

# Εισαγωγή

**Σχέδιο:** Γραφική παράσταση αντικειμένου.

Η φωτογραφία είναι ανεπαρκής γιατί αποτελεί την προοπτική αναπαράσταση των αντικειμένων, δηλαδή δεν έχει πραγματικές διαστάσεις και γιατί δεν αποκαλύπτει εσωτερικές λεπτομέρειες.

**Τεχνικό σχέδιο:** Γραφικός τρόπος επικοινωνίας που αποτελείται από γραμμές, σύμβολα και αριθμούς, έχει συγκεκριμένους κανόνες και γίνεται διεθνώς αντιληπτός.

Οι κανόνες χρησιμοποιούνται ώστε να γίνουν αντιληπτά τα παρακάτω:

- η μορφή και οι διαστάσεις του αντικειμένου που παριστάνεται
- ο τρόπος σύνθεσης και λειτουργίας μιας μηχανής
- η διαρρύθμιση μιας μηχανής
- η οργανική συνοχή των χώρων ενός οικοδομήματος ή των τμημάτων ενός βιομηχανικού συγκροτήματος
- ο τρόπος σύνδεσης, λειτουργίας και ελέγχου των κυκλωμάτων μιας ηλεκτρονικής συσκευής κ.α.

Το Τεχνικό σχέδιο κατατάσσεται στις παρακάτω κατηγορίες:

- **Ορθών προβολών:** Ένα αντικείμενο παρουσιάζεται με ορθές προβολές, όταν όλα του τα σημεία προβάλλονται με ευθείες παράλληλες προς τη διεύθυνση “δ” που κάθε φορά είναι κάθετη στο επίπεδο του αντικειμένου. Στην ορθή προβολή θεωρείται ότι ο οφθαλμός του παρατηρητή είναι στο άπειρο και επομένως οι ακτίνες είναι παράλληλες μεταξύ τους και κάθετες στο προβολικό επίπεδο. Κατηγορίες του σχεδίου ορθών προβολών είναι οι (α) *όψεις*, (β) *κατόψεις* και (γ) *τομές*. Αυτές οι τρεις κατηγορίες σχετίζονται μεταξύ τους και εξάγονται οι τεχνικές πληροφορίες στο χώρο της κατασκευής.
- **Παραστατικό:** Το παραστατικό σχέδιο χωρίζεται σε (α) *αξονομετρικό* και (β) *προοπτικό*. Το αξονομετρικό σχέδιο προκύπτει αν όλα τα σημεία του αντικειμένου προβληθούν με παράλληλες ευθείες προς την ίδια διεύθυνση πάνω στο επίπεδο του αντικειμένου. Αντίστοιχα, ένα αντικείμενο παρουσιάζεται προοπτικά όταν όλα τα σημεία του πραγματικού αντικειμένου ενωθούν με ένα σημείο στο χώρο (μάτι του παρατηρητή). Το προοπτικό σχέδιο πλησιάζει περισσότερο στην πραγματική μορφή του αντικειμένου.
- **Σχηματικό:** Αυτό το είδος χωρίζεται σε (α) *απλοποιημένο* και (β) *συμβολικό*.

## Μηχανολογικό Σχέδιο

Το μηχανολογικό σχέδιο είναι τεχνικό και οι κυριότερες κατηγορίες του ορίζονται ανάλογα με το σκοπό που εξυπηρετούν και το περιεχόμενό τους.

- **Σκαρίφημα:** Ταχεία παράσταση με ελεύθερο χέρι, με μολύβι, της μορφής και των διαστάσεων του αντικειμένου.
- **Σχέδιο:** Πλήρης παράσταση του αντικειμένου σε δεδομένη κλίμακα και με καταχωρημένα όλα τα στοιχεία του περιεχομένου του. Το Σχέδιο χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες.
  - **Γενικό σχέδιο:** Παράσταση μηχανής ή μηχανισμού ή συσκευής σε κατάσταση συναρμολογημένου συνόλου. Το γενικό σχέδιο μπορεί να αφορά σε (α) μηχανολογικά συγκροτήματα και (β) εγκαταστάσεις.
  - **Σχέδιο λεπτομερειών:** Παράσταση μεμονωμένου τεμαχίου με διαστάσεις και όλα τα κατασκευαστικά του στοιχεία
  - **Χωροταξικό σχέδιο Βιομηχανιών:** Διάταξη εγκαταστάσεων και μηχανημάτων βιομηχανικού συγκροτήματος.

## Κανονισμοί μηχανολογικού σχεδίου

Οι επικρατέστεροι κανονισμοί που αφορούν στο μηχανολογικό σχέδιο είναι οι διεθνείς ISO και οι εθνικοί ANSI (αμερικάνικοι), DIN (γερμανικοί), BS (αγγλικοί) και ΕΛΟΤ (ελληνικοί). Οι κανονισμοί σχεδίασης του μηχανολογικού σχεδίου αναφέρονται: (α) στις διαστάσεις του χαρτιού σχεδίασης, (β) στις μετρήσεις μηκών, γωνιών και στις κλίμακες σχεδίασης, (γ) στον τρόπο παράστασης των αντικειμένων στο χαρτί και στη διάταξη των όψεων, (δ) στο είδος το πάχος και τον προορισμό των χρησιμοποιούμενων γραμμών, (ε) στον τρόπο απλής και συμβολικής παράστασης τυποποιημένων στοιχείων, όπως σπειρώματα, οδοντωτοί τροχοί κ.ά. και (στ) στον τρόπο και τα κριτήρια για την επιλογή και καταχώρηση διαστάσεων.

# Όργανα και Υλικά Σχεδίασης

Τα βασικά όργανα σχεδίασης είναι:

## Πινακίδα σχεδίασης

Ορθογώνιο, ξύλινο ή πλαστικό ταμπλό, πάνω στο οποίο τοποθετείται το χαρτί σχεδίασης έτσι ώστε η επιφάνεια σχεδίασης να είναι λεία και επίπεδη. Το μέγεθος της πινακίδας εξαρτάται από το μέγεθος του χρησιμοποιούμενου χαρτιού σχεδίασης.

Μια πινακίδα σχεδίασης πρέπει να έχει (α) επίπεδη και ομαλή επιφάνεια και (β) ευθείες και κάθετες πλευρές ώστε να ολισθαίνει σωστά το ταυ σε αυτές. Στην αγορά υπάρχουν πινακίδες τύπου A0 (920 mm), A1 (650 mm) και A2 (470 mm).

## Ταυ ή παραλληλογράφος

Ξύλινη ή πλαστική σανίδα με αρθρωτό το αριστερό άκρο, συνοδεύει την πινακίδα και χρησιμεύει για την χάραξη παράλληλων γραμμών, γραμμών υπό γωνία και ως οδηγός των τριγώνων.

## Τρίγωνα

Χρησιμεύουν για τη χάραξη κάθετων ή υπό γωνία γραμμών και απαιτούνται δύο ειδών τρίγωνα, ένα ισοσκελές (45°-90°-45°) και ένα με οξείες γωνίες (30°-90°-60°) μεγάλου ή μικρού μεγέθους.

## Κανόνας

Βαθμονομημένος χάρακας μέτρησης μηκών σε κλίμακα 1:1. Συνήθως χρησιμοποιούνται δύο ειδών κανόνες, ένας μήκους 30 cm με λαβή και ένας μικρός των 10 cm, πλακέ. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι τριγωνικοί κανόνες με έξι κλίμακες.

## Διαβήτη με εξάρτημα για ραπιντογράφο

Ο διαβήτη χρησιμοποιείται για τη χάραξη κύκλων και κυκλικών τόξων. Η αιχμηρή μύτη τοποθετείται στο κέντρο του κύκλου και κάθετα προς το χαρτί. Στο σκέλος του διαβήτη προσαρμόζεται η αιχμή και η λαβή του μολυβιού ή μια επέκταση για τη χάραξη μεγαλύτερων κύκλων. Το μολύβι ή μολύβδινη μύτη του διαβήτη δεν ξύνεται κωνικά, όπως γίνεται στο μολύβι της σχεδίασης, αλλά απλά κατά ένα λοξό επίπεδο και μάλιστα στην έξω πλευρά του σκέλους.

## Καμπυλόγραμμο

Χρησιμεύουν για χάραξη διαφόρων καμπύλων γραμμών οι οποίες δεν μπορούμε να χαραχθούν με το διαβήτη. Τα καμπυλόγραμμο κατασκευάζονται σε διάφορα μεγέθη, από πλαστικό, διαφανές υλικό πάχους 1-2 mm. Για τη χάραξη ακανόνιστων καμπυλών μπορεί, επίσης, να χρησιμοποιηθεί εύκαμπτος κανόνας ή “φιδάκι”, ο οποίος διατηρεί τη θέση και τη μορφή που του δίνεται.

## Μοιρογνωμόνιο

## Στένσιλ

Διάτρητο πρότυπο κατασκευασμένο συνήθως από πλαστικό, διαφανές υλικό. Στην αγορά κυκλοφορούν διάφορα στένσιλ που βοηθάνε σε πολλές περιπτώσεις. Πολλά από αυτά έχουν ενσωματωθεί σε προγράμματα CAD.

Στα υλικά σχεδίασης ανήκουν τα παρακάτω:

## Χαρτί

Το χαρτί σχεδίασης που χρησιμοποιείται στο τεχνικό σχέδιο έχει τυποποιημένες διαστάσεις. Για σχέδιο με μολύβι πρέπει να χρησιμοποιείται αδιαφανές χαρτί καλής ποιότητας. Αντίθετα, για σχέδια με μελάνι χρησιμοποιείται διαφανές χαρτί. Όλα τα τυποποιημένα μεγέθη χαρτιού είναι γεωμετρικά όμοια, με λόγο πλάτους, α, προς μήκος, β,  $\frac{a}{b} = \frac{1}{\sqrt{2}}$ . Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι τυποποιημένες διαστάσεις του χαρτιού.

Τύπος	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Διαστάσεις (mm)	841 x 1189	594 x 841	420 x 594	297 x 420	210 x 297	148 x 210	105 x 148

Επειδή το μήκος του ενός μεγέθους χαρτιού ισούται με το πλάτος του αμέσως επόμενου, κάθε φύλλο έχει μισή

επιφάνεια από το αμέσως προηγούμενο και διπλάσια από το αμέσως επόμενο. Κατά συνέπεια, αν διπλώσουμε ένα μέγεθος χαρτιού, τότε παίρνουμε δύο αμέσως μικρότερα μεγέθη χαρτιών. Το A0 έχει επιφάνεια ίση με  $1m^2$ . Ο αριθμός (1,2,3,4) που ακολουθεί μετά το γράμμα "A", δείχνει πόσες φορές το A0 πρέπει να διπλωθεί παράλληλα στη μικρή του διάσταση για να δώσει το επιθυμητό μέγεθος. Η τυποποίηση του χαρτιού είναι σημαντική γιατί διευκολύνεται η φύλαξη, η διακίνηση, η αναπαραγωγή, η παραγωγή και το εμπόριό του.

### Μολύβι

Τα μολύβια τυποποιούνται ανάλογα με το βαθμό σκληρότητας του γραφίτη και διακρίνονται σε σκληρά (H), μαλακά (B) και μέτρια (F). Στο τεχνικό σχέδιο χρησιμοποιούνται, κυρίως, το HB ή το F για τις κύριες γραμμές και για τη γραφή γραμμάτων και αριθμών. Επίσης, χρησιμοποιούνται και "μηχανικά" μολύβια.

### Γομολάστιχα

Πρέπει να είναι καλής ποιότητας, ώστε να μην αφήνει ίχνη του χρώματος στο χαρτί σχεδίασης.

### Ξύστρες

Τα ξυραφάκια ή τα αντίστοιχα μαχαιράκια προσφέρονται για μολύβια πολύ μαλακά ή για κάρβουνο. Για τα ξύλινα μολύβια χρησιμοποιούνται συνήθως μεταλλικές ξύστρες. Οι μύτες των μολυβιών μπορούν επίσης να ξυστούν ή να στρογγυλέψουν, αν συρθούν πάνω σε πολύ λεπτό γυαλόχαρτο. Για το ξύσιμο των μηχανικών μολυβιών υπάρχει το λεγόμενο "ψαράκι".

### Ραπιντογράφοι

Οι ραπιντογράφοι αποτελούνται από την κυλινδρική *μύτη*, το *σώμα*, την *αμπούλα μελανιού*, το *στέλεχος* και το *καπάκι* που πρέπει να μένει βιδωμένο όταν ο ραπιντογράφος δε χρησιμοποιείται, γιατί στεγνώνει το μελάνι και δε σχεδιάζει σωστά. Κατά τη σχεδίαση ο ραπιντογράφος πρέπει να κρατιέται κατά το δυνατό κατακόρυφα και η κίνηση στο χαρτί να είναι από αριστερά προς τα δεξιά και από πάνω προς τα κάτω. Δεν χρειάζεται πίεση γιατί χαλάει η μύτη. Μια τυπική σειρά ραπιντογράφων αποτελείται από εννέα πενάκια. Για τον αρχάριο αρκούν τρία μεγέθη: 0.2, 0.4 και 0.6 mm. Επίσης, υπάρχει μια σειρά από εννέα ραπιντογράφους σε διεθνή ισομετρικά μεγέθη, ειδικά για σχέδια που πρόκειται να σμικρυνθούν. Για τον αρχάριο αρκούν τρία από αυτά και συγκεκριμένα τα 0.35, 0.5, 0.7 mm.

### Μελάνι

Η σινική μελάνη πουλιέται σε μπουκαλάκια ή αμπούλες. Η σινική μελάνη δημιουργεί μαύρες κοφτές γραμμές, κατάλληλες για φωτοαντιγραφική αναπαραγωγή (σε φωτοτυπικά ή φωτοαντιγραφικά μηχανήματα). Αν προστεθεί νερό στη σινική μελάνη αυτή γκριζάρει και δίνει τόνους του γκρι.

## Είδη και πάχη γραμμών

Για τη σχεδίαση χρησιμοποιούνται διάφορα είδη και πάχη γραμμών που επιβάλλονται από τους κανονισμούς του σχεδίου ώστε να επιτευχθεί ένα κατανοητό και καλαίσθητο σχεδιαστικό αποτέλεσμα.

Οι γραμμές μπορούν να διαχωριστούν σε τέσσερα είδη: (α) *συνεχείς*, (β) *διακεκομμένες*, (γ) *αξονικές* και (δ) *με ελεύθερο χέρι*. Το πάχος των γραμμών κατά τη σχεδίαση είναι τυποποιημένο στις εξής οκτώ διαβαθμίσεις: 0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1.0, 1.4.

### Συνεχείς γραμμές

Οι συνεχείς γραμμές ανάλογα με το πάχος τους χρησιμοποιούνται για τη σχεδίαση:

Έντονες: περιγράμματα όψεων και τομών αντικειμένων ή κτιρίων.

Μέσου πάχους: βοηθητικές γραμμές, γράμματα, αριθμοί.

Λεπτές: γραμμές διαστάσεων, διαγραμμίσεων, υψομέτρων, πλακών δαπέδου.

### Διακεκομμένες γραμμές

Χρησιμοποιούνται για τη σχεδίαση γραμμών που δε φαίνονται στις όψεις των αντικειμένων, δηλαδή οι μη ορατές ακμές στις όψεις ενός αντικειμένου χαράσσονται με διακεκομμένες γραμμές. Όταν πρόκειται να σχεδιαστούν μη ορατές ακμές με διακεκομμένες γραμμές πρέπει να είναι βέβαιο ότι μ' αυτές το σχέδιο θα γίνει σαφέστερο. Διαφορετικά οι διακεκομμένες γραμμές μπορεί να προκαλέσουν σύγχυση και πρέπει να αποφεύγονται.

### Αξονικές γραμμές

Στις αξονικές γραμμές εμφανίζονται δύο πάχη και ανάλογα με αυτό χρησιμοποιούνται:

Έντονες: ώστε να δειχθεί το επίπεδο τομής.

Λεπτές: για τη σχεδίαση αξόνων συμμετρίας.

### Με ελεύθερο χέρι

Χρησιμοποιούνται για να δηλωθεί διακοπή στη σχεδίαση και για να παρασταθεί η ακανόνιστη μορφή υλικού, π.χ. μετάλλου, πέτρας, ξύλου κ.ά.

Οι γραμμές των μηχανολογικών σχεδίων κατατάσσονται σε έξι ομάδες, ανάλογα με το πάχος της βασικής γραμμής που είναι η *συνεχής έντονη γραμμή*. Ένα μηχανολογικό σχέδιο μπορεί να έχει γραμμές που ανήκουν μόνο σε μια ομάδα.

Πίνακας 1: Ομάδες και πάχη γραμμών

Ομάδα γραμμών	Είδη γραμμών / πάχη (mm)		
	Συνεχής έντονη / Αξονική έντονη	Διακεκομμένη	Συνεχής λεπτή / Αξονική λεπτή / Με ελεύθερο χέρι
1.40	1.40	1.00	0.70
1.00	1.00	0.70	0.50
0.70	0.70	0.50	0.35
0.50	0.50	0.35	0.25
0.35	0.35	0.25	0.18
0.25	0.25	0.18	0.13

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι ομάδες γραμμών και τα αντίστοιχα πάχη τους σε mm, ανάλογα με το είδος τους. Από αυτές προτιμώνται οι ομάδες 0.7 και 0.5. Για τη σχεδίαση με Η/Υ ισχύει μόνο η ομάδα 0.7 με δύο πάχη 0.7 και 0.35 διαχωρίζοντας μόνο την έντονη και τη λεπτή γραμμή.

# Τρόπος Σχεδίασης

## Κλίμακες σχεδίασης

Γενικά, κάποια αντικείμενα μπορούν να σχεδιαστούν σε φυσικό μέγεθος οπότε οι διαστάσεις που αναφέρονται στο σχέδιο αντιπροσωπεύουν τις πραγματικές του διαστάσεις. Αντίθετα, στο οικοδομικό σχέδιο που τα αντικείμενα είναι μεγάλα, είναι αδύνατη η σχεδίασή τους στο φυσικό μέγεθος. Για να ξεπεραστούν τα προβλήματα σχεδίασης χρησιμοποιείται κλίμακα *μεγέθυνσης* ή *σμίκρυνσης*, ανάλογα με την περίπτωση.

Τυποποίηση	1 : 100	1 : 50	1 : 25	1 : 20	1 : 10	1 : 5	1 : 2.5	1 : 2	1 : 1	2 : 1	5 : 1	10 : 1	20 : 1	50 : 1
Τύποι κλιμάκων	μεγέθυνση								φυσικό μέγεθος	σμίκρυνση				

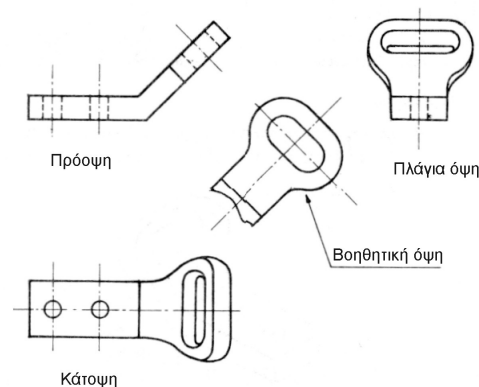
Πίνακας 2: Κλίμακες σχεδίασης

## Όψεις

Όψη ενός αντικειμένου ονομάζεται η ορθή προβολή του σε ένα προβολικό επίπεδο. Οι όψεις ενός αντικειμένου είναι η *άνοψη*, η *κάτοψη*, η *πρόοψη*, η *οπίσθια όψη*, η *πλάγια αριστερή* και η *πλάγια δεξιά όψη*.

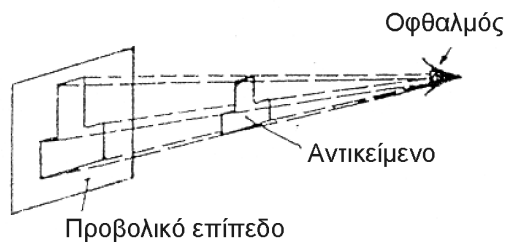
Προκειμένου γίνει σωστά η γραφική αναπαράσταση της μορφής ενός αντικειμένου είναι απαραίτητη η σχεδίαση μιας σειράς όψεών του. Γενικά, σχεδιάζονται τόσες όψεις όσες είναι αναγκαίες και αρκετές για να καταλάβει ο μελετητής ή ο κατασκευαστής πλήρως και μονοσήμαντα όλη τη διαμόρφωση του αντικειμένου και να σημειωθούν όλες οι αναγκαίες διαστάσεις. Στις περισσότερες περιπτώσεις από το σύνολο των έξι όψεων είναι επαρκείς μόνο οι τρεις (πρόοψη, κάτοψη και πλάγια αριστερή όψη).

Μερικές φορές βέβαια με τις τρεις όψεις δε μπορεί να αποδοθεί πλήρως η μορφή και οι διαστάσεις του σε όλα τα μέρη του. Αυτό συμβαίνει ιδιαίτερα όταν το αντικείμενο έχει μια ή περισσότερες επιφάνειες που είναι υπό γωνία ως προς τις κύριες έδρες του. Για παράδειγμα, σχεδιάζοντας το αντικείμενο του διπλανού σχήματος χρειάζονται οι λεγόμενες *ειδικές* ή *βοηθητικές όψεις*. Η βοηθητική όψη είναι μια όψη σε ένα βοηθητικό προβολικό επίπεδο, επιλεγμένο ως προς τη θέση του έτσι ώστε να αποδίδει την όψη και τις απαραίτητες λεπτομέρειες. Αν όμως αυτό δεν είναι τόσο ευνόητο, θα πρέπει να σημειώνεται στο σχέδιο η φορά παρατήρησης με ένα βέλος και ένα γράμμα και στην προβολή να αναγράφεται η λέξη "όψη" συνοδευόμενη από το ίδιο γράμμα.



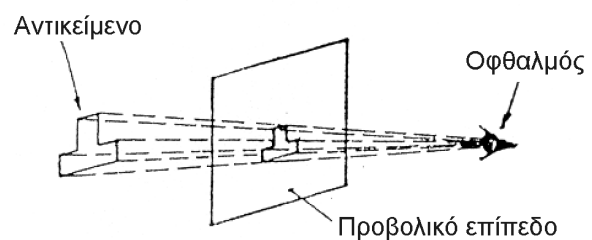
## Διάταξη και είδη όψεων

Σύμφωνα με το διεθνή κανονισμό I.S.O. 128, υπάρχουν δύο συστήματα διάταξης όψεων: το (α) ευρωπαϊκό (I.S.O. E) και (β) αμερικάνικο (I.S.O. A). Η διαφορά μεταξύ των δύο συστημάτων εντοπίζεται στη διαφορετική σχετική θέση που καθορίζεται μεταξύ του οφθαλμού του παρατηρητή, του αντικειμένου και προβολικού επιπέδου. Συγκεκριμένα, κατά την *ευρωπαϊκή διάταξη όψεων* η σχετική θέση των παραπάνω είναι *οφθαλμός - αντικείμενο - προβολικό επίπεδο*, ενώ κατά την *αμερικάνικη*, *οφθαλμός - προβολικό επίπεδο - αντικείμενο*. Η θέση τους καθορίζει, τελικά, τη διάταξη των έξι προαναφερθέντων όψεων στο χαρτί.



α

ΕΥΡΩΠΑΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ  
I.S.O. ΜΕΘΟΔΟΣ E



β

ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ  
I.S.O. ΜΕΘΟΔΟΣ A

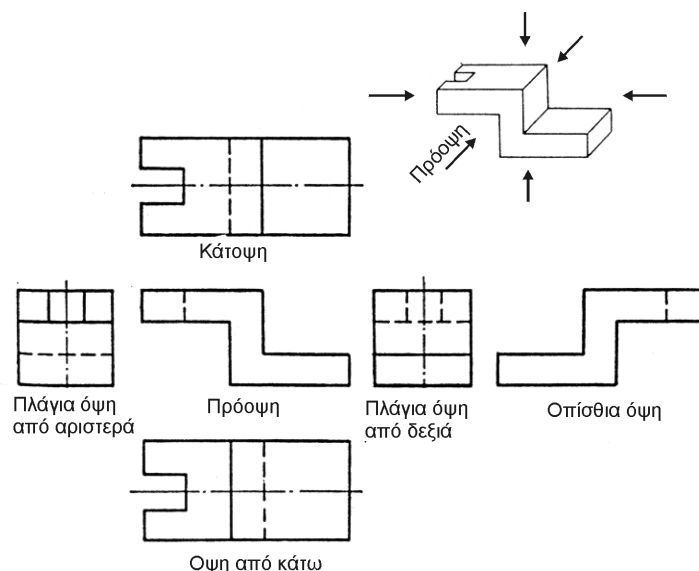
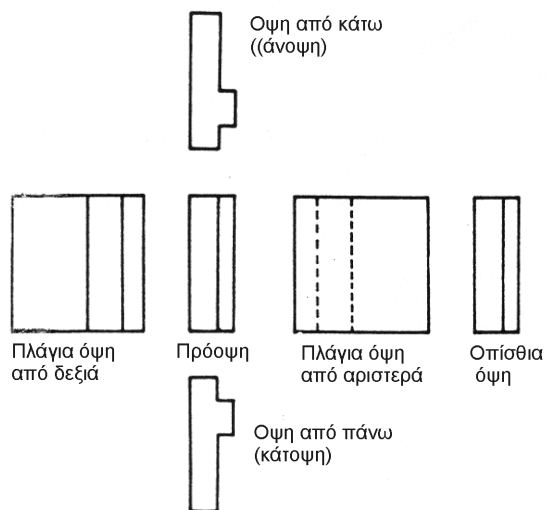
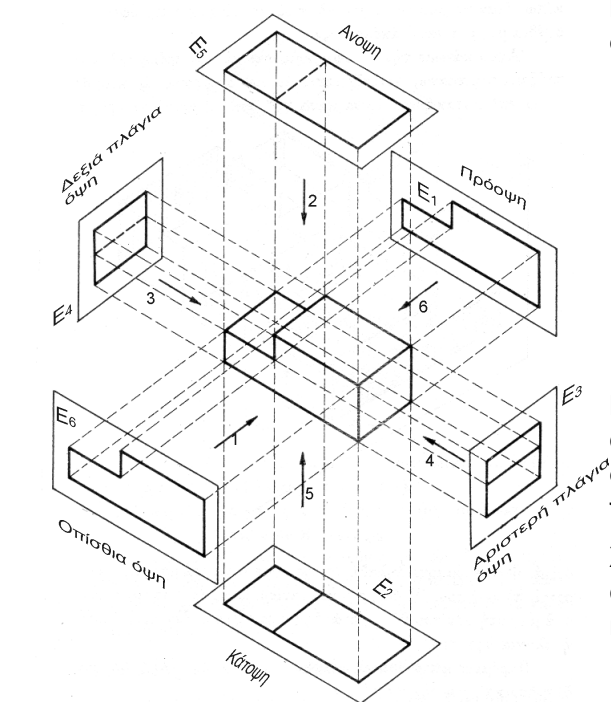
Πιο συγκεκριμένα, οι όψεις προκύπτουν αν θεωρηθεί το παρατηρούμενο αντικείμενο μέσα σε ένα ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο, κάθε έδρα του οποίου είναι ένα προβολικό επίπεδο.

Για την εύκολη διάκριση του αμερικανικού από το ευρωπαϊκό σύστημα επισημαίνονται τα εξής:

- Η πρόοψη του A είναι όμοια με την πρόοψη του E
- Η κάτοψη του A είναι όμοια με την κάτοψη του E αλλά τοποθετημένη πάνω από την πρόοψη
- Η αριστερή πλάγια όψη του A είναι όμοια με αυτήν του E αλλά τοποθετημένη στο αριστερό μέρος.
- Η δεξιά πλάγια όψη του A είναι όμοια με την δεξιά πλάγια όψη του E αλλά τοποθετημένη στο δεξιό μέρος.

Για να μην υπάρχουν παρανοήσεις σχετικά με τη διάταξη των όψεων, έχει καθιερωθεί διεθνώς ο συμβολισμός (α) για την Ευρωπαϊκή διάταξη και (β) για την Αμερικάνικη.

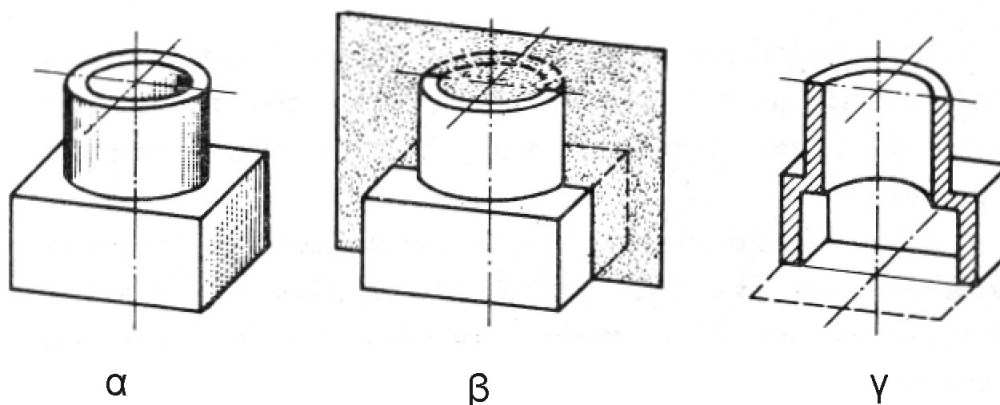
Στο παρακάτω σχήμα παρατίθενται οι έξι όψεις δυο αντικειμένων τοποθετημένες κατά το αμερικάνικο (δεξιά) και κατά το ευρωπαϊκό (αριστερά) σύστημα.



### Τομές και διάταξη

Σε πολλές περιπτώσεις το προς σχεδίαση αντικείμενο δεν είναι συμπαγές αλλά κοίλο. Προκειμένου να καταδειχθεί η εσωτερική του διαμόρφωση, μπορούν να σχεδιαστούν οι όψεις του με τις εσωτερικές ακμές με διακεκομμένες γραμμές, αλλά τότε το σχέδιο μπορεί να γίνει δυσνόητο. Το ίδιο συμβαίνει και με αντικείμενα με εξωτερικές λεπτομέρειες που η μια είναι πίσω από την άλλη.

Σ' αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιούνται οι τομές. Στις τομές το αντικείμενο τέμνεται νοητά με ένα φανταστικό επίπεδο και το μέρος του αντικειμένου που βρίσκεται προς τη μεριά του παρατηρητή θεωρείται ότι απομακρύνεται και σχεδιάζεται η όψη του υπόλοιπου.



Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας πρέπει να δοθεί προσοχή στα παρακάτω:

- Το επίπεδο τομής είναι πάντα κάθετο προς το επίπεδο σχεδίασης και παράλληλο προς το προβολικό επίπεδο.
- Το επίπεδο τομής παριστάνεται με έντονη αξονική γραμμή που δεν σχεδιάζεται ολόκληρη αλλά μόνο στην αρχή και στο τέλος, μπαίνοντας στην εικόνα λίγα χιλιοστά. Τα βέλη δείχνουν τη φορά των οπτικών ακτίνων από τον οφθαλμό - παρατηρητή. Στα βέλη τοποθετούνται κεφαλαία γράμματα ή λατινικοί αριθμοί για να φανεί το επίπεδο τομής.
- Οι ακμές στην όψη που προκύπτουν από τη τομή είναι ορατές και σχεδιάζονται με παχιά συνεχή γραμμή.

Για τη διάταξη των τομών ισχύει ό,τι και για τη διάταξη των όψεων. Η τομή πρέπει κατά το δυνατό να σχεδιάζεται στη θέση που προκύπτει από τη φορά παρατήρησης, δηλαδή προς τη πλευρά που δείχνουν τα βέλη που ορίζουν τη τομή

### Είδη τομών

Τα είδη τομών που χρησιμοποιούνται είναι η (α) *πλήρης τομή*, (β) *ημιτομή*, (γ) *μερική τομή*, (δ) *τομή σε επιμήκη τεμάχια* και (ε) *τομή σε διαφορετικά επίπεδα*.

### **Πλήρης ή ολική τομή ή τομή**

Γίνεται έτσι ώστε να περιέχει έναν άξονα συμμετρίας του αντικειμένου ή μιας διαμόρφωσης του (π.χ. μιας οπής). Το επίπεδο τομής χωρίζει το αντικείμενο σε δύο μέρη. Το μέρος εκείνο που είναι μεταξύ του επιπέδου τομής και του παρατηρητή απομακρύνεται νοητά και σχεδιάζεται αυτό που μένει, σαν να είναι όψη. Διαγραμμίζονται τα μέρη εκείνα που το επίπεδο τομής συναντά υλικό.

### **Ημιτομή**

Σε αυτή την περίπτωση υπάρχουν δύο επίπεδα τομής που είναι μεταξύ τους κάθετα. Η ακμή της ορθής γωνίας συμπίπτει με άξονα συμμετρίας του αντικειμένου ή διαμόρφωσης του. Το κομμάτι που βρίσκεται μέσα σ' αυτή τη γωνία απομακρύνεται και σχεδιάζεται το υπόλοιπο. Έτσι, το σχέδιο που προκύπτει παρουσιάζει συγχρόνως *ημιτομή* και *ημιόψη* του αντικειμένου. Με το τρόπο αυτό συνδυάζεται τομή και όψη άρα η σχεδίαση ολοκληρώνεται ταχύτερα. Η *ημιτομή* έχει έννοια μόνο σε *συμμετρικά εκ περιστροφής αντικείμενα*. Η ακμή που δημιουργούν τα δύο επίπεδα τομής δεν σχεδιάζεται και στη θέση της μπαίνει λεπτή αξονική γραμμή. Όταν αυτή η αξονική γραμμή είναι οριζόντια η τομή γίνεται και σχεδιάζεται στο κάτω μέρος της όψης, ενώ αν είναι κατακόρυφη στο δεξιό.

### **Μερική ή τοπική τομή**

Χρησιμοποιείται για την κατάδειξη μιας τοπικής εσωτερικής λεπτομέρειας. Το αντικείμενο, στο σύνολό του, σχεδιάζεται σαν όψη. Το όριο της μερικής τομής είναι πάντοτε γραμμή με ελεύθερο χέρι και ποτέ μια ακμή του αντικειμένου. Για οικονομία όψεων και τομών, σε απλές περιπτώσεις, παρεμβάλλεται σε μια όψη μια τομή από ένα επίπεδο κάθετο στην όψη αυτή. Κατακλίνεται το επίπεδο της τομής στο επίπεδο της όψης και έτσι εμφανίζεται η παράσταση της μορφής της διατομής του αντικειμένου στη θέση αυτή. Το περίγραμμα της τομής γίνεται με λεπτή συνεχή γραμμή και διαγραμμίζεται κατά τα γνωστά. Αν η τοπική τομή συνδυάζεται με "σπάσιμο" του αντικειμένου, τότε το περίγραμμα της γίνεται με συνεχή παχιά γραμμή.

### **Τομή (σύντμηση) σε επιμήκη τεμάχια**

Σκοπός της είναι η εξοικονόμηση χώρου, ώστε να μη παραστεί ανάγκη σχεδίασης αντικειμένων μεγάλου μήκους υπό κλίμακα, γιατί τότε οι λεπτομέρειες του τεμαχίου θα γίνονταν δυσδιάκριτες. Προϋπόθεση είναι ότι το τμήμα που αφαιρείται έχει την ίδια διατομή και διαμόρφωση ή ομοιόμορφα και γραμμικά μεταβαλλόμενη διατομή με τα τμήματα και από τις δυο πλευρές της τομής

### **Τομή σε διαφορετικά επίπεδα**

Για την εξοικονόμηση χώρου χρησιμοποιούνται και τα περισσότερα επίπεδα τομής. Στη θέση αλλαγής της πορείας της τομής σχεδιάζεται, με παχιά αξονική γραμμή, μια γωνιά που οι πλευρές της δείχνουν την προηγούμενη και τη νέα κατεύθυνση του επιπέδου τομής.

### **Πότε δε γίνεται τομή**

Δεν σχεδιάζονται σε τομή εκείνα τα τεμάχια που με τη τομή τους δεν πρόκειται να δείξουν περισσότερα απ' ότι δείχνουν με την όψη τους. Πιο συγκεκριμένα δεν τέμνονται:

- Συμπαγείς άξονες ή άτρακτοι κατά το μήκος τους, δηλαδή με επίπεδο που περιλαμβάνει τον άξονα συμμετρίας τους. Σε αυτή την περίπτωση μπορούν να γίνουν μόνο τοπικές τομές για ένδειξη λεπτομερειών ή εγκάρσιες τομές.

- Κοχλίες, περικόχλια, ήλοι, πείροι, κρίκοι αλυσίδων, σφήνες, σφαίρες, κ.α. δεν τέμνονται στο μήκος τους ή με επίπεδο συμμετρίας τους. Αν χρειάζεται μπορεί να δειχτεί σε εγκάρσια τομή η μορφή της διατομής τους.
- Οι ενισχυτικές νευρώσεις (νεύρα) των αντικειμένων, εφόσον η τομή γίνεται κατά το επίπεδό τους. Αντίθετα, τα νεύρα τέμνονται εγκάρσια για να φανεί η διατομή τους.
- Οι ακτίνες ή οι βραχίονες των τροχαλιών, τροχών και τυμπάνων κατά το μήκος τους. Τέμνονται μόνο εγκάρσια, εφόσον υπάρχει ανάγκη ένδειξης της μορφής της διατομής τους και κατά κανόνα γίνεται επί τόπου κατάκλιση για να φανεί αυτή.
- Στις περιπτώσεις νεύρων ή ακτίνων τροχών και τροχαλιών, διαταγμένων έτσι ώστε το επίπεδο τομής που περιέχει τον άξονα του τεμαχίου να περιλαμβάνει μόνο ένα νεύρο ή ακτίνα (όταν δηλαδή ο αριθμός των νεύρων ή των ακτίνων είναι περιττός), η τομή σχεδιάζεται σαν να είχε περιστραφεί και το άλλο νεύρο ή η άλλη ακτίνα μέχρι το επίπεδο τομής. Παρόμοια ισχύουν και για αντικείμενα με περιφερειακά διαταγμένες οπές (π.χ. φλάντζες). Σ' όλες αυτές τις περιπτώσεις η πραγματική διάταξη νευρώσεων, ακτίνων και οπών φαίνονται από την άλλη όψη που πρέπει απαραίτητα να σχεδιάζεται.



## Διαστάσεις στο σχέδιο

Η αριθμητική τιμή που αναγράφεται ως διάσταση επάνω στα σχέδια αντιπροσωπεύει πάντοτε την πραγματική απόσταση μεταξύ δύο σημείων του αντικειμένου, δηλαδή αναφέρεται στο πραγματικό μέγεθος του αντικειμένου σε κλίμακα 1:1 και είναι ανεξάρτητη από την κλίμακα του σχεδίου. Οι διαστάσεις στα σχέδια πρέπει να διαβάζονται με ευκολία από τον αναγνώστη, δίχως να απαιτείται η περιστροφή του σχεδίου.

Η σωστή τοποθέτηση των διαστάσεων σε ένα σχέδιο είναι σημαντική και δύσκολη δουλειά. Με την τοποθέτησή τους ολοκληρώνεται το σχέδιο, συνεπώς πρέπει να περιέχει τόσες διαστάσεις και έτσι τοποθετημένες, ώστε να μπορεί να κατασκευαστεί το εικονιζόμενο αντικείμενο χωρίς να χρειάζεται να δοθούν άλλες πληροφορίες και κυρίως χωρίς να χρειάζεται πρόσθετη εργασία (π.χ. υπολογισμός διαστάσεων) από μέρους του κατασκευαστή που καλείται να εφαρμόσει στην πράξη το σχέδιο τόσο για οικονομία χρόνου όσο και για την αποφυγή λαθών στους υπολογισμούς.

Γενική επιδίωξη σ' ένα σχέδιο είναι οι διαστάσεις που θα καταχωρηθούν να εξυπηρετούν τις παρακάτω βασικές ανάγκες:

- *Λειτουργικότητα*, δηλαδή να υλοποιούν τα κύρια σημεία του βασικού σκοπού για τον οποίο το συγκεκριμένο τεμάχιο σχεδιάστηκε προκειμένου να κατασκευαστεί.
- *Κατασκευαστική διαμόρφωση και κατεργασία* του αντικειμένου στις εργαλειομηχανές παραγωγής, συμπεριλαμβανομένων και των λεπτομερειών.
- *Ποιοτικό έλεγχο* κατά τη διάρκεια ή στο τέλος της παραγωγικής διαδικασίας.

Κατά τη τοποθέτηση των διαστάσεων πρέπει να αποφασιστεί (α) πόσες και ποιες διαστάσεις πρέπει να τοποθετηθούν, (β) πού θα τοποθετηθούν και (γ) πώς θα τοποθετηθούν.

### Απαιτούμενες διαστάσεις

Οι *απαιτούμενες διαστάσεις* είναι οι απαραίτητες ώστε να οριστεί το εικονιζόμενο αντικείμενο και να μπορεί να κατασκευαστεί. Στο μηχανολογικό σχέδιο δεν επιτρέπεται η μέτρηση διαστάσεων απευθείας από το σχέδιο παρά μόνο η χρήση των τιμών που αναγράφονται. Αυτό γιατί η ακρίβεια της μέτρησης είναι μικρή και δεν επαρκεί για τη κατασκευή (π.χ. λόγω του πάχους των γραμμών ή του τρόπου αναπαραγωγής του σχεδίου από το πρωτότυπο).

### Τοποθέτηση των διαστάσεων

Κάθε αντικείμενο έχει έναν ορισμένο αριθμό από επιφάνειες, επίπεδες ή καμπύλες, καθώς και ορισμένους άξονες συμμετρίας. Απ' αυτά μερικά μόνο είναι θεμελιώδους σημασίας, τόσο για τη κατασκευή του όσο και για τη λειτουργικότητα του στο συναρμολογημένο σύνολο του οποίου αποτελεί μέρος. Τους άξονες και τις επιφάνειες μ' αυτή την ιδιαίτερη σημασία, ονομάζουμε *αφετηρίες διαστάσεων* ή *αφετηρίες κατεργασίας*. Οι αφετηρίες αυτές είναι, κατά κανόνα, κατεργασμένες επιφάνειες. Προκειμένου να γίνει η επιλογή και η καταχώριση των διαστάσεων, πριν από κάθε άλλη ενέργεια, πρέπει να επισημανθούν όλες οι αφετηρίες και να συνδεθούν με διαστάσεις πρώτα οι αφετηρίες Α' βαθμού και στη συνέχεια οι αφετηρίες Β' βαθμού σε σχέση με τις αφετηρίες Α' βαθμού.

### Κανόνες τοποθέτησης διαστάσεων

Οι διαστάσεις στο μηχανολογικό σχέδιο γράφονται πάντοτε σε χιλιοστά του μέτρου (mm) όσο μεγάλες και αν είναι αυτές. Γι' αυτό μετά από τον αριθμό δε τοποθετούμε τη μονάδα μήκους. Αν μια διάσταση γραφεί σε διαφορετική μονάδα μήκους, τότε αυτή αναγράφεται οπωσδήποτε μετά τον αριθμό. Επίσης, οι διαστάσεις αφορούν στο τελειωμένο (έτοιμο) αντικείμενο, εκτός από μερικές περιπτώσεις που δίνονται και οι αρχικές διαστάσεις του αντικειμένου π.χ. σε κυτό ή αν αυτό διαμορφωθεί σε πρέσα ή σε στράντζα.

Γενικά κατά την τοποθέτηση των διαστάσεων πρέπει:

- να δίνονται αρχικά οι κύριες διαστάσεις του αντικειμένου (μήκος, πλάτος, ύψος) και μετά οι διαστάσεις των λεπτομερειών.
- μια διάσταση να τοποθετείται στην όψη εκείνη που φαίνεται στο πραγματικό της μέγεθος.
- οι διαστάσεις μιας λεπτομέρειας να τοποθετούνται όλες στην ίδια όψη.
- κάθε διάσταση να τοποθετείται μια και μόνη φορά ή στη πρόοψη ή στη κάτοψη ή στη πλάγια όψη ή στις τομές. Έτσι, αν γίνει αλλαγή μιας διάστασης, θα χρειαστεί να γίνει μόνο μια διόρθωση, αλλιώς θα υπήρχε ο κίνδυνος να ξεχαστεί και να μείνει η ίδια σε μια όψη ή τομή και να γίνει λάθος κατά τη κατασκευή.

## **Παρατηρήσεις πάνω στην τοποθέτηση διαστάσεων**

Πάνω στο θέμα του τρόπου τοποθέτησης των διαστάσεων δίνονται μόνο κατευθυντήριες γραμμές γιατί δεν υπάρχουν κανόνες που να ισχύουν γενικά. Οδηγοί για τη σωστή τοποθέτηση τους θα είναι το ίδιο το τεμάχιο, η πείρα και η κοινή λογική.

### Γενικές παρατηρήσεις

Για την τοποθέτηση των διαστάσεων χρησιμοποιούνται οι *κύριες* και οι *βοηθητικές γραμμές διαστάσεων*. Οι γραμμές αυτές σχεδιάζονται με λεπτή συνεχή γραμμή. Η κύρια γραμμή διάστασης είναι πάντα παράλληλη προς την ακμή που ορίζει και κάθετη στη βοηθητική γραμμή διάστασης. Στα άκρα της κύριας γραμμής διάστασης τοποθετούνται βέλη. Η γωνιά τους είναι  $15^\circ$ , το μήκος του περίπου πέντε φορές το πάχος της έντονης συνεχούς γραμμής και μαυρίζεται όλο. Στα συνηθισμένα δηλαδή σχέδια, όπου το πάχος της έντονης συνεχούς γραμμής είναι 0.7 mm, το μήκος του βέλους είναι 3.5 - 4 mm.

Οι βοηθητικές γραμμές διαστάσεων μπορούν να παραπέμπουν λοξά τη διάσταση αν έτσι αυτή γίνεται πιο σαφής και το σχέδιο πιο ευκρινές.

Η απόσταση μεταξύ της κύριας γραμμής διάστασης και της ακμής είναι περίπου 8 mm και μεταξύ παράλληλων κύριων γραμμών διάστασης 5 μέχρι 8 mm. Η βοηθητική γραμμή προεξέχει από την κύρια από 1 μέχρι 3 mm. Κύριες και βοηθητικές γραμμές διαστάσεων δε πρέπει να τέμνονται μεταξύ τους ούτε να τέμνουν άλλες γραμμές του σχεδίου.

Οι αριθμοί των διαστάσεων έχουν τυποποιημένο ύψος, γράφονται σε πλάγια γραφή και τοποθετούνται έτσι ώστε να διαβάζονται. Πρέπει να είναι ζωηροί και ευανάγνωστοι. Το μέγεθος τους εξαρτάται από τη κλίμακα του σχεδίου, πρέπει όμως να μην είναι μικρότερο από 3.5 mm (συνιστάται να είναι από 4 - 8 mm) και πρέπει να παραμένει το ίδιο για όλες τις διαστάσεις στη ίδια κόλλα σχεδίασης. Κάτω δεξιά από τους αριθμούς 6, 9, 66, 68, 86, 89, 98 και 99 τοποθετείται τελεία, έτσι ώστε να μην υπάρχει περίπτωση παρανόησης. Κατά τη μελέτη και τη σύνταξη των σχεδίων συνιστάται να χρησιμοποιούνται στρογγυλοποιημένοι αριθμοί. Προτιμούνται αυτοί που λήγουν σε 0 και 5 και κατόπιν, και κατά σειρά προτεραιότητας, οι τυποποιημένοι αριθμοί διαστάσεων. Συνήθως και εφόσον δεν υπάρχει σοβαρός λόγος αποφεύγονται διαστάσεις που λήγουν σε 1, 3, 7 και 9.

Κατά τους νεώτερους κανονισμούς η γραμμή διάστασης είναι συνεχής και ο αριθμός γράφεται πάνω απ' αυτήν. Κατά D.I.N. 406 εφαρμόζεται ο ίδιος τρόπος, μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί και η παλαιότερη μέθοδος κατά την οποία οι αριθμοί των διαστάσεων τοποθετούνται σε κενό, περίπου στη μέση της κύριας γραμμής. Το σημαντικό είναι ότι σε ένα σχέδιο πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο ένας τρόπος. Αν το κενό μεταξύ των βοηθητικών γραμμών διαστάσεων είναι μικρό, τότε ο αριθμός μπορεί να γραφεί πάνω από τη γραμμή. Αν είναι ακόμα πιο μικρό (<10 mm), τότε τα βέλη τοποθετούνται εκτός και ο αριθμός μεταξύ των γραμμών. Τέλος, σε πολύ μικρό κενό, τα βέλη τοποθετούνται εξωτερικά και ο αριθμός γράφεται πάνω δεξιά. Σε περιπτώσεις πολλών, γειτονικών και μικρών διαστάσεων μεγέθους 2 - 3 mm, τα βέλη αντικαθίστανται με τελείες.

Γενικά,

- Οι ακμές μπορούν να χρησιμοποιηθούν σα βοηθητικές γραμμές διαστάσεων, όχι όμως σα κύριες γραμμές.
- Οι βοηθητικές γραμμές διαστάσεων και οι αξονικές γραμμές δεν προεκτείνονται από τη μια όψη μέχρι την άλλη (π.χ. από τη πρόοψη στη πλάγια όψη).
- Οι διαστάσεις τοποθετούνται όσο γίνεται έξω από το σχέδιο.
- Οι μεγαλύτερες διαστάσεις πρέπει να καλύπτουν τις μικρότερες.
- Σε μερικές περιπτώσεις και αν δεν επηρεάζεται η σαφήνεια του σχεδίου, μπορεί να τοποθετηθεί η κύρια γραμμή διάστασης μεταξύ δύο ακμών.
- Πρέπει να αποφεύγεται η αναγραφή διαστάσεων στους διαγραμμισμένους τομείς.
- Δεν τοποθετούνται διαστάσεις σε λεπτομέρειες που σχεδιάζονται με διακεκομμένη γραμμή, παρά μόνο αν υπάρχει απόλυτη ανάγκη. Ορθότερη είναι η σχεδίαση μερικής τομής ώστε η λεπτομέρεια να γίνει ορατή.
- Δεν τοποθετούνται αλυσιδωτές διαστάσεις γιατί απαιτούνται πρόσθετοι υπολογισμοί από τον τεχνίτη και υπάρχει κίνδυνος συνεχόμενου σφάλματος.

Ο τρόπος τοποθέτησης των διαστάσεων στο σχέδιο εξαρτάται από τη μορφή του αντικειμένου και τον τρόπο κατεργασίας του. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται ο τρόπος τοποθέτησης διαστάσεων σε (α) συμμετρικά τεμάχια, (β) μη συμμετρικά τεμάχια και (γ) τεμάχια με βάση τη διαδικασία κατεργασίας τους.

### Συμμετρικά τεμάχια

Ένα τεμάχιο μπορεί να είναι συμμετρικό ως προς τον οριζόντιο, τον κάθετο ή και τους δύο άξονες. Ένας άξονας

συμμετρίας χωρίζει το τεμάχιο σε δύο όμοια μέρη. Το τεμάχιο χαρακτηρίζεται σαν συμμετρικό ακόμη και αν στο ένα μέρος υπάρχουν διαφορετικές λεπτομέρειες απ' ότι στο άλλο (π.χ. οπή, εγκοπή). *Η συμμετρία του τεμαχίου σημειώνεται με τον άξονα συμμετρίας που σχεδιάζεται με λεπτή αξονική γραμμή. Η γραμμή αυτή προεξέχει από τις ακμές του τεμαχίου περίπου 3 mm.* Το πλεονέκτημα των αξόνων συμμετρίας είναι ότι διευκολύνουν την τοποθέτηση διαστάσεων και ελαττώνουν τον απαιτούμενος αριθμός τους.

- Η θέση της αξονικής γραμμής δεν ορίζεται με διάσταση.
- Οι διαστάσεις δίνονται με βάση την αξονική γραμμή.
- Οι αξονικές γραμμές μπορούν να χρησιμοποιηθούν σα βοηθητικές γραμμές διαστάσεων. Τότε πρέπει το μέρος της αξονικής γραμμής που βρίσκεται έξω από τις ακμές του τεμαχίου να σχεδιαστεί με λεπτή συνεχή γραμμή. Οι αξονικές γραμμές δε μπορούν να είναι κύριες γραμμές διαστάσεων.
- Στη θέση που υπάρχει η διάσταση, η αξονική γραμμή πρέπει να διακόπτεται.
- Επίσης σε συμμετρικά τεμάχια οι διαστάσεις τοποθετούνται με βάση τον άξονα συμμετρίας. Δηλαδή για κάθε ζεύγος συμμετρικών πλευρών ή οπών, διαμορφώσεων, κλπ., αναγράφεται μόνο μια διάσταση.
- Σε ημιτομές συμμετρικών τεμαχίων οι γραμμές διαστάσεων προεκτείνονται λίγο πιο πέρα από τον άξονα συμμετρίας και χρησιμοποιείται μόνο ένα βέλος.

### Μη συμμετρικά τεμάχια

Στην περίπτωση ενός μη συμμετρικού τεμαχίου εκλέγονται δύο ή τρεις πλευρές του σαν πλευρές αναφοράς, από τις οποίες ξεκινούν όλες οι διαστάσεις που θα εμφανιστούν στο σχέδιο. Οι διαστάσεις του σχεδίου πρέπει να μεταφερθούν από τον τεχνίτη στο ακατέργαστο τεμάχιο, επομένως, προκειμένου να τοποθετηθούν στο σχέδιο, πρέπει να είναι γνωστές όλες τις εργασίες που θα κάνει αυτός.

### Με βάση τη διαδικασία κατεργασίας του τεμαχίου

Τις περισσότερες φορές και ιδιαίτερα σε τεμάχια που διαμορφώνονται σε εργαλειομηχανές, ο τρόπος διαμόρφωσής τους, δηλαδή οι διάφορες φάσεις κατεργασίας τους, βοηθούν ή επιβάλλουν ορισμένο τρόπο τοποθέτησης των διαστάσεων.

### Τοποθέτηση διαστάσεων σε ειδικά σχήματα

- Γωνίες: Οι γραμμές διαστάσεων για γωνίες είναι τόξα κύκλου με κέντρο τη κορυφή της γωνίας. Οι βοηθητικές γραμμές διαστάσεων είναι προεκτάσεις των πλευρών της γωνίας.
- Τόξα: Οι γραμμές διαστάσεων για τόξα είναι επίσης τόξα με κέντρο το κέντρο του τόξου. Πάνω από τον αριθμό της διάστασης τοποθετείται ένα ενδεικτικό τόξο. Αν η επίκεντρη γωνία είναι μικρότερη των  $90^\circ$ , τότε οι βοηθητικές γραμμές είναι παράλληλες μεταξύ τους και προς τη διαγώνιο της γωνίας του τόξου. Αν η επίκεντρη γωνία είναι μεγαλύτερη των  $90^\circ$ , τότε οι βοηθητικές γραμμές άγονται με κατεύθυνση από το κέντρο του τόξου και αν χρειάζεται σημειώνεται με γραμμή παραπομπής το τόξο του οποίου δίδεται η διάσταση. Αν το κέντρο τόξου περιφέρειας είναι έξω από τη κόλλα του σχεδίου, τότε δίνεται η διάσταση με την ακτίνα, γράφοντας το σύμβολο R (Radius) πριν από τη διάσταση.
- Κύκλοι: Η γραμμή της διαμέτρου κύκλου συνιστάται να χαράσσεται με μια κλίση  $15^\circ - 30^\circ$  από την οριζόντια.
- Χορδές: Η γραμμή διάστασης χορδής είναι παράλληλη προς τη χορδή και οι βοηθητικές γραμμές διαστάσεων κάθετες προς αυτήν.
- Ημιπεριφέρειες ή καμπυλότητες: Οι διαστάσεις τους δίνονται με την ακτίνα. Αυτή έχει ένα μόνο βέλος, εκεί που συναντά τη καμπύλη. Το κέντρο ή χαρακτηρίζεται με άξονες, μικρό κύκλο, τελεία ή δε σημειώνεται καθόλου. Αν το κέντρο ορίζεται και η ακτίνα είναι πλήρης, τότε ο αριθμός γράφεται ή στο κενό ή πάνω από το βέλος αν δεν υπάρχει χώρος. Αν το κέντρο δεν ορίζεται και η ακτίνα δεν είναι πλήρης, τότε πριν από τον αριθμό μπαίνει το γράμμα R. Όταν σε μεγάλες ακτίνες το κέντρο καμπυλότητας βρίσκεται εκτός του σχεδίου και πρέπει οπωσδήποτε να καθοριστεί η θέση του με διαστάσεις, τότε η ακτίνα - διάσταση "σπάει" δύο φορές κατά ορθή γωνία.
- Κοίλα τεμάχια: οι διαστάσεις μήκους του εσωτερικού και του εξωτερικού καλό είναι να καταχωρούνται χωριστά, π.χ. οι μεν μπορούν να τεθούν στην επάνω πλευρά του σχεδίου και οι δε στη κάτω.
- Τυποποιημένα τεμάχια (π.χ. κοχλίες, ήλοι, περικόχλια, ροδέλες, κλπ.): δε σχεδιάζονται στα κατασκευαστικά σχέδια λεπτομερειών. Γι' αυτά γίνεται μόνο μνεία στον πίνακα τεμαχίων του σχεδίου.

## Γράμματα και αριθμοί στο μηχανολογικό σχέδιο

Τα τεχνικά σχέδια περιέχουν γράμματα και αριθμούς. Τα γράμματα και οι αριθμοί πρέπει να έχουν συμμετρία και καλαισθησία. Η γραφή τους μπορεί να γίνει με: (1) ελεύθερο χέρι και χρήση οδηγητικών γραμμών, (2) όργανα σχεδίασης και χρήση οδηγητικών γραμμών οριζοντίων και καθέτων, (3) χρήση βοηθητικών μηχανισμών “στένσιλ”, (4) χρήση αυτοκόλλητων έτοιμων γραμμάτων, (5) χρήση παντογράφου και (6) ηλεκτρονικά μέσα και διάφορες γραμματοσειρές.

Ανάλογα με το πλάτος των γραμμάτων και των αριθμών διακρίνονται τρεις τύποι γραφής, η (α) μέση, (β) στενή και η (γ) πλατιά γραφή. Ανάλογα της κλίσης των γραμμάτων και των αριθμών διακρίνονται δύο τύποι γραφής, (α) η όρθια και (β) η πλάγια γραφή. Η όρθια γραφή γράφεται με κατακόρυφες και οριζόντιες γραμμές που σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία 90°. Η πλάγια γραφή σχηματίζεται με λοξές και οριζόντιες γραμμές που σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία 75°.

Στο μηχανολογικό σχέδιο, συνήθως, χρησιμοποιείται η μέση, πλάγια γραφή.

### **Σχεδίαση γραμμάτων με τη βοήθεια των οργάνων σχεδίασης**

Για τη γραφή των λέξεων τοποθετούνται αρχικά τα τετράγωνα εγγραφής των γραμμάτων με κοινή απόσταση μεταξύ τους. Αν το ύψος των γραμμάτων οριστεί ίσο με  $a$ , τότε και το πλάτος τους γίνεται  $a$  και το κενό μεταξύ των γραμμάτων  $\frac{a}{4}$ .

### Αποστάσεις μεταξύ των λέξεων και σειρών

Η απόσταση μεταξύ δύο λέξεων πρέπει να είναι ίση με  $1.5 \cdot a$  όταν το τελευταίο γράμμα της πρώτης λέξης και το πρώτο γράμμα της επόμενης λέξης έχουν τις γειτονικές πλευρές τους παράλληλες και κάθετες στη βάση γραφής τους. Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις η απόσταση είναι ίση με  $a$ . Οι τίτλοι γράφονται σε μια σειρά κειμένου, αλλά εάν χρειαστεί να χωριστεί ο τίτλος γιατί είναι μεγάλος ποτέ δε χωρίζεται μια λέξη στη μέση, δηλαδή σε δύο σειρές. Η απόσταση μεταξύ δύο επάλληλων σειρών κειμένου είναι από  $0.6 \cdot a - a$ .

### Σχέση ανάμεσα στα γράμματα και τις λέξεις τίτλου και του κυρίως σχεδίου

Ο τίτλος του σχεδίου και το κυρίως σχέδιο έχουν μια δυναμική σχέση μεταξύ τους, γι' αυτό πρέπει να μην έχουν υπερβολική απόσταση μεταξύ τους, αλλά ούτε και να είναι πολύ κοντά. Το μέγεθος των γραμμάτων έχει σχέση με το μέγεθος του σχεδίου και το πάχος των γραμμών με το “βάρος” του σχεδίου. Ο πλήρης τίτλος του σχεδίου απαιτεί το δικό του χώρο στο φύλλο σχεδίασης σε συνδυασμό και ισορροπία με το κυρίως σχέδιο, ακολουθώντας κάποιες αρχές όπως:

- Η απόσταση τίτλου και ορίου φύλλου σχεδίασης προτείνεται να είναι ίδια με την απόσταση του κυρίως σχεδίου από το αντίθετο όριο του φύλλου σχεδίασης.
- Όταν ο τίτλος είναι μεγαλύτερος σε μήκος από το κυρίως σχέδιο τοποθετείται κάτω από αυτό.
- Όταν είναι μικρότερος τοποθετείται πάνω από το κυρίως σχέδιο.

### **Γραφή γραμμάτων και αριθμών με ελεύθερο χέρι**

Τα γράμματα με ελεύθερο χέρι γράφονται αφού προηγουμένως χαραχθούν βοηθητικές οριζόντιες και κατακόρυφες γραμμές “οδηγοί” εφόσον η γραφή είναι όρθια. Αν η γραφή είναι πλάγια χαρασσονται οριζόντιες και πλάγιες γραμμές “οδηγοί”. Η αναλογία των γραμμάτων καθορίζεται με βάση το ύψος τους.

Η γραφή των γραμμάτων με ελεύθερο χέρι δεν είναι μια ‘μονοκοντυλιά’, αλλά ακολουθεί κάποιες σχεδιαστικές αρχές και προτεραιότητες. Τα κεφαλαία γράμματα στην αρχή λέξεων με τα πεζά γράμματα σχεδιάζονται στο ίδιο πάχος γραμμής. Το ίδιο συμβαίνει και με τους αριθμούς που είναι συνέχεια λέξεων με πεζά γράμματα. Τελικά, τα γράμματα στο τεχνικό σχέδιο δε γράφονται αλλά σχεδιάζονται.