

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Γενικές Αρχές στη Χρήση Η/Υ

2.1 Γενικά

Οι χρήσεις των ηλεκτρονικών υπολογιστών στα μεταλλευτικά έργα είναι τόσες που η πλήρης περιγραφή τους μέσα σε αυτό το βιβλίο είναι σχεδόν αδύνατη. Αναφορικά όμως μπορούμε να πούμε ότι στις μέρες μας οι υπολογιστές χρησιμοποιούνται σε όλα τα στάδια των έργων αυτών, από την έρευνα και τις γεωτρήσεις έως τον προγραμματισμό και την σχεδίαση του έργου, την λειτουργία του, τα εγγειοβελτιωτικά έργα, την τοπογραφία, την συντήρηση, τα λογιστικά, τη μισθοδοσία, και το μάρκετινγκ.

Στο βιβλίο αυτό, η προσοχή μας στρέφεται στα επιστημονικά και τεχνικά θέματα των μεταλλευτικών έργων. Θα εξετασθεί το που, πως, και πότε χρησιμοποιούνται οι υπολογιστές. Οι υπολογιστές χρησιμοποιούνται για αποθήκευση, ανάκτηση, και ανάλυση των γεωλογικών δεδομένων καθώς και τη σχεδίαση, προσομοίωση, και παρακολούθηση των σχεδίων και λειτουργιών των έργων.

Η πλειοψηφία των προσπαθειών χρήσης υπολογιστή επικεντρώθηκε στην αποθήκευση, ανάκτηση, και μοντελοποίηση. Οι πρώτες προσπάθειες επικεντρώθηκαν στον αυτοματισμό μεθόδων για την ελαχιστοποίηση των σφαλμάτων και την αύξηση της αποτελεσματικότητας. Καθώς αυξήθηκε η αποδοχή των χρηστών στις αυτοματοποιημένες μεθόδους, παράλληλα με την πολυπλοκότητα των σωμάτων μεταλλοφορίας, η ανάγκη για πιο πολύπλοκες τεχνικές έφερε την χρήση υπολογιστών σε νέους ορίζοντες. Η γεωστατιστική και η πολύπλοκη μαθηματική μοντελοποίηση διαθέτουν τεχνικές εκτίμησης αποθεμάτων και προσομοιώσεις που είναι δύσκολο να γίνουν χωρίς τη χρήση υπολογιστή.

Όμως η τυφλή εφαρμογή των υπολογιστών σε όλες τις περιοχές δεν αποδίδει πάντα. Οι υπολογιστές θα πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο όταν δίνουν ένα άμεσο ή ένα σημαντικό πλεονέκτημα. Στις περι-

πτώσεις όπου τα δεδομένα είναι λίγα και η εκτίμηση γίνεται μια φορά, μπορεί να είναι ευκολότερη και πιο συμφέρουσα η μέθοδος με το χέρι. Θα πρέπει να θυμόμαστε ότι οι υπολογιστές είναι άλλο ένα εργαλείο μας. Έχουν την θέση τους και μπορούν να είναι χρήσιμοι όταν χρησιμοποιούνται σωστά ενώ μπορούν να περιπλέξουν την κατάσταση στην αντίθετη περίπτωση.

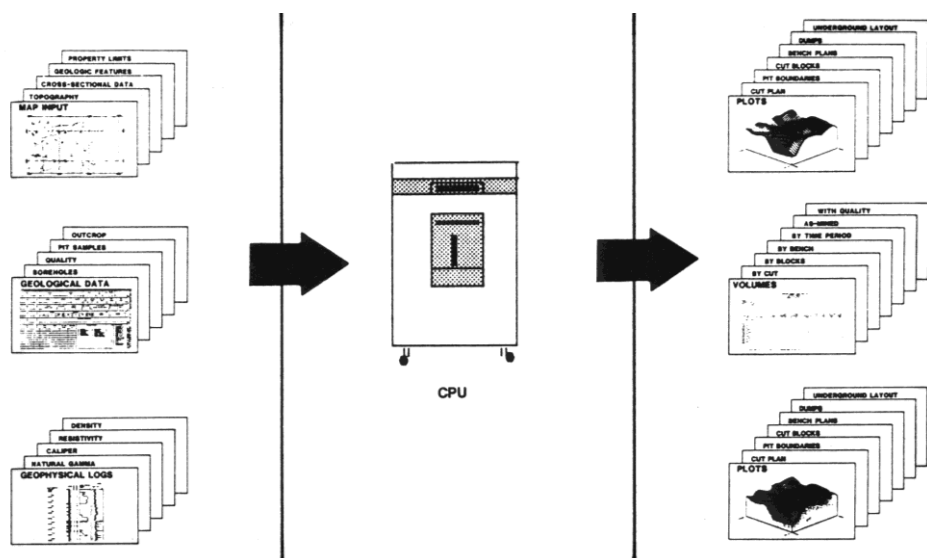
Στα μεταλλευτικά έργα οι εφαρμογές των υπολογιστών ποικίλουν ανάλογα με το είδος του κοιτάσματος και την πολυπλοκότητα του σώματος μεταλλοφορίας. Η βασική ιδέα της μοντελοποίησης κοιτασμάτων, όμως, παραμένει η ίδια παρόλο που η μέθοδος ολοκλήρωσης διαφέρει από τύπο σε τύπο κοιτάσματος.

2.2 Βασικές Αρχές

Ο κύριος σκοπός της χρήσης υπολογιστών είναι η απλοποίηση της διαδικασίας συλλογής πληροφοριών, η ανάλυση, και η μοντελοποίηση. Επιπρόσθετα, η μοντελοποίηση με υπολογιστή απομακρύνει την πιθανότητα ενός μη ανιχνεύσιμου σφάλματος στον υπολογισμό και επιτρέπει την αξιολόγηση περισσότερων εναλλακτικών λύσεων σε μικρότερο χρονικό διάστημα από ότι είναι δυνατό με οποιαδήποτε άλλη προσέγγιση. Ως αποτέλεσμα, η μοντελοποίηση με υπολογιστή θα βοηθήσει στην επίτευξη του τελικού στόχου, που είναι η βέλτιστη στρατηγική ανάπτυξης και εκμετάλλευσης ενός κοιτάσματος. Η βέλτιστη μπορεί να μην είναι ταυτόχρονα και μέγιστη, κάτι που εξαρτάται από τους στόχους της επιχείρησης.

Καθώς εξαντλούνται τα ευκολότερα σε εκμετάλλευση κοιτάσματα και ο σχεδιασμός πιο πολύπλοκων ορυχείων γίνεται αναγκαίος, η χρήση υπολογιστών γίνεται πιο απαραίτητη ώστε να μειώσουν το πλήθος των δύσκολων εργασιών και να επιτρέψουν στο μηχανικό να συγκεντρωθεί στην δική του περιοχή εξειδίκευσης.

Οι υπολογιστές μπορούν να θεωρηθούν απλά ως μέσα στα οποία τροφοδοτούνται πρωτογενής πληροφορίες. Αυτές επεξεργάζονται, αναλύονται, και μοντελοποιούνται, και το αποτέλεσμα έχει την μορφή αναφορών, χαρτών, και διαγραμμάτων. Με άλλα λόγια η λειτουργία τους στηρίζεται σε τρεις δραστηριότητες: είσοδο, επεξεργασία, και έξοδο (Σχήμα 2.1). Η κύρια εργασία είναι η επιβεβαίωση των έγκυρων πληροφοριών εισόδου καθώς και η επιλογή σωστού τρόπου επεξεργασίας ώστε να ληφθούν έγκυρα και ακριβή αποτελέσματα στην έξοδο.



Σχήμα 2.1 Γενικό διάγραμμα χρήσης υπολογιστών στα μεταλλευτικά έργα

Κύριο όφελος της χρήσης υπολογιστή είναι η προσεκτική συλλογή όλων των δεδομένων πριν την μοντελοποίηση. Αυτή η διαδικασία στην πραγματικότητα υποχρεώνει πολλούς χρήστες να συλλέξουν όλα τα δεδομένα, χάρτες και πληροφορίες από διάφορα άτομα που εμπλέκονται στην εργασία, παρά να τα έχουν διασκορπισμένα σε διαφορετικά αρχεία και τοποθεσίες. Η αρχική συλλογή και εισαγωγή δεδομένων στους υπολογιστές επιβάλλει τον καθορισμό των ακατάλληλων και λανθασμένων δεδομένων ή απλά επιβάλλει το φιλτράρισμα τους πριν τη χρήση τους. Χαρακτηριστικό ενός καλά σχεδιασμένου συστήματος είναι η ικανότητα του να βοηθά τους χρήστες να ξεχωρίζουν μεταξύ ορθών και λανθασμένων δεδομένων κάνοντας επεξεργασία των πληροφοριών πριν να επιτρέψει την μεταφορά τους στη βάση δεδομένων.

2.3 Δεδομένα Εισόδου

2.3.1 Συλλογή Δεδομένων

Η πρώτη διαδικασία σε οποιαδήποτε εφαρμογή είναι η συγκέντρωση

πληροφοριών όπως γεωτρητικά δεδομένα, γεωφυσικές μετρήσεις, τοπογραφικοί χάρτες, τομές, και διασκοπήσεις. Σε μερικές περιπτώσεις, δεν είναι διαθέσιμες λεπτομερείς πληροφορίες από τις γεωτρήσεις, και παρέχονται μόνο προηγούμενα ανεπτυγμένες δομές ή χάρτες ισοπαχών.

Η πρώτη μας δουλειά είναι να οργανώσουμε τα δεδομένα σε κατάλληλες κατηγορίες, καθώς ο χειρισμός κάθε ομάδας δεδομένων γίνεται διαφορετικά. Οι γεωτρητικές πληροφορίες είτε μεταφέρονται σε προ-εκτυπωμένες φόρμες ή εισάγονται απ' ευθείας στον υπολογιστή χρησιμοποιώντας συγκεκριμένη φόρμα εισαγωγής και παρουσίασης στην οθόνη.

Παρόλο που για έναν γεωλόγο είναι δυνατό να εισάγει δεδομένα κατ' ευθείαν στον υπολογιστή, όταν έχουμε ένα πλήθος πάνω από 50 με 100 γεωτρήσεις, είναι καλύτερα η εισαγωγή να γίνει από κάποιον έμπειρο χειριστή υπολογιστή. Αφού εισαχθούν όλες οι πληροφορίες, ο γεωλόγος μπορεί να κάνει έλεγχο των αποτελεσμάτων για ασυνέχειες ή πιθανά σφάλματα εισαγωγής.

Όπως αναφέρθηκε προηγούμενα, ένα καλό σύστημα παρέχει αυτόματο έλεγχο των δεδομένων. Υπάρχουν πολλά συστήματα στην αγορά τα οποία ποικίλουν ως προς τον σκοπό τους και το εύρος επιλογών που διαθέτουν. Οι λειτουργίες τους συνήθως αντικατοπτρίζουν την περιοχή εμπειρίας των δημιουργών τους και τον τύπο εκμετάλλευσης για τον οποίο προορίζονται. Θα πρέπει να εξεταστεί προσεκτικά η λειτουργικότητα ενός συστήματος ώστε να είμαστε βέβαιοι ότι μπορεί να εκτελέσει επαρκώς τις απαιτούμενες λειτουργίες.

2.4 Ελάχιστες Απαιτήσεις Δεδομένων & Βάσεις Δεδομένων Δειγμάτων

Για να αναλυθεί και να μοντελοποιηθεί μια ιδιότητα, θα πρέπει να υπάρχει ένα ελάχιστο πλήθος δεδομένων. Τα βασικά δεδομένα αποτελούνται από μια ομάδα πληροφοριών που καθορίζουν την θέση των γεωτρήσεων, καθώς και γεωλογικά και αναλυτικά δεδομένα. Ως ελάχιστο, η βάση δεδομένων πρέπει να περιέχει:

1. Όνομα γεώτρησης, υψόμετρο κολάρου, συντεταγμένες Χ-Υ, απόκλιση γεώτρησης, ταυτότητα κοιτάσματος / σώματος, οροφή κοιτάσματος / σώματος, πάτωμα κοιτάσματος / σώματος, περιεκτικότητες, ποιότητα, λιθολογία.

2. Επιπρόσθετες πληροφορίες, όπως όνομα ιδιοκτησίας, στοιχεία γεωτρυπανιστή, γεωφυσικά στοιχεία, ειδικοί κώδικες γεωλογικών συνθηκών, πίνακες υδάτων, και άλλα τέτοια αντικείμενα μπορούν να προστεθούν στη βάση δεδομένων.

Μια βάση δεδομένων μπορεί να στηθεί με δύο διαφορετικές αρχές υπόψη. Η πρώτη θεωρεί την βάση δεδομένων ως μια δεξαμενή για όλες τις πληροφορίες. Στην περίπτωση αυτή μαζί με τα αντικείμενα που προαναφέρθηκαν, αποθηκεύονται επίσης πληροφορίες όπως λιθολογικά χαρακτηριστικά και ορυκτολογικές περιγραφές. Για να επιτευχθεί αυτό, συντάσσονται πεδία κειμένου πάνω στις περιγραφές και συλλέγονται προφορικές πληροφορίες από τους γεωτρυπανιστές ή τους γεωλόγους.

Ο δεύτερος τύπος βάσης αναπτύσσεται κυρίως για μοντελοποίηση και χαρτογράφηση. Μια τέτοια βάση δεν περιέχει πολύ κείμενο ή προφορικές πληροφορίες, ενώ εισάγονται μόνο δεδομένα σχετικά με την μοντελοποίηση. Η πλειονότητα των διαθέσιμων έτοιμων συστημάτων μοντελοποίησης είναι αυτού του τύπου, τα οποία παρέχουν την αποθήκευση δεδομένων σχετικών με την μοντελοποίηση. Το πλεονέκτημα αυτού του τύπου βάσης είναι ότι ελαχιστοποιεί τον απαιτούμενο χώρο στον δίσκο, ενώ μειώνοντας το μέγεθος της διευκολύνεται ο χειρισμός της και η ανάκτηση δεδομένων.

Μια ξεχωριστή βάση δεδομένων μπορεί να περιέχει τα όρια της ιδιοκτησίας, τις φυσικές δομές, τους αγωγούς, τις ηλεκτροφόρες γραμμές, κτλ. Αυτός ο τύπος δεδομένων είναι κανονικά διαθέσιμος υπό μορφή χαρτών. Τα δεδομένα αυτά πρέπει να ψηφιοποιηθούν.

2.5 Ψηφιακά Δεδομένα – Ψηφιοποίηση

2.5.1 Με Συσκευή Ψηφιοποίησης (Digitiser)

Παλιότερα, για την μεταφορά σχεδιασμένων πληροφοριών στον υπολογιστή γινόταν χρήση μιας ειδικής συσκευής που μοιάζει με σχεδιαστικό τραπέζι και ονομάζεται ψηφιοποιητής (digitiser). Ο χάρτης τοποθετείται στον ψηφιοποιητή (Σχήμα 2.2), και μετά τις πρώτες ρυθμίσεις ψηφιοποιούνται τα δεδομένα. Εάν οι κλίμακες X και Y είναι ίδιες, αρκούν δύο ξεχωριστά σημεία του χάρτη για να καθορίσουν την κλίμακα. Όμως, εάν είναι διαφορετικές, χρειάζονται τρία σημεία

για τον καθορισμό τους. Τα σημεία που ψηφιοποιούνται στην διαδικασία εκκίνησης πρέπει να είναι στα άκρα του χάρτη για να έχουμε σωστή κλίμακα και να αντισταθμίσουμε αυτόματα την επέκταση ή την συρρίκνωση του χάρτη. Οι χάρτες από χαρτί εκτείνονται και συρρικνώνονται ανάλογα με την υγρασία του αέρα. Γι' αυτό, δίνοντας την κλίμακα του χάρτη κατ' ευθείαν στο σύστημα μπορεί να οδηγήσει σε σφάλμα.



Σχήμα 2.2 Συσκευή σχεδίασης και ψηφιοποίησης χαρτών και τομών (digitiser)

Έπειτα από τον καθορισμό της κλίμακας, κάθε ξεχωριστή γραμμή ιχνογραφείται είτε συνεχόμενα ή σημειακά. Τα περισσότερα συστήματα επιτρέπουν τη διόρθωση κατά την ψηφιοποίηση ή αμέσως μετά. Τα δεδομένα μπορούν να αποθηκευτούν είτε ως ξεχωριστά αρχεία ή μπορούν να εισαχθούν κατ' ευθείαν σε μια βάση δεδομένων και να τους δοθούν τίτλοι.



Σχήμα 2.3 Σαρωτής μεγάλου μεγέθους

Τα τοπογραφικά δεδομένα είναι συνήθως σε ψηφιακή μορφή από τις φωτογραμμετρικές εταιρείες ή από ομάδες όδευσης μέσω ενός ολοκληρωμένου σταθμού οδεύσεων (total station) ή σημειώσεων όδευσης. Αυτά τα δεδομένα μπορούν να προστεθούν στο σύστημα με αυτόματη ανάγνωση τους από ψηφιακά μέσα ή από άμεση εισαγωγή μέσω του πληκτρολογίου.

Οι φωτογραμμετρικές εταιρείες μπορούν να παρέχουν τα τοπογραφικά δεδομένα σε ψηφιακή μορφή ή χάρτη. Τα ψηφιακά δεδομένα δίνονται σε μια από τις δύο εξής μορφές: (1) σε γραμμές και στήλες με δοσμένα διαστήματα, δηλαδή σε μορφή πλέγματος, ή (2) ως μια ομάδα ακανόνιστα τοποθετημένων δεδομένων παρουσιάζοντας αλλαγές στο υψόμετρο από την υπό εξέταση περιοχή. Τα ακανόνιστα δεδομένα μπορούν να δοθούν μέσω τομών παράλληλων στον άξονα Υ (προς βορρά) ή Χ (προς ανατολή) και τα σημεία παίρνονται στα σημεία διακοπής που είναι μεγαλύτερα από την καθορισμένη υψομετρική διαφορά.

2.5.2 Με Σαρωτή και Μετατροπή σε Διανυσματική Μορφή

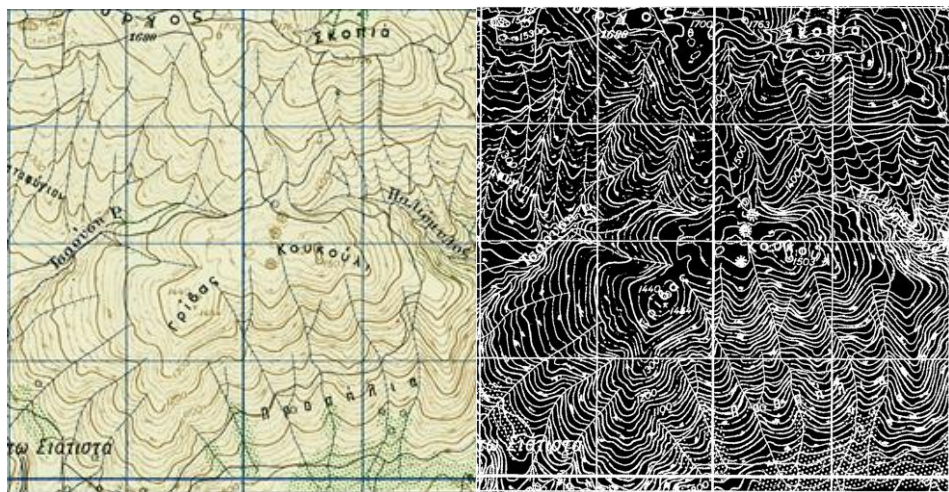
Για την σάρωση των χαρτών μπορούν να χρησιμοποιηθούν δυο τύποι σαρωτών. Ο πρώτος είναι ένας επίπεδος σαρωτής Α4 και ο δεύτερος είναι ένας σαρωτής τυμπάνου (Σχήμα 2.3). Στην περίπτωση που επιλέ-

ξουμε τον πρώτο η σάρωση του χάρτη θα πρέπει να γίνει σε μικρότερα τμήματα τα οποία στη συνέχεια θα ενωθούν. Με αυτή τη μέθοδο όμως θα υπάρξει σφάλμα που θα προέρχεται από την ένωση των επιμέρους τμημάτων. Αντιθέτως στην δεύτερη περίπτωση γίνεται σάρωση ολόκληρης της επιφάνειας αποφεύγοντας έτσι τα σφάλματα και εξοικονομώντας χρόνο.

Η ανάλυση είναι ένας καθοριστικός παράγοντας για την ψηφιοποίηση καθώς από αυτήν εξαρτάται η ποιότητα και η ακρίβεια των σαρωμένων εικόνων. Η ανάλυση εκφράζεται με κουκίδες ανά ίντσα (Dots Per Inch - DPI). Η επιλογή της ανάλυσης εξαρτάται από τις διαστάσεις του, τη λεπτομέρεια που διαθέτει και το σκοπό για τον οποίο ψηφιοποιείται. Η ανάλυση περιορίζεται από κάποια όρια: τον όγκο του ψηφιακού αρχείου που προκύπτει (όσο αυξάνει η ανάλυση, αυξάνει και ο όγκος του ψηφιακού αρχείου) και την υπερβολική αποτύπωση πληροφορίας. Στην τελευταία περίπτωση, είτε η αύξηση της ανάλυσης δεν προσθέτει νέα πληροφορία στο ψηφιακό αντίγραφο, είτε σε αυτό αποτυπώνονται λεπτομέρειες οι οποίες δεν είναι επιθυμητές. Έτσι λοιπόν γίνεται η επιλογή της ανάλυσης ανάλογα με το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Ο τύπος αρχείου με το οποίο θα αποθηκευτή η σαρωμένη εικόνα έχει να κάνει με την συμβατότητα του προτύπου με τα διάφορα λογισμικά πακέτα, με την χρήση για την οποία προορίζετε η εικόνα και φυσικά με την ποιότητα. Έτσι λοιπόν ο κατάλληλος τύπος για τους χάρτες είναι το αρχείο TIFF (Tagged Image File Format). Το πρότυπο αυτό είναι κατάλληλο για τη δημιουργία ψηφιακών εικόνων υψηλής ποιότητας. Τα αντίστοιχα αρχεία υποστηρίζουν συμπίεση χωρίς απώλεια πληροφορίας ή αποθηκεύονται χωρίς συμπίεση, αλλά καταλαμβάνουν μεγάλο όγκο.

Η σαρωμένη εικόνα περνάει στη συνέχεια από μια επεξεργασία ώστε να απομονωθούν χρωματικά τα αντικείμενα που ενδιαφέρουν από πλευράς ψηφιοποίησης. Συνήθως αυτό γίνεται σε κάποιο ειδικό πρόγραμμα επεξεργασίας ψηφιακής εικόνας (όπως το Adobe Photoshop). Η επεξεργασία περιλαμβάνει κάποια φίλτρα τα οποία μετατρέπουν την εικόνα τελικά σε ασπρόμαυρη με δύο πιθανές τιμές ανά ψηφίδα (πίξελ) – ο ή 1 (Σχήμα 2.4). Με τη λήψη αυτής της επεξεργασμένης εικόνας είναι πλέον δυνατή η αυτόματη ψηφιοποίηση των αντικειμένων που μας ενδιαφέρουν μέσω μιας διαδικασίας μετατροπής ψηφιδωτού σε διανυσματικό (raster to vector).



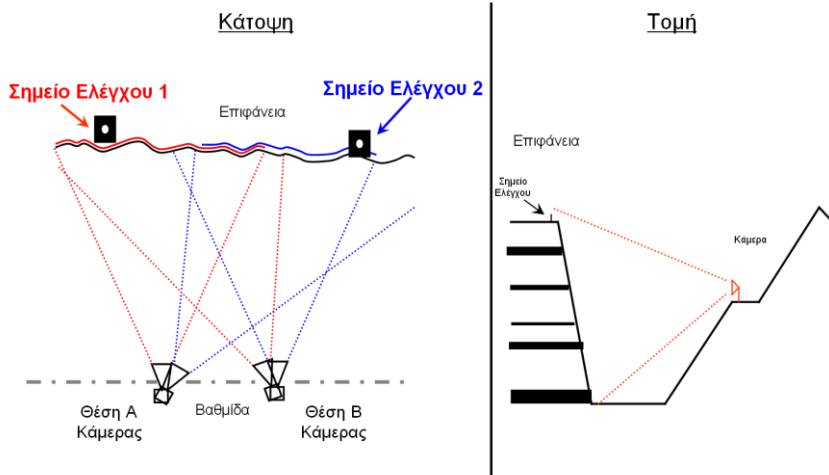
Σχήμα 2.4 Σαρωμένος χάρτης και επεξεργασμένη εικόνα έτοιμη για μετατροπή σε διανυσματικό χάρτη

2.6 Εισαγωγή Δεδομένων

2.6.1 Τοπογραφικά Δεδομένα

Τα τοπογραφικά δεδομένα λαμβάνονται είτε με φωτογραμμετρικά μέσα (Σχήμα 2.5) ή με ψηφιοποίηση υπαρχόντων χαρτών ή ακόμα και με χρήση συσκευών σάρωσης με λείζερ (Σχήμα 2.6). Στην πρώτη περίπτωση, τα δεδομένα φορτώνονται στο σύστημα Η/Υ, και με χρήση ενός μεταφραστικού προγράμματος, μεταφράζονται σε μια συγκεκριμένη μορφή.

Εάν οι διαθέσιμες πληροφορίες είναι στην μορφή ακανόνιστα τοποθετημένων δεδομένων, δίνονται σε ένα πρόγραμμα πλεγμάτων ή τριγωνισμού με καθορισμένες διαστάσεις και ανάλυση πλέγματος. Το πλέγμα που δημιουργείται χρησιμοποιείται στις επόμενες λειτουργίες, και τα αρχικά δεδομένα σώνονται στο δίσκο για πιθανή επόμενη χρήση. Τα δεδομένα των τομών μπορεί να χρειάζονται κάποια επεξεργασία ή όχι, ανάλογα με τις δυνατότητες του συστήματος. Το σύστημα συνήθως διαθέτει τεχνικές μοντελοποίησης τομών, πλέγματος, και μεταβλητών κύβων, και η χρήση τους εξαρτάται από τον τύπο του κοιτάσματος και το βαθμό κλίσης των στρωμάτων.



Σχήμα 2.5 Αρχή φωτογραμμετρίας



Σχήμα 2.6 Φορητός σαρωτής λέιζερ τρισδιάστατου ανάγλυφου κατά την αποτύπωση υπαίθριου ορυχείου (MarteK I-Site 8810)

Για απότομα κεκλιμένα κοιτάσματα ή για πολύπλοκη γεωλογία, η προσέγγιση τομών είναι πιο κατάλληλη. Οι τομές μπορούν να χρησιμοποιηθούν οποιαδήποτε στιγμή για να δημιουργήσουμε μια πλεγματική επιφάνεια. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε υποκείμενες λειτουργίες. Στο τέλος της διαδικασίας αυτής, αναπτύσσεται ένα μοντέλο της τοπογραφίας της περιοχής που εξετάζουμε.

2.6.2 Γεωλογικά Δεδομένα

Οι απαιτήσεις σε γεωλογικά δεδομένα εισαγωγής ποικίλουν ανάλογα με την χρήση, την πολυπλοκότητα των γεωλογικών συνθηκών, και το μέγεθος της έκτασης. Ως γενικός κανόνας, όσο πιο σύνθετη η γεωλογία, τόσο περισσότερες πληροφορίες χρειάζονται. Επίσης ένα κοίτασμα άνθρακα απαιτεί συνήθως περισσότερα δεδομένα από, ας πούμε, ένα κοίτασμα χρυσού. Ανεξάρτητα από την χρήση, τα δεδομένα εισόδου αξίζουν μεγάλης προσοχής. Αυτά καθορίζουν την χρησιμότητα του μοντέλου. Οι εταιρείες συνήθως δίνουν αυτή τη σημαντική εργασία στους πιο νέους γεωλόγους ή μηχανικούς με αποτέλεσμα να ξοδεύουν ένα μεγάλο χρονικό διάστημα διορθώνοντας προβλήματα κατά την διάρκεια ή και μετά την μοντελοποίηση.

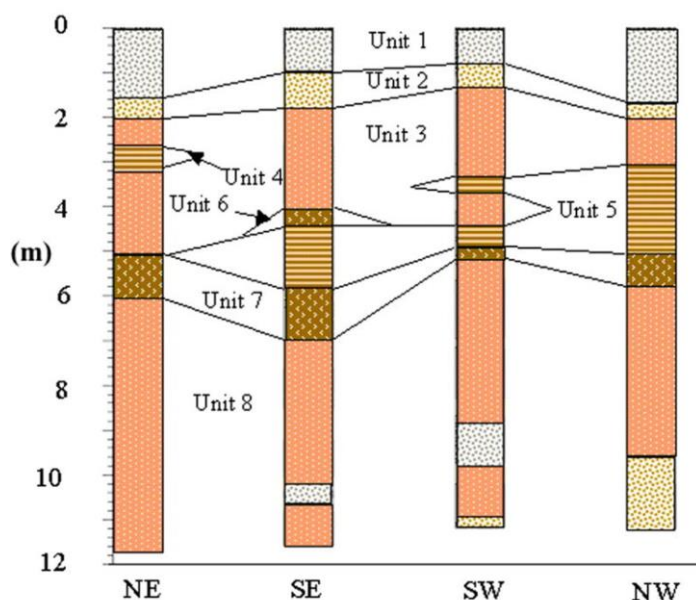
ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ Μετά το φόρτωμα των δεδομένων στη βάση, θα πρέπει να δημιουργηθούν διάφορες αναφορές σχετικά με την ακρίβεια και τα σφάλματα μέσα στα στοιχεία αυτά. Στην επαλήθευση των δεδομένων μπορούν να βοηθήσουν στατιστικοί πίνακες που δείχνουν το εύρος των δεδομένων και τα σφάλματα σε κάθε πεδίο. Όλα αυτά θα πρέπει να εξετασθούν προσεκτικά ώστε να επιβεβαιωθούν τα όρια των δεδομένων.

Μια άλλη μέθοδος επαλήθευσης είναι η δημιουργία ενός χάρτη ισοκαμπίλων με τα δεδομένα και να αναζητηθούν οι όποιες υπερβολικές ανωμαλίες. Αυτές δείχνουν σίγουρα τα λάβη στα δεδομένα, είτε αυτά προέρχονται από λάθος εισαγωγή ή λάθος συντεταγμένες γεώτρησης. Αφού διορθωθούν τα σφάλματα επαναλαμβάνεται η διαδικασία με τις αναφορές για όσο βρίσκονται παράλογα δεδομένα.

ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ Η βάση δεδομένων πρέπει να περιέχει τα δεδομένα στην απλή τους μορφή και χωρίς καμιά αναφορά

σε κριτήρια εξόρυξης ή την εκμεταλλευσιμότητα οποιασδήποτε μονάδας. Πολλές εταιρείες επιτρέπουν την ερμηνεία της εκμεταλλευσιμότητας των μονάδων για να καθορισθούν εκείνες που θα εισαχθούν στη βάση δεδομένων. Αυτή η πρακτική δεν είναι σαφής, και καθώς οι οικονομικές συνθήκες και οι συνθήκες εξόρυξης αλλάζουν, η βάση αχρηστεύεται, οδηγώντας σε επανάληψη της εισαγωγής δεδομένων. Η προτιμότερη μέθοδος είναι να διατηρούνται τα δεδομένα στη βάση στην πρωτογενή τους μορφή, επιτρέποντας όμως στα προγράμματα ανάκτησης να συνδυάσουν και να ταξινομήσουν τα δεδομένα σύμφωνα με τα οικονομικά κριτήρια που καθορίζονται στο χρόνο της ανάκτησης. Αυτή η απλή αρχή θα βεβαιώσει την μακροζωία της βάσης δεδομένων δίνοντας παράλληλα την δυνατότητα απειρίοριστων εξορυκτικών και οικονομικών εναλλακτικών λύσεων σε όλη τη διάρκεια της επιχείρησης.

ΣΥΣΧΕΤΙΣΜΟΣ Τα στρωσιγενή κοιτάσματα απαιτούν υπερβολικά χρονικά ποσά για τον συσχετισμό ξεχωριστών μονάδων στο χώρο. Αυτή η διαδικασία δεν είναι μόνο χρονοβόρα αλλά και επαναλαμβανόμενη. Ο γεωλόγος πρέπει να αναλύσει κάθε γεώτρηση σε συνδυασμό με όλες τις άλλες γεωτρήσεις και για όλες τις μονάδες κατά την γεώτρηση. Ένα πρόγραμμα συσχετισμού με απευθείας προσπέλαση στη βάση δεδομένων μπορεί να γλιτώσει πολλούς μήνες ανθρώπινης προσπάθειας. Η ιδέα είναι αρκετά απλή αλλά και δύσκολη στην πραγματοποίηση. Τα σύγχρονα λογισμικά επιτρέπουν στο χρήστη την επιλογή μιας ομάδας τομών από ένα οριζόντιο πλάνο της περιοχής. Οι τομές μπορούν να ορισθούν είτε από μια γραμμή όδευσης και μια περιοχή επιρροής σε κάθε πλευρά της γραμμής ή με την επιλογή ξεχωριστών γεωτρήσεων. Ακολουθώντας τη διαδικασία επιλογής, ανακτώνται όλες οι γεωτρήσεις από την βάση δεδομένων, και ο γεωλόγος μπορεί να εξετάσει οποιαδήποτε από τις τομές ανακαλώντας την. Επιπρόσθετα, μπορούν να εμφανισθούν οι γεωφυσικές στήλες (logs) για κάθε γεώτρηση μαζί με τις στρωματογραφικές για να βοηθήσουν στη διαδικασία συσχετισμού. Μια ολοκληρωμένη ομάδα εντολών δίνει πλήρη δυνατότητα συσχετισμού στον υπολογιστή. Μπορούν να ορισθούν γεωτρήσεις κλειδιά για την καθοδήγηση των υπόλοιπων δεδομένων.



Σχήμα 2.7 Συσχετισμός στρωμάτων σε τομή γεωτρήσεων

2.7 Ανάκτηση Δεδομένων

2.7.1 Γενικά

Ένα καλό σύστημα ανάκτησης είναι βασικό κομμάτι ενός γεωλογικού συστήματος. Ένα δυνατό σύστημα ανάκτησης μπορεί να απλοποιήσει και ταυτόχρονα να ενισχύσει το έργο του γεωλόγου. Μπορεί να απλοποιήσει μια εργασία γιατί ο γεωλόγος δεν χρειάζεται να αποφασίσει για τις λεπτομέρειες του τι θα πρέπει να συμπεριληφθεί στη βάση δεδομένων. Αντίθετα, η προσοχή του θα είναι στραμμένη στην ουσιαστική εισαγωγή δεδομένων και το συσχετισμό. Κατά την διάρκεια της ανάκτησης μπορούν να καθορισθούν πολλοί παράγοντες για εναλλακτική εκτίμηση όπως οι οικονομικές συνθήκες, η εκμεταλλευσιμότητα λεπτών μονάδων, και γεωλογικοί παράγοντες όπως η διάβρωση ή τα τεκτονισμένα στρώματα. Η διαδικασία ανάκτησης κανονικά προσαρμόζεται ως προς το είδος της ιδιότητας που μοντελοποιείται.

2.7.2 Στρωσιγενή Κοιτάσματα

Στα κοιτάσματα άνθρακα, τα δεδομένα δομής και πάχους είναι αυτά που ανακτώνται και μοντελοποιούνται αρχικά, για να οριοθετήσουν την έκταση του κοιτάσματος και την κατανομή του στο χώρο. Εφόσον παρέχονται δεδομένα απόκλισης γεωτρήσεων ή τεκτονισμένων στρωμάτων, γίνεται ο απαραίτητος συσχετισμός για να γίνει ο υπολογισμός του πραγματικού πάχους. Όμως, αυτός ο υπολογισμός δεν είναι απαραίτητος εάν το μοντέλο πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για ογκομετρικό υπολογισμό. Η πλειοψηφία των ογκομετρικών προγραμμάτων υπολογίζουν τους επιτόπου ή εξορυσσόμενους όγκους απ' ευθείας από το μοντέλο.

Κατόπιν ή παράλληλα με την ανάκτηση και μοντελοποίηση των γεωμετρικών δεδομένων, ανακτώνται και μοντελοποιούνται τα ποιοτικά δεδομένα. Συνήθως είναι απαραίτητος ο συνδυασμός δειγμάτων για ένα συγκεκριμένο στρώμα ή εύρος στρωμάτων. Εφόσον παρέχονται δεδομένα επιπλήσματος, δημιουργούνται πίνακες για να καθορισθούν τα ειδικά βάρη του επιπλήσματος. Τα ποιοτικά δεδομένα για τα καθοριζόμενα ειδικά βάρη ανακτώνται και μοντελοποιούνται. Παράγοντες ρύπανσης, αραίωσης και απώλειας μπορούν να συμπεριληφθούν στα δεδομένα στο στάδιο αυτό, ή μπορούν να εφαρμοσθούν αργότερα στο πλεγματικό μοντέλο κατά το χρόνο της εξόρυξης. Η απώλεια και η αραίωση μπορούν να είναι σε εκατοστιαία βάση ή βασισμένες σε ένα καθορισμένο πάχος από την οροφή και/ή το πάτωμα του στρώματος. Οι αθροιστικές πληροφορίες μπορεί να είναι απαραίτητες εάν τα στρώματα είναι πολύ λεπτά ή ο διαχωρισμός τους είναι μικρότερος από ένα δοσμένο πάχος ώστε να μπορούν να εξορυχτούν ξεχωριστά.

Το σύστημα ανάκτησης διαθέτει την επιλογή απλών ή αραιωμένων δεδομένων καθώς και την μετατροπή των πρωτογενών δεδομένων σε δεδομένα ξηρής μορφής και αντίστροφα. Θα πρέπει να μπορεί να χρησιμοποιήσει οποιαδήποτε από τα τρία δεδομένα υγρασίας, στη βάση δεδομένων, δηλαδή, την υγρασία δείγματος, της υγρασία ισορροπίας, ή την υγρασία ξηρού αέρα γι' αυτούς τους υπολογισμούς.

2.7.3 Μη-στρωσιγενή Κοιτάσματα

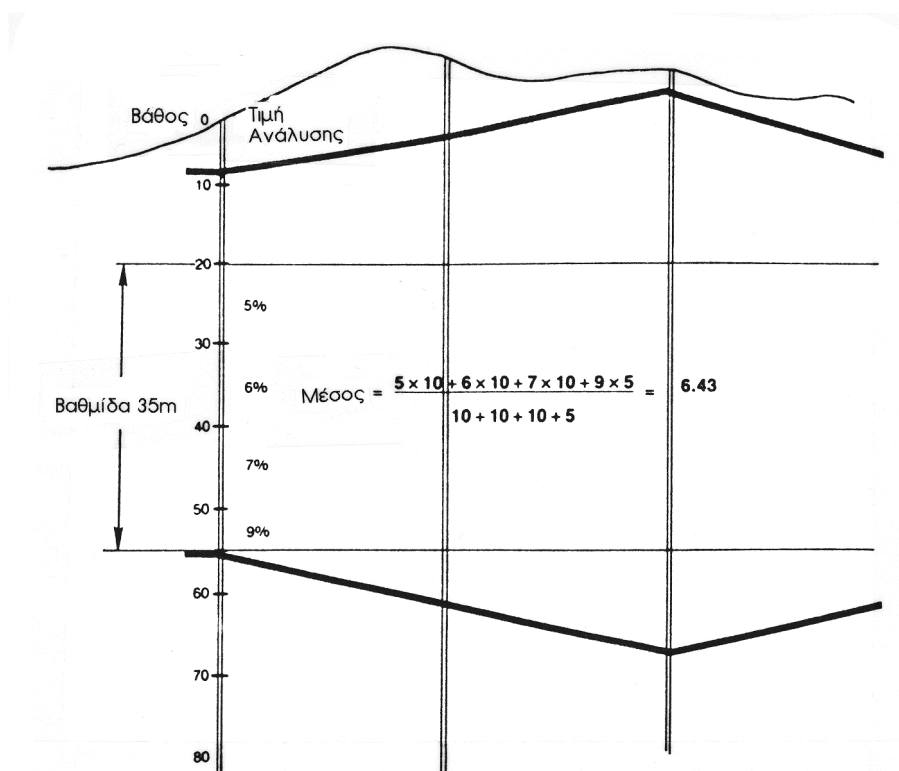
Για μη-στρωσιγενή κοιτάσματα και για ακανόνιστα σώματα μεταλλοφορίας, η ανάκτηση των φυσικών δεδομένων συνδυάζεται με ανά-

κτηση και σύνθεση ποσοτικών δεδομένων για κάθε ορυκτό και για ένα δοσμένο ύψος βαθμίδας. Σ' αυτό το στάδιο γίνεται η διόρθωση της απόκλισης της γεώτρησης, εάν εφαρμόζεται για κεκλιμένα στρώματα. Η σύνθεση των δειγμάτων είναι απαραίτητη για διάφορους λόγους. Το μέγεθος, το μήκος και το βάρος των δειγμάτων διαφέρει μεταξύ των γεωτρήσεων, και για να φθάσουμε σε ένα κοινό μέγεθος για ένα δοσμένο κοίτασμα, τα δείγματα συνδυάζονται. Ανάλογα με το κοίτασμα, είναι απαραίτητο να συνδυαστούν δείγματα σε τμήματα κοινού βάρους αντιπροσωπεύοντας ένα τμήμα του σώματος μεταλλοφορίας για τον υπολογισμό του όγκου ή της περιεκτικότητας. Η διαδικασία σύνθεσης είναι η ίδια για διαφορετικές ιδιότητες. Όμως, ανάλογα με το είδος του κοιτάσματος, θα πρέπει να προσέξουμε να μην συνθέσουμε ανάμεσα σε ανόμοιες γεωλογικές ζώνες.

Με δεδομένη την γνώση του μήκους των δειγμάτων και των αντίστοιχων τιμών συγκέντρωσης, η σύνθεση επιτυγχάνεται προσθέτοντας τα γινόμενα των μηκών των δειγμάτων και των αντίστοιχων τιμών συγκέντρωσης, και μετά διαιρώντας το άθροισμα αυτό δια του συνόλου των μηκών, φθάνοντας σε μια διορθωμένη μέση τιμή. Το διάστημα σύνθεσης καθορίζεται συνήθως από το ύψος της βαθμίδας κατά το στάδιο της εξόρυξης. Για παράδειγμα, εάν λαμβάνονται δείγματα σε διαστήματα 3m, και χρειάζεται βαθμίδα 11m, τότε χρησιμοποιούνται τα πρώτα 3 δείγματα και το μισό του τετάρτου για την τιμή σύνθεσης στη βαθμίδα. Αυτό προϋποθέτει ότι ολόκληρη η βαθμίδα είναι μέρος της ίδιας γεωλογικής μονάδας. Θα πρέπει να δοθεί πολύ προσοχή για να αποφευχθεί η σύνθεση ανόμοιων δεδομένων. Ο Barnes (1980) προτείνει τον όρο εξαρτώμενη σύνθεση (*draped composite*) για μια διαδικασία σύνθεσης η οποία χρησιμοποιεί μια επιφάνεια ή πολλαπλές επιφάνειες για να ξεκινήσει. Αυτή η διαδικασία επιτρέπει τη χρήση της επιφάνειας της μεταλλοφόρου ζώνης ως το σημείο εκκίνησης της σύνθεσης παρά ένα αυθαίρετο υψόμετρο, οδηγώντας σε μια πιο ακριβή αναπαράσταση της μεταλλοφόρου ζώνης.

Ο Badiozamani *et al.* (1988α, 1988β) ανέπτυξε μια διαδικασία σύνθεσης και μοντελοποίησης μεταβλητής ζώνης για να αντιμετωπισθεί ειδικά το πρόβλημα του να συμπεριλάβεις το γεωλογικό και κοιτασματολογικό περιβάλλον στη διαδικασία σύνθεσης και μοντελοποίησης. Το μοντέλο αναπτύχθηκε ώστε να χειρίζεται πολύπλοκη γεωλογία και την μεταβολή του περιεχόμενου κοιτασμάτων δελταϊκών

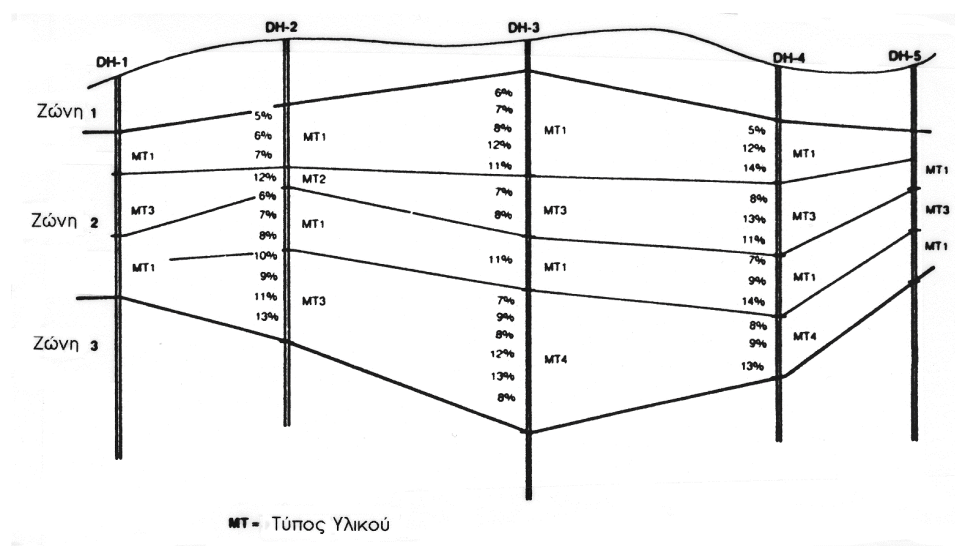
αποθέσεων. Όμως, η ίδια διαδικασία μοντελοποίησης μπορεί να εφαρμοστεί και σε άλλα κοιτάσματα με ελάχιστες μόνο τροποποιήσεις στη σύνθεση.



Σχήμα 2.8 Σύνθεση (αξιολόγηση) βαθμίδας

ΣΥΝΘΕΣΗ (ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ) ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΖΩΝΗΣ Αυτή η διαδικασία σύνθεσης ξεκινά με τον πρώτο καθορισμό του κοιτασματολογικού περιβάλλοντος και το συσχετισμό των γεωλογικών μονάδων σε όλη την περιοχή. Οι ομάδες και οι σχηματισμοί αναγνωρίζονται, και κάθε ομάδα ή σχηματισμός διαιρείται στις κοιτασματολογικές υποομάδες ή ζώνες. Για παράδειγμα, μια ομάδα μπορεί να διαιρεθεί σε θαλάσσια, μεταβατική, και ηπειρωτική ζώνη.

Εάν διατίθενται επιπρόσθετες πληροφορίες, κάθε μια από αυτές τις ζώνες μπορεί να διαιρεθεί στη συνέχεια σε υποζώνες. Έτσι, η μεταβατική ζώνη μπορεί να διαιρεθεί σε υποζώνες επιπέδου δέλτα, μετώπου δέλτα, και προδέλτα. Χρησιμοποιώντας το κοιτασματολογικό περιβάλλον για να φθάσουμε στις υποζώνες, εκμεταλλευόμαστε τη διαθέσιμη γεωλογική γνώση για τον περιορισμό του υπολογισμού περιεκτικότητας στην περιοχή σε μόνο συγκρίσιμες μονάδες. Ουσιαστικά, εκμεταλλευόμαστε άλλες παραμέτρους που συμμετέχουν στη μεταβολή της περιεκτικότητας όπως το πορώδες και η διαπερατότητα, ειδικά όταν περιλαμβάνεται δευτερεύουσα μεταλλογέννηση.

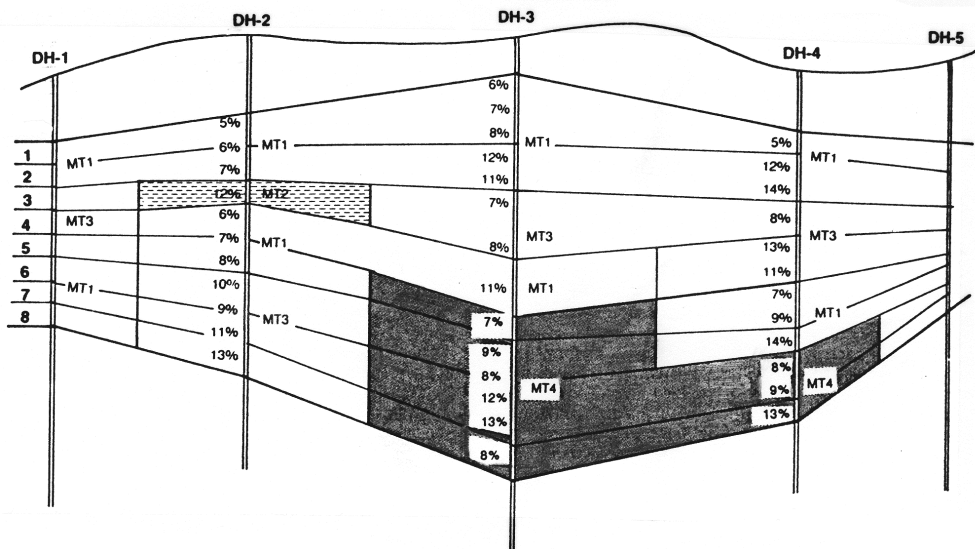


Σχήμα 2.9 Ορισμός ζωνών και υποζωνών βάση τύπου υλικού

Μετά την αναγνώριση των ζωνών, αναγνωρίζεται ο συνδυασμός κάθε μοναδικής λιθολογίας και των κοιτασματολογικών φάσεων. Αυτός ο συνδυασμός αναφέρεται, ως τύπος υλικού (Material Type, MT), που χρησιμοποιείται ως βασική μονάδα για την παρεμβολή και την σύνθεση μεταξύ των γεωτρήσεων. Για παράδειγμα, μια σωληνοειδής άμμος και μια ζωνώδους μορφής αποτελούν δύο διαφορετικούς τύπους υλικού. Κατά την μοντελοποίηση, ανεξάρτητα από τον χρησιμοποιούμενο αλγόριθμο, χρησιμοποιούνται μόνο παρόμοιοι τύποι υλικού για την παρεμβολή μέσα σε κάθε υποζώνη.

Επιπρόσθετα στον τύπο υλικού, μια ζώνη μπορεί να διαιρεθεί σε μικρότερες υποζώνες χρησιμοποιώντας την απότομη μεταβολή περιεκτικότητας στη γεώτρηση ως ένα άλλο κριτήριο για τον έλεγχο της πλευρικής παρεμβολής.

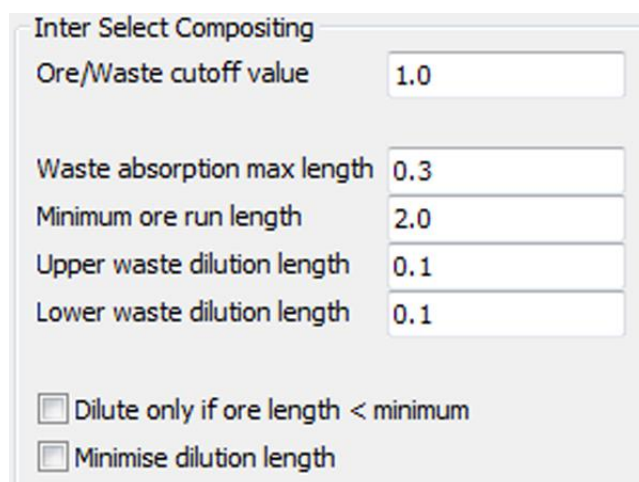
Η διαδικασία αυτή επιτρέπει να συμπεριληφθεί ο μέγιστος γεωλογικός και κοιτασματολογικός έλεγχος στην διαδικασία παρεμβολής. Μετά τον καθορισμό ζωνών και υποζωνών, και πριν την παρεμβολή, χρειάζεται να δοθούν τιμές περιεκτικότητας κα. σε κάθε υποζώνη. Γενικά, τα διαστήματα των δειγμάτων δεν συμπίπτουν με την οροφή και το πάτωμα κάθε υποζώνης, ή μπορεί πολλαπλά δείγματα να παρέχονται σε κάθε υποζώνη. Εάν τα διαστήματα και οι υποζώνες συμπίπτουν, η τιμή του διαστήματος δίνεται στην υποζώνη. Εάν όμως υπάρχουν περισσότερα του ενός δείγματα σε κάθε υποζώνη, συνθέτονται και η τιμή που προκύπτει δίνεται στην υποζώνη. Η συντεθειμένη τιμή μπορεί να είναι διορθωμένη μέση τιμή από το πάχος των δειγμάτων ή, όπου υπάρχει αξιόλογη διαφορά στην πυκνότητα των δειγμάτων, από το γινόμενο πάχους και πυκνότητας. Ο διορθωτικός υπολογισμός γίνεται μόνο για εκείνες τις τιμές που αναφέρονται ως ποσοστό κατά βάρος όπως η περιεκτικότητα, και όχι σε τιμές εκφρασμένες ως ποσοστό κατά όγκο όπως το πορώδες.



Σχήμα 2.10 Ορισμός υποζωνών με βάση τον τύπο υλικού και την περιεκτικότητα

2.7.4 Αλγόριθμος Αξιολόγησης Απολήψιμων Πακέτων Μεταλλεύματος

Ο αλγόριθμος αξιολόγησης που αναφέρεται παρακάτω αφορά μια συγκεκριμένη λειτουργία αξιολόγησης με βάση ποιοτικά χαρακτηριστικά αλλά και δεδομένα πάχους, η οποία υπάρχει διαθέσιμη στο λογισμικό VULCAN.



Inter Select Compositing	
Ore/Waste cutoff value	1.0
Waste absorption max length	0.3
Minimum ore run length	2.0
Upper waste dilution length	0.1
Lower waste dilution length	0.1
☐ Dilute only if ore length < minimum ☐ Minimise dilution length	

ΒΗΜΑ 1^ο Το πρόγραμμα ψάχνει όλα τα διαστήματα κατά μήκος της γεώτρησης και τα ταξινομεί σε μετάλλευμα ή στείρα ανάλογα με την οριακή τιμή που ορίζεται για το ποιοτικό πεδίο στο σχετικό παράθυρο (Ore/Waste cutoff value).

ΒΗΜΑ 2^ο Το πρόγραμμα συνδυάζει διπλανά διαστήματα μεταλλεύματος και στείρου για την δημιουργία πακέτων καθαρού μεταλλεύματος και καθαρού στείρου.

ΒΗΜΑ 3^ο Εργαζόμενο στη γεώτρηση από πάνω προς τα κάτω, το πρόγραμμα ελέγχει εάν το διάστημα στείρων μεταξύ του πρώτου πακέτου μεταλλεύματος και του επόμενου είναι μικρότερη από το μέγιστο μήκος απορρόφησης στείρων (Waste absorption maximum length). Εάν το μήκος αυτό είναι μεγαλύτερο από το όριο, τότε τα πακέτα μεταλλεύματος μένουν ως έχουν και επαναλαμβάνεται η διαδικασία αυτή μεταξύ του δεύτερου και του τρίτου πακέτου μεταλλεύματος. Εάν μεταξύ δύο πακέτων το μήκος στείρων είναι μικρότερο από το όριο, τότε το πρώτο πακέτο μεταλλεύματος, το πακέτο στείρων και το δεύτερο πα-

κέτο μεταλλεύματος προσθέτονται μαζί και υπολογίζεται η συνολική τιμή του ποιοτικού πεδίου. Εάν η τιμή αυτή είναι χαμηλότερη από το όριο τότε τα πακέτα δεν συνδυάζονται και παραμένουν ως έχουν ενώ η διαδικασία επαναλαμβάνεται μεταξύ δεύτερου και τρίτου πακέτου μεταλλεύματος. Εάν η συνολική τιμή του ποιοτικού πεδίου είναι πάνω από το όριο τότε το αξιολογημένο διάστημα γίνεται δεκτό ως ένα νέο αξιολογημένο πακέτο μεταλλεύματος. Η διαδικασία συνεχίζει μεταξύ του αξιολογημένου αυτού πακέτου και του επόμενου πακέτου μεταλλεύματος.

ΒΗΜΑ 4^ο Στο στάδιο αυτό έχουμε πακέτα μεταλλεύματος που περιλαμβάνουν όπου είναι δυνατόν ενδιάμεσα στείρα και των οποίων η συνολική αξιολογημένη τιμή είναι πάνω από το όριο που θέσαμε. Το πρόγραμμα τώρα προσπαθεί να προσθέσει αραιώση (ρύπανση) στην οροφή και το δάπεδο αυτών των αξιολογημένων πακέτων λιγνίτη. Θα προσθέσει τμήματα διπλανών διαστημάτων στείρων έως το μήκος αραιώσης που έχει οριστεί στο παράθυρο Intersection/Selection Compositing. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το βήμα αυτό δεν θα απορρίψει οποιοδήποτε πακέτο μεταλλεύματος.

Εάν η πρόσθεση στείρων οδηγεί την τιμή του αξιολογημένου πακέτου μεταλλεύματος κάτω από το όριο, τότε εξετάζεται η πρόσθεση μικρότερης ρύπανσης στο πακέτο αυτό. Εάν ένα πακέτο μεταλλεύματος έχει τιμή μόλις πάνω από το όριο, τότε δεν προστίθεται σε αυτό οποιαδήποτε αραιώση. Το βήμα αυτό χρησιμοποιείται για την επέκταση του μήκους του πακέτου μεταλλεύματος όσο το δυνατό περισσότερο μέσα στα όρια που ορίζονται – δεν χρησιμοποιείται για να εφαρμοστεί μια καθορισμένη σταθερή αραιώση σε κάθε πακέτο μεταλλεύματος (δηλαδή, η αραιώση τελικά δεν εφαρμόζεται σε όλα τα πακέτα μεταλλεύματος). Το βήμα αυτό μπορεί επίσης να εφαρμοστεί μόνο σε πακέτα μεταλλεύματος με πάχος μικρότερο από το ελάχιστο όριο (0.5) μετά το βήμα 3. Τσεκάρουμε την επιλογή Dilute only if ore length < minimum για τον σκοπό αυτό.

ΒΗΜΑ 5^ο Το τελικό βήμα ελέγχει τα αξιολογημένα πακέτα μεταλλεύματος για να διαπιστωθεί το κατά πόσο είναι μεγαλύτερα από το ελάχιστο πάχος (Minimum ore run length). Πακέτα που είναι μικρότερα από το όριο αυτό ταξινομούνται ως στείρα και απορροφώνται στα διπλανά στείρα πακέτα. Όλοι οι ποιοτικοί υπολογισμοί ζυγίζονται ως προς το μήκος των διαστημάτων.

Ερωτήσεις

1. Γιατί γίνεται η επαλήθευση δεδομένων εισόδου;
2. Πώς γίνεται η ψηφιοποίηση παλιών χαρτών και τομών;

2.8 Εργαστήριο Εκκίνησης – Αρχικών Ρυθμίσεων

Αυτό είναι το πρώτο εργαστήριο στο VULCAN. Στο εργαστήριο αυτό θα ασχοληθούμε με τα παρακάτω αντικείμενα:

- Γνωριμία με τα αρχικά δεδομένα
- Αρχικές ρυθμίσεις στο VULCAN και εκκίνηση του προγράμματος
- Γνωριμία με το γραφικό περιβάλλον Envisage
- Άνοιγμα νέας βάσεις διανυσματικών δεδομένων
- Εισαγωγή διανυσματικών δεδομένων από αρχείο ανταλλαγής πληροφοριών τύπου DXF
- Γνωριμία με το σύστημα πλοήγησης δεδομένων VULCAN Explorer
- Δημιουργία επιφανειακού μοντέλου τριγωνισμού τοπογραφικού ανάγλυφου από χάρτη ισοϋψών
- Μεταβολή γραφικών ιδιοτήτων μοντέλου τριγωνισμού
- Αναγνώριση των αρχείων λειτουργίας του VULCAN
- Αποθήκευση και εκφόρτωση δεδομένων και μοντέλων
- Κλείσιμο του προγράμματος

2.8.1 Αρχικά Δεδομένα

Στον σκληρό δίσκο C:\ του υπολογιστή θα βρείτε έναν φάκελο vulcan_start ο οποίος περιέχει τα αρχικά δεδομένα για την εργασία μας. Τα δεδομένα αυτά μπορείτε να δείτε ανοίγοντας τον φάκελο: