



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΟΡΩΝ

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΓΕΩΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΤΕ

Εφαρμογές του AutoCAD στην Αποτύπωση και το Σχεδιασμό Υπαίθριων Μεταλλείων

Πτυχιακή Εργασία

της

Μιχαλάκα Αικατερίνη, GE05575

που υποβάλλεται στο Τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων
του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας
για τη μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης
του Πτυχίου Μηχανικού Γεωτεχνολογίας Περιβάλλοντος ΤΕ



Κοζάνη, Απρίλιος 2021

Περίληψη

Βασικό αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας –όπως μαρτυρά και ο τίτλος της- είναι η μελέτη των εφαρμογών και του σχεδιασμού του προγράμματος AutoCAD. Στόχος της εργασίας είναι να αναδείξει τη χρησιμότητα του λογισμικού αυτού ως προς τον σχεδιασμό των υπαίθριων μεταλλείων, τόσο σε θεωρητικό υπόβαθρο όσο και δια μέσω έμπρακτων παραδειγμάτων. Στο πρώτο μέρος, γίνεται ειδική μνεία στα βασικά στοιχεία που απαιτούνται για την υπαίθρια εκμετάλλευση και δίνεται έμφαση στα βασικά στάδια του σχεδιασμού. Στο δεύτερο μέρος επιχειρείται μια ιστορική αναδρομή του εν λόγω λογισμικού φθάνοντας τελικά στην ανάλυση των βασικών εντολών που χρησιμοποιούνται στον τρισδιάστατο σχεδιασμό. Εν συνεχεία, εξετάζονται λεπτομερώς κάποιες ειδικές εφαρμογές μεταλλευτικών σχεδιασμών που έχουν ως πυρήνα το AutoCAD, και οι οποίες είναι: 1)Promine Mining and Geology Software, 2)Carlson Software, 3)QuickSurf – RockWare και 4)Autodesk AutoCAD civil 3D. Στο επόμενο μέρος και στην προσπάθεια να γίνει μία μεγαλύτερη εμβάθυνση, τονίζονται και αναπτύσσονται οι εντολές σχετικά με το σχεδιασμό των υπαίθριων εκσκαφών, ενώ στο τέλος δίδονται ζωντανά παραδείγματα χρήσης του παρόντος λογισμικού και των κανόνων του για την κατασκευή των υπαίθριων μεταλλείων.

Abstract

The main object of this dissertation - as evidenced by its title - is the study of AutoCAD including the applications and the design of this program. The aim of this work is to highlight the functionality of this software in the design of open pit mines, both on a theoretical basis and through practical examples. In the first part, the basic elements required for outdoor exploitation are mentioned and emphasis is placed on the basic stages of design. In the second part, a historical review of this software is given, eventually reaching the analysis of the basic commands used in 3D design. Furthermore, specific mining design applications based on AutoCAD are examined in detail, which are: 1) Promine Mining and Geology Software, 2) Carlson Software, 3) QuickSurf - RockWare and 4) Autodesk AutoCAD civil 3D. In the next part, the commands related to the design of the outdoor excavations are emphasized and developed, therefore a deeper understanding of the program is achieved. In addition, practical examples of the use of this software and its commands for the construction of the open pit mines are given.

Περιεχόμενα

Περίληψη	3
Abstract.....	4
Κεφάλαιο 1: Γενικές Πληροφορίες.....	9
1.1 Ιστορία	9
1.2 Άλλα λογισμικά	10
1.3 Επεκτάσεις.....	10
Κεφάλαιο 2: Σχεδιασμός Υπαίθριων Εκμεταλλεύσεων	12
2.1. Βασικοί ορισμοί και στοιχεία του σχεδιασμού	12
2.2. Τύποι εκμεταλλεύσεων	14
2.2.1. Επιφανειακή εκμετάλλευση κοιτασμάτων κατά λωρίδες (Strip mining).....	14
2.2.2. Επιφανειακή εκμετάλλευση με βαθμίδες για κοιτάσματα μεγάλης οριζόντιας εξάπλωσης (Terrace mining).	16
2.2.3. Επιφανειακή εκμετάλλευση με κλειστές βαθμίδες (χοανοειδής εκμετάλλευση)	17
2.2.4. Επιφανειακή εκμετάλλευση με ανοιχτές βαθμίδες.	18
2.3. Βασικές κατηγορίες παραμέτρων σχεδιασμού	18
2.3.1 Φυσικές παράμετροι	18
2.3.2. Οικονομικές παράμετροι	20
2.3.3. Περιβαλλοντικές παράμετροι.....	22
2.3.4. Τεχνολογικές παράμετροι.....	24
2.4. Βασικά στάδια του σχεδιασμού	25
2.4.1. Συμβατικές μέθοδοι	26
2.4.2. Μαθηματικοστατιστικές μέθοδοι.....	28
Κεφάλαιο 3: Εισαγωγή στον τρισδιάστατο σχεδιασμό του AutoCAD	33
3.1. Βασικές εντολές του AutoCAD	34
3.2. Συστήματα συντεταγμένων	35

3.3. Σχεδιασμός στο AutoCAD (3D)	36
3.3.1. Επιλέγοντας αντικείμενα	39
3.3.2. Zooming και panning	40
3.3.3. Έλξη αντικειμένων (object snap)	41
3.4. Μοντέλα στερεών (solid models)	44
3.5. Βασικές εντολές σχεδίασης	44
3.6. Βασικές εντολές τροποποίησης	46
3.7. Στερεά μέσω ανύψωσης (extrude solids)	47
3.8. Στερεά μέσω περιστροφής (revolved solids)	48
3.9. Πρωτογενή στερεά (primitive solids)	49
3.10. Boolean operations	51
3.11. Δημιουργία τομών στερεών με τις εντολές SECTION και SLICE	52
3.12. Αλλάζοντας συστήματα συντεταγμένων	53
3.13. Τρισδιάστατες όψεις	55
3.13.1. Αλλαγή όψης	55
3.13.2 Αλλαγή αριθμού όψεων	57
3.14. Εκτυπώνοντας από το AutoCAD	58
Κεφάλαιο 4: Ειδικές εφαρμογές μεταλλευτικού σχεδιασμού με βάση το AutoCAD	60
4.1. Promine Mining and Surveying Software	60
4.1.1. Ιστορία	60
4.1.2. Περιοχές λειτουργίας	60
4.1.3. Τα βασικά του Promine (Promine Essentials)	61
4.1.4. Μοντελοποίηση μονάδων (Modeling Modules)	62
4.1.5. Μηχανικές μονάδες (Engineering Modules)	62
4.1.6. Γεωλογικές Μονάδες (Geology Modules)	63
4.1.7. Ζωντανή Έρευνα (Live Survey)	64
4.1.8. Drones	64

4.1.9. Παράδειγμα	65
4.2. Carlson Software.....	66
4.2.1. Προφίλ.....	67
4.2.2. Προϊόντα	67
4.3. QuickSurf – Rockware	68
4.3.1. AutoCAD και αυτόνομες εκδόσεις	69
4.3.2. Εξαιρετική μοντελοποίηση επιφανειών	69
4.3.3. Κοπή και γέμισμα χωματουργικών έργων.....	70
4.3.4. Προηγμένες δυνατότητες περιγράμματος.....	71
4.3.5. Δημιουργία γρήγορης προβολής διατομής και προφίλ.....	71
4.3.6. Υποστηρίζοντας πολλαπλές πλατφόρμες	72
4.3.7. Rockware – Πετρέλαιο και φυσικό αέριο	73
4.3.8. Εξόρυξη.....	73
4.3.9. Περιβάλλον	73
4.3.10. Υδρογεωλογία.....	74
4.3.11. Γεωτεχνική Βιομηχανία.....	74
4.4. Autodesk AutoCAD Civil 3D	74
4.4.1. Εφαρμογές / Χρήσεις	74
4.4.2. Ιδιότητες του AutoCAD Civil 3D	75
Κεφάλαιο 5: Λειτουργίες του AutoCAD για σχεδιασμό υπαίθριων εκμεταλλεύσεων. ...	79
5.1. PLINE	79
5.1.1. Καθορίστε το σημείο έναρξης.....	79
5.1.2. Καθορίστε το επόμενο σημείο.....	80
5.1.3. Εντολές μόνο για γραμμή.	81
5.1.4. Εντολές μόνο για τόξο.....	82
5.1.5 Linetype Pattern.....	83
5.2. 3DPOLY.....	83

5.3. OFFSET	86
5.4. Properties	87
5.4.1. Τροποποίηση στερεών αντικειμένων 3D αλλάζοντας ιδιότητες	88
5.4.2. Τροποποίηση επιφανειακών αντικειμένων αλλάζοντας ιδιότητες	88
5.4.3. Τροποποιήστε τα αντικείμενα πλέγματος αλλάζοντας τις ιδιότητες	89
5.4.4. Τροποποίηση ιδιοτήτων τρισδιάστατου υπο-αντικειμένου	90
5.5. ELEV	91
5.6. 3DORBIT	92
5.7. PLAN	92
5.8. DIST	93
5.9. OSNAP	94
5.10. LAYERS	96
5.10.1 Layer List	97
5.10.2. Διαχείριση της λίστας Layer	100
5.10.3. Filters List	101
5.10.4. Miscellaneous Tools	102
5.10.5. Column Label Shortcut Menu	103
5.10.6. Layer List Shortcut Menu	104
5.10.7. Filter List Shortcut Menu	106
6. Παραδείγματα	109
6.1. Εφαρμογή του AutoCAD σε υπαίθριο ορυχείο	109
6.1.1. Κατασκευή μιας γεωλογικής βάσης δεδομένων	109
6.1.2. Τεχνική χωρικής παρεμβολής	109
6.1.3. Κατασκευή ενός τρισδιάστατου γεωλογικού μοντέλου	110
6.2. Σχεδιασμός λατομείου αδρανών	114
Βιβλιογραφία	129

Κεφάλαιο 1: Γενικές Πληροφορίες

Το AutoCAD είναι εμπορικό πακέτο σχεδιασμού με χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή (CAD). Αναπτύχθηκε και διατέθηκε στην αγορά από την Autodesk. (Press, 1995.) Το AutoCAD κυκλοφόρησε για πρώτη φορά τον Δεκέμβριο του 1982 ως εφαρμογή επιφάνειας εργασίας που εκτελείται σε μικροϋπολογιστές με εσωτερικούς ελεγκτές γραφικών. Πριν από την εισαγωγή του AutoCAD, τα περισσότερα εμπορικά προγράμματα CAD έτρεχαν σε κεντρικούς υπολογιστές ή μικροϋπολογιστές, με κάθε χειριστή CAD να λειτουργεί σε ξεχωριστό τερματικό γραφικών. Από το 2010, το AutoCAD κυκλοφόρησε και ως εφαρμογή για κινητά και web, που διατίθεται στο εμπόριο ως AutoCAD 360 (Weisberg, 2006).

Το AutoCAD χρησιμοποιείται στη βιομηχανία, από αρχιτέκτονες, διαχειριστές έργων, μηχανικούς, γραφίστες, πολεοδόμους και άλλους επαγγελματίες. Υποστηρίχθηκε από 750 κέντρα κατάρτισης παγκοσμίως το 1994 (Press, 1995).

1.1 Ιστορία

Το AutoCAD προέκυψε από ένα πρόγραμμα που ξεκίνησε το 1977 και στη συνέχεια κυκλοφόρησε το 1979 που ονομάζεται Interact CAD, που επίσης αναφέρεται στα πρώτα έγγραφα της Autodesk ως MicroCAD, το οποίο γράφτηκε πριν από την Autodesk (τότε Marinchip Software Partners) από τον συνιδρυτή της Autodesk Michael Riddle (Walker 1982).

Η πρώτη έκδοση από την Autodesk παρουσιάστηκε στο Comdex το 1982 και κυκλοφόρησε τον Δεκέμβριο. Οι υπολογιστές CP / M-80 που υποστηρίζονταν από το AutoCAD (Howitt 1984). Ως κορυφαίο προϊόν της Autodesk, μέχρι το Μάρτιο του 1986 το AutoCAD έγινε το πιο πανταχού παρόν πρόγραμμα CAD παγκοσμίως (Computer Graphics World 2011). Η έκδοση του 2020 σηματοδότησε την 34η μεγάλη έκδοση του AutoCAD για Windows. Η έκδοση του 2019 σηματοδότησε το ένατο συνεχόμενο έτος του AutoCAD για Mac. Η φυσική μορφή αρχείου του AutoCAD είναι .dwg. Αυτό και, σε μικρότερο βαθμό, τη μορφή του αρχείου ανταλλαγής DXF, έχουν γίνει στην πραγματικότητα, αν είναι αποκλειστικά, πρότυπα για τη διαλειτουργικότητα των CAD δεδομένων, ιδιαίτερα για την ανταλλαγή σχεδίων 2D. Το AutoCAD έχει συμπεριλάβει υποστήριξη για .dxf, που προωθείται από την Autodesk, για τη δημοσίευση δεδομένων CAD (Björk, Bo-Christer & Laakso, Mikael 2010).

1.2 Άλλα λογισμικά

Το ESRI ArcMap 10 επιτρέπει την εξαγωγή ως αρχεία σχεδίασης του AutoCAD. Το Civil 3D επιτρέπει την εξαγωγή ως αντικείμενα του AutoCAD και ως LandXML. Οι μετατροπές αρχείων τρίτου μέρους υπάρχουν για συγκεκριμένες μορφές όπως η επέκταση Bentley MX GENIO, η επέκταση PISTE (Γαλλία), η ISYBAU (Γερμανία), η OKSTRA και η Microdrainage (Ηνωμένο Βασίλειο). Επίσης, είναι εφικτή η μετατροπή των αρχείων .pdf , ωστόσο η ακρίβεια των αποτελεσμάτων μπορεί να είναι απρόβλεπτη ή παραμορφωμένη. Για παράδειγμα, ενδέχεται να εμφανιστούν οδοντωτές ακμές. Διάφοροι προμηθευτές παρέχουν δωρεάν μετατροπές στο διαδίκτυο, όπως το Cometdocs.autoCAD που χρησιμοποιούνται συνήθως σε όλους τους σκοπούς (Autodesk 2010).

1.3 Επεκτάσεις

Το AutoCAD υποστηρίζει μια σειρά API για προσαρμογή και αυτοματοποίηση. Αυτά περιλαμβάνουν το AutoLISP, το Visual LISP, το VBA, το .NET και το ObjectARX. Το ObjectARX είναι μια βιβλιοθήκη κατηγοριών C ++, η οποία ήταν επίσης η βάση για:

1. προϊόντα που επεκτείνουν τη λειτουργικότητα του AutoCAD σε συγκεκριμένα πεδία
2. δημιουργία προϊόντων όπως το AutoCAD Architecture, το AutoCAD Electrical, το AutoCAD Civil 3D
3. εφαρμογή τρίτου κατασκευαστή AutoCAD

Υπάρχουν πολλές πρόσθετες εφαρμογές του AutoCAD που διατίθενται στο κατάστημα εφαρμογών Autodesk Exchange. Το DXF του AutoCAD, η μορφή ανταλλαγής σχεδίων, επιτρέπει την εισαγωγή και εξαγωγή πληροφοριών σχεδίασης.

Η Autodesk έχει επίσης αναπτύξει μερικά κατακόρυφα προγράμματα για βελτιώσεις που σχετίζονται με την πειθαρχία, όπως:

1. AutoCAD Advance Steel
2. AutoCAD Architecture
3. AutoCAD CIVIL 3D
4. AutoCAD Electrical
5. AutoCAD ecscad
6. AutoCAD Map 3D
7. AutoCAD Mech
8. AutoCAD MEP

9. AutoCAD Structural Detailing

10. AutoCAD Utility Design

11. AutoCAD P&ID

12. AutoCAD Plant 3D

Κεφάλαιο 2: Σχεδιασμός Υπαίθριων Εκμεταλλεύσεων

2.1. Βασικοί ορισμοί και στοιχεία του σχεδιασμού

Υπαίθρια εκμετάλλευση. Οποιαδήποτε εκμετάλλευση στερών πρώτων υλών, η οποία πραγματοποιείται με οικονομικά συμφέροντες όρους.

Άγονα και υπερκείμενα: Το χωρίς οικονομική σημασία πέτρωμα που περιβάλλει το κοιτάσμα. Άγονα χαρακτηρίζονται και τα χαμηλής ποιότητας τμήματα του κοιτάσματος των οποίων η επεξεργασία μετά την εξόρυξη είναι ασύμφορη. Υπερκείμενα χαρακτηρίζονται τα άγονα που υπέρκεινται του κοιτάσματος και πρέπει να απομακρυνθούν για να πραγματοποιηθεί η εκμετάλλευση.

Αποκάλυψη: Η εξόρυξη και απομάκρυνση των αγόνων από το μέτωπο. Η φάση της εργασίας αυτής, η οποία πραγματοποιείται πριν την έναρξη της παραγωγής του ορυκτού ή του μεταλλεύματος ονομάζεται αρχική αποκάλυψη.

Σχέση αποκάλυψης: Ορίζεται ως ο αριθμός των μονάδων όγκου ή βάρους αγόνων που πρέπει να απομακρυνθούν για να αποκαλυφθεί μία μονάδα χρήσιμου προϊόντος και δίνεται από τη σχέση:

$$\Sigma A = \frac{\text{Άγονα (m}^3\text{)}}{\text{Χρήσιμο συστατικό (ton ή m}^3\text{)}}$$

Κλίση πρανούς: Η γωνία ή η κλιτύς ενός πρανούς με το οριζόντιο επίπεδο.

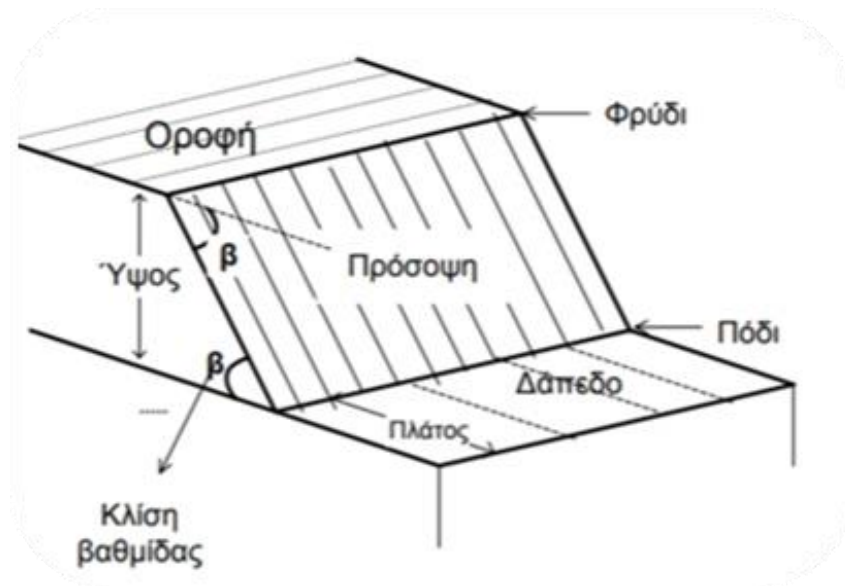
Γωνία κατολίσθησης. Η κλίση του πρανούς, φυσικού ή τεχνητού, στην οποία ξεκινά η κατολίσθηση.

Γωνία φυσικού πρανούς. Η μέγιστη κλίση υπό την οποία σωρός χαλαρού ή θραυσμένου υλικού βρίσκεται σε ισορροπία.

Βαθμίδα. Είναι η συνήθης μορφή ενός μετώπου παραγωγής. Αποτελείται από δύο ελεύθερες επιφάνειες: μία οριζόντια και μία κατακόρυφη ή κεκλιμένη με μεγάλη κλίση. Κάθε βαθμίδα αποτελεί μονάδα παραγωγής και χαρακτηρίζεται με βάση την κλίση, το πλάτος, το ύψος, το φρύδι και το πόδι (Σχήμα 2.1).

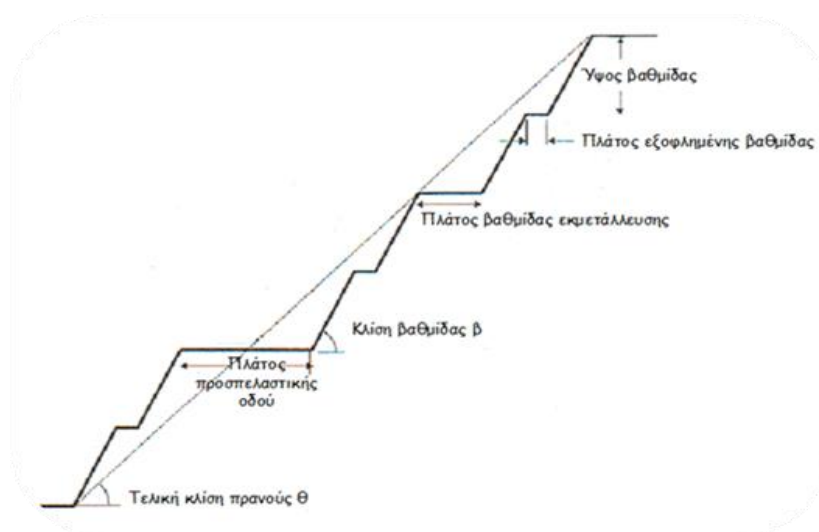
Το μήκος και η κατεύθυνση προς την οποία αναπτύσσεται η βαθμίδα εξαρτάται από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κοιτάσματος, τη μορφολογία της περιοχής και το βάθος.

- **Ανοικτές βαθμίδες.** Αναπτύσσονται όταν η εκμετάλλευση πραγματοποιείται στην πλαγιά ενός λόφου.
- **Κλειστές βαθμίδες.** Αναπτύσσονται σε βάθος δημιουργώντας μια χοανοειδή εκσκαφή.



Σχήμα 2.1 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά βαθμίδας

Κλίση πρανούς εκμετάλλευσης. Η κλίση που έχουν τα πρανή της εκμετάλλευσης προς το οριζόντιο επίπεδο οποιαδήποτε στιγμή κατά τη διάρκεια της εκμετάλλευσης. Μέγιστη, τελική ή οριακή κλίση είναι η κλίση στην οποία μπορεί να φθάσει με ασφάλεια η εκμετάλλευση κατά την τελική φάση (Σχήμα 2.2).



Σχήμα 2.2 Πρανές εκμετάλλευσης

Οι υπαίθριες εκμεταλλεύσεις γενικά θεωρείται ότι παρουσιάζουν τα κάτωθι πλεονεκτήματα:

- Δυνατότητα εκλεκτικής εκμετάλλευσης (υπό προϋποθέσεις)
- Υψηλός συντελεστής απόληψης
- Χαμηλότερο κόστος εξόρυξης
- Δυνατότητα παραγωγής μεγάλων διαστάσεων όγκων κατάλληλων για ειδικές χρήσεις
- Ευελιξία στην παραγωγή

2.2. Τύποι εκμεταλλεύσεων

Οι επιφανειακές εκμεταλλεύσεις μπορούν να διακριθούν σε τέσσερις βασικούς τύπους:

- Επιφανειακή εκμετάλλευση κοιτασμάτων κατά λωρίδες (Strip mining).
- Επιφανειακή εκμετάλλευση με βαθμίδες για κοιτάσματα μεγάλης οριζόντιας εξάπλωσης (Terrace mining).
- Επιφανειακή εκμετάλλευση με κλειστές βαθμίδες (χοανοειδής εκμετάλλευση - Conical pit).
- Επιφανειακή εκμετάλλευση με ανοιχτές βαθμίδες.

Η επιλογή του τύπου εκμετάλλευσης εξαρτάται από τη γεωμετρία και τα χαρακτηριστικά του κοιτάσματος.

2.2.1. Επιφανειακή εκμετάλλευση κοιτασμάτων κατά λωρίδες (Strip mining)

Η επιφανειακή εκμετάλλευση κοιτασμάτων κατά λωρίδες αναφέρεται κυρίως σε κοιτάσματα γαιανθράκων και διακρίνονται δύο βασικές κατηγορίες:

A) Περιφερειακή εκμετάλλευση (Contour Mining)

Αναπτύσσεται σε λοφώδες περιβάλλον όταν τα κοιτάσματα είναι οριζόντια ή σχεδόν οριζόντια, όπου ένα απότομο πρηνές οριοθετεί το εύρος που μπορεί να είναι οικονομικά εκμεταλλεύσιμο. Η εκμετάλλευση ακολουθείται συχνά από πλευρική εξόρυξη τμήματος του εναπομένου κοιτάσματος που έχει εγκαταλειφθεί στο πρηνές της εκσκαφής, με συστήματα ατέρμονων κοχλιών (augering). Μικροί ερπυστριοφόροι (crawler-mounted) εκσκαφείς με συρόμενο κάδο (draglines) και μηχανικά πτύα (shovels) χρησιμοποιούνται για την αποκάλυψη και εκμετάλλευση του κοιτάσματος. Επίσης χρησιμοποιούνται προωθητήρες

(bulldozers), μηχανικά άροτρα (rippers), ελαστικοφόροι φορτωτές (rubber-tyred loaders) και αποξεστήρες (scrapers), ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια.

Για περιβαλλοντικούς λόγους έχει υιοθετηθεί τα τελευταία χρόνια η μέθοδος “haul-back”, όπου τα υπερκείμενα μεταφέρονται κατά μήκος της περιφερειακής εκσκαφής και αποτίθενται στην εξοφλημένη από την εκμετάλλευση περιοχή.



Εικόνα 2.1 Περιφερειακή εκμετάλλευση

B) Εκμετάλλευση ευρείας περιοχής (Area Mining)

Εφαρμόζεται όταν η επιφάνεια του εδάφους και το κοίτασμα είναι σχετικά οριζόντια, έτσι ώστε η ευρύτερη περιοχή να μπορεί να εκμεταλλεύεται από μία διαδοχή λωρίδων (strips). Συνήθως, τα μεγάλα αποθέματα (κυρίως άνθρακα) υφίστανται εκμετάλλευση με μία συνεχή προοδευτική κίνηση ενός επιμήκους μετώπου καλύπτοντας έτσι ολόκληρη την περιοχή της εκμετάλλευσης, πολλές φορές κάτω από συνθήκες μικρής διακύμανσης του πάχους των υπερκειμένων. Η τάση γενικά για αυτού του είδους τις εκμεταλλεύσεις ευνοεί την χρήση μεγάλων μηχανημάτων.

Η μέθοδος strip mining εφαρμόζεται όλο και περισσότερο σε πολυστρωματικά κοιτάσματα καθώς τα μικρού βάθους μονοστρωματικά κοιτάσματα τείνουν να εξαντληθούν. Ένας αριθμός τεχνικών έχει αναπτυχθεί με σκοπό την αντιμετώπιση πολυστρωματικών κοιτασμάτων, εξαιτίας όμως της τεράστιας ποικιλίας των γεωμετρικών κυρίως χαρακτηριστικών των κοιτασμάτων, είναι δύσκολο να γίνει ταξινόμηση των μεθόδων αυτών

και να υιοθετηθεί μία διαδικασία λογικής επιλογής όπως στην περίπτωση των μονοστρωματικών κοιτασμάτων (Μενεγάκη 2010).



Εικόνα 2.2 Strip Mining

2.2.2. Επιφανειακή εκμετάλλευση με βαθμίδες για κοιτάσματα μεγάλης οριζόντιας εξάπλωσης (Terrace mining).

Όταν τα υπερκείμενα ή και το μετάλλευμα έχουν πολύ μεγάλο πάχος, τότε δεν είναι δυνατόν να γίνει άμεση απόθεση των στείρων εγκάρσια προς την τάφρο εκμετάλλευσης ακόμα και αν χρησιμοποιούνται μεγάλα εκσκαπτικά μηχανήματα. Στην περίπτωση αυτή, τα υπερκείμενα στείρα πρέπει να μεταφέρονται περιφερειακά γύρω από την τάφρο εκμετάλλευσης με ταινιόδρους, τραίνα ή φορτηγά αυτοκίνητα και να αποτίθενται στον κενό εξοφλημένο χώρο του ορυχείου. Στα ορυχεία αυτά πρέπει σχεδόν πάντα να επιτυγχάνονται οικονομίες μεγάλης κλίμακας.

Αποτελεί την κύρια μορφή εκμετάλλευσης των λιγνιτικών κοιτασμάτων της χώρας με την εφαρμογή της καλούμενης «γερμανικής μεθόδου», στην οποία χρησιμοποιείται ως κύριος εξοπλισμός ένα σύστημα συνεχούς λειτουργίας αποτελούμενο από ηλεκτροκίνητους καδοφόρους εκσκαφείς, ταινιόδρους και αποθέτες.

Εκτός από τον κύριο αυτό εξοπλισμό χρησιμοποιούνται κατά θέσεις εκρηκτικές ύλες για τη χαλάρωση κάποιων σκληρών σχηματισμών, οι οποίοι στη συνέχεια εκσκάπτονται με τη βοήθεια μηχανικών πτύων (shovels) και διακινούνται με μεγάλα χωματουργικά αυτοκίνητα (dumpers) (Μενεγάκη 2010).



Σχήμα 2.3 Terrace mining

2.2.3. Επιφανειακή εκμετάλλευση με κλειστές βαθμίδες (χοανοειδής εκμετάλλευση)

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται για την εκμετάλλευση κοιτασμάτων ακανόνιστου σχήματος (σωληνοειδή, stockworks) καθώς και έντονα κεκλιμένων στρωσιγενών κοιτασμάτων. Παρά την ονομασία της, η μορφή του ορυχείου πολλές φορές αποκλίνει σημαντικά από το σχήμα της χοάνης (ανεστραμμένου κώνου) διότι προσαρμόζεται κάθε φορά στις γεωμετρικές ανωμαλίες και στις διακυμάνσεις της ποιότητας του κοιτάσματος. Η εξόρυξη γίνεται συνήθως με μηχανικά μέσα για τα σχετικά μαλακά πετρώματα, ενώ σε περιπτώσεις σκληρών σχηματισμών χρησιμοποιούνται εκρηκτικές ύλες (Μενεγάκη 2010).



Εικόνα 2.3 Επιφανειακή εκμετάλλευση στο μεταλλείο Μαγούλας (κλειστή εκσκαφή).

2.2.4. Επιφανειακή εκμετάλλευση με ανοιχτές βαθμίδες.

Η μέθοδος αυτή είναι η πλέον χρησιμοποιούμενη μέθοδος εκμετάλλευσης κοιτασμάτων στην Ελλάδα, ειδικά όσον αφορά στα μάρμαρα και στα αδρανή υλικά. Η μορφή του ορυχείου προσαρμόζεται στις εκάστοτε γεωμορφολογικές συνθήκες και στις ιδιαιτερότητες του κοιτάσματος. Η εξόρυξη γίνεται με χρήση εκρηκτικών υλών για τις εκμεταλλεύσεις αδρανών υλικών ή μεταλλευμάτων που απαντούν σε σκληρούς σχηματισμούς, ενώ η εκμετάλλευση των κοιτασμάτων μαρμάρου πραγματοποιείται ειδικά τα τελευταία χρόνια σχεδόν αποκλειστικά με μηχανική εξόρυξη (κυρίως συρματοκοπή) (Μενεγάκη 2010).



Εικόνα 2.4 Λατομείο εξόρυξης μπεντονίτη: ΑΓΓΕΡΙΑ ΜΗΛΟΥ

2.3. Βασικές κατηγορίες παραμέτρων σχεδιασμού

Οι παράμετροι που επιδρούν στο σχεδιασμό μιας εκμετάλλευσης μπορούν να διακριθούν στις ακόλουθες γενικές κατηγορίες:

- TMΦυσικές παράμετροι
- TMΟικονομικές παράμετροι
- TMΠεριβαλλοντικές παράμετροι
- TMΤεχνολογικές παράμετροι

2.3.1 Φυσικές παράμετροι

Τα γεωλογικά και ορυκτολογικά χαρακτηριστικά ενός κοιτάσματος, τα οποία έχουν επίπτωση στην οικονομικότητα και κατ' επέκταση στο σχεδιασμό μιας εκμετάλλευσης είναι:

Υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά της περιοχής. Τα χαρακτηριστικά αυτά επιδρούν αφενός στην ευστάθεια των πρανών και αφετέρου στο συνολικό κόστος της εκμετάλλευσης, λόγω των αυξημένων δαπανών που απαιτούνται για την άντληση των υδάτων στην περίπτωση της εισροής νερών στην εκμετάλλευση.

Τεκτονική της περιοχής (ρήγματα, συστήματα κατακλάσεων κ.λπ.). Επηρεάζει την αντοχή και τα μηχανικά χαρακτηριστικά των πετρωμάτων, καθώς και την ευστάθεια των πρανών. Επιδρά, επομένως, άμεσα στα χαρακτηριστικά της εκμετάλλευσης (μέθοδος εκμετάλλευσης, γωνία πρανών, κ.λπ.). Ιδιαίτερη σημασία έχει η τεκτονική στην περίπτωση των εκμεταλλεύσεων μαρμάρων, καθώς καθορίζει το μέγεθος των καθαρών όγκων που μπορούν να παραχθούν.

Τοπογραφία της περιοχής. Το τοπογραφικό ανάγλυφο της περιοχής επιδρά στη σχέση αποκάλυψης του κοιτάσματος αλλά και στη γεωμετρία της εκμετάλλευσης επηρεάζοντας άμεσα το βαθμό στον οποίο η εκμετάλλευση είναι ορατή από την ευρύτερη περιοχή.

Γεωμετρία κοιτάσματος. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά που επηρεάζουν τη μέθοδο και κατ' επέκταση την οικονομικότητα της εκμετάλλευσης είναι:

- i. Το σχήμα και η μορφή του κοιτάσματος (φλεβοειδές, στρωματοειδές, κλπ.)
- ii. Η κλίση του κοιτάσματος
- iii. Το πάχος των υπερκειμένων
- iv. Το τελικό βάθος του κοιτάσματος
- v. Η γεωμετρία του κοιτάσματος σε συνδυασμό με τα ποιοτικά του χαρακτηριστικά καθορίζει επίσης τα απολήψιμα αποθέματα.

Μηχανικά χαρακτηριστικά κοιτάσματος και περιβαλλόντων πετρωμάτων. Επηρεάζουν την επιλογή της μεθόδου εκμετάλλευσης, την μέγιστη επιτρεπόμενη κλίση των πρανών ενώ έχουν σημασία και για το κόστος όρυξης διατηρημάτων και την κατανάλωση των εκρηκτικών υλών.

Γεωγραφική θέση κοιτάσματος. Η γεωγραφική θέση του κοιτάσματος επηρεάζει άμεσα το κόστος μεταφοράς του υλικού. Καθορίζει, επίσης, τα έργα υποδομής που απαιτούνται στην περιοχή (οδικό δίκτυο, δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, κ.λπ.). Η γεωγραφική θέση συνδέεται άμεσα με τις επιπτώσεις της εκμετάλλευσης στην ευρύτερη περιοχή. Η γειτνίαση μιας εκμετάλλευσης με αστικά κέντρα μπορεί να οδηγήσει σε έντονες κοινωνικές αντιδράσεις (περίπτωση λατομείων αδρανών υλικών) με αποτέλεσμα ακόμη και των τερματισμό των εργασιών της εκμετάλλευσης. Σε άλλες περιπτώσεις (π.χ. λιγνίτες) μπορεί να απαιτείται η μετεγκατάσταση οικισμών, η οποία και θα πρέπει να προβλεφθεί κατά τη φάση του σχεδιασμού της εκμετάλλευσης, καθώς αυξάνει το κόστος και επηρεάζει την πορεία των εργασιών της εκμετάλλευσης.

Κλίμα της περιοχής. Οι κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν σε μια περιοχή μπορεί να επηρεάσουν την περίοδο λειτουργίας της εκμετάλλευσης κατά τη διάρκεια του έτους και το είδος του εξοπλισμού που θα χρησιμοποιηθεί. Επίσης μπορεί να απαιτηθούν διαφοροποιήσεις στο σχεδιασμό της εκμετάλλευσης (π.χ. διαπλάτυνση προσπελαστικών οδών σε συνθήκες παγετού για την ασφαλή και απρόσκοπτη κίνηση των οχημάτων).

2.3.2. Οικονομικές παράμετροι

Οικονομική ή οριακή ή μέγιστη σχέση αποκάλυψης. Η οικονομική σχέση αποκάλυψης προσδιορίζει το «νεκρό σημείο» της δραστηριότητα, το σημείο, δηλαδή, εκείνο, όπου το κόστος της επιφανειακής εκμετάλλευσης ισούται με το έσοδο της επιχείρησης, με αποτέλεσμα η επιχείρηση να καλύπτει τα έξοδά της χωρίς να πραγματοποιεί ούτε κέρδος ούτε ζημιά. Στην περίπτωση επιλογής μεταξύ επιφανειακής και υπόγειας εκμετάλλευσης η οικονομική σχέση αποκάλυψης αναφέρεται στη στιγμιαία εκείνη σχέση όπου το κόστος της επιφανειακής εξισώνεται με το κόστος της υπόγειας εκμετάλλευσης. Η οικονομική σχέση αποκάλυψης προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$R_E = \frac{A - B}{C}$$

Όπου:

- A. Έσοδα/τον χρήσιμου συστατικού
- B. Κόστος εξόρυξης και επεξεργασίας/τον χρήσιμου συστατικού
- C. Κόστος αποκάλυψης /τον αγόνων

Σε αρκετές περιπτώσεις η οικονομική σχέση αποκάλυψης αναφέρεται στο ελάχιστο αποδεκτό κέρδος για την επιχείρηση αντί για το νεκρό σημείο, οπότε η προηγούμενη σχέση διαμορφώνεται ως εξής:

$$R_E = \frac{A - (B + D)}{C}$$

Όπου, D. Ελάχιστο κέρδος/τον χρήσιμου συστατικού.

Οριακή περιεκτικότητα. Η οριακή περιεκτικότητα ορίζεται ως η ελάχιστη περιεκτικότητα του κοιτάσματος σε χρήσιμο συστατικό, για την οποία υπό δεδομένες συνθήκες (κόστος εκμετάλλευσης και επεξεργασίας, τιμή πώλησης του υλικού) η εκμετάλλευση του κοιτάσματος είναι οικονομικά συμφέρουσα. Εκφράζει, δηλαδή, την

περιεκτικότητα ανά τόνο μεταλλεύματος στην οποία εξισώνονται τα κόστη εκμετάλλευσης, επεξεργασίας και διάθεσης του τελικού προϊόντος με τα έσοδα από την πώληση αυτού. Όταν η περιεκτικότητα σε χρήσιμο συστατικό είναι μικρότερη από την οριακή περιεκτικότητα τότε το υλικό χαρακτηρίζεται ως άγονο, ενώ όταν είναι μεγαλύτερη ως μέταλλευμα.

Η τιμή πώλησης του μεταλλεύματος αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για τον προσδιορισμό της οριακής περιεκτικότητας, η οποία ανάλογα με τη διαμόρφωση των τιμών των μετάλλων μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια ζωής της εκμετάλλευσης. Επομένως, κατά το σχεδιασμό της εκμετάλλευσης θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη σενάρια για διαφορετικές τιμές πώλησης, καθώς οι τιμές των μετάλλων σε μια δεδομένη χρονική περίοδο καθορίζονται από τους νόμους της αγοράς και η πρόβλεψη της εξέλιξής τους είναι ιδιαίτερα δύσκολη. Επίσης, κατά τη διάρκεια ζωής της εκμετάλλευσης μεταβάλλεται και το κόστος ανάλογα με την απόσταση μεταφοράς, τον όγκο των αγόνων που πρέπει να απομακρυνθούν τη δεδομένη χρονική στιγμή για την αποκάλυψη ενός τμήματος του κοιτάσματος, κ.λπ.

Συσχέτιση οριακής περιεκτικότητας και οικονομικής σχέσης αποκάλυψης. Σε δεδομένη τιμή μεταλλεύματος και οριακή περιεκτικότητα αντιστοιχεί μία συγκεκριμένη τιμή της σχέσης αποκάλυψης, η οποία στην πράξη προσδιορίζει το μέγιστο επιτρεπόμενο όγκο των αγόνων που μπορούν, από οικονομική άποψη, να μετακινηθούν για την αποκάλυψη ενός όγκου μεταλλεύματος.

Με βάση την τιμή της σχέσης αποκάλυψης και την επιτρεπόμενη κλίση πρσανούς μπορούν να προσδιορισθούν τα όρια του κοιτάσματος και κατά συνέπεια τα απολήψιμα αποθέματα.

Λαμβάνοντας υπόψη την επιτρεπόμενη κλίση πρσανούς και τις αντίστοιχες σχέσεις αποκάλυψης το απολήψιμο κοίτασμα περιορίζεται με βάση τα γεωμετρικά όρια που καθορίζουν οι δύο αυτές παράμετροι.

Επίδραση τρόπου αποκάλυψης στο σχεδιασμό της εκμετάλλευσης. Υπάρχουν τέσσερις βασικές μέθοδοι συνδυασμού αποκάλυψης και παραγωγής, οι οποίες χαρακτηρίζονται από τη σχέση του λόγου αποκάλυψης με το χρόνο:

Α) Μειούμενη σχέση εκμετάλλευσης. Στην περίπτωση αυτή διακινείται όλη η ποσότητα των αγόνων από τη βαθμίδα εκμετάλλευσης μέχρι τα τελικά όρια του ορυχείου. Η μέθοδος πλεονεκτεί έναντι των υπολοίπων στα εξής σημεία: προσφέρει το μέγιστο δυνατό χώρο εργασίας, υπάρχει άμεση πρόσβαση στο μέταλλευμα της επόμενης βαθμίδας, το σύνολο του εξοπλισμού απασχολείται στο ίδιο επίπεδο, η μόλυνση του μεταλλεύματος από το

εξορυσσόμενο με εκρηκτικά στείρο από υψηλότερες βαθμίδες περιορίζεται στο ελάχιστο και η απαίτηση μηχανικού εξοπλισμού προς το τέλος της παραγωγικής ζωής της εκμετάλλευσης είναι μικρή.

Αντίθετα, η συγκεκριμένη μέθοδος εμφανίζει τους χειρότερους οικονομικούς δείκτες, αφού η ανάγκη για διάθεση κεφαλαίων εγκατάστασης και χρήσης μηχανικού εξοπλισμού είναι μεγάλη από το πρώτα στάδια ανάπτυξης της εκμετάλλευσης.

Αυξανόμενη σχέση εκμετάλλευσης. Με τη συγκεκριμένη μέθοδο εξορύσσεται μόνο η ακριβώς αναγκαία ποσότητα αγόνων που απαιτείται για την αποκάλυψη της προγραμματισμένης ποσότητας μεταλλεύματος. Παρουσιάζει τους καλύτερους οικονομικούς δείκτες, αλλά προκαλεί συνωστισμό, αφού η εκμετάλλευση αναπτύσσεται ταυτόχρονα σε πολλές διαδοχικές βαθμίδες.

Σταθερή σχέση εκμετάλλευσης. Οι απαιτήσεις σε εξοπλισμό και έμψυχο δυναμικό είναι θεωρητικά σταθερές. Γενικά η μέθοδος εμπεριέχει κάποια από τα μειονεκτήματα αλλά και από τα πλεονεκτήματα των δύο προηγούμενων μεθόδων.

Εκμετάλλευση σε διαδοχικές φάσεις. Η μέθοδος εμφανίζει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- Παρουσιάζει σημαντικές χρηματικές εισροές κατά την αρχική περίοδο της εκμετάλλευσης.
- Ο μηχανικός εξοπλισμός και το εργατικό προσωπικό μπορούν σε μικρό χρονικό διάστημα να αποκτήσουν τη μέγιστη παραγωγική δυναμικότητα.
- Μπορεί να πραγματοποιηθεί ταυτόχρονα εκμετάλλευση σε απομακρυσμένες περιοχές φόρτωσης μεταλλεύματος και αποκάλυψης, παρέχοντας ευελιξία.
- Δεν απαιτείται η ταυτόχρονη λειτουργία πολλών μετώπων για την επίτευξη της επιθυμητής παραγωγής.
- Σε μεγάλης εξάπλωσης κοιτάσματα υπάρχει επαρκής χώρος που εξασφαλίζει ιδανικές συνθήκες λειτουργίας του μηχανικού εξοπλισμού.

2.3.3. Περιβαλλοντικές παράμετροι

Ο σχεδιασμός μιας εκμετάλλευσης θα πρέπει υπό το πρίσμα της περιβαλλοντικής προστασίας να επιδιώκει:

- Την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (τοπίο, αέρας, έδαφος, νερά, χλωρίδα, πανίδα)

- Την ελαχιστοποίηση της όχλησης
- Την διαμόρφωση ενός αποτελεσματικού σχεδίου αποκατάστασης (αιιφορία, συμβατότητα με περιβάλλουσες χρήσεις γης, κ.λπ.).

Προσανατολισμός της εκμετάλλευσης – Προχώρηση των εργασιών. Ο προσανατολισμός της εκμετάλλευσης και η διεύθυνση προχώρησης των εξορυκτικών εργασιών σε σχέση με τα κρίσιμα σημεία παρατήρησης, αποτελούν βασικούς παράγοντες του σχεδιασμού, καθώς επηρεάζουν την επιφάνεια των μετώπων της εκσκαφής που γίνεται αντιληπτή από τους παρατηρητές. Η επιλογή του προσανατολισμού και της διεύθυνσης προχώρησης πρέπει να αποσκοπεί στην ελαχιστοποίηση της επιφάνειας των πρανών, η οποία, συνήθως, εμφανίζει έντονη γεωμετρική και χρωματική αντίθεση με το περιβάλλον τοπίο.

Προσαρμογή στις γραμμές του φυσικού ανάγλυφου. Η ανάπτυξη των βαθμίδων της εκμετάλλευσης υιοθετώντας τις γραμμές του φυσικού ανάγλυφου, σε περιπτώσεις που η θέαση της εκσκαφής είναι έντονη, βοηθά στην καλύτερη προσαρμογή της εκμετάλλευσης στο περιβάλλον τοπίο και στην άμβλυνση της οπτικής ρύπανσης.

Προστατευτικές στήλες πετρώματος. Σε ορισμένες περιπτώσεις η εγκατάλειψη μιας προστατευτικής στήλης πετρώματος, σε συνδυασμό με τη διαμόρφωση του φυσικού ανάγλυφου μπορεί να βοηθήσει στην απόκρυψη της εκμετάλλευσης από τα κρίσιμα σημεία παρατήρησης. Στην περίπτωση αυτή υπάρχει μια μικρότερη ή μεγαλύτερη απώλεια κοιτάσματος.

Αναχώματα. Εάν το υπό εκμετάλλευση κοίτασμα έχει μεγάλη οικονομική αξία είναι προτιμότερη η δημιουργία τεχνικών οπτικών εμποδίων (αναχώματα), που θα επιτρέψουν τη μερική ή ολική απόκρυψη της εκμετάλλευσης. Στην περίπτωση αυτή, παράγοντας κρίσιμης σημασίας είναι η επιλογή της θέσης που θα κατασκευαστεί το ανάχωμα και μικρότερης σημασίας ο σχεδιασμός της εκμετάλλευσης. Η κατασκευή του οπτικού εμποδίου κοντά στη θέση παρατήρησης αυξάνει την αποτελεσματικότητά του. Συχνά όμως προκύπτουν προβλήματα ως προς την θέση κατασκευής, καθώς εμπλέκονται διάφοροι εξωγενείς παράγοντες (π.χ. ιδιοκτησιακό καθεστώς του χώρου που θα πραγματοποιηθεί η κατασκευή).

Εκμετάλλευση με χοανοειδή εκσκαφή. Η διαμόρφωση εκσκαφής χοανοειδούς μορφής μπορεί να αποκρύψει πλήρως την εκμετάλλευση. Εάν, μάλιστα, συνδυαστεί και με άλλες επιλογές, όπως π.χ. κατασκευή υπόγειων εγκαταστάσεων θραύσης, εκτός από την οπτική

ρύπανση, μπορούν να ελαχιστοποιηθούν επίσης η ηχητική και η αέρια ρύπανση. Στην περίπτωση αυτή όμως, απαιτούνται επιπρόσθετα έργα υποδομής, συχνά αυξημένου κόστους.

Τα αποτελέσματα του εναλλακτικού σχεδιασμού της εκμετάλλευσης, τουλάχιστον ως προς την προστασία του τοπίου και την απόκρυψη της εκσκαφής, μπορούν να ελεγχθούν εύκολα με τη βοήθεια σύγχρονων μοντέλων εκτίμησης των μεταβολών του ανάγλυφου και παραμέτρων της ευαισθησίας παρατήρησης με χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών.

Ο περιορισμός των περιβαλλοντικών επιπτώσεων με την επιλογή κατάλληλων παραμέτρων του σχεδιασμού της εκμετάλλευσης προϋποθέτει, συχνά, σημαντική επιβάρυνση στο κόστος της εκμετάλλευσης, είτε γιατί πρέπει να υλοποιηθούν έργα υποδομής (π.χ. αναχώματα, υπόγειες εγκαταστάσεις, κ.ά.) είτε γιατί πρέπει να διαφοροποιηθούν κρίσιμοι για το παραγωγικό κόστος παράγοντες της εκμετάλλευσης (π.χ. ύψος βαθμίδων, έκταση μετώπου εργασίας, κ.ά.) είτε γιατί πρέπει να εγκαταλειφθεί ένα μέρος του κοιτάσματος (π.χ. να αφηθεί προστατευτική στήλη πετρώματος για να εμποδίσει τη θέαση της εκσκαφής). Από την άλλη πλευρά, σε αρκετές περιπτώσεις, η υιοθέτηση ενός σχεδίου εκμετάλλευσης, φιλικότερου προς το περιβάλλον, καθίσταται αναγκαία και ικανή συνθήκη για την εγκατάσταση της εξορυκτικής δραστηριότητας, ειδικά σε περιοχές που γειτνιάζουν με άλλες οικονομικές δραστηριότητες και οικιστικές ζώνες. Για τους λόγους αυτούς, η τελική επιλογή του σχεδίου εκμετάλλευσης είναι ένα σύνθετο πρόβλημα, που πρέπει να στηρίζεται σε μια εμπειριστατωμένη ανάλυση κόστους – οφέλους όλων των σχετικών παραμέτρων (κόστος παραγωγής, περιβαλλοντικό κόστος, κοινωνική αποδοχή, κ.λπ.).

2.3.4. Τεχνολογικές παράμετροι

Οι τεχνολογικές εξελίξεις τόσο σε επίπεδο εξοπλισμού όσο και σε επίπεδο εργαλείων σχεδιασμού προσφέρουν σήμερα πολλές δυνατότητες για την βέλτιστη αξιοποίηση των κοιτασμάτων. Η επιλογή κατάλληλου τύπου μηχανημάτων για την εξόρυξη αλλά και την επεξεργασία είναι κρίσιμης σημασίας για την απρόσκοπτη λειτουργία της επιχείρησης, καθώς μπορεί να επηρεάσει σημαντικά το τελικό οικονομικό αποτέλεσμα. Τα σύγχρονα εργαλεία σχεδιασμού, τέλος, παρέχουν τη δυνατότητα διαμόρφωσης πολλών εναλλακτικών σεναρίων που μπορούν να ελεγχθούν άμεσα ως προς την αποτελεσματικότητά τους σε οικονομικό επίπεδο αλλά και σε επίπεδο περιβαλλοντικής προστασίας (Μενεγάκη 2010).

2.4. Βασικά στάδια του σχεδιασμού

Ο σχεδιασμός μιας εκμετάλλευσης ξεκινάει κατά το στάδιο της κύριας έρευνας, η οποία περιλαμβάνει κατά κύριο λόγο τη δειγματοληψία με την όρυξη γεωτρήσεων.

Η επεξεργασία των δεδομένων από τις δειγματοληπτικές γεωτρήσεις θα δώσει πληροφορίες για τα όρια του κοιτάσματος και τη διαφοροποίηση της περιεκτικότητας του χρήσιμου συστατικού. Μπορούν να χαραχθούν, σε μια πρώτη προσέγγιση, τα όρια του κοιτάσματος και να εξαχθούν τομές, οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση των αποθεμάτων. Ο στόχος είναι να δημιουργηθεί ένα, όσο το δυνατόν, πιο αντιπροσωπευτικό μοντέλο του κοιτάσματος. Για το σκοπό αυτό τα «σημειακά» δεδομένα των γεωτρήσεων πρέπει να αντικατασταθούν με χωρικά.

Η μεθοδολογία περιλαμβάνει την κατάτμηση του κοιτάσματος σε blocks και στη συνέχεια την εκτίμηση της περιεκτικότητας του κάθε block. Οι διαστάσεις των block καθορίζονται από την πυκνότητα της δειγματοληψίας, τη μέθοδο εκμετάλλευσης, το μηχανικό εξοπλισμό κ.ά. Για τη χωρική παρεμβολή της πληροφορίας της περιεκτικότητας από τα δείγματα των γεωτρήσεων και την εκτίμηση της περιεκτικότητας του κάθε block χρησιμοποιούνται, συνήθως, οι μέθοδοι των αντιστρόφων αποστάσεων και η γεωστατιστική. Η υλοποίηση της μοντελοποίησης του κοιτάσματος πραγματοποιείται σήμερα με τη χρήση ειδικού λογισμικού σε Η/Υ. Το μοντέλο του κοιτάσματος που προκύπτει παρέχει πληροφορίες σχετικά με το συνολικό όγκο και μάζα του κοιτάσματος, τις ποσότητες των στείρων υλικών κλπ. Στη συνέχεια το μοντέλο αυτό θα δώσει τα απαιτούμενα δεδομένα εισόδου για άλλα, εξειδικευμένα λογισμικά πακέτα ώστε να πραγματοποιηθεί η διαδικασία βελτιστοποίησης των ορίων της εκσκαφής και ο σχεδιασμός της εκμετάλλευσης, ώστε να μεγιστοποιηθεί το οικονομικό αποτέλεσμα. Στη συνέχεια για λόγους πληρότητας του κειμένου περιγράφονται συνοπτικά οι μέθοδοι εκτίμησης της κατανομής της περιεκτικότητας και των αποθεμάτων ενός κοιτάσματος.

Εκτίμηση κατανομής περιεκτικότητας και αποθεμάτων. Η γνώση των αποθεμάτων και της μέσης περιεκτικότητας των κοιτασμάτων αποτελεί, όπως προαναφέρθηκε θεμελιώδη παράγοντα για την αξιολόγηση και την αξιοποίησή τους. Η λεπτομερής γνώση του κοιτάσματος αποτελεί το απαραίτητο υπόβαθρο πάνω στο οποίο θα στηριχθεί η απόφαση για τις επενδύσεις καθώς και ο σχεδιασμός της εκμετάλλευσης. Από την κατανομή της περιεκτικότητας και των αποθεμάτων, στο χώρο, θα αποφασιστεί η μέθοδος εκμετάλλευσης, ο τρόπος προσπέλασης, ο προγραμματισμός της παραγωγής, το μέγεθος της επιχείρησης κ.ά.

Η σημασία του υπολογισμού των αποθεμάτων έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη πολλών μεθόδων υπολογισμού, οι οποίες βελτιώνονται συνεχώς. Οι μέθοδοι αυτοί μπορούν να διακριθούν στις ακόλουθες δύο βασικές κατηγορίες, οι οποίες διαφέρουν σημαντικά στα θεμελιώδη στοιχεία τους:

1. Συμβατικές μέθοδοι
2. Μαθηματικοστατιστικές μέθοδοι

2.4.1. Συμβατικές μέθοδοι

Με τις μεθόδους αυτές ο υπολογισμός της ποιότητας του κοιτάσματος και των αποθεμάτων γίνεται με τον καθορισμό της ζώνης επιρροής κάθε δείγματος.

Ο καθορισμός αυτός γίνεται με βάση γεωμετρικά κριτήρια, τα οποία συνιστούν μια παραδοχή αναφορικά με την κατανομή της μεταλλοφορίας.

Οι κύριες μέθοδοι που εμπίπτουν στη συγκεκριμένη κατηγορία είναι η μέθοδος των τομών, η μέθοδος των πολυγώνων και η μέθοδος των τριγώνων.

1) Μέθοδος των τομών. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται, κυρίως, όταν ο κάναβος των γεωτρήσεων είναι κατά το δυνατό κανονικός και οι γεωτρήσεις παράλληλες μεταξύ τους (συνήθως κατακόρυφες) ή ακόμα όταν ένα κοίτασμα, συνήθως φλεβικό, έχει ερευνηθεί με μία σειρά από ριπίδια (βεντάλιες) γεωτρήσεων, των οποίων τα επίπεδα είναι παράλληλα μεταξύ τους, και συνήθως κάθετα προς το μεγάλο άξονα του κοιτάσματος.

Στη θέση κάθε παράλληλης σειράς γεωτρήσεων κατασκευάζεται μία τομή. Από την τομή αυτή προκύπτει αφενός η επιφάνεια της τομής του κοιτάσματος στη θέση αυτή και, αφετέρου, η μέση περιεκτικότητα του μεταλλεύματος, που αντιστοιχεί στην τομή. Η περιεκτικότητα αυτή υπολογίζεται ως σταθμικός μέσος όρος της περιεκτικότητας της κάθε γεώτρησης και της επιφάνειας επιρροής της γεώτρησης. Η επιφάνεια επιρροής είναι εκείνη που ορίζεται από τα μέσα των αποστάσεων της γεώτρησης προς τις δύο γειτονικές της γεωτρήσεις στην τομή αυτή. Στη συνέχεια γίνεται ο υπολογισμός της μέσης περιεκτικότητας των τμημάτων που περιλαμβάνονται μεταξύ των τομών. Ως περιεκτικότητα για κάθε τμήμα μεταξύ δύο διαδοχικών τομών, λαμβάνεται ο σταθμικός μέσος όρος που προκύπτει από τις μέσες περιεκτικότητες των τομών και τα εμβαδά των αντίστοιχων επιφανειών κατά τις οποίες τέμνεται το κοίτασμα.

Στη συνέχεια γίνεται ο υπολογισμός του όγκου του κοιτάσματος, που περιλαμβάνεται μεταξύ κάθε ζεύγους τομών, με εφαρμογή του τύπου της κόλουρης πυραμίδας:

Όπου:

$V =$ ο όγκος,

$E1$ και $E2 =$ τα εμβαδά των δυο τομών και

$L =$ η απόσταση μεταξύ τους

Για τον έλεγχο των υπολογισμών, επαναλαμβάνεται, συνήθως, η ίδια διαδικασία για το σύστημα των τομών που ορίζουν οι σειρές του κανάβου των γεωτρήσεων κατά διεύθυνση κάθετη προς τη διεύθυνση των προηγούμενων τομών.

2) Μέθοδος των πολυγώνων. Σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο, σε χάρτη όπου έχουν τοποθετηθεί οι γεωτρήσεις και τα όρια του κοιτάσματος, ενώνεται κάθε γεώτρηση με ευθείες με τις πλησιέστερες γεωτρήσεις. Μετά από αυτό φέρονται οι κάθετοι στο μέσο των προηγούμενων ευθειών και σχηματίζεται έτσι ένα πολύγωνο γύρω από κάθε γεώτρηση.

Η πολυγωνική αυτή επιφάνεια είναι η επιφάνεια επιρροής της γεώτρησης. Ο αντίστοιχος όγκος επιρροής της γεώτρησης στο χώρο είναι, ένα πολυγωνικό πρίσμα με βάση την παραπάνω επιφάνεια και ύψος, το πάχος του κοιτάσματος στη θέση της γεώτρησης.

Έτσι ο συνολικός όγκος του κοιτάσματος θα είναι ίσος με το άθροισμα του όγκου των πρισμάτων που αναφέρθηκαν και η μέση περιεκτικότητα του κοιτάσματος θα ισούται με τον αριθμητικό μέσο των περιεκτικότητων των γεωτρήσεων χρησιμοποιούμενου του όγκου επιρροής κάθε γεώτρησης ως συντελεστή στάθμισης.

Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στις εξής παραδοχές:

1. Η ποιότητα του κοιτάσματος είναι η ίδια σε ολόκληρο τον όγκο του αντίστοιχου πρίσματος.
2. Το πάχος του κοιτάσματος είναι το ίδιο σε ολόκληρο το πρίσμα με εκείνο που διέτρεξε η γεώτρηση.

3) Μέθοδος των τριγώνων. Στη μέθοδο των τριγώνων ενώνονται οι γειτονικές γεωτρήσεις ανά τρεις και σχηματίζονται, έτσι τρίγωνα με κορυφές τις γεωτρήσεις. Με αυτό τον τρόπο το κοιτάσμα χωρίζεται σε ορθά, τριγωνικά πρισματοειδή.

Ο όγκος των πρισμάτων υπολογίζεται ως το γινόμενο της βάσης, που είναι κάθε τρίγωνο, επί το ύψος που λαμβάνεται από το μέσο όρο του μήκους των τριών γεωτρήσεων. Η μέση ποιότητα υπολογίζεται ως σταθμικός μέσος των τριών γεωτρήσεων που ορίζουν οι κορυφές

του τριγώνου. Και εδώ όπως και στην περίπτωση της μεθόδου των πολυγώνων γίνονται οι παρακάτω αυθαίρετες υποθέσεις μέσα σε κάθε πολυγωνικό πρίσμα:

1. Η ποιότητα του κοιτάσματος μεταβάλλεται γραμμικά.
2. Η μεταβολή του πάχους του κοιτάσματος είναι γραμμική.

Παραλλαγή της μεθόδου των τριγώνων αποτελεί η περίπτωση κατά την οποία η περιεκτικότητα του κάθε πρίσματος υπολογίζεται ως σταθμικός μέσος όρος από τις περιεκτικότητες των γεωτρήσεων και τα εμβαδά των επιφανειών των πολυγώνων ή τριγώνων, που ορίζονται για κάθε γεώτρηση από τις αντίστοιχες πλευρές του τριγώνου και τις ευθείες που είναι κάθετες στο μέσο της κάθε πλευράς του τριγώνου. Είναι φανερό ότι η παραλλαγή αυτή της μεθόδου δίνει αποτελέσματα ταυτόσημα με τη μέθοδο των πολυγώνων.

Στα πλεονεκτήματα των συμβατικών μεθόδων μπορούν να αναφερθούν, ότι είναι εύκολες στη χρήση τους, δεν χρειάζονται ειδικές γνώσεις και γίνονται εύκολα κατανοητές από τους παραλήπτες των μελετών. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά περίπτωση ανάλογα με τις ιδιομορφίες του κοιτάσματος.

4) Μέθοδος των αντίστροφων αποστάσεων. Κατά τη μέθοδο αυτή η κάτοψη του κοιτάσματος υποδιαιρείται σε, ισομεγέθη συνήθως, τετράγωνα ή ορθογώνια παραλληλόγραμμα που μπορεί να είναι ανεξάρτητα από τις θέσεις των γεωτρήσεων. Με τον τρόπο αυτό το κοίτασμα υποδιαιρείται σε ένα σύνολο κατακόρυφων πρισμάτων. Η περιεκτικότητα κάθε πρίσματος υπολογίζεται ως σταθμικός μέσος όρος με βάση τις περιεκτικότητες των γεωτρήσεων που βρίσκονται σε ορισμένη ακτίνα από το κέντρο του πρίσματος και δεν «καλύπτονται» από άλλες πλησιέστερες γεωτρήσεις.

Ο σταθμικός συντελεστής με τον οποίο πολλαπλασιάζεται η περιεκτικότητα της κάθε γεώτρησης είναι το τετράγωνο του αντιστρόφου της απόστασης της γεώτρησης από το κέντρο του πρίσματος. Έτσι, η επίδραση της περιεκτικότητας της κάθε γεώτρησης μικραίνει όσο αυξάνεται η απόστασή της από το κέντρο του πρίσματος (διπλασιασμός της απόστασης συνεπάγεται υποτετραπλασιασμό της επίδρασης). Παραλλαγή της μεθόδου αποτελεί η περίπτωση όπου το αντίστροφο της απόστασης υψώνεται στον κύβο ώστε να μειωθεί περαιτέρω η επίδραση των απομακρυσμένων δειγμάτων.

2.4.2. Μαθηματικοστατιστικές μέθοδοι

Μια ερευνητική εργασία έχει διάφορους σκοπούς, όπως π.χ. να υπολογίσει την κατανομή της ποιότητας στο χώρο, να προσδιορίσει τα τμήματα του κοιτάσματος ή μπλοκ

μεταλλεύματος που η περιεκτικότητα του είναι κάτω από την τιμή cut-off grade και επομένως δεν είναι εκμεταλλεύσιμα, να προσδιορίσει επίσης ωφέλιμα ή επιβλαβή συστατικά μέσα στο μέταλλευμα κ.ά.

Είναι γνωστό όμως ότι οι υπολογισμοί των παραπάνω χαρακτηριστικών των κοιτασμάτων περιέχουν σφάλματα οφειλόμενα στην ανομοιογένεια των τιμών τους και επομένως ο υπολογισμός της μέσης τιμής είναι ένα πρώτο βήμα στους υπολογισμούς.

Μετά από αυτό παραμένει βασικό πρόβλημα να προσδιοριστεί πόσο κοντά στην πραγματικότητα είναι οι υπολογισμοί αυτοί, ή καλύτερα τι σφάλματα περιέχουν.

Οι μαθηματικοστατιστικές μέθοδοι αντιμετωπίζουν το πρόβλημα αυτό η κάθε μία με διαφορετικές υποθέσεις και έτσι η εφαρμογή τους έχει ορισμένους κατά περίπτωση περιορισμούς.

1) Μέθοδοι της κλασικής στατιστικής. Η μέθοδος αυτή αναπτύχθηκε κύρια για τη μελέτη της κατανομής της ποιότητας μέσα στο κοίτασμα, εντούτοις όμως χρησιμοποιείται, κατά επωφελή τρόπο, και για τη μελέτη οποιουδήποτε μεταβλητού χαρακτηριστικού του κοιτάσματος (πάχος, προσμίξεις επιβλαβών συστατικών κ.λπ.).

Το μεγάλο πλεονέκτημα της μεθόδου είναι, ότι πέρα από τις καλύτερες εκτιμήσεις που παρέχει για την εξεταζόμενη παράμετρο εκφράζει ποσοτικά και το σφάλμα που συνοδεύει την εκτίμηση με τη μορφή του διαστήματος εμπιστοσύνης. Δηλαδή, καθορίζει τα όρια γύρω από την εκτίμηση που αναμένεται να βρίσκεται η αληθινή τιμή με ορισμένη πιθανότητα. Η βασική διαφορά της κλασικής στατιστικής από τις συμβατικές μεθόδους είναι ότι προσπαθεί να προσδιορίσει το νόμο με τον οποίο κατανέμεται η μεταλλοφορία αντί να αποδώσει σε αυτή κατά εντελώς αυθαίρετο τρόπο ένα νόμο όπως συμβαίνει, κατά περίπτωση, με τις γεωμετρικές μεθόδους. Επομένως, είναι περισσότερο ακριβής από τις γεωμετρικές μεθόδους τουλάχιστον στη μελέτη της ποιότητας.

Η γενική διαδικασία που ακολουθείται στην εφαρμογή της μεθόδου, είναι επιλογή ενός θεωρητικού μοντέλου (κανονική κατανομή, λογαριθμοκανονική κ.λπ.), είτε με βάση την πείρα από άλλα παρόμοια κοιτάσματα είτε από τα υπάρχοντα δεδομένα, το οποίο προσεγγίζει περισσότερο την πραγματικότητα. Στη συνέχεια από το θεωρητικό αυτό μοντέλο υπολογίζεται η καλύτερη εκτιμήτρια της μεταβλητής παραμέτρου του πληθυσμού που εξετάζεται και προσδιορίζονται τα σφάλματα που συνοδεύουν την εκτίμηση αυτή.

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι:

- Απαλλάσσει κατά μεγάλο μέρος τους υπολογισμούς από υποκειμενικά κριτήρια του μελετητή.
- Δίνει τις καλύτερες εκτιμήτριες και τα σφάλματα που τις συνοδεύουν.
- Δίνει την ευκαιρία προγραμματισμού των μεταλλευτικών ερευνών.
- Επιτρέπει αριστοποίηση του προγράμματος δειγματοληψίας.
- Δίνει δυνατότητα κατασκευής χαρτών ισοπερικεκτικότητας (trend surface analysis) με τη μέθοδο της παλινδρόμησης (regression analysis).

Ως μειονέκτημα της μεθόδου μπορεί να αναφερθεί το γεγονός ότι βασίζεται στην παραδοχή ότι τα δείγματα είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους. Η παραδοχή αυτή μπορεί να ισχύει στα αρχικά στάδια των ερευνών όπου οι αποστάσεις μεταξύ των ερευνητικών έργων είναι σημαντικές. Όσο όμως οι αποστάσεις μικραίνουν τόσο τα δείγματα συσχετίζονται μεταξύ τους και η εφαρμογή της κλασικής στατιστικής οδηγεί σε σφάλματα. Τη συσχέτιση αυτή τη λαμβάνει υπόψη της η γεωστατιστική, η οποία αναπτύσσεται στη συνέχεια. Επίσης, ως μειονέκτημα, σε σχέση με τη γεωστατιστική, μπορεί να αναφερθεί η αδυναμία πραγματοποίησης τοπικών εκτιμήσεων (π.χ. υπολογισμός της ποιότητας τμημάτων του κοιτάσματος - blocks).

2) Γεωστατιστική

Ετυμολογικά, ο όρος «γεωστατιστική» εκφράζει τη στατιστική μελέτη φυσικών φαινομένων. Ο όρος χρησιμοποιήθηκε εκτενώς για πρώτη φορά από τον Matheron (1963), ο οποίος έδωσε τον ακόλουθο ορισμό:

«Η γεωστατιστική είναι η εφαρμογή του φορμαλισμού των τυχαίων συναρτήσεων στην αναγνώριση και εκτίμηση των φυσικών φαινομένων»

Ένα φυσικό φαινόμενο χαρακτηρίζεται «χωρικό», όταν οι μεταβλητές ενδιαφέροντός του εξαρτώνται από τον χώρο ή/και τον χρόνο. Η γεωστατιστική βρήκε σημαντικό πεδίο ανάπτυξης στη μεταλλευτική, αφού η περιεκτικότητα ενός κοιτάσματος θεωρείται ένα χωρικό φυσικό φαινόμενο, και σε άλλους τομείς όπως στη δασοκομία, στη βαθυμετρία, στην τοπογραφία και στην κατανομή της πυκνότητας του πληθυσμού σε διάφορες περιοχές. Σχεδόν όλες οι μεταβλητές, που αφορούν στις γεωεπιστήμες μπορούν να θεωρηθούν ως χωρικές.

Σε αντίθεση με τα μοντέλα της κλασικής στατιστικής, τα οποία αγνοούν τη θέση του δείγματος και βασίζονται στην υπόθεση ότι οι τιμές κατανέμονται τυχαία μέσα στο κοίτασμα και τα δείγματα είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους, η γεωστατιστική ξεκινά από μια ριζικά διαφορετική θέση. Η γεωστατιστική υποθέτει ότι η τιμή του δείγματος είναι συνάρτηση της θέσης του μέσα στο κοίτασμα και οι διαφορές των τιμών μεταξύ των δειγμάτων είναι συνάρτηση των αποστάσεων μεταξύ τους. Στη γεωστατιστική, η μεταβλητότητα μιας παραμέτρου αποτελείται από δύο συνιστώσες: τη συνιστώσα του συσχετισμού και την τυχαία συνιστώσα.

Από μαθηματικής πλευράς, μια χωρική μεταβλητή είναι μια συνάρτηση $f(x)$, η οποία λαμβάνει μία τιμή για κάθε σημείο a με συντεταγμένες X, Y, Z , σε έναν χώρο τριών διαστάσεων. Οι τιμές αυτές συχνά είναι τόσο ακανόνιστες, ώστε η συνάρτηση να μην μπορεί να εκφραστεί μαθηματικά. Όμως φαίνεται να υπάρχουν «ζώνες» (π.χ. περιοχές ενός κοιτάσματος), στις οποίες οι τιμές συσχετίζονται. Δηλαδή, η τιμή της συνάρτησης $f(x)$ εξαρτάται από τη θέση του σημείου a .

Έτσι, η χωρική μεταβλητή έχει δύο, φαινομενικά αντιφατικά, χαρακτηριστικά:

- μια τοπική, τυχαία, ακανόνιστη όψη, η οποία υποδεικνύει μια τυχαία μεταβλητή και
- μια γενική (ή μέση) δομική όψη, η οποία απαιτεί μια συγκεκριμένη συναρτησιακή αναπαράσταση.

Η τυχαία μεταβλητή λαμβάνει ένα συγκεκριμένο εύρος αριθμητικών τιμών, σύμφωνα με μια συγκεκριμένη κατανομή πιθανότητας. Για παράδειγμα, η περιεκτικότητα $z(x_1)$ ενός κοιτάσματος σε ένα συγκεκριμένο σημείο x_1 , αποτελεί την πραγμάτωση μιας συγκεκριμένης τυχαίας μεταβλητής $Z(x_1)$, ορισμένης στο σημείο x_1 . Έτσι, η ομάδα των περιεκτικοτήτων $z(x)$ για όλα τα σημεία x ενός κοιτάσματος, δηλαδή η χωρική μεταβλητή $z(x)$, μπορεί να θεωρηθεί ως μια συγκεκριμένη πραγμάτωση της ομάδας των τυχαίων μεταβλητών $\{Z(x), x \in \text{στο κοίτασμα}\}$. Η ομάδα αυτή των τυχαίων μεταβλητών καλείται τυχαία συνάρτηση και εκφράζει την τυχαιότητα και τη δομή μιας χωρικής μεταβλητής:

- η $Z(x_1)$ είναι μια τυχαία μεταβλητή, τοπικά, στο σημείο x_1 .
- η $Z(x)$ είναι μια τυχαία συνάρτηση, υπό την έννοια ότι για κάθε ζεύγος σημείων x_1 και x_1+h , οι αντίστοιχες τυχαίες μεταβλητές $Z(x_1)$ και $Z(x_1+h)$ δεν είναι, γενικά, ανεξάρτητες, αλλά συνδέονται από μια σχέση, η οποία εκφράζει τη χωρική κατασκευή της αρχικής χωρικής μεταβλητής $z(x)$.

Το στοχαστικό μοντέλο προκύπτει, επομένως, από γνωστές τιμές δειγμάτων και χρησιμοποιείται για την εκτίμηση των αντίστοιχων τιμών σε περιοχές, που δεν έχει πραγματοποιηθεί δειγματοληψία. Μια τέτοια στατιστική επαγωγή είναι λογική, μόνο όταν το μοντέλο, που αναπτύσσεται, αναπαριστά τις ιδιότητες τόσο των περιοχών που έχει γίνει δειγματοληψία, όσο και αυτών που πρόκειται να εκτιμηθούν. Για το λόγο αυτό, είναι απαραίτητο να ικανοποιούνται ορισμένες Υποθέσεις Στατικότητας και να προτιμάται το μοντέλο με τις λιγότερο περιοριστικές υποθέσεις (Μενεγάκη 2010).

Κεφάλαιο 3: Εισαγωγή στον τρισδιάστατο σχεδιασμό του AutoCAD

Η παρουσίαση και η εξέταση ενός αντικειμένου στις τρεις διαστάσεις μπορεί να μας δώσει μια αίσθηση του πραγματικού σχήματος και της φόρμας του. Μας βοηθά επίσης να αντιληφτούμε τη σχεδίαση του, πράγμα το οποίο έχει τελικά σαν αποτέλεσμα τη λήψη σωστότερων σχεδιαστικών αποφάσεων. Η χρήση τρισδιάστατων αντικειμένων μας βοηθά να μεταδώσουμε καλύτερα τις ιδέες μας στους συνεργάτες μας.

Ένα άλλο πλεονέκτημα το οποίο μας παρέχει η κατασκευή μερών και εξαρτημάτων στις τρεις διαστάσεις είναι το γεγονός ότι μπορούμε να παράγουμε τα απαιτούμενα δισδιάστατα σχέδια από το τρισδιάστατο μοντέλο μας. Για παράδειγμα, θα μπορούσαμε να κατασκευάσουμε ένα μηχανολογικό εξάρτημα στις τρεις διαστάσεις και κατόπιν να παράγουμε στα γρήγορα την κάτοψη, την πρόσοψη και τη δεξιά πλευρική όψη.

Το AutoCAD παρέχει τρεις μεθόδους για την δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων:

- Τη μοντελοποίηση σε μορφή διαφανούς πλέγματος (wire-frame modeling)
- Τη μοντελοποίηση επιφανειών (surface modeling)
- Τη μοντελοποίηση στερεών (solid modeling)

Και οι τρεις αυτές μέθοδοι δείχνουν παρόμοιες όταν τις αντιμετωπίζουμε μέσα στο περιβάλλον του AutoCAD.

Ένα μοντέλο σε μορφή διαφανούς πλέγματος αναπαριστά ένα στερεό αντικείμενο χρησιμοποιώντας γραμμές και τόξα για την σχεδίαση των ορίων (ακμών) των επιφανειών ενός αντικειμένου. Ένα μοντέλο σε μορφή διαφανούς πλέγματος δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί με τεχνικές φωτοαπόδοσης και δεν μπορεί να φέρει σκίαση επειδή εμφανίζει απλά και μόνο ένα διαφανές πλέγμα του μοντέλου.

Ένα μοντέλο επιφάνειας σχεδιάζεται δημιουργώντας τις επιφάνειες του αντικειμένου που αναπαριστά. Ένα μοντέλο επιφάνειας μπορεί να φέρει σκίαση και να παρουσιάζεται με τεχνικές φωτοαπόδοσης (rendering), δεδομένου ότι το φως ανακλάται από τις επιφάνειες αλλά οι επιφάνειες έχουν μόνο εμβαδόν. Είτε σε ατομικό είτε σε ομαδικό επίπεδο οι επιφάνειες δεν έχουν όγκο στο AutoCAD.

Ένα μοντέλο στερεού αντικειμένου έχει επιφάνειες και όγκο. Μπορεί να παρουσιαστεί με τεχνικές φωτοαπόδοσης όπως και τα μοντέλα επιφανειών, αλλά ανόμοια με αυτά, μας επιτρέπει επίσης να αναλύουμε τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες της μάζας του.

3.1. Βασικές εντολές του AutoCAD

Εκτός από τις πολύ βασικές εντολές που σχετίζονται με τη διαχείριση των αρχείων (Open, Save, Save as, κλπ.) και τις εντολές απεικόνισης και διαχείρισης του παραθύρου σχεδίασης (Zoom in, Zoom out, Pan, κ.ά.), ο χρήστης πρέπει να είναι εξοικειωμένος με τις ακόλουθες εντολές (Μενεγάκη 2010):

- **pline**: με τη συγκεκριμένη εντολή ο χρήστης μπορεί να σχεδιάσει μια πολυγωνική γραμμή δύο διαστάσεων είτε εισάγοντας τις συντεταγμένες των σημείων της στη γραμμή εντολών είτε επιλέγοντας σημεία στο παράθυρο σχεδίασης με τη βοήθεια του «ποντικιού».
- **3dpoly**: με την εντολή αυτή ο χρήστης μπορεί να σχεδιάσει μια πολυγωνική γραμμή τριών διαστάσεων είτε εισάγοντας τις συντεταγμένες των σημείων της στη γραμμή εντολών είτε επιλέγοντας σημεία στο παράθυρο σχεδίασης με τη βοήθεια του «ποντικιού».
- **redit**: με την εντολή αυτή ο χρήστης μπορεί να επεξεργαστεί μια πολυγωνική γραμμή (να «σπάσει» ή να κλείσει την πολυγωνική γραμμή, να εισάγει επιπλέον σημεία, να την ομαλοποιήσει, κλπ.).
- **offset**: με την εντολή αυτή ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να δημιουργήσει παράλληλα αντίγραφα του επιλεγμένου αντικειμένου προς συγκεκριμένη κατεύθυνση και απόσταση.
- **trim**: με τη συγκεκριμένη εντολή ο χρήστης μπορεί να «κόψει» αντικείμενα, π.χ. πολυγωνικές γραμμές, με τη βοήθεια άλλων αντικειμένων.
- **change → properties**: με την επιλογή properties της συγκεκριμένης εντολής ο χρήστης μπορεί να αλλάξει τις ιδιότητες ενός αντικειμένου (π.χ. χρώμα, υψόμετρο, τύπο γραμμής, κ.ά.).
- **properties**: με την εντολή αυτή ο χρήστης μπορεί να «ανοίξει» ένα παράθυρο από το οποίο μπορεί να αλλάξει τις ιδιότητες ενός αντικειμένου (π.χ. χρώμα, υψόμετρο, τύπο γραμμής, κ.ά.). Πρόκειται επί της ουσίας για την ίδια εντολή με την προηγούμενη, η οποία παρέχει περισσότερες επιλογές (π.χ. σε σχέση με τη γεωμετρία).
- Ο χρήστης πρέπει να μπορεί να διαχειρίζεται τη σχεδίαση σε διαφορετικά επίπεδα (layers), η οποία υποστηρίζεται από το AutoCAD. Η λειτουργία αυτή δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να διατηρεί σε ανεξάρτητα επίπεδα τις διάφορες επιφάνειες σχεδιασμού (π.χ. αρχικό ανάγλυφο, διάφορα στάδια ή εναλλακτικούς σχεδιασμούς

της εκμετάλλευσης, όρια, κλπ.), να ομαδοποιεί κοινά αντικείμενα και να τα απεικονίζει όλα μαζί ή χωριστά.

- Τα αντικείμενα που σχεδιάζονται πάνω σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο μοιράζονται κάποιες κοινές ιδιότητες (π.χ. χρώμα, πάχος και τύπο γραμμής, κ.ά.).

Άλλες εντολές που χρησιμοποιούνται συνήθως για τη σχεδίαση στερεών είναι:

- Solids (στερεά)
- Cylinder (κύλινδρος)
- Polygon (πολύγωνο)
- Extrude:
 - Μετατρέπει το πολύγωνο σε στερεό αντικείμενο
- Subtract:
 - Χρησιμοποιείται για να αφαιρέσουμε τον όγκο ενός στερεού αντικειμένου
- Hide:
 - Εξετάζει οποιαδήποτε στερεά ή επιφάνειες υπάρχουν στο σχέδιο μας και εμφανίζει κάθε στοιχείο σε σχέση με τις θέσεις των υπολοίπων και σε σχέση με το σημείο παρατήρησης μας. Εάν ένα σχήμα είναι πλησιέστερα σε εμάς από ότι ένα άλλο, τότε η εντολή Hide κρύβει τις γραμμές του πιο απομακρυσμένου σχήματος.
- Chamfer:
 - Παρέχει ένα τρόπο να “λειαινεί” τα απότομα άκρα. Σε ένα εργαλείο προορισμένο να χρησιμοποιείται με το χέρι τα απότομα άκρα είναι πρόβλημα, όπως επίσης και σε συγκεκριμένα αντικείμενα ή εξαρτήματα, στα οποία απαιτείται μια στοιχειώδης κομψότητα η χρήση του εργαλείου Chamfer θα μας επιτρέψει να αφαιρέσουμε το μη αναγκαίο υλικό.
- Center:
 - Μας επιτρέπει να επιλέξουμε οποιοδήποτε σημείο στην οθόνη.
- Box (κύβος ή ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο)

3.2. Συστήματα συντεταγμένων

Το Γενικό Σύστημα Συντεταγμένων (World Coordinate System ή WCS) είναι το προεπιλεγμένο σύστημα συντεταγμένων όταν ξεκινάτε οποιοδήποτε νέο σχέδιο (εκτός και αν έχουμε δημιουργήσει ένα ειδικό αρχείο προτύπου με διαφορετικές ρυθμίσεις). Όλα τα

αντικείμενα τοποθετούνται στην περιοχή σχεδίασης με την αρχή του WCS. Η αρχή του 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.

Το εικονίδιο του Συστήματος Συντεταγμένων UCS (User Coordinate System) μας πληροφορεί για τις τρέχουσες ρυθμίσεις του συστήματος συντεταγμένων. Παρουσιάζεται με δυο ενωμένα βέλη X και Y, με ένα W στην ορθή γωνία που σχηματίζουν. Το W σημαίνει ότι το εικονίδιο αυτό αναπαριστά τους X και Y άξονες του Γενικού (WCS) Συστήματος Συντεταγμένων. Τα βέλη δείχνουν τις θετικές κατευθύνσεις του X και Y άξονα.

3.3. Σχεδιασμός 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 από το 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.

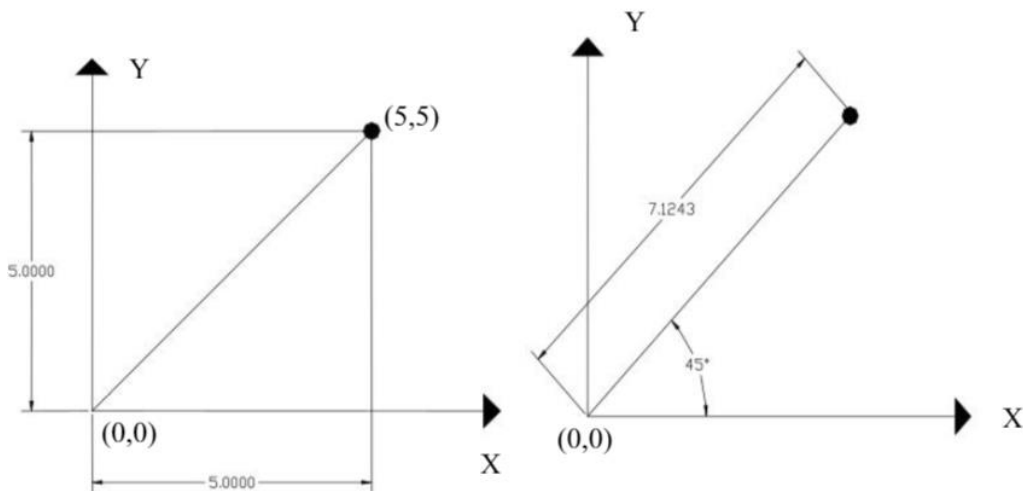
Η εισαγωγή ενός σημείου στο AutoCAD γίνεται είτε απευθείας επιλέγοντας ένα σημείο στην περιοχή σχεδίασης με το ποντίκι είτε πληκτρολογώντας τις συντεταγμένες του σημείου στην περιοχή εντολών. Συνιστάται να ακολουθείται σχεδόν πάντα ο δεύτερος τρόπος, αφού μόνο έτσι εξασφαλίζεται η ακριβής τοποθέτηση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

Όσον αφορά τις δυο διαστάσεις υπάρχουν δύο διαφορετικά είδη συντεταγμένων, οι καρτεσιανές και οι πολικές συντεταγμένες:

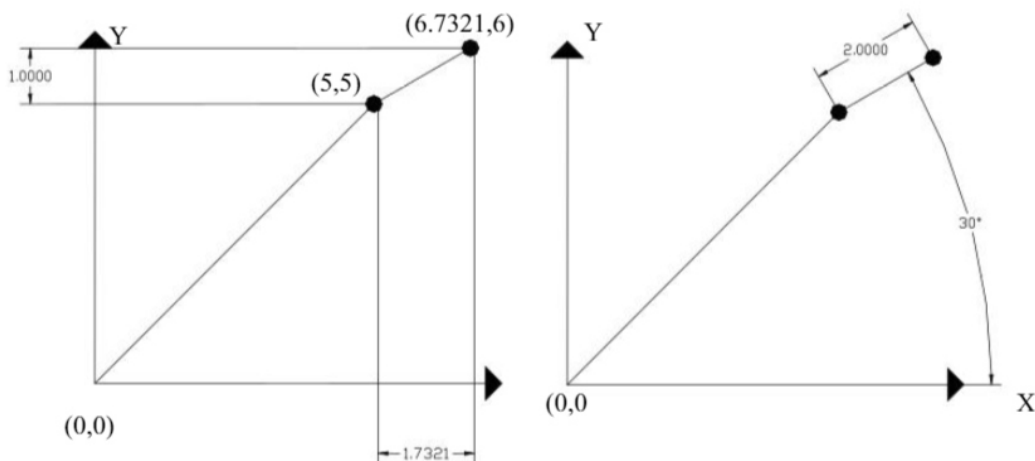
- Καρτεσιανές συντεταγμένες: πληκτρολογούνται δύο αριθμοί στη μορφή x, y ο καθένας από τους οποίους δηλώνει την απόσταση του σημείου από την αρχή του συστήματος συντεταγμένων ως προς κάθε άξονα. ΠΡΟΣΟΧΗ: Το κόμμα (,) χρησιμοποιείται για να χωρίζονται οι συντεταγμένες μεταξύ τους και η τελεία (.) για να δίνονται οι δεκαδικοί αριθμοί.
- 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 μετριοούνται θετικά ξεκινώντας από τον άξονα Ox , περιστρέφοντας τον με φορά αντίθετη της φοράς των δεικτών του ρολογιού.

Επειδή στους παραπάνω τρόπους εισαγωγής τα σημεία υπολογίζονται με βάση την αρχή του συστήματος των συντεταγμένων, οι συντεταγμένες 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 (Μπενάρδος 2005).



Σχήμα 3.1 Απόλυτες καρτεσιανές (5,5) (αριστερά) και πολικές (@7.1243<45) (δεξιά) συντεταγμένες σημείου.



Σχήμα 3.2 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 των εντολών:

- Με απόλυτες καρτεσιανές συντεταγμένες: x, y
- Με απόλυτες πολικές συντεταγμένες: $r<\phi$
- Με σχετικές καρτεσιανές συντεταγμένες: $@x, y$
- Με σχετικές πολικές συντεταγμένες: $@r<\phi$

Όσα αναλύθηκαν σχετικά με τις συντεταγμένες στις δυο 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 την 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:

- 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.
- Κυλινδρικές συντεταγμένες: πληκτρολογούνται τρεις αριθμοί στη μορφή $r<\phi, z$ από τους οποίους το r δηλώνει την απόσταση του σημείου από την αρχή του συστήματος συντεταγμένων, το ϕ τη γωνία στροφής του ως προς το 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 δυο 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 δυο διαστάσεις οποιοδήποτε σημείο 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 εντολή 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 (Μπενάρδος 2005).

3.3.1. Επιλέγοντας αντικείμενα

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

Πίνακας 3.1 Τύποι παραθύρων επιλογής.

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

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.

3.3.2. 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:

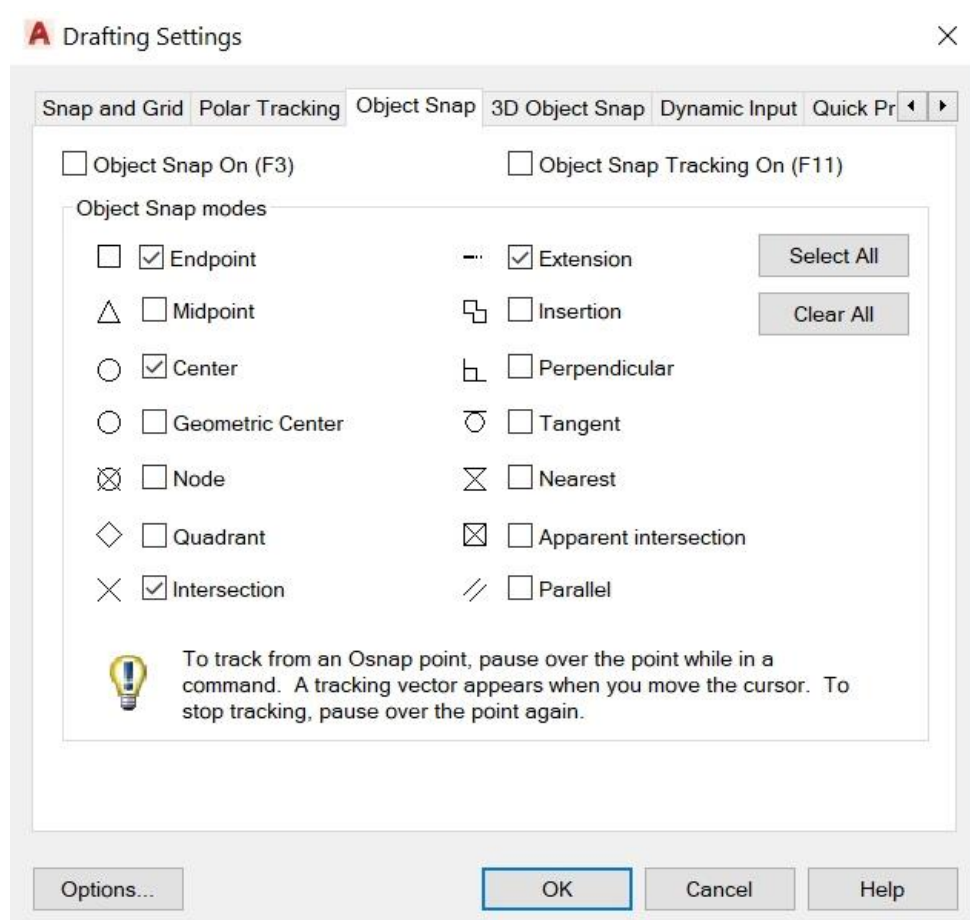
Πίνακας 3.2 Επιλογές εντολής ZOOM

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

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.

3.3.3. 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 όταν πρέπει να επιλέγει 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 της παρακάτω εικόνας.



Εικόνα 3.1 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 αναφέρονται στον Πίνακα 3.3:

Πίνακας 3.3 Χαρακτηριστικά σημεία έλξης αντικειμένων.

Χαρακτηριστικό σημείο	Αποτέλεσμα
Endpoint	Εντοπίζεται το ένα από τα δυο 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 δυο αντικειμένων που στην πραγματικότητα δεν τέμνονται.
Parallel	Εντοπίζονται τα σημεία που βρίσκονται σε παράλληλη διεύθυνση σε σχέση με ένα ευθύγραμμο αντικείμενο.

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 καταδεχτεί 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 (Μπενάρδος 2005).

3.4. 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 δυο αυτές περιπτώσεις πρέπει να τηρηθούν κάποιοι περιορισμοί για το πώς 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 (Μπενάρδος 2005).

3.5. Βασικές εντολές σχεδίασης

Πίνακας 3.4 Κυριότερες εντολές σχεδίασης γραμμών.

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.

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 διαγώνιου 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.

Υπάρχουν επίσης και κάποιες εντολές που αναφέρονται ως εντολές παραγωγής. Η διαφορά τους από της εντολές σχεδίασης είναι ότι το αντικείμενο δεν σχεδιάζεται από την αρχή, αλλά “παράγεται” από κάποιο άλλο αντικείμενο (Μπενάρδος 2005).

Πίνακας 3.5 Κυριότερες εντολές «παραγωγής» αντικειμένων.

Όνομα Εντολής	Πληκτρολόγηση εντολής	Αποτέλεσμα
Copy	COPY / CP	Αντιγράφει το επιλεγμένο αντικείμενο σε μια νέα θέση. Πρέπει να οριστεί ένα σημείο αναφοράς και η σχετική μετακίνηση ως προς σε αυτό. Παρέχει τη δυνατότητα δημιουργίας πολλών αντιγράφων σε διαφορετικές θέσεις.
Mirror	MIRROR / MI	Δημιουργεί το κατοπτρικό είδωλο του επιλεγμένου αντικειμένου ως προς ευθεία που ορίζεται από το χρήστη.

Offset	OFFSET / O	Αντιγράφει ένα προφίλ σύμφωνα με μία απόσταση και προς την πλευρά που επιθυμεί ο χρήστης. Η εντολή μπορεί να εκτελεσθεί και διαδοχικά (κρατώντας σταθερή την απόσταση).
Array	ARRAY / AR	Δημιουργεί πολλά αντίγραφα ενός ή περισσότερων αντικειμένων δημιουργώντας μια ορθογωνική (κατά σειρές και γραμμές) ή μια κυκλική διάταξη. Η αλληλεπίδραση με το χρήστη γίνεται μέσω παραθύρου επιλογών.

3.6. Βασικές εντολές τροποποίησης

Πίνακας 3.6 Κυριότερες εντολές τροποποίησης αντικειμένων.

Όνομα Εντολής	Πληκτρολόγηση Εντολής	Αποτέλεσμα
Erase	ERASE / E	Διαγράφει το επιλεγμένο αντικείμενο ή αν δεν έχει επιλεγεί κανένα, ζητά από το χρήστη να επιλέξει το αντικείμενο που θα διαγραφεί.
Move	MOVE / M	Μετακινεί το επιλεγμένο αντικείμενο ή αν δεν έχει επιλεγεί κανένα ζητά από το χρήστη να επιλέξει το αντικείμενο που θα μετακινηθεί. Πρέπει να οριστεί ένα σημείο αναφοράς και η σχετική μετακίνηση ως προς αυτό.
Rotate	ROTATE / RO	Περιστρέφει το επιλεγμένο αντικείμενο ή αν δεν έχει επιλεγεί κανένα ζητά από το χρήστη να επιλέξει το αντικείμενο που θα περιστραφεί. Ο χρήστης πρέπει επίσης να ορίσει το σημείο και τη γωνία περιστροφής.
Scale	SCALE / SC	Μεταβάλλει το μέγεθος του επιλεγμένου αντικειμένου ή αν δεν έχει επιλεγεί κανένα ζητά από το χρήστη να επιλέξει το αντικείμενο. 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 αποτέμοντας τη σε εκατέρωθεν αποστάσεις που ορίζονται από το χρήστη.
Fillet	FILLET / F	Μεταβάλλει μια γωνιακή συναρμογή σε συναρμογή ενός τόξου κύκλου.

Μερικές σημαντικές παρατηρήσεις 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 τμήματα της ταυτόχρονα.
- Οι προηγούμενες δύο παρατηρήσεις ισχύουν και για την εντολή Chamfer.

3.7. Στερεά μέσω ανύψωσης (extrude solids)

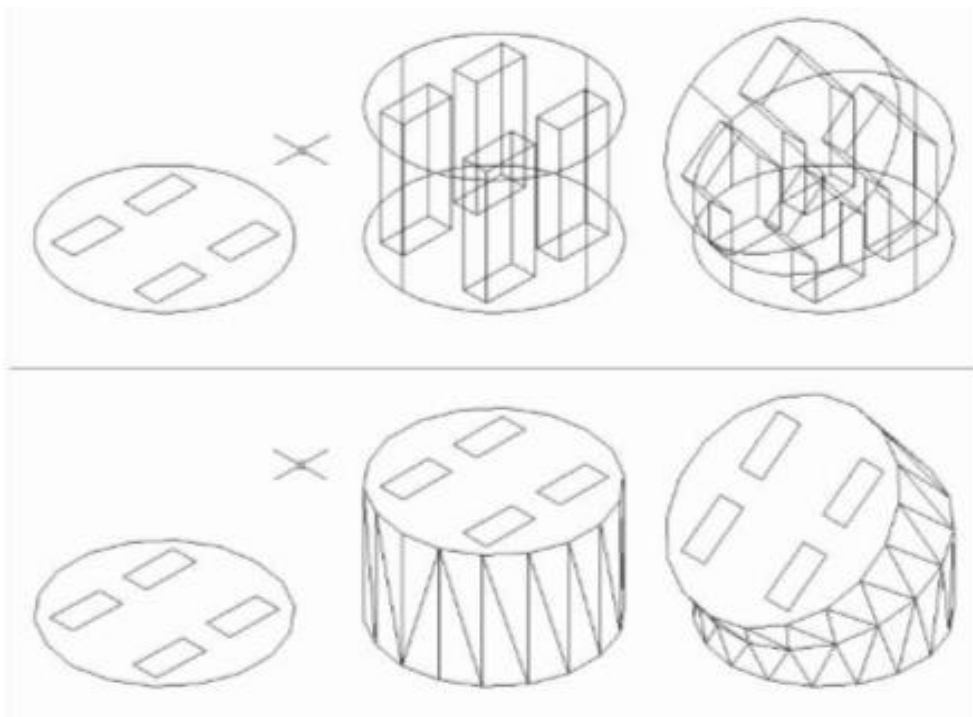
Η εντολή EXTRUDE (Extrude ή ext ή από το μενού Draw → Solids → Extrude) χρησιμοποιείται για να προσδώσει την διάσταση του ύψους σε κάποιο αντικείμενο. Αυτό το αντικείμενο μπορεί να είναι οποιοδήποτε προφίλ μπορεί να αποτελείται από γραμμές, τόξα, πολυγραμμές, κλπ αρκεί να τηρείται η παρακάτω προϋπόθεση:

Το προφίλ πρέπει να είναι κλειστό. Αυτό επιτυγχάνεται μετά τη σχεδίαση του χρησιμοποιώντας την εντολή PEDIT (Pedit ή από το μενού Modify → Object → Polyline) και ενεργοποιώντας την εντολή Join. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και η εντολή REGION (Region ή reg ή από το μενού Draw → Region). Και στις δυο 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 3.1:

- 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.
- 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 3.3 Ανύψωση (extrude) προφίλ κατά τον άξονα Z και κατά συγκεκριμένη τροχιά.

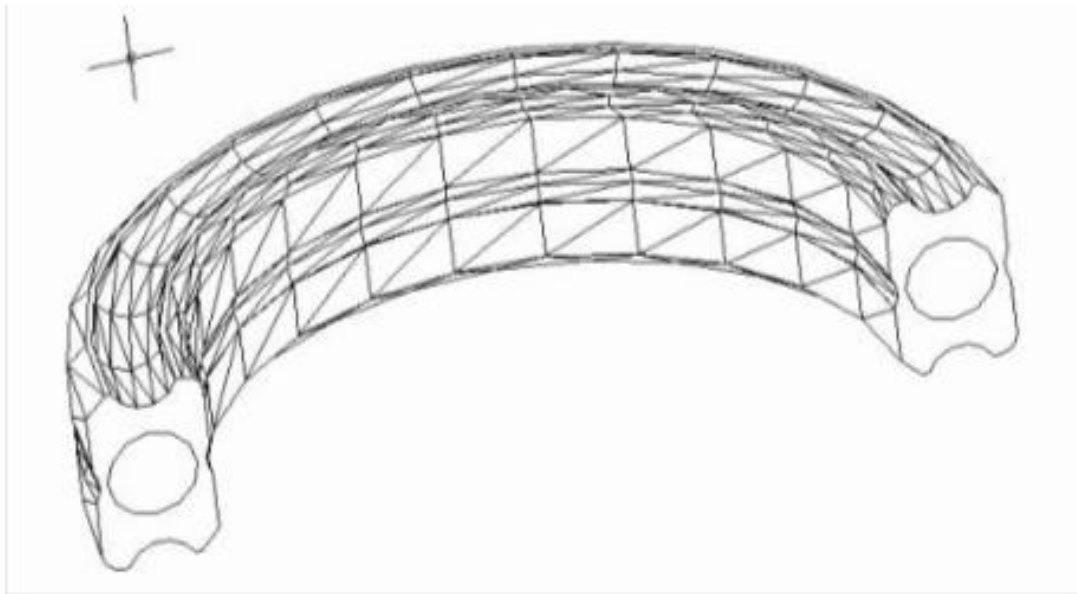
ΠΡΟΣΟΧΗ: Η αλλαγή της ιδιότητας του πάχους (thickness) που διαθέτουν ορισμένα διδιάστατα αντικείμενα (π.χ. κύκλος, ορθογώνιο, κλπ) δεν πρέπει να συγχέεται με την εντολή extrude, αφού ΔΕΝ δημιουργεί στερεά αντικείμενα (Μπενάρδος 2005).

3.8. 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 3.4:



Σχήμα 3.4 Δημιουργία στερεού αντικειμένου εκ περιστροφής.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Η εντολή Revolve δεν πρέπει να συγχέεται με την εντολή Revsurf που δημιουργεί επιφάνειες εκ περιστροφής γύρω από τον άξονα (Μπενάρδος 2005).

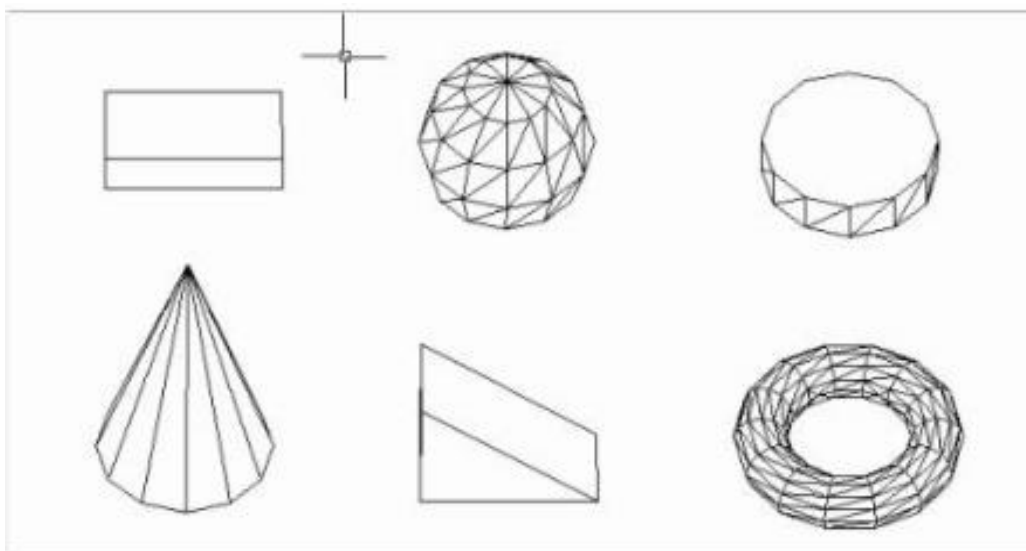
3.9. Πρωτογενή στερεά (primitive solids)

Εκτός από τους δυο 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 (Μπενάρδος 2005):

Πίνακας 3.7 Πίνακας πρωτογενών στερεών.

Όνομα Εντολής	Πληκτρολόγηση Εντολής	Αποτέλεσμα
Box	BOX	Δημιουργεί ένα ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο ορίζοντας δυο 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 ένα κώνο που μπορεί να έχει είτε κυκλική είτε ελλειπτική βάση. Πρέπει να οριστούν τα αντίστοιχα μεγέθη για την 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 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.



Σχήμα 3.5 Πρωτογενή στερεά

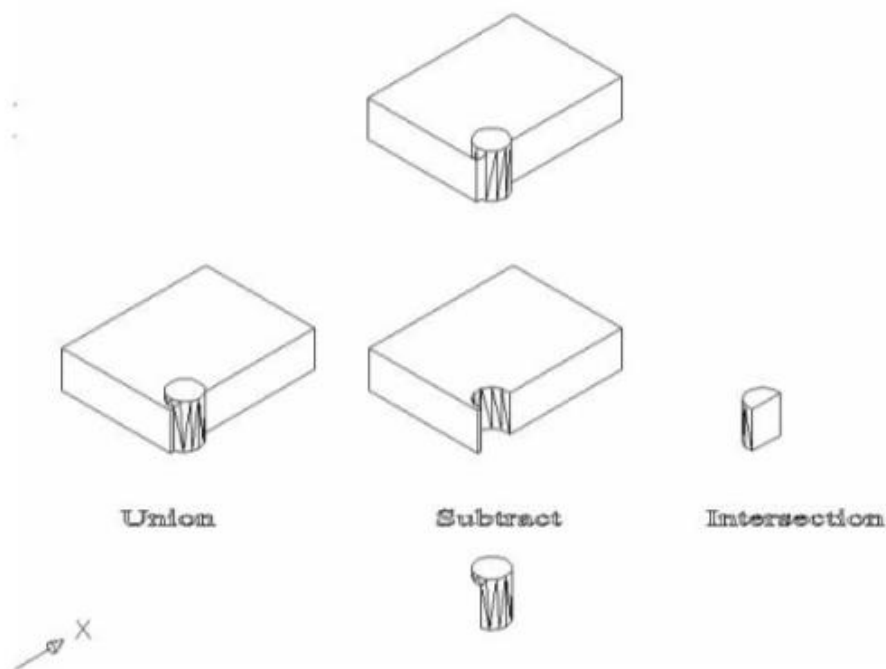
Τα πρωτογενή στερεά χρησιμοποιούνται στο AutoCAD με δύο τρόπους:

- Είτε απευθείας για τη δημιουργία 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.

3.10. 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 (Μπενάρδος 2005). Οι συνδυασμοί αυτοί είναι:

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



Σχήμα 3.6 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 παρατηρήσεις που αφορούν τις Boolean operations:

- Αν και οι Boolean operations λειτουργούν και σε στερεά των οποίων οι όγκοι δεν τέμνονται συνιστάται 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 ορθογώνιου παραλληλεπίπεδου από ένα άλλο.
- Ποκέτες με διαφορετική διατομή ή που αλλάζουν κλίση συνιστάται 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. Συνιστάται να γίνεται ένας γρήγορος οπτικός έλεγχος του αποτελέσματος με την εντολή 3DORBIT.

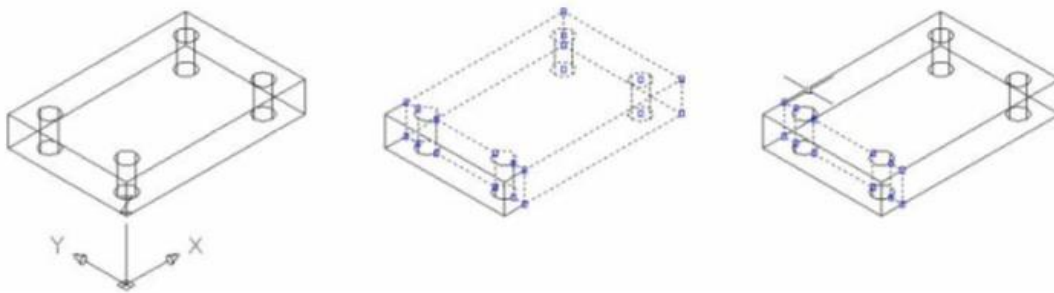
3.11. Δημιουργία τομών στερεών με τις εντολές SECTION και SLICE

Οι εντολές SECTION (Section ή sec από το μενού Draw → Solids → Section) και SLICE (SLICE ή sl 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 (Μπενάρδος 2005).

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 δυο νέα διακριτά στερεά μοντέλα.

Στο Σχήμα 3.7 διακρίνονται (από αριστερά προς τα δεξιά) το αρχικό στερεό αντικείμενο και τα αποτελέσματα των εντολών Slice και Section.



Σχήμα 3.7 Τομή στερεού με επίπεδο.

3.12. 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 3.8.

Πίνακας 3.8 Τρόποι ορισμού UCS.

Όνομα Εντολής	Αποτέλεσμα
Origin	Μετακινεί την αρχή του τρέχοντος συστήματος συντεταγμένων χωρίς να μεταβάλλει τον προσανατολισμό των αξόνων. Δεν 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, viewpoint, 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.

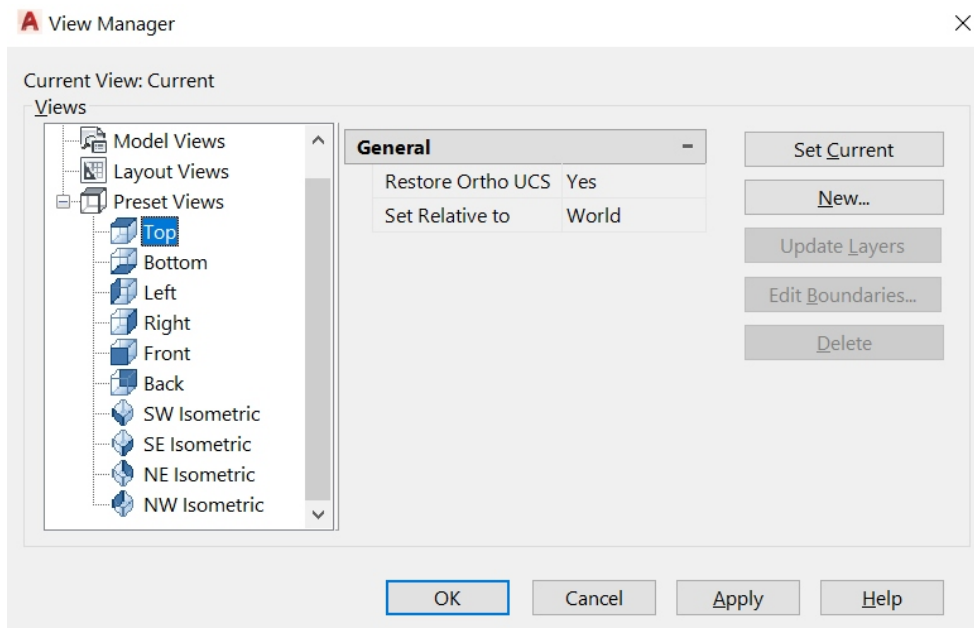
Οποιοδήποτε UCS μπορεί να αποθηκευτεί με ένα χαρακτηριστικό όνομα καλώντας την εντολή UCS και ενεργοποιώντας την με την εντολή Save, έτσι ώστε να διευκολυνθεί η μετάβαση μεταξύ των διαφορετικών συστημάτων συντεταγμένων που θα χρειαστεί να οριστούν από το χρήστη έως την ολοκλήρωση του σχεδίου. Όλα τα UCS που έχουν αποθηκευτεί με κάποιο χαρακτηριστικό όνομα εμφανίζονται πληκτρολογώντας UCSMAN στην περιοχή εντολών ή ακολουθώντας το μενού Tools → Named UCS (Μπενάρδος 2005).

3.13. Τρισδιάστατες όψεις

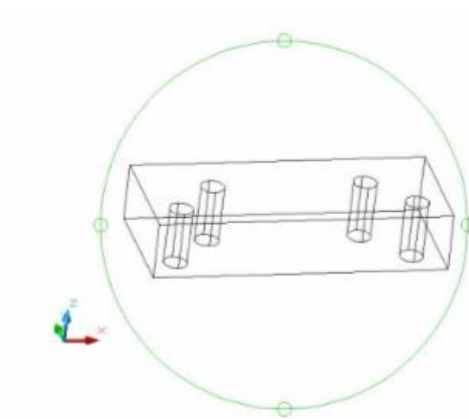
3.13.1. Αλλαγή όψης

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 κρατώντας το από αυτή 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 σαν να μπορούσε ο χρήστης να μετακινηθεί γύρω από τα αντικείμενα με δυο τρόπους:

- Με την εντολή VIEW (View ή V ή από το μενού View → Names Views) . Εμφανίζεται ένα παράθυρο διαλόγου (Σχήμα 5) 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.
- 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 τη όψη που θέλει (Σχήμα 6). 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 δυο 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 δυο 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.



Εικόνα 3.2 Παράθυρο διαλόγου της εντολής VIEW.



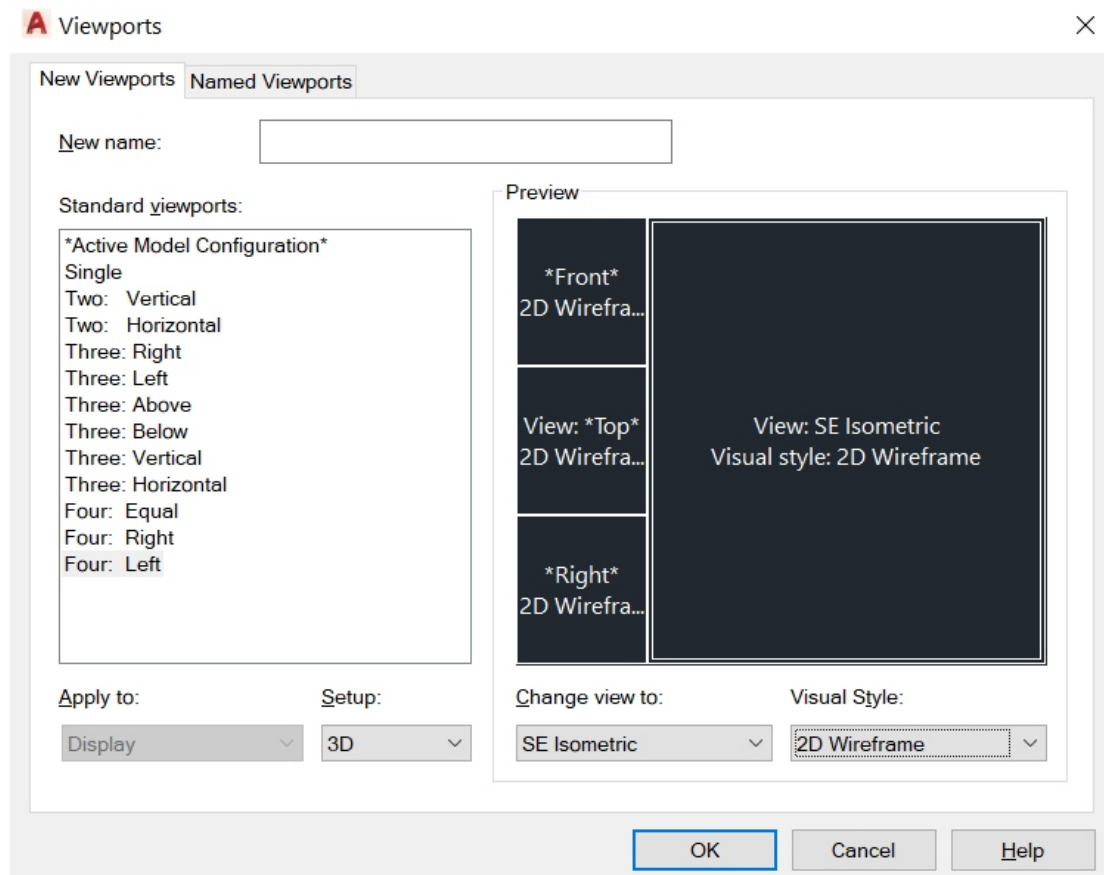
Σχήμα 3.8 Αλλαγή οπτικής γωνίας με την εντολή 3D Orbit.

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.

Η αλλαγή όψης δεν 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 (Μπενάρδος 2005).

3.13.2 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 (Εικόνα 3.3).



Εικόνα 3.3 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 ηλεκτρονικού υπολογιστή. 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 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 οποιεσδήποτε τροποποιήσεις του σχεδίου γίνονται σε ένα παράθυρο όψης εφαρμόζοντας απευθείας και στα υπόλοιπα (Μπενάρδος 2005).

3.14. 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 δυο διαφορετικούς χώρους, το χώρο του μοντέλου (model space) και το χώρο του 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 του 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 άλλον επιτυγχάνεται από τις καρτέλες που βρίσκονται στο κατώτερο μέρος της περιοχής σχεδίασης. Από το χώρο του 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 άποψη 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. Συνιστάται 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 προχωράει στην εκτύπωση.

Προσοχή: 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 επιλεγεί 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 (Μπενάρδος 2005).

Κεφάλαιο 4: Ειδικές εφαρμογές μεταλλευτικού σχεδιασμού με βάση το AutoCAD.

4.1. Promine Mining and Surveying Software

Η Promine Inc. είναι μια εταιρεία που δημιουργεί ένα λογισμικό με ομώνυμο τίτλο που χρησιμοποιείται για την μεταλλευτική μηχανική και την γεωλογική εργασία. Λειτουργεί ως επέκταση του λογισμικού AutoCAD της Autodesk, προσφέροντας πρόσθετες λειτουργίες ειδικά προσαρμοσμένες για εργασίες στη μεταλλευτική βιομηχανία. Η Promine χρησιμοποιεί την τρισδιάστατη πτυχή του λογισμικού CAD για να επιτρέπει στους χρήστες να παράγουν λειτουργικά μοντέλα εργασίας, προγραμματισμένων ή παλαιών ορυχείων. Παρόλο που ασχολείται με την ανάπτυξη υπόγειων ορυχείων, η Promine υποστηρίζει επίσης την επιφανειακή εξόρυξη καθώς και την αυστηρά γεωλογική εργασία.

4.1.1. Ιστορία

Η Promine ιδρύθηκε ως Yvan Dionne Inc από τον ιδρυτή και τον πρόεδρο της εταιρείας Yvan Dionne πριν από είκοσι χρόνια στο Κεμπέκ του Καναδά. Μετά την απόφαση για το όνομα της εταιρείας Promine, η εταιρεία αναδιοργανώθηκε ως Promine Inc. Η εταιρεία σήμερα αριθμεί περίπου 10 υπαλλήλους και έχει δυο ξεχωριστά υποκαταστήματα, το γραφείο του Μόντρεαλ που ειδικεύεται στο μάρκετινγκ, τις πωλήσεις και την ανάπτυξη των επιχειρήσεων και το γραφείο Quebec City που ειδικεύεται στην ανάπτυξη λογισμικού.

4.1.2. Περιοχές λειτουργίας

Το Promine διατίθεται στην αγγλική, γαλλική και ισπανική γλώσσα. Η εξέλιξη των υποστηριζόμενων γλωσσών ακολούθησε την εξέλιξη της πελατειακής βάσης της εταιρείας. Η Promine ιδρύθηκε στο Κεμπέκ του Καναδά, όπου η επίσημη γλώσσα είναι η γαλλική και ήταν η επίσημη γλώσσα του λογισμικού. Καθώς οι πελάτες από άλλες καναδικές επαρχίες πήραν το λογισμικό, η ανάγκη για αγγλική έκδοση ικανοποιήθηκε. Τέλος, μετά από μεγάλη επέκταση στον Καναδά και τις Ηνωμένες Πολιτείες, η εταιρεία άρχισε να εισέρχεται στην Λατινική Αμερική, παρέχοντας τελικά πλήρη ισπανική μετάφραση. Η εταιρεία έχει πελάτες στην γαλλόφωνη Αφρική και αρκετοί σύμβουλοι στην Ευρώπη χρησιμοποιούν επίσης το λογισμικό.

4.1.3. Τα βασικά του Promine (Promine Essentials)

Εργαλεία Promine (Promine Tools): Διαμορφώστε τις βασικές σας ρυθμίσεις Promine, μετατρέψτε πολυγραμμές από 3D σε 2D και αντίστροφα. Τέλος, επιστρέψτε στο σχέδιο με ένα απλό κλικ.

Σχεδιασμός οπών (Hole Planning): Δημιουργήστε ισχυρά σχέδια γεώτρησης με ρυθμίσεις για αποκλίσεις οπών και προβλέψεις τέρματος. Εκδώστε προσαρμόσιμες αναφορές που εμφανίζουν αναγνωριστικά οπών, μήκος, διάμετρο, τύπο οπής και άλλες σχετικές πληροφορίες.

Αδαμάντινες γεωτρήσεις (Diamond Drill Holes): Εισάγετε τα δεδομένα DDH και τα κανάλια σε σχέδια. Σχολιάστε, δημιουργήστε σταθμισμένους μέσους όρους και σύνθετους βαθμούς κατά μήκος των οπών για ακριβή μοντελοποίηση μπλοκ και υπολογισμούς πόρων.

Πόροι (Resources): Εισάγετε δείγματα και σχεδιάστε πολύγωνα με βάση τα δείγματα ή συνθετικά υλικά για να αξιολογήσετε την ποσότητα και την ποιότητα των πόρων. Δημιουργήστε 3D τριγωνισμούς από επιλεγμένα δείγματα και υπολογίστε τους όγκους.

Μοντελοποίηση Μπλοκ (Block Modeling): Δημιουργήστε μοντέλα μπλοκ από τα δεδομένα των οπών και πραγματοποιήστε διάφορους υπολογισμούς πόρων όπως χωρητικότητα, ποιότητα και πυκνότητα.

Αρχειοθέτης (Filer): Με αυτό το απλό εργαλείο, οι χρήστες μπορούν να διαχειρίζονται τα επίπεδα καθώς και να διατηρούν τα σχέδια οργανωμένα και ενημερωμένα, αποφεύγοντας διάφορα αντίγραφα κοινής εργασίας.

Ενότητα (Section): Η γρηγορότερη και πιο διαισθητική κοπή ενοτήτων στην αγορά. Κόψτε εύκολα μια ή περισσότερες ενότητες σε λίγα δευτερόλεπτα.

Περιβάλλον (Interface) Συνδεθείτε με άλλο λογισμικό εξόρυξης χρησιμοποιώντας το εργαλείο Interface που σας επιτρέπει να εξάγετε μεμονωμένα αρχεία ή ολόκληρους καταλόγους σε μορφή DXF. Εισαγάγετε εύκολα μοντέλα μπλοκ για χρήση με άλλες λειτουργικές μονάδες Promine.

Πλέγμα (Grid): Δημιουργήστε επαγγελματικά πλέγματα συντεταγμένων και απλοποιήστε σύνθετες διατάξεις εκτύπωσης με λίγα μόνο κλικ. Διαχειριστείτε εύκολα τις κλίμακες, τους τίτλους μπλοκ και τις ρυθμίσεις σχεδίασης. Μία από τις πιο πολύτιμες ενότητες της Promine.

Βιβλιοθήκη (Library): Αποθηκεύστε και μοιραστείτε όλα τα κοινά χρησιμοποιούμενα σύμβολα εύκολα στη λειτουργική μονάδα της βιβλιοθήκης για να σχολιάσετε χάρτες και σχέδια σύμφωνα με τους τυπικούς κωδικούς της βιομηχανίας.

4.1.4. Μοντελοποίηση μονάδων (Modeling Modules)

3D Drift: Δημιουργήστε σχέδια γρήγορα με ενημερωμένη χρωματική κωδικοποίηση καθώς λαμβάνετε τα δεδομένα της έρευνας σας από το υπέδαφος.

3D Raise: Δημιουργήστε ένα μοντέλο διαφόρων τύπων ανύψωσης με τα δεδομένα της έρευνας. Υπολογίστε την ένταση και τη χωρητικότητα χρησιμοποιώντας το εργαλείο της 3D μοντελοποίησης.

3D Modeling: Το τέλειο εργαλείο για την μοντελοποίηση βαθμίδων, γεωλογικών μοντέλων, βλαβών και άλλων 3D αντικειμένων με τις πολυγραμμές.

Rooms and Pillars: Εξορύστε κοιτάσματα με ευκολία χρησιμοποιώντας τη μονάδα μοντελοποίησης χώρων και πυλώνων για την δημιουργία του 3D μοντέλου κοιτάσματος για να διαλέξετε τις περιοχές του πυλώνα σας και στη συνέχεια να υπολογίσετε τον όγκο και τις ποσότητες. Αυτό είναι το εργαλείο που χρειάζεστε για την εξόρυξη χώρων και πυλώνων.

Στερεά (Solids): Υπολογίστε όγκους και χειριστείτε 3D μοντέλα χρησιμοποιώντας εντολές όπως η union, intersection και subtraction και μετατρέψτε πλέγματα από πλέγμα σε στερεά και το αντίστροφο.

3D Bench: Κατασκευάστε τις επάνω και τις κάτω επιφάνειες και στη συνέχεια δημιουργήστε πλατφόρμες σύμφωνα με τις προδιαγραφές σας και αποκτήστε ακριβείς υπολογισμούς όγκου και χωρητικότητας.

Επιφάνεια (Surface): Ένα ισχυρό εργαλείο για τον τριγωνισμό και χειρισμό τρισδιάστατων επιφανειών, χρησιμοποιώντας περιστροφές πρόσοψης, προσθήκη γραμμών ή σημείων και χρωματική κωδικοποίηση σύμφωνα με το υψόμετρο.

4.1.5. Μηχανικές μονάδες (Engineering Modules)

Διάτρηση και έκρηξη υπογείου (Drill and Blast Underground): Δημιουργήστε σχέδια διάτρησης και έκρηξης με καθυστερήσεις, υπολογίστε τους συντελεστές σκόνης και δημιουργήστε ανάλυση ενέργειας για να καθορίσετε την βέλτιστη θραύση του βράχου. Δημιουργήστε αναφορές έτοιμες για αποστολή στην ομάδα λειτουργιών.

Διάτρηση και επιφάνεια έκρηξης (Drill and Blast Surface): Σχεδιάστε τη διάτρηση και τα σχέδια έκρηξης για πλατφόρμες, υπολογίστε τους παράγοντες σκόνης, καθυστερήσεις, και δημιουργήστε αναφορές γεώτρησης και εκτόξευσης έτοιμες για αποστολή στην ομάδα των επιχειρήσεων.

Σχεδιασμός Drift (Drift Planning): Σχεδιάστε τις μετακινήσεις και τις ράμπες με ευκολία με βάση τις σημειωμένες κεντρικές γραμμές. Η μονάδα σχεδιασμού μετακινήσεων είναι ικανή να δημιουργεί γρήγορα μοντέλα 3D και διαμήκη τμήματα κατά μήκος μιας μετατόπισης για να δείξει βελτιωμένη πρόοδο και πληροφορίες έρευνας.

Αύξηση προγραμματισμού (Raise Planning): Συνδέστε τις υπόγειες εργασίες δημιουργώντας κάθε τύπο αύξησης. Σχολιάστε και μοντελοποιήστε εύκολα τα σχέδια.

Σχεδίαση στύλων (Stope Design): Υπολογίστε τις χωρητικότητες και τις βαθμίδες με βάση τα γεωλογικά δεδομένα από τα μοντέλα μπλοκ και δημιουργήστε ακριβείς παρατηρήσεις για να κρατήσετε οργανωμένους τους στύλους.

Εγγύτητα (Proximity): Διατηρήστε ένα ασφαλές ορυχείο χρησιμοποιώντας την μονάδα εγγύτητας. Αναζητήστε τα επίπεδα και τις συντεταγμένες τους για τον προσδιορισμό των διασταυρώσεων μεταξύ των ορυχείων.

Αραίωση (Dilution): Βρείτε από πού προέρχεται η αραίωση και υπολογίστε πόση αραίωση παρήχθη σε κάθε στύλο. Συγκρίνετε μεθόδους εξόρυξης και ανατινάξεων για να ελαχιστοποιήσετε την αραίωση.

Προγραμματισμός ορυχείων (Mine Scheduling): Από τα εβδομαδιαία ορυχεία έως τον πιο μεσαίο σχεδιασμό, η ενότητα προγραμματισμού ορυχείων της Promine είναι ιδανική για βραχυπρόθεσμο σχεδιασμό και σύνταξη γρήγορων γραφημάτων Gantt για τις λειτουργίες σας.

4.1.6. Γεωλογικές Μονάδες (Geology Modules)

Σχεδιασμός οπών (Hole Planning): Δημιουργήστε ισχυρά σχέδια γεώτρησης με ρυθμίσεις για αποκλίσεις οπών και προβλέψεις τέρματος. Εκδώστε προσαρμόσιμες αναφορές που εμφανίζουν αναγνωριστικά οπών, μήκος, διάμετρο, τύπο οπής και άλλες σχετικές πληροφορίες.

Αδαμάντινες γεωτρήσεις (Diamond Drill Holes): Εισάγετε τα δεδομένα DDH και τα τμήματα σε σχέδια. Σημειώστε, δημιουργήστε σταθμισμένους μέσους όρους και σύνθετους βαθμούς κατά μήκος οπών για ακριβή μοντελοποίηση μπλοκ και υπολογισμούς πόρων.

Πόροι (Resources): Τοποθετήστε δείγματα και σχεδιάστε πολύγωνα βασισμένα σε δείγματα ή σύνθετα για να αξιολογήσετε την ποσότητα πόρων και τους βαθμούς. Δημιουργήστε 3D τριγωνισμούς από επιλεγμένα δείγματα και υπολογίστε τους όγκους.

Μοντελοποίηση Μπλοκ (Block Modeling): Δημιουργήστε μοντέλα μπλοκ από τα δεδομένα οπών γεωτρήσεων και πραγματοποιήστε διάφορους υπολογισμούς πόρων όπως η χωρητικότητα, η ποιότητα και η πυκνότητα.

4.1.7. Ζωντανή Έρευνα (Live Survey)

Βασική έρευνα (Basic Survey): Εντοπίστε γρήγορα το όργανο εκτελώντας εκτομή δύο πρισμάτων. Στη συνέχεια, ερευνήστε την υπόγεια ανάπτυξη και δείξτε την κατεύθυνση γεώτρησης για να προχωρήσετε με ακρίβεια στον επόμενο γύρο αποτελεσματικά χρησιμοποιώντας ένα όργανο Leica.

Προηγμένη έρευνα (Advance Survey): Ολοκληρώστε λεπτομερώς την πλήρη έρευνα σας μετρώντας εύκολα τις υπόγειες τρύπες γεώτρησης, ρίχνοντας τις γραμμές βαθμού και μετρώντας την υπέρβαση και τη φθορά μιας πρόσοψης. Χρησιμοποιήστε αναλυτικές εντολές, όπως σήμανση τοίχων πρόσοψης, πίσω μέρους και πατώματος για αυτόματη παρακολούθηση των διαμορφωμένων διατάξεων μετατόπισης απευθείας στο σχέδιο.

4.1.8. Drones

Μια προσαρμόσιμη λύση για τις ανάγκες σας για έρευνα και εξερεύνηση. Τα TriStar drones σας επιτρέπουν να συλλέγετε γρήγορα σημεία δεδομένων ερευνώντας μια μεγάλη περιοχή εδάφους που οδηγεί σε ακριβέστερες εκτιμήσεις χωρητικότητας αποθεμάτων.

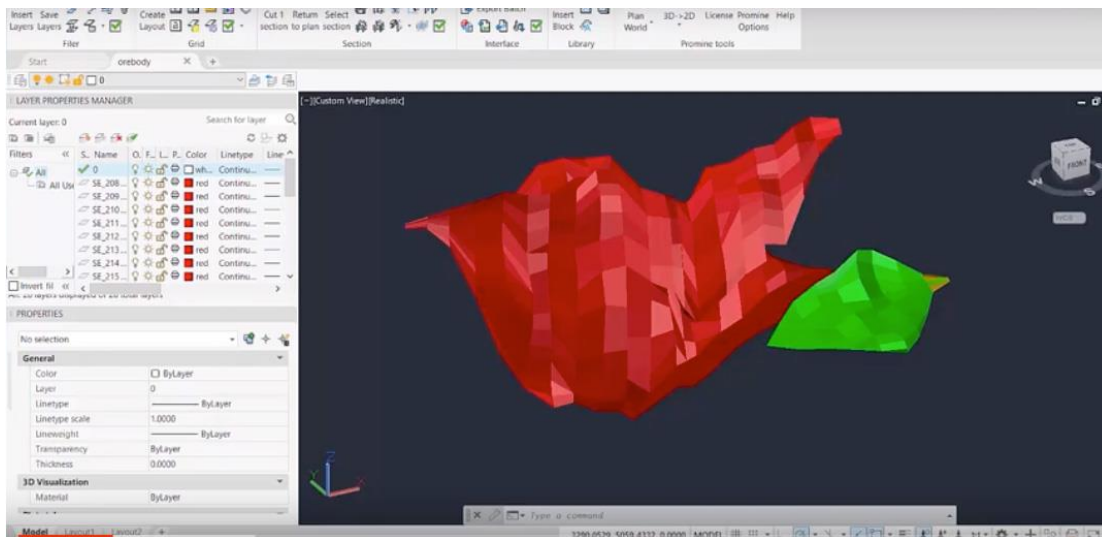
Έρευνα αποθεμάτων (Stockpile Surveying): Χρησιμοποιώντας ένα TriStar drone που τροφοδοτείται από την Promine, δημιουργήστε μια προσαρμόσιμη λύση για όλες τις ανάγκες σας για έρευνα. Χρησιμοποιήστε το Promine για να δημιουργήσετε χάρτες στερεών και πλέγματος. Επιπλέον, υπολογίστε τον όγκο και τη χωρητικότητα και συγκρίνετε διαφορετικά αποτελέσματα.

Εξερεύνηση (Exploration): Χρησιμοποιώντας ένα drone TriStar που τροφοδοτείται από το Progeox, δημιουργήστε μια προσαρμόσιμη λύση για όλες τις ανάγκες εξερεύνησης, όπως η συλλογή δεδομένων έρευνας και γεωλογικών δειγμάτων. Με το Progeox, δημιουργήστε χάρτες πλέγματος, χάρτες γεωχημικής συγκέντρωσης, συμπαγείς χάρτες και γεωλογικούς χάρτες. Επιπλέον, υπολογίστε τον όγκο και τη χωρητικότητα, δημιουργήστε ημι-βαριογραφήματα και αναφορές ανάλυσης γεωστατιστικών δεδομένων.

Progeox: Το Progeox λειτουργεί επίσης ως επέκταση του λογισμικού AutoCAD του AutoDesk παρέχοντας πρόσθετη λειτουργικότητα ειδικά προσανατολισμένη στη βιομηχανία εξερεύνησης και γεωλογικής εξόρυξης.

4.1.9. Παράδειγμα

Πώς να δημιουργήσετε ένα 3D PDF από ένα σχέδιο AutoCAD.



Εικόνα 4.1 Παράδειγμα

Για να γίνει αυτό:

1. Αποθηκεύστε το σχέδιό σας ως .dwg ή .dxf.
2. Κατεβάστε ένα 3D PDF plugin, για παράδειγμα, 3D PDF MAKER.
3. Ανοίξτε την προσθήκη και επιλέξτε την περιοχή του μοντέλου σύροντας το δρομέα στη σελίδα.
4. Εισαγάγετε το σχέδιο .dwg / .dxf.
5. Αλλάξτε την προβολή σε Adobe Reader.
6. Η προσθήκη θα κάνει εισαγωγή τα απαραίτητα εργαλεία για τον χειρισμό του μοντέλου 3D στο Adobe Reader.
7. Χρησιμοποιήστε το εργαλείο περιστροφής για να περιστρέψετε το μοντέλο για να το αναλύσετε.
8. Το 3D PDF μπορεί να αντιμετωπιστεί σαν PDF, ώστε να μπορείτε να το αποθηκεύσετε.

Σχετικό βίντεο παραδείγματος στην ιστοσελίδα:

https://www.youtube.com/watch?time_continue=245&v=jT2CIxmDBtQ&feature=emb_title

4.2. Carlson Software

Η Carlson Software αναπτύσσει τεχνικά προηγμένο λογισμικό και ολοκληρωμένο υλικό που παρέχει ολοκληρωμένες λύσεις κύκλου ζωής έργου στην επαγγελματική ανάπτυξη γης και εξόρυξη. Οι βιομηχανίες που εξυπηρετούνται περιλαμβάνουν έρευνα εδάφους, πολιτικοί μηχανικοί, έλεγχος κατασκευών / μηχανών, εξόρυξη, ανακατασκευή ατυχημάτων / εγκλημάτων και γεωργία.

Η Carlson Software ιδρύθηκε το 1983 και ειδικεύεται στο σχεδιασμό λογισμικού, τη συλλογή δεδομένων πεδίου και τα προϊόντα ελέγχου μηχανών για βιομηχανίες πολιτικών μηχανικών, ερευνών, κατασκευών και εξόρυξης παγκοσμίως. Η ιδιότητα και λειτουργική εταιρεία είναι γνωστή για την καινοτομία και τις τεχνολογικές λύσεις μιας ενιαίας πηγής και για την παροχή υποστήριξης και ολοκληρωμένης εξυπηρέτησης πελατών.

Το λογισμικό Carlson χρησιμοποιείται από επαγγελματίες στην έρευνα εδάφους, στον πολιτικό μηχανικό, στις κατασκευές, στον έλεγχο μηχανών, στην εξόρυξη και πολλά άλλα σε όλο τον κόσμο. Η παροχή ισχυρών, αλλά εύχρηστων δυνατοτήτων στο λογισμικό της, υποστηριζόμενη από εξειδικευμένη εξυπηρέτηση πελατών, είναι το σήμα κατατεθέν της εταιρείας από την ίδρυσή της το 1983.

Αναζητήστε το λογισμικό Carlson για τεχνικά προηγμένο λογισμικό και ενσωματωμένο υλικό για ολόκληρο τον κύκλο ζωής ενός έργου ανάπτυξης εδάφους ή εξόρυξης. Από τη συλλογή δεδομένων, μέχρι την έρευνα και το σχεδιασμό πολιτικών μηχανικών, συμπεριλαμβανομένης της εκτίμησης της κατασκευής, της δημιουργίας τρισδιάστατων μοντέλων και του ελέγχου μηχανών, οι λύσεις του Carlson χρησιμοποιούν τα ίδια δεδομένα καθ' όλη τη διάρκεια και έχουν σχεδιαστεί για να λειτουργούν ομαλά μεταξύ τους.

Η Carlson Software παράγει μια ολοκληρωμένη σειρά λύσεων για επαγγελματίες ανάπτυξης γης, σε όλους τους τομείς της συλλογής δεδομένων, της έρευνας, του μηχανολογικού σχεδιασμού και τη σύνταξη, του σχεδιασμού και της μοντελοποίησης ορυχείων, της εκτίμησης των κατασκευών και του ελέγχου μηχανών.

Η Carlson προσφέρει μια συνεπή διεπαφή χρήστη με πλήρως ενσωματωμένα προϊόντα πεδίου και γραφείου που λειτουργούν σε οποιονδήποτε εξοπλισμό, οποιοδήποτε CAD.

Στόχος του λογισμικού Carlson είναι:

- Να είναι ο πρώτος ανεξάρτητος προγραμματιστής λογιστικών ερευνών γης, πολιτικών μηχανικών, κατασκευών και εξόρυξης.
- Για να διατηρήσουμε τη φήμη μας για την τεχνολογική καινοτομία.
- Να παρέχουμε κορυφαία εξυπηρέτηση και υποστήριξη πελατών στον κλάδο.
- Παροχή λύσεων μιας πηγής τεχνολογίας από τη συλλογή δεδομένων από το σχεδιασμό έως την κατασκευή.

4.2.1. Προφίλ

Η Carlson Software ειδικεύεται στο λογισμικό σχεδιασμού CAD, τη συλλογή δεδομένων πεδίου και τα προϊόντα ελέγχου μηχανών για τις βιομηχανίες γεωγραφικών ερευνών, πολιτικών μηχανικών, κατασκευών και εξόρυξης παγκοσμίως, παρέχοντας τεχνολογικές λύσεις μιας πηγής από τη συλλογή δεδομένων έως τη σχεδίαση έως την κατασκευή.

4.2.2. Προϊόντα

A) Λογισμικό γραφείου

Χρησιμοποιώντας το διαφορετικό λογισμικό γραφείου της Carlson, θα είμαστε σε θέση να παράγουμε ακριβή σχέδια 2D και 3D και χερσαία σχεδίαση για έρευνα, πολιτική μηχανική, κατασκευή, εξόρυξη και έρευνα ατυχημάτων. Ενθαρρύνει έναν «θετικό βρόχο ανατροφοδότησης», ο οποίος παρέχει ανεκτίμητα σχόλια από ολόκληρο τον κλάδο ανάπτυξης εδάφους που χρησιμοποιείται για να διασφαλίσει ότι οι ετήσιες κυκλοφορίες μας είναι πάντα γεμάτες από νέες δυνατότητες που βασίζονται στον πελάτη. Όλα τα προϊόντα της Carlson επωφελούνται από την 30χρονη ιστορία της εισόδου των πελατών της και της έντονης χρήσης του κλάδου.

B) Συλλογή δεδομένων

Το λογισμικό Carlson συνδυάζει την προηγμένη λειτουργικότητα, την ευκολία στη χρήση και την απόλυτη ικανότητα που το καθιστά την πρώτη επιλογή στο λογισμικό συλλογής δεδομένων. Οι χρήστες έχουν την ελευθερία να επιλέξουν τον πάροχο υλικού τους μέσω της υποστήριξης της Carlson Software για μια ποικιλία GPS RTK και συμβατικών / ρομποτικών συνολικών σταθμών, νέων και παλαιών.

Η ακριβής συλλογή δεδομένων είναι η βάση για οποιοδήποτε επιτυχημένο έργο. Δείτε τις επιλογές του λογισμικού Carlson με το SurvCE για φορητούς συλλέκτες δεδομένων ή

SurvPC και Field για ανθεκτικούς υπολογιστές. Όλα παρέχουν ένα εξαιρετικά γραφικό και διασθητικό περιβάλλον εργασίας χρήστη που προτρέπει τον χρήστη, έτσι ώστε να μην λείπει καμία λεπτομέρεια.

Γ) Επιλογές υλικού

Η Carlson Software, σε συνεργασία με κορυφαίους κατασκευαστές σε όλο τον κόσμο, έχει αναπτύξει μια εκτεταμένη σειρά υλικού για να υποστηρίξει και να συμπληρώσει την ολοκληρωμένη σειρά λογισμικού ανάπτυξης γης, εξόρυξης και κατασκευών. Από τους ανθεκτικούς συλλέκτες δεδομένων και τα tablet της Windows μέχρι και σαρωτές, ραδιόφωνα, ρομπότ, προγράμματα περιήγησης και συστήματα GNSS, η Carlson έχει αναπτύξει πολλαπλές επιλογές για να καλυφθούν όλες οι ανάγκες των πελατών της. Εκτός από την παροχή του δικού μας επώνυμου υλικού, η Carlson συνεχίζει να υποστηρίζει το μεγαλύτερο μέρος του εξοπλισμού που υπάρχει στην σημερινή αγορά με επιλογές λογισμικού που επιτρέπουν στους πελάτες της να κάνουν την σωστή επιλογή.

Η φιλοσοφία της Carlson Software είναι να συνεχίσει να παρέχει ανοιχτή αρχιτεκτονική ενώ ταυτόχρονα να συνεργάζεται με τους καλύτερους κατασκευαστές, αντιπροσώπους και τους πολύτιμους πελάτες μας. Εξαρτήματα για εξορύξεις, θαλάσσια συστήματα, μονάδα μέτρησης και αισθητήρες παγκόσμιας κλάσης για χαρτογράφηση, απόδοση, τοποθέτηση και μέτρηση υψηλής απόδοσης, ακόμη και σε ακραία περιβάλλοντα. Τα συστήματα μέτρησης και παρακολούθησης υψηλής ταχύτητας της Carlson έχουν σχεδιαστεί για χρήση σε συνθήκες όπου η ταχύτητα, η ακρίβεια και η ασφάλεια έχουν μέγιστη σημασία.

Δ) Μέτρηση σε ακραία περιβάλλοντα

Τα συστήματά μας για την σάρωση ορυχείων και λατομείων και την ανίχνευση πλωτών οδών που έχουν τοποθετηθεί σε σκάφη έχουν αναπτυχθεί με στενή συνεργασία πολλών χρόνων με ειδικούς του πεδίου και χρησιμοποιούνται ευρέως λόγω της ευκολίας χρήσης και της αξιοπιστίας τους.

4.3. QuickSurf – Rockware

Το QuickSurf είναι ένα γρήγορο, ισχυρό σύστημα γενικής χρήσης συστημάτων επιφανειακών μοντέλων που εκτελείται εντός του AutoCAD 2000 - 2014. Χιλιάδες άνθρωποι χρησιμοποιούν το QuickSurf καθημερινά για δημιουργία χαρτών περιγράμματος, προφίλ, τμημάτων και ογκομετρικών υπολογισμών. Το QuickSurf μετατρέπει δεδομένα

χαρτογράφησης επιφάνειας, όπως δεδομένα γραμμής ή τη διάσπαση γραμμών σε περιγράμματα, πλέγματα, τριγωνικά ακανόνιστα δίκτυα και τριγωνικά πλέγματα.

Μια σειρά από εξελιγμένα εργαλεία σας επιτρέπουν να χειρίζεστε μοντελοποιημένες επιφάνειες σε τελειωμένους χάρτες υψηλής ποιότητας και να εκτελείτε ποικίλους υπολογιστικούς μηχανισμούς. Το QuickSurf καλύπτει τις ανάγκες μεγάλου φάσματος επαγγελματικών κλάδων όπως πολιτική μηχανική, περιβαλλοντική μηχανική, μηχανική πετρελαίου και μεταλλευτική τεχνολογία, γεωλογική χαρτογράφηση και έρευνα, φωτογραμμετρία και τοπογραφική χαρτογράφηση, αρχιτεκτονική τοπίου, ωκεανογραφία και επιφανειακή οπτικοποίηση.

4.3.1. AutoCAD και αυτόνομες εκδόσεις

Το QuickSURF διατίθεται είτε ως εφαρμογή AutoCAD® είτε με το δικό του αυτόνομο σύστημα Microsoft® Windows™ CAD. Ως εφαρμογή AutoCAD, το QuickSURF ενσωματώνεται εύκολα με άλλες εφαρμογές AutoCAD που επιτρέπουν την κοινή χρήση δεδομένων. Ως αυτόνομη εφαρμογή Microsoft Windows, το QuickSURF είναι ενσωματωμένο με το δικό του σύστημα 3D CAD που είναι 100% συμβατό με τα AutoCAD και MicroStation® που του επιτρέπει να διαβάζει και να γράφει άμεσα αρχεία σχεδίασης DWG και DGN.

4.3.2. Εξαιρετική μοντελοποίηση επιφανειών

Το QuickSURF παρέχει διάφορους αλγόριθμους επιφανειακής μοντελοποίησης για την παραγωγή ακριβών τρισδιάστατων επιφανειακών μοντέλων. Μερικοί από αυτούς τους αλγορίθμους μοντελοποίησης περιλαμβάνουν τριγωνισμό, πλέγματα, kriging πλέγματα και πλέγματα τάσεων. Τα επιφανειακά μοντέλα μπορούν να έχουν τη μορφή ενός τριγωνικού ακανόνιστου δικτύου (TIN), δικτυωτού πλέγματος, τριγωνικού δικτυωτού πλέγματος ή γραμμών περιγράμματος. Τα αποτελέσματα μοντελοποίησης επιφανειών υπολογίζονται γρήγορα και εμφανίζονται αμέσως στην οθόνη πριν από την προσθήκη της υπολογισμένης επιφάνειας στο σχέδιο.

Το λογισμικό μπορεί να χειριστεί και να εμφανίσει απεριόριστο αριθμό επιφανειών ταυτόχρονα, καθιστώντας το ένα ισχυρό εργαλείο ανάλυσης και σχεδίασης επιφανειών. Για παράδειγμα, οι υπολογισμένοι χάρτες topo μπορούν να συγκριθούν με τον πραγματικό φυσικό ιστότοπο, κάνοντας τις επόμενες προσαρμογές και διορθώσεις στο μοντέλο επιφάνειας γρήγορα και εύκολα.

Γραμμένο εξ ολοκλήρου στη γλώσσα προγραμματισμού C, το QuickSURF είναι γρήγορη και ακριβής επεξεργασία πάνω από 100.000 σημεία ανά λεπτό, με αριθμητική ακρίβεια 16 δεκαδικών ψηφίων. Σε αντίθεση με άλλα μοντέλα επιφανειών, το QuickSURF παίρνει τον επιφανειακό τριγωνισμό ακριβώς στο πρώτο πέρασμα. Δεν απαιτείται χειροκίνητη επεξεργασία TIN όπως με άλλα πακέτα, χωρίς χειροκίνητη εναλλαγή τριγωνικών άκρων. καμία επανατριγωνοποίηση. Όταν τελειοποιείτε μια επιφάνεια με το QuickSURF, απλώς προσθέστε τις πρόσθετες γραμμές και το πρόγραμμα θα δημιουργήσει αμέσως μια αναθεωρημένη επιφάνεια που θα τιμά τις νέες γραμμές.

Με την απaráμιλλη ταχύτητα του QuickSURF, όπου άλλα μοντέλα επιφανειών μπορούν να διαρκέσουν από 4 έως και 5 ώρες για να δημιουργήσουν ή να αναθεωρήσουν μια επιφάνεια, το QuickSURF το κάνει σε λίγα μόνο λεπτά. Και, δεν υπάρχει περιορισμός στον αριθμό των σημείων ή των επιφανειών που μπορούν να υποστούν επεξεργασία. Το QuickSURF χρησιμοποιεί εικονική μνήμη, επομένως το μέγεθος ενός επιφανειακού μοντέλου περιορίζεται μόνο από τον διαθέσιμο χώρο στο σκληρό δίσκο. Ορισμένοι χρήστες έχουν δημιουργήσει χάρτες που περιέχουν πάνω από 10 εκατομμύρια σημεία ελέγχου.

Τα χωρικά δεδομένα για μοντελοποίηση επιφανειών γίνονται αποδεκτά από πολλές πηγές, όπως αρχεία κειμένου ASCII με στήλη, προγράμματα γεωμετρίας συντεταγμένων (COGO), συλλέκτες δεδομένων, υπολογιστικά φύλλα και βάσεις δεδομένων. Τα χωρικά δεδομένα μπορούν επίσης να προέλθουν από αρχεία σχεδίασης AutoCAD και MicroStation με εξαγωγή σημείων, πολυγραμμών, μπλοκ και άλλων οντοτήτων. Τα χωρικά δεδομένα μπορούν να οριστούν χρησιμοποιώντας απεριόριστο αριθμό σημείων ελέγχου 3D. Οι επιφανειακές γραμμές μπορεί να οριστούν σχεδιάζοντας 2D ή 3D πολυγραμμές ή εισάγοντας ένα εξωτερικό αρχείο κειμένου ASCII που περιγράφει τα σημεία συντεταγμένων διακοπής. Στη συνέχεια, το λογισμικό θα τιμήσει τα καθορισμένα breaklines κατά τη δημιουργία του επιφανειακού μοντέλου. Οι επιφάνειες μπορούν να χρωματιστούν με βάση τον βαθμό κλίσης της επιφάνειας, την κατεύθυνση της επιφάνειας, την ανύψωση, την ορατότητα, την κατεύθυνση του φωτός ή με τη χαρτογράφηση των τιμών Z από άλλο μοντέλο επιφάνειας.

4.3.3. Κοπή και γέμισμα χωματουργικών έργων

Μπορούν να πραγματοποιηθούν υπολογισμοί όγκου κοπής και γεμίματος για μεμονωμένες ή πολλαπλές περιοχές. Οι πλαγιές, οι κατασκευές και οι επιφάνειες κοπής και πλήρωσης αναπτύσσονται εύκολα. Οι μαθηματικές χωρικές λειτουργίες μπορούν να πραγματοποιηθούν μεταξύ οποιωνδήποτε δύο επιφανειών. Οι περιοχές κοπής και πλήρωσης

μπορούν να καθοριστούν χρησιμοποιώντας πολύγωνα που καθορίζονται από το χρήστη. Αυτά τα πολύγωνα μπορεί να αντιπροσωπεύουν επιχωματώσεις γεφυρών, κατασκευές χωμάτινων φραγμάτων, καταπατήσεις πλημμυρών, λίμνες συγκράτησης καταιγίδων, επιθέματα θεμελίωσης κτιρίων, όρια ιδιοκτησίας και συσσώρευση φύλλων. Το πρόγραμμα περιλαμβάνει επίσης βασικά εργαλεία μοντελοποίησης για το σχεδιασμό οδών, συμπεριλαμβανομένου του σχεδιασμού κάθετης καμπύλης, διατομών οδοστρώματος και σημείο τομής πλαγιάς.

4.3.4. Προηγμένες δυνατότητες περιγράμματος

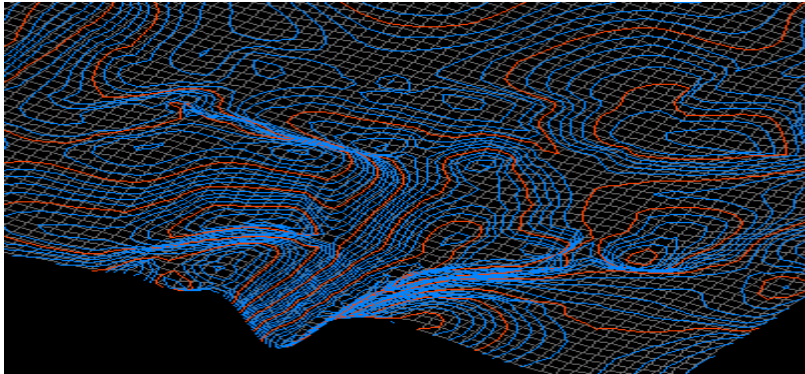
Το QuickSURF επιτρέπει τη δημιουργία περιγράμματος ανά πάσα στιγμή. Παρέχεται πλήρης έλεγχος των διαστημάτων αύξησης περιγράμματος από τον χρήστη. Εάν είναι επιθυμητό, τα διαστήματα ανύψωσης περιγράμματος μπορούν να καθοριστούν σε ένα εξωτερικό αρχείο κειμένου ASCII, σε οποιαδήποτε επιθυμητή απόσταση. Τα περιγράμματα μπορούν να περικοπούν χρησιμοποιώντας εσωτερικά και εξωτερικά όρια αποκοπής που ορίζονται από το χρήστη. Οι γραμμές περιγράμματος μπορούν να σχεδιαστούν ως κλειστά πολύγωνα για να επιτρέψουν την εκκόλαψη και το χρώμα γεμίματος. Τα περιγράμματα μπορούν να εξομαλυνθούν γρήγορα χρησιμοποιώντας B-splines. Επιπλέον, τα περιγράμματα μπορούν να επισημαίνονται με ετικέτες ανύψωσης, να χρωματίζονται σε σχέση με την ανύψωση, να επισημαίνονται για να υποδεικνύουν συγκεκριμένα διαστήματα περιγράμματος, και να υποβάλλονται σε χρήση χρησιμοποιώντας σημάδια σημείου περιγράμματος για να υποδείξουν κατεύθυνση κλίσης.

4.3.5. Δημιουργία γρήγορης προβολής διατομής και προφίλ

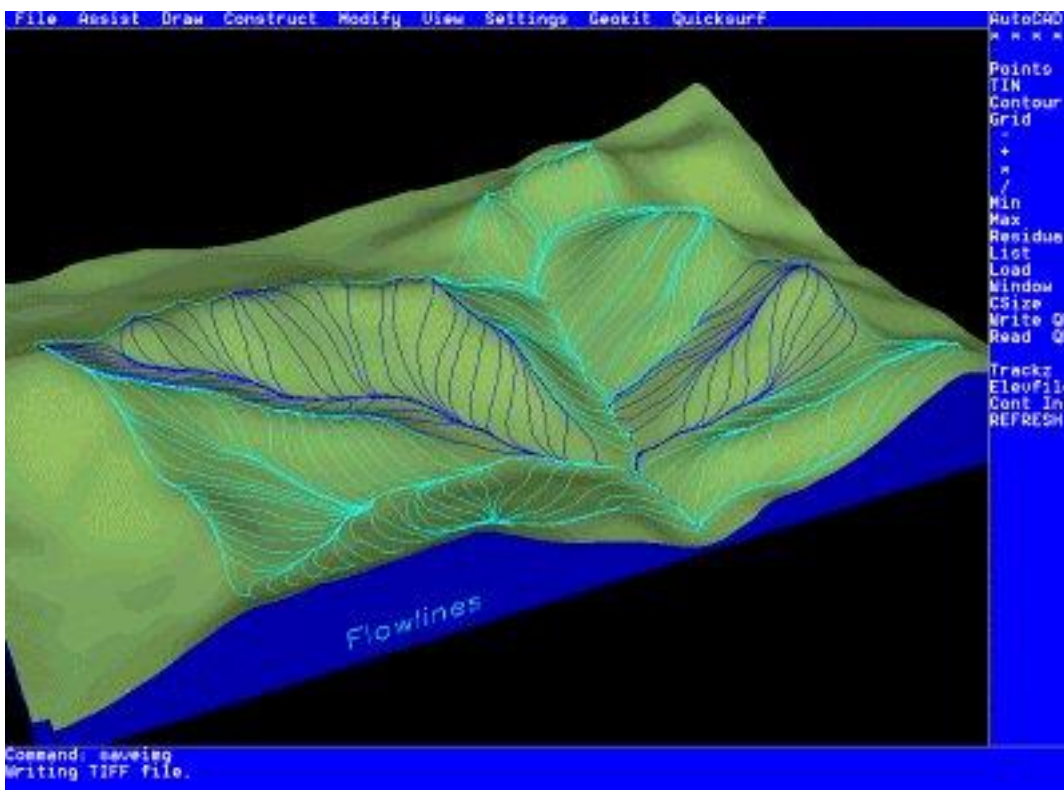
Οι προβολές διατομής και προφίλ μπορούν να δημιουργηθούν γρήγορα από οποιοδήποτε μοντέλο επιφάνειας. Το QuickSURF θα πάρει μια δισδιάστατη πολυγραμμική που σχεδιάζεται σε κάτοψη και στη συνέχεια θα μετατρέψει αυτήν την πολυγραμμική σε μια τρισδιάστατη πολυγραμμική που συμμορφώνεται με το υπολογισμένο επιφανειακό μοντέλο, δημιουργώντας έτσι μια τομή της επιφάνειας κατά μήκος αυτής της πολυγραμμικής. Επιπλέον, η προκύπτουσα προβολή τομής μπορεί να ισοπεδωθεί, εμφανίζοντας έτσι τη συνολική συσσωρευμένη απόσταση κατά μήκος της πολυγραμμικής. Ο χρήστης μπορεί να δώσει εντολή στο λογισμικό, χρησιμοποιώντας μία μόνο εντολή, να κλιμακώσει και να περιστρέψει την προβολή τομής σε κάτοψη, να σχεδιάσει έναν άξονα X και Y, να εμφανίσει ένα πλέγμα φόντου και να επισημάνει τον άξονα X και Y. Παρέχεται πλήρης έλεγχος σε όλες τις πτυχές της δημιουργίας προβολής ενότητας.

4.3.6. Υποστηρίζοντας πολλαπλές πλατφόρμες

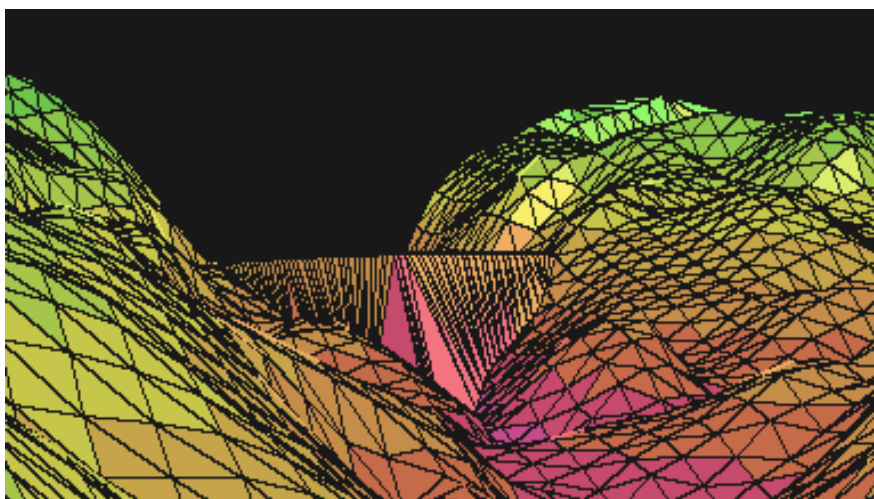
Το QuickSURF είναι μια εφαρμογή AutoCAD και διατίθεται επίσης ως αυτόνομη εφαρμογή Microsoft Windows, η οποία περιλαμβάνει το δικό της περιβάλλον εργασίας χρήστη 3D CAD.



Εικόνα 4.2 Παράδειγμα 1



Εικόνα 4.3 Παράδειγμα 2



Εικόνα 4.4 Παράδειγμα 3

4.3.7. Rockware – Πετρέλαιο και φυσικό αέριο

Η RockWare προσφέρει οικονομικά αποδοτικές και επαγγελματικές γεωλογικές υπηρεσίες στη βιομηχανία πετρελαίου και φυσικού αερίου, σε συνεργασία με σύγχρονες και ιστορικές πηγές δεδομένων για τη δημιουργία χαρτών περιγράμματος, διατομών, τρισδιάστατων μοντέλων και ογκομετρικών εκτιμήσεων.

Άλλες υπηρεσίες περιλαμβάνουν:

- Υποστήριξη δικαστικών διαφορών
- Γεωλογικές υπηρεσίες
- Εκσυγχρονισμός και διαχείριση δεδομένων
- Γεωλογική απεικόνιση και βίντεο

4.3.8. Εξόρυξη

Με παραπάνω από 35 χρόνια εμπειρίας στον κλάδο, οι σύμβουλοι της RockWare προσφέρουν μια πληθώρα υπηρεσιών που σχετίζονται με την εξόρυξη, συμπεριλαμβανομένων των βασικών γεωτρήσεων και της δημιουργίας βασικών αρχείων καταγραφής, της τρισδιάστατης μοντελοποίησης δεδομένων ανάλυσης, των ογκομετρικών υπολογισμών και της δημιουργίας απεικονίσεων και βίντεο.

4.3.9. Περιβάλλον

Η RockWare προσφέρει μια πληθώρα υπηρεσιών που σχετίζονται με τη μοντελοποίηση και την εμφάνιση επιφανειακών και υπόγειων υδάτων. Το περιβαλλοντικό λογισμικό της

RockWorks και του LogPlot μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με GIS, CAD και προγράμματα ροής και μεταφοράς, όπως το Groundwater Vistas, για τη δημιουργία διαγραμμάτων 2D και 3D, απεικονίσεων και υπολογισμών όγκου και μάζας.

4.3.10. Υδρογεωλογία

Συνεργαζόμενη με παγκοσμίου φήμης μοντέλα υπογείων υδάτων, η RockWare προσφέρει υπηρεσίες μοντελοποίησης γεωλογικών και υπόγειων υδάτων χρησιμοποιώντας το λογισμικό RockWorks και τον προσομοιωτή ροής και μεταφοράς MODFLOW. Τα έργα μπορούν να κυμαίνονται σε κλίμακα από μικρά σε μοντέλα σε όλη τη λεκάνη.

4.3.11. Γεωτεχνική Βιομηχανία

Το RockWare μπορεί να δημιουργήσει εκπληκτικά και χρήσιμα μοντέλα και διαγράμματα βασισμένα σε διατρητική καταγραφή γεωλογίας, δεδομένα SPT / CPT ή ακόμα και ρηχές γεωφυσικές πληροφορίες όπως η αντίσταση. Αυτά τα μοντέλα μπορούν να βοηθήσουν στην τοποθέτηση πασσάλων ή άλλων τύπων θεμελίωσης, σηράγγων ή ανασκαφών. Με πολυετή εμπειρία σε συνεργασία με δεκάδες τύπους δεδομένων υποεπιφάνειας, οι γεωλόγοι της RockWare προσφέρουν επαγγελματικές και οικονομικά αποδοτικές υπηρεσίες στις βιομηχανίες Γεωτεχνικής και Πολιτικής Μηχανικής.

4.4. Autodesk AutoCAD Civil 3D

Το Autodesk AutoCAD Civil 3D είναι ένα λογισμικό σχεδιασμού και ανάλυσης που βοηθά στην αντιμετώπιση των προβλημάτων Πολιτικού Μηχανικού κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού και της ανάλυσης και παρέχει την καλύτερη λύση στα προβλήματα. Υποστηρίζει τις ροές εργασιών Building Information Modeling (BIM). Το Civil 3D σας επιτρέπει να αποθηκεύετε και να μοιράζεστε δεδομένα σχεδίασης με υπάρχοντες χρήστες του Autodesk AutoCAD.

4.4.1. Εφαρμογές / Χρήσεις

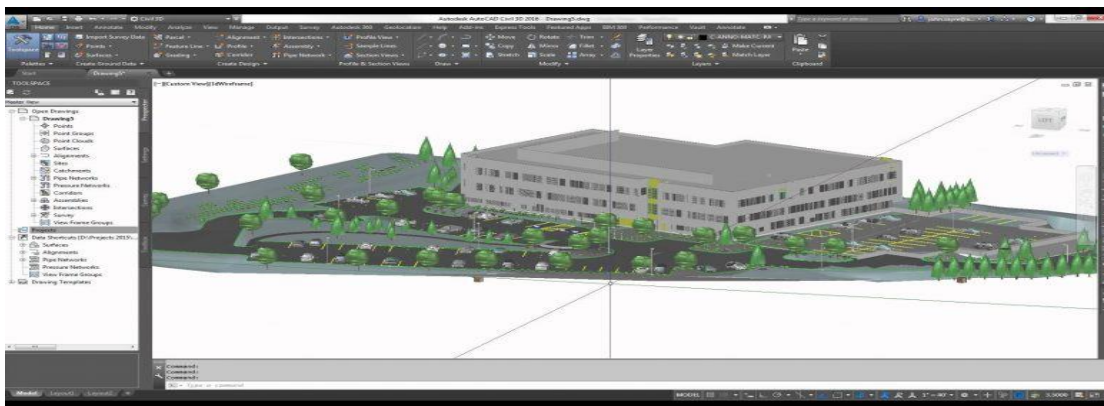
- Είναι ένα επαγγελματικό εργαλείο σχεδιασμού που σχεδιάζει τέλεια το έργο υποδομής σύμφωνα με τα παρεχόμενα δεδομένα.
- Διαθέτει καλή ροή συνεργασίας.
- Το Building Information Model (BIM) [τριδιάστατο] μπορεί να δημιουργηθεί λεπτομερώς με τη συνεργασία Revit.

- Το Autodesk AutoCAD Civil 3D αυξάνει την παραγωγικότητα και την ποιότητα χωρίς να είναι χρονοβόρο.
- Αυτό το εργαλείο δίνει ενημερώσεις ενός χειροκίνητου σχεδίου χωρίς σφάλματα.
- Το Autodesk AutoCAD Civil 3D προσφέρει ένα οικείο περιβάλλον σχεδίασης.
- Το Autodesk AutoCAD Civil 3D επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργήσουν δισδιάστατες διατομές και να τις προσθέσουν σε μοντέλα 3D γρήγορα και εύκολα.
- Το Autodesk AutoCAD Civil 3D μπορεί επίσης να δημιουργήσει διατομές πολύ πιο γρήγορα χρησιμοποιώντας μόνο το νέο εργαλείο διαχείρισης επιπέδων.
- Η σύνταξη και η τεκμηρίωση γίνονται πολύ πιο εύκολα χρησιμοποιώντας το Autodesk AutoCAD Civil 3D.

4.4.2. Ιδιότητες του AutoCAD Civil 3D

1) Οπτική Ανάλυση

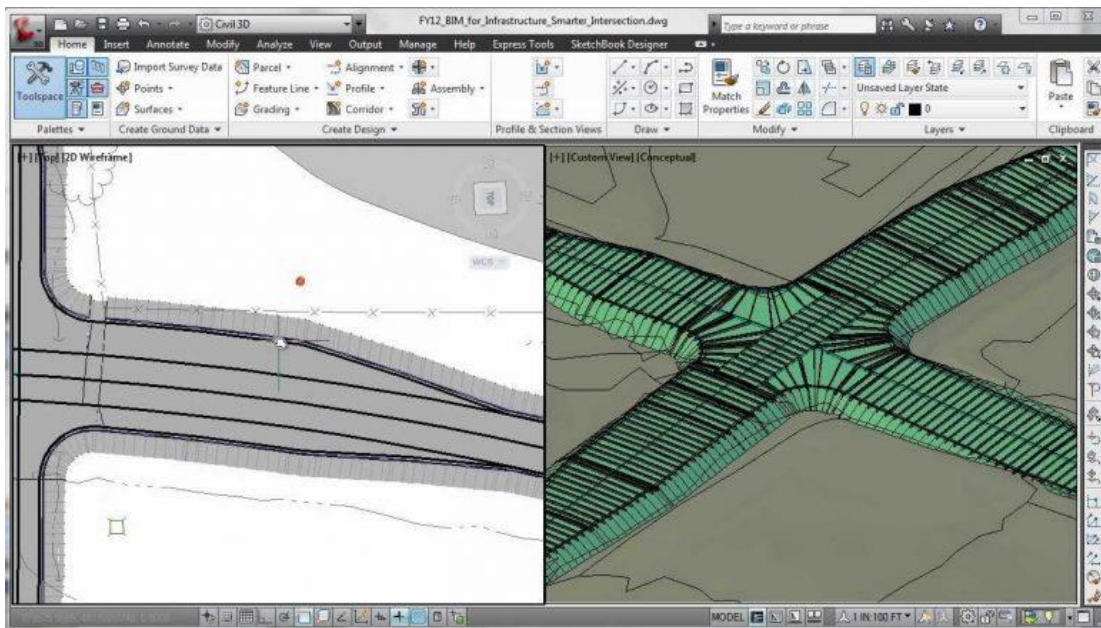
Η οπτικοποίηση των δεδομένων είναι πολύ σημαντική. Έτσι λοιπόν, η οπτικοποίηση βελτιώνει τις διαδικασίες σχεδίασης και επιτρέπει στον χρήστη να παρατηρεί πιο προσεκτικά.



Εικόνα 4.5 Παράδειγμα

2) Μοντελοποίηση επιφανειών

Μπορείτε να δημιουργήσετε ένα μοντέλο που συνδυάζει τρισδιάστατα στερεά, επιφάνειες και αντικείμενα πλέγματος. Είναι σημαντικό να δομηθεί η επιφάνεια για αποτελεσματική επεξεργασία.



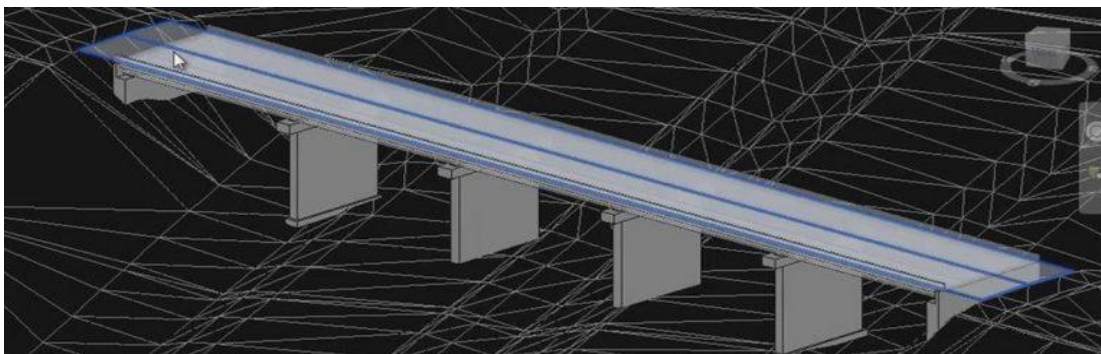
Εικόνα 4.6 Παράδειγμα

3) Σχεδιασμός κομματιών

Μπορείτε να δημιουργήσετε κομμάτια από τη σχεδίαση αντικειμένων χρησιμοποιώντας τα εργαλεία διάταξης κομματιών. Τα δέματα μπορούν επίσης να δημιουργηθούν αυτόματα μέσω της αλληλεπίδρασης ευθυγραμμίσεων και άλλων κομματιών εντός ενός ιστότοπου.

4) Σχεδιασμός διαδρόμου

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τη μοντελοποίηση διαδρόμων Autodesk AutoCAD Civil 3D για να δημιουργήσετε ευέλικτα και διαμορφώσιμα μοντέλα 3D διαδρόμων, όπως δρόμους, αυτοκινητόδρομους και σιδηροδρόμους. Το μοντέλο Corridor βασίζεται και χρησιμοποιεί διάφορα αντικείμενα και δεδομένα Autodesk AutoCAD Civil 3D, συμπεριλαμβανομένων υποσυστημάτων, συγκροτημάτων, ευθυγραμμίσεων, επιφανειών και προφίλ.



Εικόνα 4.7 Παράδειγμα

5) Εύκολο σχέδιο

Η διαδικασία σχεδίασης Autodesk AutoCAD Civil 3D είναι σχεδόν παρόμοια με αυτήν του απλού AutoCAD.

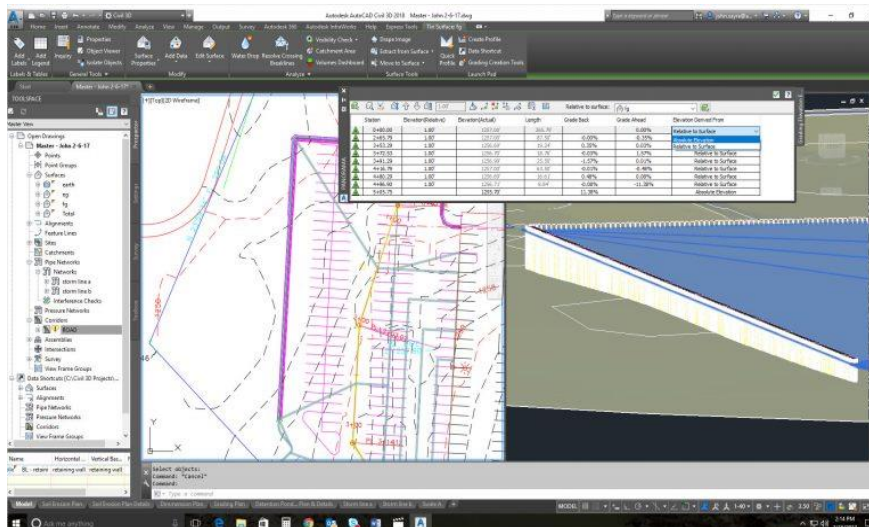
6) Γεωτεχνική μοντελοποίηση

Εμφάνιση δεδομένων γεωτεχνικής επέκτασης σε υπόγειο μοντέλο για εργασίες σχεδιασμού υποδομών. Υπάρχει επίσης μια βελτιωμένη δυνατότητα Γεωτεχνικής Ιδιοκτησίας και εντολή Geotechnical Export, η οποία καθιστά ακόμη πιο απλή την παραγωγή και κοινή χρήση τρισδιάστατων γεωτεχνικών μοντέλων με άλλο λογισμικό.

7) Υγειονομική ανάλυση και ανάλυση καταιγίδων

Το Autodesk AutoCAD Civil 3D επιτρέπει:

- Την ανάλυση των συστημάτων αποχέτευσης των οδικών οδών (συμπεριλαμβανομένων των κολπίσκων και των εισροών υδάτων καταιγίδας).
- Δίκτυα αποχέτευσης καταιγίδων και λίμνες κράτησης.
- Μελέτες ποιότητας νερού.
- Υποδιαίρεση συστημάτων αποχέτευσης.
- Μοντελοποίηση συστημάτων αποχέτευσης.
- Υπόνομοι υγιεινής, σταθμοί ανύψωσης, αγωγός δύναμης, συνδυασμός αποχέτευσης.
- Εξαγωγή δεδομένων σωλήνων από λογισμικό Civil 3D.
- Εργασία με Civil 3D και μορφές αρχείων.
- Καθορισμός πίνακα αποθήκευσης από λογισμικό Civil 3D.



Εικόνα 4.8 Παράδειγμα

8) Γεωχωρική ανάλυση

Το AutoCAD Map 3D είναι ευρέως γνωστό ως μηχανικό πρόγραμμα για τη δημιουργία και διαχείριση CAD και χωρικών δεδομένων. Η γεωχωρική ανάλυση μπορεί να σας βοηθήσει να αποκομίσετε μεγαλύτερη αξία από τα δεδομένα σας και να βοηθήσετε στην καλύτερη λήψη αποφάσεων.

9) Ανάλυση μοντέλου

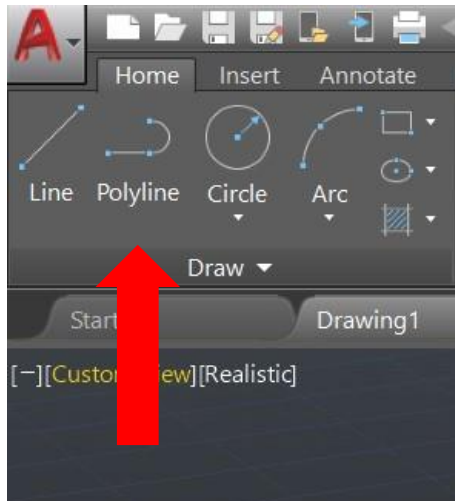
Το Autodesk AutoCAD Civil 3D αναλύει πλήρως το μοντέλο σε σχέση με όλες τις πτυχές που το ωθούν στο επιτυχημένο μοντέλο.

- Μπορεί να διατηρήσει μεγάλο αριθμό σταθερών δεδομένων.
- Βοηθά στη διαχείριση έργων, καθώς οργανώνει τα σχέδια, σχεδιάζει αντικείμενα και βοηθά στις διαδικασίες εργασίας για την υποστήριξη μιας ομάδας έργου. Το Autodesk AutoCAD Civil 3D είναι ένα εργαλείο που ξεκινά το έργο από το μηδέν και στη συνέχεια παίρνει τις ολοκληρωμένες διαδικασίες σχεδίασης, την ανάλυσή του λαμβάνοντας υπόψη τα φορτία των σκέψεων ή των περιορισμών και στη συνέχεια εμφανίζει το αποτέλεσμα με έναν ολοκληρωμένο τρόπο (Munir 2018).

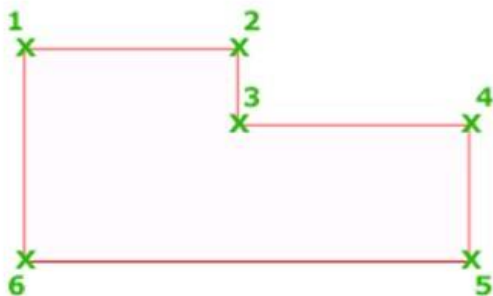
Κεφάλαιο 5: Λειτουργίες του AutoCAD για σχεδιασμό υπαίθριων εκμεταλλεύσεων.

5.1. PLINE

Δημιουργεί μια πολυδιάστατη γραμμή 2D, ένα αντικείμενο που αποτελείται από τμήματα γραμμών και τόξων.



Εικόνα 5.1



Σχήμα 5.1

5.1.1. Καθορίστε το σημείο έναρξης.

Ορίστε το σημείο έναρξης για την πολυγραμμή

- Ένας προσωρινός δείκτης σε σχήμα σταυρού εμφανίζεται στο πρώτο σημείο
- Πατώντας Enter ξεκινά μια νέα πολυγραμμή από το τελικό σημείο που καθορίζεται για τη δημιουργία μια πολυγραμμής, γραμμής ή τόξου.

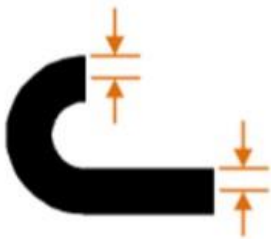
5.1.2. Καθορίστε το επόμενο σημείο.

- Εάν καθορίσετε ένα δεύτερο σημείο, δημιουργείτε ευθεία τμήματα.
- Εάν εισάγετε ένα (για τόξο), δημιουργείτε τμήματα τόξου.

Εντολές κοινές σε τμήματα γραμμών και τόξων:

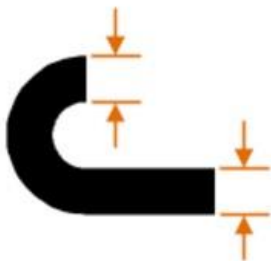
Close: Συνδέει το πρώτο και το τελευταίο τμήμα για να δημιουργήσει μια κλειστή πολυγραμμή.

Halfwidth: Καθορίζει το πλάτος από το κέντρο ενός μεγάλου τμήματος έως ένα άκρο.



Σχήμα 5.2

Width: Καθορίζει το πλάτος του επόμενου τμήματος.



Σχήμα 5.3

- Μερικά πράγματα που πρέπει να θυμάστε όταν ορίζεται το μισό πλάτος ή ολόκληρο το πλάτος μιας πολυγραμμής.
- Το πλάτος έναρξης γίνεται το προεπιλεγμένο πλάτος λήξης.
- Το πλάτος λήξης γίνεται το ενιαίο πλάτος για όλα τα επόμενα τμήματα έως ότου αλλάξετε ξανά το πλάτος.
- Τα σημεία έναρξης και λήξης των τμημάτων ευρείας γραμμής βρίσκονται στην κεντρική γραμμή του τμήματος.



Σχήμα 5.4

- Συνήθως, τα σημεία τομής των διπλανών ευρέων πολυγραμμικών τμημάτων είναι λοξά.



Σχήμα 5.5

- Δεν πραγματοποιούνται λοξοτμήσεις για μη εφαπτόμενα τμήματα τόξου, πολύ οξείες γωνίες ή όταν χρησιμοποιείται ένας τύπος γραμμής κουκκίδων.

Undo: Καταργεί το τμήμα που προστέθηκε πρόσφατα.

5.1.3. Εντολές μόνο για γραμμή.

Τόξο: Αρχίζει να δημιουργεί τμήματα τόξου εφαπτόμενα στο προηγούμενο τμήμα.

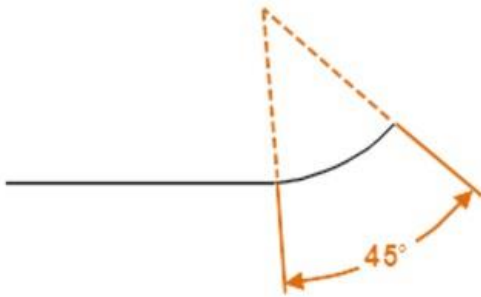
Μήκος: Δημιουργεί ένα τμήμα συγκεκριμένου μήκους στην ίδια γωνία με το προηγούμενο τμήμα. Εάν το προηγούμενο τμήμα είναι τόξο, το νέο τμήμα γραμμής είναι εφαπτόμενο σε αυτό το τμήμα τόξου.



Σχήμα 5.6

5.1.4. Εντολές μόνο για τόξο.

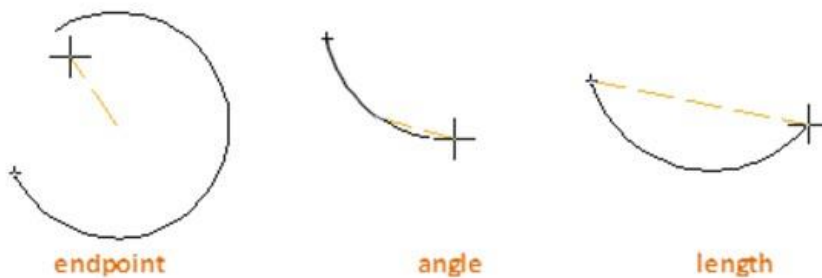
- Endpoint of arc: Ολοκληρώνει ένα σημείο τόξου. Το τμήμα τόξου είναι εφαπτόμενο με το προηγούμενο τμήμα της πολυγράμμης.
- Angle: Καθορίζει τη συμπεριλαμβανομένη γωνία του τμήματος τόξου από το σημείο έναρξης.



Σχήμα 5.7

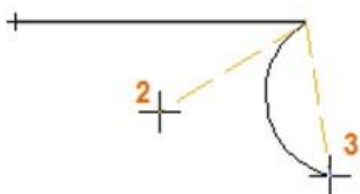
Η εισαγωγή θετικού αριθμού δημιουργεί αριστερόστροφα τμήματα τόξου. Η εισαγωγή αρνητικού αριθμού δημιουργεί δεξιόστροφα τμήματα τόξου.

- Center: Καθορίζει ένα τμήμα τόξου με βάση το κεντρικό του σημείο.



Σχήμα 5.8

- Direction: Καθορίζει την εφαπτομένη για το τμήμα τόξου.



Σχήμα 5.9

(2) Κατεύθυνση εφαπτομένης από το σημείο έναρξης του τόξου: Προσδιορίζει ένα σημείο που καθορίζει μια εφαπτομένη της καμπύλης στο σημείο έναρξης. Το τόξο στρέφεται μακριά από το διάνυσμα μεταξύ του σημείου έναρξης και του εφαπτόμενου σημείου.

(3) Τελικό σημείο του τόξου: Καθορίζει το τελικό σημείο του τμήματος του τόξου.

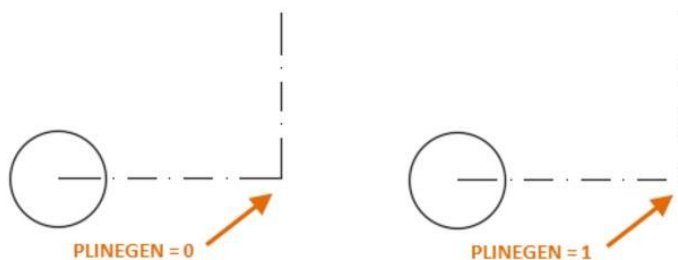
Συμβουλή: Πατήστε Ctrl για να σχεδιάσετε προς τα δεξιά.

- Line: Εναλλαγή από σχεδίαση τμημάτων τόξου σε σχεδίαση ευθειών τμημάτων.
- Radius: Καθορίζει την ακτίνα του τμήματος τόξου.
- Second pt: Καθορίζει το δεύτερο σημείο και το τελικό σημείο ενός τόξου τριών σημείων.

5.1.5 Linetype Pattern

Η μεταβλητή συστήματος PLINEGEN ελέγχει τον τρόπο δημιουργίας μοτίβων linetype γύρω από τις κορυφές μιας 2D πολυγραμμής.

- Δημιουργεί τύπους γραμμών που ξεκινούν και τελειώνουν με παύλα σε κάθε κορυφή της πολυγραμμής
- Δημιουργεί τύπους γραμμών σε ένα αδιάλειπτο μοτίβο μέσω των κορυφών της πολυγραμμής.

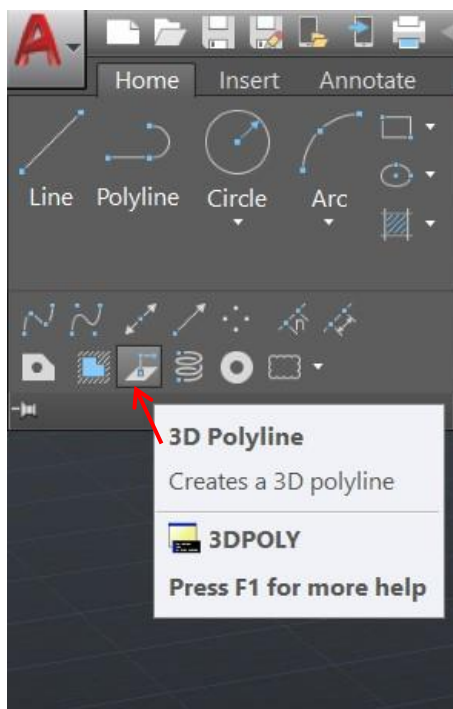


Σχήμα 5.10

Σημείωση: Η αλλαγή αυτής της τιμής δεν επηρεάζει της υπάρχουσες πολυγραμμές. Αλλάξτε τη ρύθμιση Linetype Generation στην παλέτα Properties για να ενημερώσετε υπάρχουσες πολυγραμμές.

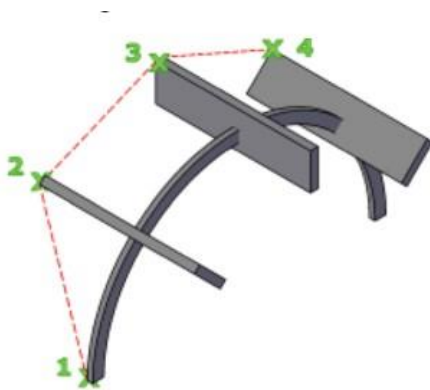
5.2. 3DPOLY

Δημιουργεί μια τρισδιάστατη πολυγραμμή.



Εικόνα 5.2

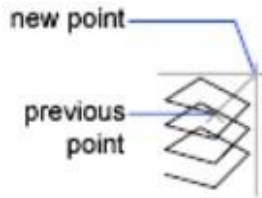
Μια τρισδιάστατη πολυγραμμή είναι μια συνδεδεμένη ακολουθία τμημάτων ευθείας γραμμής που δημιουργήθηκε ως ένα αντικείμενο. Οι τρισδιάστατες πολυγραμμές μπορεί να είναι μη-επίπεδες. Ωστόσο, δεν μπορούν να περιλαμβάνουν τμήματα τόξου.



Σχήμα 5.11

Σημείο έναρξης της πολυγραμμής: Καθορίζει το πρώτο σημείο στην τρισδιάστατη πολυγραμμή.

Τελικό σημείο γραμμής: Σχεδιάζει μια ευθεία γραμμή από το προηγούμενο σημείο στο καθορισμένο νέο σημείο. Η εντολή επαναλαμβάνεται μέχρι να πατήσετε το Enter για να την τερματίσετε.



Σχήμα 5.12

Undo: Διαγράφει την τελευταία γραμμή που δημιουργήθηκε. Μπορείτε να σχεδιάσετε από το προηγούμενο σημείο.



Σχήμα 5.13

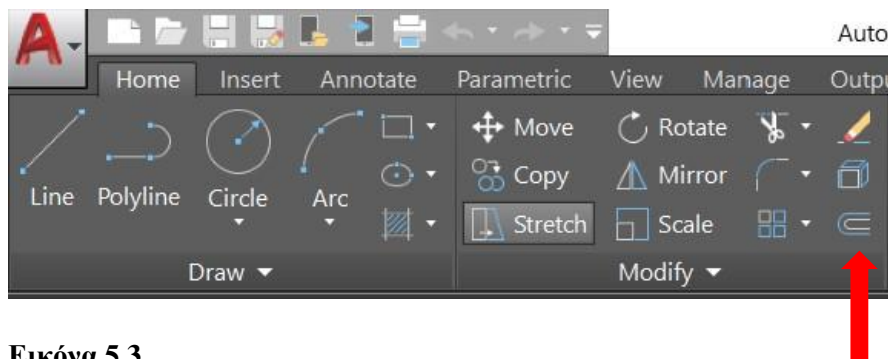
Close: Σχεδιάζει μια γραμμή κλεισίματος από το τελικό σημείο πίσω στο πρώτο σημείο και μετά τερματίζει την εντολή. Για να κλείσει, μια τρισδιάστατη πολυγραμμή πρέπει να περιέχει τουλάχιστον δύο γραμμές.



Σχήμα 5.14

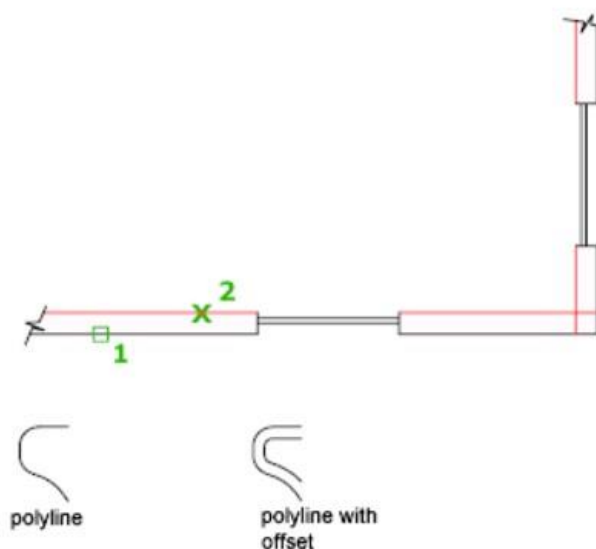
5.3. OFFSET

Δημιουργεί ομόκεντρούς κύκλους, παράλληλες γραμμές και παράλληλες καμπύλες.



Εικόνα 5.3

Μπορείτε να μετατοπίσετε ένα αντικείμενο σε μία καθορισμένη απόσταση ή μέσω ενός σημείου. Αφού μετατοπίσετε τα αντικείμενα, μπορείτε να τα κόψετε και να τα επεκτείνετε ως μια αποτελεσματική μέθοδο για την δημιουργία σχεδίων που περιέχουν πολλές παράλληλες γραμμές και καμπύλες.



Σχήμα 5.15

Η εντολή OFFSET επαναλαμβάνεται για ευκολία. Για έξοδο από την εντολή, πατήστε Enter.

Offset Distance: Δημιουργεί ένα αντικείμενο σε καθορισμένη απόσταση από ένα υπάρχον αντικείμενο.



Σχήμα 5.16

Exit: Έξοδος από την εντολή OFFSET

Multiple: Εισέρχεται στην λειτουργία πολλαπλής μετατόπισης, η οποία επαναλαμβάνει τη λειτουργία offset χρησιμοποιώντας την τρέχουσα απόσταση μετατόπισης.

Undo: Αντιστρέφει την προηγούμενη μετατόπιση.

Through: Δημιουργεί ένα αντικείμενο που διέρχεται από ένα καθορισμένο σημείο.

Σημείωση: Για καλύτερα αποτελέσματα, όταν μετατοπίζετε μια πολυγραμμή με γωνίες, καθορίστε το σημείο διέλευσης κοντά στο μεσαίο σημείο ενός τμήματος γραμμής και όχι κοντά σε μια γωνία.



Σχήμα 5.17

Erase: Διαγράφει το αντικείμενο προέλευσης μετά την μετατόπιση.

Layer: Καθορίζει εάν δημιουργούνται αντικείμενα μετατόπισης στο τρέχον επίπεδο ή στο επίπεδο του αντικειμένου προέλευσης.

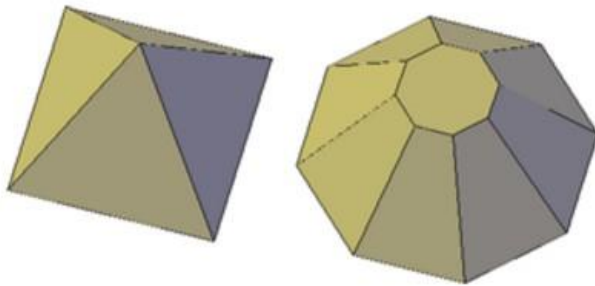
5.4. Properties

Τροποποιήστε αντικείμενα 3D αλλάζοντας τις ρυθμίσεις τους στην παλέτα Properties.

Τρισδιάστατα στερεά, επιφάνειες και πλέγματα και τα υποκείμενα τους μπορούν να τροποποιηθούν στην παλέτα Properties.

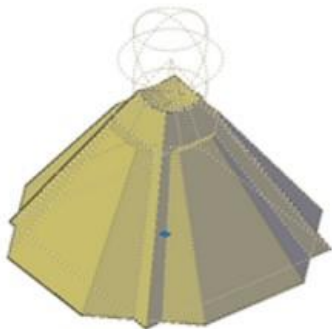
5.4.1. Τροποποίηση στερεών αντικειμένων 3D αλλάζοντας ιδιότητες

Αλλάζοντας τις ρυθμίσεις στην παλέτα Properties, μπορείτε να τροποποιήσετε τα βασικά χαρακτηριστικά μεγέθους, ύψους και σχήματος των πρωτόγονων στερεών. Για παράδειγμα, για να αλλάξετε μια πυραμίδα τεσσάρων όψεων που καταλήγει σε ένα σημείο σε μια πυραμίδα οκτώ όψεων που καταλήγει σε επίπεδη επιφάνεια (πυραμίδα frustum), ενημερώστε τις ιδιότητες Top Radius και Sides.



Εικόνα 5.4

Με τρισδιάστατα στερεά που έχουν ανασυνδυαστεί για να σχηματίσουν σύνθετα αντικείμενα, μπορείτε να επιλέξετε να διατηρήσετε το υπο-αντικείμενο του ιστορικού, το οποίο αντιπροσωπεύει στοιχεία που έχουν αφαιρεθεί. Η παλέτα Properties ελέγχει τη διαθεσιμότητα και την εμφάνιση αυτών των ιστορικών.



Εικόνα 5.5

5.4.2. Τροποποίηση επιφανειακών αντικειμένων αλλάζοντας ιδιότητες

Τα επιφανειακά αντικείμενα έχουν πρόσθετες ιδιότητες που δεν βρίσκονται σε αντικείμενα 3D στερεά ή πλέγματα. Οι ιδιότητες διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο της επιφάνειας (NURBS, blend, patch, network, offset, fillet, chamfer, extension, loft, extrude, sweep, planar ή περιστροφή).

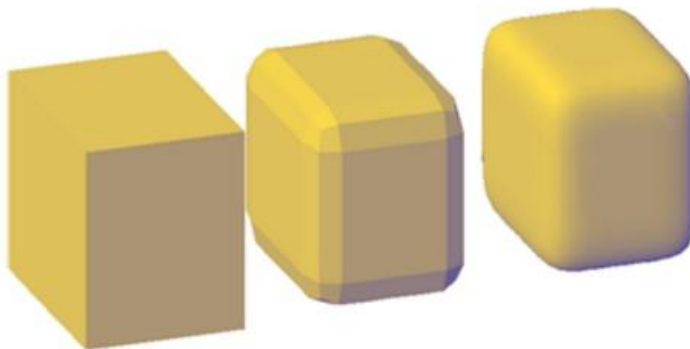
Οι επιφάνειες περιλαμβάνουν τις ακόλουθες πληροφορίες στην παλέτα Properties:

- **Geometry.** Περιέχει πληροφορίες όπως ακτίνια για στρογγυλεμένες επιφάνειες, απόσταση μετατόπισης για εξισορροπημένες επιφάνειες και κωνική γωνία για εξωθημένες επιφάνειες. Μπορείτε επίσης να εισαγάγετε μαθηματικές εκφράσεις για τον έλεγχο ορισμένων από αυτών των ιδιοτήτων.
- **Maintain Associativity.** Εναλλάσσει τη συσχέτιση για την επιλεγμένη επιφάνεια.
- **Show Associativity.** Εναλλαγή επισήμανσης εξάρτησης εάν η επιφάνεια συσχετίζεται με άλλες επιφάνειες.
- **Edge Continuity and Bulge Magnitude.** Εμφανίζει επιφάνειες που ενώνονται με άλλες επιφάνειες.
- **Wireframe Display and U/V Isolines.** Ενεργοποιεί και απενεργοποιεί την οθόνη wireframe και U / V Isoline (για non – NURBS επιφάνειες).
- **CV Hull Display και U / V Isoparms.** Ενεργοποιεί και απενεργοποιεί την οθόνη CV Hull και U / V Isoparm (για επιφάνειες NURBS).
- **Trims.** Αναφέρει εάν η επιφάνεια έχει κομμένες περιοχές και σε ποιες άκρες.

5.4.3. Τροποποιήστε τα αντικείμενα πλέγματος αλλάζοντας τις ιδιότητες

Τα αντικείμενα πλέγματος έχουν πρόσθετες ιδιότητες που ελέγχουν το επίπεδο ομαλότητας και πτυχών. Οι ιδιότητες πτύχωσης των υποκειμένων προσώπου, άκρων και κορυφών αντικατοπτρίζονται επίσης στην παλέτα Properties.

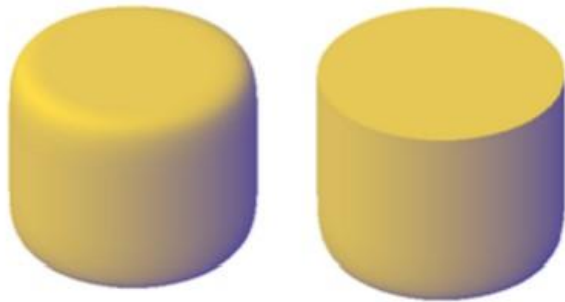
Level of smoothness. Λειαιώνει ή βελτιώνει τις άκρες ενός αντικειμένου πλέγματος.



Εικόνα 5.6

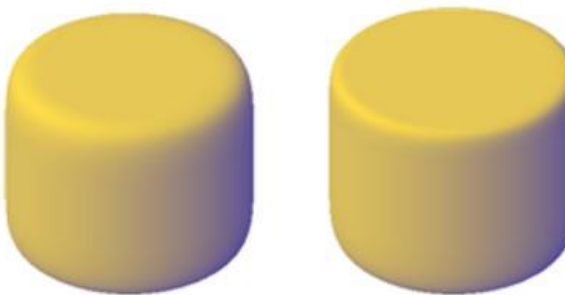
Crease Type. Καθορίζει την παρουσία μιας πτυχής (ή ακονισμένης ακμής) και το αποτέλεσμα της εξομάλυνσης. Η εξομάλυνση δεν επηρεάζει την πτυχή με την τιμή του

Always. Μια πτυχή που έχει ρυθμιστεί σε By Level διατηρεί την ευκρίνεια της έως ότου το αντικείμενο πλέγματος εξομαλυνθεί στο καθορισμένο επίπεδο πτύχωσης.



Εικόνα 5.7

Crease Level. Όταν μια πτυχή έχει ρυθμιστεί σε By Level, δείχνει το επίπεδο εξομάλυνσης στο οποίο η πτυχή αρχίζει να χάνει την ευκρίνεια της.



Εικόνα 5.8

5.4.4. Τροποποίηση ιδιοτήτων τρισδιάστατου υπο-αντικειμένου

Εκτός από τα στερεά, τις επιφάνειες και τα πλέγματα, μπορείτε επίσης να χρησιμοποιήσετε την παλέτα Properties για να τροποποιήσετε τις ιδιότητες μεμονωμένων υπο-αντικειμένων, όπως προσόψεις, άκρα και κορυφές. Διατίθενται διαφορετικές ιδιότητες για διαφορετικούς τύπους υποθεμάτων.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, η εφαρμογή των ιδιοτήτων μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τον τύπο του αντικειμένου. Για παράδειγμα, μπορείτε να τροποποιήσετε τις ιδιότητες των πλεγμάτων, συμπεριλαμβανομένου του χρώματος. Ωστόσο, η χρωματική εμφάνιση μιας όψης πλέγματος μπορεί να διαφέρει από το αντίστοιχο χρώμα σε μια στερεή επιφάνεια 3D. Αυτή η διαφορά συμβαίνει επειδή η αλλαγή του χρώματος μιας πρόσοψης τροποποιεί το διάχυτο χρώμα της πρόσοψης, αλλά όχι το χρώμα του περιβάλλοντος (που προέρχεται από

την ιδιότητα υλικού πλέγματος). Για να αποκτήσετε μια πιο στενή αντιστοιχία μεταξύ του χρώματος των 3D στερεών και των πλεγμάτων, μπορείτε να προσθέσετε φώτα και να απενεργοποιήσετε τον προεπιλεγμένο φωτισμό (που απενεργοποιεί τον φωτισμό περιβάλλοντος). Μπορείτε επίσης να δοκιμάσετε να αντιστοιχίσετε ένα υλικό που έχει το ίδιο περιβάλλον και διάχυτο χρώμα.

5.5. ELEV

Ορίζει ανύψωση και πάχος εξώθησης νέων αντικειμένων.

Η εντολή ELEV ορίζει την προεπιλεγμένη τιμή Z για νέα αντικείμενα πάνω ή κάτω από το επίπεδο XY του τρέχοντος UCS. Αυτή η τιμή αποθηκεύεται στη μεταβλητή συστήματος ELEVATION.

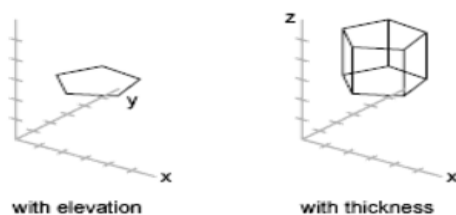
Σημείωση: Γενικά, συνιστάται να αφήσετε το σετ ανύψωσης στο μηδέν και να ελέγχετε το επίπεδο XY του τρέχοντος UCS με την εντολή UCS.

Η ELEV ελέγχει μόνο νέα αντικείμενα και δεν επηρεάζει τα υπάρχοντα αντικείμενα. Η ανύψωση επαναφέρεται σε 0,0 κάθε φορά που αλλάζετε το σύστημα συντεταγμένων σε παγκόσμιο σύστημα συντεταγμένων (WCS).

Καθορίστε νέο προεπιλεγμένο υψόμετρο. Το τρέχον υψόμετρο είναι η προεπιλεγμένη τιμή Z για νέα αντικείμενα όταν καθορίζετε μόνο τις τιμές X και Y για ένα σημείο 3D.

Η ρύθμιση ανύψωσης είναι η ίδια για όλες τις θύρες προβολής ανεξάρτητα από τα συστήματα συντεταγμένων χρήστη (ορισμοί UCS). Δημιουργούνται νέα αντικείμενα στην καθορισμένη τιμή Z σε σχέση με το τρέχον UCS στη θύρα προβολής.

Καθορίστε νέο προεπιλεγμένο πάχος. Το πάχος καθορίζει την απόσταση στην οποία ένα αντικείμενο 2D εξωθείται πάνω ή κάτω από το ύψος του. Μια θετική τιμή εξωθείται κατά μήκος του θετικού άξονα Z, μια αρνητική τιμή εξωθείται κατά μήκος του αρνητικού άξονα Z.



Εικόνα 5.9

5.6. 3DORBIT

Παρέχει διαδραστική προβολή σε 3D με το ποντίκι. Κάντε δεξί κλικ για να εμφανίσετε τις επιλογές προβολής.

Η 3DORBIT ενεργοποιεί μια προβολή 3D Orbit στην τρέχουσα θύρα προβολής και εμφανίζεται ο 3D Orbit κέρσορας. Δεν μπορείτε να επεξεργαστείτε αντικείμενα ενώ το 3DORBIT είναι ενεργό. Εάν σύρετε τον κέρσορα οριζόντια, η κάμερα κινείται παράλληλα με το επίπεδο XY του παγκόσμιου συστήματος συντεταγμένων (WCS). Εάν σύρετε τον κέρσορα κάθετα, η κάμερα κινείται κατά μήκος του άξονα Z. Μια μικρή σκοτεινή σφαίρα εμφανίζεται προσωρινά, αντιπροσωπεύοντας το σημείο προορισμού στο οποίο περιστρέφεται η προβολή σας.

Ενώ η εντολή είναι ενεργή, κάντε δεξί κλικ για να εμφανίσετε πρόσθετες επιλογές από ένα μενού συντόμευσης. Από προεπιλογή, η επιλογή ενός ή περισσότερων αντικειμένων πριν από την έναρξη αυτής της εντολής περιορίζει την προβολή μόνο σε αυτά τα αντικείμενα.

Μπορείτε να εισέλθετε προσωρινά σε λειτουργία 3DORBIT πατώντας SHIFT και τον τροχό του ποντικιού και μετακινώντας τον κέρσορα.

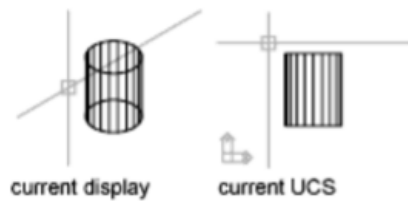
Τα οπτικά στυλ Wireframe, Realistic και Shaded παρέχουν βελτιωμένη απόδοση 3D για λειτουργίες pan, zoom και orbit. Η βελτιωμένη απόδοση είναι επίσης διαθέσιμη για προσαρμοσμένα οπτικά στυλ ανάλογα με τη ρύθμιση της μεταβλητής συστήματος VSFACESTYLE μαζί με πολλές σχετικές μεταβλητές συστήματος. Αυτοί οι συνδυασμοί ρυθμίσεων παρατίθενται στο θέμα εντολών VISUALSTYLES.

Σημείωση: Εάν το τρέχον οπτικό στυλ παρουσιάζει επιβράδυνση της απόδοσης λόγω της εμφάνισης ενός μεγάλου μοντέλου, ενδέχεται να χρησιμοποιηθεί προσωρινά ένα ταχύτερο οπτικό στυλ.

5.7. PLAN

Εμφανίζει μια ορθογραφική προβολή του επιπέδου XY ενός καθορισμένου συστήματος συντεταγμένων χρήστη.

Τρέχον UCS. Δημιουργεί μια κάτοψη στην τρέχουσα θύρα προβολής σε σχέση με το επίπεδο XY του τρέχοντος UCS.

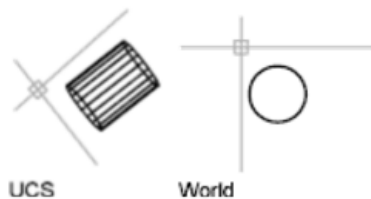


Εικόνα 5.10

UCS. Δημιουργεί μια κάτοψη ενός προηγούμενως αποθηκευμένου UCS.

- Name of UCS. Καθορίζει το όνομα ενός αποθηκευμένου UCS.
- ?. Παραθέτει όλα τα UCS στο σχέδιο.

World. Δημιουργεί μια κάτοψη του Παγκόσμιου Συστήματος Συντεταγμένων. Το Παγκόσμιο Σύστημα Συντεταγμένων (WCS) είναι ένα σταθερό σύστημα συντεταγμένων που καθορίζει τη θέση όλων των αντικειμένων σε ένα σχέδιο. Από προεπιλογή, το UCS συμπίπτει με το WCS.



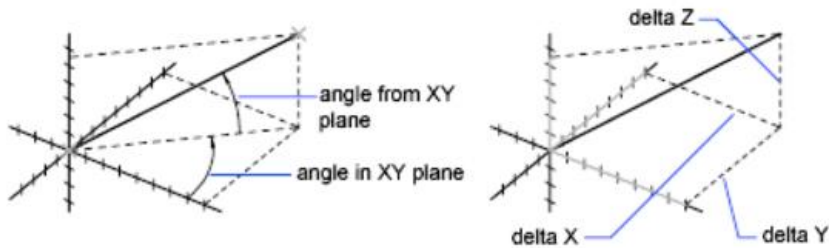
Εικόνα 5.11

5.8. DIST

Μετρά την απόσταση και τη γωνία μεταξύ δύο σημείων.

Σε γενικές γραμμές, η εντολή DIST αναφέρει αποστάσεις 3D σε χώρο μοντέλου και αποστάσεις 2D σε διάταξη σε χώρο χαρτιού.

Στο χώρο του μοντέλου, οι αλλαγές στις αποστάσεις και τις γωνίες των στοιχείων X, Y και Z μετρούνται σε 3D σε σχέση με το τρέχον UCS. Η απόσταση εμφανίζεται στην τρέχουσα μορφή μονάδων.



Εικόνα 5.12

Το DIST αναλαμβάνει την τρέχουσα ανύψωση για το πρώτο ή το δεύτερο σημείο εάν παραλείψετε την τιμή συντεταγμένης Z.

Στο χώρο χαρτιού, οι αποστάσεις αναφέρονται συνήθως σε δισδιάστατες μονάδες χώρου χαρτιού. Ωστόσο, κατά τη χρήση αντικειμένων που κουμπώνουν σε αντικείμενα χωρικού μοντέλου που εμφανίζονται σε μία μόνο θύρα προβολής, οι αποστάσεις αναφέρονται ως αποστάσεις χωρικού μοντέλου 2D που προβάλλονται σε επίπεδο παράλληλο με την οθόνη σας.

Καθορίστε το πρώτο και το δεύτερο σημείο. Καθορίζει δύο σημεία μεταξύ των οποίων θέλετε να λάβετε την απόσταση και τη γωνία.

Πολλαπλά σημεία. Καθορίζει πολλά σημεία, κάνοντας μια συνολική καταγραφή της απόστασης. Εμφανίζονται επιπλέον επιλογές που περιλαμβάνουν τόξα καθώς και τμήματα γραμμής συγκεκριμένου μήκους.

5.9. OSNAP

Ορίζει τις λειτουργίες θραύσης αντικειμένων.

Εισαγάγετε μια λίστα λειτουργιών θραύσης αντικειμένων. Εισαγάγετε τα ονόματα των λειτουργιών λήψης αντικειμένων που διαχωρίζονται με κόμματα ή εισαγάγετε none ή off.

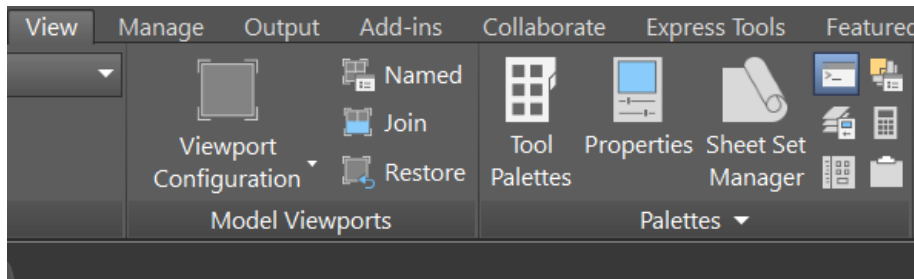
Λειτουργίες θραύσης αντικειμένων. Καθορίστε μία ή περισσότερες λειτουργίες λήψης αντικειμένου εισάγοντας τους κεφαλαίους χαρακτήρες του ονόματος του παρακάτω πίνακα. Εάν εισαγάγετε περισσότερα από ένα ονόματα, διαχωρίστε τα ονόματα με κόμματα.

Λειτουργία	Περιγραφή
ENDpoint	Πατάει στο πλησιέστερο τελικό σημείο ή γωνία ενός γεωμετρικού αντικειμένου
MIDpoint	Πατάει στο μεσαίο σημείο ενός γεωμετρικού αντικειμένου

CENter	Ανοίγει στο κέντρο ενός τόξου, κύκλου, έλλειψης ή ελλειπτικού τόξου
Geometric Center	Σφραγίζει στο κέντρο των οποιωνδήποτε κλειστών πολυγραμμών και λωρίδων
NODe	Πατάει σε ένα σημείο αντικειμένου, σε σημείο καθορισμού διάστασης ή προέλευση κειμένου διάστασης
QUAdrant	Ανοίγει σε ένα σημείο τεταρτημόριου ενός τόξου, κύκλου, έλλειψης ή ελλειπτικού τόξου
INTersection	Πατάει στην γεωμετρικών αντικειμένων
EXTension	Προκαλεί μια προσωρινή γραμμή επέκτασης ή τόξο να εμφανίζεται όταν περνάτε τον κέρσορα πάνω από το τελικό σημείο των αντικειμένων, ώστε να μπορείτε να καθορίσετε σημεία στην επέκταση
INSertion	Πατάει στο σημείο εισαγωγής αντικειμένων όπως μια ιδιότητα, ένα μπλοκ ή ένα κείμενο
PERpendicular	Ασφαλίζει σε ένα σημείο κάθετο στο επιλεγμένο γεωμετρικό αντικείμενο
TANgent	Ασφαλίζει στην εφαπτομένη ενός τόξου, κύκλου, έλλειψης, ελλειπτικού τόξου, τόξου πολυγραμμής ή λωρίδα
NEArest	Κλείνει στο πλησιέστερο σημείο σε ένα αντικείμενο όπως ένα τόξο, κύκλος, έλλειψη, ελλειπτικό τόξο, γραμμή, σημείο, πολυγραμμή, ακτίνα, λωρίδα ή xline
APParent intersection	Πατάει στην οπτική τομή δύο αντικειμένων που δεν τέμνονται σε τρισδιάστατο χώρο αλλά μπορεί να φαίνεται να τέμνονται στην τρέχουσα προβολή
PARallel	Περιορίζει ένα νέο τμήμα γραμμής, πολυγραμμικό τμήμα, ακτίνα ή xline ώστε να είναι παράλληλο με ένα υπάρχον γραμμικό αντικείμενο που αναγνωρίζετε τοποθετώντας τον κέρσορα
NONe	Απενεργοποιεί τις λειτουργίες θραύσης αντικειμένων

5.10. LAYERS

Μπορείτε να προσθέσετε, να διαγράψετε και να μετονομάσετε επίπεδα, να αλλάξετε τις ιδιότητές τους, να ορίσετε παρακάμψεις ιδιοτήτων σε προβολές διάταξης και να προσθέσετε περιγραφές επιπέδου.



Εικόνα 5.13

New Layer



Εικόνα 5.14

Δημιουργεί ένα επίπεδο με ένα προεπιλεγμένο όνομα που μπορείτε να αλλάξετε αμέσως. Το νέο επίπεδο κληρονομεί τις ιδιότητες του επί του παρόντος επιλεγμένου επιπέδου στη λίστα επιπέδων.

New Layer Frozen VP in All Viewports



Εικόνα 5.15

Δημιουργεί ένα επίπεδο και το παγώνει σε όλες τις υπάρχουσες προβολές διάταξης. Αυτό το κουμπί είναι προσβάσιμο από την καρτέλα Model ή τις layout tabs.

Delete Layer



Εικόνα 5.16

Διαγράφει επιλεγμένα επίπεδα. Δεν είναι δυνατή η διαγραφή των ακόλουθων επιπέδων:

- Επίπεδα 0 και Defpoints
- Επίπεδα που περιέχουν αντικείμενα, συμπεριλαμβανομένων αντικειμένων σε ορισμούς μπλοκ
- Το τρέχον επίπεδο
- Επίπεδα που χρησιμοποιούνται σε εξωτερική αναφορά
- Επίπεδα σε ένα μερικώς ανοιγμένο σχέδιο

Σημείωση: Να είστε προσεκτικοί σχετικά με τη διαγραφή επιπέδων εάν εργάζεστε σε ένα σχέδιο σε ένα κοινόχρηστο έργο ή σε ένα βασισμένο σε ένα σύνολο προτύπων επίπεδων.

Set current



Εικόνα 5.17

Ορίζει το επιλεγμένο επίπεδο ως το τρέχον επίπεδο. Νέα αντικείμενα δημιουργούνται αυτόματα στο τρέχον επίπεδο.

5.10.1 Layer List



Τροποποιήστε τις ιδιότητες επιπέδου χρησιμοποιώντας τη λίστα επιπέδων. Κάντε κλικ στην τρέχουσα ρύθμιση για να αλλάξετε την ιδιότητα επιπέδου για το επιλεγμένο επίπεδο ή την ομάδα επιπέδων.








Σημείωση: Η λίστα επιπέδων μπορεί να φιλτραριστεί και να ταξινομηθεί για να διευκολυνθεί η εύρεση και η επιλογή των επιπέδων που θέλετε να αλλάξετε.

Sort. Κάντε κλικ σε μια ετικέτα στήλης για ταξινόμηση κατά αυτήν τη στήλη.

Column order. Σύρετε μια στήλη σε μια νέα θέση στη λίστα για να αλλάξετε τη σειρά της στήλης.

Status

-  Αυτό το επίπεδο είναι το τρέχον επίπεδο.
-  Αυτό το επίπεδο περιέχει αντικείμενα.

-  Αυτό το επίπεδο δεν περιέχει αντικείμενα. Αυτό το εικονίδιο ελέγχεται από τη μεταβλητή συστήματος SHOWLAYERUSAGE.
-  Αυτό το επίπεδο περιέχει αντικείμενα και μια παράκαμψη ιδιοτήτων είναι ενεργοποιημένη σε μια θύρα προβολής διάταξης.
-  Αυτό το επίπεδο δεν περιέχει αντικείμενα και η παράκαμψη ιδιοτήτων είναι ενεργοποιημένη σε μια θύρα προβολής διάταξης.
-  Αυτό το επίπεδο περιέχει αντικείμενα και οι παρακάμψεις ιδιοτήτων xref και viewport είναι ενεργοποιημένες σε μια θύρα προβολής διάταξης.
-  Αυτό το επίπεδο δεν περιέχει αντικείμενα και οι παρακάμψεις ιδιοτήτων xref και viewport είναι ενεργοποιημένες σε μια θύρα προβολής διάταξης.
-  Αυτό το επίπεδο περιέχει αντικείμενα και μια παράκαμψη ιδιότητας xref είναι ενεργοποιημένη.
-  Αυτό το επίπεδο δεν περιέχει αντικείμενα και είναι ενεργοποιημένη μια παράκαμψη ιδιότητας xref.

Σημείωση:

- Για να βελτιωθεί η απόδοση σε σχέδια με πολύ μεγάλο αριθμό επιπέδων, όλα τα επίπεδα επισημαίνονται ως αντικείμενα από προεπιλογή.
- Μπορείτε να αλλάξετε αυτήν την επιλογή στις ρυθμίσεις επιπέδου ή ρυθμίζοντας τη μεταβλητή συστήματος SHOWLAYERUSAGE σε 1.

Name. Εμφανίζει το όνομα του επιπέδου ή του φίλτρου. Πατήστε F2 για να εισαγάγετε ένα νέο όνομα.

On. Ενεργοποιεί και απενεργοποιεί τα επιλεγμένα επίπεδα. Όταν είναι ενεργοποιημένο ένα επίπεδο, είναι ορατό και διαθέσιμο για σχεδίαση. Όταν ένα επίπεδο είναι απενεργοποιημένο, είναι αόρατο και δεν σχεδιάζεται, ακόμα κι αν είναι ενεργοποιημένη η ρύθμιση στη στήλη Plot.

Freeze. Παγώνει τα επιλεγμένα επίπεδα. Μπορείτε να παγώσετε επίπεδα για να βελτιώσετε την απόδοση και να μειώσετε το χρόνο αναδημιουργίας σε πολύπλοκα σχέδια. Τα αντικείμενα σε παγωμένα επίπεδα δεν εμφανίζονται, σχεδιάζονται ή αναδημιουργούνται.

Σε σχέδια που υποστηρίζουν μοντελοποίηση 3D, τα παγωμένα επίπεδα δεν αποδίδονται.

Συμβουλή: παγώστε τα επίπεδα που θέλετε να παραμείνετε αόρατα για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Εάν σκοπεύετε να αλλάζετε συχνά ρυθμίσεις ορατότητας, χρησιμοποιήστε τη ρύθμιση On / Off για να αποφύγετε την αναδημιουργία του σχεδίου.

Lock. Κλειδώνει και ξεκλειδώνει τα επιλεγμένα επίπεδα. Δεν είναι δυνατή η τροποποίηση αντικειμένων σε κλειδωμένο επίπεδο. Τα αντικείμενα σε κλειδωμένα επίπεδα εμφανίζονται ξεθωριασμένα και εμφανίζεται ένα μικρό εικονίδιο κλειδώματος όταν τοποθετείτε το δείκτη του ποντικιού πάνω από το αντικείμενο.

Σημείωση: Ρυθμίστε το επίπεδο εξασθένισης για κλειδωμένα επίπεδα για να δείτε ποια αντικείμενα βρίσκονται σε κλειδωμένα επίπεδα.

Color. Εμφανίζει το πλαίσιο διαλόγου Select Color, όπου μπορείτε να καθορίσετε ένα χρώμα για τα επιλεγμένα επίπεδα.

Linetype. Εμφανίζει το πλαίσιο διαλόγου Select Linetype, όπου μπορείτε να καθορίσετε έναν τύπο linetype για τα επιλεγμένα επίπεδα.

Lineweight. Εμφανίζει το παράθυρο διαλόγου Lineweight, όπου μπορείτε να καθορίσετε ένα lineweight για τα επιλεγμένα επίπεδα.

Transparency. Εμφανίζει το παράθυρο διαλόγου Transparency, όπου μπορείτε να καθορίσετε μια διαφάνεια για τα επιλεγμένα επίπεδα. Οι έγκυρες τιμές είναι από 0 έως 90. Όσο υψηλότερη είναι η τιμή, τόσο πιο διαφανή εμφανίζονται τα αντικείμενα.

Plot style. Εμφανίζει το παράθυρο διαλόγου Select Plot Style όπου μπορείτε να αλλάξετε το στυλ plot για τα επιλεγμένα επίπεδα. Για στυλ σχεδίασης που εξαρτώνται από το χρώμα (η μεταβλητή συστήματος PSTYLEPOLICY έχει οριστεί σε 1), δεν μπορείτε να αλλάξετε το στυλ σχεδίασης που σχετίζεται με ένα επίπεδο.

Plot. Ελέγχει εάν τα επιλεγμένα επίπεδα είναι γραφικά. Εάν απενεργοποιήσετε τη σχεδίαση για ένα επίπεδο, τα αντικείμενα σε αυτό το επίπεδο εξακολουθούν να εμφανίζονται. Τα επίπεδα που είναι απενεργοποιημένα ή παγωμένα δεν σχεδιάζονται, ανεξάρτητα από τη ρύθμιση Plot.

New VP Freeze. Παγώνει επιλεγμένα επίπεδα σε νέες προβολές διάταξης. Για παράδειγμα, το πάγωμα του επιπέδου DIMENSIONS σε όλες τις νέες θύρες προβολής περιορίζει την εμφάνιση διαστάσεων σε οποιοδήποτε νέες θύρες προβολής διάταξης, αλλά δεν επηρεάζει το επίπεδο DIMENSIONS σε υπάρχουσες θύρες προβολής. Εάν αργότερα δημιουργήσετε

μια θύρα προβολής που απαιτεί διαστάσεις, μπορείτε να παρακάμψετε την προεπιλεγμένη ρύθμιση αλλάζοντας την τρέχουσα ρύθμιση θύρας προβολής.

VP Freeze (available only from a layout tab). Παγώνει επιλεγμένα επίπεδα μόνο στην τρέχουσα θύρα προβολής διάταξης. Εάν ένα επίπεδο έχει ήδη παγώσει ή απενεργοποιηθεί στο σχέδιο, δεν μπορείτε να “ξεπαγώσετε” το επίπεδο στην τρέχουσα θύρα προβολής διάταξης.

VP Color (available only from a layout tab). Ορίζει μια παράκαμψη για το χρώμα που σχετίζεται με το επιλεγμένο επίπεδο για την τρέχουσα θύρα προβολής διάταξης.

VP Linetype (available only from a layout tab). Ορίζει μια παράκαμψη για την linetype που σχετίζεται με το επιλεγμένο επίπεδο για την τρέχουσα θύρα προβολής διάταξης.

VP Lineweight (available only from a layout tab). Ορίζει μια παράκαμψη για το lineweight που σχετίζεται με το επιλεγμένο επίπεδο για την τρέχουσα θύρα προβολής διάταξης.

VP Transparency (available only from a layout tab). Ορίζει μια παράκαμψη για διαφάνεια που σχετίζεται με το επιλεγμένο επίπεδο για την τρέχουσα θύρα προβολής διάταξης.

VP Plot Style (available only from a layout tab). Ορίζει μια παράκαμψη για το στυλ γραφικών που σχετίζεται με το επιλεγμένο επίπεδο για την τρέχουσα θύρα προβολής διάταξης. Οι ρυθμίσεις παράκαμψης δεν είναι ορατές στη θύρα προβολής ή σχεδιάζονται όταν το οπτικό στυλ στο σχέδιο έχει οριστεί σε Conceptual ή Realistic. Για στυλ σχεδίασης που εξαρτώνται από το χρώμα (η μεταβλητή συστήματος PSTYLEPOLICY έχει οριστεί σε 1), δεν μπορείτε να ορίσετε παράκαμψη plot style.

Description. (Προαιρετικό) Περιγράφει το επίπεδο ή το φίλτρο επιπέδων.

5.10.2. Διαχείριση της λίστας Layer

Search for Layer. Φιλτράρει τη λίστα επιπέδων κατά όνομα καθώς εισάγετε χαρακτήρες στο πλαίσιο.

Χαρακτήρας	Περιγραφή
# (pound)	Ταιριάζει με οποιοδήποτε αριθμητικό ψηφίο
@ (at)	Ταιριάζει με οποιονδήποτε αλφαβητικό χαρακτήρα
. (period)	Αντιστοιχεί σε οποιονδήποτε μη αλφαριθμητικό χαρακτήρα



* (asterisk)	Ταιριάζει με οποιαδήποτε σειρά συμβόλων και μπορεί να χρησιμοποιηθεί οπουδήποτε στη σειρά αναζήτησης
? (question mark)	Ταιριάζει με οποιονδήποτε χαρακτήρα. Για παράδειγμα, το ?BC ταιριάζει με τα ABC, 3BC και ούτω καθεξής
~ (tilde)	Ταιριάζει με όλα εκτός από το μοτίβο. Για παράδειγμα, το ~ * AB * αντιστοιχεί σε όλες τις σειρές συμβόλων που δεν περιέχουν AB
[]	Ταιριάζει με οποιονδήποτε από τους χαρακτήρες που περικλείονται. Για παράδειγμα, το [AB] C ταιριάζει με AC και BC
[~]	Ταιριάζει με οποιονδήποτε χαρακτήρα δεν περικλείεται. Για παράδειγμα, το [~ AB] C ταιριάζει με το XC αλλά όχι το AC
[-]	Καθορίζει ένα εύρος για έναν μόνο χαρακτήρα. Για παράδειγμα, το [A-G] C αντιστοιχεί σε AC, BC με GC, αλλά όχι σε HC
` (reverse quote)	Διαβάζει τον επόμενο χαρακτήρα κυριολεκτικά. Για παράδειγμα, "`~ AB ταιριάζει ~ AB

New Property Filter. Εμφανίζει το παράθυρο διαλόγου Layer Filter Properties, όπου μπορείτε να δημιουργήσετε ένα φίλτρο επιπέδων. Τα φίλτρα επιπέδων περιορίζουν τα επίπεδα που αναφέρονται στο Layer Properties Manager σε αυτά με καθορισμένες ρυθμίσεις και ιδιότητες. Για παράδειγμα, μπορείτε να περιορίσετε τη λίστα των επιπέδων μόνο σε εκείνα που είναι ενεργοποιημένα και ξεπαγωμένα.

New Group Filter. Δημιουργεί ένα φίλτρο επιπέδων που περιλαμβάνει μόνο τα επίπεδα που σύρετε στο φίλτρο.

Invert Filter. Εμφανίζει όλα τα επίπεδα που δεν πληρούν τα κριτήρια στο επιλεγμένο φίλτρο επιπέδων.

5.10.3. Filters List

Εμφανίζει τη λίστα των φίλτρων επιπέδων στο σχέδιο. Πατήστε   για ανάπτυξη ή σύμπτυξη της λίστας φίλτρων. Όταν η λίστα φίλτρων είναι συμπτυγμένη, χρησιμοποιήστε το κουμπί Layer Filter στην κάτω αριστερή γωνία του Layer Properties Manager για να εμφανίσετε μια λίστα φίλτρων.

Υπάρχουν επτά προκαθορισμένα φίλτρα:

- **All.** Εμφανίζει όλα τα επίπεδα στο τρέχον σχέδιο.
- **All non-Xref Layers.** Εμφανίζει όλα τα επίπεδα που δεν αναφέρονται από ένα σχέδιο xref.
- **All Used Layers.** Εμφανίζει όλα τα επίπεδα που περιέχουν αντικείμενα.
- **Xref.** Εμφανίζει όλα τα επίπεδα που αναφέρονται από ένα σχέδιο xref.
- **Xref Overrides.** Εμφανίζει όλα τα επίπεδα που αναφέρονται από ένα σχέδιο xref που έχουν παράκαμψη ιδιότητας επιπέδου xref.
- **Viewport Overrides.** Εμφανίζει όλα τα επίπεδα που περιέχουν παρακάμψεις ιδιοτήτων στην τρέχουσα θύρα προβολής διάταξης.
- **Unreconciled New Layers.** Εμφανίζει όλα τα νέα ασυμβίβαστα επίπεδα που προστέθηκαν από το τελευταίο άνοιγμα, αποθήκευση, επαναφόρτωση ή σχεδίαση του σχεδίου. Όταν η λειτουργία ειδοποίησης επιπέδου είναι ενεργοποιημένη, ένα νέο επίπεδο θεωρείται ασυμβίβαστο έως ότου αποδεχτείτε το επίπεδο ως συμβιβασμένο.

5.10.4. Miscellaneous Tools

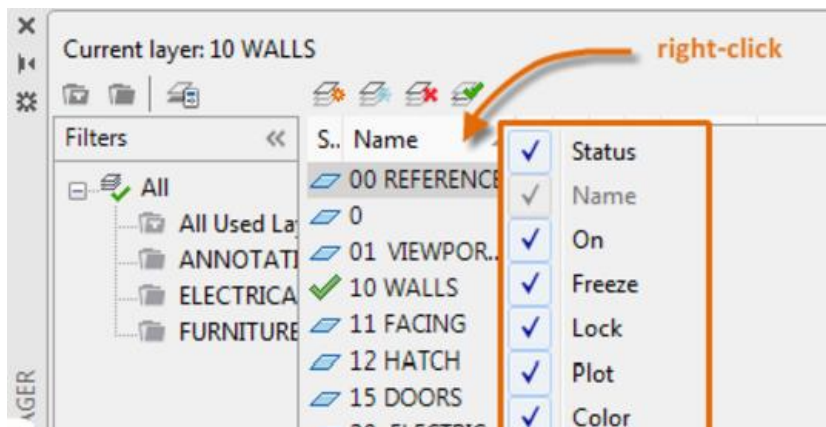
Layer States Manager. Εμφανίζει το Layer States Manager, όπου μπορείτε να αποθηκεύσετε, να επαναφέρετε και να διαχειριστείτε σύνολα ρυθμίσεων επιπέδου που ονομάζονται καταστάσεις επιπέδου.

Refresh. Ανανεώνει τη σειρά της λίστας επιπέδων και τις πληροφορίες κατάστασης επιπέδου.

Toggle Override Highlight. Ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί την επισήμανση φόντου για παρακάμψεις ιδιοτήτων επιπέδου. Από προεπιλογή, η επισήμανση φόντου είναι απενεργοποιημένη.

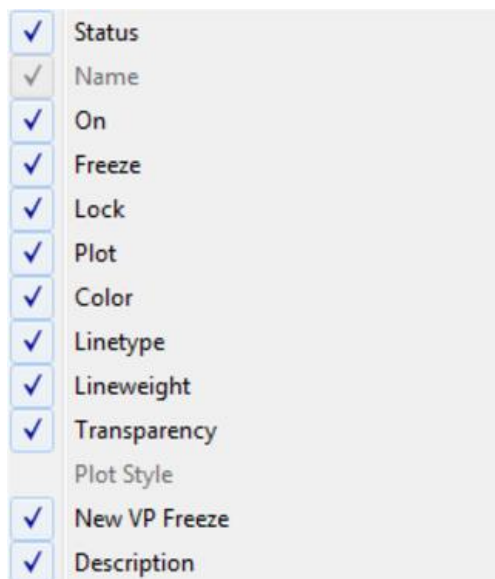
Settings. Εμφανίζει το παράθυρο διαλόγου Layer settings, όπου μπορείτε να ορίσετε διάφορες επιλογές εμφάνισης.

5.10.5. Column Label Shortcut Menu



Εικόνα 5.18

Column Names. Εμφανίζει όλες τις στήλες με όνομα. Ένα σημάδι δείχνει ότι η στήλη περιλαμβάνεται στην οθόνη. Κάντε κλικ σε ένα όνομα στήλης για εμφάνιση ή απόκρυψη της στήλης. Τα VP Freeze, VP Color, VP Linetype, VP Lineweight και VP Plot Style διατίθενται μόνο όταν είναι ενεργή μια θύρα προβολής διάταξης.



Εικόνα 5.19

Customize. Εμφανίζει το παράθυρο διαλόγου Customize Layer Columns, όπου μπορείτε να καθορίσετε ποιες στήλες είναι κρυμμένες ή εμφανίζονται, ή να αλλάξετε τη σειρά της στήλης.

Maximize All Columns. Αλλάζει το πλάτος όλων των στηλών ώστε να ταιριάζει στις κεφαλίδες στηλών και στο περιεχόμενο δεδομένων.

Maximize Column. Αλλάζει το πλάτος της επιλεγμένης στήλης ώστε να ταιριάζει στην κεφαλίδα της στήλης και στο περιεχόμενο δεδομένων αυτής της στήλης.

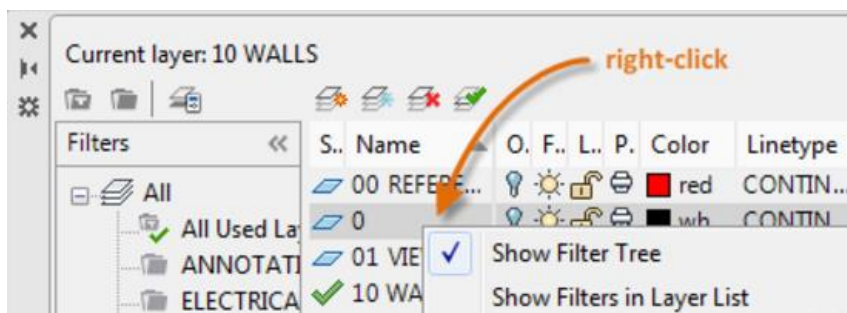
Optimize all columns. Αλλάζει το πλάτος όλων των στηλών ώστε να ταιριάζει με το περιεχόμενο σε κάθε στήλη.

Optimize column. Αλλάζει το πλάτος της επιλεγμένης στήλης ώστε να ταιριάζει με το περιεχόμενο σε αυτήν τη στήλη.

Freeze column (or Unfreeze column). Το πάγωμα διατηρεί τη στήλη και τυχόν στήλες προς τα αριστερά, ορατές κατά την κύλιση. Καταργήστε το πάγωμα, ώστε να κυλήσουν όλες οι στήλες.

Restore All Columns to Defaults. Ορίζει όλες τις στήλες στις προεπιλεγμένες ρυθμίσεις εμφάνισης και πλάτους.

5.10.6. Layer List Shortcut Menu



Εικόνα 5.20

Show Filter Tree. Εμφανίζει τη λίστα φίλτρων. Διαγράψτε αυτήν την επιλογή για απόκρυψη της λίστας.

Show Filters in Layer List. Εμφανίζει τα φίλτρα επιπέδων στην κορυφή της λίστας επιπέδων. Εκκαθάριση αυτής της επιλογής για εμφάνιση μόνο επιπέδων στη λίστα επιπέδων.

Set Current. Ορίζει το επιλεγμένο επίπεδο ως το τρέχον επίπεδο.

New Layer. Δημιουργεί ένα επίπεδο.

Rename Layer. Επεξεργάζεται το όνομα επιπέδου.

Delete Layer. Διαγράφει επιλεγμένα επίπεδα από το αρχείο σχεδίασης.

Change Description. Επεξεργάζεται μια περιγραφή για το επιλεγμένο επίπεδο. Εάν τα φίλτρα επιπέδων εμφανίζονται στη λίστα επιπέδων, επεξεργάζοντας την περιγραφή για το φίλτρο, τα επεξεργάζεται σε όλα τα επίπεδα του φίλτρου.

Remove from Group Filter. Αφαιρεί τα επιλεγμένα επίπεδα από το φίλτρο ομάδας επιπέδων που έχει επιλεγεί στη λίστα φίλτρων.

Reset Xref Layer Properties for. Καταργεί μια ιδιότητα παράκαμψης ή όλες τις παρακάμψεις ιδιοτήτων σε επιλεγμένα επίπεδα (ή όλα τα επίπεδα) για ένα xref ή όλα τα xrefs. Διαφορετικές επιλογές εμφανίζονται σε ένα flyout μενού, ανάλογα με το πού βρίσκεται ο κέρσορας κατά το άνοιγμα του μενού συντόμευσης. Για να καταργήσετε μια παράκαμψη ιδιότητας xref, κάντε δεξί κλικ στην παράκαμψη ιδιοτήτων.

Reconcile Layer. Καταργεί νέα επίπεδα από το φίλτρο Unreconciled New Layers. Αυτή η επιλογή είναι διαθέσιμη μόνο όταν επιλέγονται μη συμβιβασμένα επίπεδα. Όταν η λειτουργία ειδοποίησης επιπέδου είναι ενεργοποιημένη, ένα νέο επίπεδο θεωρείται ασυμβίβαστο έως ότου αποδεχτείτε το επίπεδο ως συμβιβασμένο.

Remove Viewport Overrides For. Αυτή η επιλογή είναι διαθέσιμη μόνο σε προβολές διάταξης. Καταργεί μια μοναδική ιδιότητα παράκαμψης ή όλες τις παρακάμψεις ιδιοτήτων σε επιλεγμένα επίπεδα (ή όλα τα επίπεδα) για την τρέχουσα θύρα προβολής ή για όλα τα σημεία προβολής. Διαφορετικές επιλογές εμφανίζονται σε ένα flyout μενού, ανάλογα με το πού βρίσκεται ο δρομέας κατά το άνοιγμα του μενού συντόμευσης. Για να καταργήσετε μια παράκαμψη ιδιότητας, κάντε δεξί κλικ στην παράκαμψη ιδιοτήτων.

New Layer Frozen in All Viewports. Δημιουργεί ένα επίπεδο και το παγώνει σε όλα τα υπάρχοντα σημεία προβολής διάταξης και σε νέα σημεία προβολής.

VP Freeze Layer. Παγώνει το επιλεγμένο επίπεδο σε όλες τις νέες και υπάρχουσες προβολές διάταξης.

VP Thaw Layer in All Viewports. Ξεπαγώνει το επιλεγμένο επίπεδο σε όλα τα νέα και υπάρχοντα σημεία προβολής διάταξης.

Isolate Selected Layers. Απενεργοποιεί όλα τα επίπεδα εκτός από τα επιλεγμένα επίπεδα.

Merge Selected Layer(s) To. Συνδυάζει τα επιλεγμένα επίπεδα σε ένα καθορισμένο επίπεδο. Τα αντικείμενα στα επιλεγμένα επίπεδα μετακινούνται στο νέο επίπεδο και κληρονομούν τις ιδιότητες για αυτό το επίπεδο.

Select All. Επιλέγει όλα τα επίπεδα που εμφανίζονται στη λίστα επιπέδων.

Clear All. Απορρίπτει όλα τα επίπεδα στη λίστα επιπέδων.

Select All But Current. Επιλέγει όλα τα επίπεδα που εμφανίζονται στη λίστα επιπέδων εκτός από το τρέχον επίπεδο.

Invert Selection. Επιλέγει όλα όσα εμφανίζονται στη λίστα επιπέδων εκτός από τα στοιχεία που έχουν επιλεγεί αυτήν τη στιγμή.

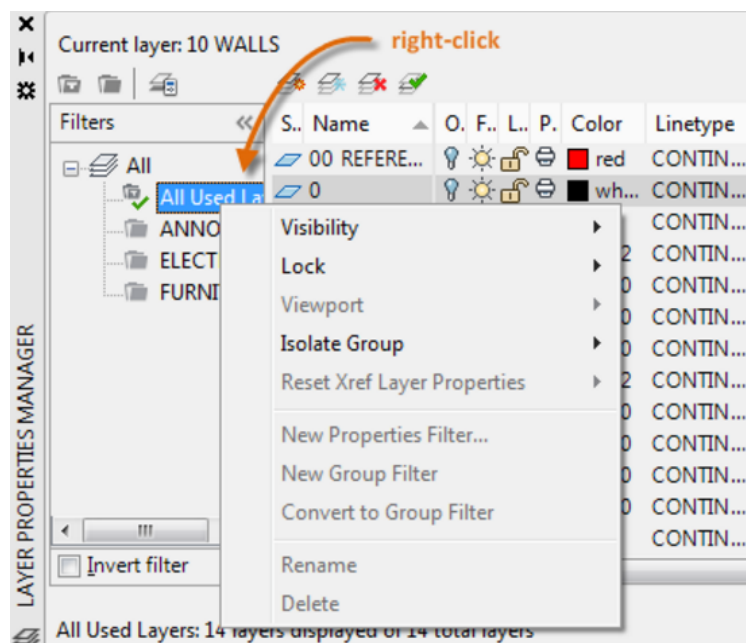
Invert Layer Filter. Εμφανίζει όλα τα επίπεδα που δεν πληρούν τα κριτήρια στο ενεργό φίλτρο ιδιοτήτων επιπέδου.

Layer Filters. Εμφανίζει μια λίστα φίλτρων επιπέδων, συμπεριλαμβανομένων των προεπιλεγμένων φίλτρων επιπέδων. Κάντε κλικ σε ένα φίλτρο για να το εφαρμόσετε στη λίστα επιπέδων.

Save Layer States. Αποθηκεύει τις τρέχουσες ρυθμίσεις επιπέδου ως κατάσταση επιπέδου.

Restore Layer State. Εμφανίζει το Layer States Manager, όπου μπορείτε να επιλέξετε μια κατάσταση επιπέδου για επαναφορά. Αυτή η λειτουργία επαναφέρει μόνο εκείνες τις ρυθμίσεις που καθορίστηκαν στο Layer States Manager όταν αποθηκεύτηκε η κατάσταση επιπέδου.

5.10.7. Filter List Shortcut Menu



Εικόνα 5.21

Visibility. Αλλάζει την ορατότητα των επιπέδων στα επιλεγμένα φίλτρα.

Lock. Ελέγχει εάν τα επίπεδα είναι κλειδωμένα ή ξεκλειδωμένα στα επιλεγμένα φίλτρα.

Viewport. Στην τρέχουσα θύρα προβολής διάταξης, ελέγχει τη ρύθμιση Freeze VP των επιπέδων στα επιλεγμένα φίλτρα.

Isolate Group. Παγώνει όλα τα επίπεδα που δεν περιλαμβάνονται στα επιλεγμένα φίλτρα.

- All Viewports.

1. Σε όλες τις προβολές διάταξης, ορίζει το Freeze VP για όλα τα επίπεδα που δεν περιλαμβάνονται στα επιλεγμένα φίλτρα.

2. In model space, freezes all layers that are not in the selected filter, except for the current layer.

- Active Viewport Only.

1. Στην τρέχουσα θύρα προβολής διάταξης, ορίζει το Freeze VP για όλα τα επίπεδα που δεν περιλαμβάνονται στα επιλεγμένα φίλτρα.

2. Στο χώρο του μοντέλου, απενεργοποιεί όλα τα επίπεδα που δεν περιλαμβάνονται τα επιλεγμένα φίλτρα, εκτός από το τρέχον επίπεδο.

Reset Xref Layer Properties. Καταργεί τις παρακάμψεις ιδιότητας xref για το επιλεγμένο xref. Μπορείτε είτε να επαναφέρετε όλες τις παρακάμψεις για ένα επιλεγμένο xref ή μια συγκεκριμένη παράκαμψη ιδιότητας επιπέδου xref.

New Properties Filter. Εμφανίζει το παράθυρο διαλόγου Layer Filter Properties.

New Group Filter. Δημιουργεί ένα φίλτρο ομάδας επιπέδων.

Convert to Group Filter. Μετατρέπει το επιλεγμένο φίλτρο ιδιοτήτων επιπέδου σε φίλτρο ομάδας επιπέδων.

Rename. Επεξεργάζεται το επιλεγμένο όνομα φίλτρου επιπέδου.

Delete. Αφαιρεί το επιλεγμένο φίλτρο επιπέδου. Δεν μπορείτε να διαγράψετε τα φίλτρα επιπέδου All, All Used Layers, ή Xref.

Properties. Εμφανίζει το παράθυρο διαλόγου Layer Filter Properties, όπου μπορείτε να τροποποιήσετε τους ορισμούς του επιλεγμένου φίλτρου ιδιοτήτων επιπέδου. Αυτή η επιλογή είναι διαθέσιμη μόνο όταν έχει επιλεγεί ένα φίλτρο ιδιοτήτων επιπέδου.

Select Layers. Προσθέτει ή αντικαθιστά επίπεδα στο επιλεγμένο φίλτρο ομάδας επιπέδων. Αυτή η επιλογή είναι διαθέσιμη μόνο όταν έχει επιλεγεί ένα φίλτρο ομάδας επιπέδων.

- Add. Προσθέτει επίπεδα στο επιλεγμένο φίλτρο ομάδας επιπέδων από τα αντικείμενα που έχουν επιλεγεί στο σχέδιο.
- Replace. Αντικαθιστά τα επίπεδα του επιλεγμένου φίλτρου ομάδας επιπέδων με τα επίπεδα των αντικειμένων που επιλέγονται στο σχέδιο.

Κεφάλαιο 6: Παραδείγματα

6.1. Εφαρμογή του AutoCAD σε υπαίθριο ορυχείο

Το περιβάλλον σχεδίασης του AutoCAD αποτελείται από το βασικό χώρο σχεδίασης, και από μια σειρά βοηθητικές περιοχές, οι οποίες περιέχουν γραμμές εντολών, κουμπιά εκτέλεσης εντολών και πληροφορίες (π.χ. συντεταγμένες σημείου) που διευκολύνουν τις εργασίες σχεδίασης (Μενεγάκη 2002).

6.1.1. Κατασκευή μιας γεωλογικής βάσης δεδομένων

Τα γεωλογικά δεδομένα αποτελούν την βάση για την κατασκευή του τρισδιάστατου γεωλογικού μοντέλου ενός υπαίθριου ορυχείου έτσι ώστε να συλλέγουν, να οργανώνουν και να αποθηκεύουν γεωλογικά δεδομένα μέσω γεωλογικής βάσης δεδομένων που όχι μόνο θα μπορούσαν να εγγυηθούν τη συνέχιση και την ακρίβεια των δεδομένων αλλά επίσης να συνδυαστούν με τρισδιάστατο χώρο, ο οποίος είναι ευνοϊκός για την ανάλυση και την αξιοποίηση των δεδομένων.

Στη διαδικασία κατασκευής του τρισδιάστατου γεωλογικού μοντέλου, τα γεωλογικά δεδομένα περιλαμβάνουν κυρίως δεδομένα γεωτρήσεων, τοπογραφικά δεδομένα, χάρτες αποδοχής μετρήσεων, χάρτες σχεδιασμού παραγωγής κλπ. Πριν από τη μοντελοποίηση απαιτήθηκε η συλλογή και διαμόρφωση γεωλογικών δεδομένων το οποίο συνέβαλε στην εισαγωγή δεδομένων γεώτρησης στο φύλλο του Excel σε μια συγκεκριμένη μορφή, στην διανυσματικοποίηση αρχικών χαρτών, στον έλεγχο και τη διαγραφή περιττών σημείων και γραμμών κλπ. Η κενή βάση δεδομένων κατασκευάστηκε πρώτα και στη συνέχεια τα γεωλογικά δεδομένα από το φύλλο του Excel εξήχθησαν στην κενή βάση δεδομένων ακολουθούμενα από έλεγχο των εισαγόμενων αποτελεσμάτων για την αποφυγή σφαλμάτων που μπορεί να προκύψουν κατά την εισαγωγή δεδομένων. Αφού έγινε ο έλεγχος και διασφαλίστηκε η ακρίβεια, κατασκευάστηκε η γεωλογική βάση δεδομένων (Hao, Runcai and Guangwei 2011).

6.1.2. Τεχνική χωρικής παρεμβολής

Διάφορα γεωλογικά δεδομένα υπαίθριου ορυχείου αποκτώνται μέσω γεωλογικής εξερεύνησης. Λόγω του περιορισμού από παράγοντες όπως οι συνθήκες εδάφους, το κεφάλαιο κλπ, όλα τα γεωλογικά δεδομένα που λαμβάνονται είναι τόσο αραιά, περιορισμένα και ακανόνιστα, που είναι δύσκολο να περιγραφεί η πραγματικότητα του γεωλογικού

σώματος του ορυχείου. Επιπλέον, είναι απαραίτητο να επιλέγονται συγκεκριμένες μέθοδοι παρεμβολής για την κατασκευή γεωλογικών μοντέλων που να πληρούν τις απαιτήσεις ακρίβειας.

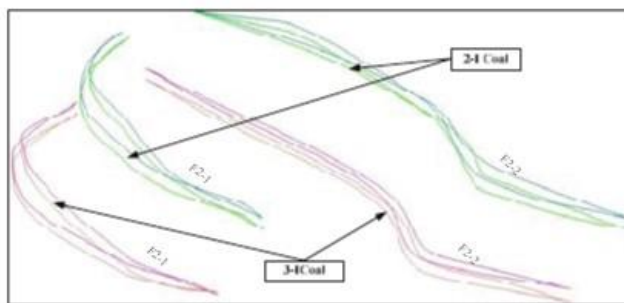
Οι συνήθεις μέθοδοι παρεμβολής περιλαμβάνουν: τη μέθοδο Tessellation polygon, τη μέθοδο polygon projection, τη μέθοδο distance power inverse ratio, τη μέθοδο Kriging, τη μέθοδο weighted least square κλπ. Για διαφορετικές παρεμβολές οι μέθοδοι εφαρμόζονται σε διαφορετικές συνθήκες. Οι κατάλληλες μέθοδοι παρεμβολής επιλέγονται σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά του γεωλογικού σώματος για να εξασφαλίσουν την κατάλληλη ακρίβεια (Hao, Runcai and Guangwei 2011).

6.1.3. Κατασκευή ενός τρισδιάστατου γεωλογικού μοντέλου

Το γεωλογικό μοντέλο περιλαμβάνει γενικά τους τρεις τύπους: wire-frame model όπως το fault model και surface model, terrain model, solid model, rock mass και coal seam model. Τα τρία μοντέλα αποτελούν το τρισδιάστατο γεωλογικό μοντέλο για το υπαίθριο ορυχείο.

Fault wire-frame model

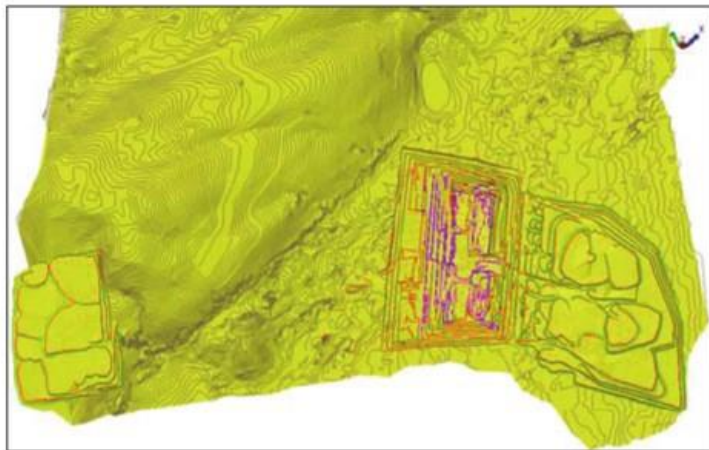
Το fault wire-frame model δεν παίζει σημαντικό ρόλο μόνο στην κατασκευή στερεών μοντέλων και την χωρική μορφή ανάλυσης φλέβας άνθρακα, αλλά έχει επίσης αντίκτυπο στην διευθέτηση της εξορυκτικής μηχανικής. Τα ρήγματα στον τοπογραφικό χάρτη της οροφής και του δαπέδου της φλέβας άνθρακα εφαρμόζονται κυρίως για την κατασκευή του μοντέλου fault wire-frame ως εξής: πρώτα τα 2D ρήγματα μετατρέπονται σε τρισδιάστατα, δεύτερον, τα σημεία δεδομένων οροφής και δαπέδου άνθρακα εξάγονται από τη γεωλογική βάση δεδομένων για την ανάθεση του υψομέτρου στα ρήγματα. Τέλος, η χωρική θέση των ρηγμάτων εξάγεται και έτσι κατασκευάζεται το μοντέλο fault wire-frame (Hao, Runcai and Guangwei 2011).



Εικόνα 6.1 Fault wire-frame model

Terrain model

Το terrain model του υπαίθριου ορυχείου περιλαμβάνει την αρχική κατάσταση της επιφάνειας του εδάφους και την κατάσταση της βαθμίδας, η κατασκευή του τρισδιάστατου μοντέλου εδάφους μπορεί να απεικονίσει διαισθητικά και με σαφήνεια τη χωρική σχέση μεταξύ της επιφάνειας εδάφους της περιοχής εξόρυξης, της κατάστασης της βαθμίδας της υπαίθριας εκμετάλλευσης, της φλέβας άνθρακα και της γεωλογικής δομής. Η χρήση τριγωνικού ακανόνιστου δικτύου με περιορισμούς για την παραγωγή μη περιορισμένου τριγωνικού δικτύου, και η απομόνωση τοπογραφικών στοιχείων και γραμμικού σχεδίου λαμβάνονται ως γραμμές περιορισμού, τότε το μη περιορισμένο τριγωνικό δίκτυο υποδιαιρείται για να κατασκευάσει το μοντέλο εδάφους του υπαίθριου ορυχείου (Hao, Runcai and Guangwei 2011).



Εικόνα 6.2 Terrain model

Solid model of coal and rock seam

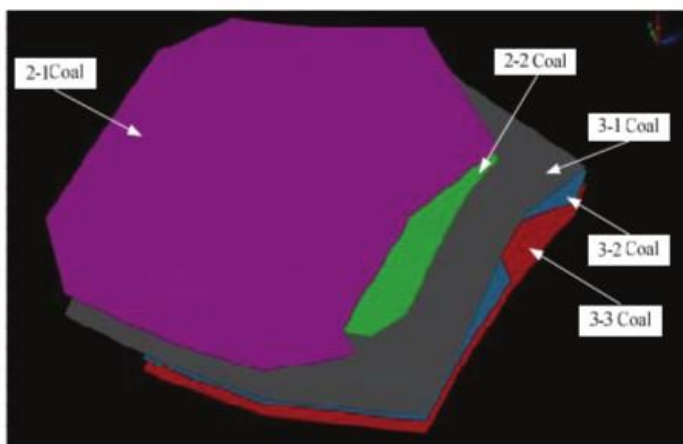
Η κατασκευή ενός στερεού μοντέλου είναι το πιο σημαντικό κομμάτι κατά τη διάρκεια της διαδικασίας μοντελοποίησης. Το στερεό μοντέλο έχει όχι μόνο ισχυρή λειτουργία τρισδιάστατης απεικόνισης, αλλά και τους περιορισμούς της κατασκευής του μοντέλου μπλοκ. Το solid model of coal and rock seam είναι κατασκευασμένο με βάση τη μέθοδο της συγχώνευσης.

Τα βήματα μοντελοποίησης είναι τα εξής:

1. Συνδέεται η γεωλογική βάση δεδομένων. Τα σημεία δεδομένων οροφής και δαπέδου άνθρακα εξαγονται από την βάση δεδομένων.

2. Καθορίζουμε τις οριακές οπές στις οποίες ο άνθρακας έχει βρεθεί ότι σχηματίζει περιφερειακό πολύγωνο μέσω παρατήρησης όλων των εξαγόμενων σημείων δεδομένων.
3. Τα σημεία δεδομένων παρεμβάλλονται με την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου παρεμβολής και χωρικού πλέγματος.
4. Το επιφανειακό μοντέλο οροφής και δαπέδου άνθρακα θα κατασκευαστεί από σημεία παρεμβολής και από ρήγματα.
5. Το περιττό δίκτυο τριγωνισμού που είναι πέρα από την περιοχή μοντελοποίησης θα διαγραφεί και στην συνέχεια σχηματίζονται επιφανειακά μοντέλα οροφής και δαπέδου.
6. Οι οριακές γραμμές της οροφής και δαπέδου άνθρακα παράγονται από τα μοντέλα και στη συνέχεια παράγεται το επιφανειακό μοντέλο άνθρακα από τις οριακές γραμμές.
7. Το στερεό μοντέλο coal seam παράγεται συνδυάζοντας την οροφή και το δάπεδο άνθρακα και τα πλαϊνά μοντέλα.

Η μέθοδος κατασκευής του μοντέλου rock seam είναι ίδια με την κατασκευή του μοντέλου coal seam (Hao, Runcai and Guangwei 2011).



Εικόνα 6.3 Solid models of coal seam

Block model

Το στερεό μοντέλο περιγράφει μόνο τη χωρική μορφή των γεωλογικών σωμάτων (όπως μάζα λίθου, φλέβα άνθρακα κλπ), αλλά δεν αντικατοπτρίζει τα εσωτερικά χαρακτηριστικά ή τις ιδιότητες των γεωλογικών σωμάτων. Όχι μόνο η γνώση της θέσης του γεωλογικού σώματος στο χώρο αλλά και η κυριαρχία των φυσικών ιδιοτήτων και ο νόμος αλλαγής τους

απαιτούνται στη διαδικασία σχεδιασμού και παραγωγής μεταλλευμάτων. Επομένως, είναι απαραίτητο να κατασκευαστεί το μοντέλο μπλοκ (Hao, Runcai and Guangwei 2011). Η διαδικασία της μοντελοποίησης του μοντέλου μπλοκ είναι η εξής:

- Εισάγεται ένα στερεό μοντέλο που θα εκτιμηθεί.
- Καθορίζουμε βασικές παραμέτρους του μοντέλου μπλοκ.
- Ορίζουμε τα χαρακτηριστικά του μοντέλου μπλοκ.
- Καθορίζουμε τους περιορισμούς του μοντέλου μπλοκ.
- Επιλέγουμε μεθόδους εκτίμησης.
- Προσδιορίζουμε παραμέτρους αναζήτησης δεδομένων.
- Εκτίμηση.
- Μοντέλο Μπλοκ.

Κατασκευή ενός κενού μοντέλου μπλοκ

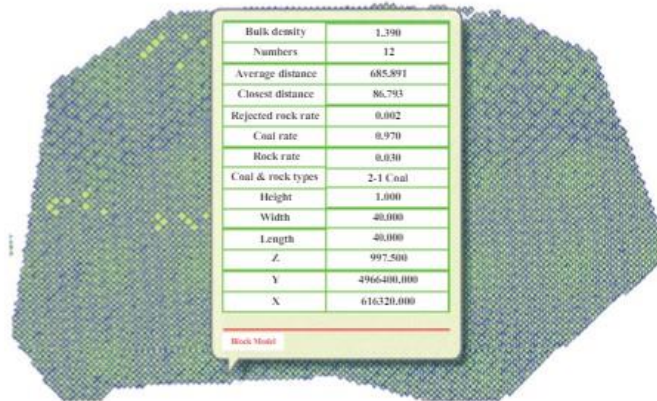
Οι συντεταγμένες του μοντέλου μπλοκ καθορίζονται σύμφωνα με το χωρικό πεδίο του στερεού μοντέλου που θα εκτιμηθεί. Επιλέγονται το κατάλληλο μέγεθος μπλοκ και του δευτερεύοντος μπλοκ και στη συνέχεια κατασκευάζεται το μοντέλο του κενού μπλοκ. Αλλά το μοντέλο μπλοκ χωρίς χαρακτηριστικά δεν έχει πρακτική σημασία. Επομένως, στο μοντέλο μπλοκ θα πρέπει να προστεθούν χαρακτηριστικά. Τα χαρακτηριστικά του μπλοκ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αντικατοπτρίσουν τα διαφορετικά χαρακτηριστικά του γεωλογικού σώματος όπως η πυκνότητα, οι τύποι άνθρακα και λίθων, το ποσοστό άνθρακα, η περιεκτικότητα σε θείο, η θερμογόνο δύναμη κλπ (Hao, Runcai and Guangwei 2011).

Η ανάθεση του μοντέλου μπλοκ

Η ανάθεση του μοντέλου μπλοκ περιλαμβάνει δύο τύπους: ο ένας είναι η τιμή του χαρακτηριστικού η οποία είναι μια συγκεκριμένη τιμή, η οποία αποδίδεται άμεσα με βάση την εξαγωγή του εύρους ανάθεσης, από τους περιορισμούς, δηλαδή μια τοποθέτηση. Ο άλλος είναι η τιμή του χαρακτηριστικού που θα πρέπει να υπολογιστεί με αναφορά σε ορισμένα δείγματα δεδομένων σύμφωνα με ορισμένους κανόνες και στη συνέχεια θα εκχωρηθεί συγκεκριμένο μπλοκ.

Το χαρακτηριστικό των τύπων άνθρακα και λίθου αποδίδεται με μια μόνο ανάθεση. Τα χαρακτηριστικά των reserves grade και bulk density αποδίδονται με τη μέθοδο polygon projection. Τα reserves block στον reserves calculation map χρησιμοποιούνται ως πολύγωνα εκχώρησης. Τα χαρακτηριστικά του ποσοστού άνθρακα, του ποσοστού λίθου, της

περιεκτικότητας σε θείο, της θερμογόνου δύναμης αποδίδονται με τη μέθοδο distance power inverse ratio σύμφωνα με δείγματα δεδομένων από τη γεωλογική βάση δεδομένων (Hao, Runcai and Guangwei 2011).



Εικόνα 6.4 Block model of coal seam

6.2. Σχεδιασμός λατομείου αδρανών

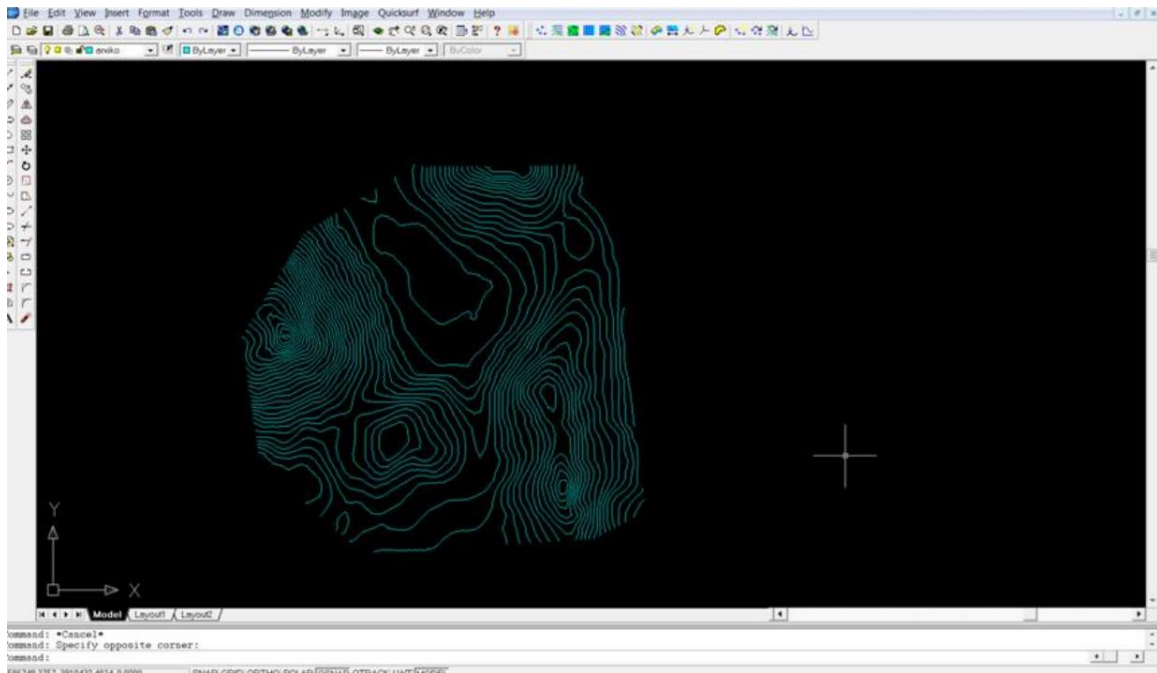
Σε μια λατομική περιοχή (αρχείο αρχικο anaglif0.dwg) παραχωρείται προς εκμετάλλευση ένα τμήμα της, το οποίο έχει με τις ακόλουθες συντεταγμένες:

X	Y
584647	3911423
585025	3910925
584511	3910465
584005	3910952

Η εκμετάλλευση με βάση τους περιβαλλοντικούς όρους και τις γεωλογικές συνθήκες που απαντούν στο χώρο θα πραγματοποιηθεί με βαθμίδες ύψους 10 m, τελικού πλάτους 6 m και κλίση μετώπου 75°.

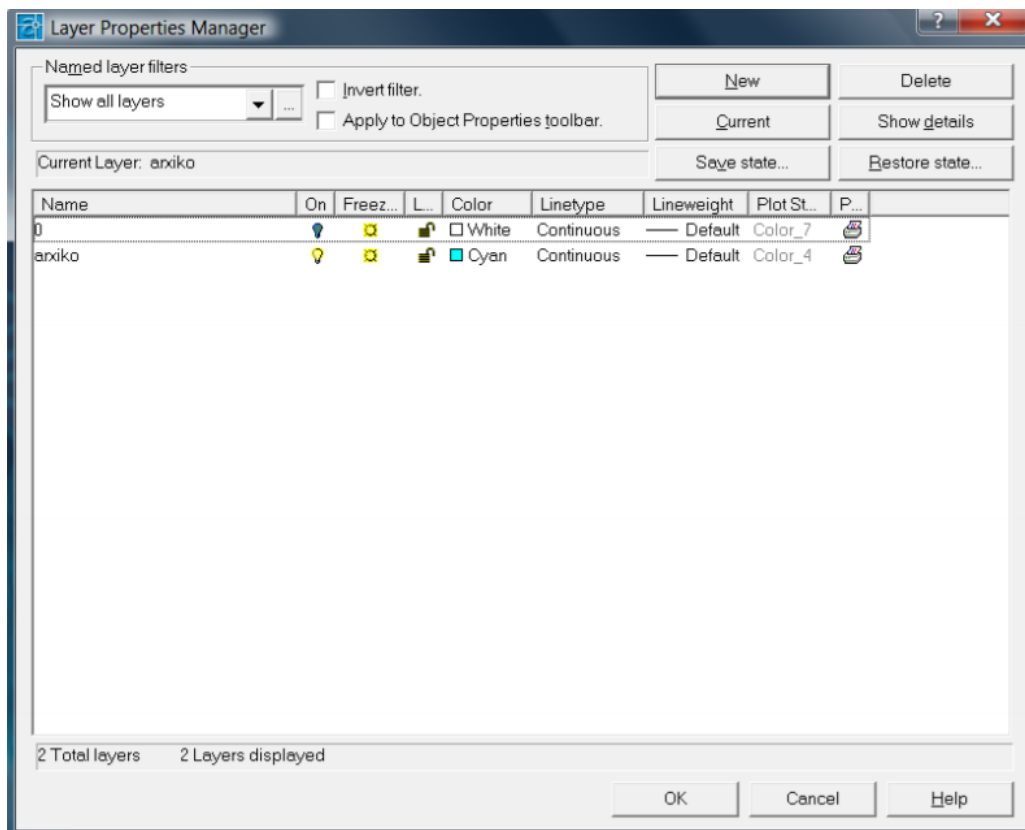
Τα βασικά βήματα που απαιτούνται για το σχεδιασμό της εκμετάλλευσης με το AutoCAD 2002 είναι τα ακόλουθα:

Βήμα 1ο . Φόρτωση του αρχικού ανάγλυφου. Αρχικά πρέπει να «φορτώσουμε» το αρχείο με τις ισοϋψείς της λατομικής περιοχής στο AutoCAD.



Εικόνα 6.5 Το αρχικό ανάγλυφο της λατομικής περιοχής.

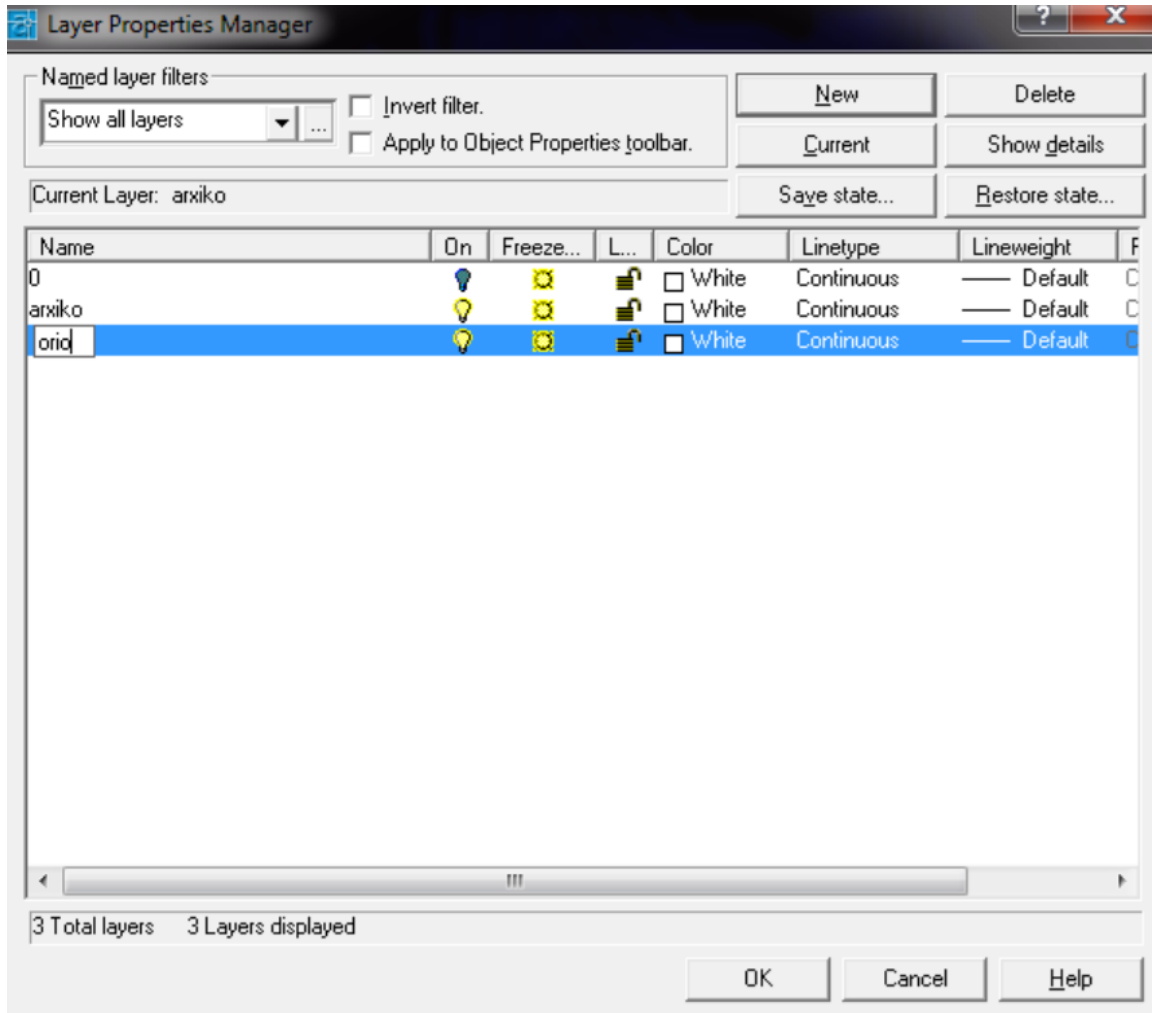
Το αρχείο αυτό περιλαμβάνει δύο επίπεδα σχεδίασης: το βασικό επίπεδο 0 και το επίπεδο “αρχικό”, το οποίο περιλαμβάνει τις ισοϋψείς του ανάγλυφου.



Εικόνα 6.6 Τα αρχικά επίπεδα σχεδίασης (layers)

Βήμα 2ο. Δημιουργία νέων επιπέδων σχεδίασης.

Έχοντας ανοίξει το παράθυρο διαχείρισης των επιπέδων σχεδίασης, θα δημιουργήσουμε ένα νέο επίπεδο: το επίπεδο “ορίο”, στο οποίο θα σχεδιάσουμε το όριο του λατομείου.



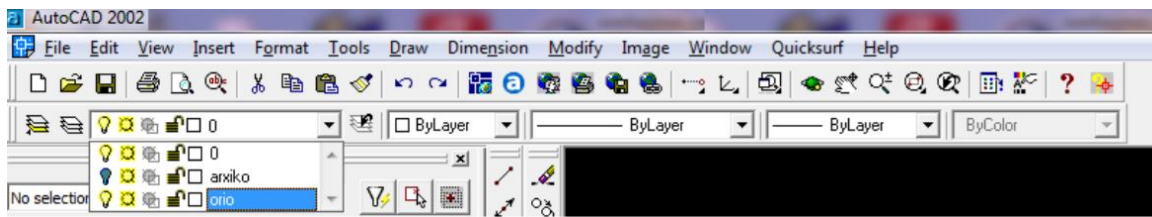
Εικόνα 6.7 Δημιουργία νέων επιπέδων σχεδίασης.

Το επίπεδο στο οποίο δουλεύουμε είναι αυτό που φαίνεται στο παράθυρο, και ότι σχεδιάσουμε θα αποθηκευθεί εκεί.

Στην επιφάνεια σχεδίασης όμως μπορούμε να επεξεργαστούμε όλα τα αρχεία που είναι ορατά, γι' αυτό και απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή.

Βήμα 3ο. Δημιουργία ορίων εκμετάλλευσης από σημεία.

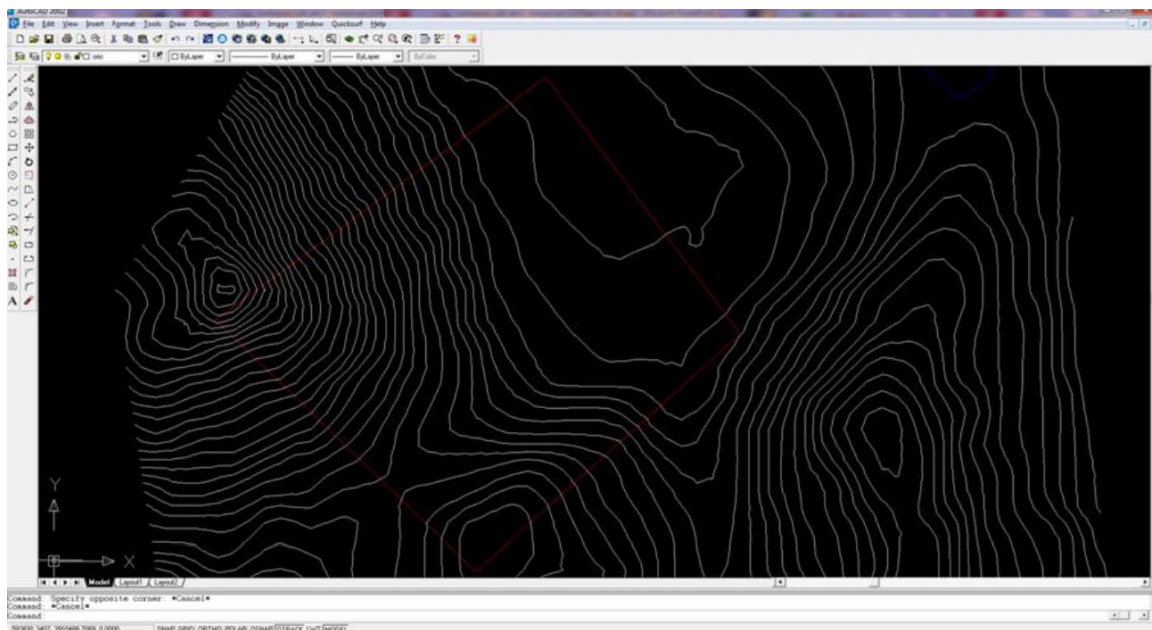
Ακολούθως πρέπει να σχεδιάσουμε τα όρια του χώρου που μας έχει παραχωρηθεί. Καταρχήν, θα επιλέξουμε ως “current” επίπεδο σχεδίασης το “ορίο».



Εικόνα 6.8 Επιλογή “orio”

Στη συνέχεια, θα πληκτρολογήσουμε την εντολή “pl” για να ξεκινήσουμε να σχεδιάζουμε το όριο μας. Τα σημεία της πολυγωνικής γραμμής του ορίου θα δοθούν με τη μορφή X, Y από τη γραμμή εντολών.

Πληκτρολογούμε το πρώτο σημείο 584647, 3911423 και πατάμε “enter”. Συνεχίζουμε με το δεύτερο σημείο 585025, 3910925 και ακολουθούμε την ίδια διαδικασία για τα άλλα δύο σημεία (584511, 3910465 και 584005, 3910952). Αφού εισάγουμε και το τελευταίο σημείο πατάμε “c” και “enter” για να «κλείσουμε» την πολυγωνική γραμμή.



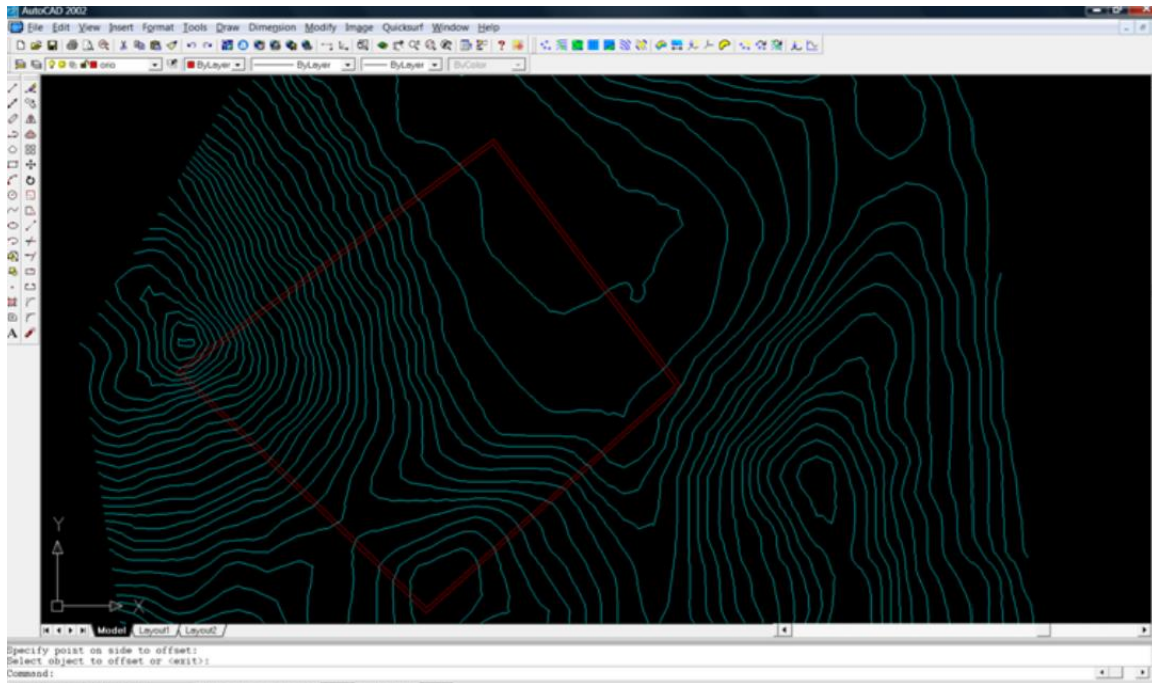
Εικόνα 6 9 Το όριο της εκμετάλλευσης

Βήμα 4ο. Δημιουργία ζώνης προστασίας πλάτους 8 m περιμετρικά της εκμετάλλευσης.

Στο βήμα αυτό θα δημιουργήσουμε μια περιμετρική ζώνη πλάτους 8 m για λόγους ασφάλειας. Η εκμετάλλευση θα ξεκινήσει από τη ζώνη αυτή και όχι ακριβώς από το όριο της περιοχής που μας παραχωρήθηκε.

Για να δημιουργήσουμε τη ζώνη πληκτρολογούμε την εντολή “offset” και πατάμε “enter”.

Ακολουθώς επιλέγουμε την απόσταση στην οποία θα αντιγραφεί το αντικείμενο που θα επιλέξουμε (δηλ. 8 m) και εν συνεχεία επιλέγουμε το αντικείμενο (δηλ. την πολυγωνική γραμμή του ορίου) και ένα οποιοδήποτε σημείο προς την κατεύθυνση στην οποία θα δημιουργηθεί το νέο αντικείμενο (δηλ. στο εσωτερικό του ορίου).



Εικόνα 6.10 Το όριο της εκμετάλλευσης και η περιμετρική ζώνη ασφαλείας.

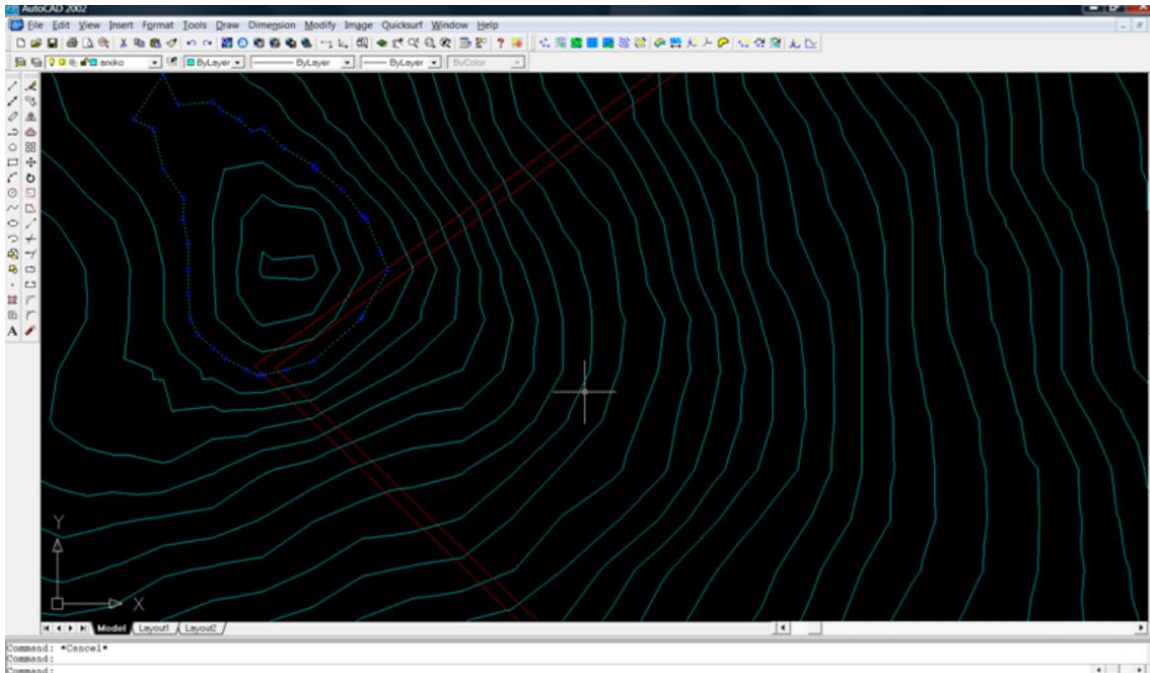
Βήμα 5ο. Σχεδιασμός της εκμετάλλευσης.

Στο σημείο αυτό μπορούμε να ξεκινήσουμε το σχεδιασμό της εκμετάλλευσης. Αρχικά πρέπει να επιλέξουμε ως “current” επίπεδο σχεδίασης το “benches” , στο οποίο θα σχεδιάσουμε τις βαθμίδες.

Ειδικά σε εκμεταλλεύσεις που αναπτύσσονται στις πλαγιές των ορεινών όγκων, όπως στη συγκεκριμένη περίπτωση, είναι προτιμότερο να ξεκινάμε το σχεδιασμό από την πλευρά στην οποία βρίσκεται το υψηλότερο σημείο της εκμετάλλευσης και ακολούθως να κινούμαστε προς τα χαμηλότερα.

Με τον τρόπο αυτό αφενός θα σχεδιάσουμε την εκμετάλλευσή μας βάσει της νομοθεσίας (η νομοθεσία επιβάλλει τη διαμόρφωση βαθμίδων από τα υψηλότερα επίπεδα προς τα χαμηλότερα) και αφετέρου θα κερδίσουμε χρόνο, αφού ξεκινώντας από πλευρές που βρίσκονται σε χαμηλότερα επίπεδα, σε πολλές περιπτώσεις διαπιστώνεται ότι πρέπει να γίνουν σημαντικές σχεδιαστικές αλλαγές για να εκμεταλλευτούμε στο έπακρο το κοίτασμα.

Δίνοντας την εντολή “properties” μπορούμε να εξερευνήσουμε τις ισοϋψείς του χώρου μας (εάν δεν διαθέτουμε χάρτη σε έντυπη μορφή) προκειμένου να αναζητήσουμε την ισοϋψή με το μεγαλύτερο υψόμετρο εντός του ορίου μας. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η ισοϋψής αυτή βρίσκεται στο δυτικό όριο του χώρου κι έχει υψόμετρο 680 m. Από το χώρο αυτό θα ξεκινήσει η διαμόρφωση των βαθμίδων.

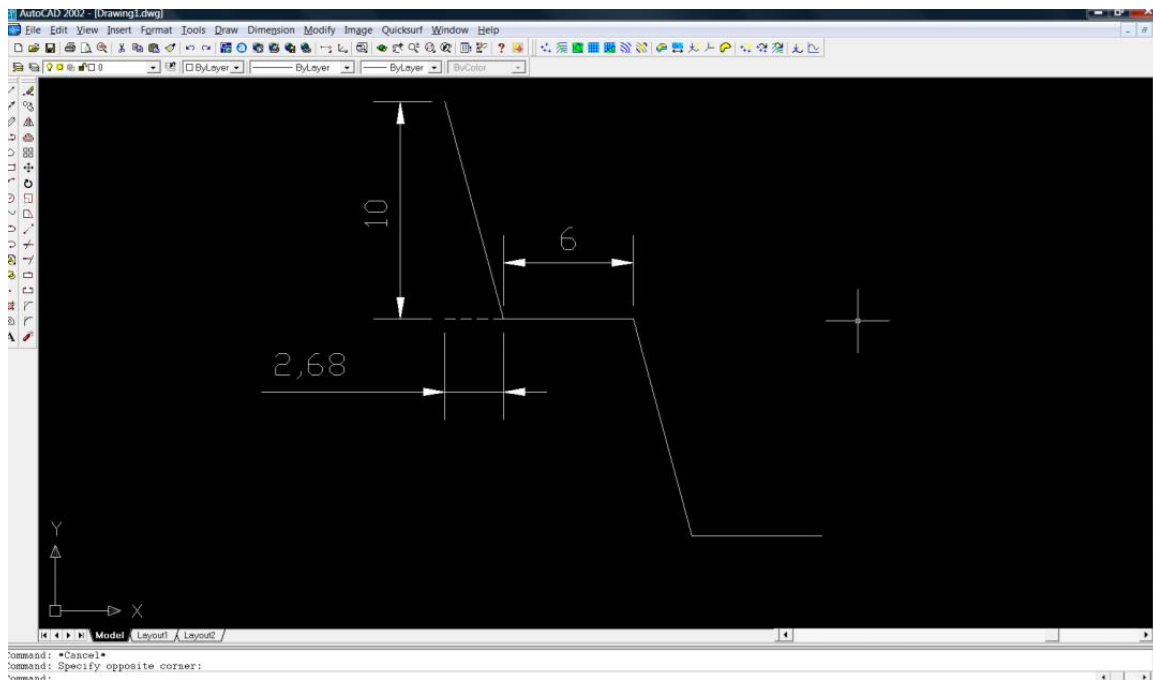


Εικόνα 6.11 Το δυτικό όριο της εκμετάλλευσης από το οποίο θα ξεκινήσει η διαμόρφωση των βαθμίδων.

Κατά το σχεδιασμό των βαθμίδων ο μηχανικός θα πρέπει να ακολουθεί τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των βαθμίδων που επιβάλλονται για λόγους ασφάλειας ή/και περιβαλλοντικής προστασίας και, στο βαθμό που αυτό είναι δυνατόν, τις γραμμές του ανάγλυφου.

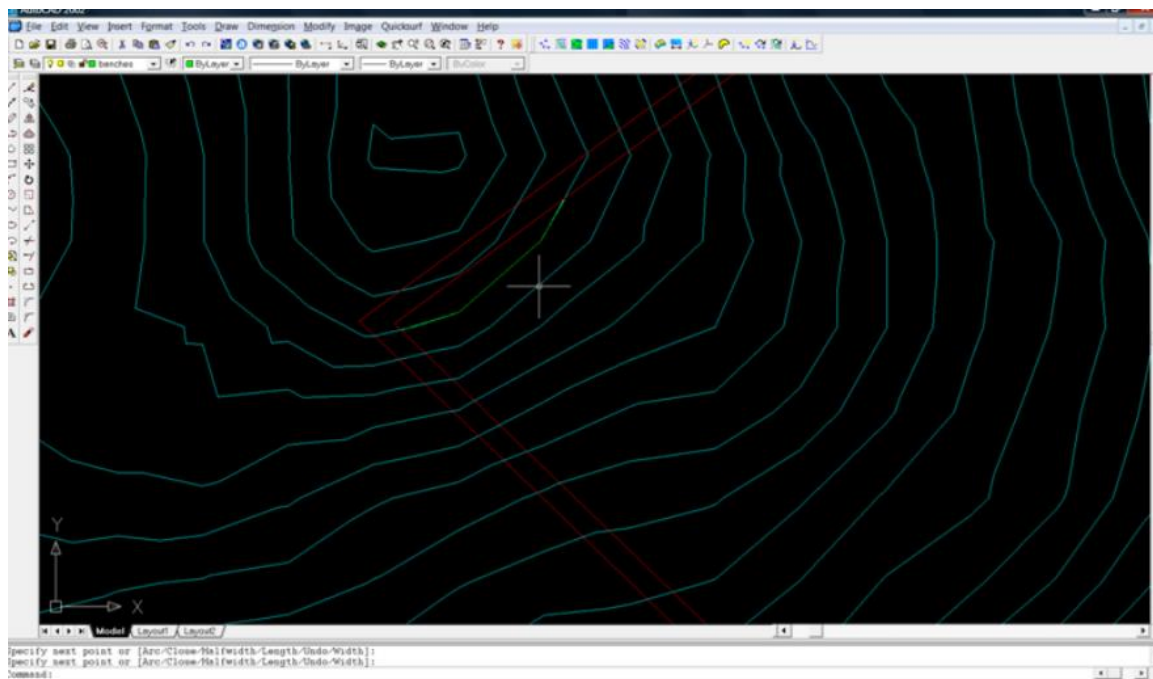
Σύμφωνα με τα δεδομένα, οι βαθμίδες πρέπει να έχουν ύψος 10m, κλίση 75ο και πλάτος 6m.

Σύμφωνα με τα γεωμετρικά αυτά χαρακτηριστικά, εφόσον έχουμε σχεδιάσει το «φρύδι» μιας βαθμίδας, για να σχεδιάσουμε το «πόδι» της θα πρέπει να δημιουργήσουμε μια νέα γραμμή σε οριζόντια απόσταση 2,68m (προκύπτει από την εφαπτομένη των 75ο και το ύψος των 10 m) και κατακόρυφη απόσταση -10m. Ακολούθως, θα πρέπει να αντιγράψουμε το «πόδι» της βαθμίδας σε οριζόντια απόσταση 6m για να δημιουργήσουμε το δάπεδό της.



Εικόνα 6.12 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά των βαθμίδων

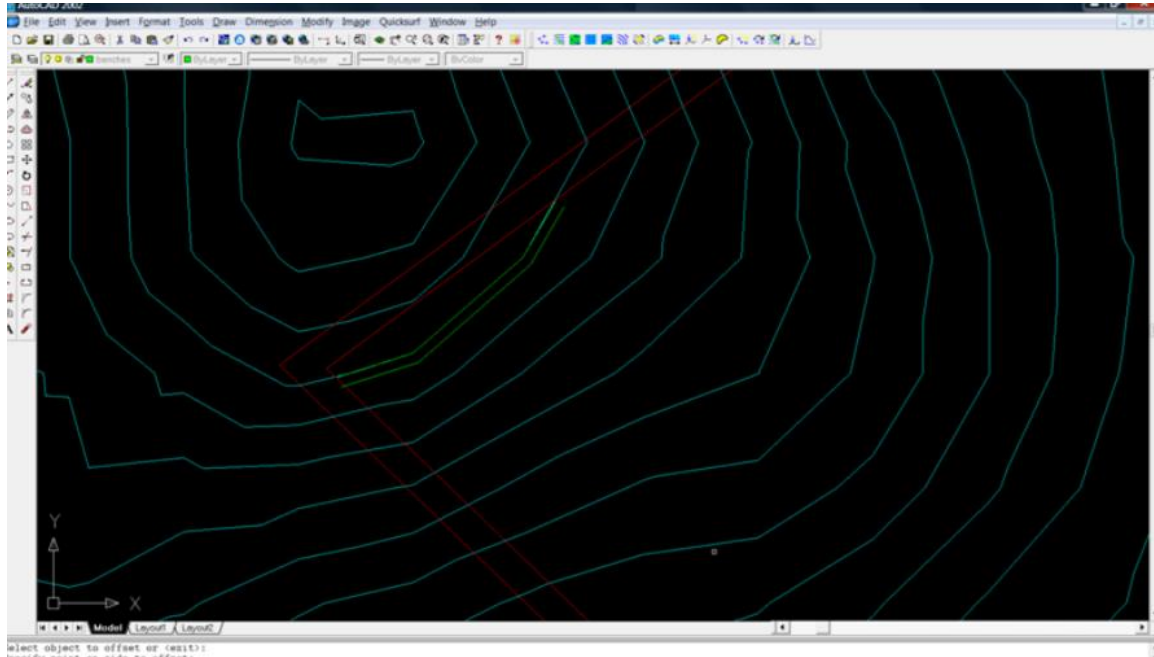
Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, θα ξεκινήσουμε από την ισοϋψή των 680 m για να δημιουργήσουμε το «φρύδι» της πρώτης βαθμίδας. Δίνουμε την εντολή “pline” και σχεδιάζουμε το «φρύδι» ακολουθώντας τη συγκεκριμένη ισοϋψή εντός των ορίων της εκμετάλλευσης.



Εικόνα 6.13 Κατασκευή του «φρυδιού» της πρώτης βαθμίδας.

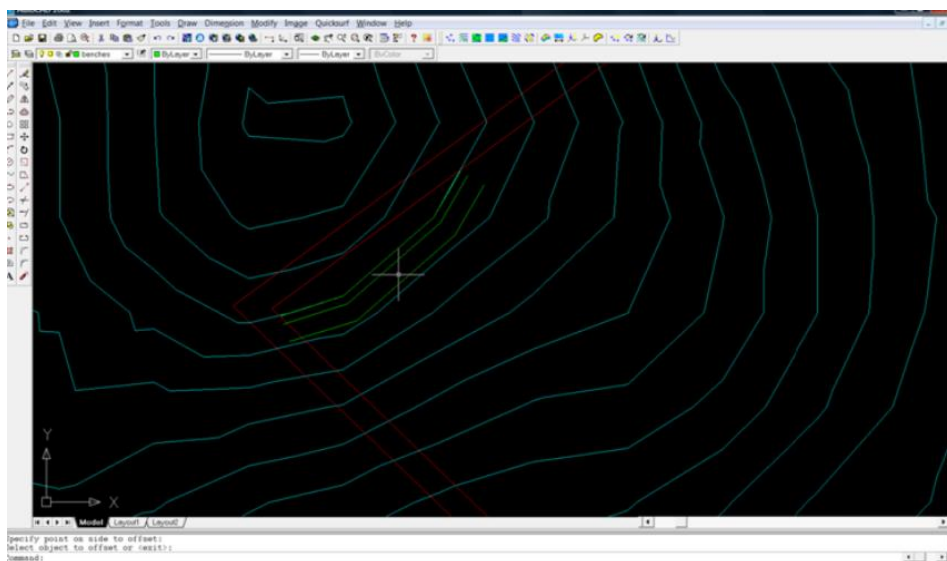
Στη συνέχεια επιλέγουμε την πολυγωνική γραμμή που κατασκευάσαμε και δίνουμε την εντολή “change→properties→elevation” και θέτουμε το υψόμετρο στα 680m.

Για να κατασκευάσουμε το «πόδι» της βαθμίδας χρησιμοποιούμε την εντολή “offset” , δίνοντας απόσταση 2,68m και ακολούθως δίνουμε την εντολή “change→properties→elevation” και προσδιορίζουμε το υψόμετρο στα 670m.



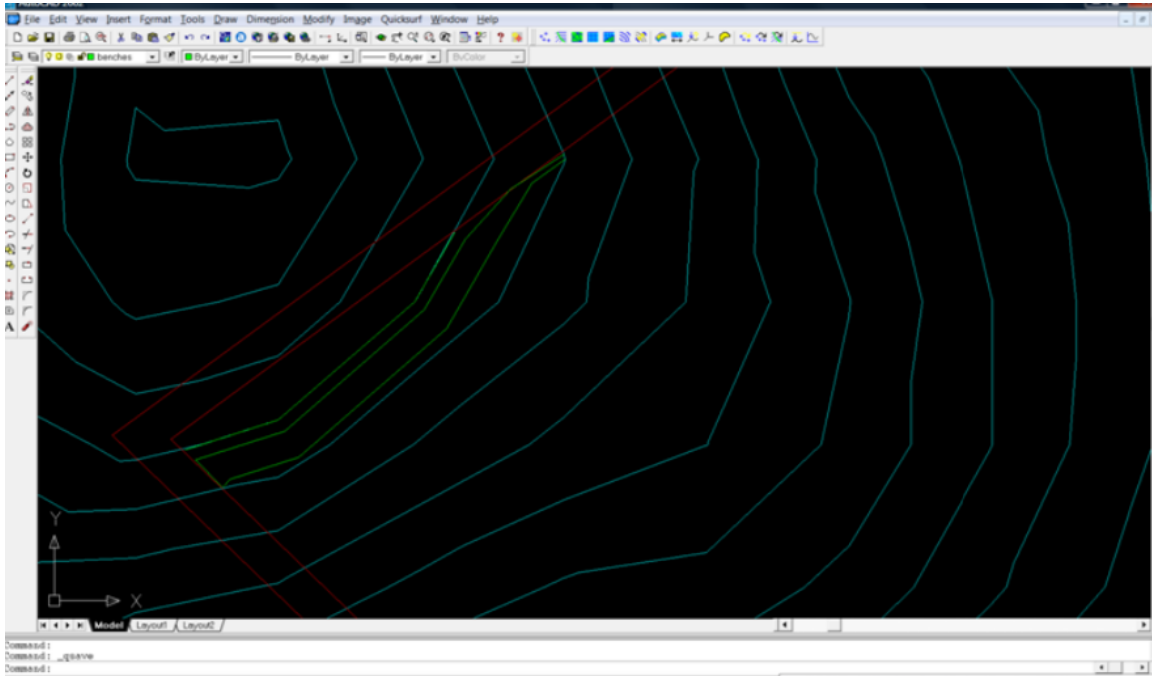
Εικόνα 6.14 Κατασκευή του «ποδιού» της πρώτης βαθμίδας.

Τέλος, για να κατασκευάσουμε το δάπεδο της βαθμίδας χρησιμοποιούμε την εντολή “offset”, δίνοντας απόσταση 6m.



Εικόνα 6.15 Κατασκευή του δαπέδου της πρώτης βαθμίδας.

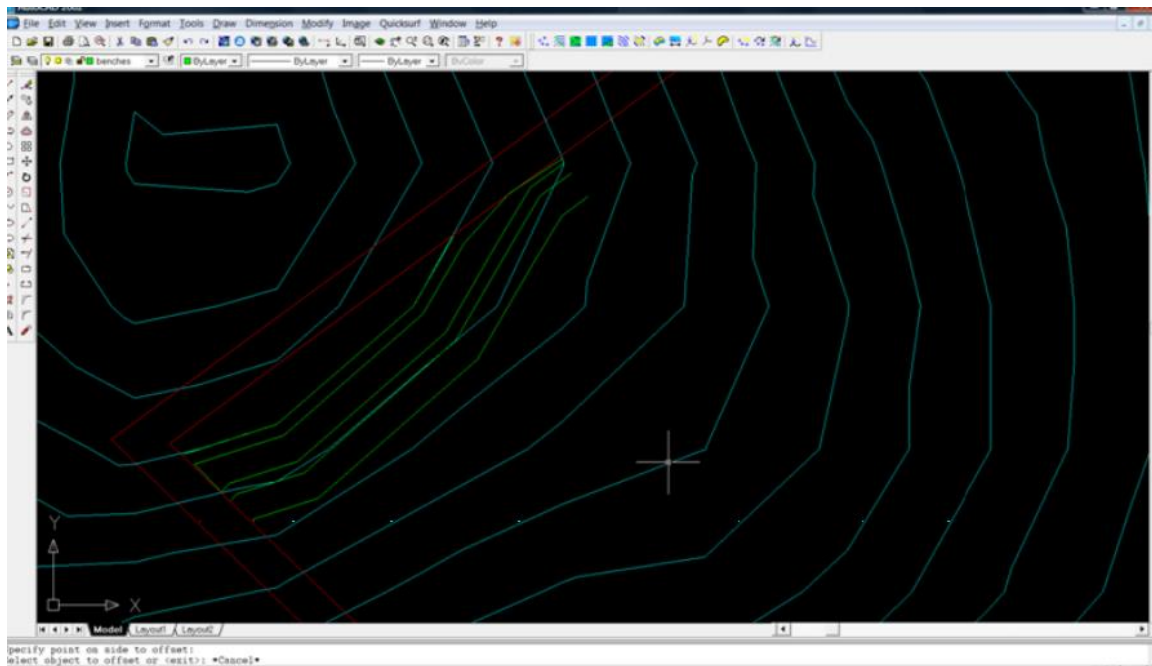
Πριν προχωρήσουμε στην κατασκευή της επόμενης βαθμίδας, θα πρέπει να γίνουν κάποιες μικρές διορθώσεις στη βαθμίδα των 670 m. Πιο συγκεκριμένα, θα πρέπει να έρθει και να συναντήσει στα όρια της εκμετάλλευσης τη βαθμίδα των 670 m του φυσικού ανάγλυφου. Θα πρέπει επίσης να «κλείσουμε» τα όρια του δαπέδου της βαθμίδας.



Εικόνα 6.16 Τελικές διορθώσεις της πρώτης βαθμίδας.

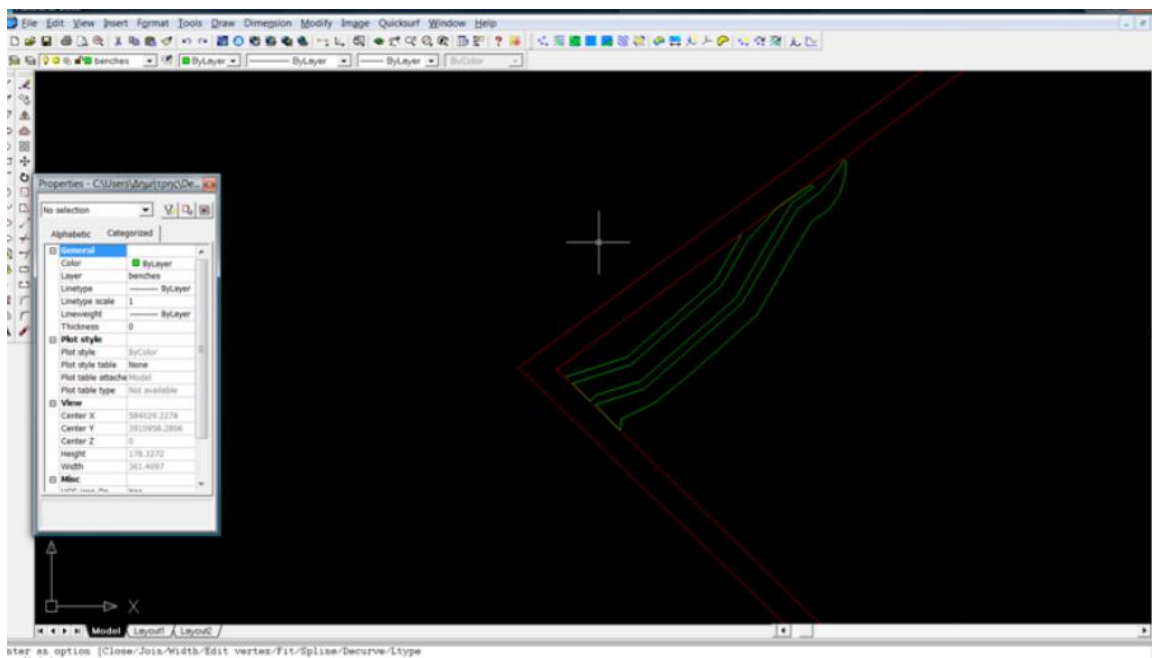
Στη συνέχεια ακολουθούμε την ίδια διαδικασία για να κατασκευάσουμε την επόμενη βαθμίδα της εκμετάλλευσης. Αρχικά χρησιμοποιούμε ως «φρύδι» της βαθμίδας τη γραμμή του δαπέδου της ανώτερης βαθμίδας και με την εντολή “offset” με απόσταση 2,68m δημιουργούμε το «πόδι» της νέας βαθμίδας. Δίνουμε την εντολή “change→properties→elevation” και προσδιορίζουμε το υψόμετρο στα 660m.

Στη συνέχεια, για να κατασκευάσουμε το δάπεδο της βαθμίδας, χρησιμοποιούμε πάλι την εντολή “offset”, δίνοντας απόσταση 6m.



Εικόνα 6.17 Κατασκευή της δεύτερης βαθμίδας.

Στη συνέχεια πραγματοποιούμε τις τελικές διορθώσεις για την ολοκλήρωση της διαμόρφωσης της δεύτερης βαθμίδας, όπως συνέβη και κατά την κατασκευή της πρώτης βαθμίδας.



Εικόνα 6.18 Οι δύο βαθμίδες που δημιουργήθηκαν.

Η παραπάνω διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι την ολοκλήρωση του σχεδίου της εκμετάλλευσης.

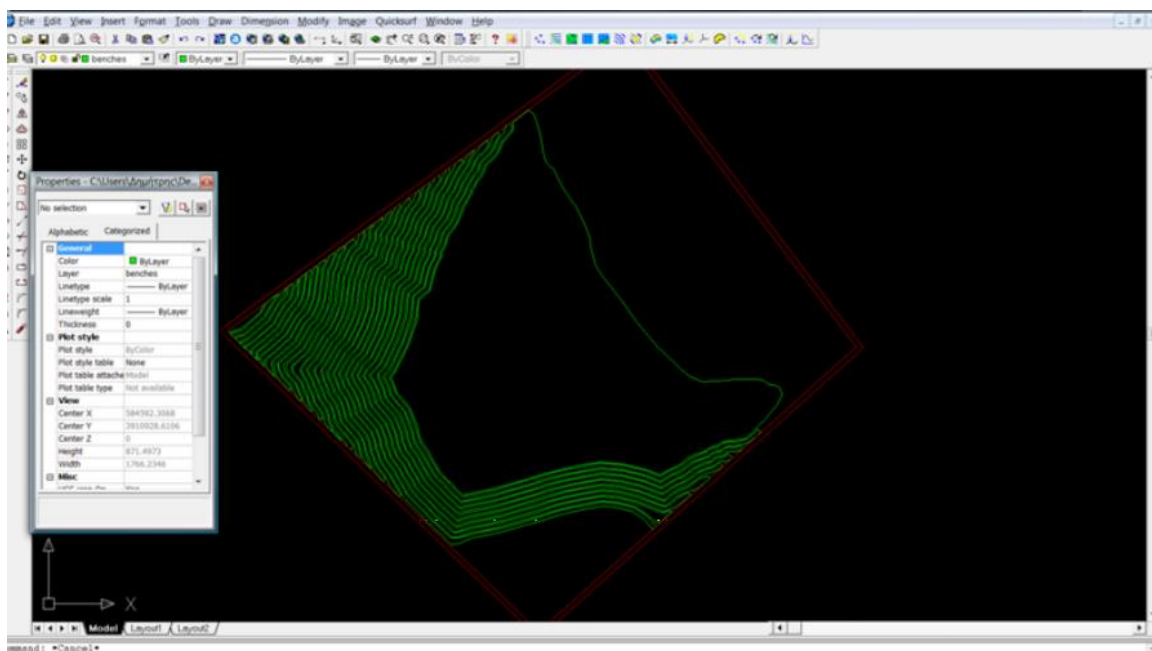
Είναι σημαντικό κατά τη διάρκεια της διαμόρφωσης των βαθμίδων να ελέγχει ο χρήστης δύο σημεία:

- να βρίσκονται οι βαθμίδες σε υψόμετρο κατώτερο των ισοϋψών του φυσικού ανάγλυφου και
- να μην δημιουργούνται πρηνή στα όρια της εκμετάλλευσης υψηλότερα του μέγιστου επιτρεπόμενου ύψους.

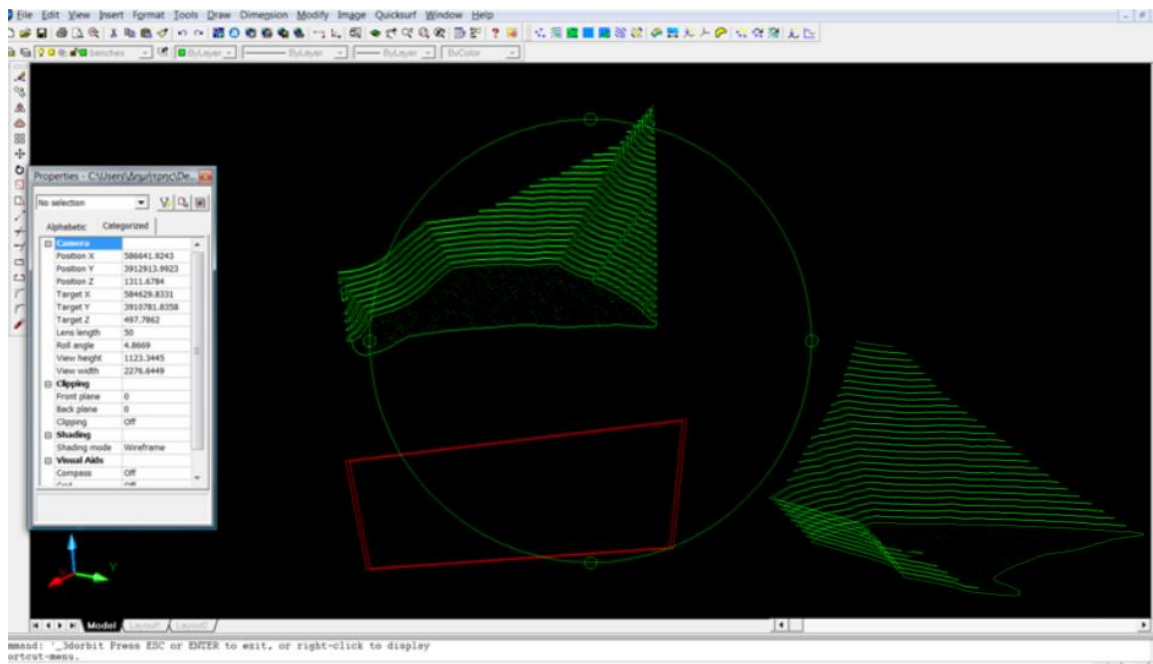
Στο παράδειγμα ο σχεδιασμός της εκμετάλλευσης έχει ολοκληρωθεί στο αρχείο “latomeio1.dwg”.

Αφού φορτώσουμε το αρχείο μπορούμε να το δούμε τρισδιάστατα με την εντολή “3dorbit”.

Για να δούμε ξανά την κάτοψη, στην οποία και δουλεύουμε πάντα, πληκτρολογούμε την εντολή “plan”.



Εικόνα 6.19 Η τελική μορφή της εκμετάλλευσης (κάτοψη).

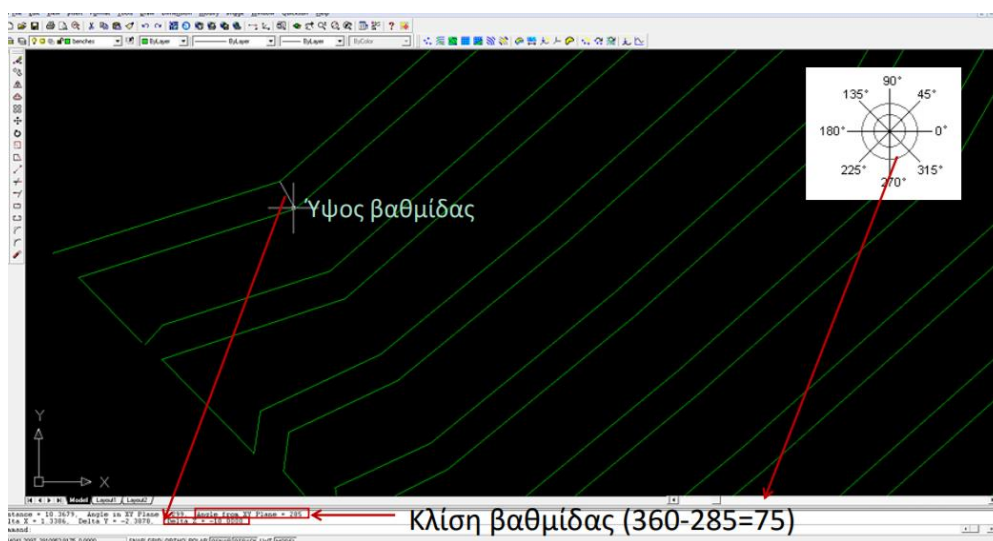


Εικόνα 6.20 Η τελική μορφή της εκμετάλλευσης σε τρισδιάστατη απεικόνιση.

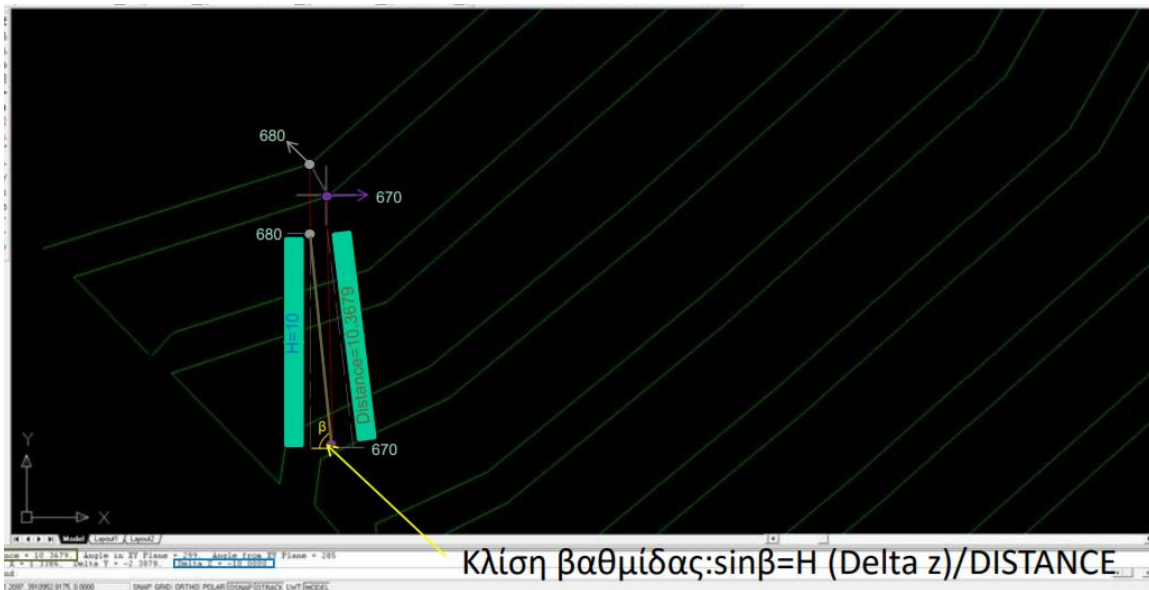
Έλεγχος χαρακτηριστικών της εκμετάλλευσης.

Για να διερευνήσουμε τα χαρακτηριστικά με τα οποία έχουν σχεδιασθεί οι βαθμίδες (ύψος, πλάτος, κλίση) πληκτρολογούμε την εντολή “dist” και επιλέγουμε τα σημεία που μας ενδιαφέρουν έχοντας ενεργοποιήσει την εντολή “OSNAP”, ώστε να επιλέγονται τα σημεία με βάση τα οποία αποτυπώθηκαν οι γραμμές.

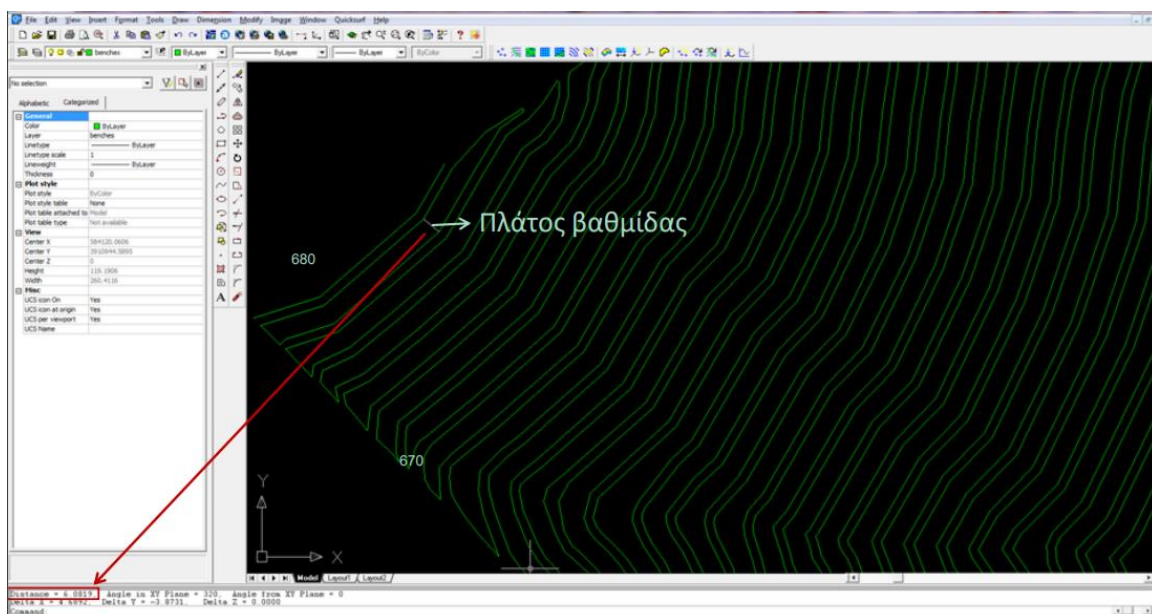
Σύμφωνα με τα δεδομένα, οι βαθμίδες πρέπει να έχουν ύψος 10 m, κλίση 75ο και πλάτος 6m.



Εικόνα 6.21 Ύψος βαθμίδας.



Εικόνα 6.22 Κλίση βαθμίδας.



Εικόνα 6.23 Πλάτος βαθμίδας.

Βήμα 6ο. Δημιουργία ενιαίου ανάγλυφου.

Στόχος μας είναι να ενώσουμε το αρχικό ανάγλυφο με το ανάγλυφο της εκμετάλλευσης. Αρχικά θα σώσουμε το αρχείο με το νέο όνομα “latomeio2”. Στη συνέχεια θα θέσουμε ως “current” επίπεδο σχεδίασης το “αρχικό” και θα απενεργοποιήσουμε το επίπεδο “benches”.

Ακολούθως, θα χρησιμοποιήσουμε την εντολή “trim” για να κόψουμε τις ισοϋψείς του φυσικού ανάγλυφου, οι οποίες βρίσκονται εντός του λατομικού χώρου κι έχουν επηρεαστεί από τη διαμόρφωση των βαθμίδων.

Αρχικά φέρνουμε το όριο της εκμετάλλευσης το οποίο δημιουργήσαμε στο αρχείο “arxiko anaglifo.dwg”.

Ανοίγουμε το αρχείο “arxiko anaglifo.dwg” επιλέγουμε το όριο και πατάμε την εντολή “copy”. Πηγαίνουμε στο αρχείο που δουλεύαμε και πατάμε την εντολή “paste to original coordinates”. Το όριο εισέρχεται στο νέο αρχείο στο επίπεδο σχεδίασης που αρχικά είχε δημιουργηθεί.

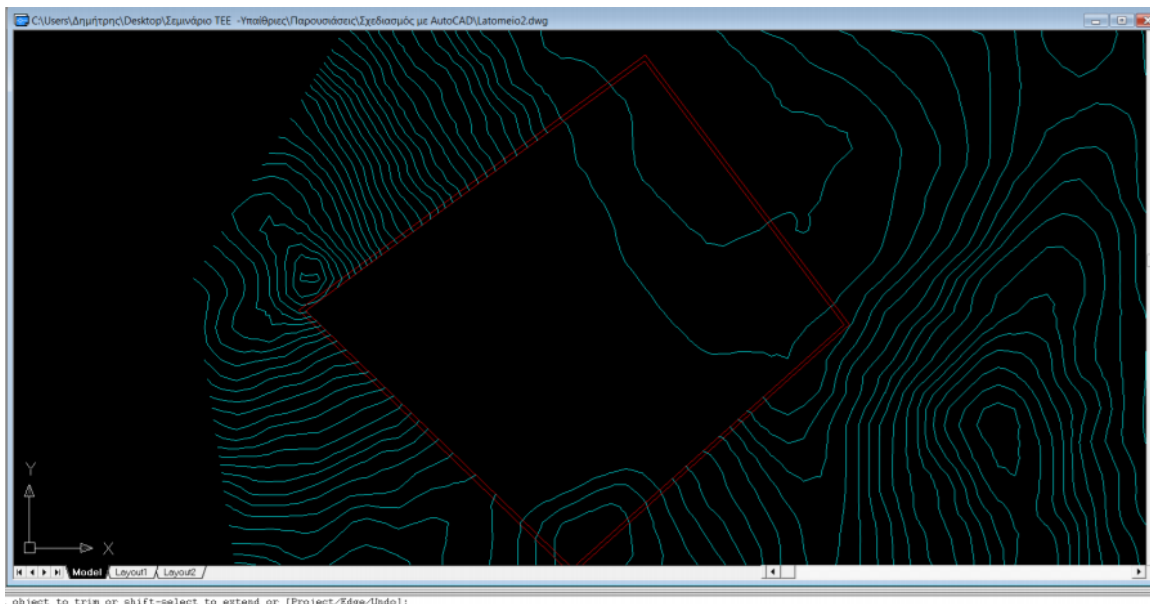
Δίνοντας την εντολή “trim” επιλέγουμε το όριο της εκμετάλλευσης και πατάμε “enter”. Στη συνέχεια διαγράφουμε τις ισοϋψείς που μας ενδιαφέρουν και επαναφέρουμε το επίπεδο “benches”.

Τέλος, σώζουμε το αρχείο.

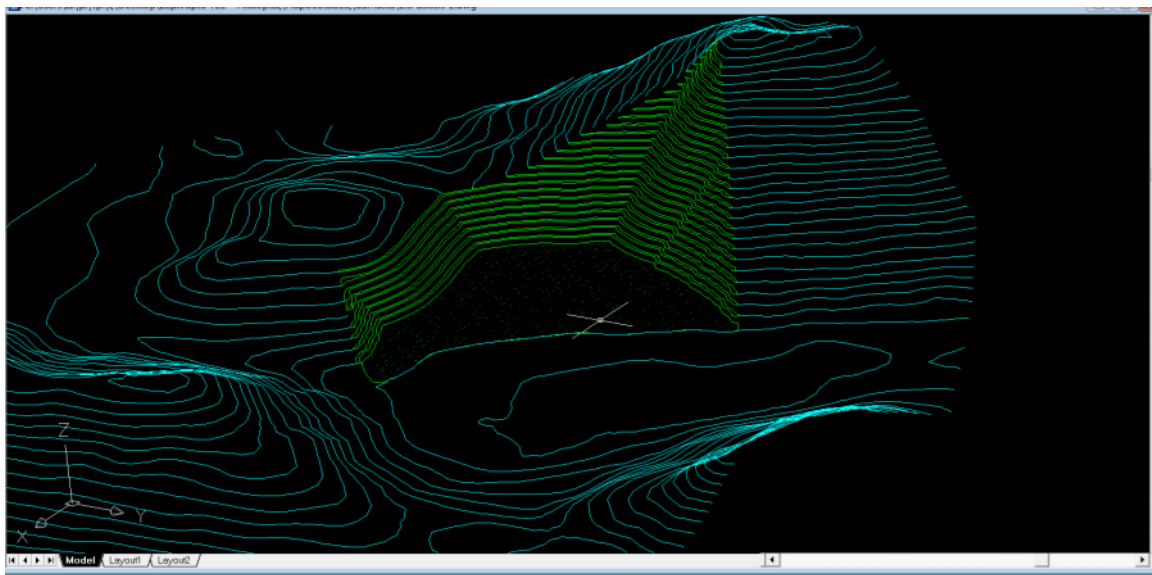
Δίνοντας την εντολή “trim” επιλέγουμε το όριο της εκμετάλλευσης και πατάμε “enter”. Στη συνέχεια διαγράφουμε τις ισοϋψείς που μας ενδιαφέρουν και επαναφέρουμε το επίπεδο “benches”.

Επειδή υπάρχει μια σχετικά μεγάλη πλατεία σε υψόμετρο 410μ στο λατομείο, προσθέτουμε σε αυτή ορισμένα σημεία με την εντολή “point” με υψόμετρο 410m.

Τέλος, αποθηκεύουμε το αρχείο (Μενεγάκη 2002).



Εικόνα 6.24 Διαγραφή των γραμμών του φυσικού ανάγλυφου που επηρεάζονται από την εκμετάλλευση.



Εικόνα 6.25 Ένωση των επιπέδων της εκμετάλλευσης και του κομμένου φυσικού ανάγλυφου.

Βιβλιογραφία

"Chapter 2: A Brief Overview of the History of CAD" (PDF). Cadhistory.net. Ανάκτηση από <http://cadhistory.net/02%20Brief%20Overview.pdf>

"Chapter 8: Autodesk and AutoCAD" (PDF) David E. Weisberg (2006). Cadhistory.net. Ανάκτηση από <http://cadhistory.net/08%20Autodesk%20and%20AutoCAD.pdf>

AutoCAD Civil 3D 2011 User's Guide. Autodesk. "AutoCAD Civil 3D 2011 Drawing Compatibility" (PDF).

Autodesk, Civil 3D (2020). Ανάκτηση από <https://www.autodesk.com/products/civil-3d/overview?plc=CIV3D&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>

Björk, Bo-Christer; Laakso, Mikael. "CAD standardisation in the construction industry — A process view". Automation in Construction. Building information modeling and interoperability (2010-07-01).

Bushra Munir January 2, (2018). Autodesk AutoCAD Civil 3D – An Introduction. Ανάκτηση από <http://cemsolutions.org/autodesk-autocad-civil-3d-an-introduction/>

Carlson Break New Ground (2021). Ανάκτηση από <https://www.carlsonsw.com/>

Computer Graphics World (2011). "Part 2 CAD/CAM/CAE", 25 Year retrospective.

Doran Howitt (1984). "One Company's CAD Success Story", InfoWorld, 3 December 1984

Hao Zhao, Runcai Bai, Guangwei Liu (2011). "3D Modeling of Open Pit Based on AutoCAD and Application". Liaoning Technical University, China.

Lendio. 2012. "Autodesk, Inc". FundingUniverse. Ανάκτηση από <http://www.fundinguniverse.com/company-histories/autodesk-inc-history/>

Promine Mining and Surveying Software (2020). Ανάκτηση από <https://promine.com/>

RockWare Earth Science Software, Consulting and Training (2020). Ανάκτηση από <https://www.rockware.com/product/quicksurf/> και <https://www.rockware.com/>

Walker, John (1 May 1982). "Information letter #5". Ανάκτηση από http://www.fourmilab.ch/autofile/www/section2_9_7.html

Μαρία Μενεγάκη (2002). «Σχεδιασμός Υπαίθριων Εκμεταλλεύσεων: Ενότητα 5». Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Μαρία Μενεγάκη (2002). «Σχεδιασμός Υπαίθριων Εκμεταλλεύσεων: Ενότητα 2». Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Μαρία Μενεγάκη (2002). «Σχεδιασμός Υπαίθριων Εκμεταλλεύσεων: Ενότητα 3». Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Μαρία Μενεγάκη (2010). Σημειώσεις του μαθήματος Σχεδιασμός Υπαίθριων Εκμεταλλεύσεων. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Πανώριος Μπενάρδος (2005), Επιμ: Γ. Βοσνιάκος. “Μια γρήγορη εισαγωγή στη χρήση 3D μοντέλων του AutoCAD”. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Ανάκτηση από <https://www.ebooks4greeks.gr/autocad-%ce%bc%ce%b9%ce%b1-%ce%b3%cf%81%ce%ae%ce%b3%ce%bf%cf%81%ce%b7-%ce%b5%ce%b9%cf%83%ce%b1%ce%b3%cf%89%ce%b3%ce%ae-%cf%83%cf%84%ce%b7%ce%bd-%cf%87%cf%81%ce%ae%cf%83%ce%b7-3d-%ce%bc%ce%bf%ce%bd>