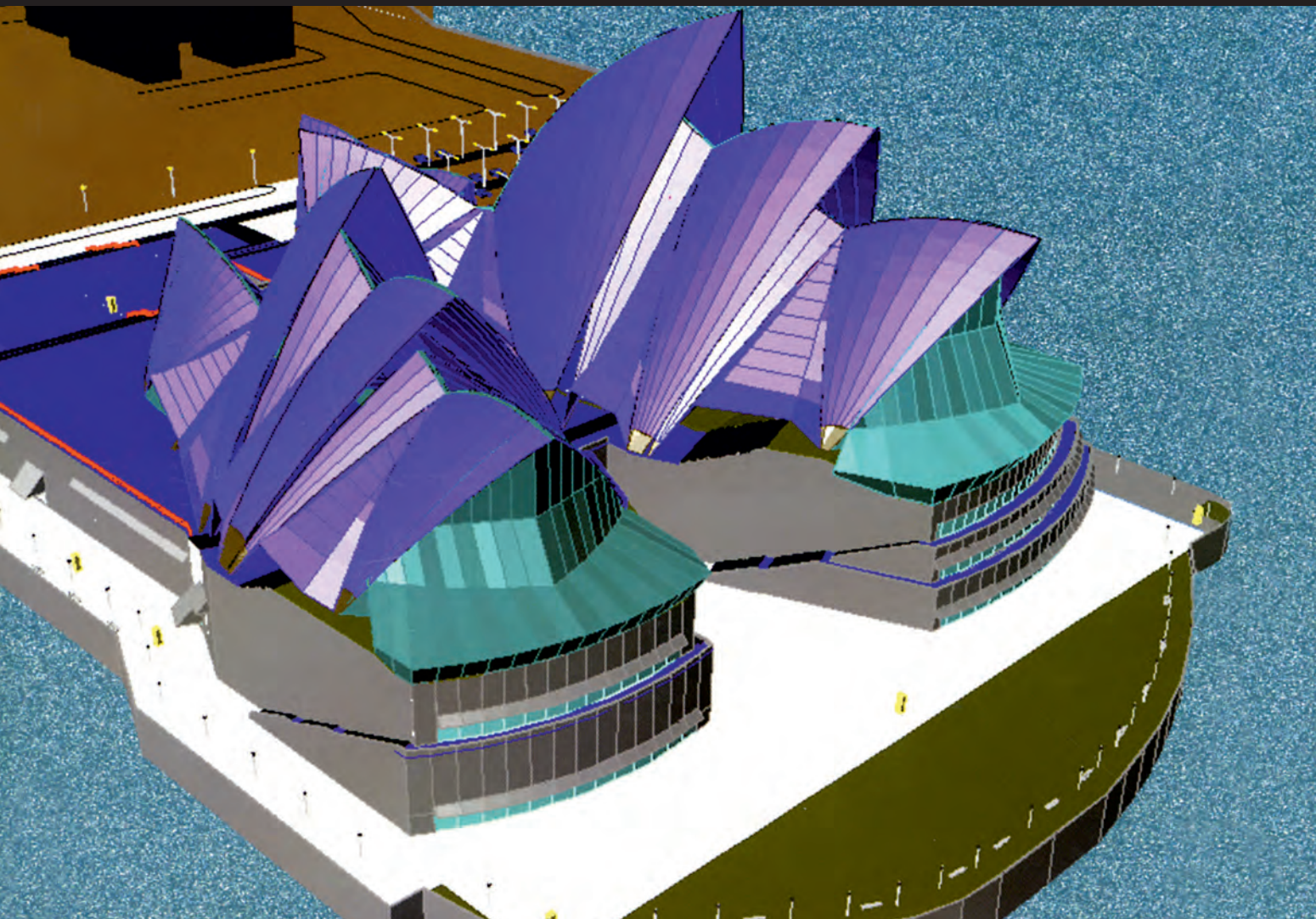




Σχέδιο με ηλεκτρονικό υπολογιστή

Β' ΚΑΙ Γ' ΕΠΑ.Λ.



ΤΟΜΕΑΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΩΝ

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»

ΣΧΕΔΙΟ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ

ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ:

Μαρία Καμενοπούλου

Αρχιτέκτων Μηχ., εκπαιδευτικός

Διονύσης Ρηγόπουλος

Δρ Πολιτικός Μηχανικός

ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ:

Πέλλα Πλουμίδου

Αρχιτέκτων Μηχ., εκπαιδευτικός

ΚΡΙΤΕΣ:

Δημήτρης Παπαλεξόπουλος

Αρχιτέκτων Μηχ., Επίκ. Καθηγητής Τμ. Αρχιτεκτόνων ΕΜΠ

Ντεστέ Πεχλιβανίδου

Αρχιτέκτων Μηχ., Αναπλ. Καθηγήτρια Τμ. Αρχιτεκτόνων ΕΜΠ

ΓΛΩΣΣΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ:

Λία Μπουσούνη - Γκέσουρα

Φιλολόγος

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΞΩΦΥΛΛΟΥ:

Παναγιώτης Παντελάτος

Γραφίστας

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Θεόδωρος Εξαρχάκος, Καθηγητής του Πανεπ. Αθηνών,

Πρόεδρος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Γεώργιος Βούτσινος, Σύμβουλος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΤΟΥ ΤΟΜΕΑ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΩΝ

Βίκα Δ. Γκιζελή, Σύμβουλος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΑΝΕΚΔΟΣΗΣ

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

Μάρω Καμενοπούλου
Αρχιτέκτων Μηχ.

Διονύσης Ρηγόπουλος
Δρ Πολιτικός Μηχανικός

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

Σχέδιο με Ηλεκτρονικό Υπολογιστή

Β΄ ΕΠΑ.Λ

Τομέας Εφαρμοσμένων Τεχνών

Γ΄ ΕΠΑ.Λ.

Ειδικότητα: Σχεδιασμού - Διακόσμησης Εσωτερικών Χώρων

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Όπως είχαμε αναφέρει στο βιβλίο «Εφαρμογές Ηλεκτρονικού Υπολογιστή» της Α΄ τάξης του 1ου Κύκλου, στις επόμενες τάξεις οι μαθητές θα προεκτείνουν τις γνώσεις τους σχετικά με τη χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή, με δεδομένες, όμως, πλέον τις συγκεκριμένες, ιδιαίτερες απαιτήσεις που δημιουργεί η Ειδικότητα την οποία έχουν ήδη επιλέξει: στην προκειμένη περίπτωση, ο «Σχεδιασμός Εσωτερικών Χώρων».

Στόχος του μαθήματος είναι οι μαθητές και οι μαθήτριες να ασκηθούν στα αντικείμενα του βιβλίου Σχέδιο με Ηλεκτρονικό Υπολογιστή μέσα από το κείμενο, μέσα από την εικονογράφηση και από τις ασκήσεις που αυτό εμπεριέχει, καθώς και μέσα από τη δυναμική που παρουσιάζει η καθημερινή διδασκαλία στην τάξη.

Όμως, ας μην ξεχάσει κανείς όσα έμαθε στο παραδοσιακό Σχέδιο και ας μην παραλείπει να συνδυάζει -συγκριτικά και κριτικά- τις παραδοσιακές, συμβατικές μεθόδους σχεδίασης με τις σύγχρονες, μέσω δηλαδή του ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Οι μέθοδοι σχεδίασης μπορεί να αλλάζουν, ουσιαστικά, όμως, το σχέδιο όσον αφορά την ποιότητα, την αναλυτικότητα, την αναγνωσιμότητα και την εκφραστικότητα του, παραμένει το ίδιο πάντα απαιτητικό, δύσκολο και γοητευτικό.

Η Υπεύθυνη
του Τομέα Εφαρμοσμένων Τεχνών
του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

Δεκέμβριος 1999

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Λίγα λόγια για το CAD	1
---------------------------------	----------

ΜΕΡΟΣ 1ο ΕΙΣΑΓΩΓΗ

2. Η σύγχρονη εποχή και οι νέοι τρόποι εργασίας	4
3. Κατανοώντας το CAD	8
3.1. Τι είναι ένα σχέδιο CAD;	9
3.2. Η επικοινωνία του χρήστη με το σχεδιαστικό πρόγραμμα	11
3.3. Τα στοιχεία που περιέχονται σε ένα σχέδιο CAD	13
3.3.1. Σχήματα και βοηθητικά στοιχεία που φαίνονται στο σχέδιο	13
3.3.2. Ρυθμίσεις του περιβάλλοντος	14
3.3.3. Στοιχεία που διευκολύνουν την οργάνωση του σχεδίου	15
3.4. Βασικές κατηγορίες εντολών	15
3.4.1. Εντολές σχεδίασης	16
3.4.2. Εντολές τροποποίησης	16
3.4.3. Εντολές κατασκευής	16
3.4.4. Εντολές θέασης	16
3.4.5. Εντολές εξέτασης	17
3.4.6. Εντολές οργάνωσης	17
3.4.7. Εντολές επιλογής σχεδιασμένων στοιχείων	17
3.4.8. Μια κριτική στην κατηγοριοποίηση των εντολών	18
3.5. Αναίρεση Εντολών	18
3.6. Μια απλή άσκηση για αρχική επαφή με το Πρόγραμμα	19
3.7. Επεκτείνοντας το σχεδιαστικό πρόγραμμα	21
3.8. Προεκτάσεις - Σχέσεις με άλλα προγράμματα	21
4. Αρχές σχεδίασης με Ηλεκτρονικό Υπολογιστή	23

ΜΕΡΟΣ 2ο ΓΡΑΜΜΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΣΕ ΔΥΟ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ

5. Προκαταρκτικές γνώσεις	32
5.1. Προσδιορισμός σημείων	32
5.2. Καρτεσιανές συντεταγμένες	32
5.3. Πολικές συντεταγμένες	33
5.4. Σχετικές συντεταγμένες	34
5.4.1. Σχετικές καρτεσιανές συντεταγμένες	34
5.4.2. Σχετικές πολικές συντεταγμένες	35
5.5. Ορισμός σημείων	36
5.5.1. Εισαγωγή σημείων με το πληκτρολόγιο	36

5.5.2.	Εισαγωγή σημείων με το ποντίκι	37
5.5.3.	Εισαγωγή σημείων με συνδυασμό πληκτρολογίου και ποντικιού	37
5.5.4.	Περιορίζοντας την ελευθερία του σταυρονήματος	38
6.	Το αλφάβητο του CAD - Σχεδίαση απλών σχημάτων	48
6.1.	Σχεδίαση σημείου	48
6.2.	Ευθύγραμμα Τμήματα	49
6.3.	Γραμμές απείρου μήκους: Ευθείες και ημιευθείες	60
6.4.	Κύκλοι: Εναλλακτικοί τρόποι σχεδίασης	63
6.5.	Κυκλικά τόξα: Εναλλακτικοί τρόποι σχεδίασης	69
6.6.	Ελλείψεις και ελλειπτικά τόξα	73
7.	Από τα «Γράμματα» στις «Λέξεις»: Πιο σύνθετα σχήματα.	76
7.1.	Πολύγραμμα	76
7.2.	Πολλαπλές γραμμές	78
7.3.	Καμπύλες splines	79
7.4.	Ελεύθερη σχεδίαση	80
7.5.	Κυκλικός δακτύλιος και δίσκος	82
7.6.	Ορθογώνιο παραλληλόγραμμο	83
7.7.	Κανονικά πολύγωνα	85
7.8.	Σύνθετα σχήματα που ορίζει ο χρήστης	87
8.	«Διαφανή φύλλα» σχεδίασης	88
8.1.	Ονοματολογία διαφανών σχεδίασης - Τυποποίηση	89
8.2.	Γεωμετρικές εφαρμογές	92
9.	Επεξεργασία σχεδίων CAD	98
9.1.	Τρόποι επιλογής αντικειμένων	98
9.2.	Εντολές τροποποίησης	102
9.2.1.	Διαγραφή - Επαναφορά	102
9.2.2.	Αλλαγή θέσης αντικειμένων	103
9.2.3.	Αλλαγή μήκους και αφαίρεση τμημάτων γραμμικών στοιχείων	106
9.2.4.	Τάνυση	114
9.2.5.	Μεγέθυνση και σμίκρυνση	118
9.2.6.	Ο σημαντικός ρόλος των εντολών τροποποίησης	119
9.3.	Εντολές κατασκευής	120
9.3.1.	Αντιγραφή	121
9.3.2.	Παραγωγή «παράλληλων» σχημάτων	122
9.3.3.	Καθρεπτισμός	123
9.3.4.	Διατάξεις ή συστοιχίες	124

9.3.5.	Διαίρεση γραμμικών στοιχείων	127
9.3.6.	Σύνθετες συναρμογές	129
9.3.7.	Αποσύνθεση	135
9.3.8.	Ο σημαντικός ρόλος των εντολών κατασκευής	136
10.	Σχεδίαση απλής κάτοψης λουτρού	145
10.1.	Δημιουργία του σχεδίου	149
10.2.	Οργάνωση του σχεδίου	149
10.3.	Χρήση εντολών σχεδίασης, επεξεργασίας και παραγωγής	149
11.	Αυτοματοποιώντας «δύσκολες» σχεδιαστικές εργασίες	154
11.1.	Γραμμοσκίαση - Χρωμάτισμα	154
11.2.	Γράψιμο και διόρθωση κειμένου	163
11.2.1.	Ορισμός τύπου γραφής	164
11.2.2.	Στοίχιση κειμένου	165
11.2.3.	Κείμενο μιας γραμμής	166
11.2.4.	Κείμενο παραγράφου	166
11.2.5.	Διόρθωση κειμένου	167
11.3.	Αναγραφή διαστάσεων	169
11.3.1.	Ανάλυση του συμβολισμού διαστάσεων	170
11.3.2.	Δημιουργία τύπων διαστάσεων	172
11.3.3.	Τοποθέτηση διαστάσεων στο σχέδιο	173
11.3.4.	Διόρθωση ή προσαρμογή διαστάσεων	177
12.	Πρότυπα αντικειμένων: Σύνθετα σχήματα που ορίζει ο χρήστης	178
12.1.	Επεκτείνοντας το «λεξιλόγιο» του προγράμματος	178
12.2.	Ορισμός πρότυπων αντικειμένων	178
12.3.	Χρήση πρότυπων αντικειμένων	181
12.4.	Επαναπροσδιορισμός ενός πρότυπου αντικείμενου	183
12.5.	Πρότυπα αντικειμένων με πρόσθετες πληροφορίες	188
12.6.	Ορισμός πρότυπου αντικείμενου με πρόσθετες πληροφορίες	188
12.7.	Χρήση πρότυπων αντικειμένων με πρόσθετες πληροφορίες	192
12.8.	Δημιουργία πρότυπου αντικείμενου σε ξεχωριστό αρχείο	192
12.9.	Αποσύνθεση	194
12.10.	Η χρησιμότητα των πρότυπων αντικειμένων και των παράγωγων σχημάτων	194
13.	Κριτική θεώρηση σχεδίων	196
13.1.	Σχέδια που φαίνονται ίδια αλλά δεν είναι	196
13.1.1.	Φαινομενικά ίδιες γραμμές στο σχέδιο	196
13.1.2.	Η (αφανής) οργάνωση του σχεδίου	197
13.1.3.	Σχεδιαστική ακρίβεια	198

13.2. Εναλλακτικοί τρόποι σχεδίασης και τρόποι επιλογής τους	198
14. Οργάνωση του σχεδίου	199
14.1. Ονοματιζόμενα αντικείμενα	199
14.2. Τροποποίηση ιδιοτήτων των αντικειμένων	199
15. Συμπλήρωση της απλής κάτοψης λουτρού	201
16. Εκτύπωση του σχεδίου	210
16.1. Πώς λειτουργεί η διαδικασία εκτύπωσης	211
16.2. Αναφορά σε διάφορους εκτυπωτές	211

ΜΕΡΟΣ 3ο ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΕ ΤΡΙΕΙΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ

17. Εντολές θέασης - Μετακίνηση του χώρου σχεδίασης -	
Απόψεις του σχεδίου	214
17.1. Οι παράμετροι	215
17.1.1. Κέντρο	215
17.1.2. Φαινόμενο μέγεθος	215
17.1.3. Γωνία θέασης	215
17.1.4. Ορατά αντικείμενα	215
17.1.5. Απόκρυψη τμήματος αντικειμένων στο χώρο	216
17.1.6. Προοπτική	216
17.1.7. Τρόπος απεικόνισης	216
17.1.8. Παράθυρα	216
17.2. Οι διαδικασίες	217
17.2.1. Μετακίνηση του «χαρτιού»	217
17.2.2. Κεντράρισμα	217
17.2.3. Αλλαγή φαινομένου μεγέθους	217
17.2.4. Περιστροφή του «χαρτιού»	218
17.2.5. Καθορισμός ορατών αντικειμένων	218
17.2.6. Απόκρυψη αντικειμένων	219
17.2.7. Ρυθμίσεις προοπτικής	219
17.2.8. Ρυθμίσεις τρόπου απεικόνισης	219
17.2.9. Ονοματισμένες απόψεις	219
17.2.10. Γενικές παρατηρήσεις	219
17.3. Πολλά παράθυρα απόψεων ενός σχεδίου σε μια οθόνη	220
18. Προκαταρκτικές γνώσεις για τη σχεδίαση σε τρεις διαστάσεις	223
18.1. Αξονομετρική προβολή	224
18.2. Σχεδίαση σε δυόμισι διαστάσεις	224
18.2.1. Το ύψος των αντικειμένων και πώς καθορίζεται	226
18.2.2. Το υψόμετρο βάσης των αντικειμένων	226

19. Συντεταγμένες στο χώρο	233
19.1. Καρτεσιανές συντεταγμένες στο χώρο	233
19.2. Πολικές συντεταγμένες στο χώρο	233
19.2.1. Κυλινδρικές συντεταγμένες	233
19.2.2. Σφαιρικές συντεταγμένες	234
19.3. Σχετικές συντεταγμένες	234
19.3.1. Σχετικές καρτεσιανές συντεταγμένες	234
19.3.2. Σχετικές κυλινδρικές και σφαιρικές συντεταγμένες	234
20. Αλλαγή συστήματος συντεταγμένων	235
20.1. Τρέχον σύστημα συντεταγμένων	235
20.2. Γενικό σύστημα συντεταγμένων	236
20.3. Τοπικά συστήματα συντεταγμένων	236
20.4. Ορισμός τοπικού συστήματος συντεταγμένων	237
20.4.1. Τοπικό σύστημα με μετακίνηση ως προς το γενικό	238
20.4.2. Τοπικό σύστημα με στροφή ως προς το γενικό	238
20.4.3. Τοπικό σύστημα με μετακίνηση και στροφή ως προς το γενικό	238
20.5. Διαδικασίες ορισμού τοπικού συστήματος συντεταγμένων	238
20.5.1. Ορισμός τοπικού συστήματος με τρία σημεία στο χώρο	239
20.5.2. Ορισμός τοπικού συστήματος με βάση σχεδιασμένο αντικείμενο	239
20.6. Ονομασία συστημάτων συντεταγμένων	239
21. Αντικείμενα σε τρεις διαστάσεις	241
21.1. Επίπεδα σχήματα στο χώρο	241
21.2. Γραμμικά σχήματα στο χώρο	241
21.3. Επιφάνειες	242
21.4. Στερεά	242
21.5. Γεννήτριες αντικειμένων	242
21.6. Διαμόρφωση τρισδιάστατων αντικειμένων	243
22. Απλά γεωμετρικά στερεά	245
22.1. Ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο	245
22.2. Πυραμίδα	248
22.3. Κύλινδρος και σωλήνας	249
22.4. Κώνος	251
22.5. Κυλινδρικός δακτύλιος	251
22.6. Σφαίρα	252
23. Άλλα στερεά	253

23.1. Τσαγιέρα	253
23.2. Γεώσφαιρα	254
23.3. Πολυεδρικά αντικείμενα	255
24. Άλλοι τρόποι δημιουργίας αντικειμένων	256
24.1. Στερεά από μετατόπιση	256
24.2. Στερεά από περιστροφή	258
25. Αντικείμενα που δεν είναι στερεά. Ή μήπως είναι;	259
25.1. Χιόνι	259
25.2. Νέφος	260
25.3. Σπρέι	260
26. Λογικές πράξεις με δύο ή περισσότερα αντικείμενα	261
26.1. Ένωση	263
26.2. Τομή	263
26.3. Διαφορά	264
27. Άλλες πράξεις με αντικείμενα	267
27.1. Συνένωση	267
27.2. Μορφική παρεμβολή	267
28. Ένα απλό παράδειγμα αναπαράστασης σε τρεις διαστάσεις	268
29. Διαδικασίες τροποποίησης και κατασκευής στο χώρο	271
29.1. Εντολές τροποποίησης	271
29.1.1. Διαγραφή - Επαναφορά	271
29.1.2. Αλλαγή θέσης αντικειμένων	271
29.1.3. Αλλαγή μήκους και αφαίρεση τμημάτων γραμμικών στοιχείων	272
29.1.4. Κόψιμο με επίπεδο	273
29.1.5. Τάνυση	274
29.1.6. Μεγέθυνση και σμίκρυνση	275
29.2. Διαδικασίες κατασκευής	275
29.2.1. Αντιγραφή	275
29.2.2. Καθρεπτισμός	275
29.2.3. Διατάξεις ή συστοιχίες	275
30. Ειδικές εντολές επεξεργασίας για στερεά	278
30.1. Μετακίνηση εδρών	279
30.2. Εξώθηση εδρών	279
30.3. Περιστροφή εδρών	280
30.4. Διαγραφή εδρών	281
30.5. Δημιουργία ψευδοέδρας	282
30.6. Αντιγραφή εδρών και ακμών	282

30.7. Χρωματική επισήμανση εδρών και ακμών	282
30.8. Δημιουργία κελύφους	283
31. Επίπεδες επιφάνειες στο χώρο	284
32. Σχεδιασμός επιφανειών από γενέτειρες.	285
32.1. Από περιστροφή	285
32.2. Με οδηγούς	286
32.3. Ορισμένες από τις ακμές τους	286
33. Εξέταση του τρισδιάστατου μοντέλου	287
33.1. Απόκρυψη των αοράτων γραμμών	288
33.2. Χρωματισμός και σκίαση επιφανειών	288
34. Προοπτική αναπαράσταση αντικειμένων στο χώρο	290
34.1. Ορισμός σημείου παρατήρησης	290
34.2. Ορισμός σημείου στόχου	290
34.3. Ορισμός εστιακής απόστασης.	291
34.4. Επεξεργασία παραμέτρων μιας προοπτικής αναπαράστασης	292
34.5. Αποθήκευση των προοπτικών αναπαραστάσεων	292
35. Φωτορεαλισμός σε τρισδιάστατα σχέδια	293
35.1. Προσδιορισμός παραμέτρων φωτοαπόδοσης.	293
35.2. Σκηνές	294
35.3. Είδη υλικών και ιδιότητές τους	294
35.4. Φωτεινές πηγές	297
35.5. Σκιές	299
35.6. Περιβάλλον χώρος	299
36. Παρουσίαση και εκτύπωση των εργασιών μας	300
36.1. Παρουσίαση σχεδίων από τον υπολογιστή	300
36.2. Εκτυπώσεις	300
36.2.1. Δημιουργία παραθύρου.	301
36.2.2. Σύνθεση πολλών απόψεων στην εκτύπωση	301
36.2.3. Καθορισμός χρώματος, πάχους και τύπου γραμμής	301
37. Κίνηση	302
Βιβλιογραφία	306

1 Λίγα λόγια για το CAD

Είναι βέβαιο ότι η ευχέρεια στη σχεδίαση με ηλεκτρονικό υπολογιστή αποκτάται μόνο με συστηματική άσκηση. Και πρέπει να διευκρινιστεί από την αρχή ότι CAD δε σημαίνει απλώς να μπορεί κανείς να σχεδιάσει κάτι με τον υπολογιστή. Χρειάζεται να ξέρει να το σχεδιάζει όσο το δυνατόν σωστότερα (ανάλογα με την αναμενόμενη χρήση του σχεδίου) και να ολοκληρώνει το σχέδιο στον ελάχιστο δυνατό χρόνο.

Πρέπει, επίσης, να διευκρινιστεί από την αρχή πως η χρησιμοποίηση συστημάτων CAD δε μας απαλλάσσει από την υποχρέωση να γνωρίζουμε τη θεωρία του σχεδίου. Απαραίτητη προϋπόθεση για να σχεδιάζει κανείς σωστά, είτε με τον παραδοσιακό τρόπο είτε με τον υπολογιστή, είναι να έχει κατανοήσει και αφομοιώσει τις συμβάσεις, τις αρχές και τους κανόνες της σχεδίασης. Τότε μόνο θα ξέρει πώς πρέπει να σχεδιάσει κάτι. Όπως και τότε μόνο θα είναι σε θέση να κρίνει και να αξιολογήσει ένα σχέδιο, όποιο μέσο και αν χρησιμοποίησε εκείνος που το έφτιαξε.

Πρέπει, τέλος, να τονιστεί ότι σε πιο προχωρημένες εφαρμογές του CAD επιδιώκουμε όχι, απλώς, να δημιουργήσουμε ένα σχέδιο σε ψηφιακή μορφή, αλλά να συνθέσουμε μια όσο το δυνατόν πληρέστερη αναπαράσταση. Ένα τέτοιο «σχέδιο» CAD περιλαμβάνει και μη γραφικά στοιχεία και διασυνδέσεις, που συνήθως δε φαίνονται, αλλά που μπορούμε να τα εξετάζουμε και να αντλούμε από αυτά διάφορες πρόσθετες πληροφορίες.

Αυτό το βιβλίο έχει στόχο να παρουσιάσει τη φιλοσοφία και τις βασικές αρχές της σχεδίασης με ηλεκτρονικό υπολογιστή. Εστιάζεται στα κοινά στοιχεία που είναι χρήσιμο να γνωρίζουν όσοι σχεδιάζουν με τον υπολογιστή, όποιο πρόγραμμα και αν χρησιμοποιούν. Μελετώντας κανείς το βιβλίο θα είναι σε θέση να γνωρίζει τι χρειάζεται για να γίνει ένα σχέδιο και θα μπορεί να επιλέγει τον αποτελεσματικότερο τρόπο για να το κάνει.

Η ταχύτητα όμως σχεδίασης - και γενικότερα η ευχέρεια αποτελεσματικών χειρισμών - σχετίζεται άμεσα και με τα προγράμματα που χρησιμοποιούνται. Και την

άνεση στο χειρισμό του κάθε προγράμματος αποκτά ένας χρήστης μόνο με συστηματική χρήση του προγράμματος και ύστερα από προσεκτική μελέτη των αντίστοιχων εγχειριδίων χρήσης.

Το βιβλίο αυτό δε φιλοδοξεί να υποκαταστήσει τα εγχειρίδια ή τα εξειδικευμένα συγγράμματα που αναλύουν το χειρισμό συγκεκριμένων προγραμμάτων CAD. Άλλωστε, πολλά από τα βιβλία αυτού του είδους συχνά ξεπερνούν τις 1.000 σελίδες, χωρίς και να εξαντλούν τις δυνατότητες του προγράμματος που πραγματεύονται.

Και μια τελευταία παρατήρηση: Το CAD για αρκετούς είναι πολύ διασκεδαστικό, ενώ για άλλους είναι μια εργασία που δημιουργεί μεγάλο άγχος. Οι τελευταίοι είναι εκείνοι που δεν έχουν καταλάβει τη φιλοσοφία του, δε σέβονται τις αρχές του, δεν τηρούν τους κανόνες του και, ως εκ τούτου, δημιουργούν μόνοι τους εμπόδια και παγίδες και υφίστανται τις συνέπειες των λαθών τους.

Αφιερώστε του την απαραίτητη αρχική προσοχή και «συμφιλιωθείτε» με τον εξοπλισμό και τα προγράμματα, ώστε να βρίσκεστε πάντοτε στην πρώτη κατηγορία, και το CAD να είναι για σας ευχάριστη, δημιουργική και αποδοτική απασχόληση.

ΜΕΡΟΣ 1ο

Εισαγωγή στη Σχεδίαση με Η/Υ

Με την εισαγωγή αυτή επιχειρούμε μια επανάληψη και μια εμφάθυση στις έννοιες του CAD που διδάχτηκαν στην Α' τάξη. Τα περιεχόμενα αυτού του μέρους εισάγουν στη λογική της σχεδίασης με ηλεκτρονικό υπολογιστή και βοηθούν στην καλύτερη κατανόησή της.

Δεν έχει νόημα το μέρος αυτό να αποστηθίζεται ή να αποτελεί αντικείμενο εξετάσεων. Θα είναι όμως, ίσως, χρήσιμο να το ξαναδιαβάσει κανείς, όταν θα έχει αποκτήσει μια σχετική εξοικείωση με το CAD, οπότε και θα μπορεί να κατανοήσει καλύτερα το περιεχόμενό του.

Η σύγχρονη εποχή και οι νέοι τρόποι εργασίας



Τα τελευταία χρόνια η τηλεματική (ο συνδυασμός, δηλαδή, των ηλεκτρονικών υπολογιστών και των τηλεπικοινωνιών) άλλαξε τον τρόπο ζωής και τον τρόπο εργασίας σε όλες τις αναπτυγμένες περιοχές του πλανήτη. Οι «υπολογιστές» μπήκαν στα περισσότερα γραφεία και σε πολλά σπίτια και, βέβαια, δε χρησιμοποιούνται πια μόνο για υπολογισμούς. Διαπιστώνει, μάλιστα, κανείς ότι σήμερα οι παραδοσιακοί υπολογισμοί αποτελούν μικρό ποσοστό των εφαρμογών των υπολογιστών. Αντίθετα, οι υπολογιστές χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο για γράψιμο, για καταχώριση και οργάνωση κάθε λογής στοιχείων, για σχεδίαση, για επεξεργασία εικόνων, για μουσική σύνθεση, για δημιουργία ταινιών βίντεο... Χρησιμοποιούνται ακόμη ως προσωπικά ημερολόγια και ως μέσα επικοινωνίας. Μέσα από το διαδίκτυο, το γνωστό Internet, εξασφαλίζουν τη δημοσίευση και άντληση ποικίλων στοιχείων, που περιλαμβάνουν κείμενα, εικόνες, ήχους, βίντεο αλλά και ρεαλιστικές απεικονίσεις του τρισδιάστατου χώρου, όπου ο κάθε χρήστης μπορεί να «μπαίνει» και να «εξερευνά» όπως εκείνος θέλει.

Σήμερα, με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή μπορούμε να ακούμε ραδιόφωνο ή να βλέπουμε τηλεόραση. Μπορούμε να τον προγραμματίσουμε να ελέγχει τα φώτα και την ασφάλεια του σπιτιού μας, να ξεκινάει και να σταματάει διάφορες ηλεκτρονικές συσκευές, να στέλνει φαξ ή να τηλεφωνεί σε ορισμένα τηλέφωνα συγκεκριμένη ώρα, για να τους μεταδώσει κάποιο ηχογραφημένο μήνυμα. Ακόμη, μπορεί να κάνει γραμματειακή εργασία, επικοινωνώντας με άλλους υπολογιστές και ανταλλάσσοντας στοιχεία, που επιτρέπουν τον καθορισμό ομαδικών συναντήσεων σε χρόνο κατά τον οποίο μπορούν να συμμετάσχουν όλα τα μέλη της ομάδας.

Όλες αυτές οι νέες δυνατότητες είναι φυσικό να δημιουργούν μια τεράστια αγορά για τα προϊόντα της πληροφορικής. Και το άνοιγμα αυτό της αγοράς είναι φυσικό να αυξάνει ακόμη περισσότερο τους ρυθμούς εξάπλωσης των σχετικών τεχνολογιών. Η μαζική παραγωγή εξαρτημάτων και προγραμμάτων και ο σκληρός ανταγωνισμός οδηγούν σε δραματική μείωση των τιμών. Παράλληλα, όμως, η ραγδαία εξέλιξη οδηγεί σε πολύ γρήγορη αχρήστευση της τεχνολογίας, η οποία συνεχώς αντικαθίσταται από άλλη πιο προηγμένη και με περισσότερες δυνατότητες.

Όμως, εκτός από την ίδια την αγορά των υπολογιστών και του λογισμικού, η εξάπλωση της τηλεματικής επηρεάζει, γενικότερα, ολόκληρη την αγορά εργασίας. Οι «υπολογιστικά αναλφάβητοι» θα δυσκολεύονται όλο και περισσότερο να βρίσκουν δουλειά, ιδίως όταν ανήκουν στη νέα γενιά. Ο ανταγωνισμός, που είναι έτσι κι αλλιώς σκληρός, γίνεται ακόμη σκληρότερος καθώς γραφεία και εταιρίες ψάχνουν για υπαλλήλους που θα χειρίζονται με άνεση τους υπολογιστές, ώστε να εξασφαλίζουν τη μεγαλύτερη δυνατή παραγωγικότητα.

Αλλά και η οργάνωση των γραφείων στο χώρο αλλάζει. Συνεργασίες για τις οποίες ήταν απαραίτητο παλιότερα να βρίσκονται μαζί όλα τα μέλη της ομάδας σήμερα μπορεί να γίνονται μέσω δικτύου. Αυτό σημαίνει ότι ο καθένας μπορεί να βρίσκεται στο γραφείο ή και στο σπίτι του, αρκεί να συνδέεται ο υπολογιστής του με το δίκτυο. Αν, μάλιστα, τα συνεργαζόμενα μέλη βρίσκονται σε γεωγραφικές περιοχές που έχουν μεταξύ τους μεγάλη διαφορά ώρας (όπως π.χ. η Ελλάδα με την Αμερική, που έχουν από 7 έως 10 ώρες διαφορά), τότε η εργασία μπορεί να εκτελείται αδιάκοπα, όλο το εικοσιτετράωρο, καθώς εκείνοι που βρίσκονται στη μια περιοχή συνεχίζουν την εργασία την ώρα που οι άλλοι αναπαύονται.

Άλλωστε, και τα ίδια τα προϊόντα της πνευματικής εργασίας είναι πια σε μορφή που μπορούν να μεταφέρονται μέσω δικτύου. Αυτό επιτρέπει και σχετικές εμπορικές συναλλαγές, κατά τις οποίες η παραγγελία, η πληρωμή και η παράδοση του προϊόντος, όλα, γίνονται μέσω δικτύου.

Ας δούμε ένα υποθετικό σενάριο, πραγματοποιήσιμο με τις σημερινές δυνατότητες του 2000. Ήδη, αρκετοί επαγγελματίες εργάζονται με αυτό τον τρόπο, που αποτελεί πολύ πιθανή (ως βέβαιη) προοπτική εργασίας στο άμεσο μέλλον, παρά τα νέα ζητήματα που ανακύπτουν με την εφαρμογή πρωτόγνωρων τρόπων εξ αποστάσεως εργασίας και που χρειάζεται να μελετώνται, ώστε να αντιμετωπίζονται όσο γίνεται πιο αποτελεσματικά. Το θέμα μας είναι η μελέτη διαμόρφωσης ενός εσωτερικού χώρου και η σχεδιάσή της με ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Ένας αρχιτέκτονας έχει δημιουργήσει ένα δικό του «ιστόπεδο» (web site) στο Internet, όπου δημοσιεύει δείγματα της δουλειάς του (φωτογραφίες, σχέδια και επεξηγηματικά κείμενα), που δείχνουν πώς «μεταμόρφωσε» τους χώρους που ανέλαβε να διαμορφώσει. Φυσικά σε όλες τις ιστοσελίδες του περιλαμβάνονται τα στοιχεία του, δηλαδή τα τηλέφωνα του και η φυσική και ηλεκτρονική διεύθυνσή του, ώστε να μπορεί όποιος ενδιαφέρεται να επικοινωνήσει αμέσως μαζί του. Περιλαμβάνεται επίσης ένας χάρτης, που δείχνει τι υπηρεσίες μπορεί να προσφέρει σε διάφορες περιοχές ο ίδιος ή μέσω συνεργατών του. Έχει, τέλος, εξασφαλίσει ότι το ιστόπεδό του είναι «γνωστό» στους διάφορους «μηχανισμούς ψαξίματος» (search engines), δηλαδή στα προγράμματα που βοηθούν τους χρήστες να βρίσκουν στο διαδίκτυο τα στοιχεία που αναζητούν.

Ο πελάτης «επισκέπτεται» τις σελίδες του αρχιτέκτονα αυτού, είτε επειδή του το συνέστησε κάποιος φίλος του είτε γιατί τον οδήγησε εκεί η γενική έρευνα που έκανε στο διαδίκτυο, με κριτήριο την ειδικότητα που αναζητεί και τη γεωγραφική περιοχή. Του στέλνει ένα μήνυμα με το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, εξηγώντας του τι θέλει να κάνει και επισυνάπτοντας (πάντοτε σε ηλεκτρονική μορφή) μια κάτοψη και μερικές φωτογραφίες του χώρου που θέλει να διαρρυθμίσει.

Ο αρχιτέκτονας απαντά, για να κανονίσει μια επί τόπου συνάντηση (αναγκαία για μια άμεση εποπτεία του χώρου) ή για να τον παραπέμψει σε κάποιο συνάδελφό του, σε περίπτωση που ο ίδιος δεν ενδιαφέρεται.

Μετά τη συνάντηση και τις επί τόπου συνεννοήσεις αρχίζει το στάδιο της μελέτης. Και εδώ, η ανταλλαγή των σχεδίων και (ενδεχομένως) των τρισδιάστατων αναπαραστάσεων γίνεται με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Αυτό παρέχει επίσης τη δυνατότητα να διατηρούνται όλες οι επικοινωνίες και οι ενδιάμεσες φάσεις, ώστε να διασφαλιστεί όσο το δυνατόν καλύτερα και η ανάλογη αμοιβή (που επίσης μπορεί να καταβάλλεται μέσω υπολογιστή σε τραπεζικό λογαριασμό). Παράλληλα, με την ηλεκτρονική επικοινωνία με τους προμηθευτές εξασφαλίζεται ότι είναι διαθέσιμα όλα τα απαιτούμενα υλικά και εξαρτήματα, και γίνεται κοστολόγηση του όλου έργου με τρέχουσες τιμές.

Αναλύονται οι εργασίες για την κατασκευή, και συντάσσεται το σχετικό χρονοδιάγραμμα, καθώς και οικονομικό διάγραμμα, ώστε να γνωρίζει ο πελάτης τι ποσά θα χρειαστούν και πότε, καθώς και πότε θα παραλάβει ολοκληρωμένο το έργο.

Τέλος, μετά την τελική συμφωνία, παραγγέλλονται (πάντοτε μέσω του δικτύου) όλα τα απαραίτητα υλικά και εξασφαλίζεται ότι θα αποσταλούν εγκαίρως στον τόπο του Έργου.

Εύκολα μπορεί κανείς να διαπιστώσει τα συγκριτικά πλεονεκτήματα του ανωτέρω τρόπου εργασίας: Το διαδίκτυο εξασφαλίζει οικονομία χρόνου και μετακινήσεων, καθώς και καλύτερη και τεκμηριωμένη επικοινωνία. Η εργασία με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή επιτρέπει να αξιοποιούνται στοιχεία από παλαιότερες μελέτες με τις αναγκαίες, κάθε φορά, προσαρμογές. Αυτό σημαίνει ταχύτερη διεκπεραίωση της μελέτης και δυνατότητα παρουσίασης εναλλακτικών λύσεων. Η σχεδίαση με τον υπολογιστή σημαίνει, ακόμη, ότι μπορεί ο επαγγελματίας να παρουσιάζει στον εργοδότη πολλές απόψεις του σχεδίου (και μάλιστα, σε τρεις διαστάσεις και με φωτορεαλιστικές παρουσιάσεις, που είναι πολύ πιο οικείες στον πελάτη). Τέλος, σημαίνει ότι οι τροποποιήσεις των σχεδίων γίνονται πολύ γρηγορότερα, αφού δε χρειάζεται να ξαναγίνουν σχέδια από την αρχή.

Είναι προφανές ότι ακόμη ευκολότερα απ' ό,τι μπορεί ο ελεύθερος επαγγελματίας, που παρουσιάστηκε στο ανωτέρω παράδειγμα, μπορούν να συνεργαστούν

εξ αποστάσεως οι συνεργάτες μιας εταιρίας μελετών, ο καθένας από τους οποίους απασχολείται στην έδρα του. Οι συνεργάτες αυτοί έχουν το πλεονέκτημα ότι μπορούν να καθιερώσουν τους προσφορότερους τρόπους επικοινωνίας τους, ώστε να μη χάνουν πολύτιμο χρόνο στην επίλυση επικοινωνιακών ή άλλων προβλημάτων, που δημιουργούνται με την εξ αποστάσεως συνεργασία.

Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι η σχεδίαση με ηλεκτρονικό υπολογιστή δεν προσφέρει μόνο πρακτικές ευκολίες, αλλά είναι και διασκεδαστική. Ο σχεδιαστής έχει τη χαρά να μπορεί σχετικά γρήγορα και εύκολα να πειραματίζεται με εναλλακτικές διατάξεις και υλικά και να βλέπει το δημιούργημά του από πολλές απόψεις. Μπορεί να πειραματίζεται ακόμη και με «τρελές» εναλλακτικές λύσεις, τις οποίες εύκολα μπορεί να αναιρέσει και να επανέλθει σε προηγούμενες, ρεαλιστικότερες δοκιμές του. Μπορεί σχετικά εύκολα να εντάσσει το δημιούργημά του μέσα σε φωτογραφικές απεικονίσεις του χώρου όπου αυτό πρόκειται να τοποθετηθεί. Έχει, τέλος, τη δυνατότητα να «κυκλοφορεί» ο ίδιος μέσα στους χώρους που δημιουργεί και να τους «ζει» καθώς τους σχεδιάζει.

Θα πρέπει, πάντως, να αναφέρουμε, αν θέλουμε να είμαστε δίκαιοι, ότι στη σχεδίαση με υπολογιστή χάνουμε, συνήθως, τον προσωπικό χαρακτήρα που δίνει η «μολυβιά» ή η «πινελιά» σε ένα παραδοσιακό σκίτσο, και που έκανε ορισμένα από τα παλιά αρχιτεκτονικά σχέδια έργα τέχνης. Όμως το τεχνικό σχέδιο είναι κατά κανόνα μέσο επικοινωνίας με στόχο να εξασφαλιστούν οι καλύτερες δυνατές προϋποθέσεις, ώστε αυτό που σχεδιάζουμε, να κατασκευαστεί με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια, ταχύτητα και οικονομία. Αυτή τη σκοπιμότητα εξυπηρετεί πολύ καλύτερα η σχεδίαση με ηλεκτρονικό υπολογιστή. Γι' αυτό και η εφαρμογή της γενικεύτηκε σε ελάχιστο χρονικό διάστημα, παρά την προσπάθεια που χρειάζεται για να μάθει κανείς να χρησιμοποιεί με ευχέρεια το νέο εξοπλισμό και παρά τον κόπο που καταβάλλεται για την απαραίτητη συχνή πρόσθετη εκπαίδευση στα συνεχώς αναπτυσσόμενα προγράμματα.



Λ. Καυταντζόγλου: Αρσάκειο, τομή. Υδατογραφία.

3 Κατανοώντας το CAD

Πρώτα με το μυαλό και ύστερα με τα χέρια.

Ένα λάθος που συχνά κάνουν όχι μόνο αρχάριοι αλλά και πιο προχωρημένοι χρήστες των υπολογιστών είναι ότι προσπαθούν να ανακαλύψουν μόνοι τους τι κάνει ένα πρόγραμμα, χωρίς να ανατρέξουν στο εγχειρίδιό του ή στην on-line βοήθεια του προγράμματος. Αυτή η πρακτική, παρ' όλο που μερικές φορές μπορεί να φαίνεται αποδοτική, συνήθως οδηγεί σε δύο προβλήματα: Πρώτον, σε απώλεια χρόνου, επειδή για οποιαδήποτε διαδικασία, πέρα από τις τελείως απλές και τετριμμένες, είναι πιο χρονοβόρο να διερευνά και να ανακαλύπτει κανείς μόνος του τις διάφορες λεπτομέρειές της παρά να διαβάσει προσεκτικά τις αντίστοιχες οδηγίες. Δεύτερο, και κυριότερο, σε ελλιπή γνώση του θέματος, αφού συχνά οι κατασκευαστές δίνουν στα προγράμματα πρόσθετες δυνατότητες, που δεν είναι εύκολο να ανακαλύψει κανείς μόνος του. Η άγνοια όλων των πτυχών λειτουργίας της κάθε εντολής, εκτός από τις δυσκολίες που συνεπάγεται για την εκτέλεση ορισμένων διαδικασιών, μερικές φορές οδηγεί και σε λάθη, επειδή ο υπολογιστής δεν αντιδρά με τον τρόπο που υποθέτουμε ότι θα αντιδράσει.

Πρέπει να διευκρινιστεί εδώ ότι οι προγραμματιστές ηλεκτρονικών υπολογιστών (και συνεπώς και οι κατασκευαστές προγραμμάτων CAD) επιλέγουν ανάμεσα σε διάφορες εναλλακτικές δυνατότητες, καθεμιά από τις οποίες θα έκανε το πρόγραμμα να εκτελεί με διαφορετικό τρόπο μια λειτουργία. Συχνά, μάλιστα, οι εναλλακτικές προτάσεις είναι όλες εξίσου σωστές και αποτελεσματικές. Απλώς, χρειάζεται να επιλεγεί μία, για να εφαρμοστεί στο πρόγραμμα. Κατά συνέπεια, όσο ευφυής και αν είναι κανείς, δεν μπορεί να περιμένει ότι όλες οι επιλογές του θα συμπέσουν με τις επιλογές της ομάδας που σχεδίασε και πραγματοποίησε το λογισμικό.

Γι' αυτό είναι απαραίτητο να μελετά κανείς προσεκτικά το εγχειρίδιο χρήσης πριν χρησιμοποιήσει ένα πρόγραμμα. Και είναι πολύ σημαντικό το εγχειρίδιο χρήσης ενός προγράμματος να είναι καλογραμμένο, καλά οργανωμένο, περιεκτικό και πλή-

ρες. Χρήσιμα είναι ακόμη ορισμένα εξειδικευμένα βιβλία, που αναλύουν τη χρήση ενός προγράμματος, ιδιαίτερα όταν το αντίστοιχο εγχειρίδιο δεν μπορεί εύκολα να διαβαστεί.

Πέρα όμως από τις εντολές και τους ειδικούς χειρισμούς του κάθε προγράμματος, στα περισσότερα προγράμματα CAD υπάρχει μια κοινή φιλοσοφία, που διέπει τη σχεδίαση με ηλεκτρονικό υπολογιστή. Στο βιβλίο αυτό επιχειρούμε να παρουσιάσουμε τις *ανάγκες που το CAD προορίζεται να καλύψει*, απ' όπου απορρέουν οι *κοινές αρχές* των περισσότερων προγραμμάτων, δηλαδή η *ουσία* των διάφορων λειτουργιών τους.

Το CAD ανήκει στις τεχνολογίες αιχμής, που παρακολουθούν τη ραγδαία εξέλιξη των υπολογιστών. Είναι, λοιπόν, αναμενόμενο τα προγράμματα που θα χρησιμοποιείτε σε λίγα χρόνια να είναι πολύ εξελιγμένα σε σχέση με τα σημερινά. Όμως, οι βασικές αρχές και των προγραμμάτων εκείνων, εκτός και αν υπάρξει κάποια επαναστατική αλλαγή, θα είναι ίδιες με αυτές των σημερινών.

Γι' αυτό και η κατανόηση των αρχών του CAD θα είναι για σας ένα χρήσιμο εφόδιο σε όλη τη σταδιοδρομία σας.

3.1. Τι είναι ένα σχέδιο CAD;

Δεν υπάρχει κάποιος απόλυτος ορισμός για το τι είναι ένα σχέδιο CAD. Όπως, αντίστοιχα, δεν υπάρχουν σαφώς διατυπωμένα κριτήρια που ξεχωρίζουν πότε ένα πρόγραμμα είναι πρόγραμμα CAD. Μπορεί όμως να λεχθεί ότι ένα σχέδιο CAD είναι ένα ή περισσότερα αρχεία ηλεκτρονικού υπολογιστή, τα οποία περιέχουν ένα ή περισσότερα σχέδια και ίσως και πρόσθετες σχετικές πληροφορίες, έτσι ώστε να μπορεί κανείς να χειρίζεται τα σχέδια αυτά (δηλαδή να τα βλέπει στην οθόνη, να τα τροποποιεί, να τα εκτυπώνει κτλ.) με κάποιο πρόγραμμα CAD.

Ας δούμε, όμως, κατ' αρχήν, τι σημαίνει CAD. Το ακρωνύμιο CAD σημαίνει Computer Aided Design, δηλαδή «Σχεδιασμός με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή». Μερικές φορές χρησιμοποιούνται και άλλα ειδικότερα ακρωνύμια. Στον αρχιτεκτονικό χώρο τα πιο συνηθισμένα από αυτά είναι: CADD (Computer Aided Design and Drafting - Σχεδιασμός και Σχεδίαση με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή) και CAAD (Computer Aided Architectural Design - Αρχιτεκτονικός Σχεδιασμός με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή).

Πρέπει εδώ να διευκρινιστεί ότι η έννοια σχεδιασμός (design) είναι ευρύτερη από την έννοια σχεδίαση (drafting ή draughting): Περιλαμβάνει όχι μόνο τη σχεδιαστική απεικόνιση αλλά και όλες τις άλλες διαδικασίες που επηρεάζουν τη διαμόρφωση του τελικού προϊόντος (υπολογισμούς, λογικές ή αισθητικές αποφάσεις, που σχετίζονται με το προϊόν του σχεδιασμού αλλά και με τον τρόπο κατασκευής του). Συνεπώς, με την ευρεία αυτή έννοια, το CAD περιλαμβάνει τρεις βασικές κατηγορίες διαδικασιών: τη *σχεδίαση*, τους *υπολογισμούς* και την *αυτόματη δημιουργία* (γένεση).

Στο βιβλίο αυτό εξετάζουμε μόνο τη σχεδίαση στο επίπεδο και στο χώρο, δηλαδή τη δημιουργία και την επεξεργασία, με κατάλληλα σχεδιαστικά προγράμματα, δισδιάστατων και τρισδιάστατων σχημάτων. Όπου είναι αναγκαίο, έχουμε περιλάβει αναφορές σε πρόσθετα (μη σχηματικά) στοιχεία, που περιέχονται στα σχέδια CAD και υποστηρίζουν την καλύτερη οργάνωση και την ευκολότερη διαχείρισή τους.

Θα προσπαθήσουμε, τώρα, να προσδιορίσουμε στοιχεία που είναι επιθυμητό να έχει ένα σχεδιαστικό πρόγραμμα CAD και που το διαφοροποιούν από άλλα προγράμματα σχεδίασης με ηλεκτρονικό υπολογιστή. Επαναλαμβάνουμε ότι οι εκτιμήσεις που ακολουθούν είναι προσωπικές των συγγραφέων, καθώς δεν υπάρχουν διεθνείς προδιαγραφές για τα κριτήρια που καθορίζουν αν ένα σχεδιαστικό πρόγραμμα μπορεί να χαρακτηριστεί ως πρόγραμμα CAD. Η έλλειψη αυτή των προδιαγραφών επιτρέπει να κυκλοφορούν στην αγορά πολλά προγράμματα που περιλαμβάνουν στο όνομά τους τον όρο CAD, χωρίς να έχουν τις δυνατότητες που αναφέρονται στη συνέχεια.

Θεωρούμε ότι ένα σχεδιαστικό πρόγραμμα CAD πρέπει να επιτρέπει:

- Σχεδίαση οποιουδήποτε αντικειμένου και σε οποιαδήποτε θέση. Δεν πρέπει, δηλαδή, να θέτει περιορισμούς στη μορφή, στο μέγεθος ή στην τοποθέτηση των αντικειμένων.
- Εμφάνιση στην οθόνη και δυνατότητα εκτύπωσης οποιουδήποτε τμήματος του σχεδίου και σε οποιαδήποτε μεγέθυνση. Είναι, μάλιστα, επιθυμητό να μπορεί κανείς να δει το σχέδιο και με οποιονδήποτε προσανατολισμό και, αν είναι τρισδιάστατο, από οποιαδήποτε γωνία.
- Γρήγορη και αποτελεσματική εκτέλεση των διάφορων λειτουργιών δημιουργίας, εισαγωγής και τροποποίησης στοιχείων, καθώς και όλων των άλλων που αναλυτικά αναφέρονται στα επόμενα κεφάλαια. Δεν αρκεί, δηλαδή, να έχει τη δυνατότητα ένα σχεδιαστικό πρόγραμμα CAD να καταχωρίζει και να διαχειρίζεται όλα τα απαραίτητα «συστατικά» ενός σχεδίου. Πρέπει επίσης να μπορεί να το χειρίζεται εύκολα ο χρήστης.
- Συστηματοποίηση του σχεδίου, με όλες τις πρόσθετες ευκολίες που παρέχει ο υπολογιστής και που καθιστούν καλύτερο και πιο αξιοποιήσιμο ένα σχέδιο σε ηλεκτρονική μορφή απ' ό,τι ένα σχέδιο στο χαρτί.

Σημαντικό, επίσης, για ένα πρόγραμμα CAD είναι να παρέχει στο χρήστη τη δυνατότητα να το τροποποιεί και να το επεκτείνει. Αυτό μπορεί να γίνεται με προγραμματισμό και με αξιοποίηση λειτουργιών άλλων προγραμμάτων, με τα οποία πρέπει να εξασφαλίζεται η δυνατότητα επικοινωνίας και συνδυασμού. Επειδή τα συνεργαζόμενα γραφεία δεν έχουν πάντοτε τα ίδια προγράμματα, χρήσιμο είναι τα σχέδια να μπορούν να μεταφερθούν και σε άλλα προγράμματα CAD, αν και σε τέτοιες μεταφορές ενδέχεται να χαθούν ορισμένες πληροφορίες.

Πρέπει εδώ να τονιστεί πάλι ότι ένα σχέδιο CAD δεν αποτελείται μόνο από τις γραμμές του σχεδίου. Περιλαμβάνει και άλλα στοιχεία, χαρακτηριστικά και παραμέτρους, που επιτρέπουν την αποτελεσματικότερη οργάνωση, διαχείριση και αξιοποίησή του. Καθώς τα προγράμματα εξελίσσονται, ένα σχέδιο CAD περιλαμβάνει σήμερα ολοκληρωμένα «αντικείμενα», που, εκτός από το σχήμα τους, περιέχουν πρόσθετες πληροφορίες ή ακόμη και «τρόπο συμπεριφοράς» τους. Στην παράγραφο 3.3, «Τα στοιχεία που περιέχονται σε ένα σχέδιο CAD», αναφέρονται αναλυτικά τα στοιχεία αυτά.

3.2. Η επικοινωνία του χρήστη με το σχεδιαστικό πρόγραμμα

Με τα προγράμματα CAD δημιουργούμε σχέδια με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Ακριβέστερα, *εμείς* δίνουμε εντολές στον ηλεκτρονικό υπολογιστή, ώστε αυτός να δημιουργεί τα σχέδια που θέλουμε, να μας τα εμφανίζει στην οθόνη με τον τρόπο που επιθυμούμε και να εκτυπώνει τα μέρη του σχεδίου που επιλέγουμε και στις κλίμακες που ορίζουμε.

Κάθε σύστημα CAD, λοιπόν, περιλαμβάνει μια σειρά διαδικασιών, που ενεργοποιούνται από τις αντίστοιχες εντολές. Τις εντολές δίνει ο χρήστης με διάφορους τρόπους, ανάλογα με το πρόγραμμα. Μερικοί τρόποι με τους οποίους δίνεται μια εντολή, πολύ συνηθισμένοι στα προγράμματα CAD, είναι οι εξής:

- «πατάμε» με το ποντίκι την εικόνα ενός «κουμπιού» στην οθόνη. (Τα εικονικά αυτά κουμπιά είναι συνήθως μικρά ορθογώνια ή τετράγωνα, που φέρουν κάποια εικόνα ή κάποια λέξη ενδεικτική της λειτουργίας που θα ενεργοποιηθεί αν τα πατήσουμε με το ποντίκι. Σε αρκετά προγράμματα, αν σταματήσουμε το δείκτη του ποντικιού πάνω από ένα τέτοιο κουμπί, εμφανίζεται ένα επεξηγηματικό ορθογώνιο με το όνομα ή τη σύντομη περιγραφή της εντολής).
- επιλέγουμε την εντολή από κάποιον κατάλογο στην οθόνη (Στα περισσότερα προγράμματα υπάρχουν αναδιπλούμενοι κατάλογοι στο πάνω μέρος του παραθύρου τους. Άλλοι κατάλογοι μπορεί να υπάρχουν σε διάφορα σημεία της οθόνης ή να εμφανίζονται, όταν το ζητήσει ο χρήστης, κοντ στη θέση του ποντικιού).
- γράφουμε την εντολή από το πληκτρολόγιο. (Ανάλογα με το πρόγραμμα μπορεί να χρειάζεται να τοποθετηθεί ο δείκτης του ποντικιού σε κάποια προκαθορισμένη περιοχή στην οθόνη, π.χ. σε ένα πλαίσιο κειμένου, για να καταγραφεί η εντολή).
- δίνουμε από το πληκτρολόγιο μια συντομογραφία της εντολής. (Συντομογραφία μπορεί να είναι ένα ή περισσότερα γράμματα, ένα ειδικό πλήκτρο, όπως τα πλήκτρα F1 έως F12, ή και ένας συνδυασμός πλήκτρων -που, καταχρηστικά, ονομάζεται και συγχορδία- όπως το σύγχρονο πάτημα του πλήκτρου Alt και του πλήκτρου ενός γράμματος, π.χ. του E).

- χρησιμοποιούμε ψηφιοποιητική τράπεζα (digitiser). (Στην περίπτωση αυτή υπάρχει κολλημένος στην ψηφιοποιητική τράπεζα ένας πίνακας με περιοχές που αντιστοιχούν σε διάφορες εντολές. Χρειάζεται βέβαια να έχει «ενημερωθεί» το πρόγραμμα για την ύπαρξη του πίνακα αυτού. Αρκεί, τότε, να βάζουμε το σταυρόνημα ή την ηλεκτρονική πένα (light pen) της τράπεζας σε οποιοδήποτε σημείο, για να επιλέγουμε την αντίστοιχη εντολή με το πάτημα ενός πλήκτρου. Επίσης, όταν η τράπεζα διαθέτει σταυρόνημα με πολλά κουμπιά -υπάρχουν σταυρονήματα με 16 κουμπιά- δίνεται συνήθως η δυνατότητα να αντιστοιχιστούν λειτουργίες ή εντολές σε καθένα από τα κουμπιά αυτά, ώστε να ελαχιστοποιείται η χρήση του πληκτρολογίου).
- προφορικά, δίνοντας τις εντολές σε ένα μικρόφωνο. (Οι διατάξεις αυτές είναι ακόμη πειραματικές, αλλά κερδίζουν έδαφος, καθώς αυξάνονται οι σχετικές δυνατότητες).
- μετακινώντας το ποντίκι. (Υπάρχουν φορές όπου ορισμένες εντολές, όπως, για παράδειγμα, οι εντολές πλοήγησης στο χώρο, δίνονται συνεχώς, καθώς μετακινούμε το ποντίκι. Στις περιπτώσεις αυτές είναι δύσκολο να συνειδητοποιήσει κανείς ότι ο υπολογιστής δέχεται τότε και εκτελεί συνεχώς εντολές).

Ανεξάρτητα, πάντως, από τον τρόπο με τον οποίο δίνει κανείς μια εντολή, η ουσία είναι ότι ο υπολογιστής δέχεται την εντολή και «αντιδρά» κάπως σε αυτήν, ώστε να καταλάβει και ο χρήστης ότι πράγματι «η εντολή ελήφθη». Η «αντίδραση» του υπολογιστή δεν είναι ίδια για όλες τις εντολές. Κατ' αρχήν, το σύστημα αντιδρά διαφορετικά, ανάλογα με το αν η εντολή χρειάζεται πρόσθετα στοιχεία (παραμέτρους) για να μπορέσει να ολοκληρωθεί:

- Αν η εντολή δε χρειάζεται παραμέτρους ή επιβεβαίωση, εκτελείται αμέσως (π.χ. η εντολή που αποθηκεύει την τρέχουσα κατάσταση του σχεδίου στο αρχείο του σχεδίου αυτού).
- Αν η εντολή χρειάζεται παραμέτρους, «ζητά» (με κάποιο τρόπο) τις παραμέτρους αυτές από το χρήστη (π.χ., μια εντολή που σχεδιάζει έναν κύκλο είναι πολύ πιθανόν ότι θα ζητήσει το κέντρο και την ακτίνα του κύκλου).

Ο χρήστης πρέπει να είναι πολύ προσεκτικός και να παρακολουθεί συνεχώς τις «αντιδράσεις» του υπολογιστή. Με τον τρόπο αυτό, αφ' ενός επιβεβαιώνει ότι ο υπολογιστής έχει καταλάβει τις εντολές ως τη στιγμή εκείνη και, αφ' ετέρου, «πληροφορείται» τι στοιχεία περιμένει κάθε στιγμή ο υπολογιστής. Το πόσο σαφείς και αποτελεσματικές είναι οι «οδηγίες προς το χρήστη» με τις οποίες απαντά κάθε φορά ο υπολογιστής, καθώς και το πόσο εύκολα μπορεί ο χρήστης να ανταποκριθεί σε αυτές τις οδηγίες, καθορίζει αυτό που λέμε *φιλικότητα* (user friendliness) ενός προγράμματος.

Εδώ, ίσως, πρέπει να υπενθυμίσουμε ότι γενικά ο τρόπος επικοινωνίας ανάμεσα στο χρήστη και στον υπολογιστή είναι ένας διαρκής διάλογος. Σε κάθε χρονική στιγμή υπάρχουν πράγματα που ο υπολογιστής δέχεται να του κάνουμε και άλλα που δεν τα δέχεται. Επίσης, ανάλογα με τις «προσδοκίες» του υπολογιστή την κάθε στιγμή, η ίδια ενέργειά μας μπορεί να έχει διαφορετικό αποτέλεσμα, επειδή ο υπολογιστής μπορεί να την εκλάβει διαφορετικά. Αυτό είναι ιδιαίτερα συχνό φαινόμενο με τις συντομογραφίες, δηλαδή όταν ένα ή δύο γράμματα ή άλλα πλήκτρα υποκαθιστούν μια εντολή. Ο αριθμός των πλήκτρων του υπολογιστή είναι μικρός. Γι' αυτό, αρκετές φορές, αναγκαζόμαστε να χρησιμοποιούμε τα ίδια πλήκτρα ή τους ίδιους συνδυασμούς πλήκτρων, για να εκφράσουμε εντολές ή παραμέτρους τους, ανάλογα με το τι περιμένει κάθε φορά ο υπολογιστής.

Στις περιπτώσεις αυτές, εκείνοι που σχεδιάζουν τα προγράμματα φροντίζουν να αποκλείσουν το ενδεχόμενο να υπάρξει διφορούμενη ενέργεια. Δεν επιτρέπεται, δηλαδή, δύο εντολές, που και οι δύο είναι δεκτές από το σύστημα σε κάποια χρονική στιγμή, να έχουν την ίδια συντομογραφία. Μπορεί, όμως, να έχουν την ίδια συντομογραφία (ή ακόμη και το ίδιο όνομα) μια εντολή και μια παράμετρος μιας άλλης εντολής. Μπορεί, επίσης, η ίδια παράμετρος να έχει διαφορετικό αποτέλεσμα, ανάλογα με την εντολή στην οποία δίνεται (διαφοροποιείται δηλαδή το νόημα της παραμέτρου ανάλογα με την εντολή). Στο κεφάλαιο 14 θα δούμε πώς μπορούμε να αξιοποιήσουμε αυτή τη δυνατότητα, όταν ορίζουμε παραμέτρους-ονόματα, ώστε να διευκολυνόμαστε και να οργανώνουμε αποτελεσματικότερα τα σχέδιά μας.

3.3. Τα στοιχεία που περιέχονται σε ένα σχέδιο CAD

Ένα σχέδιο CAD δεν περιλαμβάνει μόνο τις γραμμές και τα άλλα στοιχεία που φαίνονται. Μπορεί, μάλιστα, να πει κανείς ότι εξίσου, αν όχι περισσότερο, σημαντικά είναι ορισμένα στοιχεία που δε φαίνονται. Και αυτό, επειδή πολλά από τα στοιχεία που δε φαίνονται εξασφαλίζουν τη δυνατότητα να δομεί κανείς το σχέδιό του, ώστε να το χειρίζεται καλύτερα και να μπορεί να το αξιοποιεί με πολλούς τρόπους. Η πολλαπλή αυτή χρησιμότητα του ίδιου σχεδίου, που εκτός από τη σχεδιαστική πληροφορία μπορεί να περιλαμβάνει και διάφορα άλλα μεγέθη και χαρακτηριστικά, είναι ένα από τα σημαντικότερα συγκριτικά πλεονεκτήματα του CAD έναντι της συμβατικής σχεδίασης.

Στην ενότητα αυτή εξετάζουμε κατά κατηγορίες τα διάφορα στοιχεία που μπορεί να περιέχονται σε ένα σχέδιο CAD.

3.3.1. Σχήματα και βοηθητικά στοιχεία που φαίνονται στο σχέδιο

Τα σχήματα και τα βοηθητικά στοιχεία που φαίνονται είναι όλα τα αντικείμενα που αποτελούν το (με την παραδοσιακή αντίληψη) σχέδιό μας. Ειδικότερα, *σχήματα* είναι διάφορα γραμμικά ή επιφανειακά στοιχεία ή γεωμετρικά στερεά (ευθύγραμμα τμήματα, κύκλοι, τόξα, επίπεδες ή καμπύλες επιφάνειες, απλά ή σύνθετα τρισδιάστατα «στερεά» κτλ.), που απεικονίζουν τα πραγματικά και τα γεωμετρικά αντι-

κείμενα που σχεδιάζουμε. Τα *βοηθητικά στοιχεία* δεν απεικονίζουν αντικείμενα του φυσικού χώρου (ή ακριβέστερα δεν απεικονίζουν πραγματικά ή ιδεατά αντικείμενα), αλλά συμπληρώνουν ή επεξηγούν το σχέδιο. Τέτοια στοιχεία είναι κείμενα, διαστάσεις, ενδεικτικά βέλη, συμβολισμοί, πίνακες με διάφορες επεξηγήσεις, κατάλογοι υλικών κτλ.

Όταν σχεδιάζουμε, εισάγουμε νέα στοιχεία στο σχέδιο ή τροποποιούμε αυτά που ήδη υπάρχουν σε αυτό. Οποιαδήποτε στιγμή μπορούμε να εξετάσουμε τα στοιχεία που υπάρχουν στο σχέδιο. Εξετάζοντας τα χαρακτηριστικά των σχημάτων και των βοηθητικών στοιχείων (ή και πρόσθετα δεδομένα που συχνά προσαρτώνται σε αυτά), μπορούμε να αντλούμε πολλαπλές πληροφορίες για τα αντικείμενα που αναπαριστούνται.

3.3.2. Ρυθμίσεις του περιβάλλοντος

Οι ρυθμίσεις ορίζονται από το χρήστη και επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο αντιδρά ο υπολογιστής. Τέτοιες ρυθμίσεις είναι εκείνες που καθορίζουν αν η κίνηση του σταυρονήματος ακολουθεί την κίνηση του ποντικιού ή αν δεσμεύεται, για παράδειγμα, κατά τις δύο κύριες διευθύνσεις των αξόνων X και Y, ή εκείνη που καθορίζει τον τύπο των γραμμάτων ή τη μορφή των συμβόλων διαστάσεων. Ορισμένες ρυθμίσεις του περιβάλλοντος ουσιαστικά υποκαθιστούν παραμέτρους εντολών. Πολλές εντολές δίνονται ευκολότερα, όταν δε χρειάζεται ο χρήστης να προσδιορίζει κάθε φορά και την τελευταία λεπτομέρειά τους.

Ρυθμίσεις του περιβάλλοντος είναι και εκείνες που καθορίζουν ποια περιοχή του σχεδίου φαίνεται στην οθόνη κάθε στιγμή. Επίσης, και ορισμένες διαδικασίες που καθορίζουν ποια αντικείμενα (ή ποιες ομάδες αντικειμένων), από εκείνα που βρίσκονται στην περιοχή που εξετάζουμε, επιθυμούμε να είναι ορατά.

Σημειώνουμε ότι ορισμένες από τις ρυθμίσεις του περιβάλλοντος αποτελούν στοιχεία του σχεδίου και σώζονται με τα αρχεία του σχεδίου, όταν «κλείνουμε» το σχέδιο. Άλλες είναι περιστασιακές και χάνονται, μόλις κλείσει το σχέδιο ή το πρόγραμμα. Άλλες, τέλος, αναφέρονται σε παραμέτρους που καθορίζουν ορισμένα στοιχεία γενικής συμπεριφοράς του προγράμματος (π.χ. το μέγεθος των εικονιδίων των κουμπιών εντολών), φυλάγονται σε ειδικά αρχεία του προγράμματος και ισχύουν ανεξάρτητα από το σχέδιο που ο χρήστης επιλέγει να επεξεργαστεί.

Οι ρυθμίσεις του περιβάλλοντος μπορούν να τροποποιούνται κατά τη διάρκεια της σχεδίασης, ανάλογα με τις ανάγκες κάθε φάσης του σχεδίου. Οι τροποποιήσεις αυτές γίνονται με σχετικές εντολές.

Η διαφορά των εντολών που καθορίζουν τις ρυθμίσεις του περιβάλλοντος από τις εντολές σχεδίασης και τροποποίησης των σχημάτων είναι ότι θέτουν το πρόγραμμα σε μια κατάσταση λειτουργίας (θα λέγαμε συμπεριφοράς του), που διαρκεί ώσπου να τροποποιηθεί από κάποια άλλη ανάλογη εντολή.

3.3.3. Στοιχεία που διευκολύνουν την οργάνωση του σχεδίου

Τα στοιχεία αυτά δε φαίνονται στο σχέδιο, αλλά είναι απαραίτητα για να διευκολύνεται η εργασία μας και να αποκομίζουμε από τη σχεδίαση με ηλεκτρονικό υπολογιστή όλα τα οφέλη που μπορεί να μας προσφέρει.

Η αποτελεσματικότητα της σχεδίασης με υπολογιστή οφείλεται, κυρίως, στη δυνατότητα να χρησιμοποιούμε έτοιμα «πρότυπα». Οφείλεται επίσης, σε μεγάλο βαθμό, στη δυνατότητα να οργανώνουμε έτσι το σχέδιό μας, ώστε από ένα «συνολικό σχέδιο», που συγκεντρώνει όλα τα στοιχεία, να αντλούμε τις μερικότερες «όψεις» που μας ενδιαφέρουν.

Αυτές οι ευκολίες εξασφαλίζονται με βοηθητικά «αντικείμενα» τα οποία ονοματίζουμε, ώστε να μπορούμε να αναφερόμαστε σε αυτά και να τα δίνουμε ως παραμέτρους σε σχετικές εντολές. Τέτοια βοηθητικά οργανωτικά αντικείμενα είναι τα «φύλλα σχεδίασης», οι «τύποι γραφής», οι «τύποι διαστάσεων» κ.ά.

Στην οργάνωση του σχεδίου συμβάλλουν και «πρότυπα αντικειμένων» (π.χ. έπιπλα, είδη υγιεινής, φυτά) που, ουσιαστικά, αποτελούν σχεδιαστικές οδηγίες αποθηκευμένες στη μνήμη του υπολογιστή, στις οποίες δίνουμε ένα όνομα, ώστε να μπορούμε να αναφερόμαστε σε αυτές και να τις χρησιμοποιούμε. Όποτε, δηλαδή, χρειαστεί να σχεδιάσουμε κάποιο αντικείμενο για το οποίο υπάρχει πρότυπο, μπορούμε να το δημιουργούμε πολύ εύκολα μέσα στο σχέδιό μας από το πρότυπό του, χωρίς να χρειάζεται να το σχεδιάζουμε κάθε φορά από την αρχή.

Το νέο αντικείμενο που δημιουργείται στο σχέδιο περιλαμβάνει κατά κανόνα και αναφορά στο πρότυπό του. Αυτό επιτρέπει να αντλήσουμε από ένα σχέδιο πληροφορίες όπως «πόσες καρέκλες υπάρχουν στην Α' αίθουσα διαλέξεων». Πολλές φορές, μάλιστα, συνδέουμε και πρόσθετα πληροφοριακά στοιχεία στα αντικείμενα αυτά, που επιτρέπουν να διατυπώσουμε πιο σύνθετα ερωτήματα όπως «Δώσε μας έναν κατάλογο όλων των ειδών που χρειάζεται να παραγγείλουμε από τον προμηθευτή Κ για το κτίριο και προϋπολόγισε το κόστος τους». Τα αντικείμενα αυτά θα εξετάσουμε διεξοδικότερα στο κεφάλαιο 12 «Πρότυπα αντικειμένων: Σύνθετα σχήματα που ορίζει ο χρήστης».

Στην οργάνωση του σχεδίου και στην ταχύτερη σχεδίαση συντελούν και άλλα ονοματισμένα «βοηθήματα» που δημιουργούμε, όπως όψεις, συστήματα συντεταγμένων (βλ. «Ονοματιζόμενα αντικείμενα», στη σελίδα 199), ή και δικές μας εντολές (διαδικασίες). Η αποτελεσματική δημιουργία και χρήση τέτοιων βοηθημάτων διευκολύνει σημαντικά τη σχεδίαση με ηλεκτρονικό υπολογιστή. Ο βαθμός αξιοποίησης των ευκολιών αυτών αποτελεί ένα από τα κριτήρια για να διακρίνει κανείς τους αρχάριους από τους έμπειρους χρήστες CAD.

3.4. Βασικές κατηγορίες εντολών

Στις επόμενες παραγράφους επιχειρούμε μια κατάταξη των εντολών του CAD σε βασικές κατηγορίες. Όπως θα φανεί στο τέλος αυτού του κεφαλαίου, η κατάτα-

ξη αυτή δεν είναι (και δεν μπορεί να είναι) πάντοτε απόλυτη. Βοηθάει όμως στην καλύτερη κατανόηση κοινών χαρακτηριστικών των διάφορων εντολών που, συνήθως, διαθέτουν τα σχεδιαστικά προγράμματα. Βοηθάει ακόμη να αντιληφθεί κανείς συστηματικότερα τις λειτουργίες του προγράμματος και να οργανώσει ανάλογα τη δουλειά του. Τέλος, βοηθάει να διατυπώσει κανείς σαφέστερα τις απαιτήσεις του, όταν επιλέγει ή αξιολογεί κάποιο σχεδιαστικό πρόγραμμα.

3.4.1. Εντολές σχεδίασης

Με τις εντολές σχεδίασης εισάγουμε στο σχέδιο νέα στοιχεία ορίζοντάς τα εξαρχής. Για παράδειγμα, μπορούμε να σχεδιάσουμε ένα ευθύγραμμο τμήμα δίνοντας τα δύο άκρα του ή έναν κύκλο με κάποιον από τους διαθέσιμους τρόπους σχεδίασής του (κέντρο και ακτίνα, δύο αντιδιαμετρικά σημεία, τρία σημεία κτλ.).

Οι εντολές σχεδίασης προσθέτουν νέα στοιχεία στο σχέδιο.

3.4.2. Εντολές τροποποίησης

Με τις εντολές τροποποίησης τροποποιούμε υπάρχοντα στοιχεία στο σχέδιο (π.χ. αλλάζουμε τη θέση τους ή το μέγεθός τους). Οι εντολές τροποποίησης δε δημιουργούν (κατά κανόνα) νέα στοιχεία στο σχέδιο.

3.4.3. Εντολές κατασκευής

Με τις εντολές κατασκευής δημιουργούνται νέα στοιχεία στο σχέδιο, με βάση στοιχεία που ήδη υπάρχουν σε αυτό. Κλασικό παράδειγμα είναι η εντολή αντιγραφής που δημιουργεί αντίγραφα ενός ή περισσότερων αντικειμένων.

Οι εντολές κατασκευής δεν είναι απαραίτητο να αντιγράφουν υπάρχοντα αντικείμενα. Μπορεί να παράγουν νέα, όπως, για παράδειγμα, μια σύνθετη γραμμή παράλληλη κατά τμήματα σε άλλη παράλληλη γραμμή -που ήδη υπάρχει στο σχέδιο- ή ένα τόξο συναρμογής μεταξύ δύο γραμμών.

Οι εντολές κατασκευής εξαρτώνται από την αναμενόμενη χρήση του προγράμματος, και είναι πιθανόν να διαφέρουν από πρόγραμμα σε πρόγραμμα. Σε ένα πρόγραμμα γεωμετρικών ασκήσεων, για παράδειγμα, θα μπορούσε να υπήρχε μια εντολή που να χαράζει τα ύψη οποιουδήποτε τριγώνου. Η εντολή αυτή θα ήταν εντολή κατασκευής, αφού χρησιμοποιεί ήδη σχεδιασμένα στοιχεία για να παράγει νέα, σύμφωνα με κάποιους κανόνες. Τέτοιες, εξειδικευμένες εντολές κατασκευής παρέχουν τα προγράμματα ειδικών εφαρμογών (π.χ. για οικοδομικό, μηχανολογικό ή ηλεκτρονικό σχέδιο).

3.4.4. Εντολές θέασης

Με τις εντολές θέασης καθορίζουμε πώς θέλουμε να βλέπουμε το σχέδιό μας. Ρυθμίζουμε, δηλαδή, με τις εντολές αυτές, πώς φαίνεται το σχέδιο στην οθόνη μας

(αν θα έχουμε ένα ή περισσότερα παράθυρα, ποιο μέρος του σχεδίου βλέπουμε σε κάθε παράθυρο, με τι προσανατολισμό και με ποια μεγέθυνση).

3.4.5. Εντολές εξέτασης

Με τις εντολές εξέτασης έχουμε τη δυνατότητα να εξετάζουμε στοιχεία του σχεδίου μας. Τα στοιχεία αυτά μπορεί να αναφέρονται σε ένα ή και σε περισσότερα στοιχεία (π.χ. τα χαρακτηριστικά ενός ευθύγραμμου τμήματος ή το χρώμα μιας ομάδας στοιχείων). Μπορεί, όμως, να αναφέρονται και γενικότερα στο σχέδιο (π.χ. η απόσταση μεταξύ δύο σημείων ή ο αριθμός των φύλλων σχεδίασης που υπάρχουν στο σχέδιο).

Ορισμένες φορές οι εντολές εξέτασης αποτελούν εξειδίκευση μιας γενικότερης εντολής (π.χ. μπορεί η αναφορά των ονομάτων των φύλλων σχεδίασης να γίνεται ως επιλογή της γενικής εντολής χειρισμού των φύλλων αυτών).

3.4.6. Εντολές οργάνωσης

Με τις εντολές αυτές δημιουργούμε, ονομάζουμε και ενεργοποιούμε ορισμένα αντικείμενα, διατάξεις ή οδηγίες στο σχέδιο, ώστε να μπορούμε, όποτε χρειάζεται, να ανατρέχουμε σε αυτά. Για παράδειγμα, μπορούμε να ονοματίσουμε μια περιοχή του σχεδίου, μια διάταξη παραθύρων με τα περιεχόμενά της, τις προδιαγραφές για τη σχεδίαση διαστάσεων στο σχέδιο και άλλα.

Ορισμένες φορές οι εντολές οργάνωσης μπορεί να εξελίσσονται σε δύο ή περισσότερα βήματα, σύμφωνα με προκαθορισμένες επιλογές (π.χ. ο ορισμός νέων φύλλων σχεδίασης, η ονομασία τους, η ενεργοποίηση και η απενεργοποίησή τους μπορεί να γίνονται ως ειδικές λειτουργίες μιας γενικής εντολής χειρισμού των φύλλων αυτών).

3.4.7. Εντολές επιλογής σχεδιασμένων στοιχείων

Συνήθως, η διαδικασία επιλογής σχεδιασμένων στοιχείων γίνεται κατά την εκτέλεση μιας εντολής, ώστε τα στοιχεία που επιλέγονται να αποτελέσουν παραμέτρους της εντολής. Για παράδειγμα, σε μια εντολή μετατόπισης πρέπει να γνωρίζει ο υπολογιστής ποια στοιχεία *επιλέγουμε* να μετατοπίσουμε.

Μπορεί, τότε, ο υπολογιστής να δεχτεί διάφορες εντολές επιλογής, ορισμένες από τις οποίες ο χρήστης συχνά δεν τις αντιλαμβάνεται καν ως εντολές. Τέτοιες «εντολές» είναι οι διαισθητικοί πλέον για τους χρήστες του γραφικού περιβάλλοντος τρόποι επιλογής (δηλαδή, η άμεση επιλογή ενός αντικειμένου με το ποντίκι - συνήθως με αριστερό κλικ- ή η επιλογή αντικειμένων που βρίσκονται εξ ολοκλήρου μέσα σε ένα ορθογώνιο -ή σε άλλο πολύγωνο- που ορίζει ο χρήστης, ή η επιλογή όλων των αντικειμένων που περιέχονται και όλων που τέμνονται από ένα ορθογώνιο -ή από κάποιο άλλο πολύγωνο- ή, τέλος, η επιλογή όλων των ορατών αντικειμένων του σχεδίου).

Άλλο ένα είδος επιλογής είναι με κριτήριο ορισμένα χαρακτηριστικά των στοιχείων του σχεδίου (π.χ. όλα τα ευθύγραμμα τμήματα που έχουν μήκος μεγαλύτερο των 5 μονάδων και μικρότερο των 10 μονάδων). Για να ενεργοποιηθούν αυτά τα είδη επιλογής, χρειάζεται προσδιορισμός των κριτηρίων από το χρήστη. Από το χρήστη, επίσης, μπορεί να ονοματίζονται επιλογές αντικειμένων στις οποίες μπορεί να θέλει αργότερα να ανατρέξει.

Υπάρχει, τέλος, η δυνατότητα επιλογής αντικειμένων με ορισμένα περιστασιακά χαρακτηριστικά τους (π.χ. το τελευταίο στοιχείο που σχεδιάστηκε ή τα στοιχεία που είχαν επιλεγεί προηγουμένως).

3.4.8. Μια κριτική στην κατηγοριοποίηση των εντολών

Η κατάταξη των εντολών σε μια από τις ανωτέρω κατηγορίες δεν είναι πάντοτε μονοσήμαντη. Για παράδειγμα, μια εντολή εισαγωγής διαστάσεων σε ένα σχέδιο είναι λογικό να θεωρείται εντολή σχεδίασης. Όμως, καθώς συνήθως τοποθετούμε ενδείξεις διαστάσεων σε κάτι που έχουμε ήδη σχεδιάσει, οι αντίστοιχες εντολές μπορούν να θεωρηθούν και ως εντολές κατασκευής, που χρησιμοποιούν ως αφετηρία τα σχεδιασμένα αντικείμενα για να δημιουργήσουν νέα. Αντίστοιχα, μια εντολή που αφαιρεί ένα τμήμα ενός τόξου μπορεί να θεωρηθεί εντολή τροποποίησης ή εντολή κατασκευής, ανάλογα με τη θέση του τμήματος που αφαιρείται: Όταν αφαιρείται ακραίο τμήμα του τόξου, το τόξο απλώς αλλάζει χαρακτηριστικά, άρα τροποποιείται. Αντίθετα, αν αφαιρείται ένα μεσαίο τμήμα του, από το ένα αρχικό τόξο προκύπτουν δύο τόξα, συνεπώς δημιουργείται ένα νέο στοιχείο στο σχέδιο.

3.5. Αναίρεση εντολών

Μια διαδικασία που θα εξετάσουμε χωριστά, γιατί είναι εξαιρετικά χρήσιμη κατά τη σχεδίαση, είναι η διαδικασία αναίρεσης προηγούμενων ενεργειών.

Όταν σχεδιάζουμε στον υπολογιστή, οι εντολές που εκτελούμε είναι δυνατόν να φυλάσσονται στη μνήμη του με τη σειρά που εφαρμόζονται, ώστε να μπορούν, αν χρειαστεί, να αναιρεθούν με αντίστροφη σειρά (δηλαδή, από την τελευταία προς τις αρχικές εντολές). Μερικά προγράμματα «θυμούνται» όλες τις εντολές από την αρχή της τρέχουσας επεξεργασίας του σχεδίου, άλλα θυμούνται ορισμένο αριθμό «βημάτων», άλλα θυμούνται μόνο την τελευταία εντολή και ορισμένα δε θυμούνται καμία. Τα προγράμματα CAD, επειδή η σχεδίαση είναι αρκετά συχνά «πειραματική» διαδικασία, θυμούνται τις εντολές και παρέχουν και διαδικασίες αναίρεσης.

Με την εντολή αναίρεσης μπορούμε να αναιρέσουμε την τελευταία εντολή που έχουμε εκτελέσει (όταν η τελευταία αυτή εντολή δεν ήταν εντολή αναίρεσης). Αν εφαρμόζουμε την εντολή αναίρεσης κατ' επανάληψη, μπορούμε να αναιρέσουμε διαδοχικά όλες τις προηγούμενες εντολές μας, μέχρι την αρχή της τρέχουσας επεξεργασίας του σχεδίου μας. Επειδή μπορεί να συμβεί να αναιρέσουμε κατά λάθος

εντολές, συνήθως υπάρχει και μια εντολή επαναφοράς, που ...αναιρεί την αναίρεση. Είναι, λοιπόν πολύ εύκολο, σε πολλά από τα προγράμματα CAD, να επιστρέφουμε σε προηγούμενες καταστάσεις του σχεδίου μας, αλλά και να επανερχόμαστε στην τελευταία κατάσταση, αν η επιστροφή τελικά δε μας ικανοποιεί.

Η διαδικασία αναίρεσης εντολών είναι πολύτιμη, γιατί μας επιτρέπει πολύ εύκολα να γυρίζουμε σε προηγούμενες φάσεις του σχεδίου. Αν δεν υπήρχε η διαδικασία αυτή, θα έπρεπε αφ' ενός να θυμόμαστε λεπτομερώς όλες τις προηγούμενες ενέργειές μας (πράγμα δύσκολο, ειδικά όταν έχουμε εργαστεί αρκετή ώρα σε ένα σχέδιο) και αφ' ετέρου να κάνουμε για καθεμία από τις ενέργειες αυτές, κατ' αντίστροφη σειρά, την αντίθετη ενέργεια (δηλαδή μια ενέργεια που θα έφερνε το σχέδιο στην προ της κάθε εντολής κατάσταση).

3.6. Μια απλή άσκηση για αρχική επαφή με το πρόγραμμα

Η άσκηση αυτή έχει σκοπό να αποκτήσει ο μαθητής μια πρώτη επαφή με το πρόγραμμα και μια βασική αίσθηση του τρόπου λειτουργίας του. Εκτελείται με την καθοδήγηση του καθηγητή και έχει στόχο να υπενθυμίσει και έμπρακτα τις γνώσεις που πήρε ο μαθητής στην Α' τάξη. Περιλαμβάνει άνοιγμα και αποθήκευση* αρχείων, την απλούστερη δυνατή σχεδίαση, την αναίρεση ενεργειών και βασική διαχείριση της οθόνης. Οι εντολές που θα χρησιμοποιηθούν χρειάζονται ως βασικές γνώσεις για τα θέματα που ακολουθούν στα επόμενα κεφάλαια.

Θα ανοίξουμε ένα σχέδιο που ήδη υπάρχει στον υπολογιστή. Στη συνέχεια, θα προσθέσουμε ένα ευθύγραμμο τμήμα και έναν κύκλο στο σχέδιο αυτό, θα το εξετάσουμε σε διαφορετική μεγέθυνση και θα αποθηκεύσουμε ό,τι κάναμε, δημιουργώντας ένα νέο αρχείο με το τροποποιημένο σχέδιό μας.

Βήμα 1ο:

Ανοίξτε ένα σχέδιο από τα δείγματα που δίνονται με κάθε σχεδιαστικό πρόγραμμα. Η διαδικασία αυτή είναι λίγο-πολύ ίδια σε όλα τα προγράμματα σε γραφικό περιβάλλον (όπως το περιβάλλον Windows, των Macintosh κτλ.). Γίνεται με διπλό πάτημα με το ποντίκι στο εικονίδιο που συμβολίζει το αρχείο σχεδίου. Το πρόγραμμα σχεδίασης ενεργοποιείται αυτόματα με την επιλογή του αρχείου. Εναλλακτικά, μπορείτε να ανοίξετε πρώτα το πρόγραμμα, στη συνέχεια να δώσετε την εντολή ανοίγματος ενός υπάρχοντος αρχείου και να επιλέξετε το αρχείο σχεδίου που θέλετε από το παράθυρο επιλογής αρχείων που εμφανίζεται.

Καθώς ολοκληρώσατε το πρώτο βήμα, θα πρέπει να φαίνεται στην οθόνη σας το σχέδιο που επιλέξατε να ανοίξετε.

* Η αποθήκευση ενός αρχείου συχνά αναφέρεται και ως «σώσιμο» του αρχείου από την καθιερωμένη στα αγγλικά έκφραση «to save a file».

Βήμα 2ο:

Σχεδιάστε ένα τυχαίο ευθύγραμμο τμήμα στο σχέδιο αυτό. Το μόνο που χρειάζεται είναι να ενεργοποιήσετε τη διαδικασία για τη σχεδίαση ευθύγραμμου τμήματος. Με την ολοκλήρωση του βήματος αυτού έχει προστεθεί ένα ευθύγραμμο τμήμα στο σχέδιο (με τυχαία αρχή και τέλος και οποιοδήποτε χρώμα και τύπο γραμμής προβλέπει η τρέχουσα ρύθμιση του σχεδίου που ανοίξατε).

Βήμα 3ο:

Σχεδιάστε έναν τυχαίο κύκλο στο σχέδιο. Σ' αυτό το βήμα ενεργοποιείτε τη διαδικασία για τη σχεδίαση κύκλων. Με την ολοκλήρωση του βήματος αυτού, έχει προστεθεί ένας κύκλος στο σχέδιο (με τυχαίο κέντρο, με κάποια ακτίνα και με χρώμα και τύπο γραμμής που προβλέπει η τρέχουσα ρύθμιση του σχεδίου που ανοίξατε).

Βήμα 4ο:

Αναιρέστε την εντολή του προηγούμενου βήματος. Αυτό θα πρέπει να εξαλείψει τον κύκλο από το σχέδιό σας. Προσοχή: Μη σβήσετε τον κύκλο με κάποια εντολή διαγραφής. Αναιρέστε τη διαδικασία δημιουργίας του.

Βήμα 5ο:

Ενεργοποιήστε τη διαδικασία θέασης με μεγέθυνση ή σμίκρυνση (που σε ορισμένα προγράμματα αναφέρεται με το γνωστό από τη φωτογράφιση όρο «ζουμ»). Παρατηρήστε ότι με κατάλληλες παραμέτρους μπορείτε να δείτε μικρότερο μέρος του σχεδίου σε μεγέθυνση (δηλαδή να εξετάσετε λεπτομέρειες του σχεδίου) ή μεγαλύτερο μέρος ή και ολόκληρο το σχέδιο στο μικρό μέγεθος που επιβάλλεται από το μέγεθος του παραθύρου της οθόνης (δηλαδή να έχετε συνολική εικόνα του σχεδίου, όπου συνήθως δε διακρίνονται όλες οι λεπτομέρειες). Στο βήμα αυτό γίνεται μια στοιχειώδης επίδειξη των δυνατοτήτων θέασης, που αποτελούν καθοριστικό παράγοντα κατά τη σχεδίαση με υπολογιστή και θα εξεταστούν διεξοδικά στο κατάλληλο κεφάλαιο.

Βήμα 6ο:

Στο βήμα αυτό ενεργοποιείτε μια διαφορετική από την προηγούμενη διαδικασία θέασης, κατά την οποία δεν αλλάζει το φαινόμενο μέγεθος των αντικειμένων, αλλά απλώς μεταφέρετε το παράθυρο, ώστε να εξετάζετε άλλη περιοχή του σχεδίου σας. Και αυτή η διαδικασία είναι πολύ χρήσιμη στη σχεδίαση και, μάλιστα, θυμίζει περισσότερο αυτό που κάνουμε στην παραδοσιακή σχεδίαση (όπου το σχέδιό μας -ως φυσικό αντικείμενο- παραμένει πάντοτε στο ίδιο μέγεθος). Εξετάστε τρεις διαφορετικές περιοχές του σχεδίου, μεταφέροντας κατάλληλα το παράθυρο.

Βήμα 7ο:

Δημιουργήστε ένα νέο αρχείο, σώζοντας με διαφορετικό όνομα το σχέδιο που ανοίξατε και τροποποιήσατε. Και αυτή η διαδικασία είναι κοινή για τα περισσότερα προγράμματα σε γραφικό περιβάλλον και, κατά κανόνα, γίνεται με το γνωστό τυποποιημένο τρόπο.

Βήμα 8ο:

Κλείστε το πρόγραμμα. Η οθόνη σας θα πρέπει να έχει τώρα επανέλθει στην κατάσταση που ήταν πριν αρχίσετε την άσκηση.

3.7. Επεκτείνοντας το σχεδιαστικό πρόγραμμα

Κάθε πρόγραμμα παρέχει στο χρήστη ένα σύνολο εντολών, με τις οποίες αυτός μπορεί να χειρίζεται τα σχέδια. Είναι, όμως, πολύ σημαντικό, ένα πρόγραμμα, εκτός από τις εντολές αυτές, να δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα να αυτοματοποιεί ακόμη περισσότερο ορισμένες διαδικασίες. Αυτό γίνεται με μακροεντολές και με προγραμματισμό.

Οι μακροεντολές επιτρέπουν τη σύνθεση πολλών εντολών σε μια διαδικασία, που, στη συνέχεια, μπορεί να ενεργοποιείται, περίπου σαν μια νέα εντολή. Εξυπηρετούν σε περιπτώσεις κατά τις οποίες η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται επακριβώς αρκετές φορές. Οι μακροεντολές δημιουργούνται, συνήθως, με τρόπο σχετικά απλό.

Ο προγραμματισμός, αντίθετα, είναι κάπως δύσκολη διαδικασία. Επιτρέπει, όμως, τη δημιουργία νέων εντολών, που μπορεί να παρουσιάζουν και «έξυπνη» συμπεριφορά. Για παράδειγμα, μπορεί να γραφτεί ο κώδικας για μια εντολή, η οποία να δημιουργεί τρισδιάστατη απεικόνιση ενός ορόφου από την αντίστοιχη κάτοψη. Μια τέτοια εντολή θα κατασκεύαζε τοίχους (από την τομή τους στην κάτοψη και από τα στοιχεία των ανοιγμάτων) και θα εισήγε τρισδιάστατες αναπαραστάσεις για τις πόρτες, τα παράθυρα και τα έπιπλα της κάτοψης. Μάλιστα, θα τοποθετούσε όλα αυτά τα στοιχεία σε αντίστοιχα διαφανή.

Είναι εξαιρετικά σημαντικό ένα σχεδιαστικό πρόγραμμα να μπορεί να προγραμματίζεται, γιατί αυτό δίνει τη δυνατότητα σε κάθε (έμπειρο) χρήστη να προσαρμόσει το πρόγραμμα στις ανάγκες και στις απαιτήσεις του, αυξάνοντας, έτσι, σημαντικά την αποδοτικότητά του.

3.8. Προεκτάσεις - Σχέσεις με άλλα προγράμματα

Τα προγράμματα που έχουν δυνατότητα προσαρμογής και επέκτασης με μία ή περισσότερες γλώσσες προγραμματισμού μπορεί να χρησιμοποιούνται ως βάση για ειδικά προγράμματα από εταιρείες παραγωγής λογισμικού. Τα επεκτάσιμα γενικής χρήσης προγράμματα CAD χρησιμοποιούνται ως περιβάλλον σχεδίασης για εξειδι-

κευμένα αρχιτεκτονικά, μηχανολογικά, ηλεκτρολογικά, περιβαλλοντικά ή άλλα προγράμματα. Τα εξειδικευμένα αυτά προγράμματα συνδυάζουν τη μεγάλη λειτουργικότητα του βασικού προγράμματος με τις ειδικές γνώσεις για το αντικείμενο, που οι προγραμματιστές των επεκτάσεων έχουν εισαγάγει.

Επειδή η σχεδίαση αποτελεί μέρος μόνο του σχεδιασμού, είναι πιθανόν ότι θα χρειαστεί τα στοιχεία του σχεδίου να διοχετεύονται σε άλλα προγράμματα, που θα κάνουν, με τον αποτελεσματικότερο τρόπο, τους σχετικούς υπολογισμούς. Μάλιστα, είναι επιθυμητό, μετά τους υπολογισμούς να μεταφέρονται στο σχεδιαστικό πρόγραμμα, με τον έλεγχο βέβαια του χρήστη, τυχόν τροποποιήσεις που προέκυψαν.

Είναι, λοιπόν, σημαντικό πλεονέκτημα για ένα σχεδιαστικό πρόγραμμα να μπορεί να διασφαλίσει αμφίδρομη επικοινωνία και συνεργασία με άλλα συναφή προγράμματα.

Αρχές σχεδίασης με ηλεκτρονικό υπολογιστή



Επαναλαμβάνουμε εδώ επιγραμματικά ορισμένες βασικές αρχές της σχεδίασης με ηλεκτρονικό υπολογιστή (CAD), που είναι ήδη γνωστές από το αντίστοιχο εισαγωγικό μάθημα του περασμένου έτους.

■ **Απεικονίζοντας το φυσικό χώρο:** Τα περισσότερα τεχνικά σχέδια απεικονίζουν πραγματικά αντικείμενα, που υπάρχουν ή που πρόκειται να κατασκευαστούν. Στόχος είναι το σχέδιο να περιγράφει όσο το δυνατόν πληρέστερα και πιστά τα αντικείμενα που απεικονίζει.

■ **Μονάδες μέτρησης:** Από τα διάφορα συστήματα μονάδων μέτρησης μήκους, στην Ευρώπη χρησιμοποιούμε το μετρικό, με βασική μονάδα το μέτρο. Ανάλογα με το μέγεθος των αντικειμένων που μετράμε επιλέγουμε ως μονάδα μέτρησης το μέτρο ή δεκαδικά υποπολλαπλάσια όπως το εκατοστό και το χιλιοστό ή πολλαπλάσιά του όπως το χιλιόμετρο.

■ **Κλίμακες σχεδίασης:** Στο σχέδιο, παραδοσιακό ή CAD, απεικονίζουμε τη μία μονάδα μέτρησης του αντικειμένου με κάποιο μήκος. Η σχέση αυτή του σχεδιασμένου μήκους προς το πραγματικό λέγεται κλίμακα του σχεδίου.

Στην παραδοσιακή σχεδίαση, πριν αρχίσουμε να σχεδιάζουμε αποφασίζουμε την κλίμακα σχεδίασης που θα χρησιμοποιήσουμε. Η κλίμακα καθορίζει πόσο μήκος θα έχει στο σχέδιό μας ένα ευθύγραμμο τμήμα που στην πραγματικότητα είναι ένα μέτρο. Κριτήρια για την επιλογή της κλίμακας αποτελούν το μέγεθος του αντικειμένου που απεικονίζεται, το μέγεθος του χαρτιού του σχεδίου και ο βαθμός λεπτομέρειας που μας ενδιαφέρει.

Όσο μικρότερα φαίνονται τα σχεδιασμένα αντικείμενα, τόσο δυσκολότερο είναι να φανούν στο σχέδιο οι λεπτομέρειές τους. Γι' αυτό, όσο μικρότερη είναι η κλίμακα σχεδίασης, τόσο πιο απλουστευμένο είναι το σχέδιο, καθώς παραλείπονται λεπτομέρειες.

Στο οικοδομικό σχέδιο συνηθισμένη κλίμακα για κατόψεις και όψεις είναι η 1:50 ή, για μεγαλύτερα κτίσματα, η 1:100. Λεπτομέρειες γίνονται σε κλίμακες 1:20, 1:10, 1:5 και 1:1 (φυσικό μέγεθος).

Στο CAD χρησιμοποιούμε κλίμακα 1:1, δηλαδή μια σχεδιαστική μονάδα αντιστοιχεί σε μια μονάδα μήκους. Αυτό έχει ως συνέπεια τον πολύ εύκολο συνδυασμό στοιχείων από διάφορα σχέδια. Δε χρειάζεται, δηλαδή, να απασχοληθούμε με το θέμα της κλίμακας όπως στην παραδοσιακή σχεδίαση, όπου μπορούν να συνδυαστούν μόνο σχέδια ίδιας κλίμακας.

Προσοχή όμως! Πολλά προγράμματα χρησιμοποιούν σχεδιαστικές μονάδες, χωρίς να ορίζουν το μέγεθος της μονάδας στον απεικονιζόμενο χώρο (αν, δηλαδή, πρόκειται για μέτρα, για χιλιοστά ή για χιλιόμετρα). Η αντιστοίχιση αυτή θεωρείται αυτονόητη και υπάρχει μόνο στο μυαλό του σχεδιαστή. Αν, λοιπόν, συνδυάσουμε δύο τέτοια σχέδια με διαφορετικές μονάδες (για παράδειγμα το σχέδιο ενός ρολογιού σε χιλιοστά με την πρόσοψη ενός κωδωνοστασίου σε μέτρα), το αποτέλεσμα δε θα ανταποκρίνεται στις προσδοκίες μας. Ανάλογα με το ποιο σχέδιο θα χρησιμοποιηθεί ως σχέδιο αναφοράς, μπορεί το ρολόι να φαίνεται χίλιες φορές μεγαλύτερο ή το καμπαναριό χίλιες φορές μικρότερο.

Ο ίδιος κίνδυνος υπάρχει αν συνδυάσουμε σχέδια από δύο διαφορετικά συστήματα μονάδων (π.χ. ένα σε μέτρα και ένα σε ίντσες). Το πρόβλημα λύνεται με την κατάλληλη -συνολική- μεγέθυνση ή σμίκρυνση του ενός σχεδίου, ώστε οι μονάδες του σχεδίου να αντιπροσωπεύουν και στα δύο σχέδια το ίδιο πραγματικό μήκος.

■ **Βαθμός λεπτομέρειας:** Στην παραδοσιακή σχεδίαση η κλίμακα 1:1 χρησιμοποιείται μόνο όταν πρέπει να σχεδιαστεί με κάθε λεπτομέρεια και σε φυσικό μέγεθος κάποιο, συνήθως μικρό, αντικείμενο. Στο CAD, παρ' όλο που σχεδιάζουμε σε κλίμακα 1:1 δεν είναι σκόπιμο να κάνουμε όλες τις λεπτομέρειες, επειδή το σχέδιο και φορτώνεται με περιττά στοιχεία και, όταν εκτυπωθεί σε κάποια κλίμακα, οι λεπτομέρειες αυτές δεν θα φαίνονται. Γι' αυτό και χρειάζεται να γνωρίζουμε από την αρχή σε τι κλίμακα πρόκειται να τυπωθεί το σχέδιο, για να αποφασίσουμε και τη λεπτομέρεια με την οποία θα σχεδιαστεί.

■ **Κλίμακες εκτύπωσης:** Κατά την εκτύπωση ενός σχεδίου CAD καθορίζουμε την κλίμακα με την οποία αυτό θα τυπωθεί στο χαρτί. Συνεπώς, το σχέδιό μας σε κλίμακα 1:1, στον υπολογιστή πρέπει να περιλαμβάνει τις λεπτομέρειες που χρειάζονται για την κλίμακα εκτύπωσης. Θα πρέπει εδώ να παρατηρήσουμε ότι είναι πιθανόν το ίδιο σχέδιο να θέλουμε να το εκτυπώσουμε σε δύο κλίμακες (π.χ. σε κλίμακα 1:50 για την κάτοψη ενός σπιτιού και σε 1:500 για το τοπογραφικό του οικοπέδου με το σπίτι).

Πιθανότατα τότε θα χρειαστεί να προβλέψουμε να περιλάβουμε στο σχέδιό μας δύο ομάδες σχεδίων, κατάλληλα οργανωμένες, μία για κάθε κλίμακα. Μας διευκολύνει να σχεδιάζουμε αυτά τα σχέδια σε διαφορετικά διαφανή, αλλά έτσι που οι θέσεις τους να συμπίπτουν, ώστε να είναι μεν διαχωρισμένα, να μπορούν όμως εύκολα να φανούν τυχόν αποκλίσεις.

Η διατήρηση στο ίδιο σχέδιο των στοιχείων που θα εκτυπωθούν σε διάφορες κλίμακες επιτρέπει ευκολότερη διατήρηση της συμφωνίας των σχεδίων σε περίπτωση τροποποιήσεων. Σε ορισμένα εξειδικευμένα προγράμματα είναι πιθανόν σχέδια μικρότερης κλίμακας να παράγονται αυτόματα από τα σχέδια μεγαλύτερης κλίμακας.

■ **Απαιτήσεις ακρίβειας:** Η απλοποίηση που, ενδεχομένως, κάνουμε σε ορισμένα σχέδια που πρόκειται να τυπωθούν σε μικρή κλίμακα δεν πρέπει να παρερμηνευθεί ως ελάττωση της ακρίβειας της σχεδίασης. Ένα από τα πλεονεκτήματα του CAD είναι ότι εξασφαλίζει τη δυνατότητα να έχουν τα σχέδιά μας απόλυτη ακρίβεια. Αυτό όμως δημιουργεί και τις ανάλογες υποχρεώσεις του σχεδιαστή. *Μπορεί και πρέπει τα σχέδια να είναι απολύτως ακριβή ως προς τις διαστάσεις τους.* Θα πρέπει εδώ να επισημάνουμε τη διαφορά από την παραδοσιακή σχεδίαση, όπου η ακρίβεια που επιδιώκουμε είναι όση -με το μάτι- φαίνεται στο σχέδιό μας. *Στο CAD το κριτήριο δεν είναι αν ένα σχέδιο φαίνεται ακριβές, αλλά αν πραγματικά είναι -με όση ακρίβεια μέτρησης επιτρέπουν ο υπολογιστής και το πρόγραμμα.*

Για παράδειγμα, σε ένα παραδοσιακό σχέδιο σε κλίμακα 1:100 είναι βέβαιο ότι αποκλείεται μια γραμμή που απεικονίζει 10 μ. να είναι ακριβώς 10 εκατοστά. Θα είναι όσο κοντά στα 10 εκατοστά επιτρέπει το χέρι. Αντίθετα, σε ένα σχέδιο CAD είναι λάθος να σχεδιάσουμε μια γραμμή 10 μ. με 10.01 μονάδες, έστω και αν αυτό δε θα φαίνεται όταν το σχέδιο τυπωθεί σε κλίμακα 1:100, αφού θα παρουσιάζεται διαφορά από το επιθυμητό μόλις 1 δεκάτου του χιλιοστού. Είναι, επίσης, λάθος να σχεδιάσουμε τη γραμμή 10.0001 μονάδες, έστω και αν αυτό δε διακρίνεται ούτε στη μέτρηση που έχουμε ορίσει με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων.

■ **Σύγκριση με τον παραδοσιακό τρόπο:** Γεννιέται σε μερικούς το ερώτημα: Αξίζει, άραγε, να καταβάλλει κανείς συνεχή προσπάθεια, για να μαθαίνει να σχεδιάζει με ηλεκτρονικό υπολογιστή; Καλά δεν έζησε τόσα χρόνια η ανθρωπότητα χωρίς τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές; Τόσες σημαντικές κατασκευές έγιναν χωρίς αυτούς και τόσα οικοδομήματα θαυμάζουμε που μελετήθηκαν και σχεδιάστηκαν με παραδοσιακούς τρόπους.

Τα ερωτήματα βέβαια αυτά διατυπώνονται, συνήθως, από άτομα μεγαλύτερης ηλικίας, γιατί οι νεότεροι, μεγαλωμένοι μέσα στους υπολογιστές, συνήθως επιδιώκουν τη χρήση τους. Αντιλαμβάνονται τον καθοριστικό ρόλο που ήδη παίζουν οι υπολογιστές στη ζωή μας και την συνεχώς επεκτεινόμενη διείσδυσή τους στις περισσότερες δραστηριότητες. Γι' αυτό και ανησυχούν μήπως δεν είναι αρκετά ανταγωνιστικοί στον επαγγελματικό στίβο, εάν δεν έχουν την απαραίτητη, πια, ευχέρεια στη χρήση των υπολογιστών.

Στο προηγούμενο κεφάλαιο έγιναν αρκετές αναφορές στο σύγχρονο τρόπο σχεδίασης με ηλεκτρονικό υπολογιστή και στα πλεονεκτήματα που αυτός εξασφαλίζει. Εδώ παρουσιάζονται σε μορφή πίνακα χαρακτηριστικές διαφορές ανάμεσα στον παραδοσιακό και στο σύγχρονο τρόπο σχεδίασης:

Παραδοσιακή σχεδίαση	Σχεδίαση CAD	Σχόλια
Το σχέδιο γίνεται σε χαρτί	Το σχέδιο γίνεται (και φυλάσσεται) στον Η/Υ	Ένα σχέδιο CAD διατηρείται εύκολα, δεν καταλαμβάνει (φυσικό) χώρο και δεν έχει φθορές. Χρειάζεται όμως να είναι σε μορφή επεξεργάσιμη από τα τρέχοντα (κάθε φορά) προγράμματα.
Γίνεται ένα σχέδιο (το πρωτότυπο), από το οποίο παράγονται αντίγραφα.	Το σχέδιο είναι ένα αρχείο του υπολογιστή, από το οποίο μπορούν να εκτυπωθούν οσαδήποτε (πρωτότυπα) σχέδια.	Φυσικά, τα εκτυπωμένα σχέδια μπορεί όποιος θέλει να τα χρησιμοποιεί όπως και τα παραδοσιακά σχέδια για να παράγει αντίγραφα.
Αν καταστραφεί το πρωτότυπο, το σχέδιο, συχνά, χρειάζεται να ξαναγίνει.	Επειδή το σχέδιο είναι ένα αρχείο, μπορεί κανείς να κρατάει αντίγραφα του αρχείου στην τρέχουσα αλλά και σε προηγούμενες καταστάσεις.	Η διατήρηση εφεδρικών αρχείων (backup) για την αποκατάσταση χαμένων αρχείων είναι σχετικά εύκολη διαδικασία, την οποία, όμως, πολλοί αμελούν.
Κάθε σχέδιο αποτελεί, κατά κανόνα, μέρος μιας σειράς σχεδίων, που στο σύνολό τους περιγράφουν πλήρως το αντικείμενο (π.χ. κατόψεις, όψεις, τομές).	Συχνά το ίδιο αρχείο σχεδίου περιλαμβάνει όλα τα επιμέρους σχέδια του αντικειμένου. Δημιουργείται, δηλαδή, ένα ενιαίο αρχείο σχεδίου, από το οποίο εκτυπώνονται τα διάφορα σχέδια ως επιμέρους όψεις του.	Με τη συγκέντρωση όλων των στοιχείων σε ένα σχέδιο μπορεί να γίνει ευκολότερη η διατήρηση της συνέπειας των επιμέρους σχεδίων μεταξύ τους.
Αρχική σχεδίαση με μολύβι, τελική σχεδίαση με μελάνι.	Κατασκευάζεται σταδιακά το τελικό σχέδιο.	Το «τελικό» σχέδιο CAD μπορεί να περιλαμβάνει βοηθητικές γραμμές, οι οποίες όμως αγνοούνται κατά τις παρουσιάσεις ή κατά τις εκτυπώσεις.

Παραδοσιακή σχεδίαση	Σχεδίαση CAD	Σχόλια
Κάθε σχέδιο γίνεται σε ένα χαρτί.	Το συνολικό σχέδιο, που συχνά αποτελείται από επιμέρους σχέδια, κατανέμεται κατά κανόνα σε πολλά επάλληλα «διαφανή» φύλλα σχεδίασης.	Η οργάνωση του σχεδίου στο CAD (μπορεί και πρέπει να) είναι πολύ συστηματικότερη. Έτσι διευκολύνονται και η επεξεργασία και οι εκτυπώσεις. Φυσικά η εκτύπωση γίνεται σε χαρτί.
Τα σχέδια σχεδιάζονται υπό κλίμακα. Η κλίμακα καθορίζεται στην αρχή της σχεδίασης. Επιλέγεται ανάλογα με το είδος του κάθε σχεδίου.	Τα σχέδια σχεδιάζονται σε φυσικό μέγεθος (κλίμακα 1:1).	Το φυσικό μέγεθος των αντικειμένων στο CAD διευκολύνει όχι μόνο τη σχεδίασή τους (επειδή δε χρειάζονται αριθμητικές πράξεις) αλλά και την επαναχρησιμοποίηση και το συνδυασμό στοιχείων από οποιαδήποτε σχέδια.
Επιδιώκουμε τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια	Επιδιώκουμε απόλυτη ακρίβεια	Στην παραδοσιακή σχεδίαση τα απόλυτα μεγέθη των λαθών εξαρτώνται από την κλίμακα. Στο CAD εξαρτώνται από τις δυνατότητες ακρίβειας του υπολογιστή και του προγράμματος.
Κάθε γραμμή σχεδιάζεται με προσοχή και κάθε δυνατή ακρίβεια.	Οι γραμμές, τελικά, πρέπει να έχουν απόλυτη ακρίβεια. Συμβαίνει όμως συχνά να σχεδιάζονται αρχικά σε άλλη θέση ή με άλλο μέγεθος, και κατόπιν να γίνεται προσαρμογή τους.	Στο CAD η επεξεργασία των γραμμών (συμπεριλαμβανομένων των αντιγραφών τους) αποτελεί, κατά κανόνα, μεγαλύτερο μέρος της σχεδιαστικής εργασίας από την εξαρχής σχεδίασή τους.

Παραδοσιακή σχεδίαση	Σχεδίαση CAD	Σχόλια
Στο τελικό σχέδιο οι διορθώσεις είναι δύσκολες.	Οι τροποποιήσεις είναι εύκολες, αφού η «τελική» μορφή του σχεδίου δεν είναι παρά η τελευταία (τρέχουσα) φάση της επεξεργασίας του σχεδίου, που μπορεί και να συνεχιστεί.	Αφού το CAD είναι μια σειρά διαδοχικών τροποποιήσεων ενός σχεδίου, η τροποποίηση ενός «τελικού» σχεδίου είναι εξίσου εύκολη με την έως τότε εξέλιξή του.
Τα τμήματα σχεδίων που επαναλαμβάνονται συνήθως αντιγράφονται. Η σχεδίαση του αντιγράφου απαιτεί ίδια σχεδιαστική εργασία με του πρωτοτύπου. Σε ορισμένες περιπτώσεις φωτοτυπούνται σε διαφανές και προσαρτώνται στο σχέδιο (μια σχετικά επίπονη χειροτεχνία).	Τα τμήματα σχεδίων που επαναλαμβάνονται αντιγράφονται είτε μέσα στο ίδιο σχέδιο είτε από ένα σχέδιο σε άλλο. Η διαδικασία αντιγραφής γίνεται με μια εντολή.	Το CAD βασίζεται στην όσο το δυνατόν εκτενέστερη επαναχρησιμοποίηση τμημάτων σχεδίου. Αυτό διευκολύνεται από την τήρηση ορισμένων οργανωτικών κανόνων.
Όταν υπάρχει (μικρή) ασυμφωνία μετρούμενων στοιχείων και σημειωμένων διαστάσεων, ισχύουν οι σημειωμένες διαστάσεις	Δεν επιτρέπεται ασυμφωνία μεγεθών με τις αντίστοιχες ενδείξεις διαστάσεων. Οι διαστάσεις μετριοούνται αυτόματα και αναπροσαρμόζονται κατά τις μεταβολές των στοιχείων.	Στην παραδοσιακή σχεδίαση υπάρχει ανοχή για τα σχεδιαστικά λάθη. Γι' αυτό και υπερισχύουν οι αναγραφόμενες διαστάσεις. Στο CAD, όμως, απαιτείται απόλυτη ακρίβεια.
Εργασίες όπως η γραμμοσκίαση ή η αναγραφή διαστάσεων είναι ιδιαίτερα επίπονες.	Πολλές από τις επίπονες σχεδιαστικές εργασίες έχουν αυτοματοποιηθεί στο CAD.	Στόχος του CAD είναι να απλοποιεί τις σχεδιαστικές εργασίες, ώστε η σχεδιαστική δυσκολία να μην αποτελεί εμπόδιο.

Παραδοσιακή σχεδίαση	Σχεδίαση CAD	Σχόλια
Σε περιπτώσεις συνεργασίας, το πρωτότυπο σχέδιο (ή κατάλληλο αντίγραφό του) πρέπει να αποστέλλεται σε κάθε συνεργάτη.	Το αρχείο του σχεδίου μπορεί να αποστέλλεται αμέσως ηλεκτρονικά στους συνεργάτες.	Όλα τα συνεργαζόμενα μέρη χρησιμοποιούν τα ίδια σχέδια (αρχεία CAD) και μπορούν να έχουν εύκολη από κοινού πρόσβαση στις τελευταίες ενημερώσεις τους.

■ **Θεματική οργάνωση των σχεδίων:** Στο CAD, τα στοιχεία που αποτελούν το σχέδιο χωρίζονται σε κατηγορίες, και τα στοιχεία κάθε κατηγορίας σχεδιάζονται σε διαφορετικό «διαφανές χαρτί». Το σύνολο των διαφανών αποτελεί το σχέδιο. Μπορεί να μην είναι ορατή η διαφορά ανάμεσα σε ένα σχέδιο κατανεμημένο σε πολλά διαφανή και σε ένα άλλο, μη οργανωμένο, που όλα τα στοιχεία του έχουν σχεδιαστεί στο ίδιο διαφανές, σύμφωνα με την πρακτική της παραδοσιακής σχεδίασης. Η διαφορά, όμως, υπάρχει, και η σωστή οργάνωση του σχεδίου διευκολύνει σημαντικά τη μελέτη εναλλακτικών λύσεων, την απάντηση ερωτημάτων και τις εκτυπώσεις με διαφορετικό περιεχόμενο.

■ **Ευκολίες στη σχεδίαση με Η/Υ:** Αναφερθήκαμε, ήδη, πολλές φορές στην εύκολη αντιγραφή τμημάτων ενός σχεδίου CAD, στο συνδυασμό στοιχείων από περισσότερα σχέδια, στην απλοποίηση δύσκολων εργασιών όπως η γραμμοσκίαση ή η αναγραφή διαστάσεων, στην απόλυτη ακρίβεια των διαστάσεων ανεξάρτητα από το μέγεθος του αντικειμένου που σχεδιάζουμε. Όλα αυτά είναι ευκολίες που σχετίζονται με το ίδιο το σχέδιο.

Υπάρχουν όμως με το CAD και ευκολίες που σχετίζονται με τον τρόπο που οργανώνουμε την εργασία μας. Δε χρειαζόμαστε πλέον το παραδοσιακό σχεδιαστήριο με τη μεγάλη επιφάνεια εργασίας. Αρκεί ένας υπολογιστής, συχνά φορητός.

Με το δεδομένο ότι ο υπολογιστής χρειάζεται σήμερα για τις περισσότερες εργασίες γραφείου, η εφαρμογή του CAD είναι ενδεχόμενο να μην αλλάξει καθόλου τη διαμόρφωση του γραφείου μας. Ανάλογα, βέβαια, με το είδος, το μέγεθος και τον αριθμό των σχεδίων μας είναι πιθανόν να χρειαστεί να αναβαθμίσουμε τον υπολογιστή μας (ώστε να έχει την απαιτούμενη ταχύτητα και μνήμη ή μεγαλύτερο δίσκο) και να προσθέσουμε στον υπολογιστικό εξοπλισμό μας μια ψηφιοποιητική τράπεζα (digitiser) ή ένα σχεδιογράφο (plotter).

Τέλος, στις ευκολίες της σχεδίασης με ηλεκτρονικό υπολογιστή δεν πρέπει να ξεχνάμε τη δυνατότητα εύκολης συνεργασίας με άτομα σε οποιοδήποτε σημείο της γης (τηλεσυνεργασία), καθώς και τη δυνατότητα δημοσιοποίησης της εργασίας μας μέσω του διεθνούς δικτύου υπολογιστών.

■ **Ευκολίες στην παρουσίαση:** Τα σχέδια CAD μπορούν εύκολα να εκτυπώνονται πολλές φορές, με διαφορετικά χρώματα κάθε φορά, που να τονίζουν τα σημεία στα οποία θέλουμε να επιστήσουμε την προσοχή. Μπορούμε όμως να παρουσιάζουμε τα σχέδιά μας και από τον ίδιο τον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Αυτό βέβαια απαιτεί κάποια πρόσθετη προετοιμασία, αλλά επιτρέπει αφ' ενός την παρουσίαση των σχεδίων σε ευρύ κοινό με τη χρήση ειδικού προβολικού μηχανήματος, αφ' ετέρου την καλύτερη και δυναμική επίδειξη των σχεδίων με χειρισμούς ανάλογους με τις ερωτήσεις που διατυπώνονται. Αυτή η «ζωντανή» παρουσίαση απαιτεί βέβαια μεγάλη άνεση στο χειρισμό και εμπειρία σε παρουσιάσεις, ώστε να μη δημιουργούνται χασμωδίες και να μη χάνεται το ενδιαφέρον του ακροατηρίου.

Μέσω υπολογιστή μπορούμε να παρουσιάζουμε τα σχέδιά μας και «στον κόσμο ολό», δημοσιεύοντάς τα στο διεθνές διαδίκτυο, όπως αναφέραμε στην προηγούμενη παράγραφο. Σημαντική πρόσθετη δυνατότητα στην παρουσίαση μέσω υπολογιστή παρέχει η τεχνική της *οιονεί πραγματικότητας* (virtual reality), δηλαδή η δυνατότητα να «μπαίνει» ο θεατής και να κινείται μέσα στο σχεδιασμένο χώρο. Συχνά για την εικονική πραγματικότητα χρησιμοποιούνται ειδικά κράνη με γυαλιά και ακουστικά όπου διοχετεύονται τρισδιάστατες εικόνες και ήχος, ώστε ο θεατής να έχει όσο το δυνατόν περισσότερο την αίσθηση ότι βρίσκεται μέσα στο χώρο. Οι κινήσεις του κεφαλιού του ανιχνεύονται από το κράνος, και οι εικόνες και οι ήχοι αλλάζουν ανάλογα (π.χ., αν κοιτάξει προς τα πάνω, βλέπει το ταβάνι, αν κοιτάξει προς τα κάτω, βλέπει το πάτωμα, αν κοιτάξει προς τα πίσω, εκτός από το ότι βλέπει την αντίστοιχη εικόνα, αντιστρέφονται οι ήχοι που μεταδίδονται στα ακουστικά, ώστε να δημιουργείται σωστή εντύπωση του χώρου). Επίσης, με ειδικά γάντια, του δίνεται η δυνατότητα να επιδρά στο περιβάλλον (π.χ. να ανοίξει μια φανταστική πόρτα σπρώχνοντάς την ή γυρίζοντας το πόμολο, να οδηγεί ένα φανταστικό αυτοκίνητο σε έναν εικονικό δρόμο, να κάνει ένα νεύμα σε έναν εικονικό άνθρωπο).

Ο συνδυασμός CAD και εικονικής πραγματικότητας επιτρέπει την καλύτερη, σήμερα, διαθέσιμη επίδειξη ενός σχεδιασμένου κτιρίου με φωτορεαλιστική απεικόνισή του. Είναι μια διαδικασία γοητευτική, λόγω της εντυπωσιακής τεχνολογίας που χρησιμοποιείται, αλλά και επειδή δίνει την αίσθηση παιχνιδιού επιστημονικής φαντασίας.

■ **Βοηθητικοί περιορισμοί κατά τη σχεδίαση:** Έχουμε συνηθίσει να αντιλαμβανόμαστε τους περιορισμούς ως εμπόδια και δέσμευση της ελευθερίας μας. Υπάρχουν όμως, ορισμένες φορές, και περιορισμοί που διευκολύνουν μια διαδικασία. Ένα τέτοιο παράδειγμα βοηθητικού περιορισμού στο φυσικό κόσμο είναι οι γραμμές του τρένου. Αν δεν υπήρχε ο περιορισμός των σιδηροδρομικών γραμμών, που κρατούν τα τρένα στη σωστή τροχιά, η οδήγησή τους θα ήταν αδύνατη με την ίδια ακρίβεια και ταχύτητα. Ανάλογοι περιορισμοί και στη σχεδίαση με ηλεκτρονικό υπολογιστή μας εξασφαλίζουν ότι θα επιτύχουμε την ακρίβεια και την ταχύτητα που επιδιώκουμε. Τους βοηθητικούς αυτούς περιορισμούς θα εξετάσουμε αναλυτικά στην παράγραφο 5.5.4 «Περιορίζοντας την ελευθερία του σταυρονήματος» στη σελίδα 38.

ΜΕΡΟΣ 2ο

Γραμμικό σχέδιο σε δύο διαστάσεις

5 Προκαταρκτικές γνώσεις

5.1. Προσδιορισμός σημείων

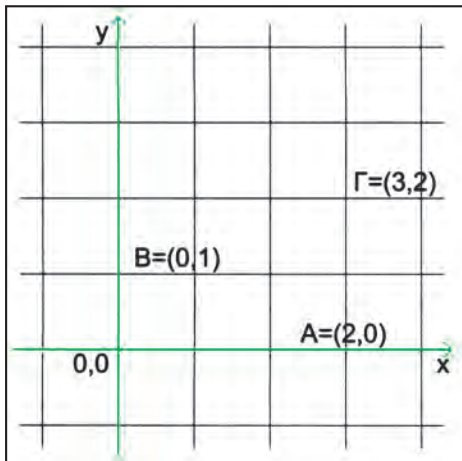
Για να ξεκινήσουμε ένα σχέδιο στον υπολογιστή είναι απαραίτητο να μπορούμε να προσδιορίσουμε με ακρίβεια όλα τα σημεία στο επίπεδο που σχεδιάζουμε. Σε αυτό στηρίζονται όλες οι άλλες γεωμετρικές έννοιες και οι λειτουργίες που χρησιμοποιούμε για να σχεδιάζουμε τόσο στο χαρτί όσο και στον υπολογιστή.

Ένα σημείο δεν έχει ούτε ύψος ούτε μήκος ούτε πλάτος. Μπορούμε να το φανταστούμε σαν ένα μικρό στίγμα στο χώρο. Για να καθορίσουμε τη θέση ενός σημείου, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιήσουμε κάποιο σύστημα αναφοράς.

5.2. Καρτεσιανές συντεταγμένες

Το πιο διαδεδομένο σύστημα αναφοράς σε ολόκληρο τον κόσμο είναι το *καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων*. Πρόκειται για ένα σύστημα κάθετων αξόνων, στο οποίο ο οριζόντιος άξονας ονομάζεται άξονας X , ο κατακόρυφος άξονας Ψ , ενώ το σημείο τομής τους αποτελεί την αρχή των αξόνων. Στον άξονα X μετριέται η οριζόντια απόσταση κάθε σημείου από την αρχή των αξόνων, ενώ στον άξονα Ψ η κατακόρυφη απόσταση του σημείου από αυτήν. Οι αποστάσεις αυτές είναι θετικές, αρνητικές ή μηδενικές, ανάλογα με τη θέση του σημείου. Κάθε σημείο, λοιπόν, ορίζεται από ένα ζεύγος πραγματικών αριθμών (x, ψ) , που ονομάζονται *απόλυτες καρτεσιανές συντεταγμένες* και καθορίζουν τη θέση του στο επίπεδο (Σχήμα 1). Η αρχή των αξόνων είναι το σημείο $(0, 0)$.

Οι άξονες X και Ψ χωρίζουν το επίπεδο σε τέσσερα μέρη, τα οποία ονομάζουμε τεταρτημόρια. Τα τεταρτημόρια έχουν κοινό σημείο την αρχή των αξόνων και οριοθετούνται από τους θετικούς και αρνητικούς ημιάξονες X και Ψ . Τα πρόσημα των συντεταγμένων (x, ψ) είναι ίδια για όλα τα σημεία του κάθε τεταρτημορίου και εξαρτώνται από το τεταρτημόριο. Τα σημεία, λοιπόν, που ανήκουν στο πρώτο τεταρτημόριο



Σχήμα 1

ορίζονται από ένα ζεύγος συντεταγμένων της μορφής (θετικός, θετικός), αυτά που ανήκουν στο δεύτερο από ένα ζεύγος της μορφής (αρνητικός, θετικός), αυτά που ανήκουν στο τρίτο από ένα ζεύγος της μορφής (αρνητικός, αρνητικός) και αυτά που ανήκουν στο τέταρτο από ένα ζεύγος της μορφής (θετικός, αρνητικός).

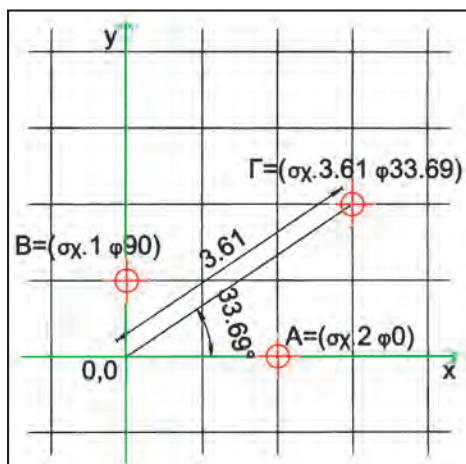
Στον τρισδιάστατο χώρο το καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων έχει και έναν τρίτον άξονα, τον άξονα Z, κάθετο και στους δύο προηγούμενους, στον οποίο μετρείται πόσο μακριά από το επίπεδο που ορίζουν ο X και ο Y βρίσκεται ένα σημείο. Ο άξονας Z τέμνει τους άξονες X και Y στο σημείο τομής τους. Γι' αυτό και όταν σχεδιάζουμε στο επίπεδο XY, η συντεταγμένη Z είναι πάντοτε 0. Όμως για τις συντεταγμένες στις τρεις διαστάσεις θα μιλήσουμε εκτενέστερα στο κεφάλαιο 19 «Συντεταγμένες στο χώρο».

5.3. Πολικές συντεταγμένες

Μερικές φορές, αντί να ορίσουμε ένα σημείο στο επίπεδο με τις συντεταγμένες του (x, y) , μας διευκολύνει περισσότερο να δώσουμε την απόστασή του από την αρχή των αξόνων και τη διεύθυνση πάνω στην οποία βρίσκεται. Αυτή τη διεύθυνση την ορίζουμε με τη γωνία που σχηματίζουν ο θετικός ημιάξονας X και η ημιευθεία από το σημείο $(0, 0)$ προς το σημείο. Ορίζουμε δηλαδή πάλι το σημείο με ένα ζευγάρι πραγματικών αριθμών, μόνο που αυτή τη φορά εκφράζουν απόσταση και γωνία, και τους συμβολίζουμε, συνήθως, με (ρ, ϕ) . Οι συντεταγμένες αυτές ονομάζονται *απόλυτες πολικές συντεταγμένες*.

Ο ορισμός ενός σημείου με πολικές συντεταγμένες στηρίζεται στην αρχή του *τριγωνομετρικού κύκλου*. Ο τριγωνομετρικός κύκλος ορίζεται με κέντρο την αρχή $(0, 0)$ του συστήματος αξόνων X, Y και ακτίνα $\rho=1$. Αν φανταστούμε μια ημιευθεία, που αρχικά συμπίπτει με το θετικό ημιάξονα X, να περιστρέφεται με κέντρο το σημείο $(0, 0)$ και αντίθετα με τη φορά των δεικτών του ρολογιού, η ημιευθεία αυτή σχηματίζει

με τον ημιάξονα X μια γωνία ω . Η γωνία αυτή, κατά σύμβαση, θεωρείται θετική. Αν η ημιευθεία περιστρέφεται δεξιόστροφα, δηλαδή σύμφωνα με τη φορά των δεικτών του ρολογιού, τότε η γωνία που σχηματίζει με τον άξονα X είναι αρνητική (Σχήμα 2).



Σχήμα 2

Τα περισσότερα προγράμματα CAD δίνουν στο χρήστη τη δυνατότητα να επιλέγει τις μονάδες στις οποίες εκφράζονται οι αποστάσεις και οι γωνίες.

5.4. Σχετικές συντεταγμένες

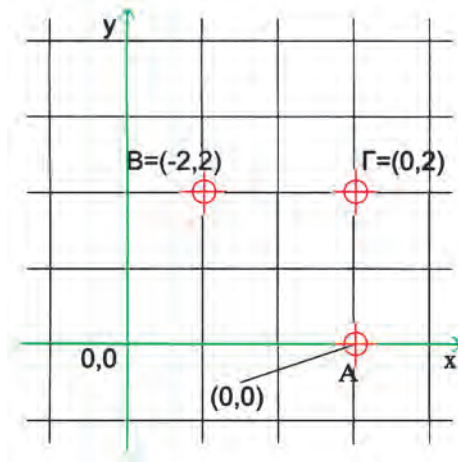
Στην παράγραφο 5.1 «Προσδιορισμός σημείων» είδαμε ότι είναι απαραίτητο να μπορούμε να προσδιορίζουμε με ακρίβεια όλα τα σημεία του σχεδίου μας. Και εξετάσαμε, στις παραγράφους 5.2 και 5.3, πώς μπορούμε να προσδιορίζουμε σημεία χρησιμοποιώντας καρτεσιανές ή πολικές συντεταγμένες. Αφετηρία και για τα δύο αυτά συστήματα συντεταγμένων αποτελούσε το σημείο που έχουμε ορίσει ως $(0, 0)$, δηλαδή η αρχή των αξόνων X και Ψ του καρτεσιανού συστήματος συντεταγμένων. Συχνά, όμως, είναι πιο εύκολο να προσδιορίζουμε ένα σημείο χρησιμοποιώντας *σχετικές συντεταγμένες*, δηλαδή ένα σύστημα συντεταγμένων μετατοπισμένο, που έχει ως αρχή (σημείο αναφοράς) κάποιο σημείο του επιπέδου διαφορετικό από το $(0, 0)$. Και οι σχετικές συντεταγμένες μπορεί να είναι είτε καρτεσιανές είτε πολικές.

Οι σχετικές συντεταγμένες μας διευκολύνουν πολύ, όταν θέλουμε να ορίσουμε μια σειρά σημείων, για τα οποία γνωρίζουμε τις μεταξύ τους αποστάσεις. Πρέπει όμως πάντοτε να θυμόμαστε ότι, για να προσδιορίσουμε ένα σημείο με σχετικές συντεταγμένες, πρέπει πρώτα να ορίσουμε ποιο σημείο θα είναι η αφετηρία ως προς την οποία θεωρούμε αυτές τις συντεταγμένες.

5.4.1. Σχετικές καρτεσιανές συντεταγμένες

Είδαμε στην παράγραφο 5.2 ότι ένα σημείο (x, ψ) , σε απόλυτες καρτεσιανές συντεταγμένες, βρίσκεται σε οριζόντια απόσταση x και σε κατακόρυφη απόσταση

ψ από την αρχή των αξόνων $(0, 0)$. Οι σχετικές καρτεσιανές συντεταγμένες ενός σημείου ως προς ένα άλλο ορίζονται με ένα ζεύγος $(\chi_{\text{σχετικό}}, \psi_{\text{σχετικό}})$ όπου $\chi_{\text{σχετικό}}$ είναι η οριζόντια απόσταση του σημείου που εξετάζουμε από το σημείο που θεωρούμε ως αφετηρία και $\psi_{\text{σχετικό}}$ η κατακόρυφη απόσταση του σημείου από την αφετηρία. (Σχήμα 3). Μπορούμε, δηλαδή, να φανταστούμε ότι το σημείο που παίρνουμε ως αφετηρία αποτελεί, κάθε φορά, το σημείο τομής $(0, 0)$ δύο μετακινούμενων αξόνων X και Ψ .



Σχήμα 3

Παρατηρούμε ότι οι σχετικές συντεταγμένες ενός σημείου δεν είναι παρά η διαφορά $(\Delta x, \Delta \psi)$ των απόλυτων συντεταγμένων του σημείου μείον τις απόλυτες συντεταγμένες της αφετηρίας μέτρησης. Δηλαδή:

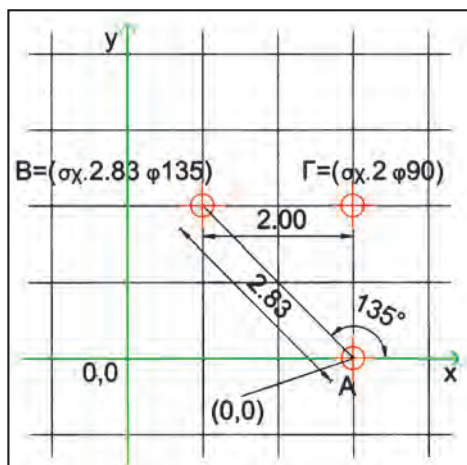
$$\chi_{\text{σχετικό}} = \Delta x = \chi_{\text{σημείου}} - \chi_{\text{αφετηρίας}}$$

$$\text{και } \psi_{\text{σχετικό}} = \Delta \psi = \psi_{\text{σημείου}} - \psi_{\text{αφετηρίας}}$$

Είναι λοιπόν εύκολο, όταν γνωρίζουμε τις συντεταγμένες ενός σημείου που θεωρούμε ως αφετηρία, να υπολογίσουμε, με απλή πρόσθεση ή αφαίρεση συντεταγμένων, τις απόλυτες συντεταγμένες από τις σχετικές και αντίστροφα. Αυτό που επιτυγχάνουμε χρησιμοποιώντας σχετικές συντεταγμένες είναι να αποφεύγουμε αυτές τις προσθαφαιρέσεις, οι οποίες και χρόνο απαιτούν και μπορεί να προκαλέσουν λάθη.

5.4.2. Σχετικές πολικές συντεταγμένες

Με τις σχετικές πολικές συντεταγμένες προσδιορίζουμε ένα σημείο, δίνοντας την απόστασή του από ένα άλλο που θεωρούμε αφετηρία, και τη γωνία που σχηματίζεται από την ημιευθεία που ενώνει την αφετηρία με το σημείο και από το θετικό ημιάξονα X . Οι γωνίες στον υπολογιστή καθορίζονται πάντα με βάση τη σύμβαση που αναφέραμε, και είναι θετικές όταν μετριοούνται αντίθετα με τη φορά των δεικτών του ρολογιού, εκτός και αν επιλέξουμε εμείς να κάνουμε άλλη ρύθμιση (Σχήμα 4).



Σχήμα 4

5.5. Ορισμός σημείων

Ο ορισμός σημείων είναι από τις βασικότερες λειτουργίες σε ένα πρόγραμμα CAD. Το να ορίσουμε ένα σημείο δε σημαίνει απαραίτητα ότι το σημείο αυτό θα σχεδιαστεί στο σχέδιό μας. Μπορεί το σημείο να είναι βοηθητικό για κάποια άλλη κατασκευή. Για παράδειγμα, για να σχεδιάσουμε έναν κύκλο, είναι συνηθισμένο να δίνουμε δύο σημεία: το κέντρο του κύκλου και ένα σημείο στην περιφέρειά του. Κανένα από τα δύο αυτά σημεία δε σχεδιάζεται. Χρειάζεται όμως να έχουν προσδιοριστεί με απόλυτη ακρίβεια, ώστε ο κύκλος (ο οποίος είναι το μόνο αντικείμενο που σχεδιάζεται κατά τη διαδικασία αυτή) να είναι σωστά τοποθετημένος και να έχει το σωστό μέγεθος.

Επειδή, λοιπόν, κατά τη διάρκεια της σχεδίασης θα χρειαστεί πάρα πολύ συχνά να δίνουμε σημεία ως παραμέτρους σε διάφορες εντολές, είναι σημαντικό να γνωρίζουμε όλους τους εναλλακτικούς τρόπους προσδιορισμού σημείων τους οποίους παρέχει το πρόγραμμα που χρησιμοποιούμε, ώστε να μεταχειριζόμαστε τον καταλληλότερο κάθε φορά. Στις επόμενες παραγράφους παρουσιάζουμε τους συνηθέστερους από τους τρόπους αυτούς.

5.5.1. Εισαγωγή σημείων με το πληκτρολόγιο

Για να καθοριστεί, λοιπόν, η θέση ενός σημείου στο επίπεδο, πρέπει να ορίσουμε τις συντεταγμένες του. Αυτές μπορεί να είναι είτε απόλυτες είτε σχετικές, ανάλογα με το τι μας διευκολύνει κάθε φορά. Ένας τρόπος για να δώσουμε στον υπολογιστή τις πληροφορίες που θέλουμε είναι να γράφουμε τις τιμές των συντεταγμένων με το πληκτρολόγιο.

Ανάλογα με το πρόγραμμα ή και με την εκάστοτε διαδικασία, μπορεί να υπάρχουν ειδικότερες απαιτήσεις κατά την εισαγωγή συντεταγμένων από το πληκτρολόγιο. Είναι πιθανόν το πρόγραμμα να αναγνωρίζει την εισαγωγή στοιχείων από το πληκτρολόγιο ανεξάρτητα από τη θέση του σταυρονήματος. Τότε χρειάζεται να γνωρίζουμε τα διαχωριστικά των τιμών των συντεταγμένων που αναγνωρίζει το πρόγραμμα (π.χ. κόμμα, διάστημα, στήλοθέτης), καθώς και τους ειδικούς χαρακτήρες

που, ενδεχομένως, χαρακτηρίζουν το είδος των συντεταγμένων (καρτεσιανές ή πολικές και απόλυτες ή σχετικές). Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις, κατά τις οποίες, για να προσλάβει το πρόγραμμα τα στοιχεία αυτά, χρειάζεται να καθορίσει ο χρήστης και τη θέση όπου τα γράφει (π.χ. σε ποιο από τα ορθογωνικά κουτάκια που σχηματίζονται στην οθόνη, ένα για κάθε συντεταγμένη).

Οι μονάδες στις οποίες εκφράζονται όλα τα μεγέθη (αποστάσεις ή γωνίες) εξαρτώνται από τις ρυθμίσεις που εμείς έχουμε κάνει.

5.5.2. Εισαγωγή σημείων με το ποντίκι

Σε ορισμένες περιπτώσεις είναι ευκολότερο να «δώσουμε» στον υπολογιστή ένα σημείο με το ποντίκι. Πρέπει όμως να εξασφαλίσουμε ότι *δίνουμε το σημείο με απόλυτη ακρίβεια*.

Ο τρόπος λειτουργίας του ποντικιού είναι γνωστός. Ανάλογα με τη διεύθυνση που το χέρι κινεί το ποντίκι κινείται και ο αντίστοιχος δείκτης στην οθόνη.

Στα προγράμματα σχεδίασης ο δείκτης αυτός έχει συχνά μορφή σταυρονήματος, ώστε να προσδιορίζεται ακριβέστερα η θέση που στοχεύει. Συνήθως, αναγράφονται σε κάποιο μέρος της οθόνης οι απόλυτες συντεταγμένες της θέσης του σημείου στο οποίο βρίσκεται το σταυρόνημα και προσαρμόζονται συνεχώς καθώς αυτό κινείται. Πρέπει να σημειωθεί εδώ ότι οι τιμές των συντεταγμένων που εμφανίζονται στην οθόνη δεν ανταποκρίνονται πάντοτε ακριβώς στη θέση του σταυρονήματος, αλλά στρογγυλοποιούν τις συντεταγμένες με όσα δεκαδικά ψηφία έχουμε επιλέξει.

Ο ορισμός ενός σημείου με το ποντίκι γίνεται συνήθως με πάτημα του αριστερού πλήκτρου στο επάνω μέρος του ποντικιού, οπότε λαμβάνει ο υπολογιστής τις συντεταγμένες του σημείου στο οποίο βρίσκεται το σταυρόνημα εκείνη τη στιγμή (χωρίς στρογγυλοποίηση).

Η ελεύθερη κίνηση του ποντικιού επιτρέπει, θεωρητικά, την τοποθέτηση του σταυρονήματος σε οποιοδήποτε σημείο. Στην πράξη όμως, δίνει τη δυνατότητα επιλογής τυχαίων μόνο σημείων, που βρίσκονται κοντά στα σημεία που επιδιώκουμε να δείξουμε. Τα σημεία αυτά είναι κατά κανόνα άχρηστα για το CAD, επειδή, εκτός από σπάνιες περιπτώσεις (π.χ. σχεδίαση φυτών ή ατόμων σε μια όψη ή κάτοψη), θέλουμε να επιλέγουμε σημεία με απόλυτη ακρίβεια. Η απαίτηση αυτή για απόλυτη ακρίβεια δημιούργησε την ανάγκη για διάφορους περιορισμούς στην ελευθερία κίνησης του σταυρονήματος, που δουλεύουν ως φίλτρο ανάμεσα στην ελεύθερη κίνηση του ποντικιού και στις συντεταγμένες του σταυρονήματος, όπως τελικά τις «αντιλαμβάνεται» ο υπολογιστής.

5.5.3. Εισαγωγή σημείων με συνδυασμό πληκτρολογίου και ποντικιού

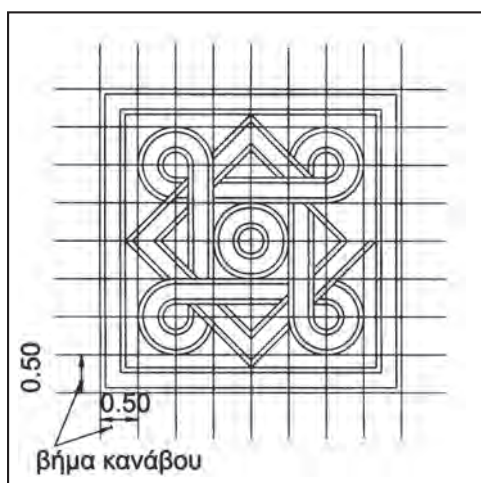
Ορισμένα προγράμματα επιτρέπουν να συνδυάσει κανείς το πληκτρολόγιο και το ποντίκι για την εισαγωγή στοιχείων. Μπορεί, δηλαδή, να δώσει ο χρήστης ένα

«επόμενο» σημείο, προσδιορίζοντας με το ποντίκι τη διεύθυνσή του ως προς το προηγούμενό του και δίνοντας από το πληκτρολόγιο την απόσταση. Με τον τρόπο αυτό μπορεί κανείς, σε πρόσφορες περιπτώσεις, να επιτύχει την επιδιωκόμενη απόλυτη ακρίβεια ταχύτερα απ' ό,τι εάν έδινε από το πληκτρολόγιο όλα τα στοιχεία.

5.5.4. Περιορίζοντας την ελευθερία του σταυρονήματος

5.5.4.1. Η έννοια του κανάβου σχεδίασης

Ο *κανάβος σχεδίασης* αποτελείται από ένα βοηθητικό πλέγμα ευθειών ή από μια συστοιχία σημείων -τα σημεία τομής του αντίστοιχου πλέγματος ευθειών- (Σχήμα 5), που μας βοηθούν να αντιλαμβανόμαστε καλύτερα τις αναλογίες των αντι-



Σχήμα 5

κειμένων που σχεδιάζουμε, καθώς και τις αποστάσεις μεταξύ τους. Ανάλογα με τη γωνία που σχηματίζουν οι ευθείες του κανάβου μεταξύ τους υπάρχουν ορθογωνικοί ή πλάγιοι κανάβοι. Οι ορθογωνικοί κανάβοι αποτελούνται από δύο κάθετες δέσμες ευθειών, ενώ οι πλάγιοι κανάβοι μπορεί να αποτελούνται και από περισσότερες από δύο δέσμες (όπως, για παράδειγμα, ο τριγωνικός ή ο εξαγωνικός κανάβος). Άλλο χαρακτηριστικό στοιχείο ενός κανάβου είναι το *βήμα* του, δηλαδή η απόσταση δύο διαδοχικών ευθειών μιας δέσμης. Η απόσταση αυτή είναι συνήθως ίδια για όλες τις δέσμες ευθειών, χωρίς όμως αυτό να είναι υποχρεωτικό. Όταν σε ορθογωνικό κανάβο έχουμε ίδιο βήμα και στις δύο δέσμες ευθειών που τον ορίζουν, ο κανάβος λέγεται τετραγωνικός.

Στη συμβατική σχεδίαση συχνά σχεδιάζουμε τον κανάβο σε ένα διαφανές, που το τοποθετούμε κάτω από το διαφανές στο οποίο σχεδιάζουμε. Την πρακτική αυτή μπορούμε να εφαρμόσουμε και στον ηλεκτρονικό υπολογιστή, δημιουργώντας τον κανάβο σε ένα διαφανές σχεδίασης, που αφήνουμε να φαίνεται ως οδηγός την ώρα που σχεδιάζουμε σε άλλα διαφανή.

Τα περισσότερα σχεδιαστικά προγράμματα δίνουν, όμως, και την ευχέρεια να εμφανίζει κανείς στην οθόνη ένα σύνολο από βοηθητικές κουκκίδες, που αντιστοιχούν στα σημεία τομής των ευθειών του κανάβου. Οι κουκκίδες αυτές συνήθως ανή-

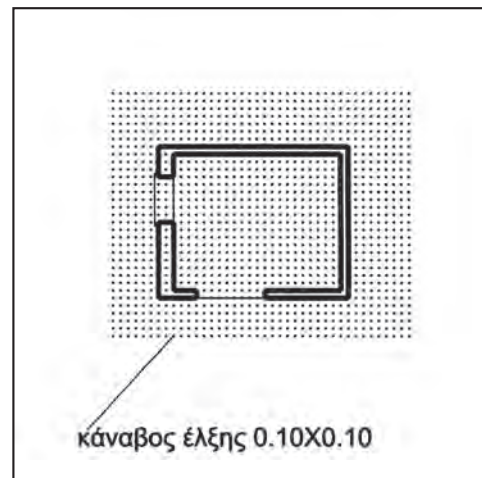
κουν σε ορθογωνικό κανάβο, για τον οποίον ο χρήστης μπορεί να ορίσει το βήμα κατά τη μία και την άλλη διεύθυνση, καθώς και τη γωνία στροφής του κανάβου ως προς τον άξονα Χ.

Πρέπει εδώ να τονιστεί ότι οι κουκκίδες του κανάβου στον ηλεκτρονικό υπολογιστή είναι μόνο ένα οπτικό βοήθημα. Είναι απλώς ενδεικτικά σημεία στην οθόνη, για να διευκολύνουν το χρήστη στην εκτίμηση μεγεθών. Δεν έχουν δηλαδή υπόσταση σημείων του σχεδίου ούτε και περιορίζουν ή επηρεάζουν με οποιονδήποτε τρόπο την κίνηση του σταυρονήματος. Συνεπώς, *η ύπαρξη ενός ορατού κανάβου σχεδίασης σε ένα σχέδιο δεν εξασφαλίζει από μόνη της καμία ακρίβεια στη σχεδίαση.*

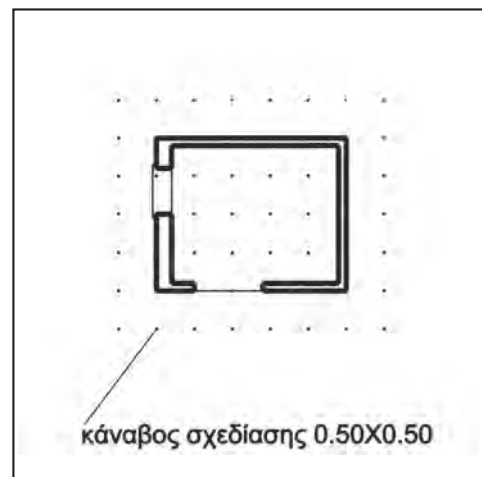
5.5.4.2. Κανάβος έλξης

Για να περιορίσουμε τις θέσεις στις οποίες μπορεί να κινείται το σταυρόνημα χρησιμοποιούμε τον *κανάβο έλξης*. Ο κανάβος έλξης αναγκάζει το σταυρόνημα να βρίσκεται μόνο πάνω στα σημεία ενός προκαθορισμένου *αόρατου* κανάβου. Ενώ, δηλαδή, το ποντίκι εκτελεί συνεχή κίνηση, το σταυρόνημα κινείται με άλματα. Τα διαστήματα του κανάβου έλξης μπορούμε να τα επιλέξουμε εμείς, όπως επίσης και τη γωνία του ως προς τον άξονα Χ (Σχήμα 6).

Ο κανάβος έλξης μπορεί να ενεργοποιείται ανεξάρτητα από τον κανάβο σχεδίασης. Όμως οι δύο κανάβοι (σχεδίασης και έλξης) έχουν το ίδιο σημείο αρχής, που δεν είναι απαραίτητα το (0, 0), και την ίδια γωνία στροφής. Αν, δηλαδή, επιλέξουμε τη στροφή του ενός κανάβου, στρέφεται ταυτόχρονα και ο άλλος. Αυτό είναι και φυσικό και αναγκαίο, για να μπορεί να επιτελεί σωστά ο κανάβος σχεδίασης το βοηθητικό ρόλο του (Σχήμα 7). Όταν ορίσουμε τα διαστήματα του κανάβου σχεδίασης να συμπίπτουν με εκείνα του κανάβου έλξης, ουσιαστικά «κάνουμε ορατό» τον κανάβο έλξης. Αυτό όμως δεν είναι πάντοτε αυτό που μας



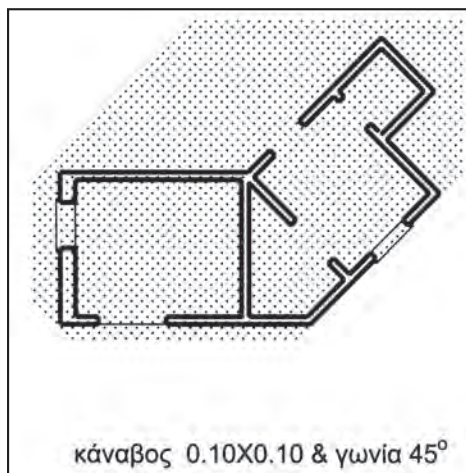
Σχήμα 6



Σχήμα 7

διευκολύνει στη σχεδίαση, γιατί ο κানাβος έλξης είναι συχνά πολύ πυκνός. Όταν χρησιμοποιούμε πυκνό κানাβο έλξης (π.χ. ανά 5 εκατοστά), είναι πιθανόν να προτιμήσουμε αραιότερο κানাβο σχεδίασης (π.χ. ανά 50 εκατοστά).

Σε ορισμένες περιπτώσεις, χρησιμοποιούμε για να σχεδιάσουμε περισσότερους από έναν κανάβους. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι η κάτοψη του σχήματος (Σχήμα 8), επειδή οι πτέρυγες του κτιρίου είναι υπό γωνία. Στην παραδοσιακή σχεδίαση



Σχήμα 8

χρησιμοποιούμε διαφορετικό κানাβο για κάθε τμήμα του σχεδίου. Δουλεύουμε, δηλαδή, έχοντας συγχρόνως ως οδηγούς περισσότερους από δύο κανάβους κάτω από το διαφανές που σχεδιάζουμε. Στη σχεδίαση με ηλεκτρονικό υπολογιστή μπορούμε να έχουμε ένα μόνο κানাβο ενεργοποιημένο κάθε φορά. Αν, λοιπόν, δεν εφαρμόσουμε την κατ' αναλογία με το συμβατικό σχέδιο μέθοδο, και αν δε σχεδιάσουμε το δικό μας πολλαπλό βοηθητικό κানাβο σε ένα διαφανές, εναλλάσσουμε τους κανάβους που παρέχει το σχεδιαστικό λογισμικό ανάλογα με την περιοχή του σχεδίου την οποία επεξεργαζόμαστε.

5.5.4.3. Περιορισμός διεύθυνσης κίνησης

Μια ειδική περίπτωση αυτού του περιορισμού, ιδιαίτερα διαδεδομένη στα συστήματα CAD, είναι να δέχεται το πρόγραμμα την προβολή της θέσης του σταυρόνηματος κατά την πλησιέστερη στο σταυρόνημα από δύο κάθετες μεταξύ τους διευθύνσεις. Οι διευθύνσεις αυτές ορίζονται σύμφωνα με τη γωνία του κανάβου έλξης που έχουμε ορίσει.

Ο κানাβος έλξης περιορίζει τις θέσεις στις οποίες μπορεί να βρεθεί το σταυρόνημα, χωρίς να περιορίζει τις γωνίες κατά τις οποίες αυτό μπορεί να κινηθεί. Υπάρχουν, όμως, περιπτώσεις που επιθυμούμε να περιορίσουμε τις διευθύνσεις κίνησης του ποντικιού, ώστε να σχεδιάζουμε γρηγορότερα. Αυτό μπορεί κανείς να το φανταστεί ως κানাβο έλξης σε πολικές συντεταγμένες (π.χ. επιτρέπουμε κίνηση μόνο στις διευθύνσεις που είναι πολλαπλάσια των 30 μοιρών και μόνο κατά διαστήματα πολλαπλάσια της μισής μονάδας). Μόνο που, για πρακτικούς λόγους, ένας τέτοιος

«πολικός κানাβος έλξης» έχει χρησιμότητα για το επόμενο, κάθε φορά, σημείο, όταν έχει ήδη οριστεί το πρώτο. Μάλιστα, και η αφετηρία του κανάβου είναι κάθε φορά διαφορετική, και βρίσκεται στο «πρώτο» αυτό σημείο.

Αυτός ο περιορισμός θυμίζει έντονα τις σχετικές πολικές συντεταγμένες και, στους παλαιότερους, θυμίζει τα περίφημα «γραφικά της χελώνας» (turtle graphics), που ήταν από τα πρώτα γραφικά με ηλεκτρονικό υπολογιστή. Η «χελώνα» μπορούσε να δεχτεί μόνο τις εντολές «ανέβασε την πένα», «κατέβασε την πένα», «πήγαινε στο σημείο (X, Y)», «στρίψε κατά γωνία ω » και «προχώρησε απόσταση ρ ».

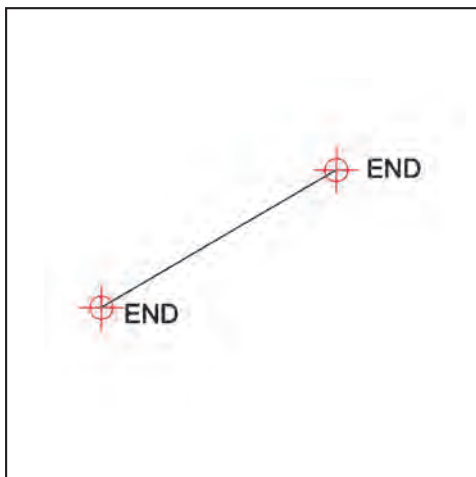
5.5.4.4. Έλξη σε χαρακτηριστικά σημεία σχημάτων

Πολύ συχνά, όταν σχεδιάζουμε, χρειάζεται να «πιάσουμε» κάποια χαρακτηριστικά σημεία σχημάτων όπως, για παράδειγμα, το μέσο μιας γραμμής ή το κέντρο ενός κύκλου. Για να εντοπίσουμε τέτοια χαρακτηριστικά σημεία των σχημάτων, χρησιμοποιούμε τις *έλξεις σε σχήματα*. Με τον τρόπο αυτό δε χρειάζεται να γνωρίζουμε τις συντεταγμένες των σημείων ούτε να σχεδιάζουμε βοηθητικές γραμμές. Επιτυγχάνουμε, μάλιστα, «απόλυτη» ακρίβεια ή, σωστότερα, την καλύτερη, κάθε φορά, ακρίβεια που επιτρέπει το σχεδιαστικό πρόγραμμα.

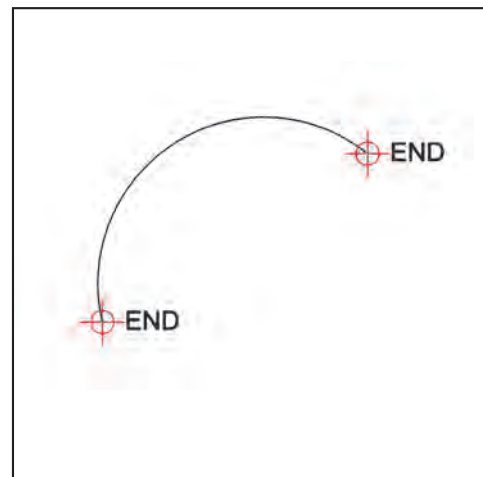
Τις έλξεις αυτές μπορούμε να ενεργοποιούμε είτε για μια φορά, τη στιγμή ακριβώς που χρειάζεται (δίνοντας τότε την εντολή αναζήτησης ενός είδους χαρακτηριστικού σημείου), είτε ώσπου να τις απενεργοποιήσουμε, ώστε το σταυρόνημά μας να έχει διαρκώς μια «προτίμηση» προς ορισμένα είδη χαρακτηριστικών σημείων και να επιδιώκει να επιλέξει κάποιο από αυτά.

Ας δούμε παραδείγματα χαρακτηριστικών σημείων που μπορούν να αποτελέσουν σημεία έλξης:

- **Τα άκρα μιας γραμμής**, δηλαδή ενός ευθύγραμμου τμήματος, μιας ημιευθείας (ένα άκρο) ή μιας ανοικτής καμπύλης (Σχήματα 9, 10). Η γραμμή μπορεί να αποτελεί τμήμα μιας κλειστής γραμμής.

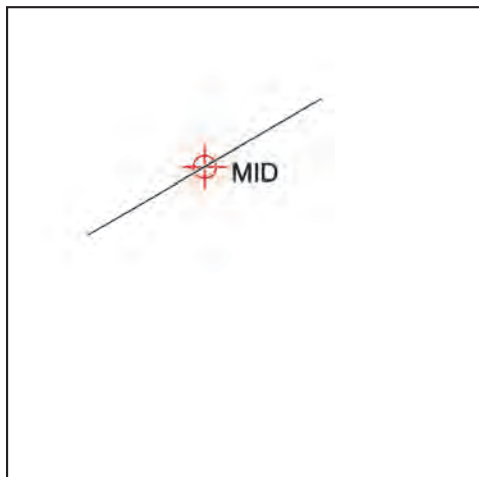


Σχήμα 9

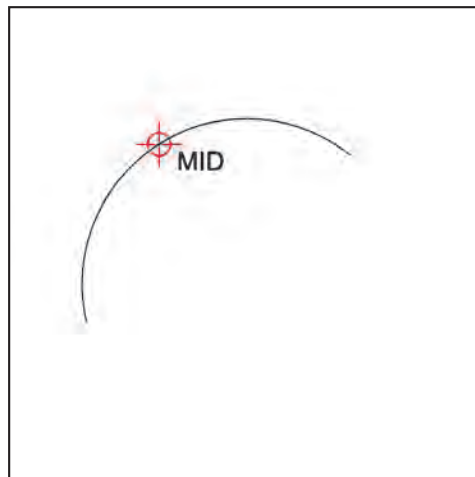


Σχήμα 10

- **Το μέσο μιας γραμμής**, δηλαδή ενός ευθύγραμμου τμήματος ή μιας ανοικτής καμπύλης (Σχήματα 11, 12). Η γραμμή μπορεί να αποτελεί τμήμα μιας κλειστής γραμμής. Ενδέχεται επίσης (κατά σύμβαση) να αναγνωρίζεται ως μέσο το πρώτο σημείο ορισμού μιας ευθείας.

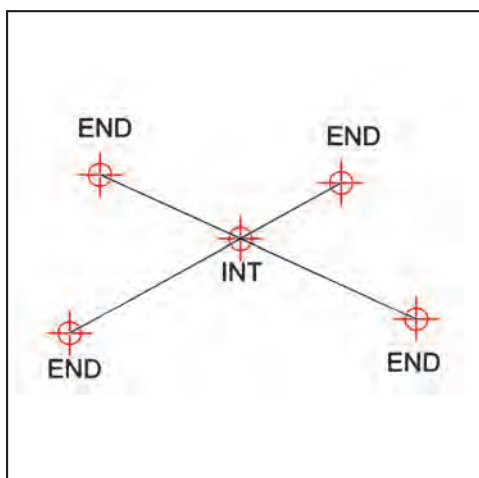


Σχήμα 11

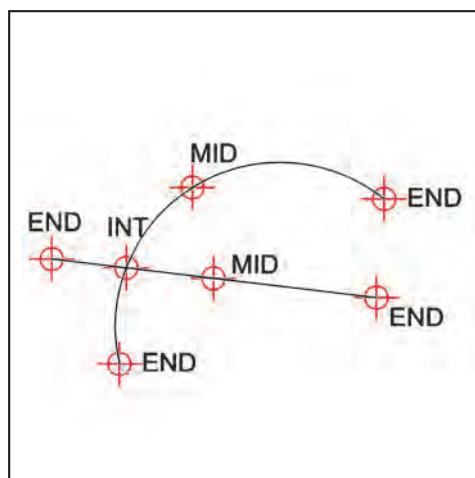


Σχήμα 12

- **Το σημείο τομής δύο γραμμών**. Οι γραμμές αυτές μπορεί να είναι ευθείες, κύκλοι, τόξα, ελλείψεις ή άλλες καμπύλες. Ορισμένα προγράμματα επιτρέπουν και την αναζήτηση σημείου τομής το οποίο βρίσκεται έξω από την περιοχή που είναι ορατή στην οθόνη, με επιλογή των δύο στοιχείων που τέμνονται (Σχήματα 13, 14).
- **Το κατά προέκταση σημείο τομής δύο γραμμών**, που οι ίδιες μεν δεν τέμνονται, αλλά οι προεκτάσεις τους τέμνονται (Σχήμα 15).

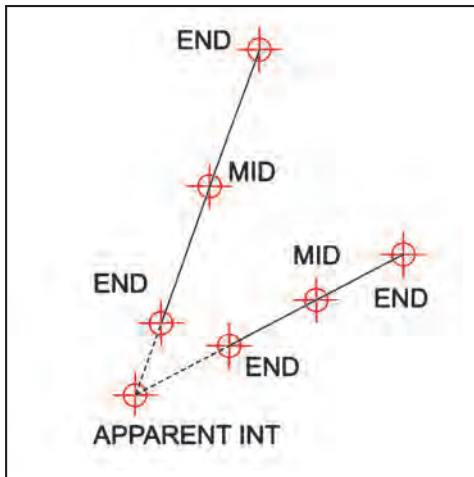


Σχήμα 13

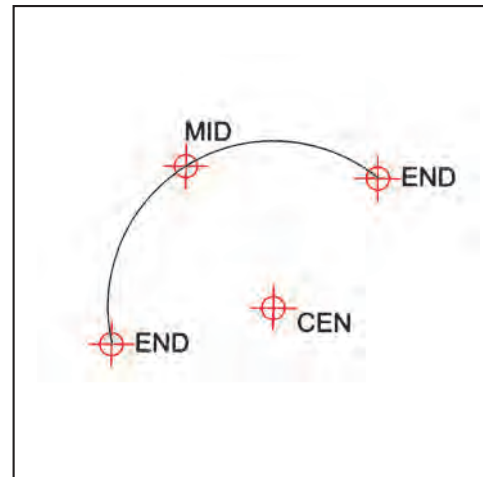


Σχήμα 14

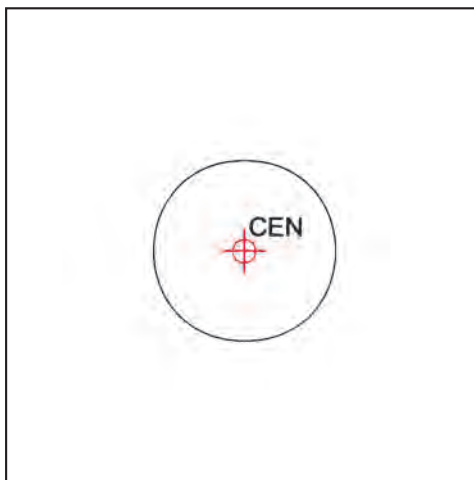
- **Το φαινόμενο σημείο τομής**, για ασύμβατες γραμμές στο χώρο (δηλαδή γραμμές που δε βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο). Το φαινόμενο σημείο τομής αντιστοιχεί στην τομή των προβολών τους σε ορισμένο επίπεδο.
- **Το κέντρο σχημάτων**. Προϋποτίθεται ότι το σημείο αυτό μπορεί να οριστεί μονοσήμαντα, όπως το κέντρο κύκλου, τόξου, έλλειψης. Ανάλογα με το πρόγραμμα, υπάρχει ενδεχόμενο το κέντρο να ορίζεται για οποιαδήποτε κλειστή γραμμή ως το κέντρο βάρους της αντίστοιχης επιφάνειας (Σχήματα 16, 17, 18).



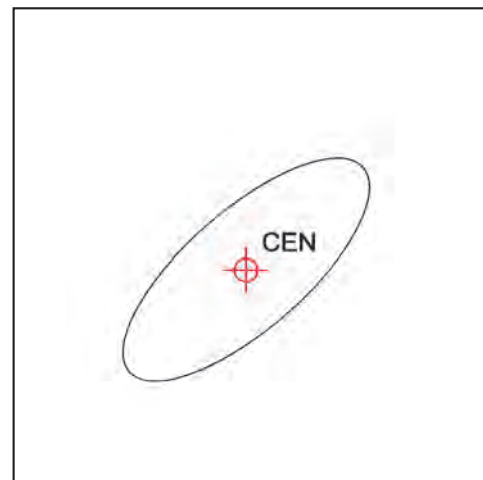
Σχήμα 15



Σχήμα 16

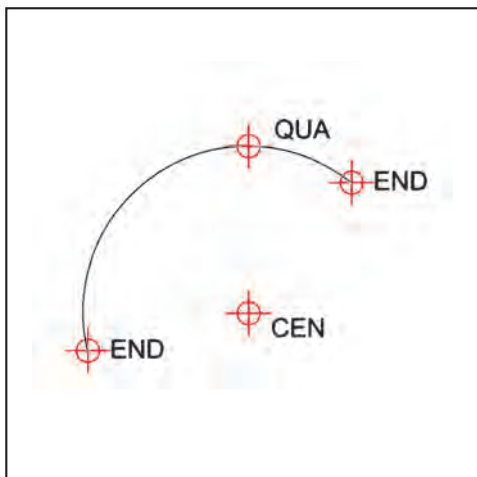


Σχήμα 17

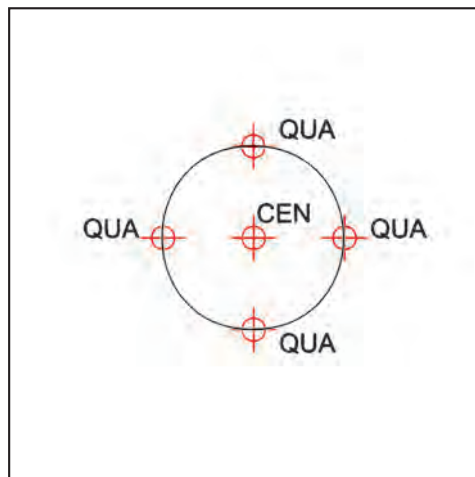


Σχήμα 18

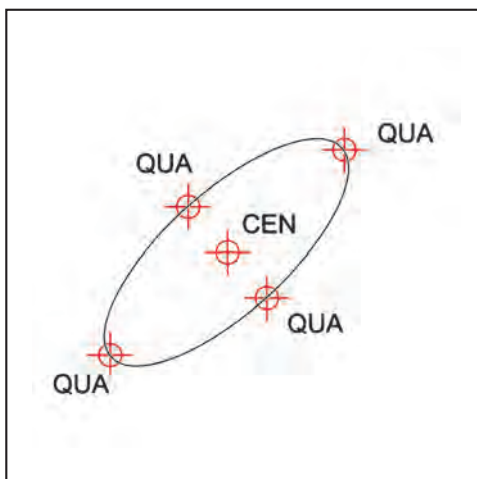
- **Χαρακτηριστική τετράδα σημείων κύκλου, τόξου, έλλειψης**. Στον κύκλο πρόκειται για τα σημεία τομής του κύκλου με παραλλήλους στους άξονες X και Ψ του τρέχοντος συστήματος συντεταγμένων. Στην έλλειψη είναι τα άκρα των κύριων αξόνων της. Αντίστοιχα, ορίζονται τα σημεία αυτά και για κυκλικά ή για ελλειπτικά τόξα (Σχήματα 19, 20, 21). Σε ένα τόξο, ανάλογα με τη θέση και το μέγεθός του, μπορεί να υπάρχουν από κανένα έως τέσσερα τέτοια χαρακτηριστικά σημεία.



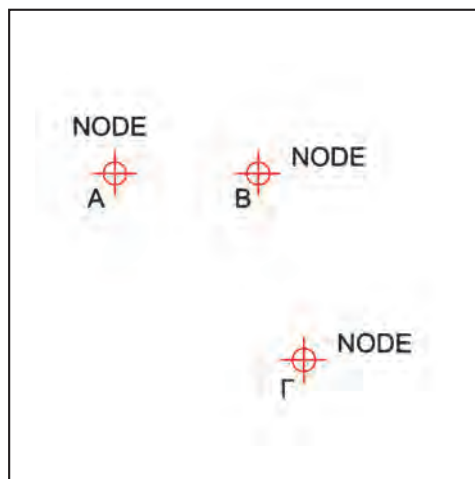
Σχήμα 19



Σχήμα 20

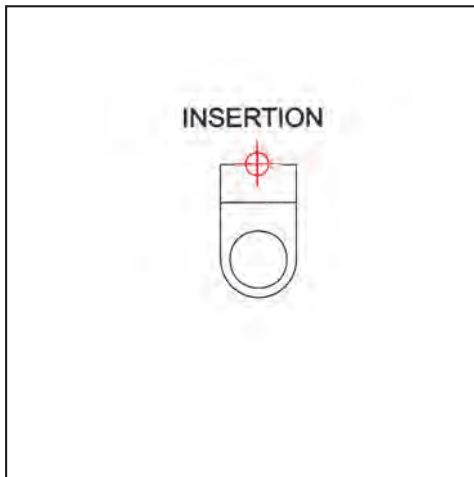


Σχήμα 21



Σχήμα 22

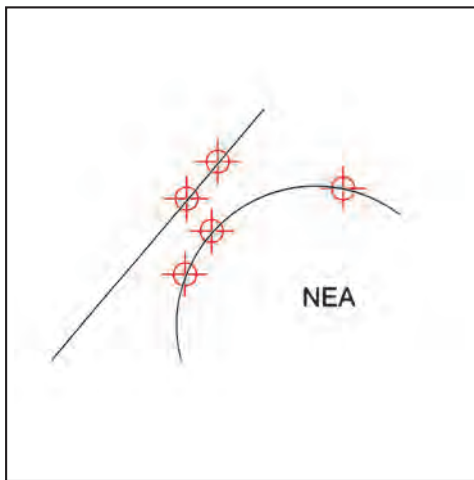
- **Τα σχεδιασμένα σημεία.** Πρόκειται για μεμονωμένα σημεία, που έχουν σχεδιαστεί με τις συντεταγμένες τους και αποτελούν μονοδιάστατα αντικείμενα του σχεδίου (Σχήμα 22).
- **Το σημείο εισαγωγής** ενός κειμένου ή ενός άλλου σύνθετου αντικείμενου. Το σημείο αυτό προσδιορίζεται αρχικά από το χρήστη κατά την εισαγωγή του αντικείμενου (Σχήματα 23, 24).
- **Τυχόν σημείο πάνω σε γραμμή.** Η επιλογή αυτή δεν εξασφαλίζει, κατά κανόνα, παρά μόνο ότι το επιλεγόμενο σημείο βρίσκεται πάνω σε κάποιο ήδη σχεδιασμένο αντικείμενο (Σχήμα 25).
- **Το σημείο επαφής** ευθείας ή καμπύλης με κύκλο ή τόξο. Την έλξη αυτή χρησιμοποιούμε για να χαράξουμε την ευθεία ή την καμπύλη. Κατά κανόνα, προϋποθέτει να έχουμε ήδη επιλέξει ένα άλλο σημείο της εφαπτόμενης γραμμής (Σχήμα 26).



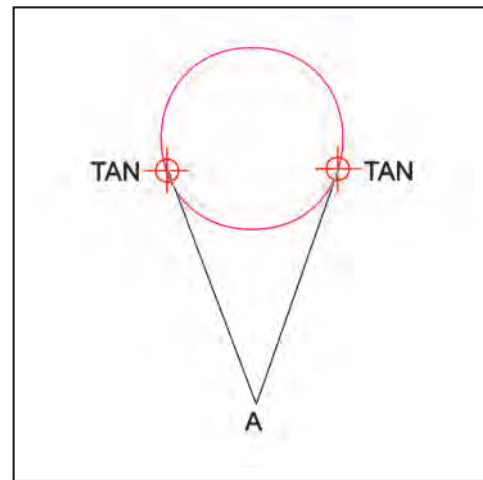
Σχήμα 23



Σχήμα 24



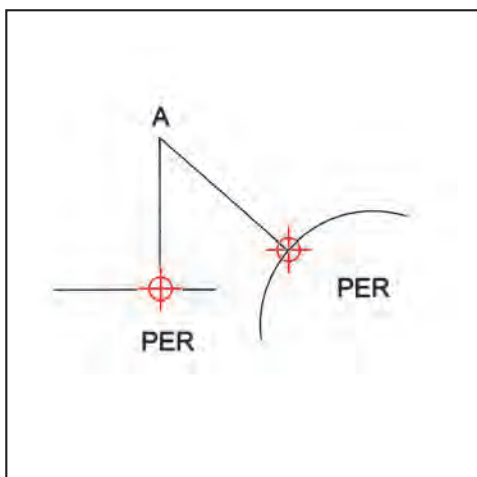
Σχήμα 25



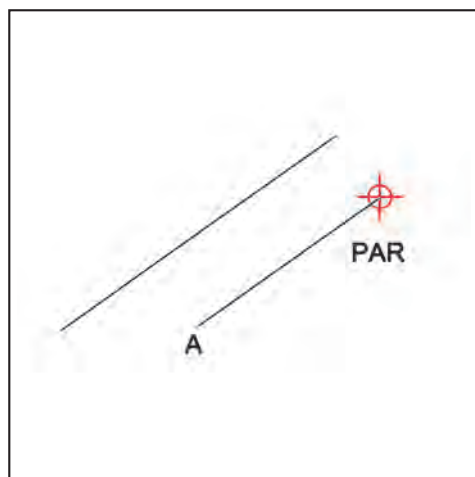
Σχήμα 26

- **Το πόδι μιας καθέτου** προς ευθεία ή καμπύλη. Την έλξη αυτή χρησιμοποιούμε για να χαράξουμε την κάθετο. Προϋποθέτει ότι έχουμε ήδη επιλέξει ένα άλλο σημείο της καθέτου (Σχήμα 27).
- **Το άκρο παράλληλης ευθείας.** Την έλξη αυτή χρησιμοποιούμε για να χαράξουμε την παράλληλη ευθεία. Χρειάζεται να έχουμε ήδη επιλέξει την αρχή της παράλληλης ευθείας (Σχήμα 28).
- **Ένα σημείο στην προέκταση ενός γραμμικού σχήματος** (τόξου ή ευθύγραμμου τμήματος). Το σημείο μπορεί να χρησιμοποιηθεί όχι μόνον για την κατασκευή προέκτασης αλλά και για την κατασκευή άλλου σχήματος (Σχήμα 29).

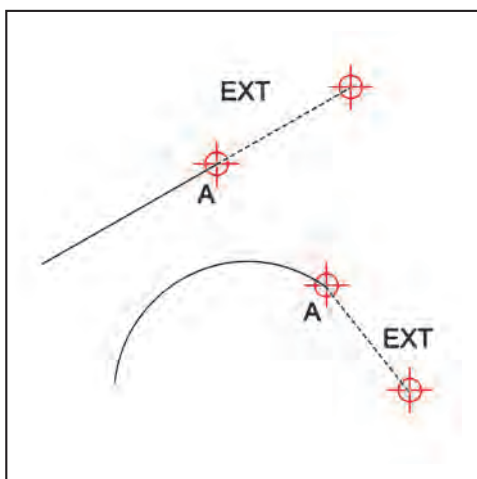
Στις επιλογές αυτές πρέπει να περιλάβουμε και την αναίρεση έλξεων, δηλαδή μια εντολή που, όταν υπάρχει διαρκής προτίμηση σε κάποια χαρακτηριστικά σημεία, αναιρεί προσωρινά την προτίμηση αυτή.



Σχήμα 27



Σχήμα 28



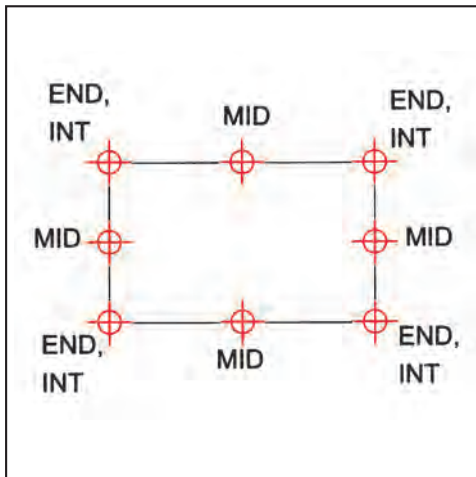
Σχήμα 29

5.5.4.5. Προτεραιότητες περιορισμών

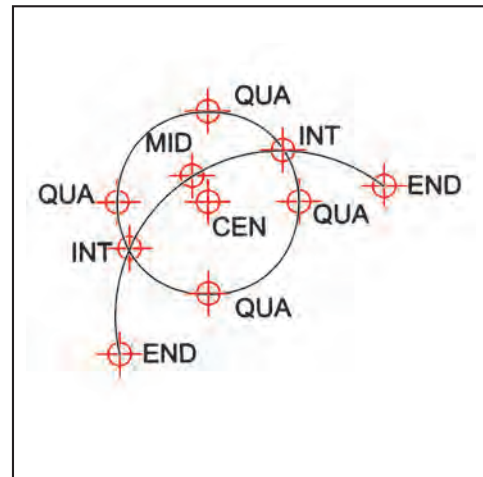
Όταν περισσότεροι από ένας περιορισμοί είναι συγχρόνως ενεργοποιημένοι, είναι πιθανόν σε ορισμένες περιπτώσεις να είναι αδύνατον να ικανοποιηθούν όλοι οι ενεργοί περιορισμοί. Πρέπει, λοιπόν, να είναι καθορισμένο (και γνωστό) ποιοι από τους περιορισμούς υπερισχύουν σε κάθε περίπτωση. Οι προτεραιότητες αυτές των περιορισμών καθορίζονται σε κάθε πρόγραμμα, έτσι ώστε να εξυπηρετείται καλύτερα η σχεδιαστική πρακτική.

Δεν αποκλείεται, εξ άλλου, ορισμένα σημεία να έχουν περισσότερους από ένα χαρακτηρισμούς (Σχήματα 30, 31).

Για παράδειγμα, αναφέρουμε ότι η έλξη σε χαρακτηριστικά σημεία σχημάτων είναι λογικό να υπερισχύει από την έλξη κανάβου, αφού συνήθως δεν έχει νόημα να επιλέξουμε ένα σημείο του κανάβου «κοντά» στο χαρακτηριστικό σημείο του αντικειμένου που σκοπεύουμε. Είναι λογικό, επίσης, αν είναι ενεργές περισσότερες από



Σχήμα 30



Σχήμα 31

για διαρκείς προτιμήσεις έλξης σε χαρακτηριστικά σημεία, να επιλέγεται όποιο σημείο είναι κοντύτερα στο σημείο που δείχνουμε και ικανοποιεί ένα από τα κριτήρια της διαρκούς προτίμησης.

Είναι, βέβαια, προφανές ότι οποιαδήποτε στιγμή μπορούμε να απενεργοποιήσουμε (και να ξαναενεργοποιήσουμε) οποιονδήποτε από τους διαρκείς περιορισμούς.

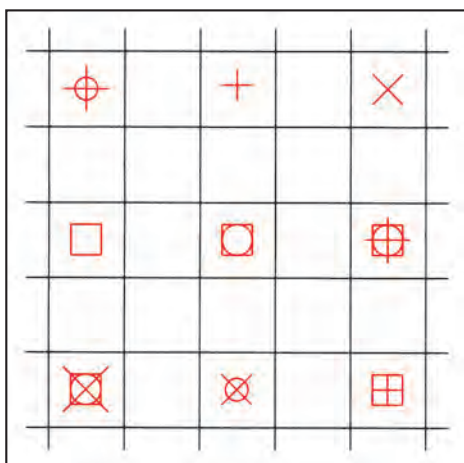
Πρέπει επίσης να είναι σαφές πώς αντιδρά ο υπολογιστής όταν, ενώ είναι ενεργοποιημένες ορισμένες έλξεις, δίνουμε συντεταγμένες από το πληκτρολόγιο. Για παράδειγμα, μπορεί να «παρασύρεται» από τις έλξεις σε χαρακτηριστικά σημεία αντικειμένων, αλλά να αγνοεί τις έλξεις σε κανάβους.

Το αλφάβητο του CAD - Σχεδίαση απλών σχημάτων

6.1. Σχεδίαση σημείου

Το απλούστερο αντικείμενο που μπορούμε να δημιουργήσουμε σε ένα σχέδιο είναι ένα σημείο. Ένα σημείο ορίζεται από τις συντεταγμένες του. Επειδή έχει μηδενικές διαστάσεις, συνήθως καθορίζουμε πώς θέλουμε να αναπαριστάνεται στην οθόνη, ώστε να μπορούμε να το διακρίνουμε. Δεν πρέπει να συγχέουμε ένα σχεδιασμένο σημείο (που αποτελεί ξεχωριστό αντικείμενο στο σχέδιό μας) με ένα σημείο που δίνουμε ως παράμετρο για κάποια λειτουργία κατά τη διάρκεια της σχεδίασης (όπως είδαμε στην αρχή αυτού του κεφαλαίου).

Στο CAD χρειάζεται, σχετικά σπάνια και σε ειδικές περιπτώσεις, να σχεδιάσουμε σημεία, όπως, π.χ., για να επισημανθούν ορισμένες θέσεις ώστε να διακρίνονται ή να επιλέγονται ευκολότερα. Για την ευκολότερη επισημάνση σημείων, που ως αδιάστατες τελείες διακρίνονται πολύ δύσκολα, τα περισσότερα προγράμματα δίνουν την δυνατότητα να καθορίζουμε την μορφή με την οποία αυτά θα παρουσιάζονται (Σχήμα 32). Στα περισσότερα σχέδια, όμως, δε σχεδιάζουμε σημεία. Χρησιμοποιούμε μόνο τα απλά και τα σύνθετα σχήματα, που περιγράφονται στα επόμενα κεφάλαια.



Σχήμα 32

Άσκηση

Σχεδιάστε (χρησιμοποιώντας κατάλληλο συμβολισμό για να φαίνονται) τα σημεία με συντεταγμένες:

$$A = (32, 50)$$

$$B = (77, 50)$$

$$\Gamma = (45, 60)$$

$$\Delta = (105, 60)$$

$$E = (40, 90)$$

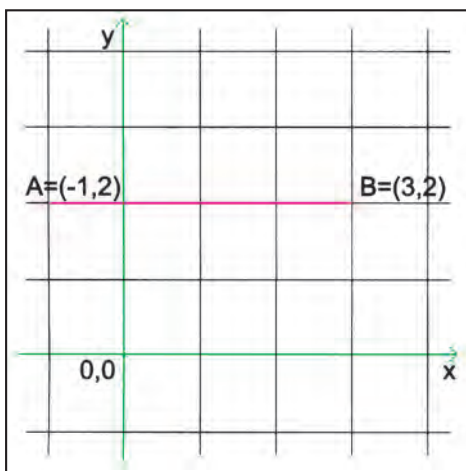
$$Z = (160, 90)$$

6.2. Ευθύγραμμο τμήματα

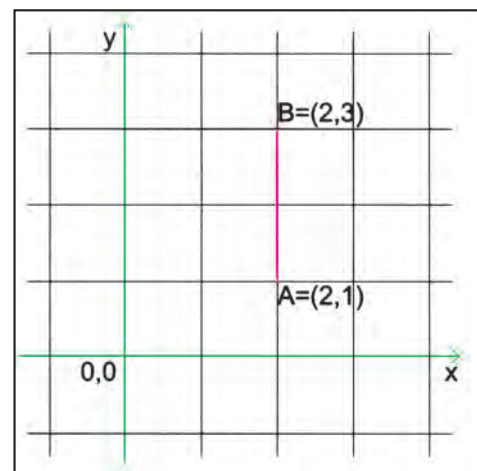
Ένα ευθύγραμμο τμήμα ορίζεται, αν οριστούν τα άκρα του. Ο απλούστερος τρόπος να ορίσει κανείς ένα ευθύγραμμο τμήμα είναι να δώσει τις συντεταγμένες των άκρων του ή να επιλέξει τα αντίστοιχα σημεία με το ποντίκι. Απ' όλους τους τρόπους που αναφέρθηκαν έως τώρα, επιλέγουμε κάθε φορά εκείνον που μας εξυπηρετεί καλύτερα.

Στα σχήματα φαίνονται διάφορων ειδών ευθύγραμμο τμήματα και, ενδεικτικά, η μέθοδος με την οποία σχεδιάστηκε το καθένα. Είναι προφανές ότι σε όλες τις περιπτώσεις μπορούσε να είχε επιλεγεί, εναλλακτικά, κάποια άλλη μέθοδος.

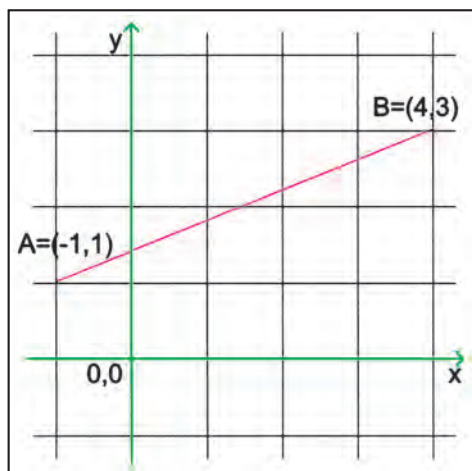
Τα δύο πρώτα παραδείγματα αναφέρονται σε οριζόντιο ευθύγραμμο τμήμα και σε κατακόρυφο ευθύγραμμο τμήμα (Σχήματα 33 και 34), ενώ το τρίτο σε πλάγιο (Σχήμα 35). Και στις τρεις περιπτώσεις τα τμήματα σχεδιάστηκαν με την εντολή σχεδίασης ευθύγραμμου τμήματος και παραμέτρους τις *απόλυτες καρτεσιανές συντεταγμένες* της αρχής και του τέλους του κάθε τμήματος.



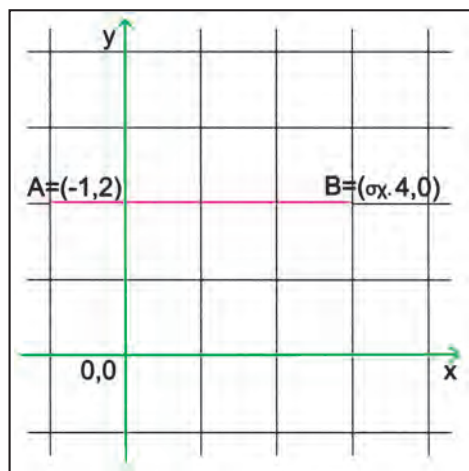
Σχήμα 33



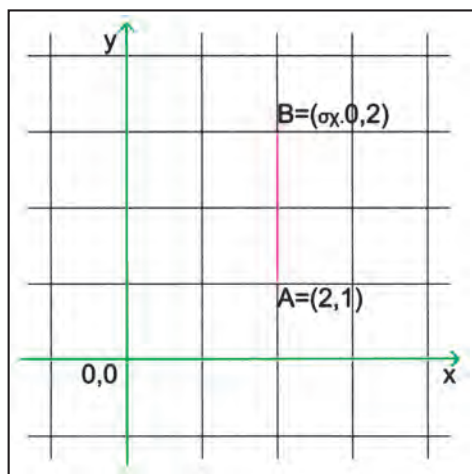
Σχήμα 34



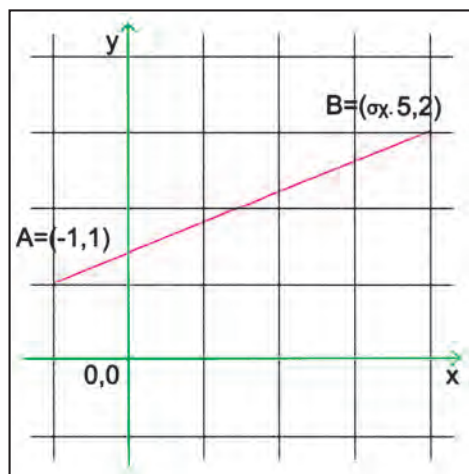
Σχήμα 35



Σχήμα 36



Σχήμα 37

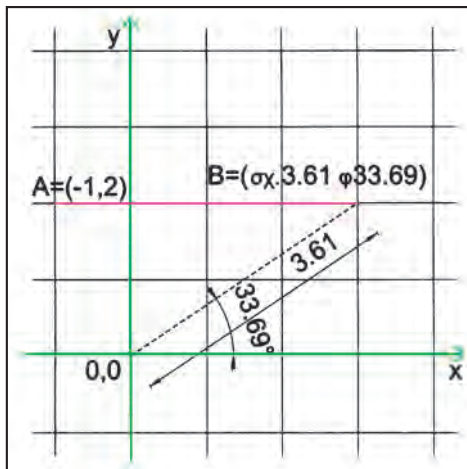


Σχήμα 38

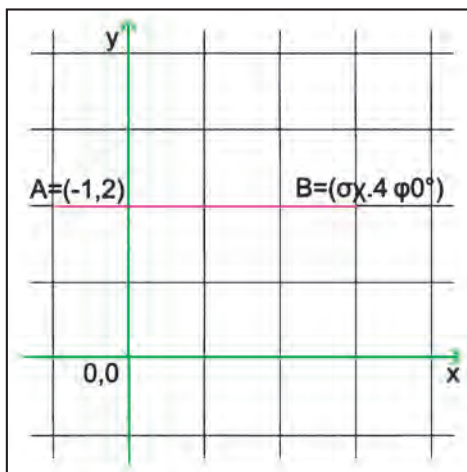
Συχνά όμως, μας διευκολύνει να χρησιμοποιούμε τις σχετικές συντεταγμένες εξαρτώντας το τέλος από την αρχή του ευθύγραμμου τμήματος. Στα σχήματα 36, 37 και 38 φαίνονται πάλι τα ευθύγραμμα τμήματα των προηγούμενων παραδειγμάτων, σχεδιασμένα όμως αυτή τη φορά με *σχετικές καρτεσιανές συντεταγμένες*.

Στο σχήμα 39 επιχειρείται να σχεδιαστεί και πάλι το οριζόντιο τμήμα του σχήματος 33, με χρήση *απόλυτων πολικών συντεταγμένων* για το τέλος του τμήματος. Στην περίπτωση αυτή η επιλογή της μεθόδου των πολικών συντεταγμένων είναι *εσφαλμένη*. Αφ' ενός δεν είναι δυνατόν να γνωρίζει κανείς τη γωνία και το μήκος και αφ' ετέρου η στρογγυλοποίησή τους σε δύο δεκαδικά ψηφία ορίζει ένα σημείο που δεν είναι το ζητούμενο, αλλά έχει μικρή απόκλιση από αυτό. Το ίδιο ισχύει και για το ευθύγραμμο τμήμα των σχημάτων 44 και 45, που επίσης, αν σχεδιαστεί με χρήση *σχετικών πολικών συντεταγμένων*, δεν θα έχει την απόλυτη ακρίβεια που επιδιώκουμε στο CAD.

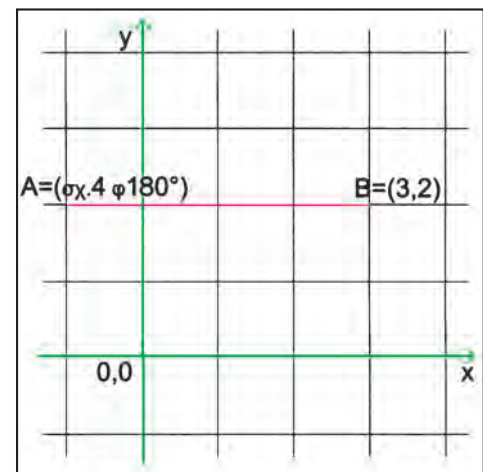
Αντίθετα, στα σχήματα 40, 41, 42 και 43 εικονίζονται εναλλακτικοί τρόποι σχεδιασμού οριζόντιου και κατακόρυφου τμήματος με *σχετικές πολικές συντεταγμένες*,



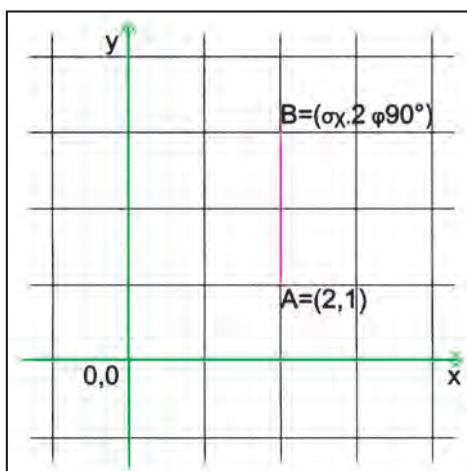
Σχήμα 39



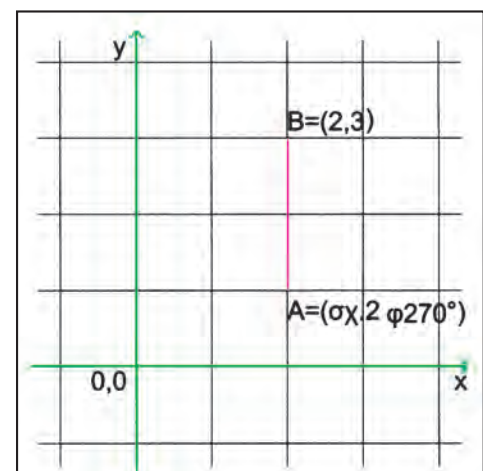
Σχήμα 40



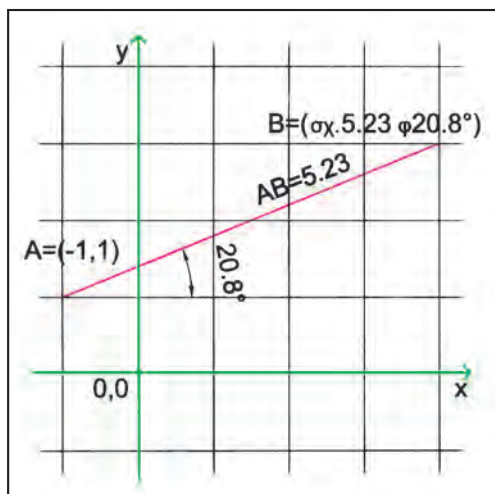
Σχήμα 41



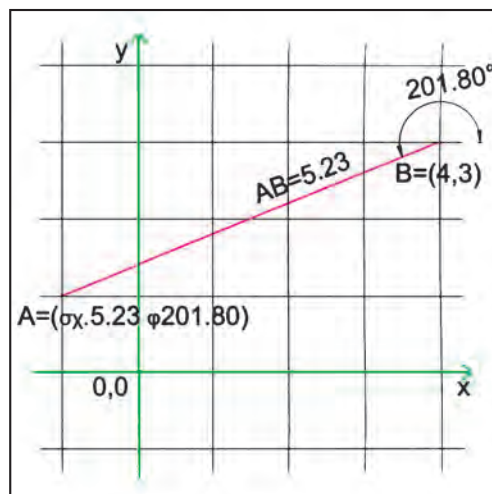
Σχήμα 42



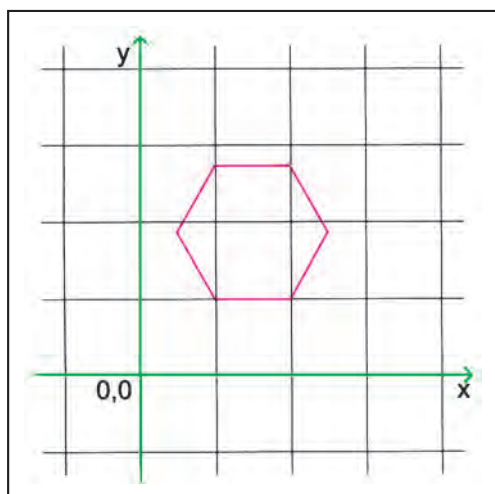
Σχήμα 43



Σχήμα 44



Σχήμα 45



Σχήμα 46

που εξασφαλίζουν την επιθυμητή ακρίβεια, καθώς τα μήκη είναι ακέραιοι και οι γωνίες πολλαπλάσια των 90 μοιρών.

Ορισμένα προγράμματα παρέχουν την ευχέρεια να σχεδιάζουμε συνεχόμενα ευθύγραμμα τμήματα, στα οποία το τελευταίο άκρο κάθε τμήματος συμπίπτει με το πρώτο άκρο του επόμενου. Με τον τρόπο αυτό σχεδιάστηκε το εξάγωνο του σχήματος 46, με χρήση *σχετικών πολικών συντεταγμένων*. Παρατηρούμε ότι στην περίπτωση αυτή το σχήμα δε θα μπορούσε να σχεδιαστεί με την απαιτούμενη ορθότητα με χρήση καρτεσιανών συντεταγμένων, επειδή πολλές από τις συντεταγμένες αυτές είναι άρρητοι αριθμοί, τους οποίους θα αναγκαζόμαστε να στρογγυλοποιήσουμε σε δύο δεκαδικά ψηφία. Όλες οι πλευρές του εξαγώνου έχουν σχεδιαστεί με μήκος 1 και γωνίες 0, 60, 120, 180, 240 και 300, διαδοχικά.

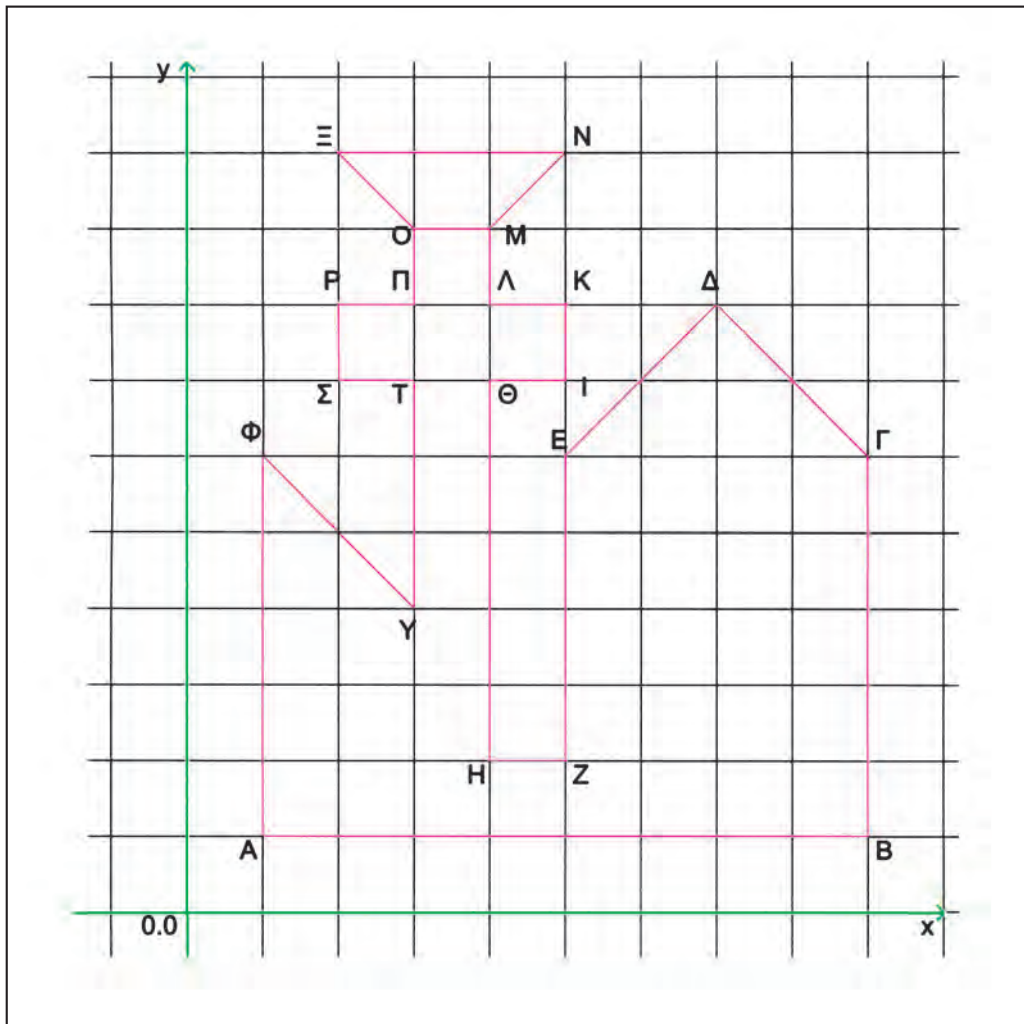
Χαρακτηριστικά σημεία ενός ευθύγραμμου τμήματος, τα οποία μπορούμε να επιλέγουμε με έλξη αντικειμένων, είναι τα δύο άκρα και το μέσο του. Επίσης, από σημείο εκτός της ευθείας του τμήματος μπορούμε να φέρουμε την κάθετο προς αυτό.

Ασκήσεις

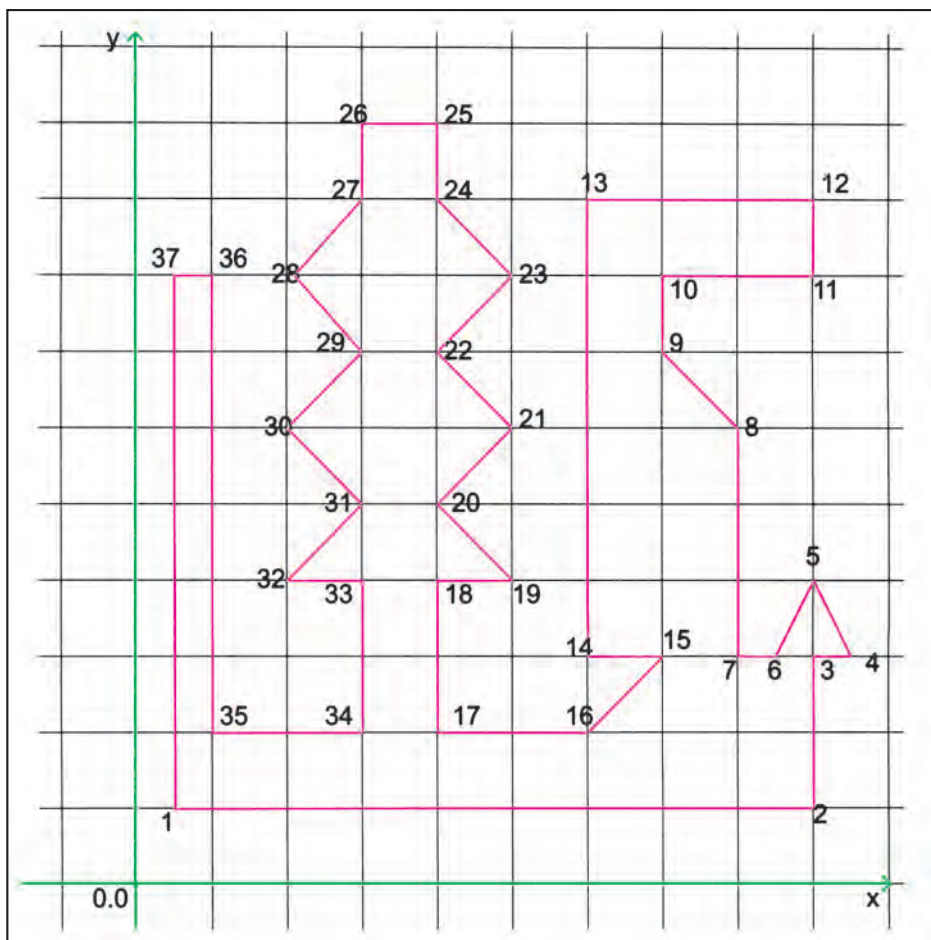
1. Σχεδιάστε τα ευθύγραμμα τμήματα με συντεταγμένες άκρων:
α) από (32, 50) έως (77, 50)
β) από (45, 60) έως (105, 60)
γ) από (40, 90) έως (160, 90)
Τι παρατηρείτε για τα ευθύγραμμα αυτά τμήματα;
2. Σχεδιάστε τα ευθύγραμμα τμήματα με συντεταγμένες άκρων:
α) από (180, 20) έως (180, 80)
β) από (205, 27) έως (205, 107)
γ) από (300, 15) έως (300, 118).
Τι παρατηρείτε για τα ευθύγραμμα αυτά τμήματα;
3. Σχεδιάστε τα ευθύγραμμα τμήματα με συντεταγμένες άκρων:
α) από (30, 50) έως (90, 90)
β) από (20, 70) έως (100, 105)
γ) από (40, 90) έως (200, 150).
Τι παρατηρείτε για τα ευθύγραμμα αυτά τμήματα;
4. Σχεδιάστε τα ευθύγραμμα τμήματα χρησιμοποιώντας σχετικές καρτεσιανές συντεταγμένες:
α) από (30, 30) έως (σχετ. 100, 0)
β) από (30, 42) έως (σχετ. 104, 0)
γ) από (20, 50) έως (σχετ. 120, 0).
Τι παρατηρείτε για τα ευθύγραμμα αυτά τμήματα;
5. Σχεδιάστε τα ευθύγραμμα τμήματα χρησιμοποιώντας σχετικές καρτεσιανές συντεταγμένες:
α) από (20, 15) έως (σχετ. 0, 58)
β) από (30, 23) έως (σχετ. 0, 79)
γ) από (38, 33) έως (σχετ. 0, 102).
Τι παρατηρείτε για τα ευθύγραμμα αυτά τμήματα;
6. Σχεδιάστε τα ευθύγραμμα τμήματα χρησιμοποιώντας σχετικές καρτεσιανές συντεταγμένες:
α) από (22, 28) έως (σχετ. 80, 95)
β) από (35, 48) έως (σχετ. 103, 99)
γ) από (13, 51) έως (σχετ. 126, 117).
Τι παρατηρείτε για τα ευθύγραμμα αυτά τμήματα;

7. Σχεδιάστε τα ευθύγραμμα τμήματα χρησιμοποιώντας απόλυτες πολικές συντεταγμένες:
α) από $(5 \angle 30^\circ)$ έως $(5 \angle 60^\circ)$
β) από $(8 \angle 10^\circ)$ έως $(8 \angle 80^\circ)$
γ) από $(10 \angle 25^\circ)$ έως $(10 \angle 65^\circ)$.
Τι παρατηρείτε για τα ευθύγραμμα αυτά τμήματα;
8. Σχεδιάστε τα ευθύγραμμα τμήματα χρησιμοποιώντας απόλυτες καρτεσιανές και σχετικές πολικές συντεταγμένες:
α) από $(25, 15)$ έως (σχετ. $100 \angle 0^\circ$)
β) από $(25, 30)$ έως (σχετ. $200 \angle 0^\circ$)
γ) από $(25, 45)$ έως (σχετ. $155 \angle 0^\circ$).
Τι παρατηρείτε για τα ευθύγραμμα αυτά τμήματα;
9. Σχεδιάστε τα ευθύγραμμα τμήματα χρησιμοποιώντας απόλυτες καρτεσιανές και σχετικές πολικές συντεταγμένες:
α) από $(30, 10)$ έως (σχετ. $150 \angle 90^\circ$)
β) από $(40, 50)$ έως (σχετ. $70 \angle 90^\circ$)
γ) από $(50, 35)$ έως (σχετ. $120 \angle 90^\circ$).
Τι παρατηρείτε για τα ευθύγραμμα αυτά τμήματα;
10. Σχεδιάστε τα ευθύγραμμα τμήματα χρησιμοποιώντας απόλυτες καρτεσιανές και σχετικές πολικές συντεταγμένες:
α) από $(200, 140)$ έως (σχετ. $40 \angle 30^\circ$)
β) από $(200, 140)$ έως (σχετ. $100 \angle 45^\circ$)
γ) από $(200, 140)$ έως (σχετ. $60 \angle 120^\circ$)
δ) από $(200, 140)$ έως (σχετ. $80 \angle 165^\circ$)
ε) από $(200, 140)$ έως (σχετ. $50 \angle 200^\circ$)
στ) από $(200, 140)$ έως (σχετ. $105 \angle 235^\circ$)
ζ) από $(200, 140)$ έως (σχετ. $90 \angle 305^\circ$)
η) από $(200, 140)$ έως (σχετ. $130 \angle 340^\circ$).
Τι παρατηρείτε για τα ευθύγραμμα αυτά τμήματα;
11. Σχεδιάστε ένα ισοπλευρο τρίγωνο με βάση το ευθύγραμμο τμήμα $(0, 0) (10, 0)$ χρησιμοποιώντας ευθύγραμμα τμήματα και σχετικές πολικές συντεταγμένες.
12. Σχεδιάστε ένα εξάγωνο με βάση το ευθύγραμμο τμήμα $(20, 0) (25, 0)$ χρησιμοποιώντας ευθύγραμμα τμήματα και σχετικές πολικές συντεταγμένες.

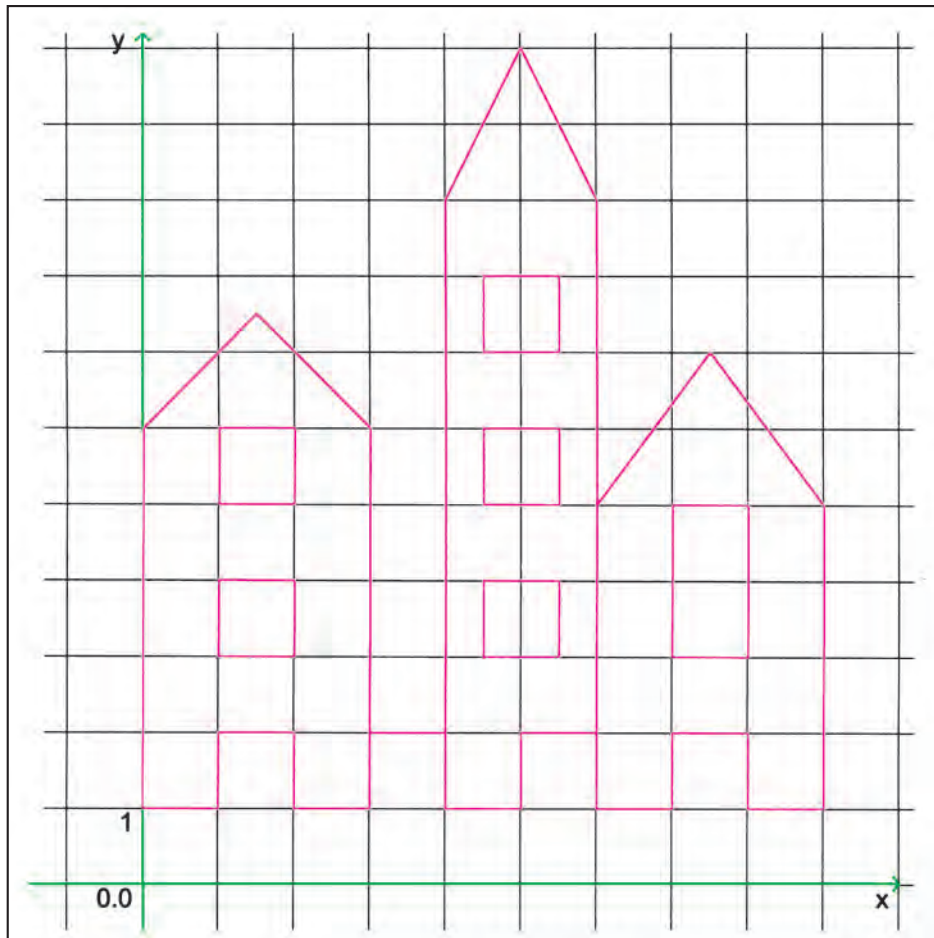
13. Σχεδιάστε το περίγραμμα με ευθύγραμμα τμήματα, με όποιο τρόπο θέλετε.



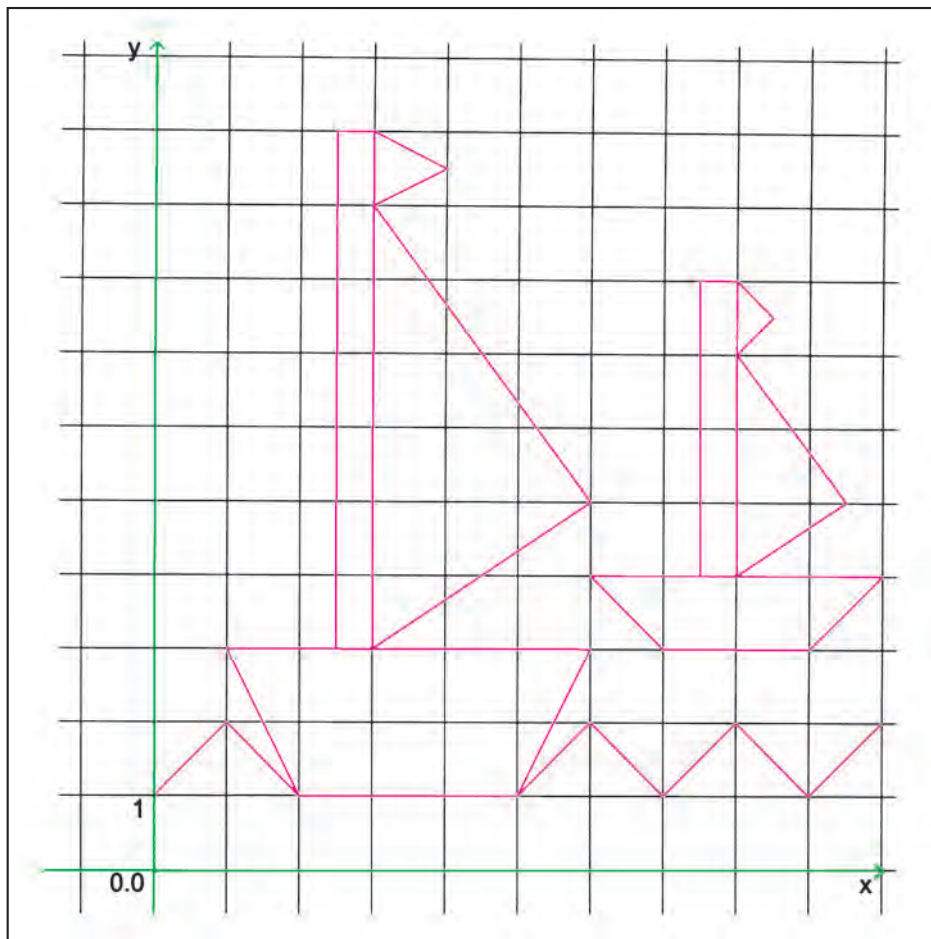
14. Σχεδιάστε το περίγραμμα με ευθύγραμμα τμήματα, με όποιο τρόπο θέλετε.



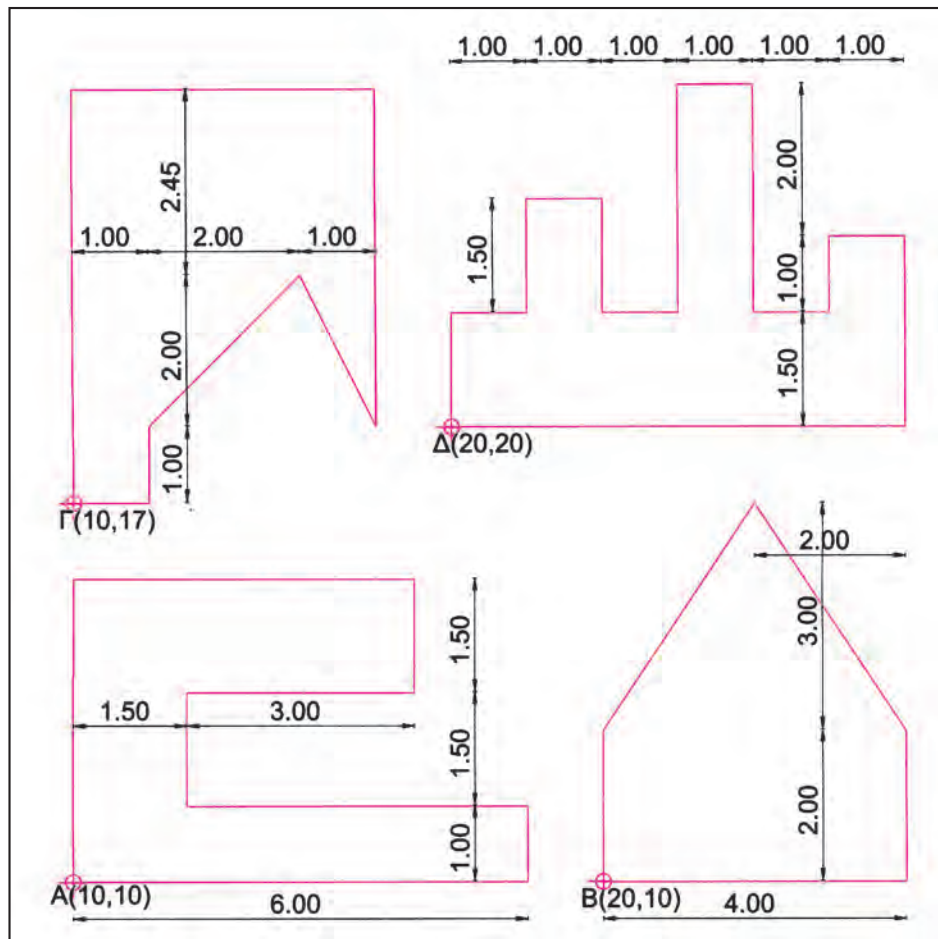
15. Σχεδιάστε το σχήμα με ευθύγραμμα τμήματα, με όποιο τρόπο θέλετε.



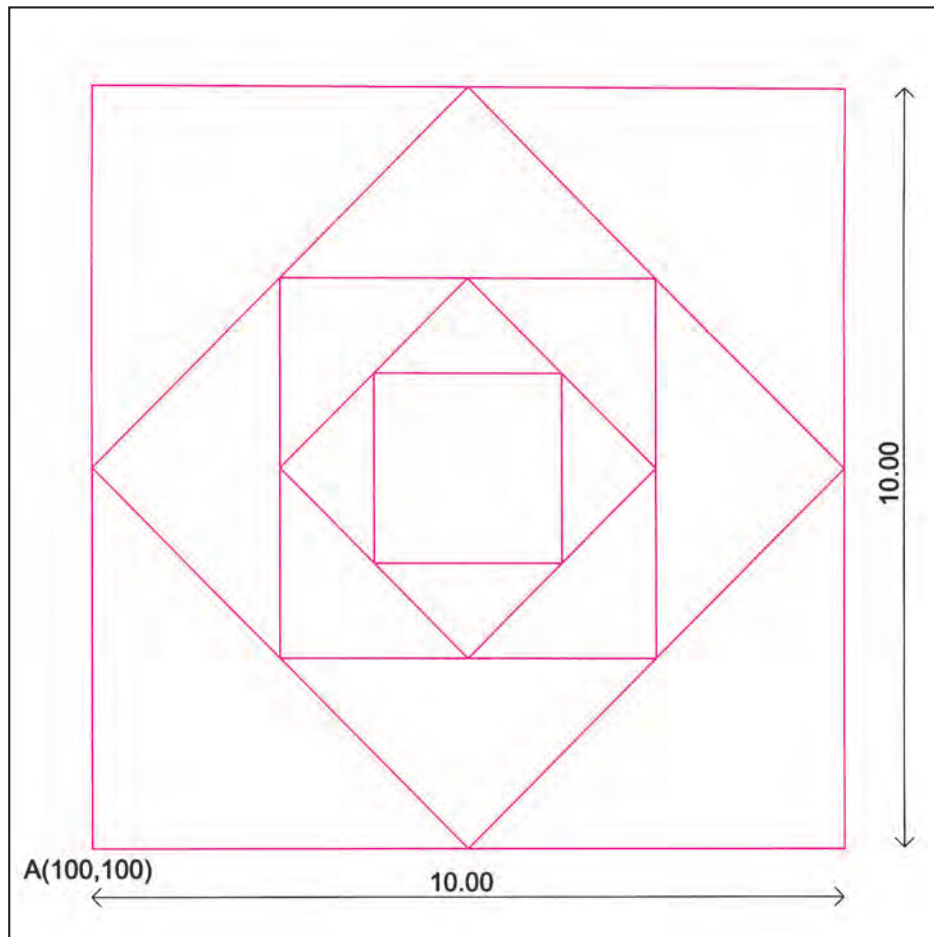
16. Σχεδιάστε το σχήμα με ευθύγραμμα τμήματα, με όποιο τρόπο θέλετε.



17. Σχεδιάστε τα σχήματα με ευθύγραμμα τμήματα ξεκινώντας από τα σημεία των οποίων δίνονται οι συντεταγμένες.



18. Σχεδιάστε το σχήμα με ευθύγραμμα τμήματα χρησιμοποιώντας την κατάλληλη έλξη αντικειμένων.



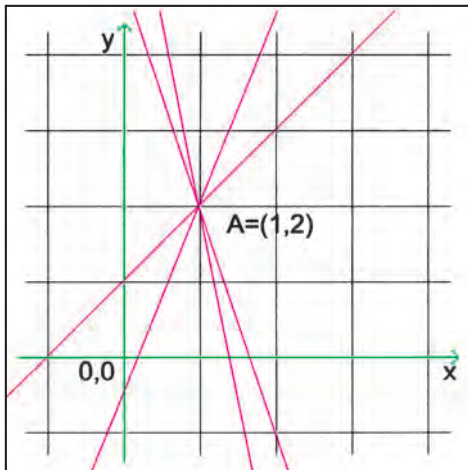
6.3. Γραμμές άπειρου μήκους: Ευθείες και ημιευθείες

Ορισμένα σχεδιαστικά προγράμματα επιτρέπουν τη σχεδίαση γραμμών άπειρου μήκους, ευθειών και ημιευθειών. Μια ευθεία ορίζεται από τη διεύθυνσή της και ένα από τα σημεία από τα οποία διέρχεται (Σχήμα 47). Μια ημιευθεία ορίζεται από το σημείο αρχής της και από τη διεύθυνσή της (Σχήμα 48).

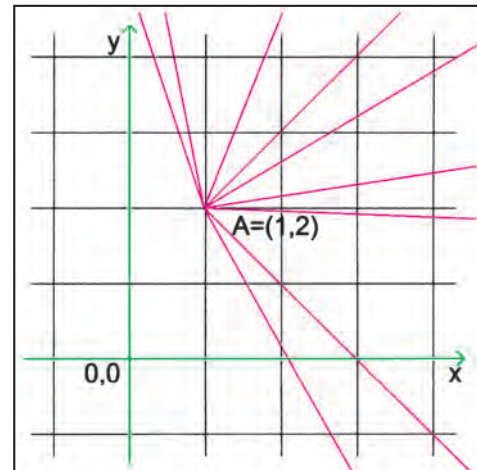
Με διαδικασίες που θα δούμε σε επόμενο κεφάλαιο μπορούμε να κόψουμε μια ευθεία, δημιουργώντας μία ή δύο ημιευθείες. Επίσης, κόβοντας ευθείες και ημιευθείες μπορούμε να δημιουργήσουμε ευθύγραμμα τμήματα.

Στις ευθείες είναι πιθανόν το σχεδιαστικό πρόγραμμα να επισημαίνει το σημείο ορισμού τους, π.χ., ως «μέσον» τους, ενώ οι ημιευθείες έχουν ένα χαρακτηριστικό σημείο, το άκρο τους.

Τις γραμμές άπειρου μήκους χρησιμοποιούμε συνήθως για να παίρνουμε περρασιές σε σχέδια δύο διαστάσεων (π.χ. για σχεδίαση όψεων και τομών από κάτοψη - βλ. Σχήμα 49).



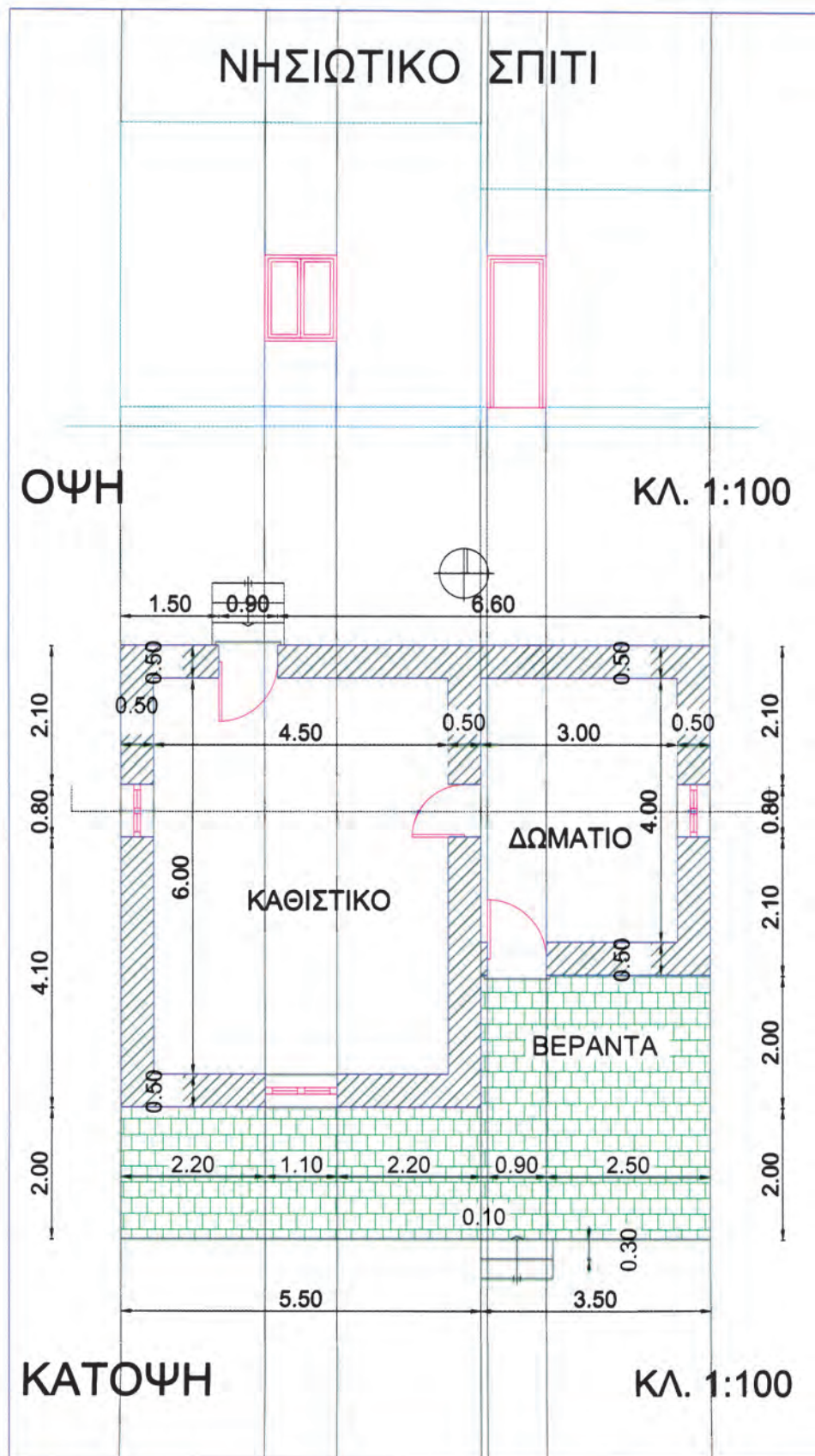
Σχήμα 47



Σχήμα 48

Ασκήσεις

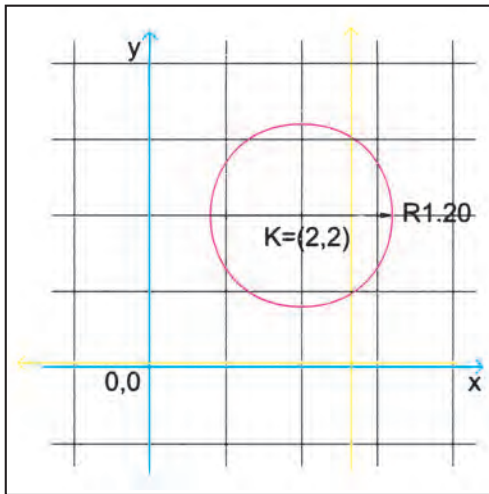
- Σχεδιάστε ευθείες που διέρχονται από τα σημεία με συντεταγμένες:
 - $(30, 50)$ και $(40, 50)$,
 - οριζόντια από το $(30, 50)$ και
 - με γωνία 30° από το $(40, 40)$.
- Σχεδιάστε ημιευθείες με αρχή τα σημεία $(20, 20)$, $(30, 30)$ και $(20, 40)$ και με διευθύνσεις 0° , 45° και 90° , αντιστοίχα.



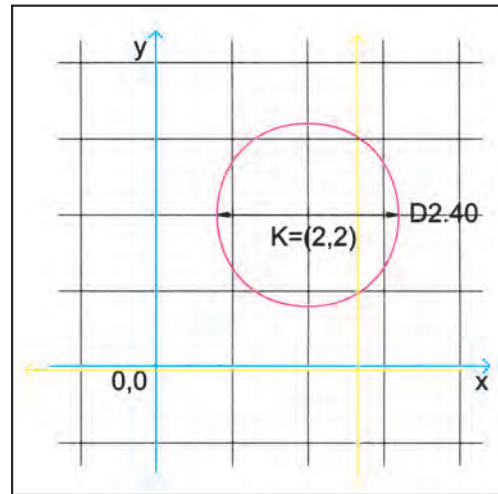
Σχήμα 49

6.4. Κύκλοι: Εναλλακτικοί τρόποι σχεδίασης

Ο κύκλος είναι μια κλειστή καμπύλη γραμμή της οποίας όλα τα σημεία βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο και απέχουν την ίδια απόσταση από ένα σημείο του επιπέδου, το κέντρο του κύκλου. Κάθε γραμμή που ενώνει ένα σημείο του κύκλου με το κέντρο του λέγεται ακτίνα του κύκλου. Η εξ ορισμού, λοιπόν, μέθοδος για να σχεδιάσουμε έναν κύκλο είναι να ορίσουμε το κέντρο του κύκλου και την ακτίνα του, και τα προγράμματα CAD υποστηρίζουν αυτό τον τρόπο, με παραμέτρους το σημείο του κέντρου και το μέγεθος μιας ακτίνας ή μιας διαμέτρου (Σχήματα 50, 51).



Σχήμα 50



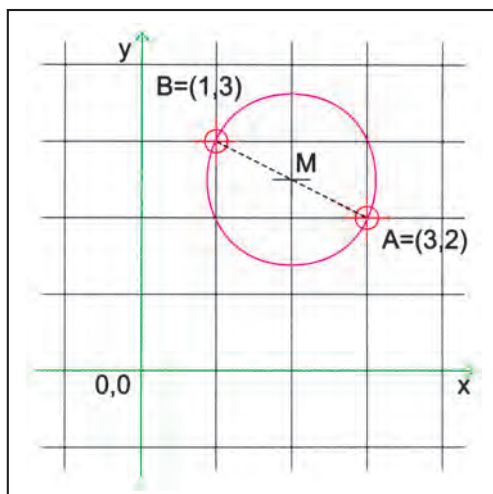
Σχήμα 51

Υπάρχουν, όμως, και άλλοι τρόποι για να προσδιορίσουμε κύκλους. Παλαιότερα, χρησιμοποιούσαμε γεωμετρικές κατασκευές, για να τους σχεδιάσουμε με τα δεδομένα των τρόπων αυτών. Σήμερα, ο υπολογιστής αναλαμβάνει αυτό το έργο.

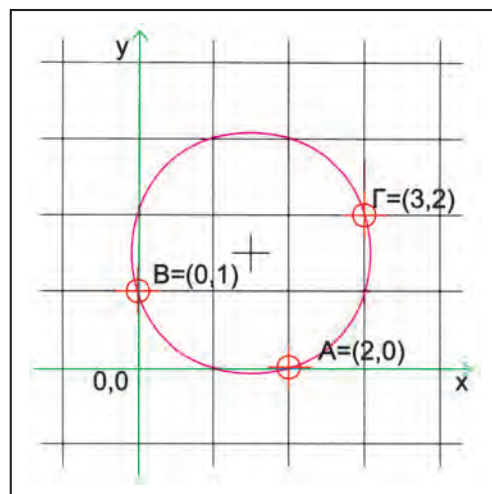
Για παράδειγμα, ένας κύκλος ορίζεται μονοσήμαντα από μια διάμετρό του (αφού το κέντρο του θα βρίσκεται στο μέσον της διαμέτρου - Σχήμα 52). Ορίζεται επίσης μονοσήμαντα, από τρία σημεία. (Τότε το κέντρο του κύκλου βρίσκεται στο περίκεντρο-σημείο τομής των μεσοκαθέτων των πλευρών- του αντίστοιχου τριγώνου - Σχήμα 53).

Εκτός, όμως, από τις κατασκευές που ορίζονται μονοσήμαντα υπάρχουν και άλλες που επιτρέπουν ορισμένο αριθμό εναλλακτικών λύσεων (π.χ. κύκλοι εφαπτόμενοι σε ευθείες ή κύκλους). Πρέπει να υπάρχει κάποια σύμβαση, η οποία, ανάλογα με τα δεδομένα που δίνουμε, να καθιστά τους αντίστοιχους ορισμούς μονοσήμαντους. Μια τέτοια σύμβαση είναι η επιδίωξη σημείων επαφής όσο το δυνατόν κοντύτερα στα σημεία επιλογής των εφαπτόμενων αντικειμένων. Με τον τρόπο αυτό ο χρήστης μπορεί να γνωρίζει κάθε φορά το ακριβές αποτέλεσμα των ενεργειών του. (Σχήματα 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62 και 63).

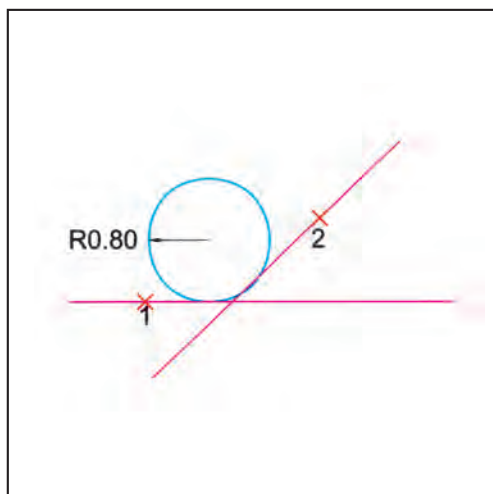
Κάθε πρόγραμμα παρέχει μια ποικιλία δυνατοτήτων για τη σχεδίαση κύκλων, ανάλογα με τις ανάγκες που αναμένεται να προκύψουν.



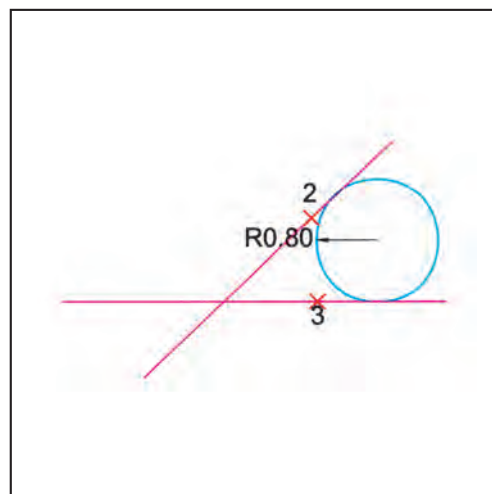
Σχήμα 52



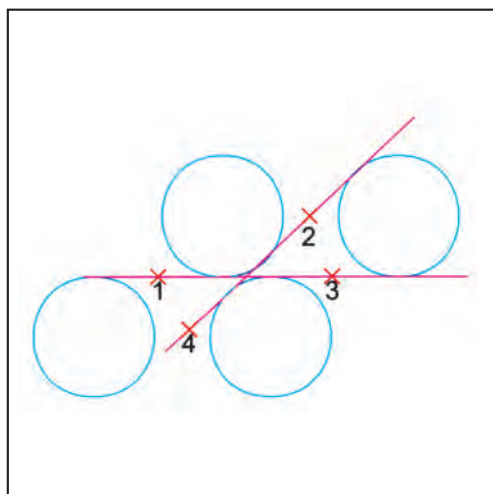
Σχήμα 53



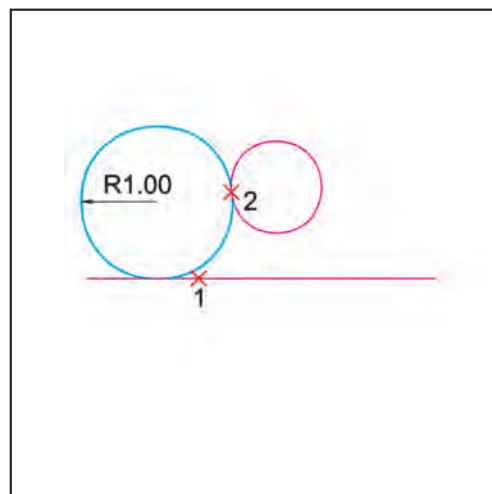
Σχήμα 54



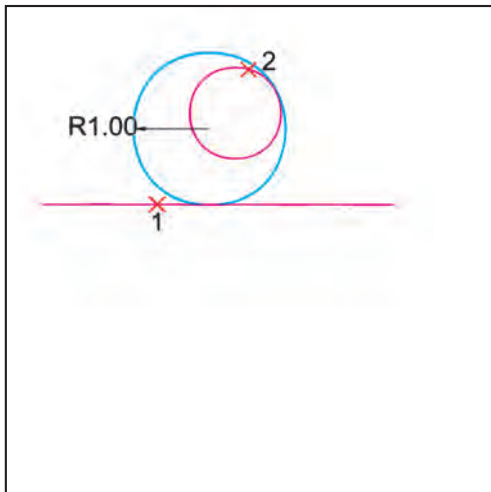
Σχήμα 55



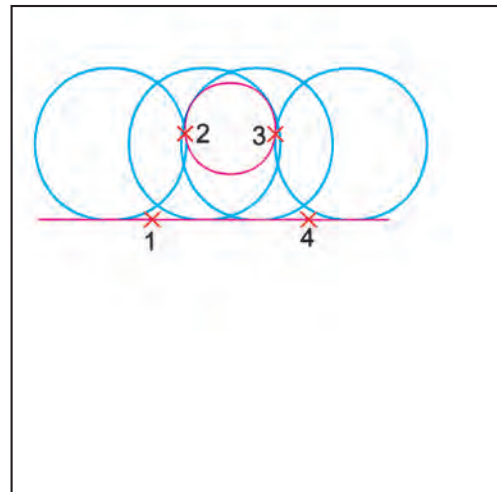
Σχήμα 56



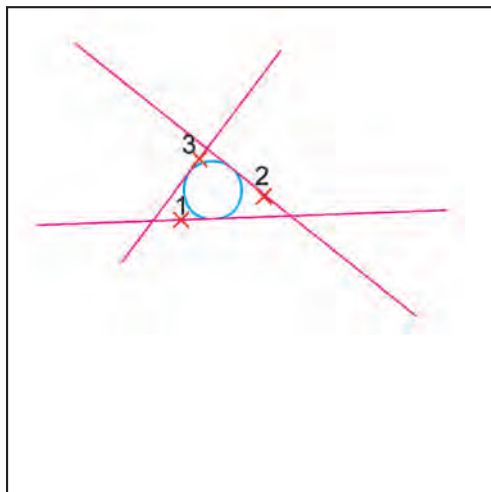
Σχήμα 57



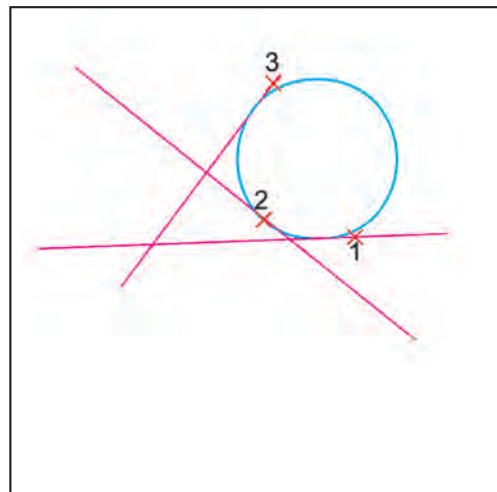
Σχήμα 58



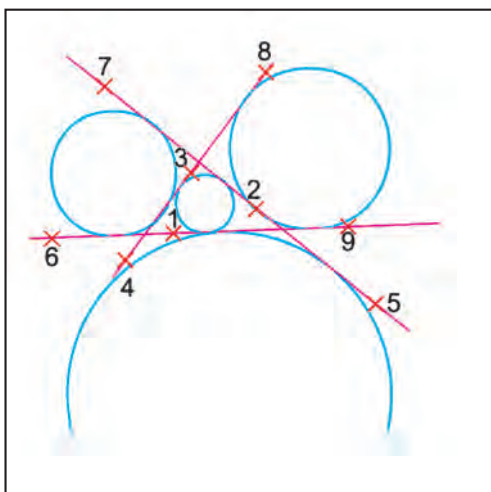
Σχήμα 59



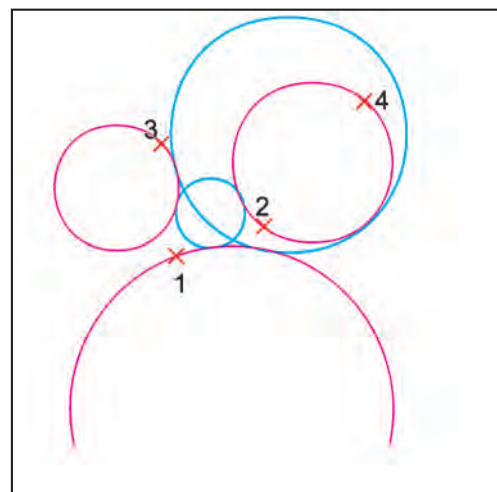
Σχήμα 60



Σχήμα 61



Σχήμα 62

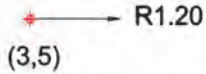


Σχήμα 63

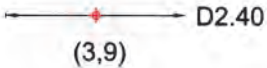
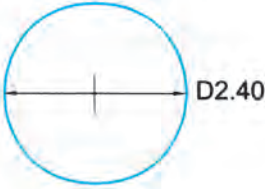
Χαρακτηριστικά σημεία ενός κύκλου, τα οποία μπορούμε να επιλέγουμε με έλξη αντικειμένων, είναι το κέντρο του και τα τέσσερα σημεία όπου τέμνεται από τις παράλληλες από το κέντρο του προς τους άξονες Χ και Υ. Επίσης, από εξωτερικό σημείο του κύκλου μπορούμε να φέρουμε τις εφαπτόμενες σε αυτόν, ενώ από σημείο εκτός της περιφέρειάς του μπορούμε να φέρουμε τις καθέτους προς αυτόν.

Ασκήσεις

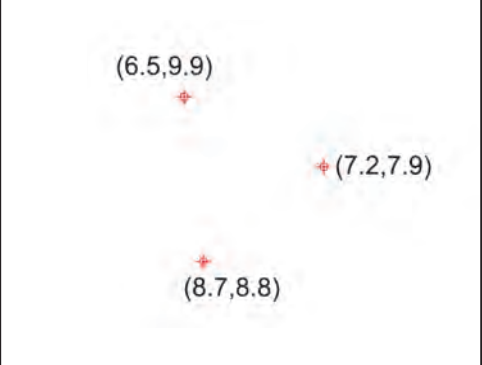
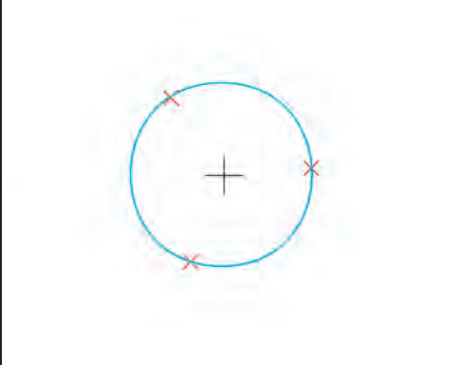
1. Σχεδιάστε κύκλο με κέντρο στο σημείο με συντεταγμένες (3, 5) και ακτίνα 1.2

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ
	

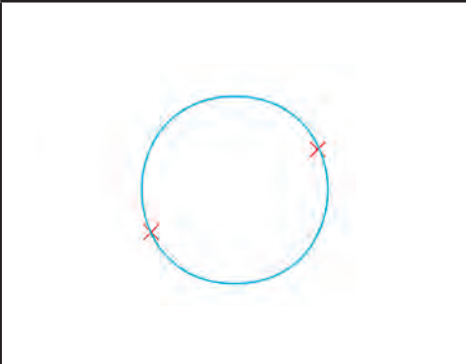
2. Σχεδιάστε κύκλο με κέντρο στο σημείο με συντεταγμένες (8, 9) και διάμετρο 2.4

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ
	

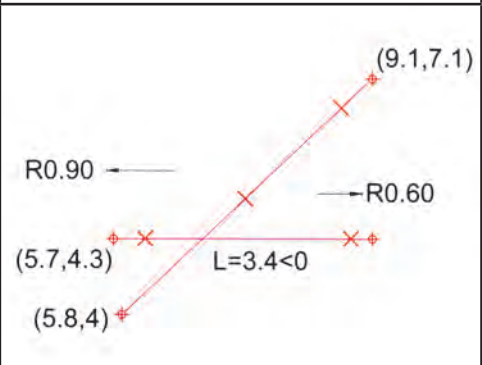
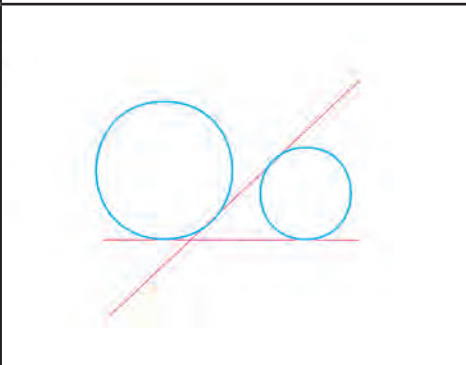
3. Σχεδιάστε κύκλο που να διέρχεται από τα σημεία με συντεταγμένες (6.5, 9.9) (7.2, 7.9) και (8.7, 8.8).

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ
	

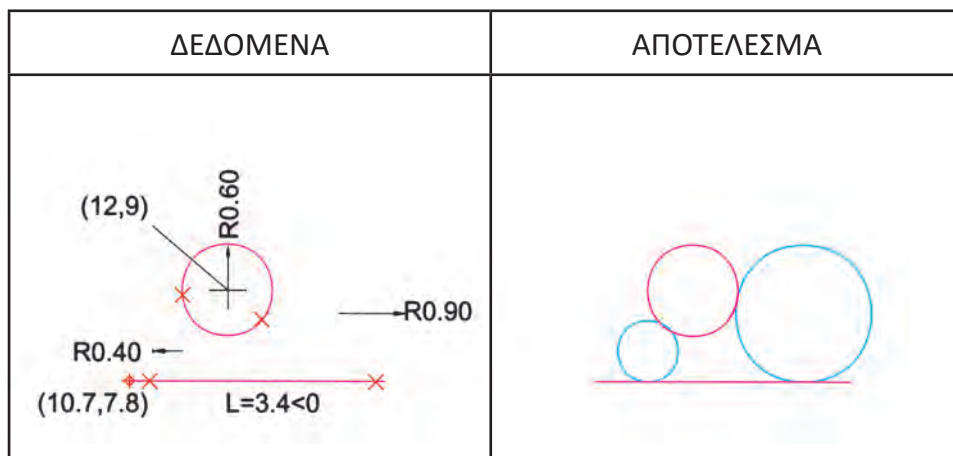
4. Σχεδιάστε κύκλο με αντιδιαμετρικά σημεία με συντεταγμένες (18.7, 5.4) και (12.9, 6.5).

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ
	

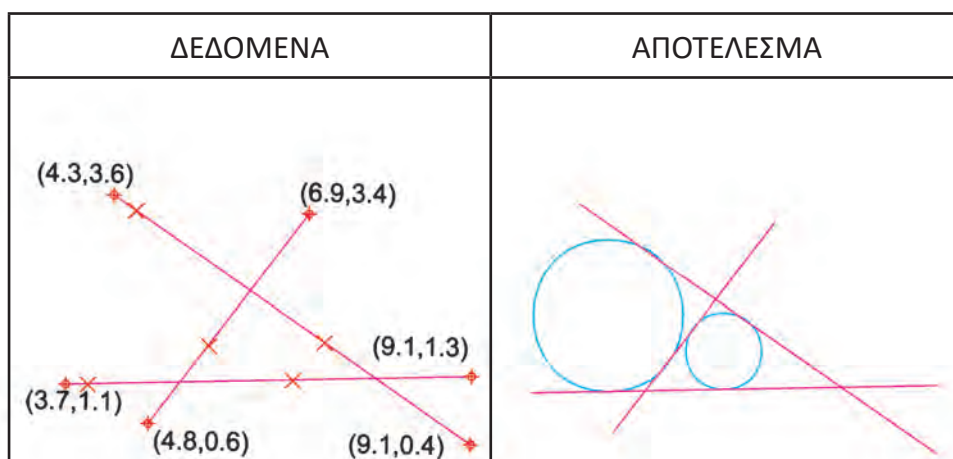
5. Σχεδιάστε τις ευθείες του σχήματος. Στη συνέχεια, με δεδομένες τις ευθείες, σχεδιάστε κύκλους με ακτίνες 0.90 και 0.60, που να εφάπτονται σε αυτές στις θέσεις που φαίνονται στο σχήμα.

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ
	

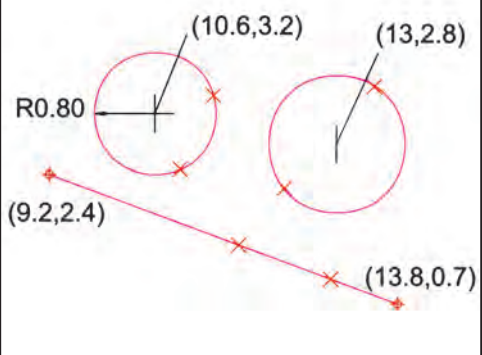
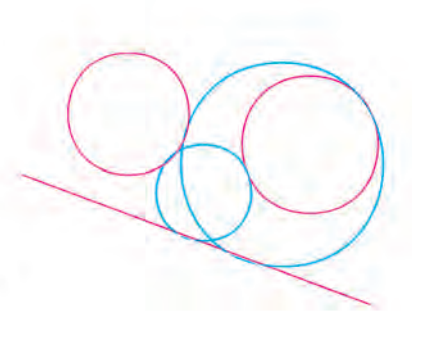
6. Σχεδιάστε την ευθεία και τον κύκλο του σχήματος των δεδομένων. Στη συνέχεια, με τα δεδομένα αυτά, σχεδιάστε κύκλους με ακτίνες 0.90 και 0.40, που να εφάπτονται στον κύκλο και στην ευθεία στις θέσεις που φαίνονται στο σχήμα.



7. Σχεδιάστε τις ευθείες του σχήματος. Στη συνέχεια, με δεδομένες τις ευθείες αυτές, σχεδιάστε όλους τους κύκλους που εφάπτονται και στις τρεις ευθείες.



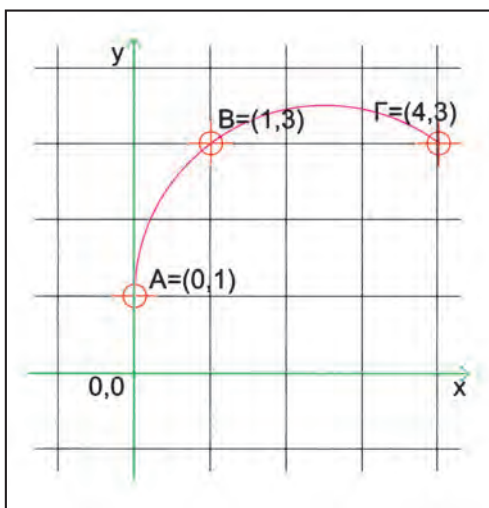
8. Σχεδιάστε την ευθεία και τους κύκλους του σχήματος των δεδομένων. Στη συνέχεια, με τα δεδομένα αυτά, σχεδιάστε κύκλους που να εφάπτονται στους κύκλους και στην ευθεία, όπως φαίνεται στο σχήμα των αποτελεσμάτων.

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ
	

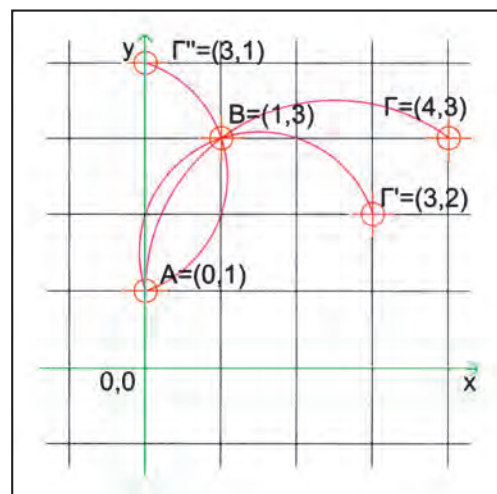
6.5. Κυκλικά τόξα: Εναλλακτικοί τρόποι σχεδίασης

Τα κυκλικά τόξα είναι τμήματα κύκλων. Αντίθετα με τη συμβατική σχεδίαση, όπου κατά κανόνα σχεδιάζουμε τόξα με το διαβήτη και χρειάζεται να ξέρουμε το κέντρο, την ακτίνα και τα όρια του τόξου, στη σχεδίαση με υπολογιστή υπάρχει συνήθως διαθέσιμη μια ποικιλία τρόπων σχεδίασης τόξων. Ένας διαισθητικός τρόπος είναι να ορίζουμε τρία σημεία από τα οποία διέρχεται το τόξο: το ένα άκρο, ένα τυχαίο σημείο του τόξου και το άλλο άκρο (Σχήμα 64). Τα τόξα, όπως και οι γωνίες, κατά κανόνα σχεδιάζονται (και μετριοούνται) αριστερόστροφα.

Σε ορισμένα προγράμματα ορίζουμε σταδιακά τα δεδομένα για τη σχεδίαση του τόξου. Τα δύο πρώτα στοιχεία χαρακτηρίζουν μια δέσμη τόξων, από την οποία το τρίτο καθορίζει ποιο τόξο τελικά θα σχεδιάσουμε (Σχήμα 65). Είναι βέβαια απαραίτη-



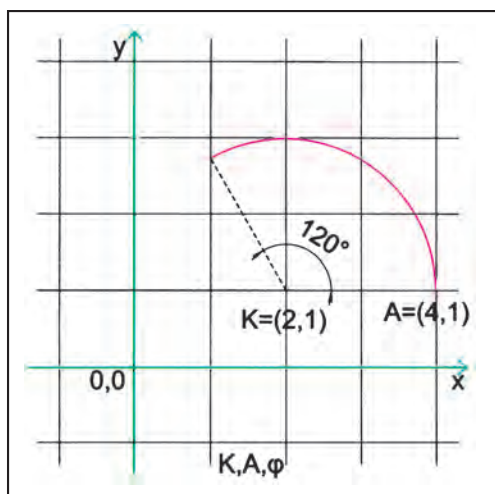
Σχήμα 64



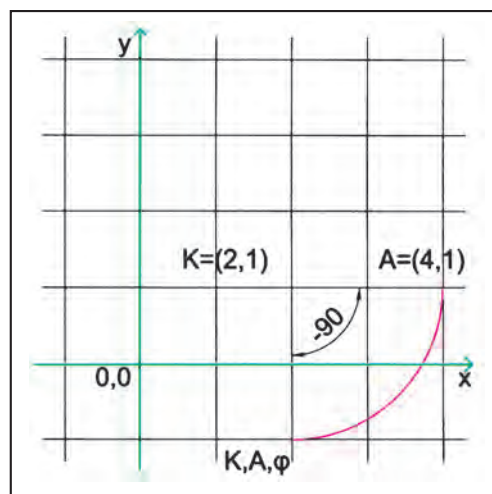
Σχήμα 65

το να έχουμε πάντοτε «συνεννοηθεί» με τον υπολογιστή σχετικά με το ποιο στοιχείο του δίνουμε. Καταλαβαίνετε ότι αν εμείς δίνουμε το άκρο ενός τόξου, ενώ ο υπολογιστής το ερμηνεύει ως κέντρο του τόξου, τα αποτελέσματα δε θα είναι αυτά που περιμένουμε. Ας δούμε, στη συνέχεια, μερικούς ακόμη τρόπους σχεδίασης τόξων.

Αν, αρχικά, δώσουμε το κέντρο του και ένα άκρο του, κατόπιν μπορούμε να



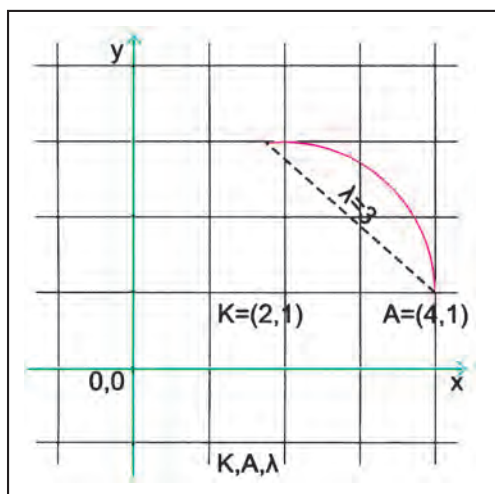
Σχήμα 66



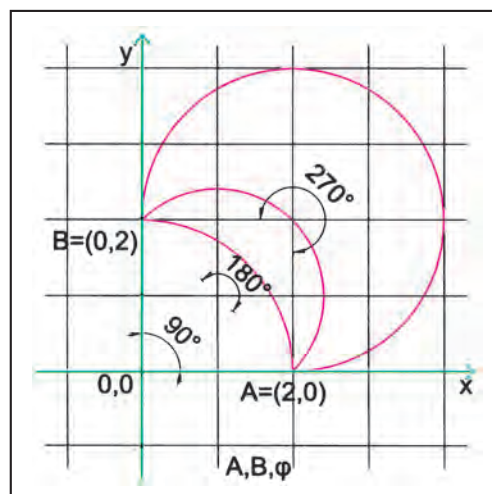
Σχήμα 67

προσδιορίσουμε το τόξο δίνοντας:

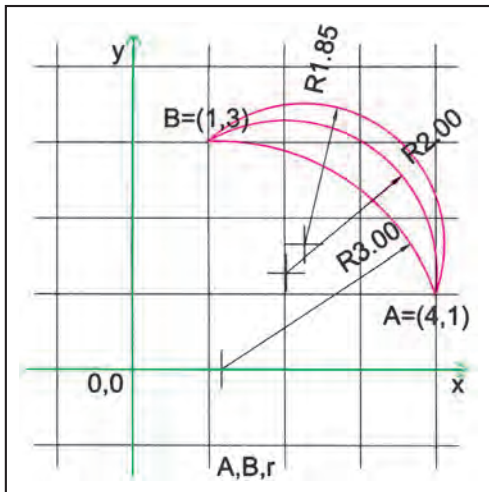
- την επίκεντρη γωνία, με πρόσημο που καθορίζει τη διεύθυνσή της (Σχήματα 66, 67), ή
- το άλλο άκρο (δηλαδή, ουσιαστικά πάλι την αντίστοιχη θετική επίκεντρη γωνία του, γιατί τα προηγούμενα στοιχεία δεν επιτρέπουν να διαλέξουμε οποιοδήποτε σημείο), ή
- το μήκος της χορδής του (Σχήμα 68).



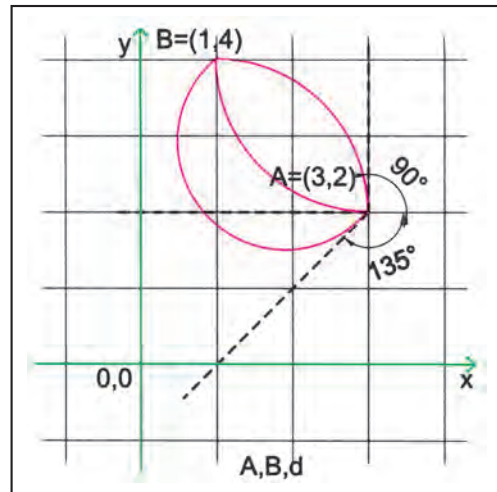
Σχήμα 68



Σχήμα 69



Σχήμα 70



Σχήμα 71

Αν, αρχικά, δώσουμε το τα δύο άκρα του, κατόπιν μπορούμε να προσδιορίσουμε το τόξο δίνοντας:

- τη γωνία του (Σχήμα 69), ή
- την ακτίνα του (Σχήμα 70), ή
- τη διεύθυνση στην οποία το τόξο είναι εφαπτόμενο στην αρχή του (Σχήμα 71).

Χαρακτηριστικά σημεία ενός τόξου, τα οποία μπορούμε να επιλέγουμε με έλξη αντικειμένων, είναι το κέντρο του και όσα υπάρχουν από τα τέσσερα χαρακτηριστικά σημεία του. Επίσης, από κατάλληλες θέσεις μπορούμε να φέρουμε μία ή δύο εφαπτόμενες σε αυτό και μία ή δύο καθέτους προς αυτό.

Ασκήσεις

1. Να χαραχτεί τόξο με άκρα τα σημεία με συντεταγμένες (2, 4) και (5, 2) και να περνάει από το σημείο (4, 5).

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ

2. Να χαραχτεί τόξο με κέντρο το σημείο με συντεταγμένες (6, 8), αρχή το σημείο (10, 8) και τέλος το σημείο (6, 12).

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ
$B=(6,12)$ $K=(6,8)$ $A=(10,8)$	

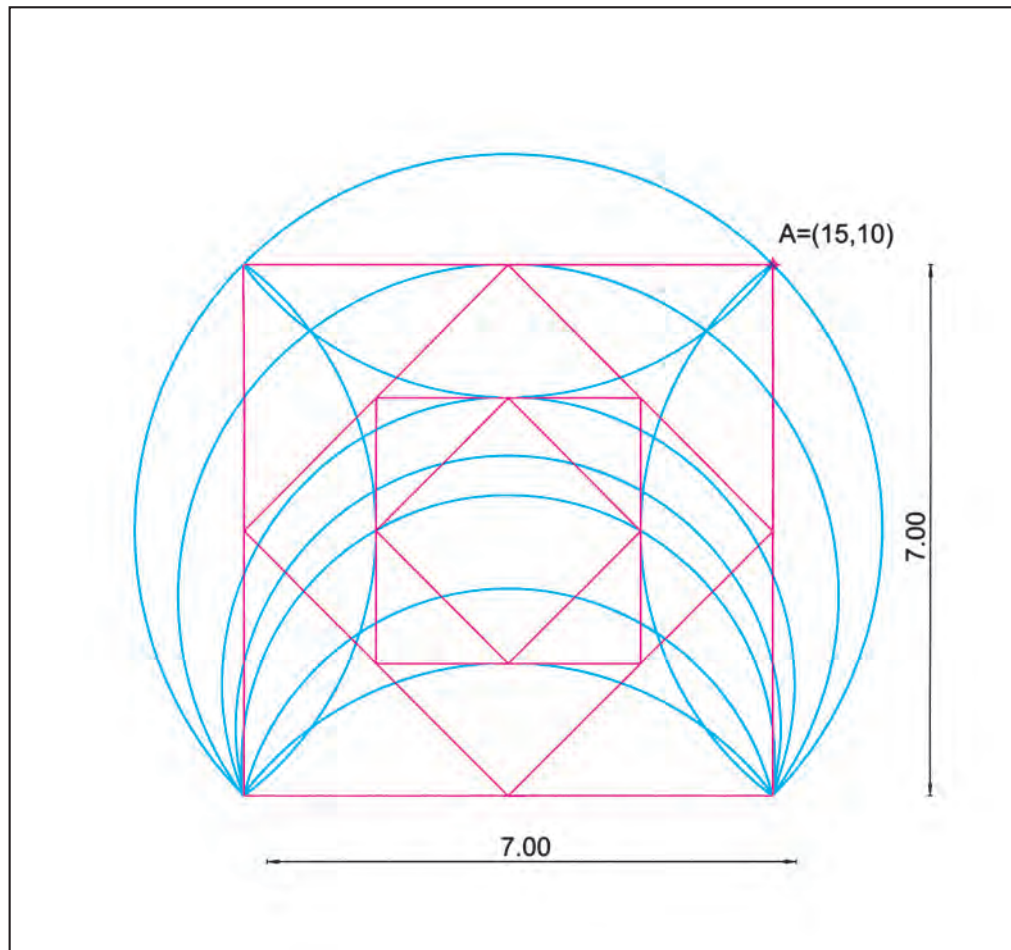
3. Να χαραχτεί τόξο με κέντρο το σημείο με συντεταγμένες (1, 10), αρχή το σημείο (3, 10) και επίκεντρη γωνία 240° .

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ
$K=(1,10)$ $A=(3,10)$ 240°	240°

4. Να σχεδιαστούν οι πόρτες, όπως φαίνεται στο σχήμα.

--	--

5. Να σχεδιαστούν τα τετράγωνα και τα τόξα του σχήματος. Προσοχή στην ακρίβεια επιλογής των σημείων.

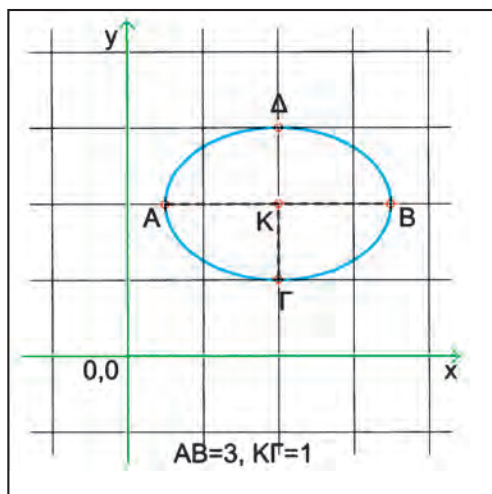


6.6. Ελλείψεις και ελλειπτικά τόξα

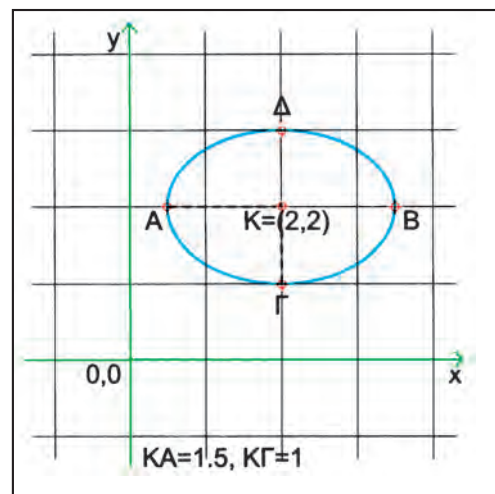
Όλα τα προγράμματα CAD δεν περιλαμβάνουν την έλλειψη στα βασικά απλά σχήματα που χειρίζονται. Υπάρχουν μάλιστα προγράμματα, τα οποία, ενώ διαθέτουν εντολές για σχεδίαση ελλείψεων, τελικά κατασκευάζουν ένα σύνθετο σχήμα, που απλώς προσεγγίζει την έλλειψη. Αυτό είναι σημαντικό μειονέκτημα για κάποιον που χρειάζεται να σχεδιάζει και να επεξεργάζεται ελλείψεις, γιατί δεν του παρέχει το πρόγραμμα τη δυνατότητα να τροποποιεί την έλλειψη, μεταβάλλοντας τις παραμέτρους της.

Συνήθως, σχεδιάζουμε ελλείψεις δίνοντας τα άκρα ενός από τους δύο άξονες της έλλειψης και το μέγεθος του άλλου άξονα ή το κέντρο και τα μεγέθη των αξόνων (Σχήματα 72, 73). Εναλλακτικά, μπορούμε, αντί για το μέγεθος του ημιάξονα, να δώσουμε ένα ακόμη σημείο της έλλειψης. Το σημείο θα πρέπει να βρίσκεται στη λωρίδα που ορίζεται από τον άξονα, αν μετακινηθεί πάνω στη μεσοκάθετό του.

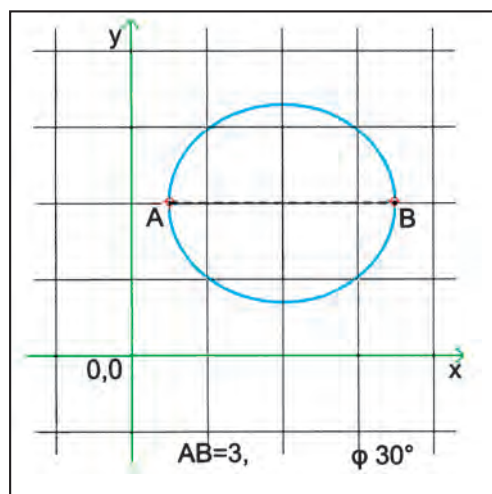
Τέλος, μπορούμε να ορίσουμε μια έλλειψη δίνοντας το μεγάλο της άξονα και τη (δίεδρη) γωνία που σχηματίζεται από το επίπεδο της έλλειψης και από τον κύκλο του οποίου η προβολή συμπίπτει με την έλλειψη (Σχήματα 74, 75).



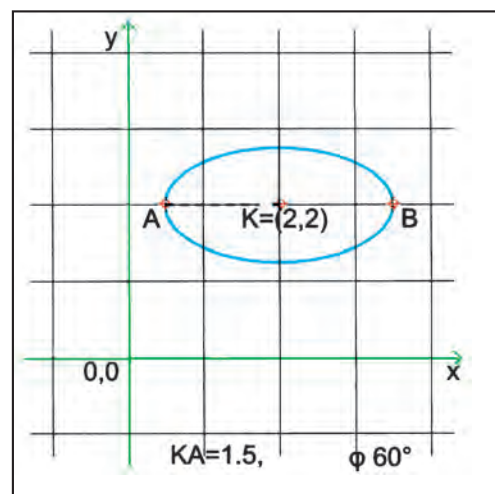
Σχήμα 72



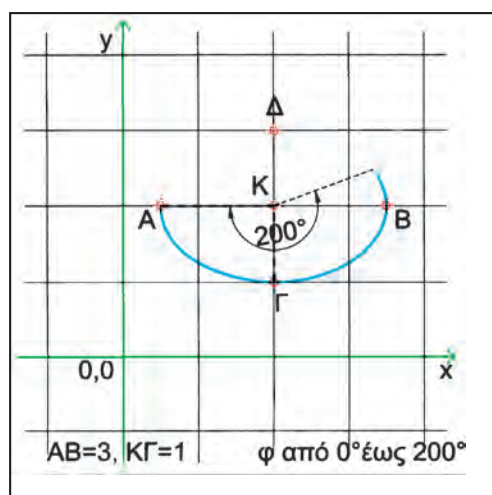
Σχήμα 73



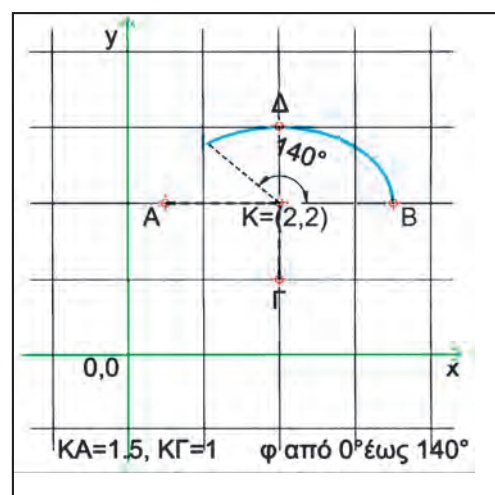
Σχήμα 74



Σχήμα 75



Σχήμα 76

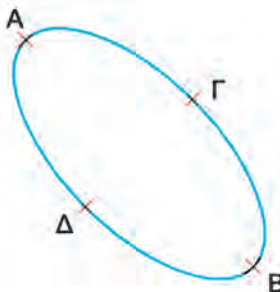


Σχήμα 77

Ορισμένα προγράμματα επιτρέπουν να σχεδιάσουμε και ελλειπτικά τόξα. Αυτό γίνεται, αν ορίσουμε κατ' αρχάς την αντίστοιχη με το τόξο έλλειψη, και δώσουμε, στη συνέχεια, την αρχική και την τελική γωνία. Οι γωνίες αυτές μετριοούνται από το κέντρο της έλλειψης και από το μεγάλο άξονα και ορίζουν την αρχή και το τέλος του τόξου. Το τόξο σχεδιάζεται ανάμεσα στα δύο αυτά σημεία, κατά κανόνα αντίθετα στη φορά των δεικτών του ρολογιού (Σχήματα 76, 77).

Ασκήσεις

1. Να χαραχτεί έλλειψη με άκρα του ενός άξονα τα σημεία με συντεταγμένες (1, 4) και (4, 1) και μήκος του άλλου άξονα 2.

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ
$A=(1,4)$  $B=(4,1)$  $\Gamma\Delta=2$	

2. Να χαραχτεί ελλειπτικό τόξο, όπως φαίνεται στο σχήμα.

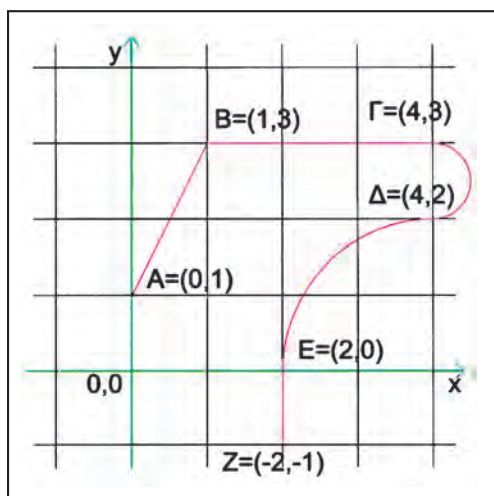
ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ
$\Gamma=(2,3)$  140°  B  $K=(2,2)$  $A=(3.5,2)$  Δ  $\varphi=140^\circ$	

Από τα «γράμματα» στις «λέξεις»: Πιο σύνθετα σχήματα

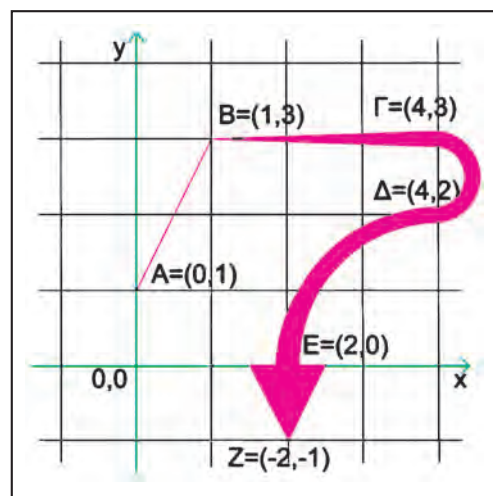
Αν κάποιος είχε τη δυνατότητα να σχεδιάζει μόνο τα σχήματα που είδαμε στο κεφάλαιο 6, δε θα μπορούσε να κάνει ένα σύνθετο σχέδιο ιδιαίτερα γρήγορα και αποτελεσματικά. Γι' αυτό, πολλά προγράμματα παρέχουν εντολές που επιτρέπουν τη σχεδίαση σύνθετων γραμμών με συστηματοποιημένο και ευκολότερο τρόπο. Στη συνέχεια, θα αναφερθούμε σε μερικά αντιπροσωπευτικά δείγματα τέτοιων γραμμών.

7.1. Πολύγραμμα

Πολύγραμμα είναι σύνθετες γραμμές που αποτελούνται από ευθύγραμμα τμήματα και από τόξα. Μπορεί να είναι ανοικτές ή κλειστές. Επιπλέον, σε ορισμένα προγράμματα τα πολύγραμμα μπορεί να έχουν πάχος, και μάλιστα το πάχος τους μπορεί να διαφέρει ανά τμήμα, αλλά και να μεταβάλλεται ομαλά κατά μήκος του ίδιου τμήματος (Σχήμα 78, 79).



Σχήμα 78



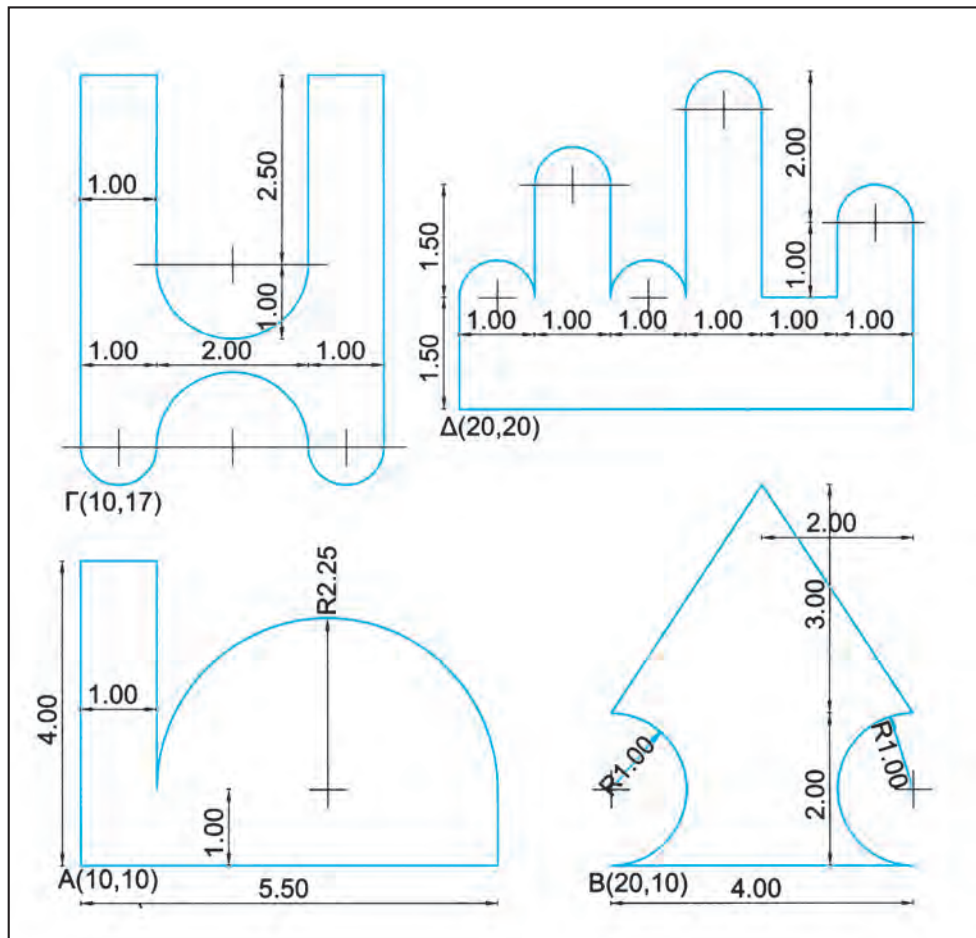
Σχήμα 79

Ανάλογα με το πρόγραμμα, η εντολή σχεδίασης πολυγράμμων μπορεί να δέχεται πολλές παραμέτρους, που ρυθμίζουν τη μορφή των τμημάτων (αν, δηλαδή, το επόμενο τμήμα θα είναι ευθύγραμμο ή καμπύλο) και το πάχος αρχής και τέλους κάθε τμήματος ή που διευκολύνουν εργασίες όπως το «κλείσιμο» ενός πολυγράμμου, τη σχεδίαση ευθύγραμμου τμήματος κατά την εφαιπτομένη του προηγούμενου του τόξου, τη σχεδίαση τόξου που να ξεκινά προς ορισμένη κατεύθυνση κτλ.

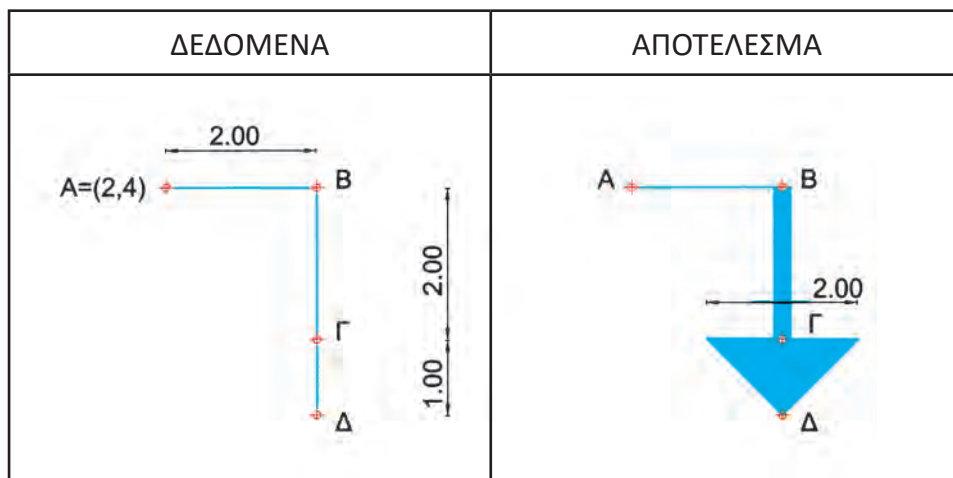
Τα πολύγραμμα μπορεί κανείς να τα επεξεργαστεί και εκ των υστέρων, τροποποιώντας επιμέρους χαρακτηριστικά τους ή και δημιουργώντας από αυτά καμπύλες, που τα προσεγγίζουν με διάφορους τρόπους.

Ασκήσεις

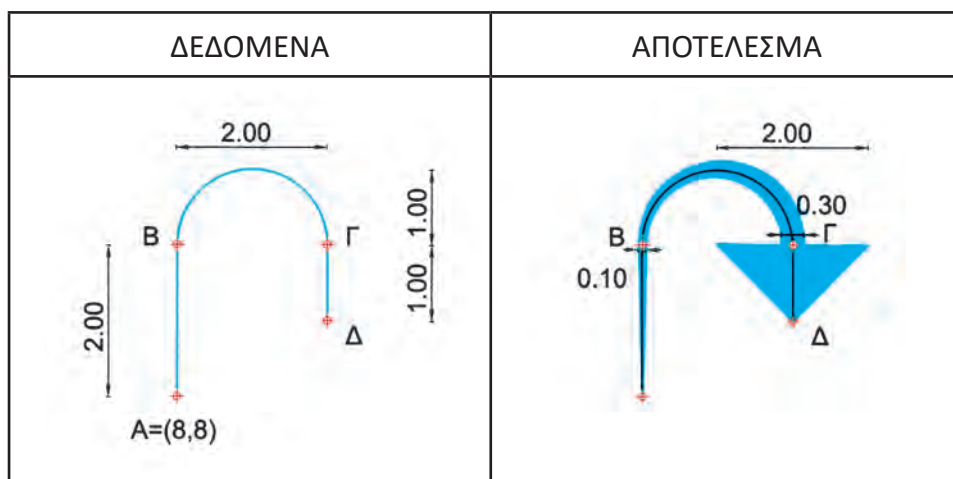
1. Να σχεδιαστούν τα σχήματα με πολύγραμμα που ξεκινούν από τα σημεία των οποίων δίνονται οι συντεταγμένες.



2. Να σχεδιαστεί το πολύγραμμο του σχήματος που διέρχεται από τα σημεία A, B, Γ, Δ. Τα πάχη των γραμμών είναι 0 για το τμήμα AB, 0.2 για το τμήμα BΓ, ενώ το ΓΔ έχει μεταβλητό πάχος από 2 έως 0.

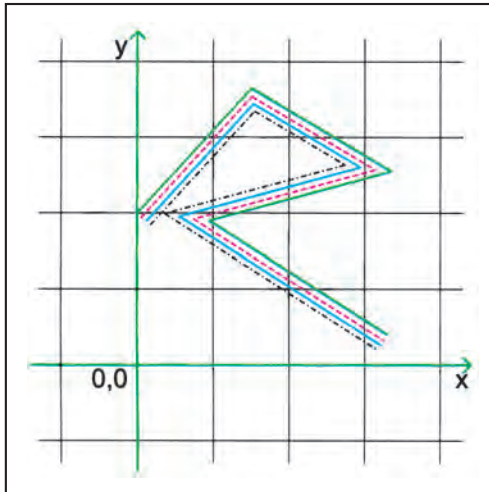


3. Να σχεδιαστεί το πολύγραμμο του σχήματος που διέρχεται από τα σημεία A, B, Γ, Δ. Όλα τα τμήματα αυτού του πολυγράμμου έχουν μεταβλητό πάχος. Τα πάχη είναι από 0 έως 0.1 στο τμήμα AB, από 0.1 έως 0.3 στο τόξο BΓ και από 2 έως 0 στο τμήμα ΓΔ.

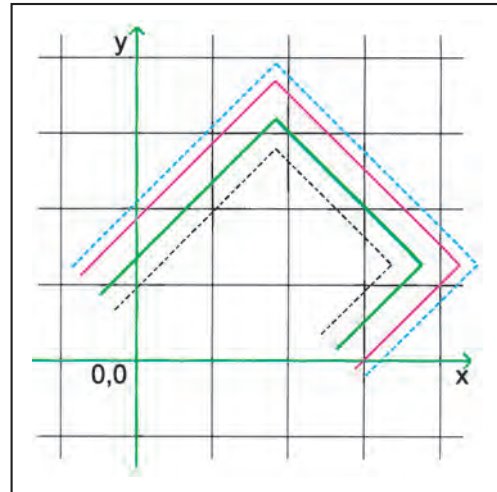


7.2. Πολλαπλές γραμμές

Πολλαπλές γραμμές είναι δέσμες παράλληλων γραμμών, τις οποίες σχεδιάζουμε σαν να επρόκειτο για μία γραμμή. Ορισμένα προγράμματα δίνουν τη δυνατότητα να προσδιορίσει κανείς διάφορους τύπους πολλαπλών παράλληλων γραμμών, και να τους μεταχειρίζεται για ευκολότερη σχεδίαση αντικειμένων όπως δρόμοι, διπλά ται (σε πλάγια όψη) κτλ. (Σχήματα 80, 81).



Σχήμα 80

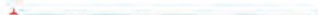
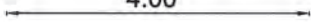


Σχήμα 81

Οι πολλαπλές γραμμές έχουν ειδική συμπεριφορά στην τομή τους (όπου ανάλογα με το πλήθος των γραμμών της δέσμης υπάρχουν διάφορες εναλλακτικές δυνατότητες) ή όταν διαγράφουν κλειστή διαδρομή.

Άσκηση

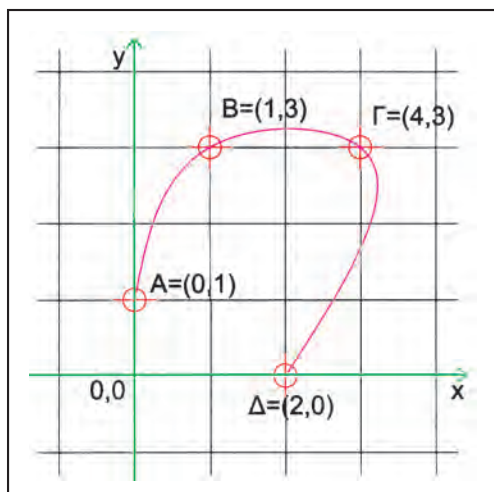
Να σχεδιαστούν τρεις οριζόντιες πολλαπλές γραμμές μήκους 4, με αρχή τα σημεία των οποίων δίνονται οι συντεταγμένες και αποστάσεις όπως στο σχήμα.

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ
$A=(1,6.5)$   1.00	  
$B=(1,4.5)$   0.50	 
$\Gamma=(1,3)$   0.30	 
	 4.00

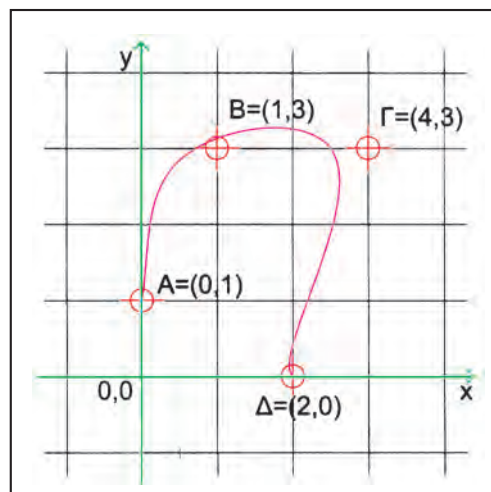
7.3. Καμπύλες splines

Πρόκειται για παραμετρικές καμπύλες που περνούν από ορισμένα σημεία ή τα προσεγγίζουν, ελκόμενες από αυτά, ανάλογα με την τιμή ορισμένων παραμέτρων τους. Μπορεί να χρησιμοποιηθούν για σχεδίαση ισοϋψών καμπυλών ή σε άλλες περιπτώσεις, όπου γνωρίζουμε ορισμένα σημεία μιας διαδρομής και θέλουμε να την προσεγγίσουμε με κάποια ομαλή καμπύλη (Σχήματα 82, 83).

Σχεδιάζονται με αντίστοιχη εντολή (σε όσα προγράμματα παρέχουν τη δυνατότητα σχεδίασης spline) όπου και καθορίζονται διαδοχικά χαρακτηριστικά σημεία.



Σχήμα 82



Σχήμα 83

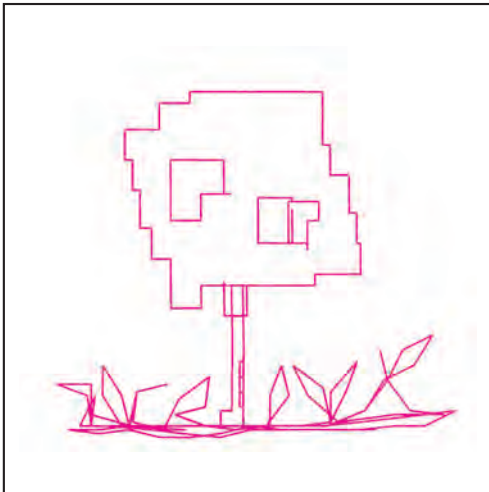
Άσκηση

Να σχεδιαστεί μια αρμονική καμπύλη, που να διέρχεται, διαδοχικά, από τα σημεία με συντεταγμένες $(0, 1)$ $(1, 3)$ $(4, 3)$ και $(2, 0)$.

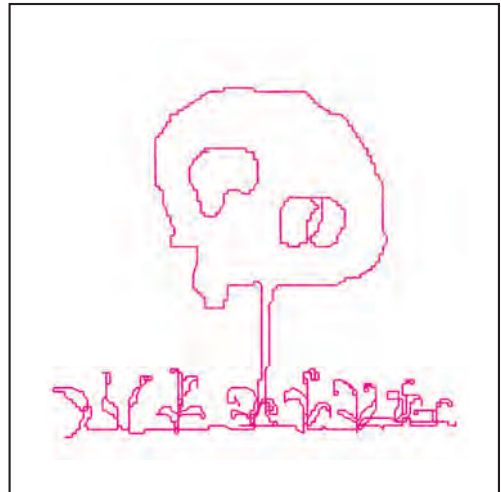
ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ

7.4. Ελεύθερη σχεδίαση

Τα προγράμματα γραμμικού σχεδίου συνήθως δεν είναι ιδιαίτερα ευέλικτα στην ελεύθερη σχεδίαση. Πολλά από αυτά παρέχουν τη δυνατότητα να «σκιτσά-ρει» κανείς με ελεύθερο χέρι. Όμως, στην πραγματικότητα, προσεγγίζουν την «ελεύθερη» γραμμή με μια σειρά από (συχνά ασύνδετα μεταξύ τους) μικρά ευθύ-γραμμα τμήματα. Το ελάχιστο μήκος των τμημάτων αυτών (βήμα σχεδίασης) είναι παράμετρος που μπορεί να επιλέγει ο χρήστης. Οι υποεντολές κατά τη διαδικασία του σκιτσαρίσματος αφορούν κυρίως το ανέβασμα και το κατέβασμα της γραφίδας (δηλαδή, αν η μετακίνηση του σταυρονήματος καταγράφεται ως γραμμή ή όχι) (Σχήματα 84, 85).



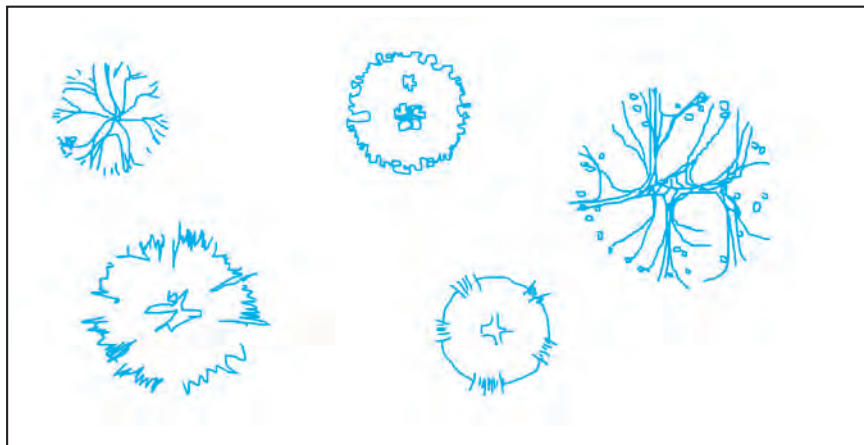
Σχήμα 84



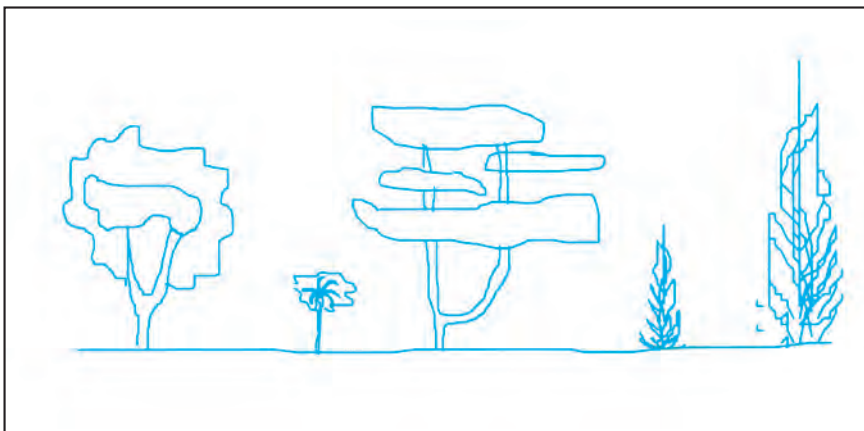
Σχήμα 85

Ασκήσεις

1. Προσπαθήστε να σχεδιάσετε δένδρα σε κάτοψη, με βήμα σχεδίασης 0.01

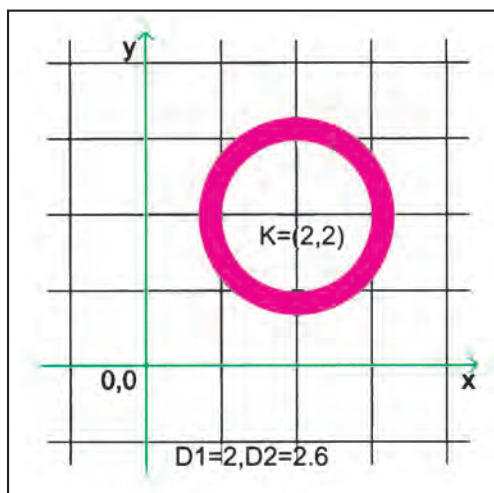


2. Προσπαθήστε να σχεδιάσετε δένδρα σε όψη, με βήμα σχεδίασης 0.01

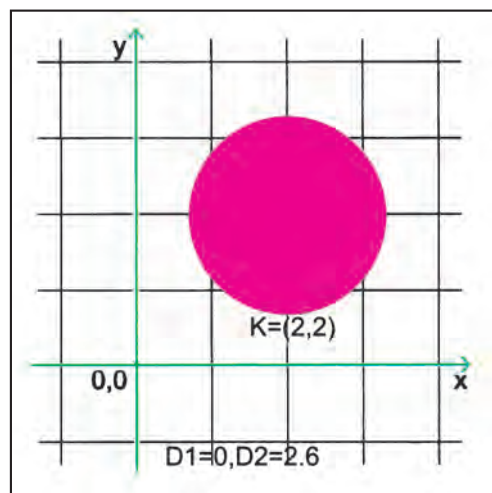


7.5. Κυκλικός δακτύλιος και δίσκος

Ορισμένα προγράμματα υποστηρίζουν τη σχεδίαση κυκλικών δακτυλίων, δηλαδή περιοχών μεταξύ δύο ομόκεντρων κύκλων. Όταν ο εσωτερικός κύκλος έχει ακτίνα μηδενική, αντί για δακτύλιο σχηματίζεται δίσκος (Σχήματα 86, 87). Ο τρόπος



Σχήμα 86



Σχήμα 87

σχεδίασης δακτυλίων και δίσκων είναι ανάλογος με τον τρόπο σχεδίασης κύκλων. Δίνουμε την αντίστοιχη εντολή, με παραμέτρους το κέντρο του δακτυλίου και τις δύο ακτίνες ή διαμέτρους του.

Άσκηση

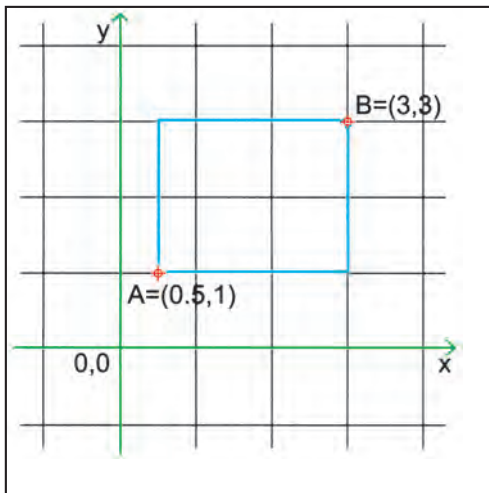
Να κατασκευαστεί κυκλικός δακτύλιος με κέντρο το σημείο με συντεταγμένες (2, 2), εσωτερική διάμετρο 2 και εξωτερική διάμετρο 2.6

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ
$K=(2,2)$ $D1=2, D2=2.6$	

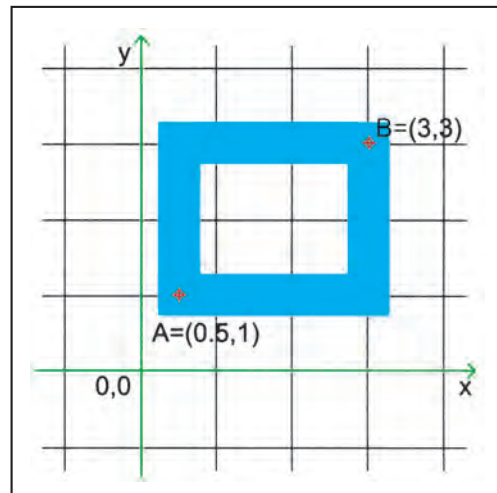
7.6. Ορθογώνιο παραλληλόγραμμο

Το ορθογώνιο παραλληλόγραμμο είναι μια κλειστή τεθλασμένη γραμμή που αποτελείται από τέσσερις πλευρές παράλληλες ανά δύο, και με τα ζεύγη των παραλλήλων να τέμνονται κάθετα μεταξύ τους. Οι τέσσερις γωνίες του είναι, λοιπόν, ορθές, οι απέναντι πλευρές του ίσες και παράλληλες και οι δύο διαγώνιοί του ίσες.

Ένα ορθογώνιο παραλληλόγραμμο, με πλευρές παράλληλες προς τους άξονες X και Y , ορίζεται πλήρως από τα άκρα μίας διαγωνίου του. Συνεπώς, η αντίστοιχη διαδικασία συνήθως χρειάζεται τα άκρα μιας διαγωνίου ως παραμέτρους. Το περιγράμμα του παραλληλόγραμμου μπορεί να σχεδιάζεται και με πάχος (Σχήμα 88, 89).

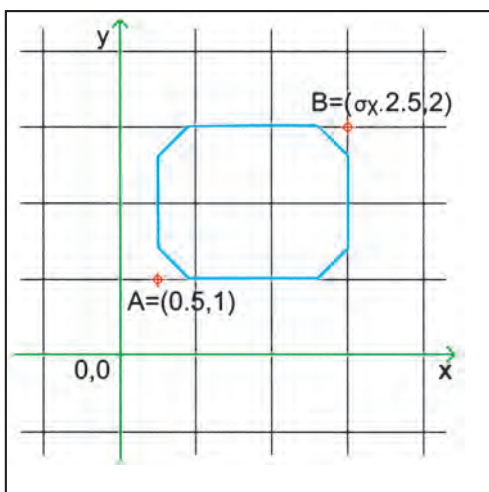


Σχήμα 88

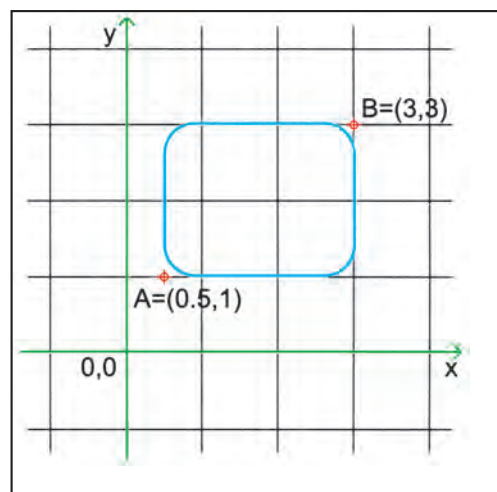


Σχήμα 89

Ορισμένα προγράμματα δίνουν τη δυνατότητα να σχεδιάσει κανείς ορθογώνια παραλληλόγραμμο με «κομμένες» γωνίες (Σχήμα 90) ή με εξομαλυμένες με τόξα συναρμογής (ετικέτες) (Σχήμα 91). Σε άλλα προγράμματα, για να σχεδιάσει κανείς



Σχήμα 90



Σχήμα 91

μια ετικέτα, σχεδιάζει πρώτα το ορθογώνιο παραλληλόγραμμο και κατόπιν το τροποποιεί, όπως θα δούμε σε επόμενο κεφάλαιο.

Ασκήσεις

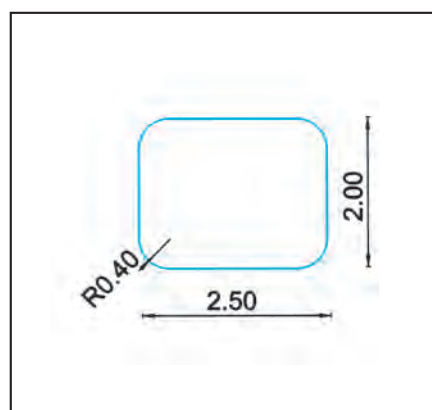
1. Σχεδιάστε ορθογώνιο παραλληλόγραμμο με συντεταγμένες διαγωνίου (0.5, 1) και (3, 3).

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ

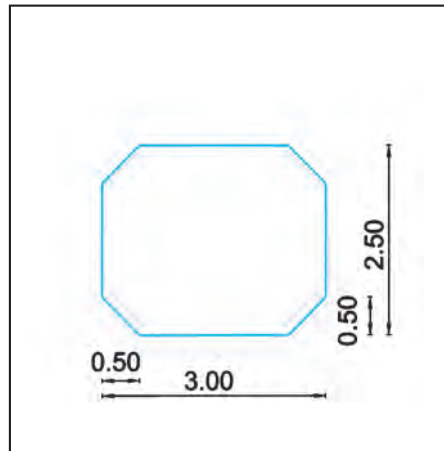
2. Σχεδιάστε παραλληλόγραμμο με κάτω αριστερή κορυφή το σημείο με συντεταγμένες (4, 4) και μεγέθη (πλάτος επί ύψος) (0.8 x 1.2) (1 x 1) και (2 x 2.3).

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ

3. Σχεδιάστε την ετικέτα με διαστάσεις 2.5 x 2 και στρογγύλεμα γωνιών με ακτίνα 0.4.



4. Σχεδιάστε την ετικέτα με διαστάσεις 3.5 x 2 και απότμηση γωνιών σε απόσταση 0.5.

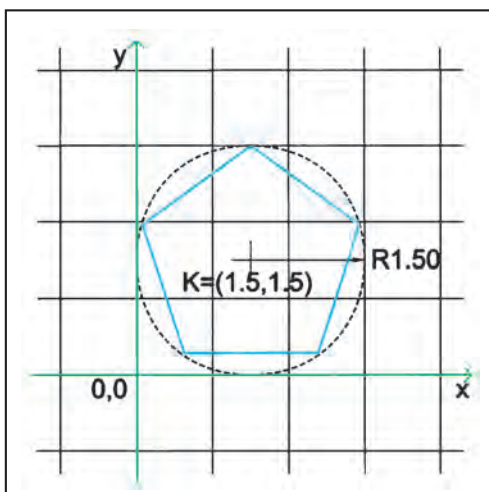


7.7. Κανονικά πολύγωνα

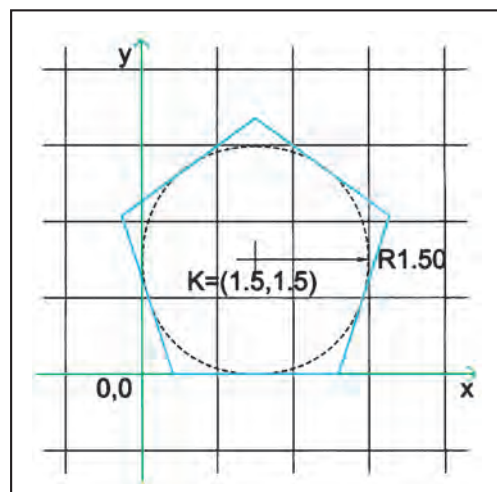
Πολύγωνα είναι όλες οι κλειστές τεθλασμένες γραμμές που έχουν τρεις ή περισσότερες πλευρές. Κανονικά, όμως, πολύγωνα ονομάζονται μόνο τα πολύγωνα που έχουν όλες τις πλευρές τους και όλες τις γωνίες τους ίσες.

Κάθε κανονικό πολύγωνο μπορεί και να εγγράφεται σε κύκλο και να περιγράφεται σε άλλο κύκλο. Ένα πολύγωνο είναι εγγεγραμμένο σε κύκλο, όταν οι κορυφές του είναι σημεία του κύκλου αυτού (οι πλευρές του είναι τότε χορδές του κύκλου) (Σχήμα 92). Είναι περιγεγραμμένο σε κύκλο, όταν οι πλευρές του εφάπτονται στον κύκλο (τα μέσα των πλευρών του είναι τότε τα σημεία επαφής του με τον κύκλο) (Σχήμα 93).

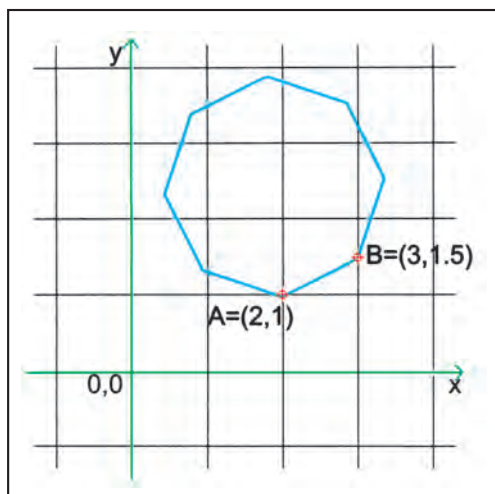
Στα προγράμματα που διαθέτουν εντολές για τη σχεδίαση πολυγώνων, οι παράμετροι που δίνει ο χρήστης είναι συνήθως το κέντρο του πολυγώνου, ο αριθμός των πλευρών, η ακτίνα του εγγεγραμμένου ή του περιγεγραμμένου κύκλου και η διεύθυνση μιας πλευράς (ή η θέση μιας κορυφής).



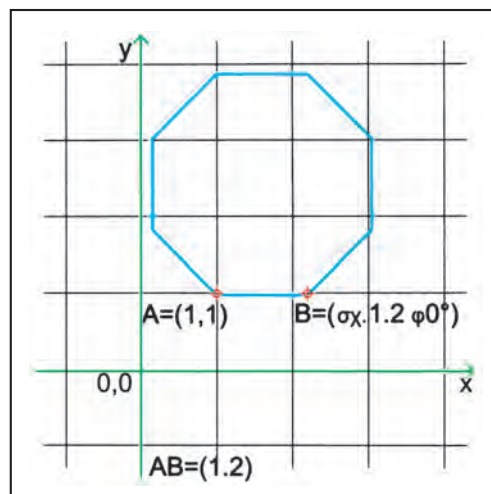
Σχήμα 92



Σχήμα 93



Σχήμα 94



Σχήμα 95

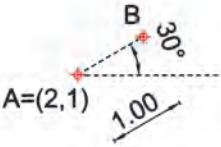
Ένας διαφορετικός τρόπος σχεδίασης που παρέχουν ορισμένα προγράμματα είναι με ορισμό των άκρων μιας πλευράς του κανονικού πολυγώνου, αφού πρώτα δοθεί ο αριθμός των πλευρών του. Το πολύγωνο σχεδιάζεται (κατά κανόνα αριστερόστροφα) με αφετηρία την πλευρά αυτή (Σχήματα 94, 95).

Ασκήσεις

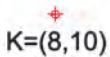
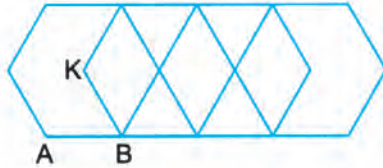
1. Σχεδιάστε δύο πεντάγωνα με κέντρο το σημείο με συντεταγμένες (1.5, 1.5) και τη μία πλευρά (βάση) οριζόντια. Το ένα πεντάγωνο να είναι περιγεγραμμένο σε κύκλο ακτίνας 1.5 και το άλλο εγγεγραμμένο στον ίδιο κύκλο.

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ
$K=(1.5, 1.5)$ $\rightarrow$ $R1.50$	

2. Σχεδιάστε οκτάγωνο πλευράς AB με τα δεδομένα του σχήματος. Προαιρετικά, δοκιμάστε να σχεδιάσετε οκτάγωνο πλευράς BA. Τι παρατηρείτε;

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ
	

3. Σχεδιάστε τα τέσσερα εξάγωνα του σχήματος, με δεδομένα το κέντρο K του πρώτου με συντεταγμένες (8, 10) και πλευρά AB = 1.

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ
 $K=(8,10)$ $AB=1$	

7.8. Σύνθετα σχήματα που ορίζει ο χρήστης

Εκτός από τα διάφορα σύνθετα σχήματα, την κατασκευή των οποίων υποστηρίζουν ορισμένα προγράμματα με ειδικές εντολές, τα περισσότερα προγράμματα επιτρέπουν να ορίσει ο χρήστης δικά του σχήματα, για να τα χρησιμοποιεί ως σχήματα αναφοράς (ή πρότυπα) για την κατασκευή άλλων όμοιων σχημάτων. Στο θέμα αυτό, επειδή είναι πολύ σημαντικό για τη σχεδίαση με ηλεκτρονικό υπολογιστή, θα αναφερθούμε εκτενώς στο κεφάλαιο 12, «Πρότυπα αντικειμένων: Σύνθετα σχήματα που ορίζει ο χρήστης».



«Διαφανή φύλλα» σχεδίασης

Στο παραδοσιακό σχέδιο συχνά σχεδιάζουμε σε διαφανές χαρτί. Το διαφανές χαρτί σχεδίου μας εξασφαλίζει και τη δυνατότητα να βλέπουμε συγχρόνως (και να συγκρίνουμε) πολλά σχέδια, βάζοντας το ένα πάνω στο άλλο. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο σε περιπτώσεις κατά τις οποίες τα σχέδια έχουν κάποια στενή σχέση μεταξύ τους όπως, για παράδειγμα, οι κατόψεις των ορόφων ενός κτιρίου. Μπορούμε, τότε, να χρησιμοποιήσουμε ένα σχέδιο ως βάση, για να δημιουργήσουμε κάποιο άλλο (π.χ. από την κάτοψη ενός ορόφου μπορούμε να σχεδιάσουμε την κάτοψη ενός άλλου ορόφου ή από κατόψεις να σχεδιάσουμε όψεις και τομές).

Βάζοντας τα σχέδια το ένα πάνω στο άλλο, μπορούμε, ακόμη, να ελέγχουμε εύκολα ότι τα περιγράμματα των κατόψεων και τα φέροντα στοιχεία (κολόνες, τοιχία κτλ.) συμπίπτουν όπου επιθυμούμε. Αντίστοιχα, μπορούμε εύκολα να ελέγχουμε τη συνέπεια διάφορων σχεδίων μεταξύ τους (κατόψεων, όψεων, τομών).

Για τους πρακτικούς αυτούς λόγους η χρήση των διαφανών φύλλων για σχεδίαση είναι πολύ διαδεδομένη, και οποιοσδήποτε παραδοσιακός σχεδιαστής θα δυσκολευόταν να σχεδιάσει σε αδιαφανές χαρτί.

Στο CAD η έννοια των διαφανών σχεδίασης υπάρχει, είναι εξίσου καθοριστική όπως και στο συμβατικό σχέδιο, και μάλιστα έχει επεκταθεί καλύπτοντας οργανωτικές ανάγκες του σχεδίου.

Στο παραδοσιακό σχέδιο, κατά κανόνα, κάθε σχέδιο γίνεται σε ένα χαρτί. Μπορούμε να σκεφτούμε περιπτώσεις εξαιρέσεων, όπου διάφορα στοιχεία του ίδιου σχεδίου θα σχεδιάζονταν σε διαφορετικά χαρτιά, όπως, π.χ., να σχεδιάσουμε σε διαφορετικά διαφανή τα κείμενα για μια κάτοψη που επιθυμούμε να παρουσιάσουμε σε διάφορες γλώσσες. Και σε αυτή την περίπτωση, όμως, η συνήθης πρακτική είναι να δημιουργούμε φωτοτυπίες, επίσης σε διαφανές χαρτί, και να συμπληρώνουμε τα στοιχεία που θέλουμε στις φωτοτυπίες αυτές (δηλαδή, πάλι να έχουμε το κάθε σχέδιό μας ολόκληρο σε ένα μόνο χαρτί).

Στο CAD, αντίθετα, ο κανόνας είναι το κάθε σχέδιο να εκτείνεται σε αρκετά διαφανή. Σε μια κάτοψη, για παράδειγμα, θα χρησιμοποιούσαμε ένα διαφανές για τους

τεμνόμενους τοίχους, ένα για τους προβαλλόμενους τοίχους, ένα για τα έπιπλα, ένα για τα ονόματα των χώρων, ένα για τις διαστάσεις κ.ο.κ.

Κάθε διαφανές στο CAD ξεχωρίζει με το όνομά του και έχει ένα χρώμα και έναν τύπο γραμμής. Το χρώμα και ο τύπος γραμμής φαίνονται στα αντικείμενα που είναι σχεδιασμένα πάνω στο διαφανές. Δηλαδή, όταν ένα σχήμα σχεδιαστεί σε ένα διαφανές, παίρνει, κατά κανόνα, το χρώμα και τον τύπο γραμμής που του κληροδοτεί το διαφανές αυτό. Το όνομα, το χρώμα και τον τύπο γραμμής για κάθε διαφανές τα ορίζει ο σχεδιαστής.

Με κατάλληλη, συνεπώς, επιλογή χρωμάτων και τύπων γραμμών μπορεί κανείς, πολύ εύκολα, να διαπιστώνει αν σε ένα σχέδιο όλα τα ομοειδή αντικείμενα έχουν διαχωριστεί σωστά και αν έχουν τοποθετηθεί σε διαφορετικά διαφανή. Αν, μάλιστα, διαπιστωθεί ότι κάποιο στοιχείο του σχεδίου έχει τοποθετηθεί σε διαφορετικό διαφανές, μπορεί κανείς εύκολα να το «μεταφέρει» στο διαφανές στο οποίο πρέπει να βρίσκεται. Μόλις ολοκληρωθεί η διαδικασία αυτή της «μεταφοράς», το αντικείμενο εμφανίζεται με το χρώμα και τον τύπο γραμμής που του κληροδοτεί το νέο του διαφανές. Προσοχή: Κατά τη διαδικασία αυτή το αντικείμενο δεν αλλάζει θέση στο χώρο. Αλλάζει μόνο διαφανές πάνω στο οποίο είναι σχεδιασμένο, δηλαδή αλλάζει κατηγορία.

Εύκολα παρατηρεί κανείς ότι, αν συνδυάζαμε στο ίδιο αρχείο σχεδίου τις κατόψεις πολλών ορόφων, τα ήδη πολλά διαφανή που αναφέραμε για έναν όροφο θα πολλαπλασιάζονταν επί τον αριθμό των ορόφων. Αυτή η πρακτική πολύ γρήγορα οδηγεί σε μεγάλο αριθμό διαφανών στο σχέδιό μας, δημιουργώντας και ανάλογες δυσκολίες στη διαχείρισή τους. Όμως, τα πλεονεκτήματα από τη συγκέντρωση όλων των στοιχείων του σχεδίου στο ίδιο αρχείο και από το συστηματικό διαχωρισμό τους είναι σημαντικά. Γι' αυτό και αναζητούμε τρόπους για να οργανώνουμε με τον καλύτερο δυνατό τρόπο το πλήθος των διαφανών. Το θέμα αυτό θα παρουσιάσουμε διεξοδικότερα στη συνέχεια.

8.1. Ονοματολογία διαφανών σχεδίασης - Τυποποίηση

Ας εξετάσουμε ξανά το θέμα των διαφανών των κατόψεων ενός πολυώροφου κτιρίου, που αναφέραμε προηγουμένως. Είδαμε ότι για μια κάτοψη χρειαστήκαμε - ενδεικτικά- πέντε διαφανή, χωρίς να εξαντλήσουμε τα είδη των στοιχείων που περιλαμβάνονται συνήθως στην κάτοψη. Δεν προβλέψαμε, για παράδειγμα, διαφανή για τα σύμβολα, για τις πλακοστρώσεις, για τα είδη υγιεινής, για τις πόρτες και τα παράθυρα κ.ο.κ.

Βλέπουμε, λοιπόν, ότι ο θεματικός διαχωρισμός των στοιχείων της κάτοψης μας οδηγεί πολύ εύκολα σε περισσότερα από δέκα διαφανή για μια απλή κάτοψη. Τα περισσότερα προγράμματα CAD επιτρέπουν να ονομάσουμε το κάθε διαφανές όπως εμείς επιθυμούμε. Άλλα έχουν διαφανή αντίστοιχα με τις αριθμημένες σελίδες ενός μπλοκ, που χαρακτηρίζονται από τον αύξοντα αριθμό τους. Θεωρούμε ότι η

δυνατότητα να ονομάζει ο ίδιος ο σχεδιαστής τα διαφανή που χειρίζεται είναι σημαντική. Μπορεί τότε -και θεωρούμε ότι οφείλει- να επιλέγει για κάθε διαφανές ένα όνομα ενδεικτικό των στοιχείων που απεικονίζονται σε αυτό, ώστε το σχέδιο να γίνεται πιο κατανοητό. Απλοί αριθμοί ή ονόματα του τύπου «διαφανές 1», «διαφανές 2» κ.ο.κ. κάνουν το σχέδιο δυσνόητο και δύσχρηστο και επιβαρύνουν το σχεδιαστή με την επιπλέον φροντίδα να θυμάται τι ανήκει σε κάθε διαφανές.

Επαναλαμβάνουμε, λοιπόν, ότι τα ονόματα που επιλέγουμε για κάθε διαφανές πρέπει να είναι *σαφή, ενδεικτικά* του περιεχομένου του διαφανούς και κατά το δυνατόν *σύντομα*. Μάλιστα, ονόματα που αναφέρονται σε ίδια στοιχεία είναι καλό να περιέχουν στο όνομά τους κάποιο κοινό -επίσης ενδεικτικό- τμήμα. Για παράδειγμα, τα ονόματα: «ΤΟΙΧΟΙ_ΤΟΜΗ» και «ΤΟΙΧΟΙ_ΠΡΟΒ» είναι σύμφωνα με τις προδιαγραφές αυτές. Δεν αφήνουν αμφιβολία για το περιεχόμενό τους και περιλαμβάνουν το κοινό αρχικό τμήμα «ΤΟΙΧΟΙ». Συνεπώς, μπορεί κανείς να ομαδοποιεί τα διαφανή, ώστε να χειρίζεται από κοινού τα στοιχεία τους, ζητώντας τα διαφανή που αρχίζουν από «ΤΟΙΧΟΙ». Αντίστοιχα, αν και τα υπόλοιπα διαφανή είχαν ονοματιστεί σύμφωνα με τις ανωτέρω προδιαγραφές, θα μπορούσαμε να δούμε όλες τις γραμμές προβολής που θα υπήρχαν στο σχέδιό μας, ζητώντας όλα τα διαφανή που τελειώνουν σε «_ΠΡΟΒ».

Ένα σημαντικό στοιχείο για το CAD είναι η τυποποίηση. Καλό είναι, λοιπόν, να καταλήξουμε στα ονόματα που θέλουμε να χρησιμοποιούμε και να τα μεταχειριζόμαστε σε όλα τα σχέδιά μας. Αυτό επιτρέπει να εξοικειωθούμε με την ονοματολογία και να χειριζόμαστε ανετότερα τα σχέδιά μας. Επιτρέπει όμως ακόμη να χρησιμοποιούμε για όλα μας τα σχέδια μια κοινή δομή, ένα κοινό πρότυπο, που ήδη περιλαμβάνει κατάλληλα ονοματισμένα τα απαραίτητα διαφανή. Εξοικονομείται, συνεπώς, τόσο ο χρόνος δημιουργίας των διαφανών όσο και χρόνος κατά την εκτέλεση των διάφορων σχεδιαστικών διαδικασιών.

Καλό είναι η τυποποίηση να υπάρχει όχι μόνο στα ονόματα αλλά και στα χρώματα. Να επιλέξουμε, δηλαδή, χρώμα για κάθε διαφανές και να μεταχειριζόμαστε το ίδιο χρώμα σε όλα τα σχέδια για το διαφανές αυτό. Για παράδειγμα, μπορεί να αποφασίσουμε να χρησιμοποιούμε κόκκινο για τα τμήματα των τοίχων που τέμνονται και μπλε για τα τμήματα των τοίχων που προβάλλονται. Αν ακολουθούσαμε αυτή την πρακτική σε όλα τα σχέδιά μας και ξαφνικά βλέπαμε ένα σχέδιο όπου οι τομές των τοίχων απεικονίζονται με μπλε, ενώ οι προβολές τους με κόκκινο, θα ξαφνιαζόμαστε και θα είχαμε στην αρχή δυσκολία να το αντιληφθούμε.

Σημειώνουμε, τέλος, ότι το χρώμα των διαφανών χρησιμεύει στη σχεδίαση και δεν είναι απαραίτητο να μένει το ίδιο και στην εκτύπωση. Ακόμη και αν το πρόγραμμα δεν υποστηρίζει τη δυνατότητα να ορίζονται ξεχωριστά το χρώμα εμφάνισης στην οθόνη και το χρώμα εκτύπωσης, μπορούμε να αλλάζουμε στιγμιαία τα χρώματα, όταν πρόκειται να εκτυπώσουμε το σχέδιο. Μπορούμε, για παράδειγμα, να χρησιμοποιούμε στην εκτύπωση ένα χρώμα (και ένα πάχος) για όλες τις γραμμές τομής του σχεδίου -ανεξάρτητα από το είδος των αντικειμένων που τέμνονται- και ένα άλλο για όλες τις γραμμές προβολής.

Έως τώρα εξετάσαμε ενδεικτικά το παράδειγμα της κάτοψης ενός ορόφου. Τι θα κάναμε όμως αν είχαμε να σχεδιάσουμε τις κατόψεις ενός πολυώροφου κτιρίου; Μια λύση θα ήταν να σχεδιάσουμε τις κατόψεις τη μια δίπλα στην άλλη, χρησιμοποιώντας μόνο τα διαφανή που ορίσαμε για την πρώτη κάτοψη. Αυτή η λύση έχει το σοβαρό μειονέκτημα ότι δεν μπορούμε εύκολα να συγκρίνουμε τις κατόψεις διαφορετικών ορόφων, πράγμα ιδιαίτερα χρήσιμο, καθώς πολλά στοιχεία στο κτίριο (κολώνες, αποχετεύσεις) πρέπει να συμπίπτουν στις κατόψεις. Αν, όμως, δημιουργήσουμε από μια ομάδα διαφανών για κάθε κάτοψη, είδαμε ότι πολλαπλασιάζουμε τον αριθμό των διαφανών της κάτοψης με τον αριθμό των ορόφων. Πώς θα ονομάσουμε όλα αυτά τα διαφανή και τι χρώματα θα τους δώσουμε, ώστε να ξεχωρίζουν;

Προτείνουμε στα διαφανή που θα δημιουργηθούν να δοθούν ονόματα με πρώτο συνθετικό τον αριθμό του ορόφου. Θα είχαμε δηλαδή «0_TOIXOI_TOMH» και «0_TOIXOI_PROB» για το ισόγειο, «1_TOIXOI_TOMH» και «1_TOIXOI_PROB» για τον πρώτο όροφο, «2_TOIXOI_TOMH» και «2_TOIXOI_PROB» για το δεύτερο κ.ο.κ. Ανάλογα θα ονοματίζονταν και τα άλλα διαφανή. Αυτή η ονοματολογία μας επιτρέπει να ομαδοποιούμε εύκολα όλα τα διαφανή του κάθε ορόφου. Αν, για παράδειγμα, θέλουμε να χειριστούμε τα διαφανή του πρώτου ορόφου, επιλέγουμε όσα αρχίζουν από «1_». Επίσης, η ονοματολογία αυτή επιτρέπει το χειρισμό ομοειδών στοιχείων, π.χ. όλων των διαφανών που περιλαμβάνουν το τμήμα «_TOIXOI_TOMH», για να ελέγξουμε τη σύμπτωση των τοίχων του περιγράμματος και, ενδεχομένως, ορισμένων εσωτερικών τοίχων.

Εμφανίζοντας τους τοίχους όλων των ορόφων στην οθόνη μας αντιμετωπίζουμε ακόμη ένα πρόβλημα. Πώς θα διαχωρίσουμε τους τοίχους του κάθε ορόφου από τους υπόλοιπους; Θα πρέπει να τους δώσουμε διαφορετικό χρώμα. Είπαμε, όμως, προηγουμένως, ότι το χρώμα μας βοηθάει να αναγνωρίζουμε το είδος των στοιχείων που απεικονίζονται (στο παράδειγμά μας κόκκινο για τομές και μπλε για προβολές τοίχων). Προτείνουμε να διαχωρίζουμε τους ορόφους διαφοροποιώντας τον τόνο των χρωμάτων. Για παράδειγμα, σκούρα χρώματα για τους κάτω ορόφους και ανοικτότερα χρώματα όσο ανεβαίνουμε. Στην περίπτωση αυτή μπορούμε εύκολα να εκτιμήσουμε, βλέποντας τοίχους δύο ή περισσότερων ορόφων, ποιος τοίχος είναι χαμηλότερα και ποιος ψηλότερα, καθώς και ποιες είναι οι προβολές και ποιες οι τομές των τοίχων.

Προσπαθήσαμε στο κεφάλαιο αυτό να δείξουμε και να τονίσουμε πόσο σημαντικό είναι το θέμα της μεθοδικής οργάνωσης των διαφανών σε ένα σχέδιο, της κατάλληλης ονοματολογίας τους και της κατάλληλης επιλογής χρωμάτων. Είναι μια εργασία που αξίζει να γίνει συστηματικά, ώστε να προκύψει η καλύτερη δυνατή τυποποίηση για όλα τα ανάλογα σχέδια.

Με την εμπειρία είναι φυσικό να βελτιώνει κανείς τις μεθόδους του. Δε θα πρέπει να διστάσετε, συνεπώς, να αλλάξετε την τυποποίηση που χρησιμοποιείτε, όταν διαπιστώσετε ότι μπορείτε να εφαρμόσετε κάποια καλύτερη μέθοδο. Χρειάζεται, όμως, οι αλλαγές αυτές να γίνονται με προσοχή και περίσκεψη, γιατί τα αποτελέσματά τους επηρεάζουν σημαντικά όλη την επόμενη σχεδιαστική εργασία σας.

8.2. Γεωμετρικές εφαρμογές

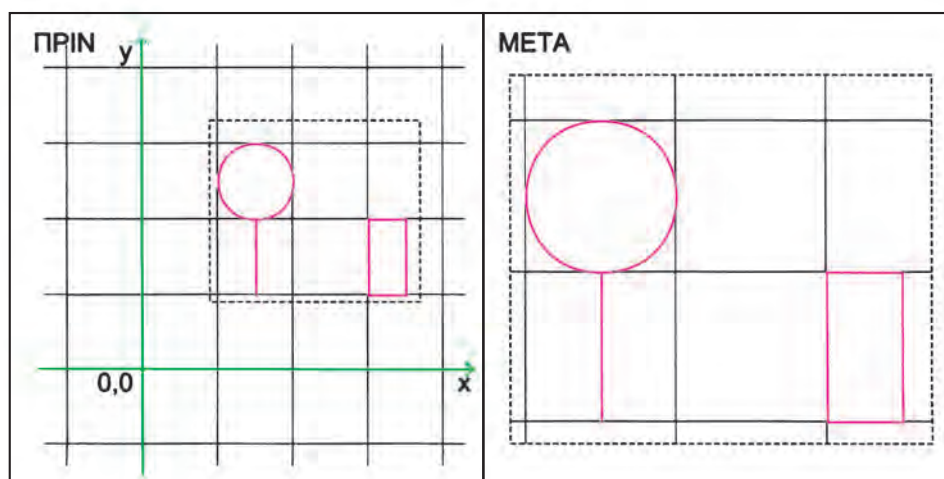
Στο CAD οι γεωμετρικές κατασκευές είναι γενικά ευκολότερες απ' ό,τι στην παραδοσιακή σχεδίαση. Τα διάφορα προγράμματα διαθέτουν εντολές που εκτελούν πολύπλοκες διαδικασίες (π.χ. κατασκευή κύκλου που εφάπτεται σε τρεις κύκλους με μια εντολή). Είναι σημαντικό να γνωρίζει ο σχεδιαστής τις δυνατότητες του προγράμματος που χρησιμοποιεί και να έχει εξασκηθεί στην εφαρμογή των διαδικασιών αυτών.

Άλλες φορές το σκεπτικό είναι αντίστροφο απ' ό,τι στην παραδοσιακή σχεδίαση. Για παράδειγμα, σχεδιάζουμε τις διχοτόμους ενός τριγώνου κατασκευάζοντας πρώτα τον εγγεγραμμένο κύκλο και φέρνοντας κατόπιν ευθείες ή ευθύγραμμα τμήματα από το κέντρο του κύκλου αυτού μέχρι τις κορυφές του τριγώνου.

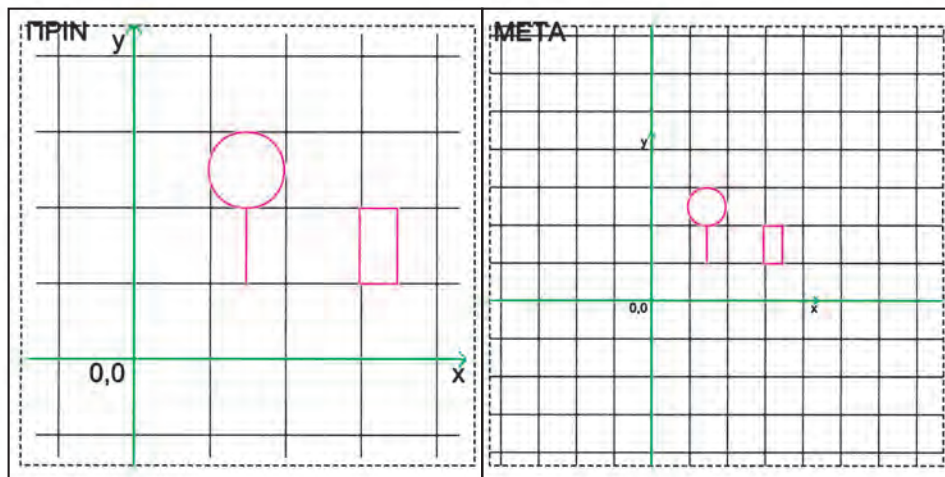
Στις ασκήσεις που ακολουθούν δώστε ιδιαίτερη προσοχή στην οργάνωση του σχεδίου σας με τα κατάλληλα φύλλα σχεδίασης. Καθώς θα εκτελείτε τις ασκήσεις, σκεφτείτε πώς θα κάνετε την κάθε άσκηση με παραδοσιακό τρόπο. Θα φανεί τότε, αφ' ενός η διαφορά σχεδιαστικής νοοτροπίας και αφ' ετέρου η δυνατότητα να επιταχυνθεί κατά πολύ η σχεδιαστική εργασία.

Η σχεδίαση CAD διευκολύνεται σημαντικά από την αποτελεσματική χρήση των εντολών θέασης, στις οποίες έχει ήδη γίνει σύντομη αναφορά στην απλή άσκηση για αρχική επαφή με το πρόγραμμα, της σελίδας 19. Η εξοικείωση με τις εντολές αυτές είναι πολύ σημαντική, γι' αυτό συνιστάται να πειραματιστείτε με τις διάφορες δυνατότητές τους. Ορισμένες βασικές δυνατότητες των εντολών θέασης φαίνονται στα σχήματα 96, 97, 98 και 99.

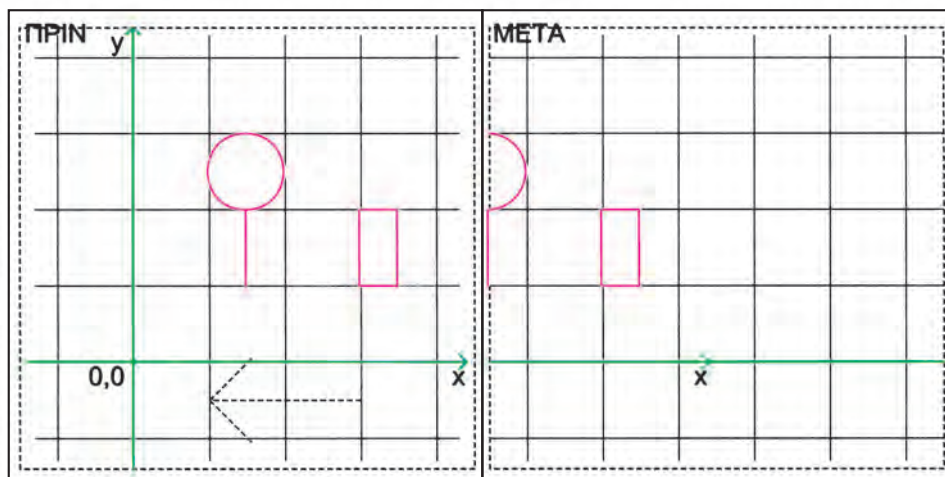
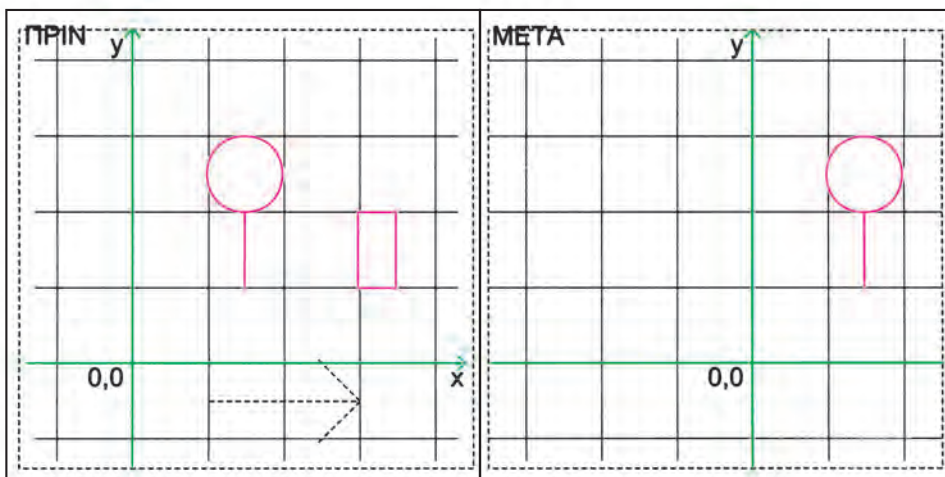
Λεπτομερής θεωρητική παρουσίαση του θέματος γίνεται στο 3ο μέρος του βιβλίου (Κεφάλαιο 17 «Εντολές θέασης - Μετακίνηση του χώρου σχεδίασης - Απόψεις του σχεδίου», σελ. 218). Στο κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνονται και τα χαρακτηριστικά των εντολών θέασης που αναφέρονται στη σχεδίαση στο χώρο. Χρήσιμο είναι να διαβάσετε από τώρα τουλάχιστον την εισαγωγή στο κεφάλαιο αυτό.



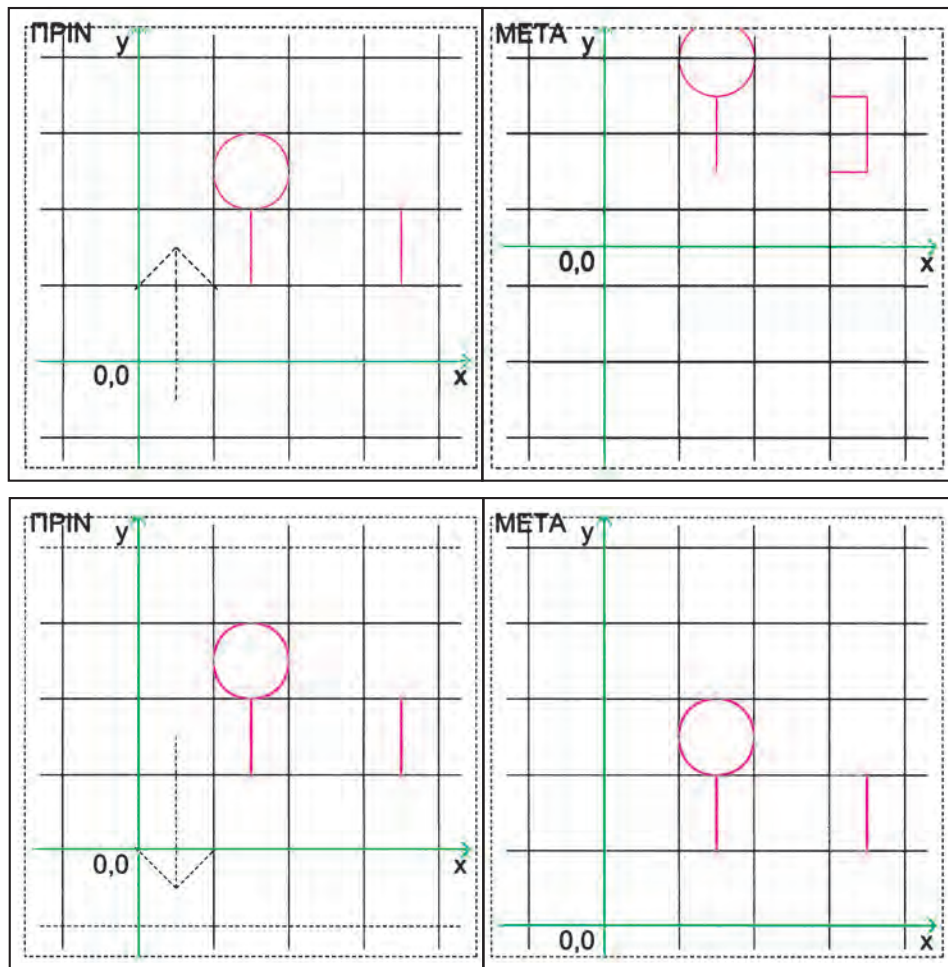
Σχήμα 96



Σχήμα 97



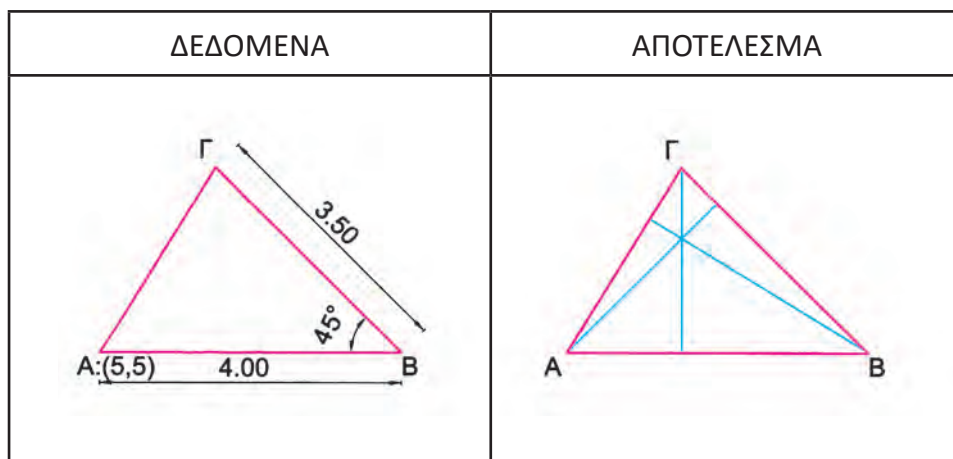
Σχήμα 98



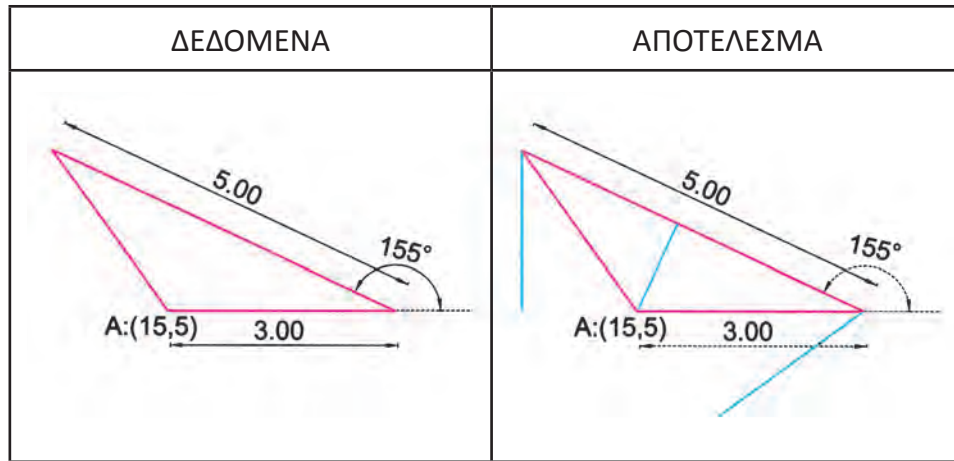
Σχήμα 99

Ασκήσεις

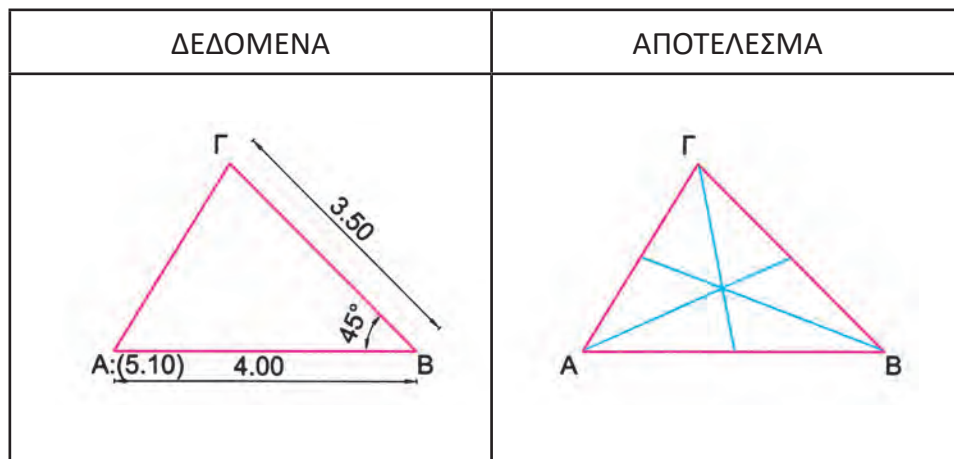
1. Δίνεται το τρίγωνο ΑΒΓ του σχήματος, με συντεταγμένες του σημείου Α (5, 5). Σχεδιάστε τα ύψη του.



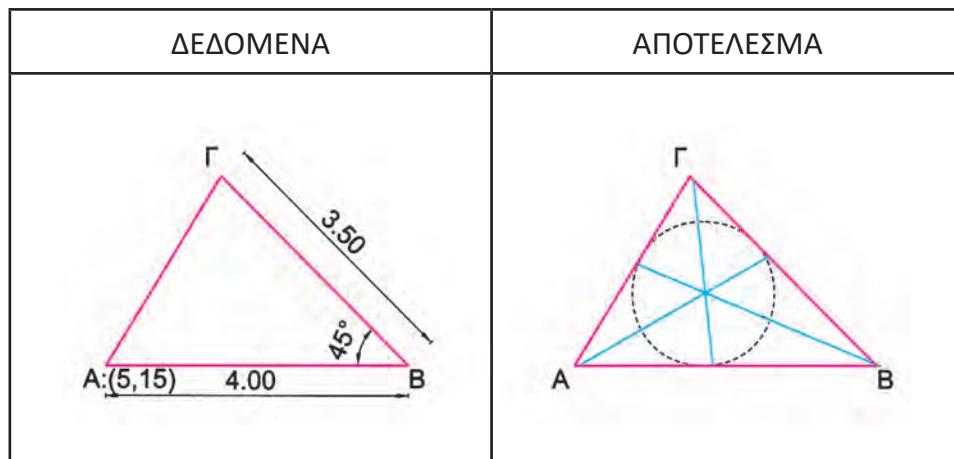
2. Δίνεται το αμβλυγώνιο τρίγωνο ΑΒΓ του σχήματος, με συντεταγμένες του σημείου Α (15, 5). Σχεδιάστε τα ύψη του.



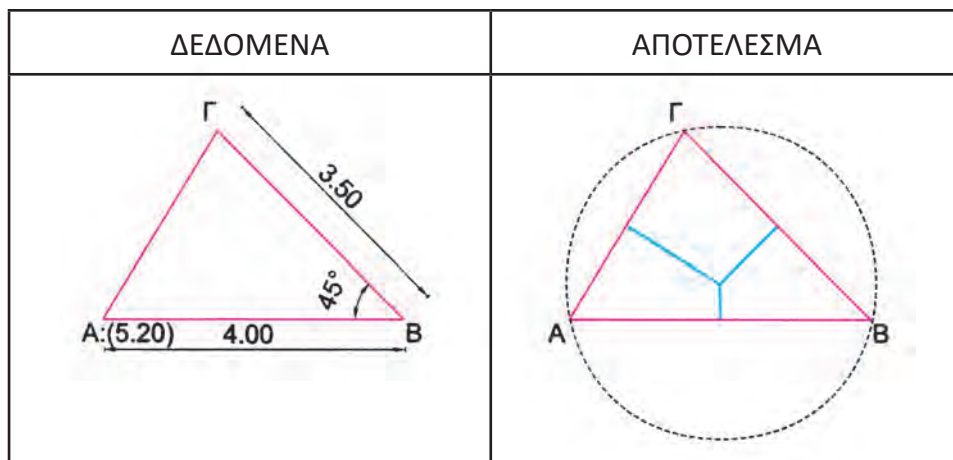
3. Δίνεται το τρίγωνο ΑΒΓ του σχήματος, με συντεταγμένες του σημείου Α (5, 10). Σχεδιάστε τις διχοτόμους του. (Θα χρειαστεί να κατασκευάσετε πρώτα τον εγγεγραμμένο στο τρίγωνο κύκλο).



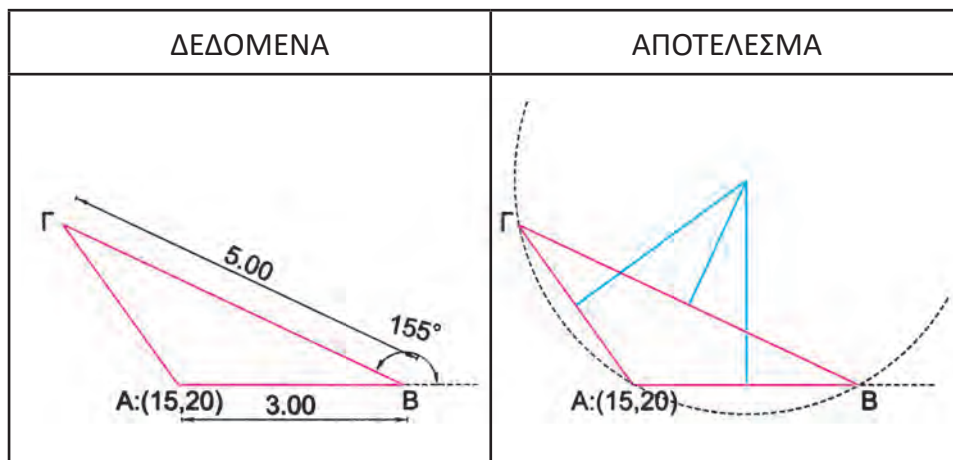
4. Δίνεται το τρίγωνο ΑΒΓ του σχήματος, με συντεταγμένες του σημείου Α (5, 15). Σχεδιάστε τις διαμέσους του.



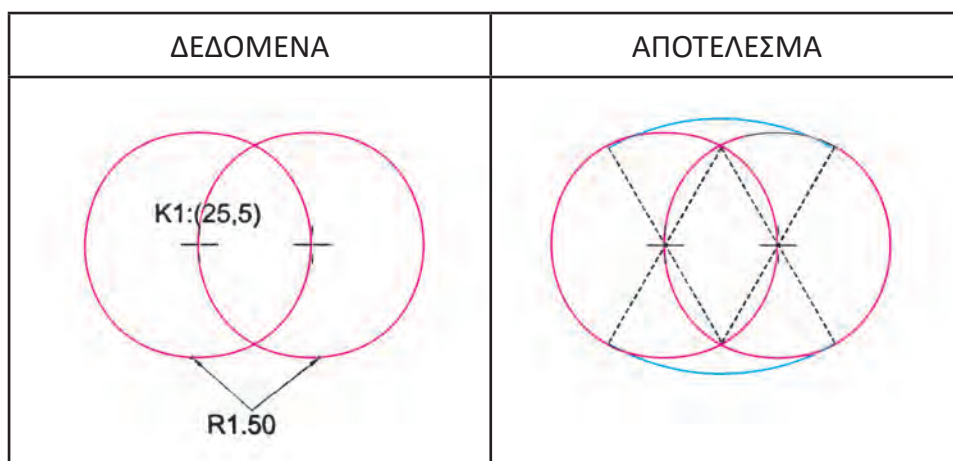
5. Δίνεται το τρίγωνο ABΓ του σχήματος, με συντεταγμένες του σημείου A (5, 20). Σχεδιάστε τις μεσοκαθέτους του. (Θα χρειαστεί να κατασκευάσετε πρώτα τον περιγεγραμμένο στο τρίγωνο κύκλο).



6. Δίνεται το αμβλυγώνιο τρίγωνο ABΓ του σχήματος, με συντεταγμένες του σημείου A (15, 20). Σχεδιάστε τις μεσοκαθέτους του. (Θα χρειαστεί να κατασκευάσετε πρώτα τον περιγεγραμμένο στο τρίγωνο κύκλο).



7. Σχεδιάστε το ωοειδές με δεδομένους τους κύκλους του σχήματος. Προσδιορίστε γεωμετρικά την αρχή και το τέλος των τόξων.



8. Με δεδομένο το τετράγωνο του σχήματος κατασκευάστε αντίστοιχο παραλληλόγραμμο της χρυσής τομής.

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ

9. Σχεδιάστε τα σχήματα.

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ

Επεξεργασία σχεδίων CAD



Ένα μεγάλο πλεονέκτημα που διαπιστώνουμε όταν σχεδιάζουμε με τον υπολογιστή είναι η ευκολία και η ταχύτητα με την οποία μπορούμε να επεξεργαζόμαστε τα σχεδιασμένα αντικείμενα. Αυτό διαμορφώνει μια «νοοτροπία σχεδίασης με τον υπολογιστή» σύμφωνα με την οποία συχνά σχεδιάζουμε στοιχεία όχι στην τελική μορφή τους, αλλά για να τα τροποποιήσουμε στη συνέχεια. Αντίθετα, στη σχεδίαση με το χέρι οι γραμμές σχεδιάζονται στην τελική θέση τους, με προσοχή και με όση ακρίβεια γίνεται, επειδή οι τροποποιήσεις είναι πολύ δύσκολες.

Όλα τα προγράμματα CAD διαθέτουν διάφορες εντολές για την τροποποίηση στοιχείων του σχεδίου. Επίσης, διαθέτουν εντολές για την κατασκευή νέων στοιχείων με βάση στοιχεία που ήδη υπάρχουν στο σχέδιο.

Χρησιμοποιώντας αυτές τις εντολές μπορούμε να διορθώνουμε, να τροποποιούμε ή να αναπαράγουμε κάποιο σχεδιασμένο αντικείμενο χωρίς να χρειάζεται να το σχεδιάσουμε από την αρχή και, συνεπώς, χωρίς να χάνουμε πολύτιμο χρόνο.

9.1. Τρόποι επιλογής αντικειμένων

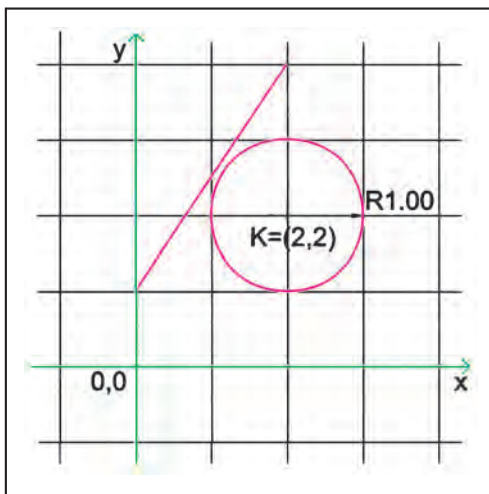
Είναι ευνόητο ότι οι τροποποιήσεις που θέλουμε να κάνουμε αναφέρονται, κάθε φορά, σε συγκεκριμένα αντικείμενα ή σε κομμάτια του σχεδίου. Για να εφαρμοστούν, λοιπόν, οι εντολές επεξεργασίας μόνο στα αντικείμενα στα οποία εμείς θέλουμε, πρέπει με κάποιο τρόπο να δείξουμε στον υπολογιστή ποια είναι τα αντικείμενα αυτά. Ανάλογα με το πρόγραμμα είναι πιθανόν να δίνει ο χρήστης πρώτα την εντολή επεξεργασίας και μετά να υποδεικνύει στον υπολογιστή σε ποια αντικείμενα θα την εφαρμόσει ή να επιλέγει πρώτα τα αντικείμενα και μετά να δηλώνει με μια εντολή τι θα τα κάνει. Υπάρχουν και προγράμματα που δίνουν και τους δύο εναλλακτικούς τρόπους χειρισμού.

Στα περισσότερα προγράμματα, όταν προηγείται η εντολή επεξεργασίας, το σταυρόνημα στην οθόνη αλλάζει μορφή. Αυτό συμβαίνει κάθε φορά που χρειάζεται

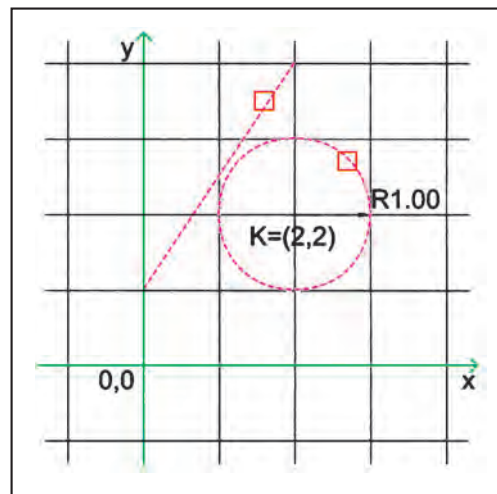
να μας επισημανθεί και οπτικά (ή μόνο οπτικά) ότι ο υπολογιστής περιμένει κάποια πληροφορία ή ότι έχουμε κάποια δυνατότητα επιλογής. Καλούμαστε λοιπόν να επιλέξουμε τα αντικείμενα που θέλουμε να «υποστούν» ό,τι λέει η εντολή που έχουμε δώσει.

Εάν επιλέξουμε αντικείμενα χωρίς να έχουμε δώσει καμία εντολή (και εάν το πρόγραμμα υποστηρίζει τέτοια επιλογή), τα αντικείμενα επισημαίνονται, και το πρόγραμμα περιμένει να του δώσουμε μια εντολή, για να την εφαρμόσει στα αντικείμενα αυτά.

Η επιλογή των αντικειμένων μπορεί να γίνει είτε αν «δείξουμε» κάθε αντικείμενο ξεχωριστά (δηλαδή αν τοποθετήσουμε το δείκτη του ποντικιού πάνω στο κάθε αντικείμενο και πατήσουμε κάποιο πλήκτρο - συνήθως το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού - Σχήματα 100, 101) είτε με τους διάφορους τρόπους ομαδικής επιλογής. Με οποιονδήποτε τρόπο και αν γίνει η επιλογή, ο σκοπός μας είναι να δημιουργήσουμε ένα «σύνολο επιλεγμένων αντικειμένων», στο οποίο θα εφαρμοστεί η εντολή επεξεργασίας που θέλουμε.



Σχήμα 100



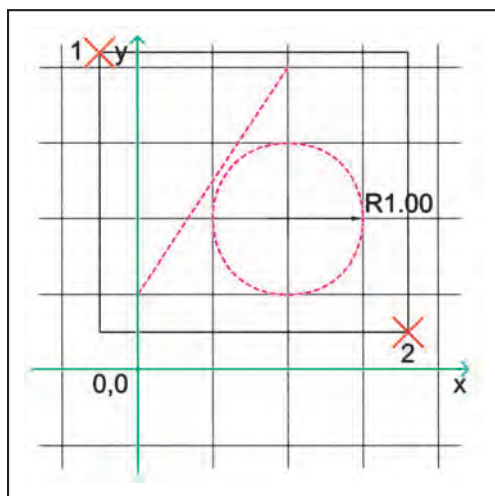
Σχήμα 101

Πρέπει εδώ να αναφερθεί ότι, στα περισσότερα προγράμματα, τα αντικείμενα που επιλέγονται (ένα ένα ή ομαδικά) διαφοροποιούνται με κάποιον εμφανή τρόπο από τα υπόλοιπα (π.χ. με αλλαγή χρώματος, με αλλαγή τύπου γραμμής), ώστε να μπορούμε να τα διακρίνουμε εύκολα. Πρέπει ακόμη να αναφερθεί ότι αρκετά προγράμματα επιτρέπουν κατά τη διαδικασία επιλογής να «ξε-επιλέγουμε» αντικείμενα. Επιτρέπουν, δηλαδή, να αφαιρούμε αντικείμενα από το σύνολο επιλεγμένων αντικειμένων.

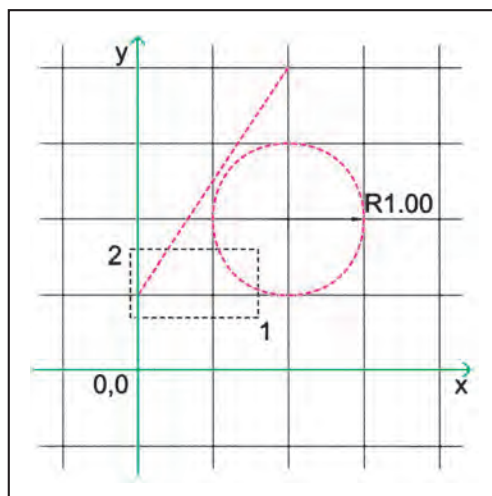
Όταν επιλέγουμε τα αντικείμενα μεμονωμένα, καθένα προστίθεται στο σύνολο. Το πρώτο αντικείμενο που επιλέγουμε γίνεται το μοναδικό στοιχείο ενός μονο-

μελούς συνόλου επιλεγμένων αντικειμένων. Τα υπόλοιπα προστίθενται διαδοχικά στο σύνολο αυξάνοντας το μέγεθός του, ώστε στο τέλος έχουμε ένα σύνολο με όσα αντικείμενα θέλαμε να επιλέξουμε.

Όταν, όμως, τα αντικείμενα που θέλουμε να επεξεργαστούμε είναι πολλά, μας συμφέρει περισσότερο να τα επιλέξουμε χρησιμοποιώντας κάποια μέθοδο ομαδικής επιλογής, ώστε να μην καθυστερούμε. Μια τέτοια μέθοδος είναι να χρησιμοποιήσουμε «παράθυρα επιλογής». Η ιδέα είναι γνωστή στους χρήστες των Windows, που μπορούν με παράθυρα να επιλέξουν πολλά εικονίδια αρχείων συγχρόνως. Το απλούστερο παράθυρο επιλογής είναι ένα ορθογώνιο παραλληλόγραμμο, με πλευρές παράλληλες στα όρια της οθόνης, που ορίζεται από τα σημεία μιας διαγωνίου του. Δημιουργούμε, δηλαδή, ένα πλαίσιο, μέσα στο οποίο περικλείουμε (ή, εναλλακτικά, το οποίο περικλείει ή τέμνει) όλα τα αντικείμενα που θέλουμε να επιλέξουμε (Σχήματα 102, 103).



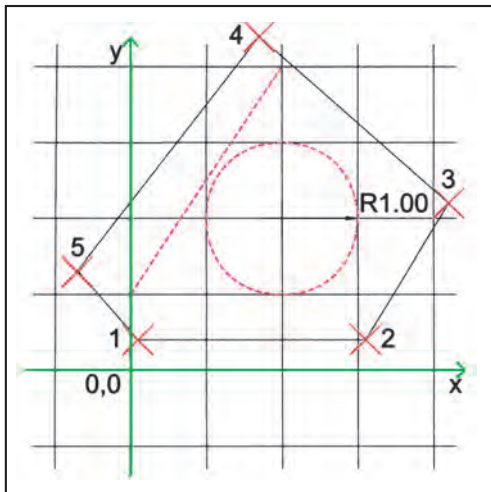
Σχήμα 102



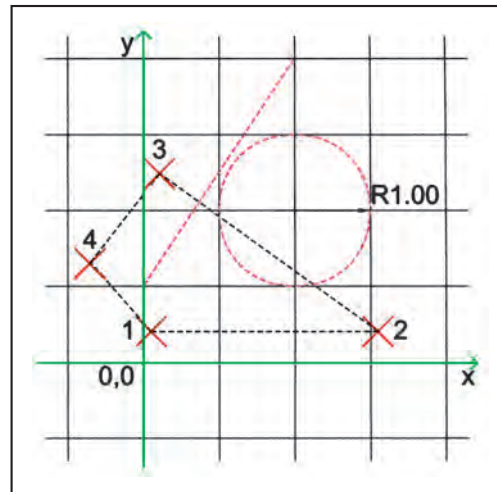
Σχήμα 103

Συχνά συμβαίνει κάποια αντικείμενα που θέλουμε να επιλέξουμε να βρίσκονται τοποθετημένα στο σχέδιο με τέτοιο τρόπο, ώστε αν τα επιλέγαμε με παράθυρο, θα συμπεριλαμβάναμε και άλλα που δε θέλουμε. Ορισμένα προγράμματα δίνουν και εναλλακτικό τρόπο επιλογής πολλών αντικειμένων συγχρόνως, με ένα ακανόνιστο πολύγωνο. Το πολύγωνο αυτό μπορεί να έχει οποιαδήποτε μορφή, ώστε να περικλείει τα επιθυμητά αντικείμενα. Είναι, συνεπώς, τρόπος επιλογής με μεγαλύτερες δυνατότητες απ' ό,τι το ορθογωνικό πλαίσιο, αλλά το πολύγωνο είναι δυσκολότερο να οριστεί απ' ό,τι το ορθογώνιο, αφού χρειάζεται να προσδιορίσουμε όλες τις κορυφές του διαδοχικά. Με λίγη άσκηση, όμως, μπορούμε να επιτυγχάνουμε πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Όπως ακριβώς συμβαίνει και με το ορθογωνικό παράθυρο, με ένα πολύγωνο μπορεί να επιλέγονται μόνο τα αντικείμενα που βρίσκονται ολόκληρα στο εσωτερικό του ή να επιλέγονται και εκείνα που τέμνονται από το περίγραμμά του (Σχήματα 104, 105).

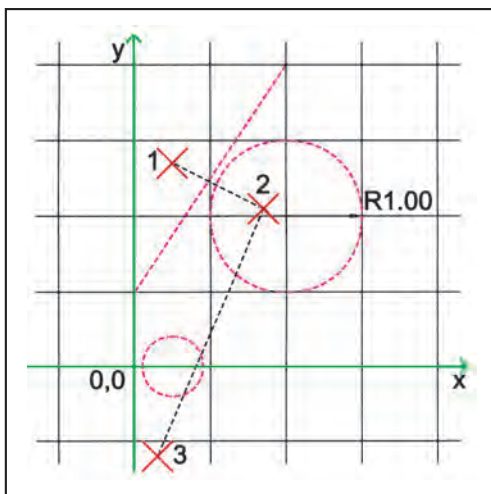


Σχήμα 104



Σχήμα 105

Άλλος τρόπος επιλογής πολλών αντικειμένων συγχρόνως είναι με μια τεθλασμένη γραμμή, η οποία επιλέγει όλα τα αντικείμενα που τέμνει. Την «πορεία» αυτής της γραμμής την καθορίζουμε εμείς δίνοντας τις κορυφές της (Σχήμα 106).

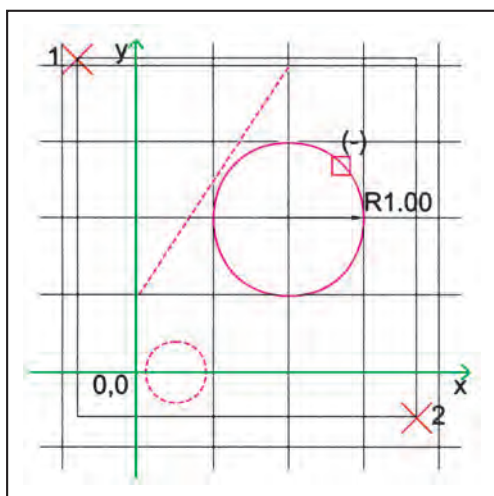


Σχήμα 106

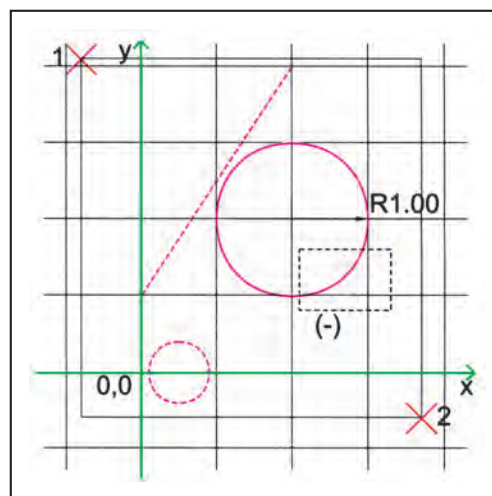
Οι πολλαπλές δυνατότητες επιλογής αντικειμένων χρησιμεύουν για να επιλέγουμε με ταχύτητα και με ακρίβεια τα σχήματα που θέλουμε κάθε φορά. Έως τώρα είδαμε τρόπους επιλογής που βασίζονται στη θέση των επιλεγόμενων αντικειμένων στο χώρο. Υπάρχουν όμως και άλλα κριτήρια με τα οποία είναι πιθανόν να θέλουμε να επιλέξουμε αντικείμενα. Συχνά, για παράδειγμα, θέλουμε να αναφερθούμε στο τελευταίο αντικείμενο που σχεδιάσαμε. Άλλοτε πάλι θέλουμε να τροποποιήσουμε όλα τα αντικείμενα που χειριστήκαμε στην προηγούμενη εντολή. Τέλος, είναι πιθανόν κάποια στιγμή να θελήσουμε να επιλέξουμε όλα τα αντικείμενα που έχουμε σχεδιάσει.

Καθώς τα προγράμματα (αλλά και οι χρήστες τους!) εξελίσσονται, χρησιμοποιούνται και κριτήρια επιλογής ακόμη πιο σύνθετα, που θυμίζουν τα ερωτήματα σε βάσεις δεδομένων. Έτσι, για παράδειγμα, μπορεί κανείς να επιλέγει όλα τα αντικείμενα που είναι χαρακτηρισμένα ως τοίχοι ή ως έπιπλα. Μπορεί να θέλει να επιλέξει όλους τους κύκλους με ακτίνα μικρότερη από ορισμένες μονάδες. Ή μπορεί να θέλει να επιλέξει όλα τα σχόλια που είναι γραμμένα με πλάγια στοιχεία. Τα πιο προχωρημένα προγράμματα CAD δίνουν τη δυνατότητα να διατυπώσει κανείς τέτοια κριτήρια επιλογής ή και να συνθέσει άλλα, πιο πολύπλοκα κριτήρια, συνδέοντας απλούστερα κριτήρια με λογικούς τελεστές (και, ή, όχι).

Πρέπει εδώ να επισημάνουμε ότι οι διάφοροι τρόποι επιλογής μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε για να προσθέσουμε αντικείμενα στο «σύνολο επιλεγμένων αντικειμένων» είτε για να αφαιρέσουμε στοιχεία από αυτό (πάντοτε βέβαια, ανάλογα με τις δυνατότητες που δίνει το κάθε πρόγραμμα). Μπορεί δηλαδή να επιλέξει κάποιος όλα τα αντικείμενα ενός σχεδίου εκτός π.χ., από εκείνα που τέμνονται από ένα ορθογωνικό παράθυρο (Σχήματα 107, 108).



Σχήμα 107



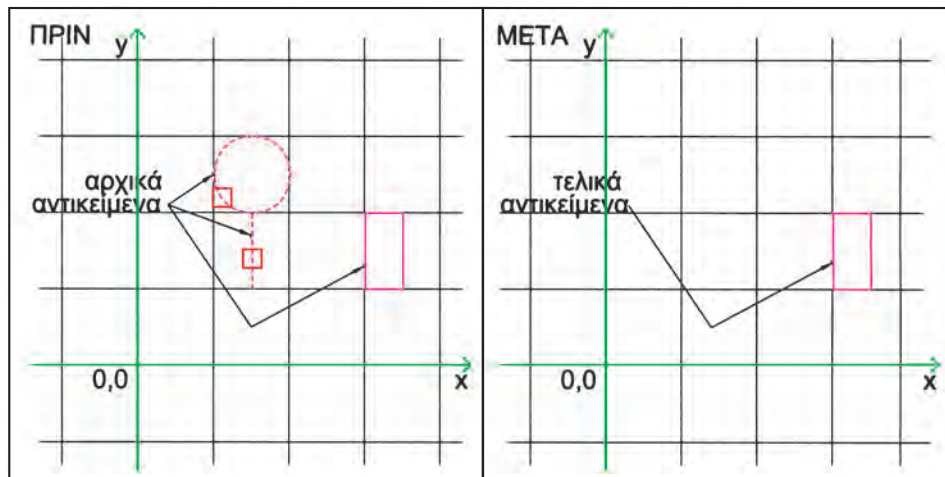
Σχήμα 108

9.2. Εντολές τροποποίησης

9.2.1. Διαγραφή - Επαναφορά

Η εντολή διαγραφής μάς επιτρέπει να απαλείψουμε από το σχέδιο κάποια σχεδιασμένα αντικείμενα, τα οποία μπορούμε να επιλέξουμε με έναν από τους τρόπους επιλογής που αναφέρθηκαν παραπάνω. Είναι, δηλαδή, αντίστοιχη με το σβήσιμο με τη γόμα στο συμβατικό σχέδιο (Σχήμα 109).

Μπορούμε, βέβαια, να αναιρέσουμε και την εντολή αυτή, επαναφέροντας τα σβησμένα αντικείμενα. Ορισμένα προγράμματα, μάλιστα, παρέχουν μια πρόσθετη



Σχήμα 109

ευκολία: Διαθέτουν εντολή που επαναφέρει τα αντικείμενα που σβήστηκαν με την τελευταία εντολή διαγραφής, ακόμη και αν στο μεταξύ εκτελέστηκαν άλλες εντολές.

Θα πρέπει εδώ να τονίσουμε ότι υπάρχει και άλλη μια σημαντική διαφορά ανάμεσα στη διαγραφή στο σχέδιο με υπολογιστή και στο σβήσιμο με γόμα: Με τη γόμα μπορούμε να σβήσουμε και ένα μικρό τμήμα ενός σχήματος (π.χ. μισή γραμμή ή ένα τμήμα ενός κύκλου). Στον υπολογιστή, όταν διαγράφουμε, αφαιρούμε από το σχέδιο ολόκληρο το αντικείμενο που επιλέγουμε να διαγράψουμε.

9.2.2. Αλλαγή θέσης αντικειμένων

Η δυνατότητα να μετακινούμε αντικείμενα που έχουν ήδη σχεδιαστεί διευκολύνει σε πολλές περιπτώσεις τη σχεδίαση. Για παράδειγμα, μπορούμε να σχεδιάσουμε ένα τμήμα του σχεδίου σε κάποια θέση που μας εξυπηρετεί (π.χ. επειδή επιτρέπει να χρησιμοποιήσουμε βοηθητικά άλλα σχεδιασμένα αντικείμενα στην περιοχή εκείνη) και στη συνέχεια να το μεταφέρουμε στην τελική θέση του.

Επίσης, στο σχέδιο με ηλεκτρονικό υπολογιστή μπορούμε να αξιοποιούμε αυτή τη δυνατότητα μεταφοράς αντικειμένων, για να βλέπουμε εναλλακτικές διατάξεις. Αν, δηλαδή, δεν έχουμε αποφασίσει σε ποια θέση, θέλουμε να βρίσκεται ένα έπιπλο μπορούμε να το μετακινούμε σε διάφορες θέσεις ώσπου να αποφασίσουμε, χωρίς να χρειάζεται να το ξανασχεδιάζουμε. Όταν σχεδιάζουμε με το χέρι, αναγκάζομαστε να κάνουμε χωριστά σχέδια σε διαφανή τα οποία μετακινούμε, ή και να κόβουμε χαρτάκια με τα σχεδιασμένα αντικείμενα, ώστε να μπορούμε να τα τοποθετούμε σε διάφορες θέσεις έως ότου καταλήξουμε. Τότε, τα ξανασχεδιάζουμε στη θέση που επιλέξαμε (και ευχόμαστε να μη χρειαστεί άλλη μετακίνηση!).

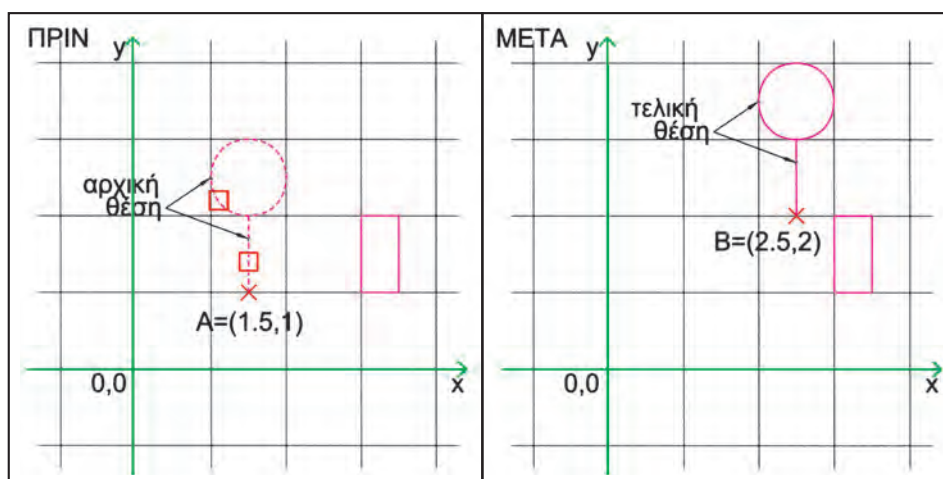
Οι αλλαγές θέσης είναι δύο ειδών: μετατόπιση και στροφή. Μπορεί, επίσης, να γίνεται μια συνδυασμένη κίνηση, που να περιέχει και μετατόπιση και στροφή. (Σημειώνουμε, πληροφοριακά, ότι οποιαδήποτε τέτοια σύνθετη κίνηση στο επίπεδο -κατά την οποία η στροφή του αντικειμένου δεν είναι μηδενική- μπορεί να αντικα-

τασταθεί με απλή στροφή του αντικειμένου με κατάλληλα επιλεγμένο κέντρο στροφής. Προφανώς, όταν η στροφή είναι μηδενική, δεν πρόκειται για σύνθετη κίνηση αλλά για απλή μετατόπιση).

9.2.2.1. Μετατόπιση

Κατά τη μετατόπιση αντικειμένων μετακινούμε τα αντικείμενα από μια αρχική θέση σε μια τελική θέση. Ο προσανατολισμός των αντικειμένων παραμένει ο ίδιος και η μετατόπιση είναι η ίδια για όλα τα αντικείμενα που μετακινούμε συγχρόνως (δηλαδή η απόσταση από την αρχική στην τελική θέση του κάθε αντικειμένου είναι ίδια -κατά μέγεθος και διεύθυνση- με την αντίστοιχη απόσταση οποιουδήποτε άλλου αντικειμένου μετακινήθηκε μαζί του).

Είναι φανερό ότι, για να εκτελεστεί η λειτουργία της μετατόπισης, πρέπει να «πληροφορήσουμε» τον υπολογιστή ποια αντικείμενα επιθυμούμε να μετατοπιστούν (δηλαδή να τα επιλέξουμε) και πόσο (δηλαδή το μέγεθος και τη διεύθυνση της μετατόπισης). Ο ευκολότερος (και διαισθητικός) τρόπος να ορίσουμε τη μετατόπιση είναι να δώσουμε ένα αρχικό και το αντίστοιχο τελικό σημείο, δηλαδή το «διάνυσμα» της μετατόπισης (Σχήμα 110).



Σχήμα 110

Σημειώνουμε ότι, για να εκτελεστεί μια μετατόπιση, συχνά δίνουμε στον υπολογιστή σημεία που θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε ως «σχετική θέση» της αφετηρίας και του τέλους. Δεν είναι, δηλαδή, απαραίτητο το σημείο αφετηρίας να βρίσκεται «πάνω» στα μετακινούμενα αντικείμενα. Για παράδειγμα, αν θέλουμε να μετακινήσουμε μια ομάδα αντικειμένων κατά 5 μονάδες αριστερά, δεν έχει σημασία ποιο σημείο θα δείξουμε στο σχέδιό μας ως αρχικό και ποιο ως τελικό, αρκεί τα δύο αυτά σημεία να ορίζουν ένα οριζόντιο διάνυσμα 5 μονάδων με διεύθυνση προς τα αριστερά.

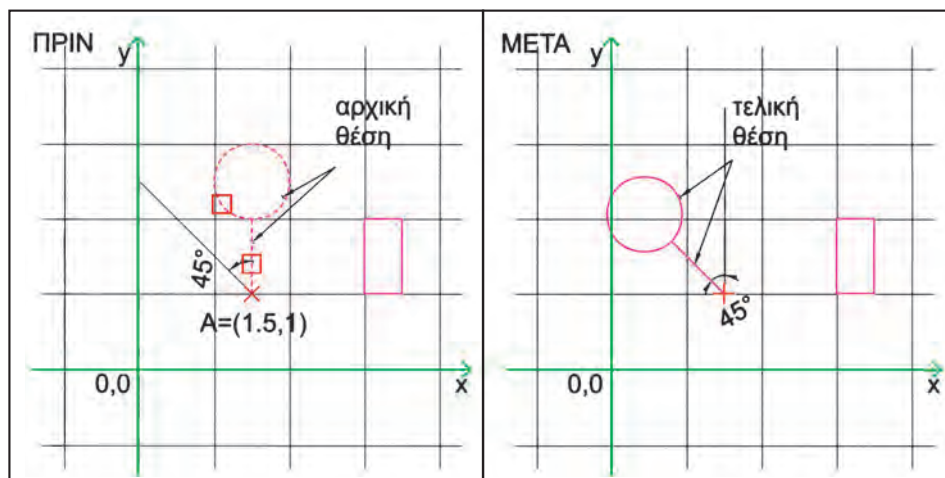
Υπάρχουν όμως και αρκετές περιπτώσεις κατά τις οποίες δε γνωρίζουμε την απόσταση και τη διεύθυνση της μετατόπισης (και ούτε και μας ενδιαφέρει), αλλά γνωρίζουμε πού θέλουμε να καταλήξει κάποιο αντικείμενο. Για παράδειγμα, γνωρίζουμε ότι θέλουμε να μετατοπίσουμε τη ντουλάπα, ώστε η γωνία της να συμπίπτει με τη γωνία του δωματίου και δε μας ενδιαφέρει σε ποια θέση βρίσκεται τώρα. Στην περίπτωση αυτή

επιλέγουμε ως αρχικό σημείο της μετακίνησης τη γωνία της ντουλάπας που θα βρεθεί στη γωνία του τοίχου και ως τελικό σημείο τη γωνία του τοίχου. Ανάλογα με την αρχική θέση της ντουλάπας, είναι πιθανόν να χρειαστεί και να την περιστρέψουμε, για να την ευθυγραμμίσουμε με τον αντίστοιχο τοίχο. Για τέτοιες μετατοπίσεις (αλλά και για αντίστοιχες περιστροφές) είναι φανερό ότι είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθούν οι κατάλληλες έλξεις χαρακτηριστικών σημείων αντικειμένων (στην περίπτωση σημείων τομής).

9.2.2.2. Περιστροφή

Μπορούμε να φανταστούμε ότι ένα ή περισσότερα αντικείμενα (εκείνα που θέλουμε να περιστρέψουμε) βρίσκονται πάνω σε ένα δίσκο. Αν περιστρέψουμε το δίσκο, τα αντικείμενα θα περιστρέφονταν μαζί του, αλλάζοντας συνεχώς θέσεις. Το κέντρο του δίσκου είναι το κέντρο στροφής και η τροχιά κάθε σημείου των αντικειμένων είναι ένα τόξο με κέντρο το κέντρο στροφής. Επίσης, είναι προφανές ότι όλα τα σημεία των αντικειμένων θα στρέφονταν κατά την ίδια γωνία, δηλαδή κατά τη γωνία περιστροφής του φανταστικού δίσκου πάνω στον οποίο φανταστήκαμε τα αντικείμενα.

Τα προγράμματα CAD έχουν εντολές για την περιστροφή των σχεδιασμένων αντικειμένων. Όπως και στην περίπτωση της μετατόπισης, είναι φανερό ότι, για να στρέψει ο υπολογιστής ορισμένα αντικείμενα, πρέπει να τον πληροφορήσουμε ποια είναι τα αντικείμενα που θέλουμε να στραφούν. Στη συνέχεια, πρέπει να του δώσουμε τα στοιχεία που ορίζουν μονοσήμαντα την περιστροφή, δηλαδή ποιο είναι το κέντρο στροφής και κατά πόση γωνία θέλουμε να περιστραφούν τα αντικείμενα. Ισχύει και εδώ η σύμβαση μέτρησης γωνιών.: για τα αριστερόστροφα συστήματα θετική γωνία σημαίνει στροφή προς τα αριστερά, ενώ αρνητική γωνία σημαίνει στροφή προς τα δεξιά (Σχήμα 111).



Σχήμα 111

Υπάρχουν περιπτώσεις κατά τις οποίες δε γνωρίζουμε το αριθμητικό μέγεθος της γωνίας, αλλά γνωρίζουμε την αρχική και την τελική διεύθυνση κάποιου ευθύγραμμου τμήματος, που συνήθως ανήκει στο σχήμα το οποίο θέλουμε να περιστρέψουμε. Πολλά προγράμματα επιτρέπουν να προσδιορίζουμε τα στοιχεία αυτά γραφικά, π.χ. επιλέγοντας χαρακτηριστικά σημεία στα σχεδιασμένα αντικείμενα.

Ένα ακόμη σημείο χρειάζεται προσοχή: Μπορεί να θέλουμε να περιστρέψουμε πολλά αντικείμενα κατά την ίδια γωνία, χωρίς αυτό να σημαίνει απαραίτητα ότι αυτά θα βρεθούν στην επιθυμητή θέση, αν τα περιστρέψουμε όλα μαζί. Είναι πιθανό, για να πετύχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα, να χρειάζεται να μεταχειριστούμε διαφορετικό κέντρο στροφής για το καθένα. Άλλη λύση είναι να περιστρέψουμε όλα τα αντικείμενα μαζί και ύστερα να μετατοπίσουμε όσα χρειάζεται, ώστε να φέρουμε το καθένα στην τελική θέση του.

9.2.3. Αλλαγή μήκους και αφαίρεση τμημάτων γραμμικών στοιχείων

Όταν σχεδιάζουμε με το χέρι, προσπαθούμε κάθε γραμμή που τραβάμε στο χαρτί να έχει το τελικό μέγεθος που επιθυμούμε, επειδή οι αλλαγές είναι αρκετά χρονοβόρες και συχνά καταστρέφουν την ποιότητα του σχεδίου. Στον υπολογιστή, όμως, έχουμε τη δυνατότητα να αλλάζουμε το μήκος ενός γραμμικού στοιχείου με μεγάλη ευκολία. Μπορούμε επίσης να αφαιρούμε ανεπιθύμητα τμήματα ενός γραμμικού στοιχείου.

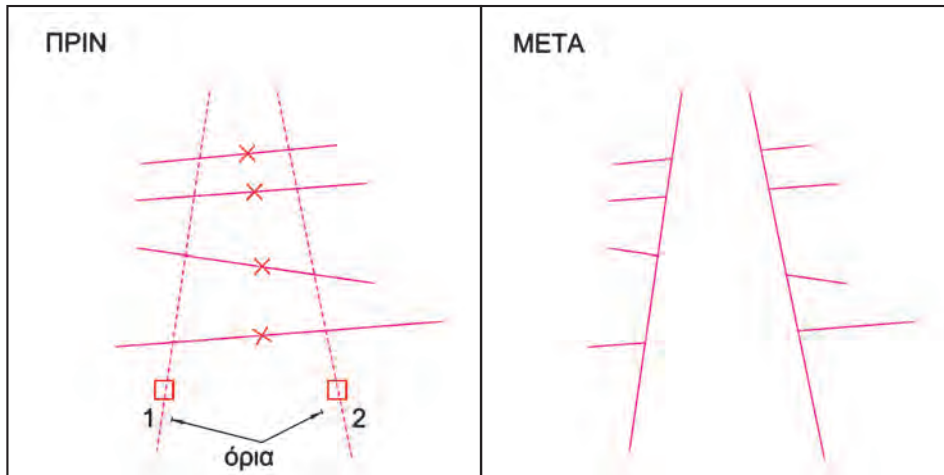
Στη συνέχεια, εξετάζονται συνηθισμένοι εναλλακτικοί τρόποι για να κόβουμε ή να επεκτείνουμε γραμμικά στοιχεία. Επαναλαμβάνουμε ότι στο CAD συχνά μπορούμε να επιτύχουμε το ίδιο αποτέλεσμα με διαφορετικούς τρόπους. Το ποιον τρόπο θα επιλέξουμε εξαρτάται από τις εκάστοτε συνθήκες αλλά και, συχνά, από τις προσωπικές μας συνήθειες.

9.2.3.1. Απότμηση τμήματος

Συχνά, χρειάζεται να «κόψουμε» ένα ή περισσότερα γραμμικά στοιχεία, χρησιμοποιώντας ως όρια άλλες γραμμές του σχεδίου. Σ' αυτές τις περιπτώσεις είναι πολύ χρήσιμη μια λειτουργία «ψαλιδίσματος», που επιτρέπει να χαρακτηρίζονται στιγμιαία γραμμές στο σχέδιό μας ως «κοπίδια». Αυτό σημαίνει ότι αν οι γραμμές αυτές τέμνουν κάποιες άλλες, μπορούν να χρησιμεύσουν και ως όρια για την απότμησή τους. Πρέπει εδώ να τονιστεί ότι οι γραμμές-κοπίδια δε χάνουν τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά τους. Μπορεί, μάλιστα, και αυτές να αποτμηθούν, αν τέμνονται από άλλες γραμμές που έχουν επίσης χαρακτηριστεί ως κοπίδια. Πρέπει επίσης να τονιστεί ότι μετά το πέρας της εκάστοτε ενεργοποίησης της λειτουργίας του ψαλιδίσματος οι γραμμές που χρησίμευσαν ως κοπίδια δεν έχουν καμία διαφορά από τις υπόλοιπες γραμμές του σχεδίου.

Ενεργοποιούμε τη διαδικασία του ψαλιδίσματος, δίνοντας στον υπολογιστή την αντίστοιχη εντολή. Αυτό σημαίνει ότι τον θέτουμε σε αναμονή για δύο ομάδες στοιχείων: Πρέπει πρώτα να του προσδιορίσουμε ποιες γραμμές του σχεδίου θέλουμε να «κόβουν» και, στη συνέχεια, ποια τμήματα γραμμών θέλουμε να κοπούν (Σχήμα 112).

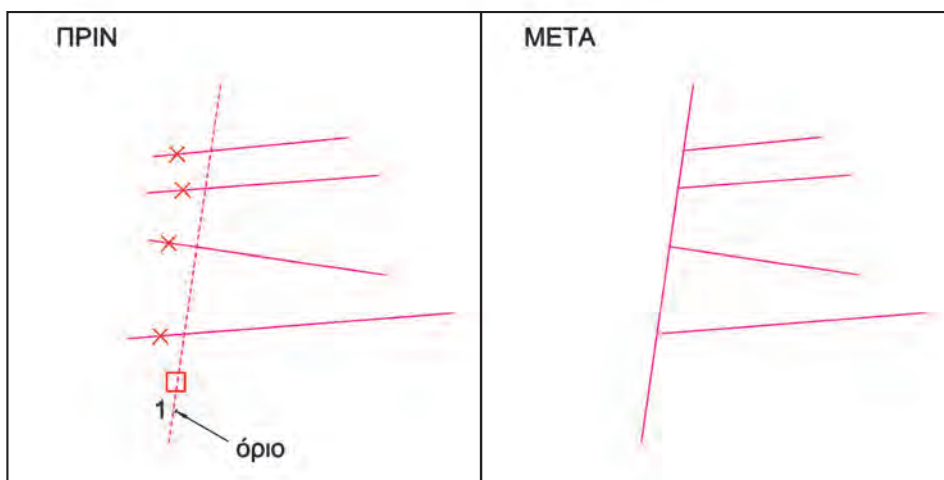
Οι γραμμές που κόβουν μπορούν να είναι ευθύγραμμα τμήματα, τόξα, κύκλοι, ελλείψεις ή σύνθετες γραμμές. Ορισμένα προγράμματα επιτρέπουν να χρησιμοποιούνται ως όρια και «εσωτερικές» γραμμές σύνθετων αντικειμένων. Τις γραμμές αυτές επιλέγουμε με τους γνωστούς τρόπους επιλογής.



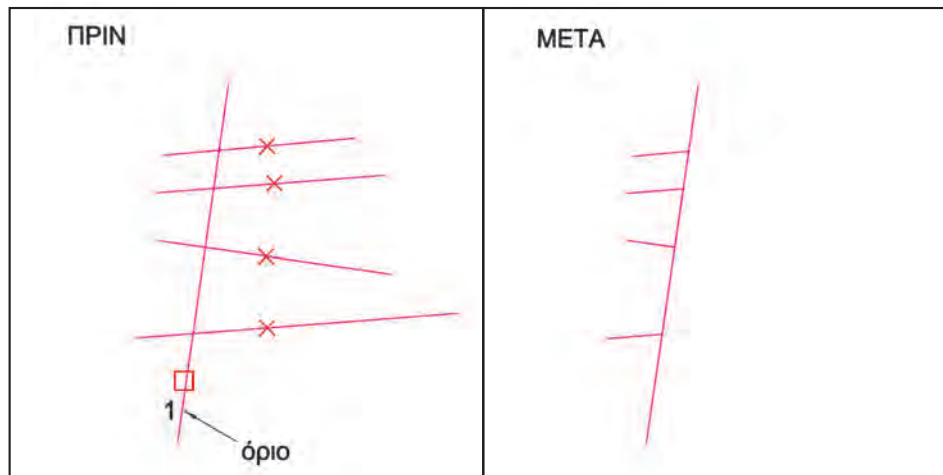
Σχήμα 112

Για τις γραμμές που κόβονται η επιλογή είναι πιο εξειδικευμένη. Δεν αρκεί απλώς να επισημανθεί το αντικείμενο, αλλά πρέπει να είναι σαφές ποιο τμήμα του θα κοπεί. Το τμήμα που θα κοπεί μπορεί να καθορίζεται, κάθε φορά, από το σημείο επιλογής του αντικειμένου (Σχήμα 113, 114). Ορισμένες φορές, μάλιστα, είναι πιθανόν να χρειαστεί να επιλέξουμε το «ίδιο» αντικείμενο περισσότερες από μία φορές, για να του αφαιρέσουμε το τμήμα που επιθυμούμε. Για παράδειγμα, στο Σχήμα 115, όπου όλες οι διακεκομμένες γραμμές έχουν επιλεγεί να κόβουν, χρειάζεται να επιλέξουμε τρία σημεία και να αφαιρέσουμε τρία τμήματα.

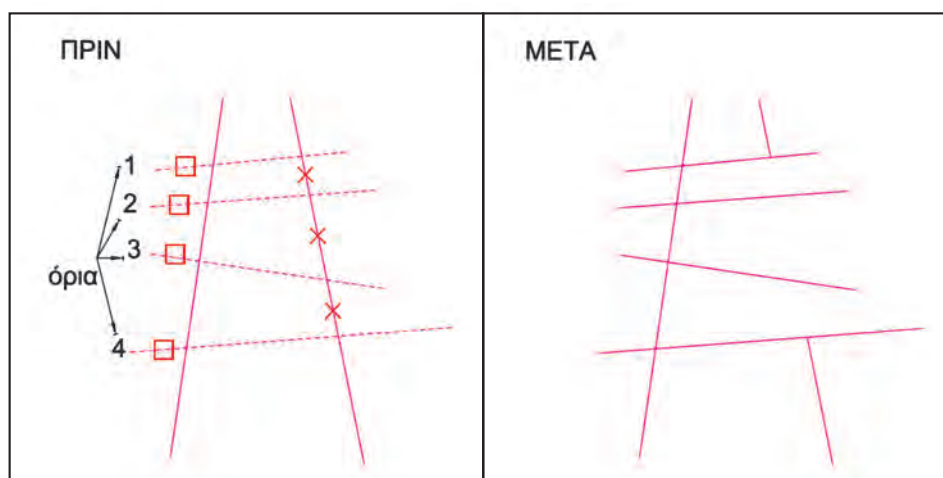
Ορισμένα προγράμματα επιτρέπουν να χρησιμοποιούνται ως κοπίδια και γραμμές που δεν τέμνουν οι ίδιες -αλλά οι προεκτάσεις τους- τις γραμμές που θα κοπούν. Το ψαλίδισμα σε αυτές τις περιπτώσεις εφαρμόζεται ανάμεσα στα νοητά σημεία τομής ορίων και γραμμών που κόβονται.



Σχήμα 113



Σχήμα 114

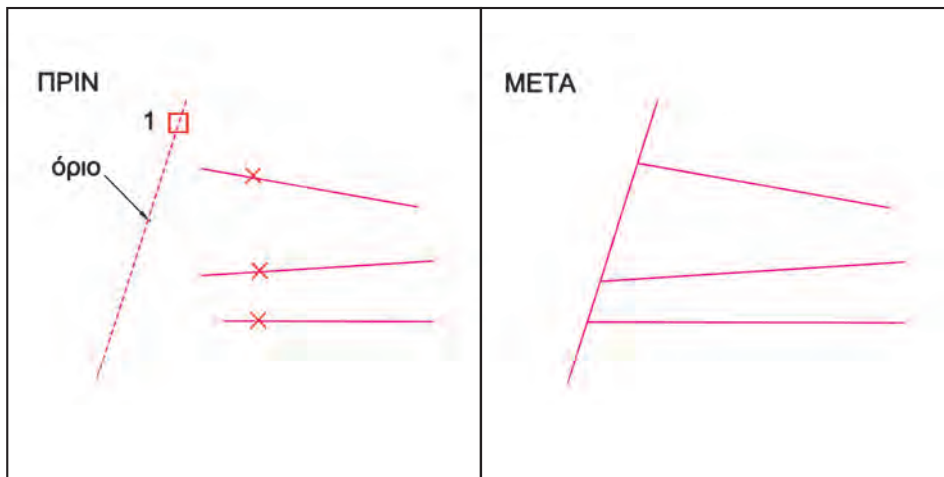


Σχήμα 115

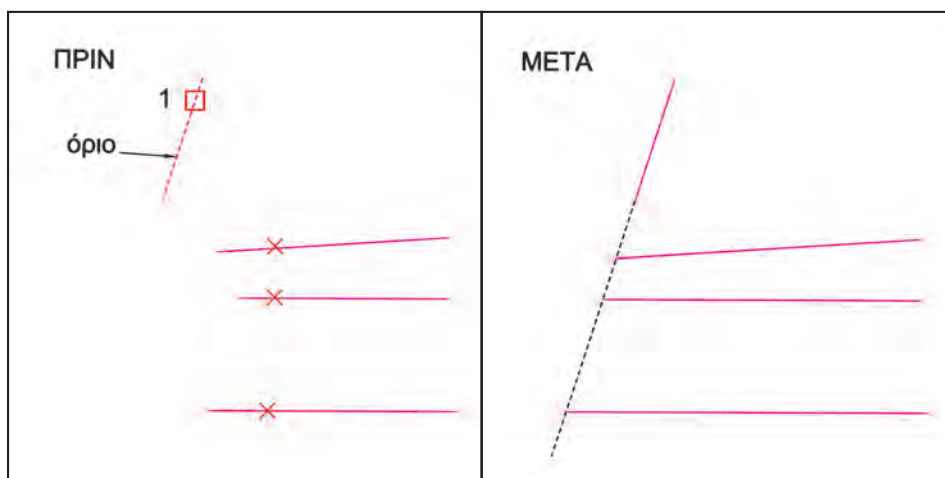
9.2.3.2. Επέκταση

Ανάλογη λογική με του ψαλιδίσματος εφαρμόζεται και για τη λειτουργία της επέκτασης, την οποία θα μπορούσε κανείς να θεωρήσει ως αντίθετη του ψαλιδίσματος. Πάλι καθορίζονται γραμμές ως όρια, μόνο που αυτή τη φορά δε χρησιμεύουν για να κοπούν άλλες γραμμές, αλλά για να σταματήσει εκεί η επέκτασή τους (Σχήμα 116).

Μπορούμε, δηλαδή, να επεκτείνουμε ένα ή περισσότερα ανοιχτά γραμμικά σχήματα μέχρι κάποιο όριο που έχουμε προεπιλέξει. Για τις γραμμές που επεκτείνονται, το σημείο επιλογής τους καθορίζει την κατεύθυνση προς την οποία θα γίνει η



Σχήμα 116

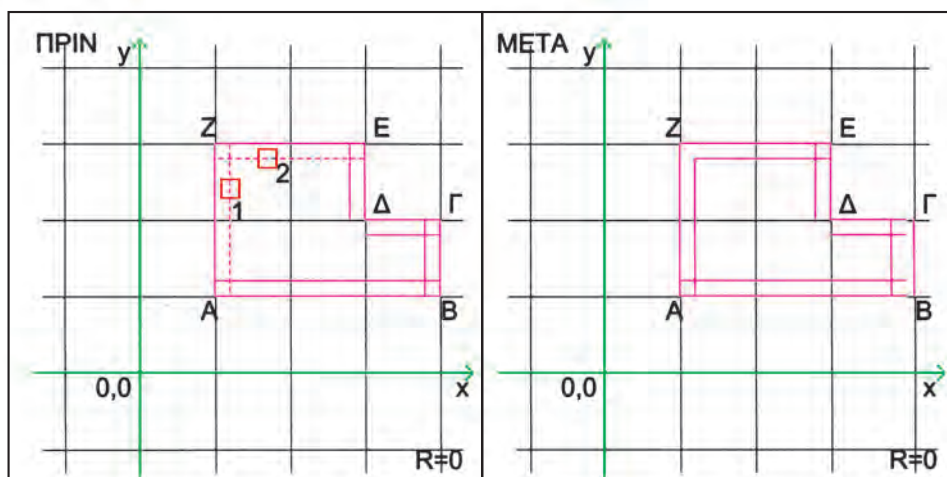


Σχήμα 117

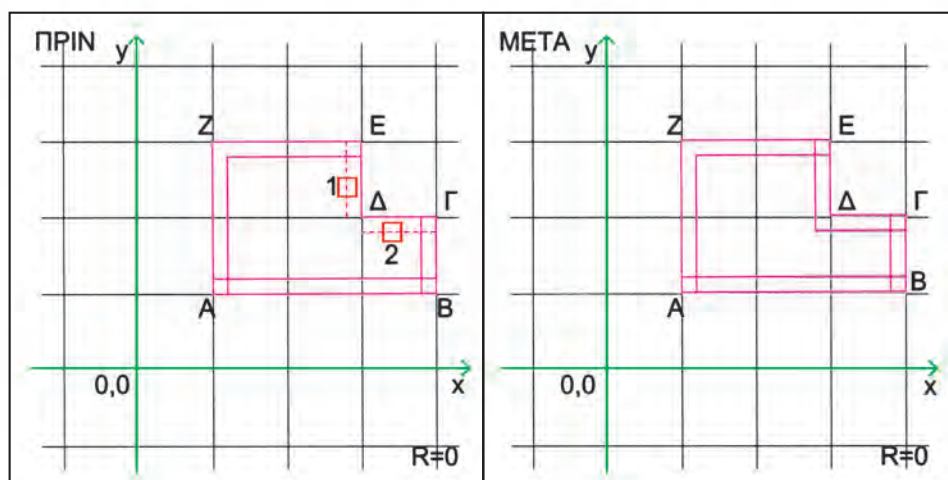
επέκταση. Και στην περίπτωση αυτή μπορεί να γίνει επέκταση μέχρι τις προεκτάσεις των ορίων, εάν οι επεκτεινόμενες γραμμές δεν πρόκειται να τμήσουν τα ίδια τα όρια (Σχήμα 117).

9.2.3.3. Συναρμογή

Μια άλλη διαδικασία αλλαγής μήκους γραμμικών στοιχείων είναι η συναρμογή τους. Η συναρμογή, ανάλογα με τη θέση των γραμμών που συναρμόζονται, μπορεί να προκαλέσει επιμήκυνση ή βράχυνσή τους. Κατά τη συναρμογή οι γραμμές τροποποιούνται, ώστε να συναντηθούν σε ένα κοινό σημείο τους (Σχήματα 118, 119).



Σχήμα 118



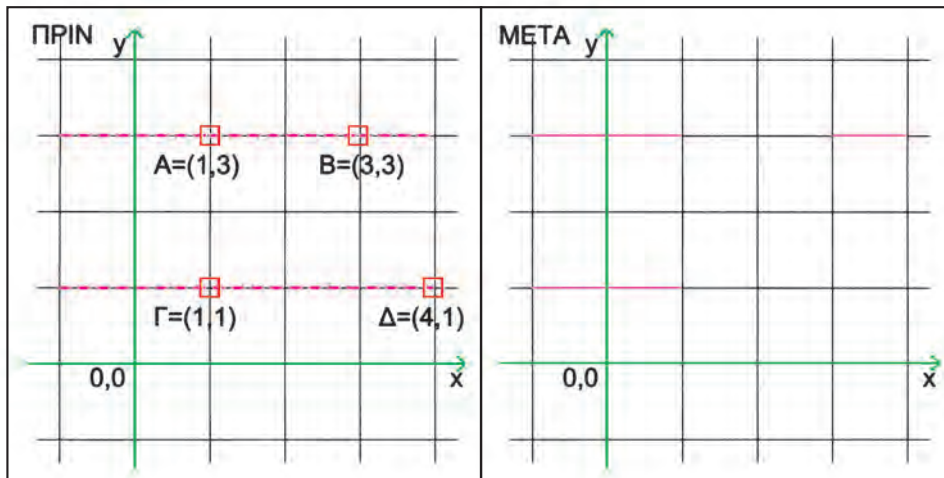
Σχήμα 119

Υπάρχει περίπτωση η συναρμογή δύο γραμμών να μη γίνεται απλώς με α-
 ξομείωση του μήκους τους, αλλά να αποτέμενεται η κορυφή της γωνίας που δημι-
 ουργείται από τις γραμμές αυτές, και να παρεμβάλλεται ένα κυκλικό τόξο ή ένα
 ευθύγραμμο τμήμα. Αυτές, όμως, τις περιπτώσεις θα τις εξετάσουμε στο κεφάλαιο
 «Σύνθετες συναρμογές» στη σελίδα 129.

9.2.3.4. Σπάσιμο γραμμικών στοιχείων

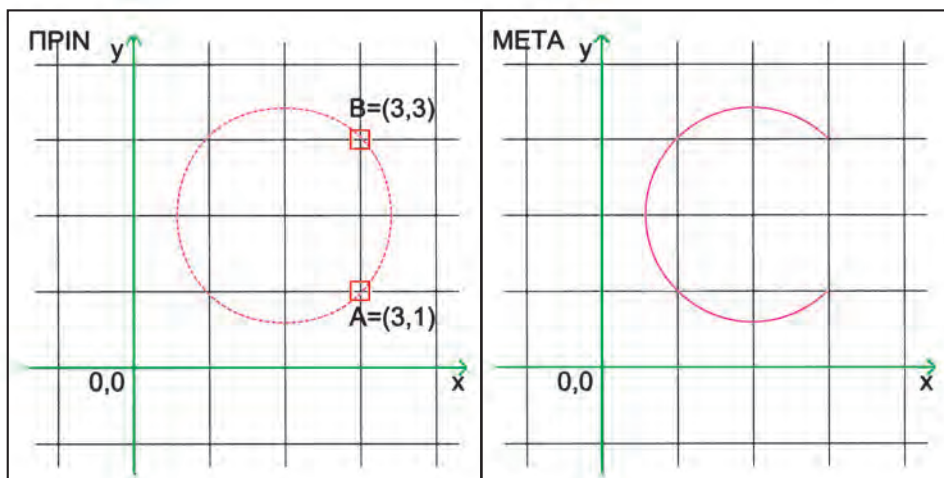
Σε μερικές περιπτώσεις θέλουμε να αφαιρέσουμε ένα τμήμα ενός γραμμικού
 σχήματος, χωρίς όμως να χρησιμοποιήσουμε άλλες γραμμές ως όρια. Στην περίπτω-
 ση αυτή πρέπει να προσδιορίσουμε σαφώς τα άκρα του τμήματος που θέλουμε να

αφαιρέσουμε. Αν το ένα άκρο είναι και άκρο του γραμμικού στοιχείου, τότε, ουσιαστικά, μεταβάλλουμε το μήκος του στοιχείου. Έχουμε, φυσικά, και τη δυνατότητα να αφαιρέσουμε ένα μεσαίο τμήμα, όπως και με το ψαλίδισμα, μόνο που τώρα πρέπει να προσδιορίσουμε τα σημεία στα οποία θα κοπεί το γραμμικό στοιχείο υποδεικνύοντάς τα και όχι προσδιορίζοντάς τα ως τομή του στοιχείου που κόβεται με άλλες γραμμές του σχήματος (Σχήμα 120).



Σχήμα 120

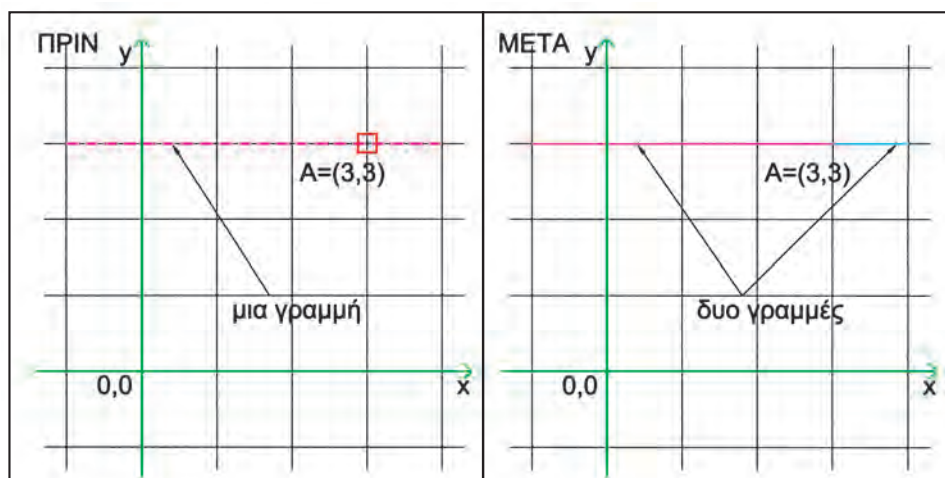
Υπάρχουν περιπτώσεις κατά τις οποίες ο προσδιορισμός δύο σημείων κοψίματος δεν ορίζει μονοσήμαντα το μέρος του τμήματος που θα αφαιρεθεί. Στις περιπτώσεις αυτές υπάρχει, συνήθως, κάποια πρόσθετη συνθήκη, που καθορίζει ποιο τμήμα θα αφαιρεθεί. Για παράδειγμα, αν επιλέξουμε δύο σημεία στην περιφέρεια



Σχήμα 121

ενός κύκλου, ποιο από τα δύο τόξα που αυτά ορίζουν πρέπει να αφαιρεθεί; Θα μπορούσε σε κάποιο πρόγραμμα η συνθήκη να ήταν ότι αφαιρείται πάντοτε το μικρότερο τόξο. Όμως αυτό έχει δύο αδυναμίες: Πρώτον, δεν έχουμε τη δυνατότητα να αφαιρέσουμε το μεγαλύτερο τόξο και να διατηρήσουμε το μικρότερο και δεύτερον, δεν είναι σαφές τι γίνεται αν τα δύο σημεία στα οποία κόβουμε τον κύκλο είναι αντιδιαμετρικά. Καλύτερη συνθήκη είναι να αφαιρούμε το τμήμα που ορίζεται ανάμεσα στο πρώτο και στο δεύτερο σημείο, αν διατρέχουμε τον κύκλο κατά τη φορά θετικής μέτρησης των γωνιών (Σχήμα 121).

Με τη λειτουργία του σπασίματος μπορούμε επίσης να σπάσουμε ένα σχήμα σε κάποιο σημείο (Σχήμα 122). Ορισμένα προγράμματα υποστηρίζουν τη διαδικασία



Σχήμα 122

αυτή ζητώντας ένα μόνο σημείο. Σε άλλα, χρειάζεται ο χρήστης να επιλέξει δύο φορές το ίδιο σημείο. Στην περίπτωση αυτή μπορούμε να θεωρήσουμε ότι αφαιρείται ένα τμήμα μηδενικού μήκους, αφού συμπίπτουν η αρχή και το τέλος του «αφαιρούμενου» τμήματος. Ορισμένα προγράμματα μπορεί να θέτουν περιορισμούς στην εφαρμογή αυτού του «σημειακού» σπασίματος. (Για παράδειγμα, μπορεί να μην επιτρέπουν τέτοιο σπάσιμο ενός κύκλου, επειδή δημιουργεί τόξο 360 μοιρών).

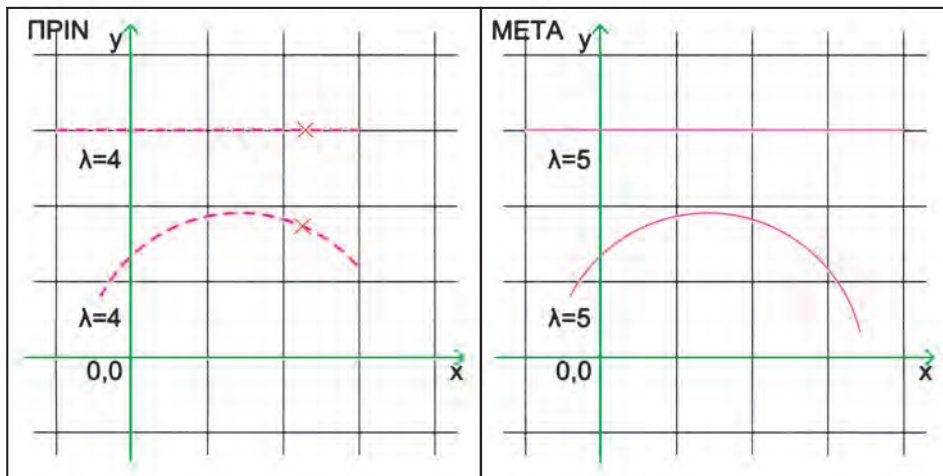
9.2.3.5. Αριθμητική αλλαγή μήκους

Υπάρχουν περιπτώσεις που θέλουμε να αλλάξουμε το μήκος ενός ανοικτού γραμμικού σχήματος, χωρίς, όμως, να χρησιμοποιήσουμε άλλες γραμμές ως όρια. Ορισμένα προγράμματα προβλέπουν σχετικές λειτουργίες, με τις οποίες μπορούμε να καθορίσουμε αριθμητικά το μήκος μιας γραμμής.

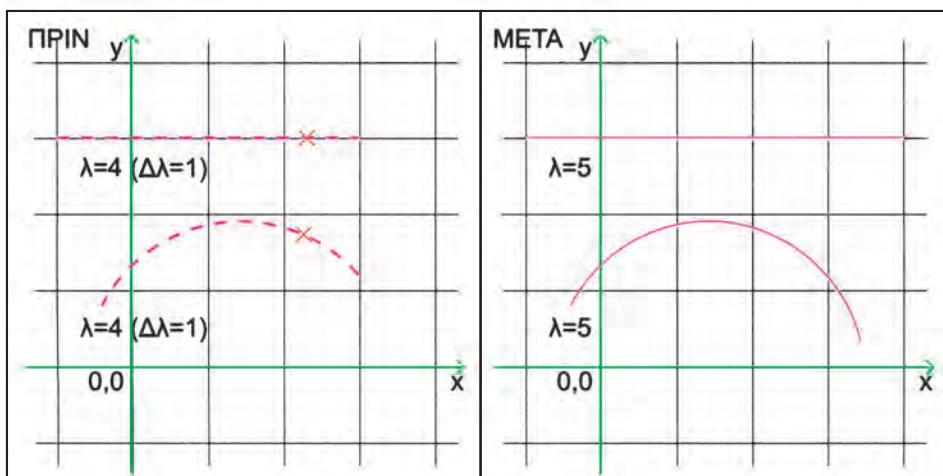
Ο αριθμητικός προσδιορισμός του μήκους μπορεί να γίνεται με διάφορους τρόπους: δίνοντας την τιμή του τελικού μήκους, δίνοντας την αριθμητική τιμή αύξησης του μήκους (αρνητικό για ελάττωση), δίνοντας το ποσοστό αύξησης του μήκους, δί-

νοντας τη συνολική γωνία ή τη μεταβολή της (για τόξα) και, τέλος, προσδιορίζοντας το μήκος γραφικά, με το ποντίκι. Το σημείο επιλογής της γραμμής που θα μεταβληθεί είναι καθοριστικό για την κατεύθυνση της προέκτασης ή της ελάττωσης της γραμμής (Σχήματα 123, 124, 125).

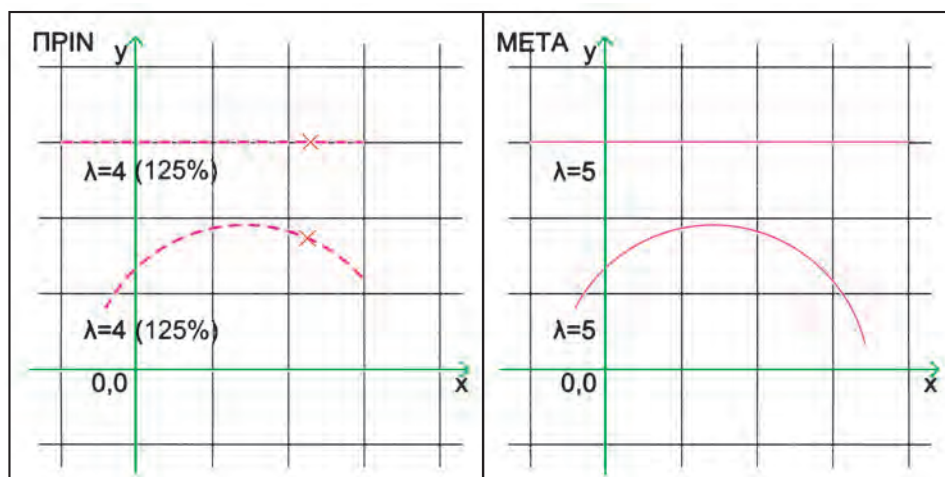
Επαναλαμβάνουμε ότι, και στη διαδικασία αριθμητικής αλλαγής μήκους, είναι απαραίτητο να ξέρουμε αν και με πόσους τρόπους υποστηρίζει το λογισμικό που χρησιμοποιούμε τη διαδικασία αυτή, και πώς ακριβώς λειτουργεί η αντίστοιχη εντολή (π.χ., πιθανόν να δίνει αρχικά κάποια ένδειξη για το τρέχον μέγεθος του σχήματος).



Σχήμα 123



Σχήμα 124



Σχήμα 125

9.2.4. Τάνυση

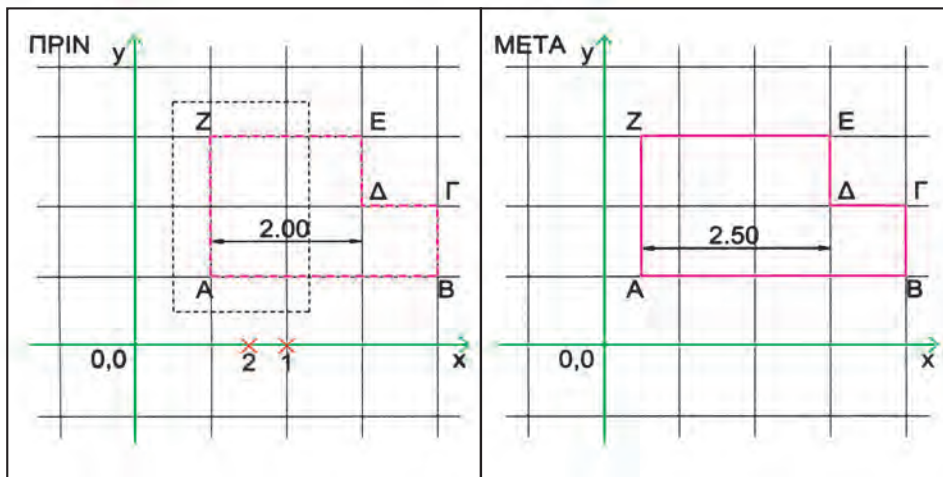
Έως τώρα είδαμε διαδικασίες που μεταβάλλουν το μήκος μη κλειστών γραμμών. Η τάνυση μπορεί να εφαρμοστεί τόσο σε ανοικτές όσο και σε κλειστές γραμμές. Με την τάνυση μετακινούμε ένα τμήμα του αντικειμένου, ενώ το υπόλοιπο αντικείμενο μένει ακίνητο. Οι γραμμές που συνδέουν το τμήμα που μετακινήθηκε με το ακίνητο παραμορφώνονται, ώστε να εξακολουθήσουν να συνδέουν τα άκρα που συνέδεαν και πριν από την τάνυση.

Είναι φανερό ότι, για να λειτουργήσει η διαδικασία της τάνυσης, πρέπει να οριοθετήσουμε το τμήμα που θα μετακινηθεί. Μόνο οι γραμμές που περιέχονται ολόκληρες στο τμήμα αυτό θα μετατοπιστούν κατά την τάνυση, ενώ όσες τέμνονται από τα όρια του τμήματος θα λειτουργήσουν ως ελαστικές και θα παραμορφωθούν.

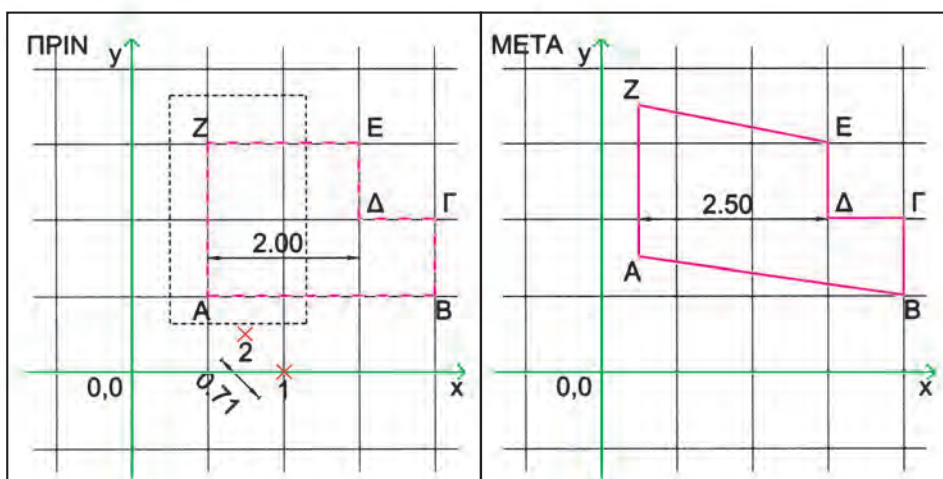
Η τάνυση είναι εξαιρετικά χρήσιμη διαδικασία, που όμως κρύβει και μερικές «παγίδες». Γι' αυτό χρειάζεται να είμαστε ιδιαίτερα προσεκτικοί όταν τανύζουμε ένα σχήμα. Παρατηρήστε ότι η παραλληλία των γραμμών μπορεί να διατηρείται ή να μη διατηρείται, ανάλογα με τη διεύθυνση του διανύσματος μετακίνησης και με την επιλογή του τμήματος του σχεδίου που μετακινείται (Σχήματα 126, 127).

Ειδική μεταχείριση έχουν σχήματα που δεν παραμορφώνονται με την τάνυση, ακόμη και αν τέμνονται από τα όρια του τμήματος, όπως κύκλοι ή κείμενα. Όταν αυτά τα σχήματα τέμνονται από τα όρια του τμήματος που θα μετακινηθεί, είτε μετακινούνται είτε μένουν ακίνητα ανάλογα με ορισμένα κριτήρια (π.χ., αν το κέντρο του κύκλου βρίσκεται μέσα στο τμήμα που θα μετακινηθεί ή όχι).

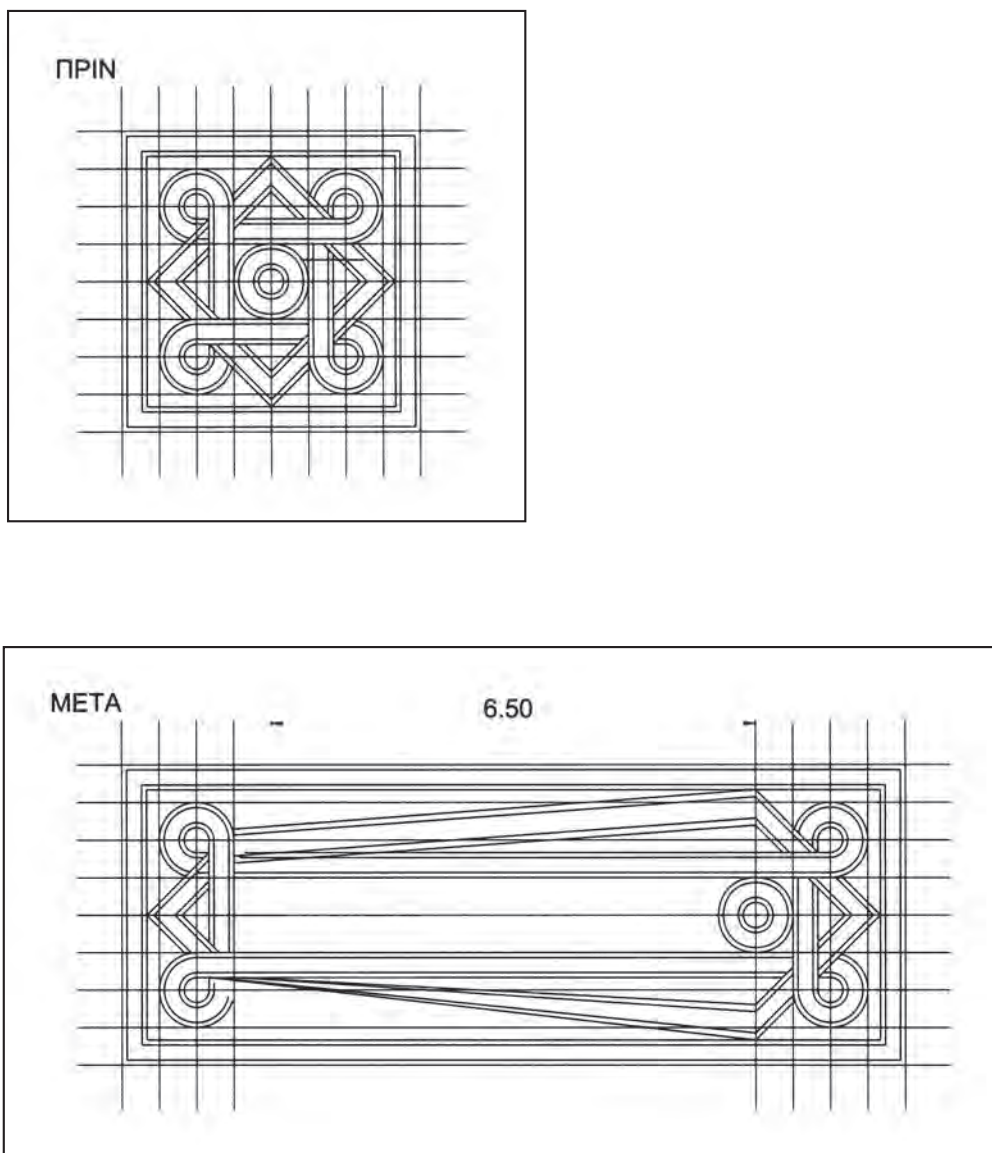
Παρατηρήστε στο σχήμα 128 ότι ο κεντρικός κύκλος μετατοπίζεται και δεν παραμορφώνεται, παρ' όλο που μόνον το δεξί ημικύκλιο περιλαμβάνεται στο τμήμα που επιλέγουμε για να το μετακινήσουμε. Επίσης, ορισμένες από τις γραμμές που παραμένουν μεταξύ τους παράλληλες, δεν έχουν πια την ίδια απόσταση η μία από την άλλη. Αν οι γραμμές αυτές ήταν όρια ενός τοίχου, η τάνυση θα δημιουργούσε λάθι, μεταβάλλοντας το πάχος του τοίχου. Τέλος, στο ίδιο σχήμα, παρατηρήστε ότι με την τάνυση διαταράχθηκαν και ορισμένες συναντήσεις γραμμών. Χρειάζεται, λοιπόν, όχι μόνον να εφαρμόζουμε την τάνυση με ιδιαίτερη προσοχή αλλά και να διορθώνουμε στη συνέχεια τυχόν ανεπιθύμητα αποτελέσματά της.



Σχήμα 126

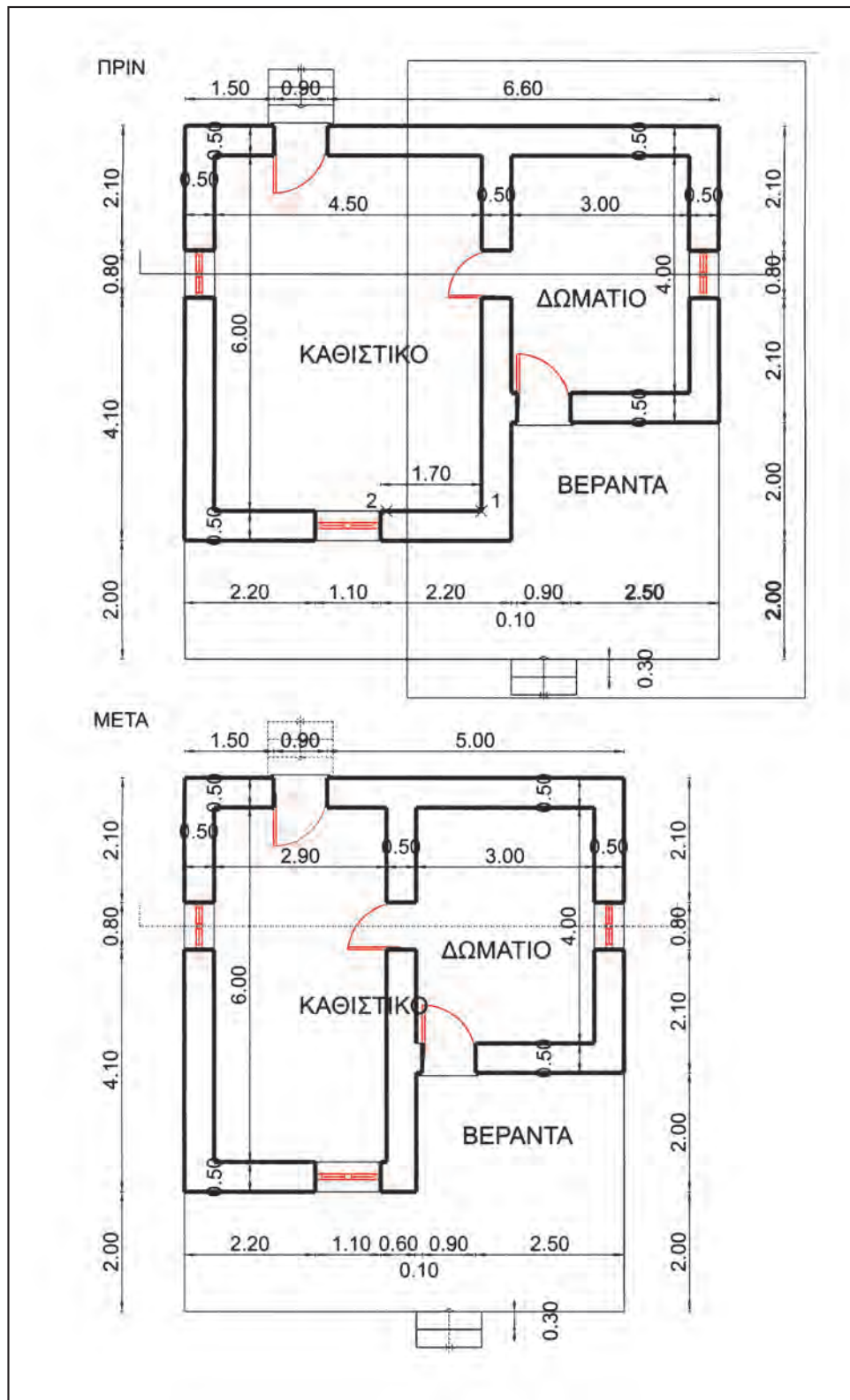


Σχήμα 127



Σχήμα 128

Η τάνυση είναι ίσως η σημαντικότερη από τις διαδικασίες επεξεργασίας για τη σύνθεση, επειδή μειώνει πάρα πολύ την απαιτούμενη εργασία κατά την τροποποίηση σχεδίων και τη διερεύνηση εναλλακτικών λύσεων. Είναι η διαδικασία που μας απαλλάσσει από το να ξανασχεδιάζουμε εξ αρχής πολλά από τα στοιχεία που θέλουμε να μεταβάλουμε. Με την τάνυση μπορούμε να αλλάξουμε τις διαστάσεις ολόκληρου του κτιρίου, μπορούμε να αλλάξουμε θέσεις τοίχων ή διαστάσεις επίπλων. Ταυτόχρονα με τη μεταβολή των μεγεθών αναπροσαρμόζονται και οι σχετικές ενδείξεις διαστάσεων, καθώς τανύζονται μαζί με τα στοιχεία με τα οποία αυτές συνδέονται (Σχήμα 129).

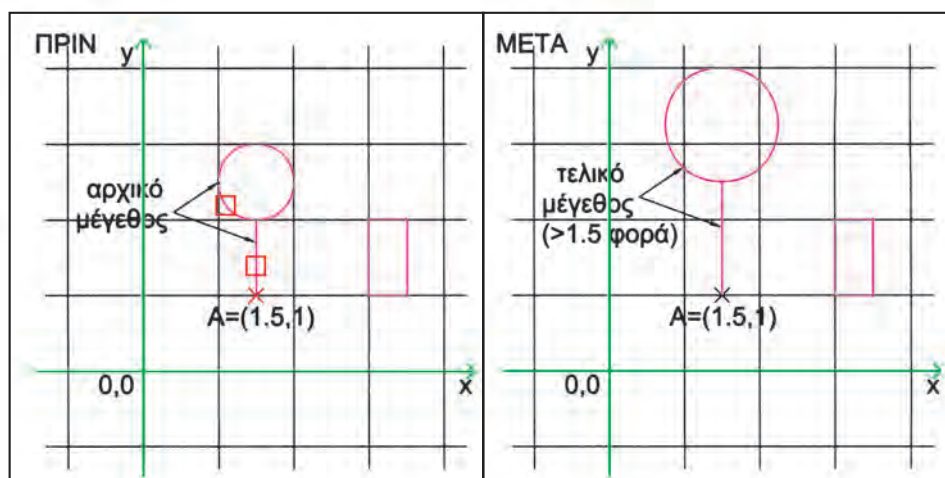


Σχήμα 129

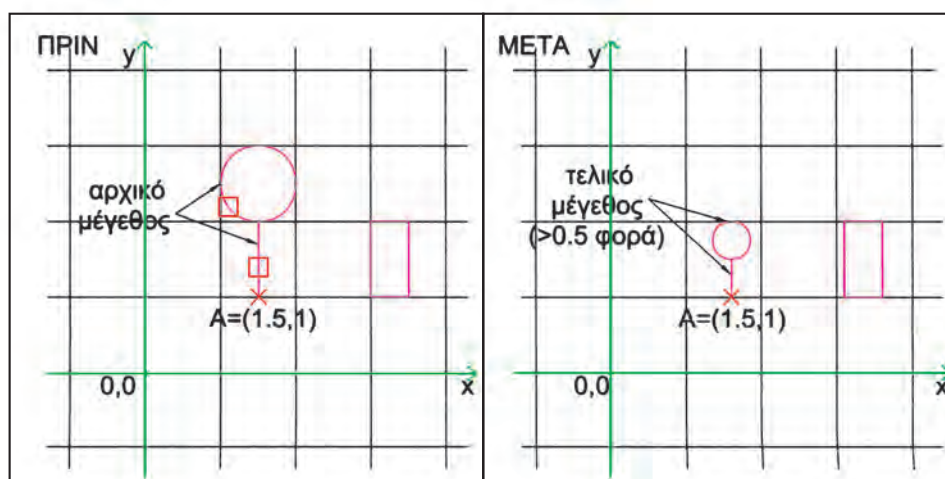
9.2.5. Μεγέθυνση και σμίκρυνση

Ορισμένες φορές χρειάζεται να μεγαλώσουμε ή να μικρύνουμε ομοιόμορφα ένα αντικείμενο χωρίς να αλλοιωθούν οι αναλογίες του. Αυτό επιτυγχάνεται με τη διαδικασία μεγέθυνσης ή σμίκρυνσης.

Οι παράμετροι που χρειάζονται για τη διαδικασία αυτή είναι τα αντικείμενα των οποίων το μέγεθος θέλουμε να μεταβληθεί και ένας αριθμός που εκφράζει την ποσοστιαία μεταβολή του μεγέθους και ισούται με τον λόγο του τελικού προς το αρχικό μέγεθος (π.χ. το 1 διατηρεί το μέγεθος αναλλοίωτο, το 2 διπλασιάζει το μέγεθος των αντικειμένων, το 0.5 το κάνει μισό κ.ο.κ.). Δηλαδή, όλοι οι αριθμοί που είναι μεγαλύτεροι από 1 μεγεθύνουν τα αντικείμενα, ενώ όλοι οι αριθμοί μεταξύ 0 και 1 τα μικραίνουν (Σχήματα 130, 131).



Σχήμα 130

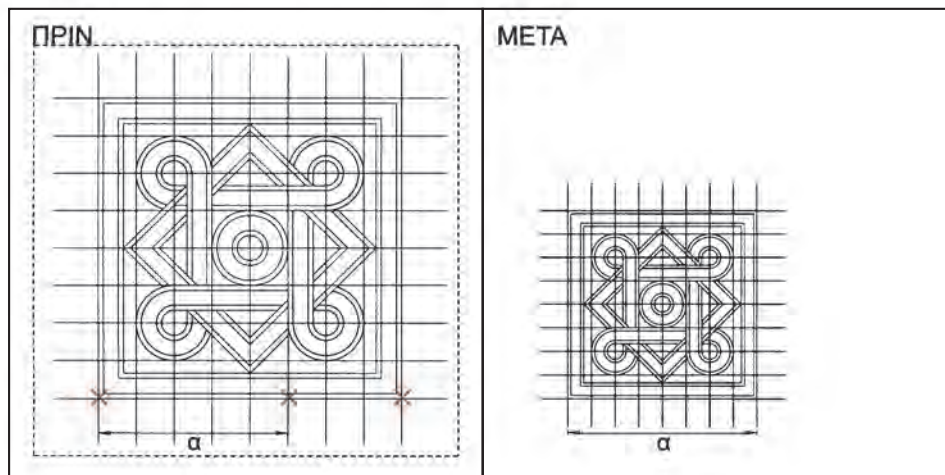


Σχήμα 131

Στη λογική της ομοιόμορφης αλλαγής μεγέθους στηρίζεται η έννοια της κλίμακας, όταν σχεδιάζουμε με το χέρι. Για να χωρέσει, για παράδειγμα, το σχέδιο ενός σπιτιού σε μια σελίδα χαρτί, σχεδιάζουμε όλα τα πραγματικά μεγέθη διαιρεμένα με ένα σταθερό αριθμό (π.χ. με το 100 στην κλίμακα 1:100). Στον υπολογιστή, όμως, επειδή σχεδιάζουμε πάντα σε πραγματικά μεγέθη, η μεγέθυνση ή η σμίκρυνση χρησιμοποιούνται για να *αλλάζουν το πραγματικό μέγεθος του αντικειμένου*, διατηρώντας τις αρχικές αναλογίες του.

Γι' αυτό και πρέπει να χρησιμοποιούμε αυτή την εντολή με μεγάλη προσοχή. Αυτή η εντολή είναι πολύ χρήσιμη, όταν φέρνουμε στο σχέδιό μας αντικείμενα που είναι σχεδιασμένα με διαφορετικές μονάδες. Για παράδειγμα, μπορεί να φέρουμε στο σχέδιο ενός σπιτιού (που κατά κανόνα σχεδιάζουμε σε μέτρα) το σχέδιο ενός επίπλου, που είναι σε εκατοστά. Τότε, το πρόγραμμα, που πιθανόν αναγνωρίζει μόνο αριθμητικά μεγέθη και όχι μονάδες, θα εμφανίσει το έπιπλο 100 φορές μεγαλύτερο. Θα ερμηνεύσει, δηλαδή, το ένα εκατοστό ως ένα μέτρο! Εμείς, τότε, πρέπει να διορθώσουμε το λάθος μικραίνοντας το έπιπλο 100 φορές.

Μερικές φορές δεν μπορούμε να προσδιορίσουμε αριθμητικά τη μεγέθυνση ή τη σμίκρυνση που επιθυμούμε. Ορισμένα προγράμματα επιτρέπουν να την προσδιορίσουμε γραφικά, δείχνοντας δύο ευθύγραμμα τμήματα που αντιστοιχούν στο αρχικό και στο τελικό μέγεθος κάποιου χαρακτηριστικού (Σχήμα 132). Στις περιπτώσεις αυτές πρέπει να προσέχουμε να έχουμε απόλυτη ακρίβεια. Γι' αυτό και όταν δείχνουμε το αρχικό και το τελικό μέγεθος, συνήθως χρησιμοποιούμε την έλξη σε χαρακτηριστικά σημεία αντικειμένων.



Σχήμα 132

9.2.6. Ο σημαντικός ρόλος των εντολών τροποποίησης

Το CAD βασίζεται, σε μεγάλο βαθμό, στις διαδικασίες τροποποίησης. Οι διαδικασίες τροποποίησης είναι ένα από τα σημεία στα οποία το CAD διαφοροποιείται από την παραδοσιακή σχεδίαση. Στην παραδοσιακή σχεδίαση δεν υπάρχει, κατά κα-

νόνα, η δυνατότητα άψογης μετατροπής σχεδιασμένων ήδη στοιχείων του σχεδίου. Ορισμένες από τις διαδικασίες τροποποίησης αντιστοιχούν με σβήσιμο στο παραδοσιακό σχέδιο (ψαλίδισμα, σπάσιμο, αριθμητική ελάττωση μήκους και συναρμογή με βράχυνση των στοιχείων που συναρμόζονται). Άλλες, αντιστοιχούν με επεκτάσεις γραμμών. Και οι δύο, όμως, αυτές ενέργειες είναι στο παραδοσιακό σχέδιο επίπονες διαδικασίες και έχουν αποτελέσματα συχνά ατελή, καθώς ένα έμπειρο μάτι μπορεί να διακρίνει το σβήσιμο ή την επέκταση.

Αντίθετα, στο CAD όλα είναι ευμετάβλητα. Κάθε στοιχείο του σχεδίου μπορεί να υποστεί τροποποιήσεις και οι τροποποιήσεις αυτές είναι εύκολες και το αποτέλεσμα τους τέλειο. Αναπτύσσουν, λοιπόν, οι σχεδιαστές του CAD μια διαφορετική σχεδιαστική προσέγγιση, που βασίζεται στις τροποποιήσεις. Ορισμένες λειτουργίες, μάλιστα, είναι αμφίβολο αν μπορούν να εκτελεστούν χωρίς διαδικασίες τροποποίησης. Ως παράδειγμα αναφέρουμε μια δέσμη ευθύγραμμων τμημάτων που εκτείνονται μέχρι ένα τόξο κύκλου. Είναι ευκολότατο να παραχθεί η δέσμη από ένα ευθύγραμμο τμήμα -με μια εντολή κατασκευής που θα δούμε στο επόμενο κεφάλαιο- και στη συνέχεια να κοπούν τα άκρα των τμημάτων που περισσεύουν ή να επεκταθούν τα τμήματα μέχρι το τόξο. Αντίθετα, είναι τρομερά δύσκολο -και σε πολλά προγράμματα αδύνατο- να σχεδιαστούν εξ αρχής σωστά τα τμήματα αυτά.

9.3. Εντολές κατασκευής

Όπως είδαμε προηγουμένως, οι εντολές τροποποίησης είναι εξαιρετικά χρήσιμες, αφού μας βοηθούν να πετυχαίνουμε τα σχεδιαστικά αποτελέσματα που επιθυμούμε, μεταβάλλοντας τμήματα του σχεδίου μας αντί να τα ξανασχεδιάζουμε εξ αρχής. Θα μπορούσαμε να πούμε, με την ποιητική ελευθερία που συνεπάγεται μια τέτοια σύγκριση, ότι οι εντολές κατασκευής είναι ακόμη χρησιμότερες, επειδή είναι οι εντολές που πολύ συχνά μας βοηθούν να εξοικονομήσουμε πάρα πολύ χρόνο. Είναι οι εντολές εκείνες που μας επιτρέπουν, αντί να σχεδιάζουμε εξ αρχής κάθε αντικείμενο στο σχέδιο μας (όπως κάνουμε στη σχεδίαση με το χέρι), να δημιουργούμε ένα ή και πολλά νέα αντικείμενα, χρησιμοποιώντας άλλα όμοια ή συναφή αντικείμενα, που ήδη υπάρχουν στο σχέδιό μας.

Έχοντας, δηλαδή, ένα σχεδιασμένο αντικείμενο, μπορούμε να το αντιγράψουμε μία ή περισσότερες φορές, σε συγκεκριμένες θέσεις που ορίζουμε, ή να δημιουργήσουμε ένα νέο «παράλληλο» αντικείμενο σε συγκεκριμένη απόσταση από αυτό, ή να δημιουργήσουμε το συμμετρικό του ως προς άξονα συμμετρίας, ή, τέλος, να φτιάξουμε ορθογωνικές ή κυκλικές διατάξεις με αντικείμενα όμοια με αυτό. Μπορούμε επίσης να χρησιμοποιήσουμε το σχεδιασμένο αντικείμενο ως αφετηρία, για να δημιουργήσουμε με κάποια αυτόματη διαδικασία νέα στοιχεία που το τροποποιούν (π.χ. μια τεθλασμένη γραμμή της οποίας τις γωνίες στρογγυλεύουμε προσθέτοντάς τους τόξα ορισμένης ακτίνας).

Στη συνέχεια, θα δούμε αναλυτικά ορισμένες από τις γενικές διαδικασίες κατασκευής, τις οποίες υποστηρίζουν αρκετά προγράμματα. Υπενθυμίζουμε ότι τα

εξειδικευμένα προγράμματα συνήθως διαθέτουν πρόσθετες διαδικασίες κατασκευής προσαρμοσμένες στο ειδικό αντικείμενό τους. Μια τέτοια διαδικασία μπορεί να είναι, για παράδειγμα, η δημιουργία τρισδιάστατων τοίχων από ένα αρχιτεκτονικό πρόγραμμα CAD, με αφετηρία τις προβολές των τοίχων στην κάτοψη.

9.3.1. Αντιγραφή

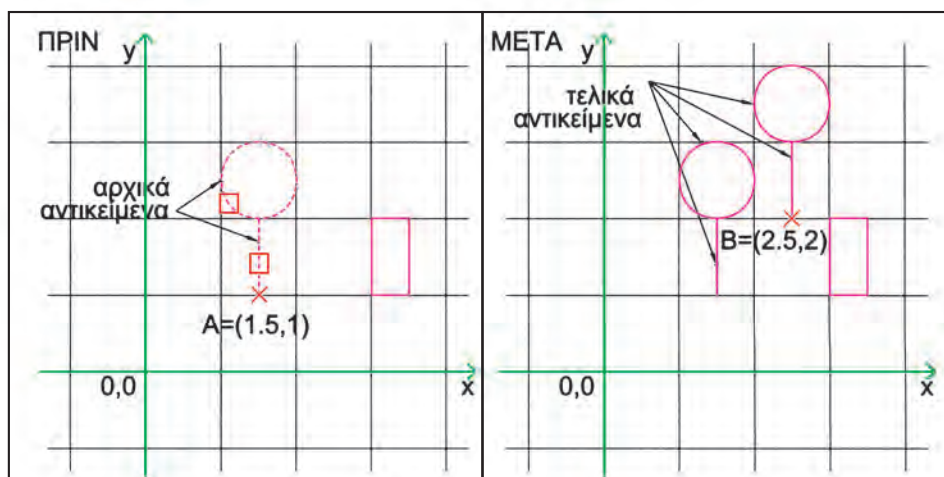
Η αντιγραφή είναι μια διαδικασία που μας βοηθάει να εξοικονομήσουμε πολύ χρόνο στη σχεδίαση. Τη χρησιμοποιούμε για να κατασκευάσουμε αντικείμενα ίδια με κάποιο αρχικό. Τη χρησιμοποιούμε όμως ακόμη, και για να κατασκευάσουμε αντικείμενα παρόμοια με το αρχικό. Στην περίπτωση αυτή, δημιουργούμε πρώτα ένα πανομοιότυπο αντίγραφο, το οποίο στη συνέχεια τροποποιούμε με τις διαδικασίες τροποποίησης που είδαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Το αν θα αποφασίσουμε να σχεδιάσουμε ένα αντικείμενο από την αρχή ή να τροποποιήσουμε το αντίγραφο ενός άλλου αντικειμένου εξαρτάται από το ποια διαδικασία μας φαίνεται ευκολότερη. Η απόφαση αυτή μπορεί να είναι διαφορετική για διάφορα άτομα και εξαρτάται από την εμπειρία, τη φαντασία και τις προσωπικές προτιμήσεις του καθενός.

Για να αντιγράψουμε ένα ή περισσότερα σχεδιασμένα αντικείμενα μέσα στο ίδιο σχέδιο, χρειάζεται να επιλέξουμε τα αντικείμενα που θέλουμε να αντιγράψουμε και να προσδιορίσουμε τη θέση στην οποία θέλουμε να αντιγραφούν. Επιλέγουμε, λοιπόν, τα πρωτότυπα αντικείμενα, με τις διαδικασίες επιλογής που είδαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο, ορίζουμε ένα σημείο ως σημείο αναφοράς των επιλεγμένων αντικειμένων και, στη συνέχεια, ένα δεύτερο σημείο, που προσδιορίζει τη θέση όπου θα τοποθετηθεί το αντίγραφο. Το διάστημα από το πρώτο ως το δεύτερο σημείο ορίζει τη σχετική μετακίνηση του αντιγράφου ως προς το πρωτότυπο. Τα σημεία αυτά μπορεί να βρίσκονται οπουδήποτε στο επίπεδο σχεδίασης. Όπως και στη διαδικασία μετατόπισης, εκείνο που έχει σημασία είναι η σχετική θέση του δεύτερου ως προς το πρώτο.

Θα μπορούσε, μάλιστα, κάποιος να φανταστεί την αντιγραφή ως μετατόπιση αντικειμένων, μόνο που τα αντικείμενα παραμένουν σχεδιασμένα και στην αρχική θέση τους (Σχήμα 133).

Επειδή ορισμένες φορές χρειάζεται να κάνουμε πολλαπλά αντίγραφα του ίδιου αντικειμένου, ορισμένα προγράμματα προβλέπουν και ανάλογη διαδικασία. Αφού ορίσουμε το αρχικό σημείο, ορίζουμε διαδοχικά μια σειρά σημείων όπου κατασκευάζονται τα αντίστοιχα αντίγραφα, ώσπου να «ειδοποιήσουμε» το πρόγραμμα να σταματήσει τη διαδικασία πολλαπλής αντιγραφής.

Τέλος, μπορούμε να αντιγράψουμε σχεδιασμένα αντικείμενα από ένα σχέδιο και να τα εισάγουμε σε ένα άλλο. Η διαδικασία αυτή είναι πιθανόν να διαφέρει από την αντιγραφή μέσα στο ίδιο σχέδιο, ανάλογα με το πρόγραμμα. Ένας τρόπος που μπορεί να εφαρμόζεται σε αρκετά προγράμματα των Windows είναι να καταχωρίσουμε το αντίγραφο των αντικειμένων στο πρόχειρο (clipboard) και στη συνέχεια να

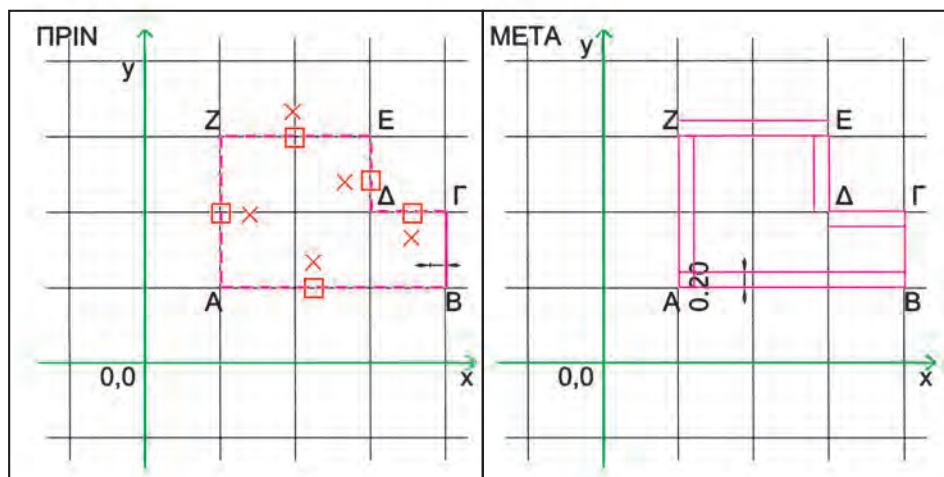


Σχήμα 133

το εισάγουμε όσες φορές θέλουμε από το πρόχειρο σε άλλα σχέδια (με τις γνωστές διαδικασίες αντιγραφής και επικόλλησης που υποστηρίζουν τα Windows) και να το τοποθετήσουμε στις θέσεις που επιθυμούμε.

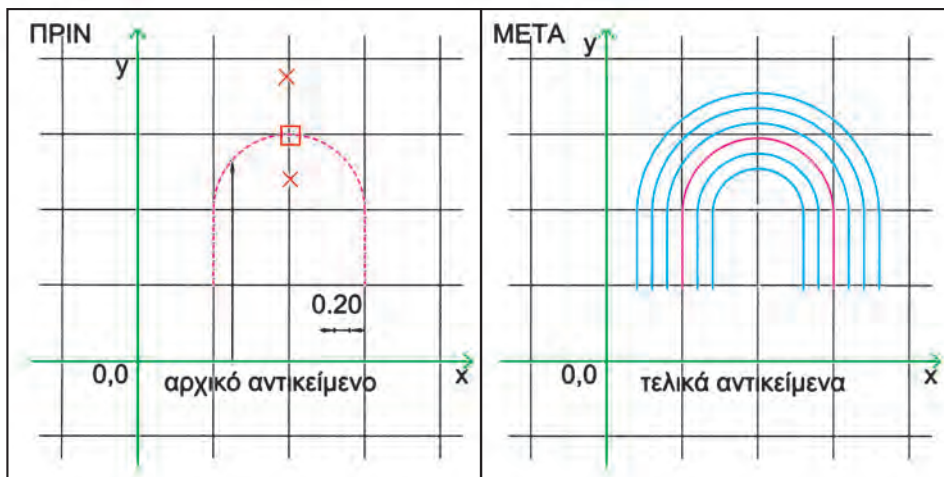
9.3.2. Παραγωγή «παράλληλων» σχημάτων

Πολλές φορές θέλουμε να σχεδιάσουμε παράλληλες γραμμές ή ομόκεντρα σχήματα. Ορισμένα προγράμματα διαθέτουν μια διαδικασία που διευκολύνει τη δημιουργία τέτοιων σχημάτων. Μπορούμε, δηλαδή, να δημιουργήσουμε ένα νέο αντικείμενο, παράλληλα σε ένα ήδη σχεδιασμένο, σε συγκεκριμένη απόσταση και προς την κατεύθυνση που εμείς ορίζουμε (Σχήμα 134).



Σχήμα 134

Την απόσταση του νέου αντικειμένου από το πρωτότυπο μπορούμε να την προσδιορίσουμε δίνοντας την αριθμητική τιμή της ή και γραφικά, ορίζοντάς την με δύο σημεία. Χρειάζεται, επίσης, να καθορίζουμε προς ποια πλευρά του ήδη σχεδιασμένου αντικειμένου θέλουμε να παραχθεί το νέο αντικείμενο, δείχνοντας ένα σημείο στην αντίστοιχη περιοχή. Στην περίπτωση σχημάτων όπως οι κύκλοι, οι ελλείψεις, τα ορθογώνια παραλληλόγραμμα, ανάλογα με το αν θα επιλέξουμε ένα σημείο μέσα ή έξω από το περίγραμμά τους, δημιουργούμε μικρότερα ή μεγαλύτερα σχήματα, αντίστοιχα. Αυτό ισχύει και για τα τόξα και για τα σύνθετα σχήματα (Σχήμα 135). Όταν, όμως, παράγουμε παράλληλα ευθύγραμμα τμήματα, το μέγεθος των παραγόμενων τμημάτων είναι ίδιο με του αρχικού.



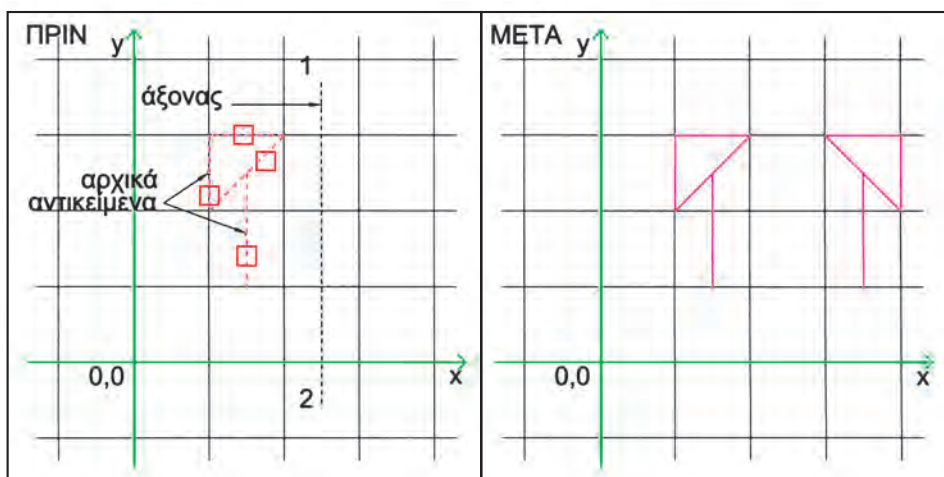
Σχήμα 135

Τη διαδικασία παραγωγής «παράλληλων» σχημάτων πρέπει να τη χρησιμοποιούμε με προσοχή, γιατί μπορεί να έχουμε εσφαλμένη εντύπωση για τα αντικείμενα που δημιουργούνται. Για παράδειγμα, από ένα τόξο ή από έναν κύκλο δημιουργούνται πάλι τόξο ή κύκλος, αλλά από μια έλλειψη δε δημιουργείται έλλειψη.

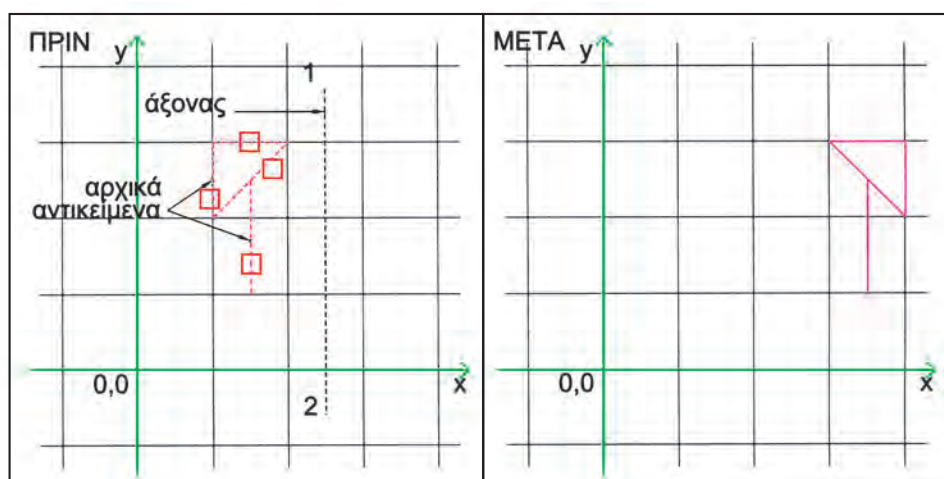
Τη θέση στην οποία θα δημιουργηθεί το παράλληλο σχήμα ενδέχεται να μπορούμε να την ορίσουμε και με ένα διαφορετικό, αμεσότερο τρόπο: αντί να έχουμε προκαθορίσει την απόσταση του νέου σχήματος από το σχήμα αφετηρίας μπορούμε να δώσουμε ένα σημείο (με συντεταγμένες ή δείχνοντάς το με το ποντίκι) από το οποίο επιθυμούμε να διέλθει το νέο σχήμα.

9.3.3. Καθρεπτισμός

Η διαδικασία αυτή δημιουργεί τα συμμετρικά αντικειμένων ως προς άξονα συμμετρίας. Τα αρχικά αντικείμενα μπορεί να διατηρηθούν, οπότε δημιουργούνται συμμετρικά αντίγραφά τους, ή τα ίδια τα αντικείμενα να «αναστραφούν». Τα στοιχεία που χρειάζονται για να ολοκληρωθεί η διαδικασία είναι τα αντικείμενα των οποίων θέλουμε να δημιουργήσουμε τα συμμετρικά και ο άξονας συμμετρίας (Σχήματα 136, 137).



Σχήμα 136



Σχήμα 137

Εάν διερευνήσει κανείς την ουσία της διαδικασίας καθρεπτισμού, θα παρατηρήσει ότι αυτή δεν είναι πάντοτε διαδικασία κατασκευής: Όταν δε διατηρείται και το αρχικό αντικείμενο, δεν παράγεται νέο συμμετρικό, αλλά απλώς μετασχηματίζεται το ήδη υπάρχον. Συνεπώς, και σύμφωνα με όσα είδαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο, πρόκειται στην περίπτωση αυτή για διαδικασία τροποποίησης.

9.3.4. Διατάξεις ή συστοιχίες

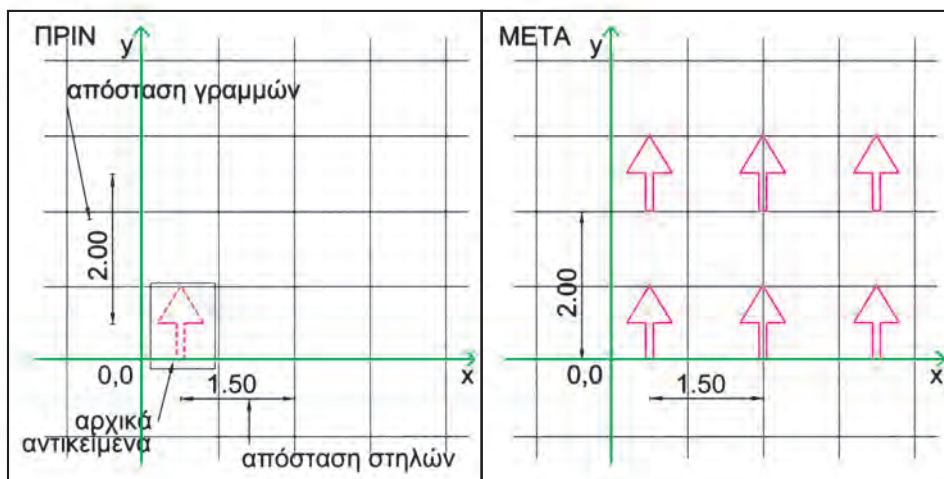
Σε πολλά σχέδια χρειάζεται να τοποθετήσουμε ένα πλήθος ίδιων αντικειμένων σε συγκεκριμένη διάταξη. Με όσα έχουμε δει έως τώρα θα δημιουργούσαμε πολλα-

πλά αντίγραφα και θα τα τοποθετούσαμε ένα ένα στις θέσεις που θέλουμε. Εύκολα κανείς αντιλαμβάνεται τη δυσκολία προσδιορισμού των θέσεων αυτών. Γι' αυτό και αρκετά προγράμματα διαθέτουν τυποποιημένες διαδικασίες, που επιτρέπουν να παράγουμε εύκολα ένα σύνολο αντιγράφων, τα οποία και τοποθετούνται σε διάφορες διατάξεις (ή συστοιχίες). Παραδείγματα τέτοιων περιπτώσεων είναι τα θρανία σε μια τάξη ή οι καρέκλες γύρω από ένα κυκλικό τραπέζι συσκέψεων. Δύο συνηθισμένες διατάξεις είναι η ορθογωνική και η κυκλική, που εξετάζουμε στη συνέχεια.

Υπάρχουν φορές που οι διατάξεις δε δημιουργούνται με έναν αυθύπαρκτο γεωμετρικό κανόνα (όπως στις κυκλικές ή ορθογωνικές διατάξεις), αλλά ακολουθούν κάποια τροχιά όπως, για παράδειγμα, οι καρέκλες γύρω από ένα οβάλ τραπέζι.

9.3.4.1. Ορθογωνική διάταξη

Μια ορθογωνική διάταξη αποτελείται από αντικείμενα στοιχημένα σε γραμμές και στήλες. Η διαδικασία που δημιουργεί ορθογωνικές διατάξεις χρειάζεται ως παραμέτρους τα αντικείμενα που θα αντιγραφούν, το πλήθος των γραμμών και των στηλών και τις αποστάσεις ανάμεσα στις γραμμές και στις στήλες (Σχήμα 138). Οι γραμμές είναι παράλληλες στον άξονα X , ενώ οι στήλες είναι παράλληλες στον Y (ή στους αντίστοιχους άξονες του κανάβου). Οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών και των στηλών μπορεί να είναι θετικές ή αρνητικές, με τα ανάλογα αποτελέσματα.

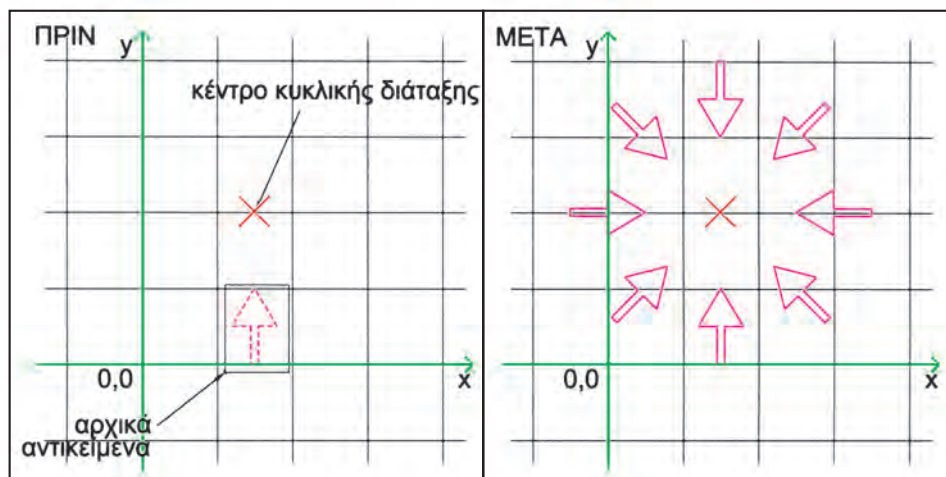


Σχήμα 138

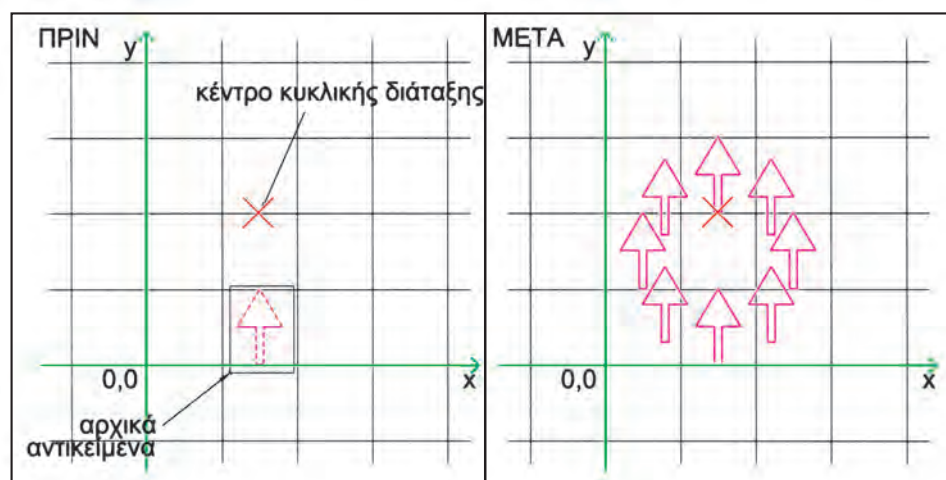
Ορισμένα προγράμματα επιτρέπουν, αντί να ορίζουμε ξεχωριστά τις αποστάσεις μεταξύ των γραμμών και μεταξύ των στηλών, να ορίσουμε με δύο σημεία τη διαγώνιο ενός νοητού ορθογώνιου παραλληλόγραμμου, οι πλευρές του οποίου θα προσδιορίζουν διανυσματικά τις αποστάσεις κατά X και κατά Y . (Ανάλογα με το ποια κορυφή του ορθογώνιου παραλληλόγραμμου επιλέγουμε πρώτα, καθορίζεται και η κατεύθυνση της διάταξης).

9.3.4.2. Κυκλική διάταξη

Μία κυκλική διάταξη αποτελείται από αντικείμενα τοποθετημένα περιμετρικά ως προς το κέντρο ενός κύκλου, σε ίσες, μεταξύ τους, αποστάσεις. Στην περίπτωση αυτή χρειάζεται να ορίσουμε το πλήθος των διατεταγμένων αντικειμένων και το κέντρο του κύκλου, στην περίμετρο του οποίου θα τοποθετηθούν τα αντικείμενα (Σχήμα 139, 140).



Σχήμα 139



Σχήμα 140

Ορισμένα προγράμματα δίνουν τη δυνατότητα να διατάξουμε τα αντικείμενα σε ολόκληρη την περίμετρο του κύκλου ή σε ένα τμήμα του. Στη δεύτερη περίπτωση πρέπει να ορίσουμε και την επίκεντρη γωνία του νοητού τόξου πάνω στο οποίο θα διαταχθούν τα αντικείμενα. (Θετική γωνία διατάσσει τα αντικείμενα αριστερόστρο-

φα, ενώ αρνητική δεξιόστροφα.) Αν δε γνωρίζουμε την επίκεντρη γωνία, μπορούμε να ορίσουμε τη γωνία που θέλουμε να απέχουν τα στοιχεία μεταξύ τους.

Επίσης, έχουμε τη δυνατότητα τα αντικείμενα (αντίγραφα) να διατηρούν τον προσανατολισμό τους ή να περιστρέφονται, ώστε να «βλέπουν» το κέντρο της διάταξης με τον ίδιο τρόπο (να είναι στραμμένα ως προς το κέντρο της διάταξης κατά την ίδια γωνία).

Τέλος, με τη διαδικασία αυτή μπορούμε να σχεδιάσουμε αντικείμενα *συμμετρικά ως προς κέντρο*. Αυτό γίνεται αν ορίσουμε πλήθος διατεταγμένων αντικειμένων *δύο*, γωνία μεταξύ των αντικειμένων *180 ή 360 μοίρες* (περιμένετε το ίδιο αποτέλεσμα για τις δύο αυτές γωνίες;) και αν ζητήσουμε *περιστροφή των αντικειμένων*.

9.3.4.3. Διατάξεις κατά μήκος γραμμών

Πολλές φορές το σχήμα της διάταξης το καθορίζουν ορισμένες γραμμές του σχεδίου. Για παράδειγμα, μια σειρά καθισμάτων σε μια αίθουσα διαλέξεων είναι πιθανόν ότι δεν αποτελεί ούτε ορθογωνική ούτε κυκλική διάταξη. Για τις περιπτώσεις αυτές ορισμένα προγράμματα δίνουν τη δυνατότητα να διατάξουμε αντικείμενα κατά μήκος μιας (απλής ή σύνθετης) γραμμής, προσδιορίζοντας είτε τον αριθμό των αντικειμένων που θα τοποθετηθούν είτε την απόσταση μεταξύ τους.

Και στην περίπτωση αυτή είναι συνηθισμένο να παρέχεται η δυνατότητα στροφής των αντικειμένων -ανάλογα με την κατεύθυνση της γραμμής στο σημείο τοποθέτησης του κάθε αντικειμένου- ή διατήρησης του προσανατολισμού του αρχικού αντικειμένου για όλα.

Η διαδικασία στοίχισης αντικειμένων κατά μήκος γραμμών μπορεί να θεωρηθεί και ως διαίρεση των γραμμών με τα αντικείμενα αυτά. Ορισμένα προγράμματα, μάλιστα, περιλαμβάνουν αυτή τη δυνατότητα σε εντολές διαίρεσης ή μέτρησης, όπως αναφέρουμε στην επόμενη παράγραφο.

9.3.5. Διαίρεση γραμμικών στοιχείων

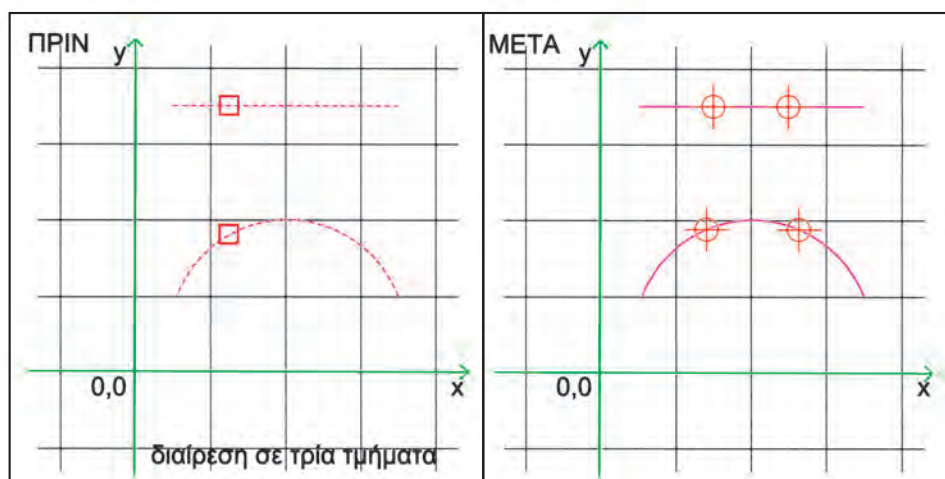
Πολλές φορές χρειάζεται να διαιρέσουμε ένα γραμμικό στοιχείο σε καθορισμένα τμήματα. Το στοιχείο αυτό μπορεί να είναι ανοικτή ή κλειστή γραμμή, απλή ή σύνθετη. Η διαίρεση μπορεί να γίνει γραφικά, αν διατάξουμε ένα σύνολο αντικειμένων (το απλούστερο αντικείμενο είναι ένα σημείο) σε προσδιοριζόμενες θέσεις πάνω στη γραμμή που θέλουμε να διαιρέσουμε. Η γραμμή παραμένει ενιαία (δε σπάει). Τα σημεία διαίρεσης επισημαίνονται από τα δημιουργούμενα αντικείμενα. Αν τα αντικείμενα που θα σχεδιαστούν είναι σημεία, πρέπει να εξασφαλίσουμε να είναι ορατά (δηλαδή να εμφανίζονται στην οθόνη με κατάλληλη μορφή). Είδαμε στην προηγούμενη παράγραφο ότι η «διαίρεση» αυτή των γραμμικών στοιχείων μπορεί να χρησιμοποιείται για να επιτευχθούν με ευκολία ιδιαίτερου σχήματος διατάξεις αντικειμένων.

Μια παράμετρος που πρέπει να ορίζουμε (ή να γνωρίζουμε πώς την ορίζει το πρόγραμμα) είναι από ποιο άκρο ή από ποιο σημείο του γραμμικού στοιχείου

αρχίζει η διαίρεσή του. Για παράδειγμα, είναι πιθανόν ότι αν διαιρέσουμε ανοικτά γραμμικά στοιχεία (ευθύγραμμα τμήματα, τόξα, καμπύλες ή σύνθετες γραμμές), η διαίρεση ξεκινάει από το άκρο των γραμμών το πλησιέστερο στο σημείο από όπου επιλέχθηκαν. Αν, όμως, θελήσουμε να διαιρέσουμε έναν κύκλο ή μία έλλειψη, η διαίρεση μπορεί να ξεκινάει από τη μηδενική επίκεντρη γωνία που ορίζει ο κánaβος έλξης. Αν, πάλι, θελήσουμε να διαιρέσουμε ένα κλειστό γραμμικό στοιχείο, μπορεί η διαίρεση να ξεκινάει πάντοτε από κάποιο συγκεκριμένο σημείο (π.χ. από μια κορυφή που το πρόγραμμα θεωρεί ως αρχή του στοιχείου αυτού), ανεξάρτητα από το σημείο όπου θα το επιλέξουμε. Φυσικά, και η φορά της διαίρεσης κλειστών σχημάτων ακολουθεί κάποιους κανόνες (π.χ. για κύκλους μπορεί να συμπίπτει με τη φορά των θετικών γωνιών, ενώ για τεθλασμένη μπορεί να ακολουθεί τη διαδοχή ορισμού των κορυφών της τεθλασμένης).

9.3.5.1. Διαίρεση σε ορισμένο αριθμό τμημάτων

Για να διαιρέσουμε ένα γραμμικό στοιχείο σε ορισμένο αριθμό τμημάτων, χρειάζεται να καθορίσουμε το γραμμικό στοιχείο που θα διαιρέσουμε και τον αριθμό των τμημάτων που θα οριοθετηθούν (Σχήμα 141). Στη διαίρεση σε ορι-



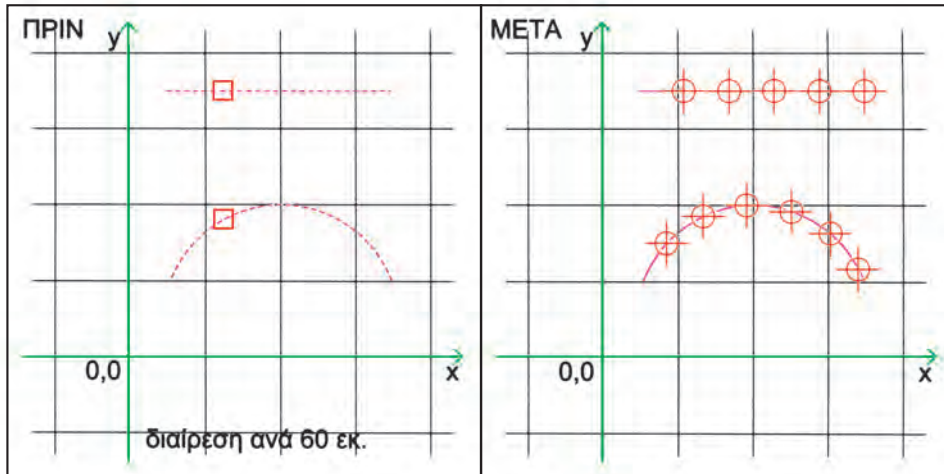
Σχήμα 141

σμένο αριθμό τμημάτων το σημείο επιλογής ενδέχεται να είναι σημαντικό μόνο για κλειστά σχήματα, όπου ίσως να προσδιορίζει το σημείο απ' όπου αρχίζει η διαίρεσή τους. Σίγουρα όμως δεν έχει σημασία για ανοικτά σχήματα, αφού αυτά διαιρούνται σε ίσου μήκους τμήματα, και συνεπώς είναι αδιάφορο από ποιο άκρο τους θα αρχίσει η διαίρεση.

9.3.5.2. Διαίρεση σε τμήματα ορισμένου μήκους

Για να διαιρέσουμε ένα γραμμικό στοιχείο σε τμήματα ορισμένου μήκους, χρειάζεται να καθορίσουμε το γραμμικό στοιχείο που θα διαιρέσουμε (το σημείο επιλο-

γής ενδέχεται να είναι σημαντικό και να προσδιορίζει το άκρο από το οποίο αρχίζει η διαίρεση) και το διάστημα ανάμεσα σε δύο διαδοχικά αντικείμενα που θα παραχθούν (Σχήμα 142). Το διάστημα αυτό ενδέχεται να μπορούμε να ορίσουμε αριθμητικά ή γραφικά.



Σχήμα 142

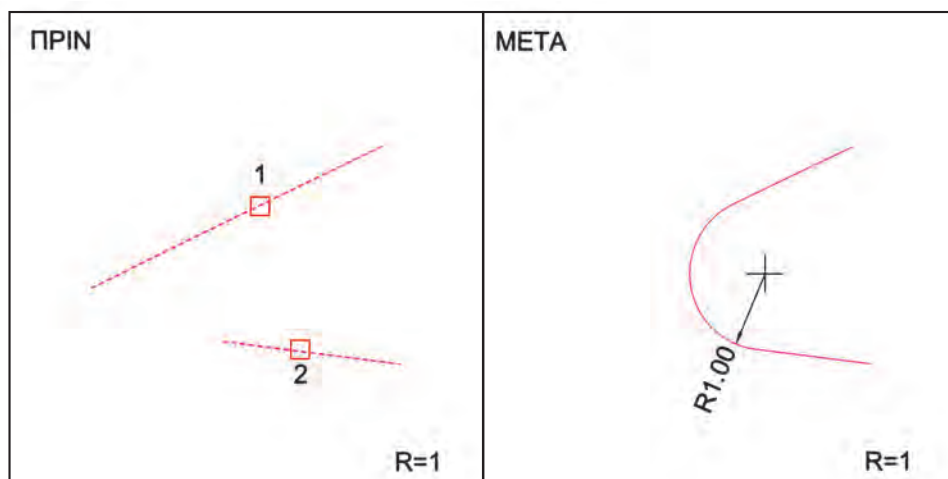
9.3.6. Σύνθετες συναρμογές

Αναφερθήκαμε στη διαδικασία απλής συναρμογής στην παράγραφο 9.2.3.3, σελίδα 109.

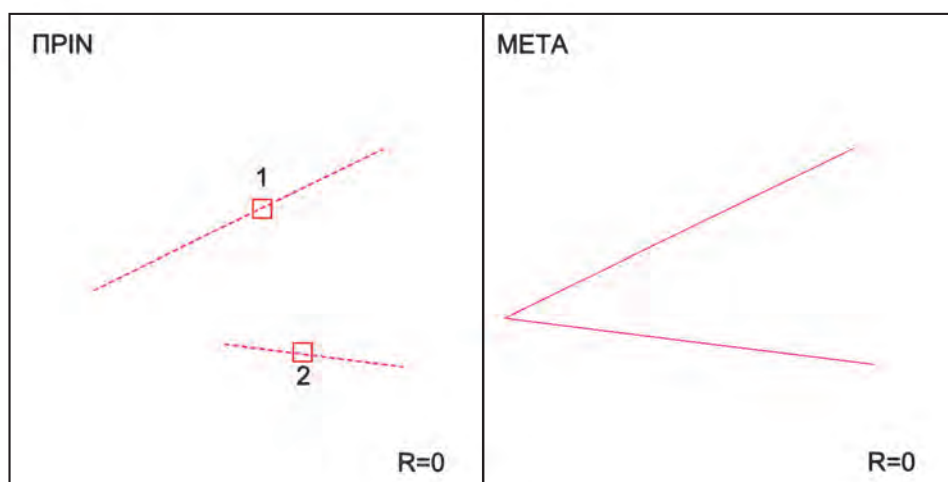
Χρησιμοποιούμε, όμως, συχνά και διαδικασίες σύνθετων συναρμογών, όταν θέλουμε να συνδέσουμε μεταξύ τους δύο γραμμικά στοιχεία, εξομαλύνοντας συγχρόνως τη γωνία τους με την τοποθέτηση ενός τόξου ή ενός ευθύγραμμου τμήματος. Η διαδικασία αυξομείωσης των μηκών των γραμμών που συναρμόζονται είναι ανάλογη με εκείνη που περιγράφηκε στην απλή συναρμογή. Μόνο που τώρα υπάρχει ένα πρόσθετο ενδεχόμενο να μην ολοκληρωθεί η διαδικασία, σε περίπτωση που δεν είναι γεωμετρικά δυνατή η αντίστοιχη κατασκευή (π.χ. πολύ μεγάλη ακτίνα του τόξου συναρμογής).

9.3.6.1. Συναρμογή με τόξο

Ένας τρόπος να συνδέσουμε δύο αντικείμενα μεταξύ τους είναι να αμβλύνουμε τη γωνία συνάντησής τους με την τοποθέτηση ενός τόξου καθορισμένης ακτίνας. Πολλά προγράμματα διαθέτουν αυτοματοποιημένη διαδικασία για τη συναρμογή αυτή. Πρέπει να ορίσουμε την τιμή της ακτίνας του τόξου συναρμογής και να υποδείξουμε στον υπολογιστή τα γραμμικά στοιχεία στα οποία επιθυμούμε να εφαρμοστεί η διαδικασία (Σχήμα 143). Στην οριακή περίπτωση μηδενικής ακτίνας γίνεται συναρμογή των δύο τμημάτων, με αυξομείωσή τους, χωρίς να παρεμβάλλεται τόξο συναρμογής (Σχήμα 144), όπως ακριβώς στην απλή συναρμογή που είδαμε στην παράγραφο 9.2.3.3.



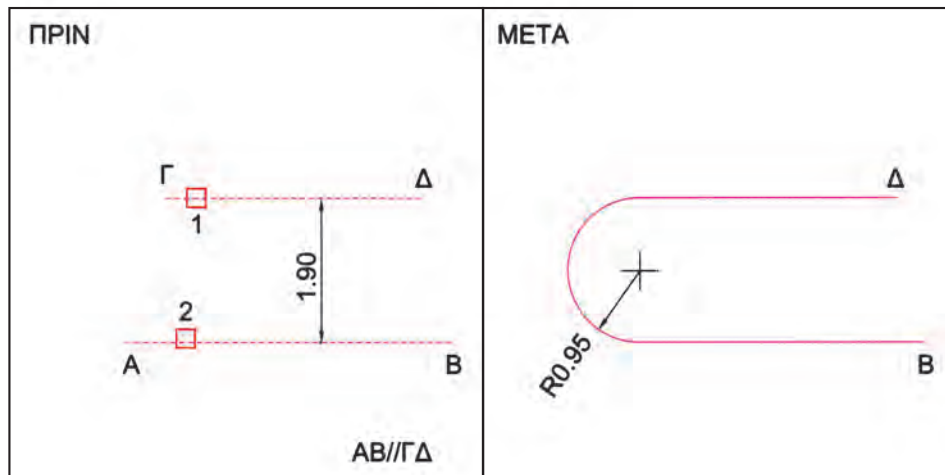
Σχήμα 143



Σχήμα 144

Όταν κάνουμε συναρμογή ευθύγραμμων τμημάτων, πρέπει, κατά κανόνα, τα τμήματα αυτά να είναι υπό γωνία. Τα σημεία επιλογής των τμημάτων καθορίζουν ποια μέρη κάθε τμήματος θα διατηρηθούν και, συνεπώς, πώς θα είναι το τελικό σχήμα. Ορισμένα προγράμματα επιτρέπουν και συναρμογή παράλληλων ευθύγραμμων τμημάτων. Αυτή γίνεται με ημικύκλια διαμέτρου ίσης με την απόσταση των δύο τμημάτων (Σχήμα 145). Η θέση των ημικυκλίων καθορίζεται ανάλογα με τα σημεία (και τη σειρά) επιλογής των αντικειμένων.

Σε περίπτωση που υποδεικνύουμε ένα τόξο, είναι πιθανόν να μπορούν να γίνουν συναρμογές και στα δύο άκρα του. Σε αυτή την περίπτωση η συναρμογή μπορεί

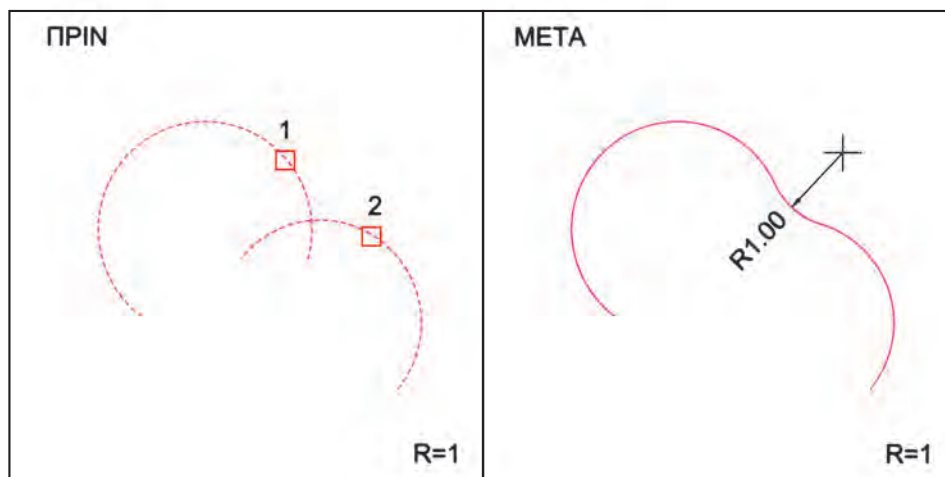


Σχήμα 145

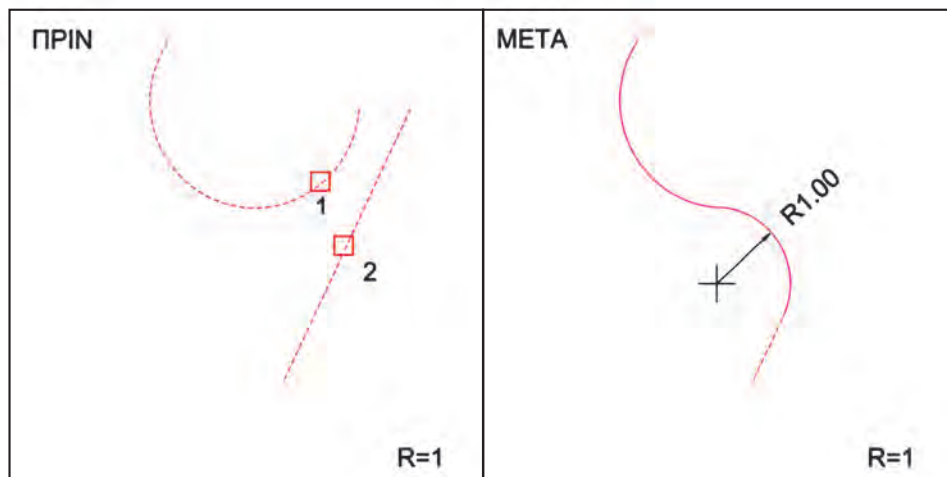
να επιχειρηθεί στο άκρο που βρίσκεται πλησιέστερα στο σημείο επιλογής του τόξου, ανάλογα και με τις θέσεις των αντικειμένων.

Λόγω των πολλών περιπτώσεων, προκειμένου να εφαρμόζει κανείς αποτελεσματικά τις εντολές συναρμογής, πρέπει να διαβάσει προσεκτικά τα εγχειρίδια χρήσης του προγράμματος και, εν συνεχεία, να πειραματιστεί και με ακραίες καταστάσεις, που πιθανόν δεν περιέχονται στα εγχειρίδια (Σχήματα 146, 147).

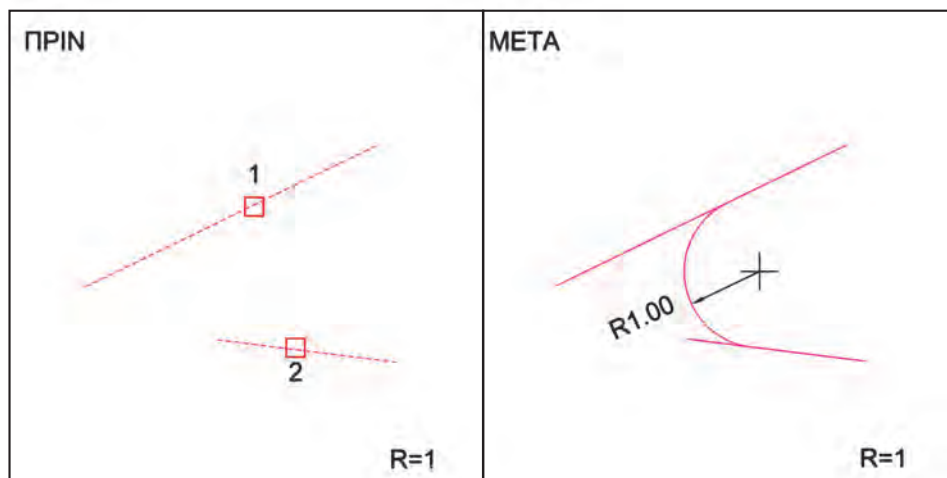
Σημειώνουμε, ακόμη, ότι ορισμένα προγράμματα δίνουν τη δυνατότητα να σχεδιαστούν τόξα συναρμογής χωρίς να μεταβληθούν τα «συναρμοζόμενα» αντικείμενα (Σχήματα 148, 149, 150).



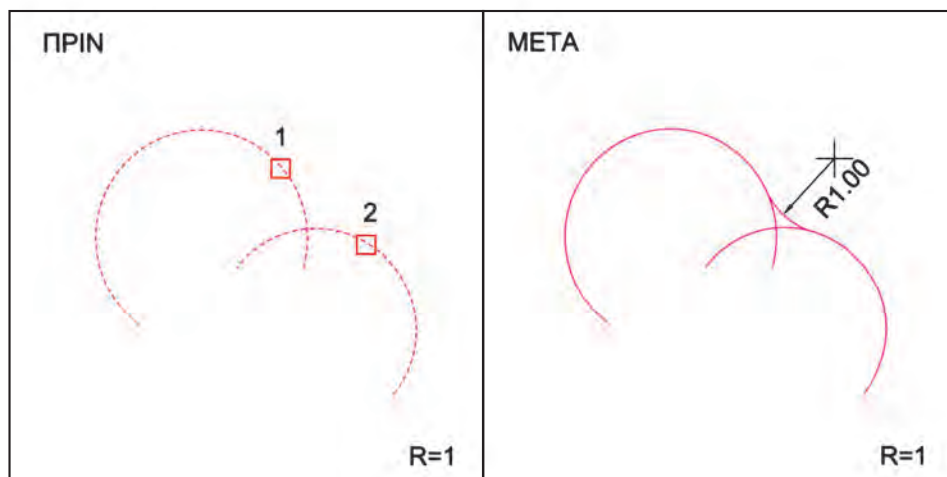
Σχήμα 146



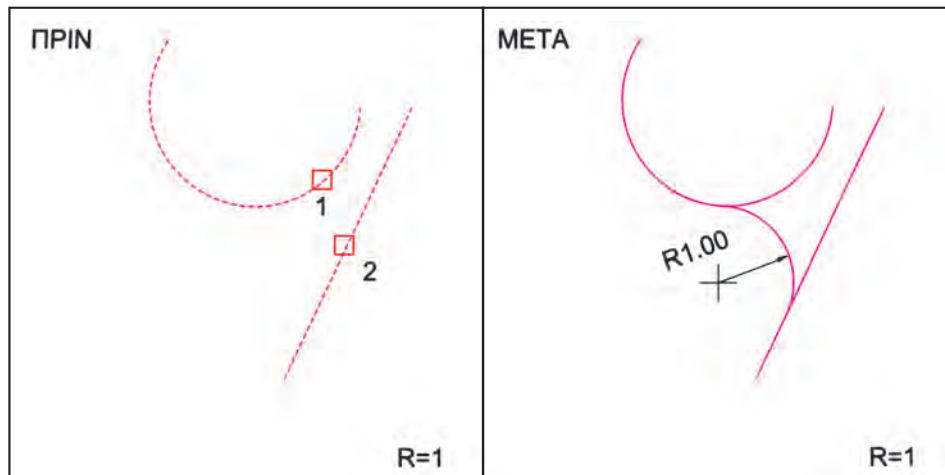
Σχήμα 147



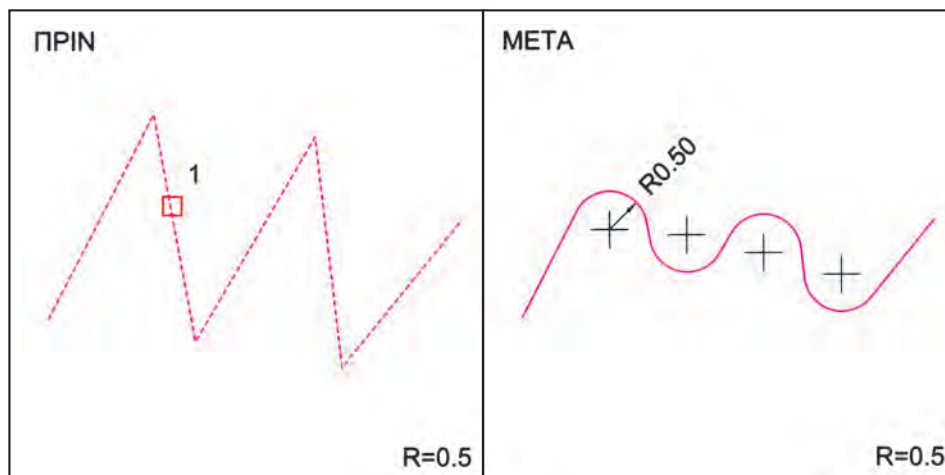
Σχήμα 148



Σχήμα 149



Σχήμα 150



Σχήμα 151

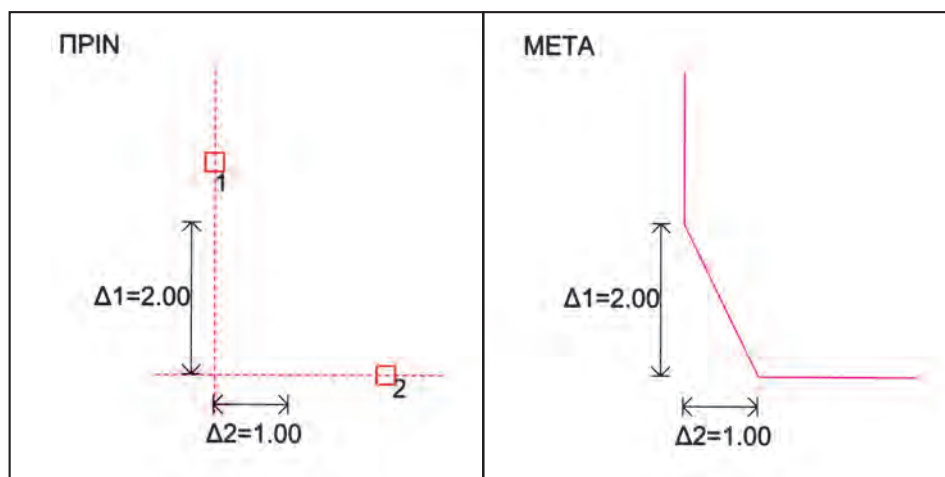
Τέλος, η διαδικασία ενδέχεται να μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε σύνθετες γραμμές, παρέχοντας τη δυνατότητα να αμβλύνονται όλες οι κορυφές τους συγχρόνως (Σχήμα 151).

9.3.6.2. Συναρμογή με αποκοπή της γωνίας

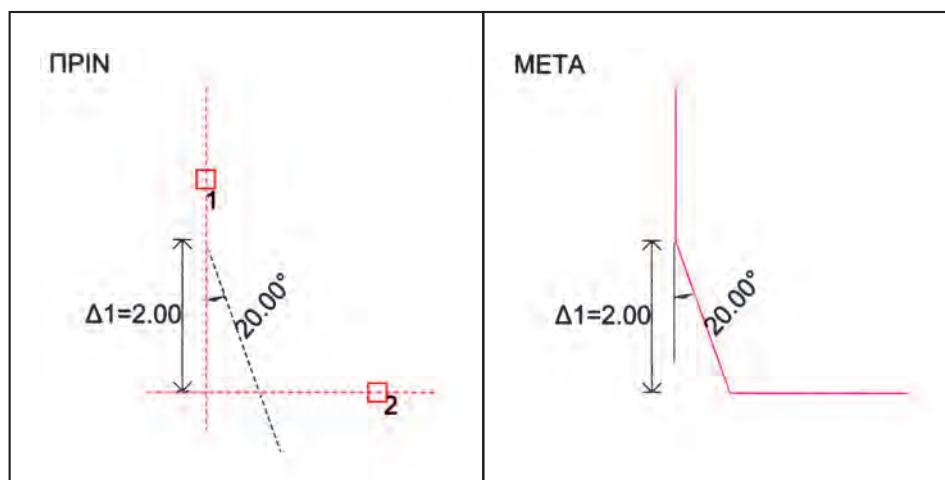
Συναρμογή δύο γραμμικών στοιχείων μπορεί να γίνει και με αποκοπή της γωνίας τους με ευθύγραμμο τμήμα. Σε ορισμένα προγράμματα η συναρμογή με ευθύγραμμο τμήμα δεν μπορεί να εκτελεστεί σε τόξα.

Για να κατασκευαστεί το ευθύγραμμο αυτό τμήμα, χρειάζεται να έχουν προσδιοριστεί αρκετά στοιχεία, ώστε να είναι πλήρως ορισμένο. Τα στοιχεία αυτά μπορεί, για παράδειγμα, να είναι οι αποστάσεις των άκρων του από την κορυφή της γωνίας

που σχηματίζουν τα δύο αντικείμενα όταν τέμνονται (Σχήμα 152). Αν οι αποστάσεις αυτές είναι ίσες, η συναρμογή γίνεται συμμετρικά. Ένας άλλος τρόπος είναι να προσδιορίσουμε από ποιο σημείο πάνω στο ένα αντικείμενο ξεκινάει το ευθύγραμμο τμήμα της συναρμογής και να δώσουμε και τη γωνία που θέλουμε να σχηματίζει το ευθύγραμμο τμήμα της συναρμογής με το αντικείμενο αυτό (Σχήμα 153).

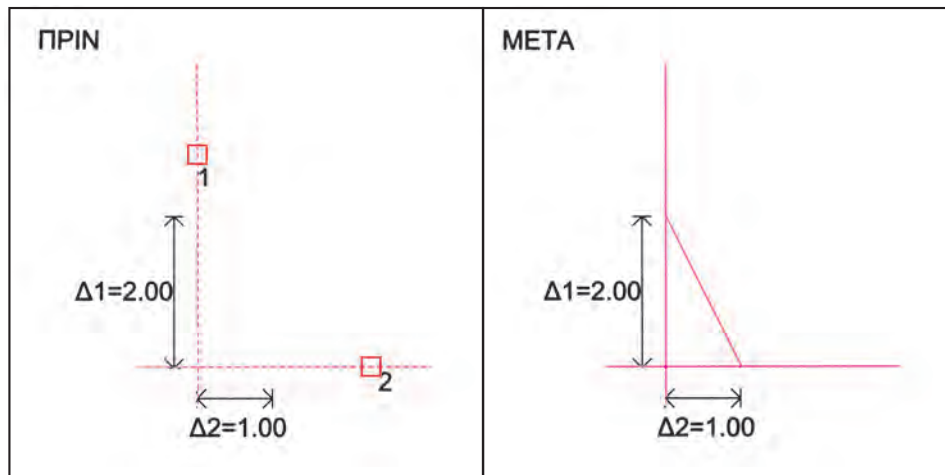


Σχήμα 152

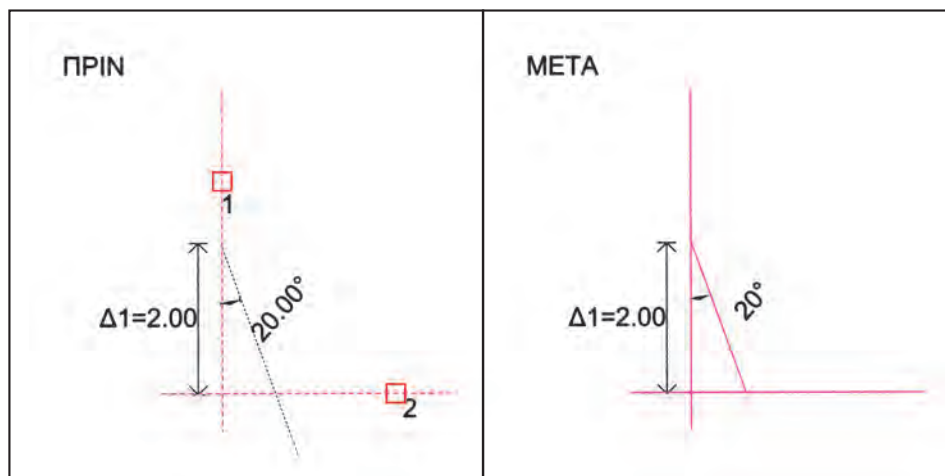


Σχήμα 153

Και στη συναρμογή με ευθύγραμμο τμήμα είναι πιθανόν το πρόγραμμα να υποστηρίξει τη δυνατότητα να σχεδιάζεται το ευθύγραμμο τμήμα χωρίς να μεταβάλλονται τα αρχικά αντικείμενα (Σχήματα 154, 155).



Σχήμα 154

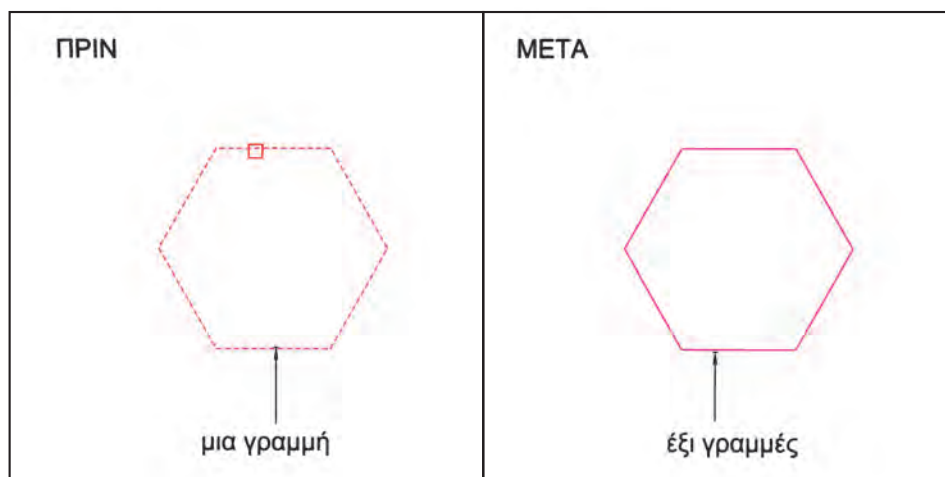


Σχήμα 155

9.3.7. Αποσύνθεση

Μια διαφορετική «κατασκευαστική» διαδικασία είναι η αποσύνθεση. Κατά την αποσύνθεση ένα σύνθετο αντικείμενο αντικαθίσταται από απλούστερα αντικείμενα, που αποτελούν τα μέρη του. Για παράδειγμα, μια πολυγραμμή αποσυντίθεται σε ευθύγραμμα τμήματα και σε τόξα. Ανάλογα, ένα πολύγωνο, που συχνά στο CAD δημιουργείται ως ενιαίο σχήμα, μπορεί να αποσυντεθεί στο σύνολο των πλευρών του (Σχήμα 156).

Το ορατό αποτέλεσμα της αποσύνθεσης δε διαφέρει, συνήθως, από το προηγούμενο σχέδιο. Σε ορισμένες περιπτώσεις, όμως, ανάλογα με το πρόγραμμα, είναι πιθανόν κατά τη διαδικασία αποσύνθεσης να χαθούν ορισμένα μορφολογικά στοιχεία που δεν μπορούν να προσαρτηθούν στα νέα αντικείμενα που προκύπτουν (π.χ. πάχη γραμμών).



Σχήμα 156

9.3.8. Ο σημαντικός ρόλος των εντολών κατασκευής

Οι διαδικασίες κατασκευής αποτελούν ένα από τα ισχυρότερα εργαλεία του CAD. Είναι εκείνες που επιτρέπουν να παράγεται εύκολα μεγάλος αριθμός αντιγράφων και να γίνονται δύσκολες σχεδιαστικές εργασίες όπως η χάραξη της παράλληλης μιας ανοικτής ή κλειστής διαδρομής, οι συναρμογές με τόξα ή αποκοπτόμενες γωνίες κ.ο.κ.

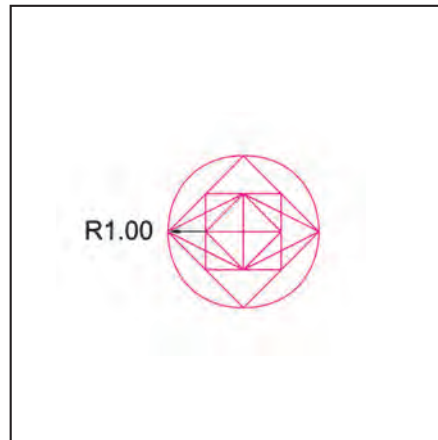
Συχνά, στα σχέδια CAD το μεγαλύτερο μέρος των σχεδιασμένων αντικειμένων έχει προκύψει από διαδικασίες κατασκευής.

Θα πρέπει εδώ να γίνει μια επισήμανση: Οι διαδικασίες κατασκευής επιτρέπουν την εύκολη παραγωγή σχημάτων με βάση κάποιον αρχικό σχηματισμό. Αν ο αρχικός σχηματισμός είναι λανθασμένος και τα παράγωγα θα προκύψουν λανθασμένα. Γι' αυτό και πρέπει να είμαστε πολύ προσεκτικοί ως προς το πότε εφαρμόζουμε τις εντολές κατασκευής. Αν, κάποια στιγμή, διαπιστώσουμε ότι χρειάζονται βελτιώσεις σε κάποιο σχηματισμό και στα παράγωγά του, είναι πολύ πιθανόν ότι, από άποψη χρόνου, είναι προτιμότερο να σβήσουμε τα παράγωγα, να διορθώσουμε το αρχικό και να ξαναεφαρμόσουμε τις διαδικασίες κατασκευής παρά να διορθώσουμε ένα ένα όλα τα σχήματα.

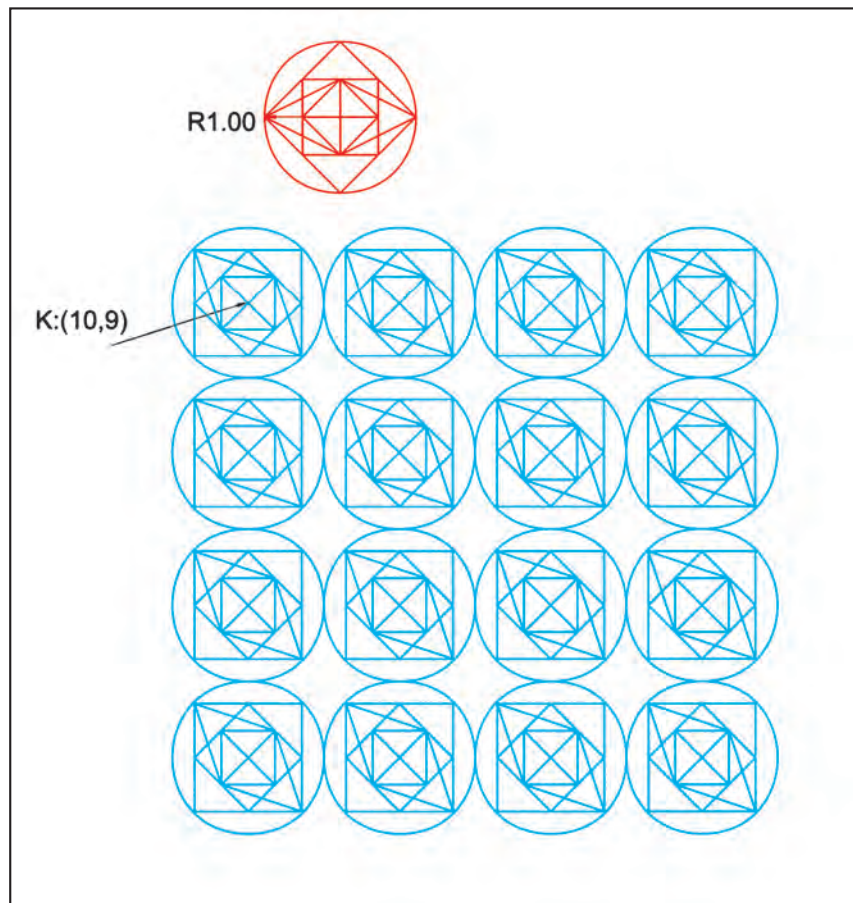
Προσοχή, λοιπόν, στη χρήση των ιδιαίτερα χρήσιμων και αποδοτικών αυτών διαδικασιών, γιατί με την ίδια ευκολία που πολλαπλασιάζουν τα σωστά πολλαπλασιάζουν και τα λάθη!

Ασκήσεις

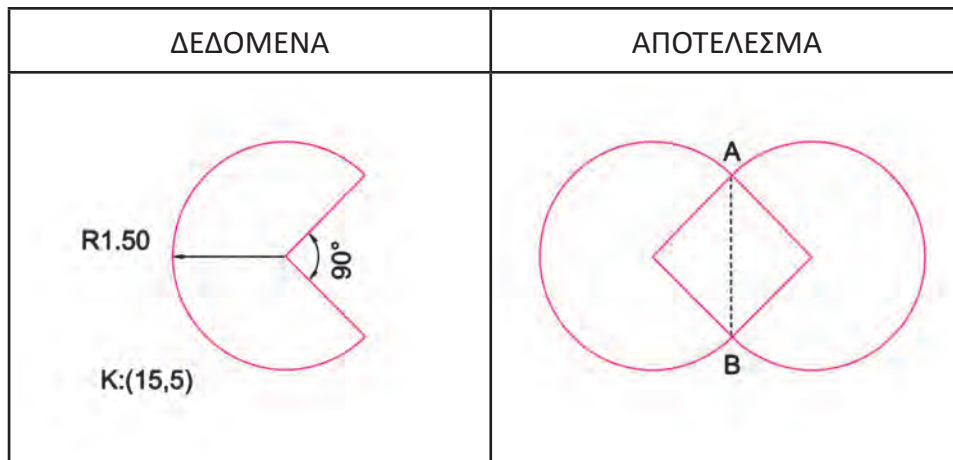
1. Δημιουργήστε το αρχείο POLLA_DIAKOSMHTIKA και σχεδιάστε το σχήμα (σε τυχαία θέση).



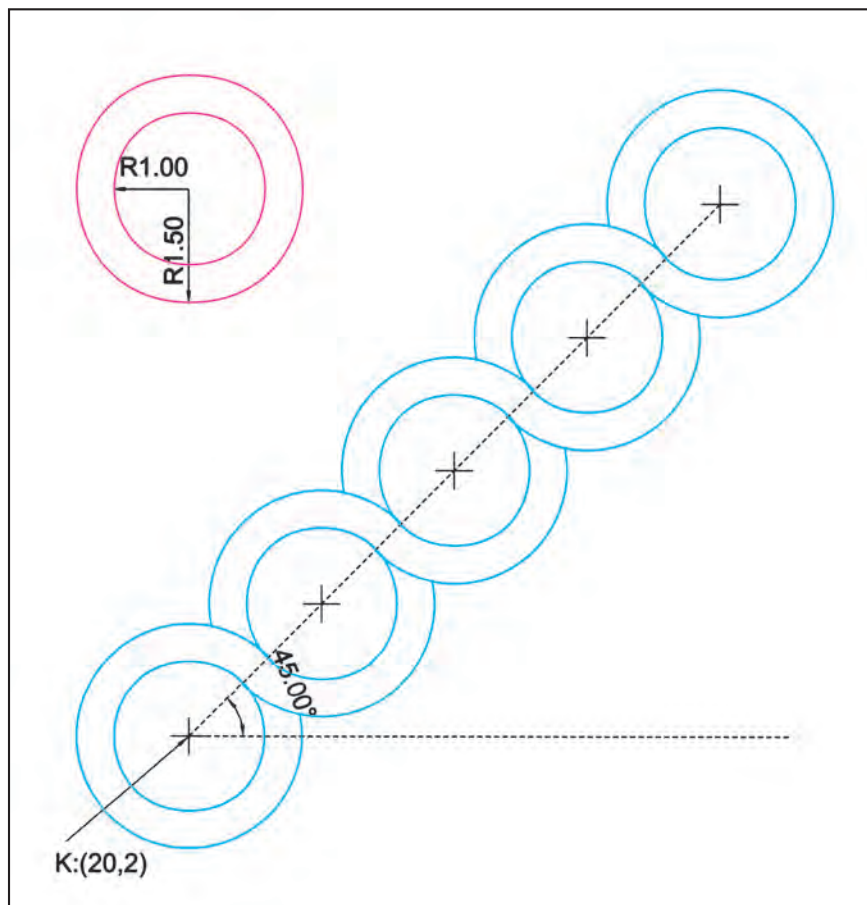
2. Χρησιμοποιώντας το σχήμα της προηγούμενης άσκησης (με αντιγραφή και με κάποια μετατροπή του) δημιουργήστε το διακοσμητικό. Προσοχή στην τοποθέτηση του σχήματος αφετηρίας. Σώστε την εργασία σας στο ίδιο αρχείο POLLA_DIAKOSMHTIKA



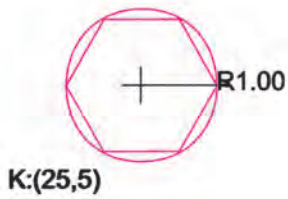
3. Στο ίδιο αρχείο POLLA_DIAKOSMHTIKA σχεδιάστε τον κυκλικό τομέα του σχήματος, με κέντρο $K = (15, 5)$ και, στη συνέχεια, το συμμετρικό του ως προς τον άξονα AB.



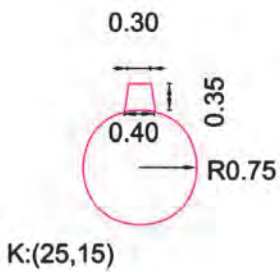
4. Στο ίδιο αρχείο POLLA_DIAKOSMHTIKA σχεδιάστε τη διακοσμητική «αλυσίδα» του σχήματος, με αφετηρία δύο ομόκεντρους κύκλους με ακτίνες 1 και 1.5 σε τυχαία θέση.



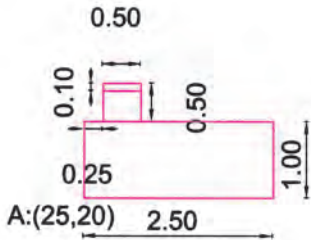
5. Στο ίδιο αρχείο POLLA_DIAKOSMHTIKA σχεδιάστε ένα εξάγωνο κέντρου (25, 5) και πλευράς μήκους 1. Με αφετηρία το εξάγωνο αυτό δημιουργήστε το διακοσμητικό του σχήματος με «παράλληλα» εξάγωνα σε αποστάσεις 0.10 και 0.50.

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ
 K:(25,5)	

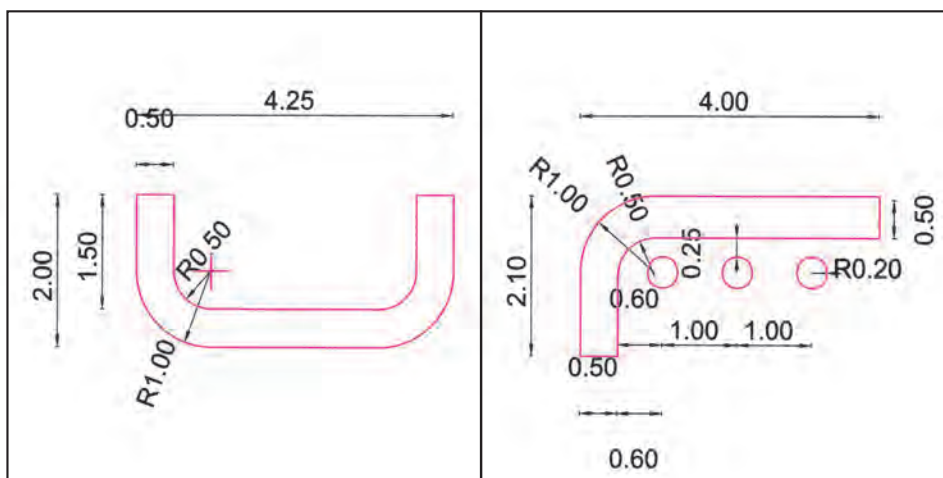
6. Δημιουργήστε το αρχείο ERIPLA και σχεδιάστε την τραπεζαρία του σχήματος.

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ
 K:(25,15)	

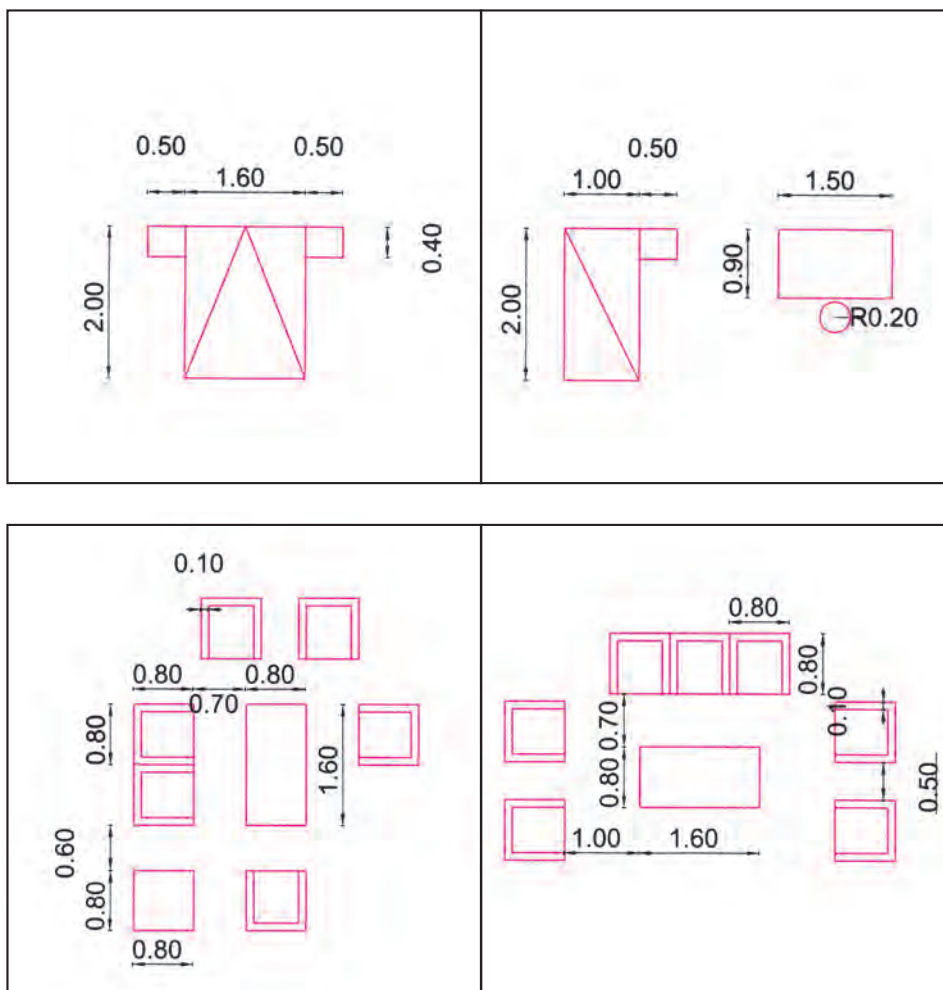
7. Στο ίδιο αρχείο ERIPLA σχεδιάστε την τραπεζαρία του σχήματος.

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ
 A:(25,20)	

8. Στο ίδιο αρχείο EPIPLA σχεδιάστε τους πάγκους.

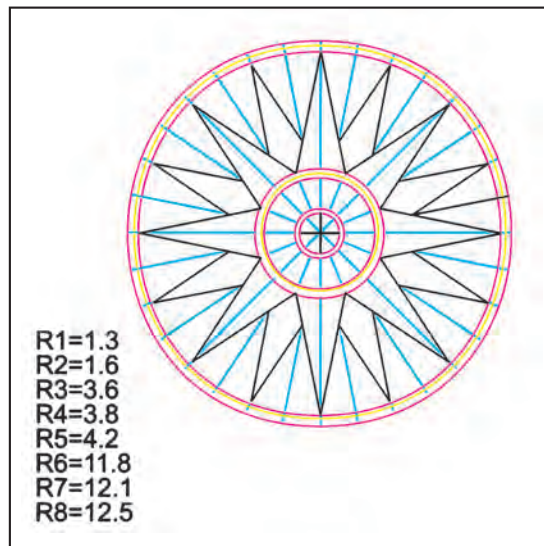


9. Στο ίδιο αρχείο EPIPLA σχεδιάστε τα έπιπλα.

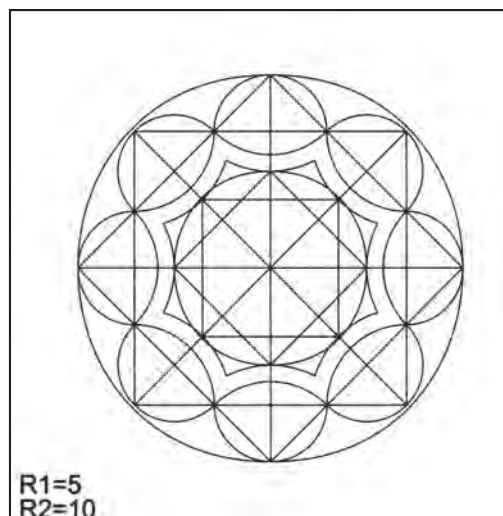


10. Στο ίδιο αρχείο EPIPLA σχεδιάστε την επίπλωση (σε κάτοψη) ενός υπνοδωματίου δύο ατόμων, με έπιπλα δικής σας έμπνευσης. Θεωρήστε τις διαστάσεις του δωματίου 3.50 x 5.00 και αγνοήστε τις θέσεις των ανοιγμάτων.

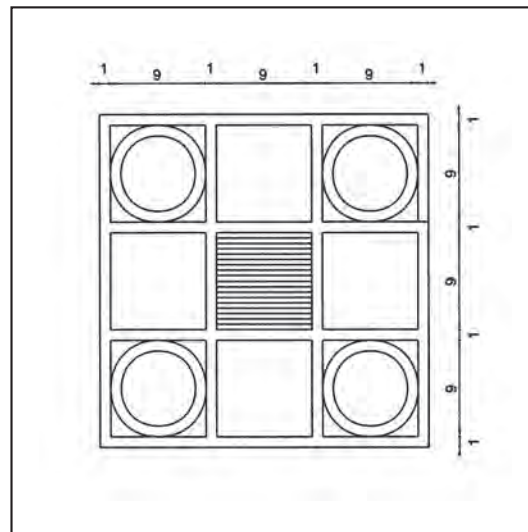
11. Σχεδιάστε το διακοσμητικό του σχήματος σε ένα αρχείο με το όνομα ΔΙΑΚΟΣΜΗΤΙΚΟ1. Οργανώστε το σχέδιό σας δημιουργώντας τέσσερα φύλλα σχεδίασης και τοποθετώντας στο καθένα ομοειδή αντικείμενα. Δώστε διαφορετικό χρώμα σε κάθε φύλλο. Πώς έχουν οργανωθεί τα αντικείμενα του διακοσμητικού; (ακτινικά ευθύγραμμα τμήματα, πλευρές αστεριού, εξωτερικοί κύκλοι, εσωτερικοί κύκλοι). (Θέμα εισιτήριων εξετάσεων 1980: Γραμμικό Σχέδιο (Τ) κύκλου τεχνολόγων μηχανικών ΚΑΤΕΕ).



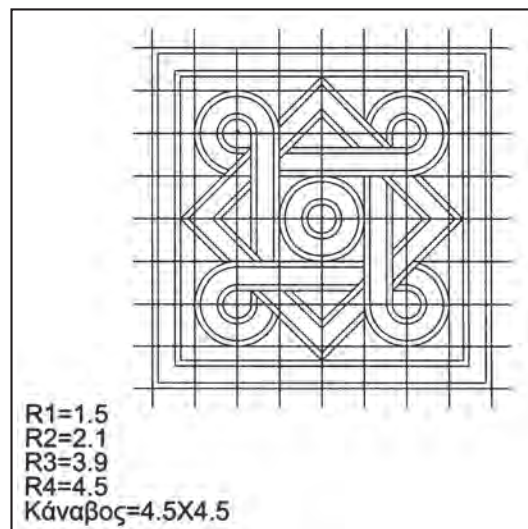
12. Σχεδιάστε το διακοσμητικό σε ένα αρχείο με το όνομα ΔΙΑΚΟΣΜΗΤΙΚΟ2. Οργανώστε το σχέδιό σας επιλέγοντας να δημιουργήσετε φύλλα σχεδίασης με διάφορα χρώματα όπως στην άσκηση 11. (Θέμα εισιτήριων εξετάσεων 1979: Γραμμικό Σχέδιο (Τ) κύκλου τεχνολόγων μηχανικών γραφικών τεχνών και χημικών πετρελαίου).



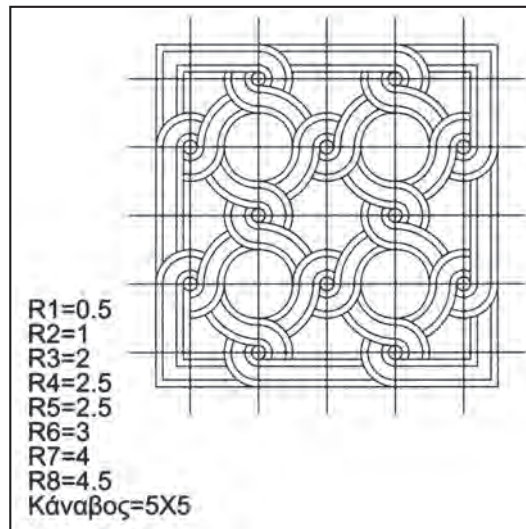
13. Σχεδιάστε το διακοσμητικό σε ένα αρχείο με το όνομα ΔΙΑΚΟΣΜΗΤΙΚΟ3. Οργανώστε το σχέδιό σας επιλέγοντας να δημιουργήσετε φύλλα σχεδίασης με διάφορα χρώματα όπως στην άσκηση 11. (Θέμα εισιτήριων εξετάσεων 1974: Γραμμικό Σχέδιο πολυτεχνικού κύκλου).



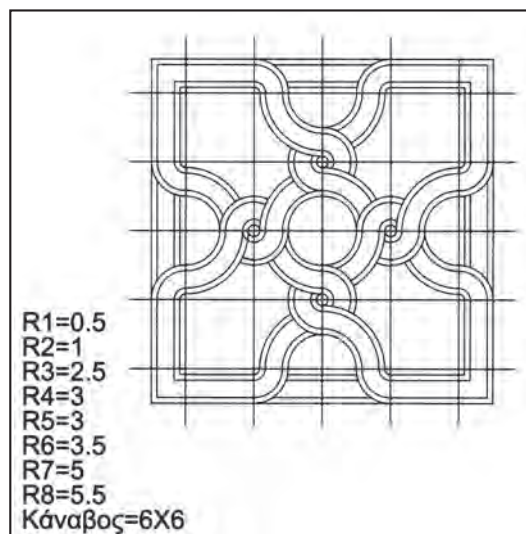
14. Σχεδιάστε το διακοσμητικό σε ένα αρχείο με το όνομα ΔΙΑΚΟΣΜΗΤΙΚΟ4. Οργανώστε το σχέδιό σας επιλέγοντας να δημιουργήσετε φύλλα σχεδίασης με διάφορα χρώματα όπως στην άσκηση 11.



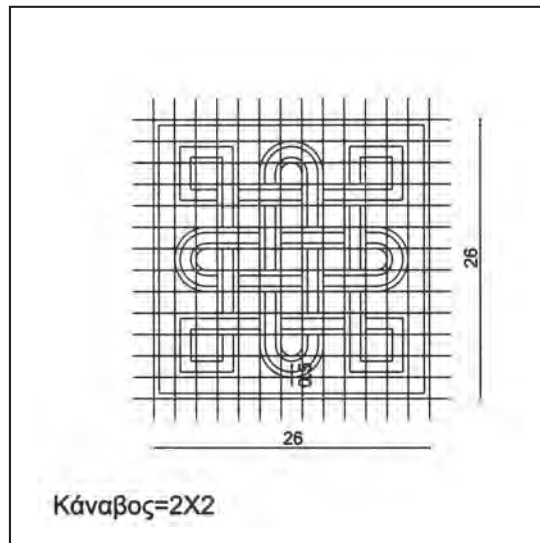
15. Σχεδιάστε το διακοσμητικό σε ένα αρχείο με το όνομα DIAKOSMITIKO5. Οργανώστε το σχέδιό σας επιλέγοντας να δημιουργήσετε φύλλα σχεδίασης με διάφορα χρώματα όπως στην άσκηση 11.



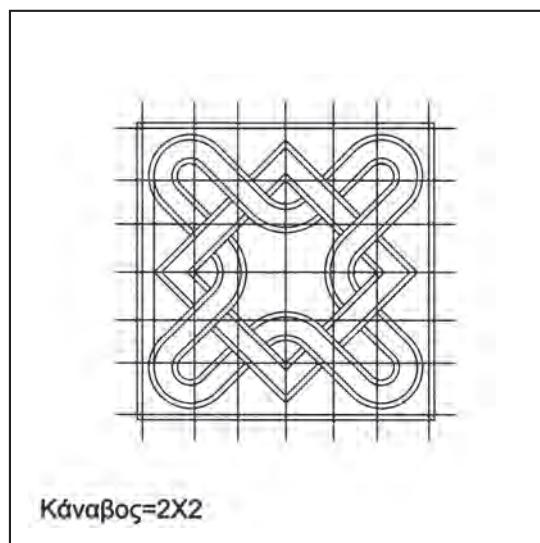
16. Σχεδιάστε το διακοσμητικό σε ένα αρχείο με το όνομα DIAKOSMITIKO6. Οργανώστε το σχέδιό σας επιλέγοντας να δημιουργήσετε φύλλα σχεδίασης με διάφορα χρώματα όπως στην άσκηση 11.



17. Σχεδιάστε το διακοσμητικό σε ένα αρχείο με το όνομα ΔΙΑΚΟΣΜΗΤΙΚΟ7. Οργανώστε το σχέδιό σας επιλέγοντας να δημιουργήσετε φύλλα σχεδίασης με διάφορα χρώματα όπως στην άσκηση 11.



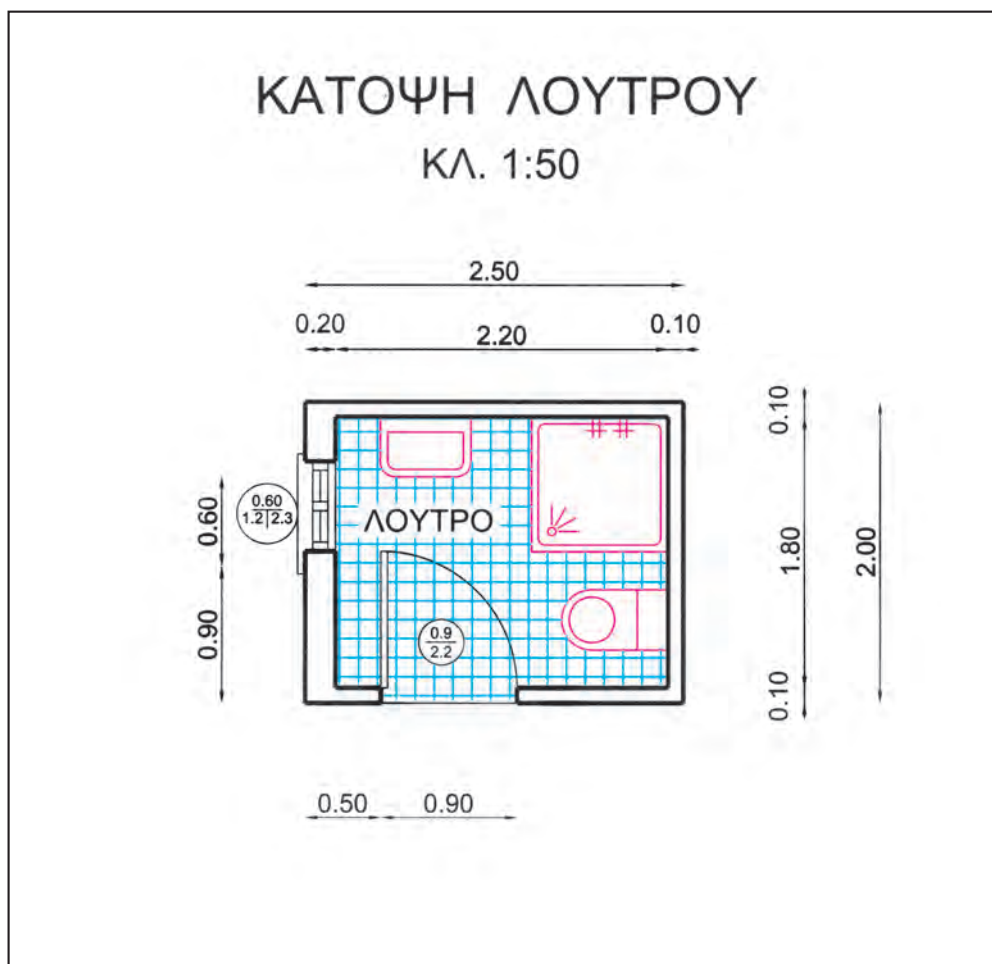
18. Σχεδιάστε το διακοσμητικό σε ένα αρχείο με το όνομα ΔΙΑΚΟΣΜΗΤΙΚΟ8. Οργανώστε το σχέδιό σας επιλέγοντας να δημιουργήσετε φύλλα σχεδίασης με διάφορα χρώματα όπως στην άσκηση 11.



10

10 Εφαρμογή: Σχεδίαση απλής κάτοψης λουτρού

Στην ενότητα αυτή θα αρχίσετε να σχεδιάζετε μια απλή κάτοψη λουτρού, που στην τελική της μορφή φαίνεται στο σχήμα 157. Στις επόμενες ενότητες θα συμπληρώνετε την κάτοψη αυτή προσθέτοντας σταδιακά στοιχεία.

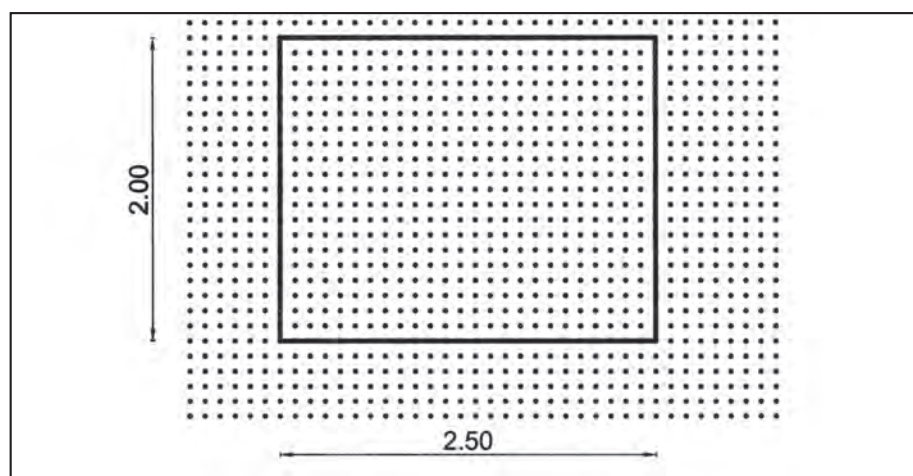


Σχήμα 157

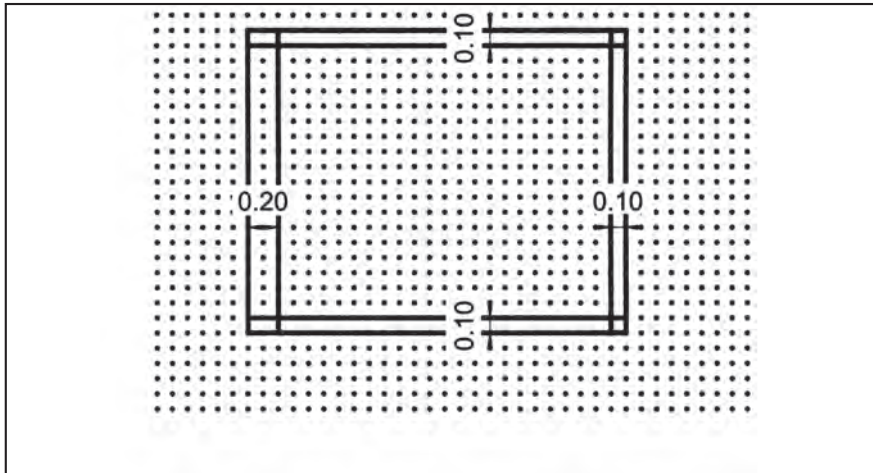
Με την ευκαιρία, επαναλαμβάνουμε ότι στο σχέδιο CAD είναι σημαντικό να οργανώνουμε σωστά το σχέδιό μας, γιατί μας διευκολύνει να σχεδιάζουμε σωστότερα και γρηγορότερα. Μπορούμε όμως οποιαδήποτε στιγμή να τροποποιούμε και την οργάνωση του σχεδίου μας, ανάλογα με τις ανάγκες που προκύπτουν.

Εκτελέστε, λοιπόν, με τη σειρά τα βήματα που ακολουθούν:

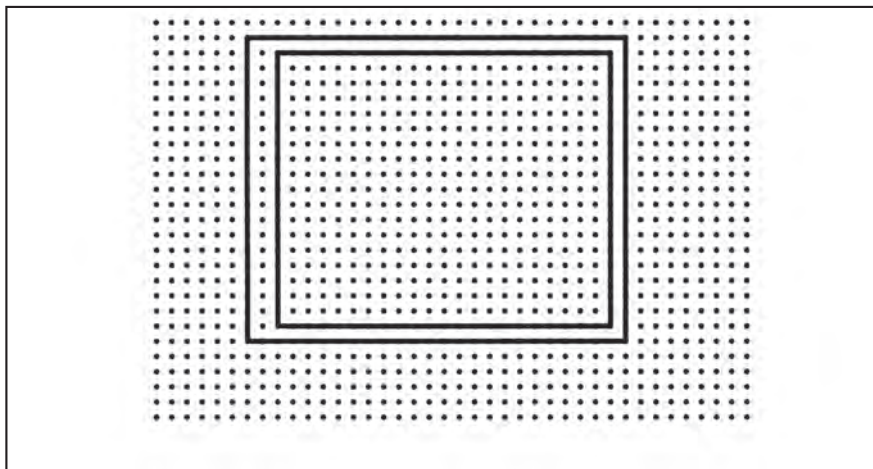
1. Ανοίξτε ένα νέο αρχείο και σώστε το με κατάλληλο όνομα (π.χ. LOUTRO) και στην κατάλληλη θέση (δίσκο και φάκελο).
2. Εξασφαλίστε ότι οι συντεταγμένες στο σχέδιο σας είναι δεκαδικές (δηλαδή όχι πόδια και ίντσες) και ότι εμφανίζονται με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων. Αν χρειαστεί, κάντε τις ανάλογες ρυθμίσεις.
3. Ορίστε κানাβο έλξης σύμφωνα με τις απαιτήσεις σας. Στην περίπτωσή μας, επειδή τα μεγέθη που θα σχεδιάσετε είναι πολλαπλάσια του 0.10, ορίστε κানাβο έλξης ανά 0.1. Ξεκινάμε πάντοτε τη σχεδίαση μιας απλής ορθογωνικής κάτοψης ενεργοποιώντας τον κানাβο έλξης. Αν θέλετε, ενεργοποιήστε και τον ορατό κানাβο.
4. Δημιουργήστε τα κατάλληλα φύλλα σχεδίασης: τοίχοι (γραμμές τομής), προβολές (γραμμές προβολής), ανοίγματα, έπιπλα σταθερά, έπιπλα κινητά, πλακόστρωση, διαστάσεις, σύμβολα, χαρακτηρισμοί χώρων, κείμενο.
5. Σώστε την έως τώρα εργασία σας (στο αρχείο που έχετε ήδη δημιουργήσει).
6. Κάντε τρέχον το διαφανές των τοίχων και σχεδιάστε το εξωτερικό περίγραμμα των τοίχων.



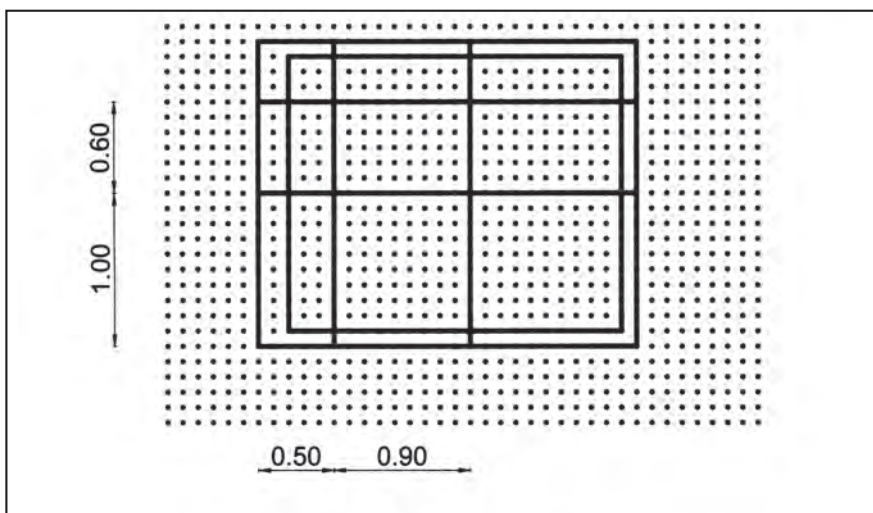
7. Σχεδιάστε τους τοίχους σύμφωνα με το επιθυμητό πάχος για κάθε τοίχο.



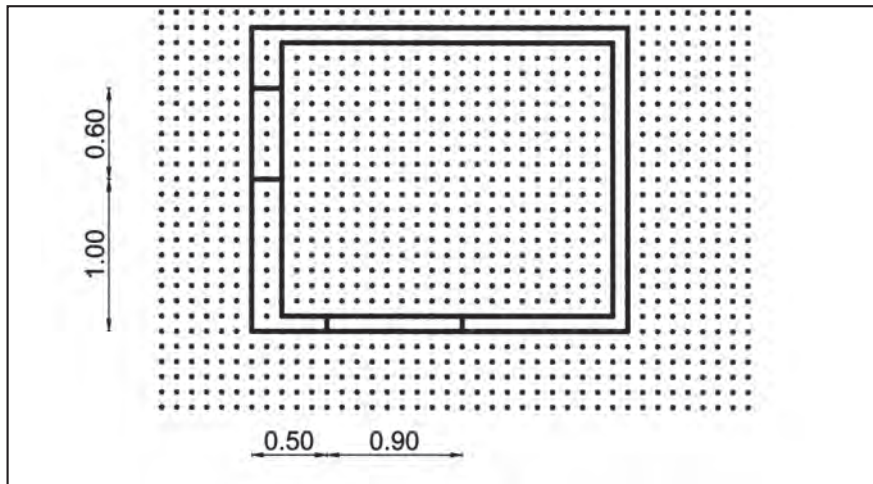
8. Καθαρίστε (αν χρειάζεται) τα περιγράμματα, κυρίως στις γωνίες.



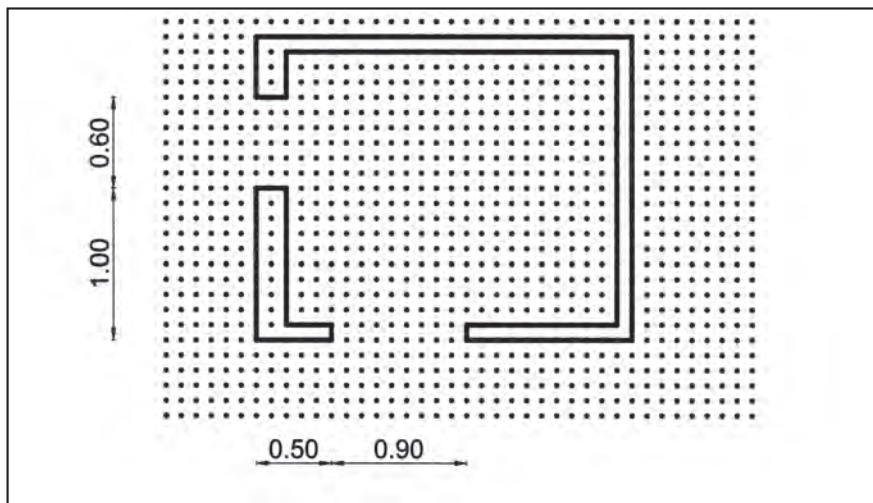
9. Καθορίστε τα ανοίγματα. Στο βήμα αυτό διευκολύνει η παράλληλη αντιγραφή των τοίχων.



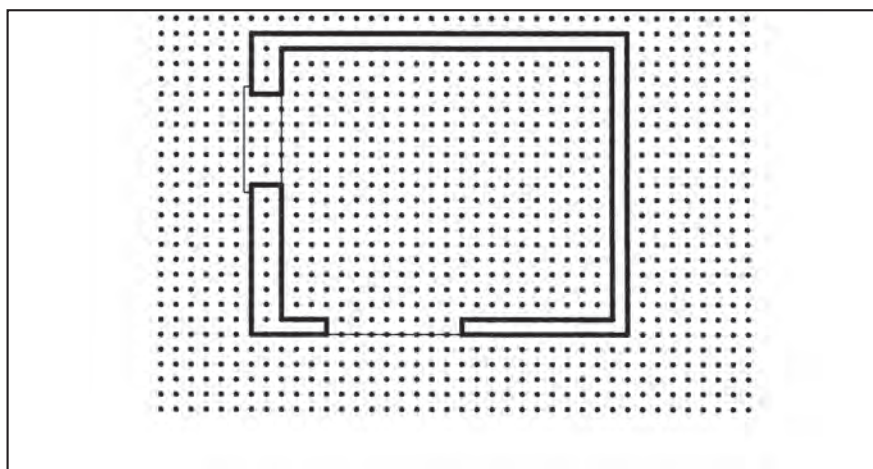
10. Απαλείψτε τις περιττές βοηθητικές γραμμές. Στο βήμα αυτό γίνονται εμφανέστερες οι θέσεις των ανοιγμάτων.



11. Κόψτε τα ανοίγματα.



12. Κάντε τρέχον το διαφανές των προβολών και σχεδιάστε τις προβολές.



13. Σώστε την έως τώρα εργασία σας και κλείστε το αρχείο.

Συνοψίζοντας διαπιστώνουμε ότι ακόμη και στο απλούστατο αυτό παράδειγμα μπορούμε να παρατηρήσουμε δύο σημαντικά για το CAD στοιχεία: την οργάνωση του σχεδίου και την κατάλληλη χρήση των εντολών σχεδίασης, επεξεργασίας και παραγωγής.

10.1. Δημιουργία του σχεδίου

Είναι σημαντικό να δημιουργούμε ένα αρχείο σχεδίου από την αρχή της σχεδίασης, ώστε να μπορούμε να σώζουμε, στη συνέχεια, συχνά τη δουλειά μας. Είναι, επίσης, σημαντικό να επιλέξουμε το όνομα και τη θέση, έτσι ώστε να μας διευκολύνει να εντοπίσουμε το αρχείο, όποτε το ξαναχρησιμοποιούμε (έστω και ύστερα από μεγάλο χρονικό διάστημα) και, προφανώς, σύμφωνα με τους κανόνες ονοματολογίας που επιβάλλουν το πρόγραμμα και το λειτουργικό σύστημα. Δημιουργώντας το αρχείο σχεδίου από την αρχή και σώζοντας σε μικρά χρονικά διαστήματα, αποφεύγουμε να χάσουμε πολλά στοιχεία σε κάποια διακοπή ρεύματος, σε αστοχία του προγράμματος ή σε άλλο πρόβλημα του υπολογιστή. Χρήσιμο επίσης είναι να αξιοποιούμε τη δυνατότητα αυτόματου σωσίματος του αρχείου ανά ορισμένη ώρα (autosave) που διαθέτουν πολλά προγράμματα.

10.2. Οργάνωση του σχεδίου

Στο παράδειγμα αυτό υποθέσαμε ότι ξεκινήσαμε ένα σχέδιο από την αρχή. Εκτός από τη σχεδίαση των στοιχείων του, δημιουργήσαμε και κατάλληλα διαφανή, για να εξασφαλίσουμε την αναγκαία οργάνωση ή δομή στο σχέδιό μας.

Η αυξημένη παραγωγικότητα με το CAD βασίζεται, εν μέρει, στο ότι αρκεί να δημιουργήσουμε μία φορά τη δομή για όλα τα ομοειδή σχέδια. Τότε, δημιουργούμε τα νέα σχέδια χρησιμοποιώντας ως αφετηρία υπάρχοντα σχέδια με την κατάλληλη δομή.

Όπως έχουμε αναφέρει και προηγουμένως (σελ. 15) –αλλά και θα δούμε αναλυτικότερα στη συνέχεια, στο ειδικό για την οργάνωση των σχεδίων κεφάλαιο 14– η οργάνωση του σχεδίου περιλαμβάνει εκτός από τα διαφανή και άλλα τυποποιημένα στοιχεία όπως τύπους κειμένων και διαστάσεων, προκαθορισμένες όψεις του σχεδίου ή τμημάτων αυτού κτλ.

10.3. Χρήση εντολών σχεδίασης, επεξεργασίας και παραγωγής

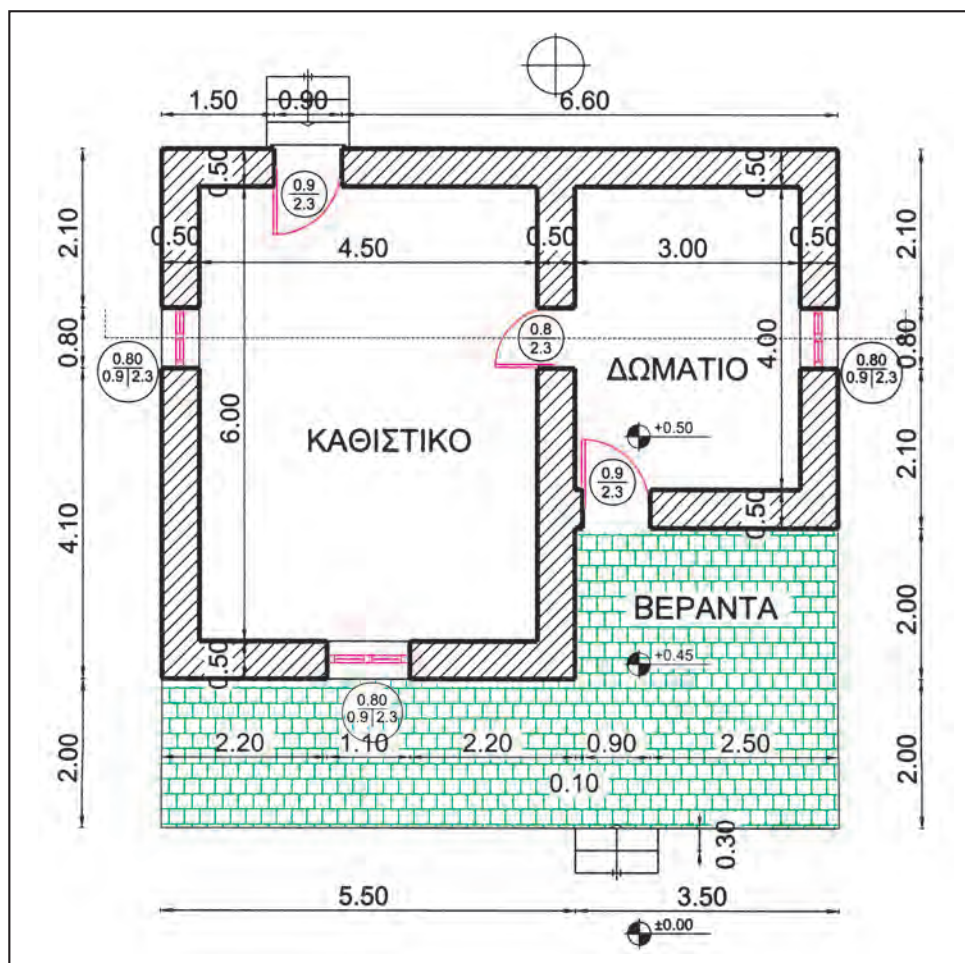
Στο παράδειγμα χρησιμοποιήσαμε εντολές σχεδίασης (και ειδικότερα την εντολή σχεδίασης ευθύγραμμου τμήματος) μόνο για το εξωτερικό περίγραμμα. Όλες οι υπόλοιπες γραμμές δημιουργήθηκαν ως παράγωγα των αρχικών αυτών γραμμών ή ως παράγωγα των παραγώγων τους (με την εντολή δημιουργίας παράλληλων σχη-

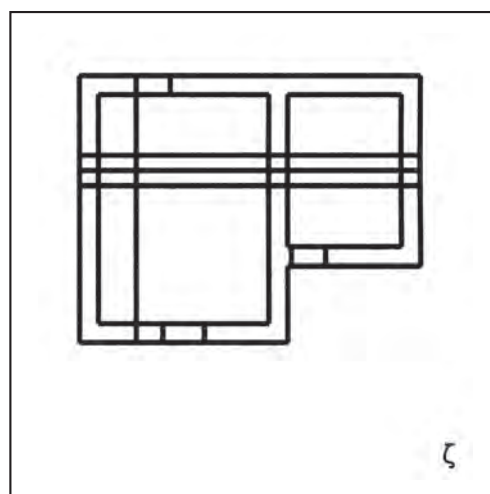
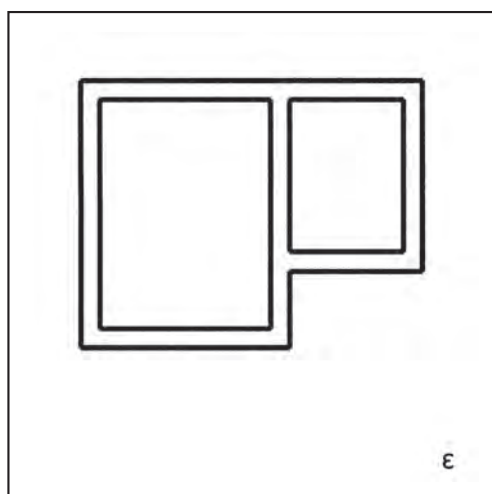
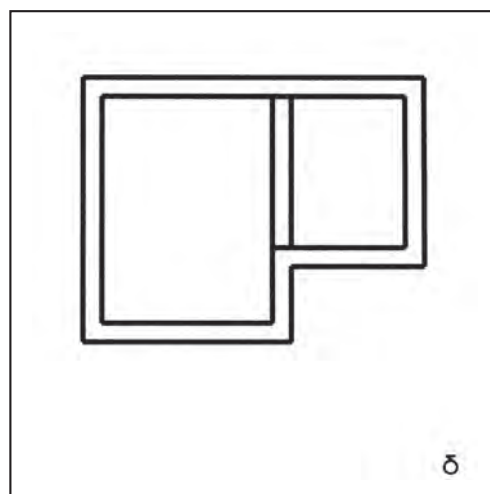
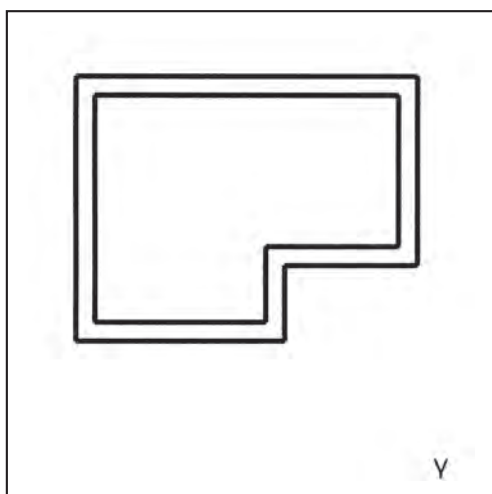
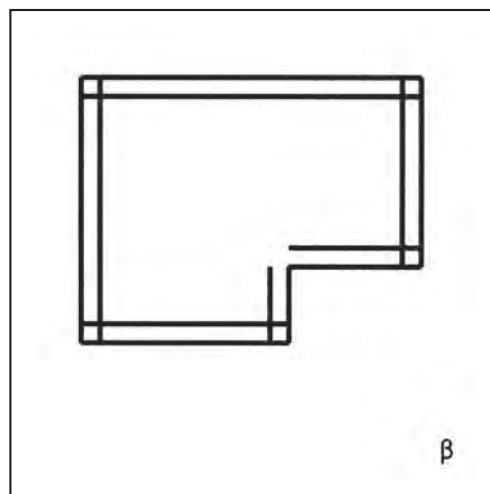
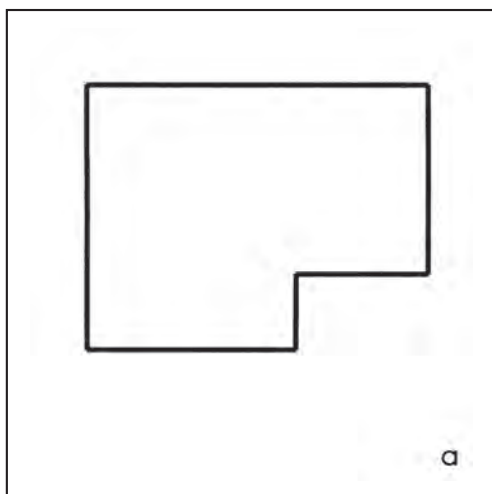
μάτων). Οι γραμμές που δημιουργήθηκαν δεν είχαν εξαρχής το επιθυμητό μέγεθος και τροποποιήθηκαν με απότμηση τμημάτων τους (εντολή επεξεργασίας).

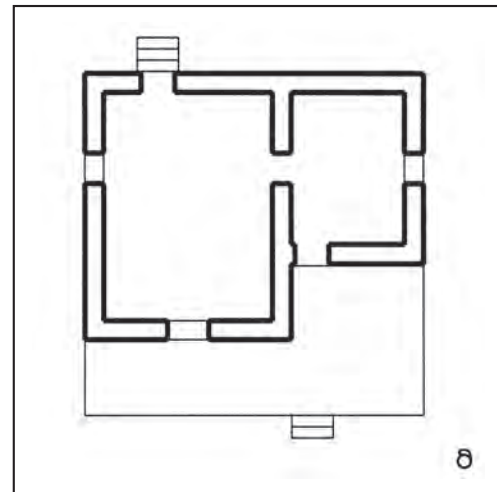
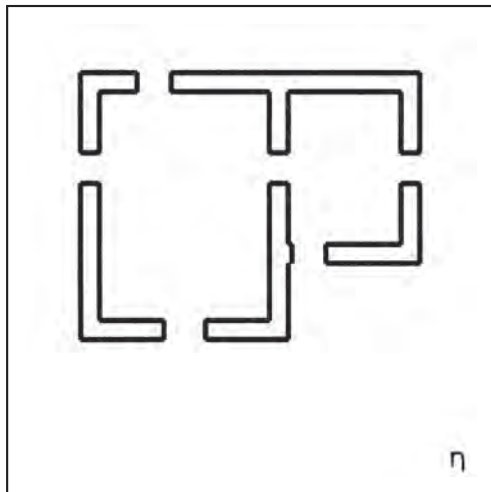
Πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι το ίδιο σχέδιο θα μπορούσε να γίνει και μόνο με την εντολή σχεδίασης ευθύγραμμων τμημάτων, αλλά η διαδικασία θα ήταν πιο επίπονη και χρονοβόρα.

Ασκήσεις

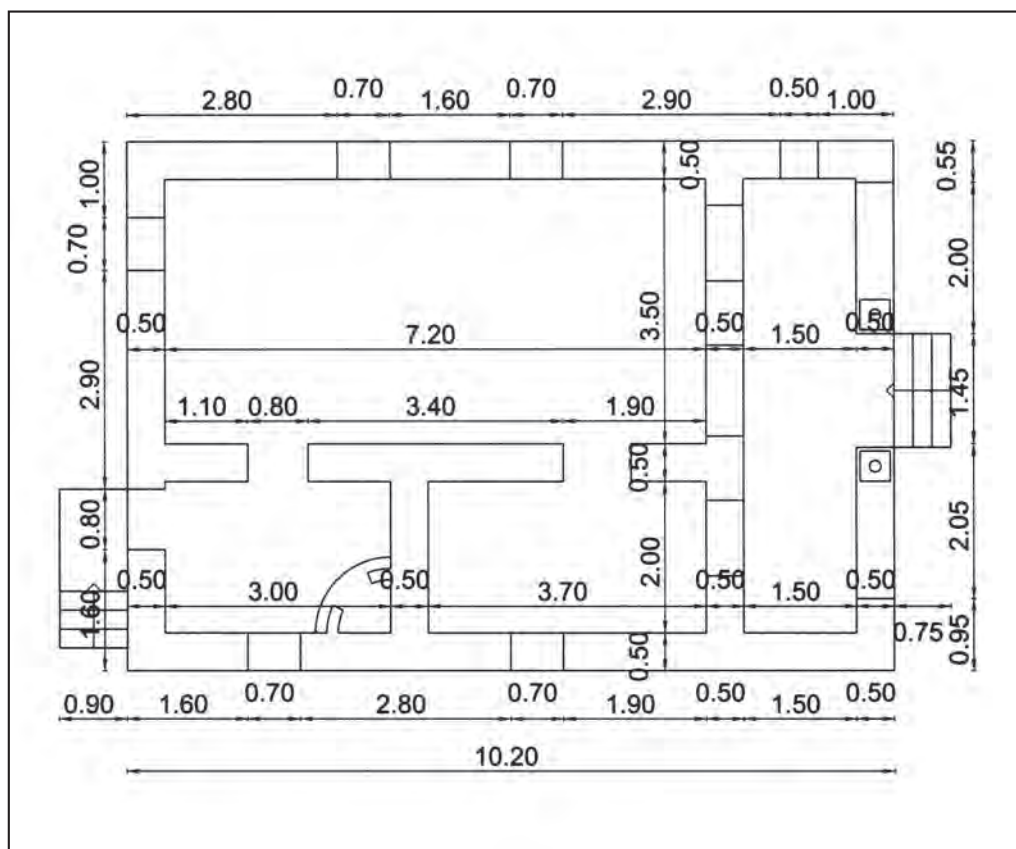
1. Ακολουθώντας σειρά βημάτων ίδια με του παραδείγματος, σχεδιάστε την κάτοψη του κτίσματος στο αρχείο ΚΑΤΟПСΙ1. Δίνονται ενδεικτικά σχήματα για τις διαδοχικές φάσεις του σχεδίου. Όσες διαστάσεις δεν αναγράφονται στο σχέδιο θα λαμβάνονται κατ' εκτίμηση.



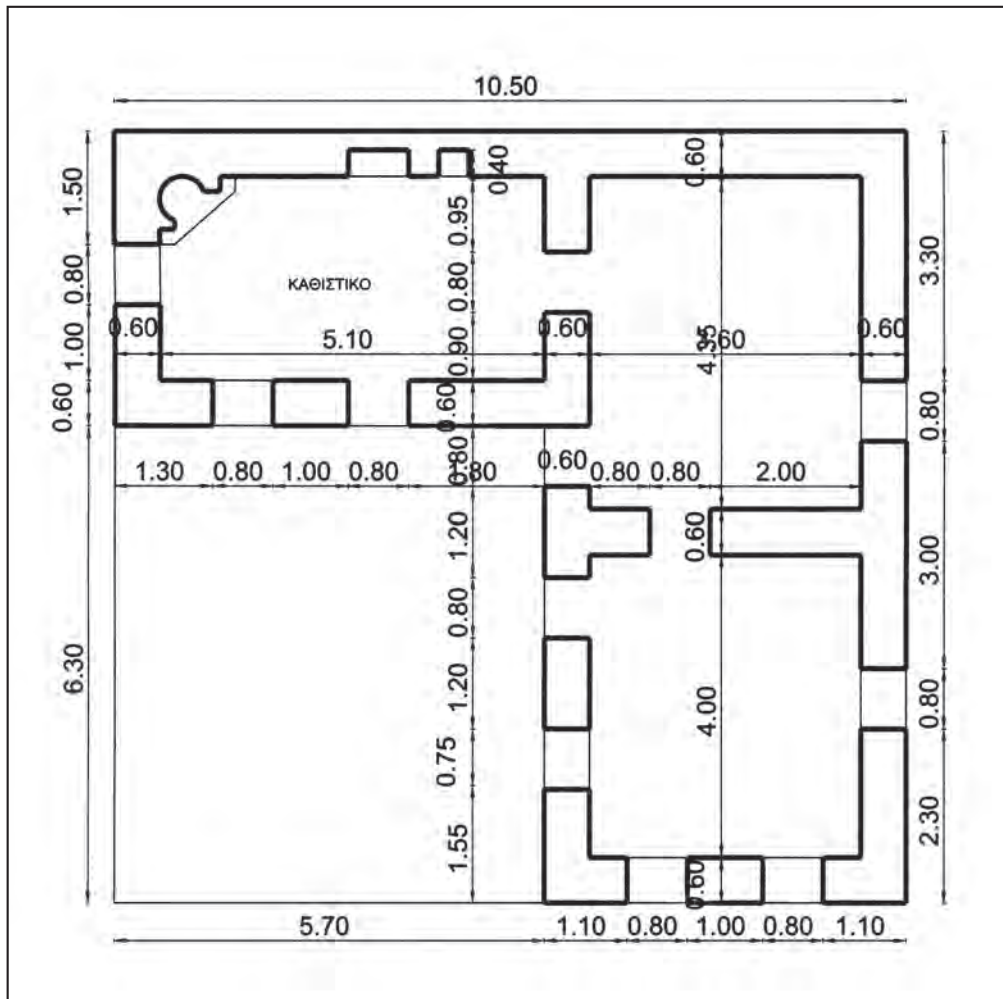




2. Να γίνει η κάτοψη του σχήματος στο αρχείο ΚΑΤΟПС12. (Κυκλαδίτικο σπίτι. Θέμα εισαγωγικών εξετάσεων αρχιτεκτονικής 1992). Όσες διαστάσεις δεν αναγράφονται στο σχέδιο θα λαμβάνονται κατ' εκτίμηση.



3. Να γίνει η κάτοψη του σχήματος στο αρχείο ΚΑΤΟПСΙ3. (Λαϊκό σπίτι της Αίγινας. Θέμα εισαγωγικών εξετάσεων αρχιτεκτονικής 1990). Όσες διαστάσεις δεν αναγράφονται στο σχέδιο θα λαμβάνονται κατ' εκτίμηση.



Αυτοματοποιώντας «δύσκολες» σχεδιαστικές εργασίες

Πολλές από τις σχεδιαστικές εργασίες που «ταλαιπωρούσαν» έως σήμερα τους σχεδιαστές είναι διαδικασίες που εύκολα μπορούν να αυτοματοποιηθούν και, συνεπώς, να εκτελεστούν με τον υπολογιστή.

Τέτοιες διαδικασίες είναι η γραμμοσκίαση, η αναγραφή διαστάσεων και το γράψιμο κειμένων. Μάλιστα, και οι τρεις αυτές διαδικασίες δημιουργούν ασχήμιες στο συμβατικό σχέδιο, όταν εκτελούνται από άπειρο ή από απρόσεκτο σχεδιαστή: οι γραμμές δεν ισαπέχουν ή ξεπερνούν τα όρια, το χρωμάτισμα δε γίνεται με ακρίβεια ή δεν είναι ομοιόμορφο, τα γράμματα δεν είναι τακτικά και ομοιόμορφα, οι διαστάσεις δεν είναι ευανάγνωστες.

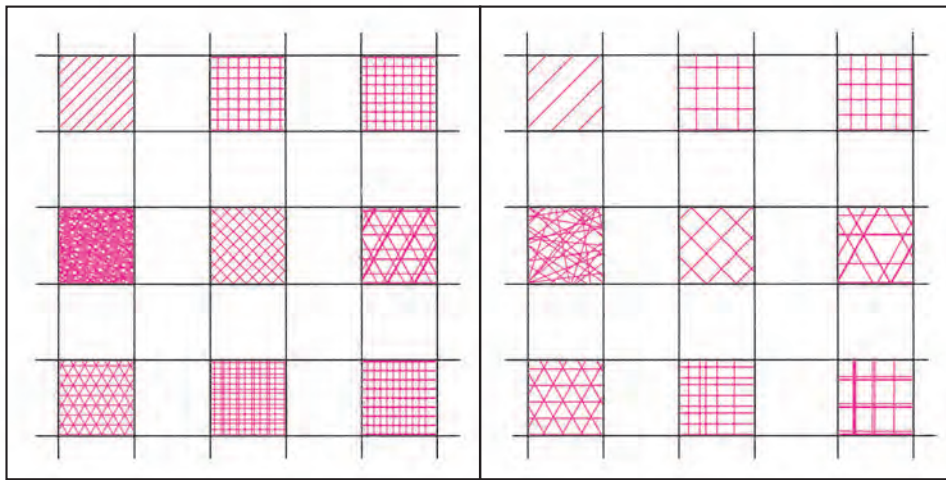
Τα προγράμματα CAD περιλαμβάνουν εντολές που εκτελούν τις διαδικασίες αυτές, απλοποιώντας και επιταχύνοντας σημαντικά την εκτέλεση των σχεδίων.

11.1. Γραμμοσκίαση - Χρωμάτισμα

Η γραμμοσκίαση επίπεδων επιφανειών είναι εξαιρετικά χρονοβόρα εργασία, όταν σχεδιάζουμε με το χέρι. Η γραμμοσκίαση είναι μια μέθοδος σκίασης επίπεδων επιφανειών με ένα σύνολο γραμμών, συνήθως παράλληλων, που, ανάλογα με την απόσταση που έχουν μεταξύ τους, δίνουν την εντύπωση μιας λιγότερο ή περισσότερο έντονα σκιασμένης επιφάνειας. Για να δημιουργήσουμε, λοιπόν, μια γραμμοσκίαση με το χέρι πρέπει να σχεδιάσουμε μία μία τις γραμμές που θέλουμε να την αποτελούν. Αν σκεφτούμε, όμως, ότι η επιφάνεια που επιθυμούμε να σκιάσουμε μπορεί να είναι αρκετά μεγάλη και οι αποστάσεις ανάμεσα στις γραμμές αρκετά μικρές, ώστε να δίνουν μια εντύπωση σκιάς, είναι εύκολο να φανταστούμε ότι, συχνά, απαιτείται αρκετός χρόνος για να γραμμοσκιάσουμε μια επιφάνεια.

Στον υπολογιστή η έννοια της γραμμοσκίασης επεκτάθηκε σε κάθε μορφής «γέμισμα» μιας επιφάνειας. Η γραμμοσκίαση στο CAD είναι πολύ ευκολότερη απ' ό,τι στην παραδοσιακή σχεδίαση. Αντί να σχεδιάζουμε μία μία τις γραμμές που δη-

μιουργούν τη γραμμοσκίαση, μπορούμε να παράγουμε πολύ εύκολα το σύνολο των γραμμών που την αποτελούν. Εξάλλου, επιλέγουμε τη μορφή γραμμοσκίασης, που μπορεί να είναι οι συνήθεις παράλληλες γραμμές αλλά και πιο σύνθετα σχήματα. Τα προγράμματα παρέχουν τύπους γραμμοσκίασης που περιλαμβάνουν, για παράδειγμα, κυψελωτά εξάγωνα, πλακοστρώσεις, διάφορες μορφές κεραμιδιών, τοιχοποιίας ή οτιδήποτε άλλο. Εκτός από τους τύπους γραμμοσκίασης που παρέχει έτοιμες το κάθε πρόγραμμα και που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αμέσως (Σχήμα 158), μπορούμε (με λιγότερο ή περισσότερο κόπο κατά περίπτωση) να δημιουργήσουμε δικούς μας τύπους, να τους αποθηκεύσουμε και να τους χρησιμοποιούμε στα σχέδιά μας.

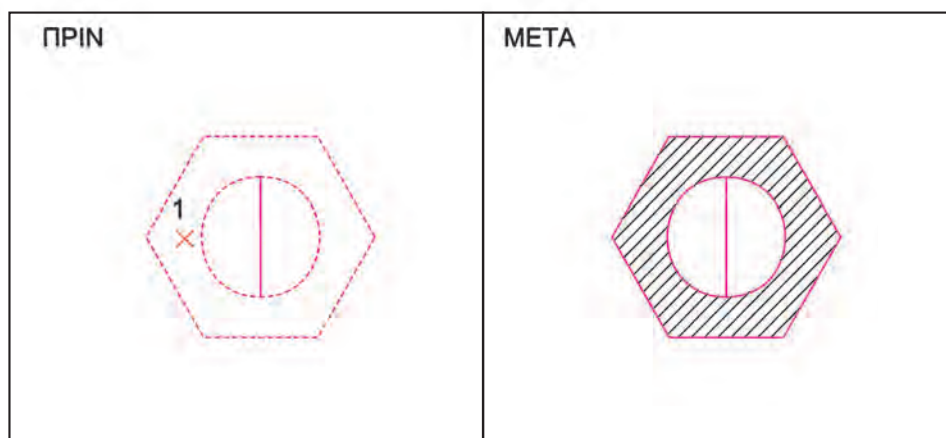


Σχήμα 158

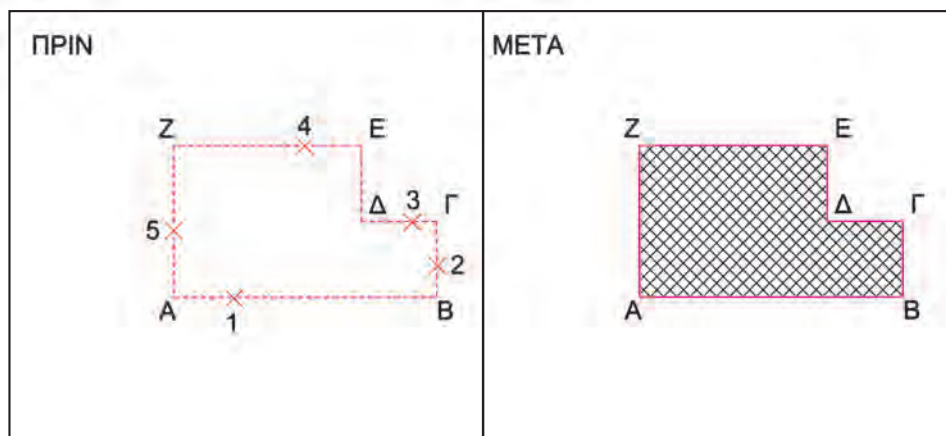
Για να εφαρμοστεί μια επιλεγμένη γραμμοσκίαση σε μια επιφάνεια, πρέπει να γίνει σαφές ποια είναι τα όρια της επιφάνειας που θα γραμμοσκιάσουμε. Ανάλογα με το πρόγραμμα, μπορούμε να δώσουμε κάποιο σημείο εσωτερικό του περιγράμματος και να αφήσουμε τον υπολογιστή να προσδιορίσει το περίγραμμα (Σχήμα 159) ή να υποδείξουμε στον Η/Υ το περίγραμμα της επιθυμητής γραμμοσκίασης (Σχήμα 160). Ορισμένα προγράμματα παρέχουν και τις δύο μεθόδους. Χρειάζεται πάντως, προκειμένου να αποφύγουμε ανεπιθύμητα αποτελέσματα, τα όρια μέσα στα οποία θα τοποθετηθεί μια γραμμοσκίαση να αποτελούν ένα κλειστό περίγραμμα (Σχήμα 161).

Η γραμμοσκίαση μπορεί να εξαρτάται από τα όριά της ή να είναι τελείως ανεξάρτητη από αυτά. Στην πρώτη περίπτωση η γραμμοσκίαση ακολουθεί οποιαδήποτε τροποποίηση εφαρμόσουμε στα όρια, ενώ στη δεύτερη παραμένει ανέπαφη.

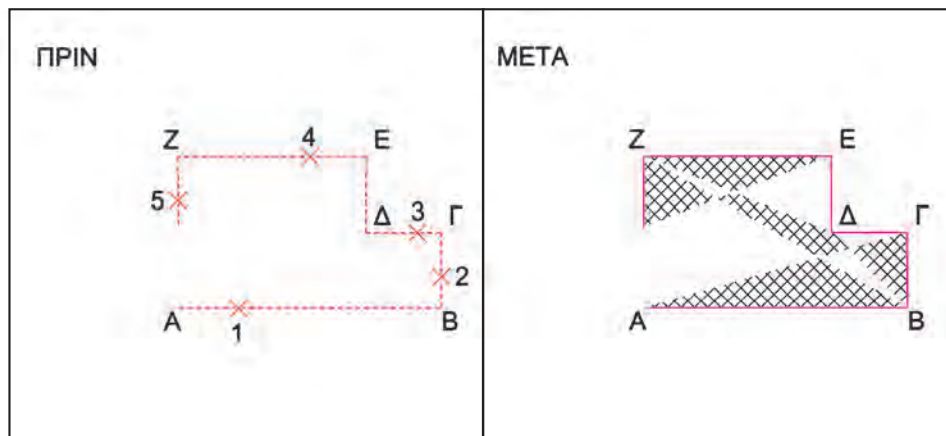
Τη διαγράμμιση μπορούμε να διαχειριστούμε όπως τα σχεδιαστικά αντικείμενα που έχουμε εξετάσει έως τώρα, με τις διαδικασίες που μπορούν να εφαρμοστούν σε αυτή. Κάθε διαγράμμιση που σχεδιάζουμε με μια εντολή λειτουργεί ως ενιαίο αντικείμενο, ακόμη και αν περιλαμβάνει ασύνδετες μεταξύ τους περιοχές. Είναι σημαντικό να σκεφτόμαστε και να αποφασίζουμε πώς θέλουμε να εφαρμόσουμε τη



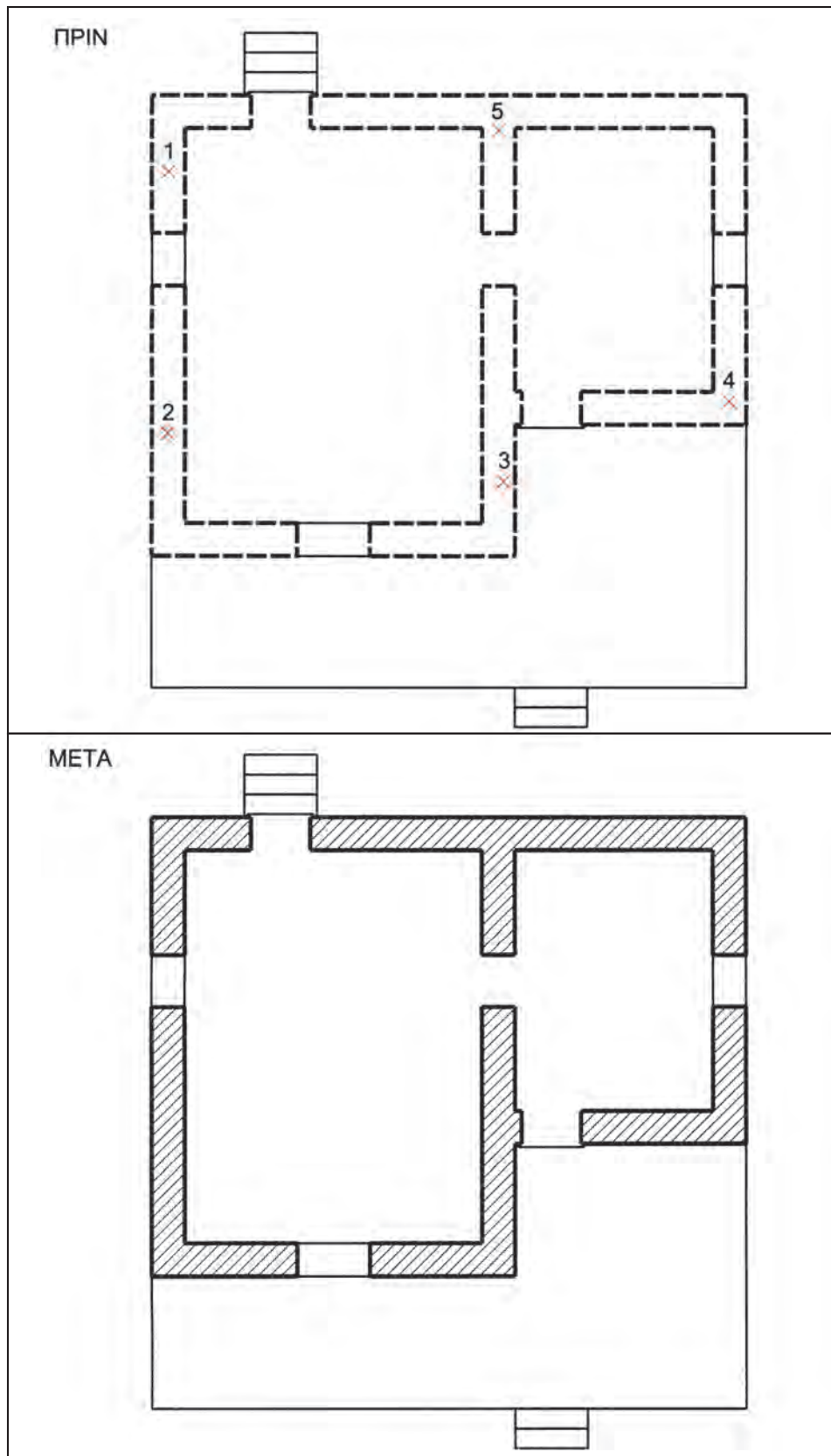
Σχήμα 159



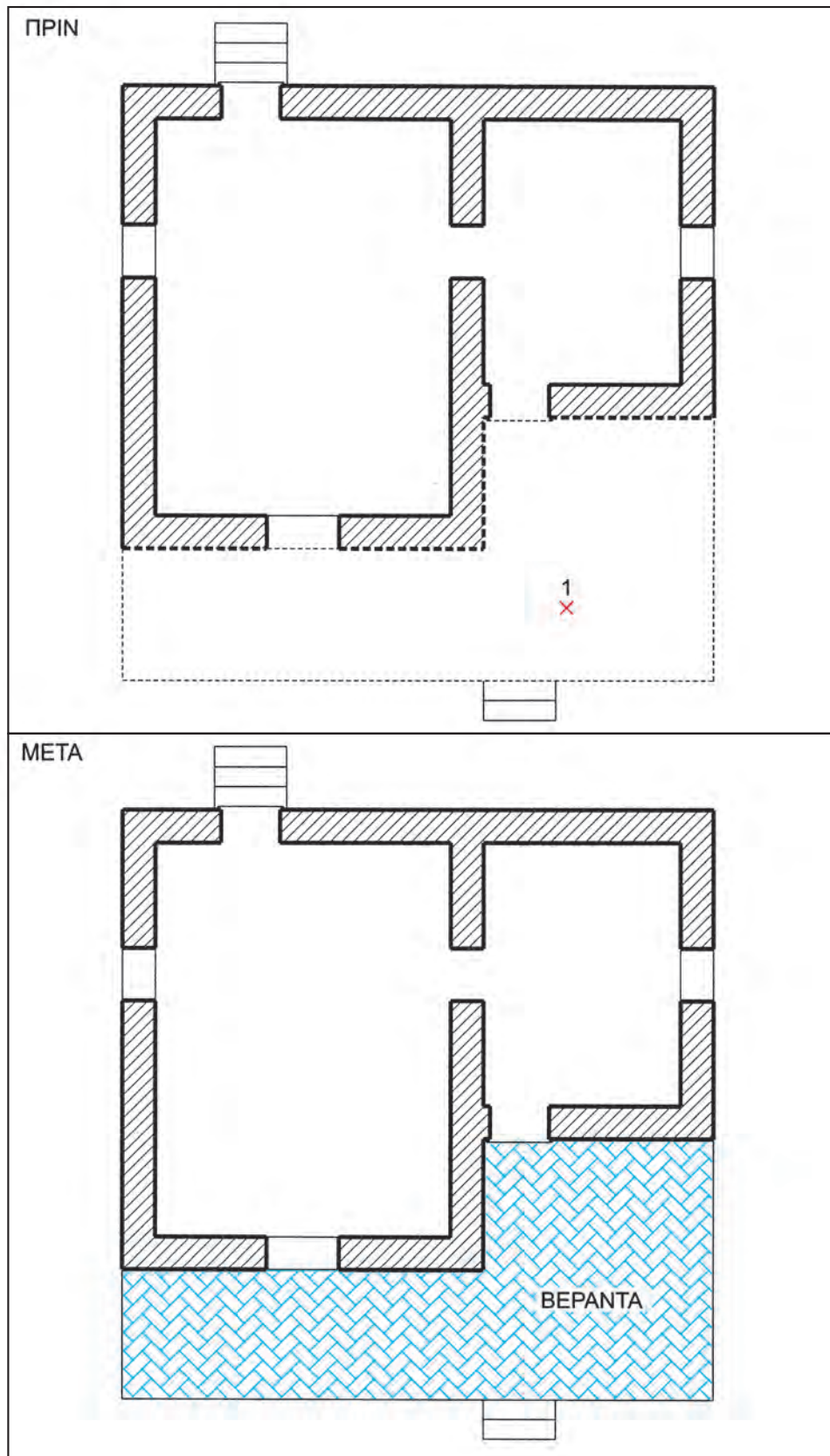
Σχήμα 160



Σχήμα 161



Σχήμα 162



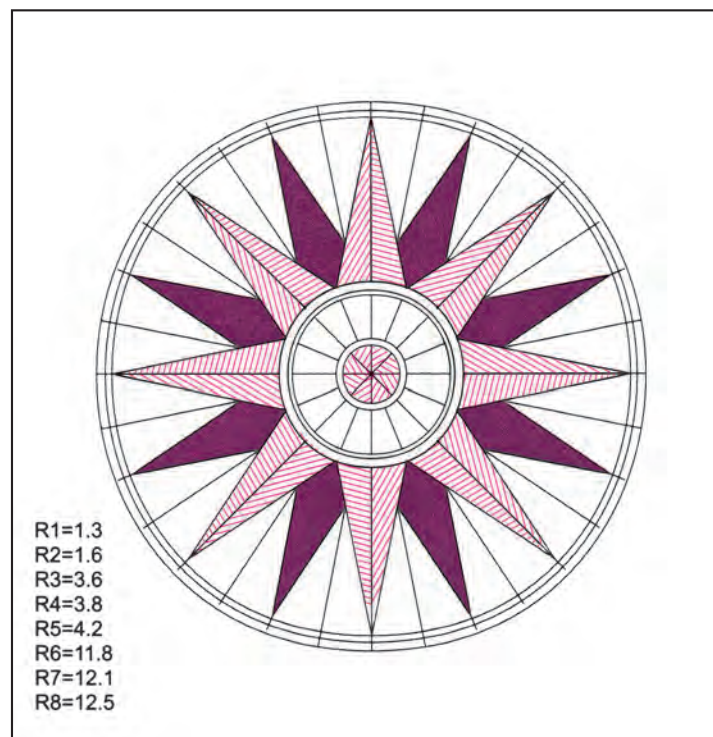
Σχήμα 163

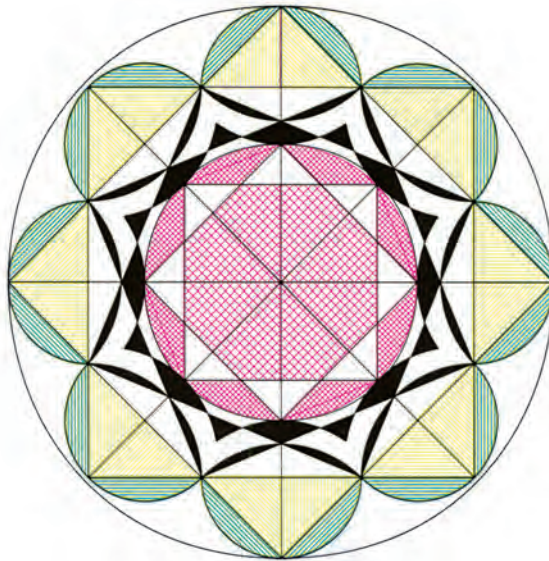
γραμμοσκίαση, γιατί αυτό επηρεάζει ενδεχόμενες τροποποιήσεις της στη συνέχεια (π.χ. σβήσιμό της από το σχέδιο ή μεταβολή χαρακτηριστικών της όπως ο τύπος της, η κλίμακά της ως προς τα υπόλοιπα στοιχεία του σχεδίου, το διαφανές στο οποίο έχει σχεδιαστεί, το χρώμα της). Στα σχήματα 162 και 163, φαίνεται η διαδικασία γραμμοσκίασης τοίχων και βεράντας.

Καλό είναι, και προφυλάσσει από πολλές κακοτοπιές, η διαγράμμιση των σχεδίων να γίνεται στο τέλος. Όχι μόνο γιατί με τη διαγράμμιση μεγαλώνει πολύ το μέγεθος του αρχείου, που γίνεται πιο δύσχρηστο, αλλά και επειδή, λόγω της πολυπλοκότητας του μηχανισμού της, ενδέχεται να δημιουργούνται ανεπιθύμητα αποτελέσματα κατά τη μετά τη διαγράμμιση επεξεργασία του σχεδίου.

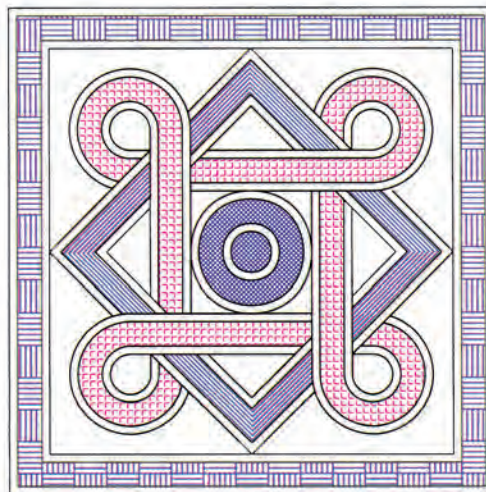
Ασκήσεις

1. Να ανοιχτούν διαδοχικά τα σχέδια ΔΙΑΚΟΣΜΗΤΙΚΟ1 έως ΔΙΑΚΟΣΜΗΤΙΚΟ4, στα οποία να προστεθούν γραμμοσκιάσεις της επιλογής σας. Δεν είναι απαραίτητο να ακολουθήσετε τις επιλογές γραμμοσκίασης των ενδεικτικών σχεδίων που ακολουθούν.

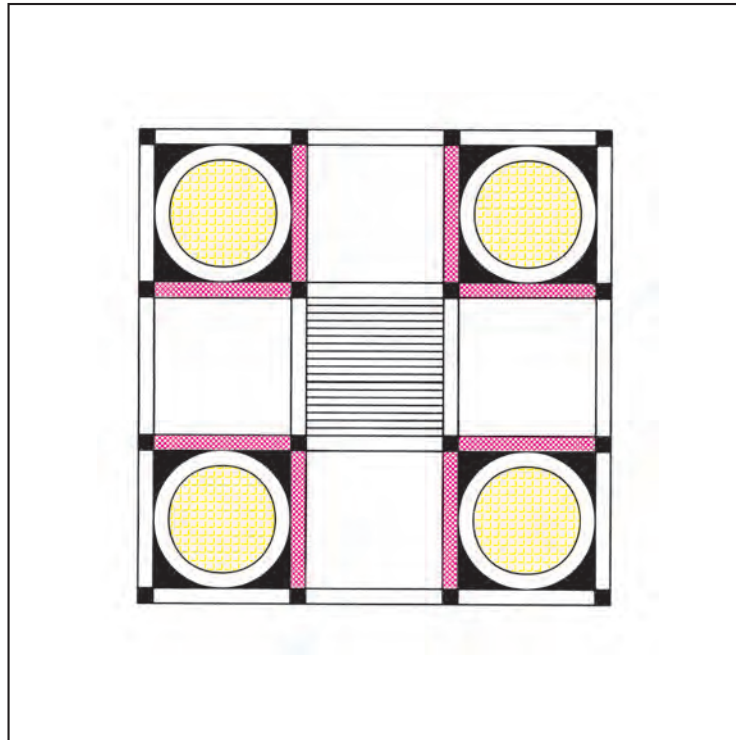




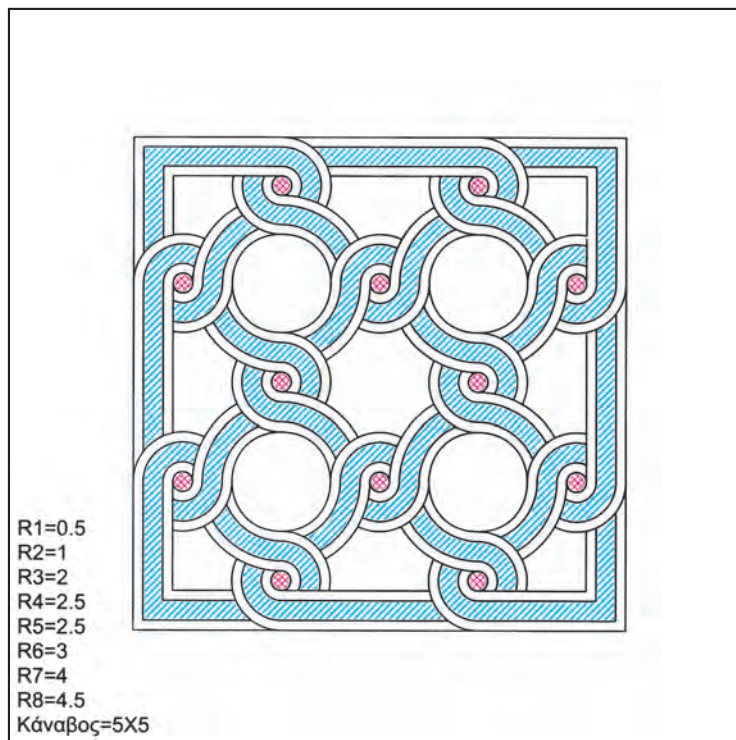
R1=5
R2=10

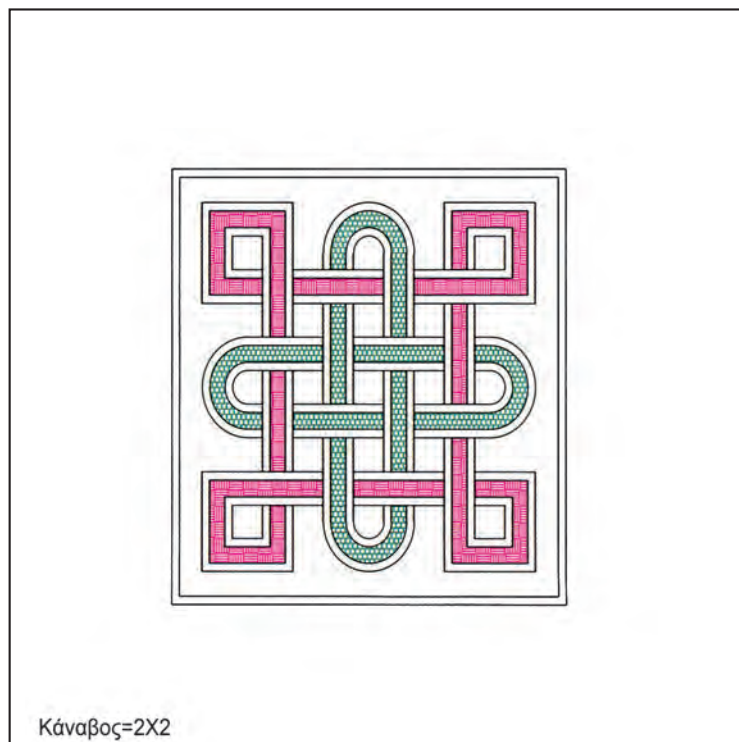
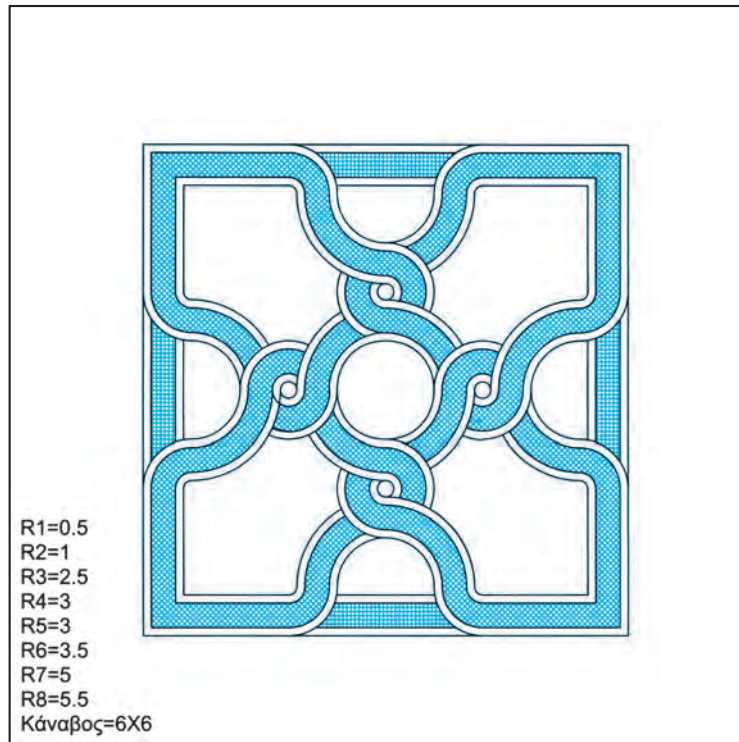


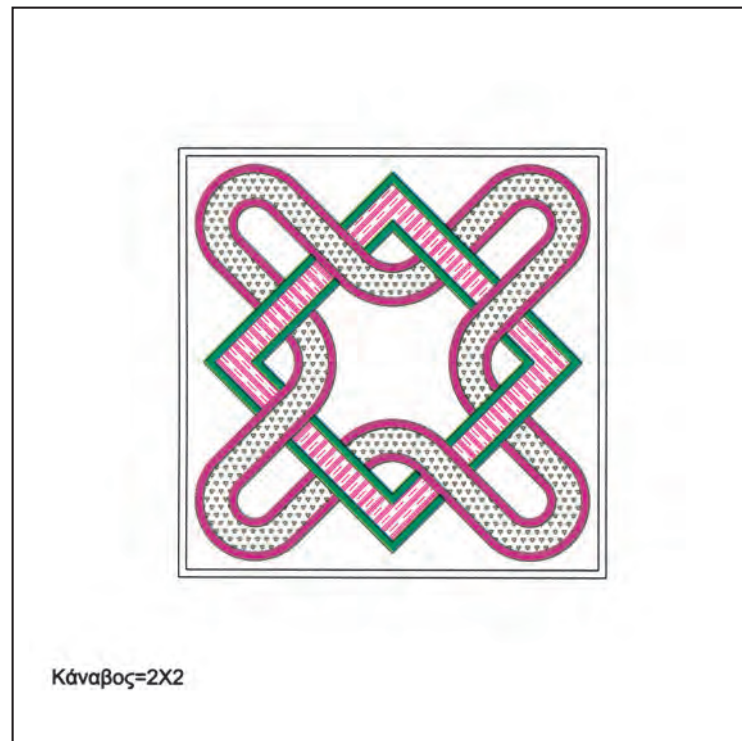
R1=1.5
R2=2.1
R3=3.9
R4=4.5
Κάναβος=4.5X4.5



2. Να ανοιχτούν διαδοχικά τα σχέδια ΔΙΑΚΟΣΜΗΤΙΚΟ5 έως ΔΙΑΚΟΣΜΗΤΙΚΟ8, στα οποία να προστεθούν γραμμοσκιάσεις της επιλογής σας. Δεν είναι απαραίτητο να ακολουθήσετε τις επιλογές γραμμοσκίασης των ενδεικτικών σχεδίων που ακολουθούν.







11.2. Γράψιμο και διόρθωση κειμένου

Κείμενο υπάρχει σχεδόν σε όλα τα σχέδια, παρ' όλο που, κατά κανόνα, δεν απεικονίζει κάποιο αντίστοιχο αντικείμενο του φυσικού χώρου. Αποσαφηνίζει όμως το σχέδιο, παρέχοντας χρήσιμες πληροφορίες, όπως ονομασίες χώρων ή αντικειμένων, τίτλους, ενδείξεις, σχόλια ή σημειώσεις (Σχήμα 164).



Σχήμα 164

Τα ίδια στοιχεία μπορεί να γραφούν σε ένα σχέδιο με πολλούς διαφορετικούς τρόπους. Μπορούμε να καθορίζουμε τη θέση και τη στοίχιση του κειμένου, το είδος της γραμματοσειράς, το μέγεθος των γραμμάτων, τις αποστάσεις μεταξύ των γραμμάτων ή των σειρών κ.λ.π.

Στην παραδοσιακή σχεδίαση τις ανάγκες αυτές ικανοποιούμε χρησιμοποιώντας διαφορετικά στένσιλ, διαφορετικές πένες, διάφορα λετρασέτ κτλ.

Στη σχεδίαση με ηλεκτρονικό υπολογιστή, όπου το κείμενο είναι και αυτό αντικείμενο του σχεδίου, έχει σημασία αν αποτελείται από μεμονωμένα γράμματα (δηλαδή γράμμα και αντικείμενο, όπως μπορούμε να θεωρήσουμε ότι συμβαίνει στη σχεδίαση με το χέρι), αν κάθε γραμμή είναι μια «οντότητα» ή αν μια παράγραφος ή και ένα σύνολο παραγράφων αποτελεί μια «οντότητα». Αυτό είναι καθοριστικό για την επεξεργασία και την τροποποίηση ενός κειμένου. Πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι και στο κείμενο μπορούμε να εφαρμόζουμε τις διαδικασίες επεξεργασίας που εφαρμόζονται στα υπόλοιπα αντικείμενα του σχεδίου (π.χ. μετακίνηση, διαγραφή, αντιγραφή, μεγέθυνση κ.ο.κ.) Μπορούμε, όμως, να εφαρμόζουμε και ειδικές για το κείμενο διαδικασίες, για να αλλάζουμε το περιεχόμενο ή τη μορφή του (τύπο γραμμάτων, στοίχιση, αποστάσεις γραμμάτων κτλ.).

Γενικά, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι σε ένα κείμενο υπάρχουν δύο κύρια στοιχεία: το περιεχόμενό του και ο τρόπος παρουσίασης του κειμένου. Ανάλογα με το είδος του περιεχομένου, επιλέγουμε και τον τρόπο παρουσίασής του.

11.2.1. Ορισμός τύπου γραφής

Επειδή συχνά θέλουμε να γράφουμε με όμοιο τρόπο τα ομοειδή στοιχεία στο σχέδιο μας, τα περισσότερα προγράμματα CAD επιτρέπουν να ορίζουμε και να ονοματίζουμε «τύπους γραφής» (όπου καθορίζουμε τη γραμματοσειρά, το μέγεθος, την κλίση, την ένταση κτλ.) ώστε να μπορούμε να τους ανακαλούμε, όποτε χρειάζεται, χωρίς να ορίζουμε ξανά τα χαρακτηριστικά αυτά. Για παράδειγμα, ορίζουμε έναν

ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΥΠΩΝ ΓΡΑΦΗΣ	
 ΟΝΟΜΑ:ΧΩΡΟΙ γραμματοσειρά : ARIAL(απλά) ύψος γραμμάτων 0.8	 ΟΝΟΜΑ:ΥΛΙΚΟ γραμματοσειρά : TIMES(πλάγια) ύψος γραμμάτων 0.6

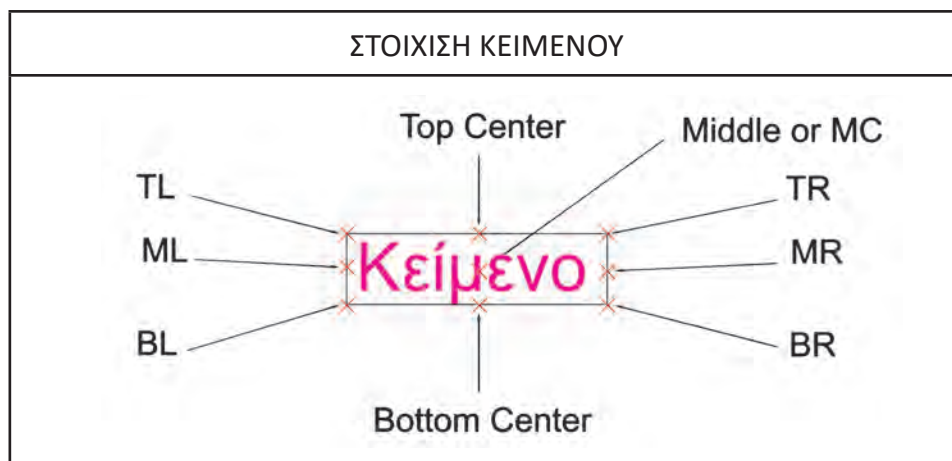
Σχήμα 165

τύπο γραφής για τους τίτλους, έναν άλλο για τους υπότιτλους, έναν άλλο για τους χαρακτηρισμούς των χώρων, έναν άλλο για τις επεξηγήσεις υλικών κτλ. (Σχήμα 165). Σημαντική είναι και η επιλογή των ονομάτων των τύπων γραφής, ώστε να μπορεί εύκολα ο οποιοσδήποτε να επιλέγει τον κατάλληλο τύπο για κάθε κείμενο του σχεδίου.

Τον τύπο γραφής ορίζουμε δίνοντάς του ένα όνομα, επιλέγοντας τη γραμματοσειρά και τις λοιπές παραμέτρους των γραμμάτων (ύψος, κλίση γράμματος κτλ.) Αν αρχίσουμε να γράφουμε κείμενο χωρίς να καθορίσουμε τύπο γραφής, το πρόγραμμα θα χρησιμοποιήσει στοιχεία που θεωρεί ότι ισχύουν κατά τη στιγμή εκείνη.

11.2.2. Στοιχισή κειμένου

Έχουμε τη δυνατότητα να στοιχίζουμε το κείμενο που γράφουμε ως προς σταθερά σημεία με τους ίδιους κανόνες όπως στη γραφιστική (Σχήμα 166). Παράδειγμα στοιχίσης μιας λέξης ως προς το κέντρο και τα τέσσερα χαρακτηριστικά σημεία ενός κύκλου δίνεται στο σχήμα 167.



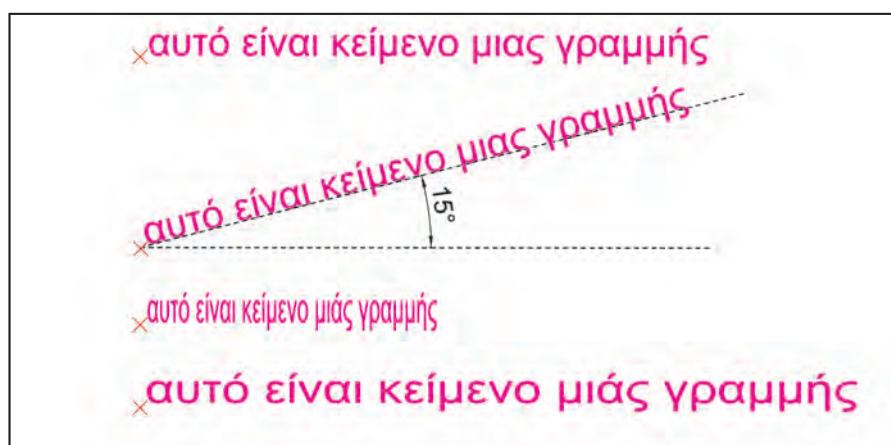
Σχήμα 166



Σχήμα 167

11.2.3. Κείμενο μιας γραμμής

Είναι ο συνηθέστερα απαντώμενος τύπος κειμένου σε προγράμματα CAD. Επιτρέπει βασική στοίχιση (δεξιά, αριστερή, κεντράρισμα, άπλωμα, ώστε να καταλαμβάνει καθορισμένη περιοχή, κ.ο.κ.), καθώς και επιλογή τύπου γραφής (ομοιόμορφου για όλη τη γραμμή). Επίσης, επιτρέπει εύκολη τροποποίηση του περιεχομένου του. Δημιουργεί όμως μεγάλες δυσκολίες, αν, με τις προσθήκες ή τις αφαιρέσεις κειμένου, χρειαστεί να μεταφερθεί τμήμα του κειμένου από μια γραμμή σε άλλη (Σχήμα 168).



Σχήμα 168

11.2.4. Κείμενο παραγράφου

Ορισμένα προγράμματα παρέχουν την ευχέρεια χειρισμών του κειμένου σε παραγράφους ή και σε μεγαλύτερα αποσπάσματα, που περιέχουν πολλές παραγράφους. Αυτό σημαίνει ότι το κείμενο μπορεί εύκολα να προσαρμόζεται, ώστε να καταλαμβάνει το διαθέσιμο χώρο στο σχέδιο, μεταφέροντας τις λέξεις σε άλλες σειρές. Επίσης, μπορεί εύκολα να εξασφαλίζεται η στοίχιση των παραγράφων με διάφορους τρόπους (Σχήμα 169).

Όσο εξελίσσονται τα προγράμματα τόσο οι δυνατότητες εισαγωγής κειμένων στα σχέδια αυξάνονται. Θα έλεγε κανείς ότι ορισμένα σύγχρονα προγράμματα θυμίζουν συνδυασμό επεξεργαστή κειμένου και προγράμματος CAD, αφού επιτρέπουν τον καθορισμό σελίδας και τη διαμόρφωση όχι μόνο των παραγράφων αλλά και τμημάτων του κειμένου μέσα στις παραγράφους, με μορφοποιήσεις που έως πριν από λίγο καιρό μόνο τα προγράμματα επεξεργασίας κειμένου επέτρεπαν (πλάγια, έντονα, υπογραμμισμένα, αραιά κτλ.)

11.2.5. Διόρθωση κειμένου

Η διόρθωση του κειμένου γίνεται με ειδικές διαδικασίες τροποποίησης. Με τις διαδικασίες αυτές μπορούμε να τροποποιούμε το περιεχόμενο ενός κειμένου ή την παρουσίασή του.

Σε ορισμένα προγράμματα υπάρχει και δυνατότητα για αυτόματο ορθογραφικό και γραμματικό έλεγχο των κειμένων.

Ασκήσεις

1. Σχεδιάστε πινακάκι σχεδίου διαστάσεων A4 με τα στοιχεία σας ως μελετητών του έργου, όπως ενδεικτικά φαίνεται στο σχήμα.

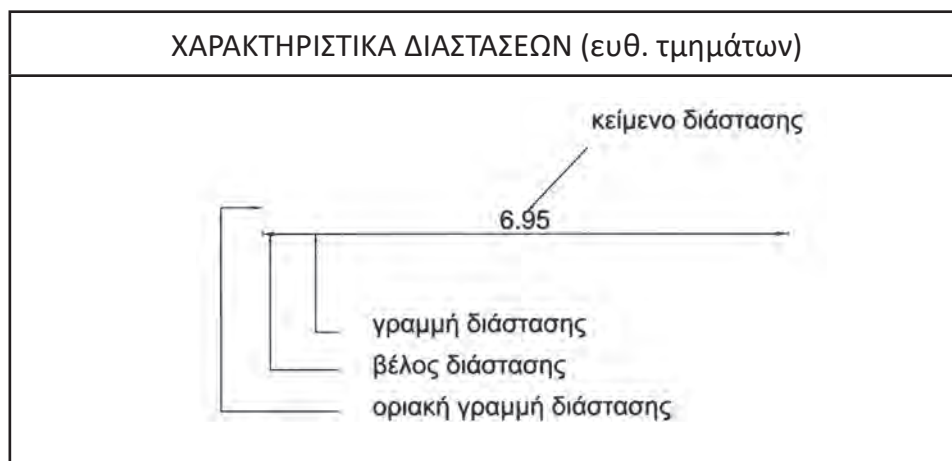
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ: Καραγιάννη - Παπαδόπουλος Διεύθυνση-Τηλέφωνα		ΣΗΜΑ
ΕΡΓΟ : Εσωτ. διακόσμηση Καταστασθημάτων		
ΘΕΣΗ : Δήμος Αμαρουσίου - Λ.Κηφισίας		
ΜΕΛΕΤΗΤΕΣ : Μ. Καραγιάννη Δ. Παπαδόπουλος		
ΤΙΤΛΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ		ΑΡΙΘ. ΣΧΕΔΙΟΥ a- 3
ΚΛΙΜΑΚΑ 1 : 50		ΚΩΔΙΚΟΣ asdm1947
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΙΟΥΝΗΣ 1999		

2. Στα σχέδια ΚΑΤΟΡPSI1, ΚΑΤΟΡPSI2, ΚΑΤΟΡPSI3 δημιουργήστε κατάλληλους τύπους γραφής και γράψτε τις ονομασίες των χώρων, όπως φαίνεται στα παρακάτω υποδείγματα.

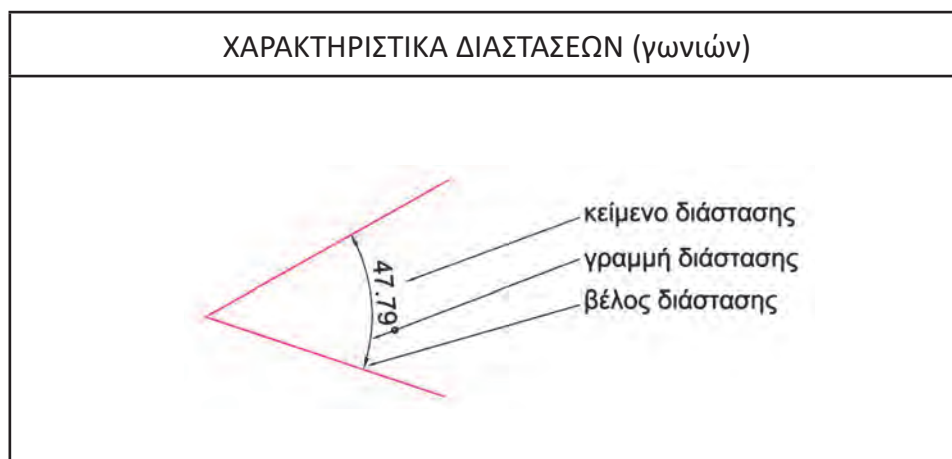
11.3. Αναγραφή διαστάσεων

Μια άλλη απαραίτητη, επίπονη αλλά και ανιαρή εργασία, όταν σχεδιάζουμε με το χέρι, είναι η αναγραφή των διαστάσεων. Πρόκειται για τη μέτρηση διάφορων επιλεγμένων «μεγεθών» του σχεδίου και την τοποθέτηση των μετρήσεων αυτών πάνω στο σχέδιο, με τον κατάλληλο συμβολισμό. Μια διάσταση, δηλαδή, συμβολίζεται με κάποια γραμμικά στοιχεία-σύμβολα, που περιβάλλουν ένα κείμενο-αριθμό.

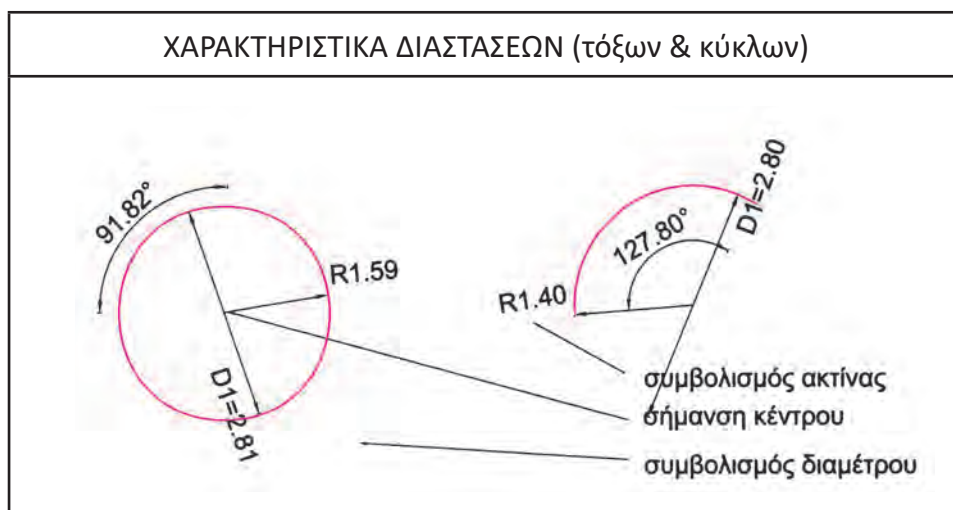
Οι διαστάσεις μπορεί να αναφέρονται σε αποστάσεις (Σχήμα 170), σε γωνίες (Σχήμα 171), σε κύκλους και σε τόξα (Σχήμα 172). Η αρχή και το τέλος μιας διάστασης είναι αυτά που την καθορίζουν και που χρειάζεται να φαίνονται, ώστε να καταλαβαίνει όποιος διαβάσει το σχέδιο σε ποιο μέγεθος αναφέρεται η διάσταση.



Σχήμα 170



Σχήμα 171



Σχήμα 172

Με τον υπολογιστή, τη μέτρηση των μεγεθών και τη μορφοποίηση των διαστάσεων την αναλαμβάνει το πρόγραμμα. Ο σχεδιαστής επιλέγει, απλώς, τα στοιχεία που θέλει να σημανθούν, τον τύπο της διάστασης και το πού θα τοποθετηθεί η διάσταση αυτή.

11.3.1. Ανάλυση του συμβολισμού διαστάσεων

Κάθε σύμβολο διάστασης σε ένα σχέδιο αποτελείται από δύο ομάδες στοιχείων: το κείμενο της διάστασης και τα ενδεικτικά στοιχεία, που επισημαίνουν πού αναφέρεται η διάσταση.

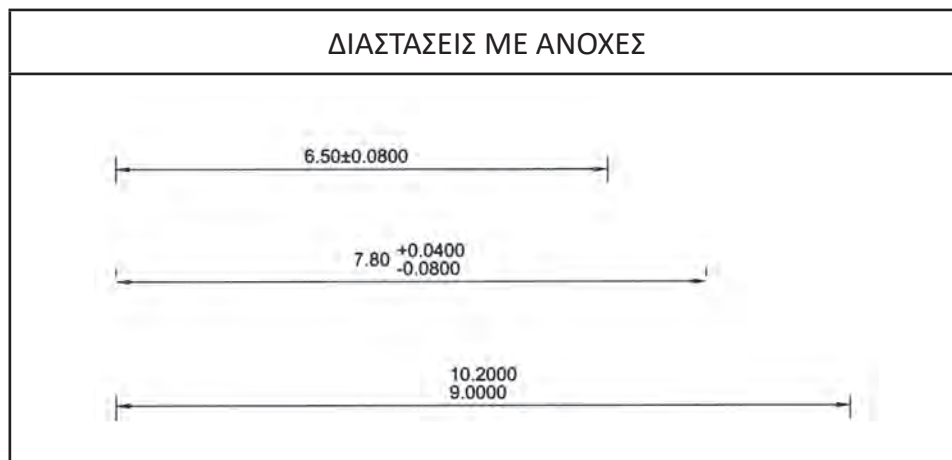
Το κείμενο της διάστασης περιλαμβάνει, κατά κανόνα, την αριθμητική τιμή της διάστασης. Μπορεί να περιλαμβάνει και πρόσθετα στοιχεία όπως τις μονάδες μέτρησης, τις πιθανές ανοχές, τις μετρήσεις σε εναλλακτικές μονάδες κ.ο.κ. (Σχήματα 173, 174, 175).

Τα στοιχεία που επισημαίνουν το μετρούμενο μέγεθος διαφέρουν ανάλογα με το είδος του μεγέθους στο οποίο αναφέρεται η διάσταση. Οι γραμμικές διαστάσεις επισημαίνονται, συνήθως, με ένα ευθύγραμμο τμήμα κατά τη διεύθυνση που γίνεται η μέτρηση, στα άκρα του οποίου υπάρχουν ενδεικτικά σημάδια (αιχμή βέλους, βούλα, x κτλ.). Ενδέχεται, επίσης, να υπάρχουν και ευθύγραμμα τμήματα από τα άκρα της γραμμής διάστασης μέχρι τα όρια της μέτρησης. Οι γωνιακές διαστάσεις επισημαίνονται, συνήθως, με τόξο. Τα υπόλοιπα στοιχεία είναι ανάλογα των γραμμικών διαστάσεων.

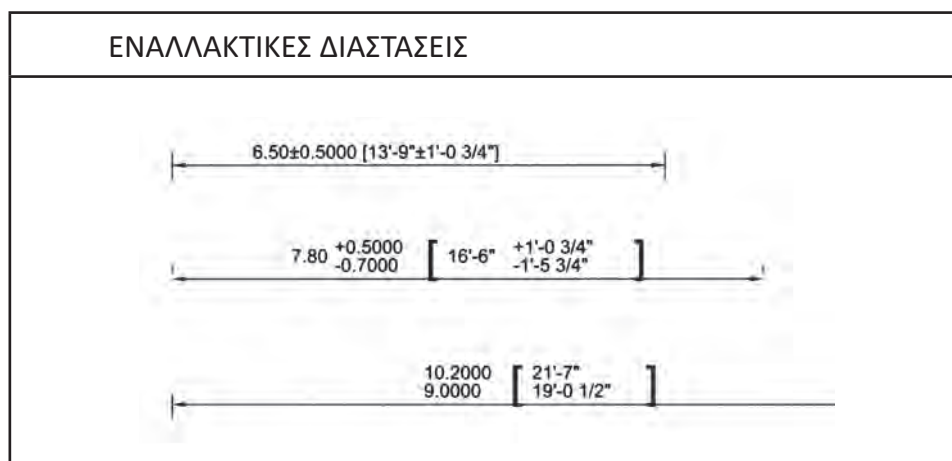
Για ειδικότερες μορφές διαστάσεων υπάρχουν ιδιαίτεροι συμβολισμοί. Παράδειγμα αποτελούν οι επισημάνσεις συντεταγμένων σημείων, που γίνονται με την



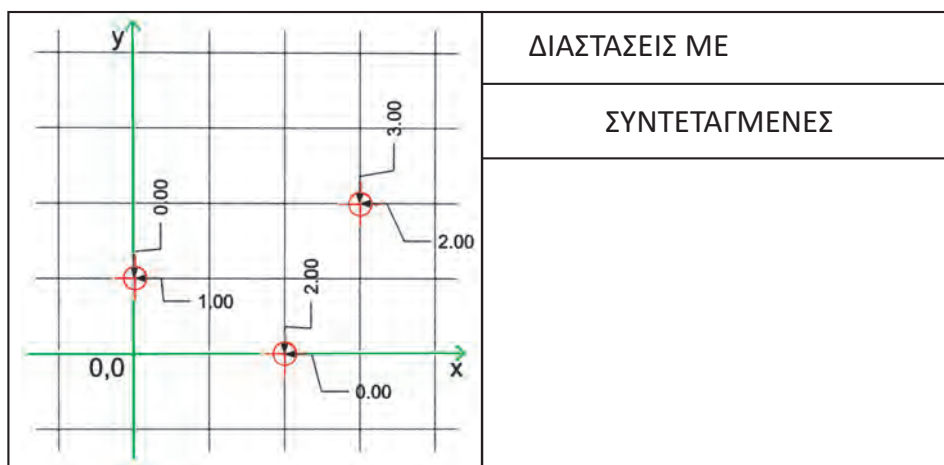
Σχήμα 173



Σχήμα 174



Σχήμα 175



Σχήμα 176

					ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΜΕ
					ΑΝΟΧΕΣ

⊙	35	43	80	
100	50	40	70	90

↗	35	46	60
∅	38	51	83

Σχήμα 177

αναγραφή του αντίστοιχου αριθμού στην άκρη μιας ενδεικτικής γραμμής προς το μετρούμενο σημείο (Σχήμα 176) και οι διαστάσεις ειδικών στοιχείων (Σχήμα 177).

11.3.2. Δημιουργία τύπων διαστάσεων

Όλες οι διαστάσεις σε ένα σχέδιο δεν έχουν πάντοτε την ίδια μορφή. Όλες οι παράμετροι που αναφέραμε στην προηγούμενη παράγραφο (καθώς και αρκετές ακόμη, που επιτρέπουν λεπτομερέστερη μορφολόγηση) επηρεάζουν την εμφάνιση των διαστάσεων. Για παράδειγμα, μπορεί να χρησιμοποιούμε λίγο μεγαλύτερα γράμματα για τις κύριες εξωτερικές διαστάσεις ενός κτιρίου απ' ό,τι για τις υπόλοιπες διαστάσεις. Επίσης, είναι πιθανόν να θελήσουμε να εκφράσουμε ορισμένες διαστάσεις σε διαφορετικές μονάδες (π.χ. σε χιλιοστά).

Αντί σε κάθε διάσταση να προσδιορίζουμε όλες τις παραμέτρους που τη χαρακτηρίζουν (τη μορφή που θα έχουν τα ενδεικτικά σημάδια της αρχής και του τέλους, το μέγεθος και τον τύπο των γραμμών, την ακρίβεια σε δεκαδικά, το ενδεχόμενο πρόθεμα ή επίθεμα που θα χαρακτηρίζει τις μονάδες κτλ.), μπορούμε να δημιουργούμε τύπους διαστάσεων, να τους ονοματίζουμε και να αναφερόμαστε σε αυτούς, όποτε πρόκειται να συμβολίσουμε κάποια διάσταση.

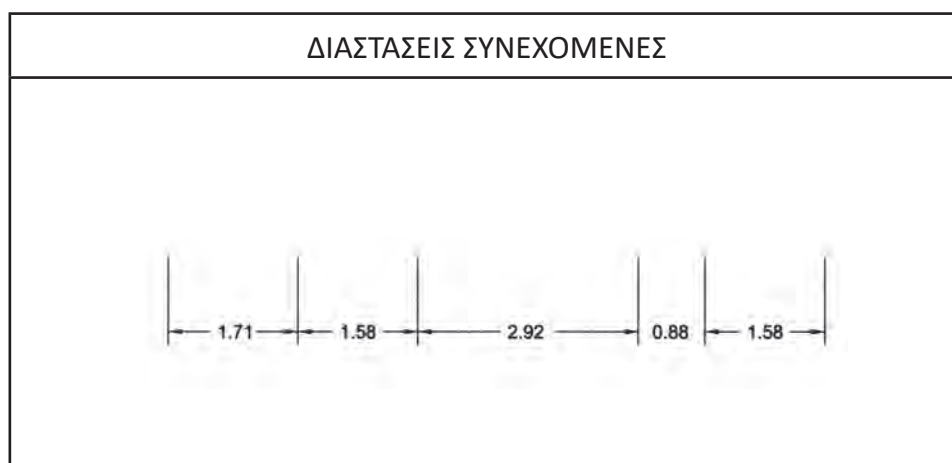
Στα περισσότερα προγράμματα, μάλιστα, υπάρχουν τρόποι για να χρησιμοποιούμε τους ορισμούς των τύπων διαστάσεων που δημιουργήσαμε σε κάποιο σχέδιο, σε όποια άλλα σχέδια επιθυμούμε.

11.3.3. Τοποθέτηση διαστάσεων στο σχέδιο.

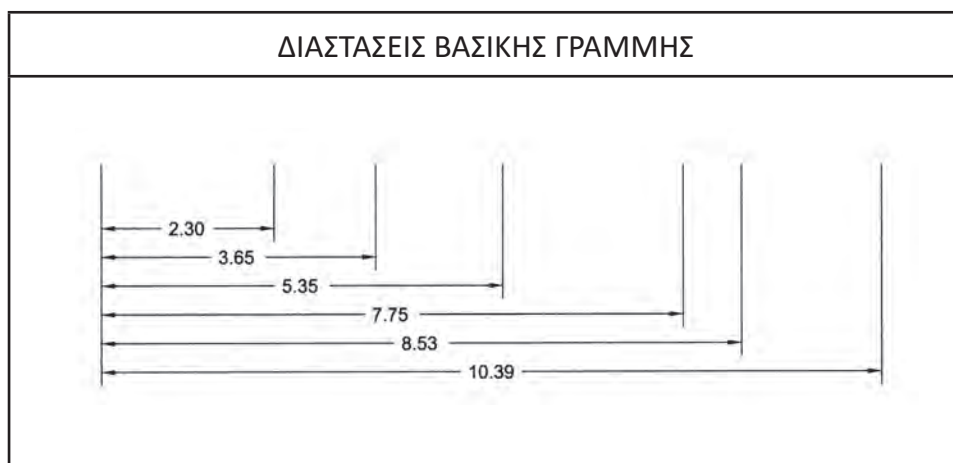
Κάθε στιγμή το σχεδιαστικό πρόγραμμα είναι έτοιμο να μετρήσει οτιδήποτε του υποδείξουμε και να προσαρτήσει την αντίστοιχη «διάσταση», μορφοποιώντας τη σύμφωνα με τον ενεργό τύπο διαστάσεων της στιγμής εκείνης. Αν, λοιπόν, θέλουμε οι διαστάσεις μας να έχουν κάποια συγκεκριμένη μορφή, πρέπει να ορίσουμε τον αντίστοιχο τύπο ως ενεργό τύπο.

Αφού ορίσουμε τη μορφή που θα έχουν οι διαστάσεις, πρέπει να προσδιορίσουμε ποιο ακριβώς μέγεθος θα μετρήσουμε. Μια γραμμική διάσταση μπορεί να μετρηθεί κατά το μήκος της ή κατά την προβολή της σε οποιαδήποτε διεύθυνση επιθυμούμε. Επίσης, υπάρχουν ορισμένες ειδικές γραμμικές διαστάσεις (π.χ. ακτίνας και διαμέτρου τόξων ή κύκλων) που συμβολίζονται με ιδιαίτερο τρόπο.

Ορισμένα προγράμματα παρέχουν ευκολότερους τρόπους τοποθέτησης συμβολισμών διαστάσεων, όταν τα γραμμικά μεγέθη που μετριοούνται είναι πολλά και σχετίζονται με ορισμένο τρόπο (π.χ. διαδοχικά μήκη, υψόμετρα που μετριοούνται από κοινό σημείο βάσης ή ενδείξεις διαστάσεων με ενδεικτικό βέλος, βλ. Σχήματα 178, 179, 180).



Σχήμα 178



Σχήμα 179

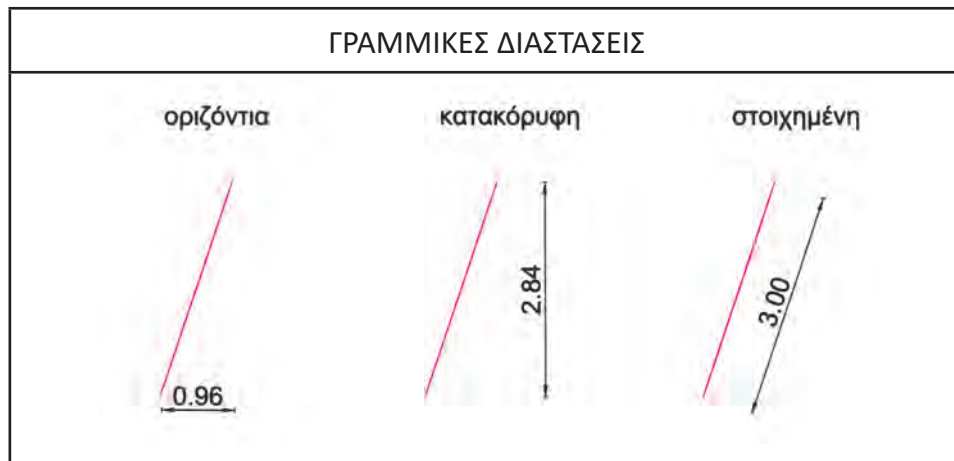


Σχήμα 180

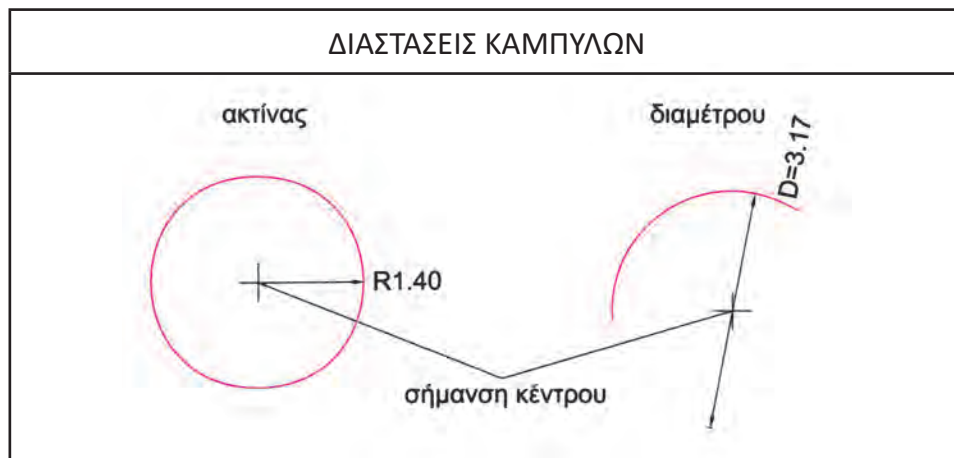
Στις γραμμικές διαστάσεις μπορούμε να μετρήσουμε την ίδια τη διάσταση, την οριζόντια ή κατακόρυφη συνιστώσα της ή τη συνιστώσα της υπό οποιαδήποτε γωνία (Σχήμα 181).

Εκτός από τις γραμμικές διαστάσεις, συχνά τοποθετούνται σε σχέδια και μετρήσεις γωνιακών διαστάσεων γωνιών ή τόξων. Στους κύκλους και στα τόξα, στα περισσότερα προγράμματα, μπορούμε να μετρήσουμε μόνο ακτίνα, διάμετρο και επίκεντρη γωνία (Σχήμα 182). Γωνίες μπορούμε να μετρήσουμε σε τεμνόμενες ευθείες, σε τόξα και σε περιφέρειες κύκλων, δείχνοντας τα οριακά σημεία της γωνίας (Σχήμα 183).

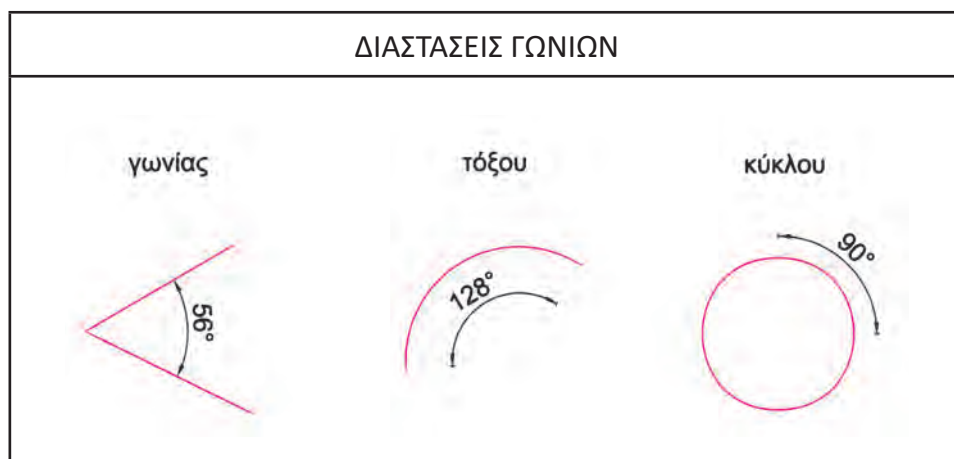
Τα σχήματα 184 και 185 παρουσιάζουν ενδεικτικά τοποθέτηση διαστάσεων σε κατόψεις.



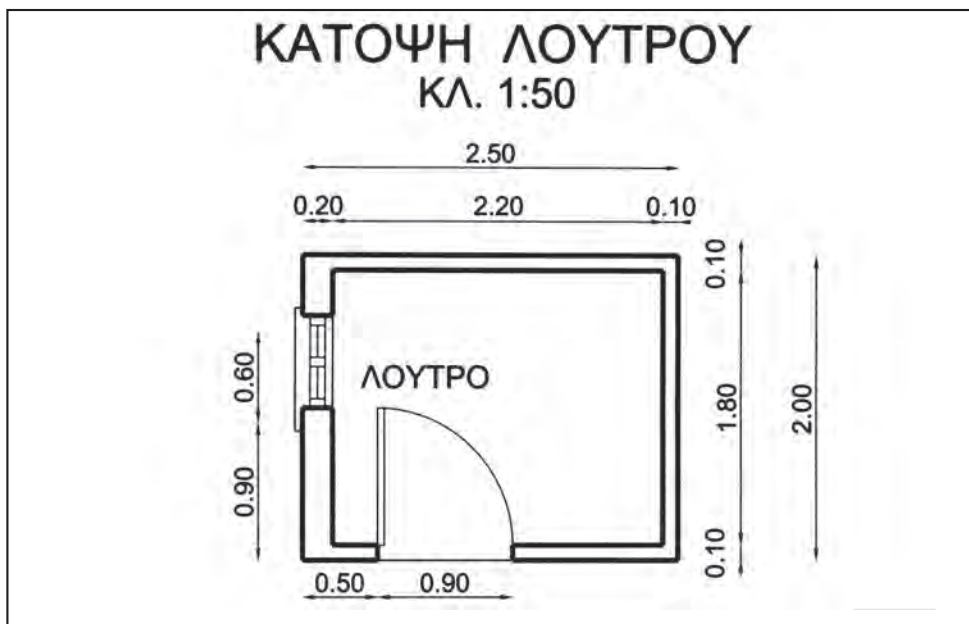
Σχήμα 181



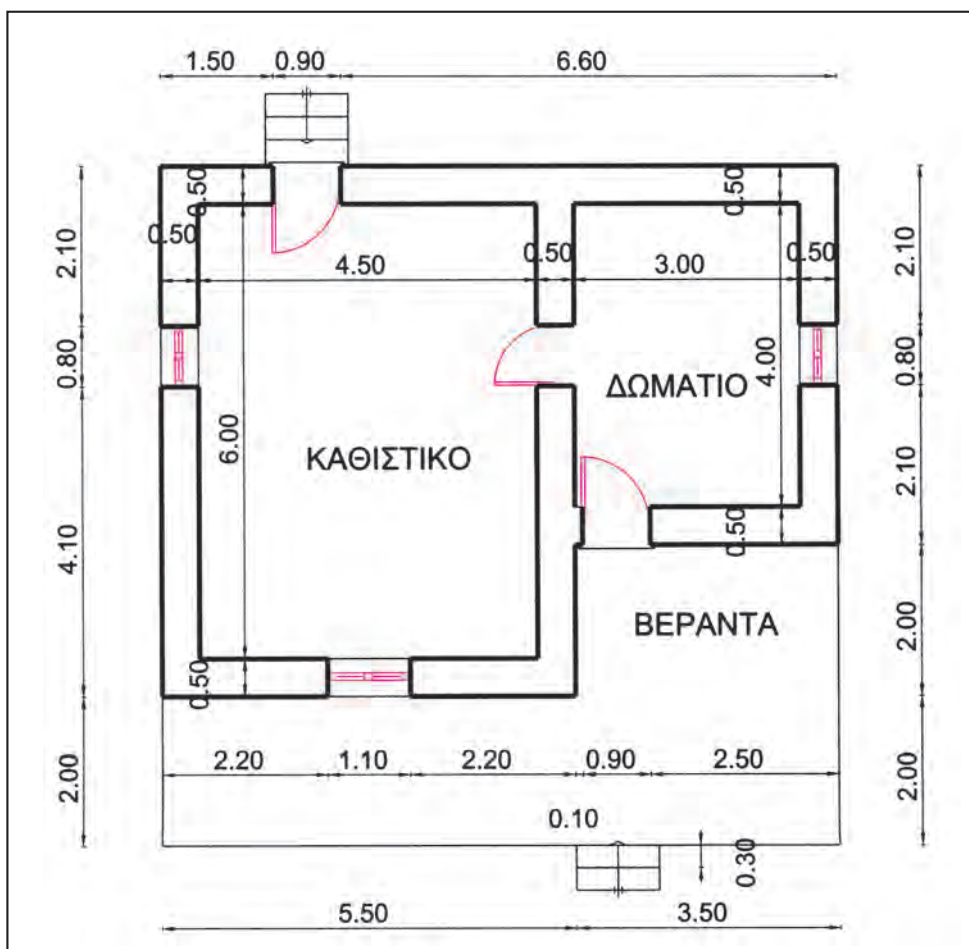
Σχήμα 182



Σχήμα 183



Σχήμα 184



Σχήμα 185

11.3.4. Διόρθωση ή προσαρμογή διαστάσεων

Στον υπολογιστή οι διαστάσεις μετριοούνται από το ίδιο το πρόγραμμα, και συνεπώς είναι εξασφαλισμένο ότι ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα. Ορισμένα προγράμματα δίνουν βέβαια την ευχέρεια να παρέμβει ο σχεδιαστής και να καθορίσει εκείνος τη μέτρηση που θα αναγραφεί. Αυτό, όμως, πρέπει πάντοτε να αποφεύγεται, γιατί μπορεί να οδηγήσει σε πολύ επικίνδυνα αποτελέσματα.

Όσο διαδίδεται το CAD τόσο συνηθέστερο θα γίνεται να δίνονται στους κατασκευαστές σχέδια σε ηλεκτρονική μορφή. Ο κατασκευαστής θα έχει τότε κάθε δικαίωμα να μετρήσει τα στοιχεία στο σχέδιο και να προχωρήσει σύμφωνα με τις μετρήσεις του αυτές. Γι' αυτό και δεν πρέπει να παρεμβαίνει ο σχεδιαστής και να δημιουργεί αντιφάσεις μεταξύ των πραγματικών μεγεθών και των τιμών που αναγράφονται στα σύμβολα των διαστάσεων.

Στα περισσότερα προγράμματα οι διαστάσεις μπορούν να τροποποιούνται με τις εντολές τροποποίησης. Μάλιστα, η τιμή της διάστασης αλλάζει κατά την τροποποίηση, ώστε να ανταποκρίνεται στη μετρούμενη διάσταση κάθε φορά.

Όμως, η αλλαγή αυτή των τιμών των διαστάσεων γίνεται μόνο αν το πρόγραμμα έχει αναγράψει αυτόματα τις αρχικές τιμές. Αν ο χρήστης το υποχρεώσει να γράψει κάποια διαφορετική τιμή, η διάσταση εξακολουθεί να αναγράφει την τιμή αυτή. Αυτός είναι ένας πρόσθετος λόγος για τον οποίο πρέπει να αφήνουμε τα προγράμματα να αναγράφουν μόνο τους τα διάφορα μεγέθη διαστάσεων.

Ασκήσεις

1. Τοποθετήστε διαστάσεις στο σχήμα της άσκησης 13 του κεφαλαίου 6.2.
2. Τοποθετήστε διαστάσεις στο σχήμα της άσκησης 14 του κεφαλαίου 6.2.
3. Τοποθετήστε διαστάσεις στο σχήμα της άσκησης 15 του κεφαλαίου 6.2.
4. Τοποθετήστε διαστάσεις στο σχήμα της άσκησης 16 του κεφαλαίου 6.2.
5. Τοποθετήστε διαστάσεις στο σχήμα της άσκησης 17 του κεφαλαίου 6.2.
6. Τοποθετήστε διαστάσεις στο σχήμα της άσκησης 18 του κεφαλαίου 6.2.
7. Ανοίξτε το σχέδιο KATOPSI1, που φτιάξατε στην άσκηση 1 του κεφαλαίου 10.3 και τοποθετήστε διαστάσεις.
8. Ανοίξτε το σχέδιο KATOPSI2, που φτιάξατε στην άσκηση 2 του κεφαλαίου 10.3 και τοποθετήστε διαστάσεις.
9. Ανοίξτε το σχέδιο KATOPSI3, που φτιάξατε στην άσκηση 3 του κεφαλαίου 10.3 και τοποθετήστε διαστάσεις.

12

Πρότυπα αντικειμένων: **Σύνθετα σχήματα που ορίζει ο χρήστης**

12.1. Επεκτείνοντας το «λεξιλόγιο» του προγράμματος

Εκτός από τις πολλαπλές δυνατότητες επεξεργασίας ενός σχεδίου που μας δίνουν τα προγράμματα CAD, μας παρέχουν και μια πολύ μεγάλη ευκολία για τη σχεδίαση αντικειμένων που χρησιμοποιούνται συχνά. Επιτρέπουν να ορίζουμε και να χρησιμοποιούμε πρότυπα αντικειμένων, που χρησιμεύουν στο CAD όπως τα στένσιλ στον παραδοσιακό τρόπο σχεδίασης.

Δίνεται, δηλαδή, στο χρήστη η δυνατότητα να αποθηκεύει και να ανακαλεί ανά πάσα στιγμή ένα κομμάτι σχεδίου, για να το εισαγάγει στο σχέδιο, όσο μεγάλο ή πολύπλοκο και αν είναι αυτό, χωρίς να χρειάζεται να το ξανασχεδιάσει. Το κομμάτι αυτό αποτελεί μια ενιαία σχεδιαστική ενότητα και συμπεριφέρεται σαν ένα αντικείμενο. Πρόκειται για ένα σύνθετο σχήμα, διαφορετικό όμως από τα άλλα σύνθετα σχήματα του προγράμματος, επειδή αυτό έχει τη σταθερή μορφή που ορίζει ο χρήστης, και αποτελεί ένα *πρότυπο*.

Μπορεί, λοιπόν, ο χρήστης να επεκτείνει το «λεξιλόγιο» του προγράμματος, ορίζοντας πρότυπα αντικείμενα, δηλαδή δικά του σχήματα, με οποιονδήποτε βαθμό πολυπλοκότητας. Ακολουθώς, με μια εντολή, μπορεί να δημιουργεί πανομοιότυπα παράγωγα κάθε προτύπου και να τα τοποθετεί στο σχέδιο στη θέση που επιθυμεί και, αν θέλει, σε μεγέθυνση ή σμίκρυνση ως προς το πρότυπο.

Στις επόμενες παραγράφους θα εξετάσουμε τις διαδικασίες δημιουργίας και χρήσης των πρότυπων αντικειμένων.

12.2. Ορισμός πρότυπων αντικειμένων

Είδαμε έως τώρα πώς σχεδιάζουμε, εισάγοντας στο σχέδιό μας απλά γεωμετρικά σχήματα (ευθύγραμμα τμήματα, κύκλους, τόξα κτλ.) ή και πιο σύνθετα (πολυ-

γραμμές, πολύγωνα κτλ.). Με τα βασικά αυτά σχήματα που παρέχουν τα προγράμματα μπορούμε να σχεδιάσουμε οτιδήποτε. Όμως, η διαδικασία αυτή της σχεδίασης είναι αρκετά χρονοβόρα.

Η εξαρχής σχεδίαση του κάθε αντικείμενου, εκτός από την καθυστέρηση, θα δημιουργούσε και δυσκολίες στη διαχείριση του σχεδίου, επειδή κάθε ενιαίο (στην αντίληψή μας) αντικείμενο θα το αποτελούσαν πολλές γραμμές. Για παράδειγμα, αν σχεδιάζαμε αντικείμενα όπως οι μπανιέρες, τα τραπέζια και οι πολυθρόνες, το καθένα τους θα σχηματιζόταν από ένα σύνολο τόξων και ευθύγραμμων τμημάτων. Αν, λοιπόν, θέλαμε να μεταφέρουμε ένα από αυτά τα αντικείμενα, θα έπρεπε να μεταφέρουμε όλες μαζί τις γραμμές του. Η δυσκολία επιλογής των γραμμών αυτών θα ήταν ακόμη μεγαλύτερη, εάν ορισμένες από τις γραμμές του αντικείμενου συνέπιπταν με άλλες γραμμές του σχεδίου (όπως, για παράδειγμα, συμβαίνει συνήθως με τις μπανιέρες που εφάπτονται στους τοίχους του μπάνιου). Αντίθετα, αν το καθένα από τα αναπαριστώμενα αντικείμενα ήταν και στο σχέδιο μια αυτοτελής «οντότητα», θα μπορούσαμε εύκολα να τα μετακινούμε επιλέγοντάς τα ολόκληρα από οποιοδήποτε σημείο τους. Ο τρόπος αυτός επεξεργασίας των σχεδιασμένων αντικειμένων ταιριάζει και με τη διαισθητική προσέγγισή μας, αφού μετακινούμε τα αντικείμενα στο σχέδιο περίπου όπως κάνουμε και με τα ομολογά τους του φυσικού χώρου.

Χρειαζόμαστε, λοιπόν, έναν τρόπο για να εισάγουμε στο σχέδιό μας «ολόκληρα αντικείμενα», αντί να εισάγουμε (και να επεξεργαζόμαστε) γραμμές και τόξα. Αυτό μπορεί να γίνει με δύο τρόπους: είτε να φέρουμε «έτοιμο» μέσα στο σχέδιο ένα αντικείμενο (π.χ. μια μπανιέρα) είτε να δώσουμε εντολή στον υπολογιστή να μας σχεδιάσει –στα γρήγορα– μια μπανιέρα. Ο κάθε τρόπος έχει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά του. Εδώ θα ασχοληθούμε με τον ευκολότερο (και γι' αυτό και πιο συνηθισμένο) τρόπο να εισάγουμε «έτοιμα αντικείμενα». Για την ακρίβεια, δημιουργούμε ένα *πρότυπο* (ένα καλούπι), ορίζοντας όλα τα στοιχεία που απεικονίζουν ένα αντικείμενο ως ένα νέο, *επώνυμο*, σύνθετο σχήμα. Η επιλογή του ονόματος για το νέο πρότυπο είναι σημαντική για την εύκολη χρήση του, στη συνέχεια. Το πρότυπο μιας μπανιέρας, για παράδειγμα, θα μπορούσε να ονοματιστεί EYM1 (από το Είδος Υγιεινής - Μπανιέρα) ή ΜΠΑΝΙΕ-ΡΑ_170Χ70. Ποιο όνομα είναι ευκολότερο να αναγνωρίσουμε ανάμεσα σε 100 ανάλογα ονόματα προτύπων;

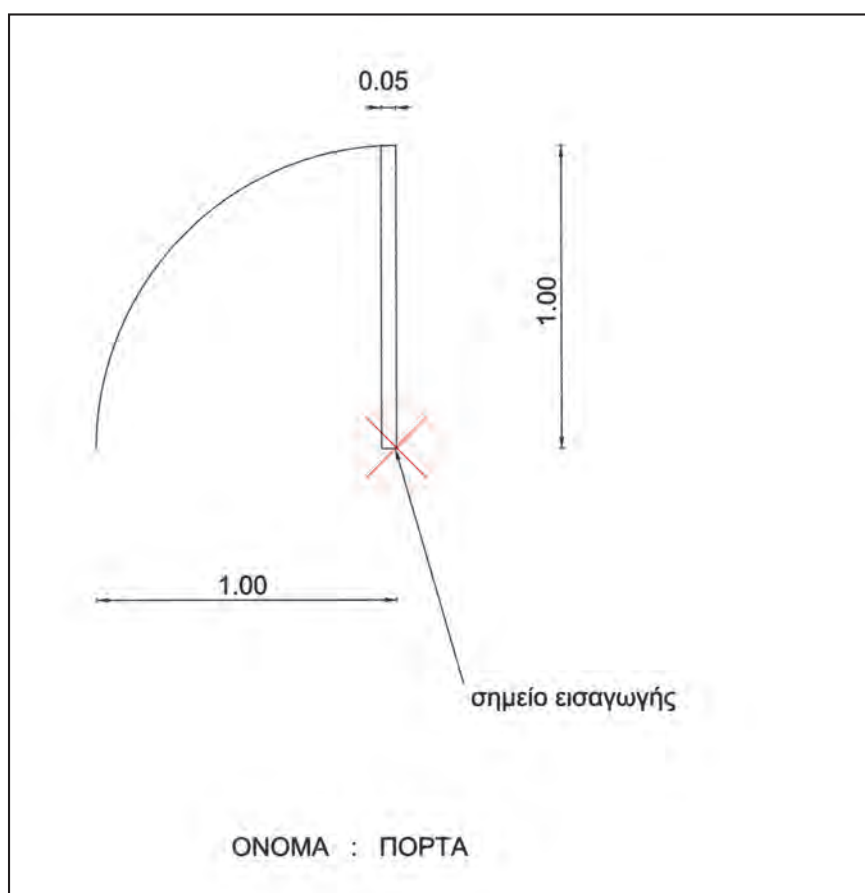
Τη δυνατότητα να ορίζουμε και να χρησιμοποιούμε τα «δικά μας» πρότυπα μας την παρέχουν τα περισσότερα προγράμματα. Αυτό είναι πολύ σημαντικό για τη διευκόλυνση της σχεδιαστικής εργασίας μας (και όχι μόνο). Γι' αυτό θα περιγράψουμε τη σχετική διαδικασία.

Για να *ορίσουμε ένα πρότυπο αντικείμενο*, πρέπει πρώτα αυτό να έχει σχεδιαστεί. Για τη σχεδιάσή του μπορεί να έχουν χρησιμοποιηθεί οποιαδήποτε σχήματα, απλά ή σύνθετα, ακόμα και άλλα πρότυπα. Επιλέγουμε τότε ένα όνομα για το νέο πρότυπο, υποδεικνύουμε στο πρόγραμμα ποια είναι τα αντικείμενα που θέλουμε να

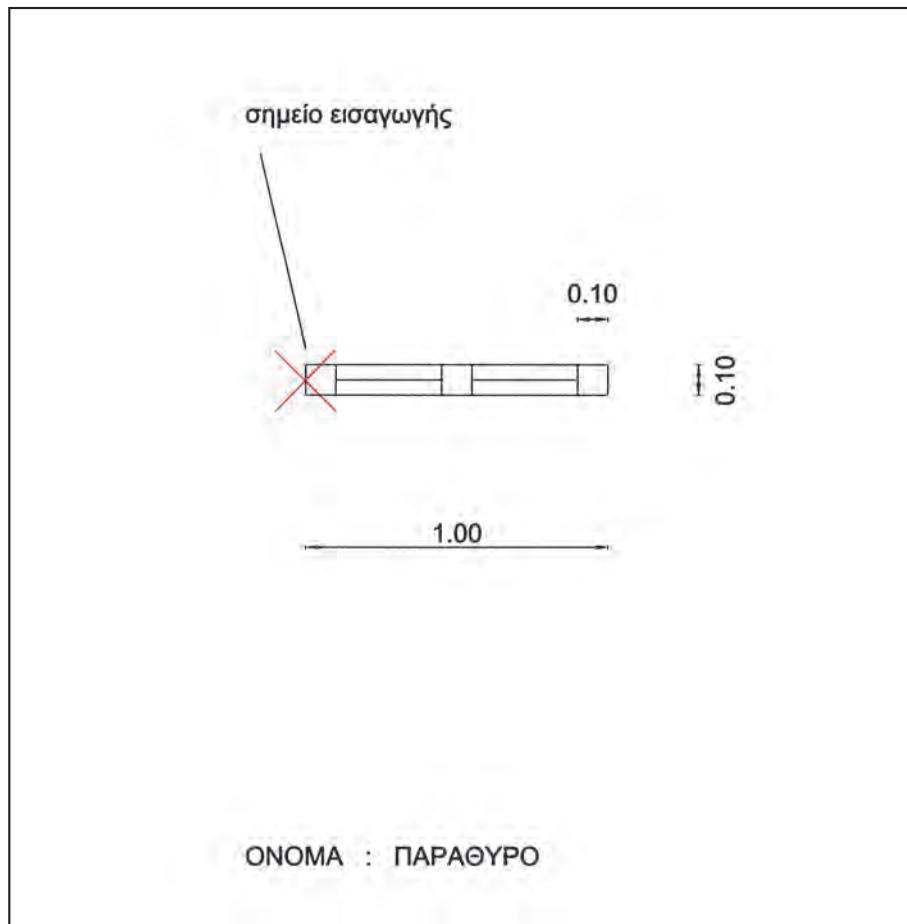
αποτελούν το πρότυπο αυτό και ορίζουμε ένα σημείο «βάσης». Η βάση είναι το *χαρακτηριστικό σημείο* του προτύπου, που αποτελεί σημείο αναφοράς του. Μπορούμε να φανταστούμε ότι «πιάνουμε» από τη βάση του κάθε σχήμα που παράγουμε με το πρότυπο, για να το φέρουμε στο σχέδιο. Η βάση αναφέρεται και ως σημείο εισαγωγής του σχήματος στο σχέδιο.

Στα σχήματα 186 και 187 φαίνονται παραδείγματα ορισμού προτύπων ενός παράθυρου και μιας πόρτας.

Κλείνοντας, αναφέρουμε ότι δε χρειάζεται πάντοτε να ορίζουμε εμείς πρότυπα αντικείμενα. Για τυποποιημένα είδη μπορούμε να αναζητήσουμε πρότυπα αντικείμενα που έχουν δημιουργήσει άλλοι για μας. Σύνολα τέτοιων προτύπων είναι γνωστά και ως *βιβλιοθήκες σχημάτων*. Μάλιστα, πολλά εργοστάσια διαθέτουν βιβλιοθήκες με σχέδια CAD των προϊόντων τους, ώστε αυτά να περιλαμβάνονται στις μελέτες. Τα εξειδικευμένα σχεδιαστικά προγράμματα κάθε κλάδου έχουν έτοιμα τα αντίστοιχα πρότυπα. Και στις περιπτώσεις αυτές, όμως, συμβαίνει να θελήσει ο χρήστης να ορίσει δικά του πρότυπα.



Σχήμα 186

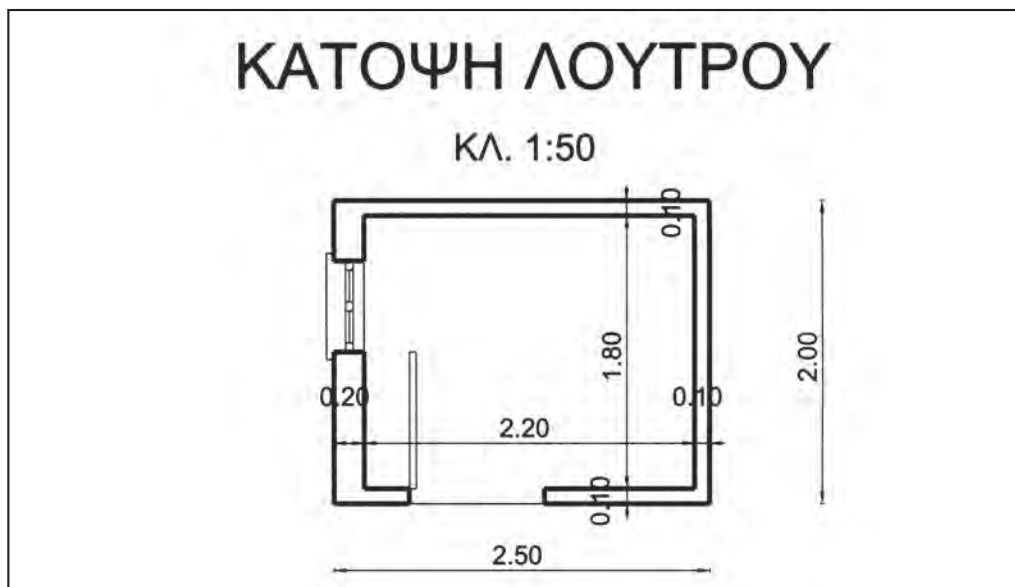


Σχήμα 187

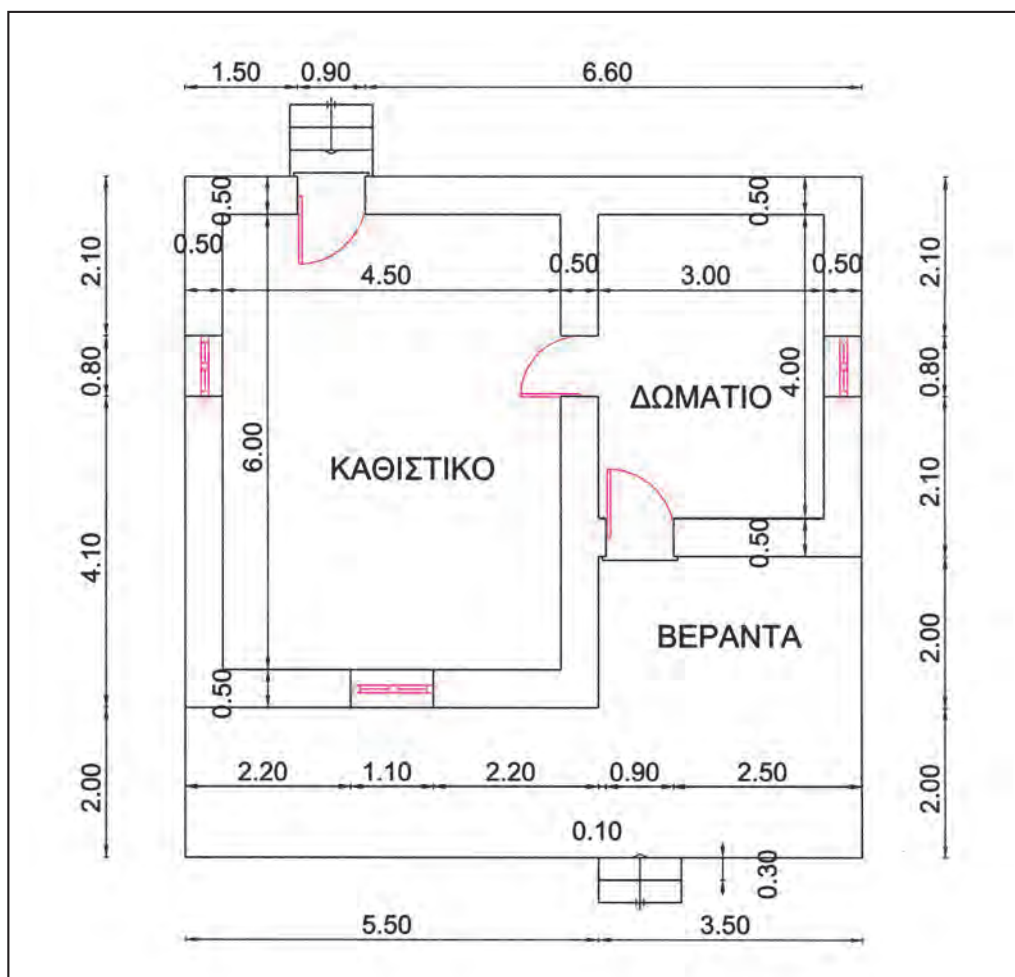
12.3. Χρήση πρότυπων αντικειμένων

Από τη στιγμή που είναι ορισμένο ένα πρότυπο, μπορούμε να το χρησιμοποιούμε. Μπορούμε, δηλαδή, με την κατάλληλη διαδικασία (δηλαδή με μια εντολή), να παράγουμε με αυτό ένα σχήμα, όπως από ένα καλούπι δημιουργούμε ένα αντικείμενο. Το σχήμα αυτό μπορούμε να το τοποθετούμε σε οποιαδήποτε θέση και με οποιονδήποτε προσανατολισμό. Ορισμένα προγράμματα επιτρέπουν να μεταβάλλουμε και το μέγεθός του (αν θελήσουμε να το διαφοροποιήσουμε από το μέγεθος του προτύπου) και μάλιστα, με διαφορετική παραμόρφωση κατά τον κάθε άξονα.

Η χρήση των πρότυπων αντικειμένων επιταχύνει πάρα πολύ τη διαδικασία σχεδίασης, επειδή το κάθε πρότυπο μπορούμε να το χρησιμοποιούμε όχι μόνο στο σχέδιο στο οποίο αυτό δημιουργήθηκε αλλά και σε οποιοδήποτε άλλο σχέδιο. Στα σχήματα 188 και 189 φαίνονται οι κατόψεις προηγούμενων παραδειγμάτων με τοποθετημένες πόρτες και παράθυρα.



Σχήμα 188



Σχήμα 189

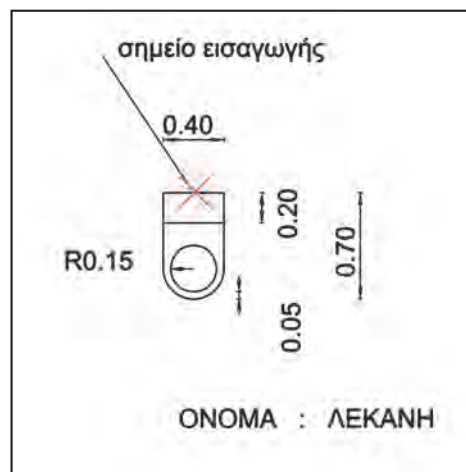
12.4. Επαναπροσδιορισμός ενός πρότυπου αντικειμένου.

Υπάρχει όμως και ένα σημείο που χρειάζεται προσοχή: Αν τροποποιηθεί ο ορισμός ενός προτύπου, δηλαδή αν με το ίδιο όνομα ξαναορίσουμε το «καλούπι» αλλάζοντας το σχήμα του, τότε όλα τα σχήματα που έχουν εισαχθεί στο σχέδιο με βάση τον παλιό ορισμό αναμορφώνονται σύμφωνα με το νέο. Με την αλλαγή, δηλαδή, του προτύπου αλλάζουν ανάλογα μορφή και όλα τα παράγωγά του. Αυτός ο μηχανισμός μπορεί να είναι εξαιρετικά χρήσιμος, αν χρησιμοποιηθεί με περίσκεψη, αλλά και πολύ επικίνδυνος, αν δεν εκτιμηθούν σωστά οι συνέπειές του.

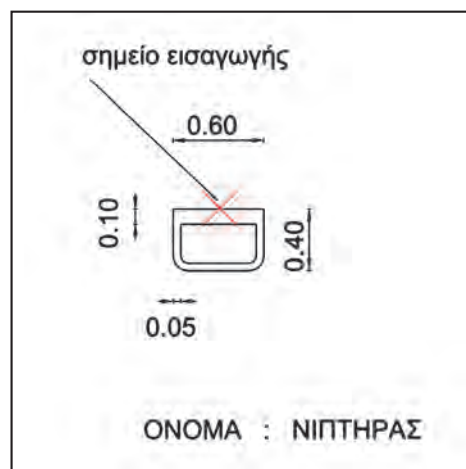
Ασκήσεις

Σημείωση: Όσες διαστάσεις δεν αναγράφονται στα σχέδια των ασκήσεων, θα λαμβάνονται κατ' εκτίμηση.

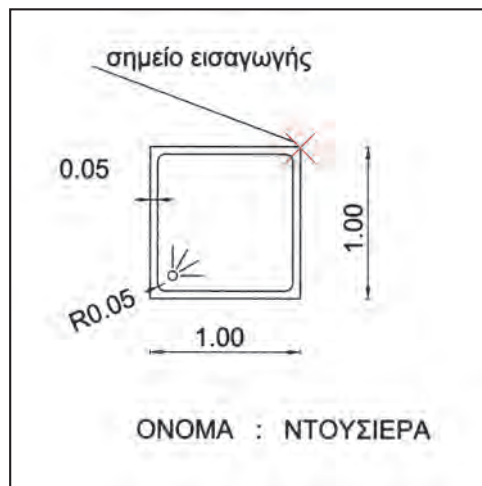
1. Σχεδιάστε τη λεκάνη του σχήματος και δημιουργήστε το αντίστοιχο πρότυπο με το όνομα και το σημείο εισαγωγής που φαίνονται στο σχήμα.



2. Σχεδιάστε το νιπτήρα του σχήματος και δημιουργήστε το αντίστοιχο πρότυπο με το όνομα και το σημείο εισαγωγής που φαίνονται στο σχήμα.



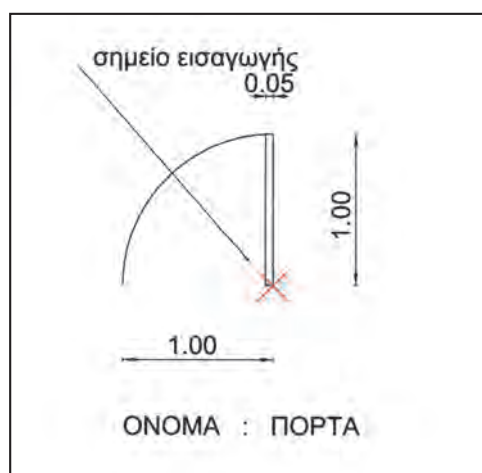
3. Σχεδιάστε τη ντουσιέρα του σχήματος και δημιουργήστε το αντίστοιχο πρότυπο με το όνομα και το σημείο εισαγωγής που φαίνονται στο σχήμα.



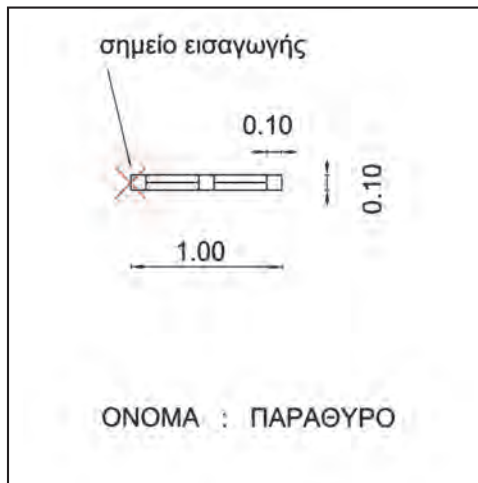
4. Σχεδιάστε την ένδειξη προσανατολισμού του σχήματος και δημιουργήστε το αντίστοιχο πρότυπο με το όνομα και το σημείο εισαγωγής που φαίνονται στο σχήμα.



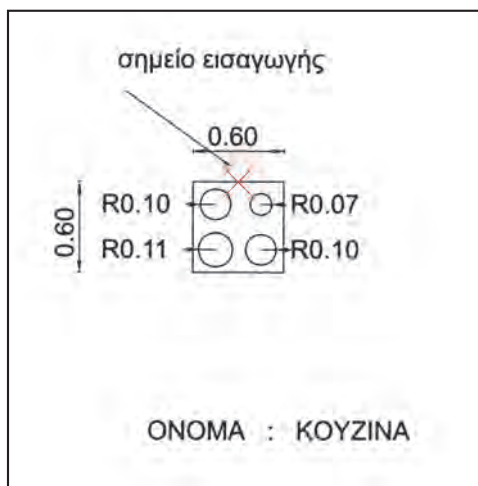
5. Σχεδιάστε την πόρτα του σχήματος και δημιουργήστε το αντίστοιχο πρότυπο με το όνομα και το σημείο εισαγωγής που φαίνονται στο σχήμα.



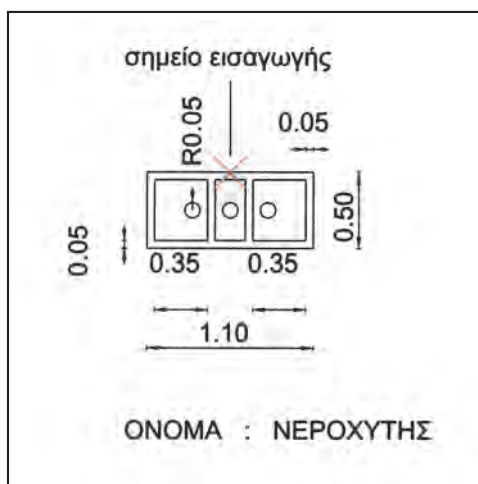
6. Σχεδιάστε το παράθυρο του σχήματος και δημιουργήστε το αντίστοιχο πρότυπο με το όνομα και το σημείο εισαγωγής που φαίνονται στο σχήμα.



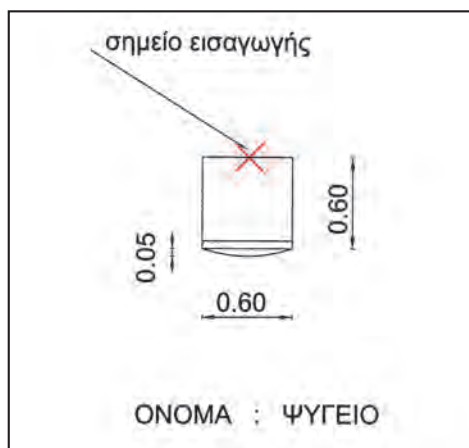
7. Σχεδιάστε την κουζίνα του σχήματος και δημιουργήστε το αντίστοιχο πρότυπο με το όνομα και το σημείο εισαγωγής που φαίνονται στο σχήμα.



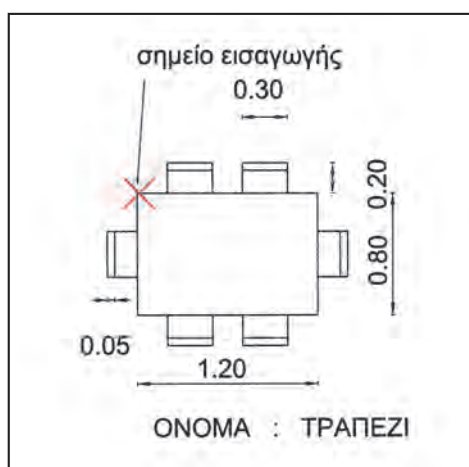
8. Σχεδιάστε το νεροχύτη του σχήματος και δημιουργήστε το αντίστοιχο πρότυπο με το όνομα και το σημείο εισαγωγής που φαίνονται στο σχήμα.



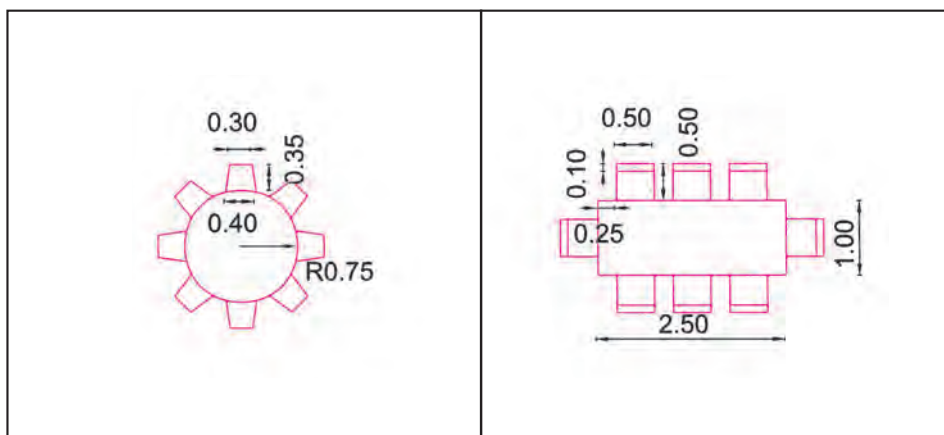
9. Σχεδιάστε το ψυγείο του σχήματος και δημιουργήστε το αντίστοιχο πρότυπο με το όνομα και το σημείο εισαγωγής που φαίνονται στο σχήμα.



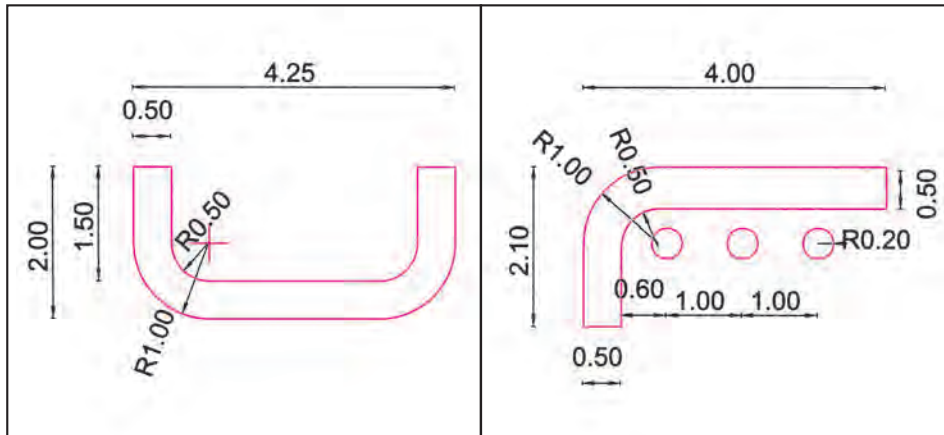
10. Σχεδιάστε το τραπέζι κουζίνας του σχήματος και δημιουργήστε το αντίστοιχο πρότυπο με το όνομα και το σημείο εισαγωγής που φαίνονται στο σχήμα. Επιλέξτε τα ονόματα και τα σημεία εισαγωγής.



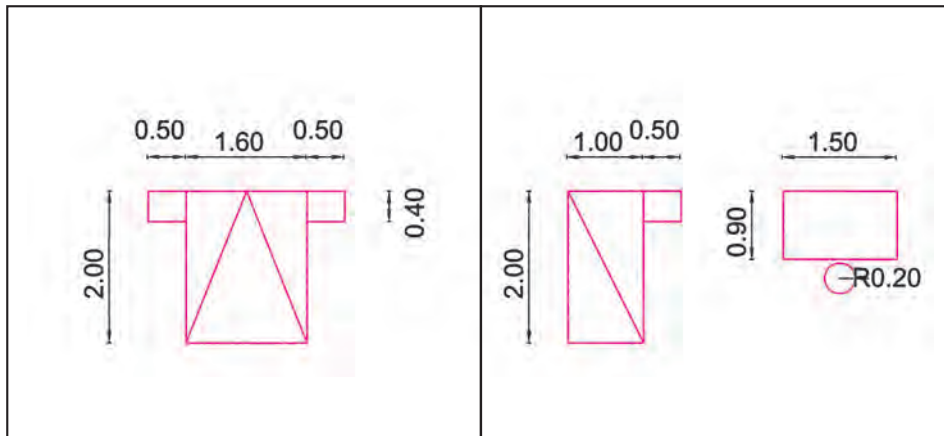
11. Χρησιμοποιώντας τα σχέδια από τις αντίστοιχες ασκήσεις τροποποίησης ή κατασκευής, δημιουργήστε πρότυπα για τα τραπέζια που φαίνονται στο σχήμα. Επιλέξτε τα ονόματα και τα σημεία εισαγωγής.



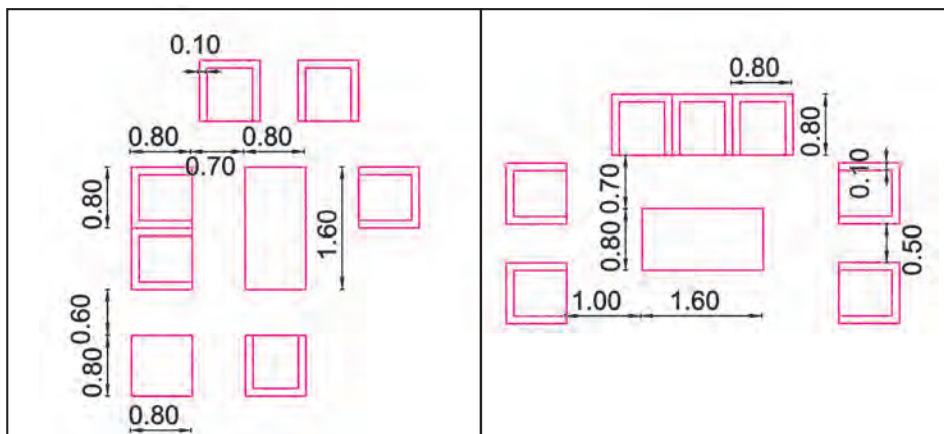
12. Χρησιμοποιώντας τα σχέδια από τις αντίστοιχες ασκήσεις τροποποίησης ή κατασκευής, δημιουργήστε πρότυπα για τους πάγκους που φαίνονται στο σχήμα. Επιλέξτε τα ονόματα και τα σημεία εισαγωγής.



13. Χρησιμοποιώντας τα σχέδια από τις αντίστοιχες ασκήσεις τροποποίησης ή κατασκευής, δημιουργήστε πρότυπα για τα έπιπλα που φαίνονται στο σχήμα. Επιλέξτε τα ονόματα και τα σημεία εισαγωγής.



14. Χρησιμοποιώντας τα σχέδια από τις αντίστοιχες ασκήσεις τροποποίησης ή κατασκευής, δημιουργήστε πρότυπα για τα έπιπλα που φαίνονται στο σχήμα. Επιλέξτε τα ονόματα και τα σημεία εισαγωγής.



15. Δημιουργήστε μια βιβλιοθήκη με έπιπλα εσωτερικού χώρου. Επιλέξτε τα ονόματα και τα σημεία εισαγωγής.
16. Δημιουργήστε μια βιβλιοθήκη με είδη υγιεινής. Επιλέξτε τα ονόματα και τα σημεία εισαγωγής.

12.5. Πρότυπα αντικειμένων με πρόσθετες πληροφορίες

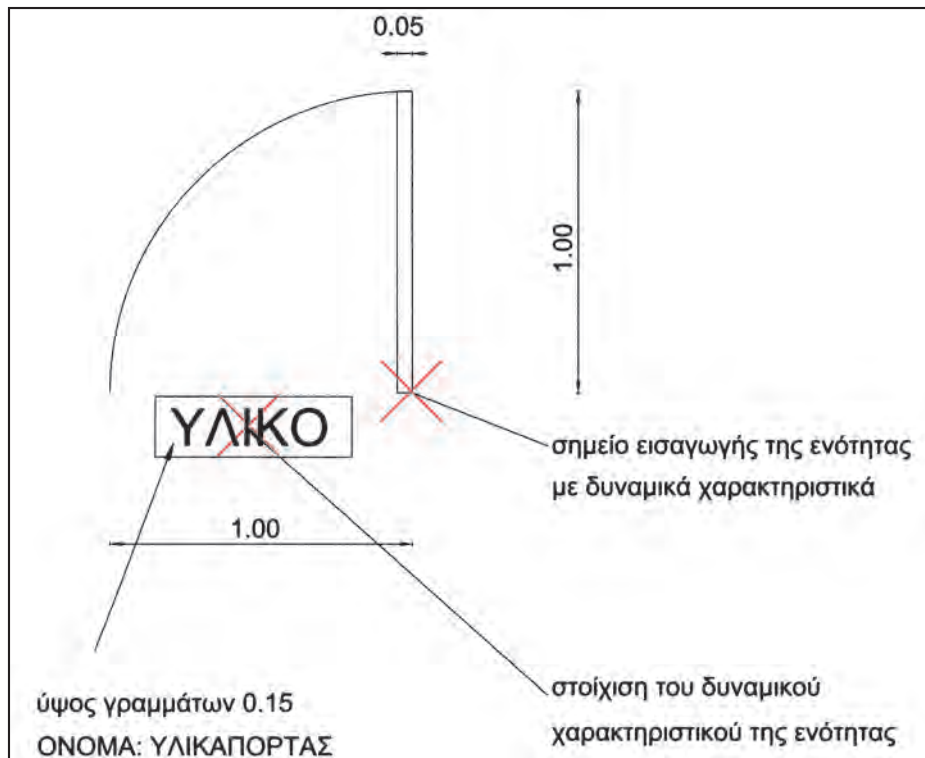
Ένα πρότυπο, εκτός από τα γεωμετρικά στοιχεία, μπορεί να μεταφέρει και άλλες πληροφορίες, που αναφέρονται σε κάποιο μέγεθος ή σε κάποια ιδιότητά του. Αυτές οι πληροφορίες μπορεί να είναι ορατές ή όχι κατά τη σχεδίαση, και κάθε φορά που εισάγεται το σύνθετο σχήμα μπορούν να παίρνουν διαφορετικές τιμές. Μπορούμε, δηλαδή, να φανταστούμε ότι τα σύνθετα σχήματα έχουν τη δυνατότητα να ενσωματώνουν «μεταβλητές» (δηλαδή άδεια κουτάκια έτοιμα να δεχτούν δεδομένα), και κάθε φορά που ο χρήστης εισάγει στο σχέδιο ένα τέτοιο σχήμα, το πρόγραμμα του ζητάει να δώσει από μια τιμή για κάθε μεταβλητή.

Στις μεταβλητές αυτές συνήθως αποθηκεύουμε χαρακτηριστικά του σχήματος. Ένα πρότυπο σύμβολο υψομέτρου, για παράδειγμα, είναι λογικό να έχει ως μεταβλητή την τιμή του υψομέτρου. Αυτό μας επιτρέπει να χρησιμοποιούμε το σύμβολο αυτό για κάθε υψόμετρο, δίνοντάς του κάθε φορά την κατάλληλη τιμή (που τελικά θα αναγράφεται σε θέση ως προς το σύμβολο που έχουμε προκαθορίσει). Το ίδιο γίνεται με τα σύμβολα για τις πόρτες, με μεταβλητές το άνοιγμα και το ύψος πρεκιού ή για τα παράθυρα, με μεταβλητές το άνοιγμα και τα ύψη ποδιάς και πρεκιού.

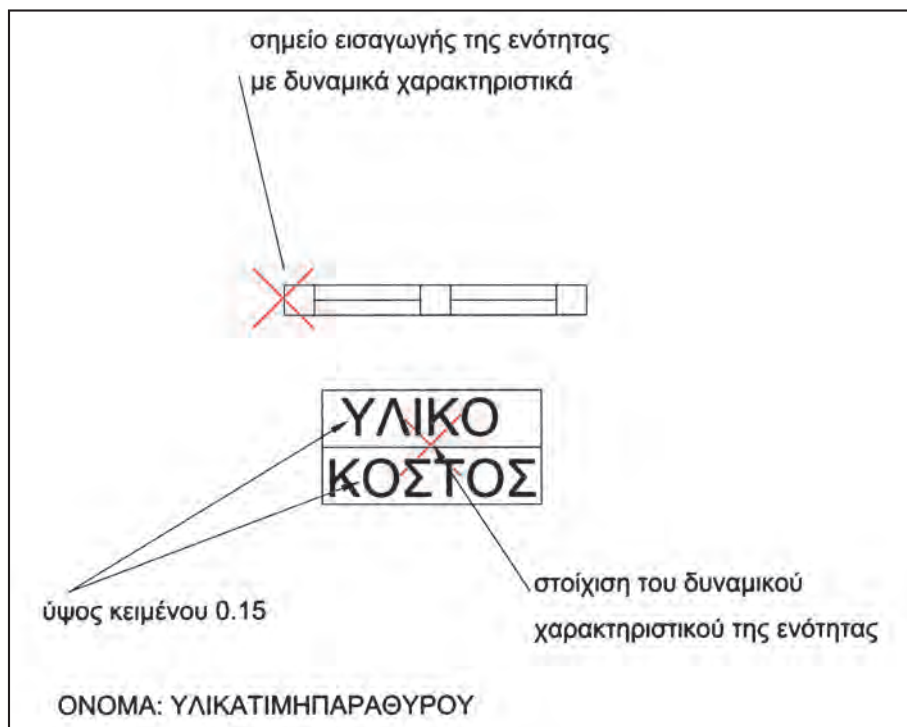
Ως παράδειγμα μη ορατών πληροφοριών που μπορεί να θέλουμε να ενσωματώσουμε σε ένα σχέδιο αναφέρουμε τον κατασκευαστή του, το υλικό του και το χρώμα κάθε επίπλου. Αξιοποιώντας τις αόρατες αυτές μεταβλητές, το πρόγραμμα θα μπορούσε να δημιουργήσει εύκολα από το σχέδιο έναν κατάλογο όλων των επίπλων που θα πρέπει να παραγγελθούν σε ένα συγκεκριμένο προμηθευτή ή θα μπορούσε να επισημάνει τις θέσεις όλων των ξύλινων γραφείων ενός κτιρίου.

12.6. Ορισμός πρότυπου αντικειμένου με πρόσθετες πληροφορίες

Ένα πρότυπο αντικείμενο με πρόσθετες πληροφορίες ορίζεται όπως και ένα απλό πρότυπο αντικείμενο. Μόνο που στα σχήματα τα οποία το αποτελούν περιλαμβάνονται και ειδικά αντικείμενα, οι μεταβλητές. Χρειάζεται, συνεπώς, πριν από τον ορισμό του πρότυπου αντικειμένου, να έχουν σχεδιαστεί τα ειδικά αντικείμενα που αποτελούν τις μεταβλητές. Οι μεταβλητές μοιάζουν με κείμενο, αλλά δεν είναι. Είναι, όπως είπαμε και προηγουμένως, άδεια κουτιά των οποίων το περιεχόμενο καθορίζουμε, όταν δημιουργείται ένα παράγωγο. Κάθε μεταβλητή έχει ένα όνομα και καθορισμένη θέση και χαρακτηριστικά αναγραφής του περιεχομένου της.



Σχήμα 190



Σχήμα 191

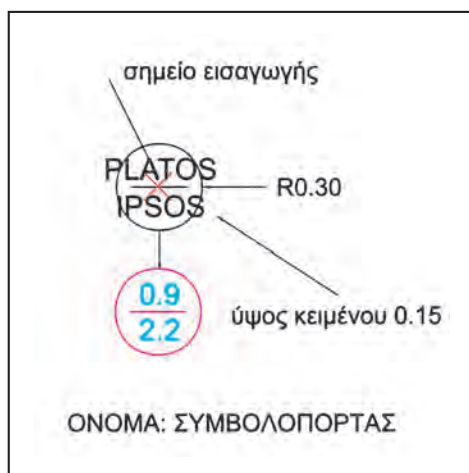
Οι μεταβλητές δημιουργούνται με ειδική διαδικασία. Όταν είναι ήδη σχεδιασμένα τα αντικείμενα, δίνουμε στο πρόγραμμα την εντολή δημιουργίας μεταβλητής, επιλέγουμε το όνομα της μεταβλητής, τη θέση που θα τοποθετηθεί και τη μορφή (είδος γραμμάτων, μέγεθος, στοίχιση και αν θα είναι ορατή), που θα έχει το περιεχόμενό της. Αν θέλουμε να ορίσουμε περισσότερες μεταβλητές, επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία για καθεμία χωριστά.

Τελικά, ορίζουμε ως πρότυπο, όπως προηγουμένως, το σχεδιασμένο μαζί με τις μεταβλητές.

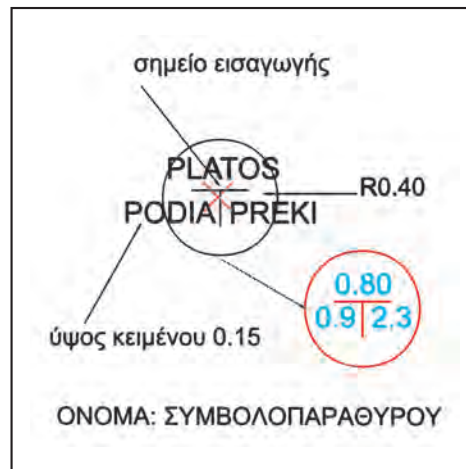
Στα σχήματα 190 και 191 φαίνονται παραδείγματα ορισμού των προτύπων πόρτας και παραθύρου των σχημάτων 186 και 187 με πρόσθετες πληροφορίες.

Ασκήσεις

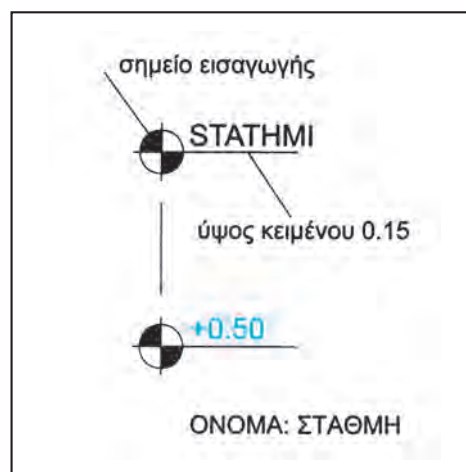
1. Σχεδιάστε το σύμβολο πόρτας και δημιουργήστε το αντίστοιχο πρότυπο με τις πρόσθετες πληροφορίες, όπως φαίνεται στο σχήμα. Στη συνέχεια, χρησιμοποιήστε το πρότυπο αυτό με τιμές μεταβλητών όπως στο σχήμα.



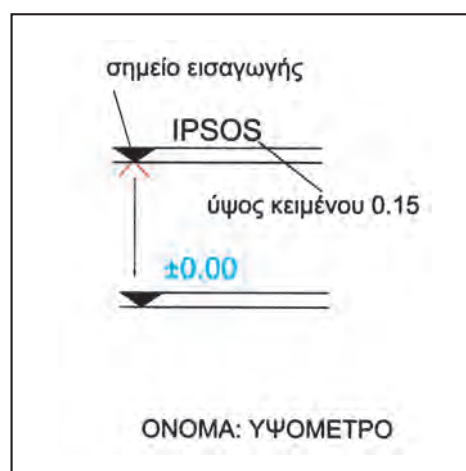
2. Σχεδιάστε το σύμβολο παραθύρου και δημιουργήστε το αντίστοιχο πρότυπο με τις πρόσθετες πληροφορίες, όπως φαίνεται στο σχήμα. Στη συνέχεια, χρησιμοποιήστε το πρότυπο αυτό με τιμές μεταβλητών όπως στο σχήμα.



3. Σχεδιάστε το σύμβολο στάθμης και δημιουργήστε το αντίστοιχο πρότυπο με τις πρόσθετες πληροφορίες, όπως φαίνεται στο σχήμα. Στη συνέχεια, χρησιμοποιήστε το πρότυπο αυτό με τιμή μεταβλητής όπως στο σχήμα.



4. Σχεδιάστε το σύμβολο υψομέτρου και δημιουργήστε το αντίστοιχο πρότυπο με τις πρόσθετες πληροφορίες, όπως φαίνεται στο σχήμα. Στη συνέχεια, χρησιμοποιήστε το πρότυπο αυτό με τιμή μεταβλητής όπως στο σχήμα.



5. Δημιουργήστε νέα πρότυπα, χρησιμοποιώντας τα πρότυπα που έχετε ήδη ορίσει σε άσκηση του προηγούμενου κεφαλαίου, για τα έπιπλα του σχήματος, με πρόσθετες πληροφορίες το υλικό, το κόστος και τον κατασκευαστή.
6. Δημιουργήστε νέα πρότυπα, χρησιμοποιώντας τα πρότυπα που έχετε ήδη ορίσει σε άσκηση του προηγούμενου κεφαλαίου, για τα έπιπλα του σχήματος, με πρόσθετες πληροφορίες το υλικό, το κόστος και τον κατασκευαστή.
7. Δημιουργήστε νέα πρότυπα, χρησιμοποιώντας τα πρότυπα που έχετε ήδη ορίσει σε άσκηση του προηγούμενου κεφαλαίου, για τα έπιπλα του σχήματος, με πρόσθετες πληροφορίες το υλικό, το κόστος και τον κατασκευαστή.
8. Δημιουργήστε νέα πρότυπα, χρησιμοποιώντας τα πρότυπα που έχετε ήδη ορίσει σε άσκηση του προηγούμενου κεφαλαίου, για τα έπιπλα του σχήματος, με πρόσθετες πληροφορίες το υλικό, το κόστος και τον κατασκευαστή.

12.7. Χρήση Πρότυπων Αντικειμένων με πρόσθετες πληροφορίες

Τα πρότυπα αντικείμενα με πρόσθετες πληροφορίες τα χρησιμοποιούμε όπως και τα απλά πρόσθετα αντικείμενα, δηλαδή ως καλούπια, για να δημιουργήσουμε στο σχέδιό μας νέα αντικείμενα με καθορισμένη μορφή. Κατά την παραγωγή, όμως, του νέου σχήματος, εκτός από τη θέση, τον προσανατολισμό και το μέγεθος, το πρόγραμμα μάς ζητά να καθορίσουμε το περιεχόμενο της κάθε μεταβλητής.

Αν, για παράδειγμα, εισαγάγουμε ένα σύμβολο υψομέτρου σε κάποιο σημείο, πρέπει να γράψουμε και την αριθμητική τιμή του υψομέτρου στο σημείο αυτό. Ομοίως, για το σύμβολο μιας πόρτας πρέπει να καθορίσουμε το άνοιγμα και το ύψος της.

Στα σχήματα 192 και 193 φαίνεται η χρήση των προτύπων που ορίσαμε προηγουμένως. Παρατηρήστε ότι οι μεταβλητές έχουν διαφορετικές τιμές σε κάθε παράγωγο του προτύπου.

Στα περισσότερα προγράμματα ο σχεδιαστής μπορεί να αλλάξει τις τιμές μιας μεταβλητής οποιαδήποτε στιγμή. Ως παράδειγμα σκεφτείτε έναν όροφο γραφείων, στον οποίο κάθε γραφείο (έπιπλο) έχει ως μεταβλητή το ονοματεπώνυμο εκείνου που το χρησιμοποιεί. Αν κάποιοι αλλάξουν τα άτομα στα γραφεία, θέλουμε να μπορούμε να ενημερώσουμε το σχέδιο αλλάζοντας μόνο τα ονοματεπώνυμα των ατόμων, αφού τα έπιπλα παραμένουν τα ίδια.

12.8. Δημιουργία πρότυπου αντικειμένου σε ξεχωριστό αρχείο

Τα περισσότερα προγράμματα δίνουν τη δυνατότητα να δημιουργεί κανείς πρότυπα αντικείμενα σε ξεχωριστό αρχείο, ώστε να μπορεί να φέρει τους ορισμούς αυτούς σε οποιοδήποτε σχέδιο. Ένα τέτοιο αρχείο μπορεί να περιλαμβάνει ένα μόνο

αντικείμενο (π.χ. μια μπανιέρα) ή μια οικογένεια συναφών αντικειμένων (π.χ. εξοπλισμό λουτρών). Το τι θα περιλάβει κανείς στο καθένα από τα αρχεία αυτά και πώς θα τα οργανώσει στον υπολογιστή (σε φακέλους ανά κατηγορία) είναι συχνά προσωπική επιλογή, που εξαρτάται από τη μέθοδο εργασίας και από το είδος των σχεδίων του κάθε χρήστη. Θα πρέπει, πάντως, και εδώ να τονιστεί ότι τα ονόματα των αρχείων είναι καλό να είναι περιγραφικά του περιεχομένου τους.

12.9. Αποσύνθεση

Με την εντολή της αποσύνθεσης μπορούμε να διαχωρίσουμε ένα σύνθετο αντικείμενο (όπως αυτά που παράγονται από κάποιο πρότυπο) στα αντικείμενα από τα οποία αποτελείται. Πριν από την αποσύνθεση ένα σύνθετο αντικείμενο αποτελεί μια ενότητα την οποία διαχειριζόμαστε συνολικά. Επιλέγοντας, δηλαδή, οποιοδήποτε τμήμα του, επιλέγουμε ολόκληρο το αντικείμενο.

Με την αποσύνθεση η ενότητα αυτή καταλύεται. Παραμένουν τα επιμέρους στοιχεία, που αποτελούσαν το αρχικό σύνθετο σχήμα, και μπορούμε, πλέον, να τα διαχειριζόμαστε χωριστά. Αυτό μπορεί να μας φανεί χρήσιμο σε ορισμένες περιπτώσεις.

Μία από τις περιπτώσεις αυτές είναι όταν θέλουμε να ξαναορίσουμε ένα πρότυπο αντικείμενο (όπως είδαμε στο κεφάλαιο «Επαναπροσδιορισμός ενός πρότυπου αντικειμένου» στη σελίδα 187) διατηρώντας, όμως, μερικά από τα παράγωγά του στην αρχική μορφή τους. Αποσυνθέτουμε τότε τα παράγωγα αυτά σχήματα, ώστε με την αποσύνθεση να χάσουν την εξάρτησή τους από το πρότυπο. Στη συνέχεια, μεταβάλλουμε το πρότυπο.

12.10. Η χρησιμότητα των πρότυπων αντικειμένων και των παραγωγών σχημάτων

Είναι ευνόητο ότι τα πρότυπα σχήματα και τα παράγωγα που δημιουργούμε από αυτά μας γλιτώνουν, συχνά, από περιττή δουλειά, αφού μπορούμε να εισάγουμε όσες φορές θέλουμε σε οποιοδήποτε σχέδιο, χωρίς να χρειάζεται να τα ξανασχεδιάσουμε. Αν σκεφτούμε επίσης ότι ένα παράγωγο είναι, κατά κανόνα, ένα σύνθετο σχήμα που αποτελείται από ένα πλήθος σχεδιασμένων αντικειμένων, η δυνατότητα εισαγωγής στο σχέδιο, αλλά και διαχείρισης, σύνθετου σχήματος σαν να πρόκειται για ένα σχήμα, μας διευκολύνει σημαντικά, γιατί εξοικονομεί πολύ χρόνο.

Εξ άλλου, η χρήση των προτύπων εξοικονομεί και χώρο στη μνήμη του υπολογιστή. Ένα σχήμα που περιλαμβάνει, για παράδειγμα, 100 γραμμές, αν ξανασχεδιαστεί ή αναπαραχθεί με τη μέθοδο της αντιγραφής, θα αποτελείται και πάλι από 100 γραμμές. Θα περιλαμβάνει, δηλαδή, όλες τις πληροφορίες που χρειάζονται για να σχεδιαστούν μία μία οι γραμμές του. Αντίθετα, το αντίστοιχο παράγωγο ενός προτύ-

που περιλαμβάνει μόνο τις πληροφορίες που απαιτούνται για τον καθορισμό της θέσης και του μεγέθους του. Δηλαδή, με την εισαγωγή του κάθε παραγώγου μεγαλώνει το μέγεθος του αρχείου του σχεδίου μας περίπου όσο και με τη σχεδίαση ενός απλού σχήματος, ανεξάρτητα από το πόσο πολύπλοκο είναι το πρότυπο από το οποίο δημιουργείται το παράγωγο. Είναι, λοιπόν, προφανής η οικονομία που επιτυγχάνεται με τη χρήση προτύπων στο μέγεθος του αρχείου του σχεδίου.

Η χρήση προτύπων δίνει και κάποιες πρόσθετες δυνατότητες χειρισμών. Η σημαντικότερη από αυτές είναι, ίσως, η δυνατότητα περιστασιακής αντικατάστασης πολύπλοκων σχημάτων με ένα απλούστερο σχήμα, ώστε να αυξήσουμε την ταχύτητα σχεδίασης. Μετά το τέλος της σχεδίασης μπορούμε, επαναπροσδιορίζοντας τα αντίστοιχα πρότυπα, να επαναφέρουμε τα πολύπλοκα σχήματα στο σχέδιο σε όλα τα σημεία που αυτά εμφανίζονται και με την τελική μορφή τους.

13

Κριτική θεώρηση σχεδίων

13.1. Σχέδια που φαίνονται ίδια αλλά δεν είναι...

Πριν από την εμφάνιση του CAD το σχέδιο είχε αποκλειστικό σκοπό την παρουσίαση μιας αναπαράστασης. Το πώς είχε σχεδιαστεί κάτι ήταν αδιάφορο αρκεί το ορατό αποτέλεσμα να ήταν καλό.

Με το CAD η νοοτροπία αυτή αλλάζει. Παραλλάσσοντας το γνωστό ρητό για τη γυναίκα του Καίσαρα, μπορούμε να πούμε ότι το σχέδιό μας δεν αρκεί να φαίνεται καλό, πρέπει και να είναι.

Τι σημαίνει όμως ένα καλό, ένα σωστό σχέδιο CAD; Το θέμα θα μπορούσε να αποτελέσει αντικείμενο πολλών διδακτορικών διατριβών, αφού ουσιαστικά διερευνά την ίδια την ουσία και τις δυνατότητες της σχεδίασης με ηλεκτρονικό υπολογιστή. Εδώ θα περιοριστούμε να συγκρίνουμε μερικά παραδείγματα καλών και κακών, κατά τη γνώμη των συγγραφέων, σχεδιαστικών πρακτικών.

13.1.1. Φαινομενικά ίδιες γραμμές στο σχέδιο

Οι γραμμές του σχεδίου πρέπει να ανταποκρίνονται, κατά το δυνατόν, στα φυσικά αντικείμενα που αναπαριστούν. Ένα ενιαίο ευθύγραμμο τμήμα είναι διαφορετικό από ένα ευθύγραμμο τμήμα που αποτελείται από διαδοχικά τμήματα, παρ' όλο που το σχέδιο και στις δύο περιπτώσεις φαίνεται (και τυπώνεται) ίδιο. Αν, για παράδειγμα, έχουμε να σχεδιάσουμε μια δίφυλλη νεοκλασική πόρτα, μας διευκολύνει να σχεδιάσουμε τη μισή και να δημιουργήσουμε το συμμετρικό της. Το πρέκι της πόρτας τότε θα είναι σχεδιασμένο μισό μισό. Αυτό όμως δεν ανταποκρίνεται στο αντικείμενο που απεικονίζει. Αν προσπαθήσουμε να αναγράψουμε τη διάστασή του επιλέγοντάς το, θα έχουμε τη δυσάρεστη έκπληξη να δούμε ότι έχει επιλεγεί το μισό πρέκι.

Αυτό δε θα συνέβαινε, αν, αντί να δημιουργήσουμε το συμμετρικό του μισού πρεκιού, επεκτείναμε το τμήμα που είχαμε σχεδιάσει, ώστε να δημιουργηθεί ένα

ενιαίο πρέκι. Η διαδικασία είναι πιο επίπονη από τη δημιουργία συμμετρικού, γιατί απαιτεί άλλη μεταχείριση για το πρέκι και άλλη για την υπόλοιπη πόρτα, αλλά μας διασφαλίζει από πιθανά προβλήματα στη συνέχεια.

Χρειάζεται, συνεπώς, να σκεφτόμαστε καθώς σχεδιάζουμε, ώστε το κάθε αντικείμενο να σχεδιάζεται με το σωστότερο τρόπο, έστω και αν αυτός είναι χρονοβόρος.

Ακόμη χειρότερο από τις διαδοχικές γραμμές που συνθέτουν ένα ενιαίο τμήμα είναι τα μερικώς επικαλυπτόμενα ευθύγραμμα τμήματα. Αυτά μπορεί να δημιουργήσουν ακόμη μεγαλύτερη σύγχυση, γιατί δεν είναι σαφές πού τελειώνει το ένα και πού αρχίζει το άλλο. Και σε αυτή την περίπτωση το ευθύγραμμο τμήμα φαίνεται ενιαίο, αλλά δεν είναι.

Άλλο συνηθισμένο λάθος για αρχαρίους είναι οι γραμμές μηδενικού μήκους. Αυτές συχνά προκύπτουν από κακή χρήση της έλξης σε χαρακτηριστικά σημεία αντικειμένων και δημιουργούν σημειακές γραμμές, που κρύβονται κάτω από άλλες γραμμές. Οι γραμμές μηδενικού μήκους είναι «σκουπίδια» του σχεδίου, που καλό είναι να σβήνονται.

Λάθος είναι και τα διπλοσχεδιασμένα σχήματα. Δύο ή περισσότερα, ακριβώς ίδια, ευθύγραμμα τμήματα δεν έχουν λόγο ύπαρξης σε ένα σχέδιο, και ενδέχεται να δημιουργήσουν σύγχυση. Τα περιττά σχήματα πρέπει να σβήνονται, παρ' όλο που δεν επηρεάζουν την εμφάνιση του σχεδίου στην οθόνη ούτε -τις περισσότερες φορές- την εκτύπωσή του.

Διαφορετική είναι η περίπτωση που χρειάζεται να σχεδιαστούν ίδια σχήματα σε δύο ή σε περισσότερα «διαφανή». Κλασικό παράδειγμα είναι οι τοίχοι σε κάτοψη δύο όμοιων ορόφων σε δισδιάστατο σχέδιο. Οι γραμμές που αποτελούν τις δύο κατόψεις είναι, στην περίπτωση αυτή, ίσες και στην ίδια θέση, αλλά δεν είναι ίδιες, αφού αναπαριστούν διαφορετικές φυσικές οντότητες και έχουν οργανωθεί σε διαφορετικά διαφανή.

13.1.2. Η (αφανής) οργάνωση του σχεδίου

Κατά την εκτύπωση ενός σχεδίου ή κατά την εμφάνισή του στην οθόνη δεν είναι δυνατόν να διαπιστωθεί αν το σχέδιο είναι σωστά οργανωμένο. Μπορεί τα στοιχεία του σχεδίου να έχουν διαχωριστεί εννοιολογικά κατά κατηγορίες και να έχουν μοιραστεί σε αντίστοιχα διαφανή ή μπορεί να έχουν, απλώς, διαφοροποιηθεί σχεδιαστικά ως προς το χρώμα, τον τύπο και το πάχος της γραμμής, όπως γίνεται στην παραδοσιακή σχεδίαση. Τα σχέδια και των δύο περιπτώσεων φαίνονται ίδια, αλλά δεν είναι. Ένα καλύτερα οργανωμένο σχέδιο είναι χρησιμότερο, αφού μεταφέρει πρόσθετες πληροφορίες, είναι διαχωρισμένο σε συστατικά που μπορεί να χρησιμοποιηθούν και σε άλλα σχέδια και μπορεί να χρησιμεύσει και για την απάντηση ερωτημάτων.

13.1.3. Σχεδιαστική ακρίβεια

Είδαμε σε προηγούμενα κεφάλαια ότι στο CAD απαιτείται απόλυτη ακρίβεια. Συνεπώς, ένα μη ακριβές σχέδιο είναι λανθασμένο, έστω και εάν οι ανακρίβειές του είναι μικρές. Στο CAD, αντίθετα από την παραδοσιακή σχεδίαση, δεν αρκεί κάτι να φαίνεται ακριβές, πρέπει και να είναι. Γι' αυτό ακόμη και σχήματα με πολύ μικρές αποκλίσεις είναι λανθασμένα, έστω και εάν οι αποκλίσεις αυτές είναι αόρατες στην οθόνη ή στην εκτύπωση.

13.2. Εναλλακτικοί τρόποι σχεδίασης και λόγοι επιλογής τους

Ένα σχέδιο με ηλεκτρονικό υπολογιστή κρίνεται από το αποτέλεσμα και όχι από τη διαδικασία που χρησιμοποιήθηκε για να γίνει. Το ίδιο αποτέλεσμα μπορούμε, συνήθως, να επιτύχουμε με διάφορους τρόπους. Πολλές φορές ένας τρόπος είναι καλύτερος από τους άλλους, γιατί οδηγεί στο αποτέλεσμα συντομότερα (δηλαδή, με λιγότερα βήματα). Συμβαίνει, όμως, να προτιμά κανείς ορισμένες φορές έναν τρόπο με περισσότερα βήματα, επειδή είναι ευκολότερος στη σύλληψή του.

Δεν ωφελεί, δηλαδή στο CAD να προβληματιζόμαστε για να ανακαλύπτουμε κάθε φορά τον τρόπο με τα λιγότερα βήματα, αν ο χρόνος σκέψης είναι περισσότερος από το χρόνο που θα εξοικονομήσουμε με την αποτελεσματικότερη εκτέλεση της διαδικασίας. Ωφελεί, όμως, και είναι πολύ χρήσιμο, να σκεπτόμαστε τα θέματα αυτά, ώστε με την εμπειρία να βελτιώνουμε συνεχώς τις πρακτικές που εφαρμόζουμε.

Μια πολύτιμη πηγή όπου μπορούμε να ανακαλύπτουμε νέους αποτελεσματικούς τρόπους για τις διαδικασίες σχεδιασμού είναι τα εγχειρίδια χρήσης των προγραμμάτων. Τα εγχειρίδια αυτά καλό είναι να τα διαβάζουμε περισσότερες από μία φορές, και αφού έχουμε εξοικειωθεί με το πρόγραμμα. Έχει παρατηρηθεί ότι ένας έμπειρος χρήστης αντλεί από ένα καλογραμμένο εγχειρίδιο πληροφορίες που ο αρχάριος δεν μπορεί να εκτιμήσει και να συγκρατήσει. Μάλιστα, με τη συνεχή εξέλιξη των προγραμμάτων, η διαδικασία ξαναδιαβάσματος των εγχειριδίων γίνεται αυτόματα, καθώς είναι πάρα πολύ χρήσιμο να διαβάζουμε εξονυχιστικά τα εγχειρίδια της έκδοσης του προγράμματος που χρησιμοποιούμε (και που, κατά κανόνα, βασίζονται στα εγχειρίδια της προηγούμενης έκδοσης).

14

Οργάνωση του σχεδίου

Το σημαντικότερο, ίσως, στοιχείο που διαφοροποιεί το CAD από την παραδοσιακή σχεδίαση είναι η οργάνωση του σχεδίου και των σχεδιαστικών διαδικασιών. Είναι πάντοτε χρήσιμο να επαναλαμβάνουμε ότι ένα «σωστό» σχέδιο CAD περιλαμβάνει, εκτός από τις σχεδιασμένες γραμμές, και εννοιολογικές πληροφορίες.

14.1. Ονοματιζόμενα αντικείμενα

Είδαμε στο κεφάλαιο 3.2, «Η επικοινωνία του χρήστη με το σχεδιαστικό πρόγραμμα», ότι δύο παράμετροι που έχουν το ίδιο όνομα μπορεί να σημαίνουν διαφορετικά πράγματα για κάθε εντολή. Μια περίπτωση που αυτό συμβαίνει κατά κανόνα είναι στις εντολές που αναφέρονται σε ονοματισμένα αντικείμενα. Μπορούμε να δώσουμε το ίδιο όνομα σε διάφορα στοιχεία όπως είναι, για παράδειγμα, μια διάταξη παραθύρων, ένας τύπος διαστάσεων, ένας τύπος γραψίματος κειμένου, ένα σύνθετο σχήμα, μια θεώρηση του σχεδίου με συγκεκριμένη θέση και συγκεκριμένο μέγεθος. Αυτό σημαίνει ότι στις αντίστοιχες εντολές που αναφέρονται στα στοιχεία αυτά θα δίνουμε το όνομα αυτό ως παράμετρο και, φυσικά, θα έχουμε τελείως διαφορετικά αποτελέσματα. Πρέπει εδώ να τονιστεί ότι η σύμπτωση αυτή των ονομάτων δε σημαίνει τίποτα για τον υπολογιστή.

Όμως, για μας, που η κοινή ονοματολογία μάς διευκολύνει να συνδυάζουμε πράγματα, η δυνατότητα να δίνουμε το ίδιο όνομα σε διάφορα αντικείμενα μπορεί να είναι οργανωτικά χρήσιμη. Μπορούμε να οργανώσουμε καλύτερα το σχέδιό μας, αν δημιουργήσουμε πρότυπα ονόματα και αναφερόμαστε σε αυτά.

14.2. Τροποποίηση ιδιοτήτων των αντικειμένων.

Κάθε αντικείμενο που υπάρχει σε ένα σχέδιο CAD έχει ορισμένες ιδιότητες ή χαρακτηριστικά. Τι ιδιότητες έχει το κάθε αντικείμενο εξαρτάται από το είδος του αντικειμένου. Για παράδειγμα, τα περισσότερα αντικείμενα έχουν ένα ενιαίο χρώμα.

(Υπάρχουν, βέβαια, και ορισμένα είδη αντικειμένων, όπως είναι μια εικόνα σε μορφή ράστερ, για τα οποία το χρώμα αυτό δεν έχει έννοια). Αντίθετα, τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά προσδιορίζουν ορισμένο μόνο είδος αντικειμένου (π.χ. κέντρο και ακτίνα για κύκλο ή για κυκλικό τόξο). Με την ευρεία έννοια, και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά αποτελούν ιδιότητες του αντικειμένου.

Πολλά προγράμματα CAD μας δίνουν τρόπους (εντολές), για να τροποποιούμε τις ιδιότητες των αντικειμένων. Ορισμένα, μάλιστα, που επιτρέπουν να τροποποιεί κανείς οποιαδήποτε ιδιότητα ενός αντικειμένου, διαθέτουν «έξυπνες» εντολές, που υποστηρίζουν τη διαδικασία τροποποίησης με διαφορετικό τρόπο για κάθε είδος αντικειμένου.

Τροποποιώντας τις ιδιότητες ενός αντικειμένου, μπορεί κανείς να του επιφέρει αλλαγές που αναφέρονται στην οργάνωση του σχεδίου (όπως να αλλάξει το διαφανές στο οποίο «ανήκει» το αντικείμενο) ή και γεωμετρικές αλλαγές, που, συνήθως, είναι ευκολότερο να γίνονται με κάποια αντίστοιχη διαδικασία (για παράδειγμα, αλλαγή του κέντρου ενός κύκλου σημαίνει μετακίνηση του κύκλου με σημείο αφετηρίας το παλιό κέντρο του και καταληκτικό σημείο το νέο κέντρο). Αυτό μπορεί να μη φαίνεται ιδιαίτερα σημαντικό, όταν σχεδιάζουμε με τον υπολογιστή, επειδή σπάνια θα χρησιμοποιήσει κανείς μια διαδικασία τροποποίησης ιδιοτήτων, για να μεταβάλλει τη θέση ή το μέγεθος ενός αντικειμένου. Είναι, όμως, πολύτιμο για το χειρισμό των στοιχείων του σχεδίου μέσω προγραμμάτων, γιατί με αυτά είναι, συχνά, ευκολότερο να τροποποιεί κανείς αμέσως τις ιδιότητες του κάθε αντικειμένου από το να ενεργοποιεί τις αντίστοιχες διαδικασίες.

15

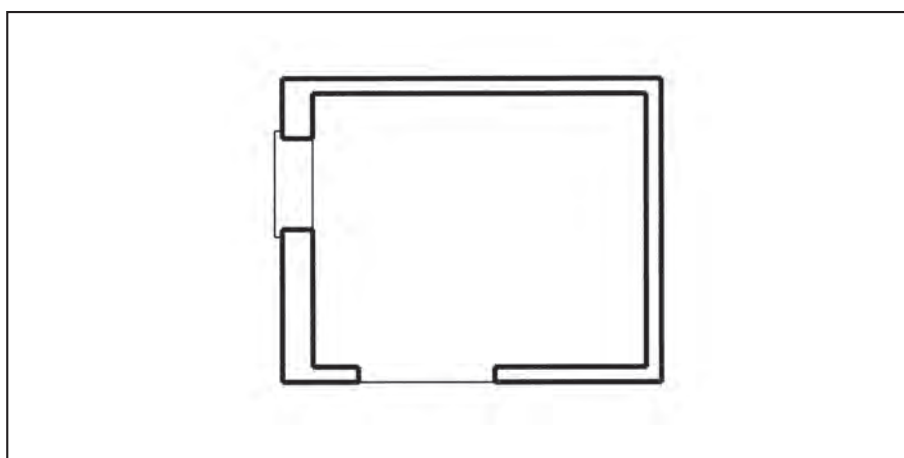
Συμπλήρωση της απλής κάτοψης

Ολοκληρώνοντας τη θεωρία της σχεδίασης σε δύο διαστάσεις, επανερχόμαστε στο παράδειγμα της απλής κάτοψης λουτρού του κεφαλαίου 10, για να τη συμπληρώσουμε βήμα προς βήμα με νέα στοιχεία που μάθαμε.

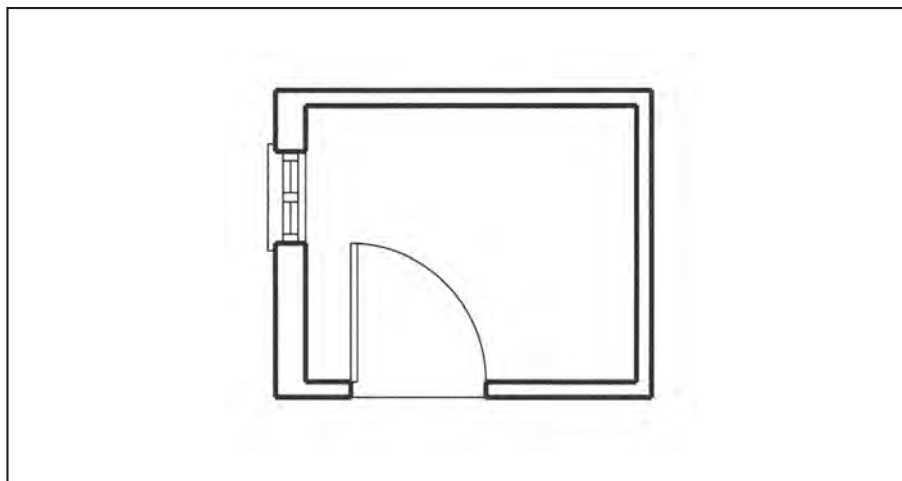
Στο κεφάλαιο εκείνο, αρχικά, είχαμε κάνει τη σχεδιαστική υποδομή και την προκαταρκτική οργάνωση. Στη συνέχεια, σχεδιάσαμε τις τομές (τοίχους) και τις προβολές (ποδιές).

Τώρα θα προσθέσουμε τα υπόλοιπα στοιχεία της κάτοψης. Οι ενέργειες που χρειάζεται να γίνουν είναι, διαδοχικά, οι εξής:

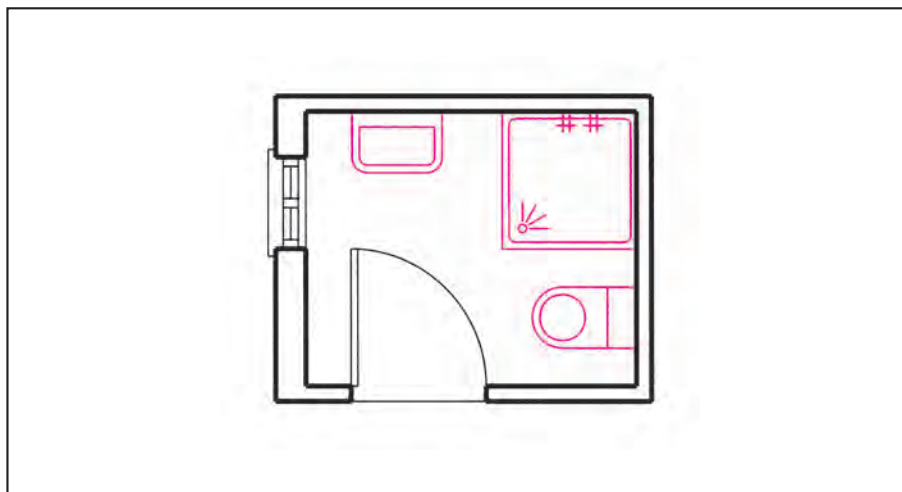
1. Ανοίξτε το αρχείο με την κάτοψη του λουτρού, από το κεφάλαιο 10 «Εφαρμογή: Σχεδίαση απλής κάτοψης λουτρού», στη σελίδα 149.



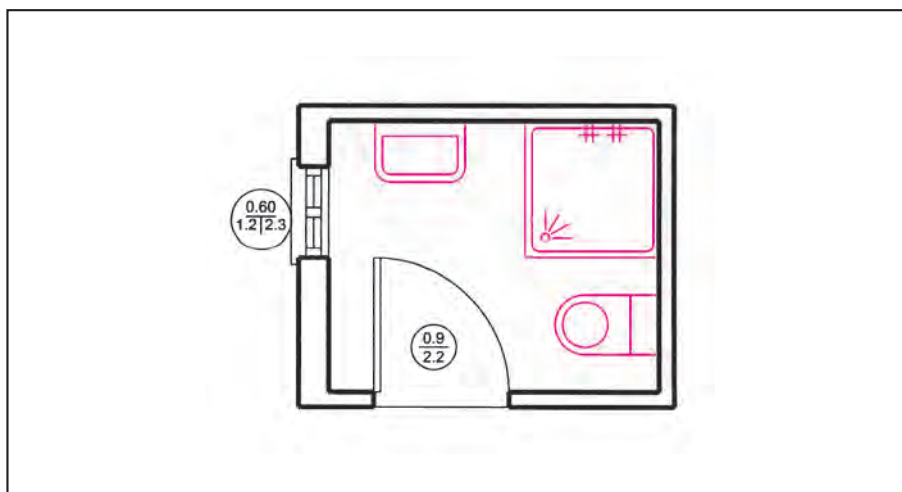
2. Κάντε τρέχον το διαφανές των ανοιγμάτων και εισαγάγετε την πόρτα και το παράθυρο στις κατάλληλες θέσεις.



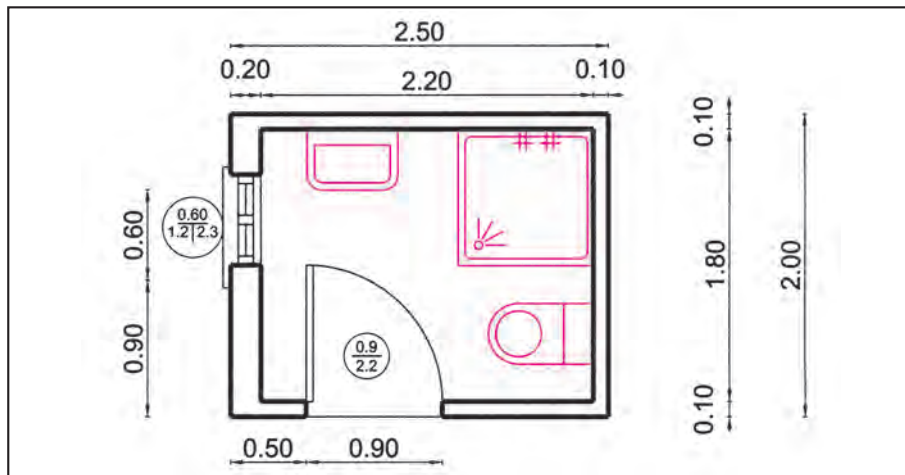
3. Κάντε τρέχον το διαφανές των σταθερών επίπλων και εισαγάγετε τη λεκάνη, το νιπτήρα και την ντουσιέρα στις κατάλληλες θέσεις.



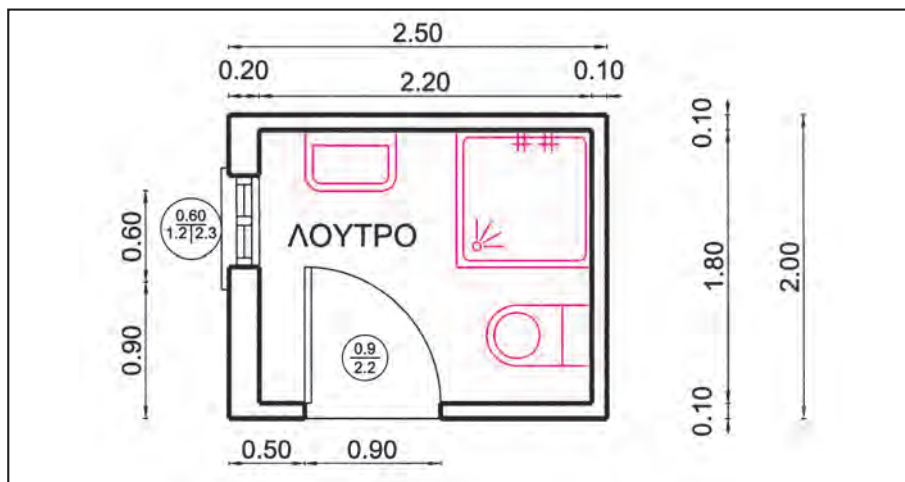
4. Κάντε τρέχον το διαφανές των συμβόλων και εισαγάγετε τα σύμβολα του παραθύρου και της πόρτας, δίνοντας και τις κατάλληλες τιμές στις μεταβλητές τους.



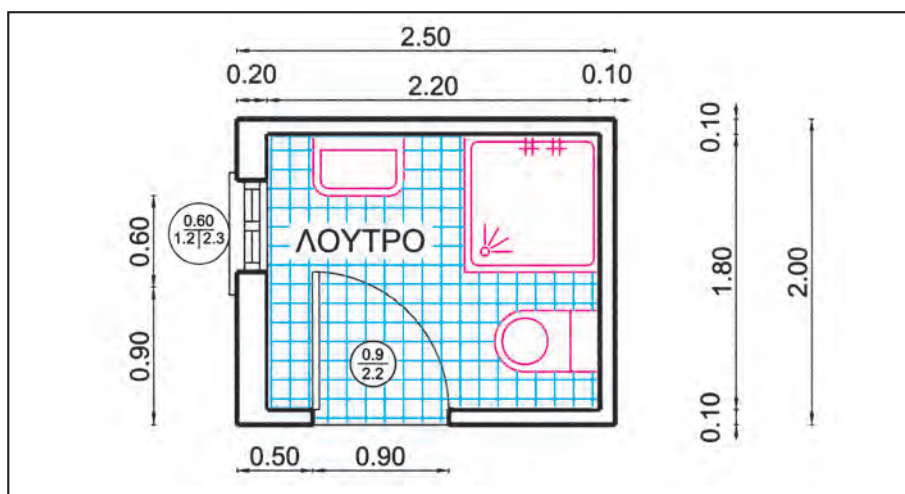
5. Κάντε τρέχον το διαφανές των διαστάσεων και τοποθετήστε διαστάσεις όπου χρειάζονται.



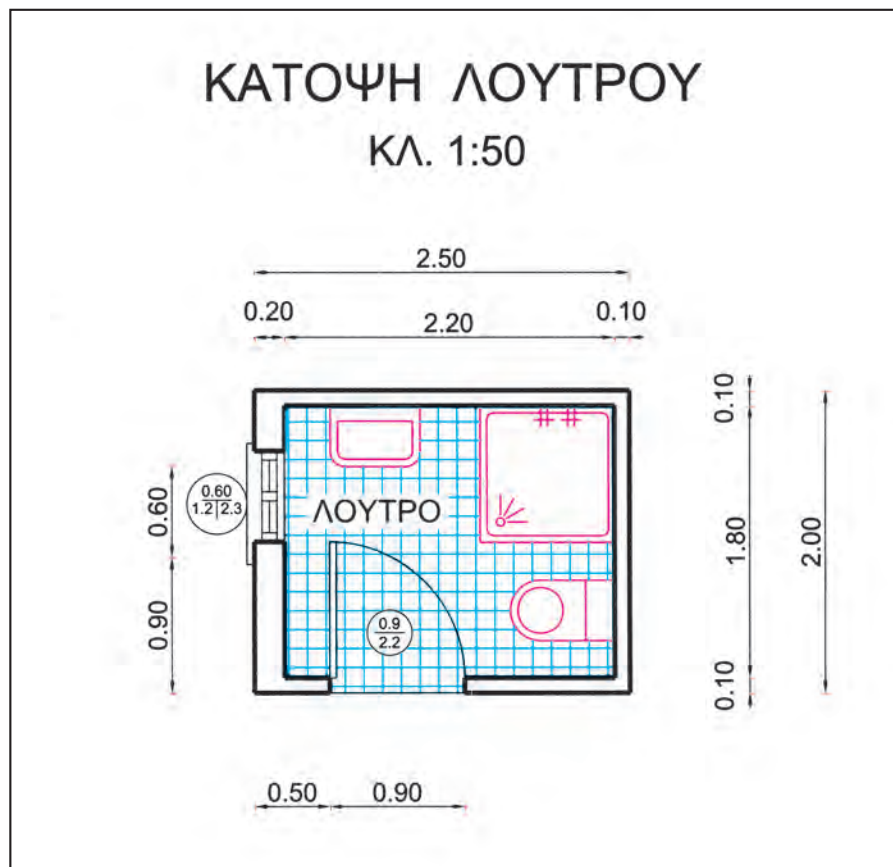
6. Κάντε τρέχον το διαφανές των χαρακτηρισμών χώρων και γράψτε τη λέξη «ΛΟΥΤΡΟ».



7. Κάντε τρέχον το διαφανές της πλακόστρωσης και τοποθετήστε τη διαγράμμιση του δαπέδου.



8. Κάντε τρέχον το διαφανές του κειμένου και τοποθετήστε τον τίτλο για το σχέδιο που θα εκτυπωθεί.

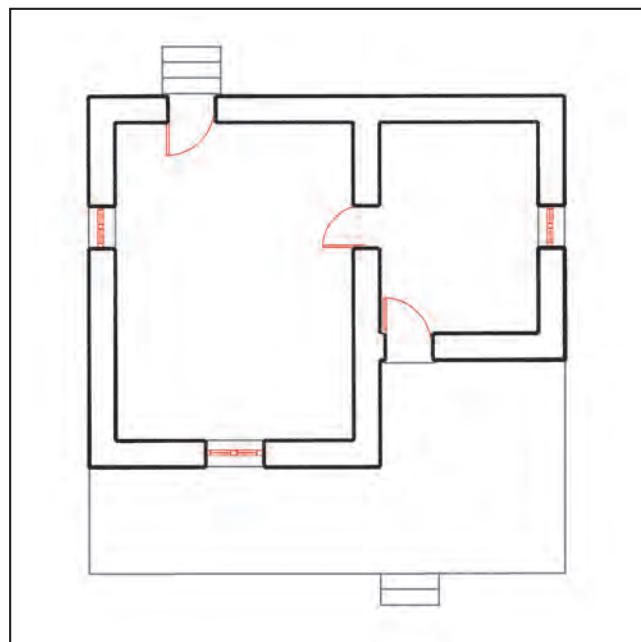
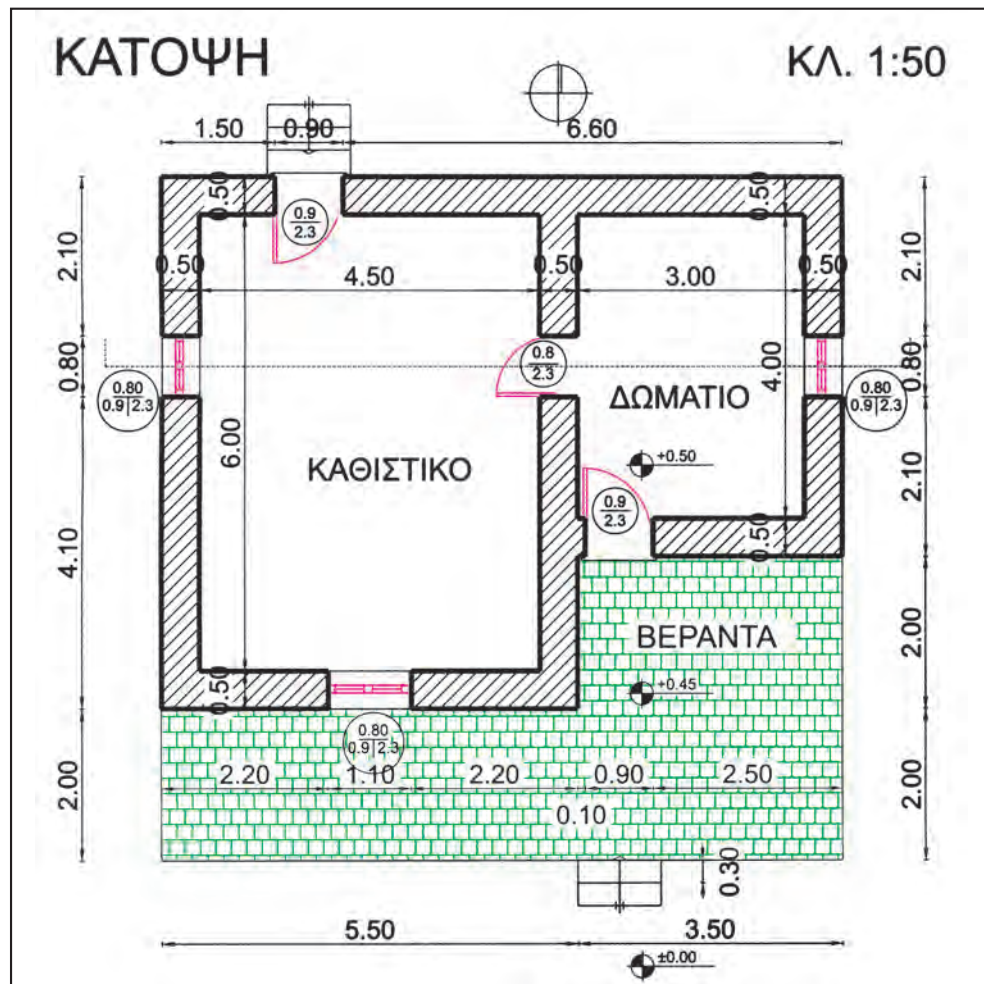


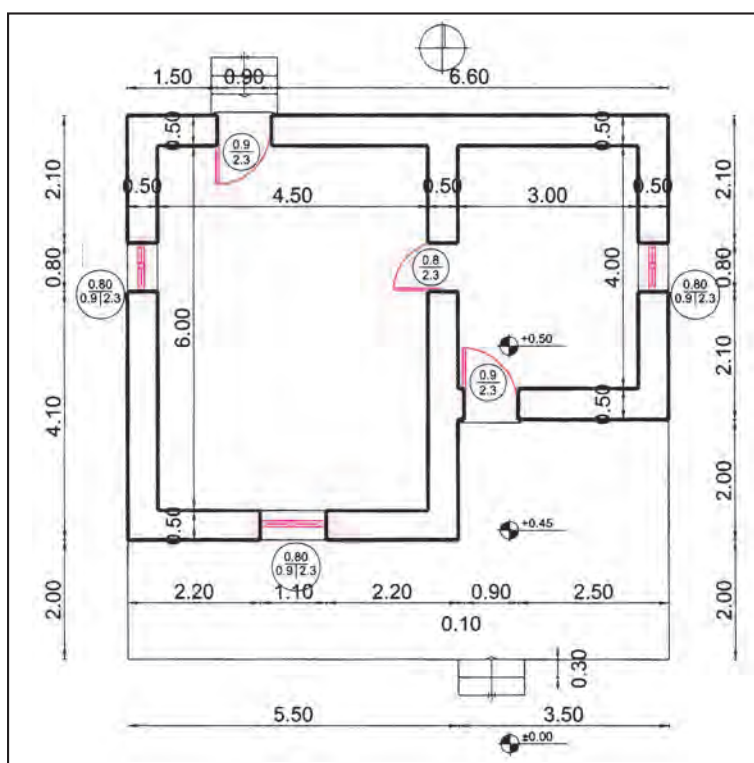
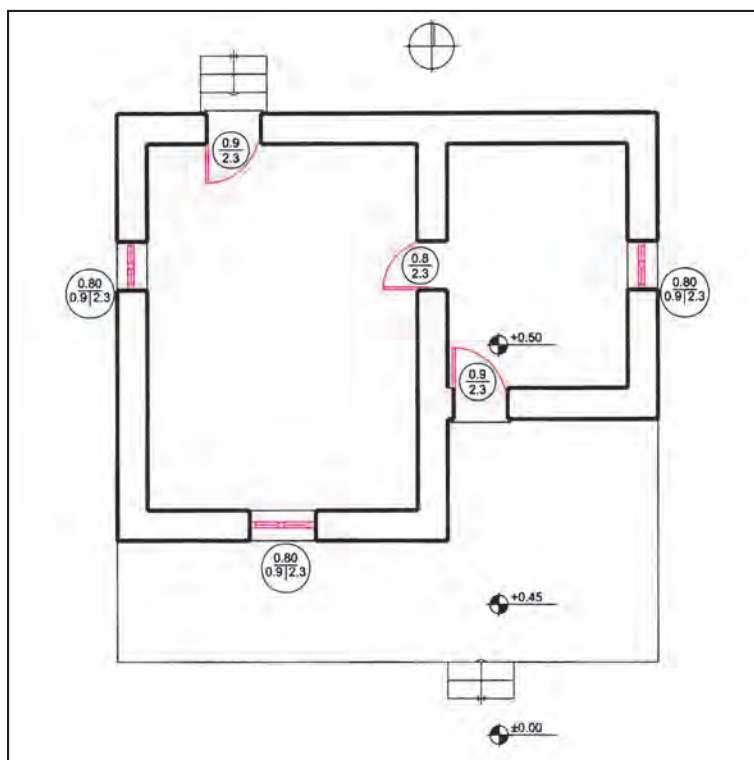
9. Σώστε και κλείστε το αρχείο.

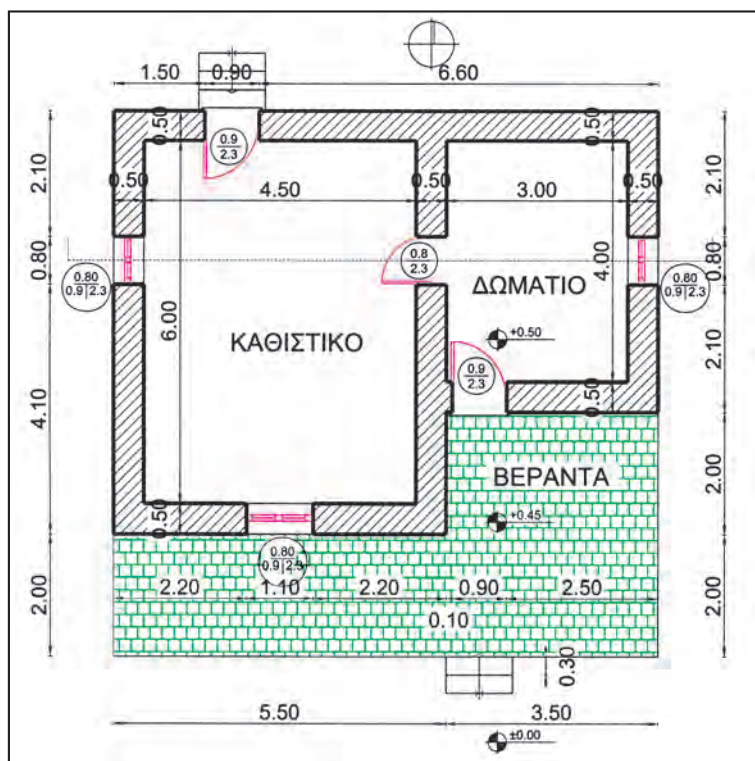
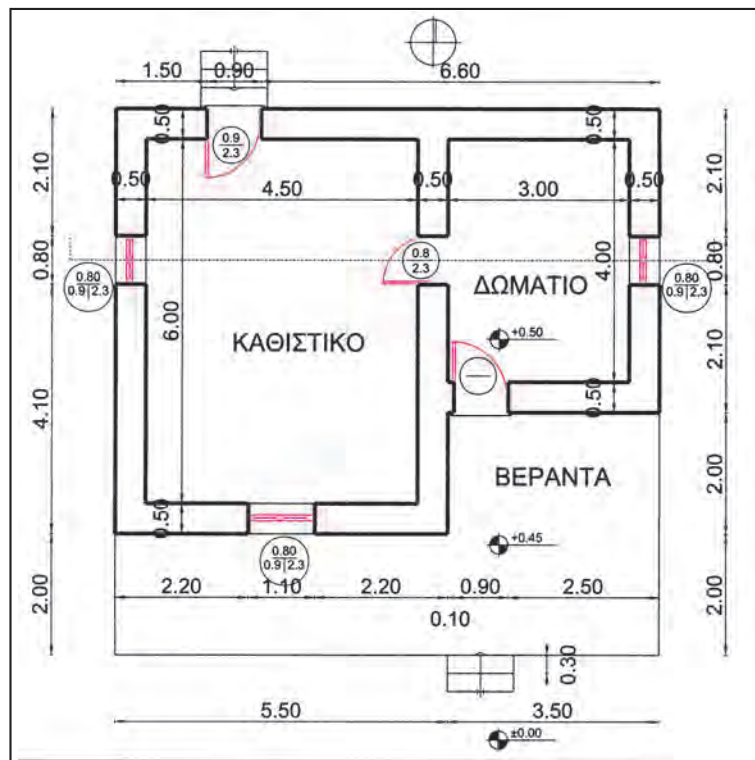
Παρατήρηση: Ως γνωστόν, το σχέδιο CAD γίνεται σε κλίμακα 1:1. Η κλίμακα αποφασίζεται για την εκτύπωση. Η απόφαση αυτή επηρεάζει τον τίτλο (όπου αναγράφεται η κλίμακα), καθώς και το μέγεθος των συμβολισμών των διαστάσεων και των γραμμάτων για το χαρακτηρισμό χώρων. Αυτά θα τα δούμε λεπτομερέστερα στο κεφάλαιο 16 «Εκτύπωση του σχεδίου».

Ασκήσεις

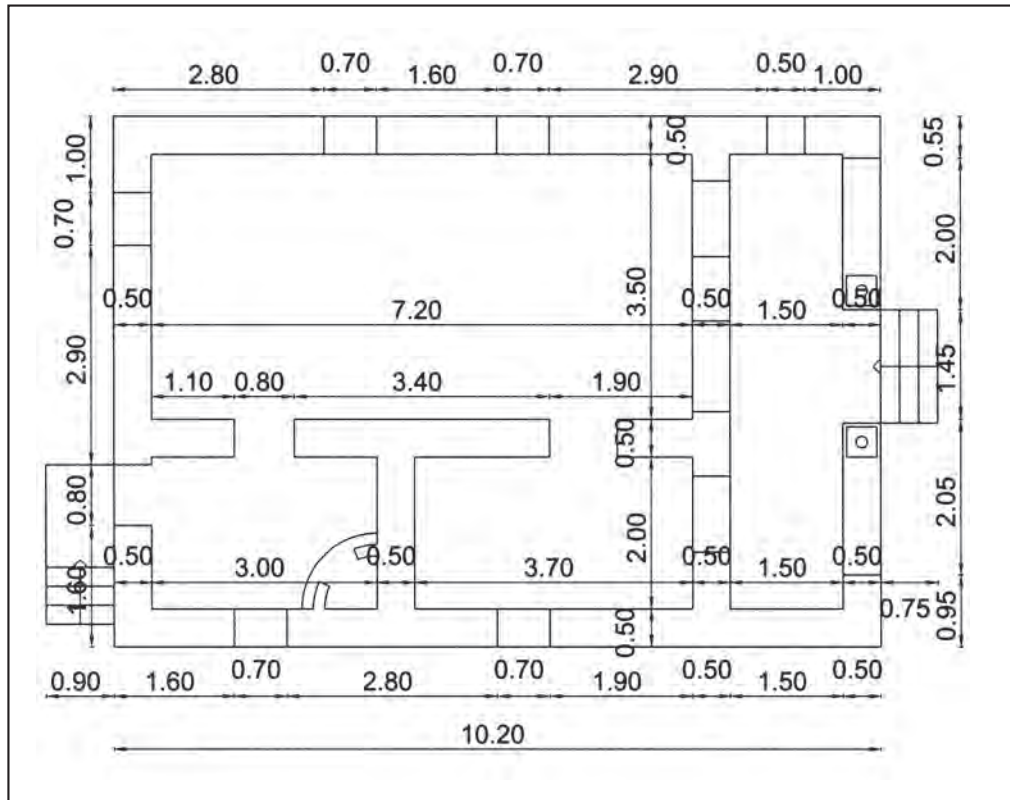
- Ακολουθώντας σειρά βημάτων ίδια με του παραδείγματος συμπληρώστε την κάτοψη του κτίσματος, στο αρχείο ΚΑΤΟΨΙ1. Δίνονται ενδεικτικά σχήματα για τις διαδοχικές φάσεις του σχεδίου. Όσες διαστάσεις δεν αναγράφονται στο σχέδιο θα λαμβάνονται κατ' εκτίμηση από το σχέδιο της ολοκληρωμένης κάτοψης, το οποίο είναι σε κλίμακα 1:100.



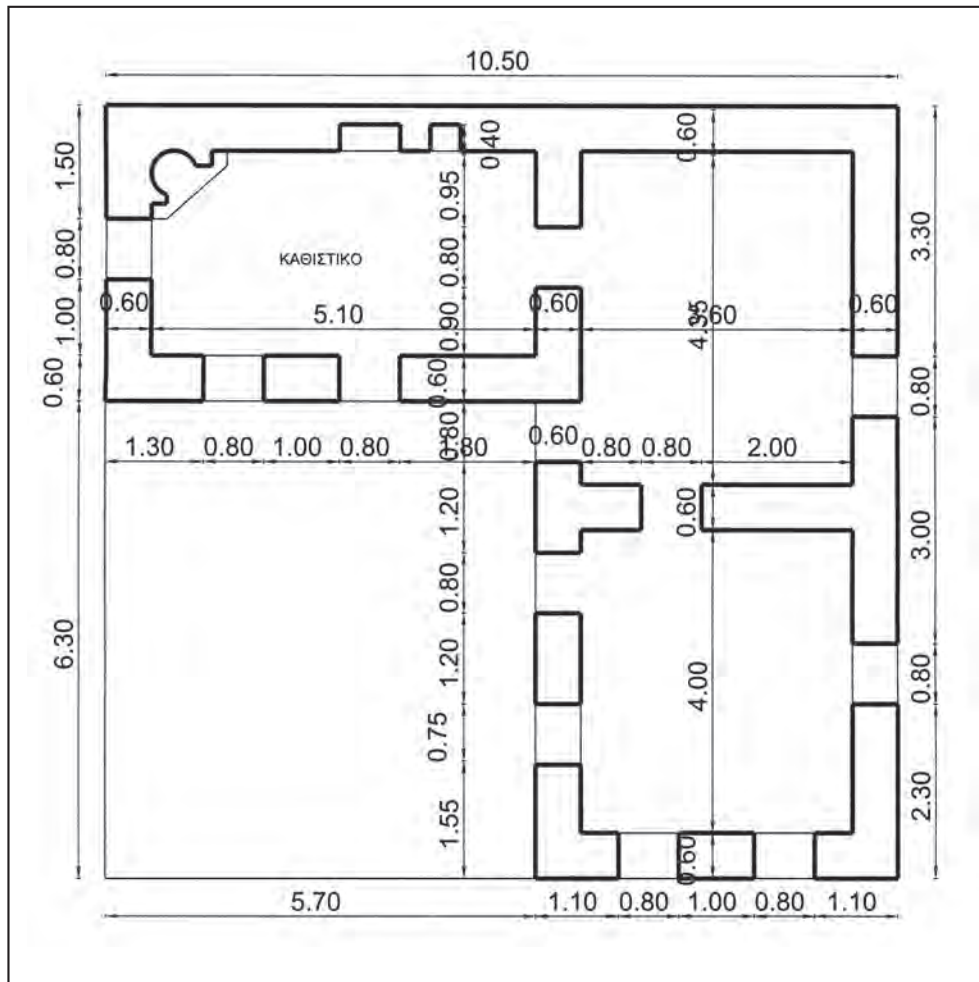




2. Συμπληρώστε με ανάλογο τρόπο την κάτοψη του αρχείου ΚΑΤΟПСΙ2. (Κυκλαδίτικο Σπίτι. Θέμα εισαγωγικών εξετάσεων αρχιτεκτονικής 1992). Όσες διαστάσεις δεν αναγράφονται στο σχέδιο θα λαμβάνονται κατ' εκτίμηση.



3. Συμπληρώστε με ανάλογο τρόπο την κάτοψη του αρχείου ΚΑΤΟΠΣΙ3. (Κυκλαδικό Σπίτι. Θέμα εισαγωγικών εξετάσεων αρχιτεκτονικής 1992). Όσες διαστάσεις δεν αναγράφονται στο σχέδιο θα λαμβάνονται κατ' εκτίμηση.



4. Στο αρχείο KATOPSI1, και με οδηγό το σχήμα 49 στη σελίδα 62, σχεδιάστε την όψη του κτίσματος. Προαιρετικά, και εάν το πρόγραμμα που χρησιμοποιείτε το επιτρέπει, μπορείτε να προσθέσετε στοιχεία όπως δέντρα, χρώμα στους τοίχους, φόντο ουρανού κτλ.

16 Εκτύπωση του σχεδίου

Η εκτύπωση των σχεδίων είναι πολύ σημαντική διαδικασία, γιατί μας δίνει τη δυνατότητα να αποτυπώσουμε σε χαρτί (διαφανές ή αδιαφανές) τα σχέδια που δημιουργούμε με τον υπολογιστή. Είναι, μάλιστα, καθοριστική η γνώση των δυνατοτήτων εκτύπωσης που έχει το πρόγραμμα CAD, το οποίο χρησιμοποιούμε, και για τον τρόπο που θα σχεδιάσουμε κάποιο αντικείμενο. Για παράδειγμα, αν το πρόγραμμα επιτρέπει την ρύθμιση του πάχους γραμμής ανάλογα με το χρώμα κατά την εκτύπωση, μπορούμε να σχεδιάζουμε με γραμμές μηδενικού πάχους και διάφορων χρωμάτων, που, όταν εκτυπωθούν, θα φανούν με τα πάχη γραμμής που επιθυμούμε.

Είναι σημαντικό ότι στις εκτυπώσεις μπορούμε, κατά κανόνα, να επιλέγουμε την περιοχή του σχεδίου η οποία θέλουμε να εκτυπωθεί, καθώς και να ορίζουμε ποια από τα αντικείμενα που βρίσκονται μέσα στην περιοχή αυτή θα εκτυπωθούν και ποια όχι. Ορισμένα προγράμματα, μάλιστα, επιτρέπουν να επιλέξουμε περισσότερες από μία περιοχές και να ορίσουμε τη διάταξή τους στο χαρτί, καθώς και την κλίμακα με την οποία θα εκτυπωθούν τα αντικείμενα κάθε περιοχής.

Είχαμε δει στο κεφάλαιο 4, «Αρχές σχεδίασης με ηλεκτρονικό υπολογιστή», ότι στο CAD σχεδιάζουμε σε κλίμακα 1:1, επειδή, ακριβώς, έχουμε τη δυνατότητα να βλέπουμε το σχέδιό μας με όση λεπτομέρεια θέλουμε (δηλαδή σε διάφορες μεγεθύνσεις). Βέβαια, η παρουσίαση στην οθόνη δε γίνεται κατά κανόνα υπό κλίμακα, κυρίως επειδή κάτι τέτοιο δεν έχει ιδιαίτερο λόγο (οι μετρήσεις μεγεθών γίνονται πολύ ευκολότερα και με απόλυτη ακρίβεια με τον ίδιο τον υπολογιστή, ενώ είναι και δύσκολο και ανακριβές να προσπαθούμε με το κλιμακόμετρο να μετράμε πάνω στην οθόνη).

Όταν όμως εκτυπώνουμε, στις περισσότερες περιπτώσεις αποτυπώνουμε το σχέδιο με κάποια κατάλληλη κλίμακα, απαιτώντας απόλυτη ακρίβεια. Την κλίμακα αυτή καθορίζουμε ως μία από τις παραμέτρους εκτύπωσης. Επειδή, μάλιστα, συχνά παρουσιάζεται η ανάγκη να συνδυάσουμε στο ίδιο χαρτί σχέδια σε διάφορες κλίμακες (π.χ. κάτοψη και λεπτομέρειες), η παράμετρος αυτή μπορεί να διαφέρει στα διάφορα τμήματα του σχεδίου που εκτυπώνονται.

Επειδή η κλίμακα κατά κανόνα αναγράφεται στα σχέδια που τυπώνονται, χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή να μην υπάρχει ασυμφωνία ανάμεσα στην κλίμακα κάθε τμήματος του σχεδίου και στην αναγραφόμενη τιμή της.

16.1. Πώς λειτουργεί η διαδικασία εκτύπωσης

Για να εκτυπώσουμε το σχέδιό μας, ενεργοποιούμε την αντίστοιχη διαδικασία του προγράμματος. Κατά τη διαδικασία αυτή ορίζουμε ποιο τμήμα ή ποια τμήματα του σχεδίου θέλουμε να εκτυπωθούν, σε τι κλίμακα θέλουμε να εκτυπωθεί το καθένα από αυτά και σε ποιον εκτυπωτή.

Συνήθως, τα προγράμματα διατηρούν τα στοιχεία αυτά και για επόμενη εκτύπωση, ώστε να μη χρειάζεται να επαναλαμβάνουμε αυτή την εργασία κάθε φορά.

Στα περισσότερα προγράμματα έχουμε τη δυνατότητα προεπισκόπησης, δηλαδή μπορούμε να δούμε στην οθόνη πώς θα φαίνεται στο χαρτί το σχέδιο που θα εκτυπωθεί. Ανάλογα με το πρόγραμμα και με το μέγεθος του σχεδίου η προεπισκόπηση μπορεί να είναι ενδεικτική ή να επιτρέπει να εξετάσουμε και λεπτομέρειες του σχεδίου.

Είναι χρήσιμο να χρησιμοποιεί κανείς την προεπισκόπηση, γιατί ανακαλύπτει λάθη πριν από το τύπωμα και αποφεύγει τη σπατάλη χρόνου και υλικών (χαρτιού, μελανιών ή γραφίτη κτλ.).

Η εκτύπωση είναι σημαντική διαδικασία στο CAD, γιατί δίνει τη δυνατότητα να κάνουμε τα σχέδιά μας αναγνώσιμα από όλους. Γι' αυτό και σε αρκετά προγράμματα υπάρχουν λειτουργίες που συστηματοποιούν και διευκολύνουν τη διαδικασία αυτή. Θα αναφερθούμε λεπτομερέστερα σ' αυτές τις λειτουργίες στο κεφάλαιο 36, «Παρουσίαση και εκτύπωση», μετά την εξέταση της σχεδίασης σε τρεις διαστάσεις.

16.2. Αναφορά σε διάφορους εκτυπωτές

Όταν καταλήξουμε στη μορφή του σχεδίου που θέλουμε να εκτυπωθεί, δίνουμε στο πρόγραμμα την εντολή να προχωρήσει στην εκτύπωση. Το πρόγραμμα τότε δημιουργεί και στέλνει στον εκτυπωτή ένα αρχείο με εντολές για τον εκτυπωτή. Επειδή ο κάθε εκτυπωτής δέχεται διαφορετικές εντολές, το πρόγραμμα χρειάζεται να γνωρίζει σε ποιον εκτυπωτή θα τυπωθεί το σχέδιο.

Το σχέδιο μπορεί να εκτυπωθεί σε σχεδιογράφο (plotter) ή σε εκτυπωτή. Παλαιότερα, οι σχεδιογράφοι χρησιμοποιούσαν πένες, με τις οποίες σχεδίαζαν στο χαρτί. Σήμερα χρησιμοποιούν τεχνολογίες ανάλογες με τους εκτυπωτές, αλλά μπορούν να δημιουργήσουν πολύ μεγαλύτερα σχέδια. Το μεγαλύτερο σχέδιο που μπορεί να παραγάγει ένας σχεδιογράφος αποτελεί κρίσιμο χαρακτηριστικό του. Ορισμένοι σχεδιογράφοι δέχονται χαρτί ρολό, οπότε κρίσιμη διάσταση είναι το πλάτος, ενώ το μήκος μπορεί να είναι όσο μήκος έχει το ρολό.

Επειδή οι σχεδιογράφοι είναι ακριβοί και δεν τους διαθέτουν όλα τα γραφεία, υπάρχουν γραφεία που αναλαμβάνουν τις εκτυπώσεις σχεδίων. Στα γραφεία αυτά μπορεί κανείς να δώσει είτε το αρχείο του σχεδίου του είτε ένα αρχείο εκτύπωσης που έχει ο ίδιος δημιουργήσει με τον υπολογιστή του. Αντί, δηλαδή, να στείλει το αρχείο με τις εντολές στον εκτυπωτή, ρυθμίζει τη διαδικασία εκτύπωσης να δημιουργεί το αρχείο αυτό στο σκληρό δίσκο του. Προσοχή μόνο, το αρχείο να παραχθεί για τον εκτυπωτή ή το σχεδιογράφο στον οποίο τελικά θα εκτυπωθεί.

ΜΕΡΟΣ 3ο

Σχεδίαση σε τρεις διαστάσεις

Εντολές θέασης

Μετακίνηση του χώρου σχεδίασης

Απόψεις του σχεδίου



Τα προγράμματα σχεδίασης σε ηλεκτρονικό υπολογιστή παρέχουν διαφορετικούς τρόπους με τους οποίους μπορούμε να βλέπουμε ένα σχέδιο. Πώς θα επιλέξουμε να βλέπουμε κάθε φορά ένα σχέδιο εξαρτάται από το είδος του σχεδίου, από τη λεπτομέρειά του, αλλά και από το τι μας ενδιαφέρει και μας εξυπηρετεί να βλέπουμε τη δεδομένη στιγμή.

Όταν σχεδιάζουμε ή ακόμη και όταν, απλώς, εξετάζουμε ένα σχέδιο (ή ό,τι έχουμε ήδη σχεδιάσει) στην οθόνη του υπολογιστή, άλλοτε θέλουμε να βλέπουμε όλα τα σχεδιασμένα αντικείμενα και άλλοτε επιλέγουμε, με κάποιους τρόπους, τα αντικείμενα που θέλουμε να φαίνονται στην οθόνη.

Επειδή η οθόνη μας έχει σταθερό μέγεθος, συνήθως πολύ μικρό για να «χωρέσει» ένα σχέδιο, εναλλάσσουμε συνεχώς διάφορες όψεις του σχεδίου. Άλλοτε προτιμάμε να φαίνονται λιγότερα αντικείμενα με περισσότερες λεπτομέρειες και άλλοτε περισσότερα αντικείμενα, παρ' όλο που, εκ των πραγμάτων, δεν είναι δυνατόν να φαίνονται τόσες λεπτομέρειες. Πρέπει, μάλιστα, εδώ να σημειώσουμε ότι στην οθόνη οι λεπτομέρειες που μπορούμε να διακρίνουμε δεν εξαρτώνται μόνο από την ικανότητα των ματιών μας. Καθοριστικό ρόλο παίζει η «διακριτική ικανότητα» της ίδιας της οθόνης, δηλαδή ο αριθμός των στοιχειωδών κουκκίδων (pixels) που αποτελούν την εικόνα.

Συνηθίζουμε, λοιπόν, σε αυτή τη συνεχή εναλλαγή της θέασης του σχεδίου, την οποία μας επιβάλλουν τα μέσα που χρησιμοποιούμε. Τα ίδια σχεδιασμένα αντικείμενα φαίνονται άλλοτε μεγαλύτερα και άλλοτε μικρότερα, καθώς καταλαμβάνουν περισσότερο ή λιγότερο χώρο στην οθόνη. Φυσικά, τα αντικείμενα αυτά δεν αλλάζουν μέγεθος, όπως δε μικραίνουν στην πραγματικότητα τα σπίτια που κοιτάμε από ένα αεροπλάνο το οποίο παίρνει ύψος, ακόμη και όταν εμείς φτάσουμε να τα βλέπουμε σαν κουκκίδες. Έτσι και στην περίπτωση της θέασης του σχεδίου μας, τα αντικείμενα παραμένουν σταθερά σε μέγεθος, αλλάζει όμως η «απόσταση» από την οποία κάθε στιγμή τα «φωτογραφίζουμε».

Όλα τα προγράμματα παρέχουν μια σειρά εντολών, για να ελέγχει κανείς τον τρόπο που βλέπει το σχέδιο. Μερικές φορές, μάλιστα, οι εντολές αυτές δίνονται στο πρόγραμμα σχεδόν χωρίς να καταλαβαίνει ο χρήστης ότι είναι εντολές, όπως, για παράδειγμα, με χειριστήρια που επιτρέπουν την περιπλάνηση μέσα στον τρισδιάστατο χώρο. Στην πραγματικότητα όμως, ακόμη και η κίνηση του ποντικιού ή το διαδοχικό πάτημα κάποιου από τα βέλη κατεύθυνσης στο πληκτρολόγιο δεν κάνουν τίποτε περισσότερο από το να ενεργοποιούν ανάλογες εντολές, που αλλάζουν τον τρόπο θέασης του σχεδίου μας.

Στη συνέχεια, θα δούμε αναλυτικότερα διάφορες παραμέτρους που χειριζόμαστε (ή καθορίζουμε) για να βλέπουμε το σχέδιό μας όπως κάθε φορά επιθυμούμε, καθώς και τις διαδικασίες που μας επιτρέπουν να τροποποιούμε τις παραμέτρους αυτές. Σημειώνουμε ότι καλό είναι να μη διστάζει κανείς να αλλάζει τη θέαση του σχεδίου, έτσι ώστε να διευκολύνεται στη σχεδίαση. Απόλυτο κριτήριο για το πότε χρειάζεται και να αλλάζει κανείς την οπτική του γωνία δεν υπάρχει. Εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως είναι οι προσωπικές προτιμήσεις και ικανότητες, η ακρίβεια του ποντικιού κτλ. Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι τελική επιδίωξη είναι πάντοτε πώς θα σχεδιάζουμε σωστά και στον ελάχιστο δυνατό χρόνο, και, συνεπώς, κάνουμε σε κάθε περίπτωση τους χειρισμούς που μας βοηθούν να επιτύχουμε το στόχο μας αυτόν.

17.1. Οι παράμετροι

17.1.1. Κέντρο

Ορίζεται το σημείο του σχεδίου που βρίσκεται στο κέντρο της οθόνης, και η σμίκρυνση ή η μεγέθυνση γίνονται καθώς το κέντρο παραμένει σταθερό.

17.1.2. Φαινόμενο μέγεθος

Η παράμετρος αυτή ορίζει πόσο μεγάλο τμήμα του σχεδίου μας θα είναι ορατό στο παράθυρο σχεδίασης.

17.1.3. Γωνία θέασης

Αλλάζοντας αυτή την παράμετρο, μπορούμε να στρέψουμε το χαρτί μας (με ό,τι είναι σχεδιασμένο επάνω του). Αν το πρόγραμμα δουλεύει σε τρεις διαστάσεις, η γωνία αυτή καθορίζεται στο χώρο με δύο παραμέτρους που προσδιορίζουν εκτός από τη στροφή του χαρτιού και την κατεύθυνση από το μάτι μας προς το κέντρο της εικόνας.

17.1.4. Ορατά αντικείμενα

Υπάρχουν, συνήθως, χαρακτηριστικά που επιτρέπουν να καθορίσουμε αν κάποιο αντικείμενο είναι ορατό ή όχι. Ανάλογα με το πρόγραμμα τα χαρακτηριστικά

αυτά μπορεί να αναφέρονται σε κάθε αντικείμενο χωριστά ή σε άλλα οργανωτικά στοιχεία του σχεδίου (π.χ. σε φύλλα σχεδίασης), από τα οποία κληροδοτούνται στα αντικείμενα που σχετίζονται με αυτά.

17.1.5. Απόκρυψη τμήματος αντικειμένων στο χώρο

Στα προγράμματα που χειρίζονται αντικείμενα στον τρισδιάστατο χώρο η παράμετρος αυτή καθορίζει αν τα αντικείμενα αντιμετωπίζονται ως αδιαφανή στερεά ή ως συρμάτινα όρια αντικειμένων.

Ορισμένα προγράμματα δίνουν τη δυνατότητα να καθορίσει ο χρήστης και επίπεδα στο χώρο που οριοθετούν περιοχές μέσα στις οποίες τα αντικείμενα είναι ορατά. «Εξαφανίζουν», δηλαδή, κατά την απεικόνιση στην οθόνη οτιδήποτε βρίσκεται πιο μπροστά από ένα επίπεδο ή πιο πίσω από ένα άλλο.

17.1.6. Προοπτική

Στα προγράμματα που χειρίζονται αντικείμενα στον τρισδιάστατο χώρο η παράμετρος αυτή καθορίζει αν τα αντικείμενα φαίνονται με προοπτικές παραμορφώσεις. Στην περίπτωση που η προοπτική είναι ενεργοποιημένη, υπάρχουν και άλλες παράμετροι, που καθορίζουν τα ειδικότερα χαρακτηριστικά της προοπτικής παραμόρφωσης.

17.1.7. Τρόπος απεικόνισης

Για τα ίδια αντικείμενα είναι δυνατόν να υπάρχει μια σειρά εναλλακτικών τρόπων απεικόνισης, που εκτείνονται από την απλούστατη και ταχύτατη παρουσίαση μέχρι την, κατά το δυνατόν, ρεαλιστικότερη και βραδύτερη παρουσίαση. Ενδέχεται, μάλιστα, ιδιαίτερα για σχέδια σε τρεις διαστάσεις, να υπάρχουν ειδικοί τρόποι εμφάνισης του σχεδίου που διευκολύνουν την επεξεργασία του.

Ενδεικτικά αναφέρεται ότι η τονική διαβάθμιση και οι φωτισμοί καθυστερούν την παρουσίαση μιας άποψης ενός σχεδίου. Η ταχύτητα εμφάνισης ενός σχεδίου στην οθόνη επηρεάζεται από τον αριθμό των πλευρών ή των εδρών που χρησιμοποιεί το πρόγραμμα για να προσεγγίσει καμπύλα σχήματα. Η δημιουργία μιας άποψης στην οθόνη μπορεί να επιταχυνθεί, αν αντί για τα διάφορα κείμενα στο σχέδιο παρουσιάζεται στην οθόνη μόνο το αντίστοιχο ορθογωνικό πλαίσιό τους.

Ως γενικό κανόνα μπορεί κανείς να σκέφτεται ότι η εμφάνιση μιας άποψης του σχεδίου στην οθόνη επιταχύνεται όσο ελαττώνονται ή απλοποιούνται τα στοιχεία τα οποία χρειάζεται να υπολογιστούν, για να εμφανιστούν.

17.1.8. Παράθυρα

Πολλά προγράμματα επιτρέπουν να βλέπουμε το ίδιο σχέδιο μέσα από διαφορετικά παράθυρα. Η ευχέρεια αυτή είναι πολύτιμη στην τρισδιάστατη σχεδίαση,

όπου δίνει τη δυνατότητα να βλέπουμε συγχρόνως το σχέδιό μας από διάφορες οπτικές γωνίες. Είναι, όμως, πολύ χρήσιμη και σε μεγάλα σχέδια σε δύο διαστάσεις, αφού επιτρέπει να βλέπουμε συγχρόνως δύο τμήματα του σχεδίου μας, που ενδέχεται να είναι πολύ μακριά το ένα από το άλλο.

Ο αριθμός και η διάταξη των παραθύρων αυτών στην οθόνη καθορίζονται από τις σχετικές παραμέτρους. Μάλιστα, πολλές από τις παραμέτρους θέασης που εξετάσαμε έως τώρα αναφέρονται σε ένα παράθυρο. Άρα, όταν έχουμε τη δυνατότητα να βλέπουμε το σχέδιο μας από πολλά παράθυρα, ο υπολογιστής θα πρέπει να διατηρεί χωριστά από ένα σύνολο τέτοιων παραμέτρων για κάθε παράθυρο. Ορισμένες παράμετροι, όμως, είναι σκόπιμο να είναι κοινές σε όλα τα παράθυρα (όπως, για παράδειγμα, τα ορατά και αόρατα αντικείμενα κατά τη διάρκεια της σχεδίασης).

17.2. Οι διαδικασίες

17.2.1. Μετακίνηση του «χαρτιού»

Με τη διαδικασία αυτή εντοπίζουμε το μέρος του σχεδίου που θέλουμε να φαίνεται. Μπορούμε να φανταστούμε ότι μετακινούμε το «χαρτί» μας κάτω από το «παράθυρο» μέσα από το οποίο βλέπουμε το σχέδιο ή, πιο ποιητικά, ότι κοιτάζουμε από ένα «γυαλί πυροφανιού», καθώς πλέουμε πάνω από το σχέδιο μας.

Πολλά προγράμματα επιτρέπουν να κάνουμε αυτή τη μετακίνηση δυναμικά, ώστε να μπορούμε να ελέγχουμε συνεχώς ποια στοιχεία φαίνονται στην εκάστοτε θέση.

17.2.2. Κεντράρισμα

Το κεντράρισμα ενός παραθύρου είναι μια ειδική περίπτωση μετακίνησης του «χαρτιού», κατά την οποία ορίζουμε ποιο σημείο θέλουμε να είναι στο κέντρο της οθόνης μας.

17.2.3. Αλλαγή φαινόμενου μεγέθους

Με τη διαδικασία αυτή μπορούμε να μεγεθύνουμε ή να σμικρύνουμε την εικόνα του σχεδίου μας, αλλάζοντας, έτσι, την έκταση που φαίνεται στην οθόνη μας.

Πολλά προγράμματα επιτρέπουν να κάνουμε αυτή τη μετακίνηση δυναμικά, ώστε να μπορούμε να ελέγχουμε, συνεχώς, ποια στοιχεία φαίνονται στην εκάστοτε θέση.

Κλασικοί χειρισμοί για αλλαγή μεγέθους είναι οι εξής: προσδιορίζουμε μια ορθογωνική περιοχή στην οθόνη (την οποία το πρόγραμμα αναλαμβάνει να δείξει σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερη μεγέθυνση), δίνουμε ένα συντελεστή μεγέθυνσης (που μπορεί να είναι απόλυτος ή σχετικός ως προς την τρέχουσα μεγέθυνση) και ζητάμε

από το πρόγραμμα να εμφανίσει όλο το σχέδιο στην οθόνη, στη μεγαλύτερη δυνατή μεγέθυνση.

Προσδιορίζοντας δύο αντιδιαμετρικά σημεία μιας ορθογωνικής περιοχής στην οθόνη μας, μπορούμε να εστιάσουμε γρήγορα και με ακρίβεια στα αντικείμενα που περιέχονται στην περιοχή αυτή. Μπορούμε, έτσι, να χειριστούμε καλύτερα τις λεπτομέρειες. Σημειώνουμε ότι επειδή σπάνια ο λόγος των πλευρών της ορθογωνικής περιοχής συμπίπτει με το λόγο των πλευρών του παραθύρου στην οθόνη μας, ο συντελεστής μεγέθυνσης καθορίζεται από τη μία διάσταση, ενώ κατά την άλλη διάσταση περιλαμβάνονται στο παράθυρο και ορισμένα αντικείμενα εκτός περιοχής.

Ορισμένα προγράμματα δίνουν τη δυνατότητα να επανέλθουμε στην προηγούμενη θέαση, κάτι που είναι συχνά χρήσιμο και ως ενδιάμεσο βήμα, όταν θέλουμε, στη συνέχεια, να δούμε σε μεγέθυνση κάποια άλλη περιοχή.

Δίνοντας ένα συντελεστή σχετικής μεγέθυνσης μπορούμε να μεγεθύνουμε (ή να σμικρύνουμε) μια περιοχή του σχεδίου επί τον συντελεστή. Διπλασιάζουμε, δηλαδή, ή υποδιπλασιάζουμε ή τριπλασιάζουμε ή ελαττώνουμε ελαφρά (π.χ. στο 90%) και ούτω καθεξής τα φαινόμενα μεγέθη των αντικειμένων στην οθόνη διατηρώντας το κέντρο της.

Τέλος, ένας εποπτικός τρόπος διαχείρισης κατά τον οποίο μπορεί κανείς να μεταβάλει και το κέντρο και τη μεγέθυνση είναι με τη μέθοδο της «αεροφωτογραφίας». Σε ένα χωριστό μικρό παράθυρο φαίνεται ολόκληρο το σχέδιο, σαν αεροφωτογραφία, και σημειώνεται το ορατό μέρος της οθόνης. Ελέγχουμε και καθορίζουμε τις απόψεις από την αεροφωτογραφία, αλλά και κάθε φορά που αλλάζουμε μια άποψη με οποιονδήποτε τρόπο, αναπροσαρμόζεται και η αεροφωτογραφία.

17.2.4. Περιστροφή του «χαρτιού»

Ανάλογα με το πρόγραμμα η λειτουργία αυτή μπορεί να γίνεται με άμεσο ή έμμεσο τρόπο. Είναι, δηλαδή, πιθανόν να μην υπάρχει εντολή που να επιτρέπει να περιστρέψουμε το «χαρτί», αλλά να υπάρχει η δυνατότητα η άποψη του σχεδίου να «παρακολουθεί» τον προσανατολισμό του συστήματος συντεταγμένων που ισχύει κάθε στιγμή.

17.2.5. Καθορισμός ορατών αντικειμένων

Ανάλογα με τις δυνατότητες του προγράμματος οι αντίστοιχες διαδικασίες μπορεί να αναφέρονται στα ίδια τα αντικείμενα του σχεδίου (τα χαρακτηρίζει, δηλαδή, κανείς ορατά ή αόρατα) ή σε οργανωτικά στοιχεία που με τη σειρά τους ρυθμίζουν αν τα αντικείμενα που τους «ανήκουν» θα είναι ορατά ή όχι (π.χ. «παγώνει» ο χρήστης ένα διαφανές σχεδίασης, με αποτέλεσμα να αγνοούνται όλα τα αντικείμενα που βρίσκονται σχεδιασμένα σε αυτό). Ο δεύτερος αυτός τρόπος είναι προτιμώ-

τερος, επειδή δίνει μεγαλύτερη ευχέρεια συνολικού χειρισμού αντικειμένων, αλλά προϋποθέτει συστηματικότερη οργάνωση του σχεδίου.

17.2.6. Απόκρυψη αντικειμένων

Η διαδικασία της απόκρυψης αντικειμένων στον τρισδιάστατο χώρο, όταν αυτά βρίσκονται το ένα πίσω από το άλλο (σύμφωνα με τον τρόπο που κοιτάζουμε το σχέδιο τη στιγμή εκείνη), είναι χρονοβόρα. Αντί να σχεδιαστούν κατευθείαν όλα τα σχεδιασμένα αντικείμενα, χρειάζεται να υπολογιστεί για το καθένα ποια τμήματά του κρύβονται πίσω από κάποιο άλλο αντικείμενο. Όσο πιο πολλά, πιο πολύπλοκα και αλληλοτεμνόμενα αντικείμενα υπάρχουν στο σχέδιο τόσο περισσότεροι είναι οι σχετικοί υπολογισμοί και, συνεπώς, τόσο περισσότερος χρόνος απαιτείται.

Ορισμένα προγράμματα παρέχουν τρόπους «πρόχειρης» απόκρυψης αντικειμένων, που είναι ταχύτεροι και λειτουργούν σωστά στις περισσότερες αλλά όχι σε όλες τις περιπτώσεις.

17.2.7. Ρυθμίσεις προοπτικής

Οι σχετικές διαδικασίες επιτρέπουν, συνήθως, το δυναμικό προσδιορισμό των παραμέτρων της προοπτικής. Επειδή η δυναμική σχεδίαση μιας πολύπλοκης σκηνής, καθώς τροποποιούνται οι παράμετροι απαιτεί πολύ χρόνο, ορισμένα προγράμματα δίνουν ένα πρότυπο σχήμα, για να πειραματίζεται κανείς ή επιτρέπουν στο χρήστη να επιλέξει ορισμένα στοιχεία από το σχέδιο, ώστε να ελαττώνεται η πολυπλοκότητα της δυναμικά αναδημιουργούμενης σκηνής.

17.2.8. Ρυθμίσεις τρόπου απεικόνισης

Οι ρυθμίσεις αυτές εκτός από τη βασική μορφή του τρόπου απεικόνισης ενδέχεται να καθορίζουν και άλλα χαρακτηριστικά (όπως, για παράδειγμα, ποια μέθοδος θα χρησιμοποιηθεί, για να υπολογιστούν φωτοσκιάσεις, πόσες ανακλάσεις στις επιφάνειες θα εκτιμηθούν κατά τους υπολογισμούς μιας φωτορεαλιστικής απεικόνισης κτλ.).

17.2.9. Ονοματισμένες απόψεις

Ορισμένα προγράμματα δίνουν τη δυνατότητα να ονοματίσουμε απόψεις του σχεδίου μας. Αυτό σημαίνει ότι ανακαλώντας μια από τις «επώνυμες» αυτές απόψεις έχουμε τη δυνατότητα να ανατρέξουμε στον τρόπο θέασης που επιθυμούμε, χωρίς να χρειάζεται να ρυθμίσουμε εξ αρχής τις σχετικές παραμέτρους (κέντρο, μεγέθυνση, γωνία κτλ.). Επιλέγοντας χαρακτηριστικά ονόματα μπορεί να διευκολυνθούμε σημαντικά, ιδιαίτερα σε μεγάλα και πολυσύνθετα σχέδια.

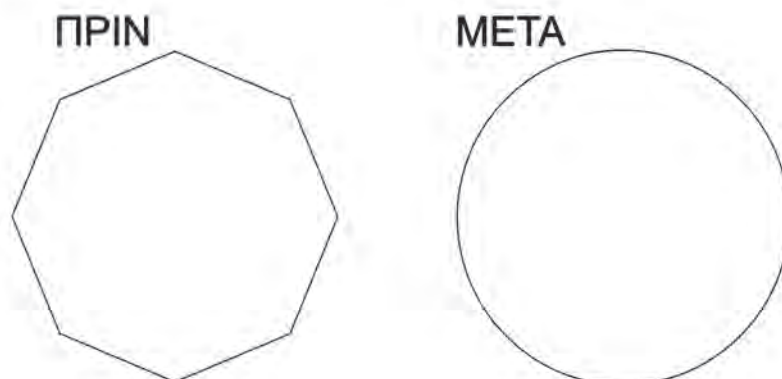
17.2.10. Γενικές παρατηρήσεις

Κατά κανόνα, κάθε φορά που κλείνουμε ένα σχέδιο αρχείου, αποθηκεύεται (σώζεται) η τρέχουσα άποψη κατά τη στιγμή του κλεισίματος.

Μπορούμε να έχουμε διαφορετικές απόψεις συγχρόνως, χωρίζοντας την οθόνη σε ανάλογα τμήματα. Κάθε στιγμή μία μόνο άποψη μπορεί να είναι τρέχουσα. Σχεδιάζοντας ή τροποποιώντας κάτι στην τρέχουσα άποψη βλέπουμε να γίνονται αλλαγές και στις υπόλοιπες απόψεις.

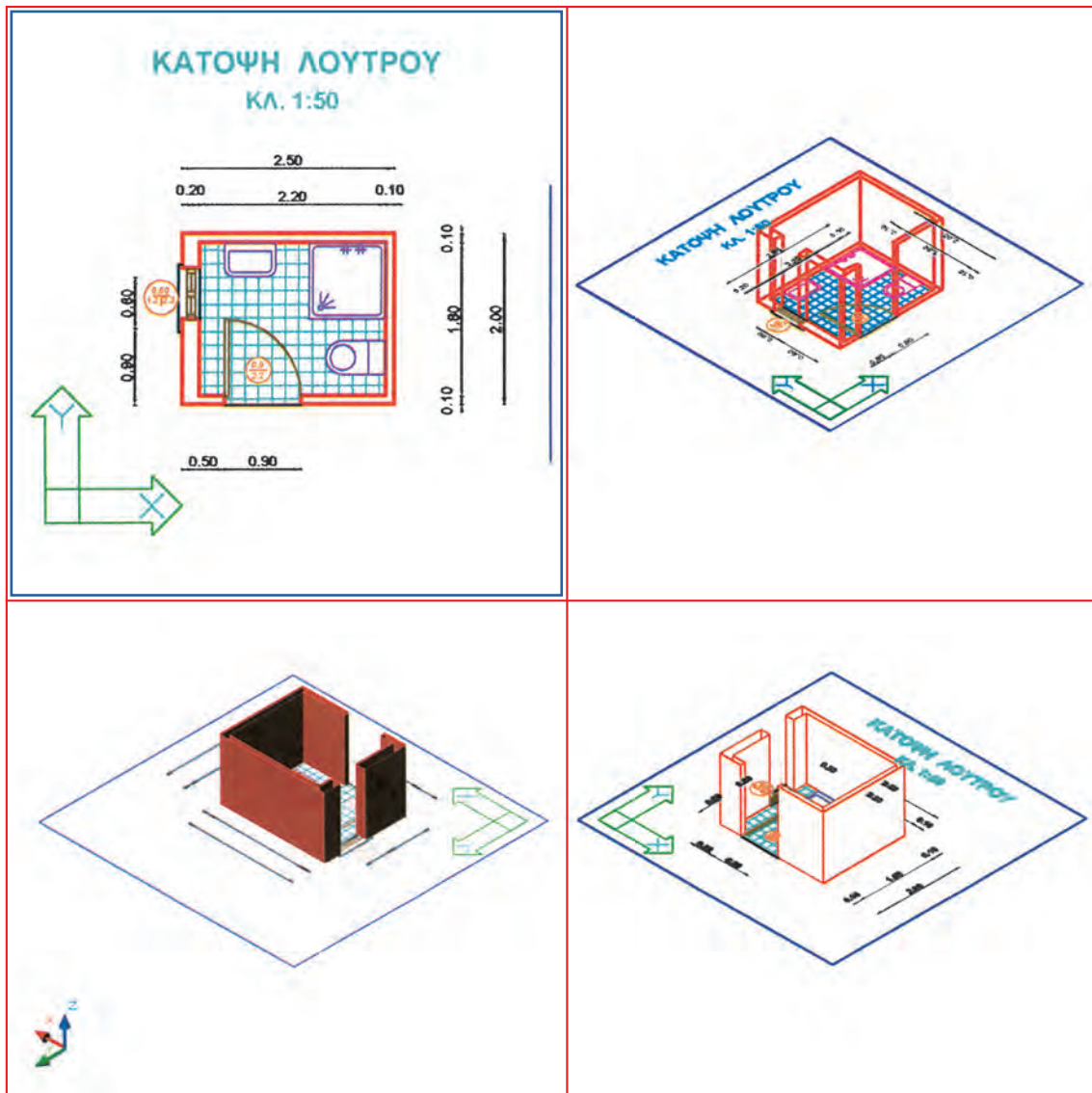
Μερικές φορές, τη στιγμή που αλλάζουμε τον τρόπο θέασης τα αντικείμενα χάνονται προσωρινά από την οθόνη. Αυτό συμβαίνει όταν το πρόγραμμα εξετάζει ένα προς ένα όλα τα σχεδιασμένα αντικείμενα, προκειμένου να «αναγεννήσει» την εικόνα τους, σύμφωνα με τις νέες παραμέτρους που του δώσαμε. Ο υπολογισμός αυτός της νέας εικόνας ενδέχεται (ανάλογα με τις παραμέτρους της αμέσως προηγούμενης εικόνας) να είναι χρονοβόρα διαδικασία, και τότε παρουσιάζεται αυτή η καθυστέρηση, ώσπου τα αντικείμενα που υπάρχουν να εμφανιστούν στην οθόνη, σύμφωνα με τις νέες παραμέτρους.

Ορισμένα προγράμματα δίνουν τη δυνατότητα να επιβάλουμε εμείς στο πρόγραμμα να «αναγεννήσει» μια άποψη, αν για κάποιο λόγο δεν τη θεωρήσουμε ικανοποιητική. Μια τέτοια περίπτωση, κατά την οποία μπορεί να ζητήσουμε αναγέννηση του σχεδίου, είναι όταν έχει επιλέξει το πρόγραμμα να παριστάνει έναν κύκλο με πολύγωνο, που όμως δεν έχει αρκετές πλευρές (σχήμα 194).



17.3. Πολλά παράθυρα απόψεων ενός σχεδίου σε μια οθόνη

Στη σχεδίαση σε τρεις διαστάσεις συμβαίνει συχνά να μην μπορούμε εύκολα να διαπιστώσουμε τα αποτελέσματα των ενεργειών μας, επειδή βλέπουμε το σχέδιό μας στη (δισδιάστατη) απεικόνιση της οθόνης μας. Στις περιπτώσεις των σχημάτων 1 έως 4, για παράδειγμα, αν κοιτάμε το σχέδιο κάθετα στο επίπεδο ΧΨ (όπως συνήθως είναι μια κάτοψη), δεν μπορούμε να διακρίνουμε τις διαφοροποιήσεις του ύψους και του υψομέτρου των στοιχείων. Είναι χρήσιμο, λοιπόν, να μπορούμε να παρατηρούμε το σχέδιό μας και από διαφορετική οπτική γωνία.



Σχήμα 195

Χρειαζόμαστε, δηλαδή, να βλέπουμε το σχέδιο σε ορθή προβολή «σε κάτοψη», όπως έχουμε συνηθίσει. Παράλληλα όμως, χρειαζόμαστε να το βλέπουμε και υπό κάποια γωνία, η οποία μας επιτρέπει να αντιλαμβανόμαστε εύκολα τις τροποποιήσεις που γίνονται κάθετα προς το επίπεδο της κάτοψης (και, συνεπώς, είναι αόρατες σε αυτήν). Αυτό το εξασφαλίζουμε δημιουργώντας περισσότερα παράθυρα και διαφοροποιώντας τη γωνία παρατήρησης του σχεδίου στο καθένα από τα παράθυρα αυτά.

Ορισμένα προγράμματα που εστιάζονται στην τρισδιάστατη σχεδίαση δίνουν από την αρχή περισσότερα παράθυρα με προκαθορισμένες από πριν όψεις.

Όταν έχουμε περισσότερα από ένα παράθυρα, υπάρχει πάντοτε ένα τρέχον παράθυρο στο οποίο παρεμβαίνουμε στο σχέδιο, ενώ τα υπόλοιπα απλώς ενημερώνονται για τις αλλαγές. Οποιαδήποτε στιγμή (ορισμένες φορές και κατά τη διάρκεια μιας εντολής) μπορούμε να ορίσουμε άλλο παράθυρο ως τρέχον. Η διαδικασία ορισμού του τρέχοντος παραθύρου είναι πολύ απλή: αρκεί η επιλογή του παραθύρου που θέλουμε.

Κάποια ένδειξη μας πληροφορεί για το ποιο είναι το τρέχον παράθυρο. Αυτή μπορεί να είναι η συνηθισμένη στα παραθυρικά προγράμματα χρωματική διαφοροποίηση της επικεφαλίδας του παραθύρου (όταν υπάρχει), μπορεί να είναι ένα εντονότερο πλαίσιο του παραθύρου, μια χρωματική διαφοροποίηση των στοιχείων που περιλαμβάνονται στο παράθυρο, η ανάδειξη του παραθύρου σαν να είχε πάχος (το παράθυρο αυτό φαίνεται τότε σαν πλακάκι κολλημένο στο επίπεδο των λοιπών παραθύρων) κτλ.

18

Προκαταρκτικές γνώσεις για τη σχεδίαση σε τρεις διαστάσεις

Με το τεχνικό σχέδιο συνήθως αποδίδουμε σε δύο διαστάσεις όψεις ή τομές τρισδιάστατων αντικειμένων. Οι όροι πρόσοψη, πλάγια και οπίσθια όψη, κάτοψη και τομή συχνά προσδιορίζουν σχέδια τρισδιάστατων κτιρίων. Στόχος είναι από μια πλήρη σειρά δισδιάστατες απεικονίσεις να μπορεί κανείς να σχηματίσει ολοκληρωμένη εικόνα του τρισδιάστατου αντικειμένου το οποίο αυτές αναπαριστούν. Καθένα, δηλαδή, από τα δισδιάστατα αυτά σχέδια δίνει μια μερική εικόνα, αλλά όλα μαζί συνθέτουν (ή τουλάχιστον πρέπει να συνθέτουν) την πλήρη εικόνα του αντικειμένου.

Μάλιστα, έχουν διαμορφωθεί κανόνες που καθορίζουν ποια σχέδια αποτελούν μια πλήρη σειρά σχεδίων, πώς σχεδιάζεται και τι στοιχεία περιλαμβάνει καθένα από τα σχέδια αυτά και πώς συμβολίζεται κάθε στοιχείο. Πρέπει, εδώ, να υπενθυμίσουμε ότι τα τεχνικά σχέδια δεν είναι ρεαλιστικές απεικονίσεις του αντικειμένου αλλά συμβολικές με βάση τους παραπάνω κανόνες. Περιλαμβάνουν, εκτός από τη σχηματική αναπαράσταση κάποιας όψης ή τομής του αντικειμένου, και πρόσθετες πληροφορίες γραμμένες πάνω στο σχέδιο (διαστάσεις, υψόμετρα, χαρακτηρισμούς χώρων και υλικών κτλ.)

Μερικές φορές, από λάθος του σχεδιαστή, συμβαίνει ορισμένα σχέδια του ίδιου αντικειμένου να μη συμφωνούν μεταξύ τους. Πρέπει, τότε, να διευκρινιστεί πού υπάρχουν λάθη και να διορθωθούν.

Το CAD δίνει τη δυνατότητα κατασκευής, σύνθεσης και επεξεργασίας τρισδιάστατων σχημάτων. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι, κατά κανόνα, τα τρισδιάστατα σχήματα στο CAD δεν υποκαθιστούν (ακόμη) τα σχέδια σε δύο διαστάσεις. Τα περισσότερα προγράμματα, δηλαδή, δεν υποστηρίζουν την παραγωγή πλήρων σχεδίων (κατόψεων, όψεων και τομών) από το τρισδιάστατο μοντέλο. Παρέχουν, όμως, τη σωστή βάση για μια σειρά σχεδίων, τα οποία μπορεί να επεξεργαστεί και να εμπλουτίσει ο σχεδιαστής. Τα σχέδια αυτά έχουν το πλεονέκτημα ότι δε είναι δυνατόν να εμφανίζουν ασυνέπεια μεταξύ τους (επειδή παράγονται από το ίδιο στερεό).

Παρέχουν, όμως, τα τρισδιάστατα σχέδια CAD και μια άλλη συναρπαστική δυνατότητα. Μπορεί κανείς να «ζει» το δημιουργημά του, πριν ακόμη το υλοποιήσει. Αν, για παράδειγμα, σχεδιάσει ένα κτίσμα σε τρισδιάστατο CAD, μπορεί να περιφέρεται γύρω του και μέσα του, να το βλέπει με διάφορους φωτισμούς και σε διάφορες εποχές. Συχνά, μάλιστα, ο μελετητής ενός κτιρίου συνδυάζει το τρισδιάστατο μοντέλο με φωτογραφίες του χώρου που θα το περιβάλλει, δίνοντας, έτσι, μια καλύτερη εικόνα του μελλοντικού κτίσματος στο φυσικό του χώρο.

18.1. Αξονομετρική προβολή

Στη σχεδίαση με το χέρι η αξονομετρική απεικόνιση αποτελεί έναν εύκολο και αποτελεσματικό τρόπο, για να δοθεί η εντύπωση του τρισδιάστατου αντικειμένου. Στη σχεδίαση CAD η αξονομετρική απεικόνιση δεν αποτελεί αυτοσκοπό. Μετά τη σχεδίαση του αντικειμένου σε δύο ή σε τρεις διαστάσεις είναι εύκολο να το παρατηρήσει κανείς από οποιαδήποτε οπτική γωνία, σε προοπτική ή ορθή προβολή και, άρα, και σε αξονομετρική προβολή.

Δεν υπάρχει, συνεπώς, στο CAD ο λόγος της ευκολίας, που οδήγησε στην επικράτηση της σχεδίασης σε αξονομετρική προβολή, και αρκετά προγράμματα χρησιμοποιούν προοπτικές προβολές, που απεικονίζουν τα αντικείμενα ρεαλιστικότερα.

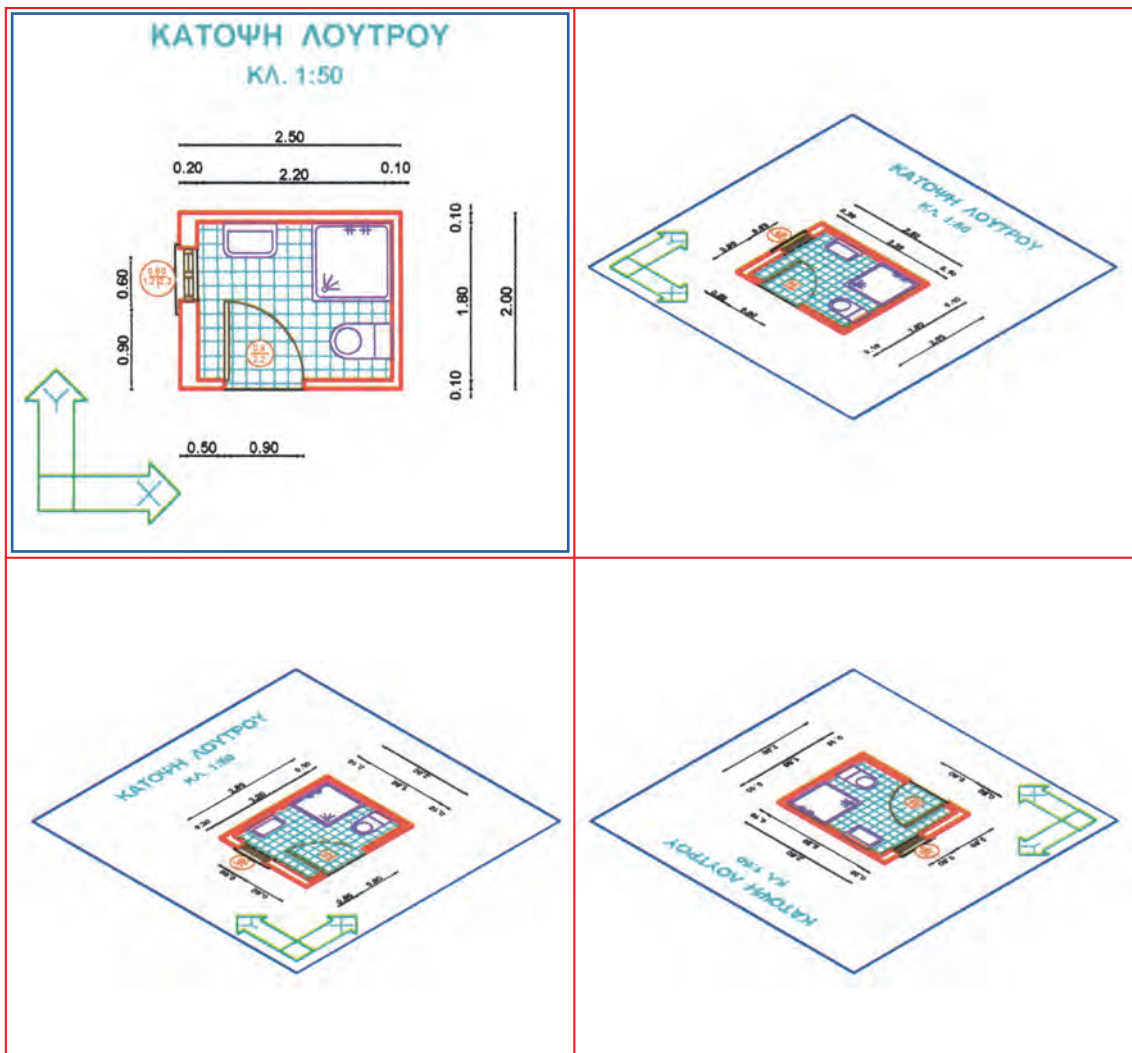
Στο σχήμα 196 φαίνονται η κάτοψη του λουτρού του κεφαλαίου 10 και διάφορες απόψεις ισομετρικών αξονομετρικών προβολών της. Με την πολλαπλή αυτή θεώρηση του ίδιου σχεδίου, διευκολυνόμαστε να προχωρήσουμε στη συμπλήρωση του σχεδίου στο χώρο, όπως θα δούμε σε επόμενα κεφάλαια.

18.2. Σχεδίαση σε δυόμισι διαστάσεις

Έως τώρα είδαμε σχέδια σε δύο διαστάσεις. Τα σημεία των σχεδίων αυτών ορίζουμε συνήθως με τις συντεταγμένες τους X και Y (βλ. «Κεφάλαιο 5.2 Καρτεσιανές συντεταγμένες», σελ. 32). Στον τρισδιάστατο χώρο τα σημεία ορίζονται με τρεις συντεταγμένες: τις γνωστές μας X και Y και τη συντεταγμένη Z , που εκφράζει πόσο απέχει το σημείο από το επίπεδο XY .

Τα πρώτα προγράμματα CAD μπορούσαν να παράγουν και να διαχειρίζονται μόνο σχέδια σε δύο διαστάσεις, παρ' ότι σε αρκετές περιπτώσεις υπήρχε η ανάγκη τρισδιάστατης απεικόνισης. Όμως, για τη σχεδίαση σε τρεις διαστάσεις χρειάζονται και ισχυρότεροι υπολογιστές και πολύ πιο σύνθετα προγράμματα.

Υπήρξε, λοιπόν, στο διάστημα πριν από την τρισδιάστατη σχεδίαση CAD μια μέση λύση, που χαρακτηρίστηκε σχεδίαση σε δυόμισι διαστάσεις. Στη σχεδίαση σε δυόμισι διαστάσεις παράγονται ουσιαστικά δισδιάστατα σχέδια, μόνο που παρέχεται



Σχήμα 196

στο σχεδιαστή η δυνατότητα να τοποθετεί τα διάφορα στοιχεία σε όποιο υψόμετρο επιθυμεί και να τους δίνει και ύψος (κατά τον άξονα Z, τον κάθετο στο επίπεδο ΧΨ).

Αυτός ο τρόπος σχεδίασης, χωρίς να είναι πραγματική σχεδίαση σε τρεις διαστάσεις (δεν μπορεί, δηλαδή, να σχεδιαστεί ένα ευθύγραμμο τμήμα με διαφορετικό υψόμετρο στα δύο άκρα του), έδινε σε αρκετές περιπτώσεις ικανοποιητικά αποτελέσματα. Ιδιαίτερα στο οικοδομικό σχέδιο, όπου οι τοίχοι είναι στην πλειονότητά τους κατακόρυφοι, και πολλά έπιπλα μπορούν να προσεγγιστούν με κυβοειδή, η σχεδίαση σε δύο διαστάσεις αποδείχτηκε ιδιαίτερα εύχρηστη.

Σήμερα, πολλά προγράμματα υποστηρίζουν πλέον πραγματική τρισδιάστατη σχεδίαση με δυνατότητες δημιουργίας και επεξεργασίας στερεών όπως οι σφαίρες,

οι πυραμίδες, τα τετράεδρα, οι κώνοι, που δεν μπορούν να δημιουργηθούν στις δυόμισι διαστάσεις.

Χρησιμοποιούμε όμως ακόμη, ιδιαίτερα στο οικοδομικό σχέδιο, τη σχεδίαση σε δυόμισι διαστάσεις, επειδή επιτρέπει στις περισσότερες περιπτώσεις κτιρίων να δημιουργήσουμε πολύ εύκολα από την κάτοψη μια πολύ ικανοποιητική προσέγγιση της εικόνας του αντίστοιχου ορόφου στο χώρο.

Στη συνέχεια, θα δούμε πώς δημιουργούμε ένα σχέδιο σε δυόμισι διαστάσεις, προσδιορίζοντας το ύψος των αντικειμένων και το υψόμετρο της βάσης τους.

18.2.1. Το ύψος των αντικειμένων και πώς καθορίζεται

Σχεδόν πάντοτε ένα σχέδιο σε δύο διαστάσεις είναι ευκολότερο στη σύλληψη και στην εκτέλεση από ένα σχέδιο σε τρεις διαστάσεις. Γι' αυτό και αρκετές φορές δημιουργούμε τρισδιάστατα σχέδια ως σύνθεση σχεδίων δύο διαστάσεων. Η απλούστερη τέτοια διαδικασία είναι όταν σε ένα σχέδιο σε δύο διαστάσεις (π.χ. σε μια κάτοψη) ορίζουμε ύψος για τα διάφορα στοιχεία που το αποτελούν.

Με βάση όσα είδαμε έως τώρα στη σχεδίαση σε δύο διαστάσεις, μπορούμε να φανταστούμε ότι το να δώσουμε ύψος στα αντικείμενα αποτελεί τροποποίησή τους, και συνεπώς περιμένουμε να γίνεται με κάποια εντολή τροποποίησης.

Πράγματι, ορισμένα προγράμματα επιτρέπουν να τροποποιεί ο σχεδιαστής το ύψος διάφορων σχεδιασμένων αντικειμένων (δηλαδή το μέγεθός τους κατά τον άξονα Ζ).

Επιτρέπουν όμως, επίσης, να ορίζει εκ των προτέρων ο σχεδιαστής το επιθυμητό ύψος για τα στοιχεία που θα σχεδιάσει. Όλα τα στοιχεία που σχεδιάζονται μετά από αυτή τη ρύθμιση έχουν το προκαθορισμένο αυτό ύψος.

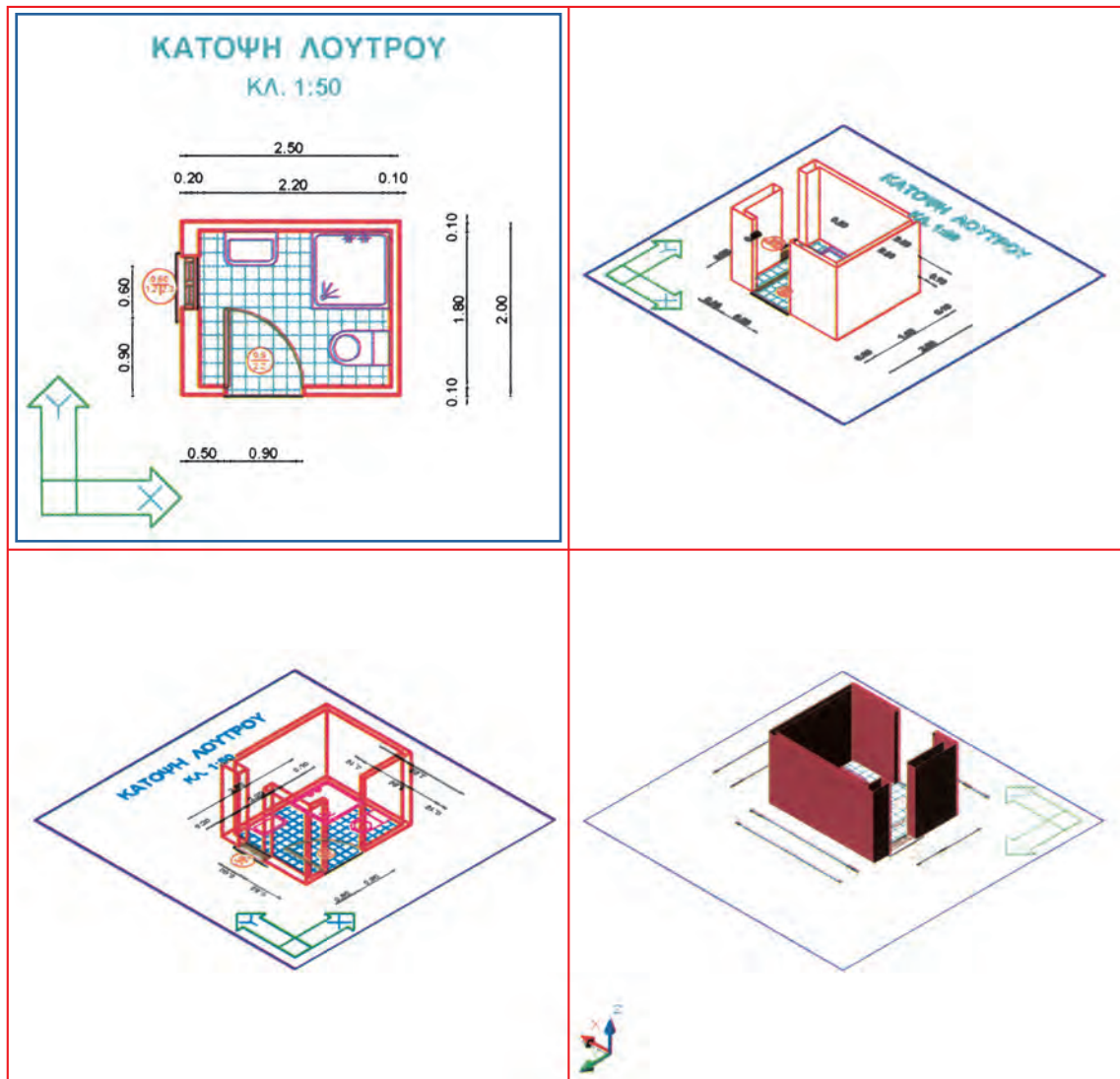
Κατά κανόνα, όταν σχεδιάζουμε στις δύο διαστάσεις, το ύψος των αντικειμένων είναι προκαθορισμένο να είναι μηδενικό.

Δίνοντας τα αντίστοιχα ύψη στους τοίχους σε μια κάτοψη, δημιουργούμε μια ικανοποιητική πρώτη προσέγγιση στο τρισδιάστατο μοντέλο, που μας επιτρέπει να παρατηρήσουμε καλύτερα το χώρο από διάφορες οπτικές γωνίες.

Στο σχήμα 197 έχει δοθεί ενδεικτικά ύψος στους τοίχους του λουτρού. Για να έχουμε καλύτερη αντίληψη του αντικειμένου, μπορούμε, ενεργοποιώντας τις αντίστοιχες διαδικασίες κάθε προγράμματος, να επιλέξουμε την απόκρυψη στοιχείων από τους τοίχους ή και την παρουσίαση των τοίχων με σκιάσή τους.

18.2.2. Το υψόμετρο βάσης των αντικειμένων

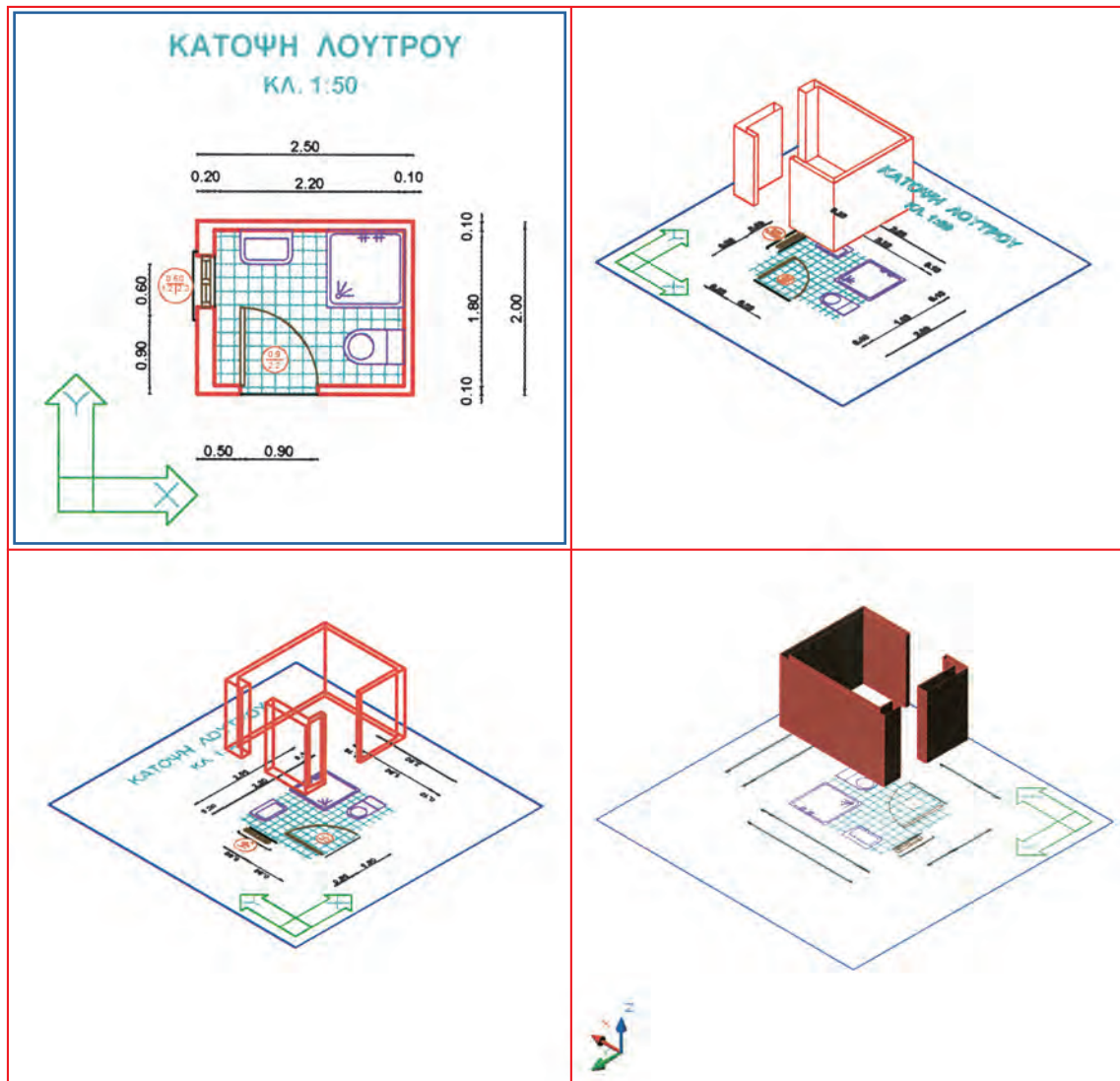
Το υψόμετρο της βάσης ενός αντικειμένου είναι το ύψος από το επίπεδο ΧΨ, στο οποίο βρίσκεται το κατώτατο σημείο του αντικειμένου. Ορισμένα προγράμματα



Σχήμα 197

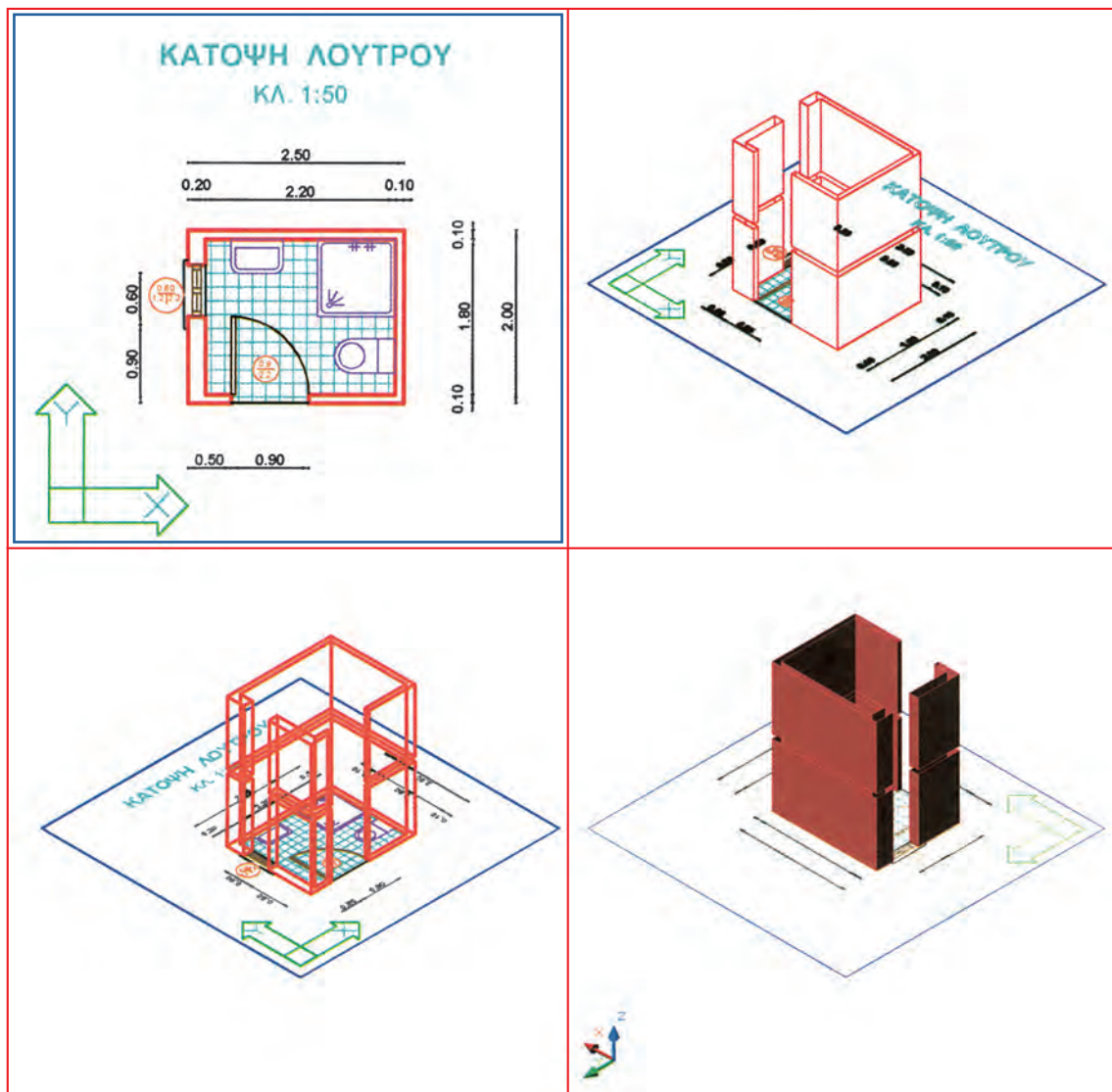
δίνουν τη δυνατότητα να προκαθορίσει ο σχεδιαστής μια τιμή για το υψόμετρο αυτό, με αποτέλεσμα όλα τα αντικείμενα που σχεδιάζει να τοποθετούνται όχι στο επίπεδο ΧΨ αλλά σε ένα επίπεδο με συντεταγμένη Z (θετική ή αρνητική) όσο το προκαθορισμένο υψόμετρο. Όταν η τιμή του υψομέτρου έχει προκαθοριστεί μηδενική (πράγμα που συνήθως συμβαίνει), η σχεδίαση γίνεται πάνω στο επίπεδο ΧΨ.

Βέβαια, το υψόμετρο της βάσης των αντικειμένων μπορεί να αλλάξει και αφού αυτά σχεδιαστούν. Επειδή πρόκειται για μια ειδική τροποποίηση που παρείχαν και τα παλιότερα προγράμματα, που δεν υποστήριζαν σχεδίαση σε τρεις διαστάσεις, μερικά προγράμματα διατηρούν ακόμη εντολή τροποποίησης του υψομέτρου. Ο γενικότερος, όμως, τρόπος είναι με τη διαδικασία μετακίνησης, με διάνυσμα μετακίνησης κατά τον άξονα Z.



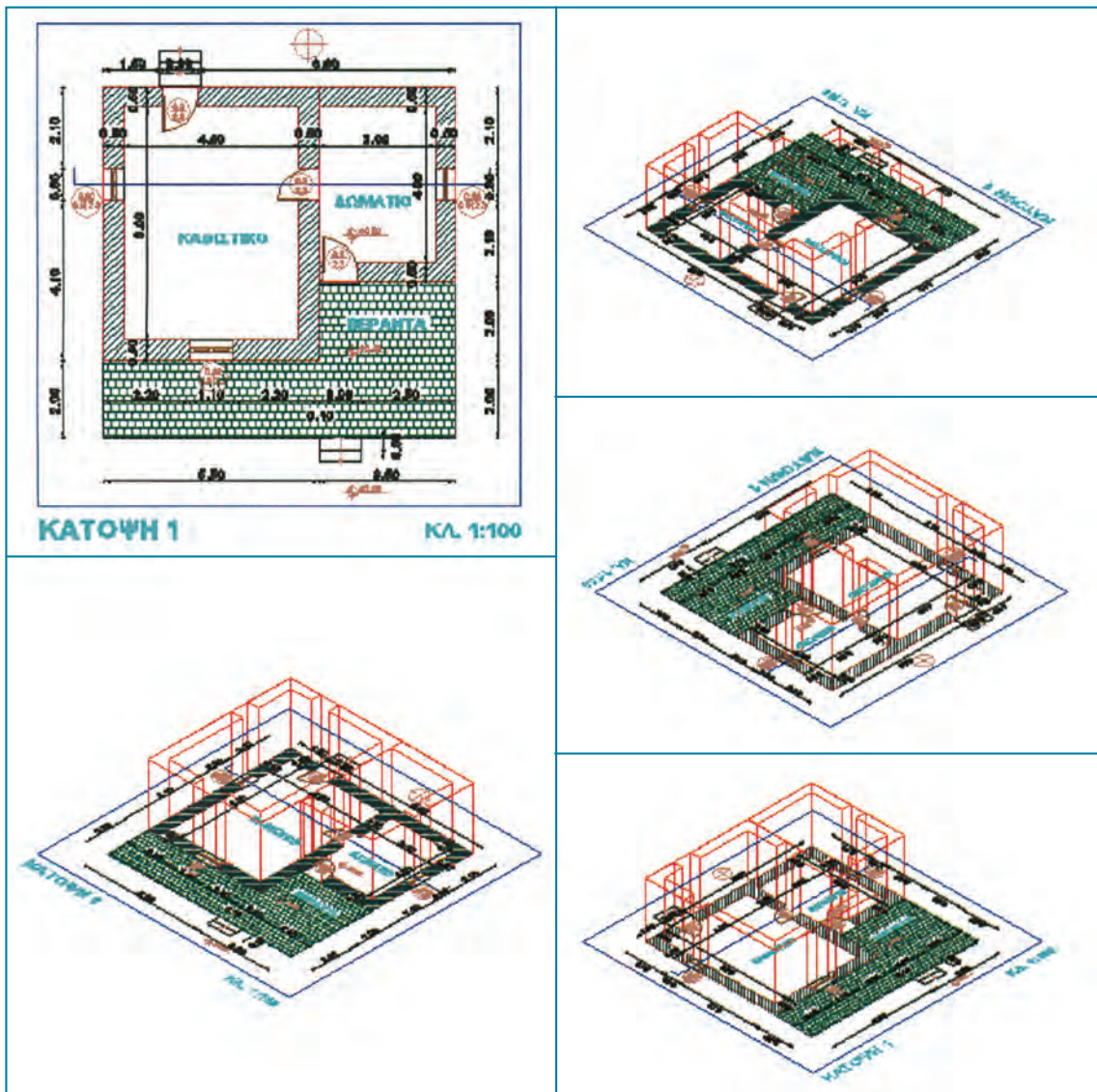
Σχήμα 198

Την τεχνική αυτή μεταχειριζόμαστε συχνά για να δημιουργήσουμε τοίχους σε διάφορους ορόφους. Στο σχήμα 198 έχει δοθεί υψόμετρο στους τοίχους του σχήματος 197, ώστε να φανεί εποπτικά η λειτουργία αυτή. Στο σχήμα 199 φαίνεται η αντίστοιχη διώροφη διάταξη.



Σχήμα 199

2. Ανοίξτε το αρχείο ΚΑΤΟΨΗ1. Δημιουργήστε πέντε παράθυρα απόψεων και δείτε την κάτοψη από διάφορες θέσεις όπως στο σχήμα. Δώστε ύψη στους τοίχους. Σώστε το αρχείο με το όνομα ISOM-2.



19

Συντεταγμένες στο χώρο

Όπως όταν σχεδιάζουμε σε δύο διαστάσεις, έτσι και στην τρισδιάστατη σχεδίαση χρειάζεται να προσδιορίζουμε με ακρίβεια τη θέση κάθε σημείου. Και στις τρεις διαστάσεις καθορίζουμε τη θέση των σημείων χρησιμοποιώντας ένα σύστημα αναφοράς και τα σχετικά συστήματα συντεταγμένων. Τα συστήματα συντεταγμένων στις τρεις διαστάσεις είναι αντίστοιχα με εκείνα του δισδιάστατου χώρου, με πρόβλεψη για μια ακόμη διάσταση.

Στη συνέχεια, θα εξετάσουμε τα διάφορα συστήματα συντεταγμένων, που χρησιμοποιούμε για σχεδίαση σε τρεις διαστάσεις.

19.1. Καρτεσιανές συντεταγμένες στο χώρο

Το καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων στο χώρο ορίζεται και χρησιμοποιείται όπως και το αντίστοιχο σύστημα στις δύο διαστάσεις. Μόνο που διαθέτει έναν ακόμη άξονα, τον Z . Η αρχή των αξόνων είναι το σημείο $0, 0, 0$ δηλαδή το σημείο του οποίου και οι τρεις συντεταγμένες (X , Ψ και Z) είναι 0 . Οποιοδήποτε σημείο του χώρου προσδιορίζεται μονοσήμαντα από μια τριάδα αριθμών, που αντιστοιχούν στις συντεταγμένες X , Ψ , Z .

19.2. Πολικές συντεταγμένες στο χώρο

Είδαμε στη σχεδίαση σε δύο διαστάσεις ότι, για να ορίσουμε ένα σημείο με πολικές συντεταγμένες, πρέπει να γνωρίζουμε την απόστασή του από το σημείο αναφοράς και τη γωνία που σχηματίζεται από τον άξονα X και το ευθύγραμμο τμήμα από το σημείο αναφοράς προς το οριζόμενο σημείο. Στο χώρο οι πολικές συντεταγμένες είναι δύο ειδών: κυλινδρικές και σφαιρικές.

19.2.1. Κυλινδρικές συντεταγμένες

Στις κυλινδρικές πολικές συντεταγμένες κάθε σημείο ορίζεται από την τριάδα ρ , ϕ , Z . Δηλαδή, ορίζεται η προβολή του στο βασικό επίπεδο σχεδίασης (το $X\Psi$) με

τις γνωστές πολικές συντεταγμένες των δύο διαστάσεων, και η απόσταση του σημείου από την προβολή του, δηλαδή η συντεταγμένη Z . Παρατηρήστε ότι η ακτίνα ρ δεν αντιστοιχεί στην απόσταση του σημείου αναφοράς από το σημείο αλλά από την προβολή του στο $\chi\psi$.

19.2.2. Σφαιρικές συντεταγμένες

Στις σφαιρικές πολικές συντεταγμένες κάθε σημείο ορίζεται από την τριάδα ρ, ϕ, θ . Ο ορισμός αυτός ακολουθεί τη φιλοσοφία της σχεδίασης σε δύο διαστάσεις. Η ακτίνα ρ είναι η απόσταση του σημείου από την αρχή των αξόνων, η γωνία ϕ είναι η γωνία της προβολής του ρ στο $\chi\psi$ με τον άξονα X , ενώ η γωνία θ είναι η γωνία του ρ και της προβολής του.

19.3. Σχετικές συντεταγμένες

Εκτός από τις απόλυτες συντεταγμένες, χρησιμοποιούνται συχνά στο τρισδιάστατο σχέδιο και οι σχετικές συντεταγμένες. Αυτές ορίζονται ως προς κάποιο σημείο όπως και οι σχετικές συντεταγμένες στις δύο διαστάσεις. Στη συνέχεια, θα εξετάσουμε τις διάφορες περιπτώσεις σχετικών συντεταγμένων.

19.3.1. Σχετικές καρτεσιανές συντεταγμένες

Οι σχετικές καρτεσιανές συντεταγμένες ορίζονται ως προς κάποιο σημείο αφετηρίας, που μπορεί να είναι οποιοδήποτε σημείο στο χώρο. Όπως και στις δύο διαστάσεις, οι σχετικές συντεταγμένες ενός σημείου δεν είναι παρά η διαφορά ($\Delta x, \Delta \psi$) των απόλυτων συντεταγμένων του σημείου μείον τις απόλυτες συντεταγμένες της αφετηρίας μέτρησης. Δηλαδή:

$$\begin{aligned} X_{\text{σχετικό}} &= \Delta x = X_{\text{σημείου}} - X_{\text{αφετηρίας}} , \\ \psi_{\text{σχετικό}} &= \Delta \psi = \psi_{\text{σημείου}} - \psi_{\text{αφετηρίας}} , \\ \text{και } Z_{\text{σχετικό}} &= \Delta Z = Z_{\text{σημείου}} - Z_{\text{αφετηρίας}} . \end{aligned}$$

19.3.2. Σχετικές κυλινδρικές και σφαιρικές συντεταγμένες

Οι σχετικές πολικές συντεταγμένες ορίζονται όπως οι αντίστοιχες απόλυτες (κυλινδρικές ή σφαιρικές), μόνο που αντί να θεωρούμε ως αφετηρία το $0, 0, 0$ θεωρούμε ένα οποιοδήποτε σημείο αναφοράς.

20

Αλλαγή συστήματος συντεταγμένων

Έως τώρα εξετάσαμε τα διάφορα είδη συντεταγμένων, που χρησιμοποιούμε για να προσδιορίζουμε σημεία, και είδαμε ότι επιλέγουμε το είδος των συντεταγμένων που χρησιμοποιούμε ανάλογα με την περίπτωση.

Σ' αυτό το κεφάλαιο θα εξετάσουμε τα συστήματα συντεταγμένων που ορίζει ο χρήστης. Μπορούμε, δηλαδή, να τοποθετούμε τους άξονες X , Ψ , Z με αφετηρία οποιοδήποτε σημείο στο χώρο και με οποιονδήποτε προσανατολισμό. Κάθε τέτοια θέση του συστήματος των αξόνων είναι ένα διαφορετικό σύστημα συντεταγμένων.

Στη σχεδίαση στο χώρο τα συστήματα συντεταγμένων έχουν πολύ σημαντικό ρόλο. Κατασκευές που γίνονται πάρα πολύ δύσκολα στο συνηθισμένο (γενικό) σύστημα συντεταγμένων μπορεί να γίνουν με μεγάλη ευκολία, αν χρησιμοποιηθεί κάποιο άλλο σύστημα συντεταγμένων. Γι' αυτό και όλα τα προγράμματα που υποστηρίζουν σχεδίαση σε τρεις διαστάσεις δίνουν στο σχεδιαστή τη δυνατότητα να ορίζει και να χρησιμοποιεί διάφορα (δικά του) συστήματα συντεταγμένων.

20.1. Τρέχον σύστημα συντεταγμένων

Κάθε στιγμή, υπάρχει για το σχέδιό μας ένα τρέχον σύστημα συντεταγμένων, ως προς το οποίο προσδιορίζουμε εκείνη τη στιγμή οποιοδήποτε σημείο X , Ψ , Z . Αν δεν έχουμε ορίσει κάποιο άλλο σύστημα ως τρέχον σύστημα συντεταγμένων, τρέχον σύστημα είναι το γενικό σύστημα συντεταγμένων.

Εκτός από τις ευκολίες σχεδίασης που είδαμε προηγουμένως, το τρέχον σύστημα επηρεάζει και τα αντικείμενα που σχεδιάζονται. Για παράδειγμα, δύο ευθύγραμμα τμήματα, που ταυτίζονται μεν στο σχέδιο, επειδή η αρχή και το τέλος τους συμπίπτουν, αλλά σχεδιάστηκαν με τρέχοντα δύο μη παράλληλα συστήματα συντεταγμένων, δεν είναι ίδια. Αν τους προσδώσουμε ύψος, το καθένα θα υψωθεί κατά τη διεύθυνση του άξονα Z του συστήματος με το οποίο δημιουργήθηκε.

Ορίζουμε ποιο σύστημα συντεταγμένων θέλουμε να καταστήσουμε τρέχον, ενεργοποιώντας την αντίστοιχη διαδικασία, δηλαδή, με την αντίστοιχη εντολή. Το

σύστημα αυτό μπορεί να το έχουμε ήδη ορίσει προηγουμένως ή να το περιγράψουμε εκείνη τη στιγμή, προσδιορίζοντας πλήρως τη θέση του στο χώρο.

Και πρέπει να είναι απόλυτα ξεκαθαρισμένο ότι, όταν προσδιορίζουμε ένα σημείο δίνοντας τις καρτεσιανές, κυλινδρικές ή σφαιρικές συντεταγμένες του, οι συντεταγμένες αυτές προσδιορίζονται με βάση το τρέχον σύστημα συντεταγμένων.

Στη συνέχεια, θα εξετάσουμε αναλυτικότερα το γενικό σύστημα συντεταγμένων και τα συστήματα συντεταγμένων που μπορεί να ορίζει και να χρησιμοποιεί ο σχεδιαστής.

20.2. Γενικό σύστημα συντεταγμένων

Σε όλα τα σχέδια χρειάζεται ένα σύστημα συντεταγμένων αναφοράς, με βάση το οποίο το πρόγραμμα ορίζει όλα τα στοιχεία του. Το σύστημα αυτό λέγεται γενικό (ή βασικό ή παγκόσμιο) σύστημα συντεταγμένων και υπάρχει πάντοτε (έστω και αν μερικές φορές θεωρείται δεδομένο και δε γίνεται αναφορά σε αυτό με το όνομά του).

20.3. Τοπικά συστήματα συντεταγμένων

Στη σχεδίαση στο χώρο, συχνά δεν είναι βολικό να εργαζόμαστε στο γενικό σύστημα συντεταγμένων. Τότε, για σχεδιαστική διευκόλυνση (ή και για να κατανοούμε ευκολότερα γεωμετρικές σχέσεις μεταξύ σχημάτων), χρησιμοποιούμε άλλα (δικά μας) συστήματα συντεταγμένων, που ορίζουμε ανάλογα με τις ανάγκες μας και σε συνάρτηση με το γενικό σύστημα. Τα συστήματα αυτά είναι γνωστά με τον όρο «τοπικά» συστήματα συντεταγμένων, επειδή μας διευκολύνουν στην εργασία μας όχι σε ολόκληρο το σχέδιο αλλά σε ορισμένο μέρος του σχεδίου. Το καθένα τους, δηλαδή, είναι χρήσιμο για κάποιον ορισμένο «τόπο» στο σχέδιο.

Ένα τοπικό σύστημα συντεταγμένων μπορεί να έχει οποιαδήποτε αρχή και οποιονδήποτε προσανατολισμό στο χώρο. Ο μόνος περιορισμός είναι ότι οι άξονες του X , Ψ , Z πρέπει να έχουν την ίδια σχέση όπως και στο γενικό σύστημα συντεταγμένων, και το μοναδιαίο μήκος να είναι ίδιο με του γενικού.

Για παράδειγμα, αν θέλουμε να δουλέψουμε την πρόσοψη ενός κτιρίου (που στο σχέδιο το έχουμε ως μοντέλο σε τρεις διαστάσεις), είναι πολύ βολικό να δημιουργήσουμε και να ορίσουμε ως τρέχον ένα τοπικό σύστημα συντεταγμένων στην κάτω αριστερή γωνία της πρόσοψης, με το επίπεδο του $X\Psi$ να ταυτίζεται με την πρόσοψη. Αυτό απλοποιεί πολύ τη σχεδιαστική εργασία, επειδή πολλές από τις διαδικασίες είναι προσαρμοσμένες στη σχεδίαση στο επίπεδο $X\Psi$. Αν δε δημιουργούσαμε το τοπικό αυτό σύστημα συντεταγμένων, θα έπρεπε να σχεδιάζουμε στις τρεις διαστάσεις, προσέχοντας ώστε οι γραμμές μας να βρίσκονται πάντοτε στο επίπεδο της πρόσοψης, δηλαδή (πιθανότατα) σε κάποιο επίπεδο παράλληλο στο επίπεδο XZ .

Είναι, μάλιστα, πολύ πιθανόν οι γραμμές αυτές να μην είχαν τα χαρακτηριστικά που περιμένουμε για μετέπειτα τροποποιήσεις τους, επειδή ακριβώς δε σχεδιάστηκαν σε επίπεδο παράλληλο με το επίπεδο ΧΨ του τρέχοντος συστήματος συντεταγμένων.

Η σχεδιαστική διευκόλυνση από τη χρήση ενός τοπικού συστήματος συντεταγμένων είναι ακόμη μεγαλύτερη για τοπικά συστήματα σε κεκλιμένες επιφάνειες, όπως, για παράδειγμα, όταν δημιουργούμε ένα φεγγίτη σε μια κεκλιμένη στέγη. Η εργασία αυτή γίνεται απλούστατη, αν εργαστούμε με τρέχον ένα τοπικό σύστημα, του οποίου το επίπεδο ΧΨ συμπίπτει με το επίπεδο της στέγης, ενώ χρειάζεται πολύπλοκους υπολογισμούς, αν εργαζόμαστε με τρέχον το γενικό σύστημα συντεταγμένων.

Τα τοπικά συστήματα συντεταγμένων είναι χρήσιμα και στη σχεδίαση σε δύο διαστάσεις. Εκεί, βέβαια, γίνεται μόνο μετακίνηση της αρχής των αξόνων και περιστροφή του συστήματος στο επίπεδο ΧΨ (δηλαδή, περί τον άξονα Ζ).

Ένα τοπικό σύστημα συντεταγμένων μπορεί να χρησιμεύει και για να δούμε το σχέδιό μας με συγκεκριμένο προσανατολισμό. Ορισμένα προγράμματα επιτρέπουν να προσαρμόζεται η θέαση του σχεδίου στο σύστημα συντεταγμένων, έτσι ώστε το τοπικό επίπεδο ΧΨ να φαίνεται σε κάτοψη, και μάλιστα, με το θετικό ημιάξονα Χ να είναι οριζόντιος με διεύθυνση προς τα δεξιά.

20.4. Ορισμός τοπικού συστήματος συντεταγμένων

Ορίζουμε ένα τοπικό σύστημα συντεταγμένων ενεργοποιώντας την αντίστοιχη διαδικασία, δηλαδή με την αντίστοιχη εντολή. Χρειάζεται να προσδιορίσουμε πού θα βρίσκεται η αρχή των αξόνων του νέου συστήματος ως προς το γενικό σύστημα συντεταγμένων και ποιος θα είναι ο προσανατολισμός των αξόνων του.

Τα διάφορα προγράμματα δίνουν μια ποικιλία τρόπων για να προσδιορίζει κανείς τα στοιχεία αυτά. Αναφέρουμε ενδεικτικά τη μετατόπιση της αρχής των αξόνων, για συστήματα παράλληλα προς το γενικό, τις στροφές στο χώρο περί τον άξονα Χ, τον άξονα Ψ και τον άξονα Ζ του γενικού συστήματος και τον ιδιαίτερα εύχρηστο τρόπο του ορισμού στο χώρο της αρχής του συστήματος αξόνων, της διεύθυνσης του θετικού ημιάξονα Χ και ενός σημείου του επιπέδου ΧΨ στο ημιεπίπεδο των θετικών Ψ.

Τέλος, μερικά προγράμματα δίνουν τη δυνατότητα να ορίσει κανείς σύστημα συντεταγμένων με βάση κάποιο αντικείμενο του σχεδίου (π.χ. ένα ευθύγραμμο τμήμα ή έναν κύκλο). Στις περιπτώσεις αυτές δίνουμε το αντικείμενο ως παράμετρο στη διαδικασία ορισμού του συστήματος συντεταγμένων, επιλέγοντάς το. Χρειάζεται κανείς να γνωρίζει πώς ακριβώς ορίζεται το σύστημα συντεταγμένων, ανάλογα με το σημείο επιλογής του αντικειμένου.

Επειδή το θέμα ορισμού τοπικών συστημάτων συντεταγμένων είναι ιδιαίτερα σημαντικό, θα δούμε τις διάφορες περιπτώσεις αναλυτικότερα στη συνέχεια.

20.4.1. Τοπικό σύστημα με μετακίνηση ως προς το γενικό

Ένα σύστημα συντεταγμένων με μετακίνηση ως προς το γενικό έχει τους άξονές του X , Ψ , Z παράλληλους με τους αντίστοιχους άξονες του γενικού συστήματος. Διαφέρει από το γενικό μόνο ως προς τη θέση της αρχής των αξόνων.

Ένα τέτοιο σύστημα, δηλαδή, χαρακτηρίζεται από τις συντεταγμένες x , ψ , z , της αρχής των αξόνων του, ως προς το γενικό σύστημα συντεταγμένων.

Μπορούμε, συνεπώς, να θεωρήσουμε ότι ένα τέτοιο σύστημα, στιγμιαία, το καθορίζουμε ως «τρέχον» (χωρίς να μπαίνουμε στον κόπο να το ορίσουμε), όταν χρησιμοποιούμε σχετικές συντεταγμένες ως προς κάποιο σημείο. Το σημείο αποτελεί αρχή των αξόνων του νοητού αυτού ειδικού συστήματος.

Τοπικά συστήματα συντεταγμένων με μετακίνηση ως προς το γενικό χρησιμοποιούνται, για παράδειγμα, σε ένα τρισδιάστατο σχέδιο μιας πολυκατοικίας. Είναι πολύ πιθανόν ότι μας εξυπηρετεί να ορίσουμε από ένα τοπικό σύστημα για κάθε όροφο. Τα συστήματα αυτά θα έχουν μετακίνηση μόνο κατά τον άξονα Z , δηλαδή θα έχουν τις ίδιες συντεταγμένες X και Ψ ως προς το γενικό σύστημα.

20.4.2. Τοπικό σύστημα με στροφή ως προς το γενικό

Ένα τοπικό σύστημα με στροφή ως προς το γενικό μπορεί να έχει περιστραφεί μόνο κατά έναν από τους άξονες X , Ψ ή Z ή να έχει υποστεί διαδοχικές περιστροφές, ώστε να είναι προσανατολισμένο προς οποιαδήποτε κατεύθυνση. Η αρχή των αξόνων του συμπίπτει με την αρχή των αξόνων του γενικού συστήματος συντεταγμένων.

Ειδικό σύστημα αξόνων με στροφή ως προς το γενικό κατά έναν κύριο άξονα μπορεί να χρησιμοποιήσουμε για την πρόσοψη ενός ορθογωνικού κτιρίου, η γωνία του οποίου βρίσκεται στο $0, 0, 0$ και η πρόσοψή του στο επίπεδο XZ . Στρέφοντας το σύστημα συντεταγμένων, μπορούμε να σχεδιάσουμε την πρόσοψη στο επίπεδο $X\Psi$ του ειδικού συστήματος.

20.4.3. Τοπικό σύστημα με μετακίνηση και στροφή ως προς το γενικό

Αυτή είναι η γενικότερη περίπτωση ορισμού ενός συστήματος συντεταγμένων. Ένα τέτοιο σύστημα μπορεί να έχει οποιονδήποτε προσανατολισμό και αρχή των αξόνων σε οποιοδήποτε σημείο του χώρου.

20.5. Διαδικασίες ορισμού τοπικού συστήματος συντεταγμένων

Τα περισσότερα προγράμματα παρέχουν τρόπους ορισμού των τοπικών συστημάτων συντεταγμένων, με παραμέτρους τις μετακινήσεις και στροφές ως προς το γενικό σύστημα. Η διαδικασία αυτή, όμως, δεν είναι πάντοτε η ευκολότερη. Γι' αυτό παρέχουν και πρόσθετους τρόπους ορισμού ειδικών συστημάτων συντεταγμένων,

που είναι ιδιαίτερα εύχρηστοι, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις είναι οι μόνοι που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για τον ορισμό ενός τοπικού συστήματος.

Οφείλουμε να υπενθυμίσουμε (αν και θα έπρεπε να το θεωρείτε πλέον αυτονόητο) ότι για τον ορισμό ενός τοπικού συστήματος συντεταγμένων χρειάζεται απόλυτη ακρίβεια. Αν μια ανακρίβεια κατά τον ορισμό ενός σχεδιασμένου αντικειμένου στο σχέδιο ενδέχεται να προκαλέσει ανακρίβειες και σε αντικείμενα που συνδέονται με αυτό, μια ανακρίβεια κατά τον ορισμό ενός τοπικού συστήματος συντεταγμένων θα οδηγήσει σίγουρα σε λανθασμένη σχεδίαση όλων των στοιχείων που θα δημιουργηθούν όσο το σύστημα αυτό θα είναι τρέχον.

Γι' αυτό και στη συνέχεια αναφέρουμε αναλυτικότερα δύο ειδικά εύχρηστους τρόπους ορισμού τοπικών συστημάτων συντεταγμένων.

20.5.1. Ορισμός τοπικού συστήματος με τρία σημεία στο χώρο

Ένα τοπικό σύστημα συντεταγμένων ορίζεται μονοσήμαντα, αν ορίσουμε την αρχή των αξόνων του, το θετικό ημιάξονα X και το ημιεπίπεδο των θετικών Ψ στο επίπεδο $X\Psi$. Ο άξονας Ψ προσδιορίζεται, τότε, κάθετος στον X στο ημιεπίπεδο, ενώ ο Z είναι κάθετος σε αυτό, με διεύθυνση που ορίζεται με τον κανόνα του δεξιού χεριού.

Συνεπώς, για να προσδιορίσουμε οποιοδήποτε ειδικό σύστημα συντεταγμένων, αρκεί να δώσουμε τρία σημεία στο χώρο: (1) την αρχή των αξόνων του, (2) οποιοδήποτε σημείο του θετικού ημιάξονα X και (3) οποιοδήποτε σημείο του επιπέδου $X\Psi$ με θετική συντεταγμένη Ψ .

20.5.2. Ορισμός τοπικού συστήματος με βάση σχεδιασμένο αντικείμενο

Τοπικά συστήματα με βάση σχεδιασμένα αντικείμενα (γραμμικά, επιφανειακά ή στερεά) είναι συχνά πολύτιμα για σχεδίαση αντικειμένων σε σχέση με τα αντικείμενα αυτά. Τα προγράμματα που προβλέπουν τέτοιον ορισμό τοπικού συστήματος συντεταγμένων έχουν σαφώς καθορισμένους κανόνες της αντίστοιχης διαδικασίας, που (πρέπει να) αναφέρονται στα εγχειρίδια χρήσης τους.

Ο ορισμός του συστήματος γίνεται, απλώς, με επιλογή του αντικειμένου. Είναι συνηθισμένο το σημείο επιλογής ενός αντικειμένου να επηρεάζει και την τοποθέτηση του συστήματος (π.χ. σε ποιο άκρο ενός ευθύγραμμου τμήματος θα είναι η αρχή των αξόνων). Σημασία επίσης πιθανότατα έχει και ποιο ήταν το τρέχον σύστημα συντεταγμένων, όταν δημιουργήθηκε το αντικείμενο.

20.6. Ονομασία συστημάτων συντεταγμένων

Συχνά, κατά τη διάρκεια της σχεδίασης χρειάζεται να εναλλάσσουμε τα συστήματα συντεταγμένων που χρησιμοποιούμε. Είναι πολύτιμη, συνεπώς, μια διαδικασία που θα επέτρεπε να επανέλθουμε σε ένα σύστημα το οποίο έχουμε ορίσει

προηγούμενως χωρίς να χρειαστεί να το ξαναορίσουμε. Αυτό γίνεται με την ονομασία των συστημάτων συντεταγμένων. Μπορούμε να δώσουμε σε ένα σύστημα συντεταγμένων ένα όνομα (ή και περισσότερα αν αυτό μας διευκολύνει), ώστε να μπορούμε οποιαδήποτε στιγμή να το ενεργοποιούμε, χρησιμοποιώντας το όνομα αυτό.

Η επιλογή των ονομάτων είναι σημαντική, γιατί μας διευκολύνει να θυμόμαστε πού χρησιμοποιούμε το κάθε σύστημα συντεταγμένων. Αντί, δηλαδή, για ονόματα όπως ΣΥΣΤΗΜΑ1, ΣΥΣΤΗΜΑ2, ΣΥΣΤΗΜΑ3, ΣΥΣΤΗΜΑ4, που ουσιαστικά «κρύβουν» την πληροφορία για ποιο σύστημα πρόκειται και επιβαρύνουν το σχεδιαστή αναγκάζοντάς τον να θυμάται μια αντιστοίχιση αριθμών με θέσεις συστήματος, είναι προτιμότερο να έχουμε περιγραφικά ονόματα όπως ΚΑΤΟΨΗ_ΙΣΟΓΕΙΟΥ, ΚΑΤΟΨΗ_ΟΡΟΦΟΥ, ΠΡΟΣΟΨΗ, ΔΥΤΙΚΗ_ΟΨΗ. Μάλιστα, η τυποποίηση των ονομάτων αυτών μπορεί να επιτρέψει ευκολότερη διαχείριση του σχεδίου, όπως, άλλωστε, είχαμε την ευκαιρία να σχολιάσουμε και στην ανάλογη περίπτωση των διαφανών φύλλων σχεδίασης, στο κεφάλαιο 8.1 «Ονοματολογία διαφανών σχεδίασης - Τυποποίηση», σελίδα 89. Μπορεί, δηλαδή, να διαπιστώσουμε ότι για τα τοπικά συστήματα συντεταγμένων των κατόψεων προτιμάμε, τελικά, ονόματα όπως ΚΑΤΟΨΗ_0, ΚΑΤΟΨΗ_1, ΚΑΤΟΨΗ_2, όπου ο αριθμός χαρακτηρίζει τον όροφο.

Τέλος, πρέπει να αναφέρουμε ότι δεν αποκλείεται το ίδιο σύστημα συντεταγμένων να έχει περισσότερα από ένα περιγραφικά ονόματα, αν χρησιμοποιείται για περισσότερες περιπτώσεις, ώστε να μη χρειάζεται ο σχεδιαστής να προβληματίζεται, όποτε χρειάζεται να το ενεργοποιεί.

21

Αντικείμενα σε τρεις διαστάσεις

Στην τρισδιάστατη σχεδίαση μπορούμε να διακρίνουμε δύο τύπων αντικείμενα: τα πραγματικά τρισδιάστατα αντικείμενα, όπως είναι η σφαίρα, ο κώνος, η πυραμίδα, το υπερβολικό παραβολοειδές, και τα επίπεδα αντικείμενα, που όμως δε σχεδιάζονται στο επίπεδο ΧΨ αλλά σε κάποιο άλλο επίπεδο στο χώρο.

Τα πραγματικά τρισδιάστατα αντικείμενα μπορεί να είναι επιφάνειες ή στερεά.

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναφερθούμε στα διάφορα σχήματα της τρισδιάστατης σχεδίασης.

21.1. Επίπεδα σχήματα στο χώρο

Για τη σχεδίαση επίπεδων σχημάτων στο χώρο δεν απαιτούνται περισσότερες γνώσεις από αυτές που είδαμε στη σχεδίαση σε δύο διαστάσεις, γιατί τα αντικείμενα αυτά βρίσκονται όλα στο ίδιο επίπεδο. Χρειάζεται, όμως, να μπορεί κανείς να χειριστεί τα συστήματα συντεταγμένων, ώστε να ορίζει τρέχοντα συστήματα συντεταγμένων με τοπικό επίπεδο ΧΨ στη θέση που επιθυμεί.

Μπορεί, δηλαδή, σχεδιάζοντας κανείς επίπεδα σχήματα, αλλά σε διάφορα επίπεδα στο χώρο, να δημιουργήσει, καθώς αυτά εμφανίζονται όλα μαζί, σχήματα σε τρεις διαστάσεις.

21.2. Γραμμικά σχήματα στο χώρο

Εκτός από τα γραμμικά σχέδια στο επίπεδο υπάρχουν και γραμμικά σχέδια στο χώρο. Αυτά είναι γνωστά και ως «συρμάτινες κατασκευές» (wire frames). Ορισμένα από τα σχήματα αυτά είναι σύνθεση επίπεδων σχημάτων σε διάφορα επίπεδα (όπως, για παράδειγμα, το περίγραμμα ενός ορθογωνικού σπιτιού με τετράριχτη στέγη), ενώ άλλα είναι μη επίπεδες γραμμές στο χώρο (όπως, για παράδειγμα, ένα ελατήριο).

21.3. Επιφάνειες

Πρόκειται για πτυχωτές ή καμπύλες επιφάνειες στο χώρο. Τα προγράμματα CAD παρέχουν εντολές για επιφάνειες που παράγονται με ορισμένες διαδικασίες. Χαρακτηριστικές περιπτώσεις αποτελούν οι επιφάνειες που δημιουργούνται από τη μετακίνηση μιας γραμμής στο χώρο. Η γραμμή αυτή λέγεται γενέτειρα, επειδή είναι εκείνη που γεννά την επιφάνεια. Η γενέτειρα κινείται κατά μήκος κάποιας τροχιάς. Όταν η γενέτειρα περιστρέφεται, και κάθε σημείο της διαγράφει κυκλική τροχιά, η επιφάνεια που παράγεται λέγεται επιφάνεια από περιστροφή.

Η τομή των επιφανειών με κάποιο επίπεδο είναι μία ή περισσότερες γραμμές, το σχήμα των οποίων εξαρτάται από τη μορφή της επιφάνειας και τη θέση του επιπέδου.

21.4. Στερεά

Πρόκειται για τρισδιάστατους σχηματισμούς με όγκο. Τα προγράμματα CAD παρέχουν διάφορους τρόπους, για να δημιουργούνται τα στερεά αυτά. Για ορισμένα γεωμετρικά στερεά υπάρχουν οι γεννήτριες, τις οποίες θα δούμε στη συνέχεια. Άλλα δημιουργούνται με μετακίνηση επίπεδων επιφανειών σε τροχιά που δεν είναι στο επίπεδό τους ή και με μετακίνηση μη επίπεδων επιφανειών.

Όταν οι γενέτειρες επιφάνειες του στερεού είναι επίπεδες και κινούνται σε ευθύγραμμη τροχιά, η διαδικασία είναι γνωστή ως εξώθηση. Όταν περιστρέφονται σε κυκλική τροχιά, τα στερεά που δημιουργούνται λέγονται στερεά από περιστροφή. Τα στερεά αυτά μοιάζουν με αντικείμενα που παράγονται στον τόρνο, μόνο που στο CAD έχουμε τη δυνατότητα να δημιουργούμε πολύ πιο πολύπλοκα στερεά απ' ό,τι στον τόρνο, καθώς και διατομές με εσωτερικά κενά.

21.5. Γεννήτριες αντικειμένων

Θα πρέπει να εισαγάγουμε μία έννοια που συναντάμε σε πολλά προγράμματα CAD: τις «γεννήτριες αντικειμένων». Μία γεννήτρια είναι ένα υποπρόγραμμα, που δημιουργεί αντικείμενα ενός είδους, από συγκεκριμένες παραμέτρους. Οι παράμετροι αυτές του παραμετρικού αντικειμένου που «γεννάται» μπορεί να τροποποιηθούν οποιαδήποτε στιγμή της «ζωής» του, ανεξαρτήτως των άλλων μετατροπών που έχει υποστεί εν τω μεταξύ το αντικείμενο.

Οι γεννήτριες αντικειμένων μπορεί να παράγουν απλά ή σύνθετα αντικείμενα. Μπορεί, για παράδειγμα, να υπάρχει γεννήτρια για κύβους, όπως σε ένα αρχιτεκτονικό πρόγραμμα μπορεί να υπάρχουν γεννήτριες για σκάλες ή για στέγες. Οι παράμετροι των γεννητριών διαφέρουν, όπως είναι φυσικό, ανάλογα με τα αντικείμενα που η καθεμιά τους δημιουργεί. Άλλες παραμέτρους θα πρέπει να δώσει ο χρήστης κατά τη δημιουργία μιας σκάλας και άλλες κατά τη δημιουργία μιας σφαίρας.

21.6. Διαμόρφωση τρισδιάστατων αντικειμένων

Το CAD σε τρεις διαστάσεις θα μπορούσε ίσως να λέγεται «γλυπτική με ηλεκτρονικό υπολογιστή».

Το πρόβλημα που παρουσιάζει αυτή η διαδικασία είναι ότι τόσο η εισαγωγή των δεδομένων με το ποντίκι όσο και η παρακολούθηση των αποτελεσμάτων στην οθόνη γίνονται με δισδιάστατα μέσα. Δεν μπορούμε, δηλαδή, να πλάσουμε το μοντέλο μας, όπως κάνουμε με ένα κομμάτι πηλό, ή να το κόψουμε κουνώντας το κοπίδι μας στο χώρο, όπως κάνουμε με τις μακέτες από φελιζόλ.

Γι' αυτό και μεγάλο μέρος της προσπάθειας των κατασκευαστών προγραμμάτων CAD εστιάζεται στην ανάπτυξη μεθόδων που να επιτρέπουν την εύκολη δημιουργία και τον αποτελεσματικό χειρισμό των τρισδιάστατων σχημάτων.

Λόγω, ακριβώς, του «πειραματικού» χαρακτήρα του εγχειρήματος, ορισμένα προγράμματα παρέχουν τη δυνατότητα να διατηρούνται όλα τα αντικείμενα που δημιουργούνται από την αρχή της σχεδίασης, ακόμη και αν αυτά χρησιμεύουν ως συντελεστές πράξεων που θα δημιουργήσουν κάποιο επιθυμητό σχήμα.

Μαζί με τα αντικείμενα αυτά διατηρούνται και οι τροποποιήσεις που τους έγιναν σε όλη τη διάρκεια της σχεδίασης. Επειδή, μάλιστα, τόσο τα αντικείμενα όσο και οι τροποποιήσεις τους είναι παραμετρικά, ο σχεδιαστής μπορεί οποιαδήποτε στιγμή να αλλάξει οποιαδήποτε παράμετρο, ακόμη και τη σειρά εφαρμογής των τροποποιήσεων (πράγμα που συχνά οδηγεί σε διαφορετικά αποτελέσματα).

Ένα κλασικό σχέδιο CAD μπορεί να το φανταστεί κανείς σαν ένα κατάλογο σχημάτων, που όλα μαζί συνθέτουν το σχέδιο. Το πρόγραμμα «διαβάζει» τον κατάλογο αυτόν και παρουσιάζει τα σχήματα στην οθόνη, σύμφωνα με τις ρυθμίσεις που ισχύουν τη στιγμή εκείνη (γωνία θέασης, ορατά και μη φύλλα σχεδίασης, που καθορίζουν ποια σχήματα θα φανούν, αν θα εμφανίζονται ή όχι γραμμές που «κρύβονται» από άλλα αντικείμενα στο χώρο κτλ.). Πρόκειται, δηλαδή, για μια «στατική» διαδικασία διαβάσματος ενός καταλόγου και εμφάνισης των αντικειμένων του, σύμφωνα με ορισμένους περιορισμούς.

Αντίθετα, όσα προγράμματα τρισδιάστατης σχεδίασης διατηρούν κατάλογο που περιλαμβάνει όχι μόνο όλα τα αντικείμενα αλλά και τις διαδικασίες που εφαρμόστηκαν σε αυτά σε όλη τη διάρκεια της σχεδίασης είναι πολύ πιο «δυναμικά». Για να παρουσιάσουν ένα σχέδιο, ανατρέχουν μεν στον κατάλογο που περιλαμβάνει όλα τα αντικείμενα του σχεδίου, αλλά, πριν τα εμφανίσουν, εφαρμόζουν στο καθένα τους τη σειρά διαδικασιών που του αντιστοιχεί. Στη συνέχεια, τα εμφανίζουν, σύμφωνα με τους περιορισμούς που ισχύουν εκείνη τη στιγμή, όπως συμβαίνει και στα κλασικά σχέδια CAD.

Είναι φανερό ότι στην περίπτωση αυτή οι υπολογιστικές απαιτήσεις είναι πολύ μεγαλύτερες. Πολύ μεγαλύτερες είναι, όμως, και οι δυνατότητες διάπλασης των στοιχείων του σχεδίου.

Τέλος, θα πρέπει να αναφερθούμε σε ένα ακόμη σύνολο στοιχείων του τρισδιάστατου σχεδίου, που, ενώ δεν αποτελεί μέρος του κλασικού γεωμετρικού σχεδιασμού, είναι απαραίτητο, για να παρουσιαστεί το σχεδιασμένο αντικείμενο με τον καλύτερο τρόπο: Πρόκειται για τις φωτεινές πηγές και τις παραμέτρους υλικών και δημιουργίας σκιών. Η σωστή επιλογή των θέσεων και του είδους των φώτων, καθώς και των υλικών των αντικειμένων είναι καθοριστικά στοιχεία για την παρουσίαση, στα οποία θα αναφερθούμε στο κεφάλαιο 35, «Φωτορεαλισμός σε τρισδιάστατα σχέδια».

Λόγω των αντικειμενικών δυσκολιών της τρισδιάστατης σχεδίασης με ηλεκτρονικό υπολογιστή, που αναφέραμε, και του διαφορετικού τρόπου που αντιμετωπίζονται αυτές σε κάθε πρόγραμμα, οι μέθοδοι τρισδιάστατης σχεδίασης διαφοροποιούνται σημαντικά από πρόγραμμα σε πρόγραμμα.

Στα επόμενα κεφάλαια παρουσιάζονται ορισμένα θεμελιώδη θέματα για την τρισδιάστατη σχεδίαση. Ποια από αυτά εφαρμόζονται στο λογισμικό που θα χρησιμοποιήσετε και πώς, πρέπει να το αναζητήσετε στο εγχειρίδιο χρήσης του.

Με την ευκαιρία επαναλαμβάνουμε ότι η αποτελεσματική χρήση οποιουδήποτε προγράμματος CAD για τρισδιάστατη σχεδίαση είναι αδύνατη χωρίς προηγούμενη προσεκτική μελέτη των ιδιοτεροτήτων του προγράμματος.



Απλά γεωμετρικά στερεά

Τα απλά γεωμετρικά στερεά μπορεί να χρησιμοποιούνται είτε αυτούσια είτε συνδυασμένα μεταξύ τους με τις διάφορες λογικές πράξεις (ένωση, τομή, αφαίρεση) ή και με άλλες πράξεις της τρισδιάστατης σχεδίασης.

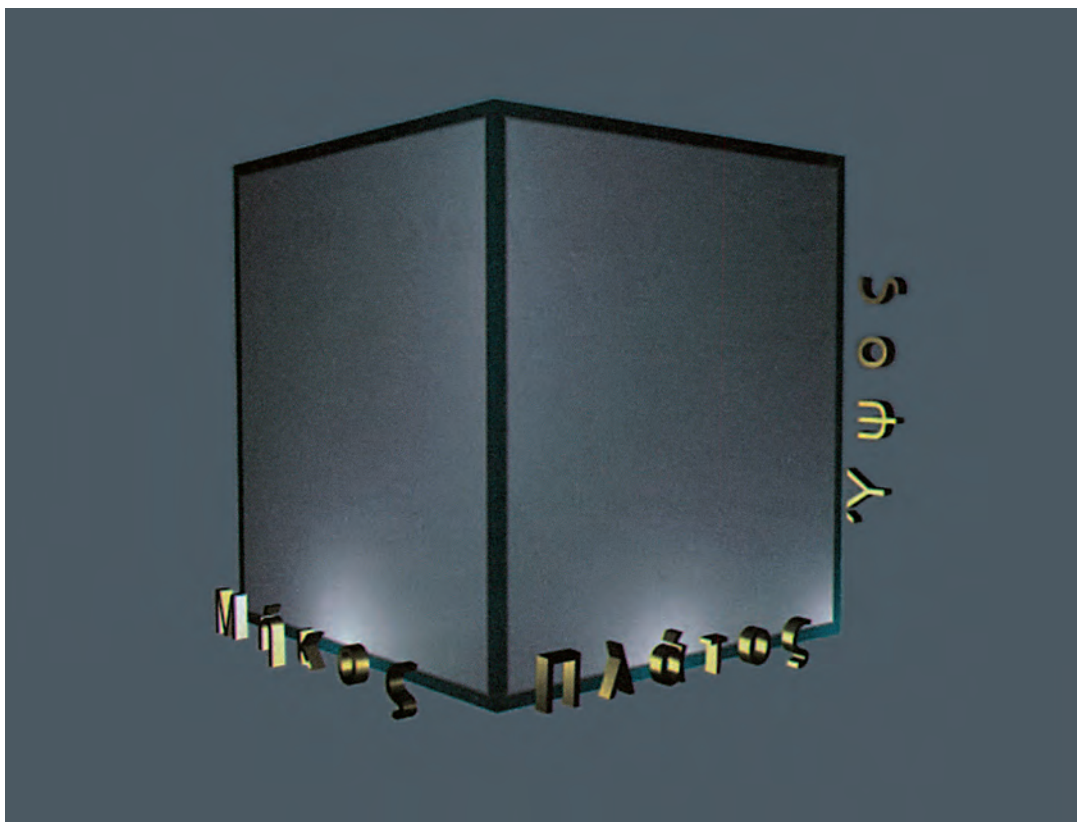
Επίσης, ανάλογα με το πρόγραμμα, μπορεί είτε να διατηρούνται ως αυτοτελή παραμετρικά αντικείμενα (που ανάλογα με το είδος τους μπορούν να συμμετέχουν σε ορισμένες πράξεις και να υφίστανται ορισμένους μετασχηματισμούς) είτε να χρησιμοποιούνται μόνο για να καθορίσουν το χώρο που καταλαμβάνουν, αποτελώντας ένα μη αναγνωρίσιμο τμήμα ενός μεγαλύτερου σχηματισμού.

Το κεφάλαιο αυτό αναφέρεται στη δημιουργία των απλών γεωμετρικών στερεών, ενώ οι διαδικασίες επεξεργασίας τους εξετάζονται σε επόμενα κεφάλαια.

22.1. Ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο

Συναντάται στα περισσότερα προγράμματα ως κουτί (box). Παρ' όλο που είναι το απλούστερο από όλα τα βασικά γεωμετρικά στερεά, είναι το πιο χρήσιμο. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως επίπεδο αναφοράς για τη δημιουργία άλλων στερεών όπως επίσης και ως επιμέρους στερεό στη δημιουργία άλλων πολυπλοκότερων. Τέλος, το «κουτί» μπορεί να θεωρηθεί και ως ένα εύπλαστο κομμάτι, το οποίο ο σύγχρονος σμιλευτής με τη χρήση εξειδικευμένων διαδικασιών του προγράμματος θα μπορέσει να το στρέψει, να το στρεβλώσει, να το κάμψει ή να του αποκόψει κομμάτια, ώστε να του δώσει τη μορφή που θέλει.

Οι βασικές παράμετροι για τη δημιουργία ενός κουτιού είναι τρεις. Μήκος, πλάτος και ύψος. Όταν οι τρεις αυτές παράμετροι είναι ίσες, το κουτί είναι κύβος. Η διεύθυνση της κάθε παραμέτρου εξαρτάται από το τρέχον σύστημα συντεταγμένων, κατά τη στιγμή δημιουργίας του. Στην εικόνα 1 απεικονίζονται σχηματικά οι τρεις βασικές παράμετροι ενός «κουτιού».

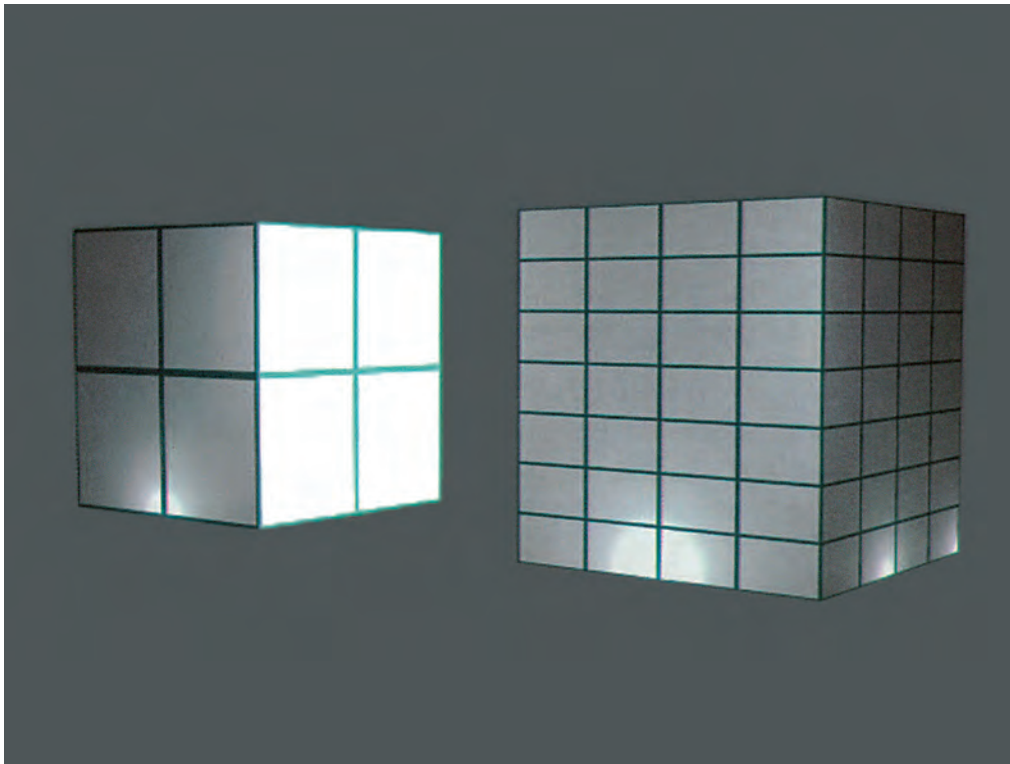


Εικόνα 1

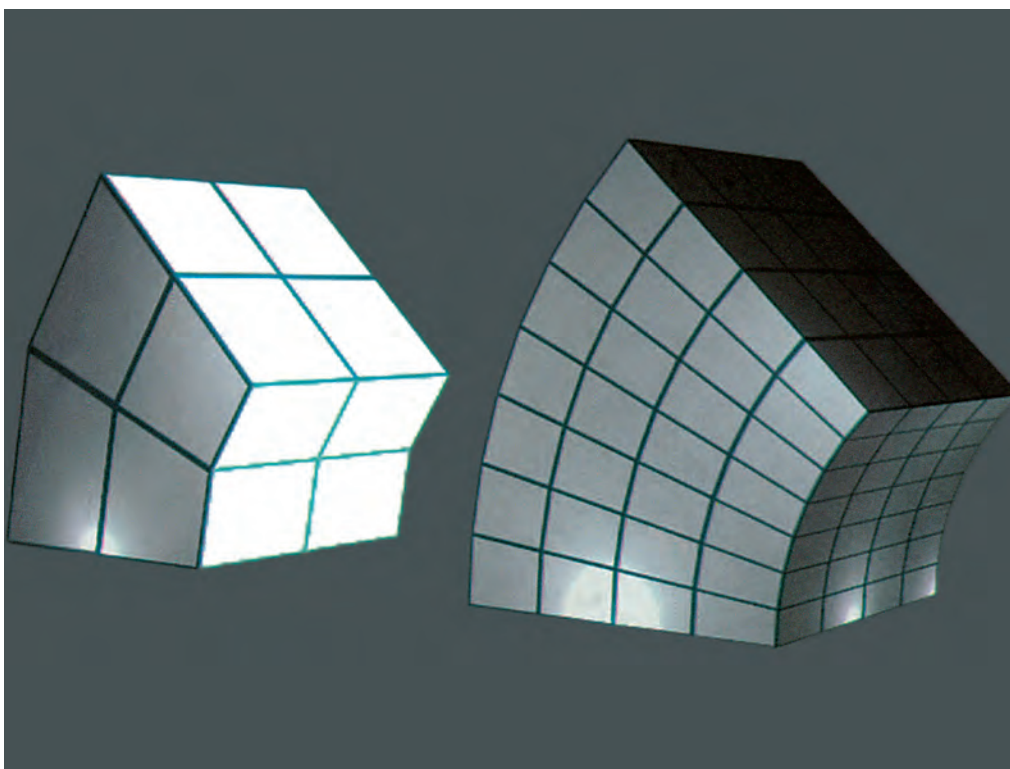
Σε όλα τα προγράμματα, για να δημιουργηθεί ένα κουτί, χρειάζεται να ενεργοποιηθεί η σχετική διαδικασία και να δοθούν οι τρεις βασικές παράμετροι. Σε άλλα προγράμματα ο σχεδιαστής βλέπει μόνο το τελικό αποτέλεσμα, ενώ σε άλλα παρακολουθεί τη διαδικασία δυναμικά. Στα τελευταία, ορίζεται πρώτα δυναμικά το ορθογώνιο της βάσης και στη συνέχεια, πάλι δυναμικά, καθορίζεται και το ύψος. Έχει δηλαδή ο σχεδιαστής την αίσθηση ότι «πλάθει» το παραλληλεπίπεδο στην οθόνη. Φυσικά, οι τιμές των παραμέτρων μπορούν αργότερα να τροποποιηθούν.

Στα προγράμματα που διατηρούν παραμετρικά αντικείμενα, εκτός από τις τρεις αυτές βασικές παραμέτρους, θα πρέπει να προσέξουμε και άλλες, που ίσως θα καθορίζουν την «εσωτερική γεωμετρία» του αντικειμένου. Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες είναι «Στοιχεία καθ' ύψος» και «Στοιχεία κατά μήκος». Είναι οι αριθμοί που ορίζουν σε πόσες επιμέρους επιφάνειες θα χωριστεί η κάθε επιφάνεια του κουτιού.

Η εικόνα 2 δείχνει δύο κύβους με διαφορετικές τιμές στις παραπάνω παραμέτρους.



Εικόνα 2



Εικόνα 3

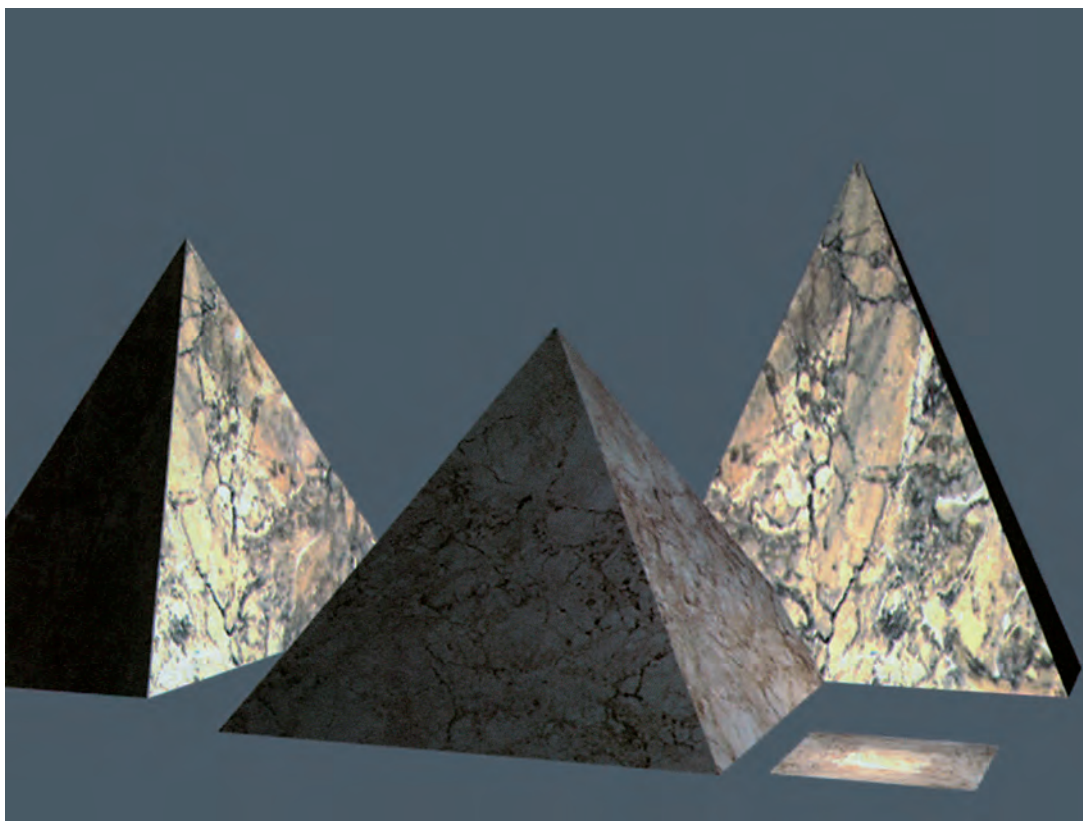
Θα αναρωτιόταν κανείς τι νόημα έχει αυτή η διαίρεση, αφού και στις δύο περιπτώσεις τα δύο κουτιά φαίνονται ίδια. Η διαφορά τους είναι ότι θα έχουν διαφορετική συμπεριφορά σε κάποιες μετατροπές. Στην εικόνα 3 φαίνεται πώς επιδρά η κάμψη στα δύο αντικείμενα.

22.2. Πυραμίδα

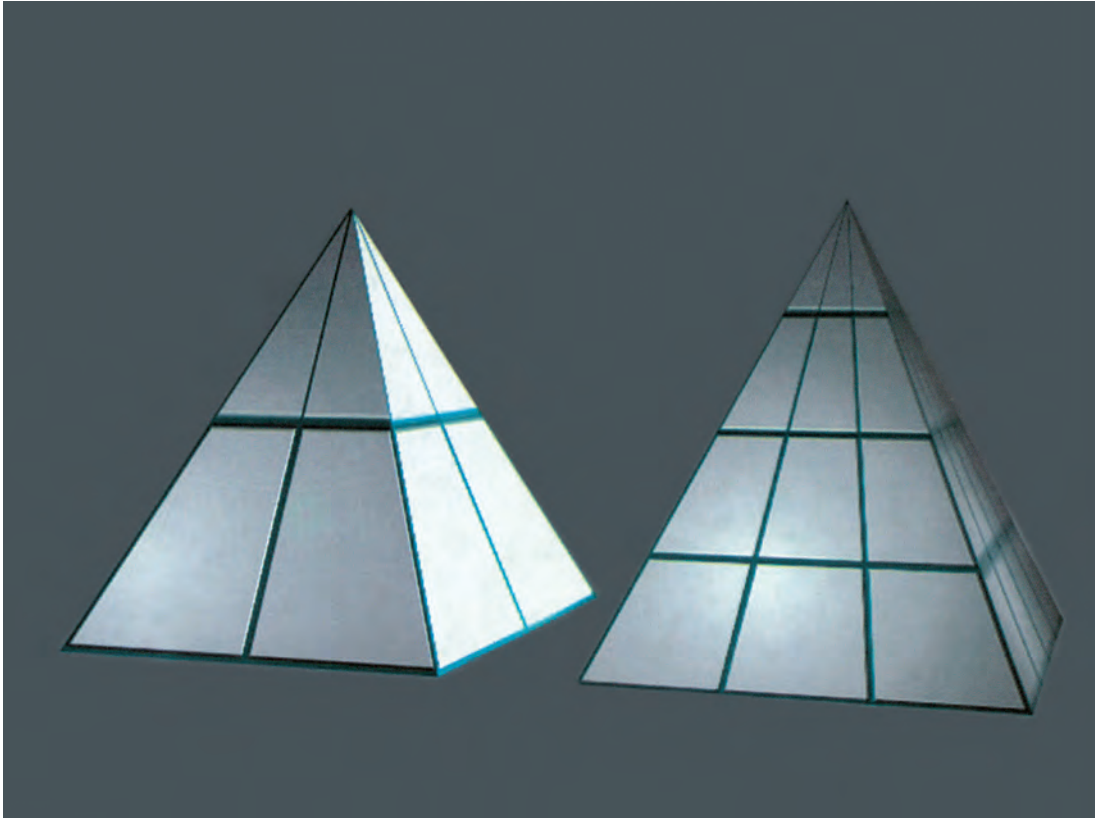
Στην πυραμίδα θα πρέπει να ορίσουμε τις γεωμετρικές παραμέτρους της βάσης της (δηλαδή το μήκος και το πλάτος της) και το ύψος της.

Είναι ενδιαφέρον να γνωρίζουμε πώς αντιμετωπίζει κάθε πρόγραμμα τις ακραίες καταστάσεις μηδενικών παραμέτρων. Για παράδειγμα, είναι πιθανόν σε ένα πρόγραμμα να έχει οριστεί ότι μία πυραμίδα δεν έχει νόημα, αν δεν έχει βάση (δηλαδή μη μηδενικά μήκος και πλάτος), ενώ έχει νόημα, αν έχει μηδενικό ύψος.

Στην εικόνα 4 φαίνονται μερικές πυραμίδες και μία με μηδενικό ύψος. Στα προγράμματα που διατηρούν παραμετρικά αντικείμενα υπάρχουν στην πυραμίδα, όπως και στον κύβο, οι παράμετροι «Στοιχεία καθ' ύψος» και «Στοιχεία κατά μήκος».



Εικόνα 4



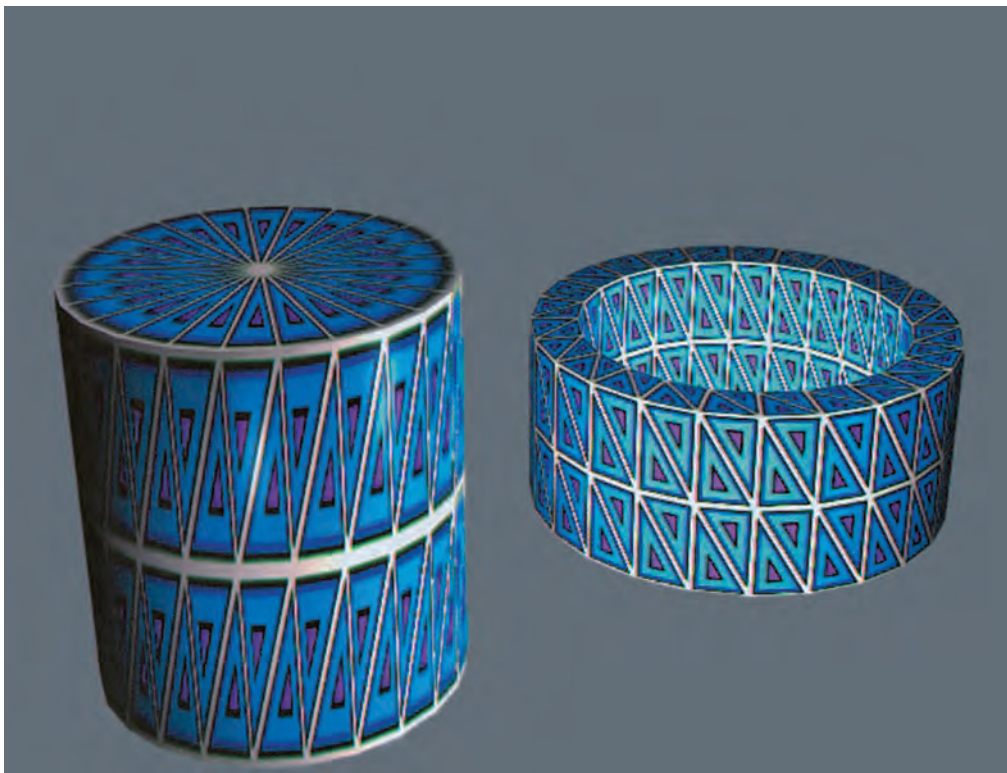
Εικόνα 5

Στην εικόνα 5 φαίνονται πυραμίδες με διαφορετικές τιμές στις παραμέτρους αυτές.

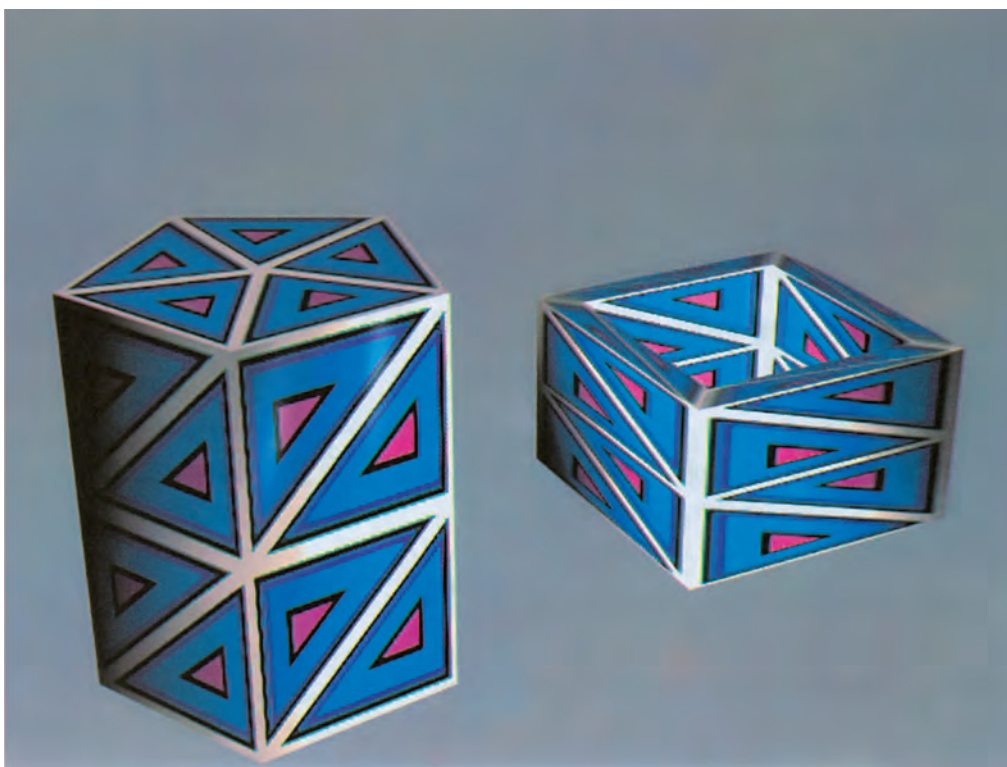
22.3. Κύλινδρος και σωλήνας

Όπως και στην πυραμίδα θα πρέπει να ορίσουμε κατ' αρχάς τη βάση του κυλίνδρου, που είναι, βεβαίως, κύκλος. Άρα, ορίζουμε αρχικά τον κύκλο με κέντρο και ακτίνα ή με κάποιον άλλο τρόπο. Αν θέλουμε να δημιουργήσουμε σωλήνα, θα πρέπει να ορίσουμε και μία δεύτερη ακτίνα ως εσωτερική ακτίνα για το σωλήνα (Εικόνα 6). Τέλος, δίνουμε το ύψος.

Οι δύο γνωστές μας παράμετροι «Στοιχεία καθ' ύψος» και «Στοιχεία κατά μήκος» παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο σε αντικείμενα με καμπύλες, όπως είναι ο κύλινδρος. Εάν δοθούν στις παραμέτρους αυτές μικρές τιμές, είναι πολύ πιθανόν να παραχθούν αντικείμενα που δε μοιάζουν και πολύ με κυλίνδρους (Εικόνα 7).



Εικόνα 6

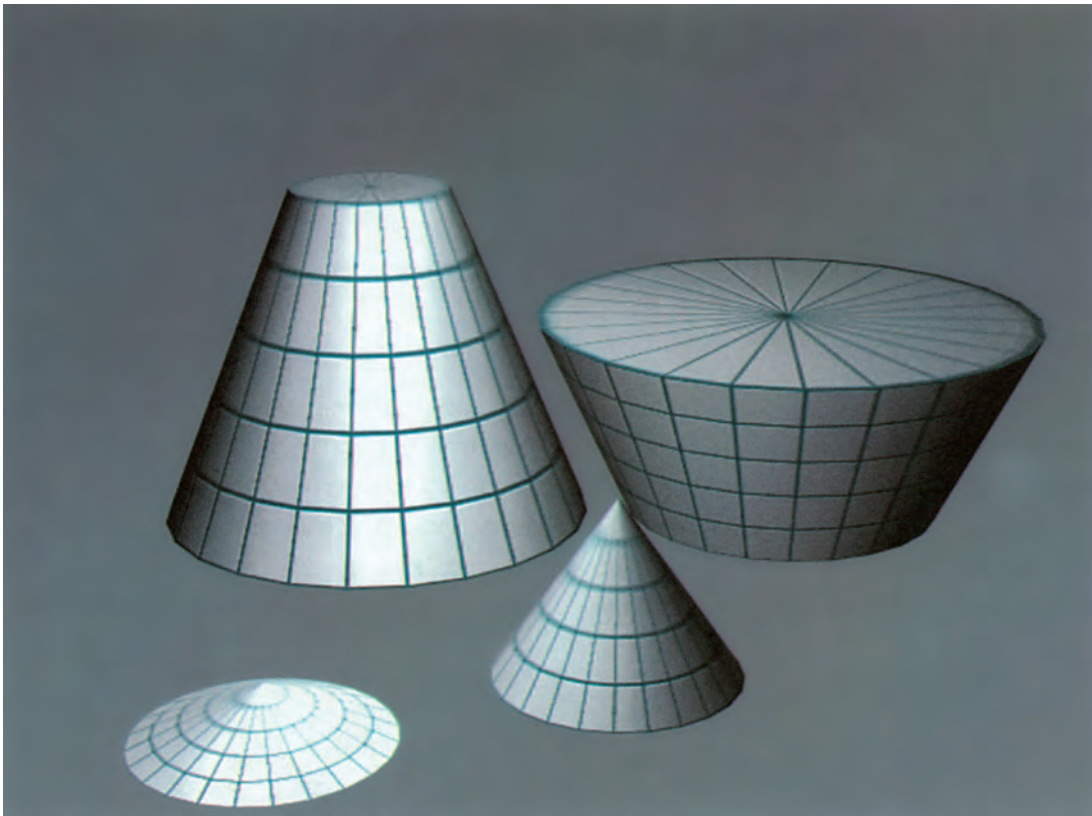


Εικόνα 7

22.4. Κώνος

Οι κώνοι είναι αντικείμενα συγγενή με τους κυλίνδρους. Η διαδικασία γένεσής τους είναι ανάλογη με αυτή των κυλίνδρων. Ορίζουμε τον κύκλο της βάσης και στη συνέχεια δίνουμε το ύψος.

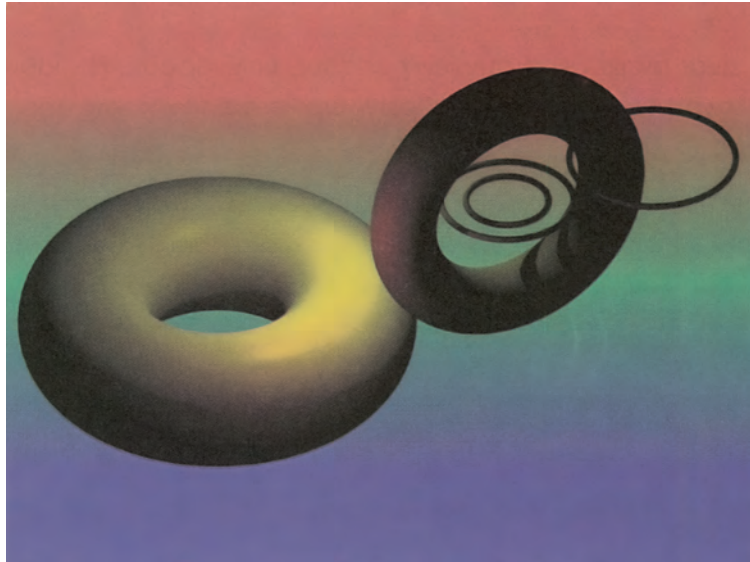
Στην περίπτωση που θέλουμε να δημιουργήσουμε ένα κολουρο κώνο, θα πρέπει να δώσουμε και ένα δεύτερο ύψος σχετικό με το ύψος της βάσης του, το οποίο θα καθορίζει τη θέση του νοητού επιπέδου που θα τον τμήσει (Εικόνα 8).



Εικόνα 8

22.5. Κυλινδρικός δακτύλιος

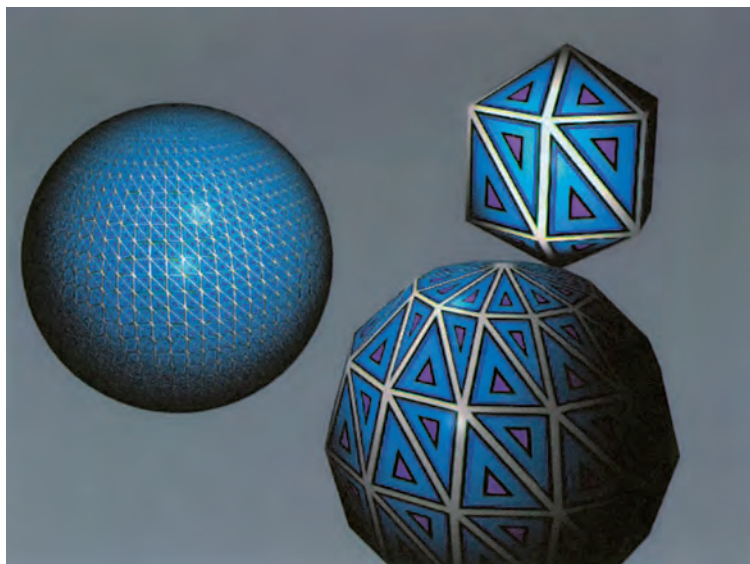
Για τη δημιουργία του κυλινδρικού δακτυλίου θα πρέπει πρώτα να δώσουμε το κέντρο του και στη συνέχεια τις δύο ακτίνες. Στην εικόνα 9 φαίνονται μερικοί δακτύλιοι. Μπορούμε να φανταστούμε τον κυλινδρικό δακτύλιο ως ένα στεφάνι που φτιάχτηκε με κάμψη μιας κυκλικής ράβδου.



Εικόνα 9

22.6. Σφαίρα

Η σφαίρα είναι το στερεό γεωμετρικό αντικείμενο με τις λιγότερες παραμέτρους. Ορίζεται με το κέντρο και με την ακτίνα της. Για τη σφαίρα, που αποτελείται μόνο από καμπύλες, οι παράμετροι «Στοιχεία καθ' ύψος» και «Στοιχεία κατά μήκος» είναι πολύ σημαντικές. Είναι αυτές που ορίζουν πόσο ομαλή θα είναι η καμπύλη επιφάνεια της. Στην εικόνα 10 φαίνεται η σημαντική διαφορά στο αποτέλεσμα, ανάλογα με τις τιμές των παραμέτρων αυτών.



Εικόνα 10

23 Άλλα στερεά

Εκτός από τα απλά στερεά υπάρχουν και άλλα γεωμετρικά στερεά ή και συνθετότερα αντικείμενα. Ανάλογα με το πρόγραμμα, υπάρχουν διαδικασίες για την άμεση σχεδιάσή τους. Στο κεφάλαιο αυτό εξετάζουμε μερικά από τα πιο διαδεδομένα τέτοια στερεά.

Στο επόμενο κεφάλαιο θα δούμε διαδικασίες παραγωγής στερεών από δισδιάστατα σχήματα, που χρησιμοποιούνται πολύ συχνά για τη δημιουργία μη κοινών στερεών.

23.1. Τσαγιέρα

Είναι το πρώτο αντικείμενο στο οποίο εφαρμόστηκε φωτορεαλισμός, και αυτό δεν ήταν τυχαίο.

Η τσαγιέρα έχει πλήθος από καμπύλες και επίπεδα, και έτσι μπορούμε να πού-



Εικόνα 11

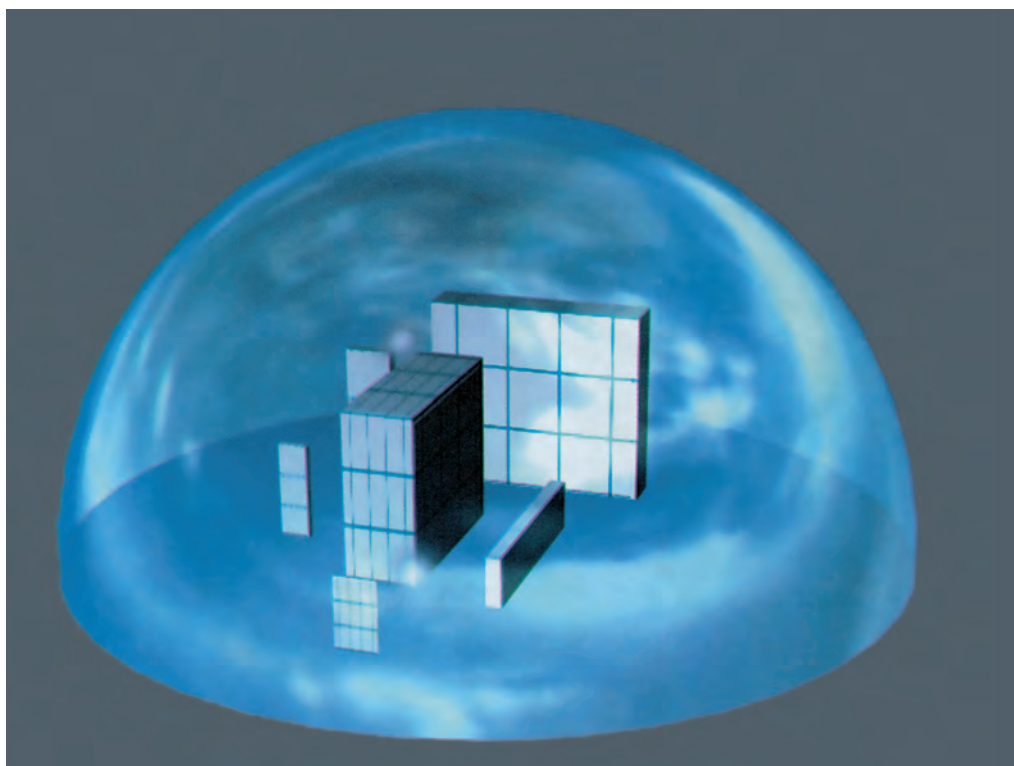
με ότι είναι ιδανικό αντικείμενο για να δοκιμάσει κανείς μια φωτοσκίαση ή ένα υλικό που έχει δημιουργήσει. Έτσι, έχει περιληφθεί στα περισσότερα προγράμματα τρισδιάστατων γραφικών. Ως παραμέτρους έχει το σημείο εισαγωγής της και το μέγεθος της.

Επειδή η τσαγιέρα είναι σύνθετο αντικείμενο που αποτελείται από επιμέρους στοιχεία (σώμα, λαβή, στόμιο, καπάκι), μπορεί κανείς να επιλέξει να δημιουργηθούν ορισμένα μόνο από τα στοιχεία αυτά.

Στην εικόνα 11 φαίνονται μερικές τσαγιέρες, στην επιφάνεια των οποίων έχει αποδοθεί η υφή διάφορων υλικών.

23.2. Γεώσφαιρα

Είναι ουσιαστικά μια σφαίρα, αλλά έχει άλλη χρήση από τις συνηθισμένες σφαίρες. Χρησιμοποιείται για την προσομοίωση του ατμοσφαιρικού θόλου και του εδάφους. Είναι, λοιπόν, η γεώσφαιρα ένα ημισφαίριο (όπως της εικόνας 12) που περιβάλλει το μοντέλο μας, όπως στον πραγματικό κόσμο ο ουράνιος θόλος περιβάλλει τη γη.

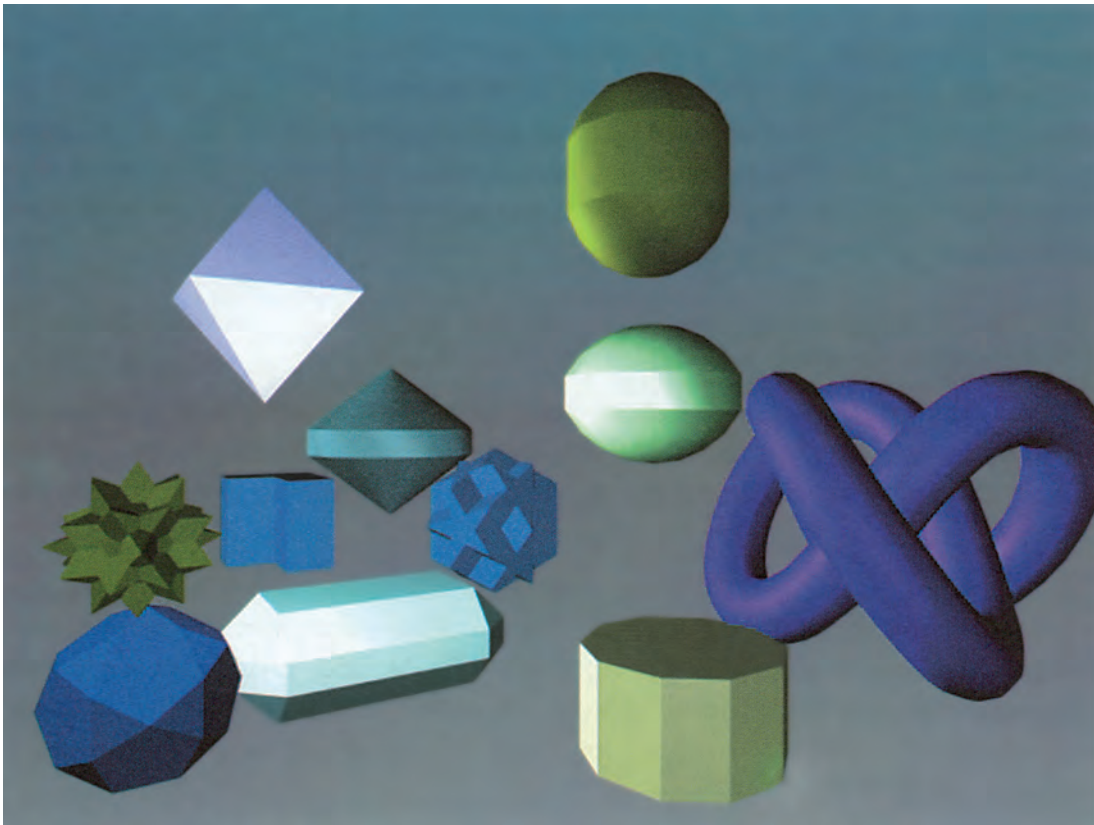


Εικόνα 12

Το ασυνήθιστο με αυτό το ημισφαίριο είναι ότι μπορούμε να προσαρμόσουμε διαφορετικό υλικό στα πλάγια (ουρανός) και άλλο στο κάτω μέρος (γη). Κατά τα άλλα δε διαφέρει σε τίποτα από μία κανονική σφαίρα τόσο στο σημείο εισαγωγής της όσο και στις παραμέτρους της.

23.3. Πολυεδρικά αντικείμενα

Διαφέρουν από πρόγραμμα σε πρόγραμμα, και ο μόνος περιορισμός στον αριθμό τους είναι η φαντασία του σχεδιαστή. Υπάρχουν, λοιπόν, πολυεδρικά αντικείμενα πολλών ειδών, όπως φαίνεται στην εικόνα 13. Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι, παρ' όλη την πολυπλοκότητά τους, τα αντικείμενα αυτά δεν παύουν να είναι πλήρως παραμετρικά.



Εικόνα 13

Άλλοι τρόποι

δημιουργίας αντικειμένων



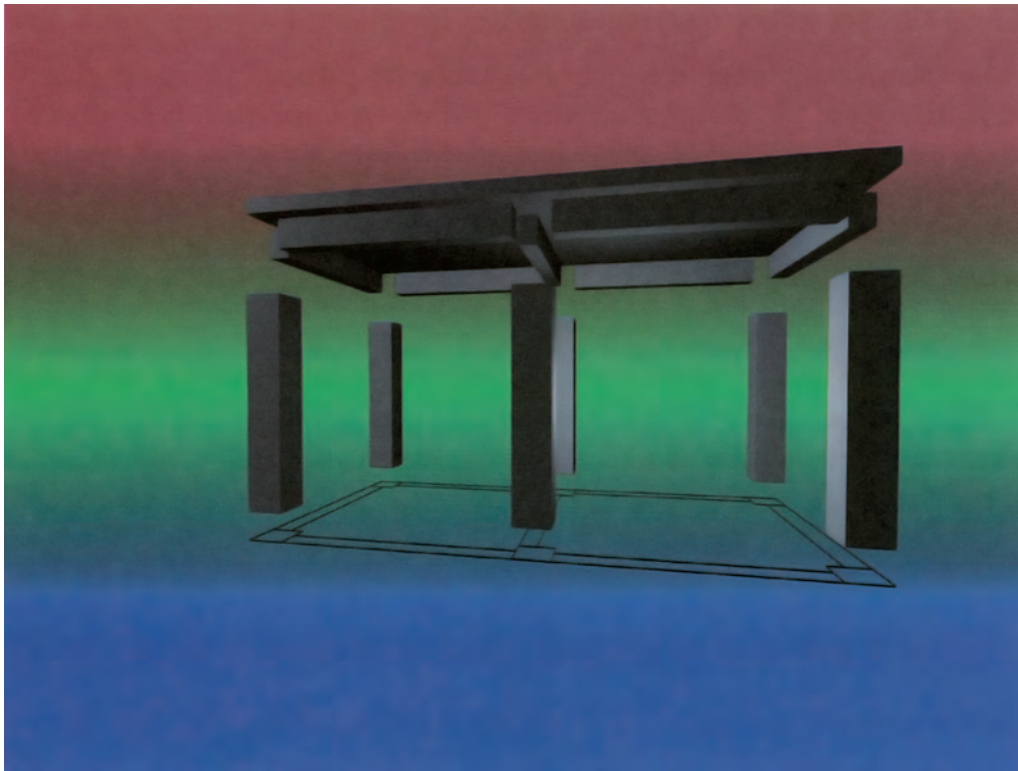
Στο κεφάλαιο αυτό θα αναφερθούμε σε δύο τρόπους δημιουργίας τρισδιάστατων αντικειμένων από επίπεδα σχήματα που κινούνται στο χώρο (δηλαδή, έξω από το επίπεδό τους): στα στερεά από μετατόπιση και στα στερεά από περιστροφή. Όταν ένα επίπεδο σχήμα μετατοπίζεται στο χώρο, διαγράφει ένα στερεό. Παράμετροι που καθορίζουν τη μορφή του στερεού αυτού είναι η μορφή και η θέση του επίπεδου σχήματος, η τροχιά πάνω στην οποία μετακινείται και ο τρόπος που κινείται (αν, δηλαδή, μετατοπίζεται χωρίς να στρέφεται ή αν συγχρόνως περιστρέφεται με οποιονδήποτε τρόπο).

24.1. Στερεά από μετατόπιση

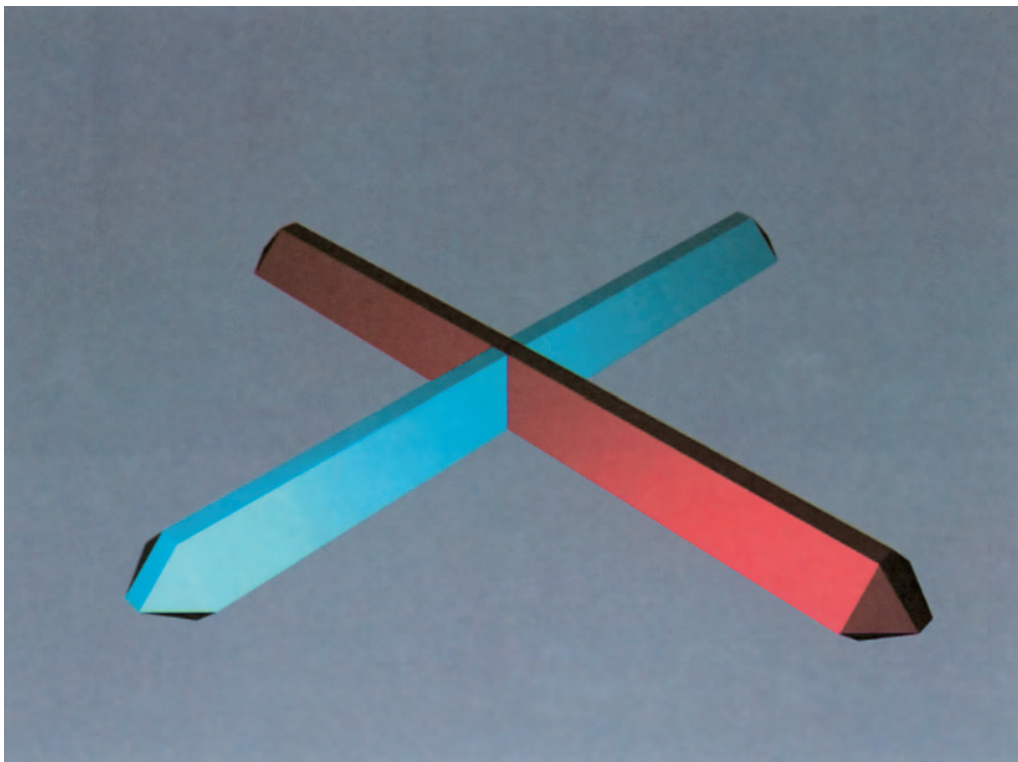
Μια ειδική περίπτωση μετακίνησης ενός επίπεδου σχήματος είναι η μετατόπισή του κάθετα προς το επίπεδό του. Η μετατόπιση αυτή χαρακτηρίζεται σε ορισμένα προγράμματα και ως εξώθηση, και το στερεό που διαγράφεται ως στερεό από εξώθηση.

Ο τρόπος αυτός δημιουργίας τρισδιάστατων αντικειμένων είναι εξαιρετικά χρήσιμος στο οικοδομικό σχέδιο, επειδή πάρα πολλά οικοδομικά στοιχεία μπορούν να δημιουργηθούν εύκολα από την προβολή τους. Μπορεί, δηλαδή, κανείς εύκολα να δημιουργήσει τοίχους, κολόνες, δοκούς και πλάκες από τις αντίστοιχες προβολές στην κάτοψη (ή από νέα σχήματα με βάση τις προβολές αυτές), δίνοντας το αντίστοιχο ύψος (Εικόνα 14).

Ορισμένα προγράμματα παρέχουν πρόσθετες δυνατότητες: Μπορεί ο σχεδιαστής να προσδιορίσει κάποια γωνία, οπότε το παραγόμενο στερεό δεν έχει μορφή πρίσματος αλλά κώνου ή πυραμίδας (χρήσιμο για βάσεις ή απολήξεις) (Εικόνα 15). Επίσης, είναι δυνατόν η μετακίνηση να γίνεται σε κάποια τροχιά. Αυτή η μέθοδος επιτρέπει να δημιουργούνται διάφορων μορφών σωληνοειδή, με σχήμα που καθορίζεται από την τροχιά και με διατομή που καθορίζεται από το σχήμα που μετατοπίζεται.



Εικόνα 14

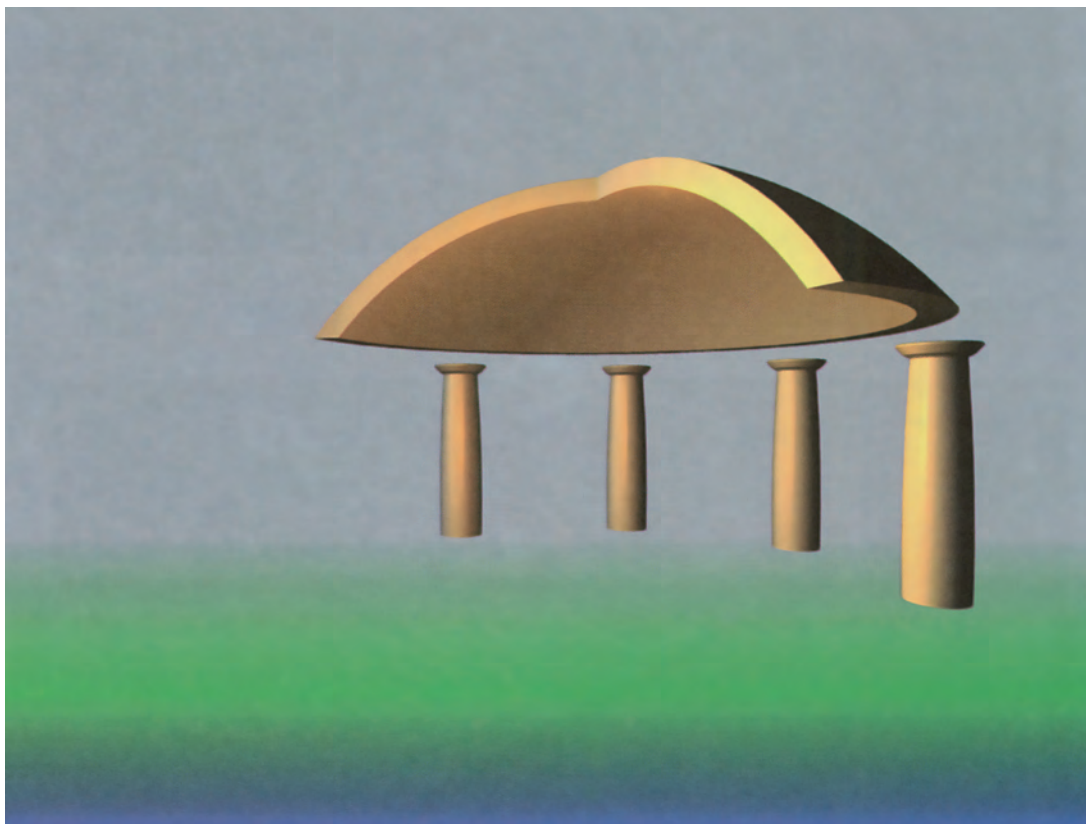


Εικόνα 15

24.2. Στερεά από περιστροφή

Μια άλλη ειδική περίπτωση είναι η δημιουργία στερεών με περιστροφή ενός επίπεδου σχήματος. Η περιστροφή αυτή γίνεται κατά κανόνα περί άξονα που βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με το σχήμα που περιστρέφεται. Με τον τρόπο αυτό δημιουργούνται στερεές μορφές, όπως, περίπου, παράγονται με τον τόρνο ή με τον κεραμικό τροχό, αλλά με πολύ περισσότερες δυνατότητες μορφολόγησης, αφού μπορεί να περιστραφεί οποιοδήποτε σχήμα.

Με την τεχνική αυτή μπορούν στο οικοδομικό σχέδιο να δημιουργηθούν τρούλοι, θόλοι, δωρικά κιονόκρανα, τραπέζια ροτόντες, καθώς και διάφορα τορνευτά αντικείμενα, ή και τμήματα αυτών όταν η γωνία περιστροφής είναι μικρότερη από 360° (Εικόνα 16).



Εικόνα 16

25 Αντικείμενα που δεν είναι στερεά Ή μήπως είναι;

Τα περισσότερα σύγχρονα προγράμματα τρισδιάστατης απεικόνισης είναι πλήρως αντικειμενοστρεφή (object oriented). Όλα τα στοιχεία τους είναι «αντικείμενα» με ιδιότητες. Ακόμα και οι μετατροπείς που επενεργούν πάνω σε γεωμετρικά αντικείμενα είναι και αυτοί αντικείμενα. Σε αυτή την ενότητα θα δούμε αντικείμενα που χρησιμοποιούνται στην προσομοίωση φυσικών φαινομένων, καθώς και σε άλλες ανάλογες περιπτώσεις.

25.1. Χιόνι

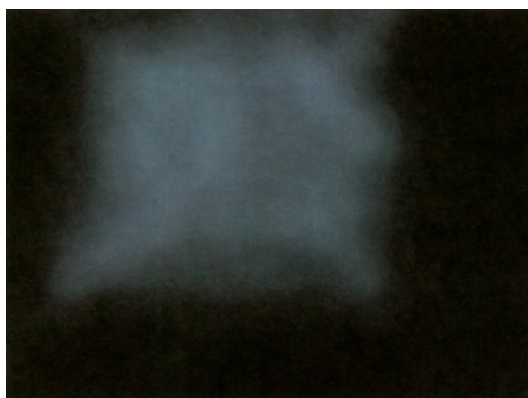
Είναι ένα αντικείμενο με μορφή επιπέδου. Κάτω από το επίπεδο αυτό δημιουργείται ένα είδος χιονιού (χιλιάδες μικροσκοπικά σημεία). Οι παράμετροι του «χιονιού» είναι η θέση του επιπέδου, το μέγεθός του, η πυκνότητα του χιονιού και η ταχύτητα με την οποία πέφτει. Στην εικόνα 17 φαίνεται ένα παράδειγμα.



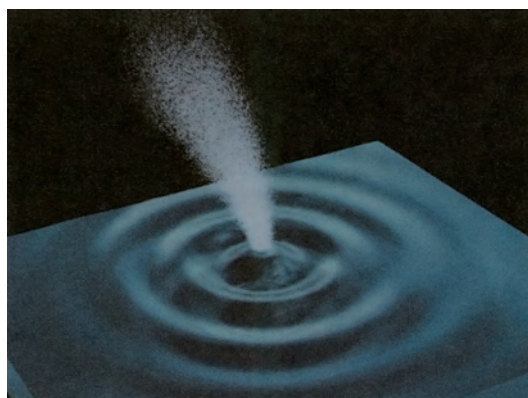
Εικόνα 17

25.2. Νέφος

Είναι ένα «κουτί», στο εσωτερικό του οποίου σχηματίζεται ένα είδος νέφους, που δημιουργεί την εντύπωση κάποιων φαινομένων (όπως είναι, για παράδειγμα, η ομίχλη). Το νέφος, σε συνδυασμό με το χιόνι, δίνει αποτελέσματα εντυπωσιακά. Οι παράμετροι που χρειάζονται είναι τα γεωμετρικά στοιχεία του κουτιού και η πυκνότητα του νέφους. Στην εικόνα 18 φαίνονται μερικά νέφη.



Εικόνα 18



Εικόνα 19

25.3. Σπρέι

Είναι ένα είδος χιονιού, αλλά έχει τη μορφή σπρέι. Η βασική διαφορά του δημιουργείται επειδή η πηγή του είναι σημειακή, ενώ το χιόνι, όπως είδαμε, πηγάζει από ένα επίπεδο. Το σπρέι το χρησιμοποιούμε, συνήθως, για να προσομοιάζουμε το νερό που πέφτει, τα σιντριβάνια και άλλα παρόμοια αντικείμενα. Αν πειραματιστούμε με τις παραμέτρους του σπρέι, με δημιουργική φαντασία μπορεί να επιτύχουμε πολύ ενδιαφέρουσες μορφές. Στην εικόνα 19 μία πηγή.

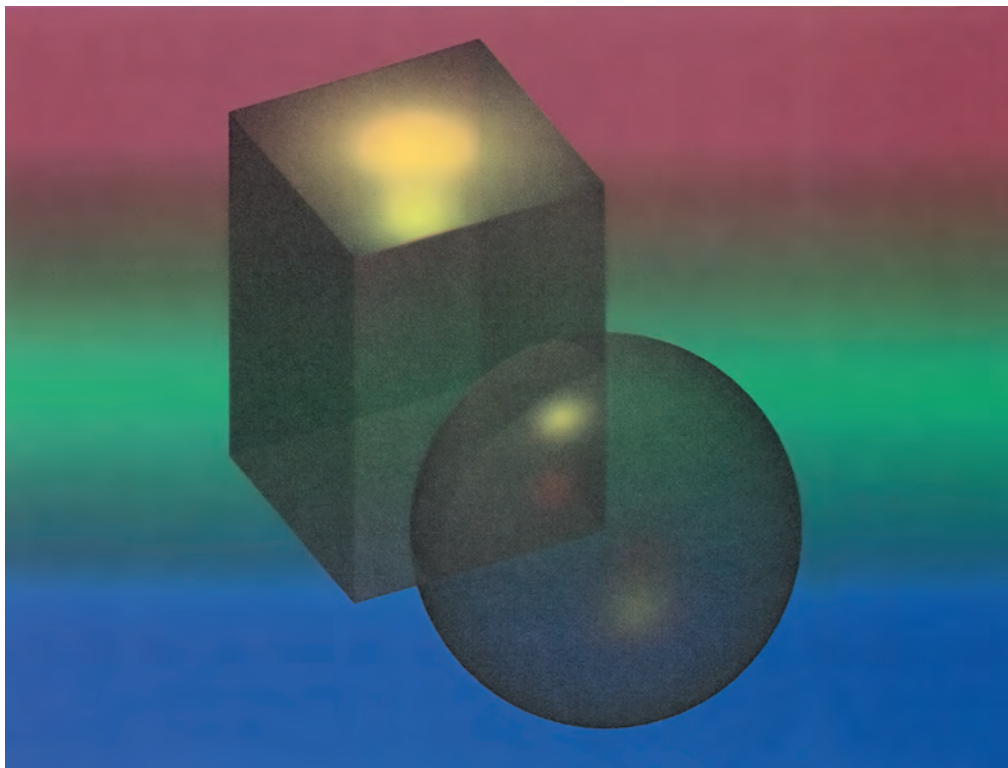
Λογικές πράξεις με δύο ή περισσότερα αντικείμενα

Οι λογικές πράξεις μεταξύ στερεών αντικειμένων επιτρέπουν τη δημιουργία νέων σχημάτων. Με τους τρόπους που θα δούμε στη συνέχεια μπορούν να συνδυαστούν οποιαδήποτε αντικείμενα υπάρχουν ήδη στο σχέδιο. Πολλά εξελιγμένα προγράμματα, μάλιστα, διατηρούν την υπόσταση των αρχικών αντικειμένων και μετά τις λογικές πράξεις. Μπορεί, δηλαδή, ο σχεδιαστής να συνεχίσει να μεταβάλλει τις παραμέτρους καθενός από τα αρχικά αντικείμενα, παρ' όλο που αυτά αποτελούν, πλέον, απλώς ένα συντελεστή του νέου αντικειμένου, που προέκυψε από την εφαρμογή λογικών πράξεων.

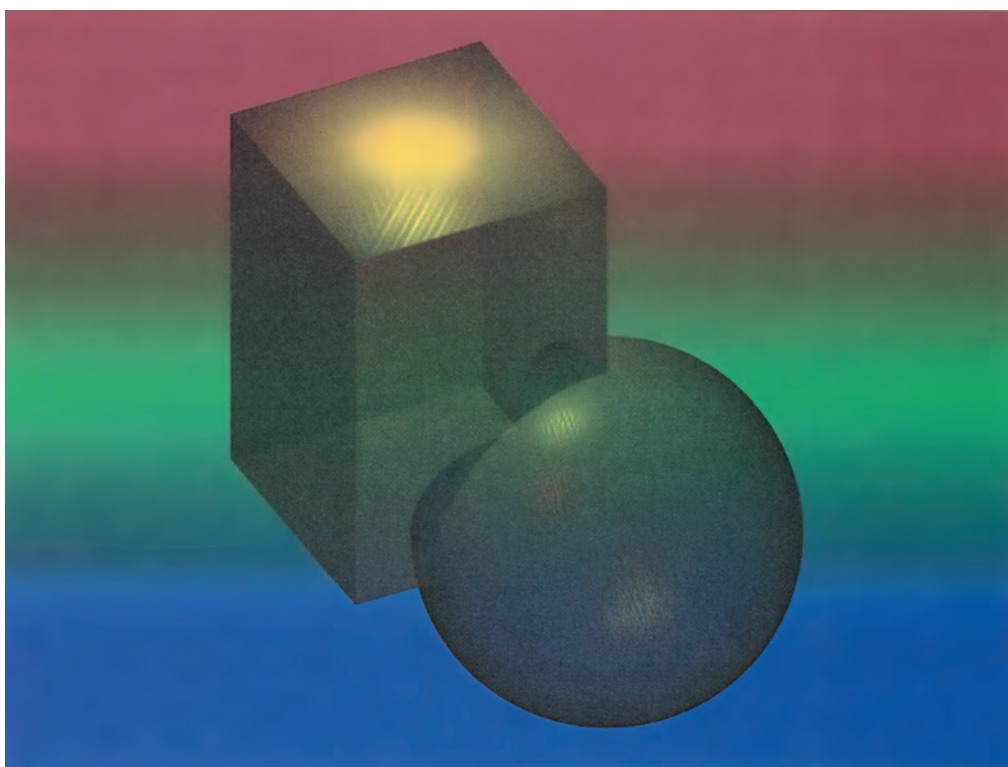
Με άλλα λόγια, τα προγράμματα που είναι βασισμένα στα αντικείμενα (σύμφωνα με τις αρχές του αντικειμενοστρεφούς προγραμματισμού) επιτρέπουν να είναι παραμετρικό και το στερεό που σχηματίζεται μετά την εφαρμογή των λογικών πράξεων, κάτι που είναι εξαιρετικά χρήσιμο, και μάλιστα, να διατηρεί στα τμήματά του τις παραμέτρους των αρχικών αντικειμένων. Έτσι, αν οποιαδήποτε στιγμή αλλάξει μια παράμετρος ενός από τους συντελεστές, αυτομάτως θα αλλάξει και το αντικείμενο συνολικά.

Στο εξής θα ονομάζουμε «συντελεστές» τα αντικείμενα που μετέχουν στις πράξεις αυτές. Θα πρέπει εδώ να αναφέρουμε ότι οι περισσότερες από τις λογικές πράξεις είναι οι ίδιες που ισχύουν και στα σύνολα των Μαθηματικών. Στην εικόνα 20 φαίνονται μια σφαίρα και ένα ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο. Θα χρησιμοποιούμε στη συνέχεια τους συντελεστές αυτούς σε όλες τις λογικές πράξεις.

Είναι εύκολο να καταλάβει κανείς ότι οι λογικές πράξεις είναι ένα ισχυρότατο εργαλείο στα χέρια όποιου συνθέτει τρισδιάστατα μοντέλα με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Εφαρμόζοντας τις πέντε λογικές πράξεις στα παράγωγα των πάρα πολλών γεννητριών αντικειμένων, μπορεί να δημιουργήσει μια απειρία αντικειμένων.



Εικόνα 20



Εικόνα 21

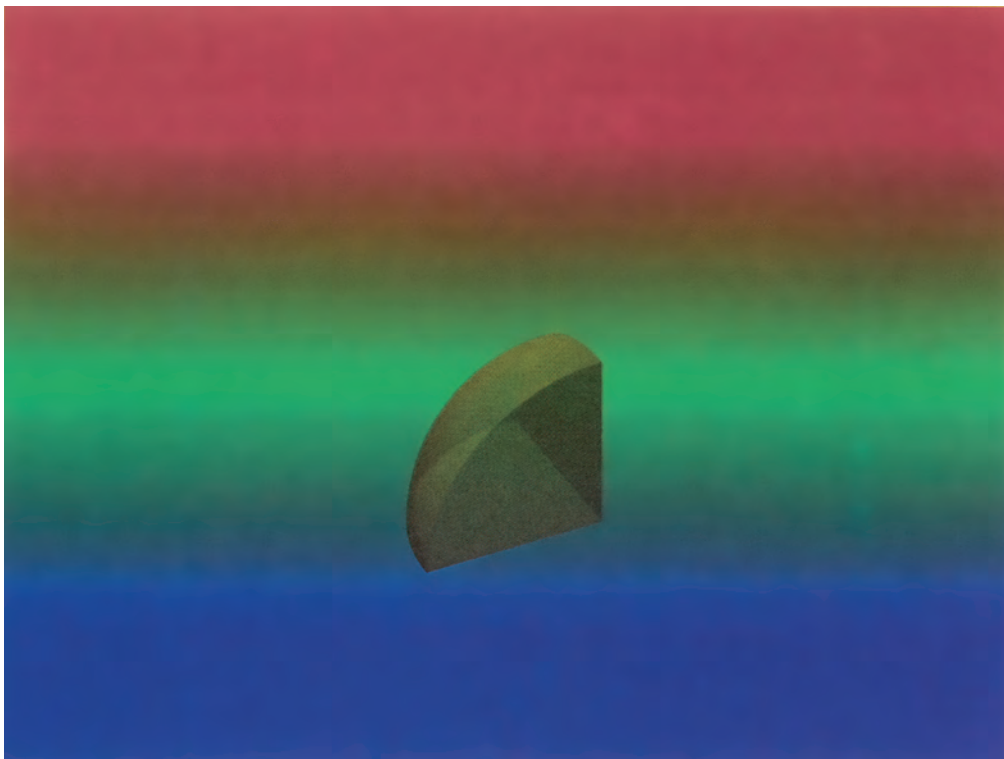
26.1. Ένωση

Με την ένωση δύο ή περισσότερων συντελεστών δημιουργείται ένα αντικείμενο το οποίο περιλαμβάνει όλα τα σημεία του χώρου που ανήκουν έστω και σε έναν από τους συντελεστές που ενώθηκαν. Ένωση χρησιμοποιεί ο μελετητής, και όταν θέλει να συμπεριφερθούν οι συντελεστές ως ενιαίο αντικείμενο, ώστε να τους δίνει κοινές κάποιες ιδιότητες ή μετατροπές. Στην εικόνα 21 φαίνεται το αποτέλεσμα της ένωσης των συντελεστών της εικόνας 20.

26.2. Τομή

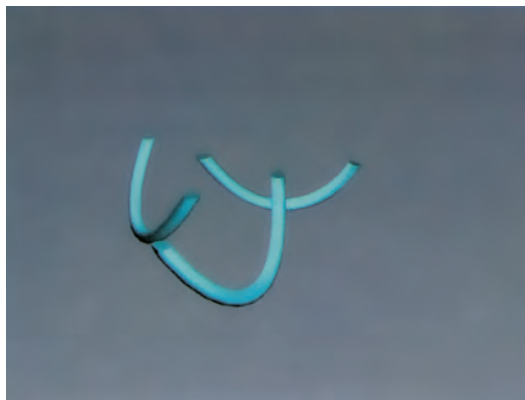
Με την ένωση δύο ή περισσότερων συντελεστών δημιουργείται ένα αντικείμενο που περιλαμβάνει όλα τα κοινά σημεία του χώρου, δηλαδή, όλα τα σημεία που ανήκουν σε όλους τους συντελεστές της τομής. Στην εικόνα 22 φαίνεται το αποτέλεσμα της τομής των συντελεστών της εικόνας 20. Στην τομή δεν έχει σημασία ποιος από τους δύο συντελεστές θα επιλεγεί πρώτος. Το αποτέλεσμα θα είναι το ίδιο.

Ορισμένες φορές, ιδιαίτερα όταν τα αντικείμενα είναι αδιαφανή, τα αποτελέσματα της τομής μπορεί να εκπλήξουν τον μη έμπειρο σχεδιαστή, όπως, για παρά-

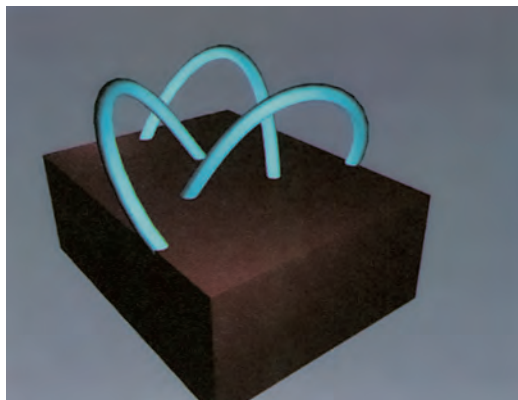


Εικόνα 22

δειγμα, τα αντικείμενα της εικόνας 23 που προκύπτουν ως τομή των δακτυλίων με το παραλληλεπίπεδο της εικόνας 24.



Εικόνα 23



Εικόνα 24

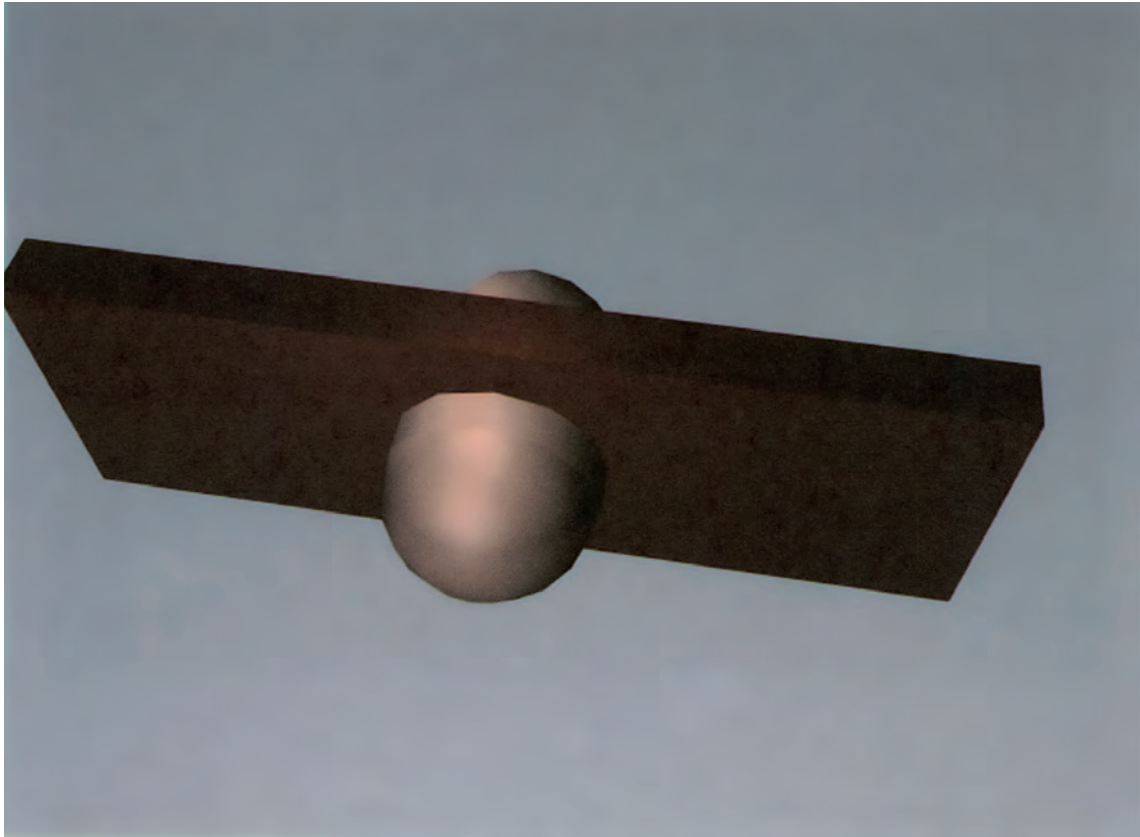
Προσοχή: η πράξη της τομής δύο στερεών αντικειμένων δεν πρέπει να συγχέεται με την τομή στερεών με κάποιο επίπεδο, οπότε μας ενδιαφέρει το δισδιάστατο ίχνος της τομής πάνω στο επίπεδο. Αυτή τη λειτουργία τα προγράμματα την παρέχουν, συνήθως, με χωριστή εντολή.

26.3. Διαφορά

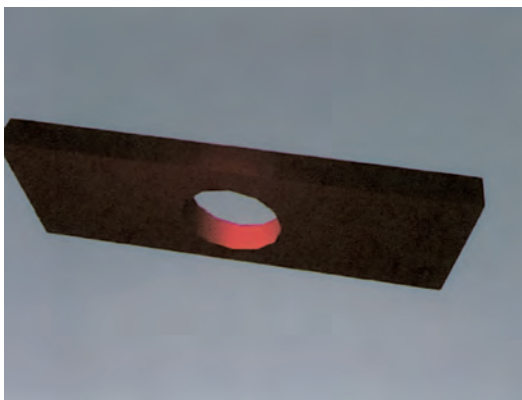
Στη διαφορά είναι καθοριστική για το αποτέλεσμα η σειρά με την οποία θα διαλέξουμε τους συντελεστές. Ο πρώτος συντελεστής θα είναι ο «κύριος», ενώ ο δεύτερος θα είναι ο «δευτερεύων». Το στερεό που θα προκύψει θα έχει όλα τα σημεία του κύριου συντελεστή, εκτός από τα τμήματα του που ανήκαν και στο σώμα του δευτερεύοντος.

Αν, για παράδειγμα, θέλουμε να δημιουργήσουμε μία τρύπα σε ένα κουτί, θα πρέπει, βέβαια, να υπάρχει το κουτί αλλά και ένα στερεό, που να αντιπροσωπεύει την τρύπα (εικόνα 25). Η διαφορά τους θα δώσει το αποτέλεσμα της εικόνας 26. Αν δίνουμε ανάποδα τους συντελεστές, θα είχαμε περίεργα αποτελέσματα όπως αυτά της εικόνας 27.

Στις εικόνες 28 και 29 φαίνονται τα αποτελέσματα της διαφοράς των συντελεστών της εικόνας 20 (σφαίρα μείον παραλληλεπίπεδο και παραλληλεπίπεδο μείον σφαίρα).



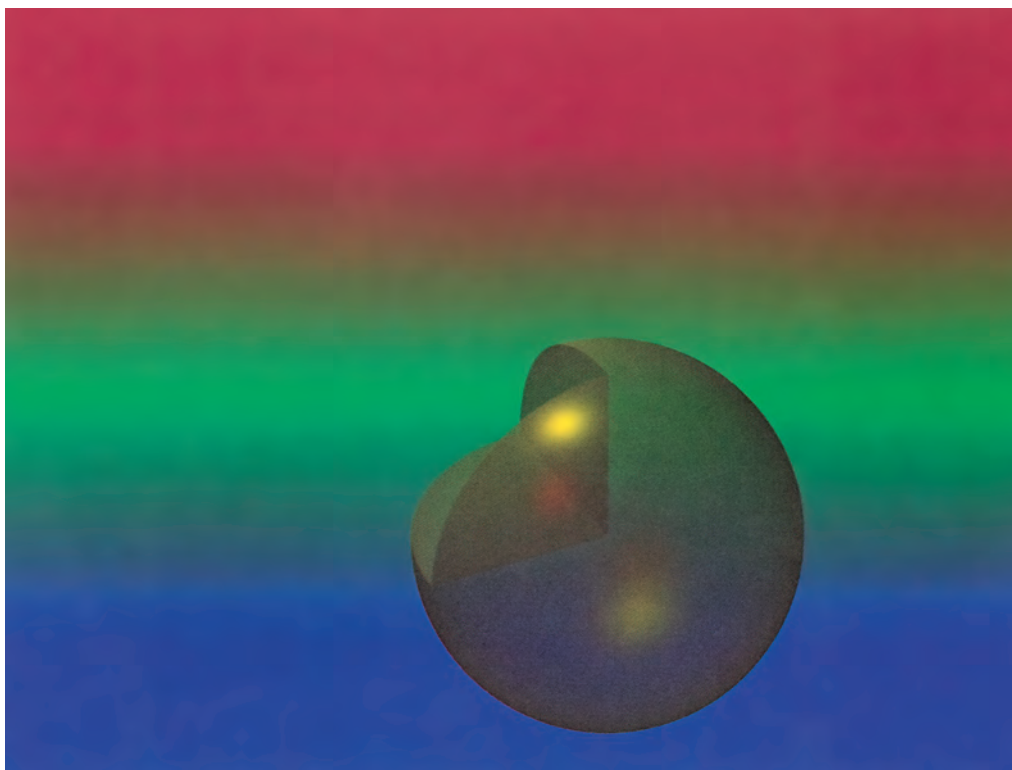
Εικόνα 25



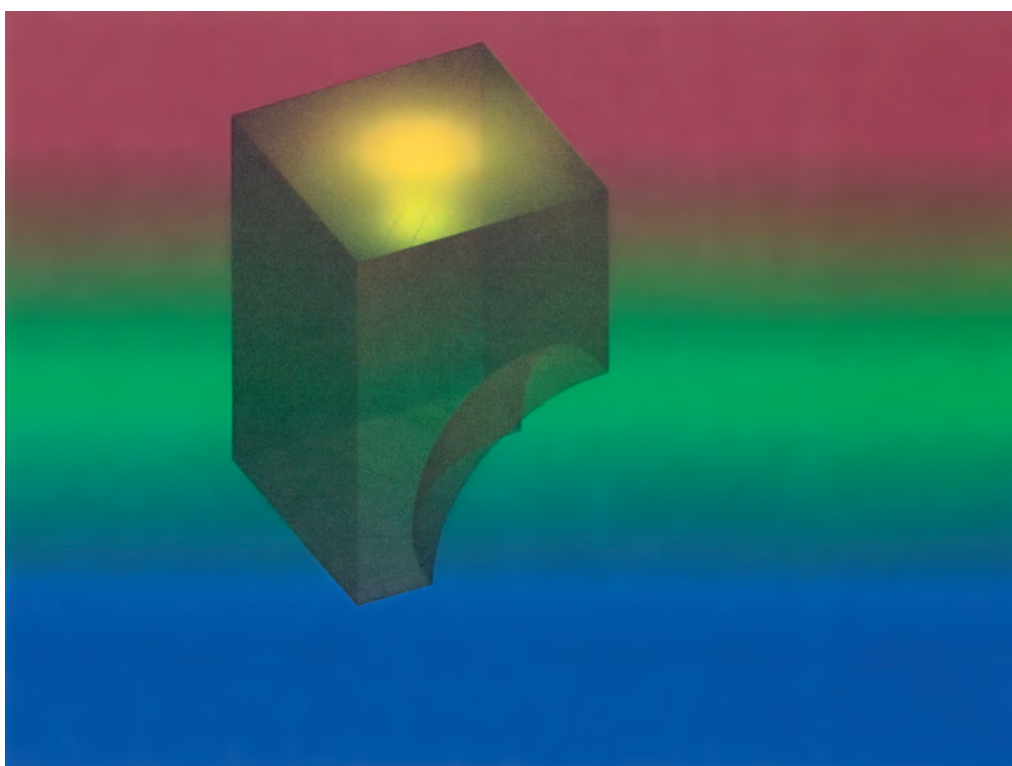
Εικόνα 26



Εικόνα 27



Εικόνα 28



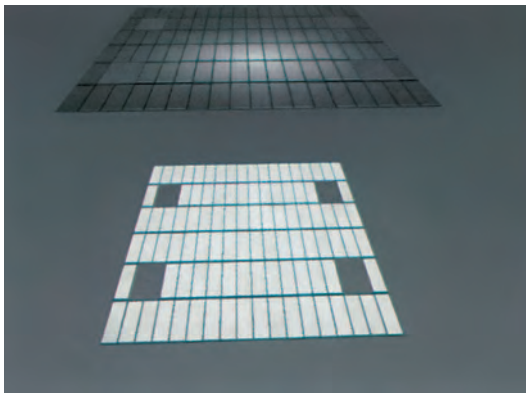
Εικόνα 29

27 Άλλες πράξεις με αντικείμενα

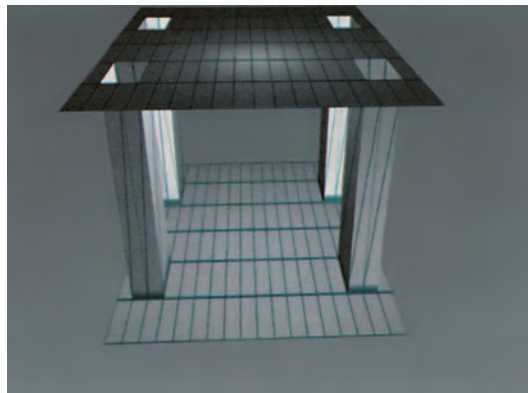
Εκτός από τις λογικές πράξεις τα διάφορα προγράμματα παρέχουν διαδικασίες και για άλλες συνθέσεις ή κατασκευές με βάση δύο αντικείμενα. Ως παράδειγμα αναφέρουμε δύο από αυτές.

27.1. Συνένωση

Μια πράξη που συνδέει ομόλογες τρύπες δύο συντελεστών ενώνοντάς τες με επιφάνειες. Στις εικόνες 30 και 31 φαίνονται δύο συντελεστές και το αποτέλεσμα της εφαρμογής αυτής της διαδικασίας σε αυτούς.



Εικόνα 30



Εικόνα 31

27.2. Μορφική παρεμβολή

Είναι μια πολύ σύνθετη πράξη. Με τη μορφική παρεμβολή το νέο στερεό που δημιουργείται έχει μια «ενδιάμεση μορφή». Έχει, δηλαδή, συντεταγμένες κορυφών που προκύπτουν από την παρεμβολή των αντίστοιχων κορυφών των δύο συντελεστών. Στα περισσότερα προγράμματα θα πρέπει οι δύο συντελεστές να έχουν τον ίδιο αριθμό κορυφών, ώστε να γίνει σωστά η λειτουργία της μορφικής παρεμβολής.

Απλό παράδειγμα αναπαράστασης σε τρεις διαστάσεις

Ήδη, με όσα είδαμε έως τώρα, μπορούμε να κατασκευάσουμε σε τρεις διαστάσεις ένα απλό οικοδομικό έργο όπως το λουτρό του κεφαλαίου 10. Και στη σχεδίαση σε τρεις διαστάσεις πρέπει να προσέχουμε, ώστε το σχέδιό μας να είναι σωστά οργανωμένο, δηλαδή τα αντικείμενά του να είναι σχεδιασμένα σε κατάλληλα διαφανή.

Στη συνέχεια, δίνονται τα βήματα που θα κάνετε, ώστε να δημιουργήσετε ένα τρισδιάστατο σχέδιο από το αρχείο LOUTRO του κεφαλαίου 10.

Βήμα 1ο:

Ανοίξτε το σχέδιο LOUTRO, και σώστε το με το όνομα 3D-LOUTRO. Με τον τρόπο αυτό διατηρείτε αναλλοίωτο το αρχικό σχέδιο και συνεχίζετε να εργάζεστε στο αντίγραφο του 3D-LOUTRO, όπου θα δημιουργήσετε το τρισδιάστατο στερεό.

Καθώς ολοκληρώσατε το πρώτο βήμα, θα πρέπει να φαίνεται στην οθόνη σας η κάτοψη του λουτρού, όπως φαινόταν και στο σχήμα της σελίδας 204.

Βήμα 2ο:

Ορίστε να είναι ορατά όλα τα διαφανή, και το σχέδιο να φαίνεται στην οθόνη με τη μεγαλύτερη δυνατή μεγέθυνση. Δημιουργήστε τέσσερα ίσα παράθυρα, χωρίζοντας το σχεδιαστικό παράθυρο και αλλάξτε τη γωνία θέασης στο κάθε παράθυρο, ώστε το σχέδιο να φαίνεται σε διάφορες ισομετρικές προβολές, όπως στο σχήμα τ1 (δηλαδή από τα σημεία 1, -1, 1 και -1,1,1 και 1,1,1 προς το 0, 0, 0).

Βήμα 3ο:

Δημιουργήστε τα νέα διαφανή 3D-BASH, 3D-ΤΟΙΧΟΙ, 3D-ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ, 3D-ΟΡΟΦΗ, 3D-ΕΠΙΠΛΑ. Καταστήστε το 3D-BASH τρέχον διαφανές και σχεδιάστε τη βάση σε δύο διαστάσεις (δηλαδή, την προβολή της στο επίπεδο XY). Από τη δισδιάστατη αυτή προβολή της βάσης δημιουργήστε με εξώθηση κατά μέγεθος ίσο με το ύψος της βάσης το αντίστοιχο στερεό. Το στερεό φαίνεται στις ισομετρικές προβολές, ενώ δε διακρίνεται στην κάτοψη. Στο σχήμα απεικονίζεται σε φωτορεαλιστική απεικόνιση.

Βήμα 4ο:

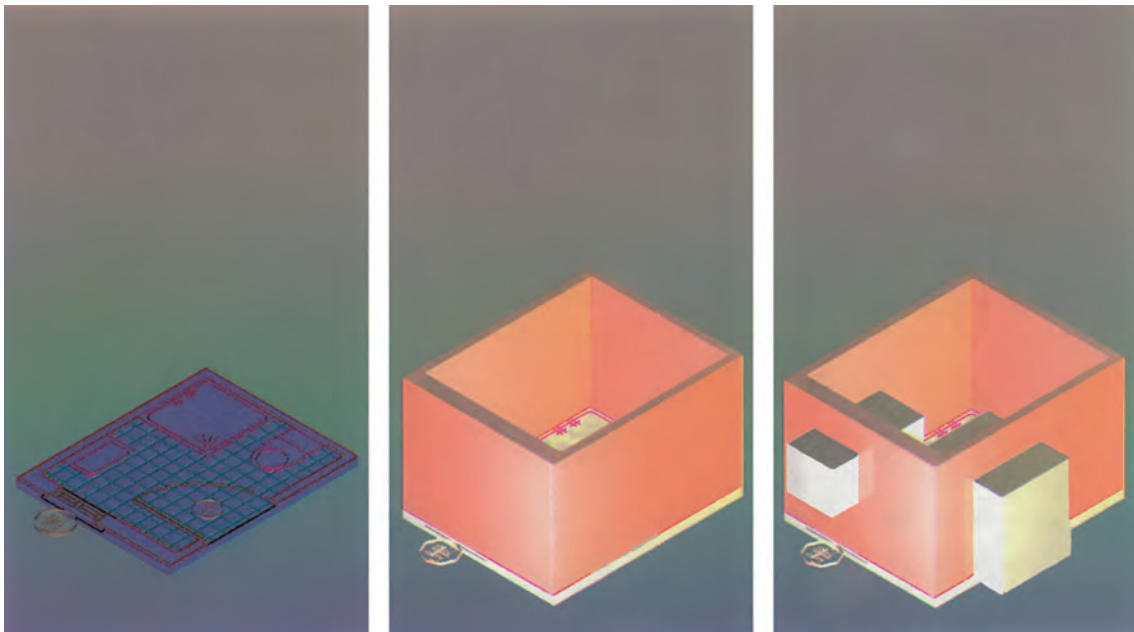
Με ανάλογο τρόπο, όπως στο 3ο βήμα, δημιουργήστε στο διαφανές 3D-ΤΟΙΧΟΙ την προβολή των τοίχων και με εξώθηση κατά μέγεθος ίσο με το ύψος των τοίχων δημιουργήστε τους τοίχους. (Εναλλακτικά, θα μπορούσατε να δημιουργήσετε ένα συνολικό στερεό εξωθώντας το περίγραμμα του κτίσματος, από το οποίο, στη συνέχεια, θα μπορούσατε να αφαιρέσετε το ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο που αντιστοιχεί στο χώρο του λουτρού).

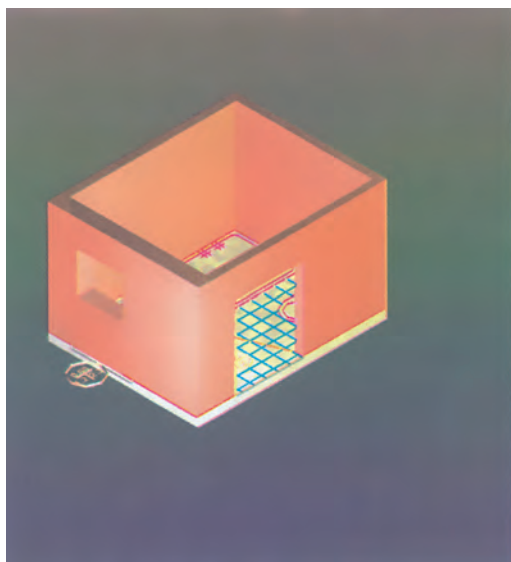
Βήμα 5ο:

Δημιουργήστε τα ανοίγματα στους τοίχους για τις πόρτες και τα παράθυρα. Για να το επιτύχετε, δημιουργήστε αρχικά ορθογώνια παραλληλεπίπεδα στις θέσεις των ανοιγμάτων αυτών και αφαιρέστε τα στη συνέχεια (με τη λογική πράξη «αφαίρεση στερεών») από τους τοίχους που φτιάξατε στο προηγούμενο βήμα. Παρατηρήστε ότι τα παραλληλεπίπεδα που αφαιρούνται μπορούν και να εξέχουν από τους τοίχους χωρίς αυτό να επηρεάζει το αποτέλεσμα.

Βήμα 6ο:

Δημιουργήστε τρισδιάστατα παράθυρα και πόρτες στο διαφανές 3D-ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ και στις κατάλληλες θέσεις. Το βήμα αυτό γίνεται ευκολότερα με χρήση των εντολών αντιγραφής και περιστροφής, που παρουσιάζονται στο επόμενο κεφάλαιο. Επίσης, είναι πιθανόν προτιμότερο να δημιουργήσετε αντίστοιχα πρότυπα τρισδιάστατων αντικειμένων και, στη συνέχεια, να εισαγάγετε παραγωγά τους στις θέσεις που επιθυμείτε. Η αλλαγή του συστήματος συντεταγμένων μπορεί να αποδειχτεί πολύτιμη για την εύκολη τοποθέτηση των παραγωγών αντικειμένων στις τελικές θέσεις τους.





Βήμα 7ο:

Δημιουργήστε τρισδιάστατα είδη υγιεινής στο διαφανές 3D-EPIPLA και στις κατάλληλες θέσεις.

Βήμα 8ο:

Δημιουργήστε την πλάκα της οροφής. Η διαδικασία είναι ανάλογη με εκείνη του 3ου βήματος για την κατασκευή της βάσης, μόνο που σχεδιάζετε την πλάκα στο διαφανές 3D-OROFH. Στη συνέχεια, και αν δεν έχετε εξαρχής τοποθετήσει την οροφή στο σωστό ύψος, τη μεταφέρετε στην τελική θέση της.

Στην εικόνα φαίνεται φωτορεαλιστική απεικόνιση του εσωτερικού του λουτρού.

Βήμα 9ο:

Αποθηκεύστε (σώστε) το σχέδιο, ώστε να μπορείτε να ανατρέξετε σε αυτό αργότερα.

Ασκήσεις

1. Ακολουθώντας σειρά βημάτων ίδια με του παραδείγματος, δημιουργείτε την τρισδιάστατη αναπαράσταση του χτίσματος από το αρχείο KATOPSI1 της άσκησης 1 του κεφαλαίου 10. Όσες διαστάσεις δεν αναγράφονται στο σχέδιο θα λαμβάνονται κατ' εκτίμηση.
2. Ακολουθώντας σειρά βημάτων ίδια με του παραδείγματος, δημιουργείτε την τρισδιάστατη αναπαράσταση του χτίσματος από το αρχείο KATOPSI2 της άσκησης 2 του κεφαλαίου 10. Όσες διαστάσεις δεν αναγράφονται στο σχέδιο θα λαμβάνονται κατ' εκτίμηση.

29 Διαδικασίες τροποποίησης και κατασκευής στο χώρο

Πολλές από τις διαδικασίες τροποποίησης και κατασκευής που είδαμε στη σχεδίαση σε δύο διαστάσεις μπορούν να εφαρμόζονται και στο χώρο. Θα πρέπει εδώ να γίνει διάκριση μεταξύ πραγματικής τρισδιάστατης εφαρμογής των διαδικασιών και εφαρμογής τους σε σχήματα που όλα βρίσκονται στο ίδιο τυχαίο επίπεδο.

Μπορούν, λοιπόν, κατ' αρχήν, οι διαδικασίες που είδαμε στη σχεδίαση σε δύο διαστάσεις να εφαρμόζονται όχι μόνο στο επίπεδο ΧΨ των γενικών συντεταγμένων αλλά και σε οποιοδήποτε επίπεδο. Συνήθως, χρειάζεται να προσαρμόσουμε το τρέχον σύστημα συντεταγμένων, ώστε να καταστήσουμε το επίπεδο αυτό τοπικό επίπεδο ΧΥ. Με τις διαδικασίες αυτές δε θα ασχοληθούμε εδώ, αφού έχουμε εξετάσει το θέμα στη σχεδίαση σε δύο διαστάσεις.

Στα κεφάλαια που ακολουθούν θα εξετάσουμε μερικές από τις διαδικασίες τροποποίησης και κατασκευής που εφαρμόζονται σε τρεις διαστάσεις, δηλαδή που εφαρμόζονται σε σχήματα τα οποία δεν είναι ομοεπίπεδα.

29.1. Εντολές τροποποίησης

29.1.1. Διαγραφή - Επαναφορά

Οι διαδικασίες αυτές είναι ίδιες για οποιαδήποτε αντικείμενα, δισδιάστατα ή τρισδιάστατα. Με τη διαγραφή απαλείφουμε τα αντικείμενα που επιλέγουμε από το σχέδιό μας, ενώ με την επαναφορά ξαναφέρνουμε στο σχέδιο αντικείμενα που έχουμε διαγράψει.

29.1.2. Αλλαγή θέσης αντικειμένων

Οι αλλαγές θέσης γίνονται πλέον σε τρεις διαστάσεις και, συνεπώς, έχουν περισσότερες παραμέτρους. Στη συνέχεια, θα εξετάσουμε την κάθε περίπτωση αλλαγής θέσης.

29.1.2.1. Μετατόπιση

Μια μετατόπιση στο χώρο εκτελείται όπως και μια μετατόπιση στο επίπεδο, μόνο που το διάνυσμα μετατόπισης ορίζεται στις τρεις διαστάσεις. Δίνονται, δηλαδή, οι τρεις συντεταγμένες x , y , z , για το αρχικό και τελικό σημείο του διανύσματος.

29.1.2.2. Περιστροφή στο χώρο

Στο επίπεδο η περιστροφή γίνεται περί άξονα κάθετο προς το επίπεδο. Στο χώρο η περιστροφή μπορεί να γίνεται ως προς οποιονδήποτε άξονα. Επιλέγουμε, λοιπόν, όπως και στη δισδιάστατη σχεδίαση, τα αντικείμενα που θέλουμε να περιστραφούν. Όπως στο επίπεδο ορίζαμε το κέντρο περιστροφής και τη γωνία, στο χώρο ορίζουμε τον άξονα περιστροφής (προσανατολισμένα) -προσδιορίζοντας δύο σημεία του- και δίνουμε τη γωνία περιστροφής.

Ειδικές περιπτώσεις είναι περιστροφές περί άξονες παράλληλους με τους κύριους άξονες X , Y και Z .

29.1.3. Αλλαγή μήκους και αφαίρεση τμημάτων γραμμικών στοιχείων

Τα αποτελέσματα στο χώρο είναι ανάλογα με των αντίστοιχων ενεργειών στο επίπεδο.

29.1.3.1. Απότμηση τμήματος

Στο τρισδιάστατο σχέδιο, είναι πιθανό, το πρόγραμμα να προβλέπει την απότμηση τμήματος, για την οποία θα χρησιμοποιηθούν ως «κοπίδια» γραμμές που δεν τέμνουν τις γραμμές που θα κοπούν. Στην περίπτωση αυτή υπάρχει κάποια σαφώς καθορισμένη σύμβαση, που καθορίζει τη συμπεριφορά της αντίστοιχης εντολής (π.χ. ως κοπίδι χρησιμοποιείται όχι η ίδια η γραμμή αλλά το επίπεδο που την προβάλλει στο επίπεδο XY του τρέχοντος συστήματος συντεταγμένων).

Πρέπει κανείς να διαβάσει προσεκτικά το εγχειρίδιο χρήσης, για να γνωρίζει τις παραδοχές αυτές.

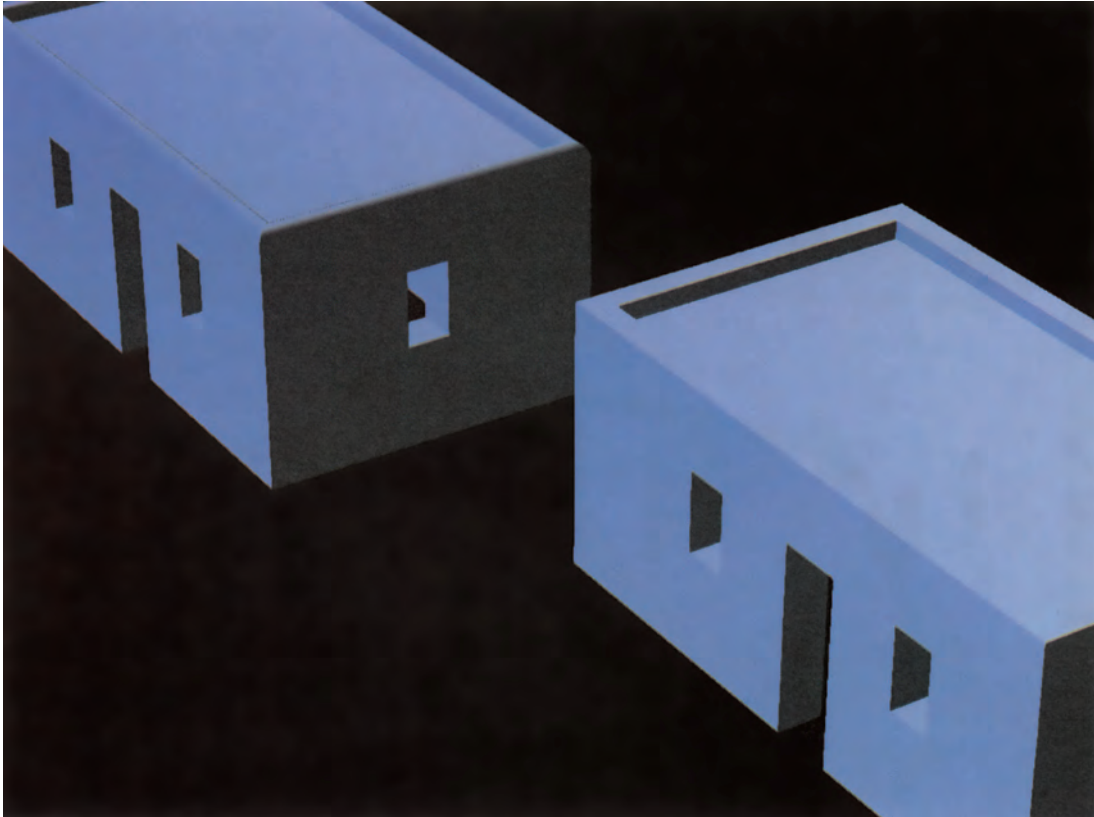
29.1.3.2. Επέκταση

Ανάλογη λογική με τη λογική της απότμησης τμήματος, εφαρμόζεται και για τη λειτουργία της επέκτασης, την οποία θα μπορούσε κανείς να θεωρήσει ως αντίθετη της απότμησης. Πάλι καθορίζονται γραμμές ως όρια, μόνο που στο χώρο είναι πιθανόν οι γραμμές αυτές να μην τέμνουν τις προεκτάσεις των γραμμών που επεκτείνονται. Ο τρόπος λειτουργίας και αυτής της διαδικασίας, για κάθε περίπτωση, περιγράφεται στο εγχειρίδιο χρήσης.

29.1.3.3. Συναρμογή

Η συναρμογή γραμμικών στοιχείων μπορεί να γίνει, μόνο όταν οι γραμμές είναι ομοεπίπεδες. Όμως, σε πολλά προγράμματα υπάρχει το αντίστοιχο της συναρμογής με κυλινδρική επιφάνεια που «γλυκαίνει» τις ακμές στερεών. Αυτή η εντολή είναι

πολύ χρήσιμη για να διαμορφώνουμε ορισμένα αρχιτεκτονικά στοιχεία, όπως είναι τα άκρα της ταράτσας σε σπίτια αιγαιοπελαγίτικης μορφής. Τα σπίτια στην εικόνα 32 διαφέρουν μόνον ως προς τη διαμόρφωση των άκρων της ταράτσας.



Εικόνα 32

29.1.3.4. Σπάσιμο γραμμικών στοιχείων

Η διαδικασία αυτή λειτουργεί συνήθως σε όλα τα γραμμικά στοιχεία, στο επίπεδο ή στο χώρο, με τον ίδιο τρόπο. Μπορεί να αφαιρέσει ένα ακραίο ή ένα μεσαίο τμήμα τους.

29.1.4. Κόψιμο με επίπεδο

Πολλά προγράμματα μας δίνουν τη δυνατότητα να κόψουμε οποιοδήποτε στερεό με ένα επίπεδο που το τέμνει. Θα δημιουργηθούν τότε δύο τμήματα. Ανάλογα με το σχήμα του αρχικού στερεού είναι πιθανόν το κάθε τμήμα να αποτελείται από ένα ή από περισσότερα στερεά. Όμως, στα περισσότερα προγράμματα, αν επιλέξουμε ένα τμήμα για να το επεξεργαστούμε (για παράδειγμα, για να το διαγράψουμε ή να το μετακινήσουμε), θα δούμε ότι το πρόγραμμα θεωρεί το τμήμα ενιαίο, ακόμη και αν αυτό αποτελείται από περισσότερα από ένα στερεά.

Μπορούμε να διατηρήσουμε και τα δύο αυτά τμήματα ή να σβήσουμε ένα από αυτά. Αν διατηρήσουμε και τα δύο στερεά, ο συνολικός όγκος δεν αλλάζει, αλλά μπορούμε να διακρίνουμε το περίγραμμα της τομής. Το αποτέλεσμα φαίνεται καλύτερα, αν μετακινήσουμε το ένα τμήμα του κομμένου στερεού.

Στην εικόνα 33 το δεξιό μέρος του κτιρίου έχει περιστραφεί. Παρατηρείστε ότι το τμήμα αυτό περιλαμβάνει δύο φαινομενικά ανεξάρτητα στερεά.



Εικόνα 33

29.1.5. Τάνυση

Η τάνυση στο χώρο λειτουργεί με τις ίδιες αρχές όπως και στο επίπεδο, μόνο που το διάνυσμα τάνυσης μπορεί να είναι οποιοδήποτε διάνυσμα. Ανάλογα με το πρόγραμμα, μπορεί να υπάρχουν περιορισμοί στη λειτουργία της τάνυσης. Για παράδειγμα, είναι πιθανόν το πρόγραμμα να μην υποστηρίζει τάνυση στερεών.

Αναφέρουμε ξεχωριστά την περίπτωση τάνυσης επίπεδων σχημάτων κάθετα στο επίπεδό τους, επειδή, συχνά, είναι χρήσιμη στην οριοθέτηση μη ορθογωνικών χώρων. Ως παράδειγμα, παρατηρήστε τη δημιουργία μιας «συρμάτινης κατασκευής» με σχήμα τετράριχτης στέγης. Η κατασκευή αυτή μπορεί, στη συνέχεια, να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή του στερεού της στέγης.

29.1.6. Μεγέθυνση και σμίκρυνση

Η αλλαγή μεγέθους στο χώρο γίνεται όπως και στο επίπεδο. Μόνο που η αλλαγή του μεγέθους δε γίνεται μόνο κατά δύο αλλά κατά και τις τρεις διευθύνσεις.

29.2. Διαδικασίες κατασκευής

Θα εξετάσουμε εδώ τις σημαντικότερες από τις διαδικασίες κατασκευής στο χώρο. Μελετήστε το εγχειρίδιο χρήσης του λογισμικού που χρησιμοποιείτε, για να βρείτε και τυχόν πρόσθετες διαδικασίες κατασκευής που αυτό υποστηρίζει.

29.2.1. Αντιγραφή

Η αντιγραφή στο χώρο γίνεται όπως και στη σχεδίαση σε δύο διαστάσεις. Μόνο που τόσο τα αντικείμενα που αντιγράφονται όσο και τα διανύσματα που προσδιορίζουν τη θέση κάθε αντιγράφου ως προς το αρχικό μπορεί να είναι οποιαδήποτε στον τρισδιάστατο χώρο.

29.2.2. Καθρεπτισμός

Η διαδικασία αυτή στο χώρο δημιουργεί τα συμμετρικά αντικειμένων ως προς επίπεδο συμμετρίας. Πρόκειται, δηλαδή, για ακριβή προσομοίωση της λειτουργίας του καθρέφτη. Ο χρήστης πρέπει να επισημάνει τα αντικείμενα των οποίων το συμμετρικό θα δημιουργηθεί και να ορίσει στο χώρο το επίπεδο συμμετρίας (τον καθρέφτη).

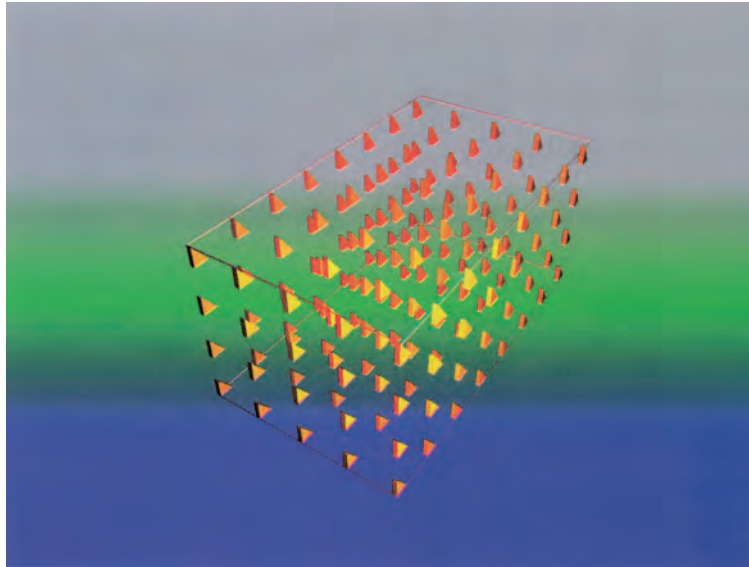
29.2.3. Διατάξεις ή συστοιχίες

Όπως και στη δισδιάστατη σχεδίαση, έτσι και στη σχεδίαση σε τρεις διαστάσεις, οι διατάξεις ή συστοιχίες επιτρέπουν την παραγωγή πολλών αντιγράφων σε υπολογιζόμενες θέσεις. Στη συνέχεια, θα δούμε μερικές χαρακτηριστικές περιπτώσεις:

29.2.3.1. Ορθογωνική διάταξη

Μια ορθογωνική διάταξη στο χώρο αποτελείται από αντικείμενα στοιχημένα και στις τρεις διαστάσεις. Ο χρήστης πρέπει να προσδιορίσει τα αντικείμενα που θα αντιγραφούν, πόσες σειρές, πόσες στήλες και πόσα επίπεδα θα δημιουργηθούν και τις αποστάσεις μεταξύ δύο διαδοχικών αντικειμένων κατά X , κατά Ψ και κατά Z (Εικόνα 34).

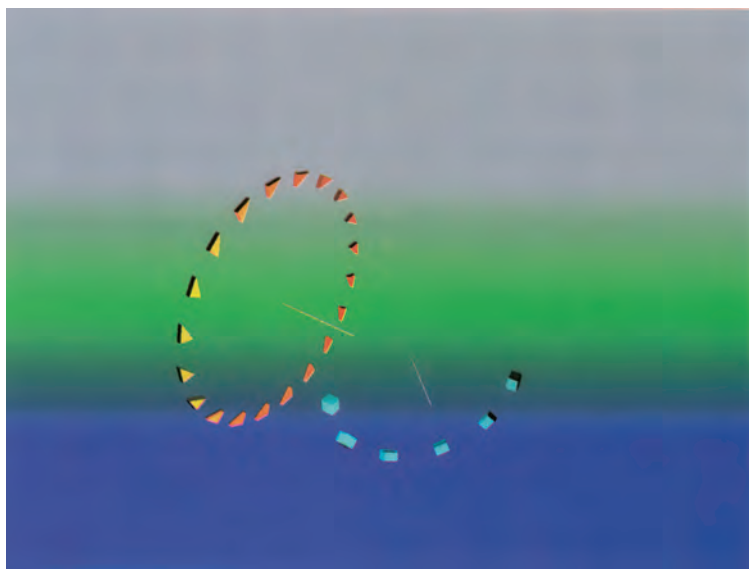
Ορισμένα προγράμματα επιτρέπουν αντί να ορίζουμε ξεχωριστά τις αποστάσεις για κάθε άξονα να δίνουμε ένα διάνυσμα στο χώρο, το οποίο το πρόγραμμα θεωρεί ως διαγώνιο ορθογώνιου παραλληλεπίπεδου και αναλύει στις συνιστώσες του.



Εικόνα 34

29.2.3.2. Κυκλική διάταξη

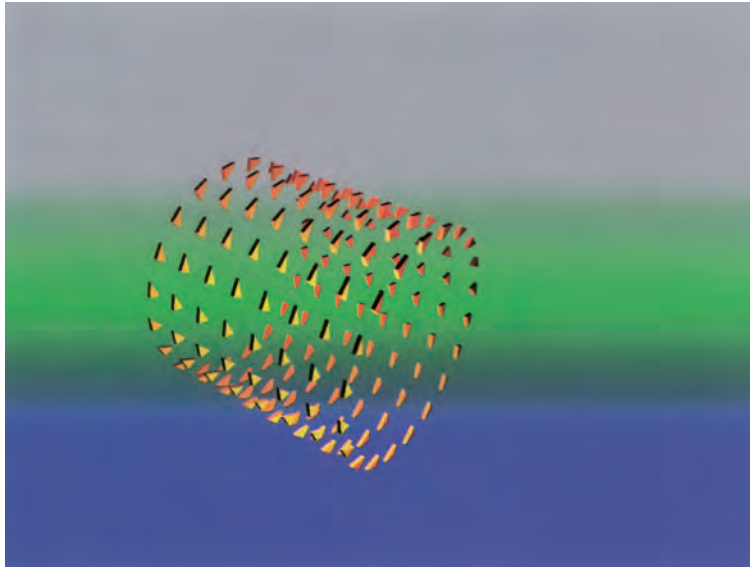
Η κυκλική διάταξη στο χώρο μοιάζει με την κυκλική διάταξη στο επίπεδο, μόνο που αντί για κέντρο της διάταξης χρειάζεται να ορίσουμε άξονα. Η διάταξη κάθε αντικειμένου σχηματίζεται τότε «επάνω» σε ένα νοητό δίσκο, κάθετο στον άξονα της διάταξης. Ως προς τον προσανατολισμό των αντικειμένων ισχύουν όσα ίσχυαν και για την κυκλική διάταξη στο επίπεδο (Εικόνα 35).



Εικόνα 35

29.2.3.3. Κυλινδρική διάταξη

Μία κυλινδρική διάταξη είναι πολλές κυκλικές διατάξεις στο χώρο, σε παράλληλα επίπεδα που ισαπέχουν. Τα επίπεδα αυτά είναι κάθετα στον άξονα της διάταξης (Εικόνα 36).



Εικόνα 36

Ειδικές εντολές επεξεργασίας για στερεά



Στην τρισδιάστατη σχεδίαση ουσιαστικά εκτελούμε διαδικασίες γλυπτικής, χρησιμοποιώντας όμως ένα «δισδιάστατο» τρόπο επικοινωνίας με τον υπολογιστή. Βασικό εργαλείο για την εισαγωγή στοιχείων είναι το ποντίκι, που κινείται σε ένα επίπεδο, και βλέπουμε τα αποτελέσματα της κίνησής του στην οθόνη, δηλαδή να προβάλλονται σε επίπεδο.

Γεννιέται, συνεπώς, το ερώτημα πώς θα μπορούσε κανείς να εκτελέσει πράξεις τρισδιάστατης διαμόρφωσης των σχημάτων που χειρίζεται, αξιοποιώντας με τον αποτελεσματικότερο τρόπο τα δισδιάστατα αυτά μέσα. Τα διάφορα προγράμματα παρέχουν τρόπους για να εκτελούνται οι επεξεργασίες αυτές με αντίστοιχες εντολές.

Επαναλαμβάνουμε ότι, όπως τις περισσότερες φορές στο CAD, υπάρχει συχνά και στην επεξεργασία των στερεών μια πλειάδα εναλλακτικών τρόπων για να εκτελεστεί η κάθε διαδικασία. Εδώ θα παρουσιάσουμε ενδεικτικά μερικούς τρόπους «παρέμβασης» σε στερεά, ώστε να αποκτήσει ο αναγνώστης αντίληψη των διάφορων εντολών τρισδιάστατης επεξεργασίας που μπορεί να περιλαμβάνει ένα πρόγραμμα τρισδιάστατης σχεδίασης.

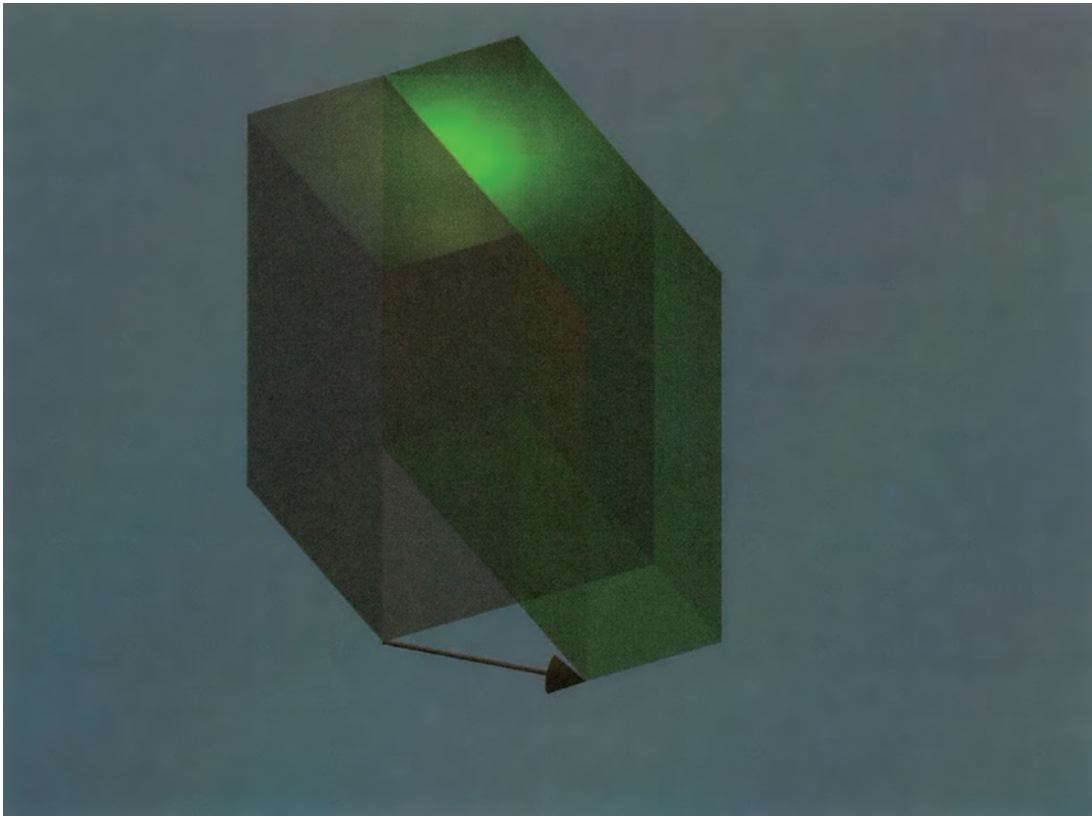
Οι περισσότερες από τις εντολές αυτές δεν εφαρμόζονται σε ολόκληρο το στερεό αλλά σε ένα ή σε περισσότερα στοιχεία του (δηλαδή, σε έδρες ή σε ακμές του). Και είναι πολύ σημαντικό να γνωρίζει ο σχεδιαστής ότι τα περισσότερα προγράμματα ελέγχουν την ορθότητα του στερεού που προκύπτει και δεν εκτελούν την εντολή, αν το αποτέλεσμα δεν είναι παραδεκτό από το πρόγραμμα.

Τέλος, θα πρέπει πάντοτε να θυμόμαστε ότι η «αντίληψη» του προγράμματος φτάνει μέχρι το σημείο που αυτό έχει προγραμματιστεί από τον κατασκευαστή του. Γι' αυτό και συχνά, παρά τις θαυμαστές λειτουργίες που περιλαμβάνουν κάθε φορά οι νεότερες εκδόσεις, είναι πιθανόν λειτουργίες που θεωρούμε ότι έπρεπε να γίνονται ευκολότατα να μην υποστηρίζονται από το πρόγραμμα (όπως, για παράδειγμα, ορισμένες λειτουργίες που μεταβάλλουν την τοπολογία). Πρέπει τότε εμείς να σκεφτούμε με ποιον εναλλακτικό τρόπο, από εκείνους που υποστηρίζει το πρόγραμμα, μπορούμε να επιτύχουμε το αποτέλεσμα που επιδιώκουμε. Λόγω, ακριβώς, του

«πειραματικού» χαρακτήρα που έχει συχνά η διαμόρφωση τρισδιάστατων σχημάτων, πολλές φορές χρειάζεται η εντολή αναίρεσης. Μάλιστα, σε ορισμένα προγράμματα είναι διαθέσιμη και «μέσα» στις εντολές τρισδιάστατης επεξεργασίας για την ακύρωση άστοχων ενδιάμεσων βημάτων κάθε εντολής.

30.1. Μετακίνηση εδρών

Αφού επιλέξουμε την έδρα ή τις έδρες που θέλουμε να μετακινηθούν, ορίζουμε το διάνυσμα μετακίνησης. Η έδρα μετατοπίζεται (όταν αυτό δε δημιουργεί κάποιο πρόβλημα) και το στερεό διαμορφώνεται ανάλογα. Στην εικόνα 37 φαίνονται το αρχικό, το τελικό (πράσινο) πρίσμα και το διάνυσμα μετατόπισης των δυο εδρών.

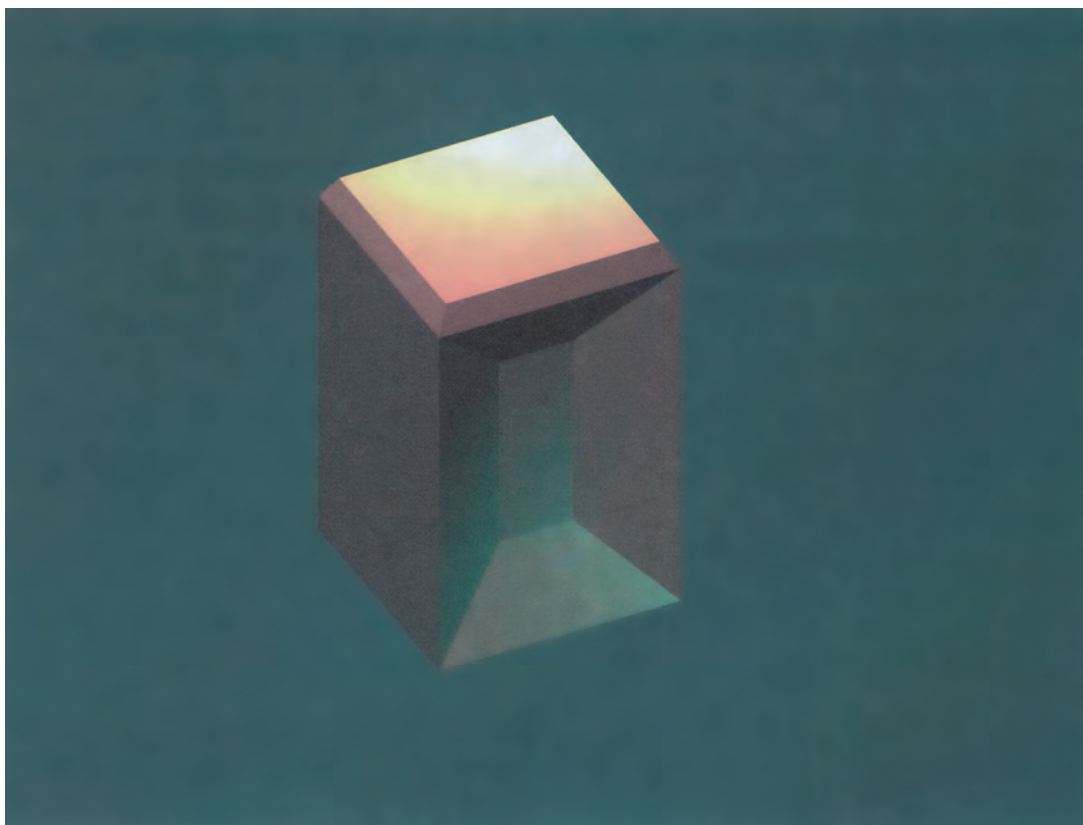


Εικόνα 37

30.2. Εξώθηση εδρών

Έχουμε ήδη δει ότι από επίπεδα σχήματα μπορούν να παραχθούν στερεά με μετατόπιση ή εξώθησή τους (βλ. «κεφ. 24.1 Στερεά από μετατόπιση» στη σελίδα 256).

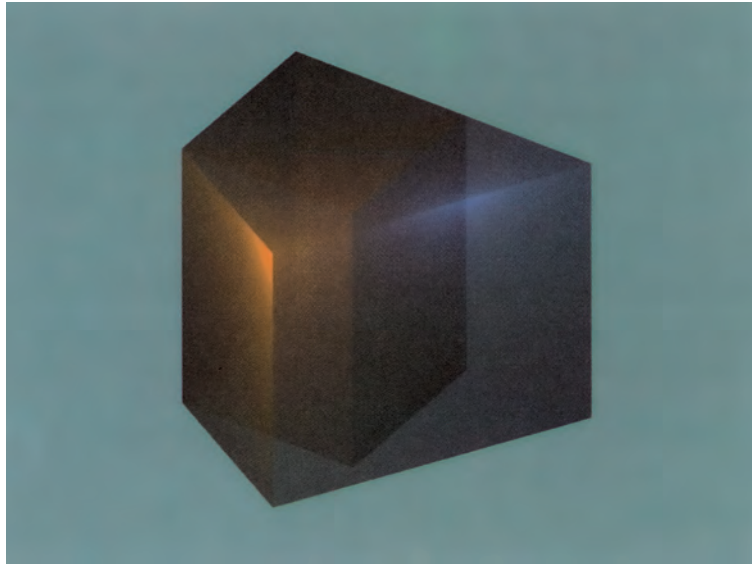
Με την εξώθηση μιας έδρας γίνεται κάτι ανάλογο, μόνο που δε δημιουργείται νέο στερεό, αλλά τροποποιείται εκείνο στο οποίο ανήκει η έδρα. Μάλιστα, για θετικές τιμές εξώθησης το νέο τμήμα εξέρχεται από το στερεό, ενώ για αρνητικές τιμές εισέρχεται (αφαιρείται από το στερεό). Η εξώθηση μπορεί και σε αυτή την περίπτωση να γίνεται πάνω σε κάποια τροχιά ή και με μεταβλητή διατομή σύμφωνα με μια επιθυμητή γωνία. Στην Εικόνα 38 δύο έδρες ενός παραλληλεπιπέδου έχουν εξωθηθεί (κατά θετικό και αρνητικό μήκος), κάθετα στα επίπεδά τους.



Εικόνα 38

30.3. Περιστροφή εδρών

Επιλέγουμε την έδρα ή τις έδρες που θέλουμε να περιστραφούν και ορίζουμε τον άξονα και τη γωνία περιστροφής. Εφόσον το πρόγραμμα μπορεί να εκτελέσει τη διαδικασία με τα στοιχεία που δώσαμε, περιστρέφεται κατάλληλα το επίπεδο της έδρας, και κάνει τις απαραίτητες μεταβολές των υπολοίπων εδρών. Τόσο η έδρα όσο και το στερεό τροποποιούνται ανάλογα (Εικόνα 39).



Εικόνα 39

30.4. Διαγραφή εδρών

Η λειτουργία αυτή είναι χρήσιμη κυρίως για περιπτώσεις διαγραφής «ενδιάμεσων» εδρών, όπως είναι τα φρεζαρίσματα, οι κυλινδρικές ή επίπεδες συναρμογές γειτονικών εδρών, καθώς και για τη διαγραφή ψευδοεδρών, που θα δούμε στη συνέχεια. Στην εικόνα 40 φαίνονται συγχρόνως το στερεό πριν τη διαγραφή της (φωτισμένης) έδρας συναρμογής και το παραλληλεπίπεδο που θα προκύψει μετά τη διαγραφή της.



Εικόνα 40

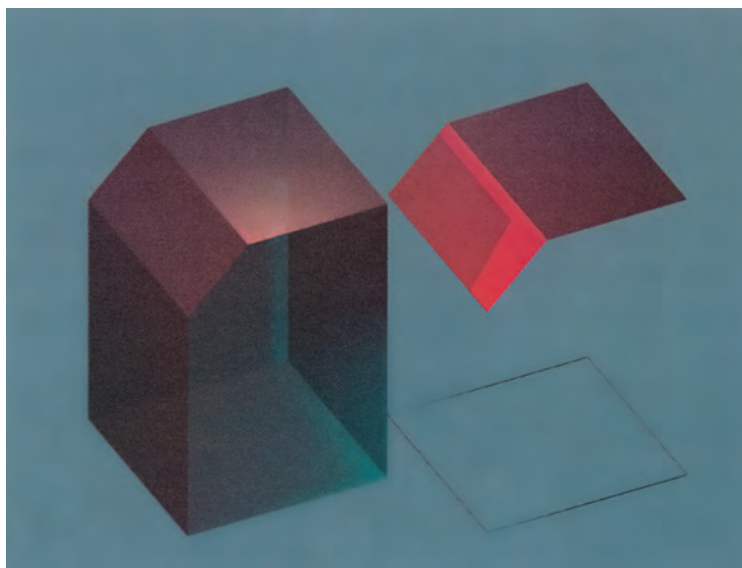
30.5. Δημιουργία ψευδοέδρας

Με τη λειτουργία αυτή μπορούμε να αποτυπώσουμε σε μια έδρα κάποιο σχήμα που αποκτά υπόσταση έδρας. Ανήκει, δηλαδή, πλέον στο στερεό (παρ' όλο που αρχικά δεν επηρεάζει τη μορφή του), και μπορούμε να επεξεργαζόμαστε την ψευδοέδρα με όλους τους τρόπους που υποστηρίζει το πρόγραμμα για την επεξεργασία εδρών.

Αν μια ψευδοέδρα δε χρησιμοποιηθεί για να τροποποιηθεί το στερεό, είναι πιθανόν ότι αποτελεί περιττό στοιχείο του στερεού. Γι' αυτό και ορισμένα προγράμματα παρέχουν τρόπους άμεσου καθαρισμού ενός στερεού από ψευδοέδρες.

30.6. Αντιγραφή εδρών και ακμών

Ορισμένα προγράμματα παρέχουν τη δυνατότητα αντιγραφής εδρών και ακμών. Τα αντίγραφα αυτά δεν είναι πλέον στερεά αλλά επιφάνειες και γραμμικά περιγράμματα (Εικόνα 41).



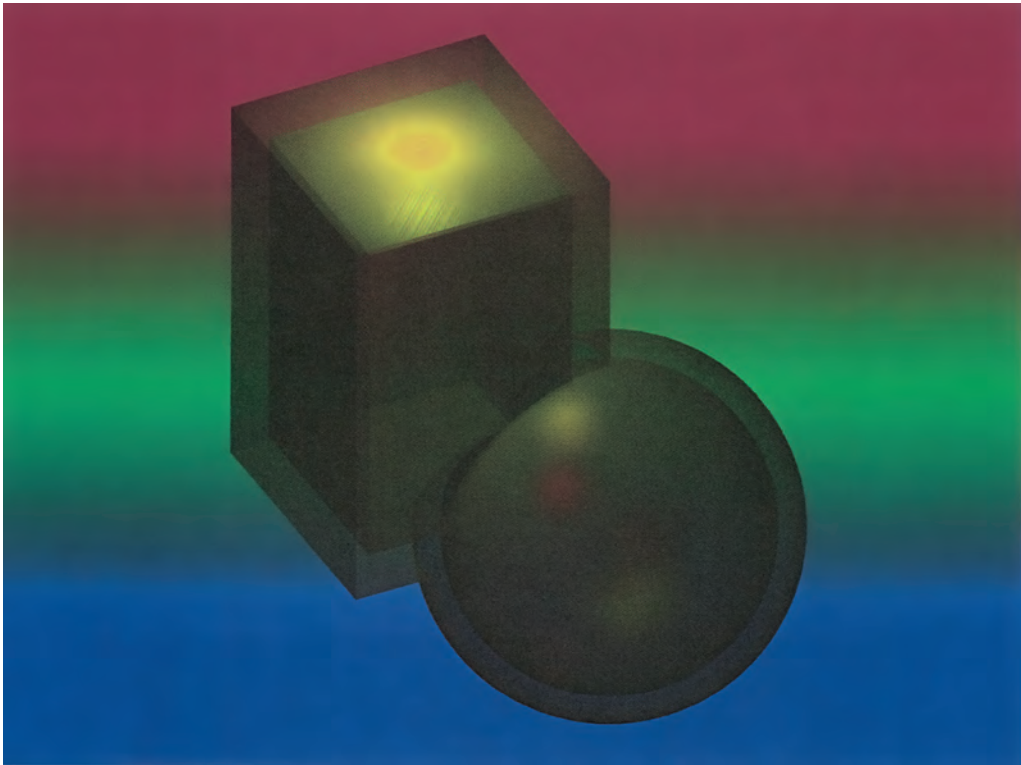
Εικόνα 41

30.7. Χρωματική επισήμανση εδρών και ακμών

Το μεγάλο πλήθος των γραμμών που εμφανίζονται στην τρισδιάστατη σχεδίαση και οι πολλαπλές θεωρήσεις των αντικειμένων από διάφορες γωνίες καθιστούν συχνά δυσχερή την αναγνώριση ορισμένων ακμών ή εδρών. Γι' αυτό και ορισμένα προγράμματα δίνουν τη δυνατότητα να χρωματίζει ο σχεδιαστής κατά βούληση, και ανεξάρτητα από το χρώμα του στερεού, μεμονωμένες έδρες ή ακμές, ώστε να μπορεί να τις διακρίνει εύκολα, όπου και αν βρίσκονται αυτές σε κάθε εικόνα.

30.8. Δημιουργία κελύφους

Ορισμένα προγράμματα δίνουν τη δυνατότητα να δημιουργηθεί από οποιοδήποτε στερεό ένα κέλυφος ορισμένου πάχους. Το κέλυφος αυτό μπορεί να περιλαμβάνει όλες τις έδρες του στερεού (οπότε χρειάζεται να τμήσουμε το στερεό, για να διαπιστώσουμε ότι περικλείει κενό χώρο) ή να δημιουργηθεί μόνο από μερικές έδρες που επιλέγει ο σχεδιαστής. Στην εικόνα 42 διακρίνεται το κέλυφος που δημιουργήθηκε με αφετηρία το στερεό της εικόνας 21.



Εικόνα 42

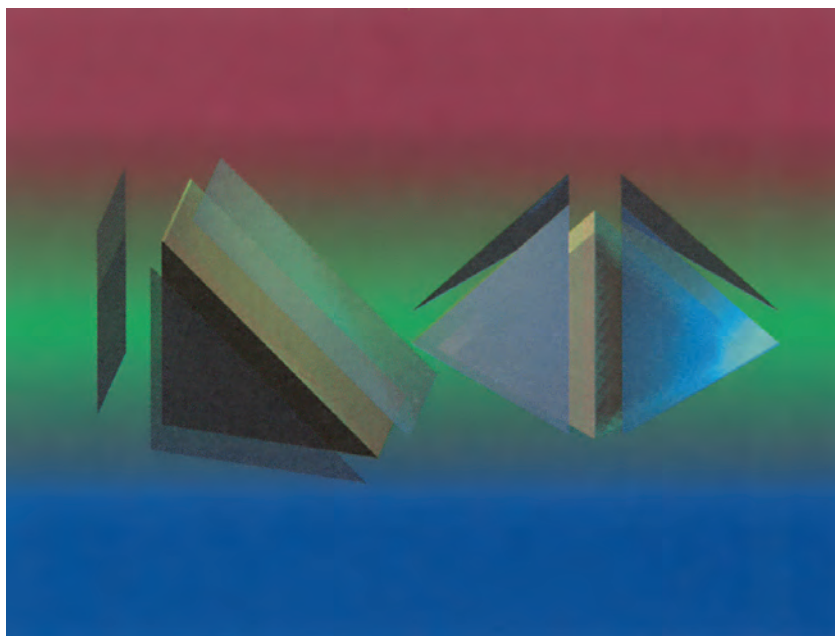
31

Επίπεδες επιφάνειες στο χώρο

Η απλούστερη μορφή σχημάτων στο χώρο είναι τμήματα επίπεδων επιφανειών. Τα σχήματα αυτά δημιουργούνται συνήθως εύκολα με τους μηχανισμούς της σχεδίασης σε δύο διαστάσεις, αφού ο σχεδιαστής φέρει το επίπεδο σχεδίασης XY στη θέση που θέλει στο χώρο.

Είναι γνωστό ότι ένα επίπεδο ορίζεται από τρία σημεία, και αυτός είναι συνήθως ο ευκολότερος τρόπος για να προσδιοριστεί και η θέση ενός κατάλληλου συστήματος αξόνων.

Πολλά από τα τρισδιάστατα στερεά, όπως είναι, για παράδειγμα, οι πυραμίδες, τα τετράεδρα και όλα τα πολύεδρα, περιβάλλονται από τμήματα επίπεδων επιφανειών στο χώρο (Εικόνα 43).



Εικόνα 43

32 Σχεδιασμός επιφανειών από γενέτειρες

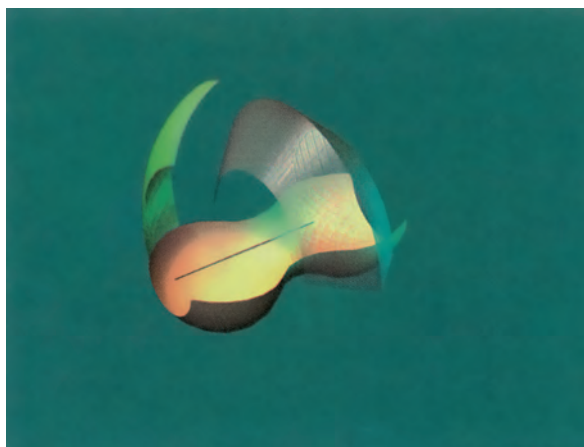
Πιο πολύπλοκες, μη επίπεδες επιφάνειες δημιουργούνται με τη μετακίνηση γραμμικών σχημάτων στο χώρο. Όταν μια γραμμή μετακινείται στο χώρο, διαγράφει μια επιφάνεια και λέγεται γενέτειρα της επιφάνειας αυτής. Στοιχεία που καθορίζουν τη μορφή της επιφάνειας είναι η μορφή της γενέτειρας της, η τροχιά την οποία ακολουθεί η γενέτειρα και ο τρόπος με τον οποίο κινείται στην τροχιά αυτή (αν, δηλαδή, απλώς μετατοπίζεται ή εάν συγχρόνως περιστρέφεται).

Στη συνέχεια, θα εξετάσουμε μερικές χαρακτηριστικές περιπτώσεις δημιουργίας επιφανειών στο χώρο.

32.1. Από περιστροφή

Συνήθως, πρόκειται για περιστροφή επίπεδων γραμμικών σχημάτων, που περιστρέφονται περί άξονα ο οποίος βρίσκεται στο επίπεδό τους (Εικόνα 44).

Ως παραδείγματα αναφέρουμε ότι με τον τρόπο αυτό παράγονται κυλινδρικές ή κωνικές επιφάνειες από επίπεδες γενέτειρες ή σφαιρικές επιφάνειες από τόξα κύκλου.

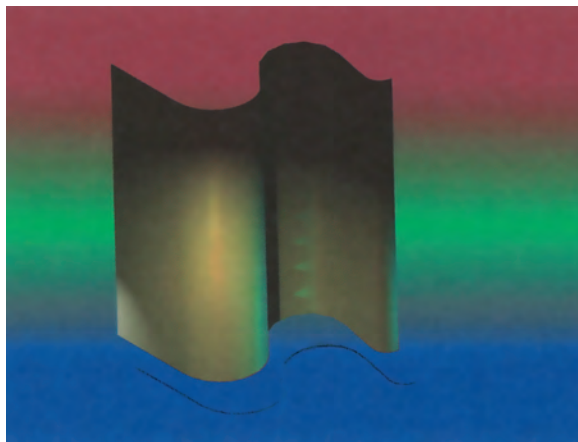


Εικόνα 44

32.2. Με οδηγούς

Στην περίπτωση αυτή ένα γραμμικό σχήμα (η γενέτειρα) ακολουθεί μια τροχιά (οδηγό), διατηρώντας, συνήθως, τη γωνία του ως προς την τροχιά.

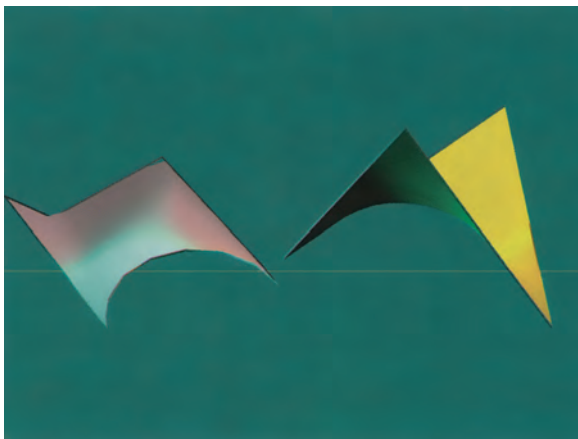
Αναφέρουμε ως παράδειγμα τη μη επίπεδη επιφάνεια ενός κυλίνδρου, που μπορεί να προκύψει από μια βάση που μετακινείται με οδηγό τον άξονα του κυλίνδρου. Στην εικόνα 45 μια καμπύλη επιφάνεια έχει παραχθεί με μετακίνηση μιας γραμμής όμοιας με εκείνη που διακρίνεται χαμηλότερα από την επιφάνεια.



Εικόνα 45

32.3. Ορισμένες από τις ακμές τους

Ορισμένα προγράμματα δίνουν τη δυνατότητα να σχεδιάζει κανείς τρισδιάστατες επιφάνειες ορίζοντας τις ακμές τους. Οι επιφάνειες αυτές είναι συνήθως καμπύλες, και μπορεί κανείς να τις φανταστεί σαν μια μεμβράνη με όρια τις ακμές που δίδονται (Εικόνα 46).

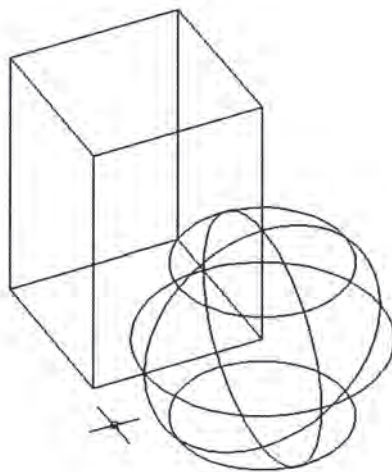


Εικόνα 46

Εξέταση του τρισδιάστατου μοντέλου

Για να μπορεί κανείς να αποκτήσει καλύτερη αίσθηση του τρισδιάστατου μοντέλου, χρειάζεται να το βλέπει συγχρόνως από διάφορες πλευρές. Αλλιώς, ένα τρισδιάστατο σχήμα δε διαφοροποιείται για τον παρατηρητή από τη δισδιάστατη προβολή του, που παρουσιάζεται κάθε στιγμή στην οθόνη.

Τα τρισδιάστατα, όμως, αυτά σχήματα μπορεί κανείς να τα εμφανίσει στην οθόνη του υπολογιστή με διάφορους τρόπους, καθένας από τους οποίους έχει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά του. Υπολογιστικά είναι «οικονομικότερο» να εμφανίζεται στην οθόνη ενδεικτικά το κάθε τρισδιάστατο σχήμα με το περίγραμμά του, δηλαδή σαν μια συρμάτινη κατασκευή. Αυτό επιτρέπει να εμφανίζονται ακόμη και οι πλευρές ενός στερεού που, κανονικά, κρύβονται πίσω από άλλες πλευρές. Το μειονέκτημα αυτής της αναπαράστασης είναι ότι δεν απεικονίζονται όλα τα στερεά με την ίδια σαφήνεια. Ένα παραλληλεπίπεδο απεικονίζεται πλήρως, ενώ μια σφαίρα μπορεί να παρουσιάζεται με κάποια αφαιρετική ένδειξη της θέσης και του μεγέθους της (π.χ. με μερικούς μέγιστους κύκλους της - Εικόνα 47).



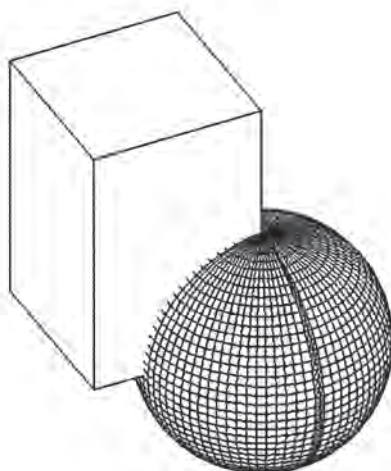
Εικόνα 47

Όσο πιο πολύπλοκα είναι τα στερεά τόσο δυσκολότερη είναι η κατανόηση του σχήματός τους στην απεικόνιση με τα «συρμάτινα» περιγράμματα που αναφέραμε. Γι' αυτό και τα προγράμματα CAD παρέχουν τρόπους παραστατικότερης απεικόνισης των στερεών, όπως θα δούμε στη συνέχεια.

33.1. Απόκρυψη των αοράτων γραμμών

Για να διαχωριστούν τα ορατά από τα αόρατα τμήματα των στερεών μιας εικόνας, χρειάζονται πολλοί υπολογισμοί, που αυξάνονται ανάλογα με τον αριθμό και την πολυπλοκότητα των στερεών. Γι' αυτό και σε αρκετά προγράμματα η απόκρυψη των αόρατων γραμμών γίνεται με ειδική εντολή και απαιτεί χρόνο.

Με την απόκρυψη των αόρατων γραμμών το στερεό διακρίνεται πολύ καθαρότερα. Οι καμπύλες επιφάνειες συνήθως παρουσιάζονται προσεγγιστικά ως πολυεδρικές επιφάνειες (Εικόνα 48). Ανάλογα με τον αλγόριθμο που χρησιμοποιεί κάθε πρόγραμμα ο κατακερματισμός κάθε επιφάνειας μπορεί να είναι περισσότερο ή λιγότερο επιτυχής, με αποτέλεσμα μερικές φορές να δημιουργείται σύγχυση.



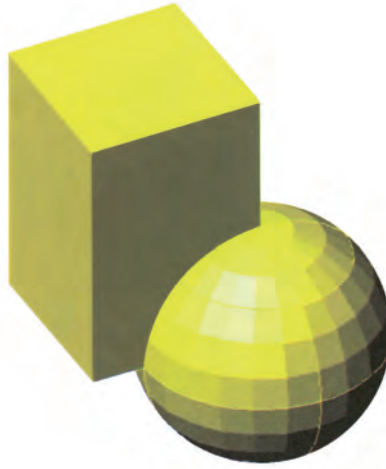
Εικόνα 48

Με την απόκρυψη των αόρατων γραμμών δημιουργείται μεν η εντύπωση των όγκων, δε δίνεται όμως η εικόνα του αντικειμένου όπως φαίνεται στην πραγματικότητα. Θα μπορούσε κανείς να παρομοιάσει αυτή την απεικόνιση με γραμμικό σχέδιο τρισδιάστατου αντικειμένου, και μάλιστα, όχι τόσο επιτυχημένου, εξαιτίας των εντυπώσεων που δημιουργούνται από τις έδρες διαφορετικού μεγέθους.

33.2. Χρωματισμός και σκίαση επιφανειών

Εικόνα πλησιέστερη στην πραγματικότητα δίνεται με το χρωματισμό και τη σκίαση των επιφανειών. Ανάλογα με το επιθυμητό αποτέλεσμα, οι διαδικασίες αυτές

μπορεί να είναι υπολογιστικά απλούστερες ή δυσκολότερες. Γενικά, ταχύτερες διαδικασίες δίνουν λιγότερο επιτυχημένα αποτελέσματα, είτε ως προς την ομαλότητα των επιφανειών είτε ως προς την ποιότητα των σκιών που εμφανίζονται (Εικόνα 49).



Εικόνα 49

Σε επόμενο κεφάλαιο θα δούμε ότι στα σύγχρονα προγράμματα ο σχεδιαστής έχει τη δυνατότητα να προσδιορίζει χρώμα, υλικά και φωτεινές πηγές, ώστε να επιτυγχάνει αποτελέσματα που να πλησιάζουν όσο το δυνατόν περισσότερο την εικόνα του αντίστοιχου φυσικού αντικειμένου.

34 Προοπτική αναπαράσταση αντικειμένων στο χώρο

Στην παραδοσιακή σχεδίαση δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην εκμάθηση και στη σωστή εκτέλεση του μηχανισμού σχεδίασης προοπτικών αναπαραστάσεων. Στο CAD το πρόγραμμα αναλαμβάνει να εκτελεί την επίπονη αυτή εργασία.

Μοναδικό μέλημα του σχεδιαστή είναι να καθορίσει σωστά τις παραμέτρους της προοπτικής αναπαράστασης, ώστε να επιτευχθεί το ποθητό αποτέλεσμα.

Μια πολύ καλή αναλογία, που μας θυμίζει τις παραμέτρους που χρειάζεται να ρυθμίσουμε, είναι της φωτογραφικής μηχανής: Τι θα περιλαμβάνει μια φωτογραφία καθορίζεται από τη θέση της μηχανής, από την κατεύθυνση φωτογράφισης και από το είδος του φακού που θα χρησιμοποιηθεί. Φυσικά, ο υπολογιστής μάς επιτρέπει να καθορίζουμε και πρόσθετες παραμέτρους του εικονικού κόσμου του, που δεν έχουν ανάλογο στον πραγματικό κόσμο, όπως το να αγνοούμε αντικείμενα πίσω ή μπροστά από ορισμένα επίπεδα.

34.1. Ορισμός σημείου παρατήρησης

Το σημείο αυτό αντιστοιχεί στη θέση της φωτογραφικής μηχανής. Ορίζεται στο χώρο με τις συντεταγμένες του.

Ορισμένα προγράμματα επιτρέπουν το σημείο παρατήρησης να κινείται κατά μήκος μιας τροχιάς, ώστε να μπορεί να δημιουργηθεί η εντύπωση κίνησης μέσα στο χώρο.

Είναι ενδεχόμενο η πολυπλοκότητα της σκηνής και οι δυνατότητες του υπολογιστή να μην επιτρέπουν οι εικόνες που παρατηρούνται κατά την κίνηση της μηχανής να υπολογίζονται σε πραγματικό χρόνο. Στην περίπτωση αυτή μπορεί να δημιουργηθεί μια σειρά εικόνων, που στη συνέχεια θα προβάλλονται και θα δίνουν την αίσθηση της κίνησης.

34.2. Ορισμός σημείου στόχου

Το σημείο στόχος, σε συνδυασμό με το σημείο παρατήρησης, καθορίζει την κατεύθυνση της φωτογραφικής μηχανής. Μπορεί να ορίζεται με τις συντεταγμένες

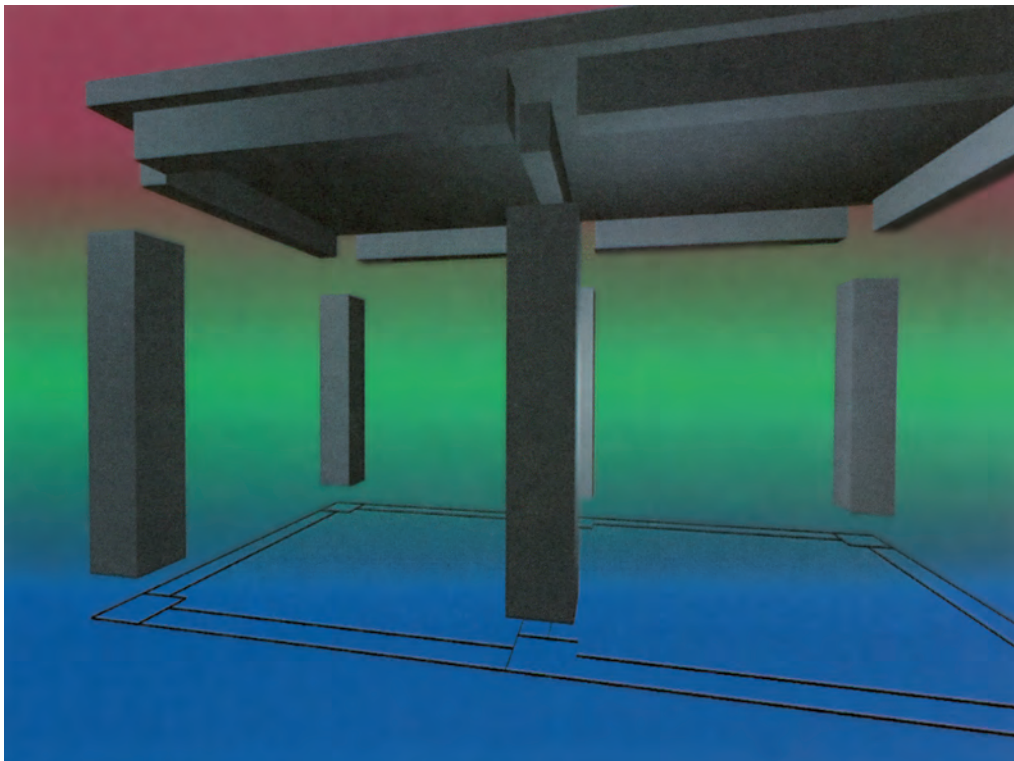
του στο χώρο ή με ένα διάνυσμα ενδεικτικό της σχετικής θέσης του σημείου στόχου ως προς τη μηχανή.

Σε μερικά προγράμματα η απόσταση του σημείου στόχου από το σημείο παρατήρησης δεν αξιολογείται από το πρόγραμμα και δεν επηρεάζει το είδος της αναπαράστασης.

34.3. Ορισμός εστιακής απόστασης

Η εστιακή απόσταση σε μια φωτογραφική μηχανή καθορίζει το περιεχόμενο της εικόνας και το βαθμό της προοπτικής παραμόρφωσης. Μεγάλο πλάτος πεδίου, αλλά και μεγάλη παραμόρφωση, δίνουν οι ευρυγώνιοι φακοί, ενώ οι τηλεφακοί έχουν μικρό πλάτος πεδίου και τείνουν προς την ορθή προβολή.

Ο σχεδιαστής οφείλει να ελέγχει αν το αποτέλεσμα της απεικόνισης ανταποκρίνεται στις προσδοκίες του. Η εικόνα 50 εμφανίζει εντονότερες παραμορφώσεις από την εικόνα 14 και ορισμένα τμήματα της κατασκευής δε φαίνονται, επειδή έχουν επιλεγεί διαφορετικές παράμετροι για τη «φωτογραφική μηχανή».



Εικόνα 50

34.4. Επεξεργασία παραμέτρων μιας προοπτικής αναπαράστασης

Μια προοπτική αναπαράσταση έχει αρκετό υπολογιστικό φόρτο, ιδίως όταν δεν εμφανίζει τις αόρατες ακμές των αντικειμένων. Είναι, συνεπώς, χρονοβόρο να περιμένουμε να ολοκληρωθεί η παρουσίασή της, για να διαπιστώσουμε ότι δεν είναι όπως ακριβώς θα θέλαμε και να τροποποιήσουμε, στη συνέχεια, κάποια από τις παραμέτρους της. Γι' αυτό, τα περισσότερα προγράμματα επιτρέπουν να επιλέξουμε ορισμένα σχεδιασμένα αντικείμενα και επιτρέπουν να έχουμε μια γρήγορη προεπισκόπηση του αποτελέσματος μόνο με τα αντικείμενα αυτά.

Όταν, λοιπόν, θέλουμε να ρυθμίσουμε τις παραμέτρους μιας προοπτικής αναπαράστασης, επιλέγουμε ορισμένα αντικείμενα, χαρακτηριστικά και όσο το δυνατόν απλούστερα (όπως, για παράδειγμα, τους τοίχους του δωματίου και ένα-δυο ορθογωνικά έπιπλα), και στη συνέχεια δοκιμάζουμε με αυτά την προοπτική αναπαράσταση με διάφορες τιμές των παραμέτρων της. Όταν το αποτέλεσμα μάς ικανοποιήσει, δίνουμε την εντολή να σχηματιστεί η πλήρης προοπτική αναπαράσταση (με όλα τα αντικείμενα και τους φωτισμούς που υπάρχουν στη σκηνή).

34.5. Αποθήκευση των προοπτικών αναπαραστάσεων.

Είδαμε ότι, για να επιτύχουμε την εικόνα που θέλουμε, χρειάζεται να ρυθμίσουμε ένα πλήθος παραμέτρων. Οι ρυθμίσεις μπορεί να γίνονται με προσδιορισμό των αριθμητικών τιμών των αντίστοιχων παραμέτρων. Συχνά όμως γίνονται πειραματικά: ο σχεδιαστής μεταβάλλει τις τιμές των παραμέτρων με το ποντίκι, παρακολουθώντας συγχρόνως (δυναμικά) το αποτέλεσμα των ενεργειών του. Στις τελευταίες αυτές περιπτώσεις είναι πολύ δύσκολο, αν όχι αδύνατο, να επιτύχει κανείς ξανά την ίδια απεικόνιση, αν ενδιάμεσα δημιουργήσει κάποια άλλη.

Γι' αυτό, πολλά προγράμματα CAD παρέχουν τη δυνατότητα να αποθηκεύσει ο σχεδιαστής τις παραμέτρους μιας προοπτικής αναπαράστασης, δίνοντας ένα όνομα στην αναπαράσταση αυτή. Όταν επιθυμεί να επαναφέρει την ίδια αναπαράσταση, δεν έχει παρά να την ανακαλέσει με το όνομά της.

35 Φωτορεαλισμός σε τρισδιάστατα σχέδια

Έως τώρα θεωρήσαμε όλα τα σχήματα στο CAD γεωμετρικούς σχηματισμούς χωρίς υλική υπόσταση. Και είδαμε ορισμένες απεικονίσεις τους με απόκρυψη των μη ορατών ακμών τους ή με στοιχειώδεις φωτοσκιάσεις, που επιτρέπουν στο σχεδιαστή να αντιλαμβάνεται καλύτερα τους όγκους και τα σχήματα των αντικειμένων που σχεδιάζει.

Όμως, τα γεωμετρικά στερεά στο τεχνικό σχέδιο συνήθως αναπαριστούν σχηματισμούς του φυσικού χώρου. Και για να έχουμε πιστότερη απεικόνιση των φυσικών αντικειμένων που αναπαριστούνται, είναι απαραίτητο να προσδιορίσουμε και πρόσθετα στοιχεία και χαρακτηριστικά όπως φωτιστικές πηγές, υλικά, υφή κτλ. Η απεικόνιση αυτή έχει χαρακτηριστεί ως φωτοαπόδοση.

Φωτοαπόδοση πριν από λίγα χρόνια μπορούσε να γίνει μόνο με μεγάλα και ακριβά συστήματα CAD, που «έτρεχαν» σε δυσπρόσιτες μηχανές. Σήμερα, όμως, η ραγδαία πρόοδος των υπολογιστών και οι μειώσεις των τιμών του λογισμικού και του υλικού επέτρεψαν να υπάρχουν οι δυνατότητες αυτές σε πολλά προγράμματα, που χρησιμοποιούνται ακόμη και από μικρά τεχνικά γραφεία.

35.1. Προσδιορισμός παραμέτρων φωτοαπόδοσης

Το ίδιο γεωμετρικό αντικείμενο μπορεί να φαίνεται πολύ διαφορετικό ανάλογα με το χρώμα, τα υλικά, τις φωτιστικές συνθήκες και τον περιβάλλοντα χώρο (Εικόνες 51 και 52). Σκεφτείτε ένα κτίριο τις διάφορες εποχές και τις διάφορες ώρες της ημέρας. Τα στοιχεία που φαίνονται ή που αναδεικνύονται είναι ριζικά διάφορα κάθε στιγμή.

Οι φωτιστικές και άλλες παράμετροι που επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο παρουσιάζεται το ίδιο γεωμετρικό αντικείμενο, ιδωμένο από την ίδια απόσταση και οπτική γωνία, αναφέρονται στο CAD ως παράμετροι φωτοαπόδοσης.

Στη συνέχεια, θα εξετάσουμε διάφορες παραμέτρους που επηρεάζουν τη φωτοαπόδοση, καθώς και τα χαρακτηριστικά της καθεμίας.



Εικόνα 51



Εικόνα 52

35.2. Σκηνές

Πριν, όμως, ασχοληθούμε με τις παραμέτρους της φωτοαπόδοσης, καλό είναι να αναφερθούμε στην πολύ χρήσιμη δυνατότητα να αποθηκεύονται οι τιμές των παραμέτρων αυτών για μελλοντική χρήση.

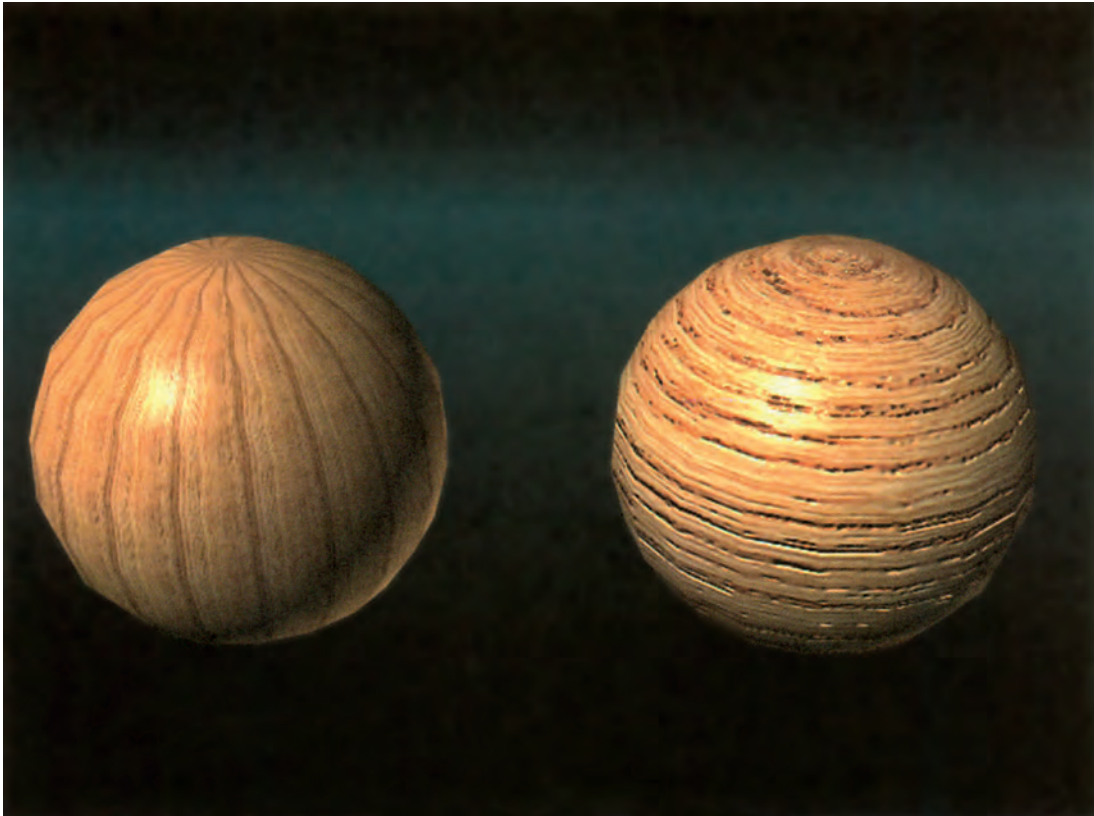
Είδαμε σε προηγούμενα κεφάλαια ότι με το CAD μπορούμε να δούμε το αντικείμενο από διάφορες αποστάσεις και οπτικές γωνίες και με διάφορους βαθμούς προοπτικής παραμόρφωσης. Κάθε διαφορετική εικόνα ενός αντικειμένου μπορούμε να τη θεωρήσουμε ως μια «σκηνή». Χρειάζεται λοιπόν, για κάθε σκηνή, να προσδιορίζεται ένα μεγάλο πλήθος παραμέτρων, που περιλαμβάνουν όχι μόνο τα γεωμετρικά στοιχεία της θέσης και της προοπτικής του θεατή αλλά και όλες τις παραμέτρους της φωτοαπόδοσης.

Γι' αυτό είναι σκόπιμο να αποθηκεύονται οι τιμές των παραμέτρων αυτών, ώστε να μπορεί κανείς να ανατρέχει σε σκηνές που είχε δημιουργήσει παλαιότερα. Πολλά προγράμματα παρέχουν τη δυνατότητα να ονομάζει ο σχεδιαστής τις σκηνές, αποθηκεύοντας έτσι όλες τις παραμέτρους τους, ώστε να μπορεί αργότερα να τις ανακαλεί.

35.3. Είδη υλικών και ιδιότητές τους

Ένα πολύ σημαντικό στοιχείο για τη μορφή κάθε στερεού είναι το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένο. Τα σύγχρονα προγράμματα περιλαμβάνουν μια βιβλιοθήκη υλικών, τα οποία μπορεί κανείς να εφαρμόσει πάνω στα γεωμετρικά στερεά που δημιουργεί. Η βιβλιοθήκη αυτή περιλαμβάνει πολλά κοινά υλικά (όπως πέτρα, διάφορα είδη ξύλου, μέταλλα, τούβλα, διάφορων ειδών γυαλί κτλ.). Εξάλλου, ο χρήστης έχει συνήθως τη δυνατότητα να δημιουργήσει και άλλα δικά του υλικά και να τα ενσωματώσει στην αρχική βιβλιοθήκη ή να τα διατηρήσει σε νέα δική του βιβλιοθήκη υλικών.

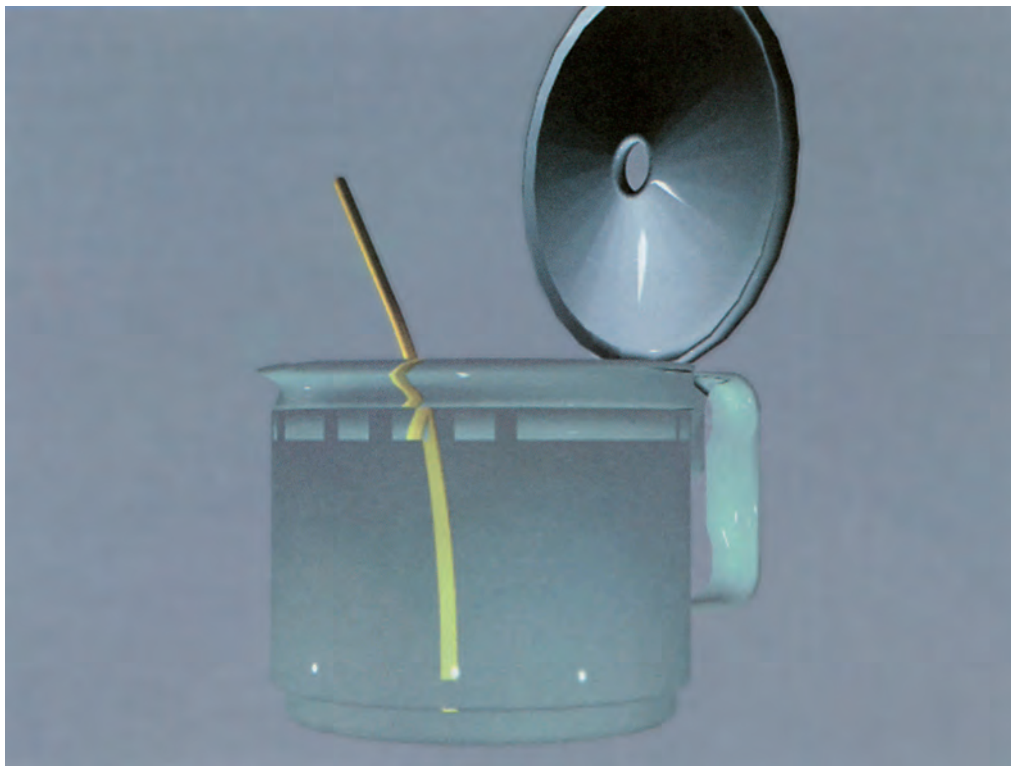
Πριν όμως τοποθετήσει οποιοδήποτε υλικό στο σχέδιό του, ο σχεδιαστής έχει τη δυνατότητα να το παρατηρήσει «εφαρμοσμένο» σε κάποιο τυποποιημένο αντικείμενο (π.χ. σε μια σφαίρα ή σε έναν κύβο ή σε μια τσαγιέρα). Για ορισμένα υλικά, όπως το ξύλο, το τελικό αποτέλεσμα επηρεάζεται και από τον τρόπο που θα εφαρμοστούν στα αντικείμενα (Εικόνα 53).



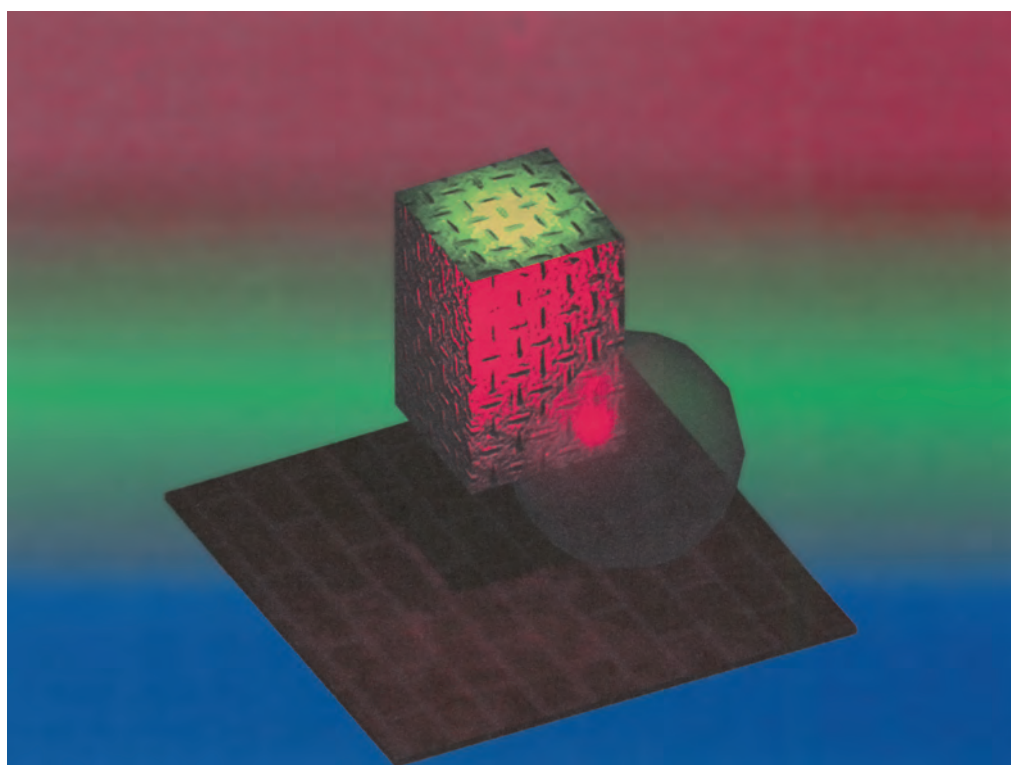
Εικόνα 53

Κύριες παράμετροι που καθορίζουν ένα υλικό είναι, συνήθως, το χρώμα και οι σχηματισμοί της επιφάνειάς του («νερά» του ξύλου, πλακόστρωση δαπέδου, διάταξη τούβλων κτλ.). Εξίσου σημαντικές παράμετροι του υλικού είναι, όμως, και η ανακλαστικότητά του, η στιλπνότητα της επιφάνειάς του, η διαφάνεια και η διαθλαστικότητά του (Εικόνα 54). Όλες αυτές τις παραμέτρους μπορεί κανείς να τις ρυθμίσει, δίνοντάς τους συνήθως αριθμητικές τιμές.

Στην Εικόνα 55 το παραλληλεπίπεδο παρουσιάζεται κατασκευασμένο από βιομηχανική λαμαρίνα και το δάπεδο στρωμένο με ορθογωνικά κεραμικά πλακάκια.



Εικόνα 54



Εικόνα 55

35.4. Φωτεινές πηγές

Εξίσου, αν όχι περισσότερο καθοριστικός παράγοντας από το υλικό είναι οι φωτεινές πηγές που φωτίζουν κάθε πηγή. Ο σχεδιαστής μπορεί να τοποθετήσει φωτεινές πηγές όπου θέλει και με οποιοδήποτε χαρακτηριστικό επιθυμεί. Οι φωτεινές αυτές πηγές μπορεί να διαφοροποιούνται κατά σκηνή, εξασφαλίζοντας φωτιστική ποικιλία.

Ανάλογα με τη δέσμη τους, οι φωτεινές πηγές διακρίνονται σε σημειακές (που εκπέμπουν το ίδιο φως προς όλες τις κατευθύνσεις), σε εκείνες που εκπέμπουν παράλληλες ακτίνες (όπως ο ήλιος) και σε προβολείς με κωνική δέσμη. Εξάλλου, για ειδικές περιπτώσεις μπορεί κανείς να τοποθετήσει μπροστά από μια φωτεινή πηγή κάποιο διάτρητο διάφραγμα, που να δημιουργεί δέσμες κάθε σχήματος. Με αυτή τη μέθοδο δόθηκε η ψευδαίσθηση περιβάλλοντος με δέντρα στην εικόνα 56.



Εικόνα 56

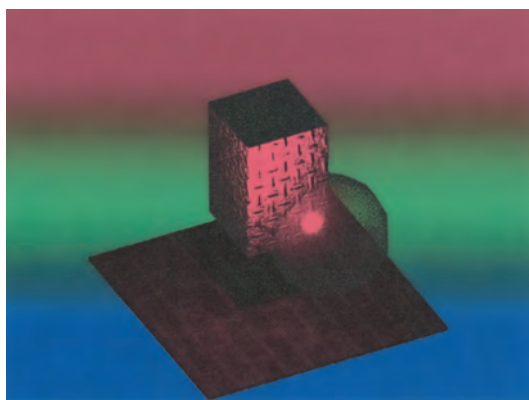
Πολλά προγράμματα επιτρέπουν να ονομάζει κανείς την κάθε φωτεινή πηγή, ώστε να μπορεί αργότερα να μεταβάλλει τις παραμέτρους της. Εκτός από τη θέση, το είδος και τον προσανατολισμό, οι φωτεινές πηγές έχουν και άλλες παραμέτρους. Αυτές είναι το χρώμα και η ένταση του φωτός. Μια άλλη παράμετρος είναι η συνάρτηση εξασθένησης της έντασης του φωτός. Η ένταση μπορεί να διατηρείται σταθερή,

ανεξάρτητα από την απόσταση, ή να μεταβάλλεται γραμμικά ή (για ρεαλιστικότερα αποτελέσματα) με το τετράγωνο της απόστασης.

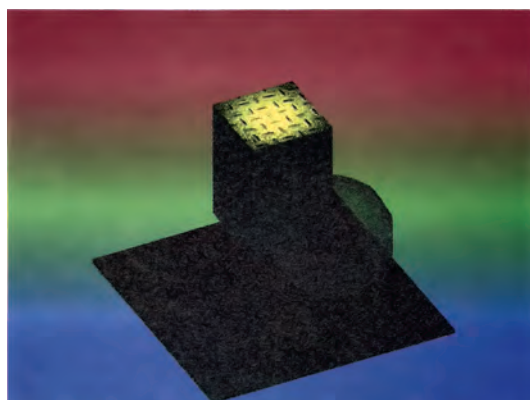
Εκτός από τις φωτεινές πηγές, πολλά προγράμματα προβλέπουν και την ύπαρξη διάχυτου φωτισμού στο περιβάλλον, που εξασφαλίζει λιγότερες αντιθέσεις ανάμεσα στα φωτισμένα και στα σκιερά μέρη κάθε σκηνής.

Οι φωτιστικές συνθήκες για κάθε σκηνή καθορίζονται από τις φωτεινές πηγές που είναι αναμμένες στη σκηνή και από το χρώμα και την ένταση του διάχυτου φωτισμού.

Η εικόνα 57 και 58 διαφέρουν από την εικόνα 55 μόνον ως προς το φωτισμό: δεν υπάρχει το κίτρινο φως ή το κόκκινο φως.



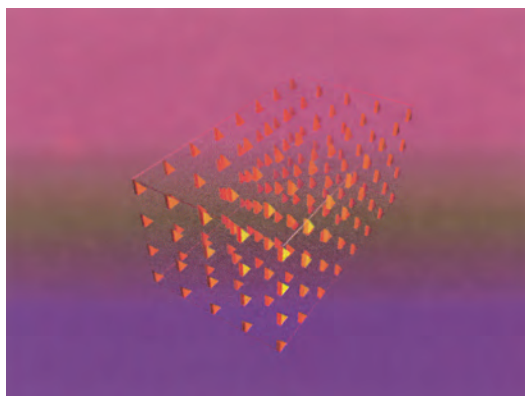
Εικόνα 57



Εικόνα 58

Ορισμένα προγράμματα δίνουν τη δυνατότητα να φωτίσει κανείς αντικείμενα με «φυσικό ηλιακό φως», δίνοντας ως παραμέτρους το γεωγραφικό μήκος και πλάτος, την ημερομηνία και την ώρα της ημέρας. Με τον τρόπο αυτό μπορεί κανείς να παρατηρήσει από τη μελέτη ακόμη ένα κτίριο όλες τις μέρες και ώρες του έτους.

Η δυνατότητα προσθήκης «ομίχλης», που παρέχουν ορισμένα προγράμματα, διαφοροποιεί έντονα τα κοντινά από τα μακρινά στοιχεία μιας σκηνής (Εικόνα 59).

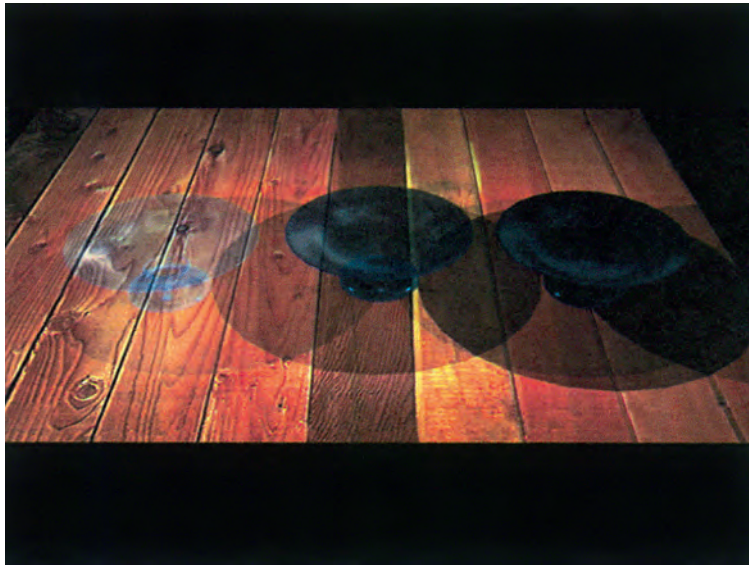


Εικόνα 59

35.5. Σκιές

Μια εικόνα δεν μπορεί να είναι ρεαλιστική χωρίς σκιές. Σκιές δημιουργούνται στην «πίσω» πλευρά κάθε αντικειμένου σε σχέση με κάθε φωτεινή πηγή. Δημιουργούνται, όμως, και πάνω σε αντικείμενα, όταν κάποιο άλλο αντικείμενο τους «ρίχνει» τη σκιά του.

Η ακριβής απόδοση των σκιών εξαρτάται από τον τρόπο υπολογισμού τους. Είδαμε στο φωτισμό ότι υπάρχουν διάφορες συναρτήσεις εξασθένησης του φωτός, με διαφορετική πιστότητα και με διαφορετικό «υπολογιστικό κόστος» η καθεμία. Το ίδιο συμβαίνει και με τις σκιές. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι υπολογισμού της σκιάς, οι οποίοι, ανάλογα με τα υλικά που υπάρχουν στη σκηνή, μπορεί να χρειάζεται ή όχι να χρησιμοποιηθούν. Με τον πληρέστερο υπολογισμό εκτιμάται όχι μόνο το αποτέλεσμα των φωτεινών πηγών αλλά και το αποτέλεσμα των (διαδοχικών) ανακλάσεων και διαθλάσεων των φωτεινών ακτινών (Εικόνα 60).



Εικόνα 60

35.6. Περιβάλλον χώρος

Άλλη μια τεχνική που κάνει ρεαλιστικότερη την απεικόνιση είναι ο συνδυασμός του τρισδιάστατου αντικειμένου (π.χ. ενός κτιρίου) με μια φωτογραφική αποτύπωση του χώρου στον οποίο αυτό θα τοποθετηθεί. Για τέτοιο συνδυασμό εικόνων, που μπορεί να δίνει την ψευδαίσθηση του ήδη κατασκευασμένου αντικειμένου, είναι σημαντικό η φωτογραφία να έχει ληφθεί με τις ίδιες παραμέτρους με τις οποίες γίνεται η θέαση του στερεού (γωνία, απόσταση, φωτιστικές συνθήκες).

36

Παρουσίαση και εκτύπωση

36.1. Παρουσίαση σχεδίων από τον υπολογιστή

Όσο γενικεύεται η χρήση των υπολογιστών, τόσο κερδίζουν έδαφος οι μέθοδοι παρουσίασης των σχεδίων κατευθείαν από τον υπολογιστή. Μια τέτοια παρουσίαση μπορεί να γίνεται στην οθόνη του υπολογιστή, αν απευθύνεται σε περιορισμένο κοινό, ή να προβάλλεται σε μεγάλη οθόνη. Έχει πάντοτε το μειονέκτημα της περιορισμένης (σχετικά) ανάλυσης της οθόνης, αλλά έχει το πλεονέκτημα ότι είναι δυναμική και επιτρέπει την εξέταση οποιουδήποτε σημείου του σχεδίου για τη διευκρίνιση οποιασδήποτε απορίας.

Αυτό όμως δε σημαίνει ότι όποιος παρουσιάζει ένα σχέδιο στον ηλεκτρονικό υπολογιστή πρέπει να ανοίγει το σχεδιαστικό πρόγραμμα και να αυτοσχεδιάζει. Χρειάζεται προσεκτική προετοιμασία, ώστε η παρουσίαση να έχει την καλύτερη δυνατή δομή. Χρειάζεται, δηλαδή, να έχουν αποθηκευτεί με τη σειρά διάφορες απόψεις του σχεδίου, που να συνθέτουν την καλύτερη δυνατή συνολική εικόνα. Κατά τη διάρκεια της οργανωμένης αυτής παρουσίασης, και μόνο αν χρειαστεί, για να διευκρινιστεί κάποια ερώτηση, μπορεί ο σχεδιαστής να αποκλίνει για λίγο, για να εστιάσει στο συγκεκριμένο σημείο της ερώτησης. Σε αυτές τις επεξηγηματικές διαδικασίες, πρέπει, επίσης, ο σχεδιαστής να προσέχει να μην παρασυρθεί σε σειρά χειρισμών οι οποίοι είναι κουραστικοί για το ακροατήριο, που δεν μπορεί να τους παρακολουθεί.

36.2. Εκτυπώσεις

Συνοπτικά αναφερθήκαμε στις εκτυπώσεις στο κεφάλαιο 16 «Εκτύπωση του σχεδίου» στη σελίδα 210. Εδώ θα αναφερθούμε σε μια λίγο πιο σύνθετη μέθοδο εκτύπωσης, την οποία υποστηρίζουν ορισμένα προγράμματα και η οποία επιτρέπει το συνδυασμό διαφορετικών όψεων του ίδιου σχεδίου. Τα προγράμματα αυτά παρέχουν έναν ιδιαίτερο χώρο (που θα ονομάσουμε χώρο διάταξης), όπου μπορούμε να σχεδιάζουμε σε δύο διαστάσεις οτιδήποτε θέλουμε. Ο χώρος αυτός είναι τελείως διαχωρισμένος από το χώρο σχεδίασης, όπου υπάρχουν τα διάφορα αντικείμενα που απεικονίζουμε.

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή συνθέτουμε στο χώρο διάταξης τη συνολική εικόνα του χαρτιού μας. Μία διάταξη που περιλαμβάνει όλα τα στοιχεία του σχεδίου τα οποία δεν αποτελούν μέρη των αντικειμένων που απεικονίζονται, δηλαδή, το περίγραμμα, την πινακίδα κτλ. Η εικόνα ή οι εικόνες του αντικειμένου θα προστεθούν στη συνέχεια στη διάταξη αυτή.

36.2.1. Δημιουργία παραθύρου

Για να δούμε από το χώρο της διάταξης τα αντικείμενα του χώρου σχεδίασης, πρέπει να δημιουργήσουμε ένα παράθυρο προς το χώρο αυτό. Το παράθυρο είναι συνήθως ορθογωνικό, μπορεί όμως να έχει και άλλο σχήμα. Μέσα στο παράθυρο μπορούμε να επιλέξουμε το τμήμα του σχεδίου μας που θέλουμε να εκτυπωθεί. Επιλέγουμε, δηλαδή, τη γωνία, το μέγεθος και τα διαφανή που θέλουμε να είναι ορατά στο παράθυρο κατά την εκτύπωση.

36.2.2. Σύνθεση πολλών απόψεων στην εκτύπωση

Αν θέλουμε να περιλάβουμε στην ίδια εκτύπωση διάφορες απόψεις ενός σχεδίου, δεν έχουμε παρά να δημιουργήσουμε στο χαρτί μας περισσότερα παράθυρα και να «βλέπουμε» από το καθένα μια διαφορετική άποψη. Μπορούμε έτσι, για παράδειγμα, να συνδυάσουμε στο ίδιο σχέδιο ένα τοπογραφικό σε κλίμακα 1:500 με μια κάτοψη και μια όψη σε κλίμακα 1:100, και με ένα φωτορεαλιστικό προοπτικό της οικοδομής σε ό,τι μέγεθος θέλουμε.

36.2.3. Καθορισμός χρώματος, πάχους και τύπου γραμμής

Κατά τη σχεδίαση συχνά επιλέγουμε χρώματα που μας διευκολύνουν στην επεξεργασία του σχεδίου στην οθόνη, αλλά δεν είναι τα χρώματα με τα οποία επιθυμούμε να γίνει η εκτύπωση. Ανάλογα με τις δυνατότητες του προγράμματος αυτό μπορεί να αντιμετωπιστεί με διάφορους τρόπους.

Προϋπόθεση είναι το χρώμα κάθε γραμμής να καθορίζεται από το διαφανές πάνω στο οποίο έχει σχεδιαστεί. Έχουμε τονίσει ότι στο CAD είναι απαραίτητο να οργανώνουμε σωστά τις ομοειδείς γραμμές σε κατάλληλα διαφανή. Ορισμένα σύγχρονα προγράμματα επιτρέπουν να καθορίζουμε για κάθε διαφανές, εκτός από το χρώμα εμφάνισης στην οθόνη, και το χρώμα και το πάχος της γραμμής κατά την εκτύπωση. Αυτός είναι και ο ευκολότερος τρόπος για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα.

Εναλλακτικά, μπορεί το πρόγραμμα να επιτρέπει την αντιστοίχιση κάθε χρώματος στην οθόνη σε κάποιο χρώμα και κάποιο πάχος γραμμής κατά την εκτύπωση. Τέλος, υπάρχει και η δυνατότητα με μια μακροεντολή να μεταβάλλει κανείς το χρώμα των διαφανών πριν από κάθε εκτύπωση και να το επαναφέρει με αναίρεση ή με την αντίστροφη μακροεντολή, για να συνεχίσει την επεξεργασία του σχεδίου.

37 *Κίνηση*

Έως τώρα είδαμε πώς μπορεί κανείς να δημιουργεί στατικές μορφές στο CAD, από απλά σχέδια σε δύο διαστάσεις μέχρι ρεαλιστικές τρισδιάστατες απεικονίσεις με φωτοαποδόσεις. Δεν είναι στόχος αυτού του βιβλίου να επεκταθεί στις τεχνικές δημιουργίας κινούμενων εικόνων ή βίντεο. Είναι χρήσιμο, όμως, να γίνει μια μικρή νύξη για το θέμα αυτό, που μπορεί να είναι και το επόμενο βήμα για όσους βρίσκουν το CAD ενδιαφέρον και ευχάριστο.

Είναι γενικά γνωστό ότι ένα κινούμενο αντικείμενο αποτυπώνεται σε κινηματογραφική ταινία με μια σειρά εικόνων, που απέχουν χρονικά ένα κλάσμα του δευτερολέπτου ή μία από την άλλη. Όταν οι εικόνες αυτές προβάλλονται με την ίδια ταχύτητα, η κινούμενη εικόνα αναπαράγεται.

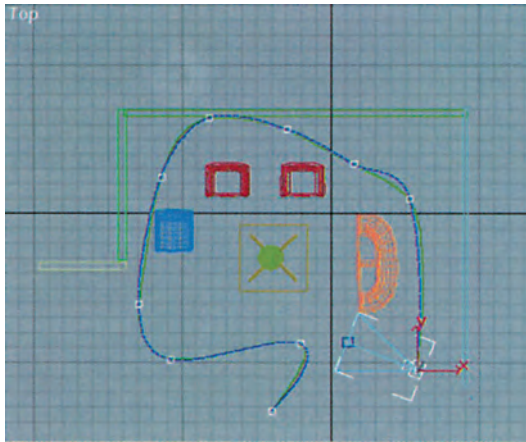
Αν θέλουμε, συνεπώς, να δημιουργήσουμε μια κινούμενη εικόνα, δεν έχουμε παρά να δημιουργήσουμε μια ακολουθία εικόνων, που η καθεμία να αποτελεί ένα στιγμιότυπο της κίνησης. Η τεχνική είναι γνωστή από την εποχή που δημιουργήθηκαν τα πρώτα κινούμενα σχέδια. Τότε, η κάθε εικόνα έπρεπε να προκαθορίζεται προσεκτικά, ώστε η κίνηση να είναι ομαλή και με την επιθυμητή ταχύτητα, και, στη συνέχεια, να σχεδιάζεται με το χέρι. Η εργασία αυτή ήταν πολύ επίπονη, παρ' όλο που, για να μη σχεδιάζονται όλες οι εικόνες εξ αρχής, χρησιμοποιούνταν επάλληλα φύλλα ζελατίνων με τα κινούμενα τμήματα της εικόνας πάνω σε σταθερό φόντο.

Σήμερα, μεγάλο μέρος από την εργασία υπολογισμού και σχεδίασης των ενδιάμεσων αυτών εικόνων έχει αναλάβει ο υπολογιστής. Υπάρχουν, μάλιστα, ειδικά προγράμματα για τη σύνθεση μιας ή περισσότερων πηγών εικόνας και ήχου, καθώς και για την προσθήκη γραμμάτων και ειδικών εφέ, ώστε να παράγεται ένα άρτιο αποτέλεσμα.

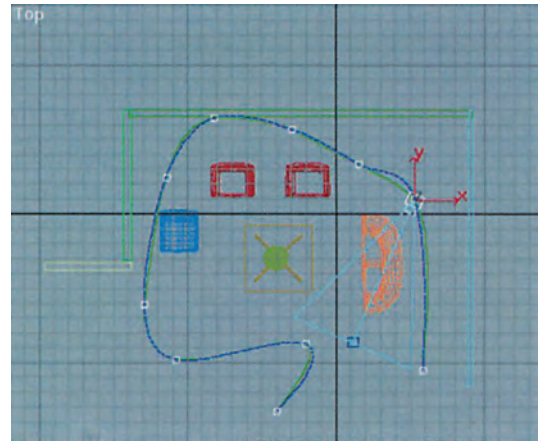
Σημαντικό στοιχείο στη δημιουργία κινούμενων εικόνων είναι ο χρόνος. Και, επειδή ο αριθμός των εικόνων που προβάλλονται ανά δευτερόλεπτο είναι καθορισμένος, γνωρίζουμε για κάθε κίνηση, ανάλογα με το χρόνο που επιθυμούμε να διαρκέσει, σε πόσες εικόνες πρέπει να ολοκληρωθεί.

Αν, λοιπόν, για παράδειγμα, θέλουμε να δημιουργήσουμε την εντύπωση ότι περιφερόμαστε σε ένα διαμέρισμα, δεν έχουμε παρά να δημιουργήσουμε την τρι-

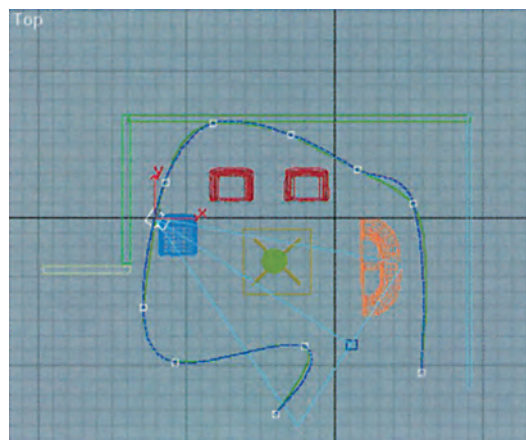
διάστατη αναπαράσταση του χώρου, με όλα τα στοιχεία χρωμάτων, υλικών και φωτισμών που αναφέραμε πιο πάνω, και να χαράξουμε την τροχιά που θέλουμε να διαγράφει η εικονική μας κάμερα, καθώς θα διασχίζει το χώρο. Στη συνέχεια, πρέπει να ορίσουμε τον προσανατολισμό και τις πιθανές στροφές της κάμερας καθώς ακολουθεί την τροχιά, καθώς και το είδος του φακού της (και ίσως και τις μεταβολές του κάθε στιγμή, αν π.χ. κάνει ζουμ). Τέλος, πρέπει να ορίσουμε ποιες χρονικές στιγμές θέλουμε να βρίσκεται η κάμερα σε ορισμένα σημεία της διαδρομής (Εικόνες 61, 62 και 63).



Εικόνα 61



Εικόνα 62



Εικόνα 63

Το πρόγραμμα αναλαμβάνει να μετακινεί την κάμερα από σημείο σε σημείο, σύμφωνα με τις απαιτήσεις μας, και να δημιουργεί όσες εικόνες χρειάζεται, ώστε, όταν αναπαραχθούν, να δίνουν ακριβώς την εντύπωση της διαδρομής που επιθυμούμε, τόσο ως προς τη θέση της μηχανής λήψης όσο και ως προς την ταχύτητά της. Επειδή η διαδικασία σύνθεσης της κάθε εικόνας είναι, συνήθως, αρκετά χρονοβόρα (ανάλογα και με την πολυπλοκότητα των αντικειμένων που απεικονίζονται), ο

υπολογιστής δημιουργεί, συνήθως «μόνος του», τις διαδοχικές εικόνες και το βίντεο σύμφωνα με τις οδηγίες μας. Συχνά, για πολύπλοκες σκηνές με μεγάλη ανάλυση εικόνας χρειάζεται να τον αφήσουμε να δουλεύει ολόκληρη τη νύχτα ή και περισσότερο.

Το τι στοιχεία θα μεταβάλλονται στο βίντεο που θα παραχθεί, εξαρτάται από τη φαντασία μας και από τις δυνατότητες του προγράμματος που χρησιμοποιούμε. Για παράδειγμα, μπορεί να θέλουμε να δείξουμε σε ένα βίντεο ενός λεπτού πώς μεταβάλλονται οι φωτιστικές συνθήκες σε ένα κτίριο κατά τη διάρκεια του εικοσιτετραώρου. Μπορούμε, τότε, να θεωρήσουμε τη μηχανή λήψης σταθερή και να βάλουμε σε τροχιά τη φωτεινή πηγή που αναπαριστά τον ήλιο. Αν, μάλιστα, θέλουμε να είμαστε και ρεαλιστικότεροι, θα πρέπει να μεταβάλλουμε και τις φωτιστικές παραμέτρους του «ήλιου» ανάλογα με την ώρα της ημέρας. Τέλος, τις βραδινές ώρες μπορούμε να επιλέξουμε να ανάβουμε και να σβήνουμε διάφορα φώτα μέσα και έξω από το κτίριο.

Ενδιαφέροντα και ελκυστικά βίντεο εικονικών κόσμων βλέπουμε συχνά σε σήματα σταθμών στην τηλεόραση. Εκεί μεταβάλλονται πολλές παράμετροι συγχρόνως: Διάφορα αντικείμενα συγκλίνουν και συναρμόζονται, ακολουθώντας διαφορετικές τροχιές, ή ένα σύνθετο σχήμα εκρήγνυται ή αποσυντίθεται, και τα μέρη του απομακρύνονται περιστρεφόμενα προς διάφορες κατευθύνσεις. Συγχρόνως, κινείται η μηχανή λήψης, αλλάζουν οι παράμετροι του φακού της και μεταβάλλονται οι φωτιστικές συνθήκες....

Συχνά, τα προγράμματα που παράγουν τα εντυπωσιακά αυτά γραφικά δεν είναι κατάλληλα για τεχνικό σχέδιο. Καθώς όμως τα προγράμματα εξελίσσονται, όλο και περισσότερα στοιχεία εντυπωσιακών παρουσιάσεων περιλαμβάνονται πλέον και στα προγράμματα CAD.

Τέλος, δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι για τα προγραμματιζόμενα (επεκτάσιμα) προγράμματα υπάρχουν συχνά στο εμπόριο, ή και δωρεάν στο Internet, προσαρτήματα λογισμικού που τους δίνουν πρόσθετες δυνατότητες, όπως να συνθέτουν και να κινούν με ευκολία ανθρώπινες μορφές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Θεωρία

- Atherton Harry, **Designs on your Desktop: A Comprehensive Guide to Computer-Aided Design**, Sigma Press, 1988, p. 289.
- Bernatz T., Laemmlin G., Rodrian G., **Σχεδιασμός - Σχεδίαση με ηλεκτρονικό υπολογιστή**, Ευρωπαϊκές Τεχνολογικές Εκδόσεις, 1993 (γερμανική έκδοση 1990), σελ. 172.
- Chorafas Dimitris N., Legg Stephen J., **The engineering database**, Butterworths, 1988, p. 241.
- Marsh Duncan, Marshall Duncan L., **Applied Geometry for Computer Graphics and CAD** (Springer Undergraduate Mathematics Series), Springer Verlag; 1999, p. 216.
- Mitchel William J., **Computer-Aided Architectural Design**, Van Nostrand Reinhold, 1977, p. 573.
- Mortenson Michael E., **Geometric Modeling**, January 1997, p. 523.
- Mortenson Michael E., **Mathematics for Computer Graphics Applications : An Introduction to the Mathematics and Geometry of CAD/CAM**, Geometric Modeling, Scientific visualization, Industrial Pr; 1999, p. 416.
- Newman William M., Sproull Robert F., **Principles of Interactive Computer Graphics**, Mc Graw Hill (Computer Science Series), 1979, p. 541.
- Rooney Joe, Steadman Philip, **Principles of Computer-aided Design**, Pitman / Open University, 1989, p. 341.
- Schilling Terrence G, Schilling Patricia M., **Intelligent Drawings: Managing CAD and Information Systems in the Design Office**, Mc Graw Hill 1987, p. 249.
- Schuster R., Trippner D., Endres M., **CAD*I Drafting Model**, Springer Verlag, Research Reports ESPRIT, 1990, p. 233.
- Yoshikawa H., Holden T., **Intelligent CAD II: IFIP TC 5/WG 5.2**, North-Holland, 1990, p.380.

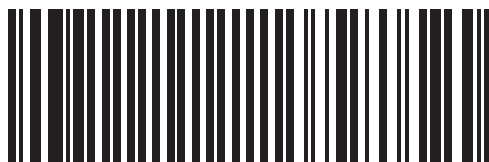
Εφαρμογές με Λογισμικό

- Bolluyt James, **Design Modeling with Pro/ENGINEER (Release 20)**, Schroff Development Corp. Publications; 1998, p. 224.
- Buerens Carol, **VersaCAD tutorial. A practical approach to Computer Aided Design**, Tab books 1988.
- Corney Jonathan, **3D Modeling with the ACIS Kernel and Toolkit**, John Wiley & Sons, 1997, p. 314.
- Jefferis Alan, Jones Michael, Jones Tereasa (Illustrator), Jefferis Tereasa (Illustrator), **Autocad 2000 for Architecture**, Bk&Cd Rom edition, Autodesk Press (October 1999), p. 1016.
- Lamit Louis Gary, **Basic Pro/Engineer in 20 Lessons**, Pws Pub Co; 1997, p. 800.
- McFarlane Bob, McFarlane Robert, **3D Drafting Using AutoCAD**, John Wiley & Sons; 1996, p. 172.
- Tickoo Sham, **Autocad 2000: A Problem Solving Approach**, Autodesk Press, 2000, p. 1248.
- Wilson John E., **AutoCAD 2000: 3D Modeling A Visual Approach**, Autodesk Press, 1999, p. 944.

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, Θρησκευμάτων και Αθλητισμού / ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ.

Κωδικός βιβλίου: 0-24-0163
ISBN 978-960-06-2942-2



(01) 000000 0 24 0163 8