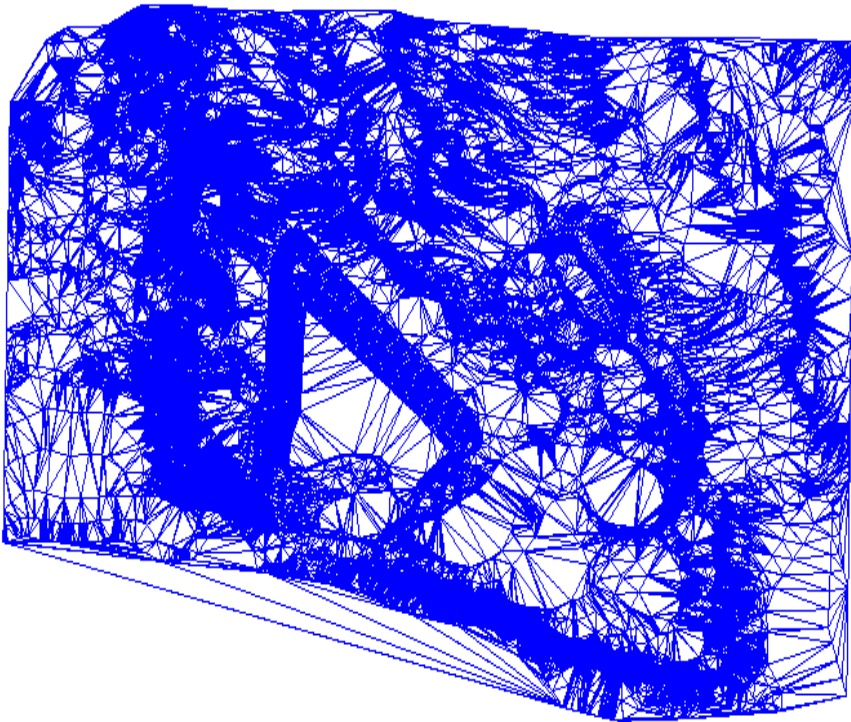




Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο  
Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων –  
Μεταλλουργών  
Τομέας Μεταλλευτικής

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
Καράσαββας Χριστάκης  
Σκαρλάτος Ευστάθιος

Σχεδιασμός εκμετάλλευσης λατομείου  
αργιλικών υλικών στην περιοχή Βασιλικού  
στην Κύπρο



Επιβλέπουσα:  
Μενεγάκη Μαρία  
Λέκτορας ΕΜΠ

Ιούλιος 2011





# ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων -  
Μεταλλουργών

Τομέας Μεταλλευτικής

“Σχεδιασμός εκμετάλλευσης λατομείου αργιλικών  
υλικών στην περιοχή Βασιλικού στην Κύπρο”

## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

*Καράσαββας Χριστάκης*

*Σκαρλάτος Ευστάθιος*

*Επιβλέπουσα: Μενεγάκη Μαρία, Λέκτορας*

Εγκρίθηκε από την τριμελή επιτροπή στις 22/7/2011

Μενεγάκη Μαρία, Λέκτορας ..... (Υπογραφή)

Καλιαμπάκος Δημήτριος, Καθηγητής ..... (Υπογραφή)

Δαμίγος Δημήτριος, Επίκουρος Καθηγητής ..... (Υπογραφή)

Αθήνα, Ιούλιος 2011

Καλή η Λογική κ' η Σωφροσύνη,  
όταν όμως υπάρχει Λευτεριά.  
Οι τυραννίες γκρεμίζονται μ' Αγώνες  
της Λευτεριάς το παραμύθι με αίμα  
γράφεται.

Αδέλφια που θα ζήσετε μετά από μας,  
μη καταριέστε τους δειλούς  
που δίστασαν να μπούνε στον Αγώνα.  
Λυπηθείτε τους και συνεχίστε το δρόμο  
μας.

Α.Παναγούλης

Αφιερωμένο στον Α.Χ.Μ.ΜΕΤ.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ .....	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	2
ABSTRACT .....	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΑΤΟΜΕΙΟΥ .....	4
1.1 Προφίλ του ομίλου.....	4
1.1.1 Λατομεία της Εταιρίας .....	6
1.2 Σκοποί και περιοχές που το έργο προτίθεται να εξυπηρετήσει .....	7
1.3 Περιοχή Μελέτης.....	8
1.4 Περιγραφή Έργου .....	8
1.4.1 Σκοπός του έργου, βασικές αρχές και φιλοσοφία, χρήση Γής και πρόβλεψη σε θέματα αποβλήτων. ....	8
1.4.2 Ακριβής τοποθεσία του έργου και της υπό μελέτη περιοχής σε χάρτες..	9
1.4.3 Ανάγκες, περιοχές και πληθυσμός που το έργο προορίζεται να εξυπηρετήσει.....	13
1.4.4 Οδικές προσβάσεις στο έργο, ανάγκες για κατασκευή νέων δρόμων, τροποποίηση ή αναβάθμιση του υφιστάμενου οδικού δικτύου.....	13
1.5 Περιγραφή και ανάλυση περιβάλλοντος.....	13
1.5.1 Περιγραφή των στοιχείων του περιβάλλοντος.....	13
1.5.2 Χρήσεις γης.....	13
1.5.3 Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της ευρύτερης περιοχής μελέτης.....	14
1.5.4 Γεωλογία .....	14
1.5.5 Γεωχημεία πετρωμάτων .....	15
1.5.6 Σεισμολογικά χαρακτηριστικά.....	16
1.5.7 Ορυκτός πλούτος .....	17

1.6. Έδαφος, διαπερατότητα, σταθερότητα, μετακινήσεις και φαινόμενα μετατόπισης εδαφών.....	20
1.7 Υδρολογία και Υδρογεωλογία.....	21
1.8 Εκτίμηση των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων του Έργου.....	23
1.8.1 Αξιολόγηση των θετικών και αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον τη δημόσια υγεία την ποιότητα ζωής και τις συνθήκες εργασίας.....	23
1.8.2 Πρόκληση δυσχερειών που σχετίζονται με τις ανέσεις, την ασφάλεια και υγεία των κατοίκων και χρηστών της περιοχής και την ομαλή λειτουργία της κοινωνικοοικονομικής υποδομής.....	24
1.8.3 Επιρροή στη χρήση ή αξιοποίηση γεωργικής γης και στη βιωσιμότητα αρδευτικών, γεωργικών και κτηνοτροφικών έργων .....	26
1.8.4 Επιρροή στοιχείων παραδοσιακής αρχιτεκτονικής, αρχαιολογικών, ιστορικών, και πολιτιστικών στοιχείων ή περιοχών συνδεδεμένων με θρύλους και παραδόσεις.....	26
1.8.5 Αύξηση του ρυθμού χρήσης και αξιοποίησης των φυσικών πόρων και πιθανότητα εξάντλησής τους .....	26
1.8.6 Ρύπανση υπογείων και επιφανειακών νερών.....	27
1.8.7 Επιπτώσεις στο επιφανειακό υδατικό δυναμικό, τις φυσικές απορροές, το υδρολογικό σύστημα και τους υπόγειους υδροφορείς .....	27
1.8.8 Επιπτώσεις στους υδάτινους πόρους .....	28
1.8.9 Οικολογικές επιπτώσεις .....	28
1.9 Διαπιστώσεις – Εισηγήσεις – Μέτρα. ....	29
1.9.1. Σύγκριση της κατάστασης με και χωρίς το έργο .....	29
1.9.2 Τεκμηρίωση προτάσεων για ελαχιστοποίηση των αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων .....	29
1.9.2α Μέτρα καταστολής της σκόνης.....	31
1.9.2β Μέτρα αντιμετώπισης των επιπτώσεων στην υγεία των εργαζομένων.....	31
1.9.2γ Μέτρα αντιμετώπισης της ηχορύπανσης.....	32

1.9.2δ Μέτρα αντιμετώπισης των επιπτώσεων στο οδικό δίκτυο .....	32
1.9.2ε Μέτρα καταστολής της ρύπανσης από τα καυσαέρια .....	33
1.9.2στ Μέτρα προς αποκατάσταση της χλωρίδας .....	33
1.9.2ζ Μέτρα αντιμετώπισης των οπτικών αλλοιώσεων - γεωμεταβολών .....	34
1.10 Μέθοδος εκμετάλλευσης αργίλου.....	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΑΡΓΙΛΟΥ .....	37
2.1 Ορυκτά των αργίλων .....	38
2.2 Τα αργιλικά ορυκτά και η κρυσταλλική τους δομή .....	39
2.3. Ορυκτά διοκταεδρικής και τριοκταεδρικής δομής .....	42
2.4 Ισόμορφες υποκαταστάσεις .....	44
2.5. Δομή των ορυκτών αργίλων.....	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΕΠΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΛΑΤΟΜΕΙΟΥ .....	57
3.1 Surpac.....	57
3.2 Περιγραφή των modules που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία. 59	
3.2.1 User Interface.....	59
3.2.2 Graphics .....	60
3.2.3 String Tools .....	62
3.2.4 Segment tools .....	62
3.2.5 DTM Tools.....	64
3.2.6 Geological Database .....	65
3.2.7 Geostatistics.....	66
3.2.8 Block model.....	67
3.2.9 Εισαγωγή δεδομένων τοπογραφικού αναγλύφου.....	68
3.3 Δημιουργία βάσης δεδομένων.....	69
3.4 Κατασκευή block model .....	81
3.4.1 Διαδικασία block model .....	81

3.5 Σχεδιασμός του λατομείου.....	93
3.5.1 Σχεδιασμός Βαθμίδων.....	95
3.6. Δημιουργία τελικού ανάγλυφου .....	100
3.7 Δημιουργία τρισδιάστατης απεικόνισης τελικού ανάγλυφου (dtm).....	102
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 –ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ .....	111
4.1 Εισαγωγή .....	111
4.2 Προτάσεις για την αποκατάσταση – αξιοποίηση του χώρου .....	111
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	113
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	115



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία αφορά τον επανασχεδιασμό, την επέκταση του λατομικού χώρου και την εκτίμηση των αποθεμάτων αργίλου, που βρίσκεται στην περιοχή Βασιλικού στην επαρχία Λάρνακας στην Κύπρο και ανήκει στην Εταιρεία Τσιμεντοποιεία Βασιλικού Λτδ.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναφέρονται τα γενικά χαρακτηριστικά του λατομικού χώρου τα οποία είναι η γεωγραφική θέση, η έκταση του χώρου, η διοικητική υπαγωγή, η σύσταση του εδάφους, τα γεωλογικά χαρακτηριστικά, τα κοιτασματολογικά χαρακτηριστικά και τα υδρολογικά χαρακτηριστικά καθώς και η μέθοδος εκμετάλλευσης.

Το δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται στα γενικά χαρακτηριστικά της αργίλου, δηλαδή στα γεωλογικά χαρακτηριστικά των αργιλικών ορυκτών, στην κρυσταλλική τους δομή και στα κρυσταλλικά πλέγματα, καθώς επίσης και στους δεσμούς συγκράτησης των πλεγμάτων αυτών.

Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφεται η διαδικασία και τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για τον επανασχεδιασμό του λατομείου, καθώς και η διαδικασία δημιουργίας του block model για την εκτίμηση των αποθεμάτων σε άργιλο και στείρο υλικό ενώ παρατίθενται επίσης και τα αποτελέσματα που προέκυψαν.

Στο τέταρτο κεφάλαιο αναφέρεται η σημασία της αποκατάστασης και γίνονται κάποιες προτάσεις με στόχο την πλήρη αποκατάσταση του λατομικού χώρου μετά το πέρας της εκμετάλλευσης.

Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο παρατίθενται τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα που έχουν προκύψει από την διπλωματική εργασία.

Η παρούσα διπλωματική εργασία μας ανατέθηκε από την κα Μενεγάκη Μαρία, την οποία ευχαριστούμε για την εμπιστοσύνη και την βοήθεια που μας έδειξε. Επίσης ευχαριστούμε τον κ Θανάση Μαυρίκο για την συνεχή βοήθεια που μας παρείχε καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας. Και την κα Μαρία Περράκη για το πρόσφορο υλικό που μας παραχώρησε. Τέλος ευχαριστούμε τον κ Αυγουστή Μαρίνο μηχανικό Μεταλλείων- μεταλλουργό της Εταιρείας Τσιμεντοποιεία Βασιλικού Λτδ για τα στοιχεία που μας έδωσε.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία αφορά στον επανασχεδιασμό και στην επέκταση του λατομικού χώρου στην περιοχή Βασιλικού η οποία υπάγεται στην επαρχία Λάρνακας στην Κύπρο και ανήκει στην εταιρεία Τσιμεντοποιεία Βασιλικού Λτδ.

Το πρώτο τμήμα της διπλωματικής αναφέρεται στα γενικά χαρακτηριστικά της αργίλου, δηλαδή στα γεωλογικά χαρακτηριστικά των αργιλικών ορυκτών, στην κρυσταλλική τους δομή και στα κρυσταλλικά πλέγματα, καθώς επίσης και στους δεσμούς συγκράτησης των πλεγμάτων αυτών.

Όσον αφορά στον επανασχεδιασμό του λατομείου αργίλου, διαμορφώθηκαν συνολικά 17 βαθμίδες ύψους και πλάτους 4 μέτρων και κλίσης  $65^{\circ}$ , οι οποίες καταλήγουν στο υψόμετρο +2m όπου και σχηματίζεται πλατεία 103 στρεμμάτων. Η τελική κλίση πρανούς κυμαίνεται από  $32^{\circ}$ –  $35^{\circ}$ . Τόσο το ύψος όσο και η κλίση των βαθμίδων του λατομείου καθορίστηκαν με βάση τα μηχανικά χαρακτηριστικά της αργίλου και στη σχετική νομοθεσία. Ο συνολικός όγκος (χρήσιμου και στείρου) υλικού που θα εξορυχθεί μετά το πέρας των λατομικών εργασιών ανέρχεται σε  $8.086.000 \text{ m}^3$ .

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του block modeling, τα συνολικά αποθέματα της αργίλου ανέρχονται σε  $4.484.000 \text{ m}^3$  και ο όγκος του στείρου υλικού ο οποίος θα εξορυχθεί είναι περίπου  $3.602.000 \text{ m}^3$ .

Τέλος, παρατίθενται ενδεικτικά κάποιες προτάσεις σχετικά με τις χρήσεις γης της πλατείας του λατομείου, οι οποίες έχουν ως στόχο την αποκατάσταση του χώρου μετά το πέρας των εργασιών.

## **ABSTRACT**

The aim of the thesis is the redesign and expansion of the quarrying site located at the area of Vassilicos, Province of Larnaka, Cyprus, owned by the company Vassilico Cement Works Ltd.

The first part of the thesis refers to the general characteristics of clay, more specifically in the geological characteristics of clay minerals, their crystalline structure and lattices, as well as in the restraint ties of those lattices.

Regarding the redesign of the clay quarry, 17 benches, with height and width of 4 m and a slope of  $65^{\circ}$ , have been created. The quarry floor at the elevation of +2 m covers an area of 10,3 ha. The final slope ranges between  $32^{\circ}$  and  $35^{\circ}$ . The height of the benches and the angle of the final slope have been determined according to the mechanical characteristics of the clay as well as the current restrictions of legislation.

The total volume of the extracted material (clay and waste) is estimated at 8.086.000 m<sup>3</sup>. According to the results of block modeling, the total volume of clay reserves is approximately 4.434.000 m<sup>3</sup>, while the volume of wastes is estimated at 3.602.000 m<sup>3</sup>.

Finally, indicative land uses are suggested for the rehabilitation of the quarry site after ceasing of operations.

# **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΑΤΟΜΕΙΟΥ**

## **1.1 Προφίλ του ομίλου**

Η Τσιμεντοποιία Βασιλικού Λτδ ιδρύθηκε το 1963, ως δημόσια εταιρεία, με πρωτοβουλία της Ελληνικής Μεταλλευτικής Εταιρείας. Το Βασιλικό επελέγη ως η καλύτερη δυνατή τοποθεσία για την ανέγερση του εργοστασίου ενόψει της αφθονίας των πρώτων υλών άριστης ποιότητας και την εγγύτητα προς τη θάλασσα.

Η μονάδα δυναμικότητας 150.000 τόνων τέθηκε σε λειτουργία το 1967 και τα πρώτα χρόνια λειτουργίας ήταν εξαιρετικά ενθαρρυντικά δεδομένου ότι η Εταιρεία κατάφερε να πουλήσει το σύνολο της παραγωγής τσιμέντου, σημειώνοντας ταυτόχρονα σημαντικά κέρδη.

Από το 1967, η Εταιρεία εξελίχθηκε με την αγορά και την συνεχώς αναπτυσσόμενη οικονομία του νησιού. Νέες γραμμές παραγωγής εγκαταστάθηκαν για την αύξηση της παραγωγικής ικανότητας των αρχικών εγκαταστάσεων με σκοπό να ικανοποιηθεί η αυξανόμενη τοπική ζήτηση. Η εταιρεία κατόρθωσε επίσης να αναπτύξει ένα διεθνές δίκτυο πελατών, που χτίστηκε για την ποιότητα του προϊόντος, την αξιοπιστία και την ανταγωνιστικότητά της. Αναγνωρίζοντας το μεγάλο δυναμικό της διεθνούς αγοράς, η εταιρεία κατασκεύασε το λιμάνι Βασιλικού δίπλα από το εργοστάσιο παραγωγής τσιμέντου το 1983, μέσω του οποίου μισό εκατομμύριο τόνοι τσιμέντου εξάγονται σε ετήσια βάση. Η θύρα αυτή είναι διαθέσιμη και σε τρίτους για την εισαγωγή και την εξαγωγή των χύδην φορτίων. Η εταιρεία παράγει σήμερα 1,3 εκατ. τόνους τσιμέντου ετησίως.

Ένα σημαντικό ορόσημο στην ιστορία της Εταιρείας είναι το έτος 1990, όταν ο Όμιλος Italcementi εξαγόρασε το 20% των μετοχών της εταιρείας, το οποίο αργότερα αυξήθηκε σε 33%. Η Italcementi Group είναι ένας από τους μεγαλύτερους κατασκευαστές τσιμέντου στον κόσμο, με επενδύσεις σε Ευρώπη, Ασία, Αμερική και Αφρική. Η Italcementi Group συνέβαλε σημαντικά στην ανάπτυξη και την πρόοδο της "Τσιμεντοποιία Βασιλικού Λτδ" με την ανταλλαγή της μεγάλης τεχνογνωσίας στην παραγωγική διαδικασία τσιμέντου και την παροχή συμβουλών σχετικά με την εισαγωγή νέων τεχνολογιών.



**Εικόνα 1.1:** Εργοστάσιο Τσιμεντοποιία Βασιλικού

Η εταιρία απασχολεί σήμερα περίπου 200 εργαζομένους, οι οποίοι λαμβάνουν εκπαίδευση και κατάρτιση σε τακτά χρονικά διαστήματα. Στο εργοστάσιο λειτουργεί μια επιτροπή ασφαλείας σύμφωνα με τη ισχύουσα νομοθεσία. Έχει λάβει το βραβείο ασφαλείας από το Υπουργείο Εργασίας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων για τις περιόδους 1997 και 2002.

Η εταιρία δίνει βάση στη ποιότητα, καθώς όλα τα προϊόντα της πληρούν τις κανονιστικές απαιτήσεις. Το εγκατεστημένο σύστημα ποιοτικού ελέγχου, ελέγχει και ρυθμίζει αποτελεσματικά τις κύριες ιδιότητες των ημιτελικών και των τελικών προϊόντων, προκειμένου να έχουν την μικρότερη δυνατή απόκλιση από τους στόχους ποιότητας. Τηρώντας όλα τα παραπάνω η εταιρία έχει κερδίσει το πιστοποιητικό διασφάλισης ποιότητας ISO 9001:2000 από τον Ιούνιο του 1996 και την “ΣΗΜΑΝΣΗ CE” από τον Ιούνιο 2001.



**Εικόνα :1.2:** Λιμάνι βασιλικού

### **1.1.1 Λατομεία της Εταιρίας**

#### **A) Λατομεία ασβεστολίθου Καλαβασού**

- 1) Μαργαϊκός ασβεστόλιθος
- 2) Ασβεστόλιθος

Για παραγωγή φαιού τσιμέντου ή ειδικών τσιμέντων με χαμηλά αλκαλικά ή τσιμέντα ανθεκτικά σε έργα θαλάσσης. Υπάρχουν πολλές κατηγορίες τσιμέντων που μπορούν να κατασκευαστούν με το μαργαϊκό ασβεστόλιθο.

#### **B)Λατομεία αργίλου Βασιλικού**

- 1)Άργιλος Βασιλικού PARCEL 'B'
- 2)Άργιλος φράγματος

Και τα δύο αυτά λατομεία χρησιμεύουν για την παραγωγή φαιού τσιμέντου διαφόρων κατηγοριών μαζί με τον μαργαϊκό ασβεστόλιθο Καλαβασού. Με ορισμένες προσθήκες υλικών μπορούν να κατασκευαστούν διάφορες ειδικές κατηγορίες φαιού τσιμέντου.

### **Γ)Λατομεία ασβεστολίθου Αρμενοχωρίου**

1) Ασβεστόλιθος Νο.1

2) Ασβεστόλιθος Νο.2

Και τα δύο λατομεία χρησιμεύουν για την παραγωγή λευκού τσιμέντου. Ο ασβεστόλιθος αυτός περιέχει πολύ χαμηλό ποσοστό τριοξειδίου του σιδήρου που είναι βασική προϋπόθεση για την λευκότητα του τσιμέντου. Μαζί με τον ασβεστόλιθο αυτό προστίθεται και ποσότητα καολίνη εισαγωγής.

### **Δ)Λατομεία γύψου Ψεματισμένου (UNITED GYPSUM LTD)**

Το λατομείο αυτό ανήκει στην UNITED GYPSUM LTD μια από τις κυριότερες μετόχους του τσιμεντοποιείου. Κατόπιν ειδικής διευθέτησης η εταιρία του Βασιλικού εξορύσσει γύψο για τις ανάγκες της παραγωγής φαιού και λευκού τσιμέντου.

### **Ε)Λατομείο Παρεκκλησιάς (Λάβα)**

Λιμβουργίτης

Το ποζολανικό υλικό που εξορύσσεται από τα λατομεία αυτά χρησιμεύει για την παραγωγή ειδικών ποζολανικών τσιμέντων.

### **ΣΤ)Λατομεία ογκολίθων Μαρωνιού-Ψεματισμένου**

Από το λατομείο αυτό λαμβάνονται ασβεστολιθικοί ογκόλιθοι για την κατασκευή ή την επιδιόρθωση του λιμανιού του Βασιλικού.

## **1.2 Σκοποί και περιοχές που το έργο προτίθεται να εξυπηρετήσει**

Σκοπός του έργου αυτού είναι η εξόρυξη της μάργας (35-65% αργιλικά ορυκτά και ανθρακικό ασβέστιο) για παραγωγή τσιμέντου. Το πέτρωμα αυτό εξορύσσεται από την περιοχή της εκχωρηθείσας λατομικής άδειας και ακολούθως μεταφέρεται στο εργοστάσιο της εταιρείας για επεξεργασία και ακολούθως χρήση του για παραγωγή τσιμέντου

Η Εταιρεία προμηθεύει με τσιμέντο όλες τις ελεύθερες περιοχές της Κύπρου στηρίζοντας έτσι την οικοδομική βιομηχανία του τόπου.

### **1.3 Περιοχή Μελέτης**

Η υπό μελέτη περιοχή, όπως φαίνεται στον οδικό και διοικητικό χάρτη της Κύπρου, κλίμακας 1:250.000 (σελ. 12) βρίσκεται 5 χιλιόμετρα ανατολικά του χωριού Πεντάκωμο, 0,5 χιλιόμετρα νοτιοδυτικά του χωριού Μαρί, 4 χιλιόμετρα δυτικά-βορειοδυτικά του χωριού Ζύγι και 4 χιλιόμετρα νότια του χωριού Καλαβασός.

Η επιλογή του συγκεκριμένου χώρου δημιουργίας του λατομείου έγινε για τους εξής βασικούς λόγους :

α) δεν δημιουργούσε οπτική όχληση αφού ο χώρος αυτός δεν φαινόταν και δεν φαίνεται από κανέναν υπεραστικό δρόμο.

β) παρουσία μάργας με ποιοτικά πετρολογικά χαρακτηριστικά.

γ) εύκολη πρόσβαση λόγω ύπαρξης οδικού δικτύου.

δ) το απόμερο της τοποθεσίας και η απόσταση του έργου από τα γύρω χωριά εξασφαλίζει τη μη διατάραξη της δημόσιας υγείας.

ε) η κατάταξη της περιοχής με βάση τα ευρήματα της χλωρίδας, στα φρύγανα πολύ υποβαθμισμένων εδαφών.

### **1.4 Περιγραφή Έργου**

#### **1.4.1 Σκοπός του έργου, βασικές αρχές και φιλοσοφία, χρήση Γής και πρόβλεψη σε θέματα αποβλήτων.**

Η ορθολογική ανάπτυξη του χώρου λατόμευσης υποδεικνύονται από την Υπηρεσία Μεταλλείων, ώστε να εξασφαλίζεται η δημόσια υγεία και η ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον.

Μετά το πέρας των εργασιών η εταιρεία υποχρεούται να διαμορφώσει στα πλαίσια του εφικτού το χώρο εξόρυξης, με βάση το πρόγραμμα αντιμετώπισης των γεωμεταβολών οπτικών αλλοιώσεων και αποκατάστασης της χλωρίδας.

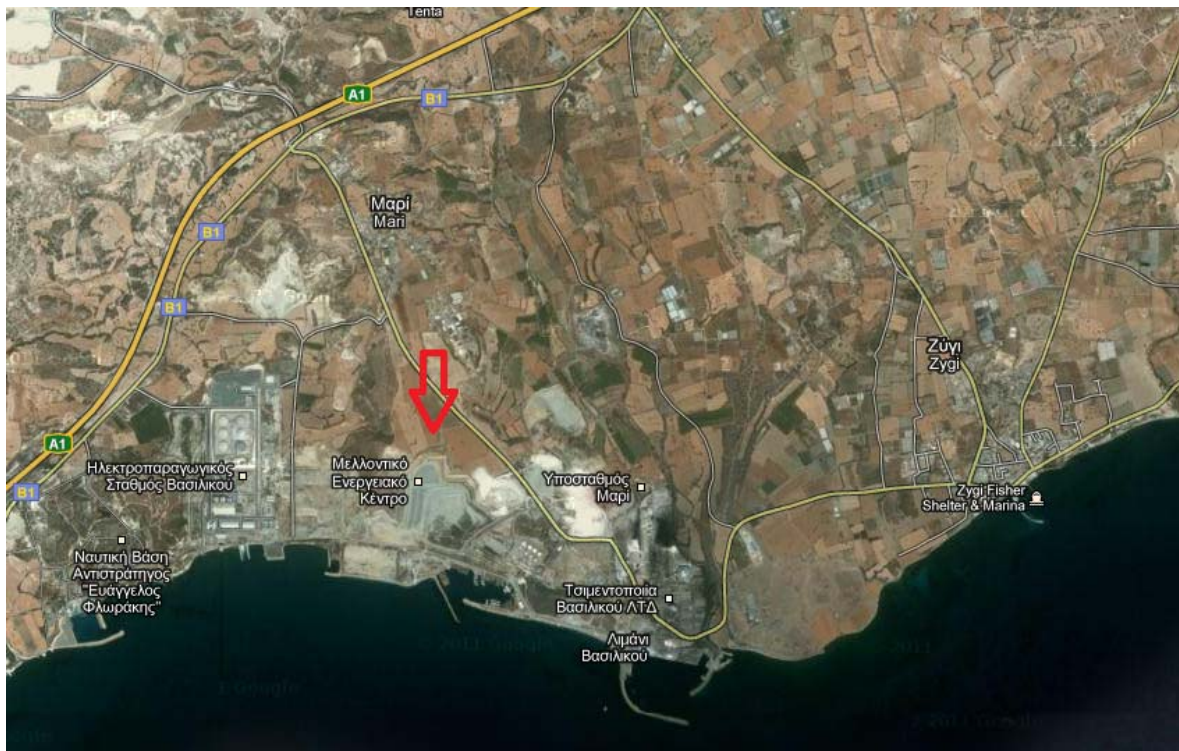
Οι απαιτήσεις του έργου κατά τα στάδια της λειτουργίας του, όσον αφορά στη χρήση γης, εμφανίζονται στον Χωρομετρικό Χάρτη (σελ.11). Τα απορρίμματα τα οποία παράγονται κατά τις εργασίες εξόρυξης του πετρώματος από το φυσικό του



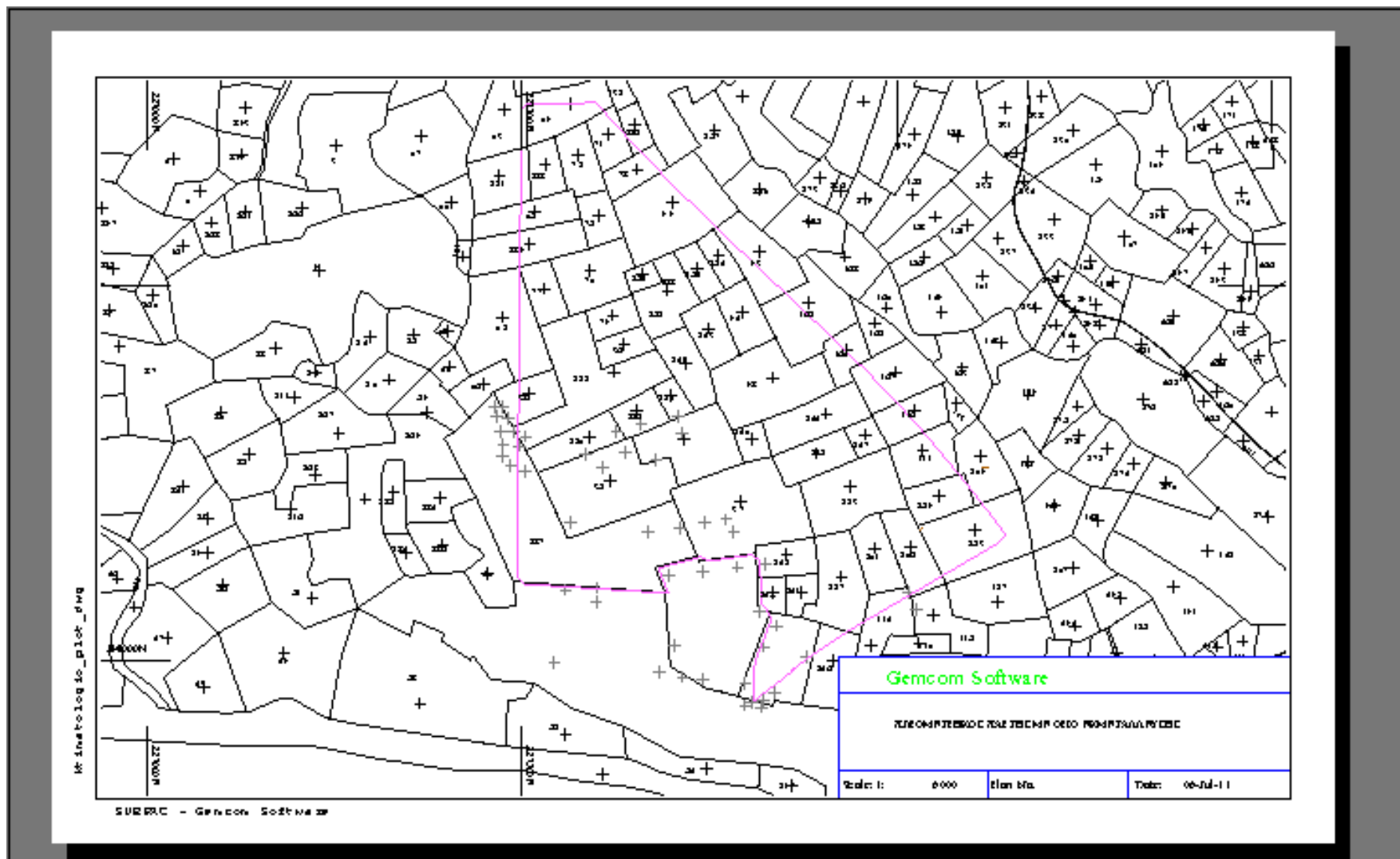
ξερορεντζινών και μαργών. Με βάση τη διάμετρο του, το στερεό μπορεί να είναι άργιλος (0,00006-0,0039mm), ιλύς (0,0039-0,0625mm), άμμος (0,0625- 2mm), κόκκος (2-4mm), χαλίκι (4-64mm), λατύπη (64-256mm) και ογκόλιθος (>256mm), (Wentworth Size Class 1922). Τα απορρίμματα αυτά θα τοποθετούνται μέχρι το τέλος των λατομικών διεργασιών στον χώρο αποθέσεων και στις εξοφλημένες βαθμίδες στις οποίες επίσης θα τοποθετείται χώμα και εδαφοβελτιωτικά για να επιτευχθεί η ταυτόχρονη με τις λατομικές διεργασίες, αποκατάσταση του λατομείου με δένδροφυτεύσεις.

#### 1.4.2 Ακριβής τοποθεσία του έργου και της υπό μελέτη περιοχής σε χάρτες

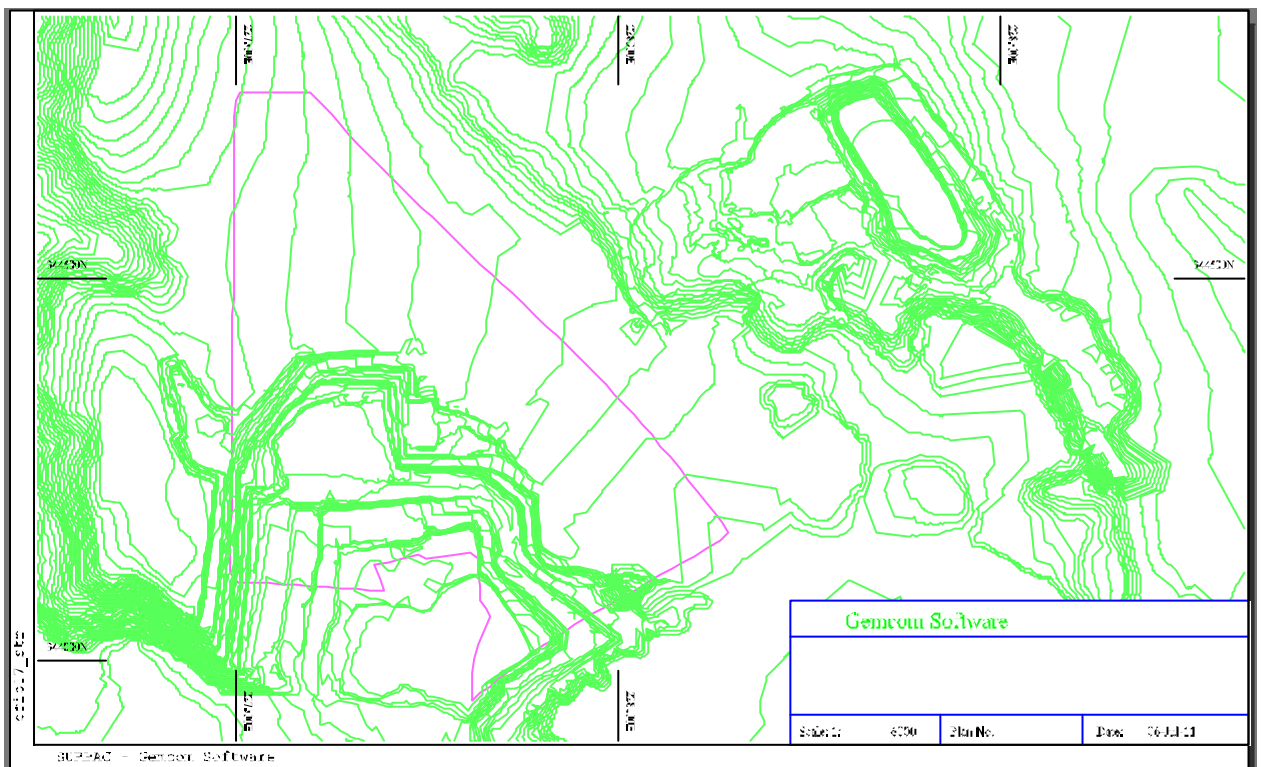
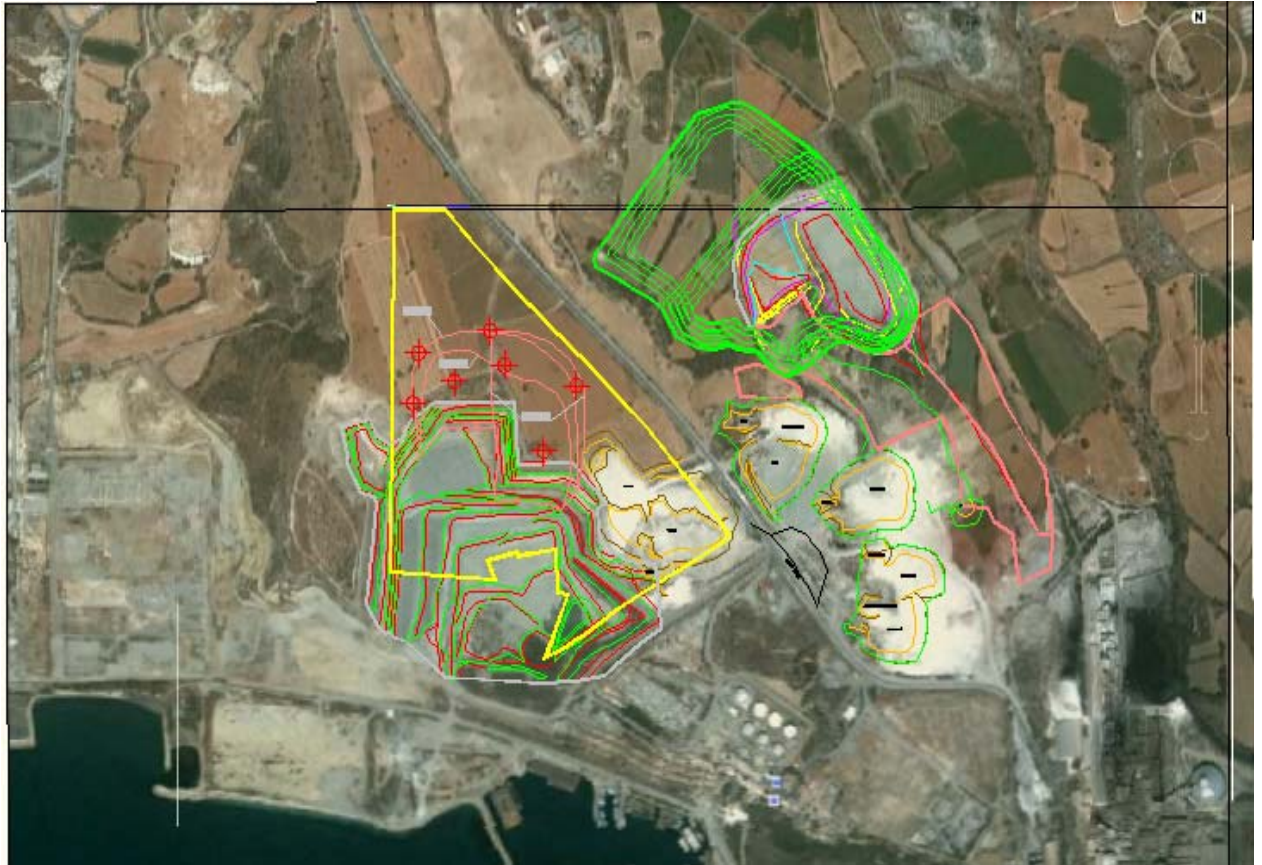
Επίσης η ακριβής τοποθεσία του έργου και της υπό μελέτη περιοχής φαίνεται και στους χάρτες των σελίδων 15, 19 και 22.



Εικόνα 1.3: Πανοραμική θέα ευρύτερης περιοχής



Εικόνα 1.4: Χωρομετρικός χάρτης

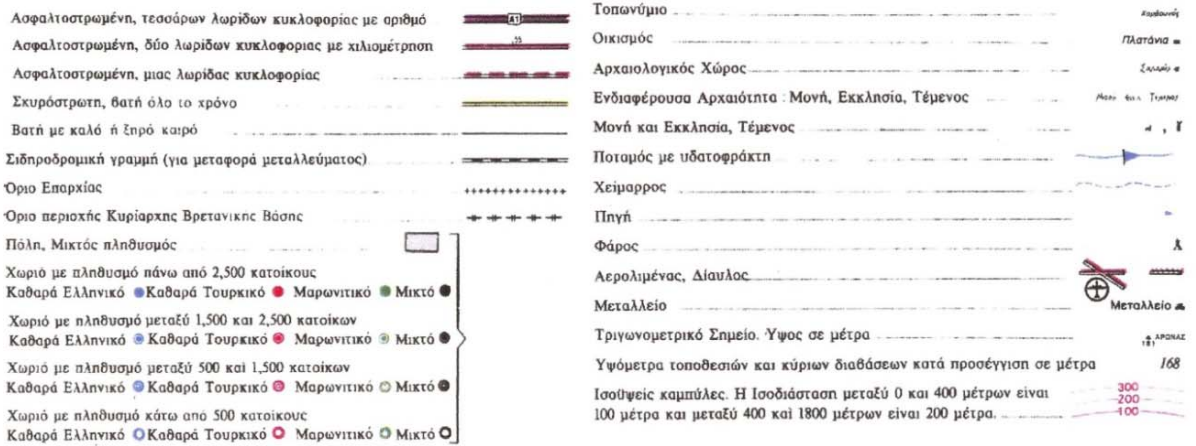


Εικόνα 1.5: Όριο και τοπογραφικό ανάγλυφο.

# ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΣ ΚΑΙ ΟΔΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ



ΚΛΙΜΑΚΑ 1:250,000



Εικόνα 1.6: Διοικητικός και οδικός χάρτης της Κύπρου

### **1.4.3 Ανάγκες, περιοχές και πληθυσμός που το έργο προορίζεται να εξυπηρετήσει.**

Το έργο εξυπηρετεί τις ανάγκες της εγχώριας οικοδομικής βιομηχανίας σ' όλο το εύρος της Κυπριακής επικράτειας.

### **1.4.4 Οδικές προσβάσεις στο έργο, ανάγκες για κατασκευή νέων δρόμων, τροποποίηση ή αναβάθμιση του υφιστάμενου οδικού δικτύου.**

Όπως φαίνεται στον Οδικό και Διοικητικό Χάρτη της Κύπρου κλίμακας (1 : 250000, σελ. 12) το δίκτυο στη περιοχή είναι πυκνό. Οι σημαντικότερες οδικές προσβάσεις προς το χώρο του λατομείου, είναι ο αυτοκινητόδρομος τετραπλής κατεύθυνσεως Α1 Λεμεσού- Λευκωσίας, ο ασφαλτοστρωμένος δρόμος διπλής κατεύθυνσεως Β1 Λευκωσίας - Λεμεσού και ο χωμάτινος δρόμος που οδηγεί στο λατομείο.

Στο παρόν στάδιο δεν υφίσταται ανάγκη κατασκευής νέων δρόμων, ούτε τροποποίησης ή αναβάθμισης του υφιστάμενου οδικού δικτύου.

## **1.5 Περιγραφή και ανάλυση περιβάλλοντος**

### **1.5.1 Περιγραφή των στοιχείων του περιβάλλοντος**

Η περιοχή του χώρου λατόμευσης αποτελεί πλαγιά βουνού. Στο βόρειο και βορειοδυτικό μέρος του, τα υψόμετρα κυμαίνονται περίπου στα 120 μέτρα, στο ανατολικό και νοτιοανατολικό γύρω στα 100 μέτρα ενώ στο νότιο γύρω στα 60 μέτρα. Οι ανατολικές, δυτικές και βόρειες κλιτείς δεν είναι καθόλου απότομες. Οι χαράδρες που έχουν σχηματιστεί λόγω διάβρωσης από την ροή των νερών της βροχής είναι αβαθείς ενώ η βλάστηση στην ευρύτερη περιοχή είναι αραιή.

### **1.5.2 Χρήσεις γης**

Η ευρύτερη περιοχή μελέτης, με βάση το διαχωρισμό σε αγρογεωγραφικές περιοχές – ζώνες, κατατάσσεται στην παράκτια ζώνη της Λάρνακας.

### **1.5.3 Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της ευρύτερης περιοχής μελέτης**

Η ευρύτερη περιοχή μελέτης μπορεί να χαρακτηριστεί σαν πεδινή. Διαρρέεται βόρεια, ανατολικά και δυτικά από μικρούς χειμάρρους οι οποίοι σχηματίζουν αβαθείς χαράδρες. Τόσο οι μικροί μεμονωμένοι λοφίσκοι όσο και οι μικρές αβαθείς χαράδρες καταμαρτυρούν ότι η περιοχή υπήρξε για αρκετά εκατομμύρια χρόνια δέκτης έντονης διαβρωτικής δραστηριότητας.

### **1.5.4 Γεωλογία**

Η ευρύτερη περιοχή μελέτης εντάσσεται γεωλογικά στην ακολουθία των ιζηματογενών πετρωμάτων του Τροόδους. Είναι ανώτερου νεογενούς – κατώτερου τεταρτογενούς περιόδου, παλαιοκαίνου έως κατώτερου πλειστοκαίνου εποχής και ανήκουν στους σχηματισμούς Λευκωσίας (μάργα) και Απαλού – Αθαλάσσης - Κακκαρίστρας (άμμοι, αμμούχες, μάργες και κροκαλοπαγή).

Βρίσκεται πλησίον του νοτιοανατολικού άκρου της νότιας ζώνης του ρήγματος μετασχηματισμού του Τροόδους. Η τριγωνική αυτή ζώνη χαρακτηρίζεται από την παρουσία του ρήγματος του Αραπακά στο βόρειο άκρο της και του ρήγματος της Γεράσας στο νότιο και νοτιοδυτικό άκρο της.

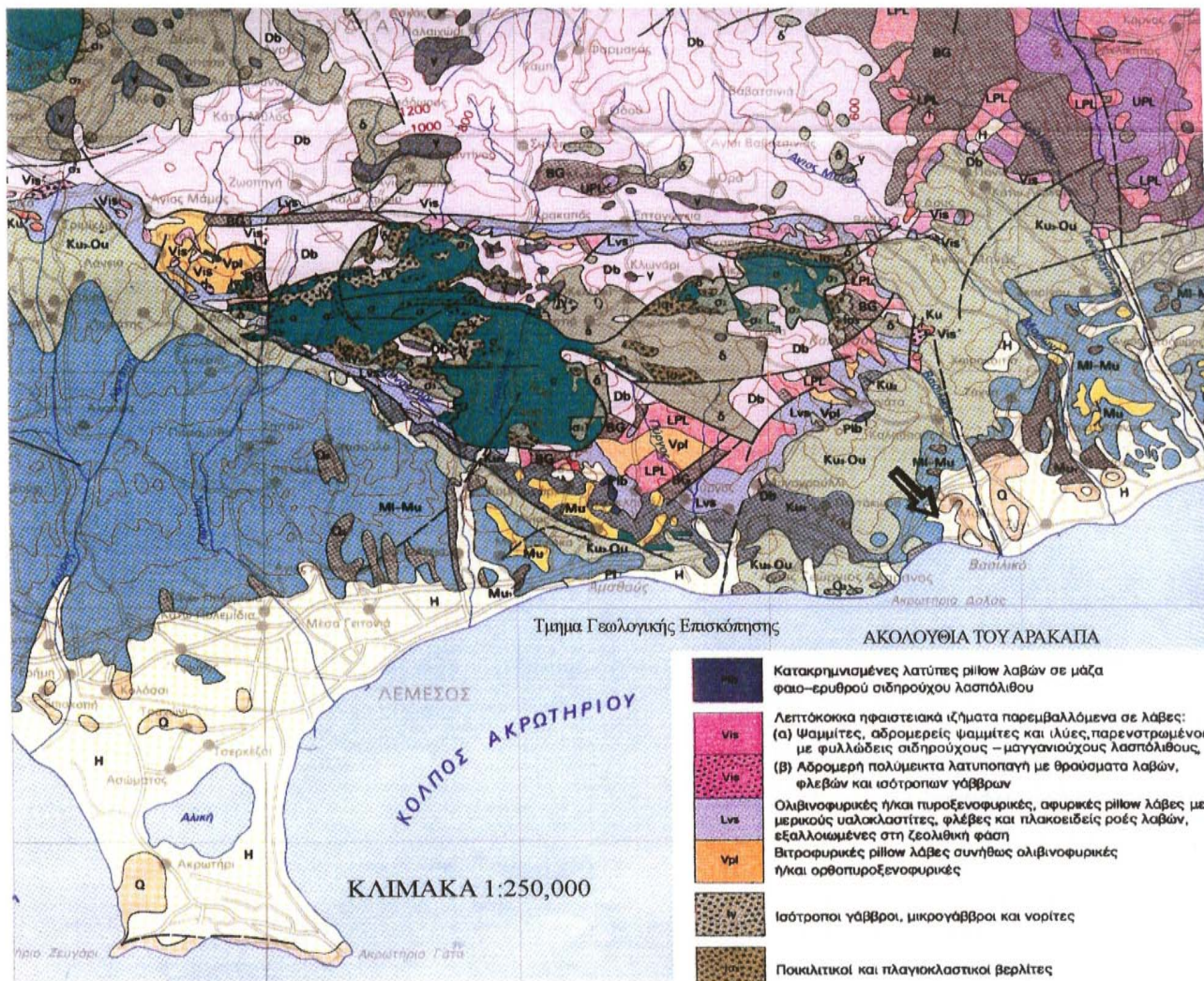
Στην περιοχή παρατηρούνται κατά σειρά αρχαιότητας οι πιο κάτω λιθολογίες :

α) Οι μάργες, οι μαργαικοί ασβεστόλιθοι, οι κρητιδικοί ασβεστόλιθοι και ασβεστολιθικοί ψαμμίτες του σχηματισμού της Πάχνας.

β) Οι βιοασβεστιτικοί και άλλοι ψαμμίτες, οι αμμούχες μάργες και τα κροκαλοπαγή του σχηματισμού Απαλός – Αθαλάσσα – Κακκαρίστρα.

γ) Οι άμμοι, οι ιλύες, οι άργιλοι και τα χαλίκια του σχηματισμού Αλλούβιο – κολλούβιο.

# ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ



## ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΗΣ ΑΚΟΛΟΥΘΙΑ ΤΟΥ ΤΡΟΟΔΟΥΣ

ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ	ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ
H Άμμοι, ιλύες, άργιλοι και χαλίκια	Αλλάβιο - Κολλούβιο
Ο <sub>1</sub> Ασβεστικοί ψαμίτες, άμμοι και χαλίκια	Αποθέσεις αναβολιδίων
Ο <sub>2</sub> Χαλίκια, άμμοι και λάτες	Σύνταγμα
Ο Βιοσβεστικοί και άλλοι ψαμίτες, σμύρνες μάρμας και κροκαλοπαγή	Απολόζ/Αθαλάσσια Κονακρίστρα
Π Βιοσβεστικοί και άλλοι ψαμίτες, ιλύες, χαλίκια, σμύρνες μάρμας, μάρμας, ασβεστολιθία και κροκαλοπαγή	Λευκωσία
Μ <sub>1</sub> Γήινα ενυδατωμένα με κρητιδικές μάγκες και μαργακές κρητιδες	Καλαβάρος
Μ <sub>2</sub> Βιοστρώματα και βιομάκρια υφαλογενών οφειτοειδών (Μέλος Κορυμνός)	
Μ <sub>3</sub> Κρητιδες, μάγκες, μαργακές κρητιδες, κρητιδικές μάγκες και ασβεστικοί ψαμίτες	Πάχνα
Μ <sub>4</sub> Βιοστρώματα και βιομάκρια υφαλογενών οφειτοειδών (Μέλος Τέρρα)	
Κ <sub>1</sub> Κρητιδες, μάγκες, μαργακές κρητιδες, κρητιδικές μάγκες με κατά τόπους κερατόλυτους σε μορφή ταινών ή κονδύλων	Λεύκαρα
Κ <sub>2</sub> Κλαστικές αποθέσεις από γυναική τεμάχια πετρωμάτων διαφόρων χρωμάτων και μεγεθών, προσεσμένον από πετρωμάτι του Σαρδελιγιστος Μεσσηνίων (μεγαλύτερο ποσοστό) και των Οφειτοειδών του Τροόδου (μικρότερο ποσοστό), ενσωματωμένα σε αμμοχάο και οργυλοχάο μάζα	Κόθηκας
Κ <sub>3</sub> Ξυνοσθλέματα (Μελέπη) Τροοδικών - Κρητιδικών πετρωτών κυρίως κίτρινα χαλόκοκκα υδατίτη, κίτρινα υδατίτου και οφειεντινίτη, ενσωματωμένων σε μπειεντινίτη άργιλο	Μονή
Κ <sub>4</sub> Μπειεντινίτικες άεγγο, με εντρώσεις υπήλοκου ηφαλοκλαστικού οασιτίτη	Κονναβίου

- Κατακρημνισμένες λατίτες ριλιω λαβών σε μάζα φαο-ερυθρού σιδηρούχου λασπόλιθου
- Λεπτόκοκκα ηφαιστειακά ιζήματα παρεμβαλλόμενα σε λάβες: (Α) Ψαμίτες, άδρομερεις ψαμίτες και ιλύες, παρεστρομμένον με φυλλώδεις σιδηρούχους - μαγγανιούχους λασπόλιθους, (Β) Άδρομερη πολυμεκτα λατυποπαγή με θρούσματα λαβών, φλεβών και ισότροπων γόββρων
- Ολιβινοφυρικές ή/και πυροξενοφυρικές, σφαιρικές ριλιω λάβες με μερικούς υαλοκλαστίτες, φλέβες και πλακοειδεις ροές λαβών, εξαλλοιωμένες στη ζεολιθή φάση
- Βιτροφυρικές ριλιω λάβες συνήθως ολιβινοφυρικές ή/και ορθοπυροξενοφυρικές
- Ισότροποι γόββροι, μικρογόββροι και νορίτες
- Ποικιλιτικοί και πλαγιόκλαστικοί βερλίτες
- Σερπεντινίτες σε σχεδόν κατακόρυφες ζώνες διάτμησης, πλάτους 50 - 500 m

## ΟΦΙΟΛΙΘΟΣ ΤΡΟΟΔΟΥΣ ΑΞΟΝΙΚΗ ΑΚΟΛΟΥΘΙΑ

Κ <sub>4</sub>	Δομώδες (σφαιρομάκρια), μαγγανιούχοι άργιλοι, οφειτοειδής οφειτοίτη και λασπόλιθια	Πέροπαξι
Ο <sub>1</sub> U <sub>1</sub>	Ολιβινοφυρικές - πυροξενοφυρικές ριλιω λάβες ενίοτε με πλακοειδεις ροές λαβών, φλέβες και υαλοκλαστίτες, συνήθως εξαλλοιωμένα στη ζεολιθή φάση	Ανιότερος οριζόντιος λαβών
Ο <sub>2</sub> U <sub>2</sub>	Ριλιω λάβες και πλακοειδεις ροές λαβών με κηλίδια φλεβών και κοπών, εξαλλοιωμένες στη ζεολιθή φάση και κατά τόπους χρωματισμένες με πρόσον κελαδωνίτη	Κατώτερος οριζόντιος λαβών
Ο <sub>3</sub> U <sub>3</sub>	Διαθροσικές φλέβες πλάτους μέχρι 3m, σφαιρικές, κλινοπυροξενοφυρικές και ηφαλοκλαστροφυρικές, εξαλλοιωμένες στην προσινωχιατολιθική φάση	Οριζόντιος βάσης
Ο <sub>4</sub> U <sub>4</sub>	Τρογγεμίτες, γρανοφύρες, διοσίτες, χαλοσδιοσίτες και μικρογροσδιοσίτες	Σύστημα ριλιωτών φλεβών (λασπόλιθ)
Π	Ισότροποι γόββροι, σφαιρατικοί γόββροι, ολιβινοί γόββροι και στροματοειδεις γόββροι	Γόββρος
Α	Βεσποσίτες, κλινοπυροξενίτες, οριθιποξενίτες και ηφαλοκλαστικοί πυροξενίτες	Πυροξενίτες
Β	Βερλίτες και πλαγιόκλαστικοί βερλίτες, αιματισμένοι ή εντραυμένοι	Βερλίτες
Δ	Δουνίτες με εμφανσεις κλινοπυροξενοειδών δουνιτών	Δουνίτες
Χ	Τεκτονισμένον χαρτόβουκίτες με περιορισμένες δουνιτικές και λερζολιθικές εμφανσεις	Χαρτόβουκίτες
Σ	Διαπρωστικά σερπεντινωμένα, τεκτονισμένον χαρτόβουκίτες με περιορισμένες δουνιτικές και λερζολιθικές εμφανσεις	Σερπεντινίτες

Εικόνα 1.7: Γεωλογικός χάρτης της Κύπρου

### 1.5.5 Γεωχημεία πετρωμάτων

Με βάση τις χημικές αναλύσεις πετρωμάτων από τα μέτρωπα του μετώπου, οι οποίες διενεργούνται συστηματικά στο εργαστήριο ελέγχου ποιότητας της εταιρίας, με ΧRF, το πέτρωμα παρουσιάζει κατά μέσο όρο την εξής γεωχημική ταυτότητα:

### Γεωχημεία πετρωμάτων

<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	7,68%
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + FeO</b>	5,15%
<b>CaO</b>	23,52%
<b>MgO</b>	4,39%
<b>NaO</b>	1,25%
<b>SO<sub>3</sub></b>	0,07%
<b>K<sub>2</sub>O</b>	0,29%

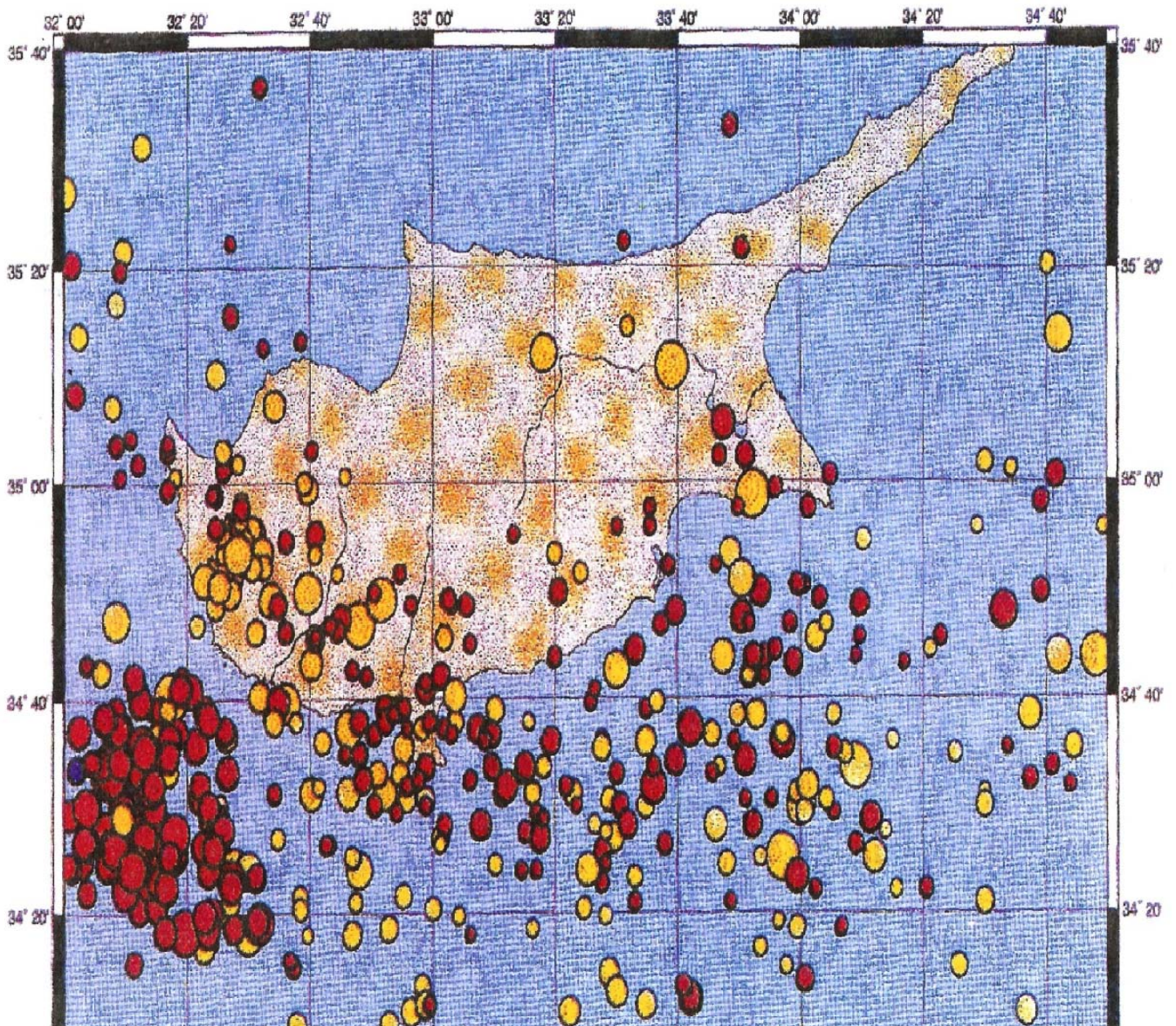
Να σημειωθεί ότι οι χημικές αναλύσεις του πετρώματος είναι ο ακρογωνιαίος λίθος της σωστής και εύρυθμης λειτουργίας του εργοστασίου και για το λόγο αυτό δίδεται προτεραιότητα.

#### 1.5.6 Σεισμολογικά χαρακτηριστικά

Με βάση τον χάρτη σεισμικών δραστηριοτήτων (σελ. 17), στον οποίο παρουσιάζονται τα επίκεντρα 674 σεισμών, σεισμοί που καταγράφηκαν στον ευρύτερο κυπριακό χώρο από το 1905 μέχρι το 1996, δύναται να λεχθεί ότι η υπό μελέτη περιοχή επηρεάζεται κυρίως από τη σεισμική δραστηριότητα που παρουσιάζει η υποθαλάσσια περιοχή της νότιας Κύπρου κατά μήκος του κυπριακού τόξου, δηλαδή κατά μήκος της ζώνης καταβύθισης της αφρικανικής λιθοσφαιρικής πλάκας κάτω από την Ευρασιατική λιθοσφαιρική πλάκα.

Η περιοχή αυτή της Κύπρου είναι η πιο σεισμογενής και έχει καταγράψει ακόμα και μεγάλους σεισμούς έντασης 5,7 ρίχτερ (27 Φεβρουαρίου 1995) και 6,7 βαθμών ρίχτερ (9 Οκτωβρίου 1996)





**Εικόνα 1.8 :** Χάρτης σεισμικών δραστηριοτήτων.

### 1.5.7 Ορυκτός πλούτος

Η ευρύτερη περιοχή μελέτης, όπως διαφαίνεται και από τον ορυκτολογικό χάρτη της Κύπρου (σελ.19), παρουσιάζει έντονο ορυκτολογικό ενδιαφέρον.

Το ενδιαφέρον αυτό επικεντρώνεται στην επαφή των πετρωμάτων του σχηματισμού των Λευκάρων και αυτών της Αξονικής Ακολουθίας του οφιολίθου

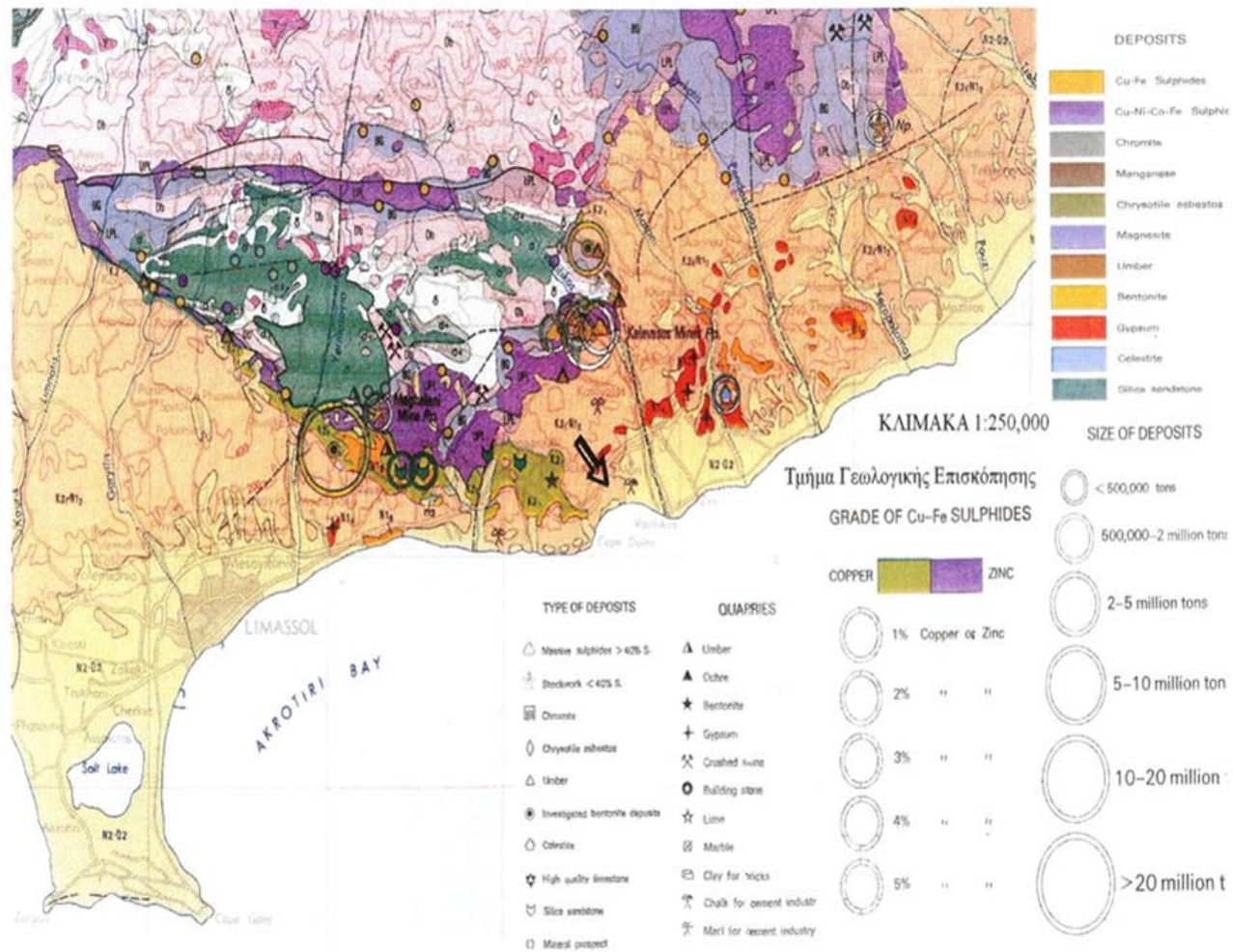
του Τροόδους, στο νότιο και ανατολικό άκρο της νότιας ζώνης του Ρήγματος Μετασχηματισμού του Τροόδους.

Η περιοχή Μοναγρούλλι – Πεντάκωμο η οποία βρίσκεται δυτικά του χώρου λατόμευσης σε απόσταση τεσσάρων έως επτά χιλιομέτρων, χαρακτηρίζεται από την παρουσία κοιτασμάτων χαλαζιακού ψαμμίτη και μπεντονίτη. Κοιτάσματα μπεντονίτη εντοπίζονται επίσης βορειοανατολικά στο τρίγωνο Τόχνη – Μαρόνι – Ψεματισμένος. Στην ίδια περιοχή εντοπίζονται και κοιτάσματα σελεστίνη.

Επίσης στην περιοχή Καλαβασού, στα 6 χιλιόμετρα βόρεια – βορειοδυτικά του λατομείου, εντοπίζονται πέντε ανενεργά και εξοφλημένα μεταλλεία θειούχου χαλκού και θειούχου σιδήρου γνωστά ως μεταλλεία Καλαβασού, μεγέθους 2,5-5 εκατομμύρια τόνους, περιεκτικότητας 1-3% σε χαλκό και 2% σε ψευδάργυρο. Οι θειούχες αυτές ενώσεις που περιέχουν ποσοστό σε θείο μεγαλύτερο από 40%, αποτελούν μέρος του συνήθους τύπου κοιτάσματος και βρίσκονται υπό μορφή κολλοειδούς πυρίτη και χαλκοπυρίτη μεταξύ του ορίζοντα ώχρας και της χαλαζιακής ζώνης βάσεων.

Πλησίον του χωριού Φοινικάρια σε απόσταση 13 χιλιομέτρων δυτικά – βορειοδυτικά του λατομείου, υφίσταται το ξοφλημένο μεταλλείο θειούχου χαλκού, θειούχου σιδήρου και θειούχου ψευδαργύρου Μαγκαλένι, μεγέθους μικρότερου των πέντε εκατομμυρίων τόνων, περιεκτικότητας 2% σε χαλκό και 1% σε ψευδάργυρο. Οι θειούχες αυτές ενώσεις βρίσκονται σε μορφή πυρίτη, χαλκοπυρίτη και σφαλερίτη εντός μάζας πετρώματος η οποία είναι ακανόνιστα ρηγματωμένη σε διάφορες διευθύνσεις, με βραχείες ρωγμές κατά μήκος των οποίων λαμβάνει χώρα η μεταλλογένεση.

ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ



Εικόνα 1.9: Ορυκτολογικός χάρτης της Κύπρου

## 1.6. Έδαφος, διαπερατότητα, σταθερότητα, μετακινήσεις και φαινόμενα μετατόπισης εδαφών

Τα εδάφη που συναντά στην ευρύτερη υπό μελέτη περιοχή είναι τα εξής:

- Η περιοχή Πεντακώμου παρουσιάζει ασβεστούχα εδάφη και ξερορεντζίνες.
- Ξερορεντζίνες και εδάφη τέρρα ρόζα είναι τα κατ' εξοχή εδάφη της περιοχής Ζυγιού.
- Οι περιοχές Καλαβασού και Μαρί παρουσιάζουν ασβεστούχα εδάφη, ξερορεντζίνες, τέρρα ρόζα και προσχωσιγενή.

Ασβεστούχα εδάφη τα οποία παρουσιάζονται επιφανειακά υπό μορφή ασβεστολιθικής κρούστας (ασβεστολιθικό επιφλοιώμα). Η κρούστα αυτή δημιουργείται ή από τις βροχές, ή από την επιφανειακή ροή νερού ή από την ανάδυση νερού διαμέσου του τριχοειδούς του ασβεστιτικού ψαμμίτη

Οι ξερορεντζίνες αποτελούν μαζί με τις ρεντζίνες τις δύο κατηγορίες των εδαφών, στερούνται οργανικών ουσιών και έχουν γκριζοφαιό ή κιτρινοφαιό χρώμα.

Τα αργιλικά εδάφη με το χαρακτηριστικό κόκκινο χρώμα (terra rossa). Η άργιλος αυτή (υπολειμματική άργιλος), που προέρχεται από απασβέστωση του ασβεστιτικού ψαμμίτη, συγκεντρώνεται μέσα στις κοιλότητες που δημιουργούνται λόγω διάβρωσης του ανθρακικού ασβεστίου. Είναι πλούσια σε οξειδίο του τρισθενούς σιδήρου  $Fe_2O_3$  και φτωχή σε διοξειδίο του πυριτίου  $SiO_2$ . Ο τύπος των εδαφών αυτών γίνεται συχνά αντικείμενο ενεργής εδαφογένεσης και μπορεί να δώσει με τη σειρά του άλλα εδάφη ανάλογα με το κλίμα που επικρατεί στην περιοχή. Είναι δηλαδή ένα είδος απολιθωμένου εδάφους ή παλαιού εδάφους.

Τα προσχωσιγενή εδάφη είναι εδάφη που σχηματίστηκαν από τις προσχώσεις ποταμών.

Τα γεωλογικά στρώματα τα οποία παρουσιάζουν διαπερατότητα είναι:

- Οι κρητιδικοί ασβεστόλιθοι και ασβεστιτικοί ψαμμίτες του σχηματισμού της Πάχνας.
- Οι ασβεστιτικοί και άλλοι ψαμμίτες, οι αμμούχες μάργες και τα κροκαλοπαγή του σχηματισμού Απαλός – Αθαλάσσα – Κακκαρίστρα και
- Οι άμμοι, και τα χαλίκια του σχηματισμού Αλλούβιο – Κολλούβιο.

Θα πρέπει να λεχθεί ότι η περιοχή του λατομείου αλλά και η ευρύτερη περιοχή παρουσιάζει σταθερότητα και δεν είναι ευάλωτη σε μετακινήσεις πετρωμάτων ή σε φαινόμενα μετακίνησης εδαφών. Αυτό οφείλεται αφ' ενός στο γεγονός ότι οι κλίσεις των γεωλογικών στρωμάτων (επαφή πλειοκαινικής μάργας με πλειοστοκαινικά κροκαλοπαγή αμμούχες μάργες, και άμμο) είναι μικρές, της τάξης των 2 έως 5 μοιρών, εφ' ετέρου λόγω του χαμηλού υψόμετρου και του αναγλύφου της περιοχής.

Ο χώρος λατόμευσης δεν επηρεάζεται από τοπικά ρήγματα ενώ οι επαφές μάργας – κροκαλοπαγούς, παρουσιάζουν κλίσεις προς δυσμάς και βόρεια.

Τόσο για την διαμόρφωση του τελικού πρανούς της εκσκαφής όσο και για τη διαμόρφωση των φρυδιών στις πιθανές (μελλοντικές) σωρούς στείρων υλικών, δίνονται για μεγαλύτερη ασφάλεια γωνίες μικρότερες ή ίσες με 33° αντί 40°.

## **1.7 Υδρολογία και Υδρογεωλογία**

Η ευρύτερη υπό μελέτη περιοχή (δες Υδρογεωλογικό Χάρτη της Κύπρου, σελ.22), παρουσιάζει τα εξής είδη υδροφορίας:

α) μη έγκλειστη μικρού βάθους εκτεταμένη υδροφορία, συνδεδεμένη με κοίτες ποταμών, άμμους - χαλίκια δελταϊκής προέλευσης, παράκτιους άμμους και ποταμίσιες αποθέσεις,

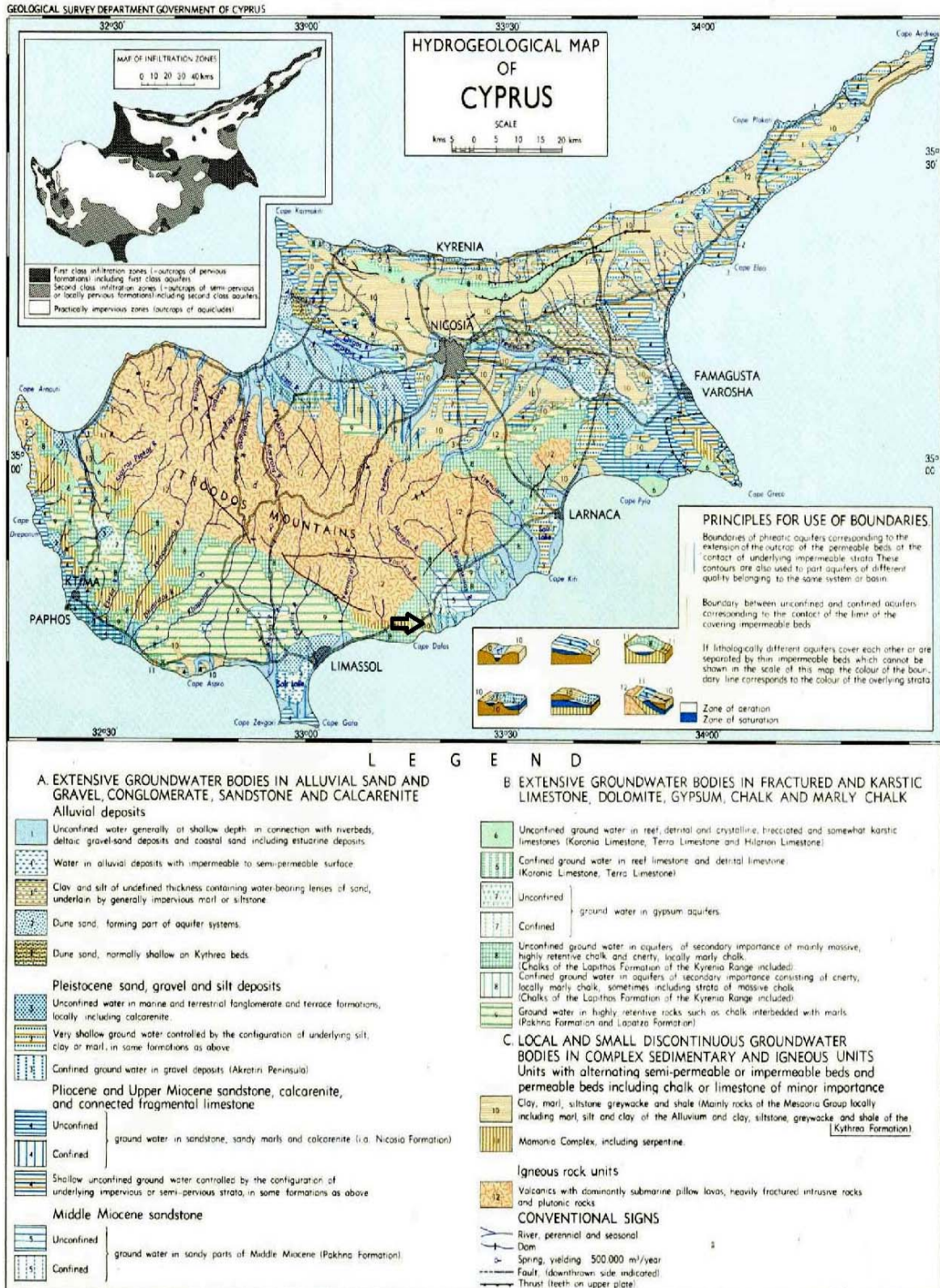
β) μη έγκλειστη υδροφορία σε στρώματα δευτερευούσης σημασίας όπως σε μαργαϊκούς ασβεστόλιθους που περιέχουν κερατόλιθους και συμπαγείς κρητίδες του σχηματισμού των Λευκάρων,

γ) εκτεταμένη υδροφορία σε πετρώματα τα οποία παρουσιάζουν πολύ μεγάλη ικανότητα συγκράτησης νερού όπως κρητίδες εναλλασσόμενες με μάργες του σχηματισμού Πάχνας,

δ) τοπική, μικρού μεγέθους, ασυνεχή υδροφορία η οποία παρουσιάζεται σε άργιλους, μάργες και ιλυόλιθους της ομάδος της Μεσαορίας, συμπεριλαμβανομένων και αλλουβιακών μαργών, αργίλων και ιλύων και

ε) τοπική μικρής έκτασης ασυνεχής υδροφορία σε πολύπλοκα ιζηματογενή και πυριγενή πετρώματα του συμπλέγματος των Μαμωνιών.

## ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ



Εικόνα 1.10: Υδρογεωλογικός χάρτης της Κύπρου

## **1.8 Εκτίμηση των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων του Έργου**

### **1.8.1 Αξιολόγηση των θετικών και αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον τη δημόσια υγεία την ποιότητα ζωής και τις συνθήκες εργασίας**

Οι αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις μπορεί να είναι μόνιμες ή παροδικές. Μόνιμες μπορούν να χαρακτηριστούν εκείνες που συνεχίζουν να υφίστανται και μετά το πέρας των εργασιών λατόμευσης, ενώ παροδικές εκείνες που εξελίσσονται παράλληλα με τις λατομικές διεργασίες και παύουν να υφίστανται με τον τερματισμό κάθε λατομικής δραστηριότητας λόγω επαναφοράς του τοπίου με τις δενδροφυτεύσεις.

#### **Μόνιμες είναι:**

α) οι γεωμεταβολές δηλαδή οι μορφολογικές αλλοιώσεις που δέχεται ο χώρος λόγω λατόμευσης. Αυτές είναι μερικώς ανατρέψιμες μέσω της εφαρμογής ενός πλήρους σχεδίου για ανάπλαση των χώρων λατόμευσης και

β) η εξάντληση του φυσικού αυτού πόρου λόγω αύξησης του ρυθμού χρήσης και αξιοποίησης του. Η εκμετάλλευση μη ανανεώσιμων φυσικών πόρων έρχεται εκ των πραγμάτων σε αντίθεση με την αρχή της αειφορίας μιας και ο ρυθμός σχηματισμού νέων κοιτασμάτων είναι βραδύτερος από τον ρυθμό εκμετάλλευσης τους.

#### **Παροδικές είναι:**

α) οι επιπτώσεις στην δημόσια υποδομή,

β) η πρόκληση δυσχερειών που σχετίζονται με τις ανέσεις, την ασφάλεια και υγεία των κατοίκων και χρηστών της περιοχής και την ομαλή λειτουργία της κοινωνικοοικονομικής υποδομής,

γ) η ατμοσφαιρική ρύπανση λόγω της κυκλοφορίας μηχανοκίνητων οχημάτων και η παραγωγή σκόνης λόγω των διεργασιών εξόρυξης του πετρώματος,

δ) ο θόρυβος και οι δονήσεις και

ε) οι οικολογικές επιπτώσεις.

Εκτίμηση της σοβαρότητας των επιπτώσεων σε σχέση με το αίτιο που τις προκαλεί παρουσιάζεται στον Πίνακα 1 (σελ.25). Από τον πίνακα αυτό είναι εμφανές ότι ο βαθμός σοβαρότητας των επιπτώσεων λόγω των εκσκαφών, είναι μεγάλος στην περίπτωση της αλλοίωσης της μορφολογίας του εδάφους, μέτριος στις περιπτώσεις επηρεασμού των ανθρώπων, της χλωρίδας της πανίδας και αξίας της γης και μικρή στην περίπτωση των υδάτινων πόρων, της ατμόσφαιρας, του οδικού δικτύου, του δικτύου της ΑΗΚ, της γεωργίας και της κτηνοτροφίας.

Με βάση τα αίτια που προκαλούν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις (εκσκαφές, αποθέσεις, ηχορύπανση, ρύποι, καυσαέρια, σκόνη) έχει δοθεί και ο βαθμός επηρεασμού με χαρακτηρισμό μηδέν, μικρός (1-3), μέτριος (3-7) και μεγάλος (7-10).

### **1.8.2 Πρόκληση δυσχερειών που σχετίζονται με τις ανέσεις, την ασφάλεια και υγεία των κατοίκων και χρηστών της περιοχής και την ομαλή λειτουργία της κοινωνικοοικονομικής υποδομής.**

Ο χώρος στον οποίο επιτελούνται οι λατομικές εργασίες βρίσκεται εξ' ολοκλήρου σε κρατική και τουρκοκυπριακή γη, σε απόμερη περιοχή και σε απόσταση ασφαλείας από τα γύρω χωριά.

Θεωρώντας ότι η χρήση γης στην ευρύτερη περιοχή και ειδικότερα στην περιοχή μελέτης είναι πολύ περιορισμένη, και λαμβανομένου υπ' όψη του γεγονότος ότι οι δραστηριότητες του λατομείου δεν επηρεάζουν τις υφιστάμενες χρήσεις γης, δύναται να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι οι δραστηριότητες του λατομείου δεν προκαλούν δυσχέρεια ούτε στην υγεία, στην ασφάλεια και στις ανέσεις των χρηστών της γης, ούτε στην ομαλή λειτουργία των κοινωνικοοικονομικών τους δραστηριοτήτων και κατά συνέπεια ούτε στην ομαλή λειτουργία της κοινωνικοοικονομικής υποδομής.

Ο χώρος λατόμευσης δεν δυσχεραίνει τη πρόσβαση σε άλλους χώρους, ούτε υποβαθμίζει την αισθητική ποιότητα και ελκυστικότητα της ευρύτερης περιοχής.



**Πίνακας 1: Η σοβαρότητα των επιπτώσεων σε σχέση με το αίτιο που τις προκαλεί**

Αιτία επίπτωσης	Περιβαλλοντική επίπτωση											
	Χαρακτηρισμός	Μορφολογία	Νερά	Ατμόσφαιρα	Οδικό δίκτυο	Δίκτυο ΑΗΚ	Χλωρίδα	Πανίδα	Αξία γης	Άνθρωποι	Γεωργία	Κτηνο- ροφία
<b>Εκσκαφές</b>	Μεγάλη	Μεγάλη	Μικρή	Μικρή	Μικρή	Μικρή	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μικρή	Μικρή
<b>Αποθέσεις</b>	Μεγάλη	Μεγάλη	Μικρή	Μικρή	Μηδέν	Μηδέν	Μέτρια	Μέτρια	Μικρή	Μέτρια	Μικρή	Μικρή
<b>Ηχορύπανση-θόρυβος</b>	Μέτρια	Μηδέν	Μηδέν	Μηδέν	Μηδέν	Μηδέν	Μηδέν	Μέτρια	Μικρή	Μικρή	Μικρή	Μικρή
<b>Καυσαέρια, ρύποι</b>	Μικρή	Μηδέν	Μηδέν	Μικρή	Μηδέν	Μηδέν	Μικρή	Μικρή	Μικρή	Μικρή	Μικρή	Μικρή
<b>Σκόνη</b>	Μικρή	Μηδέν	Μηδέν	Μικρή	Μικρή	Μικρή	Μικρή	Μικρή	Μέτρια	Μέτρια	Μικρή	Μικρή
		Μεγάλη	Μικρή	Μικρή	Μικρή	Μικρή	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μικρή	

### **1.8.3 Επιρροή στη χρήση ή αξιοποίηση γεωργικής γης και στη βιωσιμότητα αρδευτικών, γεωργικών και κτηνοτροφικών έργων**

Σύμφωνα με όσα έχουν είδη αναφερθεί θα μπορούσε να ειπωθεί ότι δεν υφίσταται καμία δυσμενής επιρροή ούτε στη χρήση ή αξιοποίηση γεωργικής γης ούτε στη βιωσιμότητα αρδευτικών, γεωργικών και κτηνοτροφικών έργων.

### **1.8.4 Επιρροή στοιχείων παραδοσιακής αρχιτεκτονικής, αρχαιολογικών, ιστορικών, και πολιτιστικών στοιχείων ή περιοχών συνδεδεμένων με θρύλους και παραδόσεις.**

Όπως φαίνεται από τα στοιχεία που παρατίθενται στην πιο πάνω παράγραφο και από τον Χάρτη της Δήλωσης Πολιτικής για Αρχαιολογικούς Χώρους, είναι εμφανές ότι αρχαιολογικοί χώροι δεν υπάρχουν στην περιοχή μελέτης. Τέτοιοι χώροι βρίσκονται ανατολικά πλησίον του χωριού Μαρώνι και βόρεια πλησίον του μεταλλείου της Καλαβασού, απέχουν δε αρκετά χιλιόμετρα από τον χώρο μελέτης.

Πρέπει να ειπωθεί ότι καμία αρνητική επιρροή από την λειτουργία του λατομείου δεν θα υφίσταται σε στοιχεία αρχιτεκτονικής, αρχαιολογίας, ή άλλα πολιτιστικά ή συνδεδεμένα με θρύλους και παραδόσεις στοιχεία.

### **1.8.5 Αύξηση του ρυθμού χρήσης και αξιοποίησης των φυσικών πόρων και πιθανότητα εξάντλησής τους.**

Ο φυσικός αυτός πόρος είναι μη ανανεώσιμος. Οι ρυθμοί χρήσης και αξιοποίησης του διέπονται βασικά από τις ανάγκες της οικοδομικής βιομηχανίας σε τσιμέντο. Οι ρυθμοί αυτοί είναι ελεγχόμενοι και παρακολουθούνται συστηματικά από λειτουργούς της Υπηρεσίας Μεταλλείων οι οποίοι με βάση τους νόμους του κράτους έχουν δικαίωμα να παρέμβουν.

Οι μάργες που είναι τα κατ' εξοχήν αξιοποιήσιμα πετρώματα λόγω της δυνατότητας ανάμιξης τους με κρητιδικούς ασβεστόλιθους για παραγωγή τσιμέντου, αφθονούν σε διάφορες περιοχές της Κύπρου και αποτελούν μέρος της ιζηματογενούς ακολουθίας του Τροόδους.

### **1.8.6 Ρύπανση υπογείων και επιφανειακών νερών**

Οι δραστηριότητες του εν λόγω έργου βασίζονται καθαρά σε μηχανικά μέσα. Ο κίνδυνος ρύπανσης των υπογείων και επιφανειακών νερών από τα πετρελαιοειδή και τα μηχανέλαια τα οποία χρησιμοποιούν τα μηχανοκίνητα οχήματα και άλλα μηχανήματα είναι πολύ περιορισμένος. Τα χρησιμοποιηθέντα μηχανέλαια τα οποία εξάγονται από τα οχήματα για αντικατάστασή τους με νέα, διοχετεύονται σε μεταλλικά δοχεία τα οποία αποστέλλονται στις εταιρείες πετρελαιοειδών μέσω των αντιπροσώπων τους για ανακύκλωση.

Η τοποθέτηση των χρησιμοποιηθέντων μηχανελαίων σε ειδικά δοχεία, η φύλαξή τους σε συγκεκριμένους χώρους, η σήμανση των επικινδύνων ουσιών που περιέχουν, οι παρενέργειες τις οποίες προκαλούν σε περίπτωση κατάποσης ή επαφής με το δέρμα ή τα μάτια, οι επιπτώσεις στα υπόγεια και επιφανειακά νερά, γενικά οι επιπτώσεις στο περιβάλλον και πολλά άλλα, διέπονται από τον Περί Επικινδύνων Ουσιών (Τροποποιητικό) Νόμο του 2002 (Ν. 8 Ι (Ι)/2002), τους Περί Επικινδύνων Ουσιών (Ταξινόμηση, Συσκευασία και Σήμανση Επικινδύνων Ουσιών και Παρασκευασμάτων) Κανονισμούς του 2002 (Κ.Δ.Π. 292/2002) και τα παραρτήματά τους.

### **1.8.7 Επιπτώσεις στο επιφανειακό υδατικό δυναμικό, τις φυσικές απορροές, το υδρολογικό σύστημα και τους υπόγειους υδροφορείς**

Αρχικά πριν από οποιαδήποτε επέμβαση στην τοπογραφία ο χώρος του λατομείου αποτελούσε μέρος της λεκάνης αποστράγγισης από τα όμβρια ύδατα προς τα νότια.

Με την σημερινή τοπογραφία που παρουσιάζει ο χώρος λατόμευσης είναι εμφανές ότι μέρος των όμβριων υδάτων συνεχίζει να αποστραγγίζεται νότια, αλλά και μέρος τους εισχωρεί στο λατομείο μέσω των πατωμάτων.

Πρέπει οι λατομικές εργασίες που επιτελούνται στον χώρο του προνομίου (λατομικής άδειας), να μην δημιουργούν εμπόδια ούτε στο επιφανειακό δυναμικό ούτε στις φυσικές επιφανειακές απορροές. Η λατόμευση θα γίνεται προγραμματισμένα και θα λαμβάνεται πρόνοια ούτως ώστε τα πατώματα που δημιουργούνται να έχουν μικρές κλίσεις προς τις λεκάνες φυσικής απορροής.

Οι σημαντικότερες υδροφορίες που παρουσιάζει ο συγκεκριμένος χώρος μελέτης είναι:

α) η μη έγκλειστη υδροφορία σε στρώματα δευτερευούσης σημασίας όπως σε μαργαϊκούς ασβεστόλιθους που περιέχουν κερατόλιθους και συμπαγείς κρητίδες του σχηματισμού των Λευκάρων και

β) η εκτεταμένη υδροφορία σε πετρώματα τα οποία παρουσιάζουν πολύ μεγάλη ικανότητα συγκράτησης νερού όπως κρητίδες εναλλασσόμενες με μάργες του σχηματισμού Πάχνας.

Η διείσδυση του νερού εις βάθος γίνεται μέσω του πορώδους του πετρώματος. Οι υδροφορίες αυτές οι οποίες είναι συνήθεις στα προαναφερθέντα είδη πετρωμάτων δεν επηρεάζονται από την εξόρυξη της μάργας. Θα μπορούσε να λεχθεί ότι το υδρογεωλογικό σύστημα δεν επηρεάζεται. Επηρεάζεται αναπόφευκτα όμως σε κάποιο βαθμό το επιφανειακό δυναμικό και οι φυσικές επιφανειακές απορροές.

#### **1.8.8 Επιπτώσεις στους υδάτινους πόρους**

Όπως ειπώθηκε και προηγουμένως, οι ανάγκες του λατομείου σε νερό είναι περιορισμένες και επικεντρώνονται στη χρήση του μόνο για διαβροχή των χωμάτων δρόμων και των πλατειών. Η χρήση της μικρής αυτής ποσότητας του νερού δεν συνδέεται ούτε με την παροχή ποσίμου νερού στην περιοχή, ούτε με την στέρηση του από άλλες χρήσεις.

#### **1.8.9 Οικολογικές επιπτώσεις**

Οι επιπτώσεις από τη λειτουργία του έργου στην χλωρίδα και στην πανίδα μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι μέτριου βαθμού. Η βλάστηση στον συγκεκριμένο χώρο μελέτης είναι ήδη υποβαθμισμένη, αφού κυριαρχείται από φρύγανα, πόες και θάμνους σε ποσοστό μεγαλύτερο από 50% ενώ τα δέντρα είναι σποραδικά. Η υποβάθμιση της χλωρίδας η οποία οφείλεται κυρίως στην υπερβολική βοσκή και στις πυρκαγιές, έχει συντείνει και στην υποβάθμιση της πανίδας.

Στην ευρύτερη περιοχή μελέτης δεν έχουν καταγραφεί βιότοποι ή υδροβιότοποι ή βιότοποι αποδημητικών πτηνών.

## **1.9 Διαπιστώσεις – Εισηγήσεις – Μέτρα.**

### **1.9.1. Σύγκριση της κατάστασης με και χωρίς το έργο**

Επιχειρώντας μια σύγκριση της κατάστασης με το έργο και χωρίς το έργο, θα μπορούσαν να σημειωθούν τα εξής:

α) Η ανάπτυξη του λατομείου δεν είναι ορατή από υπεραστικούς δρόμους, ή από δρόμους υπεραστικής σημασίας και δεν θα είναι ορατή ούτε με το πέρας των εργασιών.

β) Η ανάπτυξη κρίνεται ως αναγκαία, δεν επηρεάζει και δεν αναμένεται να επηρεάσει ουσιωδώς ούτε στο μέλλον την ποιότητα του περιβάλλοντος και την ποιότητα της ζωής στη περιοχή.

γ) Οι ανέσεις των κατοίκων της περιοχής, η ασφαλής διακίνηση της τροχαίας και των πεζών, η δημόσια υγεία, οι δραστηριότητες του ευρύτερου γεωργικού τομέα ή άλλων τομέων οικονομικής δραστηριότητας, δεν επηρεάζονται από την ανάπτυξη.

δ) Λόγω του απόμερου της τοποθεσίας, οι λατομικές εργασίες δεν επηρεάζουν τη δημόσια υγεία, δεν ρυπαίνουν σε ουσιώδη βαθμό την ατμόσφαιρα, τα υπόγεια νερά, το υπέδαφος, τους ποταμούς, τους χειμάρρους, ούτε και προκαλούν υπερβολική αναταραχή ή δονήσεις ή και θόρυβο λόγω της λειτουργίας των εκσκαφών και των φορτηγών μεταφοράς του πετρώματος.

ε) Η κλίμακα της υφιστάμενης ανάπτυξης αφ' ενός είναι σχετικά περιορισμένη, αφ' ετέρου πραγματοποιείται σε περιοχή χωρίς ιδιαίτερη οικολογική αξία.

στ) Δεν επηρεάζει σε κανένα βαθμό γη καλής ποιότητας, ή αρδευόμενη γη ικανή να παράξει πρώιμα ή άλλα γεωργικά προϊόντα.

ζ) Η λατομική ανάπτυξη βρίσκεται σε μεγάλη απόσταση από τα γύρω χωριά (με εξαίρεση το χωριό Μαρί) από αναπτυσσόμενες περιοχές, από περιοχές αναψυχής, ψυχαγωγίας καθώς και από αναπτύξεις με τις οποίες είναι ασυμβίβαστη.

### **1.9.2 Τεκμηρίωση προτάσεων για ελαχιστοποίηση των αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων**

Τα μέτρα πρόληψης και ελαχιστοποίησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την λειτουργία του λατομείου, τα οποία λαμβάνονται από την διεύθυνση του λατομείου, παρουσιάζονται στον Πίνακα 2 (σελ.30). Στον πίνακα αυτό

παρουσιάζονται τα μέτρα και το είδος πρόληψης και αποκατάστασης ανάλογα με την περιβαλλοντική παράμετρο.

<b>Πίνακας 2: Μέτρα πρόληψης και αντιμετώπισης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την λειτουργία του λατομείου</b>			
<b>Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις</b>	<b>Μέτρα και είδος πρόληψης και αποκατάστασης</b>		
<b>Μορφολογία</b>	Διαμορφώσεις Εκσκαφών	Αναχλόαση	Δενδροφύτευση
<b>Νερά</b>	Διαμορφώσεις Εκσκαφών		
<b>Ατμόσφαιρα</b>	Ράντισμα	Έλεγχος μηχανημάτων	Μετρήσει σκόνης
<b>Οδικό δίκτυο</b>	Ασφαλτόστρωση	Περιορισμός φορτίου στο νόμιμο	
<b>Δίκτυο ΑΗΚ</b>	Ράντισμα	Ασφαλτόστρωση δρόμου	Προστασία δικτύου
<b>Χλωρίδα</b>	Αναχλόαση	Δενδροφύτευση	
<b>Πανίδα</b>	Αναχλόαση	Δενδροφύτευση	
<b>Αξία γης</b>	Διαμορφώσεις αποθέσεων για καλλιέργειες	Δενδροφύτευση	Διαμορφώσεις εκσκαφών
<b>Άνθρωποι</b>	Διαμορφώσεις αποθέσεων για καλλιέργειες	Αναχλόαση	Δενδροφύτευση
<b>Γεωργία</b>	Διαμορφώσεις αποθέσεων για καλλιέργειες	Δενδροφύτευση	
<b>Κτηνοτροφία</b>	Αναχλόαση	Δενδροφύτευση	

### **1.9.2α Μέτρα καταστολής της σκόνης**

Η σκόνη παράγεται τόσο κατά τις διεργασίες εξόρυξης του πετρώματος όσο και κατά την μετακίνηση των φορητών στις πλατείες και στους χωμάτινους δρόμους.

Για να κατασταλεί η εκπομπή σκόνης η οποία παράγεται κατά τις λατομικές διεργασίες πρέπει να ληφθούν τα εξής μέτρα:

- α) κατάβρεξη των χωμάτινων δρόμων εντός του λατομείου και των πλατειών.
- β) συντήρηση του ασφαλτόστρωτου δρόμου που οδηγεί στο λατομείο.

### **1.9.2β Μέτρα αντιμετώπισης των επιπτώσεων στην υγεία των εργαζομένων**

Τόσο η συνεχής παρουσία έστω και μικρής ποσότητας σκόνης στον εργασιακό χώρο όσο και η ένταση του θορύβου μπορούν να επιφέρουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία των εργαζομένων.

Για τον λόγο αυτό η εταιρεία υποχρεούται να παραχωρήσει στους υπάλληλους της ειδικές μάσκες και ωτασπίδες για αποφυγή τέτοιων δυσάρεστων ενδεχομένων και να τους υποβάλλει σε τακτά χρονικά διαστήματα σε ιατρικές εξετάσεις.

Αξίζει να σημειωθεί, ότι από την μελέτη των στοιχείων που παρατίθενται στην ιστοσελίδα του Τμήματος Επιθεώρησης Εργασίας, Νομοθεσία, Ασφάλεια και Υγεία στην Εργασία, τα θέματα θορύβου στον εργασιακό χώρο καλύπτονται από τους περί Ασφάλειας και Υγείας στην Εργασία (Προστασία από τον Θόρυβο) Κανονισμούς του 2002 (Κ.Δ.Π. 23012002). Στις οδηγίες αυτές καθορίζονται οι υποχρεώσεις των εργοδοτών για παροχή κατάλληλης ενημέρωσης, πληροφόρησης και εκπαίδευσης στους εργοδοτούμενους, σηματοδότησης και οριοθέτησης των θέσεων εργασίας, όταν η ημερήσια ατομική έκθεση σε θόρυβο υπερβαίνει τα 85 dB(A) ή όταν η μέγιστη τιμή στιγμιαίας σταθμισμένης ηχητικής πίεσης υπερβαίνει τα 200 Pa.

Οι εκπομπές σκόνης στην ατμόσφαιρα (πίπτουσας και αιωρούμενης) διέπονται από:

- α) τους περί της Ποιότητας του Ατμοσφαιρικού Αέρα (Οριακές Τιμές Διοξειδίου του Θείου, Διοξειδίου του Αζώτου και Οξειδίων του Αζώτου, Σωματιδίων και Μολύβδου στον Ατμοσφαιρικό Αέρα) Κανονισμούς του 2002 (κ.Δ.Π. 574/2002) και από τις Οδηγίες της Ευρωπαϊκής Νομοθεσίας:

1) 1999/301ΕΚ του Συμβουλίου Σχετικά με τις Οριακές Τιμές Διοξειδίου του Θείου, Διοξειδίου του Αζώτου και Οξειδίων του Αζώτου, Σωματιδίων και Μολύβδου στον Αέρα του Περιβάλλοντος και

2) 19801779/ΕΟΚ του Συμβουλίου Περί των Οριακών Τιμών και των Ενδεικτικών Τιμών της Ποιότητας της Ατμόσφαιρας για το Διοξείδιο του Θείου και τα Αιωρούμενα Σωματίδια.

β) τον περί της Ποιότητας του Ατμοσφαιρικού Αέρα Νόμο του 2002 (Ν.188(Ι)/2002) και τη σχετική Οδηγία της Ευρωπαϊκής Νομοθεσίας 96/62 του Συμβουλίου για την Εκτίμηση και τη Διαχείριση της Ποιότητας του Αέρα του Περιβάλλοντος (Νομοθεσία, Ποιότητα Ατμοσφαιρικού Αέρα, Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας, Υπουργείο Εργασίας & Κοινωνικών Ασφαλίσεων, Οκτώβριος 2004).

### **1.9.2γ Μέτρα αντιμετώπισης της ηχορύπανσης**

Τα μέτρα αυτά αφορούν κυρίως τα άτομα που εργάζονται επί μονίμου βάσεως εντός ή πλησίον μηχανοκινήτων οχημάτων ή άλλων μηχανημάτων όπως φορτηγά μεταφοράς του υλικού, ανορθωτές κλπ.

Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται αφ' ενός με την συχνή παρακολούθηση και συντήρηση των μηχανημάτων, αφ' ετέρου με την χορηγία στα ενδιαφερόμενα άτομα ωτασπίδων.

### **1.9.2δ Μέτρα αντιμετώπισης των επιπτώσεων στο οδικό δίκτυο**

Τα φορτηγά της εταιρείας θα διακινούνται επί του χωμάτινου και ασφαλτόστρωτου δρόμου που ενώνει το λατομείο με το Τσιμεντοποιείο. Τα φορτηγά αυτά θα μεταφέρουν αρκετές φορές ημερησίως πέτρωμα από το λατομείο στο Τσιμεντοποιείο για επεξεργασία. Τόσο η χρήση των ασφαλτόστρωτων δρόμων όσο και η δευτερευούσης φύσεως σημασία τους, συντείνουν στη μη επιβάρυνση του κυρίως οδικού δικτύου.

Η εταιρεία υποχρεώνεται να συντηρεί τους δρόμους που οδηγούν στο λατομείο και να μην υπερφορτώνει τα φορτηγά της.



### **1.9.2ε Μέτρα καταστολής της ρύπανσης από τα καυσαέρια**

Μερικοί από τους σημαντικότερους παράγοντες οι οποίοι συμβάλουν στην καταστολή της ρύπανσης από τα καυσαέρια και οι οποίοι ήδη εφαρμόζονται στον χώρο του λατομείου είναι:

α) η χρήση καινούριων μηχανημάτων νέας τεχνολογίας στα οποία υπάρχει πρόνοια για χρήση μη καταλυτικών καυσίμων.

β) η συχνή συντήρηση όλων των φορτηγών και λοιπών μηχανημάτων για αποφυγή ατελών καύσεων και εκπομπή μονοξειδίου του άνθρακα (CO) στην ατμόσφαιρα.

γ) η διενέργεια συχνής αλλαγής λαδιών στα μηχανήματα μετά από ορισμένο αριθμό ωρών λειτουργίας τους, όπως το ορίζει ο κατασκευαστής τους.

δ) η χρήση στα μηχανήματα, καυσίμων που προδιαγράφουν οι διάφορες κατασκευαστικές εταιρείες.

ε) ο συχνός έλεγχος των δεξαμενών φύλαξης καυσίμων για διαπίστωση τυχόν ύπαρξης ακαθαρσιών σ' αυτές, διεύθυνσης νερού ή διαρροής καυσίμων μέσω διαβρωμένων τοιχωμάτων.

### **1.9.2στ Μέτρα προς αποκατάσταση της χλωρίδας**

Στα πλαίσια της πολιτικής της εταιρίας για περιβαλλοντική προστασία πρέπει να εφαρμόσει ταυτόχρονα με τους σχεδιασμούς λατόμευσης και τα σχέδια ανάπλασης και τοπιοτέχνησης του χώρου.

Η εφαρμογή των σχεδίων αυτών προϋποθέτει τα εξής στάδια:

α) την αποτύπωση της κατάστασης στην οποία βρίσκονται οι χώροι στους οποίους οι λατομικές εργασίες έχουν ολοκληρωθεί,

β) την ανάπτυξη σχεδίου τελικής διαμόρφωσης των χώρων,

γ) την ετοιμασία σχεδίου και προγράμματος φύτευσης,

δ) την υποβολή του σχεδίου στις αρμόδιες υπηρεσίες για εξασφάλιση έγκρισης,

ε) την κοστολόγηση των εργασιών που προβλέπονται στη μελέτη,

στ) την επίβλεψη χωματουργικών εργασιών,

ζ) την προμήθεια φυτοχώματος και εδαφοβελτιωτικών,

- η) την επιλογή και προμήθεια φυτών και φύτευση χώρων,
- ι) την εγκατάσταση αυτόματου συστήματος ποτίσματος,
- κ) την παρακολούθηση της ανάπτυξης των φυτών και την αναπλήρωση των απωλειών,
- λ) την ανάληψη της φροντίδας των φυτών για όσο χρονικό διάστημα χρειαστεί.

Με βάση τους λατομικούς σχεδιασμούς, τα δύο επόμενα χρόνια δεν θα υπάρξουν χώροι προς διαμόρφωση και δενδροφύτευση λόγω του γεγονότος ότι δεν θα υπάρχουν στο τέλος της διετίας εξοφλημένες βαθμίδες.

### **1.9.2ζ Μέτρα αντιμετώπισης των οπτικών αλλοιώσεων - γεωμεταβολών**

Σ' ένα χώρο λατόμευσης είναι αδύνατο να μην επέλθουν εδαφομορφολογικές αλλαγές. Μπορούν όμως να περιορισθούν με την προγραμματισμένη λατόμευση και την τήρηση των αυστηρών κανονισμών της μεταλλευτικής και λατομικής νομοθεσίας για την προστασία του περιβάλλοντος (Ο Περί Ρυθμίσεως Μεταλλείων και Λατομείων Νόμος του 1953-1956, κεφάλαιο 270 και Οι Περί Λατομείων και Μεταλλείων κανονισμοί του 1958), τους οποίους επιβάλλει η Υπηρεσία Μεταλλείων.

Οι παράγοντες και τα κριτήρια ταξινόμησης των μεταλλείων, οι οποίοι κάλλιστα μπορούν να εφαρμοστούν και στην περίπτωση των λατομείων, σωρών και μπάζων, χωρίζονται σε χημικούς, φυσικούς και αισθητικούς (Μέθοδος Ταξινόμησης, Χρ. Ιωάννου και Γλ. Κρονίδης).

Στην περίπτωση του λατομείου αυτού η σημασία των φυσικών παραγόντων οι οποίοι σχετίζονται με την δημιουργία μπάζων και σωρών είναι μεγάλη λόγω των μελλοντικών αποθέσεων στείρων υλικών στον χώρο απόθεσης. Τόσο ο μεγάλος συντελεστής ασφάλειας που πρέπει να παρουσιάζουν μέχρι το πέρας των λατομικών διεργασιών τα μέτωπα, όσο και ο μεγάλος συντελεστής ασφάλειας που πρέπει να έχουν τα μπάζα και τα πρανή των μπάζων, μειώνουν στο ελάχιστο τους πιο κάτω κινδύνους:

- α) κίνδυνο μαζικής ρευστοποίησης των μπάζων ή των σωρών με ενδεχόμενο την ανεπιθύμητη υπερκάλυψη παρακείμενων χώρων,

β) κίνδυνο εκτεταμένης διάβρωσης των μπαζών από ρυάκια και παράσυρση υλικών σε παρακείμενους χώρους και

γ) κίνδυνο επιφανειακής και αιολικής διάβρωσης, που σαν αποτέλεσμα έχουν τη μετακίνηση υλικών.

Η ταξινόμηση από αισθητική άποψη των λατομείων, μπαζών και σωρών σχετίζεται με τον βαθμό της ορατότητας από δρόμους και κοινότητες και την αντίθεση που παρουσιάζουν σε σχέση με το τοπίο και την παρουσία βλάστησης.

Θα μπορούσε να ειπωθεί ότι το λατομείο αυτό βρίσκεται αισθητικά σε αποδεκτή κατάσταση μιας και δεν είναι ορατό από κανένα υπεραστικό δρόμο και από κανένα χωμάτινο δρόμο πλησίον του λατομείου. Το μέγεθος του ορατού μετώπου είναι αρκετά μικρό και καλύπτεται από άγρια βλάστηση.

Το ανάγλυφο της περιοχής συντείνει στην δημιουργία μικρών και χαμηλών μετώπων, πράγμα που υποβοηθάει στην διατήρηση μιας τέτοιας αισθητικά αποδεκτής κατάστασης μέχρι το τέλος των εργασιών λατόμευσης.

Με βάση τα κριτήρια αξιολόγησης των γεωμεταβολών όπως αυτά παρουσιάζονται από τον κύριο Γ. Μπρόφα, Δασολόγο - Οικολόγο, οι γεωμεταβολές στο χώρο του λατομείου αυτού αναμένονται να είναι δευτέρου βαθμού δηλαδή μικρές και εύκολα αποκαταστάσιμες αλλοιώσεις της τοπογραφίας.

### **1.10 Μέθοδος εκμετάλλευσης αργίλου.**

Η μέθοδος εξόρυξης που επιλέχθηκε είναι με «όργωμα». Η άργιλος εξορύσσεται με μπουλντόζες που φέρουν 3-4 ίνυα (οδοντωτά νύχια). Κατά την εξόρυξη τηρείται αυστηρός κύκλος 7 ημερών για παράλληλη αποξήρανση της αργίλου όπου η υγρασία μειώνεται από 22% σε 14-15%.

Η μέθοδος είναι η εξής:

1. Όργωμα σε βάθος 50cm
2. Μετά από δύο μέρες, όργωμα σε βάθος 50cm κάθετα του πρώτου οργώματος
3. Μετά από δύο μέρες γίνεται το πρώτο μάζεμα των πάνω 25cm
4. Μετά από δύο μέρες γίνεται το τελικό μάζεμα του υπόλοιπου υλικού.

Οι εργασίες αυτές γίνονται κατά την περίοδο Απριλίου-Οκτωβρίου, ενώ τον χειμώνα δεν γίνεται καμία εργασία στο λατομείο. Η άργιλος που απαιτείται κατά τους χειμερινούς μήνες για την λειτουργία του εργοστασίου λαμβάνεται από τα αποθέματα που έχουν δημιουργηθεί κατά τους καλοκαιρινούς μήνες κάθε χρόνο και είναι περίπου 100000 ton. Έλεγχος ποιότητας γίνεται κάθε 1000 ton.



**Εικόνα 1.11:** Ίνυα (οδοντωτά νύχια)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΑΡΓΙΛΟΥ

Ο όρος "**άργιλος**" (clay) δεν είναι μονοσήμαντος. Είναι δυνατό να σημαίνει, είτε ένα κλάσμα ορισμένου μεγέθους κόκκων (αργιλικό κλάσμα), είτε ένα ιζηματογενές πέτρωμα, με ορισμένο ποσοστό αργιλικού κλάσματος.

Ως "**αργιλικό κλάσμα**" χαρακτηρίζεται, συνήθως, το υλικό, το οποίο αποτελείται από κόκκους με διάμετρο  $\delta < 2 \mu\text{m}$  και αυτός ο όρος είναι γενικότερα αποδεκτός, παρ' όλο που μερικές φορές χαρακτηρίζεται, έτσι, το κλάσμα με διάμετρο κόκκων  $\delta < 4 \mu\text{m}$ . Σε κάθε αργιλικό πέτρωμα, εκτός από το "**αργιλικό κλάσμα**", απαντούν και "**ιλύς**" και "**άμμος**" (Σχ. 1).

Ως "**ιλύς**", ορίζεται το υλικό με διάμετρο κόκκων  $\delta : 0.002-0.020 \text{ mm}$ , σύμφωνα με το διεθνές σύστημα ταξινόμησης, ενώ σύμφωνα με το Αμερικάνικο σύστημα ταξινόμησης, ως ιλύς, ορίζεται το κλάσμα με διάμετρο κόκκων  $\delta : 0.002 \text{ mm}-0.050 \text{ mm}$ .

Ως "**άμμος**", ορίζεται το υλικό με διάμετρο κόκκων πάνω από  $20 \mu\text{m}$  ( $0.02 \text{ mm}$ ), ή πάνω από  $53 \mu\text{m}$  ( $0.053 \text{ mm}$ , Αμερικάνικο σύστημα ταξινόμησης).

Συνήθως, ακολουθείται το Αμερικάνικο σύστημα ταξινόμησης σύμφωνα με το οποίο ορίζονται:

**Άργιλος:** κλάσμα με διάμετρο κόκκων  $\delta < 2 \mu\text{m}$ .

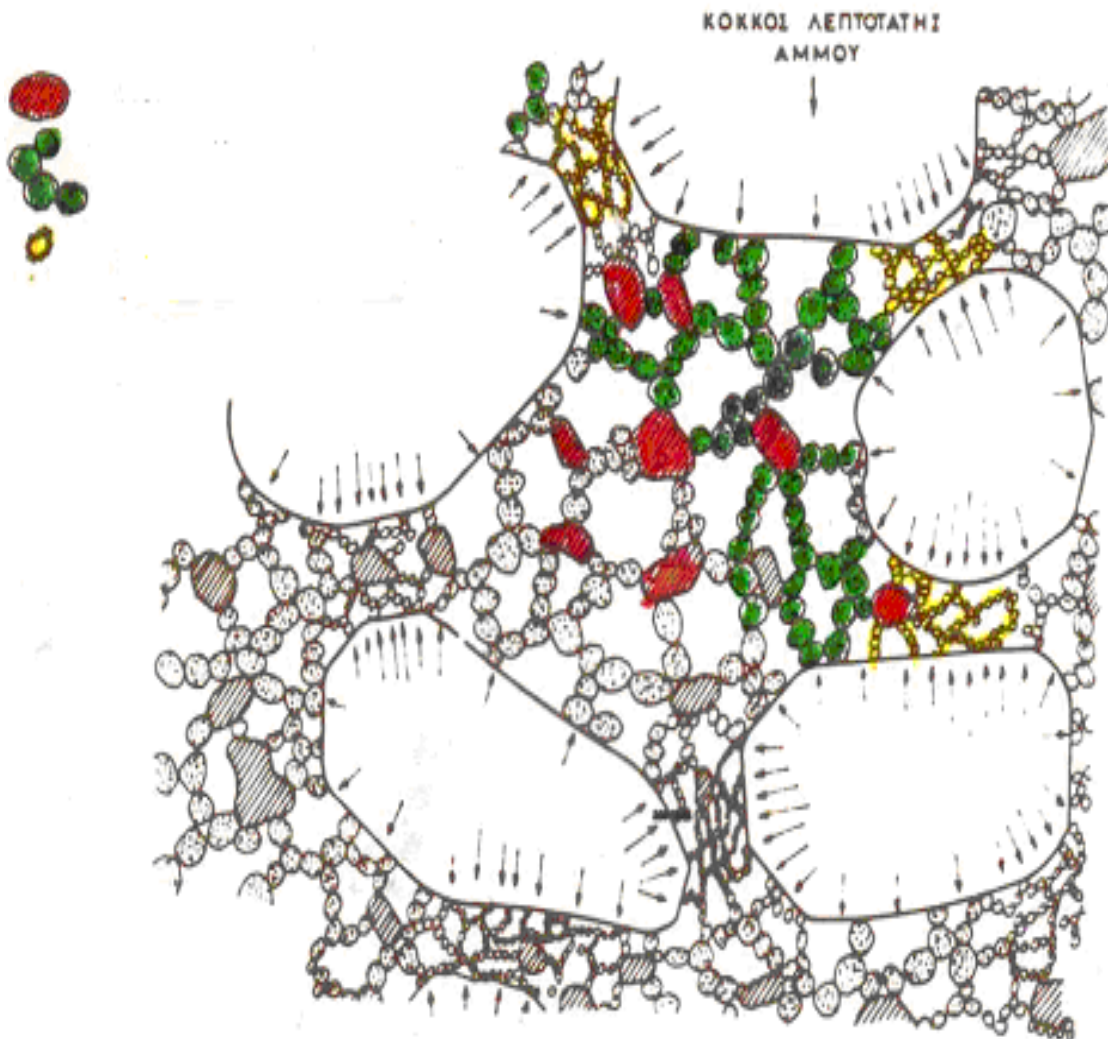
**Ιλύς:** κλάσμα με διάμετρο κόκκων  $\delta < 2-53 \mu\text{m}$ .

**Άμμος:** κλάσμα με διάμετρο κόκκων  $\delta > 53 \mu\text{m}$ .

Στη Γεωλογία γενικότερα, ως "**άργιλος**" χαρακτηρίζεται κάθε ιζηματογενές πέτρωμα με μεγάλα ποσοστά υλικού που έχουν διάμετρο κόκκων  $\delta < 2 \mu\text{m}$ , ενώ στην κεραμική, "**άργιλοι**" λέγονται όλα τ' αργιλοχώματα που χρησιμοποιούνται, ως πρώτες ύλες, για κατασκευή κεραμικών προϊόντων και τα οποία έχουν, τουλάχιστον, δύο από τις ιδιότητες:

- α) μεγάλη πλαστικότητα
- β) μικρό μέγεθος κόκκων και
- γ) σκλήρυνση κατά το ψήσιμο.

Στην παρακάτω εικόνα (εικόνα 2.1.), δίδεται μία τομή αργιλικού πετρώματος, όπου διακρίνονται τα κύρια συστατικά του.



**Εικόνα 2.1.** : Τομή αργιλικού πετρώματος , με “αργιλικό κλάσμα”, “ιλύ” και “άμμο”.

## 2.1 Ορυκτά των αργίλων

Τα ορυκτά των αργίλων διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

**α)** Τα **αργιλικά ορυκτά** (*clay minerals*) (κύρια: καολινίτης, ιλλίτης, μοντμοριλλονίτης, σαπρονίτης, εκτορίτης) και

**β)** Τα **μη αργιλικά ορυκτά** (*non clay minerals*), όπως π.χ. ο χαλαζίας, οι άστριοι, τα ανθρακικά ορυκτά (ασβεστίτης, δολομίτης), οξείδια και υδροξείδια του Fe, Ti, Mn, θειούχες ενώσεις, οργανικά υλικά

## 2.2 Τα αργιλικά ορυκτά και η κρυσταλλική τους δομή

Τα αργιλικά ορυκτά υποδιαιρούνται στις παρακάτω ομάδες:

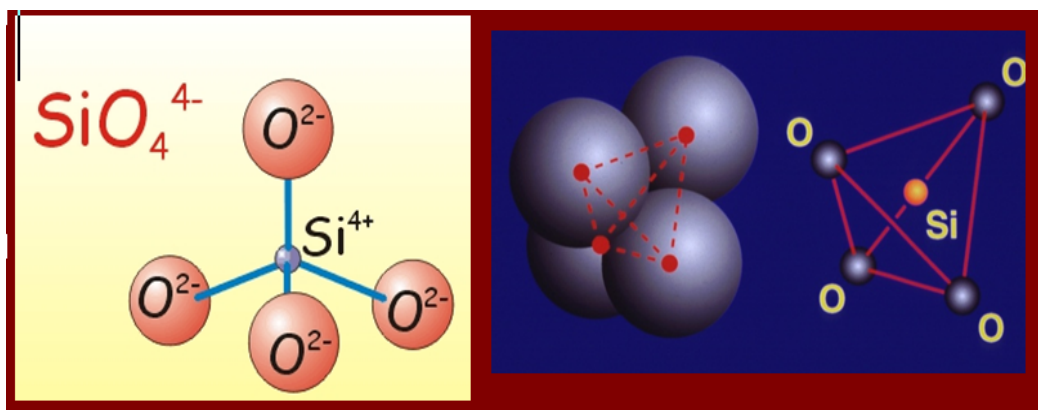
- Την ομάδα του *καολινίτη*, με αντιπροσωπευτικό ορυκτό τον καολινίτη  $[Al_2Si_2O_5(OH)_4]$  ή  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ .

- Την ομάδα του *ιλλίτη*, με κύριο ορυκτό τον ιλλίτη  $[K_yAl_4(Si_{8-y})O_{20}(OH)_4]$  ή  $K_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$ .

- Την ομάδα του *μοντμοριλλονίτη* ή των *σμεκτιτών*, με κύριο ορυκτό τον μοντμοριλλονίτη  $[Al_4Si_8O_{20}(OH)_4 \cdot nH_2O]$  ή  $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot nH_2O$ .

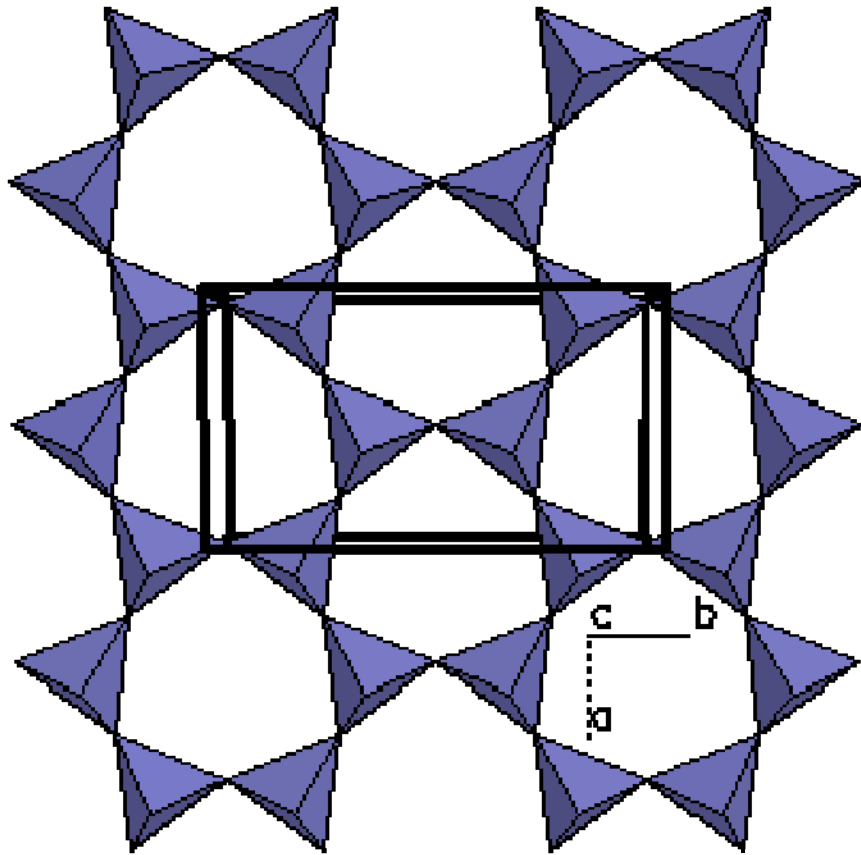
Τα ορυκτά και των τριών ομάδων χαρακτηρίζονται από παρόμοια χημική σύσταση και παρόμοιες φυσικοχημικές ιδιότητες.

Είναι υδρο-αργιλο-πυριτικά ορυκτά και ανήκουν στην κατηγορία των φυλλοπυριτικών, στα οποία βασική δομική μονάδα είναι το τετράεδρο  $[SiO_4]^{4-}$  (εικόνα 2.2.).



Εικόνα. 2.2: Τετράεδρο  $[SiO_4]^{4-}$

Τετράεδρα  $[SiO_4]^{4-}$  ενώνονται μεταξύ τους και σχηματίζουν εξαμελείς δακτύλιους (εικόνα 2.3.).

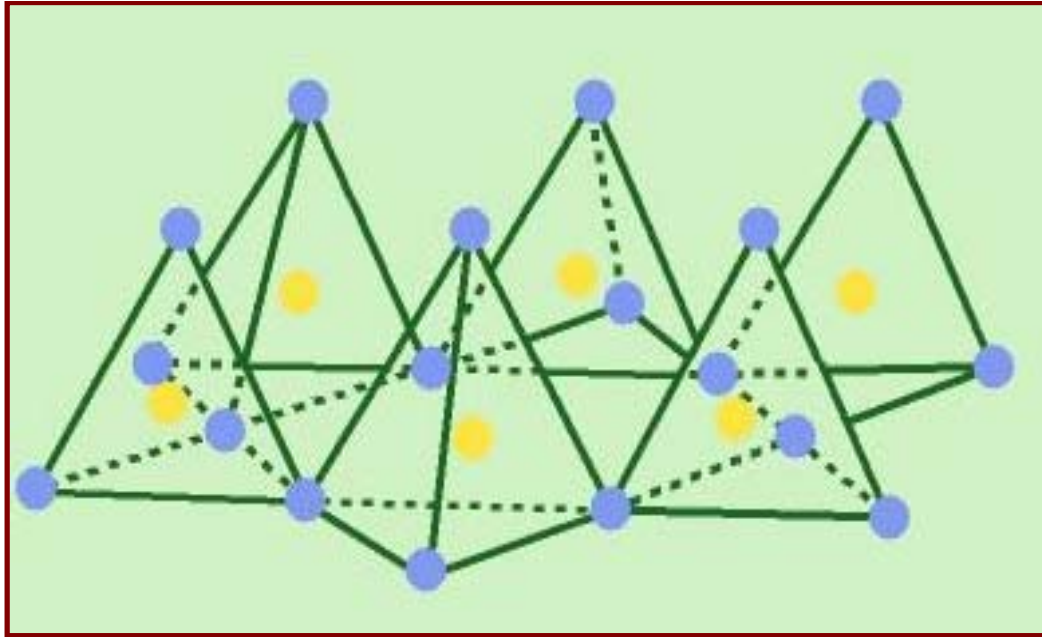


**Εικόνα 2.3:** Εξαγωνική διάταξη τετραέδρων στο χώρο

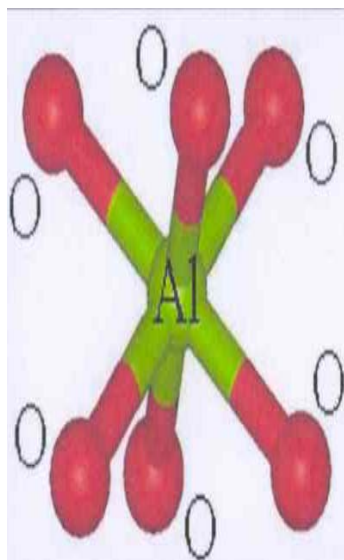
Στην εικόνα 2.4. φαίνεται η εξαγωνική διάταξη τετραέδρων στο χώρο. Με τη διάταξη αυτή δημιουργούνται οκταεδρικά κενά, το κέντρο των οποίων καταλαμβάνεται, συνήθως, από  $Al^{3+}$  (ή  $Mg^{2+}$  ή  $Fe^{2+}$ ), ενώ οι κορυφές τους καταλαμβάνονται από οξυγόνα ή υδροξύλια.

Έτσι, δημιουργούνται φύλλα τετραέδρων  $[SiO_4]^{4-}$  και φύλλα οκταέδρων  $Al^{3+}$ .





**Εικόνα 2.4.:** Εξαγωνική διάταξη τετραέδρων στο χώρο



**Εικόνα 2.5.** Οκτάεδρα  $Al^{3+}$ .

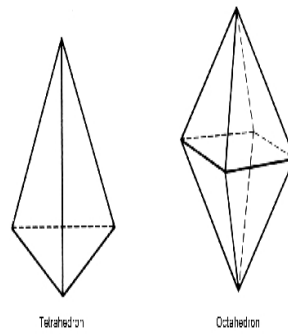
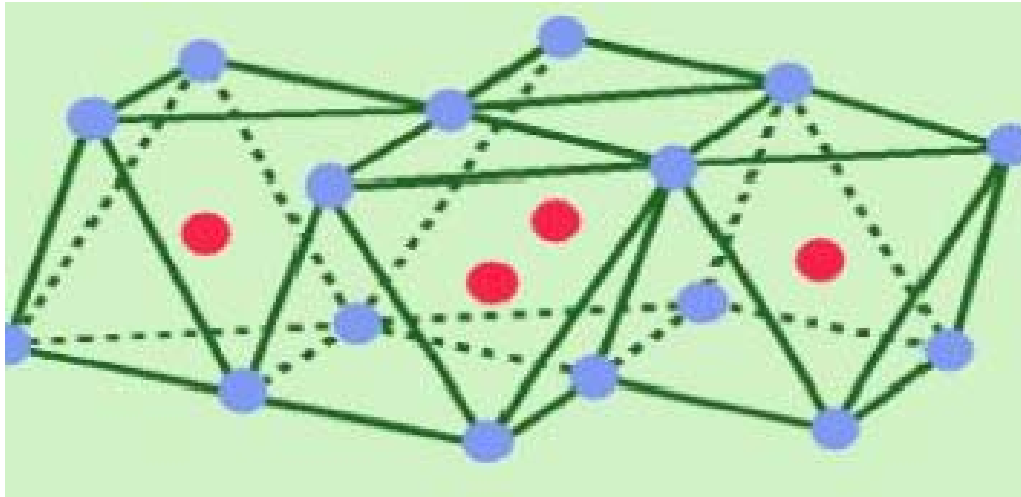


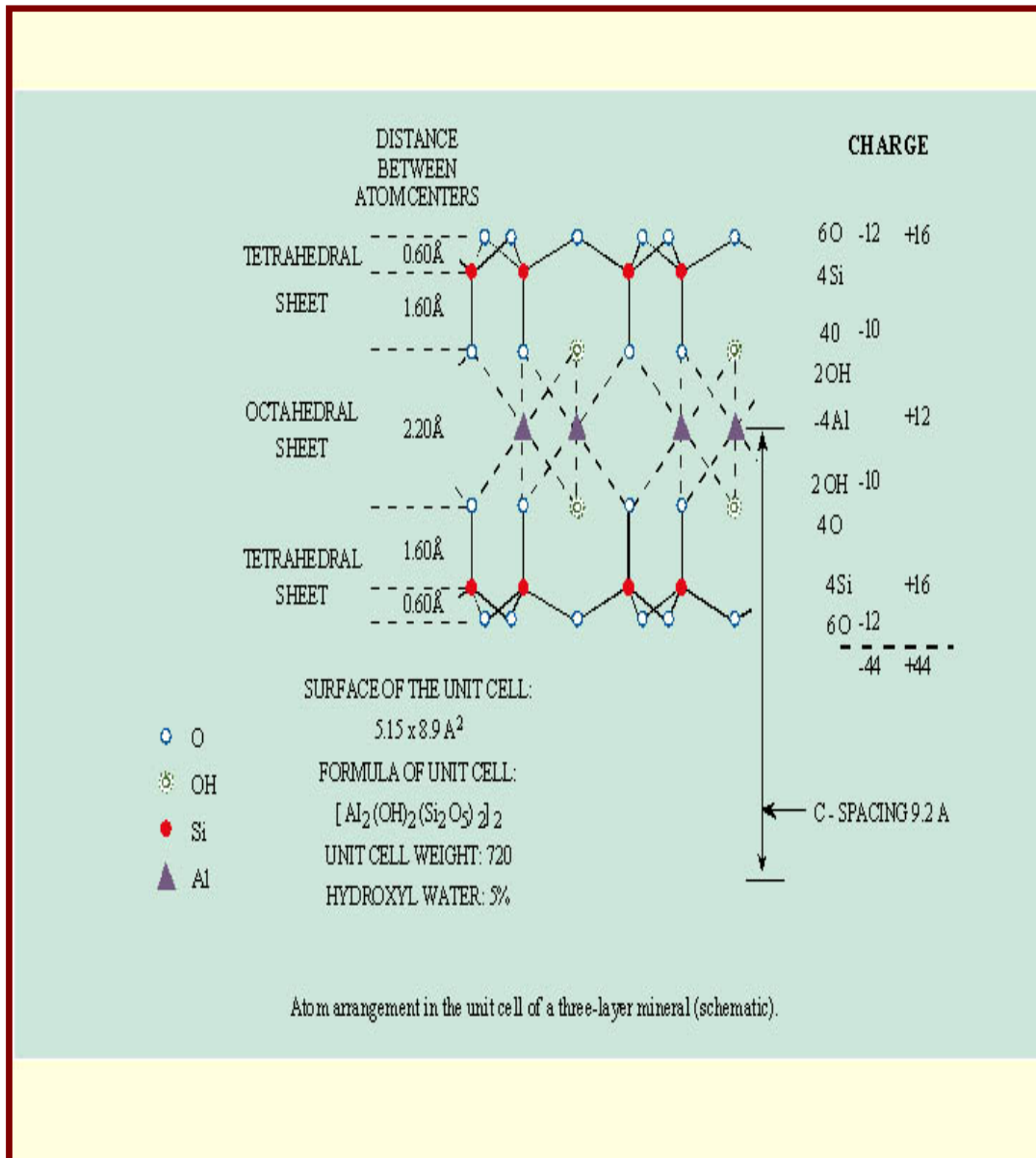
Fig. 6.4. Shape of silicon tetrahedron and aluminum octahedron (Kohnke, 1968)



**Εικόνα 2.6.** Εξαγωνική διάταξη οκταέδρων στο χώρο.

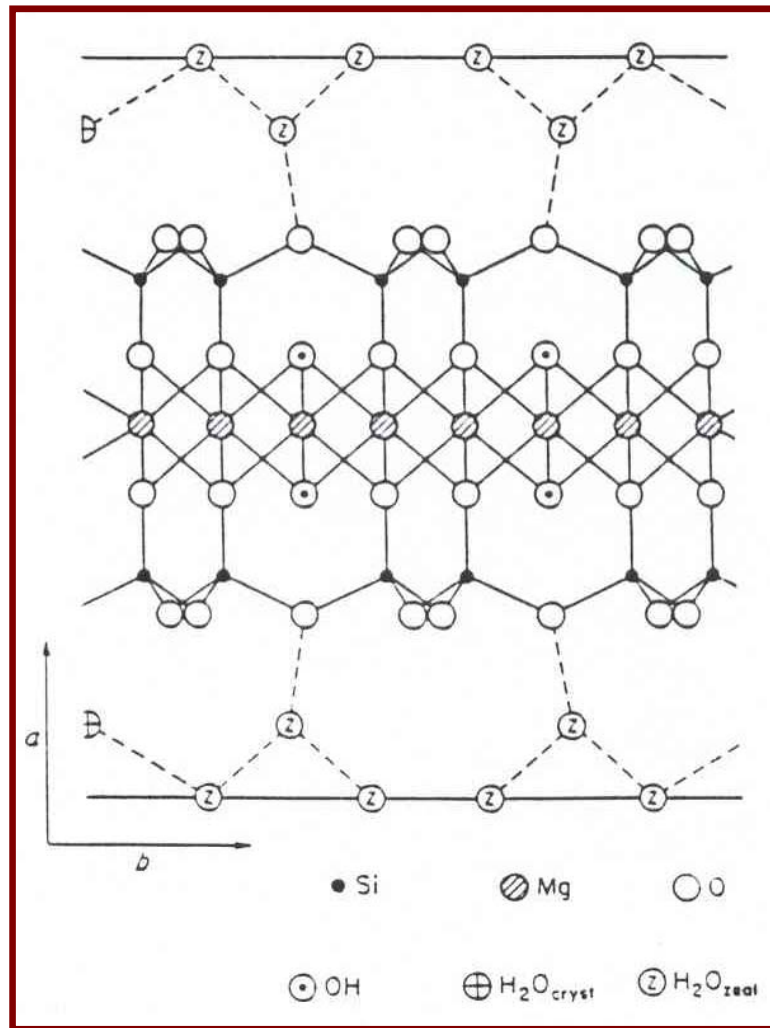
### **2.3. Ορυκτά διοκταεδρικής και τριοκταεδρικής δομής**

Όταν οι οκταεδρικές θέσεις του πλέγματος των αργιλικών ορυκτών καταλαμβάνονται από δύο τρισθενή κατιόντα (ως επί το πλείστον  $Al^{3+}$ ), τότε καλύπτονται, μόνο, τα 2/3 αυτών των θέσεων με αποτέλεσμα να δημιουργούνται ορυκτά διοκταεδρικής δομής (εικόνα 2.7.).



**Εικόνα 2.7:** Ορυκτά διοκταεδρικής δομής.

Αντίθετα, όταν οι οκταεδρικές θέσεις καταλαμβάνονται από τρία δισθενή κατιόντα ( $Mg^{2+}$  ή  $Fe^{2+}$  κ.λ.π.), τότε καλύπτονται όλες οι διαθέσιμες θέσεις με αποτέλεσμα τη δημιουργία ορυκτών *τριοκταεδρικής* δομής (εικόνα 2.8.).



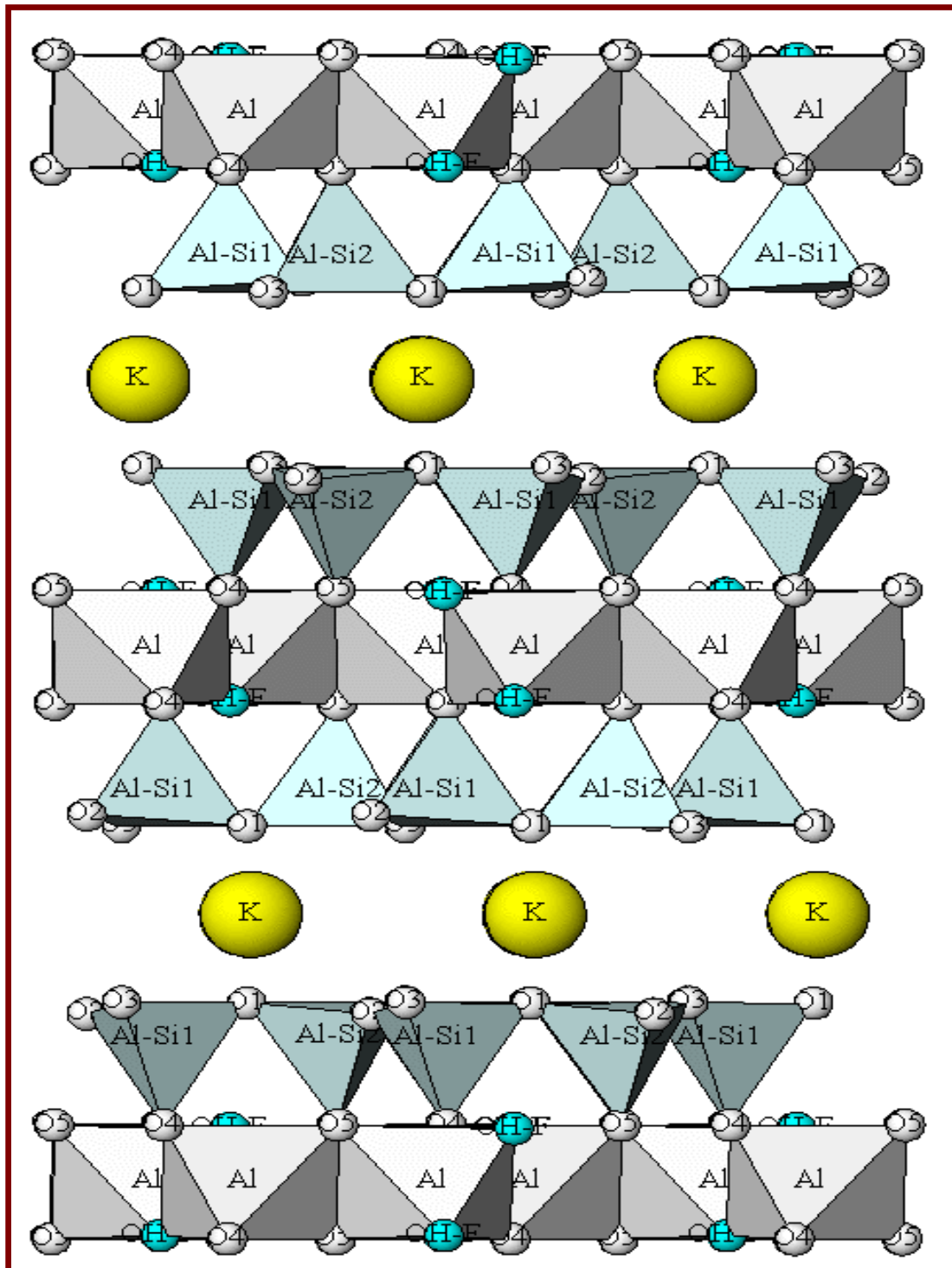
Εικόνα 2.8: Ορυκτά τριοκταεδρικής δομής.

## 2.4 Ισόμορφες υποκαταστάσεις

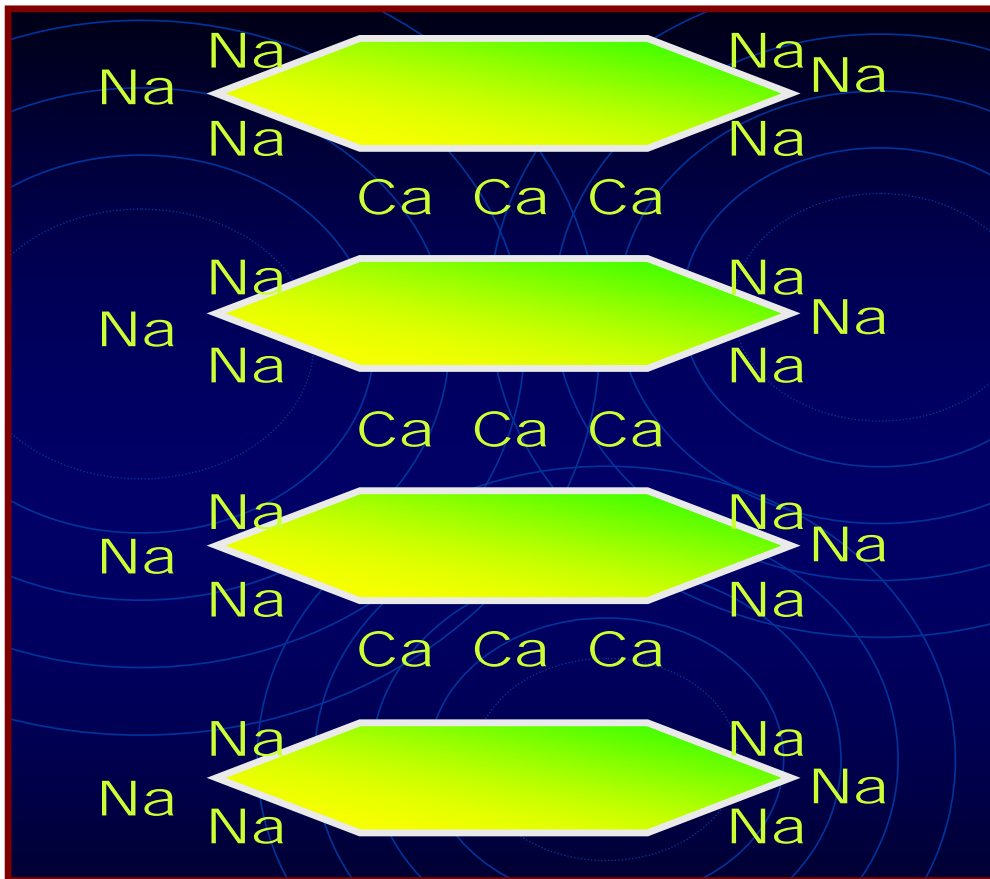
Το κρυσταλλικό πλέγμα των αργιλικών ορυκτών χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη ηλεκτρικών φορτίων, κύρια *αρνητικών*, η δημιουργία των οποίων ερμηνεύεται ως εξής:

Στο πλέγμα των αργιλικών ορυκτών, συμβαίνουν ισόμορφες υποκαταστάσεις, τόσο του Si<sup>4+</sup> των τετραεδρικών θέσεων, όσο και του Al<sup>3+</sup> των οκταεδρικών θέσεων, από ιόντα μικρότερου σθένους (Al<sup>3+</sup>, Fe<sup>3+</sup> και Mg<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup>). Με τις υποκαταστάσεις αυτές δημιουργείται *περίσσεια αρνητικών φορτίων*, τα οποία εξουδετερώνονται, είτε με *δέσμευση* ορισμένων κατιόντων π.χ. K<sup>+</sup>, όπως συμβαίνει στα ορυκτά της ομάδας του ιλλίτη-μοσχοβίτη (εικόνα 2.9.), είτε με *προσρόφηση*, κατιόντων υπό *ανταλλάξιμη μορφή*, π.χ. Na<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, τόσο από τις

εσωτερικές, όσο και από τις εξωτερικές επιφάνειες του κρυστάλλου, όπως συμβαίνει (εικόνα 2.10.) στα ορυκτά της ομάδας του μοντμοριλλονίτη.

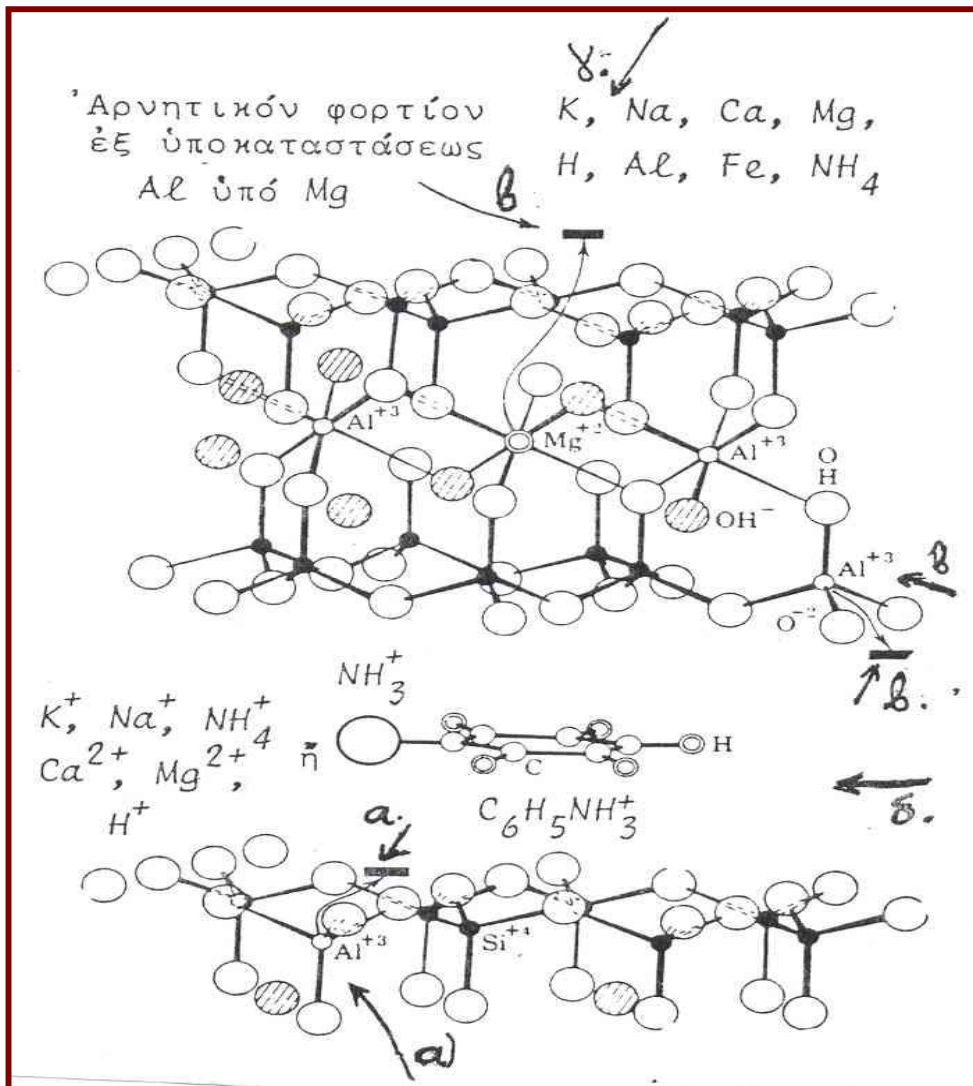


Εικόνα 2.9: Κρυσταλλική δομή ιλλίτη-μοσχοβίτη



**Εικόνα 2.10:** Προσρόφηση  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$  στις εσωτερικές και εξωτερικές επιφάνειες του κρυστάλλου.

Η διαφορά *ιλλίτη-μοντμοριλλονίτη* έγκειται στο ότι, στον ιλλίτη η περίσσεια αρνητικών φορτίων που προκύπτει από υποκαταστάσεις Si από  $\text{Al}^{\text{IV}}$  εξουδετερώνεται, με *δέσμευση*  $\text{K}^+$ , στο διαστρωματικό του χώρο, ενώ στον μοντμοριλλονίτη η περίσσεια αρνητικών φορτίων που προκύπτει, κύρια, από υποκαταστάσεις  $\text{Al}^{\text{VI}}$  από Mg εξουδετερώνεται με προσρόφηση, υπό *ανταλλάξιμη μορφή*, κατιόντων  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$  κλπ, τόσο από τις εσωτερικές, όσο και από τις εξωτερικές επιφάνειες του κρυστάλλου (εικόνα 2.11).



- α) Υποκατάσταση Si<sup>4+</sup> από Al<sup>3+</sup> και δημιουργία αρνητικών φορτίων.
- β) Υποκατάσταση Al<sup>3+</sup> από Mg<sup>2+</sup>, και δημιουργία αρνητικών φορτίων.
- γ) Κατιόντα υπό ανταλλάξιμη μορφή, προσροφημένα στην εξωτερική επιφάνεια του κρυστάλλου.
- δ) Οργανικές ενώσεις και κατιόντα προσροφημένα στο διαστρωματικό χώρο του ορυκτού.

**Εικόνα 2.11.:** Κρυσταλλικό πλέγμα μοντμοριλλονίτη



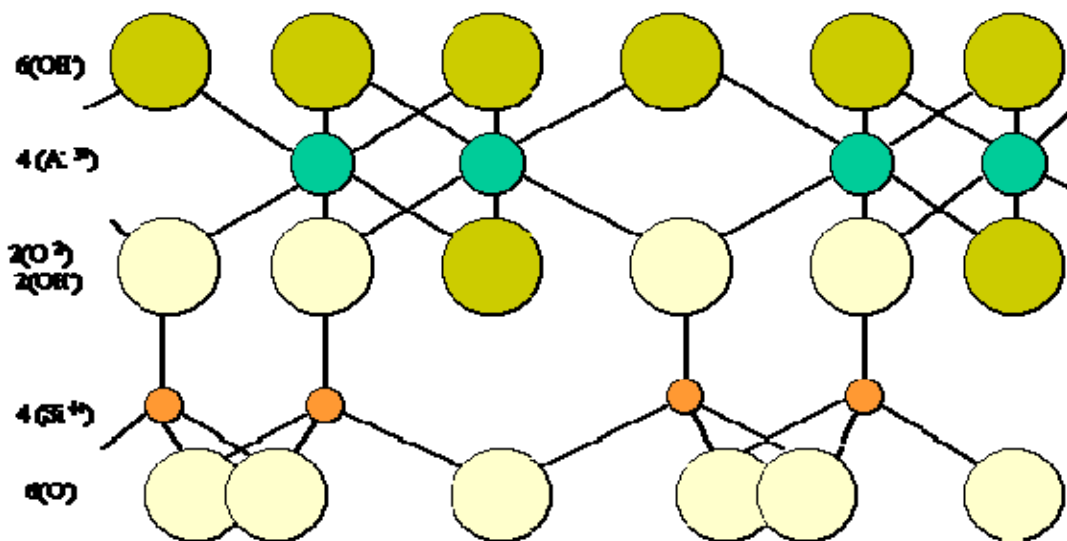
Εικόνα 2.12: Υποκατάσταση Mg από Zn.

## 2.5. Δομή των ορυκτών αργίλων

Τα αργιλικά ορυκτά, σύμφωνα με τη διάταξη των τετραεδρικών και των οκταεδρικών φύλλων στο πλέγμα τους, υποδιαιρούνται:

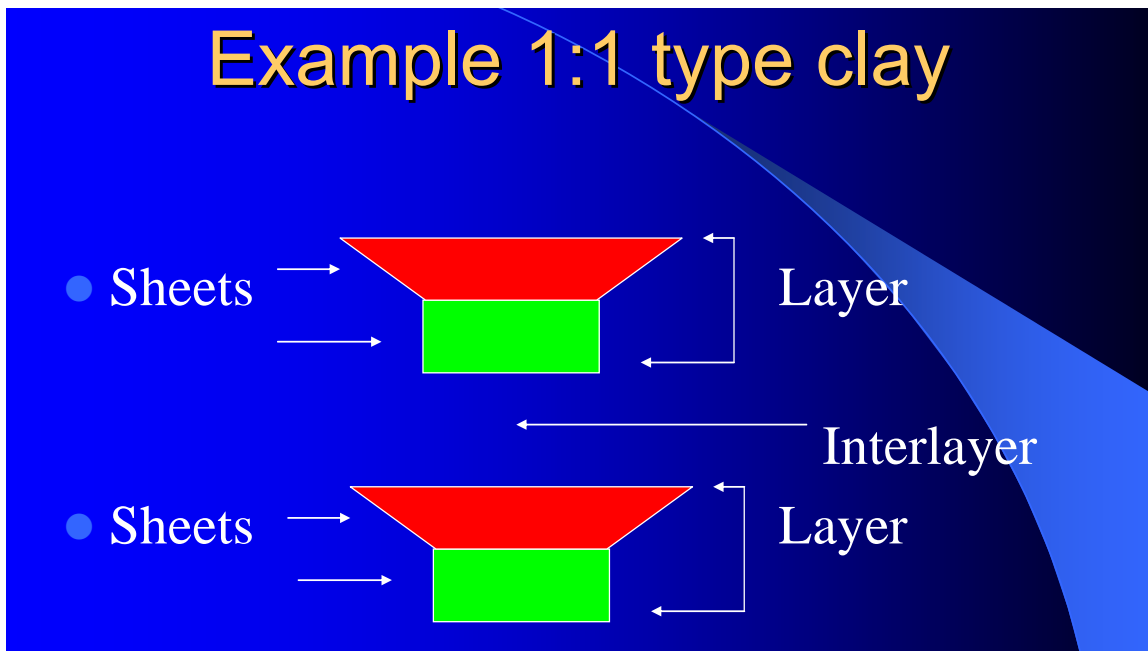
1. *Ορυκτά δομής 1:1.* Σχηματίζονται από την εναλλαγή ενός φύλλου τετραέδρων και ενός φύλλου οκταέδρων, τα οποία εκτείνονται στο επίπεδο που ορίζεται από τις διευθύνσεις των κρυσταλλογραφικών αξόνων *a* και *b* και εναλλάσσονται το ένα επί του άλλου κατά τη διεύθυνση του άξονα *c* (εικόνες 2.13,2.14).

### Diagrammatic Representation of Kaolinite



Εικόνα 2.13: Ορυκτά δομής 1:1.





Εικόνα 2.14: Σχηματική διάταξη Ορυκτών δομής 1:1.

Τα ορυκτά δομής 1:1 διακρίνονται σε:

- **Διοκταεδρικά ορυκτά δομής 1:1**, με αντιπροσωπευτικό ορυκτό τον καολινίτη (Εικόνα 2.15.) και,
- **Τριοκταεδρικά ορυκτά δομής 1:1**, με αντιπροσωπευτικό ορυκτό τον σερπεντίνη.

Στα **διοκταεδρικά ορυκτά δομής 1:1**, ανήκουν τα ορυκτά της ομάδας του καολινίτη  $\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$  (Kaolinite group). Παλαιότερα τα ορυκτά αυτά ήταν γνωστά και ως “ομάδα των καντιών” (candites group), αλλά ο όρος αυτός δεν ισχύει σήμερα. Τα σπουδαιότερα ορυκτά της ομάδας αυτής είναι τα:

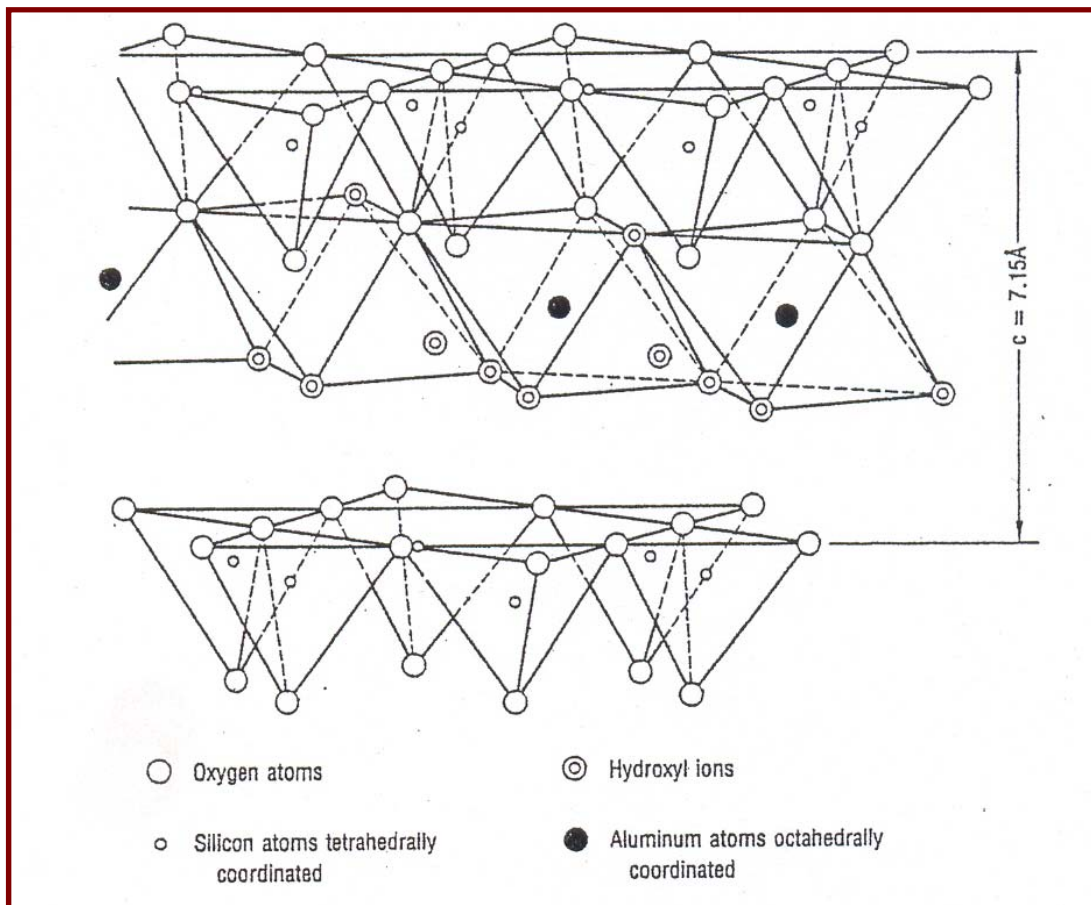
καολινίτης:  $\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$

αλλοϋσίτης:  $\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ .

μετα-αλλοϋσίτης:  $\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

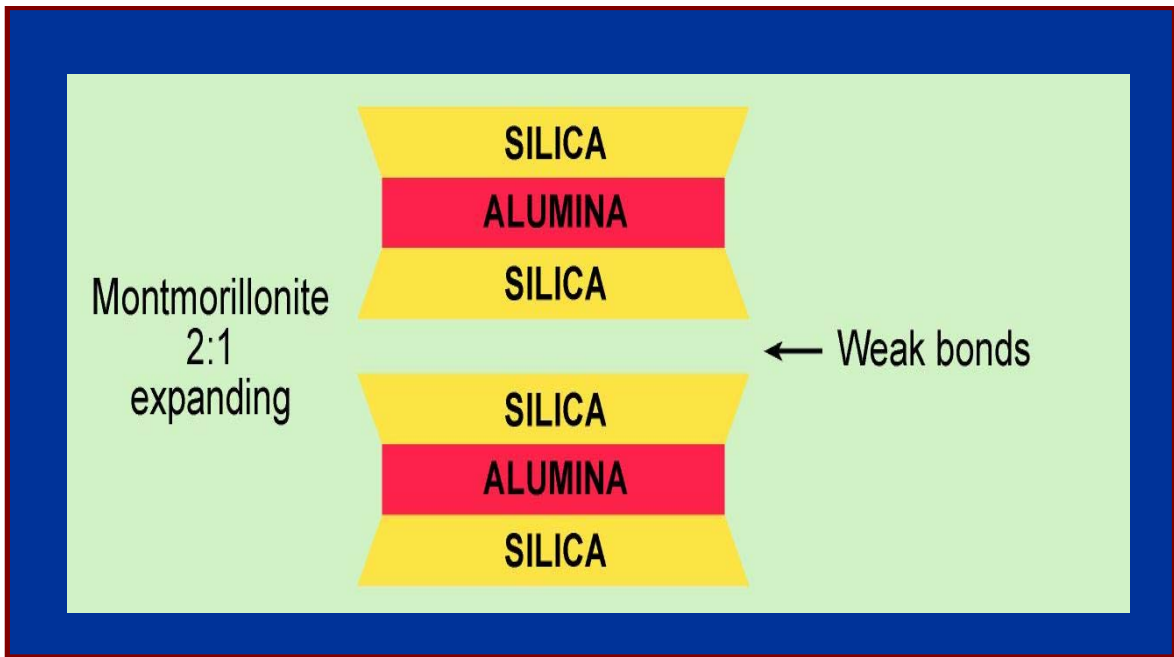
ντικίτης:  $2[\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8]$

νακρίτης:  $6[\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8]$

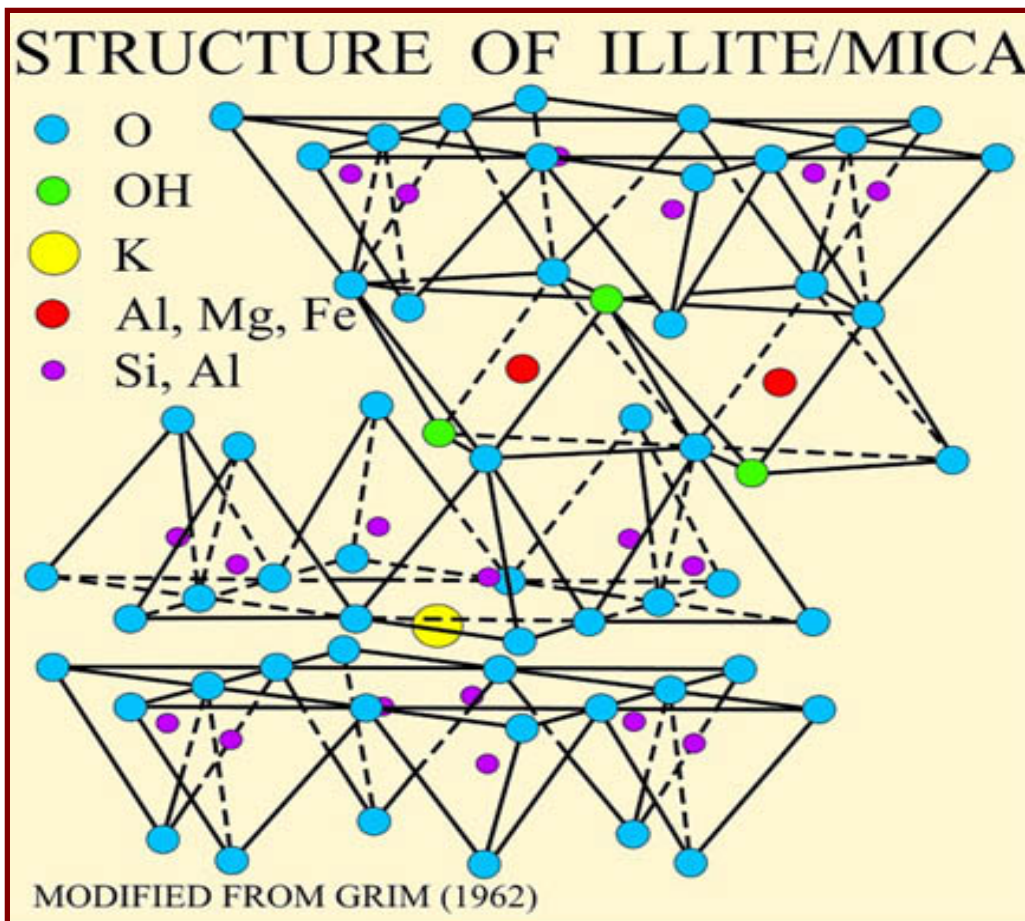


**Εικόνα 2.15:** Διοκταεδρικό ορυκτό δομής 1:1 (πλέγμα καολινίτη).

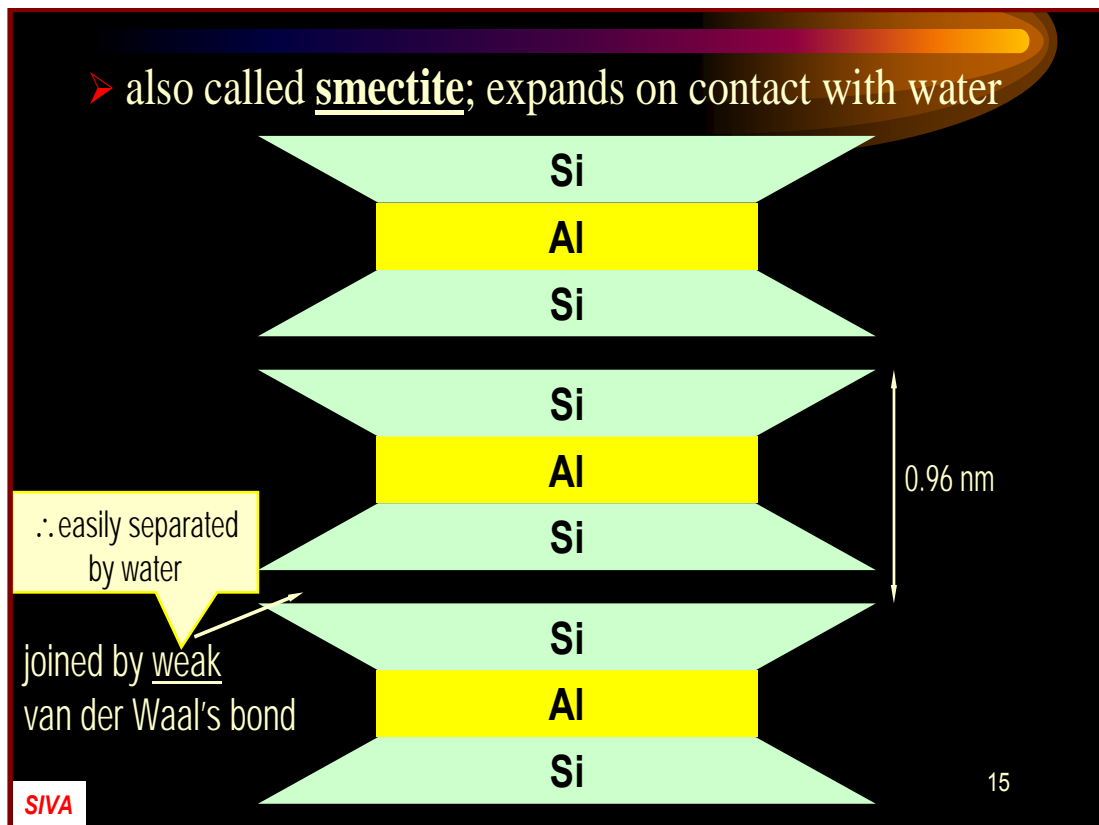
Τα ορυκτά δομής 2:1 αποτελούνται από ένα φύλλο οκταέδρων που βρίσκεται ανάμεσα σε δύο φύλλα τετραέδρων (Εικόνα 2.16.).



Εικόνα 2.16α: Ορυκτά δομής 2:1.



Εικόνα 2.16β: Ορυκτά δομής 2:1.



Εικόνα 2.16γ: Ορυκτά δομής 2:1.

Αντιπροσωπευτικό διοκταεδρικό ορυκτό της δομής 2:1, είναι ο πυροφυλλίτης  $[Al_2Si_4O_{10}(OH)_2]$ , από τον οποίο, προκύπτουν τόσο τα ορυκτά της ομάδας του ιλλίτη, όσο και τα ορυκτά της ομάδας των διοκταεδρικών σμεκτιτών έπειτα από τις κατάλληλες υποκαταστάσεις, αφ' ενός μεν Si από  $Al^{IV}$ , αφ' ετέρου δε  $Al^{VI}$  από Mg ή  $Fe^{2+}$  (Brindley et al, 1984). Με τις υποκαταστάσεις αυτές δημιουργείται περίσσεια ηλεκτρικών φορτίων, τα οποία εξουδετερώνονται με δέσμευση  $(x+y)$  κατιόντων M (όπου M:Ca, Na, Mg, K κ.λ.π), υπό ανταλλάξιμη μορφή, προκειμένου να επέλθει ηλεκτροστατική ισορροπία (εικόνα 2.17.).

Στα ορυκτά δομής 2:1, ανήκουν εκτός από τα ορυκτά της ομάδας των σμεκτιτών  $Al_4Si_8O_{20}(OH)_4 \cdot nH_2O$ , και τα ορυκτά της ομάδας του ιλλίτη  $K_yAl_4(Si_{8-y},Al_y)O_{20}(OH)_4$ , όπου  $1 < y < 1.5$ , καθώς και οι βερμικουλίτες (vermicullite group)

Διακρίνονται σε:

- Διοκταεδρικά ορυκτά δομής 2:1 (π.χ. ιλλίτης, μοντμοριλλονίτης)
- Τριοκταεδρικά ορυκτά δομής 2:1 (π.χ. σαπρονίτης)

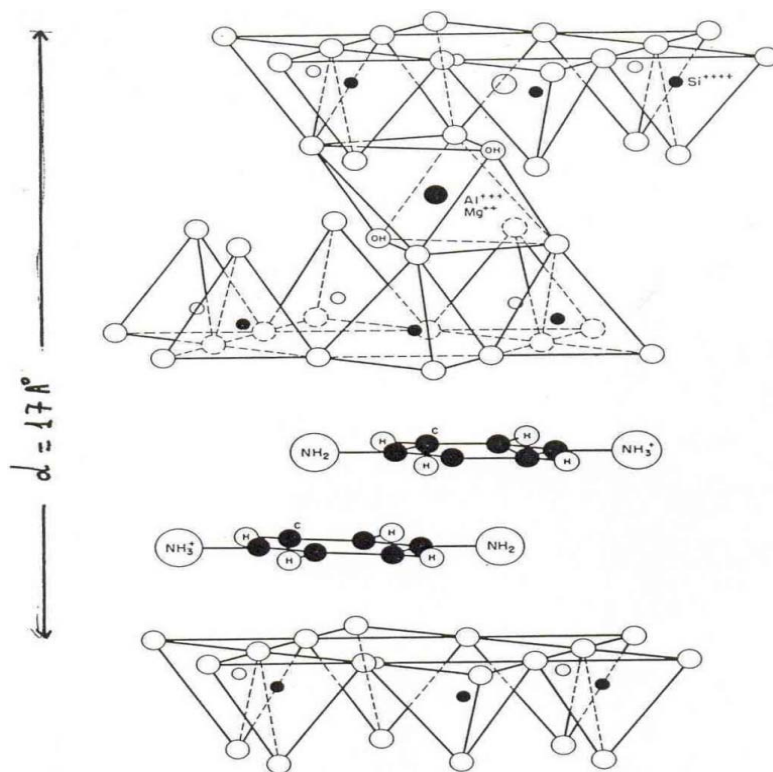
Τα ορυκτά της ομάδας των σμεκτιτών είναι:

1. Οι διοκταεδρικοί σμεκτίτες:

- μοντμοριλλονίτης:  $(Mg_yAl_{2-y})Si_4O_{10}(OH)_2 \cdot nH_2O$
- μπαϊντελλίτης:  $Al_2(Al_xSi_{4-x})O_{10}(OH)_2 \cdot nH_2O$
- νοντρονίτης:  $Fe_2^{3+}(Al_xSi_{4-x})O_{10}(OH)_2 \cdot nH_2O$

2. Οι τριοκταεδρικοί σμεκτίτες:

- σαπρονίτης:  $(Si_{3.67}Al_{0.33})MgO_{10}(OH)_2 \cdot nH_2O$
- εκτορίτης:  $Si_4(Mg_{2.67}Li_{0.33})O_{10}(OH)_2 \cdot nH_2O$



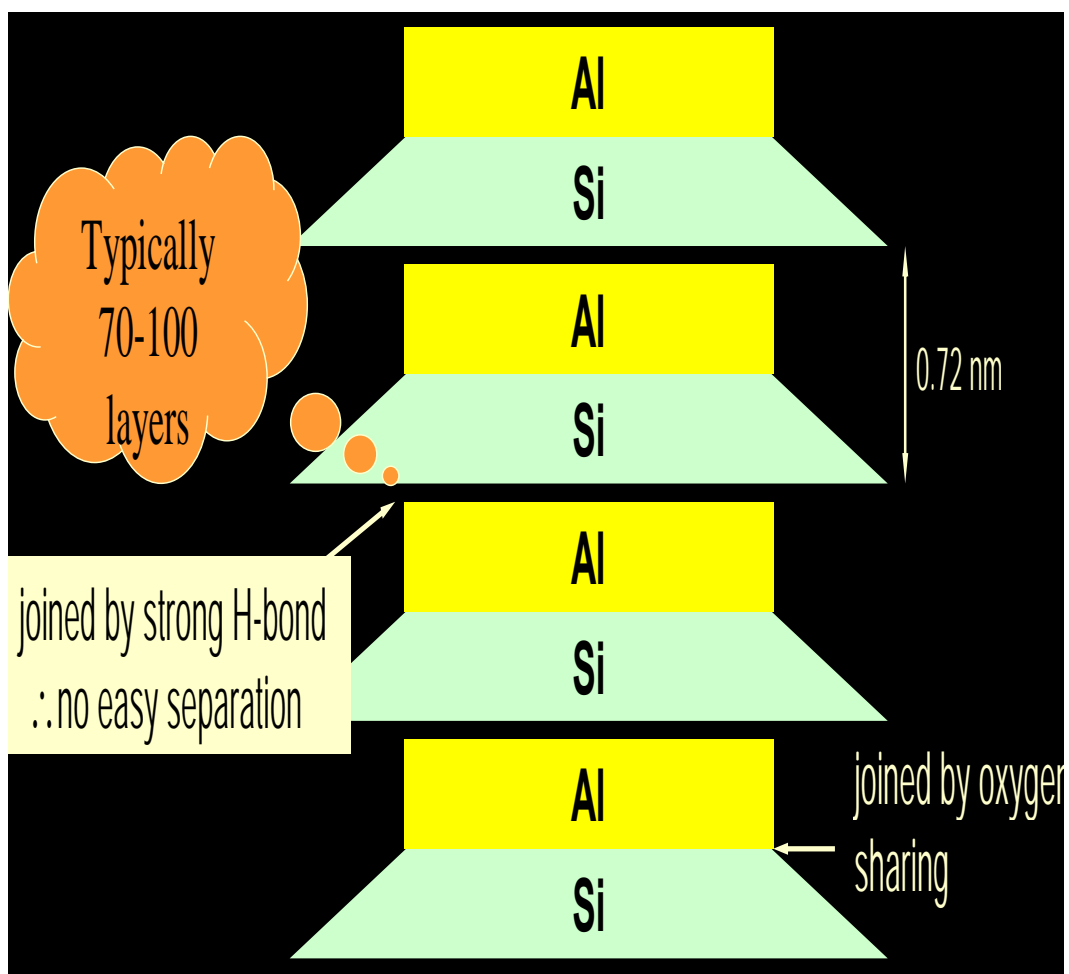
Εικόνα 2.17: Κρυσταλλική δομή του μοντμοριλλονίτη, με μεγαλομόρια οργανικών ενώσεων προσροφημένα στο διαστρωματικό του χώρο.

Οι τρεις ομάδες των αργιλικών ορυκτών διαφέρουν ως προς το είδος και ως προς τη διάταξη στο χώρο, των ατόμων από τα οποία αποτελούνται.

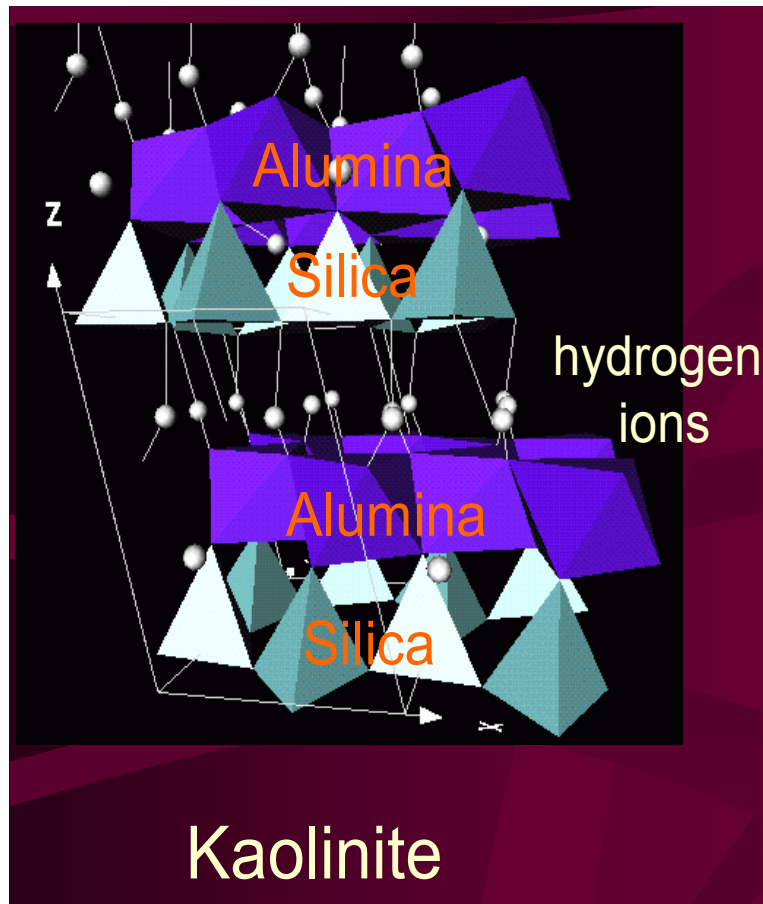
Αποτέλεσμα της διαφοράς αυτής είναι και η ανάπτυξη διαφορετικών τρόπων σύνδεσης μεταξύ των στρωμάτων των διαφόρων ομάδων.

Γενικά, στα αργιλικά ορυκτά τα στρώματα συγκρατούνται μεταξύ τους, με ασθενείς δεσμούς (δεσμό υδρογόνου και δεσμό *van deer waals*).

Ο δεσμός υδρογόνου είναι ένας ασθενής δεσμός ηλεκτροστατικής φύσεως μεταξύ  $H^+$  και  $O^{2-}$ . Στα ορυκτά της ομάδας του καολινίτη, τα άτομα του υδρογόνου (του επιπέδου των  $OH^-$ , που ανήκει στο φύλλο των οκταέδρων), τείνουν να σχηματίσουν δεσμούς υδρογόνου με τα οξυγόνα των παρακείμενων οκταεδρικών φύλλων (εικόνα 2.18.).



Εικόνα 2.18α: Δεσμοί υδρογόνου σε ορυκτά δομής 1:1.

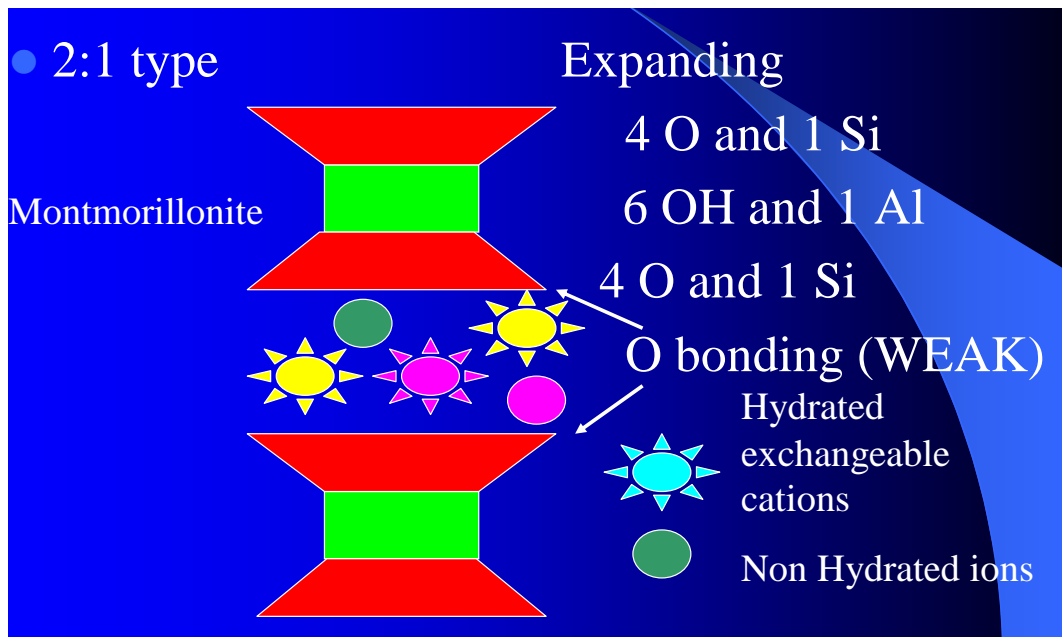


Εικόνα 2.18β: Δεσμοί υδρογόνου σε ορυκτά δομής 1:1.

Ο δεσμός “*van deer waals*” είναι ο ασθενέστερος απ’ όλους τους δεσμούς (Εικόνες 2.19, 2.20.) και δεν συναντάται πολύ συχνά στα ορυκτά. Αναπτύσσεται μεταξύ ουδέτερων μορίων, τα οποία επιφανειακά και στιγμιαία παρουσιάζουν μικρά υπολειμματικά φορτία δημιουργώντας, έτσι, δίπολα.



Εικόνες 2.19: Δεσμοί “*van deer waals*” σε ορυκτά δομής 2:1.



**Εικόνα 2.20:** Δεσμοί “*van deer waals*” σε ορυκτά δομής 2:1.

Οι δεσμοί *υδρογόνου* σχηματίζουν ισχυρότερο σύνδεσμο από τους δεσμούς *van deer waals*.

Ο τρόπος σύνδεσης επηρεάζει πολύ τις ιδιότητες των ορυκτών. Έτσι, όσο ασθενέστερος είναι ο δεσμός τόσο μικρότερη η σκληρότητα τους, ασθενέστερος ο σχισμός τους κλπ.



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΕΠΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΛΑΤΟΜΕΙΟΥ**

### **3.1 Surpac**

Το Surpac 6.2.1 είναι ένα ολοκληρωμένο πακέτο λογισμικού εξειδικευμένο στον σχεδιασμό υπόγειων και υπαίθριων εκμεταλλεύσεων καθώς και στην μοντελοποίηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Παρέχει τα εργαλεία ώστε να μπορεί ο μηχανικός να σχεδιάσει αλλά και να παρακολουθεί τις μεταλλευτικές δραστηριότητες αλλά και να ελαχιστοποιήσει τις επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον, δημιουργώντας μοντέλα ρύπων και εναλλακτικά σχέδια αποκατάστασης.

Το συγκεκριμένο λογισμικό λειτουργεί χρησιμοποιώντας μια ομάδα εργαλείων για διαχείριση και επεξεργασία των δεδομένων με βάση το Core Management System (CMS). Είναι modular software, δηλαδή αποτελείται από τον πυρήνα και από τις υπομονάδες εργαλείων.

Το όλο πρόγραμμα είναι βασισμένο στην υπόθεση ότι αφού ο πραγματικός κόσμος είναι τρισδιάστατος τότε και τα εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν για να τον αναπαραστήσουν θα πρέπει να είναι τρισδιάστατα. Το Surpac επιτυγχάνει ακριβώς αυτό χρησιμοποιώντας, σε όλα τα modules, τα string files.

Τα αρχεία αυτά αποθηκεύουν τα δεδομένα σε μορφή strings (αλληλουχίες). Ένα string file περιέχει τις συντεταγμένες X, Y, Z των σημείων, διασυνδεδεμένες με έναν κοινό αναγνωριστή, που ονομάζεται string number. Η συνθήκη για τις συντεταγμένες που χρησιμοποιεί το Surpac, είναι: Y = η διεύθυνση του Βορρά (Northing), X = η διεύθυνση της Ανατολής (Easting). Μπορεί όμως να αποθηκεύσει και επιπλέον πληροφορίες για κάθε σημείο όπως για παράδειγμα την περιεκτικότητα, στα περιγραφικά πεδία (description fields), που ακολουθούν τις σειρές των συντεταγμένων. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να αναπαρασταθούν οποιαδήποτε χαρακτηριστικά του χώρου όπως τοπογραφικά σχέδια και γεωλογικά όρια.

Τα βασικά εργαλεία (modules) για την δημιουργία και την επεξεργασία των string files στο Surpac είναι:

- **Graphics:** εργαλείο τρισδιάστατης σχεδίασης γραφικών που ενσωματώνει την δυνατότητα φωτοσκίασης (rendering) για την δημιουργία στερεών αντικειμένων.

Περιλαμβάνει επίσης την δυνατότητα ψηφιοποίησης δεδομένων (digitizing interface) καθώς και εργαλεία CAD για τον σχεδιασμό υπόγειων εκσκαφών.

- **String Tools:** συλλογή εργαλείων για την διαχείριση των string files. Περιλαμβάνει διασύνδεση (interface) για αρχεία CAD, DXF.

- **DTM Tools:** εργαλείο δημιουργίας ψηφιακών μοντέλων εδάφους (Digital Terrain Models) δηλαδή τριγωνοποιημένα δίκτυα σημείων. Εδώ δίνεται η δυνατότητα για την δημιουργία τομών και για τον υπολογισμό όγκων.

- **Plotting:** χαρτογραφικό εργαλείο για την εκτύπωση δεδομένων από τα υπόλοιπα εργαλεία.

- **Grid Tools:** εργαλείο για την αποθήκευση, διαχείριση και εξαγωγή δεδομένων που είναι διατεταγμένα σε κανονικό κάρναβο.

- **Block model:** εργαλείο για την μοντελοποίηση διάφορων ιδιοτήτων του χώρου που έχουν οριστεί από τον χρήστη (π.χ. κατανομή περιεκτικότητας κοιτάσματος).

- **Geostatistics:** εργαλείο για την επεξεργασία των δεδομένων με κλασική στατιστική ή με γεωστατιστική.

Το Surpac επίσης, για την καλύτερη διαχείριση πολλών δεδομένων όπως τα αρχεία γεωτρήσεων, δίνει την δυνατότητα δημιουργίας βάσης δεδομένων μέσω του module Geological Database. Η βάση αυτή μπορεί να είναι συμβατή με άλλες εξωτερικές βάσεις δεδομένων όπως η Microsoft Access, η Paradox, ή η Dbase.

Ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει τα δεδομένα που έχει αποθηκεύσει στη βάση σε άλλα modules του προγράμματος όπως το Geostatistics για την δημιουργία βαριογραμμάτων και στοχαστικών μοντέλων, το Environmental Tools για την μοντελοποίηση της ροής υπόγειων υδάτων.

## **3.2 Περιγραφή των modules που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία.**

### **3.2.1 User Interface**

Το module αυτό είναι το περιβάλλον εργασίας του χρήστη και χρησιμοποιείται από όλα τα υπόλοιπα modules του surpac. Έχει κατασκευαστεί έτσι ώστε να εξασφαλίζει την αποδοτικότητα του προγράμματος και την παροχή ενός εύχρηστου και ολοκληρωμένου περιβάλλοντος εργασίας, δεδομένου ότι το surpac μπορεί να εγκατασταθεί σε συστήματα που χρησιμοποιούν λειτουργικά Windows 9x, Windows NT και Unix (Irix 5.3 or higher).

Η περιοχή εργασίας του χρήστη, περιλαμβάνει στο πάνω μέρος της τη μπάρα μηνυμάτων (message bar) όπου προβάλλονται οι πληροφορίες σχετικά με το πρόγραμμα και τα μηνύματα λάθους. Στο κάτω μέρος βρίσκεται η μπάρα κατάστασης (status bar) του προγράμματος. Εκεί ο χρήστης βλέπει πληροφορίες σχετικά με τον τρέχον κατάλογο εργασίας, την εντολή που έχει επιλέξει, το όνομα των αρχείων που έχει φορτώσει, το ενεργό στρώμα εργασίας (active layer) και της διάφορες ρυθμίσεις σχεδιασμού.

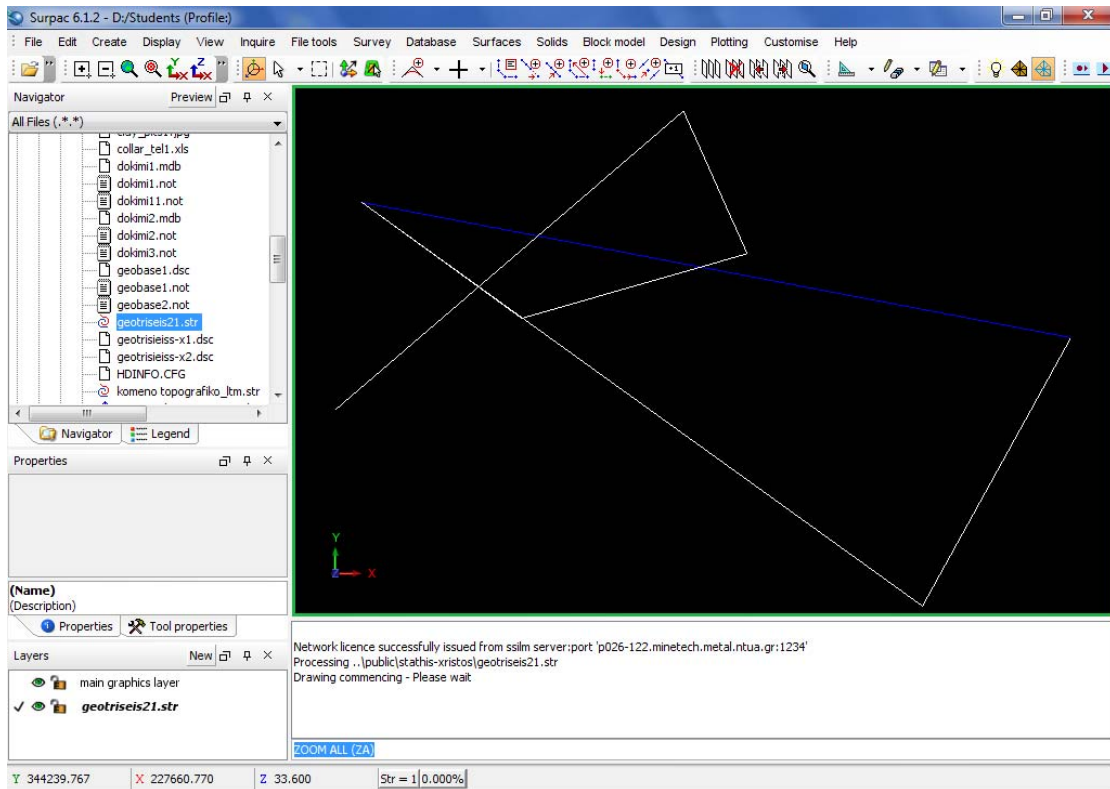
Πολλές από τις εντολές του surpac απαιτούν από το χρήστη την ρύθμιση ή την επιλογή κάποιων παραμέτρων σχετικά με το αποτέλεσμα. Η διαδικασία αυτή γίνεται μέσω των φορμών (forms), οι οποίες ζητούν την ρύθμιση των παραμέτρων της κάθε εντολής.

Για το άνοιγμα αρχείων του surpac, υπάρχει ένας αρκετά εύχρηστος file browser που επιτρέπει στον χρήστη να καλέσει αρχεία από οπουδήποτε (σκληρό δίσκο ή δίκτυο), να τα μετονομάσει, να τα σβήσει ή να τα δει σε text editor.

Η βοήθεια στον χρήστη παρέχεται από τρία επίπεδα: επιλέγοντας το Help button σε μία φόρμα έχει την δυνατότητα να δει την βοήθεια για την συγκεκριμένη εντολή είτε μέσω του online manual, το οποίο καλείται από έναν internet browser, είτε μέσω της μπάρας μηνυμάτων ή μπορεί να πληροφορίες σχετικά με κάποια παράμετρο της εντολής.

Τέλος το surpac δίνει τη δυνατότητα διαμόρφωσης του περιβάλλοντος εργασίας σύμφωνα με τις προτιμήσεις του κάθε χρήστη. Επίσης δίνεται η δυνατότητα κατασκευής μακροεντολών για την αυτοματοποίηση εργασιών που

επαναλαμβάνονται συχνά και την δημιουργία custom menus. Το περιβάλλον εργασίας φαίνεται αναλυτικότερα στην παρακάτω φωτογραφία:



**Εικόνα 3.1:** Περιβάλλον εργασίας Surpac

### 3.2.2 Graphics

Το υποπρόγραμμα αυτό είναι το βασικό εργαλείο για την οπτικοποίηση της εργασίας του χρήστη. Είναι πλήρως ολοκληρωμένο με τα εργαλεία του σχεδιασμού, της μοντελοποίησης, της βάσης δεδομένων καθώς επίσης και με τα solids, block modeling tools.

Δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να δει τα αρχεία των string, dtm, 3ds δεδομένων, να τα επεξεργαστεί, να σχεδιάσει υπόγειες ή επιφανειακές εκμεταλλεύσεις, να εισάγει δεδομένα από ψηφιοποιητή (digitizer), να συγχωνεύσει τα δεδομένα για να δημιουργήσει σύνθετα αντικείμενα. Η λειτουργία του συγκεκριμένου module δημιουργεί αντίγραφο του αρχείου που έχει φορτωθεί, στην μνήμη έτσι ώστε οποιαδήποτε αλλαγή σε αυτό φαίνεται στην οθόνη, να μην γίνεται μόνιμη μέχρι να σωθεί το αρχείο στο δίσκο.

Υπάρχουν διάφορες τεχνικές φωτισκίασης (rendering), για χρησιμοποίηση διάφορων πηγών φωτισμού, χρωματισμού και εξομάλυνσης (smoothing) των

αντικειμένων, καθώς και η δυνατότητα για επικάλυψη των αντικειμένων (π.χ. γεωμορφολογικά ανάγλυφα) με πραγματικές φωτογραφίες (draping).

Περιλαμβάνει τα ακόλουθα menu εντολών:

**Recall file:** Επιλογή αρχείου για άνοιγμα.

**File:** Διαχείριση αρχείων.

**Layers:** Διαχείριση των layers.

**Attributes:** Διαμόρφωση των οπτικών χαρακτηριστικών των αντικειμένων.

**Copy:** Αντιγραφή των strings or segments.

**Digitizer:** Εισαγωγή δεδομένων από ψηφιοποιητή ή ποντίκι.

**Edit:** Διόρθωση – επεξεργασία.

**Inquire:** Παροχή πληροφοριών σχετικά με τα δεδομένα.

**Labels:** Εισαγωγή ετικετών σε αντικείμενα ή σημεία.

**Move:** Μετακίνηση των strings or segments.

**Quadrants:** Αλλαγή της όψης ανάλογα με το τεταρτημόριο.

**Settings:** Ρυθμίσεις σχεδιασμού.

**Data Trim:** Ομαδοποιημένες εντολές επεξεργασίας.

**View:** Αλλαγή της οπτικής γωνίας.

**Contours:** Δημιουργία πλεγμάτων συντεταγμένων και περιγραμμάτων των αντικειμένων.

**Geol DB:** Σύνδεση με τη βάση δεδομένων.

**Grade Control:** Σχεδιασμός – έλεγχος της σχέσης εκμετάλλευσης.

**Solids & DTMs:** Επεξεργασία των τρισδιάστατων μοντέλων.

**Pit & Dump:** Σχεδιασμός υπαίθριων εκμεταλλεύσεων και χώρων απόθεσης με έργα προσπέλασης.

**Pit Tools:** Σχεδιασμός υπαίθριων εκμεταλλεύσεων με λιγότερο αυστηρό τρόπο.

**Points:** Δημιουργία σημείων σχεδιασμού.

**Ring Design:** Σχεδιασμός των διατρημάτων σε βεντάλια (ring drilling) για υπόγειες εκμεταλλεύσεις.

**Strings:** Επεξεργασία σημείων που ανήκουν στο ίδιο τμήμα ενός string

Τέλος, στο **Graphics module** η δυνατότητα για **Undo** υπάρχει μόνο κατά την επεξεργασία **string files** και όχι για τα **DTMs** ή τα **3DMs**.

### 3.2.3 String Tools

Το συγκεκριμένο module περιέχει τα κατάλληλα εργαλεία για την διαχείριση των αρχείων string. Περιλαμβάνει τα ακόλουθα menu εντολών:

**Create Strings:** Apply Boundary, Centroids from segments, Polygon intersection.

**Transformations:** Μετασχηματισμοί 2D, 3D.

**Import:** Εισαγωγή συντεταγμένων, δεδομένων από αρχεία text.

**Classify Strings:** Ταξινόμηση των αρχείων string.

**Clean:** Έλεγχος των αρχείων strings για λάθη και σημεία που επικαλύπτονται.

**Utilities:** Εργαλεία για την επεξεργασία συγκεκριμένων πεδίων των αρχείων string καθώς και μετατροπές αρχείων σε format άλλων προγραμμάτων όπως τα Datamine, ArcInfo, AutoCAD, Moss.

**Split/Merge:** Διαχείριση των δεδομένων των αρχείων string.

### 3.2.4 Segment tools

Το συγκεκριμένο module περιέχει κατάλληλα εργαλεία για την διαμόρφωση και την επεξεργασία των segment (τμήμα). Κάποιες από τις βασικές εντολές που χρησιμοποιήθηκαν είναι:

**Edit→segment→join:** (εντολή που ενώνει δυο τμήματα ίδιου υψομέτρου).

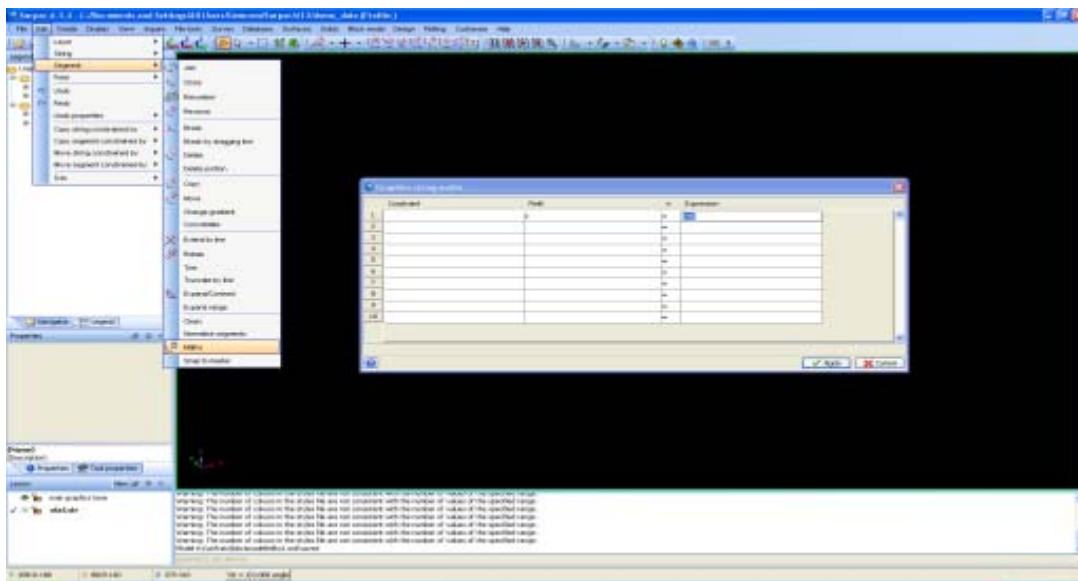
**Edit→segment→break:**(εντολή που "σπάει" ένα τμήμα στο επιλεγμένο σημείο).

**Edit→segment→close:** (εντολή που «κλείνει» τα δύο άκρα του ίδιου τμήματος).

**Edit→segment→move:** (εντολή που δίνει την δυνατότητα μετακίνησης ενός τμήματος με drag).

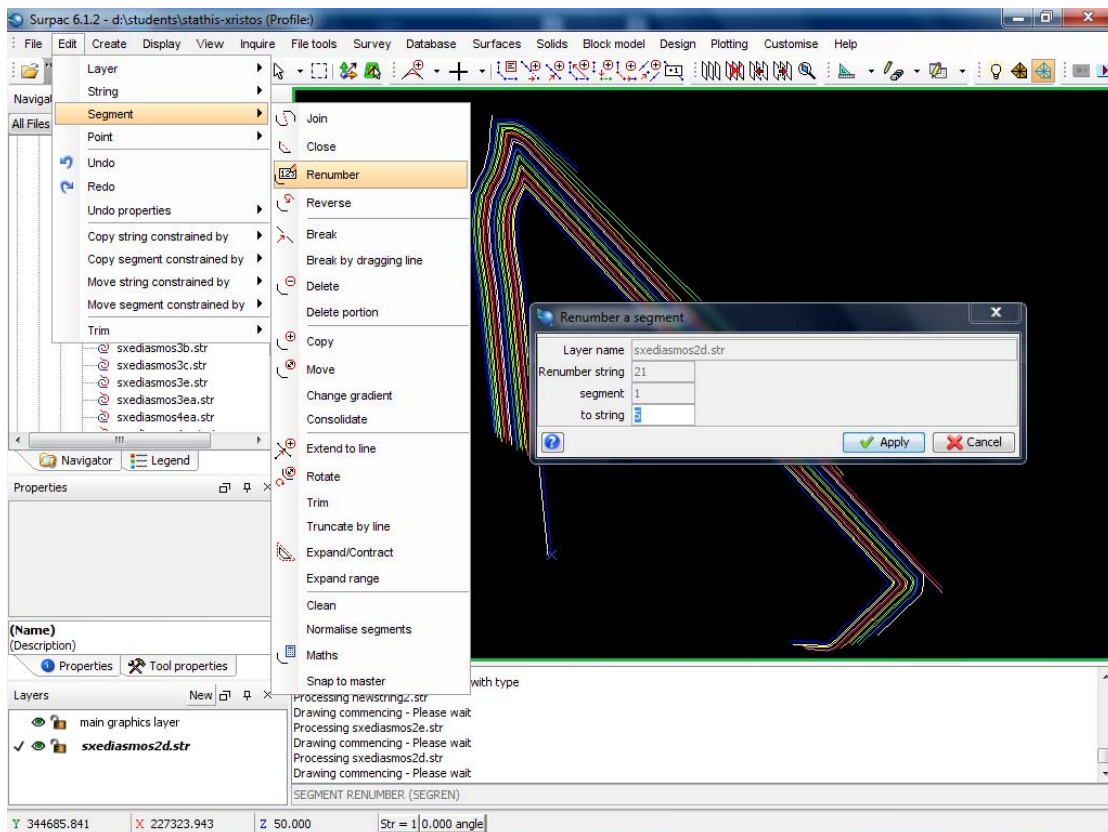
**Edit→segment→copy:** (εντολή που δίνει την δυνατότητα αντιγραφής ενός τμήματος στο επιθυμητό string file).

**Edit→segment→maths:** (εντολή που δίνει την δυνατότητα αλλαγής υψομέτρου σε ένα τμήμα).



**Εικόνα 3.2:** Εντολή αλλαγής υψομέτρου σε τμήμα

**Edit→segment→renumber:** εντολή που δίνει την δυνατότητα αλλαγής χρώματος στο επιλεγμένο τμήμα).



**Εικόνα 3.3:** Εντολή αλλαγής χρώματος σε τμήμα.

### 3.2.5 DTM Tools

Το ψηφιακό μοντέλο εδάφους (dtm) είναι ένας τρόπος αναπαράστασης μιας επιφάνειας σε τρισδιάστατη μορφή στον υπολογιστή. Δημιουργείται από τα δεδομένα των αρχείων string και αποτελείται από ένα σύνολο από μη επικαλυπτόμενα, διαδοχικά τρίγωνα.

Το DTM Tools module παρέχει τα εργαλεία τόσο για την κατασκευή των DTMs, όσο και για την κατασκευή τομών ή τον υπολογισμό όγκων. Τα menu των εντολών είναι:

**Creating DTMs:** Δημιουργία και επεξεργασία των μοντέλων.

**Contours:** Δημιουργία και επεξεργασία περιγραμμάτων των μοντέλων.

**Utilities:** Εργαλεία για την κατασκευή περιοριστικών ορίων (boundaries) γύρο από ένα μοντέλο, εύρεση των κέντρων των τριγώνων, απεικόνιση γεωλογικών ρηγμάτων.



**Surface trends:** Εφαρμογή πολυονυμικών συναρτήσεων στο μοντέλο για τον προσδιορισμό των γενικών τάσεων σχετικά με κάποιο χαρακτηριστικό.

**Sections:** Δημιουργία τομών από τα μοντέλα.

**Volumes:** Εργαλεία για ογκομετρήσεις.

### 3.2.6 Geological Database

Για την αποθήκευση του μεγάλου όγκου των δεδομένων που προκύπτουν από την δειγματοληψία γεωτρήσεων, το *suprac* δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη, να δημιουργήσει μια βάση δεδομένων, με αυτό το *module*. Μια βάση αποτελείται από έναν αριθμό πινάκων (*tables*), από τους οποίους ο καθένας περιέχει έναν αριθμό σειρών με πεδία (*fields*) δεδομένων. Οι πίνακες και τα πεδία χωρίζονται σε δύο κατηγορίες : τα υποχρεωτικά και τα επιλογής. Τα υποχρεωτικά απαιτούνται από τη βάση για τον σωστό ορισμό των γεωτρήσεων και δεν επιτρέπουν στο χρήστη την αλλαγή των χαρακτηριστικών τους (*attributes*) ενώ τα επιλογής ορίζονται και προσθέτονται από το χρήστη. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα επιλογής του τύπου της βάσης δεδομένων που θα δημιουργηθεί ώστε να εξασφαλίζεται η συμβατότητα με εξωτερικές βάσεις που χρησιμοποιούνται π.χ. Microsoft Access, Dbase, Oracle, Informix.

Οι δυνατότητες για διαχείριση των δεδομένων παρέχονται από το ακόλουθο *menu* εντολών :

**Data Analysis:** Δημιουργία γραφικών παραστάσεων από πεδία, υπολογισμός στατιστικών παραμέτρων όπως η μέση τιμή, η διασπορά κ.α.

**Drill Hole Analysis:** Ταξινόμηση των δειγματοληπτικών δεδομένων σε κοίτασμα ή στείρα, υπολογισμός αραίωσης, απολήψιμων αποθεμάτων.

**Data Manipulation:** Διαχείριση των δεδομένων, αλλαγή συστήματος συντεταγμένων των γεωτρήσεων, εύρεση σημείων τομής με *DTM*.

**Compositing Data:** Δημιουργία αρχείων *string* με σύνθετα δείγματα από τα δεδομένα ανάλογα με την περιεκτικότητα, την γεωλογία, το υψόμετρο κ.α.

**Extracting Sections:** Δημιουργία οριζόντιων ή κατακόρυφων τομών για εκτύπωση ή για υπολογισμούς με άλλα *modules*.

**Extracting Points:** Δημιουργία αρχείων string από τα δεδομένα για εκτύπωση ή υπολογισμούς.

**Discrete sample tables:** Επεξεργασία πινάκων που περιέχουν διακριτά δεδομένα δειγμάτων.

**Management and Reports:** Εντολές για τη διαχείριση της βάσης δεδομένων, επεξεργασία των πινάκων και των πεδίων, ενημέρωση των δεδομένων.

### 3.2.7 Geostatistics

Το module αυτό επιτρέπει στο χρήστη τον υπολογισμό και έλεγχο βαριογραμμμάτων, την προσαρμογή τους σε μοντέλα και την εκτίμηση ενός χαρακτηριστικού (π.χ. περιεκτικότητας) ενός block με τον αλγόριθμο kriging.

Το menu περιέχει της ακόλουθες εντολές :

**Basic Statistics:** Υπολογισμός μέσης τιμής, διασποράς κ.τ.λ. από τα δεδομένα.

**Variogram Modeling:** Υπολογισμός των πειραματικών βαριογραμμμάτων και προσαρμογή τους σε μαθηματικά μοντέλα.

**Ordinary Kriging:** Υπολογισμός της περιεκτικότητας στο block με τον αλγόριθμο Kriging.

**Polygon Kriging:** Υπολογισμός της περιεκτικότητας μέσα σε ένα ακανόνιστο πολύγωνο.

**Direct Kriging:** Απ' ευθείας υπολογισμός της περιεκτικότητας ενός γεωλογικού σώματος (π.χ. φακού) χωρίς την ανάγκη αναπαράστασης του σώματος σε ένα block model.

**Strings from Centroids:** Εξαγωγή αρχείων strings από σημεία καννάβου.

**Indicator Variogram Modeling:** Υπολογισμός βαριογραμμμάτων indicator και μοντελοποίηση

**Indicator Kriging:** Υπολογισμός αποθεμάτων με τον αλγόριθμο indicator kriging

**Indicator Kriging – Block Value Estimates:** Προσδιορισμός του tonnage μεταλλεύματος για κάθε block

**Indicator Kriging – Percentiles:** Υπολογισμός μέσης περιεκτικότητας για κάθε block.

### **3.2.8 Block model**

Το block model, είναι μια βάση δεδομένων που αναπτύσσεται στο χώρο και αναφέρεται σε συγκεκριμένες ιδιότητές του. Χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση των ιδιοτήτων σε ένα συγκεκριμένο κομμάτι του χώρου (volume). Τα δεδομένα στο block model αναφέρονται σε διακριτά στοιχεία όγκου τα οποία ονομάζονται blocks. Αυτά είναι παραλληλεπίπεδα τμήματα του προς μοντελοποίηση χώρου που δημιουργούνται από τον χρήστη. Στο κέντρο κάθε block αποδίδεται, με βάση τα δεδομένα των δειγματοληπτικών γεωτρήσεων και με εφαρμογή μεθόδων χωρικής παρεμβολής (π.χ. μέθοδος inverse distance weighting ή kriging) μια τιμή, η οποία αντιπροσωπεύει όλο το block.

Επίσης δίνεται η δυνατότητα, σε κάθε στάδιο δημιουργίας του μοντέλου, να εφαρμοστούν περιορισμοί. Οι περιορισμοί αυτοί μπορεί να είναι επίπεδες επιφάνειες, γεωμορφολογικά ανάγλυφα, κλειστά strings, οι οποίοι περιορίζουν τον αριθμό των blocks ώστε η μοντελοποίηση του χώρου να είναι πιο αποτελεσματική.

Ορισμένες από τις δυνατότητες που παρέχει το menu των εντολών του module είναι:

**Model Summary:** Δίνει περιληπτικά πληροφορίες, σχετικά με τις παραμέτρους του μοντέλου

**Save Model:** Αποθήκευση του τρέχοντος μοντέλου

**Delete Model:** Διαγραφή του τρέχοντος μοντέλου

**Merge Model:** Συγχώνευση ενός περιορισμένου μοντέλου με το αρχικό

**Add Attribute:** Προσθήκη νέας ιδιότητας για μοντελοποίηση

**Clear Attributes:** Καθαρισμός των blocks του μοντέλου, από τις τιμές των ιδιοτήτων τους και επαναφορά τους στο background value.

**Delete Attribute:** Διαγραφή υπάρχουσας ιδιότητας.

**Edit Attribute:** Αλλαγή των χαρακτηριστικών μιας ιδιότητας

**Block Maths**: Ορισμός των τιμών μια ιδιότητας σε σχέση με τις τιμές μιας άλλης

**Ore/Waste Discrimination**: Κατάταξη των blocks σε “κοίτασμα” ή “στείρο”

**Dilution & Reduction**: Εφαρμογή συντελεστών διάλυσης στις επαφές του κοιτάσματος με το στείρο

**Recoverable Product**: Υπολογισμός του όγκου των εκμεταλλεύσιμων αποθεμάτων

**Thickness**: Αποθήκευση των στρωμάτων και των περιεκτικοτήτων σε αρχεία string

**Define Sections**: Ορισμός του προσανατολισμού των τομών και αποθήκευση σε αρχείο string

**Estimation**: Προσδιορισμός των τιμών σε κάθε block

**Inverse Distance**: Προσδιορισμός των τιμών των blocks με τον αλγόριθμο της αντίστροφης απόστασης

**Ordinary Kriging**: Προσδιορισμός των τιμών χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο Kriging και τις παραμέτρους από τα βαριογράμματα

**Nearest Neighbour**: Προσδιορισμός των τιμών των blocks από το κοντινότερο σημείο δείγματος

**Assign Value**: Ορισμός των τιμών των blocks με συγκεκριμένη τιμή, χρησιμοποιώντας περιορισμούς

**Indicator Kriging**: Προσδιορισμός των τιμών χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο Indicator Kriging.

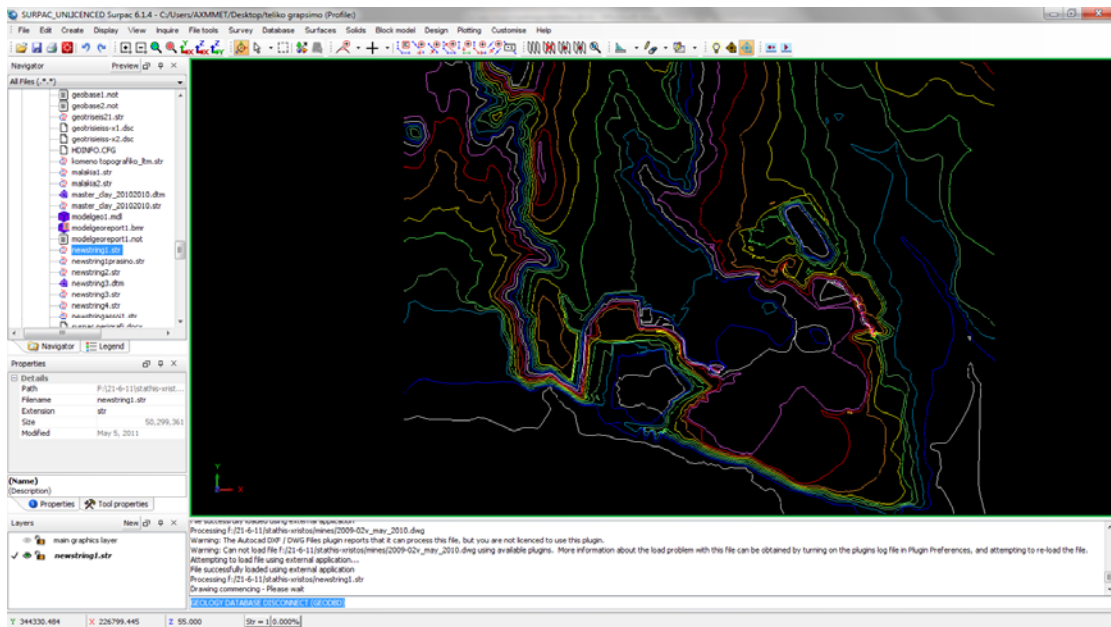
### **3.2.9 Εισαγωγή δεδομένων τοπογραφικού αναγλύφου**

Το τοπογραφικό ανάγλυφο της περιοχής ενδιαφέροντος μπορεί να εισαχθεί στο πρόγραμμα με διάφορες μορφές.

**Οι πιο συνηθισμένες είναι:**

- Στοιχεία του AutoCAD (γραμμές, σημεία, κ.λπ.)
- Αρχεία ASCII με σημεία της μορφής X,Y,Z

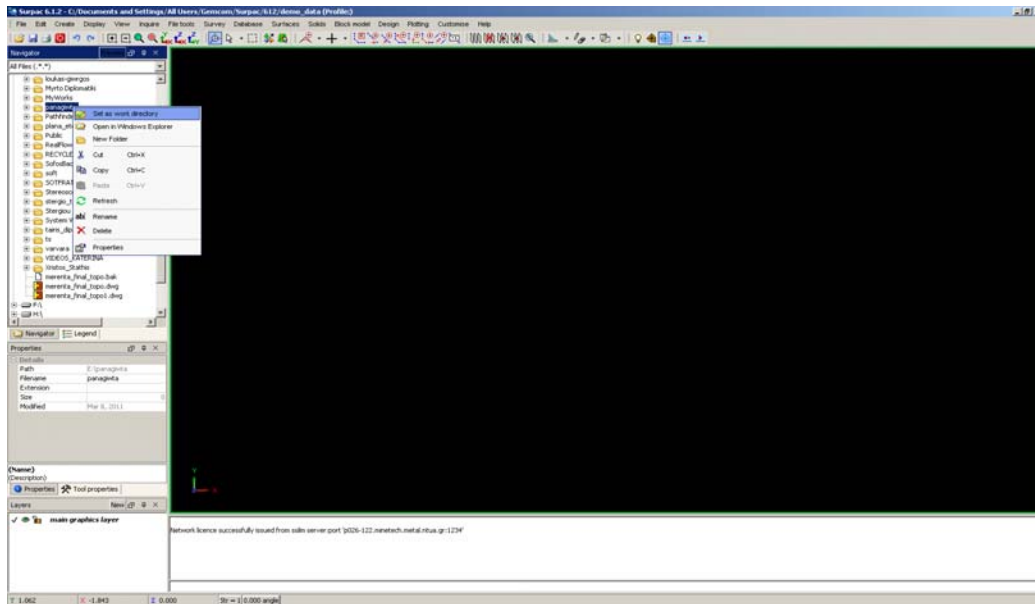
Στην πρώτη περίπτωση τα αρχεία του AutoCAD θα πρέπει να έχουν πληροφορία και για τις 3 διαστάσεις (X,Y,Z) και να εισαχθούν στο πρόγραμμα με την μορφή αρχείου **.dxf** ή **.dwg**. Πριν οποιαδήποτε άλλη ενέργεια τα αρχεία θα πρέπει να μετατραπούν σε αρχεία **.str**.



Εικόνα 3.4: Τοπογραφικό ανάγλυφο περιοχής

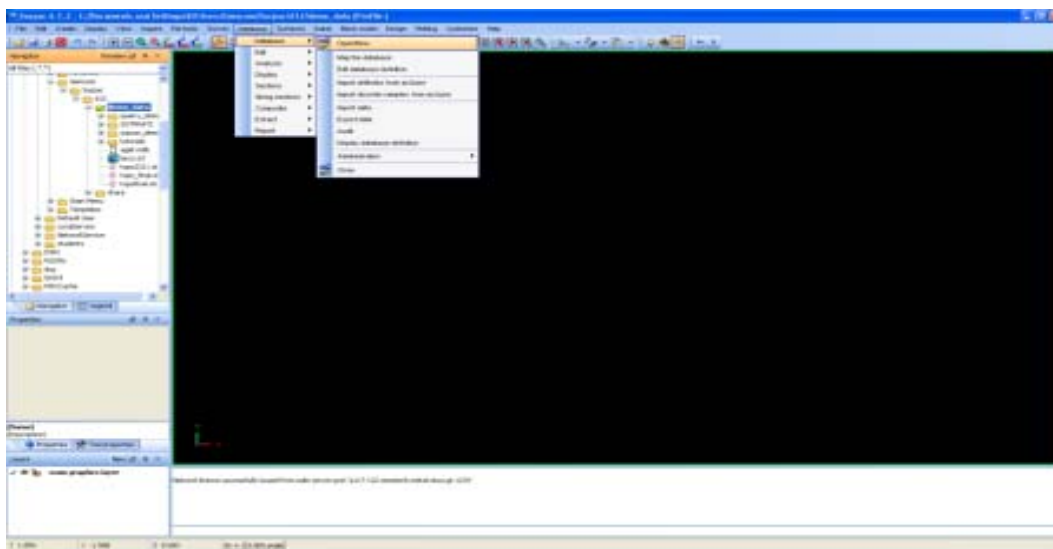
### 3.3 Δημιουργία βάσης δεδομένων

Πριν ξεκινήσει οποιαδήποτε εργασία ορίζεται ο φάκελος εργασίας, όπου και θα αποθηκεύονται τα αρχεία. Από την πάνω αριστερή στήλη του παραθύρου (Navigator) εντοπίζεται ο επιθυμητός φάκελος και με δεξί κλικ του ποντικιού επιλέγεται η εντολή **Set as work directory**.



**Εικόνα 3.5:** Επιλογή χώρου αποθήκευσης των εργασιών

Δημιουργείται καινούρια βάση από το μενού **Database** → **Open/New**. Στη συνέχεια δίνεται ένα όνομα στη βάση δεδομένων και επιβεβαιώνεται η δημιουργία της.



**Εικόνα 3.6:** Δημιουργία νέας βάσης δεδομένων

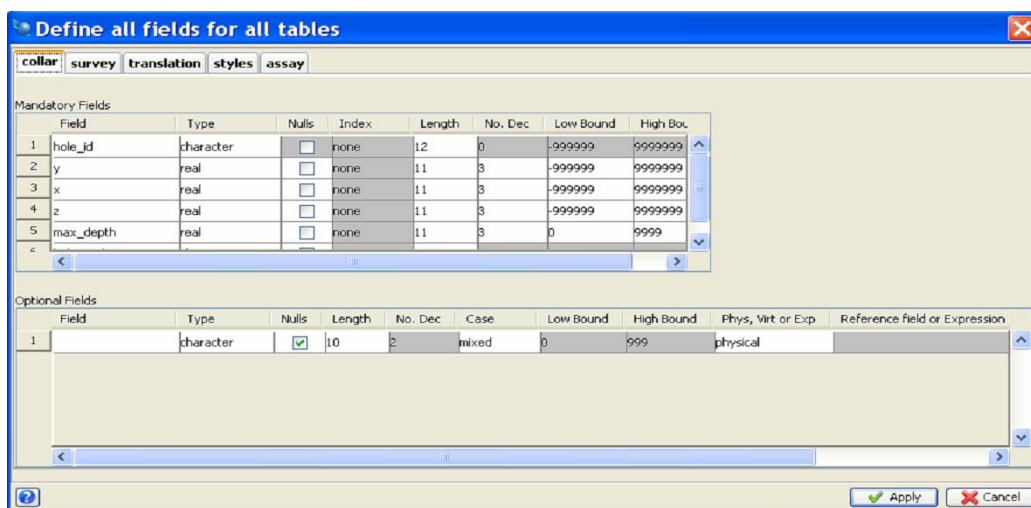
Ακολούθως, επιλέγεται ο τύπος της βάσης δεδομένων (access). Συνήθως επιλέγεται να συμπεριληφθούν στη βάση τα αποθηκευμένα δεδομένα (stored) τα οποία ήδη υπάρχουν σχετικά με τις συντεταγμένες. Σε περίπτωση που οι γεωτρήσεις είναι “υπό κλίση”, χρησιμοποιείται η εντολή *calculated* για υπολογίσει το πρόγραμμα αυτόματα τα σημεία (X,Y,Z) κατά μήκος της γεώτρησης. Εάν τα στοιχεία αυτά δίνονται, η γεώτρηση ορίζεται ως καμπύλη (curved) και

προσδιορίζονται τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά της (dip, azimuth) στον πίνακα survey. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, όπως αναφέρθηκε, δε δίνονται αντίστοιχα στοιχεία, οπότε και επιλέγεται η εντολή stored.

Προστίθενται οι επιθυμητοί πίνακες της βάσης. Η μετακίνηση μεταξύ των στηλών ή/και των γραμμών γίνεται με **tab**.

Η επιλογή της μορφής του πίνακα σχετίζεται με τα δεδομένα που διατίθενται. Για γεωτρητικά δεδομένα, επιλέγεται ο τύπος πίνακα interval, που σημαίνει ότι δέχεται τιμές για συγκεκριμένο διάστημα και όχι σημειακές.

Στην συνέχεια ορίζονται τα πεδία των πινάκων. Υποχρεωτικοί πίνακες είναι οι **collar**, **survey**, **translation**, όπως αναφέρθηκε, και φυσικά οι πίνακες με τις τιμές **assay** και **geology**. Το πεδίο **nulls** επιλέγεται όταν επιθυμείται να επιτραπούν κενά κελιά στην βάση, π.χ. κάποια στήλη από αυτές που εμφανίζονται δεν υπάρχει στον πίνακα. Υποχρεωτικά σε κάθε πίνακα είναι τα πεδία που εμφανίζονται με γκρι χρώμα. Οι αρχικοί πίνακες που τελικά εισήχθησαν στο πρόγραμμα κατασκευάστηκαν όπως περιγράφηκε παραπάνω, σε ένα φύλλο excel δημιουργώντας τις στήλες με τα αντίστοιχα πεδία.



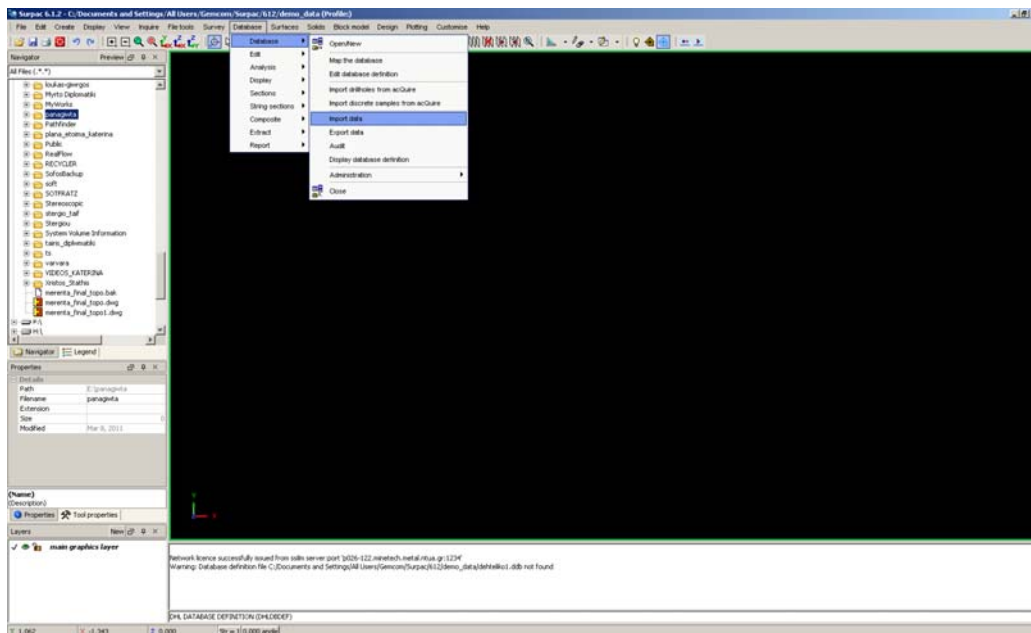
**Εικόνα 3.7:** Ορισμός πεδίων κάθε πίνακα

Καθορίζεται ο τύπος των δεδομένων: π.χ. character για κείμενο, real για πραγματικό αριθμό κ.ο.κ. Επίσης, καθορίζονται το μέγιστο πλήθος των χαρακτήρων για τα πεδία που περιέχουν κείμενο, ο αριθμός των δεκαδικών ψηφίων για τους αριθμούς, ο αριθμός της στήλης στο αρχείο του excel, από όπου η βάση θα «διαβάσει» τις τιμές, και τα όρια των επιτρεπτών τιμών. Ειδικά για τα

προαιρετικά πεδία υπάρχει η επιλογή να δοθεί η τιμή από αρχείο (physical), να υπολογίζεται στιγμιαία χωρίς να αποθηκεύεται (virtual) ή να υπολογιστεί από το πρόγραμμα (expression).

Στον ορισμό των πεδίων των πινάκων “assay” και “geology” προσθέτονται τόσα πεδία όσες είναι οι αντίστοιχες επιθυμητές παράμετροι για τη βάση. Στη συγκεκριμένη περίπτωση υπάρχει μια παράμετρος: ο γεωλογικός σχηματισμός. Ορίζεται κατάλληλα ο αριθμός των δεκαδικών ψηφίων και δίνεται προσοχή ώστε το ανώτερο και κατώτερο όριο που τίθεται να περιλαμβάνει όλες τις τιμές των δειγμάτων.

Αφού οριστούν τα πεδία των πινάκων εισάγονται τα δεδομένα από το μενού **Database → Import Data**.

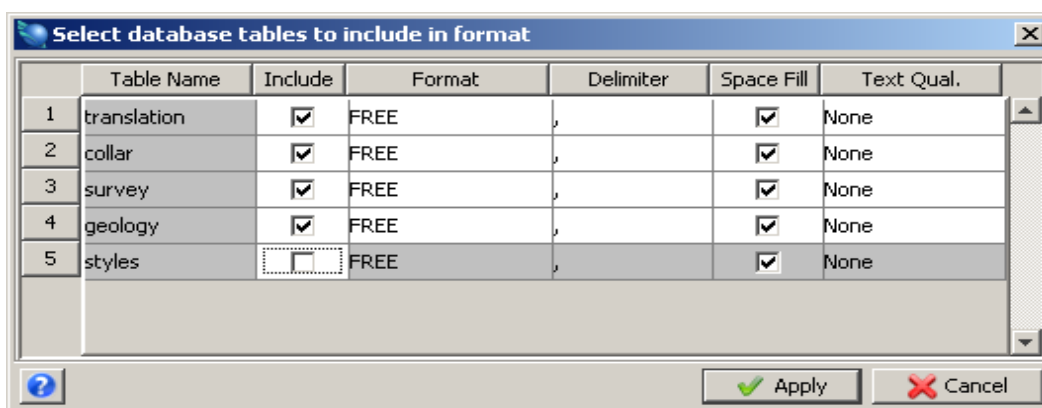


**Εικόνα 3.8:** Εισαγωγή δεδομένων στη βάση

Στο παράθυρο που εμφανίζεται ορίζονται τα αρχεία στα οποία θα αποθηκευθούν οι βασικές πληροφορίες της βάσης. Πιο συγκεκριμένα, στο πεδίο format file name γράφεται το επιθυμητό όνομα εμφάνισης των πληροφοριών για τη βάση. Αυτό αποθηκεύεται ως αρχείο με την κατάληξη **.dsc**, ανοίγει με το πρόγραμμα Notepad και δίνει τις πληροφορίες σχετικά με τα πεδία που συμπεριλαμβάνονται σε κάθε πίνακα. Στο πεδίο **format** ορίζεται ο τύπος των αρχείων που θα εισαχθεί. Επιλέγεται το **.csv**. Για το λόγο αυτό μετατρέπονται τα αρχεία του **excel** σε **.csv**.

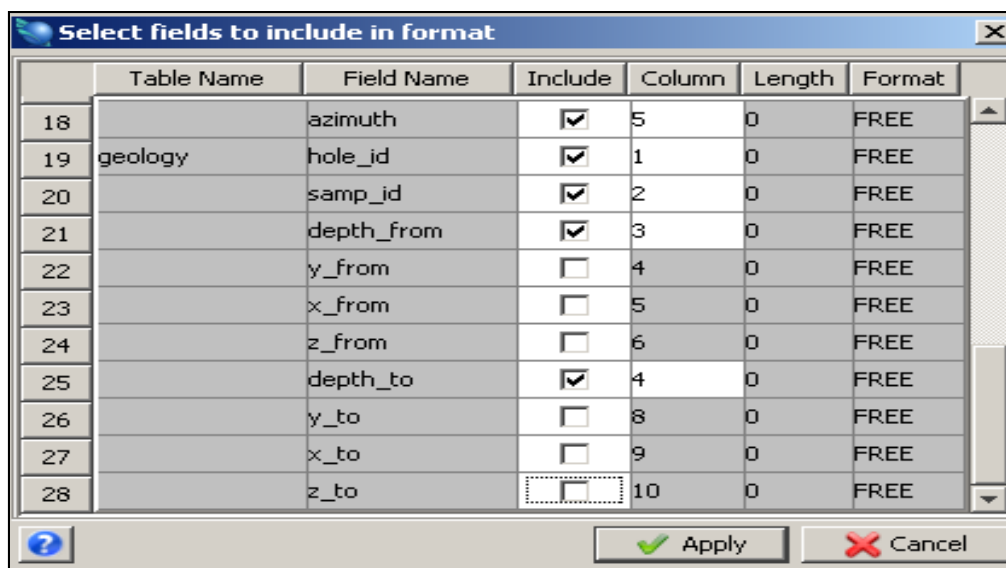


Στη συνέχεια επιλέγονται οι πίνακες που θα συμπεριληφθούν στη βάση.



Εικόνα 3.9: Επιλογή των πινάκων που θα συμπεριληφθούν στη βάση.

Μετά αντιστοιχούνται τα πεδία του κάθε πίνακα στις στήλες του αρχείου excel που έχουν συνδεθεί.

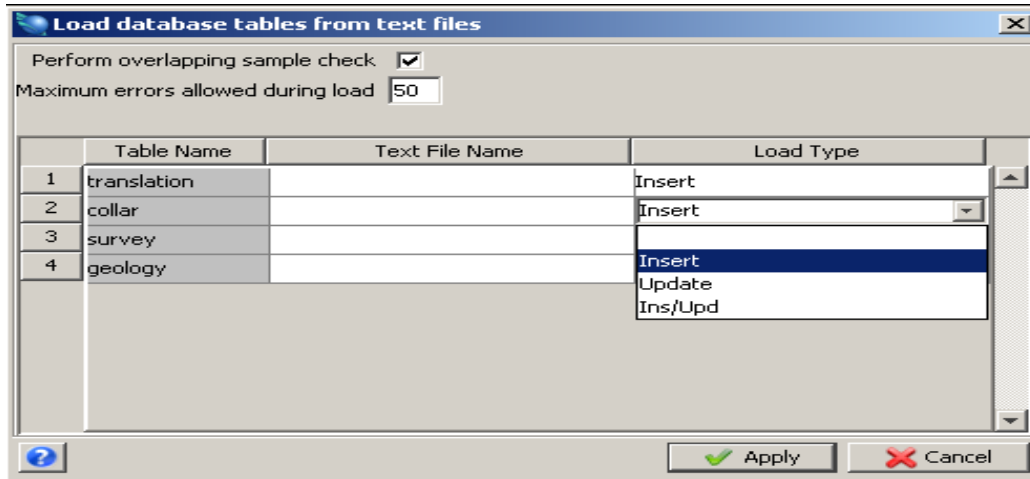


Εικόνα 3.10: Επιλογή πεδίων κάθε πίνακα και αντιστοίχησή τους με τις στήλες του αρχείου excel.

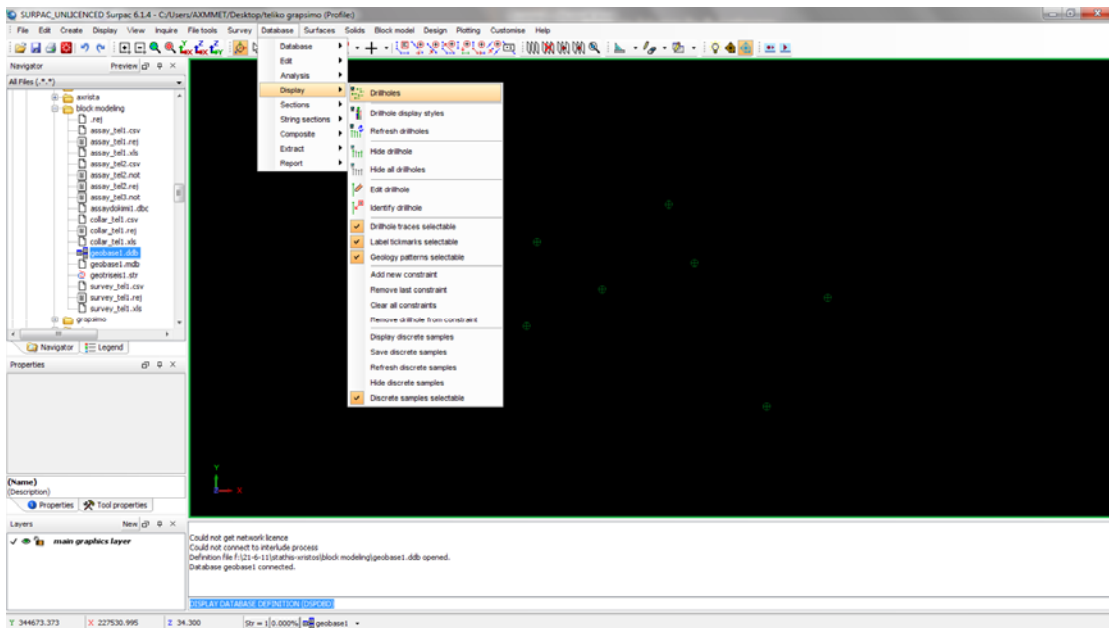
Αφού έχουν ορισθεί όλα τα παραπάνω καλούμε τα .csv αρχεία, από τα οποία κάθε πίνακας της βάσης θα πάρει τα δεδομένα.

Στην περίπτωση που επιθυμείται αργότερα η τροποποίηση δεδομένων ή η ενημέρωση της βάσης με πρόσθετα δεδομένα, επιλέγεται ξανά η εντολή **Database** → **Import Data** και εισάγεται ξανά το νέο αρχείο επιλέγοντας από τη στήλη **Load**

**Type** τις εντολές **Update** ή **Ins/Upd** αντίστοιχα. Στη φάση αυτή έχει δημιουργηθεί πλέον το αρχείο **.dsc** με την πληροφορία των πινάκων καθώς και το αρχείο αναφοράς **.csv** στο οποίο φαίνεται το πλήθος των δεδομένων που εισήχθησαν σε κάθε πίνακα της βάσης.

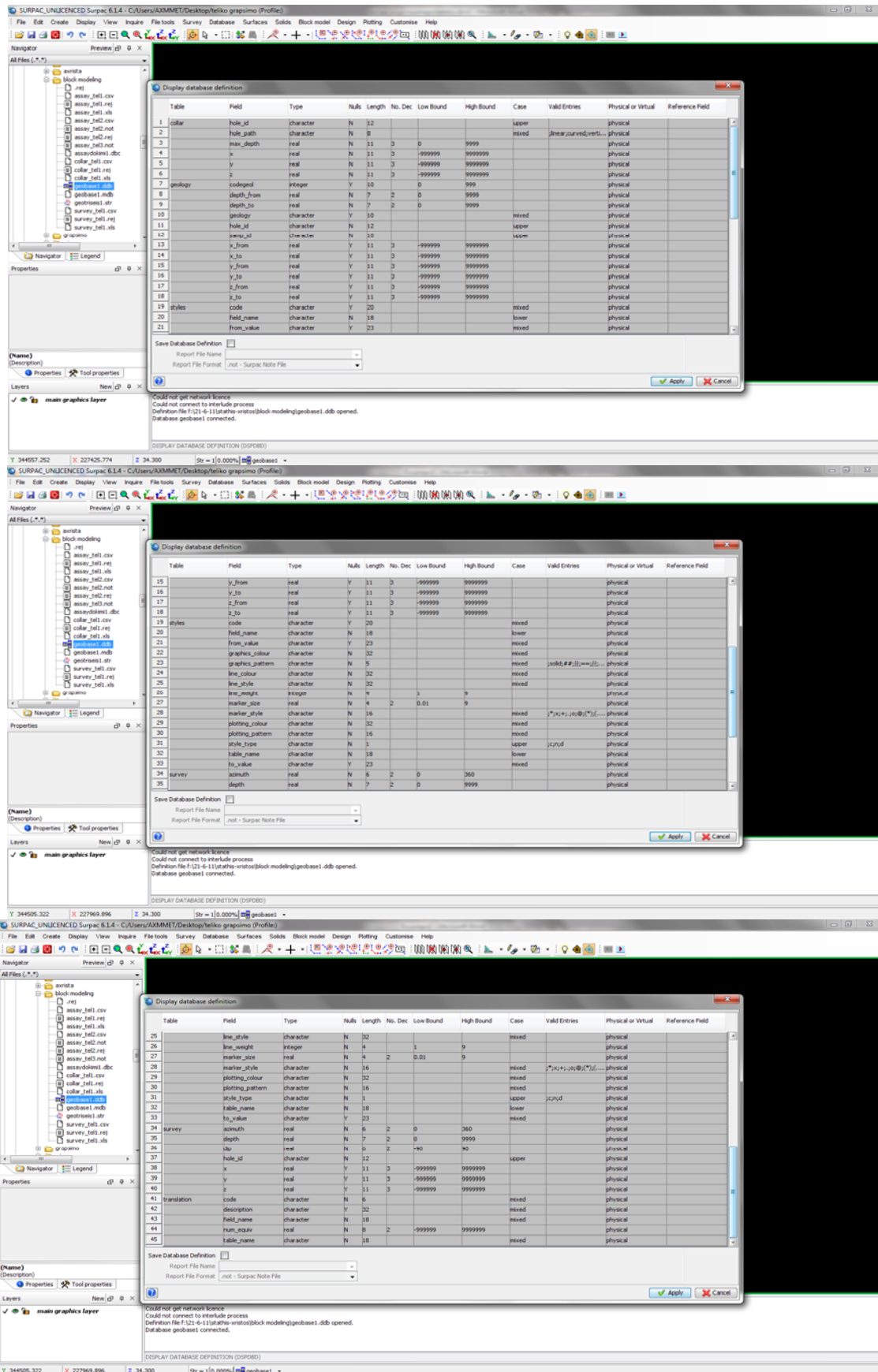


**Εικόνα 3.11:** Αντιστοίχιση αρχείων **.csv** με του πίνακες της βάσης δεδομένων.



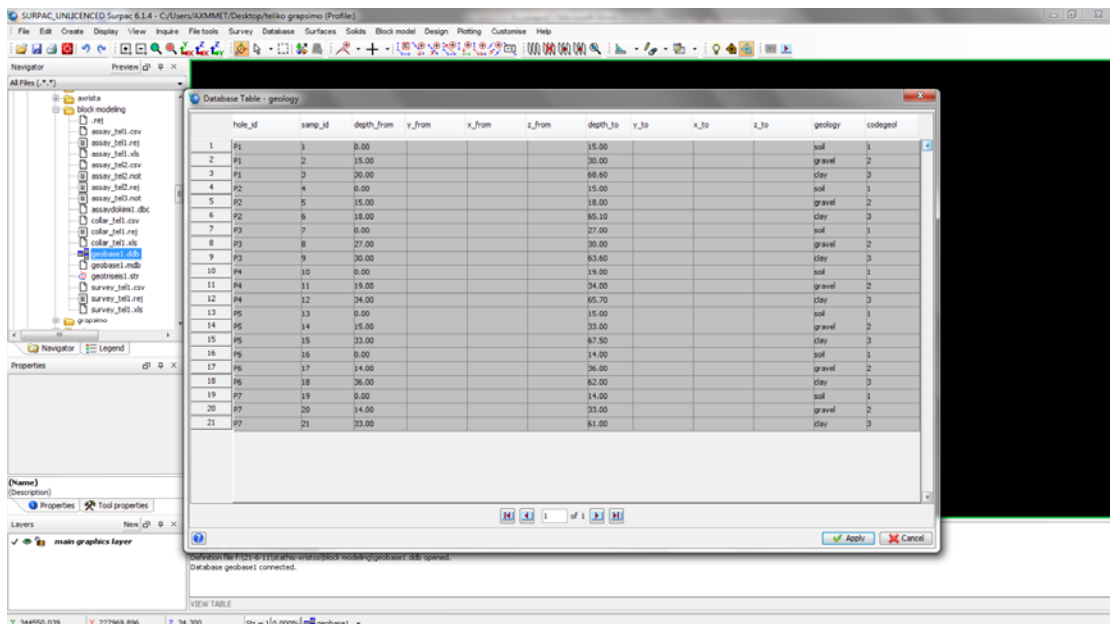
**Εικόνα 3.12:** Εντολή προβολής των δεδομένων της βάσης που δημιουργήθηκε.

Τα πεδία της βάσης προβάλλονται μέσω του μενού, στο module **Database** → **Display database definition**.

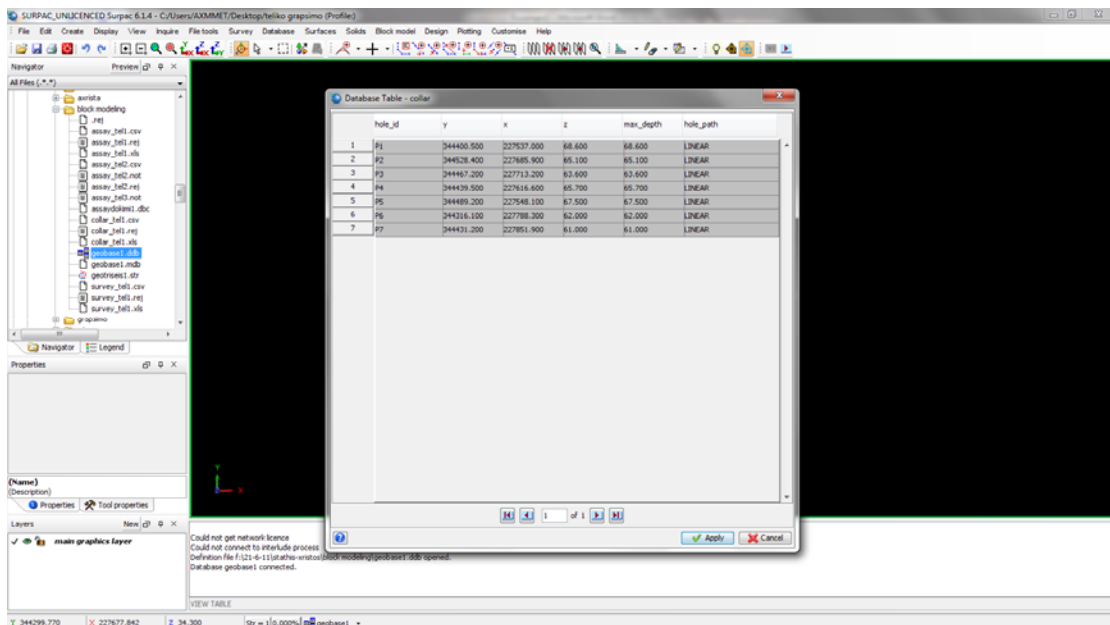


Εικόνα 3.13: Προβολή όλων των πεδίων της βάσης.

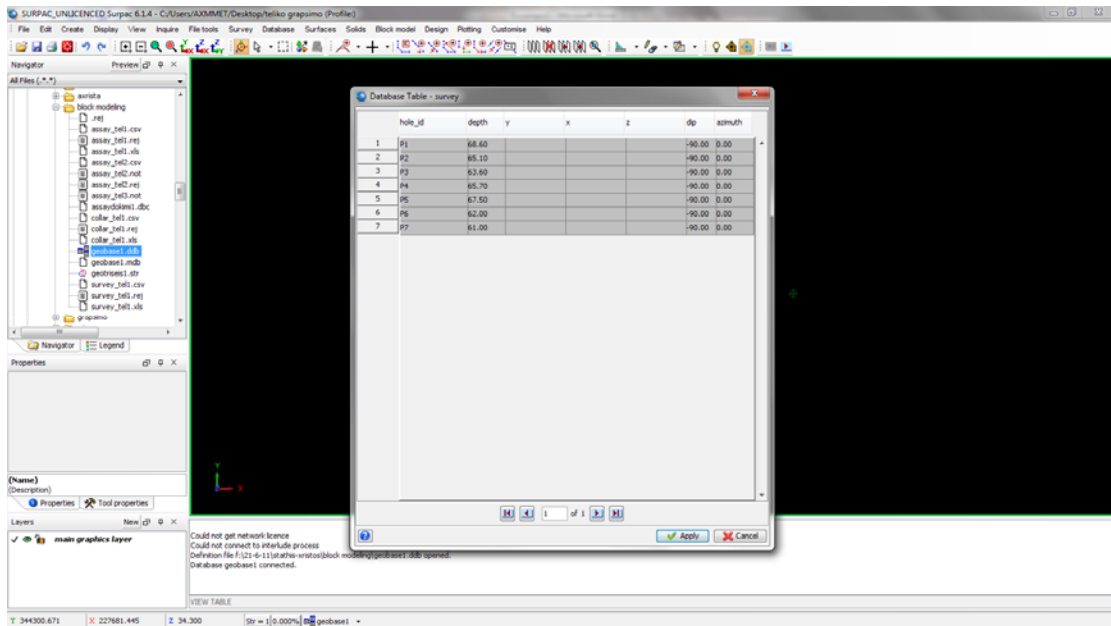
Η προβολή της πληροφορίας που έχει εισαχθεί στη βάση δεδομένων, ξεχωριστά για κάθε πίνακα, πραγματοποιείται μέσω του μενού **Database**→**Edit** → **View table**.



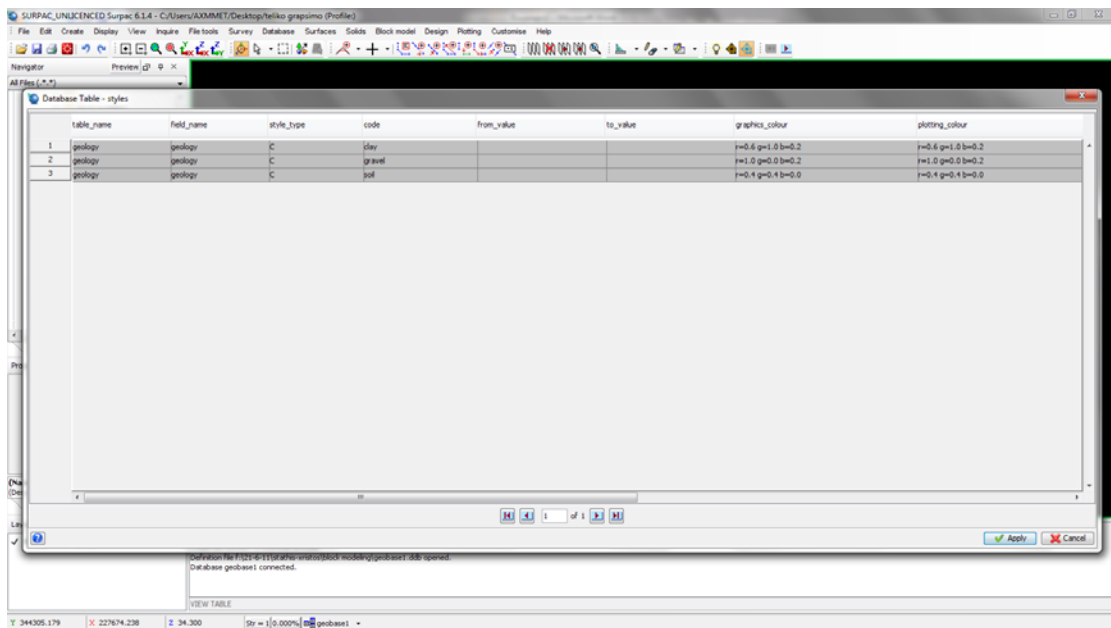
Εικόνα 3.14: Προβολή πίνακα geol.



Εικόνα 3.15: Προβολή πίνακα collar

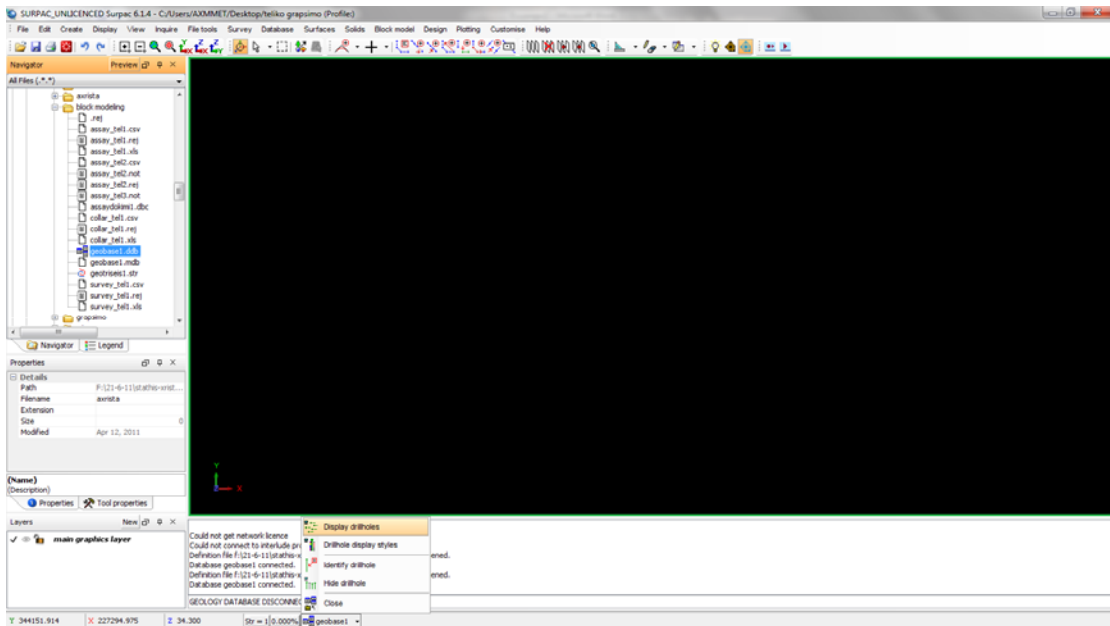


Εικόνα 3.16: Προβολή πίνακα **survey**.



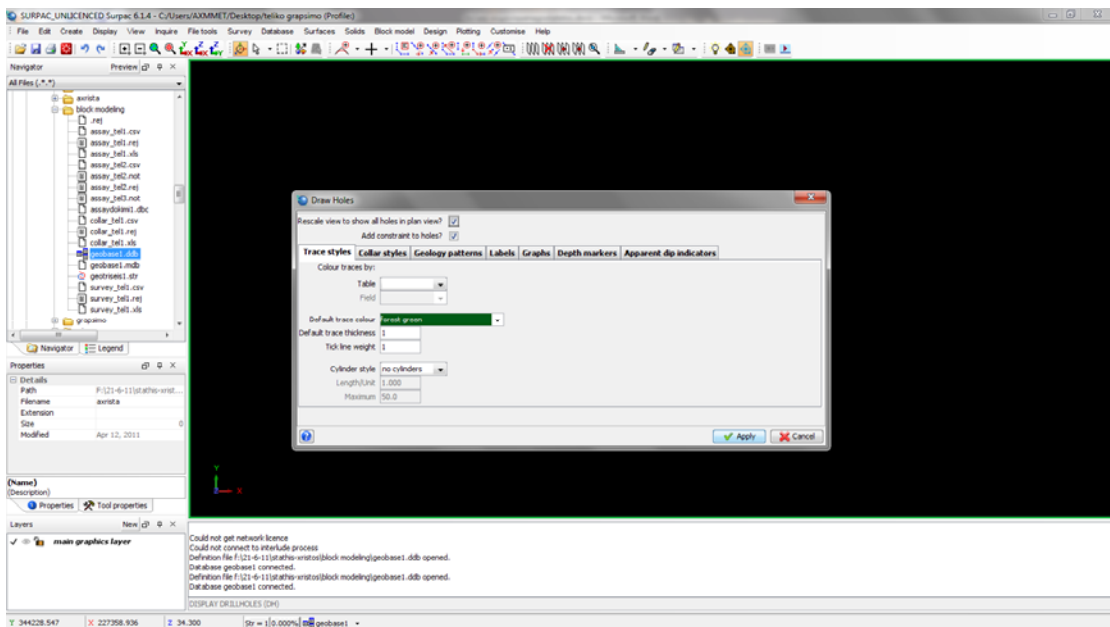
Εικόνα 3.17: Προβολή πίνακα **styles**.

Για την προβολή των γεωτρήσεων στην επιφάνεια εργασίας, στη βάση δεδομένων επιλέγεται η εντολή **Display drillholes**.



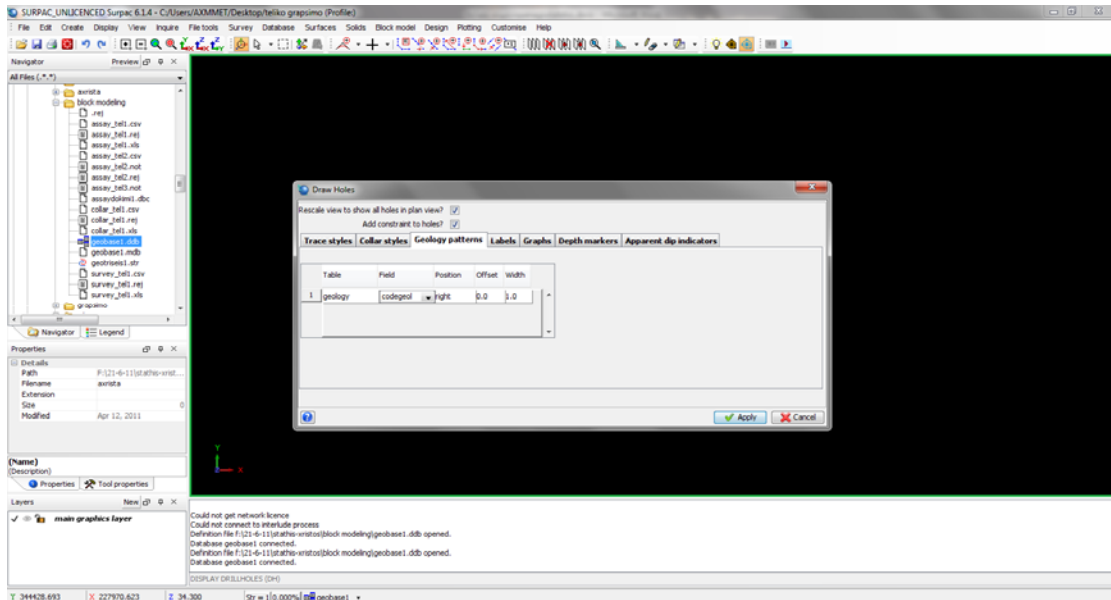
**ΕΙΚΟΝΑ 3.18:** Εντολή για την γραφική προβολή των γεωτρήσεων.

Στο παράθυρο που εμφανίζεται επιλέγεται τι ακριβώς επιθυμείται να προβληθεί. Για τη χωρική κατανομή των γεωτρήσεων επιλέγεται το φύλλο **Trace styles** του πίνακα και προσδιορίζεται το χρώμα με το οποίο θα εμφανίζεται κάθε γεώτρηση.



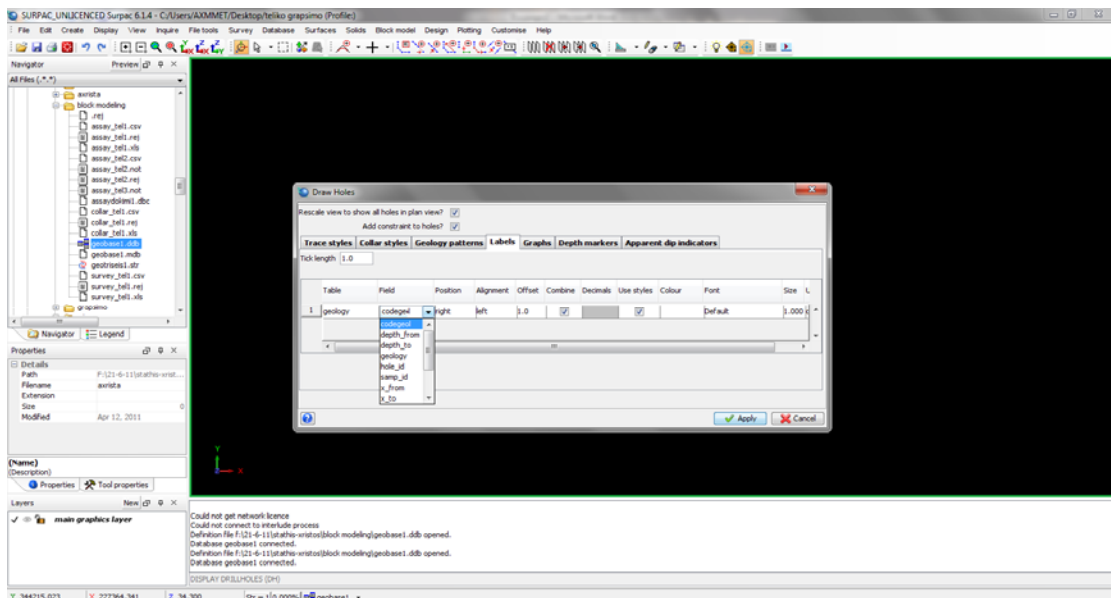
**Εικόνα 3.19:** Παράθυρο επιλογής παραμέτρων προβολής (χωρική κατανομή γεωτρήσεων)

Εάν επιθυμείται να εμφανίζονται όλα τα στοιχεία της γεώτρησης που υπάρχουν στον σχετικό πίνακα, το παράθυρο που εμφανίζεται παραμένει κενό.

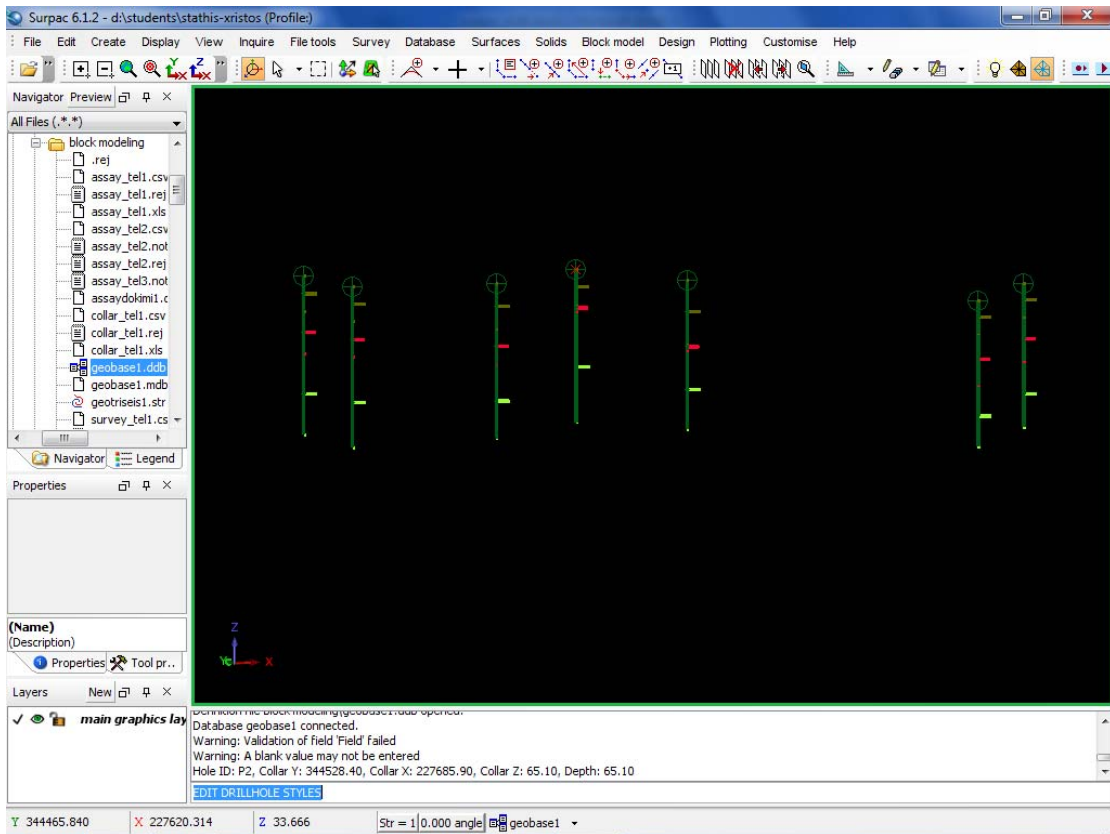


Εικόνα 3.20: Επιλογή πληροφοριών που θα συμπεριληφθούν στην απεικόνιση.

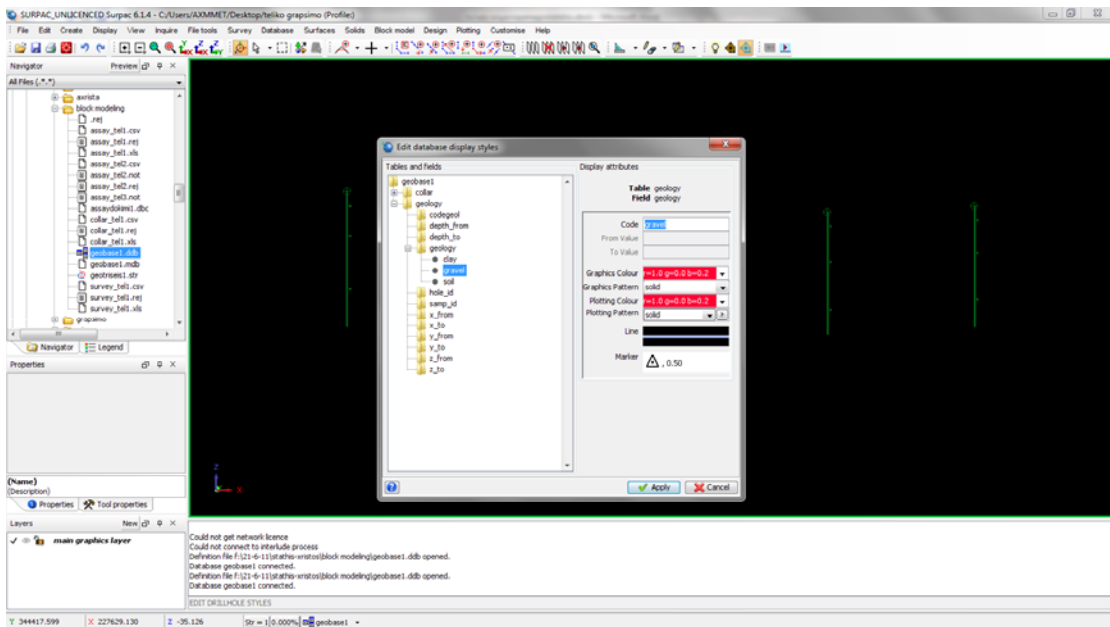
Εάν επιθυμείται η προβολή της πληροφορίας με τους γεωλογικούς σχηματισμούς σε κάθε σημείο δειγματοληψίας, στο φύλλο Labels επιλέγεται ο πίνακας καθώς και η στήλη του πίνακα, όπου υπάρχει η συγκεκριμένη πληροφορία.



Εικόνα 3.21: προβολή της πληροφορίας με τους γεωλογικούς σχηματισμούς.



Εικόνα 3.22: Απεικόνιση των γεωτρήσεων στο χώρο.



Εικόνα 3.23: Ορισμός και αντιστοίχιση γεωλογικού σχηματισμού με χρώμα προβολής

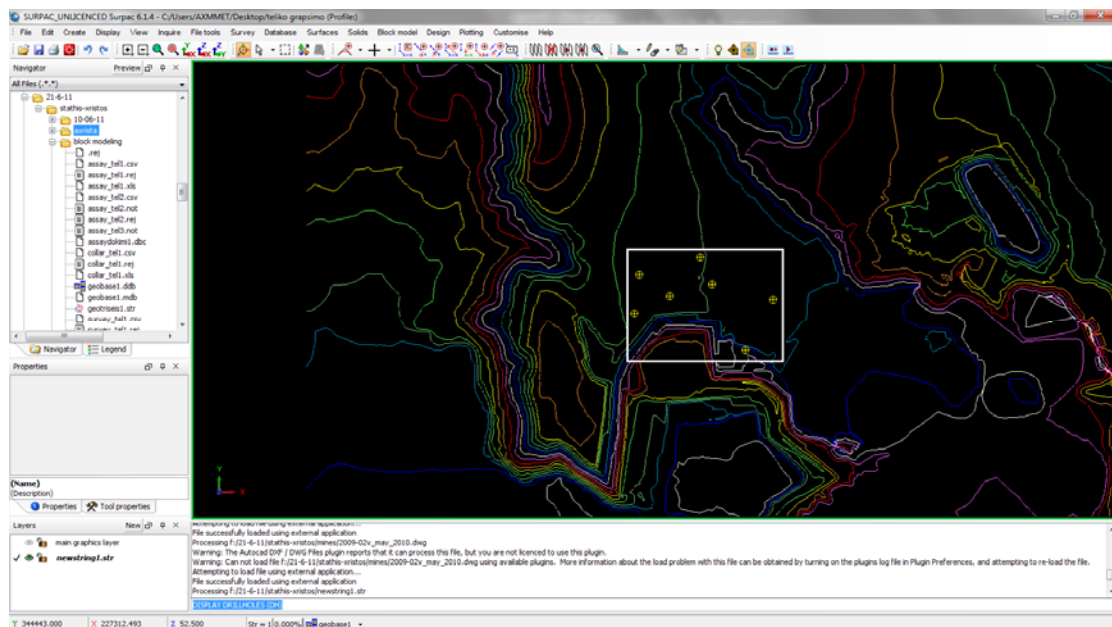


## 3.4 Κατασκευή block model

Η διαδικασία που ακολουθείται για την κατασκευή ενός Block Model περιγράφεται παρακάτω σε γενικές γραμμές, ενώ ανάλογα με τη μέθοδο που χρησιμοποιείται και τον ορισμό των παραμέτρων διαφοροποιείται, όπως φαίνεται και από τις παρακάτω δοκιμές.

### 3.4.1 Διαδικασία block model

Με βάση ένα πυκνό κάρναβο 7 γεωτρήσεων περιορισμένης έκτασης, δημιουργήθηκε ένα «μικρό» block model που αποτυπώνει τη στρωματογραφία του εδάφους (άργιλος, χαλίκι, φυτική γη), σε μια μικρή περιοχή του χώρου μελέτης.



**Εικόνα 3.24:** Οριοθέτηση περιοχής μικρού block model.

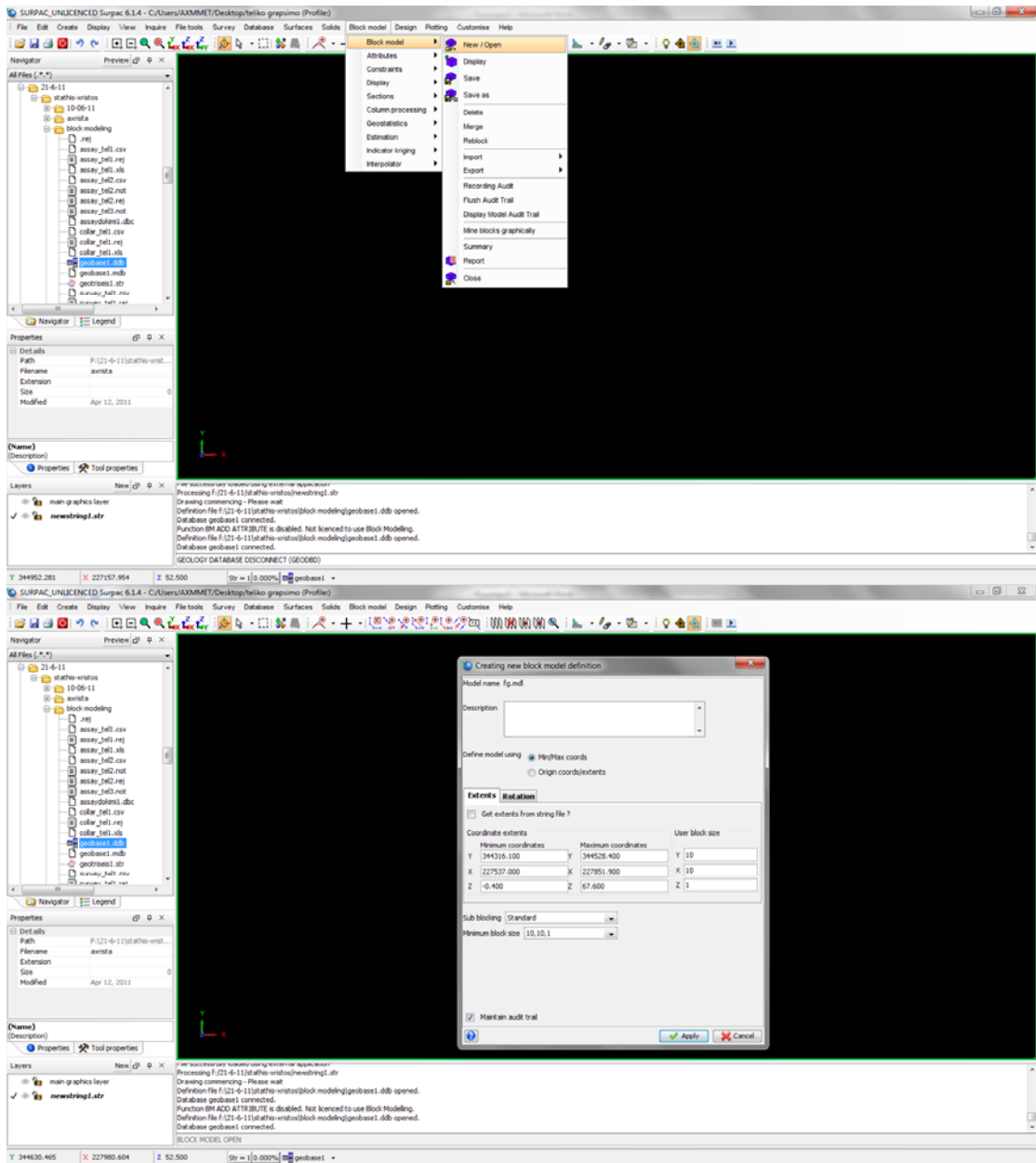
Στην συνέχεια με σκοπό να καλυφθεί ολόκληρη η περιοχή μελέτης δημιουργήθηκε ένα «μεγάλο» block model το οποίο αναφέρεται στην ευρύτερη περιοχή. Τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του συγκεκριμένου μοντέλου ήταν ένας αραιότερος κάρναβος γεωτρήσεων και τα χαρακτηριστικά που χρησιμοποιήθηκαν στο «μικρό» block model.

Όμως λόγω του ότι τα στοιχεία που έδιναν οι γεωτρήσεις στην ευρύτερη περιοχή δεν περιείχαν στοιχεία διαχωρισμού για το χαλίκι και τη φυτική γη, αναφέρονται τελικά στο «μεγάλο» block model ως στείρο.

Προκειμένου να δημιουργηθεί το block model ακολουθούμε τα παρακάτω βήματα:

1) Δημιουργούμε το μοντέλο έχοντας ανοιχτή την βάση δεδομένων που φτιάξαμε.

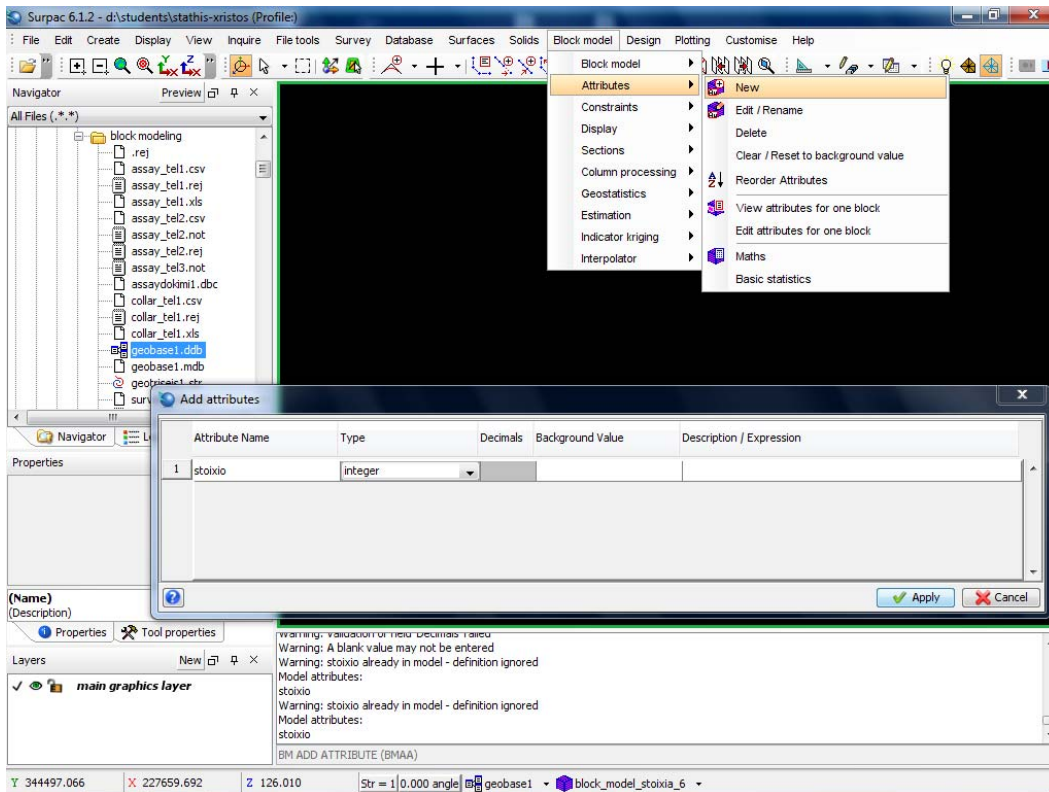
2) Ορίζουμε τα στοιχεία του μοντέλου. Για το σκοπό αυτό εκτός από το μέγεθος των blocks χρειάζονται και οι συντεταγμένες της περιοχής τις οποίες τις παίρνουμε πλέον από το string file που έχουμε δημιουργήσει. Οι συντεταγμένες που παίρνει ο πίνακας δημιουργούν ένα όριο με βάση τις γεωτρήσεις. Στο στάδιο αυτό μπορούμε να αλλάξουμε τις συντεταγμένες και να βάλουμε αυτές που ορίζουν την περιοχή ενδιαφέροντος. Ορίζουμε επίσης το μέγεθος των blocks που θα δημιουργηθούν.



Εικόνα 3.25: Block model→New

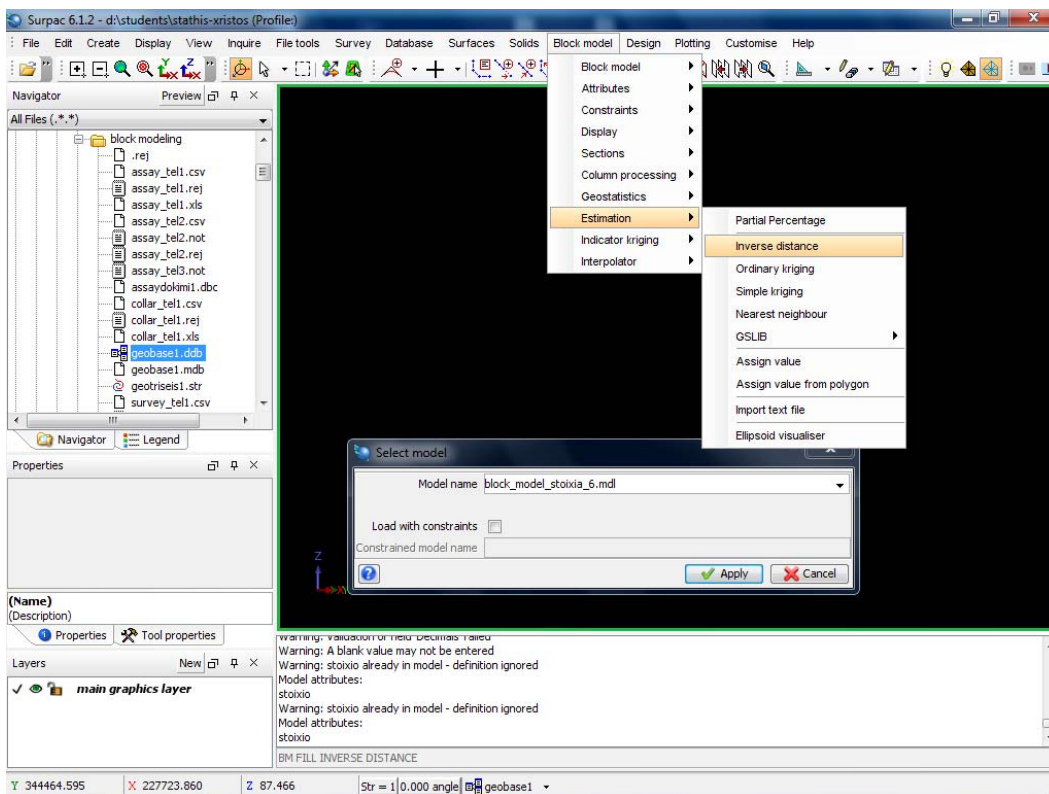
3) Πατώντας apply εμφανίζεται ο πίνακας με τα στοιχεία του μοντέλου. Επιλέγουμε το create model.

4) Ορίζουμε τις παραμέτρους για το στοιχείο που μας ενδιαφέρει επιλέγοντας block model→attributes→new.



Εικόνα 3.26: Εντολή block model → attributes → new.

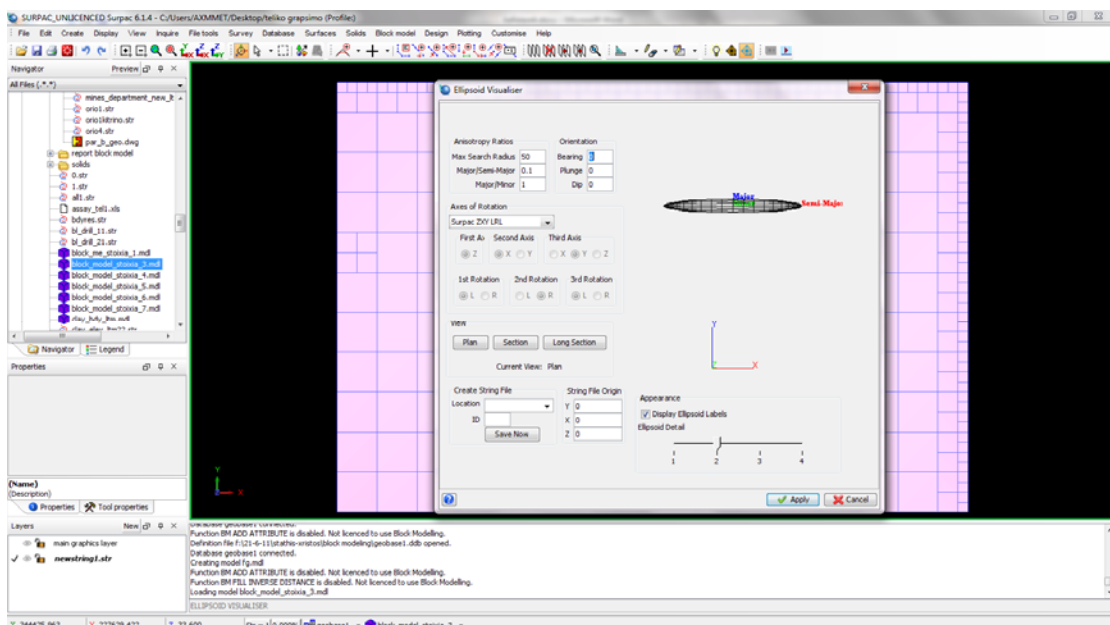
5) Επιλέγουμε τη μέθοδο δημιουργίας του μοντέλου. Στη συγκεκριμένη περίπτωση χρησιμοποιούμε το Inverse Distance.



Εικόνα 3.27: Εντολή block model → Estimation → Inverse Distance.

6) Ορίζουμε το αρχείο από το οποίο θα πάρει τα δεδομένα. Το αρχείο αυτό είναι το string file που δημιουργούμε από την βάση δεδομένων, το οποίο περιέχει τα δεδομένα της παραμέτρου που θέλουμε να μοντελοποιήσουμε. Επιλέγουμε την παράμετρο που θα υπολογιστεί (clay).

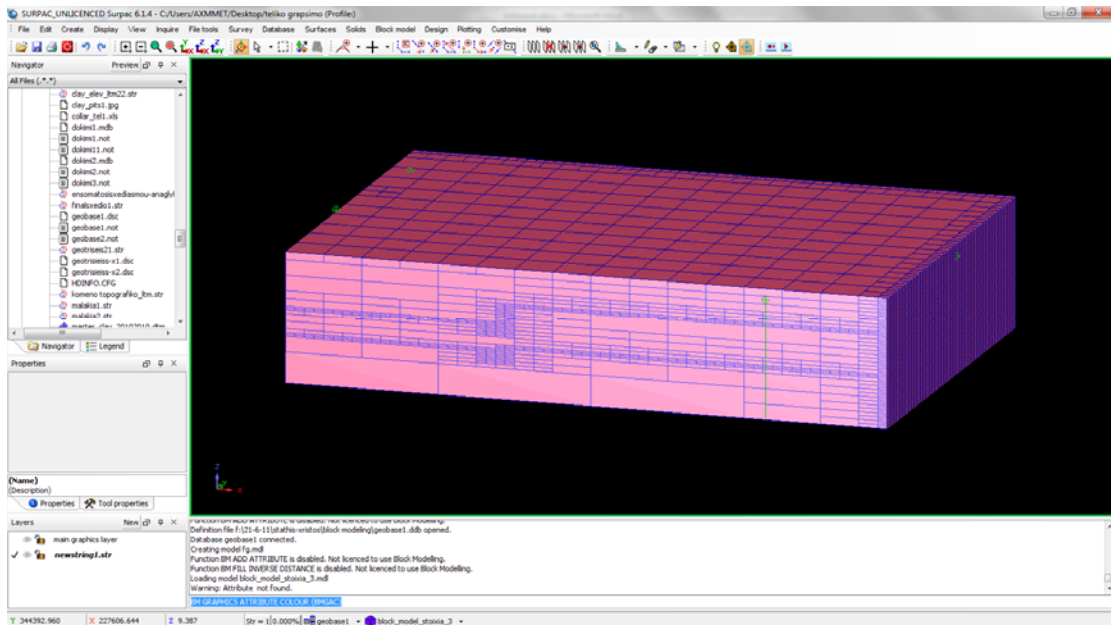
7) Ορίζουμε τις παραμέτρους με βάση τις οποίες τα blocks που δημιουργήσαμε θα πάρουν τιμές. Οι παράμετροι αυτές δεν είναι σταθερές. Έγιναν δοκιμές για να βρεθεί ο βέλτιστος συνδυασμός παραμέτρων. Το **Minimum και maximum number of samples** ορίζει το πλήθος των γειτονικών γεωτρήσεων, που θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη για τον προσδιορισμό της τιμής ενός block. Ο μικρότερος αριθμός γεωτρήσεων που επιλέξαμε είναι 1. Το **maximum search radius** ορίζει τη μέγιστη ακτίνα από την οποία θα μπορεί το μοντέλο να πάρει δεδομένα για να διαμορφώσει την τιμή ενός block. Η μέγιστη ακτίνα που επιλέξαμε για τη συγκεκριμένη περιοχή κυμαίνεται από 50m έως 900m. . Αντίστοιχα, το **maximum vertical search distance** ορίζει το μέγιστο βάθος από το οποίο θα μπορεί το μοντέλο να πάρει δεδομένα για να διαμορφώσει την τιμή ενός block. Το μέγιστο βάθος που επιλέξαμε είναι 15m. Το **anisotropy ratios** ορίζεται με βάση στο σχήμα του ελλειψοειδούς που θέλουμε να διαμορφώσουμε για τη δημιουργία του μοντέλου.



Εικόνα 3.28: Ellipsoid visualiser

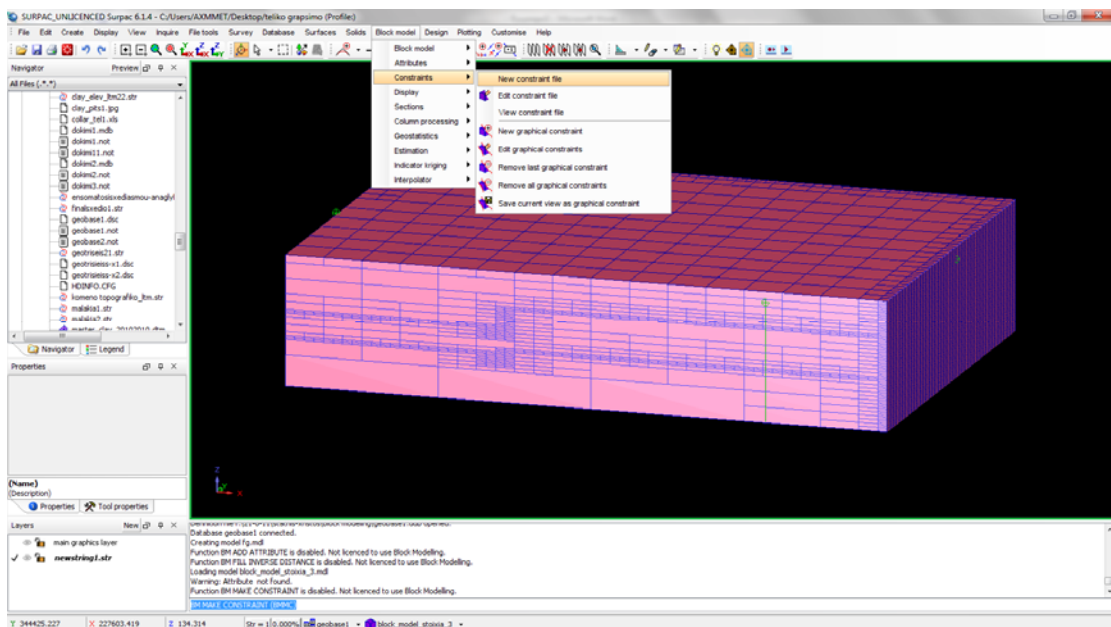
8) Ορίζουμε τις παραμέτρους για την εφαρμογή της μεθόδου *Inverse Distance*, καθώς και το όνομα και τη μορφή του αρχείου που θα δημιουργηθεί.

Το μοντέλο που δημιουργήθηκε μπορούμε να το δούμε με την εντολή **block model** → **display** → **display block model**.



Εικόνα 3.29: block model

9) Για να αναπαραστήσουμε το μοντέλο γραφικά επιβάλλοντας περιορισμούς (constraints) ως προς τα blocks επιλέγουμε την εντολή **block model** → **new constraint**. Στο παράθυρο που εμφανίζεται επιλέγουμε τον τύπο του περιορισμού κάθε φορά και τις τιμές των παραμέτρων του περιορισμού αυτού.

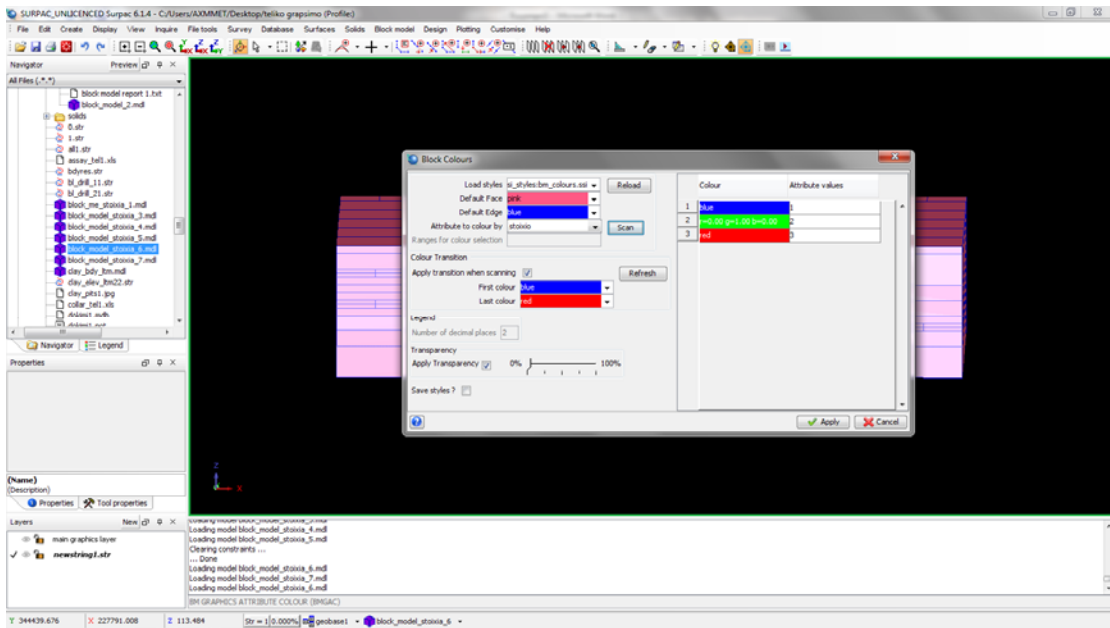


Εικόνα 3.30: block model → new constraint.

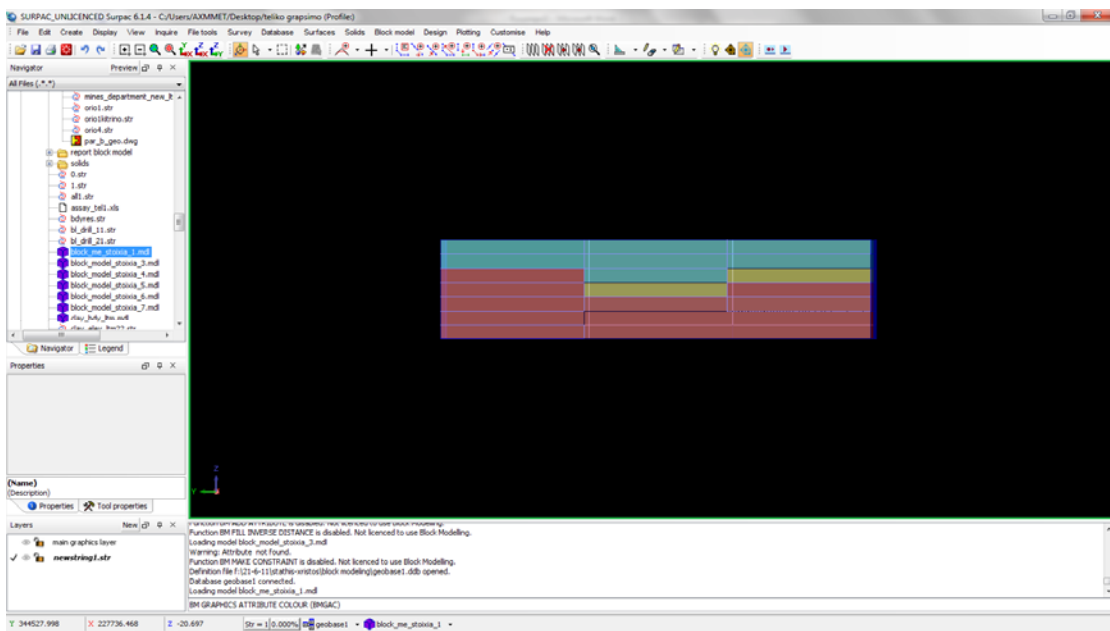
Για την επιλογή των βέλτιστων παραμέτρων μοντελοποίησης στο «μικρό» block model προχωρήσαμε σε μια σειρά δοκιμών, αλλάζοντας κάθε φορά το **block size**, το **maximum search radius**, **bearing**, **major/semi-major**, **plunge**, **major/minor** και **dip**.

παραμέτρος	Δοκιμή 1	Δοκιμή 2	Δοκιμή 3	Δοκιμή 4	Δοκιμή 5	Δοκιμή 6	Δοκιμή 7
<b>Max.search radius</b>	50	350	350	700	100	900	500
<b>Major/semi-major</b>	0.1	0.4	1	0.6	0.6	1	0.2
<b>Major/minor</b>	1	7	4	8	2	1	1
<b>Bearing</b>	0	56	0	0	0	58	0
<b>Plunge</b>	0	47	15	0	0	15	0
<b>Dip</b>	0	10	0	0	15	0	20
<b>Block size</b>	100*100*10	10*10*1	5*5*1	5*5*1	50*50*5	20*20*2	10*10*1

Αφού έχουμε δημιουργήσει το μοντέλο μπορούμε να δούμε τις διαβαθμίσεις στις τιμές σε κάθε block από την εντολή **block model → display → colour model by attribute**. Επιλέγουμε την παράμετρο που θέλουμε να αναπαραστήσουμε (**attribute to colour by**) και προσδιορίζουμε το εύρος των διαβαθμίσεων που θέλουμε.

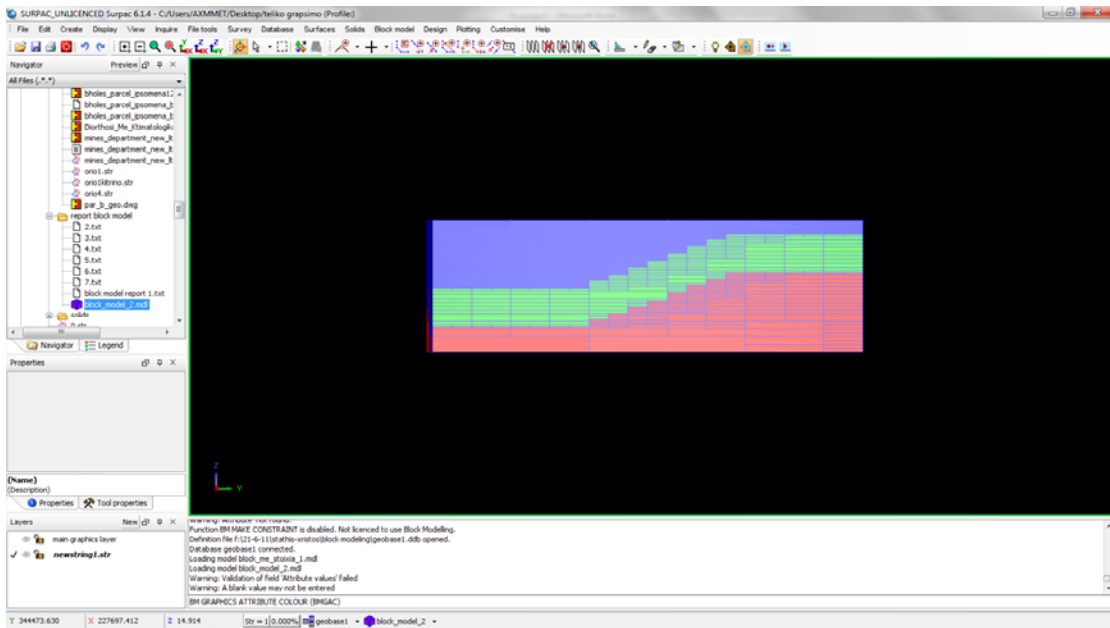


Εικόνα 3.31: Εντολή block model→display→colour model by attribute

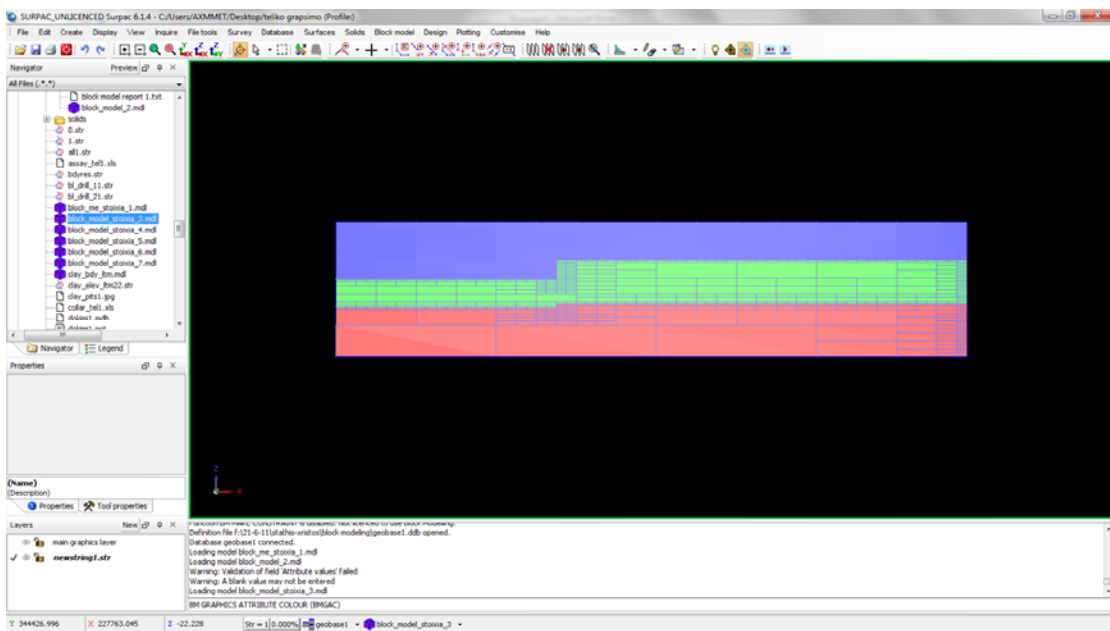


Εικόνα 3.32: Απεικόνιση block model 1

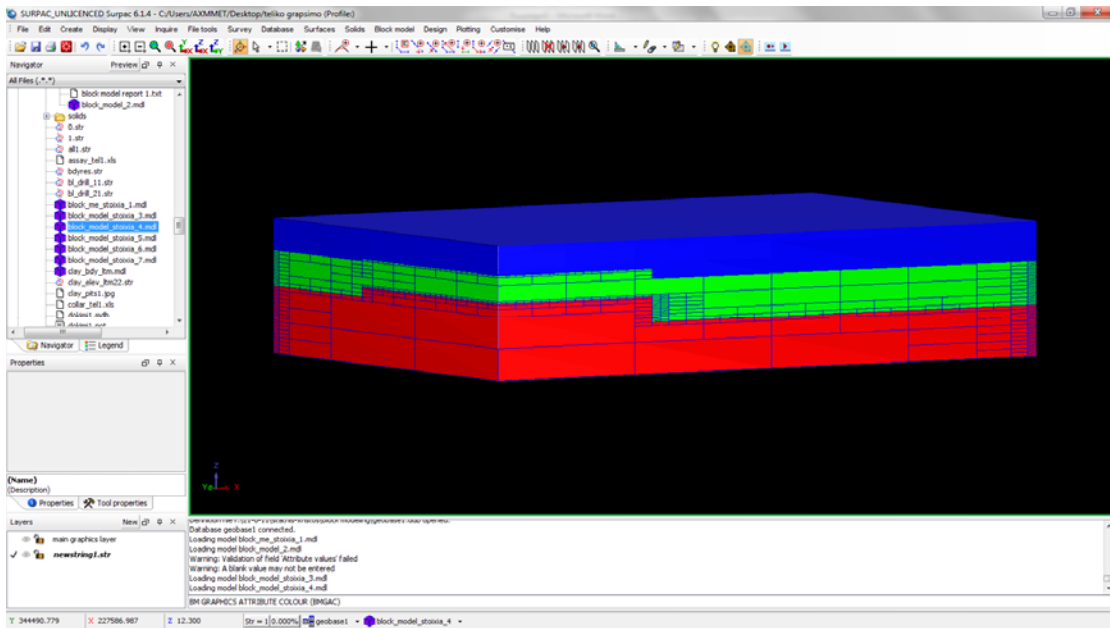




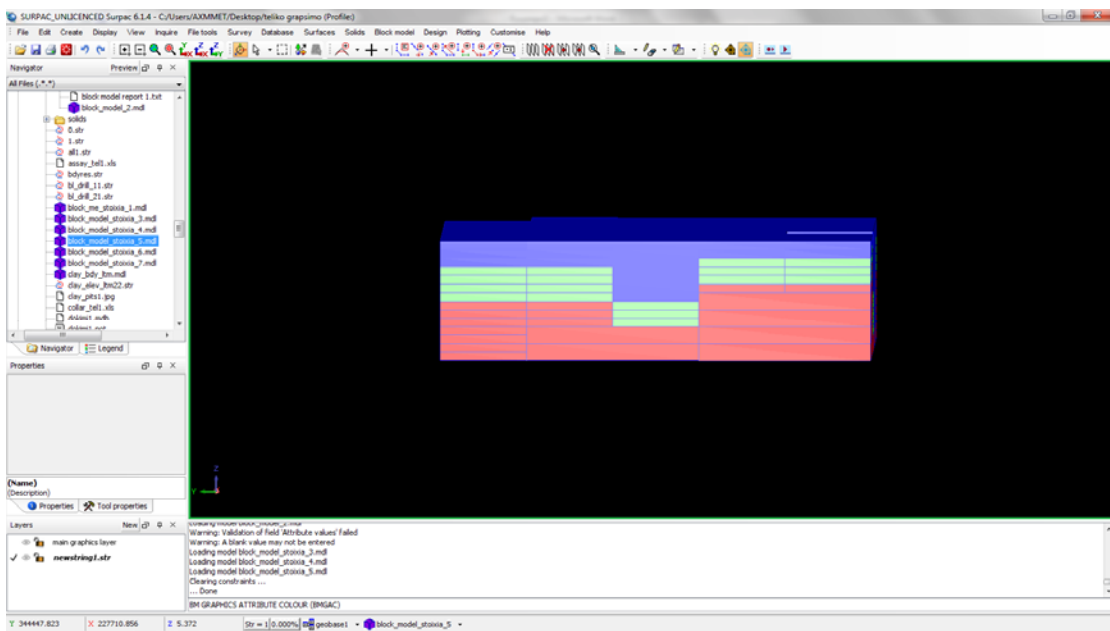
Εικόνα 3.33: Απεικόνιση block model 2



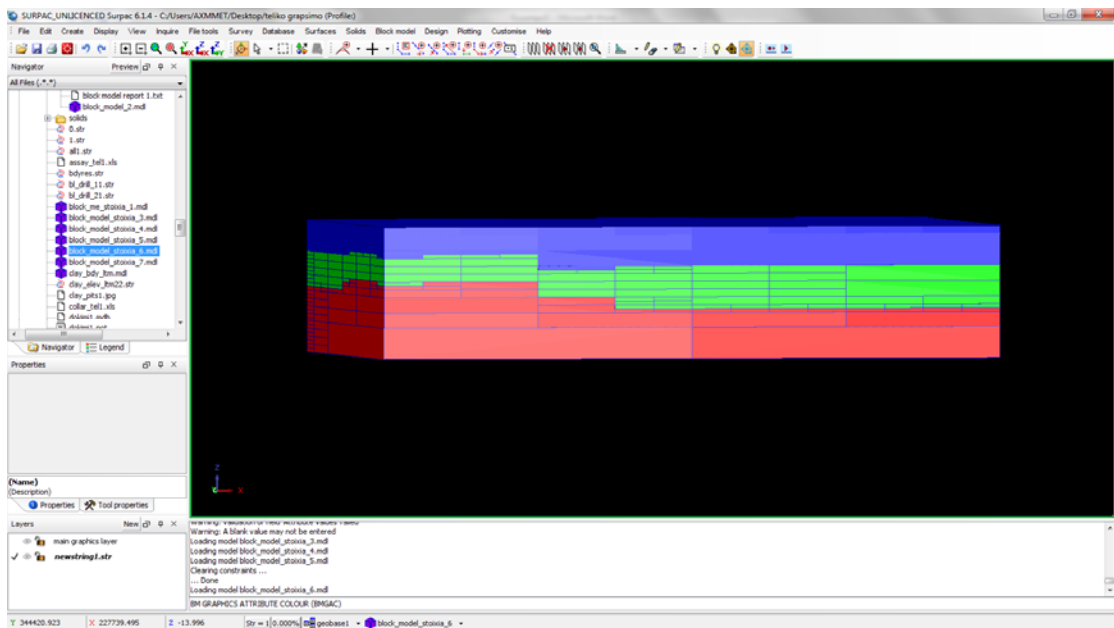
Εικόνα 3.34: Απεικόνιση block model 3



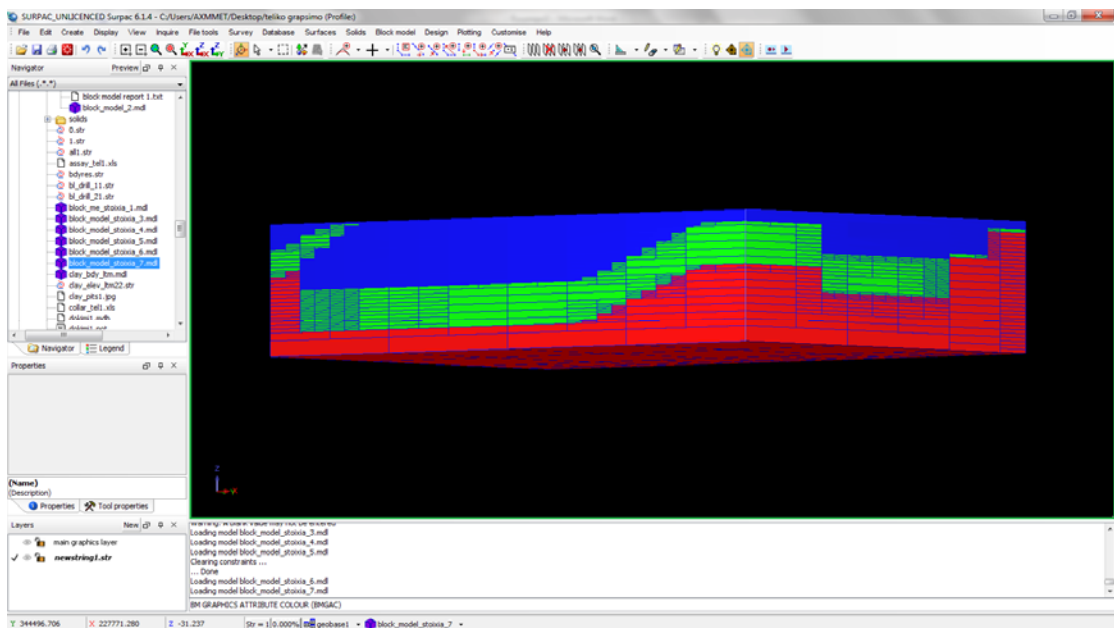
Εικόνα 3.35: Απεικόνιση block model 4



Εικόνα 3.36: Απεικόνιση block model 5

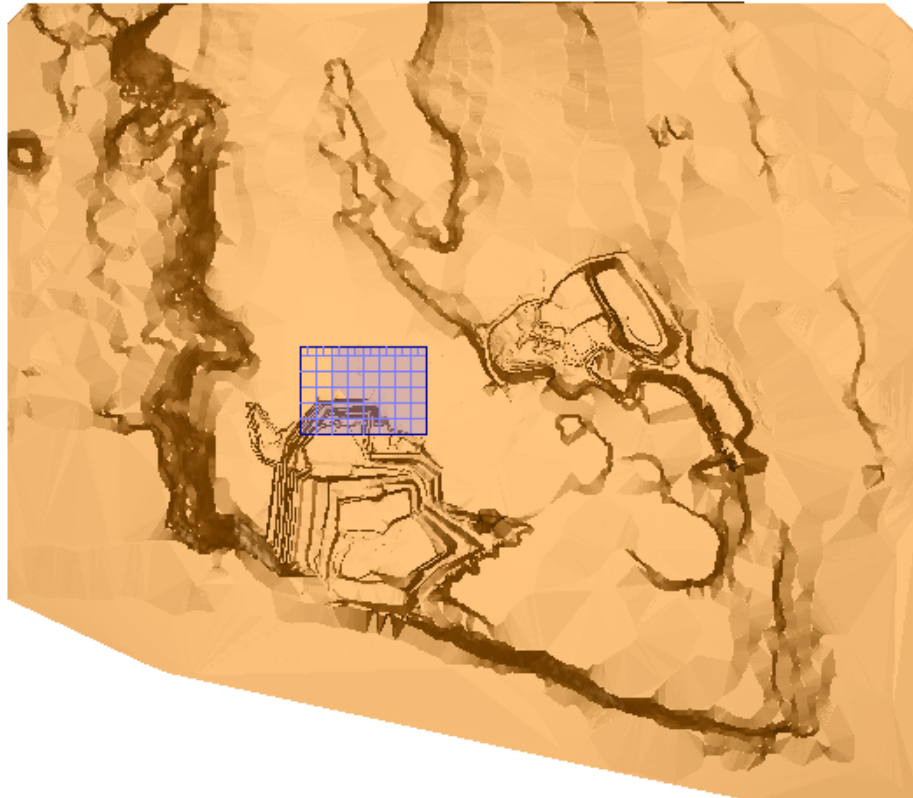


Εικόνα 3.37: Απεικόνιση block model 6

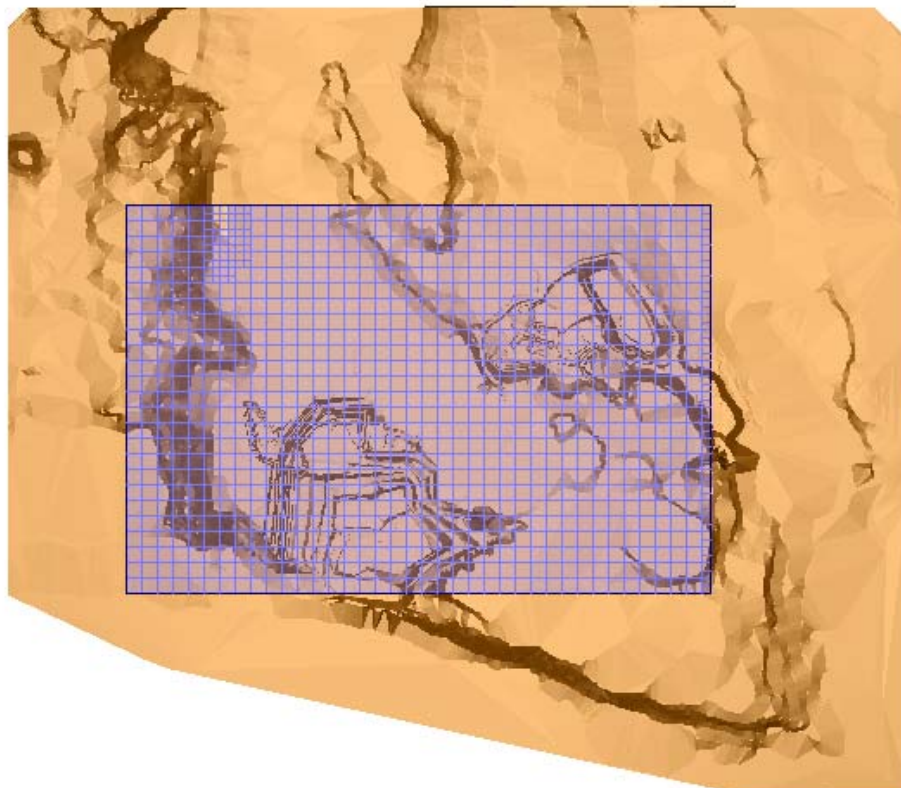


Εικόνα 3.38: Απεικόνιση block model 7

Με βάση τις παραπάνω δοκιμές καταλήξαμε ότι το βέλτιστο μοντέλο είναι το **block model 6**, τα χαρακτηριστικά του οποίου χρησιμοποιήθηκαν σε συνδυασμό με τις γεωτρήσεις της ευρύτερης περιοχής για την δημιουργία του «μεγάλου» block model.



**Εικόνα 3.39:** Αναπαράσταση του «μικρού» block model στο ανάγλυφο.



**Εικόνα 3.40:** Αναπαράσταση του «μεγάλου» block model στο ανάγλυφο.

### 3.5 Σχεδιασμός του λατομείου.

Προκειμένου να ξεκινήσει η διαδικασία σχεδιασμού του λατομείου, χρειάστηκε να εισάγουμε στο Surpac δεδομένα που αφορούν την επιθυμητή περιοχή, όπως είναι το φυσικό ανάγλυφο της περιοχής, το όριο του λατομικού χώρου, τις μη εκμεταλλεύσιμες περιοχές καθώς και τις ήδη αποκατεστημένες βαθμίδες αφού πρώτα τα μετατρέψουμε σε αρχεία με επέκταση .str (string file).

Ο σχεδιασμός των βαθμίδων του λατομείου ξεκίνησε οχτώ μέτρα εσωτερικά του ορίου (offset) σύμφωνα με τον “περί Μεταλλείων και Λατομείων Κανονισμών”.

.

Οι εντολές που χρησιμοποιήθηκαν ήταν:

**File→ new→ layer**

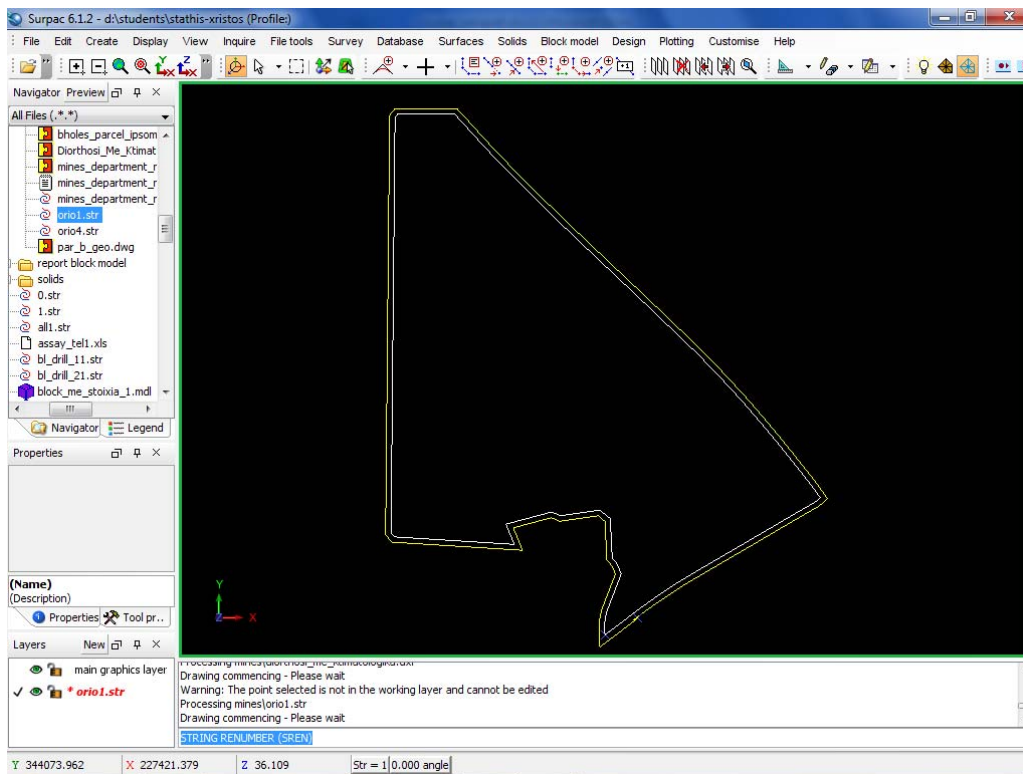
**Create→ digitize→ start new segment**

**Create→ digitize→ new point by selection**

**Design→ Expand segment→ by bench high**

**Design→ Expand segment→ by berm width**

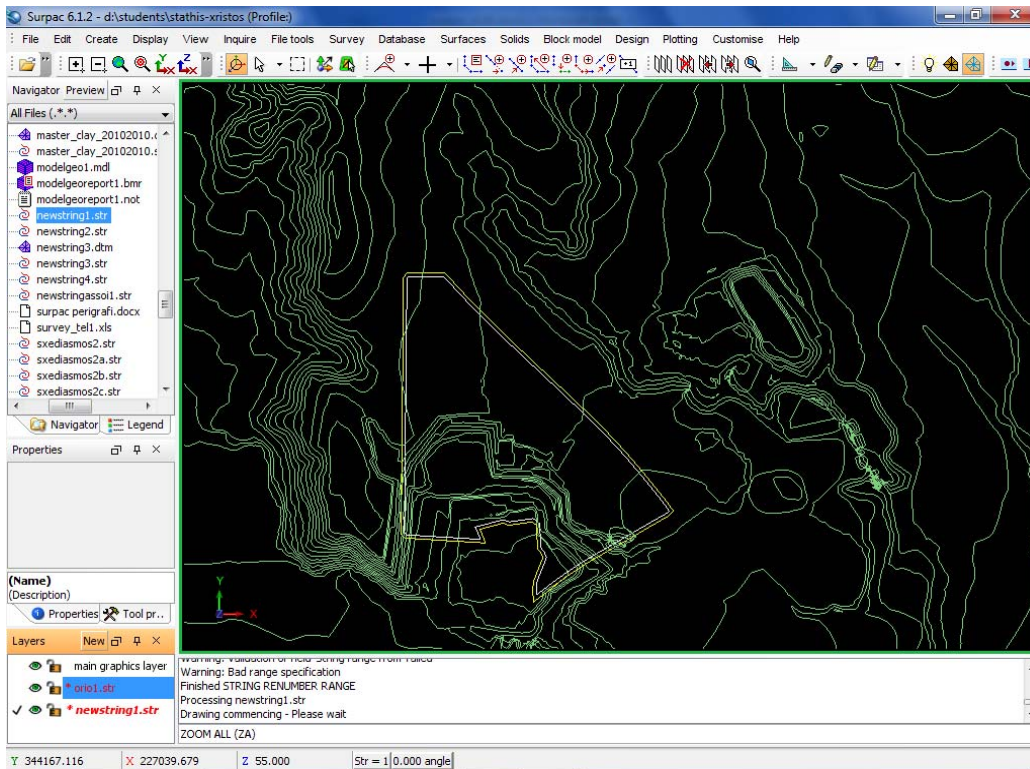
Με τις παραπάνω εντολές δημιουργήθηκε ένα νέο layer, στο οποίο αποτυπώθηκαν τα διάφορα υψομετρικά τμήματα που χρειάζονταν. Μετά την διαμόρφωση αυτή το layer είχε την παρακάτω μορφή:



**Εικόνα 3.41:** Όριο του λατομείου.

Στην παραπάνω εικόνα το **κίτρινο** τμήμα αποτελεί το όριο ενώ το **λευκό** την μετατόπιση του ορίου 8m προς το εσωτερικό του λατομείου (offset). Στο τμήμα του λατομικού χώρου, το οποίο βρίσκεται εκτός των ορίων, δεν έγινε καμία επέμβαση.

Στην συνέχεια προστίθενται οι ήδη υπάρχουσες βαθμίδες του λατομικού χώρου. Το αρχείο μετά την προσθήκη αυτή διαμορφώνεται ως εξής:

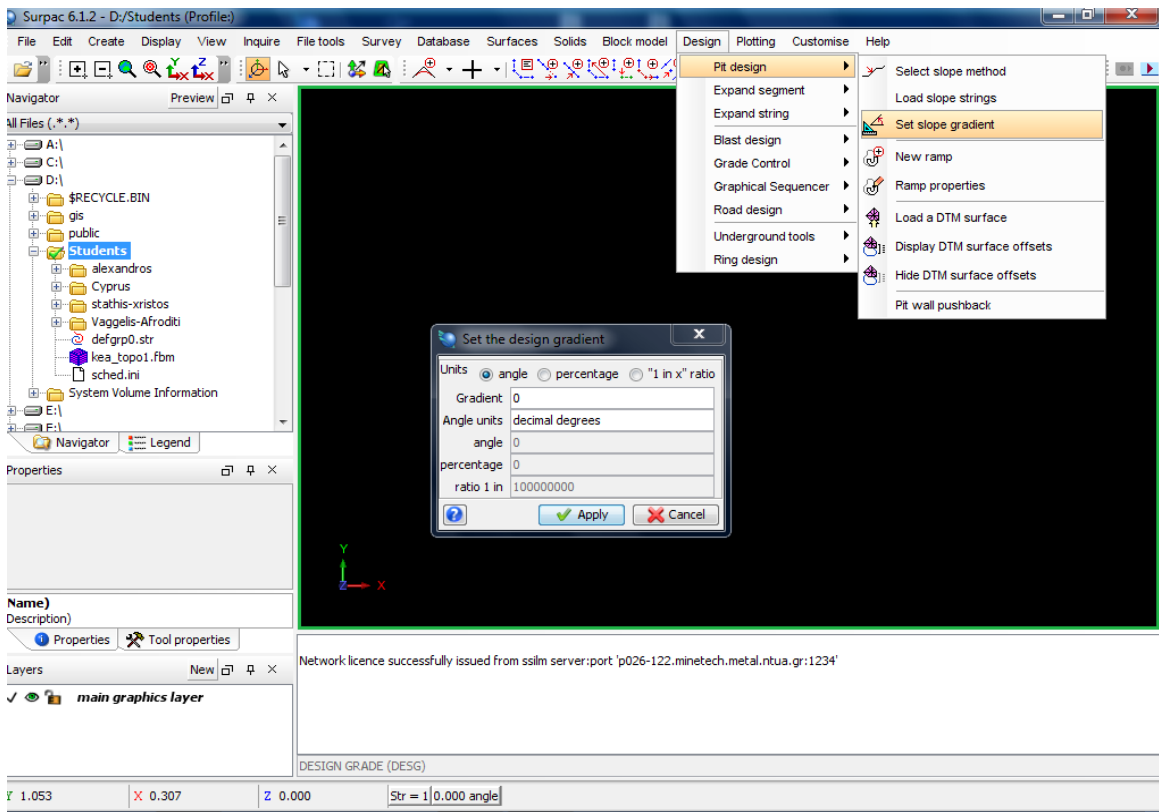


Εικόνα 3.42: Όριο και ισοψείς καμπύλες λατομείου.

### 3.5.1 Σχεδιασμός Βαθμίδων

Αρχικά αντιγράφουμε τα εξωτερικά σημεία στο string file που θα χρησιμοποιηθεί. Προκειμένου να ξεκινήσει ο σχεδιασμός βαθμίδων χρειάζεται να οριστεί η κλίση τους, πράγμα το οποίο γίνεται με την παρακάτω εντολή:

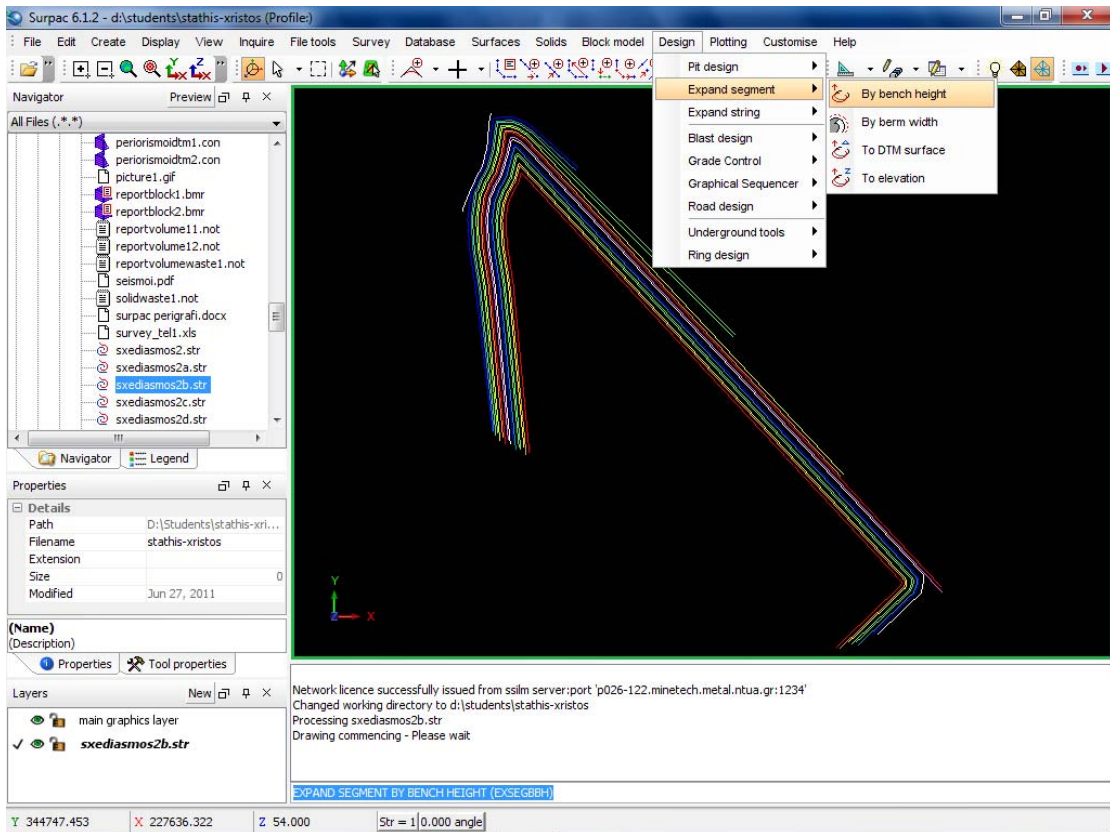
**Design**→**pit design**→**set slop gradient**. Η κλίση των βαθμίδων θα οριστεί στις  $65^0$ , όπως φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί:



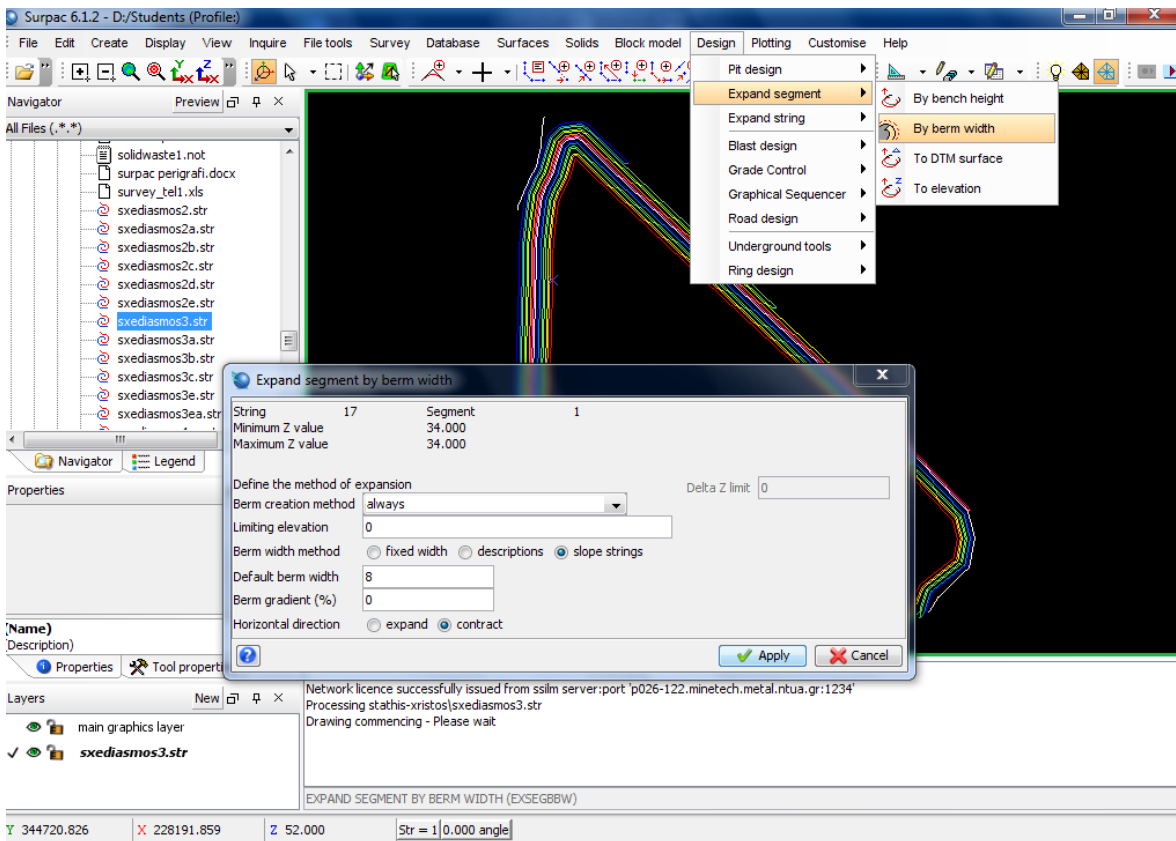
**Εικόνα 3.43:** Ορισμός της κλίσης των βαθμίδων.

Προκειμένου να διαμορφωθούν οι βαθμίδες θα χρησιμοποιηθούν οι δυο παρακάτω εντολές, εκ των οποίων η πρώτη ορίζει το “**φρύδι**” της βαθμίδας ενώ η δεύτερη το “**πόδι**” (πλάτωμα).





Εικόνα 3.44α: ΕΝΤΟΛή design→expand segment→by bench high.

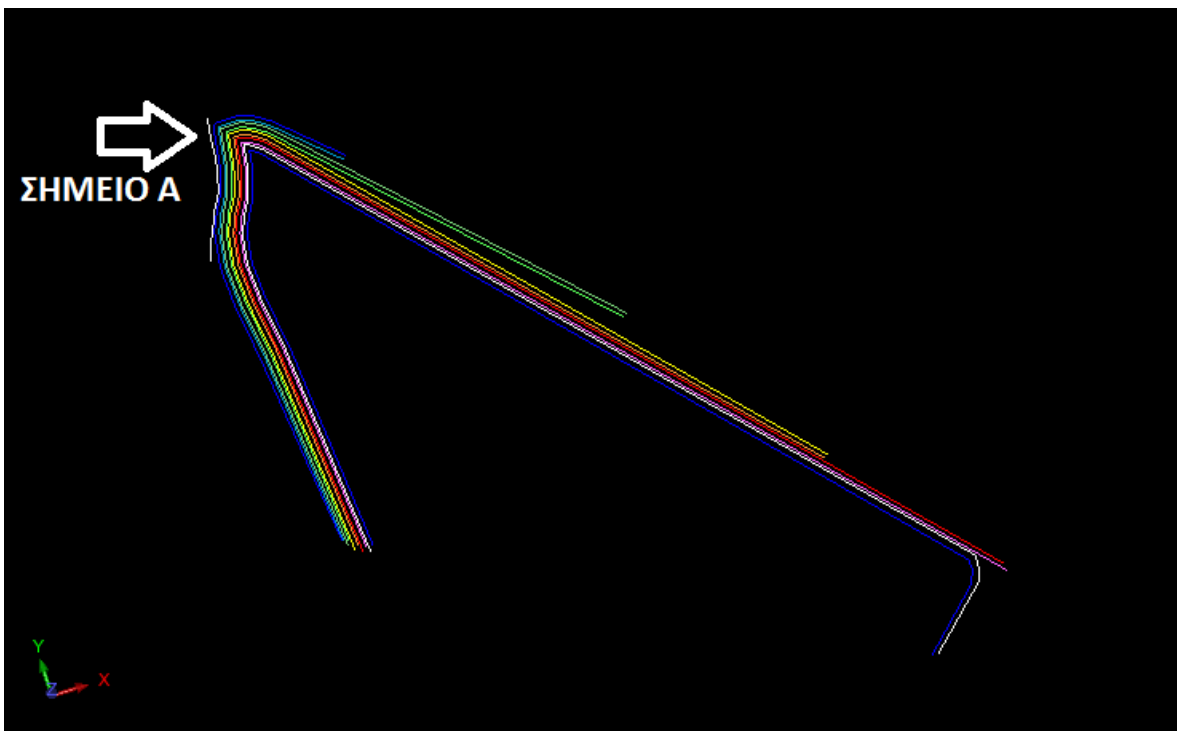


Εικόνα 3.44β: ΕΝΤΟΛή design→Expand segment→By berm width.

Για να γίνει πιο λεπτομερής αναφορά στις βαθμίδες, τα υψόμετρα τους καθώς και τις επιχωματώσεις που έγιναν παρατίθεται εικόνα της τελικής μορφής του λατομικού χώρου. (Εικόνα 3.46)

Το πλάτος όλων των βαθμίδων ορίστηκε στα 4m, ενώ η κλίση των βαθμίδων στις 65°. Η τελική πλατεία του λατομείου θα διαμορφωθεί στο υψόμετρο των +2m. Με δεδομένο ότι η τελική κλίση του πρανούς δεν θα πρέπει να ξεπερνάει τις 35° το ύψος κάθε βαθμίδας ορίστηκε στα 4 m.

Ο σχεδιασμός ξεκίνησε από το σημείο Α. Όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

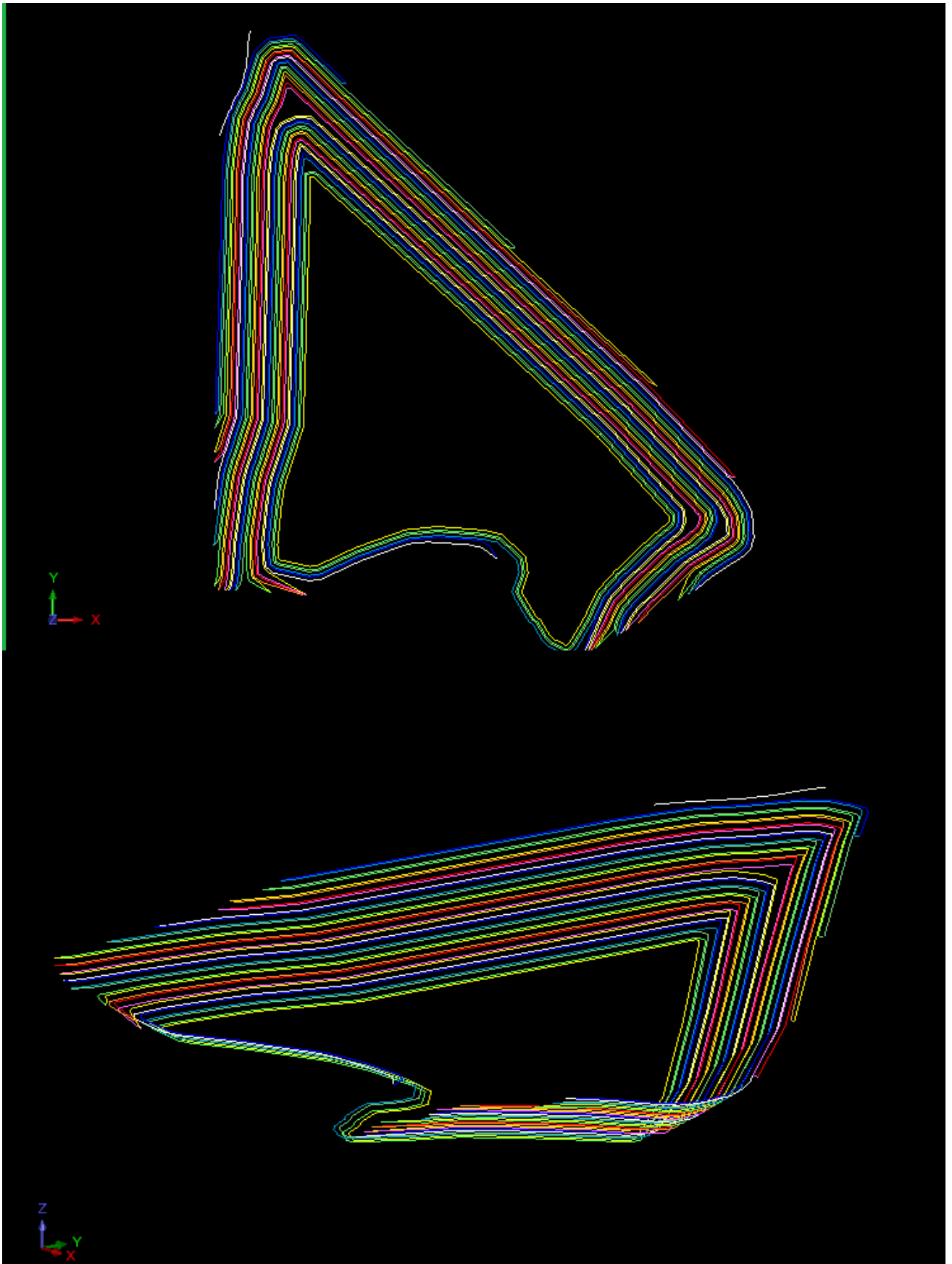


**Εικόνα 3.45:** Αρχικό στάδιο σχεδιασμού.

Το υψόμετρο του φυσικού αναγλύφου από το οποίο ξεκίνησε ο σχεδιασμός στην πρώτη βαθμίδα βρισκόταν στα +70m. Συνολικά δημιουργήθηκαν 17 βαθμίδες με τελική κλίση πρανούς από 32° έως 35°.

Σχεδόν όλες οι βαθμίδες συναντούν το φυσικό ανάγλυφο, είναι επομένως ανοικτές εκτός από τις 2 κατώτερες βαθμίδες (στα υψόμετρα +6m και +2m) οι οποίες είναι κλειστές.

Η πλατεία που δημιουργήθηκε στα +2m έχει έκταση 103 στρεμμάτων.



Εικόνα 3.46: Ολοκληρωμένο στάδιο σχεδιασμού.

### 3.6. Δημιουργία τελικού ανάγλυφου

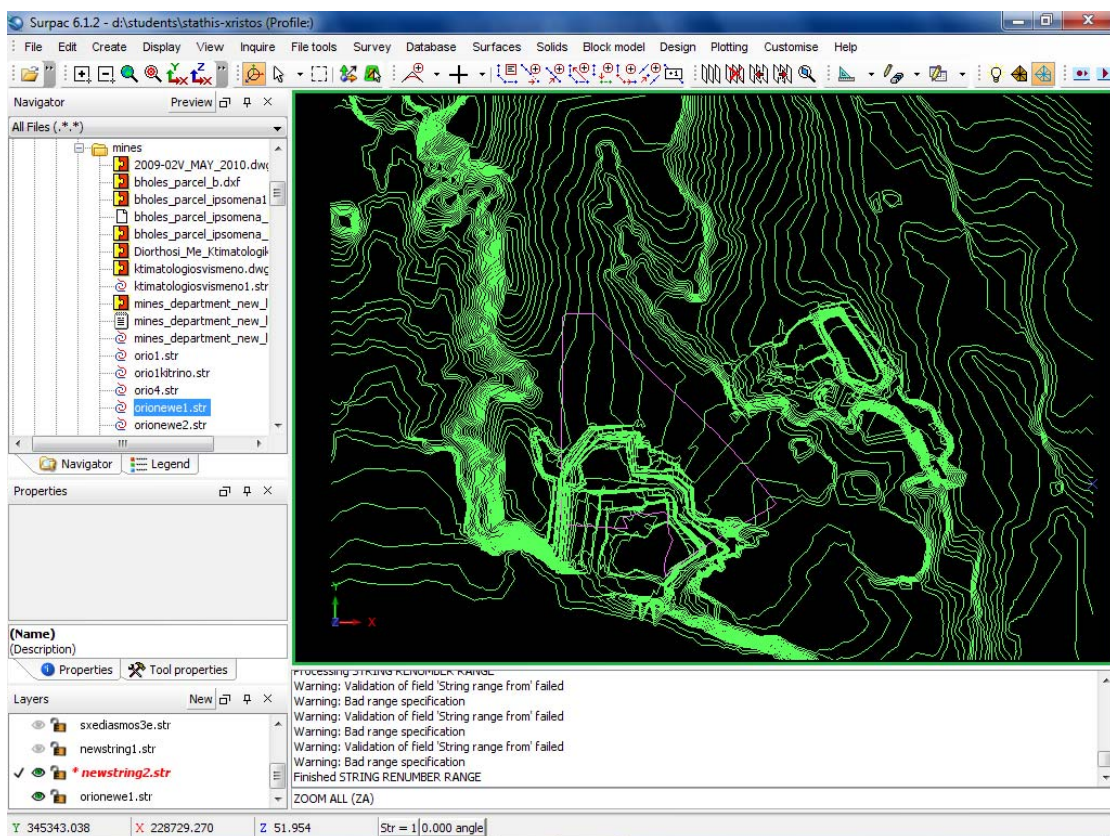
Μετά τον τελικό σχεδιασμό του λατομείου, ενσωματώσαμε στο τοπογραφικό ανάγλυφο της περιοχής τον σχεδιασμό ώστε να δημιουργήσουμε το τελικό ανάγλυφο της περιοχής μετά το πέρας των λατομικών εργασιών.

Η διαδικασία είναι η εξής:

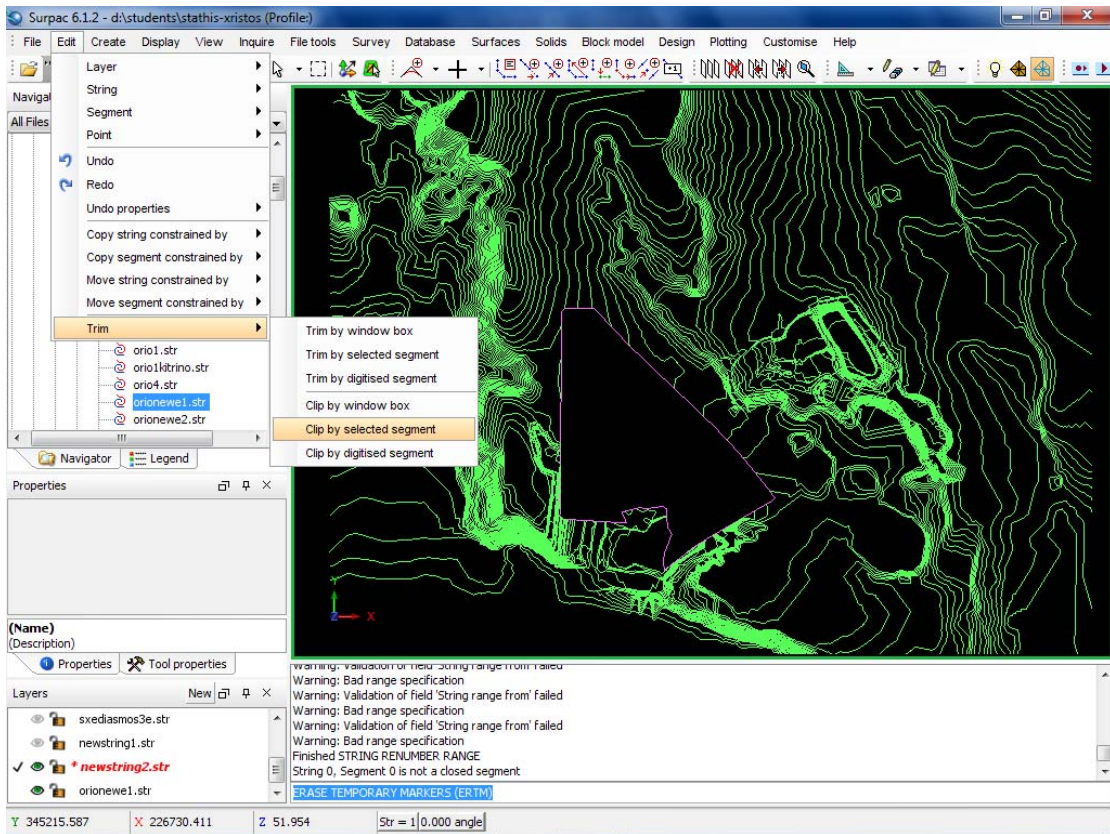
Ενσωμάτωση των string files του ορίου και του τοπογραφικού ανάγλυφου.

Με την εντολή **Edit**→**Trim**→**Clip** by selected segment αφαιρούμε την περιοχή εντός του ορίου.

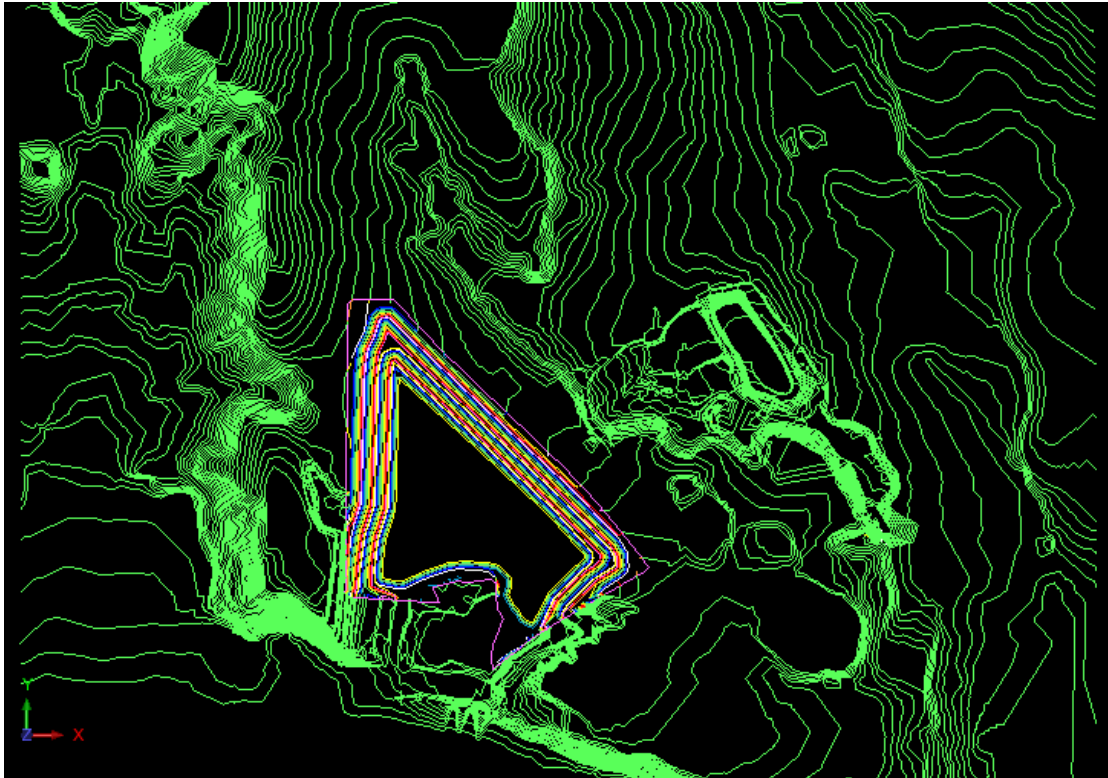
Ενσωμάτωση του string file του σχεδιασμού με το κομμένο τοπογραφικό.



Εικόνα 3.47: Ενσωματωμένο όριο και τοπογραφικό ανάγλυφο.



Εικόνα 3.48: Εντολή *Edit* → *Trim* → *Clip by selected segment*.



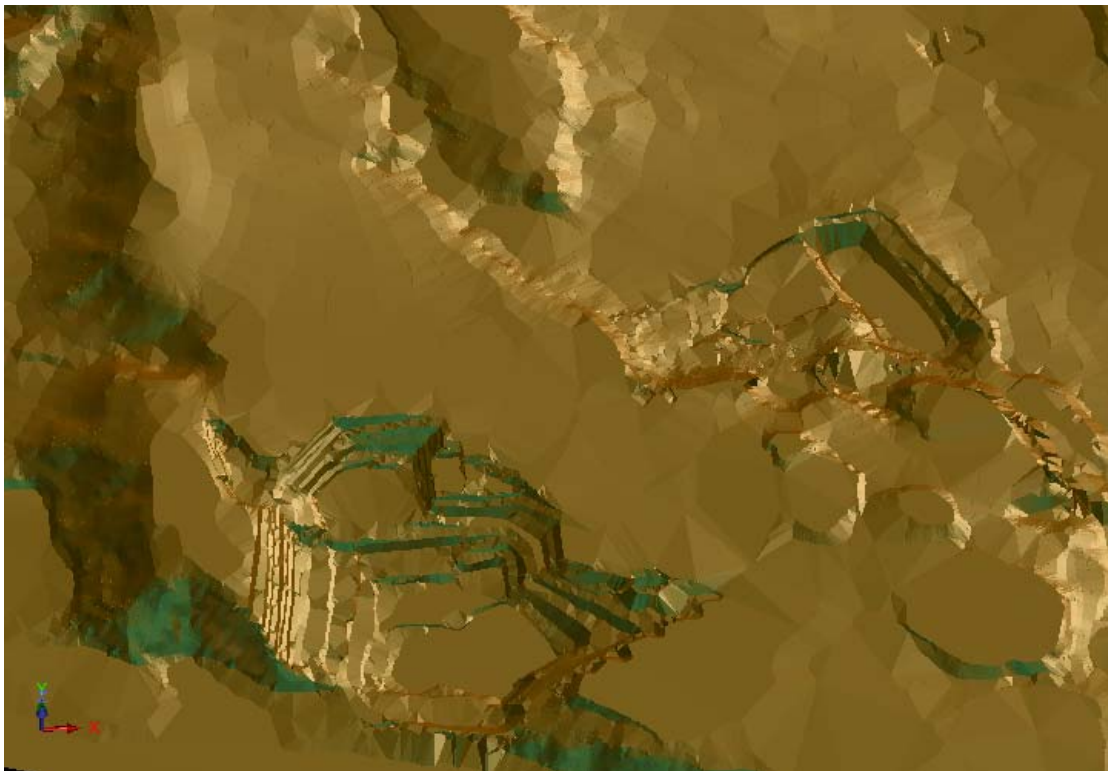
Εικόνα 3.49: Τελικό ανάγλυφο.

### 3.7 Δημιουργία τρισδιάστατης απεικόνισης τελικού ανάγλυφου (dtm).

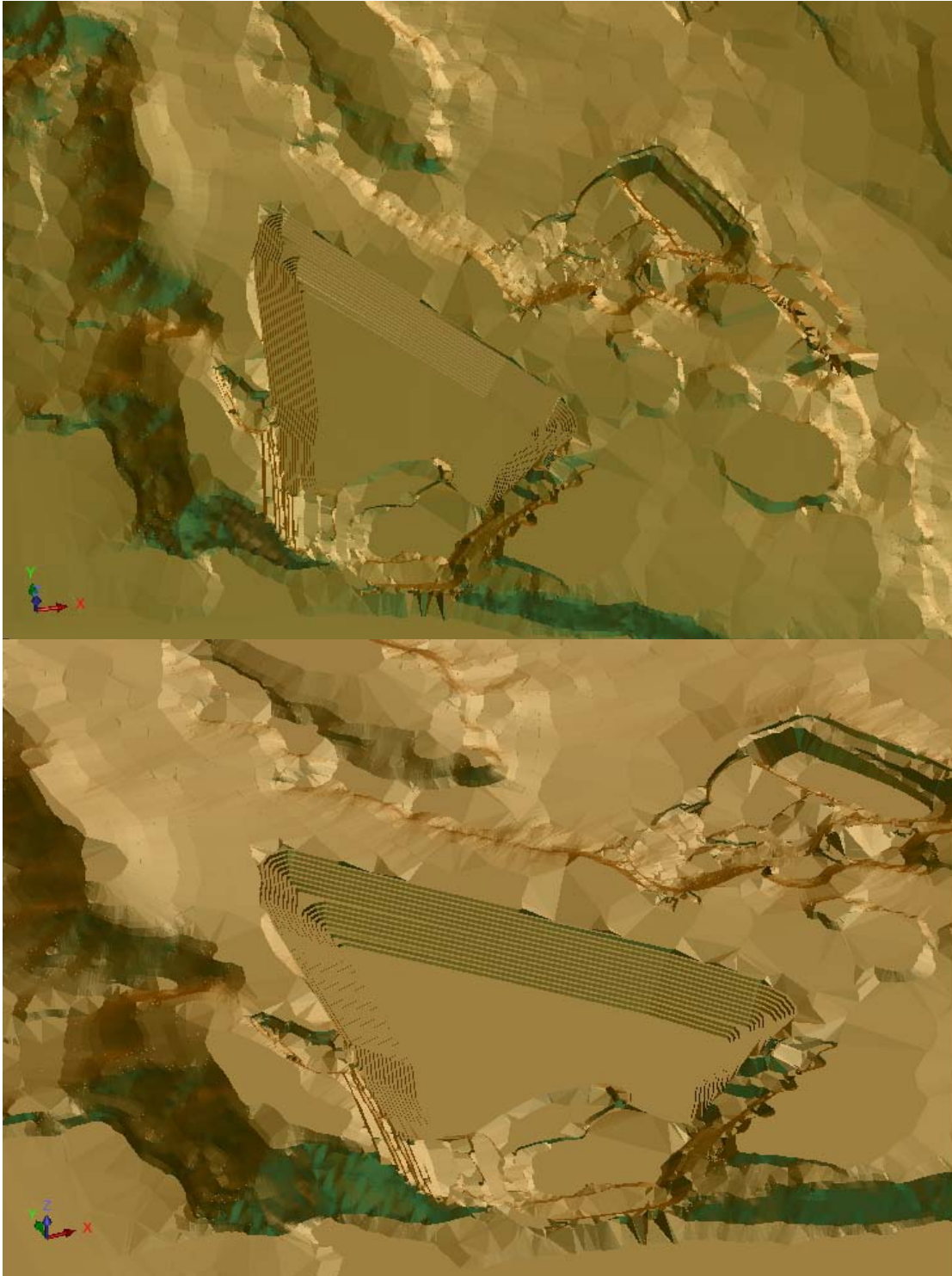
Αφού σχεδιάσαμε την τελική μορφή της εκμετάλλευσης, δημιουργούμε τα ψηφιακά μοντέλα εδάφους του αρχικού και του τελικού ανάγλυφου για να υπολογίσουμε στην συνέχεια τον όγκο των εξορυσσόμενων υλικών από το λατομείο.

Έχοντας «ενεργό» το επίπεδο σχεδίασης με το αρχικό ανάγλυφο πηγαίνουμε στην εντολή `surfaces`→`create DTM from layer` και αποθηκεύουμε την επιφάνεια σε ένα αρχείο της μορφής `.dtm`.

Επαναλαμβάνουμε την διαδικασία για την τελική επιφάνεια που έχουμε δημιουργήσει.

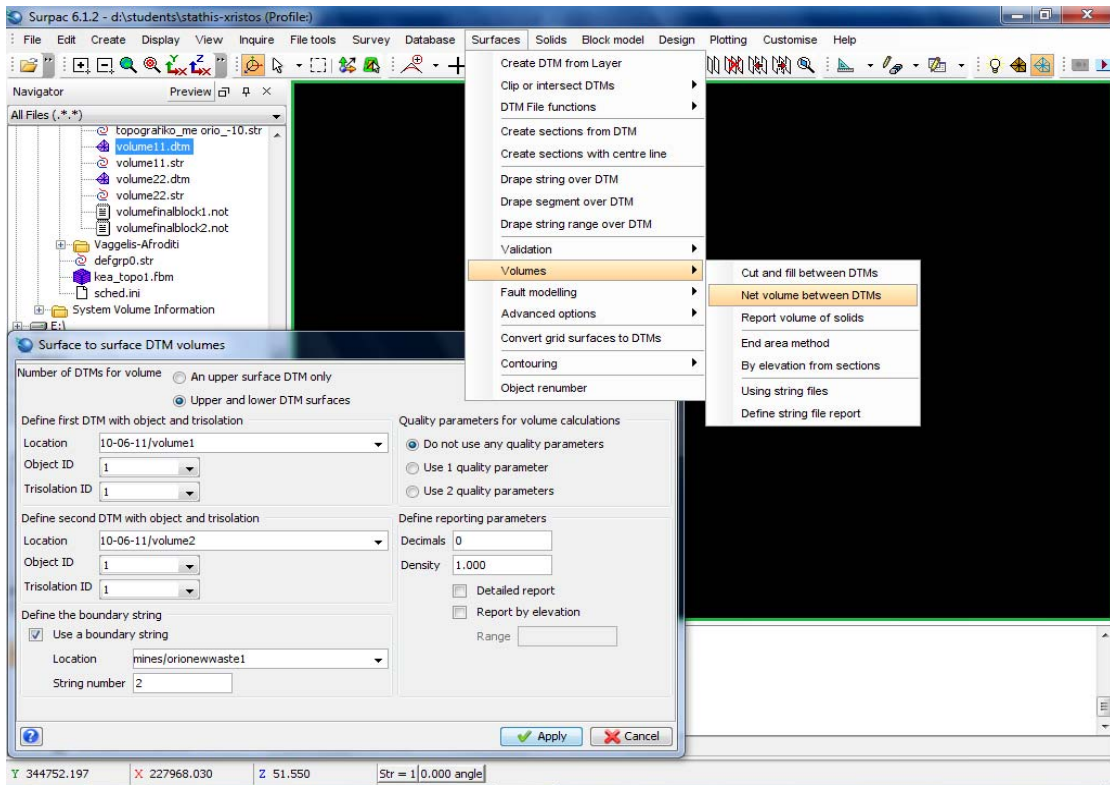


Εικόνα 3.50: Αρχικό ανάγλυφο `.dtm`.



**Εικόνα 3.51:** Τελικό ανάγλυφο **.dtm**.

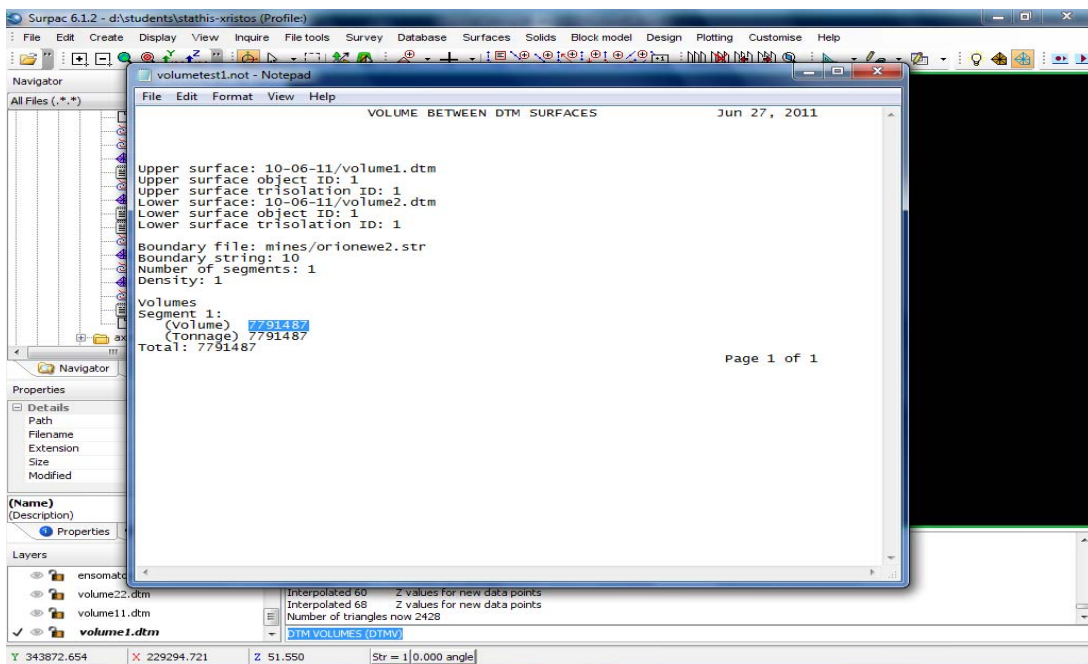
Στη συνέχεια πηγαίνουμε στην εντολή **surfaces→volumes→Net Volume between DTMs** για να υπολογίσουμε την διαφορά όγκου μεταξύ των δύο επιφανειών.



**Εικόνα 3.52:** Εντολή **surfaces**→**volumes**→**Net Volume between DTMs**

Στο παράθυρο που εμφανίζεται ορίζουμε τις δύο επιφάνειες για τις οποίες θα υπολογίσουμε την διαφορά όγκων και κατά συνέπεια τα αποθέματα που προκύπτουν με βάση τον σχεδιασμό της εκμετάλλευσης.

Τα αποτελέσματα της ογκομέτρησης εκτιμώνται σε  $7.791.487 \text{ m}^3$ .

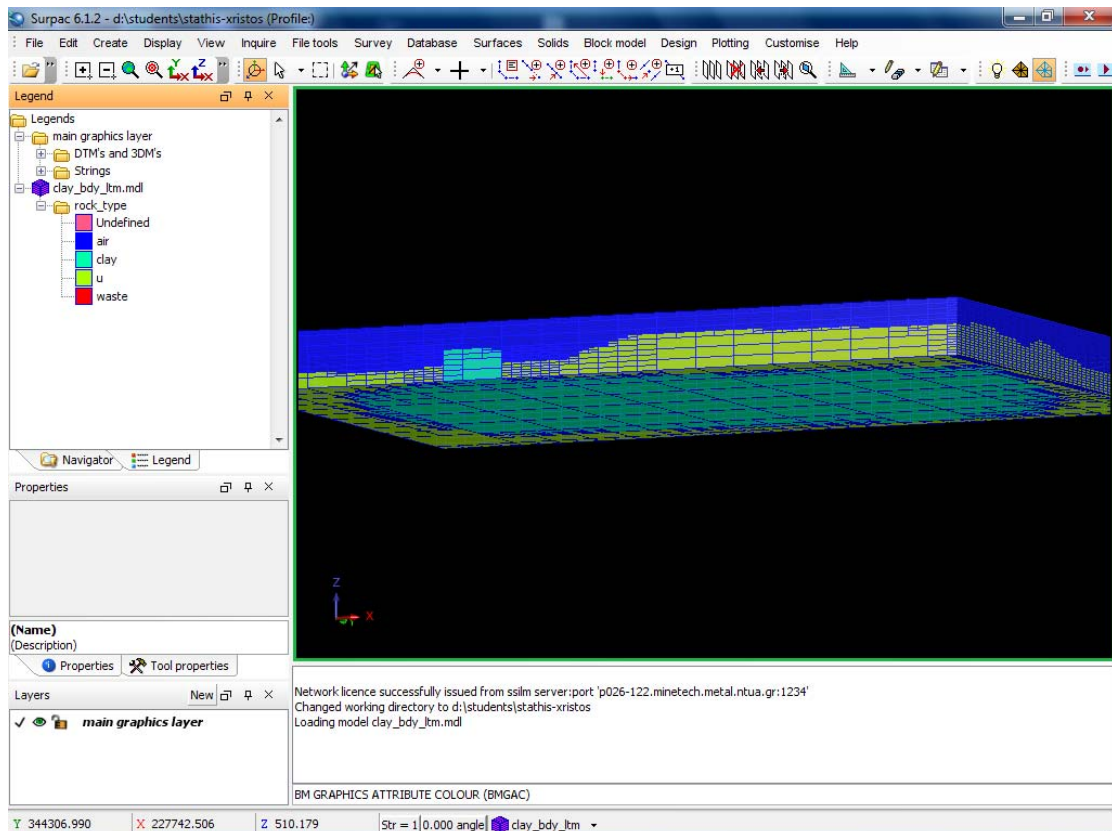


**Εικόνα 3.53:** Αποτελέσματα ογκομέτρησης.

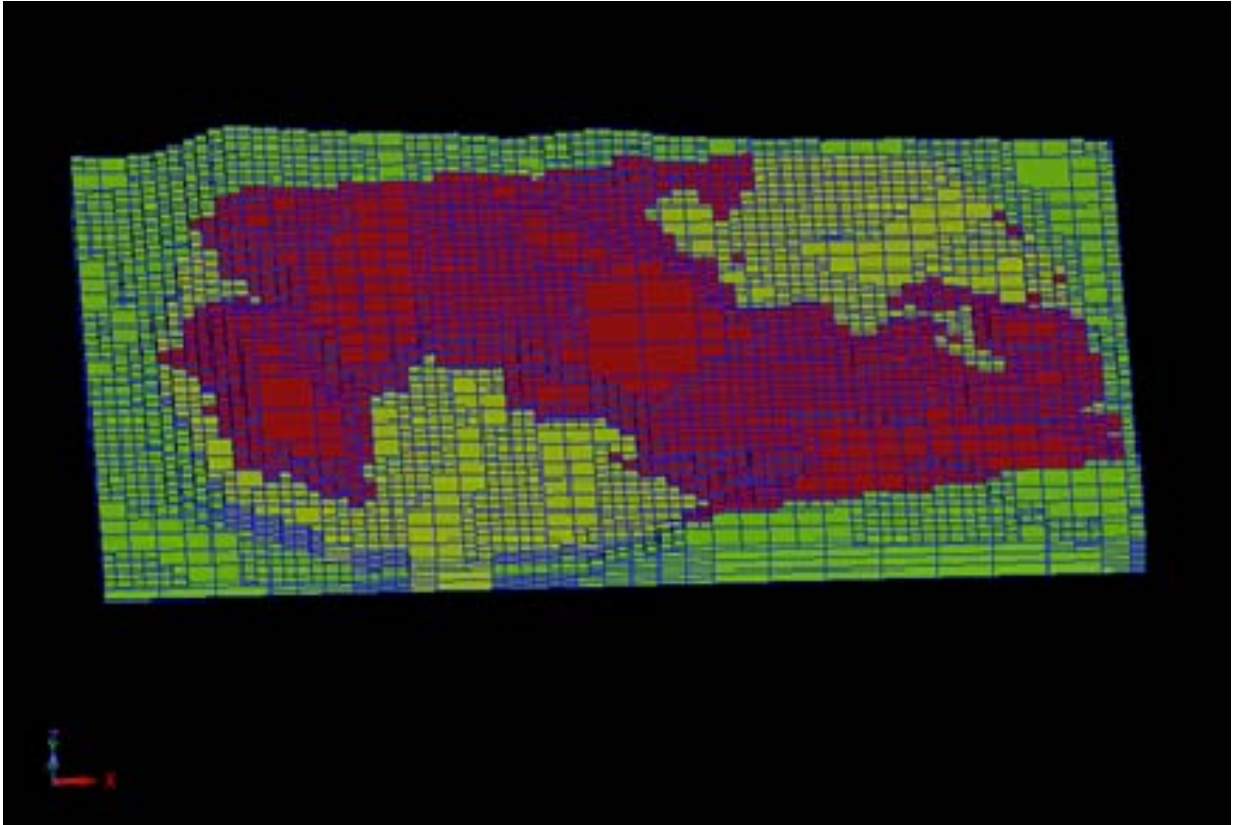


Για τον υπολογισμό του όγκου των συνολικών υλικών που θα εξορυχθούν χρησιμοποιήθηκε το block model της ευρύτερης περιοχής, και όχι το block model που αναφέρεται μόνο σε ένα μικρό χώρο της εκμετάλλευσης.

Στο «μεγάλο» block model είχαμε τα εξής στοιχεία: waste, clay, air, u (μπλοκ χωρίς στοιχεία).



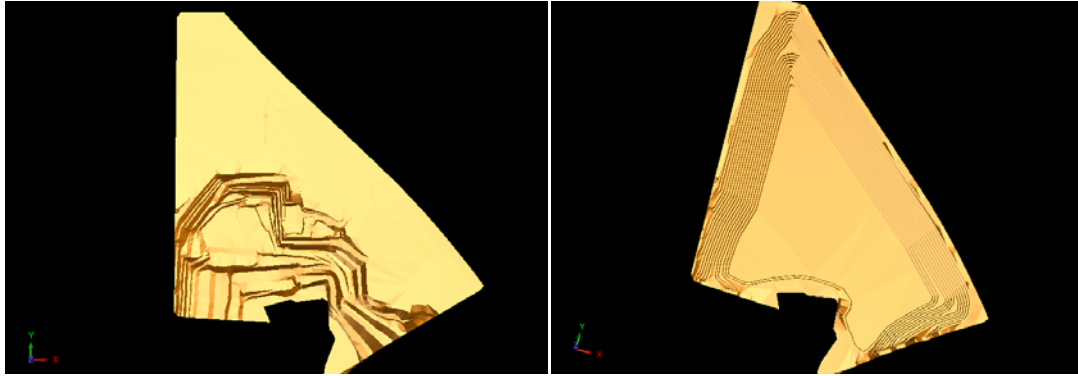
**Εικόνα 3.54:** «Μεγάλο» block model



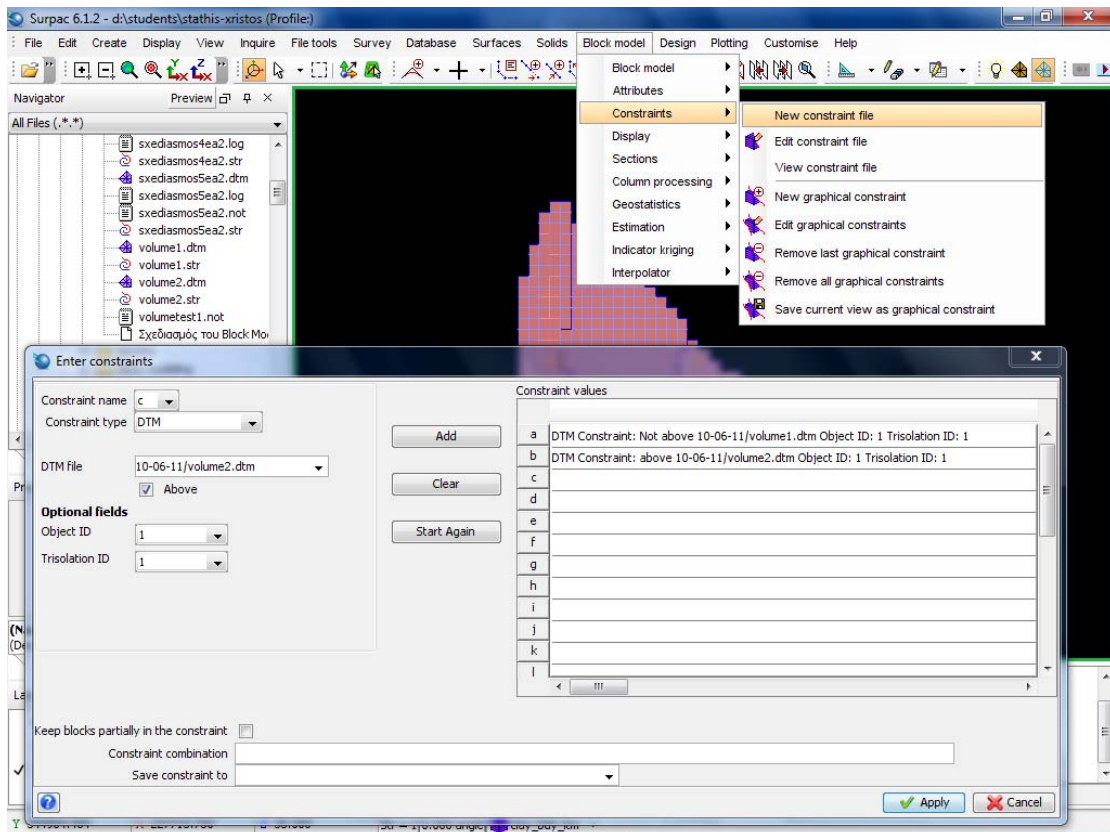
Εικόνα 3.55: Απεικόνιση του block model με **constraint < air**

Για τον υπολογισμό του όγκου του αργίλου και του στείρου ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία:

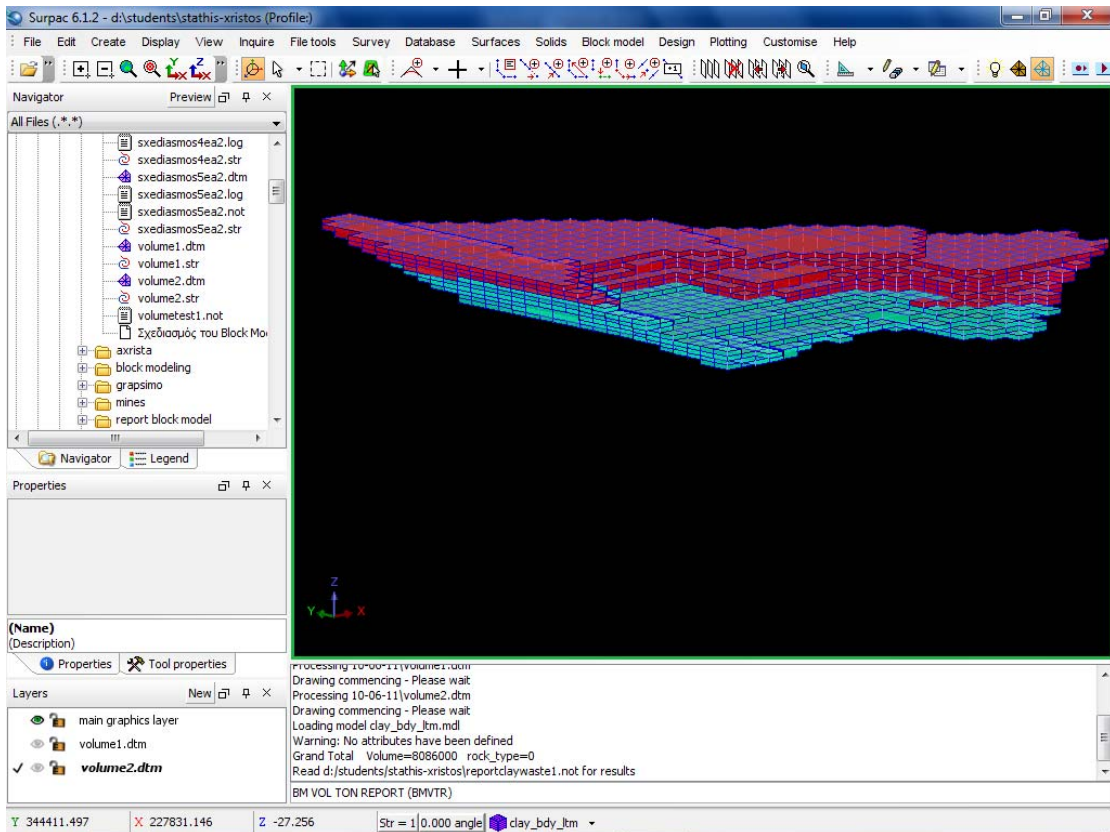
- Από τα **.dtm** του αρχικού και τελικού ανάγλυφου οριοθετήσαμε την περιοχή της εκμετάλλευσης.
- Τα δύο αρχεία **.dtm** που προέκυψαν χρησιμοποιήθηκαν ως περιορισμοί στο block model προκειμένου να απομονωθούν τα blocks που θα εξορυχτούν.
- Με την εντολή **block model→report** βρίσκουμε τον όγκο του αργίλου και του στείρου χρησιμοποιώντας τους παραπάνω περιορισμούς.



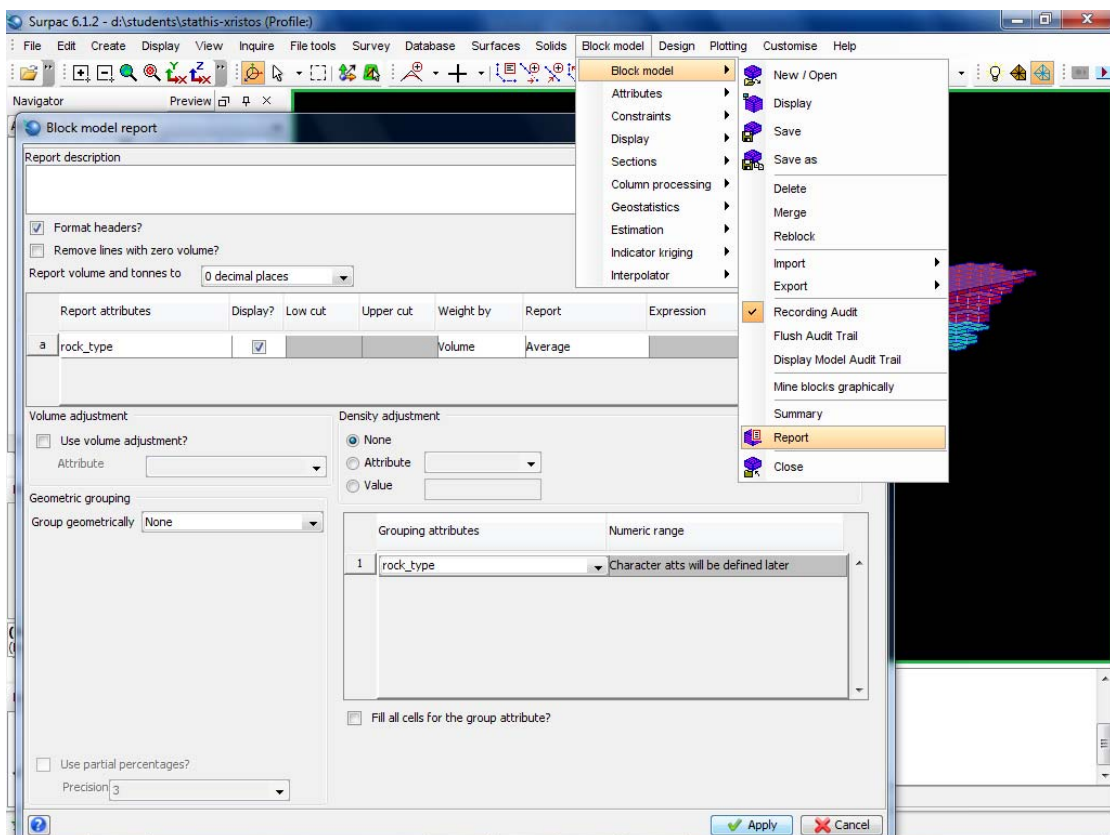
Εικόνα 3.56: Αρχικό και τελικό ανάγλυφο στην περιοχή εκμετάλλευσης.



Εικόνα 3.57: Εντολή block model→constraints→new constraint file.

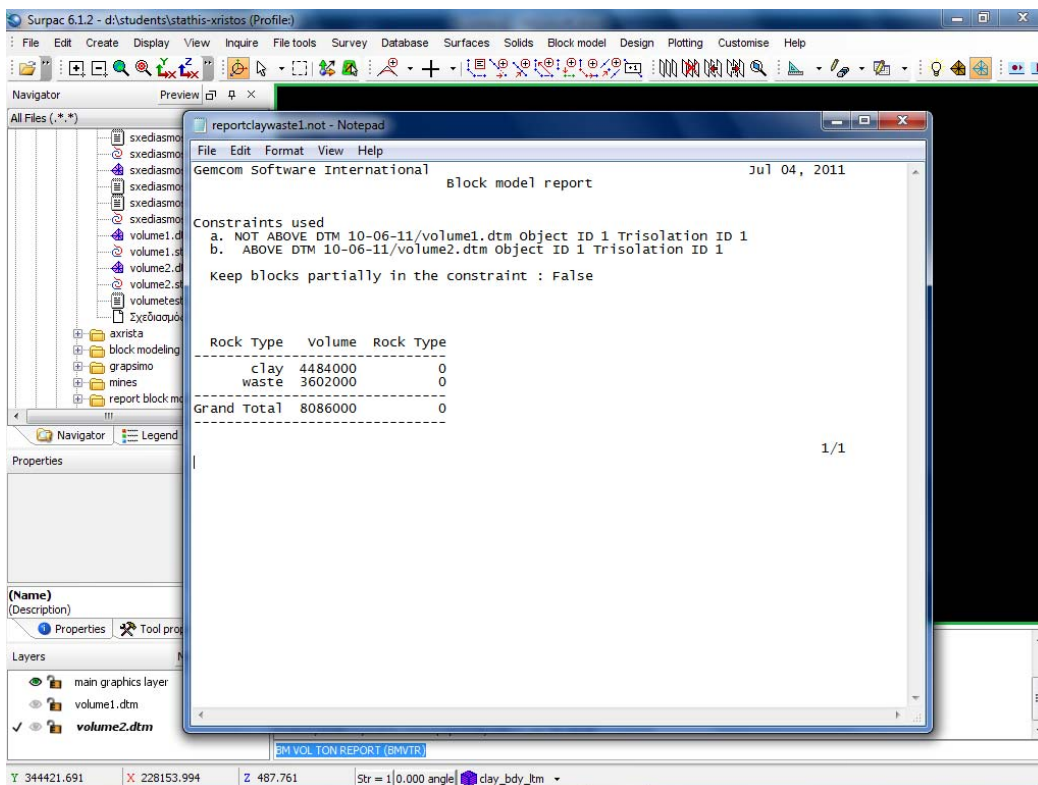


Εικόνα 3.58: Απεικόνιση του block model με τους περιορισμούς.



Εικόνα 3.59: Εντολή block model→report.

Ακολουθώντας την παραπάνω διαδικασία υπολογίζεται ο όγκος της αργίλου στα 4.484.000 m<sup>3</sup> και του στείρου στα 3.602.000 m<sup>3</sup>.

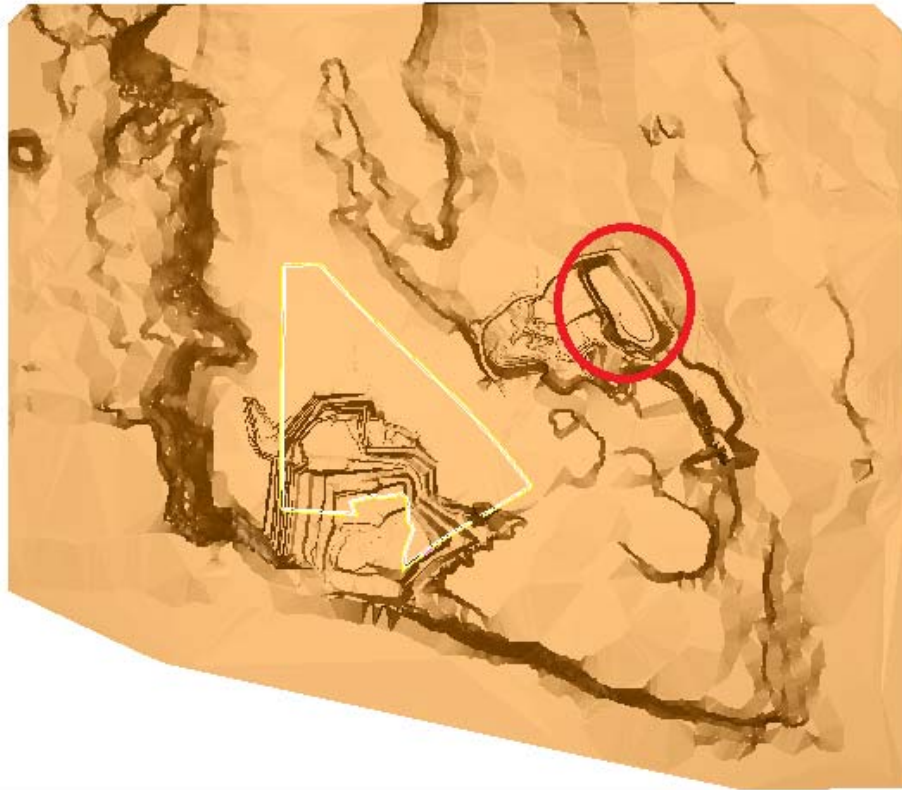


**Εικόνα 3.60:** Αποτελέσματα ογκομέτρησης.

Αξιοποιώντας τα αποτελέσματα του «μεγάλου» block model όσον αφορά στην ογκομέτρηση του στείρου υλικού, υπολογίστηκε ότι η αναλογία του αργιλικού υλικού προς το στείρο (χαλίκι και φυτική γη) είναι 60:40. Η αναλογία αυτή εμφανίζεται και στα αποτελέσματα του «μικρού» block model. Για το λόγο αυτό, εκτιμώντας ότι υπάρχει γενικότερη συσχέτιση στις αναλογίες των ποσοτήτων των υλικών που προκύπτουν από τα δύο μοντέλα, τα δεδομένα του «μικρού» block model χρησιμοποιήθηκαν για τον προσεγγιστικό υπολογισμό των ποσοτήτων χαλικιού και φυτικής γης. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με τα στοιχεία του «μικρού» μοντέλου, το στείρο υλικό που θα εξορυχθεί κατανέμεται ως εξής: άργιλος 60%, φυτική γη 25% και χαλίκι 15%.

Συγκεκριμένα υπολογίστηκε πως το ποσοστό του χαλικιού είναι περίπου 38% του συνολικού στείρου. Εκτιμάται ότι τα αποθέματα σε χαλίκι στον χώρο εκμετάλλευσης είναι περίπου 1.368.760 m<sup>3</sup>, και του στείρου 2.233.240 m<sup>3</sup>, με απόκλιση ±20%.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί πως το χαλίκι αξιοποιείται σε λιμενικά έργα, ενώ το στείρο για την πλήρωση κοντινού εξοφλημένου λατομείου.



**Εικόνα 3.61:** Με άσπρο η περιοχή μελέτης και με κόκκινο ο χώρος απόθεσης του στείρου υλικού.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ**

### **4.1 Εισαγωγή**

Η αποκατάσταση είναι μια βασική διαδικασία η οποία εφαρμόζεται μετά το πέρας της εκμετάλλευσης του εκάστοτε λατομείου. Έχει ως στόχο είτε την μερική επαναφορά της περιοχής εκμετάλλευσης στην αρχική της φυσική μορφή είτε την δημιουργία εγκαταστάσεων χρήσιμων στην ευρύτερη περιοχή.

Η αποκατάσταση, όσον αφορά το φυσικό περιβάλλον, γίνεται κυρίως με δενδροφυτεύσεις. Τα δενδρύλλια που χρησιμοποιούνται διαφέρουν ανάλογα με την περιοχή, καθώς υπάρχουν αρκετοί παράμετροι για την επιλογή τους, όπως για παράδειγμα η βλάστηση της περιοχής, η συνεκτικότητα του εδάφους καθώς και οι κλιματικές συνθήκες. Τέτοιου είδους αποκαταστάσεις έχουν ως απώτερο στόχο, πέρα από το οπτικό αποτέλεσμα, την μερική επαναφορά της χλωρίδας και της πανίδας της περιοχής.

Όσον αφορά την εναλλακτική αξιοποίηση του χώρου, αυτή μπορεί να επιτευχθεί, με τη δημιουργία πάρκων για εξοικονόμηση ενέργειας (π.χ. αιολικό πάρκο, φωτοβολταϊκό πάρκο).

### **4.2 Προτάσεις για την αποκατάσταση – αξιοποίηση του χώρου**

Στο συγκεκριμένο λατομείο έχει ξεκινήσει ήδη η αποκατάσταση σε εξοφλημένες βαθμίδες και στις περιοχές του υφιστάμενου λατομείου που βρίσκεται εκτός ορίων με την καινούργια λατομική άδεια. Η αποκατάσταση γίνεται με δενδροφύτευση .

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η αποκατάσταση της πλατείας που θα δημιουργηθεί μετά την πλήρη εκμετάλλευση του λατομικού χώρου. Η έκταση της πλατείας , όπως προαναφέρθηκε, είναι 103 στρέμματα (103080,7 m<sup>2</sup>), τα οποία θα μπορούσαν να εκμεταλλευτούν με διάφορους τρόπους. Παρακάτω παρατίθενται κάποιες προτάσεις σχετικά με τον τρόπο αξιοποίησης του συγκεκριμένου χώρου μετά το πέρας της εκμετάλλευσής του.

### **Πρόταση 1:Αποκατάσταση με δένδροφύτευση.**

Η αποκατάσταση της πλατείας με ίδια δενδρύλλια, μακροχρόνια θα προσφέρει ένα ενιαίο και ολοκληρωμένο φυσικό τοπίο, το οποίο μπορεί να γίνει καταφύγιο για τα ζώα της περιοχής. Με αυτόν τον τρόπο, η περιοχή θα αποκτήσει εν μέρει την ομοιομορφία του αρχικού της φυσικού περιβάλλοντος.

### **Πρόταση 2:Δημιουργία αποταμιευτήρα νερού.**

Στόχος της συγκεκριμένης πρότασης είναι η διαμόρφωση τού χώρου ως αποταμιευτήρα νερού ώστε να εξυπηρετεί τις ανάγκες της περιοχής σε νερό είτε για γεωργικούς σκοπούς, είτε για τις ανάγκες των γύρω βιομηχανιών.

### **Πρόταση 3: Δημιουργία ενεργειακού πάρκου.**

Το λατομείο βρίσκεται κοντά στον μεγαλύτερο ηλεκτροπαραγωγικό σταθμό της Κύπρου, οπότε η σύνδεση με το υφιστάμενο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας είναι εφικτή. Η τοποθέτηση φωτοβολταϊκών ή άλλων εναλλακτικών πηγών ενέργειας είναι θεμιτή.

### **Πρόταση 4: δημιουργία χώρου διάθεσης βιομηχανικών αποβλήτων.**

Η συγκεκριμένη πρόταση έχει ως στόχο την δημιουργία χώρου διάθεσης βιομηχανικών αποβλήτων, καθώς η ευρύτερη περιοχή έχει χαρακτηριστεί ως ζώνη βαριάς βιομηχανίας και φιλοξενεί, ή πρόκειται να φιλοξενήσει βιομηχανίες ανακύκλωσης, διυλιστήρια, τσιμεντοποιεία και μονάδες παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος. Κρίνεται λοιπόν ως ο καταλληλότερος χώρος για δημιουργία τέτοιων εγκαταστάσεων.



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Στο κεφάλαιο αυτό συγκεντρώθηκαν και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από όλους τους τομείς της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Συγκεκριμένα παρατίθενται τα αποτελέσματα του επανασχεδιασμού του λατομείου και της δημιουργίας block model.

Η έκταση της περιοχής μελέτης έχει συνολικό εμβαδόν 273 στρέμματα (272720,8 m<sup>2</sup>). Κατά τον σχεδιασμό του λατομείου δημιουργήθηκαν συνολικά 17 βαθμίδες ύψους 4m. Από αυτές οι 2 κατώτερες είναι κλειστές (+6m, +2m). Το πλάτος όλων των βαθμίδων ορίστηκε στα 4m, ενώ η κλίση τους στις 65°. Η συνολική κλίση των πρανών κυμαίνεται από 32°-35°. Στο υψόμετρο των +2m διαμορφώθηκε η πλατεία του λατομείου, η οποία τελικά έχει έκταση 103 στρέμματα (103080,7 m<sup>2</sup>).

Με βάση ένα πυκνό κάνναβο 7 γεωτρήσεων περιορισμένης έκτασης, δημιουργήθηκε ένα «μικρό» block model που αποτυπώνει τη στρωματογραφία του εδάφους (άργιλος, χαλίκι, φυτική γη), σε μια μικρή περιοχή του χώρου μελέτης.

Στην συνέχεια με σκοπό να καλυφθεί ολόκληρη η περιοχή μελέτης δημιουργήθηκε ένα «μεγάλο» block model το οποίο αναφέρεται στην ευρύτερη περιοχή. Τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του συγκεκριμένου μοντέλου ήταν ένας αραιότερος κάνναβος γεωτρήσεων με τα χαρακτηριστικά που προέκυψαν από το «μικρό» block model.

Όμως λόγω του ότι τα στοιχεία που έδιναν οι γεωτρήσεις στην ευρύτερη περιοχή δεν περιείχαν στοιχεία διαχωρισμού για το χαλίκι και τη φυτική γη, αναφέρονται τελικά στο «μεγάλο» block model ως στείρο. Σύμφωνα με την ογκομέτρηση που έγινε, τα συνολικά αποθέματα του λατομικού χώρου είναι 8.086.000 m<sup>3</sup>. Όπου τα αποθέματα αργίλου εκτιμώνται περίπου στα 4.484.000 m<sup>3</sup> (8.896.975 ton) και του στείρου στα 3.602.000 m<sup>3</sup>. Για τον διαχωρισμό του στείρου σε χαλίκι και φυτική γη συσχετίστηκαν οι αναλογίες των ποσοτήτων των υλικών που προκύπτουν από τα δύο μοντέλα (όπως αναπτύχθηκε στο κεφάλαιο 3) καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι τα αποθέματα χαλικιού ανέρχονται περίπου στα 1.368.760 m<sup>3</sup> και της φυτικής γης στα 2.233.240 m<sup>3</sup>.

Τέλος, δεδομένου ότι η ετήσια ανάγκη της εταιρείας σε άργιλο είναι της τάξεως των 150.000 ton ετησίως, μπορούμε να υπολογίσουμε τη διάρκεια ζωής του λατομείου:  
 $4.484.000/150.000=29,89$ .

Αυτό σημαίνει πως το λατομείο δύναται να παραμείνει ενεργό τα επόμενα 30 χρόνια.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **α. Ξενόγλωσση**

David, M. (1977). "Geostatistical ore reserve estimation", Elsevier Scientific Publishing, Amsterdam.

Down, C.G. and Stocks, J. (1978). "Environmental Impact of Mining", Applied Science Publishers.

Hartman, H.L., Mutmanský, J.M. (2002). "Introductory Mining Engineering", John Wiley & Sons, Inc.

Hustrulid, W., Kuchta, M. (2006). "Open Pit Mine Planning and Design, Volume 1.Fundamentals, 2nd Edition", Taylor & Francis, Balkema Publishers, Brookfield.

Journel, A.G. and Huijbregts, C.J. (1978). "Mining Geostatistics", Academic Press, London.

Kennedy, B.A.(ed.) (1990). "Surface Mining, 2nd edition", Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc.

Matheron, G. (1963). "Principles of Geostatistics", Economic Geology, Vol. 58, pp. 1246-1266, 1963.

Rendu, J-M. (1978). "An introduction to geostatistical methods of mineral evaluation", Institute of Mining and Metallurgy, South Africa.

### **β. Ελληνική**

Αποστολίδης, Ν. (1990), "Μεταλλευτική Εκτιμητική", Σημειώσεις, Τμήμα Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών, Ε.Μ.Π.

Μάστορης, Κ.(1990), Μέθοδοι αναζήτησης και έρευνας κοιτασμάτων, Τμήμα Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών, Ε.Μ.Π.

Μούσουλος, Λ. (1985). "Μέθοδοι Εκμεταλλεύσεως των Μεταλλευτικών Κοιτασμάτων", Εκδόσεις Ε.Μ.Π.

- Ορφανουδάκη – Μανουσάκη, Α. (1995). “Γενική Κοιτασματολογία”, Σημειώσεις, Τμήμα Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών, Ε.Μ.Π.
- Τερεζόπουλος, Ν. (2003). “Μέθοδοι Υπαίθριων Εκμεταλλεύσεων”, Σημειώσεις, Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών, Ε.Μ.Π.
- Τσουτρέλης, Χ. (1990). “Υπαίθριοι Εκμεταλλεύσεις Μέρος Α’ ”, Εκδόσεις Ε.Μ.Π.
- Περράκη, Θ. (2007). Βιομηχανικά Ορυκτά και Πετρώματα (Σημειώσεις). Εκδόσεις ΕΜΠ.
- Νικήτας Γ. (2004). Περιβαλλοντική – διαχειριστική μελέτη δραστηριοτήτων λατομείου Μάργας σε περιοχή του χωριού Μαρί της επαρχίας Λάρνακας, δεύτερο συμπληρωματικό μέρος
- Χρ. Ιωάννου, Χ., Κρονίδης, Γ. (1990). Η υφιστάμενη κατάσταση του περιβάλλοντος στα μεταλλεία της Κύπρου. Μέθοδος Ταξινόμησης, Ημερίδα, Ανάπτυξη Ορυκτού Πλούτου και Περιβάλλον, Μάρτιος 1990
- Μπρόφας, Γ. (1989). “Αντιλήψεις και Απόψεις για τη Χρήση και Διαχείριση του Τοπίου”, Α.Π.Θ., Επιστημονική Επετηρίδα, Τόμος ΛΒ/1, Νο 9, σελ. 175-190.



