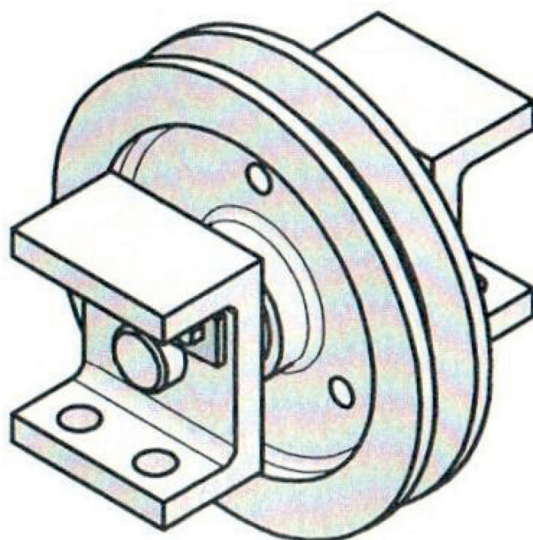




ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

ΑΝΟΧΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΕ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΟΥΜΕΝΕΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ



**ΣΠΙΝΘΑΚΗ
ΣΟΦΙΑ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΑΡΙΣΤΟΜΕΝΗΣ ΑΝΤΩΝΙΑΔΗΣ
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

Αφιερώνεται στην οικογένεια μου, που σε όλες τις
σημαντικές στιγμές της ζωής μου είναι δίπλα μου
να με στηρίζουν.

Με το πέρας της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Καθηγητή κ. Αριστομένη Αντωνιάδη για την εξαιρετική συνεργασία, την καθοδήγηση και την συνεχή βοήθεια που μου παρείχε κατά την διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ θέλω να απευθύνω στην οικογένεια μου και στου φίλους μου, για την συμπαράσταση τους και την αμέριστη υπομονή και αγάπη μου που έδειξαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	5
---------------	---

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΜΕΝΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ	6
2.1 Χρωματισμός επιμέρους τεμαχίων.....	6
2.2 Δημιουργία Animation στο Autodesk Inventor.....	10
2.2.1 Αποσύνδεση συναρμολογημένων τμημάτων και επεξεργασία Storyboard.....	12
2.3 Αποθήκευση τελικού βίντεο	18

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΝΕΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΑΝΟΧΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΚΑΙ ΘΕΣΗΣ	20
3.1 Γεωμετρικές ανοχές	20
3.2 Σύμβολα και κατηγορίες.....	20
3.3 Πλαίσιο ανοχής και κανόνες τοποθέτησης	23
3.4 Σύμβολα αναφοράς(Datums).....	29
3.5 Ζώνες ανοχών και προδιαγραφές.....	33
3.6 Θεωρητικά ακριβείς διαστάσεις (TEDs)	37
3.7 Επιπλέον κανόνες	39
3.7.1 Περιορισμένες περιοχές και προβολές	39
3.7.2 Συνθήκες ελεύθερης κατάστασης.....	41
3.7.3 Χρήση “all around” και “all over”	41
3.8 Επίπεδα προσανατολισμού και κατεύθυνσης.....	43

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΑΝΟΝΙΣΜΩΝ ΣΕ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΜΕΝΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ	45
---	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΝΟΨΗ	46
--------------	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	47
--------------------	----

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως σκοπό τον εμπλουτισμό του παρεχόμενου εκπαιδευτικού υλικού στα πλαίσια του μαθήματος «Μηχανολογικό Σχέδιο» που διδάσκεται στο 1^ο εξάμηνο της Σχολής Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης του Πολυτεχνείου Κρήτης. Αυτό επιτυγχάνεται μέσα από τη δημιουργία τρισδιάστατων μηχανολογικών μοντέλων, τη συναρμολόγησή τους σε πλήρεις διατάξεις, την αποτύπωσή τους μέσα από μηχανολογικά σχέδια και την εφαρμογή γεωμετρικών ανοχών. Το έργο υλοποιήθηκε χρησιμοποιώντας εργαλεία CAD (Computer-Aided Design), μέσω του λογισμικού Autodesk Inventor.

Αρχικά, σχεδιάστηκαν εξαρτήματα σε τρισδιάστατη μορφή, ακολουθώντας τα πρότυπα και τις τεχνικές οδηγίες του μαθήματος «Μηχανολογικό Σχέδιο». Για κάθε εξάρτημα εφαρμόστηκαν βασικές αρχές γεωμετρικής μοντελοποίησης, με ιδιαίτερη προσοχή στη λεπτομέρεια και στην ακρίβεια των διαστάσεων, ώστε να διασφαλιστεί η σωστή λειτουργία κατά τη φάση της συναρμολόγησης.

Στη συνέχεια, τα επιμέρους εξαρτήματα συναρμολογήθηκαν σε assemblies, μέσω διαδικασιών σύνδεσης και προσαρμογής που ανταποκρίνονται σε πραγματικές μηχανολογικές πρακτικές. Η δημιουργία αυτών των συναρμολογημένων διατάξεων δεν περιορίστηκε απλά στην απεικόνιση, αλλά συνοδεύτηκε και από την ανάπτυξη κινηματικών προσομοιώσεων (animations). Μέσω αυτών των animations, αναδείχθηκαν οι σχέσεις και οι συνδέσεις μεταξύ των εξαρτημάτων, προβάλλοντας τη λειτουργικότητα των κατασκευών εν ώρα κίνησης. Παράλληλα, δημιουργήθηκαν μηχανολογικά σχέδια για κάθε εξάρτημα ξεχωριστά καθώς και για τις συναρμολογημένες διατάξεις, σύμφωνα με τα πρότυπα του μαθήματος. Τα σχέδια περιελάμβαναν όλες τις απαραίτητες όψεις, τομές και διαστάσεις, με στόχο την ολοκληρωμένη παρουσίαση της γεωμετρικής μορφής και των λειτουργικών απαιτήσεων του κάθε αντικειμένου.

Το τελικό στάδιο της εργασίας περιλαμβάνει την εφαρμογή γεωμετρικών και διαστασιολογικών ανοχών σε όλα τα σχέδια. Μέσω της κατάλληλης χρήσης συμβόλων, διασφαλίστηκε η λειτουργικότητα των διατάξεων, λαμβάνοντας υπόψη τις επιτρεπτές αποκλίσεις κατά την παραγωγή και την ανάγκη για αξιόπιστη μηχανική συμπεριφορά.

Συνοψίζοντας, μέσω της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας επετεύχθη η πλήρης αναπαράσταση, ανάλυση και αποτύπωση μηχανολογικών κατασκευών που συνέβαλαν ουσιαστικά στην ενίσχυση του παρεχόμενου εκπαιδευτικού υλικού στα πλαίσια του μαθήματος «Μηχανολογικό Σχέδιο».

2. ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΜΕΝΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ

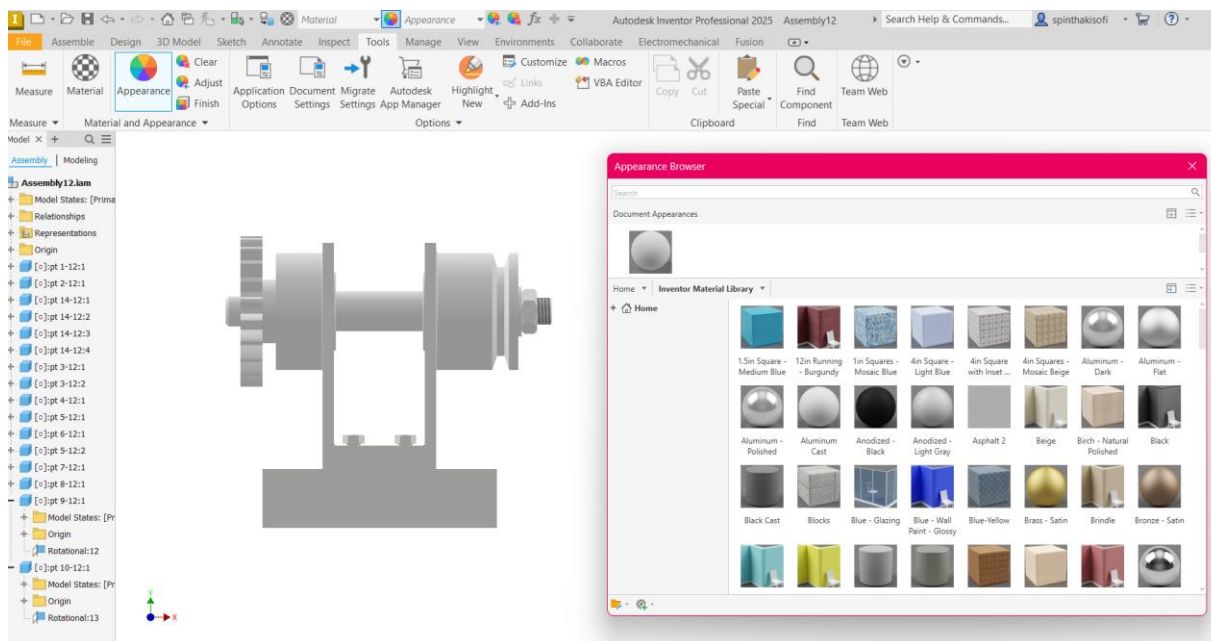
Το Autodesk Inventor προσφέρει τη δυνατότητα δημιουργίας ρεαλιστικών κινήσεων μέσω του εργαλείου Animation, τρισδιάστατες δηλαδή απεικονίσεις σε μορφή βίντεο που παρουσιάζουν την αλληλεπίδραση των εξαρτημάτων μεταξύ τους.

Το Animation βοηθάει τον σχεδιαστή να αναλύσει τα σχέδιά του με μεγαλύτερη ακρίβεια, παρουσιάζοντας τη λειτουργία του κάθε εξαρτήματος, τη σύνδεση και τη συναρμολόγησή τους ώστε να συγκροτούν μία ολοκληρωμένη συναρμολογημένη διάταξη. Για να επιτευχθεί αυτό, τα διαφορετικά εξαρτήματα πρέπει να έχουν και διαφορετικό χρώμα, τόσο για την ευκολότερη διάκρισή τους, όσο και για τον εντοπισμό πιθανών σφαλμάτων στο σχεδιασμό ή στη σύνδεσή τους. Παράλληλα, συμβάλει και στη δημιουργία ενός πιο εντυπωσιακού και ευχάριστου οπτικά αποτελέσματος.

Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά τα βήματα για τη δημιουργία ενός animation από την αρχική ρύθμιση ως και την αποθήκευσή του σε μορφή βίντεο. Για να γίνει πιο κατανοητή η διαδικασία, η παρουσίαση βασίζεται σε ένα συγκεκριμένο παράδειγμα

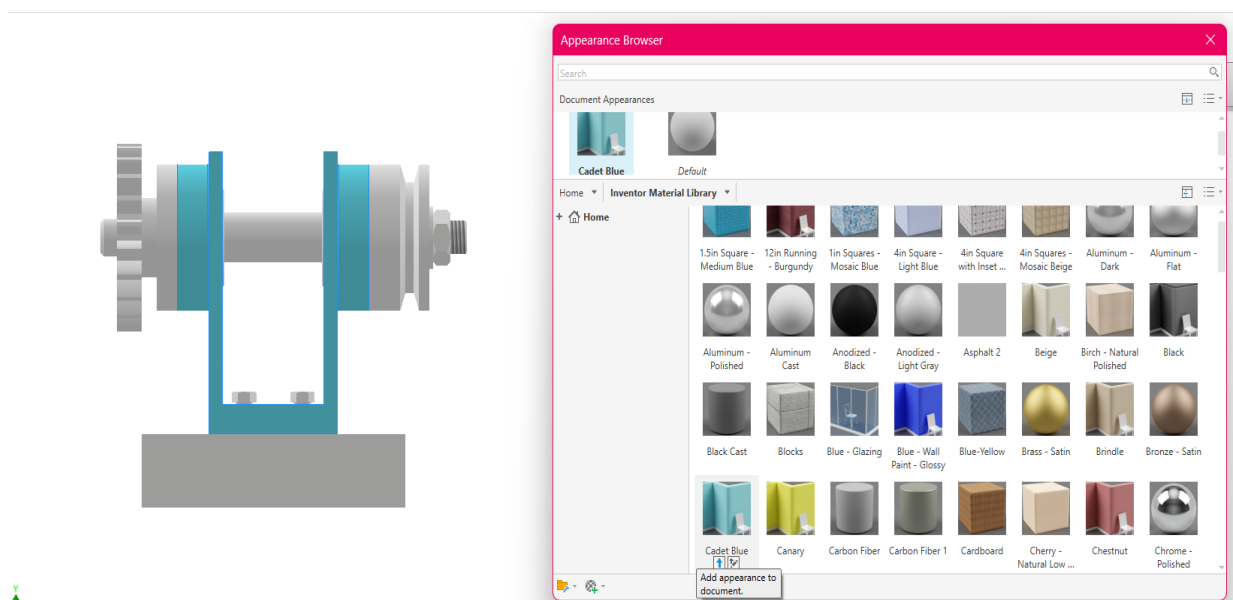
2.1 Χρωματισμός επιμέρους τεμαχίων

Ο χρωματισμός των τεμαχίων είναι πολύ σημαντικός για την οπτική διάκριση των εξαρτημάτων, καθώς και για τη βελτίωση της παρουσίασης. Για να επιτευχθεί αυτό, όσο βρισκόμαστε στο Assembly επιλέγουμε, από την γραμμή εντολών στο Tools, την εντολή Appearance. Τότε ανοίγει το παράθυρο που φαίνεται στο σχήμα 2.1 με τα διαθέσιμα χρώματα και υλικά.



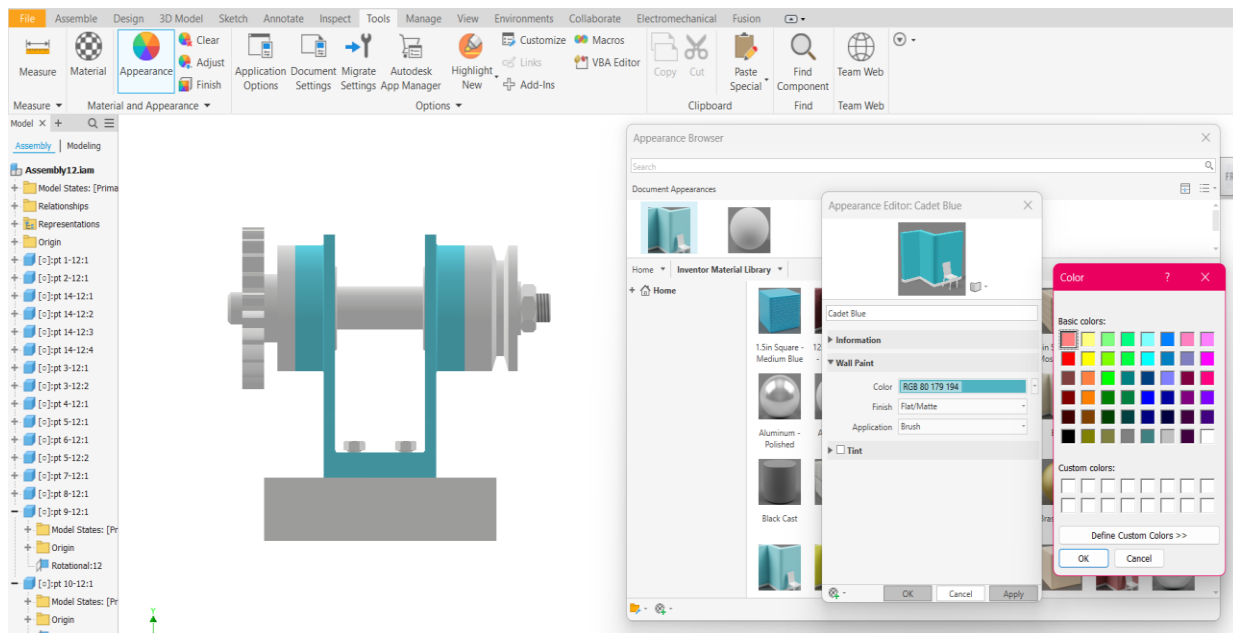
Σχήμα 2.1: Παράθυρο εντολής χρωματισμού

Για να μπορέσει να χρωματιστεί ένα τεμάχιο όπως στο σχήμα 2.2, πρέπει πρώτα να επιλεγεί. Για να γίνει αυτό πατάμε αριστερό κλικ πάνω του και έπειτα πάνω στο επιθυμητό χρώμα.



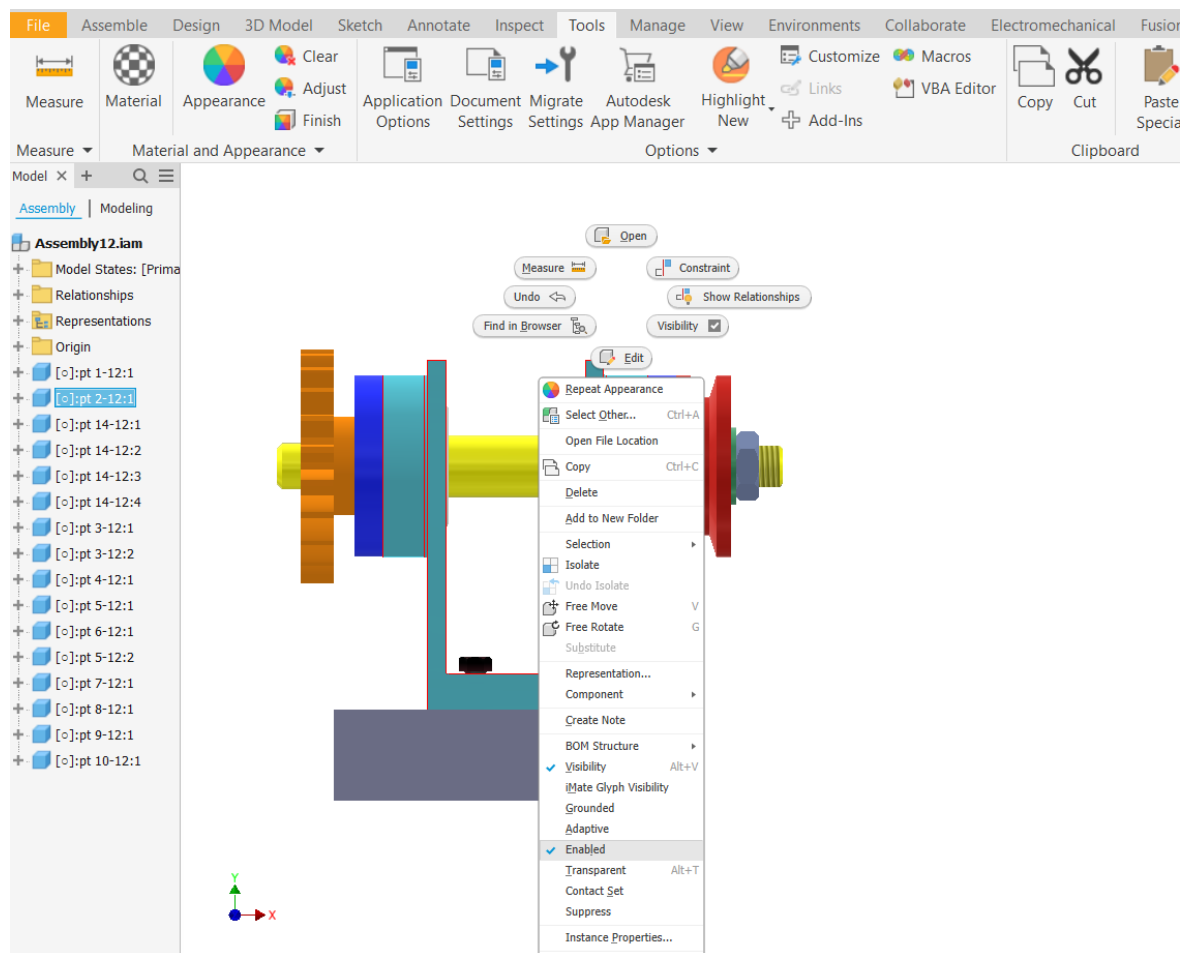
Σχήμα 2.2: Επιλογή χρώματος

Η αλλαγή απόχρωσης που φαίνεται στο σχήμα 2.3, γίνεται πατώντας δύο φορές σε οποιοδήποτε χρώμα. Μόλις ανοίξει το παράθυρο του Appearance editor μπορεί κάποιος να επιλέξει το color, οπότε εμφανίζεται ο πίνακας με τα διαθέσιμα χρώματα. Αφού γίνει η επιλογή πατάμε το OK. Με τον ίδιο τρόπο χρωματίζονται όλα τα επιμέρους ορατά τεμάχια.

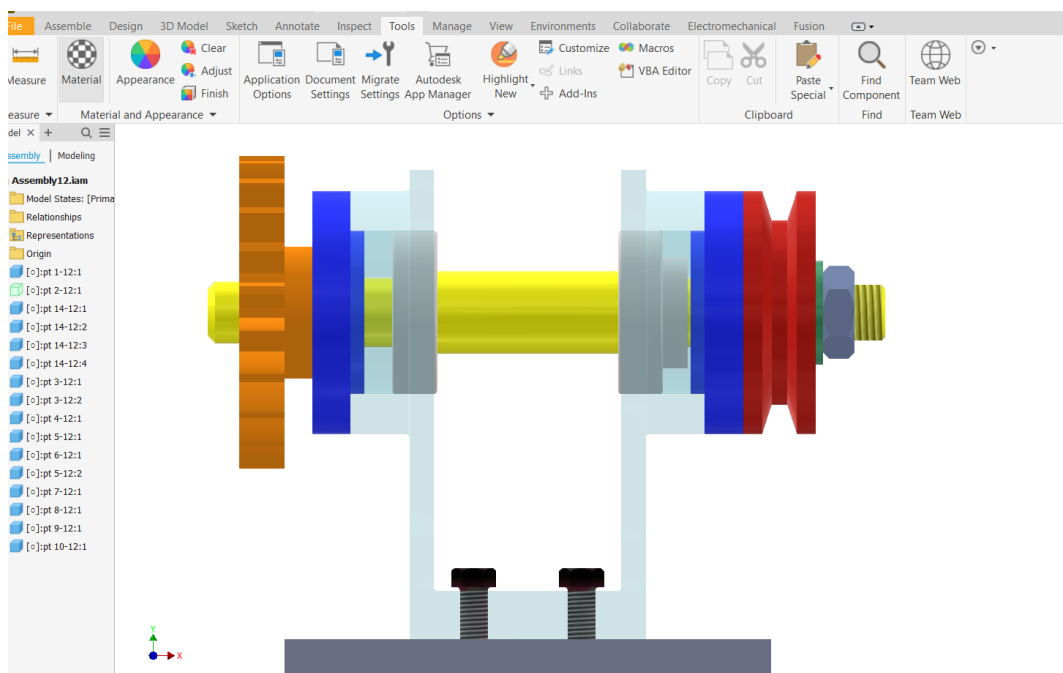


Σχήμα 2.3: Επιλογή διαφορετικού χρώματος

Όσα εξαρτήματα βρίσκονται εσωτερικά και δεν μπορούν να χρωματιστούν με ευκολία, πρέπει πρώτα να γίνουν ορατά και στη συνέχεια να επαναληφθεί η παραπάνω διαδικασία. Για να γίνει αυτό, επιλέγουμε το εξωτερικό τεμάχιο με δεξί κλικ και το απενεργοποιούμε μέσω της εντολής enable, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.4. Το τεμάχιο γίνεται σχεδόν αόρατο, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.5, επιτρέποντας τον εσωτερικό χρωματισμό.

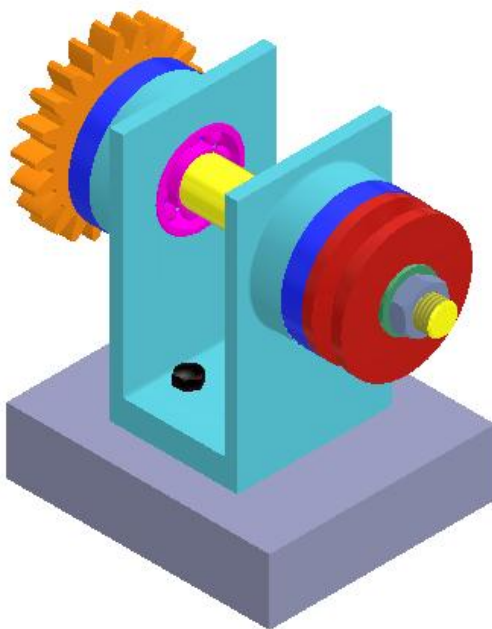


Σχήμα 2.4: Απενεργοποίηση εξωτερικών τεμαχίων



Σχήμα 2.5: Απενεργοποίηση εξωτερικού τεμαχίου

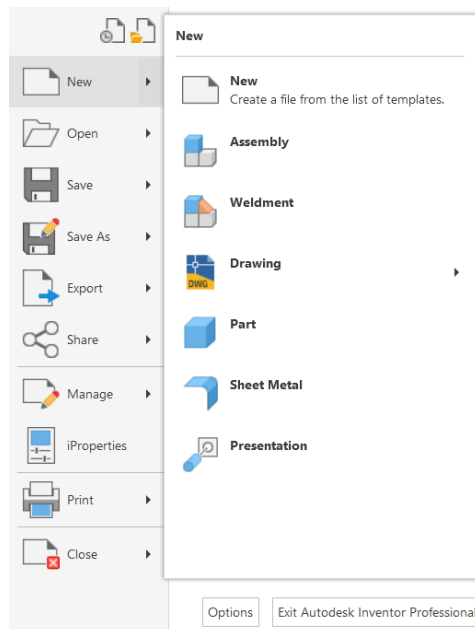
Για να πετύχει κάποιος το τελικό αποτέλεσμα που φαίνεται στο σχήμα 2.6, μπορεί να δώσει χρώμα σε όλα τα εξαρτήματα και να ενεργοποιήσει εκ νέου τα εξωτερικά μέρη. Η τελική συναρμολόγηση είναι πλέον έτοιμη.



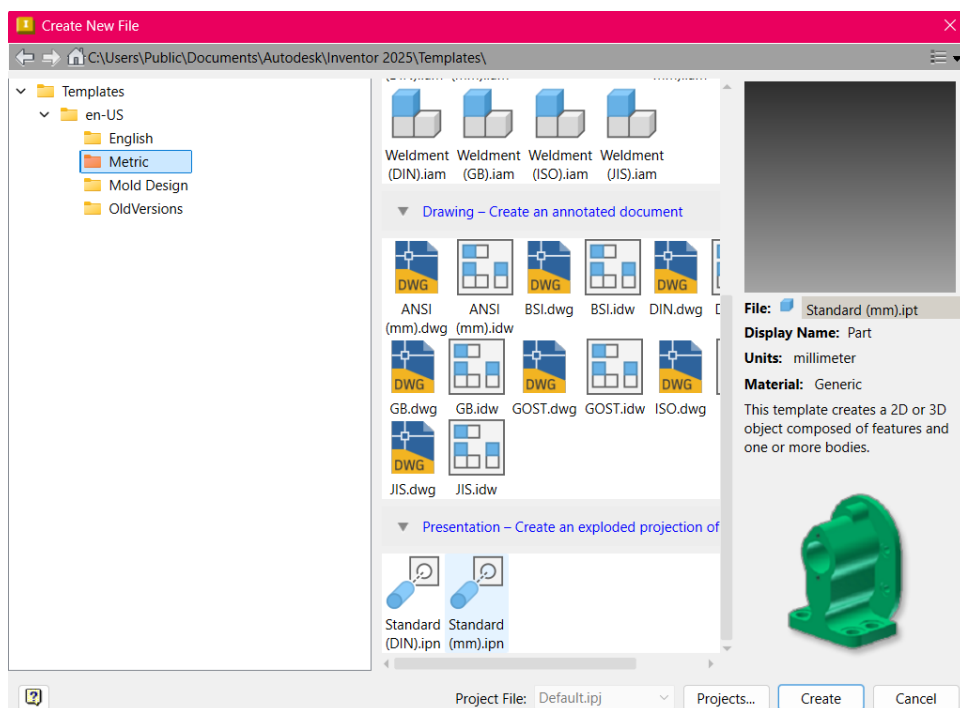
Σχήμα 2.6: Τελικό αποτέλεσμα

2.2 Δημιουργία Animation στο Autodesk Inventor

Για να ξεκινήσουμε τη δημιουργία ενός animation μεταβαίνουμε στο File > New και από τον φάκελο του Metric στο Presentation (standard) να οριστεί η μονάδα μέτρησης σε χιλιοστά (mm). Έπειτα μπορούμε να πατήσουμε το Create, όπως φαίνεται στο [σχήμα 2.7](#) και [σχήμα 2.8](#) που ακολουθούν.

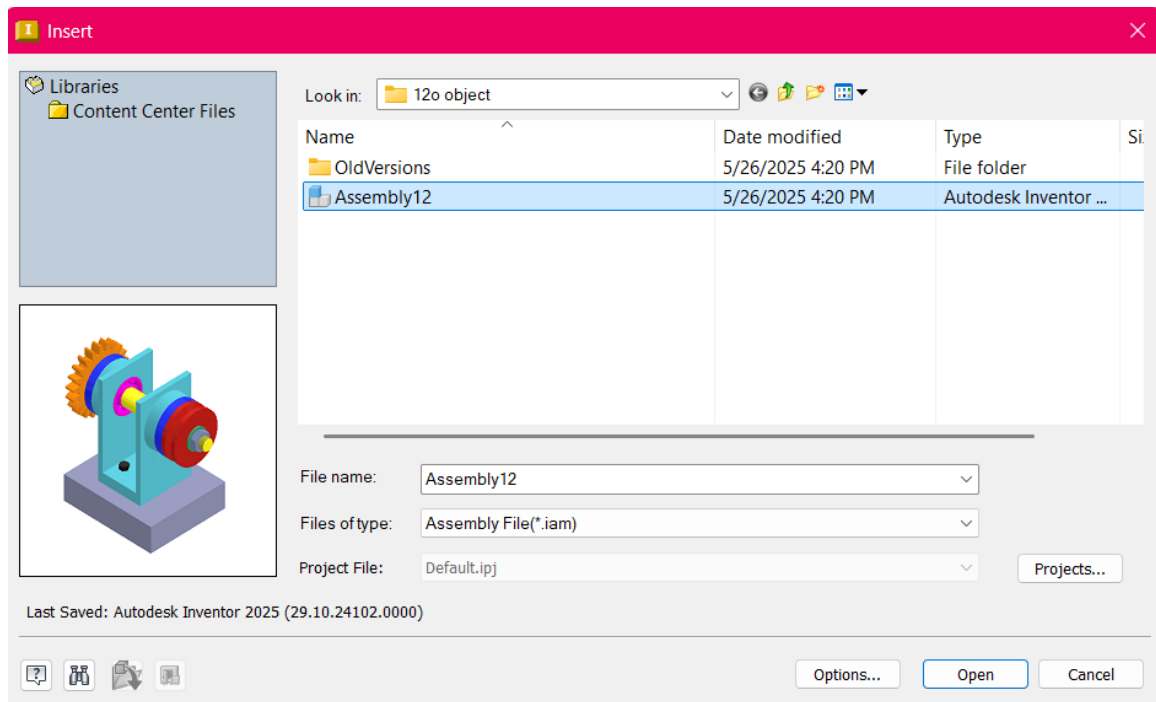


Σχήμα 2.7: Επιλογή από φάκελο file



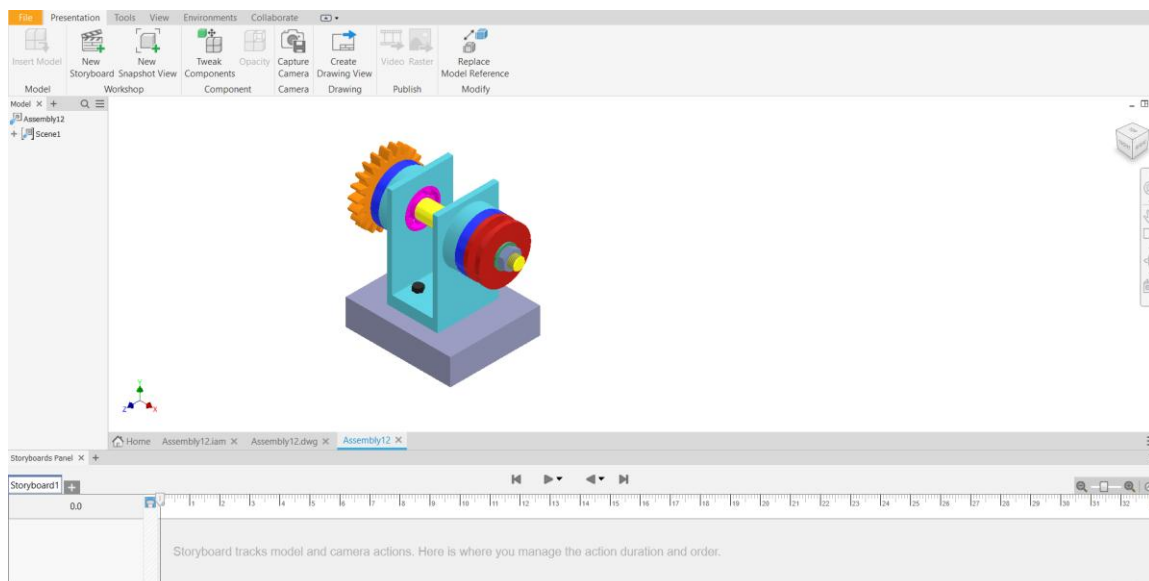
Σχήμα 2.8: Επιλογή του presentation

Στην συνέχεια, ανοίγουμε το αρχείο της συναρμολογημένης διάταξης που επιθυμούμε να επεξεργαστούμε, πατώντας Open, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.9.



Σχήμα 2.9: Επιλογή επιθυμητού συναρμολογημένου αντικειμένου

Μόλις φορτωθεί το παράθυρο του presentation εμφανίζεται στο κέντρο η συναρμολογημένη διάταξη, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.10. Στο κάτω μέρος εντοπίζουμε το παράθυρο του storyboard track, μέσω του οποίου μπορεί να γίνει η επεξεργασία των εντολών για τη δημιουργία του βίντεο, τη θέση της κάμερας και τη χρονική διάρκεια της κάθε εντολής.

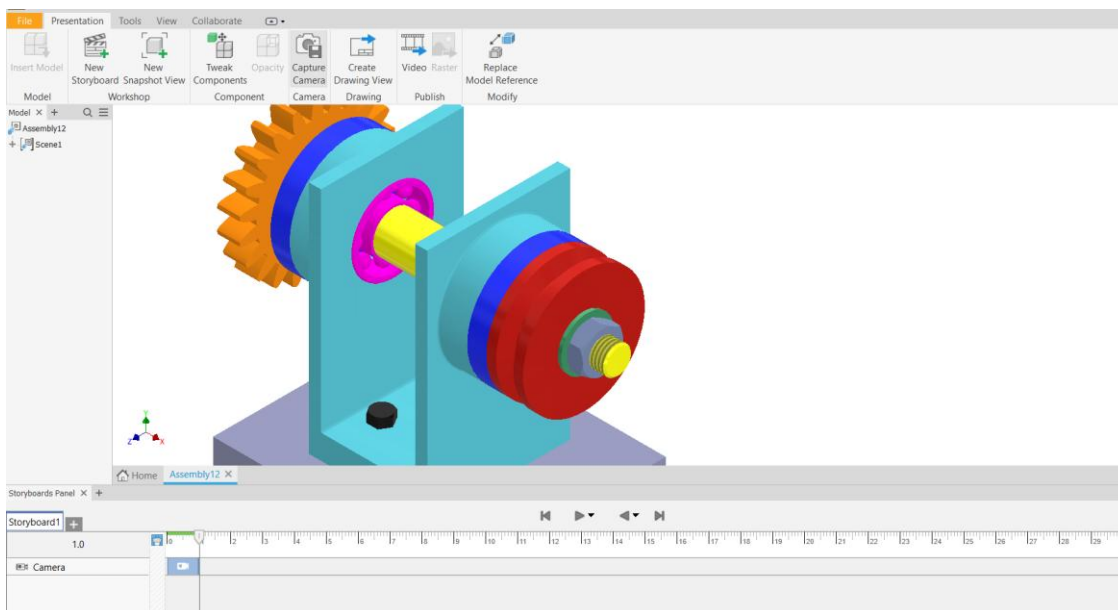


Σχήμα 2.10: Παράθυρο παρουσίασης

Για την έναρξη, τοποθετούμε την κεφαλή αναπαραγωγής στη ζώνη προετοιμασίας (scratch zone), όπως φαίνεται στο [σχήμα 2.11](#), μεταφέροντας την στην αρχή του χρόνου, στο σημείο εκκίνησης. Για να καταγράψουμε μια ενέργεια κάμερας, μετακινούμε την κεφαλή αναπαραγωγής στον ζητούμενο χρόνο και στη συνέχεια ρυθμίζοντας τη θέση της κάμερας, επιλέγουμε το capture Camera όπως φαίνεται στο [σχήμα 2.12](#) από το presentation. Παρατηρούμε ότι χρωματίζεται η χρονική στιγμή από το $t=0$ μέχρι το $t=1$ και η ενέργεια αυτή αποτυπώνεται στον χρονικό άξονα με την εμφάνιση του συμβόλου της κάμερας.



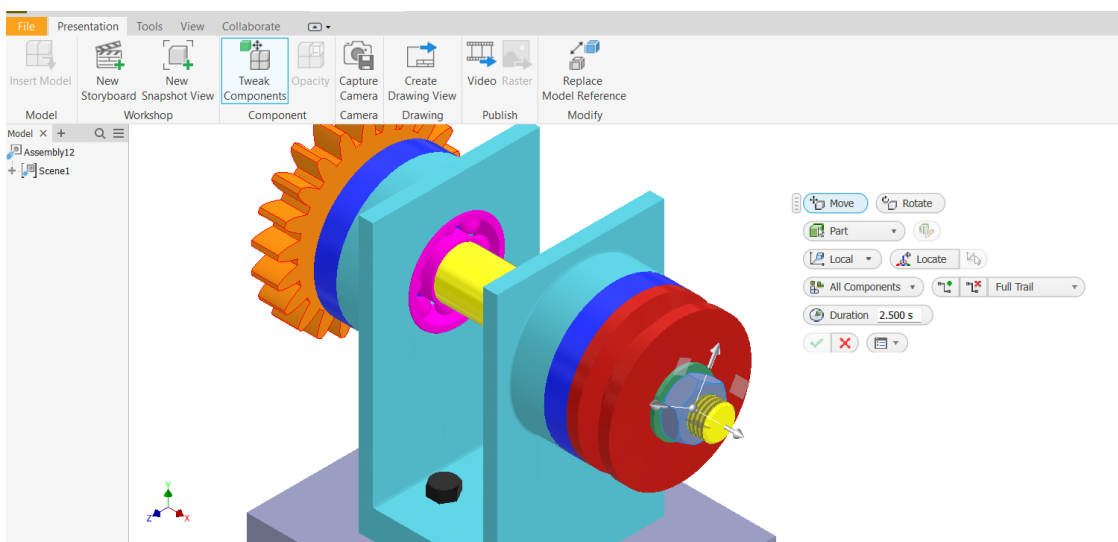
Σχήμα 2.11: Ζώνη προετοιμασίας



Σχήμα 2.12: Capture Camera

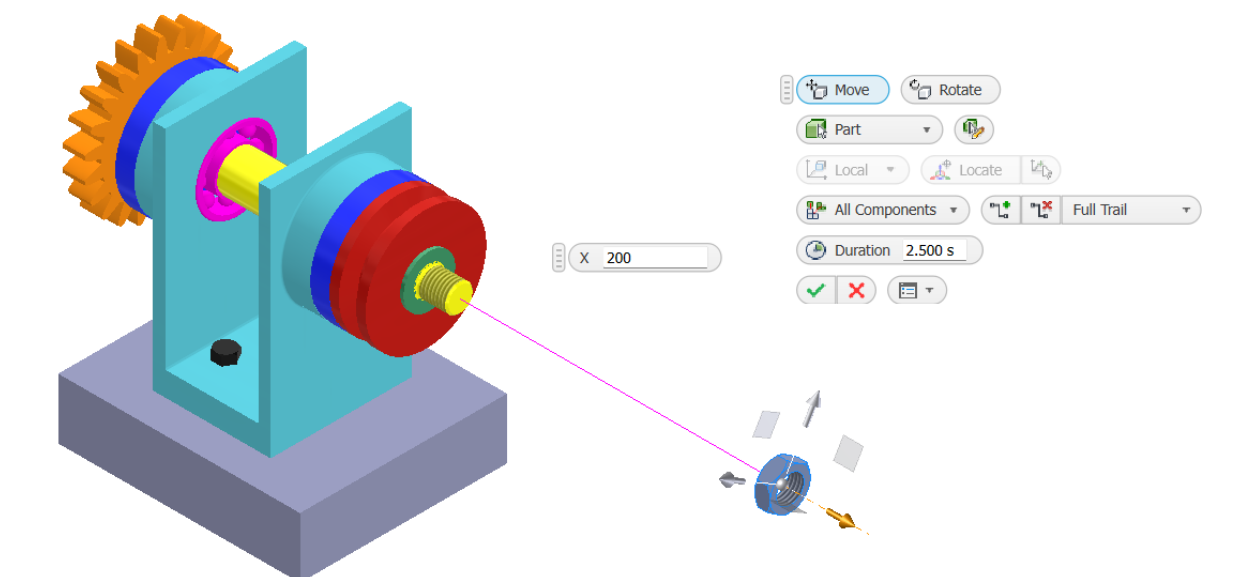
2.2.1 Αποσύνδεση συναρμολογημένων τμημάτων και επεξεργασία Storyboard

Για την αναπαράσταση της αποσύνδεσης των εξαρτημάτων χρησιμοποιούμε το Tweak Components από το μενού του presentation. Αφού επιλέξουμε και επιθυμητό εξάρτημα εμφανίζεται μια σειρά από εντολές, όπως φαίνεται στο [σχήμα 2.13](#), που περιλαμβάνουν επιπλέον την κίνηση και την περιστροφή. Οι ενέργειες καθορίζονται με βάση τη λειτουργία του κάθε εξαρτήματος. Στην περίπτωση μας, για παράδειγμα, για να ξεκινήσει η αποσύνδεση πρώτα αποσυναρμολογείται το παξιμάδι με ταυτόχρονη μεταφορική και περιστροφική κίνηση.

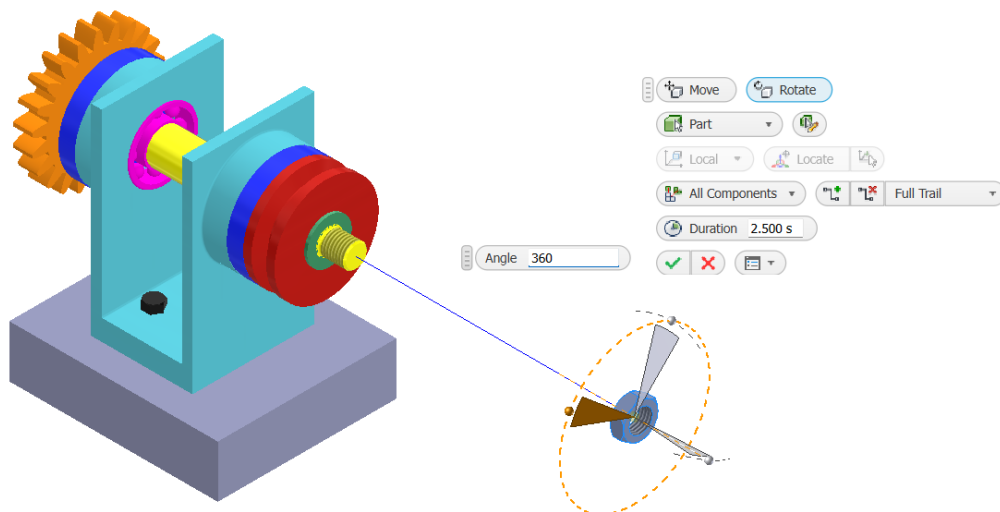


Σχήμα 2.13: Tweak Components

Με την εντολή Move, εμφανίζονται τρία βέλη που το καθένα αντιστοιχεί στους 3 άξονες. Ορίζουμε τη μετατόπιση είτε επιλέγοντας κατεύθυνση από τα βέλη και την απόσταση (σε mm), όπως φαίνεται στο [σχήμα 2.14](#), είτε σύροντας το τεμάχιο με το ποντίκι. Έπειτα μέσω του Rotate, καθορίζουμε τη γωνία περιστροφής και την κατεύθυνσή της, όπως φαίνεται στο [σχήμα 2.15](#).

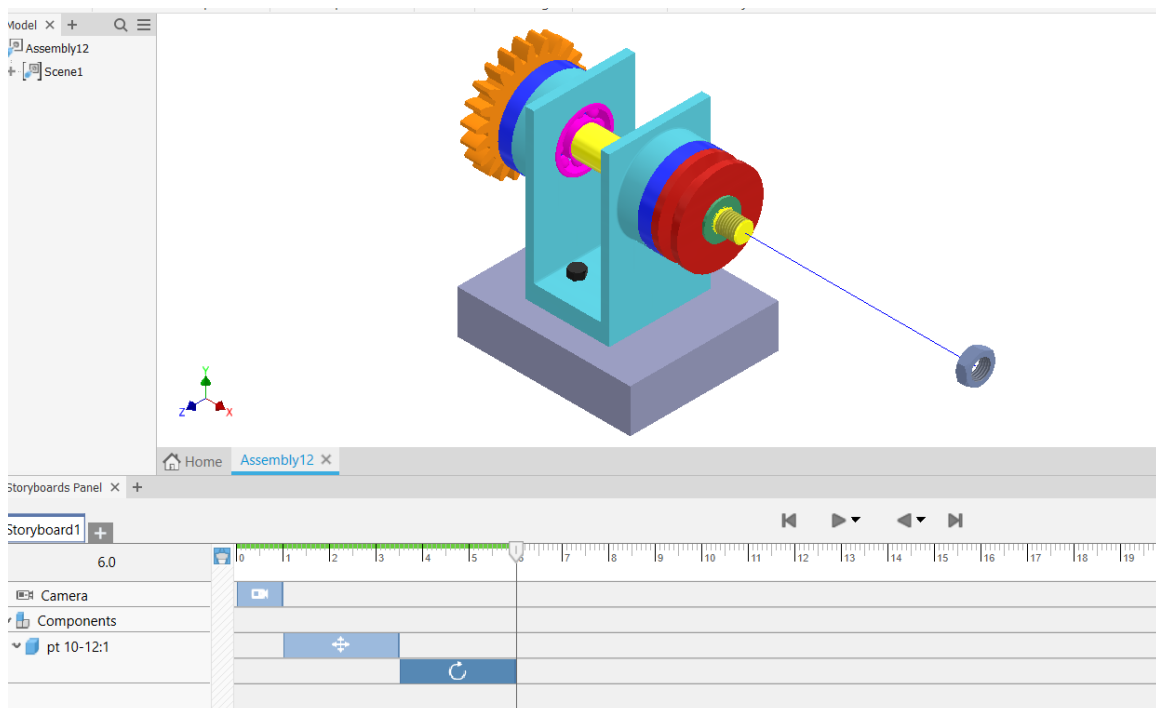


Σχήμα 2.14: Μετακίνηση τεμαχίου



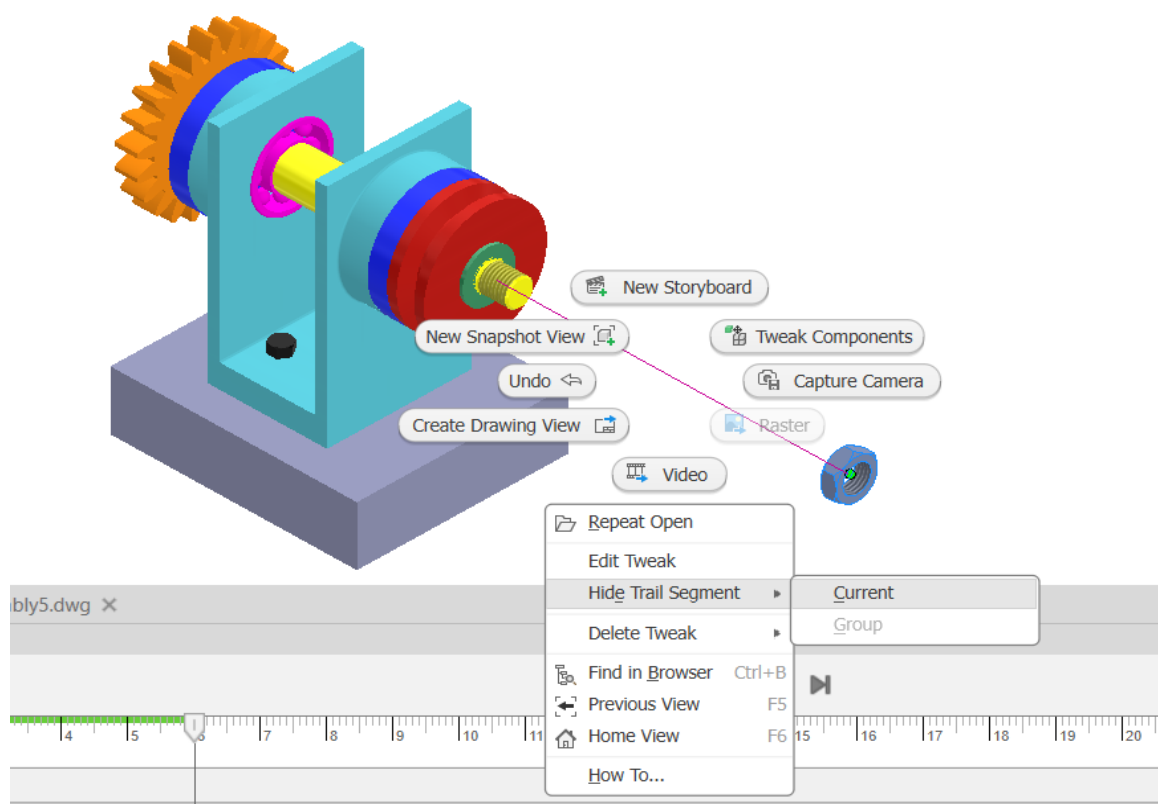
Σχήμα 2.15: Περιστροφή τεμαχίου

Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στην κατεύθυνση που έχουν τα βέλη, διότι εάν είναι αντίθετα της επιθυμητής κατεύθυνσης, χρησιμοποιούμε αρνητική τιμή. Σε αυτό το σημείο μπορούμε να προσαρμόσουμε τη διάρκεια της κάθε ενέργειας. Όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία πατάμε OK και όπως φαίνεται στο σχήμα 2.16 οι τροποποιήσεις αποθηκεύονται αυτόματα στο τρέχον storyboard.



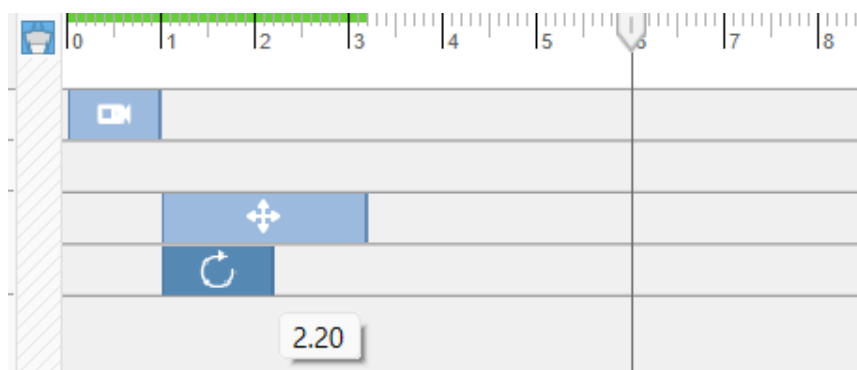
Σχήμα 2.16: Αποθήκευση ενεργειών στο storyboard

Για ένα πιο καθαρό οπτικό αποτέλεσμα, αφαιρείται η μπλε γραμμή που δείχνει την κατεύθυνση του αντικειμένου πατώντας πάνω στην γραμμή με δεξί κλικ και επιλέγοντας Hide Trail Segment - current, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.17.

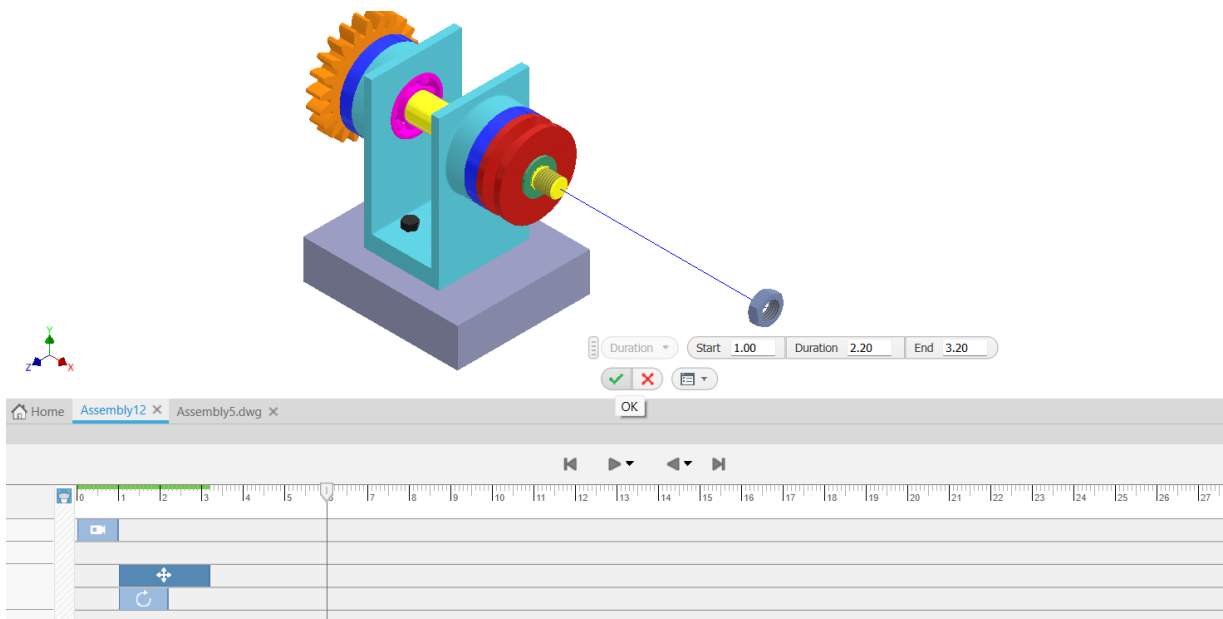


Σχήμα 2.17: Απαλοιφή γραμμής

Πριν προχωρήσουμε με τα υπόλοιπα τεμάχια, μπορούμε να τροποποιήσουμε τις ήδη υπάρχουσες εντολές από το storyboard track. Η αλλαγή της διάρκειας μιας εντολής πραγματοποιείται είτε χειροκίνητα μετακινώντας με το ποντίκι τα άκρα της εντολής όπως δείχνει το σχήμα 2.18, είτε μέσω δεξιού κλικ στο πλαίσιο και επιλέγοντας Edit Time, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.19. Η ενέργεια ολοκληρώνεται με το πράσινο OK.

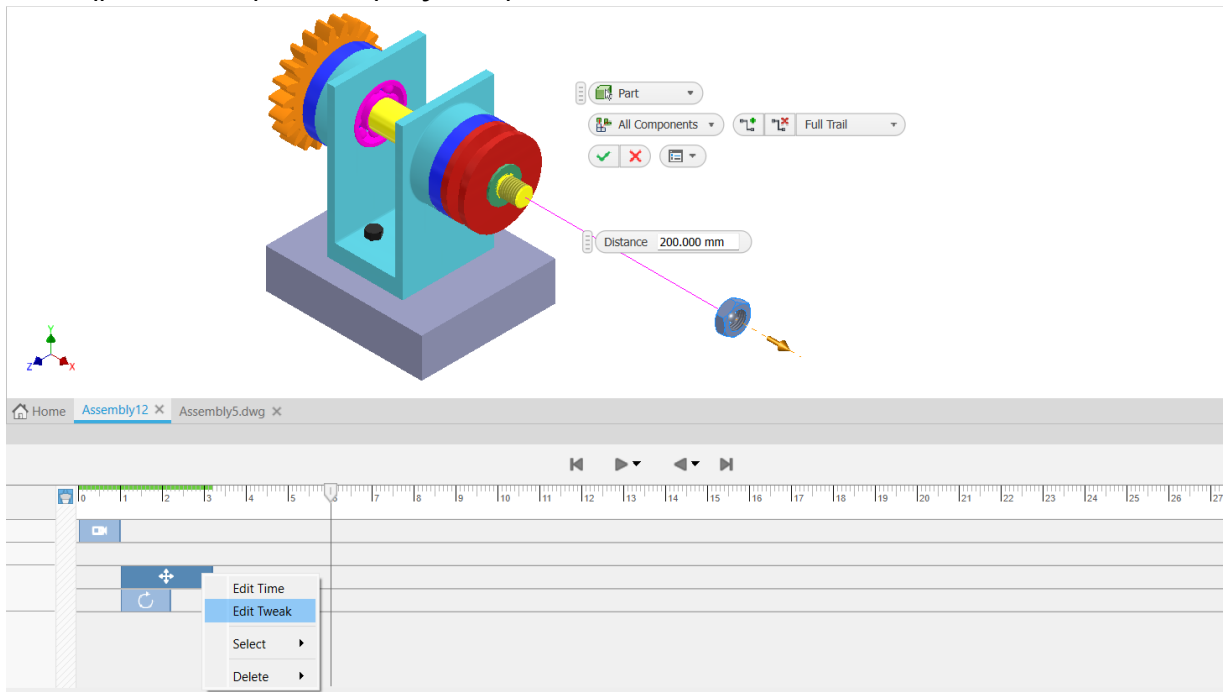


Σχήμα 2.18: Αλλαγή διάρκειας με μετακίνηση των ακρών του πλαισίου εντολής

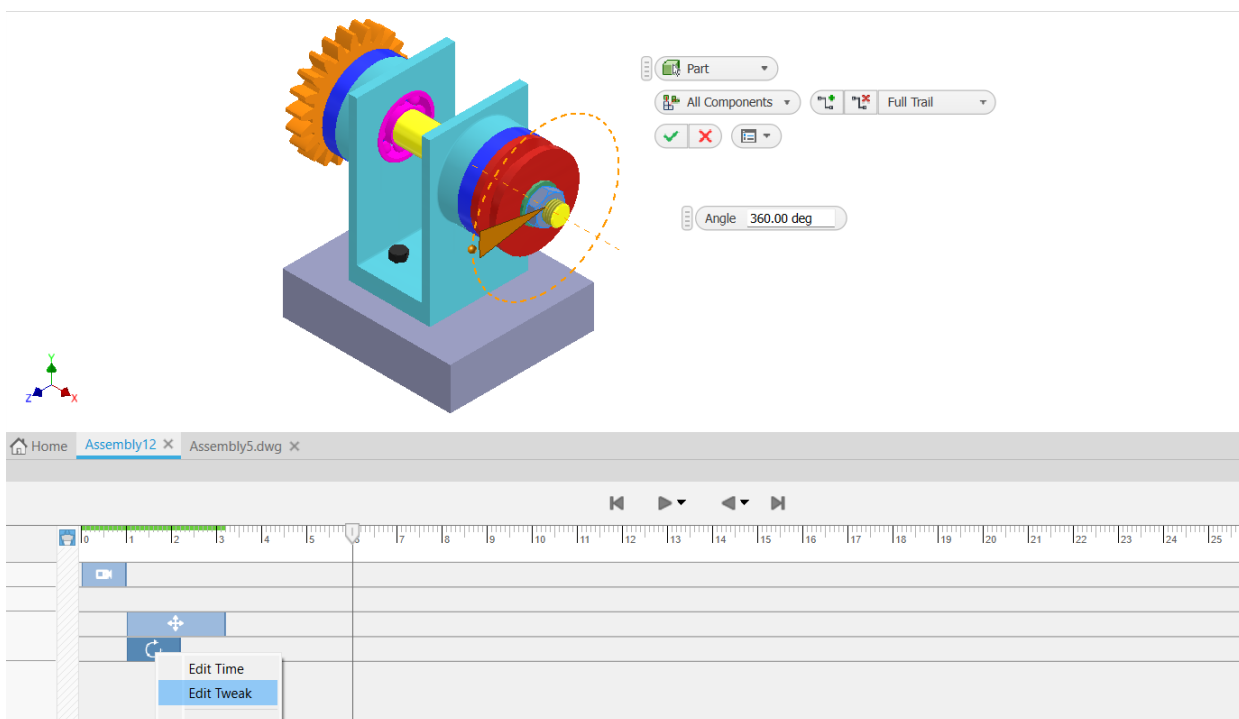


Σχήμα 2.19: Αλλαγή χρόνου από το Edit Time

Αλλαγή στη μετακίνηση ή στην περιστροφή μπορεί να γίνει αντίστοιχα με τους ίδιους τρόπους επιλέγοντας το Edit Tweak όπως φαίνεται παρακάτω στο [σχήμα 2.20](#) και το [σχήμα 2.21](#) Αφού ολοκληρωθούν οι τροποποιήσεις πατάμε το OK.



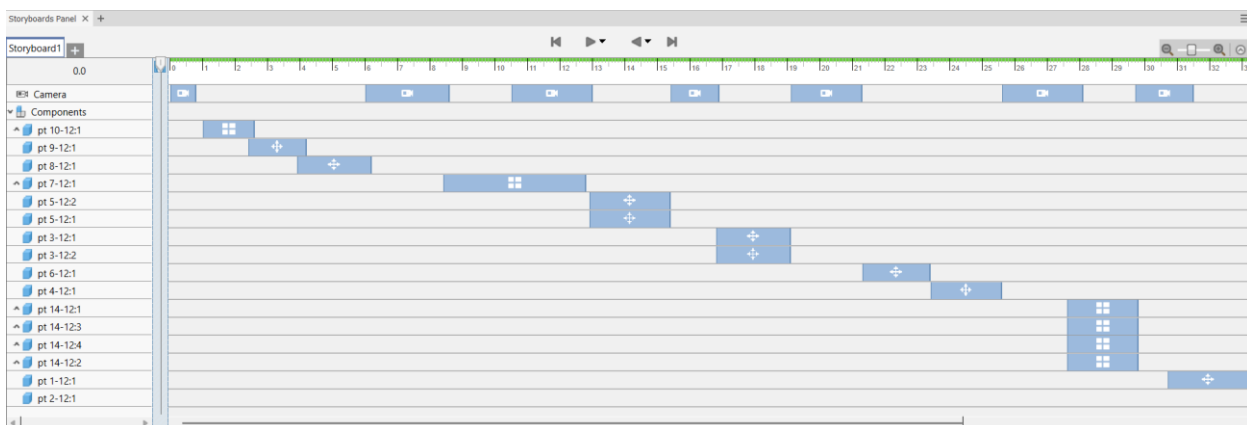
Σχήμα 2.20: Αλλαγή στη μετακίνηση



Σχήμα 2.21: Αλλαγή περιστροφής

Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται και για τα υπόλοιπα τεμάχια μέχρι να αποσυναρμολογηθούν όλα και να είναι ξεκάθαρη η μεταξύ τους σύνδεση.

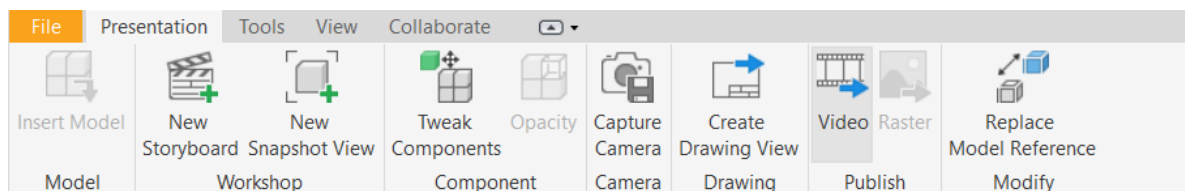
Στο τέλος, το storyboard track εμφανίζει όλες τις εντολές οργανωμένες στο κέντρο, στα αριστερά τα τεμάχια στα οποία αντιστοιχούν και τον χρονικό άξονα στο επάνω μέρος, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.22.



Σχήμα 2.22: Ολοκληρωμένο storyboard track

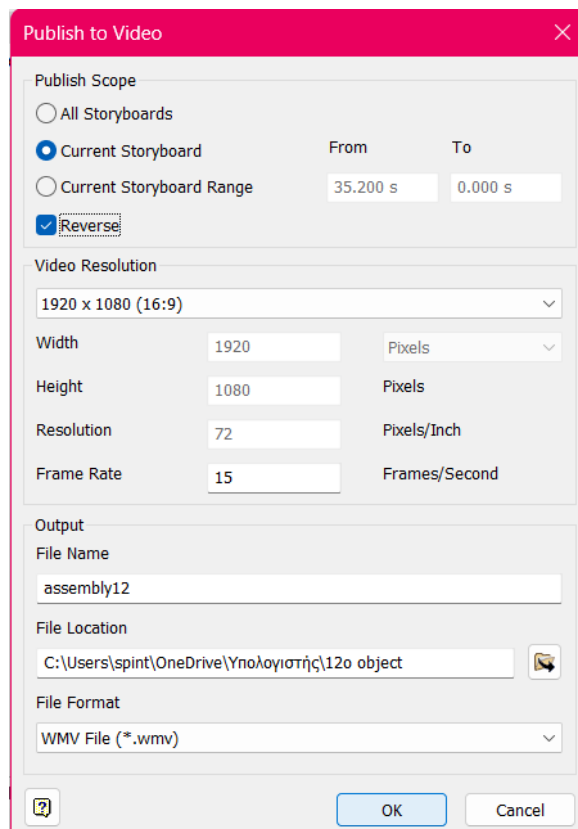
2.3 Αποθήκευση Τελικού Βίντεο

Αφού έχει ολοκληρωθεί η παραπάνω διαδικασία, μπορεί να προχωρήσει κάποιος στην αποθήκευση του Animation σε αντίστροφη χρονική ροή. Για αυτόν το σκοπό επιλέγεται από το μενού Presentation το Video, όπως φαίνεται στο [σχήμα 2.23](#).



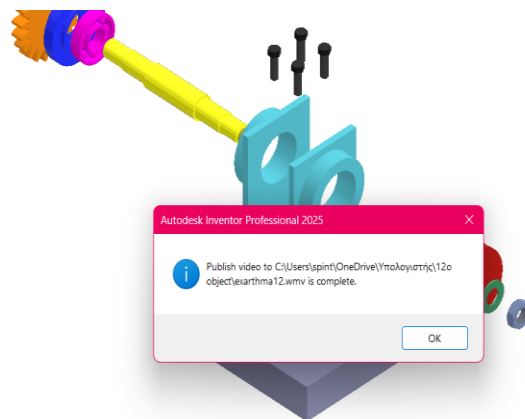
Σχήμα 2.23: Επιλογή βίντεο

Στο σχετικό παράθυρο που εμφανίζεται, ενεργοποιούμε την εντολή Reverse, ώστε το βίντεο να παραχθεί με αντίστροφη φορά. Κατόπιν, από το Video Resolution επιλέγεται το μεγαλύτερο διαθέσιμο παράθυρο παρουσίασης με πλάτος 1920mm και ύψος 1080mm, για να έχουμε καθαρότερη και πιο ευκρινή απεικόνιση στην παρουσίαση. Στη συνέχεια μπορούμε να ορίσουμε το επιθυμητό όνομα αρχείου στο πεδίο File Name, ενώ μέσω του File Location επιλέγουμε που θέλουμε να αποθηκευτεί το τελικό βίντεο. Στο [σχήμα 2.24](#) απεικονίζονται όλες οι παραπάνω ρυθμίσεις. Τέλος, πατώντας το OK, ξεκινά η διαδικασία αποθήκευσης του Animation.



Σχήμα 2.24: Παράθυρο αποθήκευσης βίντεο

Στο σχήμα 2.25 που ακολουθεί απεικονίζεται το μήνυμα επιβεβαίωσης της επιτυχούς ολοκλήρωσης της διαδικασίας.



Σχήμα 2.25: Επιτυχής ολοκλήρωση βίντεο

3. ΝΕΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΑΝΟΧΩΝ ΜΟΡΦΗΣ ΚΑΙ ΘΕΣΗΣ

Το ISO (International organization for standardization) είναι ένας διεθνής οργανισμός τυποποίησης αποτελούμενος από εθνικούς φορείς διάφορων χωρών. Η ανάπτυξη των διεθνών προτύπων γίνεται μέσω τεχνικών επιτροπών (TC - Technical committees) και για να εγκριθεί ένα διεθνές πρότυπο πρέπει τουλάχιστον το 75% των χωρών-μελών να το εγκρίνουν.

Το ISO 1101 αναπτύχθηκε από την τεχνική επιτροπή ISO/TC 213 με το σύστημα GPS (Dimensional and Geometrical Product Specifications and Verification) που καθορίζει τις διαστασιολογήσεις και γεωμετρικές προδιαγραφές προϊόντων.

Το ISO 1101:2017 είναι μέρος του συστήματος GPS και καλύπτει τις γεωμετρικές ανοχές. Ως βασικούς στόχους έχει τον καθορισμό βασικών αρχών γεωμετρικής ανοχής σε δισδιάστατο και τρισδιάστατο επίπεδο, την παροχή συμβατών κανόνων για τη διαστασιολόγηση μηχανικών εξαρτημάτων και τη διασφάλιση διεθνούς εναρμόνισης στις βιομηχανικές προδιαγραφές.

3.1 Οι γεωμετρικές ανοχές

Η σωστή επιλογή γεωμετρικών ανοχών είναι αρκετά σημαντική διότι πρέπει να ικανοποιούνται τόσο οι λειτουργικές ανάγκες του μηχανολογικού εξαρτήματος όσο και οι περιορισμοί της παραγωγής και του ποιοτικού ελέγχου.

Όταν μια γεωμετρική ανοχή εφαρμόζεται σε ένα χαρακτηριστικό, ορίζει μια ζώνη ανοχής μέσα στην οποία βρίσκεται το πραγματικό χαρακτηριστικό και αυτή εφαρμόζεται είτε σε ολόκληρο το μήκος ή στην επιφάνεια του χαρακτηριστικού. Το χαρακτηριστικό αυτό μπορεί να είναι σημείο, γραμμή ή και επιφάνεια ενσωματωμένα (integral features) ή παράγωγα (divided features). Όσο δεν υπάρχει κάποια περιοριστική ένδειξη, το χαρακτηριστικό μπορεί να έχει οποιαδήποτε μορφή μέσα στη ζώνη ανοχής

3.2 Σύμβολα και κατηγορίες

Τα σύμβολα χωρίζονται σε 4 βασικές κατηγορίες και παρουσιάζονται παρακάτω στον πίνακα 3.1.

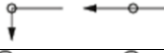
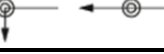

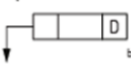


Προδιαγραφή	Χαρακτηριστικά	Σύμβολο	Απαιτείται δεδομένο (Datum)
Μορφή	Ευθυγραμμότητα	—	όχι
	Επιπεδότητα	□	όχι
	Κυκλικότητα	○	όχι
	Κυλινδρικήτητα	⌀	όχι
	Μορφή γραμμής	↷ ^a	όχι
	Μορφή επιφάνειας	↶ ^a	όχι

Προσανατολισμός	Παραλληλότητα	\parallel	ναι
	Καθετότητα	\perp	ναι
	Κλίση	\angle	ναι
	Μορφή γραμμής	\curvearrowright^a	ναι
	Μορφή επιφάνειας	\cup^a	ναι
Τοποθέτηση	Τοποθέτηση	\oplus	όχι
	Ομοκεντρικότητα (για κεντρικά σημεία)	\odot	ναι
	Ομοαξονικότητα (για μέσες γραμμές)	\odot	ναι
	Συμμετρία	\equiv	ναι
	Μορφή γραμμής	\curvearrowright^a	ναι
	Μορφή επιφάνειας	\cup^a	ναι
Εκτροπή	Κυκλική Κίνηση	\nearrow	ναι
	Γενική Κίνηση	\nearrow	ναι

Πίνακας 3.1: Είδη ανοχών μορφής και θέσης

Και πρόσθετα σύμβολα, όπως παρουσιάζονται στον πίνακα 3.2:

Περιγραφή	Σύμβολο
Στοιχεία συνδυασμένης προδιαγραφής	
Συνδυασμένη ζώνη	CZ ^{a c}
Ξεχωριστές ζώνες	SZ ^a
Στοιχεία προδιαγραφής άνισης ζώνης	
Προκαθορισμένη μετατόπιση ζώνης ανοχής	UZ ^a
Στοιχεία προδιαγραφής περιορισμών	
Μη προκαθορισμένη γραμμική μετατόπιση ζώνης	OZ
Μη προκαθορισμένη γωνιακή μετατόπιση ζώνης (μεταβαλλόμενη γωνία)	VA
Στοιχεία προδιαγραφής συσχετιζόμενων χαρακτηριστικών ανοχής	
Χαρακτηριστικό ελαχίστου και μεγίστου σφάλματος	©
Χαρακτηριστικό ελαχίστου τετραγώνου	Ⓔ
Ελάχιστο περιγεγραμμένο χαρακτηριστικό	Ⓐ

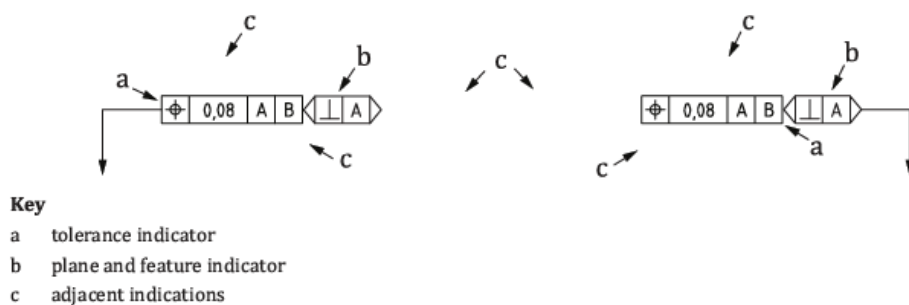
Εφαπτόμενο χαρακτηριστικό	Ⓣ
Μέγιστο εγγεγραμμένο χαρακτηριστικό	ⓧ
Στοιχεία προδιαγραφής παραγόμενων χαρακτηριστικών ανοχής	
Παράγωγο χαρακτηριστικό	Ⓐ
Προβλεπόμενη ζώνη ανοχής	Ⓟ
Στοιχεία προδιαγραφής σύνδεσης χαρακτηριστικών αναφοράς	
Χαρακτηριστικό ελαχίστου μέγιστου σφάλματος χωρίς περιορισμό	C
Χαρακτηριστικό ελαχίστου μέγιστου σφάλματος με εξωτερικό περιορισμό υλικού	CE
Χαρακτηριστικό ελαχίστου μέγιστου σφάλματος με εσωτερικό περιορισμό υλικού	CI
Χαρακτηριστικό ελάχιστου τετραγώνου χωρίς περιορισμό	G
Χαρακτηριστικό ελάχιστου τετραγώνου με εξωτερικό περιορισμό υλικού	GE
Χαρακτηριστικό ελάχιστου τετραγώνου με εσωτερικό περιορισμό υλικού	GI
Ελάχιστο περιγεγραμμένο χαρακτηριστικό	N
Μέγιστο εγγεγραμμένο χαρακτηριστικό	X
Στοιχεία προδιαγραφής παραμέτρων	
Συνολικό εύρος αποκλίσεων	T
Μέγιστο ύψος κορυφής	P
Βάθος κοιλάδας	V
Τυπική απόκλιση	Q
Δείκτες χαρακτηριστικών ανοχής	
Ανάμεσα (Between)	↔
Ενωμένο χαρακτηριστικό	UF
Μικρή διάμετρος	LD
Μεγάλη διάμετρος	MD
Διάμετρος βήματος	PD
All around (προφίλ)	
All over	
Δείκτες ένδειξης ανοχής	
Γεωμετρική ένδειξη προδιαγραφής χωρίς τμήμα αναφοράς	
Γεωμετρική ένδειξη προδιαγραφής με τμήμα αναφοράς	
Βοηθητικοί δείκτες χαρακτηριστικών	
Οποιαδήποτε τομή	ACS
Δείκτης επιπέδου τομής	
Δείκτης επιπέδου προσανατολισμού	

Δείκτης χαρακτηριστικού διεύθυνσης	
Δείκτης επιπέδου συλλογής	
Σύμβολο θεωρητικά ακριβούς διάστασης (TED)	
Θεωρητικά ακριβής διάσταση (TED)	
Στοιχεία προδιαγραφής κατάστασης υλικού	
Απαίτηση μέγιστου υλικού	
Απαίτηση ελάχιστου υλικού	
Απαίτηση αμοιβαιότητας	
Στοιχείο προδιαγραφής κατάστασης	
Συνθήκη ελεύθερης κατάστασης (για μη άκαμπτα μέρη)	
Σύμβολα σχετικά με Datums	
Δείκτης χαρακτηριστικού datum	
Δείκτης στόχου datum	
Χαρακτηριστικό επαφής	CF
Μόνο περιορισμός προσανατολισμού	><
Σύμβολο σχετικό με ανοχή διαστάσεων	
Απαίτηση περιβλήματος	

Πίνακας 3.2: Επιπλέον σύμβολα

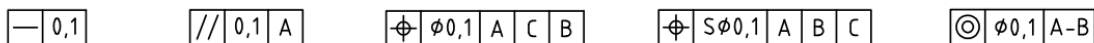
3.3 Πλαίσιο ανοχής και κανόνες τοποθέτησης

Μια ένδειξη γεωμετρικών προδιαγραφών αποτελείται από έναν δείκτη ανοχής, προαιρετικούς δείκτες επιπέδων και χαρακτηριστικών, καθώς και προαιρετικές γειτονικές ενδείξεις, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.1.



Σχήμα 3.1: Δείκτης ανοχής με βασικά στοιχεία

Όλες οι απαιτήσεις των γεωμετρικών ανοχών δηλώνονται μέσα σε ένα ορθογώνιο πλαίσιο, αποτελούμενο από επιπλέον τμήματα. Στο σχήμα 3.2 παρουσιάζονται τα τμήματα που περιέχουν, με την σειρά, το σύμβολο της γεωμετρικής ανοχής, το πλάτος της γεωμετρικής ανοχής και τα δεδομένα αναφοράς, σε περίπτωση που υπάρχουν.



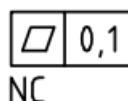
Σχήμα 3.2: Τυπικά πλαίσια ανοχής

Στο σχήμα 3.3 φαίνεται η ανοχή που ισχύει για περισσότερα χαρακτηριστικά και δηλώνεται με "x".



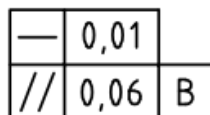
Σχήμα 3.3: Παράδειγμα πολλαπλής εφαρμογής ανοχής

Οι ενδείξεις σχετικά με τη μορφή του χαρακτηριστικού εντός της ζώνης ανοχής τοποθετούνται κοντά στο πλαίσιο ανοχής, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.4.



Σχήμα 3.4: Τοποθέτηση χαρακτηριστικού κοντά στο πλαίσιο ανοχής

Όταν απαιτούνται πολλαπλά γεωμετρικά χαρακτηριστικά, οι ανοχές παρατίθενται σε διαδοχικά πλαίσια όπως παρουσιάζονται στο σχήμα 3.5.



Σχήμα 3.5: Διαδοχικά πλαίσια ανοχής για διαφορετικά χαρακτηριστικά

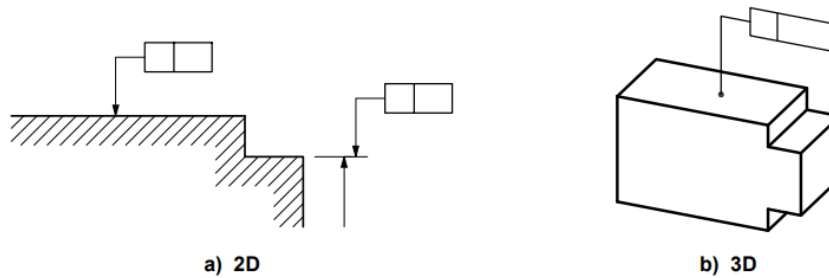
Ισχύει ότι δεν πρέπει να υπάρχουν κενά μεταξύ των στοιχείων προδιαγραφών εντός ενός αριθμημένου διαμερίσματος ή μεταξύ των στοιχείων προδιαγραφών.

Η γεωμετρική ανοχή εφαρμόζεται σε ένα πλήρες χαρακτηριστικό, εκτός αν χρησιμοποιηθεί ειδικός τροποποιητής. Εάν αναφέρεται στο ίδιο το χαρακτηριστικό το πλαίσιο ανοχής συνδέεται με μια γραμμή και χωρίζεται:

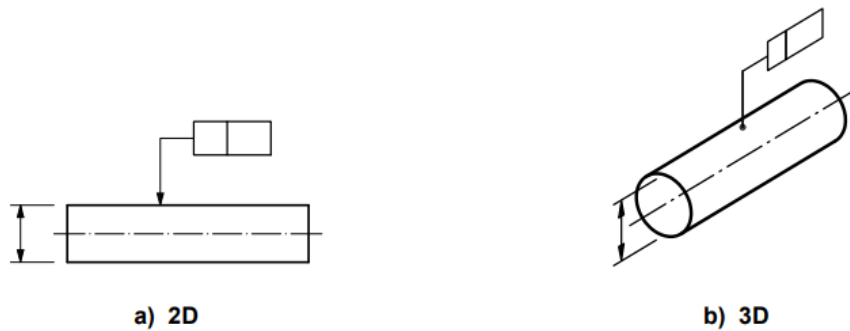
- ✓ Σε 2D σχέδια. Η γραμμή αναφοράς ξεκινά από το πλαίσιο ανοχής και καταλήγει:
 - Με ένα βέλος αν τερματίζει σε μια σχεδιασμένη γραμμή όπως φαίνεται στο σχήμα 3.6 και σχήμα 3.7.

- Με μια τελεία (γεμάτη ή κενή) αν το χαρακτηριστικό είναι ενσωματωμένο.
- ✓ Σε 3D σχέδια. Η γραμμή αναφοράς καταλήγει σε τελεία:
 - Γεμάτη αν η επιφάνεια είναι ορατή.
 - Κενή αν η επιφάνεια είναι κρυφή.

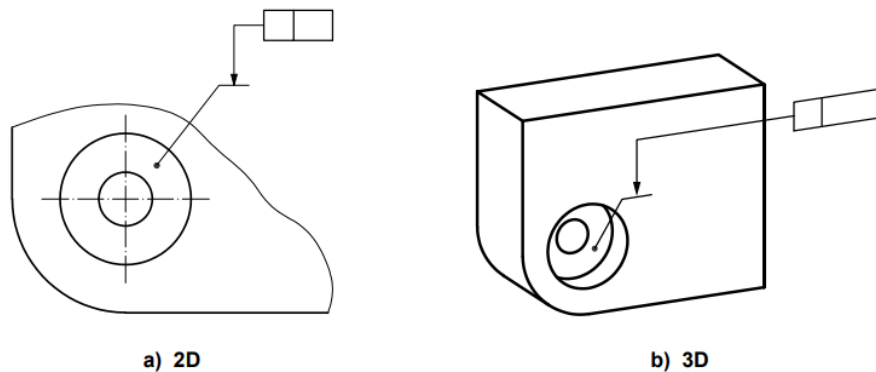
Στο σχήμα 3.8 φαίνεται η γραμμή αναφοράς που μπορεί να έχει βέλος το οποίο να δείχνει προς μια επιφάνεια.



Σχήμα 3.6: Γραμμή αναφοράς με βέλος στο χαρακτηριστικό



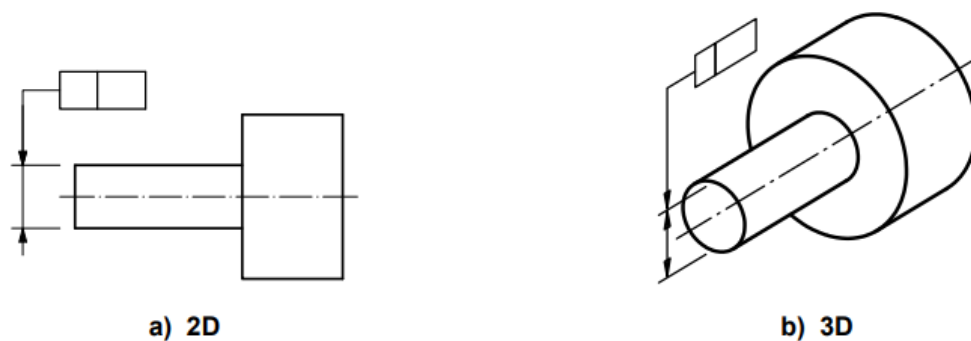
Σχήμα 3.7: Σύνδεση ανοχής με χαρακτηριστικό μέσω τελείας



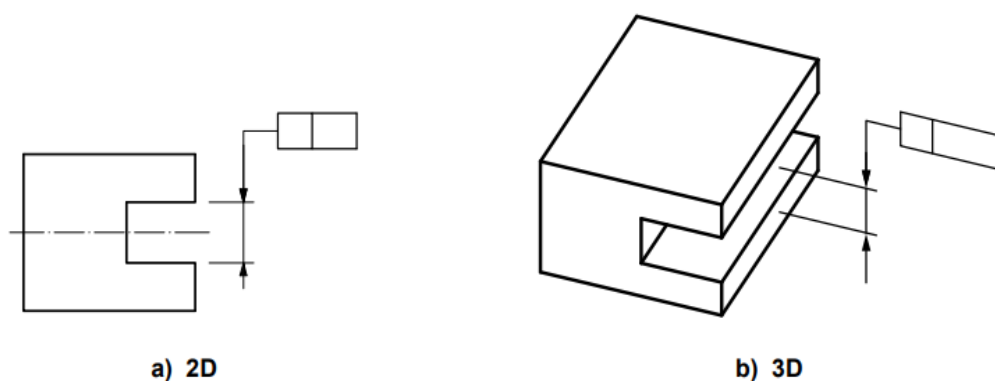
Σχήμα 3.8: Σύνδεση ανοχής με βέλος προς μια επιφάνεια

Όταν η ανοχή αναφέρεται σε μεσαία γραμμή, μεσαία επιφάνεια ή μεσαίο σημείο, δηλώνεται με δύο τρόπους:

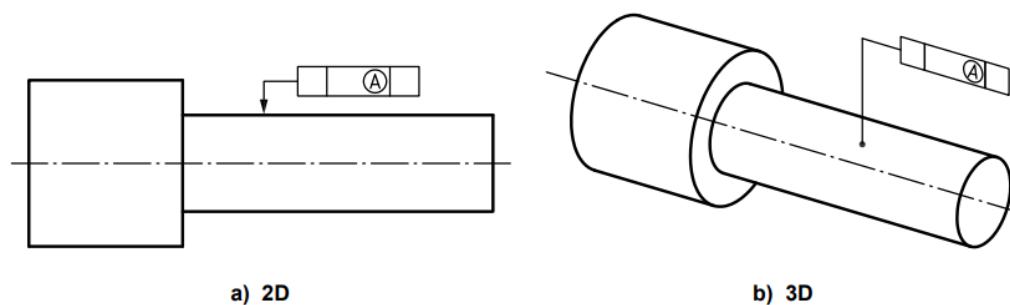
- Με γραμμή αναφοράς που ξεκινά από το τέλος του πλαισίου ανοχής και καταλήγει με βέλος στην προέκταση της γραμμής διάστασης, όπως παρουσιάζεται στο σχήμα 3.9 και σχήμα 3.10 ή,
- Με τροποποιητή (A) τοποθετημένο στο πλαίσιο ανοχής. Στο σχήμα 3.11 φαίνεται η γραμμή αναφοράς που καταλήγει με βέλος στο περίγραμμα του χαρακτηριστικού.



Σχήμα 3.9: Γραμμή αναφοράς με βέλος σε προέκταση διάστασης

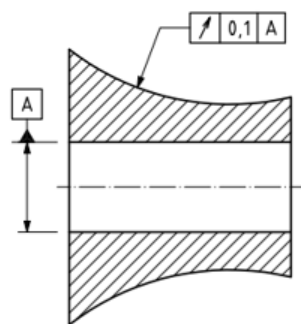


Σχήμα 3.10: Γραμμή αναφοράς με βέλος σε προέκταση διάστασης



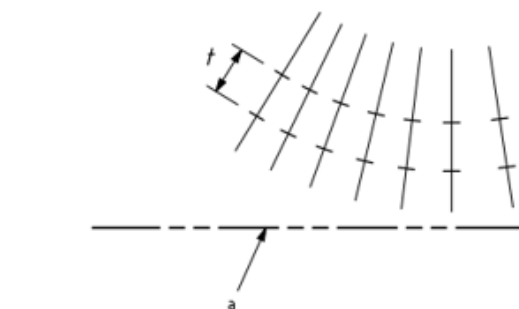
Σχήμα 3.11: Χρήση τροποποιητή A για ανοχή σε μεσαίο σημείο ή επιφάνεια

Στο σχήμα 3.12 και σχήμα 3.13 η ζώνη ανοχής τοποθετείται συμμετρικά από ένα ιδανικό χαρακτηριστικό και η τιμή της ορίζει το πλάτος της ζώνης ανοχής, το οποίο εφαρμόζεται κανονικά στη συγκεκριμένη γεωμετρία, εκτός από τις περιπτώσεις στο σχήμα 3.14 και σχήμα 3.15 όπου δηλώνεται διαφορετικά.



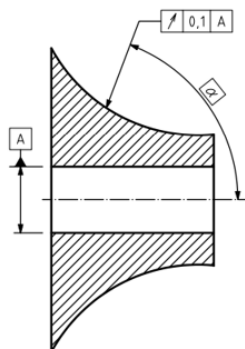
Drawing indication

Σχήμα 3.12: Συμμετρική ζώνη ανοχής



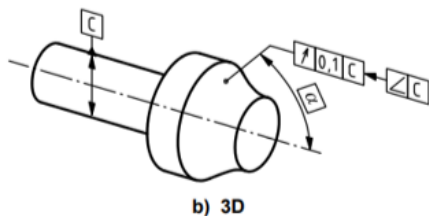
Interpretation

Σχήμα 3.13: Ζώνη ανοχής σε συμμετρική γεωμετρία

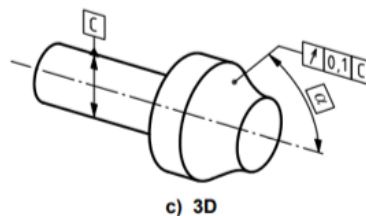


Drawing indication

a) 2D

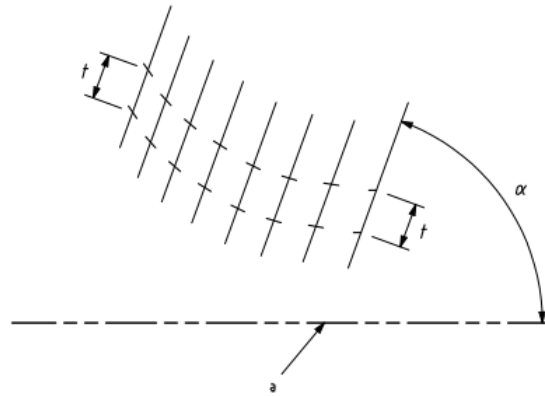


b) 3D



c) 3D

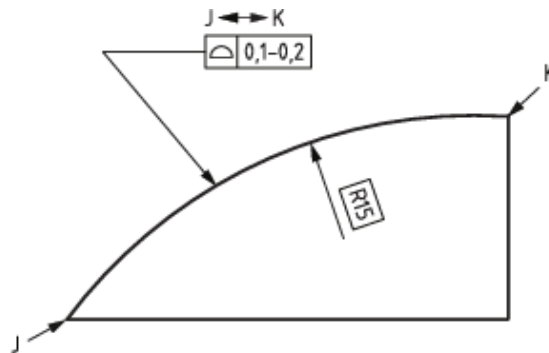
Σχήμα 3.14: Ανοχή με κωνική τομή και σταθερή γωνία



Interpretation

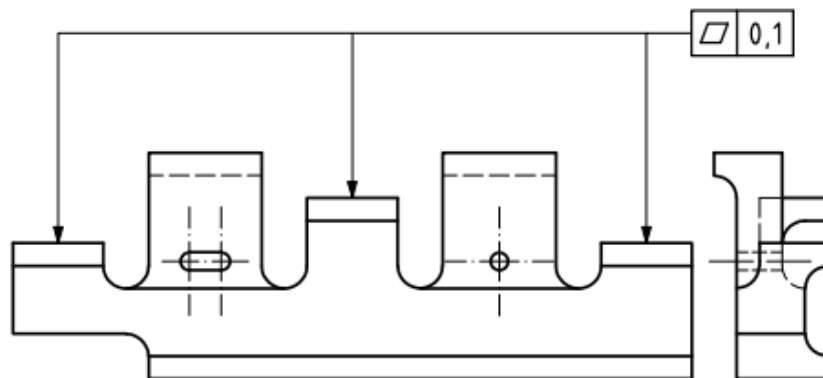
Σχήμα 3.15: Ζώνη ανοχής σε ασύμμετρη τοποθέτηση

Στο σχήμα 3.16 που υπάρχει κυκλικότητα, η ζώνη ανοχής είναι πάντα σε επίπεδο κάθετο στον ονομαστικό άξονα



Σχήμα 3.16: Ζώνη ανοχής σε κυκλική επιφάνεια

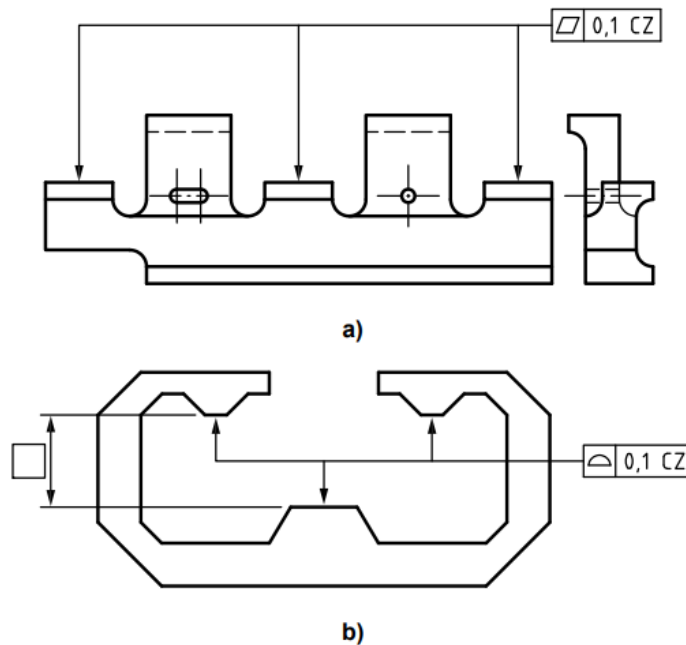
Στο παράδειγμα στο σχήμα 3.17 μπορούν να καθοριστούν ξεχωριστές ζώνες ανοχής της ίδιας τιμής για πολλά διαφορετικά χαρακτηριστικά.



Σχήμα 2.17: Ξεχωριστές ζώνες ανοχής για διαφορετικά χαρακτηριστικά

Στο σχήμα 3.18 στο (a) όπου εφαρμόζεται κοινή ζώνη ανοχής σε πολλά χαρακτηριστικά, αυτό δηλώνεται με το σύμβολο "CZ" στο πλαίσιο ανοχής, ενώ όταν υπάρχουν πολλές ζώνες ανοχής από ίδιο πλαίσιο αυτές εφαρμόζονται ταυτόχρονα σε πολλά χαρακτηριστικά για τη δημιουργία μιας συνδυασμένης ζώνης και δηλώνεται επίσης με το σύμβολο "CZ", μαζί με μια ένδειξη ότι η προδιαγραφή ισχύει για πολλά χαρακτηριστικά όπως φαίνεται στο σχήμα 3.18 στο (b).

Αφού δηλώνεται στο πλαίσιο ανοχής, όλες οι σχετικές ζώνες ανοχής πρέπει να είναι ευθυγραμμισμένες μεταξύ τους όσον αφορά τη θέση και τον προσανατολισμό, χρησιμοποιώντας είτε έμμεσα (0 mm, 0°, 90°, κ.λπ.) είτε ρητά θεωρητικά ακριβείς διαστάσεις (TED).

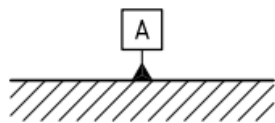


Σχήμα 3.18: Συνδυασμένη ζώνη ανοχής με CZ

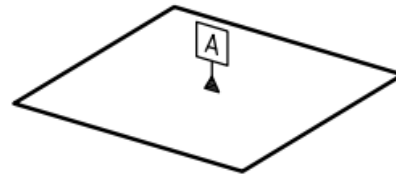
3.4 Σύμβολα αναφοράς (Datums)

Τα σύμβολα αναφοράς (Datums), που παρουσιάζονται στο σχήμα 3.19 και σχήμα 3.20 είναι θεωρητικά ιδανικά σημεία, γραμμές ή επιφάνειες που χρησιμοποιούνται ως σημεία αναφοράς για τον προσδιορισμό της γεωμετρικής σχέσης ενός χαρακτηριστικού.

Ένα σύμβολο αναφοράς δηλώνεται με ένα κεφαλαίο γράμμα μέσα σε ορθογώνιο πλαίσιο. Το γράμμα συνδέεται με ένα τρίγωνο datum (γεμισμένο η κενό), που δείχνει την επιφάνεια ή τον άξονα από τον οποίο προέρχεται το datum.

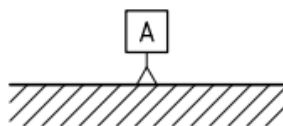


a) 2D

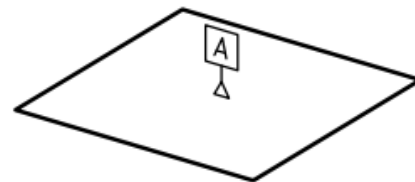


b) 3D

Σχήμα 3.19: Γεμισμένο τριγωνικό σύμβολο datum



a) 2D

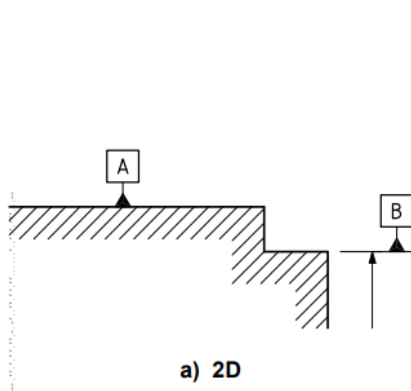


b) 3D

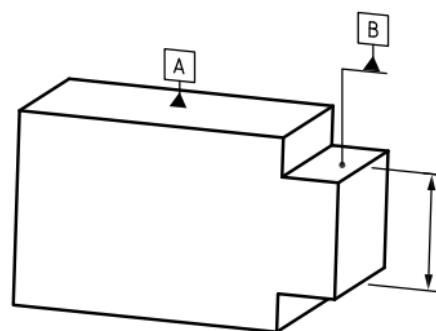
Σχήμα 3.20: Κενό τριγωνικό σύμβολο datum

Η τριγωνική σήμανση με το datum πρέπει να τοποθετείται:

Σε 2D αναπαράσταση: Στο περίγραμμα του χαρακτηριστικού ή σε μια επέκταση του περιγράμματος, όπως στο σχήμα 3.21 (αλλά σαφώς διαχωρισμένο από τη γραμμή διάστασης), όταν το datum είναι η γραμμή ή η επιφάνεια που εμφανίζεται. Στο σχήμα 3.22 φαίνεται το τρίγωνο datum που μπορεί επίσης να τοποθετηθεί σε μια γραμμή αναφοράς (reference line) χρησιμοποιώντας μια γραμμή οδηγό (leader line) που δείχνει προς την επιφάνεια.

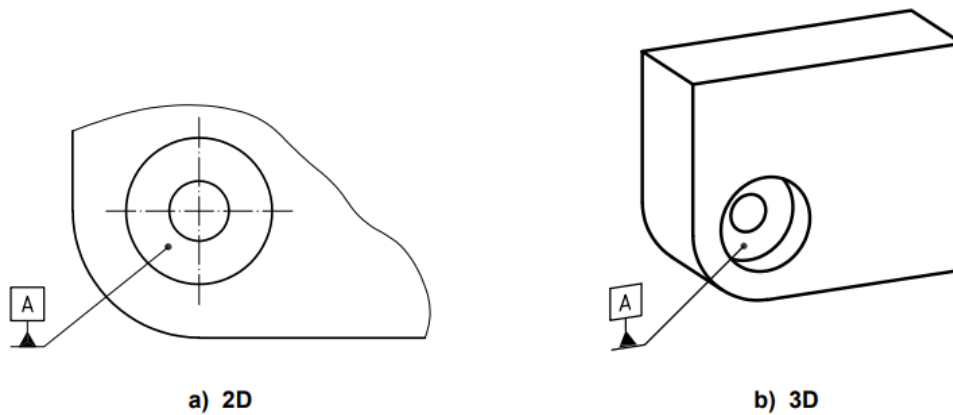


a) 2D



b) 3D

Σχήμα 3.21: Τοποθέτηση datum στην επέκταση ή σε περίγραμμα



Σχήμα 3.22: Τοποθέτηση datum πάνω σε γραμμή αναφοράς προς επιφάνεια

Σε 3D αναπαράσταση: Αν το datum προέρχεται από κάποιο χαρακτηριστικό το οποίο δεν είναι συγκεκριμένου μεγέθους όπως στο σχήμα 3.23 στο (b) και το σχήμα 3.24 στο (b), οι δείκτες χαρακτηριστικών datum δεν πρέπει να επεκτείνονται από μια γραμμή και πρέπει να υποδεικνύονται με έναν από τους παρακάτω τρόπους:

Για ένα ορατό χαρακτηριστικό:

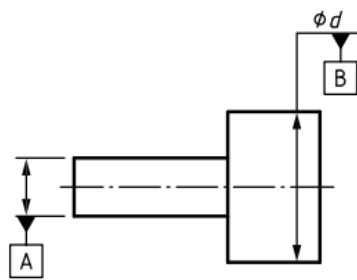
- Πάνω στο ίδιο το χαρακτηριστικό ή,
- σε μια γραμμή αναφοράς, χρησιμοποιώντας μια γραμμή οδηγού που καταλήγει σε συμπαγή τελεία (filled dot), η οποία δείχνει προς το χαρακτηριστικό.

Για ένα μη ορατό χαρακτηριστικό:

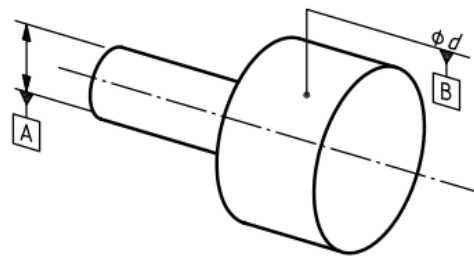
- Σε μια γραμμή αναφοράς, με διακεκομμένη γραμμή οδηγού που καταλήγει σε μη συμπαγή τελεία (unfilled dot), η οποία δείχνει προς το χαρακτηριστικό ή,
- σε μια γραμμή επέκτασης, η οποία είναι εφαιπτόμενη στο χαρακτηριστικό και κάθετη στο περίγραμμά του, αλλά διαχωρισμένη σαφώς από τα όρια του χαρακτηριστικού.

Ως προέκταση της γραμμής διάστασης, όταν το datum είναι ο άξονας, το μέσο επίπεδο ή ένα σημείο που καθορίζεται από το χαρακτηριστικό που διαστασιολογείται, φαίνεται στο σχήμα 3.23 στο (a) και το σχήμα 3.25 στο (a) για 2D αναπαράσταση και στο σχήμα 3.23 στο (b) και το σχήμα 3.25 στο (b) για 3D αναπαράσταση.

Στο σχήμα 3.24 στο (a) και το σχήμα 3.25 στο (a) για 2D και στο σχήμα 3.24 στο (b) και το σχήμα 3.25 στο (b) για 3D δείχνουν πως αν δεν υπάρχει αρκετός χώρος για δύο βέλη, το ένα μπορεί να αντικατασταθεί από το τρίγωνο datum.

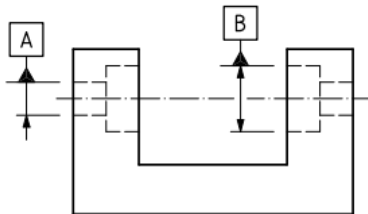


a) 2D

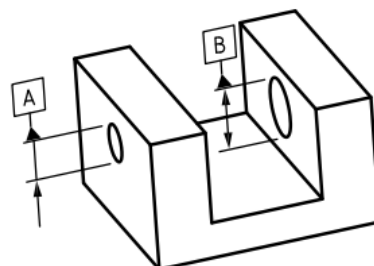


b) 3D

Σχήμα 3.23: Παράδειγμα χρήσης datum σε ορατό χαρακτηριστικό

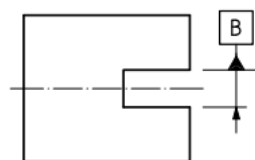


a) 2D

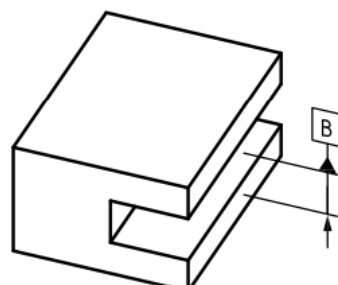


b) 3D

Σχήμα 3.24: Datum σε μέσο σημείο η επίπεδο



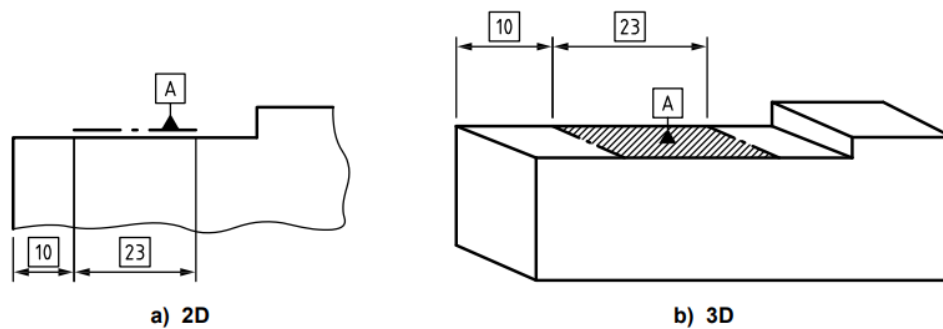
a) 2D



b) 3D

Σχήμα 3.25: Αντικατάσταση ενός βέλους με το τριγωνικό σύμβολο λόγω έλλειψης χώρου

Στο σχήμα 3.26 παρουσιάζεται ένα datum που ισχύει μόνο για ένα μέρος του χαρακτηριστικού. Αυτό δηλώνεται με μια μακριά φαρδιά διακεκομμένη γραμμή και διάσταση περιορισμού.



Σχήμα 3.26: Datum για ένα μέρος του χαρακτηριστικού

Στο παράδειγμα που φαίνεται στο σχήμα 3.27 παρουσιάζεται ένα μεμονωμένο datum και δηλώνεται με μόνο ένα γράμμα.



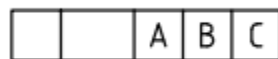
Σχήμα 3.27: Μεμονωμένο datum

Στο παράδειγμα που φαίνεται στο σχήμα 3.28 παρουσιάζεται ένα κοινό datum αποτελούμενο από δύο χαρακτηριστικά και δηλώνεται με δύο γράμματα ενωμένα με παύλα.



Σχήμα 3.28: Κοινό datum από δυο χαρακτηριστικά

Στο παράδειγμα που φαίνεται στο σχήμα 3.29 παρουσιάζεται ένα σύστημα datums που περιλαμβάνει δύο ή τρία datums με συγκεκριμένη σειρά προτεραιότητας και δηλώνεται με ξεχωριστά γράμματα σε πλαίσια



Σχήμα 3.29: Σύστημα datums σε σύνθετο χαρακτηριστικό

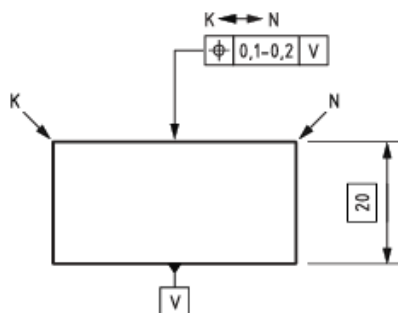
3.5 Ζώνες ανοχής και προδιαγραφές

- Για επιφάνειες, η ζώνη ανοχής ορίζεται από δύο ισαπέχουσες επιφάνειες σύμφωνα με τη θεωρητική γεωμετρία.
- Για ολοκληρωμένες γραμμές, η ζώνη ανοχής είναι η περιοχή μεταξύ δύο ισαπέχουσων γραμμών στο επίπεδο τομής.
- Για ονομαστικά ευθύγραμπα παράγωγα στοιχεία, η ζώνη ανοχής είναι ο χώρος μεταξύ δύο ισαπέχουσων επιπέδων.

Αν το χαρακτηριστικό είναι γραμμή ή σημείο και η ζώνη ανοχής είναι κυκλική (κύκλος, κύλινδρος, κυκλικός σωλήνας) η τιμή ανοχής συνοδεύεται από το σύμβολο “ \varnothing ”. Για σφαιρική ζώνη ανοχής, χρησιμοποιείται το “ $S\varnothing$ ”

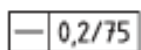
Η τιμή ανοχής είναι υποχρεωτική. Δίνεται στη μονάδα μέτρησης των γραμμικών διαστάσεων και καθορίζει το πλάτος της ζώνης, η οποία είναι κάθετη στο χαρακτηριστικό.

Η ζώνη ανοχής έχει σταθερό πλάτος εκτός αν μεταβάλλεται γραμμικά, οπότε δίνονται δύο τιμές διαχωρισμένες με “-”, όπως φαίνεται και στο παράδειγμα στο [σχήμα 3.30](#). Αν η μεταβολή δεν είναι γραμμική, δηλώνεται διαφορετικά.

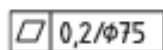


Σχήμα 3.30: Γραμμική μεταβολή με σταθερό πλάτος

Στο παράδειγμα που φαίνεται στο [σχήμα 3.31](#) και το [σχήμα 3.32](#) παρουσιάζεται η προδιαγραφή που ισχύει για όλο το χαρακτηριστικό, εκτός αν ορίζεται περιορισμένη περιοχή, η οποία δηλώνεται μετά την τιμή ανοχής με πλάγια γραμμή.

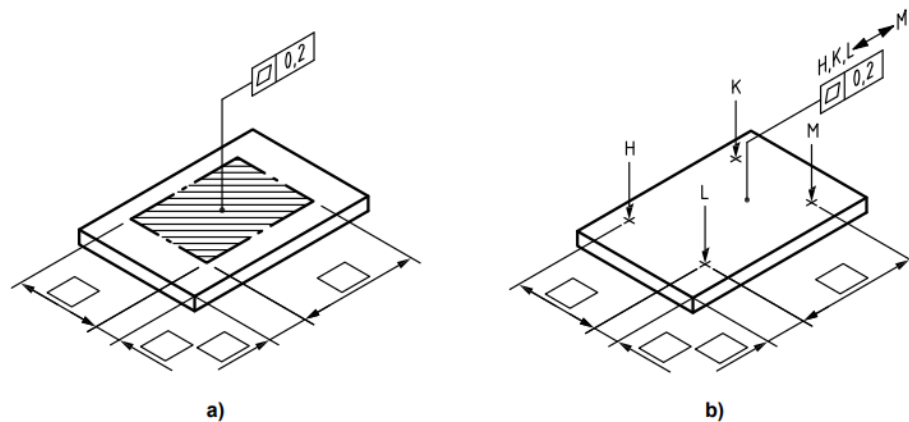


Σχήμα 3.31: Περιοχή εφαρμογής ανοχής



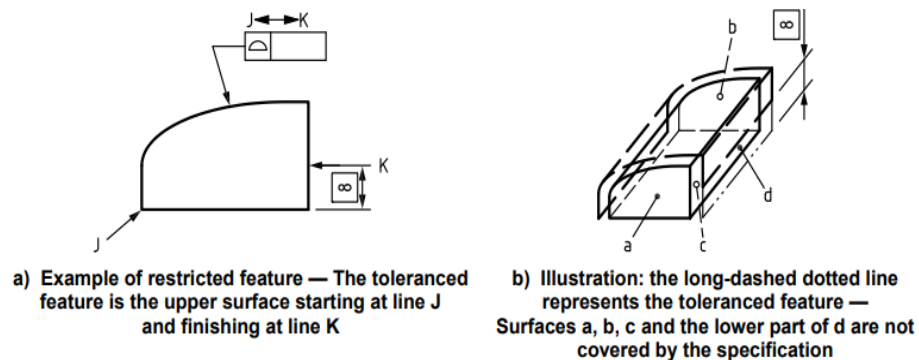
Σχήμα 3.32: Περιοχή εφαρμογής ανοχής

Στην αναπαράσταση 2D η ανοχή που εφαρμόζεται σε συγκεκριμένο τμήμα της επιφάνειας δηλώνεται με διακεκομμένη γραμμή ενώ σε 3D μοντέλα, η περιοχή αυτή χαράσσεται και συνοδεύεται από διαστασιολόγηση με θεωρητικά ακριβείς διαστάσεις (TEDs), όπως παρουσιάζεται στο [σχήμα 3.33](#).

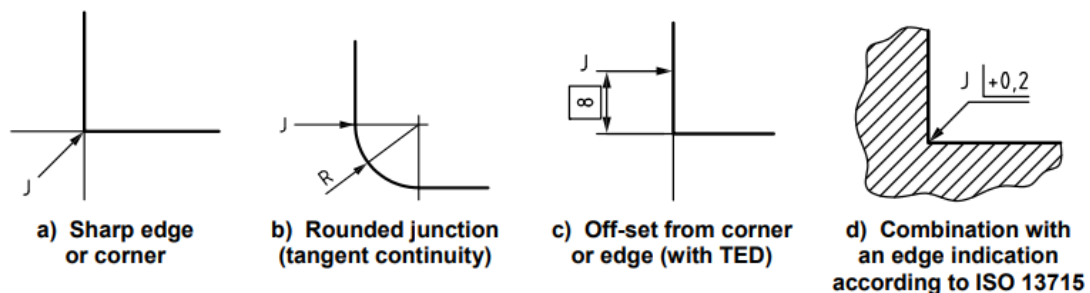


Σχήμα 3.33: Περιορισμένη περιοχή ανοχής

Στο σχήμα 3.34 η ανοχή ισχύει για συγκεκριμένο τμήμα του χαρακτηριστικού και χρησιμοποιείται το σύμβολο "between" μεταξύ (\leftrightarrow) για να δείξει από που ξεκινάει και που τελειώνουν τα όρια της ανοχής. Στο σχήμα 3.35 τα σημεία έναρξης & λήξης υποδεικνύονται με κεφαλαία γράμματα.

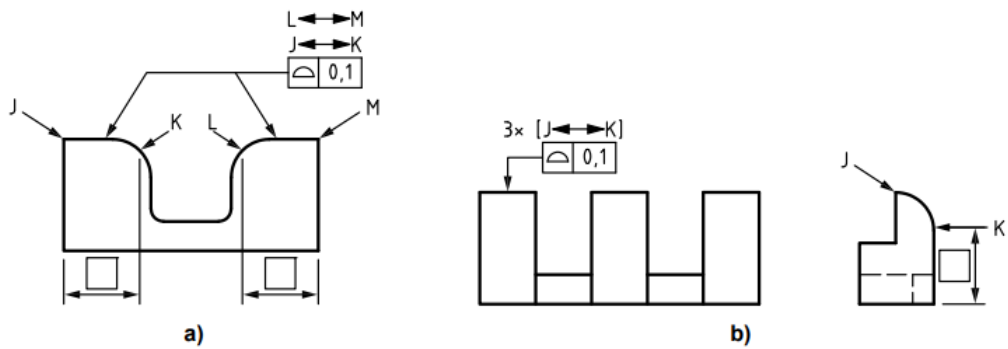


Σχήμα 3.34: Χρήση συμβόλου "between"



Σχήμα 3.35: Ανοχή μεταξύ αρχικού και τελικού σημείου

Στο παράδειγμα που φαίνεται στο σχήμα 3.36 η ίδια προδιαγραφή ισχύει για ένα σύνολο χαρακτηριστικών και το σύνολο αυτό υποδεικνύεται πάνω από το πλαίσιο ανοχής.

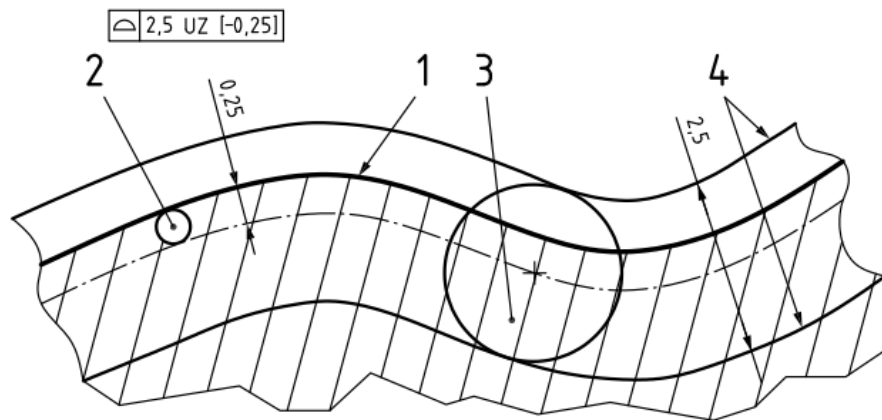


Σχήμα 3.36: Ανοχή σε σύνολο χαρακτηριστικών

Αν η ζώνη ανοχής δεν είναι συμμετρικά τοποθετημένη ως προς τη θεωρητικά ακριβή γεωμετρική μορφή, τότε αυτό δηλώνεται με έναν UZ τροποποιητή, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.37.

Η πραγματική επιφάνεια πρέπει να βρίσκεται μεταξύ δύο ισαπέχουσων σφαιρών με καθορισμένη διάμετρο ίση με την τιμή ανοχής και τα σύμβολα μετατόπισης ζώνης ανοχής είναι:

- "+" = η ζώνη ανοχής είναι εκτός του υλικού
- "-" = η ζώνη ανοχής είναι εντός του υλικού

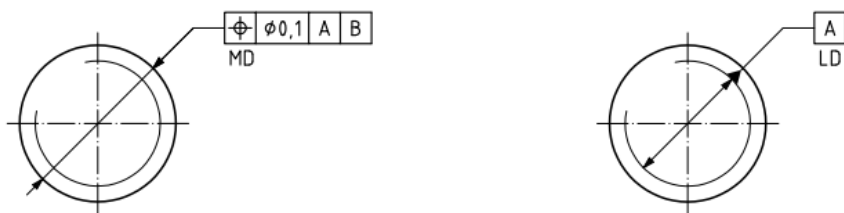


Σχήμα 3.37: Ανοχή σε ασύμμετρο πλάτος με τροποποιητή UZ

Στο σχήμα 3.38 παρουσιάζονται οι ανοχές και τα datums που εφαρμόζονται σε σπειρώματα όπου, εκτός αν δηλωθεί διαφορετικά, αναφέρονται στον άξονα που προκύπτει από τον κύλινδρο βήματος.

Στα γρανάζια και στις σφήνες, η ανοχή εφαρμόζεται στο συγκεκριμένο χαρακτηριστικό:

- "PD" = διάμετρος βήματος (pitch diameter)
- "MD" = μέγιστη διάμετρος (major diameter)
- "LD" = ελάχιστη διάμετρος (minor diameter)

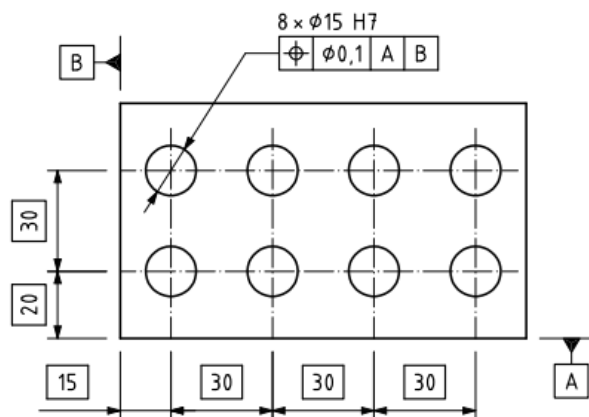


Σχήμα 3.38: Ανοχές σε σπειρώματα ή γρανάζια

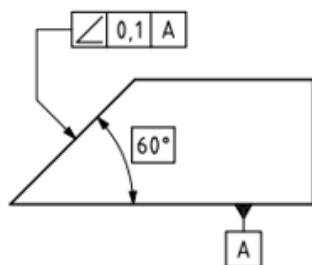
3.6 Θεωρητικά ακριβείς διαστάσεις (TEDs)

Οι θεωρητικά ακριβείς διαστάσεις (TEDs) είναι εκείνες που καθορίζουν τη θέση, τον προσανατολισμό ή το προφίλ ενός χαρακτηριστικού, χωρίς να επιδέχονται ανοχή.

Στο σχήμα 3.39 και το σχήμα 3.40 οι TEDs χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό του σχετικού προσανατολισμού των datums μέσα σε ένα σύστημα και δεν έχουν τιμές ανοχής αλλά χρειάζεται να περικλείονται σε πλαίσιο στα τεχνικά σχέδια.



Σχήμα 3.39: Παράδειγμα προσδιορισμού θεωρητικά ακριβών διαστάσεων (TED)



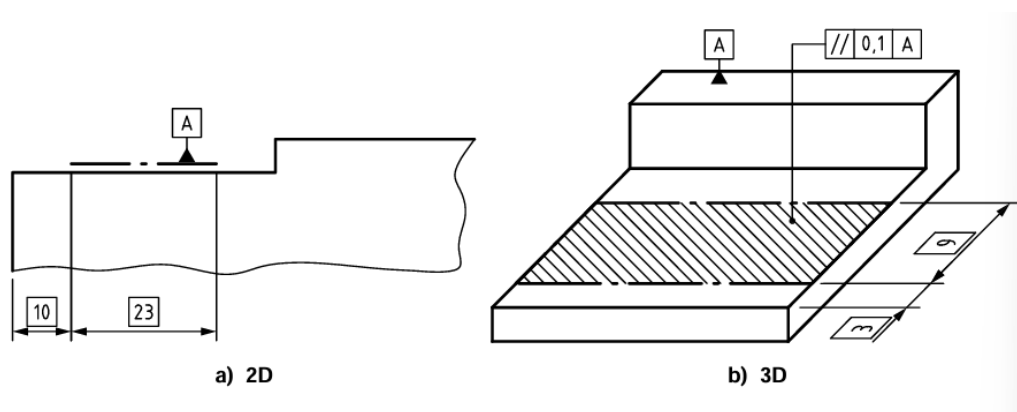
Σχήμα 3.40: Χρήση TED χωρίς ανοχή, περικλειόμενη σε πλαίσιο στα σχέδια

Όταν μια ανοχή εφαρμόζεται σε περιορισμένο μήκος εντός ενός χαρακτηριστικού, όπως στο σχήμα 3.41 στο (a), η τιμή του μήκους προστίθεται μετά την τιμή της ανοχής διαχωρισμένη με πλάγια κάθετο. Αν υπάρχουν πολλές ανοχές του ίδιου χαρακτηριστικού, όπως στο σχήμα 3.41 στο (b), μπορούν να συνδυαστούν.

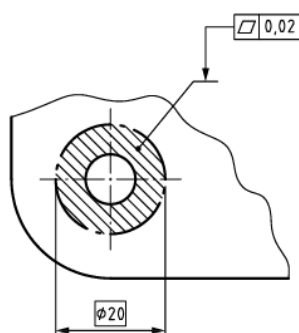


Σχήμα 3.41: Παράδειγμα ανοχής σε περιορισμένο μήκος χαρακτηριστικού

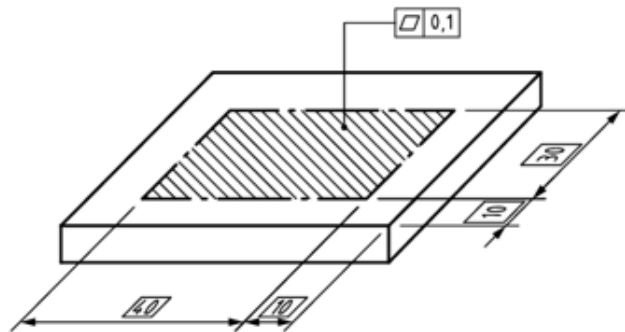
Στα σχήματα που ακολουθούν (σχήμα 3.42, σχήμα 3.43 και σχήμα 3.44) παρουσιάζεται η ανοχή που ισχύει μόνο για ένα συγκεκριμένο τμήμα του χαρακτηριστικού. Δηλώνεται με μια ευρεία παχιά διακεκομμένη γραμμή και θεωρητικά ακριβείς διαστάσεις (TED). Αν πρόκειται για επιφάνεια, σκιάζεται.



Σχήμα 3.42: Ανοχή που εφαρμόζεται σε περιορισμένο τμήμα της επιφάνειας



Σχήμα 3.43: Εφαρμογή γεωμετρικής ανοχής σε περιορισμένο κυκλικό χαρακτηριστικό



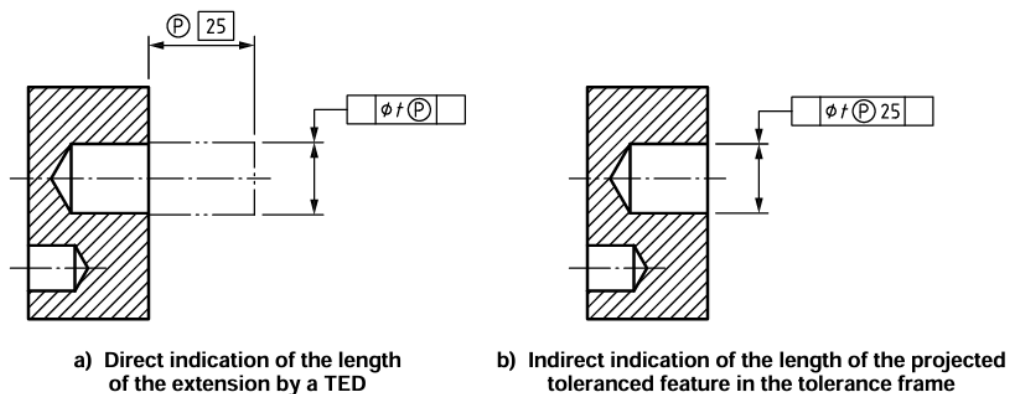
Σχήμα 3.44: Σκίαση επιφάνειας 3D και χρήση TED για καθορισμό περιοχής ανοχής

3.7 Επιπλέον κανόνες

3.7.1 Περιορισμένες περιοχές και προβολές

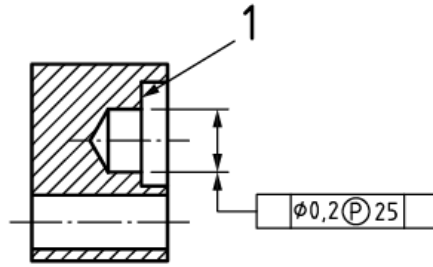
Το σύμβολο \textcircled{P} μετά την τιμή της ανοχής δηλώνει ότι η ανοχή εφαρμόζεται σε ένα εκτεταμένο ή παράγωγο τμήμα του πραγματικού χαρακτηριστικού.

- Άμεση ένδειξη: Στο παράδειγμα που φαίνεται στο [σχήμα 3.45](#) στο (a), το μήκος της ανοχής εμφανίζεται με μια στενή διακεκομμένη γραμμή με διπλές τελείες, ενώ η τιμή του μήκους ακολουθεί το σύμβολο \textcircled{P} πριν από τη Θεωρητικά Ακριβή Διάσταση (TED).
- Έμμεση ένδειξη: Στο παράδειγμα που φαίνεται στο [σχήμα 3.45](#) στο (b), η τιμή του μήκους εμφανίζεται μετά το \textcircled{P} στο πλαίσιο ανοχής. Αυτό ισχύει μόνο για τυφλές οπές και δεν απαιτείται γραμμή απεικόνισης.



Σχήμα 3.45: Εφαρμογή συμβόλου \textcircled{P} για ανοχή σε εκτεταμένο ή παράγωγο τμήμα του χαρακτηριστικού

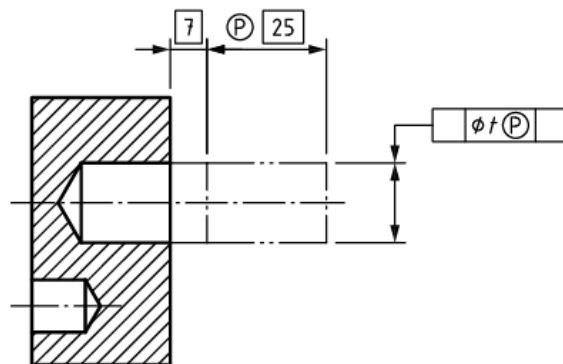
Η αρχή του χαρακτηριστικού που προβάλλεται, ορίζεται από το επίπεδο αναφοράς, όπως φαίνεται στο [σχήμα 3.46](#). Είναι το πρώτο επίπεδο που τέμνει το χαρακτηριστικό και είναι κάθετο στο επεκταμένο χαρακτηριστικό.



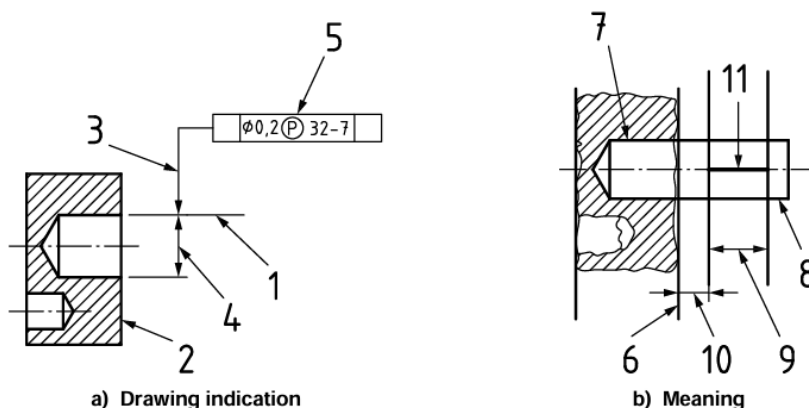
Σχήμα 3.46: Χρήση τροποποιητή (P) για προβολή χαρακτηριστικού σε επίπεδο αναφοράς

Αν η αρχή του χαρακτηριστικού μετατοπίζεται από την επιφάνεια αναφοράς, αυτό δηλώνεται:

- Άμεσα: Με θεωρητικά ακριβή διάσταση (TED), όπως το σχήμα 3.47.
- Έμμεσα: Με δύο τιμές στο πλαίσιο ανοχής: η πρώτη δείχνει το πιο απομακρυσμένο όριο και η δεύτερη (με αρνητικό πρόσημο) την απόσταση από το πλησιέστερο όριο, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.48. Αν η μετατόπιση είναι μηδέν, η δεύτερη τιμή παραλείπεται, όπως φαίνεται και στο παραπάνω παράδειγμα του σχήματος 3.45.



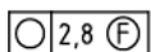
Σχήμα 3.47: Άμεση δήλωση της μετατόπισης του χαρακτηριστικού



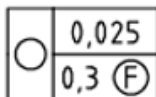
Σχήμα 3.48: Έμμεση δήλωση μετατόπισης με δύο τιμές ανοχής

3.7.2 Συνθήκη ελεύθερης κατάστασης

Για μη άκαμπτα εξαρτήματα, όπως αυτά που φαίνονται στο [σχήμα 3.49](#) και [σχήμα 3.50](#), η συνθήκη ελεύθερης κατάστασης δηλώνεται με τροποποιητή προδιαγραφής F μετά την τιμή της ανοχής.

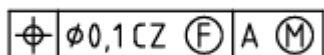


Σχήμα 3.49: Τροποποιητής F για συνθήκη ελεύθερης κατάστασης μη άκαμπτων εξαρτημάτων



Σχήμα 3.50: Εναλλακτική εφαρμογή τροποποιητή F

Στο παράδειγμα στο [σχήμα 3.51](#), πολλοί τροποποιητές μπορούν να εισαχθούν στο ίδιο πλαίσιο ανοχής ταυτόχρονα.



Σχήμα 3.51: Ταυτόχρονη χρήση πολλών τροποποιητών σε κοινό πλαίσιο ανοχής

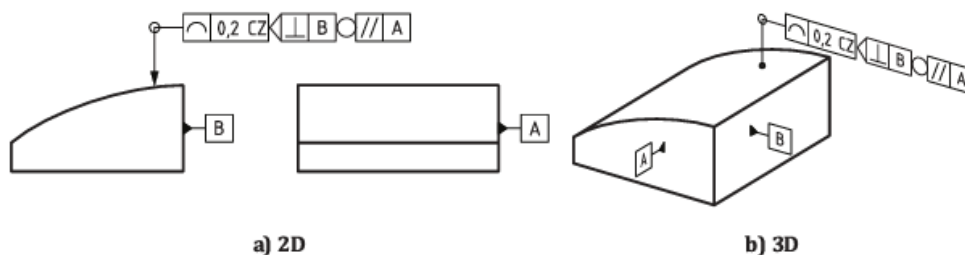
3.7.3 Χρήση "all around" και "all over"

Το σύμβολο του "all around", το "O" χρησιμοποιείται όταν μια γεωμετρική προδιαγραφή εφαρμόζεται σε όλες τις χαρακτηριστικές επιφάνειες που ορίζονται από ένα κλειστό περίγραμμα, όπως φαίνεται στο [σχήμα 3.52](#) και το [σχήμα 3.53](#) και τοποθετείται στη διασταύρωση της γραμμής αναφοράς (leader line) και της γραμμής αναφοράς του δείκτη ανοχής. Αντίστοιχα, το σύμβολο "all over" δηλώνει ότι η προδιαγραφή αφορά όλα τα ενσωματωμένα χαρακτηριστικά ενός τεμαχίου, όπως φαίνεται στο [σχήμα 3.52](#) και το [σχήμα 3.54](#).

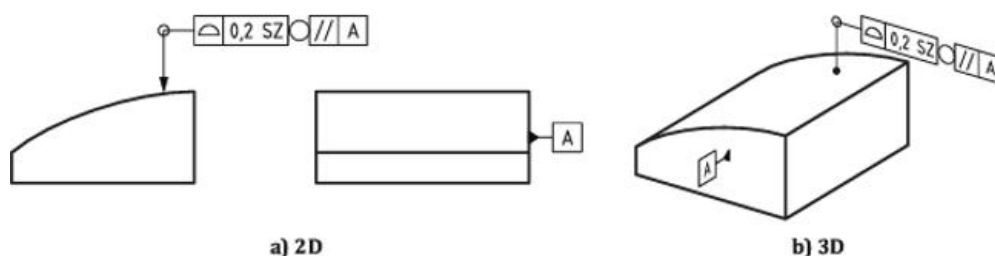
Για να είναι σαφής η εφαρμογή αυτών των συμβόλων, πρέπει να συνοδεύονται από ένα από τα ακόλουθα στοιχεία προδιαγραφής: SZ (separate zones), CZ (combined zone) ή UF (united feature).

- Αν χρησιμοποιηθεί SZ, η προδιαγραφή εφαρμόζεται ξεχωριστά σε κάθε χαρακτηριστικό και οι ζώνες ανοχής για τα χαρακτηριστικά δεν σχετίζονται μεταξύ τους. Η χρήση του "all around" ή "all over" είναι ισοδύναμη με τη χρήση η γραμμών ηγέτη, με καθεμία να δείχνει προς το αντίστοιχο χαρακτηριστικό ανοχής ή με την ένδειξη n× δίπλα στον δείκτη ανοχής.
- Αν χρησιμοποιηθεί CZ, οι ζώνες ανοχής συνδέονται μεταξύ τους ως μοτίβο ζωνών για όλα τα χαρακτηριστικά, σχηματίζοντας ένα συνεχές όριο με αιχμηρές γωνίες.
- Αν χρησιμοποιηθεί UF, όλα τα χαρακτηριστικά αντιμετωπίζονται ως ένα ενιαίο σύνολο.

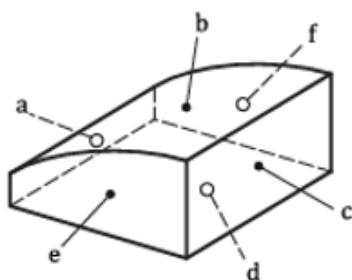
Αν μια απαίτηση εφαρμόζεται στο σύνολο των στοιχείων γραμμής σε μια κλειστή, σύνθετη, συνεχή επιφάνεια (που ορίζεται από ένα επίπεδο συλλογής), τότε ένας δείκτης επιπέδου τομής, που αναγνωρίζει το επίπεδο τομής, πρέπει επιπλέον να τοποθετηθεί μεταξύ του δείκτη ανοχής και του δείκτη επιπέδου συλλογής, όπως παρουσιάζεται και στο σχήμα 3.52.



Σχήμα 3.52: Σύμβολο ανοχής CZ για κοινή ζώνη ανοχής πολλών χαρακτηριστικών



Σχήμα 3.53: Δείκτης επιπέδου τομής που τοποθετείται μεταξύ του δείκτη ανοχής και επιπέδου συλλογής



Σχήμα 3.54: Ξεχωριστές απαιτήσεις για τις τέσσερις επιφάνειες a,b,c και d

Στα σχήματα 3.52 και 3.53, το επίπεδο συλλογής μπορεί να είναι οποιοδήποτε επίπεδο παράλληλο στο δεδομένο A. Ανάλογα με τη θέση του επιπέδου συλλογής, μπορεί να τέμνει την οπή ή όχι. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η ένδειξη "all around" δεν πρέπει να χρησιμοποιείται.

3.8 Επίπεδα προσανατολισμού και κατεύθυνσης

Τα επίπεδα κατεύθυνσης χρησιμοποιούνται σε 3D αναπαραστάσεις (και σε 2D αναπαραστάσεις για ευκολία) όταν:

- Το χαρακτηριστικό ανοχής είναι μέση γραμμή ή μέσο σημείο.
- Η ζώνη ανοχής περιορίζεται από δύο παράλληλα επίπεδα.
- Η ανοχή προσανατολίζεται από άλλο χαρακτηριστικό του τεμαχίου.

Χρησιμοποιούνται μόνο επιφάνειες από τις εξής κατηγορίες:

- Περιστροφικές (π.χ. κώνος, τόρος).
- Κυλινδρικές (κύλινδρος).
- Επίπεδες (επίπεδο).

Στο παράδειγμα που φαίνεται στο σχήμα 3.55, ο δείκτης προσανατολιστικού επιπέδου προσαρτάται στο πλαίσιο ανοχής με το σύμβολο προσανατολισμού (παραλληλότητα, καθετότητα ή γωνιακή σχέση) να βρίσκεται στην πρώτη θέση και το datum αναφοράς στη δεύτερη θέση.



Σχήμα 3.55: Το επίπεδο προσανατολισμού και το αντίστοιχο σύμβολο στο πλαίσιο ανοχής

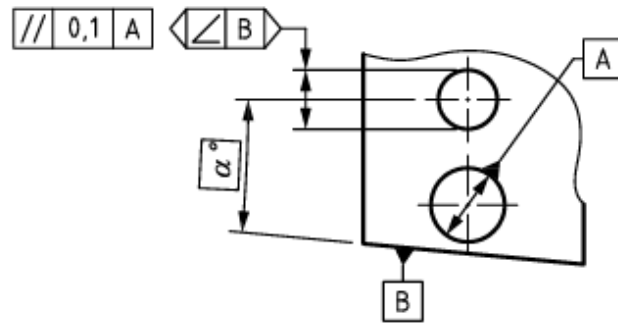
Για τις 3D αναπαραστάσεις πρέπει:

- Το πλάτος της ζώνης ανοχής να μην έχει συγκεκριμένη γεωμετρία.
- Το χαρακτηριστικό ανοχής να είναι σημείο ή μέση γραμμή σε μία Καρτεσιανή διεύθυνση.

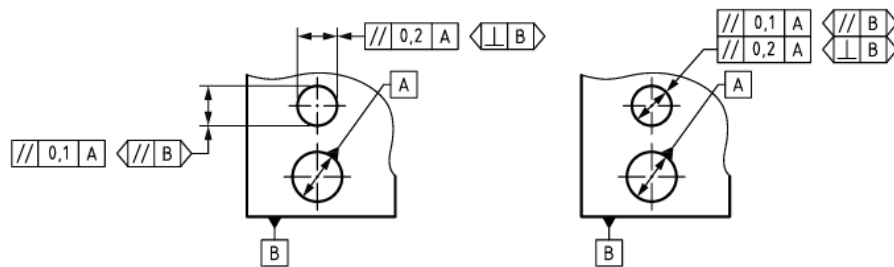
Ορισμός προσανατολιστικού επιπέδου:

- Αν η γωνία είναι $\neq 0^\circ$ ή 90° , χρησιμοποιείται το σύμβολο γωνιακής σχέσης και θεωρητικά ακριβής γωνία.
- Αν η γωνία είναι $= 0^\circ$ ή 90° , χρησιμοποιείται το σύμβολο παραλληλότητας ή καθετότητας.

Όταν το πλαίσιο ανοχής περιέχει datums, όπως στο σχήμα 3.56 και το σχήμα 3.57, το επίπεδο καθορίζεται από τη σειρά τους, πριν από τον προσδιορισμό του προσανατολιστικού επιπέδου.

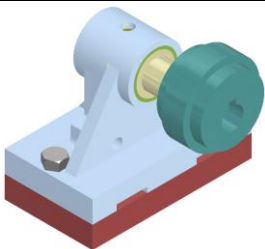
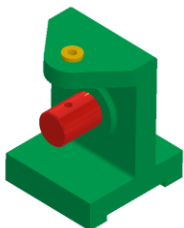
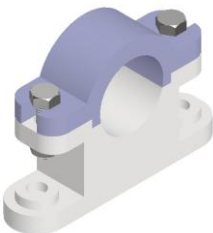
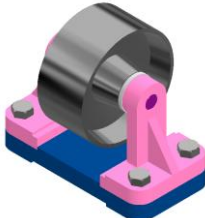
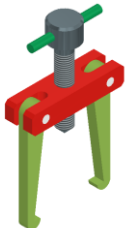
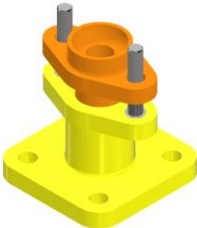

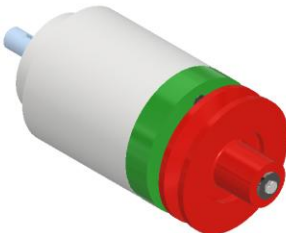
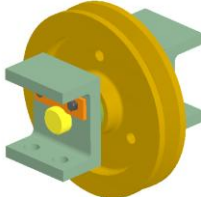
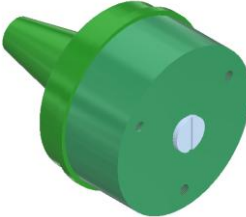
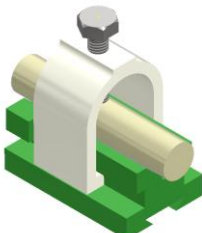



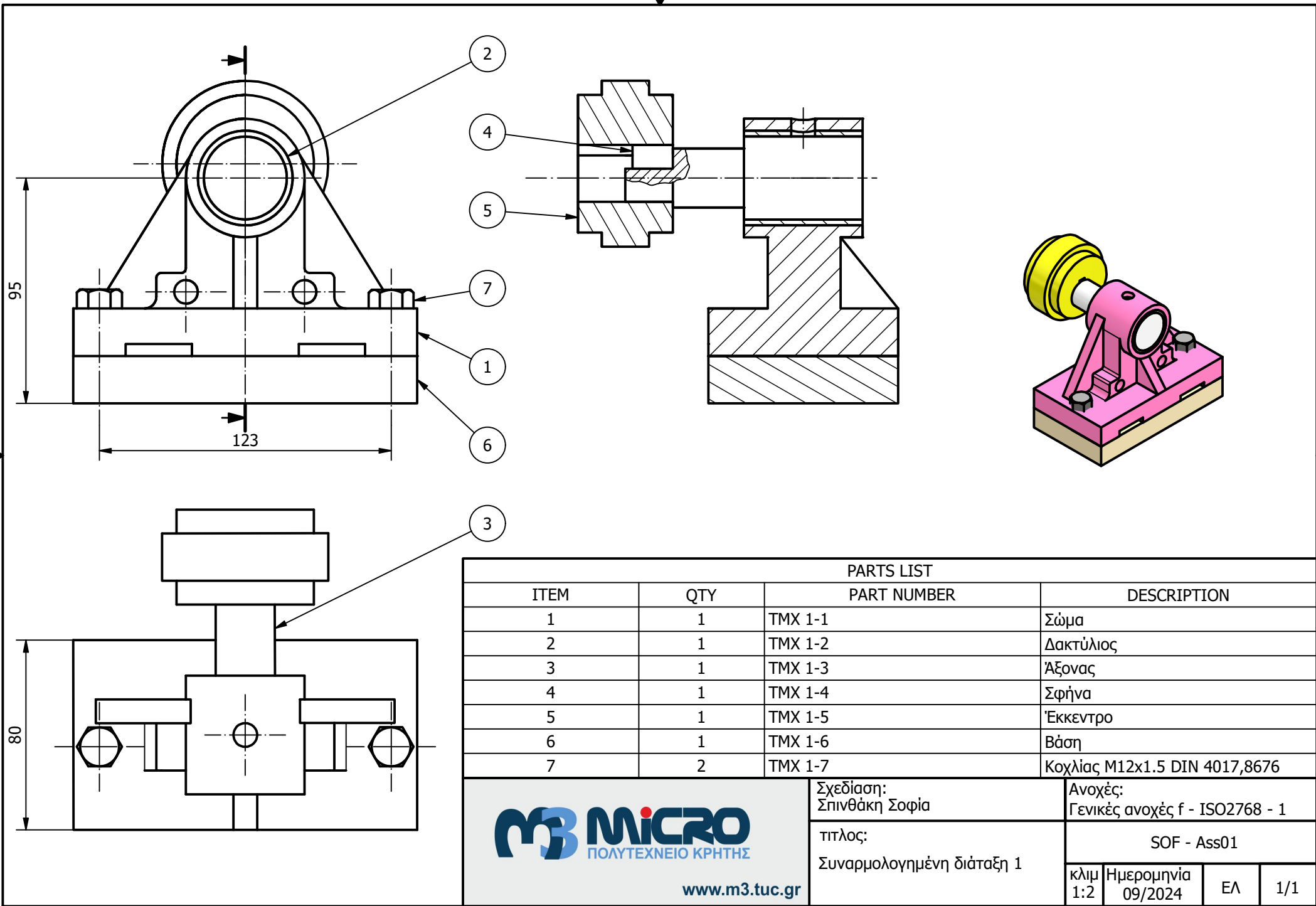
Σχήμα 3.56: Παράδειγμα εφαρμογής “all over” ανοχής, με πλήρη κάλυψη της επιφάνειας σε όλους τους προσανατολισμούς

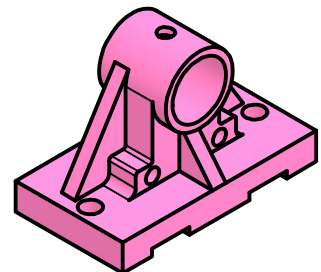
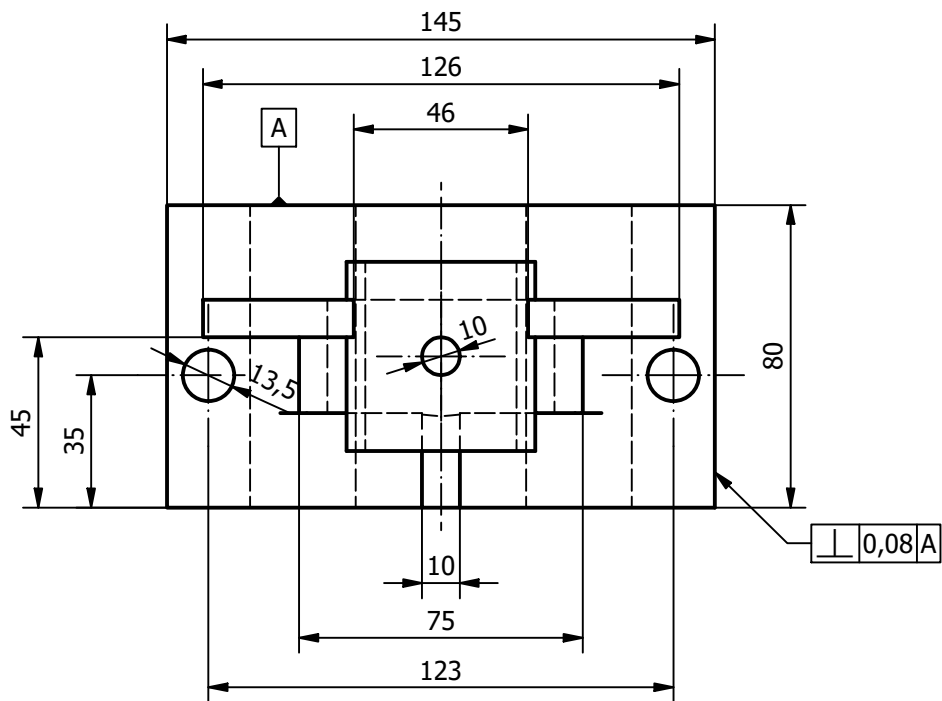
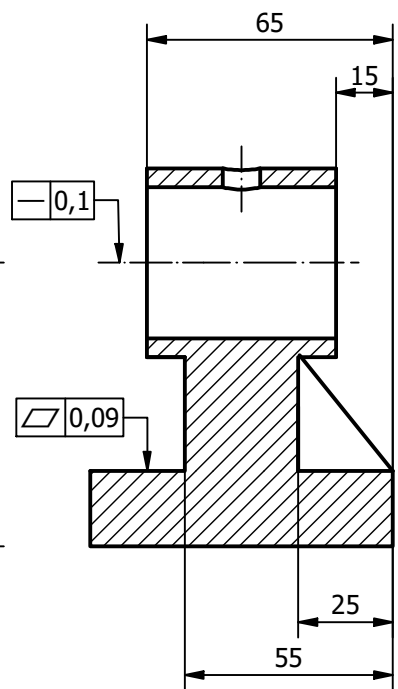
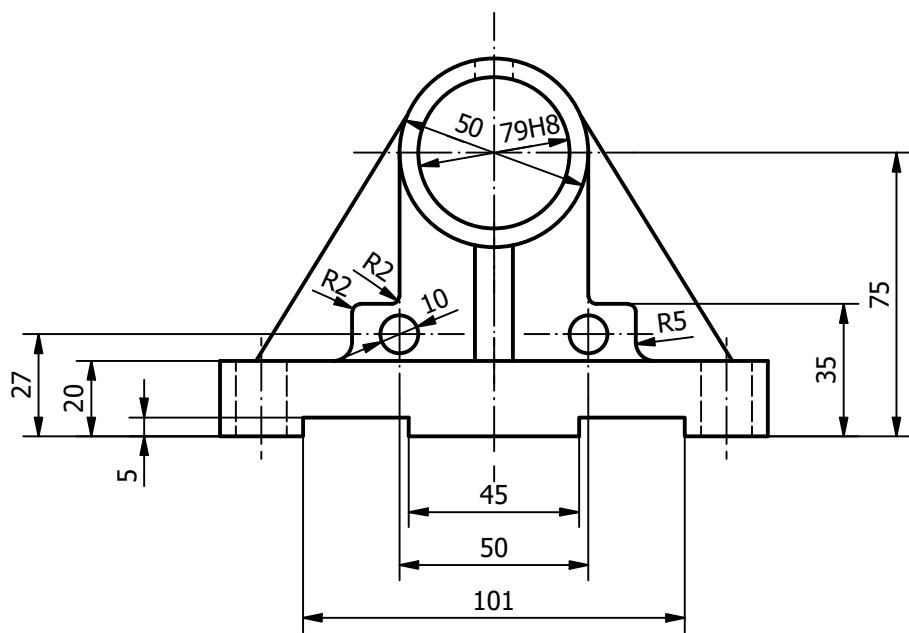


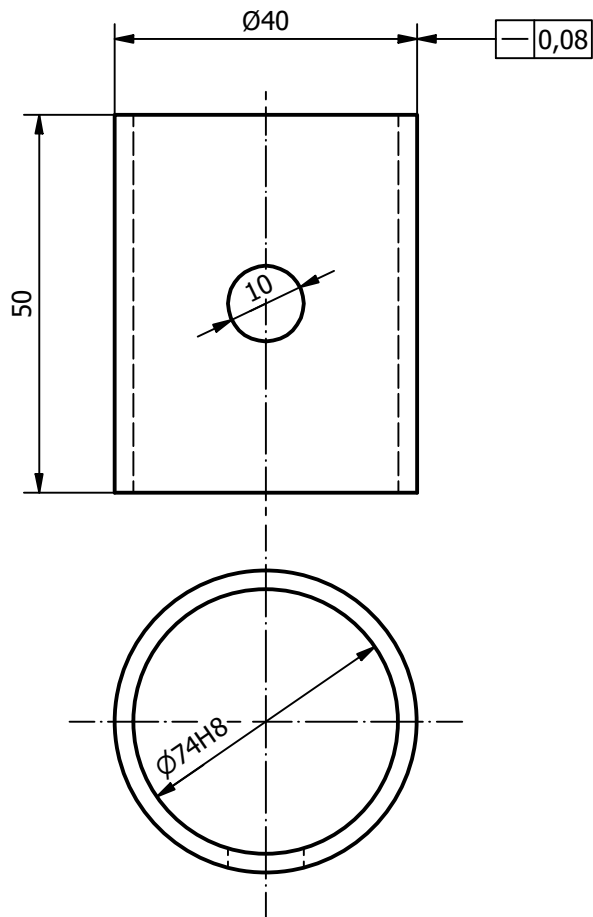
Σχήμα 3.57: Το προσανατολιστικό επίπεδο ορίζεται μέσω της σειράς των datums στο πλαίσιο ανοχής

4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΑΝΟΝΙΣΜΩΝ ΣΕ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΜΕΝΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ

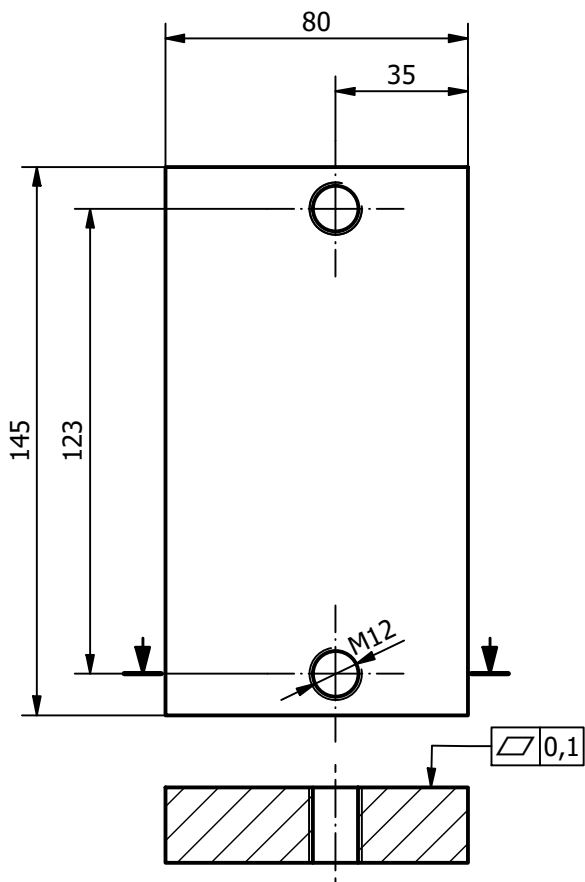
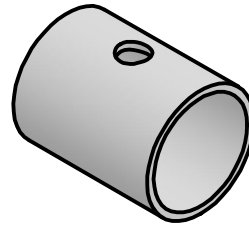
1		7	
2		8	
3		9	
4		10	
5		11	
6		12	



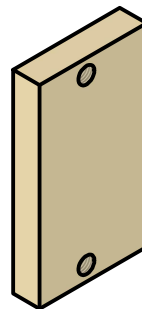


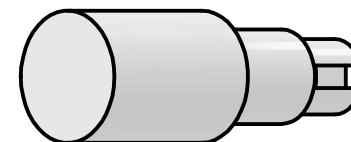
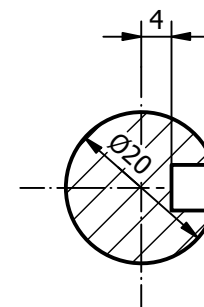
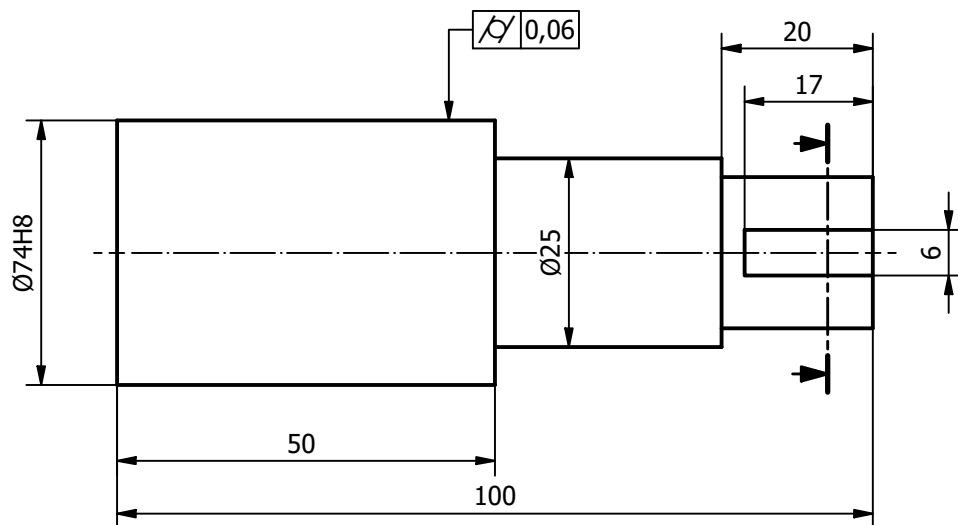


τεμάχιο 1-2
κλίμακα 1:1



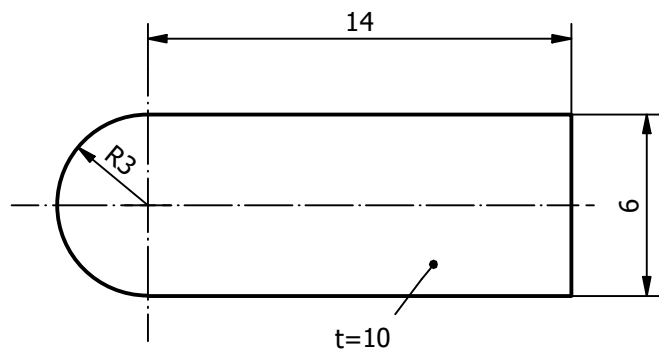
τεμάχιο 1-6
κλίμακα 1:2



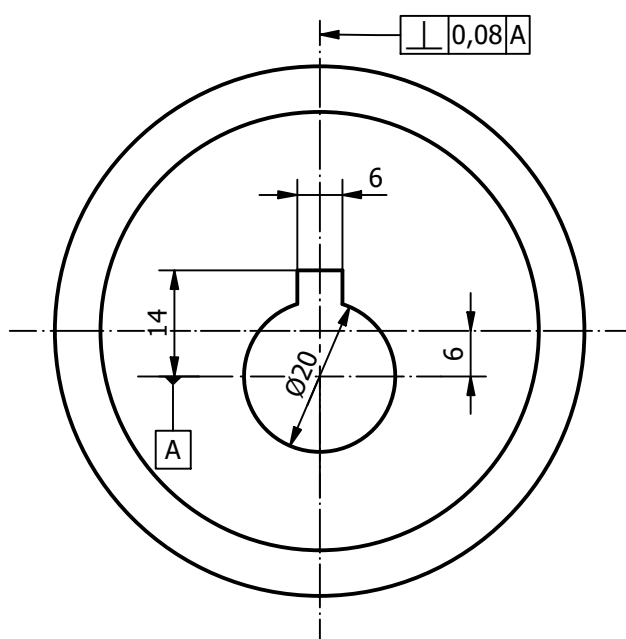
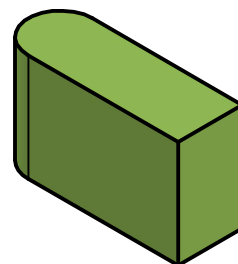


www.m3.tuc.gr

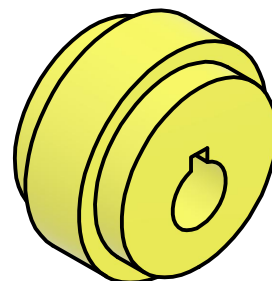
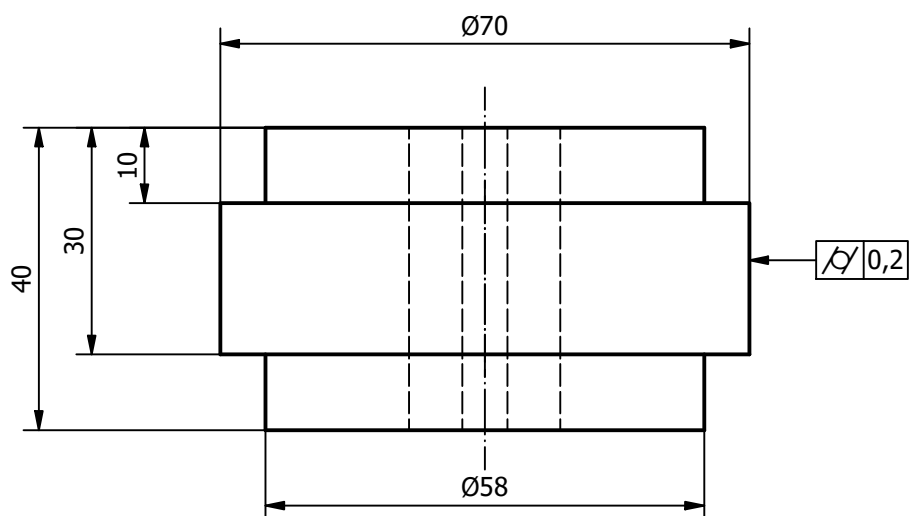
Σχεδίαση: Σπινθάκη Σοφία		Ανοχές γενικές ανοχές f - ISO2768 - 1			
Τίτλος: Άξονας		Αριθμός SOF - Ass01 -03			
1:1	10/2024	ΕΛ	1/1		

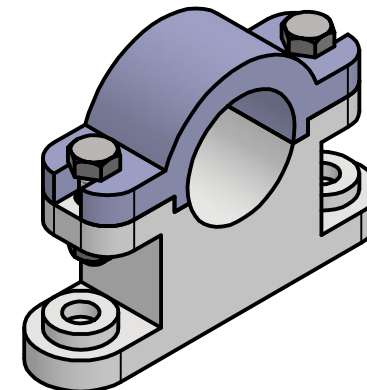
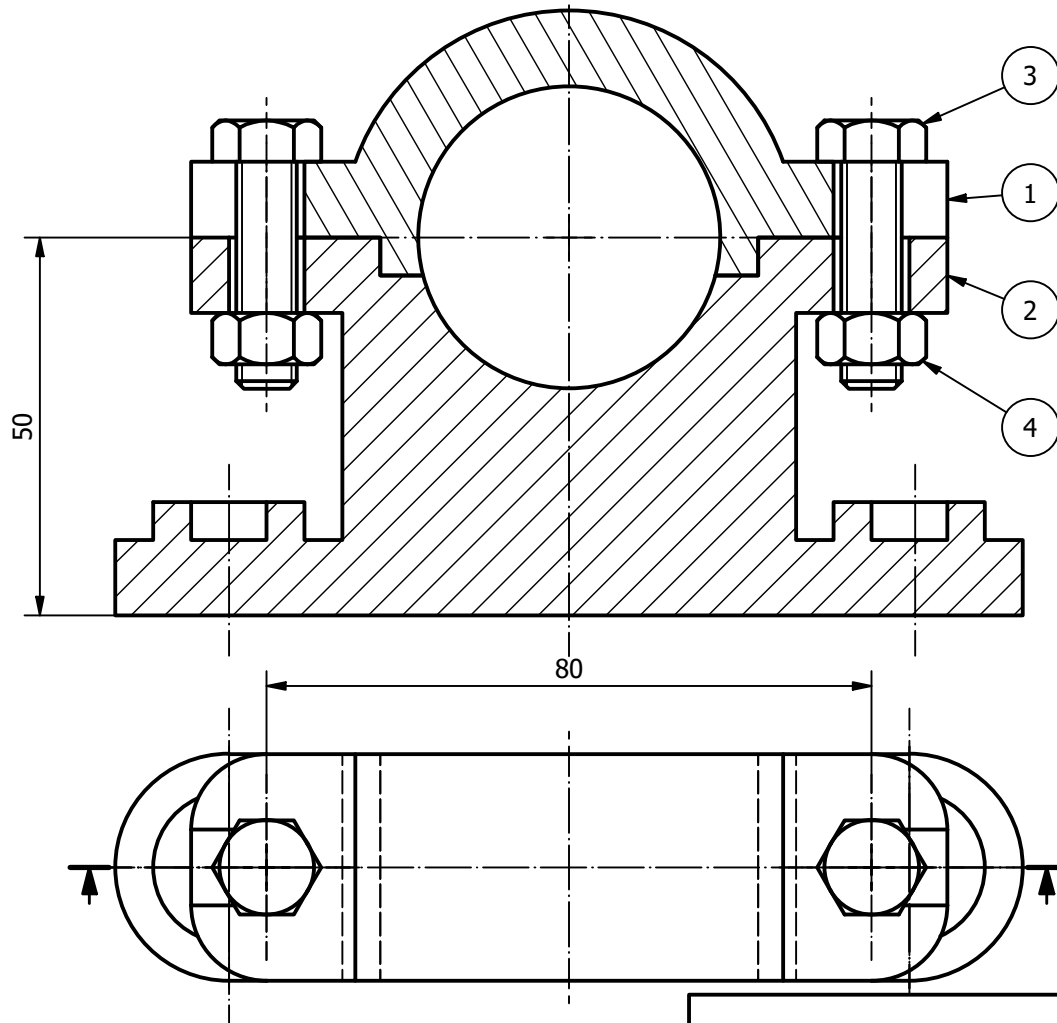


τεμάχιο 1-4
κλίμακα 4:1

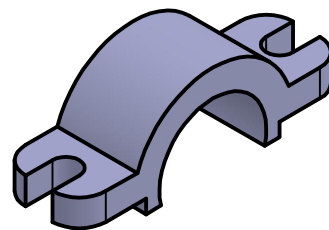
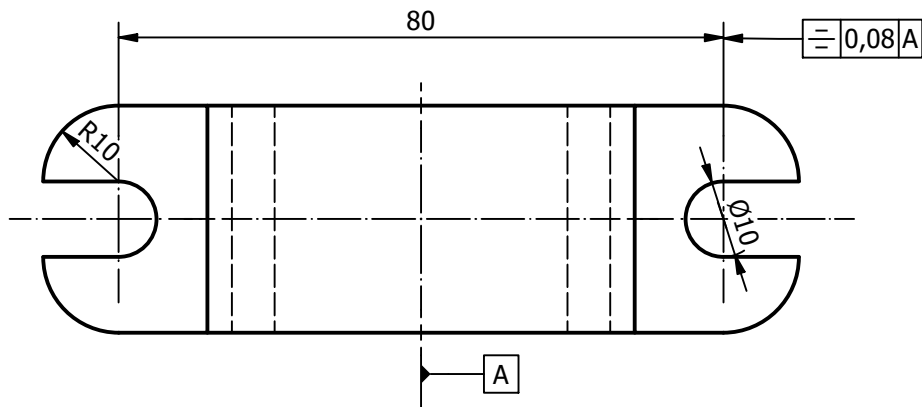
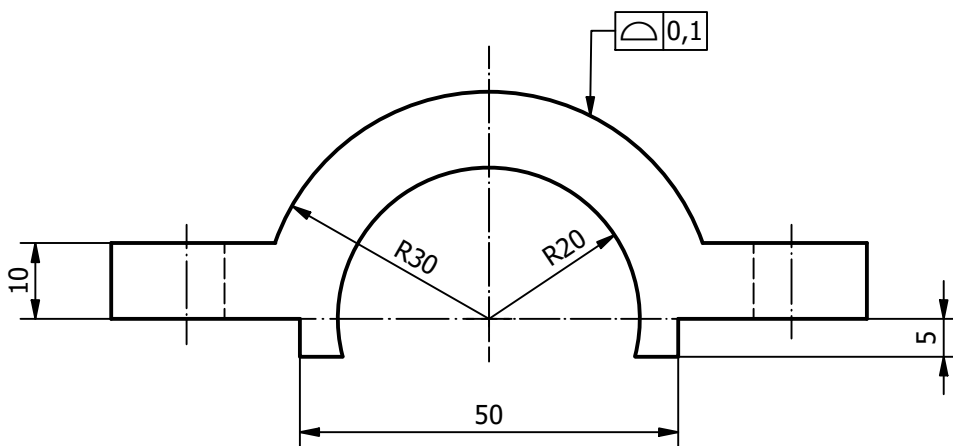


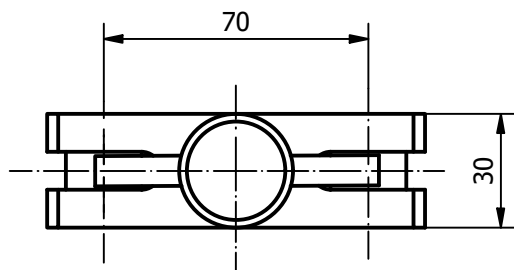
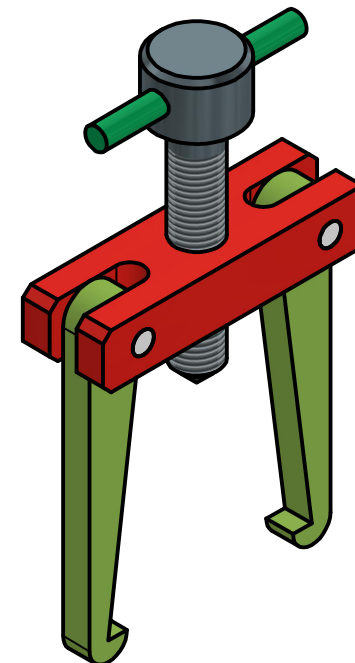
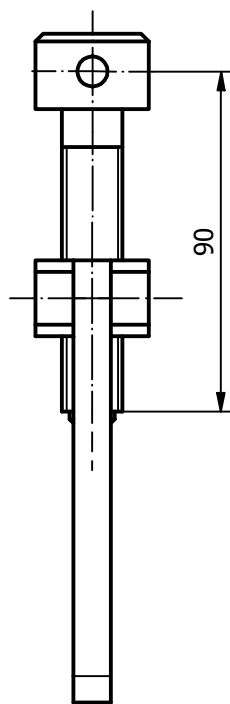
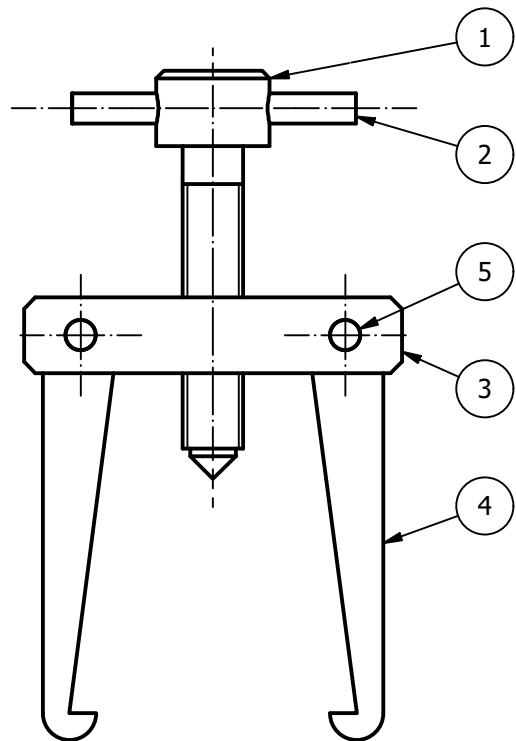
τεμάχιο 1-5
κλίμακα 1:1



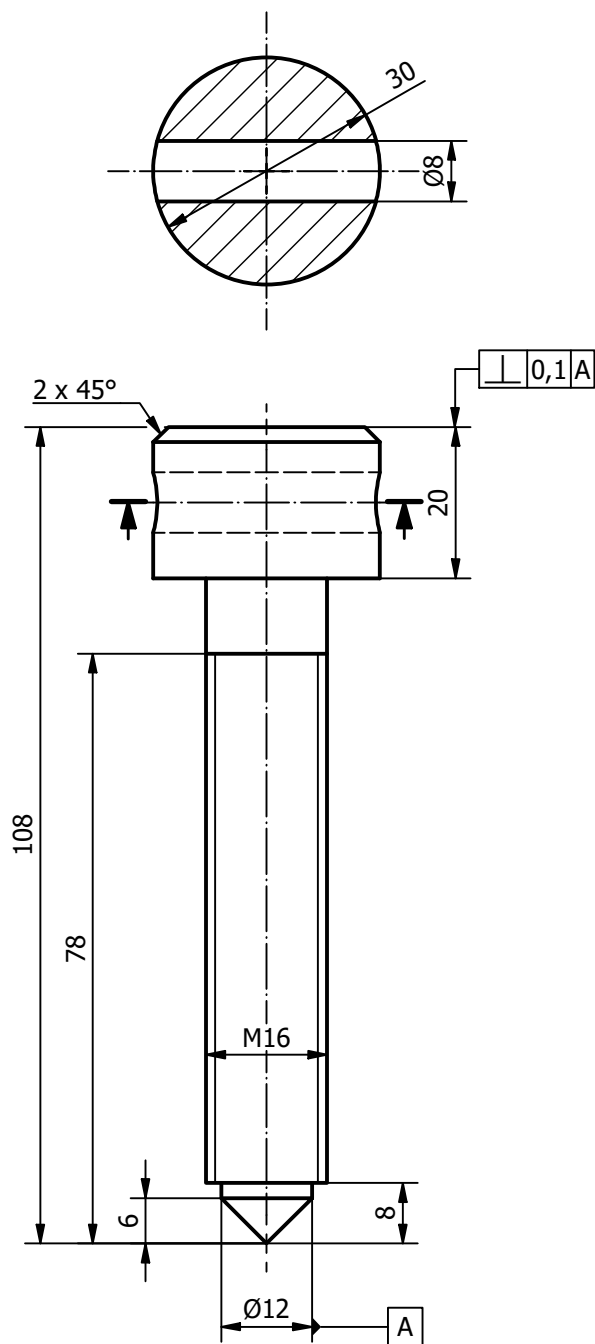


PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	TMX 2-1	Σώμα
2	1	TMX 2-2	Βάση
3	2	TMX 2-3	Κοχλίας M8x1 DIN EN ISO 4017,8676
4	2	TMX 2-4	Περικόχλιο M8x1 ISO 4032,4034,8673
 www.m3.tuc.gr		Σχεδίαση: Σπινθήκη Σοφία	Ανοχές Γενικές ανοχές: f- ISO2768 - 1
		Τίτλος: Συναρμολογημένη διάταξη 2	SOF - Ass02
		1:1	Ημερομηνία 10/2024
		ΕΛ	1/1

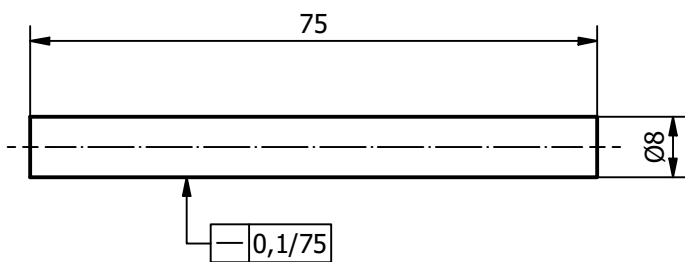
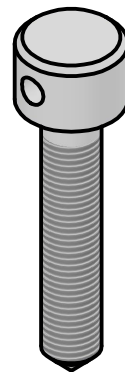




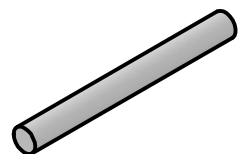
PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	TMX 3-1	Κοχλίας
2	1	TMX 3-2	Πείρος
3	1	TMX 3-3	Σώμα
4	2	TMX 3-4	Αρπάγη
5	2	TMX 3-5	Πείρος
 www.m3.tuc.gr		Σχεδίαση: Σπινθάκη Σοφία	Ανοχές Γενικές ανοχές: f- ISO2768 - 1
		Τίτλος:	SOF - Ass03
		Συναρμολογημένη διάταξη 3	1:2 Ημερομηνία 10/2024 ΕΛ 1/1

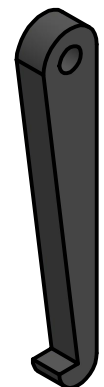
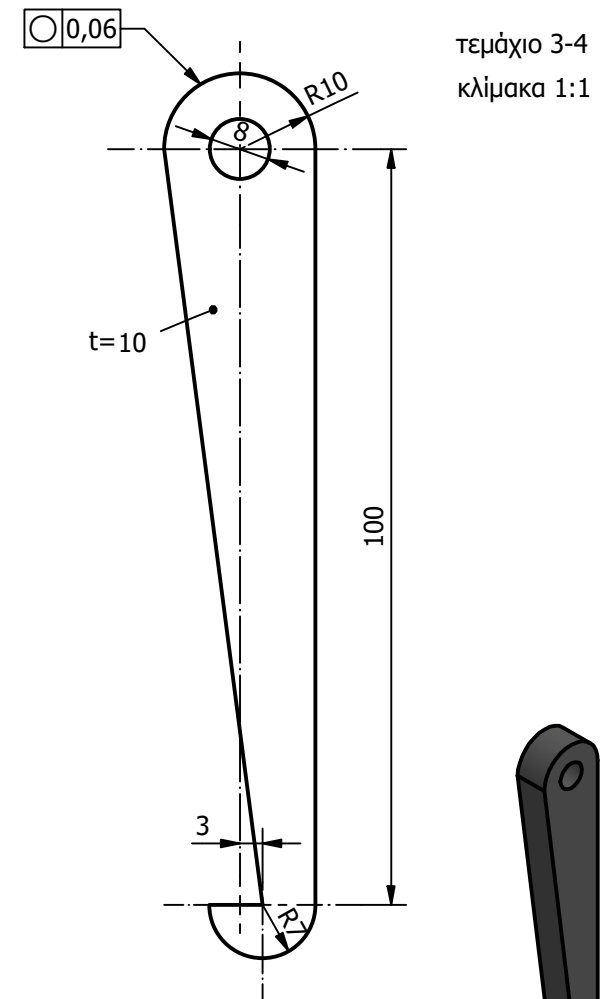
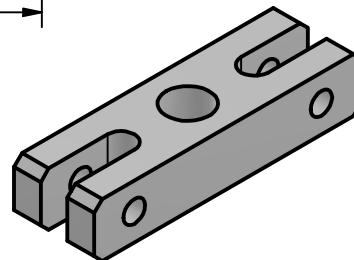
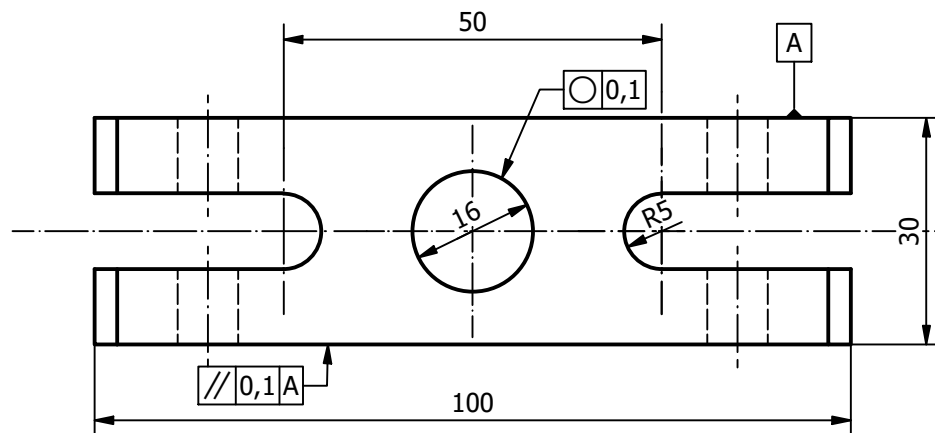
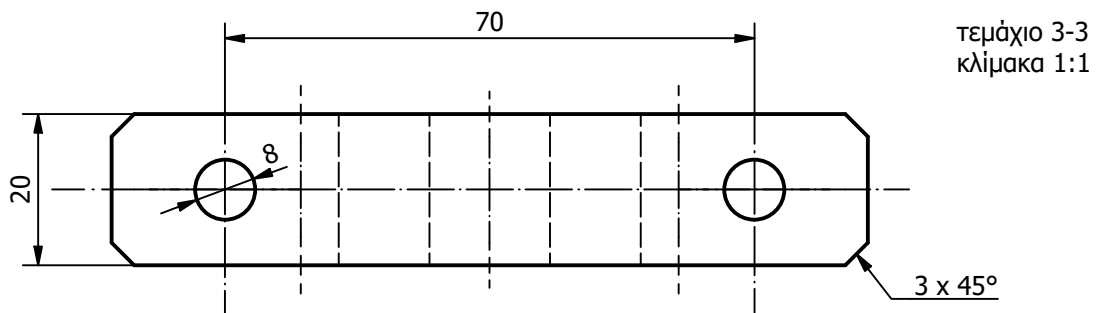


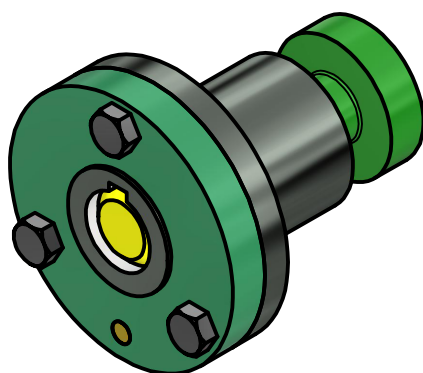
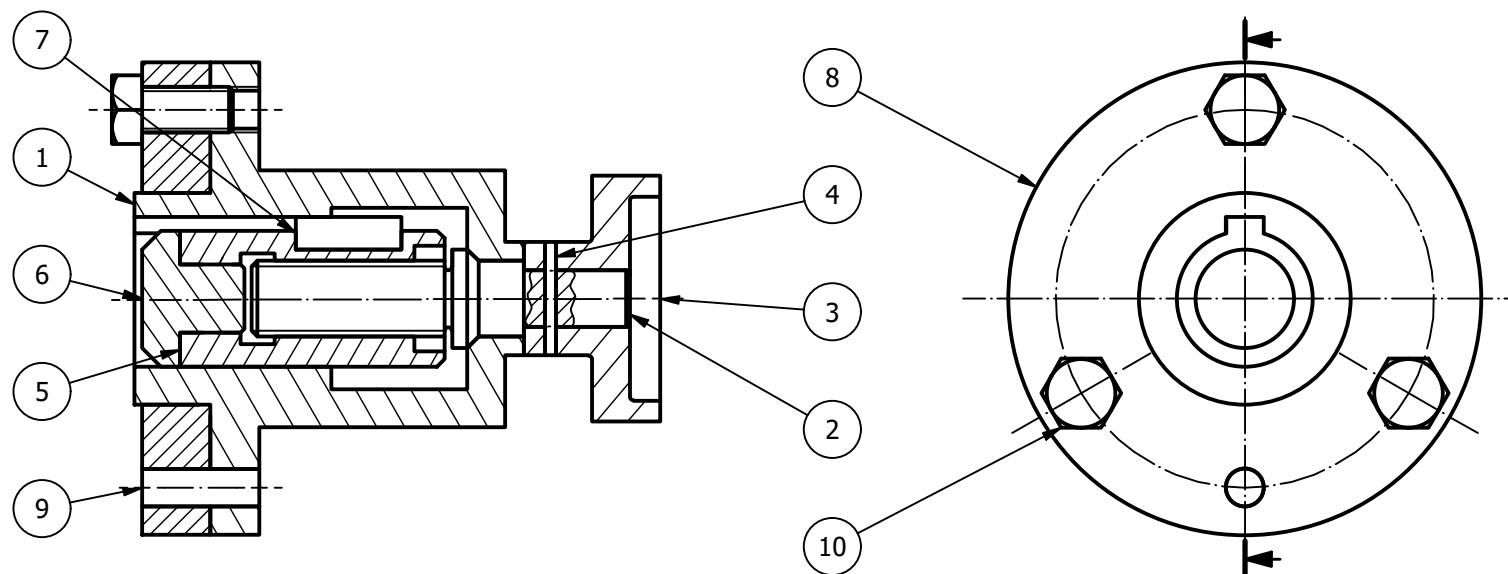
τεμάχιο 3-1
κλίμακα 1:1



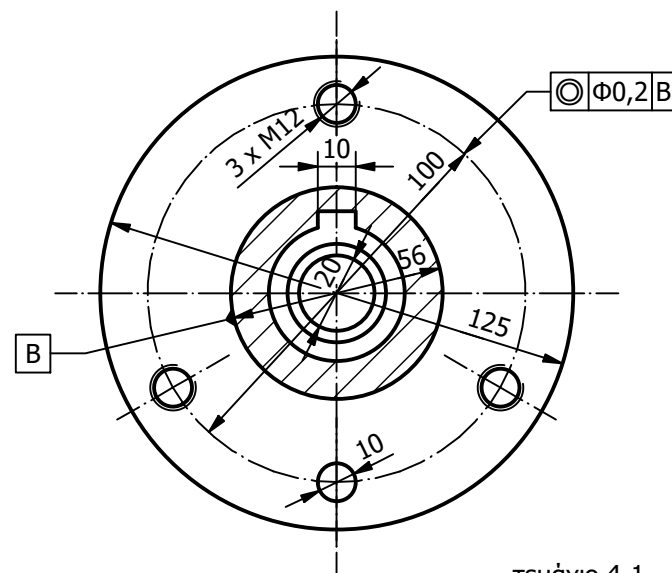
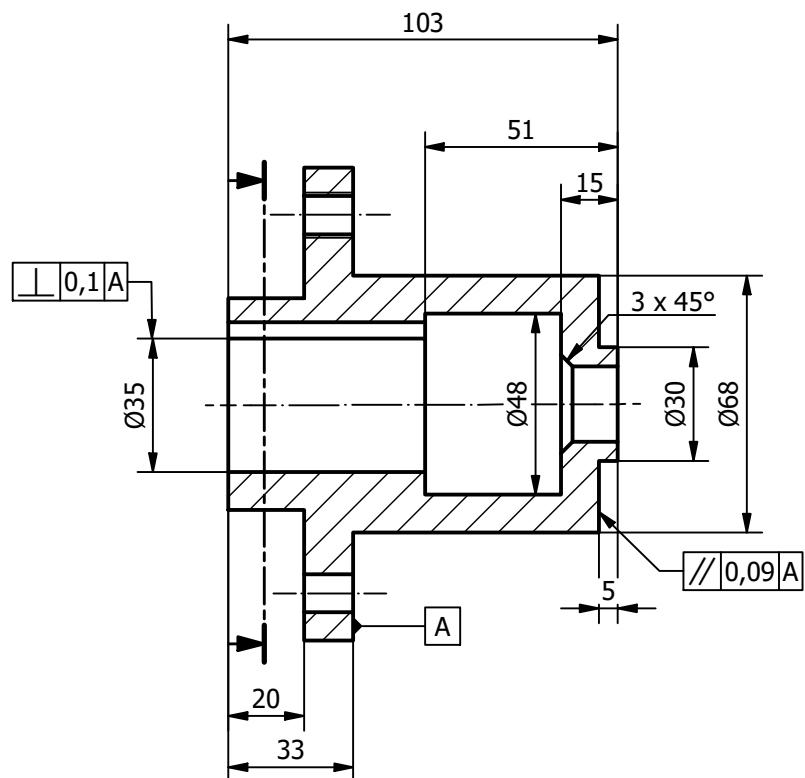
τεμάχιο 3-2
κλίμακα 1:1



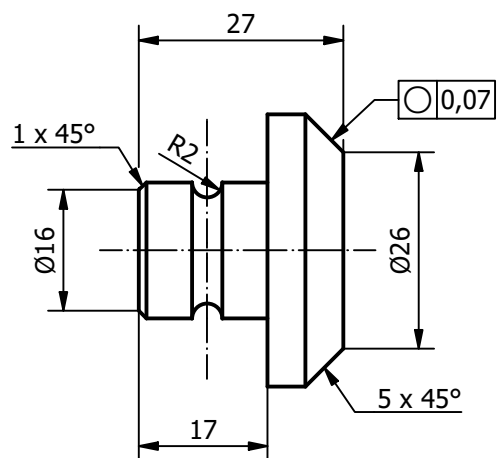
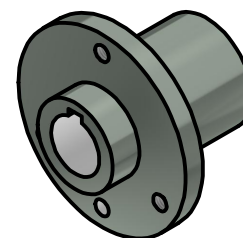




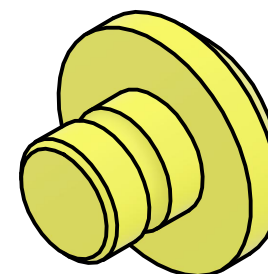
PARTS LIST					
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION		
1	1	TMX 1-4	Σώμα		
2	1	TMX 2-4	Άξονας με σπείρωμα		
3	1	TMX 3-4	Τροχός		
4	1	TMX 4-4	Πείρος		
5	1	TMX 5-4	Δακτύλιος		
6	1	TMX 6-4	Λαβή		
7	1	TMX 7-4	Σφήνα τύπου B		
8	1	TMX 8-4	Φλάντζα		
9	1	TMX 9-4	Κυλινδρικός πείρος		
10	3	TMX 10-4	Κοχλίας M12 DIN EN ISO 4017,8676		
 M3 MICRO ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ www.m3.tuc.gr		Σχεδίαση: Σπινθάκη Σοφία	Ανοχές Γενικές ανοχές: f- ISO2768 - 1		
		Τίτλος: Συναρμολογημένη διάταξη 4	SOF - Ass04		
			<table> <tr> <td>1:2</td> <td>Ημερομηνία 01/2025</td> <td>ΕΛ</td> <td>1/1</td> </tr> </table>	1:2	Ημερομηνία 01/2025
1:2	Ημερομηνία 01/2025	ΕΛ	1/1		



τεμάχιο 4-1
κλίμακα 1:2



τεμάχιο 4-6
κλίμακα 1:1



m3 MICRO
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

www.m3.tuc.gr

Σχεδίαση:
Σπινθάκη Σοφία

Τίτλος:
Σώμα και Λαβή

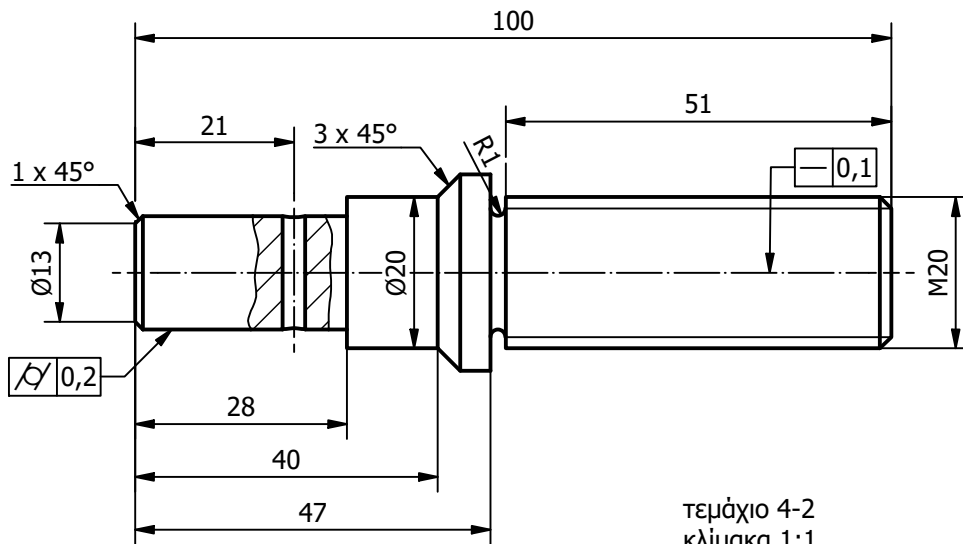
Ανοχές
Γενικές ανοχές: f- ISO2768 - 1

SOF - Ass04 - 01,06

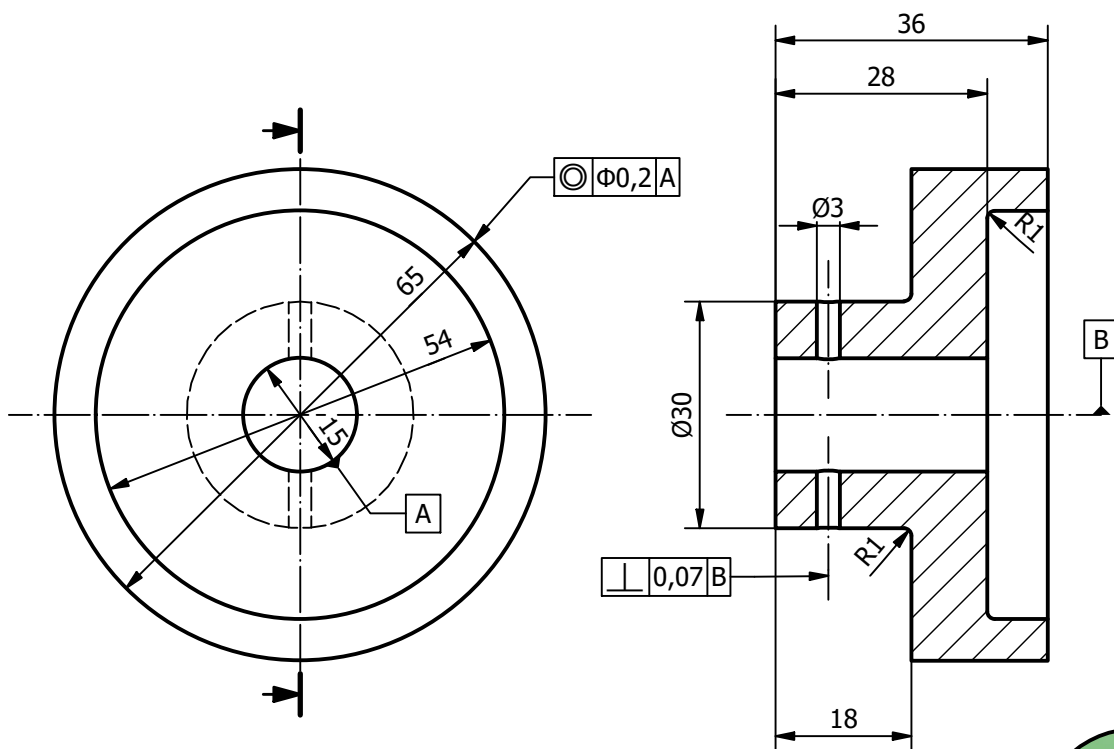
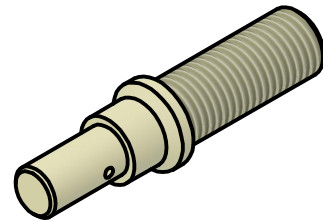
Ημερομηνία
10/2024

ΕΛ

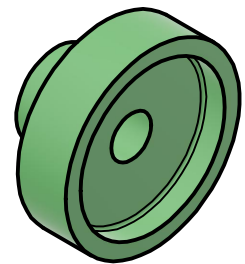
1/1

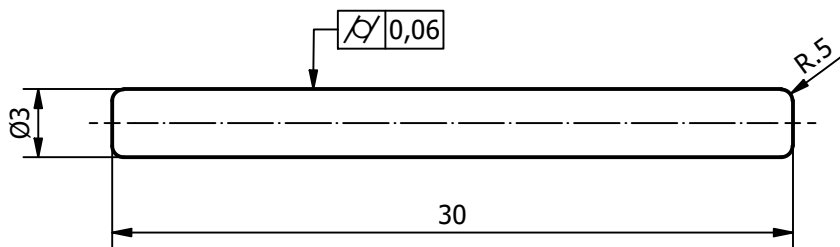


τεμάχιο 4-2
κλίμακα 1:1

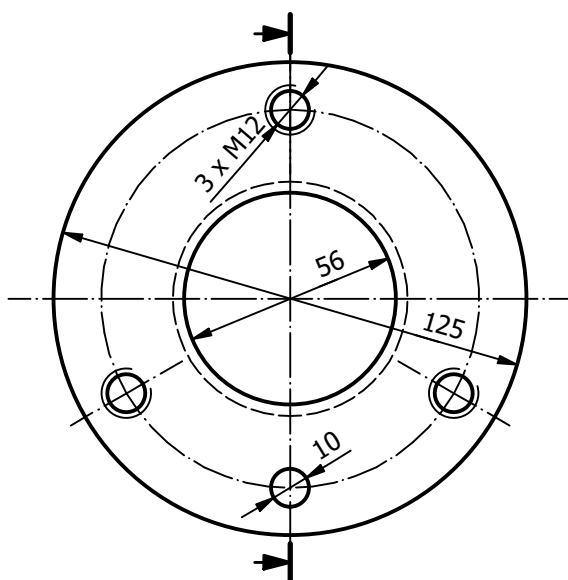


τεμάχιο 4-3
κλίμακα 1:1

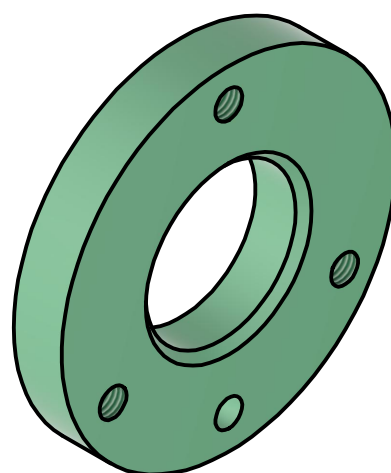
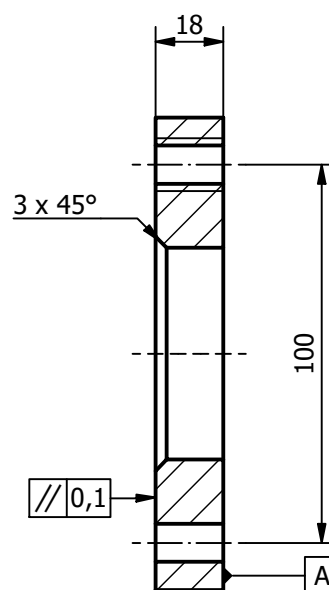


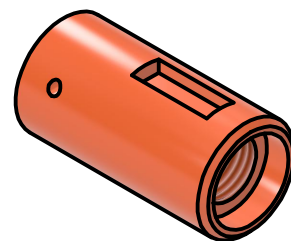
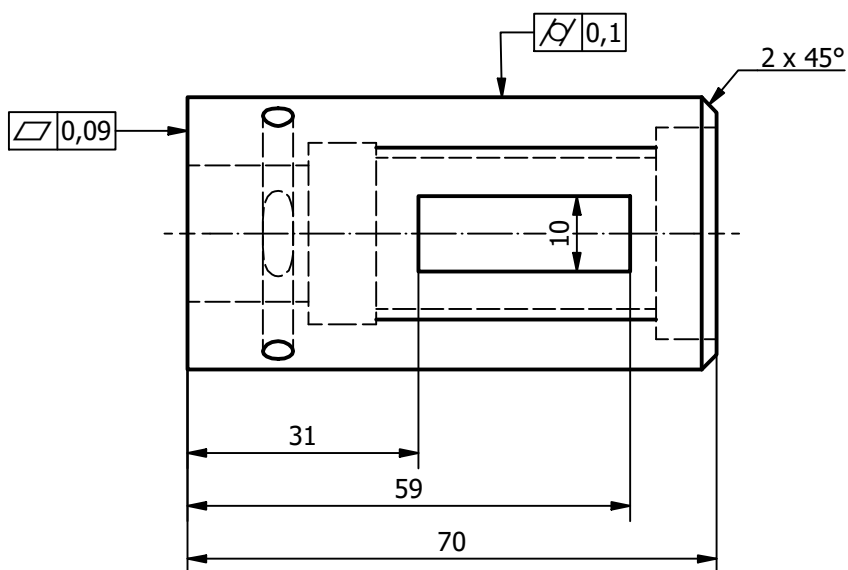
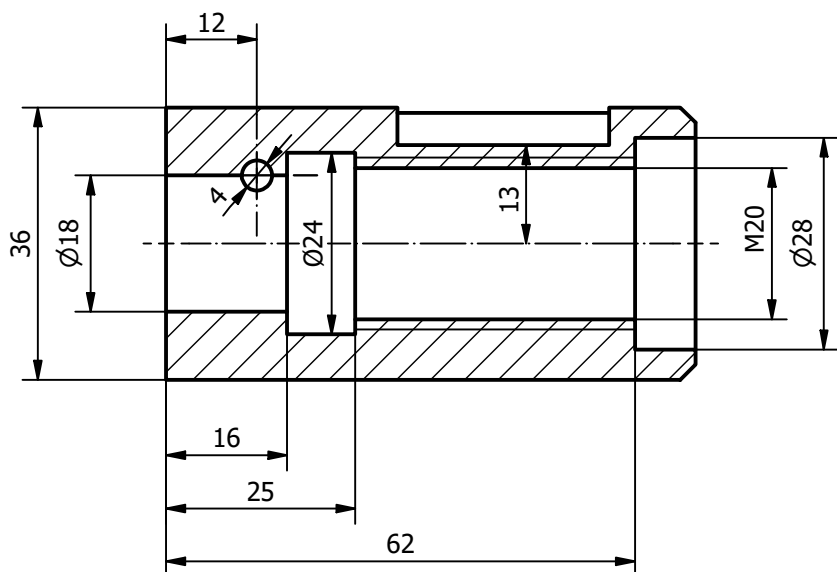


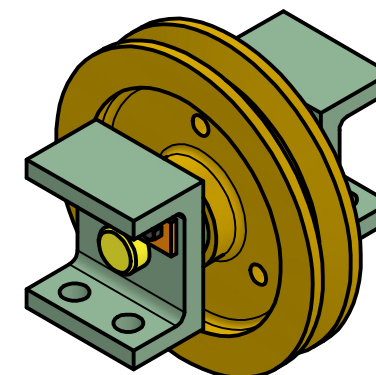
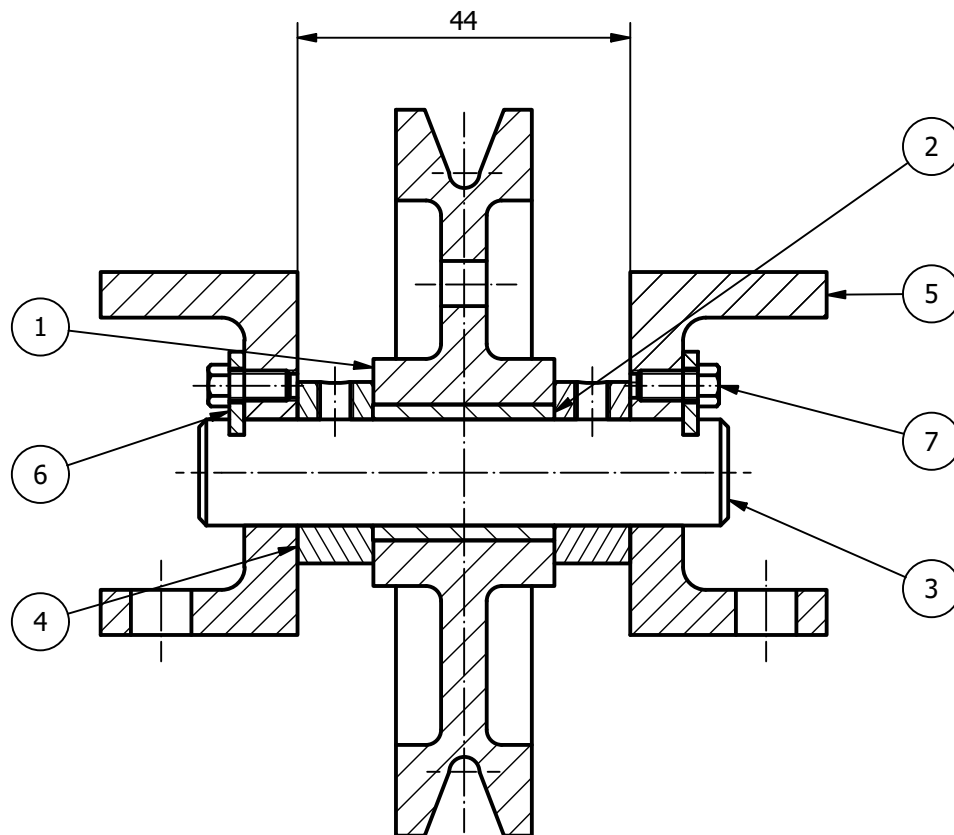
τεμάχιο 4-4
κλίμακα 3:1



τεμάχιο 4-8
κλίμακα 1:1

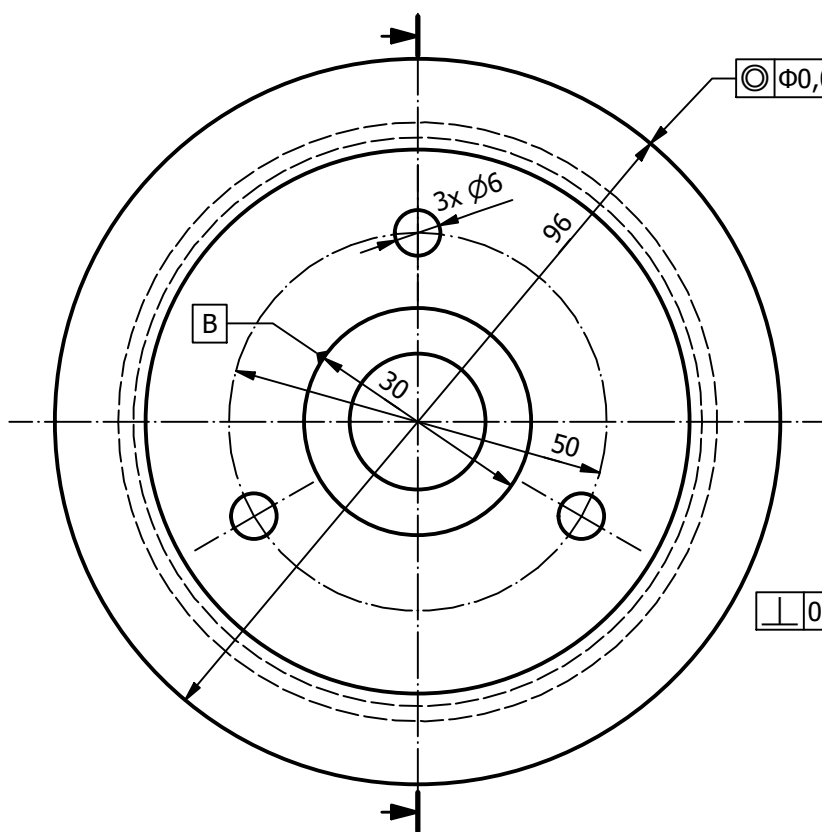






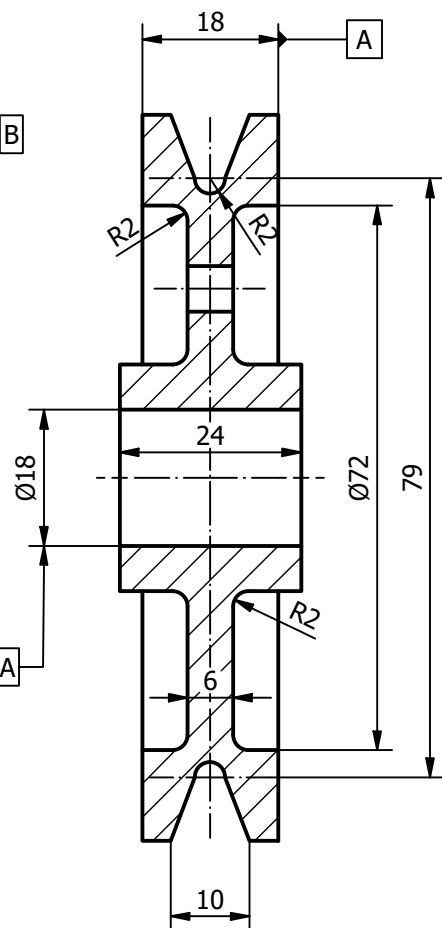
PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	TMX 5-1	Τροχαλία
2	1	TMX 5-2	Δακτύλιος απόστασης
3	1	TMX 5-3	Άξονας
4	2	TMX 5-4	Δακτύλιος απόστασης
5	2	TMX 5-5	Βάση
6	2	TMX 5-6	Ασφάλεια
7	4	TMX 5-7	Κοχλίας M4x0.7 DIN EN ISO 4017, 8676

 Μ3 MICRO ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ www.m3.tuc.gr	Σχεδίαση: Σπινθάκη Σοφία		Ανοχές Γενικές ανοχές: f- ISO2768 - 1	
	Τίτλος: Συναρμολογημένη διάταξη 5		SOF - Ass05	
	1:1	Ημερομηνία 11/2024	ΕΛ	1/1

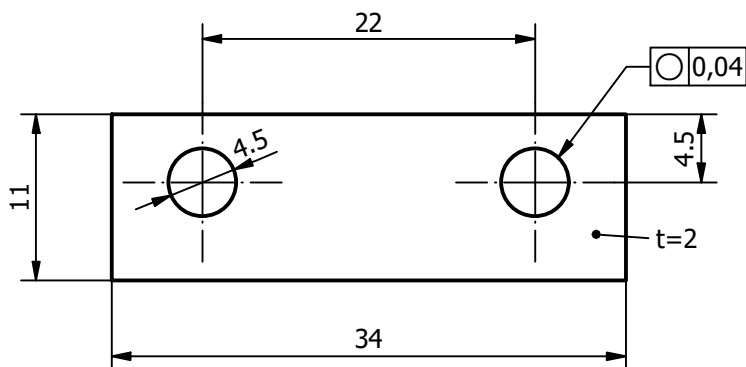
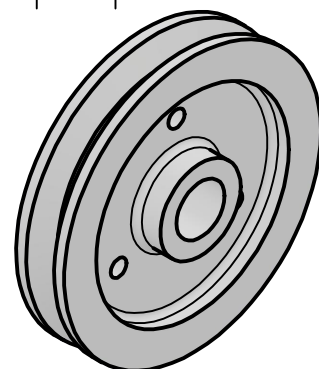


$\text{◎ } \Phi 0,08 \text{ B}$

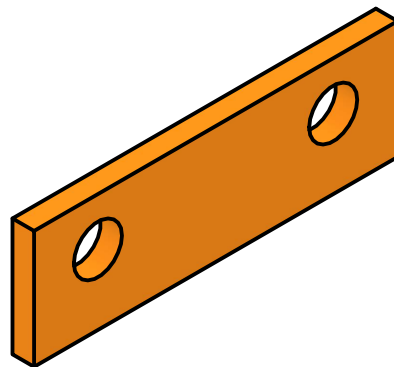
$\text{⊥ } 0,1 \text{ A}$

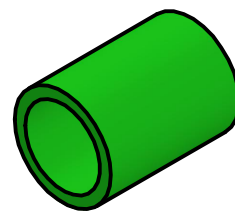
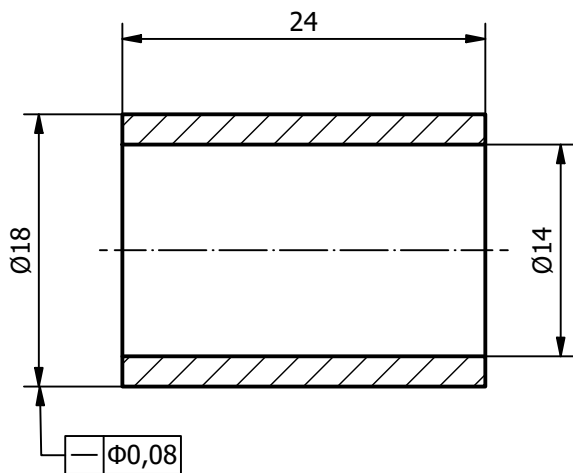


τεμάχιο 5-1
κλίμακα 1:1

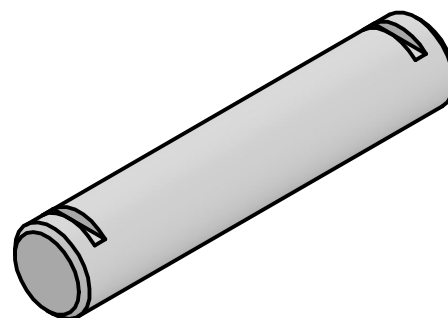
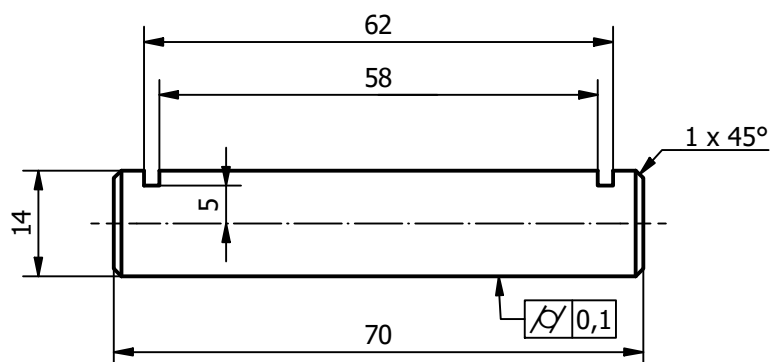


τεμάχιο 5-6
κλίμακα 2:1

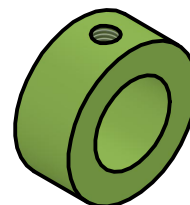
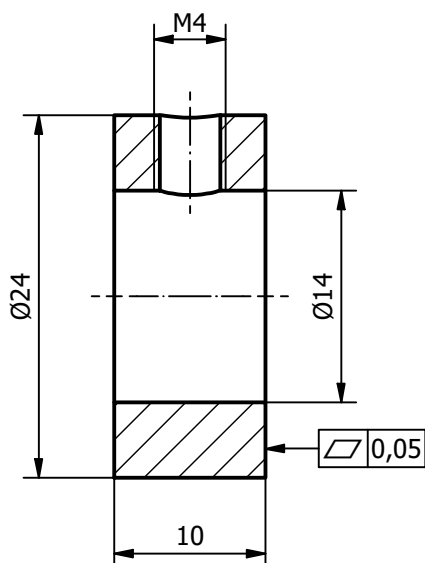




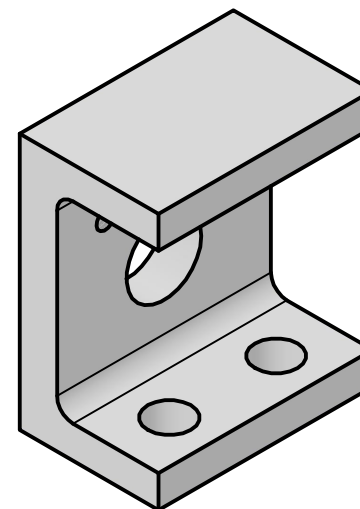
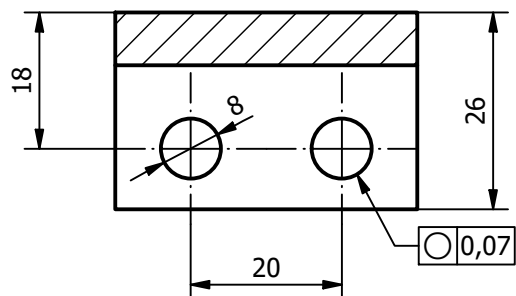
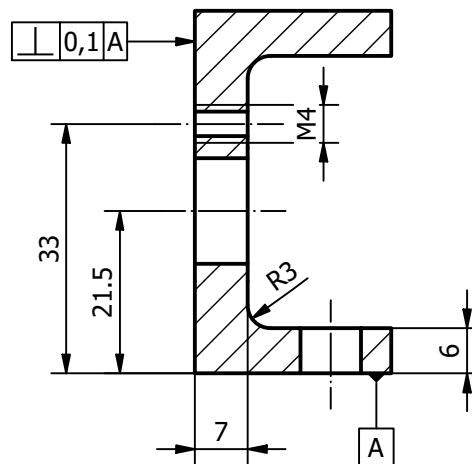
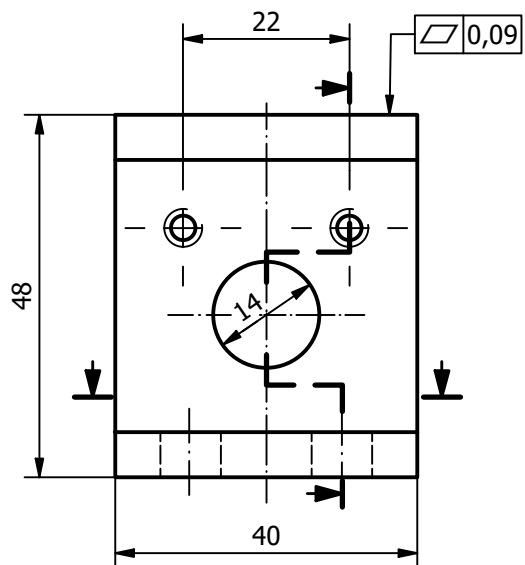
τεμάχιο 5-2
κλίμακα 2:1

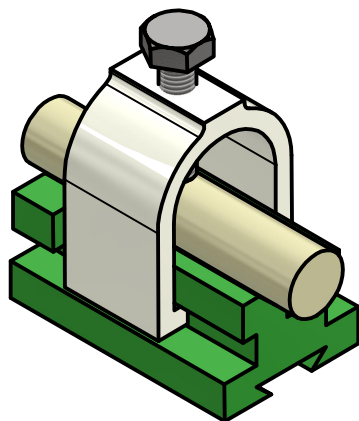
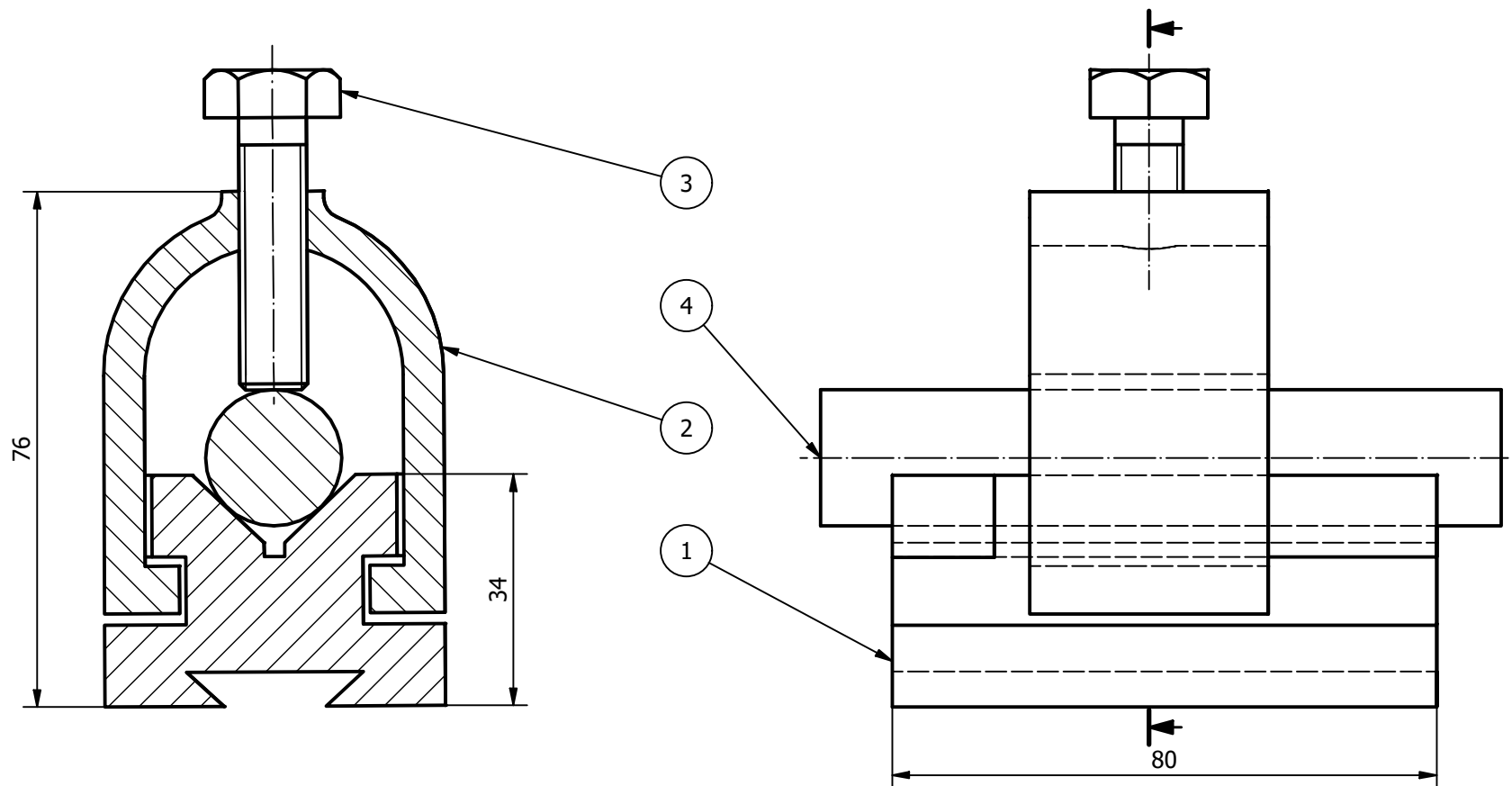


τεμάχιο 5-3
κλίμακα 1:1

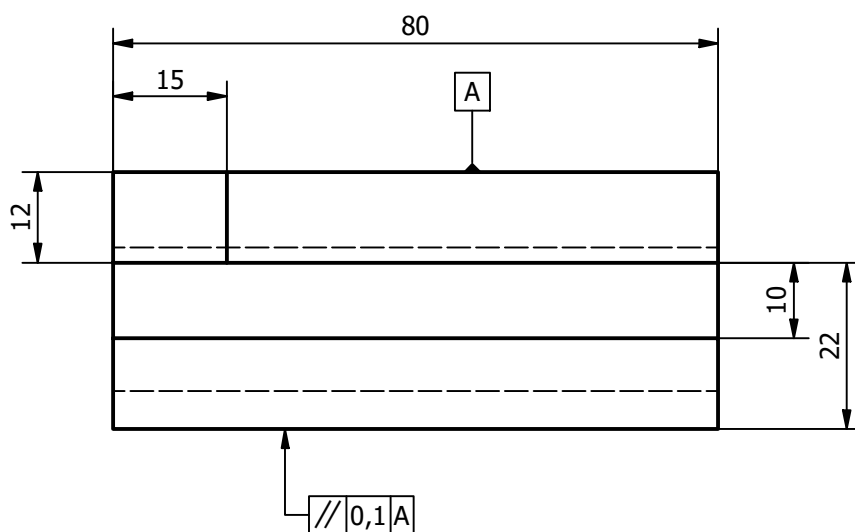
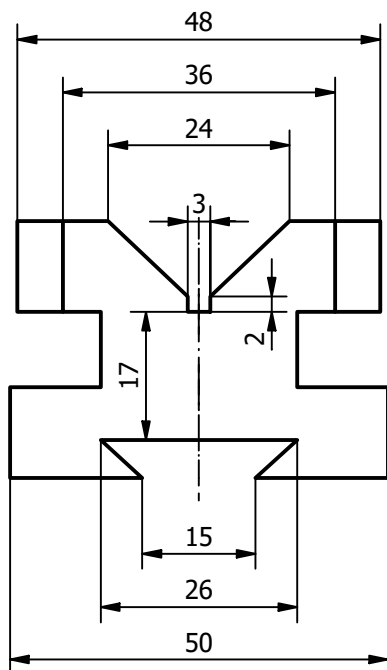


τεμάχιο 5-4
κλίμακα 2:1

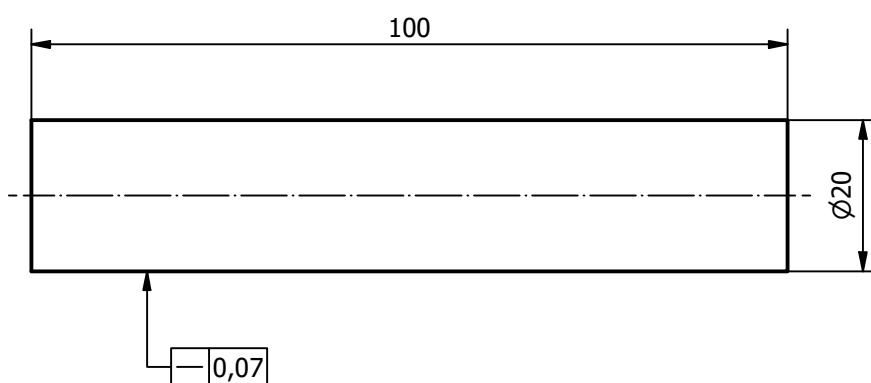
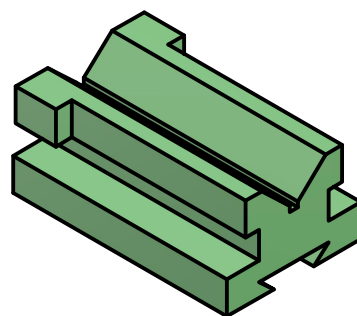




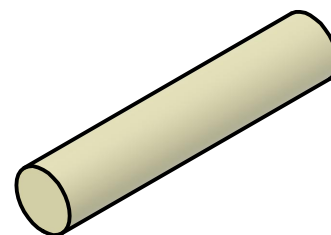
PARTS LIST				
ITEM	QTY	PART NUMBER		DESCRIPTION
1	1	TMX 6-1		Βάση
2	1	TMX 6-2		Σώμα
3	1	TMX 6-3		κοχλίας M10x1.25 DIN EN ISO 4017, 8679
4	1	TMX 6-4		κυλινδρικό σώμα Φ20
 M3 MICRO ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ www.m3.tuc.gr		Σχεδίαση: Σπινθάκη Σοφία		Ανοχές Γενικές ανοχές: f- ISO2768 - 1
		Τίτλος: Συναρμολογημένη διάταξη 6		SOF - Ass06
		1:1	Ημερομηνία 11/2024	ΕΛ 1/1

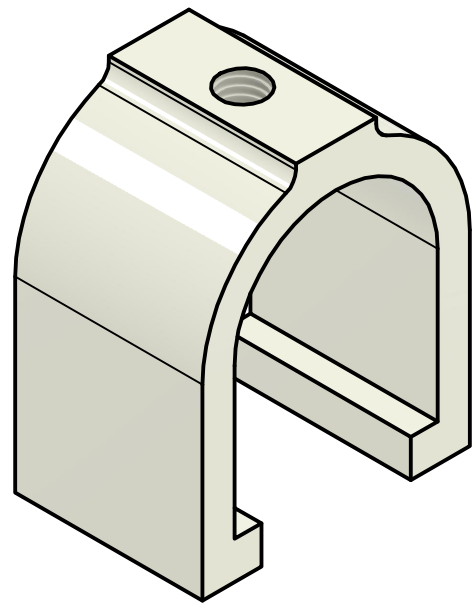
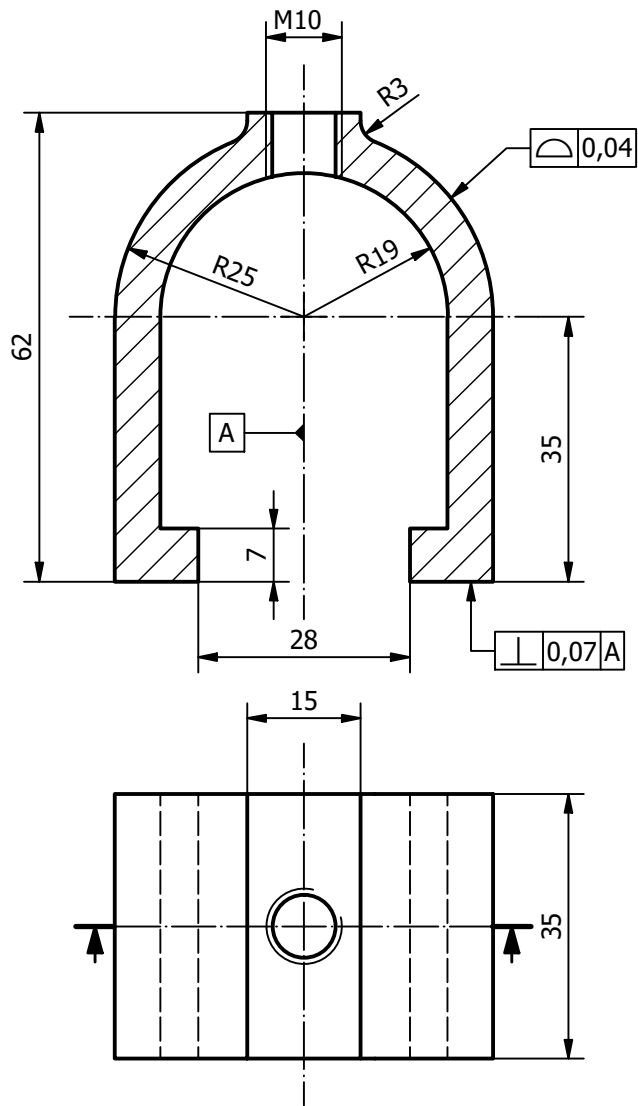


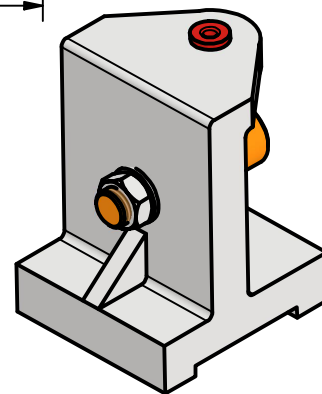
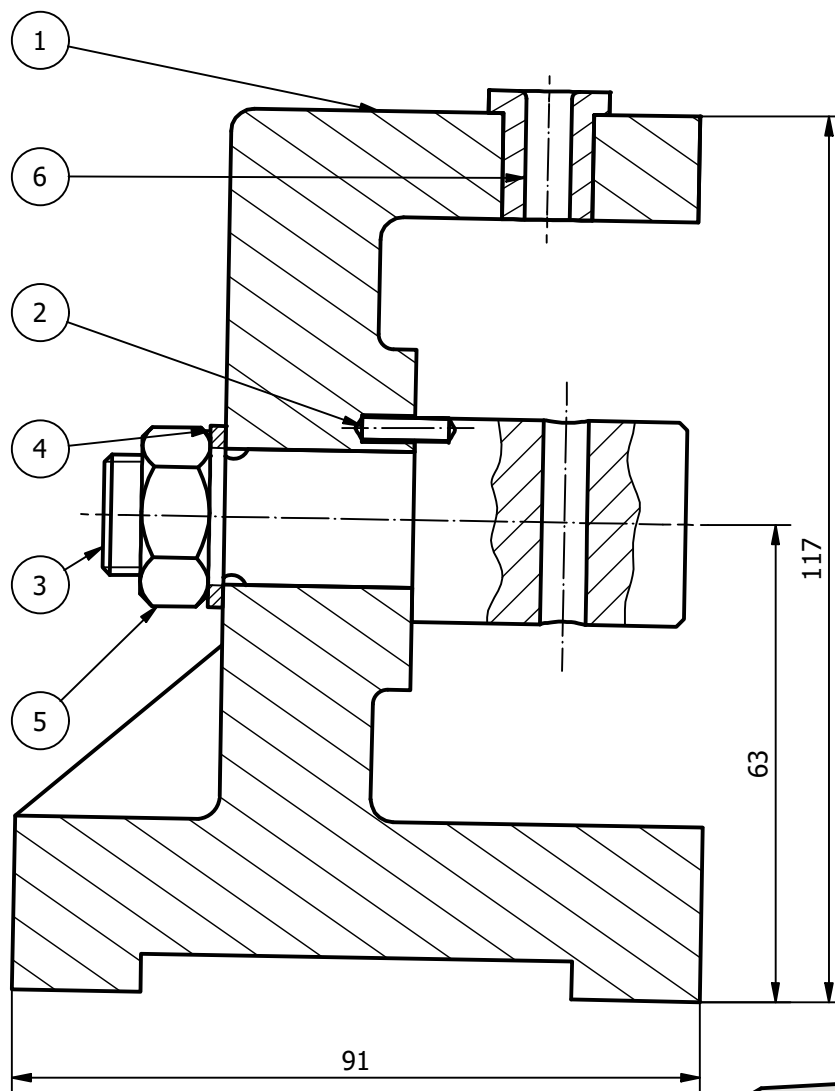
τεμάχιο 6-1
κλίμακα 1:1



τεμάχιο 6-4
κλίμακα 1:1







PARTS LIST

ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	TEM 7-1	Σώμα έδρασης
2	1	TMX 7-2	Πείρος 10x3
3	1	TEM 7-3	Άξονας με σπείρωμα
4	1	TEM 7-4	Ροδέλα M16 DIN EN ISO 7089
5	1	TEM 7-5	Περικόχλιο M16x1.5 DIN EN ISO 4032, 4034,8673
6	1	TEM 7-6	Δακτύλιος



www.m3.tuc.gr

Σχεδίαση:
Σπινθήκη Σοφία

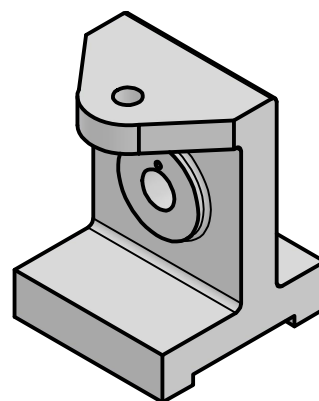
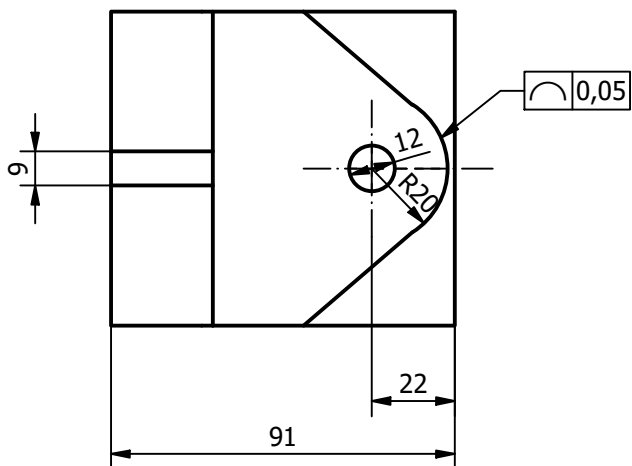
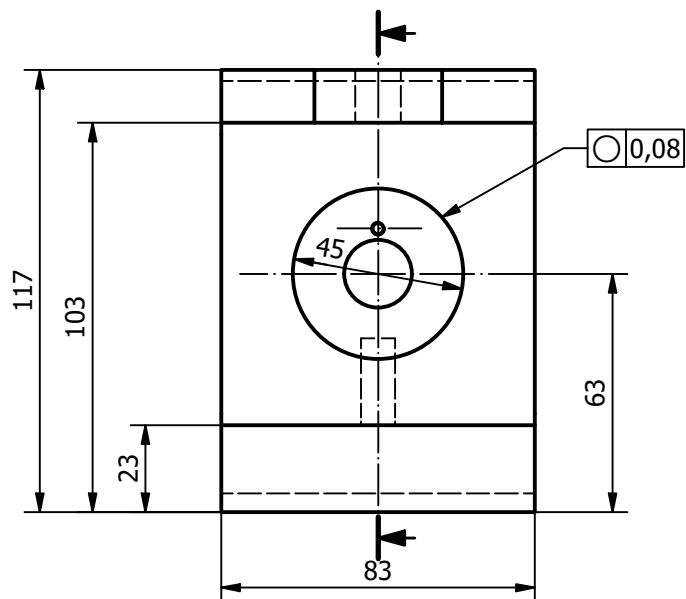
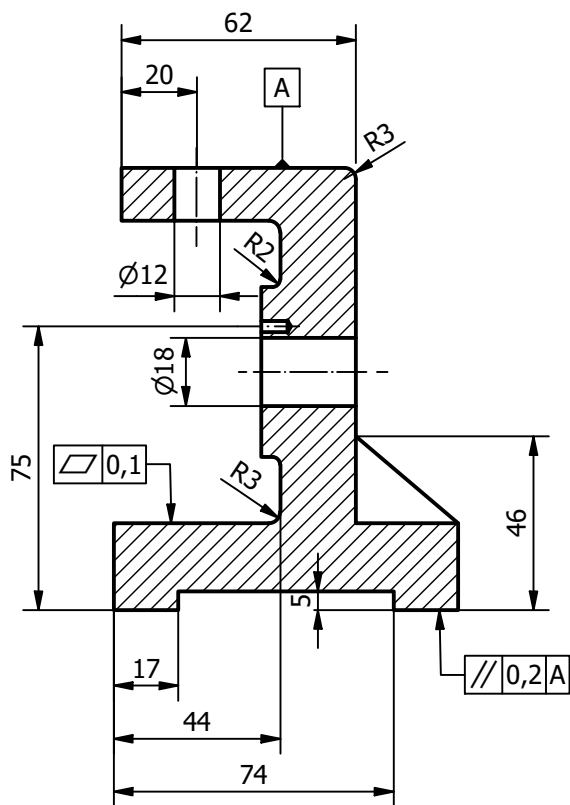
Τίτλος:

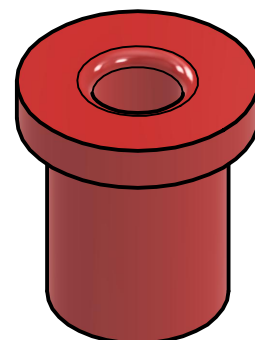
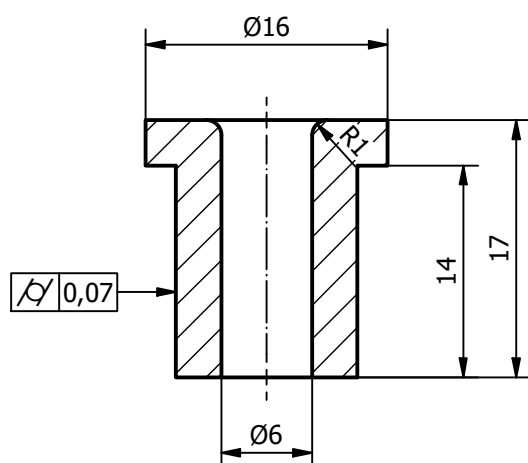
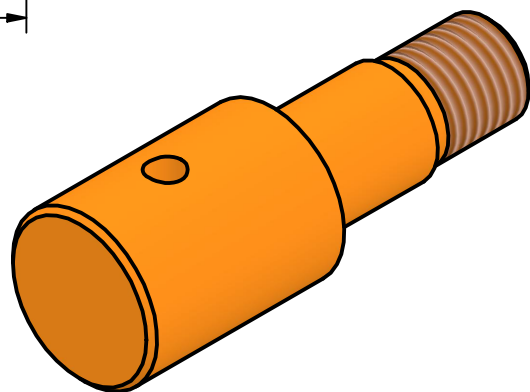
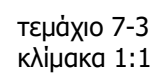
Συναρμολογημένη διάταξη 7

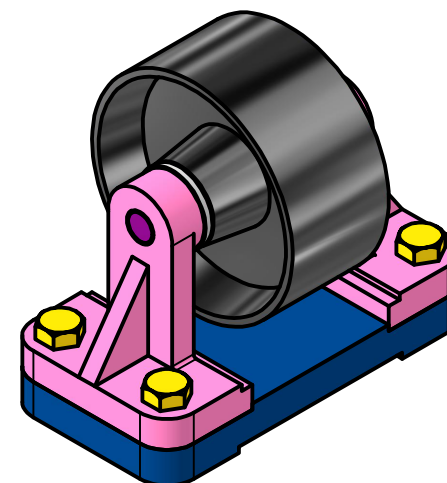
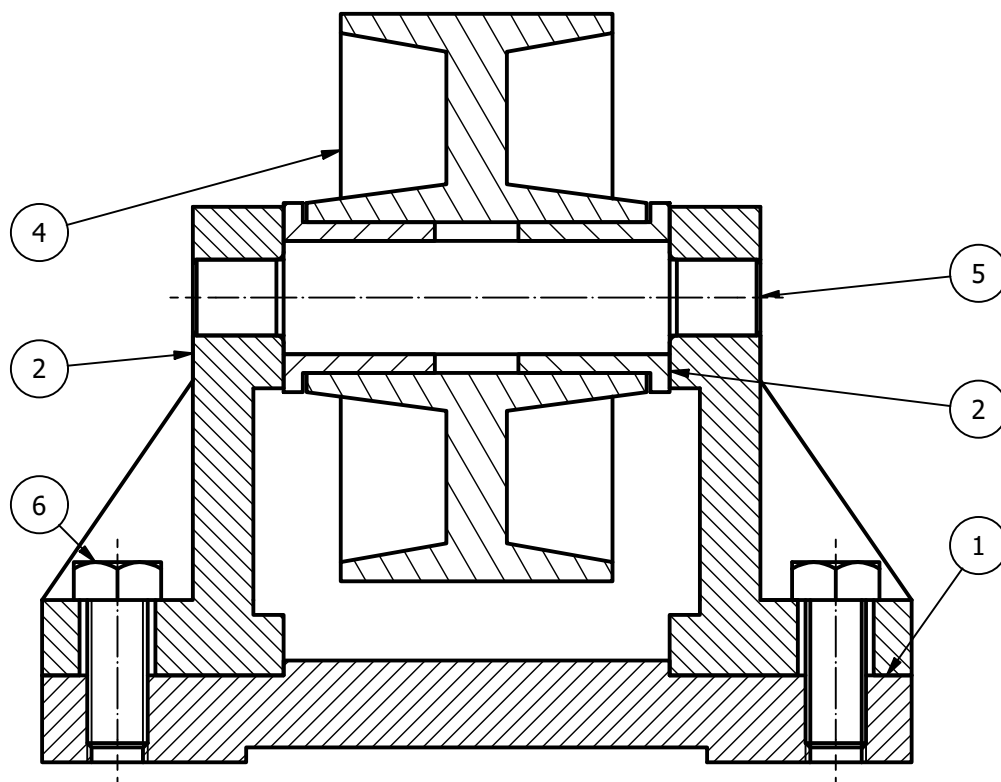
Ανοχές
Γενικές ανοχές: f- ISO2768 - 1

SOF - Ass07

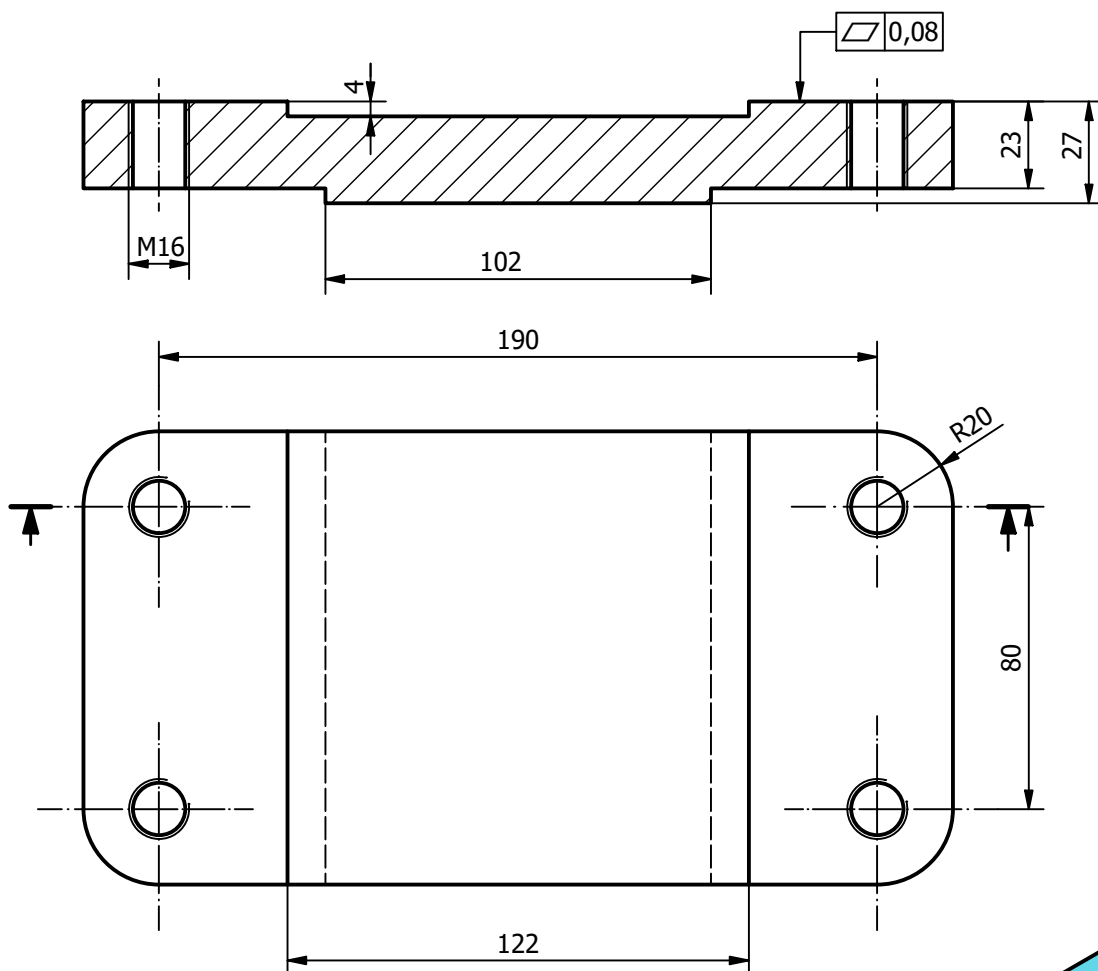
1:1	Ημερομηνία 12/2024	ΕΛ	1/1
-----	-----------------------	----	-----



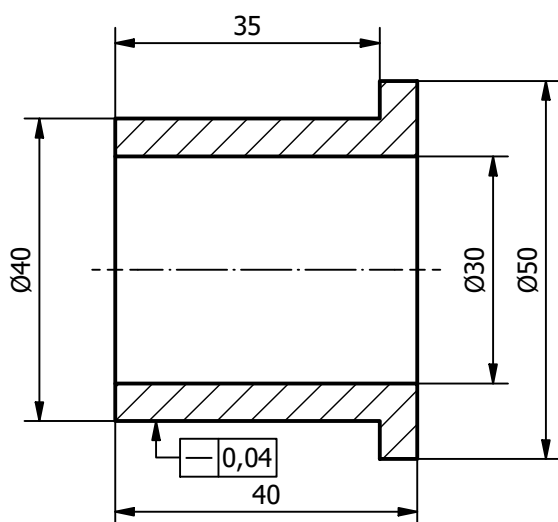
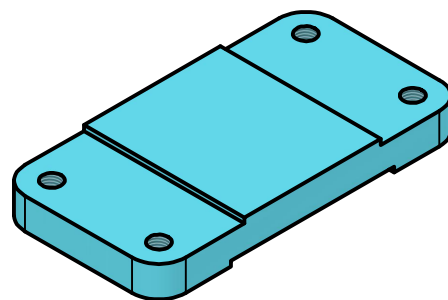




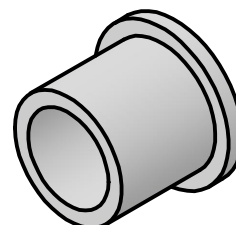
PARTS LIST					
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION		
1	1	TMX 8-1	Βάση		
2	2	TMX 8-2	Πλάγιο έδρανο		
3	2	TMX 8-3	Δακτύλιος		
4	1	TMX 8-4	Τροχός		
5	1	TMX 8-5	Άξονας		
6	4	TMX 8-6	Κοχλίας M16x2 DIN EN ISO 4017,8676		
 M3 MICRO ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ www.m3.tuc.gr		Σχεδίαση: Σπινθήκη Σοφία	Ανοχές Γενικές ανοχές: f- ISO2768 - 1		
		Τίτλος: Συναρμολογημένη διάταξη 8	SOF - Ass08		
			<table> <tr> <td>1:2</td> <td>Ημερομηνία 12/2024</td> <td>ΕΛ</td> <td>1/1</td> </tr> </table>	1:2	Ημερομηνία 12/2024
1:2	Ημερομηνία 12/2024	ΕΛ	1/1		

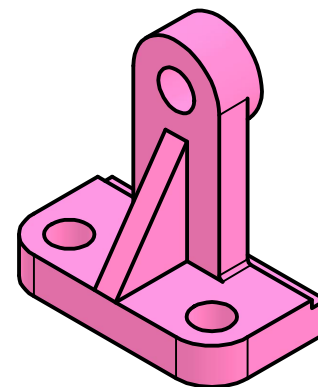
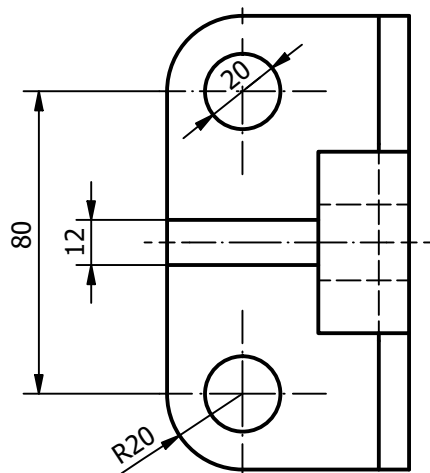
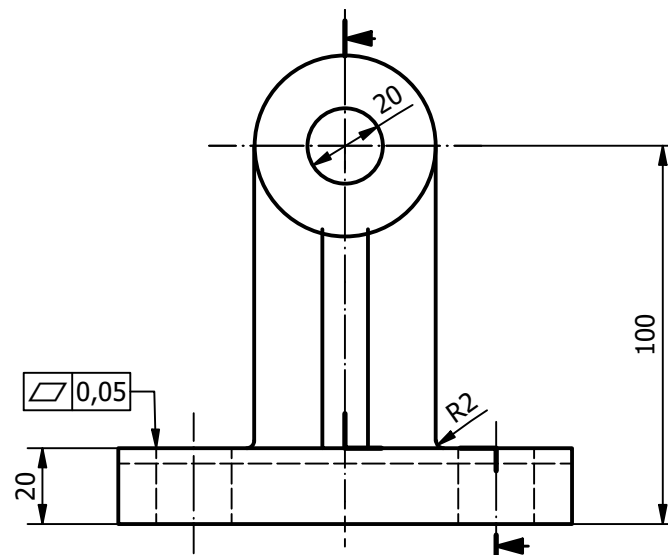
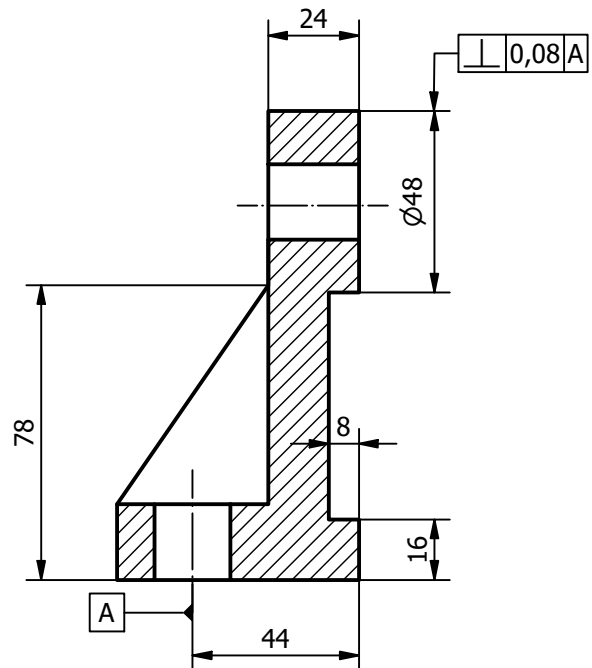


τεμάχιο 8-1
κλίμακα 1:2



τεμάχιο 8-3
κλίμακα 1:1





m3 MICRO
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

www.m3.tuc.gr

Σχεδίαση:
Σπινθάκη Σοφία

Τίτλος:
Πλάγιο έδρανο

Ανοχές
Γενικές ανοχές: f- ISO2768 - 1

SOF - Ass08 - 02

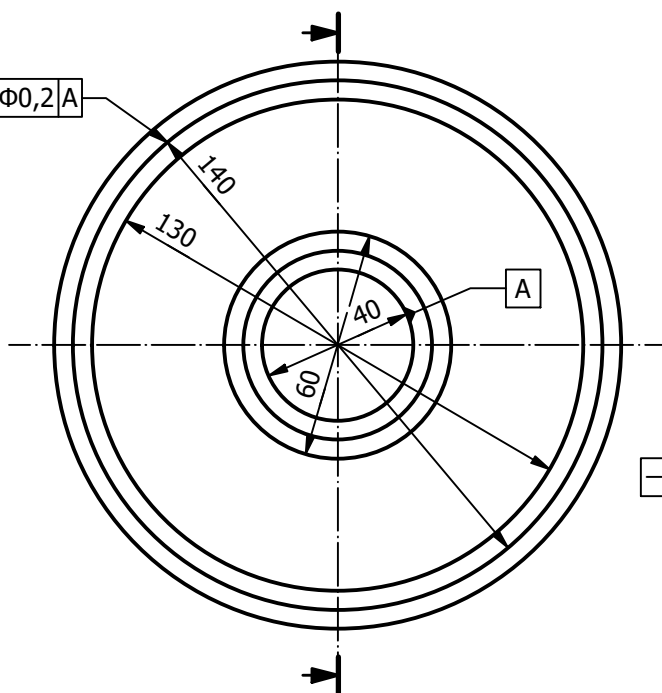
1:2

Ημερομηνία
12/2024

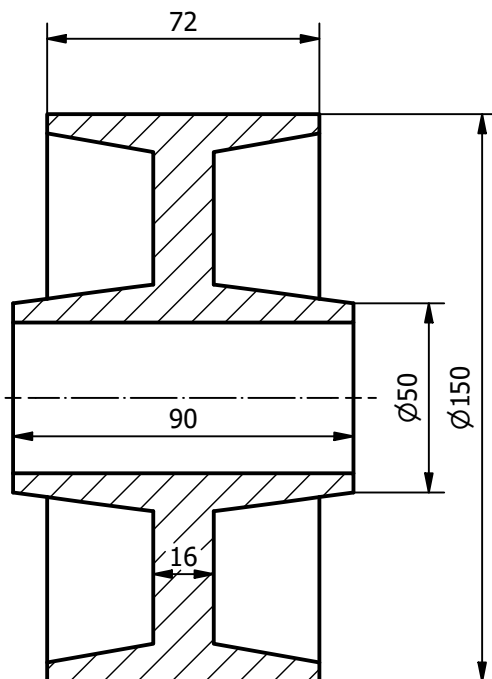
ΕΛ

1/1

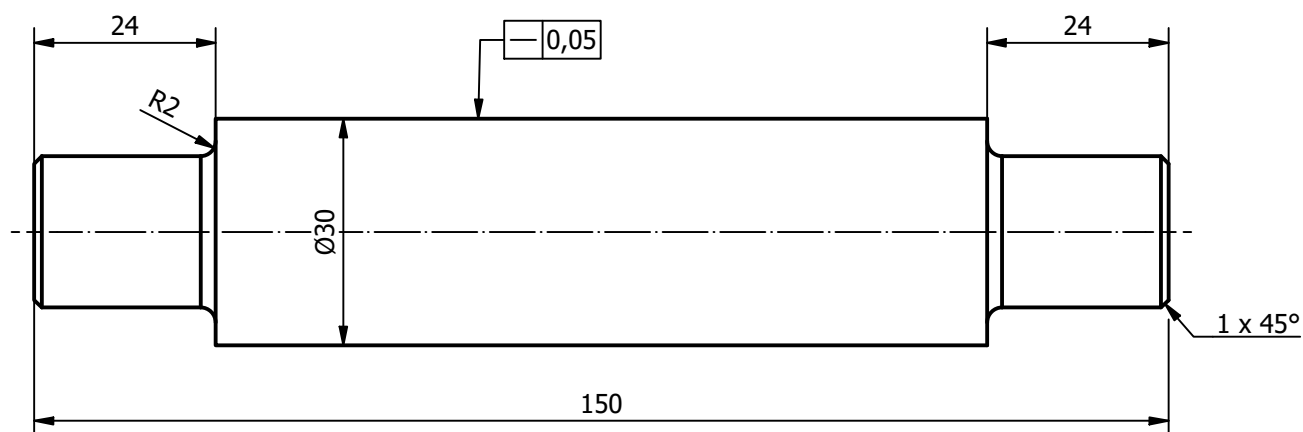
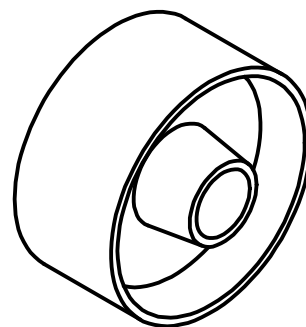
◎ Φ0,2 A



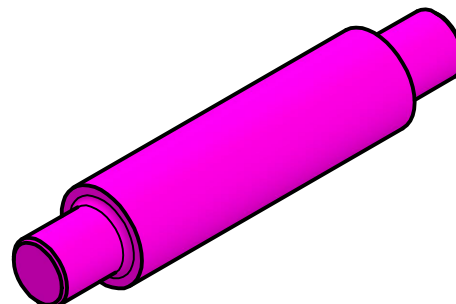
— 0,1



τεμάχιο 8-4
κλίμακα 1:2



τεμάχιο 8-5
κλίμακα 1:1



www.m3.tuc.gr

Σχεδίαση:
Σπινθάρη Σοφία

Τίτλος:
Τροχός και Άξονας

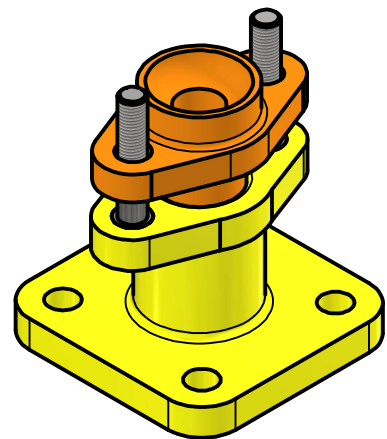
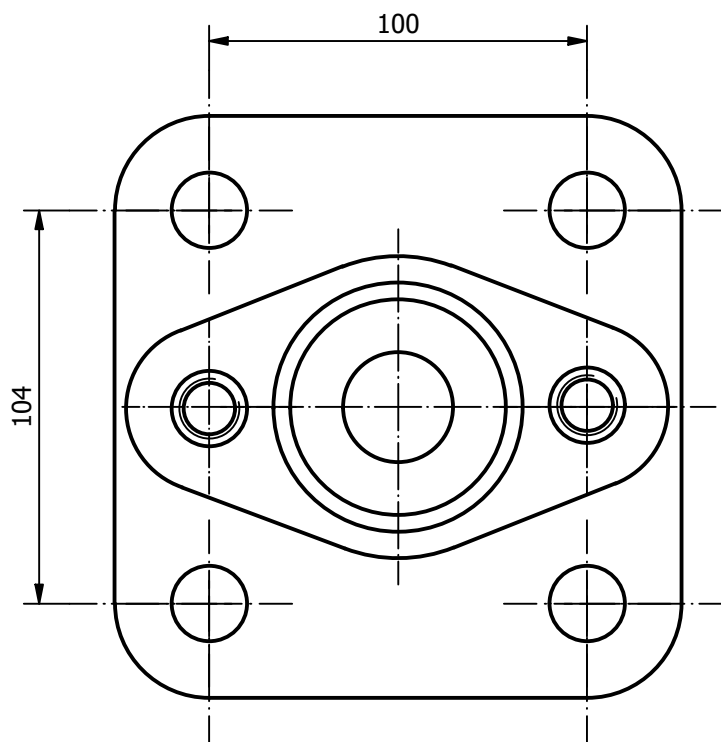
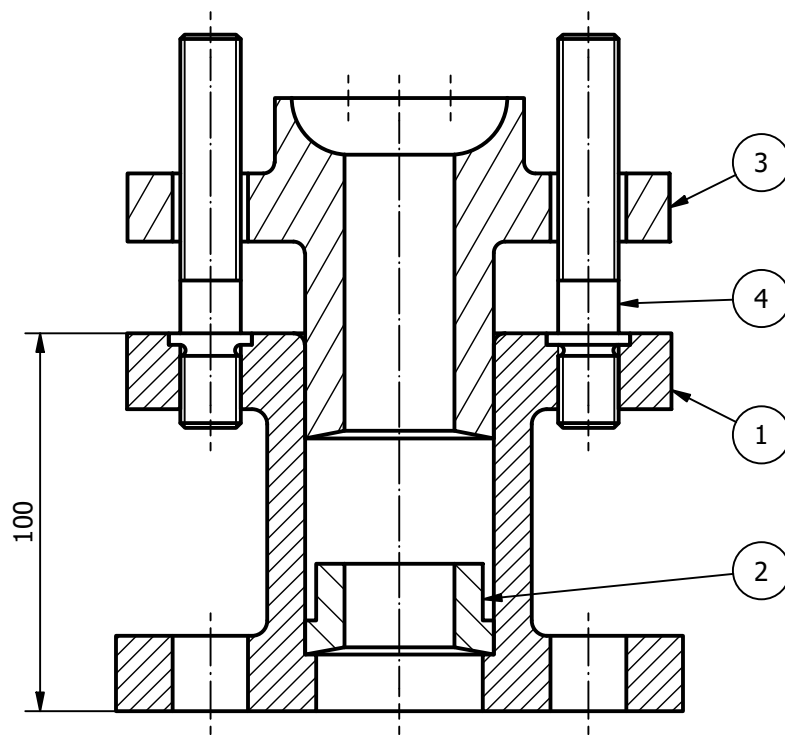
Ανοχές
Γενικές ανοχές: f- ISO2768 - 1

SOF - Ass08 - 04,05

Ημερομηνία
12/2024

ΕΛ

1/1



PARTS LIST

ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	TMX 9-1	Βάση
2	1	TMX 9-2	Δακτύλιος απόστασης
3	1	TMX 9-3	Σώμα
4	2	TMX 9-4	Κοχλίας χωρίς κεφαλή



www.m3.tuc.gr

Σχεδίαση:
Σπινθάκη Σοφία

Τίτλος:

Συναρμολογημένη διάταξη 9

Ανοχές
Γενικές ανοχές: f- ISO2768 - 1

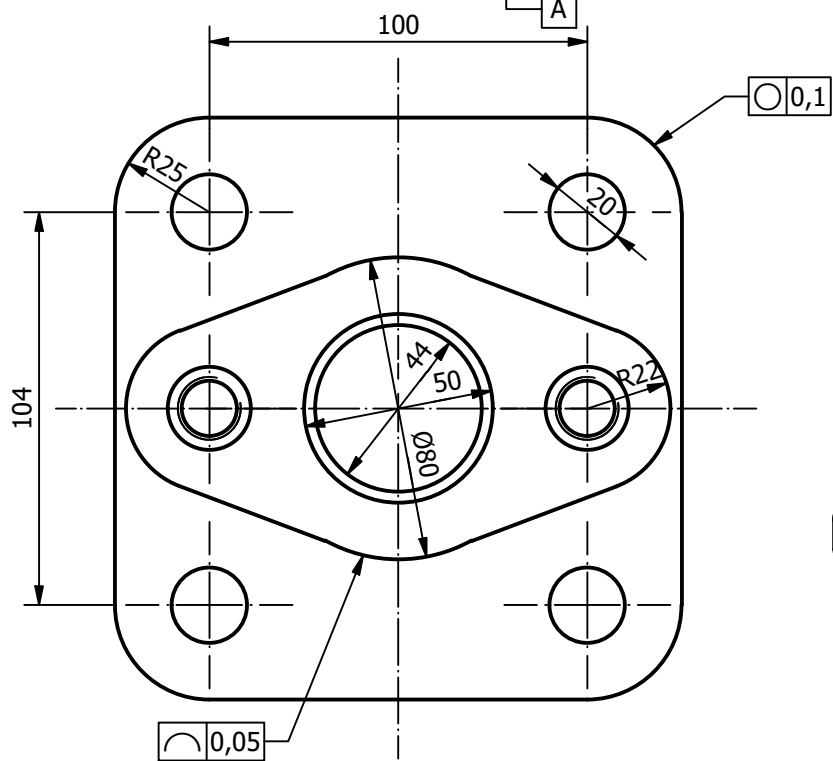
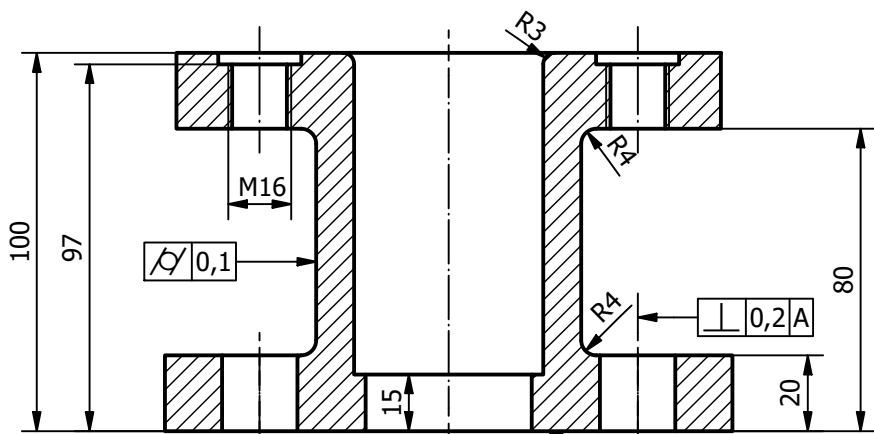
SOF - Ass09

1:1

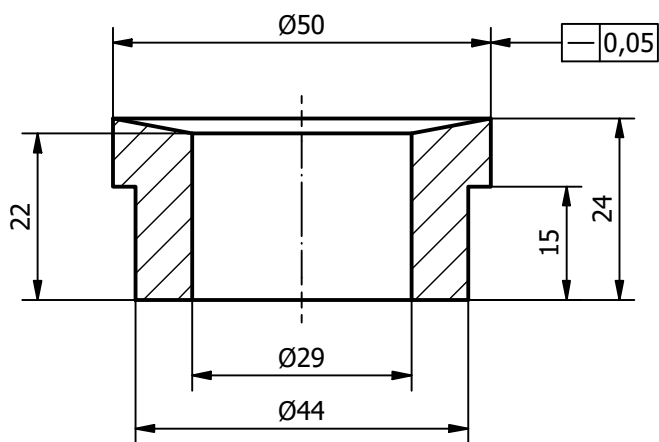
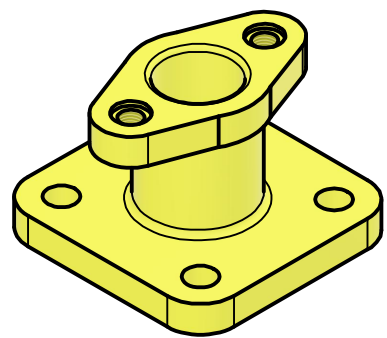
Ημερομηνία
12/2024

ΕΛ

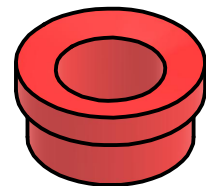
1/1

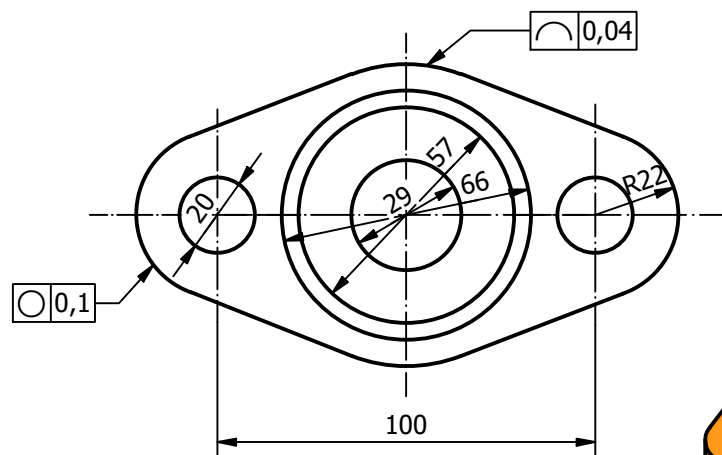
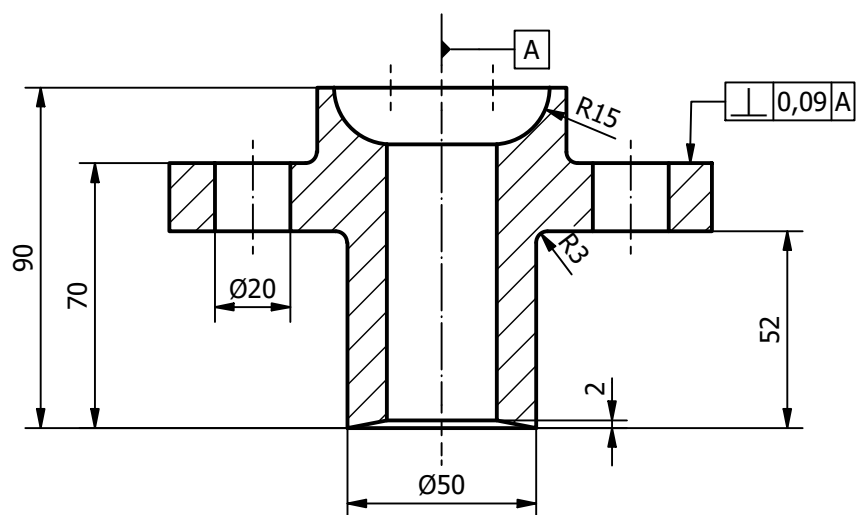


τεμάχιο 9-1
κλίμακα 1:2

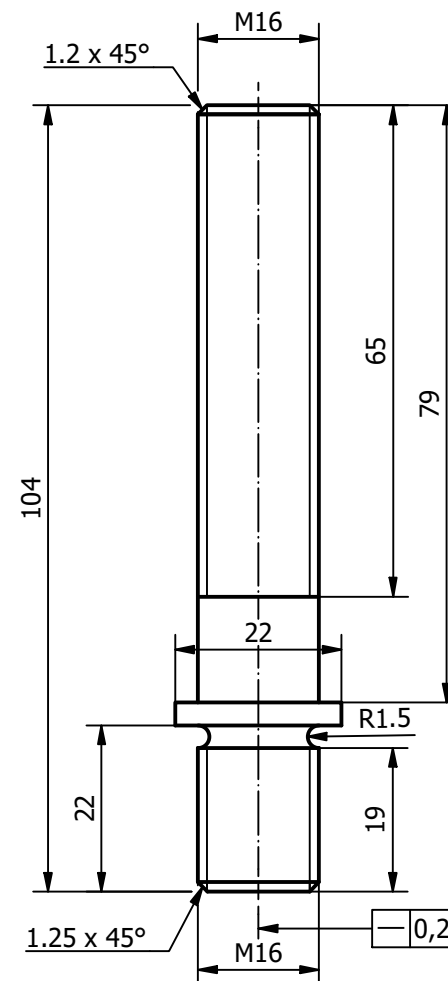
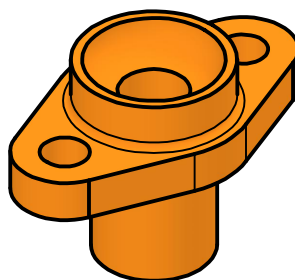


τεμάχιο 9-2
κλίμακα 1:1

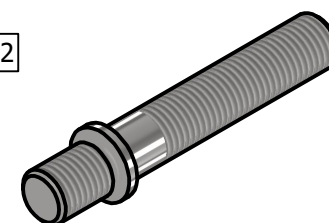


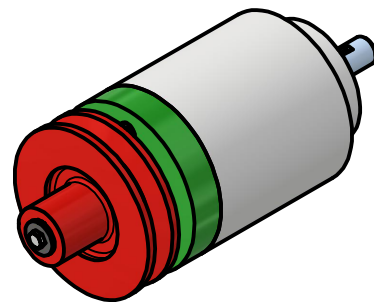
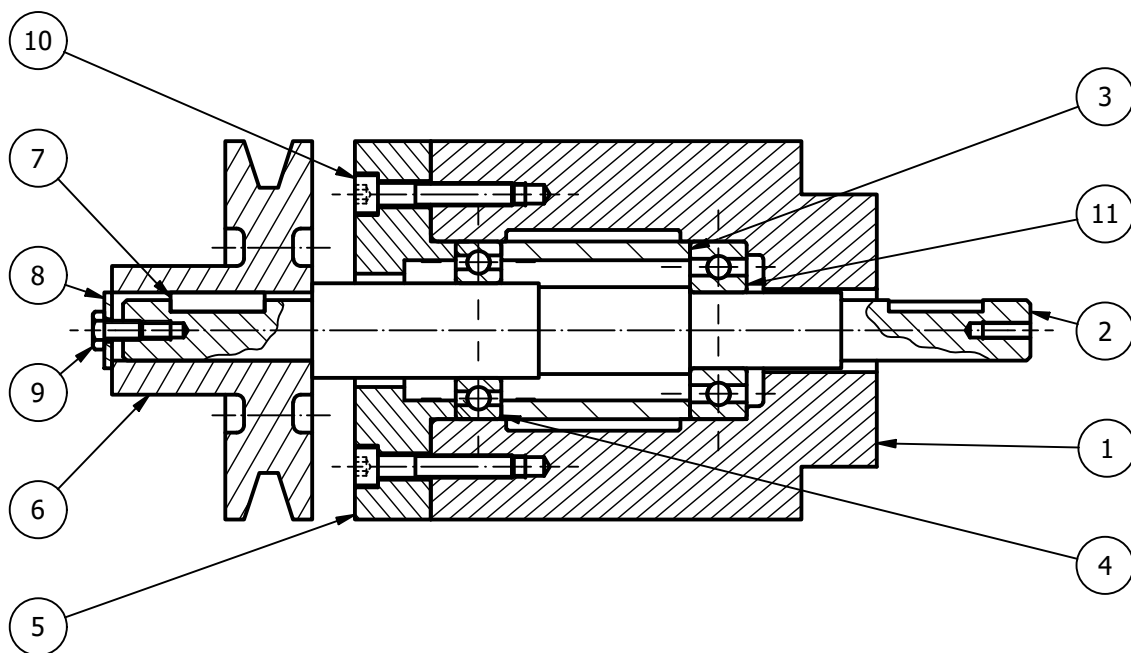


τεμάχιο 9-3
κλίμακα 1:2



τεμάχιο 9-4
κλίμακα 1:1





PARTS LIST

ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	TMX 1-10	Σώμα
2	1	TMX 2-10	Άξονας
3	1	TMX 3-10	Δακτύλιος
4	1	TMX 4-10	Έδρανο κύλισης 6005 DIN 625
5	1	TMX 5-10	Καπάκι
6	1	TMX 6-10	Τροχαλία
7	1	TMX 7-10	Σφήνα Τυπου B 5x5x25
8	1	TMX 8-10	Ροδέλα
9	1	TMX 9-10	Κοχλίας M6 DIN EN ISO 4017,8676
10	2	TMX 10-12	Κοχλίας M6 Allen DIN EN ISO 4762
11	1	TMX 11-12	Έδρανο κύλισης 6205 DIN 625



www.m3.tuc.gr

Σχεδίαση:
Σπινθάκη Σοφία

Τίτλος:

Συναρμολογημένη διάταξη 10

Ανοχές
Γενικές ανοχές: f- ISO2768 - 1

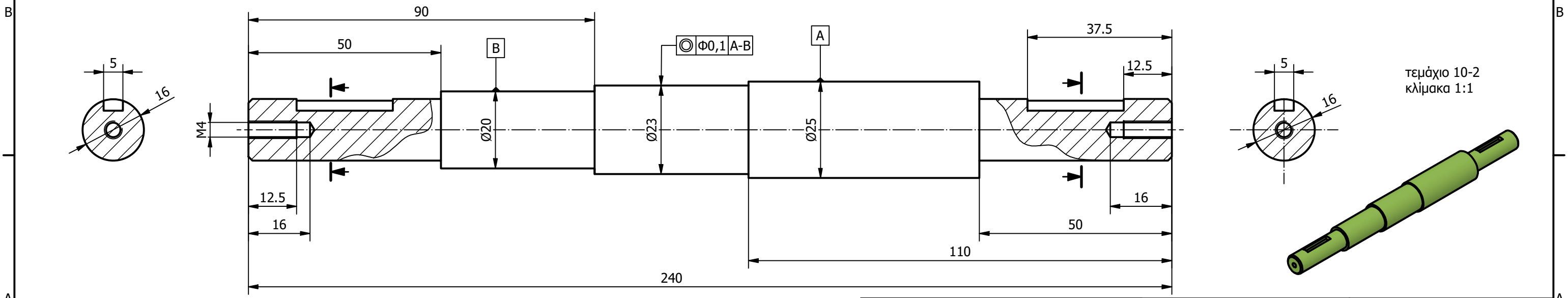
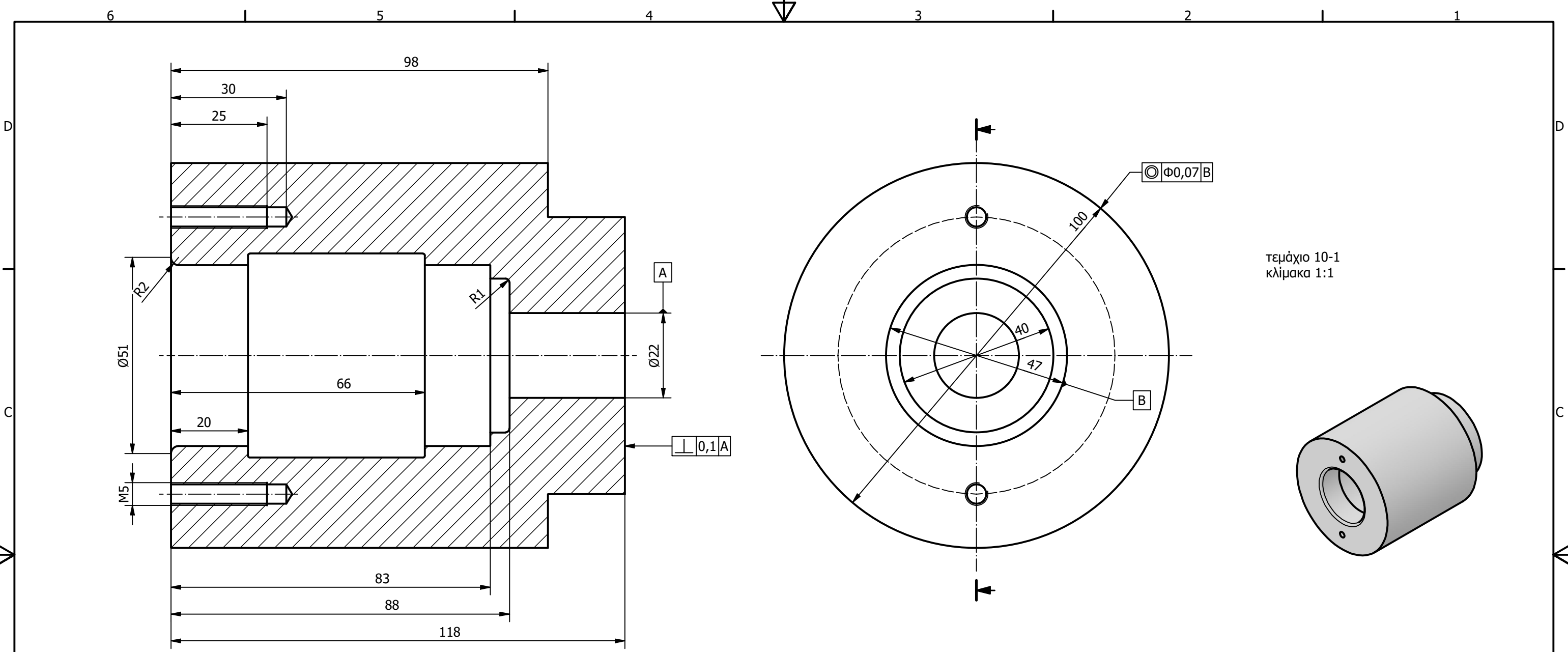
SOF - Ass10


1:2

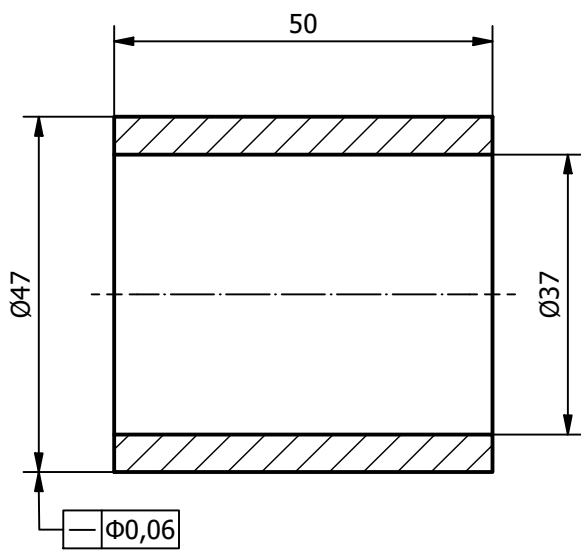
Ημερομηνία
01/2025

ΕΛ

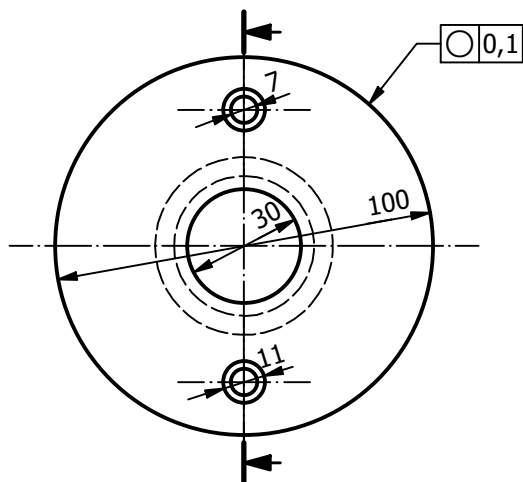
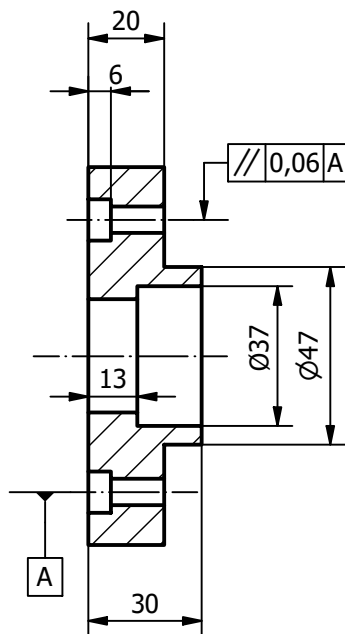
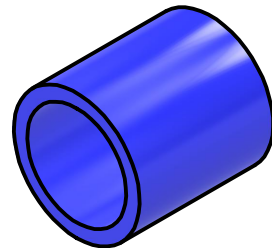
1/1



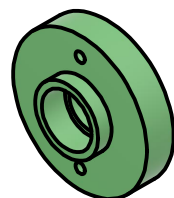
 www.m3.tuc.gr	Σχεδίαση: Σπινθάκη Σοφία		Ανοχές Γενικές ανοχές: f- ISO2768 - 1		
	Τίτλος: Σώμα και Άξονας		SOF - Ass10 - 01,02		
			Ημερομηνία 01/2025	ΕΛ	1/1

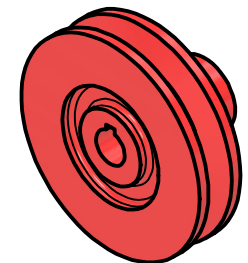
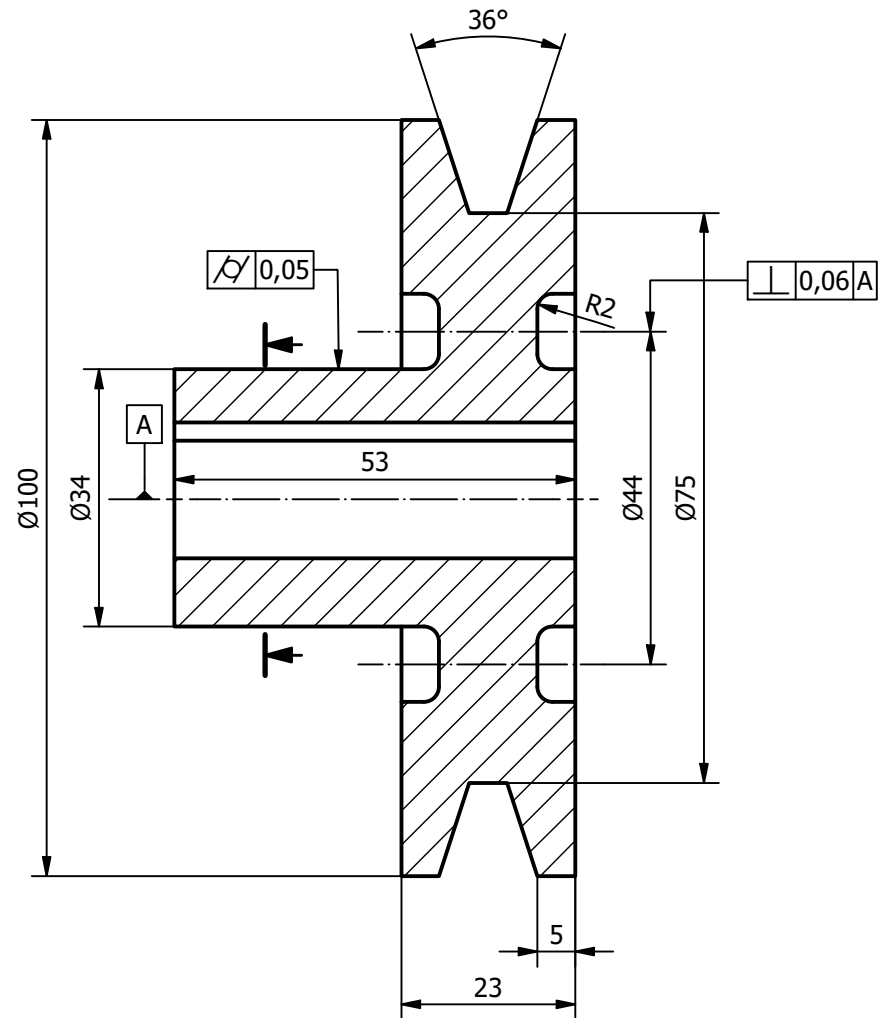


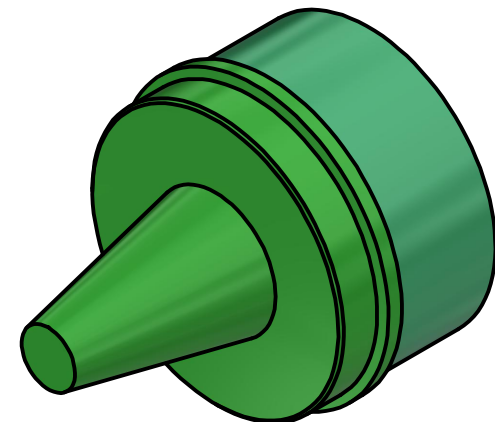
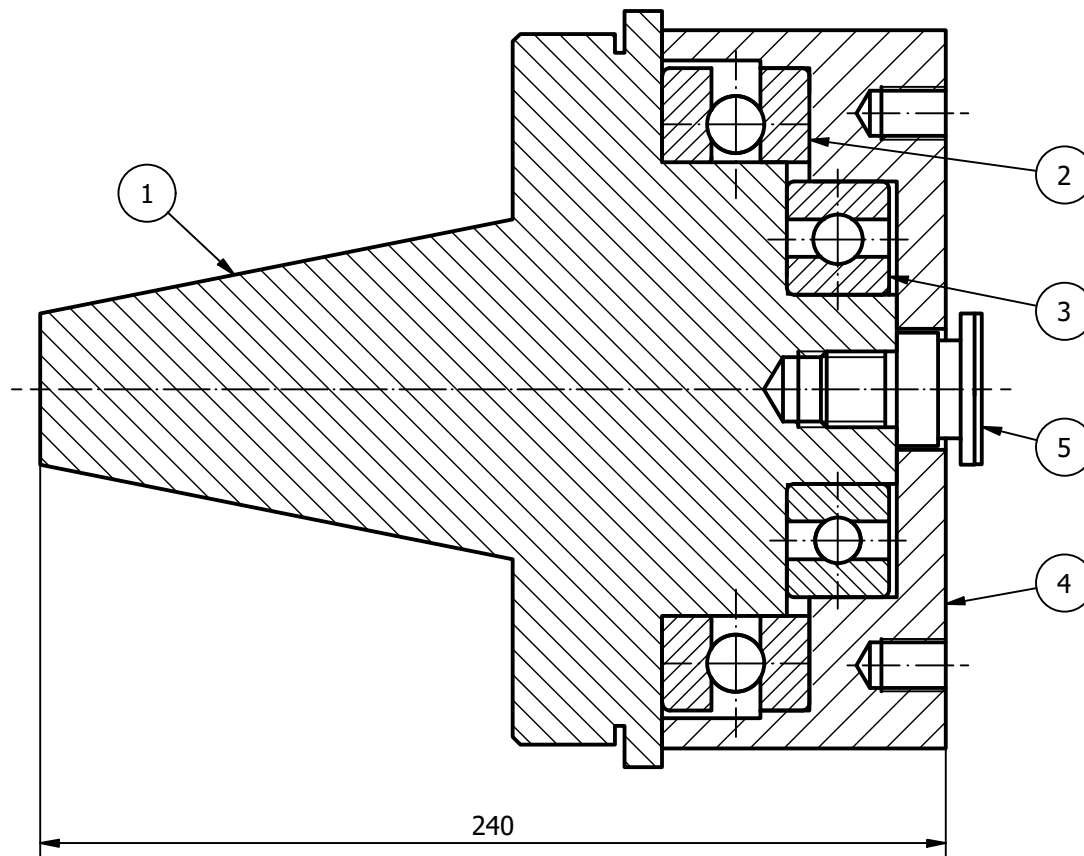
τεμάχιο 10-3
κλίμακα 1:1



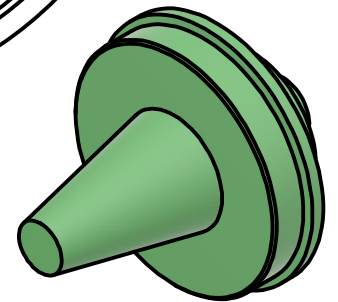
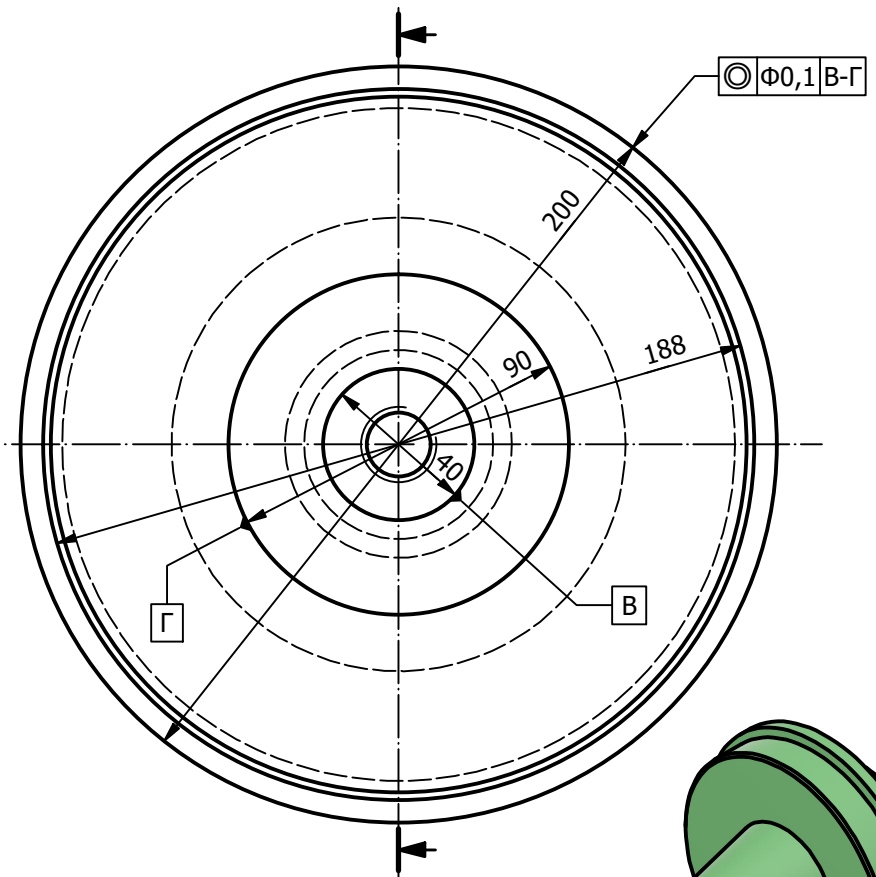
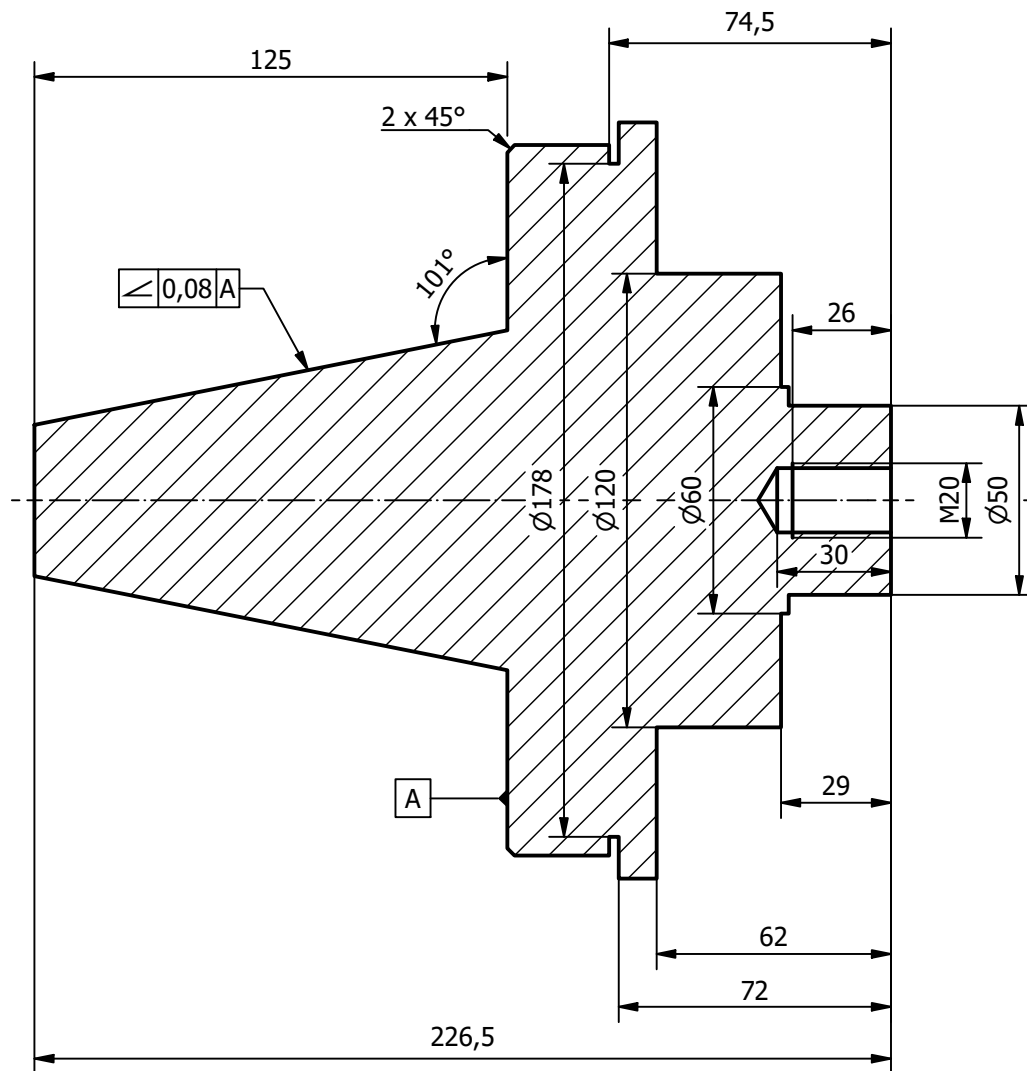
τεμάχιο 10-5
κλίμακα 1:2

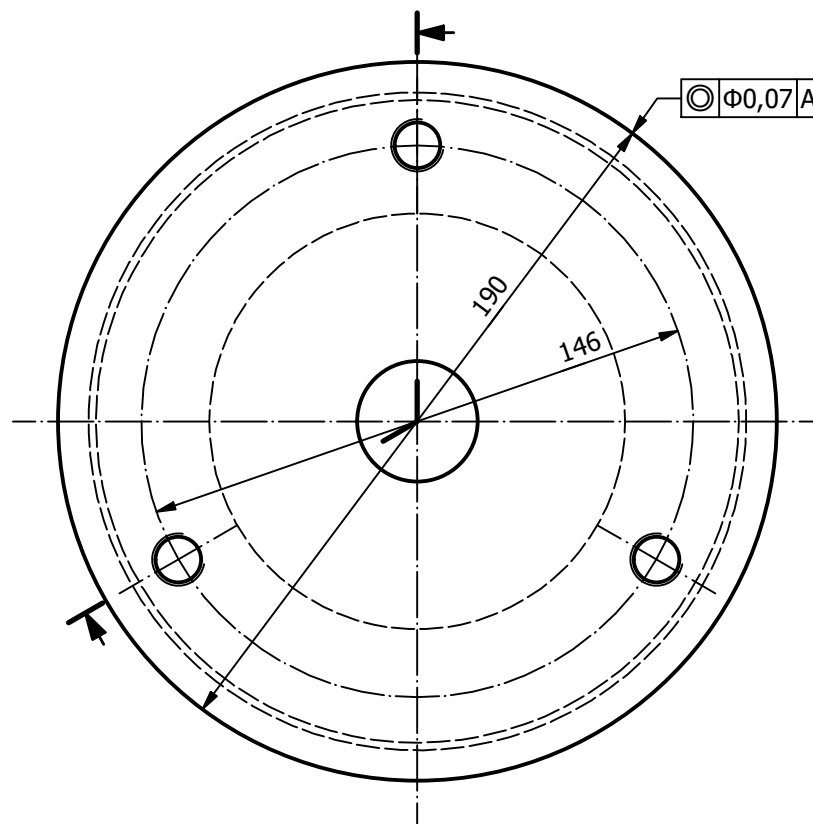




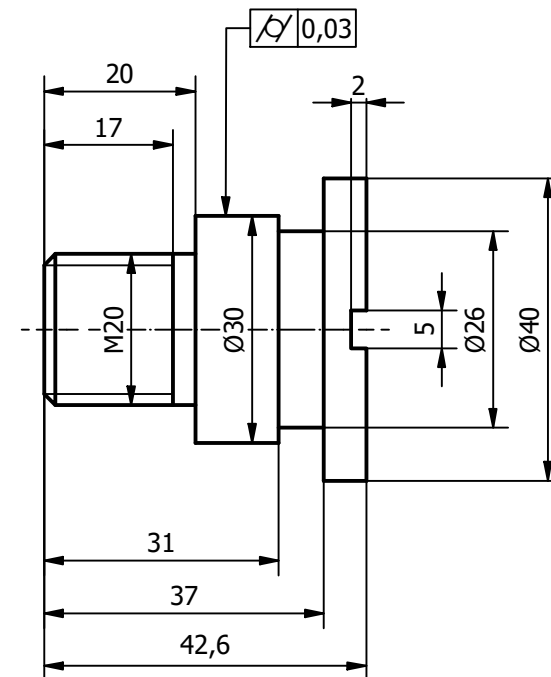
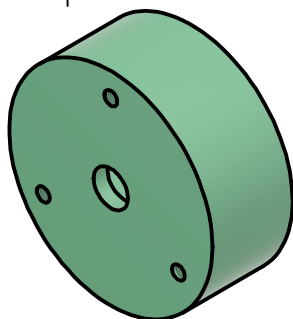


PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	TMX 11-1	Σώμα
2	1	TMX 11-2	Εδρανο κύλισης DIN 711
3	1	TMX 11-3	Εδρανο κύλισης DIN 625
4	1	TMX 11-4	Δακτύλιος έδρασης
5	1	TMX 11-5	Κοχλίας M20
 www.m3.tuc.gr		Σχεδίαση: Σπινθάκη Σοφία	Ανοχές Γενικές ανοχές: f- ISO2768 - 1
		Τίτλος:	SOF - Ass11
		Συναρμολογημένη διάταξη 11	<div>1:2</div> <div>Ημερομηνία 12/2024</div> <div>ΕΛ</div> <div>1/1</div>

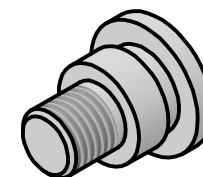




τεμάχιο 11-4
κλίμακα 1:2



τεμάχιο 11-5
κλίμακα 1:1



m3 MICRO
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

www.m3.tuc.gr

Σχεδίαση:
Σπινθάκη Σοφία

Τίτλος:

Δακτύλιος έδρασης και Κοχλίας
M20

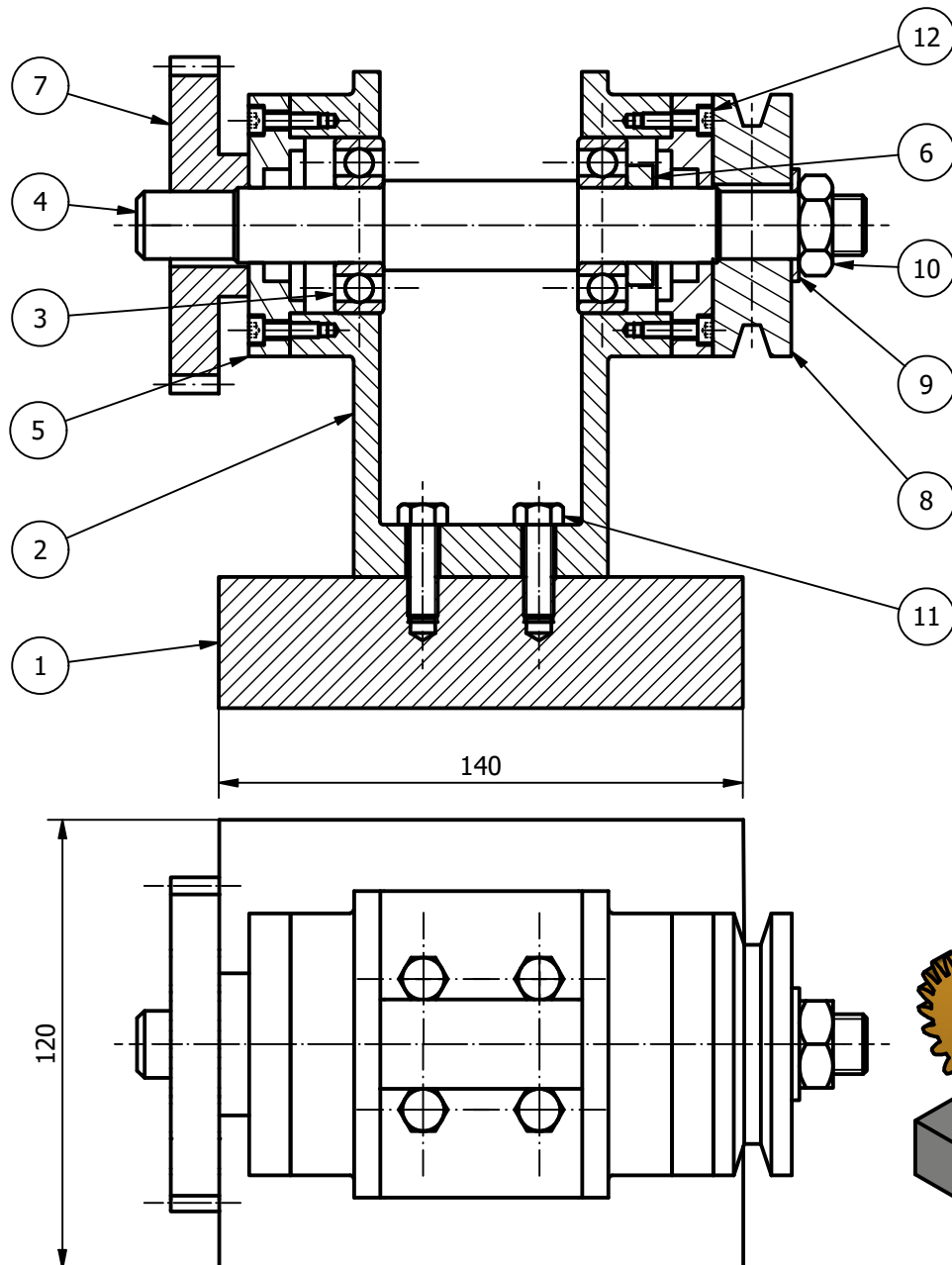
Ανοχές
Γενικές ανοχές: f- ISO2768 - 1

SOF - Ass11 - 04, 05

Ημερομηνία
12/2024

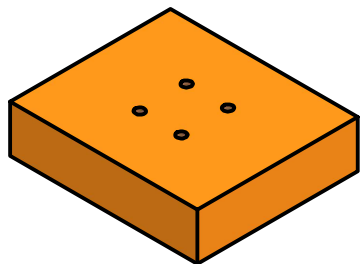
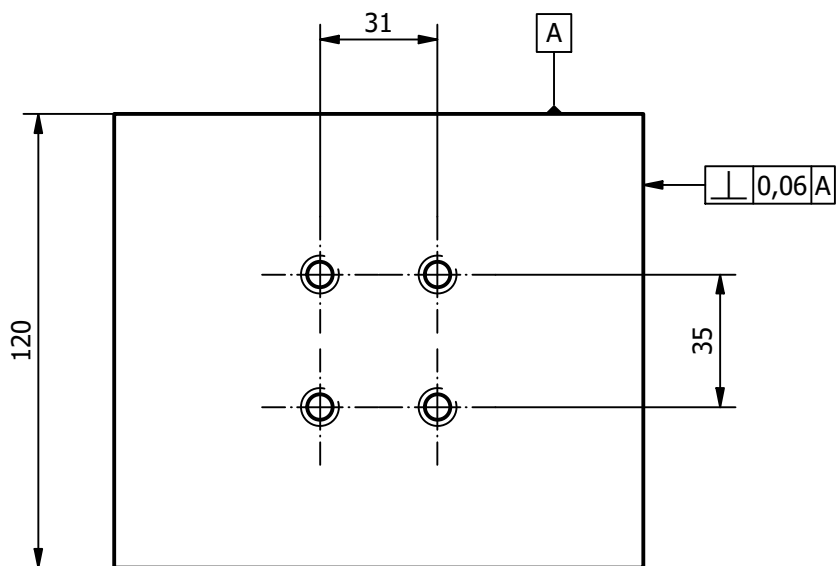
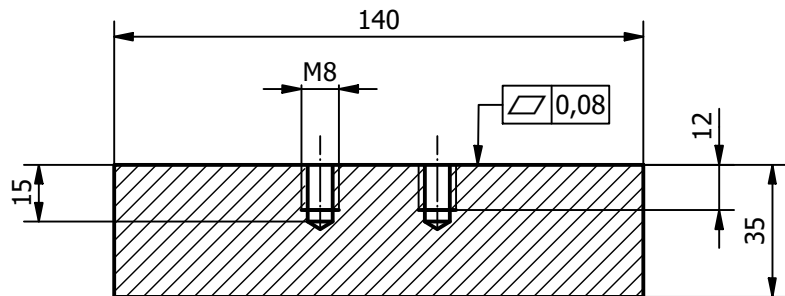
ΕΛ

1/1

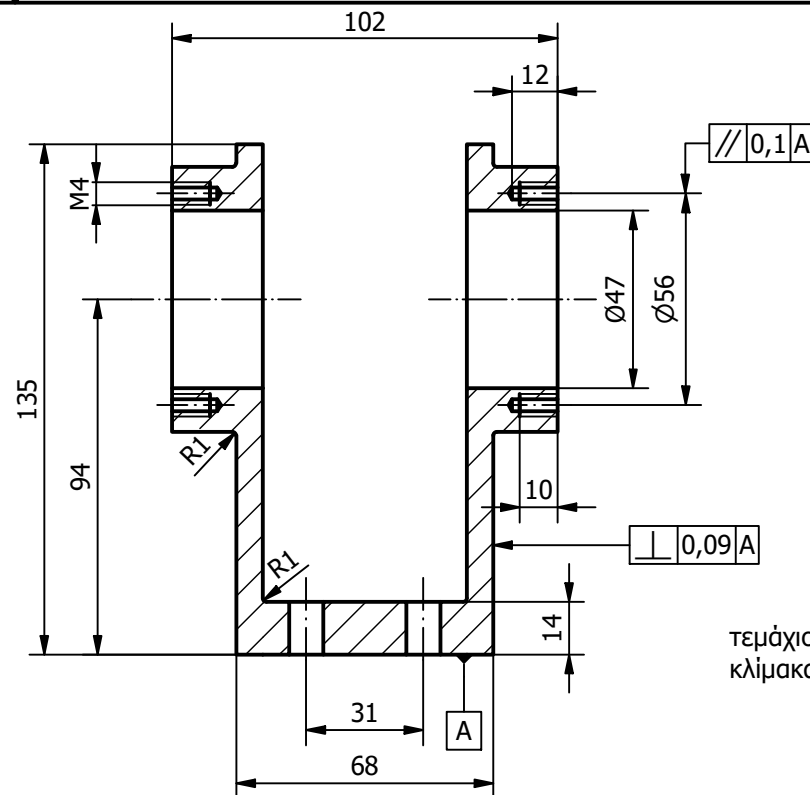


PARTS LIST

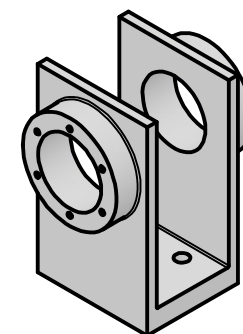
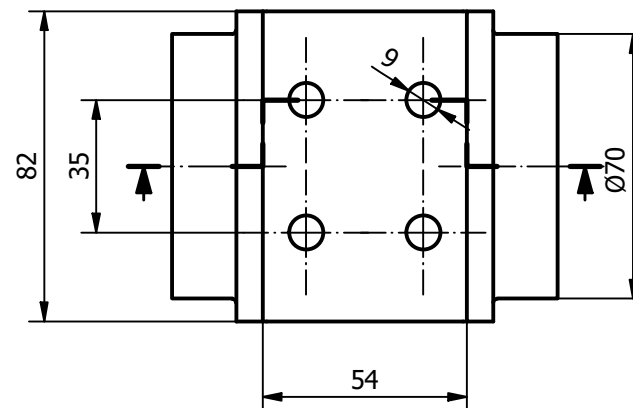
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	TMX 12-1	Βάση
2	1	TMX 12-2	Πλαίσιο έδρασης
3	2	TMX 12-3	Έδρανο κύλισης DIN 625
4	1	TMX 12-4	Άξονας
5	2	TMX 12-5	Καπάκι
6	1	TMX 12-6	Κεσές
7	1	TMX 12-7	Οδοντωτός τροχός
8	1	TMX 12-8	Τροχαλία
9	1	TMX 12-9	Ροδέλα M16 DIN EN ISO 7890
10	1	TMX 12-10	Περικόχλιο M16x1.5 DIN EN ISO 4032, 4034, 8973
11	4	TMX 12-11	Κοχλίας M8x1.25 DIN EN ISO 4017, 8676
12	12	TMX 12-12	Κοχλίας M4x0,7 DIN 609 ISO 4762

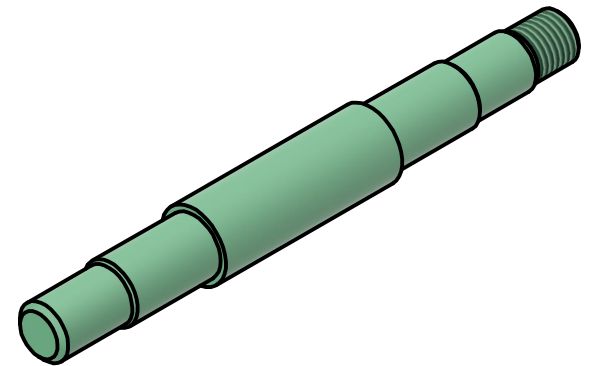
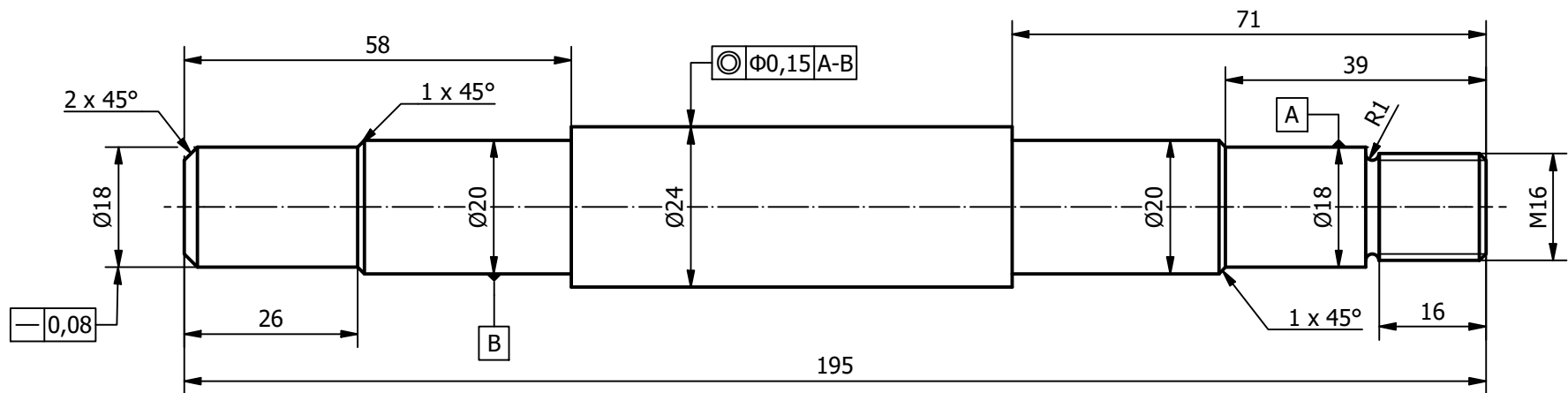


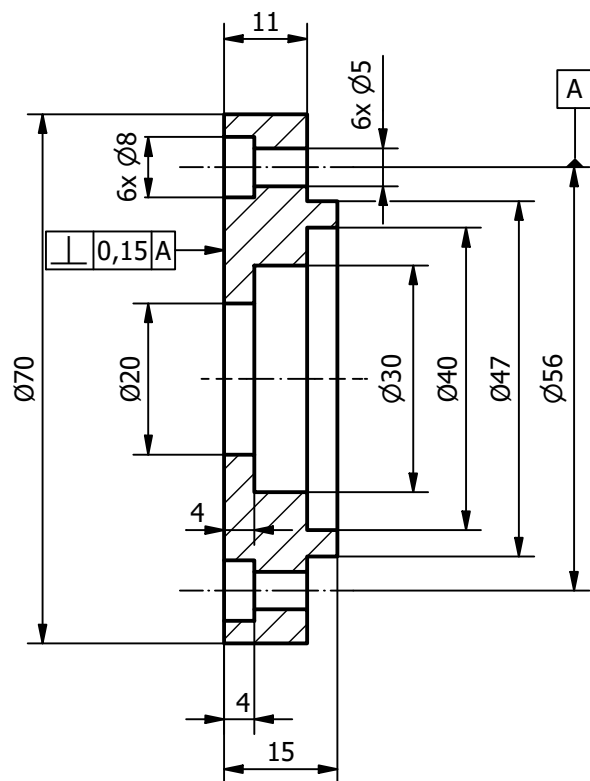
τεμάχιο 12-1
κλίμακα 1:2



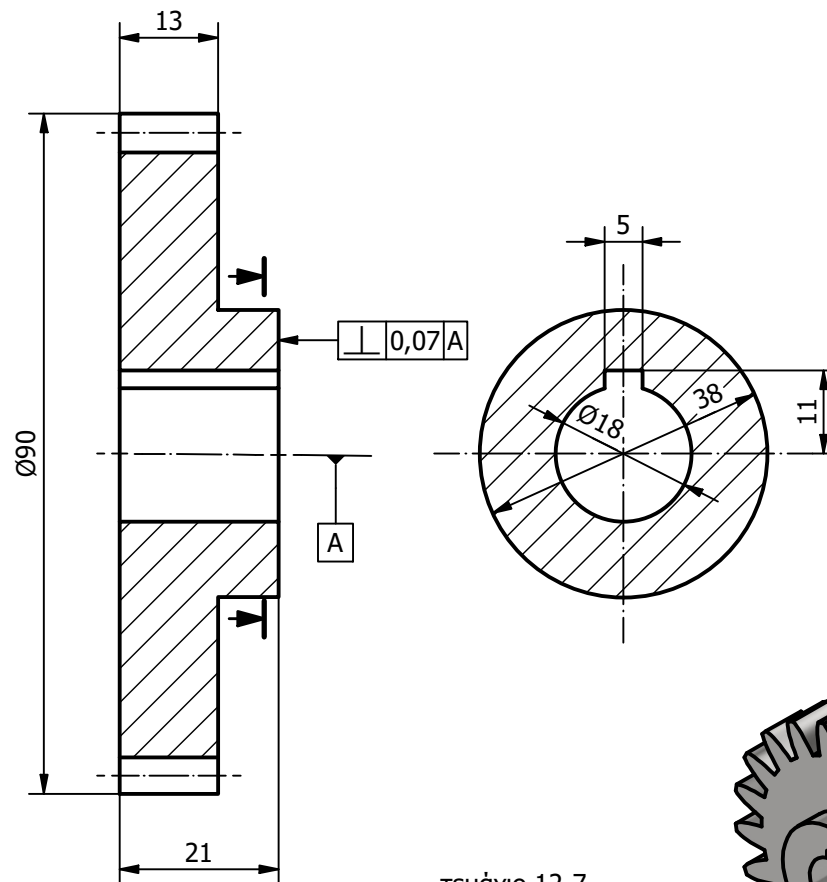
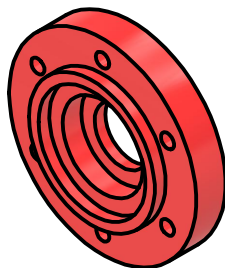
τεμάχιο 12-2
κλίμακα 1:2



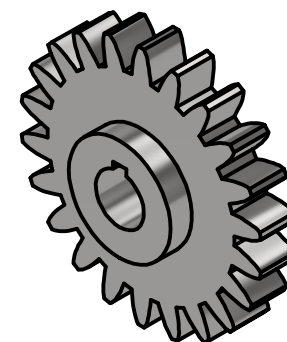


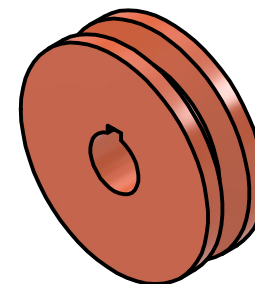
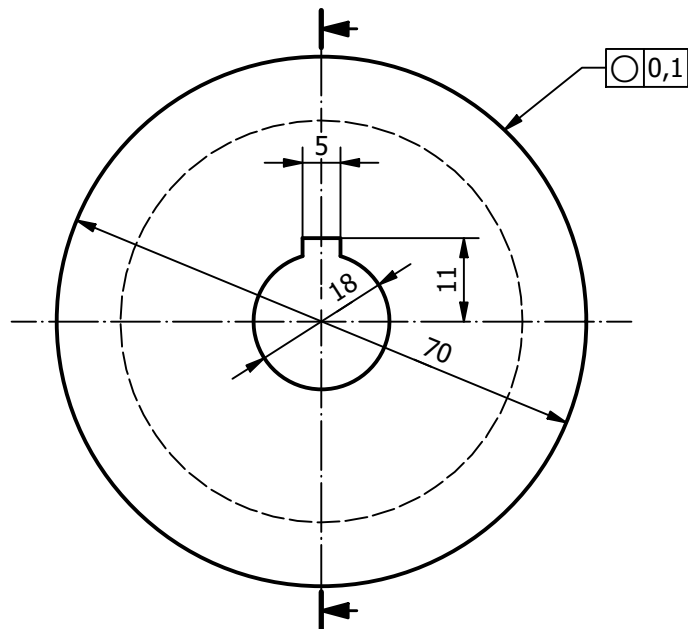
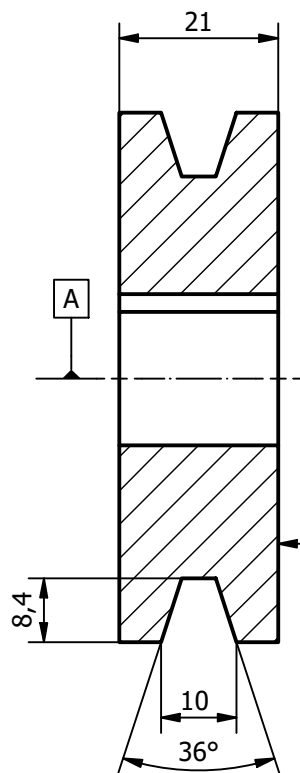


τεμάχιο 12-5
κλίμακα 1:1



τεμάχιο 12-7
κλίμακα 1:1





m3 MICRO
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

www.m3.tuc.gr

Σχεδίαση:
Σπινθάκη Σοφία

Τίτλος:
Τροχαλία

Ανοχές
Γενικές ανοχές: f- ISO2768 - 1

SOF - Ass12 - 08

1:1

Ημερομηνία
01/2025

ΕΛ

1/1

5. ΣΥΝΟΨΗ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετήθηκε η σχεδίαση δώδεκα συναρμολογημένων μηχανολογικών διατάξεων και οι ανοχές των επιμέρους εξαρτημάτων τους. Τα αντικείμενα σχεδιάστηκαν σε τρισδιάστατη μορφή με τη χρήση του λογισμικού Autodesk Inventor, ακολουθώντας τα πρότυπα σχεδίασης και τις τεχνικές προδιαγραφές και στην συνέχεια ενσωματώθηκαν για την δημιουργία πλήρους συναρμολογήσεων (Assemblies). Στα μηχανολογικά σχέδια του κάθε μοντέλου τοποθετήθηκαν γεωμετρικές και διαστασιολογικές ανοχές, για την εξασφάλιση της σωστής συναρμογής και λειτουργίας τους. Πραγματοποιήθηκε επίσης η κινηματική προσομοίωση (Animations) των συναρμολογημένων διατάξεων ώστε να αναδειχθούν οι σχέσεις και οι συνδέσεις μεταξύ των τεμαχίων. Το τελικό υλικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εκπαιδευτικό υλικό για το μάθημα “Μηχανολογικό Σχέδιο”.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) ISO 1101:2017 Geometrical product specifications (GPS) - Geometrical tolerancing - Tolerances of form, orientation, location and run-out
- 2) ISO 1101:2012 Geometrical product specifications (GPS) - Geometrical tolerancing - Tolerances of form, orientation, location and run-out
- 3) Αριστομένης Θ. Αντωνιάδης “Μηχανολογικό Σχέδιο”, 4^η Έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα
- 4) Πατεράκη Ιωάννα, “Σχεδίαση Συναρμολογούμενων Μηχανολογικών Διατάξεων σε Συστήματα CAD”, Διπλωματική εργασία 2018
- 5) Κανιαδάκη Αιμιλία, “Σχεδίαση Τεμαχίων σε συστήματα CAD και ένταξη τους σε εκπαιδευτική βάση δεδομένων, Διπλωματική εργασία 2018