

Μηχανολογικό σχέδιο: *Μια διεθνής τεχνική γλώσσα η οποία επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ των ανθρώπων για την κατασκευή, τον ποιοτικό έλεγχο και τη συναρμολόγηση προϊόντων.*

Στην καθημερινή του ζωή ο άνθρωπος, χρησιμοποιεί τον προφορικό και τον γραπτό λόγο σαν μέσο επικοινωνίας με τους ανθρώπους. Οι τεχνικοί έχουν τον δικό τους τρόπο επικοινωνίας μεταξύ τους, το σχέδιο. Από τους τεχνικούς άλλοι μελετούν τα τεχνικά έργα και άλλοι τα κατασκευάζουν. Για να μπορέσουν λοιπόν να συνεννοηθούν ο μελετητής ενός έργου με τον κατασκευαστή χρησιμοποιούν το σχέδιο.

Σχέδιο είναι η παρουσίαση των ιδεών του μελετητή με την βοήθεια γραφικής παράστασης, που μας δίνει με σαφήνεια και με κάθε λεπτομέρεια κατά τρόπο παραστατικό την μορφή ενός αντικειμένου, χωρίς να χρειάζεται οποιαδήποτε άλλη πρόσθετη τεχνική περιγραφή.

Το τεχνικό σχέδιο έχει διάφορους κανόνες. Εκτός ορισμένων εξαιρέσεων οι κανόνες αυτοί είναι ίδιοι σε όλα τα κράτη και έτσι μπορεί να χαρακτηριστεί το σχέδιο σαν διεθνής τεχνική γλώσσα.

Το μηχανολογικό σχέδιο είναι κατηγορία Τεχνικού Σχεδίου, όπως και το

- Αρχιτεκτονικό σχέδιο
- Ηλεκτρολογικό σχέδιο (πολυγραμμικό ή μονογραμμικό)
- Τοπογραφικό σχέδιο

Είδη Μηχανολογικού Σχεδίου

Σκαρίφημα: Γίνεται με ελεύθερο χέρι, με μολύβι και απεικονίζει σε πρόχειρη παράσταση το αντικείμενο που σχεδιάζεται. Αναλογίες και διαστάσεις κατά προσέγγιση

Κανονικό Σχέδιο: Λεπτομερής σχεδίαση αντικειμένων με όργανα σχεδίασης ή με Η/Υ σύμφωνα με τους κανονισμούς και με ακριβείς πραγματικές διαστάσεις.

Τρισδιάστατο Σχέδιο Είναι αξονομετρικό σχέδιο και δίνει την εικόνα ενός στερεού αντικειμένου στο χώρο. Η τρισδιάστατη σχεδίαση χρησιμοποιείται σε σχέδια συναρμολογήσεων, καταλόγους εξαρτημάτων κλπ

Κανονικό Σχέδιο

Α. Κατασκευαστικό σχέδιο: Σχεδίαση μεμονωμένου τεμαχίου (π.χ. έμβολο – πιστόνι), ή ζεύγους εξαρτημάτων (π.χ. έμβολο-διωστήρας – πιστόνι μπιέλα), πλήρες με διαστάσεις, τομές, λεπτομέρειες κλπ.

Β. Συνοπτικό σχέδιο: Σχεδίαση συνόλου εξαρτημάτων (π.χ. κινητήρας ή και συνολικό αυτοκίνητο), με ενδεικτική θέση εξαρτημάτων και λεπτομέρειες συναρμολογής

Οι διαδικασίες καθώς και τα μέσα σχεδίασης στο μηχανολογικό σχέδιο είναι τυποποιημένα. Σπουδαιότεροι οργανισμοί τυποποίησης:

- ISO (International Organisation for Standardisation) – **Διεθνής οργανισμός τυποποίησης**
- DIN (Deutsches Institut für Normung) – **Γερμανικό Ινστιτούτο για τυποποίηση**
- ANSI (American National Standards Institute) – **Αμερικανικό εθνικό Ινστιτούτο τυποποίησης**
- ΕΛΟΤ (Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης)

Χαρτί σχεδίασης

Το αδιαφανές λευκό χαρτί είναι το πιο συνηθισμένο χαρτί σχεδίασης. Δέχεται εύκολα γραμμές από μολύβι και επιτρέπει συχνό σβήσιμο με γομολάστιχα χωρίς να αφήνει ίχνη.

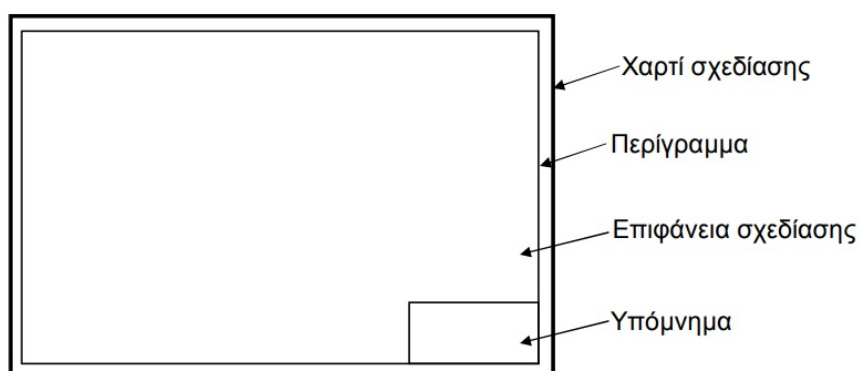
Το μέγεθος του χαρτιού σχεδίασης είναι τυποποιημένο σύμφωνα με τον Γερμανικό Οργανισμό τυποποίησης (DIN 476) και Διεθνή Οργανισμό τυποποίησης (ISO).

Αφετηρία για τον σχηματισμό των διαφόρων μεγεθών του χαρτιού σχεδίασης, είναι ένα ορθογώνιο που έχει εμβαδόν 1 m^2 και ο λόγος των πλευρών του είναι $1: \sqrt{2}$ (Χαρτί A0).

Τυποποιημένα μεγέθη χαρτιού (DIN476)		
A0	841	1189
A1	594	841
A2	594	420
A3	420	297
A4	297	210
A5	210	148
A6	148	105

Αν προσέξουμε θα δούμε ότι διπλώνοντας ένα τυποποιημένο χαρτί σχεδίασης στα δύο, προκύπτει το αμέσως μικρότερο μέγεθος και μάλιστα με την ίδια αναλογία πλευρών $1: 2$. Αυτό έχει μεγάλη πρακτική σημασία κυρίως γιατί διευκολύνει την σμίκρυνση και την μεγέθυνση με φωτοτυπικές μεθόδους.

Η επιφάνεια σχεδίασης ορίζεται από το περίγραμμα και είναι μικρότερη από τη διάσταση του χαρτιού. Το υπόμνημα τοποθετείται πάντα κάτω δεξιά.



Οι φωτοτυπίες τυποποιημένων μεγεθών χαρτιών διπλώνονται έτσι ώστε να προκύπτει πάντα διάσταση διπλωμένου χαρτιού A4. Η δίπλωση γίνεται πρώτα με κάθετες τσακίσεις σε διάσταση 190mm ενώ η τελευταία διάσταση είναι 210mm ώστε να παραμείνουν 20mm για διάτρηση και ένταξη σε ντοσιέ. Στο τελικό στάδιο δίπλωσης, το σχέδιο διπλώνεται με οριζόντια τσακίση στα 297mm.

Υπόμνημα: Περιέχει πληροφορίες για το σχέδιο, τη σχεδίαση και το σχεδιαστή (διάφορες τεχνικές πληροφορίες που δεν μπορούν να αποδοθούν σχεδιαστικά). Βρίσκεται πάντα στη κάτω δεξιά πλευρά του φύλλου σχεδίασης.

Ο **κατάλογος τεμαχίων** περιγράφει όλα τα τεμάχια από τα οποία αποτελείται ένα συνοπτικό σχέδιο περιλαμβάνοντας πληροφορίες σχετικά με τα τεμάχια αυτά, όπως το χαρακτηριστικό αριθμό του καθενός, την ποσότητα, την τυποποιημένη ή μη ονομασία, διάφορες διευκρινιστικές παρατηρήσεις κ.λπ.

Είδη γραμμών

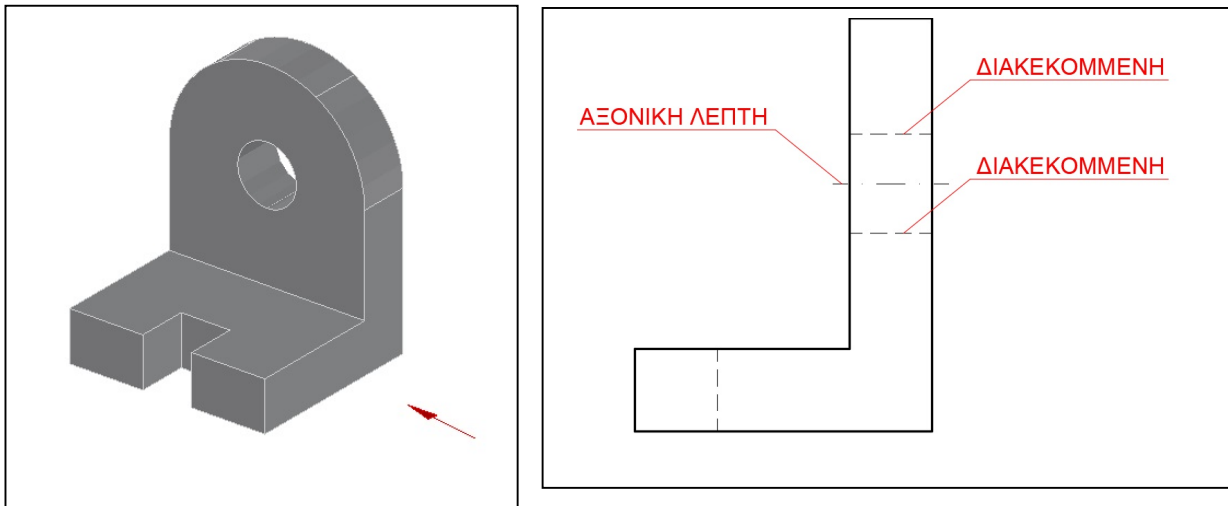
Είδος γραμμής	Βασική χρήση
Συνεχής γραμμή (Παχιά)	Ορατές ακμές τεμαχίων
Διακεκομμένη γραμμή	Μη ορατά περιγράμματα
Αξονική γραμμή (Λεπτή)	Άξονες συμμετρίας – γεωμετρικών σχημάτων
Συνεχής γραμμή (Λεπτή)	Διαγραμμίσεις – διαστάσεις
Αξονική γραμμή (Παχιά)	Ένδειξη πορείας τομής
Γραμμή με ελεύθερο χέρι	Τομές θραύσης – μερικές τομές

Ανάλογα με το μέγεθος του χαρτιού, χρησιμοποιούνται διαφορετικά πάχη γραμμών. Παρακάτω δίνονται τα τρία πάχη γραμμών, που χρησιμοποιούνται για κάθε μέγεθος χαρτιού

Κωδ. Χρώμα Πάχη γραμμών	Λευκό 2,0	Πράσινο 1,4	Πορτοκαλί 1,0	Μπλέ 0,7	Καφέ 0,5	Κίτρινο 0,35	Λευκό 0,25	Κόκκινο 0,18	Μοβ 0,13
Μέγεθος χαρτιού									
A0		☒	☒	☒					
A1			☒	☒	☒				
A2				☒	☒	☒			
A3					☒	☒	☒		
A4						☒	☒	☒	
A5							☒	☒	☒

Διακεκομμένες γραμμές σχεδιάζονται ώστε να συγκλίνουν πλήρεις στις γωνίες. Αρχίζουν και τελειώνουν από άλλες γραμμές με το πλήρες τμήμα τους. Παράλληλες κοντά διακεκομμένες γραμμές σχεδιάζονται με τα κενά τμήματα σε διαφορετική θέση.

Αξονικές γραμμές με διασταύρωση στο κέντρο των κύκλων, ισομήκεις ώστε να περισσεύουν συμμετρικά από τα σχήματα και να τέμνονται με άλλες γραμμές στην περιοχή της συνεχούς περιοχής τους.



Κλίμακες σχεδίασης

Οι κλίμακες σχεδίασης χρησιμοποιούνται ώστε, σχέδια οποιουδήποτε μεγέθους να προσαρμόζονται μέσα σε τυποποιημένα χαρτιά σχεδίασης.

Ο λόγος της κλίμακας σχεδίασης καθορίζει την αντιστοιχία ανάμεσα στη σχεδιασμένη διάσταση και την πραγματική.

Δυνατότητες σχεδίασης:

Πραγματικό μέγεθος: Λόγος σχεδίασης 1:1 και το αντικείμενο σχεδιάζεται στις πραγματικές του διαστάσεις.

Μεγέθυνση: Λόγος σχεδίασης $X:1$, όπου $X > 1$ και το αντικείμενο σχεδιάζεται μεγαλύτερο από τις πραγματικές του διαστάσεις.

Σμίκρυνση: Λόγος σχεδίασης $1:X$, όπου $X > 1$ και το αντικείμενο σχεδιάζεται μικρότερο από τις πραγματικές του διαστάσεις.

Η χρησιμοποιούμενη κλίμακα αναγράφεται με έντονη γραφή σε ειδική θέση στο υπόμνημα του σχεδίου.

Όταν χρησιμοποιούνται στο σχέδιο περισσότερες από μία κλίμακες, μόνο η βασική κλίμακα τοποθετείται στο υπόμνημα του σχεδίου. Οι υπόλοιπες κλίμακες αναγράφονται με μικρότερο μέγεθος αριθμών και τοποθετούνται κοντά στο χαρακτηριστικό αριθμό του αντικειμένου που αφορούν ή το χαρακτηριστικό γράμμα της μερικής όψης ή τομής στην οποία αναφέρεται.

Τυποποιημένες κλίμακες:

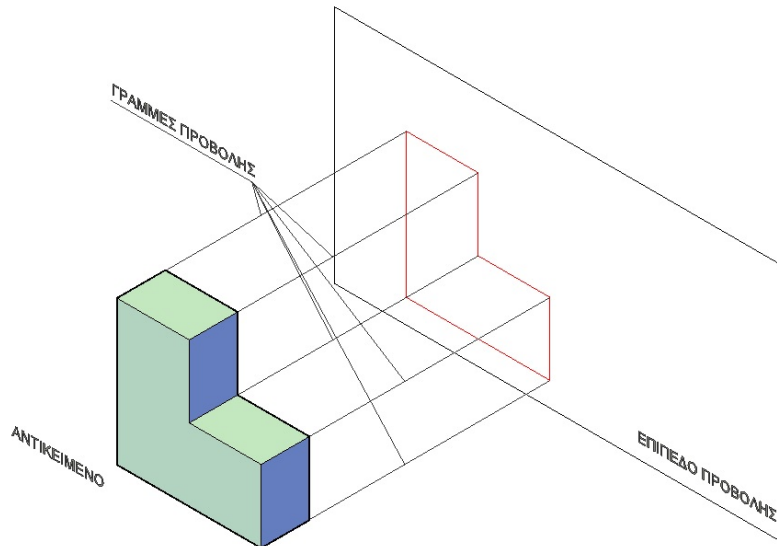
Μεγέθυνση: 50:1, 20:1, 10:1, 5:1, 2:1.

Πραγματικό μέγεθος: 1:1.

Σμίκρυνση: 1:2, 1:5, 1:10, 1:20, 1:50, 1:100, 1:200, 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10000.

Ορθογώνια παράλληλη προβολή

Στο μηχανολογικό σχέδιο χρησιμοποιούμε για την κατασκευή των όψεων την ορθογώνια παράλληλη προβολή, όπου το αντικείμενο τοποθετείται ανάμεσα από τον παρατηρητή και το επίπεδο σχεδίασης. Ο παρατηρητής θεωρητικά τοποθετείται στο άπειρο και κάθετα προς το επίπεδο προβολής, έτσι ώστε οι γραμμές προβολής να είναι όλες παράλληλες μεταξύ τους και κάθετες στο επίπεδο προβολής, όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα:



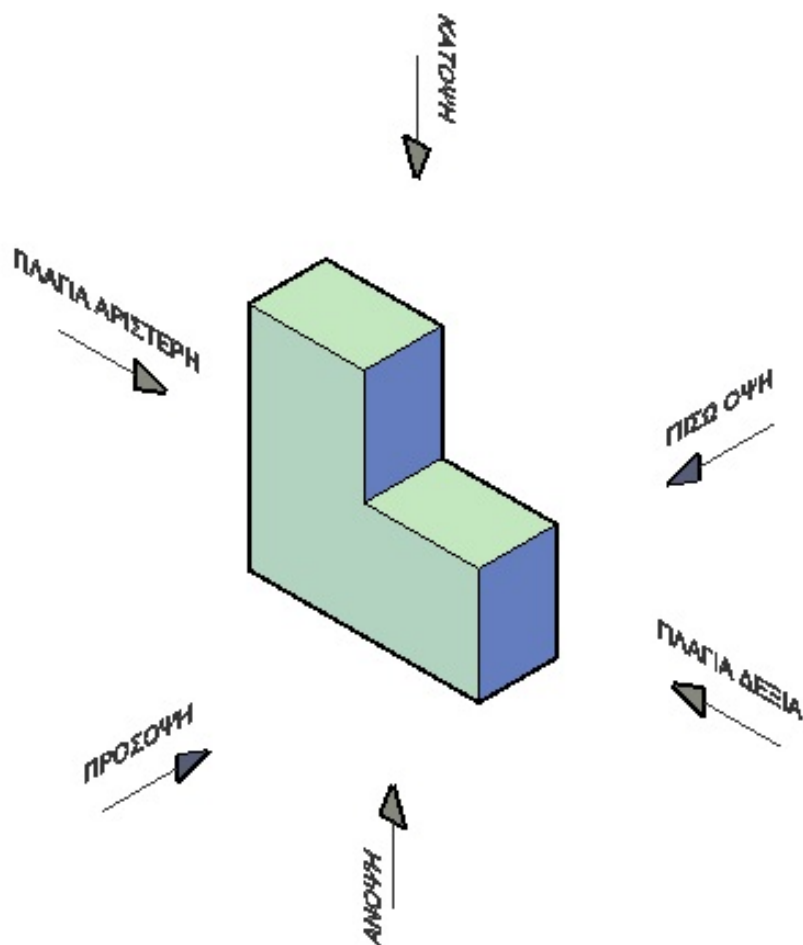
Εικόνα 1: ορθογώνια παράλληλη προβολή

Όψεις Μηχανολογικού Σχεδίου

Για να σχεδιάσουμε ένα μηχανολογικό αντικείμενο σε χαρτί σχεδίασης χρησιμοποιούμε τις 6 βασικές ορθογώνιες προβολές του αντικειμένου. Αρχικά τοποθετούμε το αντικείμενο μας στην “τελική” του θέση ορίζοντας ποια θα είναι η μπροστά όψη του, η οποία ονομάζεται πρόοψη. Ως πρόοψη συνηθίζεται να επιλέγουμε την όψη εκείνη που δείχνει καλύτερα το βασικό σχήμα του αντικειμένου. Οι υπόλοιπες πέντε βασικές όψεις του αντικειμένου, χωρίς να μετακινήσουμε το αντικείμενο, είναι:

1. Κάτοψη: Παρατηρούμε το αντικείμενο από πάνω.
2. Άνοψη: Παρατηρούμε το αντικείμενο από κάτω.
3. Πλάγια αριστερή όψη: Παρατηρούμε το αντικείμενο από αριστερά.
4. Πλάγια δεξιά όψη: Παρατηρούμε το αντικείμενο από δεξιά.
5. Πίσω όψη: Παρατηρούμε το αντικείμενο από πίσω.

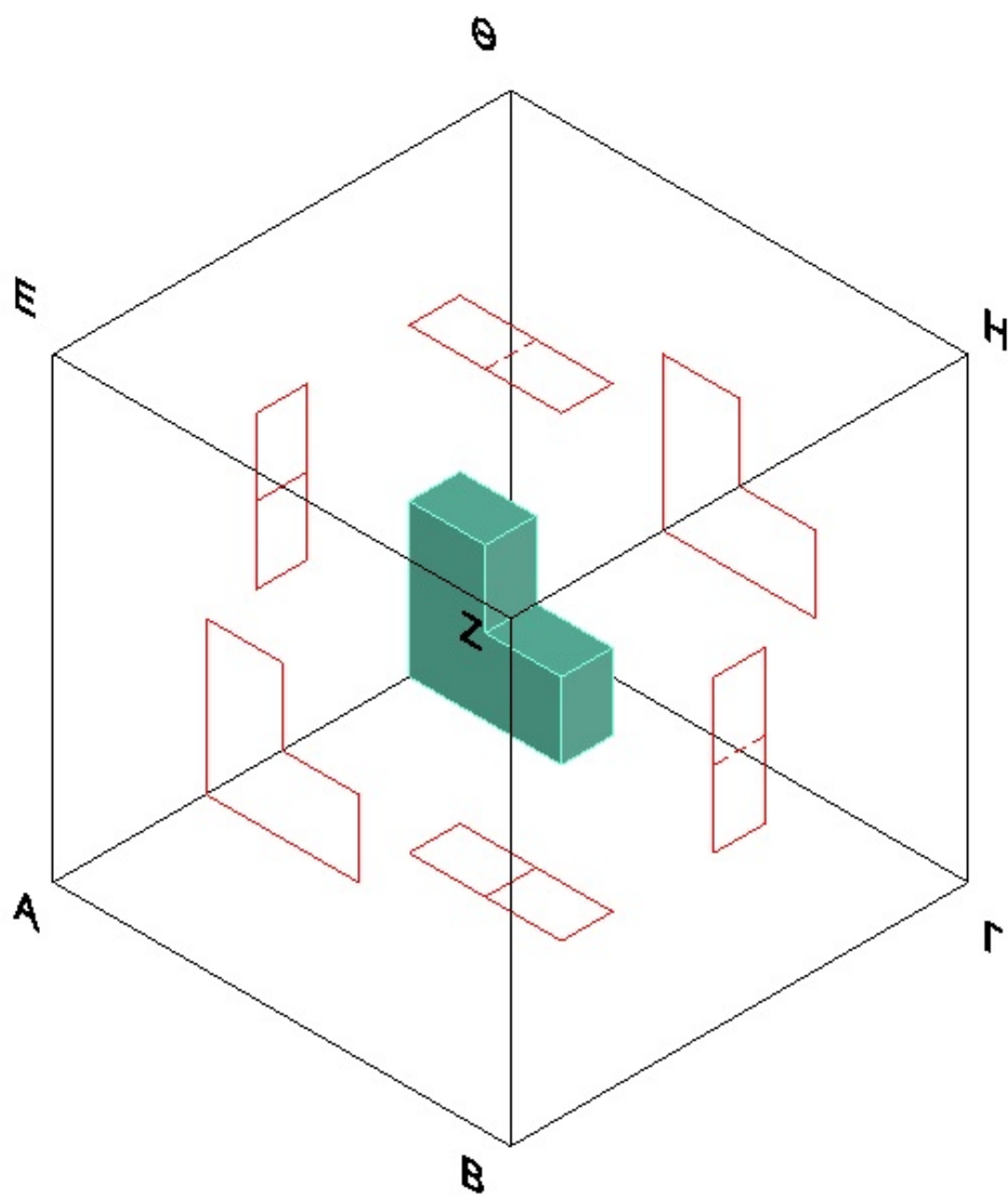
Οι βασικές διευθύνσεις παρατήρησης παρουσιάζονται στο παρακάτω σχήμα:



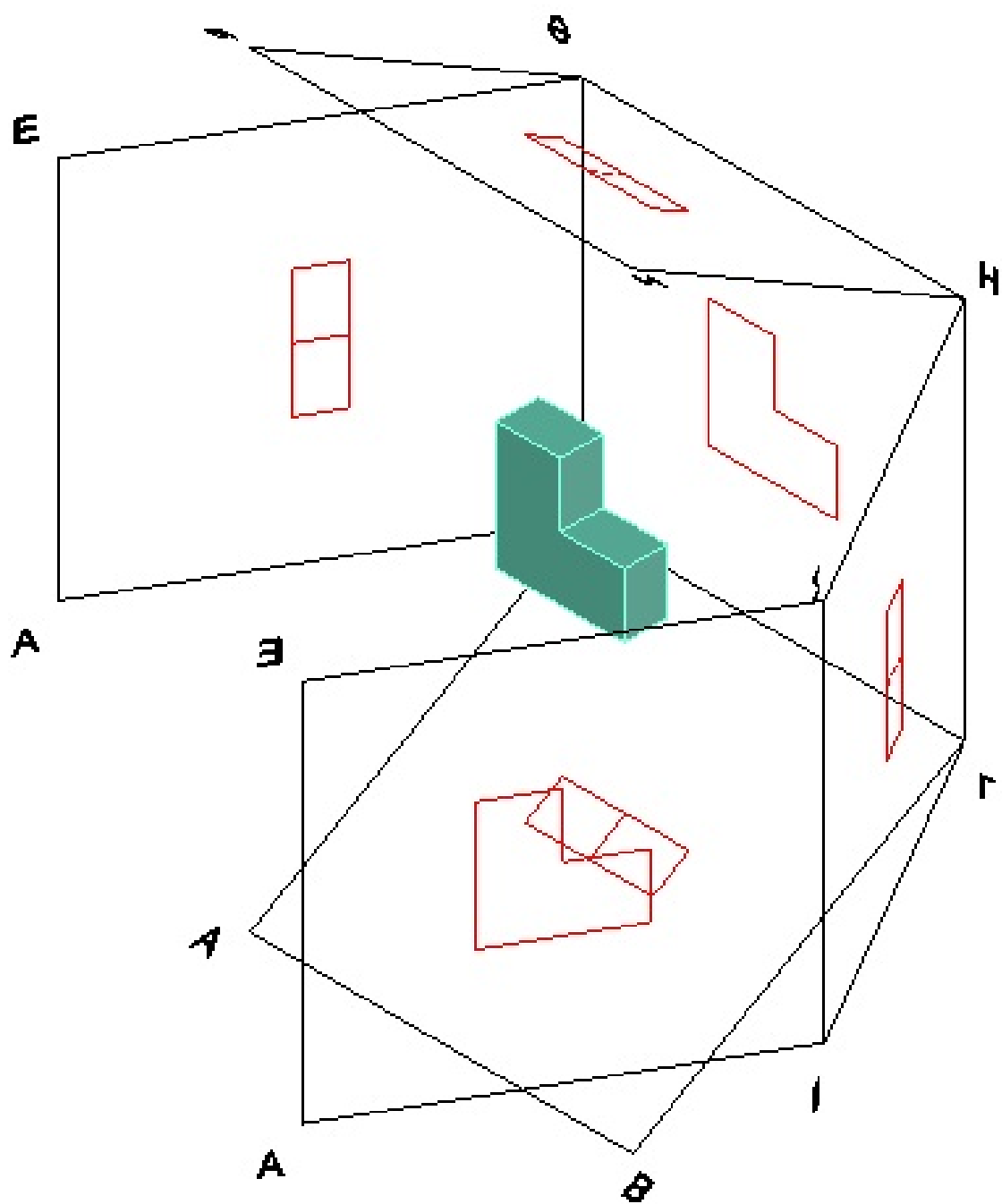
Εικόνα 2: βασικές διευθύνσεις παρατήρησης

Για να σχεδιάσουμε τις βασικές όψεις του αντικειμένου ακολουθούμε το ευρωπαϊκό σύστημα σχεδίασης: Θεωρούμε έναν νοητό κύβο ο οποίος περιβάλλει το αντικείμενο και έχοντας σταθερό το αντικείμενο μας στο κέντρο του κύβου μετακινούμαστε εμείς γύρω από αυτό, σύμφωνα με τις παραπάνω διευθύνσεις παρατήρησης, προβάλλοντας ορθογώνια την όψη που βλέπουμε κάθε φορά στην πλευρά του κύβου που βρίσκεται πίσω από το αντικείμενο. Πάντοτε η σειρά στοίχισης είναι Παρατηρητής – αντικείμενο σχεδίασης – σχεδιασμένη όψη. Έτσι για το παραπάνω αντικείμενο η πρόοψη σχεδιάζεται στην πλευρά ΔΓΗΘ του κύβου (βλ. Εικόνα 3), η κάτοψη σχεδιάζεται στην πλευρά ΑΒΓΔ του κύβου, η πλάγια αριστερή όψη σχεδιάζεται στην πλευρά ΒΓΗΖ του κύβου, η πίσω όψη σχεδιάζεται στην πλευρά ΑΒΖΕ του κύβου, η άνοψη σχεδιάζεται στην πλευρά ΕΖΗΘ του κύβου και η πλάγια δεξιά όψη σχεδιάζεται στην πλευρά ΑΔΘΕ του κύβου.

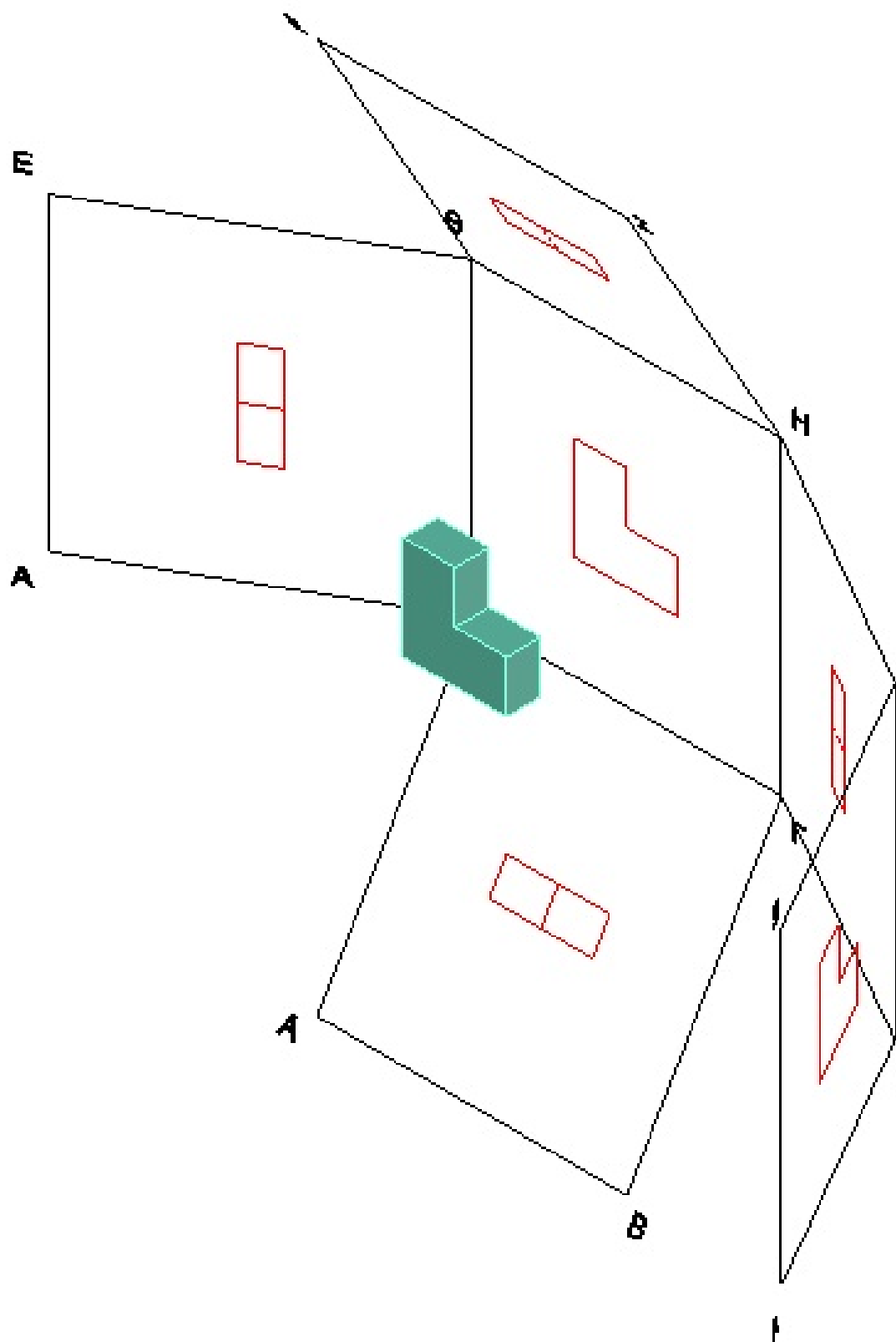
Στην συνέχεια ανοίγουμε τις πλευρές του κύβου και τις φέρνουμε όλες στο επίπεδο της πλευράς που σχεδιάσαμε την πρόοψη, δηλαδή στο επίπεδο της πλευράς ΔΓΗΘ του κύβου (βλ. Εικόνα 4). Έτσι καθορίζεται μονοσήμαντα η θέση κάθε όψης στο επίπεδο σχεδίασης. Η κάτοψη πάντα σχεδιάζεται κάτω από την πρόοψη, η πλάγια αριστερή όψη πάντα σχεδιάζεται δεξιά της πρόοψης, η άνοψη πάντα σχεδιάζεται πάνω από την πρόοψη, η πλάγια δεξιά όψη πάντα σχεδιάζεται αριστερά της πρόοψης και η πίσω όψη πάντα σχεδιάζεται δεξιά της πλάγιας αριστερής όψης.



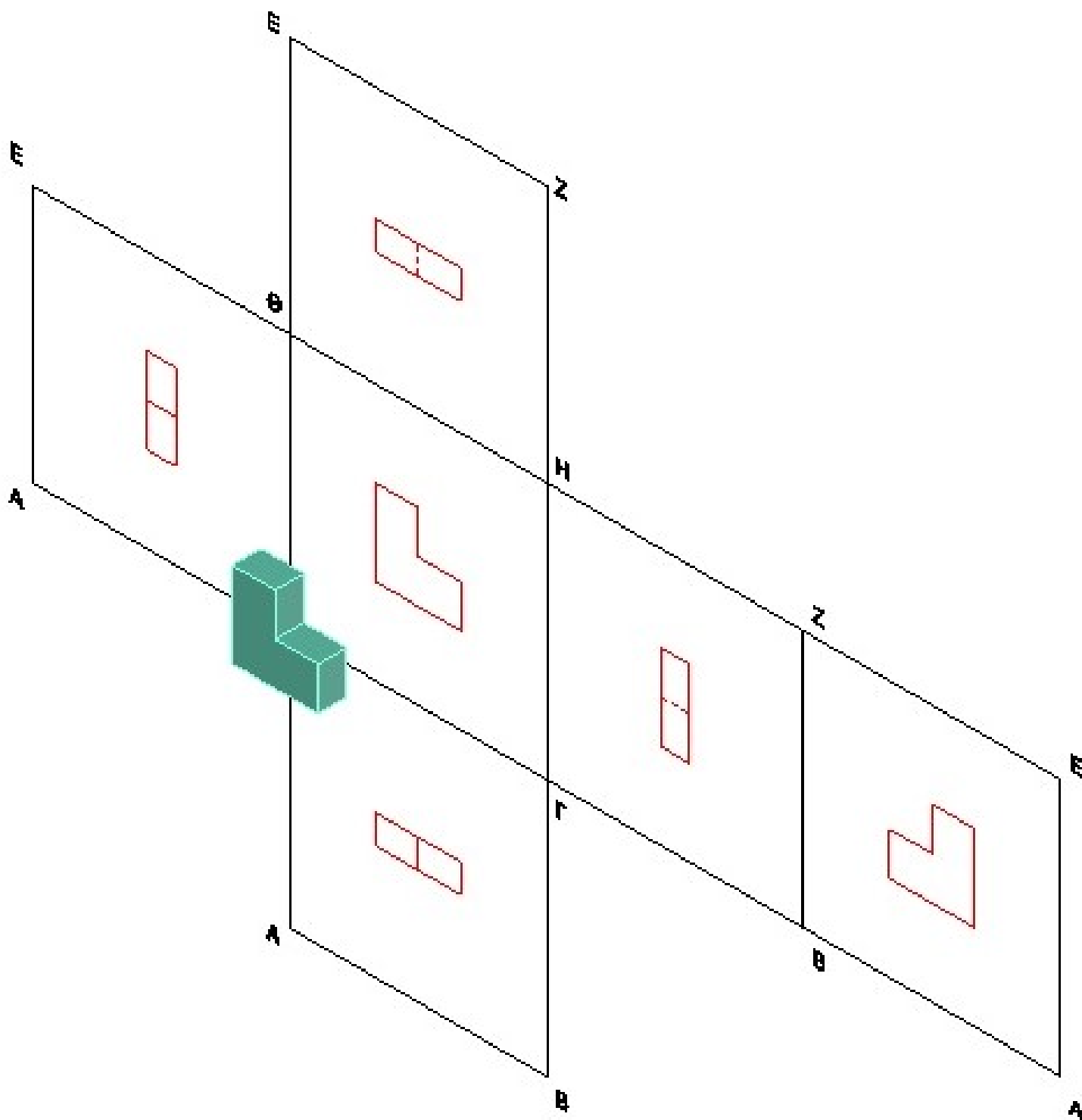
Εικόνα 3α: σχεδίαση βασικών όψεων αντικειμένου



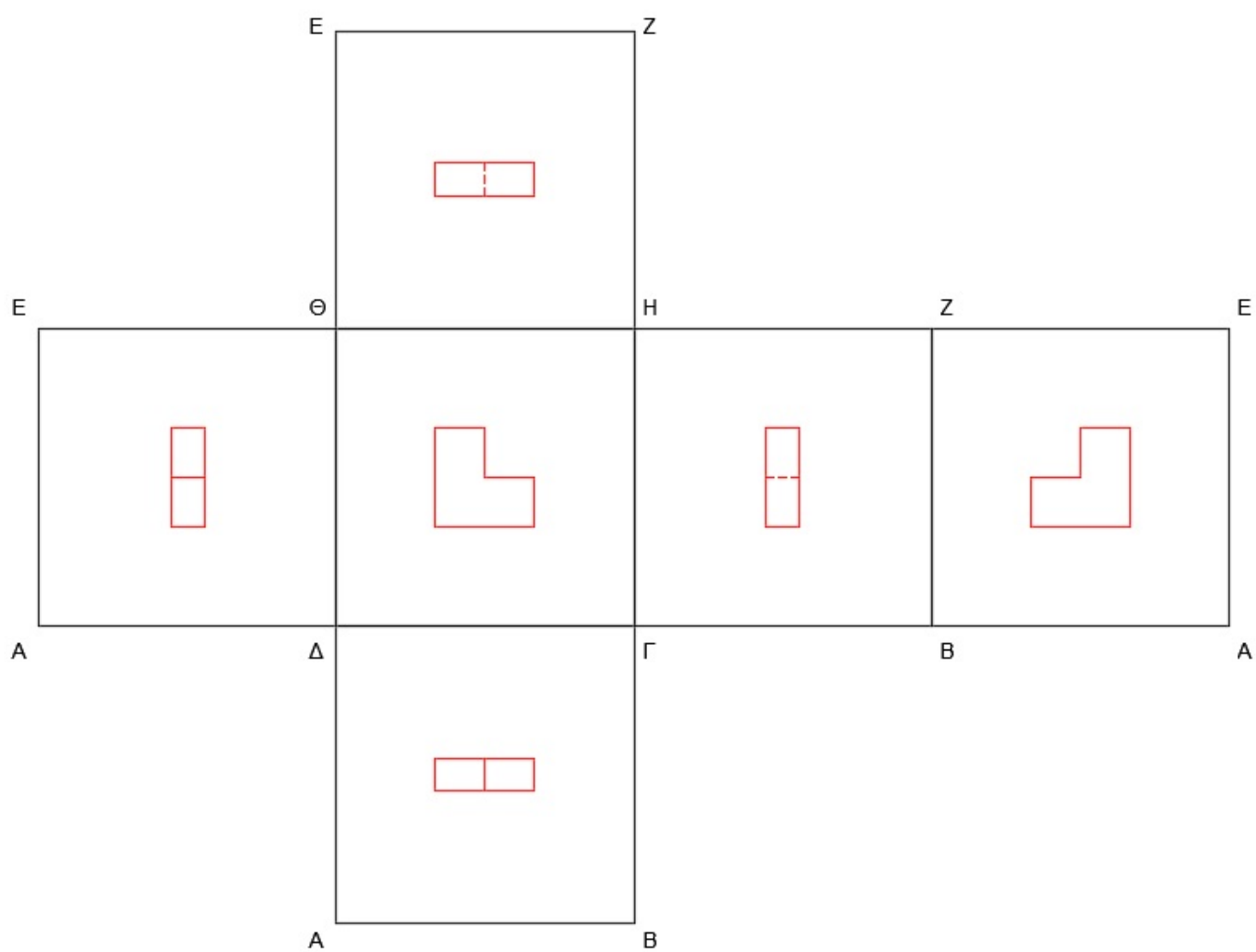
Εικόνα 3β: σχεδίαση βασικών όψεων αντικειμένου



Εικόνα 3γ: σχεδίαση βασικών όψεων αντικειμένου



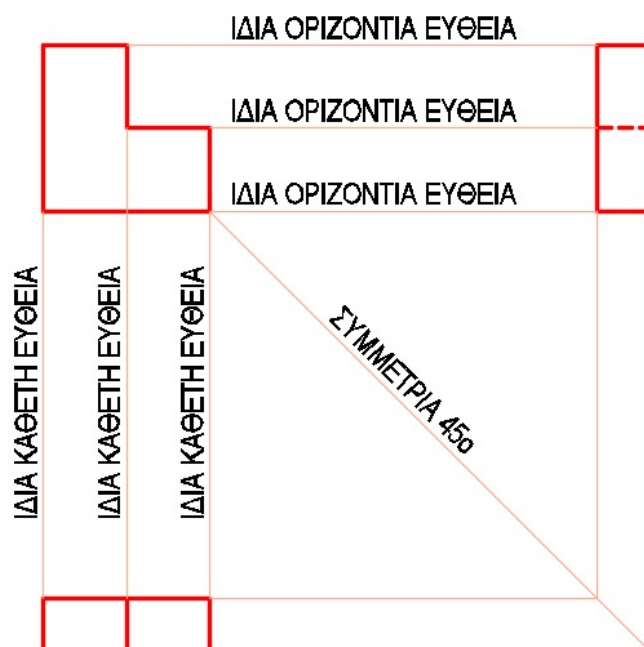
Εικόνα 3δ: σχεδίαση βασικών όψεων αντικειμένου



Εικόνα 4: βασικές όψεις αντικειμένου

Πέρα από την καθορισμένη σχέση των όψεων λόγω της συγκεκριμένης μεθόδου σχεδίασης όλα τα οριζόντια τμήματα της πρόοψης, των 2 πλάγιων όψεων και της πίσω όψης βρίσκονται στην ίδια ευθεία, όλα τα κάθετα τμήματα της πρόοψης, της άνοψης και της κάτοψης βρίσκονται στην ίδια ευθεία ενώ μεταξύ πλάγιων όψεων και κάτοψης ή άνοψης ισχύει συμμετρία 45° . Δηλαδή, σχεδιάζοντας μια ευθεία με κλίση 45° από το κάτω δεξιά σημείο της πρόοψης, όλα τα κάθετα τμήματα της πλάγιας αριστερής όψης αν τα προεκτείνουμε καταλήγουν στο ίδιο σημείο πάνω στην ευθεία 45° με όλα τα οριζόντια τμήματα της κάτοψης (βλ. Εικόνα 5). Το ίδιο ισχύει ανάμεσα στην άνοψη και στην πλάγια αριστερή όψη καθώς και ανάμεσα στην πλάγια δεξιά όψη και την κάτοψη ή την άνοψη αντίστοιχα.

Παρατηρώντας τις όψεις μεταξύ τους βλέπουμε πως ανά δύο οι όψεις είναι συμμετρικές δηλαδή η πρόοψη είναι συμμετρική με την πίσω όψη, οι πλάγιες όψεις μεταξύ τους καθώς και η άνοψη με την κάτοψη. Γι' αυτό και πάντα χρησιμοποιούμε μόνο 3 όψεις, την πρόοψη, την κάτοψη και την πλάγια αριστερή όψη. Ποτέ δεν αναγράφουμε το όνομα κάποιας βασικής όψης, αλλά η θέση της δείχνει ποια όψη είναι. Επίσης, πάντα γράφουμε την κλίμακα σχεδίασης, η οποία ισχύει για όλες τις όψεις. Όλες οι παραπάνω παρατηρήσεις απεικονίζονται στην εικόνα 5.



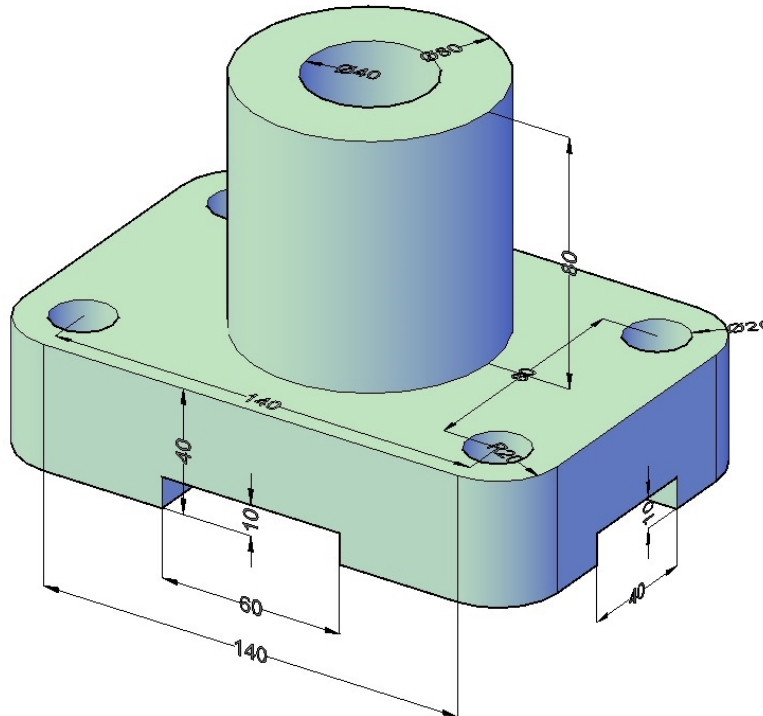
Εικόνα 5: συμμετρία όψεων

Αποστάσεις όψεων – ορίων σχεδίασης

Πρακτικά για να ισχύουν οι παρατηρήσεις του προηγούμενου εδαφίου, σχεδιάζουμε πάντα την πρόοψη και την πλάγια αριστερή όψη στην ίδια οριζόντια ευθεία καθώς και την πρόοψη και την κάτοψη στην ίδια κάθετη ευθεία. Επιπλέον για να ισχύει η συμμετρία 45° αφήνουμε μεταξύ πρόοψης – κάτοψης το ίδιο κενό που αφήνουμε μεταξύ πρόοψης και πλάγιας αριστερής όψης. Το κενό ανάμεσα στο αριστερό κάθετο όριο σχεδίασης και την πρόοψη πρέπει να είναι ίδιο με το κενό ανάμεσα στο δεξιό κάθετο όριο σχεδίασης και την πλάγια αριστερή όψη και το κενό ανάμεσα στο επάνω οριζόντιο όριο σχεδίασης και την πρόοψη πρέπει να είναι ίδιο με το κενό ανάμεσα στο κάτω οριζόντιο όριο σχεδίασης και την κάτοψη. Τέλος, επιθυμητό είναι εάν γίνεται το κενό μεταξύ των όψεων να είναι μεγαλύτερο ή ίσο από τα άλλα δύο κενά. Όλα αυτά παρουσιάζονται καλύτερα στο επόμενο παράδειγμα.

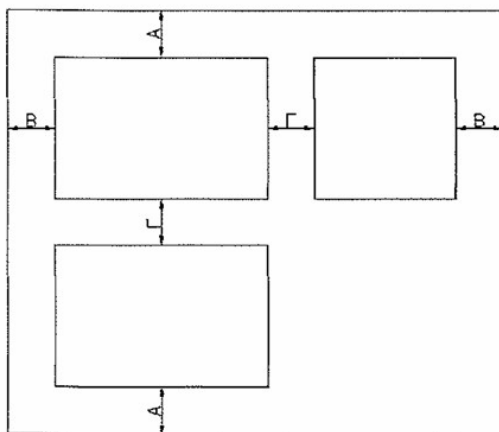
Παράδειγμα 1

Δίνεται το ακόλουθο τρισδιάστατο σχέδιο ενός αντικειμένου με τις διαστάσεις του. Η εγκοπή στο κάτω μέρος της βάσης του καθώς και οι οπές του αντικειμένου είναι διαμπερείς. Το αντικείμενο έχει δύο βασικά επίπεδα συμμετρίας. Ζητείται να σχεδιαστούν οι 3 βασικές όψεις του αντικειμένου.



Εικόνα 6: Τρισδιάστατο αντικείμενο παραδείγματος 1

Αρχικά μετράμε την επιφάνεια σχεδίασης, έστω 275x195 όπως φαίνεται στην επόμενη σελίδα. Στην συνέχεια υπολογίζω τις συνολικές διαστάσεις τις κάθε όψης αν χρησιμοποιήσουμε κλίμακα 1:1. Σύμφωνα με τις διαστάσεις του αντικειμένου αυτές θα είναι Πρόοψη: 180x120, Κάτοψη: 180x120, Πλάγια αριστερή όψη 120x120. Θέλω λοιπόν σε οριζόντια διάσταση 180+120=300mm και σε κάθετη διάσταση 120+120=240mm. Άρα δεν μπορώ στην συγκεκριμένη επιφάνεια σχεδίασης να χρησιμοποιήσω πραγματικό μέγεθος και δοκιμάζω κλίμακα σμίκρυνσης. Έστω κλίμακα 1:2, τότε οι διαστάσεις των όψεων θα είναι Πρόοψη: 90x60, Κάτοψη: 90x60, Πλάγια αριστερή όψη 60x60. Για να ισχύουν οι αποστάσεις μεταξύ όψεων και επιφάνειας σχεδίασης θα πρέπει να ισχύει σύμφωνα με την εικόνα 7:



Εικόνα 7: Αποστάσεις όψεων παραδείγματος 1

$$\text{Οριζόντια: } B+90+\Gamma+60+B=275 \rightarrow 2B+\Gamma=125 \quad (1)$$

$$\text{Κάθετα: } A+60+\Gamma+60+A=195 \rightarrow 2A+\Gamma=75 \quad (2)$$

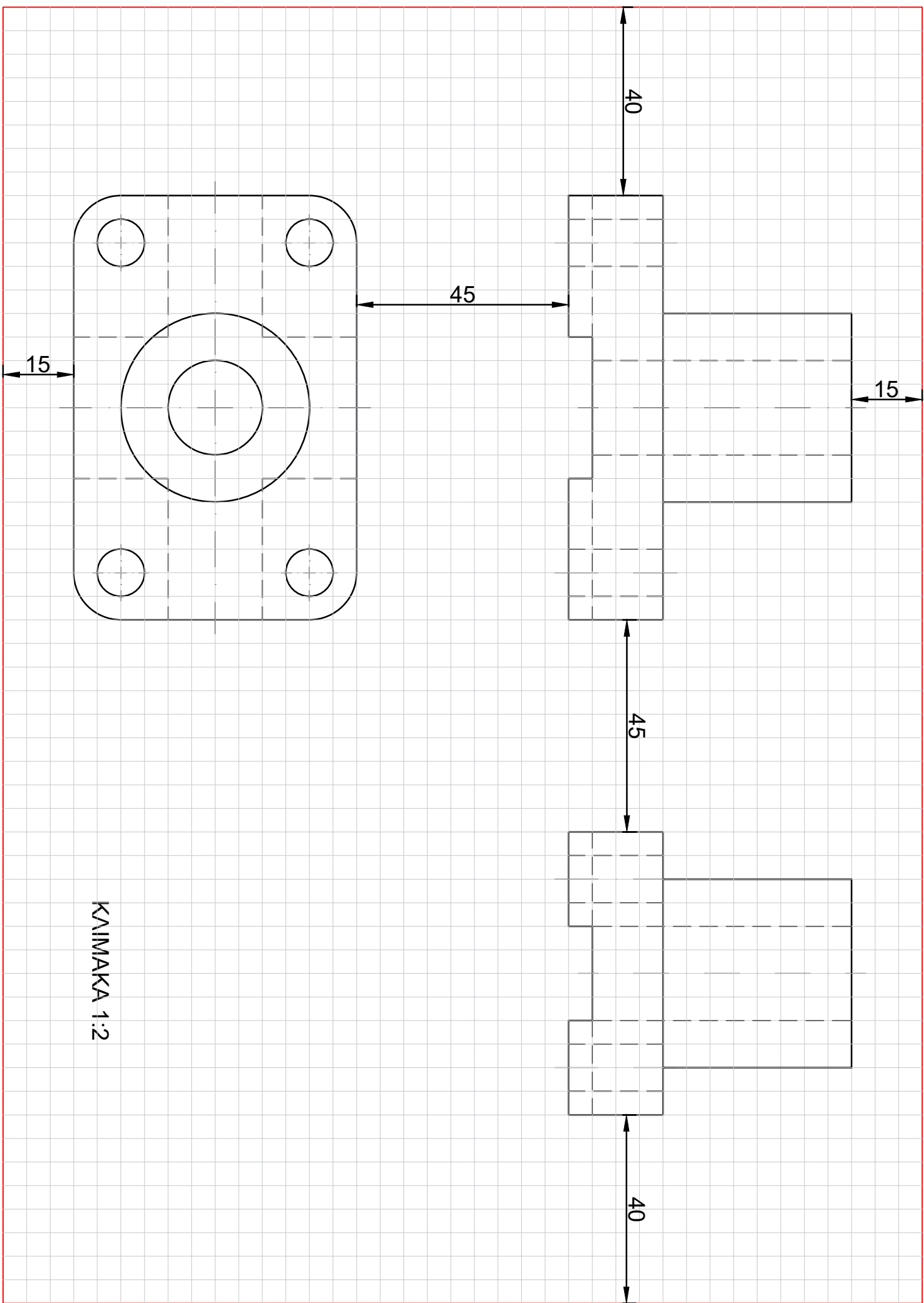
Για να ισχύει και $\Gamma \geq A, B$, εφόσον είναι εφικτό, επιλέγω την εξίσωση με τον μεγαλύτερο σταθερό συντελεστή (δηλαδή την (1)) και θέτω $\Gamma_{\min}=B$.

$$\text{Η (1) λοιπόν γίνεται } 3\Gamma_{\min}=125 \rightarrow \Gamma_{\min}=41,67.$$

Για λόγους ευκολίας επιλέγω για Γ ακέραιο αριθμό, λίγο μεγαλύτερο, έστω $\Gamma=45\text{mm}$.

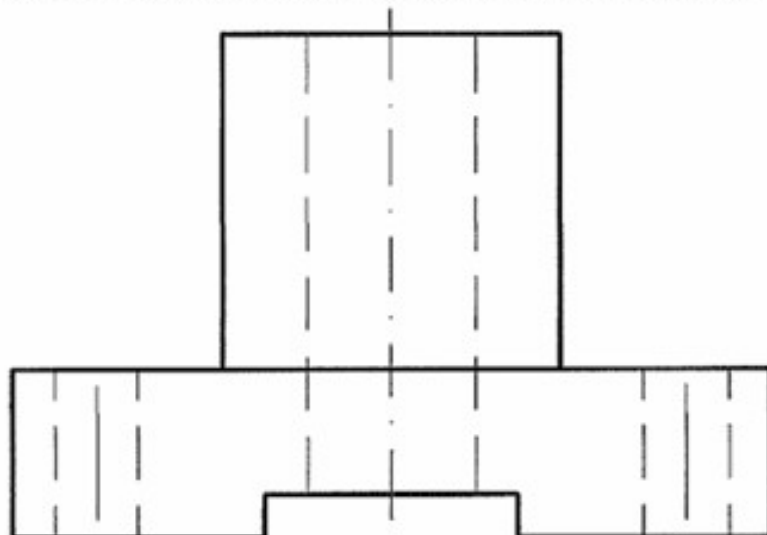
$$(1) \rightarrow 2B=80 \rightarrow B=40\text{mm}$$

$$(2) \rightarrow 2A=30 \rightarrow A=15\text{mm}$$



KAIMAKA 1:2

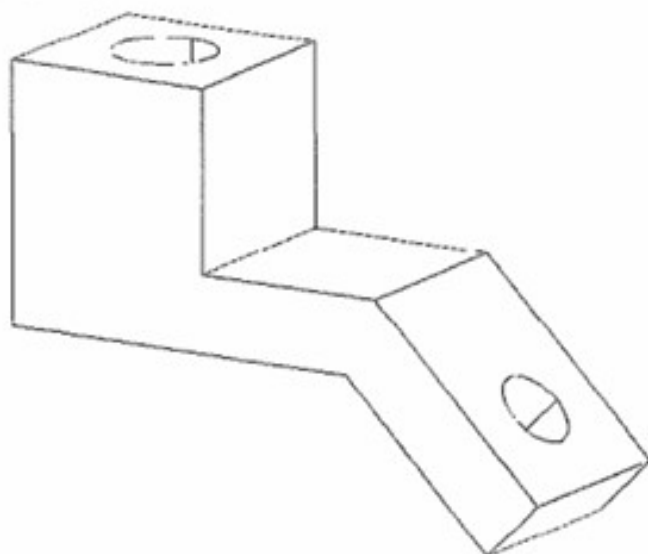
Όταν σε ένα αντικείμενο υπάρχει αλλαγή καμπυλότητας, όπως στο αντικείμενο του παραδείγματος 1 (εικόνα 6) και αυτή φαίνεται σε κάποια όψη (στο παράδειγμα 1 φαίνεται στις τέσσερις στρογγυλεμένες γωνίες της κάτοψης) δεν υπάρχει καμία απαίτηση να φανεί αυτή και σε άλλη όψη. Όταν όμως για κάποιο λόγο δεν σχεδιάζουμε όλες τις όψεις και δεν φαίνεται τότε πρέπει να την δείξουμε στις άλλες όψεις με γραμμή εκεί που αλλάζει η καμπυλότητα. Η γραμμή αυτή σχεδιάζεται με λεπτή συνεχή γραμμή και σχεδιάζεται λίγο μικρότερη στα άκρα της. Στο παράδειγμα 1 εάν δεν σχεδιάζαμε την κάτοψη η αλλαγή καμπυλότητας στην πρόοψη θα φαινόταν όπως στην εικόνα 9



Εικόνα 9: Ένδειξη αλλαγής καμπυλότητας σε όψη

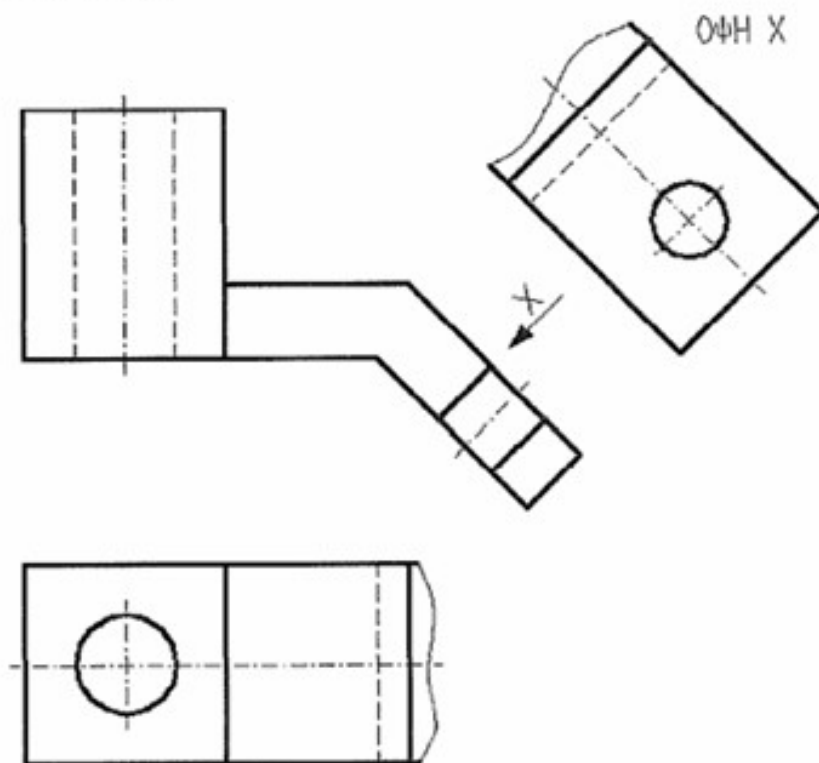
Βοηθητικές όψεις

Όταν σε ένα αντικείμενο υπάρχει κεκλιμένο επίπεδο και κάποια λεπτομέρεια μέσα σε αυτό (π.χ. κυλινδρική οπή) τότε στις βασικές όψεις η λεπτομέρεια αυτή δεν θα φαίνεται με το πραγματικό της σχήμα. Έτσι χρησιμοποιούμε την βοηθητική όψη η οποία είναι μια όψη παράλληλη στο κεκλιμένο επίπεδο ώστε η λεπτομέρεια να μπορεί να εμφανιστεί στο πραγματικό της σχήμα. Σε κάποια από τις υπόλοιπες όψεις δείχνουμε την διεύθυνση και την φορά παρατήρησης της βοηθητικής όψης χρησιμοποιώντας ένα βέλος και ένα κεφαλαίο γράμμα, ενώ στην βοηθητική όψη αναγράφουμε την ονομασία της όψης αυτής (το κεφαλαίο γράμμα που χρησιμοποιήσαμε). Την βοηθητική όψη την τερματίζουμε εκεί που τελειώνει το κεκλιμένο επίπεδο χρησιμοποιώντας γραμμή ελευθέρας χειρός, όπως επίσης και κάποιες από τις βασικές όψεις που θα χρησιμοποιήσουμε για να μην παρουσιάσουμε αλλοιωμένο το σχήμα της λεπτομέρειας. Τα παραπάνω γίνονται πιο εύκολα κατανοητά με τη βοήθεια των εικόνων 10 και 11.



Εικόνα 10: Αντικείμενο με κεκλιμένο επίπεδο και λεπτομέρεια σε αυτό

Για το αντικείμενο της εικόνας 10 θα σχεδιάζουμε την πρόοψη, την κάτοψη την οποία θα διακόψουμε με γραμμή ελευθέρας χειρός μετά την αλλαγή κλίσης και μια βοηθητική όψη κάθετη στο κεκλιμένο επίπεδο, την οποία θα ονομάσουμε ως όψη X και θα την διακόψουμε με γραμμή ελευθέρας χειρός μετά την αλλαγή κλίσης, όπως φαίνεται στην εικόνα 11. Για την σχεδίαση της όψης X βολεύει να την σχεδιάσουμε παράλληλα στο κεκλιμένο επίπεδο της πρόοψης για να μην μετράμε αποστάσεις, χωρίς όμως να είναι δεσμευτική η θέση της αφού είναι όψη που έχουμε δείξει την φορά παρατήρησης.



Εικόνα 11: Όψεις του αντικείμενου της εικόνας 10

Τομές

Σε πολλά μηχανολογικά αντικείμενα υπάρχουν εσωτερικές λεπτομέρειες τις οποίες πρέπει να δείξουμε με συνεχείς γραμμές και όχι διακεκομμένες, άρα δεν μας καλύπτουν οι όψεις του. Για τον σκοπό αυτό υπάρχουν στο μηχανολογικό σχέδιο οι τομές. Διακρίνουμε τέσσερα βασικά είδη τομών:

- Πλήρης τομή
- Ημιτομή
- Μερική τομή
- Σύνθετη τομή

Η λογική της τομής είναι ότι κόβουμε νοητά το αντικείμενο μας. Στη συνέχεια σχεδιάζουμε το κομμάτι που απέμεινε σαν όψη, διαγραμμίζοντας όμως το μέρος της που κόβουμε υλικό.

Η διαγράμμιση γίνεται με λεπτή συνεχή γραμμή, όπου όλες οι γραμμές της είναι παράλληλες μεταξύ τους και ισαπέχουν. Η διαγράμμιση δεν πρέπει να είναι κάθετη ή παράλληλη στις ακμές της τομής, οπότε συνήθως επιλέγουμε γωνία 45° για τις γραμμές διαγράμμισης, εκτός αν υπάρχουν ακμές 45° οπότε αναγκαζόμαστε να δώσουμε διαφορετική κλίση στις γραμμές διαγράμμισης.

Όταν στο σχέδιο έχουμε περισσότερα του ενός αντικείμενα τότε σε κάθε αντικείμενο έχουμε διαφορετική διαγράμμιση. Όταν π.χ. έχουμε 2 αντικείμενα χρησιμοποιούμε διαγράμμιση 45° με φορά των γραμμών διαγράμμισης από αριστερά προς τα δεξιά για το ένα αντικείμενο και διαγράμμιση 45° με αντίθετη φορά για το 2^ο. Όταν έχω 3 αντικείμενα, για το 3^ο αντικείμενο χρησιμοποιώ πιο πυκνή ή πιο αραιή διαγράμμιση κ.ο.κ.

Τα τυποποιημένα τεμάχια δεν διαγρμμίζονται σε τομή (άξονες, κοχλίες, σφήνες κλπ.) καθώς και τα ενισχυτικά νεύρα των αντικειμένων.

Σε κάποια άλλη όψη ή τομή πρέπει να δείξουμε το επίπεδο που γίνεται η τομή καθώς και την φορά παρατήρησης της τομής. Η ένδειξη του επιπέδου τομής γίνεται με παχιά αξονική γραμμή στην αρχή και στο τέλος του, ενώ η φορά παρατήρησης της τομής δείχνεται με βέλη πάνω στην γραμμή ένδειξης του επιπέδου γραμμής. Επάνω από τα βέλη τοποθετούνται κεφαλαία γράμματα τα οποία αποτελούν και την ονομασία της τομής.

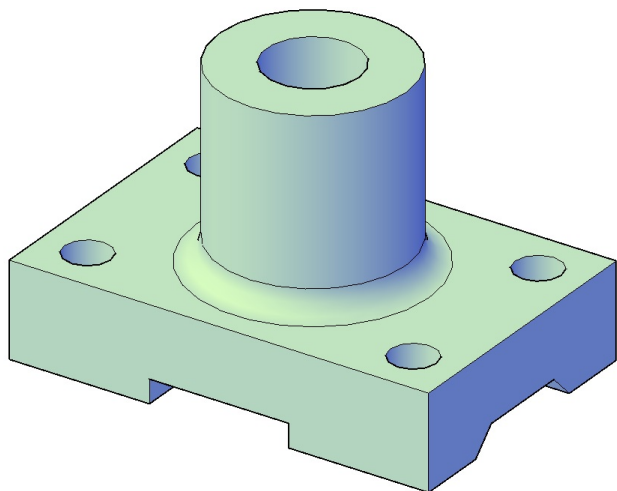
Οι τομές αντικαθιστούν συνήθως κάποια από τις όψεις του αντικειμένου, οπότε συνηθίζεται να τοποθετούνται στη θέση τους, χωρίς όμως η θέση της να είναι δεσμευτική καθώς η τομή έχει ονομασία. Εννοείται πως και οι τομές σχεδιάζονται με την ίδια κλίμακα σχεδίασης όπως οι όψεις του αντικειμένου. Η ένδειξη του επιπέδου και η φορά παρατήρησης της τομής καθορίζουν και τον προσανατολισμό της τομής. Θεωρούμε στιγμαία την όψη ή την τομή στην οποία δείχνουμε το επίπεδο και την φορά παρατήρησης της τομής που θα σχεδιάζουμε ως πρόοψη και προσανατολίζουμε την τομή μας σύμφωνα με τους κανόνες τοποθέτησης των έξι βασικών όψεων.

Τέλος, στις τομές αποφεύγουμε να δείχνουμε ακμές του αντικειμένου που δεν είναι ορατές οπότε δεν σχεδιάζουμε διακεκομμένες γραμμές.

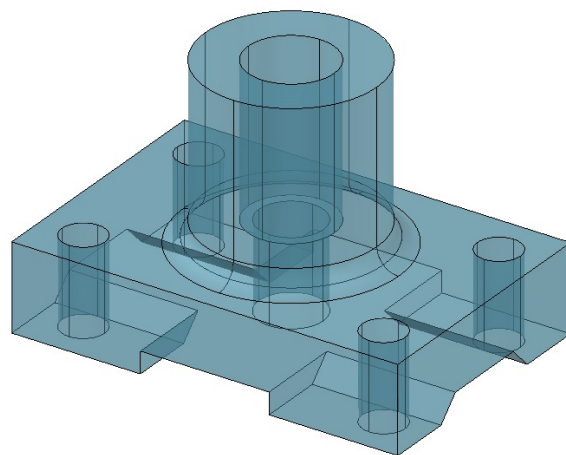
Όλες οι παραπάνω παρατηρήσεις γίνονται πιο εύκολα κατανοητές με το ακόλουθο παράδειγμα:

Παράδειγμα 2

Δίνεται το τρισδιάστατο σχέδιο ενός αντικειμένου στην εικόνα 12. Οι εγκοπές στο κάτω μέρος της βάσης του καθώς και οι οπές του αντικειμένου είναι διαμπερείς. Η διάμετρος της κεντρικής οπής όμως μικραίνει σε κάποιο σημείο όπως κατεβαίνει προς την βάση του αντικειμένου. Το αντικείμενο έχει δύο βασικά επίπεδα συμμετρίας. Στην εικόνα 13 δίνεται το ίδιο αντικείμενο με σχεδιασμένες της εσωτερικές ακμές του.

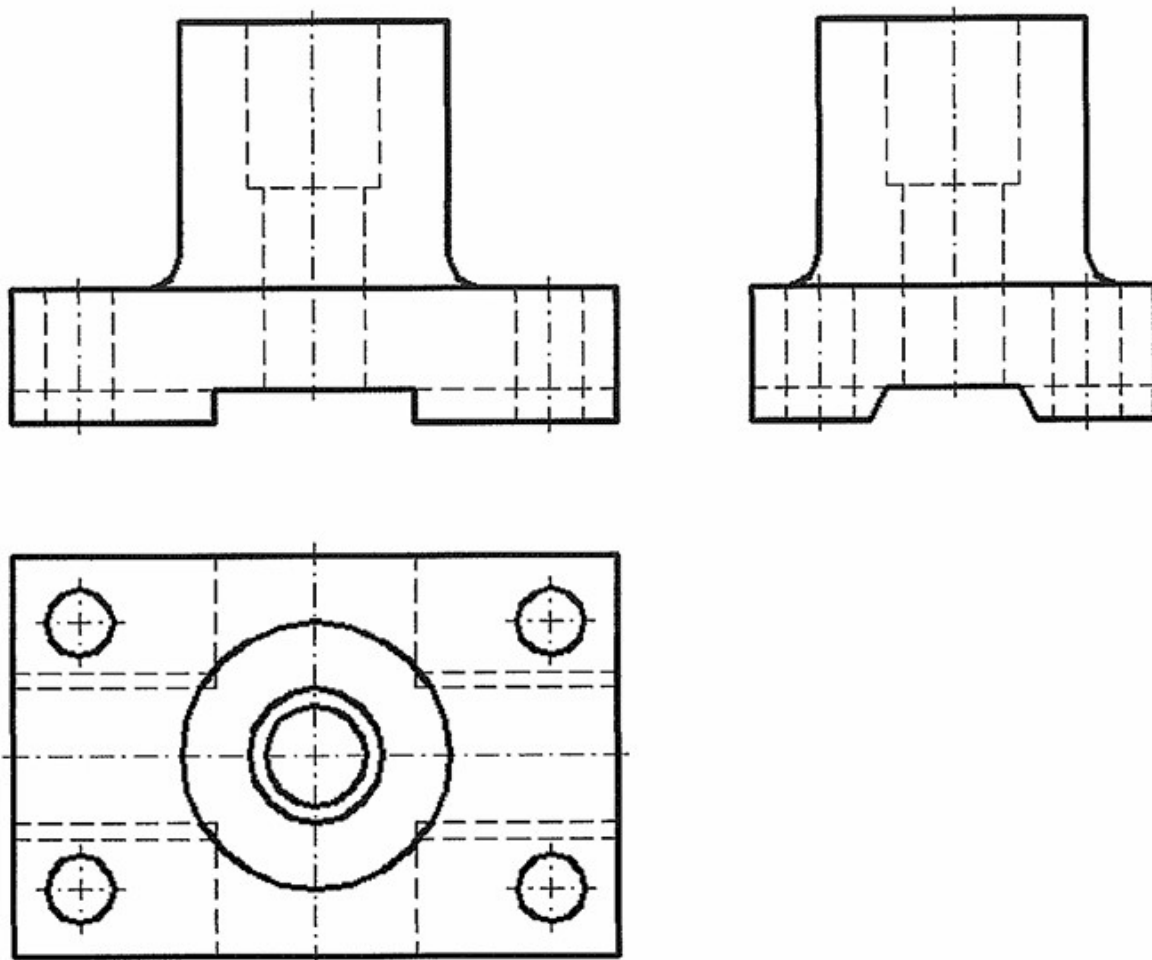


Εικόνα 12: Τρισδιάστατο σχέδιο αντικειμένου παραδείγματος 2 χωρίς τις εσωτερικές ακμές του



Εικόνα 13: Τρισδιάστατο σχέδιο αντικειμένου παραδείγματος 2 με τις εσωτερικές ακμές του

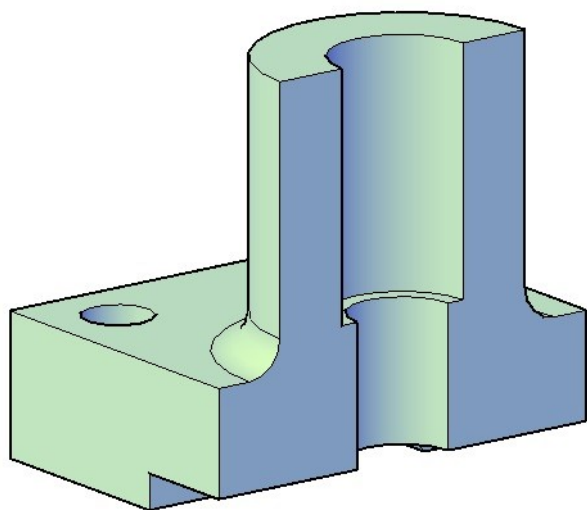
Οι βασικές όψεις του αντικειμένου δίνονται στην εικόνα 14. Παρατηρούμε πως η αλλαγή διαμέτρου της κεντρικής κυλινδρικής οπής φαίνεται μόνο στην πρόοψη και στην πλάγια αριστερή όψη με διακεκομμένη γραμμή. Όπως θα αναφερθεί στο επόμενο κεφάλαιο των διαστάσεων, δεν δίνουμε διαστάσεις σε διακεκομμένες γραμμές, γεγονός που καθιστά αναγκαστική την δημιουργία τομής. Έτσι παρακάτω δίνονται τα διάφορα είδη τομών με την βοήθεια του παραδείγματος 2 και παρουσιάζονται και οι γενικές παρατηρήσεις που έγιναν στην αρχή του παρόντος κεφαλαίου.



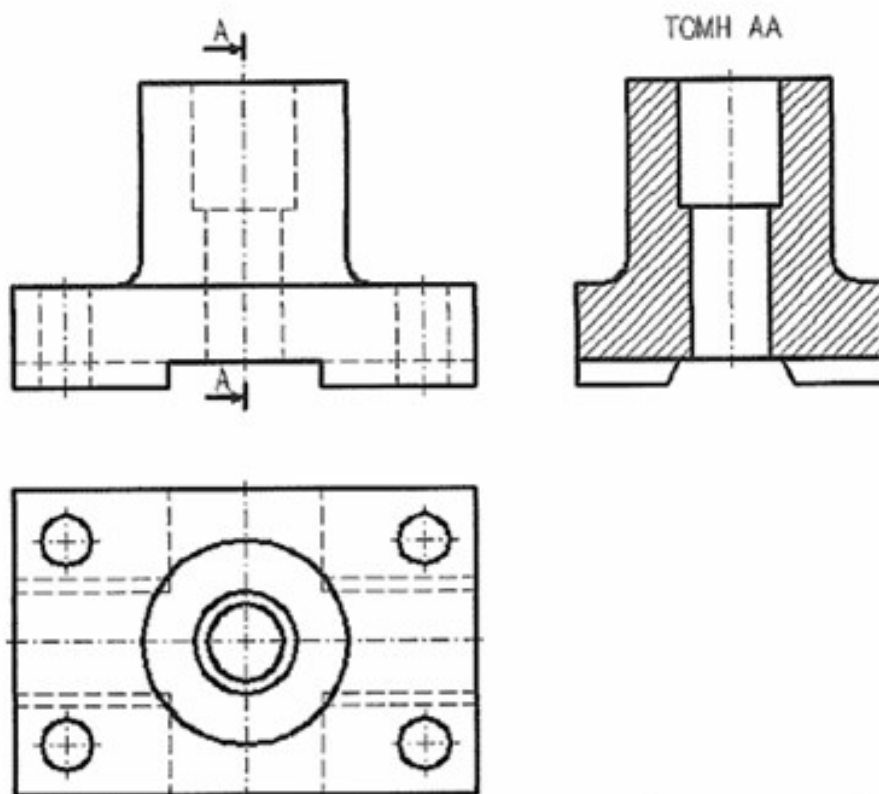
Εικόνα 14: Βασικές όψεις αντικειμένου παραδείγματος 2

Πλήρης τομή

Σε αντικείμενα που έχουν επίπεδο συμμετρίας επιλέγουμε συνήθως, αν μας βολεύει, το επίπεδο τομής να συμπίπτει με το επίπεδο συμμετρίας. Έτσι για να δείξουμε την εσωτερική λεπτομέρεια του αντικειμένου του παραδείγματος 2 έστω ότι επιλέγουμε να δείξουμε σε τομή την πλάγια αριστερή όψη. Αν κόβαμε το αντικείμενο θεωρητικά στο επίπεδο συμμετρίας του θα βλέπαμε την εικόνα 15. Έτσι το σχέδιο του αντικειμένου του παραδείγματος 2 θα γίνει όπως φαίνεται στην εικόνα 16.

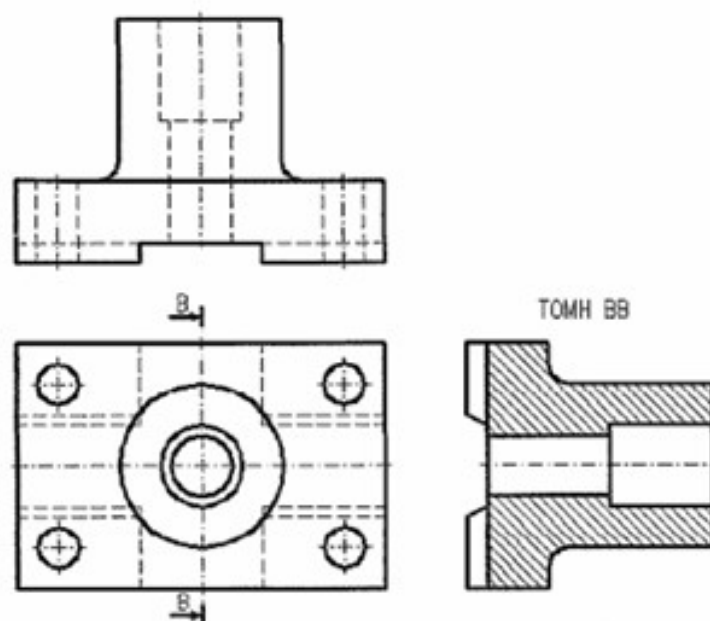


Εικόνα 15: Το αντικείμενο του παραδείγματος 2 κομμένο στη μέση, παράλληλα με την πλάγια αριστερή όψη



Εικόνα 16: Δισδιάστατο σχέδιο αντικειμένου παραδείγματος 2 με πλήρη τομή AA.

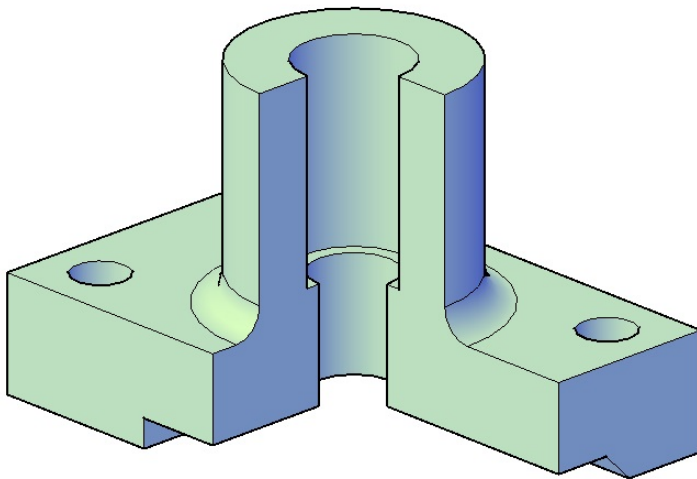
Η τομή AA σχεδιάστηκε όπως ακριβώς σχεδιάζονται οι όψεις, αν το αντικείμενο μας ήταν κομμένο στην μέση. Ότι υπάρχει στο αντικείμενο και δεν είναι ορατό στο επίπεδο της τομής δεν σχεδιάζεται (Π.χ. οι κυλινδρικές οπές στα άκρα της βάσης ή το επάνω επίπεδο της βάσης πίσω από τον κύλινδρο.) Όπου κόψαμε υλικό στο επίπεδο τομής, το διαγραμμίζουμε στην τομή AA. Η διαγράμμιση γίνεται με λεπτή συνεχή γραμμή και εδώ χρησιμοποιήθηκε κλίση των γραμμών 45° , καθώς δεν υπάρχουν ακμές του αντικειμένου με κλίση 45° . Παρατηρούμε τέλος ότι η ένδειξη του επιπέδου τομής και της φοράς παρατήρησης έγινε στην πρόοψη σύμφωνα με τις οδηγίες που δόθηκαν στα γενικά στοιχεία του κεφαλαίου των τομών. Αν η ένδειξη του επιπέδου τομής και της φοράς παρατήρησης γινόταν στην κάτοψη, τότε θα προέκυπτε το σχέδιο όπως φαίνεται στην εικόνα 17.



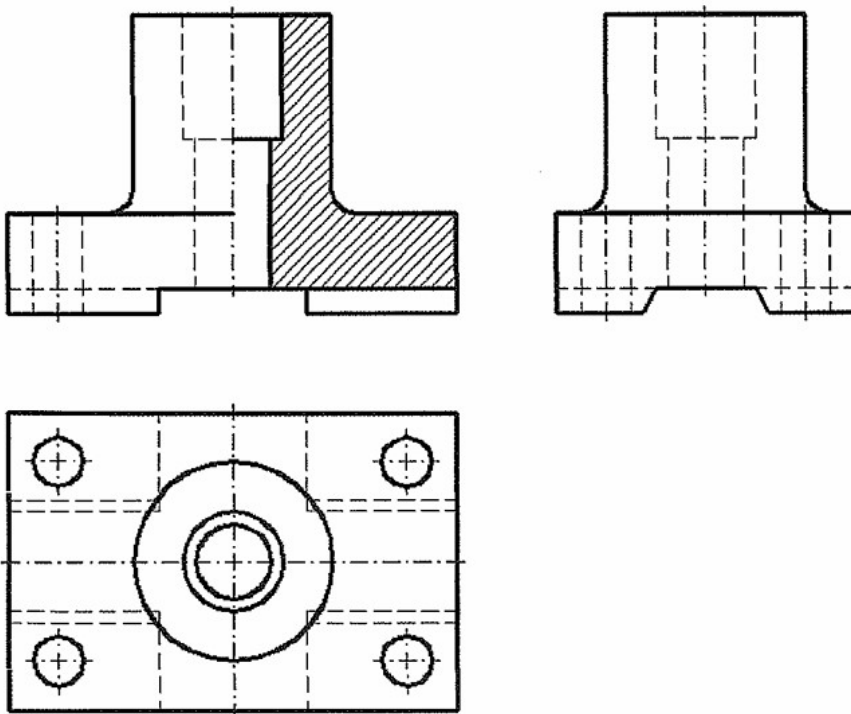
Εικόνα 17: Δισδιάστατο σχέδιο αντικειμένου παραδείγματος 2 με πλήρη τομή BB.

Ημιτομή

Σε κάποια αντικείμενα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την ημιτομή η οποία είναι μισή όψη και μισή τομή. Έτσι πετυχαίνουμε με ένα σχέδιο να δείξουμε ταυτόχρονα και την όψη και την τομή του αντικειμένου. Απαραίτητη προϋπόθεση για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί η ημιτομή είναι να υπάρχει στο αντικείμενο διπλή συμμετρία, δηλαδή και η τομή να γίνει σε επίπεδο συμμετρίας αλλά και στην ημιτομή να υπάρχει άξονας συμμετρίας. Στην ημιτομή δεν δείχνουμε ούτε το επίπεδο τομής ούτε την φορά παρατήρησης, καθώς εννοείται ότι η τομή γίνεται στο επίπεδο συμμετρίας, ενώ δεν υπάρχει και ονομασία της αφού τοποθετείται στην θέση της αντίστοιχης όψης. Ουσιαστικά για όταν κάνω ημιτομή είναι σαν να κόβω νοητά το $\frac{1}{4}$ του αντικειμένου και να σχεδιάζω την αντίστοιχη όψη σύμφωνα με τους κανόνες των όψεων και των τομών. Όταν κάνουμε ημιτομή συνηθίζουμε να δείχνουμε το δεξί ή το κάτω μισό σε τομή και το αριστερό ή το πάνω μισό σε όψη. Κόβοντας το $\frac{1}{4}$ του αντικειμένου θα βλέπαμε την εικόνα 18, ενώ το δισδιάστατο σχέδιο του αντικειμένου του παραδείγματος 2 με πρόοψη σε ημιτομή φαίνεται στην εικόνα 19.



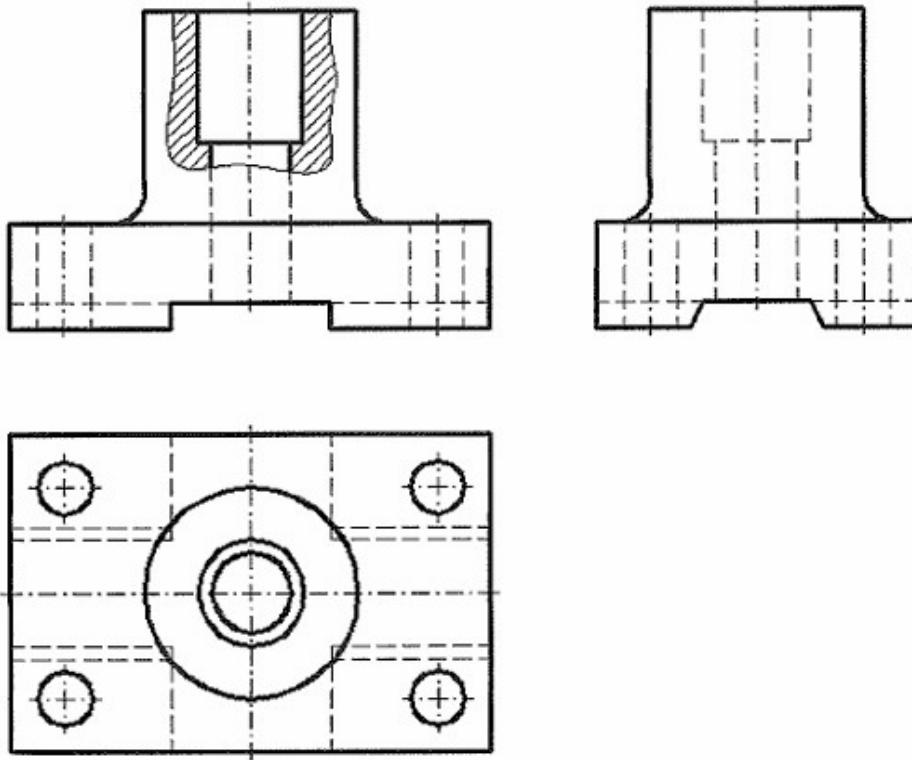
Εικόνα 18: Αντικείμενο παραδείγματος 2 κομμένο κατά το $\frac{1}{4}$ του



Εικόνα 19: Δισδιάστατο σχέδιο αντικειμένου παραδείγματος 2 με πρόοψη σε ημιτομή.

Μερική τομή

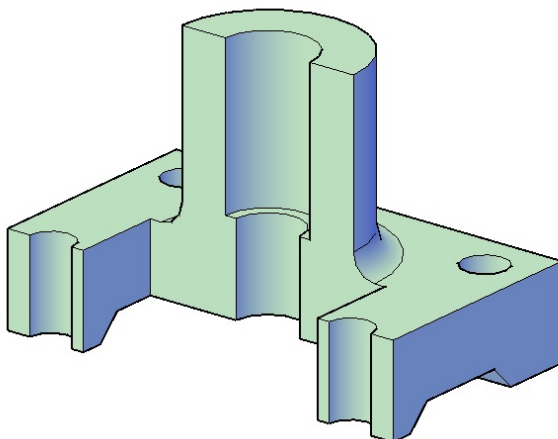
Σε κάποια αντικείμενα με λίγες εσωτερικές λεπτομέρειες μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την μερική τομή. Η μερική τομή γίνεται σε κάποια όψη του αντικειμένου που βολεύει για να δείξουμε την εσωτερική λεπτομέρεια, κόβοντας τοπικά το αντικείμενο και σχεδιάζοντας στο σημείο εκείνο σύμφωνα με τους γενικούς κανόνες σχεδίασης των τομών, και την υπόλοιπη όψη σύμφωνα με τους κανόνες σχεδίασης των όψεων. Η μερική τομή τερματίζει με γραμμή ελευθέρας χειρός, όπως φαίνεται στην εικόνα 20. Σε μια όψη αποφεύγουμε να κάνουμε πολλές μερικές τομές.



Εικόνα 20: Δισδιάστατο σχέδιο αντικειμένου παραδείγματος 2 με χρήση μερικής τομής στην πρόοψη

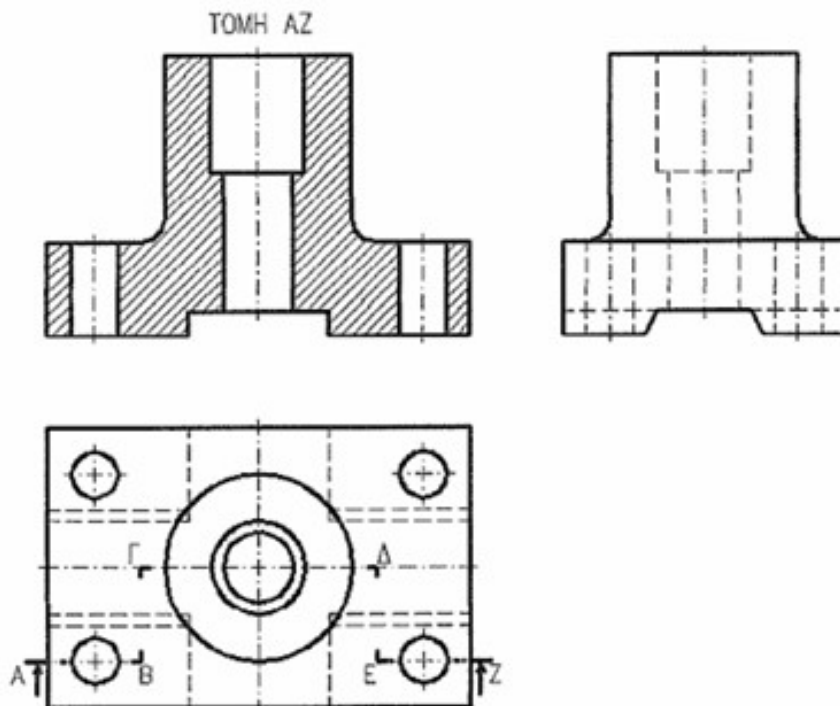
Σύνθετη τομή

Με την χρήση της σύνθετης τομής μπορώ να δείξω πολλές εσωτερικές λεπτομέρειες που δεν βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο, καθώς στη σύνθετη τομή έχω πολλά επίπεδα τομής. Η ένδειξη της πορείας των επιπέδων τομής και της φοράς παρατήρησης γίνεται όπως και στην περίπτωση της πλήρους τομής σε κάποια άλλη όψη ή τομή, ενώ σε κάθε αλλαγή επιπέδου τομής τοποθετείται σύμβολο με παχιά γραμμή και γράμμα κεφαλαίο. Συνηθίζουμε στη σύνθετη τομή να χρησιμοποιούμε συνεχόμενα κεφαλαία γράμματα.



Εικόνα 21: Αντικείμενο παραδείγματος 2 κομμένο σε δύο παράλληλα επίπεδα.

Ακμές που προκύπτουν λόγω της αλλαγής επιπέδου τομής ενώ δεν υπάρχουν στην πραγματικότητα δεν σχεδιάζονται στην σύνθετη τομή, όπως φαίνεται και στην εικόνα 22.

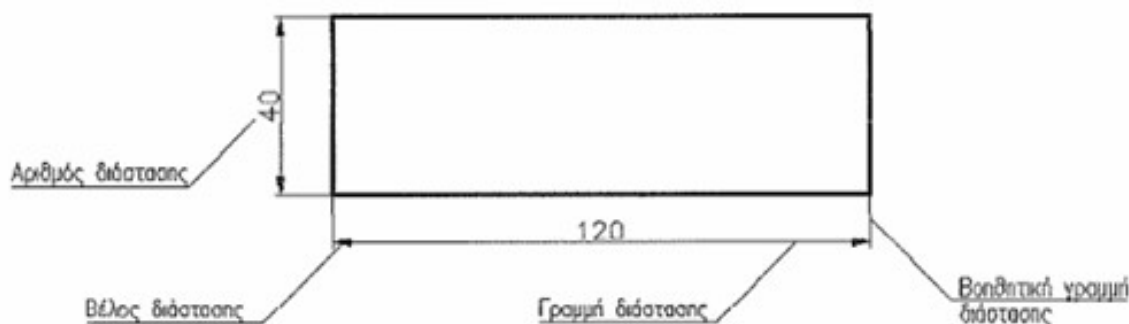


Εικόνα 22: Δισδιάστατο σχέδιο αντικειμένου παραδείγματος 2 με χρήση σύνθετης τομής αντί για πρόοψη

Τέλος, επισημαίνεται πως σε κάποιο σχέδιο μπορούν να συνυπάρχουν περισσότερα του ενός είδους τομής καθώς και περισσότερα ίδια είδη τομής αν κρίνεται αναγκαίο.

Διαστασιολόγηση

Τελευταίο κεφάλαιο αλλά πολύ σημαντικό είναι η τοποθέτηση διαστάσεων σε ένα σχέδιο. Τα βασικά στοιχεία μιας διάστασης, όπως φαίνεται και στην εικόνα 23 είναι οι βοηθητικές γραμμές διάστασης, η γραμμή διάστασης, τα βέλη διάστασης και ο αριθμός.



Εικόνα 23: Βασικά στοιχεία διάστασης.

Η βοηθητική γραμμή διάστασης σχεδιάζεται με λεπτή συνεχή γραμμή και οριοθετεί το τμήμα που θέλω να διαστασιολογήσω. Είναι κάθετη στη γραμμή διάστασης ενώ ξεκινάει από το σημείο που θέλουμε να δώσουμε τη διάσταση και προεκτείνεται 1 με 2 mm πέρα από τη γραμμή διάστασης.

Η γραμμή διάστασης σχεδιάζεται επίσης με λεπτή συνεχή γραμμή και απέχει 10mm από τα όρια του περιγράμματος, ενώ όταν υπάρχουν και άλλες γραμμές παράλληλες με την 1^η αυτές ισαπέχουν 7mm μεταξύ τους. Η γραμμή διάστασης μπορεί αν είναι απαραίτητο να τοποθετηθεί και μέσα στα όρια του περιγράμματος.

Το βέλος διάστασης είναι συμπαγές βέλος ενώ τέλος ο αριθμός διάστασης τοποθετείται πάντα στη μέση και πάνω από τη γραμμή διάστασης όταν η διάσταση είναι οριζόντια, ενώ περιστρέφεται μαζί με την γραμμή διάστασης όταν είναι κεκλιμένη. Διαβάζεται πάντα από αριστερά προς τα δεξιά ή από κάτω προς τα πάνω, όπως φαίνεται στην εικόνα 23.

Κανόνες τοποθέτησης διαστάσεων

Οι διαστάσεις στο μηχανολογικό σχέδιο τοποθετούνται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να είναι εύκολη και δυνατή η κατασκευή των εξαρτημάτων. Διακρίνουμε δύο περιπτώσεις:

- Διαστάσεις σε συμμετρικά αντικείμενα
Οι διαστάσεις τοποθετούνται εκατέρωθεν της αξονικής γραμμής συμμετρίας
- Διαστάσεις σε μη συμμετρικά αντικείμενα
Οι διαστάσεις όλες ξεκινούν από μια σταθερή βάση αναφοράς.

Κάθε διάσταση τοποθετείται μόνο μια φορά σε μια από τις όψεις, ενώ μπορώ να τοποθετήσω διαστάσεις σε όλες τις όψεις ή τομές του σχεδίου, πάντα όμως σε ορατές ακμές καθώς οι διαστάσεις σε διακεκομμένες γραμμές απαγορεύονται. Δίνουμε μόνο τις απαραίτητες διαστάσεις για την κατασκευή ενός αντικείμενου και όχι τις διαστάσεις που προκύπτουν από άλλες.

Όλες οι διαστάσεις μήκους είναι σε χιλιοστά (mm), ενώ όταν είναι σε διαφορετική μονάδα αναγράφεται και η συγκεκριμένη μονάδα μέτρησης. Κάθε αριθμός διάστασης αναφέρεται στο πραγματικό μέγεθος και όχι στο σχεδιασμένο μήκος (υπό κλίμακα).

Όταν δίνουμε περισσότερες από μια διαστάσεις προς την ίδια πλευρά του περιγράμματος δίνουμε πρώτα την μικρότερη διάσταση κοντά στο περίγραμμα και όσο απομακρυνόμαστε από αυτό δίνουμε τις μεγαλύτερες διαστάσεις.

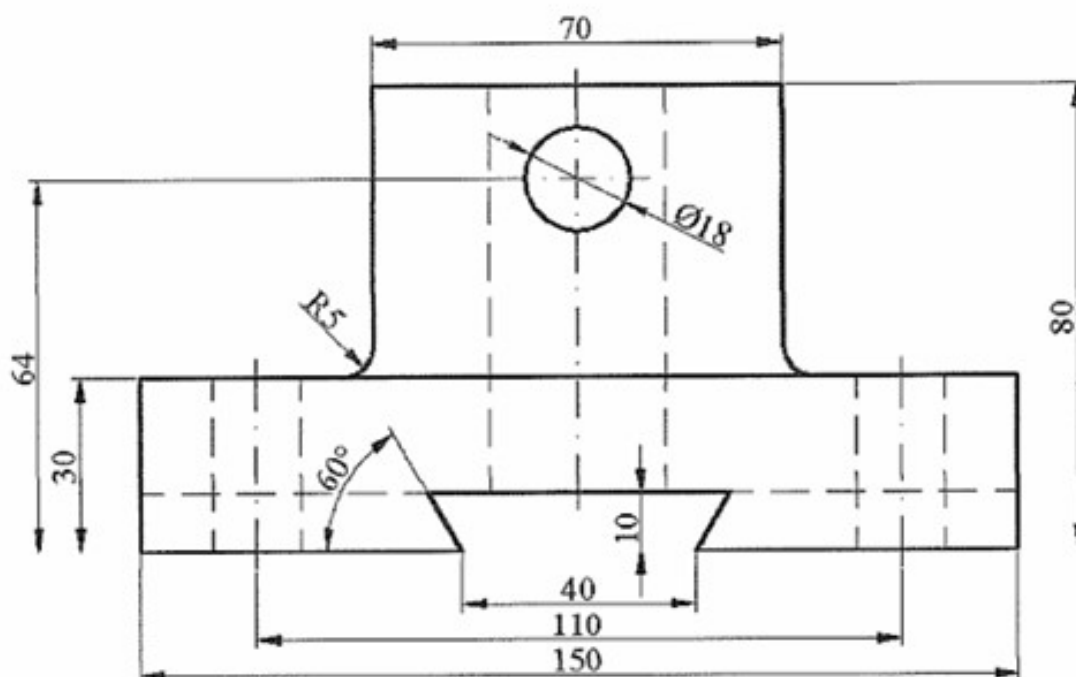
Όταν δίνουμε διάσταση σε κύκλο, δίνουμε πάντα την διάμετρό του, προσθέτοντας μπροστά από τον αριθμό το γράμμα Φ (π.χ. Φ30 σημαίνει διάμετρος 30mm). Στον κύκλο συνηθίζεται, εάν είναι εφικτό, να δίνουμε την διάστασή του μέσα στο περίγραμμά του χρησιμοποιώντας μια διαγώνια διάμετρο που δεν συμπίπτει με τις αξονικές γραμμές και να μην χρησιμοποιούμε βοηθητικές γραμμές διάστασης. Στους κύκλους πέρα από την διάμετρο οριοθετούμε με διαστάσεις και το κέντρο του.

Όταν δίνουμε διάσταση κυκλικού τόξου δίνουμε πάντα την ακτίνα του προσθέτοντας μπροστά από τον αριθμό το γράμμα R (π.χ. R30 σημαίνει ακτίνα 30mm). Στο κυκλικό τόξο συνηθίζεται, εάν είναι εφικτό, να δίνουμε την διάστασή του χρησιμοποιώντας μια ακτίνα του, χρησιμοποιούμε ένα βέλος διάστασης το οποίο δείχνει από το κέντρο προς την περιφέρεια με την μύτη του να ακουμπά το κυκλικό τόξο και να μην χρησιμοποιούμε βοηθητικές γραμμές διάστασης.

Όταν δίνουμε διάσταση σε γωνία, χρησιμοποιούμε συνήθως το ίδιο το περίγραμμα για βοηθητικές γραμμές διάστασης ή προεκτείνουμε τις γραμμές του περιγράμματος. Η γραμμή διάστασης είναι κυκλικό τόξο ενώ πάντα γράφουμε και την μονάδα μέτρησης της γωνίας. Οι διαστάσεις γωνιών είναι σε μοίρες (°).

Όταν έχουμε να δώσουμε μια μικρή διάσταση που δεν χωράει σύμφωνα με τους κανόνες διαστασιολόγησης, τότε προεκτείνουμε την γραμμή διάστασης και τοποθετούμε τα βέλη εξωτερικά των βοηθητικών γραμμών διάστασης και τον αριθμό στο μέσο της γραμμής διάστασης, ενώ αν δεν χωράει και ο αριθμός τότε προεκτείνουμε και άλλο προς την μια πλευρά την γραμμή διάστασης και τον αναγράφουμε προς αυτήν την πλευρά.

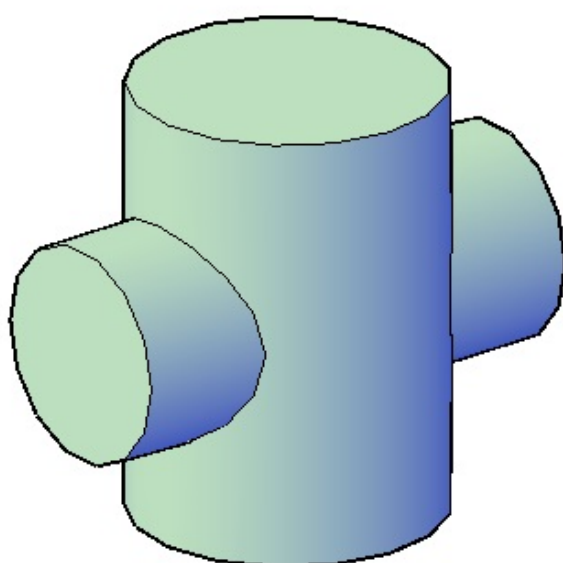
Οι παραπάνω κανόνες τοποθέτησης διαστάσεων φαίνονται στο παράδειγμα της εικόνας 24 όπου οι οριζόντιες διαστάσεις είναι σχεδιασμένες εκατέρωθεν της αξονικής γραμμής καθώς υπάρχει συμμετρία ως προς το μήκος, ενώ όλες οι κάθετες διαστάσεις ξεκινούν από το κάτω όριο του περιγράμματος, το οποίο αποτελεί την βάση αναφοράς, καθώς δεν υπάρχει συμμετρία ως προς το ύψος.



Εικόνα 24: Παράδειγμα διαστασιολόγησης σε όψη μηχανολογικού σχεδίου

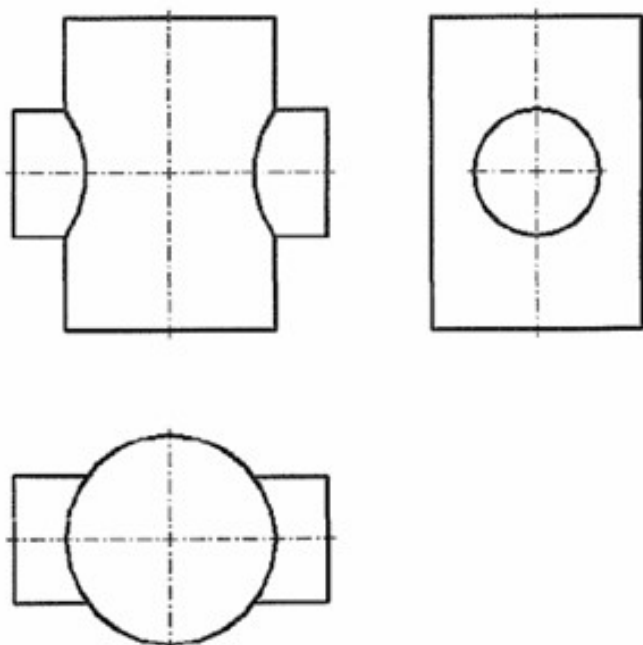
Αλληλοτομία στερεών κυλίνδρων

Όταν δύο κύλινδροι τέμνονται κάθετα μεταξύ τους, όπως φαίνεται στην εικόνα 25, τότε η γραμμή που σχηματίζεται ανάμεσα τους στην όψη που φαίνονται και οι δύο κύλινδροι ως ορθογώνια παραλληλόγραμμα εξαρτάται από την διάμετρο των δύο κυλίνδρων.



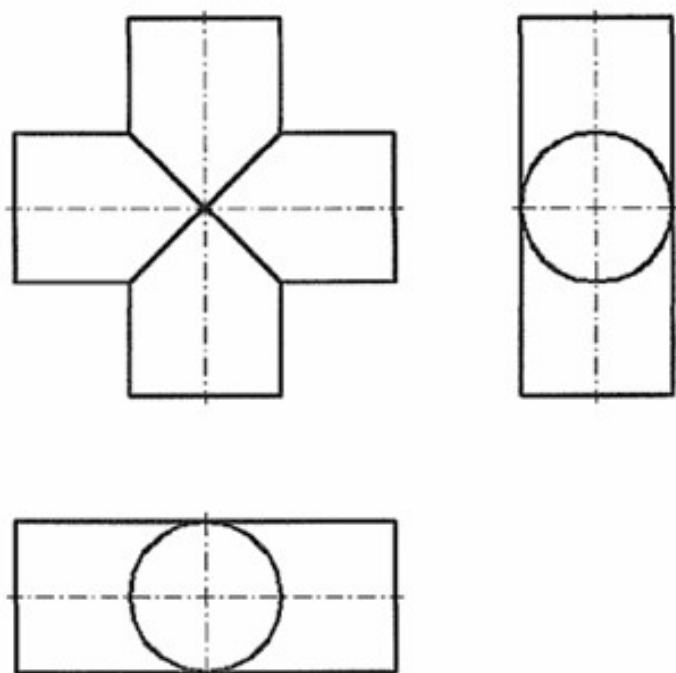
Εικόνα 25: Δύο κύλινδροι που τέμνονται κάθετα μεταξύ τους.

Όταν έχουμε δύο κύλινδρους με διαφορετική διάμετρο, τότε οι δύο όψεις που ένας από τους κύλινδρους φαίνεται ως κύκλος και ο άλλος ως ορθογώνιο παραλληλόγραμμο αντίστοιχα σχεδιάζονται κατά τα γνωστά, ενώ στην 3^η όψη που και οι δύο κύλινδροι φαίνονται ως ορθογώνια παραλληλόγραμμο η γραμμή τομής τους είναι καμπύλη, όπως φαίνεται στην πρόοψη της εικόνας 26.



Εικόνα 26: Βασικές όψεις δύο κάθετα τεμνόμενων κυλίνδρων με διαφορετική διάμετρο.

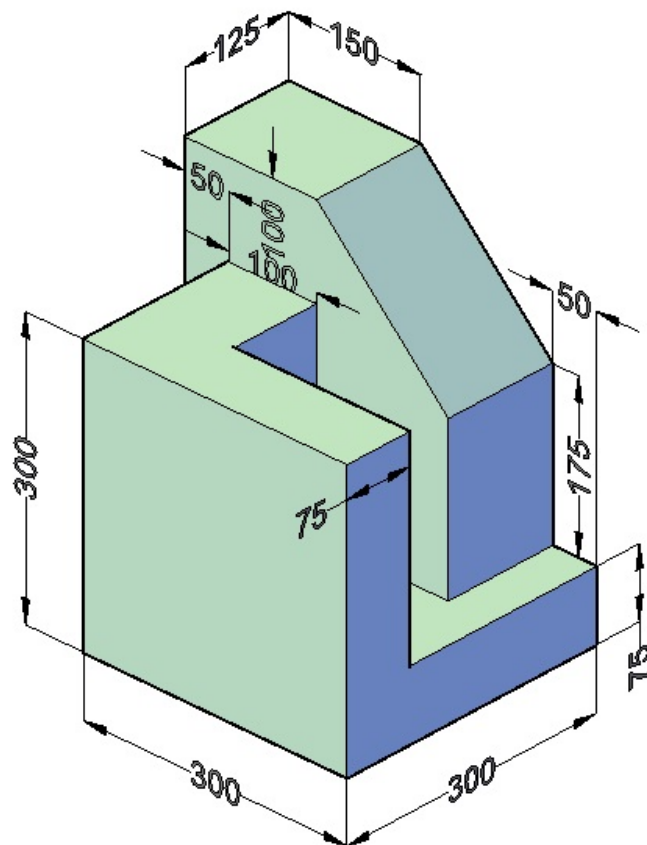
Όταν έχουμε δύο κυλίνδρους με ίδια διάμετρο, τότε στην 3^η όψη που και οι δύο κύλινδροι φαίνονται ως ορθογώνια παραλληλόγραμμα η γραμμή τομής τους είναι ευθεία, όπως φαίνεται στην πρόοψη της εικόνας 27.



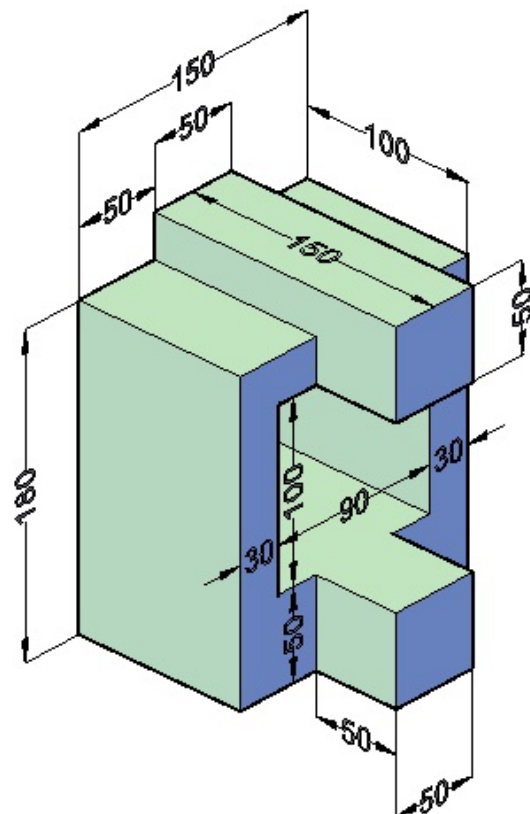
Εικόνα 27: Βασικές όψεις δύο κάθετα τεμνόμενων κυλίνδρων με ίδια διάμετρο.

Παραδείγματα:

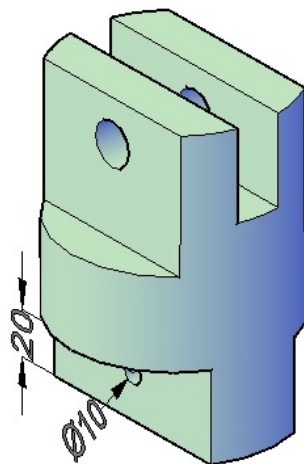
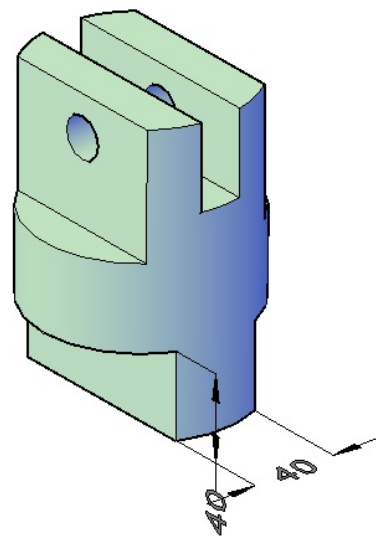
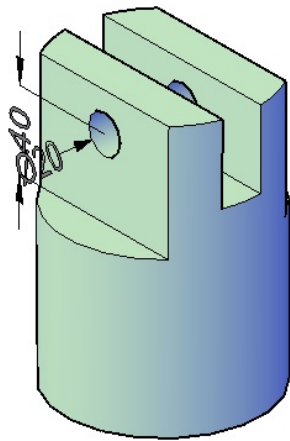
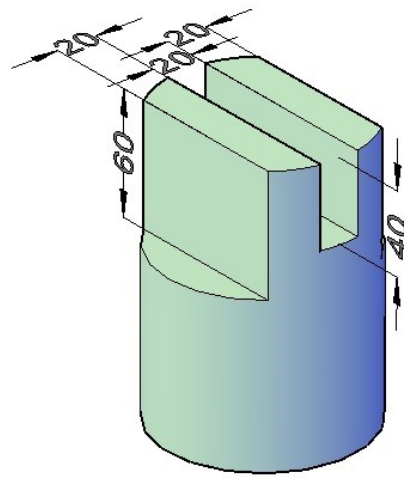
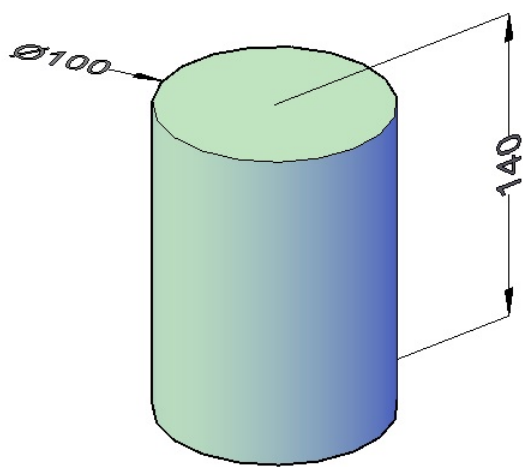
3.



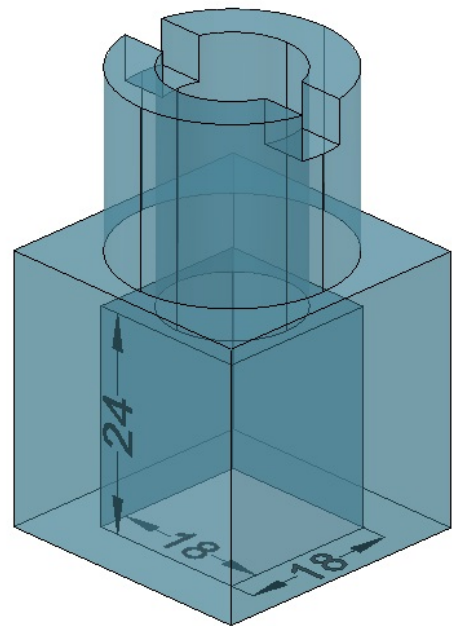
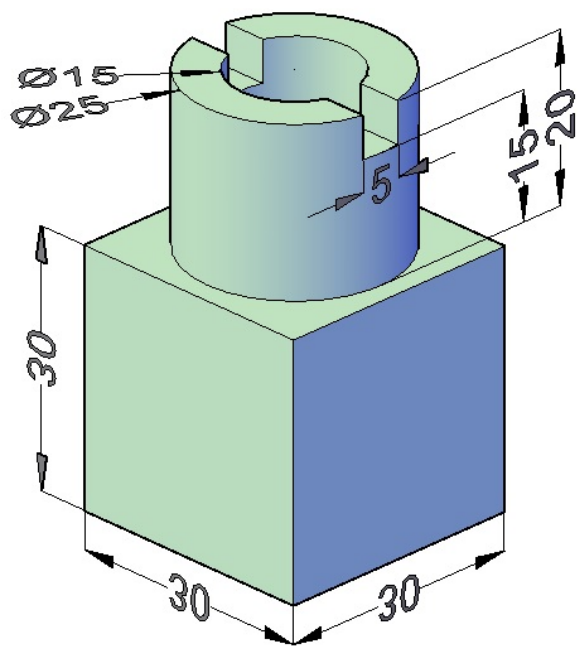
4.



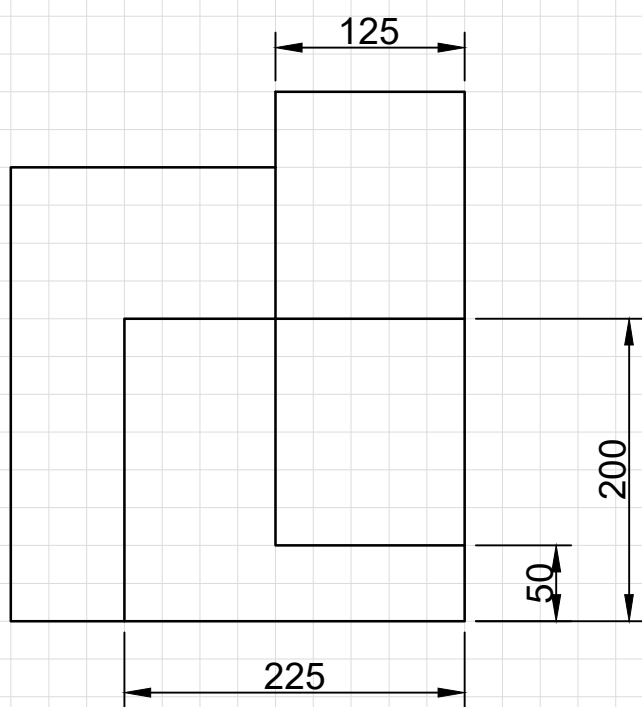
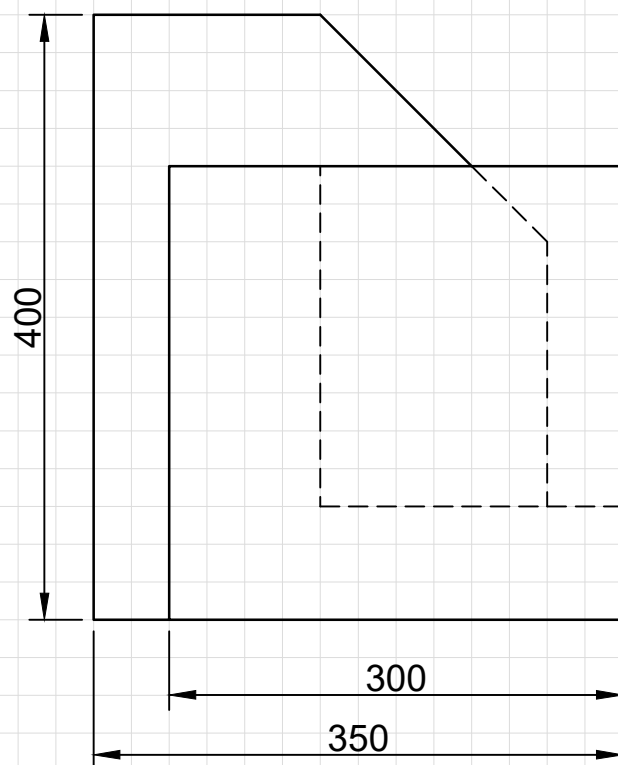
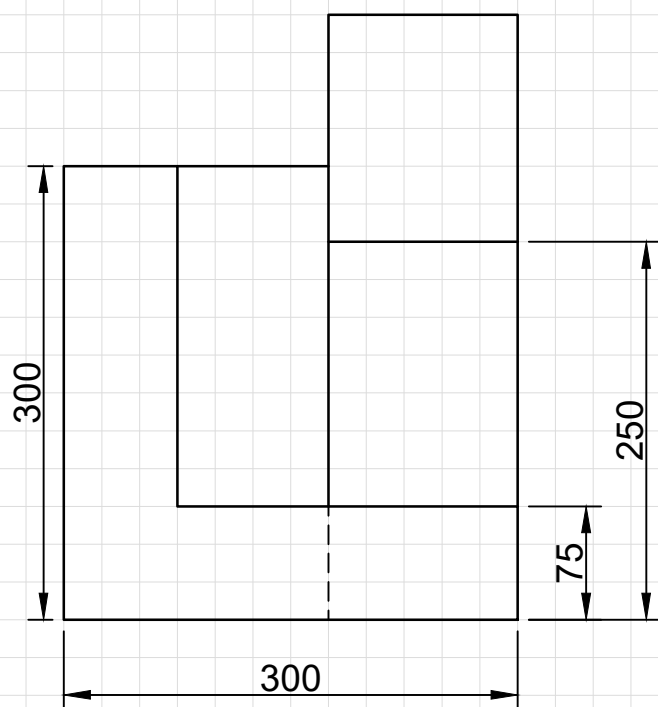
5.



6.

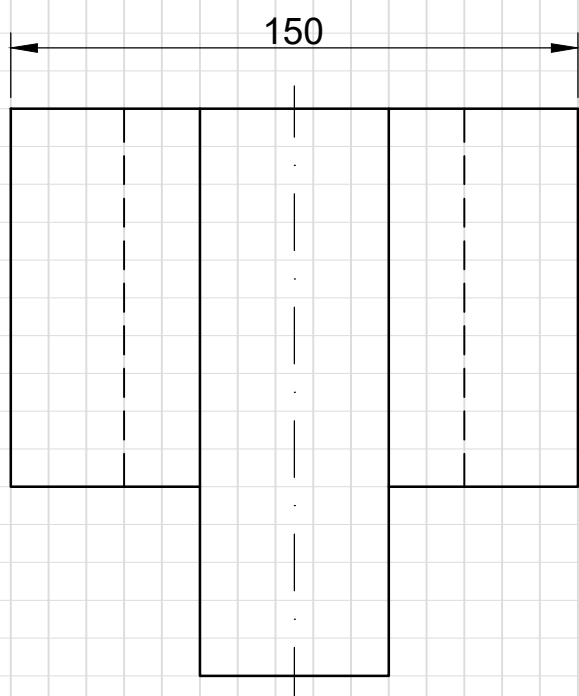
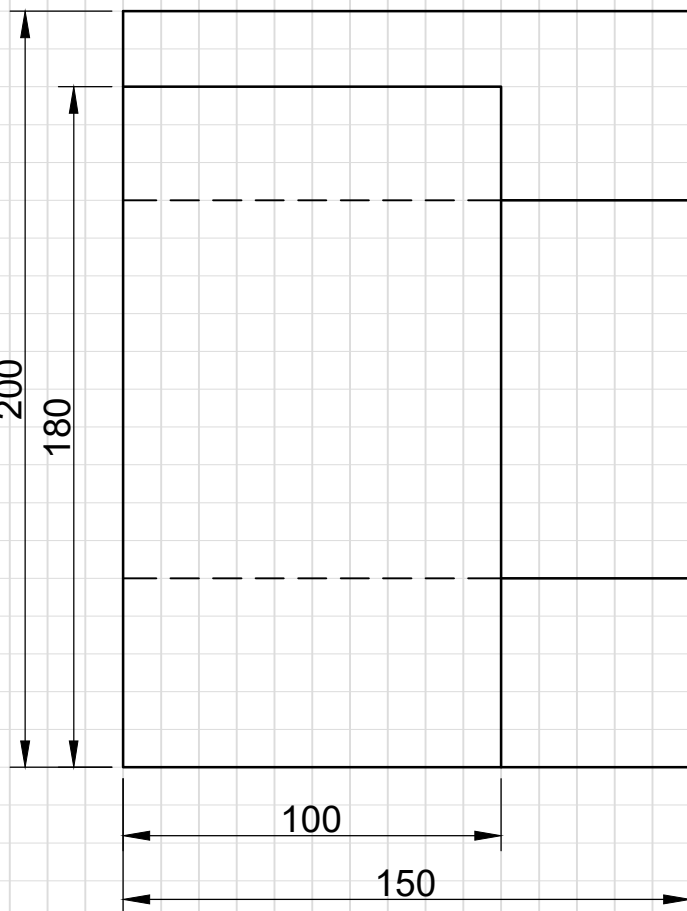
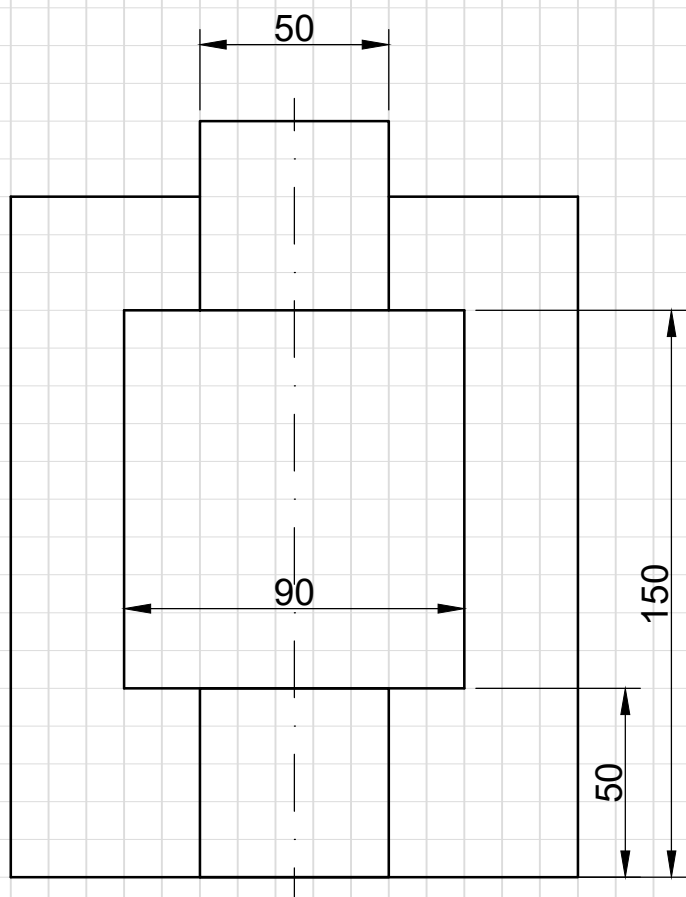


3.

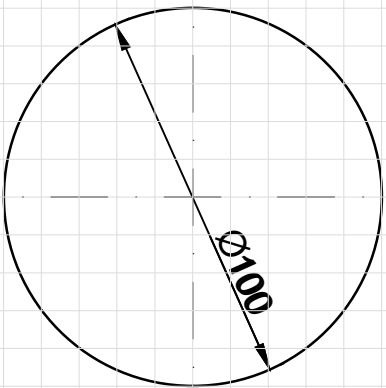
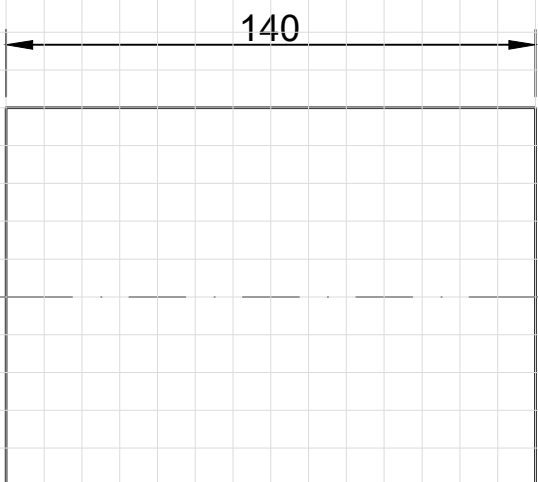
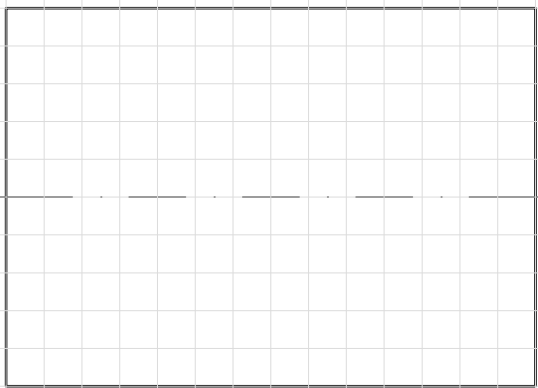


ΚΛΙΜΑΚΑ 1:5

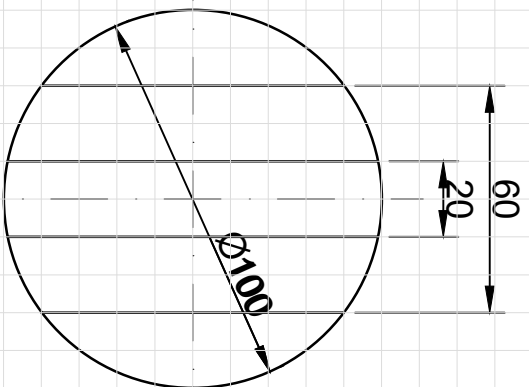
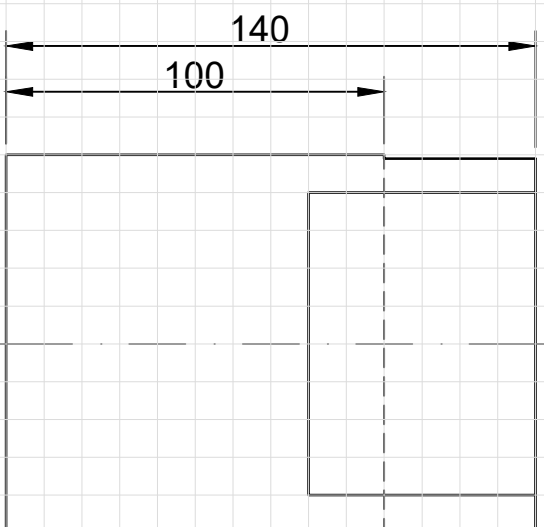
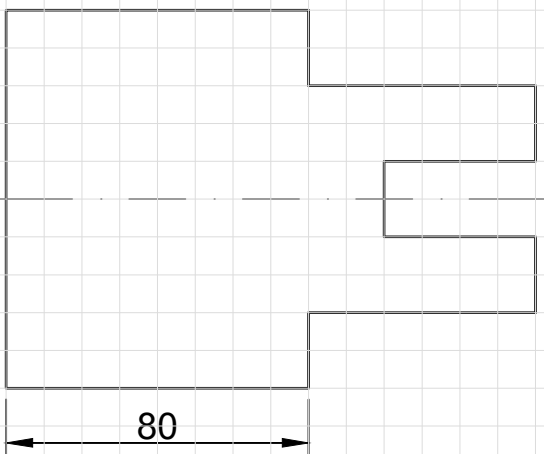
4.



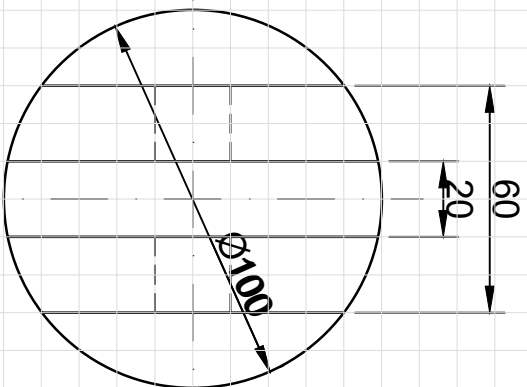
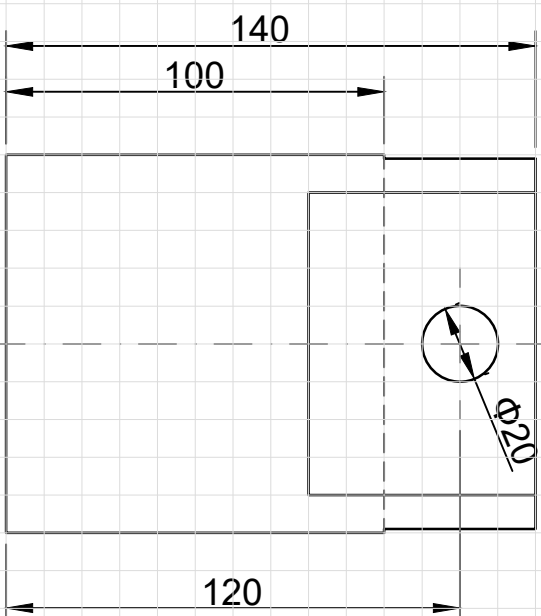
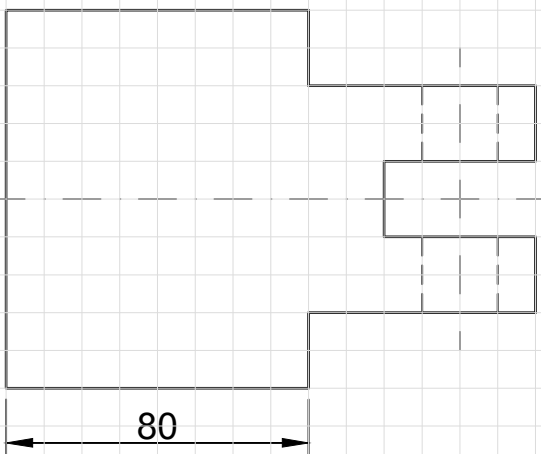
ΚΑΙΜΑΚΑ 1:2



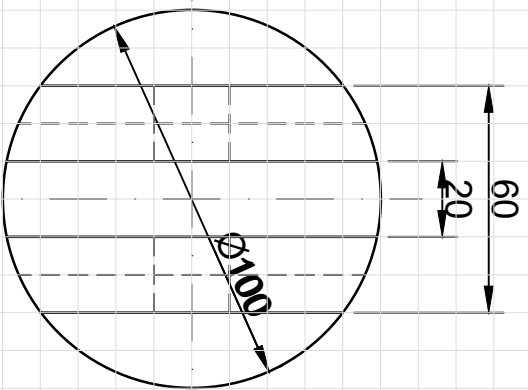
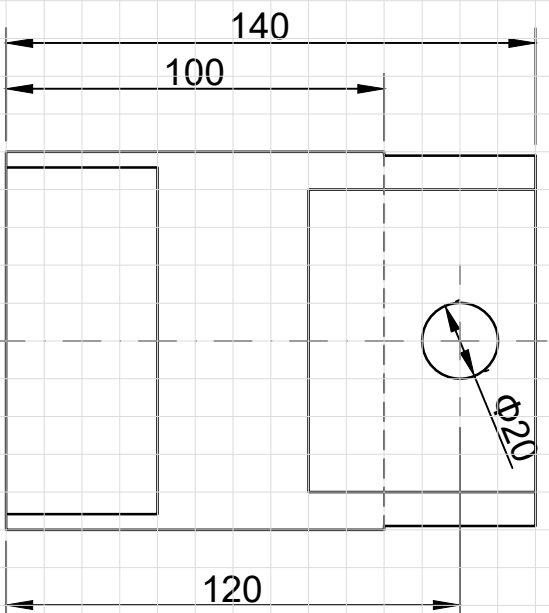
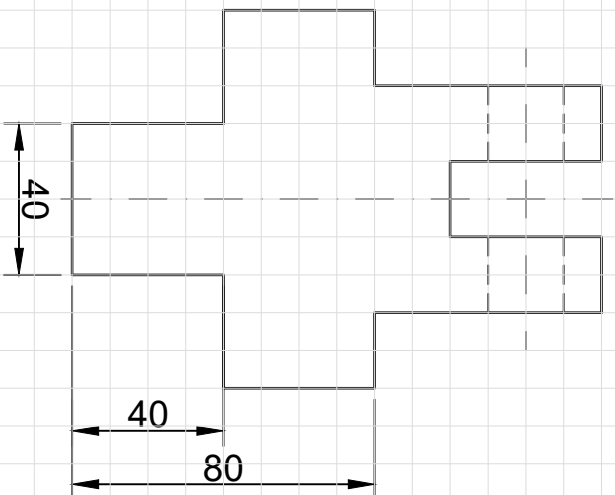
KAIMAKA 1:2



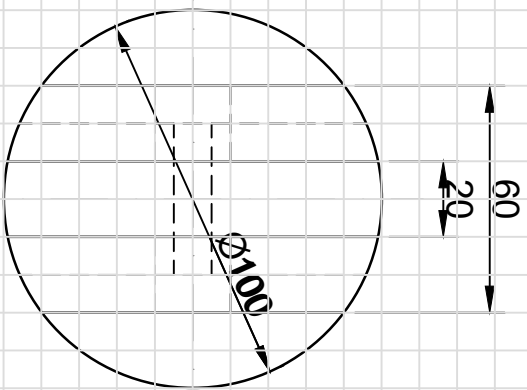
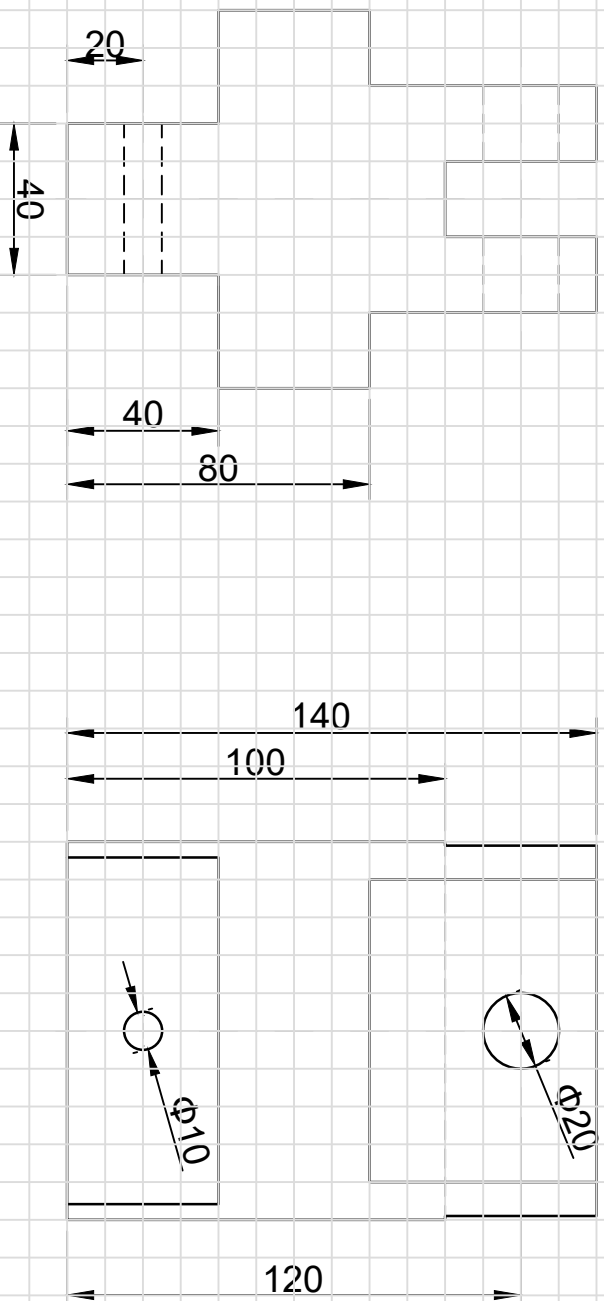
KAIMAKA 1:2



КАИМАКА 1:2



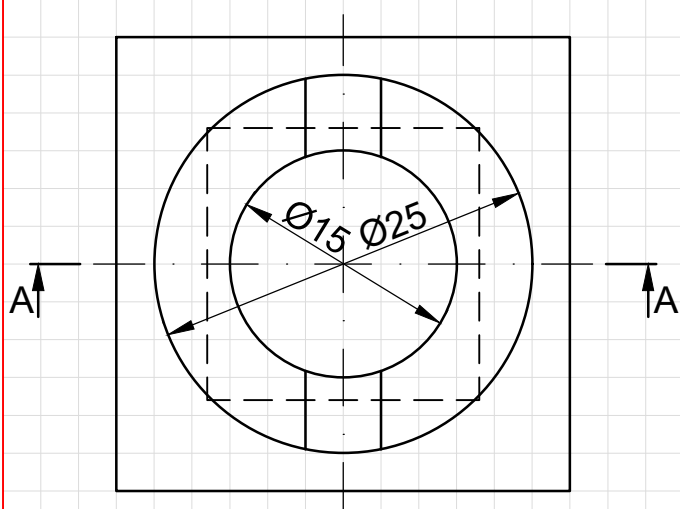
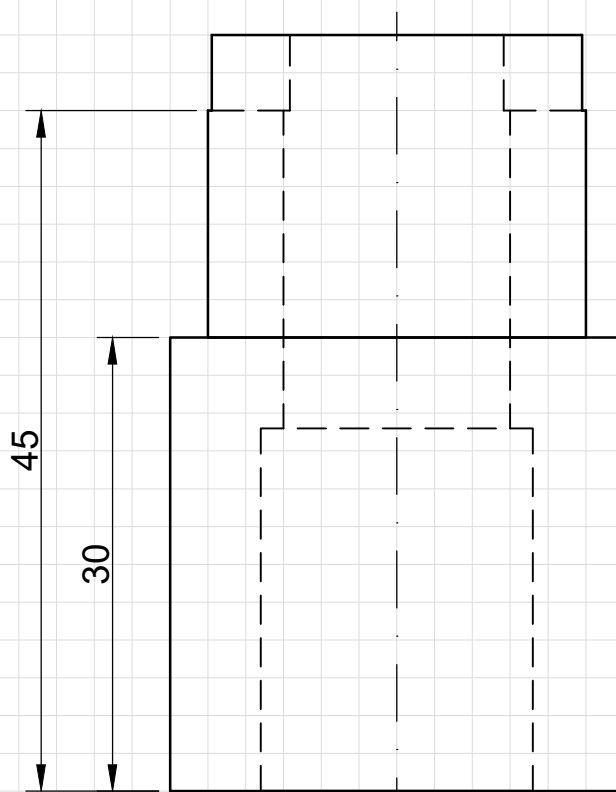
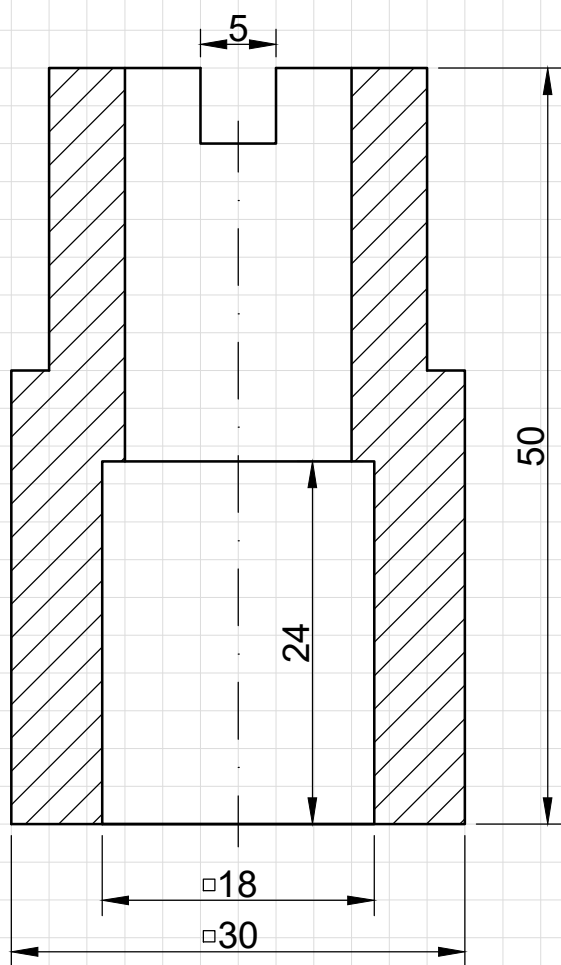
КАИМАКА 1:2



KAIMAKA 1:2

6.

TOMH AA



KΛΙΜΑΚΑ 2:1