

# ΑΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ ΤΤ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ



**A.E.I. Πειραιά Τ.Τ.**

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

‘Σχεδίαση πειραματικής συσκευής αντοχής πολυμερών  
οδοντωτών τροχών’

Ονόματα σπουδαστών

Κόκκαλης Κωνσταντίνος ΑΜ: 43806

Σπυρέλης Στέφανος ΑΜ: 43810

## Περίληψη

Στη παρούσα πτυχιακή εργασία ασχοληθήκαμε με την σχεδίαση πειραματικής συσκευής για έλεγχο αντοχής σε πολυμερές οδοντωτούς τροχούς. Γίνεται μια μικρή εισαγωγή για τις Ιδιοσυσκευές που υπάρχουν και κάνουν ελέγχους σε γρανάζια αλλά και για τους πολυμερές οδοντωτούς τροχούς. Παρουσιάζεται αναλυτικά η μελέτη που έγινε για να στηθεί η συσκευή, η σχεδίαση εξαρτημάτων η οποία έγινε σε ειδικό πρόγραμμα CAD και η επιλογή των επιμέρους κομματιών που ήταν απαραίτητα στη λειτουργία της συσκευής. Έπειτα γίνεται απεικόνιση σε 2D και 3D των κομματιών που σχεδιάστηκαν, αναφέρεται ξεχωριστά το κάθε εξάρτημα, γιατί ήταν χρήσιμο ώστε να το επιλέξουμε και ποιος είναι ο τρόπος που λειτουργεί στη συσκευή. Τέλος γίνεται αναφορά στο τρόπο με τον οποίο λειτουργεί η συσκευή ώστε να πραγματοποιηθεί ο στατικός έλεγχος στα γρανάζια και πώς αυτό επιτυγχάνεται.

## Abstract

In this thesis we worked on the design of an experimental device for testing resistance to polymeric sprockets. There is a small introduction of the existing gears and tests on sprockets as well as on polymer sprockets. The study that was made to build the device, the design of components made in a special CAD program and the selection of the individual parts for the correct operation of the device. Then it appears in 2D and 3D of the tracks that were designed, each component is mentioned separately, why it was useful to choose it and the way it works on the device. Finally, the way in which the device works to make the static control on the gears and how this is achieved.

## Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να εκφράσουμε θερμές ευχαριστίες στον Δρ. Μηχανολόγο Μηχανικό κ.Τσολάκη Αντώνιο, για τις γνώσεις αλλά και τη βοήθεια που μας πρόσφερε στη πτυχιακή μας εργασία . Επιπρόσθετα, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τις οικογένειές μας για την στήριξη που μας παρείχαν σε όλη την ακαδημαϊκή μας φοίτηση.

## Περιεχόμενα

1.Εισαγωγή.....	
1.1 Σκοπός και στόχοι.....	
1.2 Πολυμερή γρανάζια.....	
1.3 Ιδιοσυσκευές για ελέγχους.....	
2. Μελέτη.....	
2.1 Μελέτη Άξονα.....	
2.2 Οδοντωτοί τροχοί.....	
2.3 Μεταφορά ροπής.....	
2.3.1 Μηχανισμός τροχαλίας.....	
2.4 Μηχανισμός ειδικής ράγας.....	
3. Επιλογή και σχεδιασμός των επιμέρους κομματιών.....	
3.1 Τυποποιημένα κομμάτια της συσκευής.....	
3.1.1 Τυποποιημένα κομμάτια της συσκευής.....	
3.1.2 Σφιγκτήρας σταθερού άξονα (Power lock).....	
3.1.3 Ράγα οδηγός τύπου LLR.....	
3.1.4 Τροχαλία τύπου Light Duty Fixed Bore.....	
3.1.5 Λοιπά τυποποιημένα στοιχεία (Σφήνες -Βίδες-Πίροι).....	
3.1.6 Μηχανισμός εμπλοκής και απεμπλοκής συρματόσχοινο.....	
3.1.7 Συρματόσχοινο τροχαλίας.....	
3.1.8 Πρότυπα βάρη (Newton weights).....	
3.2 Σχεδιασμένα μέρη της πειραματικής συσκευής.....	
3.2.1 Πλάκα υποδοχής επιμέρους εξαρτημάτων.....	
3.2.2 Βάσεις αξόνων.....	

3.2.3	Οδηγοί κεντραρίσματος βάσεων.....
3.2.4	Retaining ring οδοντωτών τροχών.....
3.2.5	Άξονες.....
4.	Κατασκευαστικά σχέδια.....
4.1	Πλάκα.....
4.2	Μετακινούμενη βάση.....
4.3	Βάση ρουλεμάν.....
4.4	Περιστρεφόμενος άξονας.....
4.5	Σταθερός άξονας.....
4.6	Οδηγός Β.....
4.7	Οδηγός Α.....
4.8	Retaining ring.....
4.9	Assembly.....
5.	Τρόπος λειτουργίας πειραματικής συσκευής.....
6.	Βιβλιογραφία.....

## **1.Εισαγωγή**

### **1.1 Σκοπός και στόχοι**

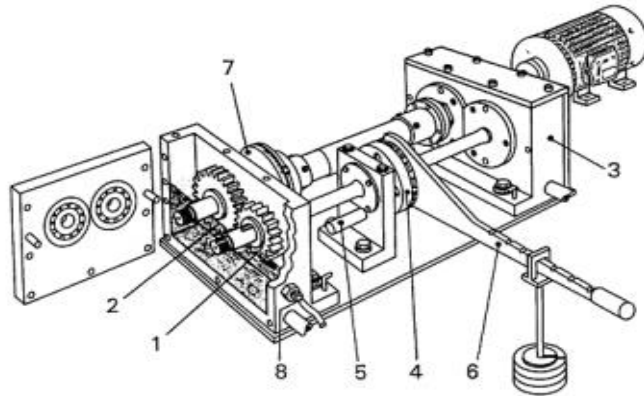
Στόχος μας στη παρακάτω εργασία είναι η σχεδίαση πειραματικής συσκευής που θα πραγματοποιεί στατικό έλεγχο σε πολυμερή γρανάζια. Σκοπός είναι να ασχοληθούμε με τη μελέτη και τη σχεδίαση της συσκευής, με το εύρος των οδοντωτών τροχών που θα δέχεται και τον τρόπο με τον οποίο θα δίνεται η κίνηση στα γρανάζια.

### **1.2 Πολυμερή γρανάζια**

Οι έλεγχοι αντοχής των πολυμερών οδοντωτών τροχών γίνονται με τη χρήση ιδιοσυσκευών. Τα κυριότερα υλικά για την παραγωγή πολυμερών οδοντωτών τροχών είναι θερμοπλαστικά. Τα συνηθέστερα υλικά είναι το πολυαμίδιο (PA), το πολυαιθυλένιο (PE) και η πολυακετάλη (POM) και οι υποκατηγορίες τους. Για το σκοπό αυτό μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλα πολυμερή υλικά, κυρίως θερμοπλαστικά, όμως τα κυριότερα είναι τα παραπάνω. Σε αρκετές περιπτώσεις για τη δημιουργία γραναζιών με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά γίνονται προσμίξεις με την προσθήκη και άλλων υλικών.

### **1.3 Ιδιοσυσκευές για ελέγχους**

Οι βασικότερες δοκιμές στις οποίες υποβάλλονται οι πολυμερείς οδοντωτοί τροχοί κατά τον ποιοτικό τους έλεγχο είναι οι εξής: έλεγχος εκπομπής θορύβων, αντοχής σε κόπωση, αποδοτικότητας και επίδοσης, παραγόμενης θερμοκρασίας λόγω της τριβής του συστήματος των γραναζιών και έλεγχος παραγωγής κραδασμών και δονήσεων στο σύστημα. Οι ιδιοσυσκευές για τους παραπάνω ελέγχους λειτουργούν με ηλεκτρικά μοτέρ και χωρίζονται σε δυο κομμάτια, το σταθερό μέρος της συσκευής και το μέρος όπου έχουμε στρέψη στο μετρούμενο γρανάζι.



- |               |                           |
|---------------|---------------------------|
| 1 Test Pinion | 5 Locking Pin             |
| 2 Test Wheel  | 6 Load Lever and Weights  |
| 3 Slave Gear  | 7 Torque Measuring Clutch |
| 4 Load Clutch | 8 Temperature Sensor      |

Εικόνα 1: Τρισδιάστατη απεικόνιση ιδιοσυσκευής FZG με ημιτομή

Arun A.P., Senthil kumar A.P., Giriraj B., Faizur rahaman A. (2014). Gear Test Rig – A review. International Journal of Mechanical & Mechatronics Engineering IJMME-IJENS Vol.14 No: 05, India

Η πειραματική συσκευή που σχεδιάσαμε έχει επίσης δυο μέρη και πραγματοποιεί στατικό έλεγχο μεταξύ ενός πολυμερές (pinion) και ενός μεταλλικού γραναζιού κρατώντας σταθερό το δεύτερο.

Η συσκευή λειτουργεί εξολοκλήρου μηχανικά.

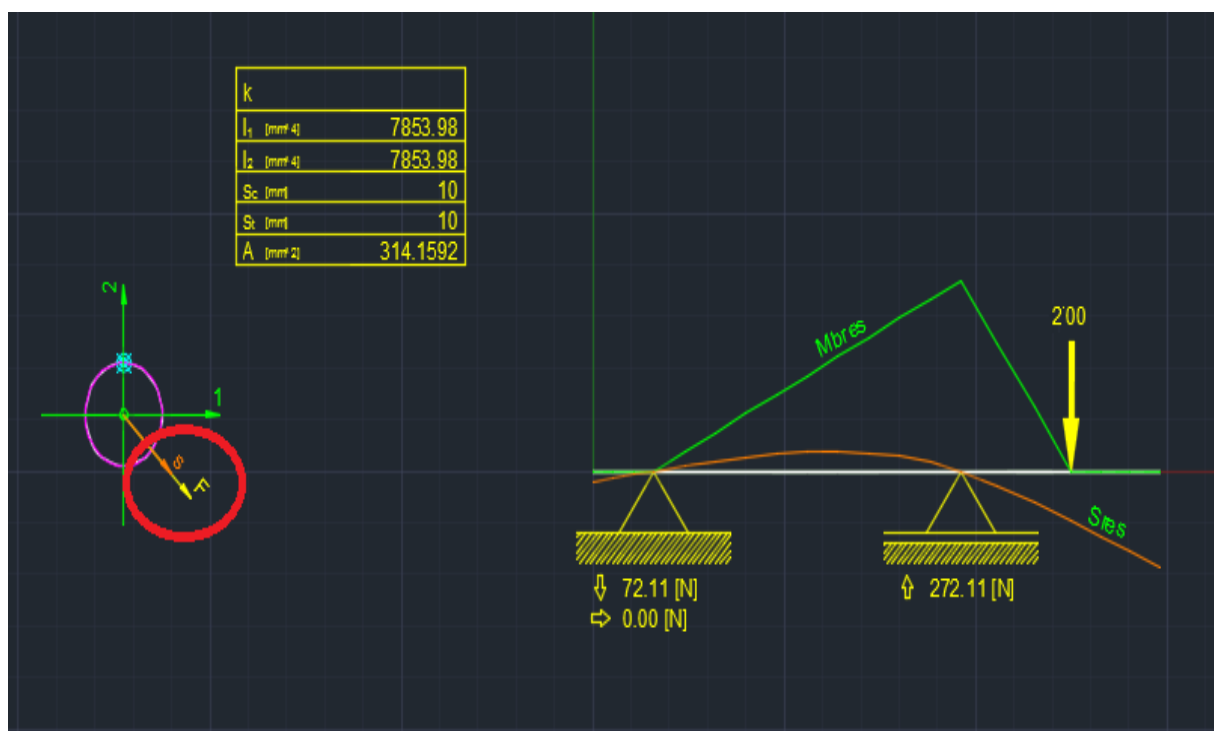
## 2. Μελέτη

Για την υλοποίηση της συσκευής επικεντρωθήκαμε κυρίως στη μελέτη του άξονα και της τοποθέτησης γραναζιών με διαφορετικό modul , αριθμό δοντιών, πλάτος και διάμετρο. Επίσης ένα άλλο θέμα που λήφθηκε υπόψη αφορούσε το τρόπο με τον οποίο τα γρανάζια θα συνεργάζονται και το τρόπο που θα μεταφέρεται η ροπή σε αυτά. Έτσι λοιπόν σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφεται η τελική μελέτη αλλά και η λύση στα παραπάνω θέματα.



## 2.1 Μελέτη Άξονα

Σημαντικό μέρος της κατασκευής αποτελεί η επιλογή του άξονα. Μετά από μελέτη που πραγματοποιήθηκε επιλέχθηκαν συγκεκριμένες ροπές που θα μπορεί να δέχεται ο άξονας ώστε να αντέχει σε στατικό έλεγχο. Η μελέτη έγινε με τη βοήθεια προγράμματος CAE, μετά την οποία η διάμετρος του άξονα επιλέχθηκε  $d=20\text{mm}$ . Επιπλέον ο άξονας ελέγχθηκε με βάση τις φορτίσεις σε στατική φόρτιση σε ειδικό πρόγραμμα. Το κύριο κομμάτι ήταν ο υπολογισμός της μέγιστης μετατόπισης που θα παρουσιάσει ο περιστρεφόμενος άξονας λόγω των φορτίων. Αυτή υπολογίστηκε με μέγιστο φορτίο  $20\text{kg}$  ώστε να έχουμε περιθώρια εύρους. Στη παρακάτω διαδικασία φαίνονται οι τάσεις που θα παρουσιάσει ο άξονας μετά την επιβολή του φορτίου:



Εικόνα 2: Μέγιστη μετατόπιση του άξονα για φορτίο  $20\text{kg}$

Moment of Inertia	I1	[mm <sup>4</sup> ]	7853.98
Moment of Inertia	I2	[mm <sup>4</sup> ]	7853.98
Moment of Inertia	Ieff	[mm <sup>4</sup> ]	7854
Max. Border Dist.		[mm]	10
Safety Factor			31.9496
Yield Point		[N/mm <sup>2</sup> ]	235
E-Modulus		[N/mm <sup>2</sup> ]	210000
Material			S235JR
Max. Deflection	S1	[mm]	5.129172 E-3
Max. Bending Moment	M b1	[Nm]	4.2387
Max. Deflection	S2	[mm]	4.749665 E-3
Max. Bending Moment	M b2	[Nm]	3.925
Max. Stress	Sres	[N/mm <sup>2</sup> ]	7.3553
Max. Deflection	Sres	[mm]	6.990545 E-3
Max. Bending Moment	M b2	[Nm]	5.7769
Scale for Defl. Line			2646.4:1
Scale for Bending Mom. Line			6.405:1

Εικόνα 2.1: Θεωρητική τιμή μέγιστης μετατόπισης άξονα

## 2.2 Οδοντωτοί τροχοί

Η συσκευή θα δέχεται δύο γρανάζια, ένα μεταλλικό και ένα πολυμερές. Η συμπλοκή αυτών περιλαμβάνει ορισμένες παραμέτρους όπως το πάχος και το modul, τα στοιχεία αυτά θα πρέπει να είναι ίδια και στα δύο γρανάζια. Ο τύπος που δίνει το modul είναι :  $m = \frac{d}{z}$ , όπου **d** η διάμετρος του γραναζιού και **z** ο αριθμός δοντιών, για  $z < 17$  έχουμε το φαινόμενο υποκοπής. Με βάση τα προηγούμενα αλλά και την επιλογή του modul από 2-10 καθορίστηκαν οι παρακάτω τιμές.

Στοιχεία γραναζιών	Τιμές
Ενδεικτικά Modul	2-10
Πάχος	10-30
Εξωτερική διάμετρος	40-180

Πίνακας 2: Εύρος διαστάσεων οδοντωτών τροχών.

### **2.3 Μεταφορά ροπής**

Ο τρόπος με τον οποίο θα δίνεται κίνηση στον άξονα είναι μηχανικός , αυτό σημαίνει ότι δεν θα υπάρχει η βοήθεια ηλεκτρικού μοτέρ . Έτσι η καλύτερη λύση στη διάταξη αποδείχθηκε η τοποθέτηση τροχαλίας μεγάλης διαμέτρου ώστε να έχουμε μοχλοβραχίονα επιθυμητού μήκους.

#### **2.3.1 Μηχανισμός τροχαλίας**

Γίνεται η τοποθέτηση πρότυπης τροχαλίας στο περιστρεφόμενο άξονα της συσκευής. Για να περιστρέφει η τροχαλία εφαρμόζεται ειδικό συρματόσχοινο στη περίμετρό της στο τέλος του οποίου τοποθετείται κυκλική βάση. Σε αυτή θα τοποθετούνται βάρη ανάλογα με τη ροπή που θέλουμε να δώσουμε στον άξονα. Μεταξύ πλάκας και συρματόσχοινου υπάρχει ειδική ασφάλεια ώστε να συγκρατεί τα βάρη σε σταθερό σημείο αλλά και να τα αφήνει στιγμιαία ή σταδιακά για να μεταδοθεί η ροπή. Το εύρος θα είναι 0,5-10 kg .

### **2.4 Μηχανισμός ειδικής ράγας**

Παραπάνω αναφερθήκαμε στα στοιχεία γραναζιών τα οποία για να εφαρμοστούν θα πρέπει η συσκευή να έχει την δυνατότητα να αυξομειώνει το μήκος της ώστε να τοποθετηθούν τα διάφορα μεγέθη. Η βέλτιστη λύση που σκεφτήκαμε είναι η τοποθέτηση ράγας με την οποία θα παρέχεται η δυνατότητα να καλύψουμε όλο το φάσμα των τιμών που αναφέρθηκαν στο Πίνακα 2 . Με τη βοήθεια της ράγας δίνουμε γραμμική κίνηση στο ένα μέρος της μηχανής . Επίσης η ράγα θα βαθμονομηθεί ώστε να γνωρίζουμε σε ποια θέση βρίσκεται κάθε φορά και να τοποθετούμε το κατάλληλο γρανάζι. Τέλος θα τοποθετηθεί μία ασφάλεια η οποία θα ακινητοποιεί το κινούμενο μέρος της ράγας για να μην υπάρχουν τυχαίες μετατοπίσεις όταν τα γρανάζια βρίσκονται σε εμπλοκή.

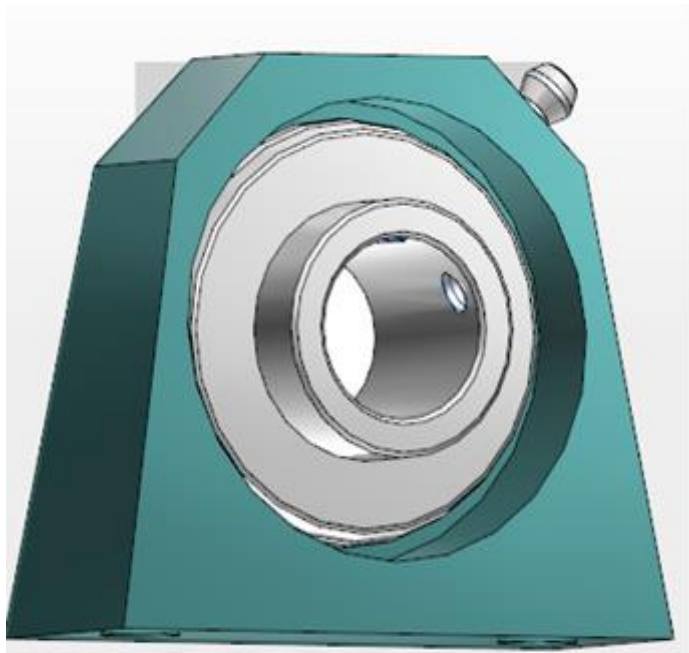
### 3. Επιλογή και σχεδιασμός των επιμέρους κομματιών

Έπειτα από τη γενική μελέτη που έγινε για να επιτευχθεί η σωστή λειτουργία της μηχανής παρουσιάζονται τα επιμέρους κομμάτια που θα τη συνθέτουν, πρώτα τα τυποποιημένα μέρη και στη συνέχεια εκείνα που χρειάστηκε να σχεδιαστούν .

#### 3.1 Τυποποιημένα κομμάτια της συσκευής

##### 3.1.1 Ρουλεμάν συγκράτησης περιστρεφόμενου άξονα

Παραπάνω αναφερθήκαμε στους δύο άξονες της συσκευής ένας εκ των οποίων είναι σταθερός και ένας θα περιστρέφεται . Στον δεύτερο επιλέξαμε να τοποθετήσουμε ειδικά ρουλεμάν τα οποία αντέχουν ως μία συγκεκριμένη φόρτιση και θα παρέχουν τη δυνατότητα περιστροφής του άξονα. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η ονομασία και η εμφάνιση του ρουλεμάν.



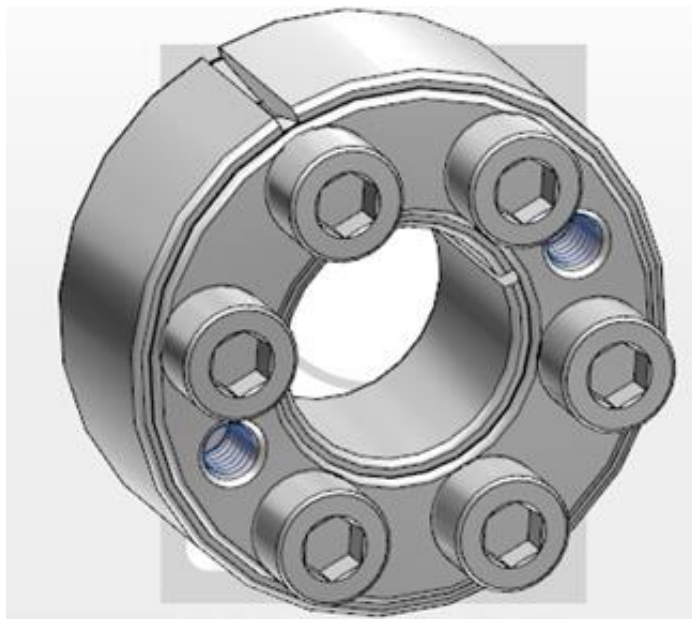
Εικόνα 3: Ρουλεμάν

<b>SERIES</b> Series	204
<b>SS</b> Shaft Size	20 mm
<b>PN</b> Part No.	136955
<b>DESCRIPTION</b> Description	TB-SCEZ-20M-SHCR

Πίνακας 3: Τυποποιημένη ονομασία ρουλεμάν.

### 3.1.2 Σφικτήρας σταθερού άξονα (Power lock)

Για τη συγκράτηση του άξονα που θέλουμε κατά τη διάρκεια της σύμπλεξης των γραναζιών να είναι σταθερός χρησιμοποιήσαμε ειδικό σφικτήρα (power lock) . Παρακάτω παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά του.

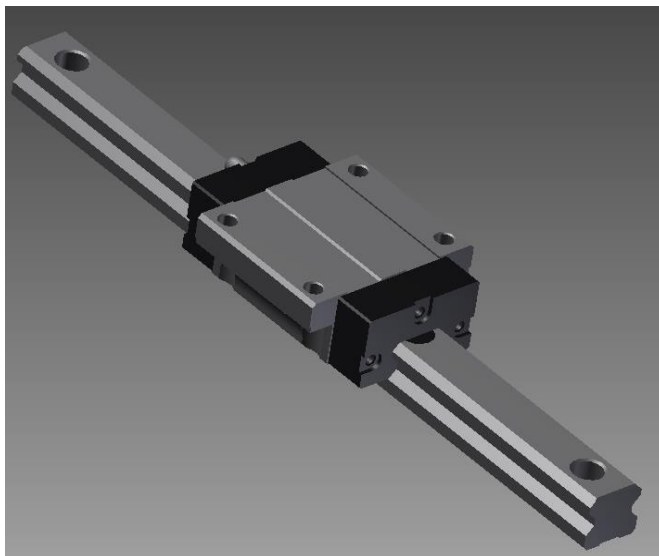


Εικόνα 3.1 : Power lock

<b>CNSORDERNO</b> Model No d x D	PL020X047AS-KP
<b>SD</b> Shaft diameter d	20 mm
<b>D</b> Outer diameter D	47 mm

Πίνακας 3.1 : Χαρακτηρίστηκα Power lock.

### 3.1.3 Ράγα οδηγός τύπου LLR

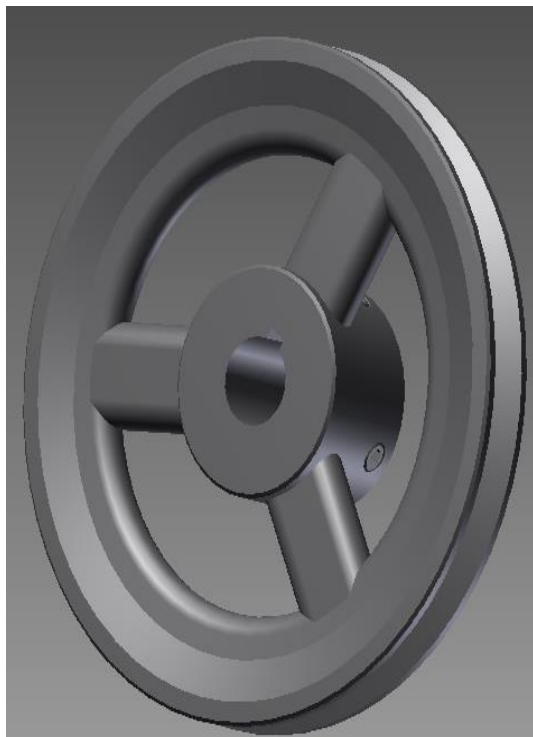


Range	from size 15 to 45 mm
Speed	5 m/s
Acceleration	up to 500 m/s <sup>2</sup>
Accuracy	up to 5 μm /1.000 mm
Operating temperature	-20 to +80 °C
Shaft length in one piece	up to 4 000 mm
C	up to 90 000 N
C <sub>0</sub>	up to 128 500 N

Πίνακας 3.2 : Χαρακτηριστικά ράγας-οδηγού τύπου LLR.

### 3.1.4 Τροχαλία τύπου **Light Duty Fixed Bore**.

Η τροχαλία (MA (A & 3L-4L V-BELTS) με βάση τα τυποποιημένα χαρακτηριστικά έχει εσωτερική διάμετρο (STANBORE ) =0,75I inch δηλαδή 19,05 mm . Η διάμετρος του άξονα που θα τοποθετηθεί η τροχαλία είναι 20mm οπότε θα χρειαστεί να γίνει διάνοιξη της διαμέτρου σε 20mm.



Εικόνα 3.2: Τροχαλία MA58

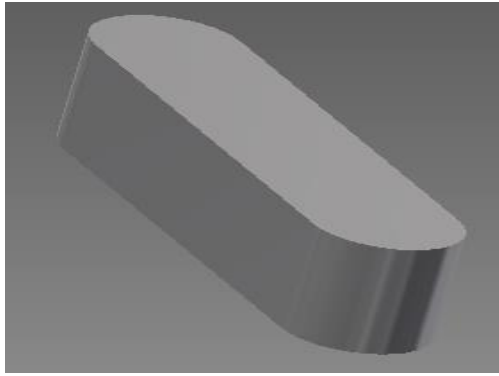
<b>SN</b> Sheave No.	MA58
<b>PN</b> Part No.	MA58X3/4
<b>DD3</b> D.D. 3L Belts	5.16
<b>DDA</b> D.D. A(4L) Belts	5.50
<b>OD</b> O.D.	5.75
<b>CR</b> Cross Reference	AK59
<b>T</b> Type	1A
<b>L</b>	1 3/8 INCH
<b>STANBORE</b> Standard Bore	0.75000000 INCH
<b>MAXBORE</b> Max. Bore	1 3/16 INCH
<b>WT</b> App. Wt.	2.5 INCH

Πίνακας 3.3: Διαστάσεις τροχαλίας

### 3.1.5 Λοιπά τυποποιημένα στοιχεία (Σφήνες -Βίδες-Πίροι)

A.

Για τη σωστή συναρμογή του γραναζιού με τον άξονα θα χρειαστούμε δύο σφήνες όμοιου τύπου που θα τοποθετηθούν σε συγκεκριμένα σημεία. Με βάση τα χαρακτηριστικά των αξόνων (d=20mm) χρησιμοποιήσαμε δύο σφήνες κατά DIN 6885 A( A 6 x 6 x 25:3).



Εικόνα 3.3: Σφήνα κατά DIN 6885

Β.

Για τη συγκράτηση των επιμέρους κομματιών με τις βάσεις της συσκευής θα χρησιμοποιήσουμε βίδες τύπου: Broached Socket Head Cap Screw – Metric. Στο παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται τα ακριβή χαρακτηριστικά τους:

A/A	Quantity	Thread description	Nominal Length (mm)	Pitch (mm)
1	6	M5	2x12	0,8
2	6	M6	4 x 16 & 2 x 25	1
3	4	M8	16	1.25
4	2	M10	25	1.5

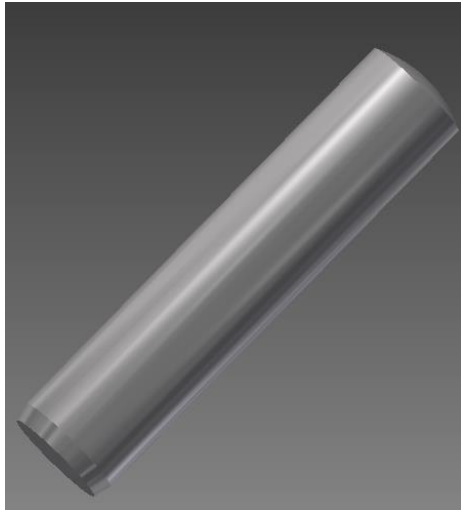
Πίνακας 3.4 : Χαρακτηριστικά κοχλιών σύνδεσης

Γ.

Η πίροι έχουν την ικανότητα να κεντράρουν τις οπές σε αντίθεση με τους κοχλίες, λόγω αυτού η ιδιοσκευή επιθυμούμε να έχει μηδαμινές ανοχές ώστε τα αποτελέσματα μετά από κάποιο πείραμα να είναι επακριβές σωστά. Για την συσκευή χρειάστηκαν 8 πίροι τύπου:

DIN EN 22338 A - withdrawn 4 m6 x 18 – A





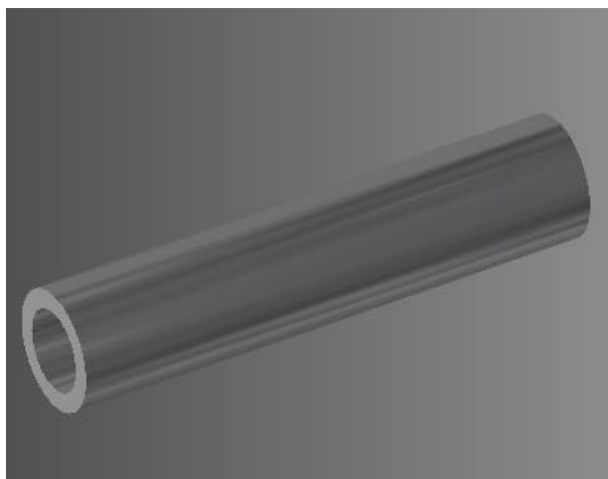
Εικόνα 3.4: Πίρος-οδηγός κατά EN 22338 A

### 3.1.6 Μηχανισμός εμπλοκής και απεμπλοκής συρματόσχοινου.

Ο μηχανισμός αποτελείται από μία ειδική βίδα και ένα διάτρητο σωλήνα. Έχει την δυνατότητα να αφήνει στιγμιαία ή σταδιακά τα βάρη για να μεταδοθεί η ροπή στην υπόλοιπη διάταξη της μηχανής.

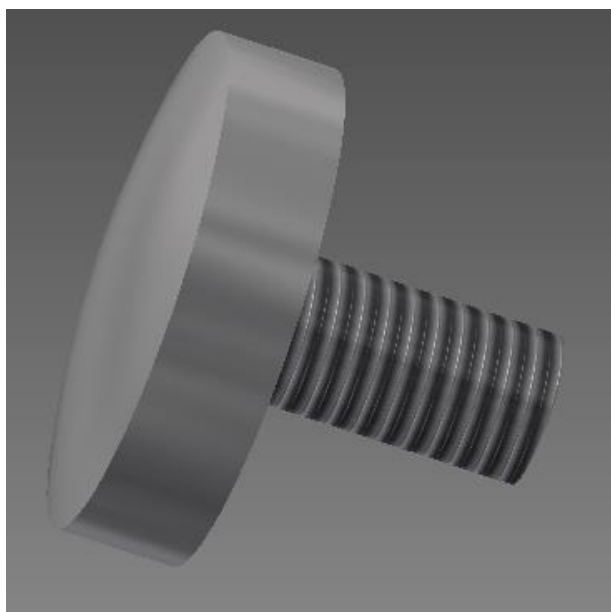
Ο μηχανισμός αποτελείται από 2 μέρη:

A) JIS G 3456 Pipe 8 A x Sch 40 - 65:1



Εικόνα 3.5 : Τυποποιημένος σωλήνας μηχανισμού βαρών.

B) Screw GB/T 840-1988 Type A M6x12:1



Εικόνα 3.6 : Τυποποιημένη βίδα μηχανισμού βαρών.

### 3.1.7 Συρματόσχοινο τροχαλίας

Για τη διάταξη τροχαλίας-βαρών θα χρειαστεί 1m ανοξείδωτο συρματόσχοινο από χάλυβα διαμέτρου 6mm με χαρακτηριστικά παρόμοια του παρακάτω:

Breaking Loads						
Nominal Diameter	Minimum Breaking Loads	Charact. Breaking Load	Design Load	Nom. Metallic Cross Section	Stiffness	Weight
[mm]	[kN]	[kN]	[kN]	[mm <sup>2</sup> ]	[MN]	[kg/m]
6	31.8	28.6	19.1	22.0	2.86	0.2

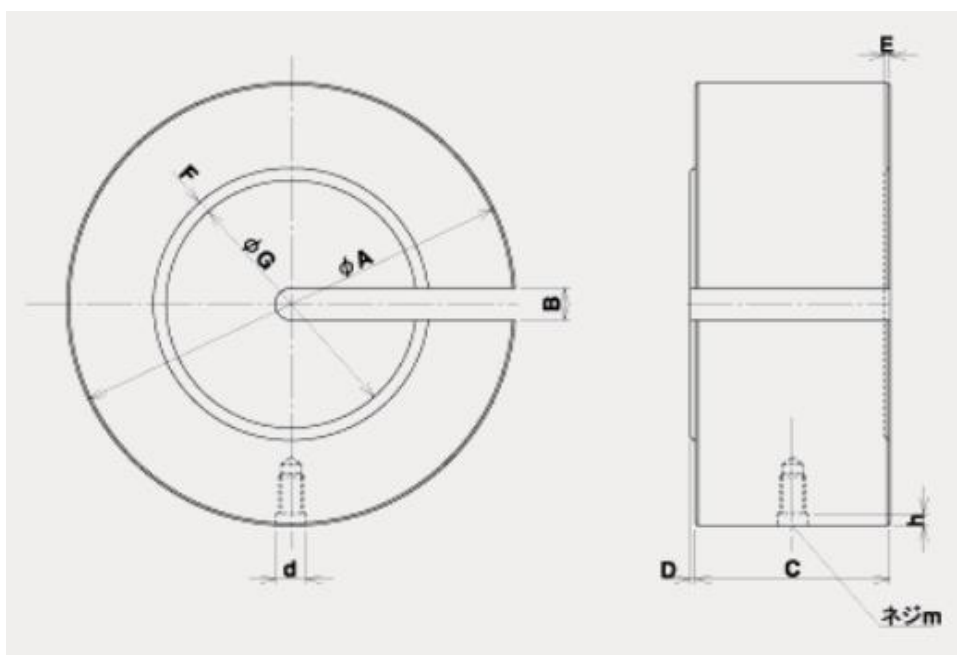
Πίνακας 3.5: Χαρακτηριστικά συρματόσχοινου.

### 3.1.8 Πρότυπα βάρη (Newton weights)

Τα βάρη που θα χρησιμοποιήσουμε στη μηχανή είναι τυποποιημένα, έχουν εύρος 0,5-10 kg και θα έχουν τα εξής παρακάτω χαρακτηριστικά:

Nominal value	Dimensions ( unit : mm )									
	A	B	C	D	E	F	G	d	h	m
10N	99.6	13	18.3	1.5	2.0	5.0	70.5	10	5.0	M8
5N	69.6	9	18.6	1.5	2.0	4.0	50.5	8	4.5	M6
2N	49.6	9	15.3	1.0	1.5	3.0	35.5	8	4.5	M6
1N	49.6	9	7.8	1.0	1.5	3.0	35.5	5	3.0	M3
0.5N	34.6	9	8.8	0.6	1.0	2.5	25.5	5	2.5	M3
0.2N	24.6	7	7.3	0.6	1.0	2.0	16.5	-	-	-
0.1N	24.6	7	3.7	0.6	1.0	2.0	16.5	-	-	-

Πίνακας 3.6: Θεωρητικές τιμές τυποποιημένων βαρών.



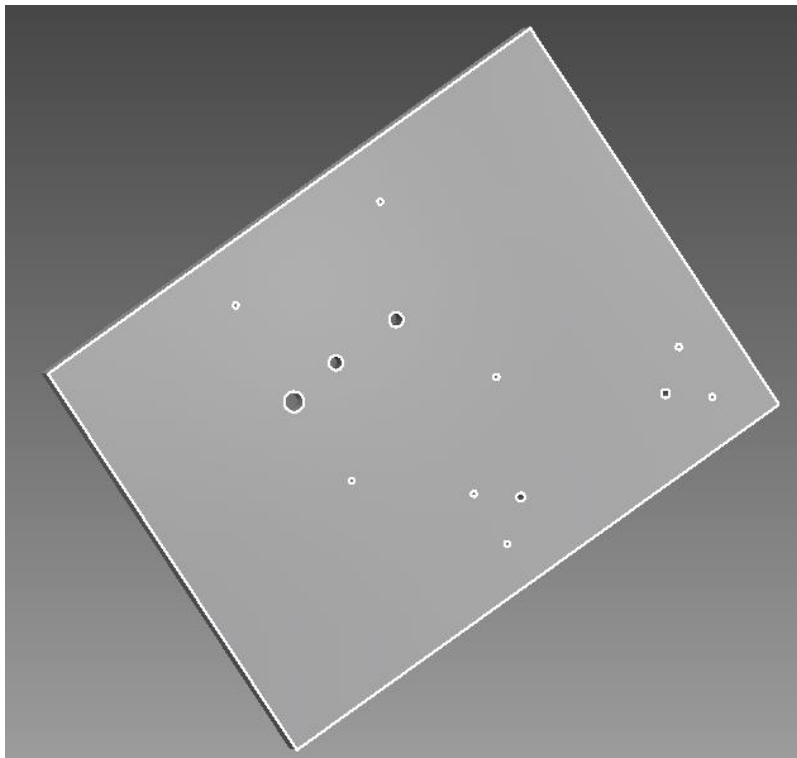
Εικόνα 3.7 : Σχέδιο πρότυπου βαριδίου.

### 3.2 Σχεδιασμένα μέρη της πειραματικής συσκευής

Τα εξαρτήματα που σχεδιάσαμε είναι από μαλακό χάλυβα (steel mild).

#### 3.2.1 Πλάκα υποδοχής επιμέρους εξαρτημάτων

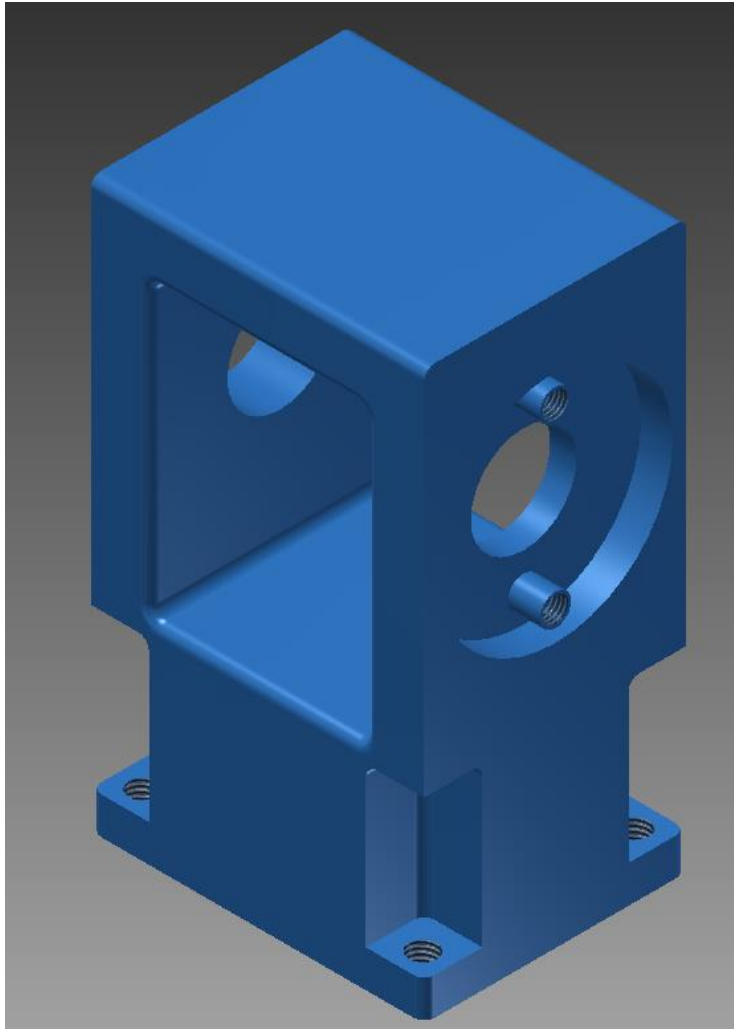
Πάνω στην παρακάτω πλάκα θα τοποθετηθούν όλα τα επιμέρους εξαρτήματα τα οποία θέλουμε να συνεργαστούν.



Εικόνα 3.8 : Πλάκα τοποθέτησης επιμέρους κομματιών.

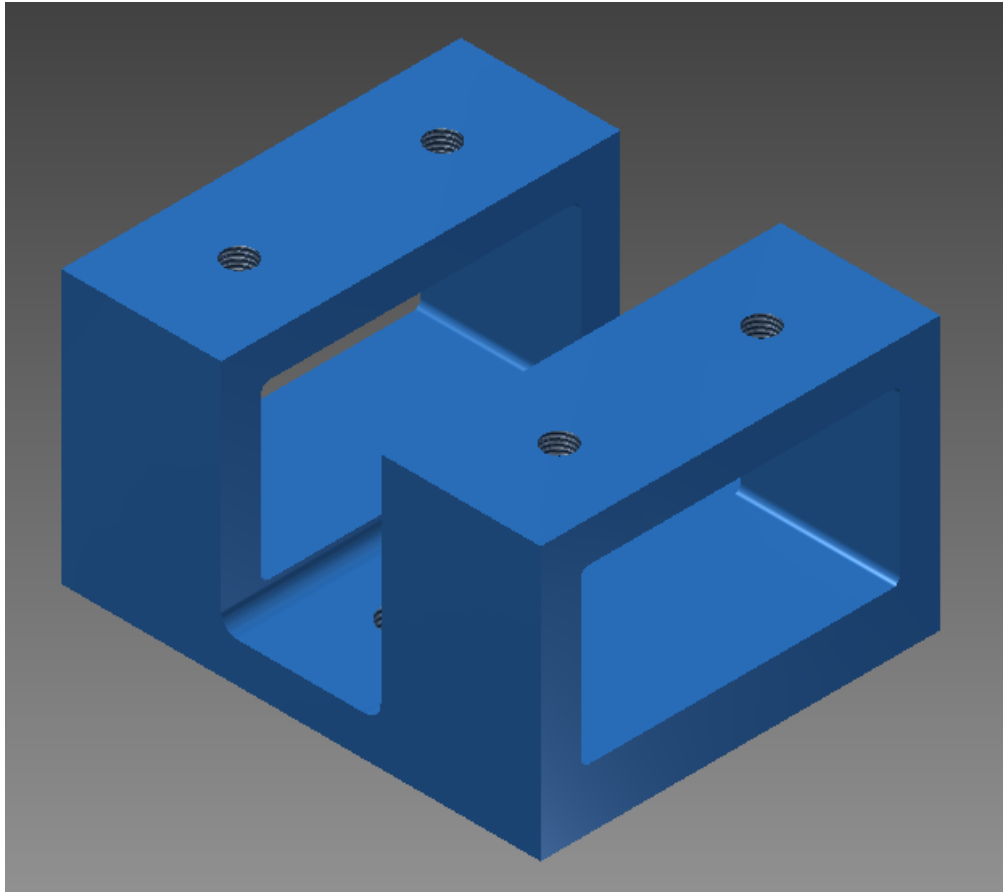
### 3.2.2 Βάσεις αξόνων

A) Για τη συσκευή χρειάστηκε η σχεδίαση ειδικής βάσης ώστε να τοποθετηθούν σε αυτή ο σφινγκτήρας αλλά και ο άξονας με το μεταλλικό γρανάζι. Η βάση στη τελική της μορφή εφαρμόζεται πάνω στη ράγα για να μπορεί να μετακινείται.



Εικόνα 3.9 : Μετακινούμενη βάση.

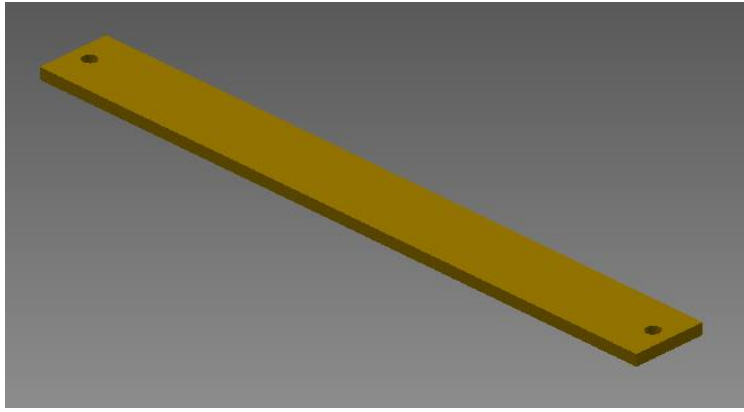
Β) Αναγκαία ήταν η σχεδίαση βάσης στην οποία θα τοποθετηθούν ο περιστρεφόμενος άξονας με το πολυμερές γρανάζι , τα δυο ρουλεμάν στήριξης αλλά και η τροχαλία με τα βάρη.



Εικόνα 3.9.1 : Βάση ρουλεμάν.

### 3.2.3 Οδηγοί κεντραρίσματος βάσεων

Οι ακόλουθοι οδηγοί σχεδιάστηκαν για να συγκρατούν τις βάσεις παράλληλα με την πλάκα όταν σε αυτές ασκείτε φορτίο και συγκρατούντε με την βοήθεια πρότυπων πέρων. Οι οδηγοί στο άθροισμά τους είναι 4.



Εικόνα 3.9.2 Οδηγοί συγκράτησης βάσεων.

### 3.2.4 Retaining ring οδοντωτών τροχών

Για την ακινητοποίηση των αξονικών μετακινήσεων χρησιμοποιήσαμε τα retaining rings τα οποία ασφαλίζουν τους οδοντωτούς τροχούς σε σταθερό σημείο. Λόγω της σφήνας που είναι τοποθετημένη για τη συγκράτηση του γραναζιού χρειάστηκε η σχεδίαση του δαχτυλιδιού συγκράτησης για πιο εύχρηστη εφαρμογή του στον άξονα. Το δαχτυλίδι εφαρμόζεται με ειδικό εργαλείο γύρω από τον άξονα και παράλληλα πάνω στην επιφάνεια του γραναζιού.

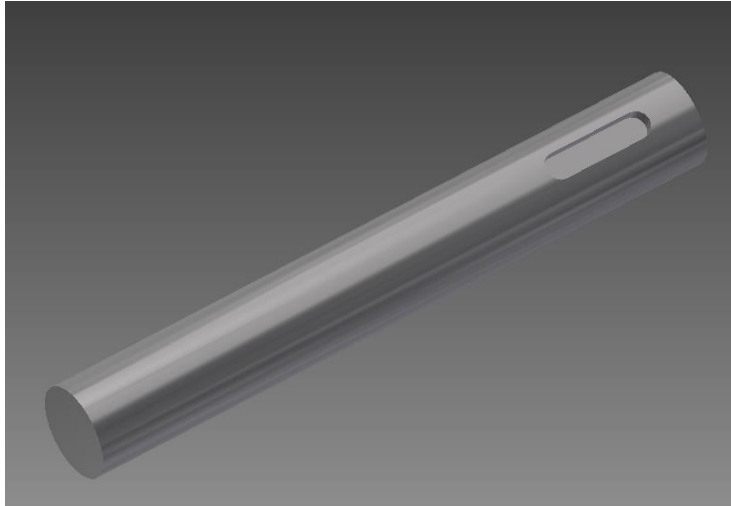


Εικόνα 3.9.3: Retaining ring

### 3.2.5 Άξονες

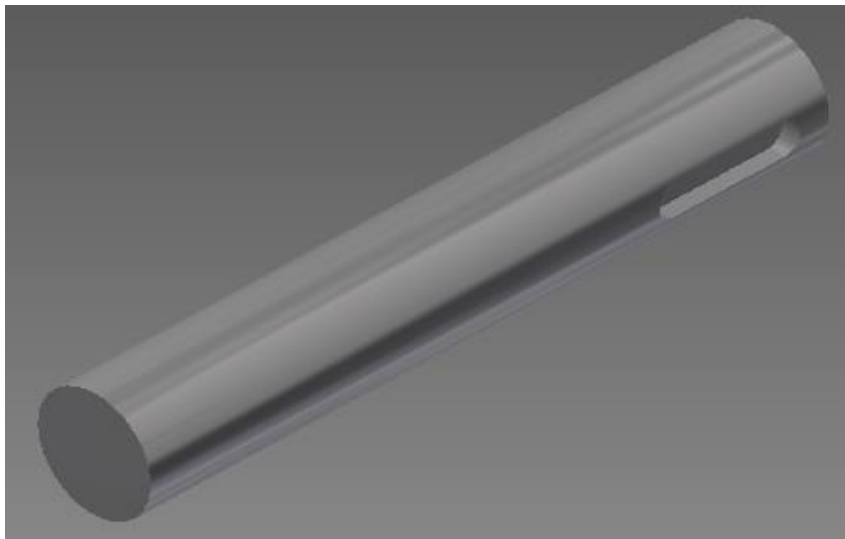
Κύριο μέρος της μηχανής αποτελούν οι άξονες οι οποίοι έχουν την ίδια διάμετρο  $d=20$  mm όπως προαναφέρθηκε και ίδια σφηνάλακα αλλά διαφορετικό μήκος.

A)



Εικόνα 3.9.4: Περιστρεφόμενος άξονας

B)

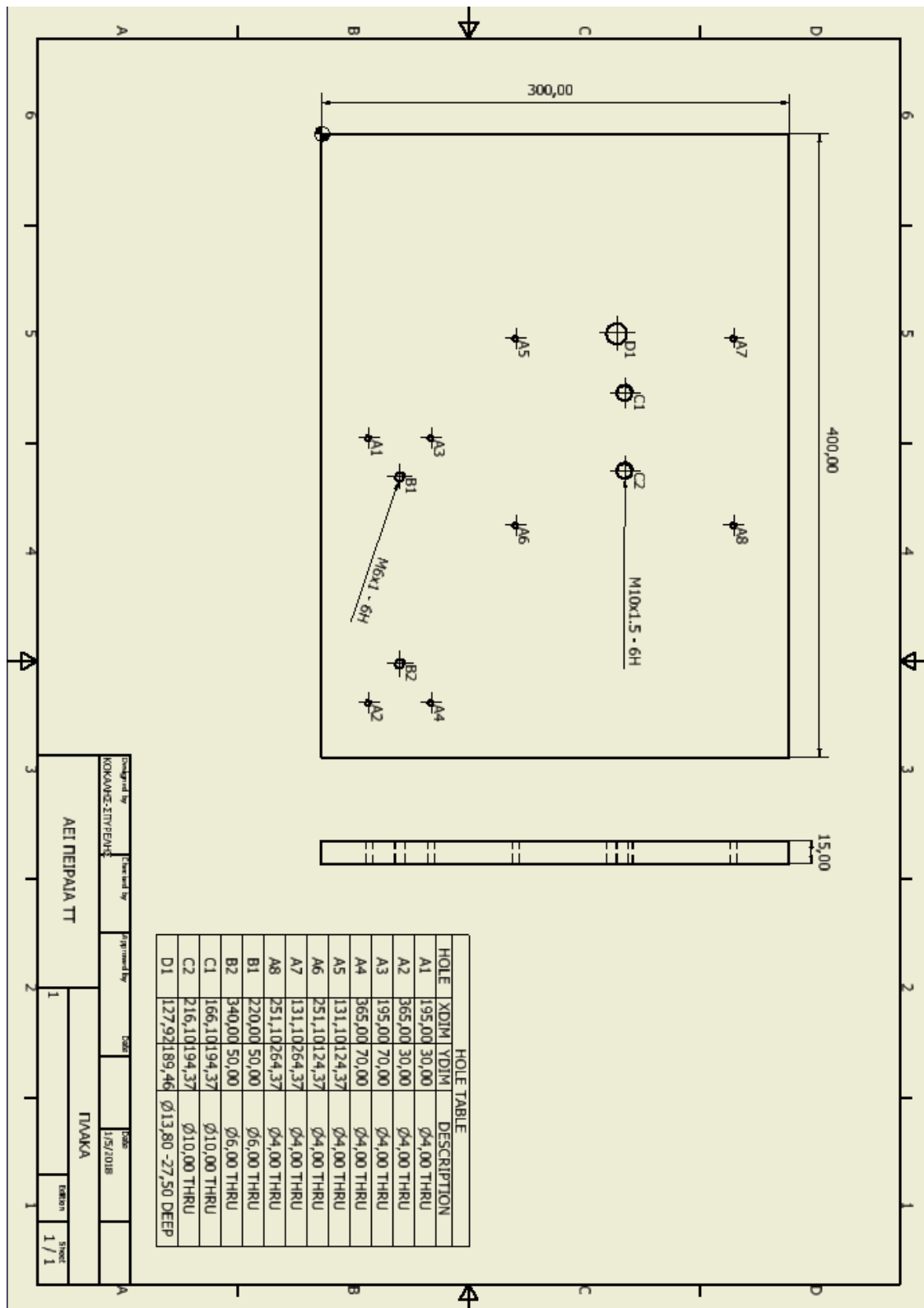


Εικόνα 3.9.5: Σταθερός άξονας

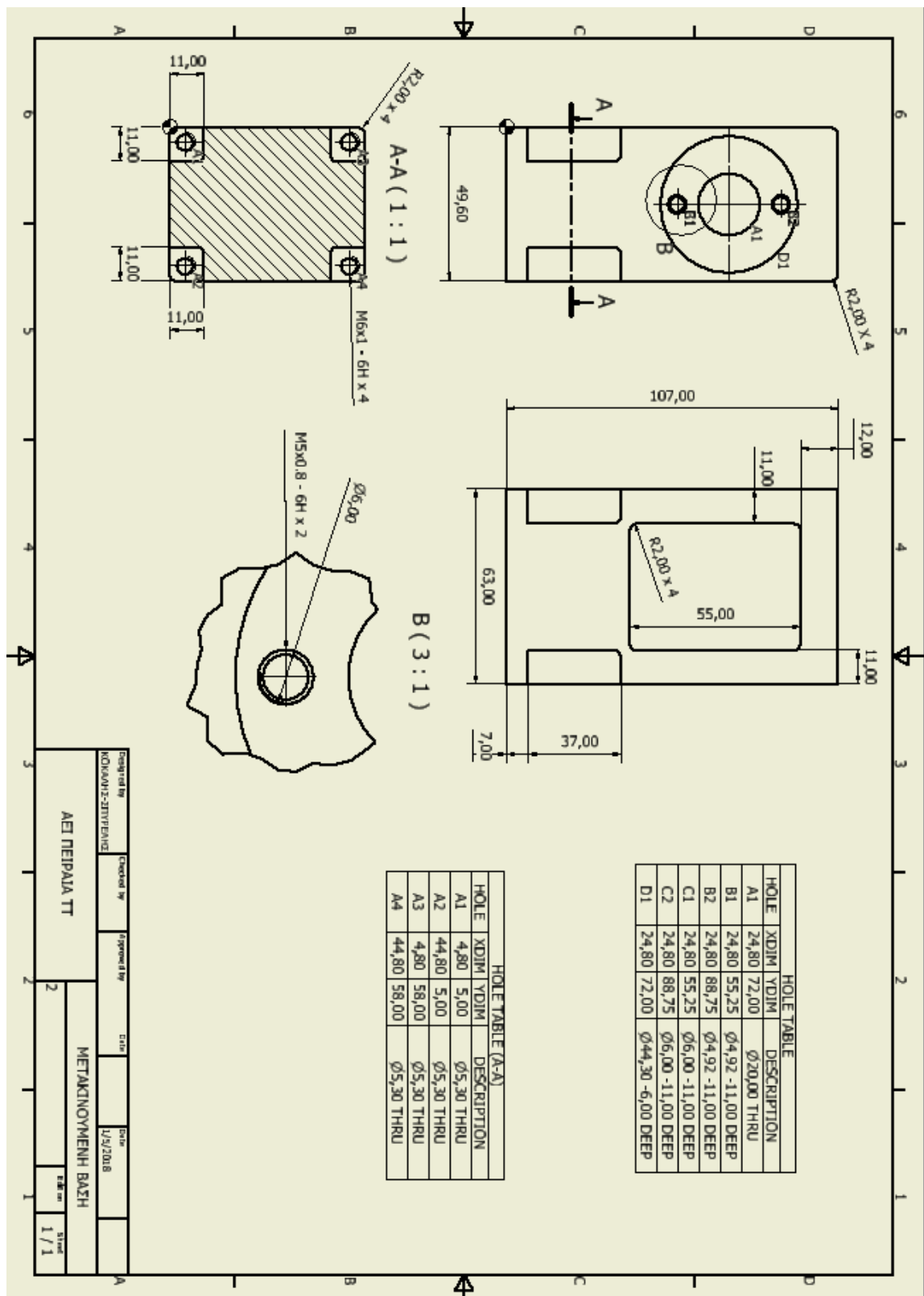


## 4. Κατασκευαστικά σχέδια

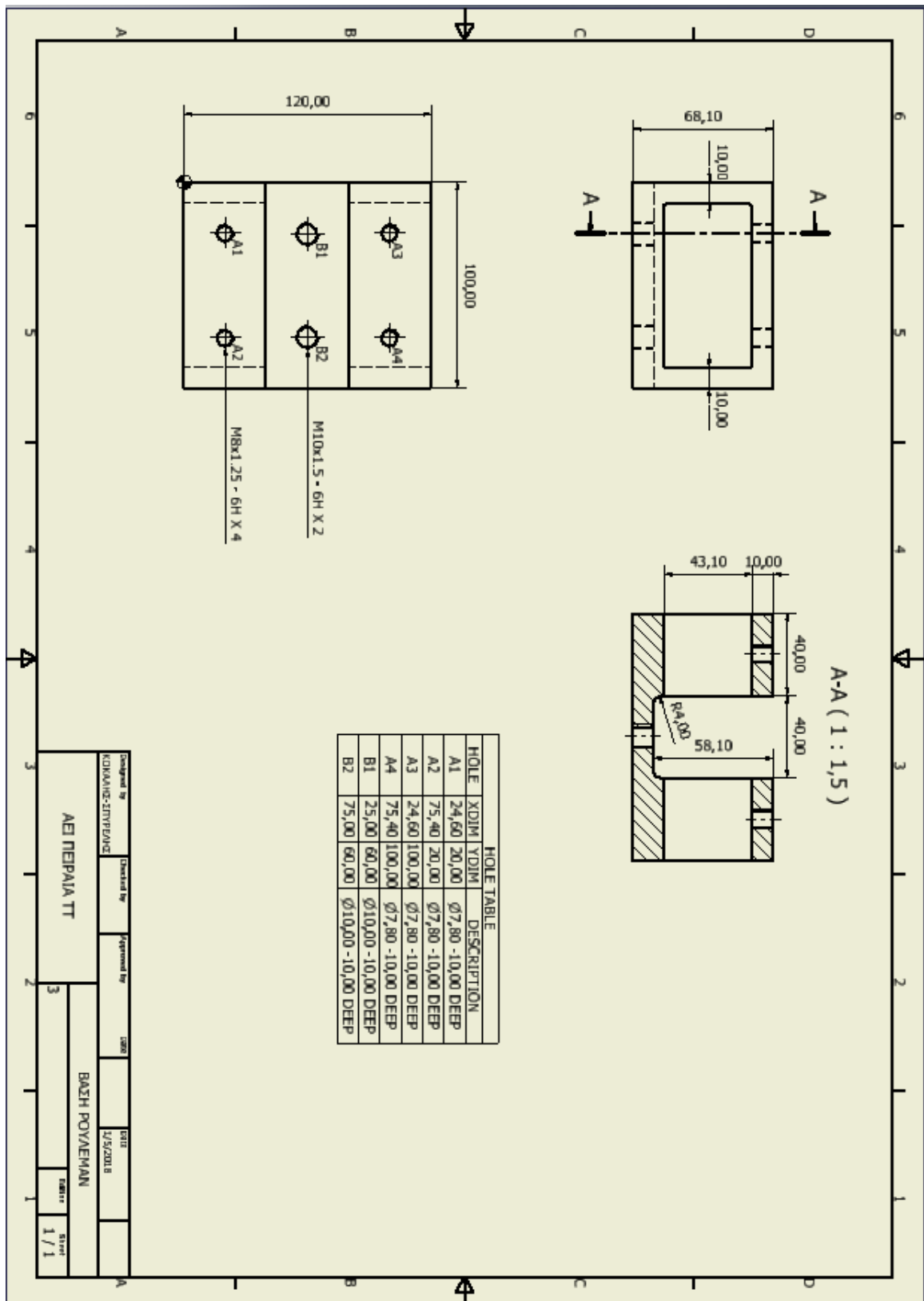
### 4.1 Πλάκα



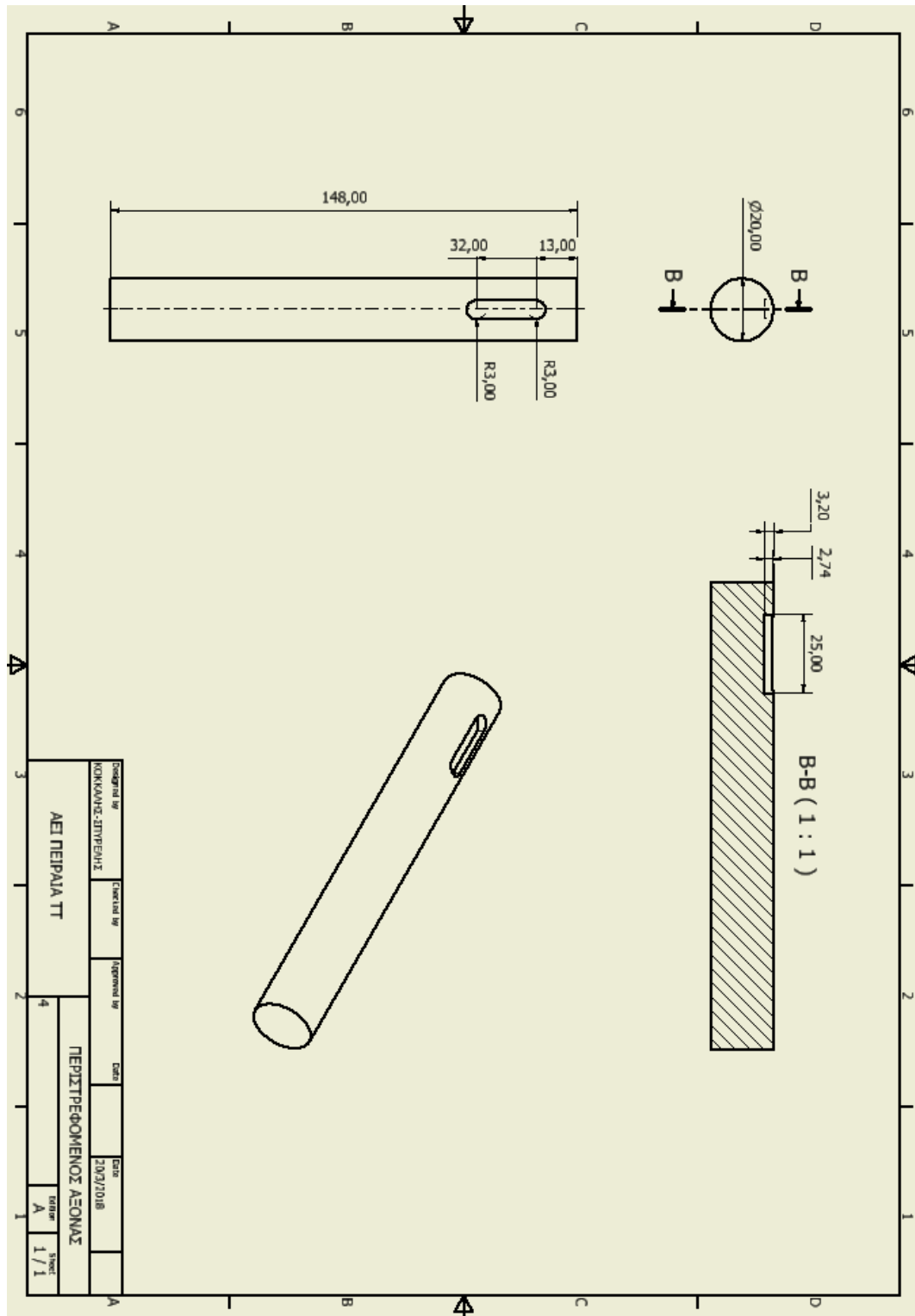
## 4.2 Μετακινούμενη βάση



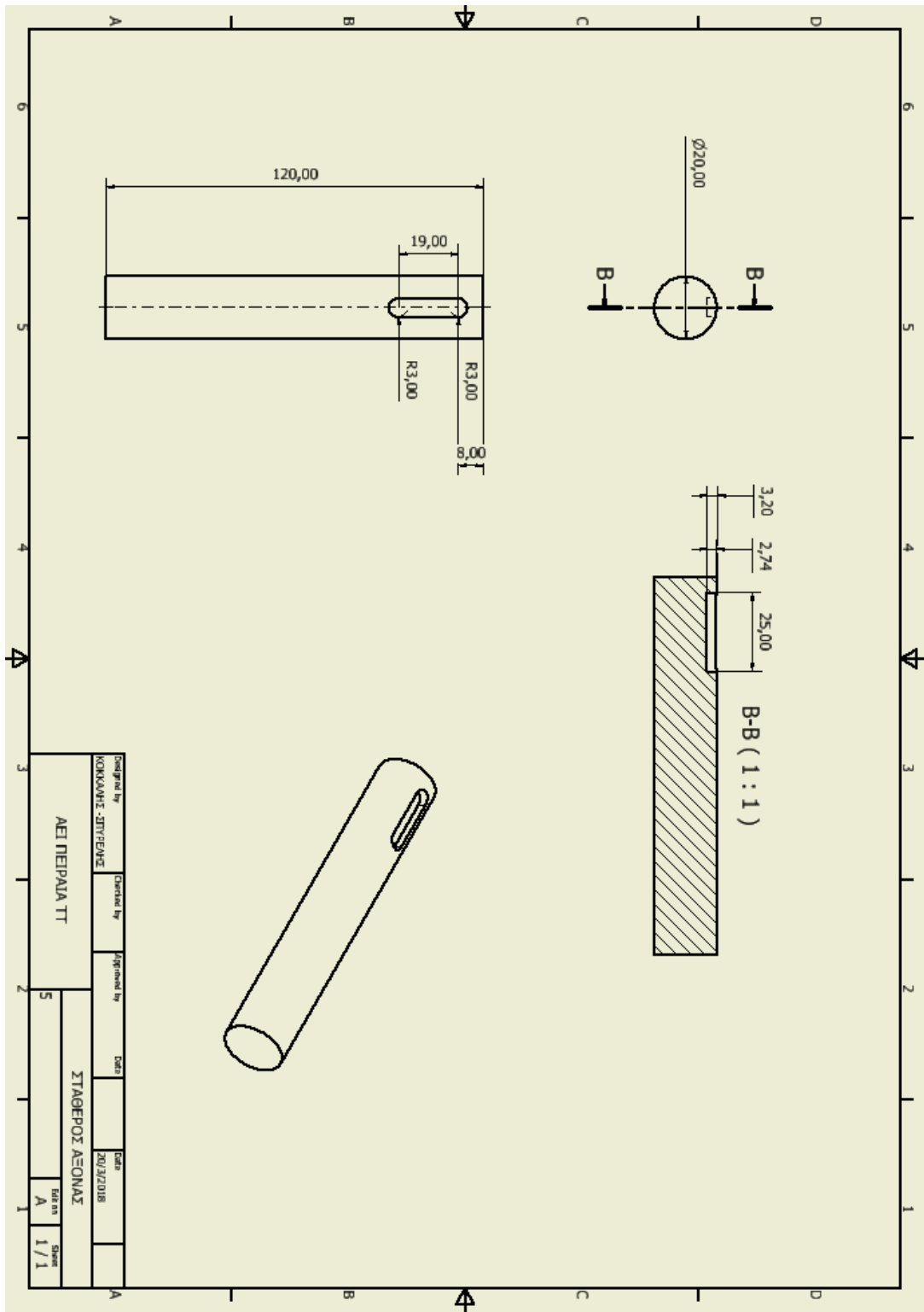
### 4.3 Βάση ρουλεμάν



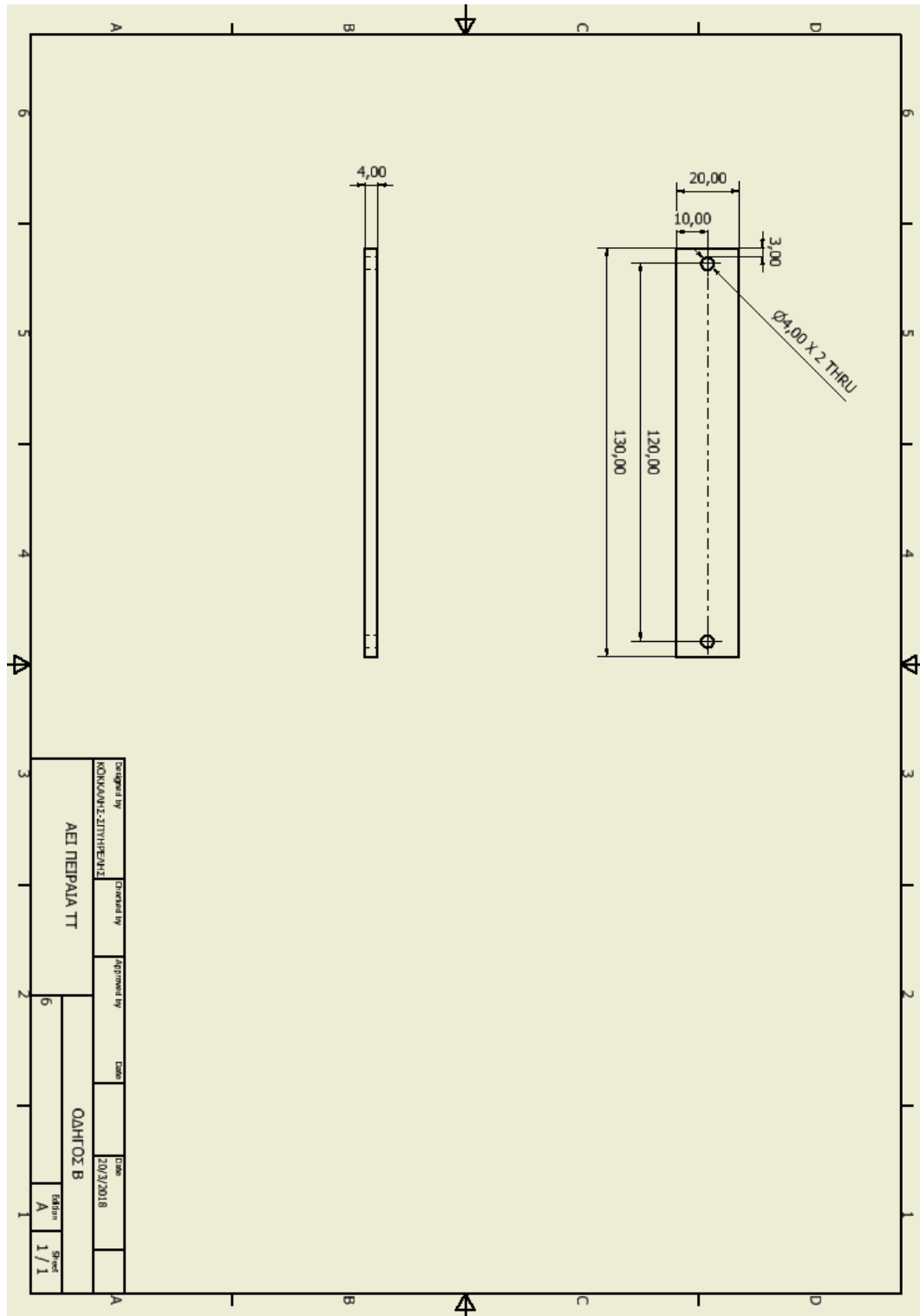
#### 4.4 Περιστρεφόμενος άξονας



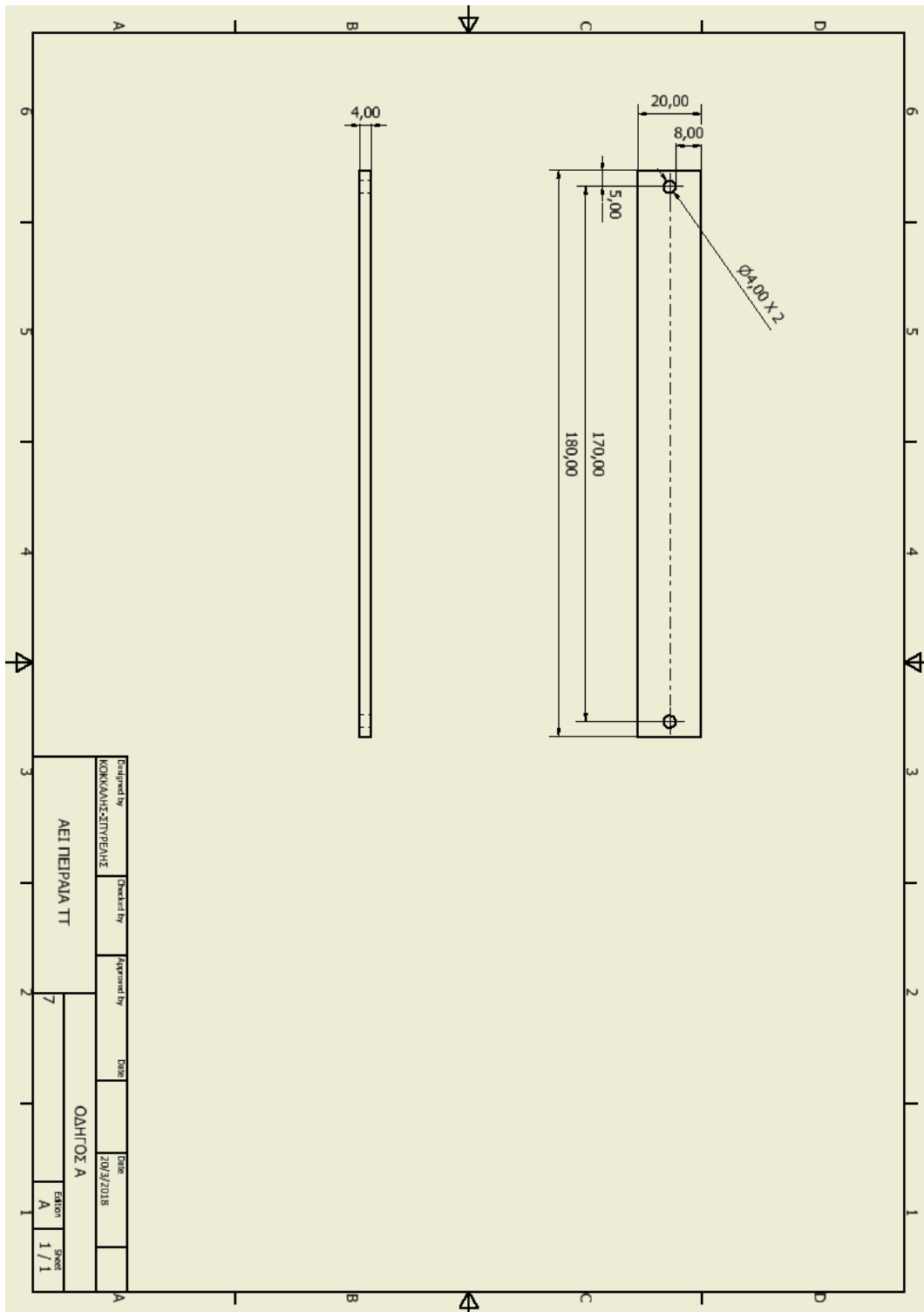
## 4.5 Σταθερός άξονας



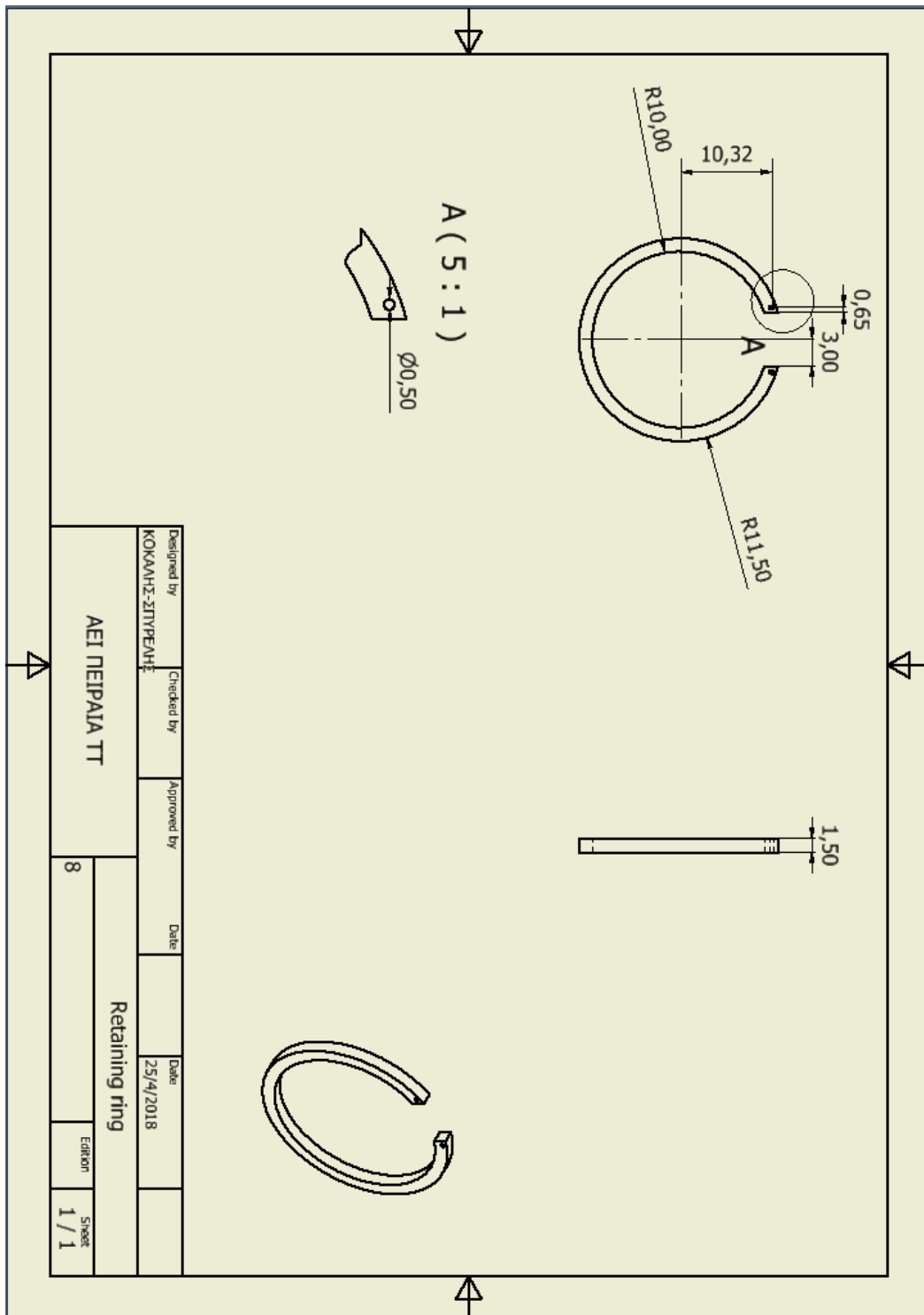
## 4.6 Οδηγός Β



## 4.7 Οδηγός Α



## 4.8 Retaining ring





# 4.9 ASSEMBLY

PARTS LIST		DESCRIPTION
ITEM	QTY	DESCRIPTION
1	1	ШАКА
2	1	МЕТАЛЛОКОМПОНЕНТНИ БАЗИ
3	1	БАЗИ ПОВЕЧЕН
4	1	ТЕМПЕРЕКОМОНДО
5	1	АКЦИОНАЛ
6	2	КВАРЦОЗ Б
7	2	КВАРЦОЗ А
8	4	РЕТАНАНТИЧ РИНО
10	1	УЛТРАЗВУК 1500/151
13	1	УЛТРАЗВУК 10-150/151/10
9	2	ДВИ 6885 - А 6 x 6 x 35
11	2	ПАНЕЛ
12	1	МОДЕЛ/21
14	1	П10300047/15
15	1	БАНДОС 1kg
16	1	БАНДОС 0,3 kg
17	60,000	315 G 3450 Pipe 8 A x 571-40 - 05
18	1	Сcrew GB680 A M6 x 12
19	8	ISO 2338 4 M6 x 18 A
20	2	ANSI B18.3.1M - M6x1 X 25
21	2	ANSI B18.3.1M - M5x0,8 X 12
22	2	ANSI B18.3.1M - M10x1,5 x 25
23	2	5/16-18UNC-3/8
25	4	ANSI B18.3.1M - M8x1,25 x 16
24	2	1313555
26	4	ANSI B18.3.1M - M6x1 X 16

1. ШАКА  
 2. МЕТАЛЛОКОМПОНЕНТНИ БАЗИ  
 3. БАЗИ ПОВЕЧЕН  
 4. ТЕМПЕРЕКОМОНДО  
 5. АКЦИОНАЛ  
 6. КВАРЦОЗ Б  
 7. КВАРЦОЗ А  
 8. РЕТАНАНТИЧ РИНО  
 10. УЛТРАЗВУК 1500/151  
 13. УЛТРАЗВУК 10-150/151/10  
 9. ДВИ 6885 - А 6 x 6 x 35  
 11. ПАНЕЛ  
 12. МОДЕЛ/21  
 14. П10300047/15  
 15. БАНДОС 1kg  
 16. БАНДОС 0,3 kg  
 17. 315 G 3450 Pipe 8 A x 571-40 - 05  
 18. Screw GB680 A M6 x 12  
 19. ISO 2338 4 M6 x 18 A  
 20. ANSI B18.3.1M - M6x1 X 25  
 21. ANSI B18.3.1M - M5x0,8 X 12  
 22. ANSI B18.3.1M - M10x1,5 x 25  
 23. 5/16-18UNC-3/8  
 25. ANSI B18.3.1M - M8x1,25 x 16  
 24. 1313555  
 26. ANSI B18.3.1M - M6x1 X 16

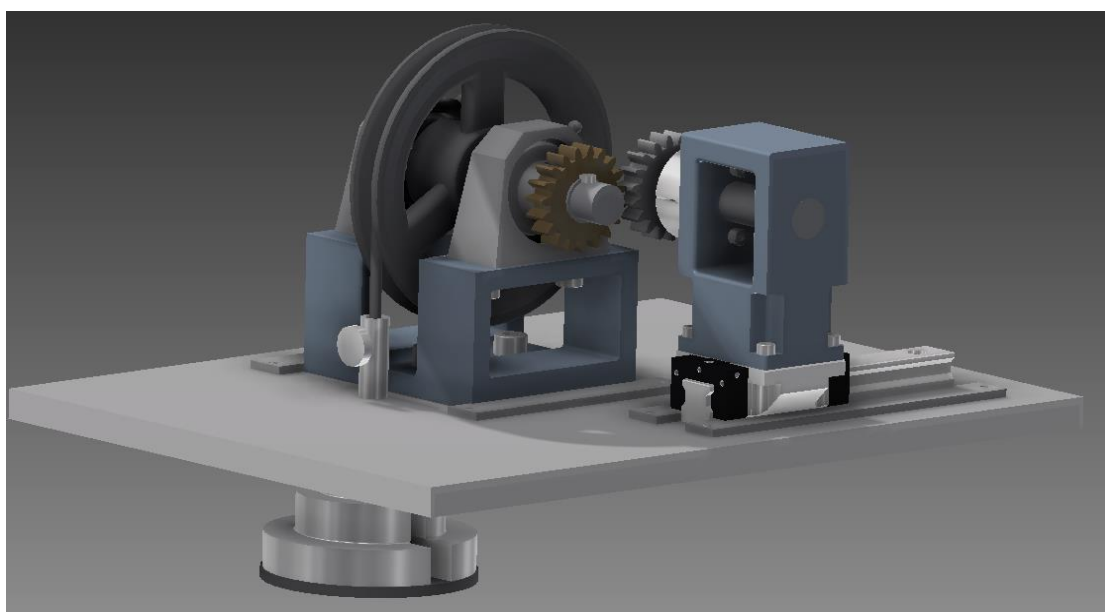
Plastic diamond knurled  
 Trulite steels Type A  
 Parallel Pin  
 Broached socket head  
 Cap Screw - Metric  
 Broached socket head  
 Cap Screw - Metric  
 Broached socket head  
 Cap Screw - Metric  
 Set Screw - Taprod Base  
 Metric Base - Stainless  
 Housing, Corrosion  
 resistant Inerts-3C  
 nylon ball bearings  
 (Thomas only)  
 Corrosion resistant  
 Insert, Polymer housed  
 -Tapped Base Housing  
 -EZ KIENL

Broached socket head  
 Cap Screw - Metric

АЕ1 ПЕРВАА ТТ  
 АСЕМБЛИ  
 1/1/1

## 5. Τρόπος λειτουργίας πειραματικής συσκευής

Η μηχανή λειτουργεί εξολοκλήρου μηχανικά και πραγματοποιεί στατικό έλεγχο σε πολυμερή γρανάζια . Ο έλεγχος γίνεται με την εξής διαδικασία. Αρχικά τοποθετούμε τα γρανάζια που επιθυμούμε να ελέγξουμε και τα φέρνουμε με τη βοήθεια της ράγας στη θέση της σύμπλεξης . Στη συνέχεια ασφαλίζουμε το συρματόσχοινο με το μηχανισμό ασφαλείας (βίδα-κυλίνδρου) ώστε η τροχαλία να μείνει σταθερή κατά τη τοποθέτηση του επιθυμητού βάρους στη βάση. Τέλος αφήνουμε το συρματόσχοινο ελεύθερο με τη βοήθεια του μηχανισμού ασφαλείας ώστε να μεταφερθεί η ροπή στα γρανάζια και να γίνει ο έλεγχος.



Εικόνα 5: Τρισδιάστατη απεικόνιση πειραματικής συσκευής

## 6. Βιβλιογραφία

- Στοιχεία μηχανών 2 – ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ -ΙΩΑΝΝΗΣ Κ. ΣΤΕΡΓΙΟΥ & ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Ι. ΣΤΕΡΓΙΟΥ
- Koutsos, V. (2002). Introduction to polymers. University of Edinburgh. Edinburgh, Scotland.
- Arun A.P., Senthil kumar A.P., Giriraj B., Faizur rahaman A. (2014). Gear Test Rig – A review. International Journal of Mechanical & Mechatronics Engineering IJMME-IJENS Vol.14 No: 05, India.

### Πηγές σχημάτων

- [Πίνακας 3.2]: <http://www.skf.com/group/products/motion-technologies/linear-guides-and-tables/profile-rail-guides/profile-rail-guide-llr/index.html>
- [Πίνακας 3.6 & Εικόνα 3.7] : [http://www.murakami-koki.co.jp/english/newton\\_e.html](http://www.murakami-koki.co.jp/english/newton_e.html)
- [Πίνακας 3.5]: <http://www.steelwirerope.com>
- [Εικόνα 3, Πίνακας 3, Εικόνα 3.1, Πίνακας 3.1, Εικόνα 3.2, Πίνακας 3.3]: <https://b2b.partcommunity.com/community/>