

# ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ



Γ' ΕΠΑ.Λ.





**ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ  
ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ**

## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ

### ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ:

- Γεώργιος Ανδρεάδης
- Γκαμπριέλ Μανσούρ
- Γεώργιος Περκουλίδης

### ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ:

- Πάγκαλος Σταύρος

### ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΡΙΣΗΣ:

- Αντωνιάδης Αριστομένης
- Εμίρης Δημήτρης
- Μπιλάλης Νικόλαος

### ΓΛΩΣΣΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ:

- Τσαματροπούλου Αργυρώ

### ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ

Επιστημονικός υπεύθυνος του Μηχανολογικού Τομέα  
Νικόλαος Ροζάκος

## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΑΝΕΚΔΟΣΗΣ

Η επανέκδοση του παρόντος βιβλίου πραγματοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων «Διόφαντος» μέσω ψηφιακής μακέτας.

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

Η συγγραφή και η επιστημονική επιμέλεια του βιβλίου πραγματοποιήθηκε  
υπό την αιγίδα του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

# ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ

---

Γεώργιος Ανδρεάδης Γκαμπριέλ Μανσούρ Γεώργιος Περκουλίδης

ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΗΡΙΑ

Ειδικότητα: *Εργαλειομηχανών CNC*



ΤΟΜΕΑΣ  
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ





## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το βιβλίο απευθύνεται στους μαθητές της Α΄ τάξης του Β΄ κύκλου των ΤΕΕ Μηχανολογικού Τομέα, ειδικότητας Εργαλειομηχανών CNC. Κατά τη συγγραφή του βιβλίου έχει ληφθεί υπόψη ότι οι μαθητές έχουν ήδη από τις προηγούμενες τάξεις των ΤΕΕ μια ικανοποιητική εκπαίδευση στο Μηχανολογικό Σχέδιο με ανεπτυγμένες δεξιότητες σχεδίασης καθώς και βασικές γνώσεις ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Σκοπός του βιβλίου είναι να αντιμετωπίσουν οι μαθητές μία ολοκληρωμένη εφαρμογή της πληροφορικής στο αντικείμενο της ειδικότητάς τους, και να γνωρίσουν και να κατανοήσουν τα εργαλεία ηλεκτρονικής σχεδίασης.

Το βιβλίο αποτελείται από τις εξής θεματικές ενότητες:



## viii ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ

- ◆ Εισαγωγικές έννοιες και γνώσεις για τον καθορισμό του σχεδιαστικού περιβάλλοντος και τα βοηθήματα σχεδίασης (κεφάλαια 1, 2 και 3).
- ◆ Βασικές σχεδιαστικές εντολές (κεφάλαια 4, 5 και 6).
- ◆ Εντολές επεξεργασίας και παρουσίασης σχεδιαστικών αντικειμένων (κεφάλαια 7, 8 και 9).
- ◆ Διαστασιολόγηση και τοποθέτηση συμβόλων κατεργασίας, ανοχών και συγκολλήσεων (κεφάλαιο 10).
- ◆ Εκτύπωση σχεδίων (κεφάλαιο 11).
- ◆ Βασικές γνώσεις τριδιάστατης σχεδίασης (κεφάλαιο 12).

Επειδή η συνήθης ορολογία των σχεδιαστικών προγραμμάτων είναι στην αγγλική γλώσσα έγινε προσπάθεια να αποδοθούν στην ελληνική γλώσσα οι αντίστοιχοι όροι.

Σύμφωνα με τη καθορισμένη αναλυτική ύλη του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου, αποφεύγεται η αναφορά σε συγκεκριμένο σχεδιαστικό πρόγραμμα και επεξηγούνται τα χαρακτηριστικά που είναι κοινά στα πλέον εξελιγμένα λογισμικά ηλεκτρονικής σχεδίασης (CAD). Στόχος είναι με αυτή την προσέγγιση ο μαθητής να εξοικειωθεί με το γενικό πρότυπο των εντολών σχεδίασης και όχι των εντολών ενός μόνο σχεδιαστικού προγράμματος, έτσι ώστε να είναι εύκολη η χρήση οποιουδήποτε σχεδιαστικού προγράμματος.

Οι συγγραφείς ελπίζουν ότι το βιβλίο θα αποτελέσει κατάλληλο εργαλείο για σωστή και αποδοτική εκμάθηση της σχεδίασης με ηλεκτρονικό υπολογιστή.

*Οι συγγραφείς*



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ .....</b>	<b>1</b>
1.1 Γενικά .....	3
1.2 Υλικό ηλεκτρονικών υπολογιστών.....	4
1.3 Λογισμικό ηλεκτρονικής σχεδίασης.....	6
1.4 Βασικά κοινά στοιχεία λογισμικών σχεδίασης.....	9

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ .....</b>	<b>13</b>
2.1 Ενεργοποίηση λογισμικού σχεδίασης .....	15
2.2 Βασικές ενδείξεις και όρια σχεδίασης.....	15
2.3 Γραμμές μενού .....	17
2.4 Βασικές κοινές γραμμές εργαλείων λογισμικού σχεδίασης .....	23
2.5 Βασικά εργαλεία σχεδίασης .....	25
2.6 Άνοιγμα καινούργιου αρχείου.....	26
2.7 Μονάδες (Units) .....	26
2.8 Πλέγμα (Grid).....	29
2.9 Συσχέτιση (Snap).....	30
2.10 Όρια (Limits) .....	31
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ .....</b>	<b>33</b>
3.1 Συστήματα συντεταγμένων .....	35
3.2 Είδη γραμμών .....	40
3.3 Επίπεδα σχεδίασης.....	42
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΒΑΣΙΚΑ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΧΗΜΑΤΑ .....</b>	<b>47</b>
4.1 Σχεδίαση βασικών γεωμετρικών σχημάτων.....	49
4.2 Σημείο .....	50
4.3 Γραμμή.....	51
4.4 Τόξο.....	52
4.5 Κύκλος .....	52
4.6 Έλλειψη.....	53
4.7 Πολύγωνο .....	53
4.8 Ορθογώνιο παραλληλόγραμμο.....	54
4.9 Κείμενο.....	54

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΠΡΟΧΩΡΗΜΕΝΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ .....</b>	<b>65</b>
5.1 Εισαγωγή .....	67
5.2 Βοηθήματα Προσέγγισης Σημείων .....	68
Άσκηση 5.1 .....	74
5.3 Μόνιμη χρήση των Βοηθημάτων Προσέγγισης Σημείων .....	75
5.4 Διαγράμμιση.....	75
Άσκηση 5.2 .....	78
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ .....</b>	<b>81</b>
6.1 Εισαγωγή .....	83
6.2 Δημιουργία Μπλοκ .....	84
6.3 Εισαγωγή Μπλοκ .....	85
6.4 Τροποποίηση Μπλοκ .....	87
6.5 Ειδικές εντολές επεξεργασίας Μπλοκ .....	87
6.6 Αποθήκευση Μπλοκ .....	90
6.7 Βιβλιοθήκες εξαρτημάτων .....	90
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ΕΝΤΟΛΕΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΔΙΟΡΘΩΣΗΣ .....</b>	<b>95</b>
7.1 Εισαγωγή .....	97
7.2 Επιλογή σχεδιαστικών οντοτήτων .....	98
7.3 Ακύρωση εντολής .....	99
7.4 Εντολή Διαγραφής.....	100
7.5 Εντολή Μεταφοράς .....	101
7.6 Εντολή Αντιγραφής .....	102
7.7 Εντολή Περιστροφής.....	103
7.8 Εντολή Μεταβολής μεγέθους .....	104
7.9 Εντολή Επιμήκυνσης .....	105
7.10 Εντολή Αλλαγής ιδιοτήτων .....	107
7.11 Εντολή ένωσης με λοξοτομή .....	107

7.12	Εντολή ένωσης με τόξο.....	109
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ΕΝΤΟΛΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ.....</b>		<b>115</b>
8.1	Εισαγωγή.....	117
8.2	Εντολή κατοπτρισμού.....	117
8.3	Εντολή αντιγραφής με μετατόπιση.....	118
8.4	Εντολή αντιγραφής σε συγκεκριμένη διάταξη.....	119
8.5	Εντολή κοπής σχεδιαστικού αντικειμένου.....	126
8.6	Εντολή αποκοπής τμήματος σχεδιαστικού αντικειμένου.....	124
8.7	Εντολή επέκτασης.....	126
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 ΕΝΤΟΛΕΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗΣ.....</b>		<b>135</b>
9.1	Μεγέθυνση-σμίκρυνση (Zoom).....	137
9.2	Μετάθεση (Pan).....	141
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ.....</b>		<b>143</b>
10.1	Γενικά.....	145
10.2	Γραμμές και κείμενο διαστάσεων.....	146
10.3	Μονάδες σχεδίασης.....	149
10.4	Εντολές διαστάσεων.....	149
10.5	Τροποποίηση και επεξεργασία διαστάσεων.....	157
10.6	Τοποθέτηση εξειδικευμένων μηχανολογικών διαστάσεων.....	162
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11 ΤΕΛΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΡΧΕΙΩΝ.....</b>		<b>177</b>
11.1	Εκτύπωση σχεδίων.....	179
11.2	Προεπισκόπηση (Plot preview).....	190
11.3	Εκτύπωση σε αρχείο (Plot to file).....	191

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12 ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ .....</b>	<b>193</b>
12.1 Εισαγωγή: .....	195
12.2 Συστήματα συντεταγμένων .....	196
12.3 Ορισμός επιπέδων τρισδιάστατης μοντελοποίησης.....	198
12.4 Τρισδιάστατη μοντελοποίηση με χρήση προτύπων επιφανειών .	199
12.5 Τρισδιάστατη μοντελοποίηση με χρήση προτύπων στερεών .....	203
12.6 Τρισδιάστατη μοντελοποίηση με χρήση εξειδικευμένων εντολών .....	208
12.7 Επεξεργασία τρισδιάστατων μοντέλων .....	213
12.8 Συναρμολόγηση στερεών μοντέλων .....	230
 <b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	 <b>239</b>





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ

# 1

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ

- 1.1 Γενικά
- 1.2 Υλικό ηλεκτρονικών υπολογιστών
- 1.3 Λογισμικό ηλεκτρονικής σχεδίασης
- 1.4 Βασικά κοινά στοιχεία λογισμικών σχεδίασης







## Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να παρουσιάσει στο σπουδαστή εισαγωγικά στοιχεία που αφορούν στη σχεδίαση με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή.
- Να παραθέσει τη χρησιμότητα των σχεδιαστικών προγραμμάτων γενικά, αλλά και ειδικότερα τη χρησιμότητά τους στην ειδικότητα του μηχανολόγου.
- Να αναφέρει τις δυνατότητες που παρέχονται μέσω της ηλεκτρονικής σχεδίασης.
- Να παρουσιάσει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της ηλεκτρονικής σχεδίασης.

### 1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η σχεδίαση με ηλεκτρονικό υπολογιστή χρησιμοποιήθηκε αρχικά σε συστήματα υπολογιστών μεγάλης ισχύος στις αρχές της δεκαετίας του 1970. Από τότε, η ανάπτυξη και οι βελτιώσεις των διαφόρων λογισμικών σχεδίασης συνετέλεσαν ώστε να είναι δυνατή η χρήση τους σε προσωπικούς υπολογιστές. Οι δυνατότητες σχεδίασης που προσφέρουν τα σύγχρονα λογισμικά σχεδίασης είναι μεγάλες. Σήμερα, υπάρχουν δεκάδες λογισμικά σχεδίασης, κάθε ένα από τα οποία σε τακτά χρονικά διαστήματα (ανά εξάμηνο ή ανά χρόνο) κυκλοφορεί σε καινούργια έκδοση.

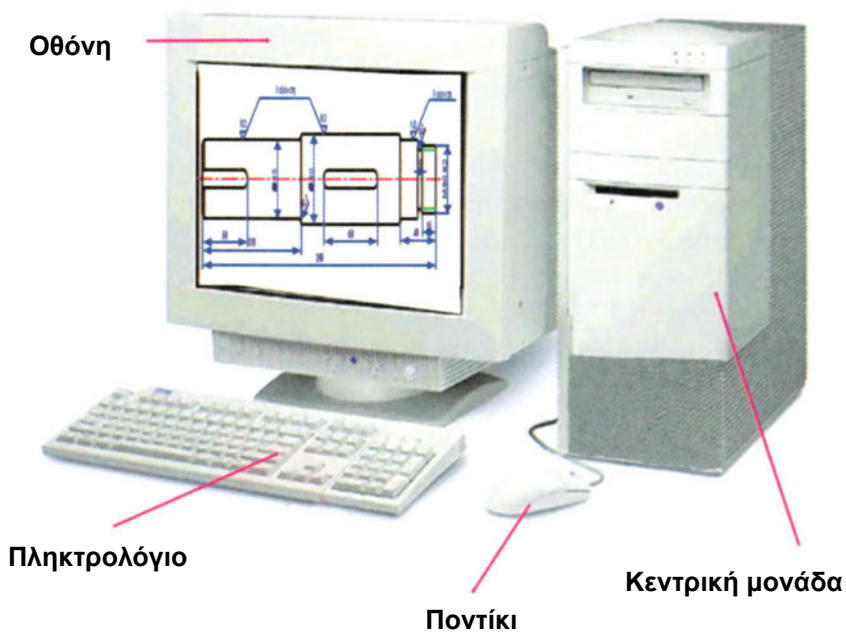
Για να χρησιμοποιηθεί ένα λογισμικό σχεδίασης, είναι απαραίτητο να υπάρχει ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής (H/Y). Βασικά συστατικά ενός H/Y είναι το υλικό (hardware) και το λογισμικό (software). Ως υλικό, αναφέρονται τα υλικά εξαρτήματα του H/Y και τα περιφερειακά, ενώ ως λογισμικό εννοούνται όλα τα προγράμματα που χρησιμοποιούνται στους H/Y.

Το λογισμικό σχεδίασης είναι σήμερα προσαρμόσιμο στις απαιτήσεις και στις ανάγκες του χρήστη και του παρέχει τη δυνατότητα να σχεδιάζει περίπλοκα σχέδια. Η παροχή βοήθειας στους χρήστες των λογισμικών πραγματοποιείται από το εγχειρίδιο χρήσης και τη σχετική εντολή του προγράμματος.

#### 4 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ

##### 1.2 ΥΛΙΚΟ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Το υλικό ενός Η/Υ αποτελείται από το κυρίως τμήμα του και από τις περιφερειακές συσκευές (μονάδες). Σημαντικότερα μέρη του κυρίως Η/Υ είναι η κεντρική μονάδα επεξεργασίας ή επεξεργαστής (CPU) και η μνήμη τυχαίας προσπέλασης (RAM). Αυτά τα δύο χαρακτηρίζουν, κατά κύριο λόγο, και την ποιότητα του Η/Υ.



**Σχήμα 1.1:** Σύστημα ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Απαραίτητες περιφερειακές συσκευές είναι το πληκτρολόγιο και το ποντίκι (συσκευές εισόδου), η οθόνη (σχήμα 1.1) και ο εκτυπωτής ή ο σχεδιογράφος (συσκευές εξόδου). Εκτός από αυτές βέβαια, στην ηλεκτρονική σχεδίαση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μονάδα εισόδου και ο ψηφιοποιητής (digitizer). Η τελική παρουσίαση του σχεδίου στο χαρτί πραγματοποιείται από τον εκτυπωτή ή το σχεδιογράφο (σχήμα 1.2).



**Σχήμα 1.2:** Εκτυπωτές και σχεδιογράφος.

Η οθόνη του Η/Υ είναι ένα βασικό του τμήμα, αφού μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την παραγωγικότητα της σχεδίασης. Οι διαστάσεις της κυμαίνονται συνήθως από 14 μέχρι 21 ίντσες. Για τη σωστή λειτουργία της οθόνης είναι απαραίτητη η ύπαρξη μιας καλής ποιοτικά κάρτας γραφικών. Η κάρτα γραφικών αποτελεί το τρίτο (μετά τον επεξεργαστή και τη RAM) βασικό κριτήριο για την ποιότητα ενός Η/Υ για ηλεκτρονική σχεδίαση. Τα περισσότερα προγράμματα προτείνουν προδιαγραφές κάρτας γραφικών.

Για την εγγραφή μεγάλου όγκου δεδομένων στους οπτικούς δίσκους, υπάρχουν αντίστοιχοι οδηγοί που είναι ενσωματωμένοι στο κουτί του Η/Υ και θεωρούνται πλέον απαραίτητο εξάρτημά του.

Ως βασική μονάδα εισόδου δεδομένων χρησιμοποιείται το πληκτρολόγιο. Επίσης, απαραίτητη μονάδα εισόδου είναι το ποντίκι, με το οποίο αυξάνει η παραγωγικότητα της σχεδίασης.

Οι εκτυπωτές διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- Κρουστικοί εκτυπωτές. Ο αριθμός των ακίδων που διαθέτουν καθορίζει την ποιότητα εκτύπωσης γεωμετρικών αντικειμένων (τόξα, κύκλοι, κ.λπ.).
- Laser εκτυπωτές. Χρησιμοποιούν ξηρή απόθεση γραφίτη και εκτυπώνουν σε χαρτί μεγέθους Α ή Β.
- Εκτυπωτές ψεκασμού μελάνης.

Οι σχεδιογράφοι (plotters) διακρίνονται σε:

- Σχεδιογράφους με γραφίδες (Pen plotters). Χρησιμοποιούν διάφορους τύπους και μεγέθη πέννας. Τα χρώματα του λογισμικού σχεδίασης αντιστοιχίζονται σε χρώματα διαφορετικών πεννών και παράγουν σχέδια με διάφορα πάχη γραμμών και χρωμάτων.

## 6 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ

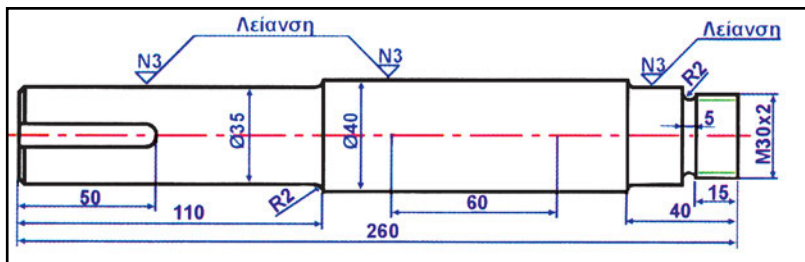
- Ηλεκτροστατικούς και θερμικούς plotters. Χρησιμοποιούνται για τη γρήγορη παραγωγή σχεδίων χωρίς όμως να παρουσιάζουν ανάλογη ποιότητα εκτύπωσης.

### 1.3 ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ

Με τη χρήση των λογισμικών σχεδίασης η διαδικασία σχεδίασης μεταφέρεται από το κλασικό σχεδιαστήριο στο περιβάλλον Η/Υ. Έτσι, το χαρτί σχεδίασης μετατρέπεται σε ηλεκτρονική σελίδα, όπου οι γραμμές που συνθέτουν το μηχανολογικό σχέδιο αναγνωρίζονται πλέον ως αντικείμενα.

Από τη δεκαετία του '80 άρχισε η εφαρμογή των Η/Υ στο Μηχανολογικό σχέδιο, αντικαθιστώντας σιγά-σιγά τα παραδοσιακά όργανα σχεδίασης.

Η συνεπαγόμενη ανάπτυξη του λογισμικού σχεδίασης οδήγησε στη γρήγορη εφαρμογή του, όχι μόνο σε επιστήμες του μηχανικού, αλλά και σε άλλα πεδία (εκδόσεις, φωτογραφία). Στο σχήμα 1.3 παρουσιάζεται Μηχανολογικό σχέδιο σε ηλεκτρονική μορφή από λογισμικό σχεδίασης.



**Σχήμα 1.3:** Σχεδίαση μηχανολογικού σχεδίου σε υπολογιστή.

Οι δυνατότητες της ηλεκτρονικής σχεδίασης είναι μεγάλες και αφορούν στη δημιουργία απλών και πολύπλοκων γεωμετρικών σχημάτων Μηχανολογικού σχεδίου. Τα πλεονεκτήματα της ηλεκτρονικής σχεδίασης σε σχέση με τον παραδοσιακό τρόπο είναι:

- Ευκολία στη σχεδίαση. Γεωμετρικές κατασκευές όπως: διχοτόμοι γωνιών, μεσοκάθετοι γραμμών, χάραξη εφαπτόμενων, κατασκευή κανονικών πολυγώνων κ.λπ. πραγματοποιούνται εύκολα με τη βοήθεια του λογισμικού.
- Καθαρός τρόπος εργασίας. Το σβήσιμο αντικειμένων και η σχεδίαση στην

οθόνη γίνεται χωρίς να χρειαστεί να χρησιμοποιηθεί γόμα ή άλλα βοηθήματα. Έτσι, το σχέδιο από τον εκτυπωτή είναι καθαρό, χωρίς μουντζούρες.

- Αντιγραφή και επικόλληση ομοίων αντικειμένων Μηχανολογικού σχεδίου. Με το λογισμικό σχεδίασης είναι δυνατή η αντιγραφή ενός αντικειμένου (π.χ. γραμμή, κύκλος) που έχει ήδη σχεδιαστεί σε κάποιο άλλο σημείο του σχεδίου. Πριν την εμφάνιση του λογισμικού, η επαναλαμβανόμενη σχεδίαση αντικειμένων απαιτούσε αρκετό χρόνο και αποτελούσε μια επίπονη διαδικασία.
- Ύπαρξη έτοιμων βιβλιοθηκών συμβόλων κατεργασιών και ανοχών, οι οποίες είναι ενσωματωμένες στο λογισμικό. Η δυνατότητα αυτή αυξάνει την παραγωγικότητα της εκτύπωσης. Επίσης, ο χρήστης του λογισμικού σχεδίασης μπορεί να αναπτύξει δικές του βιβλιοθήκες, στις οποίες εμπεριέχονται αντικείμενα που χρησιμοποιεί συχνά (βίδες, έδρανα κύλισης κ.λπ.), εξοικονομώντας με τον τρόπο αυτόν αρκετό χρόνο σχεδίασης.
- Αυτόματη διαστασιολόγηση. Πραγματοποιείται εύκολα η απεικόνιση της γεωμετρίας του αντικειμένου με την αυτόματη καταχώρηση των διαστάσεών του.
- Ακριβής αναπαράσταση. Πραγματοποιείται με ακρίβεια η απεικόνιση της γεωμετρίας του αντικειμένου και η σχεδίαση πολύπλοκων λεπτομερειών όπως, για παράδειγμα, η οδόντωση τροχού.
- Μεγαλύτερη οικονομία από πιθανές αλλαγές που θα πρέπει να πραγματοποιηθούν σε ένα σχέδιο.
- Μικρότερο κόστος σχεδίασης. Η εξοικονόμηση χρόνου από έναν έμπειρο χρήστη του λογισμικού σε σχέση με τον απαιτούμενο κατά τη σχεδίαση στο σχεδιαστήριο, η καλύτερη ποιότητα σχεδίασης, η συμβατότητα του συστήματος και της σχεδίασης, αλλά και, επιπροσθέτως, η δυνατότητα επιλογής συστήματος -αναλόγως των αναγκών- καθιστά την αγορά λογισμικού σχεδίασης μια βιώσιμη επένδυση με μικρότερο κόστος σχεδίασης από το αντίστοιχο του σχεδιαστήριου.
- Ύπαρξη διαύλων επικοινωνίας. Η πρόσβαση σε πληροφορίες, μέσω δικτύων χρηστών και υποστήριξης (εκπαιδευτικά κέντρα, βιβλία, περιοδικά, προμηθευτές), καθιστούν ευκολότερη τη γρήγορη σχεδίαση απλών και πολύπλοκων γεωμετρικών αντικειμένων.
- Δημιουργία τεχνικών εγγράφων. Το λογισμικό σχεδίασης χρησιμοποιείται από εταιρίες για την παραγωγή σχεδίων, τα οποία εισάγονται στα διαφη-

## 8 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ

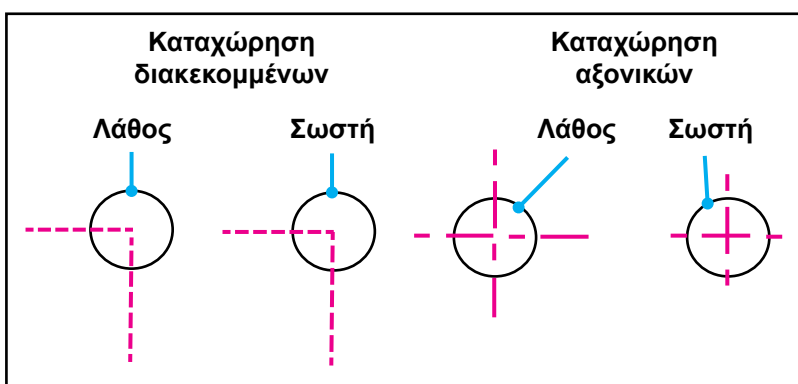
μιστικά εγχειρίδια προώθησης των προϊόντων τους, στο εγχειρίδιο χρήσης, κ.λπ.

- Ποιότητα σχεδίασης. Η μεγάλη ακρίβεια σχεδίασης, η ευελιξία πραγματοποίησης αλλαγών σε υπάρχον σχέδιο, η αυτόματη δημιουργία νέου σχεδίου και εκτύπωσή του, καθιστούν το λογισμικό σχεδίασης τον πρώτο παράγοντα που καθορίζει την ποιότητα σχεδίασης.

Αν και η παραδοσιακή σχεδίαση είναι, αντικειμενικά, κοπιαστική και χρονοβόρα, στην ουσία παραμένει μια τεχνική γλώσσα επικοινωνίας. Έτσι, το λογισμικό σχεδίασης, παρά τις μεγάλες δυνατότητές του, παραμένει ένα απλό εργαλείο, το οποίο όμως σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να αντικαταστήσει την ανάγκη απόκτησης των βασικών γνώσεων σχεδίασης.

Ένα άλλο μειονέκτημα της σχεδίασης με λογισμικό είναι η δυσκολία της σωστής σχεδίασης -σε σχέση με τον κανονισμό του Μηχανολογικού σχεδίου- της τομής των διακεκομμένων και αξονικών γραμμών. Το πρόβλημα αυτό λύνεται έμμεσα από το λογισμικό, αφού οι γραμμές αυτές παρουσιάζονται με διαφορετικό χρώμα αλλά δεν έχουν πάντα τις σωστές διαστάσεις. Έτσι, είναι πολλές φορές δύσκολο για τον αρχάριο χρήστη:

- να καθορίσει τις απαιτούμενες -από τον κανονισμό Μηχανολογικού σχεδίου- διαστάσεις των διακεκομμένων γραμμών και
- να τοποθετήσει τις αξονικές και τις διακεκομμένες με τέτοιο τρόπο ώστε να τέμνονται σύμφωνα με τον κανονισμό (σχήμα 1.4).

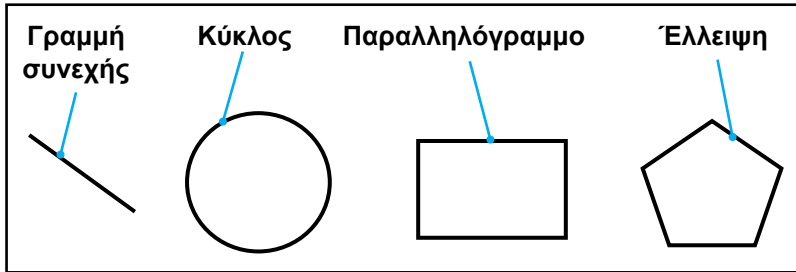


**Σχήμα 1.4:** Παραδείγματα σωστής και λανθασμένης σχεδίασης γραμμών από λογισμικό σχεδίασης.

#### 1.4 ΒΑΣΙΚΑ ΚΟΙΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΟΓΙΣΜΙΚΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ

Η εξέλιξη των λογισμικών σχεδίασης οδήγησε στην ανάπτυξη συστημάτων με πολλά κοινά σημεία. Τα κύρια βασικά κοινά χαρακτηριστικά τους είναι:

- Η σχεδίαση απλών γεωμετρικών αντικειμένων, όπως γραμμής, κύκλου, παραλληλόγραμμου, έλλειψης κ.λπ. με ποικίλους τρόπους (σχήμα 1.5).



**Σχήμα 1.5:** Σχεδίαση απλών γεωμετρικών αντικειμένων.

- Η καταχώρηση των διαστάσεων της απεικονιζόμενης τελικής μορφής των τεμαχίων στο μηχανολογικό σχέδιο σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς.
- Η μεγέθυνση-σμίκρυνση περιοχών του μηχανολογικού σχεδίου, με την οποία είναι δυνατόν να παρασταθούν ευκρινώς λεπτομέρειες σε μεγαλύτερη κλίμακα ή να καταχωρηθούν σε αυτές διαστάσεις.
- Βασικές εντολές που αφορούν είτε στη σχεδίαση γεωμετρικών αντικειμένων είτε σε πτυχές της ίδιας της λειτουργίας των λογισμικών σχεδίασης.
- Παρόμοιο περιβάλλον. Το περιβάλλον λειτουργίας των λογισμικών σχεδίασης είναι πλέον παραθυρικό. Στην οθόνη του Η/Υ παρουσιάζονται οι εντολές οπτικά και απομένει στο χρήστη να επιλέξει κάποια από αυτές με το δρομέα (ποντίκι).
- Ομοειδή εικονίδια. Όλα τα λογισμικά εμφανίζουν εικονίδια τα οποία, όχι μόνο μοιάζουν στη μορφή, αλλά εκτελούν και παρεμφερείς εντολές. Έτσι, ο χρήστης μπορεί να εξοικειωθεί γρήγορα με τις βασικές λειτουργίες του λογισμικού σχεδίασης.
- Εργαλεία, βοηθήματα σχεδίασης. Τα εργαλεία με τα οποία πραγματοποιείται η σχεδίαση αντικειμένων είναι παρεμφερή και αρκετά λογισμικά δια-



## 10 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ

θέτουν βοηθήματα σχεδίασης μέσω των οποίων επιτυγχάνονται εύκολα και με τον ίδιο τρόπο, διάφορες γεωμετρικές κατασκευές.

- Δυνατότητα επικοινωνίας. Τελευταία, παρουσιάζεται η τάση να παρέχεται βοήθεια στους χρήστες του λογισμικού μέσω του διαδικτύου καθώς και η ανταλλαγή σχεδίων διαφόρων λογισμικών σχεδίασης.



### ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Οι εξελίξεις στην αγορά των προσωπικών ηλεκτρονικών υπολογιστών κατέληξαν στη δημιουργία μηχανημάτων με δυνατότητες τέτοιες, που να επιτρέπουν την ηλεκτρονική σχεδίαση.

Βασικά κριτήρια για την ποιότητα ενός Η/Υ για ηλεκτρονική σχεδίαση είναι ο επεξεργαστής του, η μνήμη RAM και η κάρτα γραφικών. Βασικότερα περιφερειακά εξαρτήματά του είναι το ποντίκι, η οθόνη και ο σχεδιογράφος.

Τα πλεονεκτήματα της σχεδίασης με Η/Υ είναι η ευκολία στη σχεδίαση, ο καθαρός τρόπος εργασίας, η αντιγραφή και επικόλληση ομοίων αντικειμένων Μηχανολογικού σχεδίου, η ύπαρξη έτοιμων βιβλιοθηκών συμβόλων, η ακριβής αναπαράσταση, το μικρότερο κόστος σχεδίασης, η ύπαρξη διαύλων επικοινωνίας, η δημιουργία τεχνικών εγγράφων και τέλος η ποιότητα σχεδίασης.

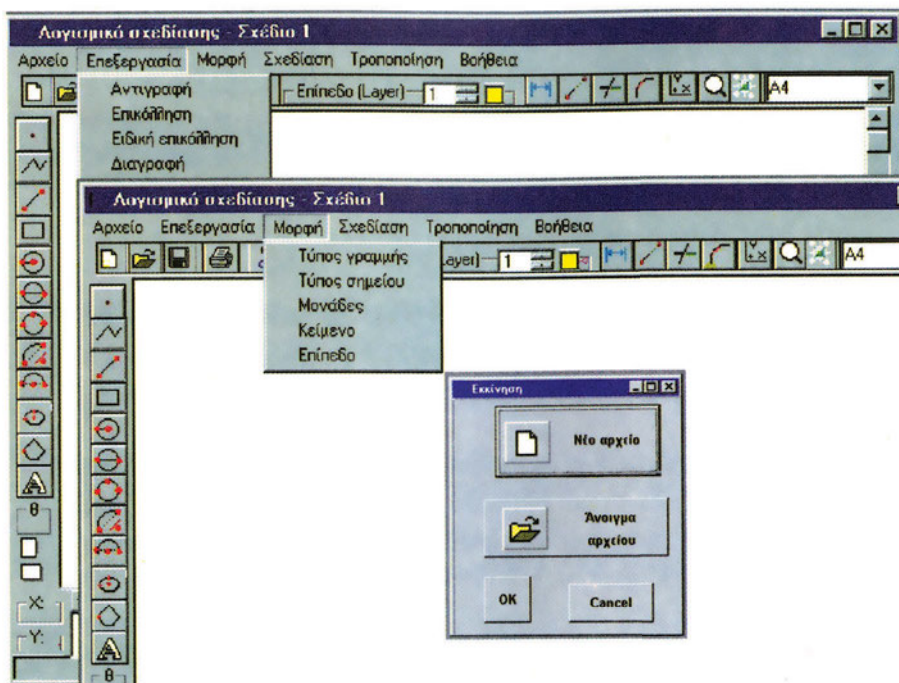
Τα κυριότερα βασικά κοινά χαρακτηριστικά των διαφόρων σχεδιαστικών προγραμμάτων είναι η σχεδίαση απλών γεωμετρικών αντικειμένων, η μεγέθυνση-σμίκρυνση περιοχών, οι βασικές σχεδιαστικές εντολές, το παρόμοιο περιβάλλον, τα ομοειδή εικονίδια, εργαλεία και βοηθήματα σχεδίασης και η δυνατότητα επικοινωνίας.



## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ

1. Ποιες είναι οι ελάχιστες απαιτήσεις υλικού (hardware) ενός Η/Υ για τη σωστή απόδοση ενός λογισμικού σχεδίασης;
2. Αναφέρατε τα βασικότερα τμήματα του υλικού ενός Η/Υ για την ηλεκτρονική σχεδίαση.
3. Αναφέρατε τα τρία βασικά κριτήρια για την ποιότητα ενός Η/Υ για ηλεκτρονική σχεδίαση.
4. Ποια τα είδη των εκτυπωτών;
5. Αναφέρατε τα κυριότερα πλεονεκτήματα της σχεδίασης με Η/Υ.
6. Ποια τα κυριότερα κοινά χαρακτηριστικά των διαφόρων λογισμικών σχεδίασης;





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ

# 2

## ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

- 2.1 Ενεργοποίηση λογισμικού σχεδίασης
- 2.2 Βασικές ενδείξεις και όρια σχεδίασης
- 2.3 Γραμμές μενού
- 2.4 Βασικές κοινές γραμμές εργαλείων λογισμικού σχεδίασης
- 2.5 Βασικά εργαλεία σχεδίασης
- 2.6 Άνοιγμα καινούργιου αρχείου
- 2.7 Μονάδες (Units)

## **14 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ**

### **2.8 Πλέγμα (Grid)**

### **2.9 Συσχέτιση (Snap)**

### **2.10 Όρια (Limits)**



## Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να παρουσιαστεί το σχεδιαστικό περιβάλλον ενός λογισμικού σχεδίασης κατά κύριο λόγο, σε παραθυρικό περιβάλλον.
- Να παρουσιαστούν γενικά στοιχεία, όπως: η ενεργοποίηση του λογισμικού στον ηλεκτρονικό υπολογιστή, οι βασικές ενδείξεις της αρχικής οθόνης και τα όρια σχεδίασης.
- Να δοθούν στοιχεία που αφορούν στην ανάκτηση πληροφοριών μέσω της επιλογής βοήθειας, στοιχεία αναγνώρισης των βασικών γραμμών των εργαλείων σχεδίασης και στοιχεία χειρισμού των διαφόρων τύπων μενού εντολών (menus) με τη βοήθεια του ποντικιού.
- Να αναφερθούν οι χρησιμοποιούμενες μονάδες μέτρησης, η εντολή με την οποία παρουσιάζονται τα όρια της επιφάνειας σχεδίασης και τα βοηθήματα σχεδίασης: πλέγμα (Grid) και συσχέτιση (Snap).

### 2.1 ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ

Τα τελευταία χρόνια το λογισμικό σχεδίασης βασίζεται στο περιβάλλον Windows και όχι πλέον στο DOS. Έτσι, υπάρχει ελευθερία διευθέτησης της οθόνης λογισμικού και εξοικονόμησης χρόνου.

Για την εκκίνηση του λογισμικού σχεδίασης από το πλήκτρο της έναρξης (Start), εκλέγεται αρχικά η επιλογή “Προγράμματα” (Programs) και μετά το όνομα του συγκεκριμένου σχεδιαστικού προγράμματος. Υπάρχει βέβαια η δυνατότητα, χρησιμοποιώντας γνώσεις του παραθυρικού περιβάλλοντος, να δημιουργηθεί ένα εικονίδιο συντόμευσης στην επιφάνεια εργασίας του Η/Υ, οπότε η εκκίνηση του λογισμικού σχεδίασης γίνεται απλά, ενεργοποιώντας μόνο το συγκεκριμένο εικονίδιο.

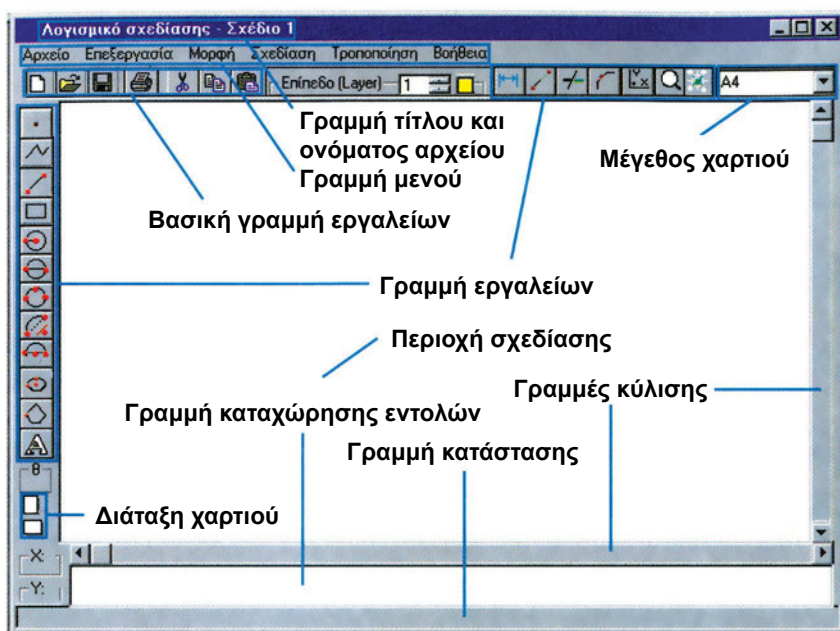
### 2.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΚΑΙ ΟΡΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ

Το παράθυρο εφαρμογής του λογισμικού σχεδίασης (σχήμα 2.1) χωρίζεται σε διαφορετικά χαρακτηριστικά τμήματα, όπως:

- Στην περιοχή σχεδίασης. Η περιοχή αυτή αποτελεί το τμήμα της οθόνης στο οποίο ο χρήστης μπορεί να σχεδιάσει ένα σχέδιο.

## 16 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ

- Στη γραμμή τίτλου και ονόματος του αρχείου λογισμικού σχεδίασης. Στη γραμμή τίτλου αναγράφεται το όνομα του σχεδιαστικού προγράμματος και το όνομα του αρχείου, το οποίο είναι ανοικτό και επεξεργάζεται ο χρήστης.



Σχήμα 2.1: Παράθυρο εφαρμογής λογισμικού σχεδίασης.

- Στις γραμμές των (α) μενού, (β) εργαλείων, (γ) καταχώρησης εντολών και (δ) κατάστασης. Η γραμμή μενού περιέχει εντολές που αφορούν στη διαχείριση των αρχείων, στη δημιουργία και στην επεξεργασία αντικειμένων σχεδίων κ.λπ. Αντίστοιχα, στη γραμμή εργαλείων περιέχονται τα εργαλεία σχεδίασης γεωμετρικών αντικειμένων. Όσον αφορά στο παράθυρο καταχώρησης εντολών (γραμμή καταχώρησης εντολών), σ' αυτό δίνονται οι εντολές από το χρήστη και εμφανίζονται επίσης αποκρίσεις του προγράμματος και μηνύματα σε κάθε γραμμή εντολής. Τέλος, στη γραμμή κατάστασης εμφανίζονται πληροφορίες σχετικά με τη θέση του δρομέα και επιλογές ενημέρωσης.

Όσον αφορά στις γραμμές κύλισης είναι δυνατή η μετακίνηση της περιοχής σχεδίασης και η απεικόνιση τμημάτων του σχεδίου με τη χρήση τους. Η μετακίνηση αυτή πραγματοποιείται τοποθετώντας το δρομέα και τα κουμπιά των βελών κύλισης. Έτσι, για τη μετακίνηση του σχεδίου προς τα αριστερά, αρκεί να πατηθεί το αριστερό βέλος κύλισης.

### 2.3 ΓΡΑΜΜΗ ΜΕΝΟΥ

Μέσω των εντολών των μενού είναι δυνατή η εκτέλεση γενικών λειτουργιών του προγράμματος, όπως, για παράδειγμα, το άνοιγμα ενός νέου ή ενός υπάρχοντος αρχείου, η αποθήκευσή του σε κάποιο φάκελο του σκληρού δίσκου ή της δισκέτας ή είναι δυνατή η εκτέλεση περισσότερο εξειδικευμένων ενεργειών όπως: η δημιουργία, διαγραφή ή μετακίνηση ενός αντικειμένου ή σώματος κειμένου. Οι βασικές λειτουργίες των μενού είναι:

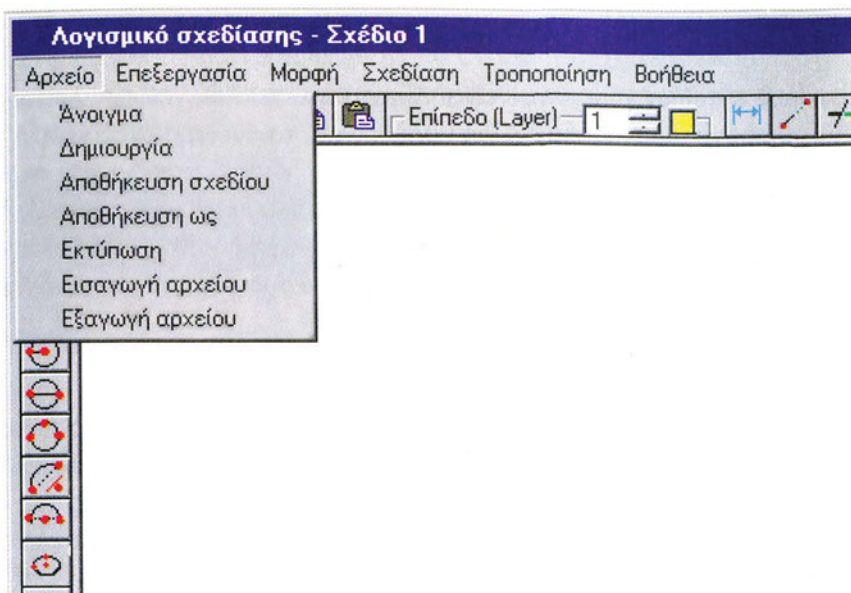
- Οι πρόσθετες επιλογές. Κάθε μενού διαχωρίζεται σε περισσότερες υποεντολές, που εμφανίζονται ως επιλογές.
- Τα πλαίσια διαλόγου (μέσω των οποίων μεταβάλλονται διάφορα στοιχεία). Με τη βοήθεια των πλαισίων διαλόγου ο χρήστης του λογισμικού μπορεί να αλλάξει διάφορες λειτουργίες ή να καλέσει εντολές που απαιτούν καθορισμό περισσότερων χαρακτηριστικών, π.χ. η επιλογή του πάχους ή του χρώματος μιας γραμμής.

Για να επιλεγεί ένα μενού αρκεί ο δρομέας να τοποθετηθεί πάνω στο όνομά του. Οι συνηθέστερες επιλογές των βασικών μενού εντολών, των κυριότερων λογισμικών σχεδίασης αναλύονται στη συνέχεια.

#### Μενού εντολών “αρχείο”

Οι επιλογές του μενού εντολών Αρχείο (File) (σχήμα 2.2) αφορούν στο άνοιγμα ενός υπάρχοντος αρχείου [εντολή Άνοιγμα (Open)], στη δημιουργία ενός νέου αρχείου [Δημιουργία (New)], στην αποθήκευση του σχεδίου με διαφορετικό όνομα [Αποθήκευση Ως (Save As)], στην εκτύπωση του σχεδίου στον εκτυπωτή [Εκτύπωση (Print/Plot)] και στην εισαγωγή [Εισαγωγή αρχείου (Import File)] και εξαγωγή [Εξαγωγή αρχείου (Export File)] μιας ορισμένης μορφής αρχείου.

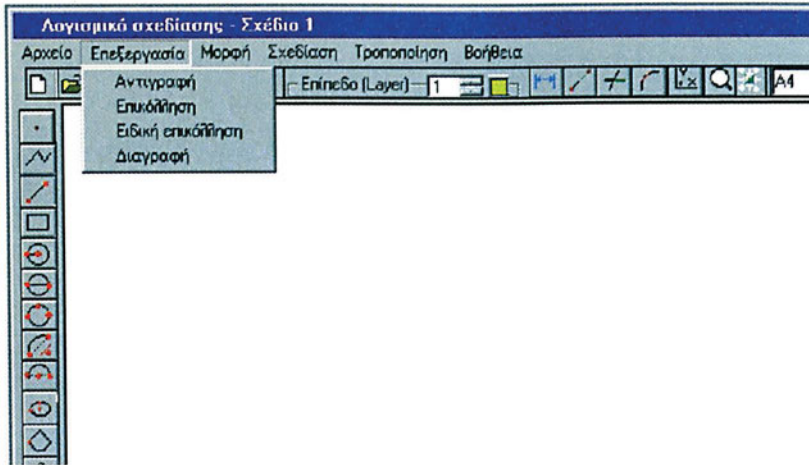




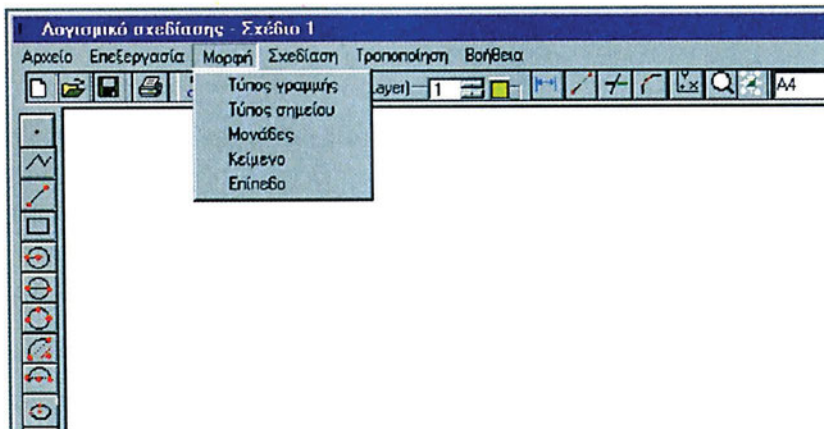
Σχήμα 2.2: Το μενού εντολών «Αρχείο».

### Μενού εντολών “επεξεργασία”

Το μενού εντολών επεξεργασίας των γεωμετρικών αντικειμένων βρίσκεται συνήθως δίπλα από το μενού Αρχείο (File) (σχήμα 2.3). Η Επεξεργασία (Edit) βοηθάει το χρήστη του λογισμικού στην αντιγραφή, επικόλληση ή διαγραφή διαφόρων αντικειμένων (γραμμή, κύκλος, τόξο, έλλειψη, κείμενο, κ.λπ.). Ακολουθεί μετά την επιλογή του σχεδιαστικού αντικειμένου με το δρομέα και είναι πολύ χρήσιμη, αφού δίνει τη δυνατότητα γρήγορης παραγωγής αντιγράφων με την εντολή Αντιγραφή (Copy). Επίσης, με την Επικόλληση (Paste) είναι δυνατή η εμφάνιση νέων αντικειμένων με ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά στο ίδιο σχέδιο ή σε διαφορετικό, αφού το αντικείμενο μετά την αρχική αντιγραφή του, μπορεί να επικολληθεί σε οποιοδήποτε αρχείο του λογισμικού επιθυμεί ο χρήστης.



Σχήμα 2.3: Το μενού εντολών «Επεξεργασία».



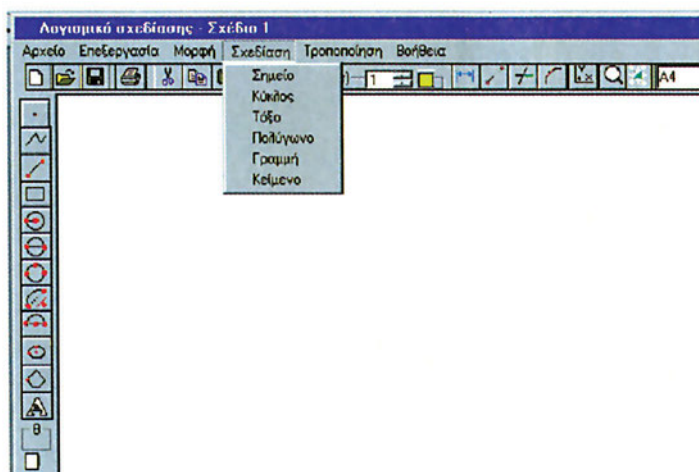
Σχήμα 2.4: Το μενού εντολών «Μορφή».

### Μενού εντολών “μορφή”

Με την επιλογή Μορφή (Format) της γραμμής μενού (σχήμα 2.4) είναι δυνατόν: (α) να καθορισθεί ο τύπος της γραμμής [Τύπος γραμμής (Line type)] που θα χρησιμοποιηθεί για τη σχεδίαση των γεωμετρικών αντικειμένων, (β) να καθορισθούν τα χαρακτηριστικά του επιπέδου [Επίπεδο (Layer)] στο οποίο περιέχονται τα αντικείμενα, (γ) να καθορισθεί η εμφάνιση των σημείων [Τύπος σημείου (Point style)] και (δ) να καθορισθεί το σύστημα των μονάδων [Μονάδες (Units)].

### Μενού εντολών “σχεδίαση”

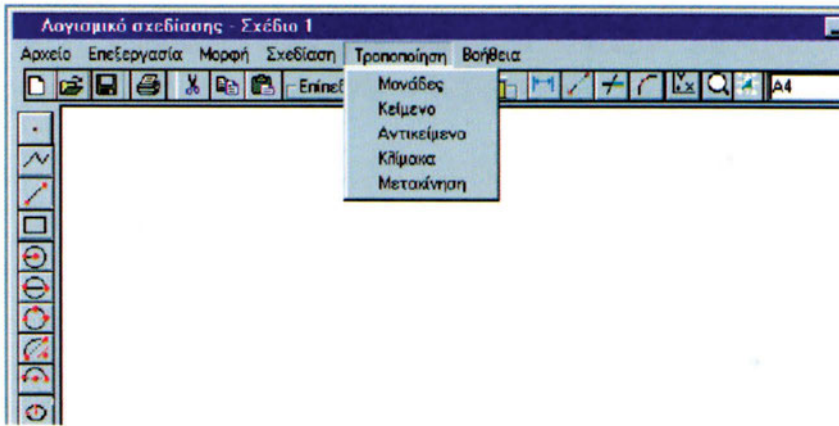
Η σχεδίαση γεωμετρικών αντικειμένων πραγματοποιείται με την επιλογή Σχεδίαση (Draw) της γραμμής μενού, η οποία παρουσιάζεται στο σχήμα 2.5. Τα προς σχεδίαση αντικείμενα είναι: η γραμμή, ο κύκλος, το τόξο και το πολύγωνο. Με την ίδια εντολή καταχωρείται ένα ή περισσότερα σημεία καθώς και κείμενο.



Σχήμα 2.5: Το μενού εντολών «Σχεδίαση».

### Μενού εντολών “τροποποίηση”

Η αλλαγή του συστήματος μονάδων, η τροποποίηση του κειμένου (αλλαγή λέξεων, συμβόλων και μεγέθους ή χρώματος γραμμάτων), η αλλαγή των ιδιοτήτων των αντικειμένων (επιλογή διαφορετικού τύπου γραμμών), η κλίμακα του σχεδίου και η θέση στο σχέδιο των αντικειμένων πραγματοποιούνται με την επιλογή Τροποποίηση (Modify) από τη γραμμή των μενού (σχήμα 2.6).

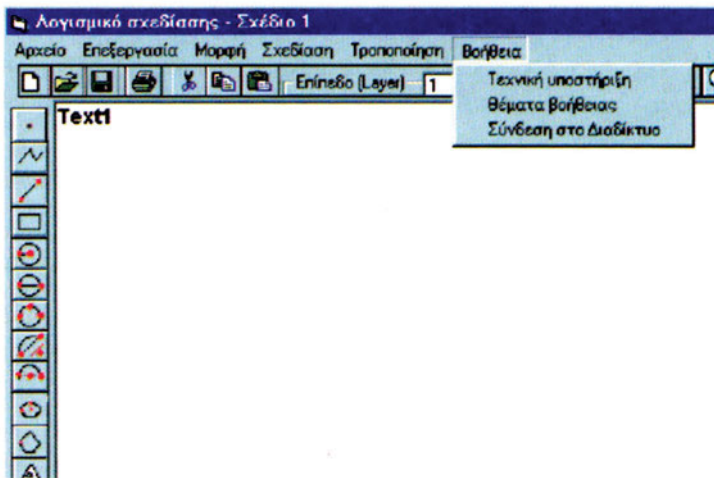


Σχήμα 2.6: Το μενού εντολών «Τροποποίηση».

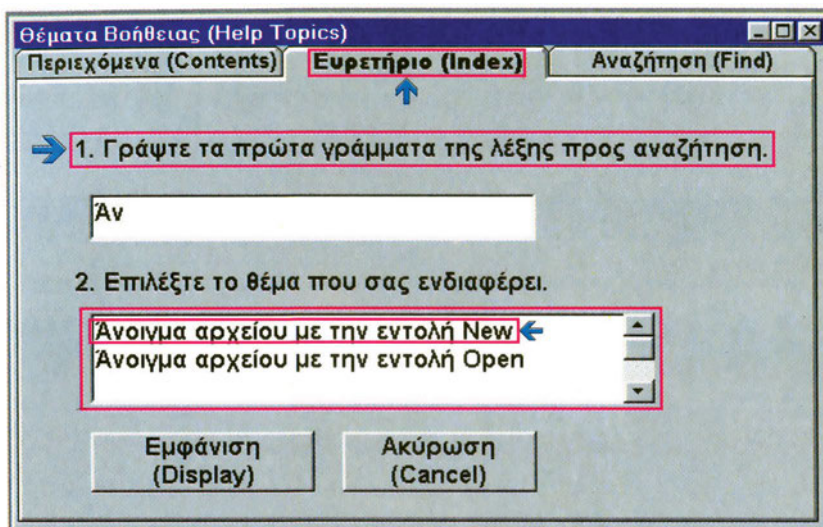
### Μενού εντολών “βοήθεια”

Η παροχή βοήθειας από το λογισμικό σχεδίασης προς το χρήστη είναι δυνατή με τους παρακάτω τρόπους (σχήμα 2.7):

- Τεχνική υποστήριξη (Technical Support). Ο χρήστης απευθύνεται στη βοήθεια αυτή για οποιοδήποτε πρόβλημα του λογισμικού σχεδίασης που αφορά περισσότερο στην εγκατάσταση και στη λειτουργία του.



Σχήμα 2.7: Παροχή βοήθειας προς το χρήστη με το μενού εντολών «Βοήθεια».



Σχήμα 2.8: Πλαίσιο διαλόγου των Θεμάτων Βοήθειας

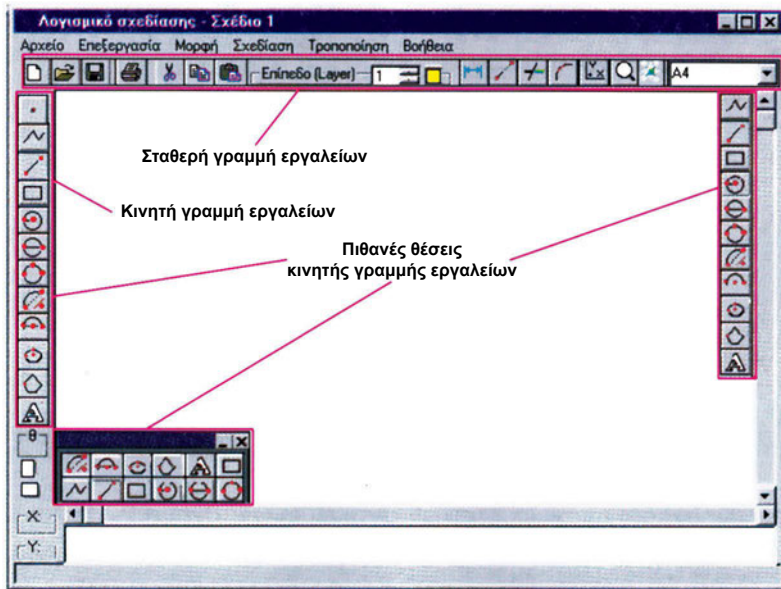
- ένα πλαίσιο διαλόγου (σχήμα 2.8) που περιέχει τις επιλογές: (α) Περιεχόμενα (Contents), (β) Ευρετήριο (Index) και (γ) Αναζήτηση (Find). Μέσω των Περιεχομένων είναι δυνατή η επιλογή, το άνοιγμα, η προβολή και η εκτύπωση διαφόρων θεμάτων. Η πληκτρολόγηση προς αναζήτηση ενός θέματος στο Ευρετήριο (Index) εμφανίζει τα επιμέρους θέματα που υπάρχουν και, μέσω επιλογών (Options), είναι δυνατή η αντιγραφή των περιεχομένων (Copy to Clipboard), η εκτύπωση (Print topic), η προσθήκη σχολίων (Annotate) κ.λπ. Τέλος, με την αναζήτηση (Find), αναζητούνται λέξεις, αφού καταχωρηθούν στο πλαίσιο κειμένου. Ο τρόπος αναζήτησης ρυθμίζεται μέσω πλήκτρων επιλογής και πλαισίων ελέγχου.
- Μέσω ειδικών διευθύνσεων στο διαδίκτυο Internet. Τον τελευταίο καιρό, με την εξάπλωση του διαδικτύου (Internet), υπάρχουν περιοχές (sites), όπου είναι δυνατόν να δοθεί βοήθεια στο χρήστη του σχεδιαστικού προγράμματος. Για να πραγματοποιηθεί η πρόσβαση σ' αυτές τις πηγές πληροφοριών, απαιτείται σύνδεση με το διαδίκτυο.

Άλλοι τρόποι ανάκτησης πληροφοριών αποτελούν το Εγχειρίδιο Χρήσης (User's Guide), οι Υποδείξεις (Hints), η Καθοδήγηση Εκτέλεσης Εργασιών (Tutorial) και οι Συμβουλές Εργαλείων (Tool Tips). Όσον αφορά στο Εγχειρίδιο Χρήσης, ο χρήστης μπορεί να διαβάσει το τυπωμένο βιβλίο που συνοδεύει το λογισμικό, ακόμη και όταν δε βρίσκεται κοντά στον υπολογιστή. Οι Υποδείξεις είναι ένας ηλεκτρονικός βοηθός που δίνει πληροφορίες σχετικά

με την εργασία που εκτελείται και οι οποίες εμφανίζονται, όταν ο δρομέας δείχνει ένα εικονίδιο. Η Καθοδήγηση Εκτέλεσης Εργασιών καθοδηγεί βήμα-βήμα με συγκεκριμένες εργασίες. Τέλος, οι Συμβουλές Εργαλείων παρουσιάζονται κατά τη μετακίνηση του δείκτη του δρομέα πάνω από εργαλεία του λογισμικού.

## 2.4 ΒΑΣΙΚΕΣ ΚΟΙΝΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ

Στα περισσότερα σχεδιαστικά προγράμματα οι γραμμές εργαλείων διακρίνονται σε σταθερές και κινητές. Οι σταθερές γραμμές εργαλείων είναι τοποθετημένες σε κάποια από τις τέσσερις πλευρές της οθόνης, ενώ οι κινητές είναι δυνατόν να συρθούν και να τοποθετηθούν σε οποιοδήποτε σημείο της (σχήμα 2.9).



Σχήμα 2.9: Σταθερές και κινητές γραμμές εργαλείων.

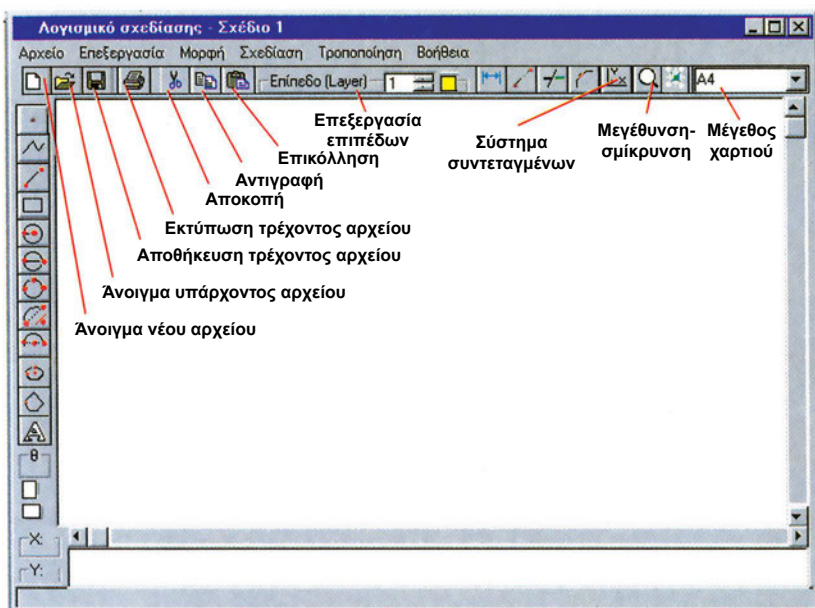
Η εργαλειοθήκη του λογισμικού σχεδίασης περιέχει εντολές για διαχείριση αρχείων, εκτύπωση, για τη σχεδίαση ή την αλλαγή ιδιοτήτων των αντικειμένων, ελέγχου των διαφόρων βοηθημάτων σχεδίασης και διάφορες άλλες εντολές. Αναλυτικά, τα βασικά κοινά εργαλεία που συναντώνται σε ένα λογισμικό σχεδίασης είναι:

- Διαχείρισης αρχείων (σχήμα 2.10). Αποτελούν τμήμα της σταθερής γραμμής εργαλείων. Με το κουμπί Δημιουργία (New) δημιουργείται ένα νέο

## 24 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ

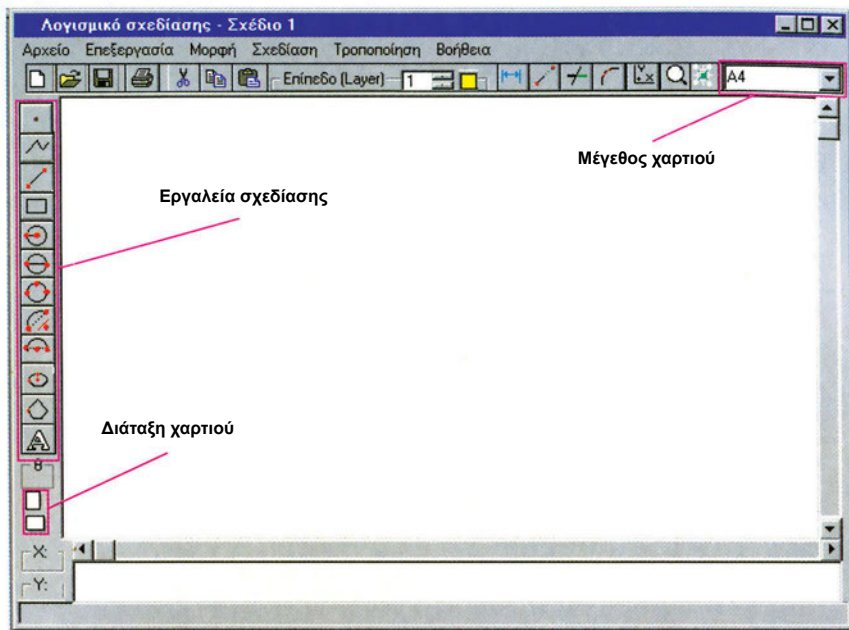
σχέδιο, ενώ με το Άνοιγμα (Open) ανοίγει ένα υπάρχον αρχείο σχεδίου και με το κουμπί Αποθήκευση (Save) αποθηκεύεται ένα αρχείο σχεδίου. Τέλος, με το κουμπί Εκτύπωση (Print) δίνεται η εντολή να εκτυπωθεί ένα σχέδιο στον εκτυπωτή.

- Γενικών εντολών λογισμικού. Αφορούν σε εντολές επεξεργασίας, εκλογής αρχής συστήματος συντεταγμένων, σμίκρυνσης-μεγέθυνσης και καθορισμού-εμφάνισης του πλέγματος βοηθητικών γραμμών σχεδίασης.



**Σχήμα 2.10:** Σταθερή βασική κοινή γραμμή λογισμικών σχεδίασης.

- Εντολών σχεδίασης γεωμετρικών αντικειμένων (σχήμα 2.11) και καθορισμού της διάταξης και του χαρτιού σχεδίασης. Με τις εντολές αυτές επιτυγχάνεται η σχεδίαση γραμμών, κύκλων, ελλείψεων, τόξων, πολυγώνων και η καταχώρηση κειμένου.



Σχήμα 2.11: Εντολές σχεδίασης, διάταξης και μεγέθους χαρτιού.

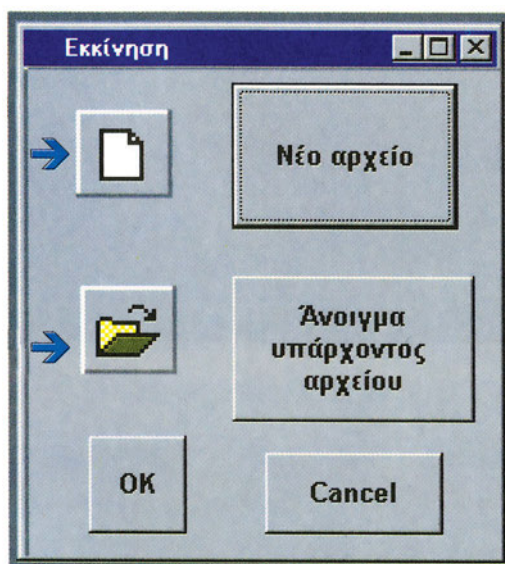
## 2.5 ΒΑΣΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ

Τα εργαλεία σχεδίασης χρησιμοποιούνται για το σχεδιασμό γεωμετρικών αντικειμένων (γραμμές, κύκλοι, ελλείψεις, κ.λπ.). Επιλέγονται με το πάτημα του αριστερού πλήκτρου του δρομέα πάνω στο αντίστοιχο κουμπί του εργαλείου (σχήμα 2.11) και αντιστοιχούν σε σχεδιαστικές εντολές του λογισμικού. Για κάθε εντολή μπορεί να υπάρχουν πτυσσόμενες παλέτες με περισσότερα εργαλεία, τα οποία, όχι μόνον εξηγούνται περιληπτικά καθώς περνά αργά ο δείκτης του δρομέα, αλλά και αλλάζουν θέση αναλόγως προς τη συχνότητα της χρήσης τους. Τα εργαλεία σχεδίασης είναι: η Γραμμή (Line), ο Κύκλος (Circle), η Έλλειψη (Ellipse), το Πολύγωνο (Polygon), το Τόξο (Arc) και το Ορθογώνιο Παραλληλόγραμμο (Rectangular).



## 2.6 ΑΝΟΙΓΜΑ ΚΑΙΝΟΥΡΓΙΟΥ ΑΡΧΕΙΟΥ

Το αρχείο που ανοίγει μετά την εκκίνηση του λογισμικού σχεδίασης (σχήμα 2.12) είναι είτε ένα νέο σχέδιο (Νέο Αρχείο) είτε ένα ήδη προϋπάρχον, που βρίσκεται, σε κάποιο κατάλογο, στο σκληρό δίσκο του Η/Υ ή στη δισκέτα και το οποίο μπορεί να ανακτηθεί με την επιλογή “Ανοιγμα αρχείου”.



Σχήμα 2.12: Πλαίσιο διαλόγου Εκκίνησης σχεδίασης.

Κατά την εκκίνηση του λογισμικού σχεδίασης ορίζονται από το χρήστη του προγράμματος στοιχεία, που καθορίζουν το περιβάλλον σχεδίασης, όπως: (α) οι μονάδες (Units), (β) το πλέγμα (Grid), (γ) η συσχέτιση (Snap), και (δ) το σύστημα αξόνων (axis).

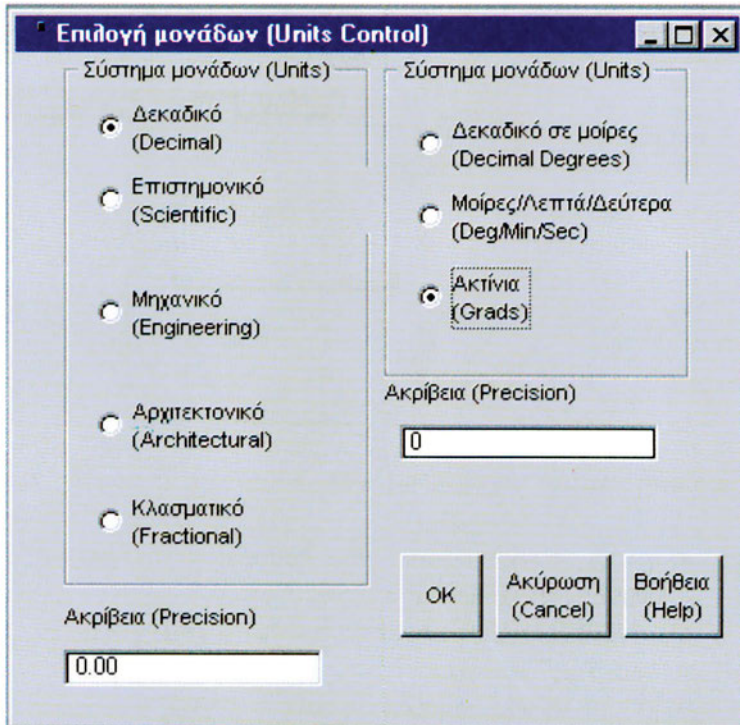
## 2.7 ΜΟΝΑΔΕΣ (UNITS)

Με την εντολή Μονάδες (Units) ρυθμίζεται η μέτρηση και η ακρίβεια της μορφής εμφάνισης των μονάδων σχεδίασης από το αντίστοιχο πλαίσιο διαλόγου (σχήμα 2.13).

Τα συστήματα των μονάδων μέτρησης τα οποία χρησιμοποιούνται στο λογισμικό σχεδίασης των ηλεκτρονικών υπολογιστών είναι:

- Δεκαδικό (Decimal, π.χ. 25,50),
- Επιστημονικό (Scientific, π.χ. 2,5500E+02),

- Μηχανικό (Engineering, π.χ. 1'-2,5000"),
- Αρχιτεκτονικό (Architectural, π.χ. 1'-2 ½") και
- Κλασματικό (Fractional, π.χ. 30 1/2).



**Σχήμα 2.13:** Επιλογή εμφάνισης συντεταγμένων μέσω της εντολής *Units*.

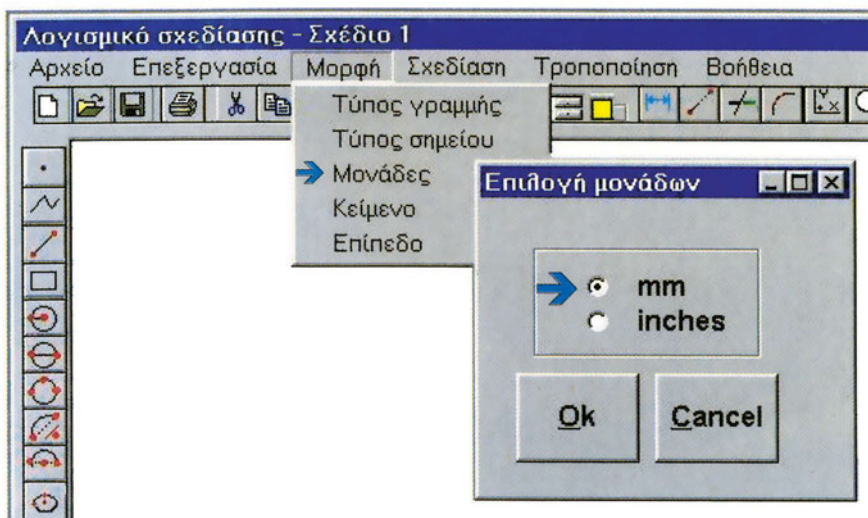
Στο Μηχανολογικό σχέδιο χρησιμοποιείται το δεκαδικό σύστημα με δύο δεκαδικά ψηφία (π.χ. 25,50 αντί του 25,5000). Η επιλογή του συστήματος μονάδων πραγματοποιείται

- κατά την έναρξη του νέου αρχείου σχεδίασης,
- από τη γραμμή μενού,
- από τη γραμμή εντολών.

Με τη χρήση της γραμμής μενού είναι δυνατή η επιλογή του συστήματος μονάδων. Τα βήματα αυτής της επιλογής είναι:

- επιλέγεται το μενού *Μορφή (Format)*
- εκλέγεται η εντολή *Μονάδες (Units)*

- καθορίζονται οι μονάδες μέτρησης στο πλαίσιο διαλόγου (σχήμα 2.14).



**Σχήμα 2.14:** Επιλογή των μονάδων μέσω της εντολής Μορφή (Format).

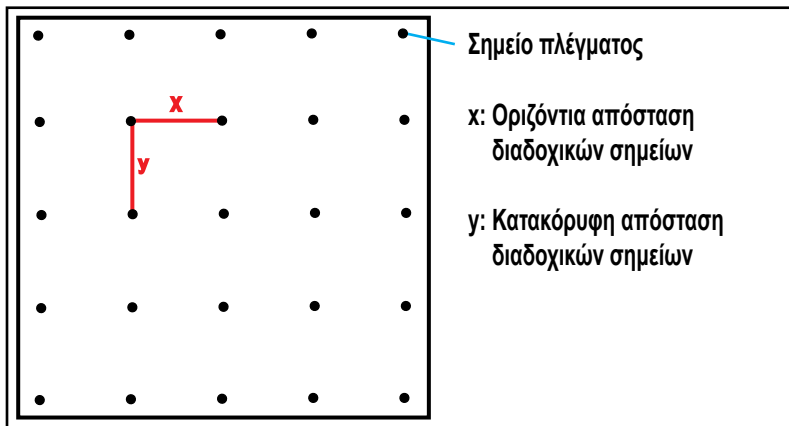
Η επιλογή ή τροποποίηση των μονάδων μπορεί να πραγματοποιηθεί επίσης από τη γραμμή καταχώρησης εντολών, όπου ο χρήστης πληκτρολογεί την εντολή Μονάδες (Units) και στη συνέχεια επιλέγει με το δρομέα τα κομμάτια του πλαισίου διαλόγου.

Όσον αφορά στις γωνίες, η μέτρησή τους συνήθως γίνεται σε μοίρες, πρώτα λεπτά και δεύτερα λεπτά (Deg/Min/Sec), ή σε ακτίνια (rad). Στο Μηχανολογικό σχέδιο χρησιμοποιούνται οι μοίρες (δεκαδικό σύστημα μονάδων) για τη μέτρηση των γωνιών. Όσον αφορά στον προσανατολισμό του σχεδίου, ως προς τις εξ ορισμού διευθύνσεις του σχεδιαστικού προγράμματος, ο χρήστης μπορεί να τον καθορίσει, όταν ξεκινά ένα αρχείο του λογισμικού σχεδίασης ή να καθορίσει με την εντολή Διαμόρφωση (Setup):

- τη ρύθμιση προσανατολισμού της γωνίας αρχής της μέτρησης ( $0^\circ$ ) σε σχέση με τον προσανατολισμό της πυξίδας (Ανατολή-Δύση-Βορράς-Νότος) και
- τη διεύθυνση της θετικής (αντιωρολογιακή φορά) ή αρνητικής (ωρολογιακή φορά) μέτρησης των γωνιών.

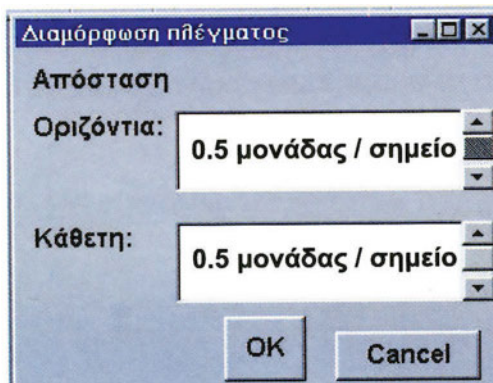
## 2.8 ΠΛΕΓΜΑ (GRID)

Υπάρχει η δυνατότητα εμφάνισης στην οθόνη ενός πλέγματος από σημεία με συγκεκριμένες αποστάσεις μεταξύ τους (σχήμα 2.15). Η εντολή Πλέγμα (Grid) εμφανίζει ένα πλέγμα (οριζόντιες και κάθετες γραμμές από ορατά σημεία), το οποίο είναι ένα σχεδιαστικό εργαλείο, που χρησιμεύει ως οπτική αναφορά, η οποία γεμίζει τα όρια της περιοχής σχεδίασης. Οι οριζόντιες παράλληλες γραμμές του πλέγματος απέχουν απόσταση  $y$  μονάδων η μια από την άλλη και οι κάθετες  $x$ .



Σχήμα 2.15: Εμφάνιση πλέγματος σημείων μέσω της εντολής Πλέγμα (Grid).

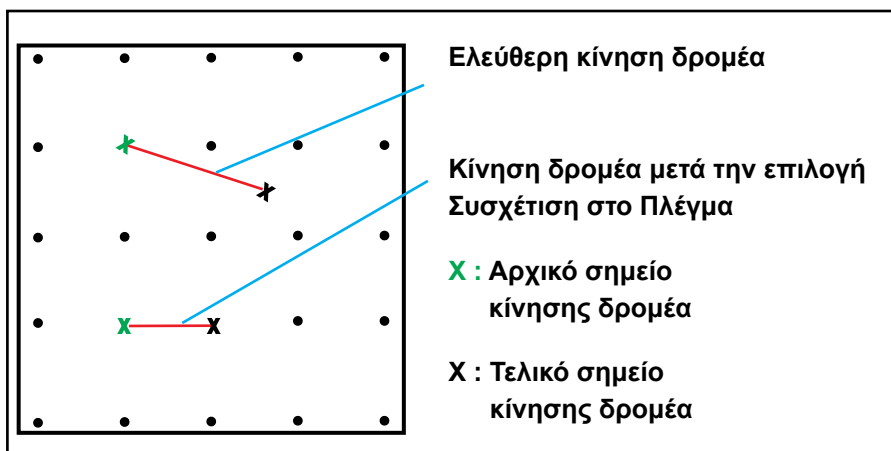
Η ρύθμιση της εντολής πραγματοποιείται από τη γραμμή καταχώρησης εντολών, ενώ κατά τη δημιουργία νέου αρχείου σχεδίασης πραγματοποιείται από το πλαίσιο διαλόγου Διαμόρφωση Πλέγματος (Grid Setup) (σχήμα 2.16). Υπάρχει δυνατότητα να οριστούν διαφορετικές τιμές για την οριζόντια και κάθετη μετακίνηση.



Σχήμα 2.16: Ρύθμιση γραμμών πλέγματος.

## 2.9 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ (SNAP)

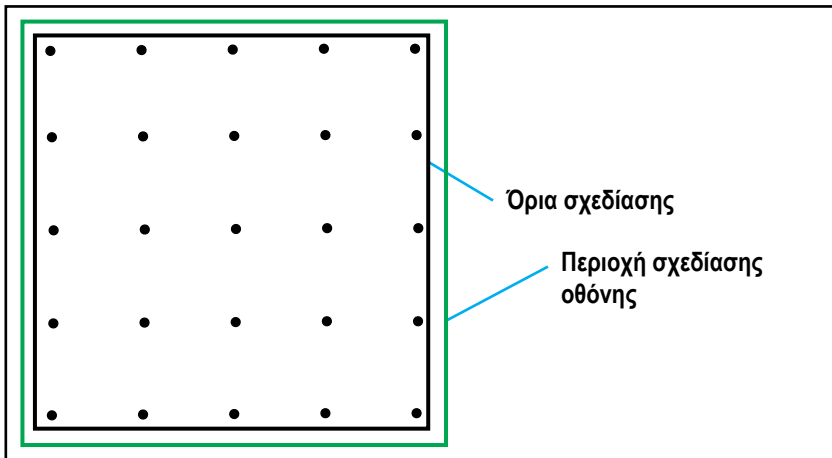
Με την εντολή Συσχέτιση (Snap) είναι δυνατή η κίνηση του δρομέα κατά βήματα, τα οποία καθορίζει ο χρήστης. Επιλέγεται η εντολή Πλέγμα (Grid) και τίθεται το οριζόντιο και το κάθετο βήμα της μετακίνησης του δρομέα. Επιλέγεται μετά η εντολή Συσχέτιση στο Πλέγμα (Snap to Grid) και παρατηρείται ότι το περιβάλλον σχεδίασης παρουσιάζεται με κουκίδες. Οι κουκίδες αυτές απέχουν ίσες αποστάσεις μεταξύ τους, εφόσον τέθηκε το ίδιο οριζόντιο και κάθετο βήμα. Αν το βήμα μετακίνησης του δρομέα οριστεί ίσο με την τοποθέτηση του πλέγματος, τότε η μετακίνηση του δρομέα ακολουθεί τα σημεία του πλέγματος (σχήμα 2.17). Διαφορετικά, μπορεί η μετακίνηση του δρομέα να πραγματοποιείται και στην ενδιάμεση περιοχή του πλέγματος (συνήθως όταν το βήμα μετακίνησης του δρομέα οριστεί μικρότερο από την τοποθέτηση του πλέγματος), είτε ανά δύο ή περισσότερους κόμβους του πλέγματος (αν το βήμα μετακίνησης του δρομέα οριστεί μεγαλύτερο από την τοποθέτηση του πλέγματος).



Σχήμα 2.17: Μετακίνηση δρομέα μετά την Συσχέτιση στο Πλέγμα.

## 2.10 ΟΡΙΑ (LIMITS)

Η εντολή Όρια ορίζει τα όρια της διαθέσιμης επιφάνειας σχεδίασης ενός σχεδίου (σχήμα 2.18). Τα όρια καθορίζονται από δύο σημεία A και B, τα οποία βρίσκονται στην κάτω αριστερή και πάνω δεξιά γωνία της επιφάνειας σχεδίασης αντίστοιχα. Τα σημεία αυτά καταχωρούνται είτε από το πλαίσιο διαλόγου της επιλογής Σχεδίαση από τη γραμμή μενού, είτε από τη γραμμή καταχώρησης εντολών.



Σχήμα 2.18: Ορισμός ορίων σχεδίου μέσω της εντολής Όρια (Limits).

Οι γραμμές πλέγματος εμφανίζονται μόνο στην περιοχή των ορίων, η οποία καθορίζεται από ένα ορθογώνιο παραλληλόγραμμο με απέναντι κορυφές του, τα σημεία A και B.



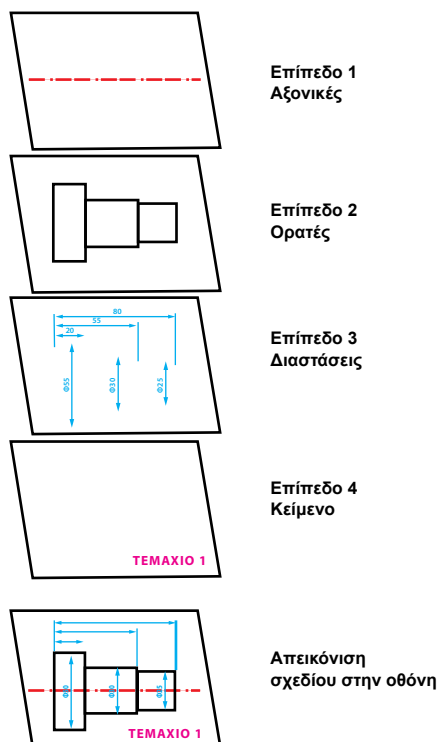
### ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Στο 2ο κεφάλαιο αναφέρθηκε ο τρόπος ενεργοποίησης των λογισμικών σχεδίασης και αναλύθηκαν τα συνηθέστερα μενού εντολών, καθώς και οι γραμμές εργαλείων. Επεξηγήθηκαν επίσης τα βοηθήματα σχεδίασης “πλέγμα” και “συσχέτιση”, τα οποία μπορούν να ρυθμιστούν με διαφορετικές τιμές για κάθε σχέδιο, καθώς και οι εντολές με τις οποίες ορίζονται οι μονάδες μέτρησης και τα όρια της επιφάνειας σχεδίασης ενός σχεδίου.



### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ

1. Μετά την ενεργοποίηση του λογισμικού σχεδίασης, μεταβείτε με το δρομέα στις γραμμές των μενού, την περιοχή σχεδίασης και στην περιοχή των εργαλείων.
2. Αντλήσατε από τη Βοήθεια του λογισμικού σχεδίασης στοιχεία για: (α) τα μενού και (β) τις γραμμές εργαλείων χρησιμοποιώντας τις επιλογές Περιεχόμενα, Ευρετήριο και Αναζήτηση. Ποια από τις τρεις εμφανίζεται προτιμότερη και για ποιο λόγο;
3. Ποια η χρησιμότητα του πλέγματος και της συσχέτισης;
4. Όταν σε ένα σχέδιο ενεργοποιηθεί η συσχέτιση, η μετακίνηση του δρομέα γίνεται πάνω στους κόμβους του πλέγματος;



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ

# 3

## ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ

- 3.1 Συστήματα συντεταγμένων
- 3.2 Είδη γραμμών
- 3.3 Επίπεδα σχεδίασης







## Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να παρουσιαστούν τα συστήματα συντεταγμένων.
- Να παρουσιαστούν οι τύποι των γραμμών και η χρήση τους.
- Να γνωρίσει ο μαθητής τη χρησιμότητα των επιπέδων σχεδίασης.

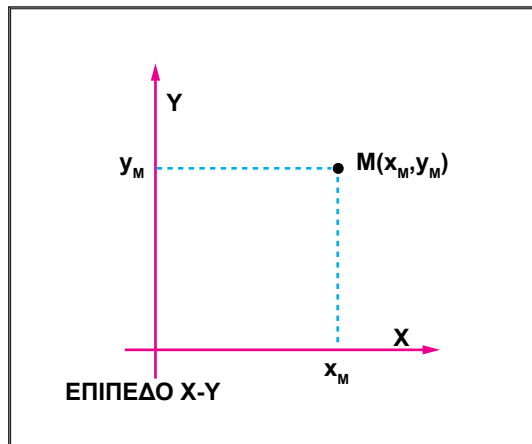
### 3.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ

Τα συστήματα συντεταγμένων τα οποία χρησιμοποιούνται από το λογισμικό σχεδίασης είναι:

- Το καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων.
- Το πολικό σύστημα συντεταγμένων.

#### Καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων

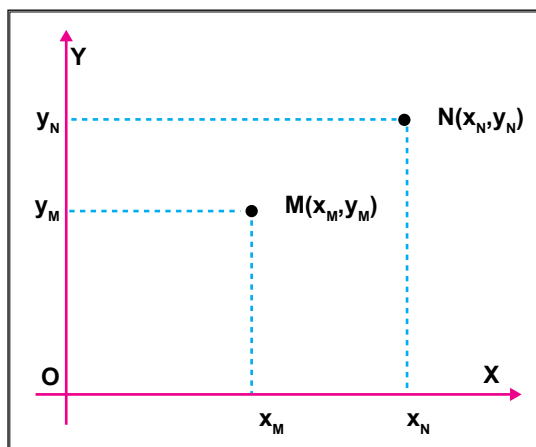
Οι καρτεσιανές συντεταγμένες ενός σημείου στο επίπεδο χαρακτηρίζονται από μια τετμημένη και μια τεταγμένη (σχήμα 3.1). Οι καρτεσιανές συντεταγμένες διακρίνονται σε **απόλυτες** και **σχετικές**.



Σχήμα 3.1: Καρτεσιανές συντεταγμένες σημείου στο επίπεδο.

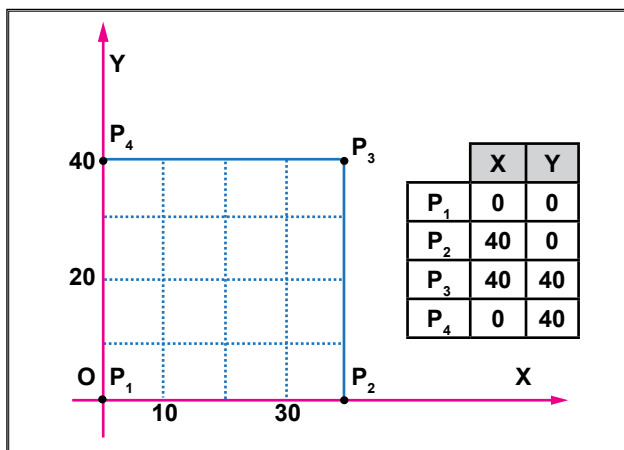
### 36 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ

Οι απόλυτες συντεταγμένες καθορίζονται από ένα σταθερό σημείο αναφοράς (σχήμα 3.2A). Δηλαδή οι συντεταγμένες όλων των σημείων μετρώνται βάσει του αρχικού συστήματος συντεταγμένων.



Σχήμα 3.2A: Απόλυτες καρτεσιανές συντεταγμένες.

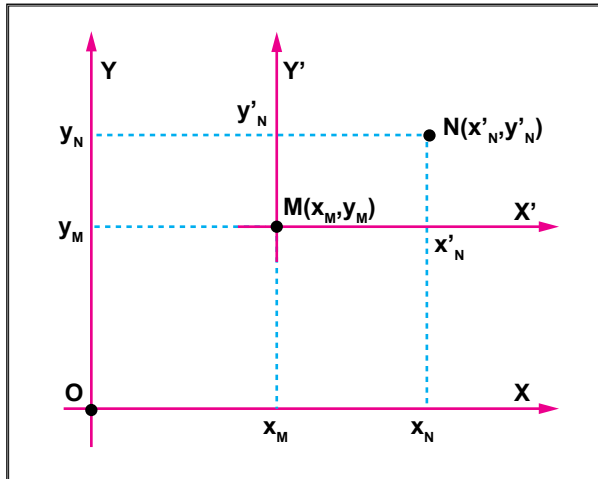
Ένα παράδειγμα ορισμού απόλυτων συντεταγμένων σημείων φαίνεται στο σχήμα 3.2B.



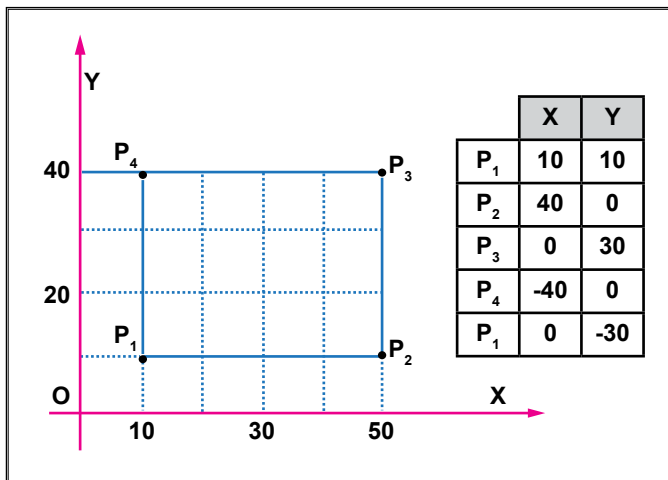
Σχήμα 3.2B. Ορισμός απόλυτων συντεταγμένων σημείων.

Οι σχετικές συντεταγμένες ενός σημείου προκύπτουν από τη σχετική του θέση ως προς ένα άλλο σημείο. Στο παράδειγμα του σχήματος 3.3A οι συντεταγμένες του σημείου N ως προς το αρχικό σύστημα αξόνων είναι οι  $X_N, Y_N$ , ενώ ως προς το σύστημα αξόνων με αρχή το σημείο M, είναι  $X'N$  και  $Y'N$ . Ένα παράδειγμα ορισμού σχετικών συντεταγμένων σημείων φαίνεται

στο σχήμα 3.3B. Στον πίνακα του σχήματος δίνονται οι συντεταγμένες που θα χρησιμοποιηθούν για τη σχεδίαση του ορθογωνίου, ξεκινώντας από το σημείο  $P_1$  (το οποίο δίνεται με απόλυτες συντεταγμένες). Οι συντεταγμένες του σημείου  $P_2$  ορίζονται ως προς το  $P_1$ , οι του  $P_3$  ως προς το  $P_2$ , οι του  $P_4$  ως προς το  $P_3$  και τελικά (για να ολοκληρωθεί το σχήμα) οι συντεταγμένες του σημείου  $P_1$  ως προς το  $P_4$ .

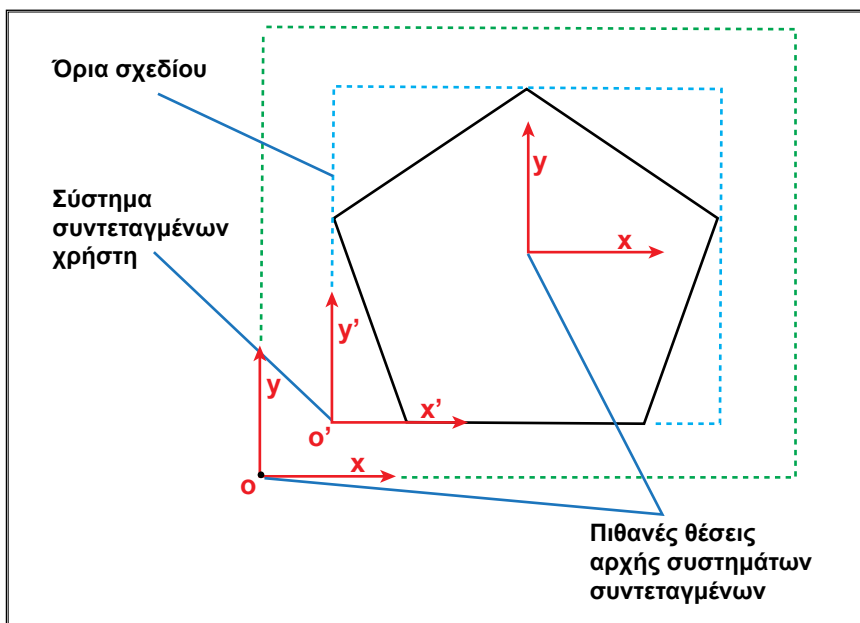


**Σχήμα 3.3A:** Σχετικές συντεταγμένες σημείου ως προς ένα άλλο.



**Σχήμα 3.3B:** Παράδειγμα ορισμού σχετικών συντεταγμένων.

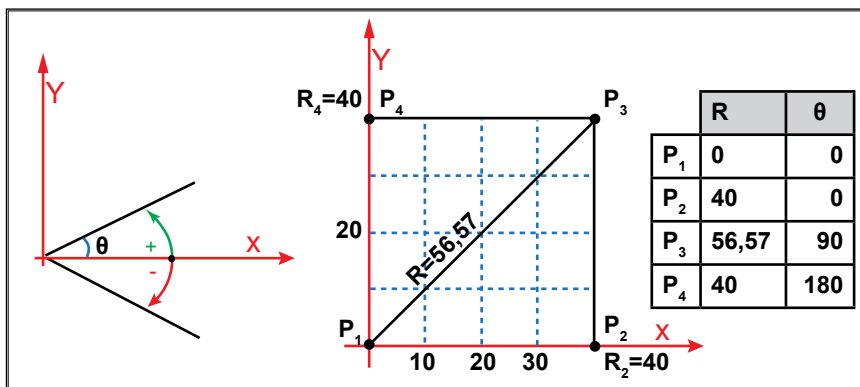
Η θέση του αρχικού σημείου συστημάτων συντεταγμένων διαφέρει σε κάθε λογισμικό σχεδίασης. Κάθε χρήστης μπορεί να ορίσει, εκτός από το αυτονόητο σύστημα συντεταγμένων του λογισμικού, το δικό του σύστημα συντεταγμένων (σχήμα 3.4).



Σχήμα 3.4: Ορισμός συστήματος συντεταγμένων χρήστη.

### Πολικό σύστημα συντεταγμένων

Οι πολικές συντεταγμένες ενός σημείου στο επίπεδο ορίζονται με 2 παραμέτρους: την απόσταση από το κέντρο του συστήματος και τη γωνία που σχηματίζεται γύρω από τον οριζόντιο άξονα (σχήμα 3.5). Η γωνία ορίζεται θετική, όταν μετράται με αντιωρολογιακή φορά. Στο σχήμα 3.5 φαίνεται ένα παράδειγμα καθορισμού πολικών συντεταγμένων των σημείων  $P_2$ ,  $P_3$  και  $P_4$  ως προς το  $P_1$ .



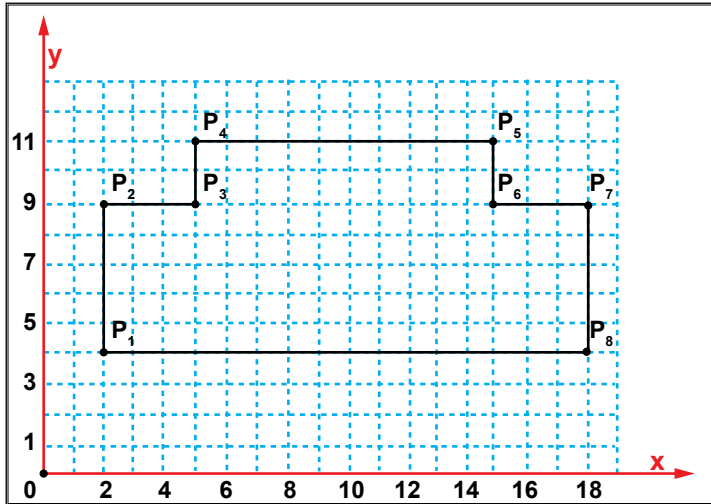
Σχήμα 3.5: Πολικό σύστημα συντεταγμένων.



### Άσκηση 3.1

#### Χρήση συντεταγμένων

Να καθορισθούν οι καρτεσιανές (απόλυτες, σχετικές) και οι πολικές (σχετικές) συντεταγμένες, αντίστοιχα, των σημείων του παρακάτω σχήματος.



Διάταξη σημείων στο καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων.

#### Λύση

Οι συντεταγμένες των σημείων φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα. Για το σημείο P<sub>1</sub> δίνονται οι πολικές συντεταγμένες του, ως προς την αρχή των αξόνων (στη σχεδίαση μπορεί να χρησιμοποιηθούν οι καρτεσιανές συντεταγμένες του 2,4).

Σημείο	Καρτεσιανό σύστημα				Πολικές συντεταγμένες	
	Απόλυτο		Σχετικό		R	θ
	X	Y	X	Y		
P <sub>1</sub>	2	4	2	4	4,47	63,43
P <sub>2</sub>	2	9	0	5	5	90
P <sub>3</sub>	5	9	3	0	3	0
P <sub>4</sub>	5	11	0	2	2	90
P <sub>5</sub>	15	11	10	0	10	0
P <sub>6</sub>	15	9	0	-2	2	270
P <sub>7</sub>	18	9	3	0	3	0
P <sub>8</sub>	18	4	0	-5	5	270
P <sub>1</sub>	2	4	-16	0	16	180

Καρτεσιανές και πολικές συντεταγμένες σημείων.

### 3.2 ΕΙΔΗ ΓΡΑΜΜΩΝ

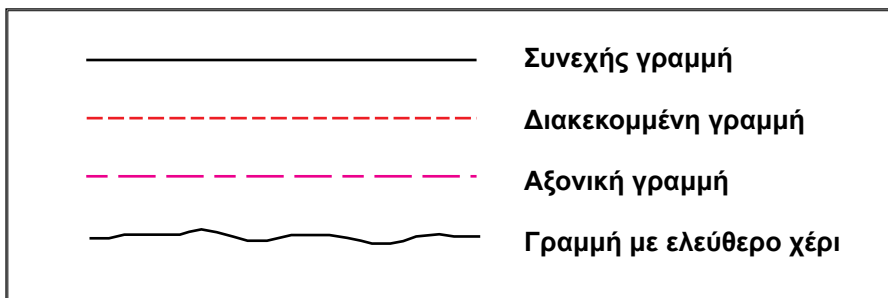
Τα λογισμικά σχεδίασης διαθέτουν στη βιβλιοθήκη τους διάφορα είδη γραμμών για τις ανάγκες απεικόνισης των τεμαχίων (σχήμα 3.6).

Τα βασικά είδη γραμμών που απαιτούνται στα μηχανολογικά σχέδια είναι (σχήμα 3.7):

- Η συνεχής γραμμή.
- Η διακεκομμένη γραμμή.
- Η αξονική γραμμή.
- Η γραμμή με ελεύθερο χέρι.



**Σχήμα 3.6:** Διάφορα είδη γραμμών λογισμικών σχεδίασης.



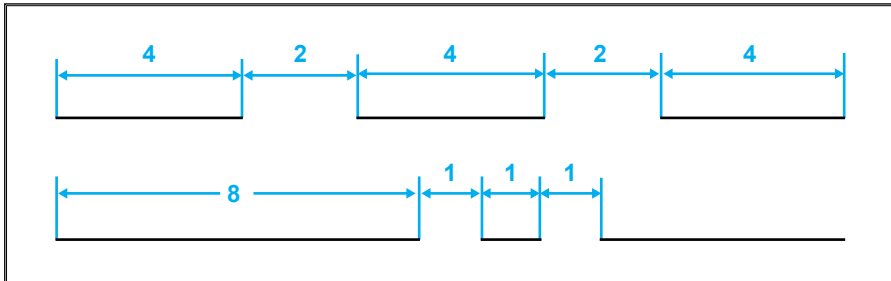
**Σχήμα 3.7:** Είδη γραμμών Μηχανολογικού σχεδίου.

Η συνηθέστερη χρησιμοποίηση κάθε είδους γραμμής φαίνεται στον πίνακα 3.1.

**Πίνακας 3.1:** Χρησιμοποίηση ειδών γραμμών.

Γραμμές	Χρησιμοποίηση
Συνεχείς	Ορατές γραμμές τεμαχίων, περιγράμματα
Αξονικές	Άξονες συμμετρίας, κύκλοι βήματος οδοντωτών τροχών.
Διακεκομμένες	Μη ορατές γραμμές τεμαχίων.
Ελεύθερου χεριού	Οριοθέτηση τομής θραύσης τεμαχίων.

Εκτός από τα διατιθέμενα είδη γραμμών, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να προσθέσει δικά του είδη γραμμών, που τον εξυπηρετούν. Για να προσαρμοστούν τα είδη γραμμών στον κανονισμό του Μηχανολογικού σχεδίου, απαιτείται η τροποποίηση της κλίμακάς τους αναλόγως προς την κλίμακα σχεδίασης (**Κλίμακα Γραμμής, Line Scale**). Οι διαστάσεις των διαφόρων ειδών γραμμών, ανεξαρτήτως κλίμακας σχεδίασης, πρέπει να είναι αμετάβλητες (σχήμα 3.8).

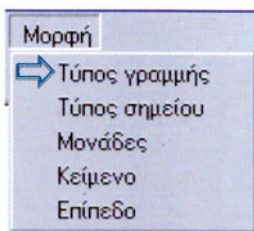


**Σχήμα 3.8:** Διαστάσεις σε mm διαφόρων ειδών γραμμών σε μεγέθυνση

### 3.2.1 Εισαγωγή τύπου γραμμής

Η εισαγωγή νέου τύπου γραμμής γίνεται από τη γραμμή μενού **Μορφή (Format)** με ενεργοποίηση της εντολής **Τύπος γραμμής (Linetype)**, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.9. Εμφανίζονται τα είδη γραμμών που διαθέτει η βιβλιοθήκη του λογισμικού, από τα οποία επιλέγονται οι αντίστοιχες γραμμές που απαιτούνται για τη σχεδίαση.





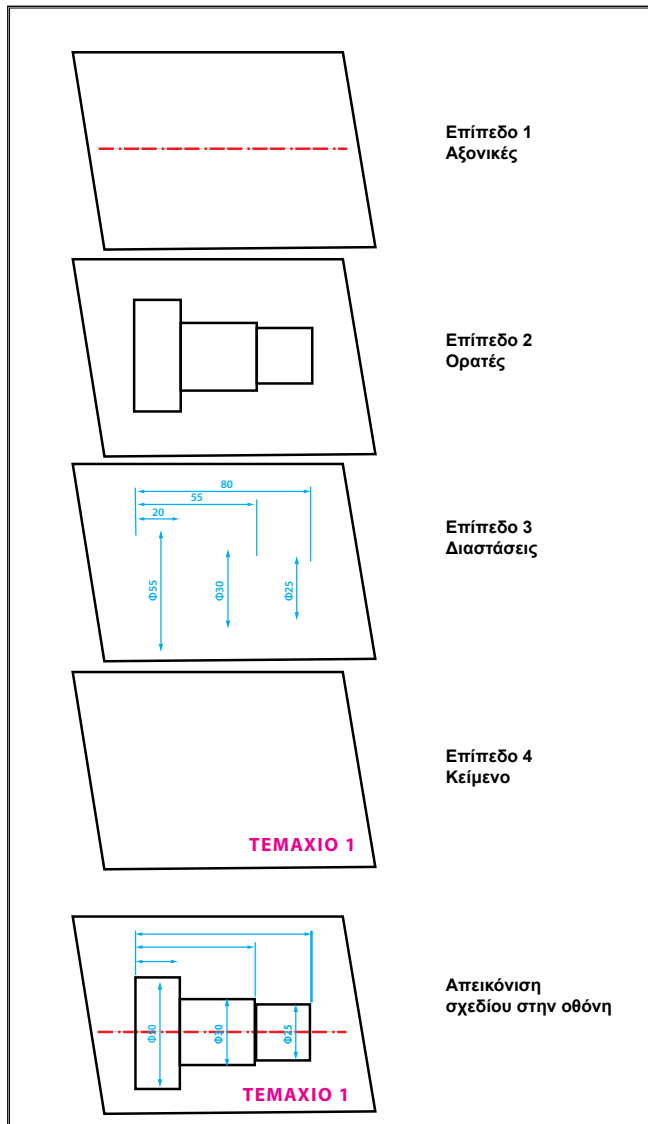
Σχήμα 3.9: Επιλογή τύπου γραμμής.

### 3.3 ΕΠΙΠΕΔΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ

Το Μηχανολογικό σχέδιο συνήθως αποτελείται από ομάδες σχεδιαστικών αντικειμένων, τα οποία έχουν κοινά χαρακτηριστικά, όπως: είδος γραμμής, χρώμα, κ.λ.π. Οι ομάδες αυτές είναι δυνατόν να σχεδιαστούν σε διαφορετικά **Επίπεδα Σχεδίασης (Layers)**, η κάθε μία. Το τελικό σχέδιο προκύπτει από την κοινή εμφάνιση (στην οθόνη ή στο χαρτί) όλων των επιπέδων σχεδίασης. Κατά τη διάρκεια της σχεδίασης, παρόλο που στην οθόνη μπορεί να εμφανίζεται όλο το σχέδιο, είναι ενεργοποιημένο μόνο ένα επίπεδο σχεδίασης (τρέχον επίπεδο), στο οποίο πραγματοποιείται η επεξεργασία των αντικειμένων (σχήμα 3.10).





Οι ιδιότητες των αντικειμένων του σχεδίου σε κάθε επίπεδο είναι δυνατόν να αλλάξουν ταυτόχρονα ή κάθε μια ξεχωριστά. Επίσης, είναι δυνατή η μετακίνηση των αντικειμένων από το ένα επίπεδο στο άλλο.

Κάθε επίπεδο σχεδίασης χαρακτηρίζεται από ένα όνομα, ένα χρώμα και έναν τύπο γραμμής (Πίνακας 3.2). Τα ονόματα των επιπέδων πρέπει να είναι περιγραφικά, για να αναγνωρίζονται εύκολα από το χρήστη του λογισμικού σχεδίασης. Η διαγραφή των επιπέδων ενδείκνυται στην περίπτωση που δεν είναι πλέον απαραίτητα για το χρήστη του λογισμικού σχεδίασης.



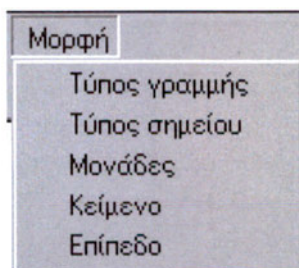
Σχήμα 3.10: Σχεδίαση με τη βοήθεια επιπέδων.

Πίνακας 3.2: Παράδειγμα κατάστασης επιπέδων (Παλιός)

Όνομα	Ενεργοποίηση	Εμφάνιση	Κλειδώμα	Τύπος γραμμής	Χρώμα
	Ναι/Όχι	Ναι/Όχι	Ναι/Όχι		
Αξονικές		Ναι	Όχι	— · — · —	
Ορατές		Ναι	Όχι	————	
Διαστάσεις		Ναι	Όχι	————	
Κείμενο		Ναι	Όχι		

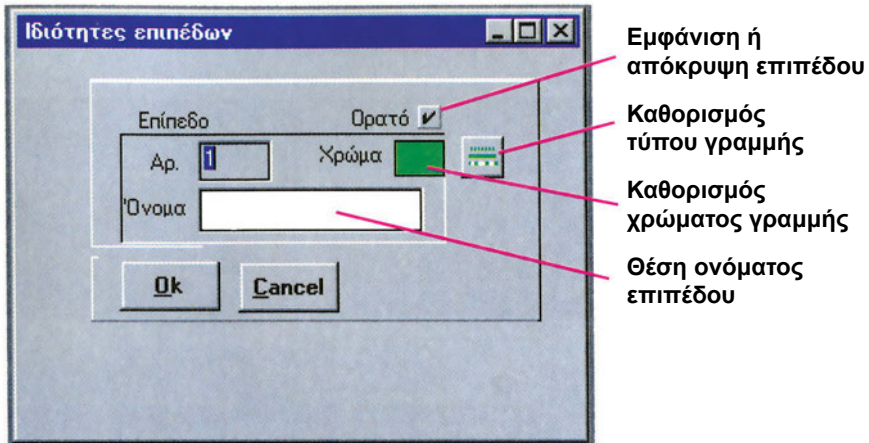
Τα διαφορετικά χρώματα που χρησιμοποιούνται για τη σχεδίαση των γραμμών των αντικειμένων των επιπέδων δίνονται κατά την εκτύπωση σε διαφορετικές γραφίδες του σχεδιογράφου, παρέχοντας έτσι τη δυνατότητα να σχεδιαστούν με διαφορετικό πάχος γραμμής (κεφάλαιο 11).

Η ρύθμιση και ο έλεγχος των επιπέδων πραγματοποιείται από το μενού Μορφή (σχήμα 3.11) ή από την εντολή Επίπεδο (Layer), η οποία καταχωρείται στη γραμμή καταχώρησης.



Σχήμα 3.11: Η εντολή Επίπεδο (Layer) από τη Μορφή (Format) της γραμμής των μενού.

Ο καθορισμός των ιδιοτήτων των επιπέδων πραγματοποιείται από το πλαίσιο διαλόγου **Ιδιότητες Επιπέδων (Layers Properties)** του σχήματος 3.12, όπου δίνεται η δυνατότητα αλλαγής των χαρακτηριστικών τους.



Σχήμα 3.12: Καθορισμός ιδιοτήτων επιπέδου.



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Στο κεφάλαιο αυτό αναφέρθηκαν τα συστήματα συντεταγμένων, τα είδη γραμμών και τα επίπεδα σχεδίασης. Παρουσιάστηκαν το πολικό και το καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων και δόθηκαν σχετικά παραδείγματα. Στη συνέχεια αναφέρθηκαν τα είδη γραμμών που χρησιμοποιούνται για τη σχεδίαση των αντικειμένων. Τέλος, παρουσιάστηκαν τα χαρακτηριστικά των επιπέδων σχεδίασης και η χρησιμότητά τους.

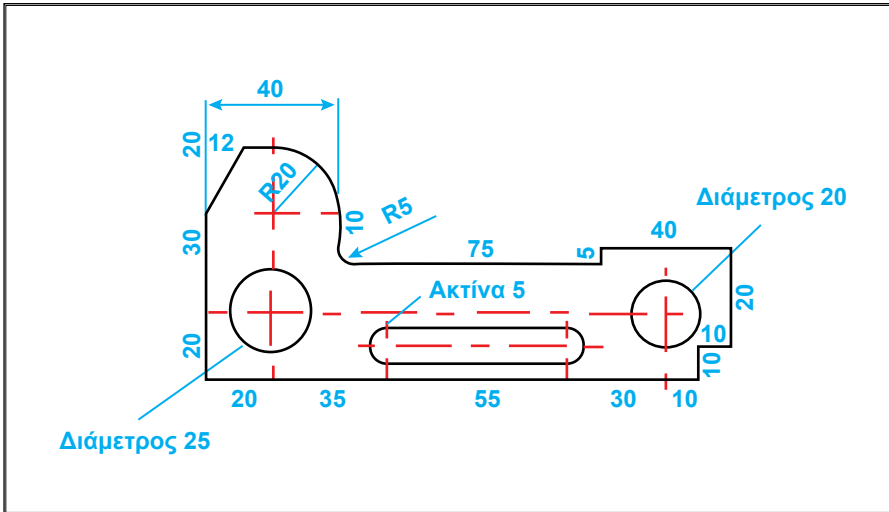


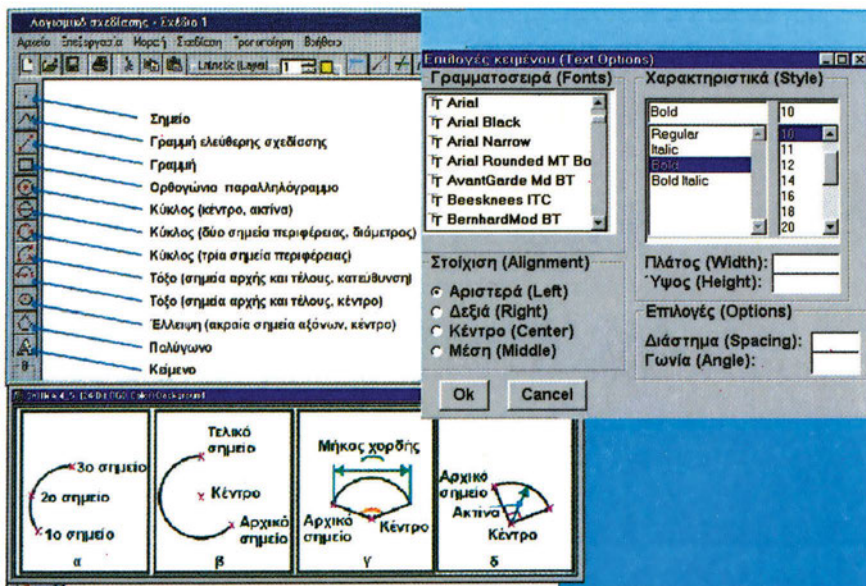
## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ

1. Ποια είναι η διαφορά μεταξύ πολικών και καρτεσιανών συντεταγμένων και πώς καθορίζονται;
2. Αναφέρατε τα είδη γραμμών που χρησιμοποιούνται στο Μηχανολογικό σχέδιο.
3. Σε τι χρησιμεύουν τα επίπεδα σχεδίασης;

46 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ

4. Να δημιουργηθούν τα απαραίτητα επίπεδα σχεδίασης του Μηχανολογικού σχεδίου του παρακάτω σχήματος.





# ΚΕΦΑΛΑΙΟ

# 4

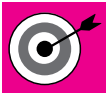
## ΒΑΣΙΚΑ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΧΗΜΑΤΑ

- 4.1 Σχεδίαση βασικών γεωμετρικών σχημάτων
- 4.2 Σημείο
- 4.3 Γραμμή
- 4.4 Τόξο
- 4.5 Κύκλος
- 4.6 Έλλειψη
- 4.7 Πολύγωνο

## **48 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ**

### **4.8 Ορθογώνιο παραλληλόγραμμο**

### **4.9 Κείμενο**

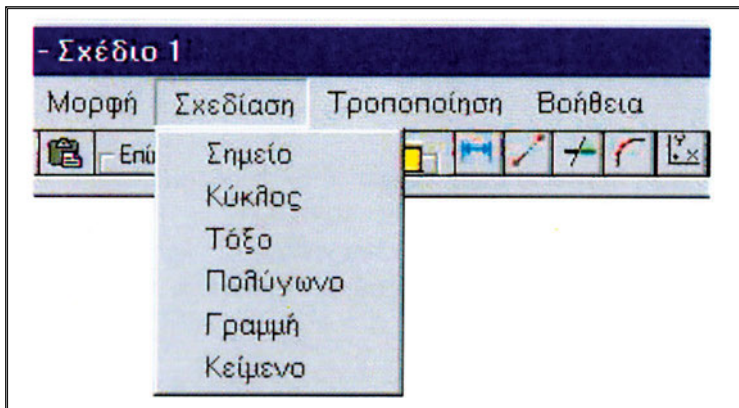


## Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να παρουσιάσει την εντολή καταχώρησης σημείου.
- Να παρουσιάσει τους τρόπους σχεδίασης αντικειμένων (γραμμή, τόξο, κύκλος, έλλειψη, κανονικό πολύγωνο και παραλληλόγραμμο).
- Να παρουσιάσει τον τρόπο καταχώρησης κειμένου.

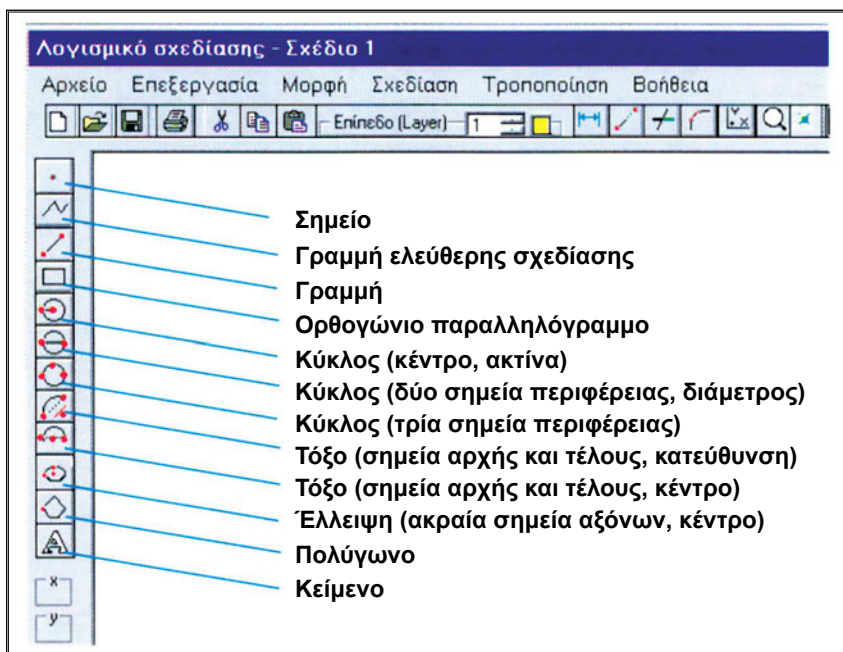
### 4.1 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Η σχεδίαση των βασικών γεωμετρικών αντικειμένων πραγματοποιείται με τους εξής τρόπους: με την ενεργοποίηση του μενού Σχεδίαση (Draw), όπως φαίνεται στο [σχήμα 4.1](#) και επιλογή της αντίστοιχης εντολής, είτε απευθείας με την επιλογή της συγκεκριμένης εντολής (γραμμή, σημείο, κύκλος, τόξο κ.λ.π.) από τη γραμμή εργαλείων όπως φαίνεται στο [σχήμα 4.2](#), είτε με πληκτρολόγηση της εντολής, στη γραμμή καταχώρησης εντολών.



**Σχήμα 4.1:** Η εντολή Σχεδίαση στη γραμμή μενού.



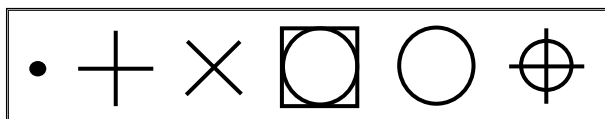


**Σχήμα 4.2:** Επιλογές σχεδίασης γεωμετρικών αντικειμένων από τη γραμμή εργαλείων.

Για το σχεδιασμό γραμμών, τόξων, κύκλων, ελλείψεων και πολυγώνων απαιτείται ο εντοπισμός και η επιλογή σημείων. Ο εντοπισμός των σημείων πραγματοποιείται με τη βοήθεια του ποντικιού.

## 4.2 ΣΗΜΕΙΟ

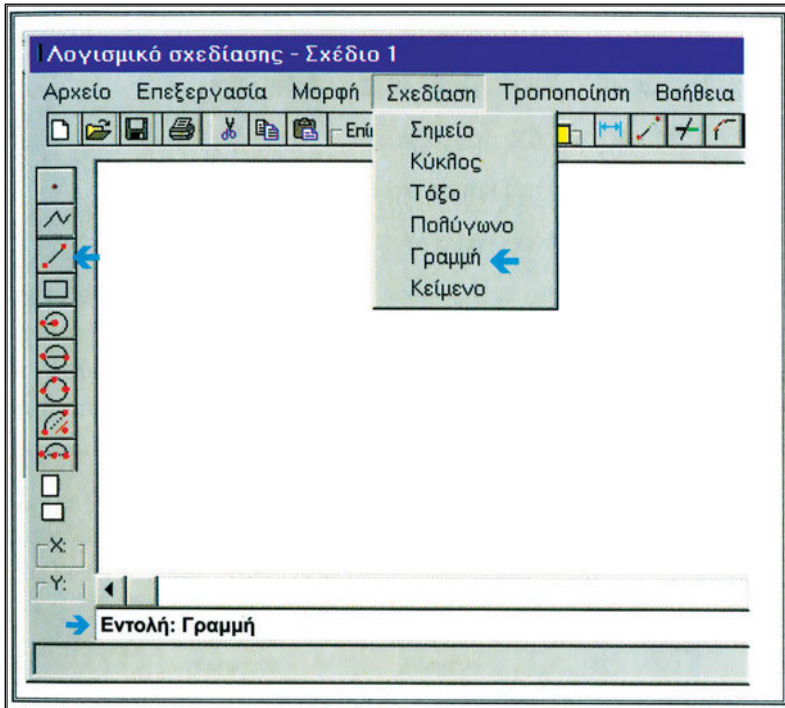
Με την εντολή **Σημείο (Point)** σχεδιάζονται σημεία με συγκεκριμένες συντεταγμένες. Το μέγεθος, καθώς και το σχήμα των σημείων, επιλέγονται από το χειριστή του σχεδιαστικού προγράμματος και καθορίζεται από αντίστοιχες παραμέτρους. Διάφορα σύμβολα σημείων παρουσιάζονται στο σχήμα 4.3.



**Σχήμα 4.3:** Διάφορες επιλογές των σημείων του δρομέα.

### 4.3 ΓΡΑΜΜΗ

- Η συνηθέστερη εντολή σχεδίασης είναι η **Γραμμή (Line)** με την οποία σχεδιάζονται γραμμές. Οι γραμμές αποτελούν ένα από τα βασικά αντικείμενα σχεδίασης (σχήμα 4.4).



Σχήμα 4.4: Επιλογή καταχώρησης της εντολής Γραμμή.

Η εντολή για τη δημιουργία της γραμμής δίνεται από:

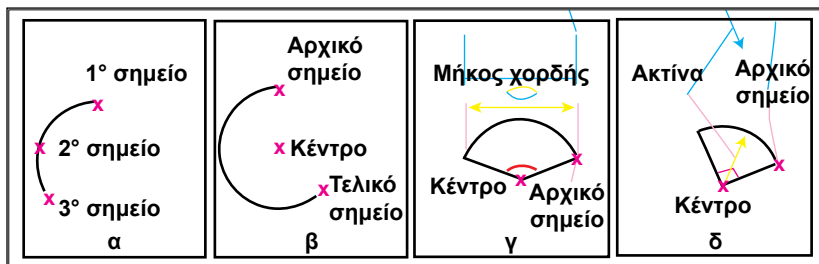
- την εργαλειοθήκη Σχεδίασης (Draw)
- το ελκόμενο μενού Σχεδίαση (Draw), και επιλογή της εντολής Γραμμή (Line)
- τη γραμμή καταχώρησης εντολών πληκτρολογώντας την εντολή Γραμμή (Line).

#### 4.4 ΤΟΞΟ

Η σχεδίαση τόξων πραγματοποιείται με την εντολή **Τόξο (Arc)**. Στο σχήμα 4.5 παρουσιάζονται οι συνηθέστεροι τρόποι σχεδίασης ενός τόξου, δίνοντας τα ακόλουθα χαρακτηριστικά του:

- Τρία σημεία της περιφέρειάς του.
- Αρχικό σημείο, τελικό σημείο και το κέντρο του.
- Αρχικό σημείο, κέντρο και το μήκος της χορδής του.
- Αρχικό σημείο, κέντρο και τη γωνία του.
- Αρχικό σημείο, κέντρο και την ακτίνα του.

Έχει ιδιαίτερη σημασία η σειρά με την οποία θα δοθούν το αρχικό και το τελικό σημείο ενός τόξου. Πρέπει να τηρείται η αντισωρολογιακή φορά σαν θετική φορά της γωνίας του τόξου. Στο σχήμα 4.5β αν δοθούν ανάποδα το αρχικό και τελικό σημείο, θα σχεδιαστεί το συμπληρωματικό τόξο.

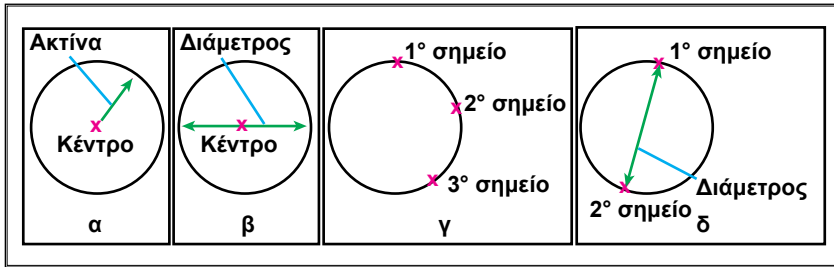


Σχήμα 4.5: Δυνατοί τρόποι σχεδίασης τόξου.

#### 4.5 ΚΥΚΛΟΣ

Η σχεδίαση κύκλων πραγματοποιείται με τη χρήση της εντολής **Κύκλος (Circle)**. Η σχεδίαση ενός κύκλου συνήθως γίνεται καθορίζοντας τα εξής χαρακτηριστικά (σχήμα 4.6):

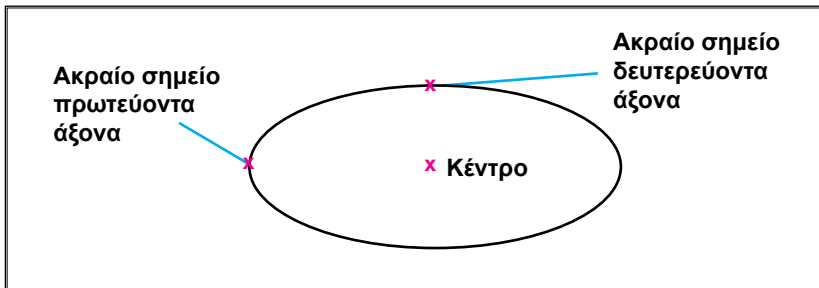
- την ακτίνα και τις συντεταγμένες του κέντρου.
- τη διάμετρο και τις συντεταγμένες του κέντρου.
- τρία σημεία της περιφέρειας του κύκλου.
- δύο αντιδιαμετρικά σημεία του κύκλου.



Σχήμα 4.6: Δυνατοί τρόποι σχεδίασης κύκλου.

#### 4.6 ΕΛΛΕΙΨΗ

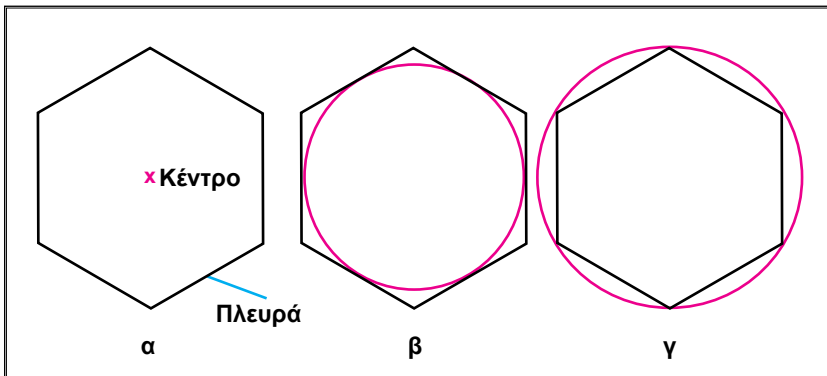
Η σχεδίαση ελλείψεων πραγματοποιείται με την εντολή **Έλλειψη (Ellipse)**. Για να σχεδιαστεί μια έλλειψη πρέπει να καθοριστεί το κέντρο της έλλειψης και να δοθούν τα ακραία σημεία του πρωτεύοντα και δευτερεύοντα άξονα (σχήμα 4.7).



Σχήμα 4.7: Σχεδίαση έλλειψης.

#### 4.7 ΠΟΛΥΓΩΝΟ

Η σχεδίαση ενός πολυγώνου πραγματοποιείται με την εντολή **Πολύγωνο (Polygon)**. Για τον καθορισμό του απαιτούνται ο αριθμός των πλευρών του και το κέντρο του (σχήμα 4.8α). Υπάρχει δυνατότητα συνήθως, να οριστεί ο εγγεγραμμένος ή περιγεγραμμένος κύκλος σε αυτό (σχήματα 4.8β και γ αντίστοιχα).

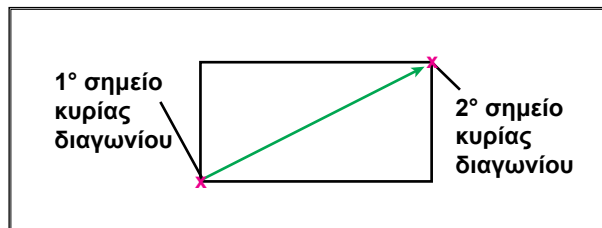


Σχήμα 4.8: Σχεδίαση πολυγώνου.

#### 4.8 ΟΡΘΟΓΩΝΙΟ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΓΡΑΜΜΟ

Για τη σχεδίαση ορθογωνίων παραλληλογράμμων χρησιμοποιείται η εντολή **Παραλληλόγραμμα (Rectangular)**.

Για τον καθορισμό του απαιτούνται τα ακραία σημεία της κυρίας διαγωνίου (σχήμα 4.9).



Σχήμα 4.9: Σχεδίαση παραλληλογράμμου.

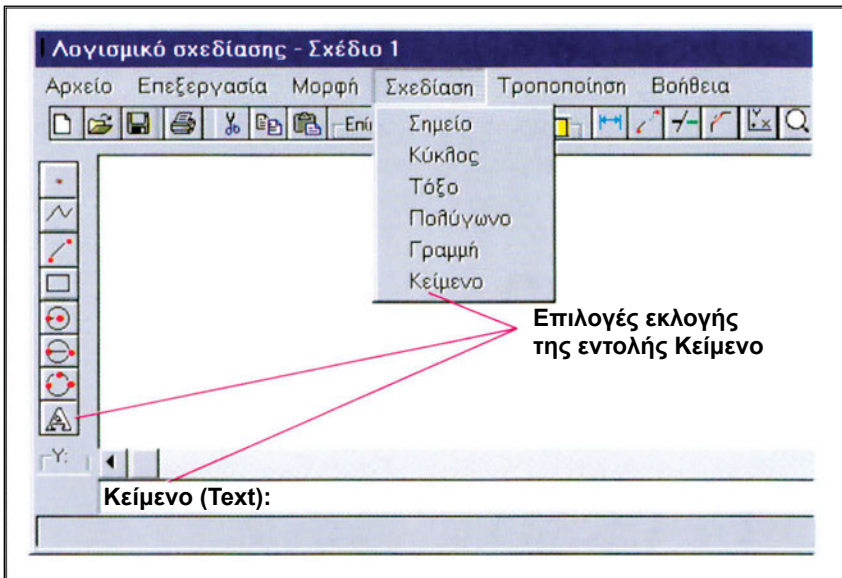
#### 4.9 ΚΕΙΜΕΝΟ

Η εισαγωγή κειμένου πραγματοποιείται με την εντολή **Κείμενο (Text)** μέσω (σχήμα 4.10):

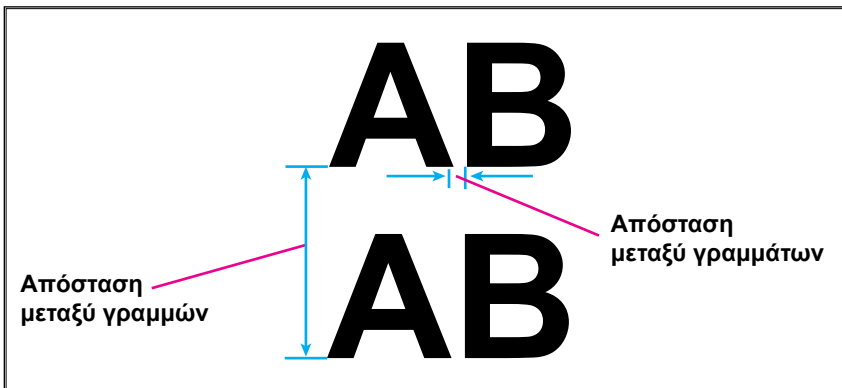
- της γραμμής μενού με τις επιλογές Σχεδίαση (Draw) και Κείμενο (Text),
- της γραμμής εργαλείων με την επιλογή του αντίστοιχου κομβίου εισόδου κειμένου,

- της γραμμής καταχώρησης εντολών.

Το κείμενο στην ηλεκτρονική σχεδίαση αποτελείται από γράμματα, αριθμούς και σύμβολα. Βασικά χαρακτηριστικά είναι ο χώρος μεταξύ δύο γραμμών ή αριθμών και η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών γραμμών (σχήμα 4.11).



Σχήμα 4.10: Επιλογές εκλογής της εντολής Κείμενο (Text).



Σχήμα 4.11: Απόσταση μεταξύ γραμμάτων και γραμμών.

Οι μορφές γραφής είναι η πλάγια, η όρθια, η έντονη και η υπογραμμισμένη (σχήμα 4.12).



**Σχήμα 4.12:** Μορφές γραφής.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι γραφών που ονομάζονται και γραμματοσειρές. Οι συνηθέστερες και ευρέως χρησιμοποιούμενες είναι οι τύποι των Arial και Times New Roman (σχήμα 4.13).



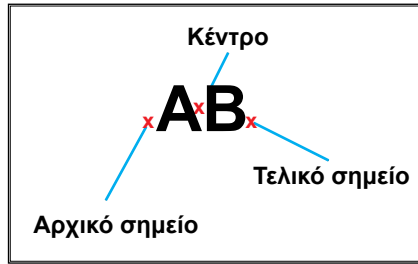
**Σχήμα 4.13:** Δύο τύποι γραμματοσειρών.

Το ύψος γραμμάτων είναι η βασική διάσταση που καθορίζει το μέγεθος. Το ύψος των μικρών και κεφαλαίων γραμμάτων πρέπει να καθορίζεται από το χρήστη του λογισμικού στα 2,5mm και 3,5mm αντίστοιχα.

Τα σημεία με τα οποία είναι δυνατή η στοίχιση καθώς και η απεικόνιση του κειμένου δίνονται στον πίνακα 4.1 και στο σχήμα 4.14.

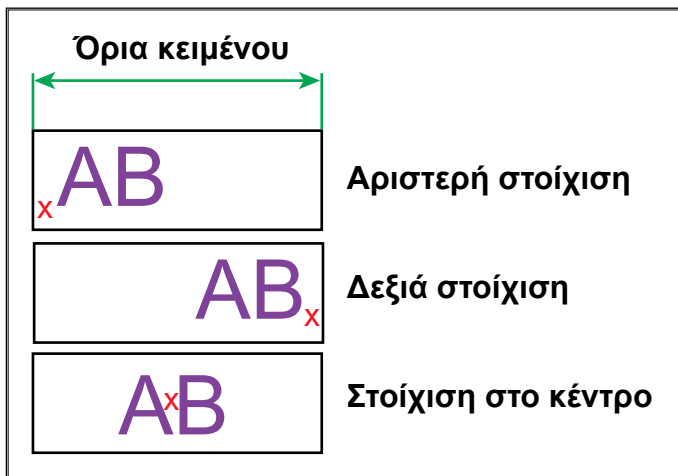
**Πίνακας 4.1** Στοίχιση κειμένου σε σχέση με τα είδη σημείων.

Σημείο	Στοίχιση κειμένου
Αρχικό	Αριστερά
Μεσαίο	Μέση
Τελικό	Δεξιά



**Σχήμα 4.14:** Σημεία στοίχισης του κειμένου.

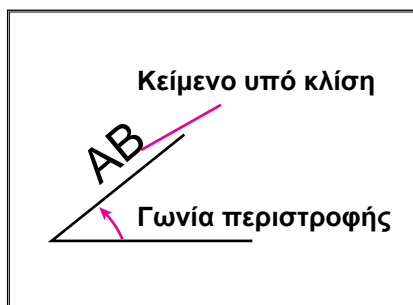
Ο χρήστης του λογισμικού δίνοντας το αρχικό σημείο στοιχίζει το κείμενο στα αριστερά, ενώ με το τελικό σημείο το κείμενο στοιχίζεται στα δεξιά. Στην περίπτωση καταχώρησης του μεσαίου σημείου, το κείμενο στοιχίζεται στο κέντρο. Οι προαναφερόμενες περιπτώσεις παρουσιάζονται στο σχήμα 4.15.



**Σχήμα 4.15:** Στοίχιση κειμένου ως προς καθορισμένα σημεία.

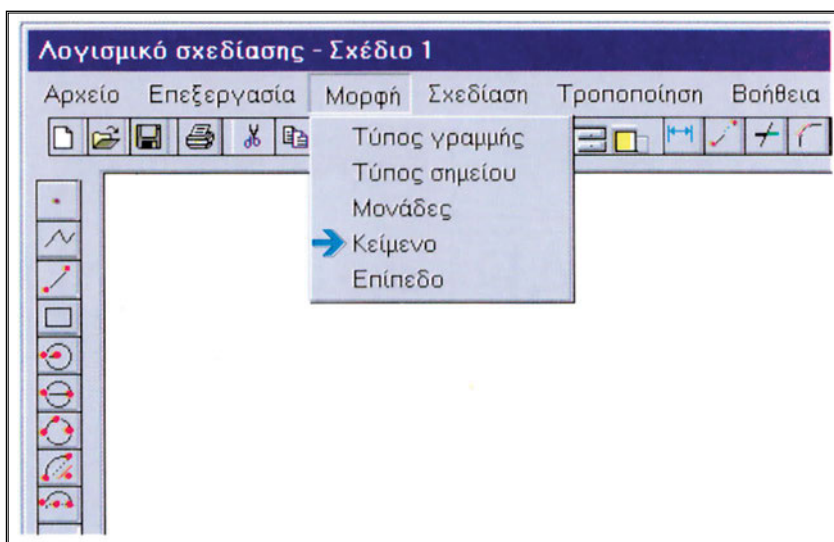
Το κείμενο, ως αντικείμενο, μπορεί να περιστραφεί κατά τη θετική ή την αρνητική κατεύθυνση (σχήμα 4.16).



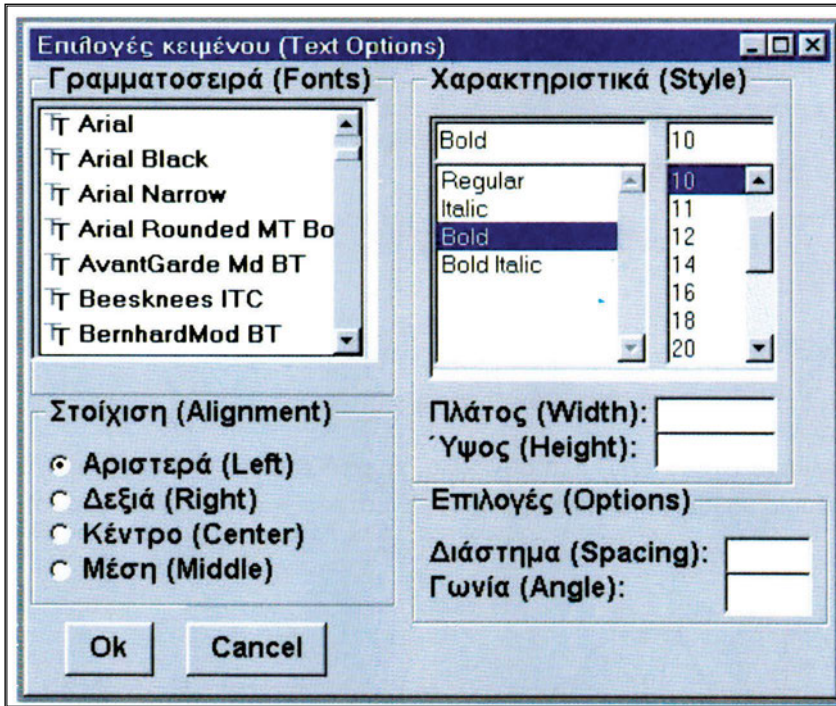


**Σχήμα 4.16:** Περιστροφή κειμένου.

Οι δυνατότητες μορφοποίησης του κειμένου είναι ίδιες με αυτές ενός κειμενογράφου. Η μορφοποίηση του κειμένου πραγματοποιείται με την εντολή στο Κείμενο (Text) από το μενού Τροποποίηση (Modify), όπως φαίνεται στο σχήμα 4.17. Στη συνέχεια, εμφανίζεται το πλαίσιο διαλόγου με το οποίο καθορίζεται το είδος της γραμματοσειράς, το μέγεθος και οι αποστάσεις των γραμμάτων, η στοίχιση, το διάστημα και η γωνία περιστροφής (σχήμα 4.18).



**Σχήμα 4.17:** Εκλογή και μορφοποίηση της μορφής γραφής.

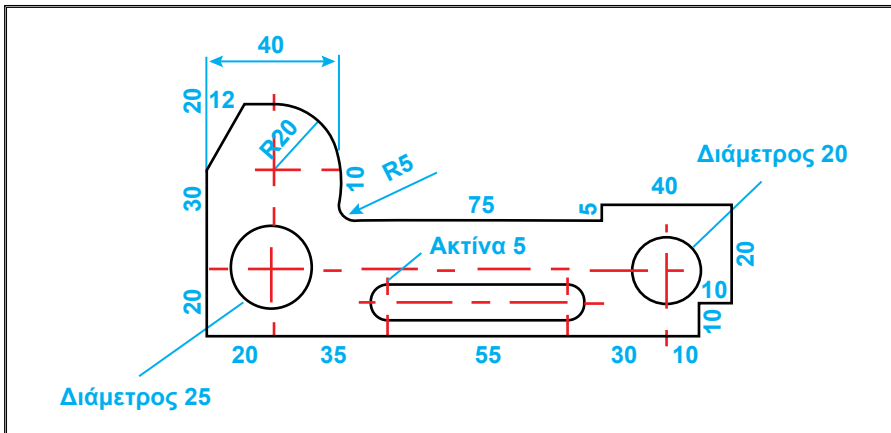


Σχήμα 4.18: Επιλογές μορφής κειμένου.



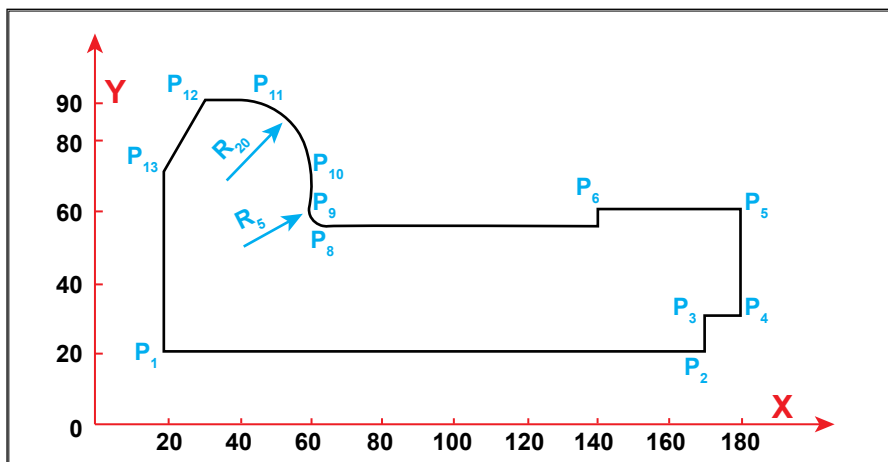
**Άσκηση 4.1**

Να σχεδιαστεί το παρακάτω σχήμα χωρίς την καταχώρηση διαστάσεων.



**Λύση****1. Δημιουργία επιπέδων**

Όνομα	Τύπος γραμμής	Χρώμα
Ορατές	Συνεχής	Μαύρο
Αξονικές	Αξονική	Κόκκινο
Κείμενο	–	Μπλε σιέλ

**2. Ενεργοποίηση Επιπέδου Ορατές****3. Σχεδίαση εξωτερικού περιγράμματος**

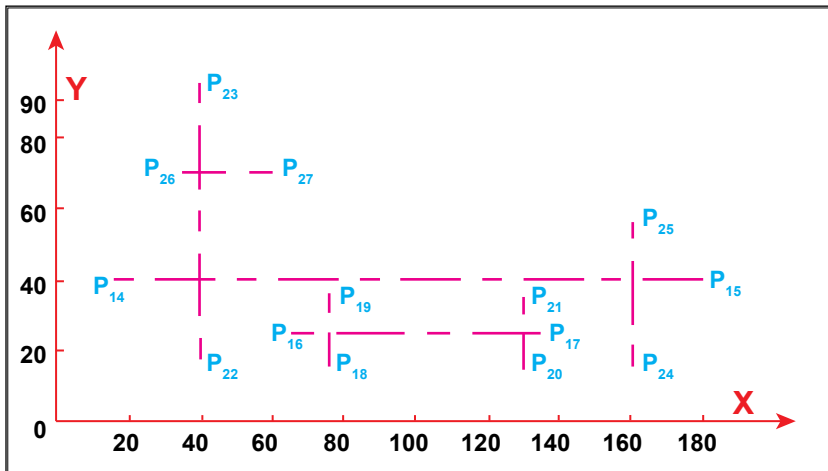
Τα βήματα σχεδίασης του εξωτερικού περιγράμματος με σχετικές συντεταγμένες είναι τα ακόλουθα:

- 3.1 Επιλογή σημείου  $P_1$  με συντεταγμένες 20, 20 (οι συντεταγμένες αυτές επιλέγονται από τον χρήστη)
- 3.2 Γραμμή μήκους 150 και γωνίας  $0^\circ$  (σημείο  $P_2$ ).
- 3.3 Γραμμή μήκους 10 και γωνίας  $90^\circ$  (σημείο  $P_3$ ).
- 3.4 Γραμμή μήκους 10 και γωνίας  $0^\circ$  (σημείο  $P_4$ ).
- 3.5 Γραμμή μήκους 30 και γωνίας  $90^\circ$  (σημείο  $P_5$ ).
- 3.6 Γραμμή μήκους 40 και γωνίας  $180^\circ$  (σημείο  $P_6$ ).
- 3.7 Γραμμή μήκους 5 και γωνίας  $270^\circ$  (σημείο  $P_7$ ).

- 3.8 Γραμμή μήκους 75 και γωνίας  $180^\circ$  (σημείο  $P_8$ ).
- 3.9 Τόξο αρχικού σημείου ( $P_8$ ), τελικού σημείου με σχετικές συντεταγμένες  $-5, 5$  ( $P_9$ ) και γωνίας  $-90^\circ$ .
- 3.10 Γραμμή μήκους 10 και γωνίας  $90^\circ$  (σημείο  $P_{10}$ ).
- 3.11 Τόξο αρχικού σημείου ( $P_{10}$ ), τελικού σημείου με σχετικές συντεταγμένες  $-20, 20$  ( $P_{11}$ ) και γωνίας  $90^\circ$ .
- 3.12 Γραμμή μήκους 8 και γωνίας  $180^\circ$  (σημείο  $P_{12}$ ).
- 3.13 Γραμμή μήκους 23,32 και γωνίας  $240^\circ$  (σημείο  $P_{13}$ ), ή δίνοντας σχετικές συντεταγμένες.
- 3.14 Γραμμή μήκους 50 και γωνίας  $270^\circ$  (σημείο  $P_1$ ).

#### 4. Ενεργοποίηση Επιπέδου Αξονικές

#### 5. Σχεδίαση των αξονικών

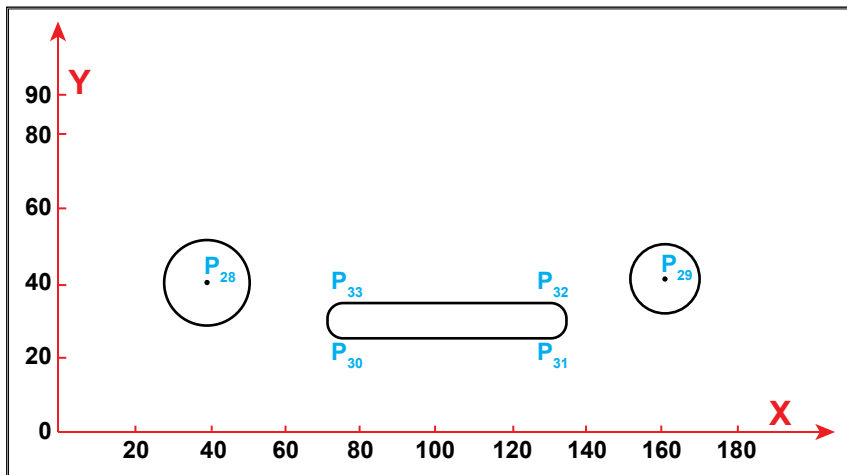


Για τη σχεδίαση των επτά αξονικών απαιτείται η ενεργοποίηση της εντολής Γραμμή επτά φορές ως εξής:

- 5.1 Γραμμή  $P_{14}P_{15}$  με αρχικό σημείο (15, 40) και τελικό (185, 40).
- 5.2 Γραμμή  $P_{16}P_{17}$  με αρχικό σημείο (65, 30) και τελικό (140, 30).
- 5.3 Γραμμή  $P_{18}P_{19}$  με αρχικό σημείο (75, 15) και τελικό (75, 45).
- 5.4 Γραμμή  $P_{20}P_{21}$  με αρχικό σημείο (130, 15) και τελικό (130, 45).
- 5.5 Γραμμή  $P_{22}P_{23}$  με αρχικό σημείο (40, 15) και τελικό (40, 90).
- 5.6 Γραμμή  $P_{24}P_{25}$  με αρχικό σημείο (160, 15) και τελικό (160, 55).
- 5.7 Γραμμή  $P_{26}P_{27}$  με αρχικό σημείο (35, 70) και τελικό (60, 70).

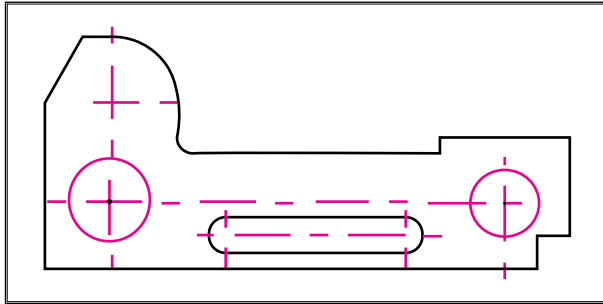
## 6. Ενεργοποίηση Επιπέδου Ορατές

### 7. Σχεδίαση εσωτερικών ορατών ακμών



- 7.1 Κύκλο με κέντρο το σημείο  $P_{28}$  (40, 40) και διάμετρο 25.
- 7.2 Κύκλο με κέντρο το σημείο  $P_{29}$  (160, 40) και διάμετρο 20.
- 7.3 Σημείο  $P_{30}$  με συντεταγμένες (75, 25).
- 7.4 Γραμμή μήκους 55 και γωνίας  $0^\circ$  (σημείο  $P_{31}$ ).
- 7.5 Τόξο με αρχικό σημείο  $P_{31}$ , τελικό σημείο με σχετικές συντεταγμένες 0, 10 ( $P_{32}$ ) και γωνία  $180^\circ$ .
- 7.6 Γραμμή μήκους 55 και γωνίας  $180^\circ$  (σημείο  $P_{33}$ ).
- 7.7 Τόξο αρχικού σημείου  $P_{33}$ , τελικού σημείου με σχετικές συντεταγμένες 0, -10 ( $P_{34}$ ) και γωνία  $180^\circ$ .

Το τελικό σχέδιο παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα.



### ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Στο 4ο κεφάλαιο αναφέρθηκαν οι εντολές σχεδίασης των βασικότερων σχεδιαστικών αντικειμένων (σημείο, γραμμή, κύκλος κ.λ.π.) Η σχεδίαση πραγματοποιείται είτε από τη γραμμή μενού (Draw), είτε από τη γραμμή εργαλείων μέσω εικονιδίων είτε από τη γραμμή καταχώρησης εντολών καταχωρώντας κατευθείαν την αντίστοιχη εντολή. Το κείμενο εισάγεται με την εισαγωγή της εντολής Κείμενο (Text) και η επεξεργασία του κειμένου πραγματοποιείται από το μενού επεξεργασίας κειμένου (Edit Text).



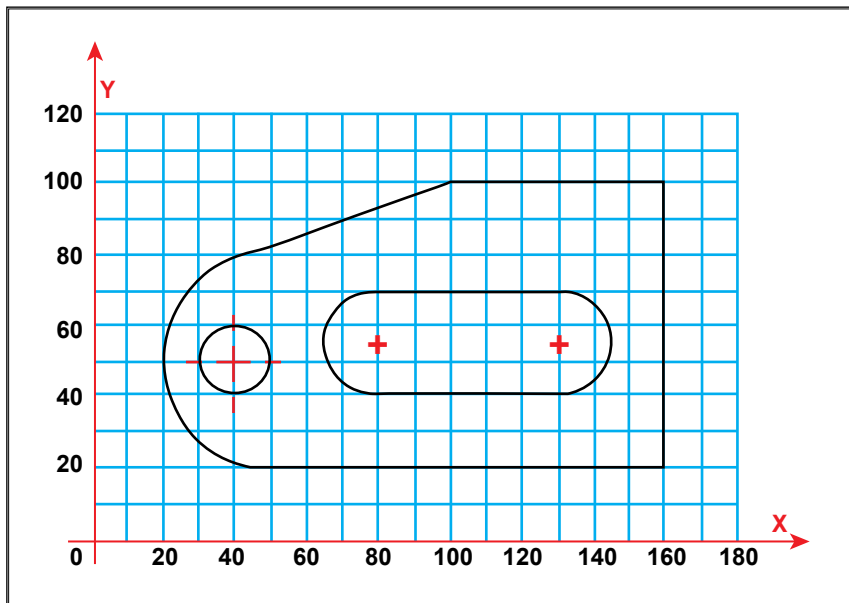
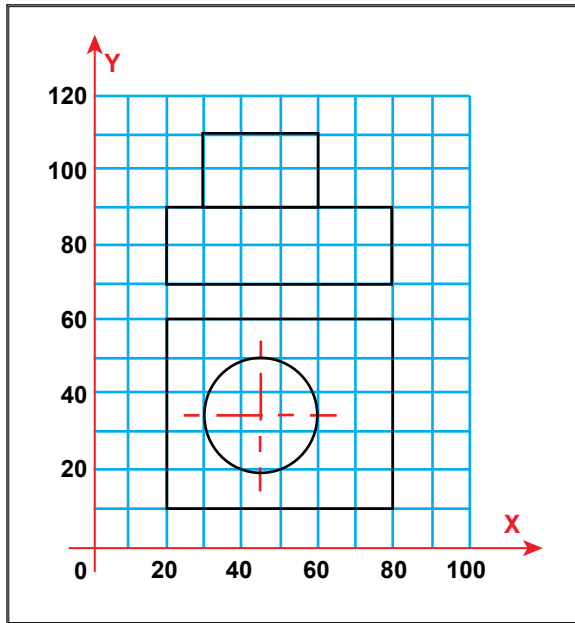
### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ

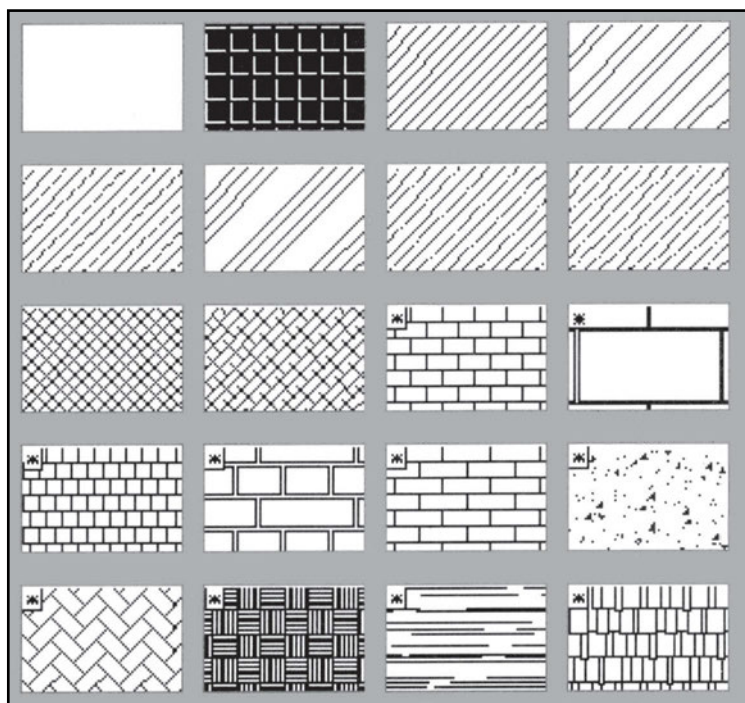
1. Ποιοι είναι οι δυνατοί τρόποι κατασκευής ενός τόξου;
2. Να σχεδιαστεί κύκλος ακτίνας 10 μονάδων και κέντρου (15, 20) με την αντίστοιχη εντολή από τη γραμμή μενού.
3. Στην περίπτωση που είναι γνωστή η διάμετρος του κύκλου, πόσα σημεία πρέπει να καθοριστούν για τη σχεδίασή του;

64 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ

4. Πόσα και ποια σημεία πρέπει να καθοριστούν για το σχεδιασμό μιας έλλειψης;
5. Να σχεδιαστούν τα παρακάτω σχήματα:

σ





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ

# 5

### ΠΡΟΧΩΡΗΜΕΝΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ

- 5.1 Εισαγωγή
- 5.2 Βοηθήματα Προσέγγισης Σημείων
  - Άσκηση 5.1
- 5.3 Μόνιμη χρήση των Βοηθημάτων Προσέγγισης Σημείων
- 5.4 Διαγράμμιση
  - Άσκηση 5.2







## Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να γνωρίζει ο μαθητής και να χρησιμοποιεί όλες τις δυνατότητες εύκολης προσέγγισης σημείων, όπως είναι η κάθετη προσέγγιση, το τελικό σημείο ενός σχεδιαστικού αντικειμένου κ.λ.π
- Να εφαρμόζει τις τεχνικές αυτές προκειμένου να δημιουργεί σωστά κλειστά σχήματα
- Να γνωρίζει τις δυνατότητες διαγράμμισης σε κλειστά σχήματα και να τις εφαρμόζει στη σχεδίαση τομών μηχανολογικών εξαρτημάτων

### 5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μία από τις πλέον σημαντικές κατηγορίες προχωρημένων εργαλείων σχεδίασης είναι τα βοηθήματα προσέγγισης σημείων (Β.Π.Σ.). Βασικό κριτήριο για την ποιότητα των σχεδίων που δημιουργούνται με τη βοήθεια Η/Υ είναι η ακρίβειά τους. Τα Β.Π.Σ. επιτρέπουν στο χρήστη να σχεδιάζει και να τοποθετεί τα σχεδιαστικά αντικείμενα με απόλυτη ακρίβεια.

Όλα τα σχεδιαστικά αντικείμενα (γραμμές, τόξα κ.λ.π.) έχουν συγκεκριμένα σημεία αναφοράς αναλόγως προς τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά τους. Τέτοια σημεία είναι τα ακραία σημεία ενός ευθύγραμμου τμήματος, το κέντρο ή τα τεταρτημόρια ενός κύκλου και διάφορα άλλα, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως Β.Π.Σ.

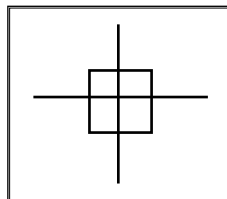
Με τη χρήση των Β.Π.Σ. δεν απαιτείται η ακριβής γνώση των συντεταγμένων ενός σχεδιαστικού αντικειμένου και ελαχιστοποιούνται τα προβλήματα κατά τη διαστασιολόγηση και πιθανή συναρμολόγηση επιμέρους αντικειμένων. Για παράδειγμα, με τη χρήση Β.Π.Σ. είναι δυνατή η ακριβής σχεδίαση μιας γραμμής, η οποία θα ξεκινάει από το κέντρο ενός κύκλου, χωρίς να χρειάζεται να γνωρίζουμε τις συντεταγμένες του κέντρου του κύκλου.

Εκτός από τα Β.Π.Σ., στο συγκεκριμένο κεφάλαιο, θα αναφερθεί και η διαγράμμιση, απαραίτητη εντολή για τη δημιουργία σχεδίων στα οποία περιγράφεται η τομή ενός αντικειμένου.

## 5.2 ΒΟΗΘΗΜΑΤΑ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΣΗΜΕΙΩΝ

Τα Β.Π.Σ. είναι βοηθήματα σχεδίασης και ως τέτοια χρησιμοποιούνται πάντα σε συνδυασμό με κάποια σχεδιαστική εντολή. Περιγράφουν δηλαδή το συγκεκριμένο σημείο στο οποίο θα εφαρμοστεί η εντολή.

Όταν χρειαστεί π.χ. η σχεδίαση μίας γραμμής που να περνάει από το κέντρο ενός ήδη υπάρχοντος κύκλου, η εντολή που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι η εντολή ΓΡΑΜΜΗ και, όταν ζητηθεί να επιλεγεί το σημείο, τότε θα ενεργοποιηθεί το Β.Π.Σ. ΚΕΝΤΡΟ. Το σταυρόνημα θα αλλάξει μορφή και θα μοιάζει με το διπλανό σχήμα. Η ορθογώνια περιοχή (στόχαστρο) στο κέντρο του σταυρονήματος βοηθάει στην επιλογή του απαιτούμενου σημείου και το μέγεθός της μπορεί να καθοριστεί από το χρήστη.

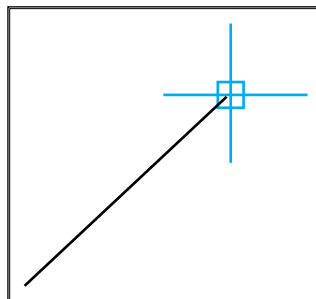


**Σχήμα 5.1:** Το στόχαστρο επιλογής

Στη συνέχεια αναφέρονται τα πλέον συνηθισμένα Β.Π.Σ. των διαφόρων σχεδιαστικών προγραμμάτων.

### 5.2.1 Ακραίο σημείο

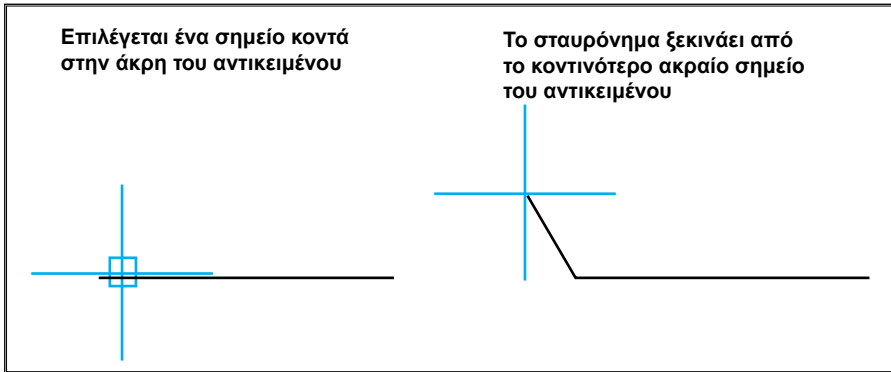
Το Β.Π.Σ. ΑΚΡΑΙΟ ενεργοποιεί το ακραίο σημείο μιας γραμμής, ή ενός τόξου. Οι γραμμές και τα τόξα έχουν από 2 ακραία σημεία.



**Σχήμα 5.2:** ΑΚΡΑΙΟ σημείο

Επιλέγεται εκείνο το σημείο το οποίο βρίσκεται πιο κοντά στην περιοχή επιλογής.

Το ΑΚΡΑΙΟ Β.Π.Σ. χρησιμοποιείται ως εξής:

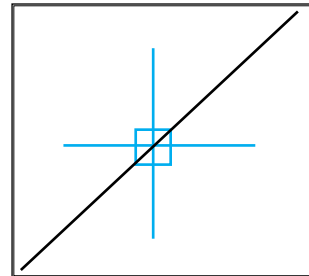


Σχήμα 5.3: Παράδειγμα χρήσης ΑΚΡΑΙΟΥ σημείου

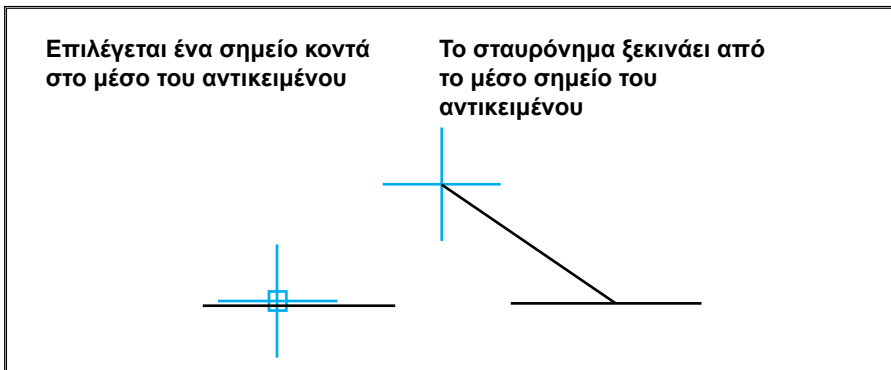
### 5.2.2 Μέσο σημείο

Το Β.Π.Σ. ΜΕΣΟ ενεργοποιεί το μέσο σημείο μιας γραμμής, ή ενός τόξου.

Το ΜΕΣΟ Β.Π.Σ. χρησιμοποιείται ως εξής:



Σχήμα 5.4: ΜΕΣΟ σημείο

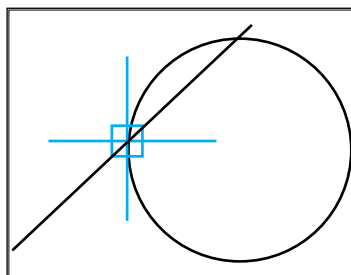


Σχήμα 5.5: Παράδειγμα χρήσης ΜΕΣΟΥ σημείου

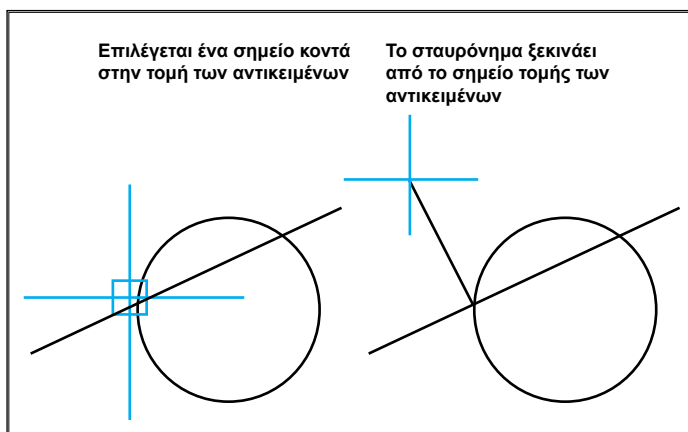
### 5.2.3 Σημείο τομής

Το Β.Π.Σ. ΤΟΜΗ ενεργοποιεί το σημείο τομής δύο σχεδιαστικών αντικειμένων.

Το Β.Π.Σ. ΤΟΜΗ χρησιμοποιείται ως εξής:



Σχήμα 5.6: Σημείο ΤΟΜΗΣ

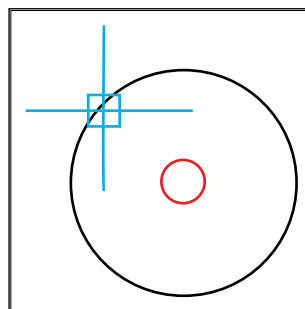


Σχήμα 5.7: Παράδειγμα χρήσης σημείου ΤΟΜΗΣ

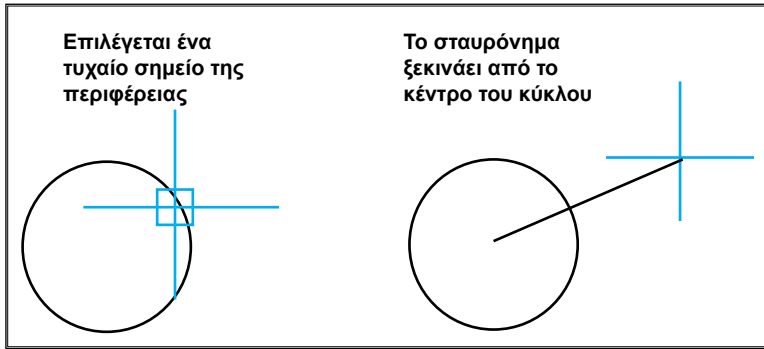
### 5.2.4 Σημείο κέντρου

Το Β.Π.Σ. ΚΕΝΤΡΟ ενεργοποιεί το κέντρο ενός κύκλου, ενός τόξου ή μίας έλλειψης. Πρέπει να τονιστεί ότι το στόχαστρο θα πρέπει να επιλέξει οποιοδήποτε σημείο της περιφέρειας (και όχι κάπου κοντά στο κέντρο).

Το Β.Π.Σ. ΚΕΝΤΡΟ χρησιμοποιείται ως εξής:



Σχήμα 5.8: Σημείο ΚΕΝΤΡΟ

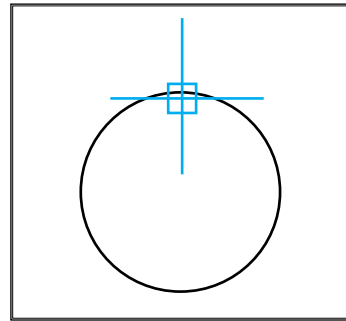


Σχήμα 5.9: Παράδειγμα χρήσης σημείου ΚΕΝΤΡΟ

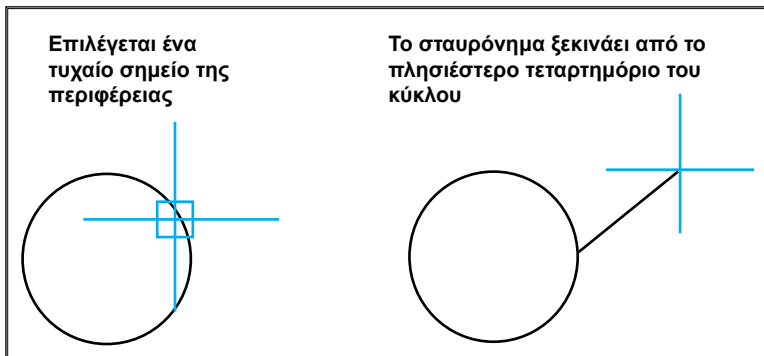
### 5.2.5 Σημείο τεταρτημορίου

Το Β.Π.Σ. ΤΕΤΑΡΤΗΜΟΡΙΟ ενεργοποιεί ένα από τα τέσσερα τεταρτημόρια ενός κύκλου ή ενός τόξου. Ως τεταρτημόρια ορίζονται τα σημεία τομής της περιφέρειας ενός κύκλου με μία υποθετική οριζόντια ή κατακόρυφη γραμμή.

Το Β.Π.Σ. ΤΕΤΑΡΤΗΜΟΡΙΟ χρησιμοποιείται ως εξής:



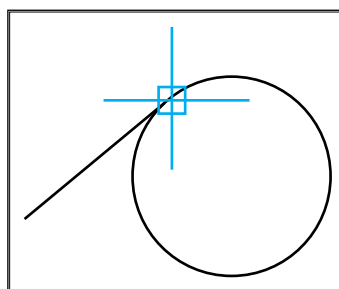
Σχήμα 5.10: Σημείο ΤΕΤΑΡΤΗΜΟΡΙΟΥ



Σχήμα 5.11: Παράδειγμα χρήσης σημείου ΤΕΤΑΡΤΗΜΟΡΙΟ

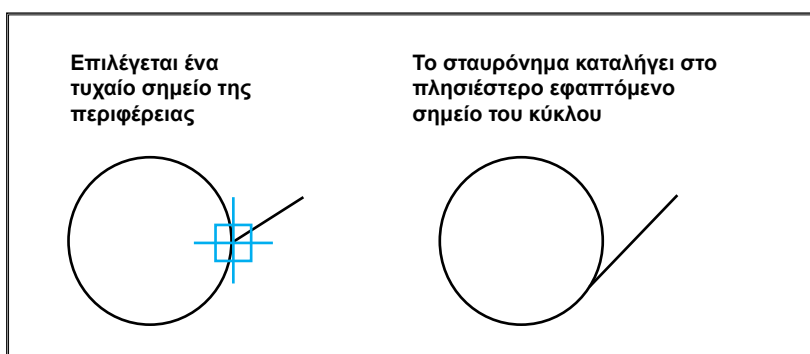
### 5.2.6 Εφαπτόμενο σημείο

Το Β.Π.Σ. ΕΦΑΠΤΟΜΕΝΟ ενεργοποιεί το πλησιέστερα επαπτόμενο σημείο μίας περιφέρειας ή ενός τόξου.



Σχήμα 5.12: Σημείο ΕΦΑΠΤΟΜΕΝΟ

Το Β.Π.Σ. ΕΦΑΠΤΟΜΕΝΟ χρησιμοποιείται ως εξής:

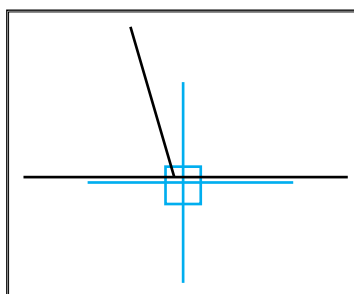


Σχήμα 5.13: Παράδειγμα χρήσης σημείου ΕΦΑΠΤΟΜΕΝΟ

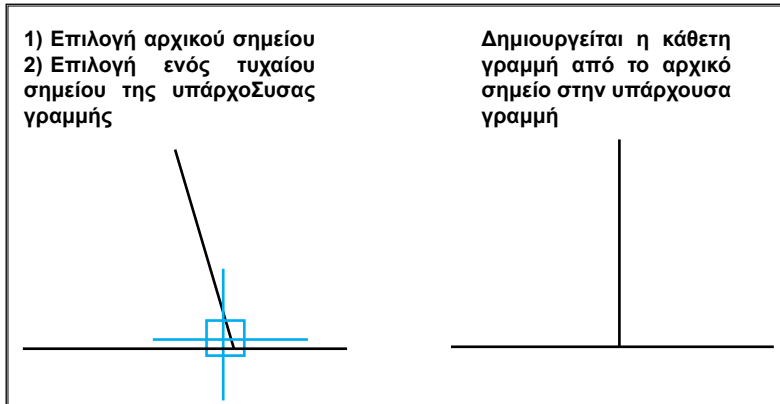
### 5.2.7 Κάθετο σημείο

Το Β.Π.Σ. ΚΑΘΕΤΟ ενεργοποιεί εκείνο το σημείο μίας γραμμής το οποίο θα δημιουργήσει μία κάθετη γραμμή από το αρχικό σημείο.

Το Β.Π.Σ. ΚΑΘΕΤΟ χρησιμοποιείται ως εξής:



Σχήμα 5.14: ΚΑΘΕΤΟ σημείο



Σχήμα 5.15: Παράδειγμα χρήσης σημείου ΚΑΘΕΤΟ

### 5.2.8 Σημείο εισαγωγής

Το Β.Π.Σ. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ενεργοποιεί το σημείο εισαγωγής κειμένου, ενός ομαδοποιημένου αντικειμένου (κεφάλαιο 6) ή μίας εικόνας.

### 5.2.9 Σημείο κόμβου

Το Β.Π.Σ. ΚΟΜΒΟΣ ενεργοποιεί ένα σημείο το οποίο έχει δημιουργηθεί από την εντολή ΣΗΜΕΙΟ. Χρησιμοποιείται ιδιαίτερα σε συνδυασμό με τις ειδικές εντολές επεξεργασίας ενός ομαδοποιημένου αντικειμένου (κεφάλαιο 6).

### 5.2.10 Πλησιέστερο σημείο

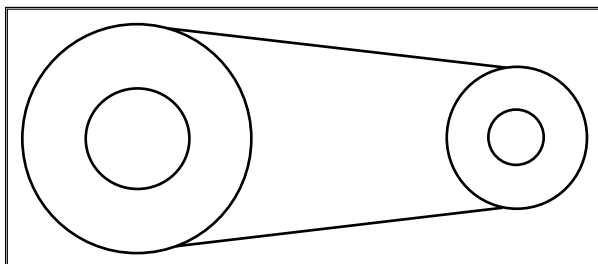
Το Β.Π.Σ. ΠΛΗΣΙΕΣΤΕΡΟ ενεργοποιεί εκείνο το σημείο του σχεδιαστικού αντικειμένου το οποίο βρίσκεται πλησιέστερα στο στόχαστρο. Χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις κατά τις οποίες δεν ενδιαφέρει πού ακριβώς βρίσκεται ένα σημείο, αρκεί να βρίσκεται πάνω σε ένα συγκεκριμένο σχεδιαστικό αντικείμενο.





### Άσκηση 5.1

Ζητείται να σχεδιαστεί το παρακάτω σχήμα:



Με τις υπάρχουσες μέχρι στιγμής γνώσεις απαιτείται η δημιουργία 4 κύκλων και 2 γραμμών με αντίστοιχη χρήση των εντολών ΚΥΚΛΟΣ και ΓΡΑΜΜΗ.

Τα βήματα σχεδίασης είναι τα εξής:

Α) Σχεδίαση των δύο εσωτερικών κύκλων.

Ενεργοποίηση της εντολής ΚΥΚΛΟΣ δύο φορές και σχεδίαση του αριστερά και του δεξιά, αντίστοιχα, εσωτερικού κύκλου με τις απαιτούμενες διαστάσεις.

Β) Σχεδίαση των εξωτερικών ομόκεντρων κύκλων.

Ενεργοποίηση της εντολής ΚΥΚΛΟΣ και, όταν χρειαστεί να οριστεί το κέντρο του, επιλογή του Β.Π.Σ. ΚΕΝΤΡΟ και μετακίνηση του σταυρονήματος πάνω στην ήδη υπάρχουσα εσωτερική περιφέρεια. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται δύο φορές, μία για τον αριστερά και μία για τον δεξιά κύκλο.

Γ) Σχεδίαση των 2 επαπτομένων γραμμών.

Ενεργοποίηση της εντολής ΓΡΑΜΜΗ. Όταν ζητηθεί αρχικό σημείο, επιλέγεται το Β.Π.Σ. ΕΦΑΠΤΟΜΕΝΟ και μετακινείται το σταυρόνημα πάνω στην εξωτερική περιφέρεια του αριστερά κύκλου. Όταν ζητηθεί το επόμενο (και τελικό) σημείο, επιλέγεται και πάλι το Β.Π.Σ. ΕΦΑΠΤΟΜΕΝΟ και μετακινείται το σταυρόνημα πάνω στην εξωτερική περιφέρεια του δεξιά κύκλου. Η ίδια διαδικασία γίνεται δύο φορές, μία από την επάνω μεριά και μία από την κάτω μεριά των περιφερειών.

Επισημαίνεται ότι η σειρά σχεδίασης των αντικειμένων (δεξιά – αριστερά) θα μπορούσε να ήταν και διαφορετική.

### 5.3 ΜΟΝΙΜΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΒΟΗΘΗΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΣΗΜΕΙΩΝ

Τα Βοηθήματα Προσέγγισης Σημείων παρέχουν απόλυτη ακρίβεια κατά τη σχεδίαση και, γι' αυτό τον λόγο, χρησιμοποιούνται πολύ συχνά. Έτσι είναι συνηθισμένη περίπτωση το να χρειάζεται κατά τη διάρκεια σχεδίασης ενός αντικειμένου συχνή επανάληψη των ίδιων Β.Π.Σ. Στα περισσότερα σχεδιαστικά προγράμματα υπάρχει δυνατότητα αυτοματοποίησής τους έτσι, ώστε να μην αναγκάζεται ο χρήστης να ενεργοποιεί συνέχεια την αντίστοιχη εντολή.

Ένας από τους τρόπους αυτοματοποίησης είναι ο εξής: επιλέγεται η αντίστοιχη εντολή και ο χρήστης ορίζει ποια Β.Π.Σ. θέλει να είναι ενεργοποιημένα μόνιμως. Μπορεί να επιλέξει όσα θέλει, αρκεί να μην υπάρχει λογική ταύτιση (π.χ. ΚΕΝΤΡΟ και ΤΕΤΑΡΤΗΜΟΡΙΟ). Από τη στιγμή που θα ολοκληρωθεί η εντολή, αυτομάτως ισχύουν τα επιλεγμένα Β.Π.Σ. Αν π.χ. έχουν επιλεγεί τα Β.Π.Σ. ΑΚΡΑΙΟ, ΚΕΝΤΡΟ, ΤΟΜΗ, τότε, μόλις κατά τη διάρκεια σχεδίασης χρειαστεί η επιλογή κάποιου σημείου (π.χ. με την εντολή ΓΡΑΜΜΗ), με τη μετακίνηση του σταυρονήματος σε ένα σχεδιαστικό αντικείμενο αυτομάτως επιλέγεται εκείνο το σημείο που ικανοποιεί εκείνη από τις επιλογές που είναι η πλέον κατάλληλη. Αν δηλαδή το σχεδιαστικό αντικείμενο είναι κύκλος, θα επιλεγεί το κέντρο του, αν είναι γραμμή, το κοντινότερο ακραίο σημείο του και, αν υπάρχει τομή δύο σχεδιαστικών αντικειμένων, θα επιλεγεί το σημείο τομής.

Η αυτοματοποίηση των Β.Π.Σ. παρέχει ευκολία και μεγάλη ταχύτητα σχεδίασης, αλλά χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή. Οι επιλογές που έχουν οριστεί ισχύουν μόνιμως (μέχρι να απενεργοποιηθούν από το χρήστη ξανά). Σε περίπτωση επομένως που, μετά από αρκετή ώρα σχεδίασης, ο χρήστης έχει ξεχάσει ότι υπάρχει αυτοματοποίηση των Β.Π.Σ., είναι πολύ πιθανό να παρατηρήσει ότι επιλέγονται διαφορετικά σημεία από αυτά που ο ίδιος επιθυμεί (γιατί το σχεδιαστικό πρόγραμμα εξακολουθεί να επιλέγει αυτομάτως τα σημεία, σύμφωνα με τα Β.Π.Σ., που του έχουν δοθεί). Συνιστάται επομένως η απενεργοποίηση της αυτοματοποίησης των Β.Π.Σ. αμέσως μετά από το χρονικό διάστημα το οποίο χρειαζόταν.

### 5.4 ΔΙΑΓΡΑΜΜΙΣΗ

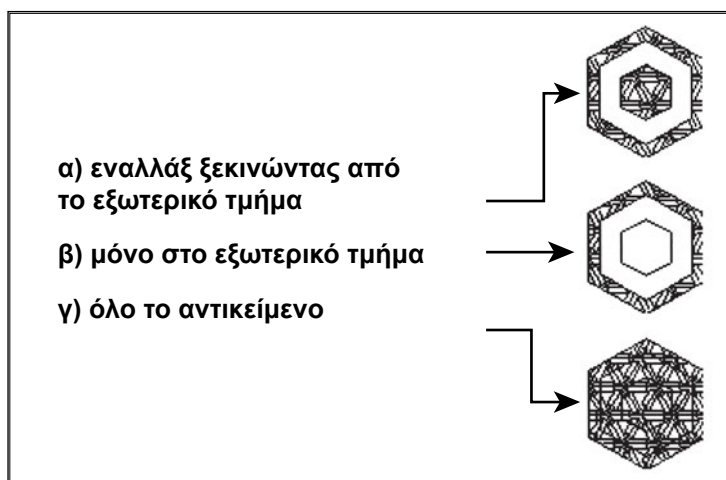
Απαραίτητο σχεδιαστικό στοιχείο, κατά τη σχεδίαση της τομής ενός αντικειμένου, είναι η διαγράμμιση της τεμνόμενης επιφάνειας. Η αλλαγή φοράς της διαγράμμισης, όπως και το είδος της, δίνουν σημαντικές πληροφορίες σχετικές με το πλήθος και τον τύπο των υλικών από τα οποία αποτελείται το

αντικείμενο.

Η εντολή με την οποία σχεδιάζεται η διαγράμμιση και ορίζονται οι παράμετροί της είναι η ΔΙΑΓΡΑΜΜΙΣΗ. Η διαδικασία διαγράμμισης είναι η εξής:

α) Αρχικά μπορεί να οριστεί ο τρόπος διαγράμμισης. Υπάρχουν τρεις τρόποι διαγράμμισης, οι οποίοι φαίνονται στη συνέχεια (σχήμα 5.16):

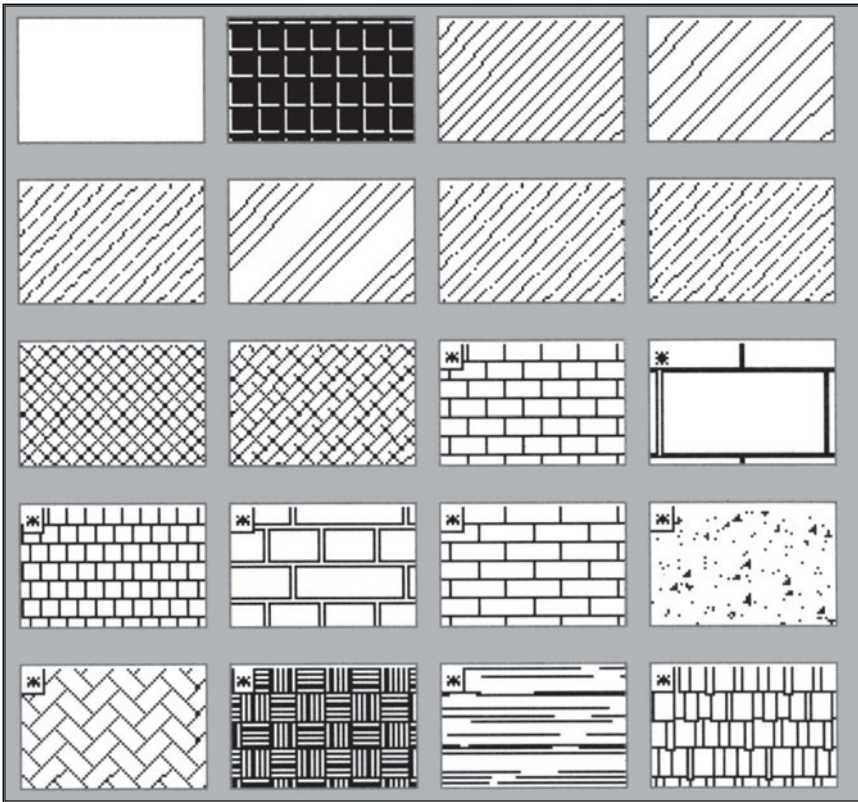
- i) εναλλάξ ξεκινώντας από το εξωτερικό τμήμα
- ii) μόνο στο εξωτερικό τμήμα
- iii) όλο το αντικείμενο



Σχήμα 5.16: Τρόποι διαγράμμισης

Ο αυτόνοτος τρόπος είναι ο πρώτος, τον οποίον, αν χρειάζεται μπορεί να αλλάξει ο χρήστης.

β) Στη συνέχεια θα πρέπει να οριστεί το πρότυπο σύμφωνα με το οποίο θα γίνει. Αυτό θα επιλεγεί αναλόγως προς το είδος του υλικού από το οποίο αποτελείται το τεμνόμενο αντικείμενο. Όλα τα σχεδιαστικά προγράμματα περιέχουν πλήθος προτύπων και υπάρχει η δυνατότητα να δημιουργήσει ο χρήστης τα δικά του πρότυπα. Βασικές παράμετροι ενός προτύπου είναι η κλίμακα με την οποία θα σχεδιαστεί (ισχύουν τα αντίστοιχα με την κλίμακα των ειδών των γραμμών σχεδίασης), καθώς και η γωνία κλίσης των γραμμών του προτύπου. Στη συνέχεια δίνεται ένα δείγμα προτύπων.



**Σχήμα 5.17:** Διάφορα είδη προτύπων διαγράμμισης

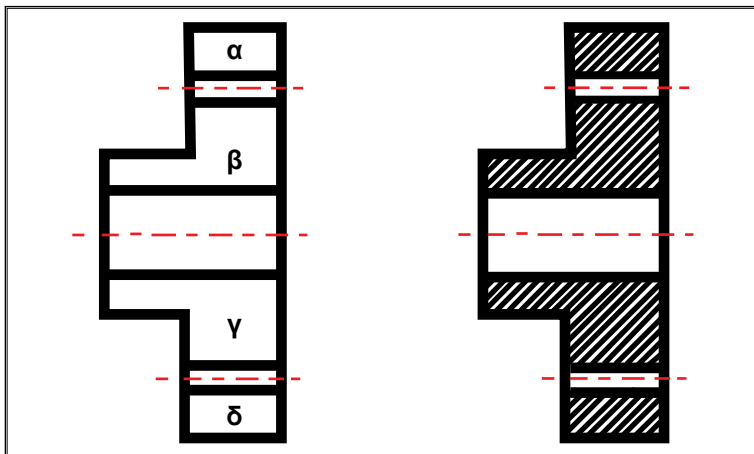
γ) Στο τέλος, πρέπει να επιλεγεί ο τρόπος με τον οποίο θα οριστεί η περιοχή του σχεδίου που χρειάζεται να διαγραμμιστεί. Οι βασικότεροι είναι οι εξής:

- i) επιλογή των σχεδιαστικών αντικειμένων, που ορίζουν τα όρια της περιοχής. Πρέπει τα επιλεγμένα αντικείμενα να ορίζουν ένα κλειστό περίγραμμα, αλλιώς δημιουργείται λανθασμένη διαγράμμιση.
- ii) επιλογή ενός τυχαίου σημείου, το οποίο βρίσκεται μέσα στην (κλειστή) περιοχή που χρειάζεται να διαγραμμιστεί.

Μετά από αυτά, το σχεδιαστικό πρόγραμμα εμφανίζει στην οθόνη τη διαγράμμιση που ορίστηκε. Όλες οι γραμμές που αποτελούν τη διαγράμμιση δημιουργούν ένα σχεδιαστικό αντικείμενο. Στην περίπτωση που είναι λανθασμένο υπάρχει συνήθως δυνατότητα διόρθωσης (ώστε να μη διαγραφεί).



### Άσκηση 5.2



Να δημιουργηθεί η διαγράμμιση του σχήματος

Με δεδομένο το αρχικό σχήμα τα διαδοχικά βήματα για να γίνει η διαγράμμιση είναι τα εξής:

- Ενεργοποίηση της εντολής ΔΙΑΓΡΑΜΜΙΣΗ
- Επιλογή του προτύπου σύμφωνα με το οποίο θα γίνει η διαγράμμιση. Επιλέχθηκε η απλή κεκλιμένη (κατά 45 μοίρες διαγράμμιση) με την κλίμακα που αναλογεί στις διαστάσεις του σχήματος
- Επιλογή των σημείων τα οποία θα ορίσουν τις περιοχές που θα διαγραμμιστούν. Αυτές είναι οι περιοχές α, β, γ και δ. Έτσι επιλέγεται από ένα τυχαίο σημείο σε κάθε μία από τις 4 αυτές περιοχές

Επισημαίνεται ότι δε χρειάστηκε η επιλογή του τρόπου διαγράμμισης, αφού βολεύει ο αυτονόητα ορισμένος τρόπος.



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Στο 5ο κεφάλαιο αναφέρθηκαν τα βοηθήματα προσέγγισης σημείων και η διαγράμμιση.

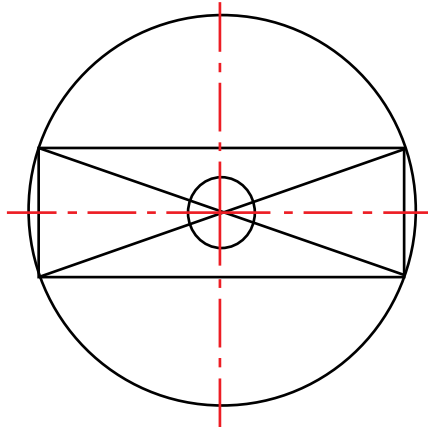
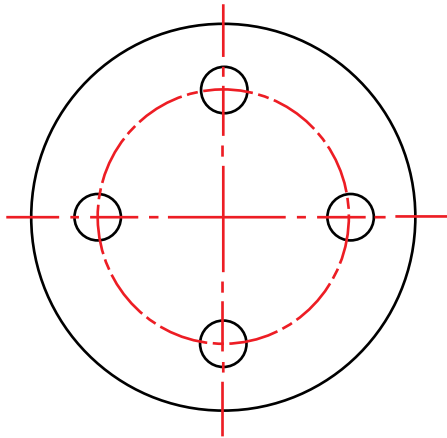
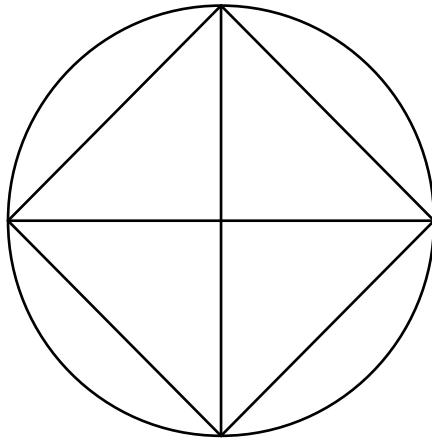
Τα Β.Π.Σ. είναι απαραίτητα εργαλεία λόγω της απόλυτης ακρίβειας που παρέχουν κατά τη σχεδίαση. Υπάρχουν πλήθος εντολών, οι οποίες, για να λειτουργήσουν σωστά, θα πρέπει να εφαρμοστούν σε τελείως κλειστά περιγράμματα (ιδιαίτερα στην τρισδιάστατη σχεδίαση). Τα Β.Π.Σ. παρέχουν εύκολα αυτή τη δυνατότητα. Απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στο ότι δεν αποτελούν ξεχωριστές εντολές, επομένως χρησιμοποιούνται πάντοτε σε συνδυασμό με κάποια από τις σχεδιαστικές εντολές (π.χ. ΓΡΑΜΜΗ, ΚΥΚΛΟΣ, ΤΟΞΟ κ.λ.π.). Υπάρχει επίσης η δυνατότητα να αυτοματοποιηθεί η χρήση τους, ώστε να μη χρειάζεται ο χρήστης να αναφέρεται κάθε φορά σε αυτά.

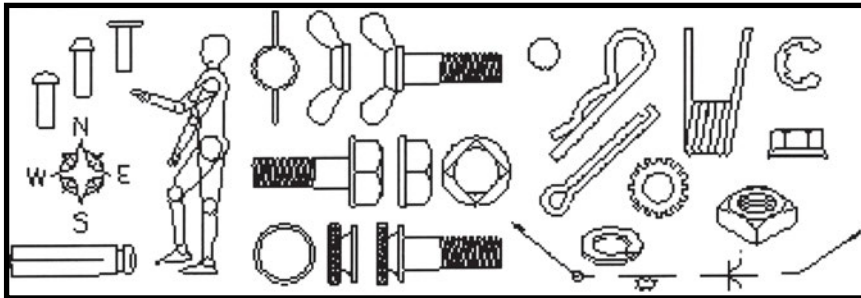
Η διαγράμμιση είναι απαραίτητη εντολή για τη σχεδίαση τομών. Βασικά χαρακτηριστικά της είναι: το πρότυπο (είδος) και ο τρόπος με τον οποίο θα εφαρμοστεί. Υπάρχουν δύο συνήθεις δυνατότητες ορισμού της περιοχής που θα διαγραμμιστεί: επιλέγοντας τα όριά της ή επιλέγοντας ένα τυχαίο εσωτερικό σημείο της.



## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ

1. Ποια πλεονεκτήματα προκύπτουν από τη χρήση των βοηθημάτων προσέγγισης σημείων (Β.Π.Σ.);
2. Αναφέρατε μερικά Β.Π.Σ. που να μπορούν να εφαρμοστούν σε ευθύγραμμα τμήματα.
3. Αναφέρατε μερικά Β.Π.Σ. που να μπορούν να εφαρμοστούν σε τόξα ή κύκλους.
4. Ποια η σκοπιμότητα της μόνιμης χρήσης των Β.Π.Σ.;
5. Ποια είναι η χρήση της κλίμακας στη διαγράμμιση;
6. Ζητείται να σχεδιαστούν τα παρακάτω σχήματα (με τυχαίες διαστάσεις) χρησιμοποιώντας Β.Π.Σ.:





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ

# 6

### ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ

- 6.1 Εισαγωγή
- 6.2 Δημιουργία Μπλοκ
- 6.3 Εισαγωγή Μπλοκ
- 6.4 Τροποποίηση Μπλοκ
- 6.5 Ειδικές εντολές επεξεργασίας Μπλοκ
- 6.6 Αποθήκευση Μπλοκ
- 6.7 Βιβλιοθήκες εξαρτημάτων







## Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να γνωρίζει ο μαθητής τη χρησιμότητα των ομαδοποιημένων αντικειμένων
- Να ομαδοποιεί γεωμετρικά αντικείμενα
- Να διασπά και να τροποποιεί ομαδοποιημένα αντικείμενα
- Να αποθηκεύει ομαδοποιημένα αντικείμενα ως αρχεία σχεδίου και να τα επαναφέρει κατά βούληση
- Να εφαρμόζει την ομαδοποίηση των αντικειμένων για τη δημιουργία αντικειμένων στοιχείων μηχανών, όπως: κοχλίες, έδρανα κ.λ.π.
- Να ανακτά ομαδοποιημένα αντικείμενα από έτοιμες βιβλιοθήκες εξαρτημάτων

### 6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένα από τα βασικότερα χαρακτηριστικά των σχεδιαστικών προγραμμάτων είναι η δυνατότητα ομαδοποίησης πολλών σχεδιαστικών αντικειμένων σε ένα σύνθετο αντικείμενο (μπλοκ ή σύμβολο), το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτόνομα, όσες φορές χρειάζεται.

Κατά τη σχεδίαση μηχανολογικών εξαρτημάτων συναντώνται πολύ συχνά τα ίδια αντικείμενα π.χ. κοχλίες, περικόχλια, ελατήρια κ.λ.π. Χρησιμοποιώντας μπλοκ είναι δυνατή η επανάληψη μίας βίδας σε ένα σχέδιο, όσες φορές χρειαστεί, αρκεί να έχει σχεδιαστεί μία μόνο φορά.

Η λογική χρήση των μπλοκ είναι η εξής: Σχεδιάζονται όλα τα επί μέρους αντικείμενα (γραμμές, τόξα, κείμενο κ.λ.π.) από τα οποία αποτελείται το σύνθετο αντικείμενο π.χ. η βίδα. Στη συνέχεια, με τη χρήση της κατάλληλης εντολής (**ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΜΠΛΟΚ**) ομαδοποιούνται όλα σε ένα σύνθετο. Με τη

χρήση άλλης εντολής (**ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΜΠΛΟΚ**) γίνεται εισαγωγή της βίδας σε οποιοδήποτε σημείο του συγκεκριμένου σχεδίου, όσες φορές χρειαστεί. Με τη χρήση άλλης εντολής (**ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΜΠΛΟΚ**) μπορεί να αποθηκευτεί το μπλοκ σε περιοχή του Ηλεκτρονικού Υπολογιστή έτσι, ώστε να χρησιμοποιείται ανεξάρτητα από το συγκεκριμένο σχέδιο, στο οποίο είχε δημιουργηθεί για πρώτη φορά.

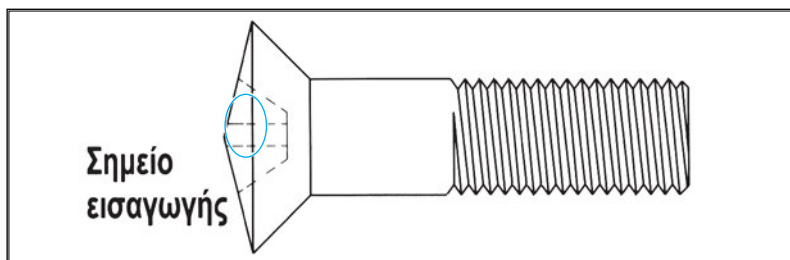
Ο συνδυασμός χρήσης των μπλοκ με τα επίπεδα σχεδίασης (κεφάλαιο 3) κάνει πιο εύκολη και παραγωγική τη σχεδίαση, αλλά επιτρέπει και την εξαγωγή πληροφοριών από τη βάση δεδομένων π.χ. κατάλογο υλικών, από τα οποία αποτελείται το σχεδιασμένο εξάρτημα κ.λ.π.

## 6.2 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΜΠΛΟΚ

Ένα μπλοκ μπορεί να αποτελείται από μία ή περισσότερες σχεδιαστικές οντότητες. Η εντολή **ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΜΠΛΟΚ** χρησιμοποιείται για να δημιουργήσει καινούργια μπλοκ από ήδη υπάρχουσες σχεδιαστικές οντότητες. Τα βήματα που ακολουθούνται κατά την εκτέλεση της εντολής είναι τα εξής:

- Επιλογή των οντοτήτων από τις οποίες θα αποτελείται το μπλοκ
- Ορισμός ενός σημείου των οντοτήτων, το οποίο θα χρησιμοποιείται ως σημείο αναφοράς (κυρίως κατά την εισαγωγή του μπλοκ σε κάποιο σχέδιο). Το σημείο αυτό μπορεί να είναι οποιοδήποτε, αλλά επιλέγεται συνήθως κάποιο χαρακτηριστικό σημείο, όπως το κέντρο κάποιου κύκλου ή κάποιο ακραίο σημείο (εδώ η χρήση των βοηθημάτων προσέγγισης σημείων είναι ιδιαίτερα χρήσιμη)
- Προσδιορισμός της ονομασίας του μπλοκ

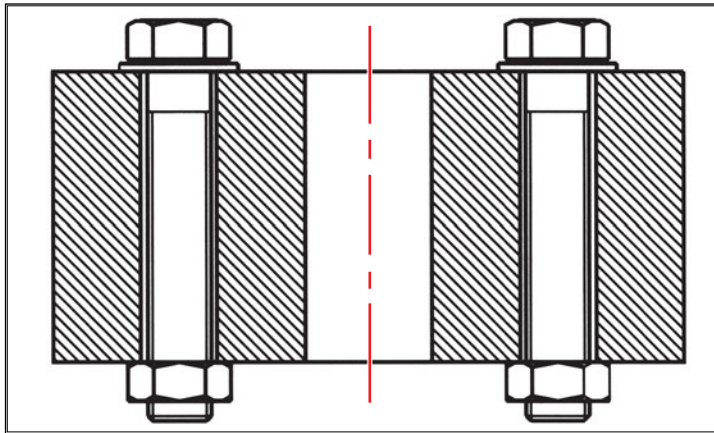
Στο παράδειγμα του σχήματος 6.1 έχουν επιλεγεί οι γραμμές που φαίνονται για τη δημιουργία ενός μπλοκ με την ονομασία βίδα. Το σημείο εισαγωγής βρίσκεται στην αριστερά πλευρά του σχήματος.



Σχήμα 6.1: Δημιουργία μιας βίδας ως μπλοκ.

Κατά τη δημιουργία ενός μπλοκ έχει ιδιαίτερη σημασία σε ποια επίπεδα σχεδίασης ανήκουν οι οντότητες οι οποίες θα αποτελέσουν το μπλοκ. Αν ανήκουν στο αυτονόητο (αρχικό) επίπεδο σχεδίασης τότε, κατά τη μετατροπή τους σε μπλοκ, θα μεταφερθούν στο επίπεδο σχεδίασης που ανήκει το μπλοκ (όταν θα χρησιμοποιηθεί ξανά). Αν ανήκουν σε άλλα επίπεδα σχεδίασης, τότε διατηρούν τις ιδιότητες του χρώματος και του είδους γραμμής, ανεξάρτητα από το επίπεδο σχεδίασης στο οποίο θα τοποθετηθεί το μπλοκ.

Μία άλλη ιδιότητα των μπλοκ είναι ότι μπορεί να αποτελούνται από άλλα μπλοκ (φωλιασμένα ή ένθετα μπλοκ). Υπάρχει δυνατότητα δηλαδή να επιλεγούν κάποια ήδη υπάρχοντα μπλοκ, για να δημιουργήσουν ένα καινούργιο. Στο παράδειγμα του σχήματος 6.2 η συναρμολογημένη διάταξη, η οποία αποτελείται από 2 βίδες, 2 παξιμάδια, 2 ροδέλες και το έλασμα, μπορεί να αποτελεί ένα μπλοκ.



Σχήμα 6.2: Παράδειγμα ένθετου μπλοκ.

### 6.3 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΜΠΛΟΚ

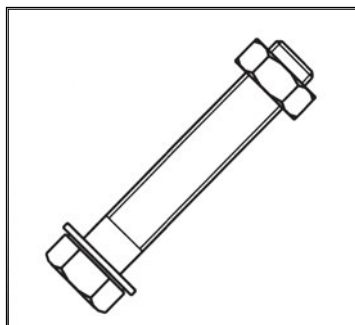
Από τη στιγμή που έχει δημιουργηθεί ένα μπλοκ, υπάρχει δυνατότητα τοποθέτησής του στο ίδιο ή σε διαφορετικά σχέδια, όσες φορές χρειαστεί. Η αντίστοιχη εντολή είναι η **ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΜΠΛΟΚ** και τα βήματα που ακολουθούνται, κατά την εκτέλεσή της, είναι τα εξής:

- Επιλογή του μπλοκ το οποίο θα εισαχθεί. Αυτό γίνεται δίνοντας την ονομασία ενός από τα υπάρχοντα μπλοκ.
- Καθορισμός του σημείου εισαγωγής του μπλοκ. Έχει ιδιαίτερη σημασία

το γεγονός ότι ορίζεται σημείο και όχι περιοχή εισαγωγής. Το σημείο αυτό θα ταυτιστεί με το σημείο αναφοράς που είχε δοθεί κατά τη δημιουργία του μπλοκ. Γι' αυτό και χρειάζεται προσοχή, ποιο σημείο θα επιλεγεί.

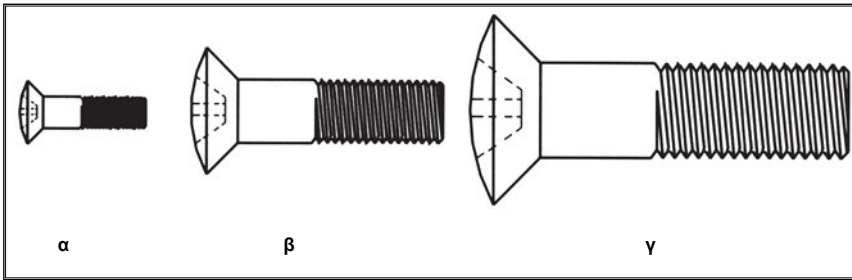
- Καθορισμός της κλίμακας εισαγωγής. Το μπλοκ μπορεί να εισαχθεί με μικρότερες ή μεγαλύτερες διαστάσεις από αυτές με τις οποίες δημιουργήθηκε. Υπάρχει μάλιστα δυνατότητα να οριστεί διαφορετική κλίμακα στον άξονα  $X$  και διαφορετική στον άξονα  $\Psi$ .
- Καθορισμός της γωνίας περιστροφής (ως προς το σημείο αναφοράς) με την οποία θα τοποθετηθεί το μπλοκ.

Στο παράδειγμα του σχήματος 6.3 έχει τοποθετηθεί μπλοκ, που αποτελείται από τη βίδα, το παξιμάδι και τη ροδέλα του σχήματος 6.2. Χρησιμοποιήθηκε κλίμακα εισαγωγής 0,5 σε όλους τους άξονες και καθορίστηκε γωνία περιστροφής 135 μοιρών.



**Σχήμα 6.3:** Παράδειγμα εισαγωγής μπλοκ με κλίση.

Η δυνατότητα εισαγωγής ενός μπλοκ, με οποιαδήποτε κλίμακα χρειάζεται, επιτρέπει τη δημιουργία πολλών σχημάτων με παρόμοια γεωμετρία, τα οποία όλα θα βασίζονται στο ίδιο μπλοκ. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί δημιουργώντας μπλοκ με μοναδιαίες διαστάσεις, τα οποία αργότερα μπορούν να εισαχθούν με τις επιθυμητές διαστάσεις, ορίζοντας την κατάλληλη κλίμακα εισαγωγής. Στο παράδειγμα του σχήματος 6.4 έχει δημιουργηθεί αρχικά το μοναδιαίο μπλοκ μιας βίδας ( $\alpha$ ) και οι υπόλοιπες βίδες ( $\beta$ ,  $\gamma$ ) προέρχονται από αυτό το μπλοκ με κατάλληλο καθορισμό της κλίμακας εισαγωγής στους άξονες  $X$  και  $\Psi$ .



Σχήμα 6.4: Δημιουργία καινούργιων μπλοκ (βίδες) από μοναδιαίο μπλοκ.

## 6.4 ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΜΠΛΟΚ

Τα μπλοκ είναι σύνθετα σχεδιαστικά αντικείμενα, τα οποία αποτελούνται από πολλές σχεδιαστικές οντότητες. Η επεξεργασία τους γίνεται αυτόνομα. Έτσι, αν χρειαστεί να μετακινηθεί ή περιστραφεί ένα μπλοκ, τότε αρκεί να επιλεγεί και όλες οι οντότητες που το αποτελούν θα μετακινηθούν ή θα περιστραφούν. Σε περίπτωση όμως που χρειαστεί να επεξεργαστούν ξεχωριστά κάποιες από τις οντότητες που το αποτελούν (π.χ. να διαγραφούν κάποια ευθύγραμμα τμήματα), τότε θα πρέπει να “αποσυντεθεί” στα αντικείμενα από τα οποία αποτελείται. Η εντολή η οποία αποσυνθέτει ένα μπλοκ στις επί μέρους οντότητές του, είναι η **ΑΠΟΣΥΝΘΕΣΗ ΜΠΛΟΚ**. Το μόνο βήμα εκτέλεσής της είναι η επιλογή του μπλοκ που χρειάζεται να αποσυντεθεί.

Μετά την αποσύνθεση, οι οντότητες που αποτελούσαν ένα μπλοκ δε συνδέονται λογικά μεταξύ τους και μπορούν να επεξεργαστούν ανεξάρτητα. Στην περίπτωση που χρειαστεί, είναι δυνατή η επανασύνθεση του μπλοκ με την εντολή **ΜΠΛΟΚ**, είτε η επαναφορά του με την εντολή **ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΜΠΛΟΚ**.

Αν ένα μπλοκ αποτελείται από άλλα μπλοκ (φωλιασμένο), τότε κατά την αποσύνθεσή του θα διασπαστεί μόνο το ανωτέρου επιπέδου μπλοκ. Αν χρειαστεί θα πρέπει να εκτελεστεί και άλλες φορές η αντίστοιχη εντολή, ώστε να αποσυντεθούν όλα τα επί μέρους μπλοκ.

## 6.5 ΕΙΔΙΚΕΣ ΕΝΤΟΛΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΠΛΟΚ

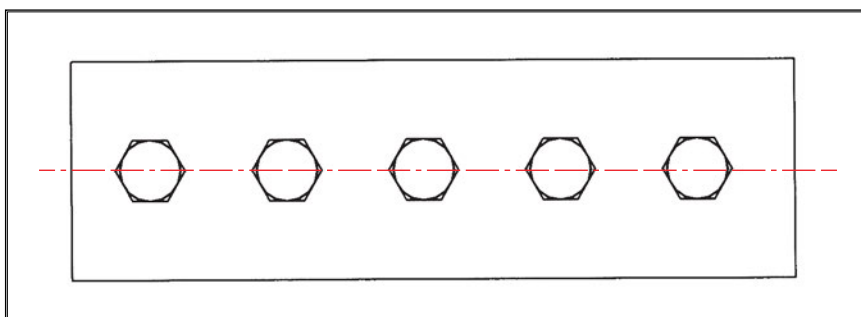
Υπάρχουν πρόσθετες εντολές επεξεργασίας των μπλοκ με τις οποίες μπορεί να εισαχθούν σε ένα σχέδιο ταυτόχρονα, περισσότερα από ένα μπλοκ σε

διάφορες διατάξεις. Αυτές είναι οι εντολές **ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΜΠΛΟΚ**, **ΔΙΑΝΟΜΗ ΜΠΛΟΚ** και **ΠΟΛΛΑΠΛΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΜΠΛΟΚ**.

Η **ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΜΠΛΟΚ** τοποθετεί ένα μπλοκ πολλές φορές κατά μήκος μίας γραμμής σε καθορισμένες αποστάσεις. Τα βήματα που ακολουθούνται κατά την εκτέλεση της εντολής είναι τα εξής:

- Επιλογή της γραμμής.
- Επιλογή του μπλοκ.
- Καθορισμός του αν θα περιστραφεί ή όχι το μπλοκ γύρω από τον άξονά του κατά την τοποθέτησή του πάνω στη γραμμή.
- Ορισμός της απόστασης τοποθέτησης.

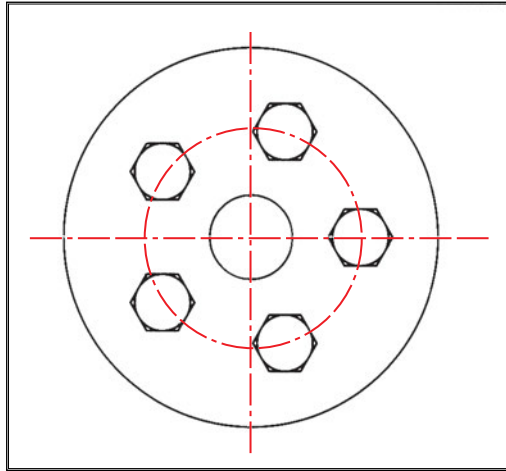
Στο σχήμα 6.5 έχει τοποθετηθεί κατά μήκος της αξονικής γραμμής το μπλοκ “κάτοψη βίδας”, ανά 30 μονάδες μήκους, χωρίς να περιστραφεί.



**Σχήμα 6.5:** Παράδειγμα κατανομής μπλοκ.

Η **ΔΙΑΝΟΜΗ ΜΠΛΟΚ** τοποθετεί ένα μπλοκ συγκεκριμένες φορές κατά μήκος μίας γραμμής. Τα βήματα που ακολουθούνται κατά την εκτέλεση της εντολής είναι τα εξής:

- Επιλογή της γραμμής.
- Επιλογή του μπλοκ.
- Καθορισμός του αν θα περιστραφεί ή όχι το μπλοκ γύρω από τον άξονά του, κατά την τοποθέτησή του πάνω στην γραμμή.
- Ορισμός του πλήθους των μπλοκ που θα τοποθετηθούν.



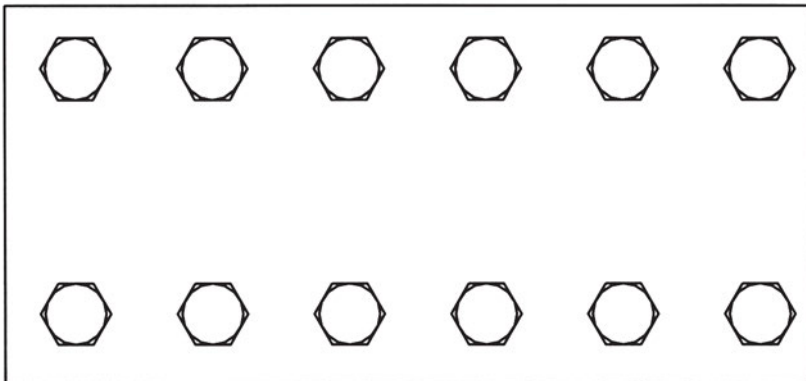
**Σχήμα 6.6:** Παράδειγμα διανομής μπλοκ.

Στο σχήμα 6.6 ζητήθηκε να τοποθετηθεί το μπλοκ “κάτοψη βίδας” 5 φορές κατά μήκος της συγκεκριμένης αξονικής γραμμής.

Η **ΠΟΛΛΑΠΛΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΜΠΛΟΚ** τοποθετεί ένα μπλοκ πολλές φορές σύμφωνα με τη διάταξη ενός πίνακα.

Τα βήματα που ακολουθούνται κατά την εκτέλεση της εντολής είναι τα εξής:

- Επιλογή του μπλοκ.
- Καθορισμός της κλίμακας εισαγωγής και της γωνίας περιστροφής.
- Καθορισμός των σειρών και των στηλών του πίνακα και της απόστασης μεταξύ τους.



**Σχήμα 6.7:** Πολλαπλή εισαγωγή μπλοκ.



Στο σχήμα 6.7 ζητήθηκε να τοποθετηθεί στο έλασμα το μπλοκ “κάτοψη βίδας” σε πίνακα με 2 γραμμές και 6 στήλες (12 φορές δηλαδή), με κλίμακα εισαγωγής 1 και χωρίς περιστροφή.

## 6.6 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΜΠΛΟΚ

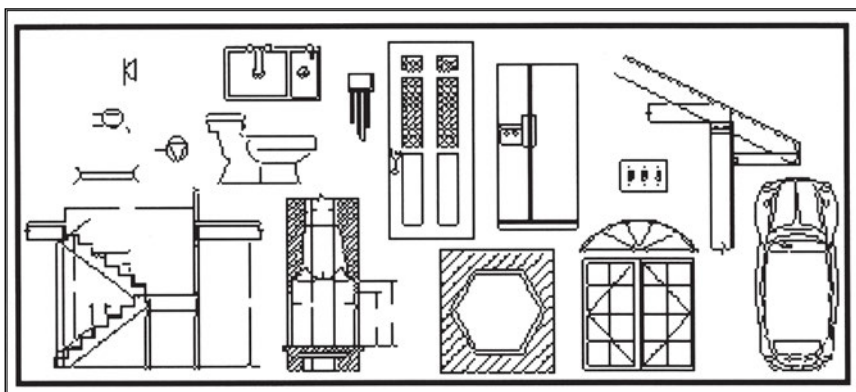
Από τη στιγμή που έχει δημιουργηθεί ένα μπλοκ μπορεί να εισαχθεί, όσες φορές απαιτείται, με οποιαδήποτε κλίση και κλίμακα αποφασιστεί. Η δυνατότητα όμως εισαγωγής ενός μπλοκ υπάρχει μόνο για το ίδιο σχέδιο στο οποίο έχει δημιουργηθεί. Αν χρειαστεί να εισαχθεί σε άλλο σχέδιο, τότε θα πρέπει να αποθηκευτεί ως ξεχωριστό αρχείο. Η εντολή ονομάζεται **ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΜΠΛΟΚ** και μ’ αυτήν ουσιαστικά δημιουργείται ένα καινούργιο σχέδιο, το οποίο περιέχει το μπλοκ που έχει αποθηκευτεί.

Σημαντική παρατήρηση είναι ότι: αν δημιουργηθεί οποιαδήποτε αλλαγή στο αρχικό μπλοκ, τότε αυτόματα ενημερώνονται και όλα τα αντίγραφά του.

## 6.7 ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΕΣ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ

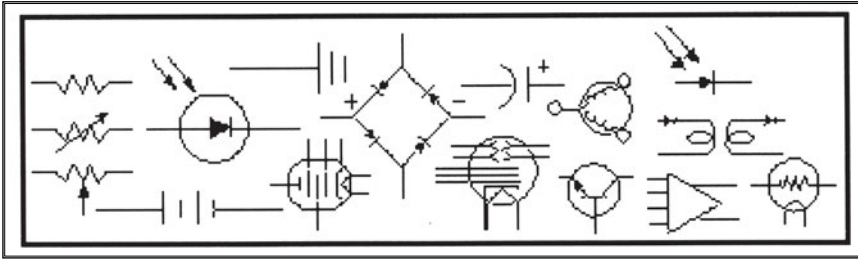
Τα μπλοκ παρέχουν πολύ σημαντικές ευκολίες κατά τη σχεδίαση. Έτσι υπάρχει πλήθος έτοιμων βιβλιοθηκών με εξαρτήματα (μπλοκ), για διάφορες χρήσεις, όπως αυτά που παρουσιάζονται στη συνέχεια:

A) αρχιτεκτονικά (σχήμα 6.8)



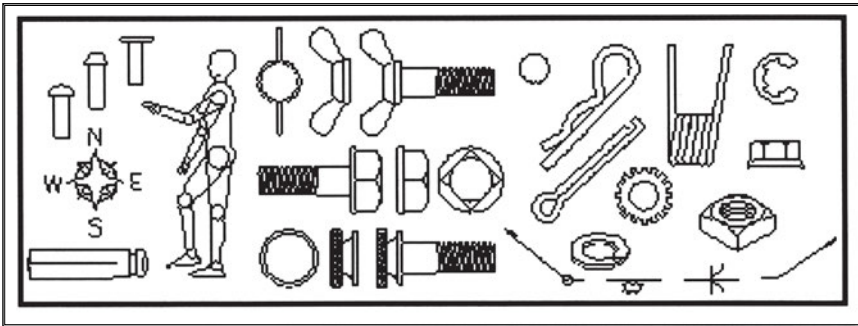
**Σχήμα 6.8:** Παραδείγματα αρχιτεκτονικών μπλοκ.

Β) ηλεκτρολογικά (σχήμα 6.9)



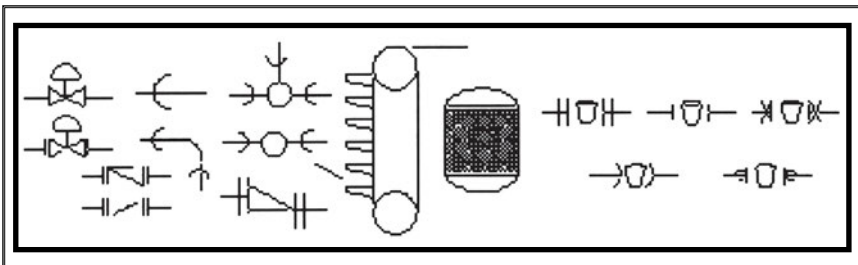
Σχήμα 6.9: Παραδείγματα ηλεκτρολογικών μπλοκ.

Γ) μηχανολογικά (σχήμα 6.10)



Σχήμα 6.10: Παραδείγματα μηχανολογικών μπλοκ.

Δ) υδραυλικών εγκαταστάσεων (σχήμα 6.11)



Σχήμα 6.11: Παραδείγματα μπλοκ υδραυλικών εγκαταστάσεων.



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Στο 6ο κεφάλαιο αναφέρθηκαν τα μπλοκ, τα οποία είναι σύνθετα αντικείμενα, που αποτελούνται από επί μέρους σχεδιαστικές οντότητες (γραμμές, κύκλους, τόξα, κείμενο κ.λ.π.) και αντιπροσωπεύουν συνήθως ένα πραγματικό αντικείμενο π.χ. μια βίδα, μία καρέκλα κ.λ.π.

Η δημιουργία ενός μπλοκ αποτελείται από τα εξής βήματα:

- Ορισμός του ονόματός του.
- Προσδιορισμός των οντοτήτων από τα οποία θα αποτελείται.
- Καθορισμός ενός βασικού σημείου ως σημείου αναφοράς.

Η ομαδοποίηση πολλών οντοτήτων σε ένα μπλοκ παρέχει τα εξής πλεονεκτήματα:

- Τα μπλοκ παρόλο που αποτελούνται από πολλές οντότητες, συμπεριφέρονται σαν ένα αντικείμενο. Με μία μόνο εντολή είναι δυνατή η εισαγωγή και επεξεργασία σύνθετων εξαρτημάτων σε οποιοδήποτε σημείο ενός σχεδίου.
- Υπάρχει η δυνατότητα να εισαχθεί σε ένα σχέδιο ένα μπλοκ με κλίμακα (μικρότερο ή μεγαλύτερο από τις αρχικές διαστάσεις του) ή να εισαχθεί με κλίση ως προς την αρχική φορά τοποθέτησής του.
- Δυνατότητα δημιουργίας βιβλιοθηκών με έτοιμα εξαρτήματα (στοιχεία μηχανών κ.λ.π.). Οι βιβλιοθήκες αυτές μπορούν να ενημερώνονται με εισαγωγές καινούργιων εξαρτημάτων και να ενεργοποιούνται μέσω κάποιου από τα μενού εντολών του σχεδιαστικού προγράμματος. Με αυτόν τον τρόπο γίνεται πιο εύκολη και γρήγορη η σχεδίαση, αλλά ταυτόχρονα και πιο ομοιογενής, αφού στα διάφορα σχέδια τοποθετούνται ακριβώς τα ίδια εξαρτήματα.
- Με τη χρήση των μπλοκ επιτυγχάνεται η μείωση του όγκου των πληροφοριών που απαιτείται να υπάρχουν στη βάση δεδομένων του σχεδιαστικού προγράμματος. Έτσι, αν π.χ. σε ένα σχέδιο τοποθετηθούν δέκα ίδιες βίδες ως μπλοκ, τότε στη βάση δεδομένων θα υπάρχουν πλήρεις πληροφορίες για τη μία μόνο βίδα και απλές αναφορές για τις υπόλοιπες εννέα.
- Τα μπλοκ είναι δυνατόν να περιέχουν και “μη γραφικές πληροφορίες”.

Αυτά είναι στοιχεία τα οποία μπορεί να μην εμφανίζονται στην οθόνη, αλλά υπάρχουν στη βάση δεδομένων του υπολογιστή. Τέτοιες πληροφορίες μπορεί να είναι η τυποποίηση, το κόστος, το υλικό και διάφορα άλλα χαρακτηριστικά της βίδας κ.λ.π. Αυτά τα στοιχεία μπορούν να μεταφερθούν και σε άλλα προγράμματα και να δημιουργήσουν ένα κατάλογο υλικών (bill of materials), που ανανεώνεται αυτόματα κάθε φορά που αλλάζει κάποιο σχέδιο.

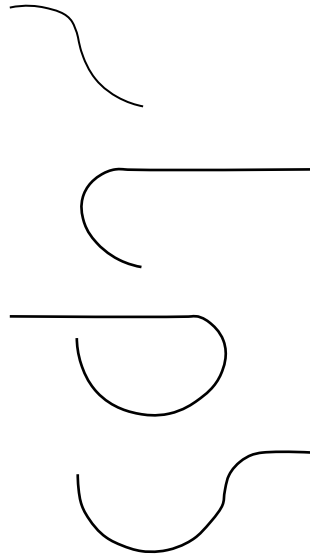
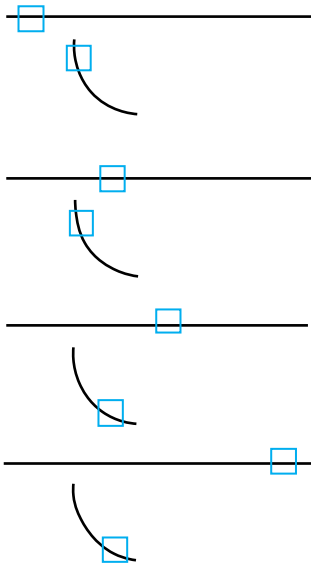
Εκτός από τα μπλοκ που θα σχεδιάσει ο ίδιος ο χρήστης υπάρχουν και πολλά μπλοκ οργανωμένα σε βιβλιοθήκες (μηχανολογικές, αρχιτεκτονικές κ.λ.π.) έτσι, ώστε να είναι πιο εύκολη και αποδοτική η σχεδίαση.



#### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ

1. Ποια τα πλεονεκτήματα από τη χρήση των μπλοκ;
2. Από ποιες σχεδιαστικές οντότητες μπορεί να αποτελείται ένα μπλοκ;
3. Ποια η έννοια της κλίμακας κατά την εισαγωγή ενός μπλοκ;
4. Τι είναι οι βιβλιοθήκες εξαρτημάτων και ποια η χρησιμότητά τους;
5. Ζητείται να δημιουργηθεί βιβλιοθήκη εξαρτημάτων, η οποία να περιέχει τουλάχιστον μία βίδα, ένα παξιμάδι, μία ροδέλα και μία φλάντζα.





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ

# 7

### ΕΝΤΟΛΕΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΔΙΟΡΘΩΣΗΣ

- 7.1 Εισαγωγή
- 7.2 Επιλογή σχεδιαστικών οντοτήτων
- 7.3 Ακύρωση εντολής
- 7.4 Εντολή Διαγραφής
- 7.5 Εντολή Μεταφοράς
- 7.6 Εντολή Αντιγραφής
- 7.7 Εντολή Περιστροφής

**7.8 Εντολή Μεταβολής μεγέθους**

**7.9 Εντολή Επιμήκυνσης**

**7.10 Εντολή Αλλαγής ιδιοτήτων**

**7.11 Εντολή ένωσης με λοξοτομή**

**7.12 Εντολή ένωσης με τόξο**



## Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να μπορεί ο μαθητής να επιλέγει ήδη σχεδιασμένα αντικείμενα.
- Να γνωρίζει τις δυνατότητες διόρθωσης των ήδη σχεδιασμένων αντικειμένων.
- Να ακυρώνει εντολές ή τμήματα εντολών.
- Να χρησιμοποιεί συγκεκριμένες εντολές για να διαγράφει, να αντιγράφει, να μεταφέρει, να περιστρέφει, να μεγεθύνει ή να σμικρύνει, να επιμηκύνει ή να συρρικνώνει και να ενώνει με λοξοτομή ή με τόξο ήδη σχεδιασμένες οντότητες.

### 7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κατά τη σχεδίαση των περισσότερων αντικειμένων απαιτείται διόρθωση των αρχικά σχεδιασμένων γραμμών (ευθυγράμμων τμημάτων, κύκλων, τόξων κ.λ.π.). Όλα τα σχεδιαστικά προγράμματα παρέχουν εντολές για διόρθωση και επεξεργασία των ήδη σχεδιασμένων οντοτήτων. Σ' αυτό το κεφάλαιο θα επεξηγηθούν οι εντολές με τις οποίες είναι δυνατή η διαγραφή, η μετακίνηση, η αντιγραφή, η περιστροφή, η σμίκρυνση ή η μεγέθυνση, η επιμήκυνση ή η συρρίκνωση καθώς και η ένωση με λοξοτομή ή με τόξο σχεδιαστικών οντοτήτων, όπως και η εντολή αλλαγής των ιδιοτήτων των σχεδιαστικών αντικειμένων. Όλες οι εντολές ενεργοποιούνται με έναν από τους ήδη αναφερόμενους τρόπους: με την πληκτρολόγηση της εντολής, με την επιλογή από το αντίστοιχο μενού εντολών ή με την ενεργοποίηση του σχετικού εικονιδίου.

Βασική προϋπόθεση για τη σωστή λειτουργία των παραπάνω εντολών είναι η δυνατότητα επιλογής εκείνων των σχεδιαστικών οντοτήτων που χρειάζεται να διορθωθούν. Σημαντικό είναι επίσης το να ακυρώνεται κάποια εντολή ή κάποιο τμήμα της, όταν διαπιστωθεί ότι τα αποτελέσματα δεν είναι αυτά που επιδιώκονταν. Γι' αυτό το λόγο θα επεξηγηθούν πρώτα οι δυνατότητες επιλογής σχεδιαστικών οντοτήτων, καθώς και η εντολή ακύρωσης.

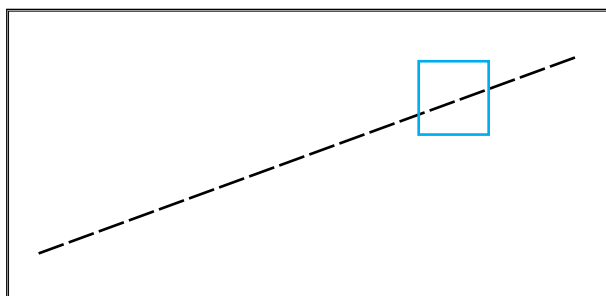


## 7.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΩΝ ΟΝΤΟΤΗΤΩΝ

Η επιλογή ήδη σχεδιασμένων αντικειμένων γίνεται με τη χρήση του ποντικιού και με αρκετούς τρόπους, οι πιο συνηθισμένοι από τους οποίους είναι οι εξής δύο:

α) Πατώντας με το ποντίκι πάνω σε οποιοδήποτε σημείο του αντικειμένου (επιλογή ενός αντικειμένου μόνο).

Στο παράδειγμα του σχήματος 7.1 επιλέγεται το ευθύγραμμο τμήμα αφού πατηθεί σε οποιοδήποτε σημείο του το ποντίκι (το μπλε τετράγωνο). Ως ένδειξη επιλογής το ευθύγραμμο τμήμα εμφανίζεται με διακεκομμένη γραμμή για όσο χρονικό διάστημα διαρκεί η διαδικασία επιλογής.

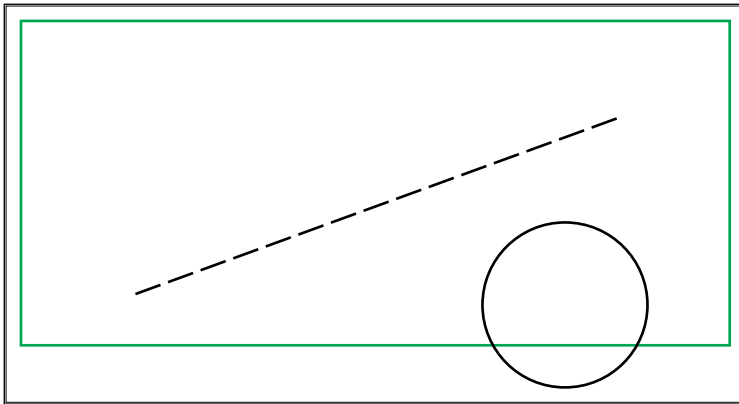


**Σχήμα 7.1:** Επιλογή ευθυγράμμου τμήματος

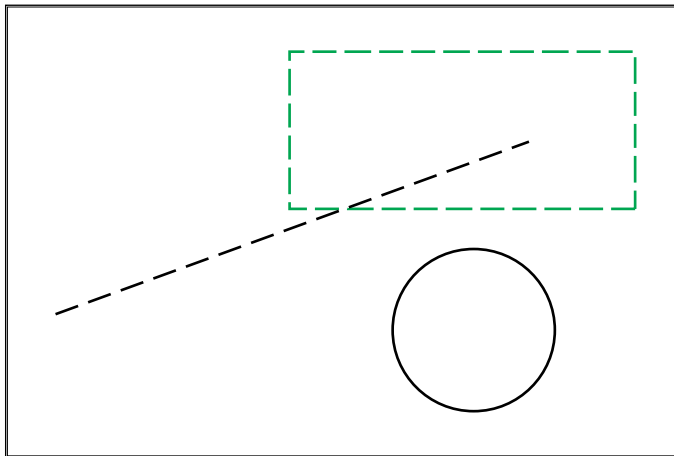
β) Χρησιμοποιώντας το ποντίκι για να σχεδιάσουμε ένα βοηθητικό ορθογώνιο παραλληλόγραμμο (δίνοντας τα 2 αντιδιαγώνια σημεία του), επιλέγονται όλα τα αντικείμενα που βρίσκονται, πλήρως ή μερικώς, μέσα σ' αυτό (επιλογή ενός ή και περισσότερων αντικειμένων) αναλόγως προς τη φορά δημιουργίας του ορθογώνιου.

Στα επόμενα παραδείγματα επιλέγεται και πάλι το ευθύγραμμο τμήμα. Στο σχήμα 7.2 χαράσσοντας το (πράσινο) βοηθητικό ορθογώνιο και ξεκινώντας από αριστερά προς τα δεξιά (window), επιλέγεται οτιδήποτε βρίσκεται πλήρως μέσα στο ορθογώνιο (δεν επιλέγεται ο κύκλος).

Στο σχήμα 7.3 χαράσσοντας πάλι το βοηθητικό ορθογώνιο, αλλά αυτή τη φορά ξεκινώντας από δεξιά προς τα αριστερά (crossing), επιλέγεται οτιδήποτε βρίσκεται, έστω και τμηματικά, μέσα στο ορθογώνιο (το οποίο εμφανίζεται με διακεκομμένη γραμμή).



**Σχήμα 7.2:** Παράδειγμα επιλογής με βοηθητικό ορθογώνιο.



**Σχήμα 7.3:** Παράδειγμα επιλογής με βοηθητικό ορθογώνιο, που ενεργοποιήθηκε από δεξιά προς τα αριστερά.

### 7.3 ΑΚΥΡΩΣΗ ΕΝΤΟΛΗΣ (UNDO)

Πολλές φορές μετά την ενεργοποίηση κάποιας εντολής διαπιστώνεται ότι τα αποτελέσματά της δεν ήταν τα αναμενόμενα και ότι θα ήταν προτιμότερο να μην είχε εκτελεστεί. Σε τέτοιες περιπτώσεις είναι ιδιαίτερα χρήσιμη η δυνατότητα ακύρωσης της εντολής.

Σε όλα τα σχεδιαστικά προγράμματα υπάρχει η εντολή “**ΑΚΥΡΩΣΗ**”, η οποία ακυρώνει την τελευταία ενεργοποιημένη εντολή. Πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στο ότι δεν ακυρώνει μόνο σχεδιαστικές εντολές – αυτές

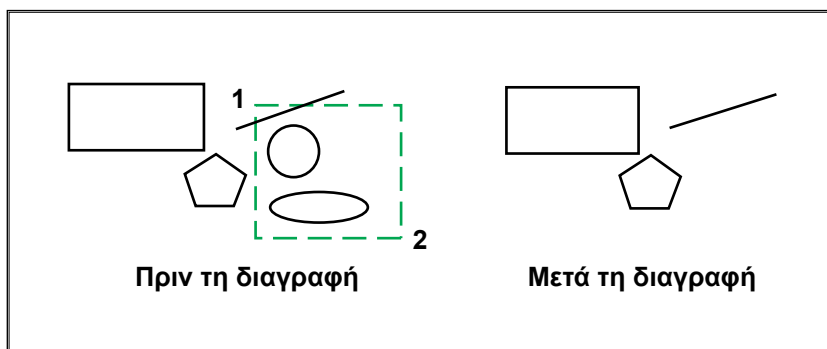
δηλαδή που δημιουργούν ή επεξεργάζονται σχεδιαστικά αντικείμενα – αλλά οποιαδήποτε εντολή, όπως τις εντολές παρουσίασης κ.λ.π. Επίσης πρέπει να γίνει κατανοητό ότι, παρ’ όλο που τις περισσότερες φορές η χρήση της συνδέεται με την εξαφάνιση κάποιων σχεδιαστικών αντικειμένων, δε θα πρέπει να συσχετίζεται με το “σβήσιμο”. Έτσι, αν η εντολή που ακυρώνεται είναι η εντολή διαγραφής, τότε θα εμφανιστεί στην οθόνη αυτό που μόλις είχε διαγραφεί.

Η εντολή ακύρωσης μπορεί να ακυρώσει και τμήματα σχεδιαστικών εντολών. Έτσι, στην περίπτωση π.χ. που χρησιμοποιείται η εντολή “ΓΡΑΜ-ΜΗ” για να σχεδιαστούν συνεχόμενα ευθύγραμμα τμήματα και παρατηρηθεί ότι το τελευταίο σχεδιασμένο τμήμα δεν είναι σωστό τότε, αναλόγως προς τη χρήση της εντολής “ΑΚΥΡΩΣΗ”, μπορεί να ακυρωθεί μόνο αυτό το (τελευταίο) τμήμα ή όλα τα τμήματα.

#### 7.4 ΕΝΤΟΛΗ ΔΙΑΓΡΑΦΗΣ (ERASE)

Η εντολή “**ΔΙΑΓΡΑΦΗ**” είναι μία από τις συνηθέστερα χρησιμοποιούμενες εντολές, αφού σχεδόν πάντα θα χρειαστεί να “σβηστούν” κάποια σχεδιαστικά αντικείμενα. Πρέπει να χρησιμοποιείται με προσοχή, αν και με την εντολή “ΑΚΥΡΩΣΗ” είναι δυνατή η ακύρωση των αποτελεσμάτων της.

Απαραίτητη προϋπόθεση για τη λειτουργία της είναι η επιλογή του αντικείμενου ή των αντικειμένων που πρόκειται να διαγραφούν. Στο παράδειγμα του σχήματος 7.4 η επιλογή έγινε με τη χρήση του βοηθητικού ορθογωνίου (window) με κορυφές τα σημεία 1 και 2, με αποτέλεσμα να διαγραφούν ο κύκλος και η έλλειψη (όχι όμως το ευθύγραμμο τμήμα).



Σχήμα 7.4: Παράδειγμα εντολής “ΔΙΑΓΡΑΦΗ”.

## 7.5 ΕΝΤΟΛΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ (MOVE)

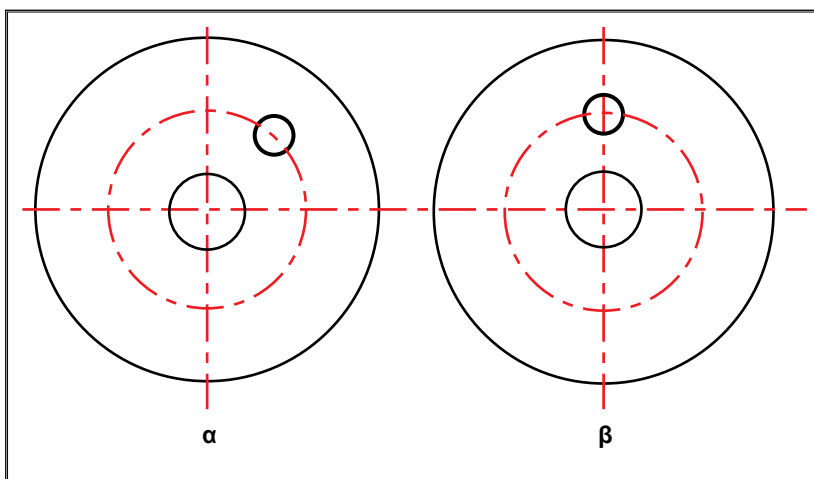
Με την εντολή “**ΜΕΤΑΦΟΡΑ**” υπάρχει η δυνατότητα μεταφοράς ενός ή περισσότερων σχεδιαστικών αντικειμένων ταυτόχρονα από ένα τμήμα του σχεδίου σε κάποιο άλλο. Χαρακτηριστική έννοια για τη λειτουργία της εντολής (όπως και πολλών άλλων εντολών επεξεργασίας) είναι το “**ΣΗΜΕΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ**” σύμφωνα με το οποίο γίνεται η μεταφορά. Αποτελεί ουσιαστικά το σημείο από το οποίο θα “τραβηχτεί” το σχεδιαστικό αντικείμενο, για να μεταφερθεί. Συνήθως επιλέγεται κάποιο χαρακτηριστικό σημείο (π.χ. μία κορυφή ή ένα σημείο τομής), αλλά μπορεί να επιλεγεί και οποιοδήποτε τυχαίο σημείο (ακόμα και εκτός του αντικειμένου). Σημαντική βοήθεια στον καθορισμό του σημείου αναφοράς δίνουν τα βοηθήματα προσέγγισης σημείων, που αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο 5.

Τα βήματα που ακολουθούνται κατά την εκτέλεση της εντολής είναι τα εξής:

- Επιλογή του σχεδιαστικού αντικειμένου ή των σχεδιαστικών αντικειμένων που θα μεταφερθούν.
- Καθορισμός του σημείου αναφοράς (αρχικό σημείο).
- Καθορισμός ενός δεύτερου σημείου (τελικό σημείο).

Όλες οι μεταφερόμενες οντότητες θα μεταφερθούν σαν να τραβήχτηκαν από το σημείο αναφοράς, μέχρι αυτό να ταυτιστεί με το δεύτερο (τελικό) σημείο. Ουσιαστικά δηλαδή, δίνοντας το σημείο αναφοράς και το δεύτερο βοηθητικό σημείο, καθορίζεται η απόσταση και η φορά της διεύθυνσης προς την οποία θα γίνει η μεταφορά.

Στο παράδειγμα του σχήματος 7.5 μεταφέρθηκε ο μικρός εσωτερικός κύκλος από τη θέση του σχήματος 7.5.α στη θέση του σχήματος 7.5.β. Ως σημείο αναφοράς ορίστηκε το κέντρο του κύκλου και ως δεύτερο σημείο το σημείο τομής της κατακόρυφης αξονικής γραμμής με τον κύκλο με αξονική.



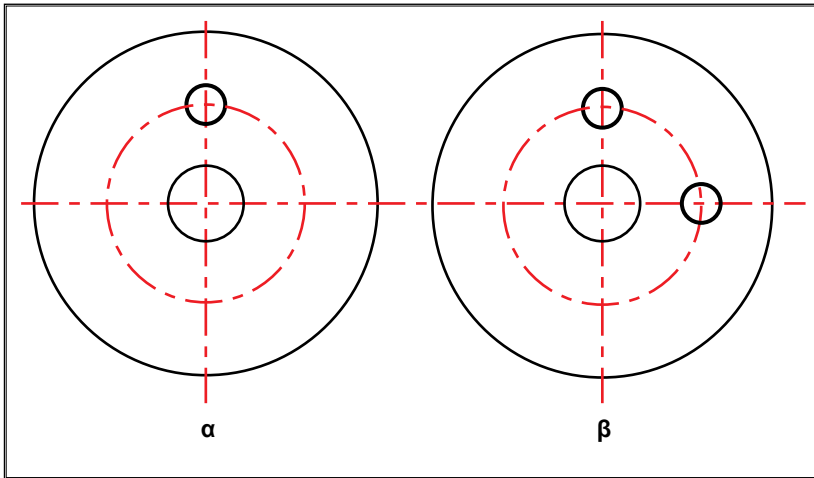
Σχήμα 7.5: Παράδειγμα εντολής μεταφοράς.

## 7.6 ΕΝΤΟΛΗ ΑΝΤΙΓΡΑΦΗΣ (COPY)

Με την εντολή “**ΑΝΤΙΓΡΑΦΗ**” δίνεται η δυνατότητα αντιγραφής ενός ή περισσότερων σχεδιαστικών οντοτήτων σε οποιοδήποτε τμήμα του σχεδίου οριστεί.

Η εντολή λειτουργεί όπως και η εντολή μεταφοράς με τη διαφορά ότι η αρχική σχεδιαστική οντότητα παραμένει στη θέση της.

Στο παράδειγμα του σχήματος 7.6 αντιγράφηκε ο μικρός εσωτερικός κύκλος άλλη μία φορά. Ως σημείο αναφοράς ορίστηκε το κέντρο του κύκλου και ως δεύτερο σημείο το σημείο τομής της οριζόντιας αξονικής γραμμής με τον κύκλο με αξονική.



**Σχήμα 7.6:** Παράδειγμα εντολής αντιγραφής.

Σε πολλά σχεδιαστικά προγράμματα υπάρχει η δυνατότητα πολλαπλής αντιγραφής. Σύμφωνα με αυτήν, με την ενεργοποίηση της εντολής αντιγραφής, είναι δυνατόν να αντιγράφονται οι επιλεγμένες οντότητες περισσότερο από μία φορές.

## 7.7 ΕΝΤΟΛΗ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ (ROTATE)

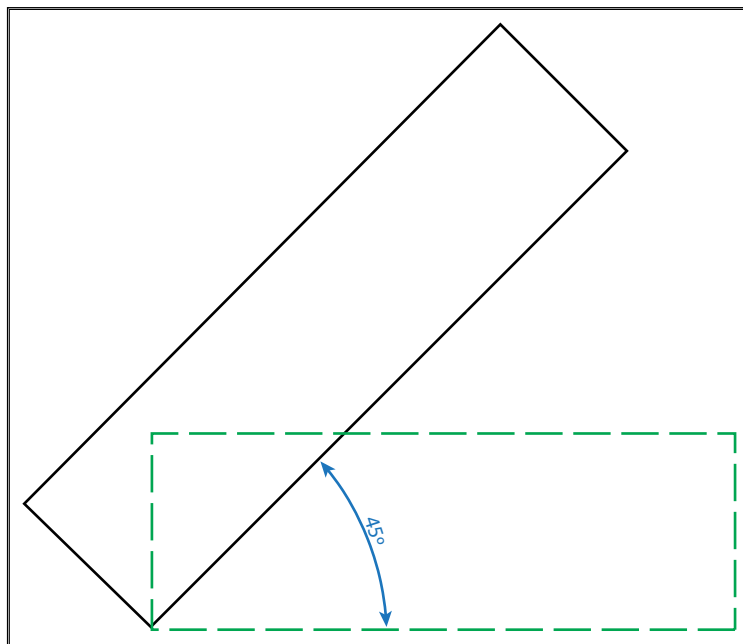
Η εντολή “**ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗ**” δίνει τη δυνατότητα να περιστραφούν γύρω από ένα σημείο αναφοράς ένα ή περισσότερα επιλεγμένα σχεδιαστικά αντικείμενα.

Τα βήματα που ακολουθούνται κατά την εκτέλεση της εντολής είναι τα εξής:

- Επιλογή του σχεδιαστικού αντικειμένου ή των σχεδιαστικών αντικειμένων που θα περιστραφούν.
- Καθορισμός του σημείου αναφοράς (σημείο περιστροφής).
- Καθορισμός της γωνίας περιστροφής (ισχύουν τα όσα έχουν αναφερθεί για θετικές και αρνητικές τιμές).
- Όλες οι περιστρεφόμενες οντότητες θα περιστραφούν γύρω από το σημείο αναφοράς.

Στο παράδειγμα του σχήματος 7.7 η αρχική μορφή του αντικειμένου σχε-

διάζεται με διακεκομμένη γραμμή και η τελική μορφή του με συνεχή γραμμή. Ως σημείο αναφοράς ορίστηκε η κάτω αριστερά γωνία του αντικειμένου και ως τιμή γωνίας περιστροφής  $45^\circ$ .



Σχήμα 7.7: Παράδειγμα εντολής περιστροφής.

## 7.8 ΕΝΤΟΛΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΜΕΓΕΘΟΥΣ (SCALE)

Υπάρχουν περιπτώσεις κατά τις οποίες διαπιστώνεται, μετά τη σχεδίαση ενός αντικειμένου, ότι χρειάζεται διαφορετική κλίμακα σχεδίασης. Μία από τις προτεινόμενες λύσεις είναι η χρήση της εντολής “**ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΜΕΓΕΘΟΥΣ**”. Η λειτουργία της επιτρέπει τη μεγέθυνση ή σμίκρυνση ενός ή περισσότερων αντικειμένων μαζί. Τα αρχικώς επιλεγμένα αντικείμενα δεν αντιγράφονται, απλά μεταβάλλεται το μέγεθός τους.

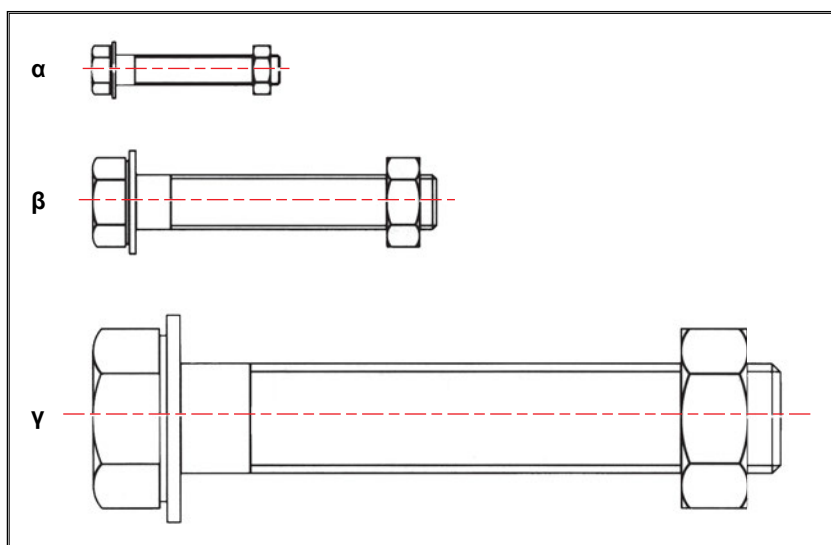
Τα βήματα που ακολουθούνται κατά την εκτέλεση της εντολής είναι τα εξής:

- Επιλογή του σχεδιαστικού αντικειμένου ή των σχεδιαστικών αντικειμένων των οποίων θα μεταβληθεί το μέγεθος.
- Καθορισμός ενός σημείου αναφοράς. Όλες οι οντότητες μετά την αλλαγή

μεγέθους τους θα τοποθετηθούν σύμφωνα με το σημείο αναφοράς.

- Καθορισμός της τιμής μεταβολής του μεγέθους των αντικειμένων. Αναλόγως προς το αν η τιμή είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη της μονάδας θα γίνει μεγέθυνση ή σμίκρυνση αντίστοιχα. Π.χ. τιμή 2 θα διπλασιάσει τα επιλεγμένα σχεδιαστικά αντικείμενα, ενώ τιμή 0,5 θα τα μεταβάλλει στο μισό μέγεθός τους.

Στο σχήμα 7.8.β εμφανίζεται το αρχικό σχήμα του αντικειμένου, το οποίο θα διαμορφωθεί αναλόγως προς την τιμή μεταβολής στο σχήμα 7.8.γ (δόθηκε τιμή μεταβολής 2 - μεγέθυνση) ή στο σχήμα 7.8.α (δόθηκε τιμή 0,5 - σμίκρυνση).



**Σχήμα 7.8:** Παράδειγμα εντολής μεγέθυνσης και σμίκρυνσης.

## 7.9 ΕΝΤΟΛΗ ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗΣ (STRETCH)

Η εντολή “**ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ**” μπορεί να επιμηκύνει ή να συρρικνώσει επιλεγμένα τμήματα σχεδιαστικών οντοτήτων αφήνοντας τα υπόλοιπα τμήματα αμετάβλητα. Είναι σημαντικό η επιλογή να γίνεται με τη χρήση του βοηθητικού ορθογωνίου crossing, που θα δημιουργηθεί από δεξιά προς τα αριστερά (παράγραφος 7.2). Αφού επιλεγούν τα αντικείμενα, ορίζεται το διάστημα και η κατεύθυνση της επιμήκυνσης με τη βοήθεια 2 σημείων (του σημείου

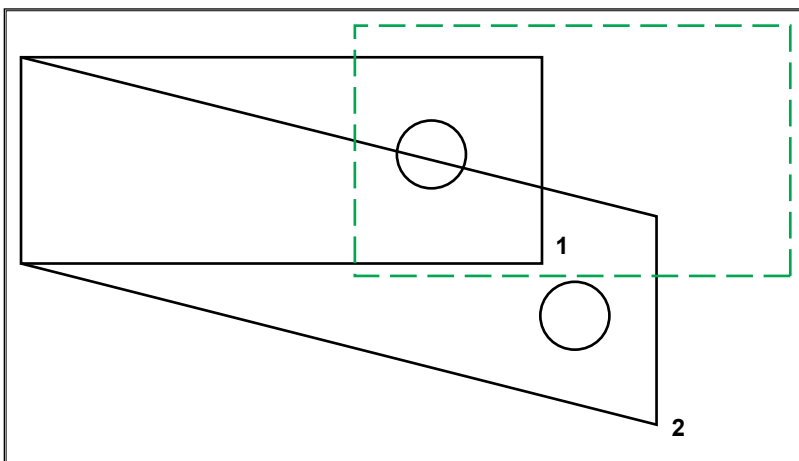


αναφοράς και ενός δεύτερου βοηθητικού σημείου). Το αποτέλεσμα είναι ότι οποιοδήποτε αντικείμενο βρίσκεται πλήρως στο βοηθητικό ορθογώνιο επιλογής απλά μετακινείται (δεν επιμηκύνεται), ενώ οτιδήποτε “διέσχιζε” το βοηθητικό ορθογώνιο, επιμηκύνεται. Δεν είναι δυνατή η επιμήκυνση κειμένου, αλλά μόνο η μετακίνησή του.

Τα βήματα που ακολουθούνται κατά την εκτέλεση της εντολής είναι τα εξής:

- Επιλογή του σχεδιαστικού αντικειμένου ή των σχεδιαστικών αντικειμένων που θα επιμηκυνθούν.
- Καθορισμός ενός σημείου αναφοράς (αρχικό σημείο).
- Καθορισμός ενός δεύτερου σημείου (τελικό σημείο).

Στο παράδειγμα του σχήματος 7.9 το αρχικό σχήμα παρουσιάζεται με διακεκομμένες γραμμές και το τελικό σχήμα με συνεχείς. Το παράθυρο επιλογής εμφανίζεται με πράσινη διακεκομμένη γραμμή. Σημείο αναφοράς είναι το σημείο **1** και δεύτερο σημείο το σημείο **2**. Ο κύκλος απλά μετακινήθηκε, ενώ το ορθογώνιο επιμηκύνθηκε (με κλίση).



**Σχήμα 7.9:** Παράδειγμα επιμήκυνσης.

### 7.10 ΕΝΤΟΛΗ ΑΛΛΑΓΗΣ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ

Κάθε σχεδιαστικό αντικείμενο έχει τις εξής βασικές ιδιότητες: επιπέδο σχεδίασης, χρώμα και είδος γραμμής. Συνήθως οι ιδιότητες αυτές ταυτίζονται με τις ιδιότητες του επιπέδου σχεδίασης στο οποίο ανήκει το σχεδιαστικό αντικείμενο. Παρ' όλα αυτά, αν χρειαστεί είναι δυνατή η αλλαγή μίας ή περισσότερων από αυτές τις ιδιότητες με τη χρήση της εντολής **“ΑΛΛΑΓΗ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ”**.

Τα βήματα που ακολουθούνται κατά την εκτέλεση της εντολής είναι τα εξής:

- Επιλογή του σχεδιαστικού αντικειμένου ή των σχεδιαστικών αντικειμένων.
- Επιλογή της ιδιότητας που θα μεταβληθεί.
- Μεταβολή της ιδιότητας.
- Δυνατότητα επιλογής άλλης ιδιότητας για αλλαγή ή τέλος της εντολής.

Σε αρκετά σχεδιαστικά προγράμματα, με τη χρήση αυτής της εντολής, είναι δυνατή και η αλλαγή γεωμετρικών χαρακτηριστικών του αντικειμένου, όπως η τιμή της διαμέτρου ενός κύκλου, οι συντεταγμένες των ακραίων σημείων ενός ευθυγράμμου τμήματος κ.λ.π.

### 7.11 ΕΝΤΟΛΗ ΕΝΩΣΗΣ ΜΕ ΛΟΞΟΤΟΜΗ (CHAMFER)

Η **“ΕΝΩΣΗ ΜΕ ΛΟΞΟΤΟΜΗ”** επεκτείνει ή κόβει τα απαραίτητα τμήματα δύο ευθυγράμμων τμημάτων έτσι, ώστε να ενωθούν με λοξοτομή (με ένα ευθύγραμμο τμήμα με κλίση).

Τα διαδοχικά βήματα της εντολής είναι:

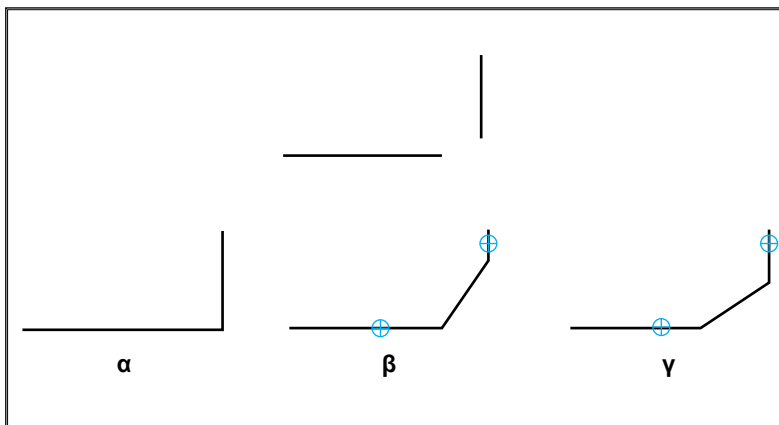
- Καθορισμός των τιμών των δύο αποστάσεων που θα σχηματίσουν τη λοξοτομή.
- Επιλογή του πρώτου ευθύγραμμου τμήματος.
- Επιλογή του δεύτερου ευθύγραμμου τμήματος.

Αν οι τιμές των 2 αποστάσεων είναι μηδενικές, τότε τα τμήματα θα επεκταθούν μέχρι να ενωθούν (χωρίς λοξοτομή). Χρειάζεται προσοχή στη σειρά επιλογής των τμημάτων, διότι αυτονόητα η πρώτη απόσταση εφαρμόζεται στο πρώτο τμήμα και η δεύτερη στο δεύτερο τμήμα.

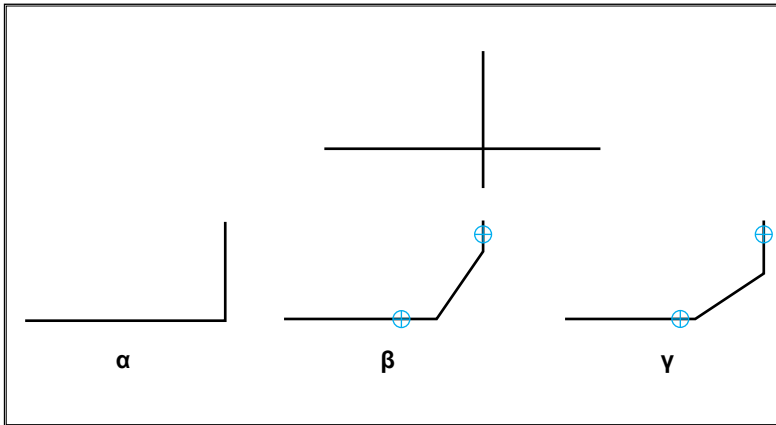
Στα παραδείγματα των σχημάτων 7.10 και 7.11 τα σημεία επιλογής των ευθυγράμμων τμημάτων εμφανίζονται με το σύμβολο  $\oplus$ . Στο πάνω μέρος των σχημάτων φαίνεται το αρχικό αντικείμενο και στο κάτω μέρος – αναλόγως προς την περίπτωση – η τελική μορφή του. Στο αντικείμενο του σχήματος 7.10, για να γίνει η ένωση, απαιτείται επέκταση των γραμμών, ενώ στο σχήμα 7.11 αποκοπή τμήματος των γραμμών.

Στα σχήματα 7.10.α και 7.11.α οι δύο αποστάσεις δόθηκαν μηδενικές και γι' αυτό σχηματίστηκαν οι γωνίες.

Στις περιπτώσεις β και γ των σχημάτων έχουν δοθεί παρόμοιες αποστάσεις, αλλά διαφοροποιείται η σειρά επιλογής των ευθυγράμμων τμημάτων. Στα σχήματα 7.10.β και 7.11.β έχει επιλεγεί πρώτα το οριζόντιο ευθύγραμμο τμήμα και έπειτα το κατακόρυφο, ενώ στα σχήματα 7.10.γ και 7.11.γ έχει γίνει αντίστροφη επιλογή με εμφανή τη διαφορά στο αποτέλεσμα.



**Σχήμα 7.10:** Παράδειγμα ένωσης με λοξοτομή που απαιτεί επέκταση.



Σχήμα 7.11: Παράδειγμα ένωσης με λοξοτομή που απαιτεί αποκοπή.

## 7.12 ΕΝΤΟΛΗ ΕΝΩΣΗΣ ΜΕ ΤΟΞΟ (FILLET)

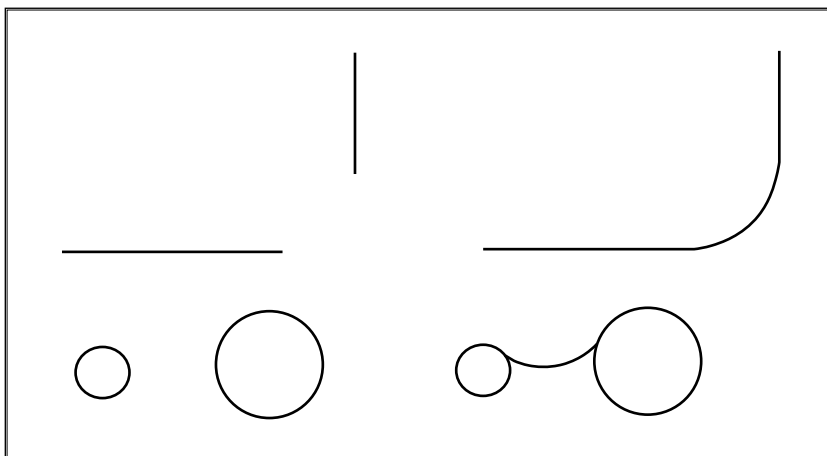
Ισχύει η αντίστοιχη λογική με την προηγούμενη εντολή με τη διαφορά ότι, αντί για λοξοτομή, η ένωση γίνεται με τόξο. Εφαρμόζεται σε ευθύγραμμα τμήματα, τόξα και κύκλους.

Μετά την ενεργοποίησή της ακολουθούν τα εξής βήματα:

- Καθορισμός της τιμής της ακτίνας καμπυλότητας με την οποία θα σχηματιστεί το τόξο της ένωσης (στρογγύλεμα).
- Επιλογή του πρώτου αντικειμένου.
- Επιλογή του δεύτερου αντικειμένου.

Αν η τιμή της ακτίνας καμπυλότητας είναι μηδενική, τότε τα αντικείμενα θα επεκταθούν μέχρι να ενωθούν (χωρίς τόξο).

Στο σχήμα 7.12 φαίνονται τα αποτελέσματα της εντολής σε δύο ευθύγραμμα τμήματα καθώς και σε δύο κύκλους. Αριστερά είναι τα αρχικά αντικείμενα και δεξιά η μορφή τους μετά την εκτέλεση της εντολής.

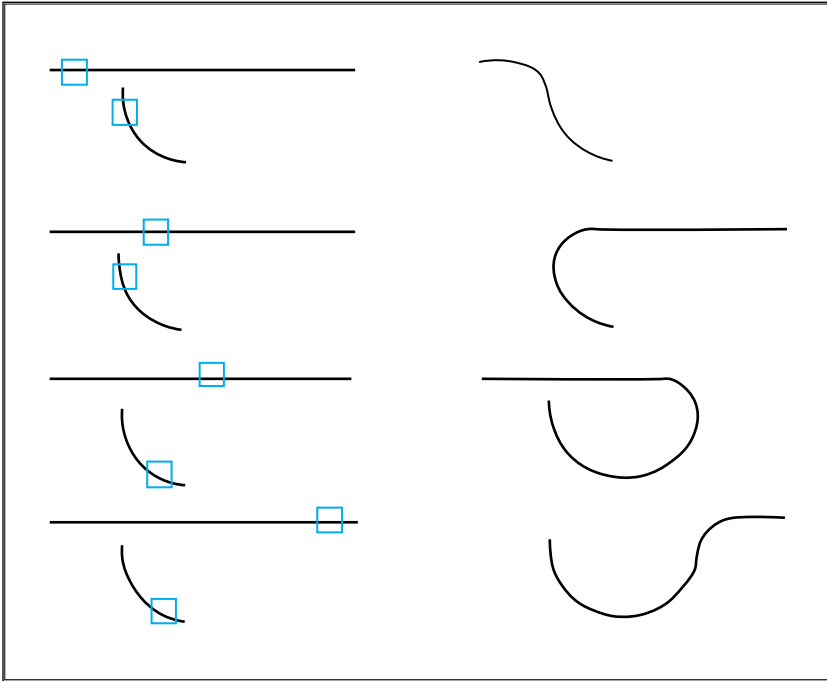


**Σχήμα 7.12:** Παραδείγματα ένωσης με τόξο.

Υπάρχει δυνατότητα εφαρμογής της εντολής σε οποιονδήποτε συνδυασμό των αντικειμένων που επιτρέπονται, π.χ. ευθύγραμμο τμήμα και κύκλος. Σε αυτές τις περιπτώσεις πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή για το ποια μεριά του αντικειμένου θα επιλεγεί. Το στρογγύλεμα θα γίνει στην άκρη του αντικειμένου το οποίο θα είναι κοντύτερα στο σημείο επιλογής.

Στο [σχήμα 7.13](#) φαίνονται τα αποτελέσματα σε διάφορες περιπτώσεις. Στην αριστερή στήλη εμφανίζεται η αρχική μορφή των αντικειμένων (το μικρό τετράγωνο δείχνει το σημείο επιλογής του κάθε αντικειμένου) και στη δεξιά στήλη παρουσιάζεται η μορφή των αντικειμένων μετά την εκτέλεση της εντολής.

Μία ιδιαίτερη δυνατότητα της εντολής είναι η ένωση δύο παράλληλων ευθυγράμμων τμημάτων. Σε αυτήν την περίπτωση δε χρειάζεται να καθοριστεί τιμή της ακτίνας καμπυλότητας. Δημιουργείται ένα ημικύκλιο με διάμετρο την απόσταση των παράλληλων τμημάτων. Έχει σημασία όμως η σειρά επιλογής των τμημάτων, ώστε ανάλογα να γίνει επέκταση του μικρότερου ή αποκοπή του μεγαλύτερου.

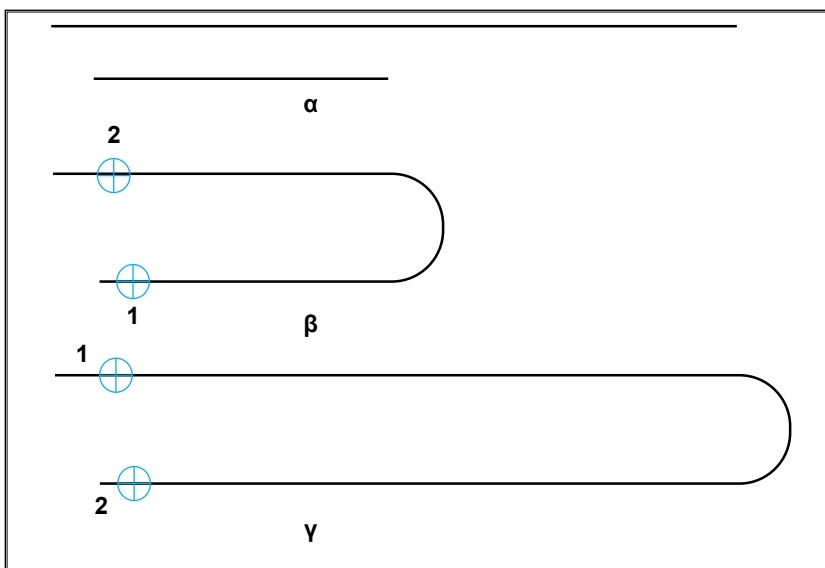


**Σχήμα 7.13:** Διάφορα παραδείγματα της εντολής “ένωση με τόξο”.

Στο σχήμα 7.14.α εμφανίζεται η αρχική μορφή δύο παράλληλων ευθύγραμμων τμημάτων με διαφορετικό μήκος.

Στο σχήμα 7.14.β έχει επιλεγεί πρώτα το κάτω ευθύγραμμο τμήμα (σημείο 1) και έπειτα το πάνω τμήμα (σημείο 2) με αποτέλεσμα να υπάρξει αποκοπή μέρους του πάνω ευθυγράμμου τμήματος.

Στο σχήμα 7.14.γ έχει επιλεγεί πρώτα το πάνω ευθύγραμμο τμήμα (σημείο 1) και έπειτα το κάτω τμήμα (σημείο 2) με αποτέλεσμα να υπάρξει επέκταση του κάτω ευθυγράμμου τμήματος.



**Σχήμα 7.14:** Παράδειγμα ένωσης με τόξο σε παράλληλα ευθύγραμμα τμήματα.



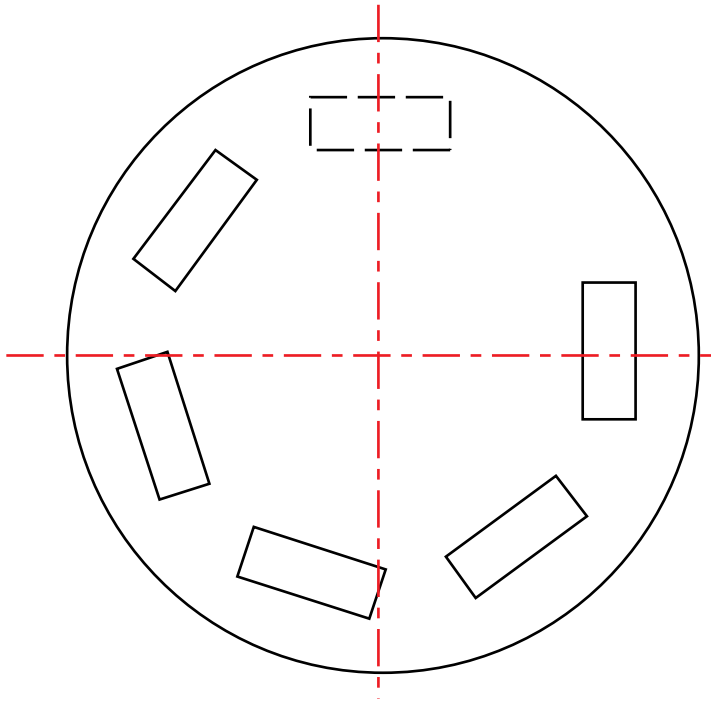
### ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

- Οι εντολές διόρθωσης σχεδιαστικών αντικειμένων είναι απαραίτητες για την ολοκλήρωση του σχεδίου ενός αντικειμένου. Στο κεφάλαιο 7 αναφέρθηκαν οι εντολές με τις οποίες είναι δυνατόν ο χρήστης να διαγράφει, να αντιγράφει, να μεταφέρει, να περιστρέφει, να μεγεθύνει ή να σμικρύνει, να επιμηκύνει ή να συρρικνώνει καθώς και να ενώνει με λοξοτομή ή με τόξο ήδη σχεδιασμένες οντότητες.
- Σημαντικότερο βήμα, κατά την εκτέλεση όλων αυτών των εντολών, είναι η επιλογή των αντικειμένων που πρόκειται να διορθωθούν. Αναφέρθηκαν επομένως οι βασικοί τρόποι επιλογής οντοτήτων.
- Εκτός αυτών, εξηγήθηκε ο τρόπος με τον οποίο είναι δυνατή η ακύρωση μιας εντολής και των ανεπιθύμητων αποτελεσμάτων που προκάλεσε.









## ΚΕΦΑΛΑΙΟ

# 8

### ΕΝΤΟΛΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

- 8.1 Εισαγωγή
- 8.2 Εντολή κατοπτρισμού
- 8.3 Εντολή αντιγραφής με μετατόπιση
- 8.4 Εντολή αντιγραφής σε συγκεκριμένη διάταξη
- 8.5 Εντολή κοπής σχεδιαστικού αντικειμένου
- 8.6 Εντολή αποκοπής τμήματος σχεδιαστικού αντικειμένου
- 8.7 Εντολή επέκτασης





## Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να δημιουργεί ο μαθητής συμμετρικά αντικείμενα.
- Να αντιγράφει με μετατόπιση ή σε συγκεκριμένη διάταξη.
- Να χρησιμοποιεί εντολές για κοπή και επέκταση κάποιου σχεδιαστικού αντικειμένου.

### 8.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο 8ο κεφάλαιο θα αναφερθούν οι εντολές επεξεργασίας με τις οποίες είναι δυνατή η δημιουργία συμμετρικών αντικειμένων, η κοπή οντοτήτων, η αντιγραφή με μετατόπιση ή σε συγκεκριμένη διάταξη και η επέκταση ή αποκοπή τμήματος σχεδιαστικών αντικειμένων.

Οι εντολές αυτές σε συνδυασμό με τις εντολές του 7ου κεφαλαίου αποτελούν ιδιαίτερα δυναμικά εργαλεία για τη σχεδίαση οποιουδήποτε θέματος.

### 8.2 ΕΝΤΟΛΗ ΚΑΤΟΠΤΡΙΣΜΟΥ (MIRROR)

Σε πολλά αντικείμενα υπάρχει ολική ή τοπική συμμετρία. Σ' αυτή την περίπτωση είναι ιδιαίτερα χρήσιμη η εντολή "ΚΑΤΟΠΤΡΙΣΜΟΣ". Κατά τη χρήση της, αφού επιλεγούν κάποιες οντότητες, δημιουργείται το συμμετρικό αντίγραφο τους ως προς έναν άξονα ήδη υπαρκτό ή καθοριζόμενο εκείνη τη στιγμή. Υπάρχει η δυνατότητα, μετά την εκτέλεση της εντολής, να παραμένουν ή να διαγράφονται τα αρχικώς επιλεγμένα αντικείμενα. Στην περίπτωση που μεταξύ των επιλεγμένων οντοτήτων υπάρχει και κείμενο είναι δυνατόν να καθοριστεί αν θα κατοπτριστεί και αυτό ή όχι.

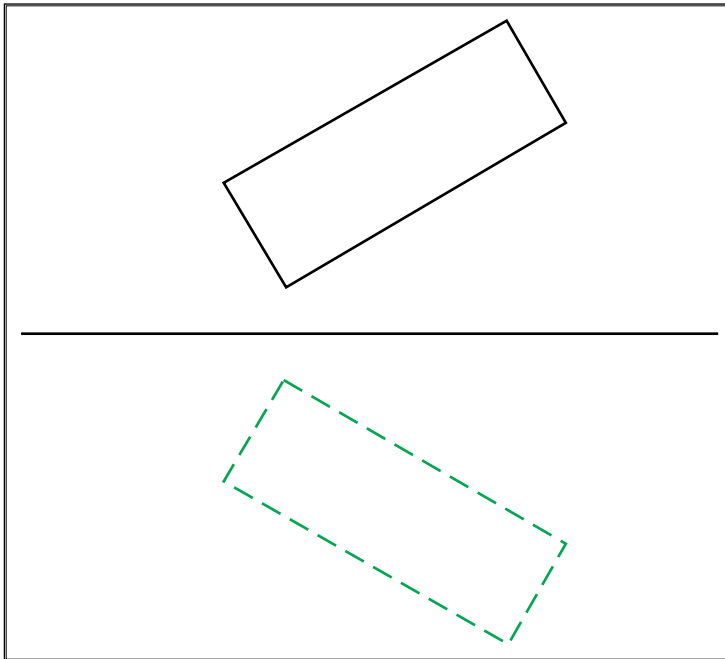
Τα βήματα που ακολουθούνται κατά την εκτέλεση της εντολής είναι τα εξής:

- Επιλογή του σχεδιαστικού αντικειμένου ή των σχεδιαστικών αντικειμένων που θα κατοπτριστούν.

## 118 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ

- Επιλογή ενός υπαρκτού ή καθορισμός καινούργιου άξονα συμμετρίας.
- Επιλογή του αν θα παραμείνουν ή θα διαγραφούν τα αρχικώς επιλεγμένα αντικείμενα.

Στο παράδειγμα του σχήματος 8.1 το αρχικό σχήμα παρουσιάζεται με διακεκομμένες γραμμές και το τελικό σχήμα με συνεχείς. Η οριζόντια γραμμή είναι ο άξονας συμμετρίας.



**Σχήμα 8.1:** Παράδειγμα εντολής κατοπτρισμού.

### 8.3 ΕΝΤΟΛΗ ΑΝΤΙΓΡΑΦΗΣ ΜΕ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ (OFFSET)

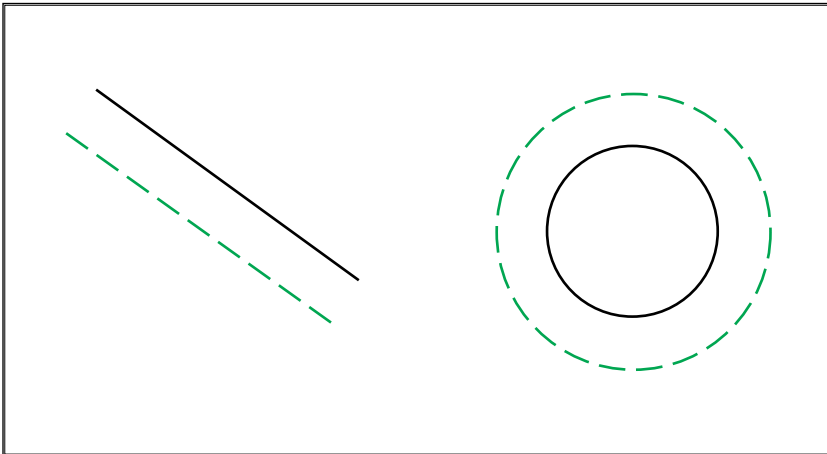
Με την εντολή αυτή δημιουργείται παρόμοιο αντίγραφο ενός επιλεγμένου αντικειμένου σε συγκεκριμένη απόσταση. Χρησιμοποιείται ιδιαίτερα για τη δημιουργία παράλληλων γραμμών ή περιγραμμάτων, καθώς και ομόκεντρων κύκλων.

Τα βήματα που ακολουθούνται κατά την εκτέλεση της εντολής είναι τα εξής:

- Καθορισμός της απόστασης μετατόπισης.
- Επιλογή του σχεδιαστικού αντικειμένου που θα αντιγραφεί.

- Επιλογή της πλευράς προς την οποία θα γίνει η μετατόπιση. Αναλόγως προς την πλευρά επιλογής υπάρχουν 2 περιπτώσεις αντιγραφής.

Στο παράδειγμα του σχήματος 8.2 παρουσιάζεται εφαρμογή της εντολής σε ένα ευθύγραμμο τμήμα και σε ένα κύκλο. Το αρχικό σχήμα παρουσιάζεται με διακεκομμένες γραμμές και το αντίγραφο με συνεχείς. Η πλευρά επιλογής ήταν για το ευθύγραμμο τμήμα πάνω δεξιά (από το αρχικό) και για τον κύκλο μέσα από τον αρχικό.



**Σχήμα 8.2:** Παράδειγμα εντολής αντιγραφής με μετατόπιση.

## 8.4 ΕΝΤΟΛΗ ΑΝΤΙΓΡΑΦΗΣ ΣΕ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΗ ΔΙΑΤΑΞΗ (ARRAY)

Με την εντολή αυτή δημιουργούνται πολλαπλά αντίγραφα των επιλεγμένων σχεδιαστικών αντικειμένων σε ορθογωνική ή κυκλική διάταξη. Είναι από τις πλέον πολύπλοκες εντολές, αλλά χρησιμεύει ιδιαίτερα σε περιπτώσεις τοποθέτησης πολλών ίδιων οντοτήτων σε καθορισμένη διάταξη.

### 8.4.1 Ορθογωνική διάταξη (Rectangular)

Σ' αυτή την περίπτωση δημιουργούνται αντίγραφα τοποθετημένα σε γραμμές και στήλες με συγκεκριμένη απόσταση μεταξύ τους.

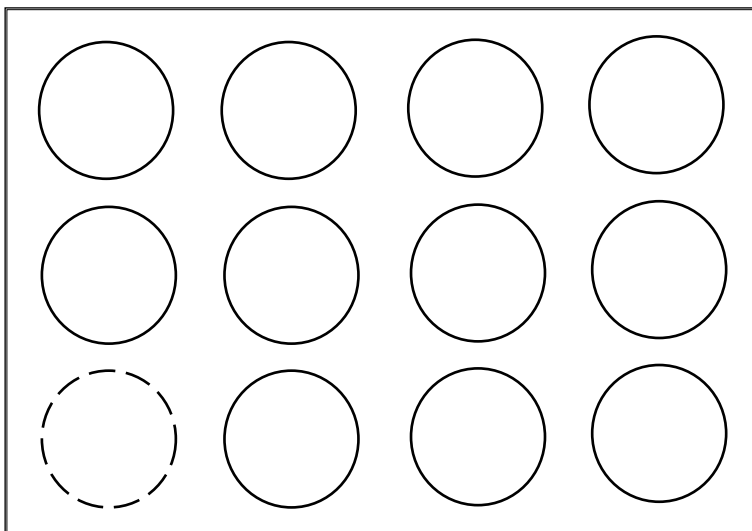
Τα διαδοχικά βήματα κατά την εκτέλεση της εντολής είναι τα εξής:

- Επιλογή του σχεδιαστικού αντικειμένου ή των αντικειμένων που θα αντιγραφούν.

- Καθορισμός του πλήθους των γραμμών και στηλών της ορθογωνικής διάταξης.
- Καθορισμός της απόστασης μεταξύ των γραμμών, καθώς και της απόστασης μεταξύ των στηλών.

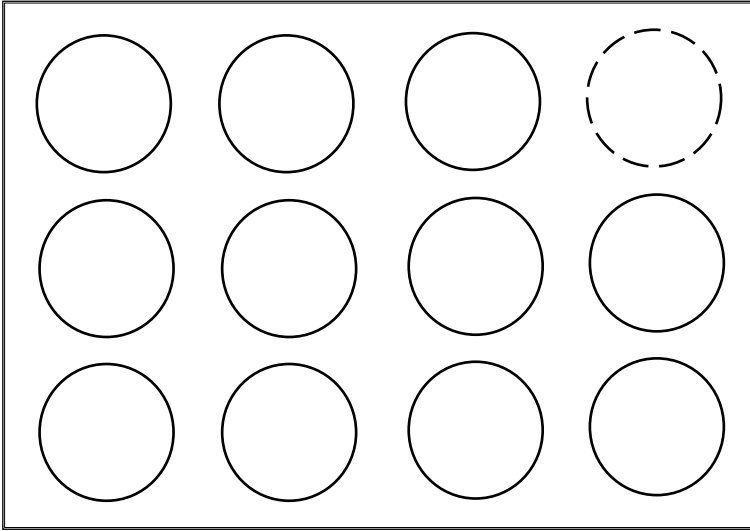
Στα παραδείγματα των δύο επομένων σχημάτων παρουσιάζεται η αντιγραφή ενός κύκλου σε ορθογωνική διάταξη 3 γραμμών και 4 στηλών. Ο αρχικός κύκλος παρουσιάζεται με διακεκομμένες γραμμές και τα αντίγραφα με συνεχείς.

Στο σχήμα 8.3 έχουν δοθεί θετικές τιμές των αποστάσεων μεταξύ των στηλών και των γραμμών και ο αρχικός κύκλος βρίσκεται στη κάτω αριστερά γωνία. Οι καινούργιες γραμμές δημιουργούνται πάνω, ενώ οι καινούργιες στήλες δεξιά από το αρχικό αντικείμενο.



**Σχήμα 8.3:** Παράδειγμα αντιγραφής σε ορθογωνική διάταξη δίνοντας θετικές αποστάσεις.

Στο σχήμα 8.4 έχουν δοθεί αρνητικές τιμές των αποστάσεων μεταξύ των στηλών και των γραμμών και ο αρχικός κύκλος βρίσκεται στη πάνω δεξιά γωνία. Οι καινούργιες γραμμές δηλαδή δημιουργούνται κάτω, ενώ οι καινούργιες στήλες αριστερά από το αρχικό αντικείμενο.



**Σχήμα 8.4:** Παράδειγμα αντιγραφής σε ορθογωνική διάταξη δίνοντας αρνητικές αποστάσεις.

Είναι δυνατός ο συνδυασμός μίας αρνητικής και μίας θετικής τιμής για τις αποστάσεις μεταξύ των στηλών και των γραμμών αναλόγως προς το πώς χρειάζεται να είναι τοποθετημένα τα αντίγραφα σε σχέση με το πρωτότυπο αντικείμενο.

#### 8.4.2 Κυκλική διάταξη (Polar)

Σ' αυτή την περίπτωση δημιουργούνται αντίγραφα τοποθετημένα σε ίση απόσταση γύρω από ένα σημείο (το κέντρο της κυκλικής διάταξης) και με συγκεκριμένη γωνία μεταξύ τους. Υπάρχουν δύο δυνατότητες: α) η κυκλική διάταξη μπορεί να εκτείνεται σε τμήμα μιας περιφέρειας και όχι σε ολόκληρη περιφέρεια και β) μαζί με την αντιγραφή μπορεί να γίνει ή όχι, ταυτόχρονα, και περιστροφή του πρωτοτύπου ως προς το κέντρο της κυκλικής διάταξης.

Τα διαδοχικά βήματα κατά την εκτέλεση της εντολής είναι τα εξής:

- Επιλογή του σχεδιαστικού αντικειμένου ή των αντικειμένων που θα αντιγραφούν.
- Καθορισμός του κέντρου της κυκλικής διάταξης.
- Καθορισμός του πλήθους των αντιγράφων. Η τιμή που δίνεται περιλαμβάνει και το πρωτότυπο.

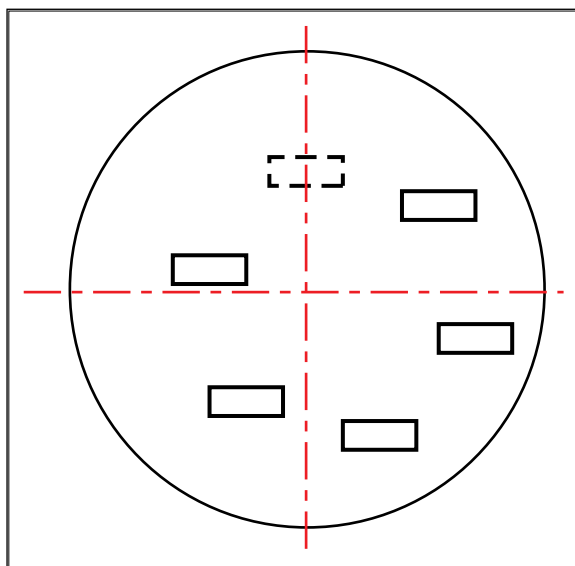


## 122 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ

- Καθορισμός του τμήματος της περιφέρειας στο οποίο θα επεκτείνεται η αντιγραφή.
- Καθορισμός της δυνατότητας περιστροφής των αντιγράφων.

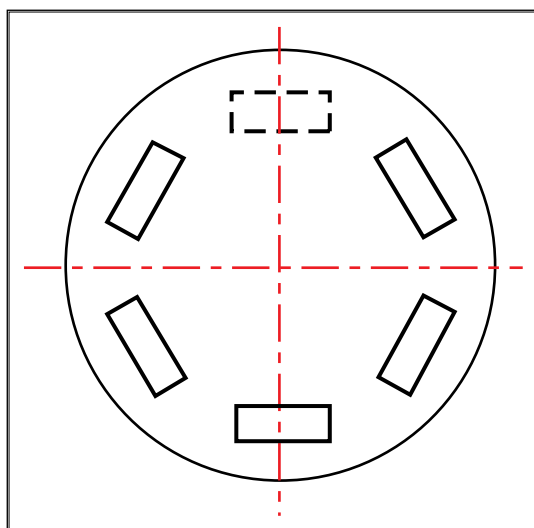
Στα παραδείγματα των τριών επομένων σχημάτων παρουσιάζεται η αντιγραφή ενός ορθογώνιου σε κυκλική διάταξη. Το αρχικό ορθογώνιο παρουσιάζεται με διακεκομμένες γραμμές και τα αντίγραφα με συνεχείς. Έχει δοθεί ως κέντρο της κυκλικής διάταξης το κέντρο του κύκλου και πλήθος αντιγράφων  $n$ .

Στο σχήμα 8.5 καθορίστηκε ότι η αντιγραφή θα επεκτείνεται σε πλήρη περιφέρεια ( $360^\circ$ ) χωρίς περιστροφή του πρωτοτύπου.



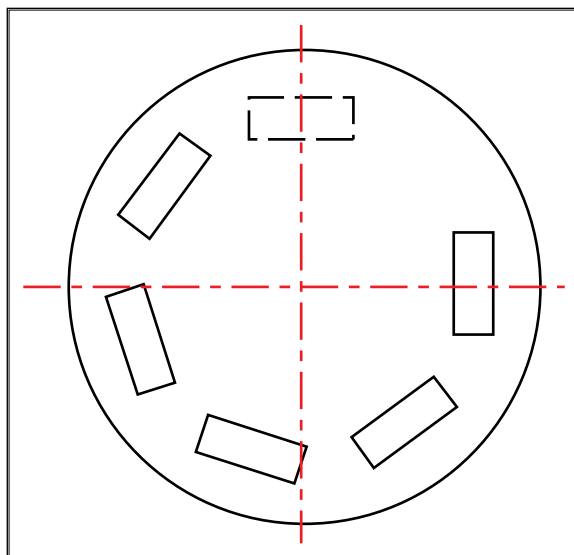
**Σχήμα 8.5:** Παράδειγμα αντιγραφής σε πλήρη κυκλική διάταξη χωρίς περιστροφή.

Στο σχήμα 8.6 καθορίστηκε ότι η αντιγραφή θα επεκτείνεται σε πλήρη περιφέρεια ( $360^\circ$ ) με περιστροφή του πρωτοτύπου.



**Σχήμα 8.6:** Παράδειγμα αντιγραφής σε πλήρη κυκλική διάταξη με περιστροφή.

Στο σχήμα 8.7 καθορίστηκε ότι η αντιγραφή θα επεκτείνεται σε τμήμα της περιφέρειας ( $270^\circ$ ) με περιστροφή του πρωτοτύπου.



**Σχήμα 8.7:** Παράδειγμα αντιγραφής σε τμήμα κυκλικής διάταξης.

### 8.5 ΕΝΤΟΛΗ ΚΟΠΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΟΥ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ (BREAK)

Η εντολή αυτή “κόβει” - “χωρίζει” ένα σχεδιαστικό αντικείμενο. Θα πρέπει να καθοριστούν δύο βοηθητικά σημεία σύμφωνα με τα οποία θα γίνει το “κόψιμο”.

Τα διαδοχικά στάδια εκτέλεσης της εντολής είναι τα εξής:

- Επιλογή του σχεδιαστικού αντικειμένου που θα “κοπεί”.
- Καθορισμός του πρώτου βοηθητικού σημείου.
- Καθορισμός του δεύτερου βοηθητικού σημείου.

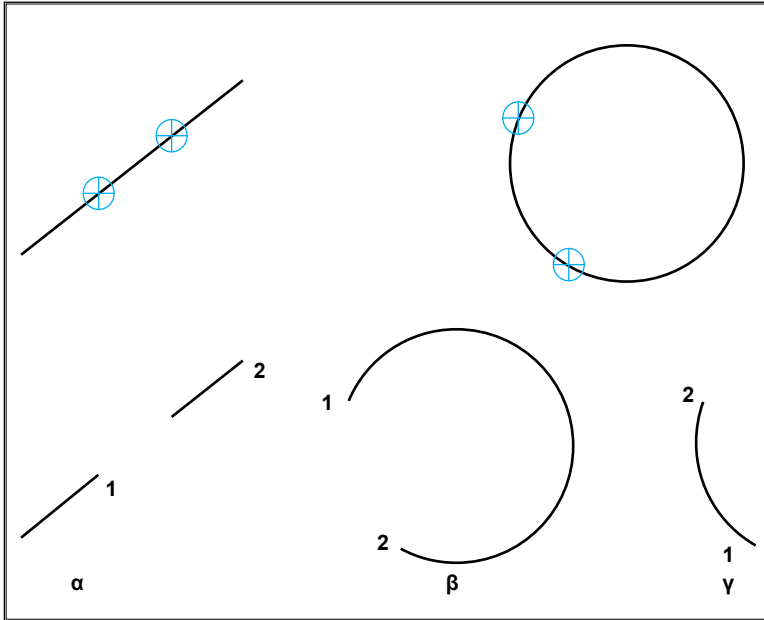
Το αποτέλεσμα θα είναι να “κοπεί” το τμήμα μεταξύ των 2 βοηθητικών σημείων. Στην περίπτωση που η οντότητα που “κόβεται” είναι τόξο ή κύκλος θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία στη σειρά καθορισμού των δύο βοηθητικών σημείων (υπενθυμίζεται ότι θετική είναι η αντιωρολογιακή φορά).

Στα παραδείγματα του σχήματος 8.8 παρουσιάζεται η κοπή μέρους ενός ευθυγράμμου τμήματος (σχήμα 8.8.α) και ενός κύκλου (σχήμα 8.8.β και 8.8.γ). Τα βοηθητικά σημεία εμφανίζονται με το σύμβολο ⊗. Στο πάνω μέρος του σχήματος εμφανίζεται η αρχική μορφή των αντικειμένων και στο κάτω μέρος η τελική μορφή τους μετά την κοπή. Στην περίπτωση του κύκλου έχει σημασία η σειρά καθορισμού των σημείων 1 και 2 με τα διαφορετικά αποτελέσματα που φαίνονται.

Έτσι, στο σχήμα 8.8.β κόπηκε το μικρό τμήμα του τόξου, ενώ στο σχήμα 8.8.γ το μεγάλο.

Υπάρχει δυνατότητα χρήσης της εντολής, ώστε να “κοπεί” ένα αντικείμενο σε 2 επιμέρους τμήματα. Αυτό θα συμβεί, αν καθοριστεί δεύτερο βοηθητικό σημείο, το ίδιο με το πρώτο. Η τελική μορφή του αντικειμένου θα μοιάζει με την αρχική, αλλά τώρα πλέον θα υπάρχουν 2 διαφορετικές οντότητες.

Σε περιπτώσεις κατά τις οποίες απαιτείται το “κόψιμο” πολλών αντικειμένων, η χρήση της εντολής κοπής είναι αρκετά χρονοβόρα και κουραστική. Τότε είναι χρήσιμη η εφαρμογή της επόμενης εντολής.



**Σχήμα 8.8:** Παραδείγματα εντολής κοπής.

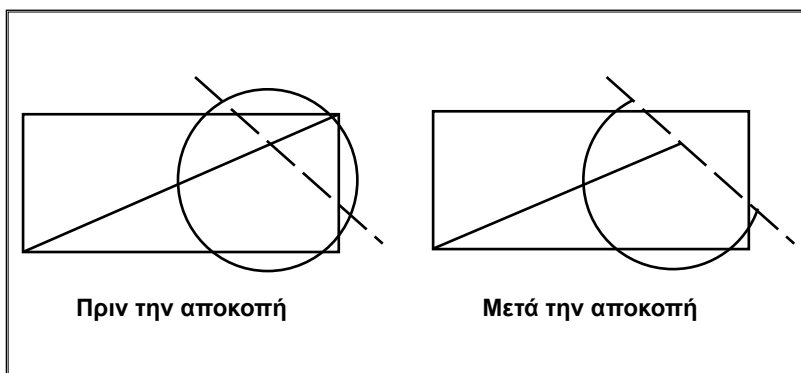
## 8.6 ΕΝΤΟΛΗ ΑΠΟΚΟΠΗΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΟΥ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ (TRIM)

Με τη χρήση της εντολής αυτής είναι δυνατή η αποκοπή περισσοτέρων από μιας οντοτήτων ταυτόχρονα.

Τα στάδια εκτέλεσης της εντολής είναι τα εξής:

- Επιλογή των ήδη υπαρκτών σχεδιαστικών αντικειμένων που θα αποτελέσουν τα “όρια” αποκοπής.
- Επιλογή των οντοτήτων που θα κοπούν. Έχει ιδιαίτερη σημασία από ποιο σημείο θα επιλεγούν οι οντότητες, διότι εκείνο το τμήμα τους θα κοπεί και το άλλο θα παραμείνει.

Στο σχήμα 8.9 εμφανίζεται ένα παράδειγμα αποκοπής. Ως όριο έχει επιλεγεί η διακεκομμένη γραμμή και κάθε ένα από τα τρία σχεδιαστικά αντικείμενα (ορθογώνιο, κύκλος και ευθύγραμμο τμήμα) έχουν επιλεγεί σε οποιοδήποτε σημείο πάνω δεξιά από το όριο.



**Σχήμα 8.9:** Παράδειγμα εντολής αποκοπής τμήματος σχεδιαστικού αντικειμένου.

## 8.7 ΕΝΤΟΛΗ ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ (EXTEND)

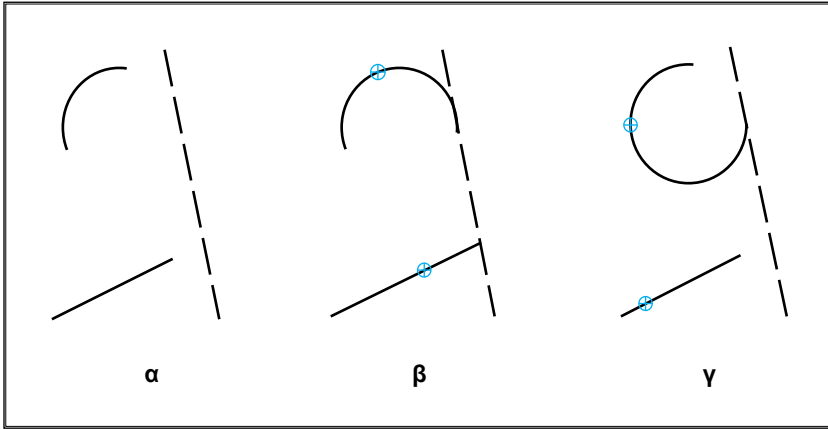
Η χρήση αυτής της εντολής επιτρέπει την επέκταση ευθυγράμμων τμημάτων ή τόξων μέχρι να συναντήσουν κάποιο προκαθορισμένο όριο.

Μετά την ενεργοποίηση της εντολής ακολουθούν τα εξής στάδια:

- Επιλογή κάποιου υπαρκτού σχεδιαστικού αντικειμένου ως όριο επέκτασης.
- Επιλογή των οντοτήτων που θα επεκταθούν. Δε γίνεται μαζική επιλογή, αλλά κάθε οντότητα επιλέγεται ξεχωριστά.

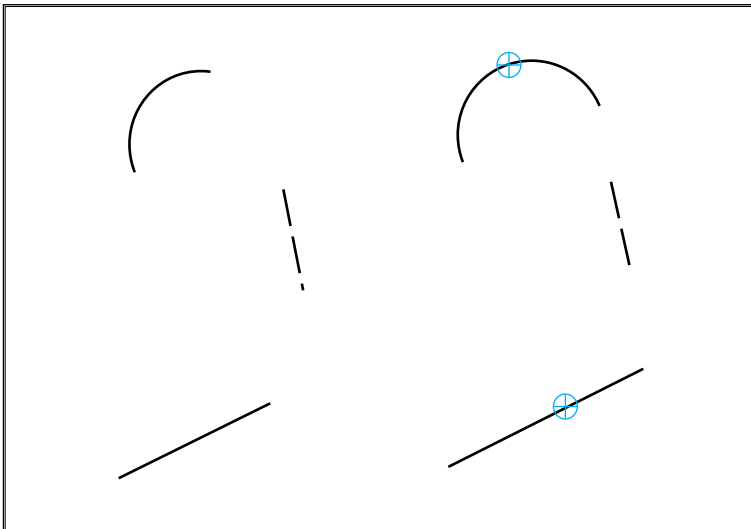
Έχει ιδιαίτερη σημασία η περιοχή του σημείου από την οποία επιλέγεται κάθε οντότητα, διότι προς εκείνη τη μεριά θα επεκταθεί – εφόσον είναι δυνατόν – η οντότητα.

Στα παραδείγματα των σχημάτων 8.10 και 8.11 τα σημεία επιλογής εμφανίζονται με το σύμβολο ⊗. Στα σχήματα 8.10.α και 8.11.α φαίνεται η αρχική κατάσταση των οντοτήτων. Το όριο επέκτασης είναι το ευθύγραμμο τμήμα με τη διακεκομμένη γραμμή. Στο σχήμα 8.10.β επεκτείνονται το τόξο και το ευθύγραμμο τμήμα (με συνεχή γραμμή) μέχρι το όριο. Στο σχήμα 8.10.γ δεν ήταν δυνατή η επέκταση του ευθυγράμμου τμήματος, διότι το σημείο επιλογής δεν ήταν κατάλληλο, ενώ το τόξο επεκτάθηκε προς την άλλη πλευρά του.



**Σχήμα 8.10:** Παράδειγμα εντολής επέκτασης.

Τα περισσότερα σχεδιαστικά προγράμματα δίνουν τη δυνατότητα να επεκτείνεται μία οντότητα, έστω και αν η προέκτασή της δεν τέμνει το όριο. Σ' αυτήν την περίπτωση η προέκταση θα γίνει μέχρι το σημείο όπου νοητά η οντότητα θα συναντούσε το όριο επέκτασης (σχήμα 8.11.β).

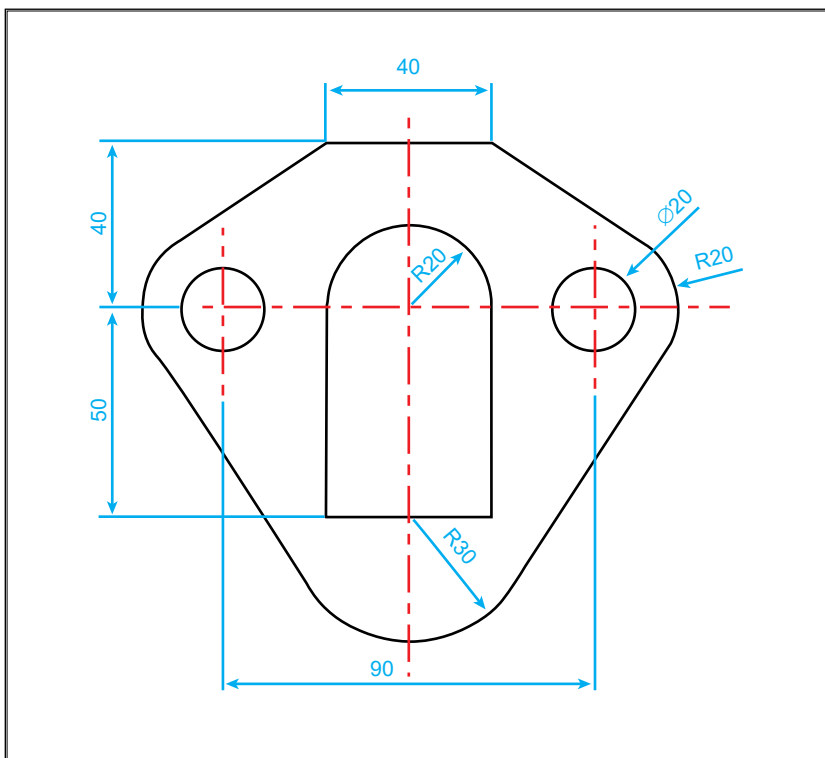


**Σχήμα 8.11:** Παράδειγμα «νοητής» επέκτασης.



### Άσκηση 8.1

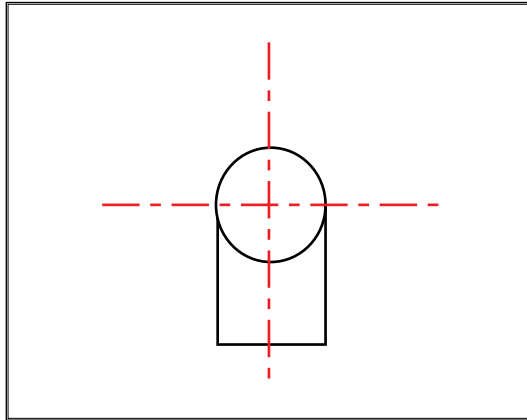
Ζητείται να σχεδιαστεί το παρακάτω σχήμα:



Θα ακολουθηθούν τα εξής βήματα:

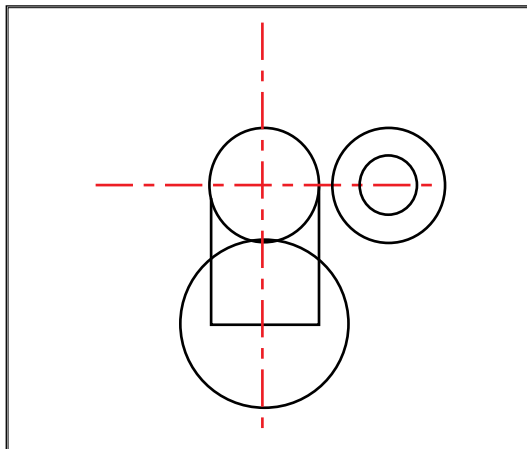
A) Σχεδίαση των 2 βασικών αξονικών και των εσωτερικών γραμμών.

Σχεδιάζονται αρχικά ο οριζόντιος και κάθετος άξονας συμμετρίας (με αξονική κόκκινη γραμμή) φροντίζοντας το σημείο τομής τους να έχει γνωστές συντεταγμένες. Στη συνέχεια, με τη χρήση συντεταγμένων (απόλυτων και σχετικών) και Βοηθημάτων Προσέγγισης Σημείων (Β.Π.Σ.) δημιουργείται ολόκληρος ο κεντρικός κύκλος ακτίνας 20 και τα 3 ευθύγραμμα τμήματα του παρακάτω σχήματος.



Β) Σχεδίαση των οντοτήτων που πρόκειται να κατοπτριστούν.

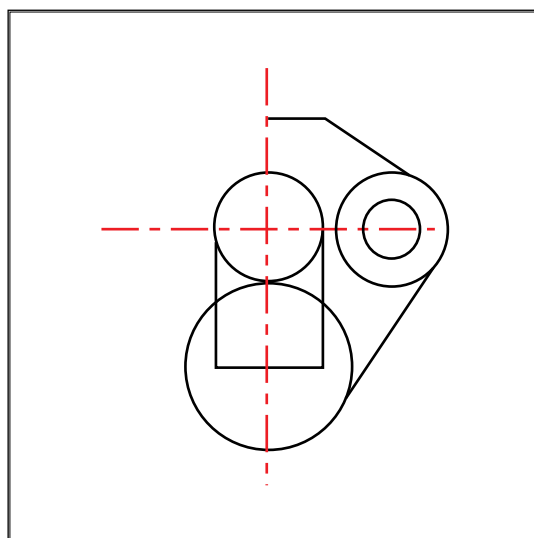
Με τη χρήση συντεταγμένων σχεδιάζεται στο παρακάτω σχήμα το πάνω ευθύγραμμο τμήμα (μισό από το τελικά επιθυμητό) και ο δεξιός κύκλος ακτίνας 10. Χρησιμοποιώντας το Β.Π.Σ. Κέντρο γίνεται ο δεξιός κύκλος ακτίνας 20, ομόκεντρος με τον προηγούμενο και με το Β.Π.Σ. Τομή ή Μέσο ο κάτω κύκλος ακτίνας 30 (με κέντρο την τομή της κατακόρυφης αξονικής και του οριζώντιου ευθυγράμμου τμήματος ή το μέσο του οριζώντιου ευθυγράμμου τμήματος).



Γ) Σχεδίαση των 2 εφαπτόμενων ευθυγράμμων τμημάτων.

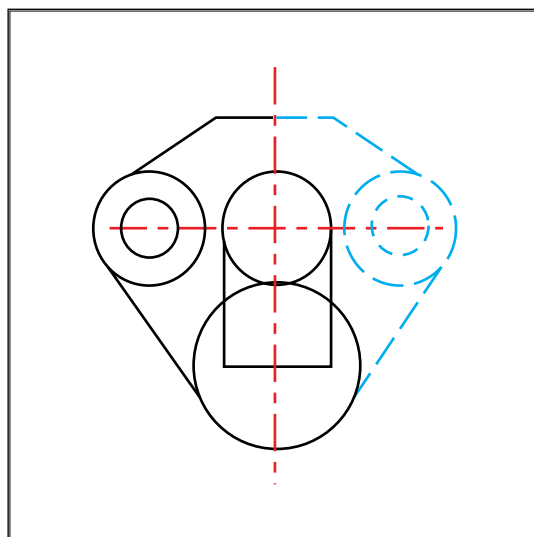
Με τη χρήση του Β.Π.Σ. Εφαπτόμενο γίνονται οι 2 εφαπτόμενες γραμμές του παρακάτω σχήματος.





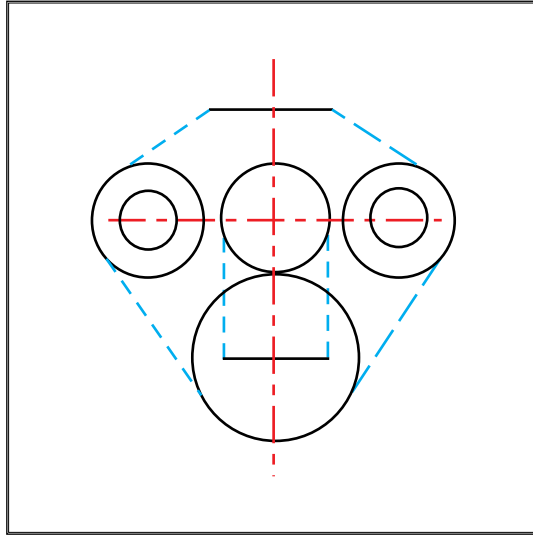
Δ) Αντιγραφή με “κατοπτρισμό”.

Επιλέγονται οι μπλε διακεκομμένες οντότητες του παρακάτω σχήματος και κατοπτρίζονται με άξονα την κατακόρυφη αξονική γραμμή.



Ε) Αποκοπή των περιττών τμημάτων των κύκλων.

Επιλέγονται ως όρια οι μπλε διακεκομμένες γραμμές του σχήματος και με τη χρήση της εντολής “Trim” κόβονται τα τμήματα των κύκλων που δε χρειάζονται.



Με τη συμπλήρωση των αξονικών γραμμών των δύο κύκλων (δεξιά και αριστερά) ακτίνας 10 ολοκληρώνεται το σχήμα.



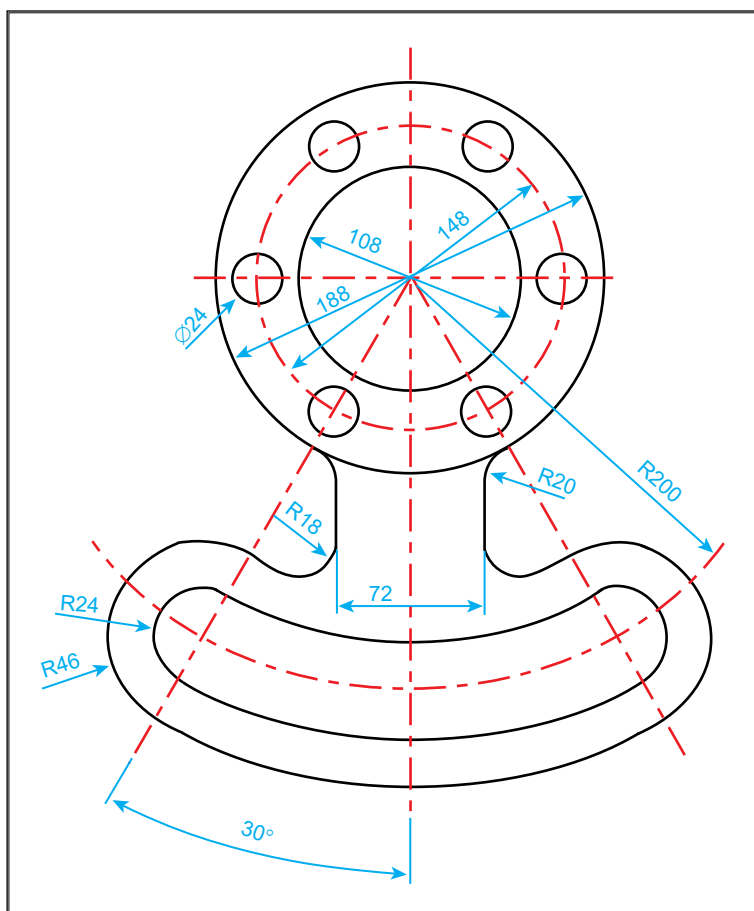
### ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΚΕΦΑΛΙΟΥ

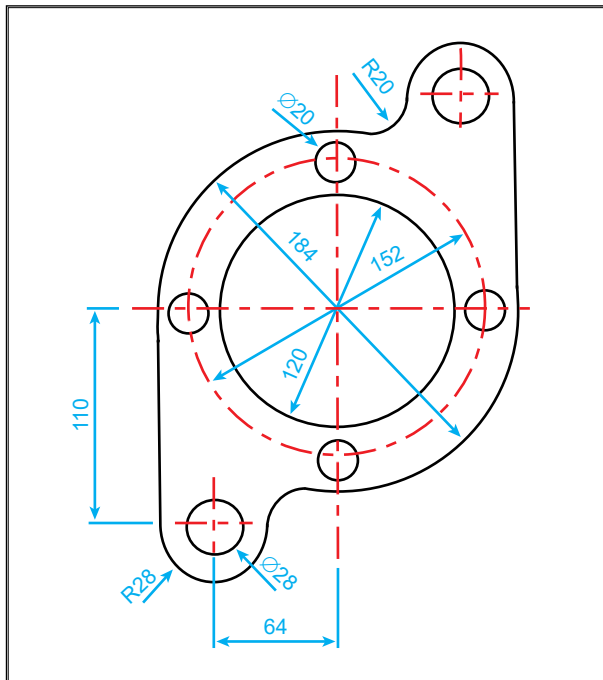
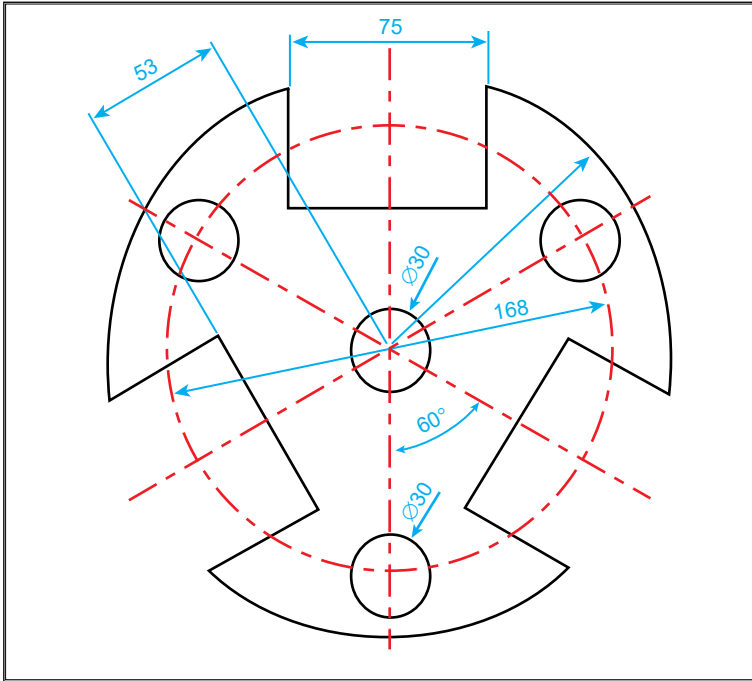
- Με τις εντολές επεξεργασίας που επεξηγήθηκαν στο 8ο κεφάλαιο, είναι δυνατή η σχεδίαση ιδιαίτερα δύσκολων σχημάτων αρκετά εύκολα και γρήγορα. Αναλόγως προς τη μορφή του σχεδιαζόμενου αντικείμενου μπορεί να μη χρειάζεται να σχεδιαστούν όλες οι οντότητές του. Έτσι στα συμμετρικά αντικείμενα η χρήση της εντολής “ΚΑΤΟΠΤΡΙΣΜΟΣ” δίνει τη δυνατότητα να σχεδιαστεί το μισό αντικείμενο και το υπόλοιπο να “κατοπτριστεί”. Αντίστοιχα, σε σχήματα που περιέχουν αντικείμενα σε διάταξη (π.χ. οι τρύπες μιας φλάντζας) είναι δυνατή η σχεδίαση του ενός μόνο αντικείμενου και η αντιγραφή των υπολοίπων.
- Απαιτείται επομένως ιδιαίτερα καλή γνώση αυτών των εντολών έτσι, ώστε να γίνεται παραγωγική χρησιμοποίηση των πολλών δυνατοτήτων τους.



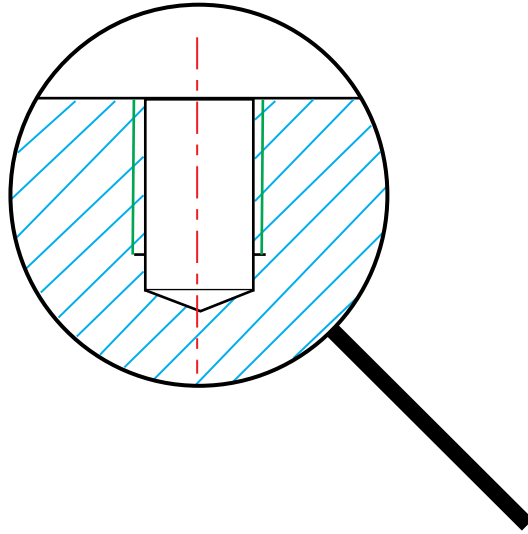
## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ

1. Με ποιους τρόπους είναι δυνατή η δημιουργία ενός ευθύγραμμου τμήματος ίσου και παράλληλου προς ένα άλλο;
2. Αναφέρατε συνοπτικά τις διαφορετικές περιπτώσεις χρήσης της εντολής “Array”;
3. Ποια είναι η έννοια της περιστροφής των αντικειμένων στην εντολή “Array”;
4. Ποια η διαφορά των εντολών “Trim” και “Break”;
5. Να σχεδιαστούν τα παρακάτω σχήματα:









## ΚΕΦΑΛΑΙΟ

# 9

### ΕΝΤΟΛΕΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗΣ

- 9.1 Μεγέθυνση-σμίκρυνση (Zoom)
- 9.2 Μετάθεση (Pan)












## Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να μπορεί ο μαθητής να χρησιμοποιεί τις δυνατότητες μεγέθυνσης της εικόνας (zoom) σε όλες τις παραλλαγές.
- Να μετακινεί το σχέδιο.

### 9.1 ΜΕΓΕΘΥΝΣΗ-ΣΜΙΚΡΥΝΣΗ (ZOOM)

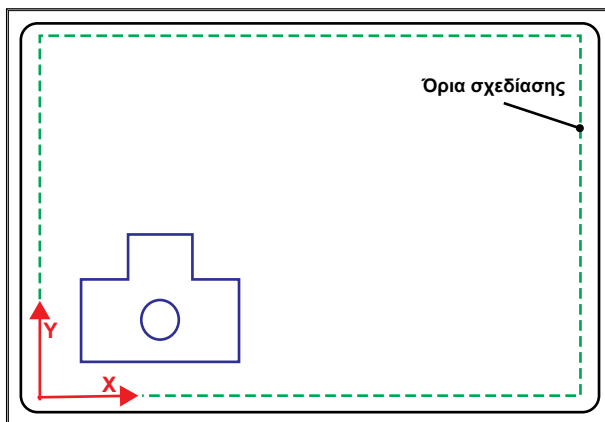
Η εντολή “Μεγέθυνση-σμίκρυνση” (Zoom) χειρίζεται την εμφάνιση του σχεδίου στην οθόνη του ηλεκτρονικού υπολογιστή, δίνει τη δυνατότητα μεγέθυνσης ή σμίκρυνσης ενός τμήματος του σχεδίου, συντελεί στην παρουσίαση μιας μικρής περιοχής του σχεδίου με περισσότερες λεπτομέρειες ή όλου του σχεδίου στην οθόνη. Η μεγέθυνση-σμίκρυνση αλλάζει μόνο την εμφάνιση στην οθόνη, χωρίς να αλλάξει την κλίμακα ή τις διαστάσεις του σχεδίου. Οι επιλογές της εντολής “Zoom” είναι οι ακόλουθες (πίνακας 9.1):

Πίνακας 9.1: Επιλογές της Zoom.

	Zoom (Μεγέθυνση - Σμίκρυνση)
	ALL ή to fit (Όλο)
	Extends (Τρέχοντα όρια)
	Realtime ή in/out (Συγχρόνως ή μέσα/έξω)
	Window (Παράθυρο)
	Scale (Κλίμακα)
	Center (Κέντρο)
	Dynamic (Δυναμικό)

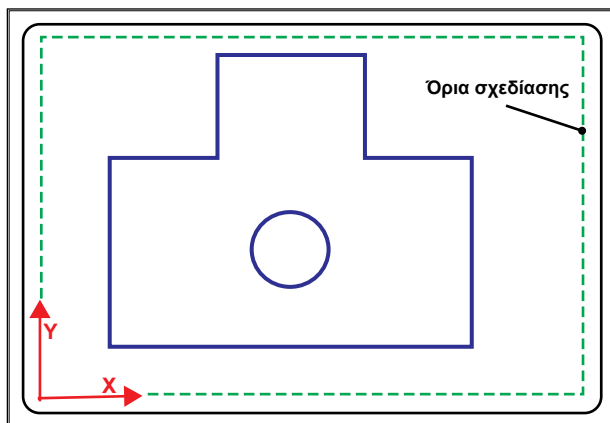


**Zoom All** ή **Zoom to fit** (Όλο ή προσαρμογή). Εμφανίζει όλο το σχέδιο και το προσαρμόζει μέσα στα καθορισμένα όρια σχεδίασης (Limits) (σχήμα 9.1).



Σχήμα 9.1: Χρήση της εντολής Zoom All.

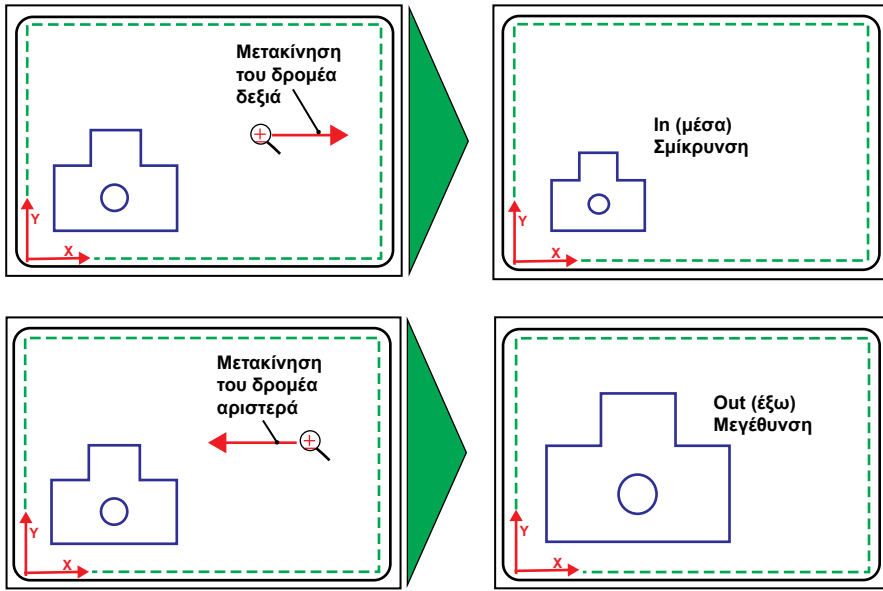
**Zoom Extend** (Τρέχοντα όρια). Εμφανίζει και εφαρμόζει όλο το σχέδιο στα τρέχοντα όρια του σχεδίου με αποτέλεσμα να φαίνονται στην οθόνη όλα τα αντικείμενα του σχεδίου (σχήμα 9.2).



Σχήμα 9.2: Χρήση της εντολής Zoom Extends.

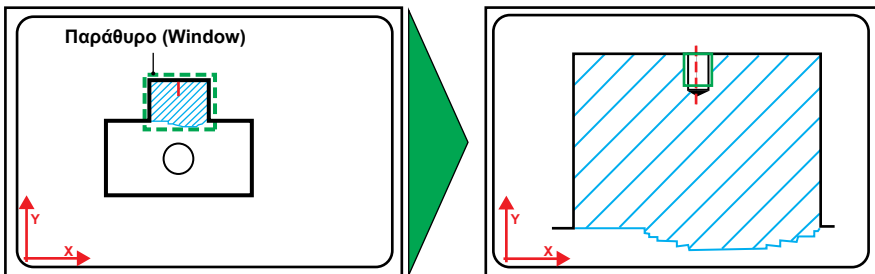
**Zoom In/Out** ή **Zoom Realtime** (μέσα/έξω). Επιτρέπει τη μεγέθυνση ή τη σμίκρυνση σε ένα λογικό εύρος. Η συγκεκριμένη εντολή πραγματοποιείται με το συνεχές πάτημα του αριστερού κουμπιού του ποντικιού. Με την κίνηση

του ποντικιού προς τα αριστερά γίνεται η μεγέθυνση της εικόνας, ενώ με την κίνηση του ποντικιού προς τα δεξιά γίνεται η σμίκρυνση (σχήμα 9.3).



Σχήμα 9.3: Χρήση της εντολής Zoom In/out.

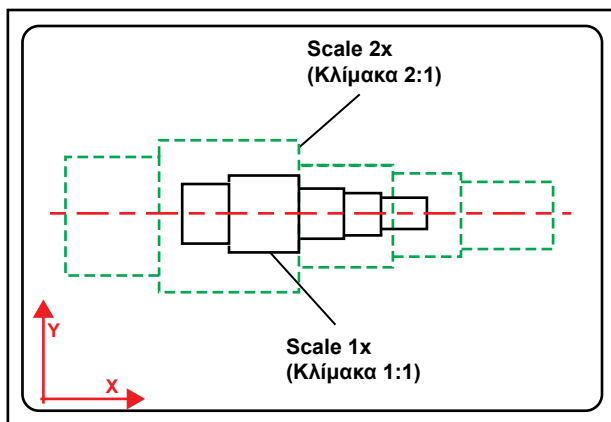
**Zoom Window** (Παράθυρο). Επιτρέπει τη μεγέθυνση μιας περιοχής, η οποία επιλέγεται μέσα σε ένα παράθυρο. Το παράθυρο καταλαμβάνει το μέγεθος ολόκληρης της οθόνης (σχήμα 9.4).



Σχήμα 9.4: Χρήση της εντολής Zoom Window.

**Zoom Scale** (Κλίμακα). Επιτρέπει την εμφάνιση του σχεδίου με καθορισμένη κλίμακα. Σε μερικά λογισμικά σχεδίασης η κλιμάκωση γίνεται με βάση την υπάρχουσα οθόνη, σε άλλα η κλιμάκωση γίνεται με βάση τα όρια του σχεδίου. Επίσης, υπάρχουν λογισμικά σχεδίασης που υποστηρίζουν και τις

δύο παραπάνω επιλογές (σχήμα 9.5).

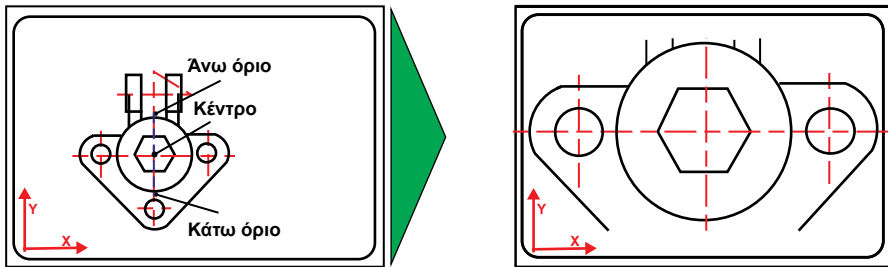


Σχήμα 9.5: Χρήση της εντολής Zoom Scale.

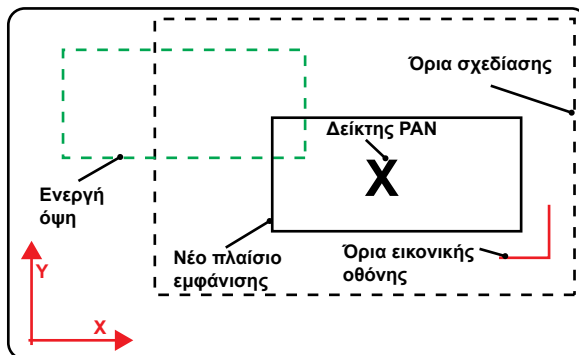
**Zoom Center** (Κέντρο). Δημιουργεί νέα απεικόνιση γύρω από ένα νέο καθορισμένο κέντρο. Προσαρμόζει την εικόνα σε νέα καθορισμένα όρια (άνω και κάτω όριο) (σχήμα 9.6).

**Zoom Dynamic** (Δυναμικό). Επιτρέπει την επιλογή νέας περιοχής εμφάνισης, η οποία μπορεί να μη βρίσκεται ολόκληρη μέσα στην ενεργή εμφάνιση. Όταν επιλέγεται η εντολή “Zoom Dynamic”, εμφανίζονται στην οθόνη καινούρια στοιχεία επιλογής, των οποίων ένα τυπικό παράδειγμα ενός λογισμικού σχεδίασης φαίνεται στο σχήμα 9.7, όπου:

- το μεγάλο πλαίσιο δείχνει τα όρια σχεδίασης,
- το πράσινο πλαίσιο είναι η ενεργή εμφάνιση,
- η κόκκινη γωνία ορίζει τα όρια της εικονικής οθόνης,
- το νέο πλαίσιο εμφάνισης αναπαριστά τη νέα περιοχή σχεδίασης στην οθόνη μετά την ολοκλήρωση της εντολής, μετακινείται και αλλάζει μέγεθος, καθώς μετακινείται το ποντίκι. Όταν το νέο πλαίσιο εμφάνισης έχει ένα **X** στο κέντρο, το πλαίσιο μπορεί να μετακινηθεί στην οθόνη αναλόγως προς την κίνηση του δρομέα. Με το πάτημα του κουμπιού επιλογής του ποντικιού εξαφανίζεται το X και εμφανίζεται ένα βέλος στη δεξιά άκρη του πλαισίου. Το μέγεθος του πλαισίου αλλάζει με τη μετακίνηση του ποντικιού. Η αριστερή μετακίνηση του δρομέα μειώνει το μέγεθος του πλαισίου, ενώ η δεξιά κίνηση το αυξάνει.



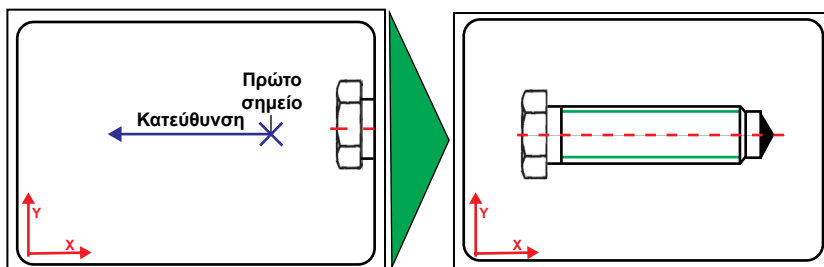
Σχήμα 9.6: Χρήση της εντολής Zoom Center.



Σχήμα 9.7: Χρήση της εντολής Zoom Dynamic.

## 9.2 ΜΕΤΑΘΕΣΗ (PAN)

Η εντολή “Pan” (Μετάθεση) επιτρέπει τη δυναμική μετακίνηση της εικόνας χωρίς να αλλάζει τη μεγέθυνση. Για να εκτελεστεί η εντολή “Pan”, πρέπει να καθοριστούν η κατεύθυνση και η απόσταση της μετακίνησης (σχήμα 9.8).



Σχήμα 9.8: Χρήση της εντολής Μετάθεση (Pan).



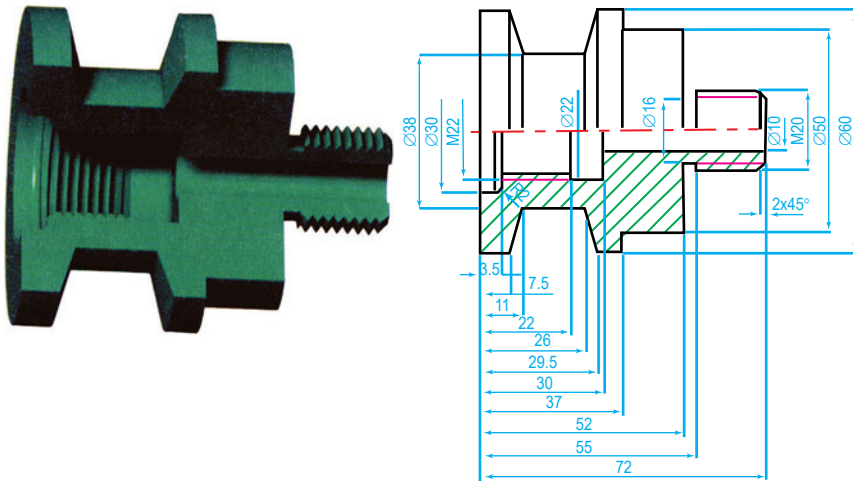
### ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Η εντολή “Σμίκρυνση/Μεγέθυνση” (Zoom) επιτρέπει να φαίνονται περισσότερα αντικείμενα από ολόκληρο το σχέδιο (σμίκρυνση) ή να φαίνονται περισσότερες λεπτομέρειες (μεγέθυνση). Η εντολή Zoom αλλάζει μόνο την εμφάνιση στην οθόνη, χωρίς να αλλάξει την κλίμακα ή τις διαστάσεις του σχεδίου. Η συγκεκριμένη εντολή περιέχει πολλές επιλογές απεικόνισης του σχεδίου. Με την εντολή “Μετάθεση» (Pan) δίνεται η δυνατότητα δυναμικής μετακίνησης της εικόνας χωρίς να αλλάξει η μεγέθυνση.



### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ

1. Τι χρησιμεύει η εντολή “Zoom”;
2. Αναφέρατε τις επιλογές της εντολής “Zoom”.
3. Εξηγήσατε τη διαφορά μεταξύ των εντολών “Zoom All” ή Fit και “Zoom Extend”;
4. Πως μπορεί να φαίνεται μία λεπτομέρεια σχεδίου;
5. Εξηγήσατε αν αλλάζουν οι διαστάσεις του σχεδίου με την εντολή “Zoom Scale”.
6. Περιγράψατε την εντολή “Zoom Pan”.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ

# 10

### ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ

- 10.1 Γενικά
- 10.2 Γραμμές και κείμενο διαστάσεων
- 10.3 Μονάδες σχεδίασης
- 10.4 Εντολές διαστάσεων
- 10.5 Τροποποίηση και επεξεργασία διαστάσεων
- 10.6 Τοποθέτηση εξειδικευμένων μηχανολογικών διαστάσεων



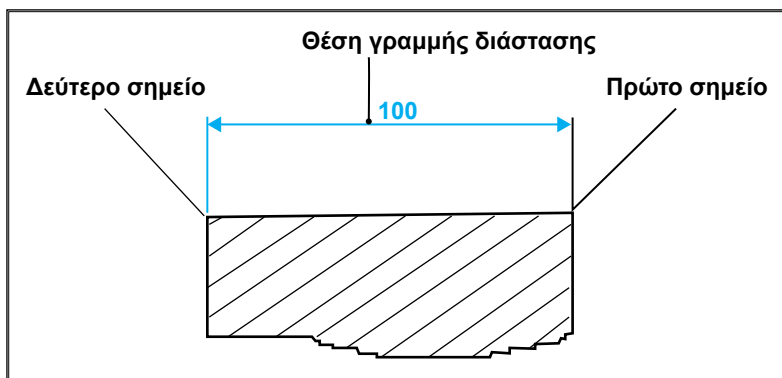


## Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να ορίζει ο μαθητής τις μονάδες μέτρησης, το συλ των διαστάσεων, το ύψος και το κείμενο των διαστάσεων και τη θέση του κειμένου τους.
- Να καταχωρεί γραμμικές, διαμετρικές και γωνιακές διαστάσεις.
- Να τροποποιεί και να επεξεργάζεται διαστάσεις.
- Να τοποθετεί εξειδικευμένες μηχανολογικές διαστάσεις, όπως: ανοχές, συγκολλήσεις και ποιότητα επιφανειών.

### 10.1 ΓΕΝΙΚΑ

Τα συστήματα CAD αποθηκεύουν στη μνήμη τους όλα τα χαρακτηριστικά των γεωμετρικών στοιχείων, τα οποία σχεδιάζονται μέσω αυτών. Για την τοποθέτηση διάστασης επιλέγονται δύο σημεία και η θέση της γραμμής διάστασης. Το σύστημα σχεδίασης CAD τοποθετεί τότε αυτόματα την ακριβή διάσταση (σχήμα 10.1).



Σχήμα 10.1: Καταχώρηση διάστασης.

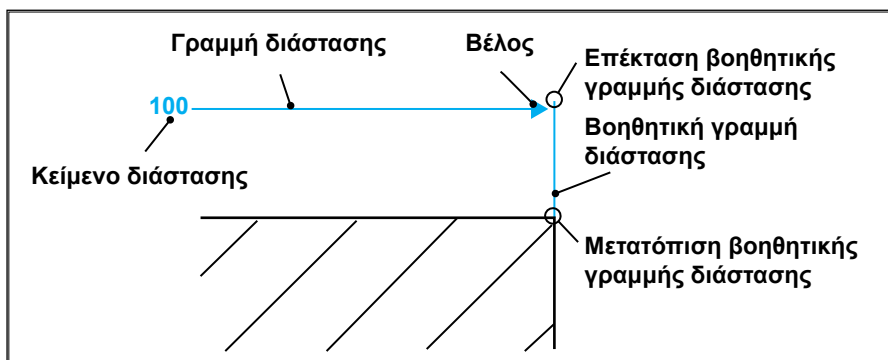
Για την καλύτερη οργάνωση του σχεδίου δημιουργείται ένα πρόσθετο επίπεδο σχεδίασης (Layer), ειδικά για τις διαστάσεις.



## 10.2 ΓΡΑΜΜΕΣ ΚΑΙ ΚΕΙΜΕΝΟ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ

Τα συστήματα CAD χρησιμοποιούνται για σχεδίαση διαφόρων ειδών σχεδίων γι' αυτό, πριν την καταχώρηση των διαστάσεων, πρέπει να ορίζονται οι παράμετροι, ώστε η καταχώρηση των διαστάσεων να είναι, κατά κανόνα, σύμφωνη με τους τρόπους που αναφέρονται στον κανονισμό για καταχώρηση διαστάσεων στο Μηχανολογικό σχέδιο.

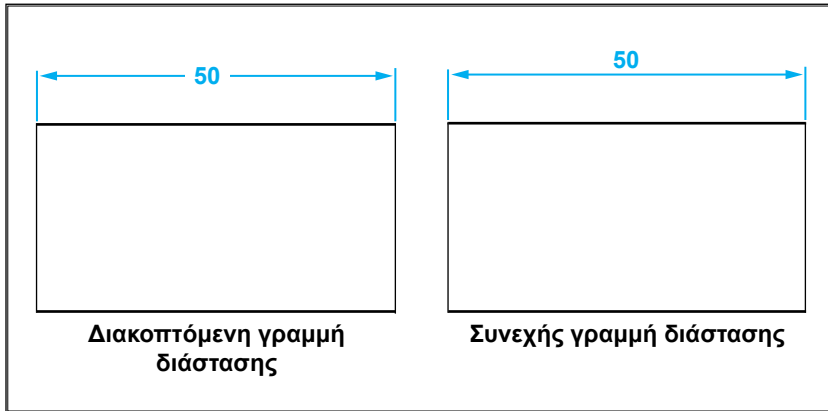
Για την καταχώρηση των διαστάσεων χρησιμοποιούνται οι όροι που απεικονίζονται στο σχήμα 10.2.



**Σχήμα 10.2:** Όροι καταχώρησης διάστασης.

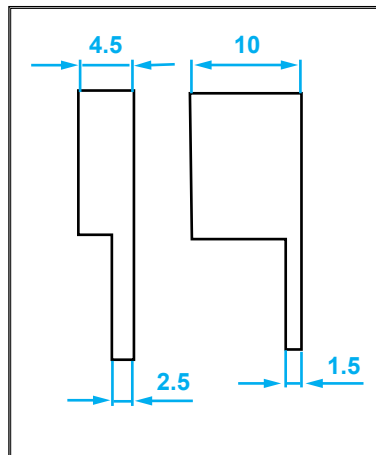
**Γραμμή διάστασης (dimension line).** Οι γραμμές διάστασης πρέπει να βρίσκονται σε τόση απόσταση (περίπου **10mm**) από τα περιγράμματα των αντικειμένων, ώστε να μην παρενοχλούν την παράσταση του τεμαχίου. Οι παράλληλες γραμμές διάστασης πρέπει να έχουν μεταξύ τους μία επαρκή απόσταση (περίπου **7mm**).

Οι γραμμές διάστασης μπορεί να είναι συνεχείς, αλλά μπορεί να διακοπούν από κενά, όπου αναγράφονται τα κείμενα διαστάσεων (σχήμα 10.3).



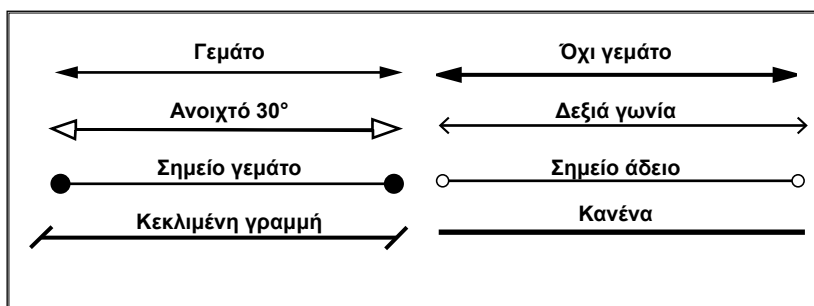
**Σχήμα 10.3:** Διακοπτόμενη και συνεχής γραμμή διάστασης.

Στην περίπτωση που οι γραμμές διάστασης είναι συνεχείς, το κείμενο διάστασης αναγράφεται επάνω από τη γραμμή διάστασης. Όταν υπάρχει πρόβλημα χώρου, τα σύγχρονα συστήματα CAD επιλέγουν αυτόματα τον πιο εύλογο τρόπο τοποθέτησης του κειμένου, όπως δείχνει το σχήμα 10.4.



**Σχήμα 10.4:** Δυνατότητες τοποθέτησης του κειμένου διαστάσεων.

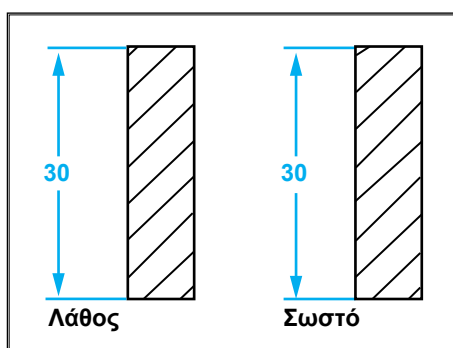
**Βέλος (Arrow).** Τα όρια των γραμμών διαστάσεων οριοθετούνται εναλλακτικά με βέλη. Τα κυριότερα βέλη που χρησιμοποιούνται στη σχεδίαση παρουσιάζονται στο σχήμα 10.5.



Σχήμα 10.5: Είδη βελών.

Στο μηχανολογικό σχέδιο προτιμάται το **γεμάτο Βέλος**. Το μήκος του βέλους είναι ίσο με  $5d$ , όπου  $d$  είναι η διάμετρος της παχιάς γραμμής. Για  $d=0.7\text{mm}$ , το μήκος του βέλους ορίζεται **3.5mm**.

**Βοηθητικές γραμμές διάστασης (extension lines).** Σύμφωνα με τον κανονισμό του Μηχανολογικού σχεδίου, οι βοηθητικές γραμμές διάστασης αρχίζουν από τα περιγράμματα του αντικειμένου. Άρα η μετατόπιση της βοηθητικής γραμμής διάστασης πρέπει να ορίζεται μηδέν (**0**). Οι βοηθητικές γραμμές διάστασης είναι γενικά κάθετες προς τις γραμμές διάστασης και προεκτείνονται **1** μέχρι **2** mm πέρα απ' αυτές. **Κείμενο διάστασης (text).** Το κείμενο διάστασης αποτελείται από αριθμούς, των οποίων το ύψος πρέπει να είναι **4** ή **5** mm. Εκτός από τους αριθμούς, το κείμενο διάστασης μπορεί να περιέχει και σύμβολα που δείχνουν τον τύπο της διάστασης (διάσταση διαμέτρου, ακτίνας ή σύμβολα ανοχών κ.α.). Σύμφωνα με τον κανονισμό του Μηχανολογικού σχεδίου πρέπει να ορίζεται το κείμενο διάστασης, να εισάγεται ευθυγραμμισμένο με τη γραμμή διάστασης και να διαβάζεται από κάτω προς τα πάνω και από τα αριστερά προς τα δεξιά (σχήμα 10.6).



Σχήμα 10.6: Κατεύθυνση κειμένου διάστασης.

### 10.3 ΜΟΝΑΔΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ

Όλες οι διαστάσεις ενός σχεδίου δίνονται με την ίδια μονάδα. Οι μονάδες που χρησιμοποιούνται στα συστήματα CAD για την καταχώρηση διαστάσεων φαίνονται στον πίνακα 10.1.

Η μονάδα διαστάσεων στο Μηχανολογικό σχέδιο είναι σε χιλιοστά (mm) κατά προτίμηση. Στον πίνακα 10.1 αντιστοιχεί το **δεκαδικό** σύστημα μέτρησης (Decimal), με ακρίβεια **0.00**.

Πίνακας 10.1: Μονάδες διαστάσεων που χρησιμοποιούνται στη σχεδίαση με Η/Υ.

Μονάδα	Δεκαδικός (Decimal)	Επιστημονικός (Scientific)	Μηχανικός (Engineering)	Αρχιτεκτονικός (Architectural)	Κλασματικός (Fractional)
Ακρίβεια	0.	0E+01	0'-0"	0'-0"	0
	0.0	0.0E+01	0'-00"	0'-0 1/2"	0 ½
	0.00	0.00E+01	0'-000"	0'-0 1/4"	0 ¼
	0.000	0.000E+01	0'-0000"	0'-0 1/8"	0 1/8
	0.0000	0.0000E+01	0'-00000"	0'-0 1/16"	0 1/16
	0.00000	0.00000E+01	0'-000000"	0'-0 1/32"	0 1/32
	0.000000	0.000000E+01	0'-0000000"	0'-0 1/64"	0 1/64
	0.0000000	0.0000000E+01	0'-00000000"	0'-0 1/128"	0 1/128
	0.00000000	0.00000000E+01	0'-000000000"	0'-0 1/256"	0 1/256

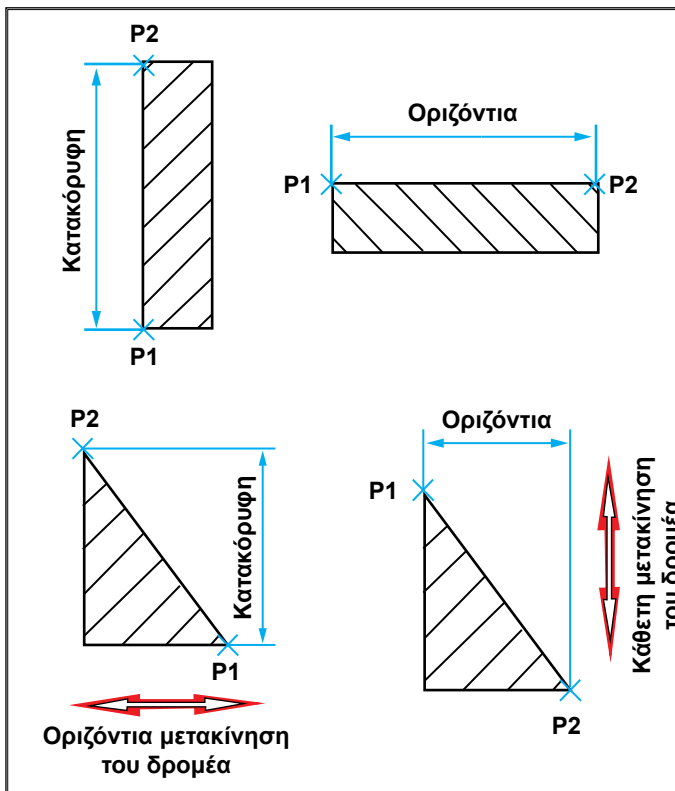
### 10.4 ΕΝΤΟΛΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ

Οι βασικότερες υποεντολές διαστασιολόγησης που χρησιμοποιούνται στα περισσότερα συστήματα σχεδίασης CAD είναι οι εξής:

- Γραμμική (Linear).
- Ευθυγραμμισμένη ή Παράλληλη (Aligned ή Parallel).
- Τεταγμένη (Ordinate).
- Κυκλική (Circular).
- Γωνιακή (Angular).
- Με επίπεδο αναφοράς (Baseline).
- Συνεχής (Continue).

### Γραμμική διαστασιολόγηση (Linear)

Η γραμμική διαστασιολόγηση (Linear) μετρά την απόσταση, οριζόντια ή κατακόρυφη, μεταξύ δύο σημείων. Η γραμμική διαστασιολόγηση (Linear) είναι ο κυριότερος τύπος διαστασιολόγησης. Για την καταχώρηση της γραμμικής διαστασιολόγησης (σχήμα 10.7) καθορίζονται το πρώτο και το δεύτερο σημείο (P1 και P2) και επιλέγεται η θέση της γραμμής διάστασης. Η επιλογή της κατακόρυφης ή οριζόντιας διάστασης είναι αυτόματη. Αν τα επιλεγμένα σημεία είναι στην ίδια οριζόντια γραμμή, η γραμμική διαστασιολόγηση είναι οριζόντια. Αν τα επιλεγμένα σημεία είναι στην ίδια κατακόρυφη γραμμή, η γραμμική διαστασιολόγηση είναι κατακόρυφη. Στην περίπτωση που τα δυο σημεία δεν είναι στην ίδια οριζόντια ή κάθετη γραμμή, η δυναμική κατακόρυφη ή οριζόντια γραμμική διαστασιολόγηση είναι ανάλογη με την κατεύθυνση μετακίνησης του δρομέα. Συγκεκριμένα, αν μετακινηθεί ο δρομέας οριζόντια, μετά την επιλογή των δυο σημείων, η γραμμική διαστασιολόγηση είναι οριζόντια, αν μετακινηθεί ο δρομέας κάθετα, η γραμμική διαστασιολόγηση είναι κατακόρυφη.

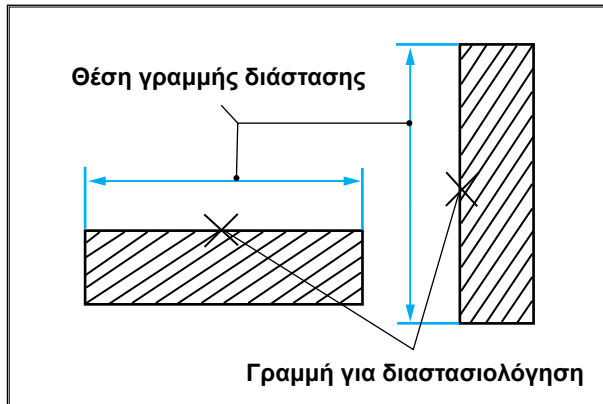


Σχήμα 10.7: Γραμμική καταχώρηση διαστάσεων.

Ορισμένα λογισμικά σχεδίασης χρησιμοποιούν και ένα άλλο τρόπο καταχώρησης γραμμικής διάστασης. Αν το στοιχείο είναι γραμμή, επιλέγεται η γραμμή και η θέση της γραμμής διάστασης (σχήμα 10.8).

Αυτός ο τρόπος διαστασιολόγησης είναι ταχύτερος από τον προηγούμενο. Επίσης, έχει το πλεονέκτημα ότι δεν υπάρχει περίπτωση λάθους στην επιλογή των σημείων.

Μερικά συστήματα σχεδίασης CAD υποστηρίζουν και τους παραπάνω τρόπους, ορισμένα όμως μόνο τον πρώτο.



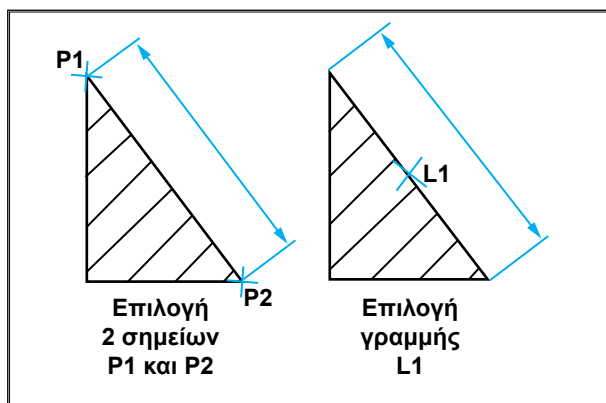
Σχήμα 10.8: Γραμμική διαστασιολόγηση.

### Ευθυγραμμισμένη ή παράλληλη διαστασιολόγηση (Aligned ή parallel)

Χρησιμοποιείται για καταχώρηση διαστάσεων σε γραμμές οι οποίες είναι σχεδιασμένες υπό κλίση. Η γραμμή διάστασης τοποθετείται παράλληλα προς τη γραμμή που διαστασιολογείται.

Για την καταχώρηση ευθυγραμμισμένης διάστασης επιλέγονται δύο σημεία και η θέση τοποθέτησης της γραμμής διάστασης.

Ένας άλλος τρόπος καταχώρησης είναι να επιλέγεται η γραμμή και η θέση της γραμμής διάστασης. Στο [σχήμα 10.9](#) παρουσιάζονται οι δύο παραπάνω τρόποι ευθυγραμμισμένης διαστασιολόγησης (Aligned).



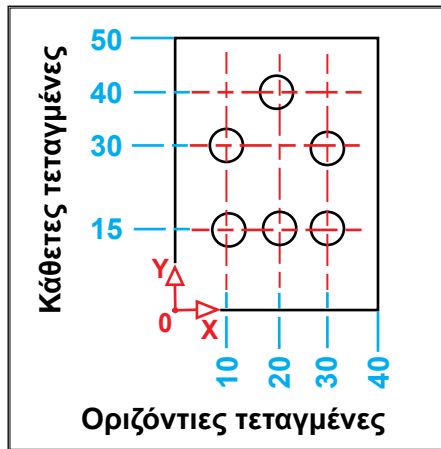
Σχήμα 10.9: Ευθυγραμμισμένη ή παράλληλη διαστασιολόγηση.

### Τεταγμένη διαστασιολόγηση (Ordinate)

Κάθε λογισμικό σχεδίασης έχει ένα αρχικό σύστημα συντεταγμένων. Ο χρήστης έχει δυνατότητα να ορίζει και άλλα συστήματα συντεταγμένων. Η σχεδίαση των αντικειμένων γίνεται πάντα σύμφωνα με το ενεργό σύστημα συντεταγμένων. Η τεταγμένη διαστασιολόγηση καταχωρεί συντεταγμένες αντί διαστάσεις, βάσει ενός ορισμένου συστήματος συντεταγμένων.

Η μετακίνηση του δρομέα, μετά την επιλογή του σημείου σε ένα οριζόντιο επίπεδο, καθορίζει την τεταγμένη διάσταση του επιλεγμένου σημείου, κατά τον άξονα του Y. Αν η μετακίνηση γίνεται σε ένα κάθετο επίπεδο, τότε θα είναι τεταγμένη κατά τον άξονα X.

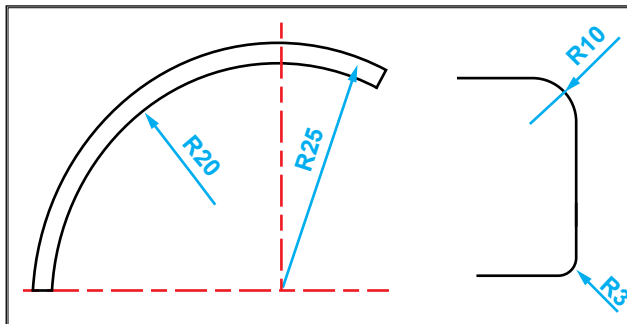
Η τεταγμένη διαστασιολόγηση είναι πάρα πολύ χρήσιμη στο μηχανολογικό σχέδιο τεμαχίων, τα οποία θα κατεργασθούν σε εργαλειομηχανές με ψηφιακή καθοδήγηση CNC. Η αρχή του ορισμένου συστήματος θα είναι το μηδενικό σημείο του τεμαχίου, βάσει του οποίου μετρώνται όλες οι διαστάσεις του τεμαχίου. Στο [σχήμα 10.10](#) παρουσιάζονται οι κάθετες και οριζόντιες τεταγμένες των κέντρων των οπών ενός τεμαχίου, στο οποίο η διάτρηση θα γίνει σε εργαλειομηχανή ψηφιακά καθοδηγούμενη.



Σχήμα 10.10: Τεταγμένη διαστασιολόγηση.

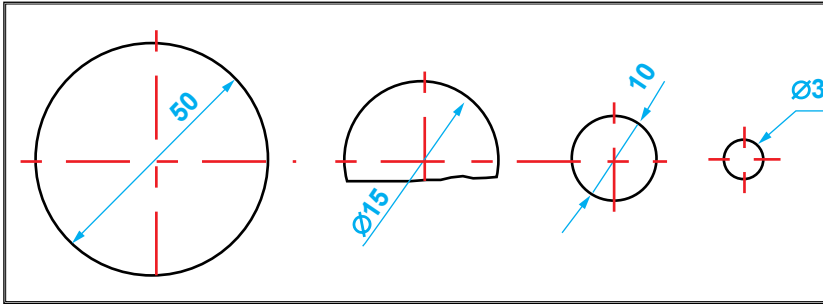
### Κυκλική διαστασιολόγηση (Radius και Diameter)

Η κυκλική διαστασιολόγηση χρησιμοποιείται για καταχώρηση διαστάσεων σε τόξα και κύκλους. Σε μηχανολογικό σχέδιο η διαστασιολόγηση ακτίνας (radius) εφαρμόζεται σε τόξα κύκλου, ενώ η διαστασιολόγηση διαμέτρου (diameter) εφαρμόζεται σε κύκλους και σε τόξα μεγαλύτερα από  $180^\circ$ . Οι τρόποι καταχώρησης ακτινικών και διαμετρικών διαστάσεων φαίνονται στα σχήματα 10.11 και 10.12 αντίστοιχα. Οι τρόποι καταχώρησης εξαρτώνται από τους ορισμούς των μεταβλητών διαστάσεων, οι οποίες διαφέρουν από λογισμικό σε λογισμικό.



Σχήμα 10.11: Τρόποι καταχώρησης διάστασης ακτίνας τόξων.





Σχήμα 10.12: Τρόποι καταχώρησης διάστασης διαμέτρου.

Για την καταχώρηση κυκλικής διάστασης επιλέγεται ένα σημείο πάνω στο τόξο ή στον κύκλο που θα διαστασιολογηθεί. Η θέση του βέλους καθορίζεται αναλόγως προς τη θέση του σημείου που επιλέγεται πάνω στο τόξο ή στον κύκλο. Το γράμμα **R** σημειώνεται μπροστά από το κείμενο διάστασης στην ακτινική διαστασιολόγηση. Το σύμβολο διαμέτρου σημειώνεται μπροστά από το κείμενο διάστασης στη διαμετρική διαστασιολόγηση. Σύμφωνα με τον κανονισμό του Μηχανολογικού σχεδίου το χαρακτηριστικό σύμβολο της διαμέτρου δεν τίθεται πριν από τον αριθμό διάστασης στην περίπτωση που ο κύκλος φαίνεται ολόκληρος (περίπτωση του 1ου κύκλου του σχήματος 10.12). Στην περίπτωση που το λογισμικό σχεδίασης δεν υποστηρίζει την παραπάνω άποψη, χρειάζεται επέμβαση στο κείμενο της διάστασης για διόρθωση, την οποία επιτρέπουν τα λογισμικά σχεδίασης (CAD).

### Γωνιακή διαστασιολόγηση (Angular)

Η γωνιακή διαστασιολόγηση χρησιμοποιείται για καταχώρηση γωνιακών διαστάσεων στις ακόλουθες περιπτώσεις (σχήμα 10.13):

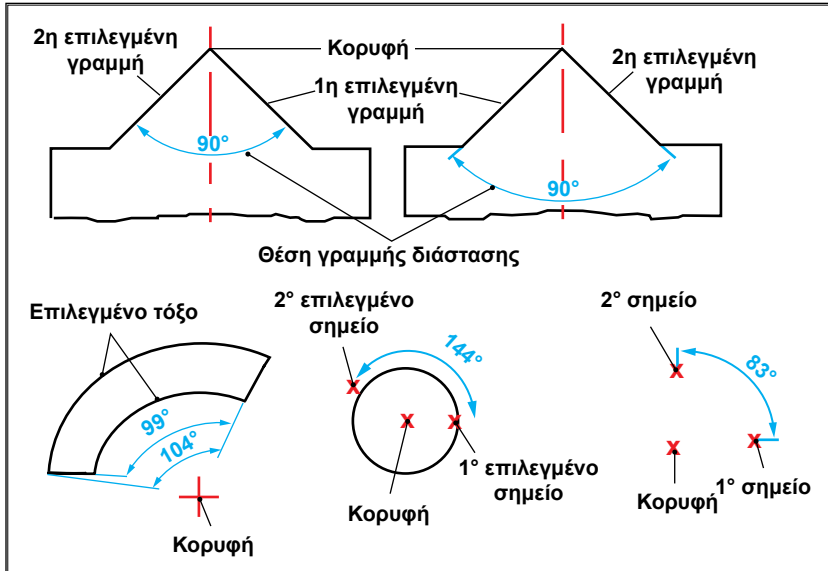
- ◆ **Ανάμεσα σε δύο μη παράλληλες γραμμές.** Για την καταχώρηση της γωνιακής διάστασης επιλέγονται οι δύο τέμνουσες ευθείες και η θέση της γραμμής διάστασης. Η κορυφή της γωνίας διάστασης είναι το σημείο τομής των δύο ευθειών.

- ◆ **Ανάμεσα σε δύο τελικά σημεία ενός τόξου.** Για την καταχώρηση της γωνιακής διάστασης επιλέγεται το τόξο και η θέση της γραμμής διάστασης. Η κορυφή της γωνίας διάστασης είναι το κέντρο του τόξου.

- ◆ **Ανάμεσα σε δύο σημεία περιφέρειας ενός κύκλου.** Σ' αυτήν την περίπτωση επιλέγεται ένα σημείο του κύκλου, που είναι και το πρώτο σημείο

της γωνίας. Το δεύτερο σημείο δεν είναι απαραίτητο να είναι πάνω στον κύκλο. Η κορυφή της γωνίας διάστασης είναι το κέντρο του κύκλου.

◆ **Ανάμεσα σε τρία σημεία που δεν ανήκουν στην ίδια ευθεία.** Το πρώτο σημείο επιλογής είναι η κορυφή της γωνίας. Η γωνία διάστασης είναι η γωνία ανάμεσα στις δυο ευθείες που σχηματίζουν τα άλλα δύο σημεία με το πρώτο (κορυφή).

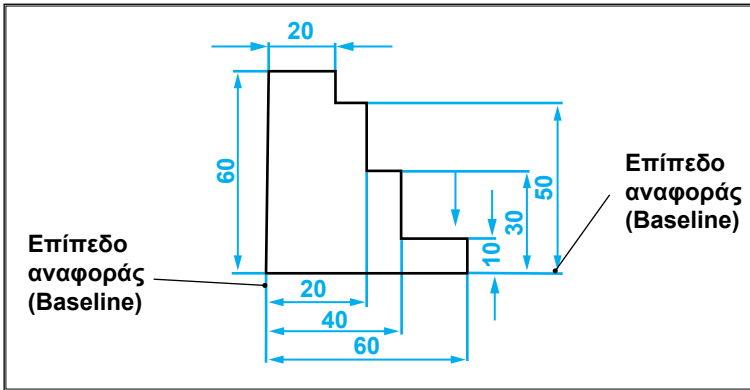


Σχήμα 10.13: Γωνιακή διαστασιολόγηση (Angular).

### Διαστασιολόγηση με γραμμή αναφοράς (Baseline)

Η καταχώρηση διαστάσεων στα κατασκευαστικά σχέδια του Μηχανολογικού σχεδίου γίνεται με βάση κάποιο επίπεδο αναφοράς, δηλαδή όλες οι διαστάσεις σε μια κατεύθυνση αρχίζουν από την πρώτη βοηθητική γραμμή διάστασης της πρώτης διάστασης (σχήμα 10.14). Η αρχική διάσταση μπορεί να είναι γραμμική, γωνιακή ή τεταγμένη.

Αφού καταχωρείται η πρώτη διάσταση, ενεργοποιείται η εντολή Baseline (γραμμή αναφοράς) για την καταχώρηση διαδοχικών διαστάσεων. Η θέση της νέας γραμμής διάστασης, η οποία καθορίζεται στα ορίσματα των διαστάσεων, είναι σταθερή για όλες τις διαδοχικές διαστάσεις.

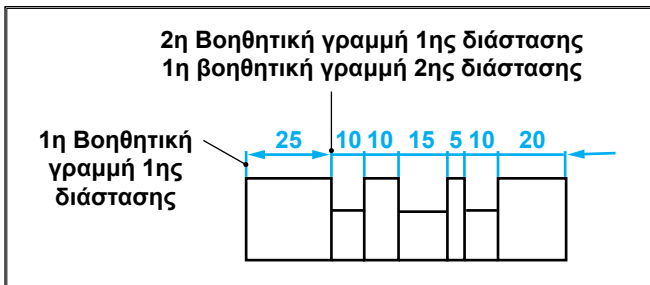


Σχήμα 10.14: Διαστασιολόγηση με επίπεδο αναφοράς.

### Συνεχής διαστασιολόγηση (Continue)

Η συνεχής διαστασιολόγηση (Continue) χρησιμοποιείται για καταχώρηση συνεχών ή αυξητικών διαστάσεων. Αυτός ο τρόπος καταχώρησης διαστάσεων χρησιμοποιείται στο Μηχανολογικό σχέδιο στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται σχετικές συντεταγμένες για τον καθορισμό των σημείων του τεμαχίου ή στην περίπτωση καταχώρησης διαστάσεων ελέγχου.

Για την καταχώρηση συνεχούς διαστασιολόγησης, αφού καταχωρείται η πρώτη διάσταση, ενεργοποιείται η υποεντολή διάσταση Continue (συνεχής). Η δεύτερη βοηθητική γραμμή της αρχικής διάστασης θα χρησιμοποιηθεί ως πρώτη βοηθητική γραμμή διάστασης της επόμενης διάστασης και ούτω καθεξής (σχήμα 10.15).



Σχήμα 10.15: Συνεχής διαστασιολόγηση (Continue).

## 10.5 ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ

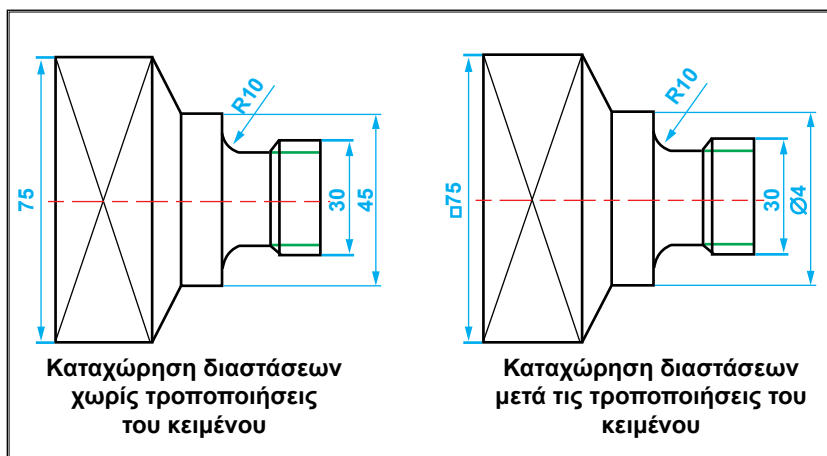
Τα λογισμικά σχεδίασης επιτρέπουν την τροποποίηση και την επεξεργασία των μεταβλητών των διαστάσεων. Πολλές φορές η τροποποίηση των διαστάσεων είναι απαραίτητη για να είναι η καταχώρηση διαστάσεων σύμφωνη με τους κανονισμούς του Μηχανολογικού σχεδίου. Οι δυνατότητες τροποποίησης των διαστάσεων είναι οι ακόλουθες:

### A. Τροποποίηση και επεξεργασία κειμένου διαστάσεων

Οι εντολές της τροποποίησης και επεξεργασίας κειμένου διαστάσεων είναι οι εξής:

- ◆ Τροποποίηση αριθμού διάστασης (Edit dimension text). Σε διαστάσεις που αναφέρονται σε σπειρώματα, διαμέτρους σφαιρών, επιφανειών επιπέδων, διαστάσεις ανοιγμάτων κλειδιών κ.α. τα λογισμικά σχεδίασης δεν προβλέπουν, στην καταχώρηση της διάστασης, το αντίστοιχο σύμβολο που εκφράζει τη μορφή του αντικειμένου. Η επέμβαση στο κείμενο της διάστασης είναι απαραίτητη, για να τεθεί πριν από τον αριθμό το κατάλληλο σύμβολο (σχήμα 10.16). Επίσης, τα λογισμικά σχεδίασης εισάγουν πάντα το σύμβολο της διαμέτρου πριν από τον αριθμό της διάστασης, όταν αναφέρεται σε διάσταση διαμέτρου. Το σύμβολο της διαμέτρου είναι αναγκαίο μόνο στην περίπτωση που η σχεδιασθείσα όψη του αντικειμένου δεν καθιστά σαφές ότι πρόκειται για διάσταση διαμέτρου. Στην προκειμένη περίπτωση χρειάζεται η τροποποίηση του κειμένου της διάστασης, για να αφαιρεθεί το σύμβολο μπροστά από τον αριθμό της διάστασης (σχήμα 10.16).

- ◆ Αλλαγή μορφής και τύπου χαρακτήρων (Text style). Τα λογισμικά σχεδίασης περιέχουν μεγάλη ποικιλία τύπων χαρακτήρων. Επίσης, προσφέρουν δυνατότητες αλλαγής της μορφής των γραμμάτων, όπως π.χ. πλάγια μορφή, κάθετη μορφή, έντονα κ.α. (Βλέπε κεφ. 4).



**Σχήμα 10.16:** Τροποποίηση κειμένου διάστασης με πρόσθεση ή αφαίρεση συμβόλου.

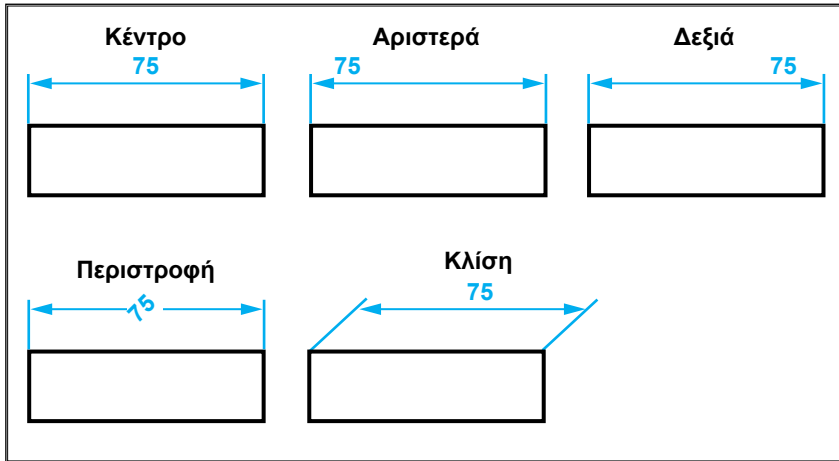
◆ Αλλαγή χρώματος (Text color). Το χρώμα του κειμένου διάστασης πρέπει να είναι το ίδιο σε όλες τις διαστάσεις και να είναι το χρώμα του επιπέδου των διαστάσεων (βλ κεφ 2).

◆ Το ύψος του κειμένου (Text height). Υπάρχει δυνατότητα τροποποίησης του ύψους του κειμένου, αλλά, σύμφωνα με τους κανονισμούς του Μηχανολογικού σχεδίου, το ύψος κατά προτίμηση πρέπει να είναι 4 ή 5 mm.

◆ Η θέση του κειμένου (Text placement). Οι θέσεις τοποθέτησης του κειμένου είναι στο κέντρο, αριστερά, δεξιά, υπό κλίση (σχήμα 10.17). Στο Μηχανολογικό σχέδιο το κείμενο τοποθετείται στο κέντρο της γραμμής διάστασης. Αν αυτό είναι δύσκολο το κείμενο τοποθετείται προς το δεξί βέλος της γραμμής διάστασης.

◆ Απόσταση από τη γραμμή διάστασης (Offset from dimension line). Η απόσταση του κειμένου διάστασης από τη γραμμή διάστασης καθορίζεται έτσι ώστε να είναι ίδια σε όλες τις διαστάσεις του σχεδίου, για να υπάρχει ομοιομορφία.

◆ Ευθυγράμμιση (Text alignment). Το κείμενο μπορεί να γραφεί οριζόντια ή παράλληλα προς τη γραμμή διάστασης. Στο Μηχανολογικό σχέδιο ισχύει πάντα η δεύτερη περίπτωση. Πριν αρχίσει η καταχώρηση των διαστάσεων, πρέπει να ορίζεται η ευθυγράμμιση του κειμένου διάστασης με τη γραμμή διάστασης, διότι πολλά σχεδιαστικά λογισμικά έχουν ως ορισμό την οριζόντια γραφή του κειμένου διάστασης (σχήμα 10.6).



Σχήμα 10.17: Θέσεις και μορφές τοποθέτησης κειμένου διάστασης.

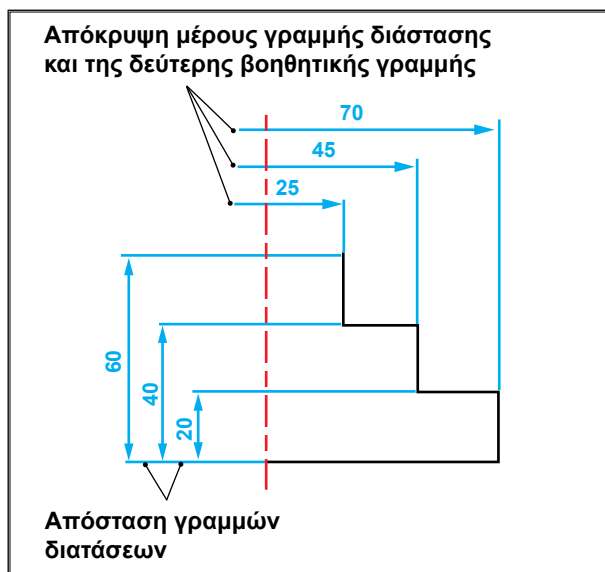
## B. Τροποποίηση γραμμών διαστάσεων (Dimension Lines)

Η τροποποίηση γραμμών διαστάσεων περιλαμβάνει τα εξής:

- ◆ Χρώμα (Color). Το χρώμα πρέπει να είναι το ίδιο για όλες τις διαστάσεις, διότι, κατά την εκτύπωση του σχεδίου, το χρώμα λαμβάνεται υπόψη (για την εκτύπωση αναφέρεται στο κεφάλαιο 11) και τα πάχη των γραμμών αντικαθιστώνται από χρώματα (βλ. Κεφ 2).

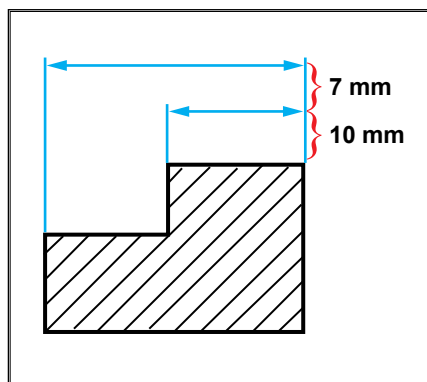
- ◆ Πάχος γραμμής (Linewight). Παρόλο που υπάρχει δυνατότητα αλλαγής του πάχους της γραμμής, δε συνηθίζεται στη σχεδίαση με ηλεκτρονικό υπολογιστή, διότι, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, αντί για τα πάχη, χρησιμοποιούνται χρώματα σε διαφορετικά επίπεδα.

- ◆ Αφαίρεση βέλους (Suppress dim. line). Μερικές διαστάσεις χρειάζονται μόνο ένα βέλος για την καταχώρηση τους, όπως στην περίπτωση διαστασιολόγησης σε ημιτομές. Σ' αυτήν την περίπτωση πρέπει να αφαιρεθεί ένα βέλος (σχήμα 10.18).



**Σχήμα 10.18:** Παράδειγμα καταχώρησης διαστάσεων σε ημιτομές.

◆ Απόσταση γραμμών διαστάσεων (Baseline spacing). Η απόσταση της πρώτης στη σειρά γραμμής διάστασης από την ορατή γραμμή του αντικειμένου πρέπει να είναι **10mm**. Η απόσταση της δεύτερης γραμμής διάστασης από την πρώτη και στη συνέχεια των υπολοίπων, κατά την καταχώρηση διαστάσεων “σύμφωνα με ένα επίπεδο αναφοράς” είναι σταθερή, περίπου **7mm** (σχήμα 10.19). Ο ορισμός της απόστασης μεταξύ γραμμών διαστάσεων γίνεται πριν την καταχώρηση των διαστάσεων, μαζί με τις άλλες μεταβλητές των διαστάσεων.



**Σχήμα 10.19:** Απόσταση γραμμών διάστασης

◆ Τύπος βέλους (Arrowheads). Κάθε λογισμικό σχεδίασης προσφέρει πολλά είδη βελών για την καταχώρηση των διαστάσεων (παρ. 10.2).

### Γ. Τροποποίηση βοηθητικών γραμμών

Η τροποποίηση βοηθητικών γραμμών διάστασης περιλαμβάνει τα εξής:

◆ Χρώμα (Color). Υπάρχει δυνατότητα οι βοηθητικές γραμμές διάστασης να έχουν διαφορετικό χρώμα από του κειμένου ή της γραμμής διάστασης. Αυτό όμως δε συνηθίζεται, διότι μία διάσταση αποτελείται, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, από το κείμενο, τη γραμμή διάστασης και τις βοηθητικές γραμμές. Οι τρεις αυτοί όροι πρέπει να έχουν το ίδιο χρώμα, για να ξεχωρίζουν ως διάσταση. Επίσης, το πιο σημαντικό είναι ότι πρέπει να εκτυπωθούν με την ίδια πένα, διότι, όπως θα αναφερθεί στο κεφάλαιο της εκτύπωσης, ορίζεται για κάθε χρώμα μία πένα για συγκεκριμένο πάχος γραμμής.

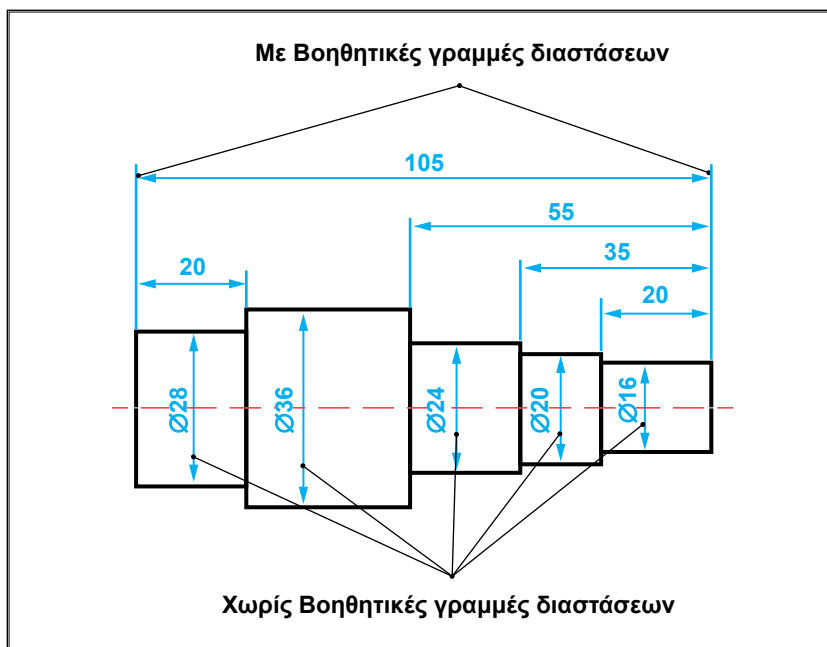
◆ Πάχος (Linewight). Ισχύει η ίδια εξήγηση, όπως αυτή που αναφέρθηκε στην περίπτωση του πάχους της γραμμής διάστασης.

◆ Επέκταση βοηθητικής γραμμής (Extend beyond dim. Lines). Πρέπει να ορισθεί η επέκταση της βοηθητικής γραμμής διάστασης πάνω από τη γραμμή διάστασης (σχήμα 10.2). Σύμφωνα με τον κανονισμό του Μηχανολογικού σχεδίου, η επέκταση είναι ίση με **2 mm** περίπου.

◆ Μετατόπιση βοηθητικής γραμμής (Offset from origin, σχήμα 10.2). Στο Μηχανολογικό σχέδιο οι βοηθητικές γραμμές διάστασης αρχίζουν από τα περιγράμματα του αντικειμένου, χωρίς μετατόπιση. Η μετατόπιση ορίζεται ως μηδέν (**0**).

◆ Αφαίρεση βοηθητικών γραμμών (Suppress ext. Line 1,2). Στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται τα περιγράμματα ή οι αξονικές γραμμές ως βοηθητικές γραμμές διάστασης αφαιρούνται οι βοηθητικές γραμμές διάστασης (σχήμα 10.20).





Σχήμα 10.20: Χρήση περιγραμμάτων για βοηθητικές γραμμές διάστασης.

## 10.6 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΜΕΝΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ

Τα εξελιγμένα λογισμικά σχεδίασης διαθέτουν πλούσια βιβλιοθήκη, η οποία περιέχει μεταξύ άλλων σύμβολα ανοχών, ποιότητας επιφανείας και συγκολλησεων. Εκτός από τη διαθέσιμη βιβλιοθήκη του λογισμικού, ο χειριστής έχει δυνατότητα να προσθέτει και δική του. Αυτό αυξάνει σημαντικά την ποιότητα σχεδίασης, επίσης συμβάλλει και στη γρήγορη ολοκλήρωση του σχεδίου.

### 10.6.1 Σύμβολα ανοχών

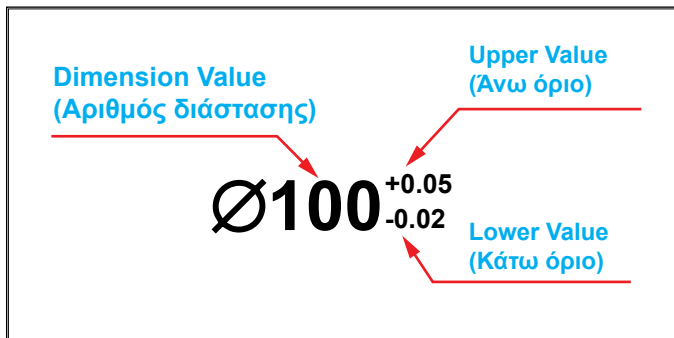
Η μορφή κάθε τεμαχίου αποτελείται από επί μέρους στοιχεία καθορισμένης γεωμετρίας. Επειδή η κατασκευή τεμαχίων με ιδανική γεωμετρική μορφή είναι αδύνατη, τα επί μέρους στοιχεία των διαφόρων τεμαχίων παρουσιάζουν αποκλίσεις από τις ονομαστικές διαστάσεις τους, από την ιδανική γεωμετρική μορφή τους και από τη θέση τους.

Τα λογισμικά σχεδίασης διαθέτουν βιβλιοθήκη με σύμβολα και τρόπους καταχώρησης ανοχών διαστάσεων, μορφής και θέσεως.

**Ανοχές διάστασης.** Κάθε διάσταση τεμαχίου στα κατασκευαστικά σχέδια προσδιορίζεται με δυο οριακές τιμές (ελάχιστη και μέγιστη), μέσα στις οποίες πρέπει να κυμαίνεται η ονομαστική του διάσταση. Η διαφορά μεταξύ της μέγιστης και της ελαχίστης τιμής λέγεται ανοχή διάστασης.

Παράδειγμα: Η ονομαστική διάμετρος ενός άξονα είναι 100 mm. Η μέγιστη ανοχή είναι 0.05 mm, η ελάχιστη ανοχή είναι -0.02 mm. Η διάμετρος του άξονα μπορεί να είναι μεταξύ  $\Phi 99.98$  mm (ελάχιστη) και  $\Phi 100.05$  mm (μέγιστη). Η ανοχή διάστασης θα είναι 0.07 mm. Η διάσταση γράφεται όπως στο σχήμα 10.21.

Η μορφή της ανοχής διάστασης που θα καταχωρηθεί εξαρτάται από τις ρυθμίσεις και τις τιμές που έχουν καθοριστεί στην ενότητα “Ανοχές” (Tolerance), η οποία είναι υποεντολή στην εντολή “Μορφές διαστάσεων” (Dimension Styles).



Σχήμα 10.21: Ανοχή διάστασης.

Οι μεταβλητές της ανοχής διάστασης (σχήμα 10.21) είναι οι εξής:

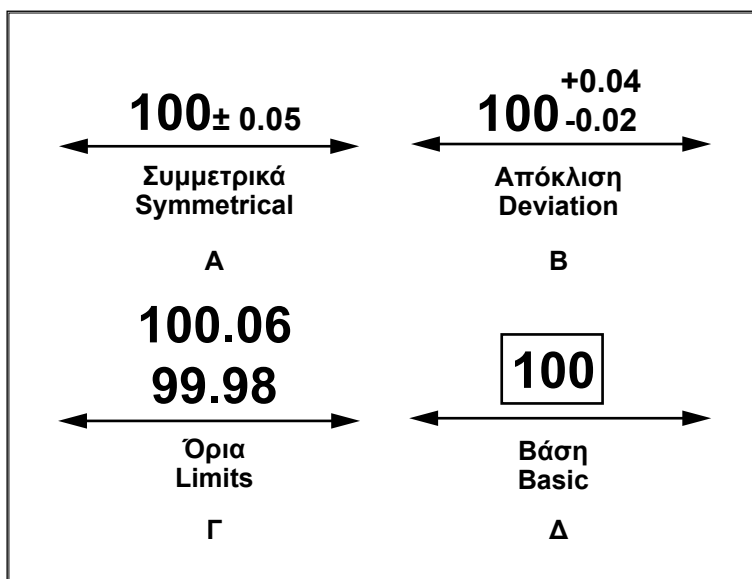
- **Άνω όριο (Upper Value).** Καθορίζει τη μέγιστη τιμή της ανοχής.
- **Κάτω όριο (Lower Value).** Καθορίζει την ελάχιστη τιμή της ανοχής.
- **Θέση (Justification).** Καθορίζει τη θέση της τιμής της ανοχής σε σχέση με τον αριθμό διάστασης, αν θα είναι στο επάνω, στο μεσαίο ή στο κάτω τμήμα του κειμένου.
- **Ύψος (Height).** Καθορίζει το ύψος της τιμής ανοχής.

Τα είδη ανοχών διάστασης (σχήμα 10.22) είναι τα ακόλουθα:

- **Συμμετρικές (Symmetrical).** Η μέγιστη και η ελάχιστη ανοχή είναι συμμετρικές ως προς την ονομαστική διάσταση. Σ' αυτήν την περίπτωση ενεργοποιείται μόνο το άνω όριο της ανοχής (Upper Value). Απαιτείται

μόνο μια τιμή (σχήμα 10.22Α).

- **Απόκλιση (Deviation).** Τα όρια της ανοχής (η μέγιστη και η ελάχιστη τιμή) έχουν διαφορετικές τιμές. Και τα δύο όρια είναι ενεργά (σχήμα 10.22Β).
- **Όρια (Limits).** Σ' αυτήν την περίπτωση δεν καταχωρείται ονομαστική διάσταση. Οι τιμές που γράφονται είναι η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή της διάστασης. Τα δύο όρια των ανοχών πρέπει να είναι ενεργά (σχήμα 10.22Γ).
- **Βάση (Basic).** Αναφέρεται σε γενική ανοχή, η οποία αναγράφεται στο υπόμνημα του σχεδίου. Ο αριθμός της διάστασης, που γράφεται μέσα σε ένα πλαίσιο, δείχνει την ονομαστική διάσταση (σχήμα 10.22Δ).



Σχήμα 10.22: Είδη ανοχών διάστασης.














**Ανοχές μορφής.** Οι ανοχές μορφής οριοθετούν τις επιτρεπόμενες αποκλίσεις ενός στοιχείου από την ιδανική γεωμετρική του μορφή και καθορίζουν τοιούτοτρόπως την περιοχή ανοχών. Μέσα στην περιοχή αυτή επιτρέπεται ένα στοιχείο να έχει οποιαδήποτε γεωμετρική μορφή.

**Ανοχές θέσης.** Οι ανοχές θέσης μπορεί να αναφέρονται στην τοποθέτηση, στην κλίση, όπως και στις τροχιακές καμπύλες ενός στοιχείου κάποιου τεμαχίου. Οριοθετούν τις επιτρεπόμενες αποκλίσεις δύο ή περισσότερων τεμαχίων από την ιδανική γεωμετρική θέση. Εν προκειμένω, ένα από τα τεμάχια αυτά χρησιμοποιείται ως στοιχείο αναφοράς.

Στον πίνακα 10.2 συνομίζονται τα είδη των ανοχών μορφής και θέσης,

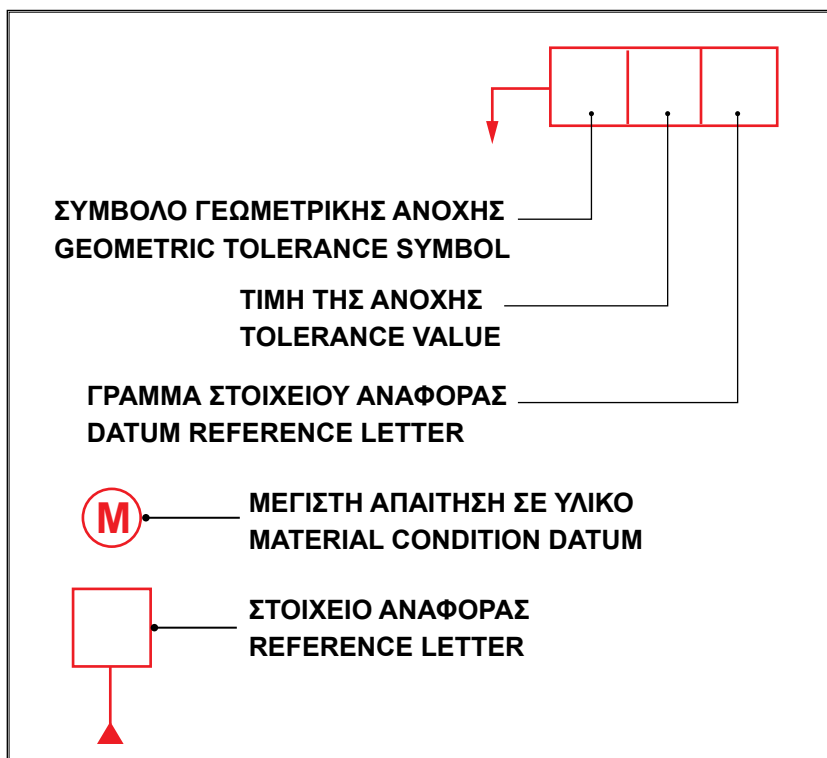
όπως και οι ιδιότητες που οριοθετούνται μέσω αυτών των ανοχών. Στον πίνακα επίσης δίδονται οι συμβολικές παραστάσεις που υποδηλώνουν τα διάφορα είδη αυτών των ανοχών. Τα σύμβολα αυτά είναι αποθηκευμένα στις βιβλιοθήκες των λογισμικών σχεδίασης και είναι στη διάθεση κάθε χρήστη.

Πίνακας 10.2: Είδη ανοχών μορφής και θέσης.

ΕΙΔΟΣ ΑΝΟΧΗΣ		ΣΥΜ-ΒΟΛΟ	ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΑΓΓΛΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ
ΑΝΟΧΕΣ ΜΟΡΦΗΣ			Ευθυγραμμότητα	Straightness
			Επιπεδότητα	Fatness
			Κυκλικότητα	Circularity
			Κυλινδρικότητα	Cylindricity
			Μορφή Γραμμής	Profile any line
			Μορφή Επιφάνειας	Profile of any surface
ΑΝΟΧΕΣ ΘΕΣΗΣ	ΑΝΟΧΕΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ		Παραλληλότητα	Parallelism
			Καθετότητα	Perpendicularity
			Κλίση	Angularity
	ΑΝΟΧΕΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ		Θέση	Position
			Ομοκεντρικότητα	Concentricity
			Συμμετρία	Symmetry
	ΑΝΟΧΗ ΚΙΝΗΣΗΣ		Κίνηση	Runcut

Για την καταχώρηση των ανοχών μορφής και θέσης χρησιμοποιείται το πλαίσιο ανοχής με τρεις χώρους και βέλος αναφοράς, που δείχνει το στοιχείο στο οποίο αναφέρεται η ανοχή (σχήμα 10.23). Στο σχήμα 10.23 φαίνονται

επίσης το πλαίσιο για το γράμμα αναφοράς, επίσης το σύμβολο για τη μέγιστη απαίτηση σε υλικό.

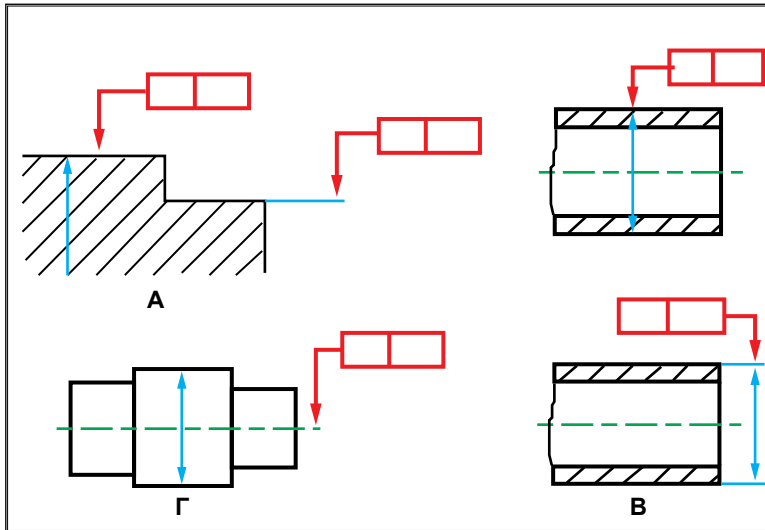


**Σχήμα 10.23:** Βασικό σύμβολο καταχώρησης ανοχών μορφής και θέσης.

Οι τρόποι καταχώρησης του βέλους αναφοράς φαίνονται στο [σχήμα 10.24](#). Όταν το στοιχείο στο οποίο αναφέρεται η ανοχή είναι μία επιφάνεια ή μία γραμμή, το βέλος αναφοράς καταχωρείται, όπως δείχνει το σχήμα 10.24A.

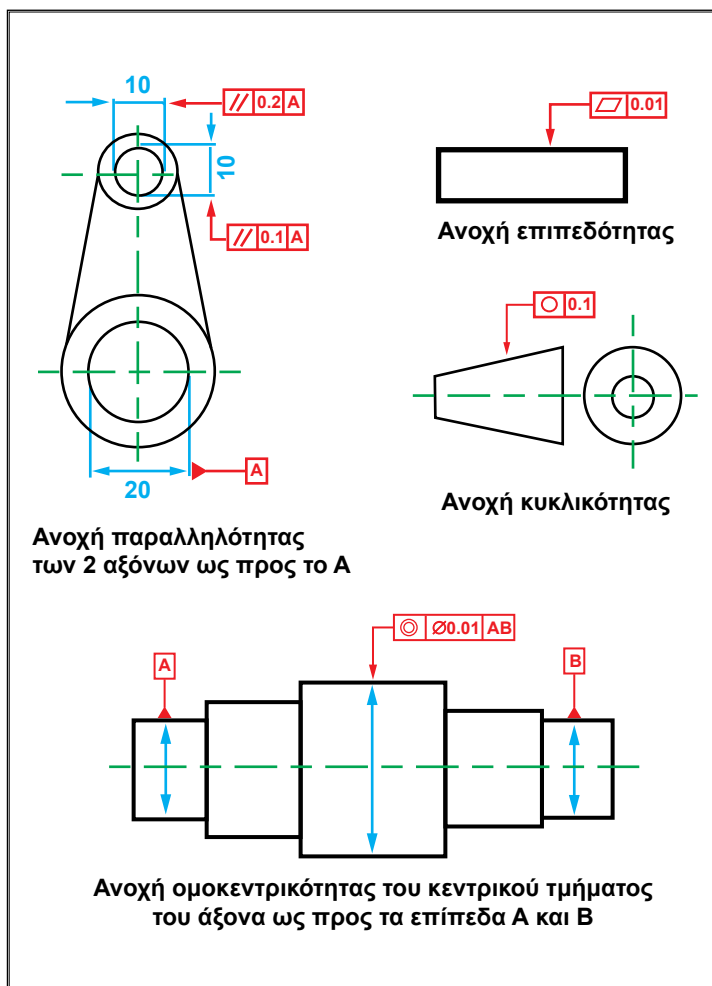
Όταν οι καταχωρημένες ανοχές ισχύουν για έναν άξονα ή ένα επίπεδο συμμετρίας, τα οποία λαμβάνονται ως στοιχεία αναφοράς, τότε το βέλος αναφοράς τίθεται στην κατεύθυνση της γραμμής διάστασης απέναντι στο ένα από τα δύο βέλη της αντιστοίχου διάστασης (σχήμα 10.24B).

Όταν οι καταχωρημένες ανοχές αναφέρονται σε όλους τους άξονες ή τα επίπεδα συμμετρίας, που συμβολίζονται με ένα σχεδιασμένο άξονα συμμετρίας, τότε το βέλος αναφοράς τοποθετείται κάθετα σ' αυτόν τον άξονα συμμετρίας (σχήμα 10.24Γ).



**Σχήμα 10.24:** Τρόποι καταχώρησης βέλους αναφοράς.

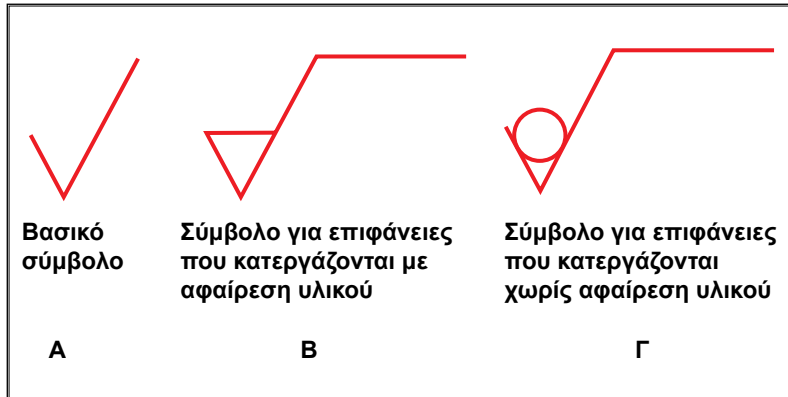
Τυπικά παραδείγματα καταχώρησης συμβόλων ανοχών μορφής και θέσης φαίνονται στο σχήμα 10.25.



Σχήμα 10.25: Τυπικά παραδείγματα καταχώρησης συμβόλων ανοχών.

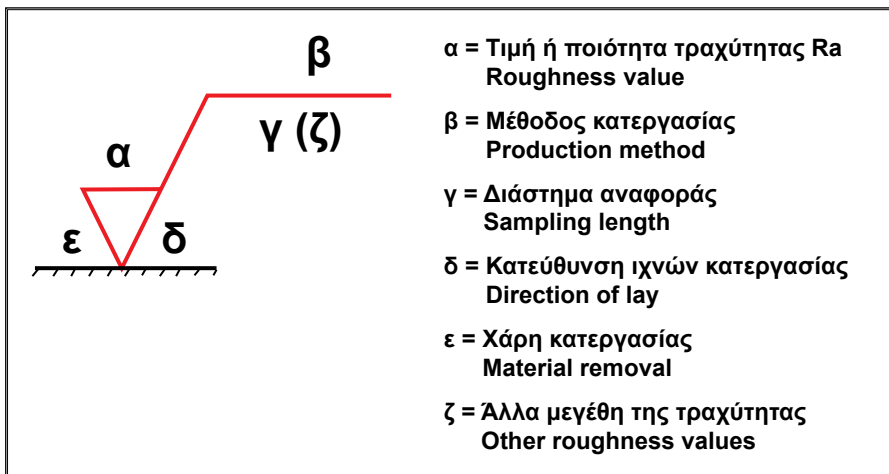
### 10.6.2 Σύμβολα ποιότητας κατεργασιών επιφάνειας

Το βασικό σύμβολο αποτελείται από δύο σκέλη διαφορετικού μήκους, που έχουν κλίση  $60^\circ$  ως προς τη γραμμή η οποία απεικονίζει την επιφάνεια του τεμαχίου (σχήμα 10.26Α). Όταν απαιτείται κατεργασία με αφαίρεση υλικού, τότε προστίθεται μία οριζόντια γραμμή στο βασικό σύμβολο (σχήμα 10.26Β). Όταν απαγορεύεται η κατεργασία με αφαίρεση υλικού, τότε προστίθεται ένας κύκλος στο βασικό σύμβολο (σχήμα 10.26Γ).



Σχήμα 10.26: Σύμβολα ποιότητας επιφανείας.

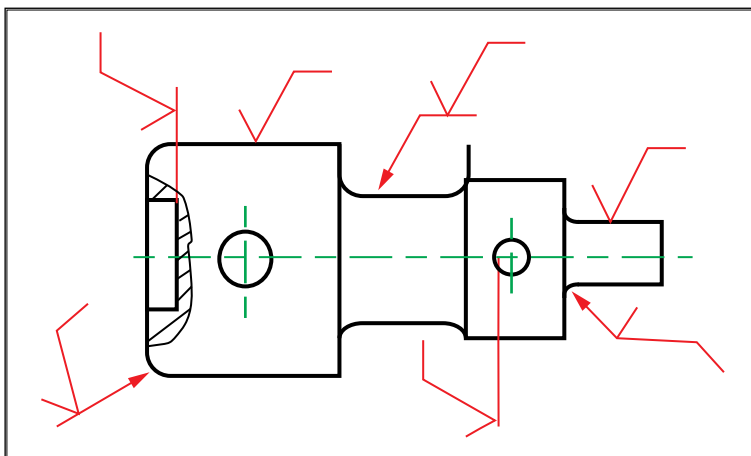
Η τοποθέτηση των διαφόρων δεδομένων στο βασικό ενδεικτικό σύμβολο για την τραχύτητα επιφανείας γίνεται σύμφωνα με το σχήμα 10.27.



Σχήμα 10.27: Καταχώρηση διαφόρων δεδομένων στο βασικό σύμβολο ποιότητας επιφανείας.

Από τα δεδομένα του σύμβολου ποιότητας επιφανείας μπορεί να καταχωρηθεί μόνο η τιμή της τραχύτητας. Εάν κρίνεται απαραίτητο μπορεί να ενωθεί το σύμβολο της ποιότητας κατεργασίας, μέσω μιας γραμμής αναφοράς, με την επιφάνεια στην οποία αναφέρεται. Η γραμμή αναφοράς καταλήγει στο ένα βέλος που εφάπτεται στην επιφάνεια την οποία χαρακτηρίζει το σύμβολο ποιότητας κατεργασίας. Στο σχήμα 10.28 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα καταχώρησης συμβόλων ποιότητας κατεργασίας.

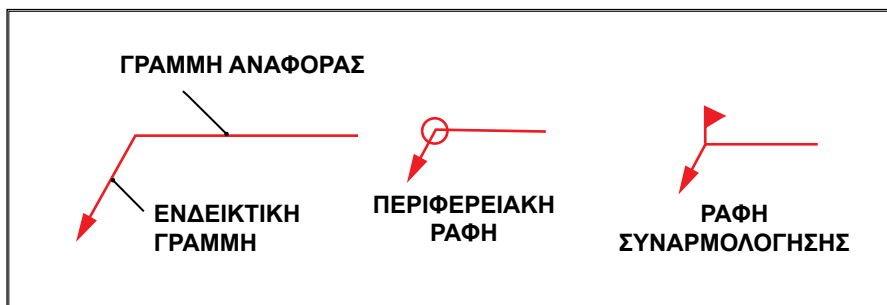




Σχήμα 10.28: Παράδειγμα καταχώρησης συμβόλων ποιότητας κατεργασίας.

### 10.6.3 Σύμβολα συγκολλήσεων











Το σύμβολο συγκολλήσεων αποτελείται κυρίως από τη γραμμή αναφοράς και την ενδεικτική γραμμή (σχήμα 10.29).



Σχήμα 10.29: Σύμβολο καταχώρησης συγκολλήσεων.




Η γραμμή αναφοράς σχεδιάζεται στη θέση ανάγνωσης του σχεδίου δηλ. οριζόντια ή, όταν αυτό δεν είναι δυνατόν, κατακόρυφα. Η ενδεικτική γραμμή σχεδιάζεται κεκλιμένη ως προς τη γραμμή αναφοράς με κατεύθυνση προς την περιοχή της συγκόλλησης. Η περιφερειακή ραφή, καθώς και οι υποδείξεις σχετικά με ραφές συναρμολόγησης, περιγράφονται με συμπληρωματικά σύμβολα (σχήμα 10.29). Πάνω στη γραμμή αναφοράς τοποθετούνται τα βασικά σύμβολα ειδών συγκόλλησης (πίνακας 10.3).

Πίνακας 10.3: Πρόσθετα σύμβολα μορφής επιφανείας ραφών.

Σύμβολο	Απεικόνιση	Ελληνική ονομασία	Αγγλική ονομασία
		Ραφή Ι	Square
//		Κεκλιμένη ραφή	Scarf
∨		Ραφή-V	V Groove
∇		Ραφή-HV	Bevel
∪		Ραφή-Y	U Groove
∩		Ραφή-HY	J Groove
∩∩		Ραφή με αναδιπλωμένες ακμές κατά 90°	Flare-V
∩∇		Ραφή με μία αναδιπλωμένη ακμή κατά 90°	Flare-Bevel
△		Εξωραφή	Fillet
⊕		Γραμμική ραφή	Seam

Η μορφή της επιφάνειας των ραφών συγκόλλησης περιγράφεται με πρόσθετο σύμβολο, το οποίο τοποθετείται πάνω από το βασικό σύμβολο είδους συγκόλλησης. Η καταχώρηση των προσθέτων συμβόλων δεν είναι υποχρεωτική. Στον πίνακα 10.4, παρουσιάζονται τα πρόσθετα σύμβολα μορφής επιφανείας ραφών.

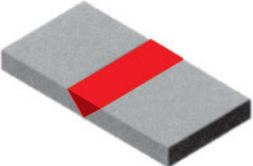
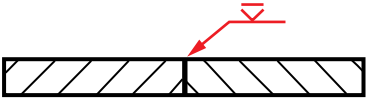
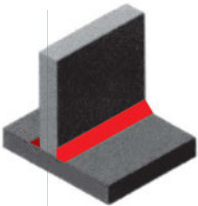
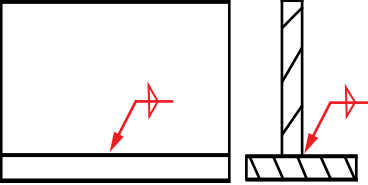
Πίνακας 10.4: Πρόσθετα σύμβολα μορφής επιφανείας ραφών.

ΜΟΡΦΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΘΕΤΟ ΣΥΜΒΟΛΟ
Κοίλη	
Επίπεδη	
Κυρτή	

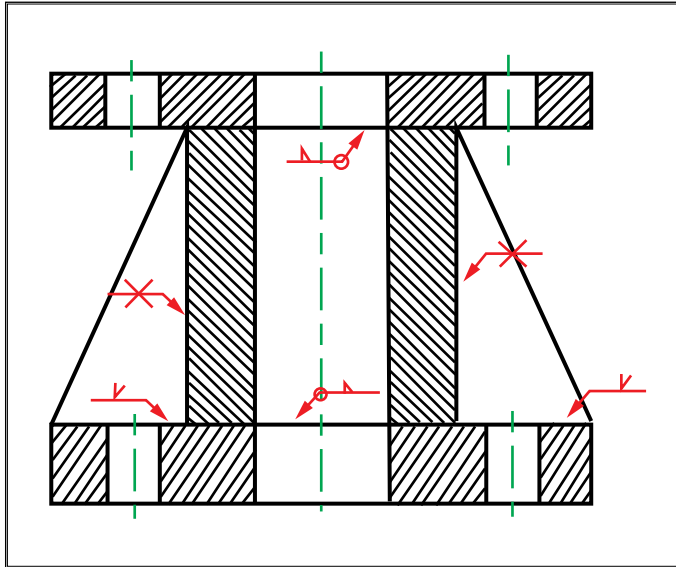
Σε ραφές συγκολλήσεων διακρίνονται η πλευρά αναφοράς, όπου βρίσκεται το υλικό της συγκόλλησης, και η απέναντι πλευρά της συγκόλλησης. Προς την πλευρά αναφοράς, στο σημείο ένωσης των τεμαχίων, κατευθύνεται το βέλος της ενδεικτικής γραμμής (σχήμα 10.30).

Το σύμβολο της συγκόλλησης τοποθετείται πάνω από τη γραμμή αναφοράς, εάν το βέλος της ενδεικτικής γραμμής δείχνει την πλευρά αναφοράς και κάτω από τη γραμμή αναφοράς, εάν δείχνει την απέναντι πλευρά.

Στο σχήμα 10.31 παρουσιάζεται η πρόοψη σε τομή μιας συναρμολογημένης διάταξης, όπου φαίνονται τα σύμβολα συγκολλήσεων.

ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ	ΣΥΜΒΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ
	
	

Σχήμα 10.30: Θέση του συμβόλου σε σχέση με τη γραμμή αναφοράς.



Σχήμα 10.31: Παράδειγμα καταχώρησης συμβόλων συγκολλήσεων.



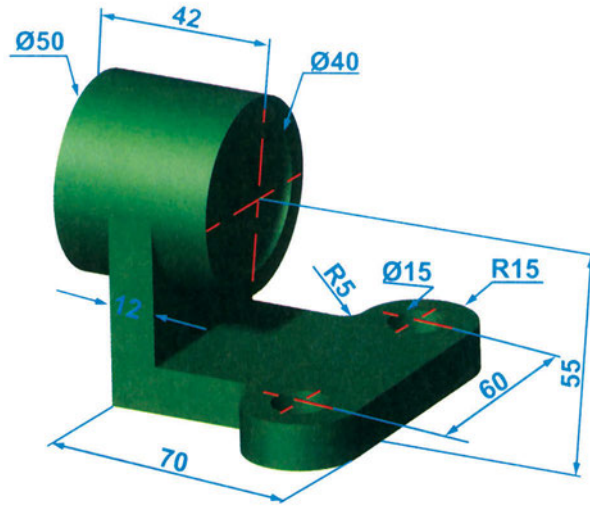
### ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Οι γραμμές διάστασης τοποθετούνται σε απόσταση 10mm από τα περιγράμματα των αντικειμένων. Στο Μηχανολογικό σχέδιο χρησιμοποιείται το γεμάτο βέλος, το μήκος του οποίου καθορίζεται σε 3.5mm. Οι βοηθητικές γραμμές διάστασης αρχίζουν από τα περιγράμματα του αντικειμένου. Το ύψος του κειμένου διάστασης πρέπει να είναι 4 ή 5mm. Το κείμενο διάστασης εισάγεται ευθυγραμμισμένο με τη γραμμή διάστασης. Οι βασικότερες υποεντολές διαστασιολόγησης που χρησιμοποιούν τα συστήματα CAD είναι: γραμμική, παράλληλη, τεταγμένη, κυκλική και γωνιακή. Για την καταχώρηση διαστάσεων, με βάση κάποιο επίπεδο αναφοράς, ενεργοποιείται η εντολή “Γραμμή αναφοράς”. Η συνεχής διαστασιολόγηση χρησιμοποιείται για καταχώρηση συνεχών διαστάσεων. Πολλές φορές είναι απαραίτητη η τροποποίηση του κειμένου διάστασης, για να είναι σύμφωνο με τον κανονισμό του Μηχανολογικού σχεδίου. Τα εξελεγκμένα λογισμικά σχεδίασης διαθέτουν βιβλιοθήκη, που περιέχει σύμβολα ανοχών, κατεργασίας και συγκολλήσεων.



## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ

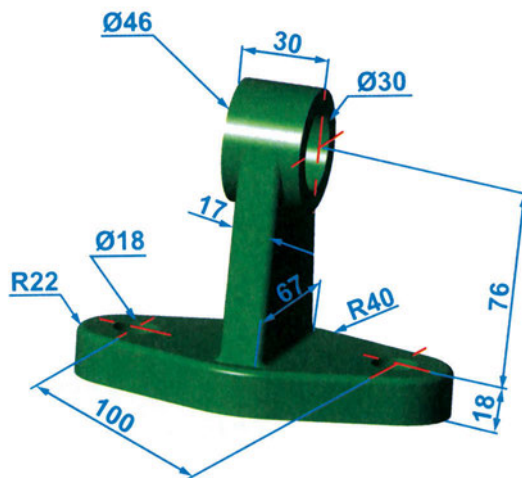
1. Δώσατε τα ορίσματα των παρακάτω παραμέτρων διαστασιολόγησης, σύμφωνα με τη διεθνή τυποποίηση ISO:
  - απόστασης της γραμμής διάστασης από τα περιγράμματα των αντικειμένων,
  - του μήκους του βέλους,
  - του ύψους του κειμένου διάστασης
  - και της μετατόπισης της βοηθητικής γραμμής διάστασης.
2. Αναφέρατε τις βασικότερες εντολές διαστασιολόγησης.
3. Ποια εντολή διαστασιολόγησης χρησιμοποιείται για καταχώρηση διαστάσεων με βάση κάποιο επίπεδο αναφοράς και ποια για καταχώρηση συνεχών διαστάσεων;
4. Σε ποια περίπτωση καταχώρησης διαστασιολόγησης διαμέτρου είναι απαραίτητη η τροποποίηση του κειμένου;
5. Ποιες τροποποιήσεις εισάγονται για την καταχώρηση διαστάσεων σε ημιτομές;
6. Αναφέρατε τα είδη της ανοχής διάστασης και τις μεταβλητές κάθε είδους.
7. Ονομάσατε τις ανοχές μορφής και τον τρόπο καταχώρησής τους.
8. Ονομάσατε τις ανοχές θέσης και τον τρόπο καταχώρησής τους.
9. Αναφέρατε τα σύμβολα ποιότητας κατεργασίας και τον τρόπο καταχώρησής τους.
10. Εξηγήσατε το σύμβολο καταχώρησης συγκολλήσεων.
11. Να σχεδιαστούν οι απαραίτητες όψεις ή τομές του αντικειμένου του παρακάτω σχήματος. Να καταχωρηθούν οι διαστάσεις. Να τοποθετηθούν οι εξής ανοχές:
  - Ανοχή κυλινδρικότητας του κυλίνδρου ίση με 0.01mm.
  - Ανοχή παραλληλότητας του άξονα του κυλίνδρου ως προς τη βάση, ίση με 0.002mm.



12. Το αντικείμενο του παρακάτω σχήματος είναι χυτό. Ζητείται να μετατραπεί σε συγκολλητή κατασκευή και να σχεδιαστούν οι απαραίτητες όψεις και τομές.

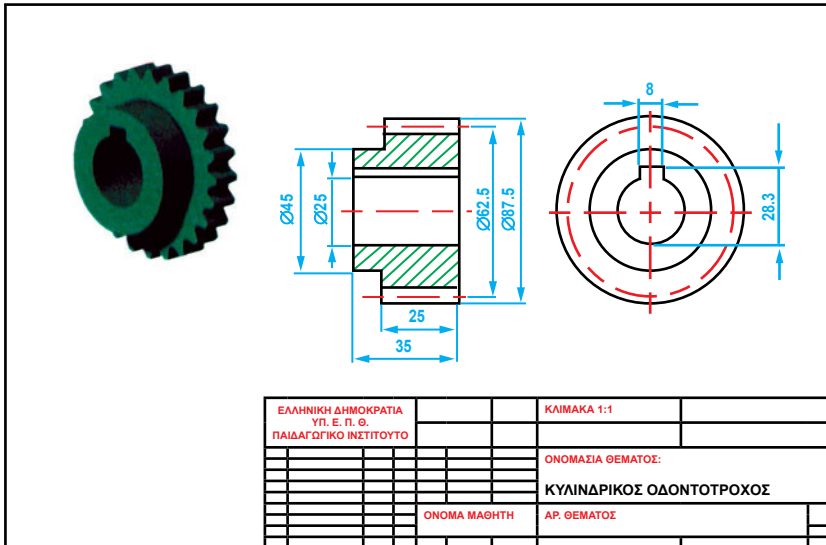
Να τοποθετηθούν τα απαραίτητα σύμβολα συγκολλήσεων.

Να τοποθετηθούν τα απαραίτητα, κατά τη γνώμη σας, σύμβολα ποιότητας επιφανείας.



Όλες οι καμπυλότητες είναι R2





# Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο

# 11

## ΤΕΛΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΡΧΕΙΩΝ

- 11.1 Εκτύπωση σχεδίων
- 11.2 Προεπισκόπηση (Plot preview)
- 11.3 Εκτύπωση σε αρχείο (Plot to file)







## Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να μπορεί ο μαθητής να εκτυπώνει τα μηχανολογικά σχέδια.
- Να επιλέγει σωστά το κατάλληλο χαρτί σχεδίασης.
- Να ορίζει σωστά την κλίμακα σχεδίασης.

### 11.1 ΕΚΤΥΠΩΣΗ ΣΧΕΔΙΩΝ

Ένας τρόπος ανταλλαγής σχεδίων είναι η εκτύπωσή τους στο χαρτί. Οι τυπικές μορφές εκτύπωσης του σχεδίου είναι η εκτύπωση (printer) ή σχεδιογράφηση (Plotter).

Η εκτύπωση έχει το πλεονέκτημα ότι εμφανίζει μερικές λεπτομέρειες του σχεδίου, οι οποίες όμως μπορεί να μη φαίνονται καθαρά στην οθόνη λόγω μικρής κλίμακας σχεδίασης. Για την εκτύπωση – σχεδιογράφηση (Print-plot) σχεδίου πρέπει να ορίζονται τα ακόλουθα:

- Συσσκευή εκτύπωσης.
- Παράμετροι πέννας.
- Μέγεθος χαρτιού.
- Μέρος του σχεδίου για εκτύπωση.
- Κλίμακα εκτύπωσης.

#### Συσσκευή εκτύπωσης (Device selection)

Σ' αυτήν την ενότητα ορίζεται η συσκευή εκτύπωσης και τα χαρακτηριστικά της. Μέσω των διαμορφώσεων της συσκευής (Device Configuration) ορίζονται όλες οι διαμορφώσεις που αναφέρονται στη συσκευή. Τα περισσότερα λογισμικά σχεδίασης επιτρέπουν να αποθηκεύονται στη μνήμη τους πολλές συσκευές. Οι παράμετροι διαμόρφωσης αποθηκεύονται ως αρχεία ASCII. Η εμφάνιση διαμόρφωσης μιας συσκευής γίνεται με τη χρήση της εντολής **“Show Device Configuration”**. Με την εντολή **“Change Device configuration”** γίνονται αλλαγές στη διαμόρφωση της συσκευής.

Οι επιλογές διαμόρφωσης είναι διαφορετικές για κάθε συσκευή σχεδιογράφησης.

### Παράμετροι πέννας (Pen parameters)

Η βελτίωση της ποιότητας σχεδιογράφησης ενός σχεδίου εξαρτάται από τη σωστή επιλογή των παραμέτρων της πέννας. Οι παράμετροι της πέννας που ορίζονται για τη σχεδιογράφηση είναι οι εξής:

- **Χρώμα.** Το χρώμα του αντικείμενου καθορίζεται αυτόματα ίδιο με το επίπεδο του. Γι' αυτόν το λόγο, τα αντικείμενα που έχουν ίδιο είδος γραμμής πρέπει να ανήκουν στο ίδιο επίπεδο για περισσότερη ευκολία στην εκτύπωση. Παρόλο που υπάρχει δυνατότητα τα αντικείμενα να έχουν διαφορετικό χρώμα από αυτό του επιπέδου, εν τούτοις αυτό περιπλέκει τη διαδικασία της εκτύπωσης. Στην εκτύπωση κάθε χρώμα αντικαθίσταται από μία πένα με συγκεκριμένο πάχος.
- **Αριθμός πέννας.** Καθορίζει τον αριθμό της πέννας (θέση της πέννας στη θήκη), η οποία αντιστοιχεί σε ένα χρώμα.

Παράδειγμα: Αν όλες οι αξονικές γραμμές ανήκουν σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο με χρώμα κόκκινο, καθορίζεται η πένα στη θήκη 3 για το κόκκινο χρώμα, όπου στη θήκη 3 τοποθετείται πένα με πάχος γραμμής 0.35mm (πάχος αξονικής γραμμής για ομάδα γραμμών 0.7, σύμφωνα με τον κανονισμό του Μηχανολογικού σχεδίου).

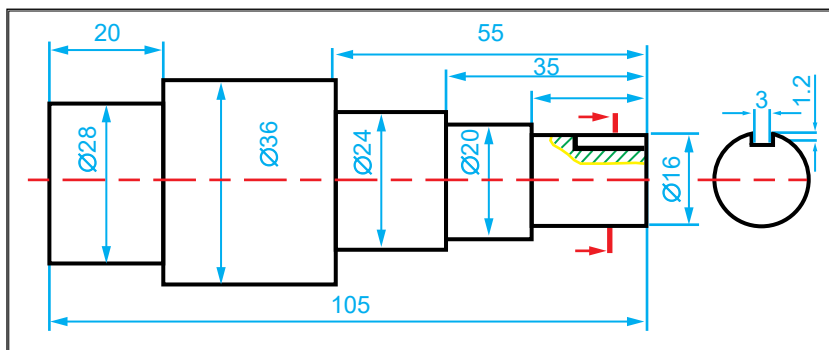
Αν η συσκευή διαθέτει μόνο μία θέση πέννας κατά τη διάρκεια της εκτύπωσης, η συσκευή σταματά και ζητείται αλλαγή πέννας κάθε φορά που απαιτείται διαφορετική.

- **Είδος γραμμής.** Πολλές συσκευές σχεδιογράφησης μπορούν να παράγουν διαφορετικούς τύπους γραμμών, όμως δηλαδή το χρώμα και το είδος γραμμής πρέπει να καθορίζεται κατευθείαν στο επίπεδο.
- **Πάχος γραμμής.** Καθορίζεται, όταν πρόκειται για σχεδιογράφηση στερεών. Αν η τιμή του πάχους είναι μικρή, απαιτούνται πολλά περάσματα της πέννας για να γεμίσει το στερεό αντικείμενο. Το πάχος γραμμής πρέπει να είναι πάντα μικρότερο από το πάχος της πέννας.



### Άσκηση 11.1

Να καθορισθούν οι παράμετροι της πέννας για την εκτύπωση του κατασκευαστικού σχεδίου του άξονα του παρακάτω σχήματος.



Κατασκευαστικό σχέδιο άξονα.

Τα επίπεδα των αντικειμένων του σχεδίου δίδονται στον παρακάτω πίνακα.

ΟΝΟΜΑ ΕΠΙΠΕΔΟΥ	ΧΡΩΜΑ	ΕΙΔΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ
ΟΡΑΤΕΣ	ΜΑΥΡΟ	ΣΥΝΕΧΗΣ
ΑΞΟΝ	ΚΟΚΚΙΝΟ	ΑΞΟΝΙΚΗ
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	ΣΙΕΛ	ΣΥΝΕΧΗΣ
ΕΛΕΥΘΕΡΑ	ΚΑΦΕ	ΣΥΝΕΧΗΣ
ΔΙΑΓΡΑΜΜΙΣΗ	ΠΡΑΣΙΝΟ	ΣΥΝΕΧΗΣ

Επίπεδα αντικειμένων σχεδίου.

Οι παράμετροι πέννας δίδονται στον παρακάτω πίνακα.

ΧΡΩΜΑ	ΑΡ. ΠΕΝΑΣ	ΕΙΔΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ	ΠΑΧΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ
	1	ΕΙΔΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ	ΠΑΧΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ
	3	ΕΙΔΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ	ΠΑΧΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ
	3	ΕΙΔΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ	ΠΑΧΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ
	2	ΕΙΔΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ	ΠΑΧΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ
	3	ΕΙΔΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ	ΠΑΧΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ

Παράμετροι πέννας.

### Επιλογή μεγέθους του χαρτιού

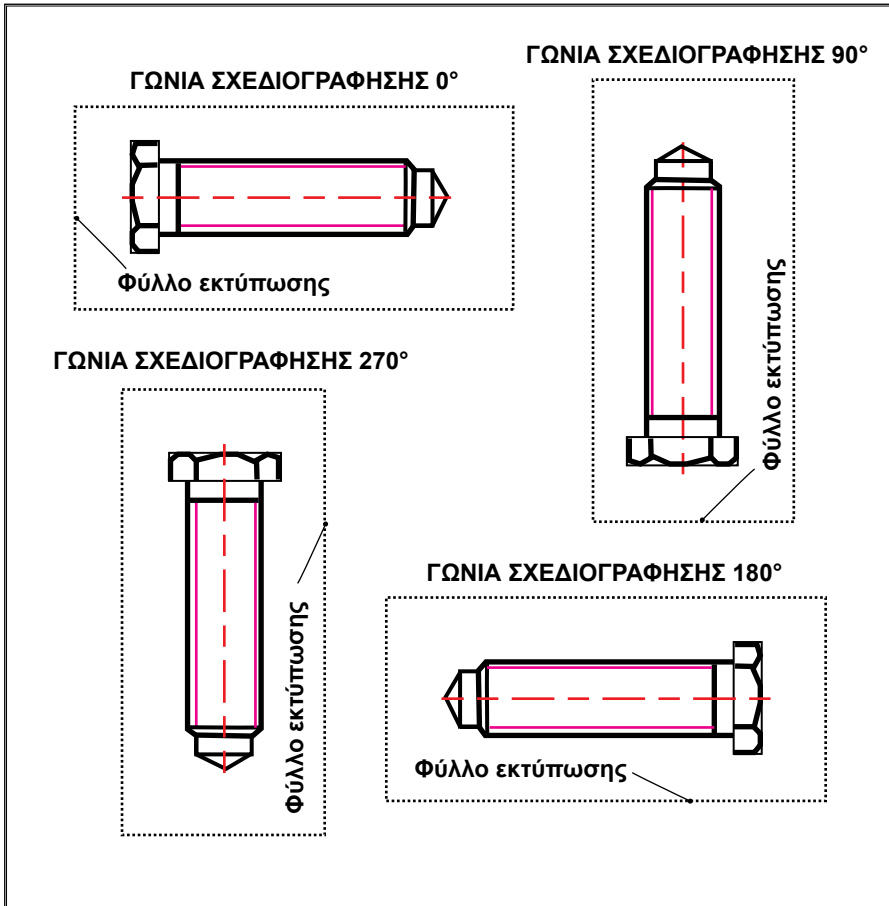
Η επιλογή αυτή καθορίζει το μέγεθος του χαρτιού της εκτύπωσης. Στον πίνακα 11.1 παρουσιάζονται οι διαστάσεις φύλλων κατά DIN 476 σειρά Α.

Πίνακας 11.1: Διαστάσεις σε mm χαρτιού για σχεδιογράφηση.

Διαστάσεις Φύλλων κατά DIN 476 σειρά Α	Διαστάσεις κομμένου χαρτιού (mm)	Διαστάσεις επιφάνειας σχεδίασης (mm)	Διαστάσεις σχεδιογράφησης (mm)
<b>A0</b>	1189 x 841	1179 x 831	1153.41 x 829.41
<b>A1</b>	841 x 594	831 x 584	829.41 x 558.41
<b>A2</b>	594 x 420	584 x 410	558.41 x 408.41
<b>A3</b>	420 x 297	410 x 287	408.41 x 261.41
<b>A4</b>	297 x 210	287 x 200	261.41 x 174.41
<b>A5</b>	210 x 148	200 x 138	174.41 x 119.41

Στις περισσότερες συσκευές σχεδιογράφησης (plotters) η αρχή συντεταγμένων του χαρτιού εκτύπωσης είναι στην κάτω αριστερή γωνία, ενώ στους εκτυπωτές η εκτύπωση αρχίζει από την πάνω αριστερή γωνία. Τα περισσότερα λογισμικά σχεδίασης επιτρέπουν τη μετατόπιση του αρχικού σημείου της εκτύπωσης. Η αλλαγή της θέσης του αρχικού σημείου της εκτύπωσης χρησιμοποιείται στην περίπτωση που θα τυπωθούν περισσότερα από ένα σχέδια στο ίδιο χαρτί.

Οι περισσότερες συσκευές σχεδιογράφησης έχουν τον οριζόντιο προσανατολισμό εξ ορισμού. Για περιστροφή της σχεδιογράφησης καθορίζεται η γωνία προσανατολισμού σε 0°, 90°, 180°, 270°. Ένα παράδειγμα σχεδιογράφησης σχεδίου σε διάφορες γωνίες προσανατολισμού παρουσιάζεται στο σχήμα 11.1.

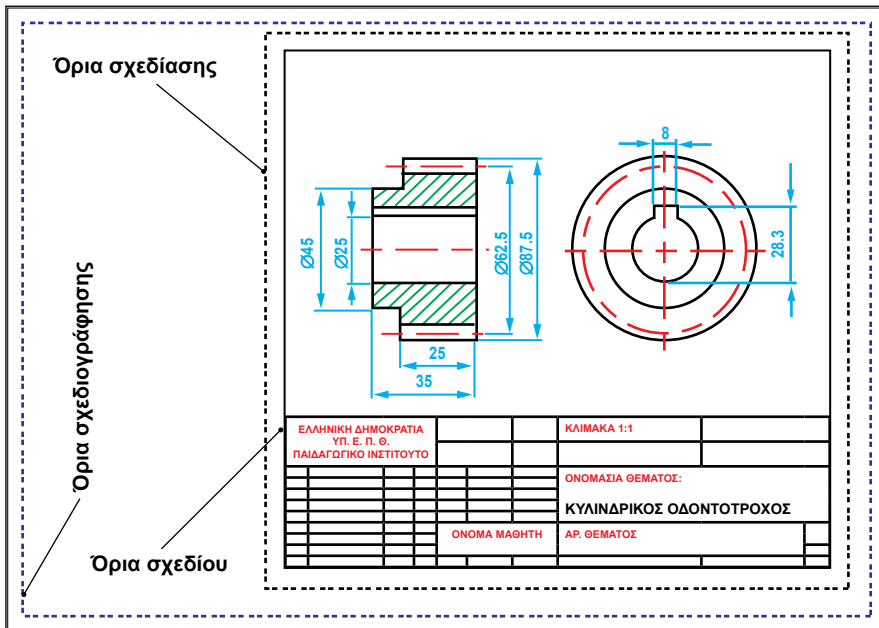


Σχήμα 11.1: Παράδειγμα σχεδιογράφησης σε διαφορετικές γωνίες προσανατολισμού.

### Επιλογή μέρους του σχεδίου για εκτύπωση

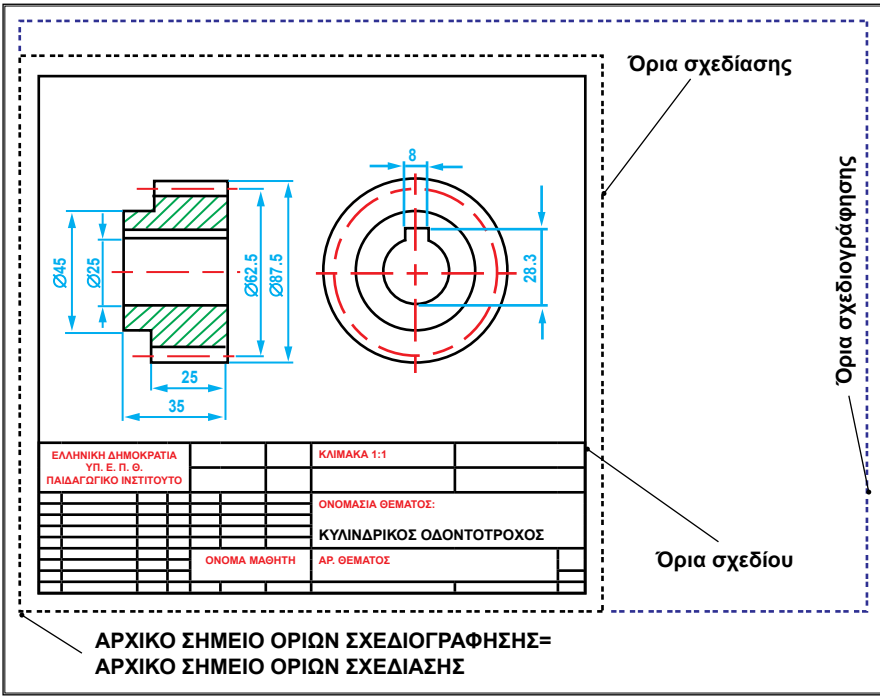
Σ' αυτήν την επιλογή καθορίζεται το μέρος του σχεδίου που θα εκτυπωθεί. Οι επιλογές της σχεδιογράφησης (σχήμα 11.2) είναι οι ακόλουθες:

- ◆ **Επιλογή ορίων σχεδίασης (limits).** Σ' αυτήν την επιλογή το σχέδιο εκτυπώνεται σύμφωνα με τα όρια σχεδίασης, τα οποία καθορίζονται με την εντολή Limits (όρια σχεδίασης). Το αρχικό σημείο των ορίων σχεδίασης συμπίπτει με το αρχικό σημείο των ορίων σχεδιογράφησης (σχήμα 11.3).

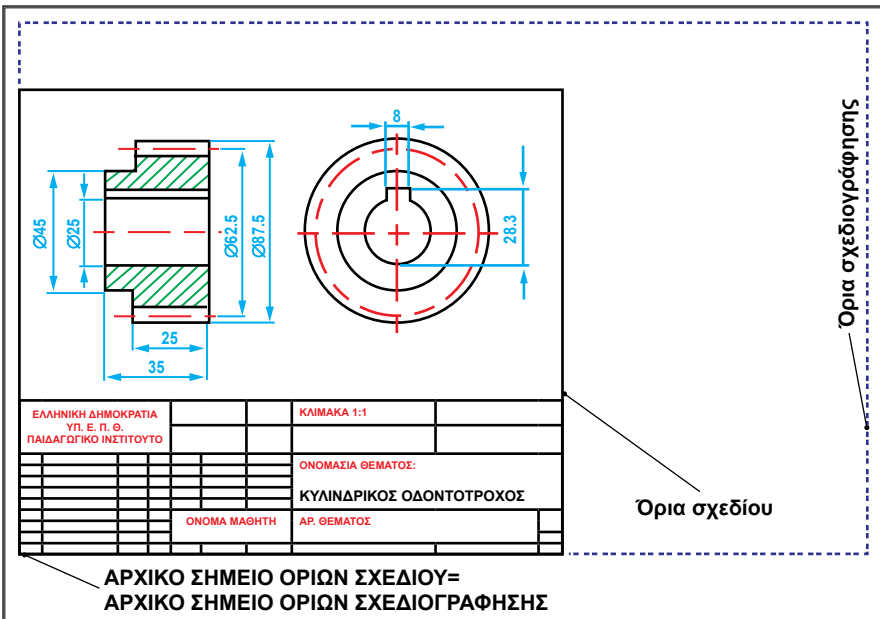


Σχήμα 11.2: Όρια σχεδίου, σχεδίασης και σχεδιογράφησης.

- ◆ **Επιλογή ορίων σχεδίου (Extends).** Εκτυπώνει όλο το σχέδιο ανεξάρτητα από τα όρια σχεδίασης. Το αρχικό σημείο των ορίων σχεδιογράφησης συμπίπτει με το αρχικό σημείο των ορίων σχεδίου (σχήμα 11.4).
- ◆ **Επιλογή οθόνης (Display).** Εκτυπώνει το μέρος του σχεδίου που φαίνεται στην οθόνη. Πριν την επιλογή εκτύπωσης οθόνης (Display) γίνεται μεγέθυνση της περιοχής που επιλέγεται για να εκτυπωθεί (σχήμα 11.5). Στη συνέχεια εκτελείται η σχεδιογράφηση Plot Display (εκτύπωση οθόνης). Το αρχικό σημείο του παραθύρου οθόνης συμπίπτει με το αρχικό σημείο των ορίων σχεδιογράφησης (σχήμα 11.6).
- ◆ **Επιλογή παραθύρου (Window).** Αυτή η επιλογή εκτυπώνει ένα καθορισμένο παράθυρο του σχεδίου (σχήμα 11.7). Το αρχικό σημείο του επιλεγμένου παραθύρου συμπίπτει με το αρχικό σημείο των ορίων σχεδιογράφησης (σχήμα 11.8).

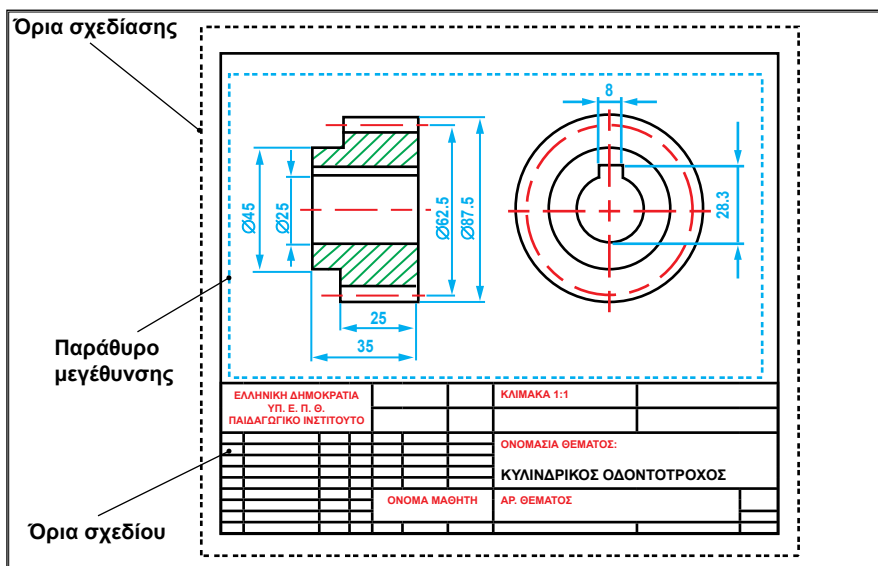


Σχήμα 11.3: Εκτύπωση με επιλογή ορίων σχεδίασης.

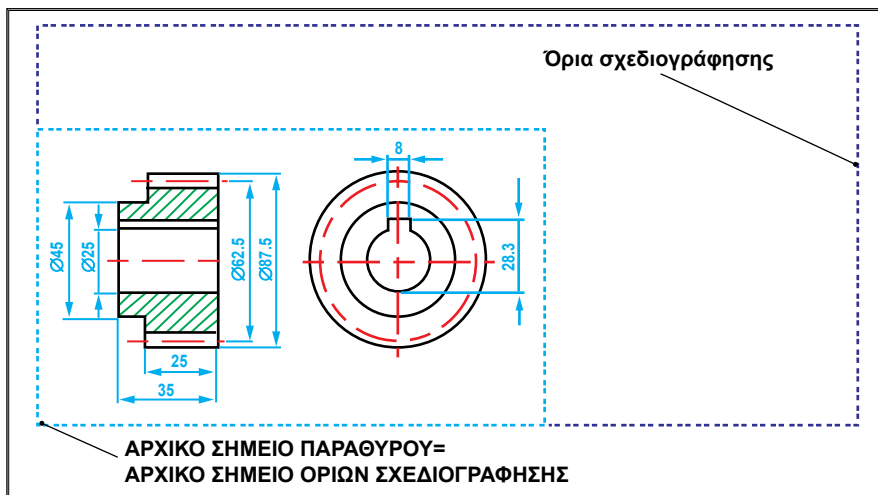


Σχήμα 11.4: Εκτύπωση με επιλογή ορίων σχεδίου.





Σχήμα 11.5: Μεγέθυνση παραθύρου.



Σχήμα 11.6: Εκτύπωση με επιλογή οθόνης.



### Κλίμακα εκτύπωσης

Ως κλίμακα εκτύπωσης χαρακτηρίζεται το πηλίκον των διαστάσεων σχεδιογράφησης του χαρτιού εκτύπωσης δια των ορίων σχεδίου, έτσι:

$$\text{Κλίμακα εκτύπωσης} = \frac{\text{Διαστάσεις σχεδιαγράφησης}}{\text{Όρια σχεδίου}}$$

Προτιμότερο είναι πάντα τα αντικείμενα να σχεδιάζονται στο φυσικό τους μέγεθος, δηλαδή σε κλίμακα 1:1. Η εκτύπωση μπορεί να γίνει με διαφορετική κλίμακα, αναλόγως προς το μέγεθος του χαρτιού εκτύπωσης. Διακρίνονται οι παρακάτω τρεις κατηγορίες κλιμάκων:

1. Φυσική κλίμακα με τιμή πηλίκου ίση με το ένα. Σ' αυτήν την περίπτωση μία μονάδα σχεδίου αντιστοιχεί σε μία μονάδα εκτύπωσης (Συμβολισμός **M1:1**).
2. Κλίμακα μεγέθυνσης με τιμή πηλίκου X μεγαλύτερη από το ένα. Σ' αυτήν την περίπτωση κάθε μία μονάδα σχεδίου αντιστοιχεί σε X μονάδες εκτύπωσης (Συμβολισμός **MX:1**).
3. Κλίμακα σμίκρυνσης με τιμή πηλίκου X μικρότερη από το ένα. Κάθε X μονάδες σχεδίου αντιστοιχούν σε μια μονάδα εκτύπωσης (Συμβολισμός **M1:X**).

Η κλίμακα καταχωρείται πάντα στην προβλεπόμενη θέση του υπομνήματος του σχεδίου και συνιστάται να χρησιμοποιούνται οι κλίμακες που είναι καταχωρημένες στον πίνακα 11.2.

Πίνακας 11.2: Συνιστώμενες κλίμακες σχεδίασης.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ ΚΛΙΜΑΚΑ		
Μεγέθυνση	50:1 5:1	20:1 2:1	10:1
Φυσική Κλίμακα	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

Εάν μία όψη ή μία λεπτομέρεια σε ένα σχέδιο έχει εκτυπωθεί υπό διαφορετική κλίμακα από αυτήν που αναφέρεται στο υπόμνημα, τότε πρέπει να αναγράφεται η εκάστοτε κλίμακα κοντά στην όψη ή στη λεπτομέρεια στην οποία αντιστοιχεί.

Εάν σε εξαιρετικές περιπτώσεις απαιτούνται κλίμακες μεγαλύτερες ή μικρότερες από αυτές που δίνονται στον πίνακα 11.2, τότε συνιστάται να χρησιμοποιούνται κλίμακες πολλαπλάσια ή υποπολλαπλάσια αυτών. Επίσης, σε εξαιρετικές περιπτώσεις και εάν οι προτεινόμενες κλίμακες δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν, επιτρέπεται να επιλέγονται και τιμές ανάμεσα σ' αυτές που δίδονται στον πίνακα 11.2.

Η επιλογή της κλίμακας εκτύπωσης ενός σχεδίου υπαγορεύεται πάντα από την πολυπλοκότητα του εκάστοτε εμφανιζομένου τεμαχίου, καθώς και από το είδος του σχεδίου (συνοπτικό ή γενικής διάταξης, κατασκευαστικό κ.λ.π.). Σε κάθε περίπτωση πρέπει πάντως η κλίμακα να έχει επιλεγεί τόσο μεγάλη, ώστε οι πληροφορίες που δίδονται στο σχέδιο να μπορούν να διαβάζονται εύκολα.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην κλίμακα γραμμών, όταν καθορίζεται κλίμακα εκτύπωσης, ώστε οι διαστάσεις των αξονικών και διακεκομμένων γραμμών καθώς και το ύψος των γραμμών να μην έχουν απόκλιση από αυτές που ορίζει ο κανονισμός του Μηχανολογικού σχεδίου.



## Άσκηση 11.2

### Καθορισμός κλίμακας εκτύπωσης

Τα όρια ενός σχεδίου είναι 810x500 mm. Να καθορισθούν οι κλίμακες εκτύπωσης για σχεδιογράφηση του σχεδίου σε διαφορετικά φύλλα εκτύπωσης.

### Λύση

Οι διαστάσεις σχεδιογράφησης δίδονται στον πίνακα 11.1. Για εκτύπωση σε φύλλο A3 (408.41x261.41), η κλίμακα εκτύπωσης θα είναι  $408.41/810 = 1/1.983$ . Η πλησιέστερη κλίμακα είναι 1:2 (πίνακας 11.2). Κάθε ένα χιλιοστό του φύλλου εκτύπωσης αντιστοιχεί σε 2 χιλιοστά σχεδίου (M1:2). Οι υπόλοιπες κλίμακες εκτύπωσης για σχεδιογράφηση σε διαφορετικά φύλλα δίδονται στον παρακάτω πίνακα:

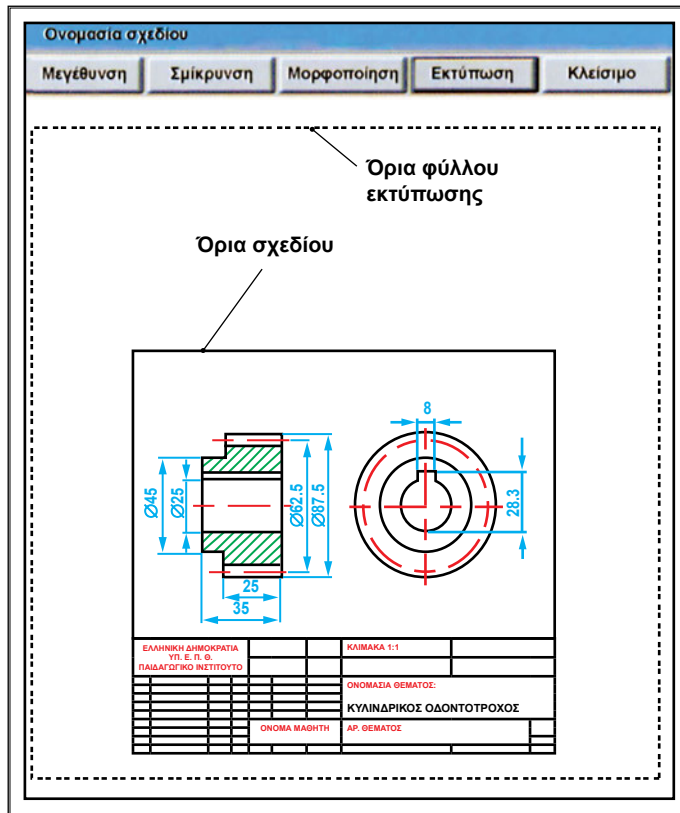
Φύλλο	Υπολογισμένη Κλίμακα σχεδιογράφησης	Τυποποιημένη Κλίμακα σχεδιογράφησης
A0	1:0.809	1:1
A1	1:0.9766	1:1
A2	1:1.391	1:2
A3	1:1.983	1:2
A4	1:3.099	1:5

Επιλογή κλιμάκων εκτύπωσης.

## 11.2 ΠΡΟΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ (PLOT PREVIEW)

Η προεπισκόπηση εμφανίζει το σχέδιο στην οθόνη μέσα σε ένα περίγραμμα του μεγέθους του χαρτιού, όπως θα εκτυπωνόταν σύμφωνα με τους επιλεγμένους ορισμούς εκτύπωσης (σχήμα 11.9).

Όταν είναι ενεργοποιημένη η εντολή προεπισκόπησης, υπάρχει δυνατότητα μεγέθυνσης, σμίκρυνσης της εικόνας, ή μορφοποίησης των ορισμών εκτύπωσης. Αν η εικόνα του σχεδίου είναι ικανοποιητική, τότε ενεργοποιείται η εντολή “εκτύπωση”.



Σχήμα 11.9: Προεπισκόπηση ενός σχεδίου.

### 11.3 ΕΚΤΥΠΩΣΗ ΣΕ ΑΡΧΕΙΟ (PLOT TO FILE)

Η εκτύπωση σε αρχείο επιτρέπει να δημιουργείται ένα αρχείο σχεδιογράφησης, αντί να εκτυπωθεί κατευθείαν στη συσκευή σχεδιογράφησης. Η δημιουργία αρχείου εκτύπωσης είναι χρήσιμη στην περίπτωση που πρόκειται να εκτυπωθεί το σχέδιο σε συσκευή που δεν συνδέεται άμεσα με τον υπολογιστή. Επίσης, δίνει τη δυνατότητα αρχειοθέτησης των σχεδίων σε ηλεκτρονική μορφή.

Η εκτύπωση σε αρχείο απαιτεί καθορισμό του ονόματος του αρχείου εκτύπωσης, το οποίο μπορεί να έχει το ίδιο όνομα με του αρχείου σχεδίου ή διαφορετικό.



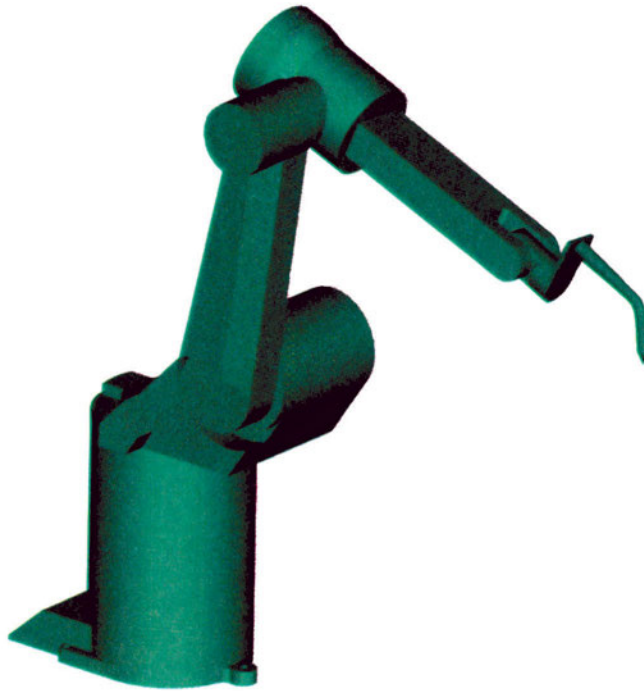
### ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Για την εκτύπωση – σχεδιογράφηση (Print-Plot) σχεδίου πρέπει να ορίζεται η συσκευή εκτύπωσης, οι παράμετροι πέννας οι οποίες σχετίζονται με τα επίπεδα σχεδίασης, το μέγεθος του χαρτιού εκτύπωσης, το μέρος του σχεδίου και η κλίμακα εκτύπωσης. Τα λογισμικά σχεδίασης CAD παρέχουν διάφορες επιλογές εκτύπωσης, όπως επιλογή ορίων σχεδίασης, ορίων σχεδίου, οθόνης και παραθύρου. Η εκτύπωση/σχεδιογράφηση μπορεί να γίνει σε φυσική κλίμακα, σε μεγέθυνση ή σε σμίκρυνση. Επίσης, δίνεται δυνατότητα αποθήκευσης αρχείου εκτύπωσης σε ηλεκτρονική μορφή.



### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ

1. Ποιοι παράγοντες ορίζονται πριν την εκτέλεση της εκτύπωσης/σχεδιογράφησης;
2. Πώς καθορίζεται ο αριθμός της πέννας της σχεδιογράφησης;
3. Ποιες είναι οι γωνίες προσανατολισμού σχεδιογράφησης;
4. Ποια είναι η διαφορά στην εκτύπωση, στις επιλογές “Εκτύπωση βάσει ορίων σχεδίασης” και “Εκτύπωση βάσει ορίων σχεδίου”;
5. Ποια είναι η διαφορά στην εκτύπωση, στις επιλογές “Εκτύπωση οθόνης” και “Εκτύπωση παραθύρου”;
6. Να καθορισθούν οι κλίμακες εκτύπωσης για σχεδιογράφηση του σχεδίου σε διαφορετικά φύλλα εκτύπωσης, τα όρια του οποίου είναι 500x267 mm.
7. Να γίνει σχεδιογράφηση των προηγούμενων ασκήσεων.
8. Ποια είναι τα πλεονεκτήματα της εκτύπωσης σε αρχείο;



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ

# 12

### ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ

- 12.1 Εισαγωγή
- 12.2 Συστήματα συντεταγμένων
- 12.3 Ορισμός επιπέδων τρισδιάστατης μοντελοποίησης
- 12.4 Τρισδιάστατη μοντελοποίηση με χρήση προτύπων επιφανειών
- 12.5 Τρισδιάστατη μοντελοποίηση με χρήση προτύπων στερεών
- 12.6 Τρισδιάστατη μοντελοποίηση με χρήση εξειδικευμένων εντολών



**194 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ**

**12.7 Επεξεργασία τρισδιάστατων μοντέλων**

**12.8 Συναρμολόγηση στερεών μοντέλων**



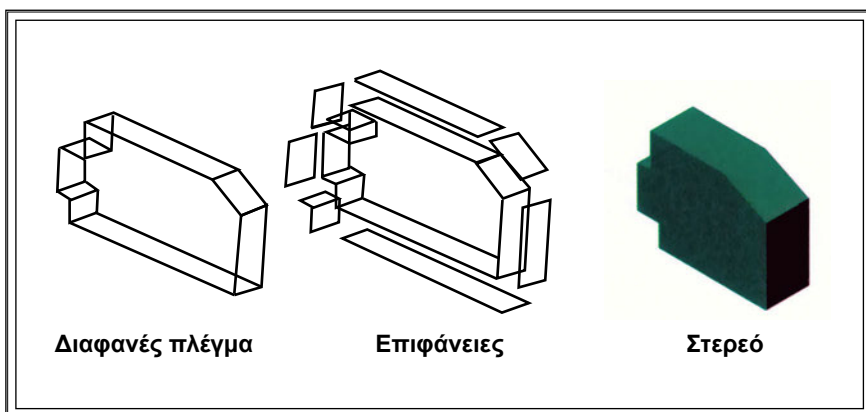
## Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να γνωρίζει ο μαθητής τις δυνατότητες σχεδίασης στερεών αντικειμένων και επιφανειών.
- Να σχεδιάζει στερεά αντικείμενα και να τα επεξεργάζεται.
- Να ελέγχει την παρουσίαση των στερεών αντικειμένων, ορίζοντας συστήματα συντεταγμένων.
- Να είναι σε θέση να συναρμολογήσει στερεά αντικείμενα.

### 12.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η τρισδιάστατη σχεδίαση αποσκοπεί στη δημιουργία του τρισδιάστατου μοντέλου του αντικειμένου στο χώρο. Τα αντικείμενα απεικονίζονται όπως ακριβώς είναι στην πραγματική τους μορφή. Χρησιμοποιούνται τρεις διαφορετικές μέθοδοι για τη δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων (σχήμα 12.1):

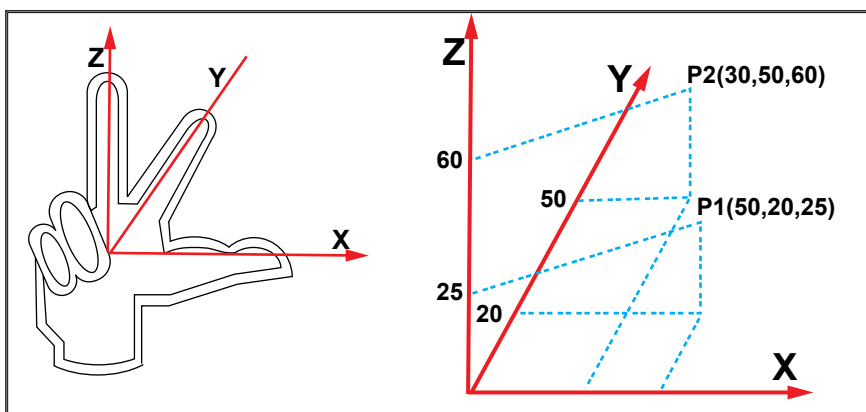
1. Η μοντελοποίηση με **ακμές (Wire-frame)**. Ένα μοντέλο αυτού του είδους αποτελείται μόνο από ακμές και κορυφές. Το κύριο μειονέκτημά τους είναι ότι το εσωτερικό τους είναι άδαιο και φαίνεται, με αποτέλεσμα να δυσκολεύει την κατανόηση του ακριβούς σχήματος του μοντέλου.
2. Η μοντελοποίηση με **επιφάνειες (Surfaces)**. Τα αντικείμενα περιβάλλονται από επιφάνειες, οι οποίες σχηματίζονται με την προσθήκη πλευρών στα μοντέλα με διαφανές πλέγμα.
3. Η μοντελοποίηση με **στερεά (Solid)**. Προσθέτει ύλη στο εσωτερικό ενός μοντέλου. Η εξέλιξη των συστημάτων CAD βαδίζει ξεκάθαρα προς την κατεύθυνση της τρισδιάστατης μοντελοποίησης με στερεά.



Σχήμα 12.1: Τρισδιάστατα μοντέλα.

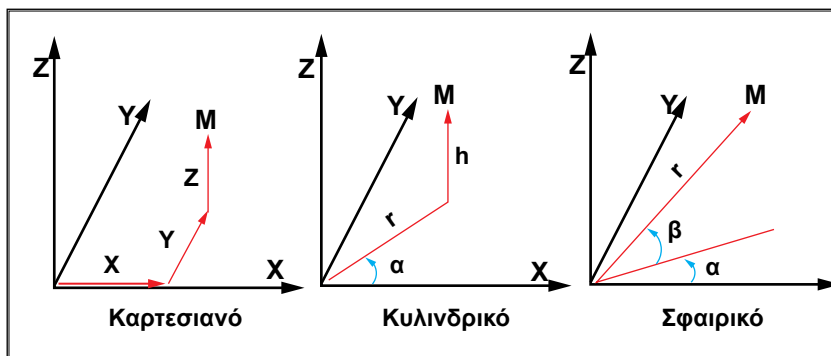
## 12.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ

Η σχεδίαση σε τρεις διαστάσεις απαιτεί την εισαγωγή τριάδων συντεταγμένων. Οι συντεταγμένες ενός σημείου στο τρισδιάστατο καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων ορίζονται από τις τρεις διαστάσεις **X-Y-Z**. Η θετική διεύθυνση των αξόνων **X, Y** και **Z** ακολουθεί τον κανόνα του δεξιού χεριού και το σύστημα ορίζεται ως **δεξιόστροφο** (σχήμα 12.2). Η θετική διεύθυνση του άξονα **X** ακολουθεί τον αντίχειρα, του **Y** το δείκτη και του **Z** το μεσαίο δάχτυλο.



Σχήμα 12.2: Προσδιορισμός καρτεσιανών συντεταγμένων σημείων στο χώρο X-Y-Z.

Εναλλακτικά οι συντεταγμένες σημείου στο χώρο, ανάλογα με το ακολουθούμενο σύστημα ορίζονται ως (σχήμα 12.3):



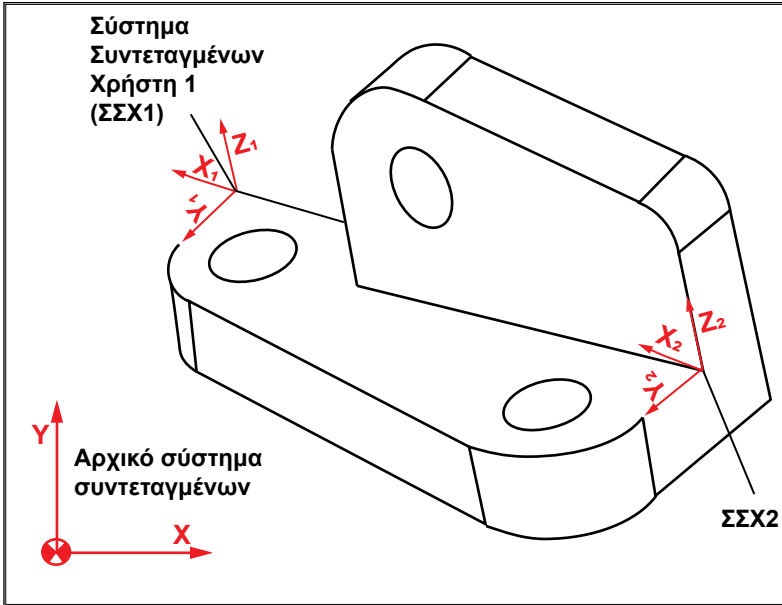
Σχήμα 12.3: Τρισδιάστατα συστήματα συντεταγμένων.

- **Καρτεσιανές συντεταγμένες.** Τα σημεία ορίζονται από την τετμημένη  $X$ , την τεταγμένη  $Y$  και τη διάσταση  $Z$ .
- **Κυλινδρικές συντεταγμένες.** Είναι μία διαφοροποίηση των πολικών συντεταγμένων στο επίπεδο. Εκτός από την απόσταση  $r$  και τη γωνία  $\alpha$ , τα οποία απαιτούνται για τον ορισμό πολικών συντεταγμένων στο επίπεδο, ορίζεται και ένα ύψος  $h$ .
- **Σφαιρικές συντεταγμένες.** Χρησιμοποιούν δύο γωνίες ( $\alpha$ ,  $\beta$ ), η πρώτη γωνία είναι από τον άξονα  $X$ , ενώ η δεύτερη γωνία είναι από το  $X$ - $Y$  επίπεδο και μια απόσταση  $r$  κατά μήκος των δύο γωνιών.

Η τρισδιάστατη σχεδίαση απαιτεί ένα ευέλικτο σύστημα συντεταγμένων, δηλαδή ένα σύστημα συντεταγμένων καθορισμένο από το χρήστη, το οποίο ονομάζεται σύστημα συντεταγμένων χρήστη (ΣΣΧ). Το σύστημα συντεταγμένων χρήστη (ΣΣΧ) μπορεί να έχει διαφορετικό αρχικό σημείο από το αρχικό σύστημα συντεταγμένων του λογισμικού και διαφορετικές διευθύνσεις των αξόνων  $X$ ,  $Y$  και  $Z$  για το καρτεσιανό σύστημα. Ο καθορισμός συστήματος συντεταγμένων χρήστη επιτρέπει τη σχεδίαση και την επεξεργασία τρισδιάστατων αντικειμένων με μεγαλύτερη ευκολία, επειδή χρησιμοποιείται το ΣΣΧ, για να επαναπροσανατολιστεί το επίπεδο σχεδίασης, ώστε η σχεδίαση να γίνεται συνεχώς δυσδιάστατη.

Σε ένα σχέδιο υπάρχει δυνατότητα προσδιορισμού ενός απεριόριστου αριθμού ΣΣΧ. Επίσης, για κάθε όψη προσδιορίζεται διαφορετικό σύστημα συντεταγμένων χρήστη. Στο σχήμα 12.4 παρουσιάζεται μια τρισδιάστατη σχεδίαση, όπου φαίνεται το αρχικό σύστημα συντεταγμένων (ορισμένο από

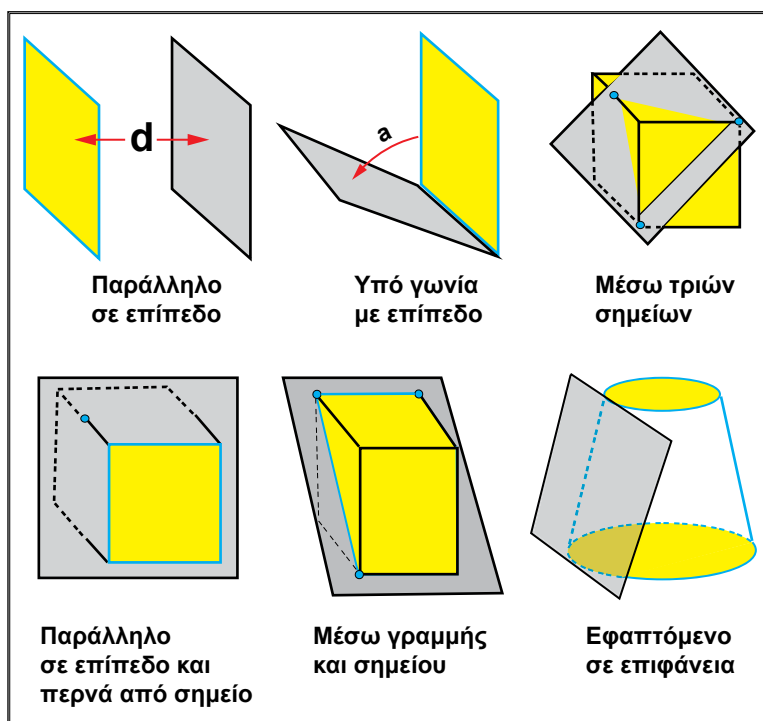
το λογισμικό σχεδίασης), καθώς επίσης και δύο συστήματα συντεταγμένων καθορισμένα από το χρήστη, τα οποία θεωρούνται απαραίτητα για μεγαλύτερη ευκολία της σχεδίασης.



**Σχήμα 12.4:** Διαφορετικά συστήματα συντεταγμένων χρήστη σε ένα τρισδιάστατο σχέδιο.

### 12.3 ΟΡΙΣΜΟΣ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ

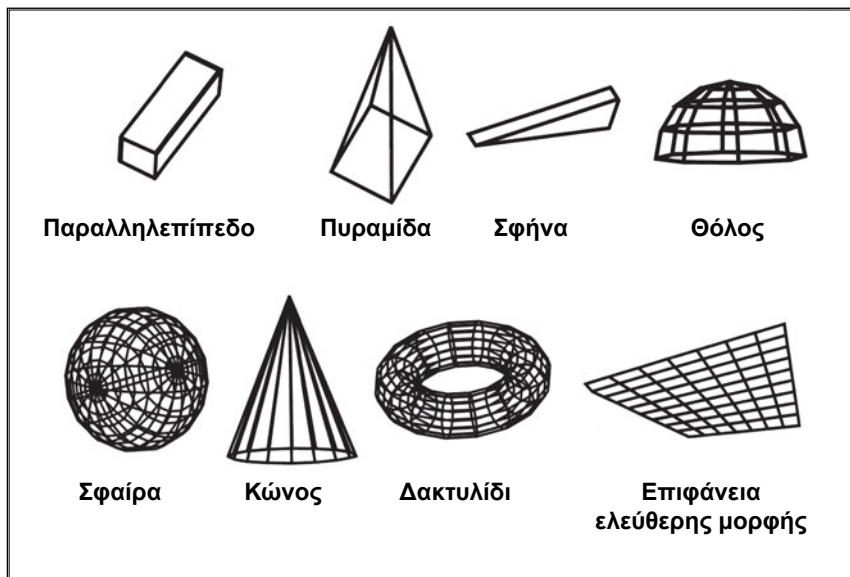
Για τη δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων, χρησιμοποιούνται επίπεδα σχεδίασης διατεταγμένα στο χώρο. Κάθε επίπεδο σχεδίασης έχει δικό του σύστημα συντεταγμένων, για τη διευκόλυνση της σχεδίασης. Έτσι, μια τρισδιάστατη σχεδίαση μετατρέπεται αυτόματα σε σχεδίαση στο επίπεδο. Στο σχήμα 12.5 παρουσιάζονται οι διάφοροι τρόποι ορισμού επιπέδων τρισδιάστατης μοντελοποίησης.



**Σχήμα 12.5:** Καθορισμός επιπέδων επιφανειών σχεδίασης στο χώρο.

#### 12.4 ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ

Τα τρισδιάστατα μοντέλα από επιφάνειες αποτελούνται από επιφάνειες συνδεδεμένες μεταξύ τους. Οι επιφάνειες δεν έχουν πάχος, αλλά μόνο εμβαδόν. Τα λογισμικά σχεδίασης CAD παρέχουν έτοιμες πρότυπες επιφάνειες, που δημιουργήθηκαν από τρισδιάστατες επιφάνειες. Οι βασικότερες πρότυπες επιφάνειες παρουσιάζονται στο σχήμα 12.6.

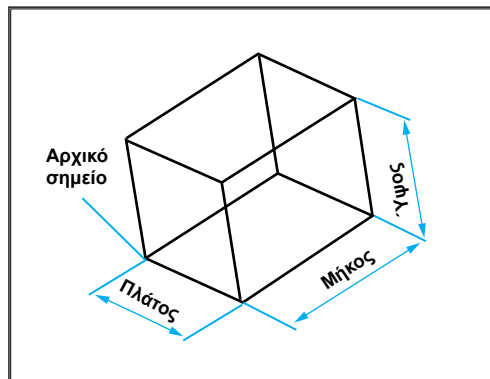


Σχήμα 12.6: Πρότυπες τρισδιάστατες επιφάνειες.

Οι παράμετροι, που πρέπει να ορίζονται για τον ορισμό και τη σχεδίαση των προτύπων τρισδιάστατων επιφανειών, αναφέρονται παρακάτω:

- Σχεδίαση παραλληλεπιπέδου (σχήμα 12.7).

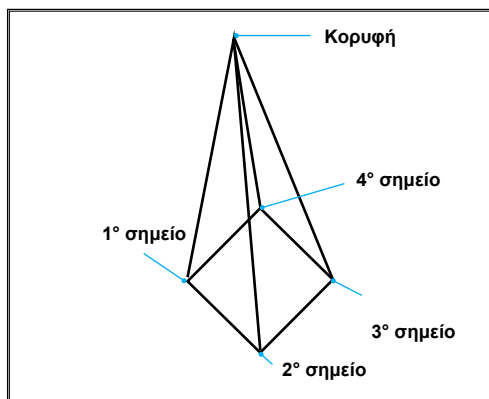
1. Αρχικό σημείο.
2. Μήκος παραλληλεπιπέδου.
3. Πλάτος παραλληλεπιπέδου.
4. Ύψος παραλληλεπιπέδου.



Σχήμα 12.7: Σχεδίαση παραλληλεπιπέδου.

- Σχεδίαση πυραμίδας (σχήμα 12.8).

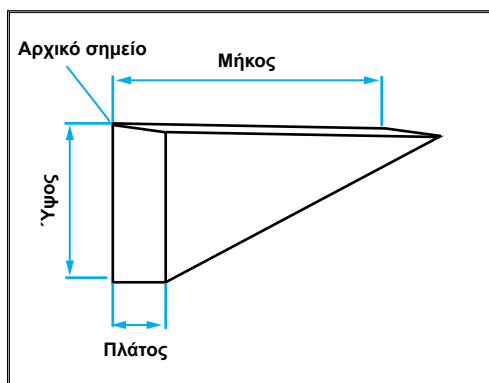
1. 4 Ακμές της βάσης.
2. Σημείο κορυφής.



Σχήμα 12.8: Σχεδίαση πυραμίδας.

- Σχεδίαση σφήνας (σχήμα 12.9).

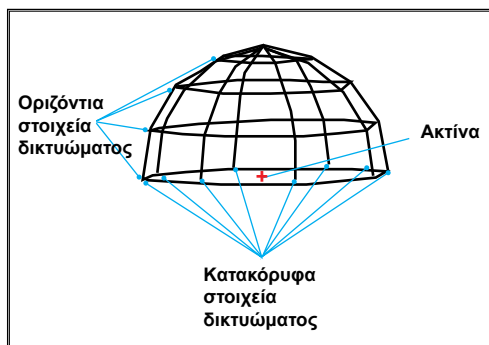
1. Αρχικό σημείο.
2. Μήκος σφήνας.
3. Πλάτος σφήνας.
4. Ύψος σφήνας.



Σχήμα 12.9: Σχεδίαση σφήνας.

- Σχεδίαση θόλου (σχήμα 12.10).

1. Κέντρο θόλου.
2. Ακτίνα ή διάμετρος θόλου.
3. Αριθμός κατακόρυφων στοιχείων δικτυώματος.
4. Αριθμός οριζόντιων στοιχείων δικτυώματος.



Σχήμα 12.10: Σχεδίαση θόλου.



• **Σχεδίαση σφαίρας** (σχήμα 12.11).

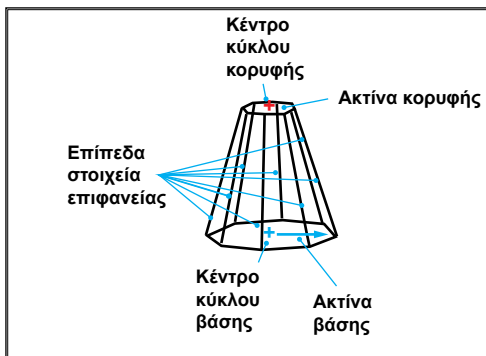
1. Κέντρο σφαίρας.
2. Ακτίνα ή διάμετρος σφαίρας.
3. Αριθμός κατακόρυφων στοιχείων δικτυώματος.
4. Αριθμός οριζόντιων στοιχείων δικτυώματος.



Σχήμα 12.11: Σχεδίαση σφαίρας.

• **Σχεδίαση κώνου** (σχήμα 12.12).

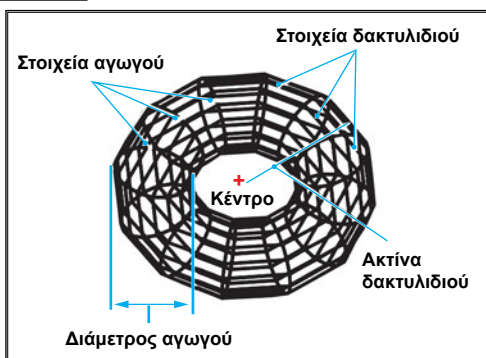
1. Κέντρο κύκλου βάσης κώνου.
2. Ακτίνα ή διάμετρος της βάσης.
3. Ακτίνα ή διάμετρος της κορυφής.
4. Ύψος κώνου.
5. Αριθμός επιπέδων στοιχείων επιφάνειας.



Σχήμα 12.12: Σχεδίαση κώνου.

• **Σχεδίαση δακτυλιδιού** (σχήμα 12.13).

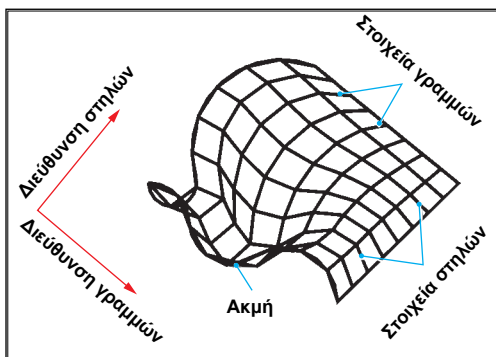
1. Κέντρο δακτυλιδιού.
2. Ακτίνα ή διάμετρος δακτυλιδιού.
3. Ακτίνα ή διάμετρος αγωγού.
4. Αριθμός στοιχείων δακτυλιδιού.
5. Αριθμός στοιχείων αγωγού.



Σχήμα 12.13: Σχεδίαση δακτυλίου.

- Σχεδίαση ελεύθερης επιφάνειας (σχήμα 12.14).

1. Οι οριακές ακμές της επιφάνειας (συνήθως τέσσερεις).
2. Αριθμός στοιχείων στην κατεύθυνση γραμμών.
3. Αριθμός στοιχείων στην κατεύθυνση στηλών.



Σχήμα 12.14: Σχεδίαση ελεύθερης επιφάνειας.

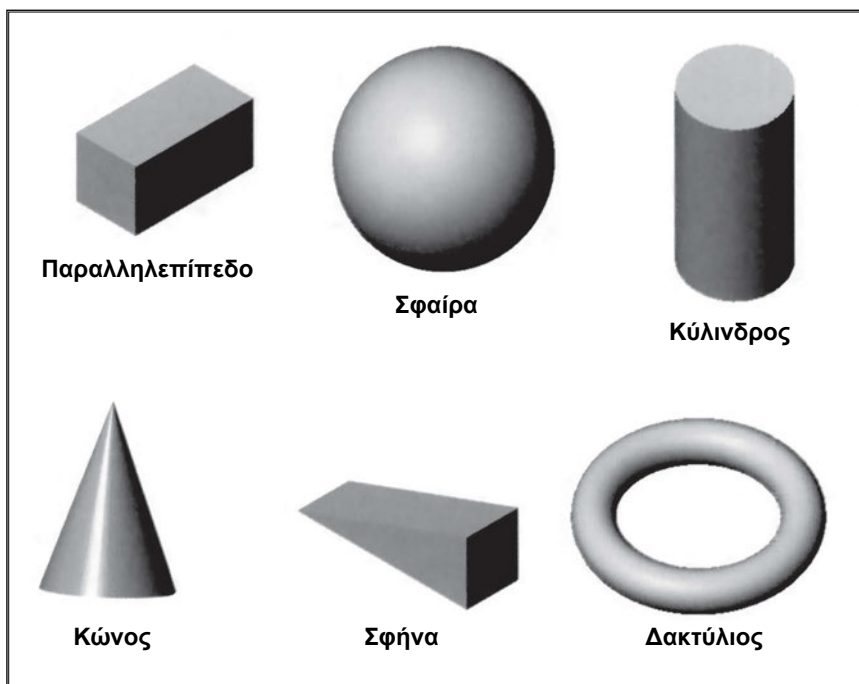
Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός στοιχείων δικτυώματος, τόσο πυκνότερο είναι το δικτύωμα και η σχεδίαση φαίνεται πιο ομαλή. Αντίθετα όμως απαιτείται μεγαλύτερος χώρος στο σκληρό δίσκο για την αποθήκευση του αντίστοιχου αρχείου. Αιτείται επίσης και μεγαλύτερο χρόνο, για να επανα-σχεδιασθεί.

## 12.5 ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ (PRIMITIVES)

Η τρισδιάστατη σχεδίαση με στερεά είναι ένας τρόπος κατασκευής μοντέλων με επιφάνειες και όγκο. Με ανάθεση ενός συγκεκριμένου υλικού σε ένα στερεό μοντέλο, δίνεται η δυνατότητα υπολογισμού των φυσικών ιδιοτήτων του, όπως η μάζα, το κέντρο βάρους, το μέτρο ελαστικότητας κ.α.

Τα λογισμικά σχεδίασης διαθέτουν βασικά στερεά (primitives), όπως παραλληλεπίπεδο, κύλινδρο, κώνο, σφήνα, δακτύλιο και σφαίρα (σχήμα 12.15).

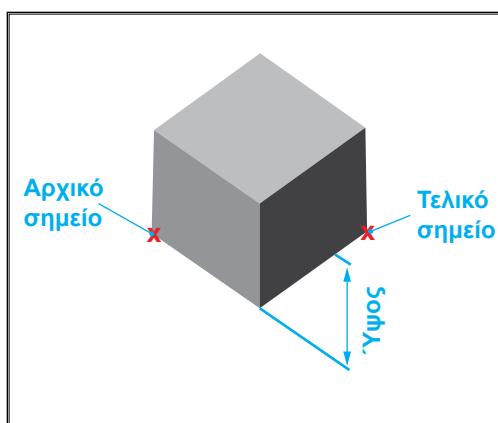
Ο τρόπος σχεδίασης των βασικών στερεών αντικειμένων και οι παράμετροι που καθορίζονται αναφέρονται παρακάτω:



Σχήμα 12.15: Βασικά στερεά αντικείμενα.

• Σχεδίαση παραλληλεπιπέδου (σχήμα 12.16).

5. Αρχικό σημείο.
6. Τελικό σημείο της διαγωνίου του παραλληλεπιπέδου.
7. Ύψος παραλληλεπιπέδου.



Σχήμα 12.16: Σχεδίαση στερεού παραλληλεπιπέδου.

• **Σχεδίαση σφαίρας** (σχήμα 12.17).

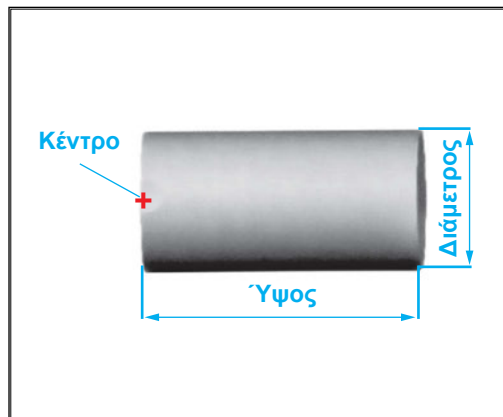
1. Κέντρο σφαίρας.
2. Ακτίνα ή διάμετρος σφαίρας.



Σχήμα 12.17: Σχεδίαση στερεάς σφαίρας.

• **Σχεδίαση κυλίνδρου** (σχήμα 12.18).

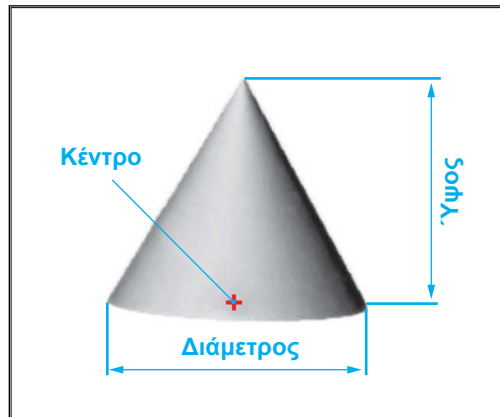
1. Κέντρο βάσης κυλίνδρου.
2. Ακτίνα ή διάμετρος βάσης κυλίνδρου.
3. Ύψος κυλίνδρου.



Σχήμα 12.18: Σχεδίαση στερεού κυλίνδρου.

• **Σχεδίαση κώνου** (σχήμα 12.19).

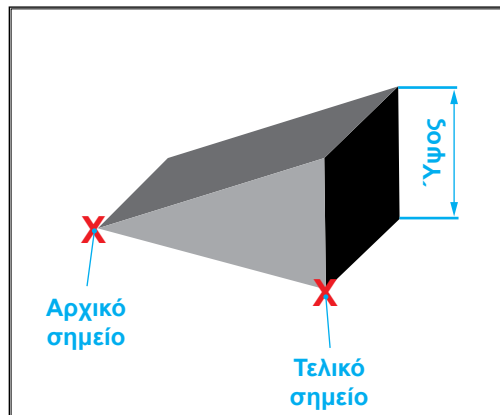
1. Κέντρο βάσης κώνου.
2. Ακτίνα ή διάμετρος βάσης κώνου.
3. Ύψος κώνου.



Σχήμα 12.19: Σχεδίαση στερεού κώνου.

• **Σχεδίαση σφήνας** (σχήμα 12.20).

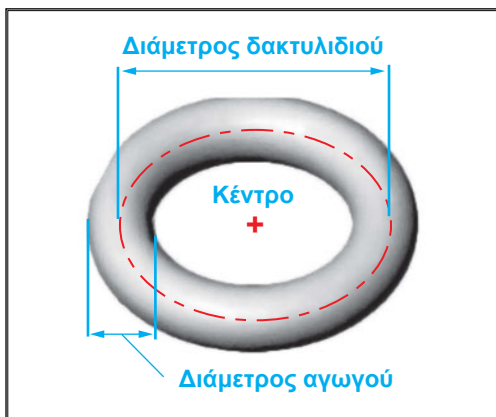
1. Αρχικό σημείο.
2. Τελικό σημείο.
3. Ύψος σφήνας.



Σχήμα 12.20: Σχεδίαση στερεάς σφήνας.

- **Σχεδίαση δακτυλιδιού** (σχήμα 12.21).

1. Κέντρο δακτυλιδιού.
2. Ακτίνα ή διάμετρος δακτυλιδιού.
3. Ακτίνα ή διάμετρος του αγωγού του δακτυλιδιού.

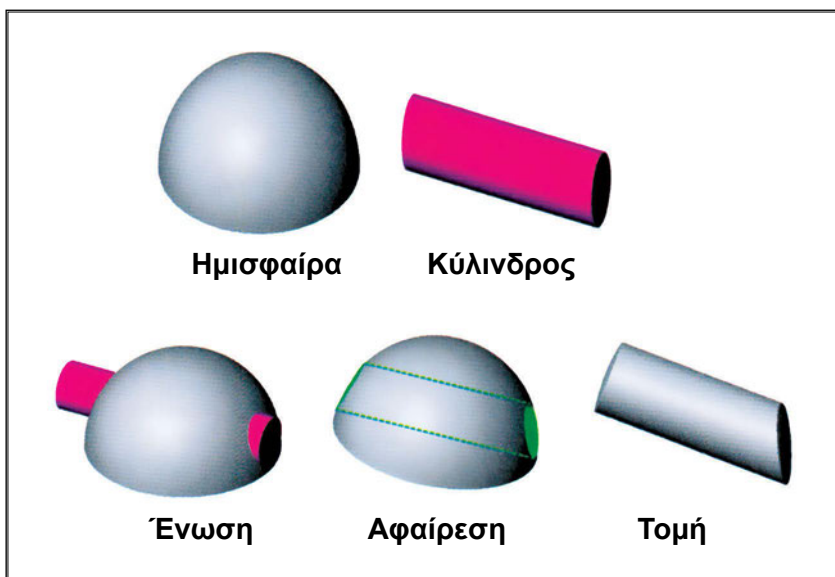


**Σχήμα 12.21:** Σχεδίαση στερεού δακτυλίου.

Η τρισδιάστατη σχεδίαση με στερεά επιτυγχάνεται με συνδυασμό επιμέρους στερεών αντικειμένων. Οι τρόποι σύνδεσης των βασικών στερεών είναι οι εξής (σχήμα 12.22):

- **Ένωση.** Είναι η σύνδεση δύο στερεών ώστε να αποτελούν ένα αντικείμενο.
- **Αφαίρεση.** Είναι η αφαίρεση ενός στερεού από ένα άλλο στερεό.
- **Τομή.** Είναι τομή δύο στερεών, για τον καθορισμό ενός τρίτου στερεού.

Οι παραπάνω συνδέσεις βασικών στερεών αντικειμένων ονομάζονται και λογικές πράξεις ή πράξεις συνόλων (**Boolean operations**).



**Σχήμα 12.22:** Τρόποι σύνδεσης βασικών στερεών αντικειμένων.

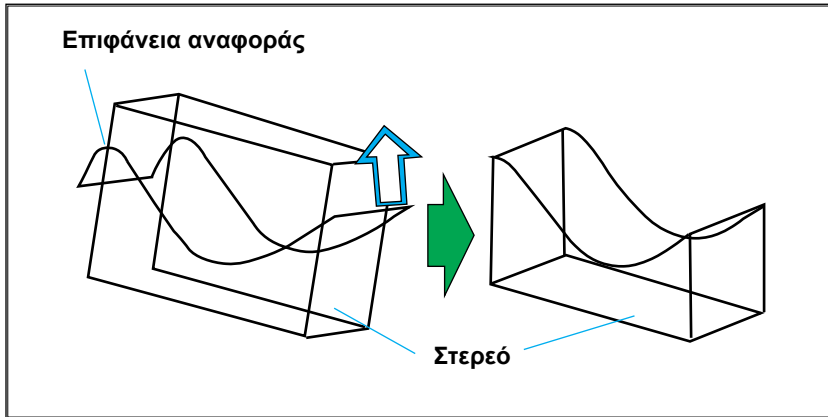
## 12.6 ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΜΕΝΩΝ ΕΝΤΟΛΩΝ

Τα λογισμικά μοντελοποίησης στερεών, εκτός από τις εντολές σύνδεσης των στερεών αντικειμένων, διαθέτουν και εξειδικευμένες εντολές μοντελοποίησης.

Οι κυριότερες εξειδικευμένες εντολές μοντελοποίησης στερεών, οι οποίες είναι κοινές σχεδόν στα περισσότερα λογισμικά σχεδίασης, είναι οι ακόλουθες:

- **Τομή επιφανείας με στερεό**

Η τομή επιφανείας με τρισδιάστατο στερεό χρησιμοποιείται για διαμόρφωση μιας συγκεκριμένης επιφάνειας ενός στερεού. Καθορίζεται μια επιφάνεια αναφοράς, η οποία έχει το ίδιο προφίλ με αυτό της επιθυμητής επιφάνειας του στερεού. Η τομή της επιφάνειας με το στερεό έχει ως αποτέλεσμα τη διαμόρφωση της απαιτούμενης επιφάνειας του στερεού (σχήμα 12.23).

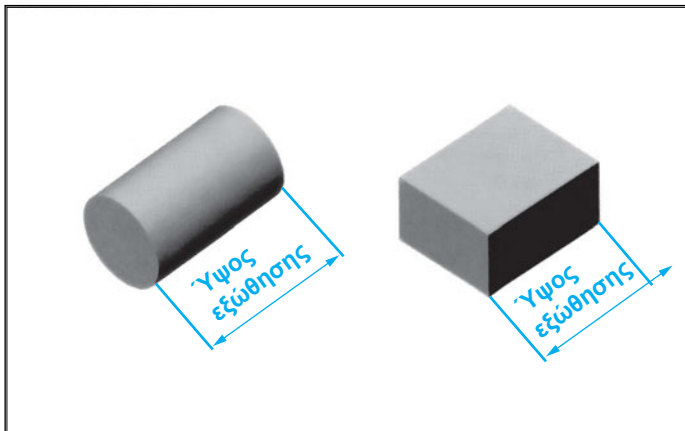


Σχήμα 12.23: Διαμόρφωση επιφάνειας στερεού από τομή επιφάνειας.

- **Εξώθηση (Extrude)**

Οι τρόποι εξώθησης των στερεών μοντέλων είναι οι παρακάτω τρεις:

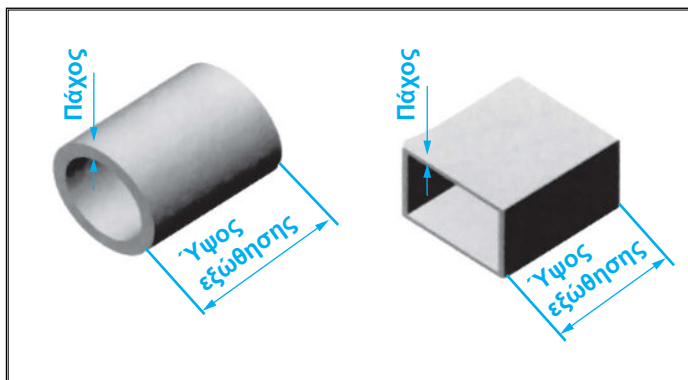
1. **Εξώθηση γεμάτη.** Τα αντικείμενα που προκύπτουν από αυτήν την εξώθηση είναι συμπαγή (σχήμα 12.24). Καθορίζεται το ύψος της εξώθησης.



Σχήμα 12.24: Εξώθηση ως στερεό συμπαγές.

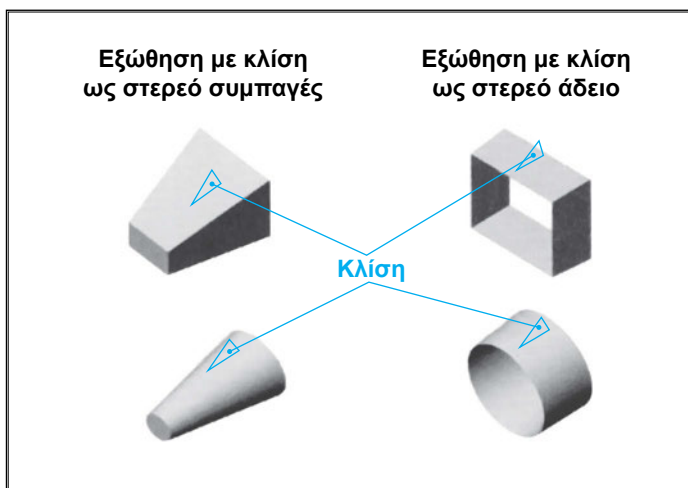
2. **Εξώθηση άδεια.** Τα αντικείμενα που προκύπτουν είναι άδεια εσωτερικά, έχουν ένα ορισμένο πάχος (σχήμα 12.25). Καθορίζεται το ύψος της εξώθησης και το πάχος περιγράμματος.





Σχήμα 12.25: Εξώθηση ως στερεό άδειο.

**3. Εξώθηση με κλίση.** Η εξώθηση σ' αυτήν την περίπτωση δεν έχει το ίδιο πάχος σε όλο το μήκος της, αλλά έχει μία ορισμένη κλίση σε σχέση με την αξονική γραμμή του αντικειμένου (σχήμα 12.26). Καθορίζεται το είδος της εξώθησης αν είναι γεμάτη ή άδεια και ανάλογα καθορίζονται τα πάχη. Επίσης πρέπει να ορίζεται η κλίση της εξώθησης.



Σχήμα 12.26: Εξώθηση με κλίση.

- **Σειρά αντιγραφών (Array ή Pattern).**

Η εντολή “μοντελοποίηση σειράς” δημιουργεί πολλαπλές αντιγραφές ενός αντικειμένου και τις τοποθετεί σε μία καθορισμένη απόσταση μεταξύ τους. Η

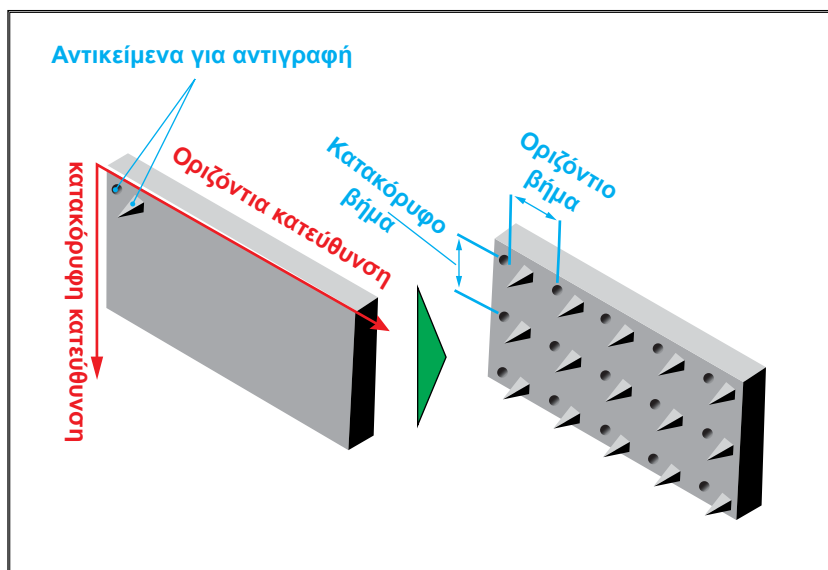
σειρά αντιγραφών τοποθετείται είτε γραμμικά είτε κυκλικά, αναλόγως προς το καθορισμένο είδος σειράς.

**1. Γραμμική σειρά.** Δημιουργεί σειρά αντιγραφών αντικειμένου και τις τοποθετεί γραμμικά. Η γραμμική σειρά μπορεί να είναι είτε μονή (μιας σειράς) είτε πολλαπλών σειρών (τύπου πίνακα).

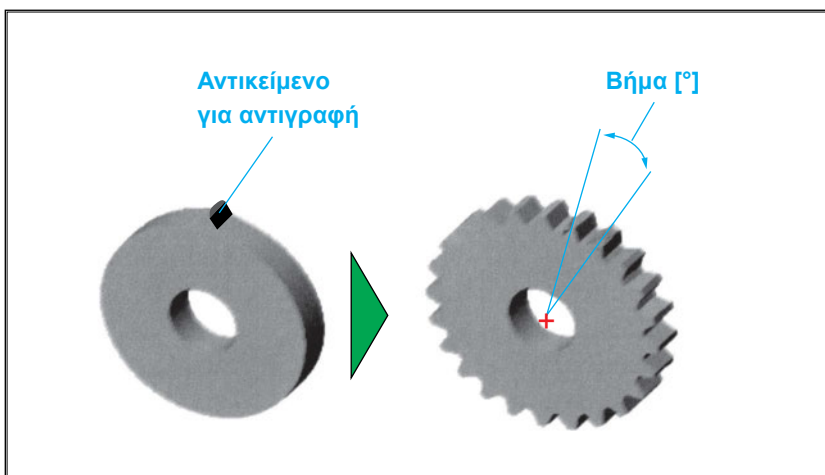
Για δημιουργία μονής γραμμικής σειράς καθορίζεται η κατεύθυνση της σειράς τοποθέτησης (οριζόντια ή κατακόρυφη), το βήμα (η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών αντιγραφών) και ο αριθμός αντιγραφών.

Για δημιουργία γραμμικής σειράς τύπου πίνακα, καθορίζονται δύο σειρές τοποθέτησης αντιγραφών (μία οριζόντια και μία κάθετη), το βήμα κάθε κατεύθυνσης και ο αριθμός αντιγραφών σε κάθε κατεύθυνση (σχήμα 12.27).

**2. Κυκλική σειρά.** Δημιουργεί σειρά αντιγραφών αντικειμένου ενός στερεού και τις τοποθετεί κυκλικά. Για κατασκευή κυκλικής σειράς, καθορίζεται το κέντρο της περιφέρειας τοποθέτησης αντιγραφών, το βήμα τοποθέτησης σε μοίρες και ο αριθμός αντιγραφών (σχήμα 12.28).



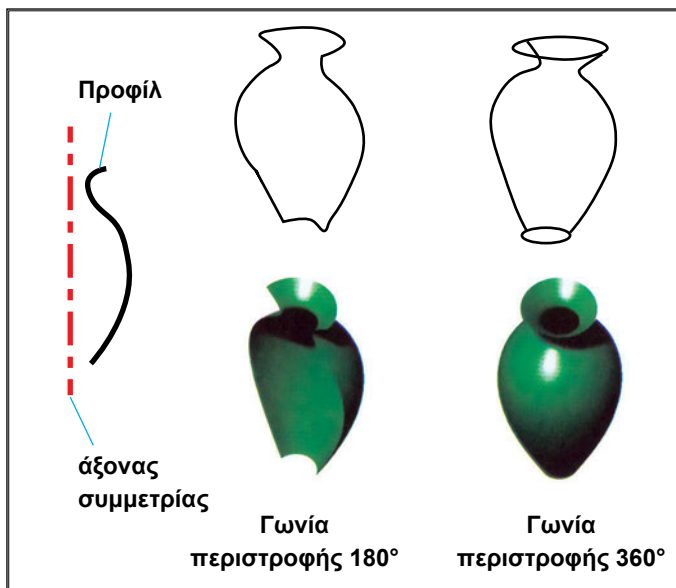
Σχήμα 12.27: Γραμμική σειρά.



Σχήμα 12.28: Κυκλική σειρά.

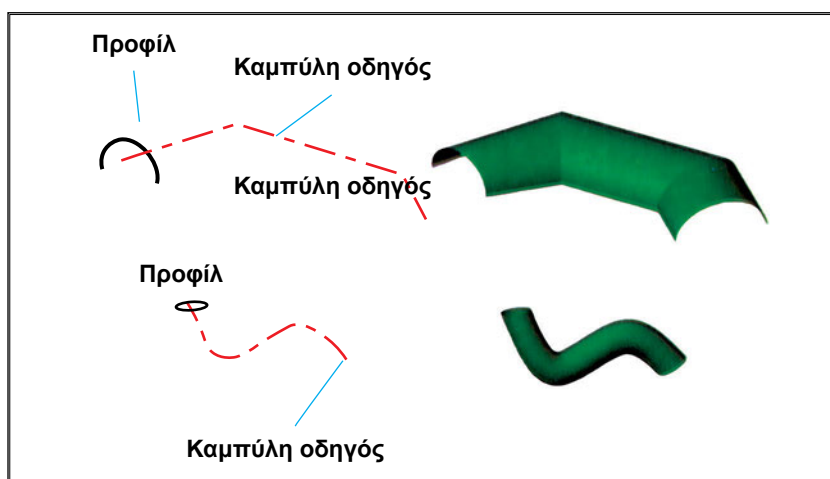
- Τρισδιάστατη μοντελοποίηση με περιστροφή (Revolve).

1. Σχεδιάζονται το προφίλ και η αξονική γραμμή συμμετρίας, γύρω από την οποία θα περιστρέφεται το προφίλ.
2. Ορίζονται η γωνία και η φορά (δεξιόστροφη ή αριστερόστροφη) περιστροφής (σχήμα 12.29).



Σχήμα 12.29: Σχεδίαση επιφάνειας με περιστροφή.

- **Τρισδιάστατη μοντελοποίηση με σάρωση (Sweep).**
  1. Δημιουργία δύο καθέτων επιπέδων επιφανειών σχεδίασης.
  2. Ενεργοποίηση του ενός επιπέδου σχεδίασης για τη σχεδίαση του προφίλ.
  3. Ενεργοποίηση του άλλου επιπέδου σχεδίασης, όπου σχεδιάζεται η καμπύλη οδηγός.
  4. Εκτέλεση εντολής, η οποία ζητάει να ορισθεί το προφίλ και η οδηγός καμπύλη (σχήμα 12.30).



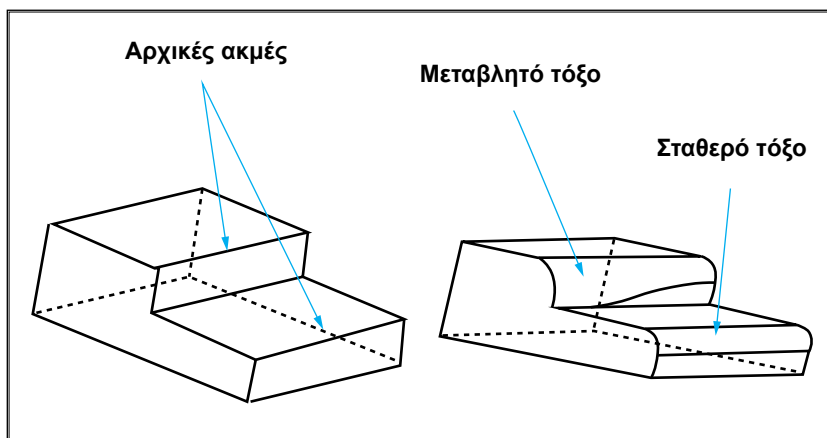
**Σχήμα 12.30:** Σχεδίαση επιφάνειας με κίνηση σάρωσης.

## 12.7 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

- **Ένωση με τόξο (Fillet).**

Η ένωση με τόξο είναι μετατροπή ακμής σε τόξο κύκλου. Τα στάδια σχηματισμού ένωσης τόξου είναι τα εξής (σχήμα 12.31):

1. Καθορισμός ακτίνας κύκλου. Η ακτίνα μπορεί να είναι σταθερή ή μεταβλητή. Στη δεύτερη περίπτωση απαιτείται ο καθορισμός της ελάχιστης και της μέγιστης ακτίνας.
2. Επιλέγονται οι ακμές, οι οποίες θα μετατραπούν σε τόξα.



Σχήμα 12.31: Ένωση επιφανειών με τόξο.

- **Ένωση με λοξοτομή (Chamfer)**

Η ένωση με λοξοτομή είναι μετατροπή ακμής σε λοξοτομή. Τα είδη λοξοτομής είναι τα παρακάτω (σχήμα 12.32):

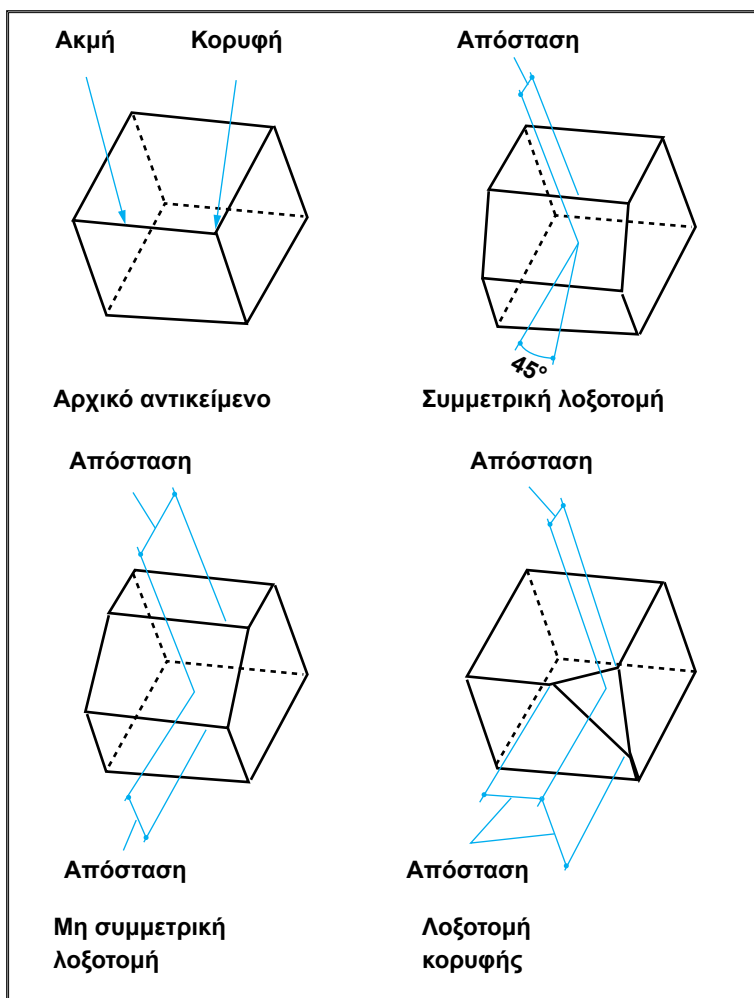
**Συμμετρική λοξοτομή.** Σ' αυτήν την περίπτωση η τομή του τμήματος που αποκόπτεται έχει τη μορφή ισοσκελούς τριγώνου. Η επιλογή συμμετρική λοξοτομή απαιτεί τον καθορισμό της γωνίας και μία απόσταση, η οποία είναι η πλευρά του τριγώνου που αφαιρείται, για να σχηματισθεί η λοξοτομή.

**Μη συμμετρική λοξοτομή.** Οι διαστάσεις που αφαιρούνται από κάθε πλευρά είναι διαφορετικές. Απαιτείται ο καθορισμός των δύο αποστάσεων.

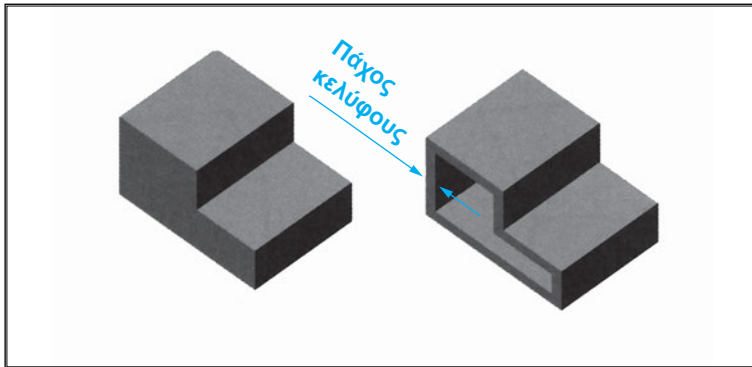
**Λοξοτομή κορυφής.** Μετατρέπει μια κορυφή σε λοξοτομή. Απαιτείται ο καθορισμός των τριών αποστάσεων για τις τρεις λοξοτομές ακμές.

- **Κέλυφος (Shell).**

Τα λογισμικά σχεδίασης στερεών διαθέτουν εντολές για κατασκευή κελύφους με ορισμένο πάχος, από συμπαγές στερεό μοντέλο (σχήμα 12.33). Καθορίζεται το πάχος κελύφους.



Σχήμα 12.32: Ένωση με λοξοτομή.



Σχήμα 12.33: Κατασκευή κελύφους.

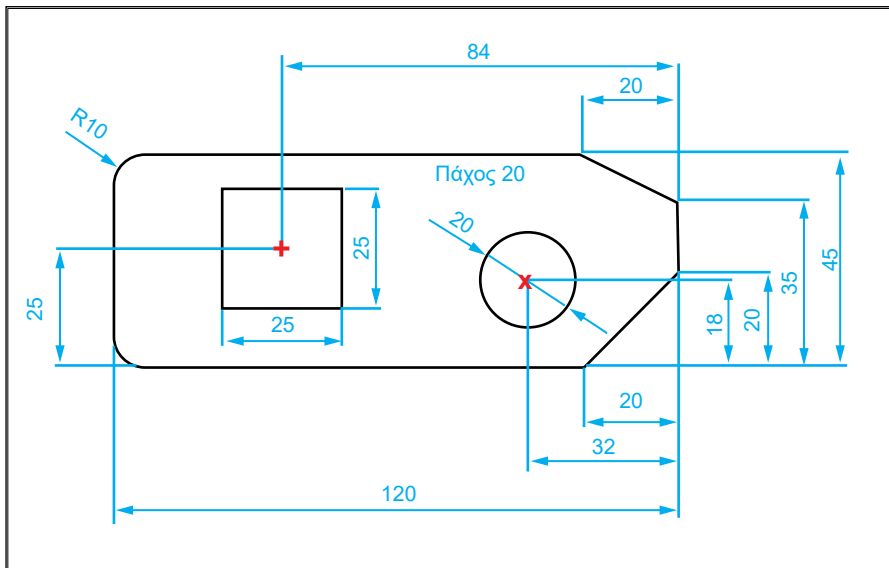


### Άσκηση 12.1

#### Χρήση συντεταγμένων

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται το κατασκευαστικό σχέδιο ενός τεμαχίου.

Να γίνει το τρισδιάστατο μοντέλο του τεμαχίου.

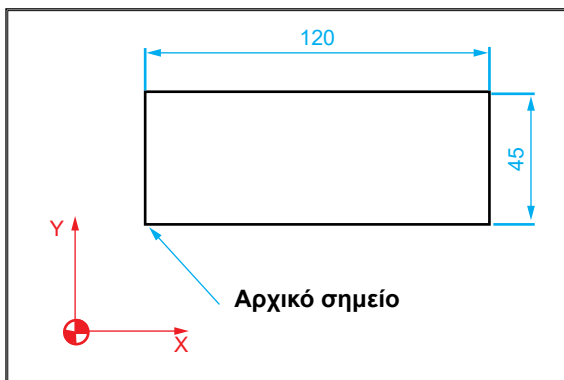


Κατασκευαστικό σχέδιο τεμαχίου.

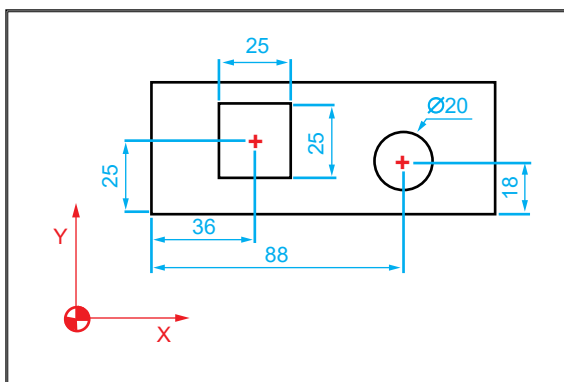
### Λύση

Τα βήματα σχεδίασης είναι τα ακόλουθα:

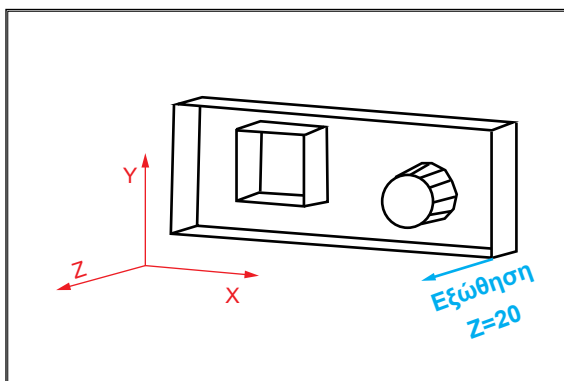
1. Σχεδίαση περιγράμματος 120x45.



2. Σχεδίαση τετραγώνου 25x25, με κέντρο το σημείο (36,25), σε σχέση με το αρχικό σημείο.
3. Σχεδίαση κύκλου  $\varnothing 20$ , με κέντρο το σημείο (88,18).

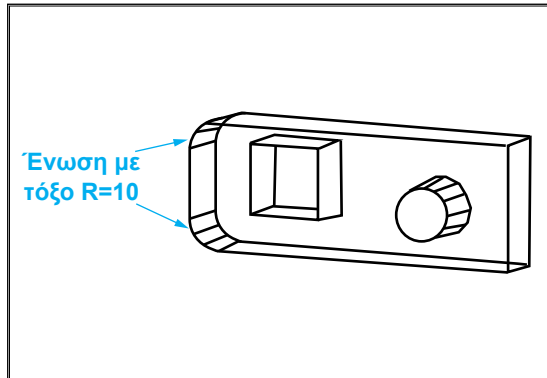


4. Εξώθηση σε  $Z=20$ .



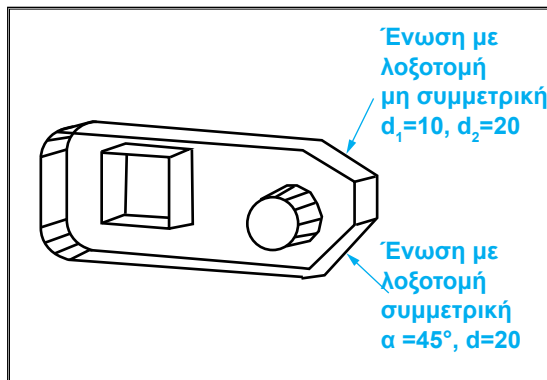


5. Ένωση με τόξο  $R=10$ .



6. Ένωση με λοξοτομή.

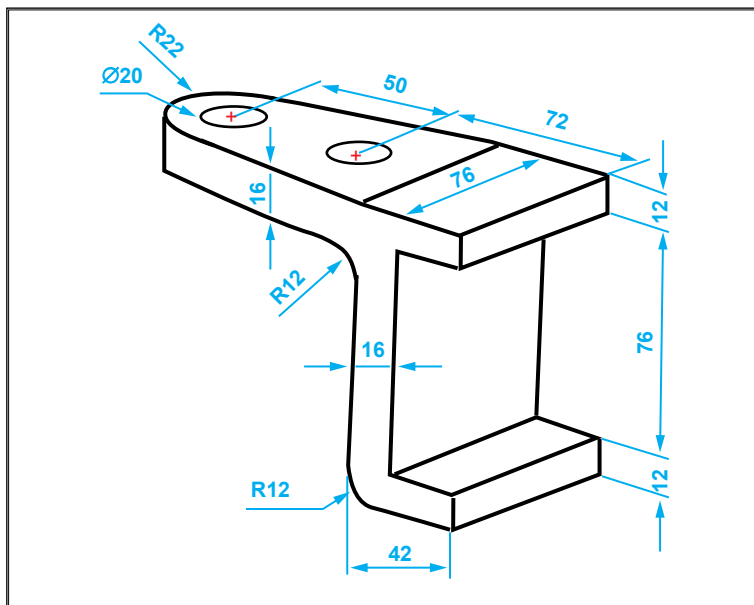
- Συμμετρική, γωνία  $\alpha = 45^\circ$  και απόσταση  $d=10$ .
- Μη συμμετρική,  $d_1=10, d_2=20$ .





## Άσκηση 12.2

Να δημιουργεί τρισδιάστατο μοντέλο του αντικειμένου του παρακάτω σχήματος.

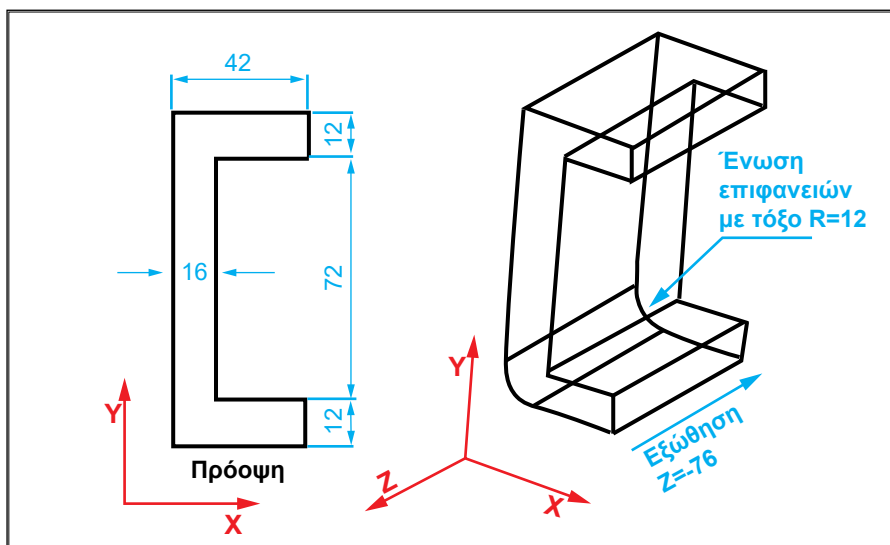


Τρισδιάστατο μοντέλο.

### Λύση

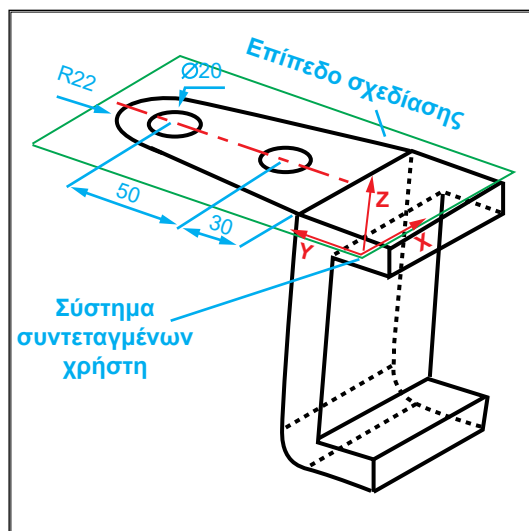
Τα βήματα σχεδίασης του τρισδιάστατου μοντέλου είναι τα ακόλουθα:

1. Σχεδίαση μιας μερικής πρόσοψης του αντικειμένου.
2. Εξώθηση της πρόσοψης σε  $Z=-76$ .
3. Ένωση με τόξο  $R=12$ .

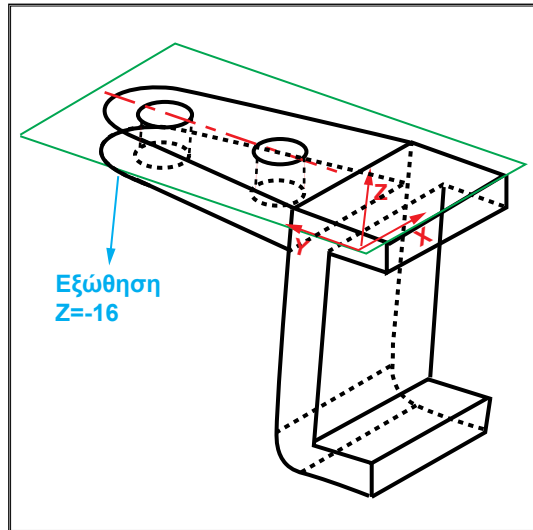


Σχεδίαση της μερικής πρόσωσης, εξώθησης και ένωσης με τόξο.

4. Καθορισμός καινούργιου επιπέδου σχεδίασης παράλληλου προς την κάτοψη, το οποίο περνά από την ανώτερη επιφάνεια.
5. Σχεδίαση της μερικής άνοψης στην άνω οριζόντια επιφάνεια.



6. Εξώθηση αυτής σε  $Z=-16$ .



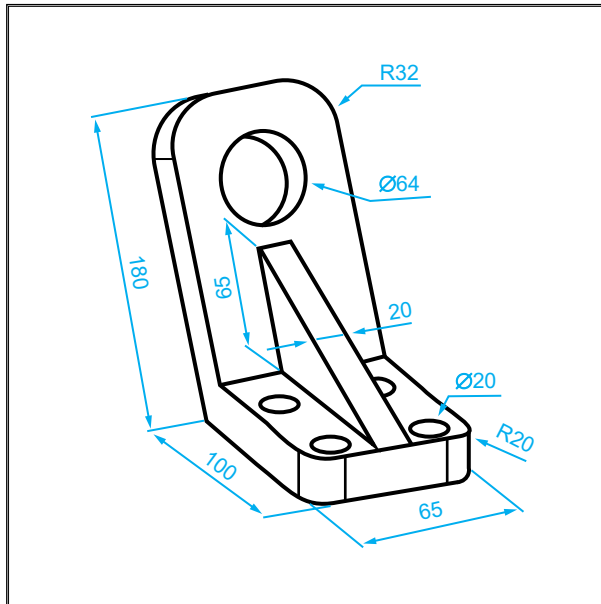
7. Ένωση με τόξο  $R=12$ .





### Άσκηση 12.3

Να κατασκευαστεί το τρισδιάστατο μοντέλο του αντικειμένου του παρακάτω σχήματος.

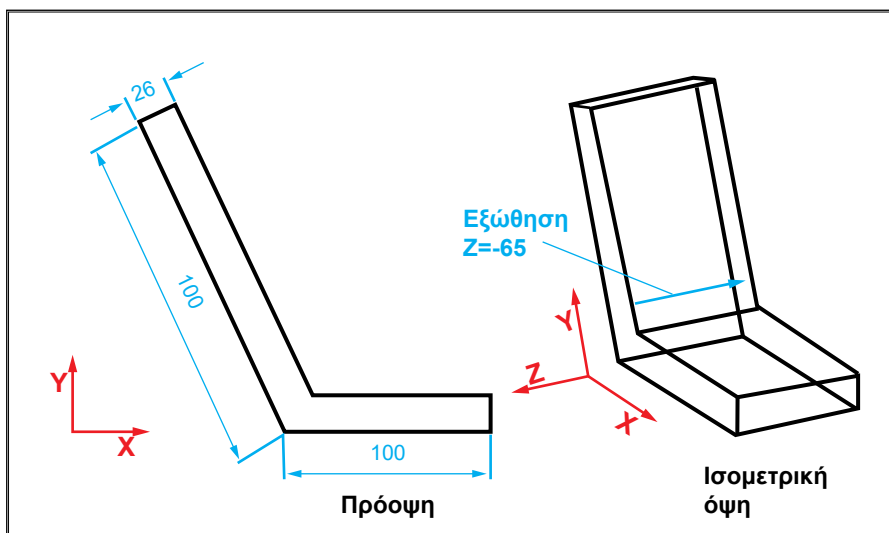


Τρισδιάστατο μηχανολογικό εξαρτήματος.

### Λύση

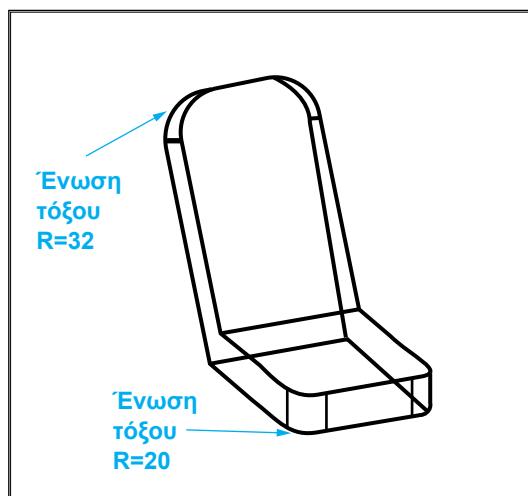
Τα βήματα σχεδίασης είναι τα εξής:

1. Σχεδίαση μερικής πρόσοψης.
2. Εξώθηση σε  $Z=-65$



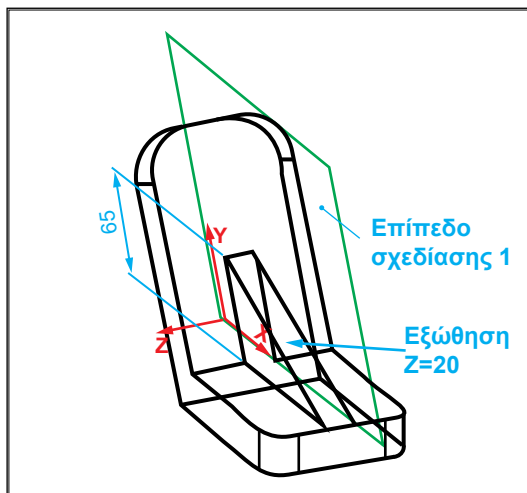
Πρόοψη και ισομετρική όψη.

3. Ένωση με τόξο (Fillet)  $R=32$  και  $R=20$ .



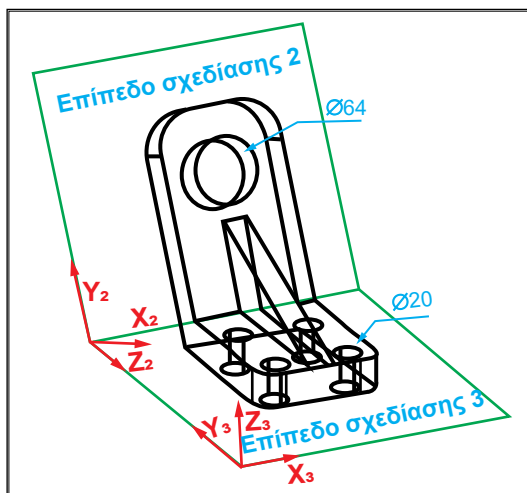
4. Καθορισμός επιπέδου παράλληλου προς την πρόοψη και σε απόσταση ίση με 42.5 (επίπεδο σχεδίασης 1).

5. Σχεδίαση του νεύρου.



6. Καθορισμός της κατακόρυφης υπό κλίση επιφάνειας, σαν επίπεδο σχεδίασης (επίπεδο σχεδίασης 2).

7. Σχεδίαση της οπής  $\varnothing=64$ .



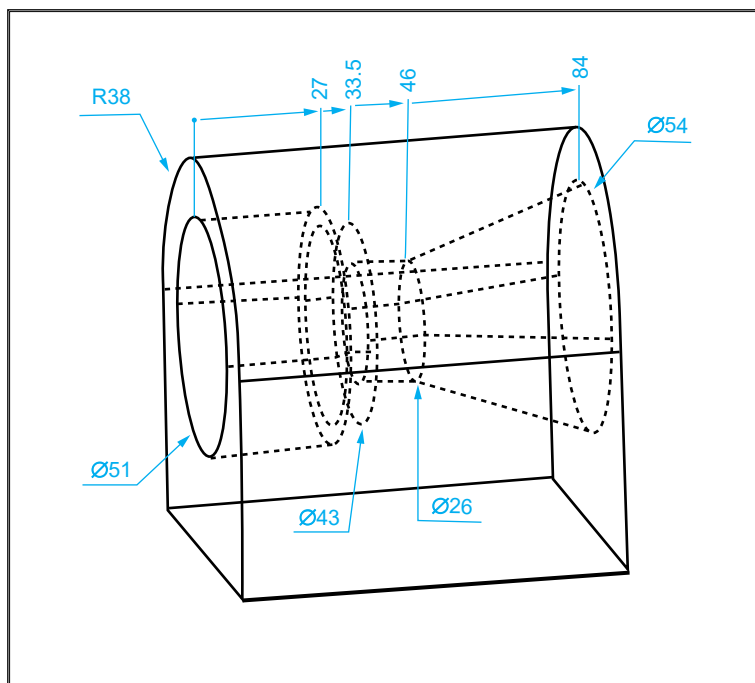
8. Καθορισμός τρίτου επιπέδου σχεδίασης της οριζόντιας επιφάνειας.

9. Σχεδίαση τεσσάρων οπών  $\varnothing=20$ .



### Άσκηση 12.4

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται το προοπτικό σχέδιο του σώματος περιστροφικής άρθρωσης. Να δημιουργηθεί το τρισδιάστατο μοντέλο του σώματος.



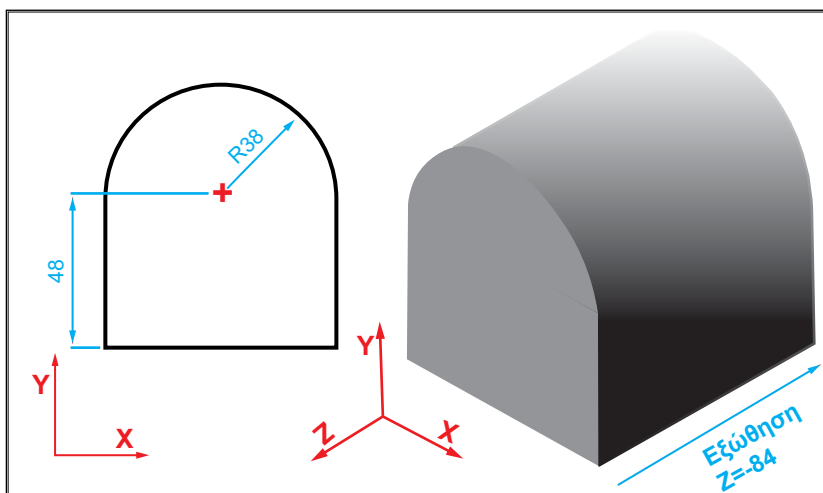
Προοπτικό σχέδιο σώματος περιστροφικής άρθρωσης.

### Λύση

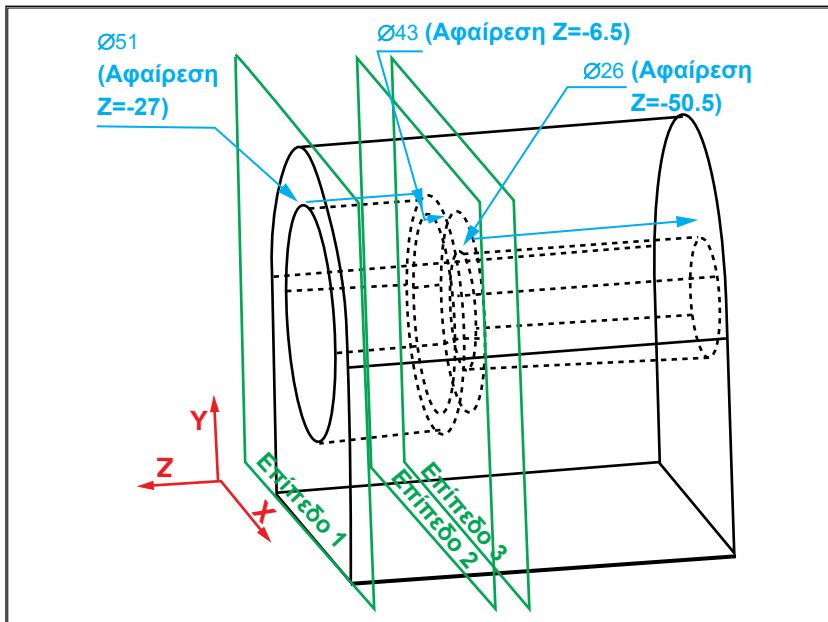
Τα βήματα μοντελοποίησης είναι τα ακόλουθα:

1. Σχεδίαση της πρόψης χωρίς την σπή και εξώθησή της στην αρνητική διεύθυνση του άξονα Z,  $Z=-84$ .



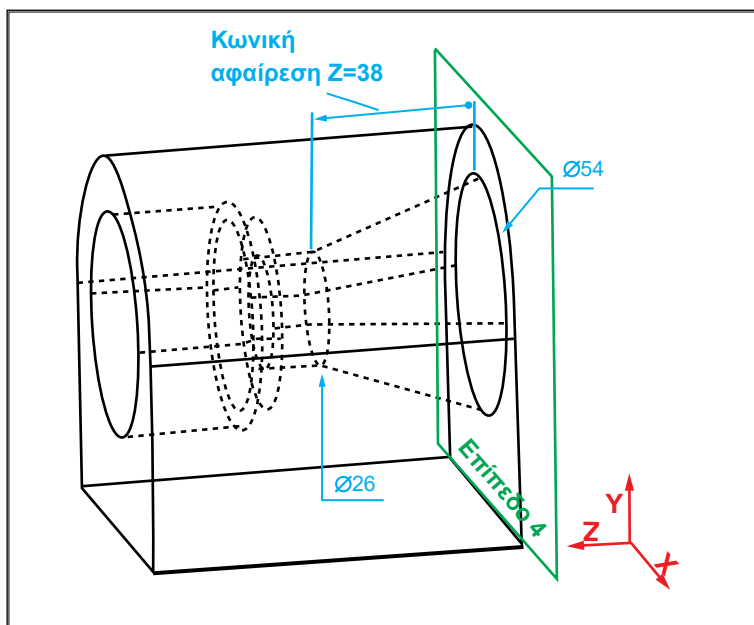


2. Επιλογή επιπέδου της πρόοψης (επίπεδο 1).
3. Αφαίρεση από το σώμα ενός κυλίνδρου με κέντρο κύκλου βάσης (38,48), διάμετρο  $\varnothing 51$  και ύψος 27 στην αρνητική κατεύθυνση του άξονα Z του επιπέδου.
4. Επιλογή επιπέδου παράλληλου προς το επίπεδο 1, σε απόσταση 27 (επίπεδο 2).
5. Αφαίρεση κυλίνδρου με κέντρο κύκλου βάσης (38,48), διάμετρο  $\varnothing 43$  και ύψος 6.5 στην αρνητική κατεύθυνση του άξονα Z του επιπέδου.
6. Επιλογή επιπέδου παράλληλου προς το επίπεδο 2, σε απόσταση 6.5 (επίπεδο 3).
7. Αφαίρεση κυλίνδρου με κέντρο κύκλου βάσης (38,48), διάμετρο  $\varnothing 26$  και ύψος 50.5 στην αρνητική κατεύθυνση του άξονα Z του επιπέδου.



Βήματα 2 έως 7.

8. Επιλογή επιπέδου παράλληλου προς το επίπεδο 1, σε απόσταση 84 (επίπεδο 4).
9. Αφαίρεση κώνου με κέντρο βάσης και κορυφής (38,48), διάμετρο κύκλου βάσης  $\varnothing 54$ , διάμετρο κύκλου κορυφής  $\varnothing 26$  και ύψος  $Z=38$  στη θετική κατεύθυνση του άξονα Z.

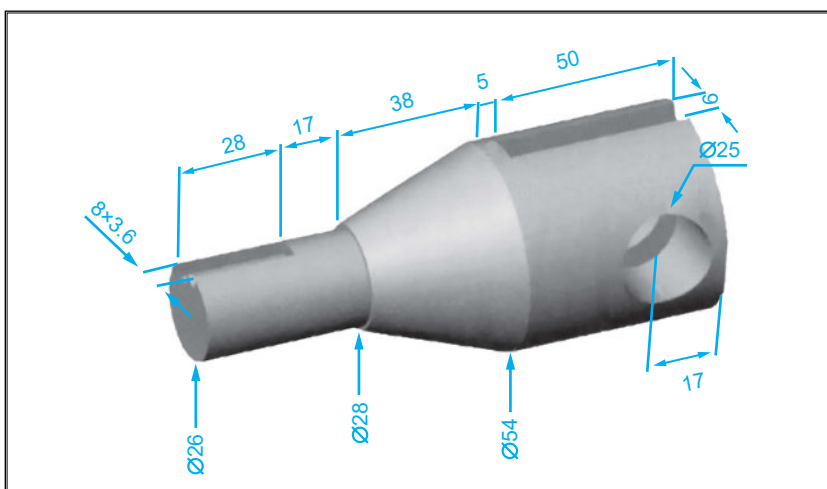


Βήματα 8-9.



### Άσκηση 12.5

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται ο άξονας της περιστροφικής άρθρωσης της προηγούμενης άσκησης. Να σχεδιαστεί ο άξονας σε στερεά μορφή.

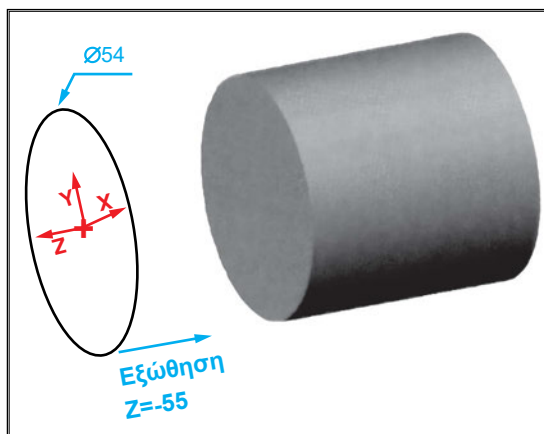


Άξονας περιστροφικής άρθρωσης.

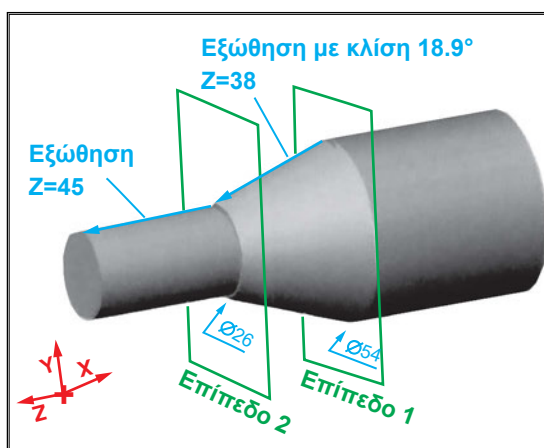
**Λύση**

Τα βήματα μοντελοποίησης του άξονα είναι τα εξής:

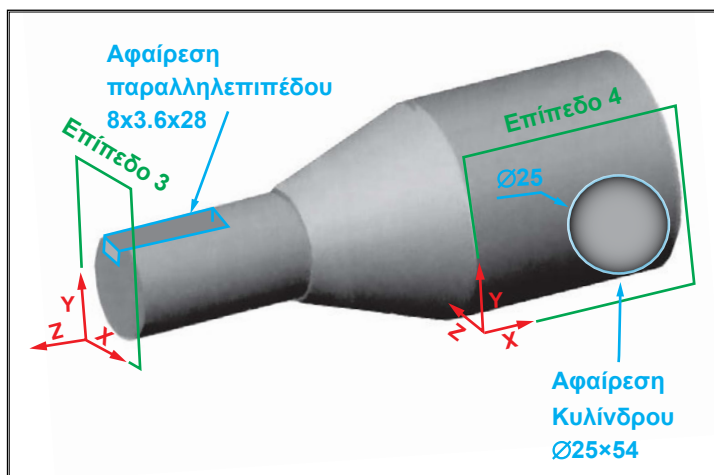
1. Σχεδίαση κυλίνδρου με διάμετρο  $\varnothing 54$  και ύψος  $Z=-55$ .



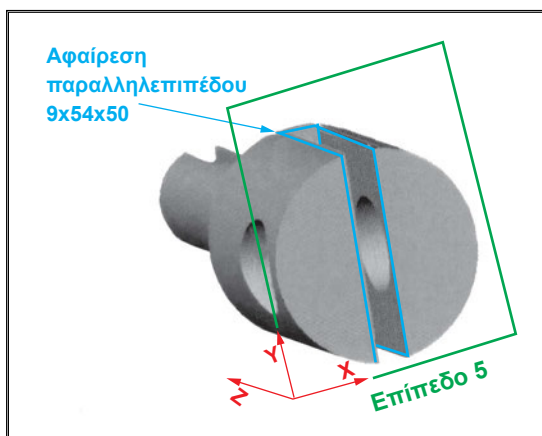
2. Επιλογή επιπέδου 1
3. Σχεδίαση κώνου με εξώθηση βάσης  $\varnothing 54$ , με κλίση  $18.9^\circ$  και ύψος  $Z=38$ .



4. Επιλογή επιπέδου 3 (παράλληλο προς το επίπεδο 1 της πρόοψης και σε απόσταση 83) και αφαίρεση παραλληλεπιπέδου  $8 \times 3.6 \times 28$ .
5. Επιλογή επιπέδου 4 (επίπεδο πλάγιας όψης) και αφαίρεση κυλίνδρου με κέντρο  $(17,27)$  και ύψος 54.



6. Επιλογή επιπέδου 5 (παράλληλου προς το επίπεδο 1 σε απόσταση 55).
7. Αφαίρεση παραλληλεπιπέδου 9x54x50.



## 12.8 ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ (ASSEMBLY)

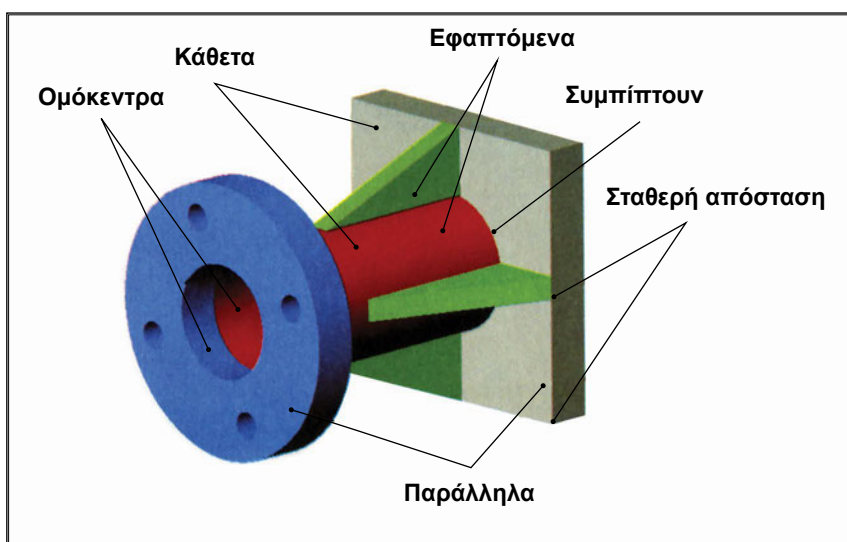
Μία μηχανολογική κατασκευή αποτελείται από διάφορα τεμάχια, τα οποία συναρμολογούνται μεταξύ τους μετά τη παραγωγή τους, ώστε να σχηματίζει ο κατασκευαστής μια ολοκληρωμένη εικόνα της διάταξης.

Τα εξελιγμένα λογισμικά σχεδίασης (CAD) διαθέτουν υποπρογράμματα σχεδίασης συναρμολογημένων διατάξεων (Assembly).

Ο πιο κοινός τρόπος που ακολουθούν τα λογισμικά σχεδίασης, για τη σχεδίαση μιας συναρμολογημένης κατασκευής, είναι ο ακόλουθος:

1. Σχεδίαση των επιμέρους στερεών μοντέλων της κατασκευής.

2. Εισαγωγή όλων των επιμέρους στερεών στο υποπρόγραμμα συναρμολόγησης.
3. Διάταξη των τεμαχίων σε σειρά, όπως πρόκειται να συναρμολογηθούν. Για τη διάταξη των τεμαχίων χρησιμοποιούνται τα εξής εργαλεία:
  - Κίνηση τεμαχίου.
  - Περιστροφή τεμαχίου γύρω από ένα σημείο.
  - Περιστροφή τεμαχίου γύρω από έναν άξονα.
4. Ορισμός των γεωμετρικών ιδιοτήτων μεταξύ επιφανειών, ακμών κ.λ.π. της διάταξης. Στο σχήμα 12.34 παρουσιάζεται μια συναρμολογημένη διάταξη, όπου φαίνονται ορισμένες γεωμετρικές ιδιότητες, οι οποίες χρησιμοποιούνται για τη συναρμολόγηση των τεμαχίων.



**Σχήμα 12.34:** Συναρμολογημένη διάταξη.

Στον πίνακα 12.1 παρουσιάζονται ορισμένες γεωμετρικές ιδιότητες, που ενώνουν διάφορα γεωμετρικά αντικείμενα.

Πίνακας 12.1: Γεωμετρικές ιδιότητες.

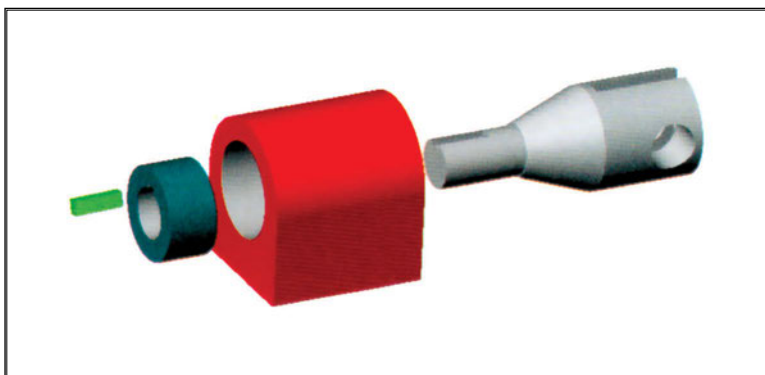
	Επίπεδο	Κύλινδρος	Γραμμή	Κώνος	Σημείο
Επίπεδο	Συμπίπτουν Σε απόσταση Παράλληλα Κάθετα				
Κύλινδρος	Εφαπτόμενοι	Εφαπτόμενοι Συμπίπτουν			
Γραμμή	Συμπίπτουν Παράλληλα Κάθετα Σε απόσταση	Συμπίπτουν Εφαπτόμενοι Ομόκεντροι	Συμπίπτουν Σε απόσταση Παράλληλες Κάθετες		
Κώνος		Ομόκεντροι	Ομόκεντρες	Ομόκεντροι	
Σημείο	Συμπίπτουν Σε απόσταση	Συμπίπτουν Ομόκεντροι	Συμπίπτουν Ομόκεντρες	Συμπίπτουν	Συμπίπτουν Σε απόσταση



### Άσκηση 12.6

#### Συναρμολόγηση στερεών αντικειμένων.

Να συναρμολογηθούν τα τεμάχια του παρακάτω σχήματος.

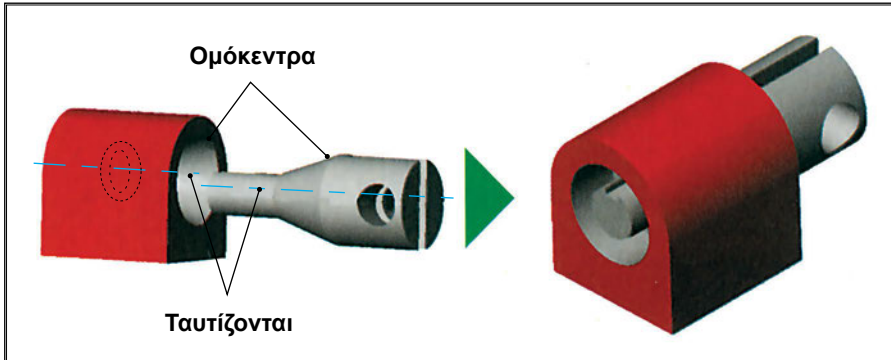


Τεμάχια μηχανολογικής διάταξης.

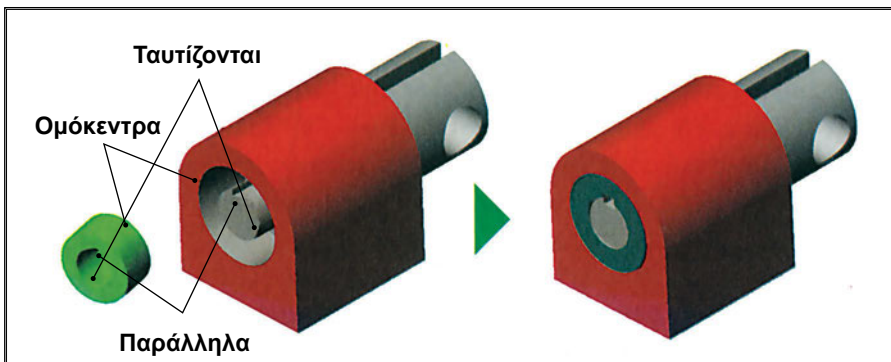
### Λύση

Τα στάδια συναρμολόγησης των τεμαχίων σύμφωνα με τις γεωμετρικές ιδιότητες που τα συνδέουν είναι τα ακόλουθα:

1. Συναρμολόγηση του άξονα μέσα στο σώμα.

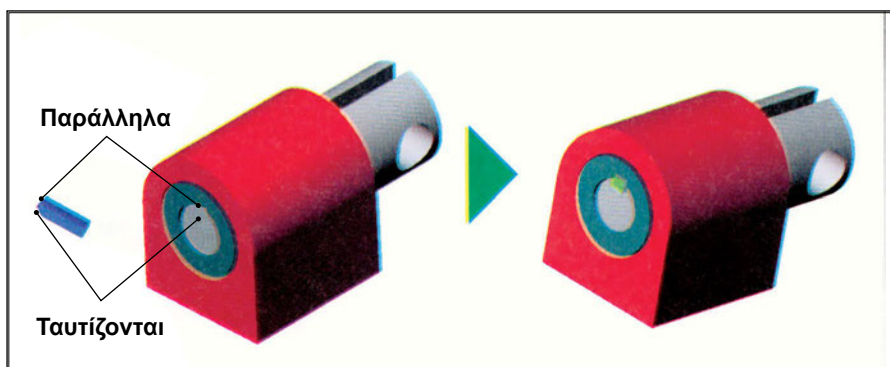


2. Συναρμολόγηση του δακτυλίου.





## 3. Συναρμολόγηση της σφήνας

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ**

Χρησιμοποιούνται τρεις διαφορετικές μέθοδοι για την δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων: η μοντελοποίηση με πρότυπες επιφάνειες, η μοντελοποίηση με πρότυπα στερεά και η μοντελοποίηση με χρήση εξειδικευμένων εντολών. Η σχεδίαση σε τρεις διαστάσεις απαιτεί την εισαγωγή τριάδων συντεταγμένων σε καρτεσιανό, πολικό ή σφαιρικό σύστημα συντεταγμένων. Για την διευκόλυνση της τρισδιάστατης σχεδίασης εισάγονται συστήματα συντεταγμένων καθορισμένα από τον χρήστη, που ονομάζονται συστήματα συντεταγμένων χρήστη (ΣΣΧ) και επίπεδα σχεδίασης διατεταγμένα στο χώρο.

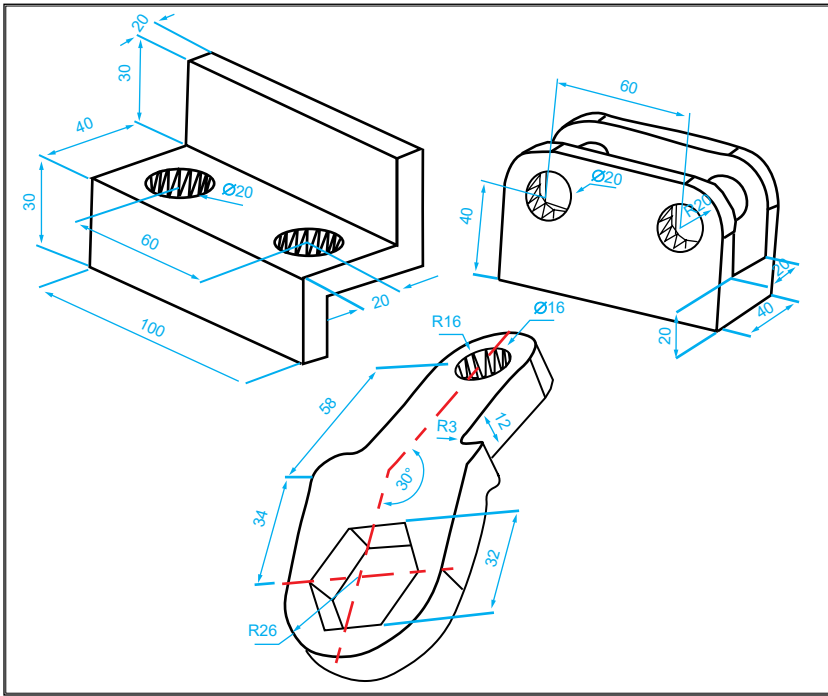
Τρισδιάστατα μοντέλα ορίζονται ως μοντέλα ακμών, επιφανειών ή στερεά. Τα μοντέλα ορίζονται από στοιχειώδεις επιφάνειες, από στοιχειώδη στερεά, από συνδυασμό στερεών με λογικές λειτουργίες ή με ανωτέρου επιπέδου λειτουργίας στερεών. Η τελική μορφή του στερεού μπορεί να ορισθεί με τις εντολές επεξεργασίας.

Τα εξελιγμένα λογισμικά σχεδίασης (CAD) διαθέτουν υποπρογράμματα σχεδίασης συναρμολογημένων διατάξεων (Assembly), οι οποίες πραγματοποιούνται με ορισμό των γεωμετρικών ιδιοτήτων μεταξύ επιφανειών, ακμών κ.λ.π., της διάταξης.

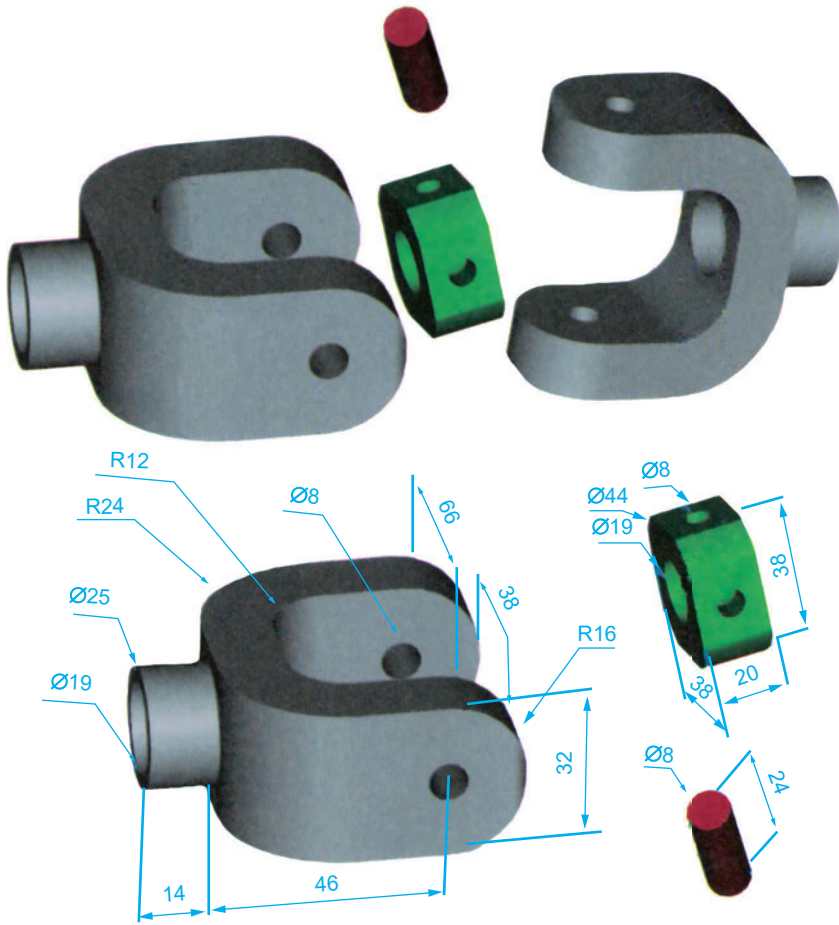
**ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ**

1. Αναφέρατε τους τρόπους δημιουργίας τρισδιάστατων μοντέλων.
2. Πώς ορίζεται το σύστημα συντεταγμένων στην τρισδιάστατη μοντελοποίηση;
3. Ονομάσατε τα τρισδιάστατα συστήματα συντεταγμένων.
4. Τι χρησιμεύουν τα συστήματα συντεταγμένων χρήστη;
5. Πώς πραγματοποιείται η τρισδιάστατη μοντελοποίηση με εξώθηση;
6. Αναφέρατε τους τρόπους καθορισμού τρισδιάστατων επιπέδων μοντελοποίησης.
7. Με ποιους τρόπους επιτυγχάνεται η ένωση με τόξο;
8. Αναφέρατε τα είδη λοξοτομής.
9. Ονομάσατε τα βασικά πρότυπα στερεά που χρησιμοποιούν τα λογισμικά σχεδίασης CAD για μοντελοποίηση στερεών αντικειμένων.
10. Ποιοι είναι οι τρόποι σύνδεσης των προτύπων στερεών;
11. Εξηγήσατε τον κοινό τρόπο που ακολουθούν τα λογισμικά σχεδίασης, για την σχεδίαση μιας συναρμολογημένης κατασκευής.
12. Τι χρησιμεύουν οι γεωμετρικές ιδιότητες;
13. Να γίνει η τρισδιάστατη μοντελοποίηση του αντικειμένου του παρακάτω σχήματος.





15. Να δημιουργηθεί το τρισδιάστατο μοντέλο των αντικειμένων του παρακάτω σχήματος και να γίνει η συναρμολόγησή τους





## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. *Ανδρεάδης Γ., Γρηγοριάδου Μ., Μανσούρ Γκ., Παρασκευοπούλου Ρ., Σημειώσεις CAD, Έκδοση Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη 1999.*
2. *Μπουζάκης Κ.Δ., Κανονισμοί Μηχανολογικού Σχεδίου, Γιαχούδης – Γιαπούλης, Θεσσαλονίκη 1999.*
3. *Autocad 2000, User's Guide, Autodesk Press, 1999.*
4. *Bertoline G., Fundamentals of Graphics Communication, McGraw Hill, 1999.*
5. *Douglas H. H., Casey S.M., Organizational Effectiveness of Computer-*

- Aided Design, Proceedings of the Human Factors Society 31st Annual Meeting, General Techniques of Test and Evaluation, pp. 214-217, 1987.
6. Earle J., Graphics Technology, Addison Wesley, 1995.
  7. *French, Svensen, Hesel, Urbanick*, Mechanical Drawing CAD – Communications, McGraw-Hill, 1990.
  8. *Giesecke, F.E., Mitchell A., Spencer H.C., Hill I.L., Loving R.O., Dygdon J. Th., Engineering Graphics*, Macmillan Publishing Company, New York 1987.
  9. *Henderson T., Hansen C.*, CAD-Based Computer Vision, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 11(10), pp. 1181-1193, 1989.
  10. Icem, User's Guide, Control Data, 1999.
  11. IEEE-CS DATC DASS VASG and SCC-20 VHDL Language Reference Manual, Technical Report, CAD Language Systems, Inc., 1987.
  12. *Kalameja A.*, The Autocad 2000 Tutor for Engineering Graphics, Autodesk Press, 1999.
  13. *Omura G.*, Mastering Autocad 2000 for Mechanical Engineers, Sybex, 1999.
  14. Personal Designer and microDRAFT Version 5.0, User's Guide, 1995.
  15. ProEngineer, User's Guide, Parametric Technology Corporation, 1999.
  16. *Ramamurti V.*, Computer-Aided Mechanical Design and Analysis, McGraw Hill, 1998.
  17. *Russell, G. et. al.*, CAD for test pattern generation, Van Nostrand Reinhold, 1990.
  18. SolidWorks 99, User's Guide, SolidWorks Corporation, 1999.
  19. *Waldron M., Waldron K.*, Mechanical Design: Theory and Methodology, Springer Verlag, 1996.
  20. *Wozny M. J., McLaughlin H. W., Encarnacao J. L.*, Geometric Modeling for CAD Applications (IFIP Working Group, Troy, NY, May 12–16), North-Holland, 1988.

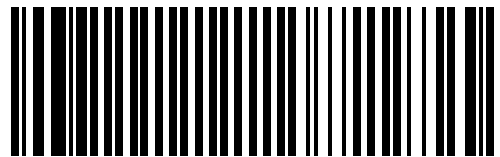




Βάσει του ν. 3966/2011 τα διδακτικά βιβλία του Δημοτικού, του Γυμνασίου, του Λυκείου, των ΕΠΑ.Λ. και των ΕΠΑ.Σ. τυπώνονται από το ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ και διανέμονται δωρεάν στα Δημόσια Σχολεία. Τα βιβλία μπορεί να διατίθενται προς πώληση, όταν φέρουν στη δεξιά κάτω γωνία του εμπροσθόφυλλου ένδειξη «ΔΙΑΤΙΘΕΤΑΙ ΜΕ ΤΙΜΗ ΠΩΛΗΣΗΣ». Κάθε αντίτυπο που διατίθεται προς πώληση και δεν φέρει την παραπάνω ένδειξη θεωρείται κλεψίτυπο και ο παραβάτης διώκεται σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 7 του νόμου 1129 της 15/21 Μαρτίου 1946 (ΦΕΚ 1946,108, Α').

*Απαγορεύεται η αναπαραγωγή οποιουδήποτε τμήματος αυτού του βιβλίου, που καλύπτεται από δικαιώματα (copyright), ή η χρήση του σε οποιαδήποτε μορφή, χωρίς τη γραπτή άδεια του Υπουργείου Παιδείας και Θρησκευμάτων / ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ.*

**ITYE**  
"ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ"  
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ & ΕΚΔΟΣΕΩΝ



(01) 000000 0 24 0050 1

Κωδικός βιβλίου: 0-24-0050

ISBN 978-960-06-2837-1