



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΕΑΕΚ



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Η ΠΑΙΔΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΟΡΥΦΗ
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Εκπαίδευσης και Αρχικής
Επαγγελματικής Κατάρτισης

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ



ΕΠΕΑΕΚ
ΜΕΤΡΟ 2.2.2
ΑΝΑΜΟΡΦΩΣΗ ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ AUTOCAD ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΣΕΜΙΝΑΡΙΟΥ

Υπεύθυνος: Σπυρόπουλος Κυριάκος
Αν. Καθηγητής ΕΜΠ

Επιμέλεια Στάμος Αθανάσιος
Δρ. Μηχανικός – Λέκτορας 407/80 ΕΜΠ
Χατζηλυμπέρης Κώστας
Δρ. Μηχανικός ΕΜΠ
Βασιλάκη Δήμητρα
Υποψήφια Διδάκτωρ ΕΜΠ

ΖΩΓΡΑΦΟΥ
Ιούνιος 2008

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ηλεκτρονική Σχεδίαση (CAD) με χρήση του προγράμματος AutoCAD της Autodesk

Τα σεμιναριακά μαθήματα θα αποτελούν μια εισαγωγή στη σχεδίαση δύο διαστάσεων, η οποία θα καλύπτει τις απαραίτητες γνώσεις σχεδίασης που θα πρέπει να κατέχουν όλοι οι φοιτητές των Σχολών του Ε.Μ.Π.. Οι συμμετέχοντες θα αποκτήσουν τη δυνατότητα να χειρίζονται με επάρκεια τις πρότυπες εντολές σχεδίασης για τη δημιουργία, το χειρισμό και τη μεταβολή γεωμετρικών αντικειμένων και στοιχείων, μέσα στο περιβάλλον ενός λογισμικού τύπου CAD. Η εκμάθηση και η εξάσκηση θα γίνει με τη χρήση του προγράμματος AutoCAD της Autodesk. Προϋπόθεση για τη συμμετοχή στο σεμινάριο είναι η γνώση βασικών χειρισμών σε περιβάλλον Microsoft Windows. Οι συμμετέχοντες θα εξασκηθούν στην αλλαγή των ιδιοτήτων των γεωμετρικών αντικειμένων, καθώς και στη ρύθμιση των παραμέτρων εκτύπωσης προς εξαγωγή του σχεδίου είτε σε εκτυπωτή (printer), είτε σε plotter. Επιπρόσθετα, θα αποκτήσουν γνώση και των προχωρημένων δυνατοτήτων των λογισμικών τύπου CAD, όπως είναι η εισαγωγή αντικειμένων από άλλες εφαρμογές, συμπεριλαμβανομένων εφαρμογών που θα φτιάξουν οι ίδιοι οι φοιτητές. Στο τέλος της εκπαίδευσης θα γίνει εισαγωγή στις 3 διαστάσεις και θα αναπτυχθούν παραδείγματα πραγματικών σχεδίων και θα γίνει προσπάθεια αντιμετώπισης ενός απλού πραγματικού θέματος από τους εκπαιδευόμενους.

Η δόμηση των μαθημάτων περιλαμβάνει τις ακόλουθες ενότητες:

1. Προκαταρκτικές γνώσεις (πρώτα βήματα της σχεδίασης, χρήση εργαλείων πλοήγησης στο χώρο σχεδίασης, χρήση των layers/levels και ανταλλαγή σχεδίων μεταξύ διαφορετικών σχεδιαστικών εφαρμογών).
2. Βασικοί Χειρισμοί (δημιουργία αντικειμένων και στοιχείων, εργαλεία επιλογών, μεταβολή και χειρισμός αντικειμένων και στοιχείων, χρήση εντολών επιμετρήσεων, ιδιότητες των αντικειμένων, εισαγωγή σχολίων (κείμενο και διαστάσεις)).
3. Προχωρημένα Χαρακτηριστικά (χρήση blocks/cells, χρήση OLE)
4. Ρυθμίσεις Παραμέτρων Εκτύπωσης.
5. Τρισδιάστατη σχεδίαση / προγραμματισμός.

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΕΠΕΑΕΚ ΜΕΤΡΟ 2.2.2
ΑΝΑΜΟΡΦΩΣΗ ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή στην ηλεκτρονική σχεδίαση

1.1	Εισαγωγή.....	6
1.2	Ηλεκτρονική σχεδίαση – έννοιες.....	9
1.2.1	Μονάδες.....	9
1.2.2	Γενικό σύστημα συντεταγμένων.....	10
1.2.3	Ιδιότητες.....	11
1.2.4	Διαφάνειες.....	11
1.2.5	Εμφάνιση.....	12
1.2.6	Γεωμετρικά σχήματα ή αντικείμενα.....	13
1.2.7	Επεξεργασία αντικειμένων.....	13
1.3	Λογισμικό ηλεκτρονικής σχεδίασης.....	15

2. Εισαγωγή στο AutoCAD

2.1	Εισαγωγή.....	16
2.2	Τρόπος εισαγωγής εντολών.....	16
2.3	Μενού εργαλείων.....	17
2.4	Μπάρες εργαλείων.....	18
2.5	Γραμμή εντολών.....	20
2.6	Βοηθητικά εργαλεία.....	20

3. Διαχείριση αρχείων

3.1	Εισαγωγή.....	21
3.2	Δημιουργία νέου αρχείου.....	22
3.3	Άνοιγμα αρχείου.....	22
3.4	Αποθήκευση αρχείου.....	23

4. Εργαλεία σχεδίασης

4.1	Εισαγωγή.....	24
4.2	Line.....	25
4.3	Xline.....	26
4.4	Multiline.....	27
4.5	Polygon.....	27
4.6	Rectangle.....	28
4.7	Circle.....	28
4.8	Arc.....	29
4.9	Spline.....	31
4.10	Ellipse.....	31
4.11	Point.....	32
4.12	Hatch.....	32

5. Εργαλεία μορφοποίησης

5.1	Εισαγωγή.....	34
5.2	Ιδιότητες.....	35

6. Εργαλεία τροποποίησης

6.1	Εισαγωγή.....	36
6.2	Erase.....	37
6.3	Copy.....	37
6.4	Mirror.....	37
6.5	Array.....	37
6.6	Move.....	40
6.7	Rotate.....	40
6.8	Trim.....	40
6.9	Extend.....	41
6.10	Break.....	41
6.11	Chamfer.....	42
6.12	Fillet.....	42
6.13	Explode.....	43

7. Βοηθητικά εργαλεία

7.1	Εισαγωγή.....	44
7.2	Μαγνητικά σημεία.....	44

8. Σχεδίαση κειμένου

8.1	Εισαγωγή.....	46
8.2	Text / Dtext.....	46
8.3	Mtext.....	46

9. Σχεδίαση διαστάσεων

10. Εισαγωγή – διαχείριση – εξαγωγή εικόνων

11. Εισαγωγή - διαχείριση τρίτων σχεδίων

12. Προγραμματισμός και ηλεκτρονική σχεδίαση

12.1	Εισαγωγή.....	54
12.2	Δημιουργία προγράμματος Fortran με output .dxf.....	55

13. Παραδείγματα - Ασκήσεις

13.1	Εισαγωγή.....	57
13.2	Παράδειγμα σχεδίασης με διάφορα συστήματα συντεταγμένων.....	58
13.3	Παράδειγμα σχεδίασης 2D με επαναλαμβανόμενη πολυπλοκότητα.....	61
13.4	Παράδειγμα ανάπτυξης 2D μηχανολογικού σχεδίου.....	66
13.5	Παράδειγμα ανάπτυξης προγράμματος για αυτοματοποίηση σχεδίασης σκάλας.....	76
13.6	Παράδειγμα σχεδίασης τρισδιάστατου κωδωνοστασίου.....	84
13.7	Παράδειγμα δημιουργίας τρισδιάστατης πυραμίδας.....	90

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΣΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ

ΣΧΕΔΙΑΣΗ

1.1 Εισαγωγή

Η δημιουργία τεχνικού σχεδίου, η σχεδίαση, ήταν πάντα και είναι αναπόσπαστο μέρος της εργασίας του μηχανικού. Ένα τεχνικό έργο συλλαμβάνεται και αποδίδεται πρώτα σε χαρτί ως τεχνικό σχέδιο, και στη συνέχεια κατασκευάζεται ακολουθώντας πιστά τις οδηγίες που είναι επίσης σε χαρτί με τη μορφή τεχνικού σχεδίου. Το τεχνικό σχέδιο πρέπει να μην αφήνει ασάφειες σχετικά με το έργο που θα κατασκευαστεί και έτσι πρέπει να γίνεται με προσοχή, να είναι ευανάγνωστο, καθαρό, χωρίς ατέλειες και με αντοχή στη φθορά και στο χρόνο. Οι σημαντικές απαιτήσεις αυτές οδήγησαν στη δημιουργία ενός νέου επαγγέλματος, αυτό του σχεδιαστή/σχεδιάστριας, με αντικείμενο τη μετατροπή του σκαριφήματος του μηχανικού σε ευανάγνωστο μελανωμένο σχέδιο.

Γρήγορα κατασκευάστηκαν εργαλεία που υποβοηθούν τη τεχνική σχεδίαση, είτε από άποψη χρόνου είτε από άποψη ποιότητας. Κατασκευάστηκαν ειδικά σχεδιαστήρια με εργονομικά καθίσματα. Κατασκευάστηκε ο παράλληλος και το T. Τα πλαστικά τρίγωνα, ισόπλευρα, ορθογώνια, 30°–60°. Κατασκευάστηκαν τα κλιμακόμετρα και τα μοιρογνωμόνια.

Τα στένσιλ για χαρακτήρες, αρχιτεκτονικές λεπτομέρειες, υδραυλικές, κυκλοφοριακές κλπ. Φτειάχτηκε ειδικό χαρτί για κάθε είδος σχεδίου και γραφίδες, μολύβια, ραπιτογράφοι, μαρκαδόροι. Μέχρι που άνοιξαν και ειδικά καταστήματα με είδη τεχνικού σχεδίου.

Το τελευταίο εργαλείο που χρησιμοποιείται στη σχεδίαση είναι Ηλεκτρονικός Υπολογιστής. Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής είναι πολυεργαλείο, που μέσω ειδικών προγραμμάτων, δίνει τεράστιες δυνατότητες στο σχεδιαστή. Ο όρος που έχει καθιερωθεί για τα ειδικά προγράμματα σχεδίασης διεθνώς είναι CAD, Computer Aided Design, ο οποίος αποδίδεται στα ελληνικά ως Σχεδίαση με τη βοήθεια Υπολογιστή.

Η πρώτη γενιά των προγραμμάτων CAD αναλώθηκε στην υποκατάσταση όλων των φυσικών εργαλείων του σχεδιαστή με ηλεκτρονικά αντίστοιχα. Έτσι το σχεδιαστήριο έγινε η επιφάνεια εργασίας στην οθόνη του υπολογιστή. Ο παράλληλος αντικαταστάθηκε με τη δέσμευση σχεδίασης οριζόντιων και κατακόρυφων γραμμών. Η σχεδίαση με συντεταγμένες καρτεσιανές και πολικές, απόλυτες και σχετικές αντικατέστησε το κλιμακόμετρο και τα τρίγωνα. Η δυνατότητα σχεδίασης κύκλων αντικατέστησε το διαβήτη. Η δυνατότητα ορισμού πάχους γραμμών και ο εκτυπωτής αντικατέστησαν τους ραπιτογράφους. Η δημιουργία βιβλιοθηκών από έτοιμα μικρά σχέδια αντικατέστησαν τα στένσιλ. Οι διαφάνειες απέκτησαν το ηλεκτρονικό τους αντίστοιχο.

Οι όλες δυνατότητες των προγραμμάτων CAD αντισταθμίζονται εν μέρει με τη δυσκολία μετάφρασης του σχεδίου που έχει ο σχεδιαστής στο νου του σε κατάλληλες εντολές CAD. Πολύ περισσότερο με τη δυσκολία εισαγωγής των εντολών αυτών στον Η/Υ είτε αυτή γίνεται με το πληκτρολόγιο, ή το ποντίκι, ή τον ψηφιοποιητή, ή την οθόνη επαφής κλπ. Έτσι μία έμπειρη σχεδιάστρια μπορεί να ξεπεράσει σε ταχύτητα ένα σχεδιαστή με CAD και ίσως μπορεί να τον ξεπεράσει και σε ποιότητα. Το CAD έχει όμως μία δυνατότητα που το κάνει αναντικατάστατο και υπερβαίνει τη σχετική του δυσχρηστία. Τη δυνατότητα να γίνονται γρήγορα, και χωρίς συνέπειες, διορθώσεις και αντιγραφές.

Σε ένα παραδοσιακό σχέδιο σε χαρτί, η προσθήκη, για παράδειγμα της ονομασίας ενός χώρου σε μία κάτοψη, μπορεί να γίνει εύκολα αν δεν χρειάζεται να μετακινηθεί υφιστάμενο κείμενο. Η διαγραφή μίας γραμμής μπορεί να γίνει με

ξυραφάκι ικανοποιητικά. Η διόρθωση ενός κειμένου μπορεί να γίνει, πιο προσεκτικά με ξυραφάκι και στύψη, επηρεάζοντας την ποιότητα του σχεδίου και την αντοχή του στο χρόνο. Η αλλαγή διαστάσεων μίας κάτοψης μπορεί να γίνει μόνο ξανασχεδιάζοντας όλη την κάτοψη από την αρχή. Εναλλακτικές λύσεις μίας κάτοψης θα μπορούσαν να γίνει κάνοντας διαφανή φωτοτυπία, επηρεάζοντας την ποιότητα αφού το αντίγραφο δεν έχει την ίδια ποιότητα με το πρωτότυπο. Τα εγκεκριμένα σχέδια μίας οικοδομής μπορούν να διατηρηθούν, με φροντίδα και προσοχή, αλλά τελικά φθείρονται με την πάροδο του χρόνου.

Όλες οι παραπάνω εργασίες μπορούν να γίνουν ανώδυνα και γρήγορα με το CAD. Η διαγραφή και διόρθωση δεν αφήνουν ίχνος ατέλειας. Η μεγέθυνση/μετακίνηση της μισής κάτοψης γίνεται με μία εντολή. Το αντίγραφο ενός ηλεκτρονικού σχεδίου είναι πανομοιότυπο με το πρωτότυπο. Τα ηλεκτρονικά σχέδια είναι ουσιαστικά αθάνατα αν μεταφέρονται τακτικά από παλαιά συσκευή αποθήκευσης σε νέα συσκευή αποθήκευσης, χωρίς καμμία επίπτωση στην ποιότητα.

Οι δυνατότητες αυτές έκαναν το CAD να εξαπλωθεί, στην αρχή αργά διότι οι υπολογιστές είχαν περιορισμένη μνήμη, ταχύτητα, ευκρίνεια και μεγάλο κόστος, και στη συνέχεια πιο γρήγορα καθώς έπεφταν οι τιμές, αύξαναν οι επιδόσεις και το CAD γινόταν γνωστό σε όλο και περισσότερους ανθρώπους. Η εξάπλωση του CAD και των υπολογιστών γενικότερα, οδήγησαν στη διερεύνηση επιπλέον δυνατοτήτων που δεν έχουν ανάλογο στην παραδοσιακή σχεδίαση με το χέρι στο χαρτί.

Η δεύτερη γενιά προγραμμάτων CAD έχει δυνατότητα σχεδίασης στις 3 διαστάσεις, ως πιο καλύτερη απεικόνιση των τεχνικών έργων. Δίνεται η δυνατότητα παρατήρησης του σχεδίου από οποιαδήποτε οπτική γωνία, ακόμα και η δυνατότητα φυσικού φωτισμού του σαν να ήταν ήδη κτισμένο. Η δυνατότητα αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για την κατανόηση του τεχνικού έργου από ανθρώπους που δεν είναι τεχνικοί. Ακόμα και οι μηχανικοί μπορούν να επωφεληθούν βλέποντας πώς ταιριάζει το έργο με το περιβάλλον.

Αλλά, κυριότερα, πολλές επαναληπτικές και χρονοβόρες διαδικασίες τείνουν να αυτοματοποιηθούν. Για παράδειγμα μία σκάλα μπορεί να σχεδιαστεί με τις βασικές εντολές του CAD σχεδιάζοντας μία μία την κάθε γραμμή από την οποία αποτελείται. Και ενώ αυτό είναι καλύτερο από ότι αν γινόταν στο χαρτί με

ραπιτογράφο, είναι εξίσου χρονοβόρο και κουραστικό. Στο CAD δεύτερης γενιάς η σχεδίαση της σκάλας γίνεται ορίζοντας το αρχικό σημείο, το τελικό σημείο και τον τύπο της. Επιπλέον η σχεδίαση γίνεται απευθείας σε 3 διαστάσεις. Η τρισδιάστατη σχεδίαση οδηγεί και σε μία ακόμα αυτοματοποίηση. Οι όψεις και κυρίως οι τομές μπορούν να δημιουργηθούν αυτόματα ορίζοντας απλώς το επίπεδο της τομής.

Οι σημειώσεις αυτές αφορούν σε συγκεκριμένο πρόγραμμα CAD, το AutoCad. Το AutoCad αν και δεν είναι το καλύτερο που κυκλοφορεί στην αγορά, είναι το πιο διαδεδομένο και είναι γενικού σκοπού, δηλαδή μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα αρχιτεκτονικά, στατικά, τοπογραφικά, υδραυλικά, οδοποιία και γενικώς σε κάθε τομέα του μηχανικού. Οι έννοιες, οι εντολές και οι διαδικασίες που περιγράφονται σε αυτές τις σημειώσεις, μπορούν, με λίγη προσαρμογή, να εφαρμοστούν σε κάθε CAD γενικού σκοπού που μπορεί να συναντήσει ο μηχανικός. Διότι είναι βέβαιο ότι ο σημερινός μηχανικός θα έλθει αντιμέτωπος με κάποιο CAD, είτε με τη μορφή απαιτούμενων εφοδίων που ζητούν σχεδόν όλοι οι πιθανοί εργοδότες στον ιδιωτικό και δημόσιο τομέα, είτε με τη μορφή απαραίτητου εργαλείου για την ανταγωνιστικότητα στο ελεύθερο επάγγελμα.

1.2 Ηλεκτρονική σχεδίαση - έννοιες

Στο AutoCad και γενικότερα σε όλα τα CAD συναντώνται ορισμένες έννοιες που δεν είναι ακριβώς ίδιες με την παραδοσιακή σχεδίαση.

1.2.1 Μονάδες

Σε αντίθεση με την παραδοσιακή σχεδίαση, το AutoCad δεν καθορίζει/περιορίζει τις μονάδες μήκους που θα χρησιμοποιηθούν. Είναι ευθύνη του χρήστη να επιλέξει τη μονάδα μήκους που θα χρησιμοποιεί (π.χ. m ή cm ή έτη φωτός) και να χρησιμοποιεί αυτή τη μονάδα σε όλο το σχέδιο.

Έτσι δίνοντας την ακίνα ενός κύκλου $R=10$, εννοείται 10 μονάδες που έχει επιλέξει ο χρήστης (π.χ. 10 m ή 10 cm ή 10 light years).

Το μέγεθος που θα έχει το σχέδιο όταν εκτυπωθεί σε χαρτί, εξαρτάται από την κλίμακα εκτύπωσης. Η κλίμακα αντιστοιχίζει 1 μονάδα που χρησιμοποιεί ο χρήστης σε ένα ορισμένο μήκος πάνω στο χαρτί, συνήθως σε mm.

1.2.2 Γενικό σύστημα συντεταγμένων

Στο AutoCad ορίζεται ένα γενικό σύστημα καρτεσιανών συντεταγμένων το οποίο ονομάζεται World Coordinate System ή WCS. Ο άξονας X του WCS είναι παράλληλος προς την οριζόντια διάσταση της οθόνης του υπολογιστή και ο άξονας Y είναι παράλληλος προς την κατακόρυφη διάσταση της οθόνης. Ο άξονας Z είναι κάθετος στους X και Y, δηλαδή είναι κάθετος προς το επίπεδο της οθόνης, και εκτείνεται από την οθόνη προς το μέρος του χρήστη.

Όλα τα γεωμετρικά σχήματα (γραμμές, κύκλοι κ.λ.π.) βασίζονται σε συντεταγμένες που ορίζονται σε αυτό το σύστημα (WCS). Το AutoCad καταχωρεί στη μνήμη του υπολογιστή όλα τα γεωμετρικά σχήματα με βάση το WCS.

Υπάρχει η δυνατότητα να γίνει μεταβολή του συστήματος αξόνων. Όταν αλλάξει το σύστημα συντεταγμένων, δεν αλλάζει ούτε η θέση των γεωμετρικών σχημάτων, ούτε και ο προσανατολισμός τους. Απλώς οι συντεταγμένες των σημείων από τα οποία απαρτίζονται, αναφέρονται στο νέο σύστημα αξόνων. Ας σημειωθεί ότι το AutoCad εξακολουθεί να έχει καταχωρημένα τα γεωμετρικά σχήματα με βάση το WCS.

Κατά την εισαγωγή ενός σχήματος στο AutoCad, οι συντεταγμένες των σημείων από τα οποία απαρτίζεται, δίνονται από το χρήστη σε σχέση με το τρέχον σύστημα αξόνων, το WCS ή κάποιο άλλο. Υπάρχει όμως η δυνατότητα να δοθούν σχετικές συντεταγμένες ως προς το προηγούμενο σημείο που δόθηκε. Ακόμα μπορούν να δοθούν πολικές συντεταγμένες, οι οποίες με τη σειρά τους μπορεί να είναι απόλυτες ή σχετικές.

1.2.3 Ιδιότητες

Κάθε γεωμετρικό σχήμα στο AutoCad έχει ορισμένες ιδιότητες, οι οποίες μπορούν να αλλάξουν κατά βούληση. Οι πιο συνηθισμένες ιδιότητες είναι το χρώμα, το είδος της γραμμής και η γραμματοσειρά. Κάθε είδος σχήματος μπορεί να έχει διαφορετικές ιδιότητες. Έτσι ένας κύκλος και ένα κείμενο έχουν χρώμα, αλλά ο κύκλος έχει είδος γραμμής ενώ το κείμενο δεν έχει. Αντίστοιχα το κείμενο έχει γραμματοσειρά ενώ ο κύκλος όχι.

Μία ειδική τιμή που μπορεί να πάρει μία από τις παραπάνω ιδιότητες είναι η τιμή:

ByLayer

Για παράδειγμα το χρώμα μπορεί να είναι "red", μπορεί να είναι και "ByLayer". Η ειδική τιμή αυτή σημαίνει ότι το γεωμετρικό σχήμα θα "κληρονομήσει" το χρώμα που έχει η διαφάνεια στην οποία ανήκει.

1.2.4 Διαφάνειες (Layers)

Στα αρχιτεκτονικά σχέδια χρησιμοποιούμε πολλές φορές διαφάνειες, οι οποίες όταν τοποθετηθούν πάνω στο αρχιτεκτονικό σχέδιο, δίνουν επιπρόσθετες πληροφορίες. Για παράδειγμα, θεωρώντας την κάτοψη ενός ορόφου, μια διαφάνεια θα μπορούσε να έχει τα υδραυλικά (σωληνώσεις, νιππήρες, νεροχύτες κ.λ.π.) ενώ μια άλλη τον κλιματισμό (θέσεις air conditions, καλώδια, σωληνώσεις κ.λ.π.).

Το AutoCad υποστηρίζει την έννοια της διαφάνειας (layer). Μπορούν να οριστούν πολλαπλά layers το καθένα με διαφορετική ονομασία. Κάθε σχεδιαστικό αντικείμενο (Line, circle, point κ.λ.π.) "ανήκει" σε ένα και μοναδικό layer. Αν ο χρήστης δεν έχει ορίσει κανένα layer, τότε το AutoCad τοποθετεί τα σχεδιαστικά αντικείμενα στο layer "0" που είναι ορισμένο αυτόματα από το AutoCad.

Το AutoCad προχωρεί την έννοια του layer περισσότερο, δίνοντας σε κάθε layer, ένα σύνολο ιδιοτήτων (attributes) όπως χρώμα, είδος γραμμής (συνεχής/διακεκομμένη), πάχος γραμμής τις οποίες κληρονομούν αυτόματα τα σχεδιαστικά αντικείμενα που ανήκουν σε αυτό το Layer. Επίσης έχει και ένα

σύνολο ιδιοτήτων όπως on/off, frozen/thawed, lock/unlock, plot/no plot που επιτρέπουν στο χρήστη να διαχειρίζεται όλα τα αντικείμενα που ανήκουν στο layer σαν να ήταν ένα αντικείμενο.

Αυτές οι δυνατότητες των layers είναι το αντίστοιχο του δομημένου προγραμματισμού στη σχεδίαση. Επιτρέπει να γίνονται αλλαγές στο σχέδιο με συγκροτημένο τρόπο, χωρίς να υπάρχει ο κίνδυνος να παραληφθεί κάποιο αντικείμενο. Έτσι η σημαντικότερη χρήση των Layers είναι η οργάνωση των αντικειμένων ενός σχεδίου (περίπου όπως η χρήση των directories στο σύστημα αρχείων), και λιγότερο η χρήση τους ως διαφάνειες.

Οι ονομασίες των layers συνιστάται να είναι μικρές σε μήκος, όχι όμως εις βάρος του νοήματος, και να είναι σε λατινικούς χαρακτήρες χωρίς ενδιάμεσα κενά (π.χ. OPSIA για την όψη Α).

Είναι δυνατόν ένα αντικείμενο (όπως μία γραμμή) να έχει το δικό της χρώμα (ή είδος γραμμής ή πάχος) το οποίο να μη συμπίπτει με το χρώμα του layer στο οποίο ανήκει. Αυτό πρέπει να αποφεύγεται, διότι οδηγεί σε σχέδια που δεν είναι ευκολοσυντήρητα (είναι το αντίστοιχο του spaghetti programming στον προγραμματισμό). Πιο συγκεκριμένα όλες οι ιδιότητες ενός αντικειμένου πρέπει να είναι "ByLayer" και όχι π.χ. "red".

1.2.5 Εμφάνιση

Σε κάθε στιγμή το AutoCad δείχνει το εκάστοτε σχέδιο στην οθόνη του υπολογιστή. Αν το σχέδιο είναι μεγάλο και δεν χωράει ολόκληρο στην οθόνη του υπολογιστή, τότε στην οθόνη φαίνεται μόνο ένα μέρος του. Αυτό δεν σημαίνει ότι έχει χαθεί το υπόλοιπο σχέδιο. Απλώς η οθόνη λειτουργεί όπως ένα παράθυρο που δεν μας αφήνει να δούμε ολόκληρη την απέναντι πολυκατοικία.

Υπάρχει η δυνατότητα να μικρύνουμε το σχέδιο έτσι ώστε να χωρέσει όλο στην οθόνη. Αυτό δεν σημαίνει ότι άλλαξαν οι διαστάσεις του σχεδίου. Σημαίνει ότι το βλέπουμε από πιο μακριά, όπως δηλαδή θα βλέπαμε ένα τοπίο κρατώντας τα κιάλια ανάποδα. Φυσικά γίνεται και το αντίστροφο. Μπορούμε να μεγαλώσουμε το σχέδιο για να δούμε καλύτερα μια λεπτομέρεια. Αυτό πάλι δεν σημαίνει ότι άλλαξαν οι διαστάσεις του σχεδίου. Σημαίνει ότι το βλέπουμε από πιο κοντά, όπως δηλαδή θα βλέπαμε ένα τοπίο κρατώντας κιάλια.

Η δυνατότητα αυτή του AutoCad (εντολή zoom), δεν πρέπει να συγχέεται με τη δυνατότητα που έχει το AutoCad να αλλάζει τις διαστάσεις ενός σχήματος ή και ολόκληρου του σχεδίου (εντολή scale). Και οι δύο εντολές μεγαλώνουν (αντίστοιχα μικραίνουν) αυτό που βλέπουμε στην οθόνη. Όμως η δεύτερη εντολή πραγματικά μεγαλώνει (αντίστοιχα μικραίνει) τις διαστάσεις του σχεδίου, ενώ η πρώτη δεν αλλάζει διαστάσεις αλλά απλώς φέρνει το σχέδιο πιο κοντά (αντίστοιχα πιο μακριά).

1.2.6 Γεωμετρικά σχήματα ή αντικείμενα

Το AutoCad δέχεται πολλά στοιχειώδη γεωμετρικά σχήματα ή αντικείμενα. Τα πιο κοινά από αυτά είναι:

- α. Το ευθύγραμμο τμήμα – LINE
- β. Η τεθλασμένη γραμμή (POLYLINE): αποτελείται από πολλά διαδοχικά ευθύγραμμα τμήματα. Έχει το πλεονέκτημα ότι αποτελεί ένα αντικείμενο.
- γ. Ο κύκλος - CIRCLE
- δ. Το τόξο κύκλου - ARC
- ε. Το κείμενο – TEXT
- στ. Η γραμμοσκίαση – HATCH: γεμίζει το εσωτερικό άλλων κλειστών αντικειμένων όπως των κύκλων.
- ζ. Το σημείο (POINT)
- η. Η διάσταση (DIMENSION): Σε όλα τα σχέδια χρειάζεται διαστασιολόγηση. Το αντικείμενο DIMENSION αυτοματοποιεί τη διαδικασία.
- θ. Εικόνα raster: IMAGE: Επιτρέπει την εισαγωγή εικόνων raster, όπως είναι οι τοπογραφικοί χάρτες, σε σχέδιο του AutoCad.

1.2.7 Επεξεργασία αντικειμένων

Σε αντίθεση με τη σχεδίαση με το χέρι, το AutoCad επιτρέπει την επεξεργασία και μεταβολή των αντικειμένων που έχουν ήδη σχεδιαστεί. Οι μεταβολές των αντικειμένων γίνονται με δέχεται πολλά στοιχειώδη γεωμετρικά

σχήματα ή αντικείμενα. Οι πιο κοινές μεταβολές αντικειμένων δίνονται παρακάτω:

- α. ERASE: Διαγράφει ένα ή περισσότερα αντικείμενα.
- β. MOVE: Μετακινεί ένα ή περισσότερα αντικείμενα κατά ΔΧ, ΔΥ, ΔΖ ή με ορίζοντας σημείο αφετηρία και σημείο προορισμού.
- γ. ROTATE: Περιστρέφει ένα ή περισσότερα αντικείμενα με συγκεκριμένη γωνία και κέντρο περιστροφής.
- δ. SCALE: Μεγεθύνει ή σμικρύνει ένα ή περισσότερα αντικείμενα με συγκεκριμένη συντελεστή μεγέθυνσης/σμίκρυνσης και σημείο αναφοράς.
- ε. BREAK: Τέμνει ένα αντικείμενο σε δύο.
- στ. TRIM: Τέμνει ένα ή περισσότερα αντικείμενα στη θέση που αυτά τέμνονται με άλλα αντικείμενα του σχεδίου.
- ζ. CHPROP: Μεταβάλλει τις ιδιότητες ενός ή περισσότερων αντικειμένων, όπως τη διαφάνεια (layer) και το χρώμα. Ως γραφικό υποκατάστατο της εντολής, κλικάρουμε σε ένα αντικείμενο και στη συνέχεια κάνουμε δεξιά κλικ και properties.
- η. COPY: Αντιγράφει ένα ή περισσότερα αντικείμενα σε νέα θέση (ή σε πολλές νέες θέσεις – πολλαπλή αντιγραφή).

Κοινό χαρακτηριστικό αυτών των εντολών είναι η δυνατότητα επιλογής αντικειμένων που θα μετακινηθούν ή περιστραφούν κλπ. Η επιλογή γίνεται εν γένει με 3 τρόπους:

- α. Select one: Ο χρήστης κλικάρει ένα αντικείμενο και αυτό επιλέγεται, ή καλύτερα τοποθετείται στο σύνολο των επιλεγμένων αντικειμένων.
- β. Select window: Ο χρήστης ορίζει ένα παράθυρο (δηλαδή ένα ορθογώνιο) ορίζοντας δύο αντιδιαμετρικά σημεία του ορθογωνίου. Όσα αντικείμενα βρίσκονται εξολοκλήρου μέσα στο παράθυρο τοποθετούνται στο σύνολο των επιλεγμένων.
- γ. Select crossing: Ο χρήστης ορίζει ένα παράθυρο και όσα αντικείμενα βρίσκονται εξολοκλήρου ή ενμέρει μέσα στο παράθυρο τοποθετούνται στο σύνολο των επιλεγμένων.

Οι επιλογές α, β και γ μπορούν να επαναληφθούν πολλές φορές, μέχρι να επιλεχθούν όλα τα αντικείμενα που χρειάζονται. Το AutoCad δίνει επίσης την δυνατότητα να αφαιρεθούν αντικείμενα από το σύνολο των επιλεγμένων με την

εντολή REMOVE και τις επιλογές α, β, και γ που τώρα θα αφαιρούν από τα επιλεγμένα. Η εντολή ADD δίνει πάλι την συνηθισμένη έννοια στις επιλογές α, β, γ.

Το AutoCad δίνει και μία διαφορετική και ανεξάρτητη μέθοδο για την επιλογή αντικειμένων μέσω της Quick Select, με την οποία μπορούν να επιλεγούν μαζικά αντικείμενα ανάλογα με το είδος τους (αν είναι κύκλοι, κείμενα, γραμμές κλπ), με το layer στο οποίο ανήκουν, με το χρώμα που έχουν κλπ., ή συνδυασμό αυτών των ιδιοτήτων.

1.3 Λογισμικό ηλεκτρονικής σχεδίασης

Η μεγάλη επιτυχία του AutoCad έχει οδηγήσει στη δημιουργία παρόμοιων προγραμμάτων, εν γένει πιο οικονομικών, που είναι συμβατά με το AutoCad σε μεγάλο ή μικρότερο βαθμό (AutoCad clones). Από το εμπορικό λογισμικό αναφέρεται το IntelliCad το οποίο έχει το χαρακτηριστικό ότι υπάρχει σε πάρα πολλές εκδόσεις, όλες συμβατές με το AutoCad, από διαφορετικούς προμηθευτές, με διαφορετικές τιμές. Από το ελεύθερο λογισμικό (Free Software) υπάρχουν πάρα πολλά, τα οποία υπολείπονται του IntelliCad και του AutoCad. Για παράδειγμα αναζήτηση για “CAD” στην ιστοσελίδα φιλοξενίας ελεύθερου λογισμικού www.sourceforge.net, δίνει 162 προγράμματα στο χρόνο συγγραφής των σημειώσεων. Από αυτά αναφέρεται το ThanCad ως πιο συμβατό από άποψη διεπαφής με το χρήστη (GUI, CLI).

Εκτός των συμβατών CAD με το AutoCad, υπάρχουν και άλλα αξιόλογα προγράμματα CAD είτε γενικού σκοπού, είτε εξειδικευμένων. Από τα πρώτα αναφέρεται το MicroStation και από τα δεύτερα το AllPlan για αρχιτεκτονικά.

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ AUTOCAD

2.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται εισαγωγικά στοιχεία του AutoCAD, όπως είναι τα μενού εργαλείων, οι μπάρες εργαλείων, η γραμμή εντολών και βοηθητικά στοιχεία, ώστε να γίνει μια πρώτη επαφή με το περιβάλλον του λογισμικού και να σχηματιστεί μια εικόνα του τρόπου με τον οποίο αυτό είναι οργανωμένο.

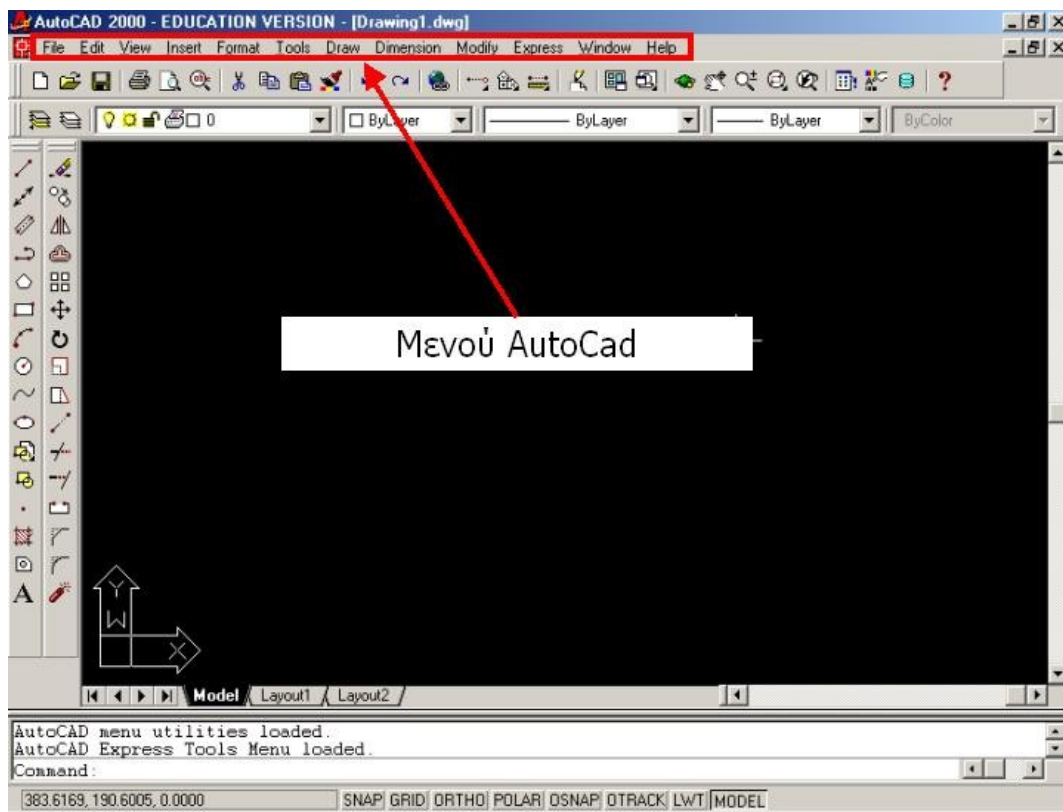
2.2 Τρόπος εισαγωγής εντολών

Το AutoCad έχει, εν γένει, τρεις τρόπους για την εισαγωγή εντολών, με χρήση πληκτρολογίου, με χρήση μενού και χρήση εικονιδίων. Η χρήση πληκτρολογίου είναι η πιο γρήγορη, ιδίως αν χρησιμοποιηθούν συντομεύσεις (abbreviations), με μειονέκτημα ότι πρέπει ο χρήστης να θυμάται τις εντολές. Επίσης δίνει τη δυνατότητα για πολλές παραλλαγές μίας εντολής, όπως η δημιουργία κύκλου από κέντρο και ακτίνα, ή από κέντρο και διάμετρο, ή από τρία σημεία. Η χρήση μενού είναι η πιο εύκολη, αφού οι εντολές εμφανίζονται στην οθόνη, αλλά είναι η πιο χρονοβόρα. Τέλος η χρήση εικονιδίων είναι ενδιάμεση, διότι απαιτεί εξοικείωση με το τι σημαίνει το κάθε εικονίδιο.

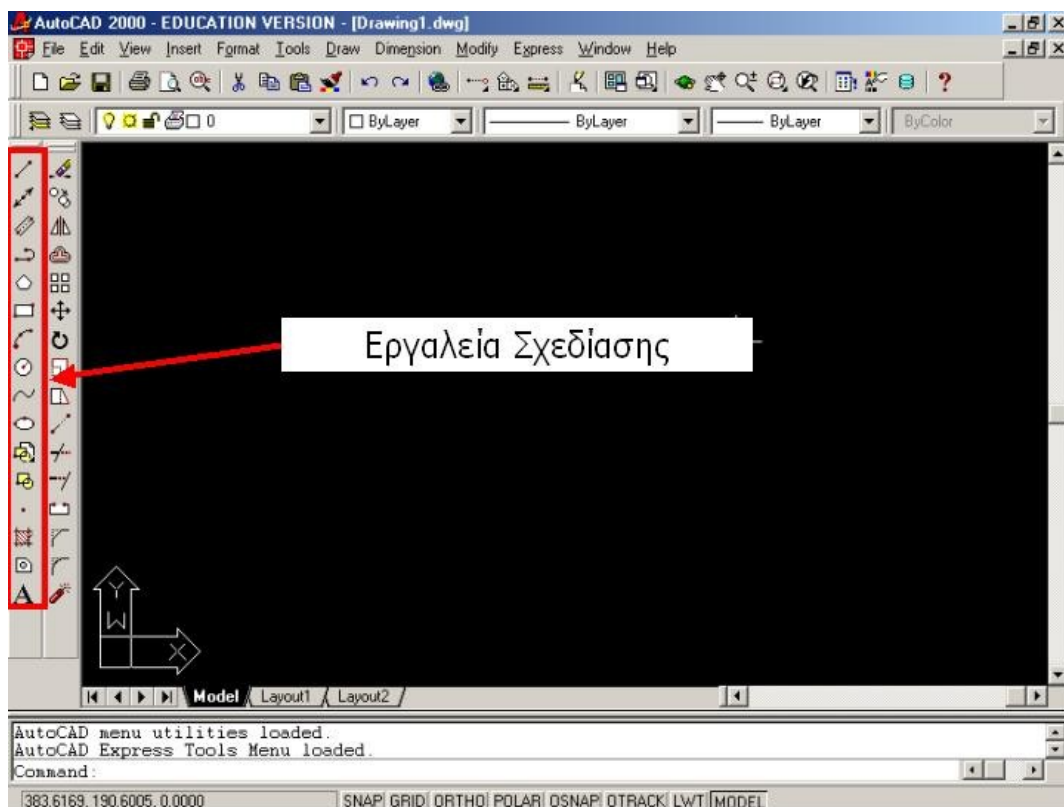
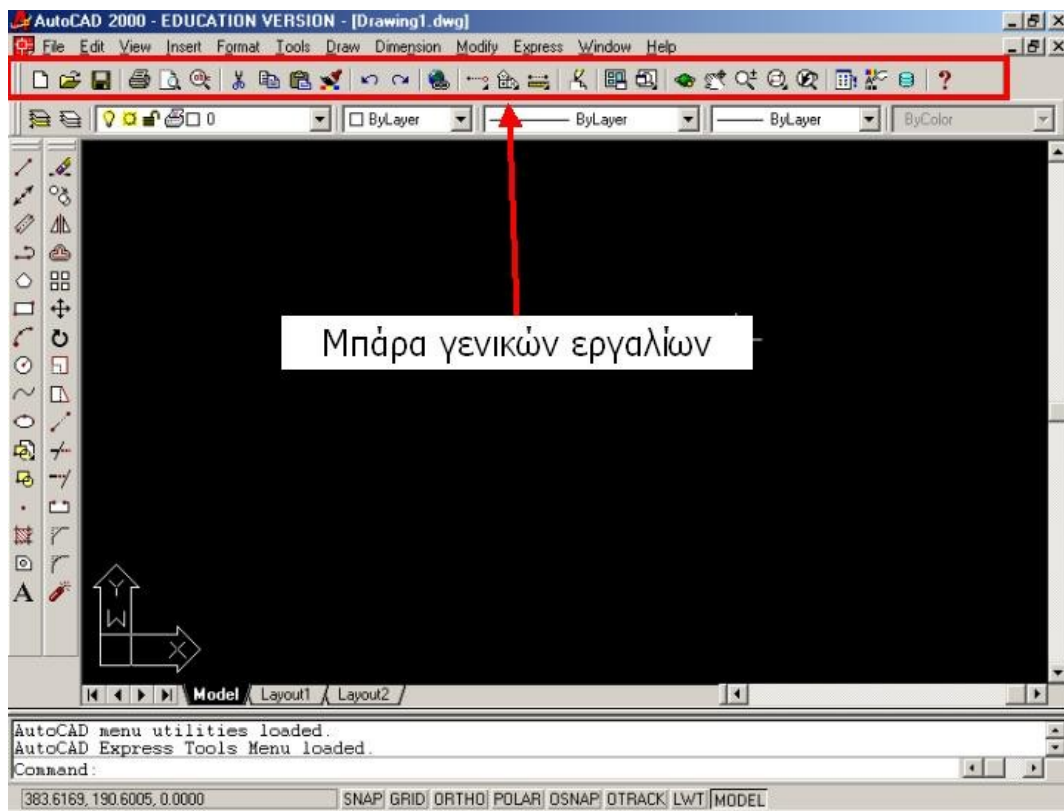
Το AutoCad έχει τη δυνατότητα να αναιρεί την προηγούμενη εντολή που έδωσε ο χρήστης με κάποιον από τους τρόπους εισαγωγής. Η αναίρεση γίνεται με την εντολή UNDO. Επίσης έχει τη δυνατότητα να εκτελέσει πάλι την εντολή που αναιρέθηκε, εκτελώντας την εντολή REDO, αμέσως μετά από την εντολή UNDO.

Μπορεί να γίνει αναίρεση πολλών προηγούμενων εντολών χρησιμοποιώντας UNDO πολλές φορές. Η εντολή REDO όμως μπορεί να γίνει μόνο μία φορά.

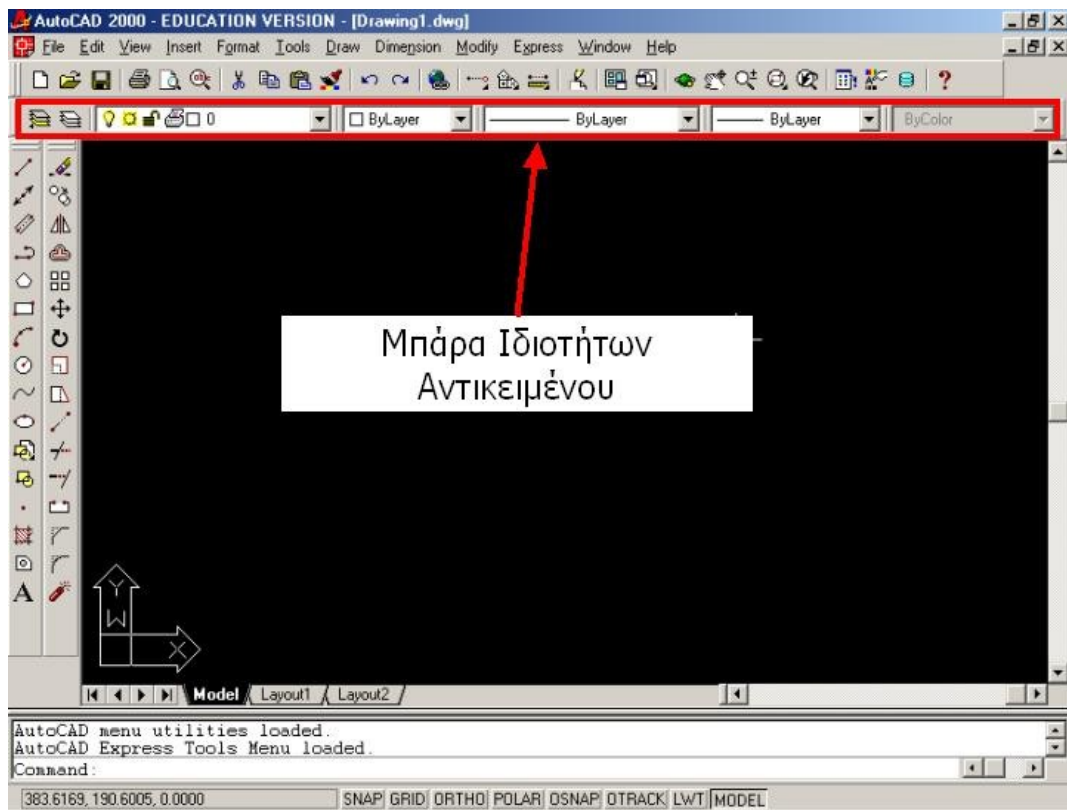
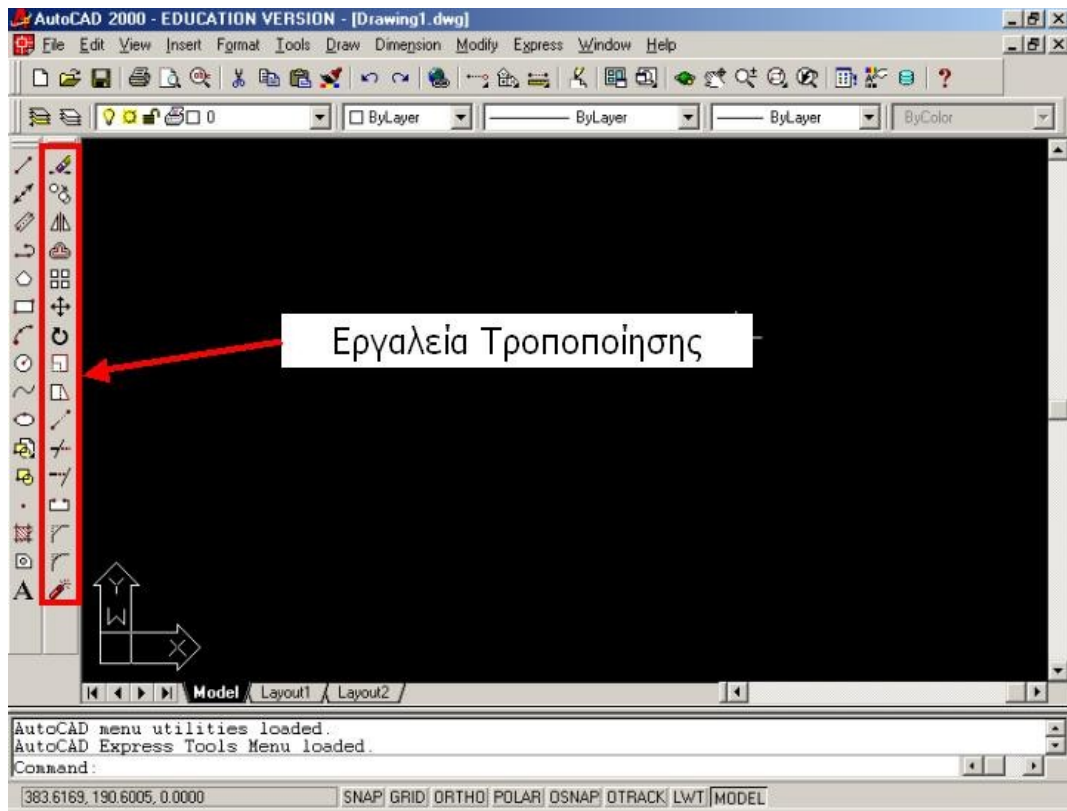
2.3 Μενού εργαλείων



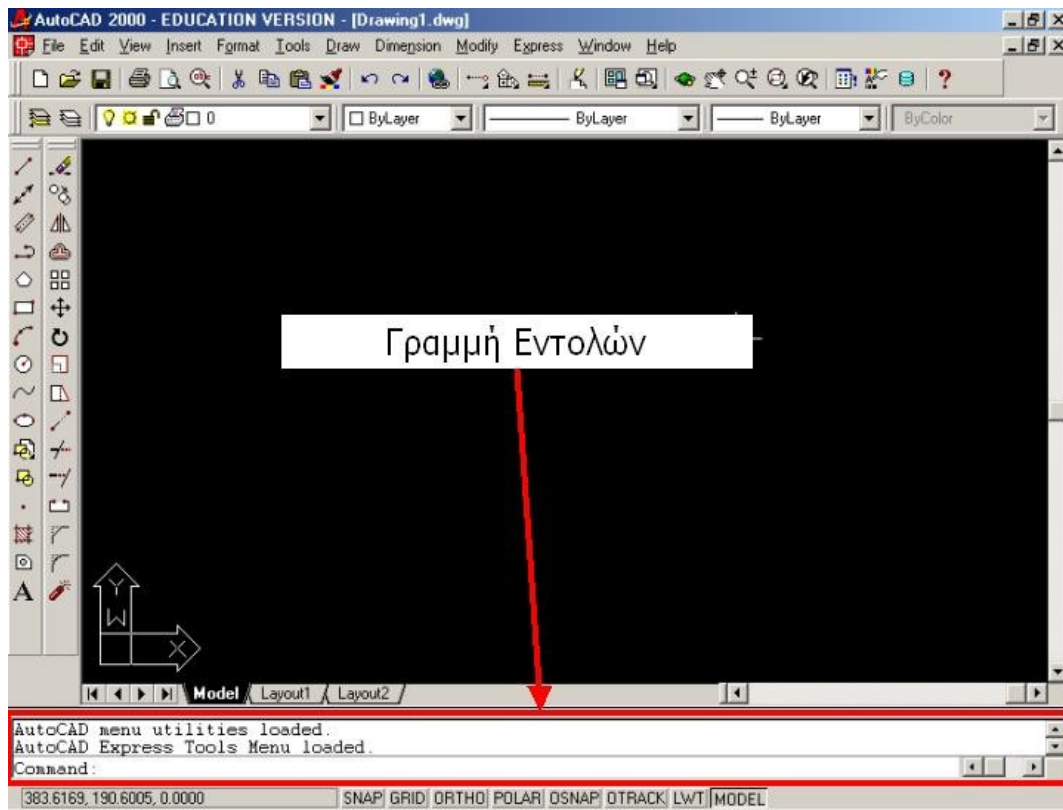
24 Μπάρες εργαλείων



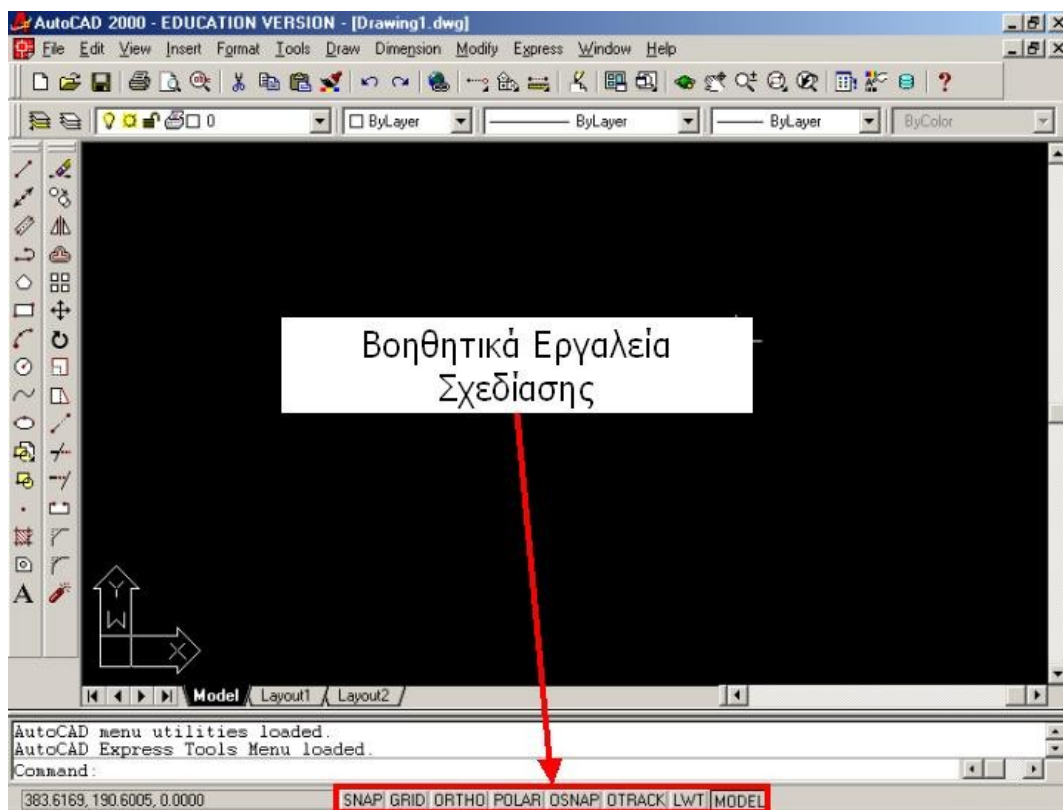
ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΕΠΕΑΕΚ ΜΕΤΡΟ 2.2.2 - ΑΝΑΜΟΡΦΩΣΗ ΠΡΟΠΤ. ΠΡΟΓΡ. ΣΠΟΥΔΩΝ



2.5 Γραμμή εντολών



2.6 Βοηθητικά εργαλεία




3. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΡΧΕΙΩΝ

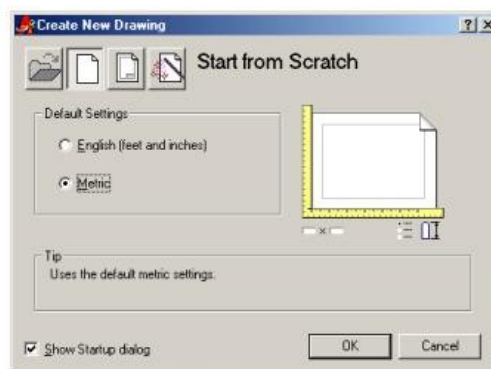
3.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο, παρουσιάζονται στοιχεία για την διαχείριση των αρχείων στο AutoCAD, όπως είναι η δημιουργία ενός νέου αρχείου, το άνοιγμα ενός υφιστάμενου αρχείου και η αποθήκευση.

3.2 Δημιουργία νέου αρχείου

Διαχείριση Σχεδίου


-  **New** – Δημιουργία ενός καινούργιου σχεδίου
(Menu: File→New...)

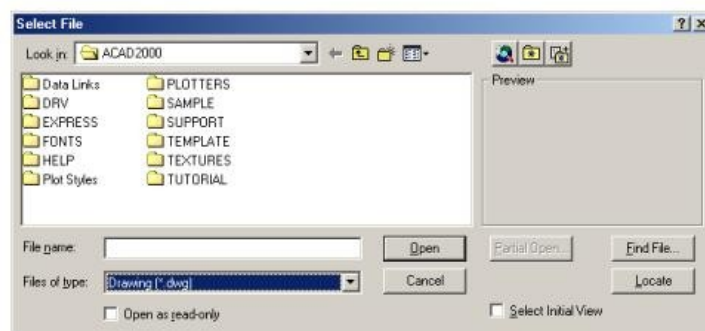


8

3.3 Άνοιγμα αρχείου

Διαχείριση Σχεδίου

-  **Open** – Άνοιγμα ενός Σχεδίου
(Menu: File→Open...)

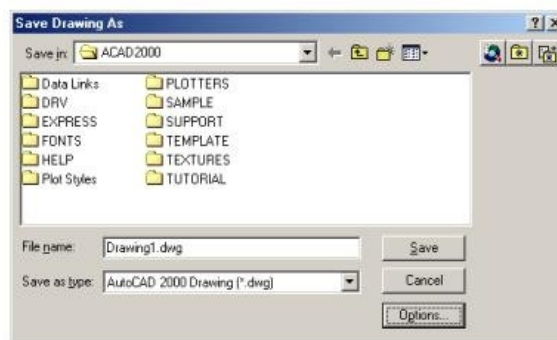


10

3.4 Αποθήκευση αρχείου

Διαχείριση Σχεδίου

- **Save** – Αποθήκευση ενός Σχεδίου
(Menu: File→Save)
- **Save as** – Αποθήκευση ενός Σχεδίου με νέο όνομα
(Menu: File→Save as...)



9

4. ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ




4.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται τα εργαλεία σχεδίασης των στοιχειωδών γεωμετρικών αντικειμένων που υποστηρίζονται από το AutoCAD, όπως είναι οι γραμμές, οι κύκλοι, τα τόξα κλπ αλλά και πιο σύνθετα αντικείμενα όπως είναι το hatch.

Η εντολές σχεδίασης μπορούν να ενεργοποιηθούν με τρεις τρόπους:

1. από το μενού στην επιλογή "DRAW"
2. από τα κουμπιά στη αριστερή κάθετη μπάρα
3. γράφοντας το όνομα της εντολής στην γραμμή εντολών

Εργαλεία Σχεδίασης

	1. Line (Γραμμή)	9. Spline (Καμπύλη)
	2. Construction Line (Βοηθ. Γραμμή)	10. Ellipse (Έλλειψη)
	3. Multiline (Πολ. Γραμμή)	11. Insert Block (εισαγωγή μπλοκ)
	4. Polyline	12. Make Block (δημιουργία μπλοκ)
	5. Polygon (Πολύγωνο)	13. Point (Σημείο)
	6. Rectangle (Ορθογώνιο)	14. Hatch (Διαγράμμιση)
	7. Arc (Τόξο)	15. Region (Περιοχή)
	8. Circle (Κύκλος)	16. Multiline Text

12

4.2 Line

 Line

Εντολή σχεδίασης ευθύγραμμων τμημάτων καθορίζοντας τα άκρα τους.

Βήματα:

1. Καθορισμός πρώτου σημείου (mouse ή συντεταγμένες)
2. Καθορισμός δεύτερου σημείου (mouse ή συντεταγμένες)

Μετά την εμφάνιση της επιθυμητής γραμμής η εντολή απαιτεί τερματισμό.

Ιδιαιτερότητες

- Αν έχει προηγηθεί η σχεδίαση μίας καμπύλης (ευθύγραμμο τμήμα ή τόξο) και στην φάση καθορισμού του πρώτου σημείου πατηθεί το “Enter” τότε σαν πρώτο σημείο θεωρείται το τέλος της καμπύλης.
- Εκτός από την επιλογή των δύο σημείων μπορεί να γίνει και επιπλέον σημείων για την σχεδίαση μίας πολυγωνικής γραμμής.
- Αν σχεδιαστούν παραπάνω από ένα τμήματα υπάρχει η επιλογή “Close” με την οποία κλείνει την πολυγωνική γραμμή.

4.3 Xline

Xline

Εντολή σχεδίασης ευθειών.

Επιλογές σχεδίασης ευθειών:

1. **Point**: σχεδίαση ευθείας καθορίζοντας δύο σημεία. (προεπιλεγμένο)
2. **Hor**: σχεδίαση οριζόντιας ευθείας καθορίζοντας ένα σημείο.
3. **Ver**: σχεδίαση κάθετης ευθείας καθορίζοντας ένα σημείο.
4. **Ang**: σχεδίαση ευθείας καθορίζοντας την γωνία της σε σχέση με τον οριζόντιο άξονα ή με κάποια άλλο ευθύγραμμο τμήμα (**Reference**), καθώς και ενός σημείου από το οποίο θα περνάει.
5. **Bisect**: σχεδίαση ευθείας η οποία είναι διχοτόμος γωνίας. Η γωνία καθορίζεται δίνοντας το κέντρο της (vertex), το αρχικό και το τελικό της σημείο.
6. **Offset**: σχεδίαση ευθείας παράλληλη σε άλλη ευθεία ή ευθύγραμμο τμήμα καθορίζοντας την απόσταση από την ευθεία αναφοράς (είτε με νόμμερο είτε με ευθύγραμμο τμήμα), την ευθεία αναφοράς και τέλος την πλευρά που θα εμφανιστεί η νέα ευθεία.


Μετά την εμφάνιση της επιθυμητής ευθείας η εντολή απαιτεί τερματισμό.

4.4 Multiline

 Multiline

Εντολή σχεδίασης πολλαπλών παράλληλων ευθύγραμμων τμημάτων.

Η εκτέλεση της είναι ίδια με την εντολή “Line” αλλά περιλαμβάνει και κάποιες παραμέτρους σχετικά με την στοίχιση (Justification), την απόσταση αναφοράς (Scale) και το πρότυπο σχεδίασης (Style).

Λεπτομέρειες για τις παραμέτρους ανοίξτε το αρχείο βοήθειας του AutoCAD κατά την εκτέλεση της εντολής. Επίσης αλλαγές στο πρότυπο σχεδίασης γίνονται στο μενού “Format  Multiline Style...”

4.5 Polygon

 **Polygon**

Εντολή σχεδίασης κανονικών πολυγώνων

Η σχεδίαση πραγματοποιείται καθορίζοντας τον αριθμό των κορυφών του πολυγώνου και στην συνέχεια την θέση και το μέγεθος.

Επιλογές καθορισμού θέσης και μεγέθους

1. Προκαθορισμένη επιλογή: καθορίστε το κέντρο του πολυγώνου ενώ για το μέγεθος χρειάζεται να επιλέξετε αν η απόσταση που θα εισάγετε είναι

η ακτίνα του περιγεγραμμένου (Inscribed) ή περιεχόμενου κύκλου (Circumscribed).

2. **Edge**: σχεδιάστε μία πλευρά του πολυγώνου σαν ευθύγραμμο τμήμα.

4.6 **Rectangle**



Rectangle

Εντολή σχεδίασης ορθογώνιων παραλληλογράμμων. Η εντολή αυτή έχει και τρισδιάστατες επιλογές (Elevation, Thickness) αλλά δεν θα αναλυθούν.

Η σχεδίαση πραγματοποιείται με την επιλογή δύο διαγώνιων σημείων.

Επιλογές:

1. **Chamfer**: επιλογή για εξομάλυνση των γωνιών με ευθύγραμμο τμήματα. Απαιτείται καθορισμός του μεγέθους του τμήματος που θα κοπεί από κάθε ευθύγραμμο τμήμα στις γωνίες.
2. **Elevation**: Τρισδιάστατη επιλογή
3. **Fillet**: επιλογή για εξομάλυνση των γωνιών με τόξα. Απαιτείται καθορισμός της ακτίνας των τόξων εξομάλυνσης.
4. **Thickness**: Τρισδιάστατη επιλογή
5. **Width**: επιλογή για τον καθορισμό του πάχους γραμμής του ορθογωνίου

4.7 **Circle**



Circle

Εντολή σχεδίασης κύκλων.

Επιλογές σχεδίασης κύκλων:

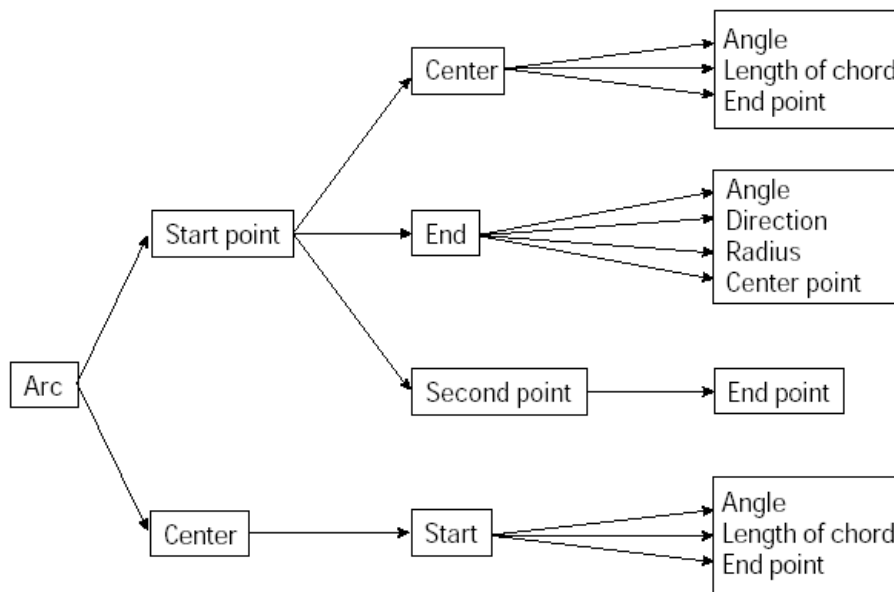
1. **Center-Radius** (προεπιλογή): σχεδίαση κύκλου καθορίζοντας το κέντρο του και το μήκος της ακτίνας (είτε σαν νούμερο είτε σαν σημείο της επιφάνειας του κύκλου). Επίσης αντί για την ακτίνα υπάρχει η δυνατότητα να καθοριστεί η διάμετρο (επιλέγοντας **Diameter** μετά την επιλογή του κέντρου).
2. **2Points**: σχεδίαση κύκλου καθορίζοντας δύο σημεία τα οποία είναι τα άκρα μίας διαμέτρου.
3. **3Points**: σχεδίαση κύκλου καθορίζοντας τρία σημεία της επιφάνειας του.
4. **Ttr** (Tangent-Tangent-Radius): σχεδίαση κύκλου καθορίζοντας δύο (ήδη υπάρχουσες) γραμμές στις οποίες θα είναι εφαπτόμενος ο κύκλος καθώς και την ακτίνα αυτού (είτε σαν νούμερο είτε σαν μήκος ευθύγραμμου τμήματος)
5. **Tangent-Tangent-Tangent**: σχεδίαση κύκλου καθορίζοντας τρεις (ήδη υπάρχουσες) γραμμές στις οποίες θα είναι εφαπτόμενος ο κύκλος. Αυτή η επιλογή υπάρχει μόνο στο μενού.

4.8 **Arc**

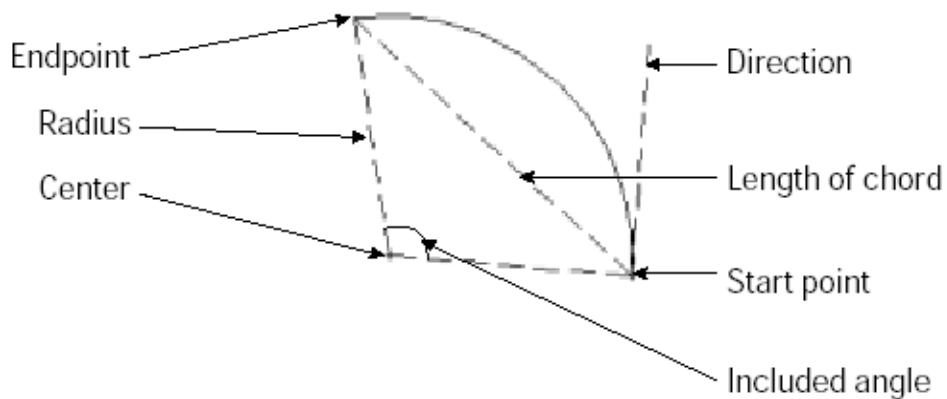
Arc

Εντολής σχεδίασης τόξων.

- Η σχεδίαση των τόξων δεν έχει ξεχωριστές επιλογές όπως στους κύκλους. Ανάλογα με το ποια πληροφορία του τόξου δίνεται από τον χρήστη εμφανίζει τις επόμενες επιλογές.
- Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνονται οι διάφορες επιλογές καθώς και σειρά με την οποία ζητούνται:



Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται τα διάφορα τμήματα του τόξου:



4.9 **Spline**

Spline

Εντολή σχεδίασης καμπυλών.

Η σχεδίαση των καμπυλών πραγματοποιείται με την επιλογή των σημείων από τα οποία θα περνάει η καμπύλη.

Επιλογές κατά την σχεδίαση:

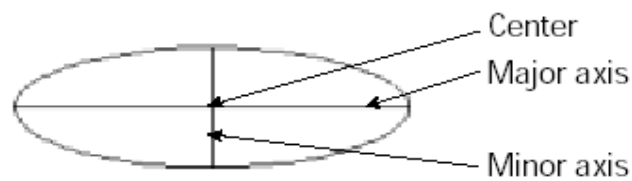
- **Close**: επιλέγει σαν επόμενο σημείο το πρώτο σημείο που ξεκίνησε η καμπύλη έτσι ώστε να δημιουργηθεί κλειστέα καμπύλη.
- **Fit tolerance**: επιλογή οπου ζητείται από τον χρήστη να καθορίσει την παράμετρο ανοχής στην σχεδίαση της καμπύλης.

4.10 **Ellipse**

Ellipse

Εντολής σχεδίασης ελλείψεων.

- Η σχεδίαση των ελλείψεων δεν έχει ξεχωριστές επιλογές όπως στους κύκλους. Ανάλογα με το ποια πληροφορία δίνεται από τον χρήστη εμφανίζονται και οι επόμενες επιλογές.
- Για να γίνει κατανοητό τι ζητείται παρακάτω δίνεται τα διάφορα τμήματα μίας έλλειψης:



- Στην εκκίνηση της εντολής υπάρχει η επιλογή σχεδίασης τμήματος έλλειψης (επιλογή “**Arc**”). Αν γίνει επιλογή σχεδίασης τμήματος, αφού σχεδιάσετε την έλλειψη θα σας ζητηθεί να καθορίσετε την γωνιά που περιέχει το τμήμα της έλλειψης που θα παραμείνει ορατό.

4.11 **Point**

Point

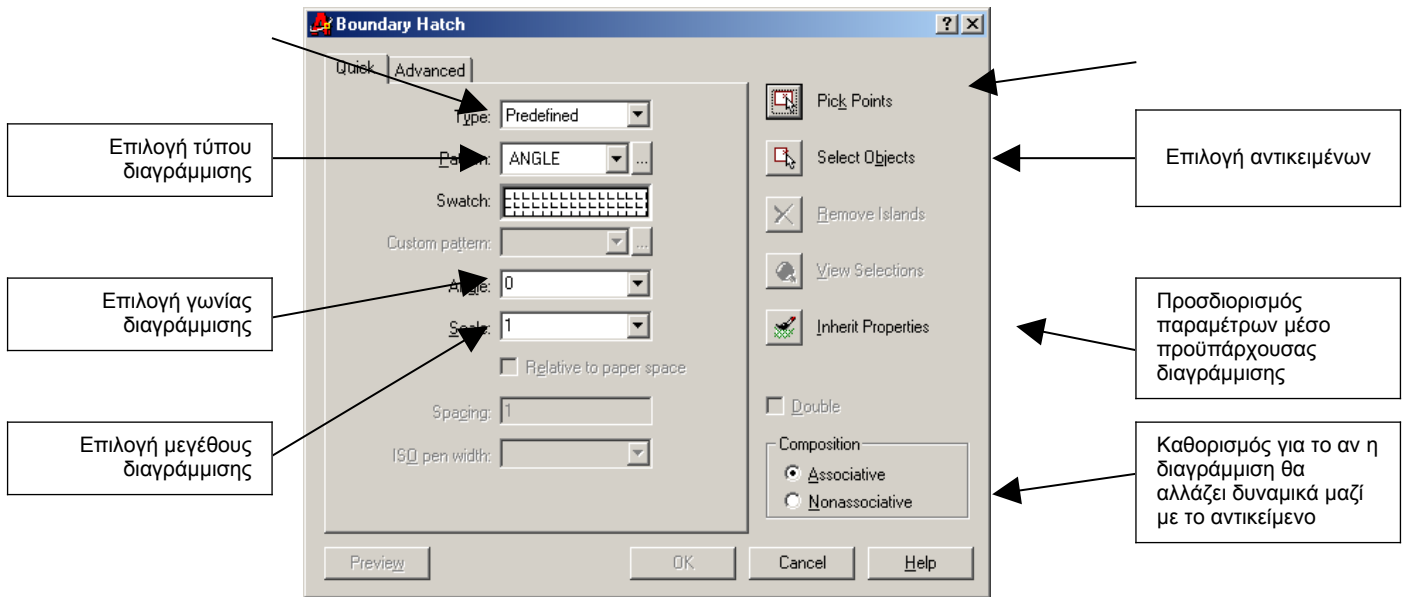
Εντολή για τοποθέτηση μικρών αντικειμένων σε συγκεκριμένα σημεία του σχεδίου. Η επιλογή των αντικειμένων γίνεται από το μενού “Format>Point Style...”.

4.12 **Hatch**

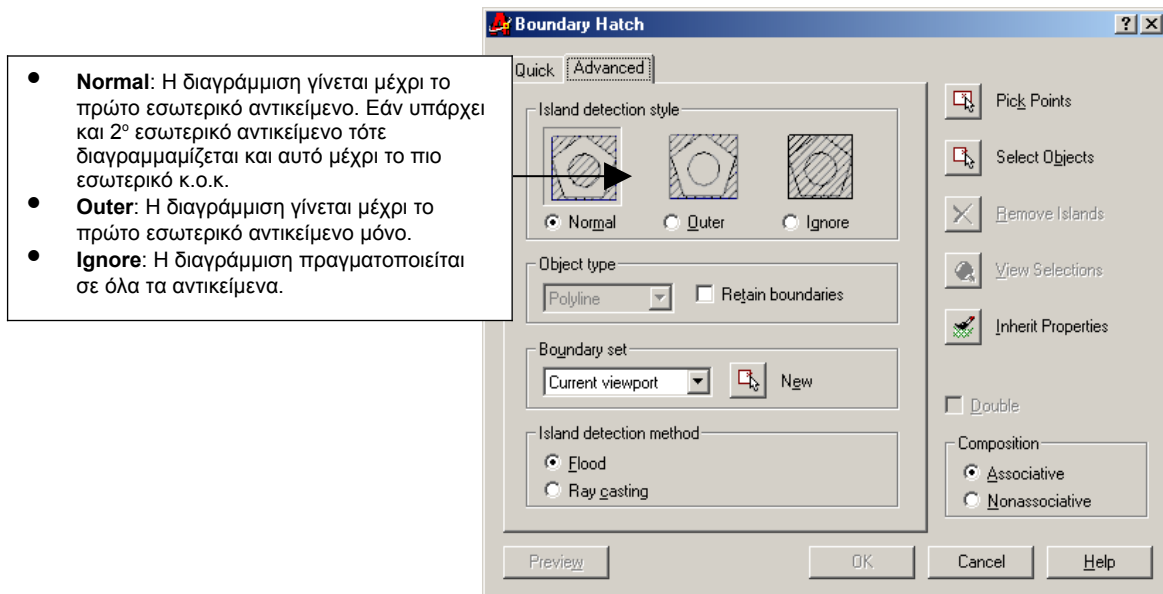
Hatch

Εντολή διαγράμμισης αντικειμένων και περιοχών. Κατά την εκτέλεση εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο όπου εξηγούνται και οι διάφορες επιλογές:

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΕΠΕΑΕΚ ΜΕΤΡΟ 2.2.2 - ΑΝΑΜΟΡΦΩΣΗ ΠΡΟΠΤ. ΠΡΟΓΡ. ΣΠΟΥΔΩΝ



Επίσης επιλέγοντας το φάκελο "Advanced" υπάρχουν οι εξής παράμετροι:



5. ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΜΟΡΦΟΠΟΙΗΣΗΣ

5.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο, παρουσιάζονται στοιχεία για την διαχείριση των ιδιοτήτων των αντικειμένων, όπως είναι το χρώμα. Όπως αναφέρεται στην εισαγωγή, οι ιδιότητες των αντικειμένων συνιστάται να κληρονομούνται από τις διαφάνειες (layers).

5.2 Ιδιότητες



Διευκολύνει ο καθορισμός των ιδιοτήτων
μέσα από τα Layers

6. ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗΣ

6.1 Εισαγωγή

Οι εντολές μετατροπής μπορούν να ενεργοποιηθούν με τρεις τρόπους:

1. από το μενού στην επιλογή “Modify”
2. από τα κουμπιά στη δεξιά κάθετη μπάρα
3. γράφοντας το όνομα της εντολής στην γραμμή εντολών


Οι εντολές μετατροπής απαιτούν στην έναρξή τους την επιλογή των αντικειμένων στις οποίες θα εφαρμοστούν. Μετά την επιλογή των αντικειμένων για να προχωρήσει η εκτέλεση της εντολής πατήστε “Enter” ή δεξί κουμπί του mouse.

6.2 Erase

 Erase

Εντολή διαγραφής των επιλεγμένων αντικειμένων

6.3 Copy

 **Copy (objects)**

Εντολή δημιουργίας αντιγράφων επιλεγμένων αντικειμένων.

Κατά την εκτέλεση ζητείται από τον χρήστη να καθορίσει ένα σημείο (base point of displacement) βάσει του οποίου θα γίνει η τοποθέτηση του αντίγραφου στην οθόνη (μετά την επιλογή του σημείου το αντίγραφο θα μετακινείται μαζί με τον δρομέα).

Επίσης δίνεται η δυνατότητα δημιουργίας πολλαπλών αντιγράφων (**Multiple**).

6.4 Mirror

 **Mirror**

Εντολή δημιουργίας συμμετρικού αντικειμένου.

Κατά την εκτέλεση ζητείται από τον χρήστη να καθορίσει την ευθεία (σχεδιάζοντας ένα ευθύγραμμο τμήμα) η οποία θα αποτελέσει το επίπεδο συμμετρίας. Στο τέλος ρωτάει τον χρήστη αν θέλει να διαγράψει το αρχικό αντικείμενο (**Yes/No**).

6.5 Array

11881

Array

Εντολή δημιουργίας πολλαπλών αντιγράφων ενός αντικειμένου τα οποία τοποθετούνται είτε μέσα σε νοητό πλέγμα είτε συμμετρικά στην επιφάνεια ενός νοητού κύκλου.

Κατά την εκτέλεση ζητείται από τον χρήστη να καθορίσει αν τα αντίγραφα θα τοποθετηθούν σε πλέγμα (**Rectangular**) ή σε επιφάνεια κύκλου (**Polar**).

Επιλογές για τοποθέτηση σε πλέγμα:

1. *Enter number of rows*: καθορισμός του αριθμού των γραμμών
2. *Enter number of columns*: καθορισμός του αριθμού των στηλών
3. *Enter distance between rows*: καθορισμός (με αριθμό) του ύψους κάθε γραμμής
4. *Enter distance between columns*: καθορισμός (με αριθμό) του πλάτους κάθε στήλης

Αντί να δοθούν οι διαστάσεις των κουτιών του πλέγματος με αριθμό δίνεται η δυνατότητα στην τρίτη επιλογή να σχεδιάσετε ένα κουτί του πλέγματος (*specify unit cell*).

Επιλογές για τοποθέτηση σε επιφάνεια κύκλου

1. *Specify center point of array*: καθορισμός του κέντρου του κύκλου (σημείο)
2. *Enter the number of items in the array*: καθορισμός του αριθμού των αντιγράφων
3. *Specify the angle to fill*: καθορισμός της γωνίας του τόξου στο οποίο θα τοποθετηθούν συμμετρικά τα αντίγραφα
4. *Rotate arrayed objects?*: επιλογή αν θα περιστραφούν τα αντίγραφα κατά την τοποθέτηση (**Yes/No**)

Στην έκδοση AutoCAD 2000i κατά την εκτέλεση της εντολής Array εμφανίζεται παράθυρο με παρόμοιες επιλογές με αυτές που περιγράφηκαν παραπάνω.

Εργαλεία Τροποποίησης (1)

- 
1. **Erase** (Διαγραφή)
 2. **Copy Object** (Αντιγραφή Αντικειμένου)
 3. **Mirror** (Δημιουργία Συμμετρικού)
 4. **Offset** (Δημιουργία Παράλληλου)
 5. **Array** (Διάταξη Αντιγράφων)
 6. **Move** (Μετακίνηση)
 7. **Rotate** (Περιστροφή)
 8. **Scale** (Αλλαγή Μεγέθους)

Εργαλεία Τροποποίησης (2)

- 
9. **Stretch** (Επιμήκυνση)
 10. **Lengthen** (Αλλαγή μήκους)
 11. **Trim** (Κοπή βάσει αντικειμένων)
 12. **Extent** (Επέκταση βάσει αντικειμένων)
 13. **Break** (Κοπή βάσει σημείων)
 14. **Chamfer** (Ένωση με ευθ. τμήμα)
 15. **Fillet** (Ένωση με τόξο)
 16. **Explode** (Διάσπαση)

6.6 Move

Move

Εντολή μετακίνησης επιλεγμένων αντικειμένων.

Κατά την εκτέλεση ζητείται από τον χρήστη να καθορίσει ένα σημείο (base point of displacement) βάσει του οποίου θα γίνει η μετακίνηση του αντικειμένου στην οθόνη (μετά την επιλογή του σημείου το αντικείμενο θα μετακινείται μαζί με τον δρομέα).

6.7 Rotate

Rotate

Εντολή περιστροφής επιλεγμένων αντικειμένων.

Κατά την εκτέλεση ζητείται από τον χρήστη να καθορίσει ένα σημείο (base point of displacement) βάσει του οποίου θα γίνει η περιστροφή του αντικειμένου.

6.8 Trim

Trim

Εντολή περικοπής αντικειμένων βάσει κάποιων άλλων.

Κατά την εκτέλεση της αρχικά τα αντικείμενα που ζητείται να επιλέξει ο χρήστης είναι τα αντικείμενα αναφοράς βάσει των οποίων θα καθορισθεί το μήκος των αντικειμένων που θα κοπούν. (μετά τη επιλογή των αντικειμένων αναφοράς πατήστε “Enter”).

Μετά επιλέξτε τα αντικείμενα που θα κοπούν από την πλευρά που θα γίνει η διαγραφή.

Η εντολή Trim (όπως και η Extend παρακάτω) έχουν κάποιες επιλογές που έχουν να κάνουν με την 3D σχεδίαση.

6.9 Extend



Extend

Εντολή προέκτασης αντικειμένων βάσει κάποιων άλλων.

Κατά την εκτέλεση της αρχικά τα αντικείμενα που ζητείται να επιλέξει ο χρήστης είναι τα αντικείμενα αναφοράς βάσει των οποίων θα καθορισθεί το μήκος των αντικειμένων που θα προεκταθούν. (μετά τη επιλογή των αντικειμένων αναφοράς πατήστε “Enter”).

Μετά επιλέξτε τα αντικείμενα που θα προεκταθούν.

6.10 Break



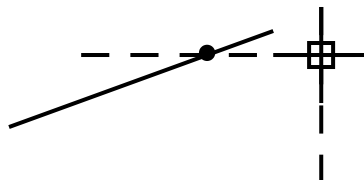
Break

Εντολή διαγραφής τμήματος αντικειμένων.


Παρατήρηση:

Κατά την εκτέλεση της εντολής αυτής, με την επιλογή ενός αντικειμένου καθορίζεται και το πρώτο σημείο κοπής σε αυτό.

Το τμήμα που διαγράφεται είναι το τμήμα μεταξύ των δύο σημείων που ζητούνται. Το δεύτερο σημείο που ζητείται δεν είναι απαραίτητο να ανήκει στο αντικείμενο (σε αυτή την περίπτωση λαμβάνεται σαν δεύτερο σημείο το πλησιέστερο από τα σημεία του τέμνουν το αντικείμενο οι ευθείες που περνάνε οριζόντια και κάθετα από το σημείο που επιλέχθηκε)



6.11 Chamfer

 Chamfer

Εντολή δημιουργίας εξομάλυνσης με ευθύγραμμο τμήμα.

Κατά την εκτέλεσή της ζητάει την επιλογή δύο ευθυγράμμων τμημάτων.

Επιλογές:

1. **Polyline**: εφαρμόζει εξομάλυνση σε όλες τις γωνίες μίας πολυγωνικής γραμμής
2. **Distance**: καθορισμός απόστασης των άκρων του ευθύγραμμου τμήματος της εξομάλυνσης από το σημείο που τέμνονται τα ευθύγραμμα τμήματα που θα εφαρμοστεί η εξομάλυνση.
3. **Angle**: καθορισμός της γωνίας μεταξύ του πρώτου επιλεγόμενου τμήματος και του τμήματος της εξομάλυνσης.
4. **Trim**: ενεργοποίηση ή όχι της περικοπής στις άκρες των τμημάτων που εφαρμόζετε η εξομάλυνση.
5. **Method**: καθορισμός της μεθόδου που θα γίνει η περικοπή στα άκρα των τμημάτων (**Distance/Angle**)

6.12 Fillet

 **Fillet**

Εντολή δημιουργίας εξομάλυνσης με τμήμα τόξου.

Κατά την εκτέλεσή της ζητάει την επιλογή δύο ευθυγράμμων τμημάτων.

Επιλογές:

1. **Polyline**: εφαρμόζει εξομάλυνση σε όλες τις γωνίες μίας πολυγωνικής γραμμής
2. **Radius**: καθορισμός της ακτίνας του τόξου εξομάλυνσης.

3. Trim: ενεργοποίηση ή όχι της περικοπής στις άκρες των τμημάτων που εφαρμόζετε η εξομάλυνση.

6.13 Explode



Explode

Εντολή διάσπασης επιλεγμένων αντικειμένων στα υποαντικείμενα που τα αποτελούν (πχ. Ένα τετράγωνο διασπάτε σε 4 ευθύγραμμα τμήματα).

7. ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ

7.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται βοηθήματα που παρέχει το AutoCad για την ακριβή σχεδίαση αντικειμένων

7.2 Μαγνητικά σημεία

Μαγνητικά σημεία (snap) είναι ειδικά σημεία στο σχέδιο τα οποία έχουν την ιδιότητα να “έλκουν” τον κέρσορα, καθώς τον κινεί στην οθόνη ο χρήστης με το ποντίκι. Δηλαδή όταν ο χρήστης κινήσει τον κέρσορα κοντά σε ένα μαγνητικό σημείο, τότε ο κέρσορας ξαφνικά και αυτόματα, κάνει ένα άλμα και τοποθετείται ακριβώς πάνω στο μαγνητικό σημείο. Παράλληλα εμφανίζεται με κίτρινο χρώμα ένα σύμβολο (τετράγωνο, κύκλος, χι κλπ), το οποίο δείχνει το είδος του μαγνητικού σημείου (άκρο γραμμής, κέντρο κύκλου, τομή αντικειμένων κλπ). Με αυτό τον τρόπο ένα σημείο, και οι συντεταγμένες του, ορίζονται με απόλυτη ακρίβεια χρησιμοποιώντας το ποντίκι.

Τα μαγνητικά σημεία μπορεί να είναι συγκεκριμένα σημεία αντικειμένων (object snap), όπως το μέσο ενός ευθ. τμήματος, ή σημεία σε κάναβο (snap,

grid) ορισμένο από το χρήστη, ή επεκτάσεις ευθειών (tracking) ή επεκτάσεις ευθειών σε συγκεκριμένη γωνία από αντικείμενα (polar tracking).

Βοηθητικά Εργαλεία Σχεδίασης

- **SNAP**: μετακίνηση δρομέα με βήματα
- **GRID**: έλξη δρομέα από πλέγμα
- **ORTHO**: μετακίνηση δρομέα οριζόντια και κάθετα (στην σχεδίαση)
- **POLAR**: μετακίνηση δρομέα υπό γωνία (στην σχεδίαση)
- **OSNAP**: έλξη δρομέα από αντικείμενο
- **OTRACK**: έλξη δρομέα από αντικείμενο για την επίτευξη συγκεκριμένων γραμμών
- **LWT**: εμφάνιση πάχη γραμμών

8. ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΕΙΜΕΝΟΥ

8.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται τα εργαλεία text, dtext, mtext για την εισαγωγή κειμένου στο AutoCAD.

8.2 Text / Dtext

Command: dtext

Current text style: "Standard"


Specify start point of text or [Justify/Style]:

Specify height <2.5000>:

Specify rotation angle of text <0>:

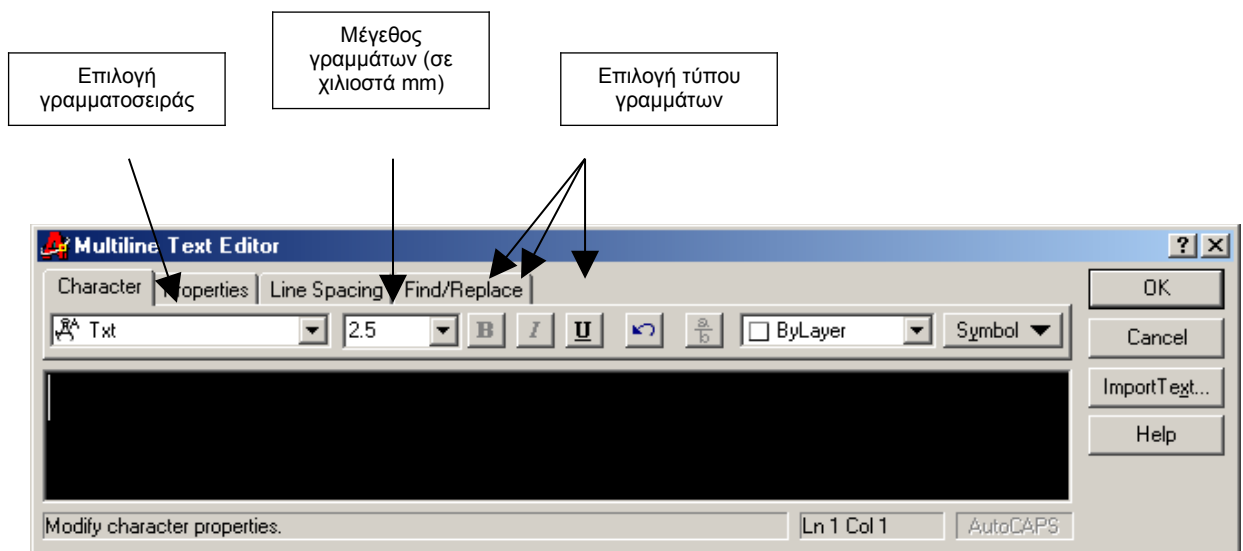
Πληκτρολογείται το κείμενο.

8.3 Mtext

 Multiline Text (mtext)

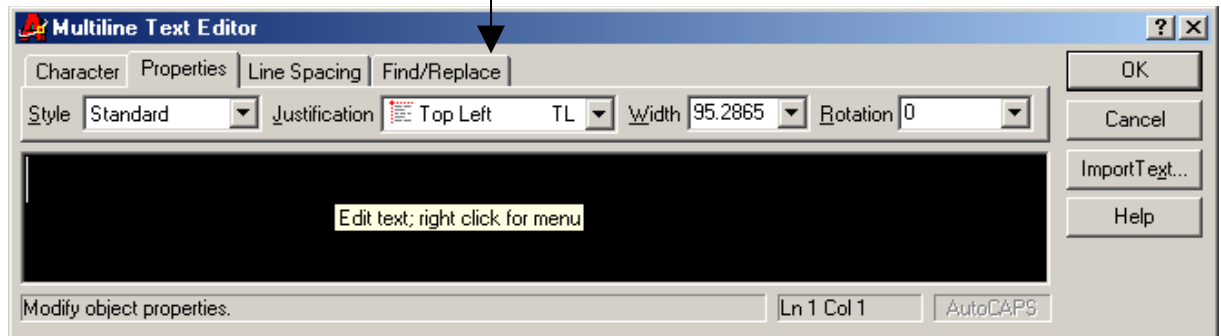
Εντολή αναγραφής κειμένου στην επιφάνεια σχεδίασης.

Κατά την εκτέλεση της ζητείται να ορίσει ο χρήστης ένα παραλληλόγραμμο (νοητό) μέσα στο οποίο θα εμφανιστεί το κείμενο. Στην συνέχεια εμφανίζεται ένα παράθυρο όπου ο χρήστης γράφει το κείμενο και προσδιορίζει την μορφή που θα έχει αυτό:



Φάκελος "Properties":

Καθορισμός σημείου
εμφάνισης κειμένου μέσα στο
παραλληλόγραμμο



9. ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ

Τοποθέτηση διαστάσεων

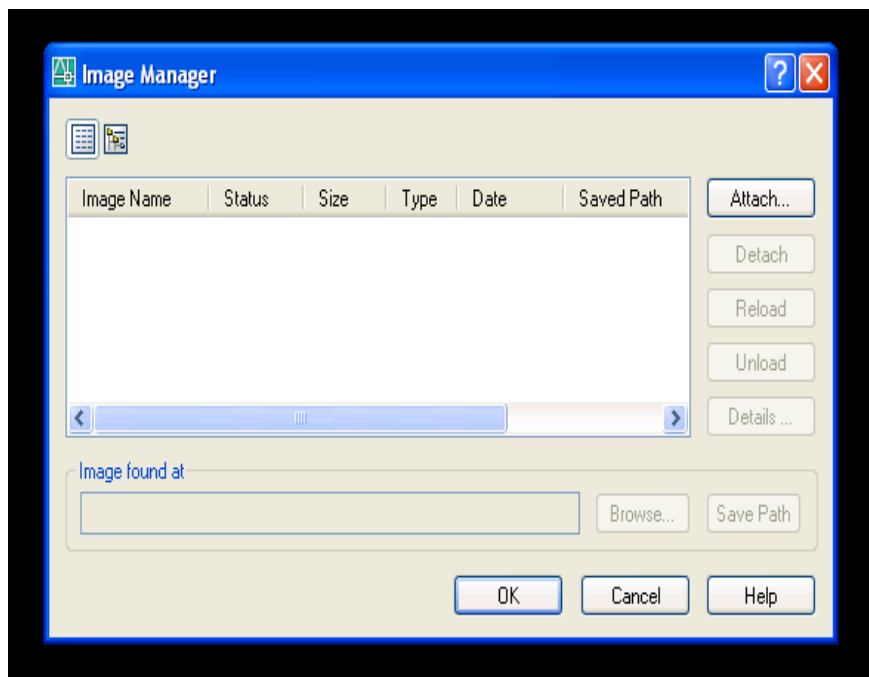
- Μέσω της μπάρας εργαλείων “*Dimension*”



- Διάσταση γραμμής (1)
- Διάσταση πλάγιας γραμμής (2)
- Ακτίνα τόξου (4)
- Διάμετρος κύκλου (5)
- Γωνία τόξου (6)
- Κέντρο κύκλου ή τόξου (12)

10. ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΞΑΓΩΓΗ ΕΙΚΟΝΩΝ

Η εισαγωγή εικόνων γίνεται μέσω του Insert --> Image Manager.



Το AutoCAD υποστηρίζει τις περισσότερες μορφές αρχείων εικόνων (bmp, tiff, jpeg κλπ).

Η σχετική θέση μιας εικόνας σε σχέση με άλλα αντικείμενα του σχεδίου, καθορίζεται με την εντολή **draworder** η οποία παρέχει τις επιλογές Above objects/Under objects/Front/Back.

Μια εικόνα είναι δυνατόν να περικοπεί, δηλαδή να μην παρουσιάζεται ολόκληρη στο σχέδιο, αλλά μόνον ένα τμήμα αυτής, μέσω της εντολής **imageclip**.

Άλλες δυνατότητες διαχείρισης των εικόνων παρέχονται μέσω του: Modify --> Object --> Image.

Με την επιλογή Adjust μεταβάλλονται οι τόνοι και το κόντραστ της εικόνας.

Με την επιλογή Quality μεταβάλλεται η ποιότητα παρουσίασης της εικόνας.

Με την επιλογή Transparency επιτυγχάνεται διαφάνεια.

Με τη επιλογή Frame φαίνεται η όχι το περίγραμμα της εικόνας. Όταν η επιλογή Frame είναι OFF, τότε το περίγραμμα της εικόνας δεν φαίνεται και επιπλέον δεν είναι δυνατόν να γίνει επιλογή και συνεπώς τροποποίηση (μετακίνηση, στροφή κλπ) της εικόνας.

11. ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΡΙΤΩΝ ΣΧΕΔΙΩΝ

Πολλές φορές σε ένα σχέδιο μία ομάδα αντικειμένων όπως είναι ένας εξαερωτής σε υδραυλικά δίκτυα επαναλαμβάνεται πολλές φορές. Στην ουσία αυτή η ομάδα αντικειμένων αποτελεί ένα αντικείμενο, το οποίο προφανώς δεν υπάρχει έτοιμο στο AutoCad, το οποίο είναι CAD γενικού σκοπού, και όχι ειδικού σκοπού όπως ένα πρόγραμμα υδραυλικών.

Το AutoCad δίνει όμως τη δυνατότητα στο χρήστη, να δημιουργήσει ένα σύνθετο αντικείμενο (block), και στη συνέχεια να το χρησιμοποιήσει όπως όλα τα υπόλοιπα αντικείμενα. Τα block έχουν πολλά πλεονεκτήματα:

- α. Μπορούν να επεξεργαστούν με τις συνηθισμένες εντολές (move, rotate, scale κλπ).
- β. Κάθε φορά που σχεδιάζονται μπορεί να έχουν διαφορετική θέση, κλίμακα, περιστροφή.
- γ. Αν γίνει αλλαγή στον ορισμό ενός block, όλα τα σχεδιασμένα block αλλάζουν αναλόγως.
- δ. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πολλά σχέδια. Συγκεκριμένα μπορεί να δημιουργηθεί βιβλιοθήκη από blocks.
- ε. Εξοικονομούν μνήμη στο AutoCad αφού τα αντικείμενα που απαρτίζουν ένα block αποθηκεύονται μία φορά, ασχέτως αν είναι σχεδιασμένα πολλές φορές στο σχέδιο.

στ. Μπορούν να αποθηκεύσουν αυθαίρετα δεδομένα ορισμένα από το χρήστη, με τη μορφή κειμένου (attributes). Τα δεδομένα αυτά μπορούν να ανακτηθούν για χρήση εξωτερικών προγραμμάτων (για παράδειγμα βάσεων δεδομένων).

Όσο ένα σχέδιο μεγαλώνει τόσο δυσχερέστερη γίνεται η επεξεργασία του. Το AutoCad δίνει τη δυνατότητα να χωριστεί ένα σχέδιο σε πολλά μικρότερα υπο-σχέδια, τα οποία μπορούν βρίσκονται, ή να αναφέρονται (referenced), από το κύριο σχέδιο. Ένα κύριο σχέδιο μπορεί να ενσωματώσει πολλά υποσχέδια με την εντολή xref. Τα υποσχέδια έχουν πολλά πλεονεκτήματα:

- α. Είναι σχετικά μικρά και μπορούν να επεξεργαστούν πιο εύκολα.
- β. Μπορούν να εισαχθούν στο κύριο σχέδιο σε συγκεκριμένη θέση, υπό κλίμακα και γωνία στροφής.
- γ. Τα αντικείμενα των υποσχεδίων δεν μπορούν να μεταβληθούν από το κύριο σχέδιο, και έτσι αποφεύγονται λάθη.
- δ. Τα layers των υποσχεδίων είναι διαφορετικά από τα layer του κύριου σχεδίου, ακόμα και αν έχουν το ίδιο όνομα. Οι ιδιότητες των layer των υποσχεδίων (για παράδειγμα το χρώμα) μπορούν να μεταβληθούν, αλλά αυτό δεν επηρεάζει την αντίστοιχη ιδιότητα όταν το υποσχέδιο ανοιχθεί ως ανεξάρτητο.
- ε. Ένα υποσχέδιο μπορεί να εισαχθεί σε πολλά κύρια σχέδια, αποφεύγοντας την επανάληψη, και τα σφάλματα που μπορούν να γίνουν (για παράδειγμα αν γίνει μία αλλαγή στο υποσχέδιο, αυτή συμβαίνει αυτόματα σε όλα τα κύρια σχέδια, ενώ αλλιώς θα έπρεπε να γίνουν χειρωνακτικά σε κάθε κύριο σχέδιο).
- στ. Ένα μέρος των υποσχεδίων μπορεί να γίνει αόρατο με την εντολή xclip.

12. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ

12.1 Εισαγωγή

Ορισμένα σχέδια, όπως είναι η κατά μήκος τομή μίας οδού, έχουν επαναλαμβανόμενη δομή, δηλαδή για να σχεδιαστούν, επαναλαμβάνεται πολλές φορές μία ένα σύνολο από εντολές, με λίγο διαφορετικά δεδομένα. Το AutoCad υποστηρίζει τον προγραμματισμό τέτοιων περιπτώσεων με τρεις τρόπους:

α. Ενσωματωμένες γλώσσες προγραμματισμού, όπως Visual Basic, AutoLisp. Έχουν το πλεονέκτημα, ότι τρέχουν “μέσα” στο AutoCad και μειονέκτημα ότι δεν είναι πρότυπες (standard) γλώσσες προγραμματισμού, κοστίζουν, και περιορίζουν το χρήστη σε αυτές.

β. Διεπαφή (API) με εξωτερικές γλώσσες προγραμματισμού: Με τη δυνατότητα αυτή ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει πρότυπες γλώσσες προγραμματισμού (κυρίως C/C++). Μειονέκτημα είναι ότι κοστίζουν και περιορίζουν το χρήστη στο περιβάλλον που τρέχει και το AutoCad.

γ. Αρχείο ανταλλαγής σχεδίων (DXF): Το AutoCad συνήθως αποθηκεύει αρχεία σε μορφή .dwg η οποία είναι δυαδική και δεν μπορεί να αναγνωστεί από άλλο πρόγραμμα. Έχει όμως και τη δυνατότητα να αποθηκεύσει τα σχέδια σε

αρχεία .dxf, τα οποία είναι αρχεία κειμένου με συγκεκριμένη και εύκολη δομή. Οποιοδήποτε πρόγραμμα σε οποιαδήποτε γλώσσα προγραμματισμού μπορεί να αναγνώσει ή να γράψει αρχεία .dxf, χωρίς να τρέχει το AutoCad. Στην πραγματικότητα, δεν χρειάζεται να έχει κάποιος το AutoCad για να δημιουργήσει σχέδια σε .dxf, ούτε είναι απαραίτητο να χρησιμοποιεί το περιβάλλον του AutoCad (WINDOWS). Το μειονέκτημα αυτής της ευελιξίας είναι ότι τα σχέδια γίνονται εκτός AutoCad. Τέλος υπάρχουν έτοιμες βιβλιοθήκες, εμπορικές ή ελεύθερες, που μπορεί να βοηθήσουν στην κατασκευή των αντίστοιχων προγραμμάτων.

12.2 Δημιουργία προγράμματος σε Fortran Powerstation με output .dxf

1. Εκκίνηση γραφικού περιβάλλοντος Fortran Powerstation

start->all programs->language->Visual Fortran 6->Developer Studio

2. Δημιουργία νέου workspace

File->new

α. Επιλέγω (κλικάρω) Fortran Console Application

β. Στο tab location με “...” επιλέγω σε ποιο φάκελλο θα αποθηκευθεί το workspace. Προσοχή το workspace θα αποθηκευθεί σε υποφάκελλο αυτού του φακέλλου.

Στο Project name με “...” γράφω το όνομα του workspace π.χ. stamosthanasis. Προσοχή, θα δημιουργηθεί υποφάκελλος με αυτό το όνομα μέσα στο φάκελλο που επέλεξα στο προηγούμενο βήμα.

Στο τέλος πατώ (κλικάρω) το κουμπί OK.

γ. Στο παράθυρο που εμφανίζεται επιλέγω “An empty Project” και πατάω “finish” και στη συνέχεια “OK”.

3. Δημιουργία ενός αρχείου Fortran στο workspace

File->New

και επιλέγω Fortran Fixed Format Source File

Στο tab File name δίνω το όνομα του νέου αρχείου π.χ. Circle

Βεβαιωθείτε ότι το check button “Add to project” είναι τικαρισμένο.

Τέλος πατείστε “OK”.

4. Βιβλιοθήκες dxf και gen

α. Κατεβάστε τις βιβλιοθήκες `fwridxf.lib` και `fwrigen.lib` από το `mycourses.ntua.gr`, Μαθήματα Πολιτικών Μηχανικών, Σχεδίαση Έργων Πολιτικών Μηχανικών με Η/Υ, Εργαλεία, Έγγραφα.

Οι βιβλιοθήκες πρέπει να αποθηκευθούν στο φάκελλο του workspace π.χ.

`My Documents/Fortran/stamosthansis/`

β. Πρέπει να ενημερώσετε το workspace για τις βιβλιοθήκες:

`Project->Settings`

Επιλέξτε το workspace στο αριστερό παράθυρο π.χ. Κλικάρουμε το `stamosthansis`

Στο δεξί παράθυρο επιλέγουμε το tab "link"

Στο `Object/Library modules` προσθέτουμε (με κενά ως διαχωριστικό των λέξεων) `fwrigen.lib` `fwridxf.lib`

Τέλος πατείστε "OK".

5. Αποθήκευση των ρυθμίσεων

`File->save All`

13. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ

13.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται ορισμένες ασκήσεις για τη εξοικείωση με όσα παρουσιάστηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια.

13.2 Παράδειγμα σχεδίασης με διάφορα συστήματα συντεταγμένων

Στο AutoCad ορίζεται ένα γενικό σύστημα καρτεσιανών συντεταγμένων το οποίο ονομάζεται World Coordinate System ή WCS. Το AutoCad δεν καθορίζει/περιορίζει τις μονάδες μήκους που θα χρησιμοποιηθούν. Είναι ευθύνη του χρήστη να επιλέξει τη μονάδα μήκους που θα χρησιμοποιεί (π.χ. m ή cm ή έτη φωτός) και να χρησιμοποιεί αυτή τη μονάδα σε όλο το σχέδιο. Όλες οι σχεδιάσεις (γραμμές, κύκλοι κ.λ.π.) βασίζονται σε συντεταγμένες που ορίζονται σε αυτό το σύστημα.

Για παράδειγμα για να τραβήξουμε τη γραμμή AB πληκτρολογούμε:

Line (enter)

1,3 (enter)

5,6 (enter)

(enter)

Το AutoCad επιτρέπει να χρησιμοποιήσουμε προσωρινά και σχετικές συντεταγμένες ως προς το αμέσως προηγούμενο σημείο. Για να δείξουμε ότι χρησιμοποιούμε σχετικές συντεταγμένες, πληκτρολογούμε το σύμβολο @ πριν από τα x, y. Με αυτό τον τρόπο το προηγούμενο παράδειγμα γίνεται:

Line (enter)

1,3 (enter)

@4,3 (enter)

(enter)

Ας σημειωθεί ότι αν ξαναχρησιμοποιήσουμε τις σχετικές συντεταγμένες, τότε αυτές θα είναι σε σχέση με το σημείο B και όχι σε σχέση με το σημείο A, διότι το B είναι το αμέσως προηγούμενο σημείο που ορίσαμε (ή σχεδιάσαμε ή χρησιμοποιήσαμε). Για παράδειγμα οι συντεταγμένες

@10,20.

τώρα αντιστοιχούν στο σημείο Γ(15,26) δηλαδή 5+10, 6+20.

Στο AutoCad ένα σημείο μπορεί να ορισθεί και από τις πολικές του συντεταγμένες.

Η γραμμή του προηγούμενου παραδείγματος θα μπορούσε να δοθεί:

($R_A=3.16$ $\varphi_A=71.6^\circ$, $r_B=7.81$ $\varphi_B=50.2^\circ$)

LINE enter

3.16<71.6 enter

7.81<50.2 enter

enter

όπου το σύμβολο < δηλώνει πολικές συντεταγμένες.

Οι πολικές συντεταγμένες μπορούν να συνδιαστούν με τις σχετικές.

Έτσι η γραμμή του προηγούμενου παραδείγματος θα μπορούσε να δοθεί.

($R'_B=5$ $\varphi'_B=36.9^\circ$)

LINE enter

1,3 enter

@5<36.9 enter

enter

Η επιλογή καρτεσιανών ή πολικών συντεταγμένων, απόλυτων ή σχετικών, εξαρτάται από το σχεδιαστικό πρόβλημα και κυρίως από την εμπειρία του χρήστη.

Το αποτέλεσμα θα είναι πάντα το ίδιο, αλλά ο βαθμός ευκολίας διαφέρει σημαντικά.

Για παράδειγμα ένα ορθογώνιο με την κάτω αριστερή γωνία στο σημείο A (100,200) μήκους 50 και ύψους 25 θα μπορούσε να σχεδιαστεί:

α) Με απόλυτες καρτεσιανές συντεταγμένες

LINE enter

100,200 enter

150,200 enter

100,225 enter

100,200 enter

enter

β) Με σχετικές καρτεσιανές συντεταγμένες

```
LINE enter
100,200 enter
@50,0enter
@0,25enter
@-50,0 enter
@0,-25 enter
enter
```

γ) Με σχετικές πολικές συντεταγμένες

```
LINE enter
100,200 enter
@50<0 enter
@25<90 enter
@50<180 enter
@25<270 enter
enter
```

Η γρηγορότερη μέθοδος είναι χρησιμοποιώντας την εντολή ορθογώνιο και δίνοντας την κάτω αριστερή γωνία και την πάνω δεξιά:

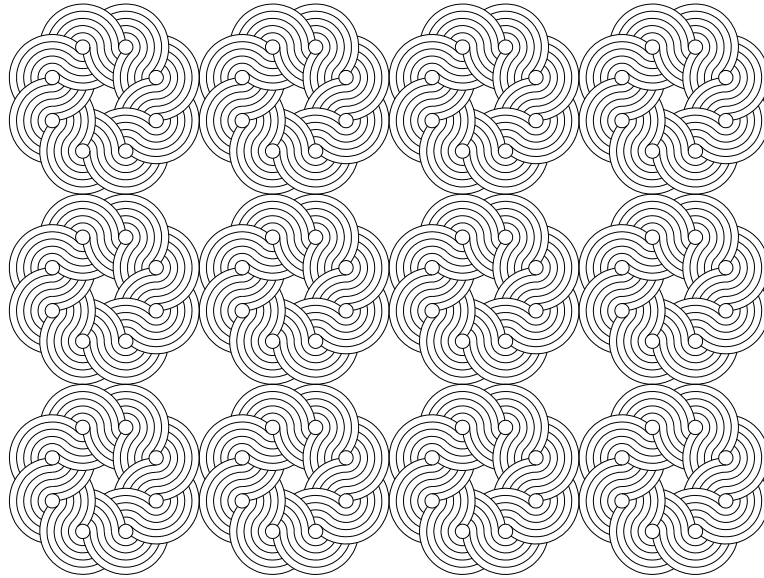
```
rectangle enter
100,200 enter
150,225 enter
enter
```

ή ακόμα καλύτερα με σχετικές καρτεσιανές συντεταγμένες:

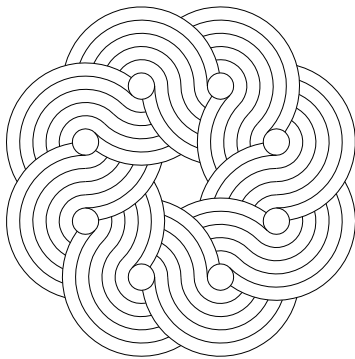
```
rectangle enter
100,200 enter
@50,25 enter
```

13.3 Παράδειγμα σχεδίασης 2D με επαναλαμβανόμενη πολυπλοκότητα

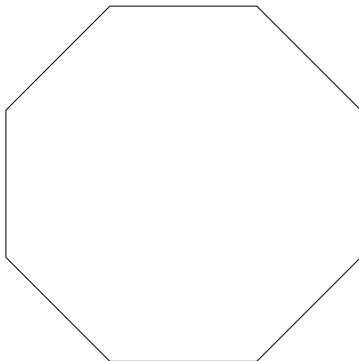
Σε αυτή την άσκηση θα σχεδιαστεί το διακοσμητικό στοιχείο του σχήματος:



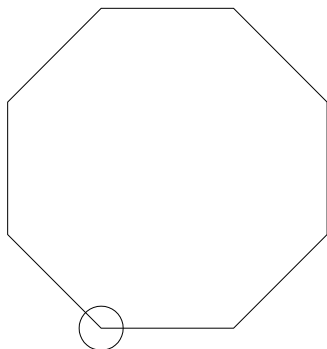
Παρατηρούμε ότι αποτελείται από επαναλήψεις του παρακάτω βασικού σχήματος.



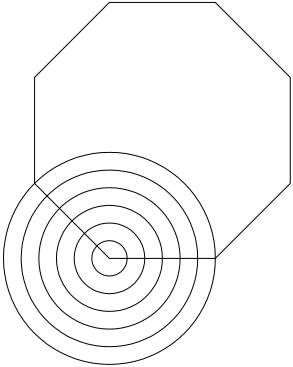
Το βασικό σχήμα απαρτίζεται από τόξα κύκλων με κέντρο τις κορυφές οκταγώνου, πλευράς 6cm. Από γεωμετρία η γωνία του θ οκταγώνου είναι 45° . Για ακαδημαϊκούς λόγους το οκτάγωνο θα σχεδιαστεί με σχετικές πολικές συντεταγμένες, και ως polyline για να αποτελεί ένα αντικείμενο. Στο πληκτρολόγιο γράφουμε:

<pre>pline 0,0 @6<0 @6<45 @6<90 @6<135 @6<180 @6<225 @6<270 close</pre>	
--	--

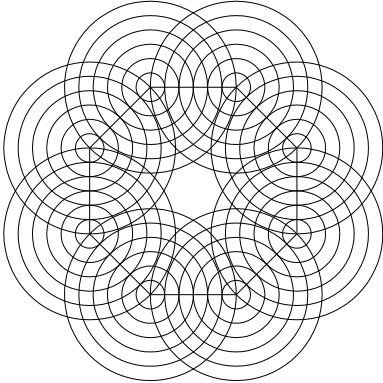
Στη συνέχεια σχεδιάζουμε κύκλο ακτίνας $6\text{cm}/6=1\text{cm}$.

<pre>Circle 0,0 1</pre>	
-------------------------	---

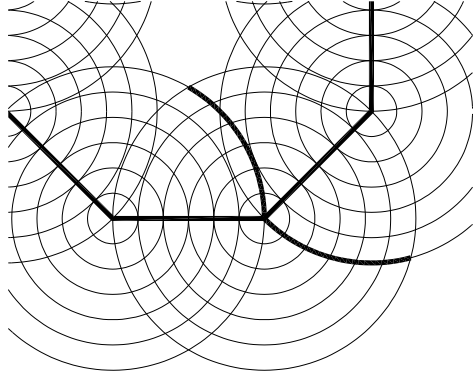
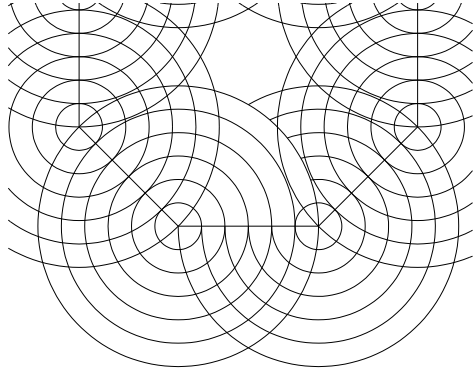
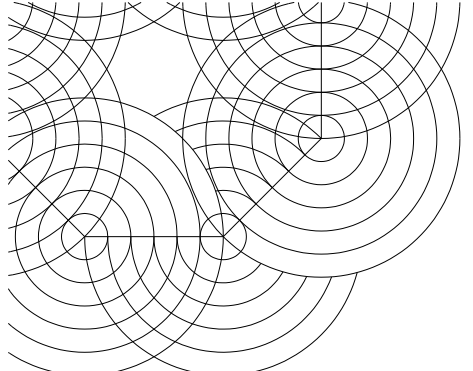
Στη συνέχεια κάνουμε πολλαπλή αντιγραφή του κύκλου με offset κατά 1cm. Κάθε κύκλο που δημιουργούμε με offset, το χρησιμοποιούμε στο επόμενο offset, μέχρι να σχεδιάσουμε όλους τους κύκλους.

<p>offset 1 <επιλογή του μικρού κύκλου> <Κλικ σε σε σημείο εκτός του κύκλου> <επιλογή του δεύτερου κύκλου> <Κλικ σε σε σημείο εκτός του κύκλου> <επιλογή του τρίτου κύκλου> <Κλικ σε σε σημείο εκτός του κύκλου> <επιλογή του τέταρτου κύκλου> <Κλικ σε σε σημείο εκτός του κύκλου> <επιλογή του πέμπτου κύκλου> <Κλικ σε σε σημείο εκτός του κύκλου> <enter></p>	
---	--

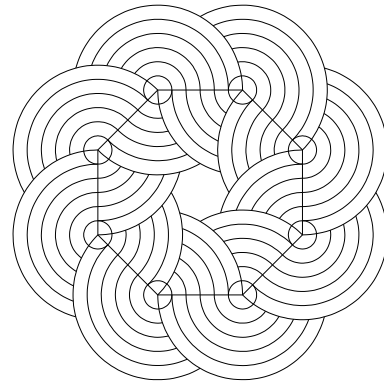
Οι κύκλοι αντιγράφονται με πολλαπλή αντιγραφή σε όλες τις κορυφές του οκταγώνου.

<p>Copy crossing <ορισμός παραθλυρου που τέμνει όλους τους κύκλος, αλλά όχι το οκτάγωνο <enter> 0,0 Επιλογή με μαγνητικό σημείο της δεύτερης κορυφής Επιλογή της 3ης κορυφής Επιλογή της 4ης κορυφής Επιλογή της 5ης κορυφής Επιλογή της 6ης κορυφής Επιλογή της 7ης κορυφής Επιλογή της 8ης κορυφής <enter></p>	
---	--

Στη συνέχεια πρέπει να αποκόψουμε τμήματα από τους κύκλους.

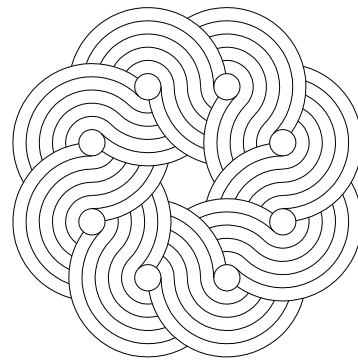
<p>Παρατηρούμε ότι οι κύκλοι της δεύτερης κορυφής πρέπει να κοπούν ακριβώς μεταξύ του μεγαλύτερου κύκλου της πρώτης κορυφής και το οκτάγωνο. Επίσης μεταξύ του μεγαλύτερου κύκλου της τρίτης κορυφής και το οκτάγωνο.</p>	
<p>Πληκτρολογούμε: trim <επιλογή μεγαλύτερου κύκλου 1ης κορ.> <επιλογή οκταγώνου> <enter> <Επιλογή όλων των κύκλων, πλην του μικρότερου, της 2ης κορυφής. Κλικάρουμε στα σημεία που πρέπει να αποκοπούν, δηλαδή μεταξύ του μεγάλου κύκλου και του οκταγώνου αριστερόστροφα.> <enter></p>	
<p>Πληκτρολογούμε: trim <επιλογή μεγαλύτερου κύκλου 3ης κορ.> <επιλογή οκταγώνου> <enter> <Επιλογή όλων των κύκλων, πλην του μικρότερου, της 2ης κορυφής. Κλικάρουμε στα σημεία που πρέπει να αποκοπούν, δηλαδή μεταξύ του μεγάλου κύκλου και του οκταγώνου αριστερόστροφα.> <enter></p>	

Εφαρμόζουμε το ίδιο για όλες τις υπόλοιπες κορυφές.



Διαγράφουμε το οκτάγωνο και ότι βρίσκεται μέσα στους μικρούς κύκλους:

```
erase  
<επιλογή οκταγώνου>  
<enter>  
trim  
<επιλογή μικρών κύκλων>  
<enter>  
<επιλογή όλων των κυκλικών τόξων  
εντός των μικρών κύκλων>  
<enter>.
```

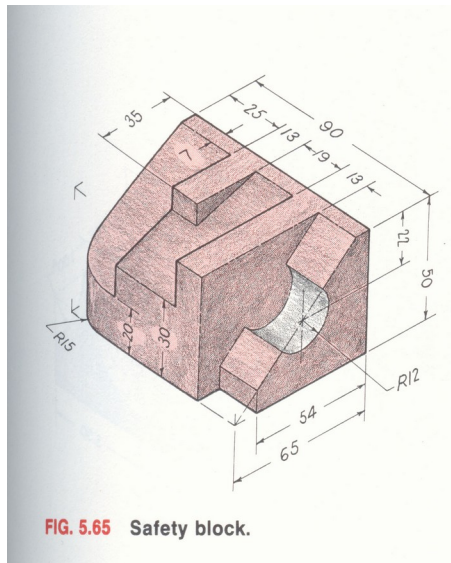


Στη συνέχεια αντιγράφουμε το βασικό σχήμα σε κάναβο 3 γραμμές επί 4 στήλες με την εντολή array:

```
array
```

Στην προτροπή rows δίνουμε 3, στην προτροπή columns δίνουμε 4, στην προτροπή row offset δίνουμε 26.5, στην προτροπή column offset δίνουμε 26.5, κλικάρουμε το select objects και επιλέγουμε το βασικό σχήμα και κλικάρουμε OK. Το τελικό σχέδιο φαίνεται στην αρχή της άσκησης.

13.4 Παράδειγμα ανάπτυξης 2D μηχανολογικού σχεδίου



Πηγή: W.J.Luzadder , J.M.Duff,
*"Fundamentals of Engineering
Drawing, with an introduction to
interactive computer graphics for
design and production"*, 11th ed.,
1993, Prentice Hall, USA.

[http://www.chemeng.ntua.gr/
courses/ts/](http://www.chemeng.ntua.gr/courses/ts/)

<http://www.chemeng.ntua.gr/courses/ts/?page=CADCAM>

http://www.chemeng.ntua.gr/courses/ts/video_web/autocad.htm

Προετοιμασία της σχεδίασης

- Με την εντολή LIMITS καθορίζουμε όρια σχεδιαστικής οθόνης ίδια με τα όρια του χαρτιού σχεδίασης.

Για χαρτί A3 δίνουμε:

lower left corner: 0,0 και

upper right corner: 420,297.

- Με την εντολή SNAP καθορίζουμε βήμα σχεδίασης.

Επιλέγουμε βήμα 0.5 mm.

- Ενεργοποιούμε τις βοηθητικές εντολές εύρεσης άκρων OSNAP και OTRACK, καθώς και την επιλογή ορθοκανονικής σχεδίασης ORTHO.

- Δημιουργία των LAYERS.

Δημιουργούμε από ένα layer για κάθε χρησιμοποιούμενο τύπο και πάχος γραμμής.

π.χ.

Βασικό layer 0 : για ορατές γραμμές

Layer "hidden": για κρυφές (διακεκομμένες) γραμμές

Layer "thin": για λεπτές συνεχείς γραμμές

Layer "axial": για λεπτές αξονικές γραμμές

Layer "thickaxial": για παχιές αξονικές γραμμές

Layer "crosssection": γραμμές για διαγραμμίσεις τομών

- Εντολή zoom all για πλήρη απεικόνιση της διαθέσιμης επιφάνειας που καθορίστηκε με την εντολή limits.

http://www.chemeng.ntua.gr/courses/ts/video_web/autocad/Part_A.exe

- Σχεδίαση Πλαισίου

Σχεδιάζουμε πλαίσιο έχοντας υπολογίσει περιθώριο 10 mm.

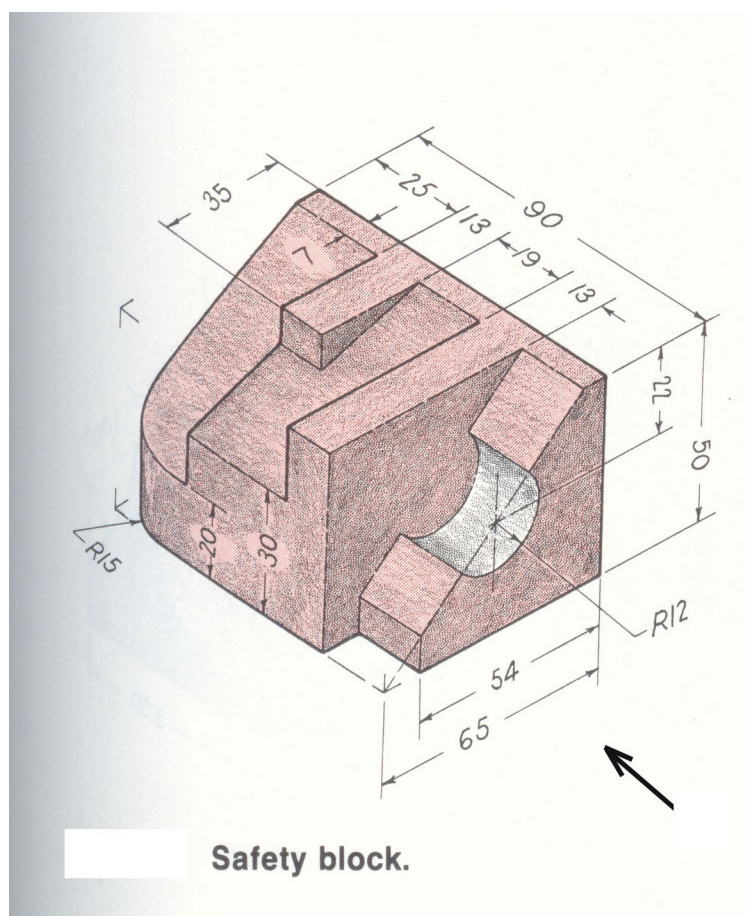
http://www.chemeng.ntua.gr/courses/ts/video_web/autocad/Part_B.exe

- Σχεδίαση Υπομνήματος

Χρησιμοποιείται υπόμνημα για μικρό διαθέσιμο χώρο.

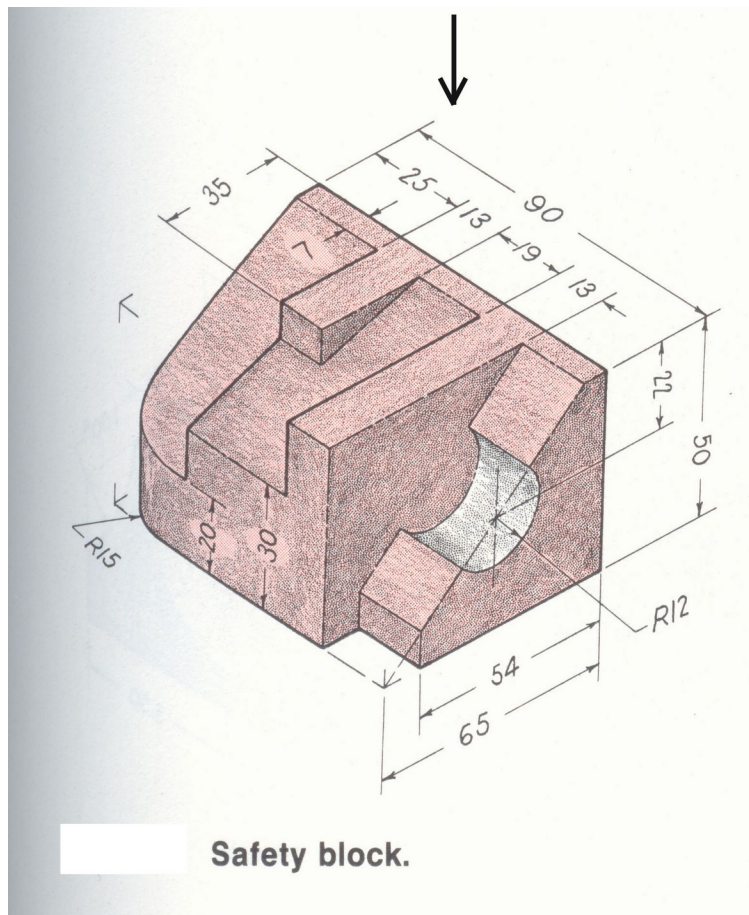
http://www.chemeng.ntua.gr/courses/ts/video_web/autocad/Part_C.exe

ΠΡΟΨΗ



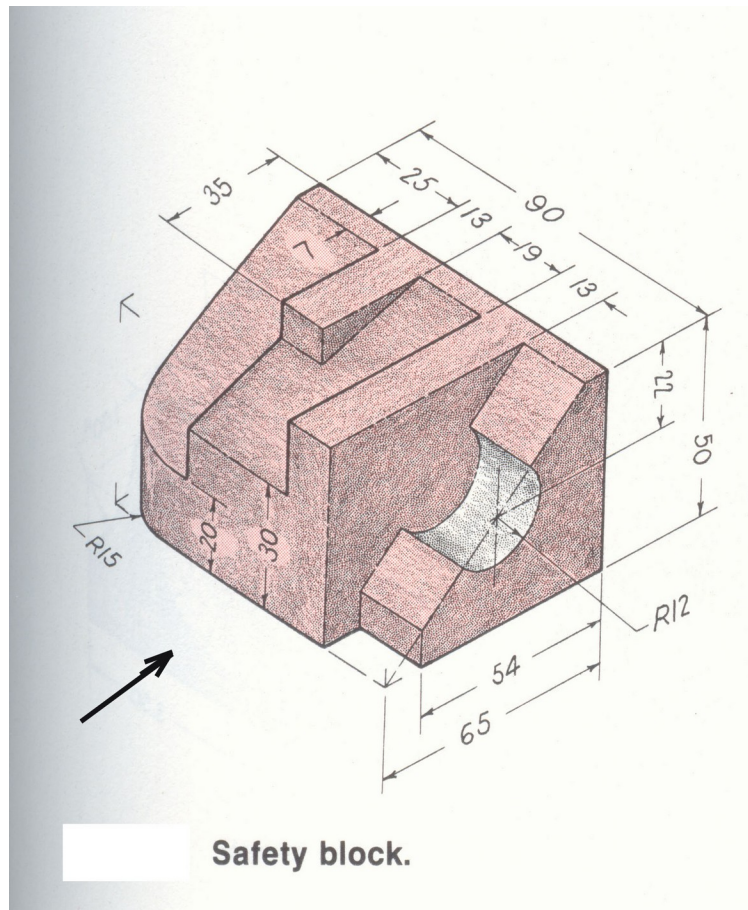
http://www.chemeng.ntua.gr/courses/ts/video_web/autocad/Part_D.exe

ΚΑΤΟΨΗ



http://www.chemeng.ntua.gr/courses/ts/video_web/autocad/Part_E.exe

**ΕΞ ΑΡΙΣΤΕΡΩΝ
ΠΛΑΓΙΑ ΟΨΗ**



http://www.chemeng.ntua.gr/courses/ts/video_web/autocad/Part_F.exe

- Διορθώσεις Λεπτομερειών

http://www.chemeng.ntua.gr/courses/ts/video_web/autocad/Part_G.exe

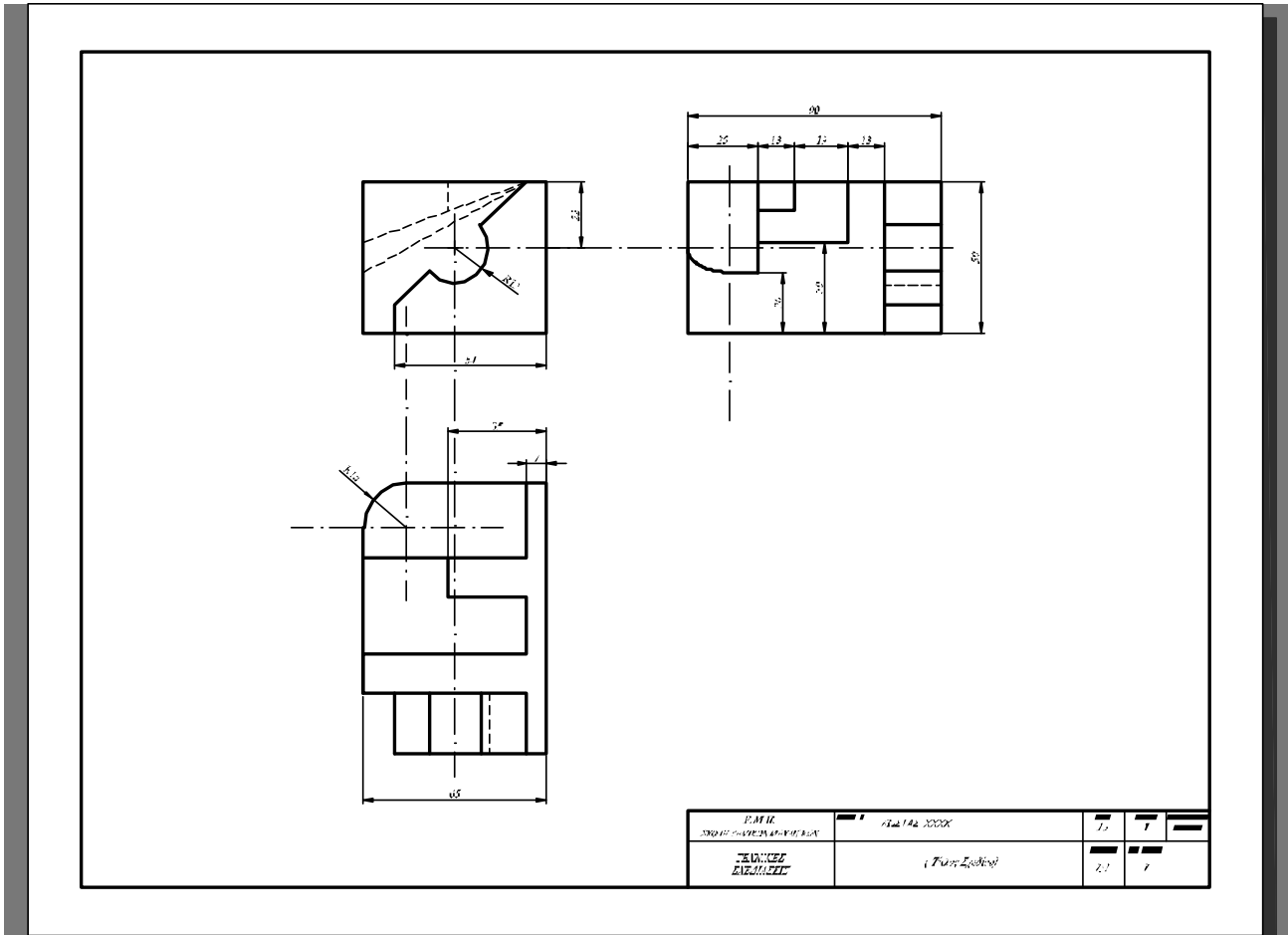
- Τοποθέτηση Διαστάσεων κατά ISO E

http://www.chemeng.ntua.gr/courses/ts/video_web/autocad/Part_H.exe

- Εκτύπωση & Κλείσιμο

http://www.chemeng.ntua.gr/courses/ts/video_web/autocad/Part_I.exe

Λύση



Για να μπορέσετε να "ανοίξετε" τα αρχεία των λύσεων μπορείτε να χρησιμοποιήσετε:

- το πρόγραμμα **[Autodesk WHIP!](#)** (δεν συνιστάται για Η/Υ με Windows 2000 και Windows XP)
- το πρόγραμμα **[Autodesk ExpressViewer](#)**
- το πρόγραμμα **[Autodesk DWF Viewer 2005.4 \(light\)](#)** ή **[2005.11 \(full\)](#)**, που συνεργάζεται με όλα τα πακέτα της Autodesk
- την τελευταία έκδοση του προγράμματος **[Autodesk DWF Viewer](#)** , εφόσον ο υπολογιστής και το λειτουργικό σύστημά σας καλύπτουν τις απαιτήσεις

<http://www.chemeng.ntua.gr/courses/ts/?page=education>

Παραπομπή σε διεθνές σύγγραμμα (στα αγγλικά) για υποστήριξη στην εκμάθηση autocad:

AutoCAD 200x (and AutoCAD LT 200y) Bible, Ellen Finkelstein, Hungry Minds, 200x.

όπου $x = 0, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9 \dots$

και $y = 5, 6, 7, 8, 9 \dots$

<http://www.ellenfinkelstein.com/autoCAD.html>

<http://www.ellenfinkelstein.com/estore.html>

13.5 Παράδειγμα ανάπτυξης προγράμματος για την αυτοματοποίηση σχεδίασης σκάλας

Μία σκάλα σε κάτοψη σχεδιάζεται με πολλές επαναλαμβανόμενες διαδικασίες, Λόγω των διαφορετικών διαστάσεων (πλάτος, πάτημα, ρίχτι, αριθμός σκαλιών), η διαδικασία σχεδίασης δεν μπορεί να αυτοματοποιηθεί στο AutoCad με χρήση blocks. Σε αυτή την άσκηση αναπτύσσεται πρόγραμμα Η/Υ που σχεδιάζει ευθύγραμμης σκάλα σε κάτοψη. Το μεικτό ύψος ορόφου h (m) και το πλάτος της σκάλας b (m), και η κλίμακα s (δηλαδή κλίμακα $1:s$) θα εισάγεται από το πληκτρολόγιο.

1 Ανάλυση

Από οποιοδήποτε βιβλίο οικοδομικής, το ύψος (ρίχτι) της βαθμίδας (σκαλοπάτι) είναι 16-18cm και το πλάτος (πάτημα) είναι 30cm. Το πλήθος των υψών είναι:

$$n = \left\lceil \frac{h}{0.165} + 0.5 \right\rceil$$

όπου οι αγκύλες σημαίνουν ακέραιο μέρος. Το ύψος μιας βαθμίδας θα είναι:

$$h_i = \frac{h}{n}$$

Το πλήθος των πατημάτων είναι $n-1$ και το μήκος της σκάλας σε κάτοψη είναι:

$$L_k = (n-1) \cdot 0.30$$

Τα παρακάτω είναι λογικά όρια για τα δεδομένα:

$$2.20\text{m} \leq h \leq 6\text{m} \quad , \quad 0.70\text{m} \leq b \leq 20\text{m} \quad , \quad 10 \leq s \leq 1000$$

Ως προκαθορισμένες τιμές, δηλαδή τιμές που λαμβάνονται αν ο χρήστης δεν δώσει κάποια τιμή, μπορούν να δοθούν οι παρακάτω συνηθισμένες τιμές:

$$h_{\text{def}} = 3\text{m} \quad , \quad b_{\text{def}} = 1.10\text{m} \quad , \quad s_{\text{def}} = 50$$

Η σκάλα σε κάτοψη είναι στην ουσία ένα σύνολο από ευθύγραμμα τμήματα και κείμενα. Αυτά μπορούν να σχεδιαστούν σε αυθαίρετη θέση και διεύθυνση, για παράδειγμα στην αρχή των αξόνων με διεύθυνση νότο προς

βορρά, και σε μορφή dxf, που αποτελεί εκ των πραγμάτων πρότυπο (de facto standard) για όλα τα προγράμματα CAD. Στη συνέχεια το αρχείο dxf εισάγεται στο CAD, και με το CAD η σκάλα μπορεί να μετακινηθεί/περιστραφεί ως ενιαίο αντικείμενο και να τοποθετηθεί στη σωστή της θέση.

Η σχεδίαση θα γίνει σε m, και στη συνέχεια με το CAD μπορεί τυπωθεί σε οποιαδήποτε κλίμακα. Όμως το μέγεθος των κειμένων (πχ. 0.18cm στο χαρτί) δεν πρέπει να αλλάξει με την κλίμακα. Για να πετύχουμε το απαιτούμενο μέγεθος, το μέγεθος πρέπει να οριστεί σε m ως

$$0.18 \cdot \frac{s}{100}$$

έτσι ώστε με την επιβολή της κλίμακας από το CAD το τελικό μέγεθος να είναι 0.18

Για τη σχεδίαση θα χρησιμοποιηθεί η βιβλιοθήκη DXF, η οποία κάνει εύκολη και απλή την παραγωγή dxf για προγράμματα Fortran77. Η βασική ιδέα της βιβλιοθήκης είναι η ιδεατή πένα. Η πένα μπορεί να είναι “κάτω”, δηλαδή να γράφει όταν μετακινείται, ή πάνω, δηλαδή να μην γράφει όταν μετακινείται. Το σχέδιο γράφεται εξορισμού στο αρχείο “data001.dxf”. Μερικά βασικά υποπρογράμματα της βιβλιοθήκης είναι:

α. call plot (x, y, ipen)

Μετακινεί την πένα από την τρέχουσα θέση στο σημείο με συντεταγμένες x, y. Αν ipen=2 η πένα είναι κάτω και γράφει. Αν ipen=3 η πένα είναι πάνω και δεν γράφει.

β. call plots (1)

Ανοίγει το αρχείο dxf και αρχικοποιεί την βιβλιοθήκη. Πρέπει να κληθεί πριν από οποιοδήποτε άλλο υποπρόγραμμα της βιβλιοθήκης.

γ. call number (x, y, h, dn, theta, ndec)

Σχεδιάζει (γράφει) τον πραγματικό αριθμό dn στο σημείο x,y με μέγεθος γραμμών h, και με ndec δεκαδικά στοιχεία, κατά μήκος μίας φανταστικής γραμμής που σχηματίζει γωνία theta (δεκαδικές μοίρες) με τον άξονα x. Αν ndec=-1, δεν γράφει κανένα δεκαδικό στοιχείο, ούτε υποδιαστολή. Ας σημειωθεί

ότι x, y είναι οι συντεταγμένες του κάτω αριστερά σημείου ενός φανταστικού ορθογωνίου που περιγράφει όλο τα ψηφία του αριθμού.

δ. call layer (lname)

Καθορίζει ότι όλα τα γεωμετρικά σχήματα που θα σχεδιαστούν από εδώ και πέρα, θα αποθηκεύονται στο layer lname.

ε. call plot (0.0d0, 0.0d0, 999)

Εκτελεί τελευταίες ενέργειες και κλείνει το αρχείο dxf. Πρέπει να είναι η τελευταία κλήση υποπρογράμματος της βιβλιοθήκης.

Η βιβλιοθήκη DXFLIB είναι εξολοκλήρου γραμμένη σε Fortran77, και όπως φαίνεται, χρησιμοποιεί μεταβλητές διπλής ακριβείας. Είναι πλήρως ανεξάρτητη από πλατφόρμες και αποτελεί ελεύθερο λογισμικό.

2 Σύνθεση

Μία πρώτη προσέγγιση είναι:

*Ανάγνωση δεδομένων
Υπολογισμών στοιχείων σκάλας
Αρχικοποίηση σχεδίασης
Σχεδίαση βαθμίδων
Σχεδίαση φοράς
Σχεδίαση αριθμών πατημάτων
Τέλος σχεδίασης*

Η σχεδίαση των υψών είναι σχεδίαση n ευθυγράμμων τμημάτων σε απόσταση 0.30 m το ένα από το άλλο, και η σχεδίαση περιγράμματος:

*Σχεδίαση βαθμίδων:
Θέσε layer "SKALA"
Θέσε $y = -0.30$
Για $i = 1$ έως n :
 (Θέσε $y = y + 0.30$
 Σχεδίασε Ευθ.τμήμα από $0, y$ έως b, y)
Σχεδίαση περιγράμματος από $0, 0$ έως $0, y$
Σχεδίαση περιγράμματος από $b, 0$ έως b, y
Τέλος υποπρογράμματος*

Η σχεδίαση της φοράς είναι μία ευθεία στη μέση της σκάλας με ένα βέλος στην κορυφή. Το βέλος θα έχει μέγεθος 0.25 cm στο χαρτί. Για να σχεδιαστεί το βέλος με μέγεθος 0.25cm σε κλίμακα 1:s το μέγεθός του σε m πρέπει να είναι

$$0.25 \cdot \frac{s}{100}$$

Σχεδίαση φοράς:

Θέσε layer "SKALA_FORA"

Θέσε $hs=0.25*s/100$

Θέσε $\gamma=(n-1)*0.30$

Σχεδίασε άξονα από $b/2, 0$ έως $b/2, \gamma$

Σχεδίασε βέλος από $b/2, \gamma$ έως $b/2-hs/2, \gamma-hs$

Σχεδίασε βέλος από $b/2, \gamma$ έως $b/2+hs/2, \gamma-hs$

Τέλος υποπρογράμματος

Τέλος η αρίθμηση των πατημάτων θα είναι κεντραρισμένη στο μέσο του κάθε πατήματος κατά τον άξονα y και λίγο πιο δεξιά από το μέσο του πατήματος κατά τον άξονα x . Ας σημειωθεί ότι αν ένας αριθμός με k ψηφία σχεδιαστεί στο σημείο x_a, y_a (κάτω αριστερό σημείο του φανταστικού περιγεγραμμένου ορθογωνίου) με μέγεθος hs , τότε το κέντρο του αριθμού (ή του περιγεγραμμένου ορθογωνίου) είναι $x_a + \frac{k \cdot hs}{2}$, $y_a + \frac{hs}{2}$

Σχεδίαση αρίθμησης:

Θέσε $hs=0.18*s/100$

Θέσε $dy=-0.30$

Για $i=1$ έως $n-1$:

(Θέσε $y=y+dy$

Αν $i < 10$ -> θέσε $k=1$ αλλιώς θέσε $k=2$

Θέσε $x_a=b/2+hs, y_a=y+0.30/2-hs/2$

Σχεδίασε αριθμό i στη θέση x_a, y_a με μέγεθος $hs, \theta=0$

Τέλος υποπρογράμματος

Για την ανάγνωση των δεδομένων από το χρήστη χρειάζεται ένα υποπρόγραμμα που να τυπώνει προτροπή στην οθόνη (δηλαδή επεξήγηση για το τι πρέπει να δοθεί), να ελέγχει τα δεδομένα για τυχόν λάθη και να τα ξαναζητάει αν χρειαστεί, και να δίνει την προκαθορισμένη τιμή αν ο χρήστης δεν πληκτρολογήσει τίποτα.

Εισαγωγή δεδομένου από πληκτρολόγιο:
 $dmin$, $dmax$ είναι τα όρια, $ddef$ η προκαθορισμένη τιμή

Αρχή:
Τύπωσε μήνυμα στην οθόνη
Διάβασε κείμενο $dline$ από το χρήστη
Αν $dline = ""$ -> επέστρεψε το $ddef$
Αν το $dline$ δεν είναι αριθμός ->τύπωσε λάθος και πήγαινε στην αρχή
Θέσε d τον αριθμο στο $dline$
Αν $dmin \leq d \leq dmax$ -> επέστρεψε το d
Τύπωσε λάθος (εκτός ορίων)
Πήγαινε στην αρχή
Τέλος υποπρογράμματος

3 Κώδικας

Παρακάτω δίνεται ο κώδικας του προγράμματος που αλλάζει σε σχέση με την προηγούμενη άσκηση

```
program skala
include 'skala.inc'
call rdDed
call sxSkal
call sxFora
call sxArit
stop
end

c subroutine sxSkal
  "Σχεδίαση σκάλας."
  include 'skala.inc'
  integer i
  double precision y

  nyps = horof / HRIXTI + 0.5d0
  call plots (1)
  call layer ('SKALA')

  y = -BPAT
  do 100 i=1, nyps
    y = y + BPAT
    call plot (0.0d0, y, 3)
    call plot (bskal, y, 2)
100 continue

  call plot (0.0d0, 0.0d0, 3)
  call plot (0.0d0, y, 2)
  call plot (bskal, 0.0d0, 3)
  call plot (bskal, y, 2)
  return
end
```


ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΕΠΕΑΕΚ ΜΕΤΡΟ 2.2.2 - ΑΝΑΜΟΡΦΩΣΗ ΠΡΟΠΤ. ΠΡΟΓΡ. ΣΠΟΥΔΩΝ

```
subroutine sxFora
c "Σχεδίαση φοράς σκάλας."
include 'skala.inc'
double precision y, b2, hs

call layer ('SKALA_FORA')
hs = HARROW * scale / 100.0d0
y = dfloat(nyps-1) * BPAT
b2 = bskal * 0.50d0

call plot (b2, 0.0d0, 3)
call plot (b2, y+hs*0.5d0, 2)
call plot (b2-hs*0.5d0, y, 2)
call plot (b2+hs*0.5d0, y, 2)
call plot (b2, y+hs*0.5d0, 2)
return
end

subroutine sxArit
c "Σχεδίαση Αρίθμησης."
include 'skala.inc'
integer i
double precision y, hs, ak, xa, ya

hs = HNUM * scale / 100.0d0
y = -BPAT
do 100 i=1, nyps-1
  y = y + BPAT
  ak = 1.0d0
  if (i .ge. 10) ak = 2.0d0
  xa = bskal*0.5d0 + hs
  ya = y + BPAT*0.5d0 - hs*0.5d0
  call number (xa, ya, hs, dfloat(i), 0.0d0, -1)
100 continue

call plot (0.0d0, 0.0d0, 999)
return
end

subroutine rdDed
c "Ανάγνωση ύψους ορόφου, πλάτους σκάλας, κλίμακας."
include 'skala.inc'

call inpDou('Δώστε ύψος ορόφου σε m (enter=3) : ',
&2.20d0, 6.0d0, 3.0d0, horof)

call inpDou('Δώστε πλάτος σκάλας σε m (enter=1.10) : ',
&0.70d0, 20.0d0, 1.10d0, bskal)

call inpDou('Δώστε κλίμακα s (1:s) (enter=50) : ',
&10.0d0, 1000.0d0, 50.0d0, scale)
return
end
```

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΕΠΕΑΕΚ ΜΕΤΡΟ 2.2.2 - ΑΝΑΜΟΡΦΩΣΗ ΠΡΟΠΤ. ΠΡΟΓΡ. ΣΠΟΥΔΩΝ

```
subroutine inpDou (mes, dmin, dmax, ddef, dnum)
c-----"Διαβάζει από πληκτρολόγιο διπλής ακριβείας με όρια και προκαθορισμένο."
implicit none
double precision dmin, dmax, ddef, dnum
character*(*) mes
integer ierr
character*20 dline

100 continue
print *, mes
read 10, dline
10 format (a)
dnum = ddef
if (dline .eq. ' ') return
read (dline, 20, iostat=ierr) dnum
20 format (f20.0)
if (ierr .ne. 0) then
print *, 'Συντακτικό λάθος. Προσπαθείστε πάλι.'
go to 100
end if
if (dnum .ge. dmin .and. dnum .le. dmax) return
print *, 'Ο αριθμός είναι εκτός ορίων. Προσπαθείστε πάλι.'
go to 100
end
```

όπου το αρχείο 'skala.inc' περιέχει:

```
implicit none
double precision HRIXTI, BPAT, HARROW, HNUM
parameter (HRIXTI=0.165d0, BPAT=0.30d0,
&HARROW=0.25d0, HNUM=0.18d0)

integer nyps
double precision horof, bskal, scale
common /cskala/ horof, bskal, scale, nyps
```

4 Έλεγχος ορθότητας προγράμματος - Παραδείγματα δεδομένων και αποτελεσμάτων

Το παρόν πρόγραμμα κάνει μία συγκεκριμένη εργασία και έχει πολλούς ελέγχους (δεδομένα εντός ορίων), η επιβεβαίωση των οποίων δίνεται ως άσκηση στον αναγνώστη. Εδώ θα δοθεί παράδειγμα για του υπολογισμούς.

Δεδομένα παραδείγματος (πληκτρολόγιο/οθόνη):

```
Δώστε ύψος ορόφου σε m (enter=3) :
2.80
Δώστε πλάτος σκάλας σε m (enter=1.10) :
1.20
Δώστε κλίμακα s (1:s) (enter=50) :
50
```

Αποτελέσματα παραδείγματος (αρχείο 'data001.dxf')

	17
	16
	15
	14
	13
	12
	11
	10
	9
	8
	7
	6
	5
	4
	3
	2
	1

13.6 Παράδειγμα σχεδίασης τρισδιάστατου κωδωνοστασίου

Με αυτή την άσκηση οι φοιτητές εισάγεται στην τρισδιάστατη σχεδίαση. Ο καλύτερος τρόπος μάθησης τρισδιάστατης σχεδίασης, είναι η εκπόνηση μικρών χρησιμων ασκήσεων απευθείας στο AutoCad, που δίνει τη δυνατότητα τρισδιάστατης απεικόνισης των αντικειμένων καθόλη τη διάρκεια της εκπόνησης, καθώς επίσης και τις παραδοσιακές όψεις και κατόψεις. Η άσκηση έχει ληφθεί από το βιβλίο “2d & 3d σχέδιο στο AutoCAD” [1].

Άσκηση: 07 (3d)

ΧΡΟΝΟΣ ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗΣ
20
ΛΕΠΤΑ

ΕΠΙΠΕΔΟ ΔΥΣΚΟΛΙΑΣ

1 2 3 4 5

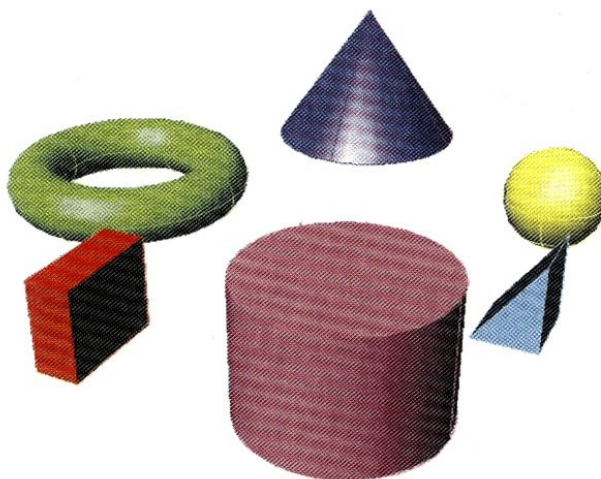
Να σχεδιαστούν και να αποδοθούν σε τρισδιάστατη απεικόνιση:

α. Κωδωνοστάσιο τετραγωνικής διατομής πλευράς 3.00μ και ύψους 15.00μ. Επί του κωδωνοστασίου τοποθετείται κεντρικά κωνικό στέγα-στρο ακτίνας βάσης 1.50μ και ύψους 5.00μ, στην κορυφή του οποίου υπάρχει μικρή σφαίρα ακτίνας 0.10μ. Το κέντρο της σφαίρας ταυτίζεται με την κορυφή του κώνου.

β. Κτίριο ορθογωνικής κάτοψης 10.00μ X 20.00μ και ύψους 5.00μ. το οποίο στεγάζεται με δίρριχτη στέγη ύψους 1.50μ. Το κτίριο εφάπτεται με το κωδωνοστάσιο στη γωνιά μιας μεγάλης πλευράς του.

A. Στόχοι της άσκησης:

1. η εκμετάλλευσης της δυνατότητας, που τα περισσότερα σχεδιαστικά προγράμματα παρέχουν, να σχεδιάσουμε παραμετρικά έτοιμα βασικά στερεά όπως: ορθογώνια παραλληλεπίπεδα (Box), κώνους (Cone), κυλίνδρους (Cylinder), σφαίρες (Sphere), πρίσματα (Wedges), σαμπρέλες (Torus).
2. να περιστρέψουμε και να δούμε από διάφορες οπτικές γωνίες την σύνθεση των στερεών που δημιουργήσαμε,
3. να επιλέξουμε όψεις της σύνθεσης μας από προεπιλεγμένες θέσεις παρατήρησης
4. να αποδώσουμε επιφάνεια και φωτοσκίαση στα στερεά που δημιουργήσαμε.
5. να περιστρέψουμε, να μεταφέρουμε και να δημιουργήσουμε κατοπτρικά αντικείμενα



Εικ. 7.1. Έτοιμα παραμετρικά στερεά που υπάρχουν στο πρόγραμμα.

Κατά την εισαγωγή τους στο σχέδιο προσδιορίζετε τις βασικές παραμέτρους τους. Από την έκδοση AutoCAD 2007 και μετά το πρόγραμμα διαθέτει επιπλέον στερεά.

B. Εντολές που θα χρησιμοποιήσουμε:

Εντολές Cone, Cylinder, Sphere, Wedge, Torus:

Από το Draw Menu:

Draw → solids → (Cone, Cylinder, Sphere, Wedge, Torus)

Από την γραμμή εντολών:

Πληκτρολογώντας τον τύπο του στερεού που επιθυμούμε: **(Cone, Cylinder, Sphere, Wedge, Torus)**

Από την γραμμή εργαλείων των στερεών (solids toolbar):

Επιλέγοντας το αντίστοιχο εικονίδιο για **Cone, Cylinder, Sphere, Wedge, Torus**.

Σημείωση: Τα στερεά που σχεδιάζονται κατ' αυτόν τον τρόπο είναι συμπαγή. Μπορούν να τμηθούν, ή να ενωθούν με άλλα στερεά.

Εντολή 3d orbit:

Από την γραμμή εργαλείων του 3d orbit (3d orbit toolbar):

Επιλέγοντας το αντίστοιχο εικονίδιο.

Από το View Menu:

View → 3d Orbit

Από την γραμμή εντολών:

Πληκτρολογώντας **3dorbit, 3do**



Εντολή view:

Από το View Menu:

View → 3D Views Με επιλογές: **Top / Bottom / Left / Right / Front / Back**

Από την γραμμή εργαλείων των Views (View toolbar):

Επιλέγοντας το αντίστοιχο εικονίδιο για **Top / Bottom / Left / Right / Front / Back**.

Σημείωση: Οι διάφορες οπτικές γωνίες αποτελούν και σχεδιαστικά επίπεδα με δυνατότητα επέμβασης στο σχέδιο.

Εντολή shademode:

Από το View Menu:

View → shade → Gouraud Shaded

Από την γραμμή εντολών:

Πληκτρολογώντας **shademode** και **G**

Εντολές mirror 3d & rotate 3d:

Από το Modify Menu:

Modify → 3D operation → Mirror 3D, ή Rotate 3D ανάλογα τι επιθυμούμε.

Για τη μεταφορά χρησιμοποιούμε την γνωστή από το 2D σχεδίαση εντολή **move**

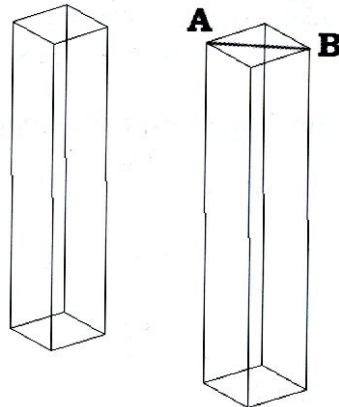
B. Βήματα επίλυσης της άσκησης:

Βήμα 1 δημιουργία του πύργου του κωδωνοστασίου

Από τη γραμμή εντολών επιλέγουμε με το δείκτη: **Draw /solids /box /** στη γραμμή εντολών εμφανίζεται η προτροπή: Specify corner of box[CEnter]<0,0,0>: **ορίζουμε τυχαίο σημείο του χώρου κάπου κοντά στο κέντρο της σχεδιαστικής επιάνειας /** στην προτροπή: Specify corner or [Cube / Length]: **Le Specify length:3 «enter».** / στην προτροπή: Specify width: **3 «enter».** / στην προτροπή: Specify height: **15 «enter».**

Ο πύργος του κωδωνοστασίου έχει δημιουργηθεί σε κάτοψη. Για να δούμε το κωδωνοστάσιο αξονομετρικά επιλέγουμε την εντολή **3d orbit**. Εμφανίζεται ένας πράσινος κύκλος επάνω στο σχέδιο με τα στερεά που έχουμε σχεδιάσει. Με πατημένο το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού, μπορούμε να περιστρέψουμε το σχέδιο προς όλες τις κατευθύνσεις.

Με το πλήκτρο ESC, ή εναλλακτικά με δεξί «κλικ» και EXIT βγαίνουμε από την κατάσταση περιστροφής του σχεδίου. Στην εικόνα 7.2. στη κορυφή του πύργου φέρνουμε ευθεία που ενώνει τις δύο απέναντι γωνίες του ορθογωνίου της κάτωψης: line από το σημείο A στο B .

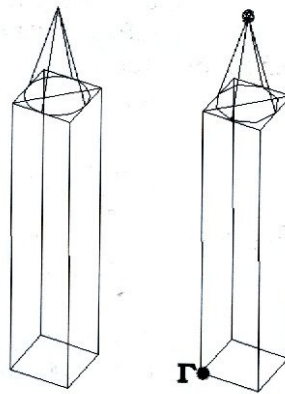


Εικ. 7.2. Δημιουργία τρισδιάστατης απεικόνισης του πύργου του κωδωνοστασίου

Βήμα 2 τελειοποίηση του κωδωνοστασίου

Από τη γραμμή εντολών επιλέγουμε με το δείκτη: **Draw /solids /cone** στη γραμμή εντολών εμφανίζεται προτροπή: Specify center point for base of cone[Elliptical]<0,0,0> **ορίζουμε με το δείκτη το μέσο της ευθείας AB.** Στην προτροπή: Specify radius for base of cone or [Diameter]: **1,5 «enter».** Στην προτροπή: Specify height of cone or [Apex]: **5 «enter».**

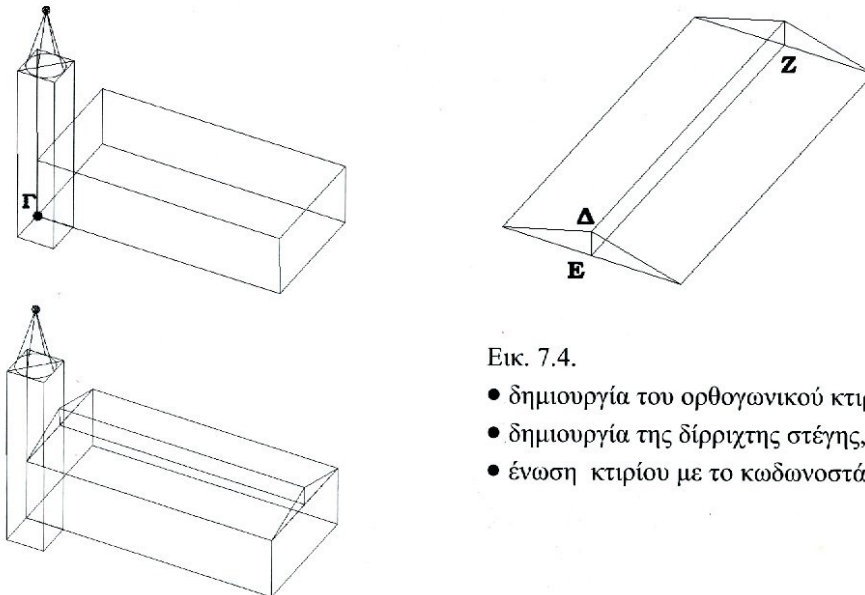
Για την τοποθέτηση της σφαίρας επί του κώνου: Από τη γραμμή εντολών επιλέγουμε με το δείκτη: **Draw /solids /sphere.** Στη γραμμή εντολών εμφανίζεται η προτροπή: Specify center of sphere<0,0,0>: **ορίζουμε με το δείκτη την κορυφή του κώνου** Στην προτροπή: Specify radius of sphere or [Diameter]: **0.3 «enter».**



Εικ. 7.3. Δημιουργία τρισδιάστατης απεικόνισης της στέγασης του πύργου του κωδωνοστασίου και τοποθέτηση της διακοσμητικής σφαίρας στη κορυφή της στέγασης

Μπορούμε να δούμε το αντικείμενο που σχεδιάσαμε σκιασμένο επιλέγοντας την εντολή **shademode** και **Gouraud Shaded**. Με την ίδια εντολή, επιλέγοντας όμως **2D Wireframe** επιστρέφουμε στην προηγούμενη κατάσταση.

Βήμα 3 σχεδίαση του κυρίως κτιρίου



Εικ. 7.4.

- δημιουργία του ορθογωνικού κτιρίου,
- δημιουργία της δίρριχτης στέγης,
- ένωση κτιρίου με το κωδωνοστάσιο

Από τη γραμμή εντολών επιλέγουμε με το δείκτη: **Draw /solids /box**. Εμφανίζεται η προτροπή: Specify corner of box[Center]<0,0,0>: **ορίζουμε το σημείο Γ ως το κοινό σημείο μεταξύ κωδωνοστασίου και κυρίως κτιρίου** / στην προτροπή: Specify corner or [Cube / Length]: **le** «enter»/ Specify length: **20** «enter»/ Specify width: **10** «enter» / Specify height: **5** «enter».

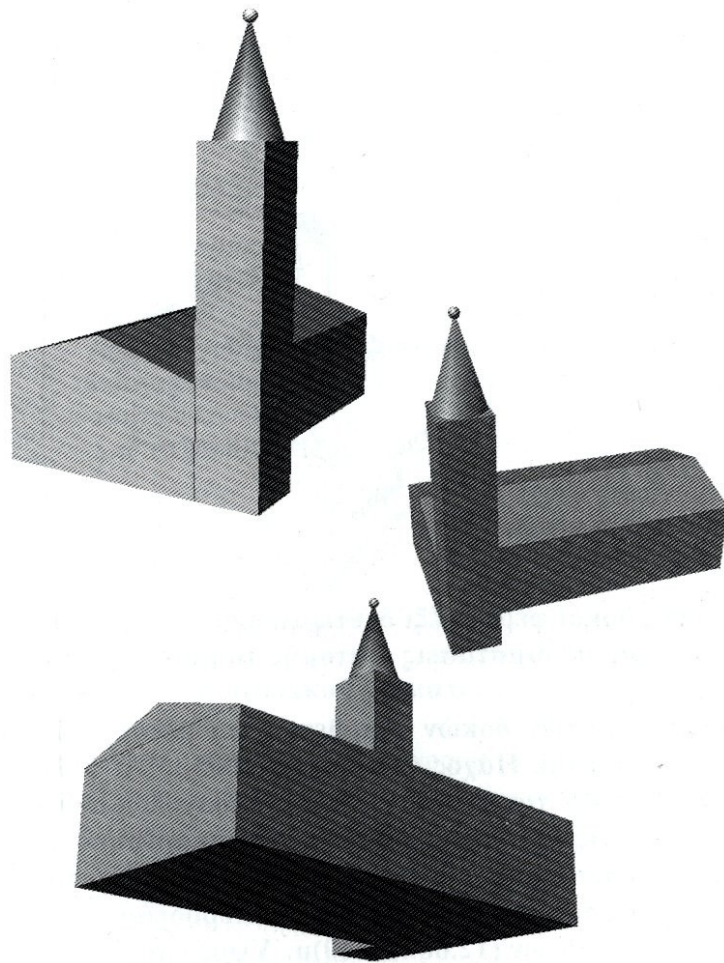
Από τη γραμμή εντολών επιλέγουμε με το δείκτη: **Draw /solids /Wedge**. Εμφανίζεται η προτροπή: Specify first corner of wedge or [Center] <0,0,0>: **ορίζουμε τυχαίο σημείο του χώρου κάπου κοντά στο κέντρο της οθόνης** : Specify corner or [Cube / Length]: **le** «enter». Specify length: **5** «enter» / στην προτροπή: Specify width: **20** «enter» / στην προτροπή: Specify height: **1.5** «enter».

Διπλασιάζουμε την στέγη με την εντολή που βρίσκεται στη γραμμή εντολών **Modify/ 3D Operation/ Mirror 3D / select objects**: **Με το δείκτη επιλέγουμε το στερεό**. Το σχέδιο απεικονίζεται πλέον με εστιγμένες γραμμές. Στη γραμμή εντολών το πρόγραμμα μας προτρέπει: Specify first point of mirror plane (3 points) or [Object/Last /Zaxis, View /XY/ YZ/ ZX /3Points] <3 points>: **Διαλέγουμε τρία σημεία έστω τα Δ, Ε ,Ζ**. Στην προτροπή: Delete source objects? [Yes/No] <N>: «enter».

Περιστρέφουμε την στέγη με την εντολή **Rotate 3D**: select objects: Με το ποντίκι κάνουμε «κλικ» σε τυχαίες γραμμές των δύο συμμετρικών τμημάτων της στέγης. Η εικόνα εμφανίζεται με εστιγμένες γραμμές «enter». Στην προτροπή Specify first

point on axis or define axis by [Object/Last/Vieww/Xaxis/ Yaxis/ Zaxis/ 2 points]:
Διαλέγουμε δύο σημεία έστω τα Δ, Ε. Στην προτροπή Specify rotation angle or
[Reference]: 90 «enter».

Μεταφορά και τοποθέτηση της στέγης στο κτίριο. Πληκτρολογώντας την εντολή
move το πρόγραμμα μας προτρέπει: Select objects: Επιλέγουμε την σκεπή την ο-
ποία δείχνουμε με ένα σημείο σε κάθε συμμετρικό κομμάτι της. Η εικόνα εμφανί-
ζεται με εστιγμένη γραμμή «enter». Στην προτροπή ορισμού σημείου λαβής μετα-
φοράς δηλώνουμε το σημείο Ε και ως σημείο επικόλλησης το μέσο της άνω μικρής
ακμής του ορθογωνίου παραλληλεπίπεδου που συμβολίζει το κυρίως κτίριο. Με
shademode μπορούμε να δούμε το σχέδιο μας σκιασμένο.



Εικ. 7.5. Ολοκληρωμένο τρισδιάστατο σχέδιο, το οποίο μπορείτε να περιστρέψετε και να το εξετάσετε από διάφορες οπτικές γωνίες.

13.7 Παράδειγμα δημιουργίας τρισδιάστατης πυραμίδας

Το AutoCad δίνει έτοιμα στερεά όπως κύβο, κώνο, κύλινδρο αλλά δεν δίνει άλλα βασικά σχήματα όπως την πυραμίδα. Σε αυτή την άσκηση σχεδιάζεται πυραμίδα με τετραγωνική βάση πλευράς 10m, και ύψος 15m χρησιμοποιώντας “πράξεις” τρισδιάστατων αντικειμένων (π.χ. τομές). Οι Εντολές που θα χρησιμοποιηθούν είναι *box*, *slice*, *osnap*, *point*, *ddptype*, *copy*.

Βήμα 1: Δημιουργία ορθογωνίου παραλληλεπιπέδου (σχήμα 1)

Από το μενού επιλέγουμε: *Draw/solids/box*

και στις επόμενες προτροπές δίνουμε:

Specify corner of box or [Enter] <0,0,0>: -5,-5,0

Specify corner or [Cube/Length]: L

Specify length: 10

Specify width: 10

Specify height: 15

Για να δούμε το αντικείμενο τρισδιάστατα, από το μενού επιλέγουμε:

View/3Dviews/SW isometric

Βήμα 2: Επισήμανση κορυφής πυραμίδας (σχήμα 1)

Από το μενού επιλέγουμε: *Format/Points style*

και επιλέγουμε O (κύκλο) με τον κέρσορα και στη συνέχεια OK

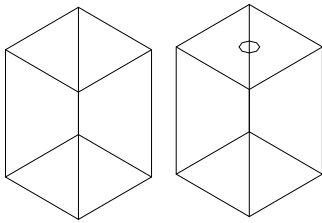
Από το μενού επιλέγουμε: *Tools/Drafting Settings/Object Snap*

και τικάρουμε *Endpoint* και *Node* και στη συνέχεια OK

Από το μενού επιλέγουμε: *Draw/Point/Single Point*

και στην επόμενη προτροπή δίνουμε:

Specify a point: 0,0,15



Σχήμα 1

Βήμα 3: Αφαίρεση τμήματος από το ορθ. παραλληλεπίπεδο (σχήμα 2)

Από το μενού επιλέγουμε: *Draw/Solids/Slice*

Στην προτροπή:

Select Objects:

επιλέγουμε το ορθ. παραλληλεπίπεδο με τον κέρσορα.κάνοντας κλικ σε οποιαδήποτε ακμή του (το περίγραμμα του ορθ. παραλληλεπιπέδου γίνεται με διακεκομμένη γραμμή) και πατάμε (*Enter*)

Στη συνέχεια στις επόμενες προτροπές επιλέγουμε το επίπεδο τομής ορίζοντας 3 σημεία: δύο σημεία μίας πλευράς της τετραγωνικής βάσης και την κορυφή της πινακίδας

Specify first point on slicing plane by [Object/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3points]

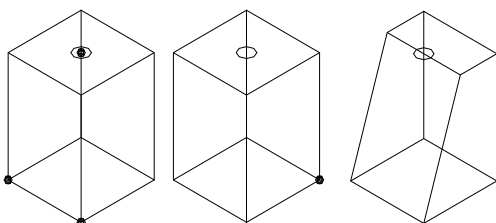
<3points>: (*Επιλογή σημείου πλευράς*)

Specify second point on plane: (*Επιλογή δεύτερου σημείου πλευράς*)

Specify third point on plane: (*Επιλογή κορυφής πυραμίδας*)

Η τομή χωρίζει το στερεό σε δύο τμήματα. Επιλέγουμε να κρατήσουμε αυτό που βρίσκεται “πίσω” από το επίπεδο τομής, επιλέγοντας σημείο της τετραγωνικής βάσης που δεν συμπίπτει με τα παραπάνω:

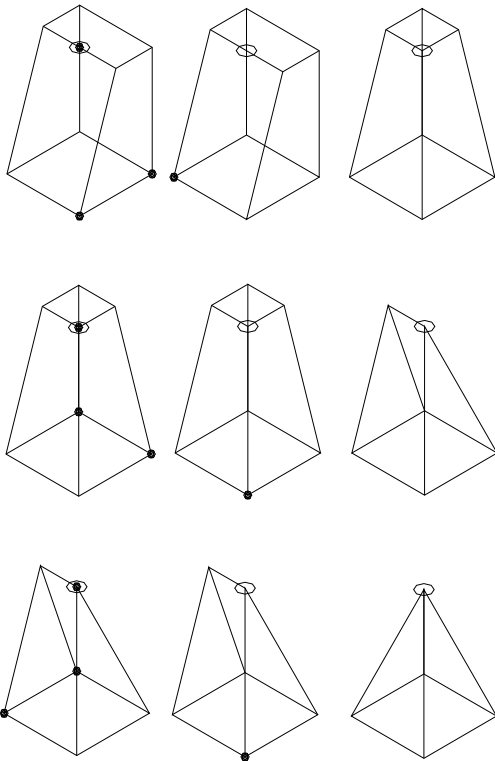
Specify a point on desired side of the plane or [keep Both sides]: (*Επιλογή σημείου βάσης*)



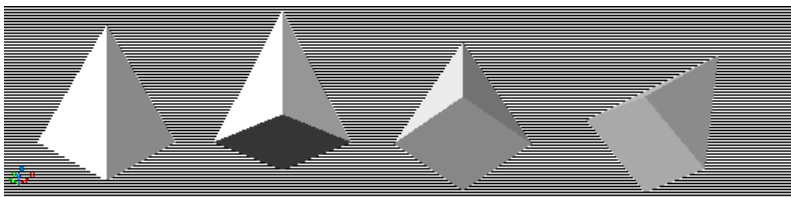
Σχήμα 2

Βήμα 4: Αφαίρεση υπόλοιπων τμημάτων από το ορθ. Παραλληλεπίπεδο
(σχήμα 3)

Επαναλαμβάνουμε το βήμα 3 για τις υπόλοιπες πλευρές της ορθογωνικής βάσης



Σχήμα 3



Για την επισήμανση της κορυφής της πινακίδας θα μπορούσαν να δίνονται οι συντεταγμένες $0,0,15$ κάθε φορά. Εναλλακτικά μπορούν να σχεδιαστούν οι διαγώνιες της πάνω τετραγωνικής έδρας του ορθογωνίου παραλληλεπιπέδου. Σε αυτή την περίπτωση η κορυφή θα ήταν η τομή των διαγωνίων και στο μενού

Tools/Drafting Settings/Object Snap

θα έπρεπε να τικάrouμε

Endpoint και *Intersection*

Η ύπαρξη επιπρόσθετων γραμμών στο σχέδιο όμως δυσχεραίνει την κατανόησή του.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Τζουβαδάκης Ι. - Γούσης Χ., 2007, 2d & 3d σχέδιο στο AutoCAD, Εκδόσεις Συμμετρίας, Αθήνα 2007, ISBN 978-960-266-193-2.
- [2] Στάμος Α., Ανέκδοτες σημειώσεις του μαθήματος Σχεδίαση έργων Πολιτικού Μηχανικού με Η/Υ, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, ΕΜΠ.
- [3] Χατζηλυμπέρης Κ., Ανέκδοτες σημειώσεις για το AutoCad.