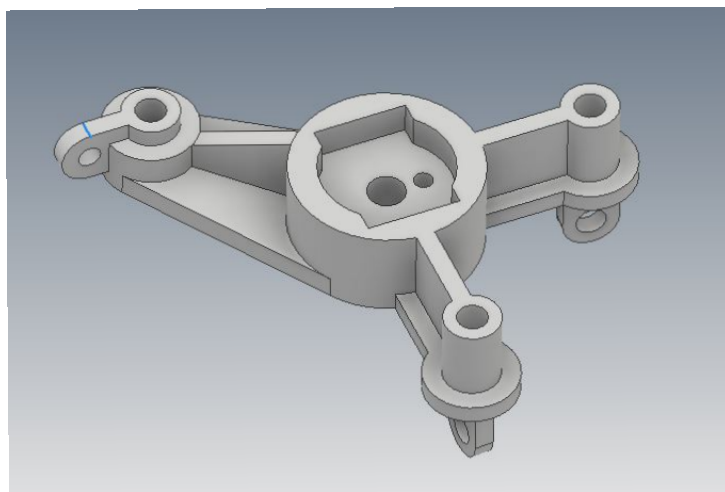




ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΕΜΑΧΙΩΝ ΣΕ ΣΥΣΤΗΜΑ CAD ΚΑΙ ΕΝΤΑΞΗ ΤΟΥΣ ΣΕ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ



ΚΑΝΙΑΔΑΚΗ
ΑΙΜΙΛΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΑΡΙΣΤΟΜΕΝΗΣ ΑΝΤΩΝΙΑΔΗΣ
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Αφιερώνεται στην οικογένειά μου Γιώργο, Αναστασία, Αγγελική

που αποτελούν το μεγαλύτερό μου στήριγμα..

Σας ευχαριστώ για όλα !

Με το πέρας της παρούσας διπλωματικής εργασίας, θα ήθελα να απευθύνω ένα μεγάλο ευχαριστώ στον Καθηγητή κ. Αριστομένη Αντωνιάδη που μου έδωσε την ευκαιρία να έρθω σε επαφή με το αντικείμενο των συστημάτων CAD και να συμβάλλω έστω και λίγο σε ένα νέο, ενδιαφέρον εκπαιδευτικό έργο. Επίσης τον ευχαριστώ για τις συμβουλές, την καθοδήγηση και την συνεχή βοήθεια που μου παρείχε καθόλη τη διάρκεια της διπλωματικής εργασίας.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ θέλω να απευθύνω στους γονείς μου, που σε όλες τις σημαντικές στιγμές της ζωής μου είναι δίπλα μου και με στηρίζουν, δείχνοντας μου αμέριστη υπομονή και αγάπη.. Ξεχωριστές ευχαριστίες οφείλω στον φίλο μου Ανδρέα, για την παρέα, τη συμπαράσταση και τη πολύτιμη βοήθειά του, καθώς και σε όλους μου τους φίλους και ιδιαίτερα την φίλη μου Ηρώ και Μαρία, για την στήριξή τους όλα αυτά τα χρόνια..

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	3
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
2. Η ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ CAD ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ.....	5
2.1 Η Ιστορία του CAD	5
2.2 Τα στερεά μοντέλα σήμερα	6
2.3 Παραμετρική μοντελοποίηση με χαρακτηριστικά.....	7
2.4 Ως προς τι διαφέρει το CAD από τη παραδοσιακή σχεδίαση.....	8
2.5 Πλεονεκτήματα σχεδίασης σε Η/Υ έναντι της παραδοσιακής σχεδίασης.....	9
2.6 Η επίδραση του CAD στην εκπαιδευτική διαδικασία	9
2.7 Ακαδημαϊκά πεδία εφαρμογής του CAD	10
2.8 Τι πρέπει να περιλαμβάνει η εκπαιδευτική διαδικασία CAD	11
2.8.1 Το CAD στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση	11
2.8.2 Το CAD στην τριτοβάθμια εκπαίδευση	12
2.9 Αρχές διδασκαλίας	13
2.10 Ο ρόλος των δασκάλων	14
2.11 Επιλογή κατάλληλου λογισμικού στην εκπαίδευση	15
3. ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΤΟ INVENTOR.....	18
3.1 Το λογισμικό Inventor	18
3.2 Δημιουργία τρισδιάστατων δοκιμών	19
3.2.1 Έναρξη διαδικασίας σχεδιασμού.....	19
3.2.2 Βασικές εντολές 2D σχεδίασης.....	21
3.2.3 Βασικές εντολές 3D σχεδίασης.....	24
3.3 Δημιουργία κατασκευαστικών σχεδίων	28
3.4 Μετατροπή αρχείων	34
4. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΤΕΜΑΧΙΩΝ ΓΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥΣ ΣΚΟΠΟΥΣ.....	36
4.1 Εκπαιδευτική χρήση σχεδιαζόμενων τεμαχίων.....	36
4.2 Κατασκευή τεμαχίων και μηχανολογικών σχεδίων	38
5. ΣΥΝΟΨΗ	56
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	57

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην σύγχρονη κοινωνία η ανάγκη και η ζήτηση για νέα και τεχνολογικά προηγμένα προϊόντα είναι πλέον αισθητή. Σχεδόν όλα τα προϊόντα που παράγονται, προέρχονται από βιομηχανίες αυτοματοποιημένης παραγωγής με χρήση συστημάτων CAD/CAM. Επομένως, με την ολοένα αυξανόμενη ανάπτυξη των τεχνολογιών CAD και την υιοθέτησή τους από την βιομηχανία, η ανάγκη ένταξης του CAD στην εκπαίδευση, με στόχο τη κατάρτιση ατόμων ικανών να υποστηρίξουν την σύγχρονη σχεδιαστική διαδικασία, γίνεται ολοένα και μεγαλύτερη.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται αναφορά στους ακαδημαϊκούς τομείς που εμφανίζεται έως σήμερα το CAD, αλλά και στην σταδιακή εισαγωγή του στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Παρουσιάζονται προτάσεις για το τι χρειάζεται να περιλαμβάνει η διδακτέα ύλη και τι εφόδια θα πρέπει αυτή να παρέχει στους μαθητές, ανάλογα με τη βαθμίδα εκπαίδευσης στην οποία βρίσκονται. Ακόμη, γίνεται αναφορά για τον ρόλο του δασκάλου και τις βασικές αρχές διδασκαλίας των συστημάτων CAD πάνω στις οποίες μπορεί να στηριχτεί, προκειμένου οι σπουδαστές του να αποκτήσουν επαρκή εφόδια και να γίνει το μάθημα πιο ενδιαφέρον και αποτελεσματικό.

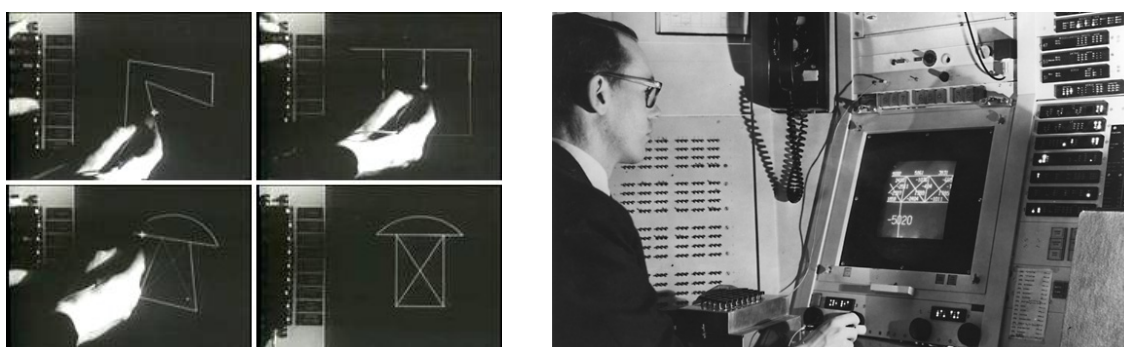
Στα πλαίσια ένταξης συστημάτων CAD στην εκπαιδευτική διαδικασία, στο μάθημα Μηχανολογικού Σχεδίου του Πολυτεχνείου Κρήτης, δημιουργήθηκε μια εφαρμογή η οποία επιτρέπει στον χρήστη να μετατρέπει δισδιάστατα σχέδια εξαρτημάτων, από το βιβλίο του καθηγητή Αριστομένη Θ. Αντωνιάδη “Μηχανολογικό Σχέδιο”, σε τρισδιάστατα στερεά. Πιο συγκεκριμένα, η εφαρμογή αυτή του CAD επιτρέπει στους μαθητές την διαδραστική αλληλεπίδραση με το εκπαιδευτικό βιβλίο, βοηθώντας τους στη καλύτερη κατανόηση και εκμάθηση των στοιχείων του μηχανολογικού σχεδίου. Ορισμένα από τα τρισδιάστατα στερεά και μηχανολογικά σχέδια που δημιουργήθηκαν στην παρούσα εργασία σε περιβάλλον του Inventor, αποτελούν μέρος της βάσης δεδομένων της εφαρμογής αυτής.

Πέραν όμως τα μηχανολογικά εξαρτήματα του βιβλίου, κατασκευάστηκαν πλήθος άλλων τρισδιάστατων τεμαχίων καθώς επίσης και πραγματικών εξαρτημάτων ύστερα από μετρήσεις που έγιναν. Στην εργασία αυτή, παρουσιάζεται ο τρόπος δημιουργίας των τρισδιάστατων στερεών καθώς και ο τρόπος κατασκευής των μηχανολογικών τους σχεδίων, με χρήση του λογισμικού Inventor της Autodesk. Στα μηχανολογικά σχέδια (Drawings), τα οποία έγιναν σε ορισμένα από τα κατασκευαζόμενα τεμάχια, πραγματοποιήθηκαν διάφορες τροποποιήσεις έτσι ώστε να τηρούνται οι κανονισμοί σύμφωνα με τα πρότυπα ISO. Τέλος, με στόχο την μετέπειτα χρήση τους για εκπαιδευτικούς σκοπούς, παρουσιάζεται η διαδικασία μετατροπής των αρχικών αρχείων .ipt και .dwg σε άλλες μορφές όπως obj, png και pdf.

2. Η ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ CAD ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ.

2.1 Η Ιστορία του CAD

Η ανάπτυξη των συστημάτων σχεδιομελέτης με τη βοήθεια του Η/Υ (Computer Aided Design) υπήρξε σχεδόν παράλληλη με την εξέλιξη της τεχνολογίας των υπολογιστών. Η αρχή του CAD μπορεί να αναχθεί στο έτος 1957, όταν ο Patrick J. Hanratty ανέπτυξε το PRONTO, το πρώτο εμπορικό σύστημα προγραμματισμού αριθμητικού ελέγχου. Το 1963 ωστόσο δημιουργήθηκε από τον Ivan Sutherland στο MIT το SKETCHPAD, το πρώτο σύστημα γραφικής επικοινωνίας του χρήστη με το σύστημα. Στο SKETCHPAD ο χρήστης χρησιμοποιούσε μια πένα φωτός σε μια οθόνη καθοδικών ακτινών, επιτρέποντάς του να συγκεντρώνει τις ιδιότητες σε ένα σχέδιο. Το λογισμικό αυτό εφαρμόστηκε στον τομέα της μηχανικής και ιδιαίτερα από εταιρίες της αυτοκινητοβιομηχανίας, της αεροπορικής βιομηχανίας και των ηλεκτρονικών.



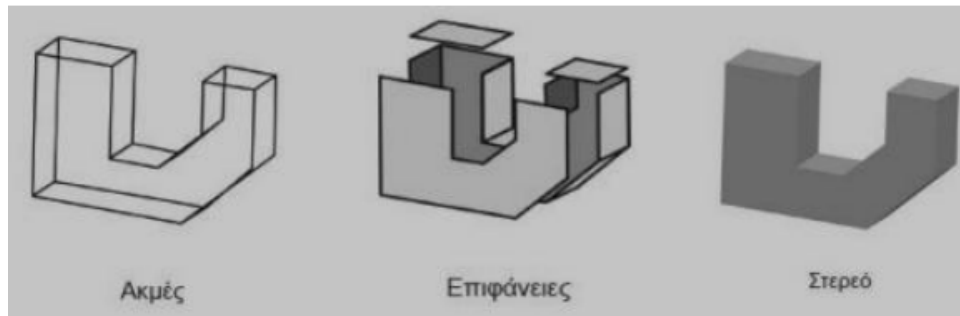
Σχήμα 2.1: Το σύστημα Sketchpad.

Παρόλο που αυτές οι συσκευές σε σχέση με την απόδοση των δισδιάστατων σκίτσων ήταν ένα βήμα προς τη σωστή κατεύθυνση για τους σχεδιαστές, δεν ήταν αρκετά προηγμένες τεχνολογικά ώστε να δικαιολογήσουν μια πλήρη αντικατάσταση των αναλογικών σχεδίων [1]. Το 1971 αναπτύχθηκε από την εταιρία MCS (Manufacturing and Consulting Services Inc.) το σύστημα ADAM, ο κώδικας του οποίου δόθηκε σε πολλές άλλες εταιρίες. Έτσι στα τέλη της δεκαετίας του '70 η βιομηχανία του CAD άρχισε να αυξάνεται ραγδαία.

Καλύτερες και πιο βελτιωμένες παραλλαγές των βασικών γραφικών λογισμικών άρχισαν να εμφανίζονται. Σημαντικά προϊόντα ήταν το 1981 τα λογισμικά CATIA (Dassault Systems), Romulus (ShapeData) και UniSolid (Unigraphics). Επιπλέον, ήταν το 1982 όταν η Autodesk, μια από τις σημαντικότερες εταιρίες στον τομέα του CAD, ιδρύθηκε και δημιούργησε το σύστημα AutoCAD. Το AutoCAD ήταν 2 διαστάσεων και είναι ακόμα ένα από τα πιο γνωστά προγράμματα CAD, πάνω στο οποίο βασίστηκαν νέες βελτιωμένες εκδόσεις. Επόμενη σημαντική εξέλιξη ήταν το 1988 η έκδοση του Pro/ENGINEER και έπειτα του Parasolid (ShapeData) και ACIS (Spatial Technology Inc.). Τα δυο τελευταία συστήματα οδήγησαν στην μετέπειτα δημιουργία βασικών εργαλείων στη σχεδιομελέτη προϊόντων όπως το SolidWorks το 1995, το SolidEdge το 1996 και το IronCAD το 1998 [6]. Πιο σύγχρονες ανακαλύψεις ήταν από την Autodesk το 1999 το Inventor και το 2012 το Autodesk 360. Δεν είναι τυχαίο που οι δυνατότητες των τρισδιάστατων συστημάτων CAD εξελίσσονται ραγδαία, αφού πλέον το CAD είναι ένα από τα κύρια εργαλεία που χρησιμοποιούνται στη σχεδίαση και παραγωγή προϊόντων.

Οι λειτουργικές δυνατότητες των συστημάτων CAD αναπτύχθηκαν σε τρία στάδια. Πρώτα, τα μοντέλα ακμών δύο διαστάσεων (2-D wireframe models), τα οποία ήταν μια ηλεκτρονική

αναπαράσταση ενός αντικειμένου, όπως το Sketchpad, που επέτρεπε στους χρήστες να δημιουργήσουν γεωγραφικά περιγράμματα που είχαν σχήμα χωρίς μάζα ή όγκο. Έπειτα τα μοντέλα επιφανειών τριών διαστάσεων (3-D wireframe models), τα οποία έδιναν τα περιγράμματα μιας εικόνας σε τρεις διαστάσεις. Αυτά τα σχήματα είχαν όγκο αλλά ακόμα όχι μάζα. Τέλος, σήμερα η τεχνολογία παρέχει τρισδιάστατα μοντέλα στερεών (3-D solid models) τα οποία έχουν σχήμα, όγκο και μάζα, επιτρέποντας στους χρήστες να εκχωρούν συγκεκριμένες πυκνότητες, υλικά και συνθήκες υλικών κάνοντάς τα απολύτως ρεαλιστικά [1].



Σχήμα 2.2: Μοντέλα ακμών, επιφανειών, στερεών.

Η εδραίωση των συστημάτων CAD στην βιομηχανία, έχει οδηγήσει στη μείωση των αριθμών των σφαλμάτων και των μη επιθυμητών διορθώσεων και επαναλήψεων σε όλη την διαδικασία ανάπτυξης ενός προϊόντος, στη βελτίωση του έλεγχου του προϊόντος σε πρώιμο στάδιο ανάπτυξης, μειώνοντας έτσι το κόστος και τον χρόνο ανάπτυξης. Το γεγονός αυτό καθιστά τα συστήματα CAD ίσως την πιο σημαντική και απαραίτητη τεχνολογία για την ανάπτυξη όλων των προϊόντων [6].

2.2 Τα στερεά μοντέλα σήμερα

Στις μέρες μας, στα εμπορικά συστήματα σχεδιομελέτης με Η/Υ χρησιμοποιούνται κυρίως τα στερεά μοντέλα. Σε αντίθεση με τα μοντέλα ακμών και επιφανειών που χρησιμοποιούν μόνο στοιχεία γεωμετρίας, τα στερεά μοντέλα συνδυάζουν τα γεωμετρικά στοιχεία με τα στοιχεία τοπολογίας δίνοντας έτσι μια έγκυρη και αναμφίβολη αναπαράσταση των στερεών αντικειμένων. Τα κύρια χαρακτηριστικά ενός συστήματος στερεάς μοντελοποίησης είναι:

- Πληρότητα του μοντέλου, σε αντιδιαστολή με το μοντέλο ακμών ή το μοντέλο επιφανειών.
- Συνάφεια. Χαρακτηριστικό που αποτρέπει ένα χρήστη από το να δημιουργεί μοντέλα που δεν είναι πραγματοποιήσιμα.
- Πολυπλοκότητα και δυνατότητα γεωμετρικής απεικόνισης.
- Γεωμετρικοί υπολογισμοί. Με βάση το στερεό μοντέλο μπορούμε να υπολογίσουμε αλγοριθμικά όλα τα γεωμετρικά μεγέθη του αντικειμένου, όπως μορφή αντικειμένου, βάρος, επιφάνεια, κλπ.
- Αλληλεπίδραση μεταξύ δύο στερεών, αντοχή σε καταπόνηση, τρόπος κατασκευής του αντικειμένου.

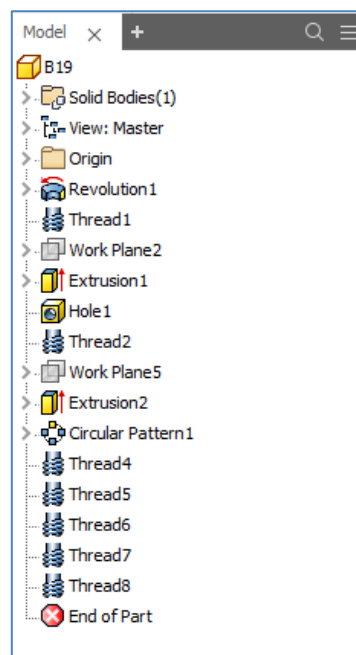
Πλέον, η τεχνολογία των στερεών μοντέλων έχει αναπτυχθεί, καθιστώντας σύγχρονη τάση των συστημάτων μηχανολογικής σχεδίασης, τη χρήση παραμετρικών μοντέλων με μορφολογικά χαρακτηριστικά. Το πρώτο σύστημα στο οποίο εμφανίστηκε η παραμετρική μοντελοποίηση, ήταν το Pro/ENGINEER το 1987 και έκτοτε όλα τα συστήματα είναι αυτού του τύπου και όλοι οι προμηθευτές συστημάτων CAD παρέχουν κάποιο αντίστοιχο προϊόν.

2.3 Παραμετρική μοντελοποίηση με χαρακτηριστικά

Η παραμετρική μοντελοποίηση (parametric and feature base-modeling) είναι η μεθοδολογία σχεδιασμού της μορφής ενός μοντέλου με τον ορισμό των διαστάσεων του ως παραμέτρους. Πιο συγκεκριμένα, με κάθε ενδεχόμενη αλλαγή σε διάσταση, ο χρήστης δεν χρειάζεται να επανασχεδιάσει το μοντέλο από την αρχή. Το σύστημα ελέγχει εσωτερικά τις νέες τιμές των διαστάσεων για να δει αν είναι έγκυρες με την αρχική τοπολογία ή αν αναιρούν άλλες τιμές και στη συνέχεια αναδημιουργεί το μοντέλο. Με αυτόν τον τρόπο η διόρθωση και η προσαρμογή ενός μοντέλου είναι πολύ πιο εύκολη και γρήγορη.

Μεταξύ των παραμετρικών διαστάσεων ενός μοντέλου μπορούν να οριστούν σχέσεις (relations) που τις συνδέουν και περιορισμοί (constraints). Οι περιορισμοί είναι σχέσεις μεταξύ των γεωμετρικών οντοτήτων που απαρτίζουν ένα συγκεκριμένο σχήμα και αποσκοπούν να διατηρήσουν το σκοπό του σχεδίου ανεξάρτητα από τις αλλαγές που κάνει ο σχεδιαστής. Οι περισσότεροι δημιουργούνται αυτόματα κατά την διάρκεια της σχεδίασης, αλλά μπορούν να αποδοθούν και από τον χρήστη σε μετέπειτα στάδιο.

Στα συστήματα παραμετρικής σχεδίασης η μοντελοποίηση γίνεται με μορφολογικά χαρακτηριστικά (features), δηλαδή, παραμετρικές στερεές μορφές που σχετίζονται με μια σειρά από χαρακτηριστικά όπως γεωμετρικοί παράμετροι (μήκος, πλάτος, βάθος), παράμετροι προσανατολισμού, γεωμετρικές ανοχές, ιδιότητες υλικού και αναφορές σε μορφολογικά χαρακτηριστικά. Έτσι, δημιουργείται ένα δέντρο με τα μορφολογικά χαρακτηριστικά που αποτελείται το μοντέλο (σχήμα 3.1).

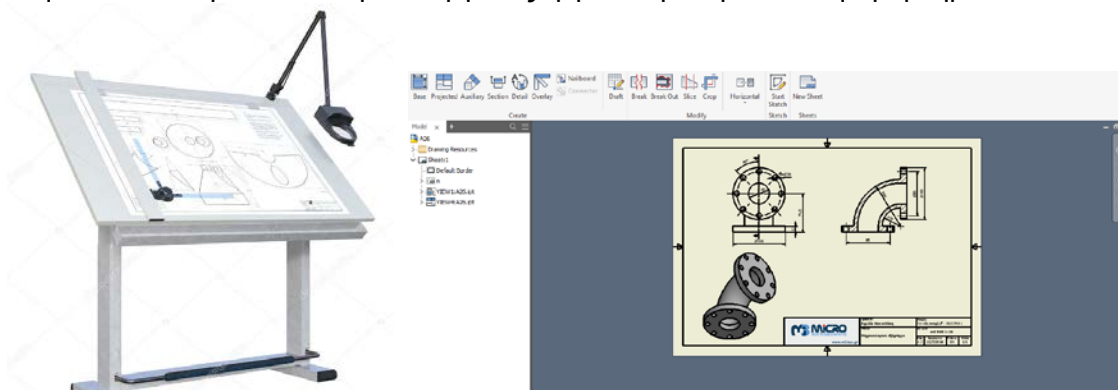


Σχήμα 2.3: Δέντρο μορφολογικών χαρακτηριστικών.

Γενικά, ο τρόπος με τον οποίο λειτουργεί το εκάστοτε συστήματα CAD εξαρτάται από το λογισμικό. Οι εντολές και οι διαδικασίες διαφέρουν, όμως η φιλοσοφία είναι ίδια. Τα περισσότερα προγράμματα χάρη στη παραμετρική μοντελοποίηση, καθιστούν τους σχεδιαστές ικανούς να δημιουργούν σχέδια σε τρεις διαστάσεις, να τα ελέγχουν, να τα τροποποιούν, να τα αποθηκεύουν και να τα εκτυπώνουν. Τα προγράμματα CAD έχουν βοηθήσει επαγγελματικούς κλάδους, καθιστώντας τη σχεδίαση ταχύτερη και ευκολότερη.

2.4 Ως προς τι διαφέρει το CAD από τη παραδοσιακή σχεδίαση

Πριν ακόμα αρχίσουν να αποκτούν οι μαθητές πρόσβαση στο CAD, η σχεδίαση ήταν θεμελιώδης για την δουλειά τους και ήταν απαραίτητη "κατά τη διάρκεια όλων των σταδίων ανάπτυξης του μηχανικού σχεδιασμού" [7]. Ο λόγος που το σχέδιο θεωρείται τόσο σημαντικό στην εκπαίδευση είναι επειδή λειτουργεί ως εργαλείο για την επίλυση προβλημάτων.



Σχήμα 2.4: Παραδοσιακό μηχανολογικό σχέδιο και σχέδιο σε CAD.

Ωστόσο, υπάρχουν αρκετές διαφορές μεταξύ της παραδοσιακής σχεδίασης και της σχεδίασης με χρήση Η/Υ. Στην παραδοσιακή σχεδίαση, το να είσαι ικανός να γράφεις γράμματα και να σχεδιάζεις γραμμές σωστού πάχους είναι κάτι το στοιχειώδες. Οι σχεδιαστές πρέπει να είναι ικανοί να χρησιμοποιούν αποτελεσματικά εργαλεία όπως διαβήτες, χάρακες, παραλληλογράφους, και κυρίως να γνωρίζουν πολύ καλά τα πρότυπα σχεδίασης. Για το σύστημα CAD οι δεξιότητες αυτές δεν είναι σημαντικές. Το σύστημα παράγει γραμμές και γράμματα αυτόματα, περισσότερο ομοιόμορφα από ένα σχεδιαστή. Επιπλέον, ο σχεδιαστής μπορεί να ορίσει το πρότυπο με το οποίο επιθυμεί να δημιουργήσει το κατασκευαστικό του σχέδιο και με βάση αυτό το πρόγραμμα αυτόματα να υλοποιεί ορισμένους κανόνες, όπως ανάλογες όψεις, υπόμνημα, διαστάσεις κ.α.

Μερικές από τις ικανότητες που προσφέρουν τα συστήματα CAD στους σχεδιαστές είναι:

- Να σχεδιάζουν γραμμές, όπως απαιτείται σε κάθε θέση, οποιουδήποτε μεγέθους ή οποιασδήποτε μορφής.
- Να σχεδιάζουν κύκλους και τόξα κάθε μεγέθους.
- Να μετακινούν ένα σχέδιο ή να το αναπαράγουν σε άλλο μέρος της οθόνης.
- Να καθορίζουν την κλίμακα για ένα σχέδιο και να διατηρούν την κλίμακα αυτή για τη σχεδίαση λεπτομερειών.
- Να υπολογίζουν αποστάσεις και να αναγράφουν τις διαστάσεις αυτόματα.
- Να ελέγχουν την ακρίβεια των διαστάσεων.
- Να σχεδιάζουν ένα συμμετρικό σχέδιο δημιουργώντας μια κατοπτρική εικόνα αυτού που έχει σχεδιασθεί.
- Να συνδυάζουν σχέδια που έχουν σχεδιασθεί ξεχωριστά μεταξύ τους.
- Να κάνουν αυτόματα μια τομή ή να διατέμνουν ένα εξάρτημα.
- Να ενσωματώνουν σχέδια που έγιναν προηγουμένως, σε νέα σχέδια.
- Να αποθηκεύουν και /ή να εκτυπώνουν σχέδια.

Είτε πρόκειται για δοκιμή που απαιτεί μεγάλο χρονικό διάστημα για να πραγματοποιηθεί, είτε για διαδικασία που συμβαίνει πολύ γρήγορα, είτε για δομή μεγάλης κλίμακας που δεν μπορεί να χωρέσει σε εσωτερικό χώρο, είτε για λεπτομέρεια που δεν φαίνεται με γυμνό μάτι, οι μαθητές μέσω του CAD μπορούν πλέον να σχεδιάσουν ένα μοντέλο στον υπολογιστή, να το

προσομοιώσουν, να το εξερευνήσουν και να φανταστούν πώς θα μπορούσε να δουλέψει στον πραγματικό κόσμο [4].

2.5 Πλεονεκτήματα σχεδίασης σε Η/Υ έναντι της παραδοσιακής σχεδίασης

Η τρισδιάστατη παραμετρική μοντελοποίηση στερεών προσφέρει τα εξής πλεονεκτήματα έναντι των παραδοσιακών δισδιάστατων σχεδίων [11] :

- Εκτός από τις σταθερές ορθογραφικές προβολές, τα 3D στερεά μοντέλα προσφέρουν απεριόριστο εύρος τρόπων για να δει κανείς το μοντέλο, συμπεριλαμβανομένου της απόδοσης (rendering) και των κινούμενων όψεων.
- Το 3D λογισμικό μοντελοποίησης μπορεί να ενημερώσει αυτόματα τα σχετικά μέρη του μοντέλου όταν γίνονται αλλαγές σχεδιασμού και υπάρχει πλήρης αμφίδρομη συσχέτιση μεταξύ αντικειμένων, συναρμογών και σχεδίων.
- Τα 3D συστήματα παρέχουν ευκολότερη αναθεώρηση του σχεδιασμού. Αλλαγές μπορούν να γίνουν σε κάθε επιμέρους σχέδιο και χαρακτηριστικό. Εάν ένα σχέδιο δεν είναι το απαιτούμενο μέγεθος, μπορεί εύκολα να τροποποιηθεί με την επιλογή των σχετικών διαστάσεων. Ομοίως, ο ορισμός των επιμέρους χαρακτηριστικών μπορεί να τροποποιηθεί με την αλλαγή των ιδιοτήτων τους.
- Τα συστήματα 3D είναι πιο ενδιαφέροντα, ελκυστικά και υποκινούν περισσότερο τους σημερινούς φοιτητές.
- Η παραμετρική μοντελοποίηση είναι οπτικά πιο ελκυστική και προσιπή. Κάτι ιδιαίτερα χρήσιμο όταν το μοντέλο χρησιμοποιείται σε λειτουργίες μη-μηχανικής, όπως είναι τα κινούμενα σχέδια.
- Τα παραμετρικά μοντέλα έχουν τη δυνατότητα επαναφοράς που δείχνει τη σειρά με την οποία δημιουργήθηκε το μοντέλο. Αυτό είναι ένα ανεκτίμητο εργαλείο για την εκμάθηση στρατηγικών μοντελοποίησης από τα υπάρχοντα μοντέλα και είναι επίσης πολύ χρήσιμο για την αξιολόγηση των εργασιών του φοιτητή.
- Εκτός από τα βήματα δημιουργίας του μοντέλου, επισημαίνονται αυτόματα και τα σφάλματα για τη διευκόλυνση του σχεδιαστή. Με τα συστήματα 2D δεν υπάρχει έλεγχος σφαλμάτων.
- Στα 3D συστήματα υπάρχει καλύτερη αίσθηση για το πως ένα τεχνούργημα θα μοιάζει, πώς θα είναι δηλαδή η μορφή και το σχήμα του, καθώς επίσης οι συνολικές αναλογίες του μοντέλου είναι πιο εύκολα κατανοητές όταν ορίζονται σε 3D. Στην ουσία, τα 3D συστήματα παρέχουν καλύτερη απεικόνιση του σχεδιασμού.
- Τα 3D συστήματα συλλαμβάνουν καλύτερα την πρόθεση του σχεδιασμού. Αυτό αφορά κυρίως το πώς το μοντέλο πρέπει να συμπεριφέρεται όταν γίνονται αλλαγές στο σχεδιασμό.
- Τα συστήματα 3D παρέχουν αυτοματοποιημένη παραγωγή σχεδίων.
- Στη βιομηχανία, τα 3D συστήματα έχουν καλύτερη ενσωμάτωση στη παραγωγική διαδικασία και βοηθούν στη μείωση του χρόνου και του κόστους ανάπτυξης του προϊόντος.

2.6 Η επίδραση του CAD στην εκπαιδευτική διαδικασία

Με την ανάπτυξη των συστημάτων CAD και την ολοένα αυξανόμενη υιοθέτησή τους από την βιομηχανία, η ανάγκη εκπαίδευσης ατόμων που μπορούν να υποστηρίξουν την σύγχρονη σχεδιαστική διαδικασία γίνεται ολοένα και μεγαλύτερη. Κάπως έτσι ξεκίνησε η ένταξη των σύγχρονων συστημάτων σχεδιομελέτης στην εκπαίδευση, ως εργαλείο για την κατάρτιση της νέας γενιάς σχεδιαστών.

Η εξέλιξη της τεχνολογίας CAD, μπορεί να ωθήσει την εκπαίδευση των μηχανικών στο να καλύψει ευρύτερους τομείς και να απασχολήσει πολύ μεγαλύτερο αριθμό φοιτητών, ειδικά στις κοινότητες που δεν έχουν το προνόμιο να έχουν πρόσβαση σε ακριβό υλικό, σε προηγμένα

εργαστήρια μηχανικής. Τα εργαλεία CAD που παρέχουν δυνατότητες μοντελοποίησης και προσομοίωσης συμβάλουν στη διδασκαλία και την εκμάθηση του μηχανικού σχεδιασμού, καθώς ένα σημαντικό μέρος της σχεδιαστικής σκέψης μπορεί να διδαχθεί μέσω των τρισδιάστατων ψηφιακών σχεδίων, τα οποία δοκιμάζονται σε ρεαλιστικές καταστάσεις. Επιπλέον, η μοντελοποίηση και η προσομοίωση σε λογισμικό CAD μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εκπαιδευτικό μέσο, αναλύοντας το έργο των μαθητών σε πραγματικό χρόνο, αφαιρώντας ένα μεγάλο μέρος του βάρους της εκπαιδευτικής αξιολόγησης από τους εκπαιδευτικούς. Αυτός ο τρόπος χρήσης των συστημάτων CAD μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω πλήρη, εύχρηστων απεικονίσεων και γραφημάτων που μεταφέρουν σημαντικές πληροφορίες με ένα ρεαλιστικό και αποτελεσματικό τρόπο. Η χρήση αυτών των νέων εξερευνητικών εργαλείων, όπως ο παραμετρικός σχεδιασμός, παρέχει στους εκπαιδευτικούς μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία, για έναν πιο διαδραστικό και ενδιαφέρον τρόπο σύλληψης και εφαρμογής μιας ιδέας από τους μαθητές [4].

Ωστόσο, υπάρχουν ορισμένοι ερευνητές που προειδοποιούν ότι η χρήση εργαλείων CAD στην πρακτική της μηχανικής και στην εκπαίδευση θα μπορούσε να οδηγήσει σε αρνητικές παρενέργειες. Η μεγάλη τεχνολογική εξάρτηση στην πραγματοποίηση της σχεδιαστικής διαδικασίας, μπορεί να οδηγήσει τους σπουδαστές στο να επικεντρώνονται τόσο πολύ στην εικονική μορφή της ιδέας τους, ώστε να αδυνατούν να κατανοήσουν την ρεαλιστική της μορφή. Σε αυτή την περίπτωση, οι σχεδιαστές θα χάσουν την δημιουργικότητα και τον πολυδιάστατο τρόπο σκέψης τους. Επιπλέον η εξ ολοκλήρου αντικατάσταση του παραδοσιακού σχεδίου με το ψηφιακό, μπορεί να στερήσει από τους μαθητές την εμπειρία από τη συνεργασία τους πάνω σε σχέδια με συνομηλίκους και δασκάλους και την μεταξύ τους ανταλλαγή ιδεών και σχεδιαστικών προσεγγίσεων [1]. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα η σχεδιαστική διαδικασία να μετατραπεί σε ατομική/ μοναχική, με μόνη αλληλεπίδραση του σχεδιαστή με την οθόνη του Η/Υ.

Αυτά τα μειονεκτήματα ωστόσο πιθανότατα υπάρχουν σε όλα τα εργαλεία που είναι βασισμένα σε προηγμένες τεχνολογίες, καθώς επίσης όλα τα εργαλεία, αναπόφευκτα, έχουν τα δικά τους πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Είναι φανερό, ότι η εξέλιξη των εργαλείων CAD μπορεί να θεωρηθεί ως μια πρόοδος που κατέργησε τους παλιούς περιορισμούς και δημιούργησε νέες δυνατότητες που δεν θα μπορούσαν να επιτευχθούν χωρίς την τεχνολογία αυτή. Επομένως το CAD είναι ένα σημαντικό εργαλείο, το οποίο με την σωστή εκπαίδευση και καθοδήγηση από τους δασκάλους, έχει τις προοπτικές να δημιουργήσει μια ακόμα πιο έξυπνη και αποτελεσματική γενιά μηχανικών [1].

2.7 Ακαδημαϊκά πεδία εφαρμογής του CAD

Με την πρόοδο των Η/Υ, το CAD άρχισε σταδιακά να ανοίγει δρόμους στα κολλέγια και στα πανεπιστήμια. Μέχρι σήμερα, οι τεχνολογίες CAD έχουν διδαχθεί σε διαφορετικούς κλάδους με διαφορετικές προσεγγίσεις. Ορισμένα κολλέγια και πανεπιστήμια προσφέρουν αυτόνομα μαθήματα CAD. Αυτά τα μαθήματα μπορούν να επικεντρωθούν σε ολόκληρη την εικόνα του CAD ή σε ειδικές πτυχές του CAD (π.χ. γεωμετρική μοντελοποίηση), ενώ άλλα επικεντρώνονται στη χρήση ορισμένων ειδικών συστημάτων CAD ή στην ανάπτυξη εφαρμογών. Άλλα πανεπιστήμια και κολλέγια, από την άλλη πλευρά, εισάγουν στα μαθήματα ορισμένες μόνο πτυχές των τεχνολογιών CAD, όπως είναι τα Γραφικά Υπολογιστή ή το Μηχανολογικό Σχέδιο [2].

Το CAD χρησιμοποιείται από πολλά πεδία, όπως είναι της αρχιτεκτονικής, μηχανικής και κατασκευής, για κατασκευή κτιρίων και υποδομών, κατασκευή δρόμων, κατασκευή σιδηροδρόμων και τούνελ, παροχή νερού, υδραυλικά συστήματα, κ.ά. Στους κλάδους της

Μηχανικής όπως είναι η αεροδιαστημική, η αυτοκινητοβιομηχανία, η ναυπηγική και η ανάπτυξη καταναλωτικών προϊόντων, οι τεχνολογίες CAD μπορούν να διδαχθούν ως εργαλεία για να βοηθήσουν στο σχεδιασμό και τη μελέτη τους. Στα τμήματα των Μαθηματικών, το CAD διδάσκεται σε μορφές γεωμετρικής μοντελοποίησης, ιδιαίτερα στο Γεωμετρικό Σχεδιασμό Υποβοηθούμενου από Υπολογιστή (CAGD) ή στην αριθμητική επεξεργασία για γεωμετρικά δεδομένα. Επιπλέον, στα τμήματα Επιστήμης Υπολογιστών, το CAD συναντάται σε μαθήματα Γραφικών [3].

Εκτός από τα πανεπιστήμια, το CAD έχει αρχίσει να διεισδύει και στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση σε ένα πιο γενικό επίπεδο. Όπως αναφέρει ο Andreas Asperl στο Computer-Aided Design and Applications, απλοποιημένα και κατάλληλα διαμορφωμένα λογισμικά CAD, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στα πλαίσια του μαθήματος της γεωμετρίας. Οι μαθητές σε αυτό το γνωστικό στάδιο της γεωμετρίας έχουν συχνά δυσκολίες στο να αναγνωρίσουν την εικονική, ευκλείδεια έννοια ενός σημείου. Επομένως, με την βοήθεια της τρισδιάστατης απεικόνισης, τα σχολεία εισάγουν την έννοια της γεωμετρίας με μια πιο κατανοητή και ενδιαφέρουσα προσέγγιση. Παράλληλα, όμως, οι μαθητές μέσω της σχεδίασης και της ρεαλιστικής αναπαράστασης των ιδεών τους, γίνονται πιο δημιουργικοί και αποκτούν δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων [4].

Ωστόσο, ανεξάρτητα και σε ποιους τομείς της εκπαίδευσης διδάσκονται τα συστήματα CAD, όπως και σε κάθε μάθημα, οι σπουδαστές θέλουν να μάθουν στο μέγιστο βαθμό, το αντίστοιχο μάθημα CAD που θα τους χρησιμεύσει στην μελλοντική τους πορεία. Θέλουν να αποκτήσουν γνώσεις και δεξιότητες που θα είναι πρακτικές και χρήσιμες γι' αυτούς όταν γίνουν μηχανικοί. Οι δάσκαλοι και οι καθηγητές θέλουν και αυτοί να παρέχουν στους σπουδαστές τους τη μέγιστη δυνατή αξία στα μαθήματα που σχετίζονται με το CAD. Επομένως το ερώτημα είναι πώς θα πρέπει να διδάσκεται και τι να περιλαμβάνει η διδακτέα ύλη του CAD.

2.8 Τι πρέπει να περιλαμβάνει η εκπαιδευτική διαδικασία CAD

2.8.1 Το CAD στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση

Η διδασκαλία του CAD σε μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (γυμνάσια, γενικά και τεχνικά λύκεια) αποτελεί σίγουρα μια πρόκληση. Η διδακτέα ύλη που αφορά τα συστήματα αυτά πρέπει να μαθαίνει στο νέο να δουλεύει με προγράμματα CAD και να κατανοεί το θεωρητικό τους υπόβαθρο σε μια γενικότερη έννοια. Σε αυτό το στάδιο της εκπαίδευσης οι μαθητές διδάσκονται βασικά μαθηματικά, όπως η γραμμική άλγεβρα, το διάνυσμα, οι μετασχηματισμοί, η αναλυτική γεωμετρία, ο λογισμός κλπ. και στις περισσότερες περιπτώσεις, μαθαίνουν πολλές γνώσεις πληροφορικής. Στόχος αυτών των προαιρετικών μαθημάτων CAD, είναι η διδασκαλία της περιγραφικής γεωμετρίας χρησιμοποιώντας το CAD ως ένα νέο και επαρκές εργαλείο κατασκευής και η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο λειτουργούν τα εργαλεία CAD. Τα μαθήματα αυτά θα περιλαμβάνουν σύμφωνα με τον Andrea Asperl [2] :

- Άριστη γνώση της μοντελοποίησης βασισμένης σε χαρακτηριστικά
- Ενασχόληση με παραμετρικά καθοδηγούμενα αντικείμενα
- Αναγνώριση διαφορετικής δομής επιφανειών και σωμάτων
- Μοντελοποίηση με αντικείμενα τα οποία μπορούν να δημιουργηθούν με κλασικούς μετασχηματισμούς
- Σωστή χρήση τεχνικών κοπής και διαίρεσης
- Επαρκή χρήση διαφορετικών συστημάτων συντεταγμένων (καρτεσιανά, πολικά, βοηθητικά συστήματα συντεταγμένων, ...)
- Θεωρητικό και μαθηματικό υπόβαθρο για καμπύλες Bezier και B-spline

- Παραγωγή και χειρισμός των επιφανειών ελεύθερης μορφής (συμπεριλαμβανομένης της μαθηματικής θεωρίας)
- Προηγμένες τεχνικές απεικόνισης
- Τεχνικές κινούμενης εικόνας (εργασία με πλαίσια κλειδιά, διαδρομές και παραμετροποιημένα σενάρια) και
- Επίλυση των χωρικών προβλημάτων.

Με την εκμάθηση και κατανόηση του θεωρητικού υποβάθρου των εργαλείων CAD, σε συνδυασμό με βασικές γνώσεις για τους κανόνες και τις ιδιότητες των προβολών και μερικές στοιχειώδεις δομές περιγραφικής γεωμετρίας, οι μαθητές θα αποκτήσουν μια πολύ καλή εικόνα για όλες τις δυνατότητες των σύγχρονων εργαλείων κατασκευής.

2.8.2 Το CAD στην τριτοβάθμια εκπαίδευση

Όσον αφορά τριτοβάθμια εκπαίδευση, οι γνωστικές απαιτήσεις των μαθημάτων σχεδιομελέτης με χρήση Η/Υ αυξάνονται και πλέον οι σπουδαστές μπορούν να βελτιώσουν τις δεξιότητές τους και να διευρύνουν τις θεωρητικές και πρακτικές τους γνώσεις. Σύμφωνα με το άρθρο [3], η έρευνα που έγινε απευθυνόμενη σε διάφορες κατηγορίες ανθρώπων που ασχολούνται με το CAD, έδειξε ότι χρειάζεται να δοθεί έμφαση σε τέσσερα πεδία.

Είναι σημαντικό, όλοι όσοι σχετίζονται με τα συστήματα CAD να γνωρίζουν καλά θεμελιώδη μαθηματικά στοιχεία. Αυτά τα στοιχεία διδάσκονται σε προπτυχιακά μαθήματα μαθηματικών. Μαθήματα για βασικές διαφορικές γεωμετρίες και βασικές τεχνικές βελτιστοποίησης προσφέρονται σε προπτυχιακά ή μεταπτυχιακά μαθήματα στα Μαθηματικά ή στις Αρχές Μηχανικής. Επομένως οι σπουδαστές που ασχολούνται με CAD πρέπει να αποκτήσουν εξοικείωση με τις έννοιες NURBS, B-rep / CSG και Intersection / Boolean, καθώς αυτές αποτελούν τα θεμελιώδη στοιχεία των συστημάτων αυτών.

Είναι δεδομένο ότι το CAD δεν μπορεί να υπάρχει χωρίς τους υπολογιστές. Αλώςτε οι Η/Υ είναι το εργαλείο που οι μηχανικοί χρησιμοποιούν για να τους βοηθήσει στα σχέδιά τους. Οι μηχανικοί σχεδιάζουν τα μοντέλα τους στον υπολογιστή ως μια μακέτα των φυσικών μοντέλων του πραγματικού κόσμου. Για να είναι σε θέση να αναπτύξουν ή να χρησιμοποιήσουν αποτελεσματικά τα εργαλεία CAD, οι φοιτητές πρέπει να αποκτήσουν γνώσεις και δεξιότητες τόσο στην επιστήμη των υπολογιστών όσο και στη μηχανική. Οι γνώσεις και οι δεξιότητες που είναι περισσότερο συναφείς με τους μηχανικούς, είναι οι γλώσσες προγραμματισμού, οι προγραμματιστικές τεχνικές και αρχιτεκτονικές και οι τεχνολογίες διαδικτύου. Οι γλώσσες προγραμματισμού περιλαμβάνουν C, C ++, παρεχόμενα APIs όπως το AutoLisp για το AutoCAD και VBA για προγραμματισμό API, ενώ οι προγραμματιστικές τεχνικές και αρχιτεκτονικές και ο σχεδιασμός, περιλαμβάνουν τις δομές δεδομένων και τις τεχνολογίες βάσεων δεδομένων.

Μία ακόμη κατηγορία που είναι σημαντική για την εκμάθηση προγραμμάτων CAD είναι οι μεθοδολογίες σχεδιασμού. Οι προγραμματιστές των συστημάτων CAD προσπάθησαν πολύ σκληρά να ενσωματώσουν τους τρόπους και τις μεθοδολογίες που χρησιμοποιούν οι μηχανικοί στο σχεδιασμό τους, προκειμένου να βοηθήσουν καλύτερα τους μηχανικούς στην νέα σχεδιαστική διαδικασία. Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές πρέπει να αποκτήσουν εμπειριστωμένη γνώση σχετικά με τη μεθοδολογία σχεδιασμού όπως τον σχεδιασμό από πάνω προς τα κάτω και από κάτω προς τα πάνω, καθώς επίσης και του παραμετρικού σχεδιασμού. Εξίσου σημαντικές είναι οι γνώσεις πάνω στην αντίστροφη μηχανική, την παράλληλη μηχανική και σε μικρότερο βαθμό οι γνώσεις σε έννοιες όπως το PDM και το PLM που αναφέρονται στη διαχείριση δεδομένων και στον κύκλο ζωής του προϊόντος αντίστοιχα.

Η αξιολόγηση των συστημάτων CAD είναι και αυτή ένα σημαντικό κεφάλαιο των εφαρμογών του CAD. Πριν ακόμη γίνει χρήστης CAD, ένας δυνητικός χρήστης μπορεί να συμμετέχει σε μια διαδικασία αξιολόγησης του συστήματος που μπορεί να τον οδηγήσει στην αγορά του. Αν και η αξιολόγηση του συστήματος CAD είναι συνήθως μέρος μιας μεγαλύτερης αξιολόγησης του μηχανικού συστήματος, η οποία μπορεί επιπλέον να περιλαμβάνει συγκεκριμένες διαδικασίες και πολιτικές της εταιρίας, υπάρχουν ορισμένες πτυχές που είναι κοινές στις αξιολογήσεις των διάφορων προγραμμάτων CAD. Κάθε πρόγραμμα CAD έχει ισχυρά και αδύναμα σημεία. Έτσι οι μαθητές θα πρέπει να γνωρίζουν τους τομείς εφαρμογής του κάθε συστήματος, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που αυτό έχει, τι είδους κατάρτιση χρειάζονται προκειμένου να χρησιμοποιήσουν το σύστημα, ποια είναι τα περιβάλλοντα λογισμικού, ποιο το κόστος, πόσο καλά υποστηρίζει το σύστημα την επαναχρησιμοποίηση των υφιστάμενων σχεδίων κ.α.

2.9 Αρχές διδασκαλίας

Προκειμένου να αποκτήσουν οι μαθητές επαρκή εφόδια, όπως συζητήθηκαν παραπάνω, η εκπαιδευτική διαδικασία θα πρέπει να στηρίζεται σε ορισμένες βασικές αρχές. Ένας από τους βασικότερους παράγοντες για να επιτευχθεί αυτό, είναι το θετικό κίνητρο για τους εκπαιδευόμενους του CAD. Υπάρχουν τουλάχιστον δύο βασικά κίνητρα που εφαρμόζονται έως σήμερα : να αποκτήσουν καλή βαθμολογία στις εξετάσεις και να είναι καλά προετοιμασμένοι για περαιτέρω προκλήσεις πάνω στο αντικείμενο. Ωστόσο, πρέπει να προσπαθήσει κανείς να δώσει στους νέους, καινούρια πιο βελτιωμένα κίνητρα, διότι η παρότρυνση είναι η κινητήρια δύναμη της μάθησης. Σύμφωνα με το βιβλίο “Computer-Aided Design and Applications”, [2], έπειτα από συνεντεύξεις μαθητών όλων των ηλικιών, βγήκαν ορισμένα συμπεράσματα-προτάσεις πάνω στον τρόπο διδασκαλίας του CAD.

Ορισμένες από τις πιο σημαντικές προτάσεις είναι:

- Οι μαθητές να επιλέγουν από μόνοι τους τον βαθμό δυσκολίας των εργασιών τους σε κάθε στάδιο!
Να παρέχονται δηλαδή πολλές διαφορετικές, αλλά αντίστοιχες ασκήσεις. Έτσι, οι μαθητές αποκτούν κίνητρο, επειδή έχουν την ευκαιρία να επιλέξουν ασκήσεις ανάλογα με το ατομικό επίπεδο δεξιοτήτων τους. Αυτός ο τρόπος, βοηθά στο να εξαλειφτεί η ανομοιογένεια μέσα στη τάξη, προσαρμόζοντας τον βαθμό δυσκολίας του μαθήματος στο επίπεδο δεξιοτήτων του κάθε σπουδαστή. Εάν οι δάσκαλοι περιμένουν πάρα πολλά από τους μαθητές τους, υπάρχει ο κίνδυνος το μάθημα να αποτύχει εφόσον οι φοιτητές δεν θα έχουν αποκτήσει τις απαραίτητες ικανότητες και γνώσεις. Από την άλλη πλευρά, αν περιμένουν πολύ λίγα, είναι δεδομένο ότι οι δεξιότητες που θα αποκτήσουν οι μαθητές τους θα είναι πολύ λίγες και η διδασκαλία θα είναι βαρετή για τους πιο καλούς.
- Να παρουσιάζονται στους μαθητές συνοπτικά εγχειρίδια!
Εγχειρίδια με οδηγίες και στιγμιότυπα οθόνης θα πρέπει να καθοδηγούν τον εκπαιδευόμενο του CAD στις δυσκολίες κατά τη διαδικασία μοντελοποίησης και κατασκευής ενός αντικειμένου. Οι μαθητές με αυτόν τον τρόπο θα μπορούν να ελέγχουν την ταχύτητα της προσωπικής τους εκπαιδευτικής διαδικασίας μάθησης, και έτσι θα εξοικονομείται χρόνος από την εκπαιδευτική διδασκαλία.
- Να δίνονται ρεαλιστικά αντικείμενα και παραδείγματα που ταιριάζουν στην ηλικία και στο μελλοντικό επάγγελμα των μαθητών!
Αν οι μαθητές πιστέψουν ειλικρινά ότι μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις γνώσεις του CAD στην καθημερινότητά τους, θα μάθουν με μεγαλύτερο κίνητρο. Οι μαθητές ηλικίας 13 έως 14 ετών θα μάθουν τα βασικά της μοντελοποίησης χρησιμοποιώντας αντικείμενα από ένα πραγματικό σύνολο κατασκευών, έτσι σε ένα πρώτο στάδιο θα μπορούν να χτίσουν τα αντικείμενα τους στον πραγματικό κόσμο. Κανονικά είναι πιο εύκολο για τα άτομα με μικρότερη χωρική ικανότητα να αγγίζουν τα αντικείμενα στον πραγματικό χώρο για να

κατανοήσουν τη γεωμετρική τους δομή. Οι παλαιοί μαθητές του CAD προτιμούν τη μοντελοποίηση αντικειμένων σε πιο τεχνικό επίπεδο ή έχουν την τάση να αναζητούν ενδιαφέρον αντικείμενα που προέρχονται από τον χώρο του μοντέρνου σχεδιασμού και της τέχνης. Όσο περισσότερο επηρεάζονται πνευματικά, τόσο καλύτερο θα είναι το αποτέλεσμα.

- Να προσφέρονται στο μάθημα πραγματικά και εικονικά μοντέλα!
Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η επαφή με πραγματικά αντικείμενα οδηγεί σε καλύτερη κατανόηση, αλλά είναι συχνά δύσκολο ή αδύνατο να παρέχονται αρκετά πραγματικά αντικείμενα για μεγάλο αριθμό μαθητών. Ένας πολύ καλός συμβιβασμός μεταξύ πραγματικών αντικειμένων και σκιαγραφημένων είναι η χρήση μοντέλων VRML.. Αυτά τα μοντέλα μπορούν να περιστραφούν και σχεδόν να δώσουν το την εντύπωση πραγματικών αντικειμένων. Χρησιμοποιώντας χρώματα για την επισήμανση ειδικών χαρακτηριστικών, όπως η ανάμιξη, η λοξότμηση, κλπ. διευκολύνονται ακόμα περισσότερο οι μαθητές στην κατανόηση της γεωμετρικής δομής των αντικειμένων.
- Να αποτελούνται τα μαθήματα από μικρά και μεγάλα έργα!
Ήδη από την αρχή των μαθημάτων CAD, οι καθηγητές θα προωθούν την αυτό-ρυθμιζόμενη μάθηση και τη δημιουργικότητα των μαθητών τους, ζητώντας την υλοποίηση μικρών έργων. Το θέμα και η προθεσμία θα δίδονται από τον δάσκαλο, αλλά η εκτέλεση και το χρονοδιάγραμμα θα είναι ευθύνη του σπουδαστή. Μετά την ολοκλήρωση του έργου, οι μαθητές θα πρέπει να παρουσιάσουν το έργο τους στους συμμαθητές τους. Στις περισσότερες περιπτώσεις, αυτό αποτελεί μια επιπλέον παρότρυνση για έναν μικρό ανταγωνισμό ο οποίος αυξάνει εντυπωσιακά τα κίνητρα. Επιπλέον, οι μαθητές μαθαίνουν να αντιμετωπίζουν τη διαχείριση του χρόνου και την παρουσίαση σε κοινό.
- Η ενσωμάτωση συνεργατικής και ομαδικής εργασίας με τα μαθήματα CAD!
Αν οι μαθητές δουλέψουν μαζί μαθαίνουν γρηγορότερα λόγω της αμοιβαίας βοήθειας. Οι μαθητές συχνά εξηγούν τις διαδικασίες κατασκευής στη δική τους, ειδική γλώσσα, η οποία μερικές φορές γίνεται ευκολότερα κατανοητή από τους συνομιλίκους τους παρά η εξειδικευμένο λεξιλόγιο ενός εκπαιδευτή. Οι σπουδαστές που αναγκάζονται να εξηγήσουν τον τρόπο κατασκευής τους παίρνουν μια πιο σαφής εικόνα του προσωπικού τους τρόπου δράσης. Το να λέει κανείς σε κάποιον τι να κάνει είναι μερικές φορές πολύ πιο δύσκολο από απλά να το κάνει. Επιπλέον, οι σπουδαστές με αυτόν τον τρόπο, βελτιώνουν την κοινωνικότητά τους και την ικανότητά τους να εργάζονται σε ομάδες. Ακόμη, μαθαίνουν να αντιμετωπίζουν προβλήματα που προκύπτουν με την ανταλλαγή δεδομένων. Σε συνδυασμό με μεγαλύτερα έργα, η συνεργατική και η ομαδική εργασία οδηγεί σε ενδιαφέροντα αποτελέσματα, τα οποία ενθαρρύνουν τόσο τους μαθητές CAD όσο και τους εκπαιδευτικούς.

Συνοψίζοντας, τα μαθήματα θα πρέπει να παρέχουν μια ποικιλία μορφών διδασκαλίας και μάθησης ώστε να αποκτήσουν οι σπουδαστές υψηλό επίπεδο δεξιοτήτων και γνώσεων. Όσο πιο πολύπλευρα, διαδραστικά και ενδιαφέροντα είναι τα μαθήματα, τόσο περισσότερο θα μπορέσουν οι σπουδαστές να εμβαθύνουν στις τεχνολογίες CAD και να γίνουν ακόμα πιο αποτελεσματικοί.

2.10 Ο ρόλος των δασκάλων

Κατά συνέπεια, η θέση και ο ρόλος των εκπαιδευτικών πρέπει επίσης να αλλάξουν. Η διδασκαλία μπροστά από το ακροατήριο και η εξήγηση, για παράδειγμα, μιας κατασκευής ενός αντικειμένου βήμα προς βήμα, θα πρέπει να είναι μόνο ένα μικρό κομμάτι της εκπαίδευσης CAD. Αντί ο δάσκαλος να αποτελεί το κέντρο των δραστηριοτήτων, είναι πιο αποτελεσματικό να τοποθετηθεί στο κέντρο ο ίδιος ο μαθητής. Επομένως, ένας καθηγητής CAD θα πρέπει να κατανοεί τις δυσκολίες μάθησης των συστημάτων CAD και να είναι σε θέση να αντιμετωπίσει

αυτά τα προβλήματα με διάφορους τρόπους. Συχνά οι καθηγητές, που προέρχονται από διάφορους τομείς πρακτικής, έχουν πολλές πρακτικές δεξιότητες και θεωρητικές, αλλά μερικές φορές δεν συνειδητοποιούν ή ακόμη δεν γνωρίζουν τις δυσκολίες που πρέπει να αντιμετωπίσει ένας μαθητής CAD. Φοιτητές και εκπαιδευτικοί έχουν διαφορετικό κοινωνικό υπόβαθρο, γενικές γνώσεις και συχνά διαφορετική ηλικία. Για αυτό, πολλές φορές έχουν διαφορετική προσέγγιση στην επίλυση προβλημάτων και στον τρόπο εργασίας τους. Εάν ένας δάσκαλος το γνωρίζει αυτό, μπορεί πολύ πιο εύκολα να προσπαθήσει να προσαρμόσει την διδασκαλία του στις ανάγκες των μαθητών του.

Επιπλέον ένας καλός δάσκαλος θα παρατηρήσει τις πιθανές δυσκολίες κατά την μαθησιακή διαδικασία. Τα μαθήματα που επιτρέπουν στους μαθητές να αναπροσδιορίσουν την δουλειά τους σε μεγάλο βαθμό, δίνουν στον δάσκαλο μια καλή ευκαιρία να παρακολουθήσει τη μαθησιακή διαδικασία των μαθητών του. Έτσι θα μπορέσει να βρει τις δυσκολίες τους κατά την πρόοδο της μάθησης, σε πολύ πρώιμο στάδιο και θα μπορέσει να αντιμετωπίσει αυτά τα προβλήματα παρέχοντάς τους περισσότερο υλικό για εξάσκηση, προσωπική καθοδήγηση ή ατομική μαθησιακή υποστήριξη.

Το κύριο στοιχείο μιας επαρκούς διδασκαλίας CAD, είναι η παροχή συνεχούς κατάρτισης με μεγάλη ποικιλία προβλημάτων και εργασιών. Η επιλογή των παραδειγμάτων από τον δάσκαλο κατευθύνει την πρόοδο της μάθησης, ενώ ο μαθητής είναι υπεύθυνος για την διαχείριση του προσωπικού του χρόνου. Η συνεχής παρακολούθηση της προόδου των μαθητών, η αξιολόγηση των εργασιών και οι εξετάσεις, εξασφαλίζουν ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες μεγιστοποιούν την προσωπική τους ανάπτυξη.

Τέλος, ο δάσκαλος του CAD χρειάζεται να είναι πεπεισμένος ότι το CAD είναι ένα σημαντικό μέρος της εκπαίδευσης των φοιτητών. Ένας εκπαιδευτής ο οποίος έχει πολύ ενθουσιασμό για το αντικείμενο, μεταφέρει αυτή τη στάση του στους μαθητές, οι οποίοι ενθαρρύνονται και επενδύουν περισσότερο χρόνο και δύναμη για την προσωπική τους κατάρτιση.

2.11 Επιλογή κατάλληλου λογισμικού στην εκπαίδευση

Σε οποιοδήποτε στάδιο εκπαίδευσης και αν βρίσκονται οι μαθητές, υπάρχει πάντα ένα λογισμικό που μπορεί να εξυπηρετήσει στις ανάγκες τους. Παρακάτω παρατίθενται μερικές συμβουλές που μπορούν να βοηθήσουν τα εκπαιδευτικά ιδρύματα στην επιλογή του κατάλληλου εκπαιδευτικού λογισμικού CAD.

- Επιλογή ενός λογισμικού με βάση την ηλικία των χρηστών.
Είναι αρκετά προφανές, αλλά ορισμένα CAD είναι πραγματικά δύσκολο να χρησιμοποιηθούν, για αυτό πρέπει να επιλεγεί ένα λογισμικό 3D προσαρμοσμένο στους χρήστες. Υπάρχουν μερικά απλά εργαλεία διαθέσιμα στο διαδίκτυο για μικρά παιδιά, με ένα διαισθητικό περιβάλλον εργασίας. Ωστόσο για τους φοιτητές σχεδιασμού, απαιτείται πολύπλοκο και πλήρες λογισμικό, με πλήθος εργαλείων επεξεργασίας.
- Επιλογή λογισμικού με βάση το έργο του εκπαιδευτικού.
Υπάρχουν διαθέσιμα διάφορα λογισμικά 3D, αλλά πρέπει να λαμβάνεται υπόψη οι ανάγκες και τα έργα των μαθημάτων. Για παράδειγμα, κάποιο λογισμικό μπορεί να είναι τέλειο για γλυπτική, άλλα για να δημιουργήσουν καλές αποδόσεις, άλλα για αποτελεσματικότερη σύνδεση με συστήματα CAM κλπ. Χρειάζεται λοιπόν να οριστεί ο στόχος του μαθήματος πριν γίνει η επιλογή λογισμικού. Για ποιόν λόγο χρησιμοποιείται ένα σύστημα CAD στην τάξη;. Για να αναπτυχθεί η δημιουργικότητα των παιδιών; Για να διδαχθούν προηγμένα εργαλεία; Για να ξεκινήσουν οι μαθητές να σχεδιάζουν σε CAD; Για

- Επιλογή μιας βολικής συσκευής.

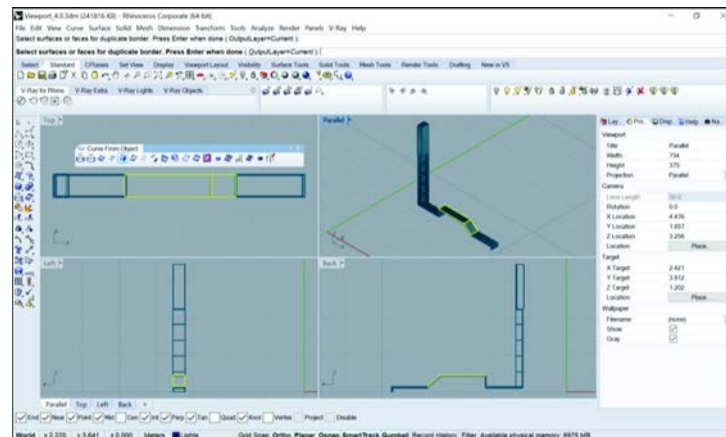
Όσον αφορά τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση και τους μαθητές μικρότερης ηλικίας, μπορούν να χρησιμοποιηθούν προγράμματα όπως το BlocksCAD και το Sketchup για την εκμάθηση CAD. Το BlocksCAD έχει εξαιρετικές δυνατότητες για τους εκπαιδευόμενους. Προσφέρει εισαγωγικές δραστηριότητες για να μάθουν πώς να χρησιμοποιούν σωστά τα εργαλεία CAD. Οι δάσκαλοι έχουν την δυνατότητα να διδάξουν τα βασικά μοντέλα στους μαθητές τους, να τα ελέγξουν και να τα κατεβάσουν στο αρχείο stl. Επιπλέον μπορούν να επεξεργαστούν όλες τις εργασίες των μαθητών και να διαχειριστούν τις τάξεις τους μέσω του ταμπλό αυτού του 3D προγράμματος. Είναι επίσης βολικό για τρισδιάστατη εκτύπωση. Το Sketchup, από την άλλη, είναι ένα διασκεδαστικό πρόγραμμα σχεδιασμού και ιδανικό για την διδασκαλία 3D μοντελοποίησης. Διαθέτει μια σειρά ειδικά σχεδιασμένη για δημοτικά και δευτεροβάθμια σχολεία, που ονομάζεται Sketchup for Schools και είναι διαθέσιμο στην αγορά της G Suite της Google. Αποτελεί ένα πολύ πλήρες πρόγραμμα που χρειάζεται όμως μια άδεια χρήσης, προκειμένου να αξιοποιηθούν στο έπακρο όλα αυτά τα εργαλεία που περιλαμβάνει.

Solidworks

Rhino3D

16

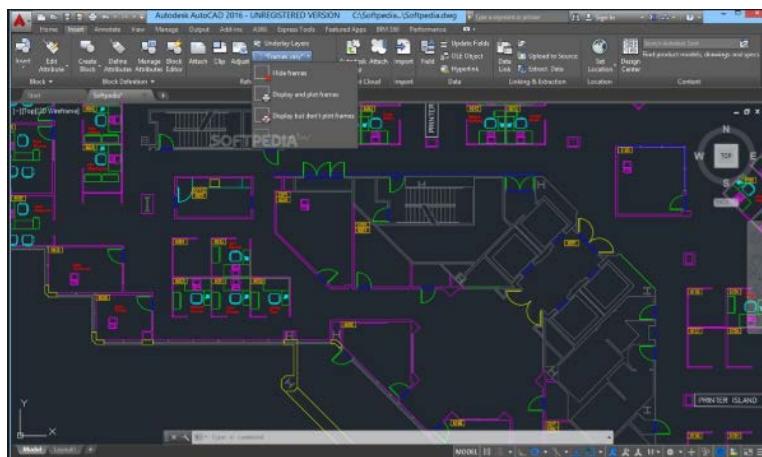
τρισεδιάστατα μοντέλα, οπτικά εφέ, σχέδια προϊόντων με μεγάλη ακρίβεια. Το Rhino πρόκειται για ένα επαγγελματικό εργαλείο, όμως έχει μια διαισθητική διασύνδεση που το καθιστά εύκολο για τους μαθητές να μάθουν να το χρησιμοποιούν.



Σχήμα 2.6: Περιβάλλον Rhino3D.

AutoCAD

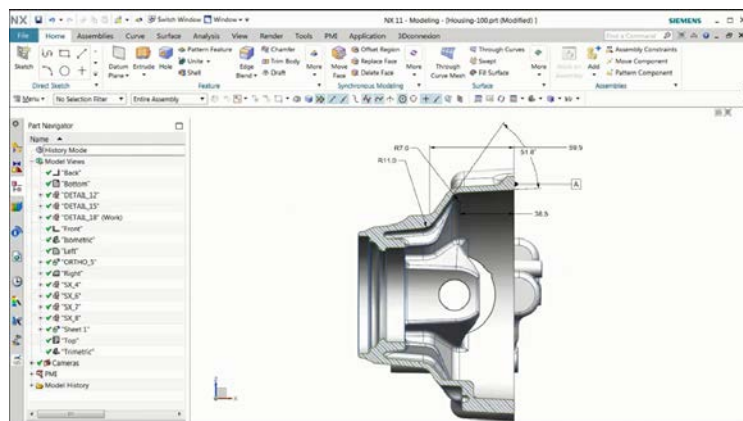
Το AutoCAD της Autodesk είναι ιδανικό για την κατασκευή προηγμένων και λεπτομερών τρισεδιάστατων μοντέλων. Έχει επίσης εξαιρετικά εργαλεία σχεδίασης. Παρόλο που αυτό το λογισμικό 3D δεν έχει κατασκευαστεί ειδικά για την εκπαίδευση, αποτελεί ένα σημαντικό επαγγελματικό εργαλείο. Πρόκειται για ένα συνδεδεμένο εργαλείο 3D, βασισμένο σε clouds και βελτιστοποιημένο για καλύτερη επικοινωνία μεταξύ όλων των χρηστών. Επομένως, θα μπορούσε να είναι μια τέλεια λύση για την εκπαίδευση CAD, αφού επιτρέπει σε καθηγητές και φοιτητές την μεταξύ τους συνεργασία. Αυτό το λογισμικό είναι ιδιαίτερα καλό για την δημιουργία τεχνικού 3D για αρχιτεκτονικό σχέδιο και σχεδιαστικές ή μηχανικές εφαρμογές.



Σχήμα 2.7: Περιβάλλον AutoCAD.

NX

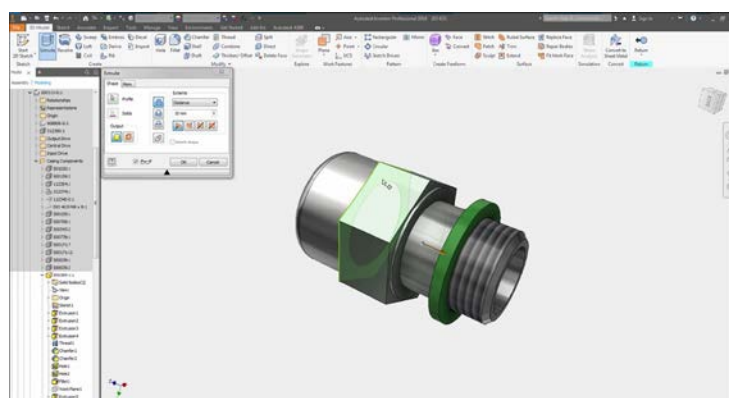
Το NX της SIEMENS παρέχει μια μεγάλη γκάμα εργαλείων και σημαντικές δυνατότητες στο λειτουργικό του, όντας ένα από τα πιο ανεπτυγμένα λογισμικά CAD. Είναι επίσης βασισμένο σε cloud, διευκολύνοντας έτσι την εκπαιδευτική διαδικασία. Το Σχέδιο (CAD) και η παραγωγή (CAM) είναι σαφή και γρήγορα στην υλοποίησή τους ενώ αρκετές εργασίες έχουν αυτοματοποιηθεί. Επομένως κρίνεται κατάλληλο για σχολές που εκπαιδεύονται και συνδέουν εργασίες CAD- CAM.



Σχήμα 2.8: Περιβάλλον NX.

Inventor

Το Inventor της Autodesk είναι κατάλληλο για μηχανικό σχεδιασμό, προσομοίωση, απεικόνιση και τεκμηρίωση 3D. Το λογισμικό περιλαμβάνει ισχυρά εργαλεία μοντελοποίησης καθώς και πολλαπλά πρότυπα σχεδίασης DWG™, βοηθώντας έτσι τους μαθητές στη δημιουργία μηχανολογικών σχεδίων και εξαρτημάτων. Επιπλέον, ένα μεγάλο πλεονέκτημα είναι ότι η Autodesk επιτρέπει στους φοιτητές και στα εκπαιδευτικά ιδρύματα να το αποκτήσουν δωρεάν, για εκπαιδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα 2.9: Περιβάλλον Inventor.

3. ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΤΟ INVENTOR

Στην παρούσα διπλωματική εργασία χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Inventor Professional 2018 της Autodesk για την κατασκευή πλήθους τρισδιάστατων στερεών εξαρτημάτων. Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιαστεί συνοπτικά η διαδικασία μοντελοποίησης στερεών, καθώς επίσης η διαδικασία δημιουργίας μηχανολογικών σχεδίων στο περιβάλλον του Inventor.

3.1 Το λογισμικό Inventor

Το AutoDesk Inventor είναι ένα σύστημα τρισδιάστατης μηχανολογικής σχεδίασης το οποίο περιλαμβάνει εργαλεία για 3D μοντελοποίηση, διαχείριση δεδομένων και τεχνική υποστήριξη. Το πρόγραμμα αυτό είναι προσαρμοσμένο στον τομέα ολοκληρωμένου σχεδιασμού μηχανημάτων. Ενσωματώνει ειδικές εφαρμογές για τον σχεδιασμό σωληνώσεων, ηλεκτρολογικών οδών και ηλεκτρονικών πλακετών από λογισμικό τρίτων κατασκευαστών.

Επιπλέον, εμπεριέχει ένα υποσύστημα υπολογισμών τύπου πεπερασμένων στοιχείων σε επίπεδο εξαρτήματος βασισμένο στην τεχνολογία του προγράμματος ANSYS2.

Ορισμένες βασικές δυνατότητες [12] που παρέχει το Inventor είναι:

- Δημιουργία 2D και 3D σχεδίων, 3D μοντέλων και 2D κατασκευαστικών σχεδίων.
- Δημιουργία προσαρμοσμένων χαρακτηριστικών, κομματιών και συναρμολογήσεων.
- Εγγραφή κινηματικών στιγμιότυπων των συναρμολογήσεων σε πολλαπλές στάσεις.
- Δημιουργία σχεδίων (.idw or .dwg) των 3D μοντέλων και τοποθέτηση υπομνημάτων.
- Εξατομίκευση της εικόνας μιας συναρμολόγησης μέσω ελέγχου των οπτικών επιλογών των εξαρτημάτων (επιλογή χρωμάτων και υλικών).
- Δυνατότητα χρήσης VBA και πρόσβαση στον προγραμματισμό της εφαρμογής, δηλαδή δημιουργία προγραμμάτων για τον αυτοματισμό επαναλαμβανόμενων εργασιών.

Τα μοντέλα του Inventor είναι ακριβή τρισδιάστατα ψηφιακά αντικείμενα. Με τα εργαλεία εντολών του, είναι δυνατή η εφαρμογή καθορισμένων παραμέτρων όπως οι διαστάσεις και οι γεωμετρικές σχέσεις σε ένα αντικείμενο. Το μέγεθος και η μορφή ή η γεωμετρία ενός αντικειμένου εξαρτώνται από τις διαστάσεις και τις σχέσεις αυτών με τα άλλα μέρη που το αποτελούν. Πολύ σημαντικό στοιχείο της εφαρμογής είναι ότι, όταν ένα μέρος του κομματιού αλλάζει, το αντικείμενο ενημερώνεται αυτόματα για να απεικονίσει την αλλαγή, ανεξάρτητα από το στάδιο που βρίσκεται η σχεδίαση.

3.2 Δημιουργία τρισδιάστατων δοκιμίων

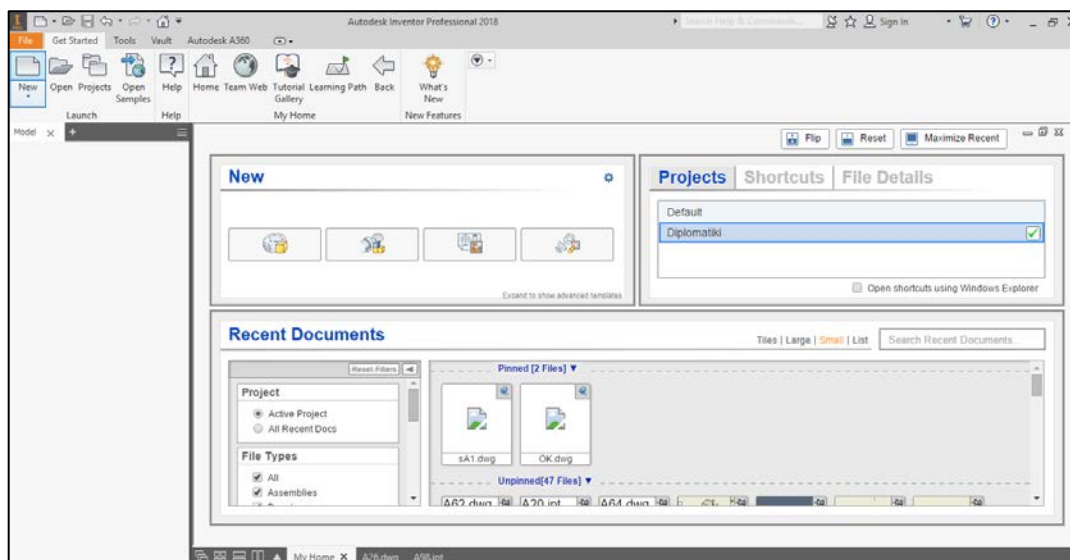
3.2.1 Έναρξη διαδικασίας σχεδιασμού

Κατά την έναρξη του προγράμματος εμφανίζεται η αρχική οθόνη εκκίνησης όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.1. Σε αυτήν διακρίνεται στο επάνω μέρος η μπάρα εργαλείων όπου περιλαμβάνει την έναρξη νέου (New) δοκιμίου, την επιλογή για άνοιγμα (Open) υπάρχοντος δοκιμίου, καθώς επίσης και το άνοιγμα των έτοιμων δειγμάτων που περιέχει το πρόγραμμα κατά την εγκατάστασή του [9]. Αμέσως μετά υπάρχει η επιλογή Home η οποία ανοίγει την αρχική οθόνη που διακρίνεται στο κέντρο της εικόνας. Η εικόνα του Home χωρίζεται σε τρία (3) παράθυρα, το καθένα εκ των οποίων έχει κάποιες δυνατότητες και επιλογές:

1. Το παράθυρο New περιλαμβάνει τις επιλογές Part, Assembly, Drawing και Presentation. Αντίστοιχα η κάθε επιλογή πρεσβεύει την δημιουργία νέου δοκιμίου, την συναρμολόγηση δοκιμίων σε ένα ενιαίο σχέδιο, την παραγωγή κατασκευαστικού σχεδίου και τέλος την δημιουργία Exploded View για συναρμολογημένα κομμάτια. Επιπλέον, στο παράθυρο αυτό διακρίνεται πάνω δεξιά ένα εικονίδιο με σχήμα γραναζιού. Το εικονίδιο αυτό μας παρέχει τις δυνατότητες επιλογής μονάδων ανάμεσα σε ίντσες και χιλιοστά, καθώς επίσης και την επιλογή ανάμεσα στις τυποποιήσεις όπως το ISO, το DIN, το AISI και άλλα.

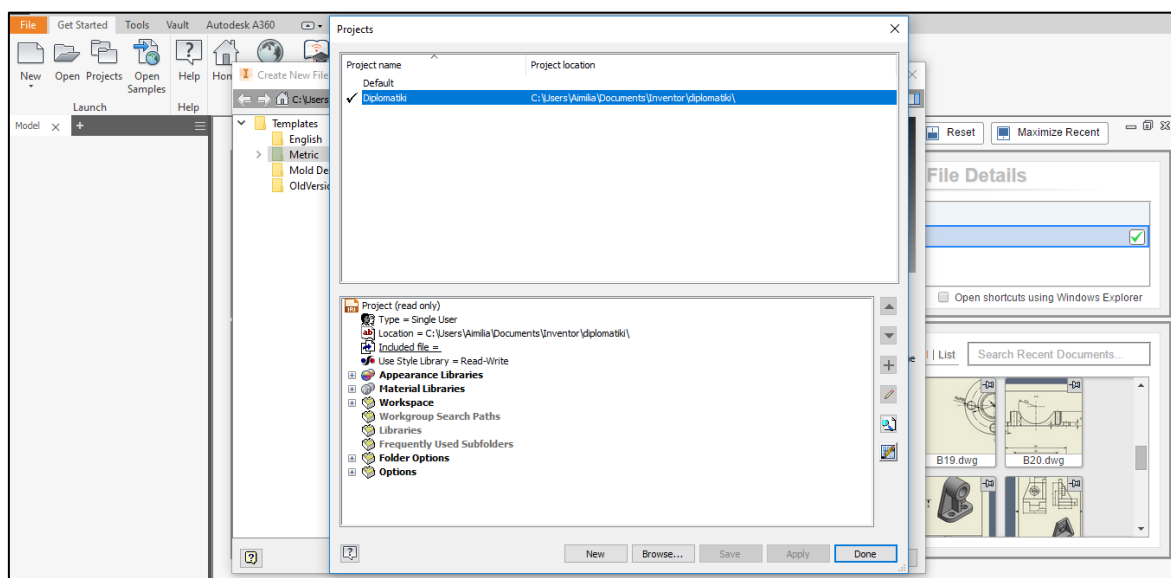
2. Το δεξί παράθυρο περιλαμβάνει τη δυνατότητα χρήσης ανάμεσα στα διάφορα υπάρχοντα Projects, τις συντομεύσεις φακέλων (Shortcuts), αλλά και τις λεπτομέρειες των φακέλων (File details).

3. Τέλος, στο κάτω παράθυρο παρουσιάζονται τα τελευταία δημιουργημένα δοκίμια και υπάρχει η επιλογή ανοίγματος αυτών.



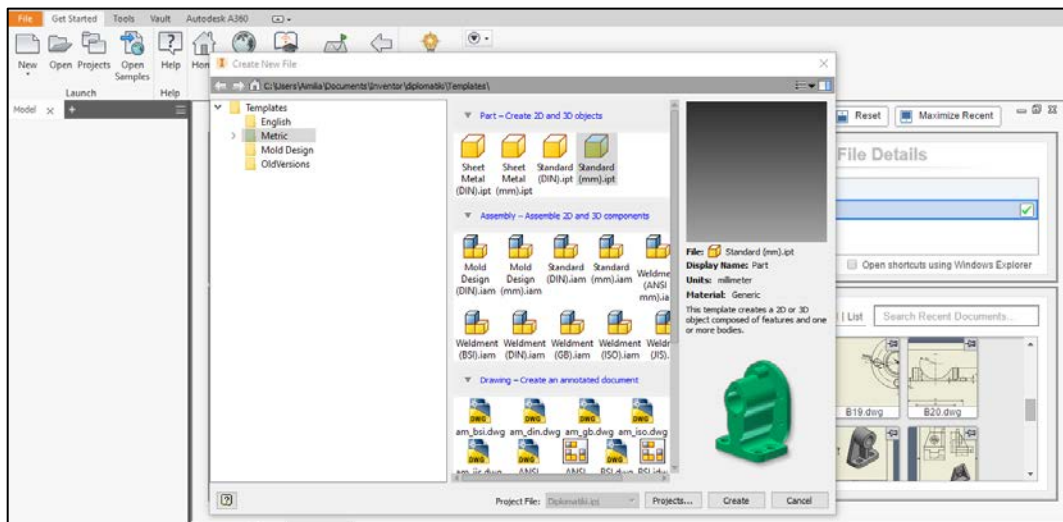
Σχήμα 3.1: Οθόνη εκκίνησης Inventor

Για τον σχεδιασμό ενός μηχανήματος ή ενός μηχανισμού θα πρέπει ο χρήστης αρχικά να δημιουργήσει ένα νέο Project επιλέγοντας New – Project από την μπάρα εργαλείων, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.2. Ο χρήστης θα πρέπει να ορίσει το χώρο εργασίας (Workspace) μέσα στις επιλογές φακέλων (Folder Options), τις βιβλιοθήκες (Libraries) και οτιδήποτε άλλο επιθυμεί. Ο ορισμός του χώρου εργασίας είναι πολύ σημαντικός, καθώς εκεί αποθηκεύεται κάθε καινούργιο δοκίμιο που δημιουργείται έχοντας ενεργό το συγκεκριμένο Project, στο οποίο αποδίδεται και ένα συγκεκριμένο όνομα. Στην περίπτωση μας το όνομα που δόθηκε είναι diplomatiki.

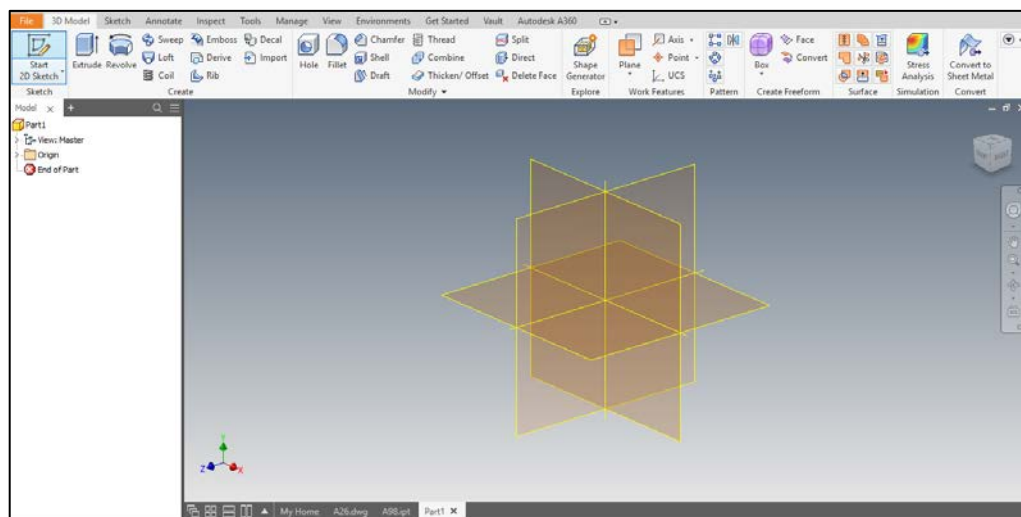


Σχήμα 3.2: Δημιουργία Project

Μετά τη δημιουργία Project είμαστε έτοιμοι να ξεκινήσουμε τον σχεδιασμό ενός καινούργιου δοκιμίου. Για την δημιουργία νέου τεμαχίου πατάμε New, στη συνέχεια στην καρτέλα που εμφανίζεται επιλέγουμε Metric και από τα Parts διαλέγουμε το Standard (mm) προκειμένου να σχεδιάσουμε σε χιλιοστά (Σχήμα 5.3). Έτσι μεταβαίνουμε στην καρτέλα δημιουργίας του στερεού (Σχήμα 5.4). Ξεκινάμε επιλέγοντας το επίπεδο (άξονας x, y ή z) που θέλουμε για την 2D σχεδίαση.



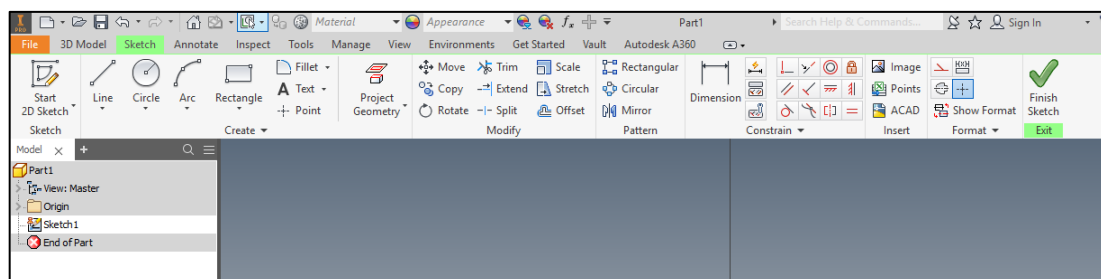
Σχήμα 3.3: Επιλογή επιθυμητού Part



Σχήμα 3.3: Καρτέλα έναρξης σχεδίασης

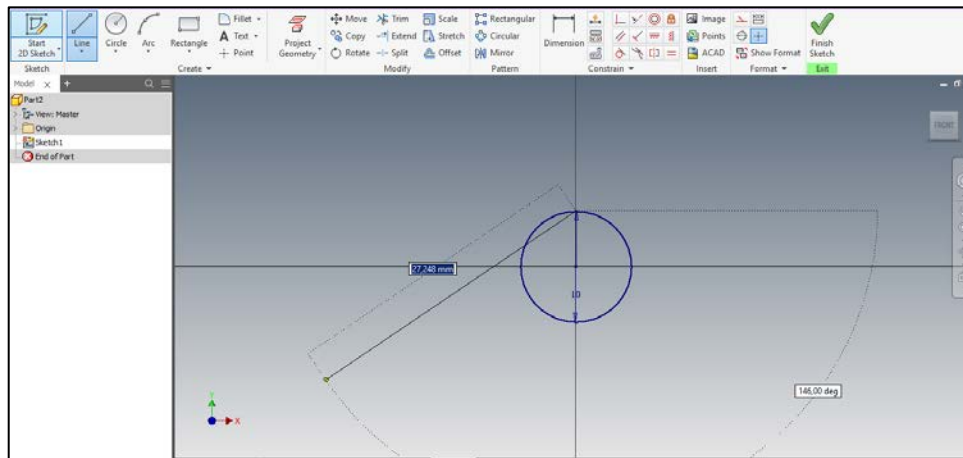
3.2.2 Βασικές εντολές 2D σχεδίασης

Όπως βλέπουμε στο [Σχήμα 5.4](#) για την δημιουργία ενός 2D Sketch ,το πρόγραμμα παρέχει πλήθος εντολών οι οποίες βρίσκονται στην γραμμή εργαλείων και μέσα στις οποίες κρύβονται επιμέρους εντολές. Για παράδειγμα στην εντολή Line περιλαμβάνεται η εντολή Spline, Bridge Curve, Equation Curve.



Σχήμα 3.4: Εργαλεία 2D σχεδίασης

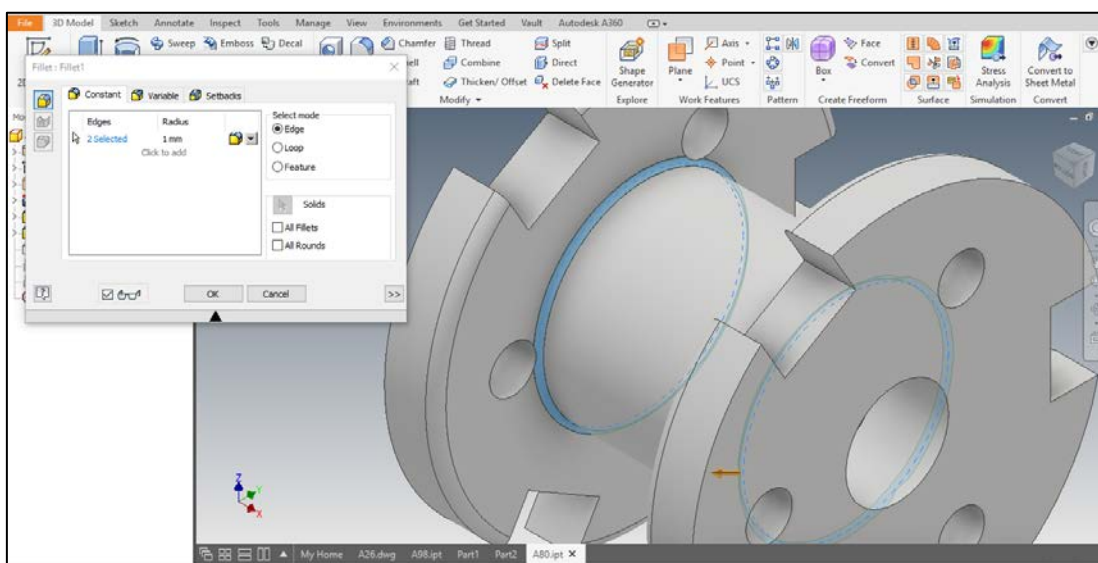
Κατά τη δημιουργία του Sketch, όλα τα σχήματα που δημιουργούνται θα πρέπει να είναι κλειστοί βρόγχοι, δηλαδή το αρχικό σημείο να συμπίπτει με το τελικό. Μετά την επιλογή επιπέδου σχεδίασης, ο χρήστης θα πρέπει να δώσει τα σημεία, είτε κάνοντας κλικ σε τυχαία σημεία τα οποία θα παραμετροποιήσει έπειτα, είτε δίνοντας τις συντεταγμένες από την αρχή των αξόνων.



Σχήμα 3.5: Ορισμός παραμέτρων

Στην ενότητα αυτή θα γίνει, μόνο, μερική αναφορά στις πιο βασικές εντολές, προκειμένου ο αναγνώστης να σχηματίσει μια ιδέα για τις σχεδιαστικές δυνατότητες του προγράμματος και για τον τρόπο κατασκευής των τεμαχίων της παρούσας εργασίας.

Οι εντολές που χρησιμοποιούνται εδώ είναι απλά γεωμετρικά σχήματα όπως κύκλοι **Circle**, τετράγωνα **Rectangle**, ελλείψεις **Ellipse**, ευθύγραμμα τμήματα **Line** κ.α. Ακόμη υπάρχουν εντολές όπως **Fillet** και **Chamfer**, οι οποίες δίνουν τη δυνατότητα δημιουργίας ακτίνας ή σπασίματος ανάμεσα σε δύο γραμμές που δεν είναι παράλληλες και συναντιούνται. Η εκτέλεση της εντολής πραγματοποιείται με την επιλογή της εικόνας που απαιτείται (Fillet/Chamfer) και έπειτα της επιλογής των γραμμών που θα υποστούν την εντολή. Θα πρέπει να παραμετροποιηθεί η διάσταση είτε του Fillet είτε του Chamfer.

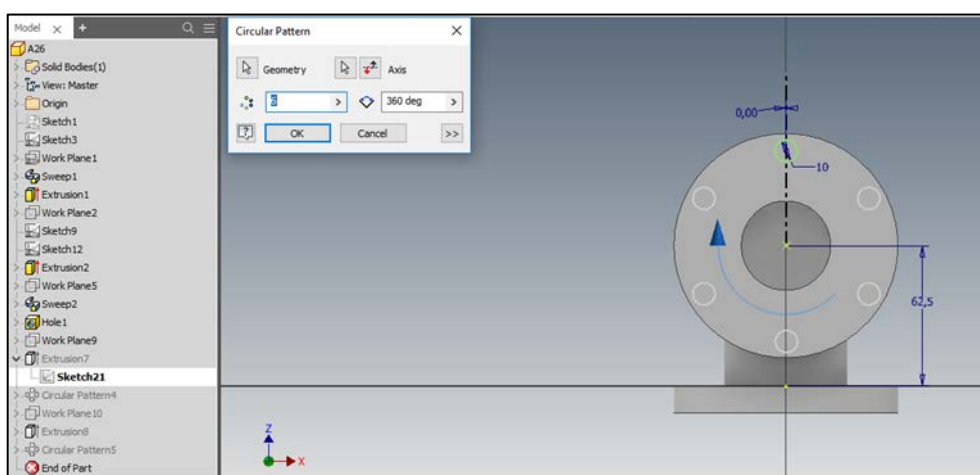


Σχήμα 3.6: Εντολή Fillet

Η εντολή **Move**, επιτρέπει την κίνηση σε επιλεγμένο μέρος του σχεδίου, είτε αυτό είναι περιορισμένο με διαστάσεις είτε όχι. Η εντολή **Copy**, δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα να αντιγράψει ένα μέρος ή ένα ολόκληρο sketch. Η εντολή **Rotate**, επιτρέπει τη περιστροφή ενός μέρους ή ολόκληρου του sketch. Υπάρχει ακόμη η εντολή **Point**, η οποία επιτρέπει στο χρήστη να προσθέσει στο σχέδιο ένα σημείο, το οποίο παραμετροποιείται μέσω διαστάσεων και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν σημείο αναφοράς. Η εντολή **Text** από τη άλλη επιτρέπει στον χρήστη να γράψει ένα κείμενο εμφανίζοντας ένα παράθυρο (Format text), το οποίο περιέχει επιλογές που μοιάζουν με το Word, όπως το Font, το Bold και άλλες.

Οι λειτουργία των εντολών **Trim** και **Extend** αποτελούν τις λειτουργίες αποκοπής και επιμήκυνσης γραμμών αντίστοιχα. Συγκεκριμένα, με την εντολή Trim ο χρήστης μπορεί να κόψει μια γραμμή στο κοντινότερο σε αυτήν τεμνόμενο σημείο με μια άλλη γραμμή, ενώ αντίθετα με την εντολή Extend ο χρήστης μπορεί να επιμηκύνει μια γραμμή. Με όμοιο τρόπο άλλα διαφορετικό αποτέλεσμα, η εντολή **Split**, η οποία δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να κόψει μια γραμμή σε δύο ή και περισσότερες ανάλογα με τα τεμνόμενα σε αυτήν σημεία.

Επιπλέον, υπάρχουν οι χρήσιμες εντολές **Rectangular** και **Circular Pattern**, οι οποίες δίνουν στο χρήστη τη δυνατότητα να δημιουργήσει μία σειρά από γραμμές ή σχήματα που θα επιλέξει, κατά ευθεία ή κυκλική διάταξη. Οι εντολές αυτές όπως και το **Mirror**, διατίθενται εκτός από το sketch, τόσο στο Solid 3D Modeling, όσο και σε ένα Assembly.



Σχήμα 3.7: Εντολή Circular Pattern

Πέρα από τις εντολές, πάνω δεξιά στον πίνακα εργαλείων υπάρχουν και τα Constrains. Τα Constrains είναι διάφοροι περιορισμοί που μπορούμε να επιβάλλουμε στο Sketch, προκειμένου να ενώσουμε ή να ορίσουμε γεωμετρικά στοιχεία γραμμών ή σχημάτων μεταξύ τους, αντικαθιστώντας τις διαστάσεις όπου αυτό είναι απαραίτητο.

Υπάρχουν 12 τύποι περιορισμών οι οποίοι αναλύονται παρακάτω:

- Coincident constrain. Δένει μία ή περισσότερες γραμμές ή σημεία με ένα άλλο φέρνοντάς τα σε σύνδεση.
- Collinear constrain. Ενώνει μία ή περισσότερες γραμμές ή σημεία με ένα άλλο φέρνοντάς τα στην ίδια ευθεία.
- Concentric constrain. Ενώνει έναν κύκλο, μία έλλειψη ή ένα τόξο με ένα άλλο φέρνοντάς τα στα ίδια κέντρα.
- Fix constrain. Δένει ένα σημείο, στο σημείο στο οποίο βρίσκεται.
- Parallel constrain. Φέρνει δύο επιλεγμένες γραμμές σε παραλληλότητα μεταξύ τους.
- Perpendicular constrain. Φέρνει δύο επιλεγμένες γραμμές κάθετες μεταξύ τους.

- Horizontal constrain. Φέρνει δύο επιλεγμένες γραμμές ή σημεία σε οριζόντια διάταξη μεταξύ τους.
- Vertical constrain. Φέρνει δύο επιλεγμένες γραμμές ή σημεία σε κάθετη διάταξη μεταξύ τους.
- Tangent constrain. Κάνει ένα σημείο ή μία γραμμή να εφάπτεται με έναν κύκλο ή ένα τόξο ή μία έλλειψη.
- Smooth constrain. Εφαρμόζει μία απαλή κυρτότητα σε μία καμπύλη.
- Symmetric constrain. Κάνει επιθυμητές γραμμές και καμπύλες να είναι συμμετρικές ως προς μια επιλεγμένη γραμμή.
- Equal constrain. Μετατρέπει κύκλους ή τόξα σε ίσες ακτίνες και γραμμές σε ίσα μήκη.

3.2.3 Βασικές εντολές 3D σχεδίασης

Αφού δημιουργηθεί το επιθυμητό Sketch ο χρήστης μπορεί να βγει από το περιβάλλον 2D σχεδίασης πατώντας το Finish Sketch που βρίσκεται πάνω δεξιά στην καρτέλα εργαλείων. Τότε είναι έτοιμος ο σχεδιαστής να εισάγει την τρίτη διάσταση. Αυτή γίνεται με τη χρήση των εργαλείων που βρίσκονται στην μπάρα 3D Model, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.8. Σε αυτή τη μπάρα υπάρχουν 3 βασικές κατηγορίες εργαλείων:

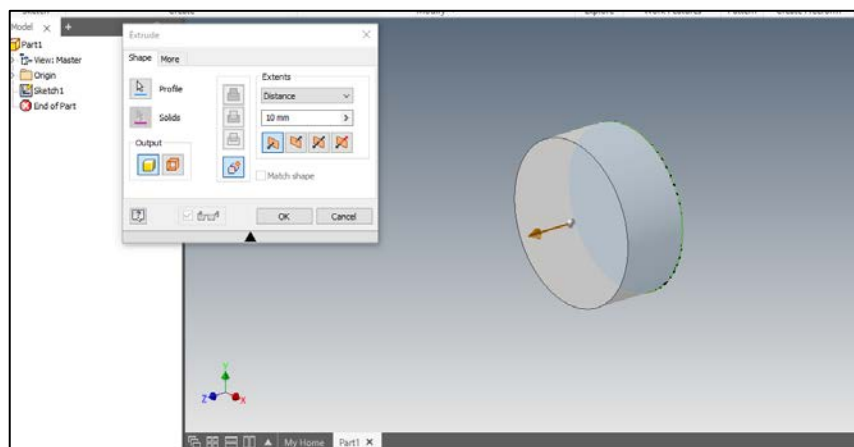
1. Η κατηγορία Create, όπου περιλαμβάνει τα εργαλεία δημιουργίας (Extrude, Revolve, Sweep, Loft, Emboss, Coil, Rib, Import και Derive),
2. Η κατηγορία Modify όπου περιλαμβάνει τα εργαλεία τροποποίησης (Hole, Fillet, Chamfer, Shell, Draft, Thread, Combine, Thicken/Offset, Split, Direct και Delete face) και τέλος,
3. Η κατηγορία Work features όπου περιλαμβάνει βοηθητικά εργαλεία για τον τρισδιάστατο σχεδιασμό (Plane, Axis και Point).



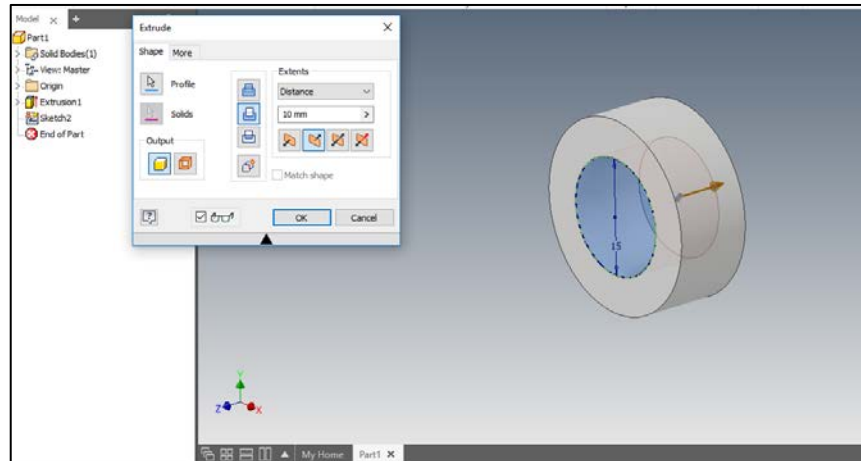
Σχήμα 3.8: Εργαλεία 3D σχεδίασης

Παρακάτω θα παρουσιαστούν ορισμένα από τα βασικά εργαλεία σχεδίασης τα οποία χρησιμοποιήθηκαν και στην παρούσα εργασία.

Η εντολή **Extrude** είναι από τις βασικότερες και πιο συχνά χρησιμοποιούμενες. Λειτουργεί σαν εντολή δημιουργίας της 3^{ης} διάστασης αλλά έχει και επιμέρους λειτουργίες όπως το κόψιμο (Cut). Αρχικά ο χρήστης θα πρέπει να δημιουργήσει ένα Sketch και στη συνέχεια να χρησιμοποιήσει την εντολή και να δώσει την τιμή της τρίτης διάστασης.

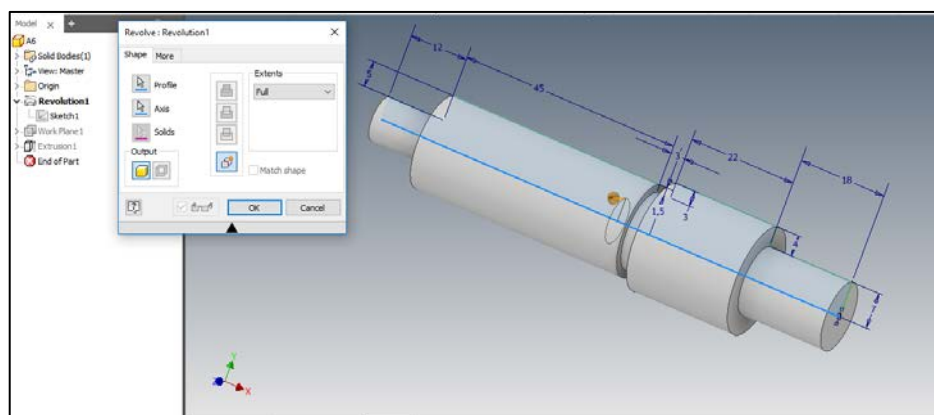


Σχήμα 3.9: Εντολή Extrude για δημιουργία 3ης διάστασης



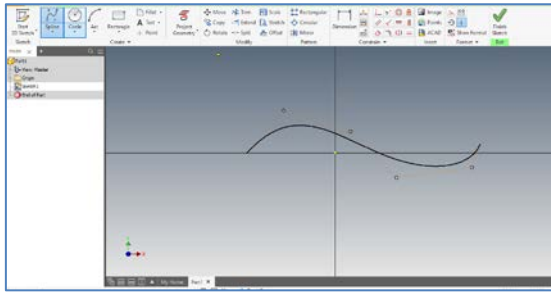
Σχήμα 3.9: Εντολή Extrude με χρήση Cut

Η εντολή **Revolve** περιστρέφει ένα σχέδιο γύρω από έναν επιλεγμένο άξονα περιστροφής. Για την εκτέλεσή της απαιτεί έναν άξονα περιστροφής και ένα προφίλ το οποίο είναι επιθυμητό από το χρήστη. Έπειτα η εντολή λειτουργεί είτε σαν δημιουργία 3ης διάστασης γύρω από τον άξονα, είτε σαν κόψιμο με τον ίδιο τρόπο όπως η εντολή Extrude.

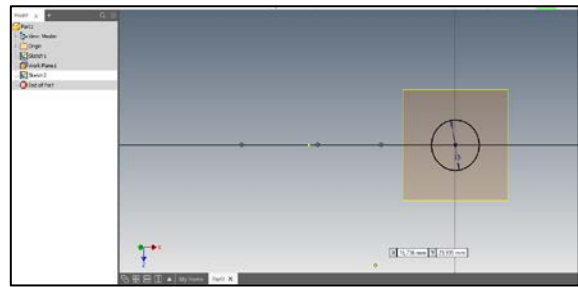


Σχήμα 3.10: Εντολή Revolve

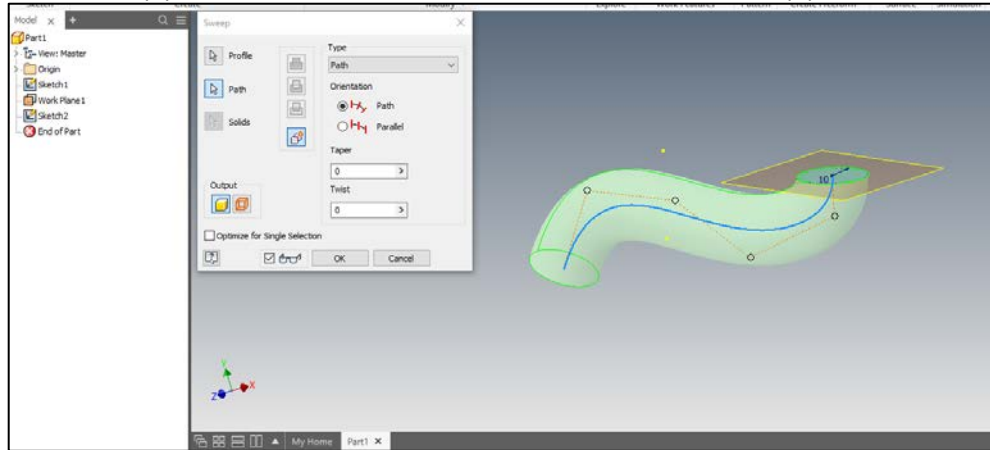
Η εντολή **Sweep** είναι πιο σύνθετη καθώς απαιτεί δύο Sketch σε επίπεδο δύο διαφορετικών επίπεδα δημιουργίας. Αναλυτικότερα, ο χρήστης θα πρέπει αρχικά να σχεδιάσει στο 2D sketch το προφίλ το οποίο θέλει να επεκτείνει και να το παραμετροποιήσει. Έπειτα, θα πρέπει να σχεδιάσει σε ένα διαφορετικό επίπεδο, ξεκινώντας από το σημείο όπου τα δύο επίπεδα σχεδίασης τέμνονται, και σε αυτό να δημιουργήσει το μονοπάτι σύμφωνα με το οποίο απαιτεί να επεκτείνει το προφίλ που αρχικά δημιούργησε.



(α)



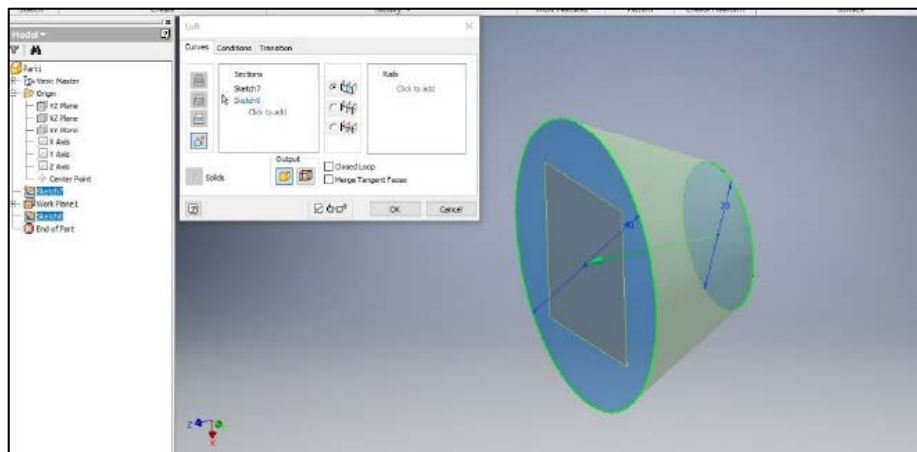
(β)



(γ)

Σχήμα 5.11: Εντολή Sweep.(α) Μονοπάτι που θα πραγματοποιηθεί το sweep. (β) Κύκλος ως προφίλ σχεδίασης. (γ) Εφαρμογή εντολής: το προφίλ ακολουθεί το μονοπάτι που έχει οριστεί.

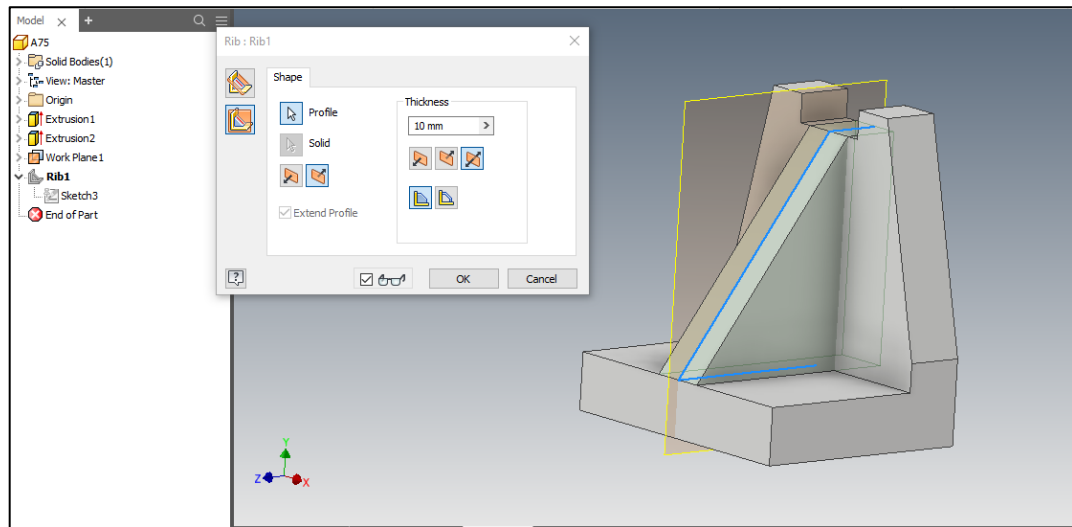
Αρκετά κοινά χαρακτηριστικά με την εντολή Sweep, πλην κάποιων διαφοροποιημένων δυνατοτήτων και απαιτήσεων, έχει η εντολή **Loft**. Συγκεκριμένα, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα δημιουργίας μιας περιμετρικής ένωσης ανάμεσα σε δύο προφίλ σχεδιασμένα ήδη, σε διαφορετικά πλάνα τα οποία θα απέχουν μεταξύ τους κάποια συγκεκριμένη απόσταση. Επιπλέον τα δύο προφίλ θα μπορούν να έχουν διαφορετική γεωμετρία. Αναλυτικότερα ο χρήστης θα πρέπει να δημιουργήσει αρχικά το επιθυμητό προφίλ σε ένα πλάνο και να το παραμετροποιήσει. Έπειτα, θα πρέπει να δημιουργήσει το επόμενο πλάνο στην απαιτούμενη απόσταση. Εν συνεχεία, θα πρέπει να δημιουργηθεί από το χρήστη το επιθυμητό προφίλ στο δημιουργημένο πλάνο και τέλος να χρησιμοποιήσει την εντολή.



Σχήμα 3.12: Εντολή Loft

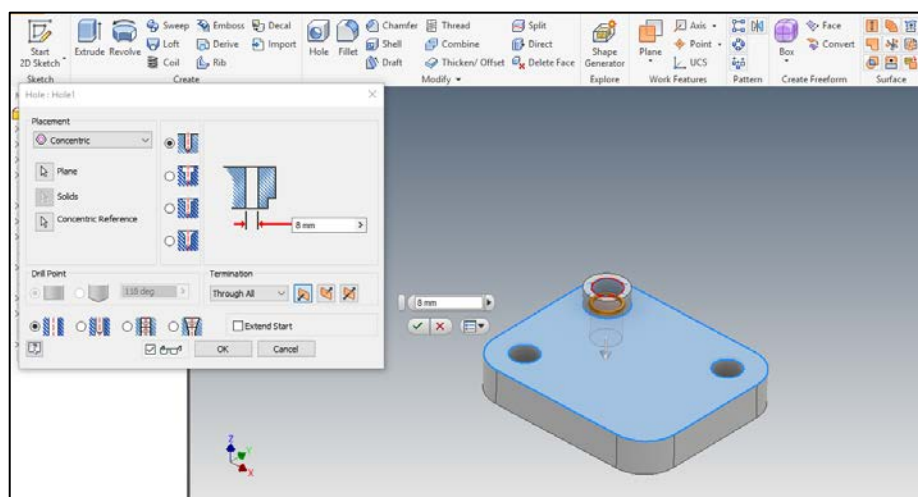
Η εντολή **Rib** δημιουργεί μια νεύρωση ανάμεσα σε δύο επιφάνειες οι οποίες διαφέρουν κατά μια γωνία μεταξύ τους. Επομένως, για την χρήση της εντολής ο χρήστης θα πρέπει πρώτα να έχει δημιουργήσει αυτές τις επιφάνειες. Έπειτα, θα πρέπει να δημιουργήσει το πλάνο-επίπεδο

σχεδίασης πάνω στο οποίο επιθυμεί να δημιουργήσει τη νεύρωση. Τέλος, μπορεί να δημιουργήσει το προφίλ της νεύρωσης, επιλέγοντας στην εντολή Parallel to Sketch Plane και ορίζοντας το πάχος του, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 5.13.



Σχήμα 3.13: Εντολή Rib

Η εντολή **Hole** επιτρέπει στο χρήστη να δημιουργήσει οπή σε ήδη σχεδιασμένο solid κομμάτι. Περιέχει όλων των ειδών τις οπές καθώς και τα τυποποιημένα σπειρώματα, όπως για παράδειγμα τα DIN και ISO. Ο χρήστης θα πρέπει αρχικά να επιλέξει την επιφάνεια πάνω στην οποία επιθυμεί να προσθέσει την οπή και στη συνέχεια να διαλέξει το τύπο της τρύπας. Οι διαθέσιμες επιλογές είναι για απλή οπή, οπή για βίδα με παχύ κεφάλι, με στενό κεφάλι και φρεζάτη. Επίσης ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει είτε ελεύθερη οπή, είτε με σπείρωμα, επιλέγοντας τη διάσταση από τα τυποποιημένα σπειρώματα.



Σχήμα 3.14: Εντολή Hole

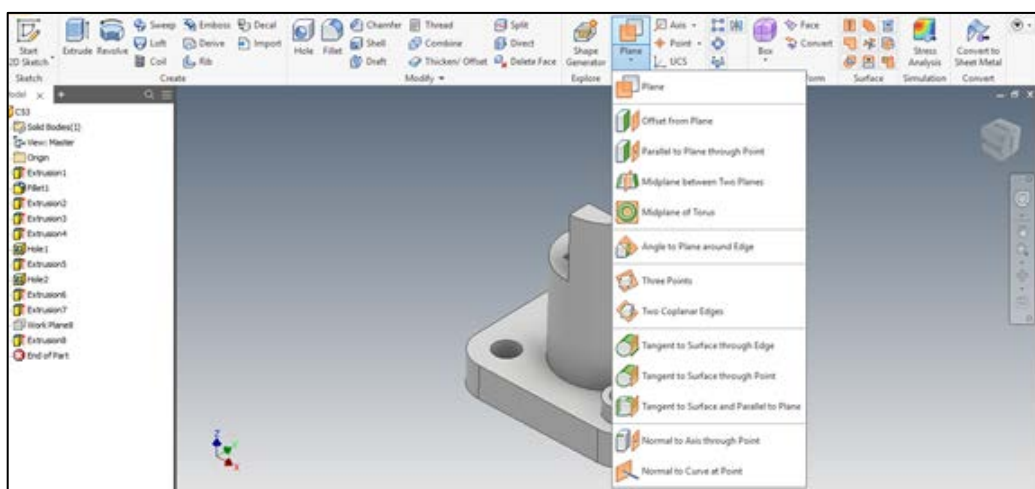
Όπως και στη 2D σχεδίαση έτσι και εδώ, υπάρχουν οι εντολές **Fillet** και **Chamfer**. Ο χρήστης θα πρέπει να επιλέξει την ακμή σε ένα ήδη σχεδιασμένο και δημιουργημένο κομμάτι και να δώσει τις επιθυμητές διαστάσεις της κυκλικής διατομής ή του κοψίματος που επιθυμεί να σχεδιάσει. Μάλιστα, στο 3D σχεδίαση υπάρχει η δυνατότητα επιλογής ολόκληρης επιφάνειας.

Ακόμη μια εντολή είναι η **Shell**, η οποία δίνει την δυνατότητα αφαίρεσης του εσωτερικού ενός δημιουργημένου κομματιού, αφήνοντας τα επιθυμητά τοιχώματα μόνο. Ο χρήστης αρχικά θα

πρέπει να επιλέξει την επιφάνεια ή τις επιφάνειες που επιθυμεί να αφαιρέσει και έπειτα να ορίσει το επιθυμητό πάχος των τοιχωμάτων που απομένουν.

Εάν κάποιος επιθυμεί να δημιουργήσει ένα εσωτερικό ή εξωτερικό σπείρωμα σε ένα σημείο του στερεού, μπορεί να χρησιμοποιήσει την εντολή **Thread**. Αρχικά, επιλέγεται το σημείο που απαιτείται να γίνει σπείρωμα. Αυτό μπορεί να είναι είτε τρύπα είτε κυκλική διατομή. Έπειτα ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει ανάμεσα στα τυποποιημένα σπειρώματα όπως τα DIN και ISO, καθώς επίσης τα τραπεζοειδή κ.α., ενώ υπάρχουν και επιλογές ανάμεσα σε διάφορα τυποποιημένα βήματα και κλάσεις.

Προκειμένου να ορίσει ο σχεδιαστής στο τρισδιάστατο μοντέλο, το επίπεδο σχεδίασης πάνω στο οποίο θέλει να σχεδιάσει, χρησιμοποιεί τα Planes (επίπεδα σχεδίασης). Η εντολή **Plane** είναι πολύ σημαντική καθώς όπως είδαμε παραπάνω χρησιμοποιείται για πολλές από τις εντολές. Περιλαμβάνει διάφορους τρόπους δημιουργίας, ανάλογα με το πού και σε τι είδους επιφάνεια θέλουμε να το ορίσουμε. Στο Σχήμα 5.15 διακρίνονται οι 13 διαφορετικοί τρόποι δημιουργίας του.



Σχήμα 3.15: Επιλογές εντολής Plane

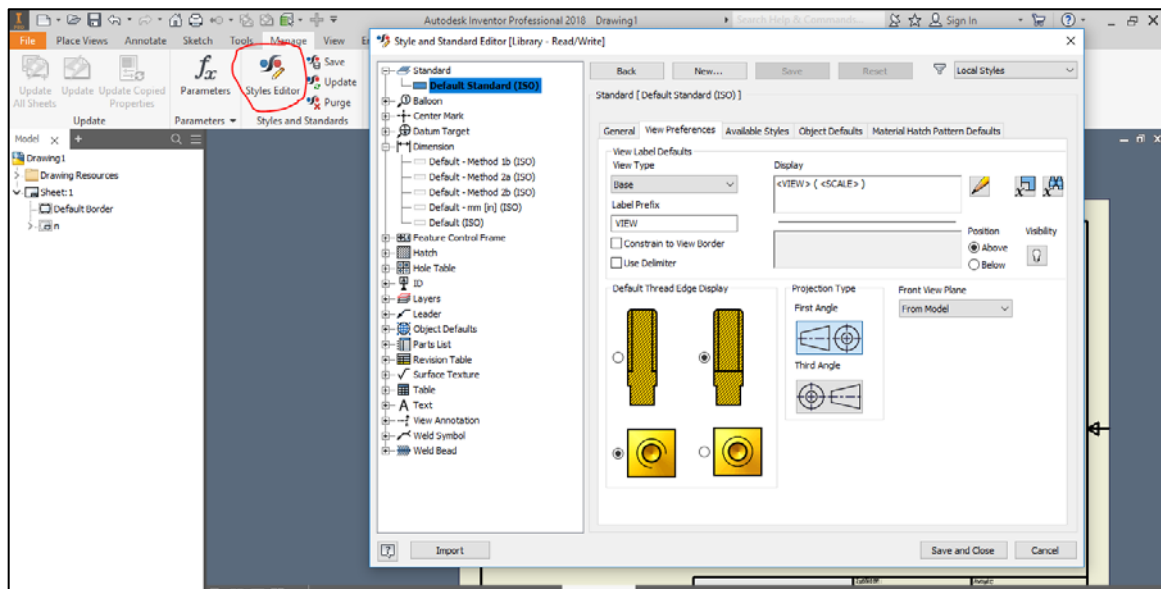
Αντίστοιχα, υπάρχουν οι εντολές **Axis** και **Point** για την δημιουργία αξόνων και σημείων όπως ακριβώς και στην εντολή Plane. Τέλος, ισχύουν οι εντολές **Rectangular**, **Circular** και **Mirror** ακριβώς όπως και στη λειτουργία του 2D Sketch.

3.3 Δημιουργία κατασκευαστικών σχεδίων

Μια άλλη σημαντική λειτουργία των συστημάτων CAD πέρα από την τρισδιάστατη μοντελοποίηση, είναι η δημιουργία κατασκευαστικών σχεδίων. Τα σχέδια αυτά είναι πολύ σημαντικά καθώς περιέχουν όλες τις πληροφορίες που χρειάζεται ο κατασκευαστής για να τα υλοποιήσει. Επομένως η ακρίβεια και η πληρότητά τους αποτελεί μείζονος σημασίας.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία τα κατασκευαστικά σχέδια που έγιναν στο Inventor δημιουργήθηκαν με βάση το ISO2768, γεγονός που δηλώνει ότι χρησιμοποιήθηκαν οι συγκεκριμένοι κανόνες που ορίζει το πρότυπο αυτό.

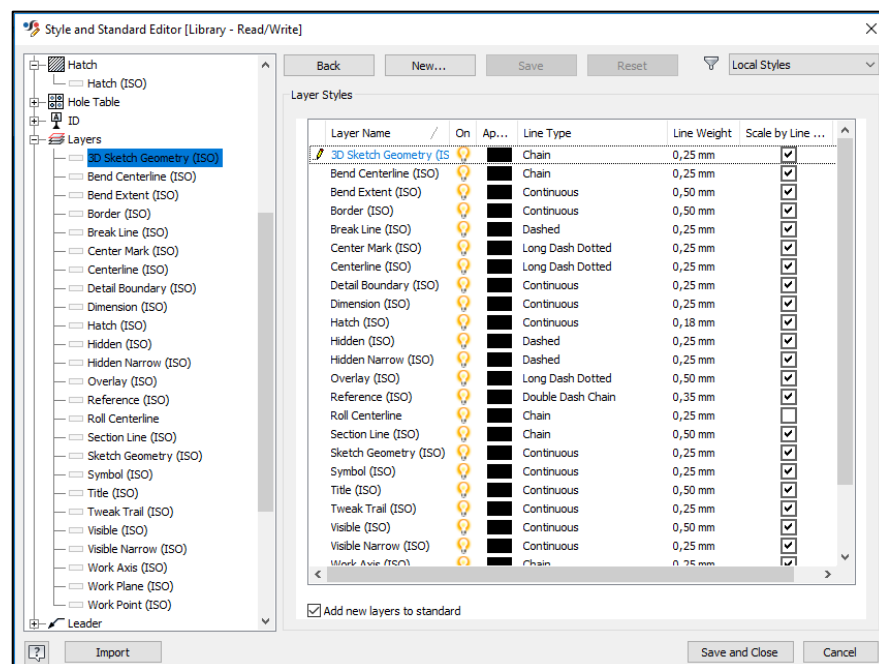
Για να ξεκινήσουμε την σχεδίαση πατάμε New- Drawing και επιλέγουμε το ISO.dwg . Όμως, παρόλο που υπάρχει πρότυπο μηχανολογικού σχεδίου κατά ISO χρειάζεται να ελέγξουμε και να παραμετροποιήσουμε βασικά ορίσματα. Χρησιμοποιώντας την καρτέλα Manage- Styles Editor μπορούμε να ρυθμίσουμε οποιαδήποτε παράμετρο (Σχήμα 5.16). Για παράδειγμα, μπορούν να γίνουν ρυθμίσεις που αφορούν τη διαστασιολόγηση, τις αξονικές και διακεκομμένες γραμμές, το κείμενο, τις τομές κ.α.



Σχήμα 3.16: Ρύθμιση όλων των παραμέτρων από το Styles Editor.

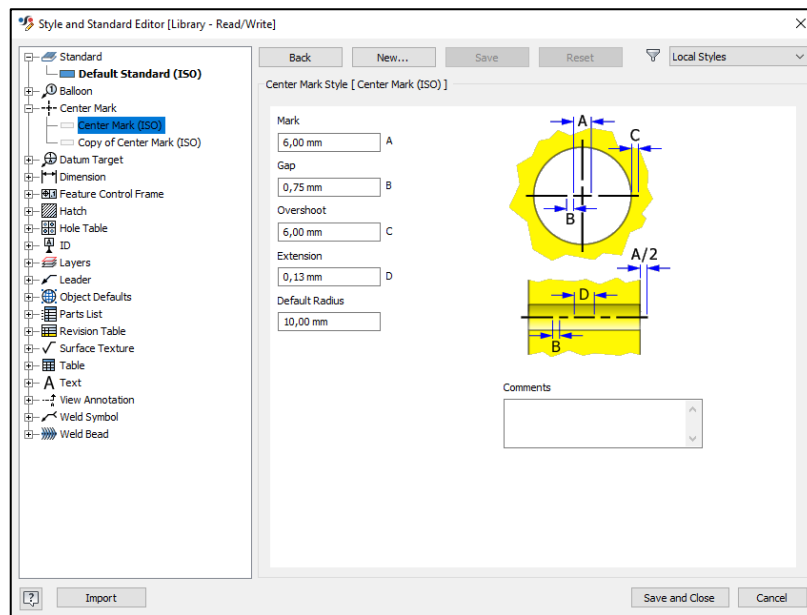
Μερικές από τις ρυθμίσεις που έγιναν στα σχέδια της εργασίας είναι:

- Όσον αφορά τα είδη και τα πάχη των γραμμών
 Παχιά συνεχής γραμμή: 0.5mm
 Λεπτή συνεχής γραμμή: 0.25mm
 Διακεκομμένη γραμμή: 0.25mm
 Αξονική γραμμή: 0.25mm



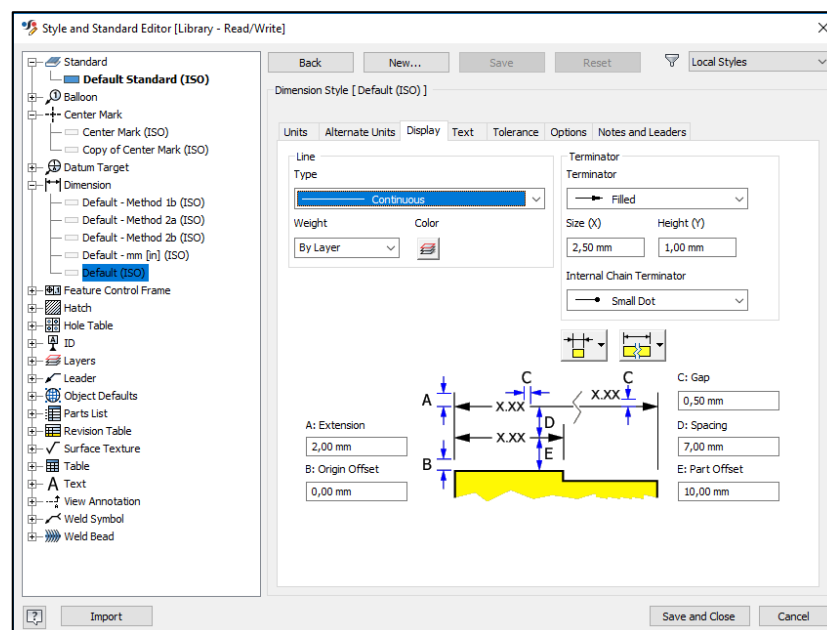
Σχήμα 3.17: Ορισμός είδους και πάχους γραμμών

- Για τις αξονικές

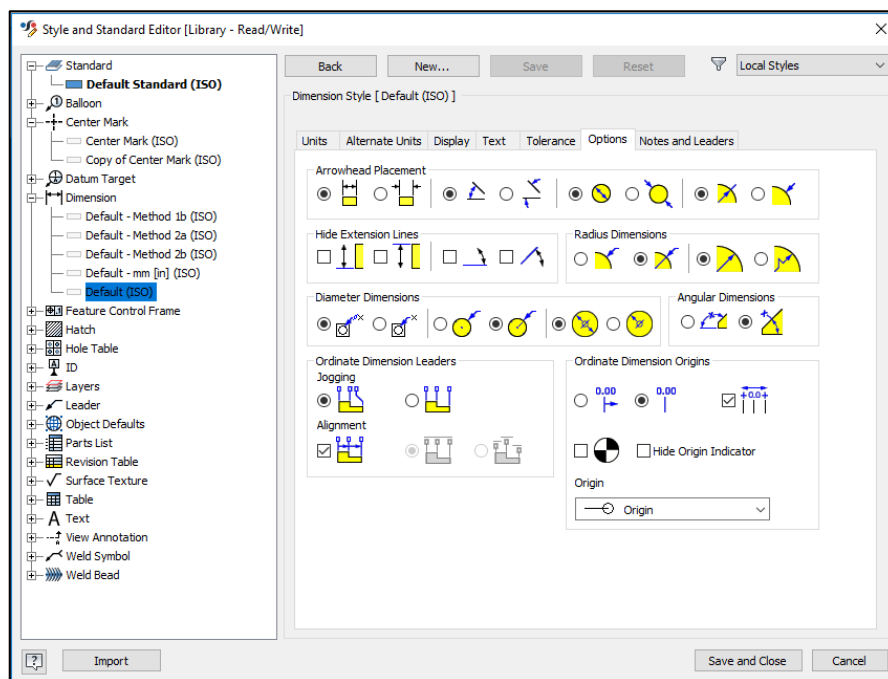


Σχήμα 3.18: Ορισμός παραμέτρων αξονικών γραμμών

- Για την διαστασιολόγηση

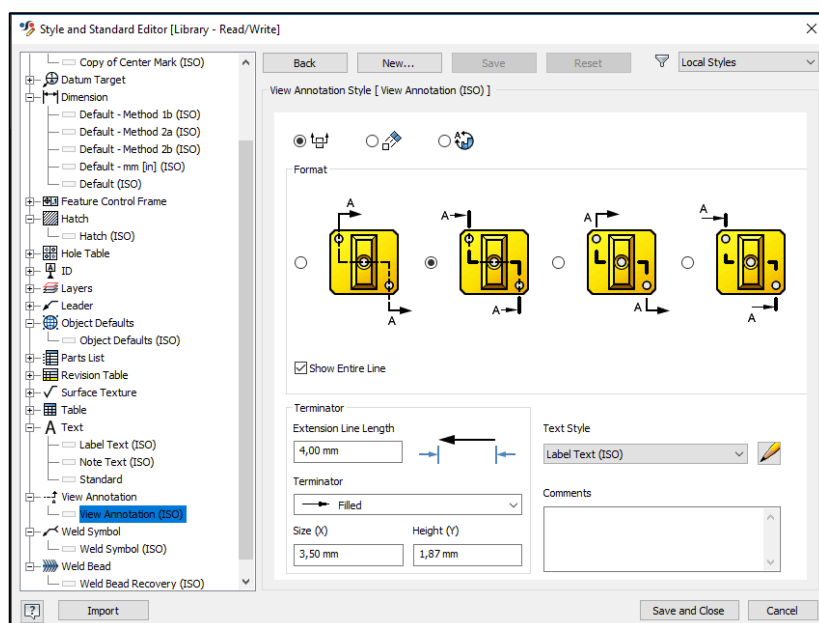


Σχήμα 3.19: Ορισμός παραμέτρων για βέλος και διαστάσεις



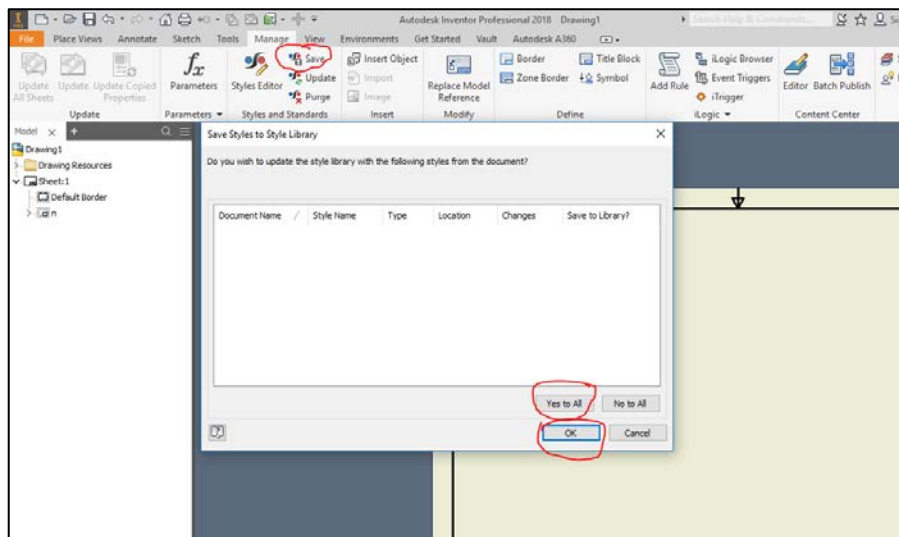
Σχήμα 3.20: Ορισμός παραμέτρων για τρόπο εισαγωγής διαστάσεων

- Για τις τομές




Σχήμα 3.21: Ορισμός παραμέτρων για τομές

Μόλις πραγματοποιηθούν όλες οι ρυθμίσεις που επιθυμούμε, πατάμε Save and Close και στη συνέχεια προκειμένου να αποθηκευτούν οι αλλαγές και να μην χρειάζεται κάθε φορά που ανοίγουμε ένα νέο drawing να τις ξανακάνουμε, πατάμε Save και Yes to All, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.22. Έτσι οι ρυθμίσεις αποθηκεύονται στη βιβλιοθήκη και όχι μόνο στο ανοιγμένο αρχείο dwg.



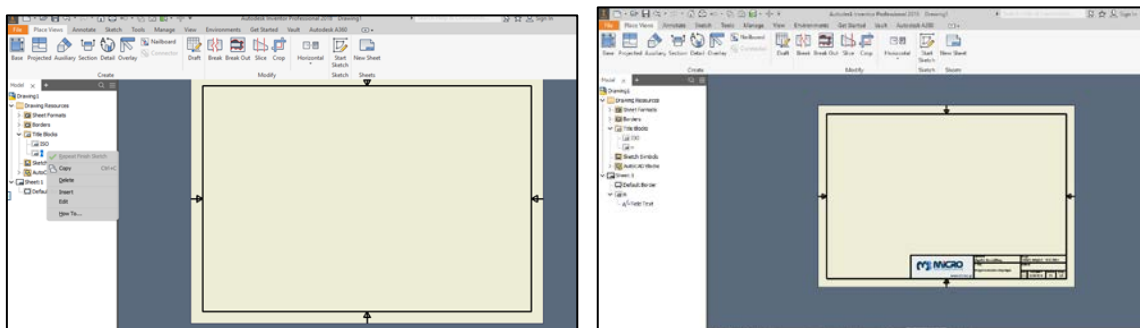
Σχήμα 3.22: Αποθήκευση αλλαγών στη Style Library

Ένα επιπλέον κομμάτι που έχουμε τη δυνατότητα να τροποποιήσουμε είναι το υπόμνημα. Στην συγκεκριμένη εργασία το υπόμνημα που σχεδιάστηκε φαίνεται στο [Σχήμα 5.23](#). Όπου αποτελείται από το λογότυπο του εργαστηρίου Μικροκοπής & Κατασκευαστικής Προσομοίωσης, το όνομα του σχεδιαστή και των ανοχών, τον τίτλο και τον αριθμό του τεμαχίου, την κλίμακα, την ημερομηνία κατασκευής, την γλώσσα και τον αριθμό των φύλλων, δηλαδή των τεμαχίων από τα οποία αποτελείται μια συναρμολόγηση. Στη παρούσα διπλωματική δεν έχουν γίνει συναρμολογήσεις επομένως όλα τα τεμάχια αναγράφουν 1/1.

 www.m3.tuc.gr	Σχεδίαση:		Ανοχές:	
	Αιμιλία Κανιαδάκη		Γενικές ανοχές f - ISO2768-1	
	Τίτλος:		Αριθμός:	
Μηχανολογικό εξάρτημα		Κλίμ.	Ημερομηνία	Γλώσσα
		1:1	3/10/2018	ΕΛ
				Φύλλο
				1/1

Σχήμα 3.23: Το υπόμνημα που χρησιμοποιήθηκε

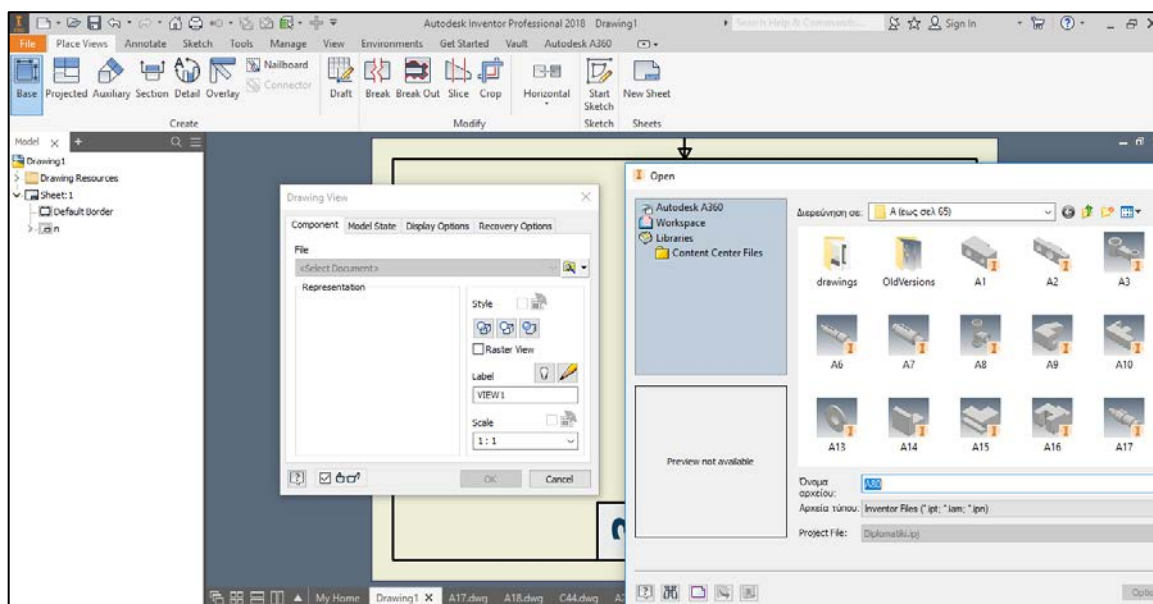
Προκειμένου να τροποποιήσουμε ένα υπόμνημα, στο δέντρο των μορφολογικών χαρακτηριστικών διαγράφουμε το ISO που εμφανίζεται στο Sheet, έπειτα πάμε στο Drawing resources > Title Blocks > δεξί κλικ > Define New Title Block και ξεκινάει η σχεδίαση ενός νέου υπομνήματος. Μόλις τελειώσουμε πατάμε finish Sketch και του δίνουμε ένα όνομα. Τέλος στο καινούριο υπόμνημα πατάμε δεξί κλικ > Insert και έτσι εισέρχεται στο φύλλο σχεδίασης.



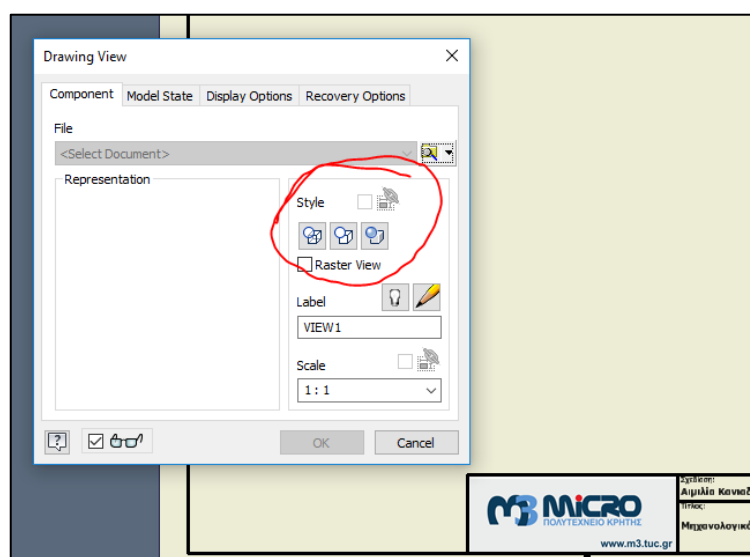
Σχήμα 3.24: Εισαγωγή νέου υπομνήματος στο σχέδιο

Τώρα μπορούμε να ξεκινήσουμε την δισδιάστατη μηχανολογική σχεδίαση. Για την εισαγωγή του αντικειμένου προς σχεδίαση, το οποίο έχουμε ήδη σχεδιάσει σε 3D, πατάμε δεξί κλικ Base View και το επιλέγουμε από τον φάκελο ([Σχήμα 5.25](#)). Στη συνέχεια τοποθετούμε τις επιθυμητές

όψεις. Μπορούμε να επιλέξουμε οι όψεις, ανάλογα με τις ανάγκες του σχεδίου, να εμφανίζουν τις κρυφές γραμμές, να μην τις εμφανίζουν ή να δημιουργούν ένα συμπαγές στερεό (Σχήμα 5.26).

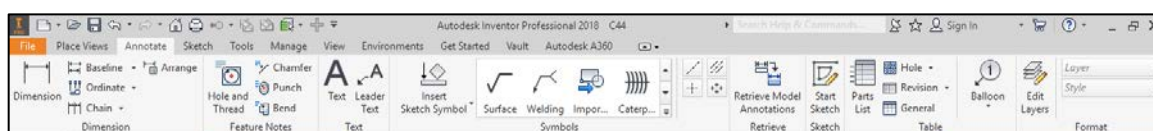


Σχήμα 3.25: Επιλογή τεμαχίου για σχεδίαση



Σχήμα 3.26: Επιλογή στυλ όψεων

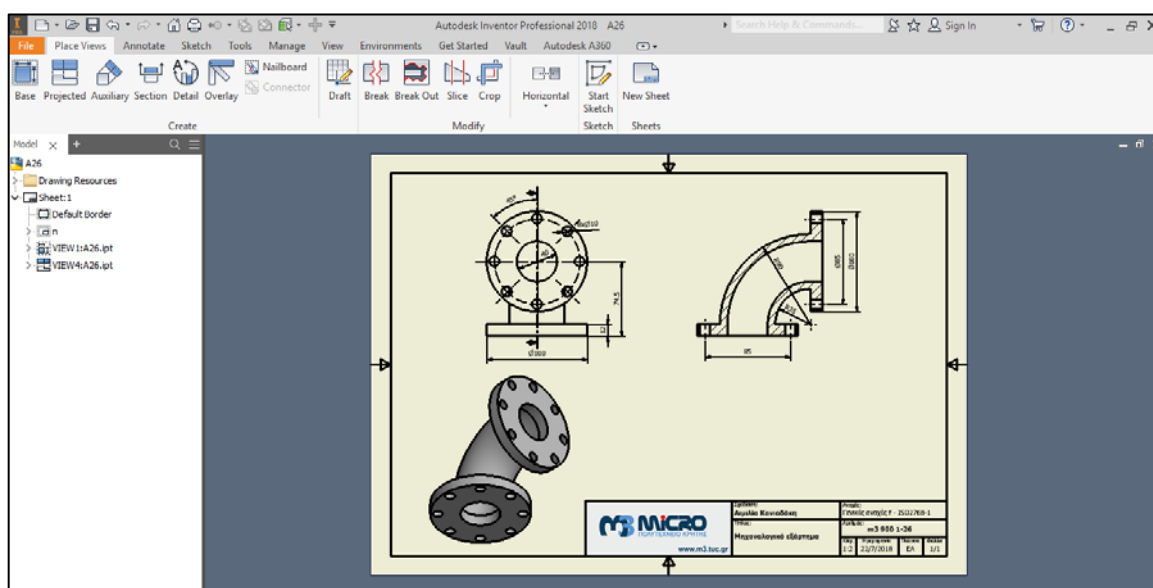
Στη συνέχεια αρχίζουμε να τοποθετούμε άξονες και διαστάσεις χρησιμοποιώντας εντολές που βρίσκονται στη γραμμή εργαλείων, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.27.



Σχήμα 3.27: Γραμμή εργαλείων drawing

Έτσι απεικονίζοντας όλες τις απαραίτητες όψεις και βάζοντας όλες τις διαστάσεις, σύμφωνα πάντα με τους κανονισμούς κατά ISO, έχουμε ολοκληρώσει το κατασκευαστικό μας σχέδιο. Σε αυτήν την εργασία σε κάθε σχέδιο που έγινε, τοποθετήθηκε και το τεμάχιο ως συμπαγές

στερεό, προκειμένου ο αναγνώστης να έχει μια τρισδιάστατη εικόνα του αντικειμένου. Ένα παράδειγμα ολοκληρωμένου κατασκευαστικού σχεδίου φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα 5.28.



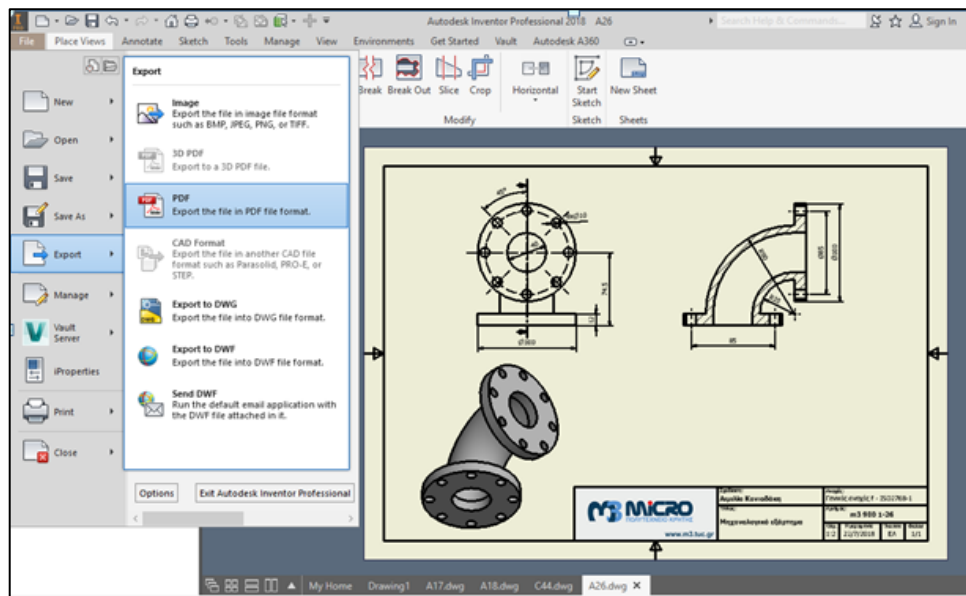
Σχήμα 3.28: Ολοκληρωμένο κατασκευαστικό σχέδιο

3.4 Μετατροπή αρχείων

Στο Inventor όπως και σε άλλα συστήματα CAD, υπάρχει η δυνατότητα μετατροπής αρχείων σε άλλες μορφές, προκειμένου να διευκολυνθεί η συνεργασία και η ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ διαφορετικών τεχνολογιών. Πέρα από τα αρχεία **ipt** και **dwg**, τα οποία προκύπτουν από την αποθήκευση του τρισδιάστατου στερεού (Part) και του μηχανολογικού σχεδίου (Drawing) αντίστοιχα, θα παρουσιαστούν μερικές ακόμα μετατροπές οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν και στη παρούσα εργασία.

- Μετατροπή σε **pdf**

Για να μετατρέψουμε ένα αρχείο drawing σε pdf και να μπορέσουμε να διαβάσουμε το μηχανολογικό σχέδιο σε οποιοσδήποτε Η/Υ, να το εκτυπώσουμε κτλ. χρειάζεται μόνο από το αρχείο dwg να επιλέξουμε File > Export > PDF και να το αποθηκεύσουμε.

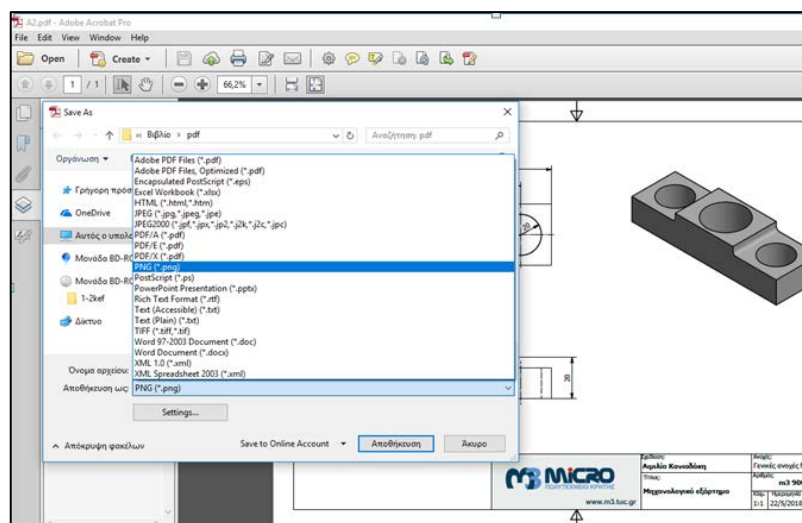


Σχήμα 3.29: Μετατροπή σε pdf

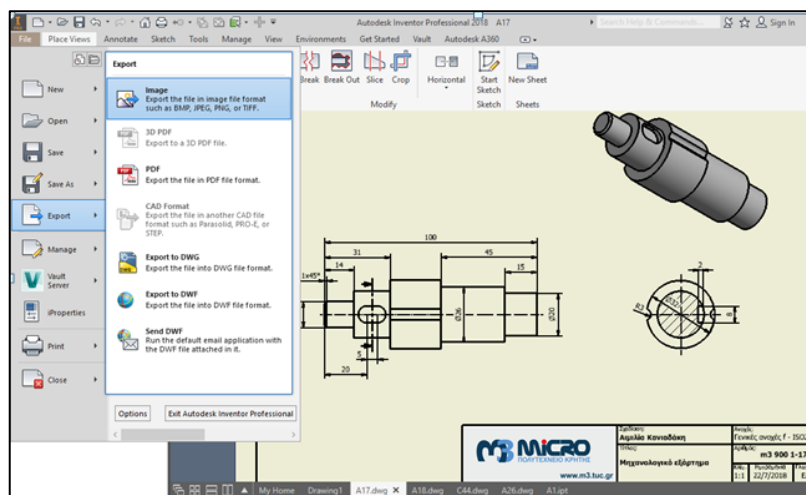
Η ίδια ακριβώς διαδικασία ισχύει και στην περίπτωση που θέλουμε να μετατρέψουμε ένα στιγμιότυπο του 3D σχεδίου σε pdf.

- Μετατροπή σε **png**

Προκειμένου να χρησιμοποιήσουμε τα αρχεία dwg σαν εικόνα τα μετατρέπουμε σε png. Αυτό γίνεται πολύ απλά, αν από το ήδη ανοιγμένο αρχείο pdf πατήσουμε File > Save as και το αποθηκεύσουμε σαν png. Ένας άλλος τρόπος είναι από το αρχείο ipr ή το dwg να πατήσουμε File > Export > Image .



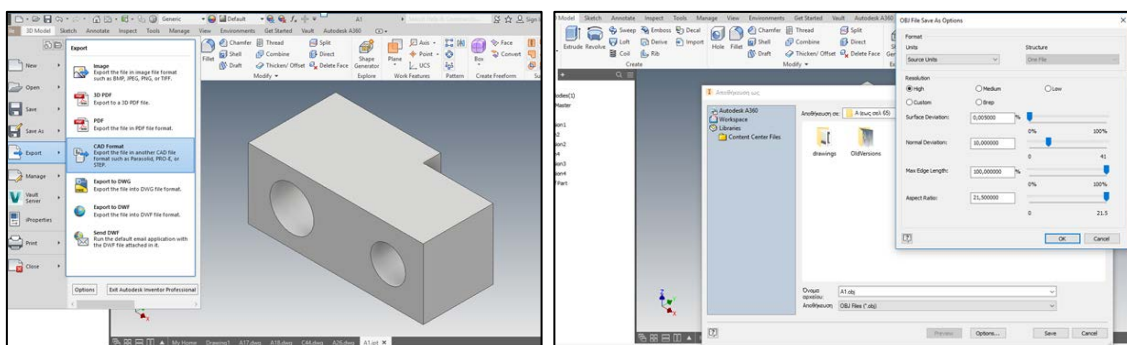
Σχήμα 3.30: Μετατροπή σε png από pdf



Σχήμα 3.31: Μετατροπή σε png από dwg

- Μετατροπή σε **obj**

Ορισμένες φορές μπορεί να χρειαστεί να μετατρέψουμε ένα αρχείο ipt σε object. Αυτό πραγματοποιείται αν από το ipt πατήσουμε File > Export > CAD Format και στη συνέχεια το αποθηκεύσουμε ως obj, ελέγχοντας πρώτα από τα options να είναι η ανάλυση high (Σχήμα 5.32).



Σχήμα 3.32: Μετατροπή σε obj από ipt

4. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΤΕΜΑΧΙΩΝ ΓΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥΣ ΣΚΟΠΟΥΣ

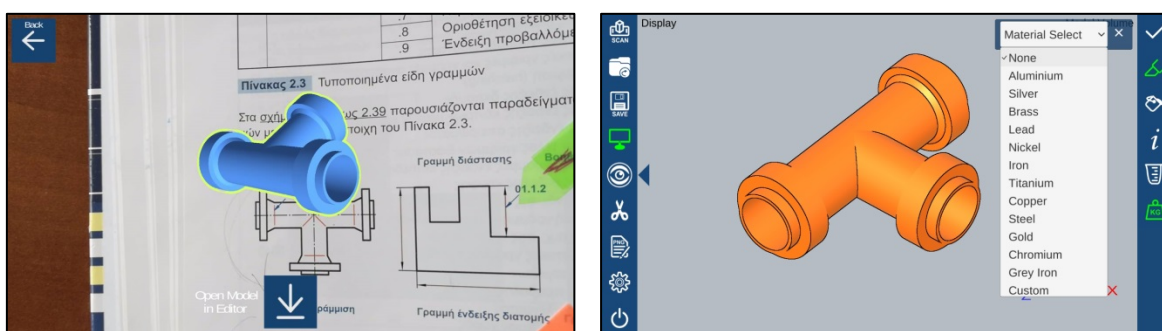
4.1 Εκπαιδευτική χρήση σχεδιαζόμενων τεμαχίων

Όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 2, η ανάγκη ένταξης των συστημάτων CAD στην εκπαίδευση γίνεται ολοένα και μεγαλύτερη. Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελεί μέρος μιας εξαιρετικά πρωτοποριακής προσπάθειας ένταξης τεχνολογιών CAD στην εκπαιδευτική διαδικασία. Για τις ανάγκες του μαθήματος Μηχανολογικού Σχεδίου του τμήματος Μηχανικών παραγωγής και Διοίκησης με καθηγητή τον κ. Αριστομένη Αντωνιάδη, δημιουργήθηκε μια εφαρμογή η οποία σε συνδυασμό με το βιβλίο του Στοιχεία Μηχανών, θα συμβάλει σε ένα πιο διαδραστικό τρόπο εκμάθησης. Πιο συγκεκριμένα η εφαρμογή agmAR, Σχήμα 4.1, η οποία κατασκευάστηκε από τον Άγγελο Μαρινάκη, επιτρέπει στους σπουδαστές να ανατρέχουν σε μηχανολογικά εξαρτήματα που περιέχονται στο εκπαιδευτικού σύγγραμμα του καθηγητή κ. Αριστομένη Αντωνιάδη και να τα σκανάρουν προκειμένου να τα επεξεργαστούν.

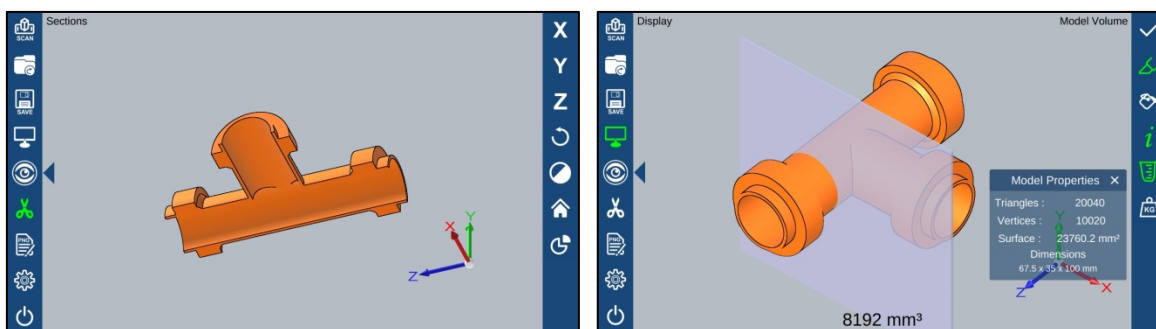


Σχήμα 4.1: Η εκπαιδευτική εφαρμογή CAD “agmAR”

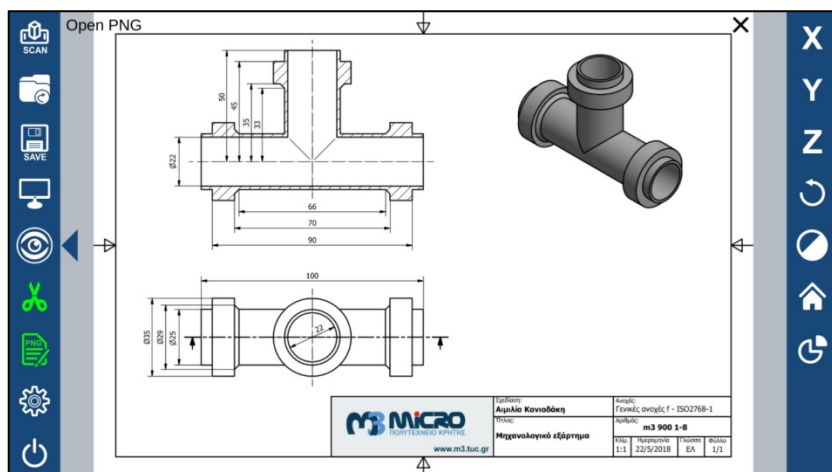
Μόλις γίνει η σάρωση του 2D μηχανολογικού εξαρτήματος από το βιβλίο, όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.2, εμφανίζεται στην εφαρμογή η τρισδιάστατη μορφή του. Σε αυτό το τρισδιάστατο στερεό ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να αλλάξει χρώμα, υλικό, να μετρήσει το βάρος και τον όγκο του ανάλογα με το υλικό που έχει επιλέξει, να δει όλες τις όψεις του, να κάνει οποιαδήποτε τομή και να αποθηκεύσει όλες αυτές τις αλλαγές για μετέπειτα χρήση (Σχήμα 4.3). Επιπλέον, του δίνεται η επιλογή να δει το κατασκευαστικό σχέδιο του αντικειμένου, Σχήμα 4.4, καθώς και να κάνει ρυθμίσεις όπως αλλαγές στην ταχύτητα περιστροφής, στην εστίαση στο χρώμα του φόντου κ.α. Με αυτόν τον τρόπο, ο μαθητής λαμβάνει μια πιο εμπειριστατωμένη και ρεαλιστική εικόνα του τεμαχίου που απεικονίζεται στο χαρτί και μπορεί να πειραματιστεί με αυτό, κάνοντας την εκπαιδευτική διαδικασία ενδιαφέρον και πιο αποτελεσματική.



Σχήμα 4.2: Σάρωση του 2D σχεδίου και εμφάνιση της 3D μορφής του στην εφαρμογή



Σχήμα 4.3: Τομή και μέτρηση του όγκου του στερεού

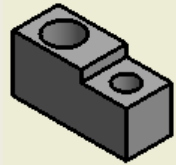
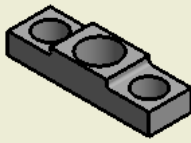



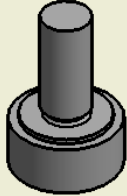
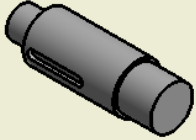
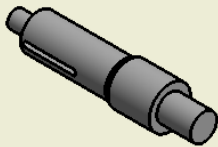
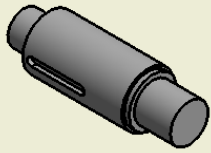
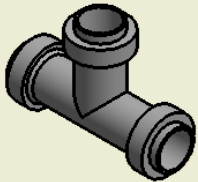
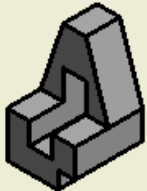
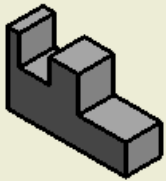
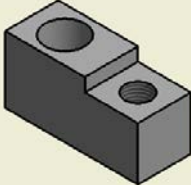
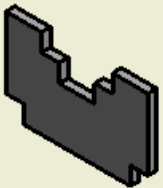
Σχήμα 4.4: Προβολή του μηχανολογικού σχεδίου του στερεού

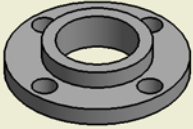
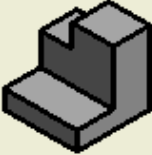
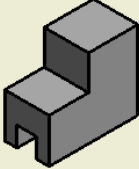
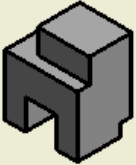
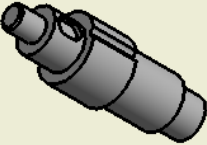
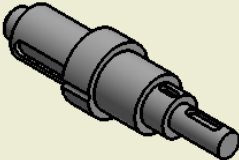
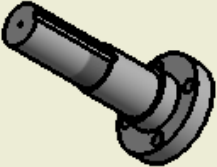
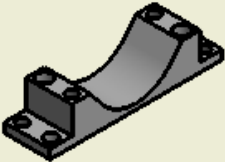
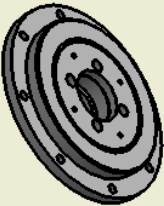
Σε αυτήν τη διπλωματική εργασία, ένα μεγάλο μέρος των τεμαχίων που κατασκευάστηκαν ήταν μηχανολογικά εξαρτήματα από το βιβλίο Στοιχεία Μηχανών, των οποίων η τρισδιάστατη μορφή τους και τα κατασκευαστικά σχέδια θα χρησιμοποιηθούν στην παραπάνω εφαρμογή. Προκειμένου τα τεμάχια να εμφανίζονται σε 3D μορφή μετά από σάρωση, χρειάστηκε να μετατραπούν τα αρχεία των τρισδιάστατων στερεών που σχεδιάστηκαν στο inventor από ipt σε obj. Επιπλέον, για τα κατασκευαστικά σχέδια, χρειάστηκε τα αρχικά αρχεία dwg του Inventor να μετατραπούν σε pdf και έπειτα σε png έτσι ώστε να τα διαβάζει η εφαρμογή. Οι διαδικασίες μετατροπής περιγράφηκαν αναλυτικά στο κεφάλαιο 3.4. Πέραν όμως από τα τεμάχια που θα χρησιμοποιηθούν από την εφαρμογή agmAR, όλα τα τρισδιάστατα εξαρτήματα και όλα τα μηχανολογικά σχέδια που κατασκευάστηκαν στην παρούσα διπλωματική, μπορούν να χρησιμοποιηθούν με διάφορους τρόπους σε διάφορα στάδια της εκπαιδευτικής διαδικασίας.




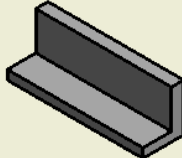
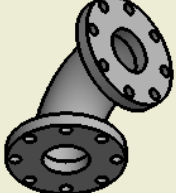



4.2 Κατασκευή τεμαχίων και μηχανολογικών σχεδίων

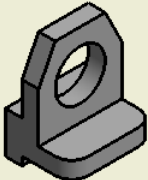
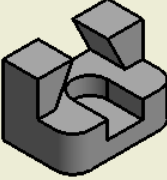
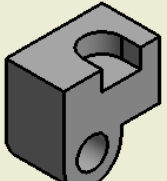
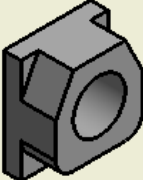
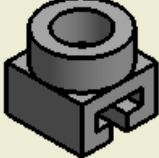
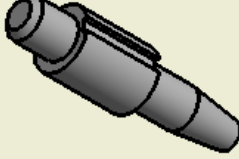

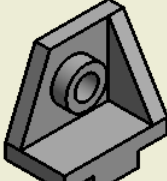
Παρακάτω παρουσιάζονται όλα τα τεμάχια που σχεδιάστηκαν στο λογισμικό του Inventor καθώς και τα κατασκευαστικά σχέδια ορισμένων από αυτών.

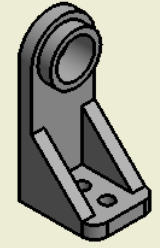

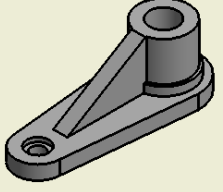
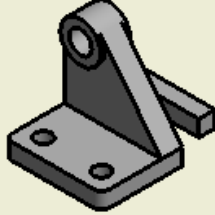
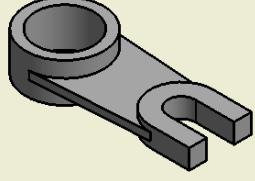
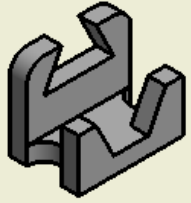
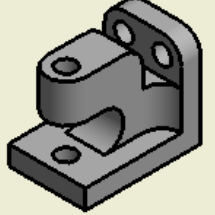
α/α	Τρισδιάστατο σχέδιο	Όνομα
1		A1
2		A2
3		A3

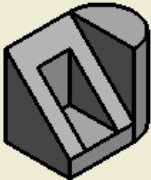
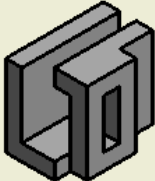
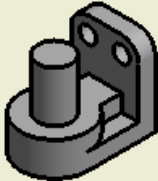
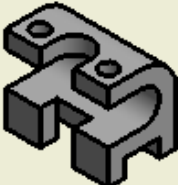
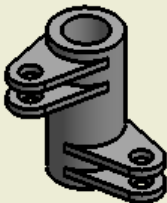
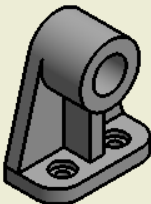
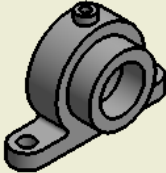
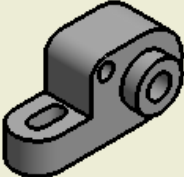
4		A4
5		A5
6		A6
7		A7
8		A8
9		A9
10		A10
11		A11
12		A12

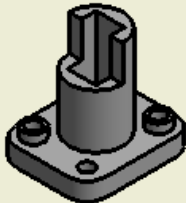
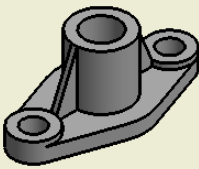
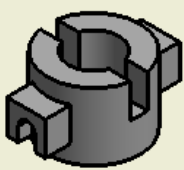
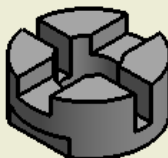
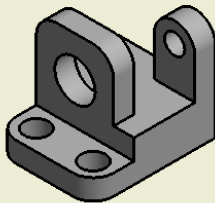
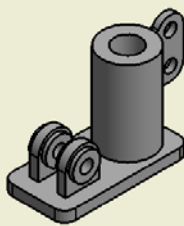
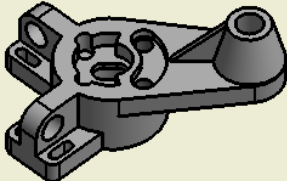
13		A13
14		A14
15		A15
16		A16
17		A17
18		A18
19		B19
20		B20
21		B21

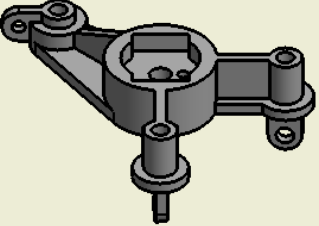
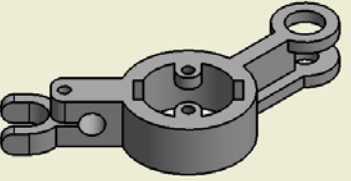
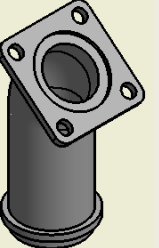
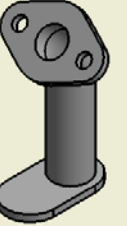
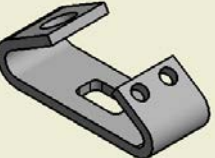

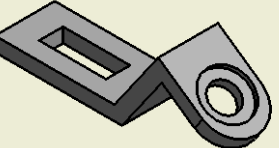
22		B22
23		B23
24		B24
25		A25
26		A26
27		A27
28		A28
29		C29

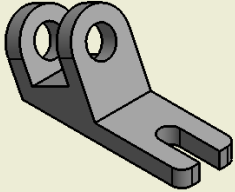
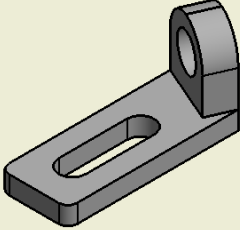
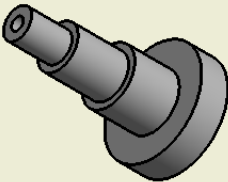
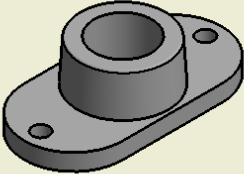
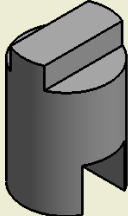
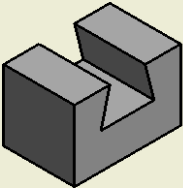
30		C30
31		C31
32		C32
33		C33
34		C34
35		C35
36		C36
37		C37

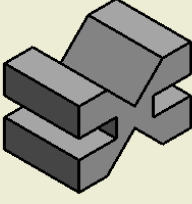
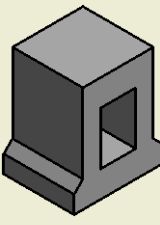
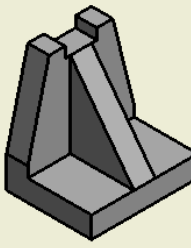
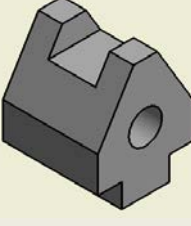
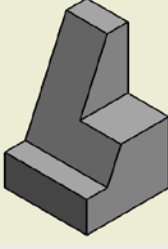
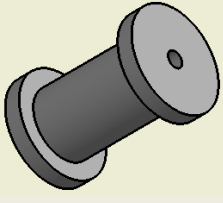

38		C38
39		C39
40		C40
41		C41
42		C42
43		C43
44		C44

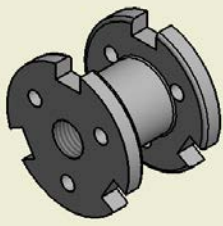
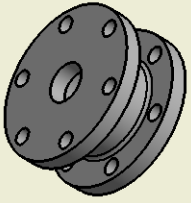
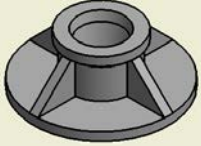
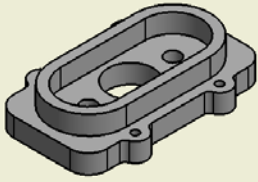
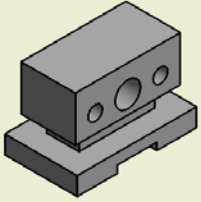
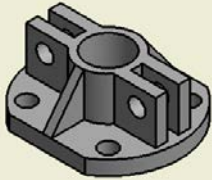
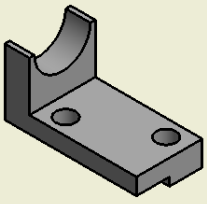
45		C45
46		C46
47		C47
48		C48
49		C49
50		C50
51		C51
52		C52

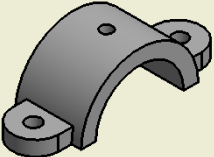
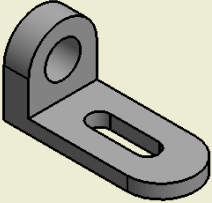
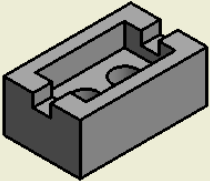
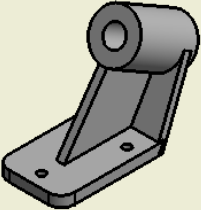
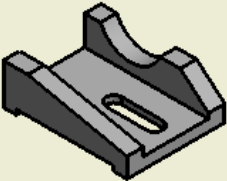
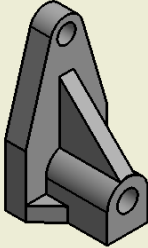
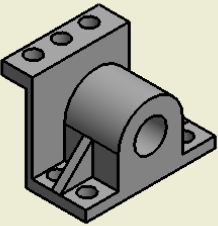
53		C53
54		C54
55		C55
56		C56
57		C57
58		C58
59		C59

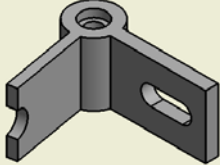
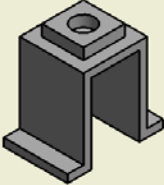
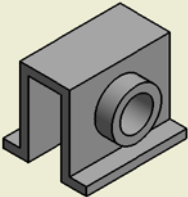
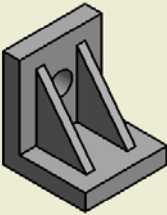
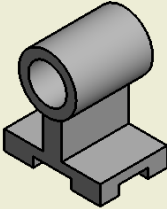
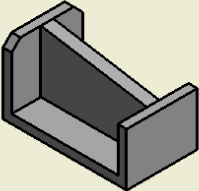
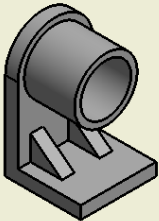
60		C60
61		C61
62		A62
63		A63
64		A64
65		A65
66		A66

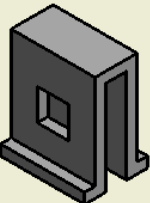
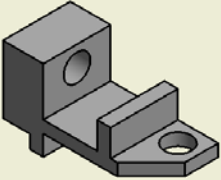
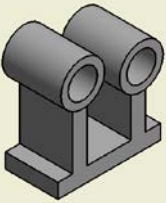
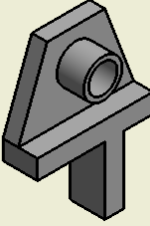
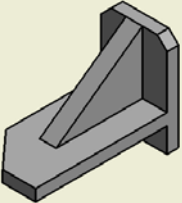
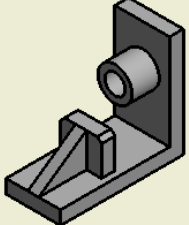
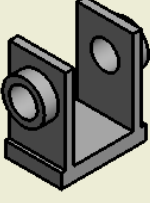
67		A67
68		A68
69		A69
70		A70
71		A71
72		A72

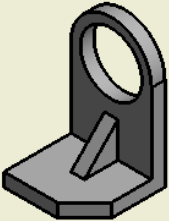
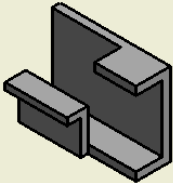
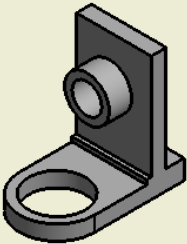
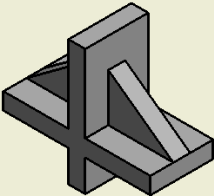
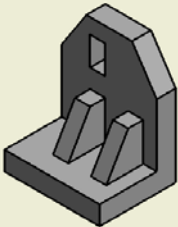
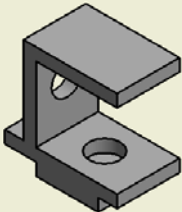
73		A73
74		A74
75		A75
76		A76
77		A77
78		A78
79		A79

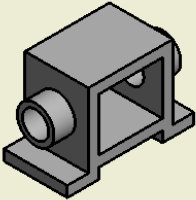
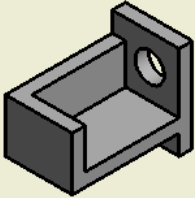
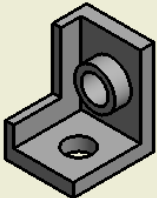

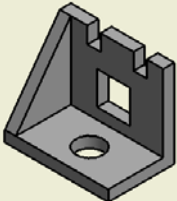

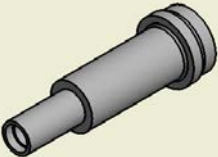
80		A80
81		A81
82		A82
83		A83
84		A84
85		A85
86		A86

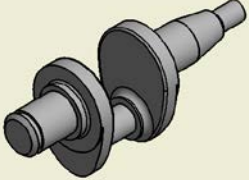
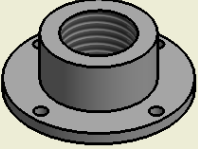
87		A87
88		A88
89		A89
90		A90
91		A91
92		A92
93		A93

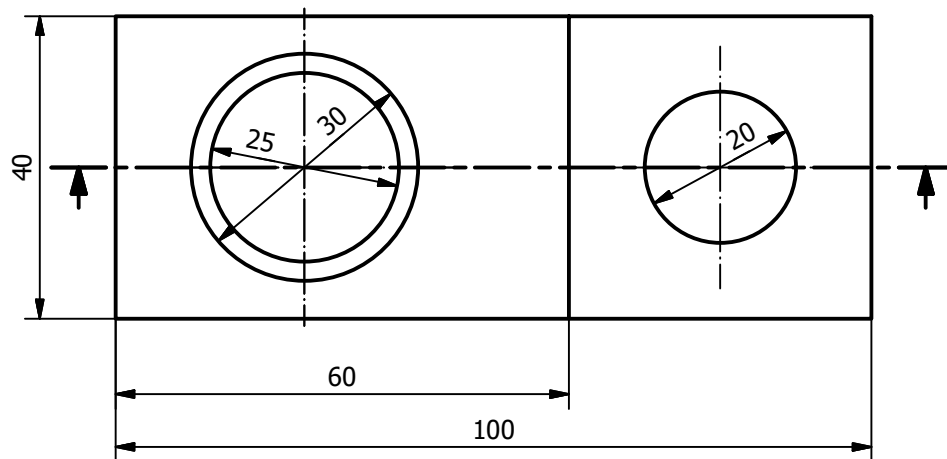
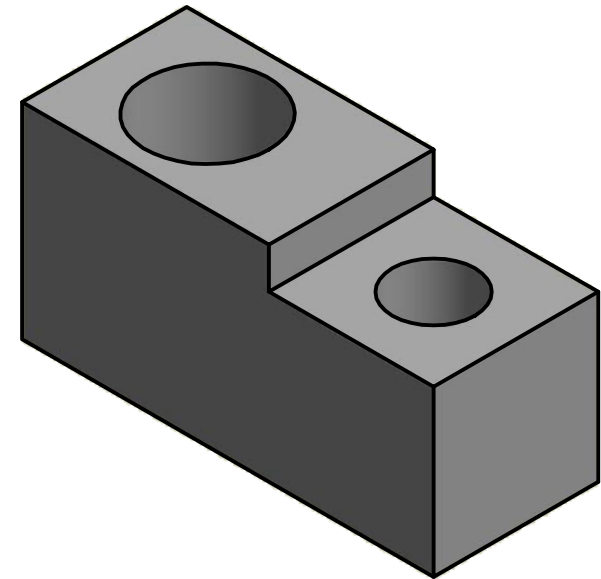
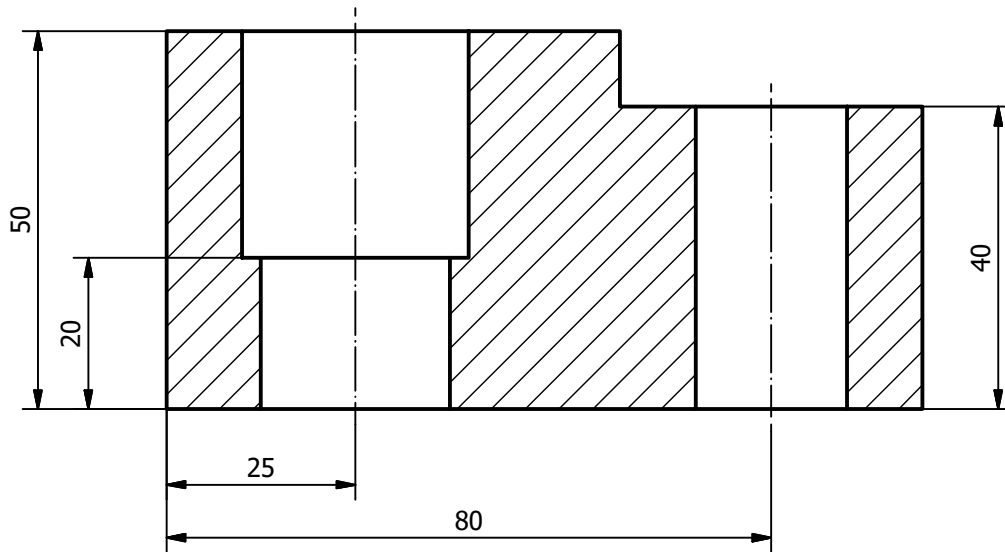
94		A94
95		A95
96		A96
97		A97
98		A98
99		A99
100		A100

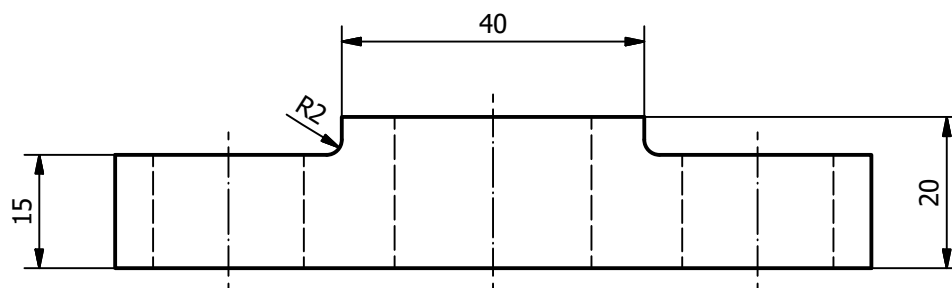
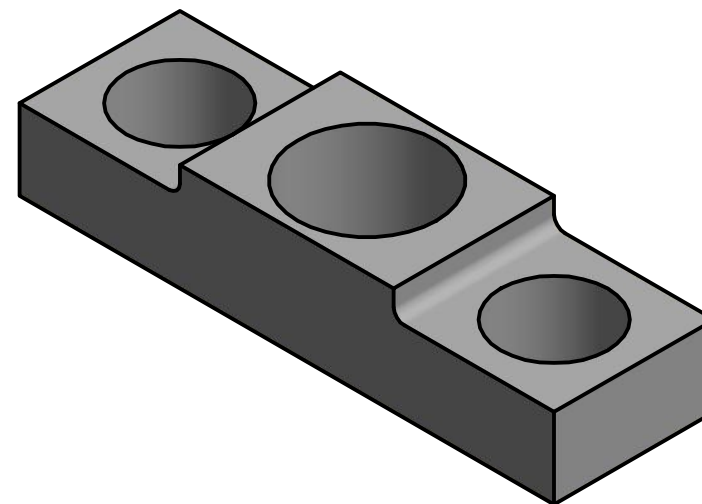
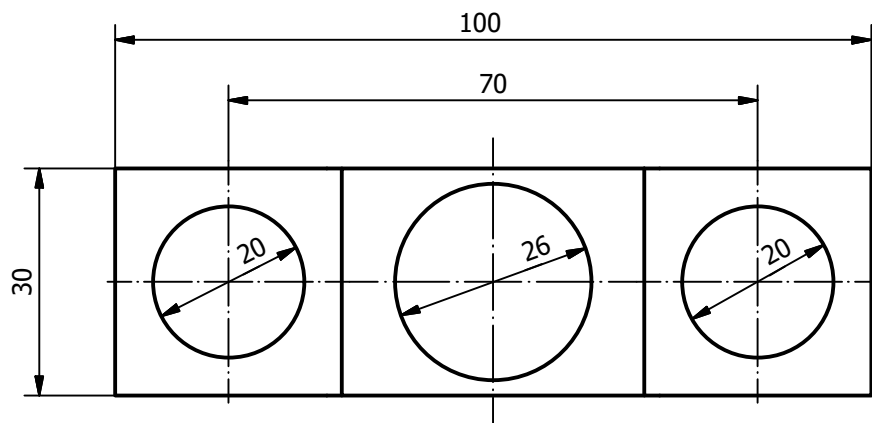
101		A101
102		A102
103		A103
104		A104
105		A105
106		A106
107		A107

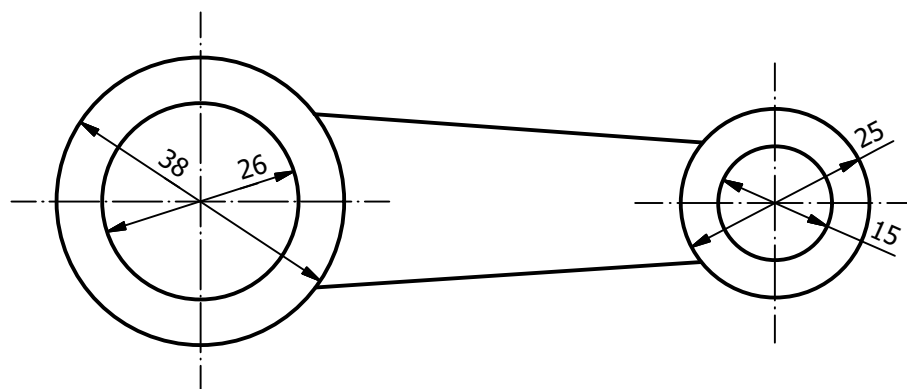
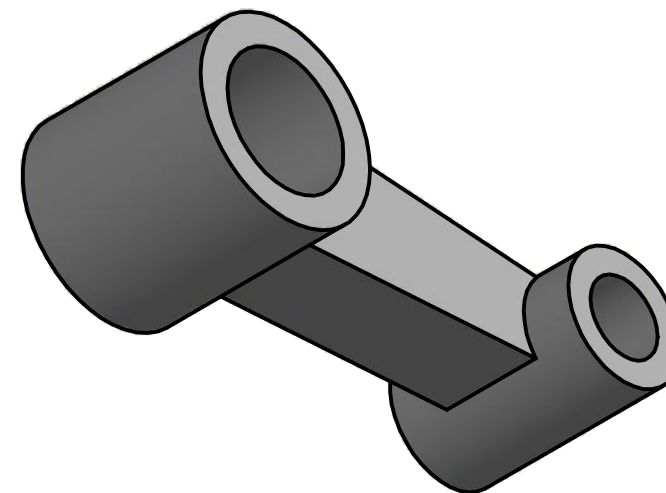
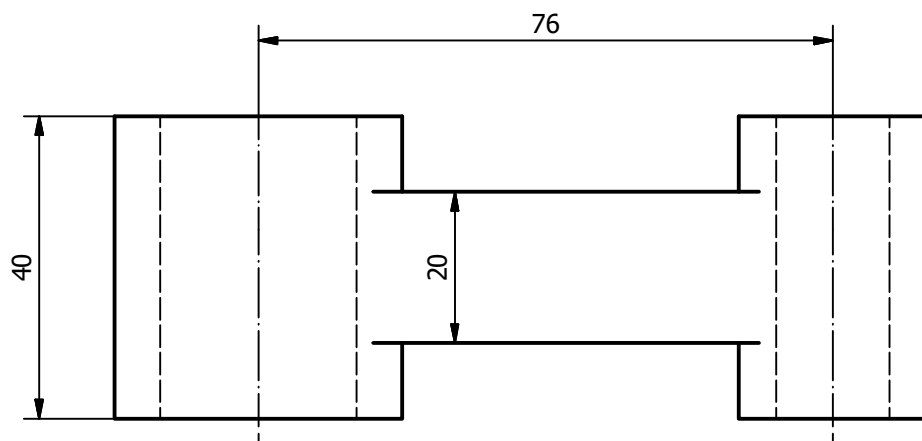
108		A108
109		A109
110		A110
111		A111
112		A112
113		A113

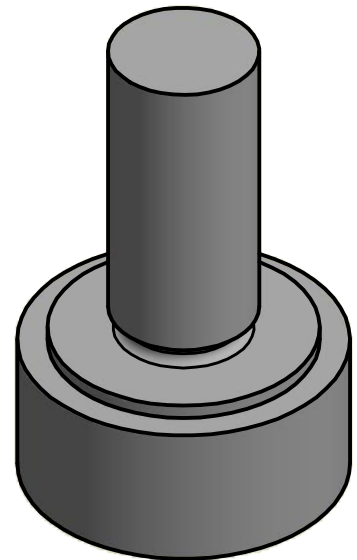
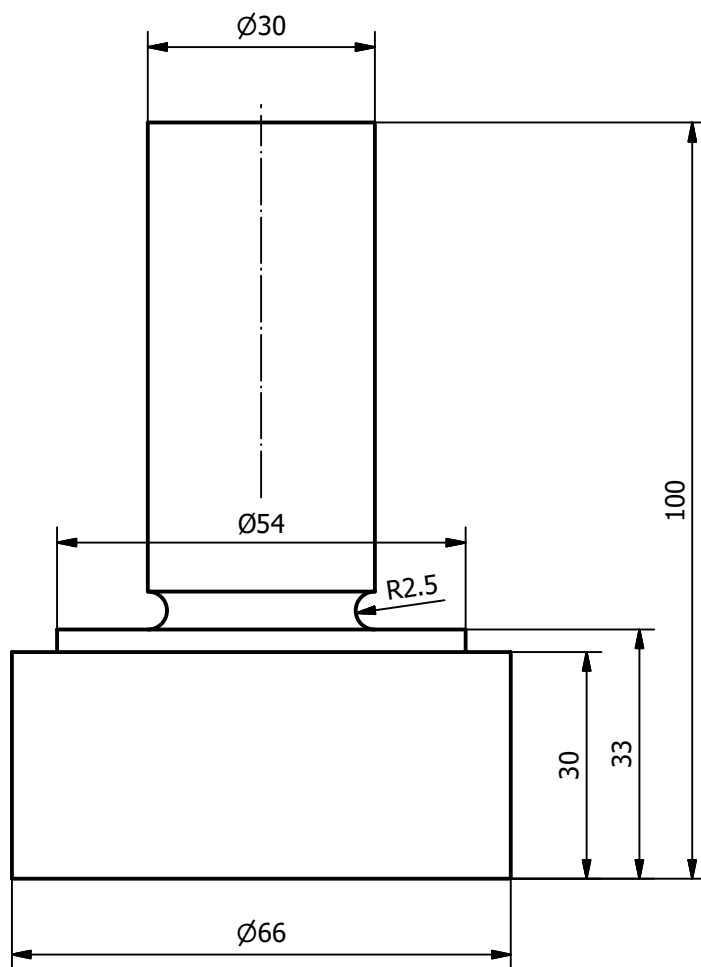
114		A114
115		A115
116		A116
117		A117
118		A118
119		A119
120		A120

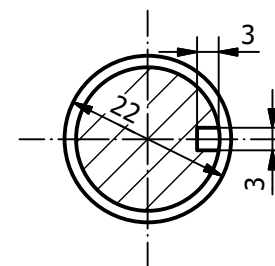
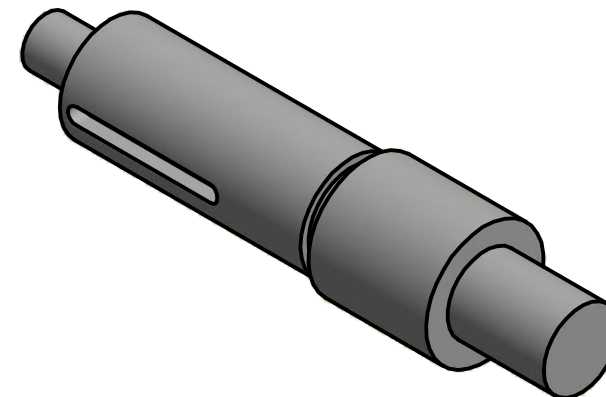
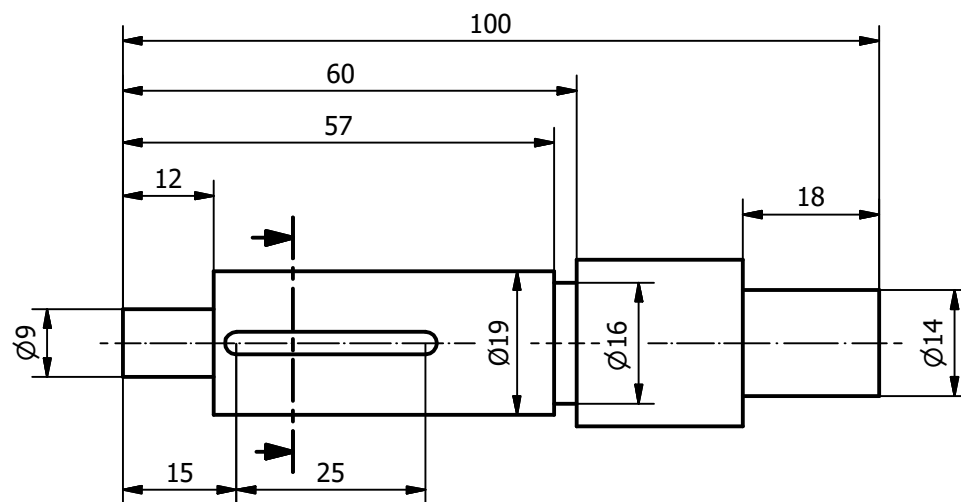
121		A121
122		A122











www.m3.tuc.gr

Σχεδίαση:

Αιμιλία Κανιαδάκη

Τίτλος:

Μηχανολογικό εξάρτημα

Ανοχές:

Γενικές ανοχές f - ISO2768-1

Αριθμός:

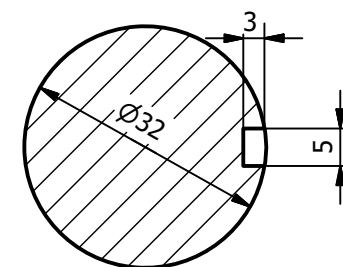
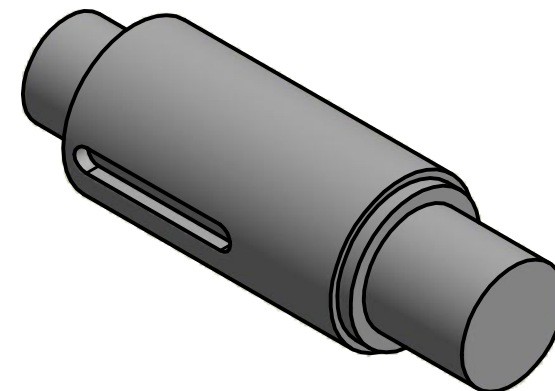
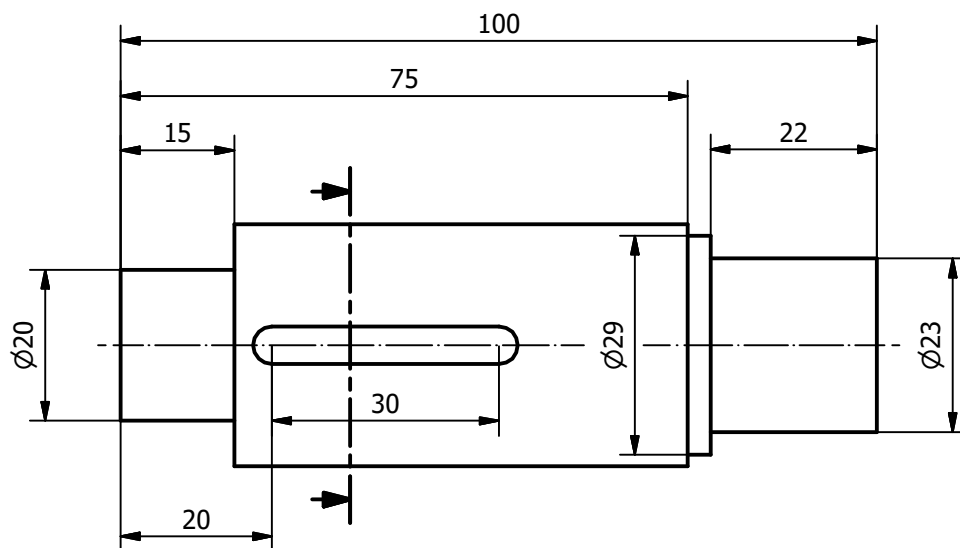
m3 900 1-6

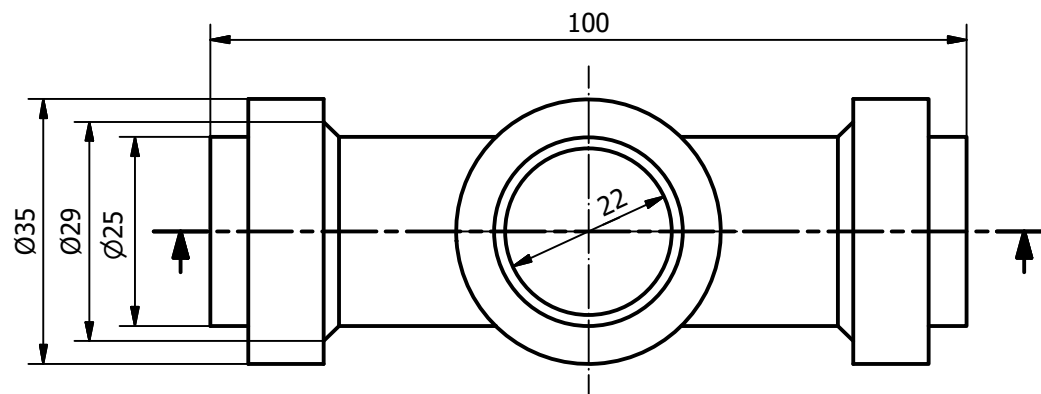
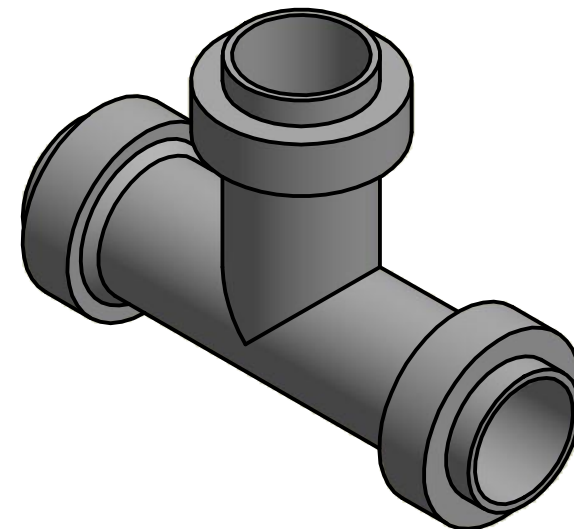
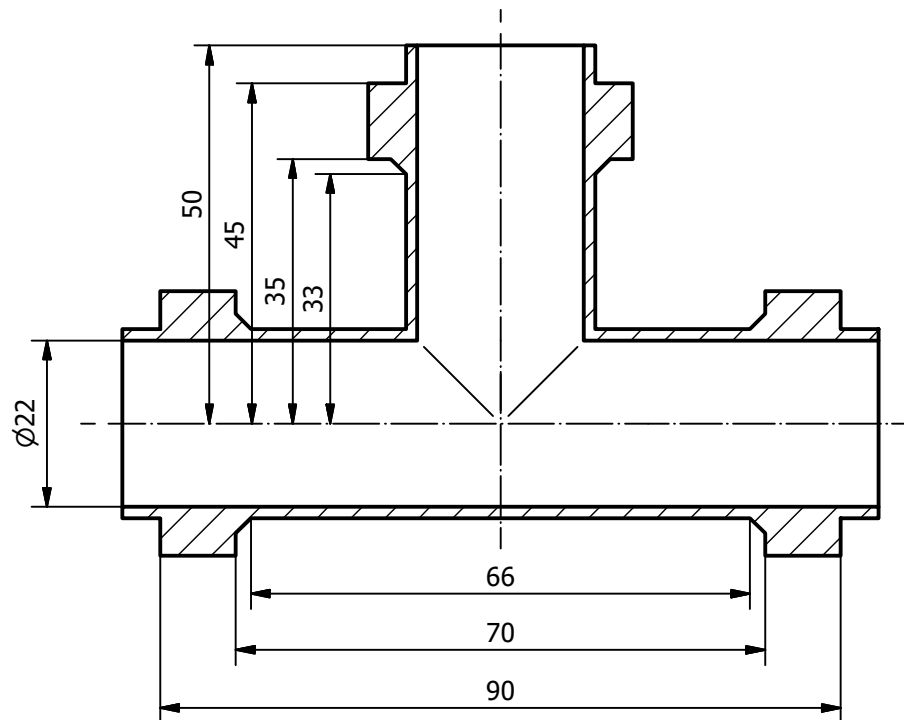
Κλίμ.
1:1

Ημερομηνία
22/5/2018

Γλώσσα
ΕΛ

Φύλλο
1/1





www.m3.tuc.gr

Σχεδίαση:

Αιμιλία Κανιαδάκη

Τίτλος:

Μηχανολογικό εξάρτημα

Ανοχές:

Γενικές ανοχές f - ISO2768-1

Αριθμός:

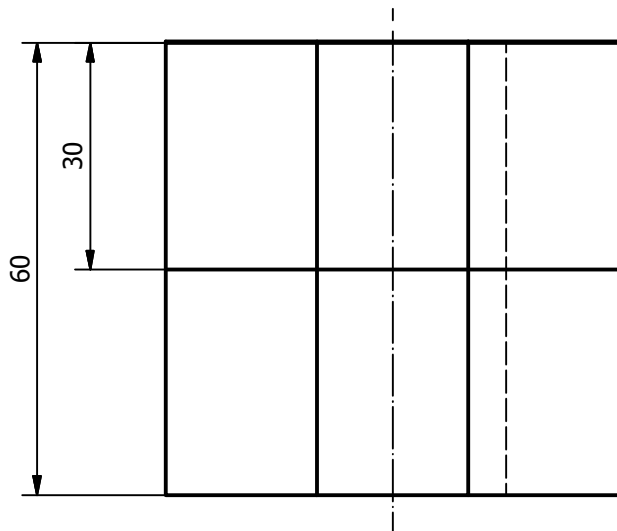
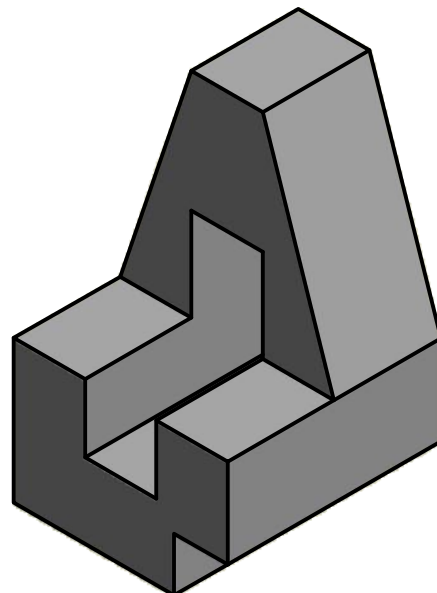
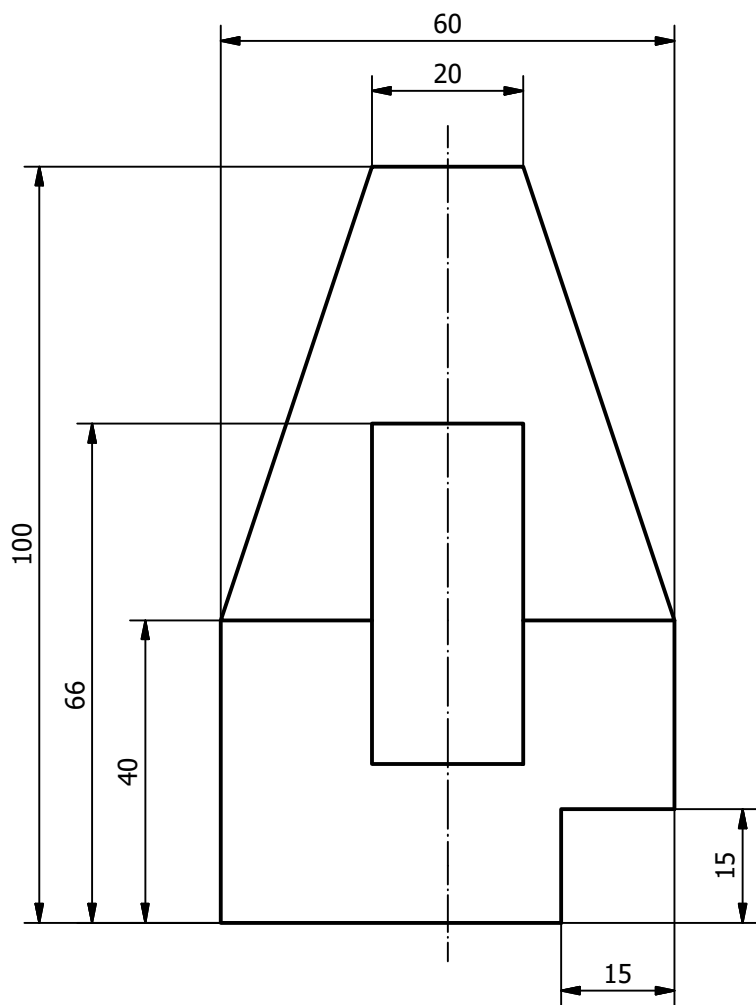
m3 900 1-8

Κλίμ.
1:1

Ημερομηνία
22/5/2018

Γλώσσα
ΕΛ

Φύλλο
1/1



www.m3.tuc.gr

Σχεδίαση:

Αιμιλία Κανιαδάκη

Τίτλος:

Μηχανολογικό εξάρτημα

Ανοχές:

Γενικές ανοχές f - ISO2768-1

Αριθμός:

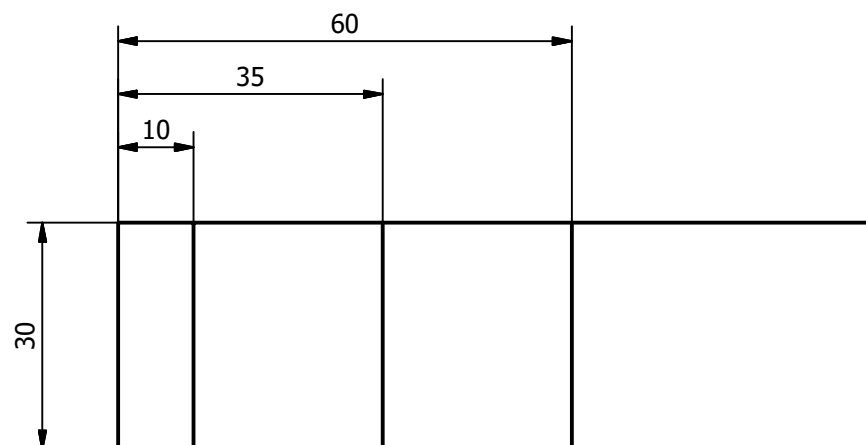
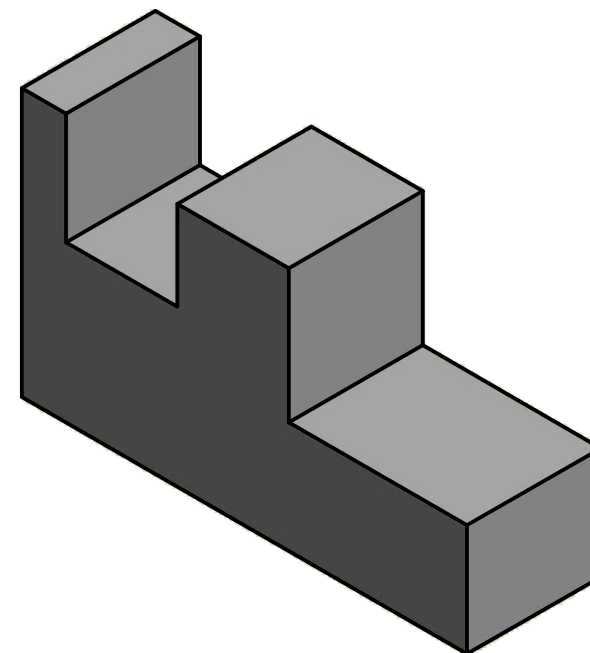
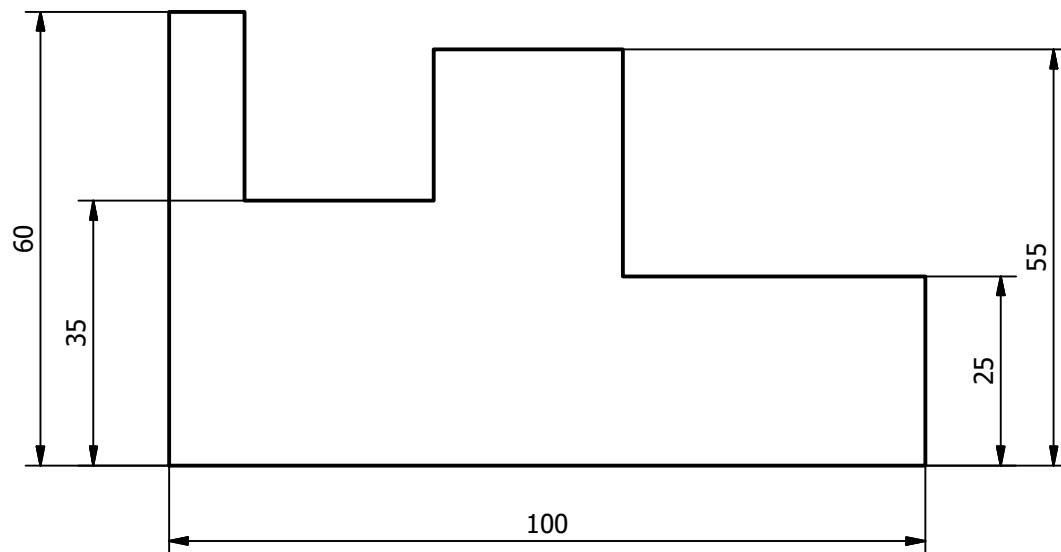
m3 900 1-9

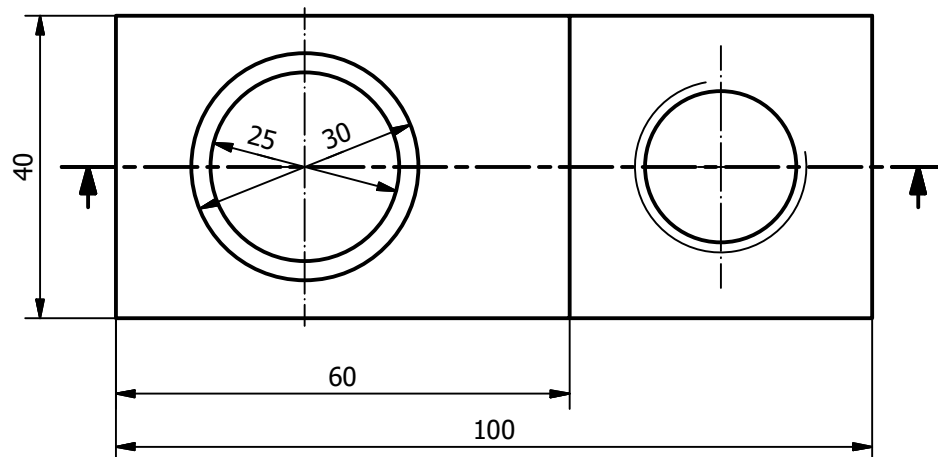
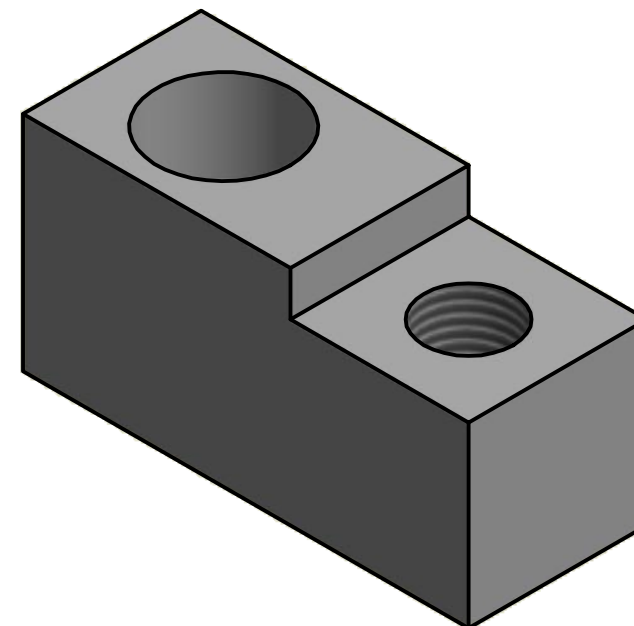
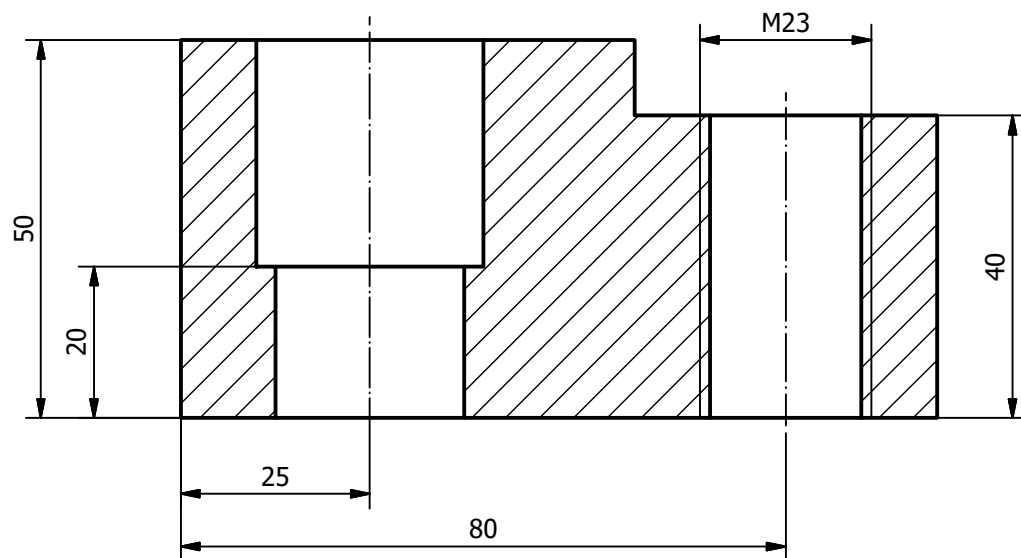
Κλίμ.
1:1

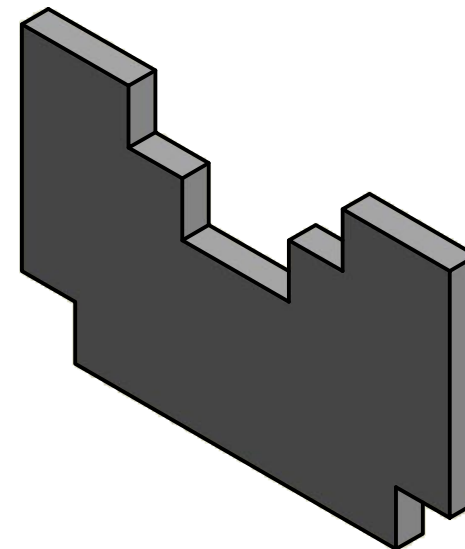
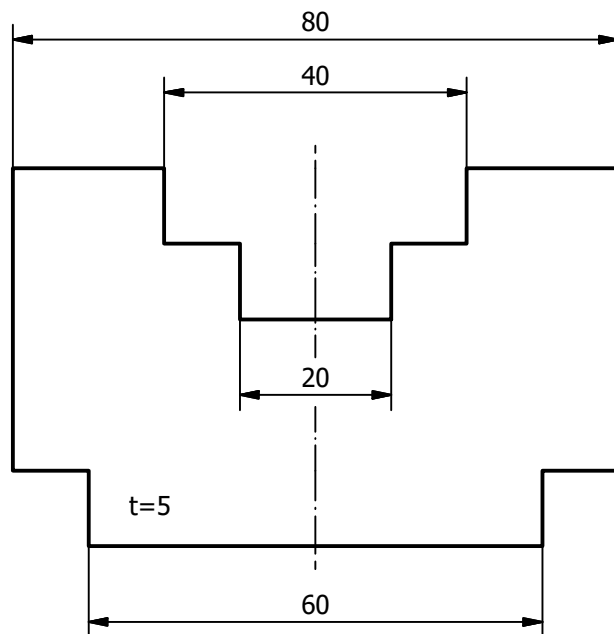
Ημερομηνία
22/5/2018

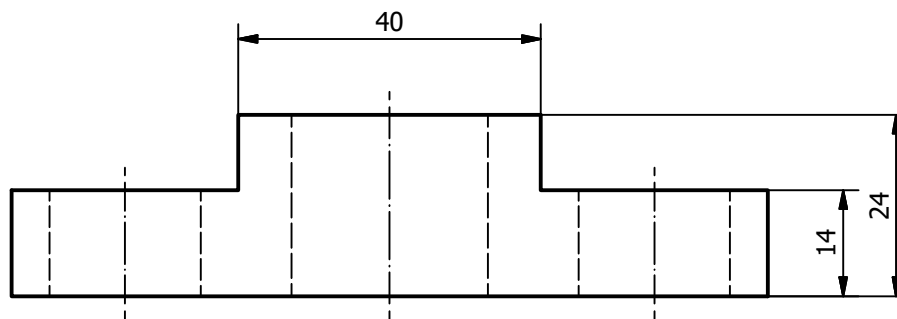
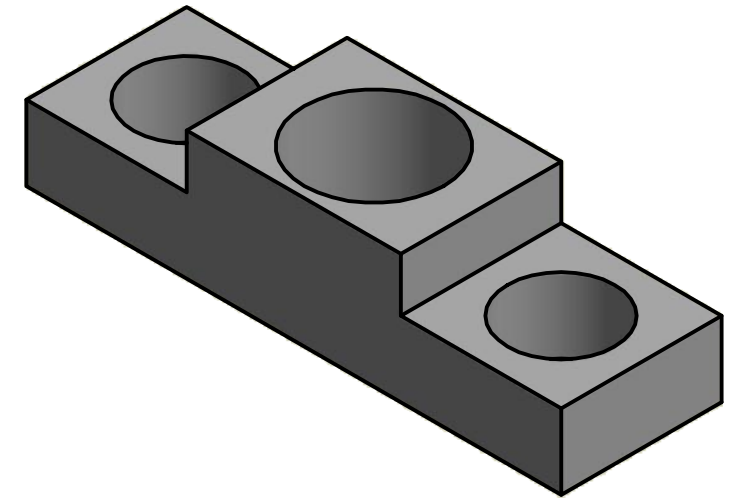
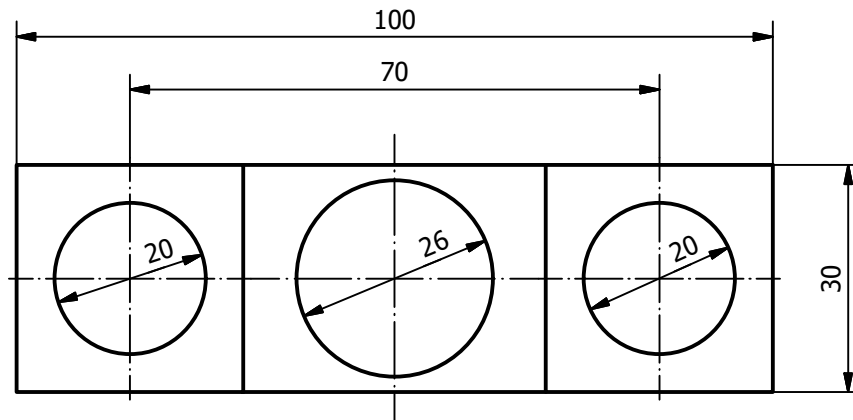
Γλώσσα
ΕΛ

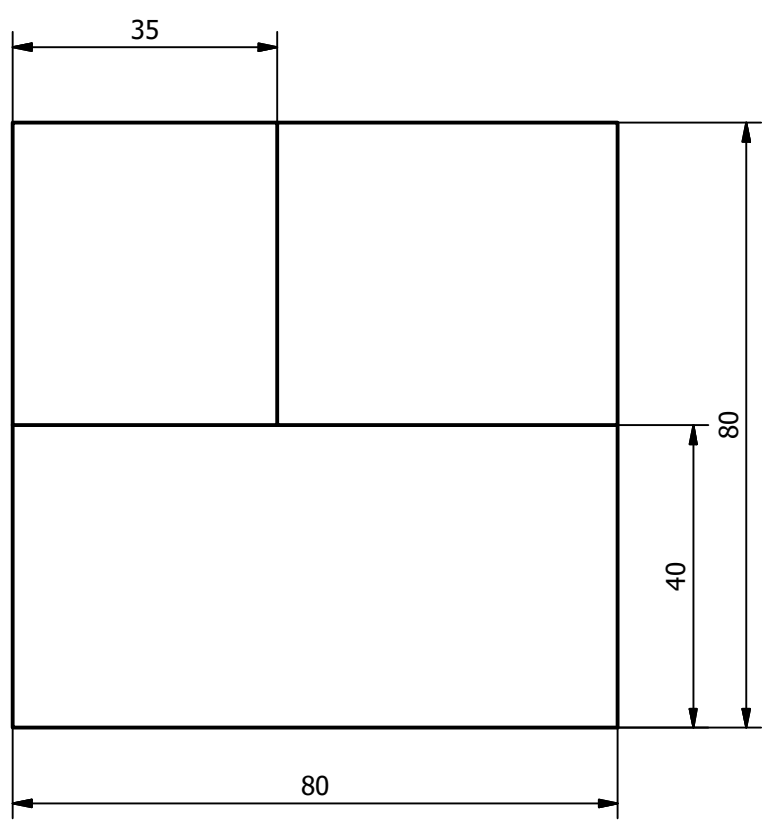
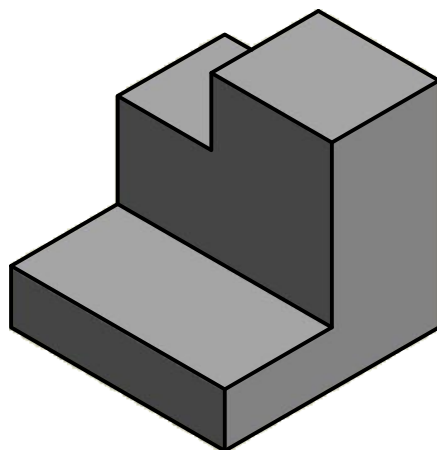
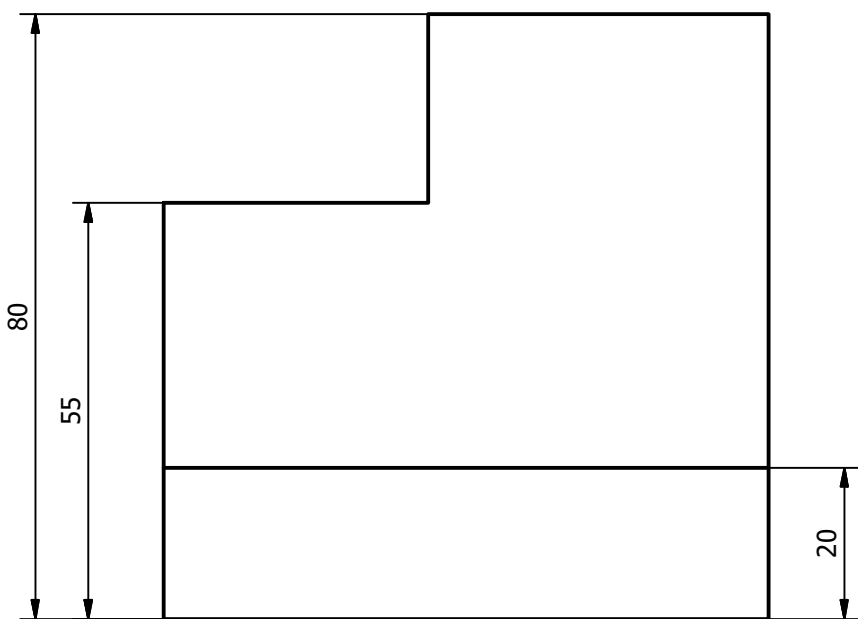
Φύλλο
1/1

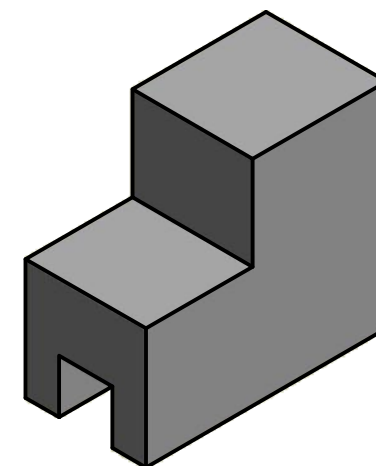
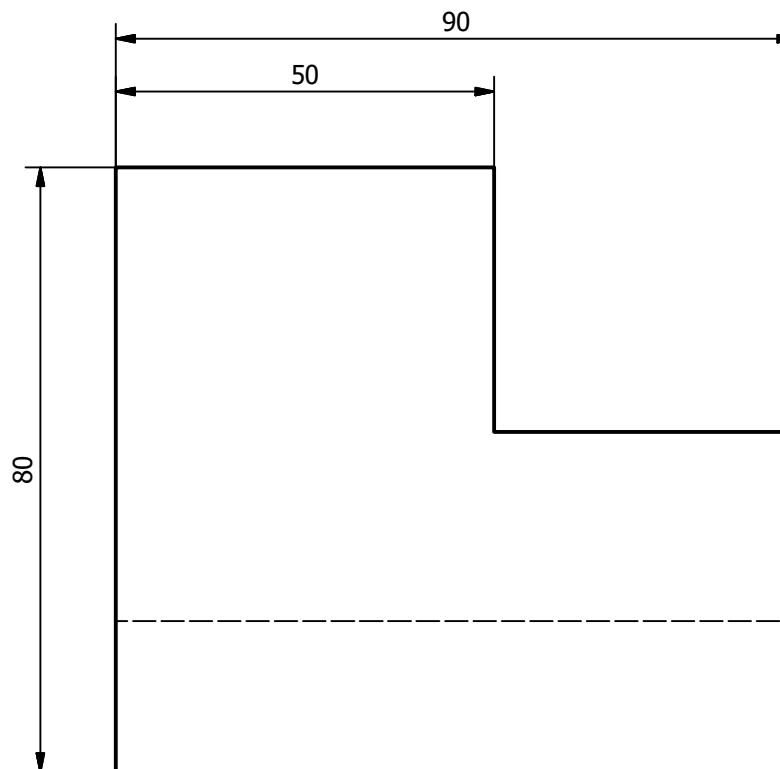
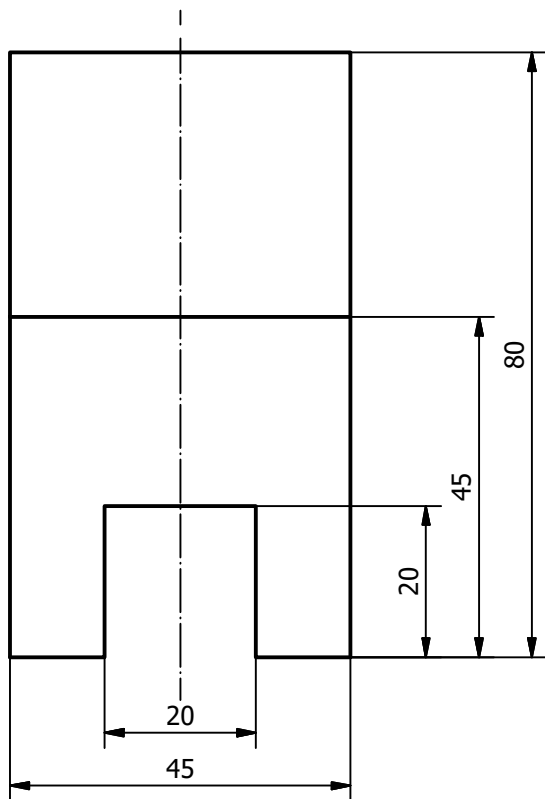


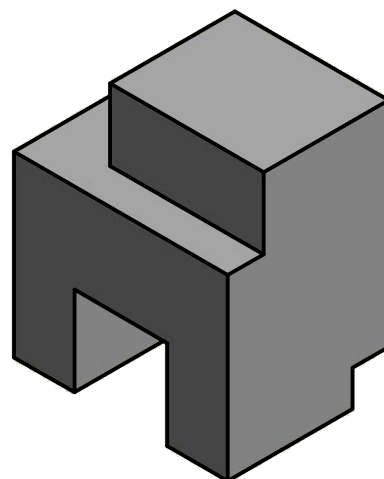
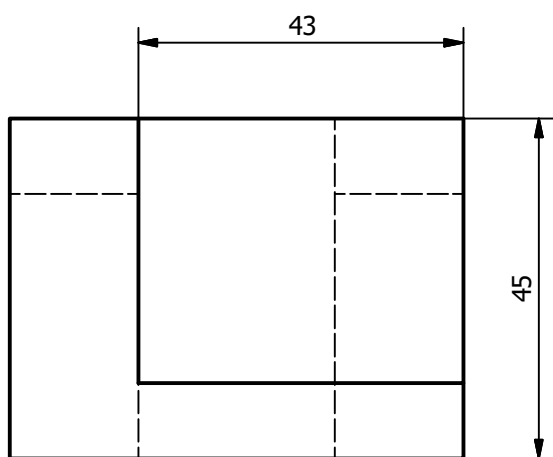
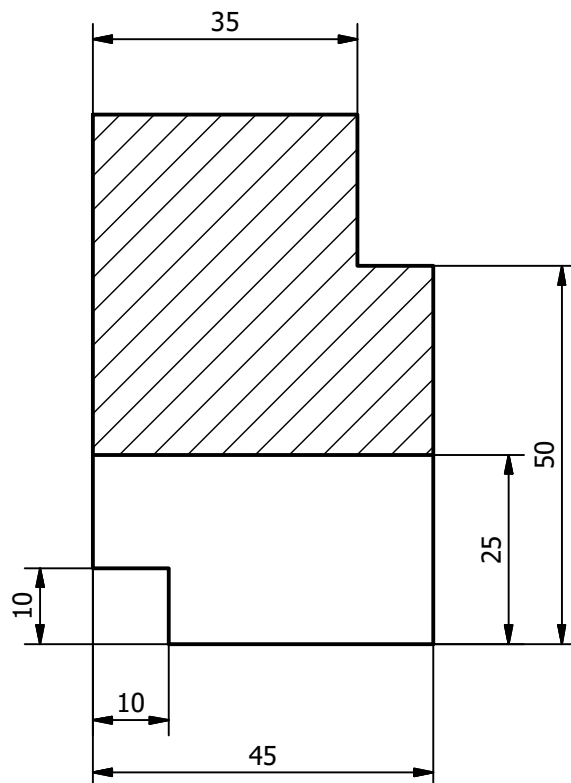
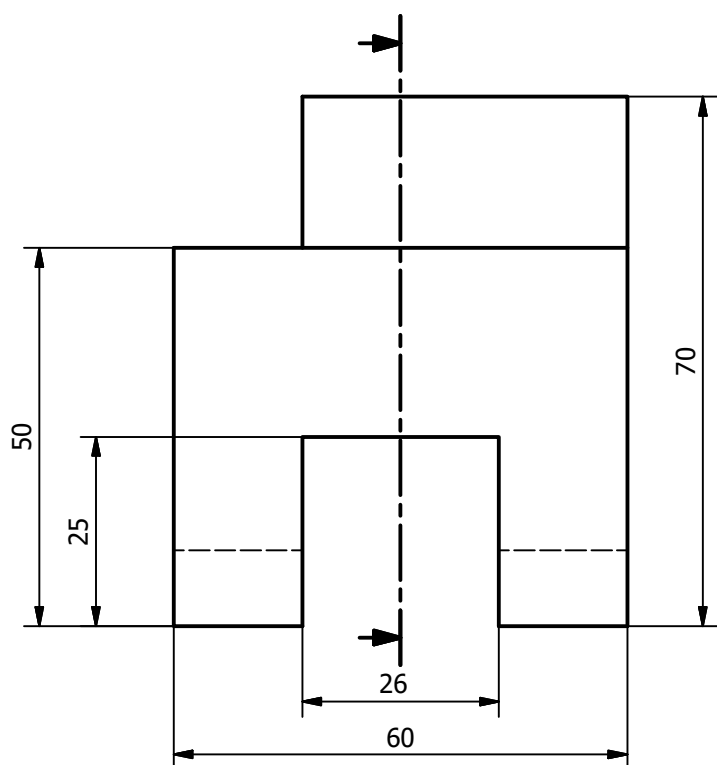


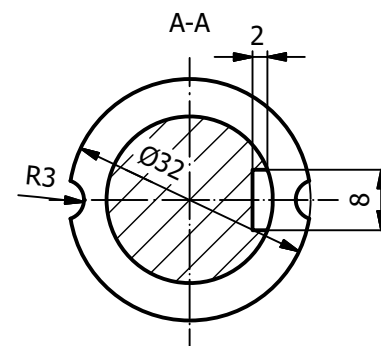
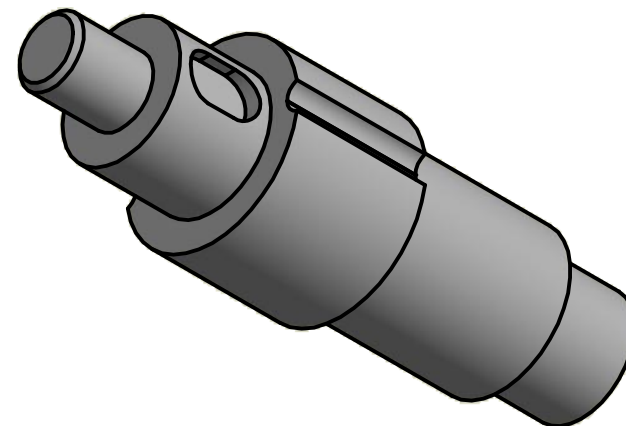
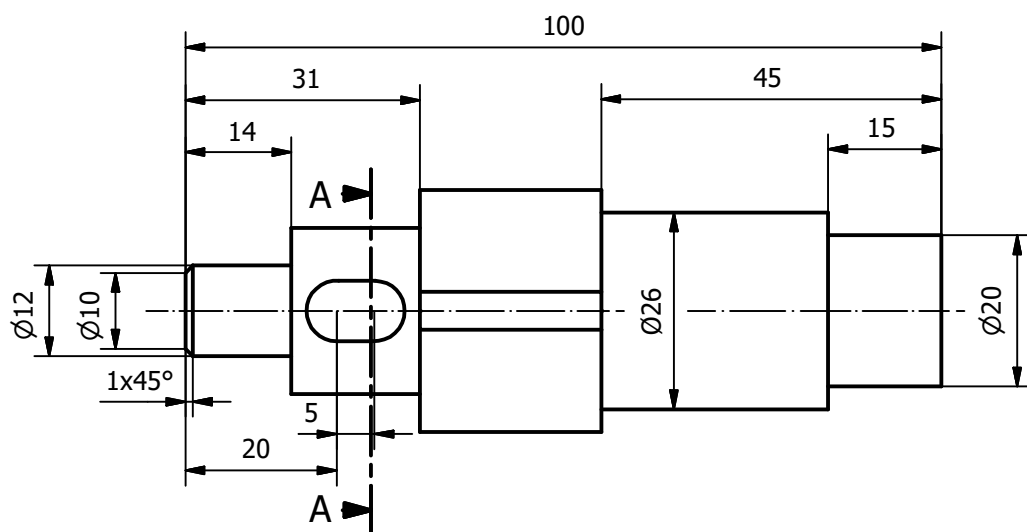


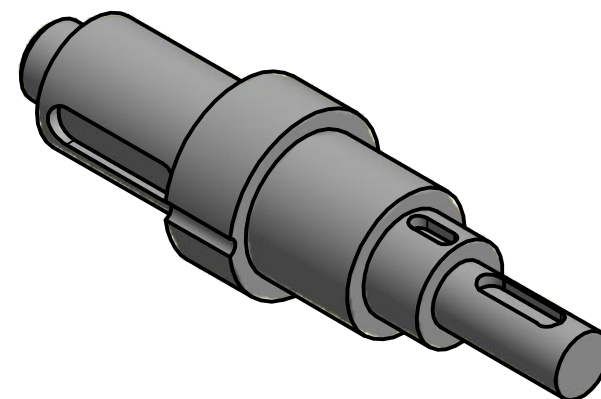
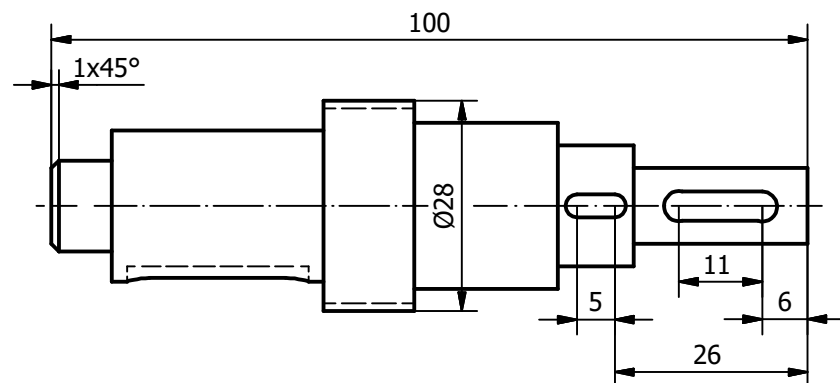
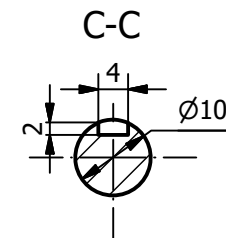
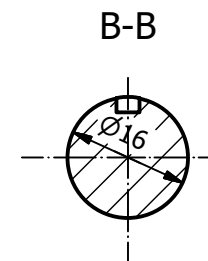
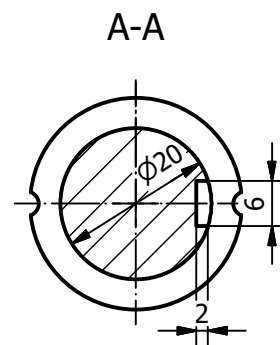
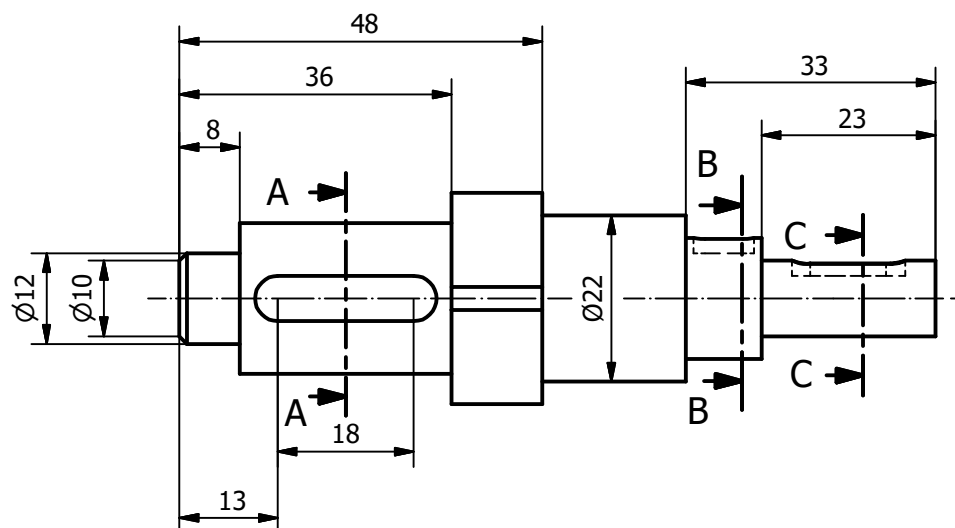












www.m3.tuc.gr

Σχεδίαση:

Αιμιλία Κανιαδάκη

Τίτλος:

Μηχανολογικό εξάρτημα

Ανοχές:

Γενικές ανοχές f - ISO2768-1

Αριθμός:

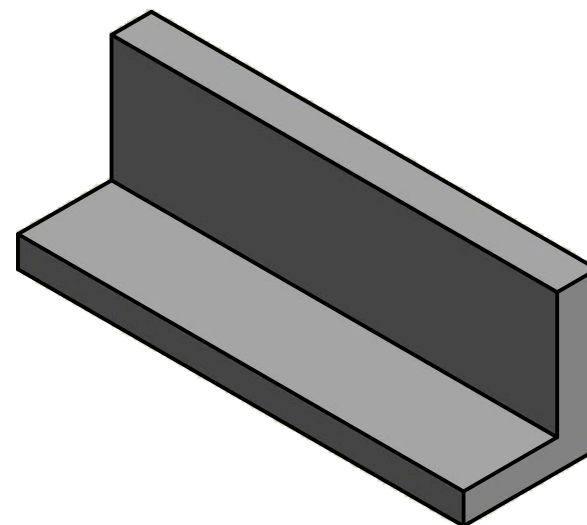
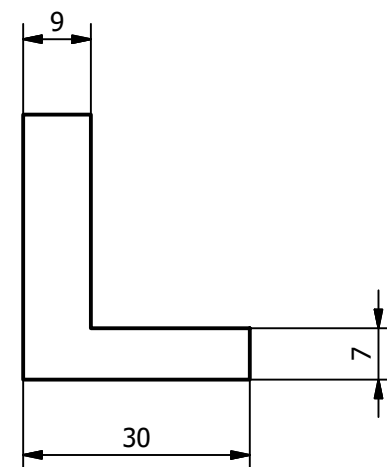
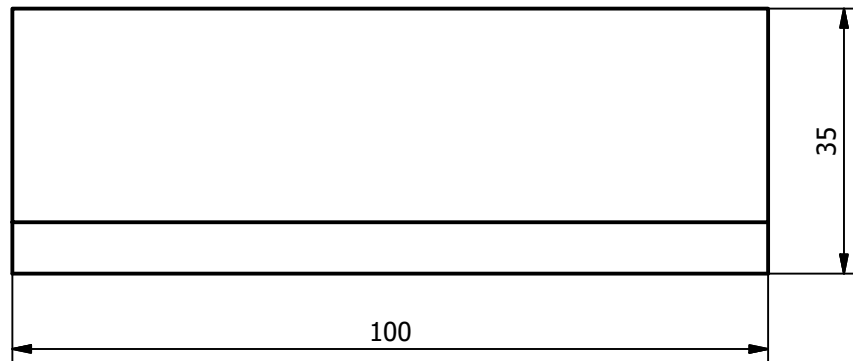
m3 900 1-18

Κλίμ.
1:1

Ημερομηνία
13/6/2018

Γλώσσα
ΕΛ

Φύλλο
1/1



www.m3.tuc.gr

Σχεδίαση:

Αιμιλία Κανιαδάκη

Τίτλος:

Μηχανολογικό εξάρτημα

Ανοχές:

Γενικές ανοχές f - ISO2768-1

Αριθμός:

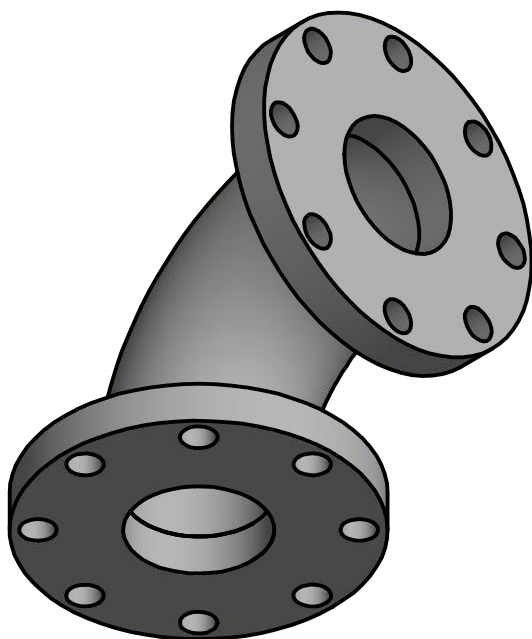
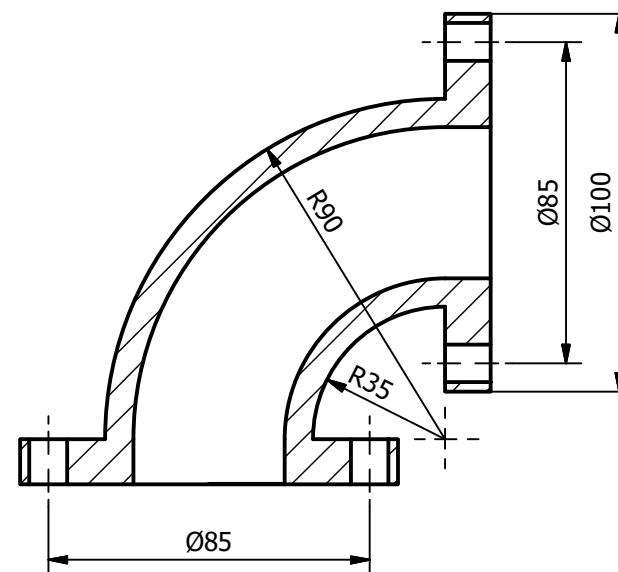
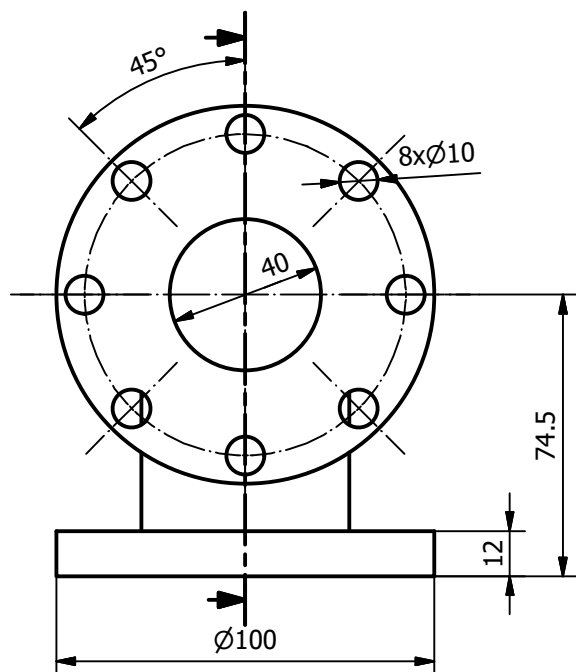
m3 900 1-25

Κλίμ.
1:1

Ημερομηνία
8/7/2018

Γλώσσα
ΕΛ

Φύλλο
1/1



m3 MICRO
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

www.m3.tuc.gr

Σχεδίαση:

Αιμιλία Κανιαδάκη

Τίτλος:

Μηχανολογικό εξάρτημα

Ανοχές:

Γενικές ανοχές f - ISO2768-1

Αριθμός:

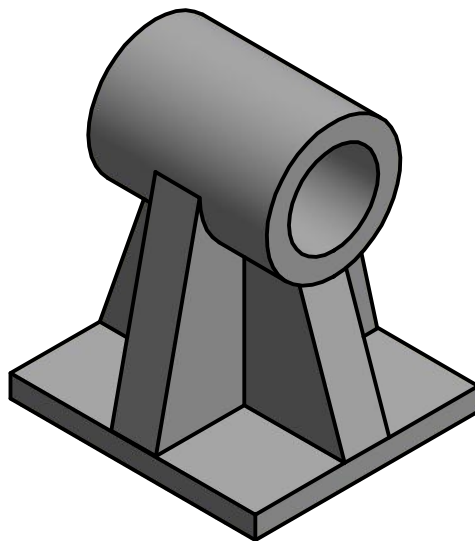
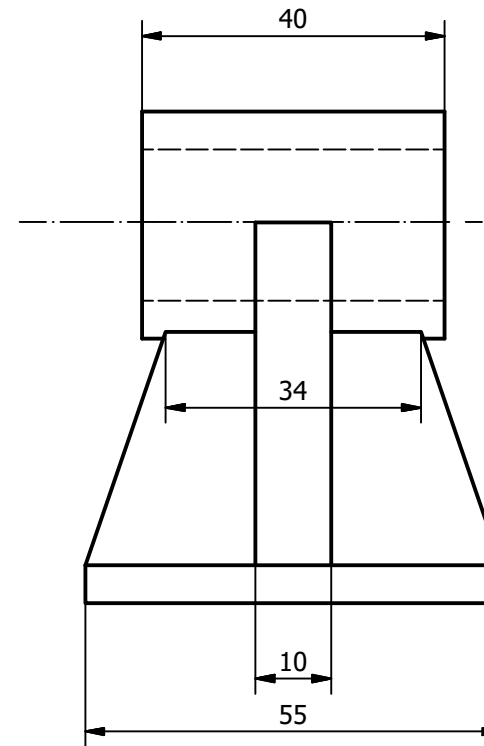
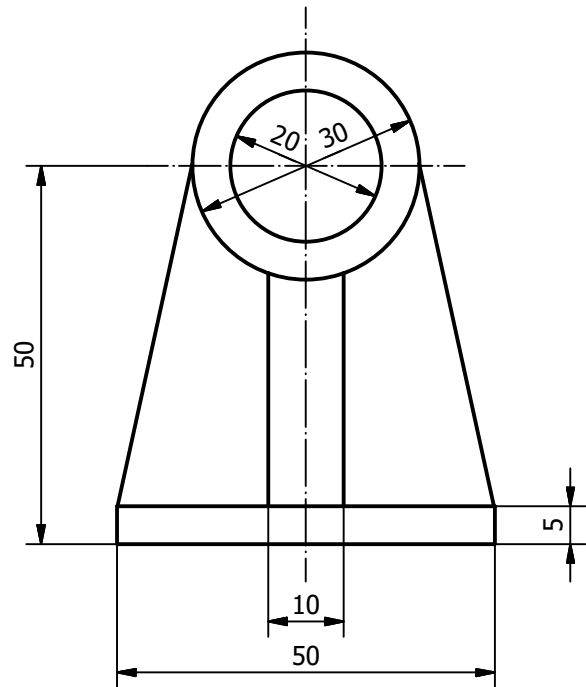
m3 900 1-26

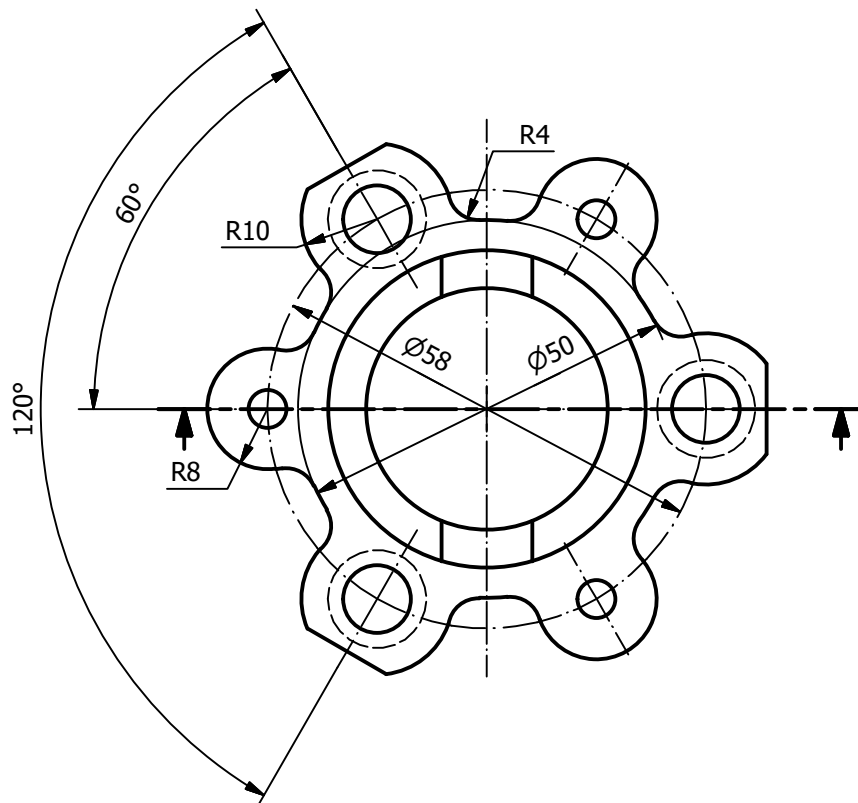
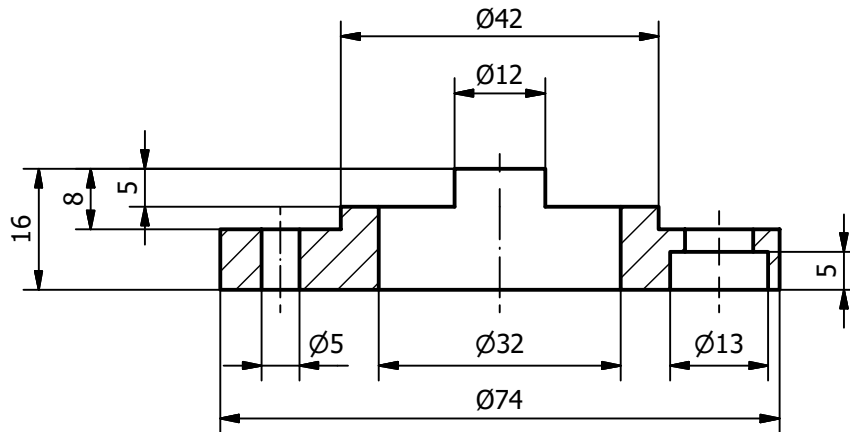
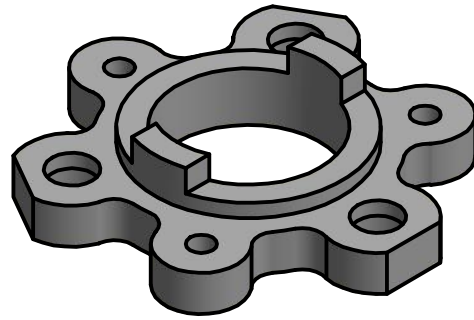
Κλίμ.
1:2

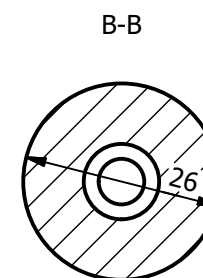
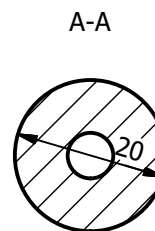
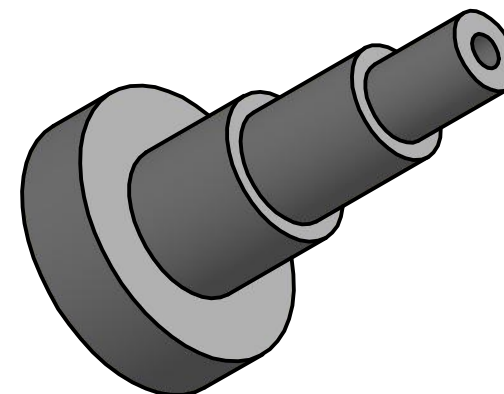
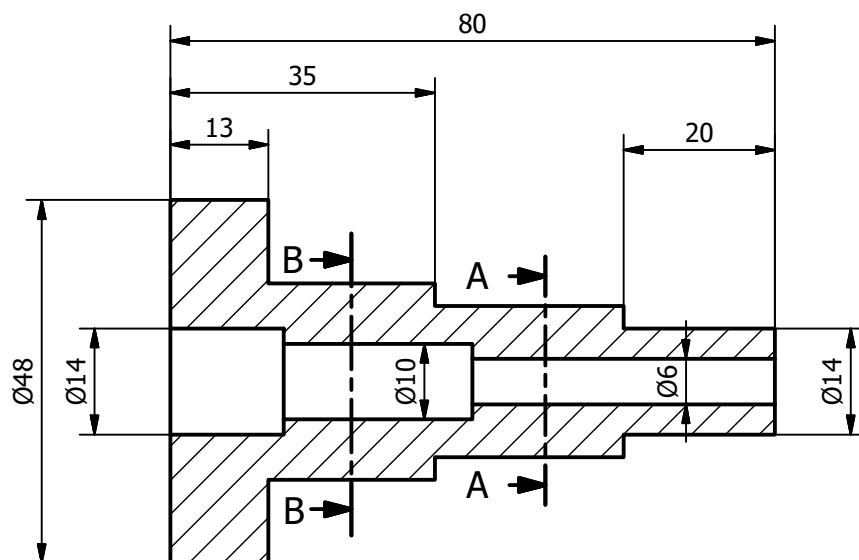
Ημερομηνία
22/7/2018

Γλώσσα
ΕΛ

Φύλλο
1/1







www.m3.tuc.gr

Σχεδίαση:

Αιμιλία Κανιαδάκη

Τίτλος:

Μηχανολογικό εξάρτημα

Ανοχές:

Γενικές ανοχές f - ISO2768-1

Αριθμός:

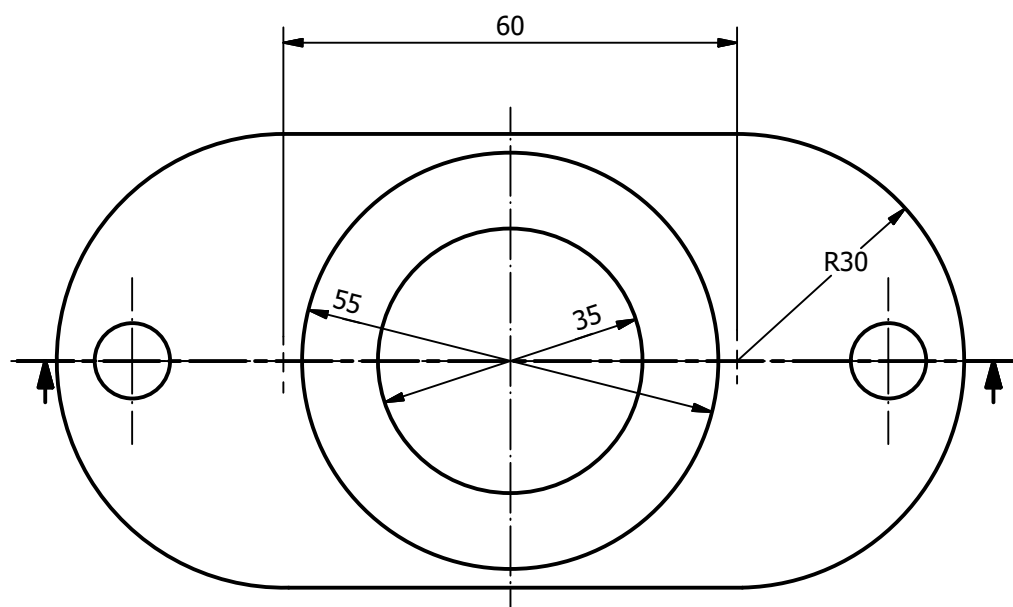
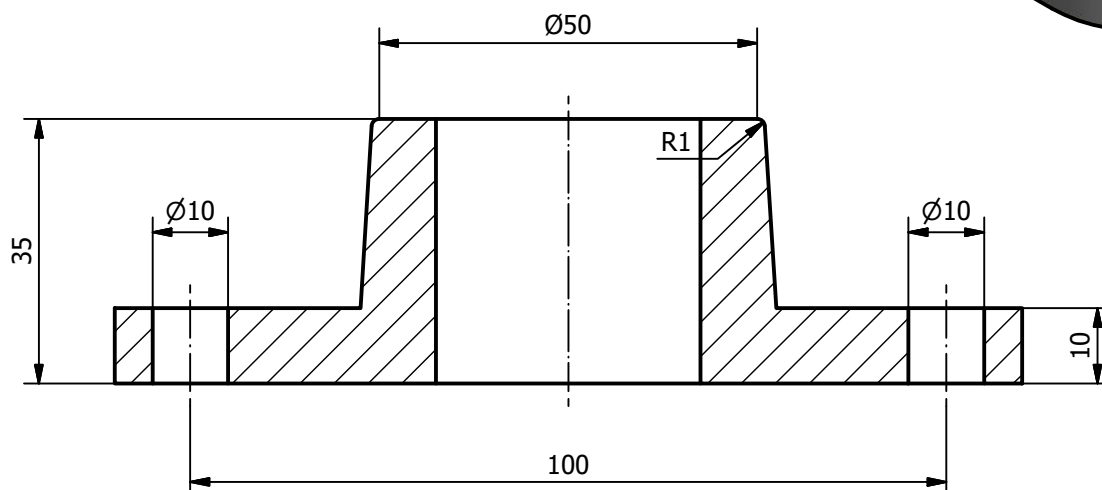
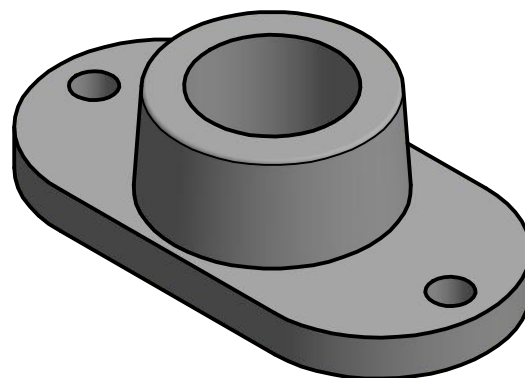
m3 900 1-69

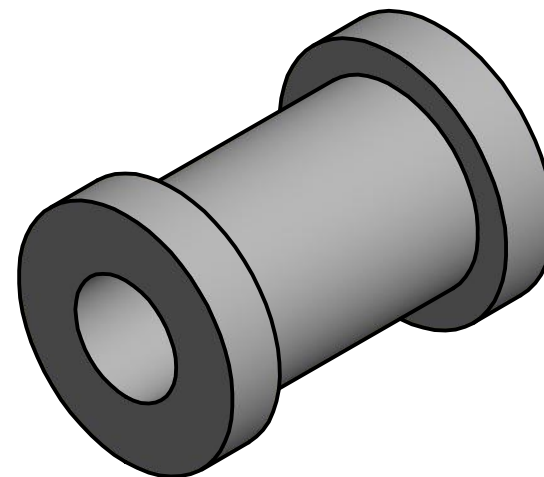
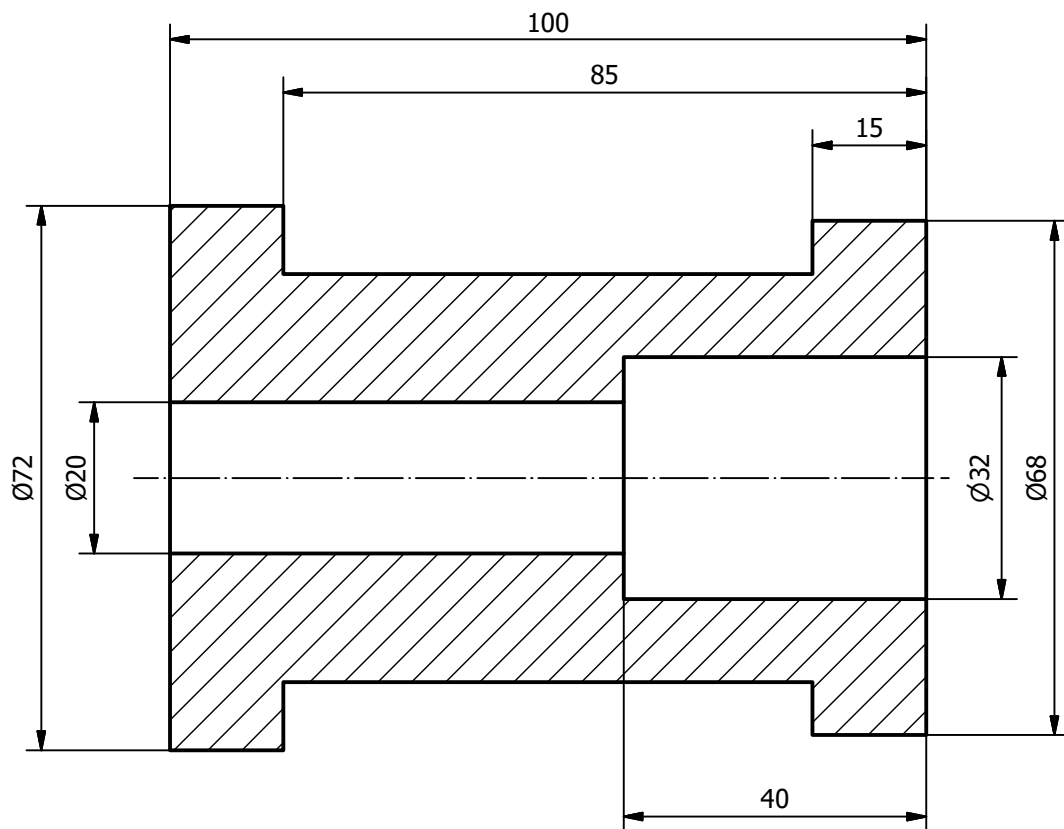
Κλίμ.
1:1

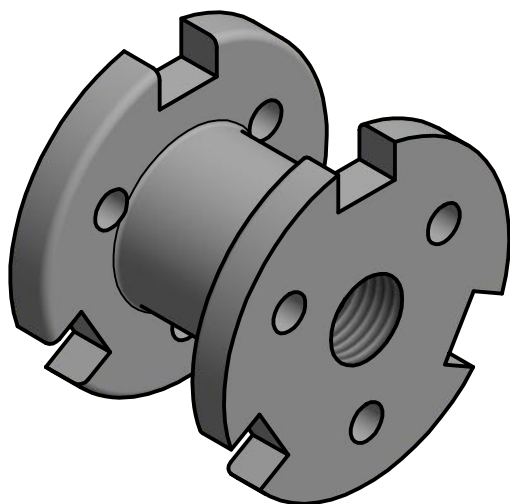
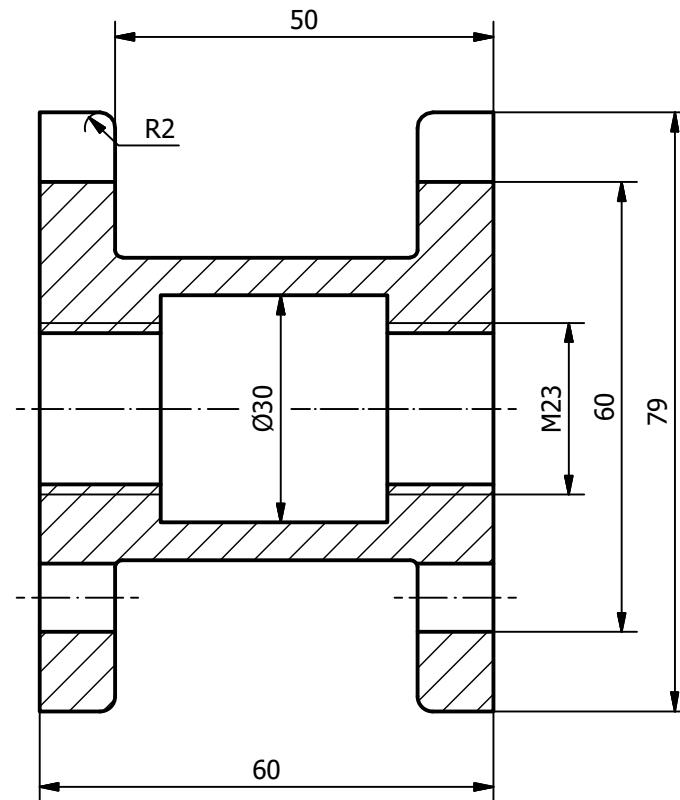
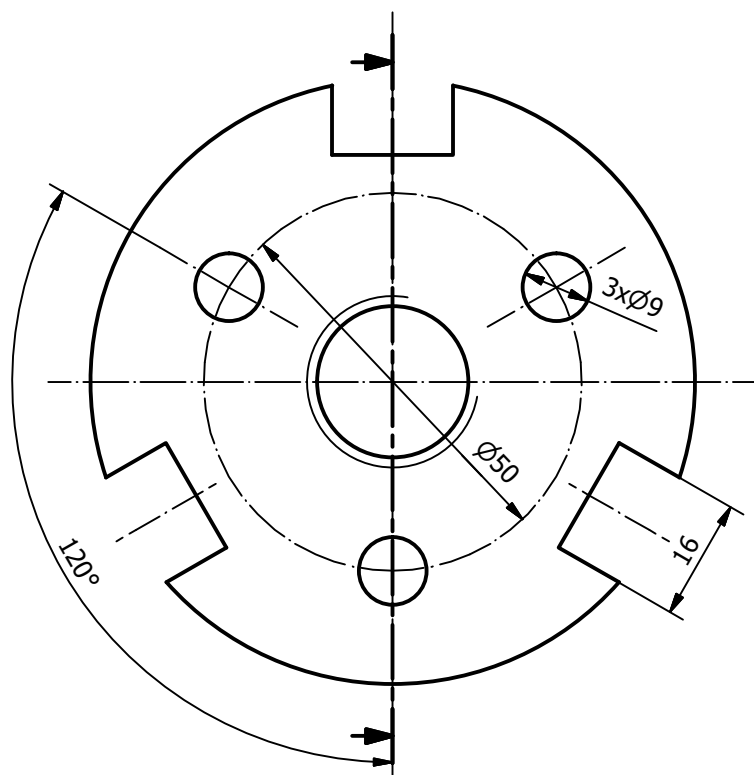
Ημερομηνία
11/9/2018

Γλώσσα
ΕΛ

Φύλλο
1/1







m3 MICRO
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

www.m3.tuc.gr

Σχεδίαση:

Αιμιλία Κανιαδάκη

Τίτλος:

Μηχανολογικό εξάρτημα

Ανοχές:

Γενικές ανοχές f - ISO2768-1

Αριθμός:

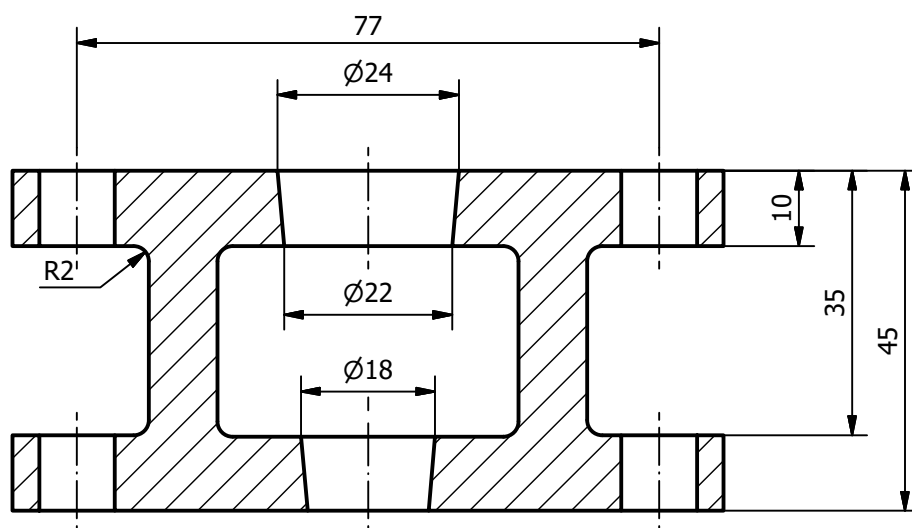
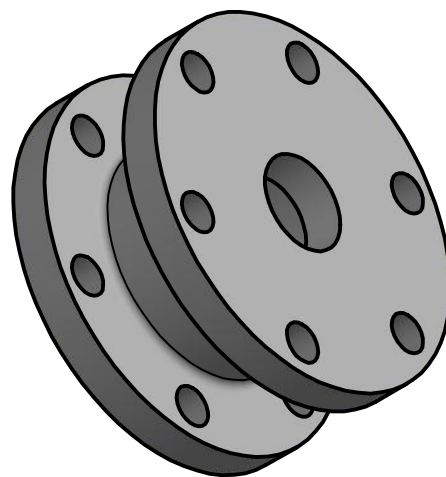
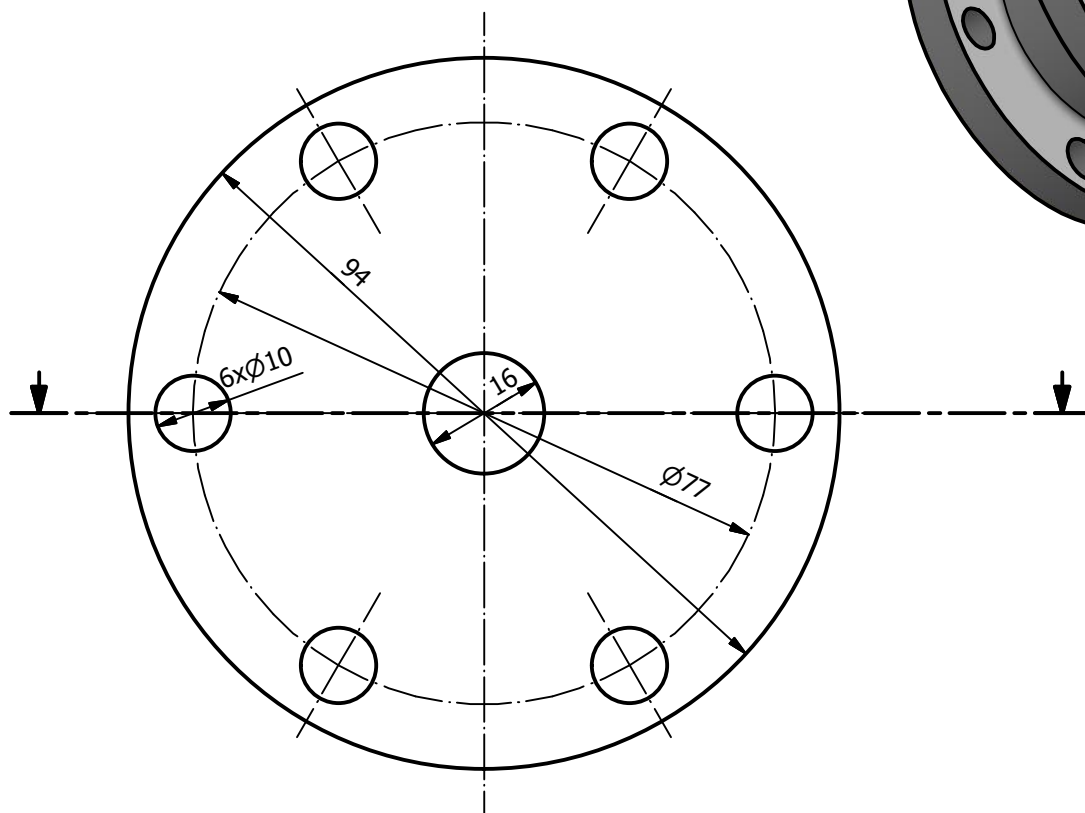
m3 900 1-80

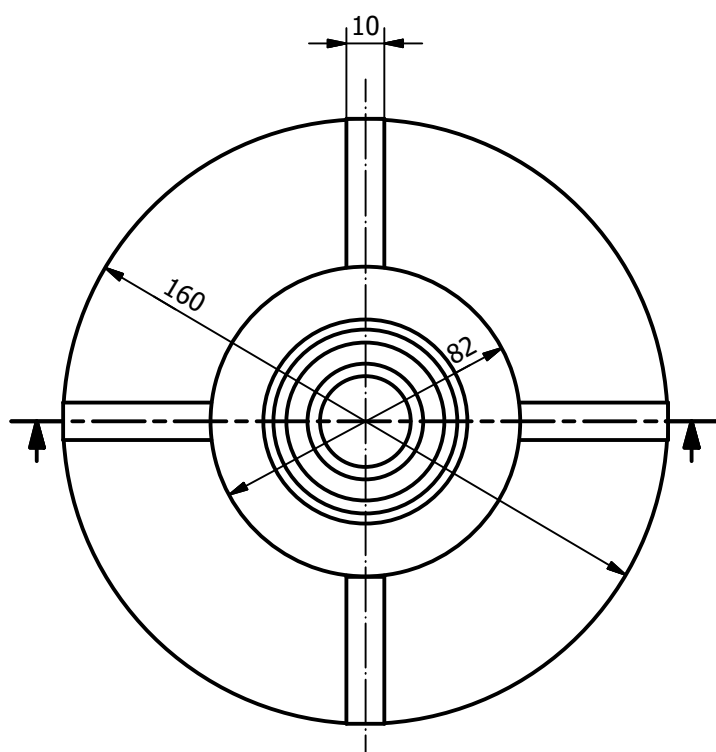
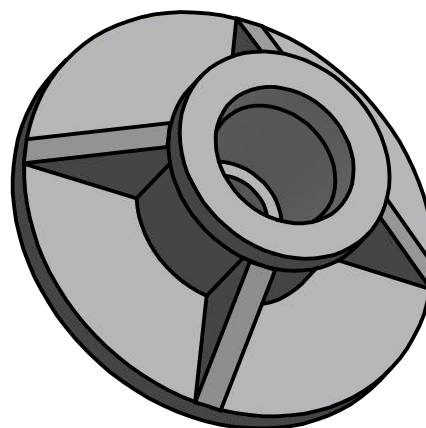
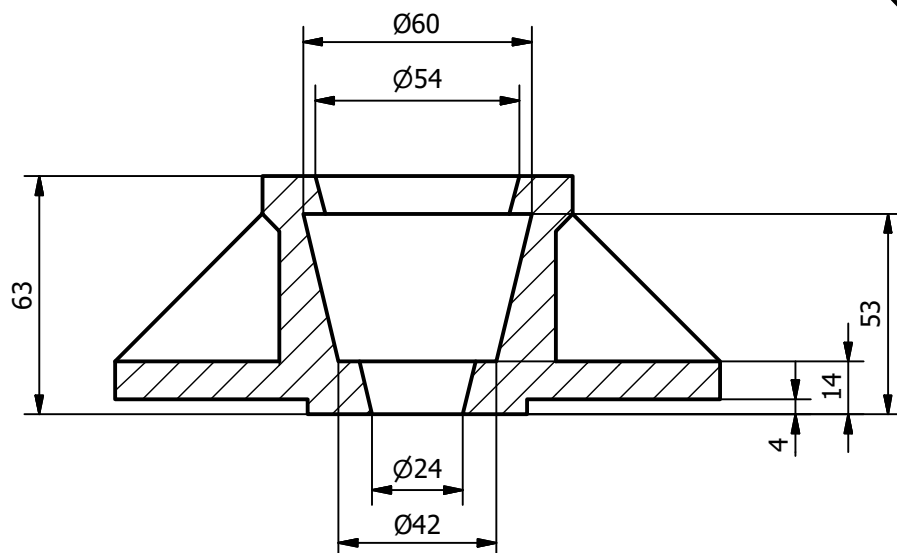
Κλίμ.
1:1

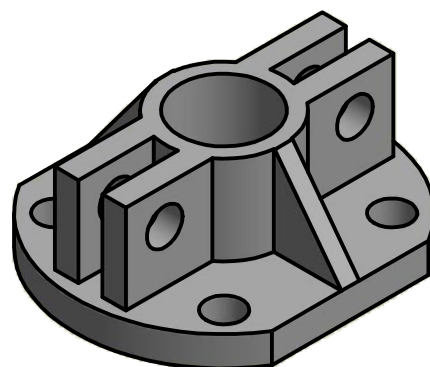
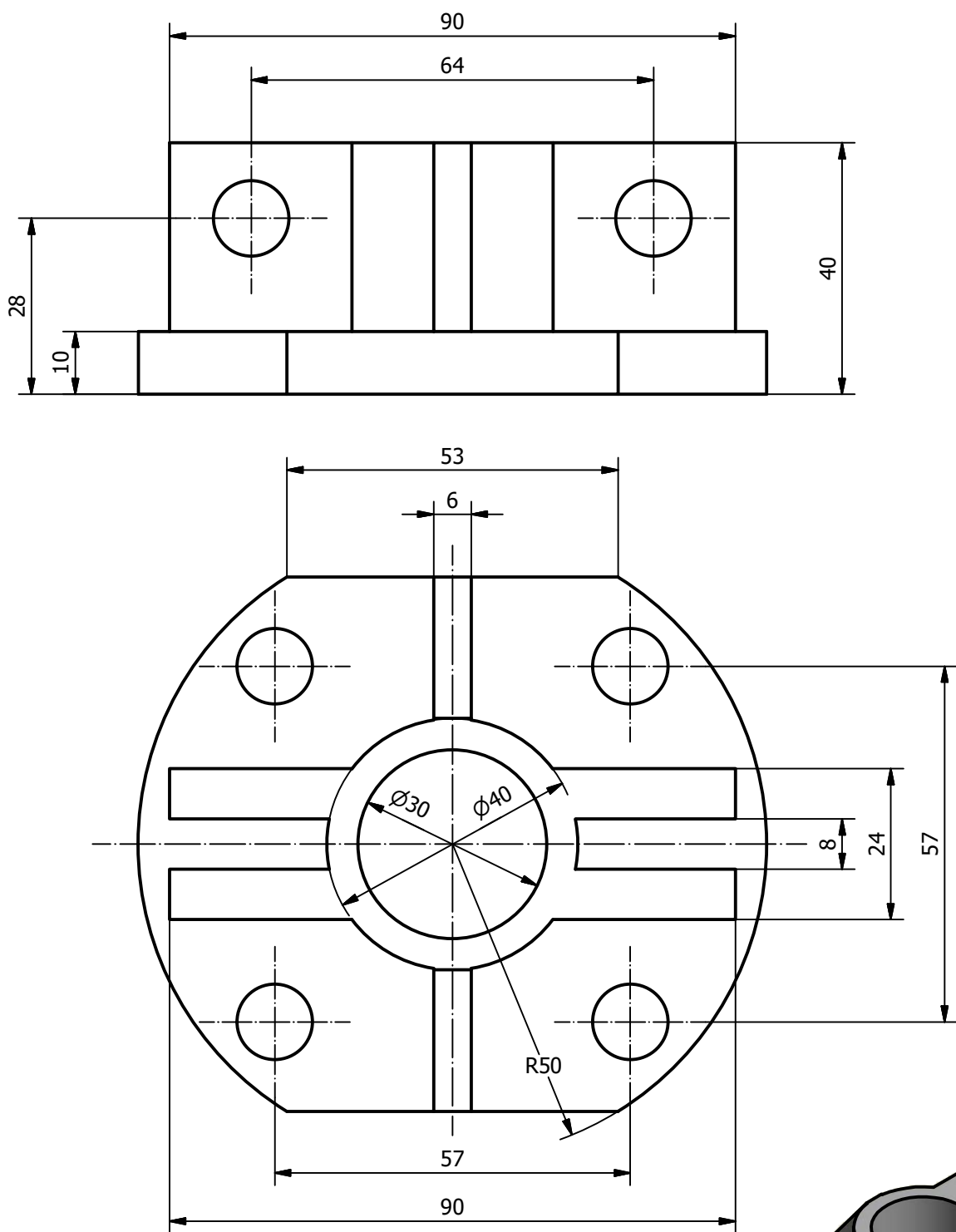
Ημερομηνία
11/9/2018

Γλώσσα
ΕΛ

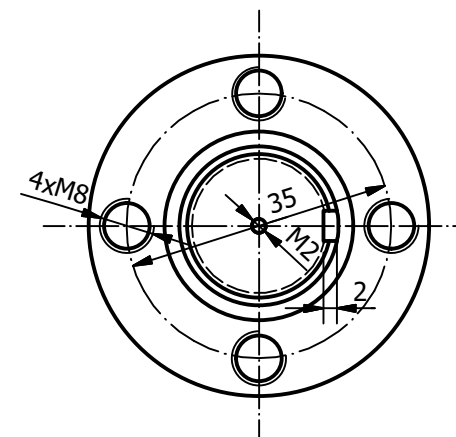
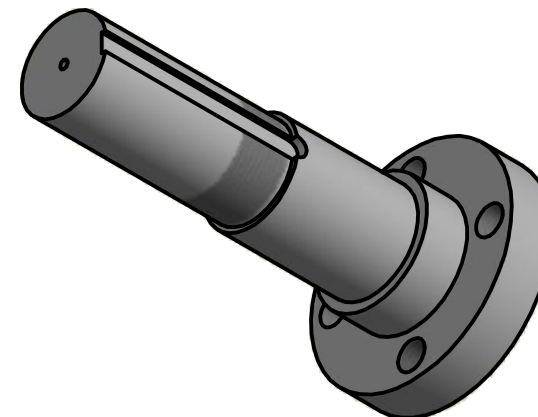
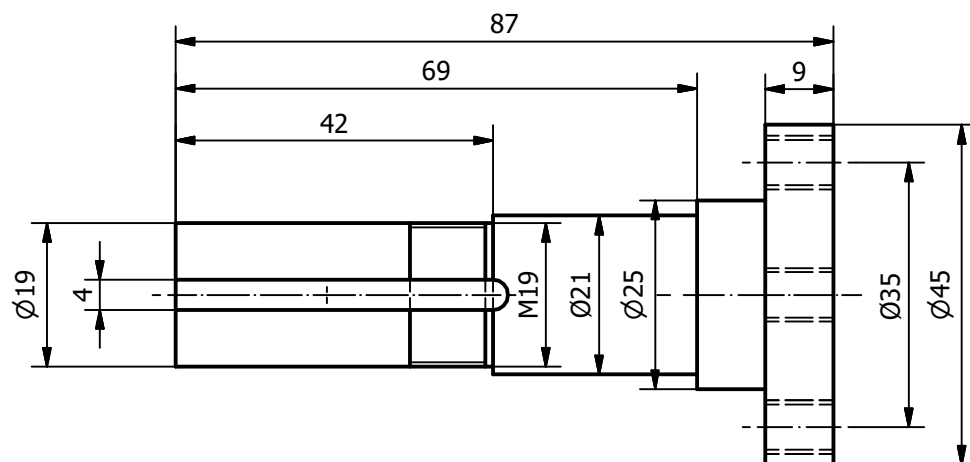
Φύλλο
1/1







ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΕΝΕΣ ΟΛΕΣ
ΟΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΟΨΕΙΣ



www.m3.tuc.gr

Σχεδίαση:

Αιμιλία Κανιαδάκη

Τίτλος:

Μηχανολογικό εξάρτημα

Ανοχές:

Γενικές ανοχές f - ISO2768-1

Αριθμός:

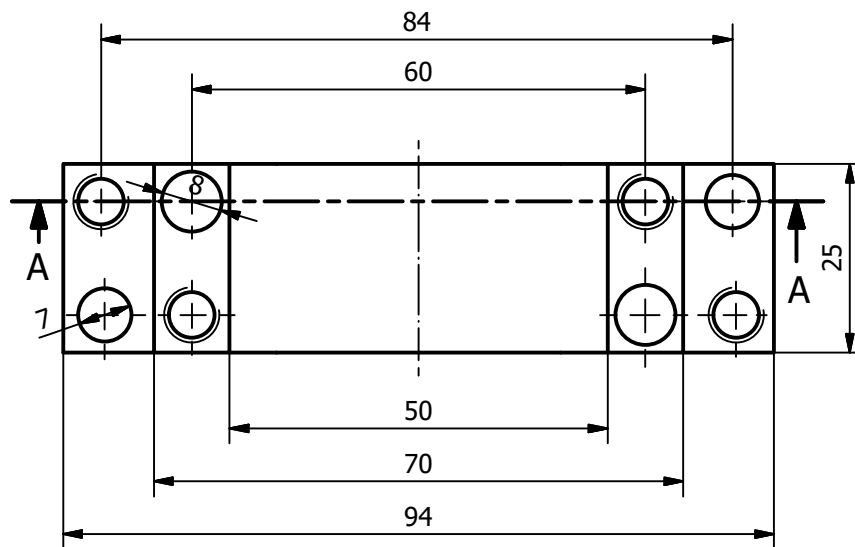
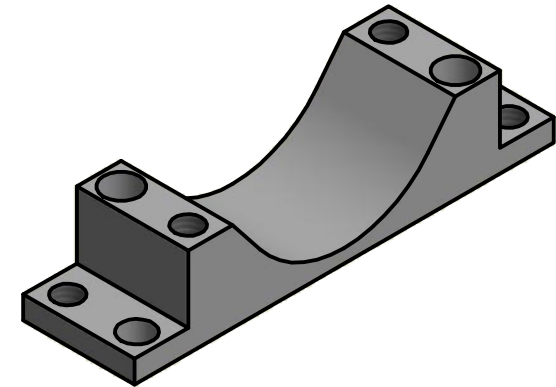
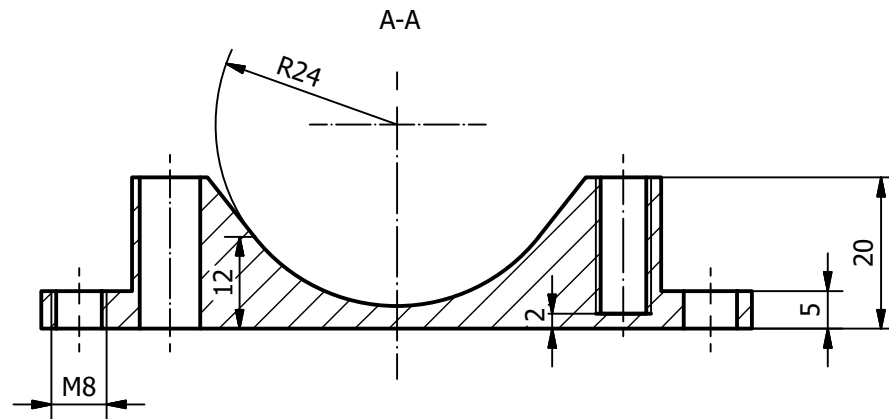
m3 900 1-19

Κλίμ.
1:1

Ημερομηνία
10/6/2018

Γλώσσα
ΕΛ

Φύλλο
1/1



www.m3.tuc.gr

Σχεδίαση:

Αιμιλία Κανιαδάκη

Τίτλος:

Μηχανολογικό εξάρτημα

Ανοχές:

Γενικές ανοχές f - ISO2768-1

Αριθμός:

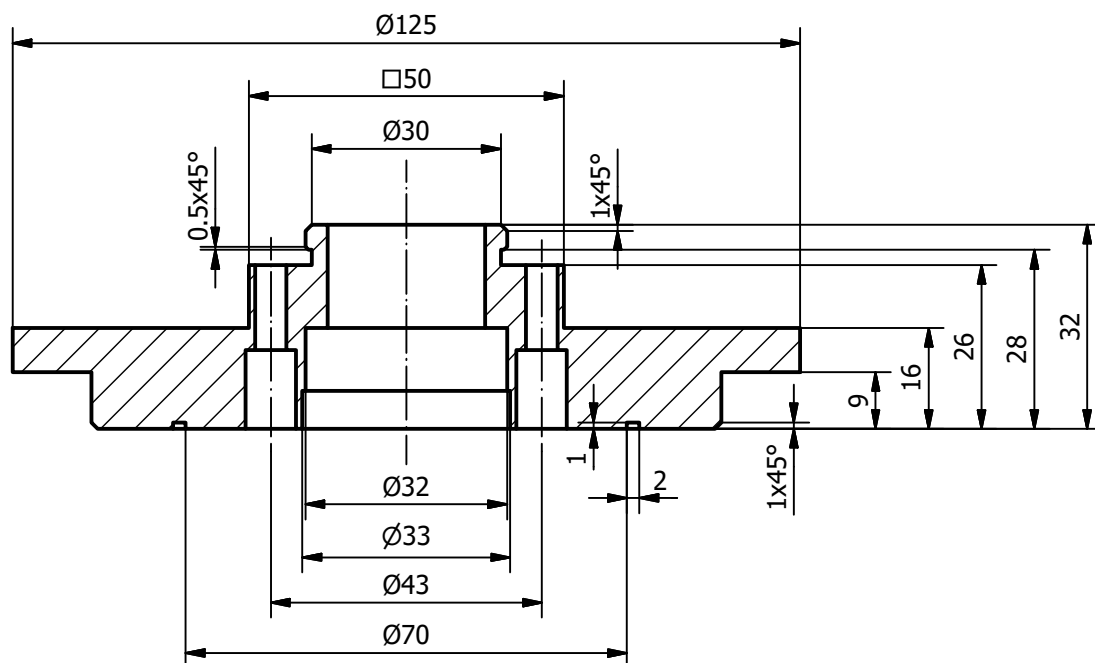
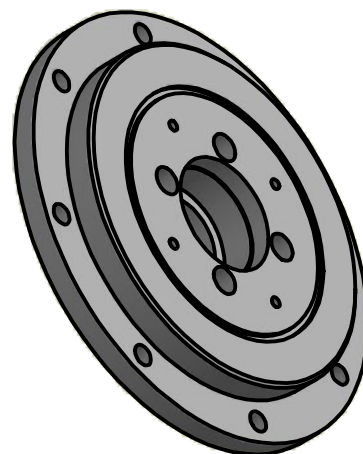
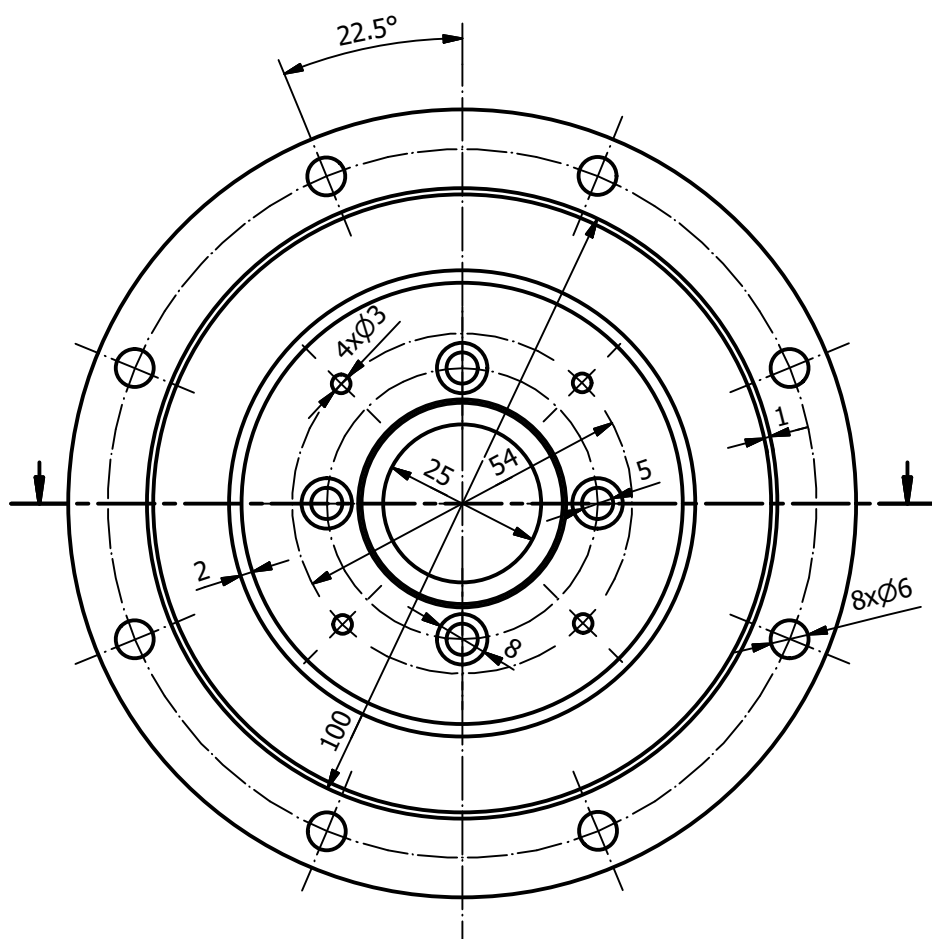
m3 900 1-20

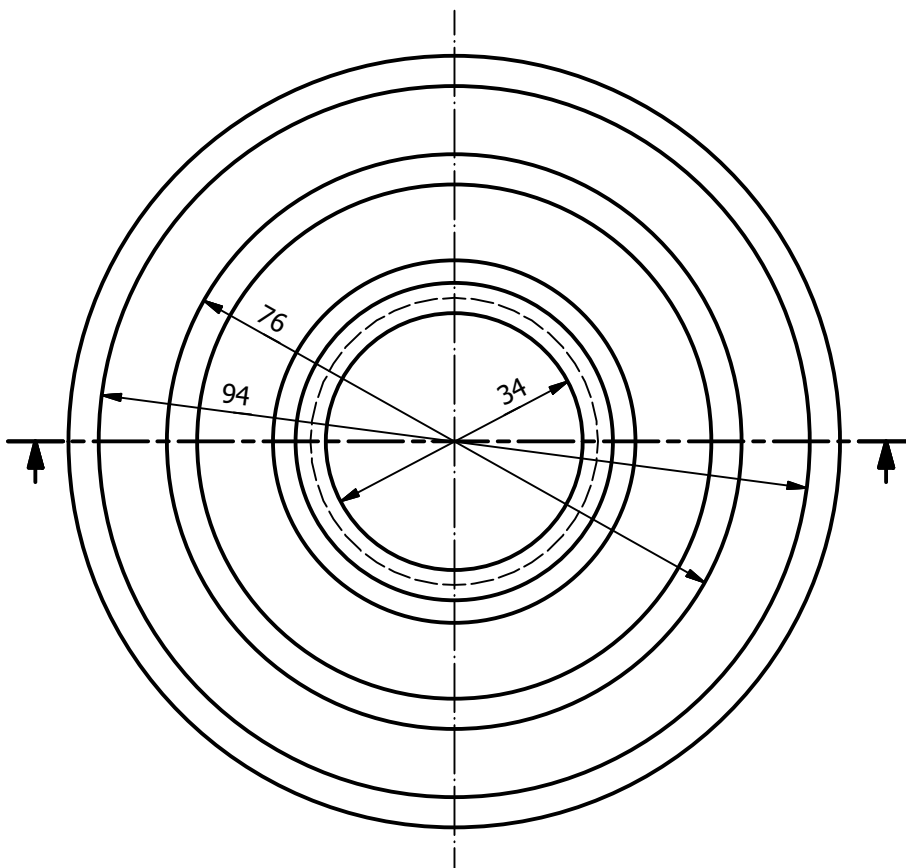
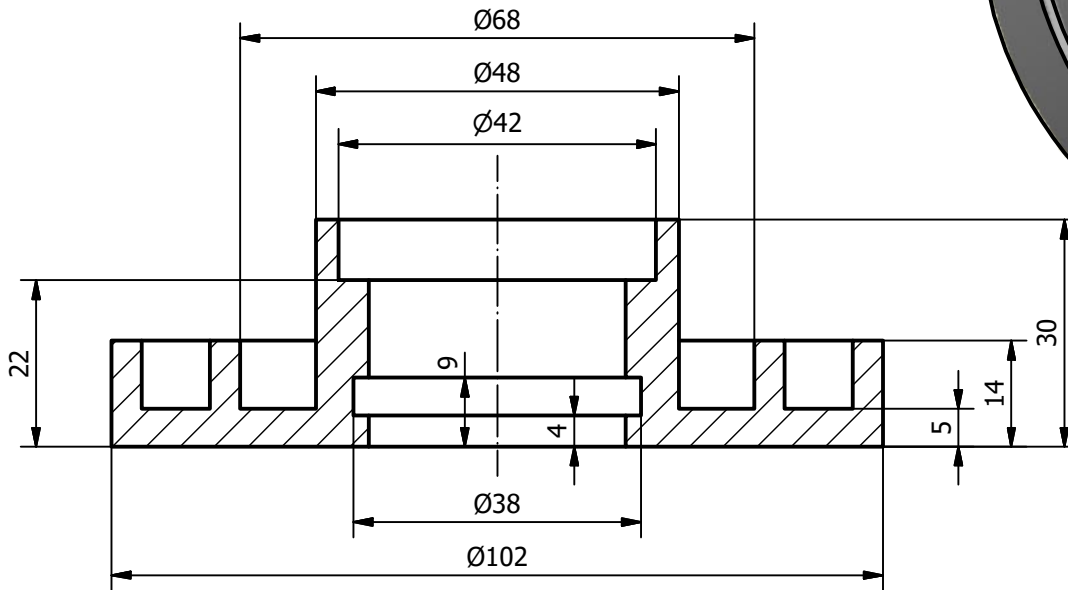
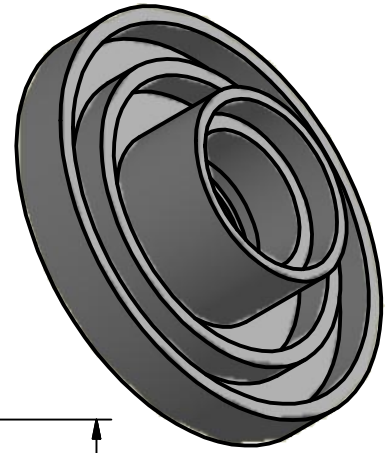
Κλίμ.
1:1

Ημερομηνία
10/6/2018

Γλώσσα
ΕΛ

Φύλλο
1/1





www.m3.tuc.gr

Σχεδίαση:

Αιμιλία Κανιαδάκη

Τίτλος:

Μηχανολογικό εξάρτημα

Ανοχές:

Γενικές ανοχές f - ISO2768-1

Αριθμός:

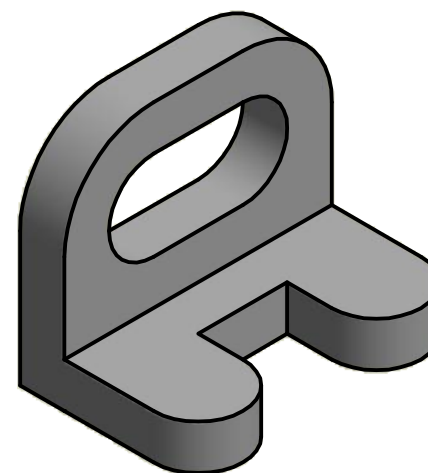
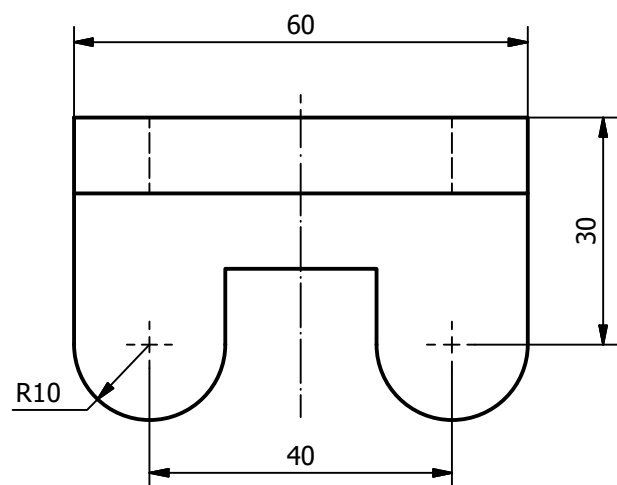
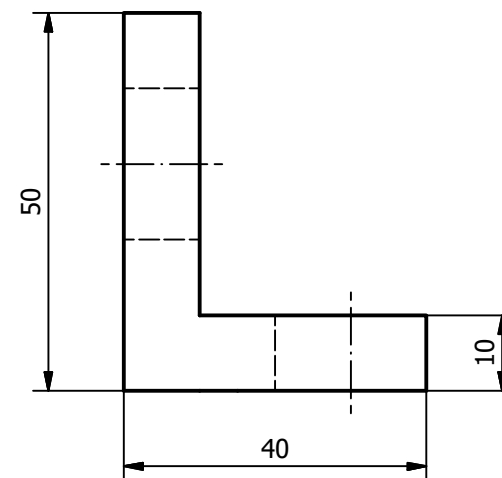
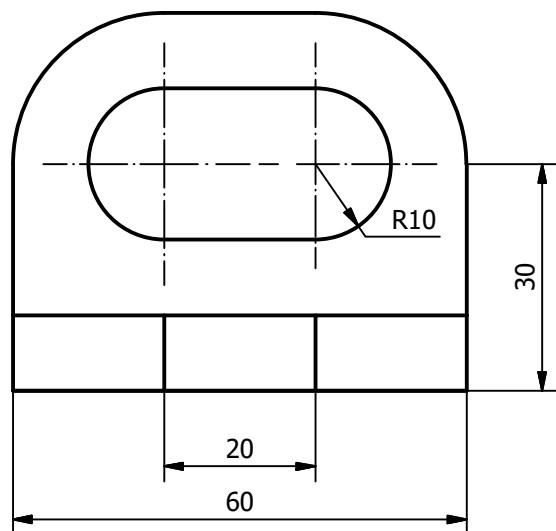
m3 900 1-22

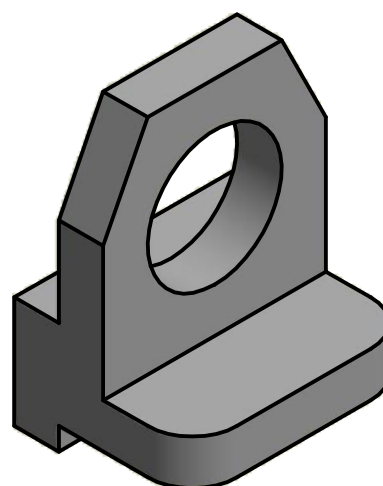
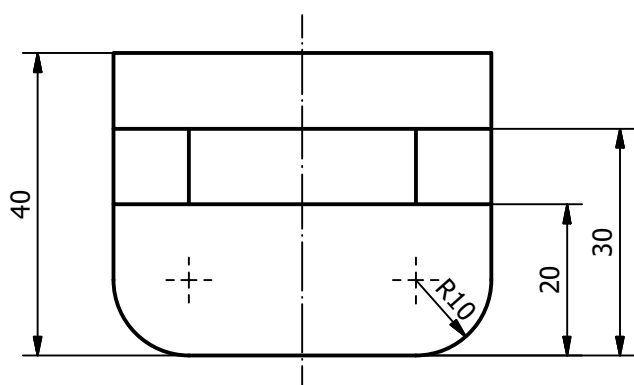
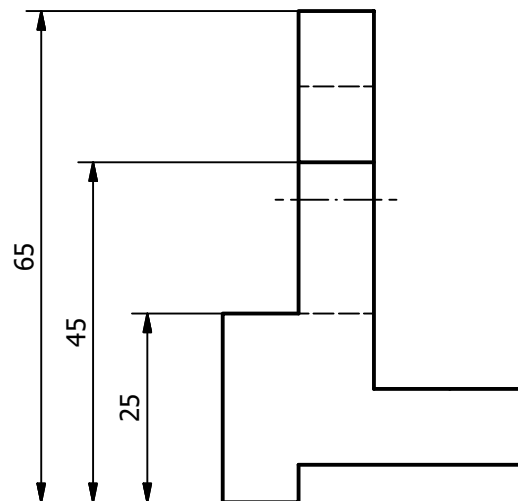
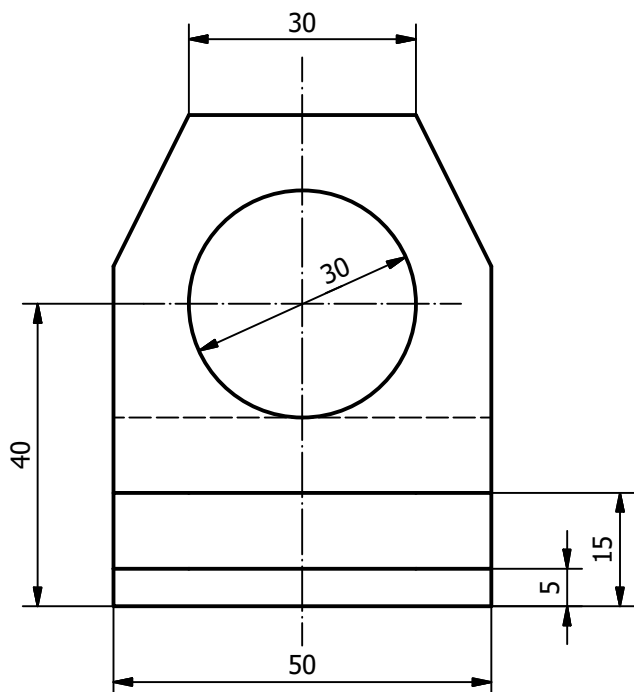
Κλίμ.
1:1

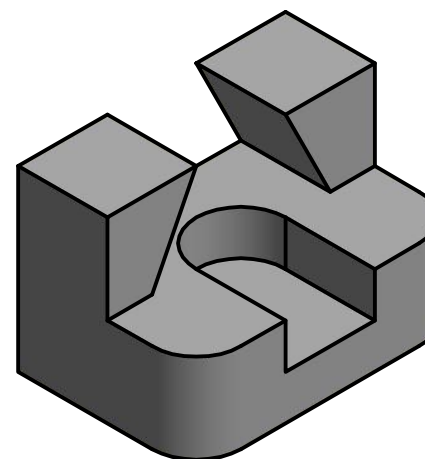
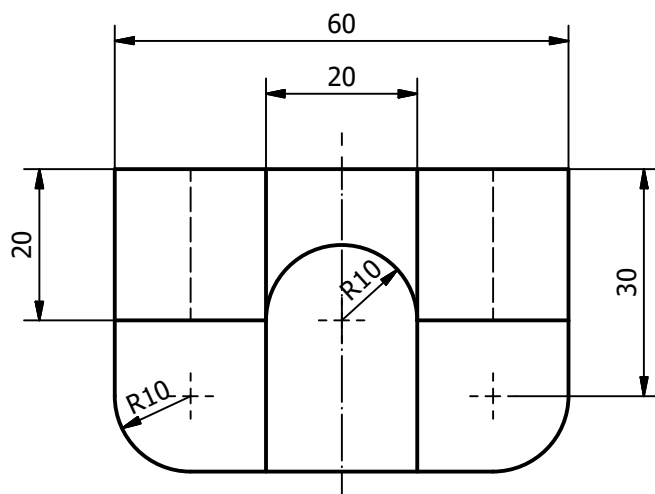
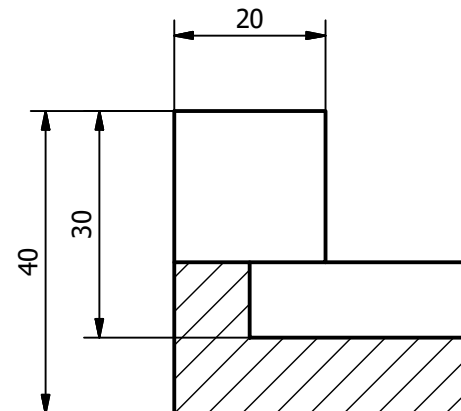
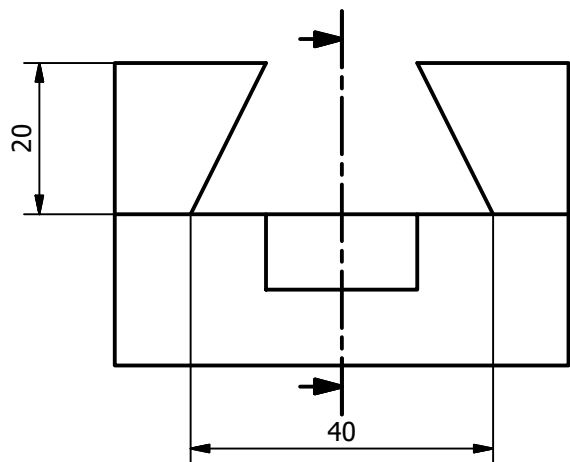
Ημερομηνία
13/6/2018

Γλώσσα
ΕΛ

Φύλλο
1/1







www.m3.tuc.gr

Σχεδίαση:

Αιμιλία Κανιαδάκη

Τίτλος:

Μηχανολογικό εξάρτημα

Ανοχές:

Γενικές ανοχές f - ISO2768-1

Αριθμός:

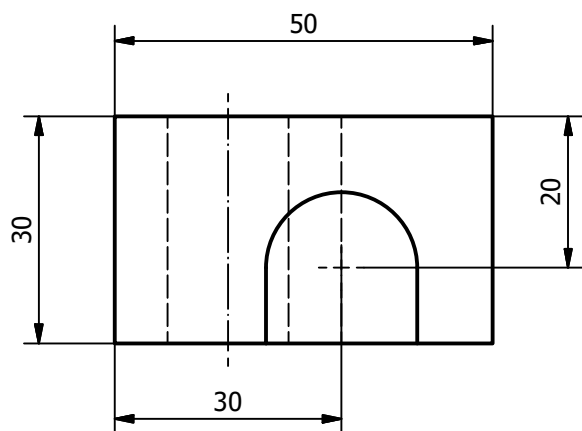
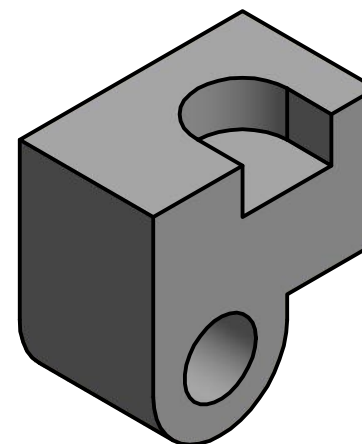
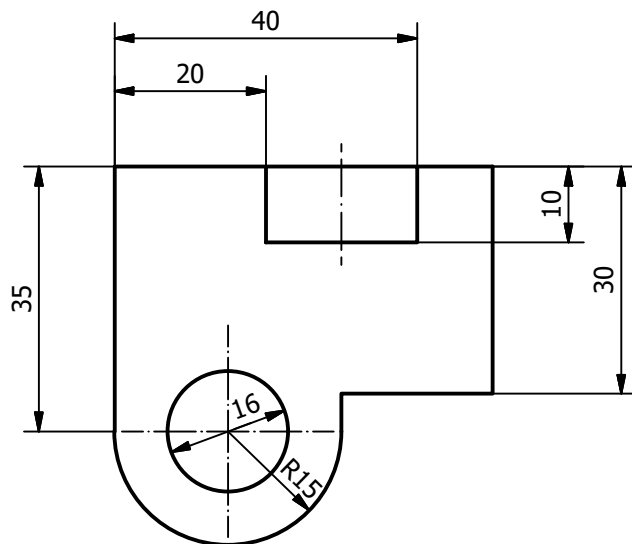
m3 900 1-31

Κλίμ.
1:1

Ημερομηνία
10/7/2018

Γλώσσα
ΕΛ

Φύλλο
1/1



www.m3.tuc.gr

Σχεδίαση:

Αιμιλία Κανιαδάκη

Τίτλος:

Μηχανολογικό εξάρτημα

Ανοχές:

Γενικές ανοχές f - ISO2768-1

Αριθμός:

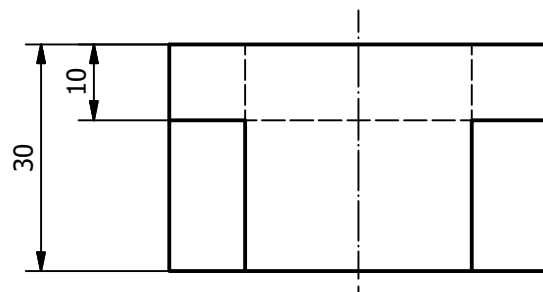
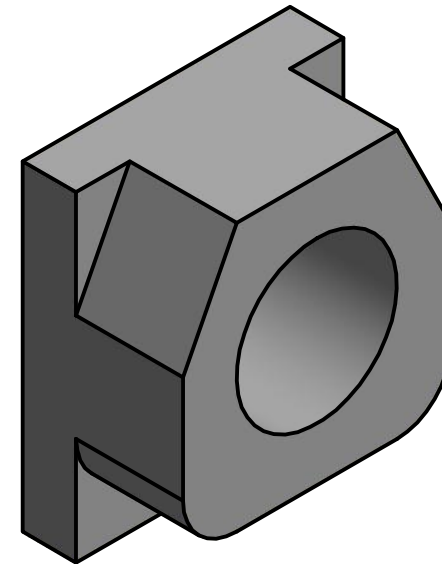
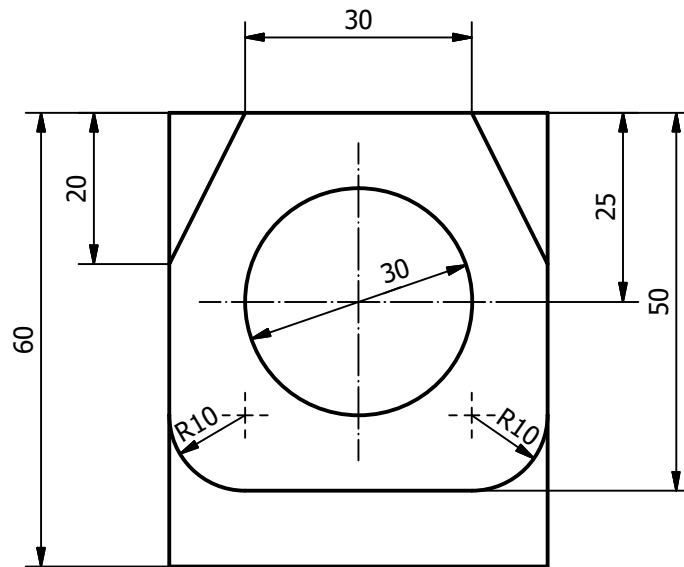
m3 900 1-32

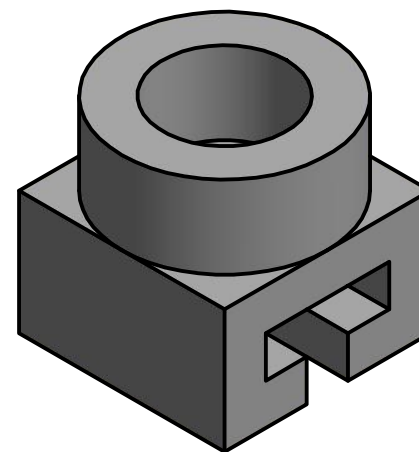
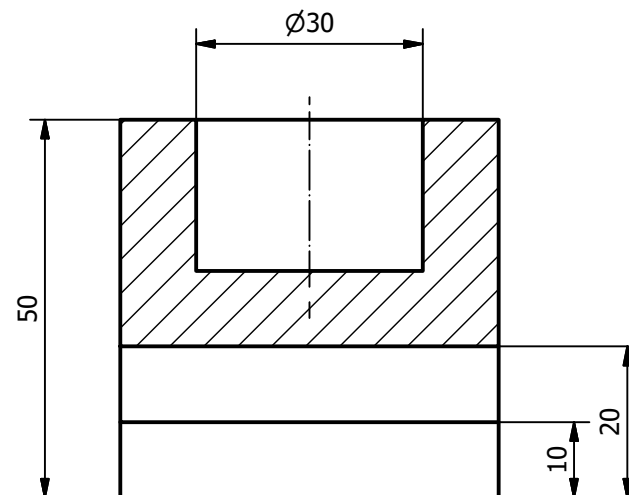
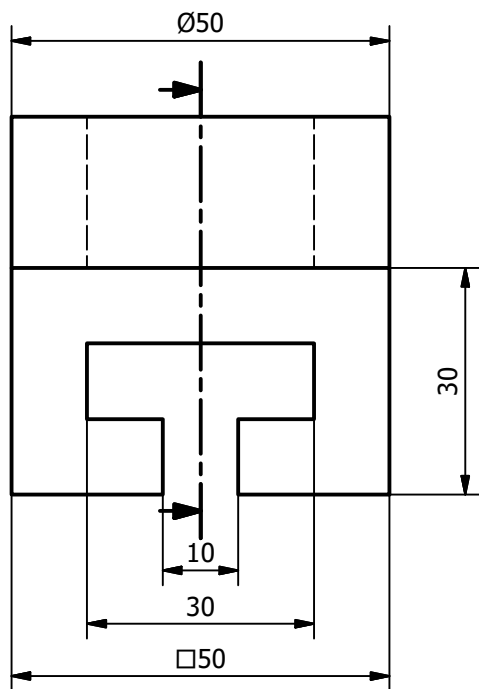
Κλίμ.
1:1

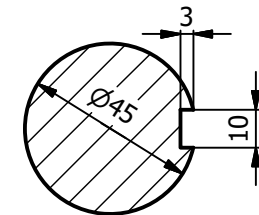
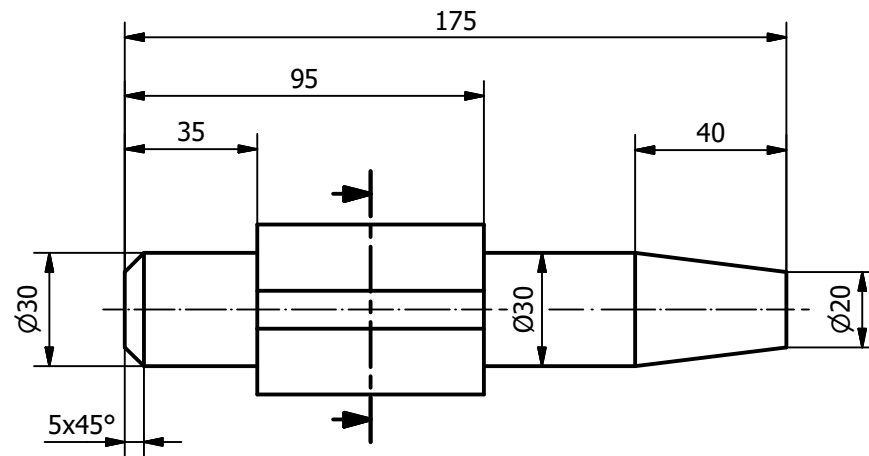
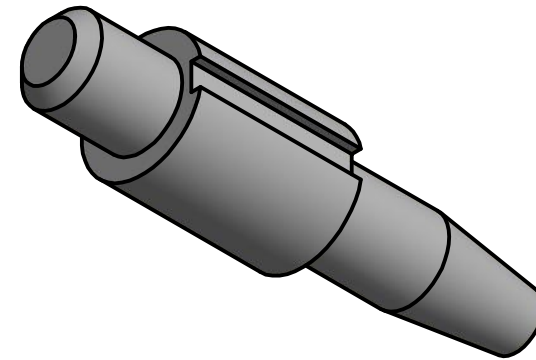
Ημερομηνία
10/7/2018

Γλώσσα
ΕΛ

Φύλλο
1/1







www.m3.tuc.gr

Σχεδίαση:

Αιμιλία Κανιαδάκη

Τίτλος:

Μηχανολογικό εξάρτημα

Ανοχές:

Γενικές ανοχές f - ISO2768-1

Αριθμός:

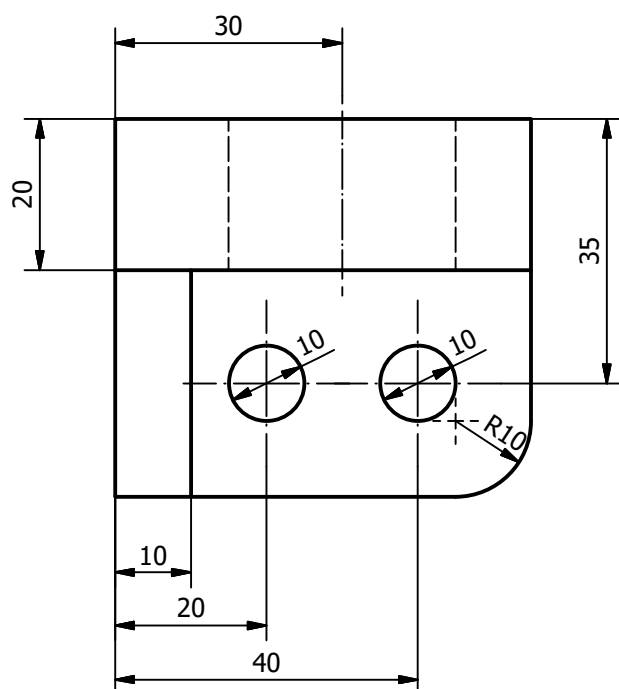
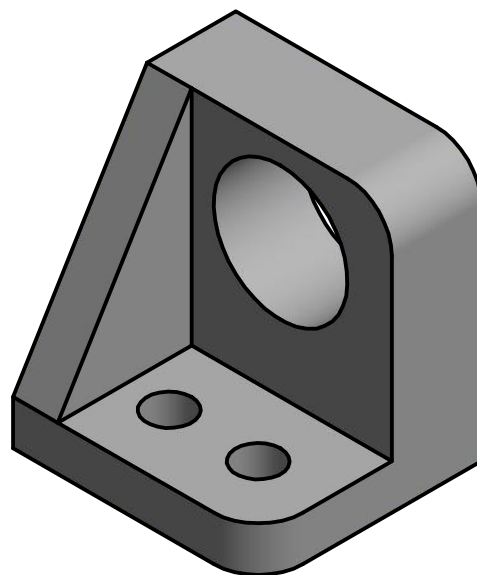
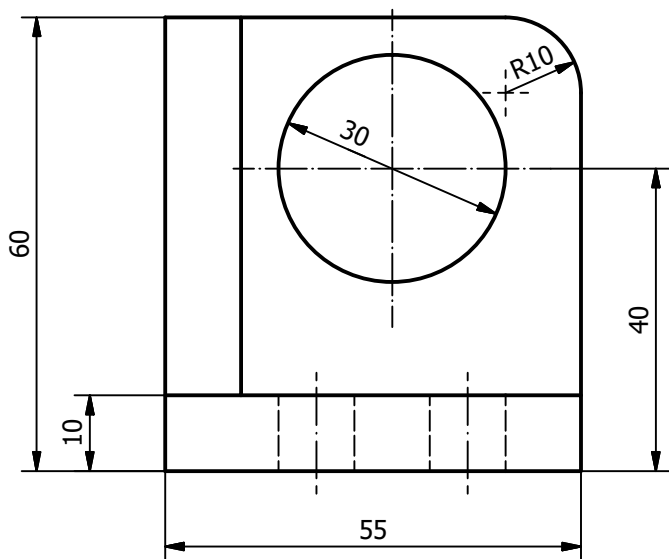
m3 900 1-35

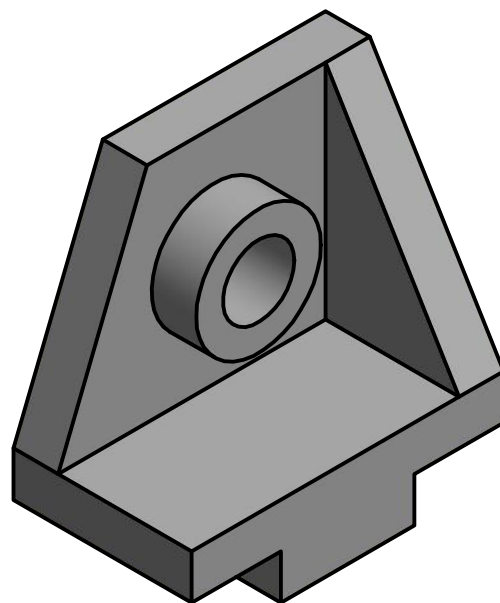
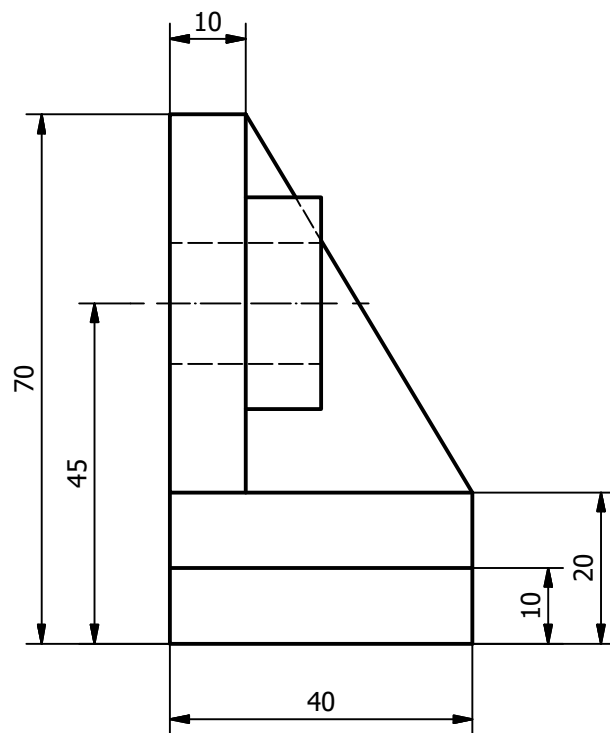
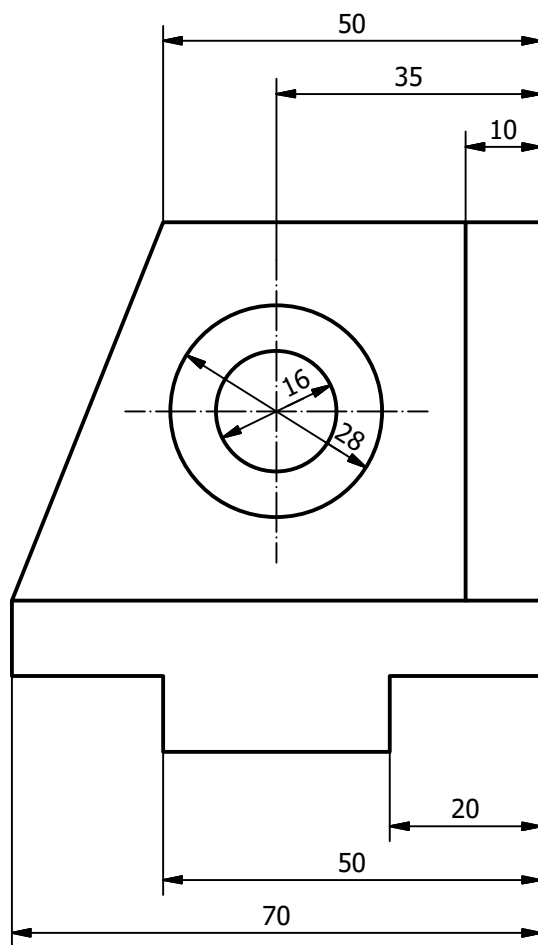
Κλίμ.
1:2

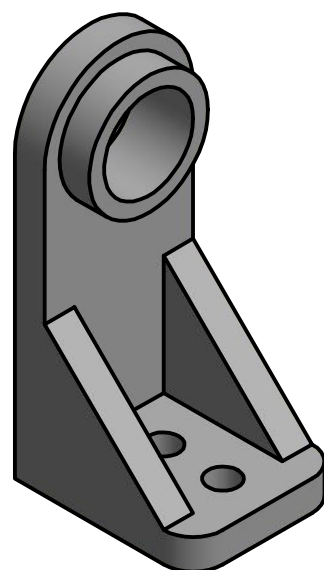
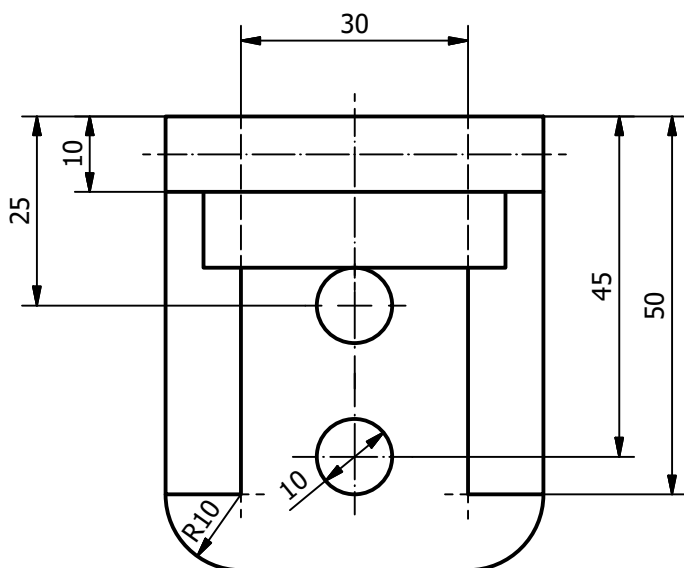
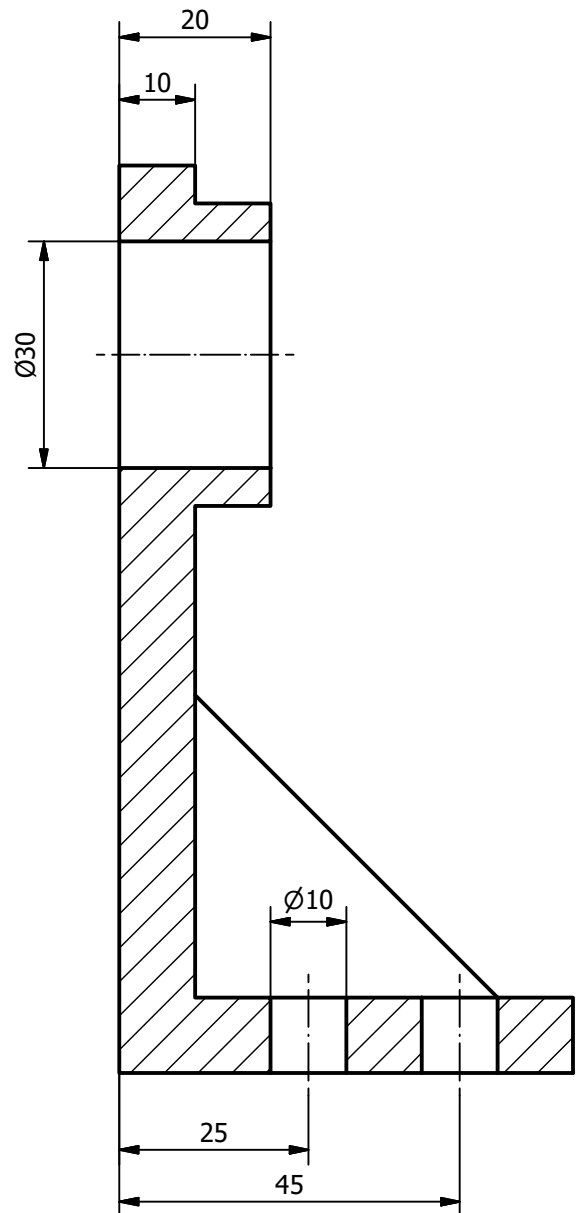
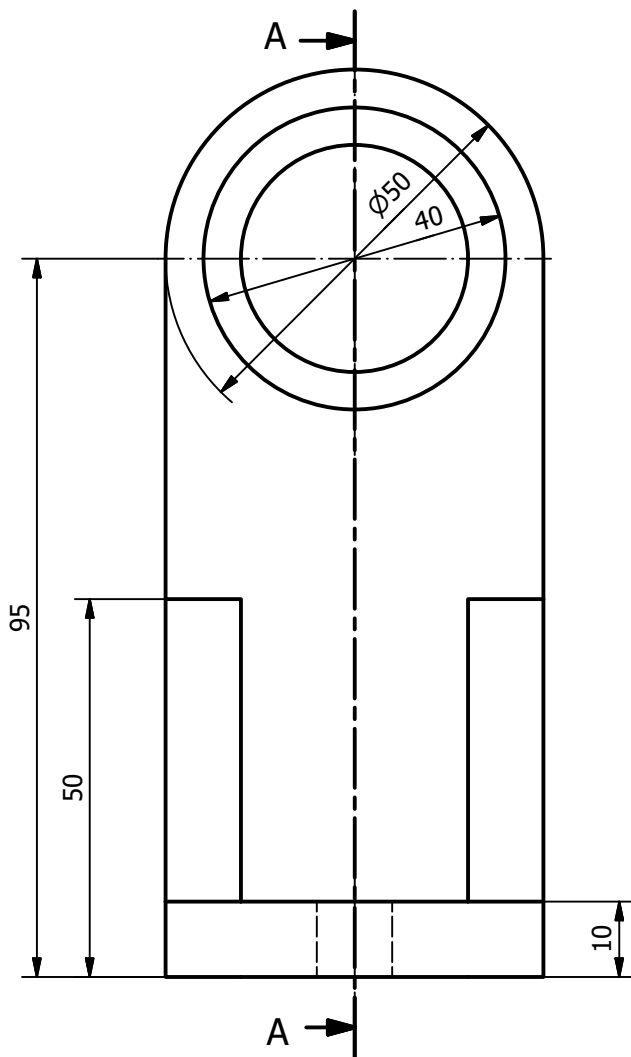
Ημερομηνία
11/7/2018

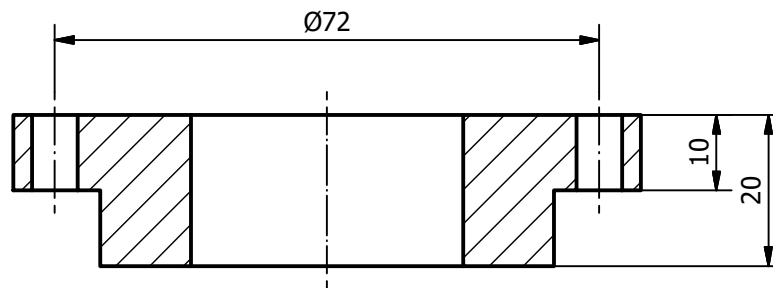
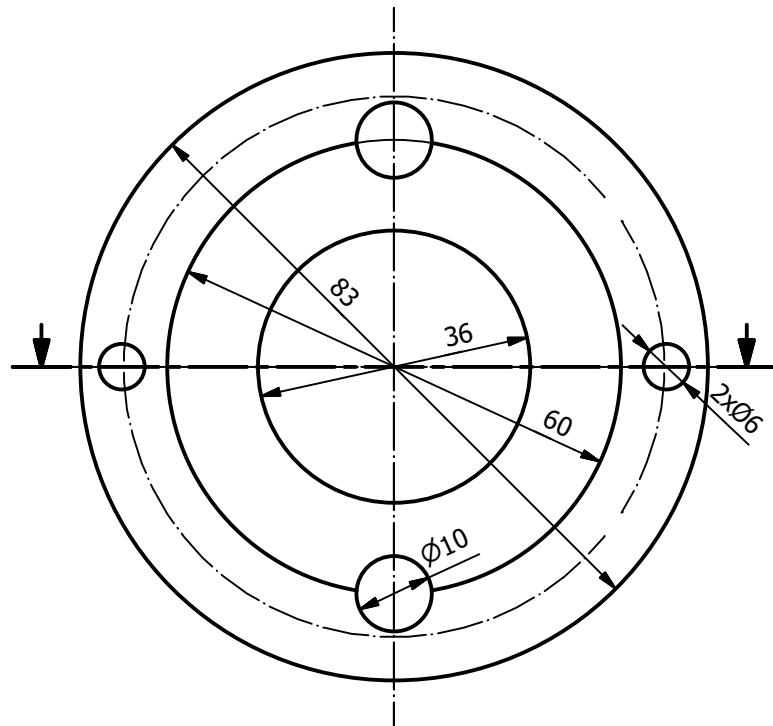
Γλώσσα
ΕΛ

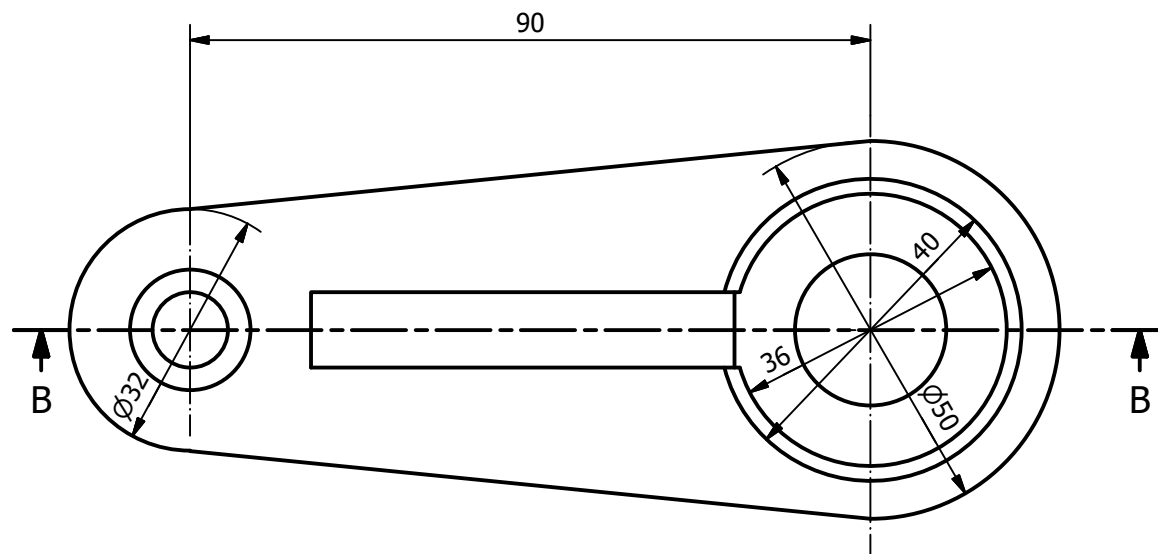
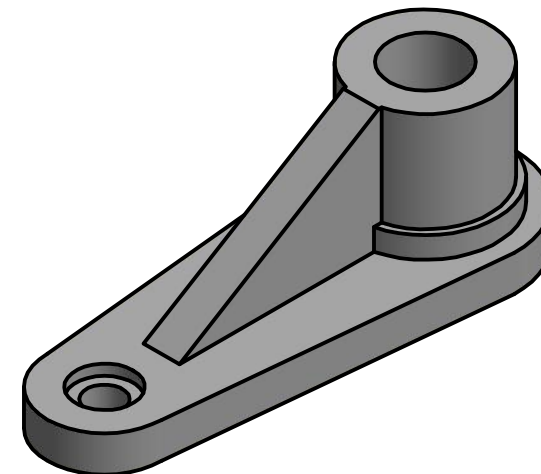
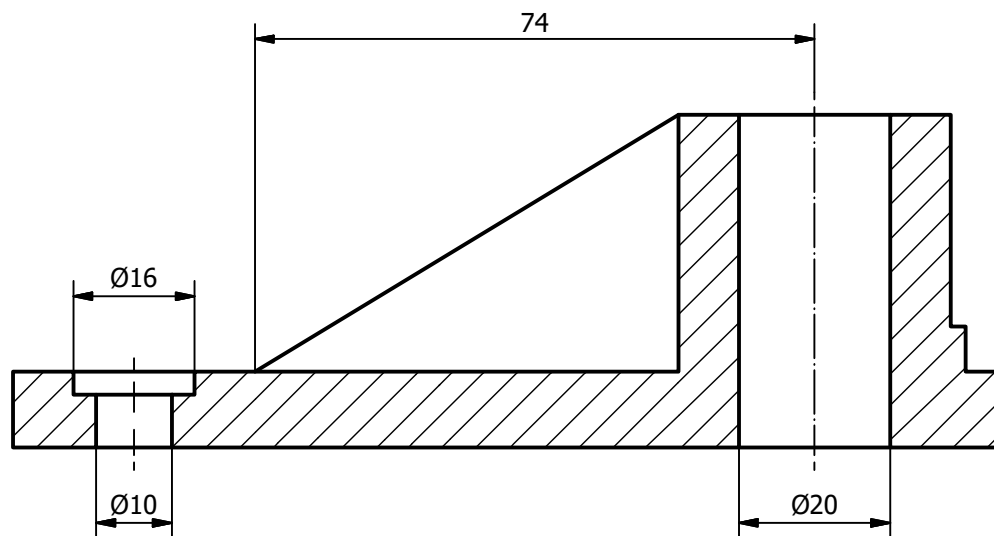
Φύλλο
1/1











m3 MICRO
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

www.m3.tuc.gr

Σχεδίαση:

Αιμιλία Κανιαδάκη

Τίτλος:

Μηχανολογικό εξάρτημα

Ανοχές:

Γενικές ανοχές f - ISO2768-1

Αριθμός:

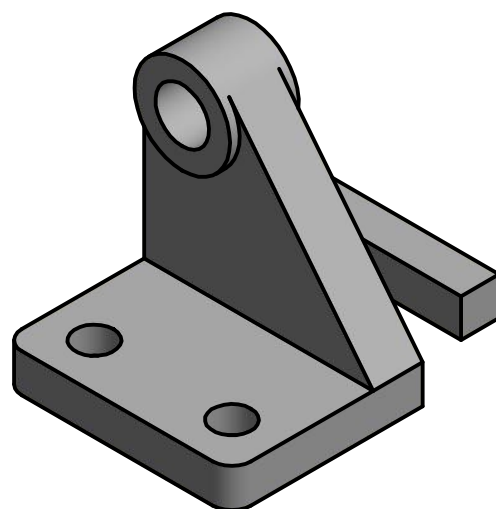
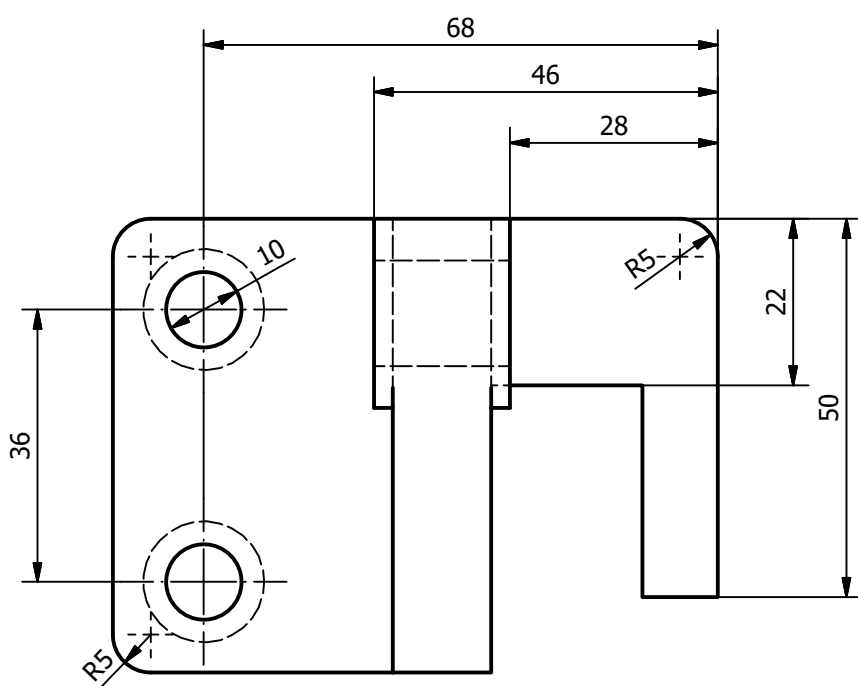
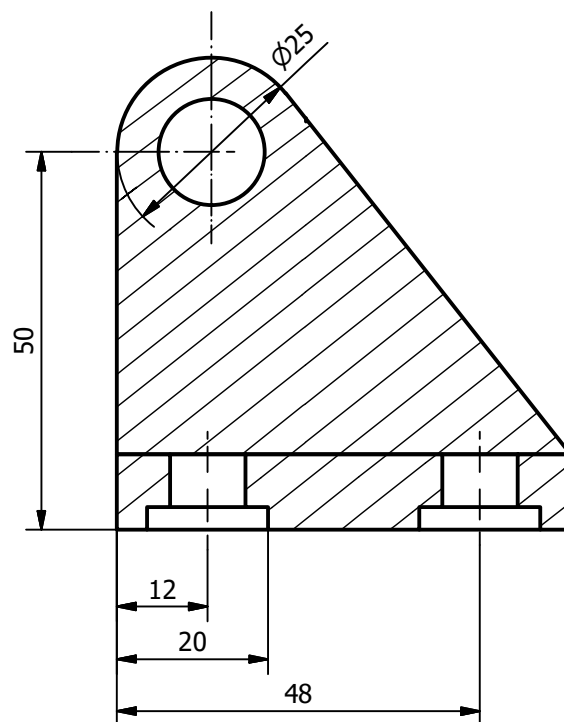
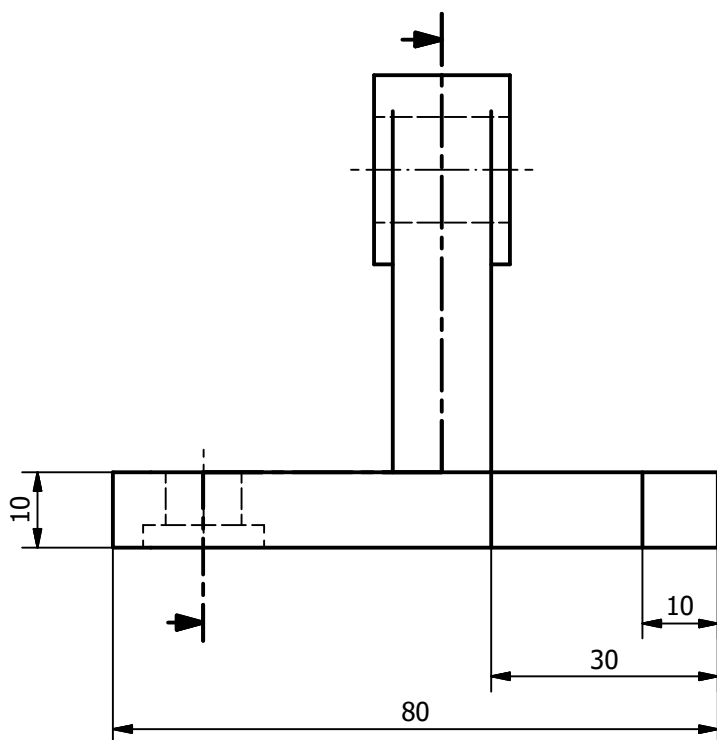
m3 900 1-40

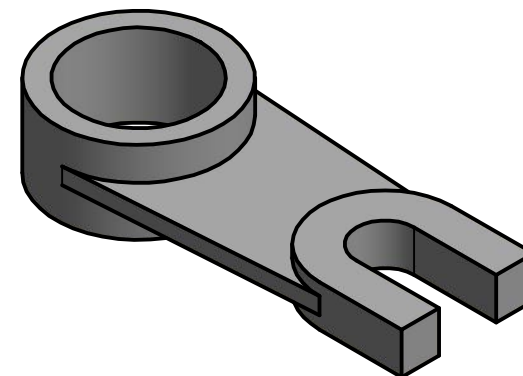
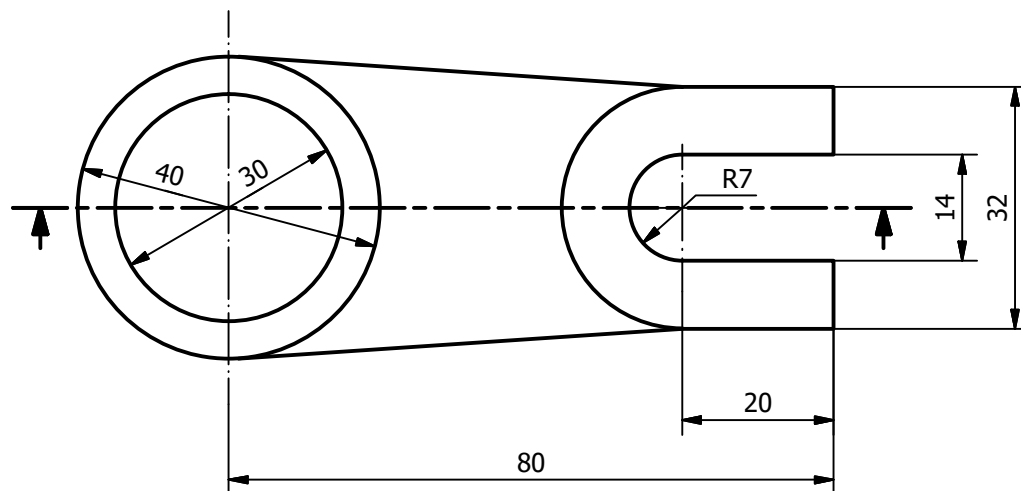
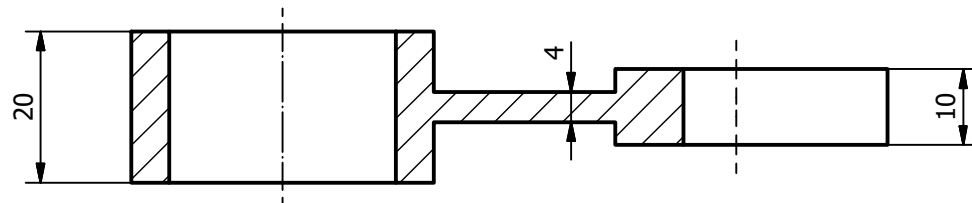
Κλίμ.
1:1

Ημερομηνία
11/7/2018

Γλώσσα
ΕΛ

Φύλλο
1/1





www.m3.tuc.gr

Σχεδίαση:

Αιμιλία Κανιαδάκη

Τίτλος:

Μηχανολογικό εξάρτημα

Ανοχές:

Γενικές ανοχές f - ISO2768-1

Αριθμός:

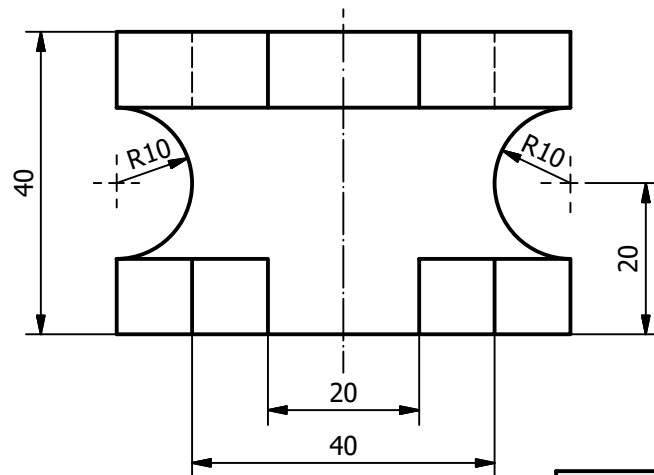
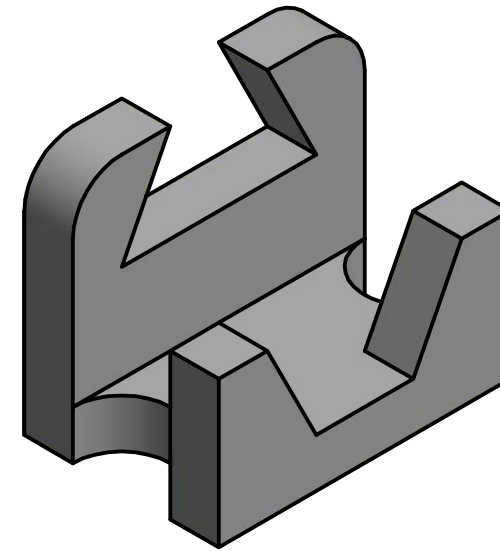
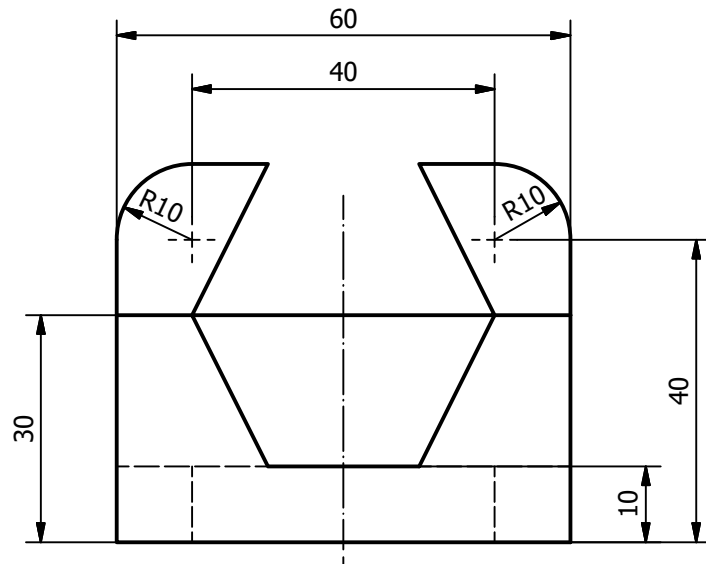
m3 900 1-42

Κλίμ.
1:1

Ημερομηνία
6/10/2018

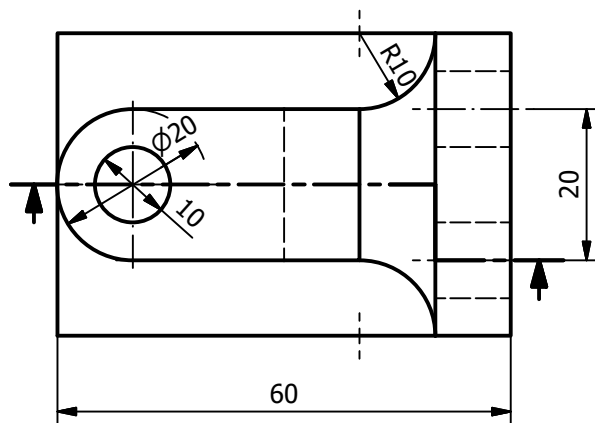
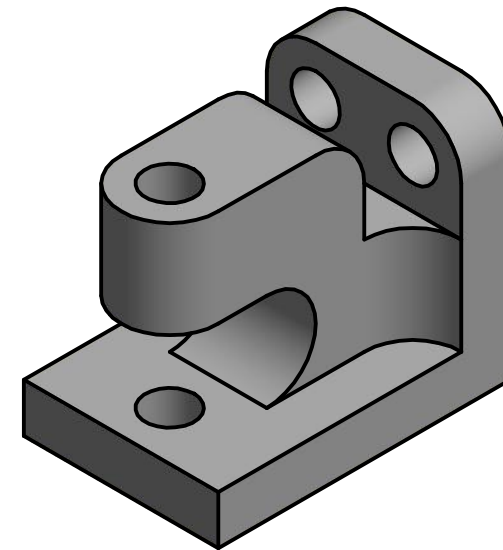
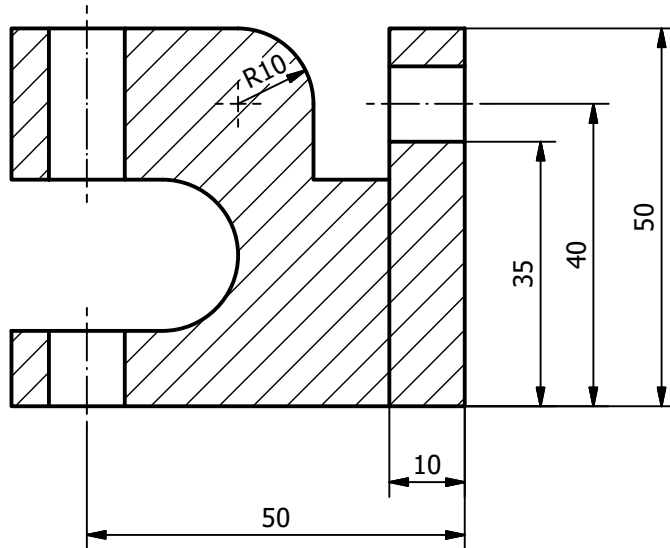
Γλώσσα
ΕΛ

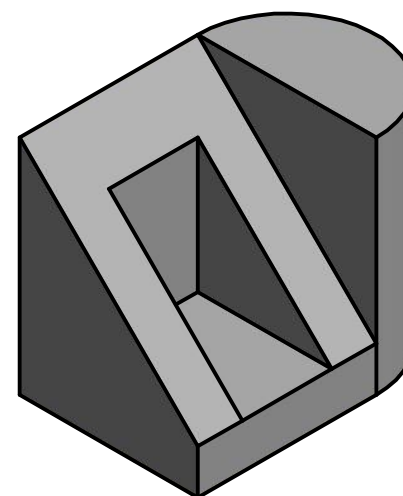
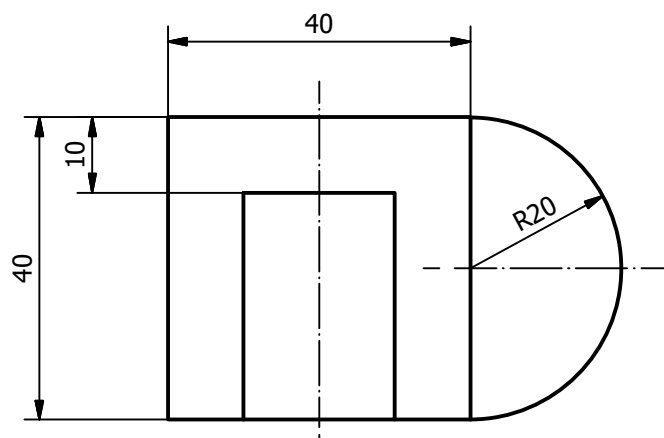
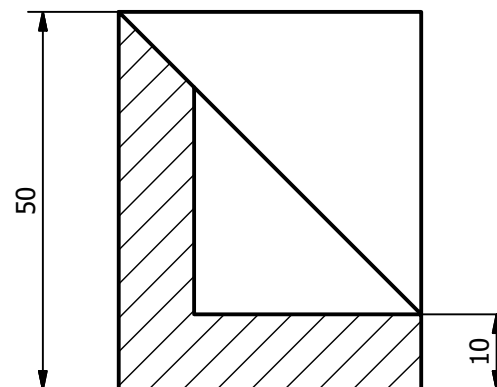
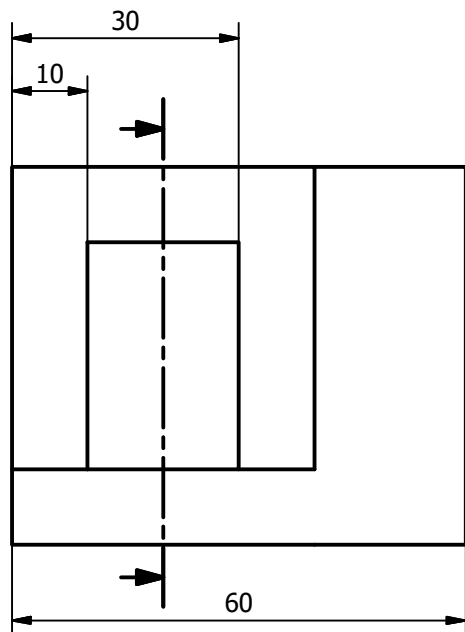
Φύλλο
1/1



www.m3.tuc.gr

Σχεδίαση: Αιμιλία Κανιαδάκη		Ανοχές: Γενικές ανοχές f - ISO2768-1	
Τίτλος: Μηχανολογικό εξάρτημα		Αριθμός: m3 900 1-43	
Κλίμ. 1:1	Ημερομηνία 28/7/2018	Γλώσσα ΕΛ	Φύλλο 1/1





www.m3.tuc.gr

Σχεδίαση:

Αιμιλία Κανιαδάκη

Τίτλος:

Μηχανολογικό εξάρτημα

Ανοχές:

Γενικές ανοχές f - ISO2768-1

Αριθμός:

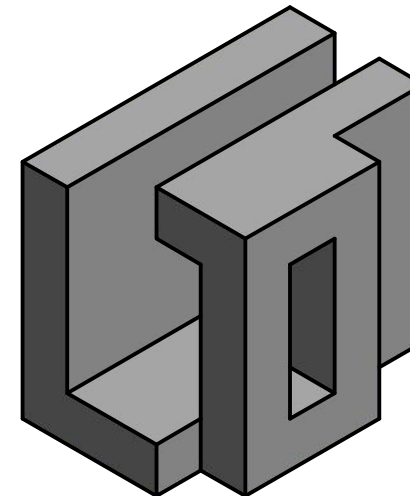
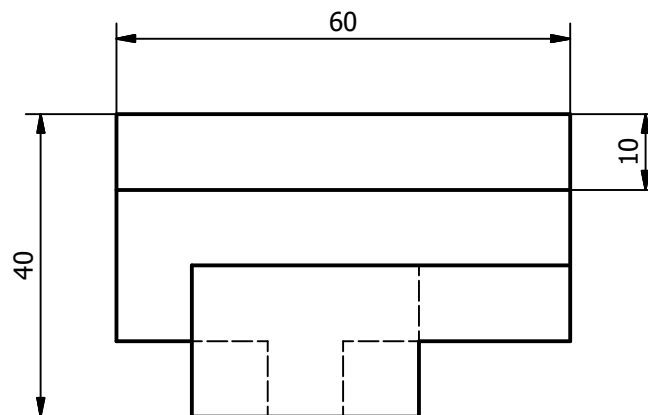
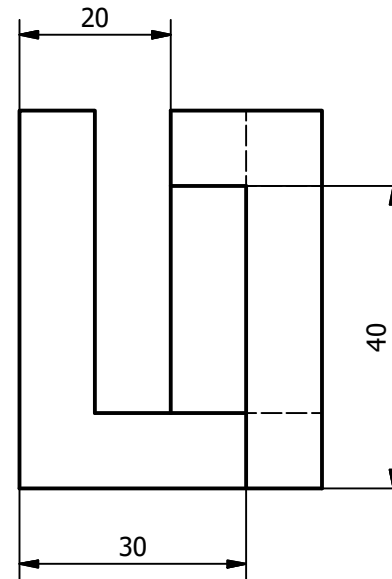
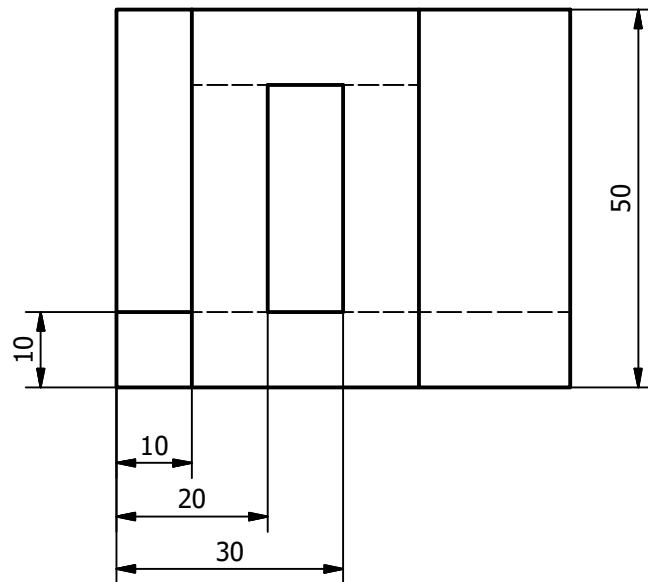
m3 900 1-45

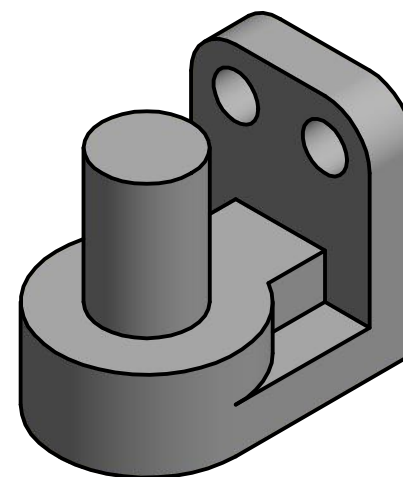
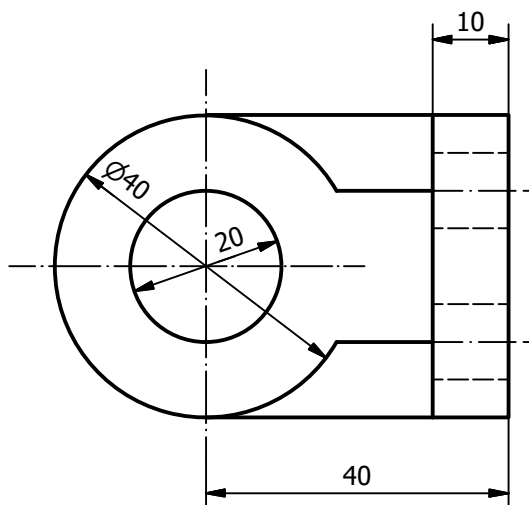
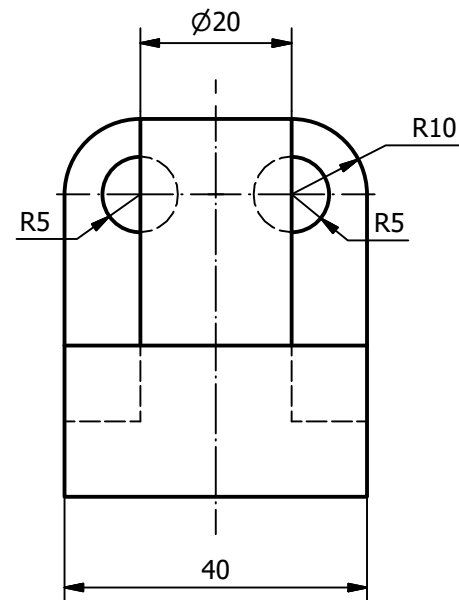
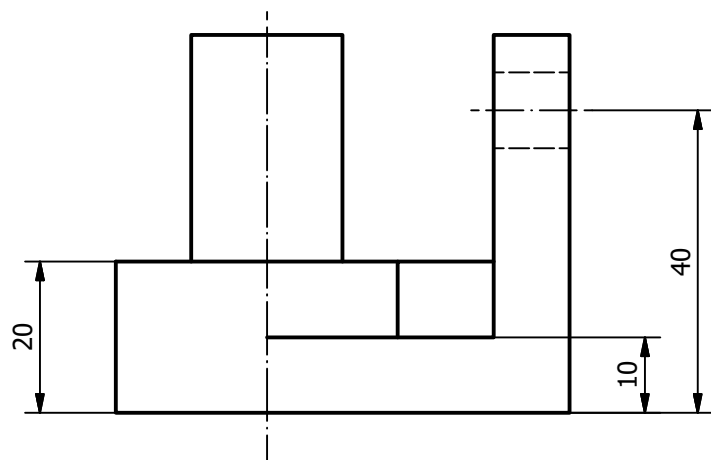
Κλίμ.
1:1

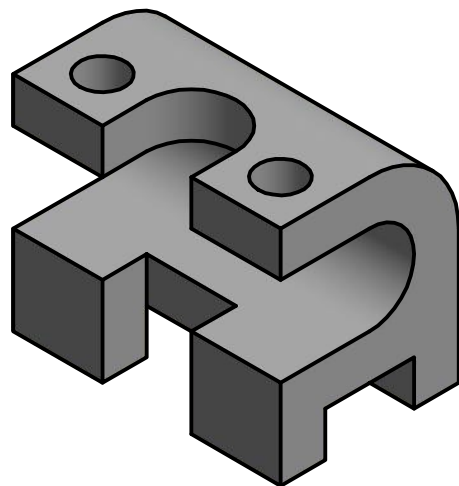
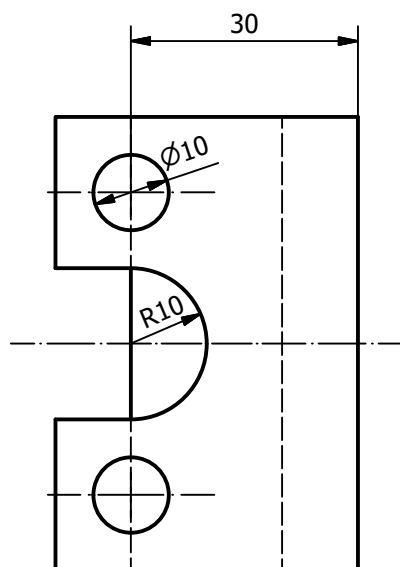
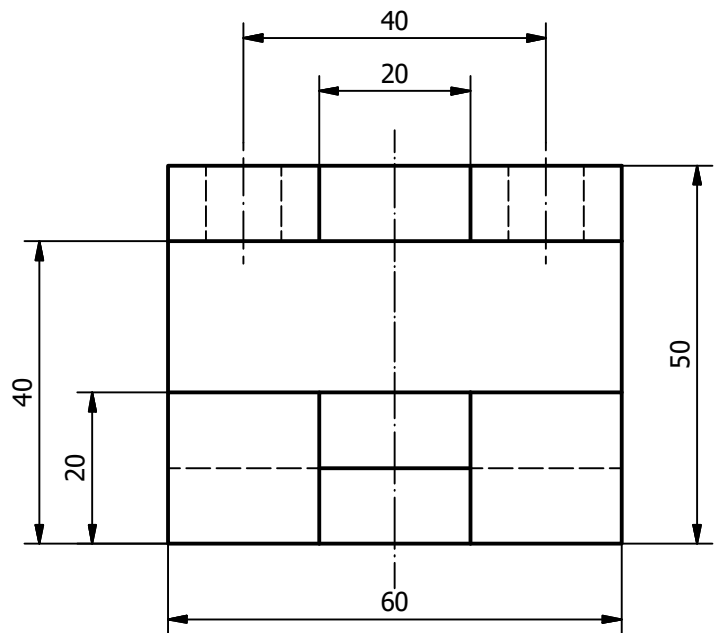
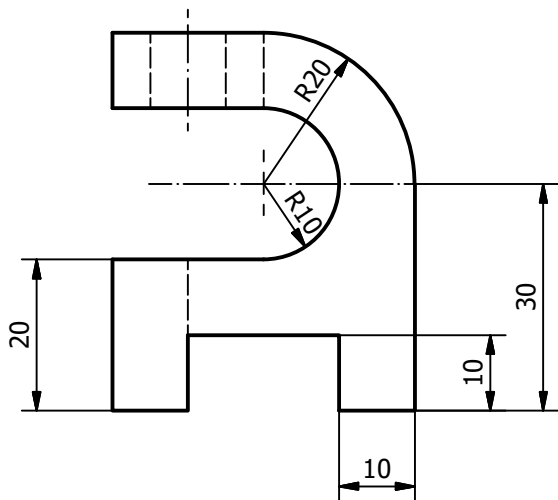
Ημερομηνία
28/7/2018

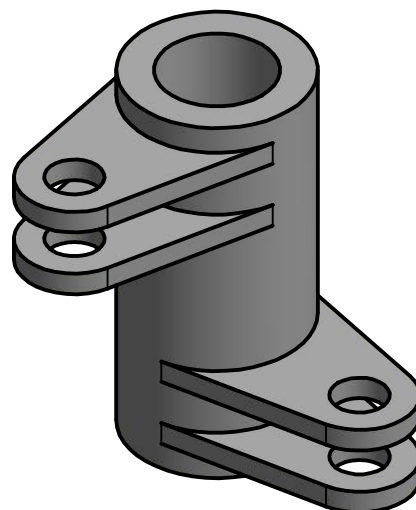
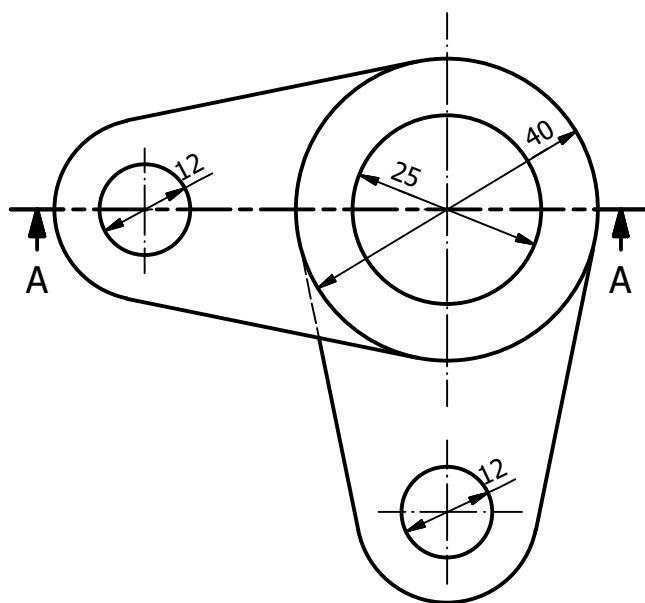
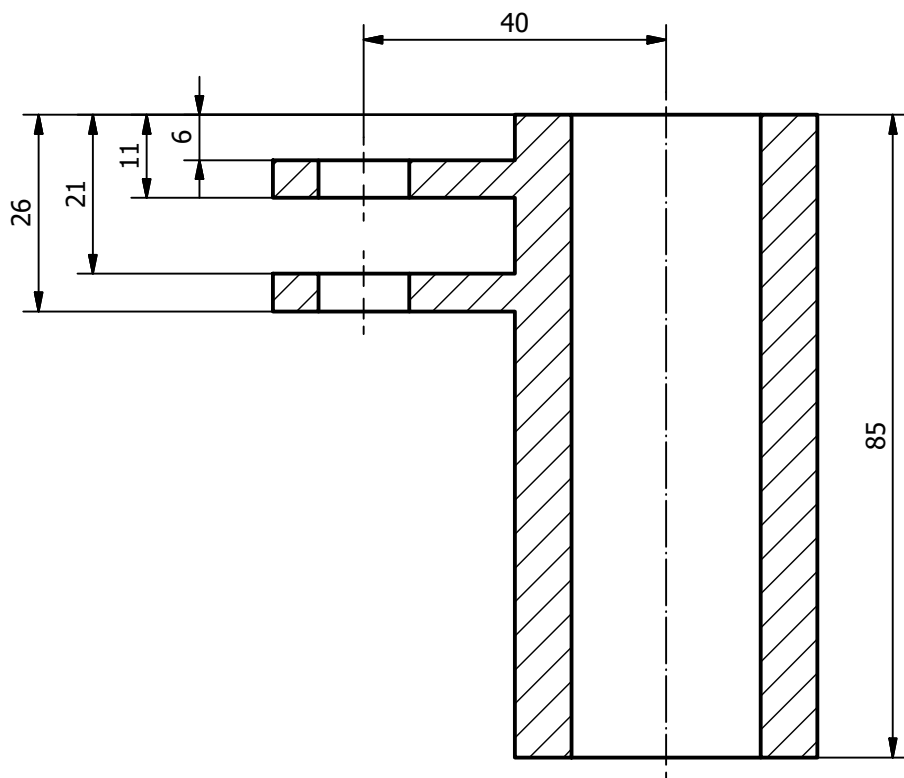
Γλώσσα
ΕΛ

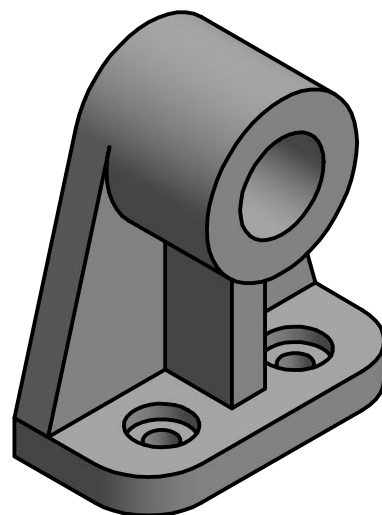
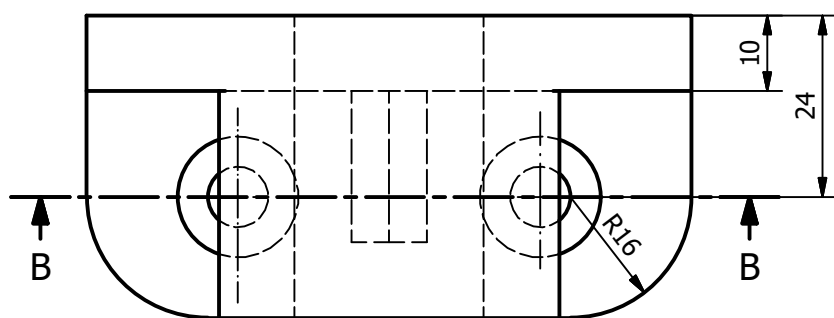
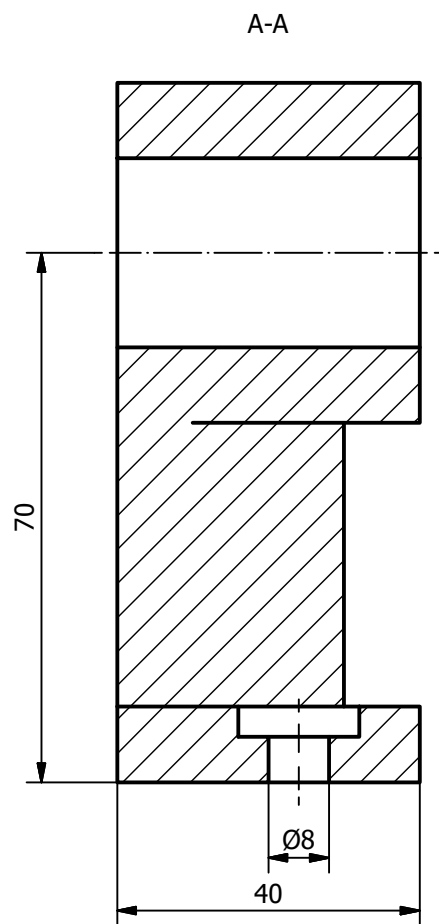
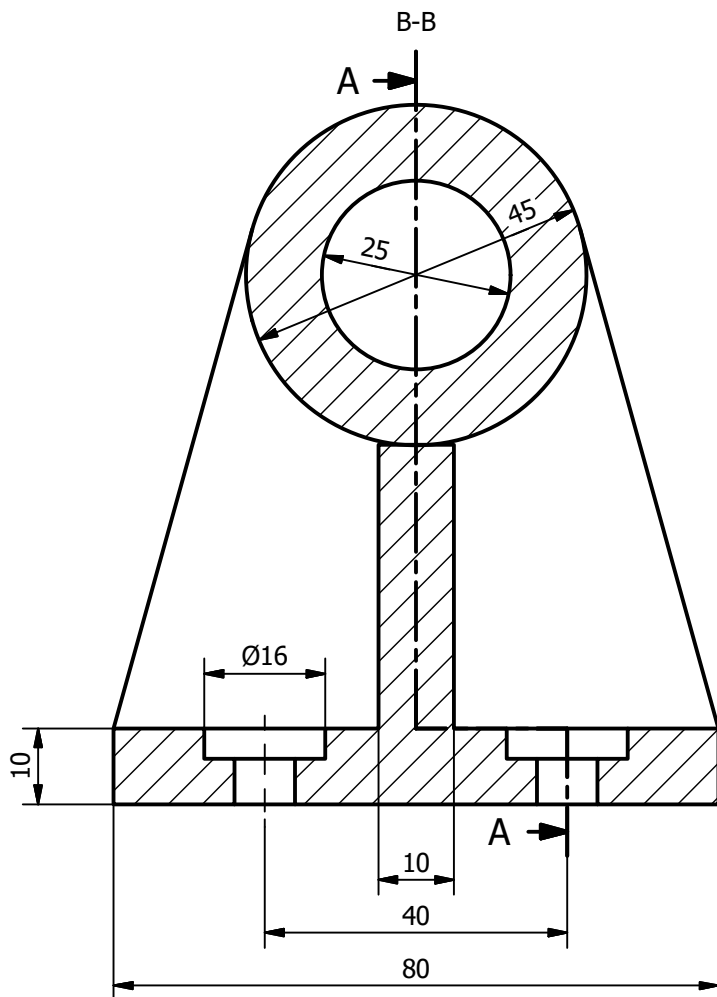
Φύλλο
1/1

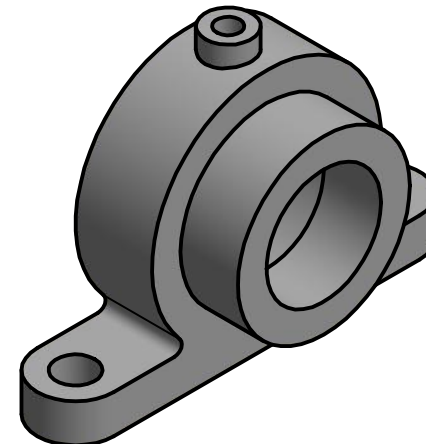
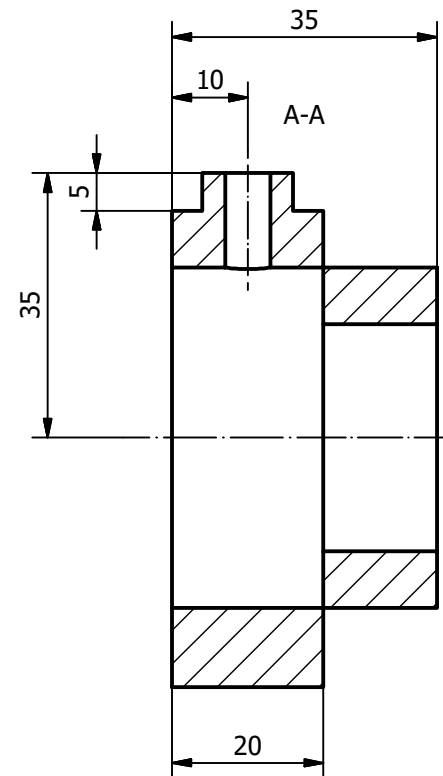
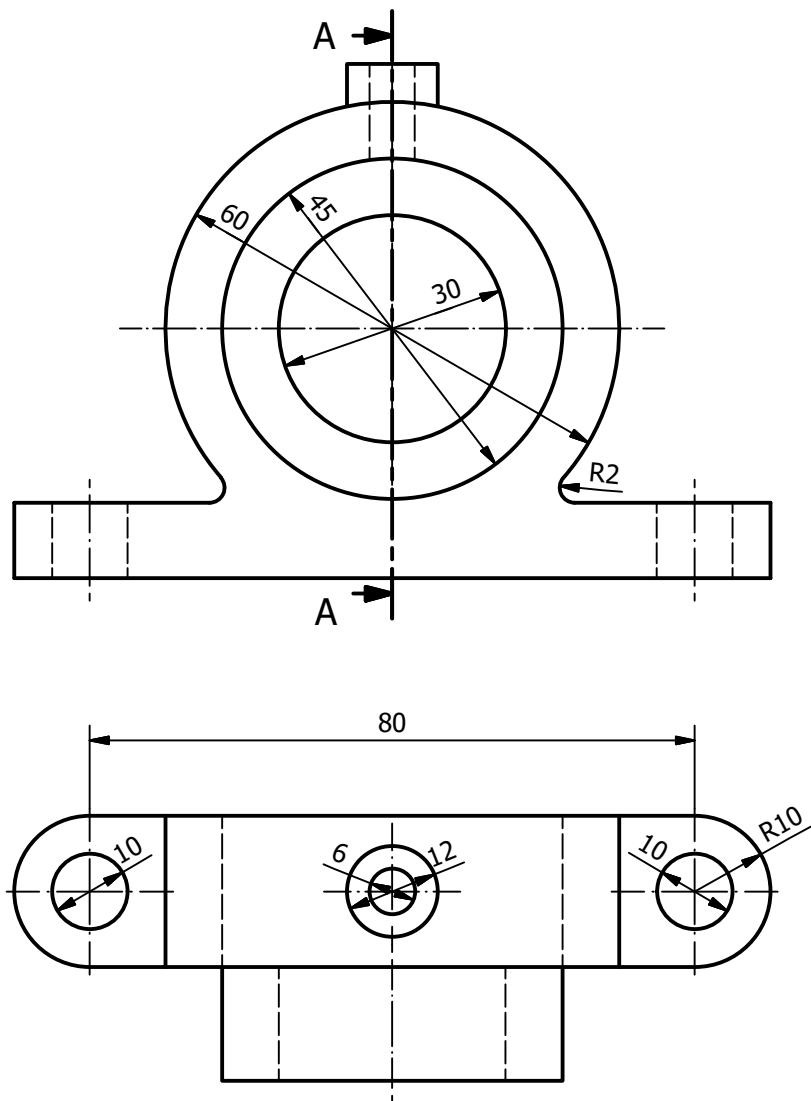












m3 MICRO
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

www.m3.tuc.gr

Σχεδίαση:

Αιμιλία Κανιαδάκη

Τίτλος:

Μηχανολογικό εξάρτημα

Ανοχές:

Γενικές ανοχές f - ISO2768-1

Αριθμός:

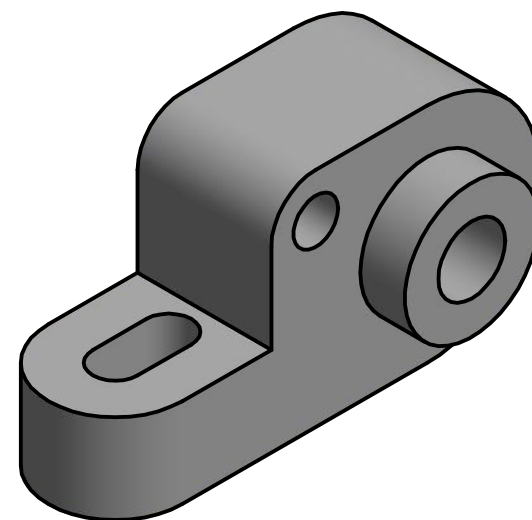
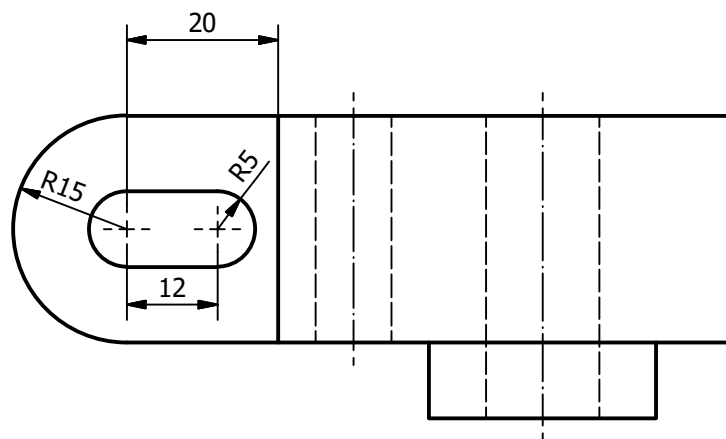
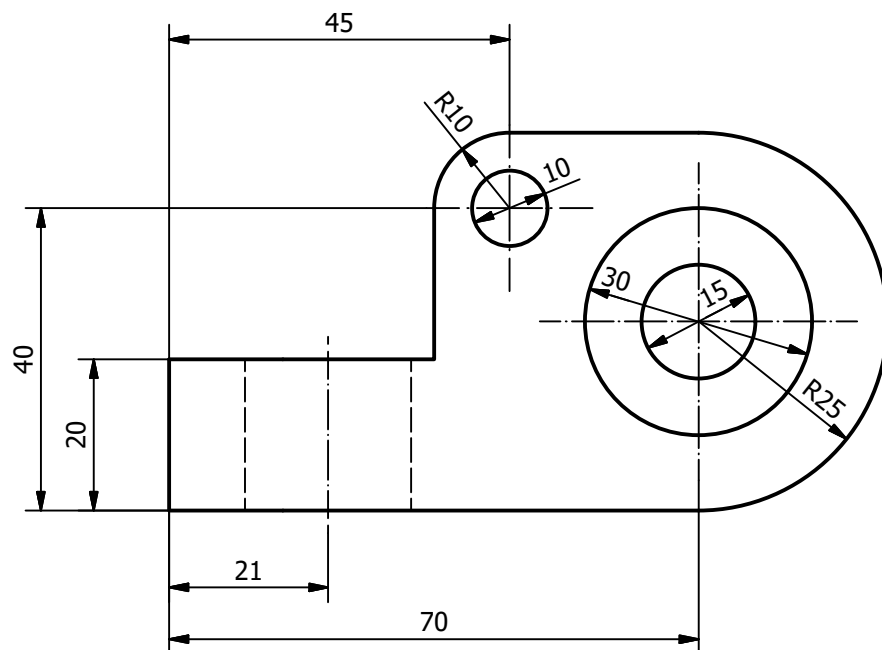
m3 900 1-51

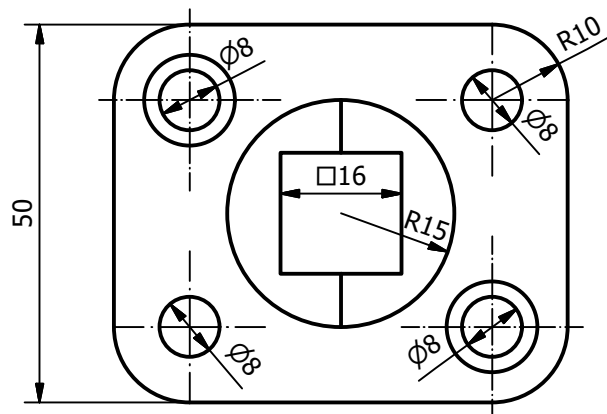
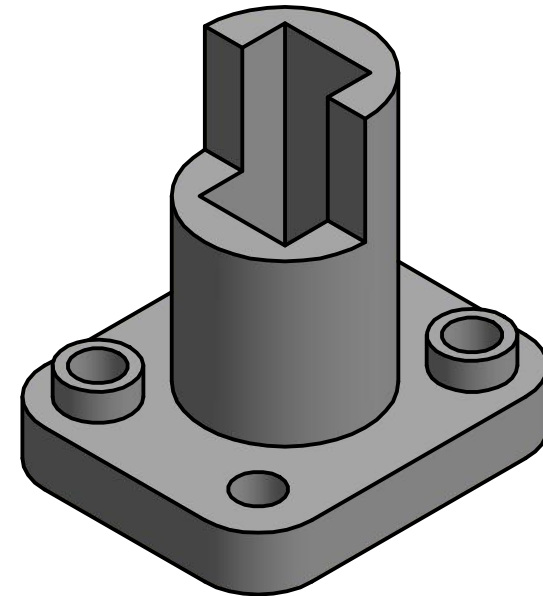
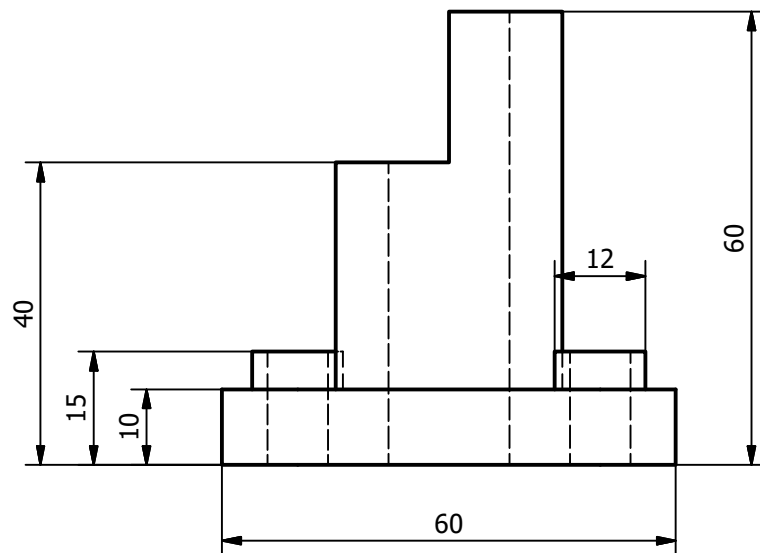
Κλίμ.
1:1

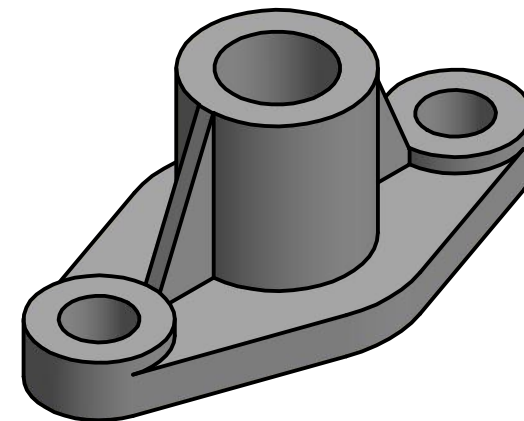
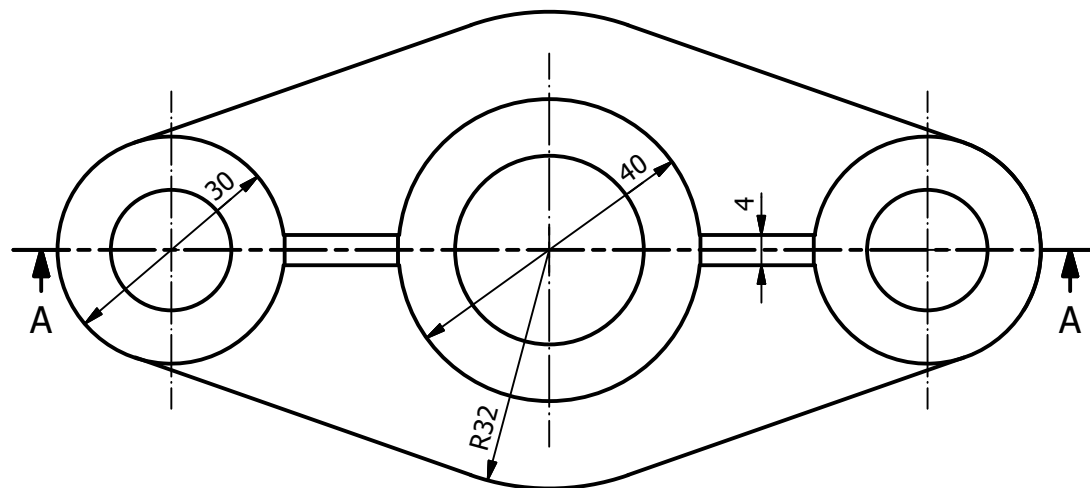
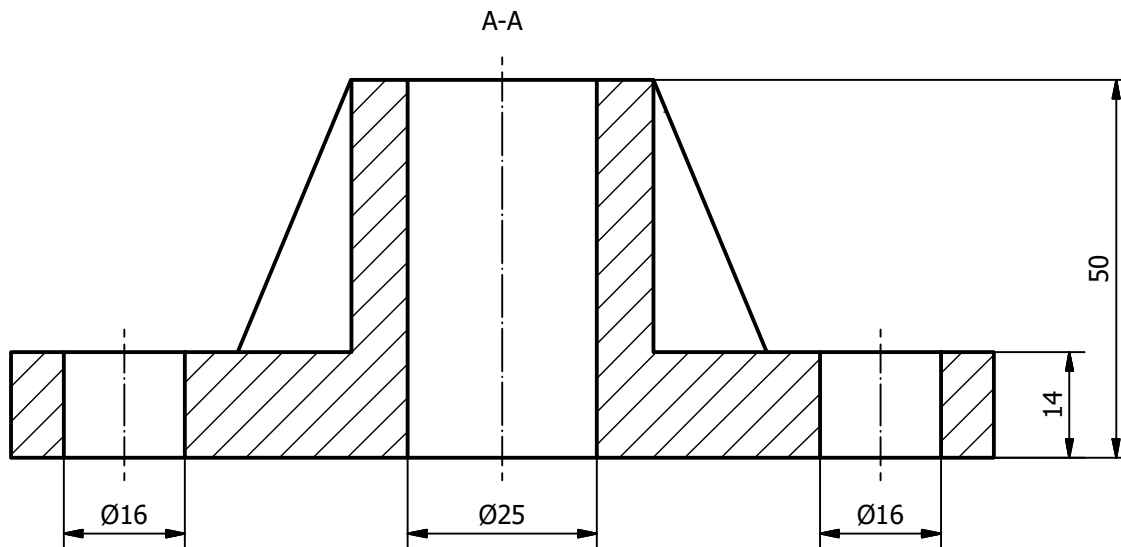
Ημερομηνία
19/8/2018

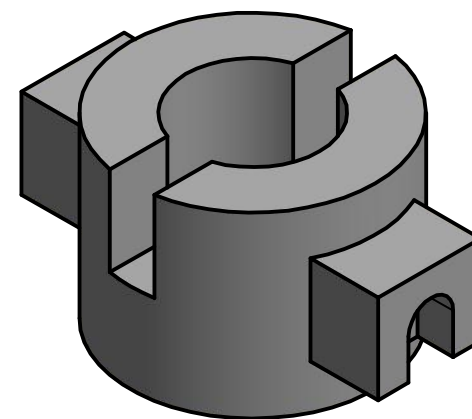
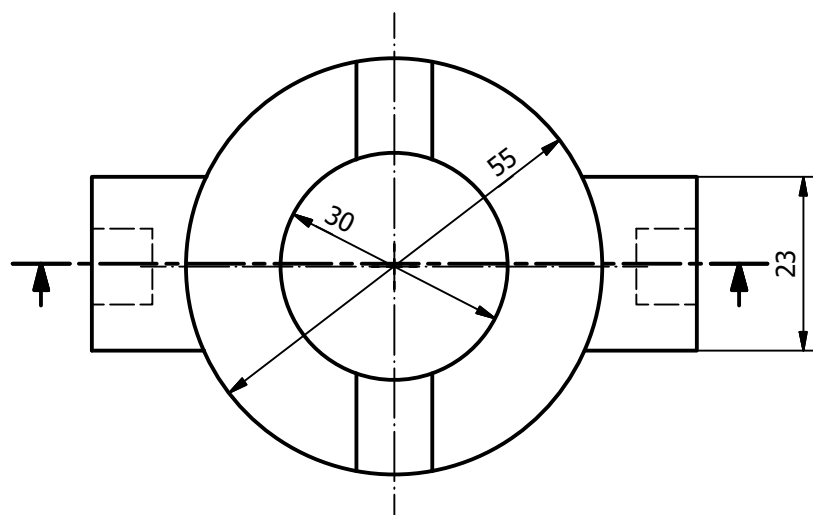
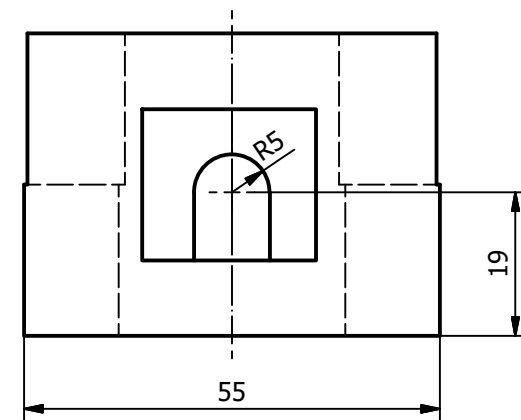
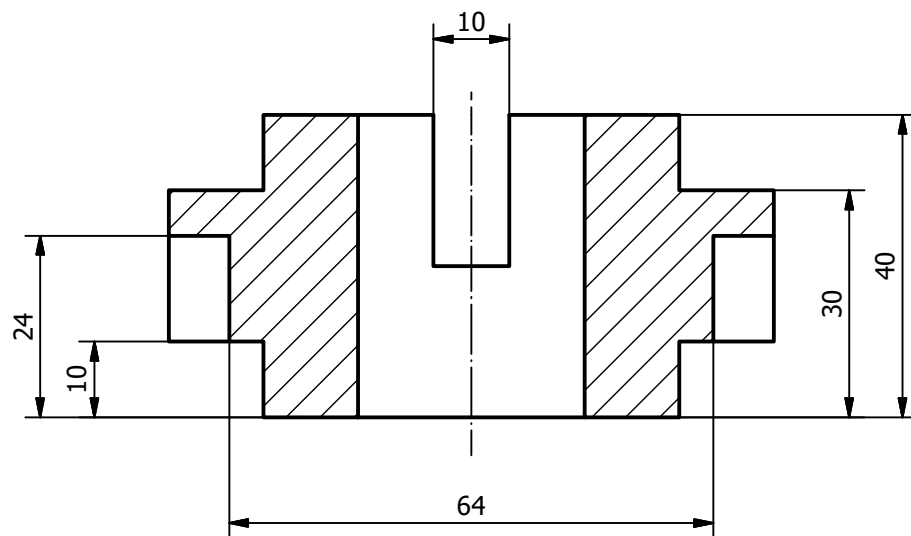
Γλώσσα
ΕΛ

Φύλλο
1/1









m3 MICRO
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

www.m3.tuc.gr

Σχεδίαση:

Αιμιλία Κανιαδάκη

Τίτλος:

Μηχανολογικό εξάρτημα

Ανοχές:

Γενικές ανοχές f - ISO2768-1

Αριθμός:

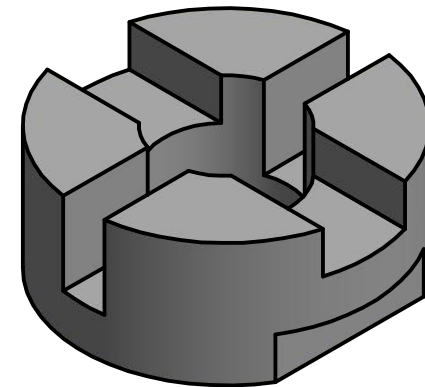
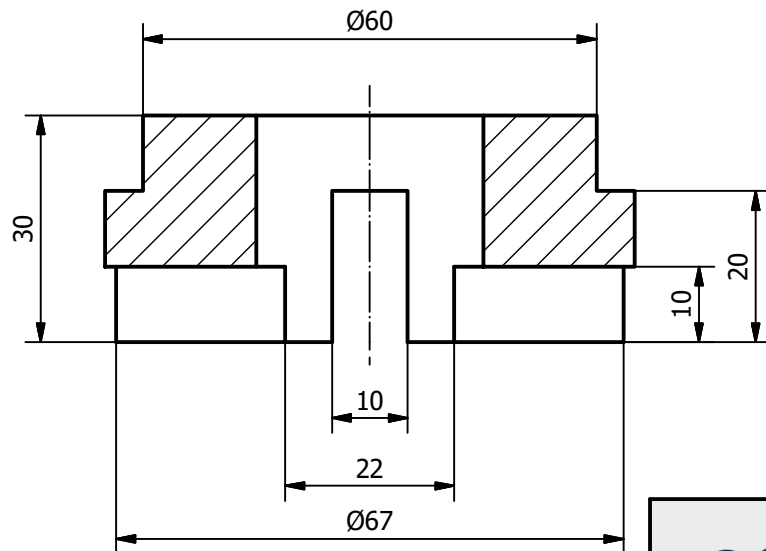
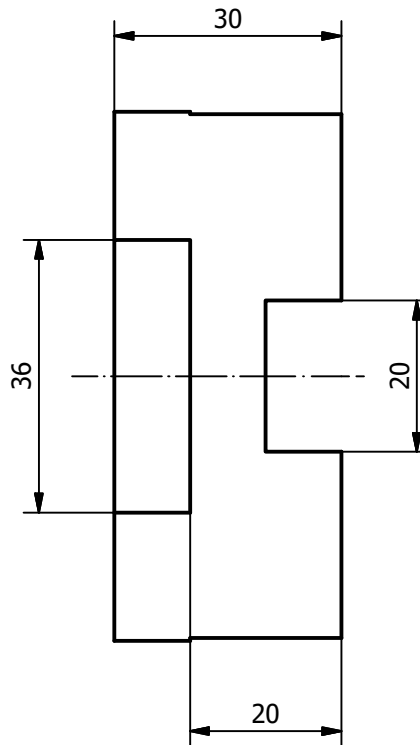
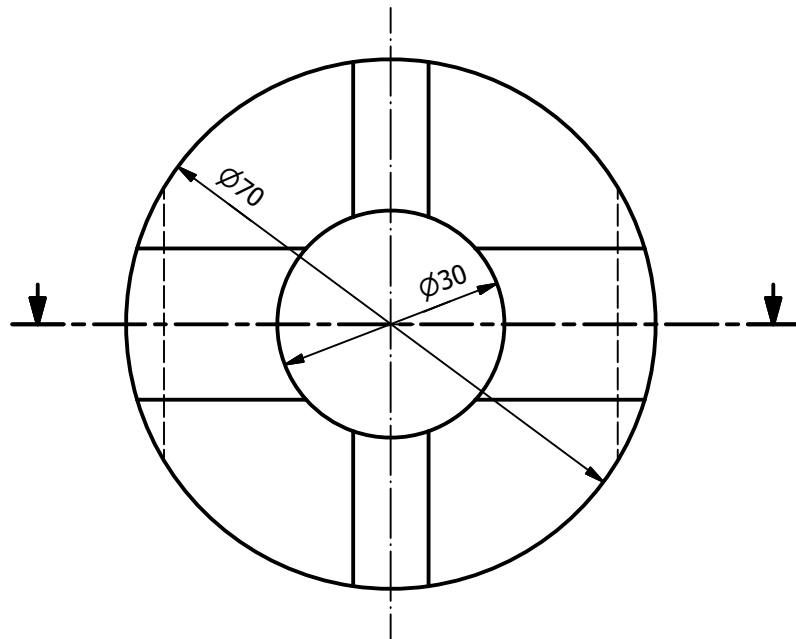
m3 900 1-55

Κλίμ.
1:1

Ημερομηνία
1/9/2018

Γλώσσα
ΕΛ

Φύλλο
1/1



m3 MICRO
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

www.m3.tuc.gr

Σχεδίαση:

Αιμιλία Κανιαδάκη

Τίτλος:

Μηχανολογικό εξάρτημα

Ανοχές:

Γενικές ανοχές f - ISO2768-1

Αριθμός:

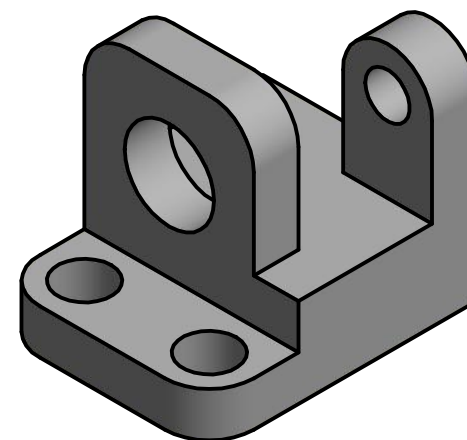
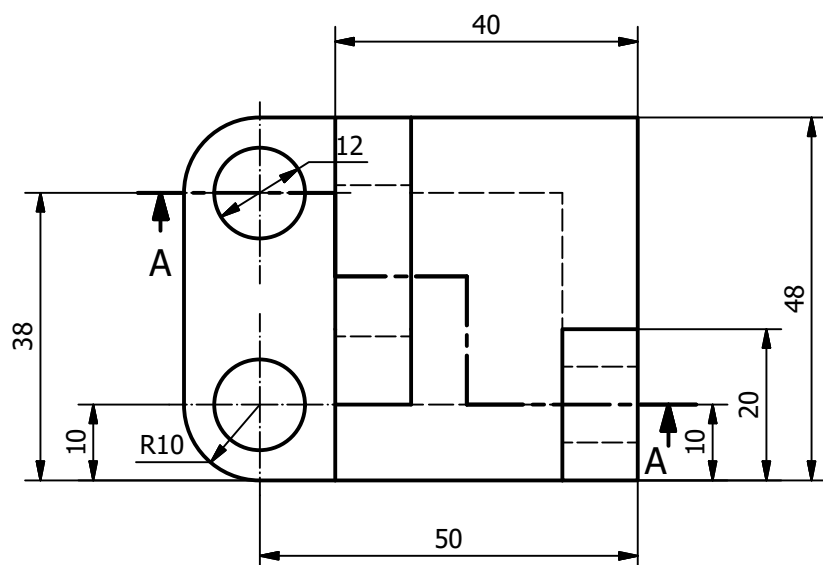
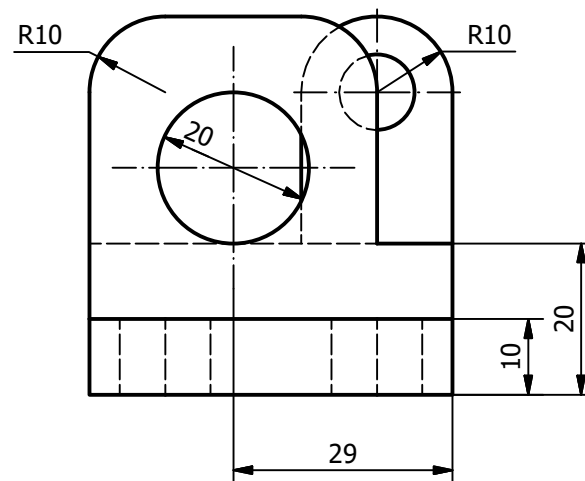
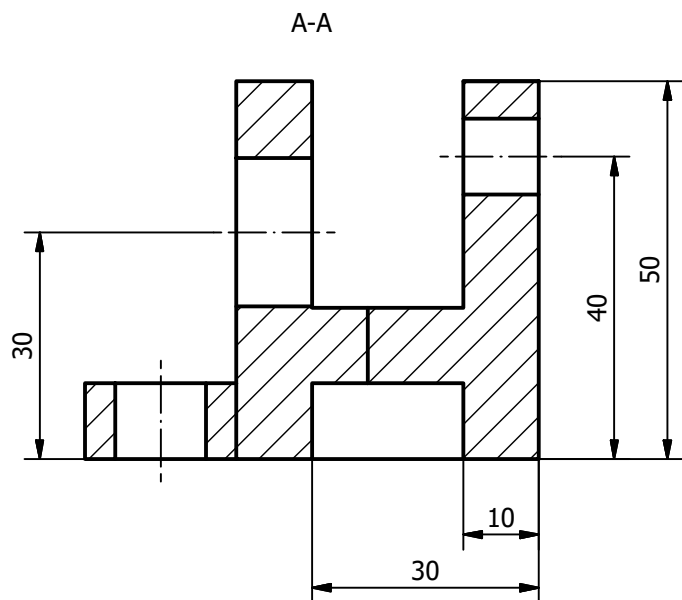
m3 900 1-56

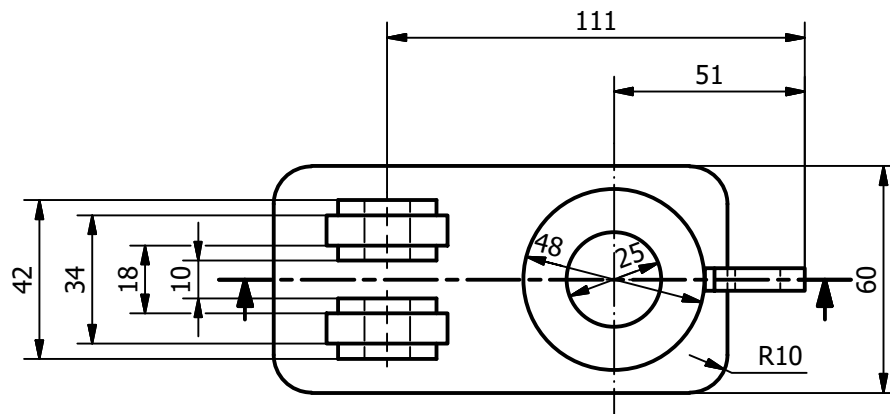
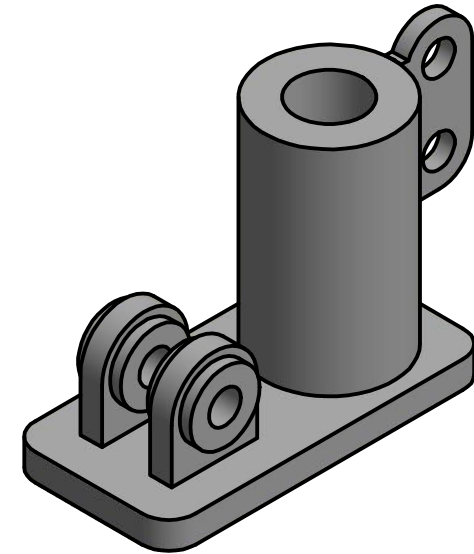
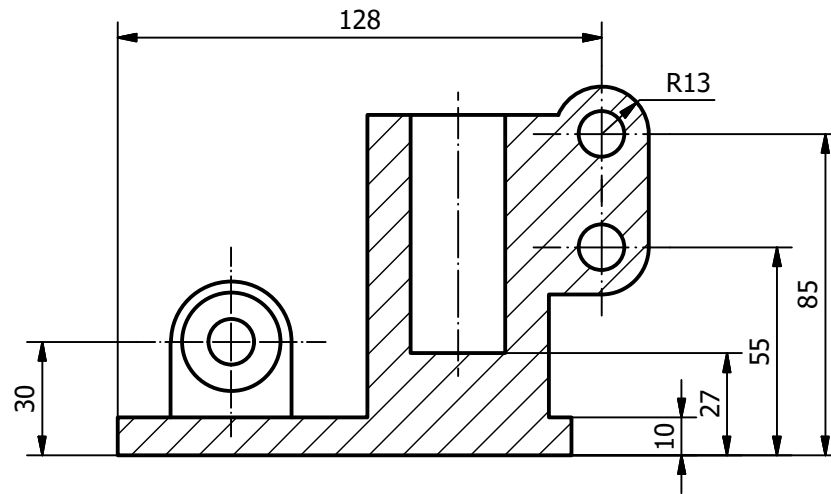
Κλίμ.
1:1

Ημερομηνία
1/9/2018

Γλώσσα
ΕΛ

Φύλλο
1/1





5. ΣΥΝΟΨΗ

Συνοψίζοντας, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια ραγδαία αύξηση της χρήσης των συστημάτων CAD, και καθώς οι τεχνολογικές εξελίξεις θα προχωρούν, τόσο μεγαλύτερη θα γίνεται η ζήτηση καταρτισμένων ατόμων στην σχεδιομελέτη με χρήση Η/Υ. Για αυτόν τον λόγο, η ανάγκη ένταξης των συστημάτων CAD στην εκπαιδευτική διαδικασία, γίνεται ολοένα και μεγαλύτερη. Πέρα από την τριτοβάθμια εκπαίδευση, όπου το CAD σε σχολές που σχετίζονται με την τρισδιάστατη σχεδίαση κρίνεται αναγκαίο, μπορεί να εισαχθεί τόσο στην πρωτοβάθμια όσο και στη δευτεροβάθμια. Έτσι οι μαθητές θα έρθουν σε επαφή από πολύ νωρίς με τεχνολογίες CAD και θα μπορέσουν να αντιληφθούν καλύτερα έννοιες όπως η γεωμετρία και οι ιδιότητες ενός στερεού. Ωστόσο χρειάζεται προσοχή στον τρόπο διδασκαλίας και την διδακτέα ύλη των μαθημάτων αυτών. Όσο πιο διαδραστικό είναι το μάθημα και προσαρμοσμένο στις ανάγκες του κάθε σπουδαστή, τόσο πιο αποτελεσματικός θα είναι αυτός και τόσα περισσότερα εφόδια θα λάβει.

Στην παρούσα διπλωματική κατασκευάστηκε πλήθος τρισδιάστατων εξαρτημάτων και μηχανολογικών σχεδίων, προκειμένου να χρησιμοποιηθούν για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Τα εξαρτήματα αυτά αντλήθηκαν τόσο από επιστημονικά βιβλία όσο και από μετρήσεις πραγματικών τεμαχίων και δημιουργήθηκαν στο λογισμικό Inventor της Autodesk. Πολλά από τα κατασκευαστικά σχέδια και τεμάχια θα αποτελέσουν βάση δεδομένων για μια εκπαιδευτική εφαρμογή CAD, η οποία θα βοηθά τον χρήστη στην εκμάθηση Μηχανολογικού σχεδίου. Επομένως, το περιεχόμενο της εργασίας αυτής αποτελεί μια συμβολή στην βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Polly Brown, "CAD: Do Computers Aid the Design Process After All?", Intersect, Volume 2, Number 1 (2009), Stanford University
- [2] Andreas Asperl, "How to teach CAD", Computer-Aided Design and Applications, p. 459-468, 2005
- [3] XiuziYe, Wei Peng, Zhiyang Chen, Yi-Yu Cai, "Today's students, tomorrow's engineers: an industrial perspective on CAD education", Volume 36, Issue 14, December 2004, Pages 1451-1460
- [4] Charles Xie, Corey Schimpf, Jie Chao, Saeid Nourian, Joyce Massicotte, "Learning and teaching engineering design through modeling and simulation on a CAD platform"
- [5] Ertu Unver, "Strategies for the Transition to CAD Based 3D Design Education", Computer-Aided Design and Applications, p. 323-330, 2006
- [6] Νικόλαος Μπιλάλης, Εμμανουήλ Μαραβελάκης, "ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ CAD/CAM ΚΑΙ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ", 2^η έκδοση, εκδόσεις Κριτική
- [7] Ullman, D.G., Wood, S., and Craig, D. (1990). "The Importance of Drawing in the Mechanical Design Process." Computers & Graphics 14, 263-7
- [8] Αριστομένης Θ. Αντωνιάδης, "Μηχανολογικό Σχέδιο", 2^η έκδοση, εκδόσεις Τζιόλα
- [9] Σπυρίδων Φλώρος, Φλώρα Σπυροπούλου, "Παραμετρική 3D σχεδίαση και μοντελοποίηση με Autodesk Inventor", Πτυχιακή Εργασία, τμήμα Μηχανικών ηλεκτρονικών Υπολογιστικών Συστημάτων, ΑΕΙ Πειραιά, 2017
- [10] Γρηγοριάδου Ξανθίππη, "Μοντελοποίηση ιατρικού ορθοστάτη με χρήση συστημάτων CAD", Διπλωματική Εργασία, 2009
- [11] Σηφαντωνάκης Δημήτρης, "Παραμετρική σχεδίαση σε περιβάλλον CAD", Διπλωματική Εργασία, 2016
- [12] Ζαγόρα Βασιλική, "Τρισδιάστατη μοντελοποίηση μειωτήρα ατέρμονα κοχλία- κορώνας", Διπλωματική Εργασία, 2009