21: Τρισδιάστατο συναρμολόγημα μέγγενης με κοχλία διπλού σπειρώματος.

5.2 ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΗ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΚΟΙΛΟΔΟΚΩΝ

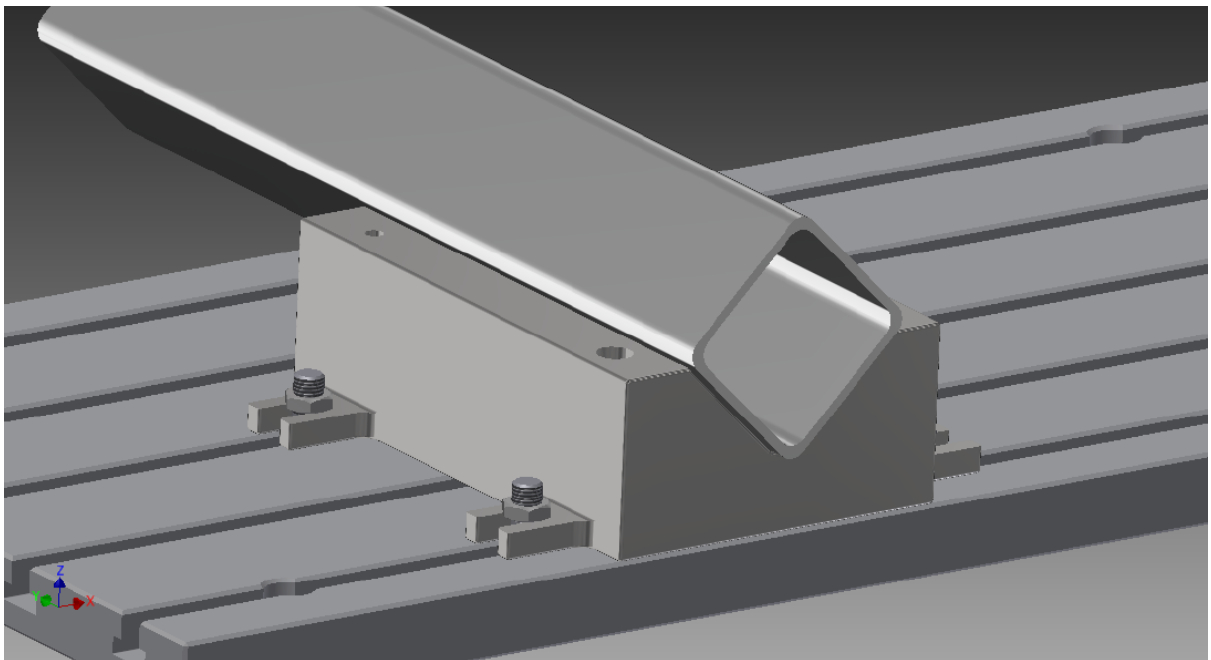
Η συγκεκριμένη ιδιοσυσκευή χρησιμοποιείται για την συγκράτηση συγκεκριμένου μεγέθους κοίλοδοκών που θα υποστούν μηχανουργική κατεργασία. Διαθέτει υποδοχές για σταθερή συγκράτηση στο τραπέζι της εργαλειομηχανής.



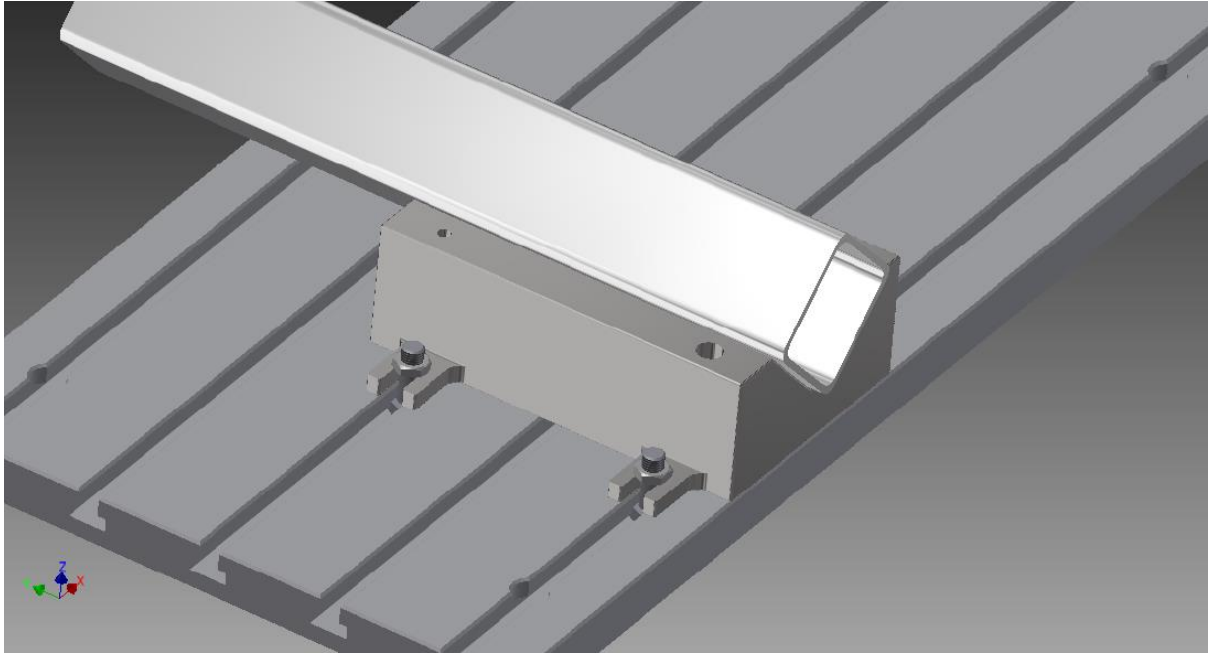
Εικόνα 22: Τρισδιάστατο μοντέλο συναρμολογήματος.



Εικόνα 23: Τρισδιάστατο μοντέλο συναρμολογήματος από άλλη οπτική γωνία.



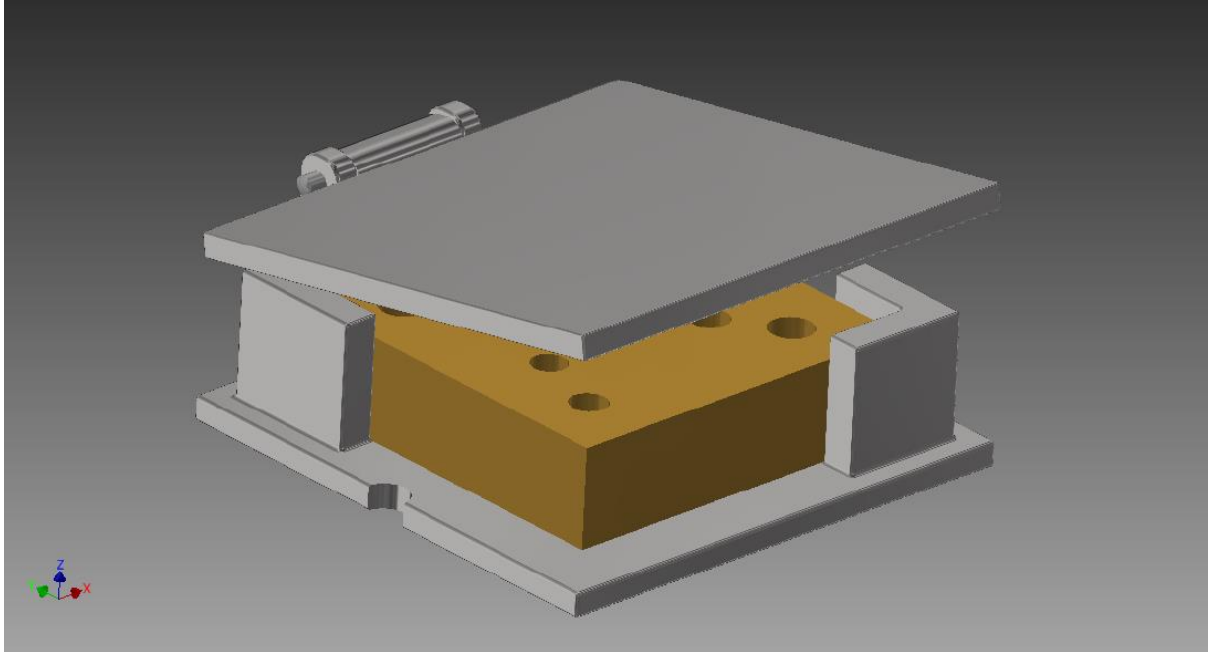
Εικόνα 24: Συναρμολόγημα προσδεδεμένο στην τράπεζα



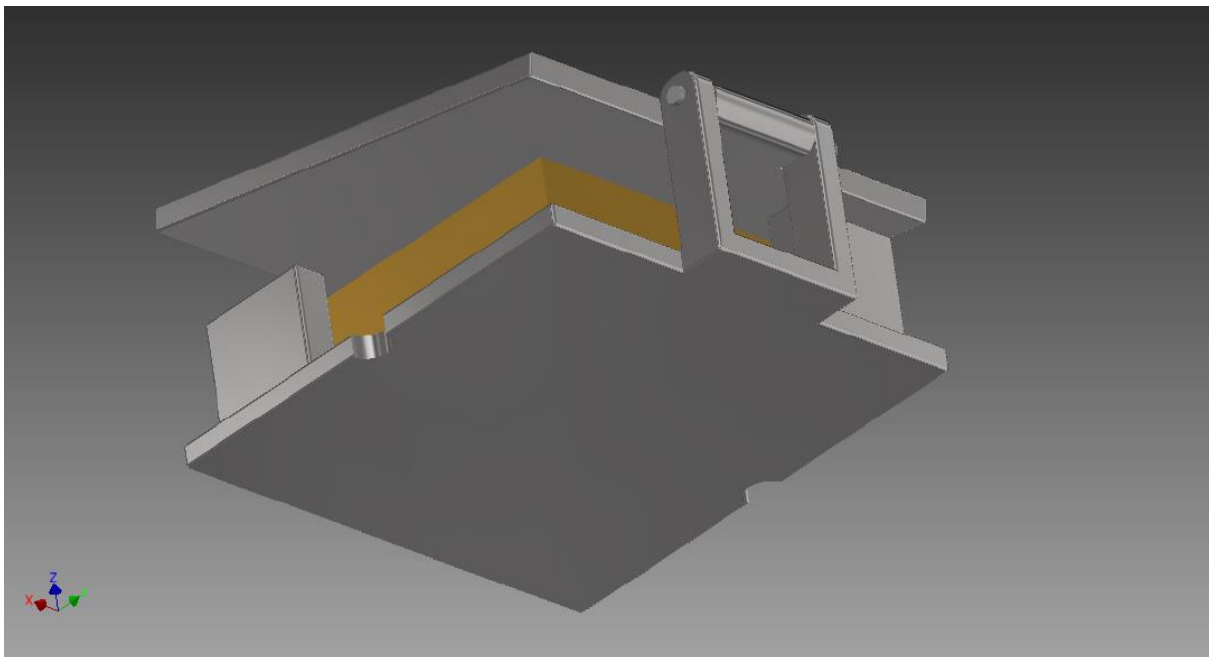
Εικόνα 25: Συναρμολόγημα προσδεδεμένο στην τράπεζα από άλλη οπτική γωνία

5.3 ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΗ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΠΛΑΚΩΝ ΓΙΑ ΔΙΑΝΟΙΞΗ ΟΠΩΝ

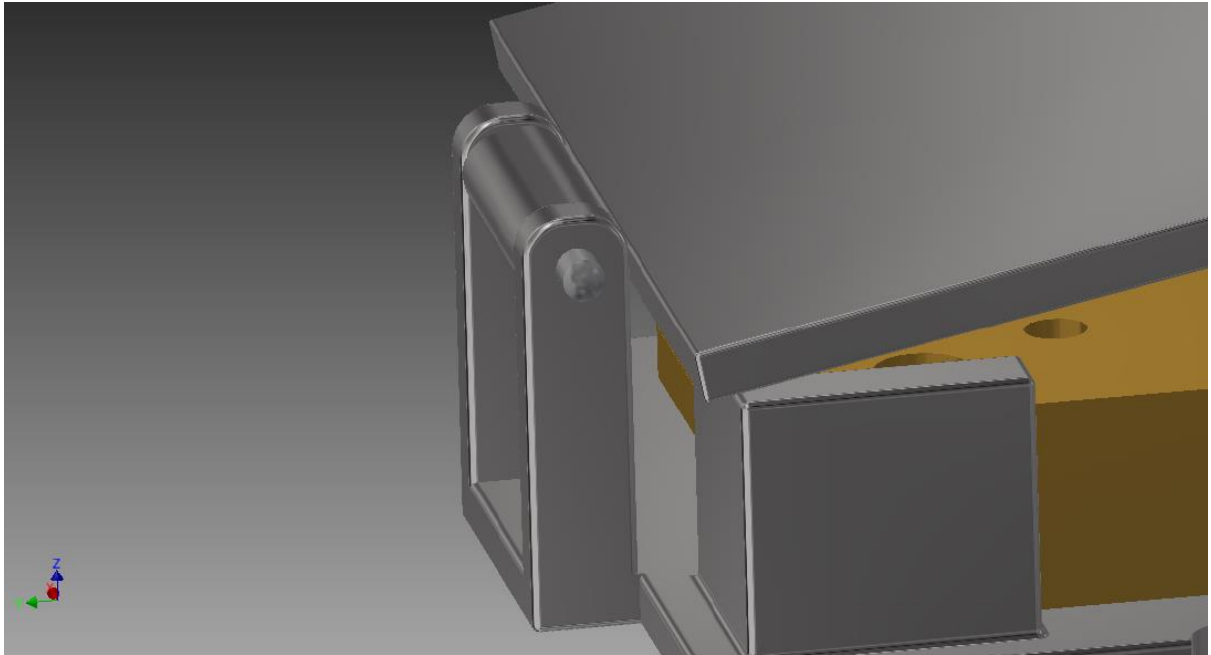
Η συγκεκριμένη ιδιοσυσκευή επιτρέπει τη συγκράτηση πλήθους πλακών ίδιου μεγέθους με σκοπό την ταυτόχρονη κατεργασία τους (π.χ διάνοιξη οπών) σε εργαλειομηχανή.



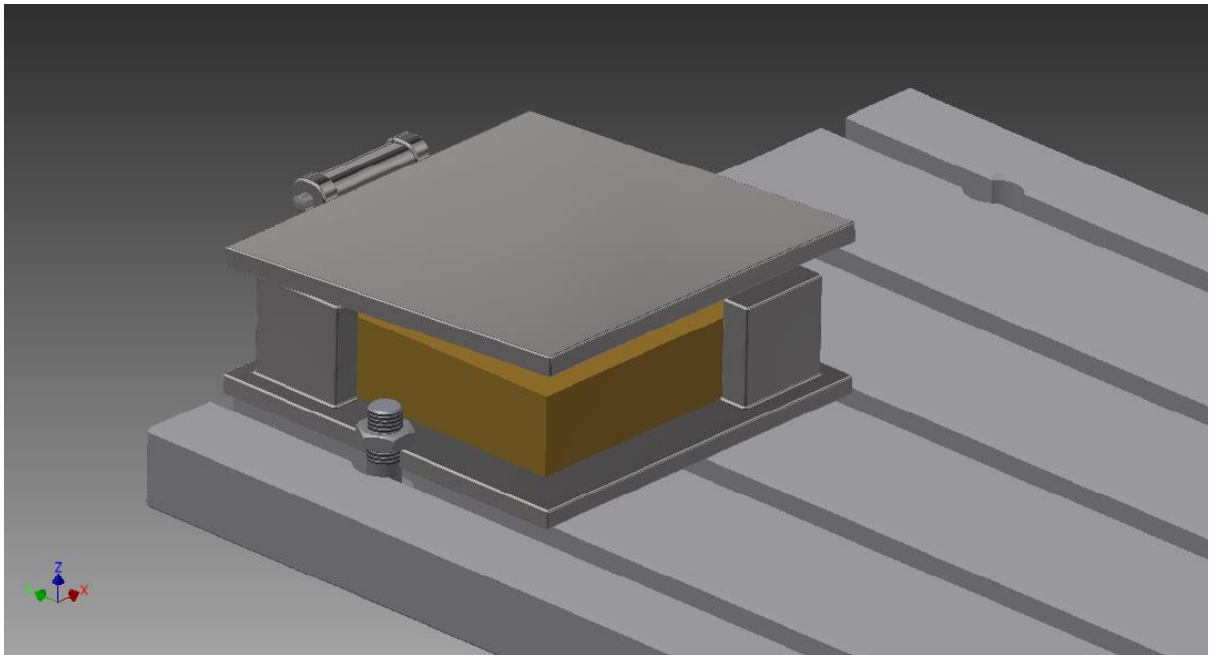
Εικόνα 26: Τρισδιάστατο μοντέλο συναρμολογήματος.



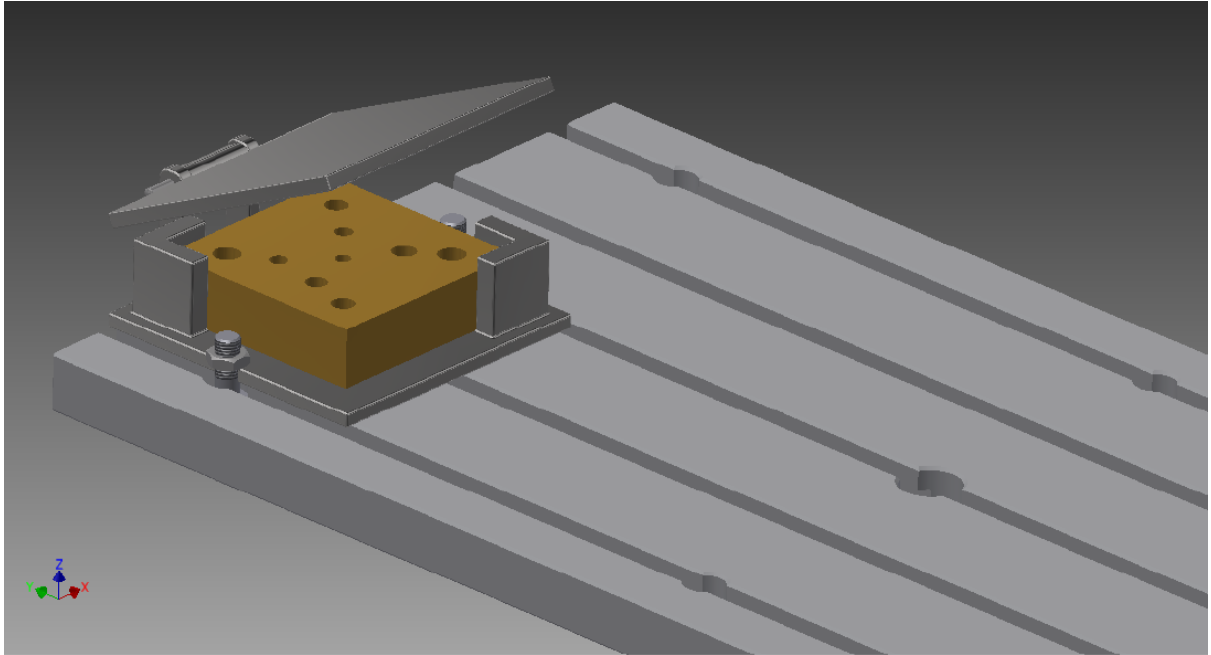
Εικόνα 27: Τρισδιάστατο μοντέλο πίσω όψης συναρμολογήματος



Εικόνα 28 :Τρισδιάστατο μοντέλο λεπτομέρειας πείρου.



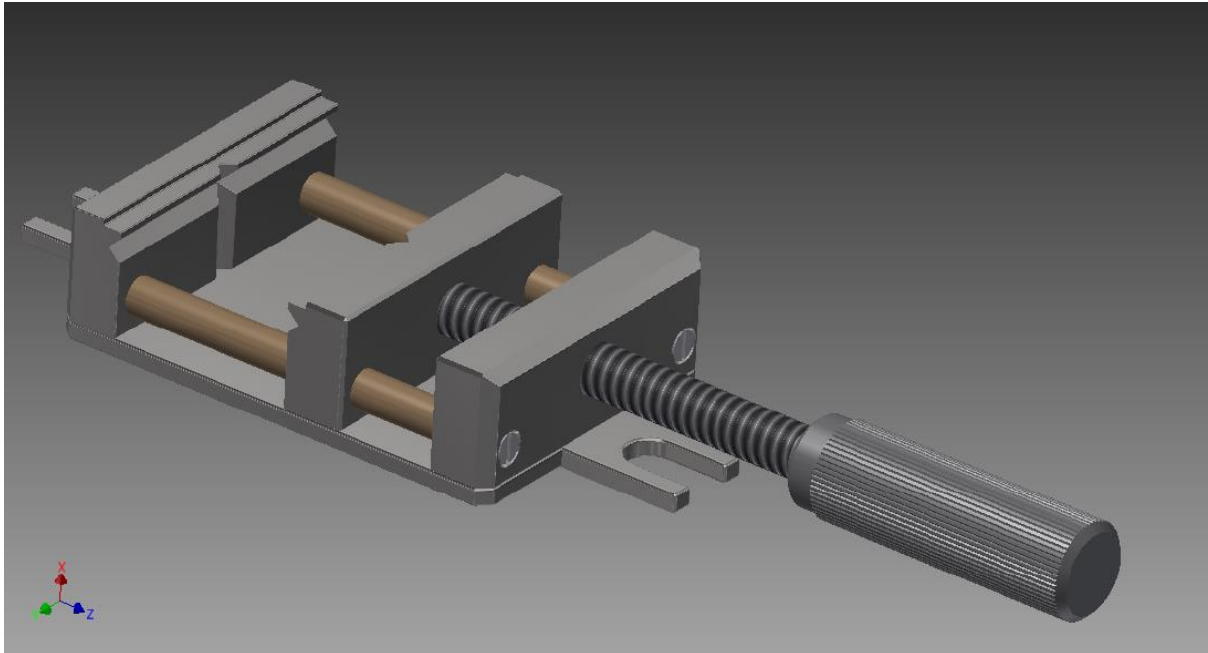
Εικόνα 29: Συναρμολόγημα προσδεδεμένο στην τράπεζα κλειστό.



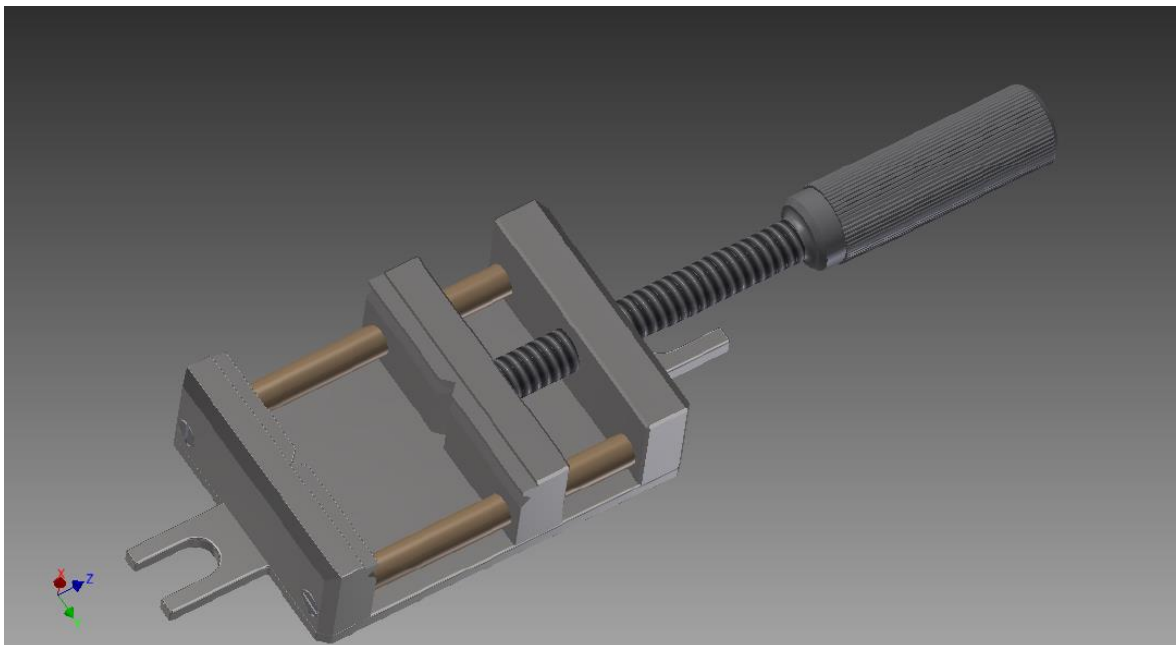
Εικόνα 30: Συναρμολόγημα προσδεδεμένο στην τράπεζα ανοιχτό.

5.4 ΜΕΓΓΕΝΗ ΜΕ ΤΡΑΠΕΖΟΕΙΔΗ ΚΟΧΛΙΑ

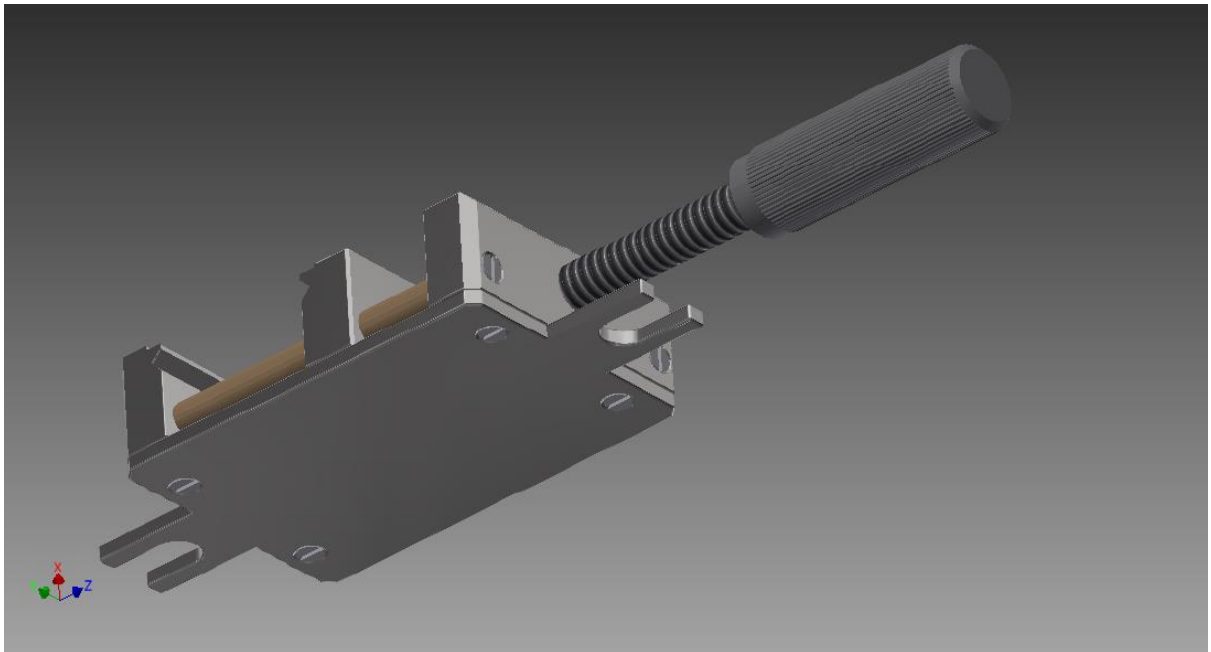
Η συγκεκριμένη ιδιοσυσκευή χρησιμοποιείται για εύκολη και γρήγορη χειροκίνητη σύσφιξη και αποσύσφιξη του προς κατεργασία δοκιμίου.



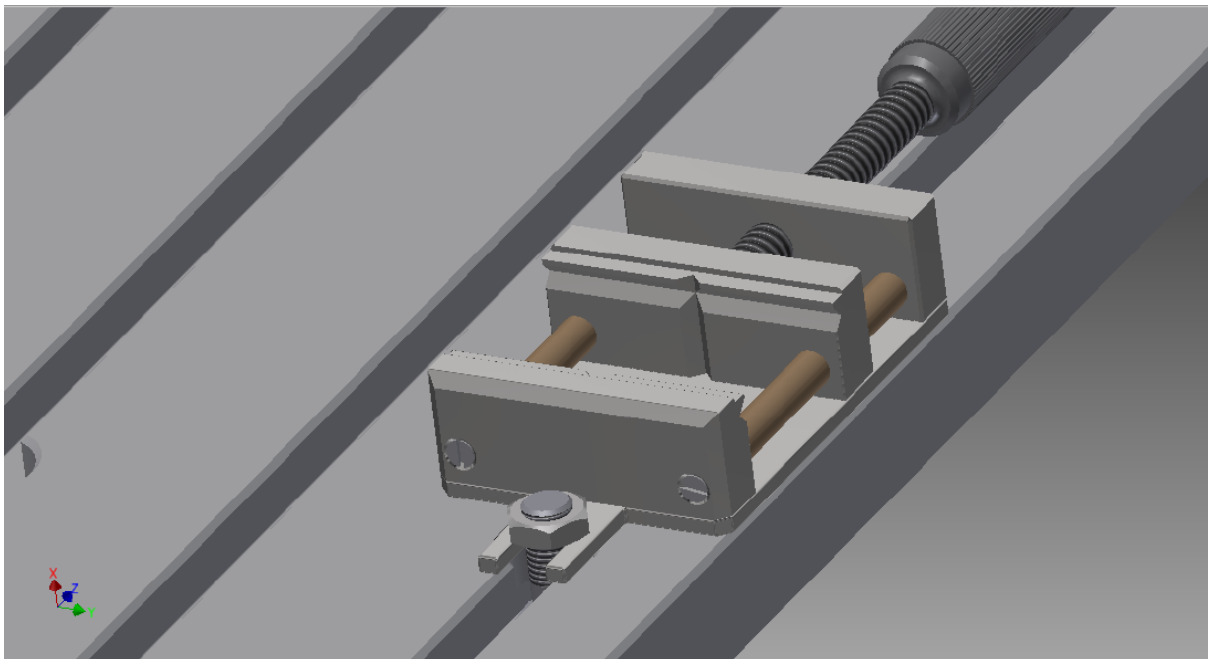
Εικόνα 31 : Τρισδιάστατο μοντέλο συναρμολογήματος.



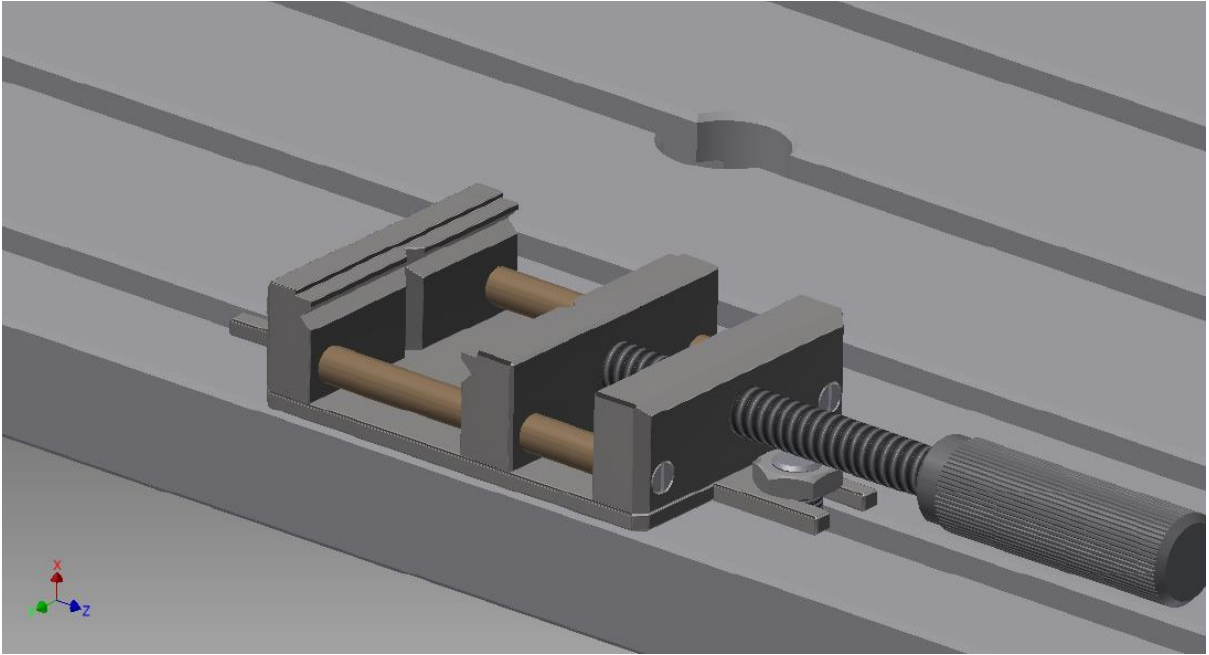
Εικόνα 32: Κάτοψη συναρμολογήματος.



Εικόνα 33:: Συναρμολόγημα από άλλη οπτική γωνία.



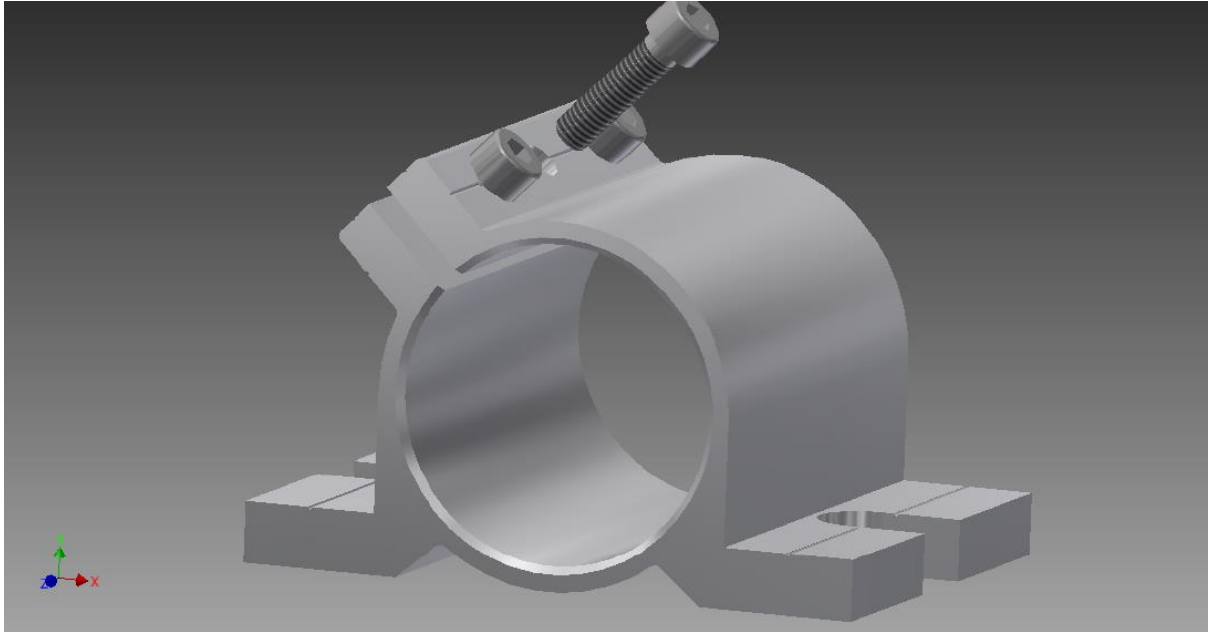
Εικόνα 34: Συναρμολόγημα προσδεδεμένο στην τράπεζα.



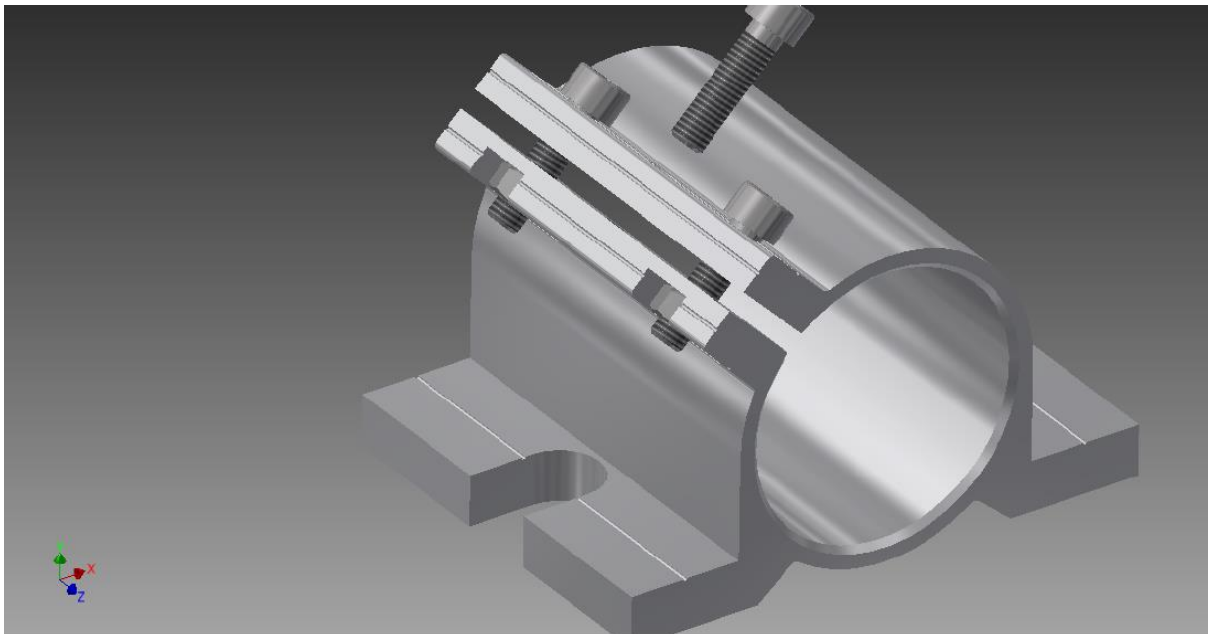
Εικόνα 35: Συναρμολόγημα προσδεδεμένο στην τράπεζα από άλλη οπτική γωνία.

5.5 ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΗ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΣΩΛΗΝΩΝ

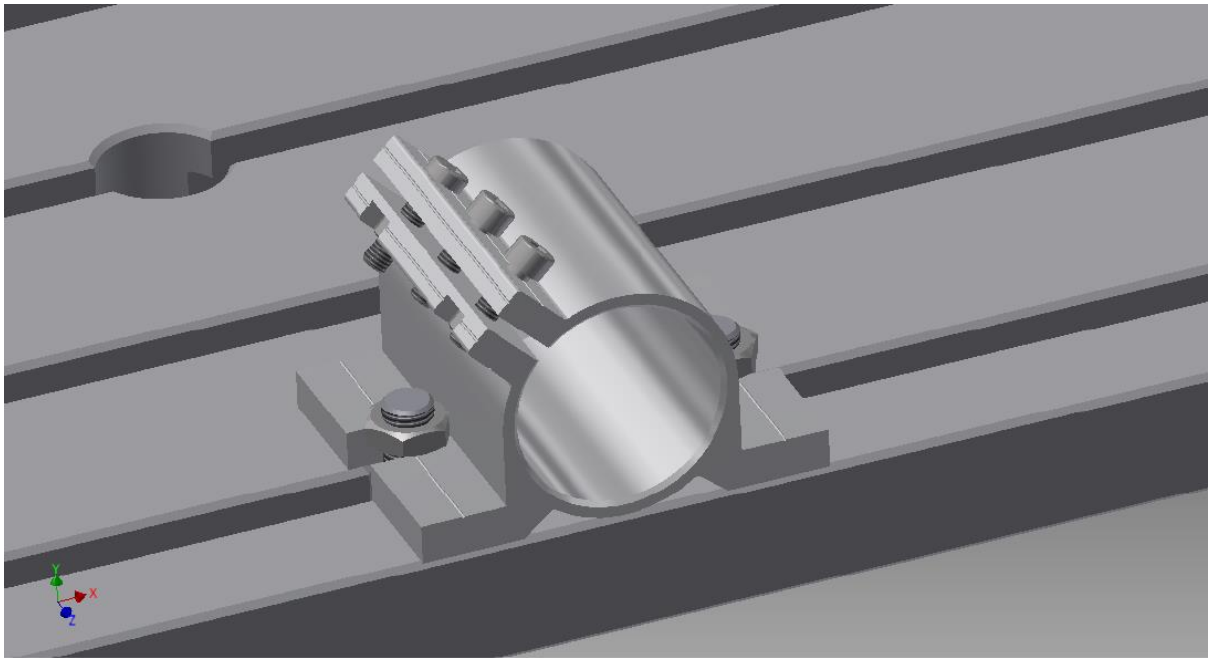
Η συγκεκριμένη ιδιοσυσκευή είναι σχεδιασμένη για να συγκρατεί σωλήνες ορισμένων διαστάσεων που θα υποστούν μηχανουργική κατεργασία.



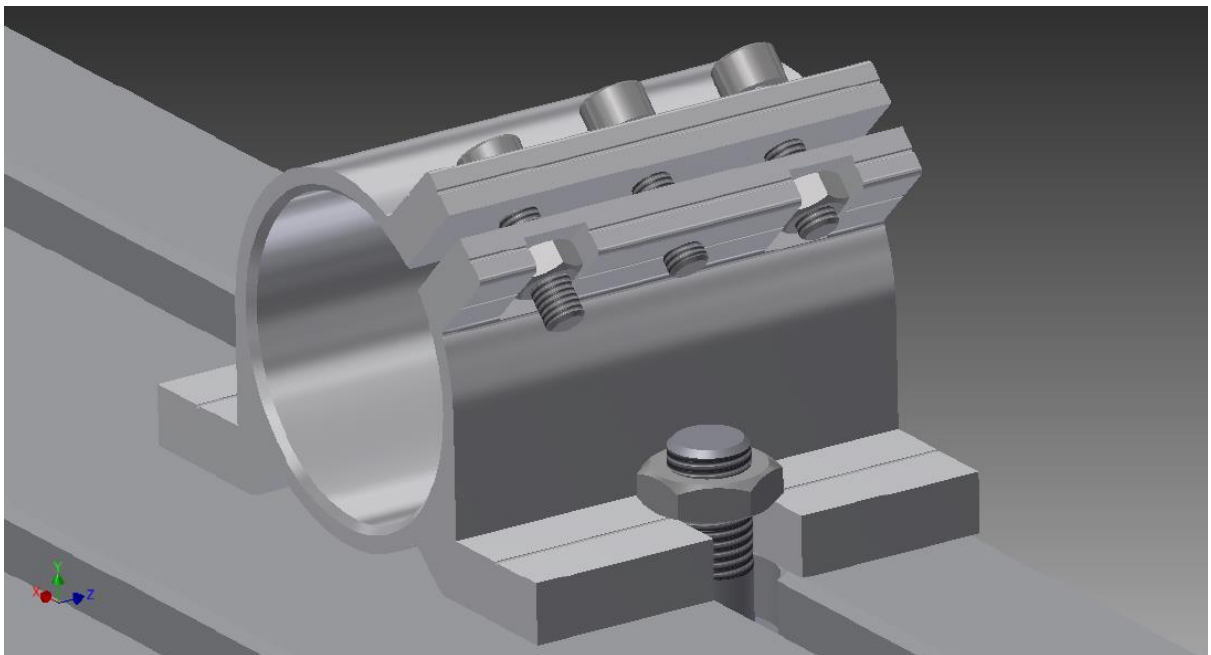
Εικόνα 36: Τρισδιάστατο μοντέλο.



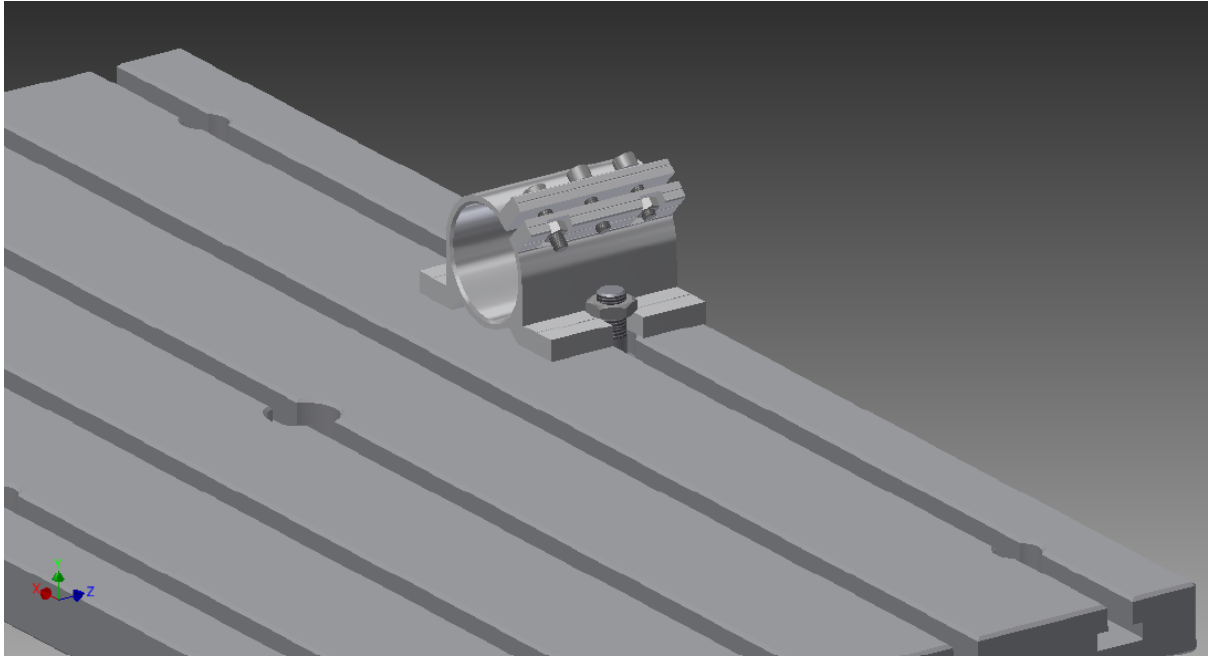
Εικόνα 37: Τρισδιάστατο μοντέλο από άλλη οπτική γωνία.



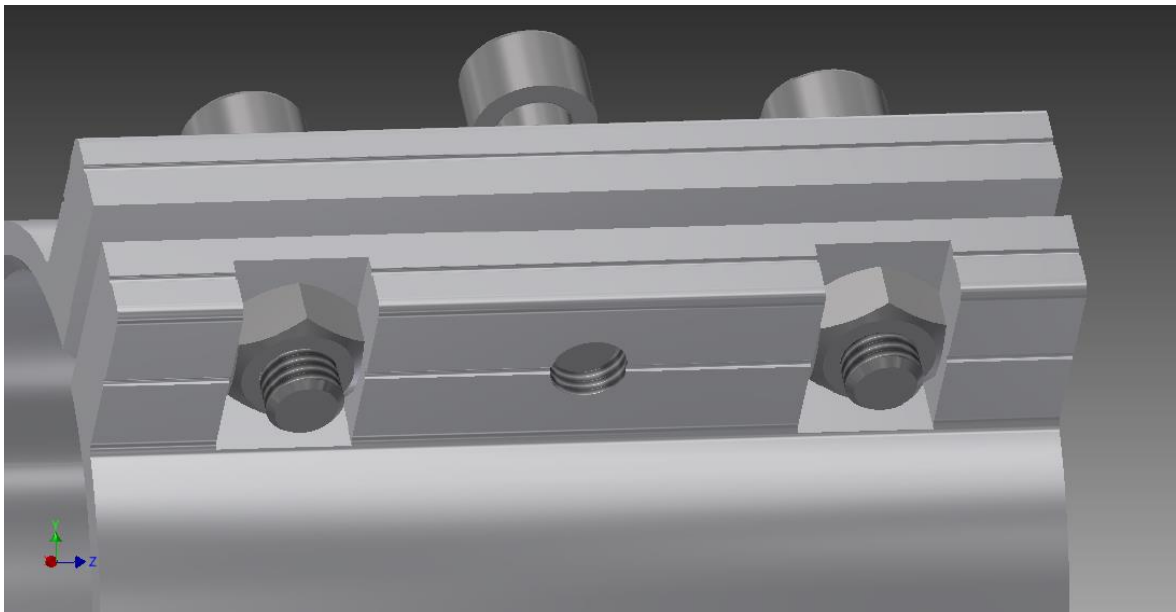
Εικόνα 38: Ιδιοσυσκευή προσδεδεμένη στην τράπεζα.



Εικόνα 39: Ιδιοσυσκευή προσδεδεμένη στην τράπεζα από άλλη οπτική γωνία.



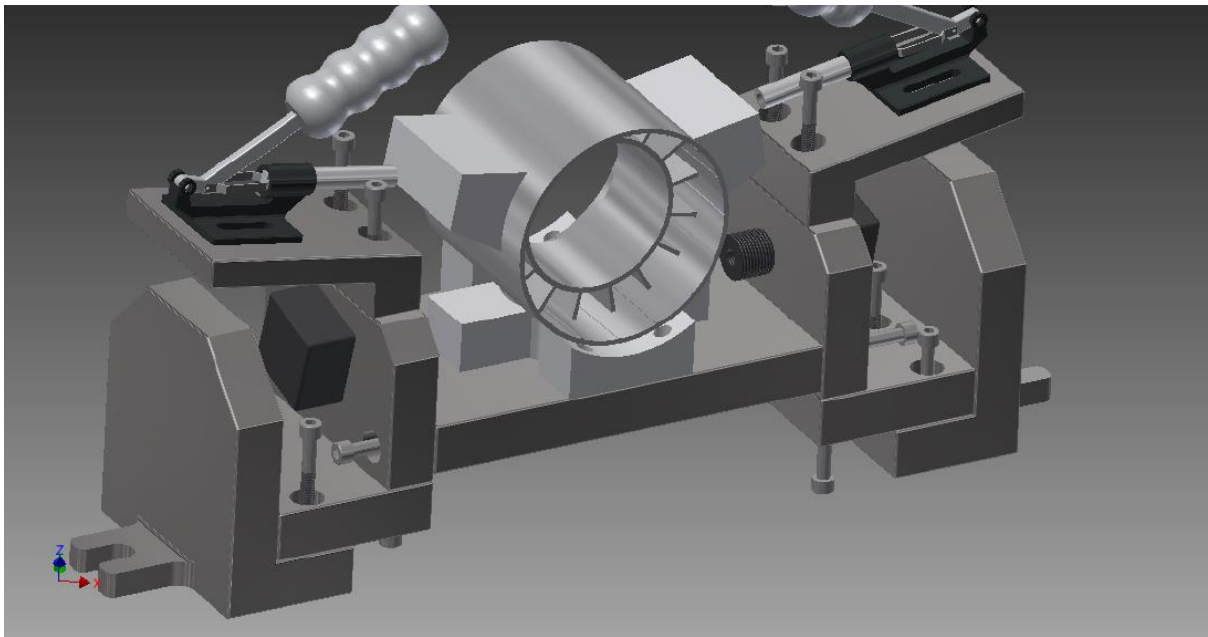
Εικόνα 40: Ιδιοσυσκευή προσδεμένη στην τράπεζα από άλλη οπτική γωνία.



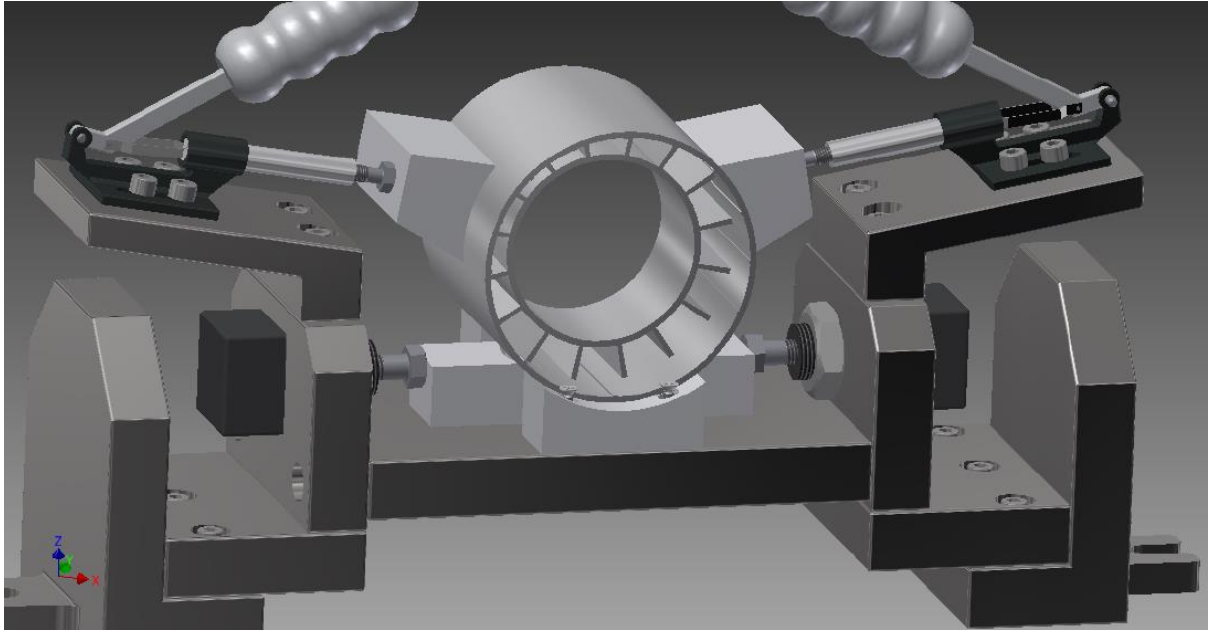
Εικόνα 41: Λεπτομέρεια οπών και κοχλίων.

5.6 ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΗ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΟΣ ΤΥΠΟΥ T

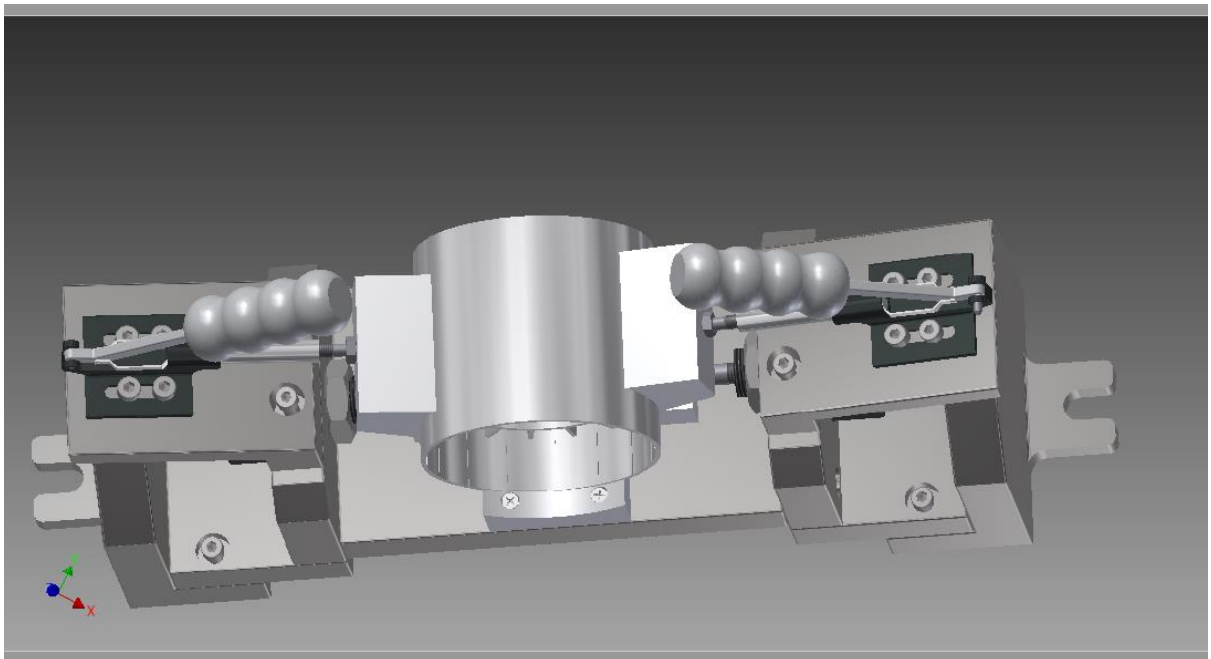
Η παρακάτω ιδιοσυσκευή επιτρέπει την συγκράτηση συγκεκριμένου εξαρτήματος αεροσκάφους κυλινδρικής μορφής τύπου T. Η διάταξη της ιδιοσυσκευής αποτελείται από μοχλούς ταχείας ασφάλισης και απασφάλισης του προς κατεργασία δοκιμίου. Για να διατηρηθεί ανέπαφη η επιφάνεια του δοκιμίου χρησιμοποιούνται ειδικές προστατευτικές προσθήκες που παρεμβάλλονται μεταξύ του άκρου του μοχλού και του δοκιμίου.



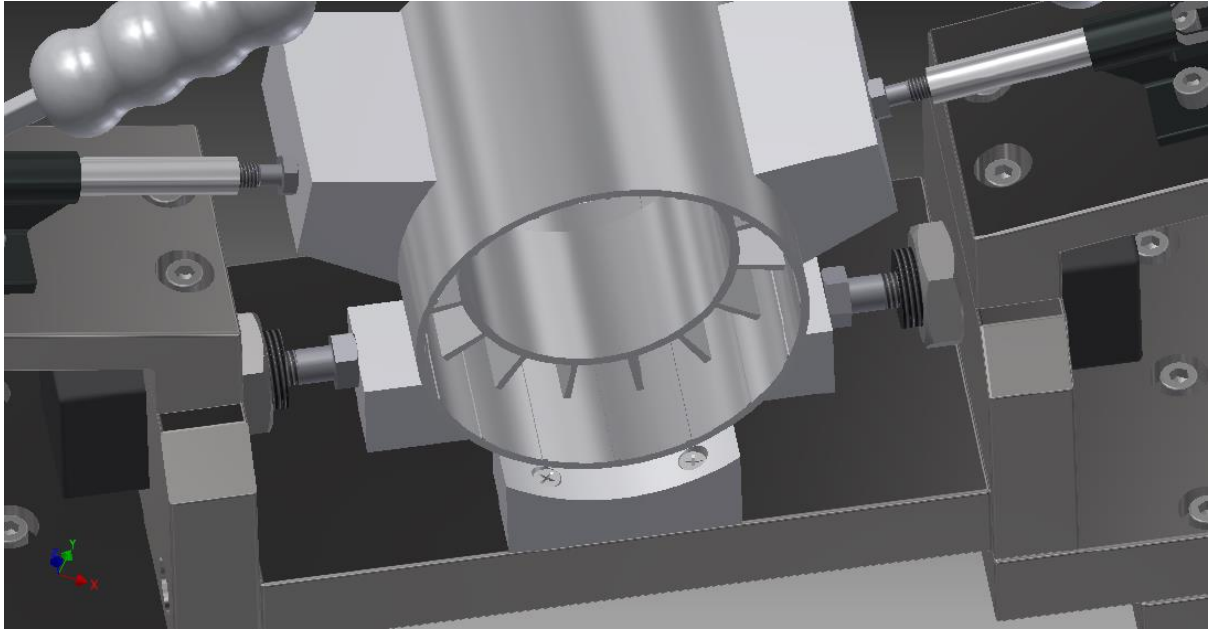
Εικόνα 42: Τρισδιάστατο μοντέλο συναρμολογήματος.



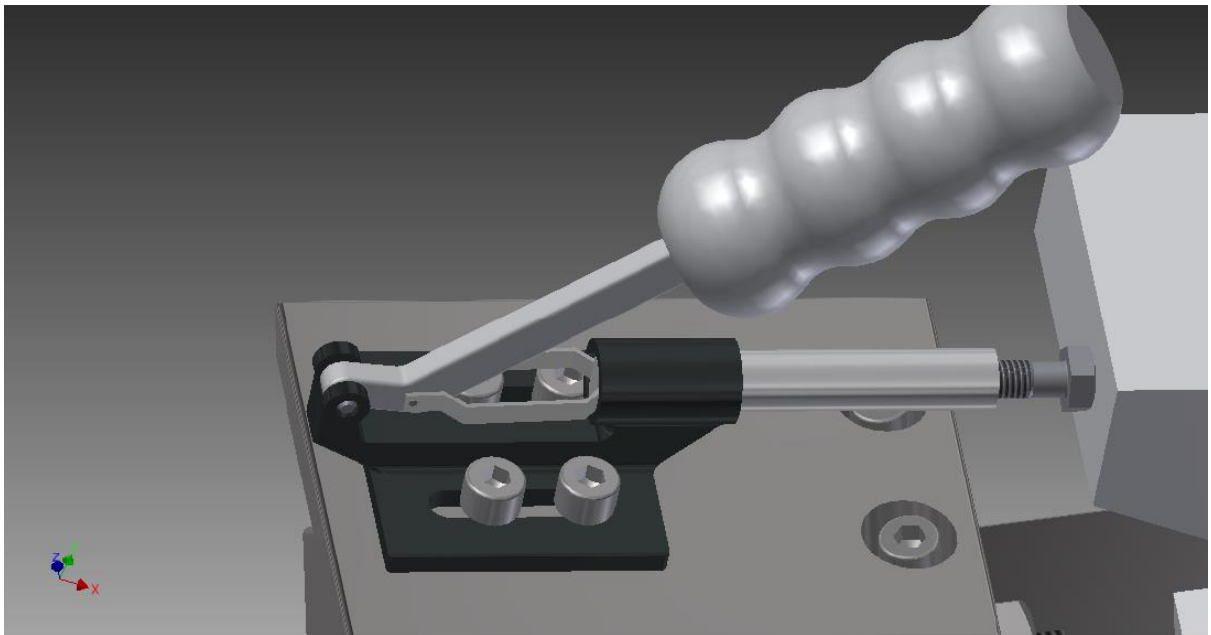
Εικόνα 43: Τρισδιάστατη απεικόνιση συναρμολογήματος.



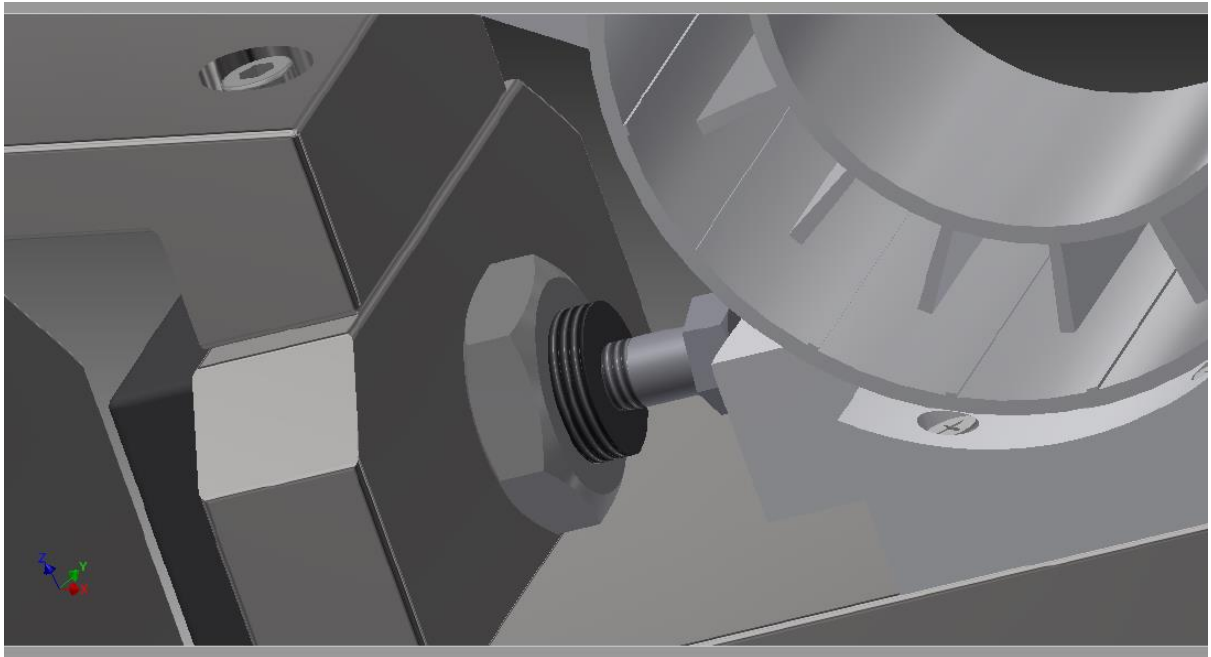
Εικόνα 44 : Τρισδιάστατη απεικόνιση συναρμολογήματος άνωθεν.



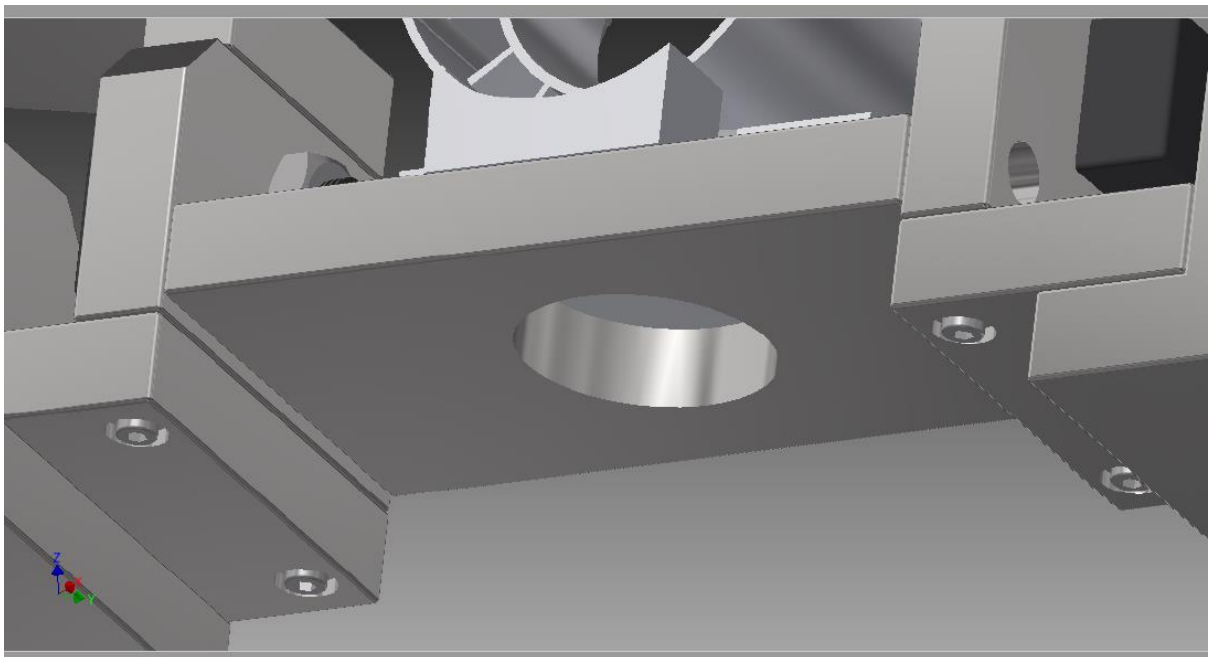
Εικόνα 45: Λεπτομέρεια συγκράτησης δοκιμίου στην ιδιοσυσκευή.



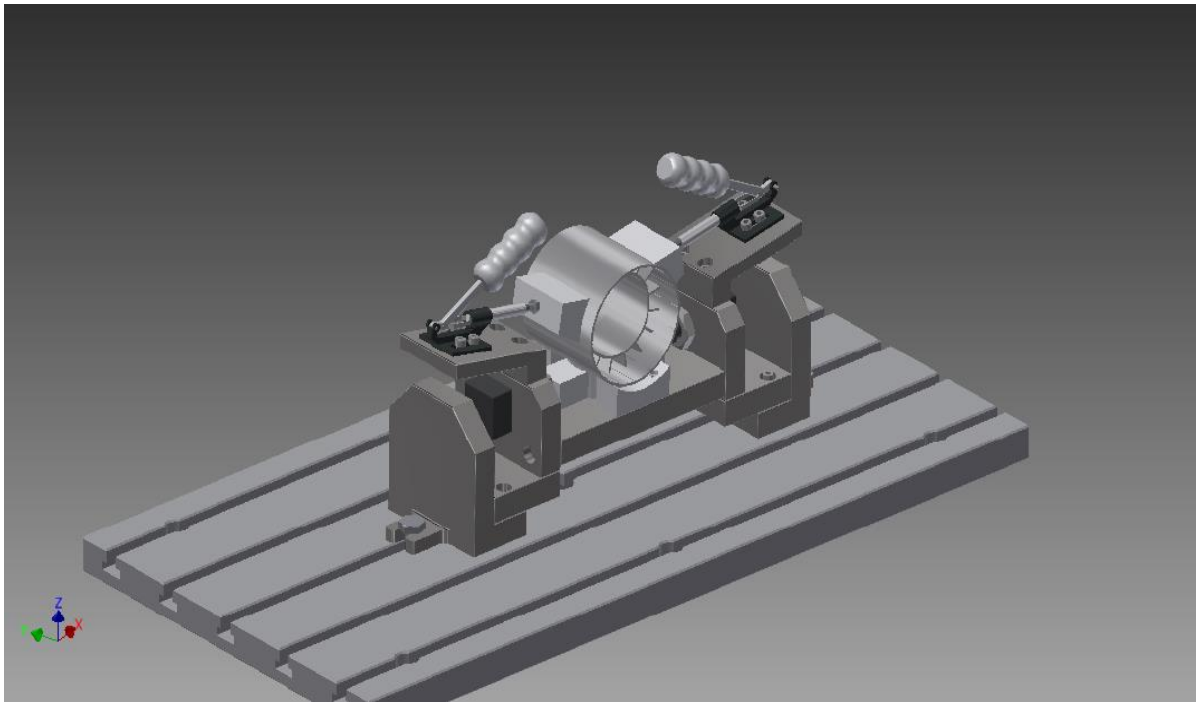
Εικόνα 46: Βραχίονας σύσφιξης.



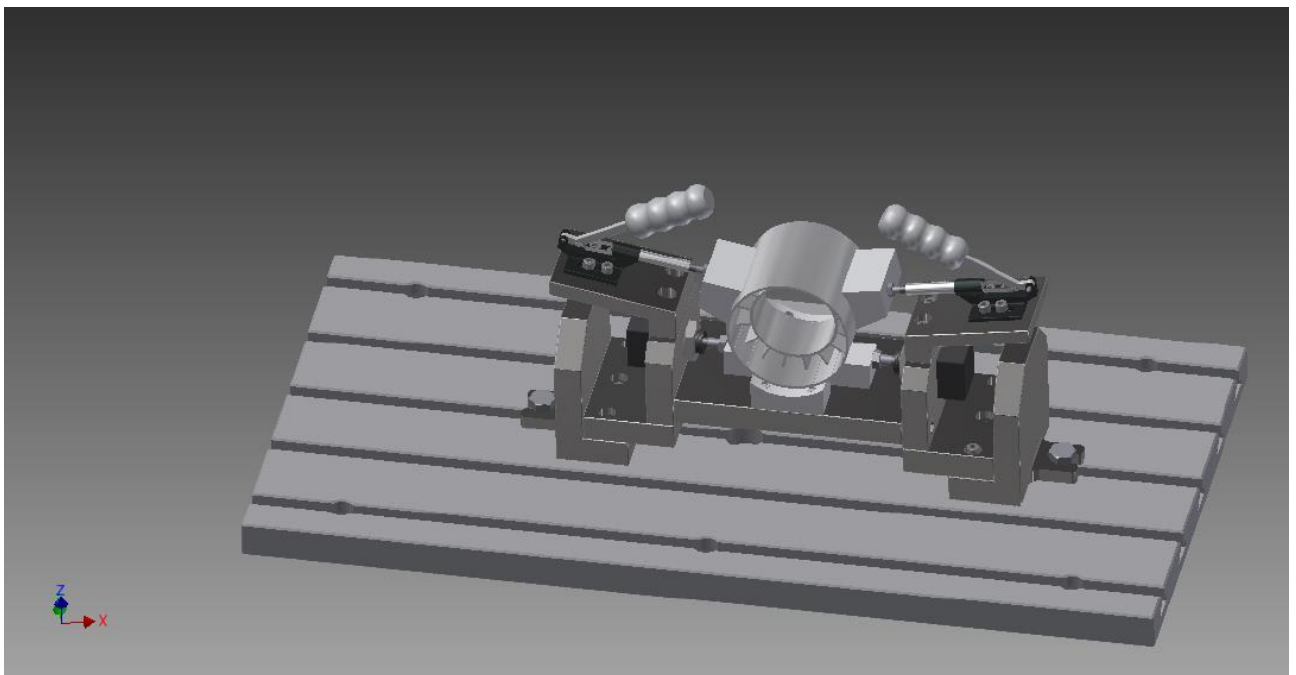
Εικόνα 47: Λεπτομέρεια συγκράτησης βάσης.



Εικόνα 48: Οπή τοποθέτησης κυλινδρικού δοκιμίου.



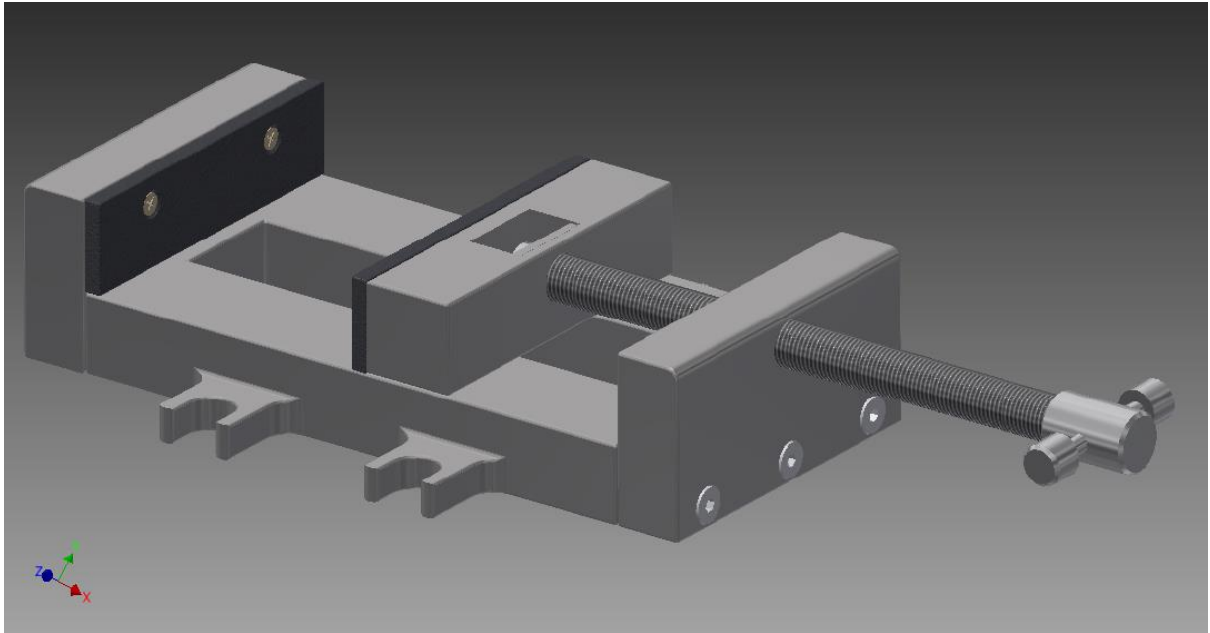
Εικόνα 49: Συναρμολόγημα προσδεδεμένο στην τράπεζα



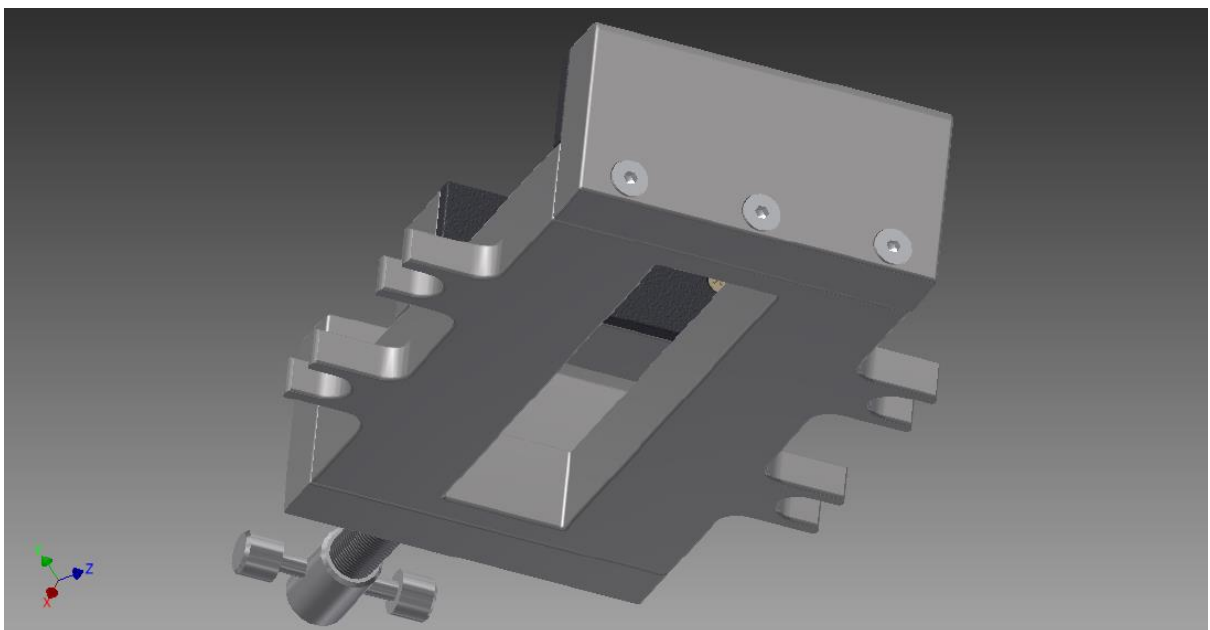
Εικόνα 50: Συναρμολόγημα προσδεδεμένο στην τράπεζα από άλλη οπτική γωνία.

5.7 ΜΕΓΓΕΝΗ ΑΠΛΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΜΕ ΚΟΧΛΙΑ ΣΥΣΦΙΞΗΣ ΓΙΑ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ

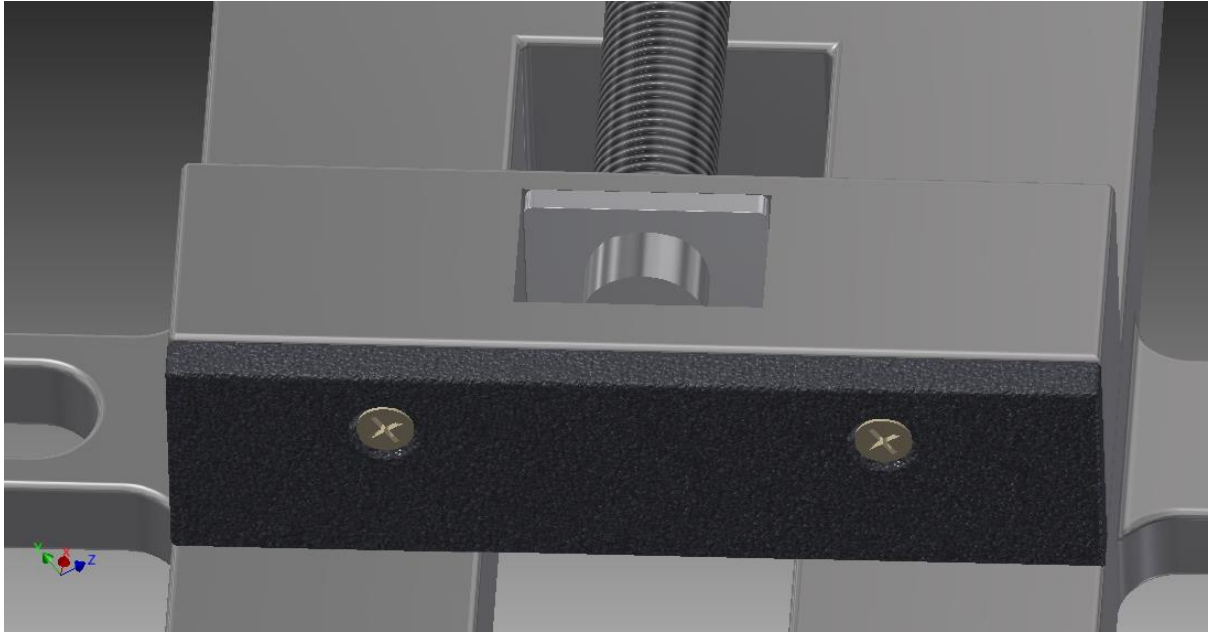
Η συγκεκριμένη ιδιοσυσκευή είναι μια κλασικής μορφής μέγγενη με κοχλία σύσφιξης που εξασφαλίζει την σταθερή συγκράτηση του δοκιμίου.



Εικόνα 51: Τρισδιάστατο μοντέλο συναρμολογήματος



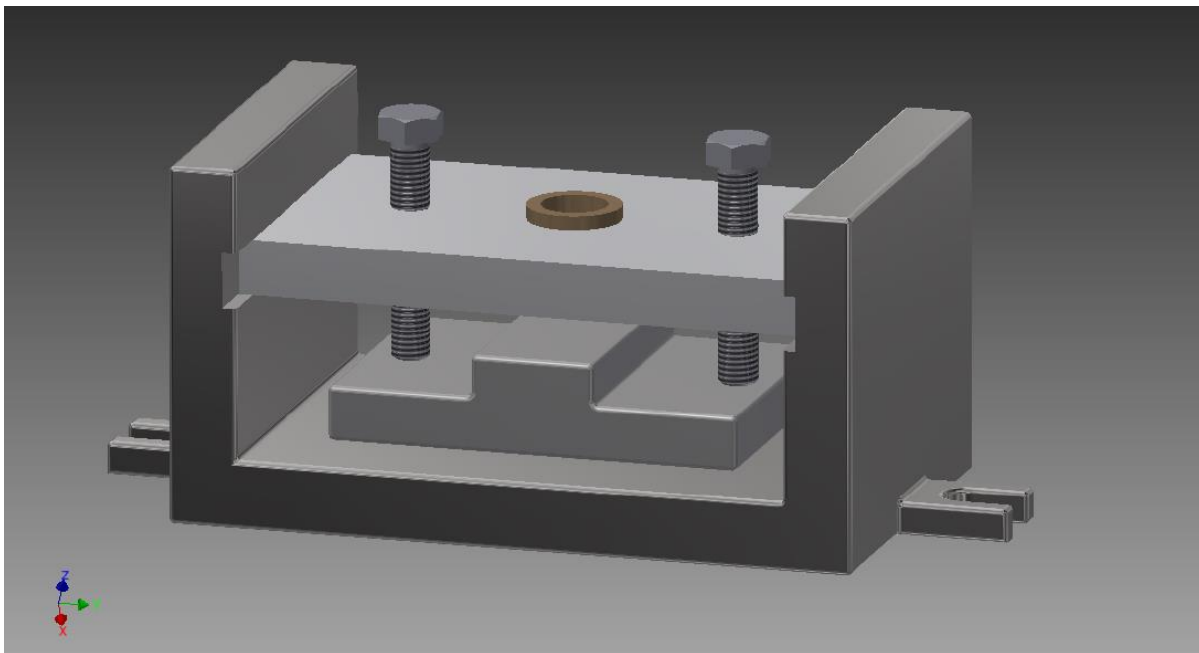
Εικόνα 52: Τρισδιάστατο μοντέλο συναρμολογήματος κάτωθεν.



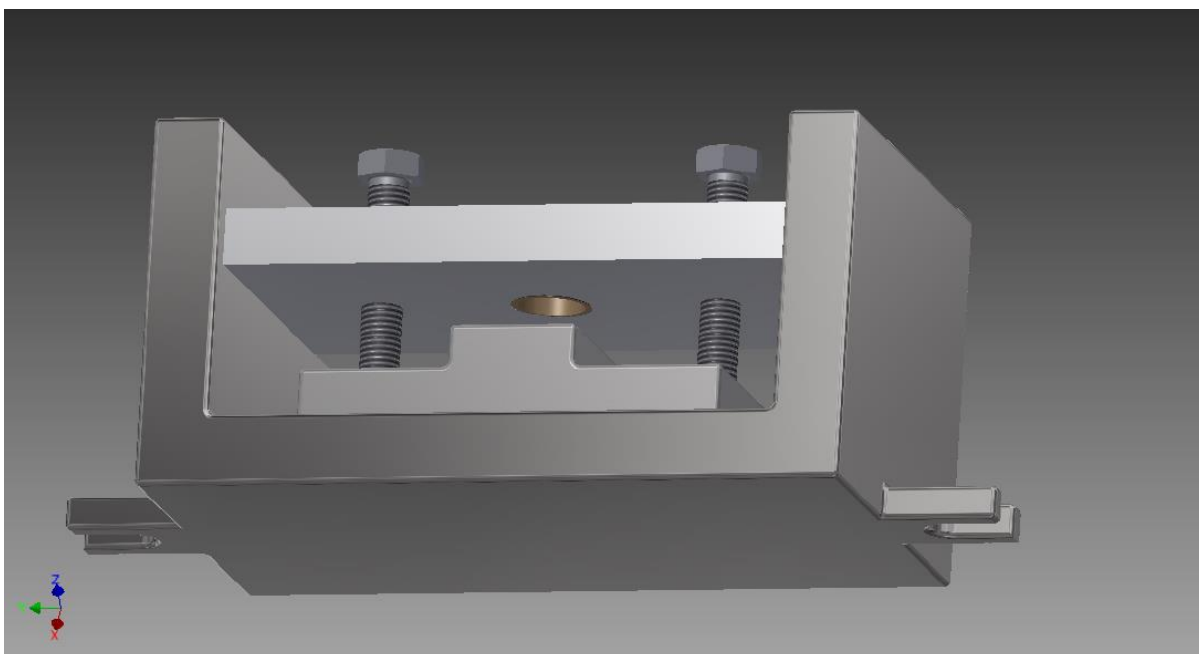
Εικόνα 53: Λεπτομέρεια σύνδεσης άξονα.

5.8 ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΗ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΓΙΑ ΔΙΑΝΟΙΞΗ ΟΠΩΝ

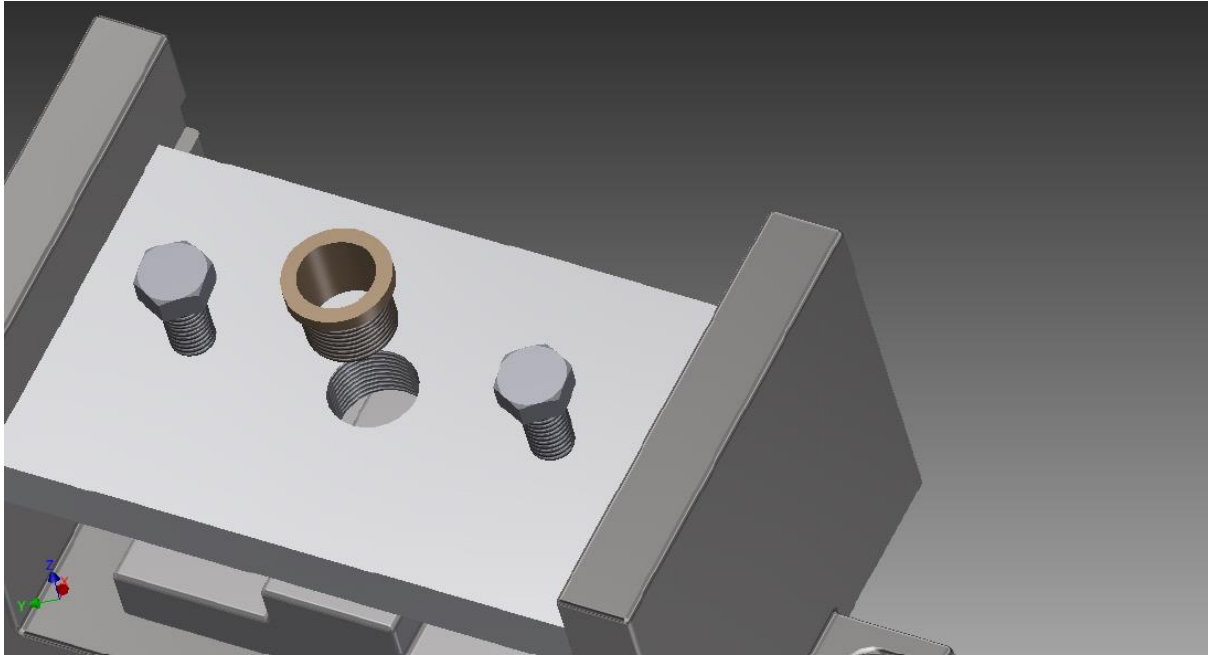
Η συγκεκριμένη ιδιοσυσκευή χρησιμοποιείται για την διάνοιξη οπών με φρεζοδράπανο σε δοκίμια. Διαθέτει κοχλίες για την συγκράτηση του δοκιμίου σε σταθερή θέση καθώς και οδηγό ποικίλων διαμέτρων ανάλογα με το μέγεθος του κοπτικού.



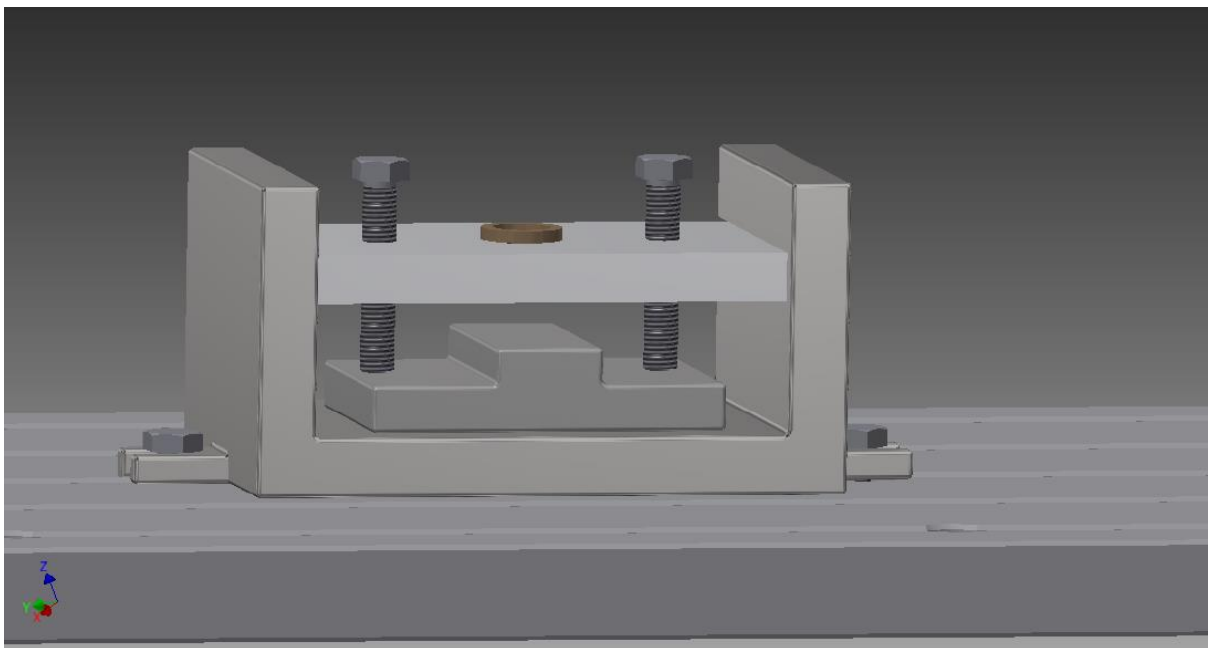
Εικόνα 54: Τρισδιάστατο μοντέλο συναρμολογήματος.



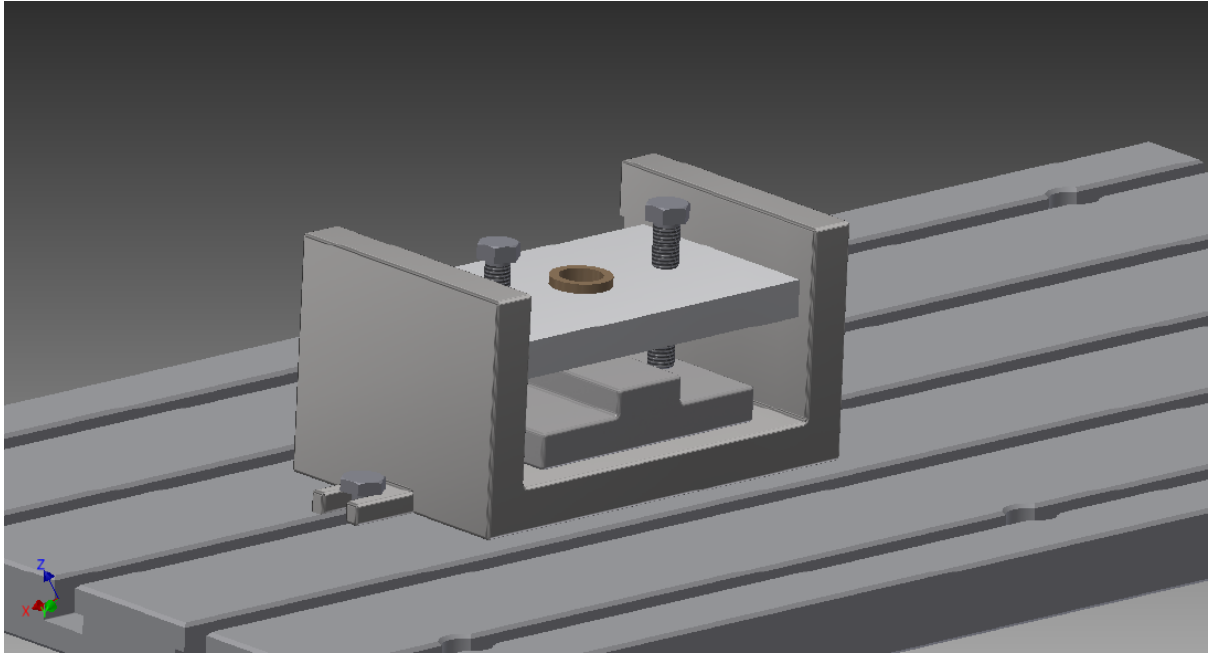
Εικόνα 55: Τρισδιάστατο μοντέλο συναρμολογήματος από άλλη οπτική γωνία.



Εικόνα 56: Τρισδιάστατο μοντέλο από πάνω.



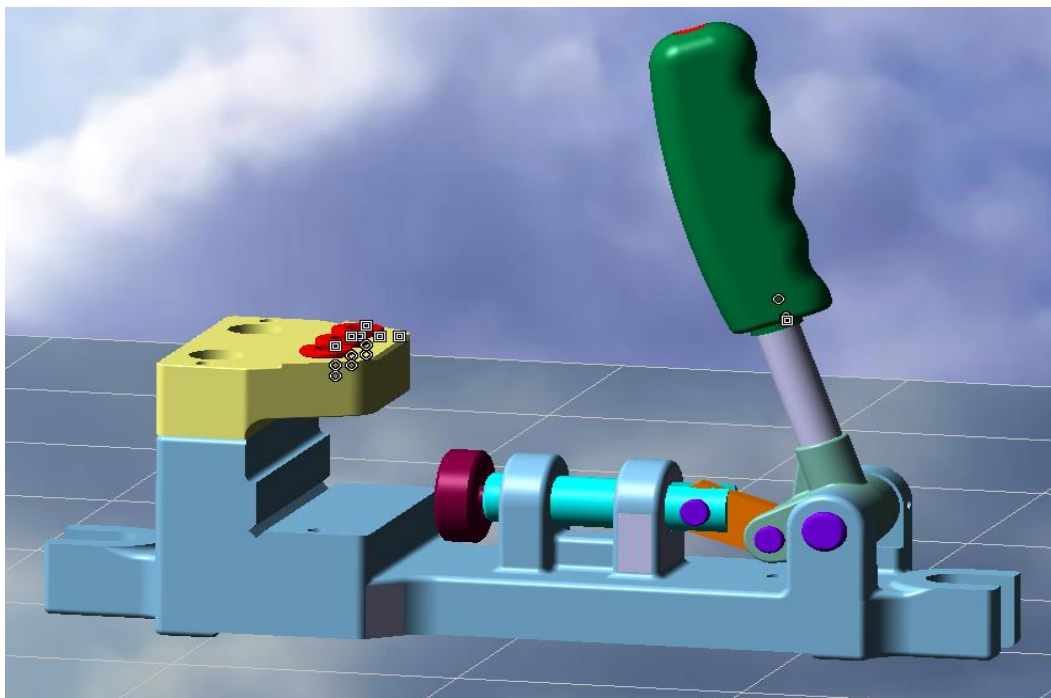
Εικόνα 57: Συναρμολόγημα προσδεδεμένο στην τράπεζα.



Εικόνα 58: Συναρμολόγημα προσδεδεμένο στην τράπεζα από άλλη οπτική γωνία.

5.9 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΗΣ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΜΟΧΛΟ

Παρακάτω παρατίθεται η εικόνα του πρώτου δοκιμίου που μας δόθηκε προκειμένου να σχεδιαστεί. Η συγκεκριμένη ιδιοσυσκευή χρησιμοποιείται για τη συγκράτηση σύνθετων εξαρτημάτων προς κατεργασία. Η διάταξη της, επιτρέπει τη δυνατότητα σύσφιξης αντικειμένου με ευκολία στην ασφάλιση και απασφάλισή του μέσω του χειροκίνητου μοχλού στη θέση που απαιτείται. Για την υλοποίηση του σχεδιασμού του συγκεκριμένου δοκιμίου ήταν αναγκαία η ανάλυση της ιδιοσυσκευής σε επιμέρους εξαρτήματα με σκοπό να σχεδιαστούν μεμονωμένα. Κατόπιν αυτού πραγματοποιήθηκε η συναρμολόγηση τους (assembly) για τη δημιουργία του τελικού αντικειμένου.



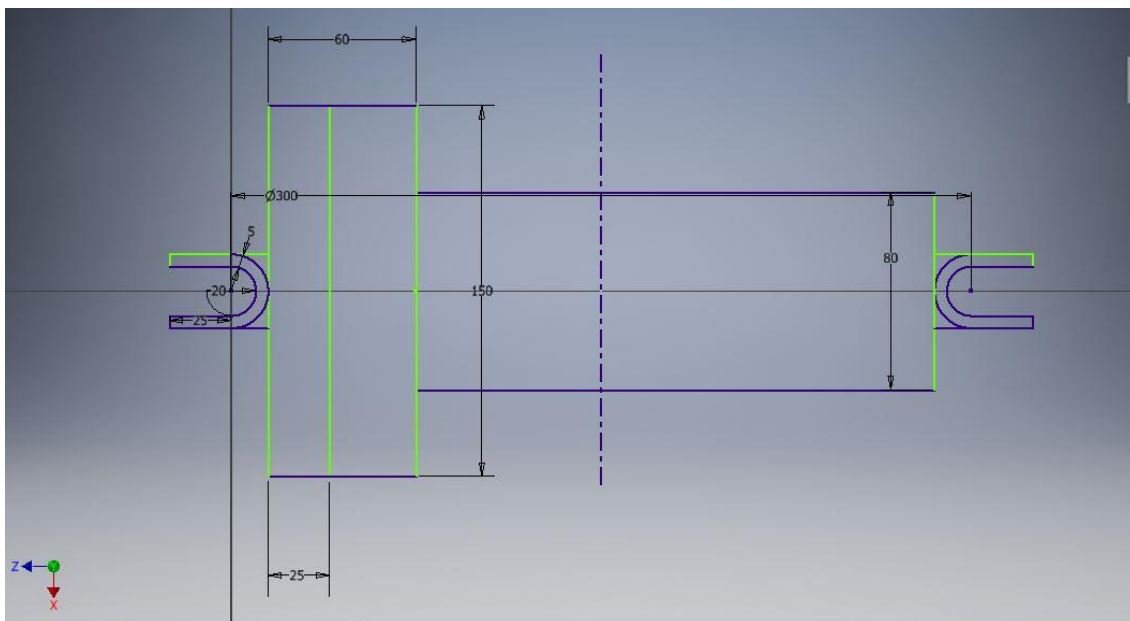
Εικόνα 59: Δοκίμιο που μας δόθηκε μοντελοποιημένο στο πρόγραμμα CATIA.

Παρακάτω αναλύεται βήμα - βήμα η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε προκειμένου να σχεδιαστεί το πρώτο αντικείμενο το οποίο διαχωρίστηκε σε 6 επιμέρους εξαρτήματα(parts).

Εξάρτημα 1°

Βήμα 1° : Δισδιάστατη σχεδίαση με τη λειτουργία **sketch**.

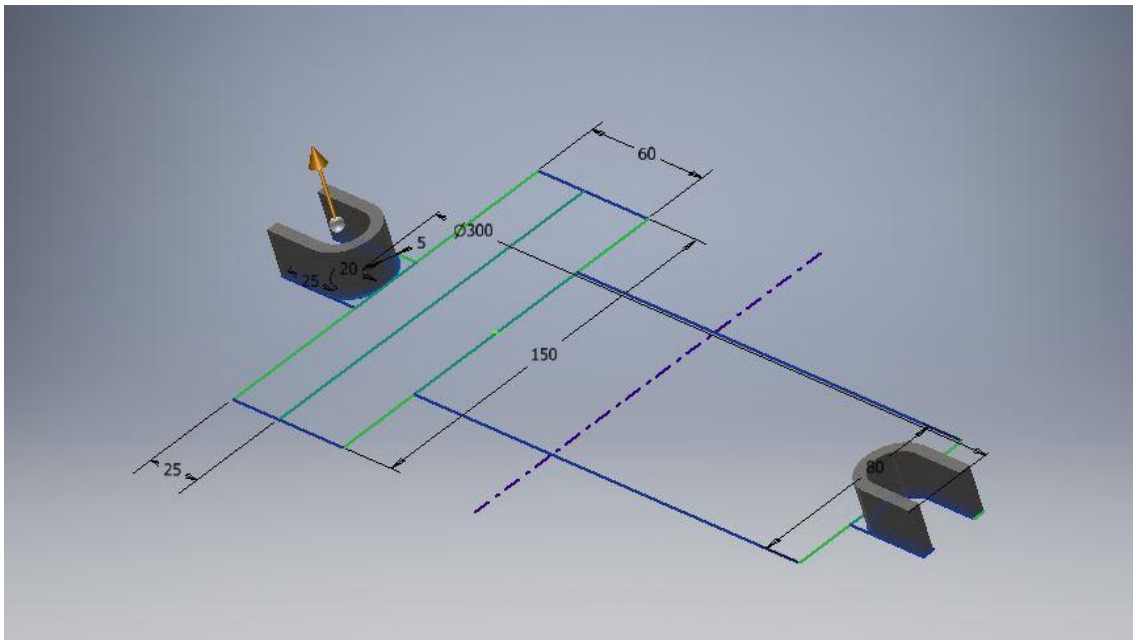
Με τη χρήση των εντολών **line,circle,point** και **trim** (όπου αυτό ήταν απαραίτητο) έγινε η μοντελοποίηση του εξαρτήματος σε 2 διαστάσεις. Στη συνέχεια, με την εντολή **dimension** προστέθηκαν οι ελάχιστες δυνατές διαστάσεις που είναι απαραίτητες για την μελλοντική πραγματική υλοποίηση του εξαρτήματος.



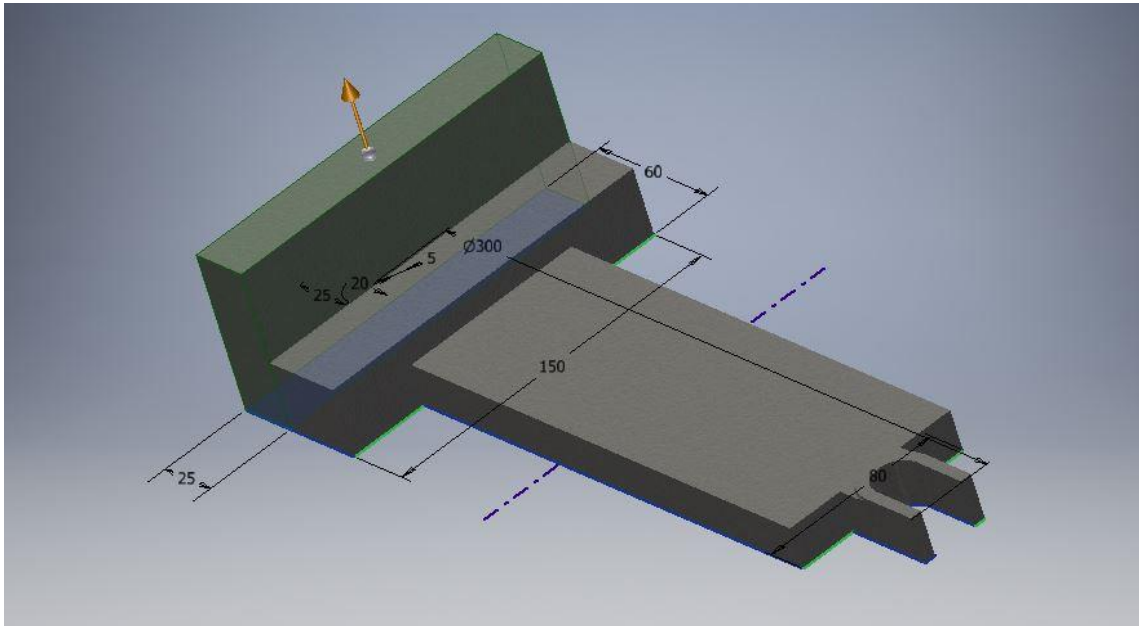
Εικόνα 60: Δισδιάστατο μοντέλο πρώτου εξαρτήματος.

Βήμα 2^ο: Τρισδιάστατο μοντέλο με τη λειτουργία **extrude**

Έχοντας ολοκληρώσει τη δισδιάστατη μοντελοποίηση, με την εντολή **finish sketch**, δίνουμε όγκο στο αντικείμενο με την εντολή **extrude** για την μοντελοποίηση της τρισδιάστατης μορφής του. Οι τιμές των διαστάσεων του **extrude** των επιμέρους οριοθετημένων τμημάτων του **sketch** καθορίζονται από τις επιθυμητές διαστάσεις του καθενός στον κάθετο άξονα.



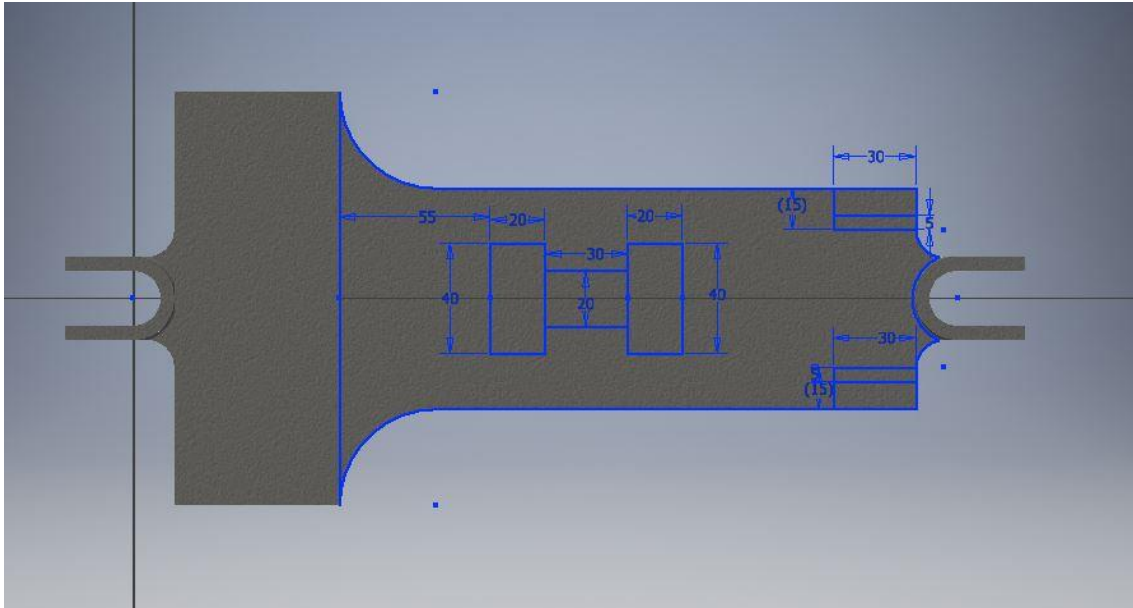
Εικόνα 61: Τρισδιάστατο μοντέλο πρώτου εξαρτήματος.



Εικόνα 62: Τρισδιάστατο μοντέλο πρώτου εξαρτήματος.

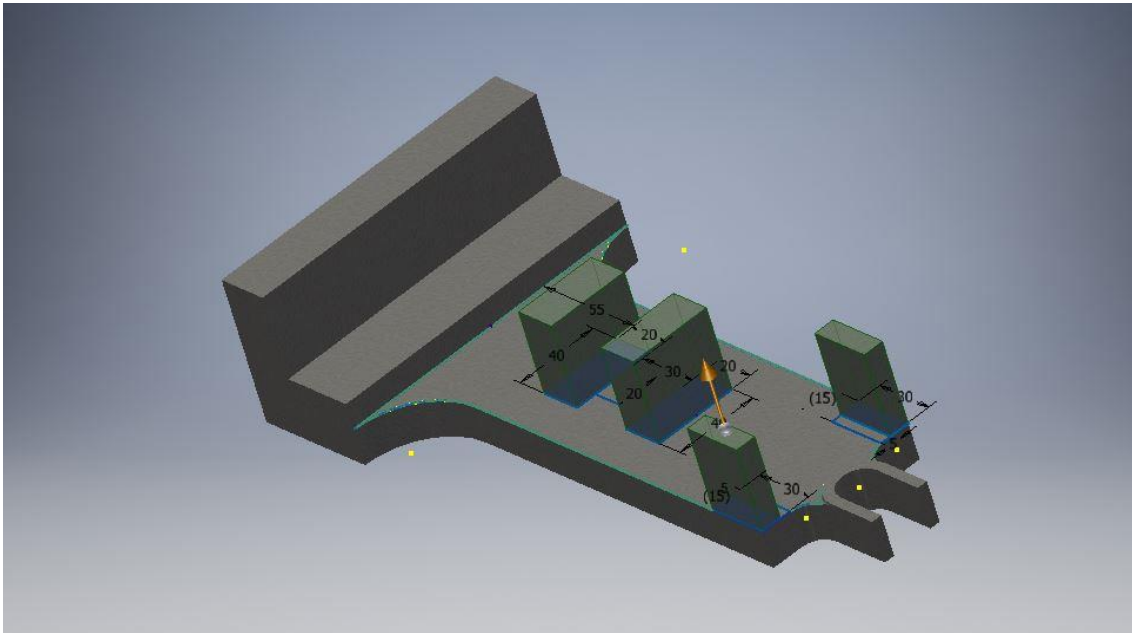
Βήμα 3^ο: Χρήση της εντολής **sketch** για σχεδίαση σε επιλεγμένη επιφάνεια του εξαρτήματος.

Στο τρισδιάστατο μοντέλο του εξαρτήματος που δημιουργήθηκε παραπάνω με τη χρήση του sketch και των εντολών **line** και **rectangle** σχεδιάστηκαν επιπλέον τμήματα του εξαρτήματος.



Εικόνα 63 : Άνοψη πρώτου εξαρτήματος

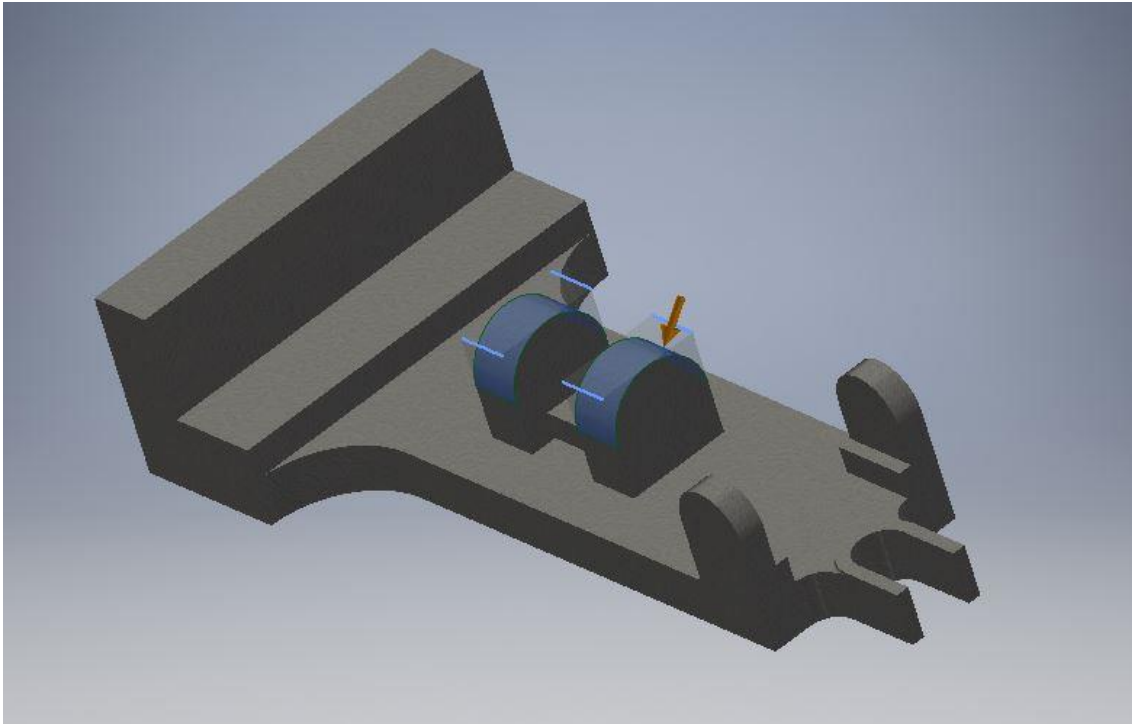
Βήμα 4^ο : Χρήση εντολής **extrude** όπως αναφέρθηκε στο **Βήμα 2**.



Εικόνα 64: Τρισδιάστατο μοντέλο με τη χρήση της εντολής extrude

Βήμα 5^ο : Χρήση εντολής **fillet** (Στρογγύλευση ακμών για την δημιουργία ημικυκλίου σταθερής ακτίνας)

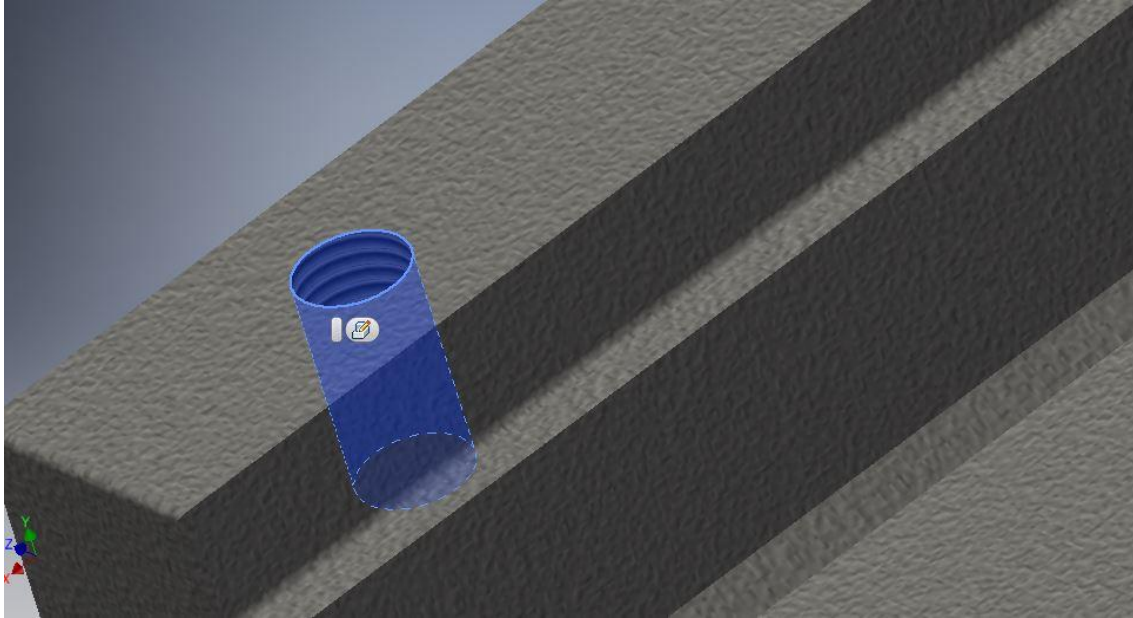
Με σκοπό τη στρογγύλευση των ακμών του εξαρτήματος ώστε να πάρουν την επιθυμητή μορφή χρησιμοποιείται η εντολή **fillet** με διαστάσεις ανάλογες της καμπυλότητας τους.



Εικόνα 65: Τρισδιάστατο μοντέλο με τη χρήση της εντολής fillet

Βήμα 6^ο : Δημιουργία οπών και σπειρώματος

Με χρήση των εντολών **hole** και **thread** δημιουργούνται οι οπές και τα σπειρώματα όπου αυτά απαιτούνται.

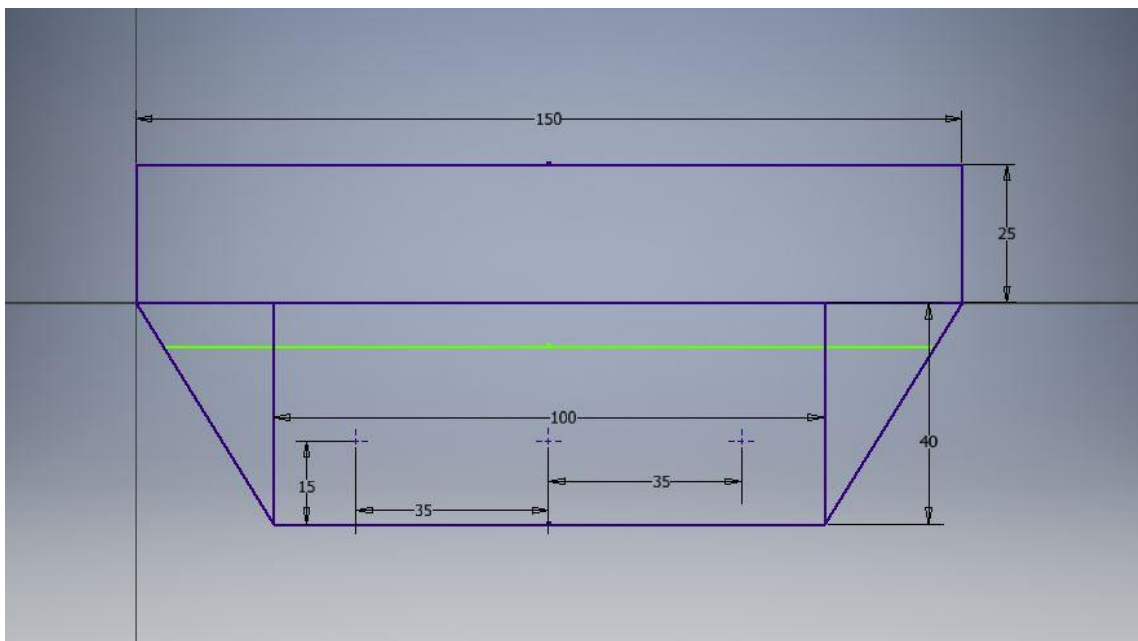


Εικόνα 66: Λεπτομέρεια χρήσης των εντολών hole και thread

Εξάρτημα 2°

Βήμα 1° : Δισδιάστατη μοντελοποίηση με τη λειτουργία **sketch**.

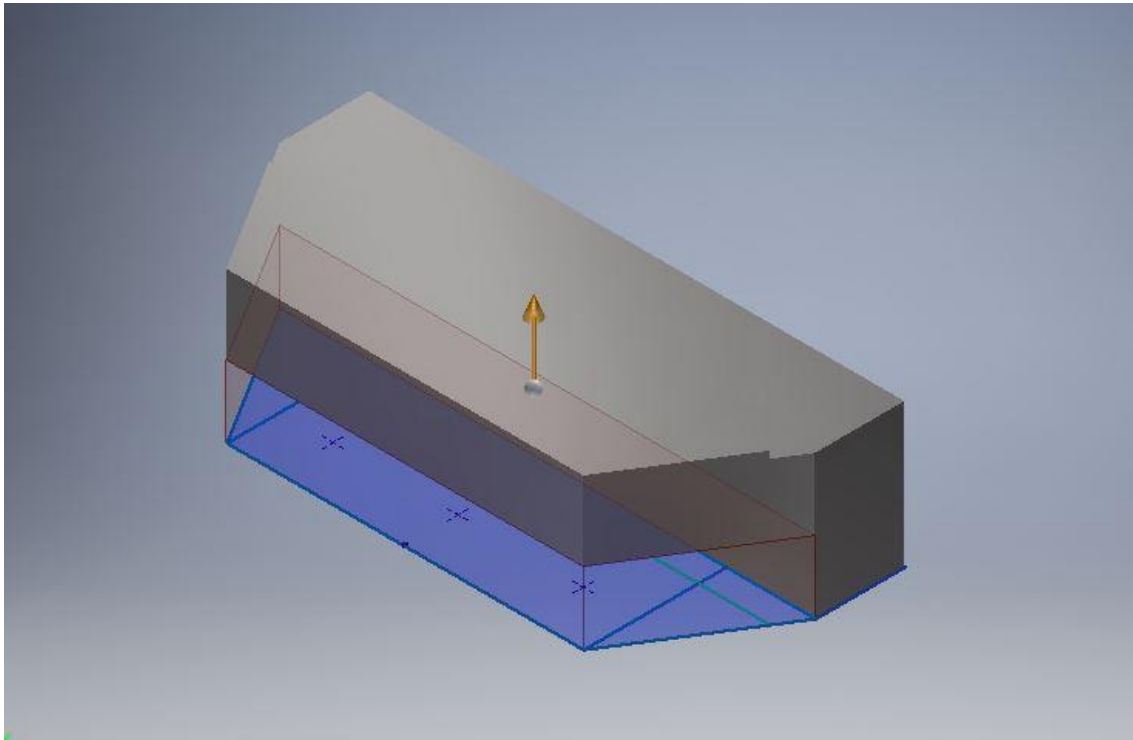
Με τη χρήση των εντολών **line**, **point** και **trim** (όπου αυτό ήταν απαραίτητο) έγινε η μοντελοποίηση του εξαρτήματος σε 2 διαστάσεις. Στη συνέχεια, με την εντολή **dimension** προστέθηκαν οι διαστάσεις του με γνώμονα το εξάρτημα στο οποίο θα συναρμολογηθεί.



Εικόνα 67: Δισδιάστατο μοντέλο δεύτερου εξαρτήματος

Βήμα 2^ο : Τρισδιάστατο μοντέλο με τη λειτουργία **extrude (cut)**

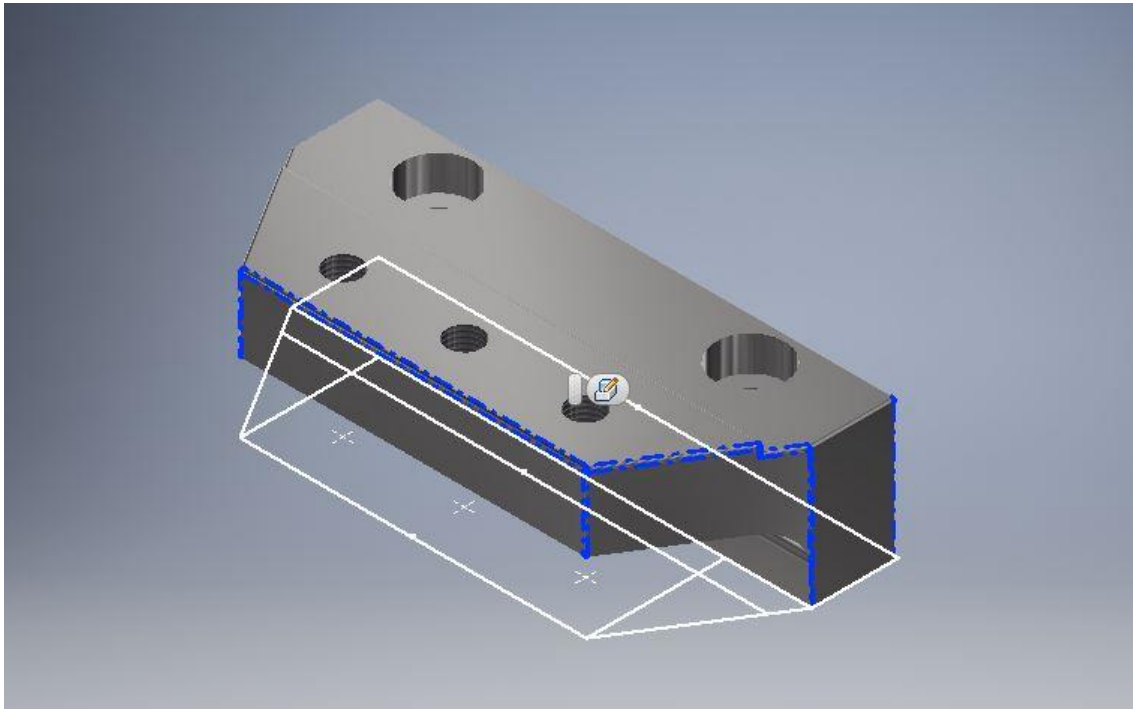
Με τη χρήση της εντολής extrude όπως προηγουμένως δόθηκε όγκος στο μοντέλο και αντίστοιχα αφαιρέθηκε ότι ήταν απαραίτητο με την παραλλαγή της (extrude cut).



Εικόνα 68: Τρισδιάστατο μοντέλο με τη χρήση της εντολής extrude cut.

Βήμα 3^ο : Δημιουργία οπών και σπειρώματος

Με χρήση των εντολών **hole** και **thread** δημιουργούνται οι οπές και τα σπειρώματα όπου αυτά απαιτούνται.

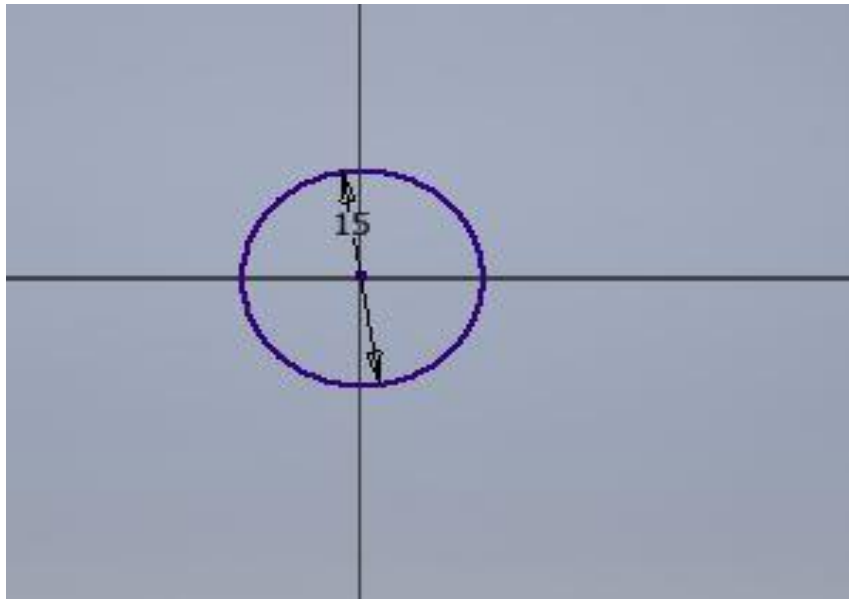


Εικόνα 69: Τρισδιάστατο μοντέλο με τη χρήση των εντολών hole και thread.

Εξάρτημα 3°

Βήμα 1° : Δισδιάστατη σχεδίαση με τη λειτουργία **sketch**.

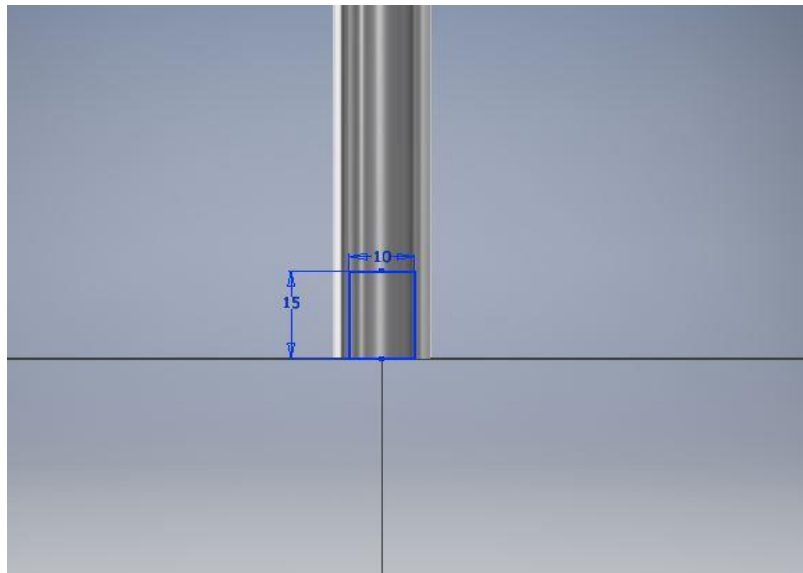
Με τη χρήση της εντολής **circle** δημιουργήθηκε κύκλος που αναπαριστά την κάτοψη του εξαρτήματος.



Εικόνα 70: Χρήση εντολής circle.

Βήμα 2^ο : Τρισδιάστατο μοντέλο με την εντολή **extrude**

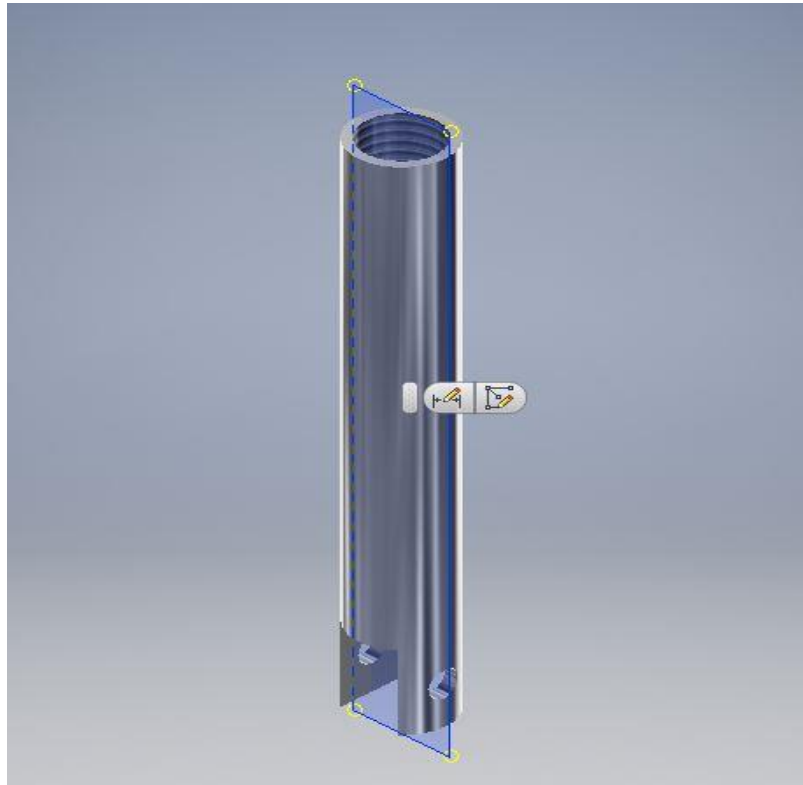
Με τη χρήση της εντολής **extrude** όπως προηγουμένως δόθηκε όγκος στο αντικείμενο. Στη συνέχεια με την εντολή **sketch** σχεδιάστηκε στο κάθετο επίπεδο του άξονα ένα τμήμα το οποίο με την εντολή **extrude cut** διαμορφώνει την εγκοπή του άξονα.



Εικόνα 71: Τρισδιάστατο μοντέλο τρίτου εξαρτήματος.

Βήμα 3^ο : Δημιουργία οπών και σπειρώματος

Με χρήση των εντολών **hole** και **thread** δημιουργούνται οι οπές και τα σπειρώματα όπου αυτά απαιτούνται.

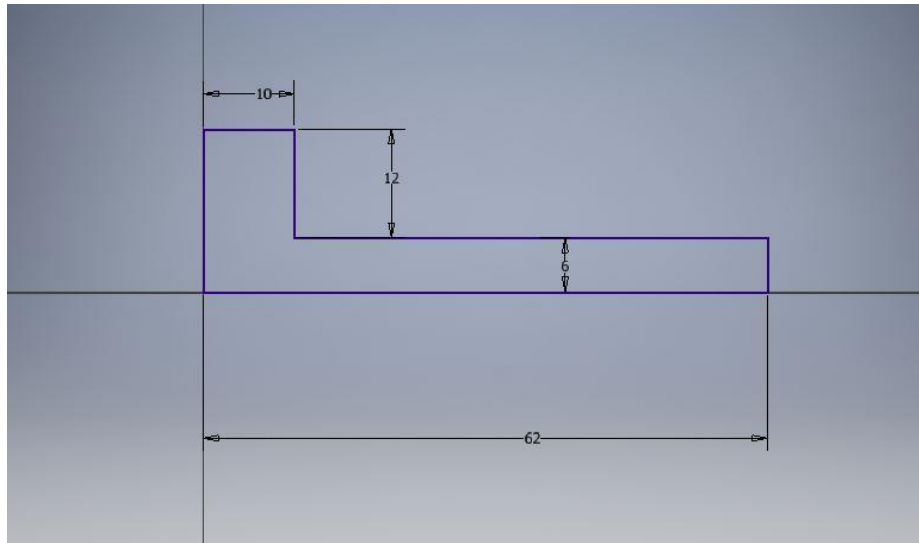


Εικόνα 72: Τρισδιάστατο μοντέλο με τη χρήση των εντολών hole και thread

Εξάρτημα 4°

Βήμα 1° : Δισδιάστατο μοντέλο με τη λειτουργία **sketch**.

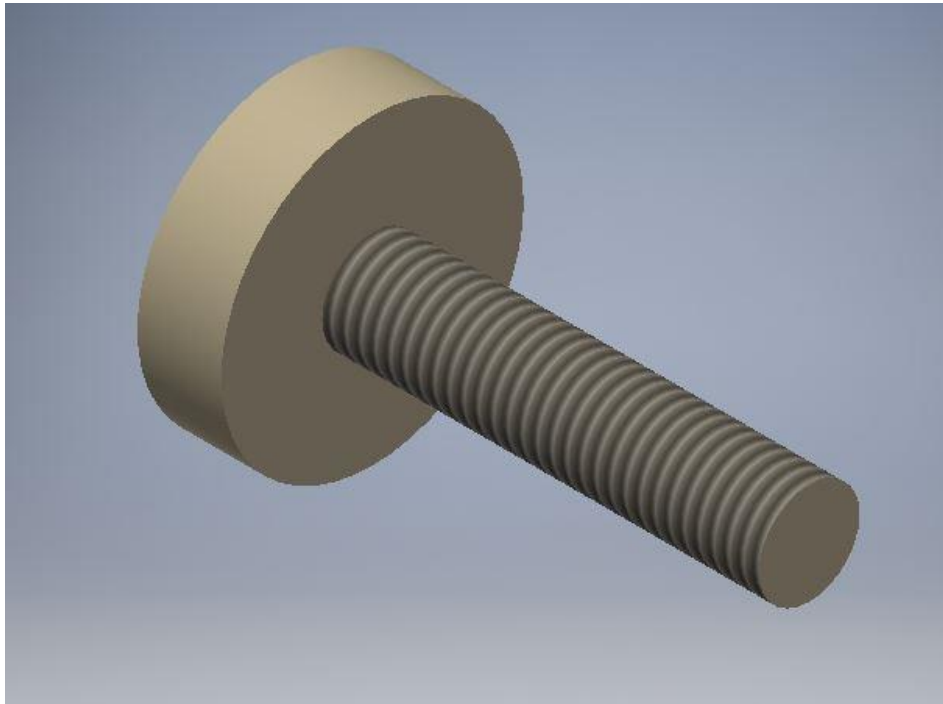
Με τη χρήση της εντολής **line** σχεδιάζουμε το τμήμα από το οποίο θα δημιουργηθεί το εξάρτημα όπως φαίνεται στο επόμενο βήμα.



Εικόνα 73: Δισδιάστατο μοντέλο τέταρτου εξαρτήματος

Βήμα 2^ο: Τρισδιάστατη απεικόνιση με τη λειτουργία **revolve**

Με τη χρήση της εντολής **revolve** προστέθηκε όγκος στο αντικείμενο με περιστροφή επιλεγμένης επιφάνειας γύρω από σταθερό άξονα. Στη συνέχεια με την εντολή **thread** έγινε σπειροτόμηση του άξονα.

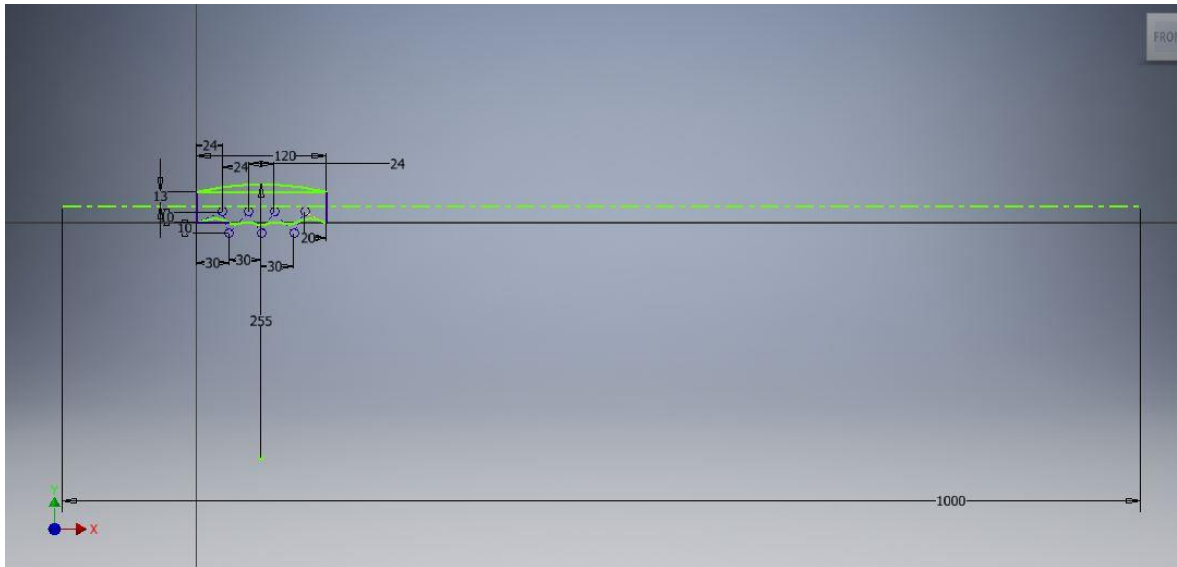


Εικόνα 74: Τρισδιάστατο μοντέλο μετά τη χρήση των εντολών **revolve** και **thread**

Εξάρτημα 5°

Βήμα 1° : Δισδιάστατο μοντέλο με τη λειτουργία **sketch**.

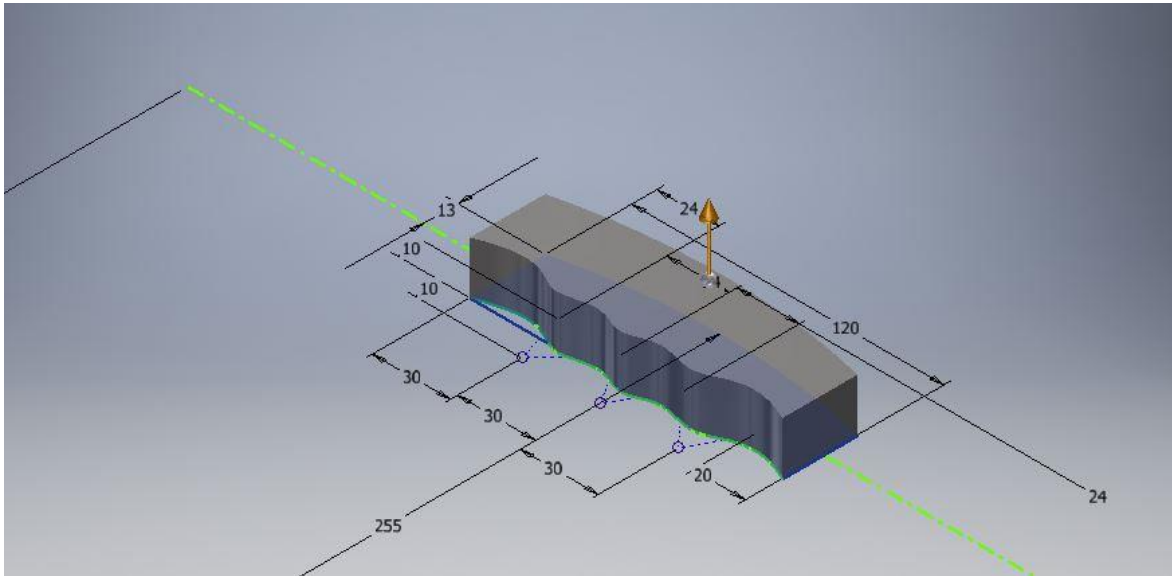
Με τη χρήση των εντολών **line**, **arc** και **center line** δημιουργήσαμε τη δισδιάστατη μορφή της λαβής



Εικόνα 75: Δισδιάστατο μοντέλο πέμπτου εξαρτήματος

Βήμα 2^ο Τρισδιάστατο μοντέλο με τη λειτουργία **extrude**

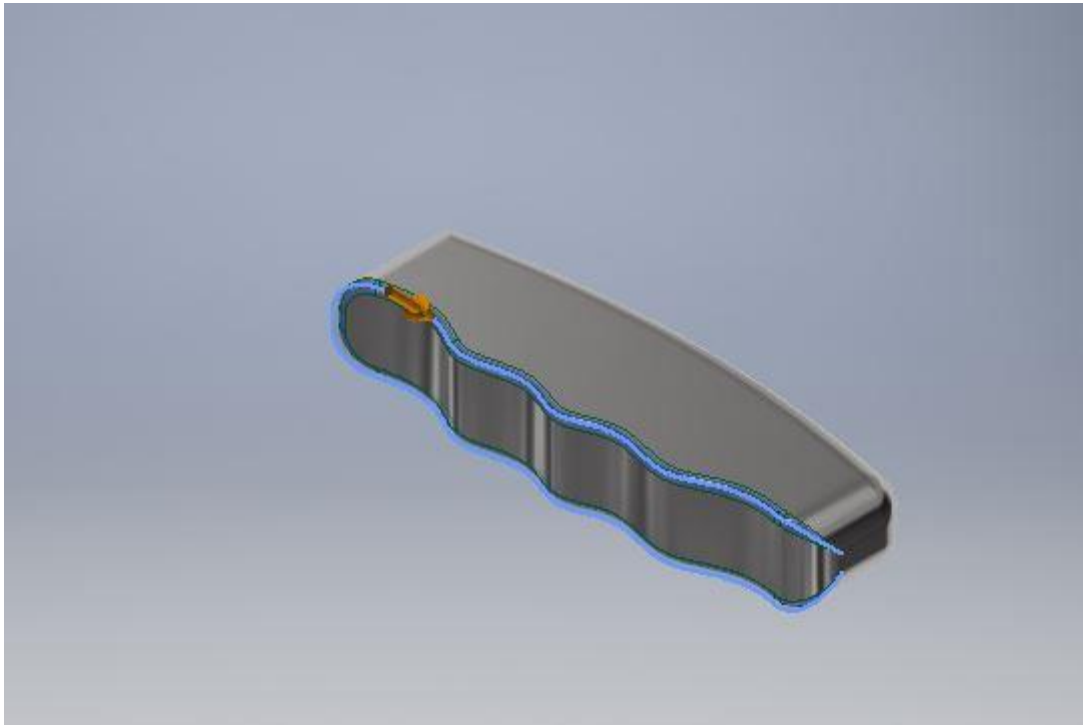
Έχοντας ολοκληρώσει τη δισδιάστατο μοντέλο, με την εντολή **finish sketch**, δίνεται όγκος στο αντικείμενο με την εντολή **extrude** για την τρισδιάστατη μοντελοποίηση του.



Εικόνα 76: Τρισδιάστατο μοντέλο με τη χρήση της εντολής **extrude**

Βήμα 3^ο Τρισδιάστατη μοντέλο με τη λειτουργία **fillet**

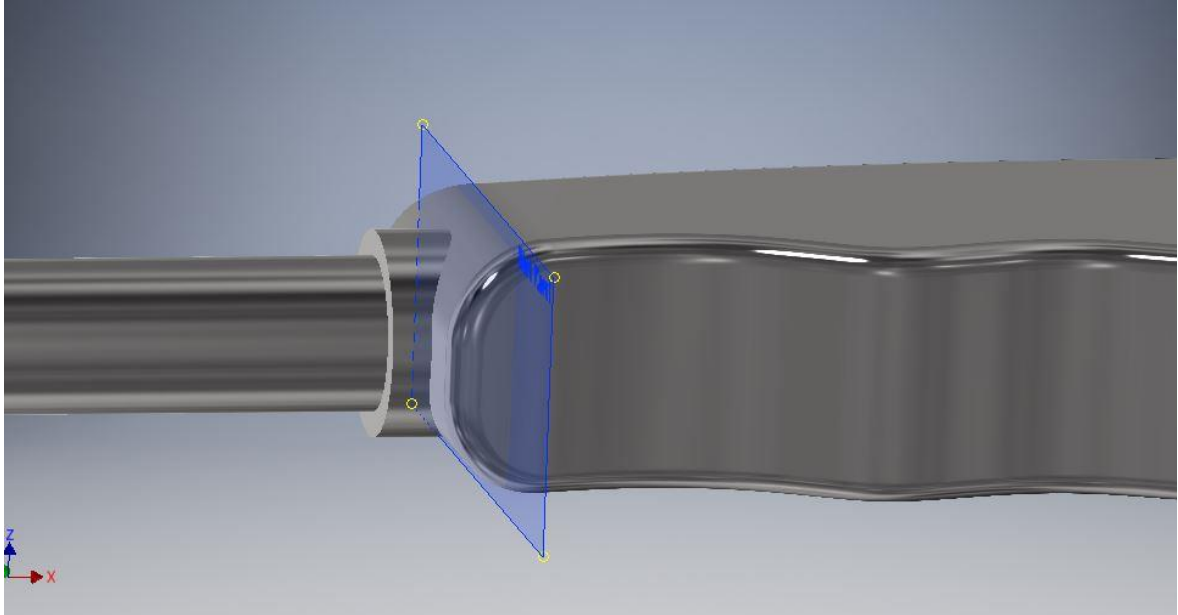
Έχοντας ολοκληρώσει την τρισδιάστατη απεικόνιση με την εντολή **fillet** απεικονίζεται το εξάρτημα με φινιρισμένες ακμές.



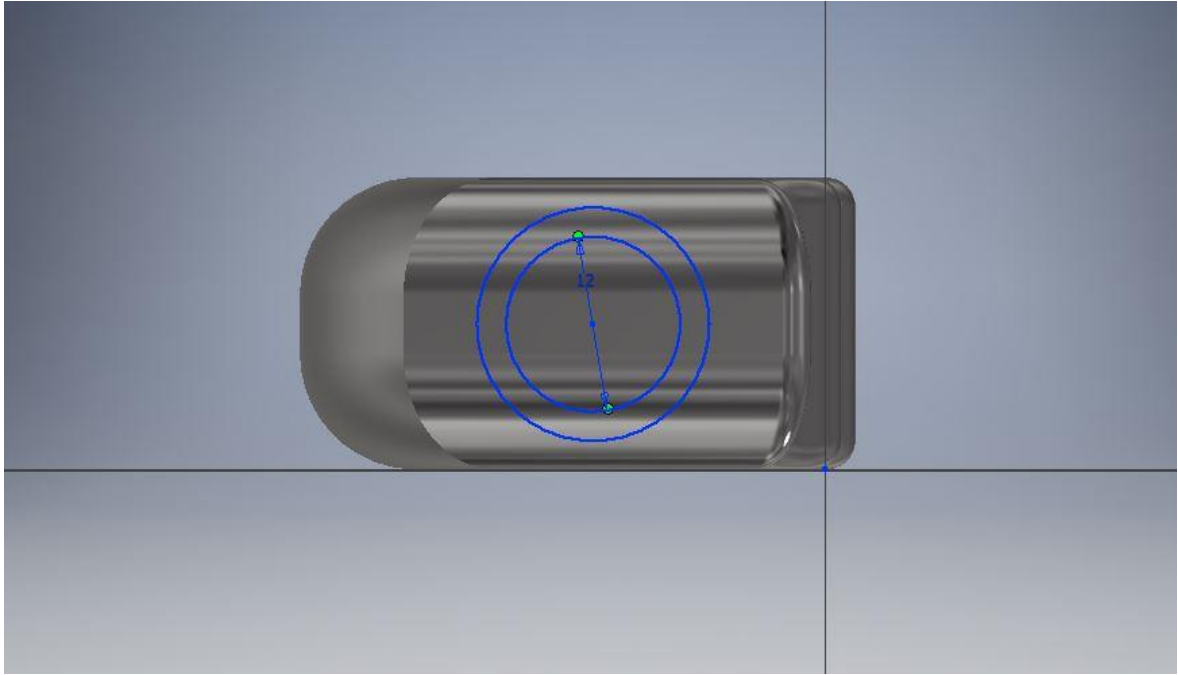
Εικόνα 77: Τρισδιάστατο μοντέλο μετά τη χρήση της εντολής fillet

Βήμα 4^ο Τρισδιάστατο μοντέλο με λειτουργία **plane**

Στη συγκεκριμένη φάση χρησιμοποιείται η λειτουργία **plane** στον κάθετο άξονα για να σχεδιαστεί ο άξονας του μοχλού.

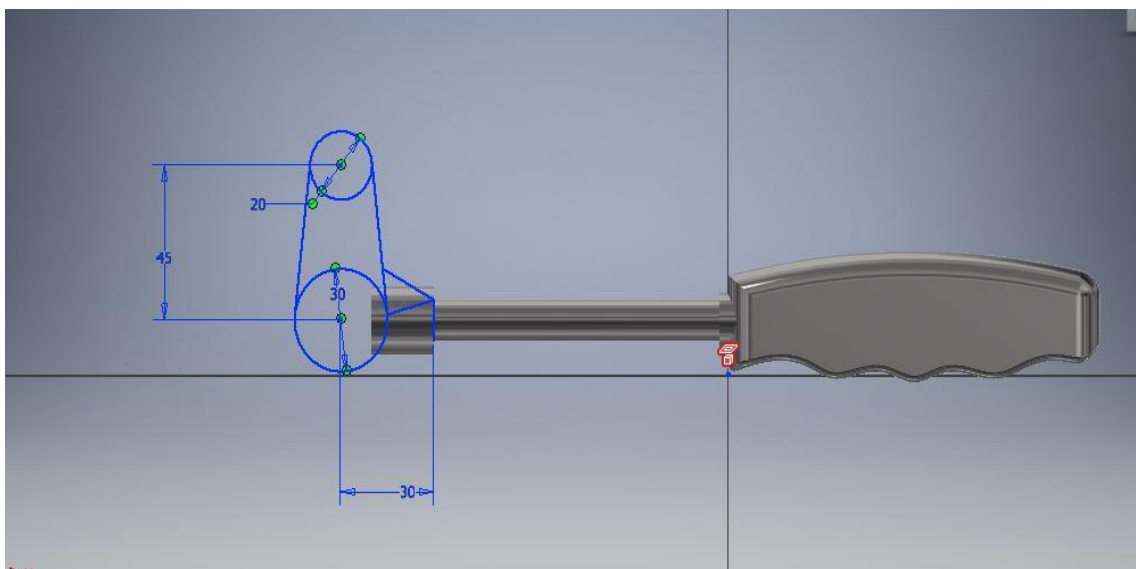


Εικόνα 78: Χρήση της εντολής Plane

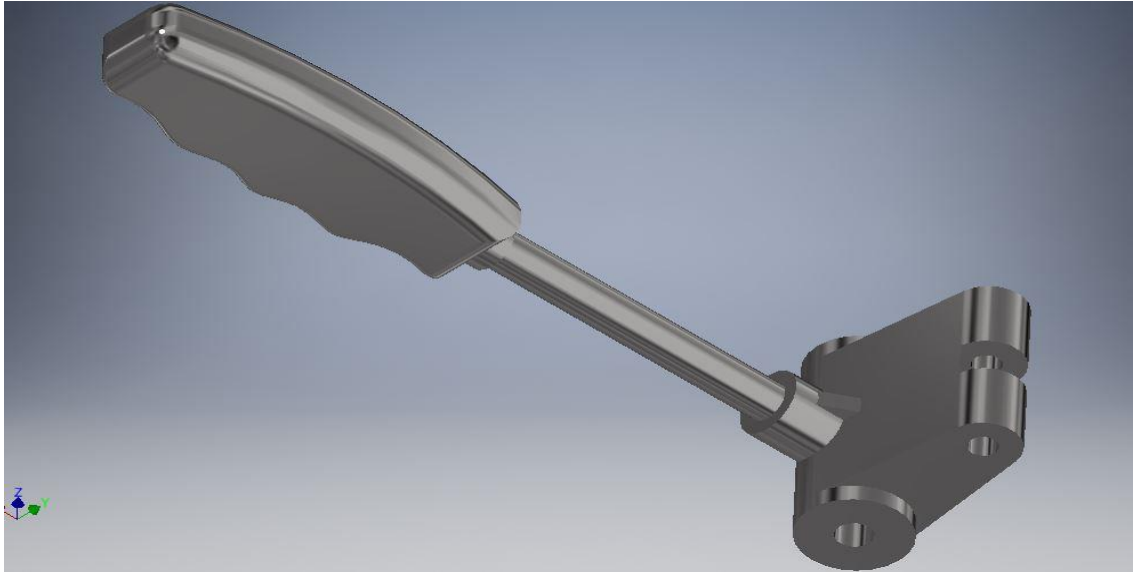


Εικόνα 79: Άνοψη μοχλού

Βήμα 5° Με τη χρήση της εντολής **extrude** όπως προηγουμένως δόθηκε όγκος στο αντικείμενο. Στη συνέχεια με την εντολή **sketch** σχεδιάστηκε στο κάθετο επίπεδο του άξονα ένα τμήμα το οποίο με την εντολή **extrude** διαμορφώνει το επιμέρους σημείο του εξαρτήματος.



Εικόνα 80: Πλαϊνή όψη μοχλού

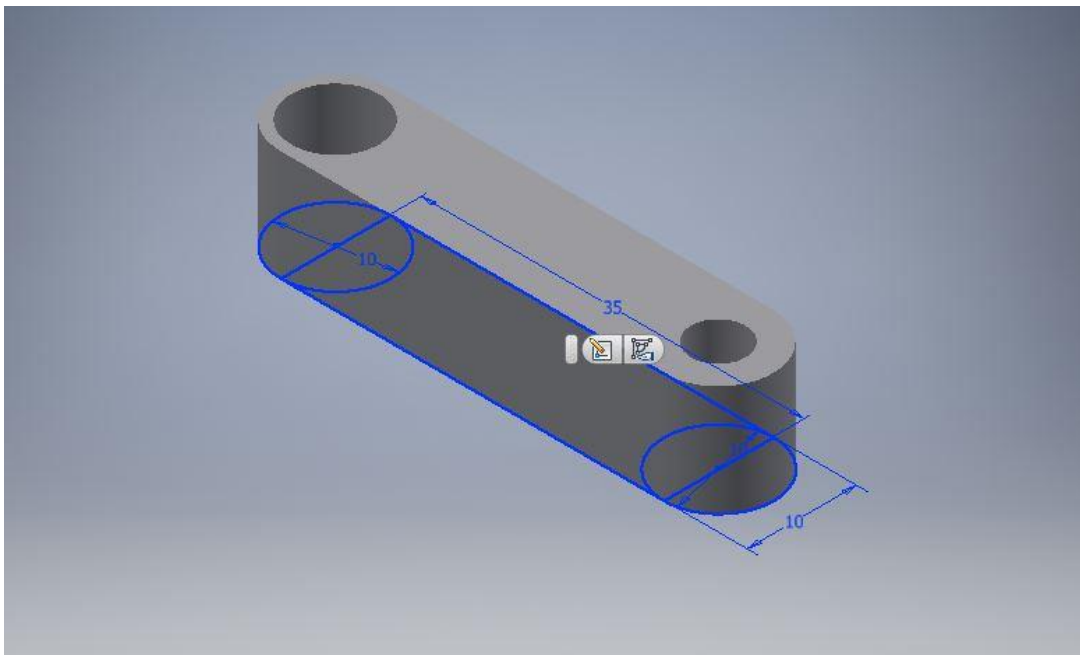


Εικόνα 81: Τρισδιάστατο μοντέλο

Εξάρτημα 6°

Βήμα 6° Τρισδιάστατο μοντέλο εξαρτήματος

Όπως και προηγουμένως σχεδιάστηκε το εξάρτημα αρχικά σε δισδιάστατη μορφή με την εντολή **sketch**, στη συνέχεια δόθηκε όγκος με τη λειτουργία **extrude** και τέλος με την εντολή **hole** δημιουργήθηκαν οι οπές.



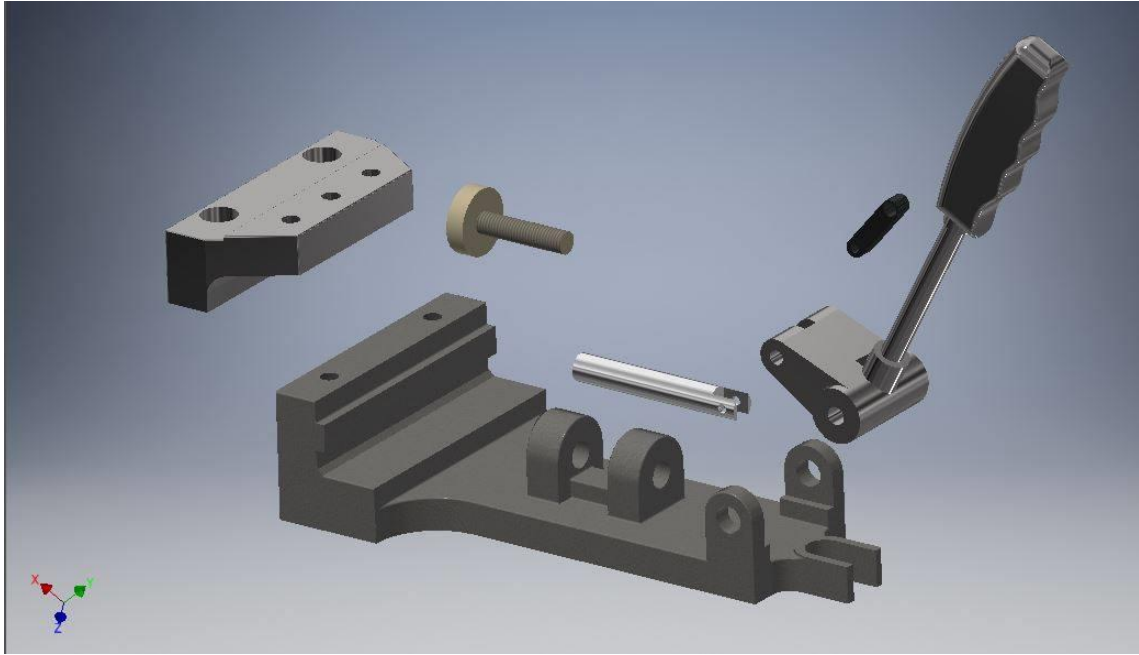
Εικόνα 82: Τρισδιάστατο μοντέλο έκτου εξαρτήματος

Βήμα 7^ο

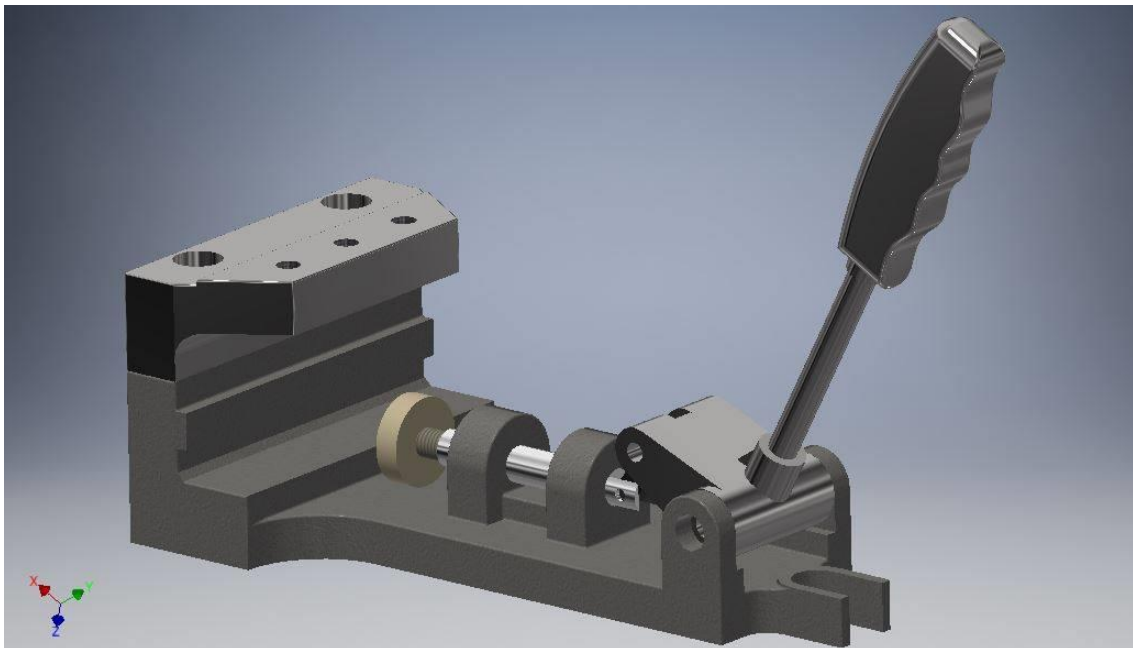
Συναρμολόγηση όλων των εξαρτημάτων (**assembly**) μεταξύ τους με τις εντολές **joint** και **constrain**, χρησιμοποιώντας σωστές καθετότητες στην ένωση των πλευρών και αξονικών γραμμών στις οπές, για την τελική και ολοκληρωμένη μοντελοποίηση του πρότυπου δοκιμίου.

Αναλυτικότερα για την δημιουργία του συναρμολογήματος πρέπει να ακολουθηθεί η εξής διαδικασία:

Αφού ολοκληρωθεί η μοντελοποίηση όλων των εξαρτημάτων μεμονωμένα δημιουργείται αρχείο .iam και προστίθενται όλα τα εξαρτήματα σε αυτό. Έπειτα επιλέγεται ένα από όλα σαν σταθερή βάση (συνήθως το μεγαλύτερο από όλα) δηλαδή το σώμα του συναρμολογήματος. Τώρα έχοντας «κλειδωθεί» η βάση, όλα τα υπόλοιπα εξαρτήματα που θα τοποθετηθούν πάνω της κινούνται σύμφωνα με αυτή. Κάθε εξάρτημα που τοποθετείται προϋποθέτει την τήρηση της καθετότητας των σωστά επιλεγμένων επιφανειών τόσο του ιδίου όσο και της βάσης. Όταν δηλωθούν όλες οι επιφάνειες και οι αξονικές στις οπές και τα σπειρώματα το τελικό συναρμολόγημα οφείλει να κινείται με τέτοιο τρόπο όπως θα κινούταν και σε πραγματική μορφή, ειδάλλως δεν έχουν δοθεί οι σωστοί βαθμοί ελευθερίας κατά την σύζευξη των εξαρτημάτων.

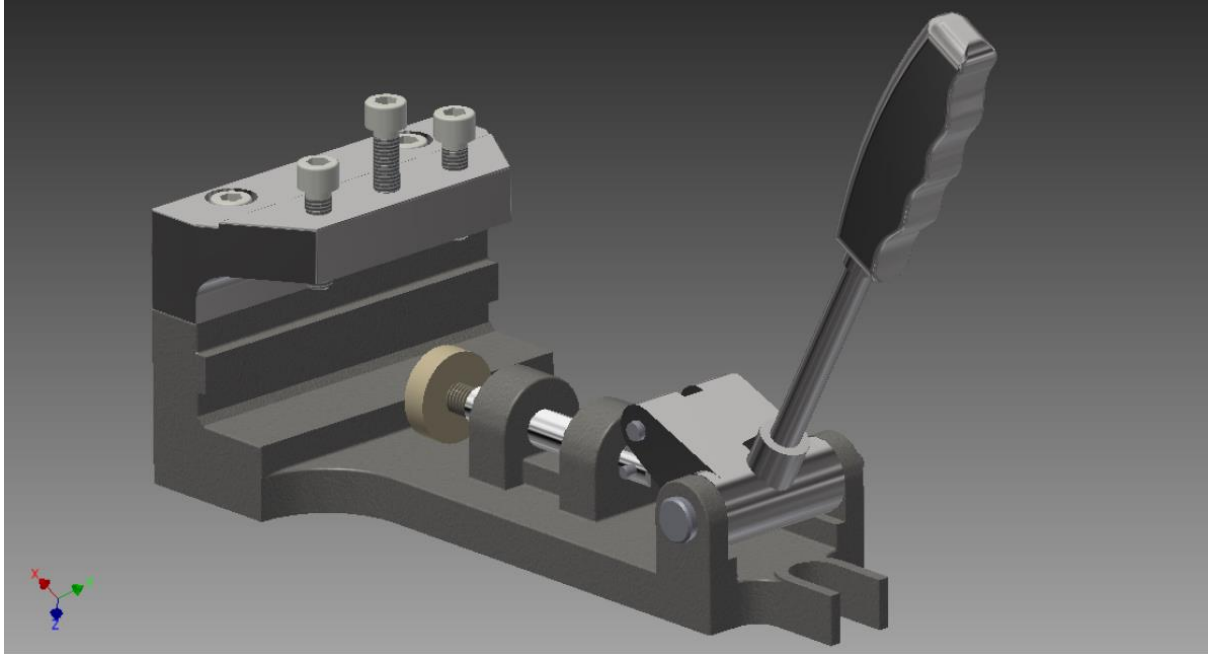


Εικόνα 83: Όλα τα εξαρτήματα του δοκιμίου

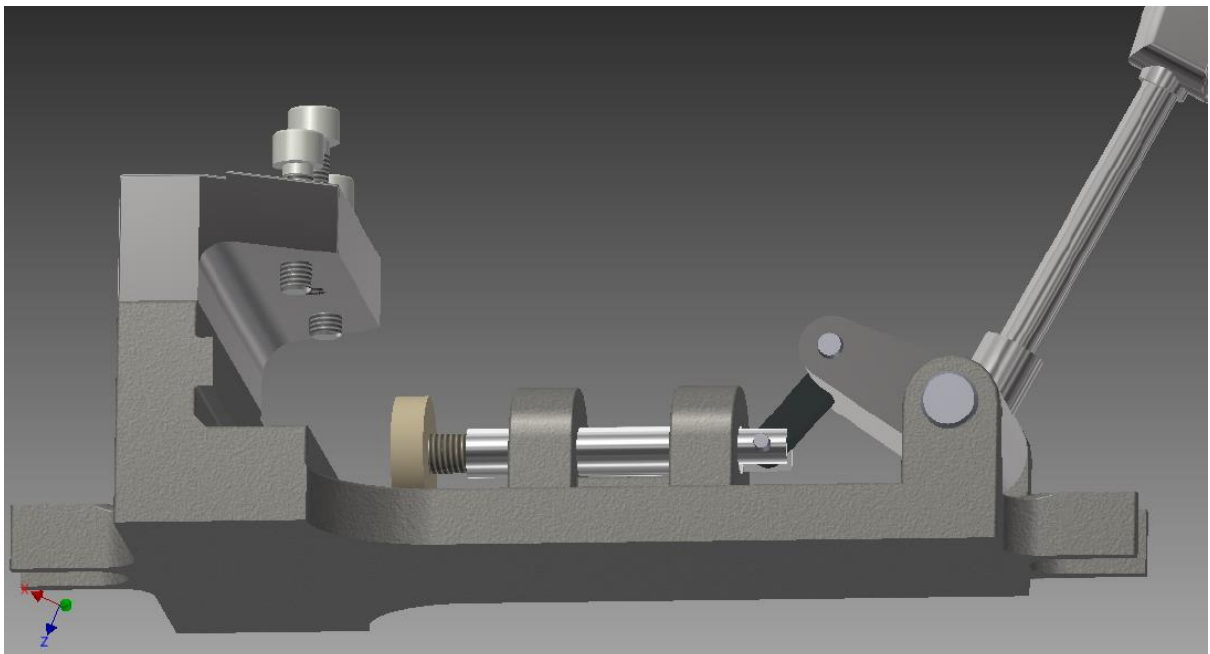


Εικόνα 84: Ολοκληρωμένο μοντέλο του πρότυπου δοκιμίου το οποίο συναρμολογήθηκε μέσω του assembly.

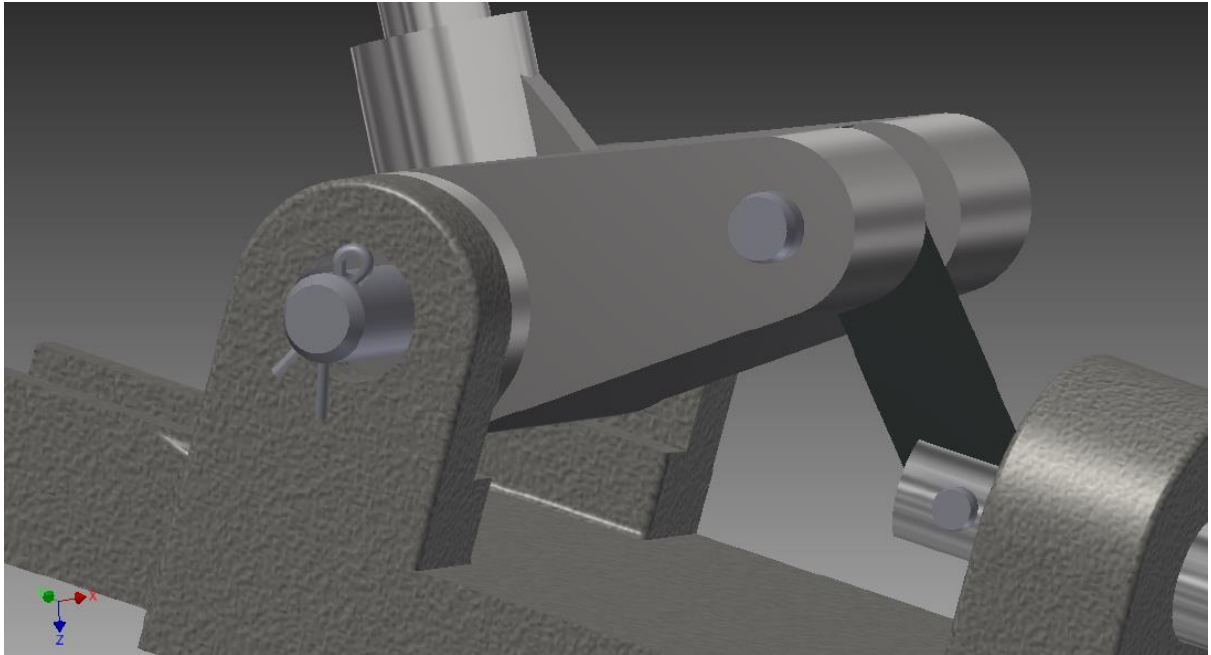
Επιπλέον καθώς το συγκεκριμένο μοντέλο χρησιμοποιήθηκε σαν πρότυπο για την επίδειξη της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε, παρακάτω παρατίθενται και οι υπόλοιπες εικόνες του μοντέλου σε τρισδιάστατη μορφή.



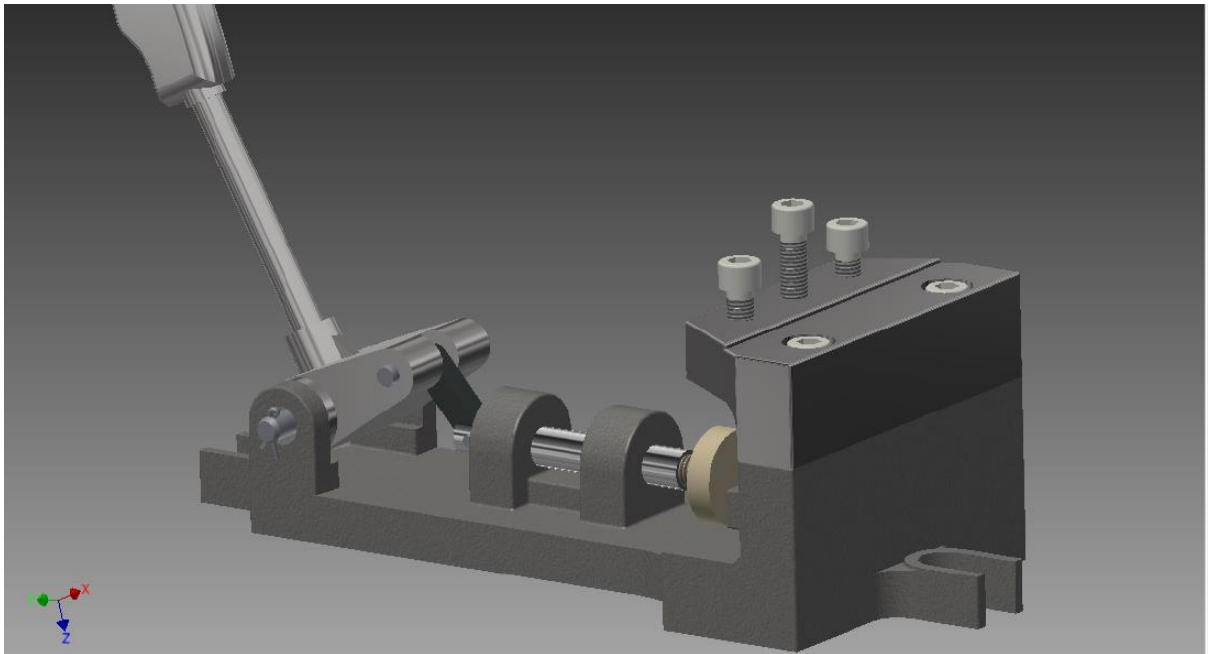
Εικόνα 85: Τρισδιάστατο μοντέλο συναρμολογήματος.



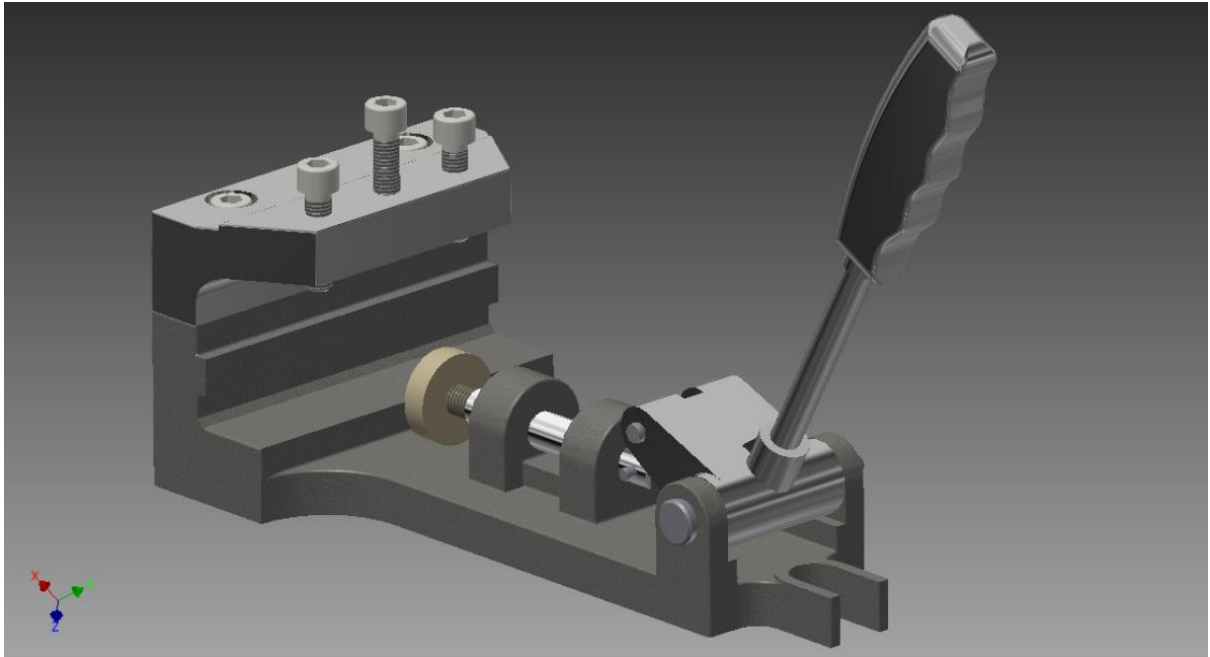
Εικόνα 86: Πλάγια όψη συναρμολογήματος.



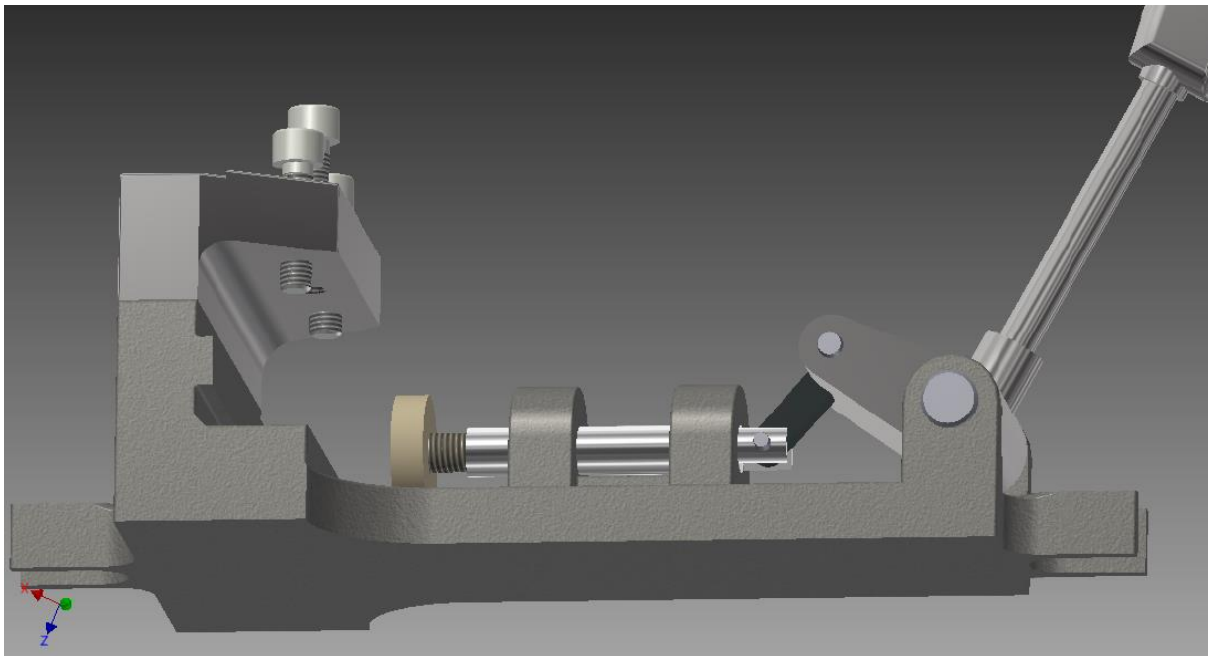
Εικόνα 87: Λεπτομέρεια στήριξης βραχίονα.



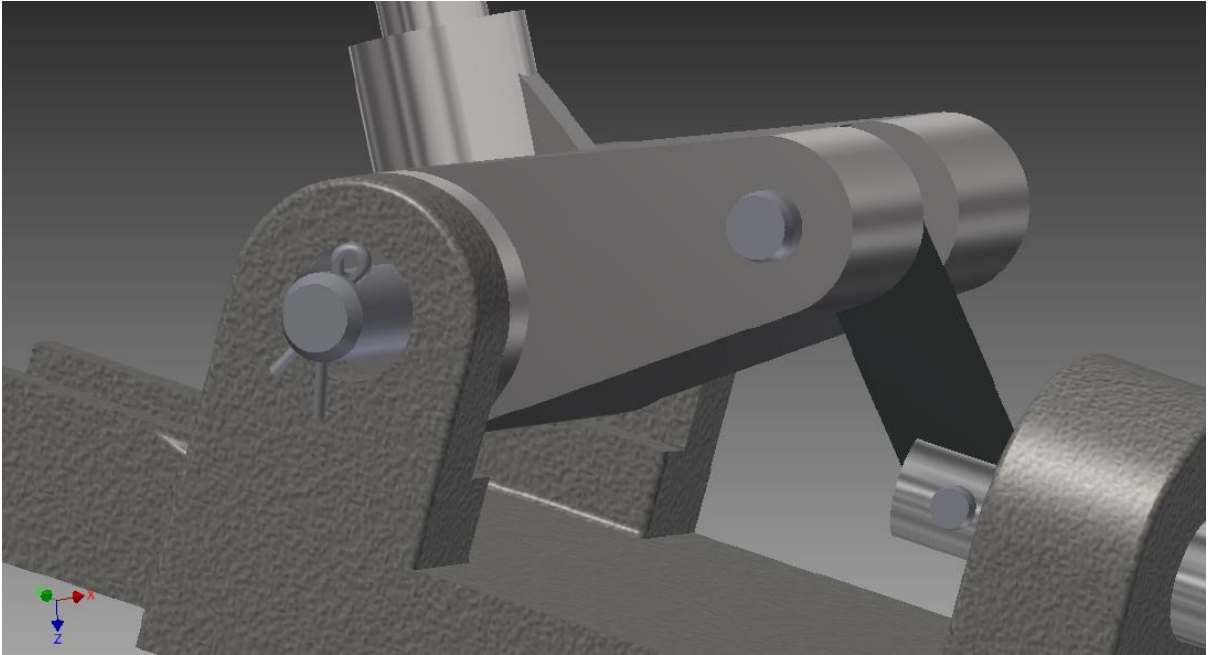
Εικόνα 88: Πλάγια όψη συναρμολογήματος.



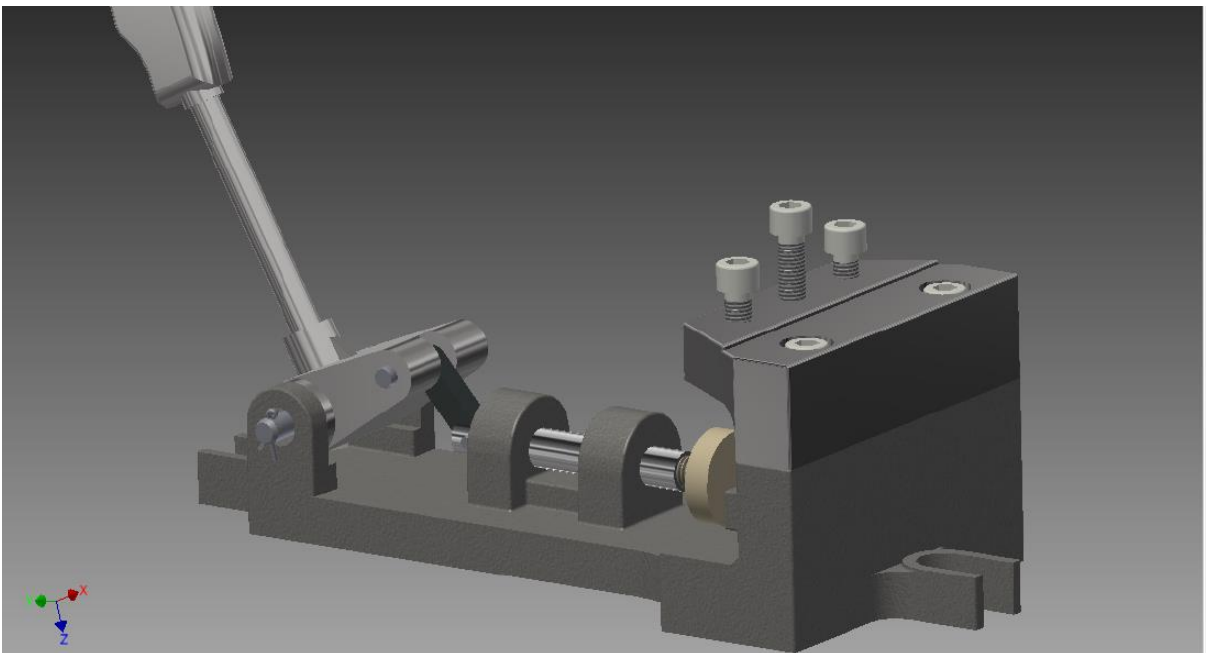
Εικόνα 89: Τρισδιάστατο μοντέλο συναρμολογήματος.



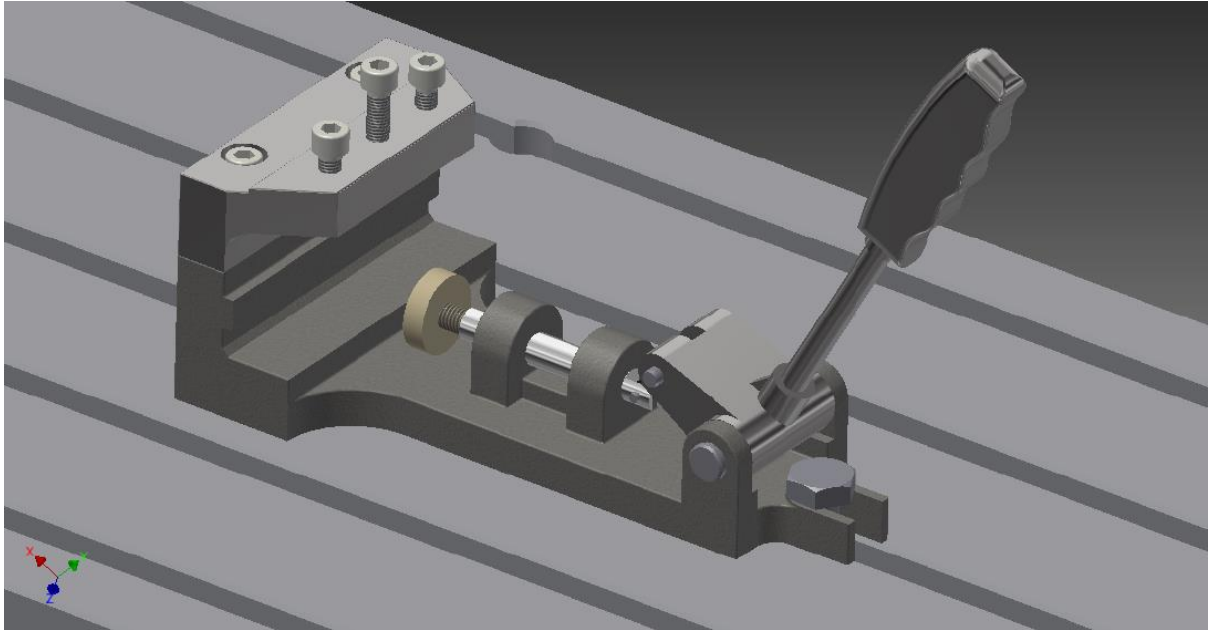
Εικόνα 90: Πλάγια όψη συναρμολογήματος.



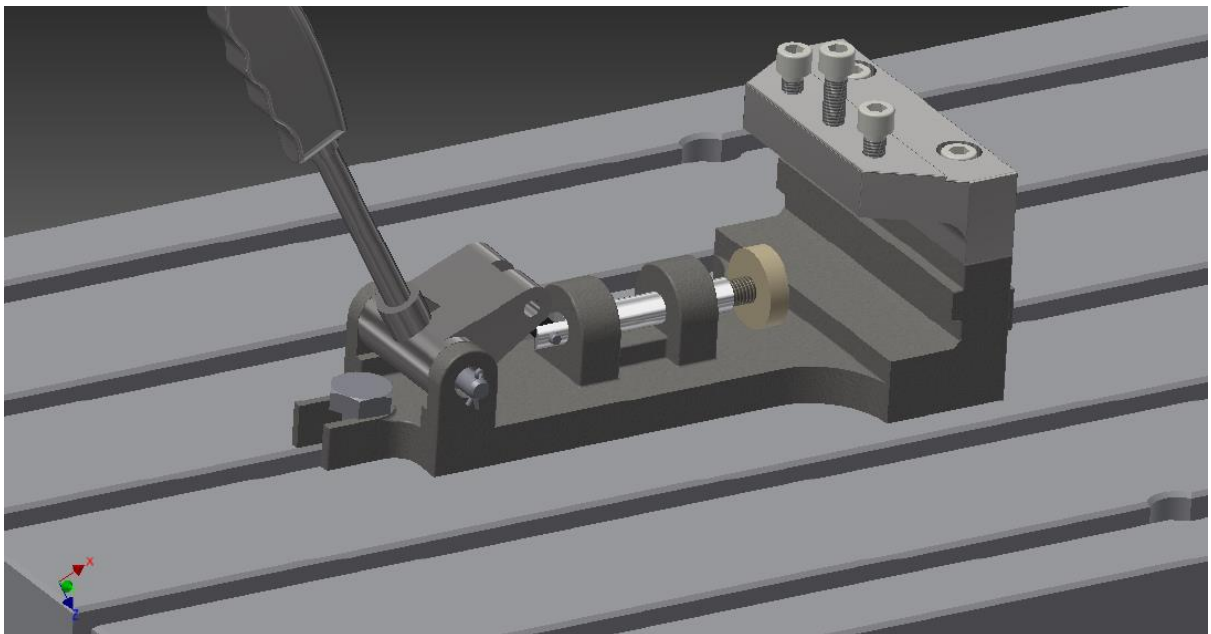
Εικόνα 91: Λεπτομέρεια στήριξης βραχίονα.



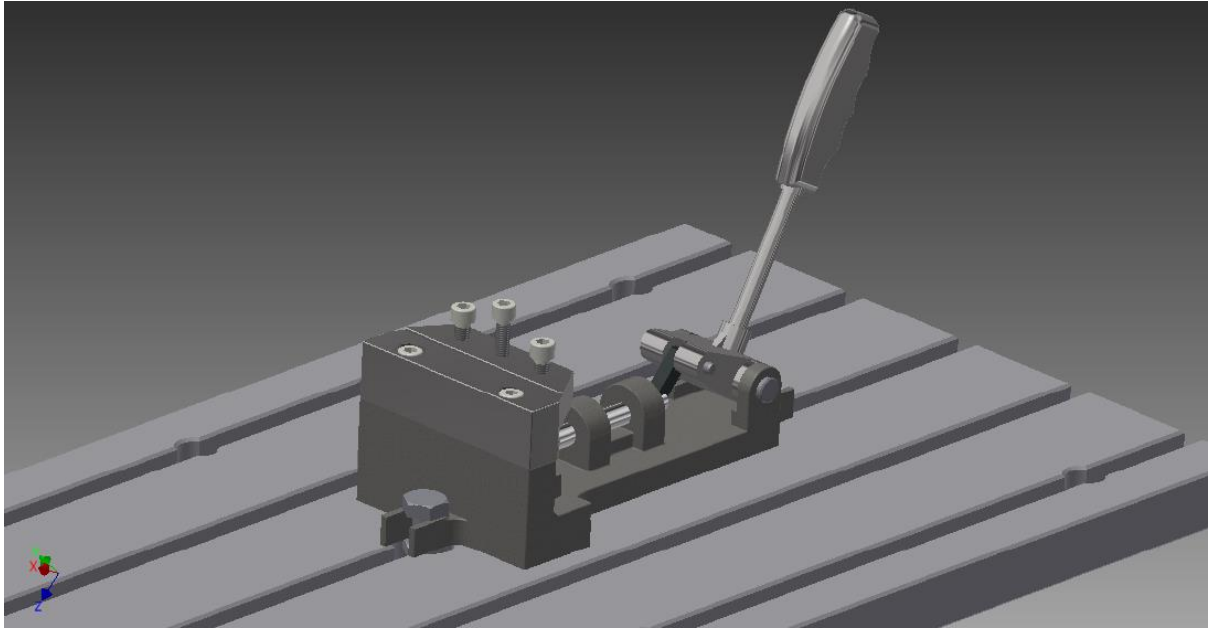
Εικόνα 92: Πλάγια όψη συναρμολογήματος.



Εικόνα 93: Συναρμολόγημα προσδεδεμένο στην τράπεζα.



Εικόνα 94: Συναρμολόγημα προσδεδεμένο στην τράπεζα από άλλη οπτική γωνία.



Εικόνα 95: Συναρμολόγημα προσδεδεμένο στην τράπεζα από άλλη οπτική γωνία.

5.10 ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΗ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΚΟΙΛΟΔΟΚΩΝ ΜΕ ΔΥΟ ΘΕΣΕΙΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΚΑΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ

Παρακάτω παρατίθεται η εικόνα του δεύτερου δοκιμίου που μας δόθηκε προκειμένου να σχεδιαστεί. Η συγκεκριμένη ιδιοσυσκευή χρησιμοποιείται για τη συγκράτηση κοιλοδοκών προκειμένου να συγκολληθούν υπό γωνία γεγονός που επιτυγχάνεται με τη δυνατότητα περιστροφής που μας παρέχουν οι σιαγώνες της ιδιοσυσκευής. Η διάταξη της μας επιτρέπει την συγκράτηση των προς κατεργασίας δοκιμίων σε σταθερή θέση ώστε να μην υπάρξει μετατόπιση τους στην διαδικασία της συγκόλλησης. Για την υλοποίηση του μοντέλου του συγκεκριμένου δοκιμίου ήταν αναγκαία η ανάλυση της ιδιοσυσκευής σε επιμέρους εξαρτήματα με σκοπό να μοντελοποιηθούν μεμονωμένα. Κατόπιν αυτού πραγματοποιήθηκε η συναρμολόγηση τους (assembly) για τη δημιουργία του τελικού αντικειμένου.



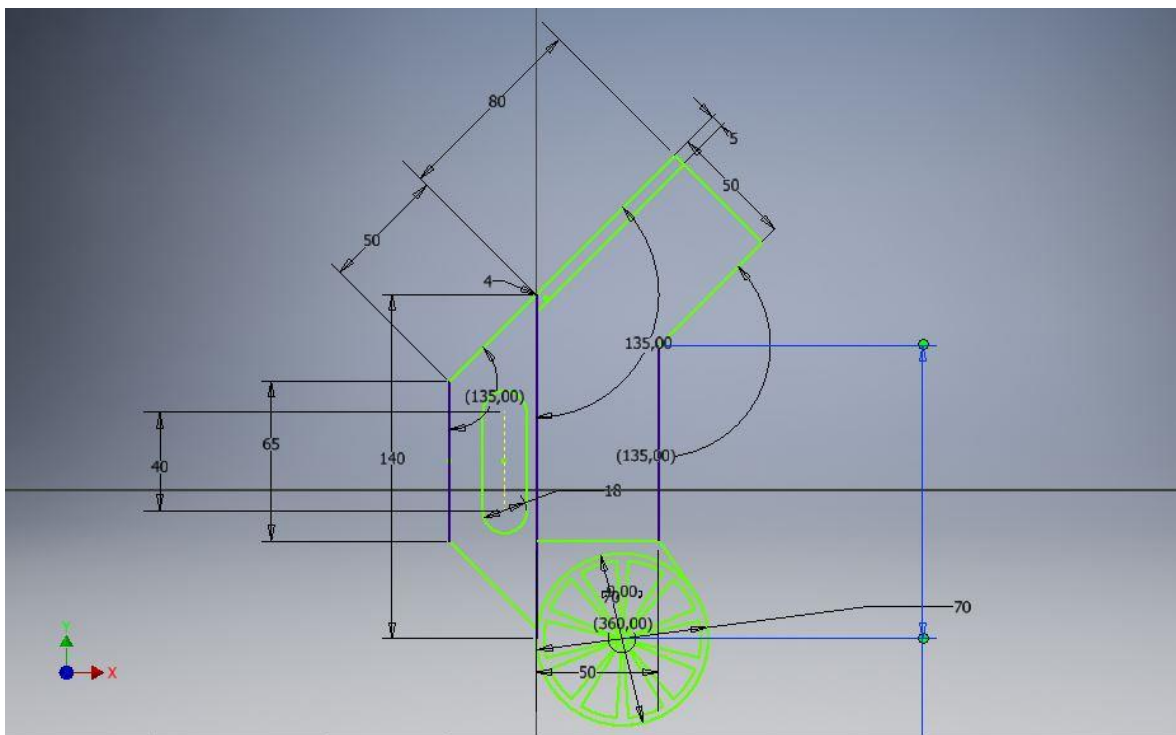
Εικόνα 96: Δεύτερο πρότυπο δοκίμιο

Παρακάτω αναλύεται βήμα - βήμα η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε προκειμένου να μοντελοποιηθεί το δεύτερο αντικείμενο. Το αντικείμενο διαχωρίστηκε σε 4 επιμέρους εξαρτήματα.

Εξάρτημα 1ο

Βήμα 1^ο : Δισδιάστατο μοντέλο με τη λειτουργία **sketch**.

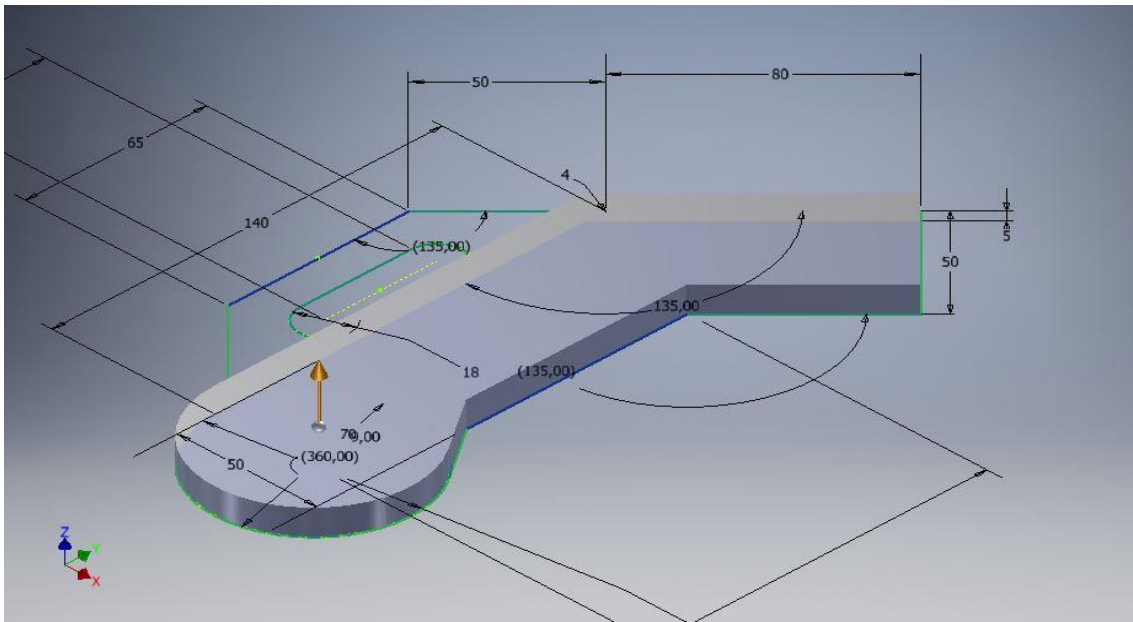
Με τη χρήση των εντολών **line, circle, point, trim** (όπου αυτό ήταν απαραίτητο), **offset** καθώς και τις εντολές **constrain** (καθετότητα, παραλληλία, επαπτόμενη) και **circular pattern** έγινε ο σχεδιασμός του εξαρτήματος σε 2 διαστάσεις. Στη συνέχεια, με την εντολή **dimension** προστέθηκαν οι ελάχιστες δυνατές διαστάσεις που είναι απαραίτητες για την μελλοντική πραγματική υλοποίηση του εξαρτήματος.



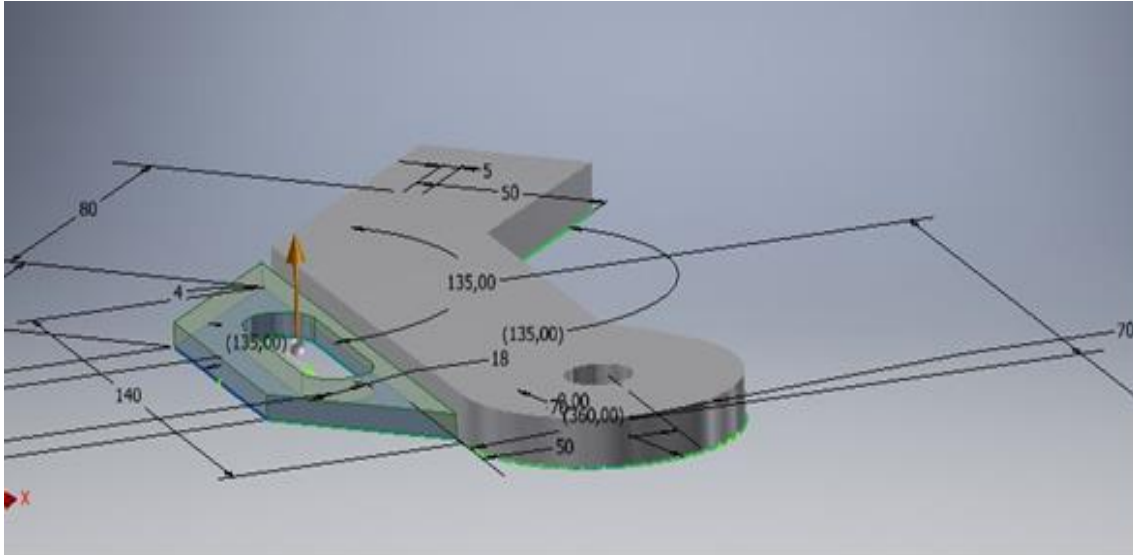
Εικόνα 97: Δισδιάστατο μοντέλο πρώτου εξαρτήματος

Βήμα 2^ο : Τρισδιάστατο μοντέλο με τη λειτουργία **extrude**

Έχοντας ολοκληρώσει τη δισδιάστατη μοντελοποίηση, με την εντολή **finish sketch**, δίνουμε όγκο στο αντικείμενο με την εντολή **extrude** για την δημιουργία της τρισδιάστατης μορφής του. Οι τιμές των διαστάσεων του **extrude** των επιμέρους οριοθετημένων τμημάτων του sketch καθορίζονται από τις επιθυμητές διαστάσεις του καθενός στον κάθετο άξονα.



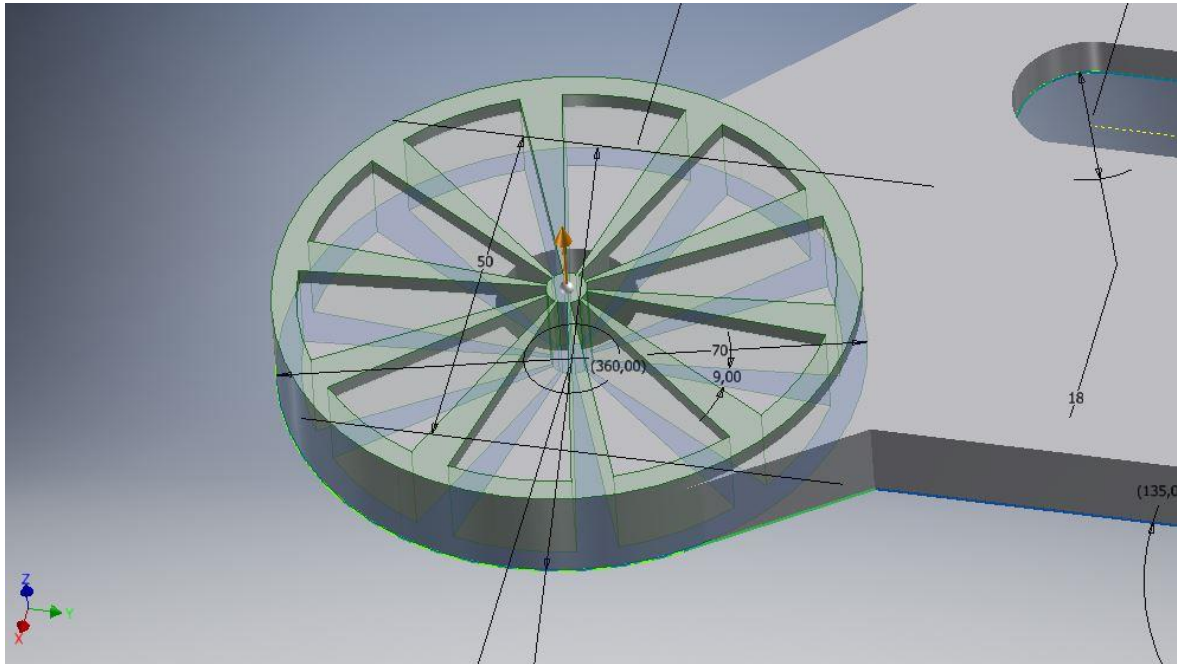
Εικόνα 98: Τρισδιάστατο μοντέλο πρώτου εξαρτήματος



Εικόνα 99: Χρήση της εντολής extrude στο πίσω μέρος

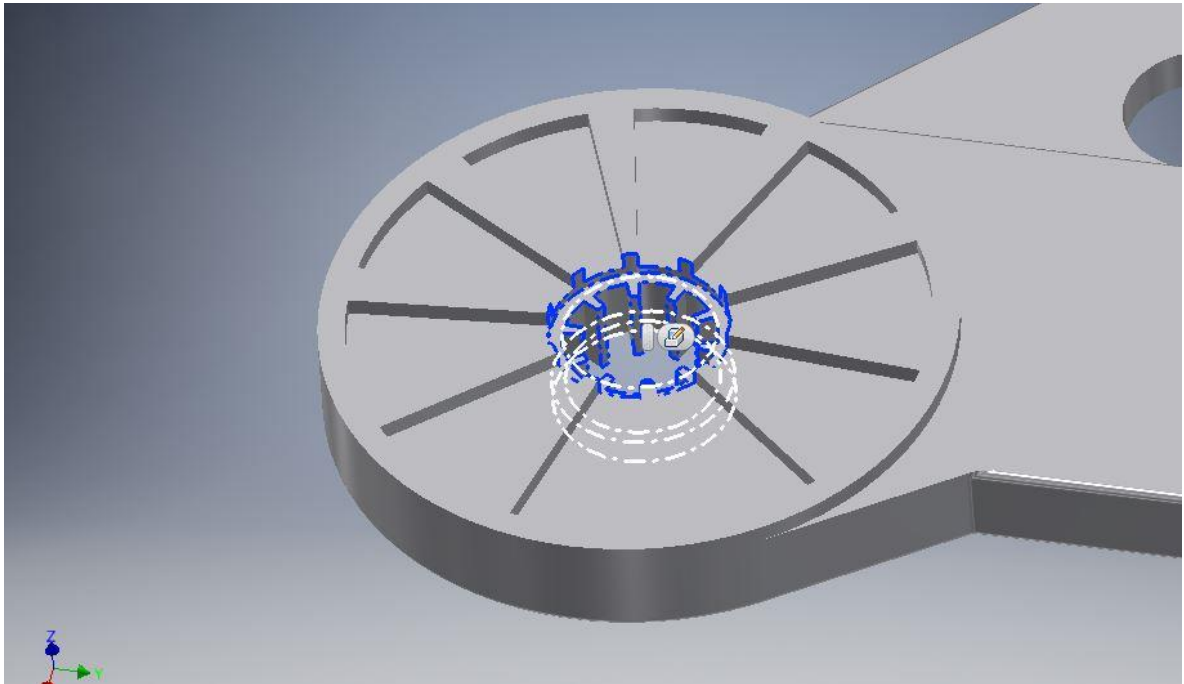
Βήμα 3^ο : Τρισδιάστατο μοντέλο με τη λειτουργία **extrude (cut)**.

Με τη χρήση της εντολής **extrude** όπως προηγουμένως δόθηκε όγκος στο αντικείμενο και αντίστοιχα αφαιρέθηκε ότι ήταν απαραίτητο με την παραλλαγή της (**extrude cut**).



Εικόνα 100: Χρήση της εντολής extrude cut

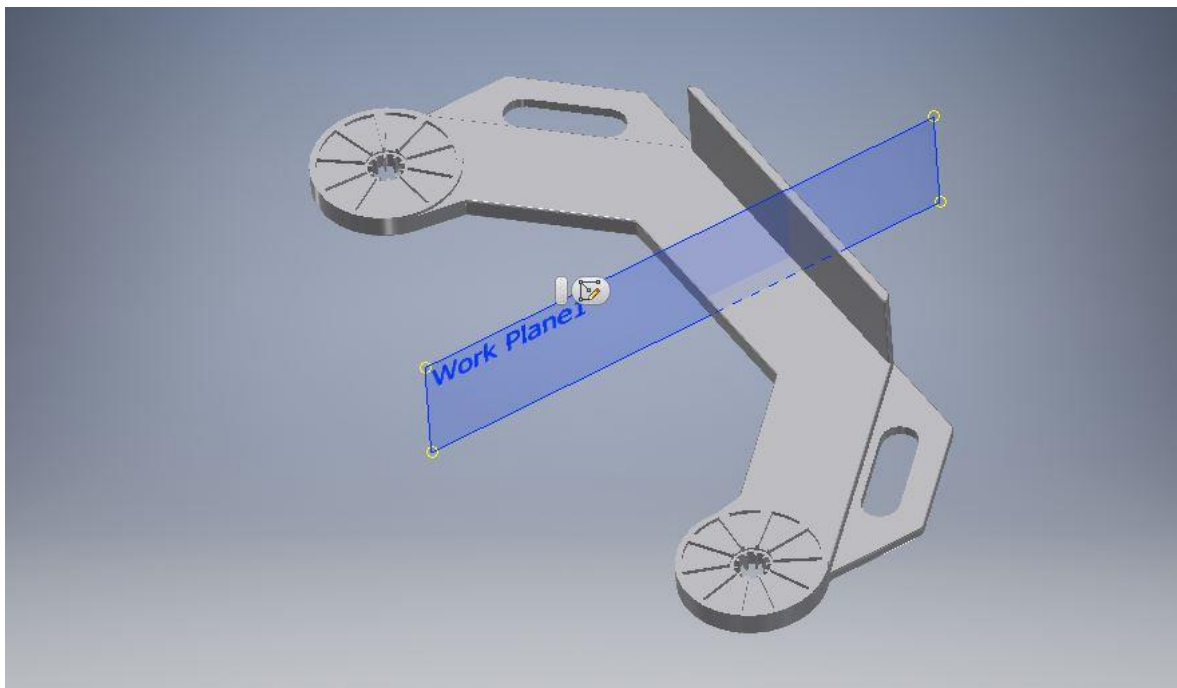
Βήμα 4^ο : Δημιουργία οπής με τη χρήση της εντολής **hole**.



Εικόνα 101: Χρήση της εντολής hole

Βήμα 5^ο : Ολοκλήρωση της μοντελοποίησης του εξαρτήματος με τη χρήση της εντολής **mirror**.

Παρατηρώντας ότι το αντικείμενο είναι συμμετρικό ως προς ένα επίπεδο επιλέχθηκε να σχεδιαστεί από τη μία πλευρά και εν συνεχεία με την εντολή **mirror** και το σωστά επιλεγμένο επίπεδο αντιγραφής αναπαράγεται το υπόλοιπο. Η παραπάνω εντολή εξυπηρετεί στην εξοικονόμηση χρόνου σε αντικείμενα με πολυπλοκότητα σχεδιασμού και είναι ιδιαίτερα χρήσιμη.

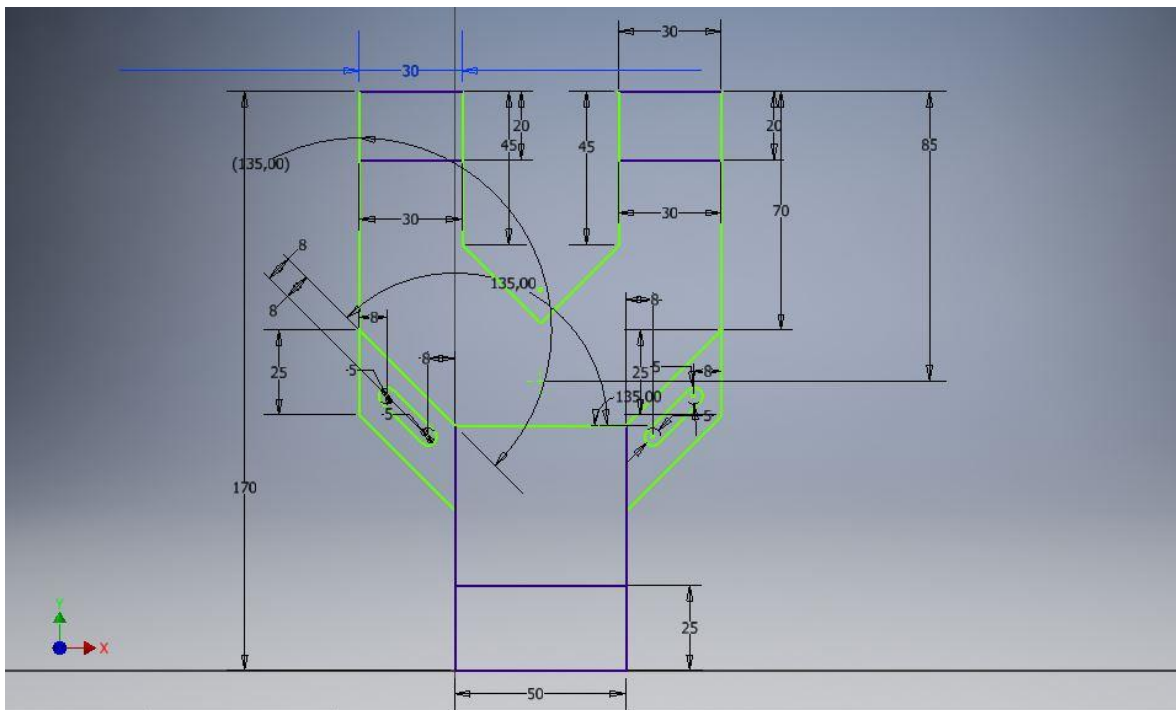


Εικόνα 102: Χρήση της εντολής mirror

Εξάρτημα 2ο

Βήμα 1ο : Δισδιάστατη μοντελοποίηση με τη λειτουργία **sketch**.

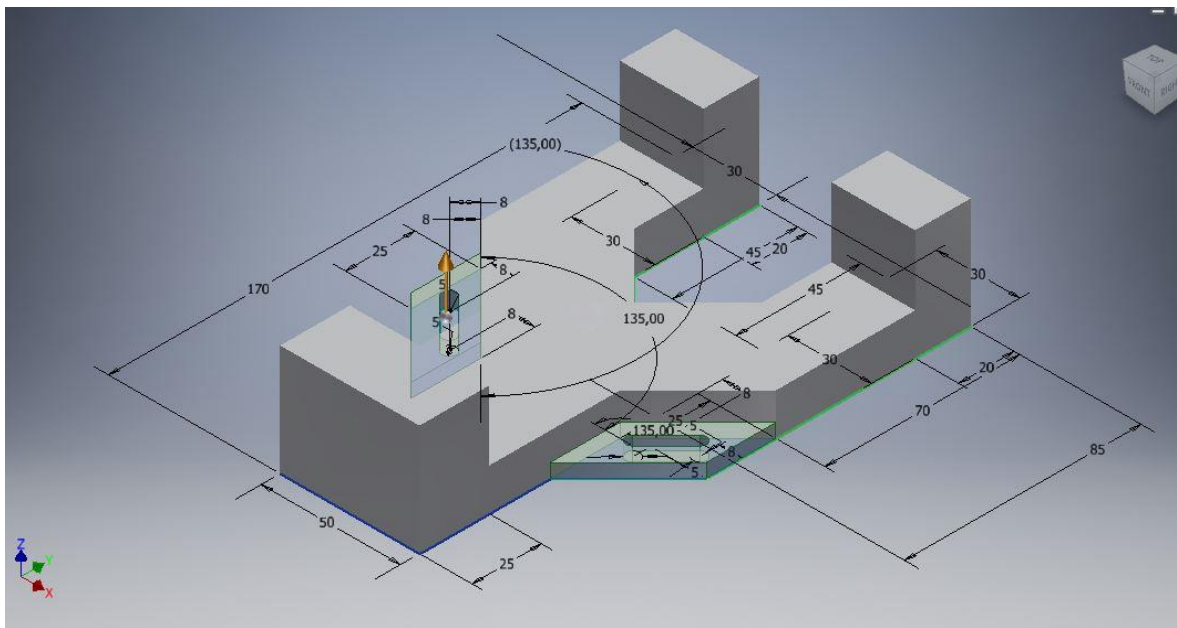
Με τη χρήση των εντολών **line**, **circle**, **point**, **trim** (όπου αυτό ήταν απαραίτητο), **offset** καθώς και τις εντολές **constrain** (καθετότητα, παραλληλία, εφαπτόμενη) έγινε το μοντέλο του εξαρτήματος σε 2 διαστάσεις. Στη συνέχεια, με την εντολή **dimension** προστέθηκαν οι ελάχιστες δυνατές διαστάσεις που είναι απαραίτητες για την μελλοντική πραγματική υλοποίηση του εξαρτήματος.



Εικόνα 103: Δισδιάστατο μοντέλο δεύτερου εξαρτήματος

Βήμα 2ο : Τρισδιάστατο μοντέλο με τη λειτουργία **extrude**

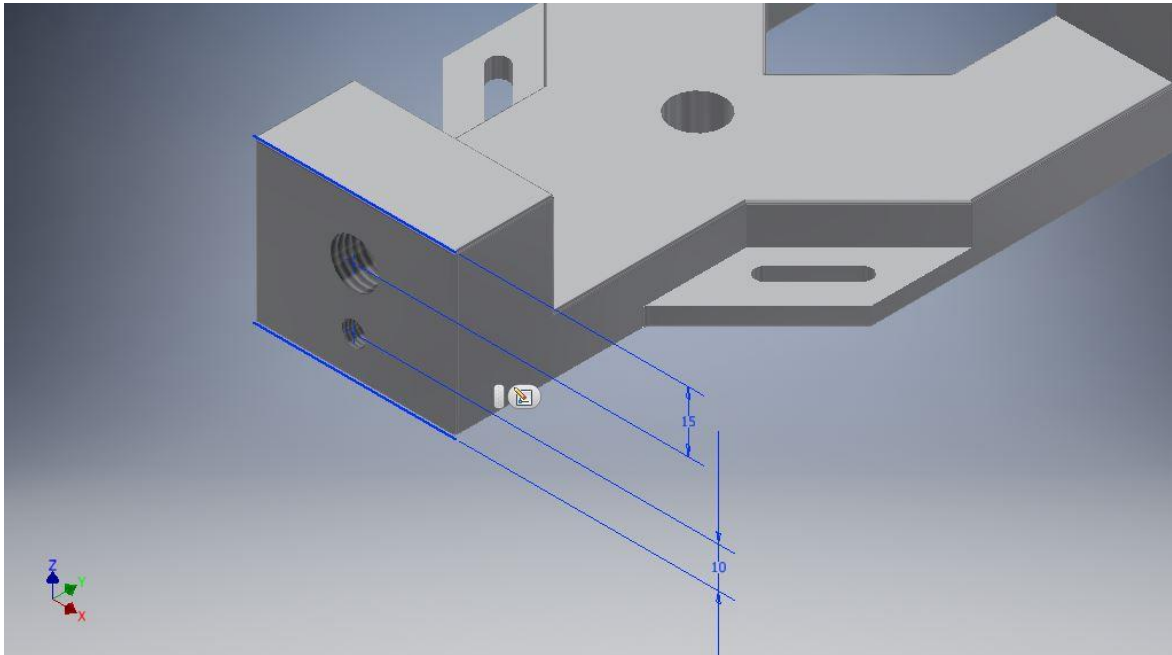
Έχοντας ολοκληρώσει το δισδιάστατο μοντέλο, με την εντολή **finish sketch**, δίνουμε όγκο στο αντικείμενο με την εντολή **extrude** για την απεικόνιση της τρισδιάστατης μορφής του. Οι τιμές των διαστάσεων του **extrude** των επιμέρους οριοθετημένων τμημάτων του **sketch** καθορίζονται από τις επιθυμητές διαστάσεις του καθενός στον κάθετο άξονα



Εικόνα 104: Τρισδιάστατο μοντέλο με τη λειτουργία **extrude**

Βήμα 3ο : Δημιουργία οπών και σπειρώματος

Με χρήση των εντολών **hole** και **thread** δημιουργούνται οι οπές και τα σπειρώματα όπου αυτά απαιτούνται.

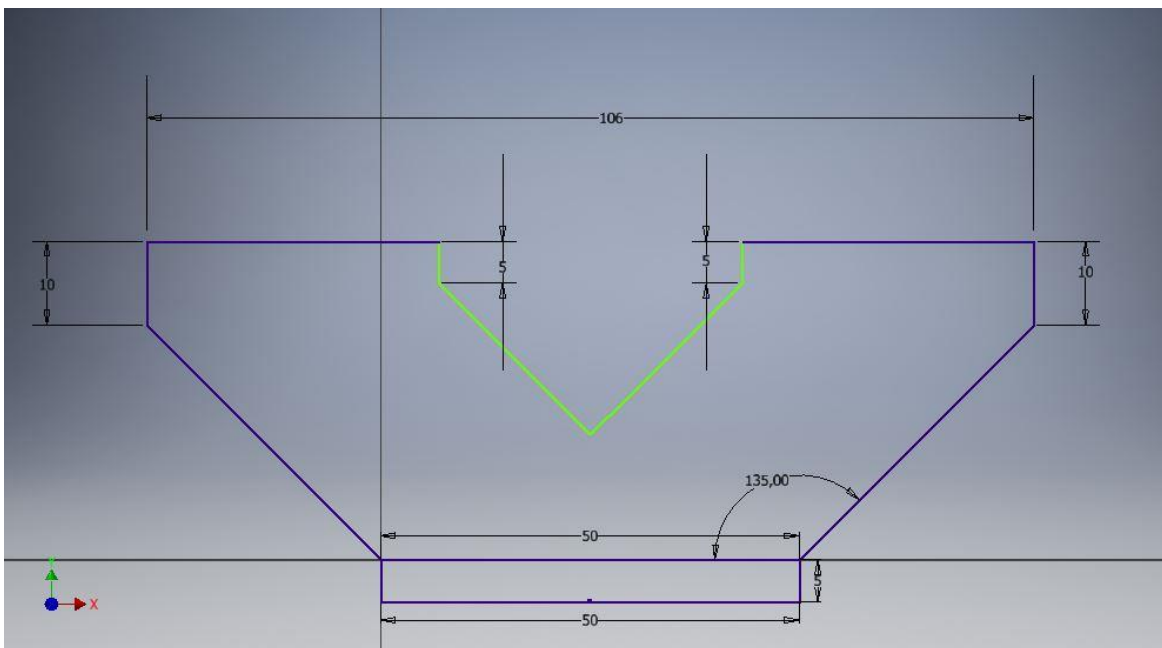


Εικόνα 105: Τρισδιάστατο μοντέλο με τις λειτουργίες hole και thread

Εξάρτημα 3°

Βήμα 1ο : Δισδιάστατο μοντέλο με τη λειτουργία **sketch**.

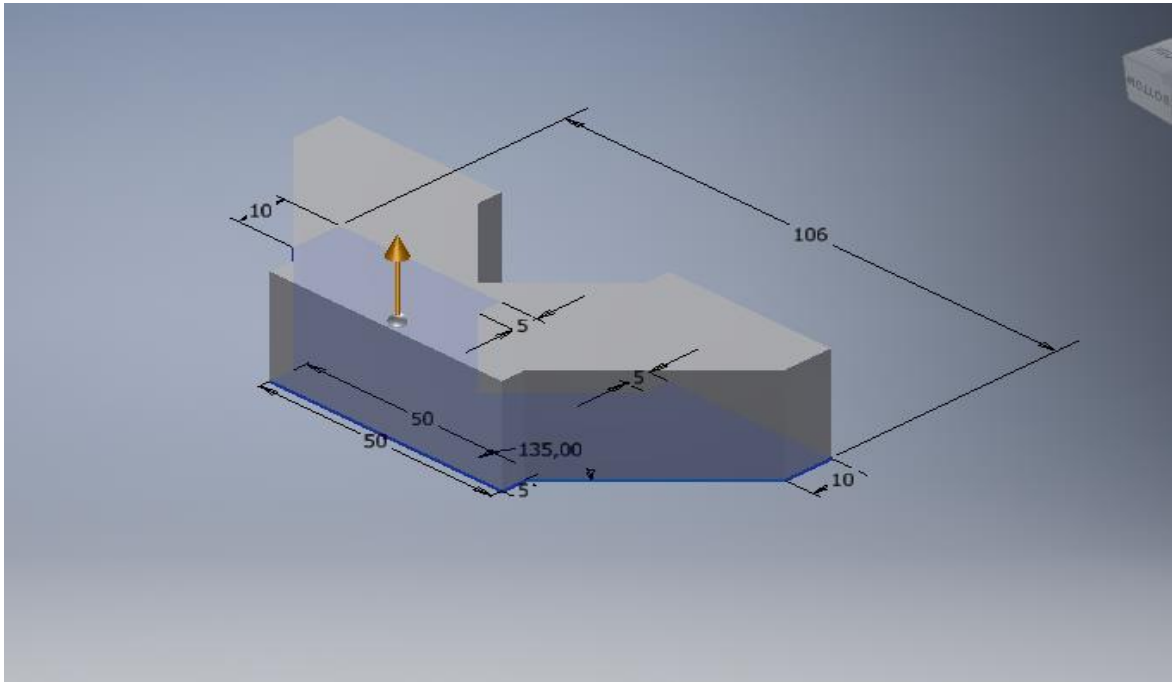
Με τη χρήση των εντολών **line** ,**point**, **trim** (όπου αυτό ήταν απαραίτητο), έγινε ο σχεδιασμός του εξαρτήματος σε 2 διαστάσεις. Στη συνέχεια, με την εντολή **dimension** προστέθηκαν οι ελάχιστες δυνατές διαστάσεις που είναι απαραίτητες για την μελλοντική πραγματική υλοποίηση του εξαρτήματος.



Εικόνα 106: Δισδιάστατο μοντέλο τρίτου εξαρτήματος

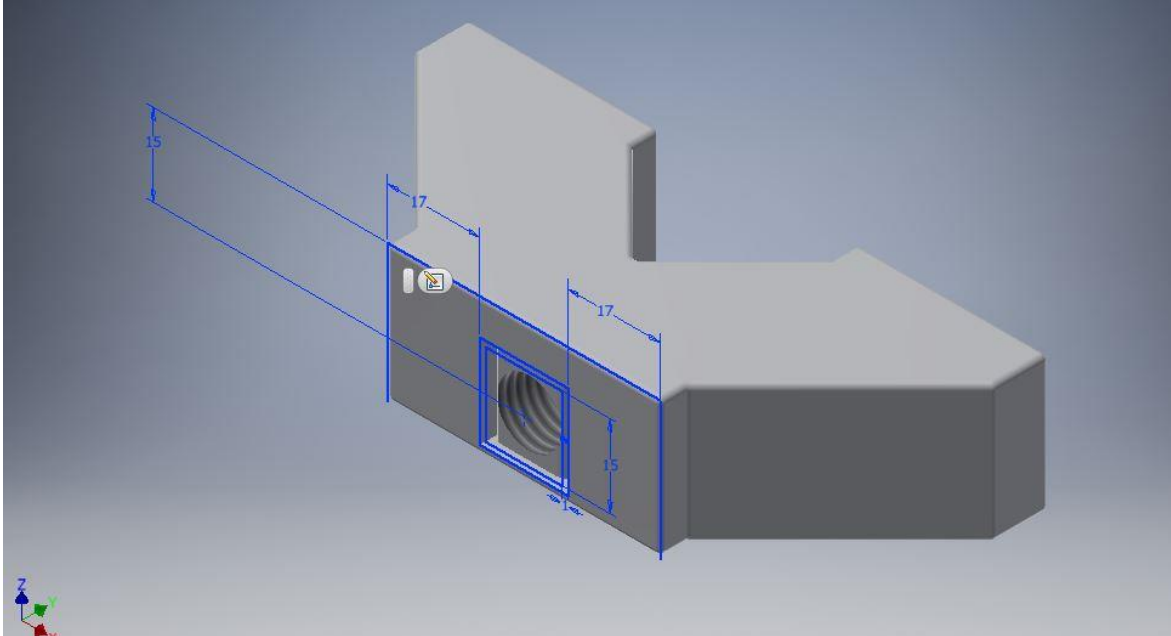
Βήμα 2^ο: Τρισδιάστατο μοντέλο με τη λειτουργία **extrude**.

Όπως έχει αναφερθεί προηγουμένως δόθηκε όγκος σύμφωνα με το sketch στο αντικείμενο για να δημιουργηθεί η όψη του στη τρίτη διάσταση.



Εικόνα 107: Τρισδιάστατο μοντέλο τρίτου εξαρτήματος

Βημα 3^ο : Δημιουργία νέου **sketch** σε επιλεγμένη πλευρά για τη μοντελοποίηση μιας λεπτομέρειας του αντικειμένου (αυλάκι) και δημιουργία σπειρώματος με **hole** και **thread**.

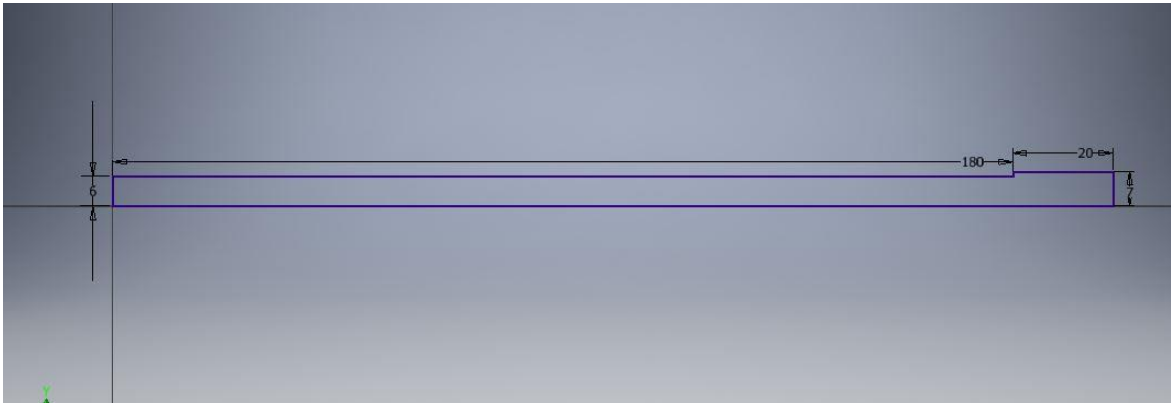


Εικόνα 108: Δημιουργία νέου sketch στο τρισδιάστατο μοντέλο

Εξάρτημα 4°

Βήμα 1°: Δισδιάστατη σχεδίαση με τη λειτουργία **sketch**.

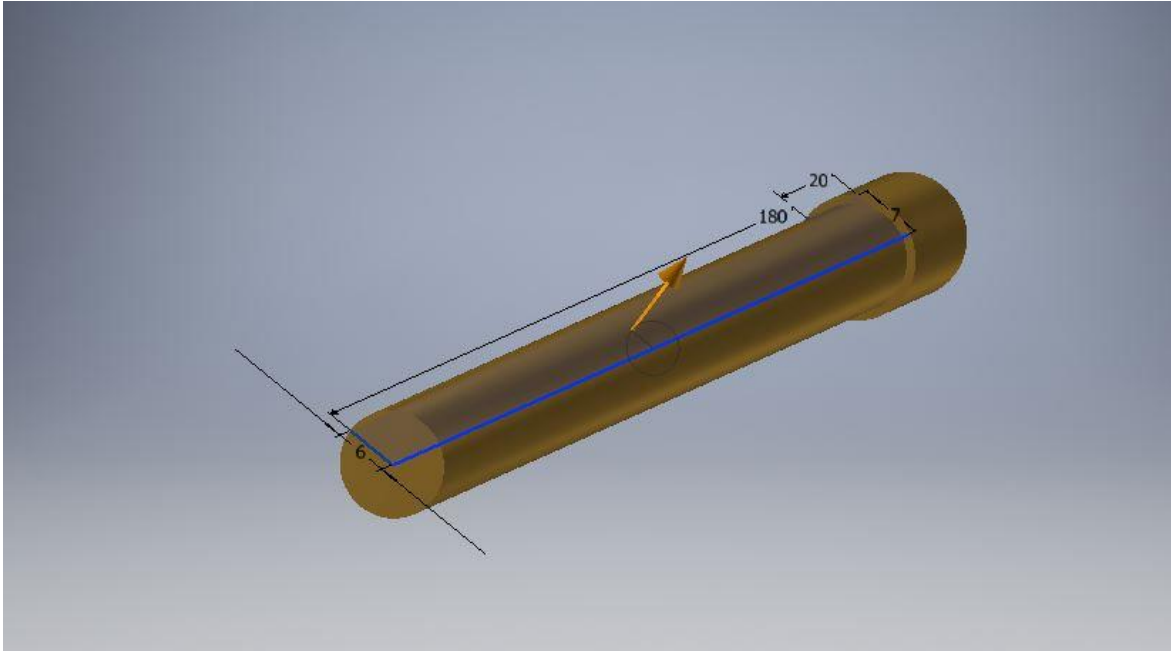
Δημιουργείται κλειστό τμήμα επιφάνειας που θα περιστραφεί γύρω από επιλεγμένο άξονα για να αναπαραχθεί το αντικείμενο.



Εικόνα 109: Δισδιάστατο μοντέλο τέταρτου εξαρτήματος

Βήμα 2^ο :Λειτουργία **revolve**.

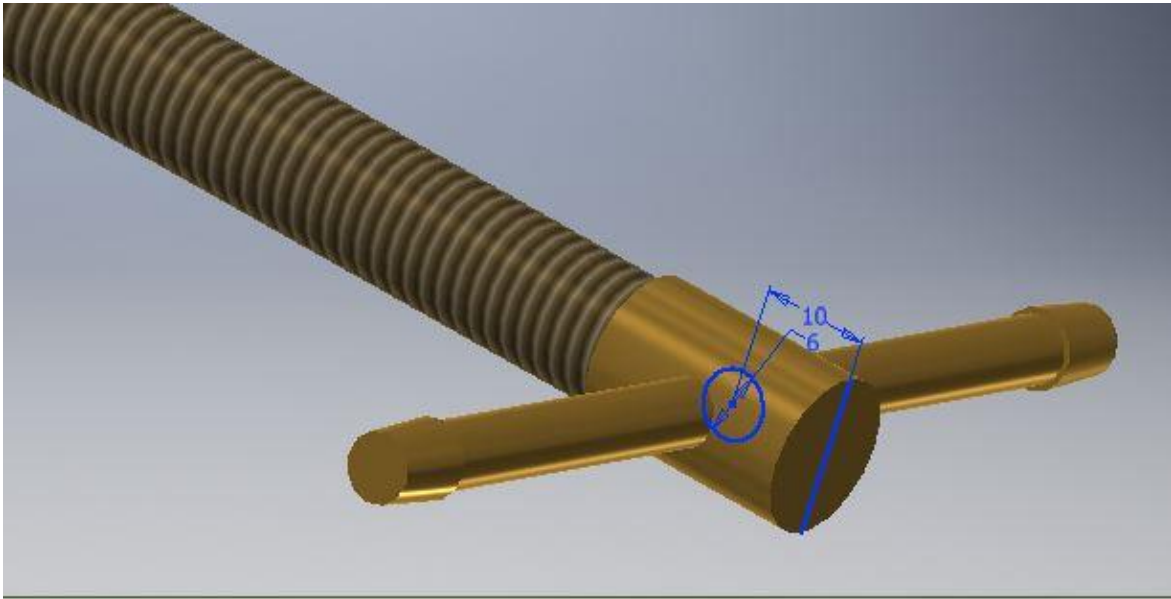
Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως επιλέχθηκε η επιφάνεια και με περιστροφή γύρω από επιλεγμένο άξονα απεικονίζεται το εξάρτημα (κοχλίας).



Εικόνα 110: Τρισδιάστατο μοντέλο τέταρτου εξαρτήματος

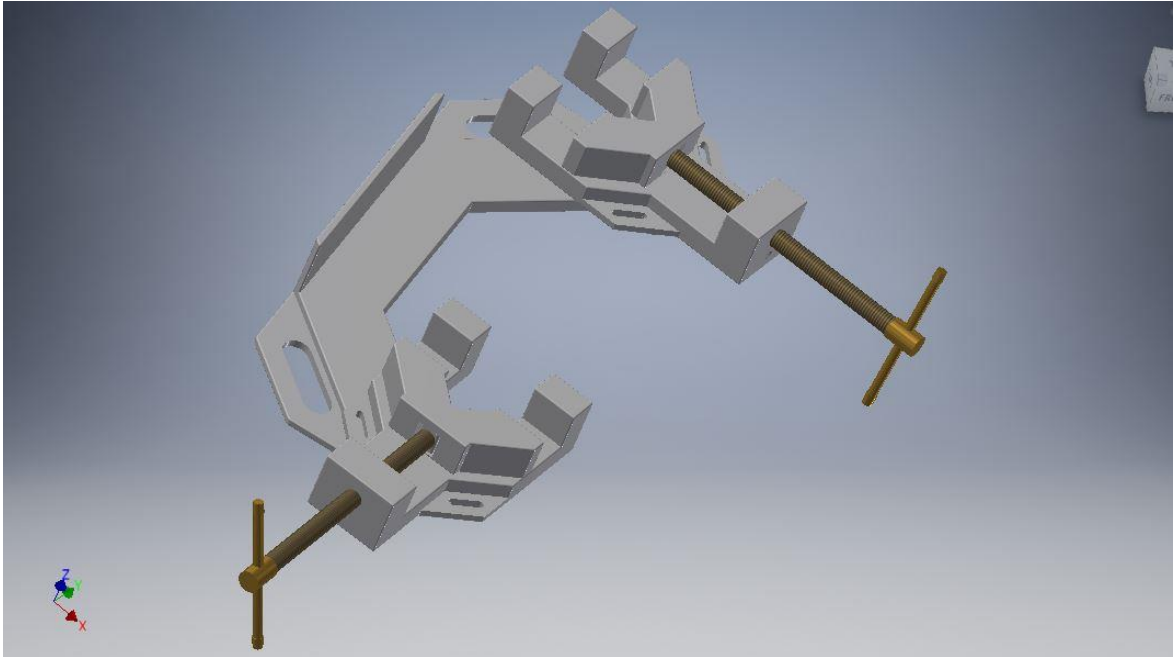
Βήμα 3^ο: Δημιουργία νέου **sketch** και σπειρώματος.

Πάνω στον κάθετο άξονα του κοχλία δημιουργήθηκε νέο **sketch** και δόθηκε όγκος με τη λειτουργία **extrude**. Επιπλέον έγινε σπειροτόμηση του επιλεγμένου σημείου του κοχλία με τη χρήση του **thread**.



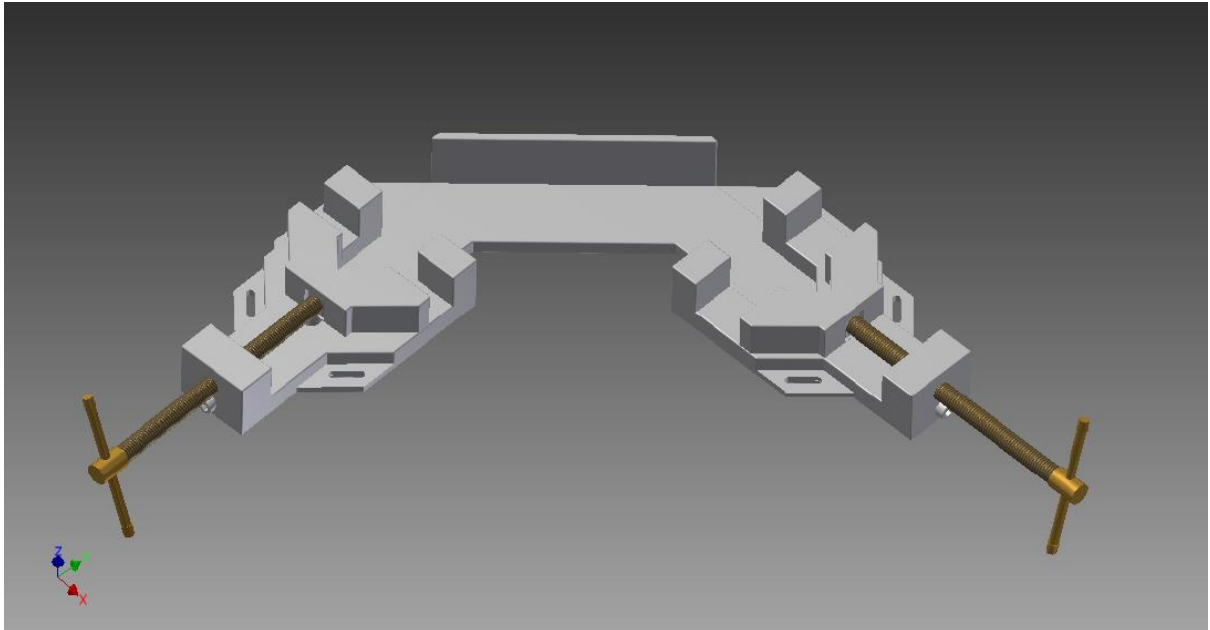
Εικόνα 111: Χρήση των εντολών hole και thread

Βήμα 7^ο Συναρμολόγηση όλων των εξαρτημάτων (**assembly**) μεταξύ τους με τις εντολές **joint** και **constrain**, χρησιμοποιώντας σωστές καθετότητες στην ένωση των πλευρών και αξονικών γραμμών στις οπές, για την τελική και ολοκληρωμένη απεικόνιση του πρότυπου δοκιμίου.

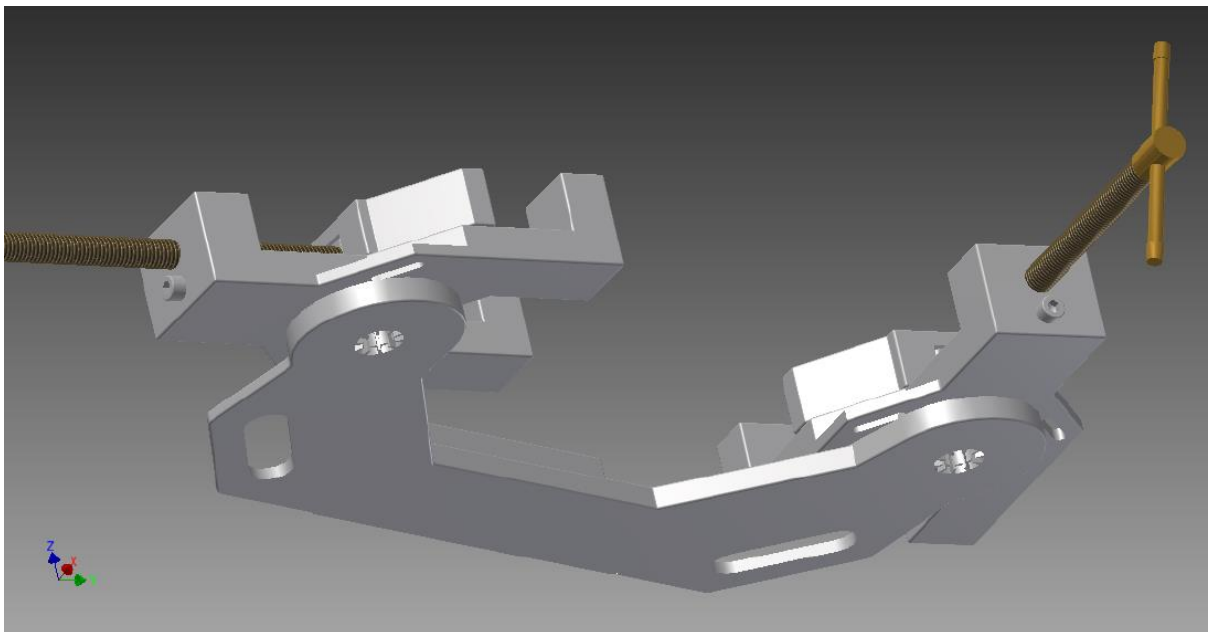


Εικόνα 112: Τελική συναρμολόγηση των εξαρτημάτων για την δημιουργία του αντικειμένου

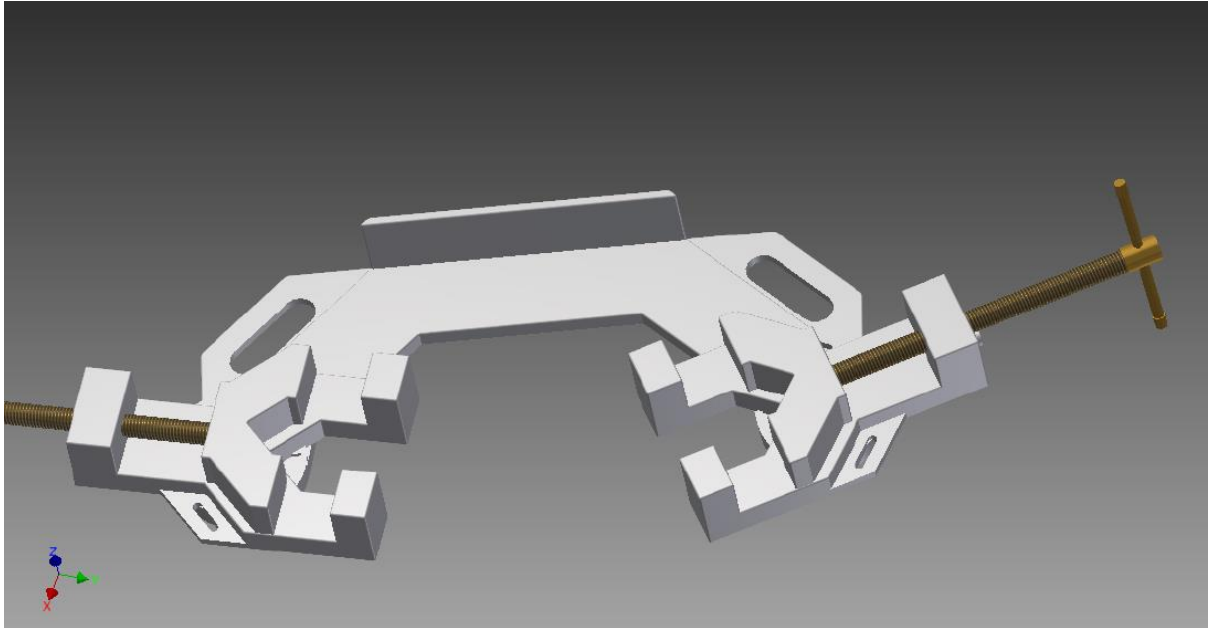
Ομοίως με την προηγούμενη ιδιοσυσκευή ακολουθούν οι υπόλοιπες εικόνες του μοντέλου.



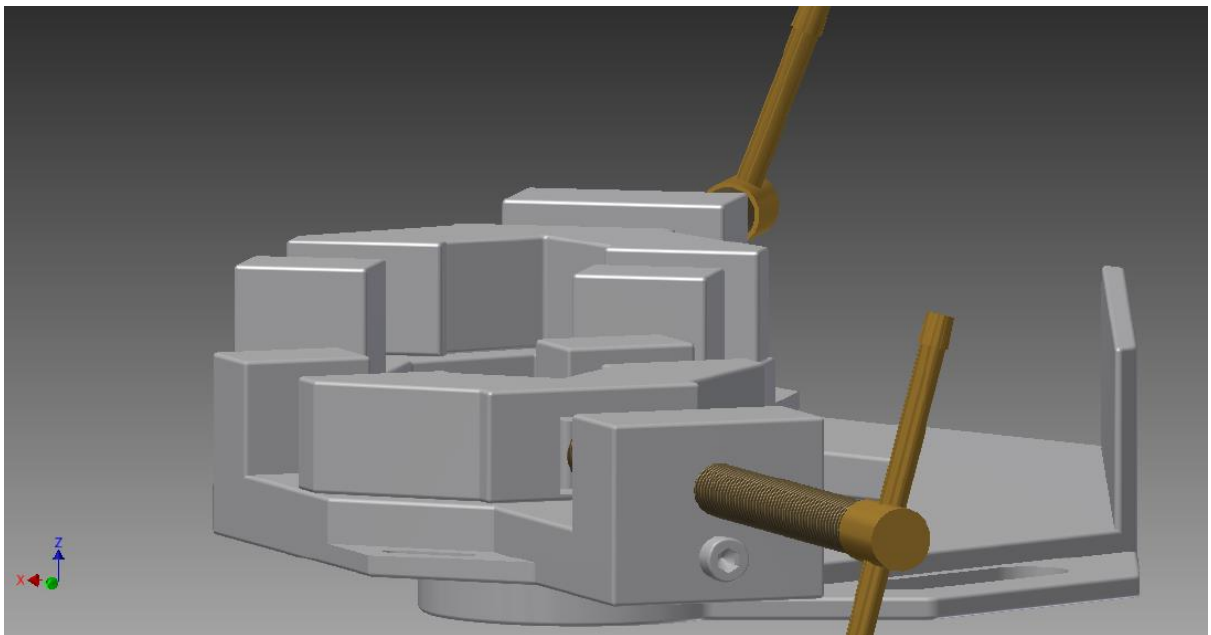
Εικόνα 113: Τρισδιάστατο μοντέλο συναρμολογήματος.



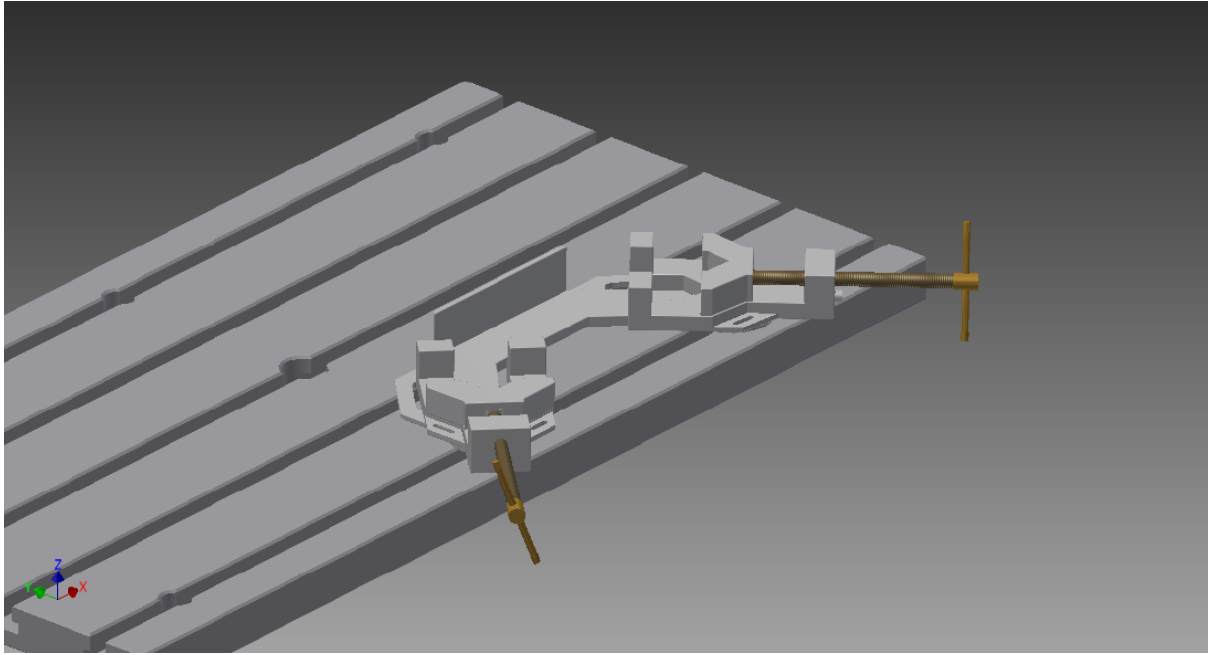
Εικόνα 114: Τρισδιάστατο μοντέλο συναρμολογήματος από κάτω.



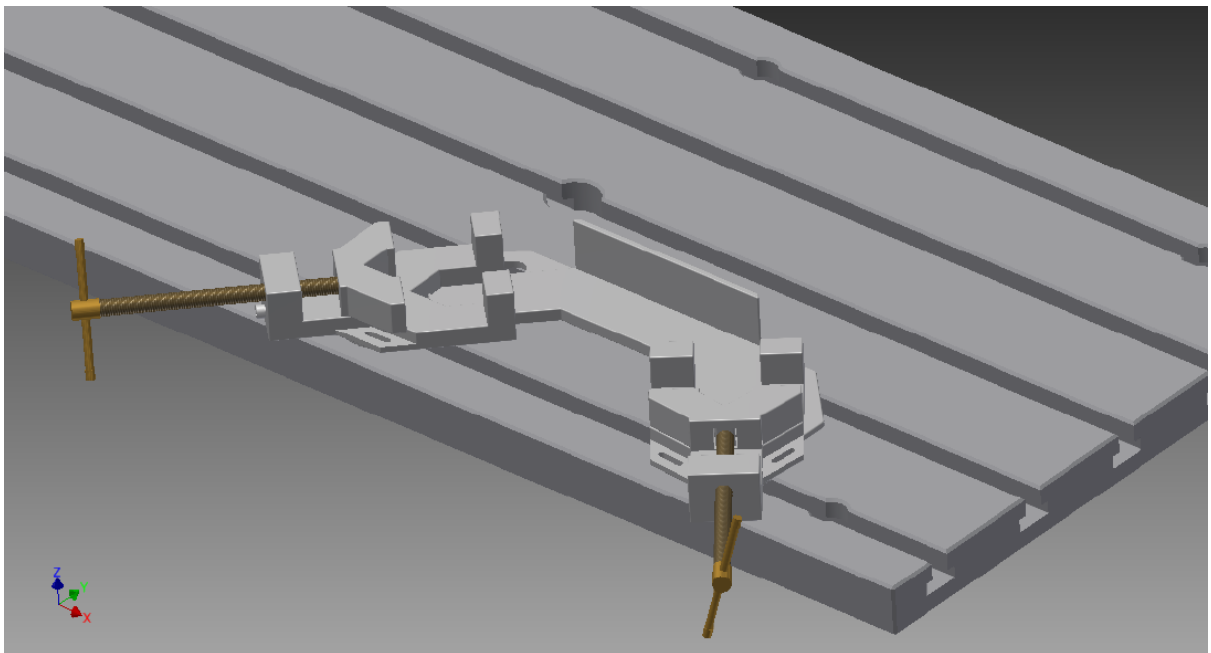
Εικόνα 115: Τρισδιάστατο μοντέλο συναρμολογήματος από πάνω.



Εικόνα 116: Τρισδιάστατο μοντέλο συναρμολογήματος από πλάγια.



Εικόνα 117: Συναρμολόγημα προσδεδεμένο στην τράπεζα.



Εικόνα 118: Συναρμολόγημα προσδεδεμένο στην τράπεζα από πάνω.

6 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

6.1 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στη παρούσα εργασία όντας αναμενόμενο παρουσιάστηκαν αρκετά είδη προβλημάτων και δυσκολιών τα οποία όμως με την κατάλληλη βοήθεια, καθοδήγηση και προσπάθεια αντιμετωπίστηκαν φέροντας εις πέρας την εργασία.

Αρχικά, καθώς η επιλογή των δοκιμίων - ιδιοσυσκευών θα προέκυπτε μέσα από μια πληθώρα εικόνων - σχεδίων με ιδιοσυσκευές, σημαντική κρίθηκε η αξιολόγηση τους ως προς την δυσκολία και την λεπτομέρεια τους ώστε να ανταποκρίνεται στον αριθμό των ατόμων της εργασίας. Στο σημείο αυτό να αναφερθεί, ότι στις εικόνες που δόθηκαν δεν υπήρχαν τυποποιημένες διαστάσεις ή μηχανολογικά σχέδια, εκτός από εκείνες της τράπεζας πρόσδεσης, καθιστώντας αναγκαίο την διαδικτυακή έρευνα για την εύρεση διαστάσεων, ή οποιουδήποτε σχετικού εγχειριδίου για το εκάστοτε αντικείμενο μελέτης. Στην περίπτωση που τα παραπάνω δεν ήταν δυνατά, η επιλογή των διαστάσεων έγινε με δική μας κρίση σύμφωνα με την λειτουργικότητα των αντικειμένων και της εργαλειομηχανής στην οποία προσδένονται.

Πέραν αυτού, οι ιδιοσυσκευές που τελικώς επιλέχθηκαν δόθηκαν συναρμολογημένες στις εικόνες. Η μοντελοποίηση των σύνθετων αυτών ιδιοσυσκευών όμως, είναι αδύνατη χωρίς τον διαχωρισμό τους σε επιμέρους εξαρτήματα. Για τον παραπάνω λόγο κρίθηκε σκόπιμη η κατανόηση και χρήση της μεθοδολογίας της αντίστροφης μηχανικής (Reverse Engineering).

Επιπλέον, ο υβριδικός τρισδιάστατος μοντελοποιητής που χρησιμοποιήθηκε, προϋποθέτει την τήρηση της σειράς και της αλληλουχίας, των εντολών που επιλέγονται. Για παράδειγμα, για να γίνει χρήση της λειτουργίας που προσδίδει όγκο στην τρίτη διάσταση (extrude) απαιτείται η πλήρης οριοθέτηση της εκάστοτε επιφάνειας.

Για την επίλυση του παραπάνω προβλήματος έγινε αναζήτηση πληροφοριών διαδικτυακά και ζητήθηκε η βοήθεια του επιβλέποντα καθηγητή. Παράλληλα, η ιδιαιτερότητα του προγράμματος να μην δέχεται αρχεία διαφορετικής χρονολογίας (έκδοσης), από αυτήν που υπάρχει στον εκάστοτε υπολογιστή, πολλές φορές μας ανάγκασε να τα επαναδημιουργήσουμε, για να είναι δυνατή η μεταφορά τους στους συμμετέχοντες και επιβλέποντες καθηγητές. Ένα ακόμη εμπόδιο που αντιμετωπίστηκε ήταν η συμμόρφωση με την μεθοδολογία μοντελοποίησης του προγράμματος. Για παράδειγμα, η μεθοδολογία του δεν επιτρέπει, πολλές φορές, την επιλεκτική διόρθωση διαστάσεων δίχως να επηρεάσει κάποιες από τις υπόλοιπες. Για το λόγο αυτό συχνά ήταν απαραίτητη η επιστροφή στα αρχικά στάδια σχεδιασμού ενός ή παραπάνω εξαρτημάτων και να τροποποιηθούν αναλόγως τις διαστάσεις τους.

Ακόμη, επειδή οι συμμετέχοντες ήταν τρεις και οι απόψεις ως γνωστόν δίστανται, αρκετές φορές υπήρξαν ορισμένες διαφωνίες, τόσο ως προς την ενδεχόμενη χρήση – λειτουργία του εκάστοτε δοκιμίου, όσο και στον τρόπο με τον οποίο θα σχεδιαστεί το εκάστοτε δοκίμιο. Κάτι τέτοιο όμως λειτούργησε θετικά για το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Επίσης, στην μετέπειτα επαγγελματική πορεία του καθενός το πνεύμα της συνεργασίας κρίνεται απαραίτητο. Η εκτέλεση της συγκεκριμένης εργασίας συντέλεσε σημαντικά στην κατανόηση της σημασίας και της αξίας της.

Τέλος, ο εξειδικευμένος και καθαρά μηχανολογικός χαρακτήρας του θέματος περιόρισε σημαντικά την δυνατότητα εύρεσης βιβλιογραφίας. Για το λόγο αυτό οι πληροφορίες που αντλήθηκαν προήλθαν στην πλειοψηφία τους από ξενόγλωσσα βιβλία και εγχειρίδια. Ως αποτέλεσμα, η διαδικασία μετάφρασης τους ήταν εξαιρετικά χρονοβόρα και πολλές φορές περίπλοκη ώστε να αποσαφηνιστούν σωστά τεχνικές έννοιες και ορολογίες.

6.2 ΣΧΟΛΙΑ

Ο δημιουργικός χαρακτήρας του θέματος συνέβαλλε καταλυτικά στην επιλογή της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας. Η παροχή εξειδικευμένων γνώσεων στον τομέα του σχεδιασμού και της μοντελοποίησης, πολύ πιθανόν να φανούν ιδιαίτερα χρήσιμες αυξάνοντας το εύρος των επιλογών στον τομέα της επαγγελματικής αποκατάστασης. Αυτό συμβαίνει καθώς ο τρισδιάστατος σχεδιασμός αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της σύγχρονης μηχανολογίας. Όταν ακόμα και πριν την κατασκευή ενός μηχανολογικού ή μη εξαρτήματος, κρίνεται πρώτα απαραίτητη η σχεδίαση του, μπορεί εύκολα να γίνει αντιληπτό το πόσο σημαντικό είναι το βασικό κομμάτι της εργασίας. Εφόσον λοιπόν, με τη πάροδο των χρόνων και την ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας, η σχεδίαση με το χέρι έχει δώσει τη θέση της στα σύγχρονα ηλεκτρονικά μέσα σχεδίασης, αποτέλεσμα είναι να χρησιμοποιούνται κατά κόρον υβριδικοί μοντελοποιητές. Ένας από αυτούς συνέβαλε για την ολοκλήρωση της συγκεκριμένης εργασίας.

Ένας άλλος παράγοντας που συντέλεσε σημαντικά στην επιλογή του συγκεκριμένου θέματος, είναι η δυνατότητα που παρέχεται στους συμμετέχοντες να εξελίξουν τις ήδη υπάρχουσες γνώσεις τους αλλά και να αξιοποιήσουν όσα έχουν διδαχθεί μέσα από τα μαθήματα του τμήματος. Επιπλέον, η ενασχόληση με το συγκεκριμένο θέμα προσέφερε την ευκαιρία να διευρυνθεί ο νους και ο τρόπος σκέψης. Αυτό συμβαίνει γιατί αναλύοντας ένα αντικείμενο στα επιμέρους εξαρτήματα που το αποτελούν κατανοείται καλύτερα η χρήση και η λειτουργία τους αλλά και τα στάδια κατασκευής που έχουν υποστεί ώστε να κατασκευαστούν. Πέραν αυτών ίσως να μπορεί να δημιουργηθεί εικόνα για τυχόν «αστοχίες» που ίσως με μια ενδεχόμενη βελτίωση στο σχεδιασμό να λύσει προβλήματα στη λειτουργία του εξαρτήματος ή του συνόλου. Κάτι τέτοιο, θα επιτρέψει στον σχεδιαστή να ανακαλύψει περισσότερες πτυχές της μοντελοποίησης και να δημιουργήσει δοκίμια, με ελάχιστα ή και καθόλου «σφάλματα» στη λειτουργία τους και με πολλές δυνατότητες περαιτέρω βελτίωσης.

Επιπλέον, η προσφορά στην επιστημονική κοινότητα κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική. Παρέχεται μια ολοκληρωμένη εργασία στον τομέα των ιδιοσυσκευών και της σχεδίασης τους σε πραγματικές διαστάσεις. Οι πληροφορίες σχετικά με αυτό το κομμάτι της μηχανολογίας είναι ιδιαίτερα περιορισμένες και δύσκολα μπορούν να αντληθούν. Οι έννοιες και οι ορολογίες πολλές φορές δεν έχουν την ίδια σημασία σε άλλες γλώσσες. Κάτι τέτοιο εμποδίζει ως ένα σημείο την εύρεση βιβλιογραφικών αναφορών.

Τέλος, μελλοντικά οποιοσδήποτε ενδιαφερόμενος σχεδιαστής θα μπορούσε να βασιστεί στην παρούσα εργασία και να την εξελίξει φτάνοντας τελικά στην πραγματική υλοποίηση των ιδιοσυσκευών που έχουν μελετηθεί σχεδιαστικά.

6.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η σύνταξη της συγκεκριμένης εργασίας αποτελεί αναμφισβήτητα μία πολύ σημαντική εμπειρία καθώς βελτιώνει σημαντικά τις ικανότητες στον τομέα εκπόνησης εργασιών εκπαιδευτικού χαρακτήρα τόσο σε ατομικό επίπεδο αλλά και στο κοινωνικό σύνολο. Η συνεργασία μεταξύ των συμμετεχόντων κρίθηκε απαραίτητη ώστε να επιλυθούν τα προβλήματα που προέκυψαν, αναδεικνύοντας την σημασία της συλλογικής προσπάθειας για την επίτευξη ενός στόχου, γεγονός που θα φανεί ιδιαίτερα σημαντικό στην μετέπειτα επαγγελματική σταδιοδρομία τους καθενός.

Αποκομίστηκαν περαιτέρω γνώσεις πάνω σε έναν πολύ ενδιαφέρον τομέα της σύγχρονης μηχανολογίας βελτιώνοντας αισθητά τις ικανότητες στον τομέα του σχεδιασμού και της μοντελοποίησης.

Κατέστη σαφές, πως η χρήση ιδιοσυσκευών σε μηχανουργικές κατεργασίες αλλά και γενικότερα στη βιομηχανία μπορεί να αποδειχθεί εξαιρετικά οφέλιμη και ταυτόχρονα επικερδής. Βασικό πλεονέκτημα των ιδιοσυσκευών είναι η γρήγορη, σταθερή και συγκεκριμένη τοποθέτηση, των ιδιόμορφων προς κατεργασία δοκιμίων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μείωση, κατά το δυνατόν, του χρόνου κατεργασίας (εξοικονομώντας εργατοώρες) και του χρόνου παράδοσης. Κάτι τέτοιο επιφέρει μεγαλύτερο κέρδος στις βιομηχανίες, τα μηχανουργεία και όχι μόνο. Προσφέρει δυνατότητες, είτε παραγωγής διαφορετικών ειδών προϊόντων αφού το κάθε είδος καταλαμβάνει λιγότερο χρόνο, είτε αύξησης της ποσότητας που συμβάλει στη μείωση της τιμής του τεμαχίου. Ένα ακόμη πλεονέκτημα είναι ότι ελαχιστοποιούνται τα σφάλματα στην κατεργασία (αστοχίες) και τα κομμάτια που παράγονται έχουν ίδιες διαστάσεις και ανοχές. Αυτό συμβαίνει καθώς το κάθε διαφορετικό εξάρτημα προς κατεργασία ασφαλίζεται πάνω στην ιδιοσυσκευή στα ίδια σημεία και το κοπτικό το κατεργάζεται στο ίδιο ακριβώς σημείο.

Εν κατακλείδι, γίνεται αντιληπτό ότι η μεθοδολογία της Αντίστροφης μηχανικής είναι ιδιαίτερα πολύτιμη και σημαντική τόσο ευρύτερα όσο και στη μηχανολογία καθώς επιτρέπει την άντληση πληροφοριών και χαρακτηριστικών για την πορεία δημιουργίας αντικειμένων έχοντας ως γνώμονα μόνο την τελική του μορφή. Το χαρακτηριστικό αυτό καθιστά την γνώση και την εφαρμογή της εξαιρετικά χρήσιμη σε ποικίλους τομείς της καθημερινότητας.

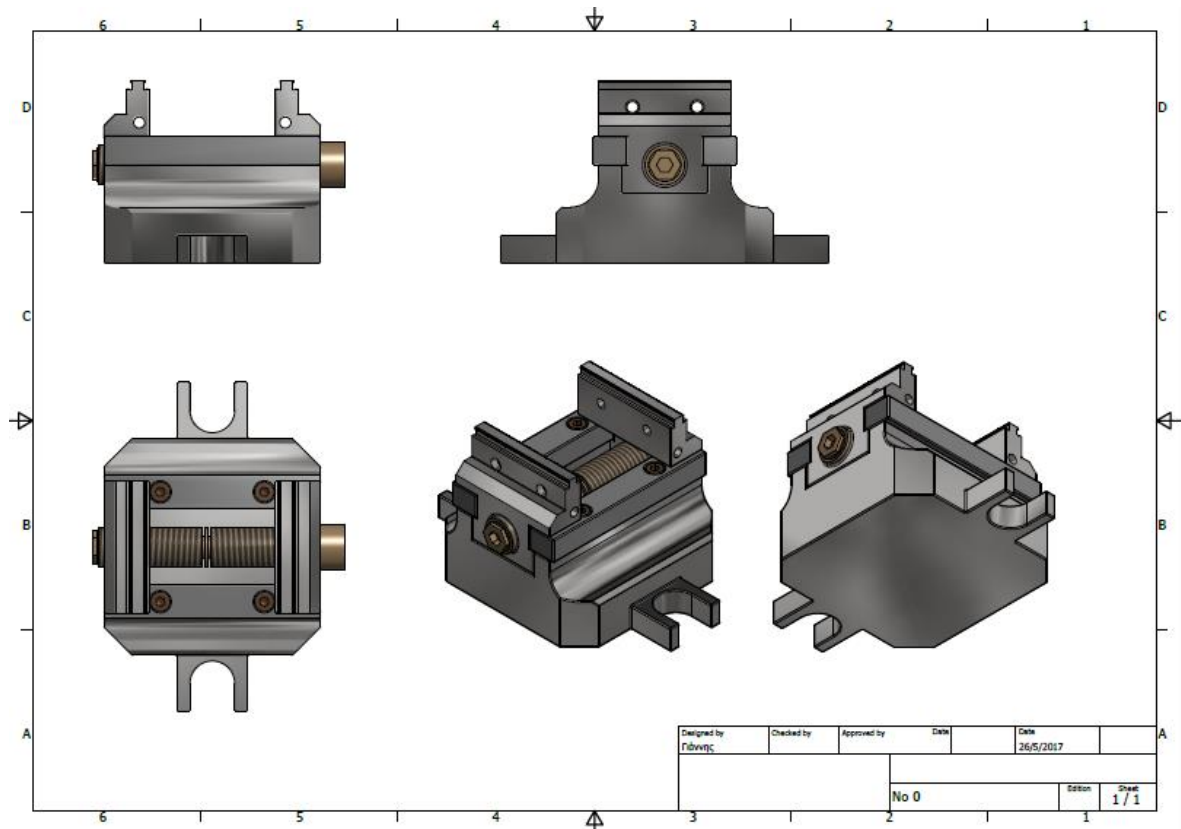
7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ch. 39. (2013). International Scientific Book.
- 123rf.com. (n.d.). Retrieved from <http://www.123rf.com>
- alibaba.com. (n.d.). Retrieved from <https://www.alibaba.com>
- Autodesk Inventor. (2018). *Infotech*. Retrieved from <http://www.infotech.edu.gr/course/autodesk-inventor>
- Boyes, W. E. (1989). *Handbook of Jig and Fixture Design*.
- Ergomac.gr. (n.d.). Retrieved from <https://www.ergomac.gr>
- Grand, J. (2013). *Hardware Reverse Engineering: Access, Analyze, & Defeat*. Idea Studio.
- Harrington, J. (2015). *3D CAD with Autodesk 123D: Designing for 3D Printing, Laser Cutting, and Personal Fabrication 1st Edition*.
- Hoffman, E. (1980). *Jig and Fixture Design*.
- Ingle, K. A., & Hill, M. (1994). *Reverse Engineering*.
- ItalianMachines. (n.d.). Retrieved from <https://www.italianmachines.com>
- Kumar, A., Jain, P. K., & Pathak, P. M. (2013). *REVERSE ENGINEERING IN PRODUCT MANUFACTURING: AN OVERVIEW*. Vienna, Austria.
- romi.com. (n.d.). Retrieved from <http://www.romi.com/produtos/linha-centur>
- Samuelson, P., & Scotchmer, S. (2002). *THE LAW & ECONOMICS OF REVERSE ENGINEERING*. Yale Law Journal.
- toolfinder.com. (n.d.). Retrieved from <http://toolfinder.gr/>
- Yiming, R., & Huang, S. H. (2005). *Advanced Computer-aided Fixture Design*.
- ΕΝΟΤΗΤΑ 9 - ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΕΣ. (n.d.). *Εκπαιδευτικός Διαδικτυακός Τόπος (ΕΚ.ΔΙ.ΤΟ)*. Retrieved 2018, from http://edume.myds.me/00_0070_e_library/10020/1002/09.pdf
- ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ Ι. (n.d.). Retrieved 05 12, 2019, from <http://ebooks.edu.gr/courses/DSEPAL-C116/document/53fda7f91ddx/53fda801jnof/53fda8519mxn.pdf>

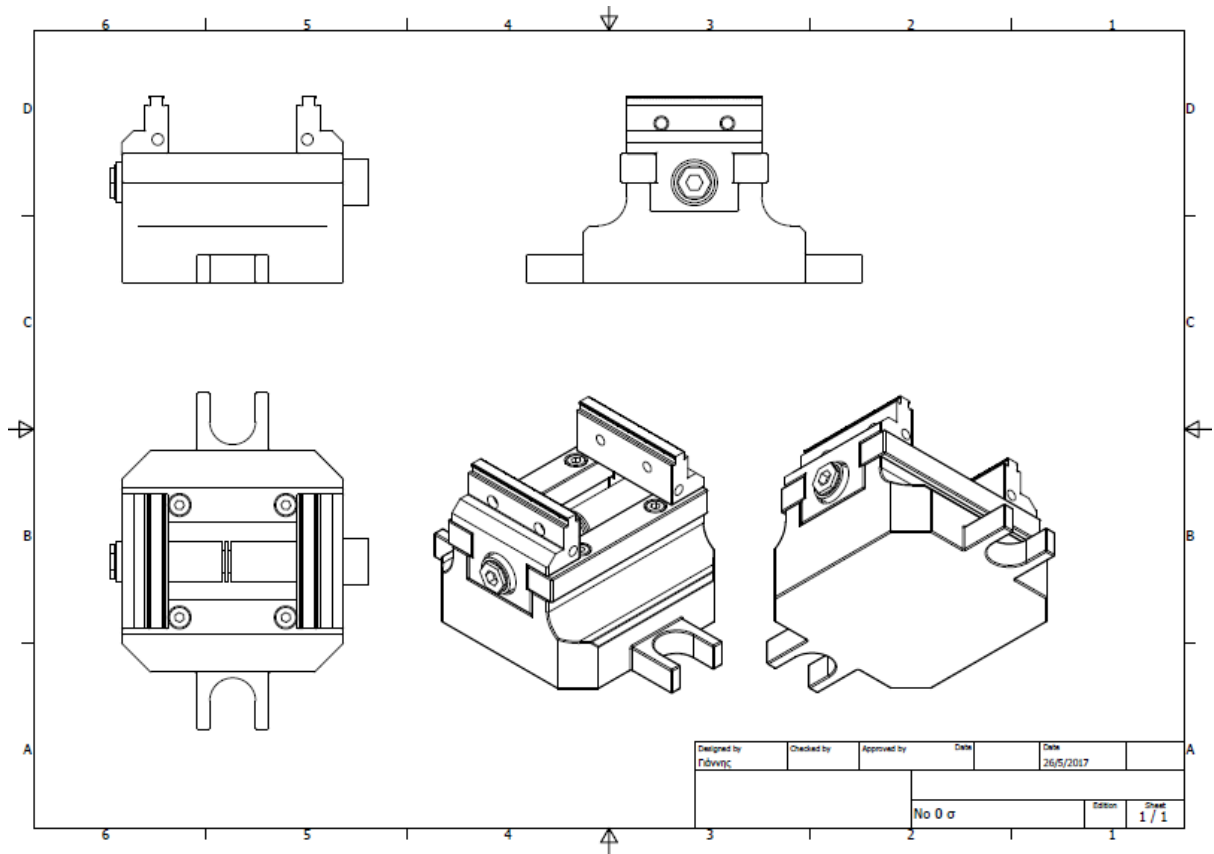
- Τεχνολογία Παραγωγής - Κεφάλαιο 7.6 Φρέζες. (n.d.). *Open e-class*. Retrieved 2018, from <https://eclass.duth.gr/modules/document/file.php/TME148/%CE%A3%CE%B7%CE%BC%CE%B5%CE%B9%CF%8E%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82/7.6%20%CE%A6%CE%A1%CE%95%CE%96%CE%95%CE%A3.pdf>

8 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

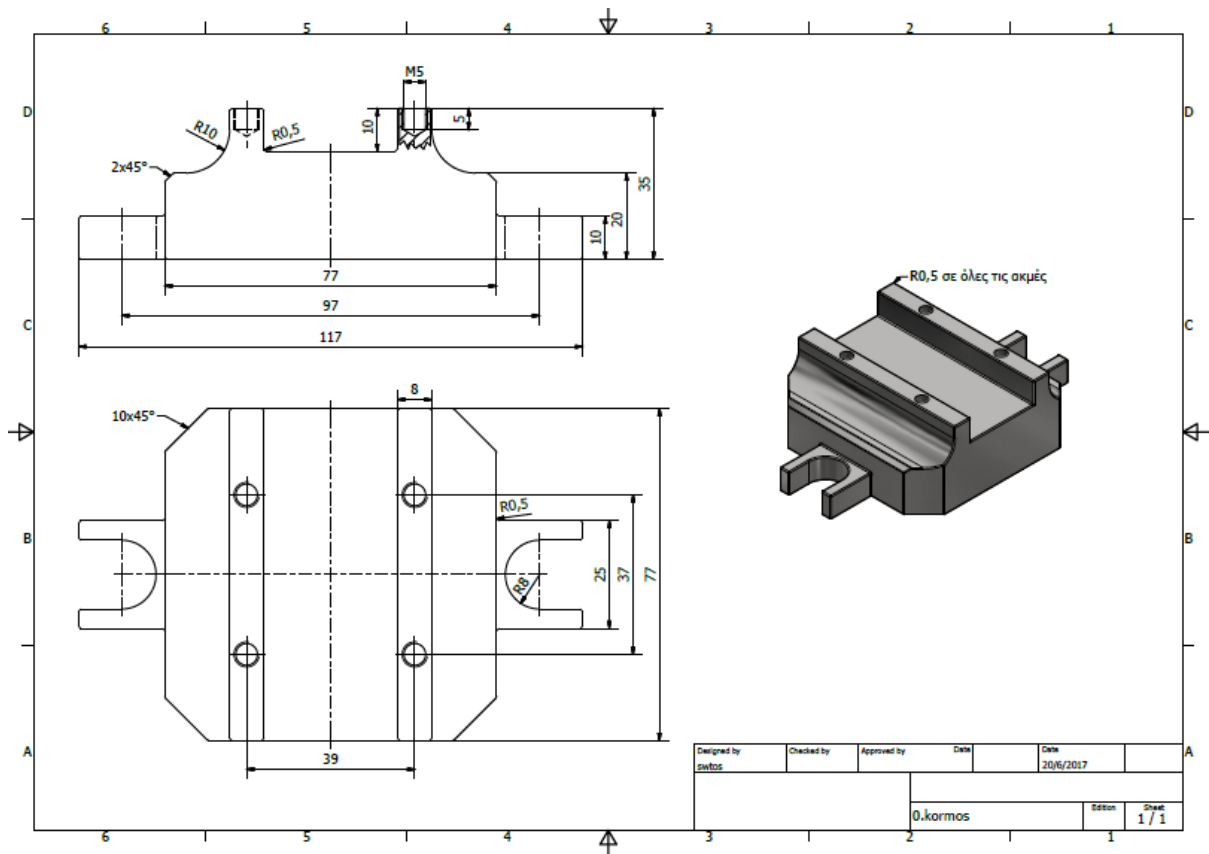
8.1 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΜΕΓΕΤΗΣ ΜΕ ΚΟΧΛΙΑ ΔΙΠΛΟΥ ΣΠΕΙΡΩΜΑΤΟΣ



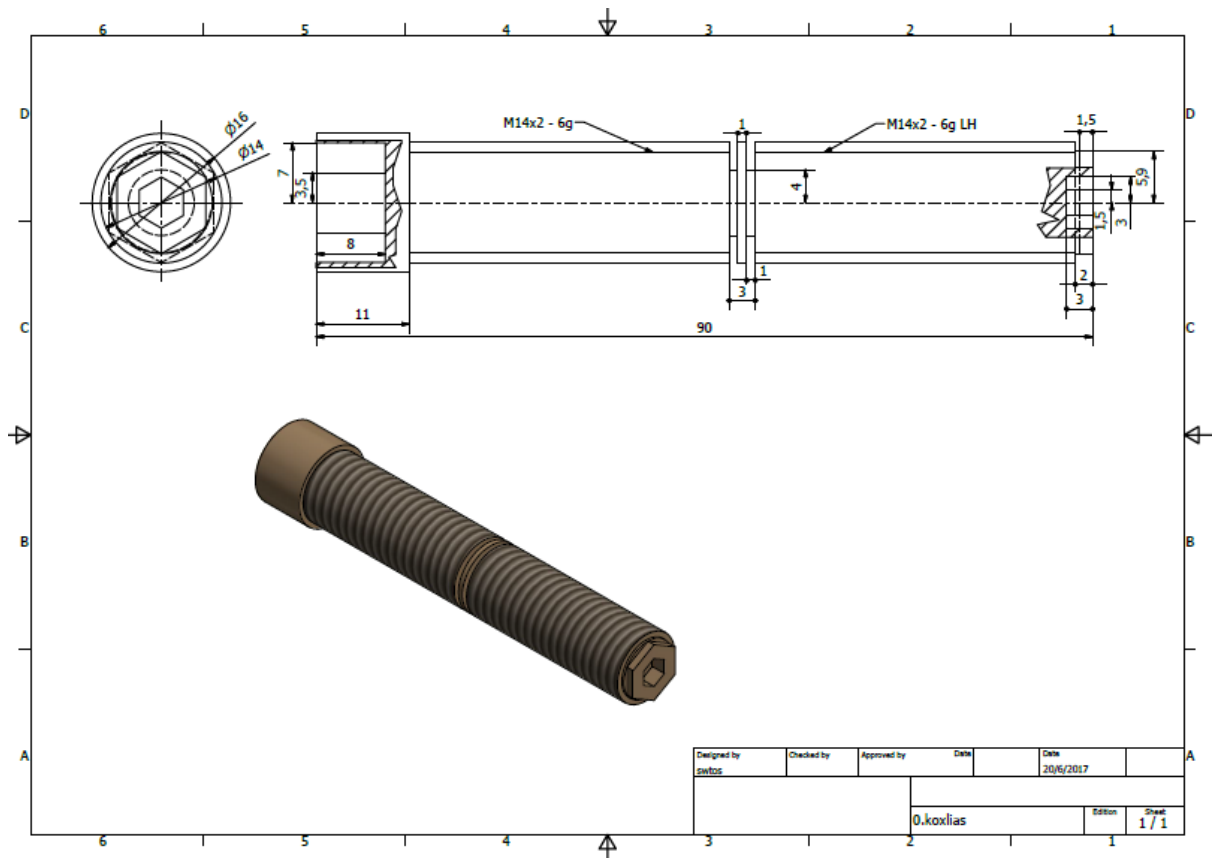
Σχέδιο 1.2: Έγχρωμη τρισδιάστατη απεικόνιση όλων των όψεων του συναρμολογήματος.



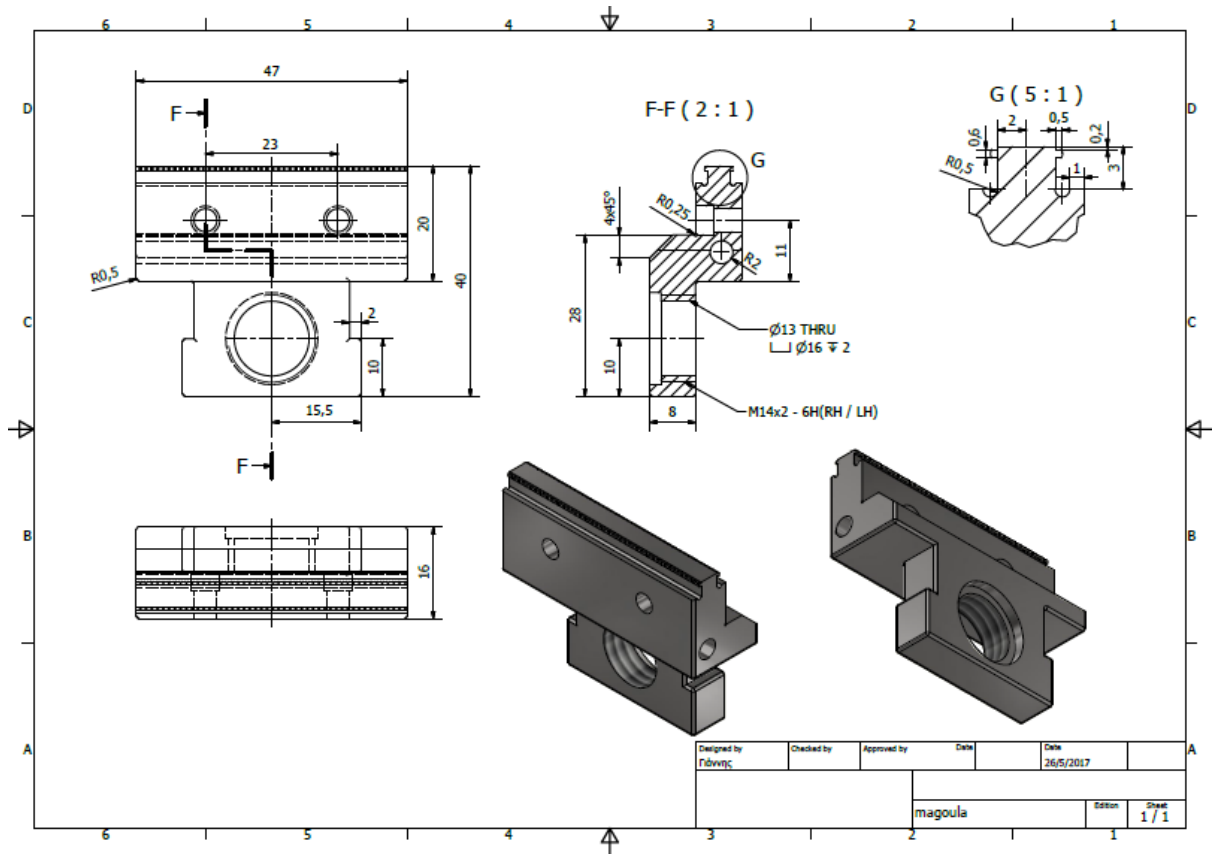
Σχέδιο 1.3: Ασπρόμαυρη τρισδιάστατη απεικόνιση συναρμολογήματος.



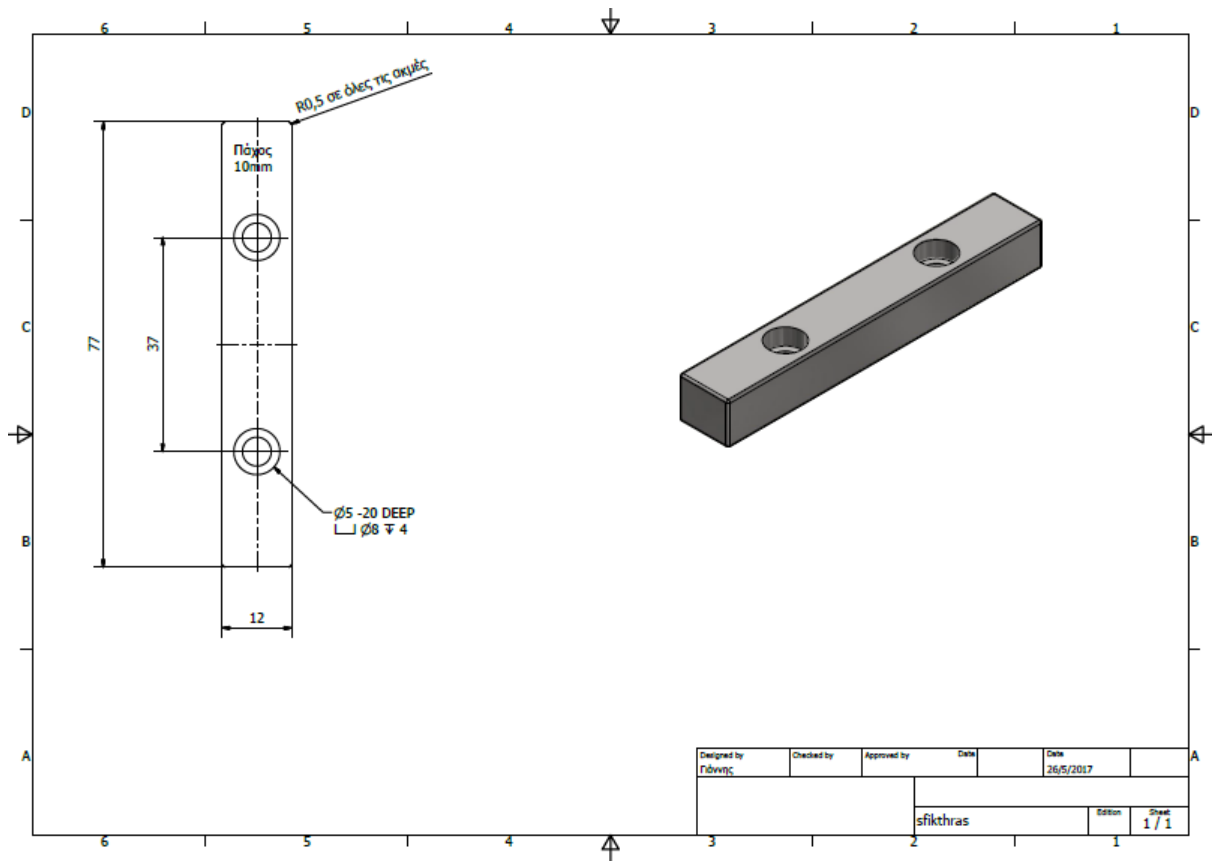
Σχέδιο 1.4: Κατασκευαστικό σχέδιο «κορμού» μέγγενης.



Σχέδιο 1.5: Κοχλίας μέγγενης.

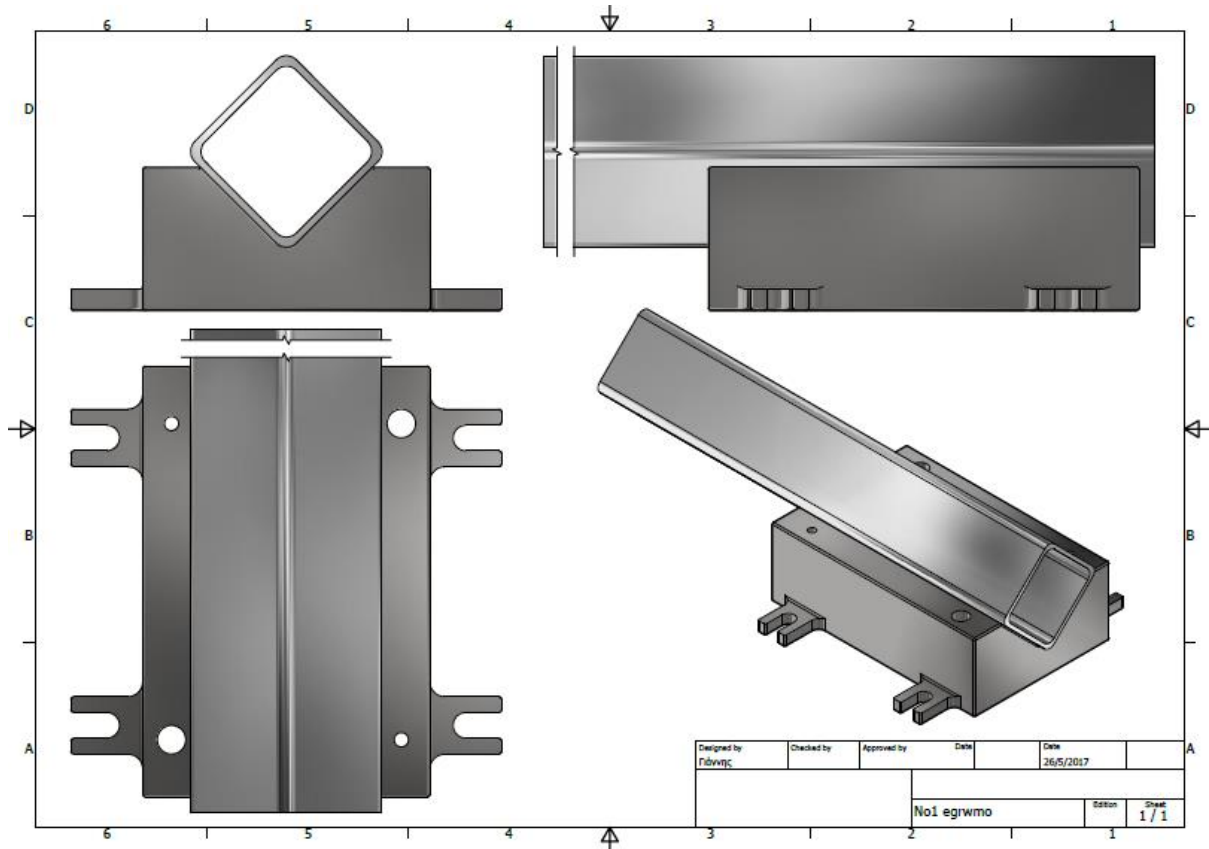


Σχέδιο 1.6: Σιαγώνες μέγγενης.

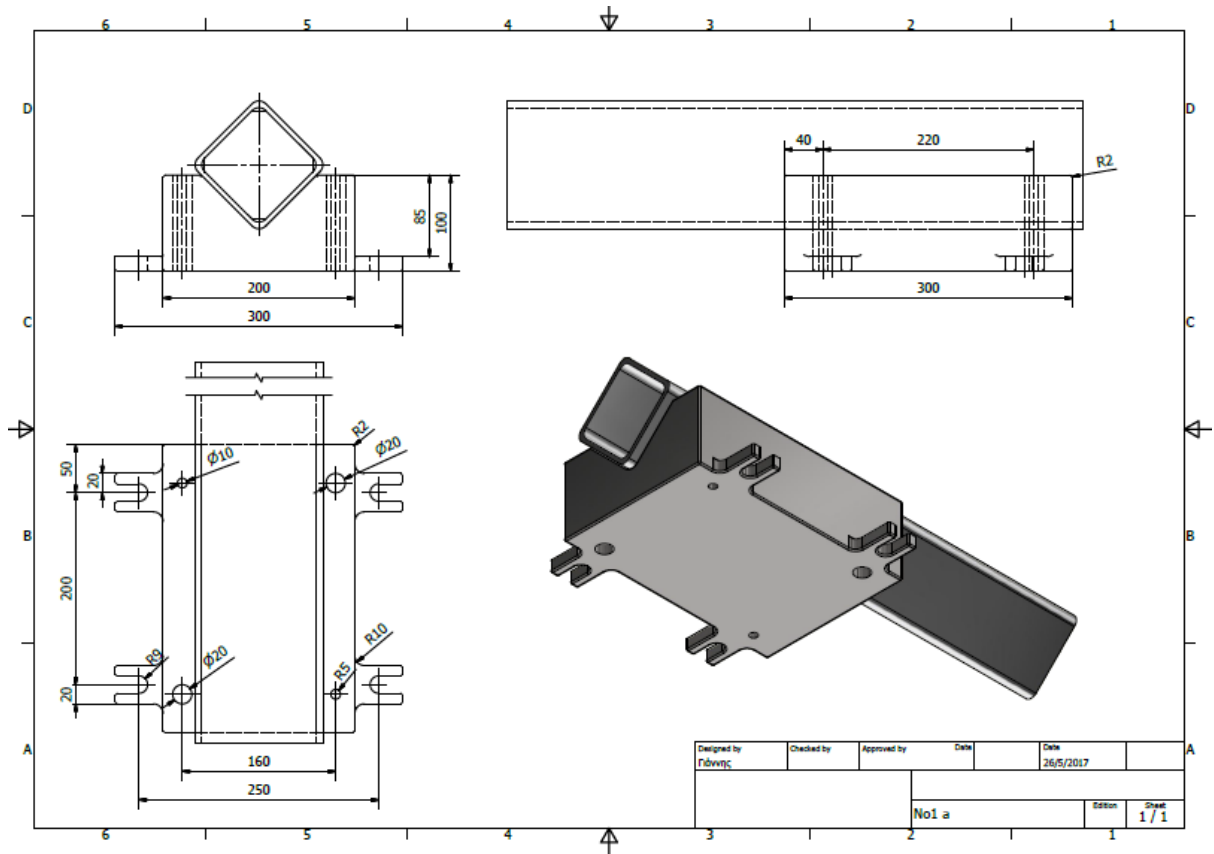


Σχέδιο 1.7: Γλίστρα σιαγώνας.

8.2 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΗΣ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΚΟΙΛΟΔΟΚΩΝ

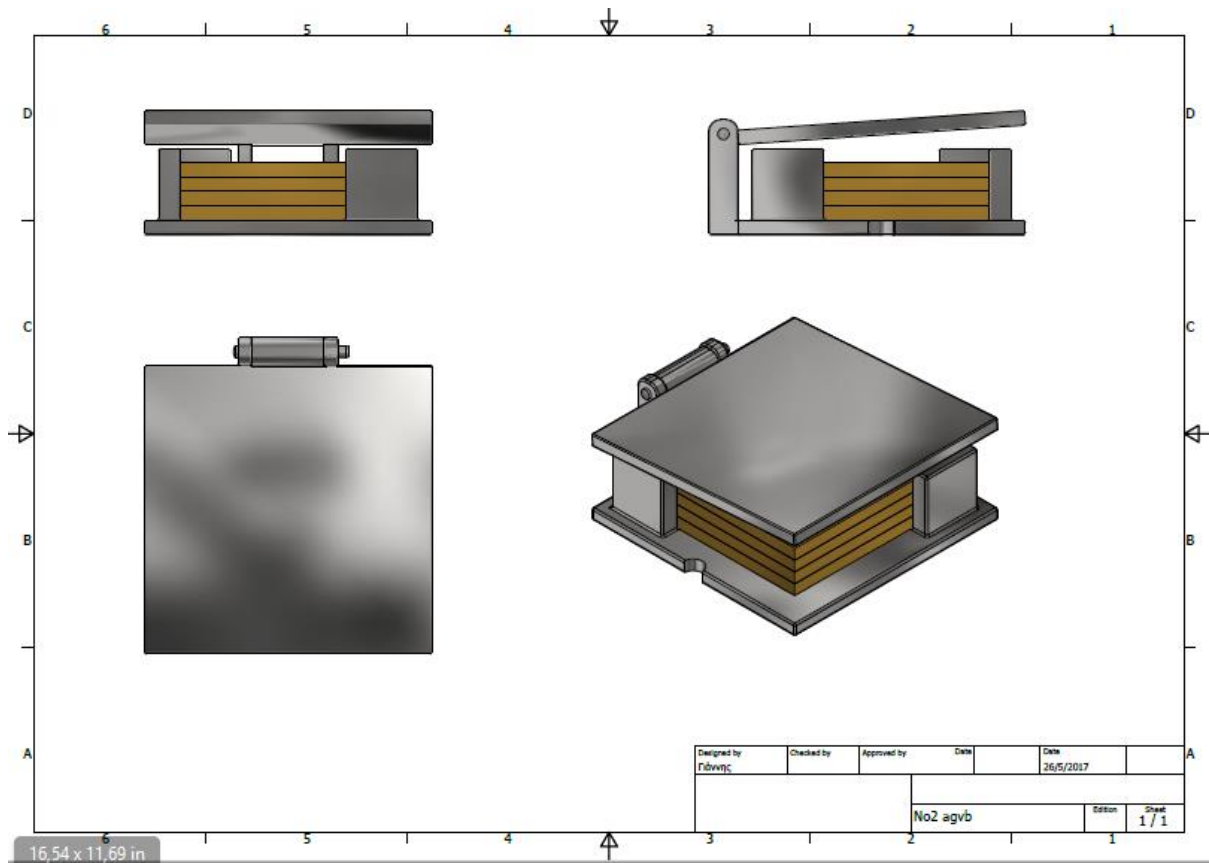


Σχέδιο 2.3: Έγχρωμη απεικόνιση όψεων συναρμολογήματος.

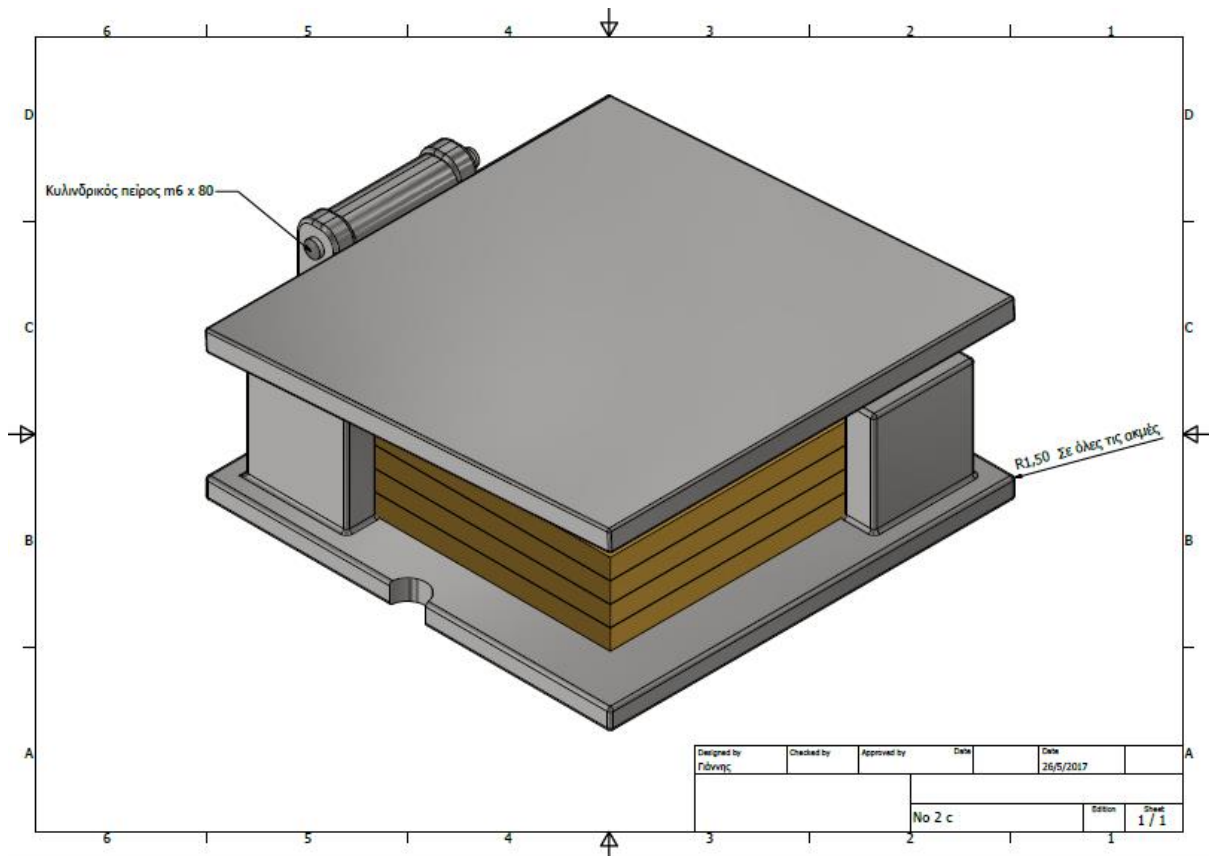


Σχέδιο 2.4: Κατασκευαστικό σχέδιο συναρμολογήματος.

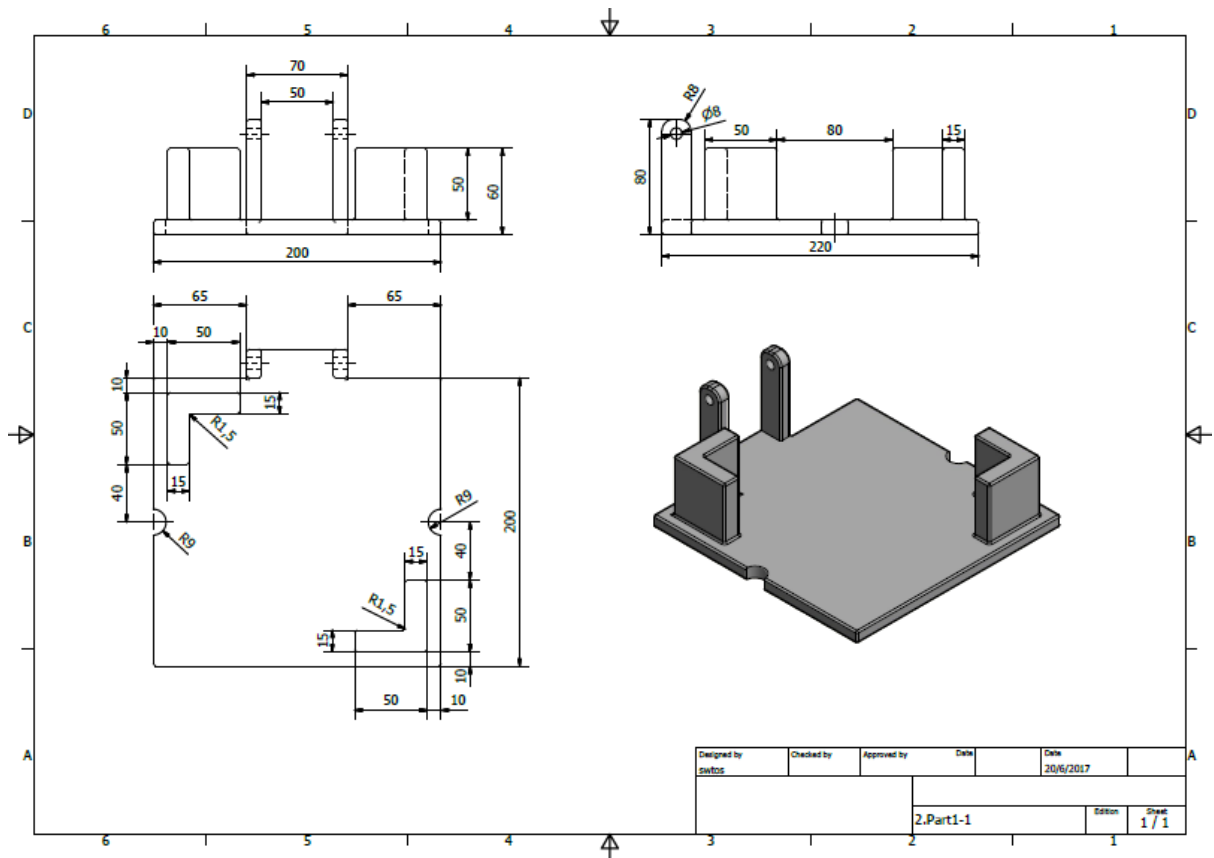
8.3 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΗΣ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΠΛΑΚΩΝ ΓΙΑ ΔΙΑΝΟΙΞΗ ΟΠΩΝ



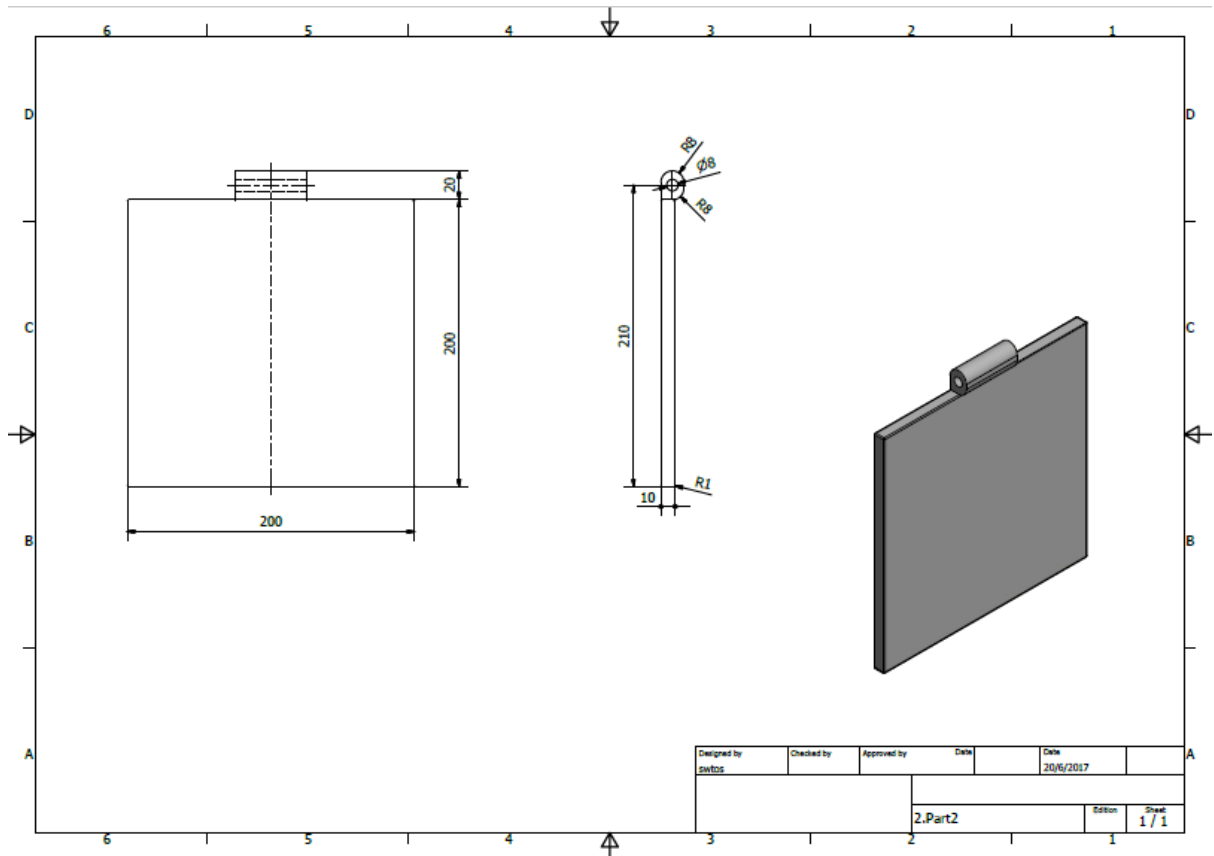
Σχέδιο 3.4: Έγχρωμη απεικόνιση όψεων.



Σχέδιο 3.5: Κατασκευαστικές λεπτομέρειες συναρμολογήματος.

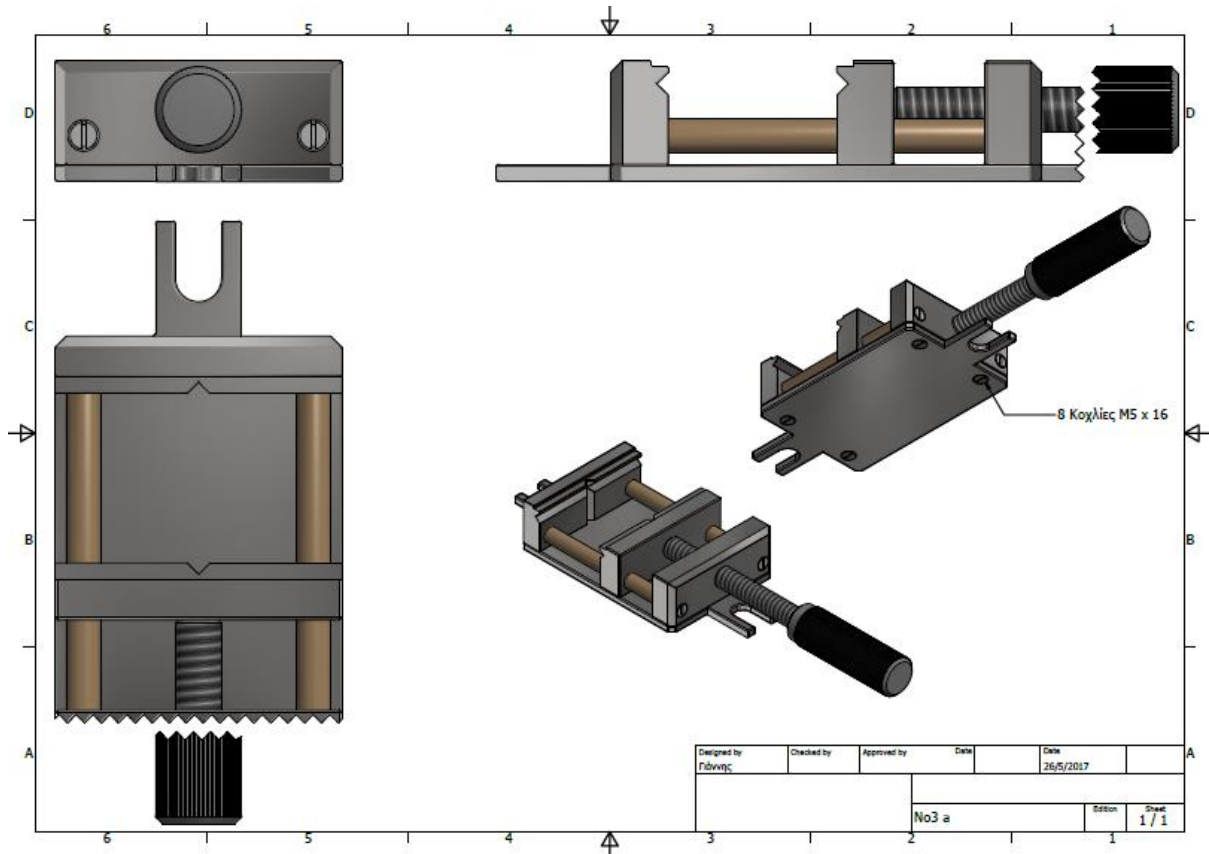


Σχέδιο 3.6: Κατασκευαστικό σχέδιο βάσης συναρμολογήματος.

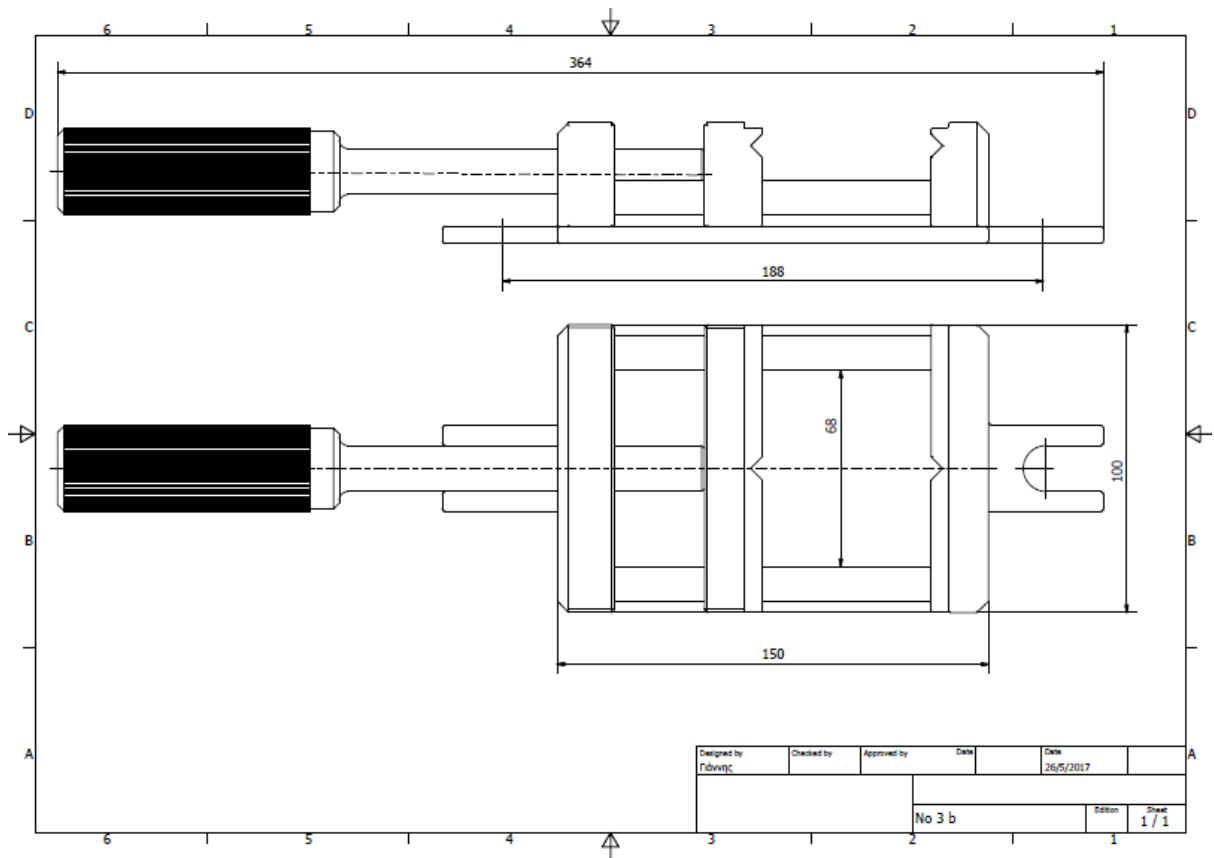


Σχέδιο 3.7: Καπάκι συναρμολογήματος.

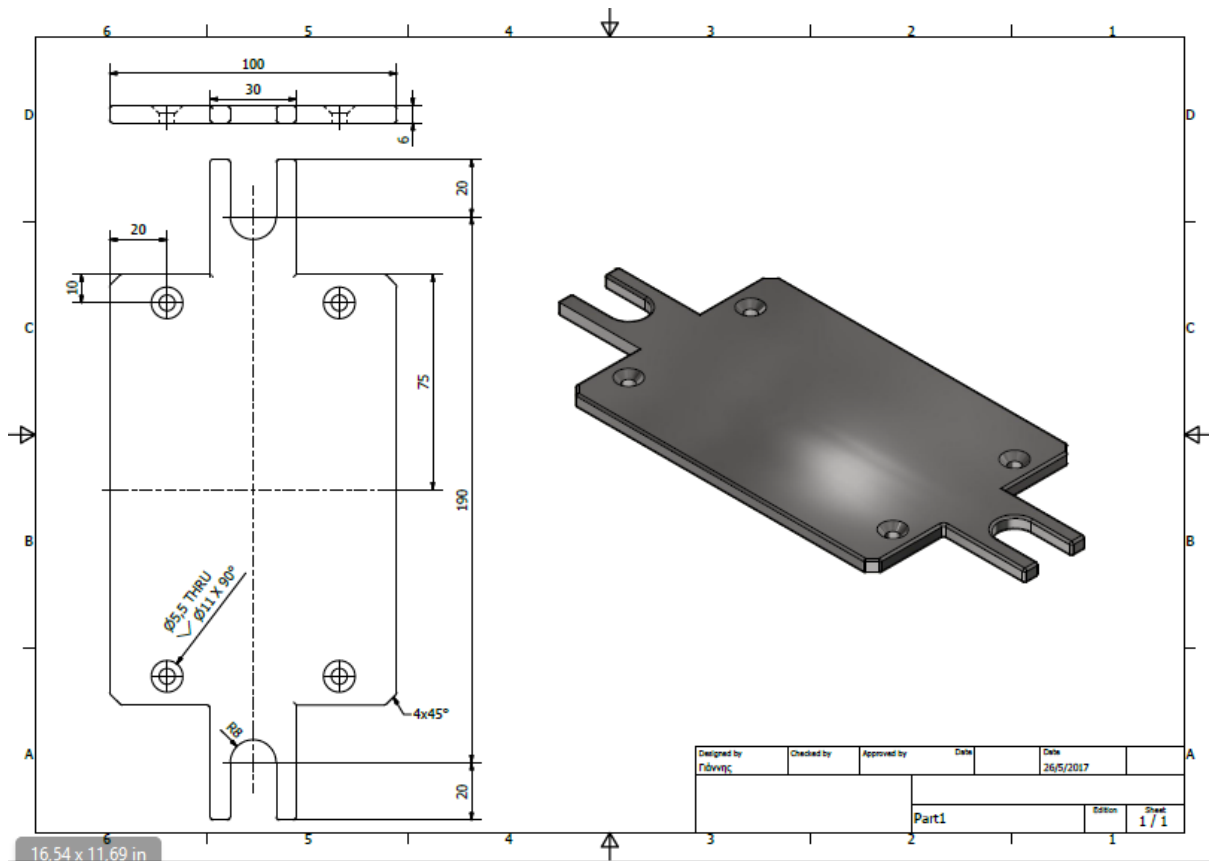
8.4 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΜΕΓΓΕΝΗΣ ΜΕ ΤΡΑΠΕΖΟΕΙΔΗ ΚΟΧΛΙΑ



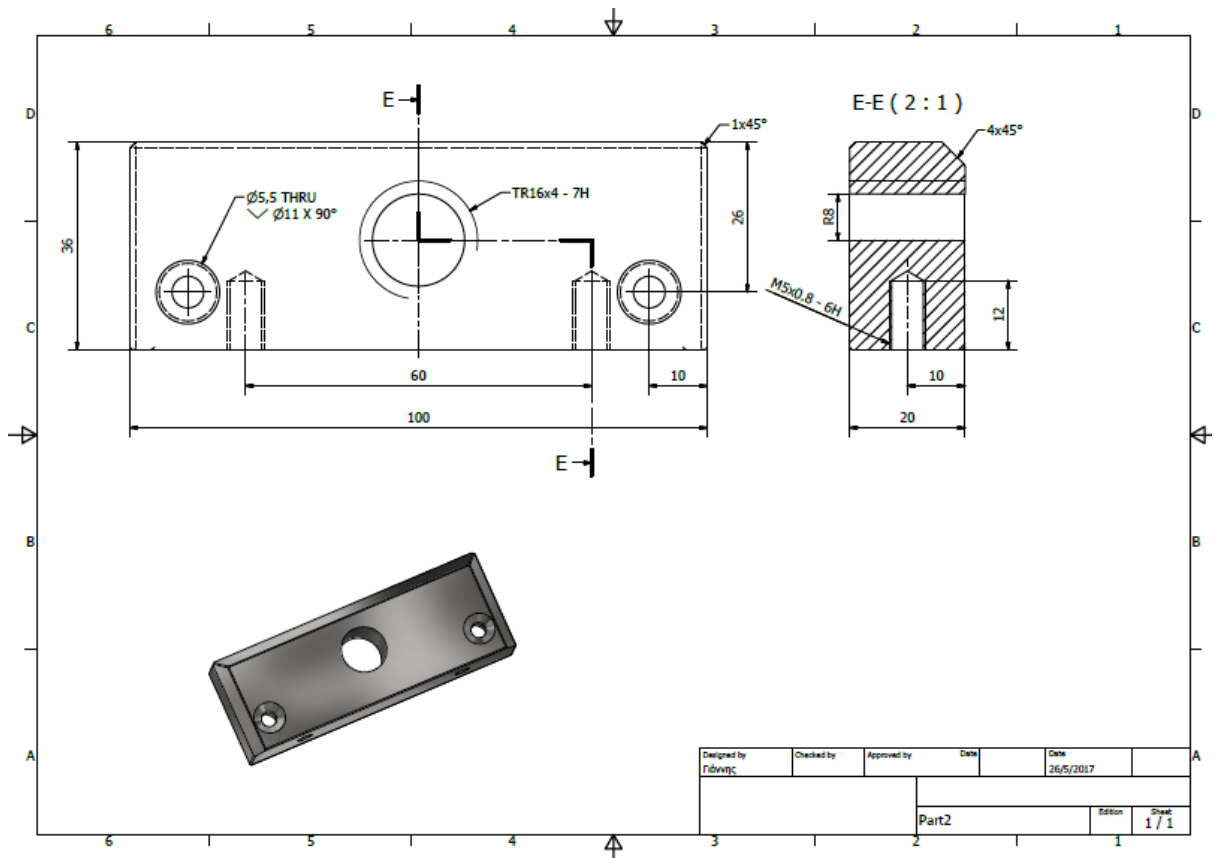
Σχέδιο 4.4: Κατασκευαστικό σχέδιο συναρμολογήματος.



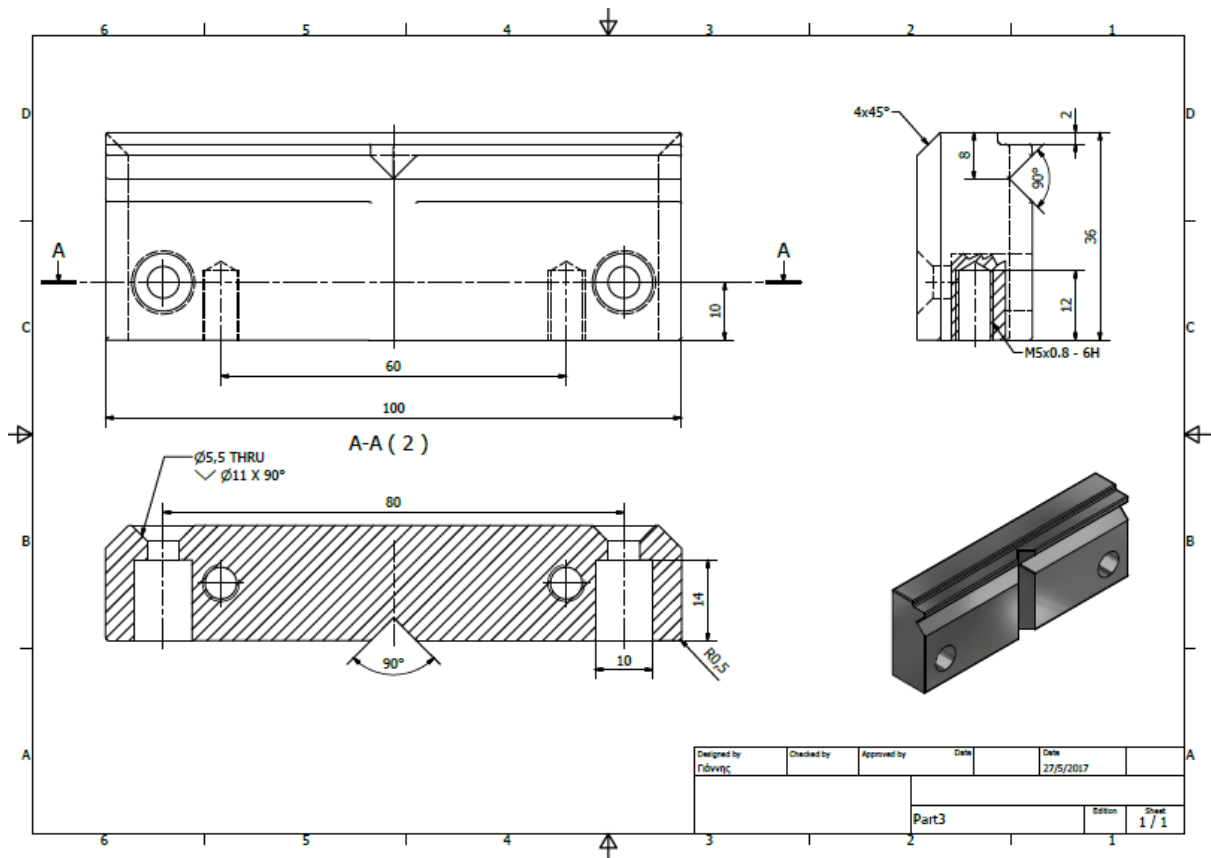
Σχέδιο 4.5: Κάτοψη και πλάγια όψη συναρμολογήματος.



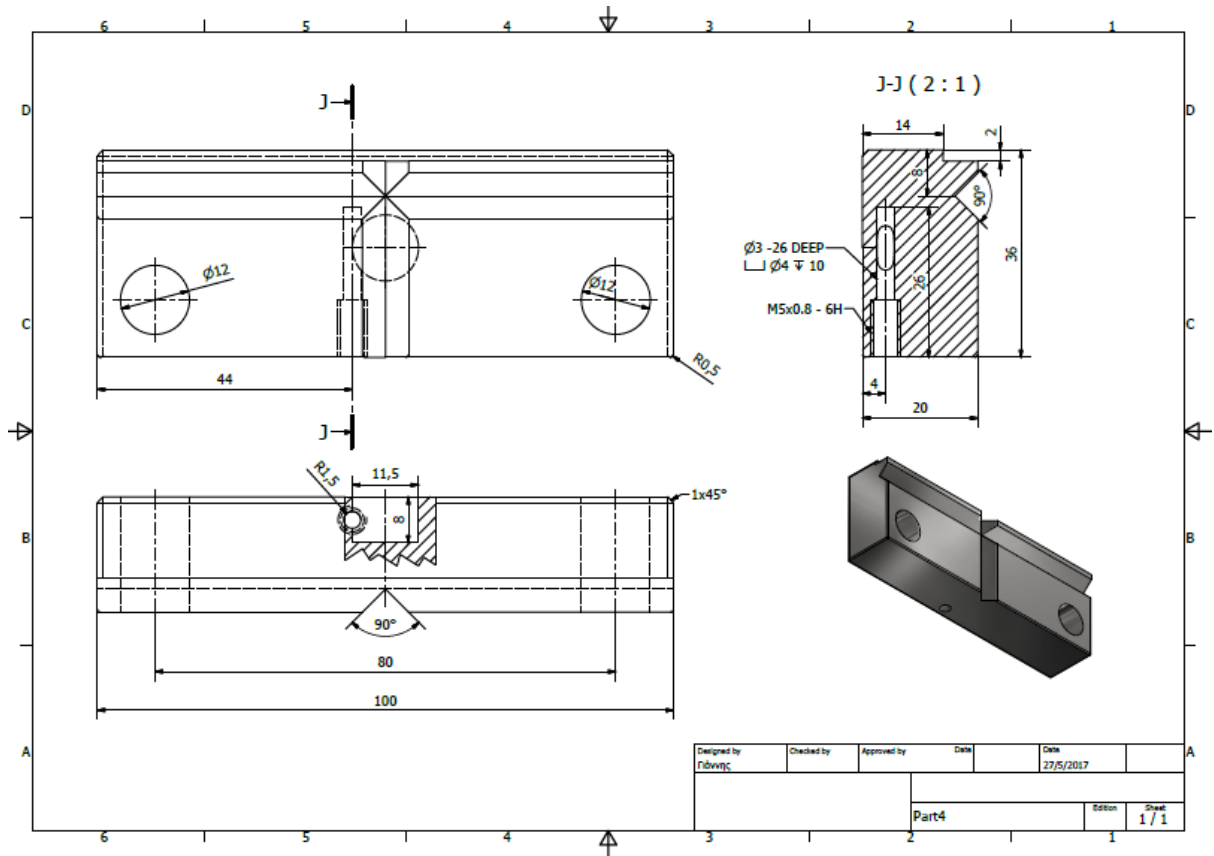
Σχέδιο 4.6: Βάση μέγγησης.



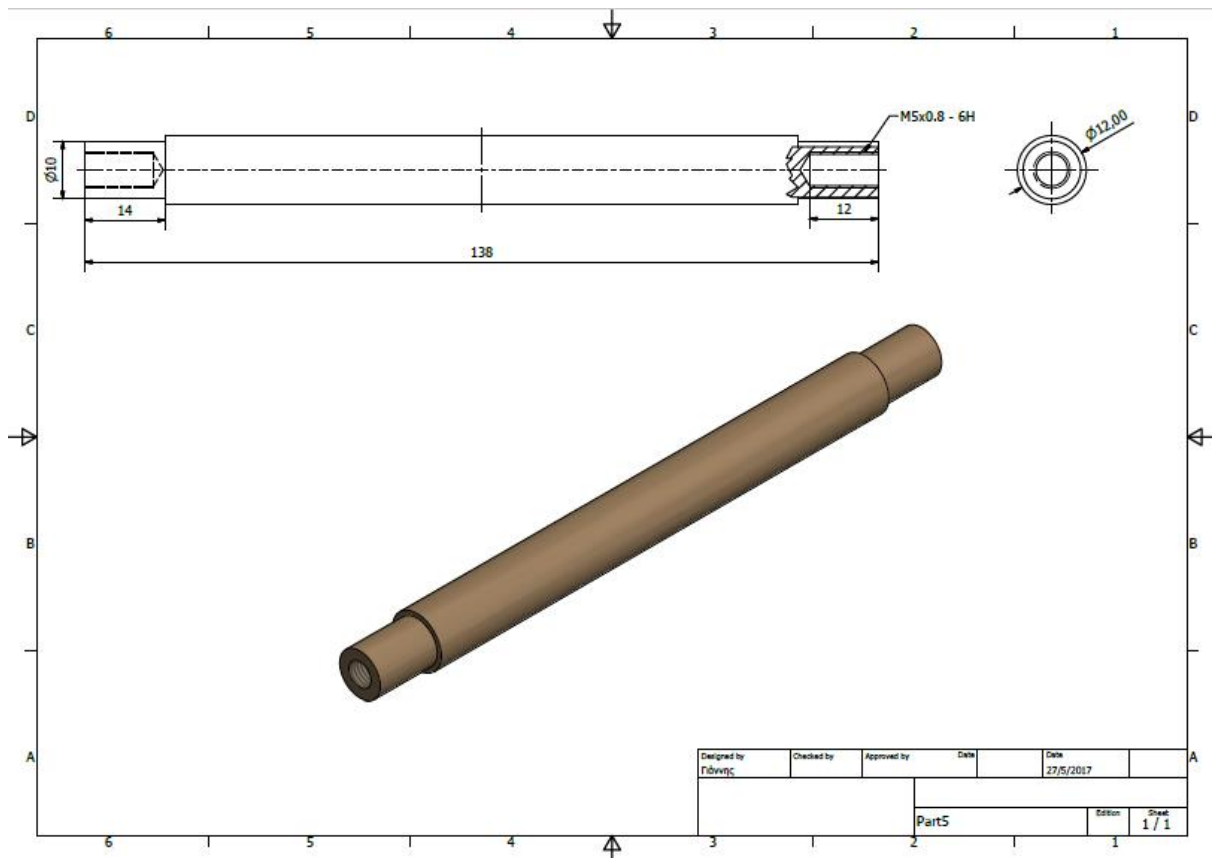
Σχέδιο 4.7: Πλάκα σύνδεσης.



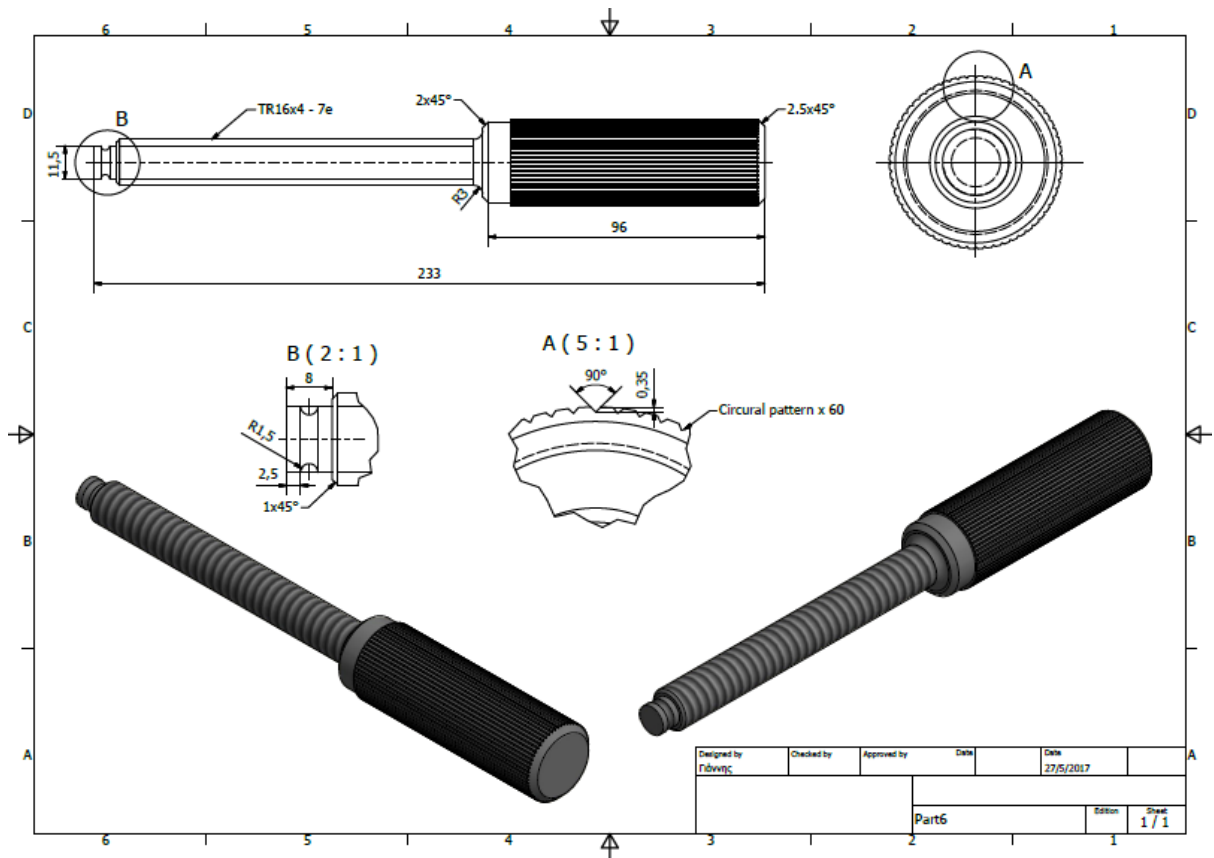
Σχέδιο 4.8: Σιαγώνα σύσφιξης.



Σχέδιο 4.9: Σιαγώνα βάσης.

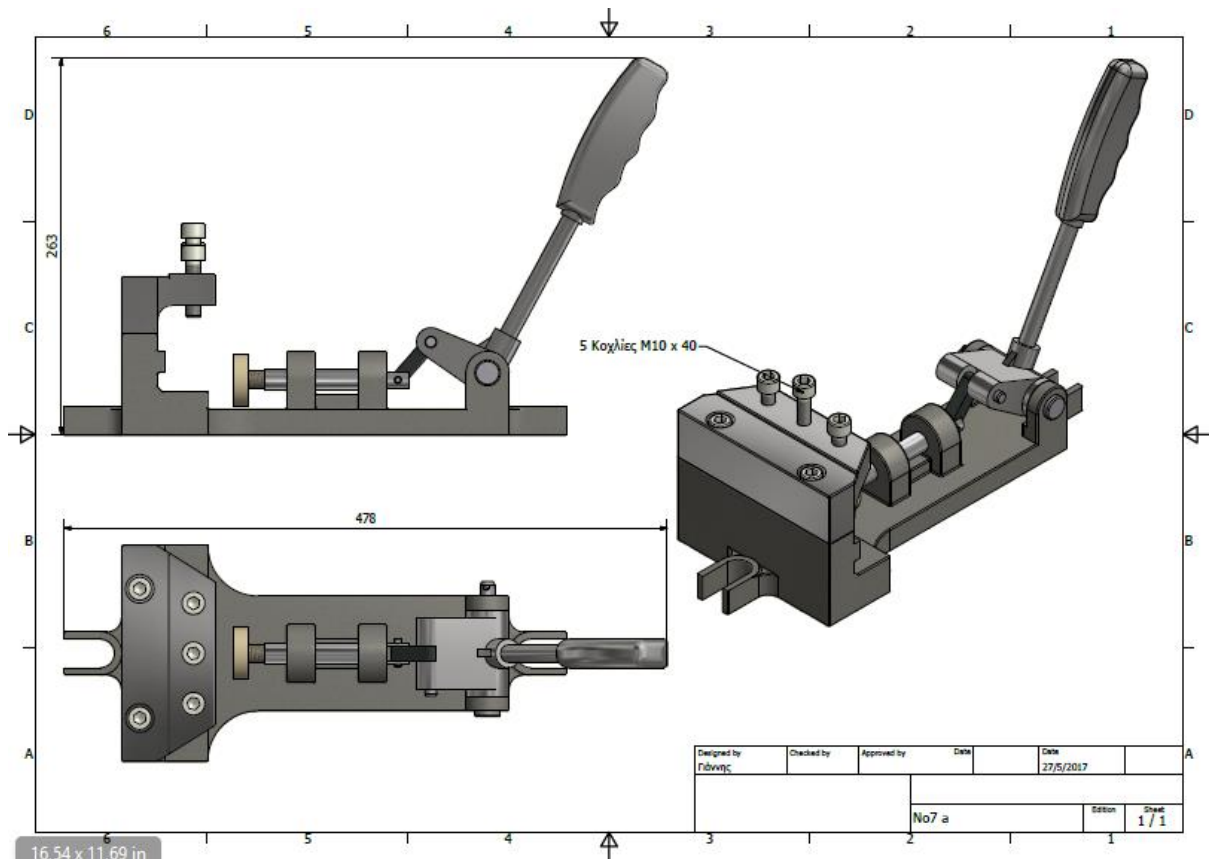


Σχέδιο 4.10: Πείρος σύνδεσης.

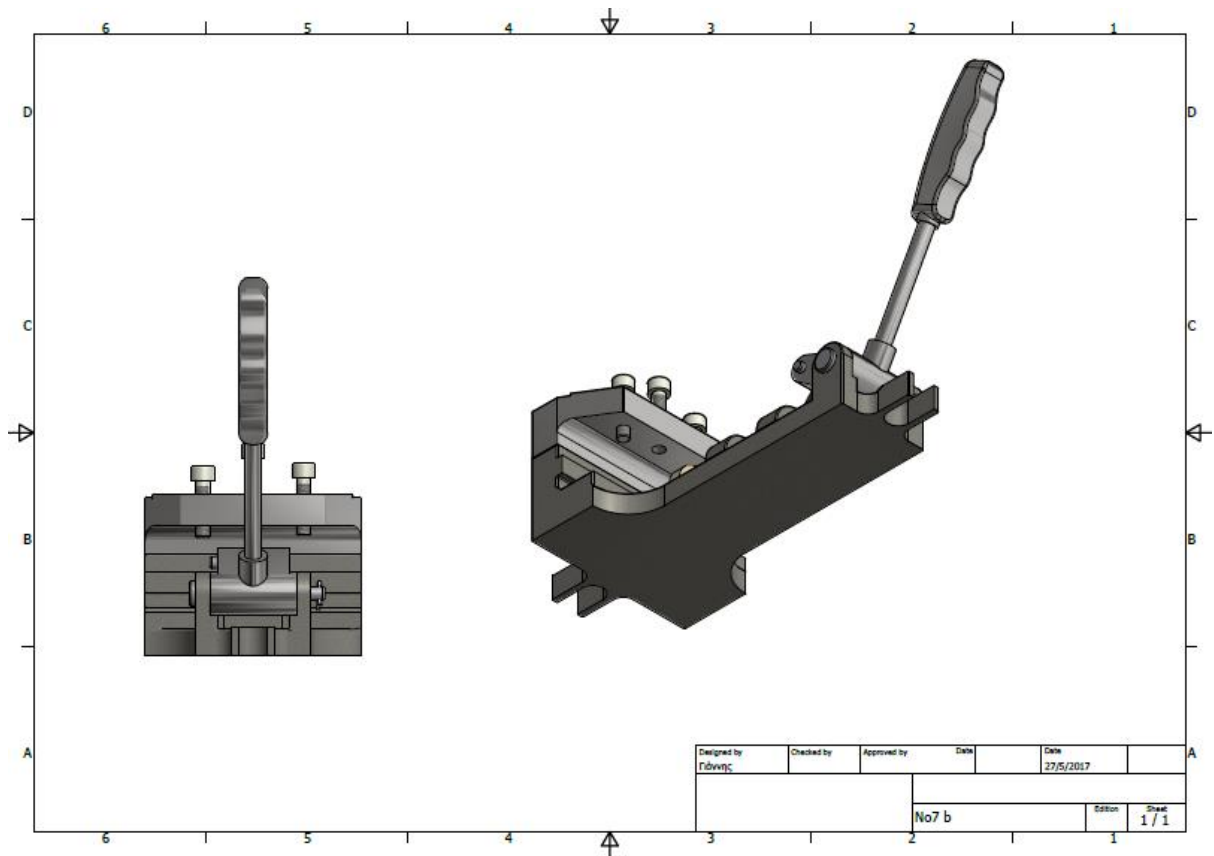


Σχέδιο 4.11: Κοχλία σύσφιξης.

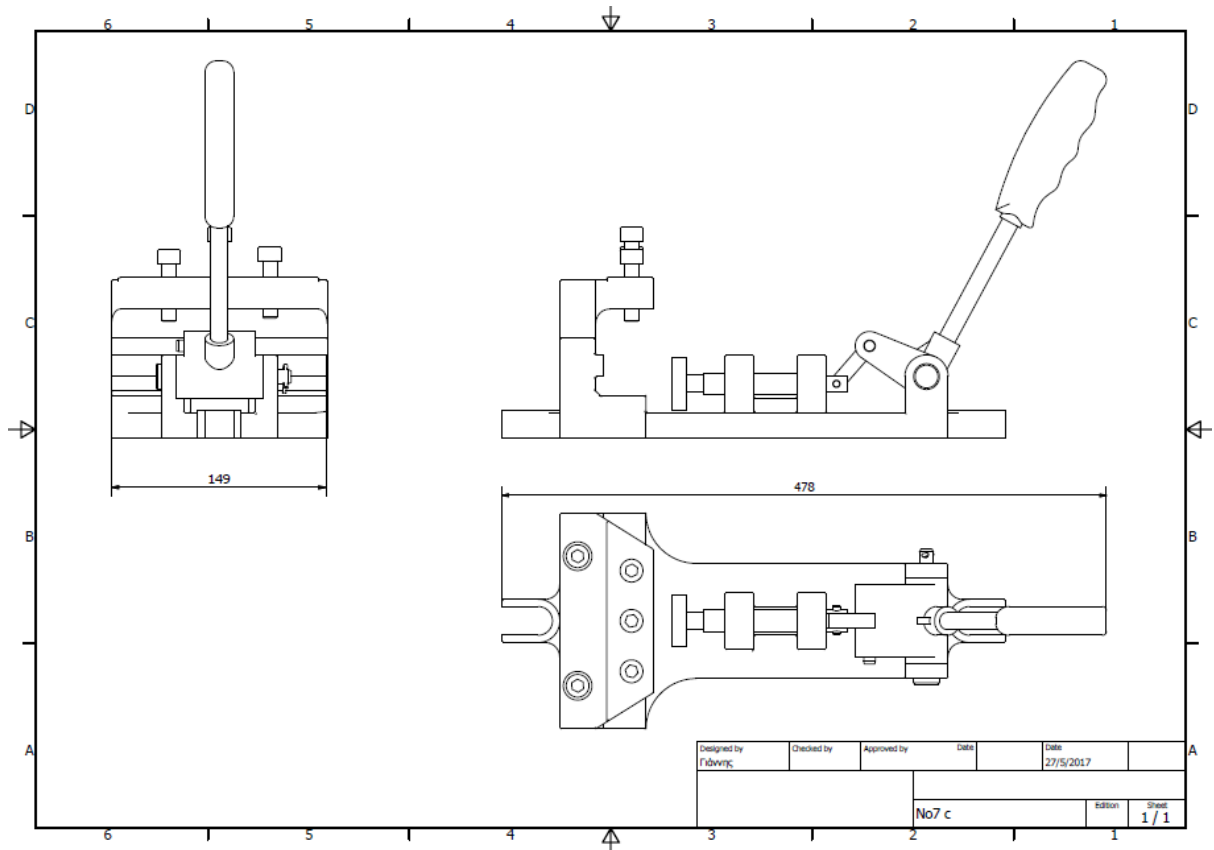
8.5 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΗΣ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΜΟΧΛΟ



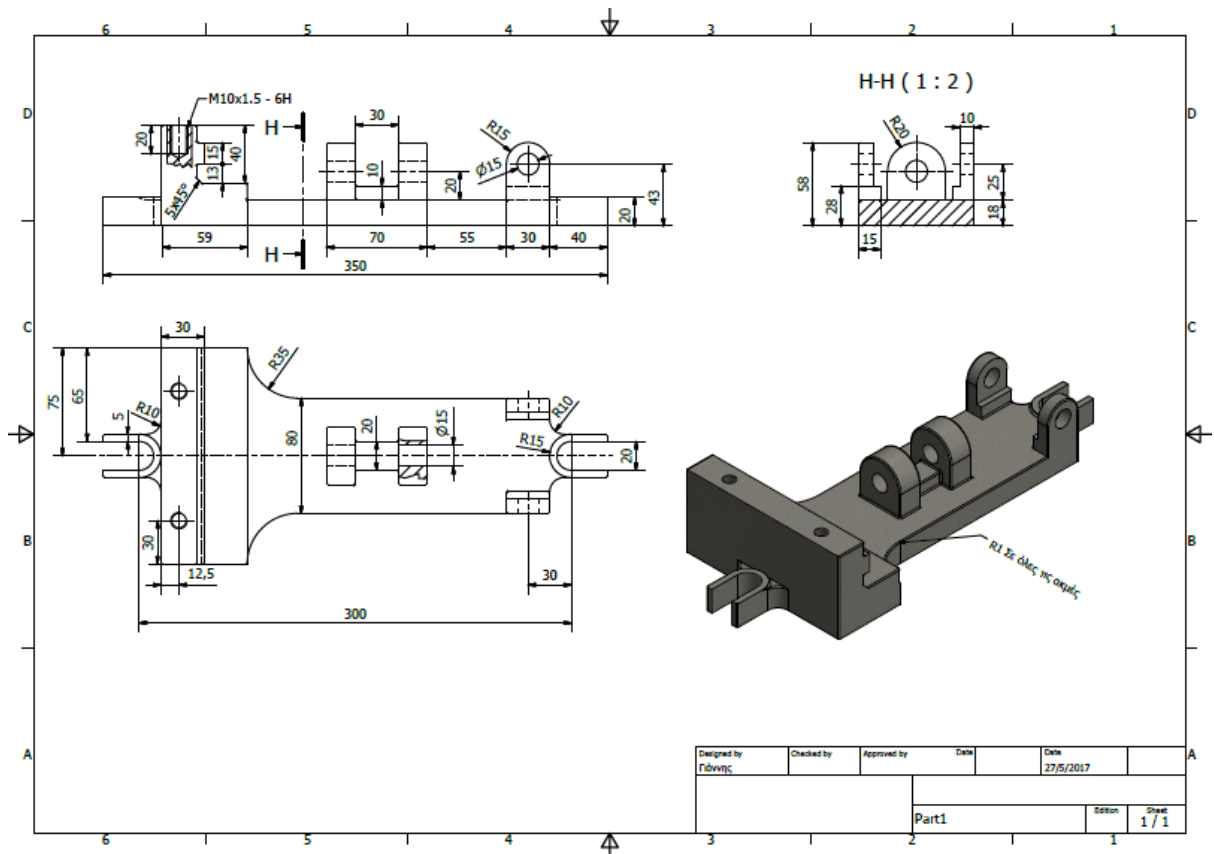
Σχέδιο 5.5: Κατασκευαστικό σχέδιο συναρμολογήματος.



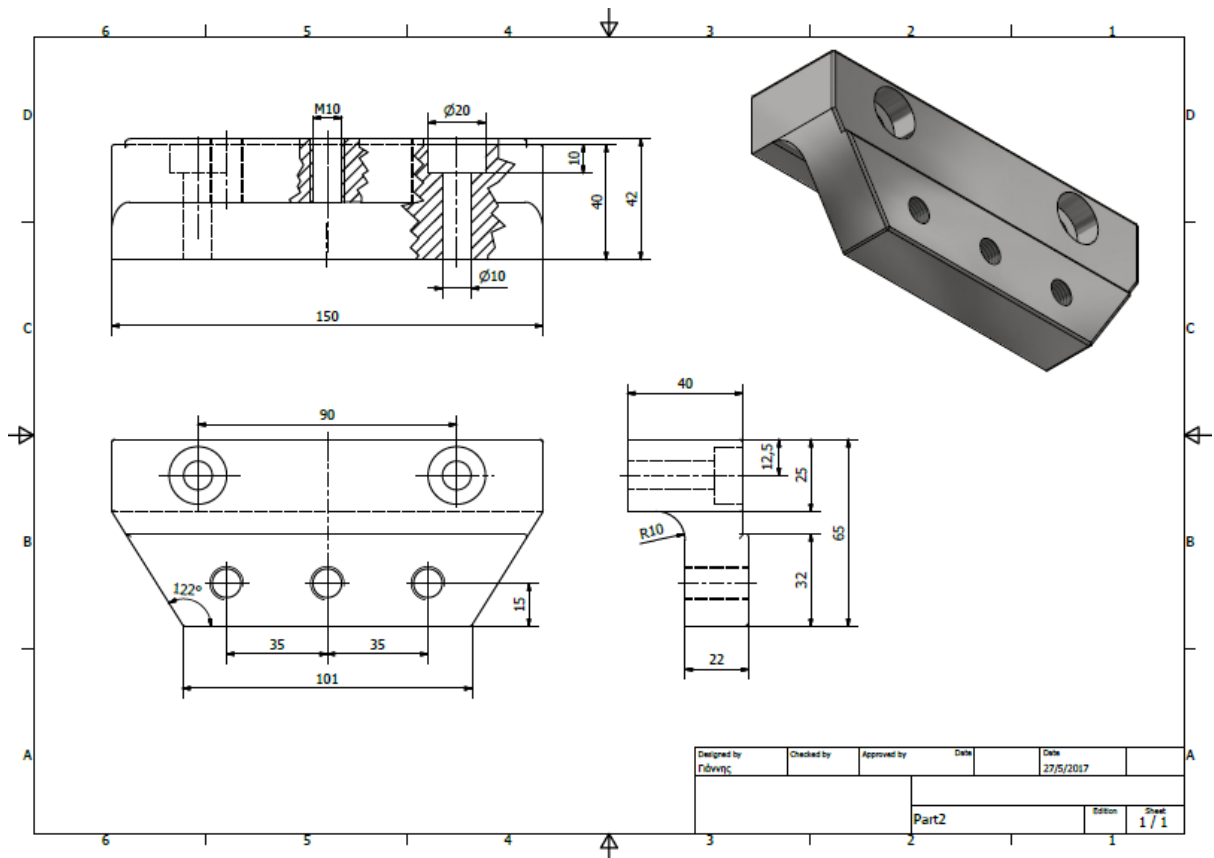
Σχέδιο 5.6: Κατασκευαστικό σχέδιο συναρμολογήματος από άλλη οπτική γωνία.



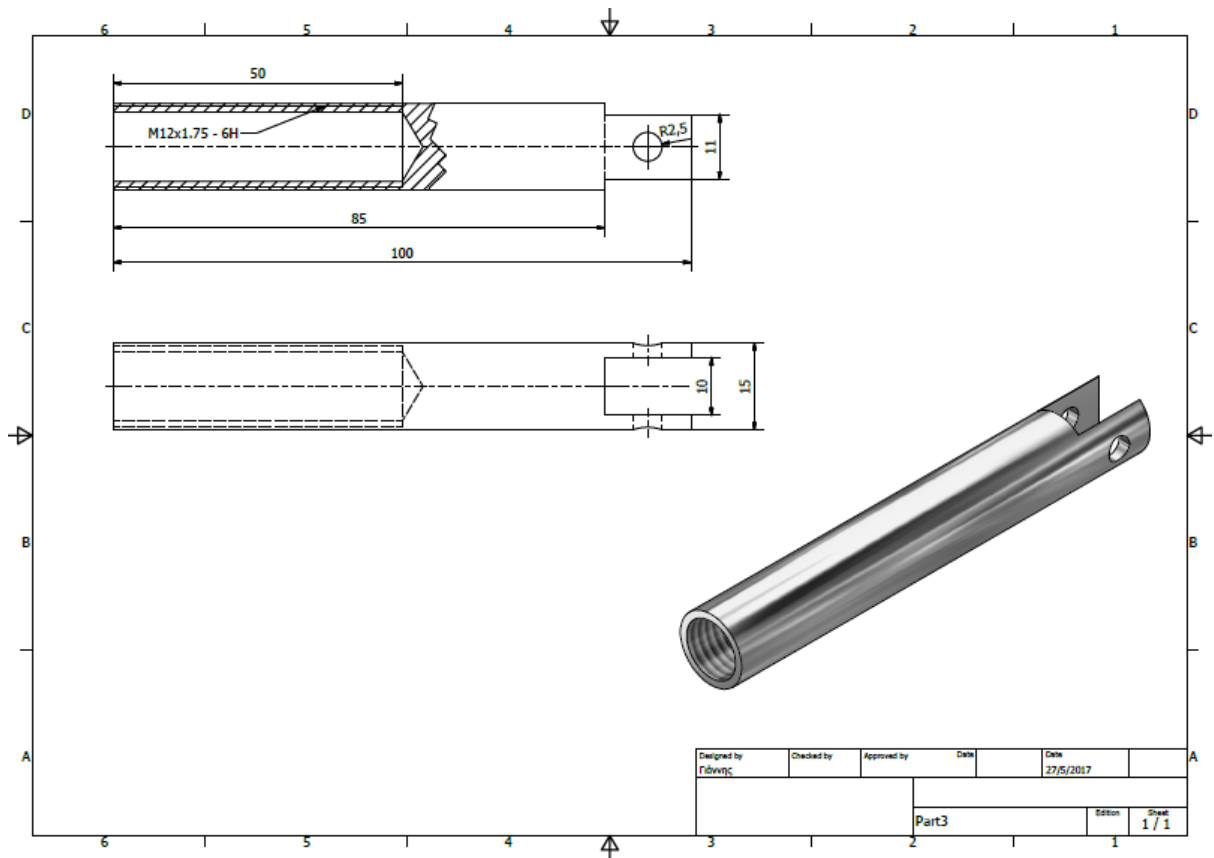
Σχέδιο 5.7: Όψεις συναρμολογήματος.



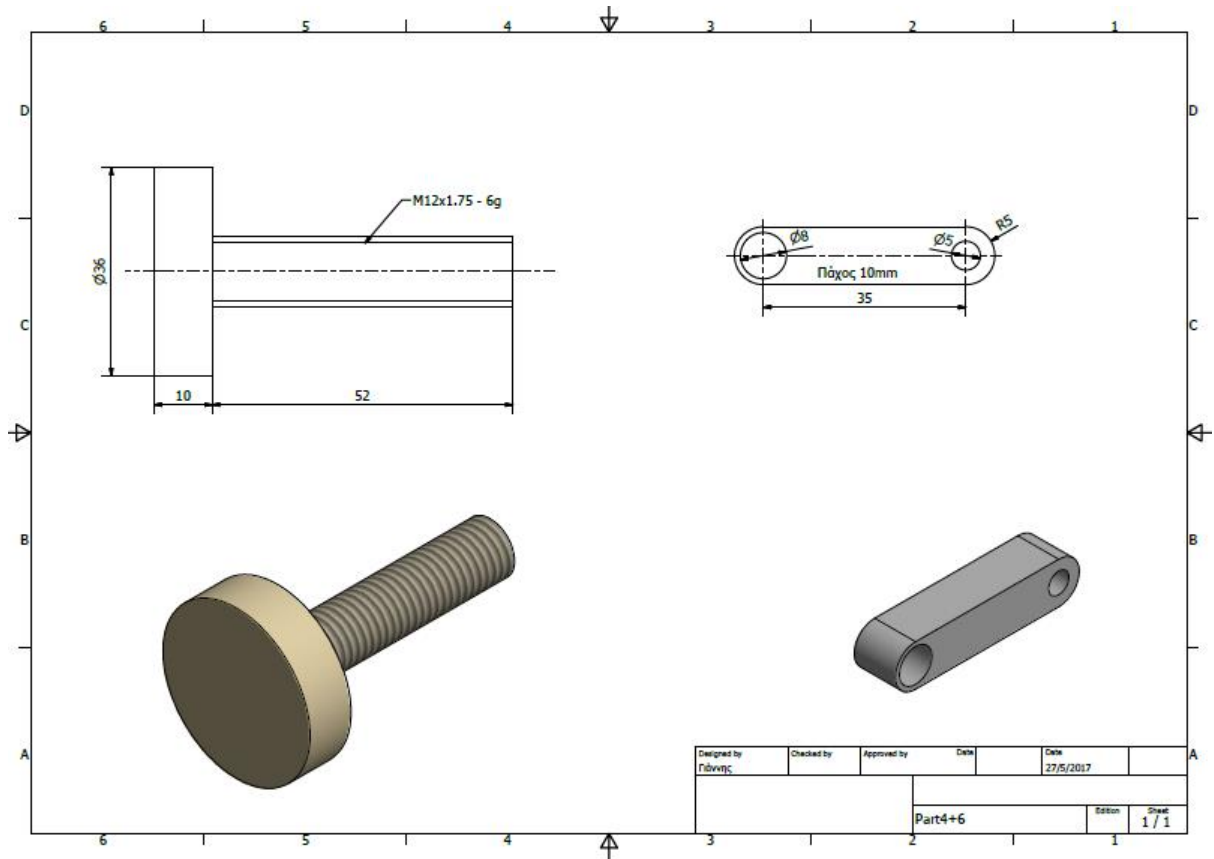
Σχέδιο 5.8: Κατασκευαστικό σχέδιο «κορμού» ιδιοσυσκευής.



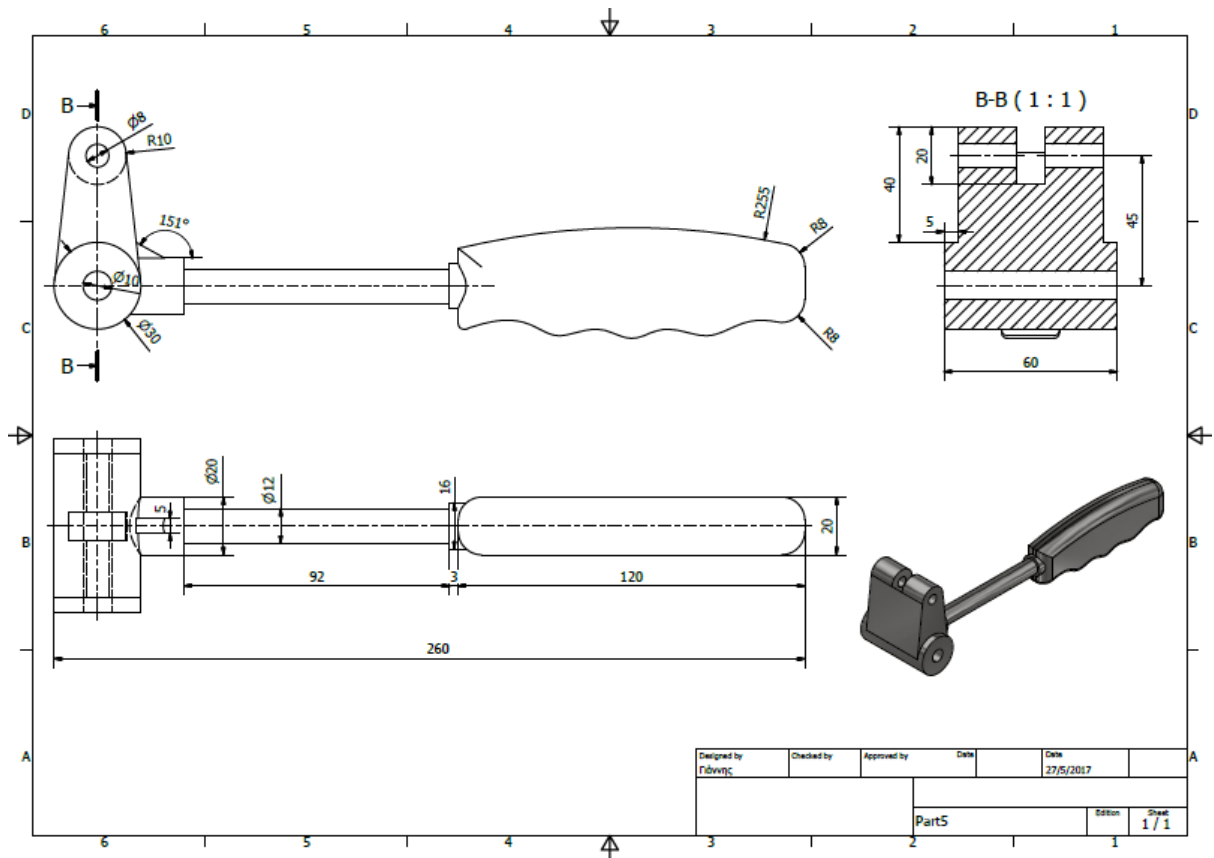
Σχέδιο 5.9: Πλάκα συγκράτησης με σπές.



Σχέδιο 5.10: Άξονας σύνδεσης.

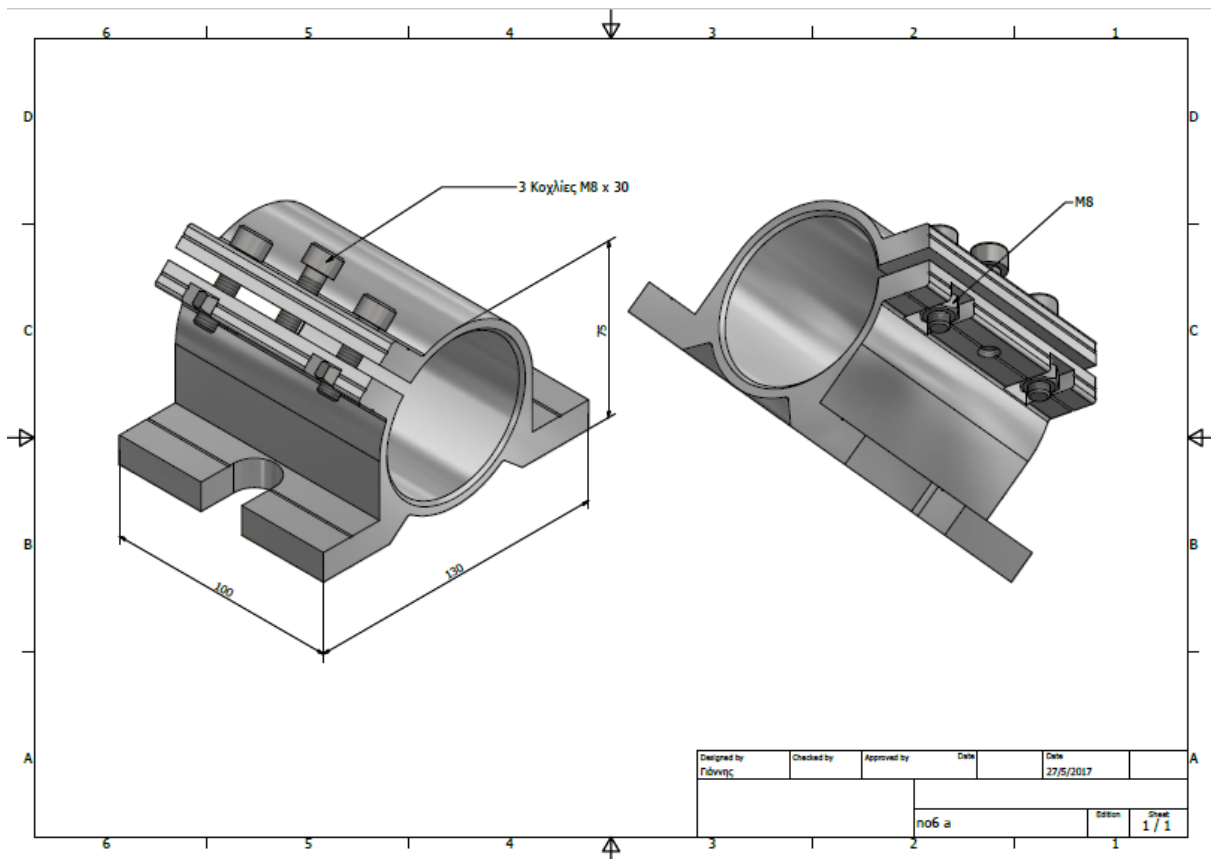


Σχέδιο 5.11: Εξάρτημα σύσφιξης δοκιμίου και πλακίδιο σύνδεσης βραχιώνα.

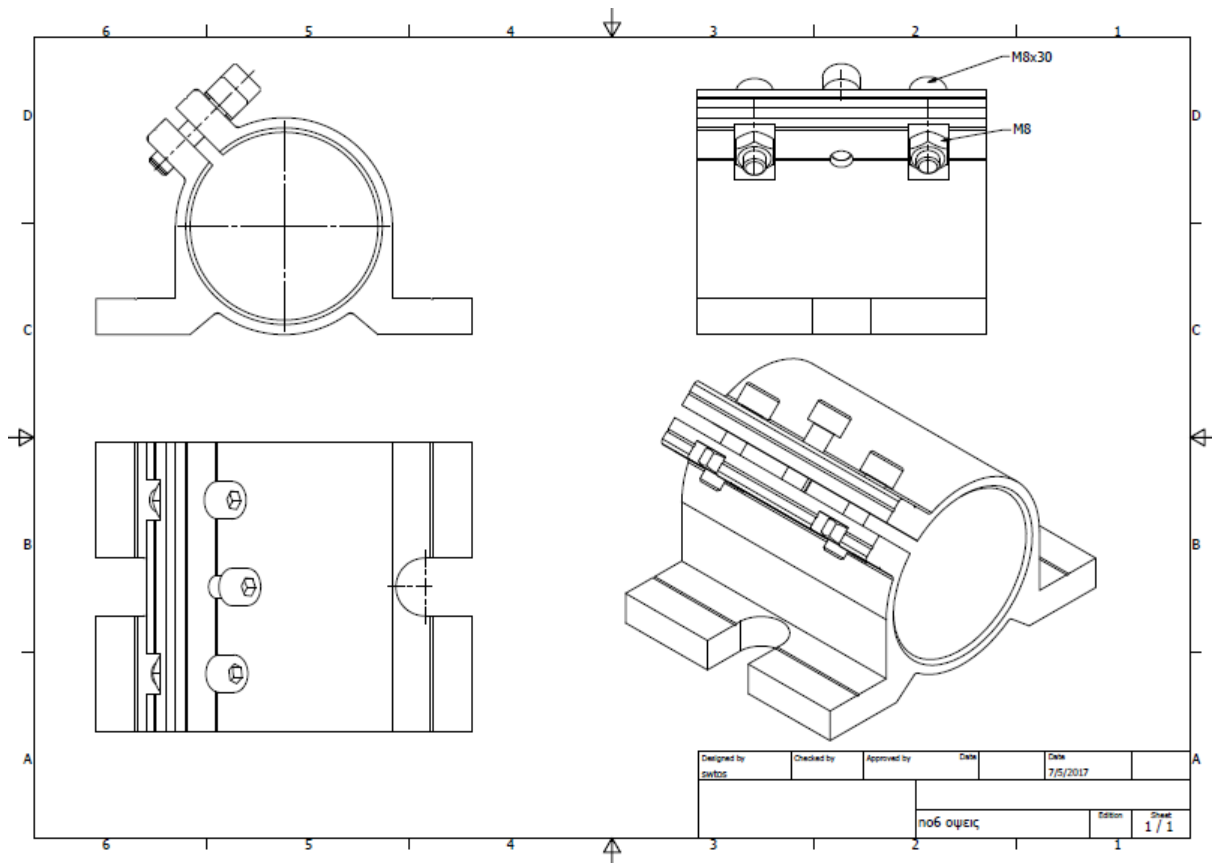


Σχέδιο 5.12: Κατασκευαστικό σχέδιο βραχίωνα.

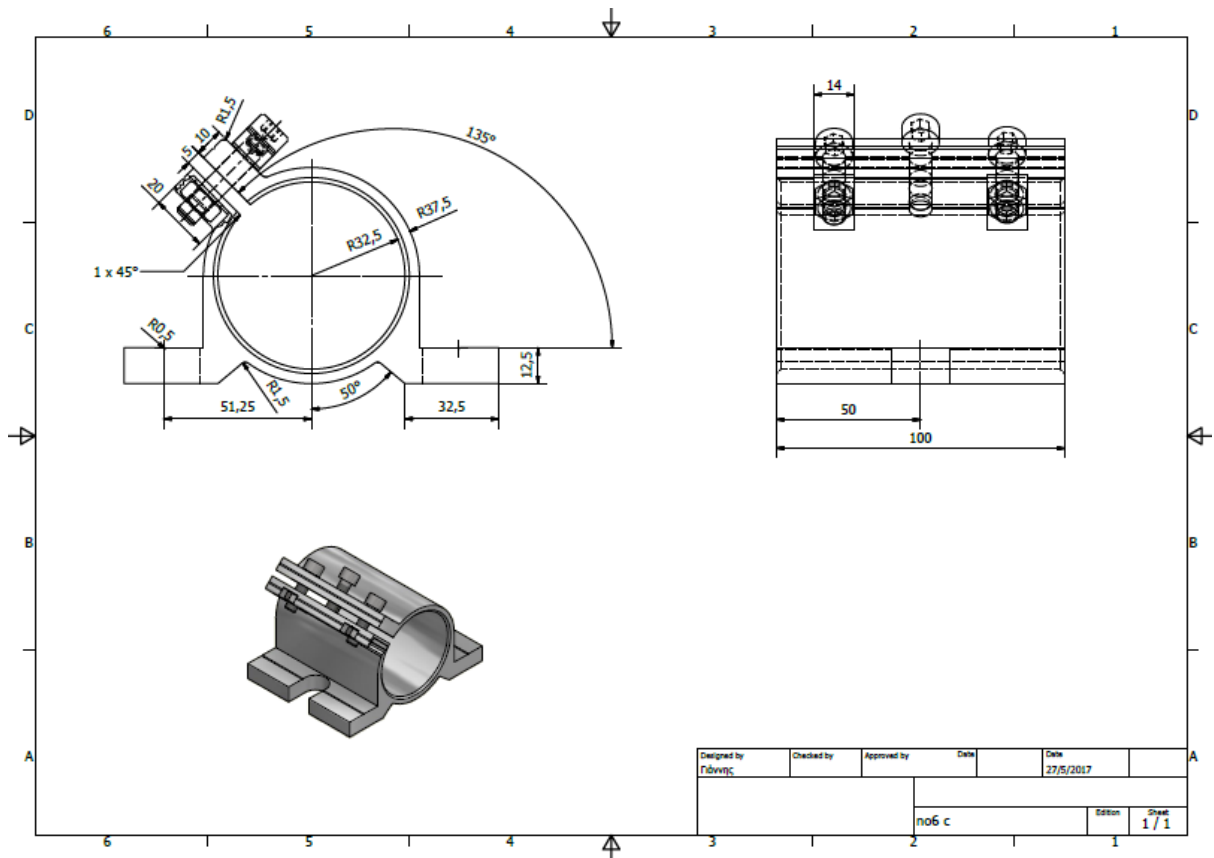
8.6 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΗΣ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΣΩΛΗΝΩΝ



Σχέδιο 6.4: Κατασκευαστικό σχέδιο.

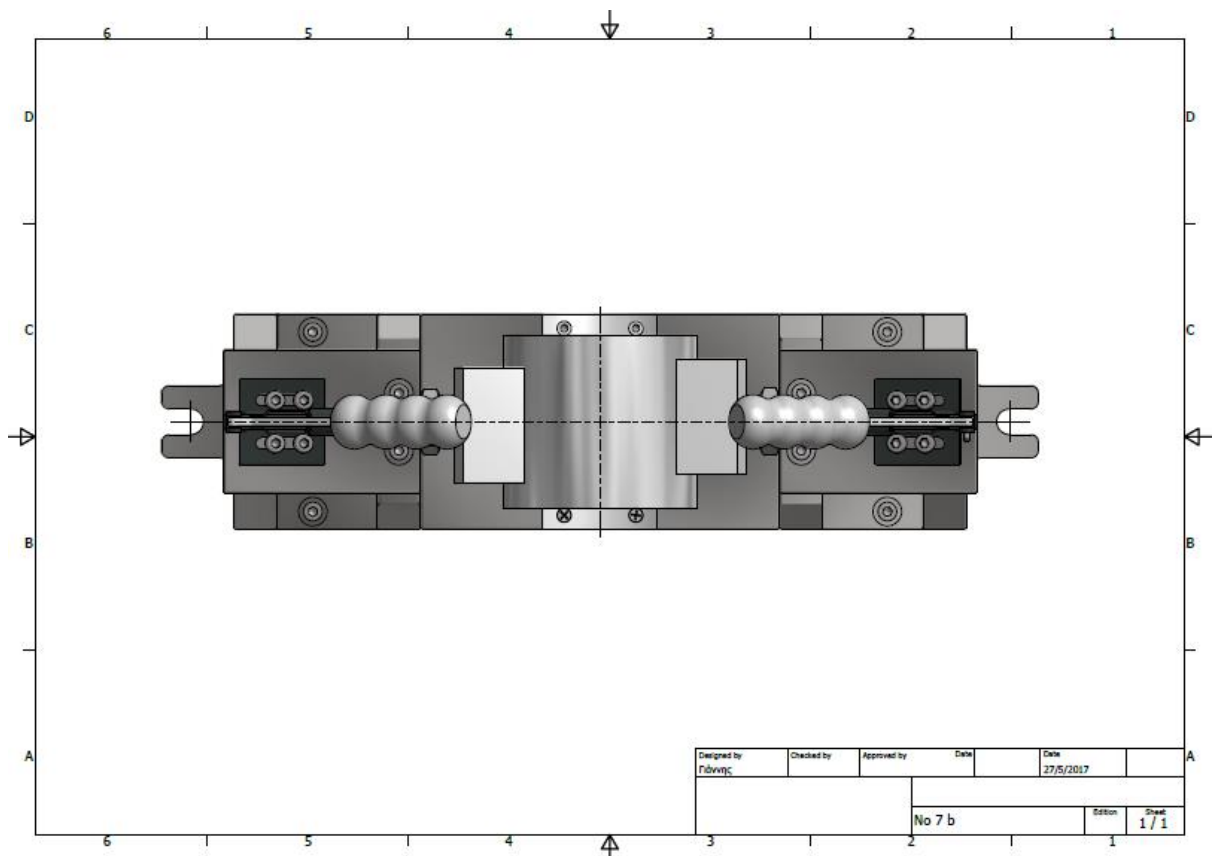


Σχέδιο 6.5: Κατασκευαστικό σχέδιο με πρόοψη, κάτοψη και πλάγια όψη.

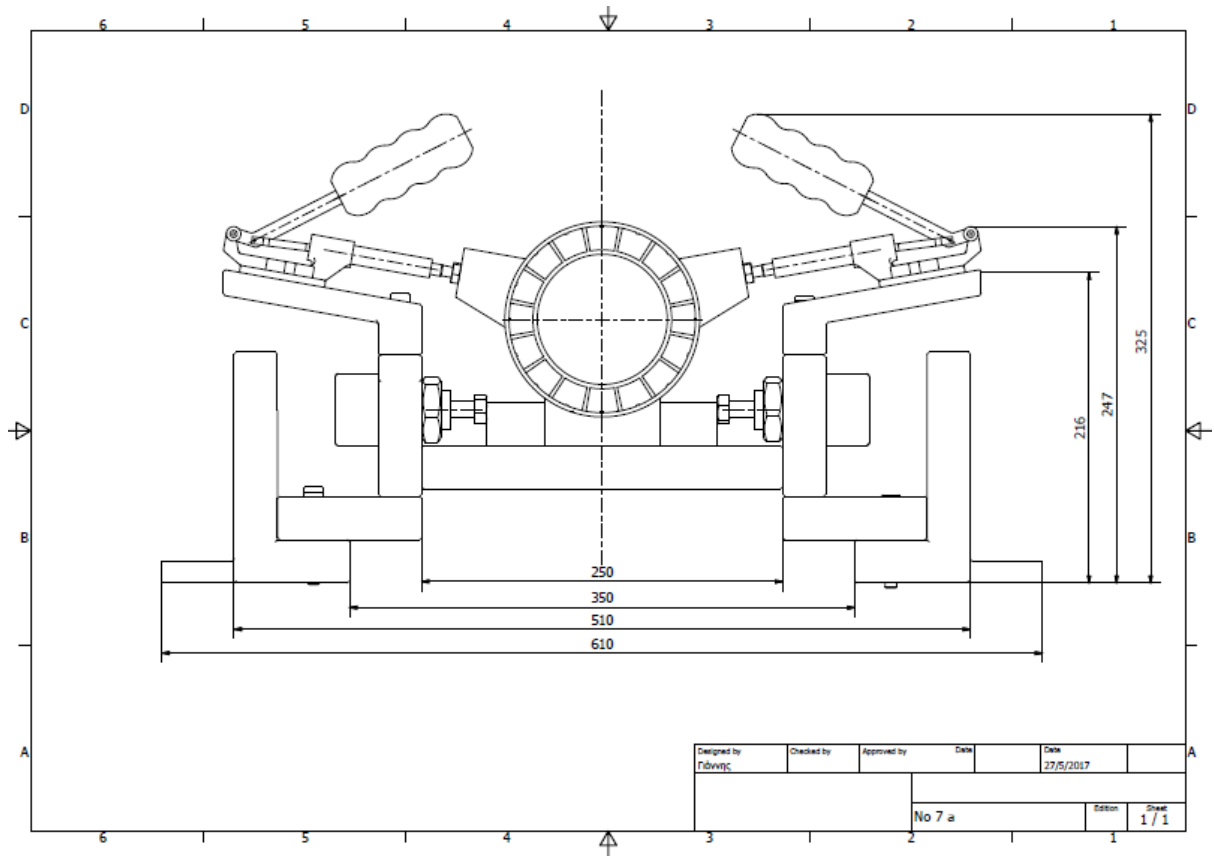


Σχέδιο 6.6: Κατασκευαστικό σχέδιο όψεων με διαστάσεις.

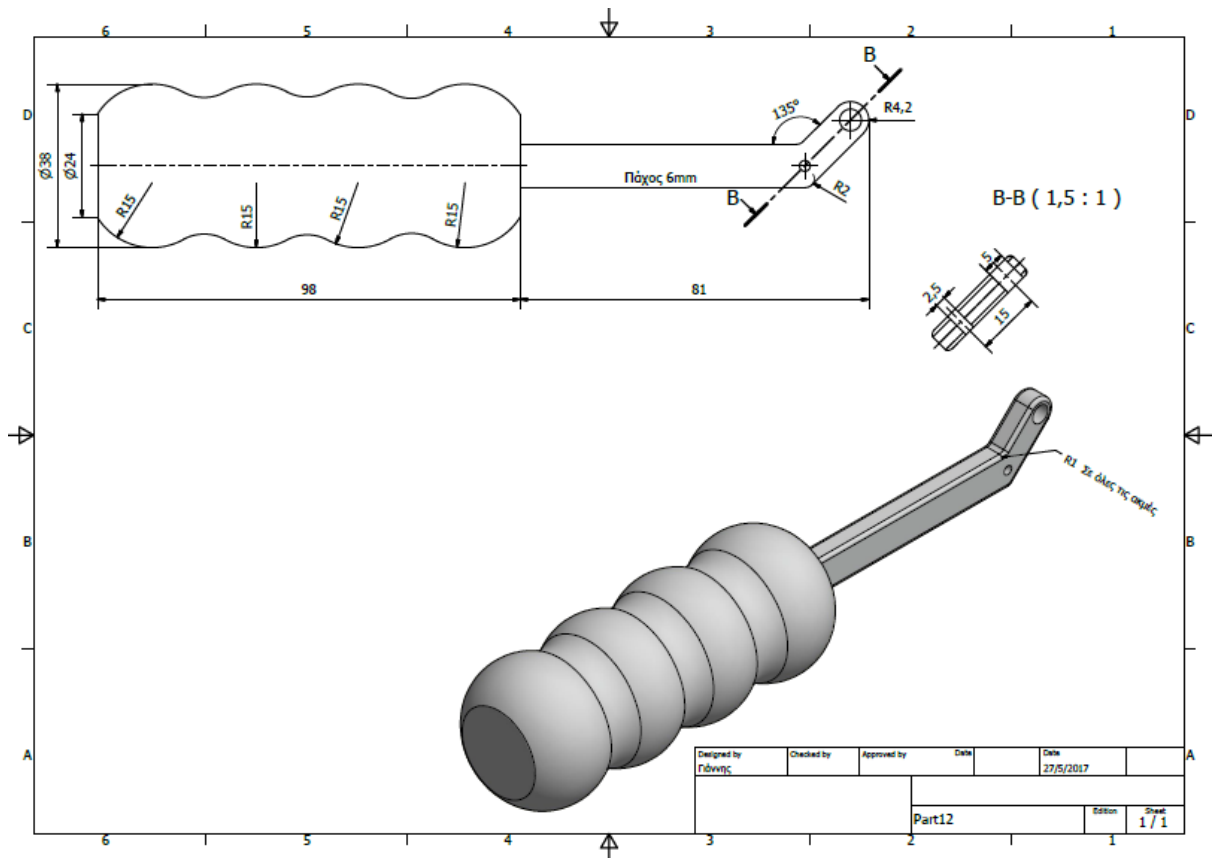
8.7 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΗΣ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΟΣ ΤΥΠΟΥ Τ



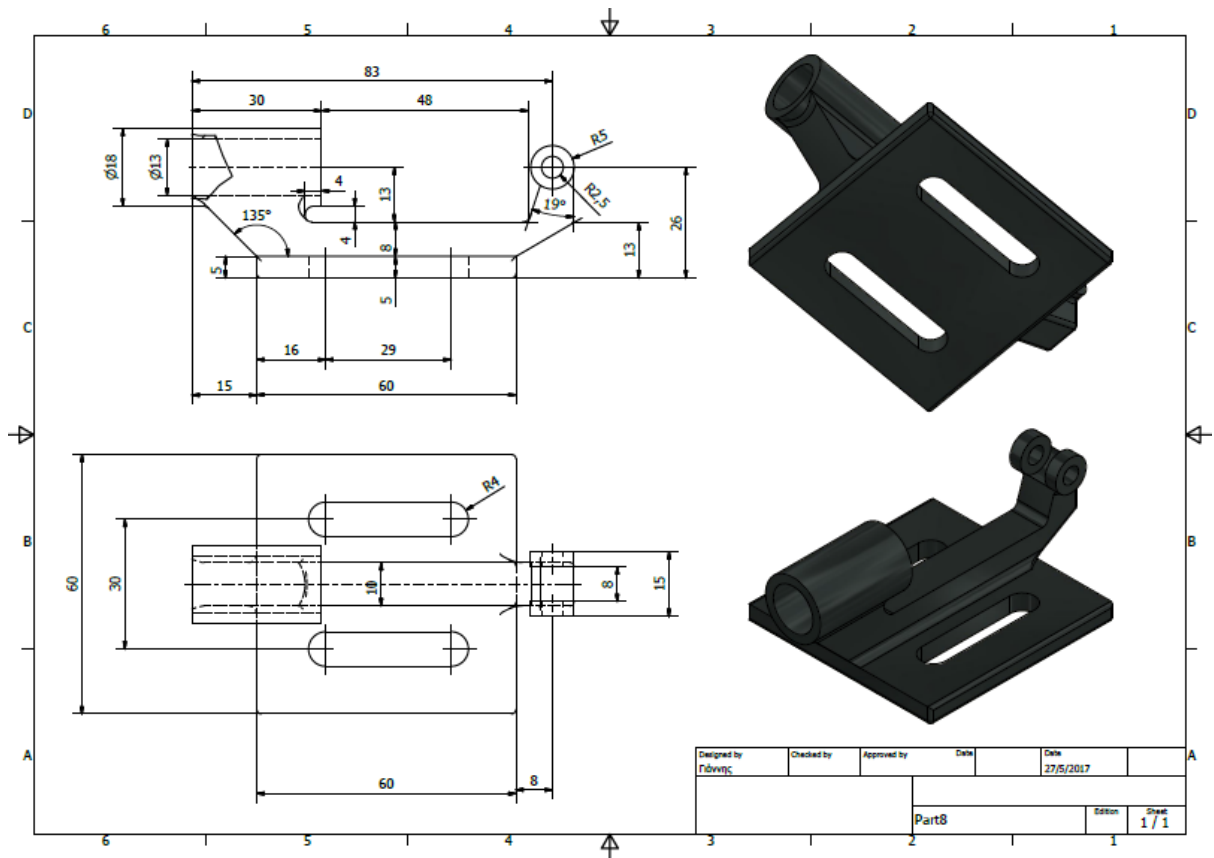
Σχέδιο 7.9: Κάτοψη συναρμολογήματος.



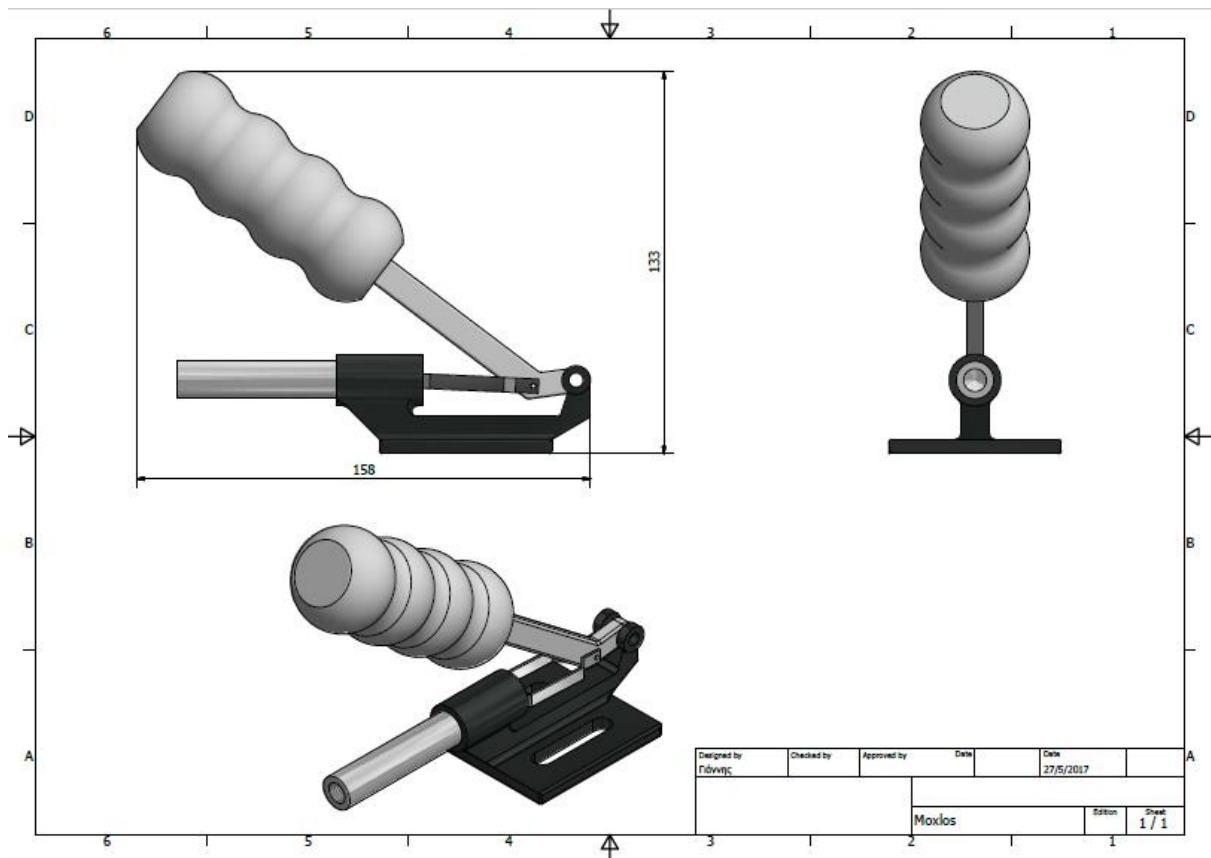
Σχέδιο 7.10: Κατασκευαστικό σχέδιο πρόψης.



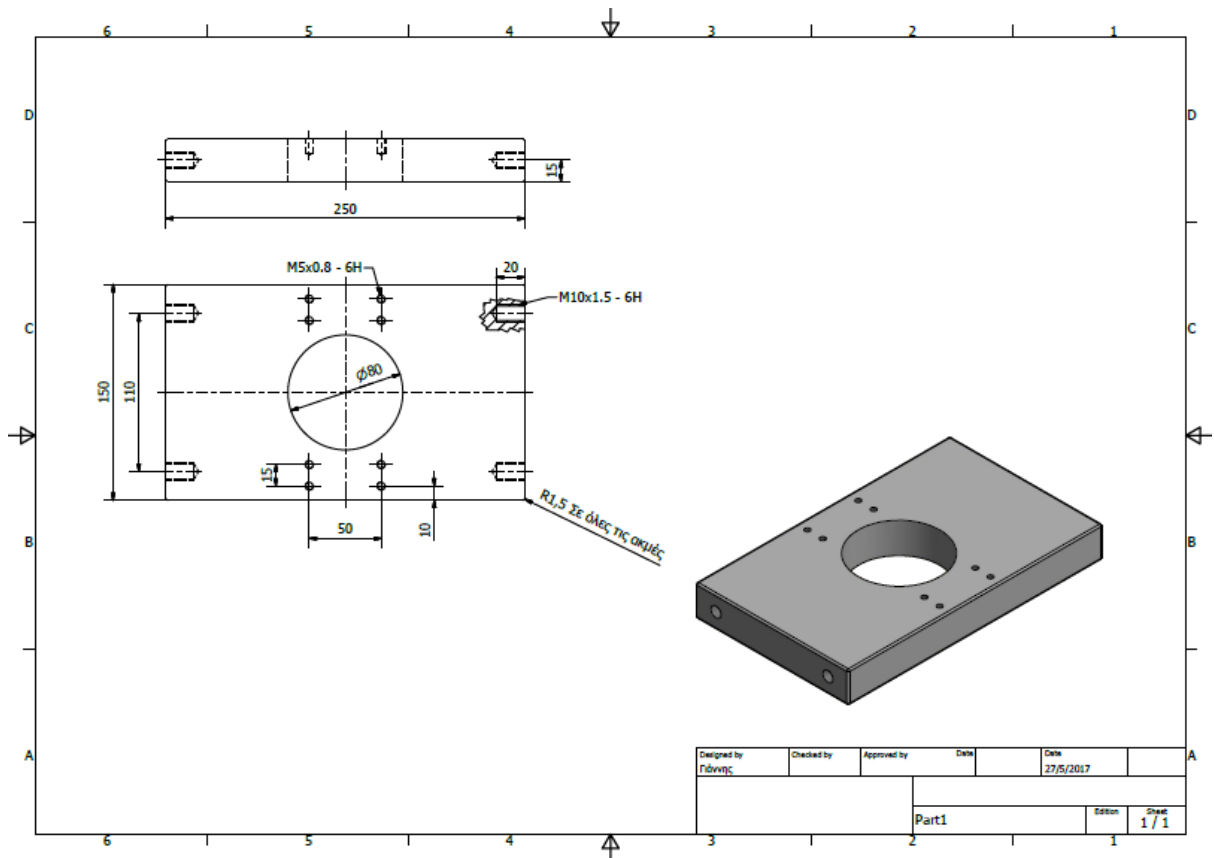
Σχέδιο 7.11: Κατασκευαστικό σχέδιο βραχίονα.



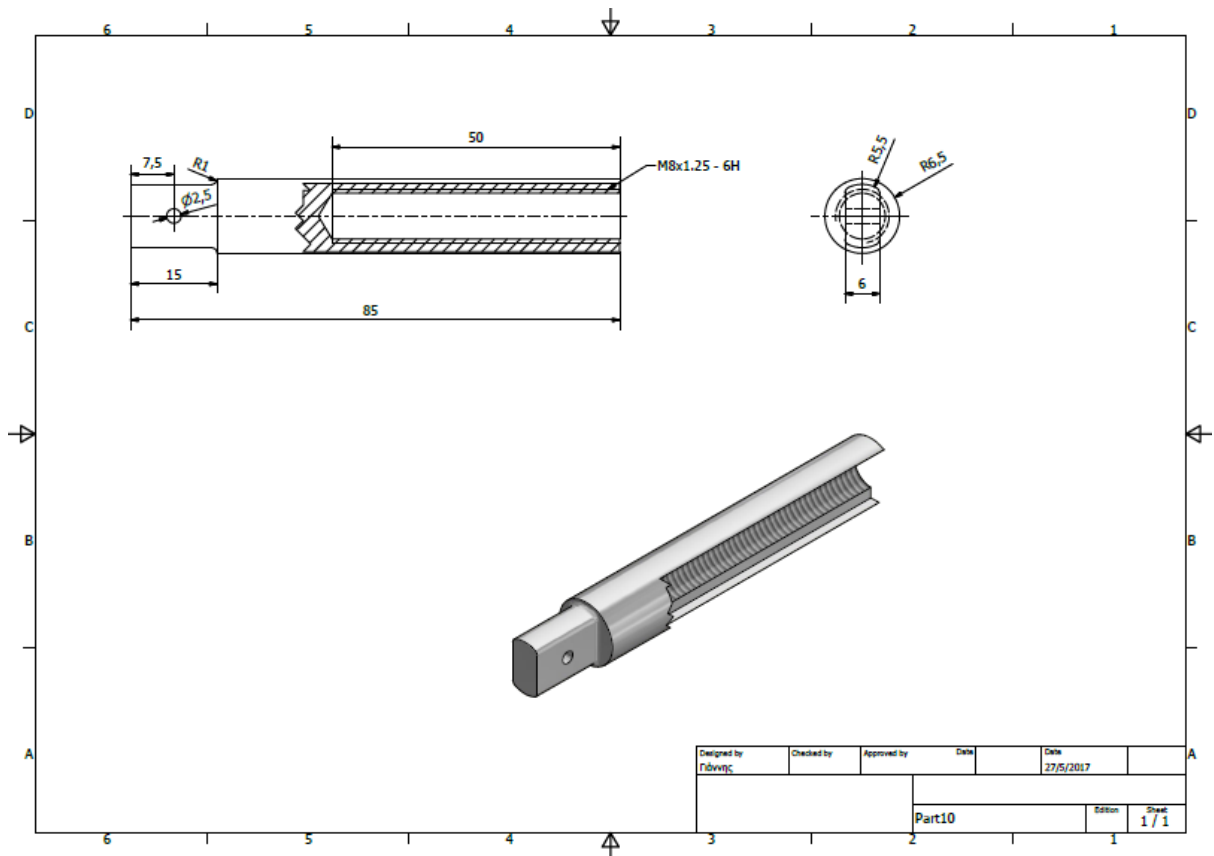
Σχέδιο 7.12: Εξάρτημα συγκράτησης βραχίωνα.



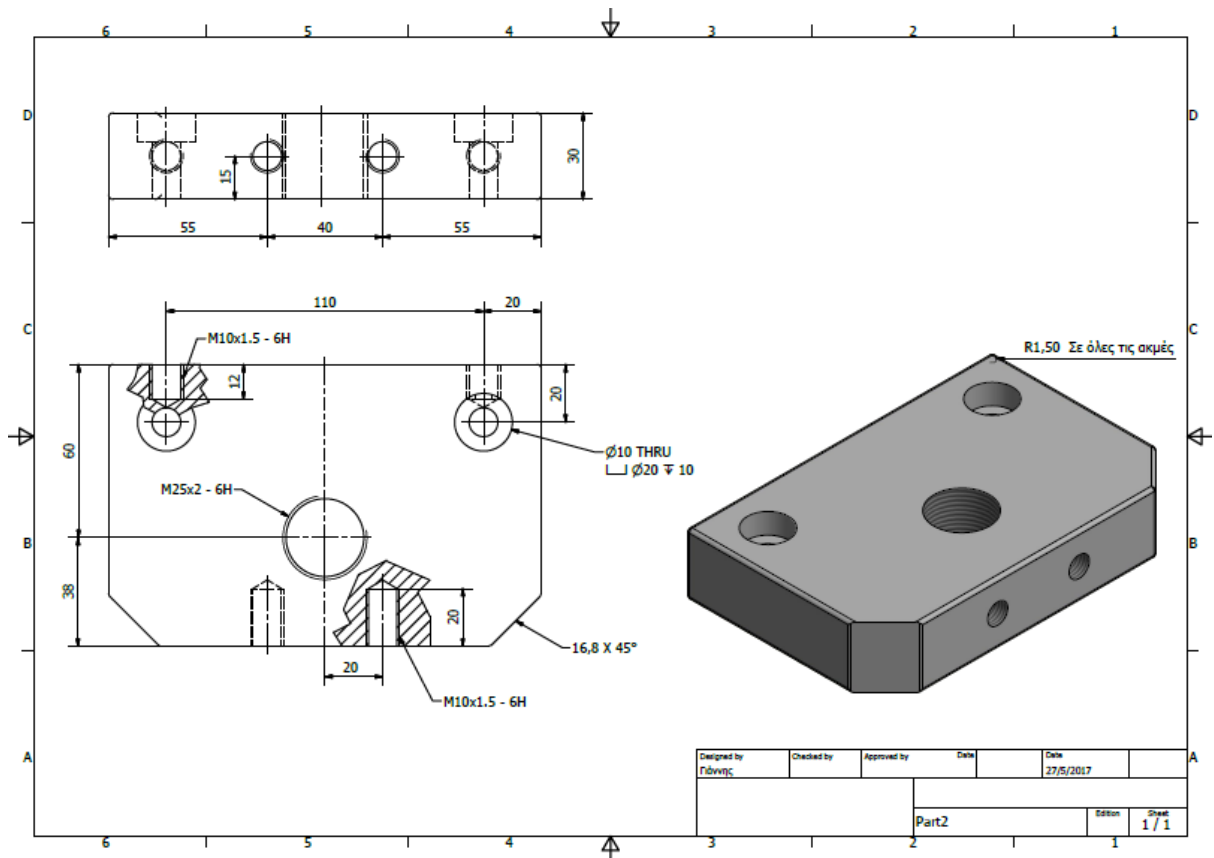
Σχέδιο 7.13: Βραχίωνα προσδεδμενος στο εξάρτημα συγκράτησης.



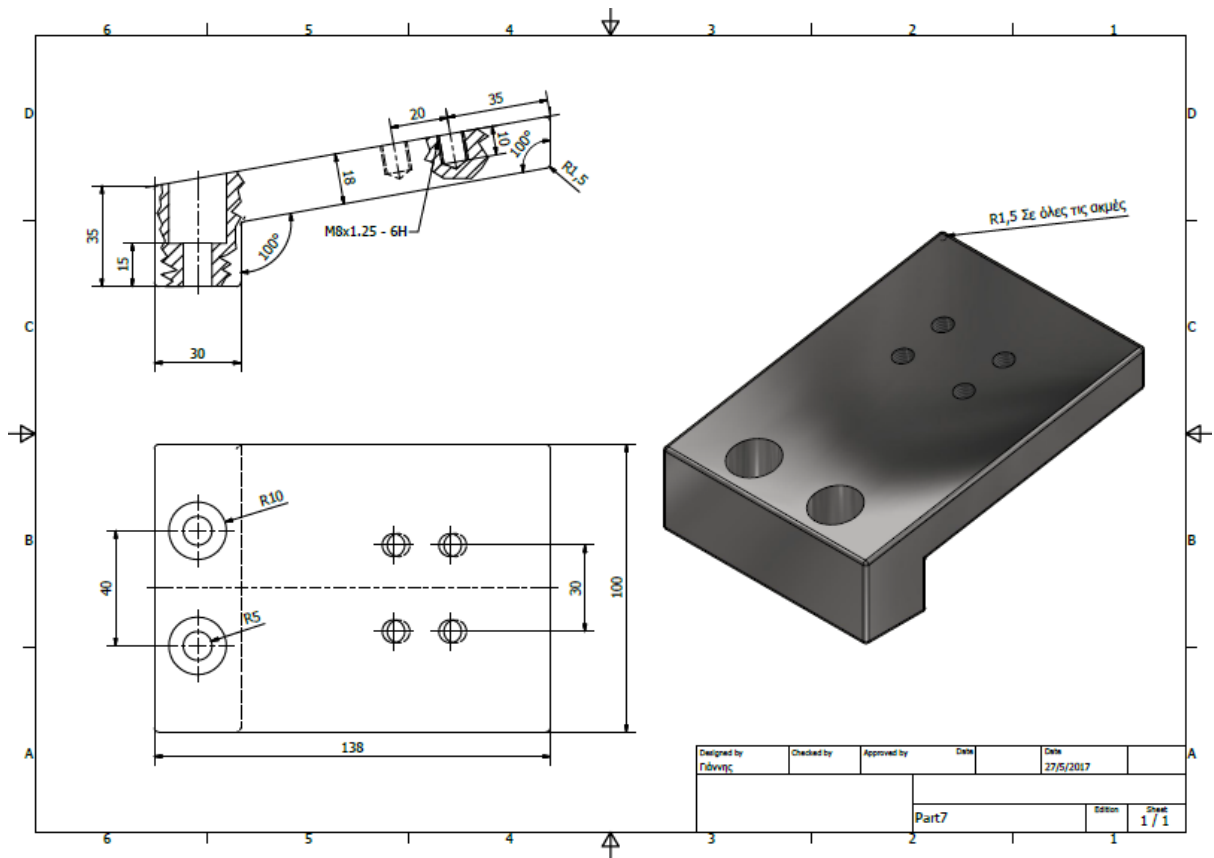
Σχέδιο 7.14: Πλάκα βάσης.



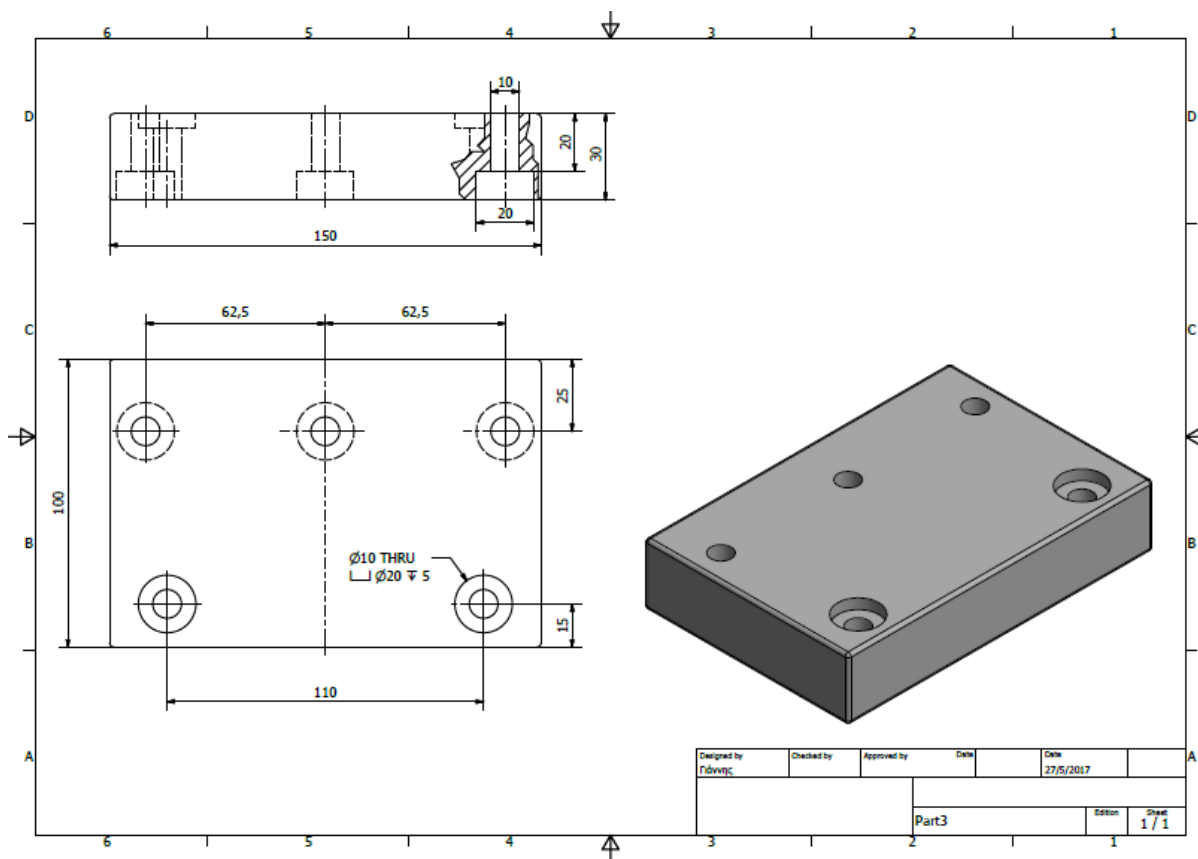
Σχέδιο 7.15: Άξονας βραχίωνα.



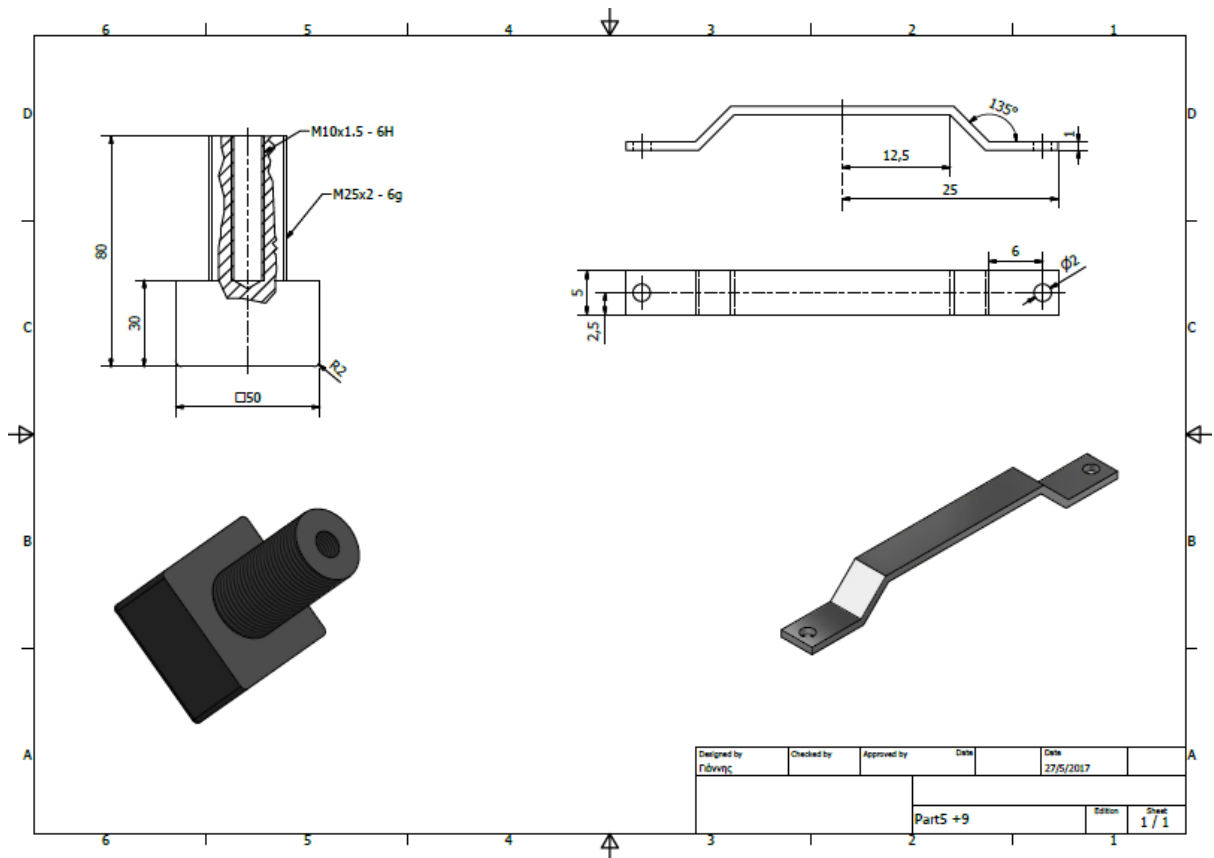
Σχέδιο 7.16: Πλάκα στήριξης.



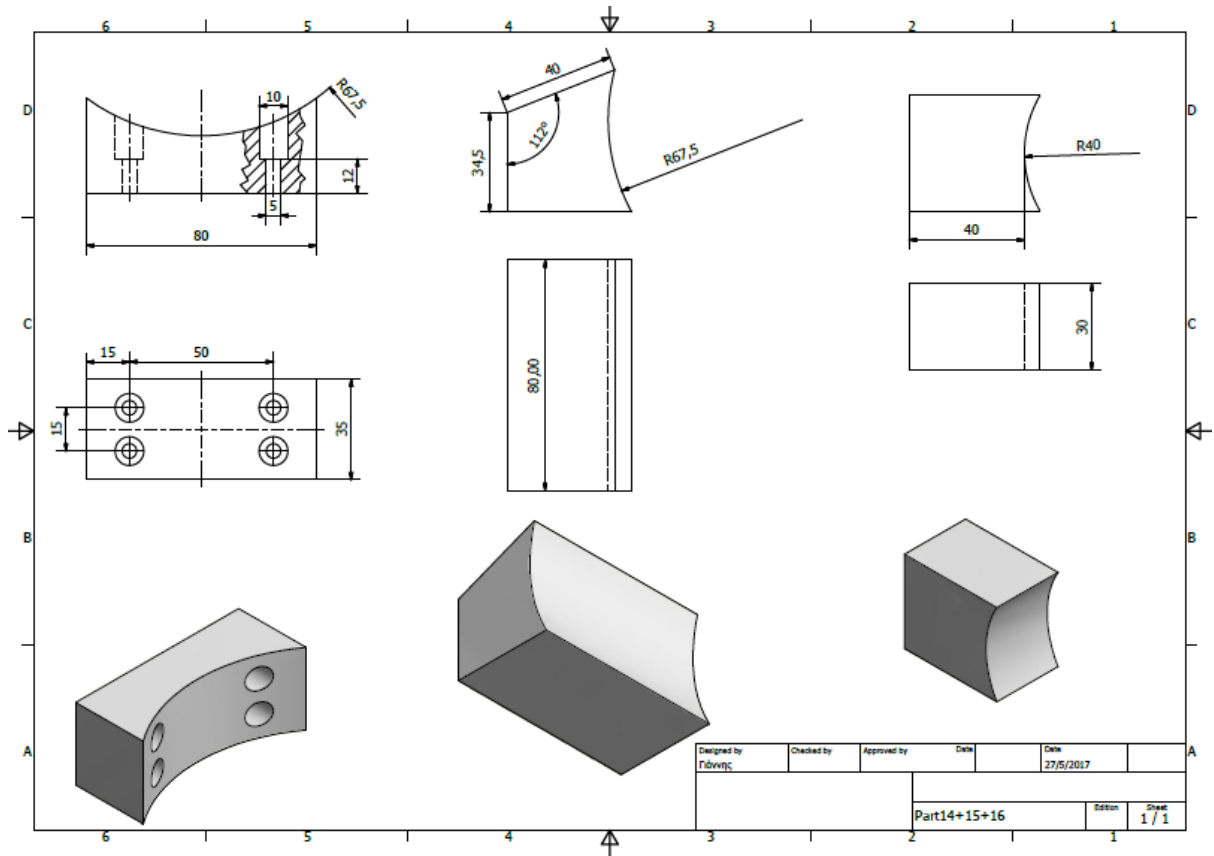
Σχέδιο 7.17: Κεκλιμένη πλάκα συγκράτησης βραχίονα.



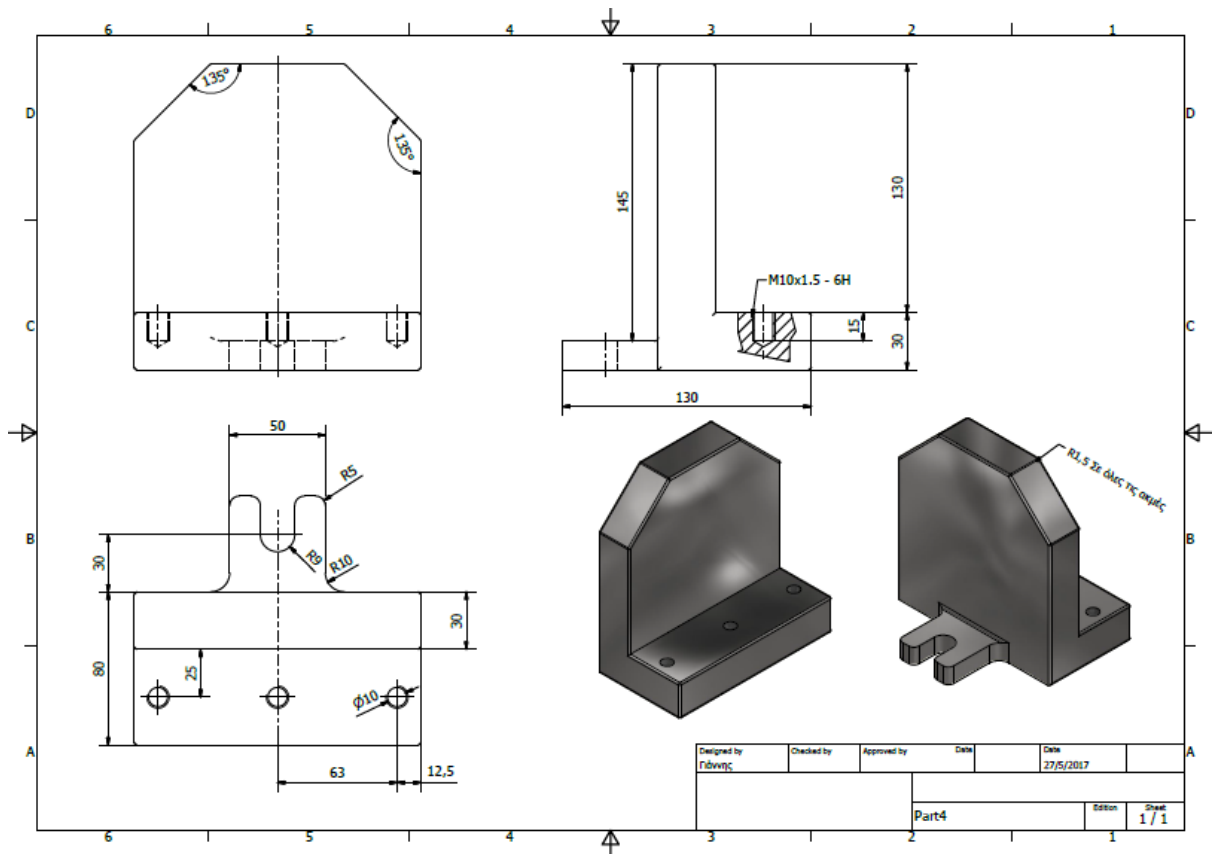
Σχέδιο 7.18: Πλάκα συγκράτησης με οπές.



Σχέδιο 7.19: Εξαρτήματα πρόσδεσης.

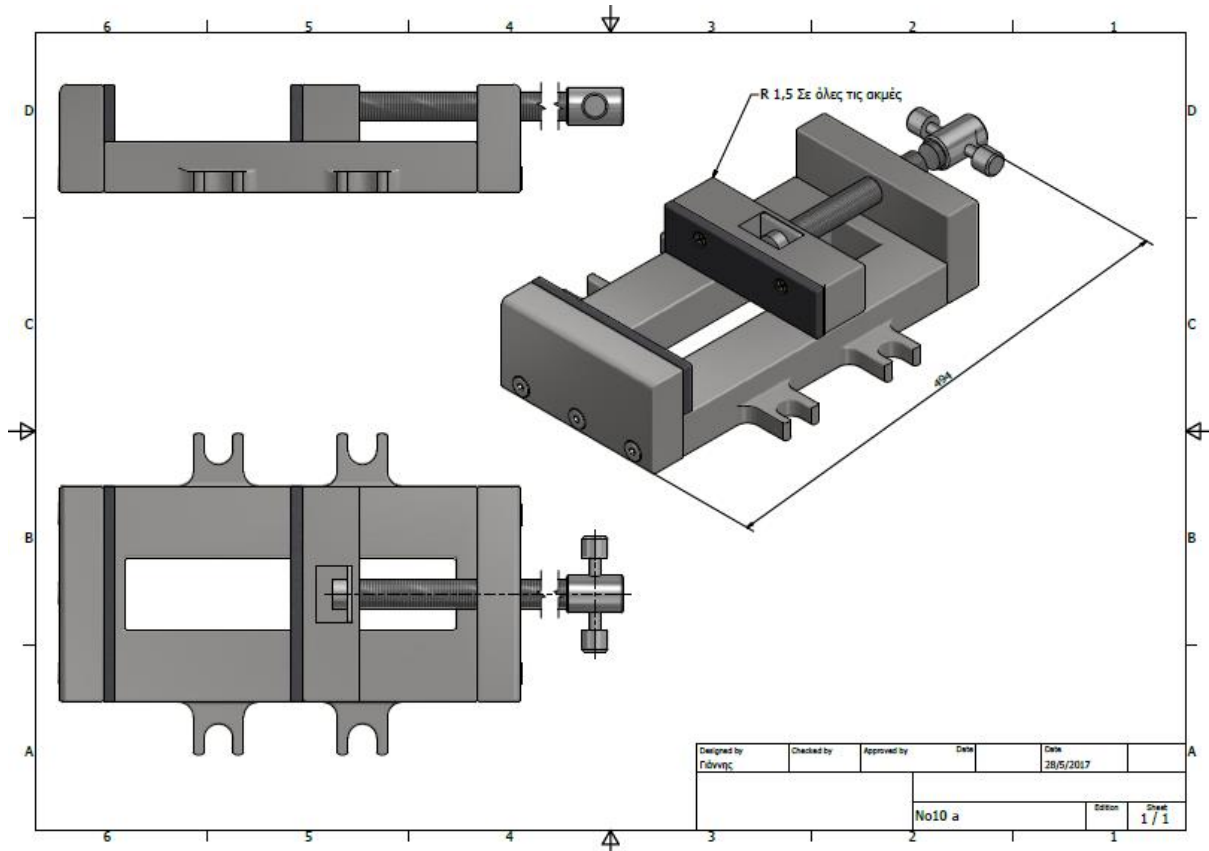


Σχέδιο 7.20: Πλάκες στήριξης δοκιμίου.

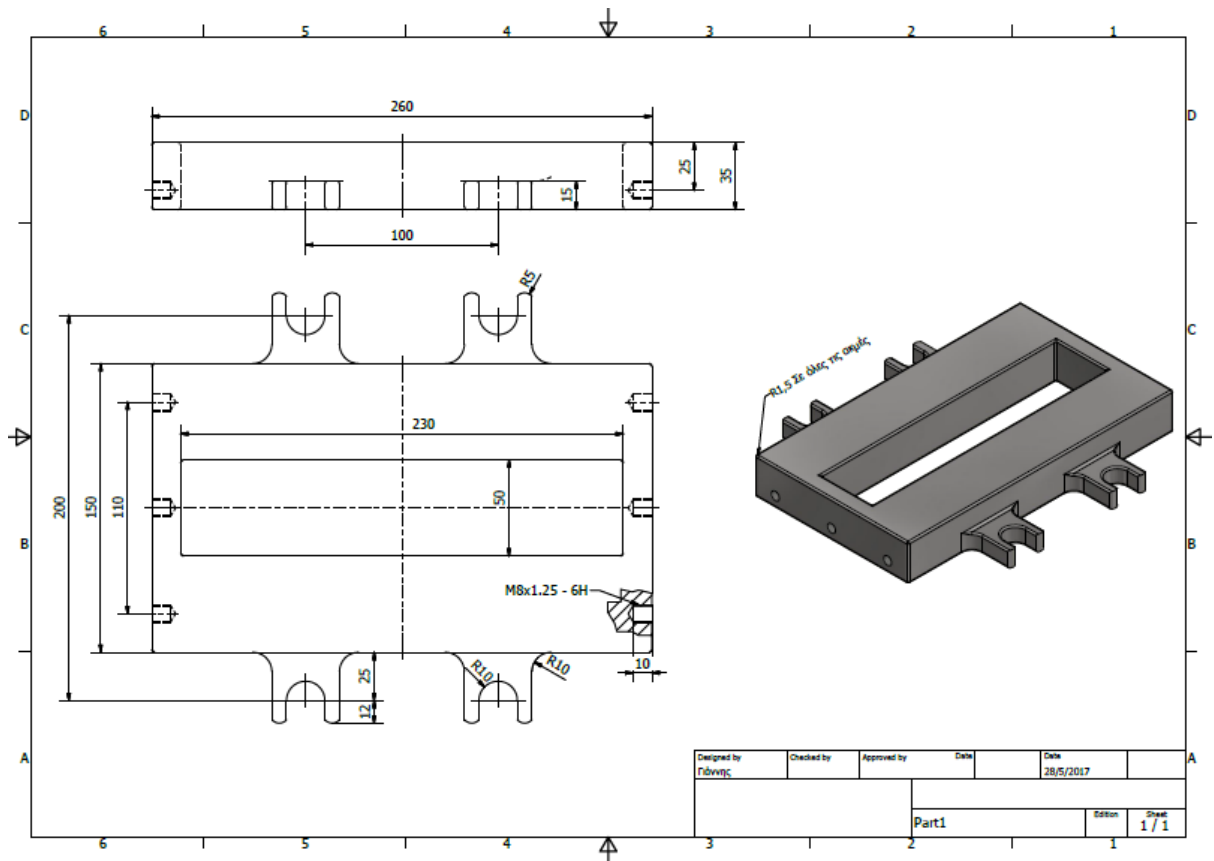


Σχέδιο 7.21: Πλαϊνά στηρίγματα.

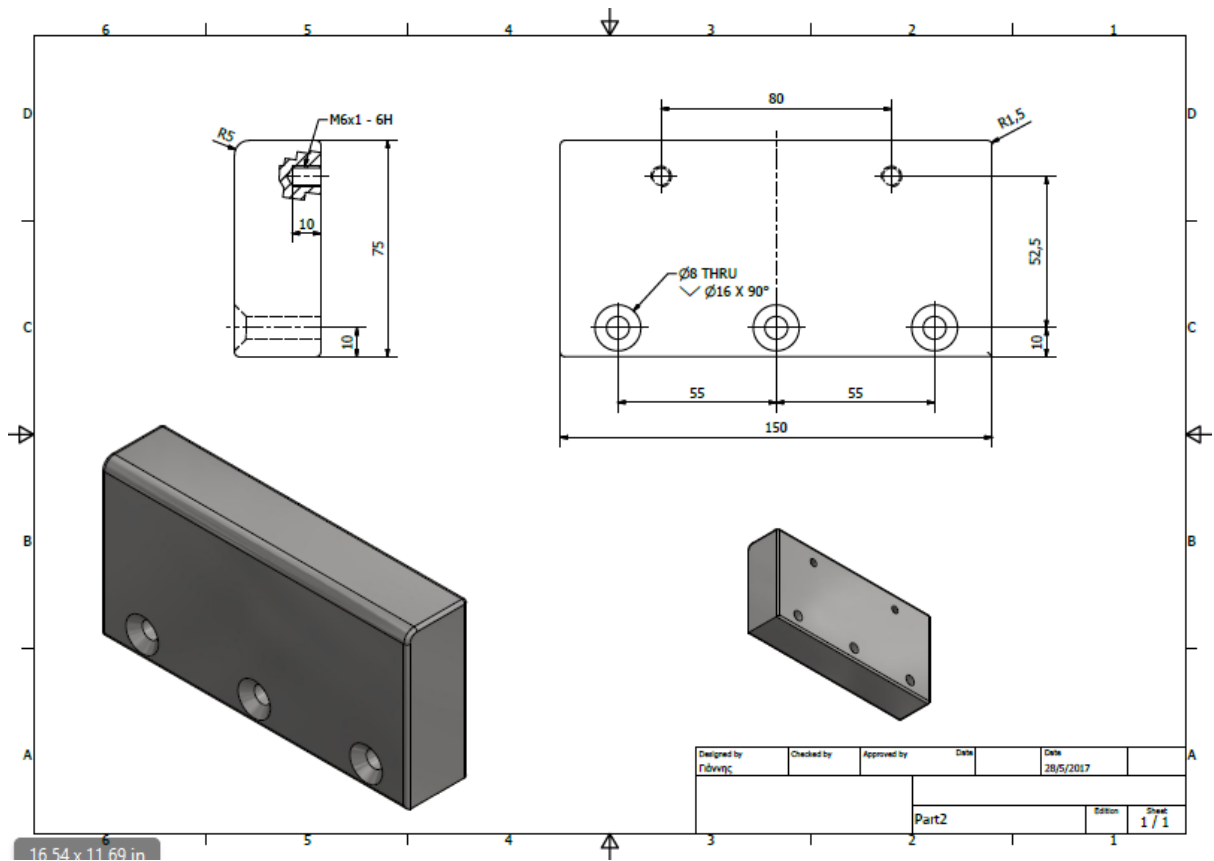
8.8 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΜΕΓΓΕΝΗΣ ΑΠΛΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΜΕ ΚΟΧΛΙΑ ΣΥΣΦΙΞΗΣ ΓΙΑ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ



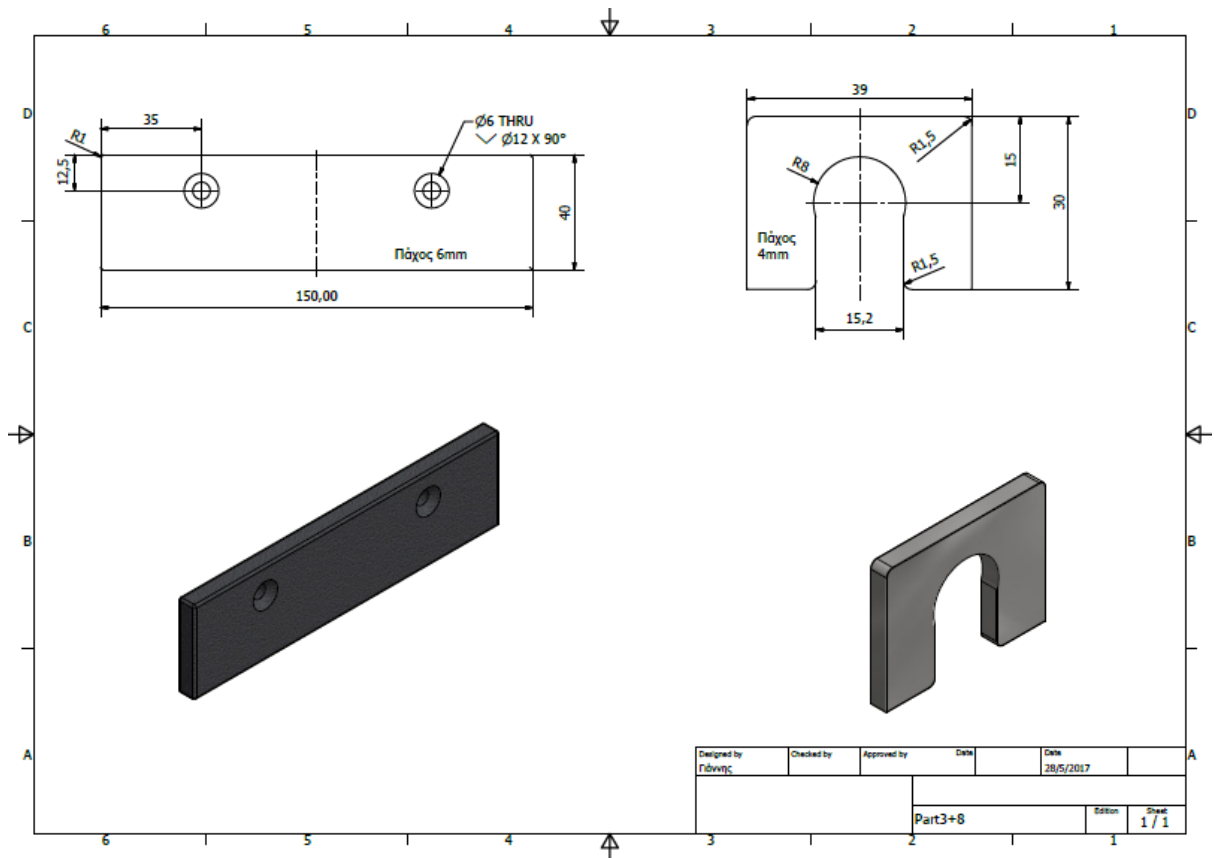
Σχέδιο 8.4: Κατασκευαστικό σχέδιο μέγγνης.



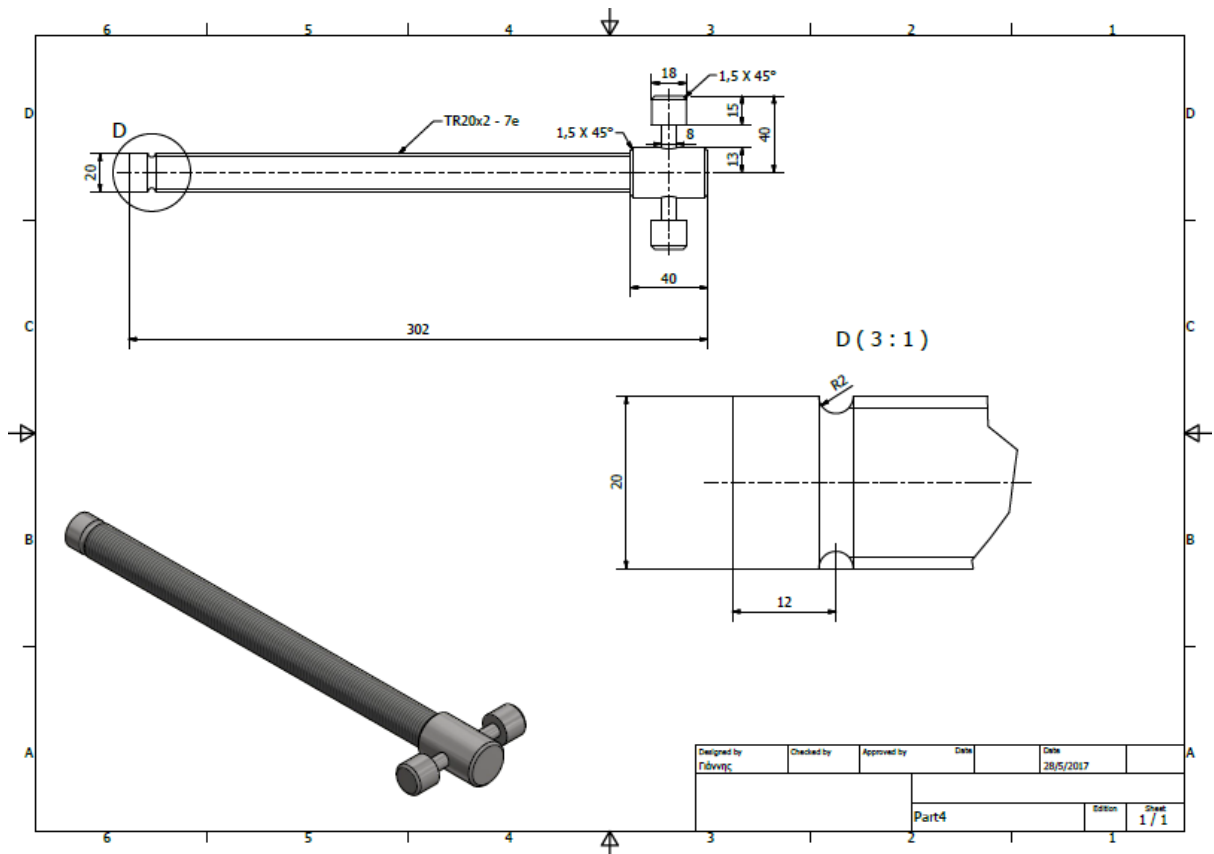
Σχέδιο 8.5: Κατασκευαστικό σχέδιο κορμού μέγγενης.



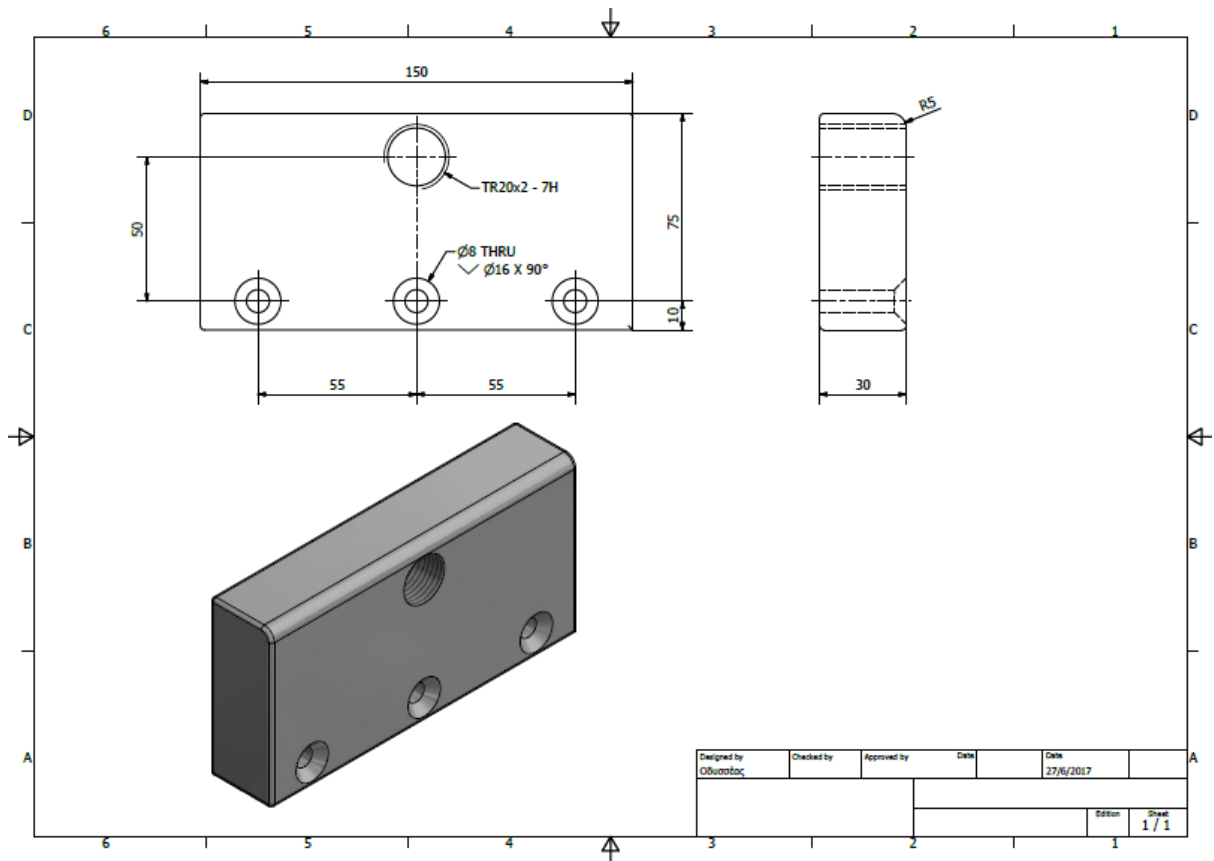
Σχέδιο 8.6: Πλαίνα στηρίγματα μέγνης.



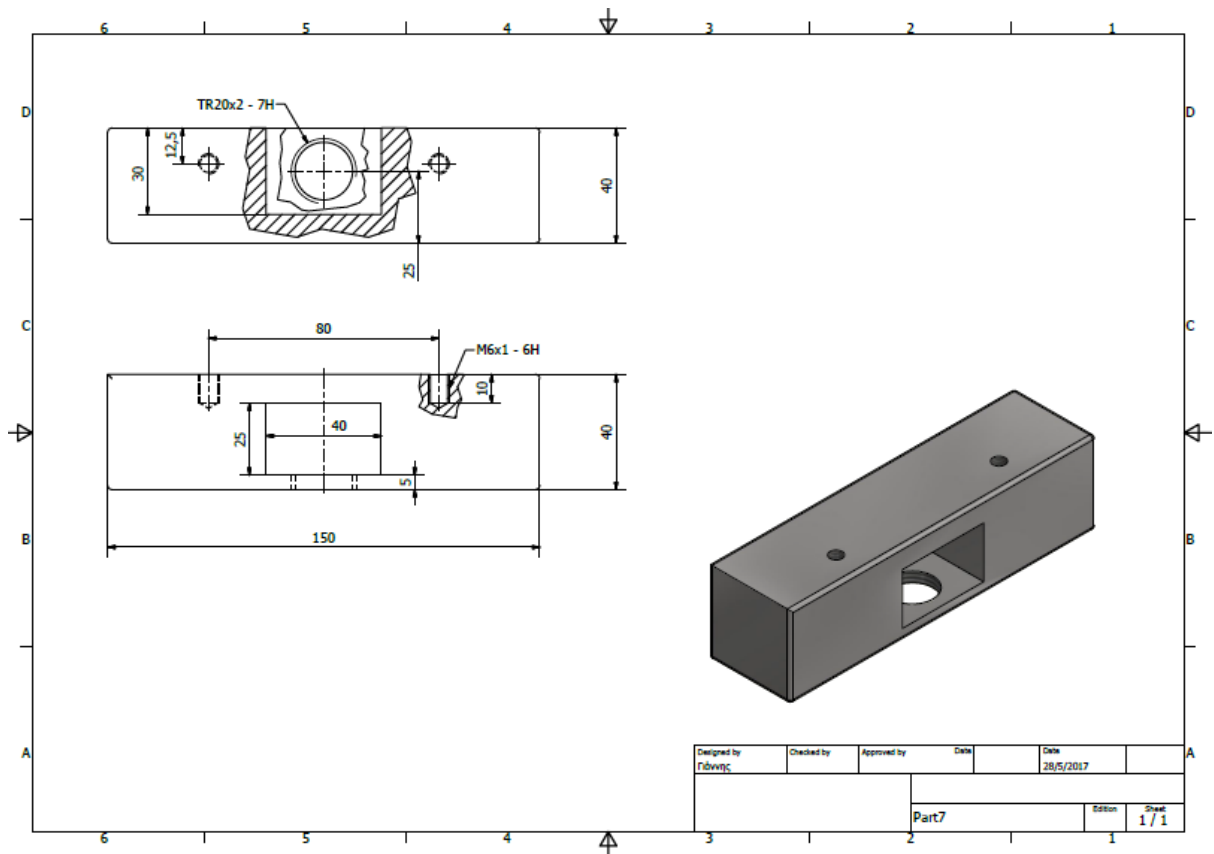
Σχέδιο 8.7: Σφήνα συγκράτησης άξονα.



Σχέδιο 8.8: Κοχλίας σύσφιξης.

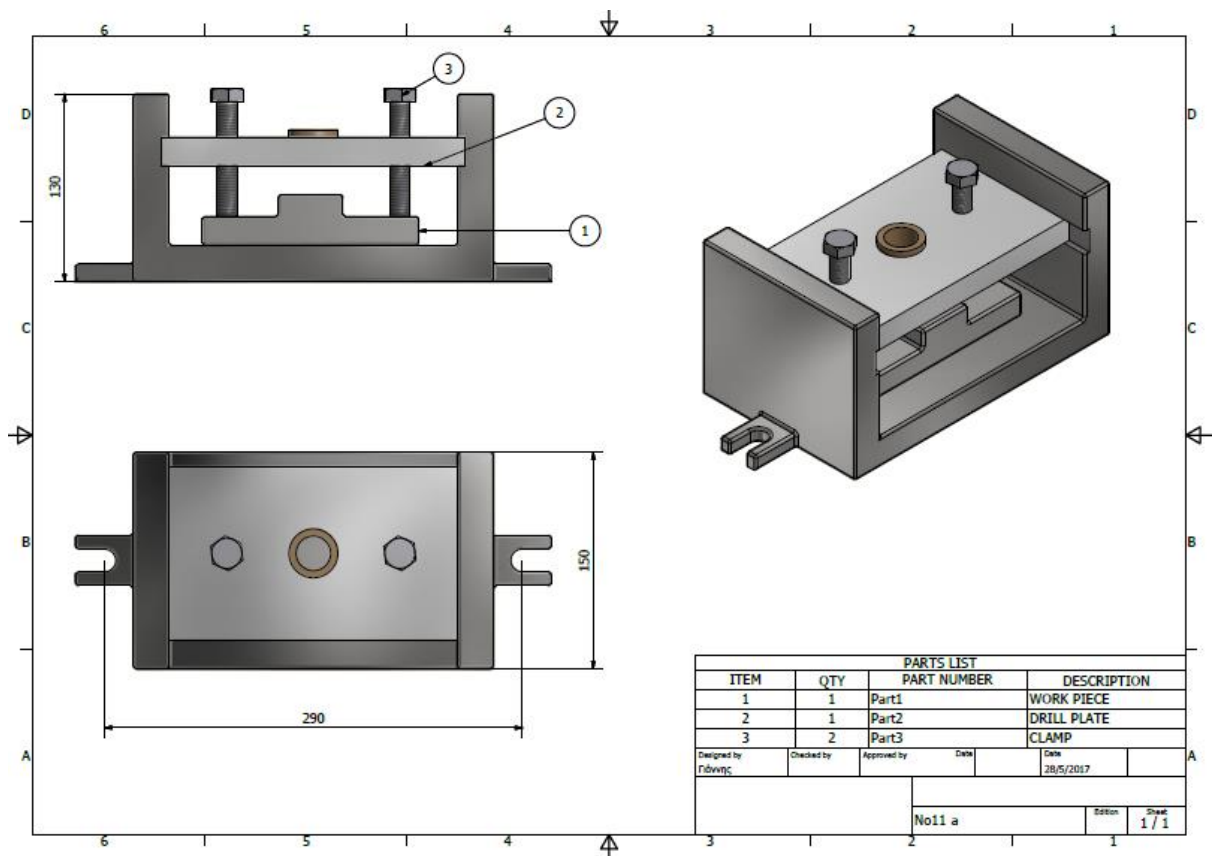


Σχέδιο 8.9: Σιαγώνα μέγγενης.

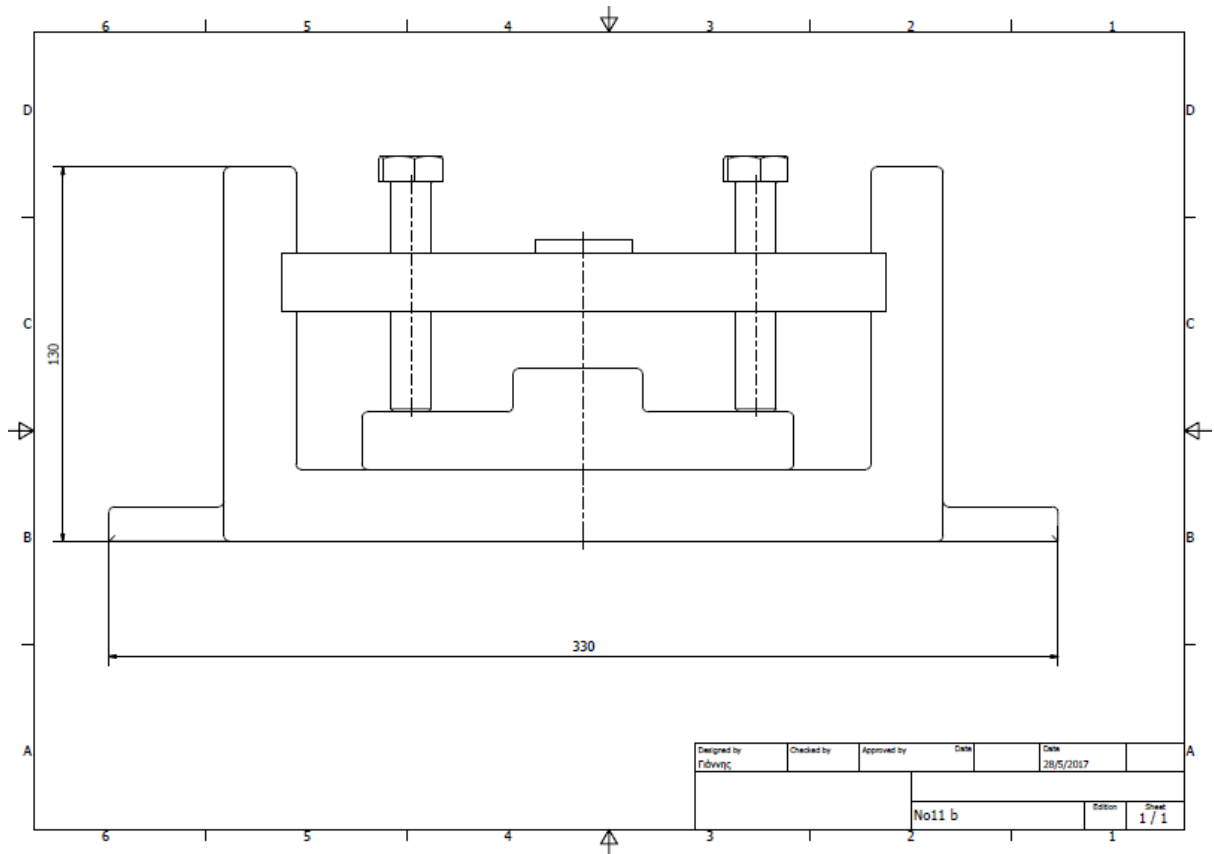


Σχέδιο 8.9: Πλάκα σύνδεσης άξονα.

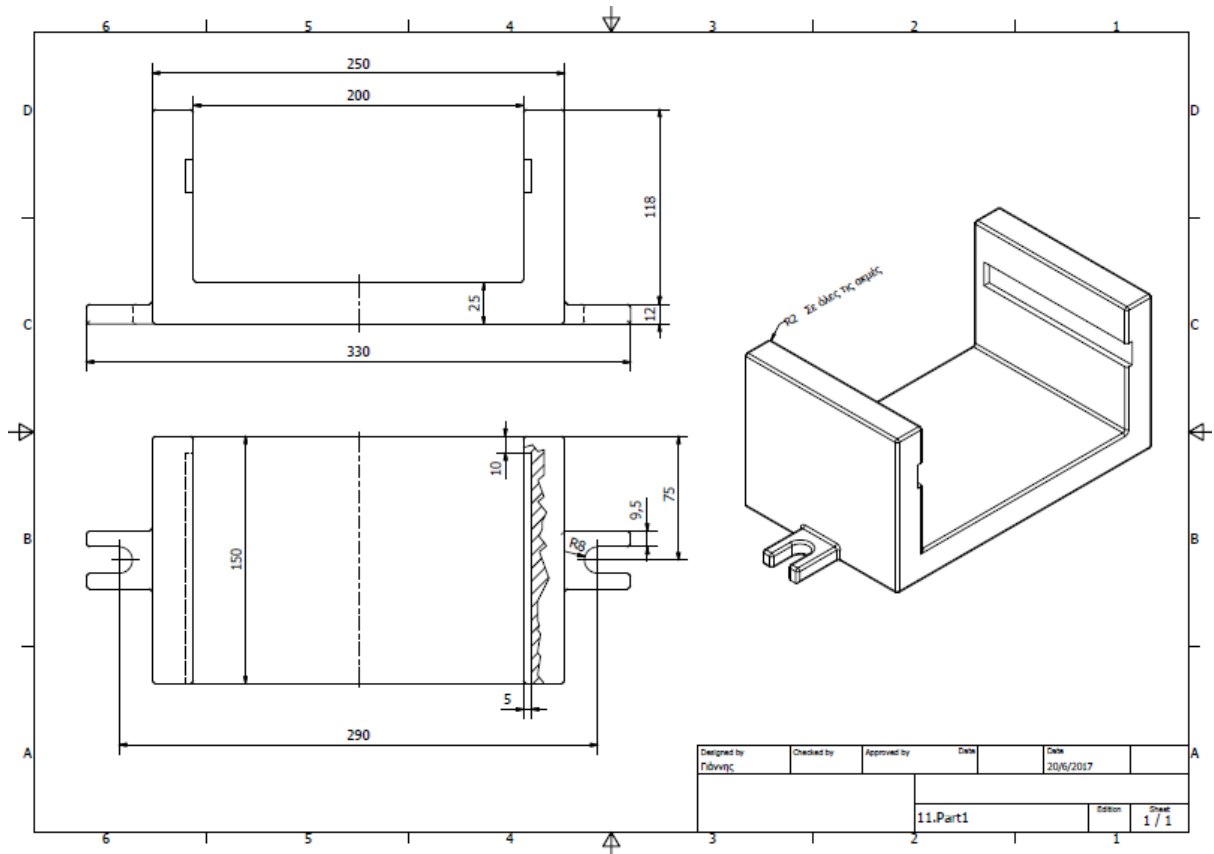
8.9 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΗΣ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΓΙΑ ΔΙΑΝΟΙΞΗ ΟΠΩΝ



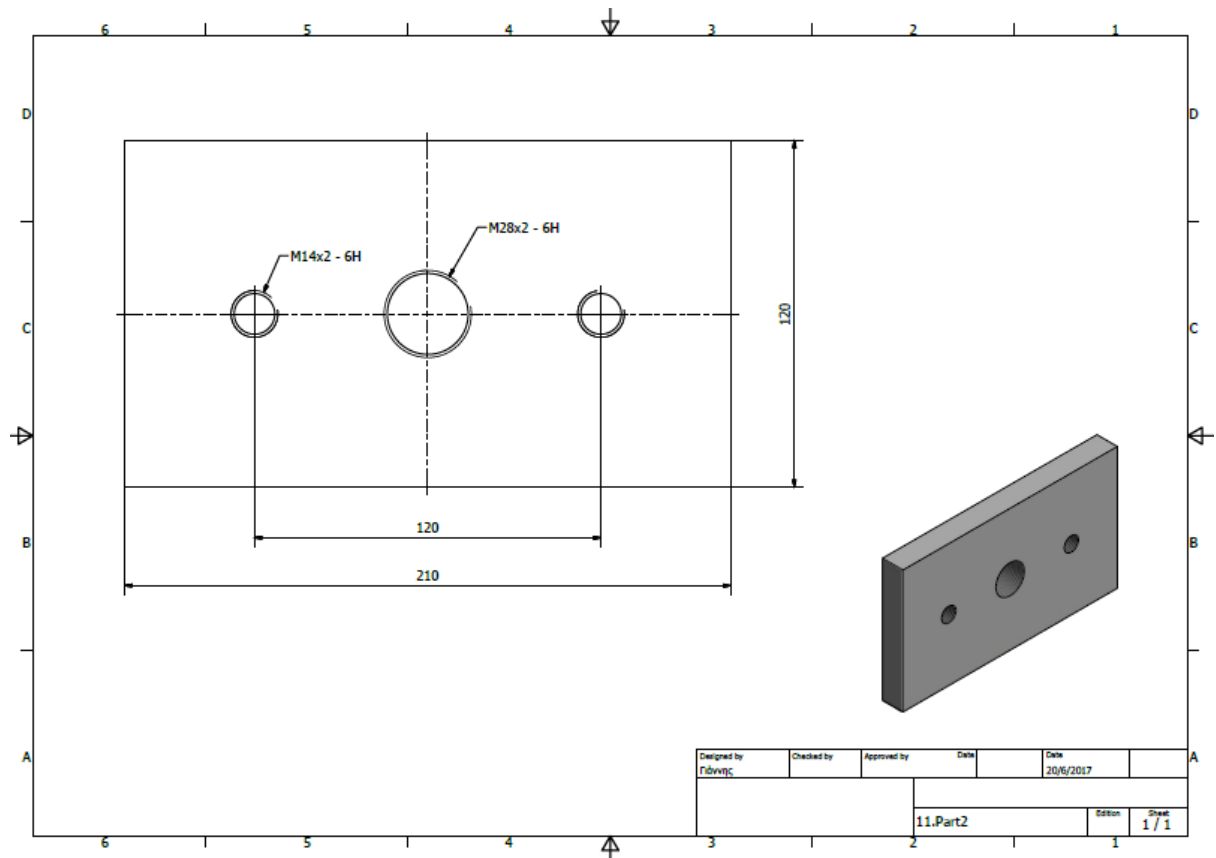
Σχέδιο 9.4: Κατασκευαστικό σχέδιο συναρμολογήματος.



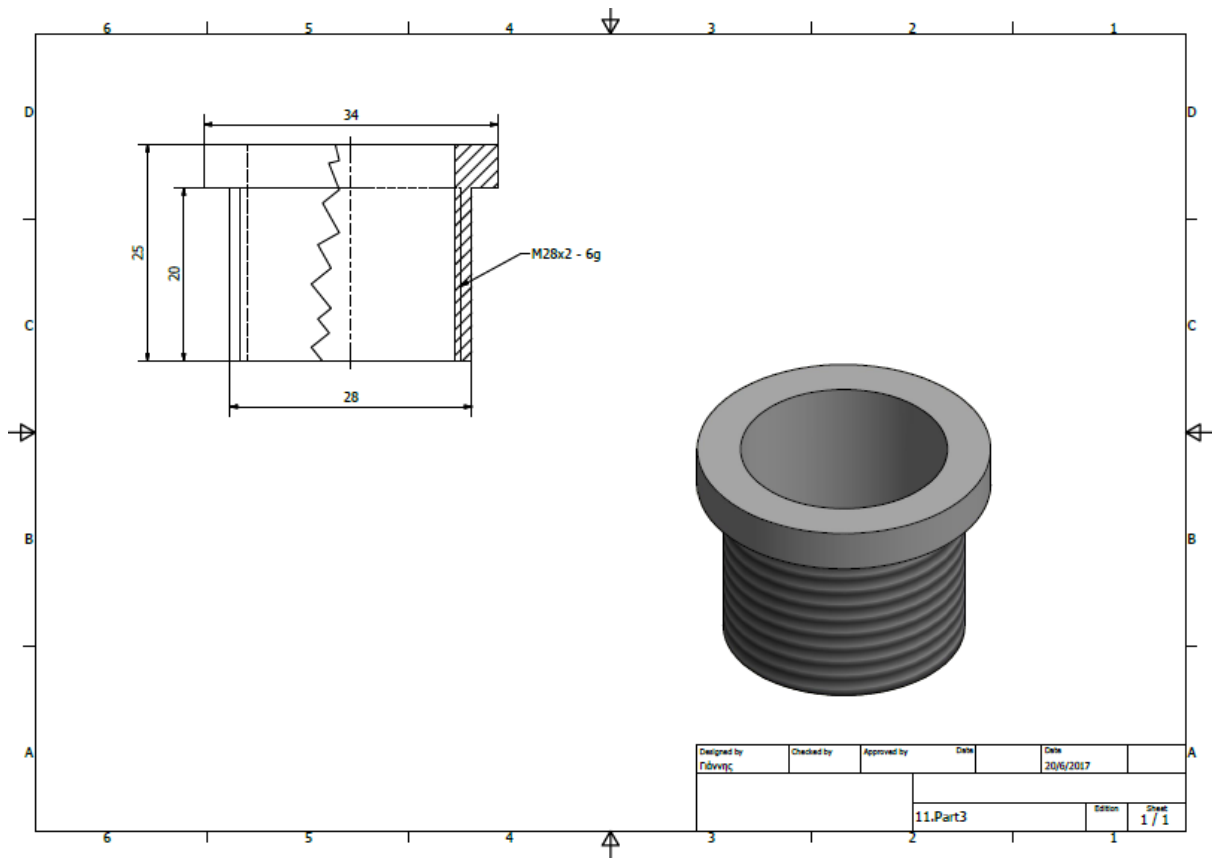
Σχέδιο 9.5: Κατασκευαστικό σχέδιο συναρμολογήματος με διαστάσεις.



Σχέδιο 9.6: Κατασκευαστικό σχέδιο συναρμολογήματος με διαστάσεις.

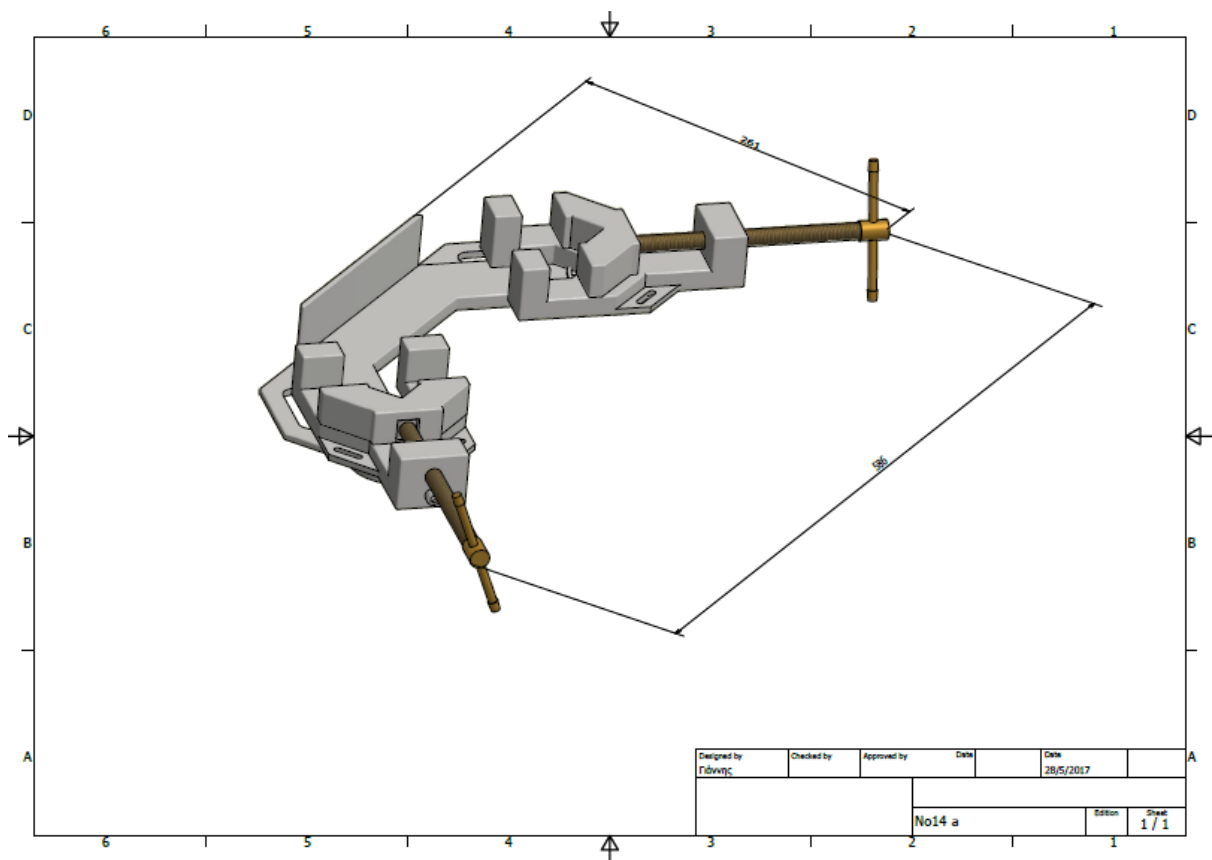


Σχέδιο 9.7: Πάνω πλάκα στήριξης.

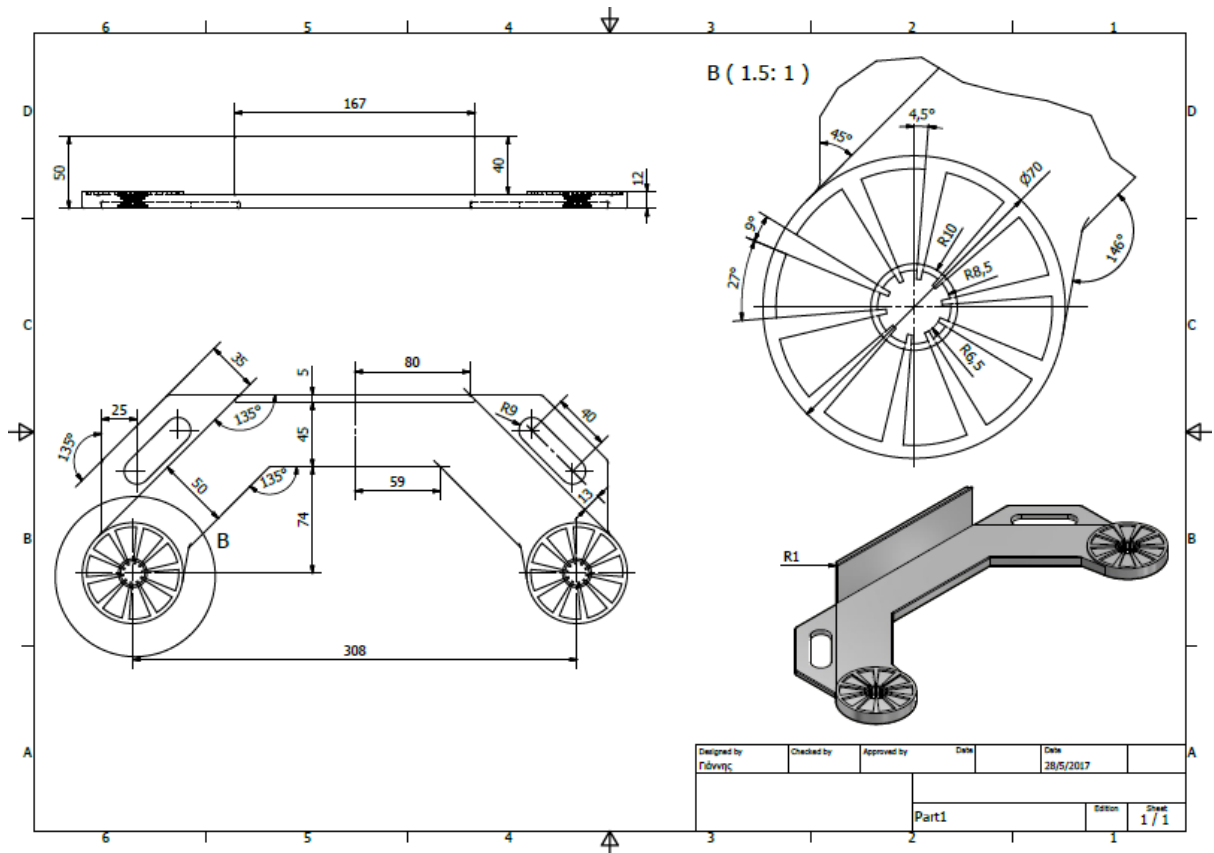


Σχέδιο 9.8: Κοχλίας.

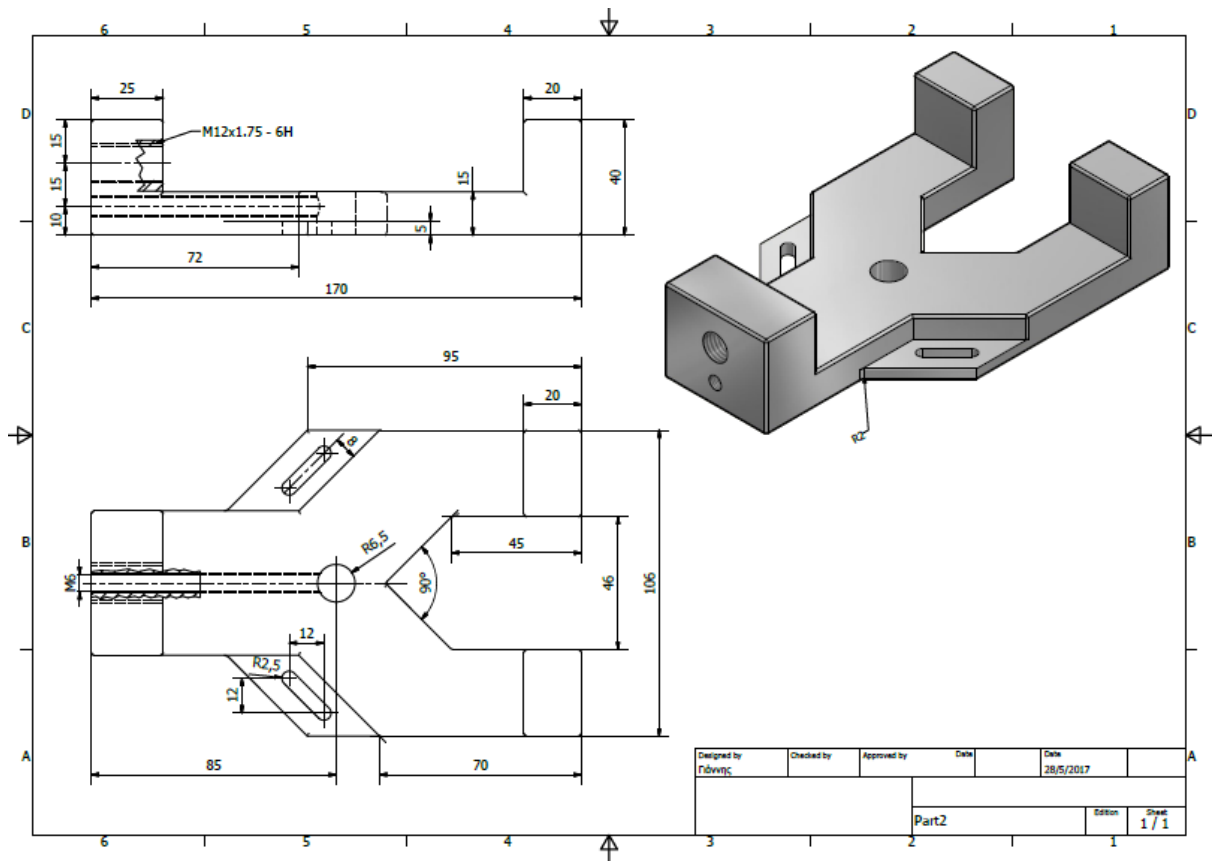
8.10 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΗΣ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΚΟΙΛΟΔΟΚΩΝ ΜΕ ΔΥΟ ΘΕΣΕΙΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΚΑΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ



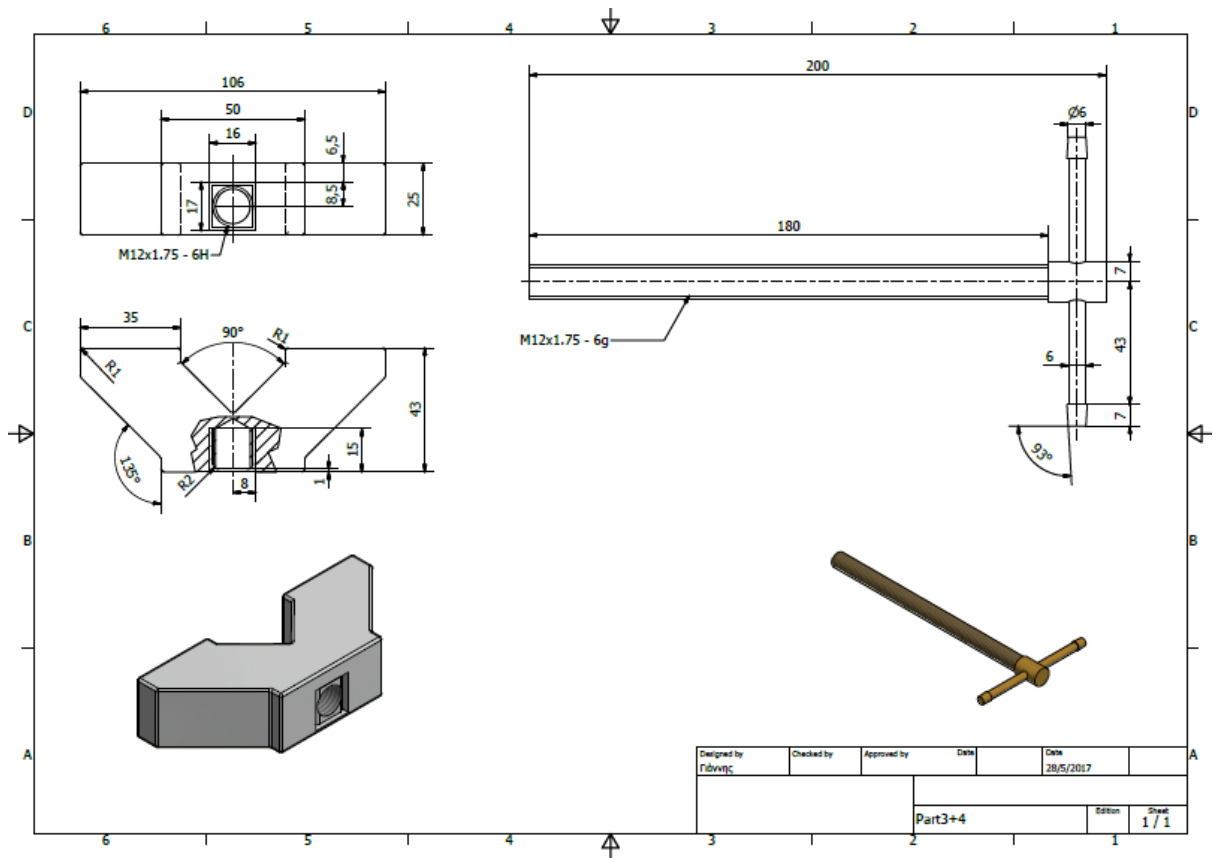
Σχέδιο 10.5: Κατασκευαστικό σχέδιο συναρμολογήματος.



Σχέδιο 10.6: Κατασκευαστικό σχέδιο βάσης ιδιοσυσκευής με διαστάσεις.



Σχέδιο 10.7: Κατασκευαστικό σχέδιο σιαγώνας.



Σχέδιο 10.8: Κοχλίας ρύθμισης θέσης σιαγώνας.

