

Μια γρήγορη εισαγωγή στην χρήση 3D μοντέλων στο Autocad

Πανώριος Μπενάρδος

Μηχανολόγος Μηχανικός ΕΜΠ
Υποψήφιος Διδάκτωρ ΕΜΠ

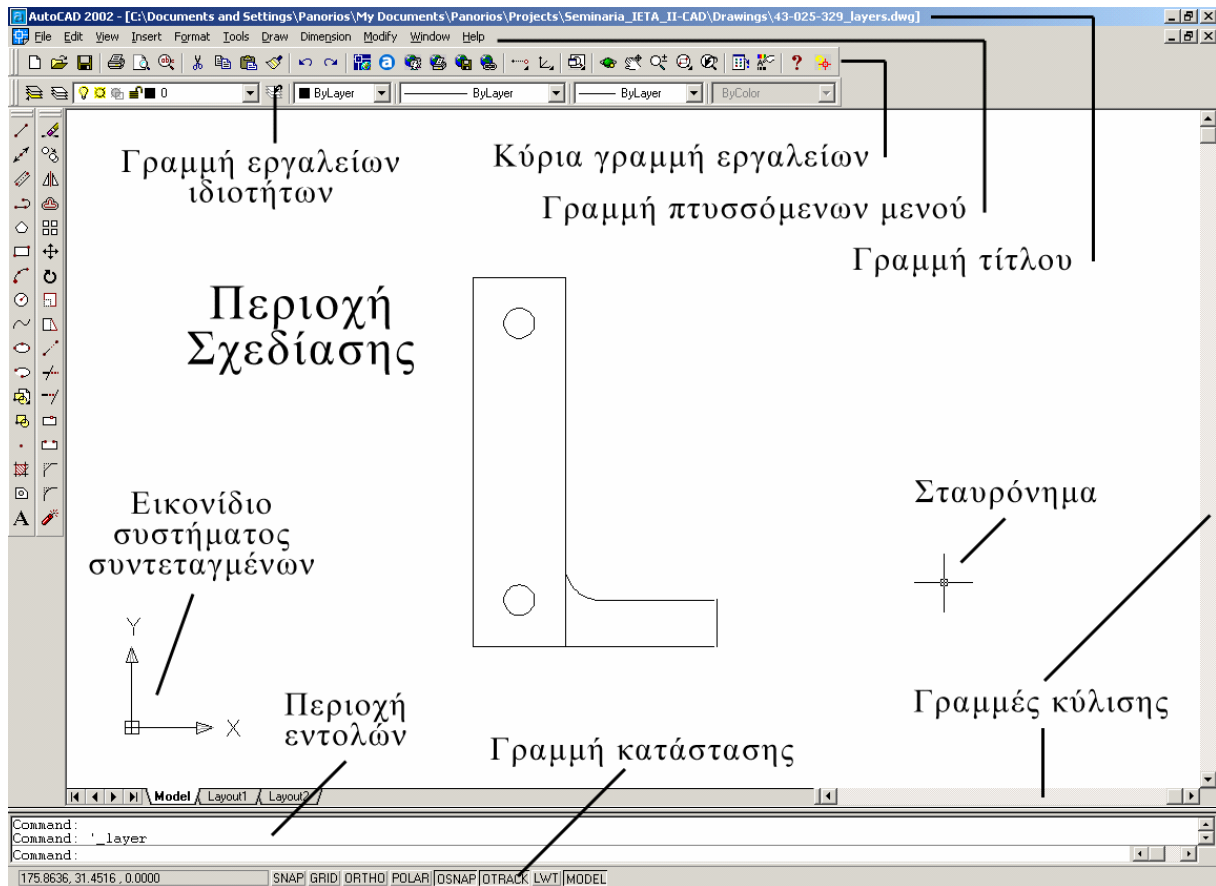
επιμέλεια :
Γ. Βοσνιάκος, Επίκ. Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα 2005

Οι σημειώσεις αυτές διανέμονται ως βοήθημα για την εκπόνηση του υποχρεωτικού θέματος
προγραμματισμού CNC στο μάθημα 'Εργαλειομηχανές'
Απαγορεύεται η διανομή / ανατύπωση τους εκτός του παραπάνω πλαισίου.

Περιβάλλον εργασίας

Το περιβάλλον εργασίας του AutoCAD αποτελείται από διάφορες περιοχές (σχήμα 1).



Σχήμα 1. Περιβάλλον εργασίας του AutoCAD.

Εισάγοντας εντολές

Το AutoCAD βασίζεται στην εισαγωγή εντολών από το χρήστη. Υπάρχουν τρεις τρόποι για να γίνει αυτό:

1. Είτε μέσω του αντίστοιχου μενού.
2. Είτε μέσω των εικονιδίων που βρίσκονται στις γραμμές εργαλείων.
3. Είτε μέσω απευθείας πληκτρολόγησης στην περιοχή εντολών.

Συνίσταται να χρησιμοποιείται ο τελευταίος τρόπος για αρκετούς λόγους.

Ιδιαίτερη αναφορά πρέπει να γίνει στην εντολή Undo (UNDO ή U ή μέσω του μενού Edit → Undo ή πιέζοντας ταυτόχρονα τα πλήκτρα CTRL+Z) που επιτρέπει την αναίρεση της αμέσως προηγούμενης εντολής που εκτελέστηκε. Διαδοχικές εκτελέσεις της εντολής έχουν ως αποτέλεσμα την αναίρεση περισσότερων της μιας εντολής, πάντα όμως πηγαίνοντας προς τα πίσω όσον αφορά το πότε εκτελέστηκαν.

Σχεδιάζοντας στο AutoCAD (3D)

Η δυνατότητα σχεδίασης σε τρεις διαστάσεις είναι ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα του CAD. Η μετάβαση από τις δύο στις τρεις διαστάσεις γίνεται στο AutoCAD σχετικά εύκολα. Για παράδειγμα, εκτός από τις εντολές Array, Mirror και Rotate, οι οποίες γίνονται 3DArray, Mirror3D και Rotate3D αντίστοιχα, όλες οι άλλες λειτουργούν με τον ίδιο ακριβώς τρόπο και για τα τρισδιάστατα αντικείμενα.

Συντεταγμένες

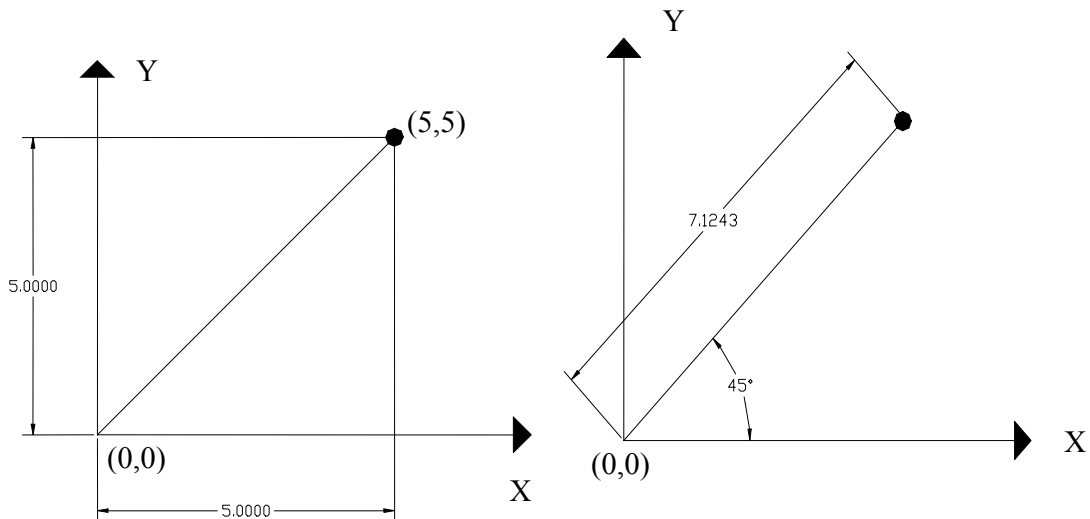
Οτιδήποτε σχεδιάζεται στο AutoCAD είναι απόλυτα ακριβές. Όλα τα αντικείμενα τοποθετούνται στην περιοχή σχεδίασης σε σχέση με την αρχή ενός απλού συστήματος συντεταγμένων. Στο AutoCAD το προεπιλεγμένο σύστημα συντεταγμένων ονομάζεται WCS (World Coordinate System). Η αρχή του WCS βρίσκεται στο κάτω αριστερό άκρο της περιοχής σχεδίασης και οι άξονες είναι τοποθετημένοι έτσι ώστε η θετική κατεύθυνση του X να είναι παράλληλη με την οριζόντια πλευρά της οθόνης και προς τα δεξιά, ενώ η θετική κατεύθυνση του Y να είναι παράλληλη με την κατακόρυφη πλευρά της οθόνης και προς τα πάνω. Υπενθυμίζεται ότι οι θετικές κατευθύνσεις των αξόνων δίνονται και από το εικονίδιο του συστήματος συντεταγμένων.

Η εισαγωγή ενός σημείου στο AutoCAD γίνεται είτε απευθείας επιλέγοντας ένα σημείο στην περιοχή σχεδίασης με το ποντίκι είτε πληκτρολογώντας τις συντεταγμένες του σημείου στην περιοχή εντολών. Συνίσταται να ακολουθείται σχεδόν πάντα ο δεύτερος τρόπος, αφού μόνο έτσι εξασφαλίζεται η ακριβής τοποθέτηση των σημείων και κατ' επέκταση ο ακριβής σχεδιασμός.

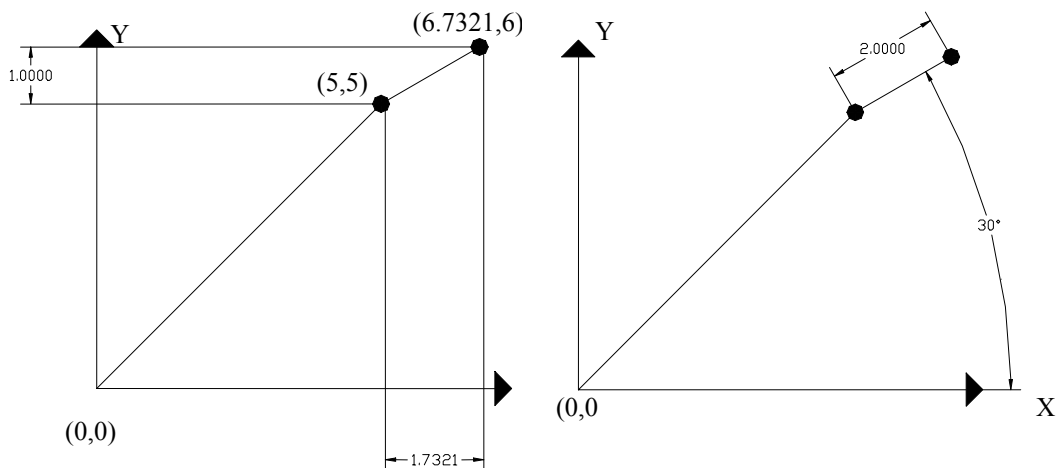
Όσον αφορά τις δύο διαστάσεις (σχήμα 2) υπάρχουν δύο διαφορετικά είδη συντεταγμένων, οι καρτεσιανές και οι πολικές συντεταγμένες.:

1. Καρτεσιανές συντεταγμένες: πληκτρολογούνται δύο αριθμοί στη μορφή x,y ο καθένας από τους οποίους δηλώνει την απόσταση του σημείου από την αρχή του συστήματος συντεταγμένων ως προς κάθε άξονα. ΠΡΟΣΟΧΗ: Το κόμμα (,) χρησιμοποιείται για να χωρίζονται οι συντεταγμένες μεταξύ τους και η τελεία (.) για να δίνονται οι δεκαδικοί αριθμοί.
2. Πολικές συντεταγμένες: πληκτρολογούνται δύο αριθμοί στη μορφή r<φ από τους οποίους το r δηλώνει την απόσταση του σημείου από την αρχή του συστήματος συντεταγμένων και το φ τη γωνία στροφής του. ΠΡΟΣΟΧΗ: Οι γωνίες μετρούνται θετικά ξεκινώντας από τον άξονα OX, περιστρέφοντάς τον με φορά αντίθετη της φοράς των δεικτών του ρολογιού.

Επειδή στους παραπάνω τρόπους εισαγωγής τα σημεία υπολογίζονται με βάση την αρχή του συστήματος συντεταγμένων, οι συντεταγμένες τους ονομάζονται απόλυτες. Αν όμως πριν από την αντίστοιχη μορφή χρησιμοποιηθεί το σύμβολο @ τότε οι συντεταγμένες ονομάζονται σχετικές και στην περίπτωση αυτή το νέο σημείο υπολογίζεται ως προς το αμέσως προηγούμενο σημείο που έχει εισαχθεί (σχήμα 3).



Σχήμα 2. Απόλυτες καρτεσιανές (5,5) (αριστερά) και πολικές (7.1243<45) (δεξιά) συντεταγμένες σημείου.



Σχήμα 3. Σχετικές καρτεσιανές (@1.7321,1) (αριστερά) και πολικές (@2<30) (δεξιά) συντεταγμένες σημείου.

Συνοψίζοντας, υπάρχουν τέσσερις συνολικά τρόποι για να εισάγουμε ένα σημείο στο AutoCAD πληκτρολογώντας τις συντεταγμένες του στην περιοχή εντολών:

1. Με απόλυτες καρτεσιανές συντεταγμένες: x,y
2. Με απόλυτες πολικές συντεταγμένες: r<φ
3. Με σχετικές καρτεσιανές συντεταγμένες: @x,y

4. Με σχετικές πολικές συντεταγμένες: @r<φ

Όσα αναλύθηκαν σχετικά με τις συντεταγμένες στις δύο διαστάσεις ισχύουν, με την προσθήκη ενός επιπλέον άξονα (άξονας Z), ο οποίος δίνει την αίσθηση του ύψους στα αντικείμενα που σχεδιάζονται. Ο άξονας Z στο WCS βρίσκεται κατακόρυφα στο επίπεδο XY (επίπεδο της οθόνης) με θετική φορά προς το χρήστη, δηλαδή “βγαίνοντας” από την οθόνη προς τα έξω. Η θετική φορά των γωνιών στις τρεις διαστάσεις προσδιορίζεται με τη βοήθεια του κανόνα του δεξιού χεριού: κλείνοντας τα δάχτυλα του δεξιού χεριού γύρω από κάποιον άξονα, με τον αντίχειρα να δείχνει προς τη θετική κατεύθυνση του άξονα αυτού, η φορά κατά την οποία είναι διπλωμένα τα δάχτυλα ισοδυναμεί με τη θετική φορά περιστροφής γύρω από τον άξονα αυτό.

Ο τρόπος εισαγωγής των καρτεσιανών και των κυλινδρικών (αντί πολικών) συντεταγμένων τροποποιείται ως εξής:

3. Καρτεσιανές συντεταγμένες: πληκτρολογούνται τρεις αριθμοί στη μορφή x,y,z ο καθένας από τους οποίους δηλώνει την απόσταση του σημείου από την αρχή του συστήματος συντεταγμένων ως προς κάθε άξονα. ΠΡΟΣΟΧΗ: Υπενθυμίζεται ότι το κόμμα (,) χρησιμοποιείται για να χωρίζονται οι συντεταγμένες μεταξύ τους και η τελεία (.) για να δίνονται οι δεκαδικοί αριθμοί.
4. Κυλινδρικές συντεταγμένες: πληκτρολογούνται τρεις αριθμοί στη μορφή r<φ,z από τους οποίους το r δηλώνει την απόσταση του σημείου από την αρχή του συστήματος συντεταγμένων, το φ τη γωνία στροφής του ως προς τον άξονα X στο επίπεδο XY και το z την κατακόρυφη απόσταση του σημείου από το επίπεδο XY.

Η διάκριση μεταξύ απόλυτων και σχετικών συντεταγμένων είναι ακριβώς η ίδια με τις δύο διαστάσεις, προσθέτοντας δηλαδή το σύμβολο @ πριν τις συντεταγμένες.

Η προσθήκη του άξονα Z, επιτρέπει στο χρήστη να σχεδιάζει σε διαφορετικά επίπεδα ανύψωσης (elevation). Ενώ στις δύο διαστάσεις οποιοδήποτε αντικείμενο που σχεδιαζόταν ανήκε εξ ορισμού στο επίπεδο XY, στις τρεις διαστάσεις ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ορίσει μια προεπιλεγμένη συντεταγμένη Z, την οποία θα χρησιμοποιεί το AutoCAD όταν του δίνονται μόνο οι συντεταγμένες X, Y, μέσω της εντολής ELEVATION ή ELEV. Η εντολή ELEV επηρεάζει μόνο τα αντικείμενα που θα δημιουργηθούν ύστερα από την εισαγωγή της και η τιμή της επαναφέρεται αυτόματα ίση με το 0 κάθε φορά που ορίζεται ένα νέο σύστημα συντεταγμένων.

Επιλέγοντας αντικείμενα

Το AutoCAD χρησιμοποιεί αυτό που ονομάζεται σετ επιλογής (selection set) για να επιτρέψει στο χρήστη να ομαδοποιεί αντικείμενα έτσι ώστε να εφαρμόσει στη συνέχεια το αποτέλεσμα κάποιας εντολής. Όταν το AutoCAD προτρέπει από την περιοχή εντολών το χρήστη να επιλέξει αντικείμενα, αυτός πρέπει να δημιουργήσει ένα σετ επιλογής. Ο συνηθέστερος τρόπος είναι να χρησιμοποιήσει ένα παράθυρο επιλογής. Υπάρχουν δύο εντελώς διαφορετικοί τύποι παραθύρων, το παράθυρο τομής (crossing window) και το απλό παράθυρο (box ή απλά window). Οι διαφορές τους δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Κατεύθυνση σχηματισμού παραθύρου	Τύπος παραθύρου	Εμφάνιση	Αποτέλεσμα
Από αριστερά προς τα δεξιά	Απλό	Συνεχής γραμμή	Επιλέγονται μόνο τα αντικείμενα που βρίσκονται εξ' ολοκλήρου μέσα στο παράθυρο
Από δεξιά προς τα αριστερά	Τομής	Διακεκομμένη γραμμή	Επιλέγεται κάθε αντικείμενο που είτε τέμνεται από τα όρια είτε βρίσκεται εξ' ολοκλήρου μέσα στο παράθυρο

Πίνακας 4. Τύποι παραθύρων επιλογής.

Εναλλακτικά, αντικείμενα μπορούν να επιλεγούν και ένα τη φορά κάνοντας κλικ με το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού σε καθένα από αυτά, αν και αυτός είναι μάλλον και αργός και όχι ακριβής τρόπος, ειδικά στην περίπτωση πολύπλοκων σχεδίων.

Τα αντικείμενα μπορούν επίσης να επιλεγούν πληκτρολογώντας τις ακόλουθες εντολές (όταν το AutoCAD ζητά στην περιοχή εντολών από το χρήστη να επιλέξει αντικείμενα):

- LAST (ή L): επιλέγεται το αντικείμενο που σχεδιάστηκε τελευταίο.
- PREVIOUS (ή P): επιλέγεται το προηγούμενο σετ επιλογής.

Zooming και panning

Οι εντολές ZOOM και PAN είναι πολύ χρήσιμες για την εστίαση και μετακίνηση μέσα στην περιοχή σχεδίασης. Όσο πιο πολύπλοκο είναι ένα σχέδιο, τόσο περισσότερο πρέπει να χρησιμοποιούνται οι εντολές αυτές.

Η εντολή ZOOM (ή Z) προσφέρει αρκετές επιλογές έτσι ώστε να διευκολύνεται η δημιουργία της νέας άποψης του σχεδίου. Οι επιλογές που χρησιμοποιούνται συχνότερα στην πράξη φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Επιλογή Εντολής ZOOM	Αποτέλεσμα
All	Απεικονίζονται όλα τα σχεδιασμένα αντικείμενα
Extents	Απεικονίζονται όλα τα σχεδιασμένα αντικείμενα έτσι ώστε μόλις να χωρούν στη νέα άποψη

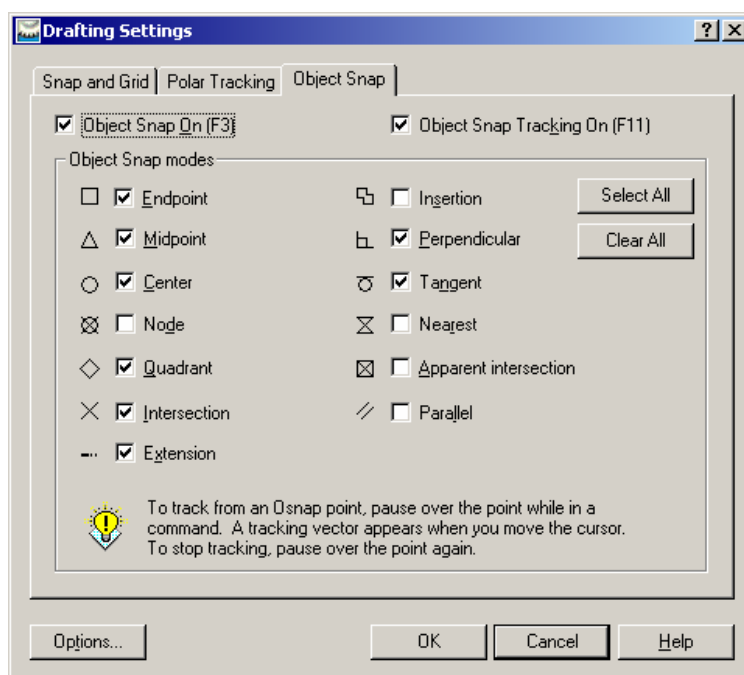
Previous	Επαναφέρει την αμέσως προηγούμενη άποψη του σχεδίου
Scale	Η νέα άποψη προκύπτει εφαρμόζοντας ένα συντελεστή μεγέθυνσης (νούμερα μεγαλύτερα του 1) ή σμίκρυνσης (νούμερα μικρότερα του 1) ακολουθούμενου από το γράμμα X
Window	Ο χρήστης ορίζει με ένα απλό παράθυρο την περιοχή που θέλει να εμφανιστεί
Real time	Ο βαθμός μεγέθυνσης ή σμίκρυνσης επιλέγεται διαδραστικά από το χρήστη

Πίνακας 5. Επιλογές εντολής ZOOM.

Η εντολή PAN (ή P) επιτρέπει την μετακίνηση στην περιοχή σχεδίασης χωρίς να επηρεάζει το συντελεστή μεγέθυνσης (ή σμίκρυνσης). Ο χρήστης, αφού εκτελέσει την εντολή, απλώς πιέζει το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού και κρατώντας το πατημένο μπορεί να μετακινηθεί προς οποιαδήποτε κατεύθυνση επιθυμεί.

Έλξη αντικειμένων (object snap)

Η έλξη αντικειμένων (object snap ή osnap) είναι μια πάρα πολύ χρήσιμη δυνατότητα του AutoCAD που βοηθά στην επιλογή χαρακτηριστικών σημείων ενός αντικειμένου, όπως για παράδειγμα τα άκρα μιας γραμμής, το κέντρο ενός κύκλου κλπ. Η έλξη αντικειμένου μπορεί να είναι μόνιμα ενεργοποιημένη ή να ενεργοποιείται μόνο όταν πρέπει να επιλεγεί το χαρακτηριστικό σημείο. Ο καλύτερος τρόπος για να ρυθμιστούν οι ιδιότητες της έλξης αντικειμένων είναι με δεξί κλικ με το ποντίκι στη γραμμή κατάστασης στο κουμπί OSNAP και στη συνέχεια επιλέγοντας Settings, οπότε εμφανίζεται το παράθυρο διαλόγου του Σχήματος 4

**Σχήμα 4.** Παράθυρο ρύθμισης επιλογών για την έλξη αντικειμένων.

Κάνοντας αριστερό κλικ με το ποντίκι σε κάθε κουτί ενεργοποιείται/απενεργοποιείται η έλξη αντικειμένων για το αντίστοιχο χαρακτηριστικό σημείο. Τα χαρακτηριστικά σημεία που αναγνωρίζει το AutoCAD είναι:

Χαρακτηριστικό σημείο	Αποτέλεσμα
Endpoint	Εντοπίζεται το ένα από τα δύο άκρα ενός αντικειμένου
Midpoint	Εντοπίζεται το μέσο ενός αντικειμένου όπως είναι μια γραμμή ή ένα τόξο
Center	Εντοπίζεται το κέντρο ενός κύκλου, ενός τόξου ή μιας έλλειψης
Node	Εντοπίζεται ένα σημείο (πρέπει να έχει σχεδιαστεί με την εντολή POINT, MEASURE ή DIVIDE)
Quadrant	Εντοπίζεται ένα από τα τεταρτημόρια στην περιφέρεια ενός κύκλου ή ενός τόξου (ανά 90° ως προς τον άξονα X)
Intersection	Εντοπίζεται το σημείο τομής δύο αντικειμένων. Αν στο εικονίδιο εμφανίζονται τρεις τελείες σημαίνει ότι πρέπει να επιλεγεί ακόμα ένα αντικείμενο
Extension	Εντοπίζονται τα σημεία που βρίσκονται πάνω στην προέκταση μιας γραμμής ή ενός καμπύλου τμήματος. Πρέπει να έχει ακολουθηθεί το τμήμα αυτό με το ποντίκι έως το άκρο του
Insertion	Εντοπίζεται το σημείο εισαγωγής ενός block, ενός χαρακτηριστικού ενός block ή κειμένου
Perpendicular	Εντοπίζονται τα σημεία που βρίσκονται στην κάθετη διεύθυνση σε σχέση με το τελευταίο σημείο που έχει επιλεγεί
Tangent	Εντοπίζονται τα σημεία που βρίσκονται στην εφαπτομενική διεύθυνση σε σχέση με το τελευταίο σημείο που έχει επιλεγεί
Nearest	Εντοπίζεται το πλησιέστερο στο σταυρόνημα χαρακτηριστικό σημείο του αντικειμένου
Apparent Intersection	Εντοπίζεται το σημείο τομής δύο αντικειμένων που δεν τέμνονται στην οθόνη ή το υποθετικό σημείο τομής δύο αντικειμένων που στην πραγματικότητα δεν τέμνονται
Parallel	Εντοπίζονται τα σημεία που βρίσκονται σε παράλληλη διεύθυνση σε σχέση με ένα ευθύγραμμο αντικείμενο

Πίνακας 6. Χαρακτηριστικά σημεία έλξης αντικειμένων.

Μερικές σημαντικές παρατηρήσεις/συμβουλές για τη χρήση της έλξης αντικειμένων:

- Η έλξη αντικειμένων μπορεί να ενεργοποιηθεί/απενεργοποιηθεί και με τη χρήση του πλήκτρου F3.
- Κρατώντας πατημένο το πλήκτρο SHIFT και κάνοντας δεξί κλικ με το ποντίκι σε οποιοδήποτε σημείο της περιοχής σχεδίασης εμφανίζεται ένα παράθυρο από όπου μπορεί να επιλεγεί ο τύπος του χαρακτηριστικού σημείου που θέλει να εντοπίσει ο χρήστης, ανεξάρτητα από το αν η έλξη αντικειμένων είναι ενεργοποιημένη ή όχι.

- Δεν πρέπει να γίνεται προσπάθεια για να βρεθεί το χαρακτηριστικό σημείο με το να τοποθετείται το ποντίκι ακριβώς πάνω του. Είναι προτιμότερο απλώς να τοποθετείται κοντά του.
- Για να εμφανιστούν ορισμένα χαρακτηριστικά σημεία πρέπει να καταδειχτεί πρώτα ένα αντικείμενο, δηλαδή να περάσει το σταυρόνημα από πάνω του (χωρίς να επιλεγεί το αντικείμενο). Για παράδειγμα, για τον εντοπισμό του κέντρου ενός κύκλου δεν μετακινείται το σταυρόνημα απευθείας προς το κέντρο του κύκλου, αλλά πρώτα καταδεικνύεται ο κύκλος και μετά μετακινείται το σταυρόνημα κοντά στην περιοχή του κέντρου του.
- Αν σε μια περιοχή υπάρχουν πολλά διαφορετικά χαρακτηριστικά σημεία, αυτά μπορούν να τονίζονται διαδοχικά χρησιμοποιώντας το πλήκτρο TAB.

Εργαλεία διερεύνησης (inquiry tools)

Το AutoCAD προσφέρει μια ομάδα από εντολές που έχουν σκοπό να εξάγουν πληροφορίες από τα σχεδιασμένα αντικείμενα. Οι εντολές αυτές δε μεταβάλλουν το σχέδιο με κανένα τρόπο. Ο χρήστης έχει πρόσβαση στις εντολές αυτές από το μενού Tools → Inquiry. Οι εντολές αυτές είναι οι:

Όνομα Εντολής	Πληκτρολόγηση Εντολής	Αποτέλεσμα
Distance	DI / DIST	Υπολογίζει την απόσταση και τη γωνία ανάμεσα σε 2 σημεία
Area	AREA	Υπολογίζει το εμβαδόν και την περίμετρο αντικειμένων ή περιοχών
Mass Properties	MASSPROP	Υπολογίζει τις μαζικές ιδιότητες περιοχών ή στερεών όπως όγκος, κέντρο βαρύτητας, ροπές αδρανείας κλπ
List	LI	Εμφανίζει τα στοιχεία της βάσης δεδομένων του AutoCAD για ένα ή περισσότερα αντικείμενα
ID	ID	Εμφανίζει τις συντεταγμένες ενός σημείου

Πίνακας 11. Εντολές διερεύνησης.

Μοντέλα στερεών (Solid models)

Τα μοντέλα στερεών είναι η πιο εξελιγμένη φιλοσοφία σχεδίασης σε τρεις διαστάσεις. Τα αντικείμενα περιγράφονται από τις ακμές, τις επιφάνειες και τον όγκο τους και διαθέτουν όλα τα χαρακτηριστικά ενός πραγματικού αντικειμένου (μάζα, όγκο, κέντρο βάρους, κλπ). Το AutoCAD προσφέρει τρεις γενικούς τρόπους δημιουργίας στερεών αντικειμένων. Πρώτον, ανυψώνοντας (extrude) δισδιάστατα προφίλ αντικειμένων κατά τον άξονα Z ή κατά μήκος μιας ορισμένης από το χρήστη τροχιάς. Δεύτερον, περιστρέφοντας δισδιάστατα προφίλ

αντικειμένων γύρω από έναν άξονα ή γύρω από μια ορισμένη από το χρήστη τροχιά. Και στις δύο αυτές περιπτώσεις πρέπει να τηρηθούν κάποιοι περιορισμοί για το πως έχουν δημιουργηθεί τα προφίλ αυτά. Τρίτον, μέσω της δημιουργίας κάποιων έτοιμων βασικών στερεών αντικειμένων που καλούνται πρωτογενή στερεά.

Όπως είναι κατανοητό, οι δύο πρώτοι τρόποι εκμεταλλεύονται την ύπαρξη κάποιου είδους συμμετρίας στα στερεά αντικείμενα και μόνο τότε πρέπει να χρησιμοποιούνται.

Υπενθυμίζεται ότι ανεξάρτητα από τον τρόπο με τον οποίο έχουν δημιουργηθεί τα μοντέλα στερεών, ο χρήστης μπορεί να αποκτήσει πρόσβαση στα φυσικά χαρακτηριστικά τους χρησιμοποιώντας τις εντολές διερεύνησης (inquiry tools) του AutoCAD που περιγράφηκαν σε προηγούμενη ενότητα.

Εντολές σχεδίασης διδιάστατων προφίλ

Όνομα Εντολής	Πληκτρολόγηση Εντολής	Αποτέλεσμα
Line	LINE / L	Δημιουργεί ευθύγραμμα τμήματα ορίζοντας την αρχή και το τέλος τους. Αν δοθούν τρία ή περισσότερα σημεία, τα ευθύγραμμα τμήματα είναι διαδοχικά
Polyline	PLINE / PL	Δημιουργεί πολυγραμμές που μπορεί να είναι ανοικτές ή κλειστές και αποτελούνται από διαδοχικά ευθύγραμμα τμήματα ή τόξα. Σε αντίθεση με την εντολή LINE, οι πολυγραμμές μπορούν να έχουν πλάτος (width) που μεταβάλλεται στα διάφορα τμήματά της και είναι ένα ενιαίο αντικείμενο
Arc	ARC / A	Δημιουργεί τόξα κύκλου με διάφορους τρόπους (δίνοντας 3 σημεία, δίνοντας το κέντρο του κύκλου και 2 σημεία, κλπ)
Rectangle	RECTANGLE / REC	Δημιουργεί ορθογώνια σχήματα δίνοντας τα ακραία 2 σημεία της διαγωνίου του. Το ορθογώνιο είναι ένα αντικείμενο
Polygon	POLYGON	Δημιουργεί κανονικά κλειστά πολύγωνα δίνοντας το πλήθος των πλευρών, το κέντρο τους και την ακτίνα του περιγεγραμμένου ή εγγεγραμμένου κύκλου τους
Circle	CIRCLE / C	Δημιουργεί κύκλους με διάφορους τρόπους (δίνοντας το κέντρο και την ακτίνα, δίνοντας 3 σημεία, κλπ)
Ellipse	ELLIPSE / EL	Δημιουργεί ελλείψεις

Πίνακας 1. Κυριότερες εντολές σχεδίασης γραμμών.

Υπάρχουν επίσης και κάποιες εντολές που αναφέρονται ως εντολές παραγωγής. Η διαφορά τους από τις εντολές σχεδίασης είναι ότι το αντικείμενο δε σχεδιάζεται από την αρχή, αλλά “παράγεται” από κάποιο άλλο αντικείμενο.

Όνομα Εντολής	Πληκτρολόγηση Εντολής	Αποτέλεσμα
Copy	COPY / CP	Αντιγράφει το(α) επιλεγμένο(α) αντικείμενο(α) σε μια νέα θέση. Πρέπει να οριστεί ένα σημείο αναφοράς και η σχετική μετακίνηση ως προς αυτό. Παρέχει τη δυνατότητα δημιουργίας πολλών αντιγράφων σε διαφορετικές θέσεις
Mirror	MIRROR / MI	Δημιουργεί το κατοπτρικό είδωλο του(ων) επιλεγμένου(ων) αντικειμένου(ων) ως προς ευθεία που ορίζεται από το χρήστη
Offset	OFFSET / O	Αντιγράφει ένα προφίλ σύμφωνα με μια απόσταση και προς την πλευρά που επιθυμεί ο χρήστης. Η εντολή μπορεί να εκτελεστεί και διαδοχικά (κρατώντας σταθερή την απόσταση)
Array	ARRAY / AR	Δημιουργεί πολλά αντίγραφα ενός ή περισσότερων αντικειμένου(ων) δημιουργώντας μια ορθογωνική (κατά σειρές και γραμμές) ή μια κυκλική διάταξη. Η αλληλεπίδραση με το χρήστη γίνεται μέσω παραθύρου επιλογών

Πίνακας 2. Κυριότερες εντολές “παραγωγής” αντικειμένων.

Εντολές τροποποίησης διδιάστατων προφίλ

Όνομα Εντολής	Πληκτρολόγηση Εντολής	Αποτέλεσμα
Erase	ERASE / E	Διαγράφει το(α) επιλεγμένο(α) αντικείμενο(α) ή αν δεν έχει επιλεγεί κανένα, ζητά από το χρήστη να επιλέξει το(α) αντικείμενο(α) που θα διαγραφούν. Ισοδύναμα, εκτελείται πιέζοντας το πλήκτρο DELETE, οπότε οποιοδήποτε επιλεγμένο(α) αντικείμενο(α) διαγράφεται
Move	MOVE / M	Μετακινεί το(α) επιλεγμένο(α) αντικείμενο(α) ή αν δεν έχει επιλεγεί κανένα ζητά από το χρήστη να επιλέξει το(α) αντικείμενο(α) που θα μετακινηθούν. Πρέπει να οριστεί ένα σημείο αναφοράς και η σχετική μετακίνηση ως προς αυτό
Rotate	ROTATE / RO	Περιστρέφει το(α) επιλεγμένο(α) αντικείμενο(α) ή αν δεν έχει επιλεγεί κανένα ζητά από το χρήστη να επιλέξει το(α) αντικείμενο(α) που θα περιστραφούν. Ο χρήστης πρέπει επίσης να ορίσει το σημείο και τη γωνία περιστροφής

Scale	SCALE / SC	Μεταβάλλει το μέγεθος του(ων) επιλεγμένου(ων) αντικειμένου(ων) ή αν δεν έχει επιλεγεί κανένα ζητά από το χρήστη να επιλέξει το(α) αντικείμενο(α). Πρέπει να οριστεί ένα σημείο αναφοράς και η κλίμακα μεταβολής του μεγέθους (>1 σημαίνει μεγέθυνση και <1 σημαίνει σμίκρυνση)
Trim	TRIM / TR	Κόβει αντικείμενα που τέμνονται μεταξύ τους, στα όρια των ακμών τομής
Extend	EXTEND / EX	Επεκτείνει ένα αντικείμενο μέχρι ένα όριο
Chamfer	CHAMFER / CHA	Μεταβάλλει μια γωνιακή συναρμογή αποτεμνοντάς τη σε εκατέρωθεν αποστάσεις που ορίζονται από το χρήστη
Fillet	FILLET / F	Μεταβάλλει μια γωνιακή συναρμογή σε συναρμογή ενός τόξου κύκλου

Πίνακας 3. Κυριότερες εντολές τροποποίησης αντικειμένων.

Μερικές σημαντικές παρατηρήσεις/συμβουλές που αφορούν ορισμένες από τις εντολές τροποποίησης αντικειμένων:

- Στην εντολή Trim, πρώτα επιλέγονται οι ακμές τομής και ύστερα το αντικείμενο που θα κοπεί.
- Στην εντολή Extend, πρώτα επιλέγονται τα όρια επέκτασης και ύστερα το αντικείμενο που θα επεκταθεί.
- Η εντολή Fillet θα τροποποιήσει το αντικείμενο μόνο αν η επιλεγμένη ακτίνα του τόξου είναι κατάλληλη.
- Αν η εντολή Fillet εκτελεστεί για μια πολυγραμμή, τότε θα τροποποιηθούν όλα τα τμήματά της ταυτόχρονα.
- Οι προηγούμενες δύο παρατηρήσεις ισχύουν και για την εντολή Chamfer.

Στερεά μέσω ανύψωσης (extruded solids)

Η εντολή EXTRUDE (Extrude ή ext ή από το μενού Draw → Solids → Extrude) χρησιμοποιείται για να προσδώσει τη διάσταση του ύψους σε κάποιο αντικείμενο. Αυτό το αντικείμενο μπορεί να είναι οποιοδήποτε προφίλ μπορεί να αποτελείται από γραμμές, τόξα, πολυγραμμές, κλπ αρκεί να τηρείται η παρακάτω προϋπόθεση:

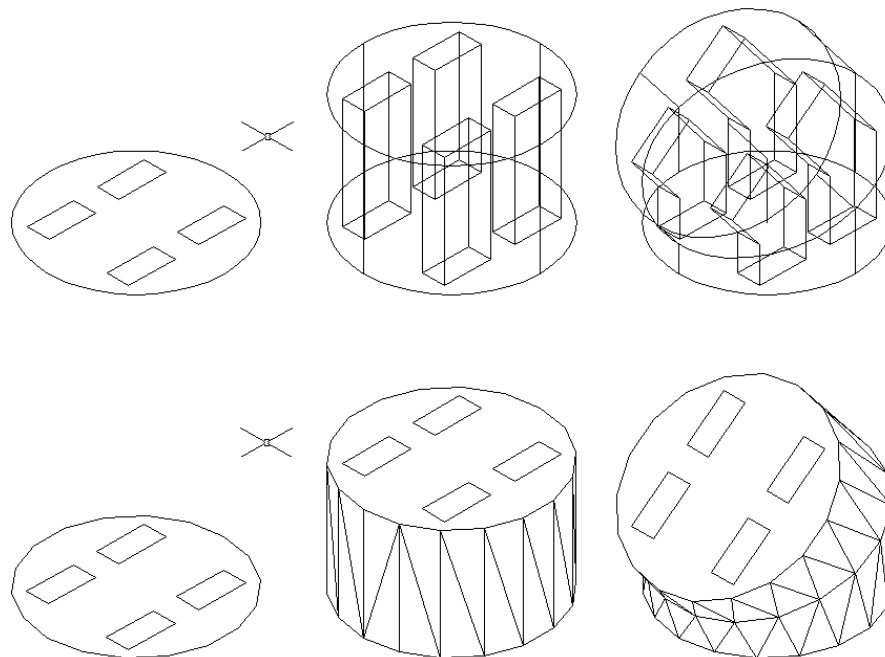
Το προφίλ πρέπει να είναι κλειστό. Αυτό επιτυγχάνεται μετά τη σχεδιάσή του χρησιμοποιώντας την εντολή PEDIT (Pedit ή από το μενού Modify → Object → Polyline) και ενεργοποιώντας την επιλογή Join. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και η εντολή REGION (Region ή reg ή από το μενού Draw → Region). Και στις δύο περιπτώσεις, η αρχή

και το τέλος του προφίλ πρέπει να είναι σημεία που συμπίπτουν και όχι το προφίλ να ορίζεται από γραμμές που τέμνονται σε κάποιο ενδιάμεσο σημείο τους.

Η φορά της ανύψωσης μπορεί να οριστεί με δύο τρόπους, βλ. Σχήμα 5:

1. Εισάγοντας μόνο την επιθυμητή τιμή του ύψους (height of extrusion). Το προφίλ ανυψώνεται κατά τη θετική κατεύθυνση του άξονα Z του UCS αν η τιμή είναι θετική και κατά την αρνητική κατεύθυνση του άξονα Z του UCS αν η τιμή είναι αρνητική.
2. Επιλέγοντας ένα αντικείμενο (συνήθως μια γραμμή, ένα τόξο ή μια πολυγραμμή) που λειτουργεί ως τροχιά (path).

Στην περίπτωση που επιλεγεί ο πρώτος τρόπος, ο χρήστης μπορεί να ορίσει αν το επιθυμεί και μια γωνία κωνικότητας (taper angle).



Σχήμα 5. Ανύψωση (extrude) προφίλ κατά τον άξονα Z και κατά συγκεκριμένη τροχιά.

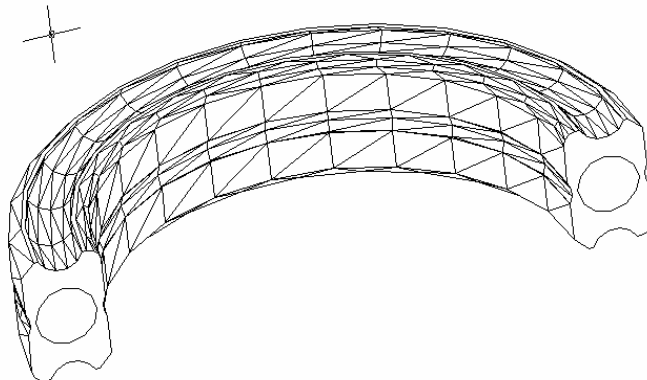
ΠΡΟΣΟΧΗ: Η αλλαγή της ιδιότητας του πάχους (thickness) που διαθέτουν ορισμένα δισδιάστατα αντικείμενα (π.χ. κύκλος, ορθογώνιο, κλπ) δεν πρέπει να συγχέεται με την εντολή extrude, αφού ΔΕΝ δημιουργεί στερεά αντικείμενα.

Στερεά μέσω περιστροφής (revolved solids)

Η εντολή REVOLVE (Revolve ή rev ή από το μενού Draw → Solids → Revolve) χρησιμοποιείται για να περιστρέψει ένα αντικείμενο γύρω από έναν άξονα ή από μια τροχιά.

Για το αντικείμενο αυτό ισχύουν οι ίδιοι ακριβώς περιορισμοί που περιγράφηκαν και για την εντολή της ανύψωσης.

Ο χρήστης εκτός από την επιλογή του προφίλ και του αντικειμένου που ορίζει τον άξονα περιστροφής, καλείται να ορίσει και τη γωνία περιστροφής του προφίλ, βλ. Σχήμα 6.



Σχήμα 6. Δημιουργία στερεού αντικειμένου εκ περιστροφής.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Η εντολή Revolve δεν πρέπει να συγχέεται με την εντολή Revsurf που δημιουργεί επιφάνειες εκ περιστροφής γύρω από άξονα.

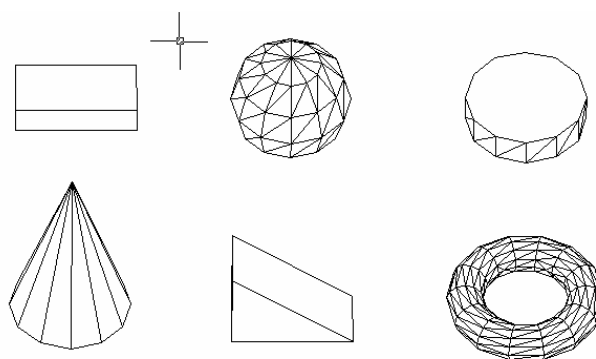
Πρωτογενή στερεά (primitive solids)

Εκτός από τους δύο προηγούμενους τρόπους δημιουργίας στερεών, το AutoCAD διαθέτει και συγκεκριμένους βασικούς τύπους έτοιμων στερεών αντικειμένων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Τα αντικείμενα αυτά ονομάζονται πρωτογενή στερεά (primitive solids) και είναι τα παρακάτω, βλ. Σχήμα 7.

Όνομα Εντολής	Πληκτρολόγηση Εντολής	Αποτέλεσμα
Box	BOX	Δημιουργεί ένα ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο ορίζοντας δύο σημεία της διαγωνίου του
Sphere	SPHERE	Δημιουργεί μια σφαίρα ορίζοντας το κέντρο και την ακτίνα της
Cylinder	CYLINDER	Δημιουργεί ένα κύλινδρο που μπορεί να έχει είτε κυκλική είτε ελλειπτική βάση. Πρέπει να οριστούν τα αντίστοιχα μεγέθη για τη δημιουργία της δισδιάστατης βάσης και στη συνέχεια το ύψος του κυλίνδρου
Cone	CONE	Δημιουργεί έναν κώνο που μπορεί να έχει είτε κυκλική είτε ελλειπτική βάση. Πρέπει να οριστούν τα αντίστοιχα μεγέθη για τη δημιουργία της δισδιάστατης βάσης και στη συνέχεια το ύψος του κώνου

Wedge	WEDGE / WE	Δημιουργεί μια σφήνα η βάση της οποίας βρίσκεται στο επίπεδο XY. Πρέπει να οριστούν οι διαστάσεις της βάσης της και στη συνέχεια το ύψος της
Torus	TORUS / TOR	Δημιουργεί ένα τοροειδές ορίζοντας το κέντρο του, την ακτίνα του κύκλου που περνάει από το κέντρο της διατομής του και την ακτίνα της διατομής

Πίνακας 13. Πίνακας πρωτογενών στερεών.



Σχήμα 7. Πρωτογενή στερεά.

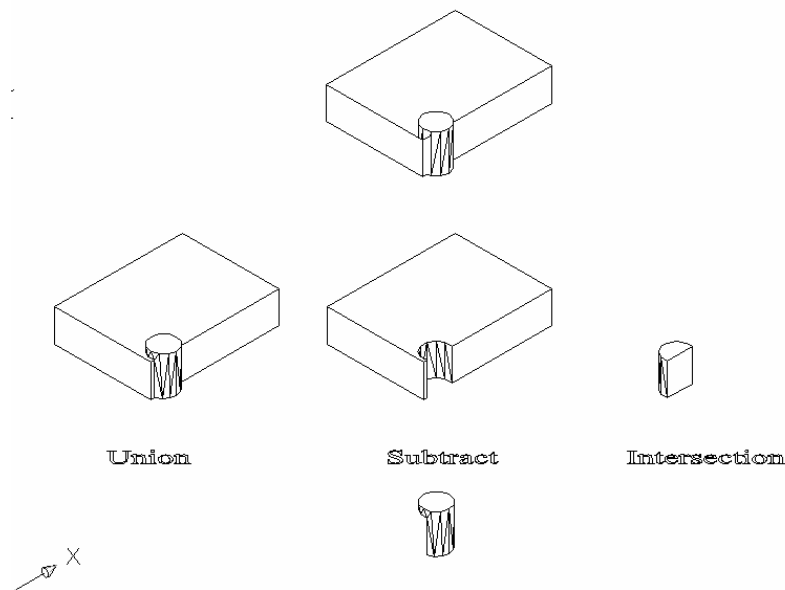
Τα πρωτογενή στερεά χρησιμοποιούνται στο AutoCAD με δύο τρόπους:

- Είτε απευθείας για τη δημιουργία απλών τρισδιάστατων αντικειμένων ενός σχεδίου (π.χ. η βάση ενός αντικειμένου μπορεί να σχεδιαστεί απευθείας χρησιμοποιώντας ένα ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο).
- Είτε σε συνδυασμό με κάποιες γεωμετρικές ενέργειες που ονομάζονται Boolean operations, οι οποίες λόγω της σημασίας τους περιγράφονται στην επόμενη ενότητα.

Boolean operations

Οι Boolean operations είναι πρακτικά απλές ενέργειες τροποποίησης στερεών σωμάτων με βάση τη γεωμετρία Bool. Οι ενέργειες αυτές προσφέρουν τη δυνατότητα δημιουργίας πολύπλοκων στερεών αντικειμένων ως αποτέλεσμα τρόπων συνδυασμού δύο ή περισσότερων απλούστερων στερεών. Οι συνδυασμοί αυτοί είναι (σχήμα 8):

1. Ένωση (union): ενώνει δύο στερεά σε ένα μόνο αντικείμενο.
2. Αφαίρεση (subtract): αφαιρεί τον όγκο ενός στερεού από ένα άλλο.
3. Τομή (intersection): βρίσκει τον κοινό όγκο μεταξύ δύο στερεών και τον διατηρεί σβήνοντας τα στερεά.



Σχήμα 8. Παραδείγματα εφαρμογής των Boolean operations σε ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο και κύλινδρο.

Ο χρήστης έχει πρόσβαση στις Boolean operations πληκτρολογώντας Union (ή uni), Subtract (ή su) και Intersection (ή in) αντίστοιχα για κάθε μια. Επίσης, από το μενού Modify → Solids Editing ή από τη γραμμή εργαλείων Solids Editing (εμφανίζεται στην περιοχή σχεδίασης κάνοντας δεξί κλικ με το ποντίκι στην κύρια γραμμή εργαλείων και επιλέγοντας Solids Editing από το παράθυρο που εμφανίζεται).

Μερικές συμβουλές/παρατηρήσεις που αφορούν τις Boolean operations:

- Αν και οι Boolean operations λειτουργούν και σε στερεά των οποίων οι όγκοι δεν τέμνονται συνίσταται να αποφεύγεται η χρήση τους σε τέτοιες περιπτώσεις.
- Όσον αφορά την αφαίρεση (subtract), η σειρά επιλογής των στερεών έχει σημασία. Πρώτα επιλέγεται το στερεό από το οποίο θα γίνει η αφαίρεση και μετά το στερεό το οποίο θα αφαιρεθεί.
- Η δημιουργία οπών (ιδιαίτερα για τις περιπτώσεις μηχανολογικών τεμαχίων) επιτυγχάνεται σχεδόν πάντα με την αφαίρεση ενός κυλίνδρου από ένα ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο.
- Η δημιουργία ποκετών ορθογωνικής διατομής (αρκετά συχνό χαρακτηριστικό μηχανολογικών τεμαχίων) επιτυγχάνεται με την αφαίρεση ενός ορθογωνίου παραλληλεπιπέδου από ένα άλλο.

- Ποκέτες με διαφορετική διατομή ή που αλλάζουν κλίση συνίσταται να σχεδιάζονται με αφαίρεση στερεού, που έχει προκύψει από extrude της διατομής της ποκέτας κατά μήκος τροχιάς, από ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο.
- Από την τομή (intersection) στερεών αντικειμένων δημιουργούνται, κατά τεκμήριο, οι πιο πολύπλοκες γεωμετρίες και για αυτό το λόγο πρέπει να δίνεται μεγάλη προσοχή όταν χρησιμοποιείται. Συνίσταται να γίνεται ένας γρήγορος οπτικός έλεγχος του αποτελέσματος με την εντολή 3DORBIT.

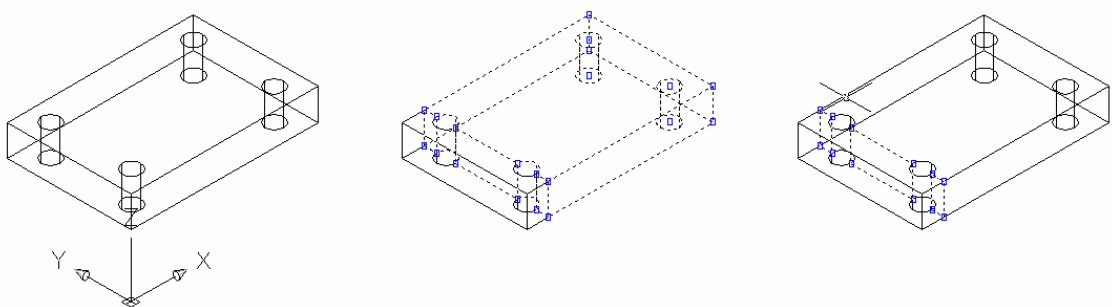
Δημιουργία τομών στερεών με τις εντολές SECTION και SLICE

Οι εντολές SECTION (Section ή sec ή από το μενού Draw → Solids → Section) και SLICE (Slice ή sl ή από το μενού Draw → Solids → Slice) έχουν τον ίδιο σκοπό που είναι η δυνατότητα δημιουργίας τομών στερεών αντικειμένων χρησιμοποιώντας επίπεδα που ορίζονται από το χρήστη. Ο τρόπος ορισμού του επιπέδου τομής είναι μέσω των συντεταγμένων τριών σημείων του.

Η διαφορά τους έγκειται στο αποτέλεσμα της κάθε εντολής:

- Η εντολή Section δημιουργεί ένα νέο αντικείμενο που είναι η κοινή περιοχή μεταξύ του στερεού και του επιπέδου. Το AutoCAD τοποθετεί την περιοχή αυτή στο τρέχον επίπεδο σχεδίασης.
- Η εντολή Slice τέμνει το στερεό κατά τη διεύθυνση του επιπέδου χωρίζοντας έτσι το στερεό σε δύο νέα διακριτά στερεά μοντέλα.

Στο σχήμα 9 διακρίνονται (από αριστερά προς τα δεξιά) το αρχικό στερεό αντικείμενο και τα αποτελέσματα των εντολών Slice και Section.



Σχήμα 9. Τομή στερεού με επίπεδο.

Αλλάζοντας συστήματα συντεταγμένων

Μια απαραίτητη ενέργεια για την τρισδιάστατη σχεδίαση με το AutoCAD είναι η αλλαγή του επιπέδου στο οποίο δημιουργούνται τα αντικείμενα.. Για αυτό το σκοπό, το AutoCAD επιτρέπει στο χρήστη να αλλάξει το σύστημα συντεταγμένων στο οποίο δουλεύει.

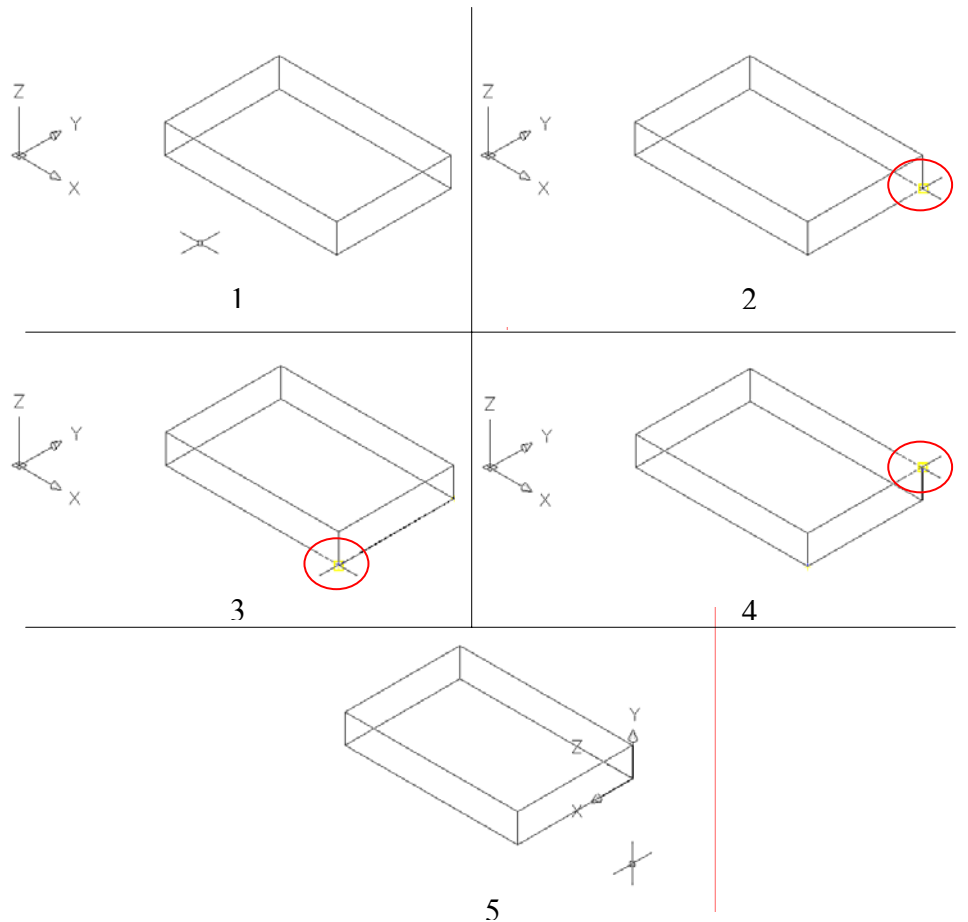
Υπενθυμίζεται ότι κατά την εκκίνηση του AutoCAD το σύστημα συντεταγμένων που υπάρχει είναι το WCS με το αντίστοιχο εικονίδιο να δείχνει τις θετικές κατευθύνσεις των αξόνων X, Y. Το WCS είναι σταθερό και δεν μπορεί να μεταβληθεί από το χρήστη. Έτσι, χρησιμοποιείται και ένα δεύτερο σύστημα συντεταγμένων που ονομάζεται UCS (User Coordinate System), το οποίο μπορεί να τροποποιήσει ο χρήστης με όποιο τρόπο θέλει (μετακίνηση του σημείου αρχής του συστήματος συντεταγμένων ή περιστροφή του συστήματος συντεταγμένων με οποιαδήποτε γωνία και γύρω από οποιοδήποτε άξονα ή και τα δύο ταυτόχρονα).

Ο ορισμός του UCS γίνεται χρησιμοποιώντας την εντολή UCS ή από το μενού Tools → New UCS. Οι επιλογές με τις οποίες μπορεί να οριστεί το UCS δίνονται στον πίνακα 14.

Όνομα Επιλογής	Αποτέλεσμα
Origin	Μετακινεί την αρχή του τρέχοντος συστήματος συντεταγμένων χωρίς να μεταβάλλει τον προσανατολισμό των αξόνων. Δε μεταβάλλει το επίπεδο σχεδίασης αφού επιλέγεται μόνο ένα σημείο.
ZAxis	Ο χρήστης πρέπει να επιλέξει την αρχή του νέου UCS και στη συνέχεια να ορίσει ένα σημείο προς τη θετική κατεύθυνση του άξονα Z. Οι άξονες X, Y προσανατολίζονται έτσι ώστε να σχηματιστεί δεξιόστροφο τρισσορθογώνιο σύστημα.
3point	Ο χρήστης πρέπει να επιλέξει την αρχή του νέου UCS και στη συνέχεια να ορίσει από ένα σημείο προς τη θετική κατεύθυνση των αξόνων X και Y αντίστοιχα. Ο άξονας Z προσανατολίζεται έτσι ώστε να σχηματιστεί δεξιόστροφο τρισσορθογώνιο σύστημα.
Object	Ορίζει το νέο UCS έτσι ώστε η θετική κατεύθυνση του άξονα Z να συμπίπτει με τη φορά ανύψωσης ενός τρισδιάστατου αντικειμένου. Τα ακόλουθα αντικείμενα ΔΕΝ μπορούν να χρησιμοποιηθούν με την επιλογή αυτή: στερεά, τρισδιάστατες πολυγραμμές, splines, τρισδιάστατα πλέγματα, περιοχές, ελλείψεις, viewports, mtext, rays.
View	Περιστρέφει το τρέχον σύστημα συντεταγμένων έτσι ώστε το επίπεδο XY να είναι παράλληλο με την οθόνη. Η αρχή του συστήματος συντεταγμένων μένει σταθερή.
X / Y / Z	Περιστρέφει το τρέχον σύστημα συντεταγμένων γύρω από τον επιλεγμένο άξονα ανάλογα με τη γωνία που εισάγει ο χρήστης.

Πίνακας 14. Τρόποι ορισμού UCS.

Παράδειγμα: Αλλαγή από WCS σε UCS χρησιμοποιώντας την επιλογή ορισμού 3points, βλ σχήμα 10.



Σχήμα 10. Ορισμός νέου UCS.

- Βήμα 1^ο: Η αρχική κατάσταση όπου φαίνεται το WCS έχοντας επιλέξει ισομετρική οπτική γωνία του σχεδίου. Ας δοθεί προσοχή στο σταυρόνημα και στο εικονίδιο του συστήματος συντεταγμένων που ορίζουν το επίπεδο σχεδίασης.
- Βήμα 2^ο: Η εντολή UCS εκτελείται, ενεργοποιούνται πρώτα η επιλογή New και στη συνέχεια η επιλογή 3point. Το AutoCAD περιμένει την επιλογή της νέας αρχής του UCS.
- Βήμα 3^ο: Το AutoCAD περιμένει την επιλογή ενός σημείου που βρίσκεται στη θετική κατεύθυνση του άξονα X του νέου UCS.
- Βήμα 4^ο: Το AutoCAD περιμένει την επιλογή ενός σημείου που βρίσκεται στη θετική κατεύθυνση του άξονα Y του νέου UCS.
- Βήμα 5^ο: Το νέο UCS έχει οριστεί. Ας δοθεί προσοχή στο σταυρόνημα και στο εικονίδιο του συστήματος συντεταγμένων που ορίζουν το νέο επίπεδο σχεδίασης.

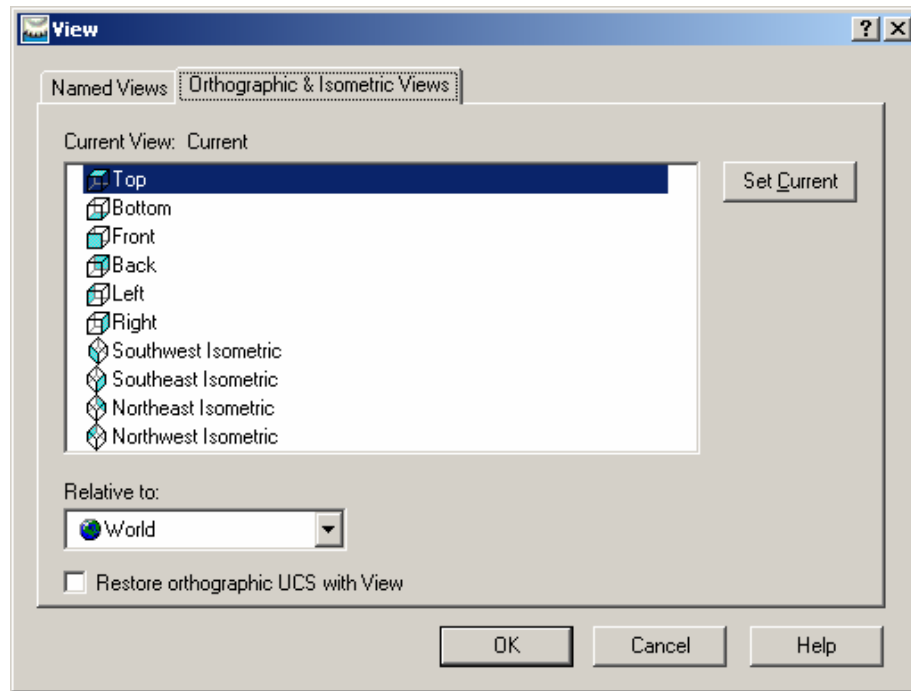
Οποιοδήποτε UCS μπορεί να αποθηκευτεί με ένα χαρακτηριστικό όνομα καλώντας την εντολή UCS και ενεργοποιώντας την επιλογή Save, έτσι ώστε να διευκολυνθεί η μετάβαση μεταξύ των διαφορετικών συστημάτων συντεταγμένων που θα χρειαστεί να οριστούν από το χρήστη έως την ολοκλήρωση του σχεδίου. Όλα τα UCSs που έχουν αποθηκευτεί με κάποιο όνομα εμφανίζονται πληκτρολογώντας UCSMAN στην περιοχή εντολών ή ακολουθώντας το μενού Tools → Named UCS.

Τρισδιάστατες όψεις

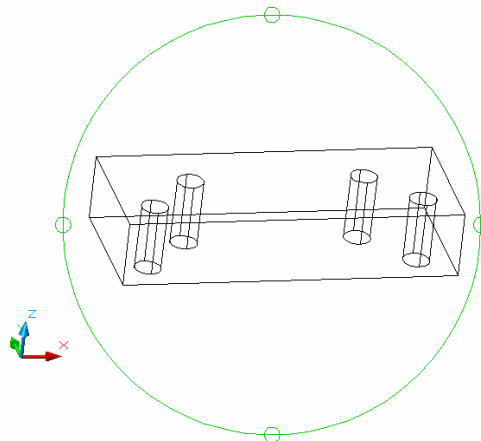
Αλλαγή όψης

Η προεπιλεγμένη όψη του AutoCAD είναι κοιτώντας προς τα κάτω στο επίπεδο XY, ονομάζεται Top ή Plan View και ισοδυναμεί με την κάτοψη. Αν ο χρήστης μπορούσε να κοιτάξει ένα τρισδιάστατο αντικείμενο μόνο κοιτώντας το από αυτήν την όψη θα ήταν αδύνατο να εντοπίσει διαφορές, όπως για παράδειγμα σημεία που βρίσκονται στις ίδιες συντεταγμένες X, Y και σε διαφορετικό Z. Για να διευκολυνθεί η εποπτεία των τρισδιάστατων αντικειμένων, υπάρχει η δυνατότητα αλλαγής όψεων, ακριβώς σα να μπορούσε ο χρήστης να μετακινηθεί γύρω από τα αντικείμενα, με δύο τρόπους:

1. Με την εντολή VIEW (View ή V ή από το μενού View → Named Views). Εμφανίζεται ένα παράθυρο διαλόγου (σχήμα 11) που προσφέρει τη δυνατότητα ορισμού της τρέχουσας όψης μέσω τυποποιημένων όψεων (ορθογραφικών ή ισομετρικών). Επίσης, από το παράθυρο αυτό ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει οποιαδήποτε όψη με όνομα δικής του επιλογής, έτσι ώστε να μπορεί να την επαναφέρει αργότερα.
2. Χρησιμοποιώντας την εντολή 3DORBIT (3dorbit ή 3do ή από το μενού View → 3D Orbit). Με την εντολή αυτή ο χρήστης μπορεί να περιστρέψει την οπτική γωνία σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιώντας το ποντίκι, μέχρις ότου βρει την όψη που θέλει (σχήμα 12). Τοποθετώντας το ποντίκι εξωτερικά του μεγάλου κύκλου που εμφανίζεται και κρατώντας πατημένο το αριστερό κουμπί του, η οπτική γωνία περιστρέφεται γύρω από τον άξονα Z, καθώς το ποντίκι μετακινείται. Τοποθετώντας το ποντίκι στους δύο μικρότερους κύκλους που βρίσκονται πάνω και κάτω και κρατώντας πατημένο το αριστερό κουμπί του, η οπτική γωνία περιστρέφεται γύρω από τον άξονα Y, καθώς το ποντίκι μετακινείται. Τέλος, Τοποθετώντας το ποντίκι στους δύο μικρότερους κύκλους που βρίσκονται δεξιά και αριστερά και κρατώντας πατημένο το αριστερό κουμπί του, η οπτική γωνία περιστρέφεται γύρω από τον άξονα X, καθώς το ποντίκι μετακινείται.



Σχήμα 11. Παράθυρο διαλόγου της εντολής VIEW.



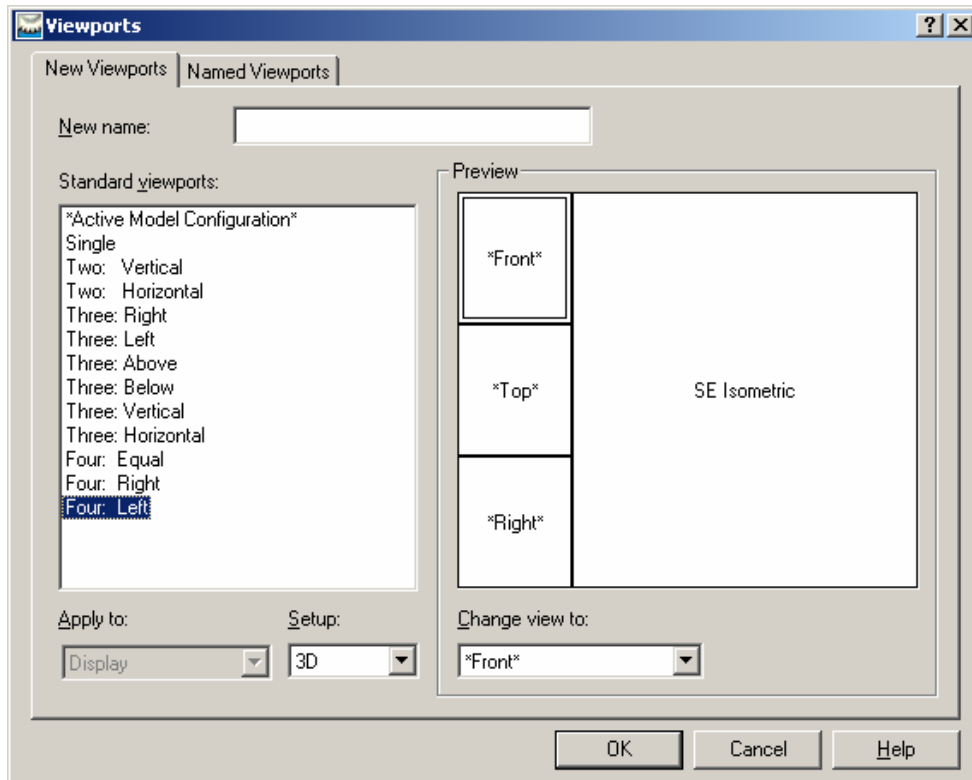
Σχήμα 12. Αλλαγή οπτικής γωνίας με την εντολή 3D Orbit.

Κατά την εκτέλεση της εντολής αυτής, ο χρήστης μπορεί επίσης να χρησιμοποιήσει τις εντολές ZOOM και PAN, κάτι που διευκολύνει πάρα πολύ στην εύρεση της ιδανικής οπτικής γωνίας. Χρησιμοποιείται είτε για μια γρήγορη προεπισκόπηση του τρισδιάστατου χαρακτήρα ενός αντικειμένου που μόλις σχεδιάστηκε είτε για τον ακριβή ορισμό μιας μη τυποποιημένης οπτικής γωνίας σε ένα σχέδιο. Η νέα όψη μπορεί να αποθηκευτεί με την εντολή VIEW.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Η αλλαγή όψης δε σημαίνει ότι αλλάζει και η αρχή ή ο προσανατολισμός του συστήματος συντεταγμένων. Αλλάζει μόνο η οπτική γωνία από την οποία ο χρήστης βλέπει το σχέδιο.

Αλλαγή αριθμού όψεων

Το AutoCAD δίνει τη δυνατότητα ταυτόχρονης προβολής περισσότερων των μια όψεων του ίδιου σχεδίου δημιουργώντας παράθυρα όψεων (viewports), χρησιμοποιώντας την εντολή VIEWPORTS (Viewports ή Vports ή από το μενού View → Viewports → New Viewports. Πρακτικά, η περιοχή σχεδίασης χωρίζεται σε μικρότερες που απεικονίζουν το σχέδιο από διαφορετικές οπτικές γωνίες (σχήμα 13).



Σχήμα 13. Παράθυρο διαλόγου δημιουργίας viewports.

Η διάταξη των παραθύρων αυτών εξαρτάται από το πλήθος τους, το οποίο πρακτικά περιορίζεται από τη διάσταση και ανάλυση της οθόνης του Η/Υ.. Όταν αρχικά ο χρήστης τα δημιουργεί, επιλέγει και ποια από τις τυποποιημένες οπτικές γωνίες αντιστοιχεί στο κάθε παράθυρο όψης, αν και έχει τη δυνατότητα να αλλάξει τις οπτικές γωνίες κατά τη διάρκεια της σχεδίασης. Επιπλέον, ο χρήστης μπορεί συνδυάζοντας τις τυποποιημένες διατάξεις των παραθύρων όψης να φτιάξει νέες και να τις σώσει με όποιο όνομα επιθυμεί.

Από όλα τα παράθυρα όψης μόνο ένα μπορεί να είναι ενεργό κάθε φορά και το ποιο είναι αυτό σημειώνεται με ένα παχύτερο περιθώριο γύρω του. Για να οριστεί ένα άλλο παράθυρο όψης ως ενεργό, αρκεί να γίνει μια φορά αριστερό κλικ με το ποντίκι μέσα του. Σημειώνεται ότι οι οποιοσδήποτε τροποποιήσεις του σχεδίου γίνονται σε ένα παράθυρο όψης εφαρμόζονται απευθείας και στα υπόλοιπα.

Εκτυπώνοντας από το AutoCAD

Όπως έχει προαναφερθεί, όλα τα αντικείμενα σχεδιάζονται στο AutoCAD στο φυσικό τους μέγεθος. Όταν όμως πρέπει να εκτυπωθούν είναι αναγκαίο να προσαρμοστούν σε μια συγκεκριμένη κλίμακα. Για το σκοπό αυτό, το AutoCAD χρησιμοποιεί δύο διαφορετικούς χώρους, το χώρο μοντέλου (model space) και το χώρο χαρτιού (paper space ή layout). Ο χώρος μοντέλου είναι ο χώρος στον οποίο δημιουργείται το σχέδιο, ενώ ο χώρος χαρτιού είναι ο χώρος από τον οποίο το σχέδιο εκτυπώνεται.

Το πλεονέκτημα που προσφέρει αυτός ο διαχωρισμός είναι ότι από το χώρο μοντέλου μπορούν να δημιουργηθούν πολλοί χώροι χαρτιού με διαφορετικές απόψεις του σχεδίου, χωρίς να χρειαστεί να μεταβληθούν καθόλου τα αντικείμενα (μετακίνηση, μεγέθυνση κλπ). Επιπλέον, οποιαδήποτε αλλαγή γίνει στο χώρο μοντέλου μεταφέρεται αυτόματα και στο χώρο χαρτιού, αυξάνοντας έτσι την ευελιξία.

Η μετακίνηση από τον ένα χώρο στον άλλο επιτυγχάνεται από τις καρτέλες που βρίσκονται στο κατώτερο μέρος της περιοχής σχεδίασης. Από το χώρο χαρτιού μπορούν να δημιουργηθούν παράθυρα όψεων (viewports) που “βλέπουν” στο χώρο μοντέλου χρησιμοποιώντας την εντολή MVIEW (τα παράθυρα αυτά είναι διαφορετικά από τα παράθυρα όψεων που περιγράφηκαν παραπάνω). Μόλις δημιουργηθεί ένα viewport, κάνοντας διπλό κλικ με το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού στο εσωτερικό του, αυτό ενεργοποιείται έτσι ώστε να οριστεί η οπτική γωνία του σχεδίου που είναι επιθυμητή από το χρήστη χρησιμοποιώντας τις εντολές απεικόνισης (ZOOM, PAN, VIEW κλπ). Η ίδια η viewport μπορεί να μετακινηθεί και να τοποθετηθεί σε οποιοδήποτε σημείο του χώρου χαρτιού χρησιμοποιώντας τις λαβές της, όπως και σε οποιοδήποτε άλλο αντικείμενο του AutoCAD. Ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει όσες viewports επιθυμεί στο χώρο χαρτιού, καλώντας κάθε φορά την εντολή MVIEW. Η έξοδος από τη viewport γίνεται κάνοντας διπλό κλικ με το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού έξω από αυτή.

Αφού δημιουργηθεί μια viewport και οριστεί η άποψή της, η τελευταία ενέργεια που απομένει είναι η προσαρμογή της στην επιθυμητή κλίμακα. Αυτή επιτυγχάνεται με τη χρήση της εντολής ZOOM. Αναλυτικά η διαδικασία που ακολουθείται είναι η εξής:

1. Η viewport ενεργοποιείται.
2. Εκτελείται η εντολή ZOOM.
3. Στην προτροπή, εισάγεται η επιθυμητή κλίμακα με τη μορφή `_/_XP` (π.χ. `1/2XP` σημαίνει ότι το σχέδιο θα εκτυπωθεί σε κλίμακα 1:2 ή στο μισό των πραγματικών του διαστάσεων και `3/1XP` σημαίνει ότι το σχέδιο θα εκτυπωθεί σε κλίμακα 3:1 ή 3 φορές μεγαλύτερο από την πραγματικότητα).

4. Η viewport απενεργοποιείται.

Το σχέδιο είναι έτοιμο για εκτύπωση επιλέγοντας την εντολή PLOT από το μενού File → Plot. Συνίσταται ο χρήστης να ελέγχει ΠΑΝΤΑ το τι θα εκτυπωθεί χρησιμοποιώντας το κουμπί Full Preview που βρίσκεται στο κάτω αριστερό άκρο του παραθύρου διαλόγου που εμφανίζεται και στη συνέχεια να προχωρεί στην εκτύπωση.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να πραγματοποιούνται αλλαγές στα αντικείμενα του σχεδίου από το χώρο χαρτιού.

Επίσης, σημειώνεται ότι αν δεν έχουν οριστεί προηγουμένως κατά τη δημιουργία του σχεδίου, τότε όταν επιλεγθεί για πρώτη φορά η καρτέλα του χώρου χαρτιού τότε το AutoCAD θα εμφανίσει ένα παράθυρο διαλόγου στο οποίο ο χρήστης πρέπει να ορίσει τον εκτυπωτή και το μέγεθος του χαρτιού που θα χρησιμοποιηθούν.