



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΟΡΩΝ
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ, ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ, ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΛΑΤΟΜΙΚΟΥ
ΧΩΡΟΥ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΠΙΝΔΟΥ ΣΤΗΝ ΡΟΔΟ**



ΒΡΙΓΓΑΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ
Α.Μ. 2002020076

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

ΜΑΝΟΥΤΣΟΓΛΟΥ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ (επιβλέπων καθηγητής)
ΕΞΑΔΑΚΤΥΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
ΓΑΛΕΤΑΚΗΣ ΜΙΧΑΛΗΣ

ΧΑΝΙΑ ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2014

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι ανάγκες στα διάφορα τεχνικά έργα στο νησί της Ρόδου καλύπτονται σε μεγάλο ποσοστό από αδρανή υλικά ενός λατομικού χώρου που βρίσκεται στην περιοχή της Έμπωνας στην νοτιοδυτική περιοχή του νησιού. Ο λατομικός χώρος έχει δημιουργηθεί σε περιοχή που δομείται από ασβεστολιθικής σύστασης πετρώματα και φλύσχη της σειράς της Πίνδου. Από τις δύο λιθολογίες που επικρατούν στην περιοχή ανάπτυξης και δραστηριότητας του λατομικού χώρου ο ασβεστόλιθος και τα συνοδά ασβεστολιθικά κορήματα είναι τα προϊόντα χρήσης, ενώ ο φλύσχος είναι υλικό το οποίο δεν χρησιμοποιούνται.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η δημιουργία ενός αρχικού τρισδιάστατου γεωλογικού μοντέλου της χωρικής κατανομής στην περιοχή του λατομικού χώρου των ασβεστολίθων, των ασβεστολιθικών κορημάτων και του φλύσχη. Το τρισδιάστατο αυτό γεωλογικό μοντέλο εκτός της εποπτείας της χωρικής κατανομής των γεωλογικών σχηματισμών, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για έναν προσεγγιστικό υπολογισμό των γεωλογικών αποθεμάτων του υλικού ασβεστολιθικής σύστασης (ασβεστόλιθοι και ασβεστολιθικά κορήματα).

Για την επίτευξη του σκοπού αυτού χρησιμοποιήθηκαν πέραν του ψηφιακού μοντέλου εδάφους του λατομικού χώρου λιθολογικά δεδομένα που προέκυψαν από την ερμηνεία των πυρήνων γεωτρήσεων, που διεξήχθησαν κατά την αναγνωριστική ερευνητική φάση της δημιουργίας του σημερινού λατομικού χώρου, που παραχωρήθηκαν από την εταιρία του λατομείου. Πέραν αυτού το τρισδιάστατο αυτό γεωμετρικό γεωλογικό μοντέλο θα μπορούσε να χρησιμεύσει στον μελλοντικό σχεδιασμό παραγωγής του λατομείου.

Το τρισδιάστατο γεωλογικό μοντέλο κατασκευάστηκε με τη χρήση του λογισμικού πακέτου RockWorks 15 που αποτελεί ένα εργαλείο αποθήκευσης, διαχείρισης, ανάλυσης και απεικόνισης χωρικών γεωλογικών δεδομένων. Μεταξύ των άλλων, το λογισμικό αυτό ειδικεύεται στην απεικόνιση υποεπιφανειακών δεδομένων υπό μορφή γεωτρήσεων, τομών, επάλληλων τομών, στερεών μοντέλων και χαρτών, τόσο σε δισδιάστατο όσο και σε τρισδιάστατο χώρο, δυνατότητες που επέτρεψαν την απεικόνιση του λατομικού χώρου σε εξελικτικά στάδια εκμετάλλευσης.

Ευχαριστίες

Για την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας είχα την αμέριστη συμπαράσταση και βοήθεια από αρκετούς ανθρώπους που σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω.

Πρώτον από όλους θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα Καθηγητή κ. Μανούτσογλου Εμμανουήλ, για την αμέριστη συμπαράσταση που μου παρείχε, για τις γνώσεις που μου μετέδωσε κατά την διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας και για την άριστη συνεργασία που είχαμε.

Τους Καθηγητές κ. Εξαδάκτυλο Γεώργιο και κ. Γαλετάκη Μιχάλη για το χρόνο που διέθεσαν για τη συμμετοχή τους στην εξεταστική επιτροπή και την αξιολόγηση της εργασίας.

Θερμές ευχαριστίες επίσης οφείλω να δώσω στον Γεωλόγο και υποψήφιο διδάκτορα κ. Γιώργο Παναγόπουλο για την βοήθεια που μου προσέφερε κατά την εκπόνηση της εργασίας αυτής, για τις επισημάνσεις του κατά την συγγραφή της εργασίας μου και πάνω από όλα για τη διάθεσή του να με βοηθήσει.

Ευχαριστίες εκφράζω στην εταιρία ΝΙΚΟΣ ΒΛΤ Α.Ε. για την πρόσβαση στα στοιχεία που επέτρεψαν την ολοκλήρωση της εργασίας αυτής.

Τέλος, δεν θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω την οικογένεια και την συντρόφο μου για για την συμπαράσταση και την ψυχολογική υποστήριξη που μου παρείχαν.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	I
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	II

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή	10
2. Γενικά στοιχεία της Ρόδου	11
2.1. Εδαφολογικά στοιχεία.....	13
3. Γεωλογία.....	17
3.1. Διαίρεση των Ελληνίδων Οροσειρών και κατάταξη τους σε γεωτεκτονικές Ζώνες.....	17
3.2. Ζώνη Ωλονού-Πίνδου.....	19
3.2.1. Γενικά.....	19
3.2.2. Στρωματογραφική διάρθρωση.....	22
3.2.3. Μεταβατικές σειρές σχηματισμών της Ζώνης της Πίνδου και ομόλογες ακολουθίες.....	26
3.3 Γεωλογική δομή της Ρόδου.....	29
3.3.1 Η ενότητα της Λίνδου.....	29
3.3.2. Η ενότητα του Αττάβυρου.....	30
3.3.3. Ο φλύσχης της Καττάβιας.....	30
3.3.4. Το τεκτονικό κάλυμμα του Αρχάγγελου.....	31
3.3.5. Το τεκτονικό κάλυμμα του Προφήτη Ηλία.....	32
3.3.6. Οφιολιθική melange-οφιόλιθοι.....	32
3.3.7. Τεκτονική.....	34
4. Γεωλογική περιγραφή της ευρύτερης περιοχής μελέτης	37
5. Λατομική δραστηριότητα στην περιοχή έρευνας	39
5.1. Εισαγωγικά	39
5.2. Γεωγραφική θέση, έκταση, διοικητική υπαγωγή του λατομικού χώρου	40
5.3. Ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης.....	41
5.4. Υφιστάμενη μορφή χρήσης, χαρακτηρισμός της έκτασης, ιδιοκτησιακό καθεστώς.....	42
5.5. Χαρακτηριστικά του φυσικού περιβάλλοντος. Ανάγλυφο, μορφολογία και σύσταση του εδάφους.	42
5.6. Τοπιολογικά στοιχεία, γειτνίαση	43
6. Εκμετάλλευση	44

6.1. Κανονισμοί και υλικά εκμετάλλευσης	44
6.2. Περιγραφή των λατομικών μονάδων.....	49
6.3. Ασφάλεια εργαζομένων.....	50
6.4. Στόχος εργασιών εκμετάλλευσης.....	50
6.4.1. Μέθοδος εκμετάλλευσης.....	51
6.5. Κατεργασία, επεξεργασία εξορυγμένου πετρώματος.....	52
6.5.1. Στόχος κατεργασίας.....	52
6.5.2. Παραγόμενα προϊόντα.....	53
6.5.3. Φυσικοχημικές ιδιότητες των παραγόμενων προϊόντων.....	53
6.6. Εκτίμηση χρονικής διάρκειας της επέμβασης.....	54
7. Τρισδιάστατη γεωλογική προσομοίωση.....	54
7.1. Εξέλιξη γεωλογικής προσομοίωσης.....	54
7.2. Επισκόπηση μεθόδων και μοντέλων.....	56
7.3. Εφαρμογές προσομοίωσης.....	59
7.4. Λογισμικά πακέτα προσομοίωσης.....	61
8. Μεθοδολογία.....	62
8.1 Χωροθέτηση Γεωτρητικών Δεδομένων.....	62
9. Αποτελέσματα.....	64
10. Συμπεράσματα.....	69
11.ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	70
 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	 71
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	74
Π.1. Αξιοποίηση ασβεστόλιθου σε δημόσια έργα.....	74
Π.2. Η υποσελίδα Rockware Utilities.....	92
Π.3. Η υποσελίδα Borehole Manager.....	100
Π.4. Μενού Striplogs.....	103
Π.5. Μενού Stratigraphy.....	109

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ ΚΑΙ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Εικόνα 1: Ψηφιακό υψομετρικό ανάγλυφο νήσου Ρόδου (από Γραμβούδη 2009).....	12
Εικόνα 2: Στο βάθος η ορειογραμμή του όρους Αττάβυρος.....	13
Εικόνα 3: Εδαφολογικός χάρτης νήσου Ρόδου (από Γραμβούδη 2009).....	16
Εικόνα 4: Χάρτης Εσωτερικών-Εξωτερικών Ελληνίδων (Jacobshagen et.al. 1978b, τροποποιημένος από Ρόζο 2013).....	18
Εικόνα 5: Σχηματική στρωματογραφική στήλη των μέσο – ανωτριάδικών σχηματισμών της ζώνης Πίνδου, της περιοχής Ιθώμης Μεσσηνίας (κατά Κατσικάτσο 1980).....	23
Εικόνα 6: Στρωματογραφική στήλη των της ζώνης Πίνδου (κατά Ματαράγκα κ.α. 1985).....	25
Εικόνα 7: Στρωματογραφική στήλη των τεκτονικών ενοτήτων της Κεντρικής Κρήτης (κατά Δάβη κ.α. 1985).....	28
Εικόνα 8: Απλοποιημένος γεωλογικός χάρτης της Ρόδου με τις αντίστοιχες γεωλογικές τομές (Jacobshagen, 1986).....	33
Εικόνα 9: Νεοτεκτονικός χάρτης της Ελλάδος (φύλλο Ρόδος, κλίμακας 1:100.000).....	34
Εικόνα 10: Απλοποιημένος γεωλογικός χάρτης της Ρόδου, με τεκτονοστρωματογραφική στήλη, γεωλογικές τομές, ροδοδιαγράμματα και δίκτυα Schmidt (με άξονες πτυχών και πόλους αξονικών επιπέδων πτυχών) (κατά Κοκκάλα, 2000, από Ρόζο 2013).....	36
Εικόνα 11: Γεωλογικός χάρτης ευρύτερης περιοχής του λατομείου κλίμακας 1:50000.....	38
Εικόνα 12: Άποψη του λατομικού χώρου «Νικόλας».....	43
Εικόνα 13: Διάγραμμα κοκκομετρικών καμπύλων.....	46
Εικόνα 14: Υφιστάμενες εγκαταστάσεις λατομείου.....	50
Εικόνα 15: A. Τυπική γεωλογική τομή B. Ορθογωνικό δομημένο πλέγμα (<i>orthogonal cellular mesh</i>) C. <i>Quadtree</i> (ή <i>Q – Tree</i>) (after Raphael Finkel & J. L. Bentley 1974) δομημένο πλέγμα (κάθε κύβος του πλέγματος διαχωρίζεται σε τέσσερις κύβους όταν επιτευχθεί η μέγιστη χωρητικότητα δεδομένων) D. Αδόμητο πλέγμα (Turner 2006, Turner & Gable 2007).....	58
Εικόνα 16: Αριθμός γεωτρήσεων και χαρακτηριστικά στοιχεία τους.....	63
Εικόνα 17: Δισδιάστατη κατανομή των 23 γεωτρήσεων στο τοπογραφικό ανάγλυφο του λατομείου.....	63
ΣΧΗΜΑ 9.1: Η τρισδιάστατη απεικόνιση του αναγλύφου του λατομείου από το λογισμικό RockWorks 15.....	64

ΣΧΗΜΑ 9.2: Η τρισδιάστατη απεικόνιση του αναγλύφου του λατομείου στην τωρινή του μορφή από το λογισμικό RockWorks 15.....	65
ΣΧΗΜΑ 9.3: Τρισδιάστατη απεικόνιση της στρωματογραφίας.....	65
ΣΧΗΜΑ 9.4: Διασταυρούμενα Fence diagrams στο λιθοστρωματογραφικό μοντέλο του λατομείου.....	66
ΣΧΗΜΑ 9.5: Χάρτης θέσεων των γεωτρήσεων των διευθύνσεων (α, επάνω) και Fence diagrams σε αυτές τις διευθύνσεις (β, κάτω) στη περιοχή του λατομείου.....	67
ΣΧΗΜΑ 9.6: Χάρτης ισοπαχών των ασβεστολιθικών κορημάτων.....	68
ΣΧΗΜΑ Π.2.1: Κύριο παράθυρο εργασίας της υποσελίδας Rockware Utilities.....	92
ΣΧΗΜΑ Π.2.2: Παράθυρο εισαγωγής αρχείου.....	93
ΣΧΗΜΑ Π.2.3: Παράθυρο εισαγωγής αρχείου xls.....	93
ΣΧΗΜΑ Π.2.4: Παράθυρο εισαγωγής διαστάσεων χάρτη.....	94
ΣΧΗΜΑ Π.2.5: Παράθυρο αυτόματου υπολογισμού διαστάσεων.....	94
ΣΧΗΜΑ Π.2.6: Παράθυρο ρύθμισης παραμέτρων της εντολής Grid – Based Map.....	96
ΣΧΗΜΑ Π.2.7: Ρυθμίσεις Μοντέλου Πλέγματος.....	96
ΣΧΗΜΑ Π.2.8: Επιλογή Δισδιάστατου ή τρισδιάστατου χάρτη πλέγματος.....	97
ΣΧΗΜΑ Π.2.9: Μενού παραμέτρων τρισδιάστατου χάρτη.....	97
ΣΧΗΜΑ Π.2.10 Η επιλογή Flat vs Relief.....	98
ΣΧΗΜΑ Π.2.11: Η επιλογή Colors.....	98
ΣΧΗΜΑ Π.2.12: Η εντολή Faulting.....	99
ΣΧΗΜΑ Π.2.13: Η εντολή Perimeter.....	99
ΣΧΗΜΑ Π.2.14: Επιλογές ρυθμίσεων Reference Cage.....	100
ΣΧΗΜΑ Π.3.1: Υποσελίδα Borehole Manager.....	101
ΣΧΗΜΑ Π.3.2: Επιλογή των γεωτρήσεων που θα απεικονιστούν, και έλεγχος της πληρότητας των στοιχείων στην καρτέλα Locations.....	102
ΣΧΗΜΑ Π.3.3: Επιλογή των γεωτρήσεων που θα απεικονιστούν, και έλεγχος της πληρότητας των στοιχείων στην καρτέλα Stratigraphy.....	103
ΣΧΗΜΑ Π.4.1: Παράθυρο ρυθμίσεων της εντολής 2D – Striplog.....	104
ΣΧΗΜΑ Π.4.2: Η στρωματογραφική στήλη που προκύπτει για μία γεώτρηση.....	104
ΣΧΗΜΑ Π.4.3: Το παράθυρο ρυθμίσεων της εντολής Single Log 3D.....	105

ΣΧΗΜΑ Π.4.4: Τρισδιάστατη απεικόνιση της στρωματογραφίας μίας γεώτρησης με το υπόμνημά της.....	105
ΣΧΗΜΑ Π.4.5: Τρισδιάστατη στρωματογραφική απεικόνιση των γεωτρήσεων.....	106
ΣΧΗΜΑ Π.4.6: Ρυθμίσεις απεικόνισης της εντολής Multilog Profile.....	106
ΣΧΗΜΑ Π.4.7: Επιλογή γεωτρήσεων για τη δημιουργία στρωματογραφικού προφίλ.....	107
ΣΧΗΜΑ Π.4.8: Προφίλ στρωματογραφίας μέσω της εντολής Multilog Profile.....	107
ΣΧΗΜΑ Π.4.9: Επιλογή γεωτρήσεων για τη δημιουργία στρωματογραφικού προφίλ με την εντολή Multilog Section.....	108
ΣΧΗΜΑ Π.4.10: Προφίλ στρωματογραφίας μέσω της εντολής Multilog Profile.....	109
ΣΧΗΜΑ Π.5.1: Το παράθυρο ρυθμίσεων για τη δημιουργία τρισδιάστατων στρωματογραφικών Μοντέλων.....	110
ΣΧΗΜΑ Π.5.2: Η εντολή Onlap.....	111
ΣΧΗΜΑ Π.5.3: Η εντολή Constrain model based on ground surface.....	111
ΣΧΗΜΑ Π.5.4: Τρισδιάστατη απεικόνιση της στρωματογραφίας.....	112
ΣΧΗΜΑ Π.5.5: Ρυθμίσεις της εντολής Section.....	113
ΣΧΗΜΑ Π.5.6: Στρωματογραφικό Προφίλ τύπου «Section».....	114
ΣΧΗΜΑ Π.5.7: Ρυθμίσεις της εντολής Fence.....	114
ΣΧΗΜΑ Π.5.8: Στρωματογραφικό Προφίλ τύπου «Fence».....	115

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Συντεταγμένες ορίων του λατομικού χώρου.....	41
Πίνακας 2: Αντοχή μητρικού πετρώματος.....	51
Πίνακας 3: Χημική ανάλυση.....	51
Πίνακας 4: Παραγόμενα προϊόντα.....	53
Πίνακας 5: Φυσικοχημικές ιδιότητες των παραγόμενων προϊόντων.....	53

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ανθρακικά ονομάζονται τα πετρώματα που αποτελούνται αποκλειστικά ή κυρίως από ανθρακικά ορυκτά του ασβεστίου, του μαγνησίου, κ.ά. και αποτελούν σημαντικές πρώτες ύλες σε διάφορες εφαρμογές. Σε αυτά περιλαμβάνονται οι ασβεστόλιθοι, οι δολομίτες τα αντίστοιχα μεταμορφωμένα τους (μάρμαρα) που είναι ορυκτοί πόροι με πολλαπλές χρήσεις και συγκαταλέγονται μεταξύ των 30 σπουδαιότερων ορυκτών πρώτων υλών. Τα ανθρακικά πετρώματα αποτελούν το 25% του συνόλου των ιζηματογενών πετρωμάτων στην επιφάνεια της γης με ηλικία που φτάνει τα 2,7 δισεκατομμύρια χρόνια. Η Ελλάδα δομείται σε μεγάλο βαθμό από ανθρακικά πετρώματα με ετήσια παραγωγή μαρμάρου ίση περίπου με 2 εκατ. τόνους. Η Ελλάδα κατέχει την πέμπτη θέση στην Ευρωπαϊκή Ένωση και τη δέκατη στον κόσμο (Τσιραμπίδης, 2008). Τα ανθρακικά πετρώματα προορίζονται κυρίως για δομικές και διακοσμητικές εφαρμογές. Μετά τον πρόσθετο θρυμματισμό αυτών των πετρωμάτων, σε συγκεκριμένα μεγέθη, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αδρανή υλικά σε μια πληθώρα εφαρμογών μεταξύ των οποίων μπορούν να αναφερθούν: οδικά υποστρώματα, υπόβαθρα σιδηροδρομικών γραμμών, σε τοίχους αντιστήριξης πρανών, σε διακοσμήσεις κήπων, σε φράγματα, σε αναβαθμίδες χείμνων, σε λιμενικά έργα αλλά και σε τεχνητούς υφάλους.

Στην περιοχή του Δημοτικού διαμερίσματος Έμπωνας στο νησί της Ρόδου λειτουργεί από το 1992 ένα από τα λατομεία αδρανών υλικών της εταιρίας ΝΙΚΟΣ ΒΛΤ Α.Ε. Η εταιρία στοχεύει στην εκμετάλλευση του ασβεστολιθικού τμήματος (ασβεστόλιθοι και ασβεστολιθικά κορήματα) του λατομείου και την παραγωγή από αυτό προϊόντων αδρανών υλικών κυρίως για χρήση τους στην οδοποιία. Στόχος της εργασίας αυτής είναι η διαχείριση των δεδομένων που προέκυψαν από 23 ερευνητικές γεωτρήσεις που αναρύχθηκαν στην ευρύτερη περιοχή που σήμερα αναπτύσσεται ο λατομικός χώρος, αφού ληφθούν υπόψη μια σειρά παραμέτρων, με κύριους τους γεωλογικούς.

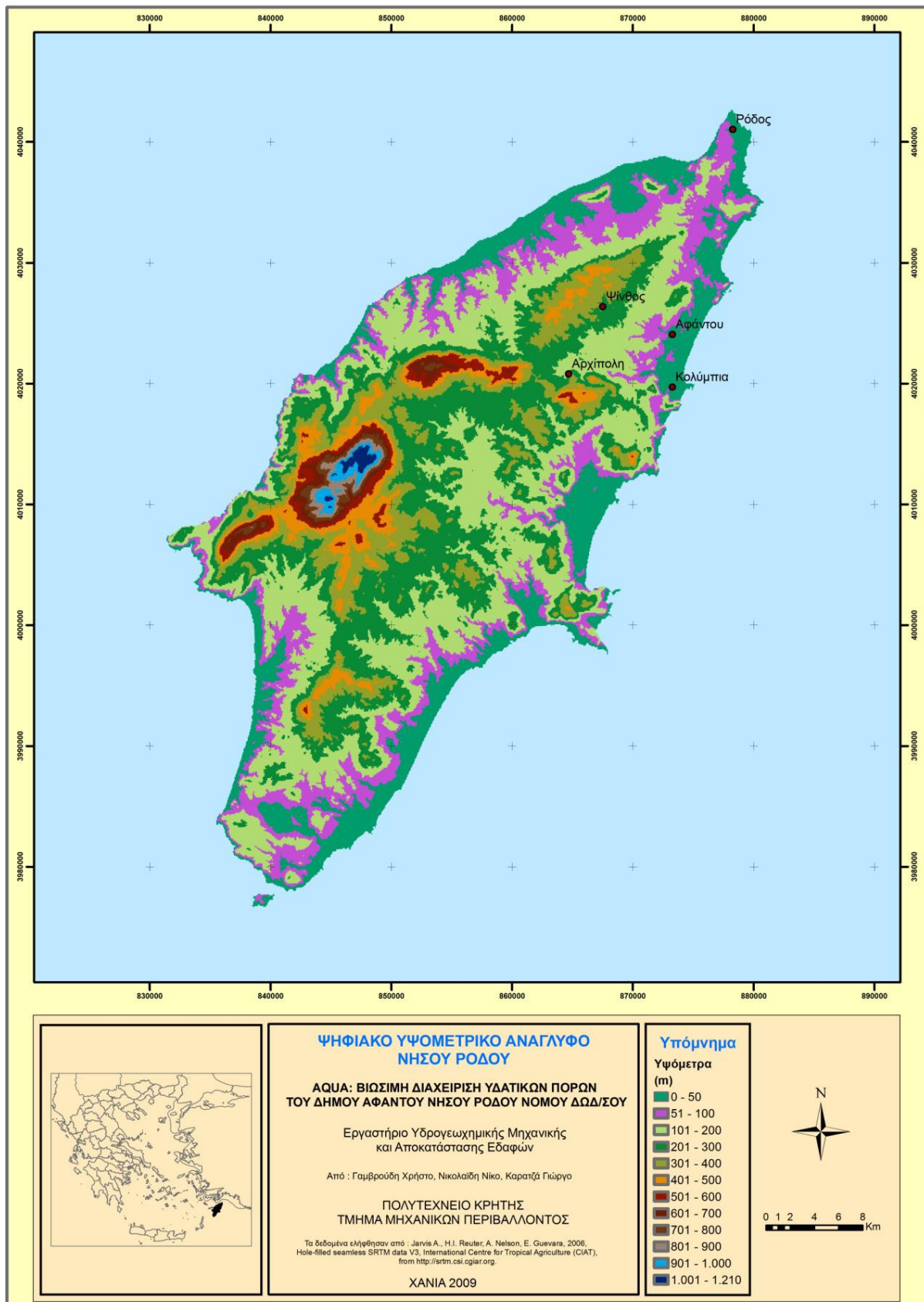
2. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΡΟΔΟΥ

Η Ρόδος είναι το μεγαλύτερο σε έκταση νησί των Δωδεκανήσων και το πλέον απομακρυσμένο από την ηπειρωτική Ελλάδα. Παρουσιάζει σημαντικό γεωλογικό ενδιαφέρον αφού αποτελεί το ανατολικό όριο του νησιωτικού τόξου του Αιγαίου, το οποίο εκτείνεται από την Πελοπόννησο ως τη Μικρά Ασία συμπεριλαμβάνοντας επίσης τα νησιά Κύθηρα – Αντικύθηρα – Κρήτη – Κάσο – Κάρπαθο και συνδέει τις Ελληνίδες με τις Ταυρίδες οροσειρές.

Διοικητικά η νήσος Ρόδος ανήκει στην Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, στο Νομό Δωδεκανήσου, έχει έκταση 1398.07 km² και πληθυσμό 117.007. Είναι το μεγαλύτερο νησί του Νομού, σε έκταση και πληθυσμό, με πρωτεύουσα την πόλη της Ρόδου η οποία είναι μια από τις πιο εντυπωσιακές πόλεις της Ελλάδας, παρουσιάζοντας ένα μοναδικό μεσαιωνικό πρόσωπο, με την μεσαιωνική πόλη να διατηρείται σε πολύ καλή κατάσταση, δημιούργημα των ιπποτών του 14ου αιώνα και ένα σύγχρονο, έξω από τα τείχη. Σήμερα, η Ρόδος εκμεταλλευόμενη τις μοναδικές ομορφιές της και τα σημαντικά ιστορικά μνημεία που διαθέτει, έχει εξελιχθεί σε ένα παγκοσμίως γνωστό τουριστικό θέρετρο.

Αν και σήμερα ο μοναδικός Δήμος είναι αυτός της Ρόδου, απαρτιζόταν από τους Δήμους: Αρχαγγέλου, Αττάβυρου, Αφάντου, Ιαλυσού, Καλλιθέας, Καμείρου, Λινδίων, Νότιας Ρόδου, Πεταλούδων και Ρόδου ενώ πλέον έχει γίνει ένας Δήμος Ρόδου.

Η νήσος Ρόδος χαρακτηρίζεται ως ημιορεινή - ορεινή, με υψηλότερη κορυφή αυτή του Αγ. Ιωάννη (1.216m) στο όρος Αττάβυρος, στο δυτικό-κεντρικό τμήμα του νησιού. Χαρακτηριστική είναι η ανάπτυξη ενός ορογραφικού άξονα ΒΒΑ-ΝΝΔ κατεύθυνσης, που χωρίζει το νησί σε δύο τμήματα, δυτικό και ανατολικό το οποίο είναι και το μεγαλύτερο. Τα πεδινά τμήματα του νησιού αποτελούν το 25% της συνολικής έκτασης.



Εικόνα 1: Ψηφιακό υψομετρικό ανάγλυφο νήσου Ρόδου (από Γραμβούδη 2009)

Ο λατομικός χώρος που εξετάζεται στην παρούσα διπλωματική εργασία ανήκει στη τέως Δημοτική Ενότητα Ατταβύρου που βρίσκεται στα δυτικά του νησιού και καταλαμβάνει μία περιοχή μεταξύ του όρους Αττάβυρος (εικόνα 2) και του Καρπάθιου πελάγους.



Εικόνα 2: Στο βάθος η ορειογραμμή του όρους Αττάβυρος

Η εκτεταμένη επιφάνεια της Δημοτικής Ενότητας Ατταβύρου είναι στο μεγαλύτερο μέρος της ορεινή με το επιβλητικό όρος Αττάβυρος (1215μ.) να δεσπόζει και να δίνει τη ξεχωριστή φυσιογνωμία του στο γεωφυσικό πλαίσιο της περιοχής. (<http://www.rhodes.gr/>)

2.1 Εδαφολογικά στοιχεία

Σύμφωνα με νεώτερη μελέτη (Γραμβούδης 2009) στη νήσο Ρόδο υπάρχουν πέντε κατηγορίες κατάταξης εδαφών σύμφωνα με το σύστημα ταξινόμησης κατά FAO-UNESCO. Οι κατηγορίες εδαφών που προσαρμόστηκαν στο σύστημα FAO-UNESCO εκλέχτηκαν με βάση τον τρόπο σχηματισμού, των χαρακτηριστικών και της κατανομής που καλύπτουν την γήινη επιφάνεια, καθώς και την σημασία τους σαν παραγωγικοί και περιβαλλοντολογικοί παράγοντες. Η έρευνα των ιδιοτήτων του εδάφους αποτελεί το προϊόν της επίδρασης της βλάστηση, του κλίματος, του χρόνου και του ανάγλυφου της περιοχής πάνω στο γεωλογικό μητρικό υλικό.

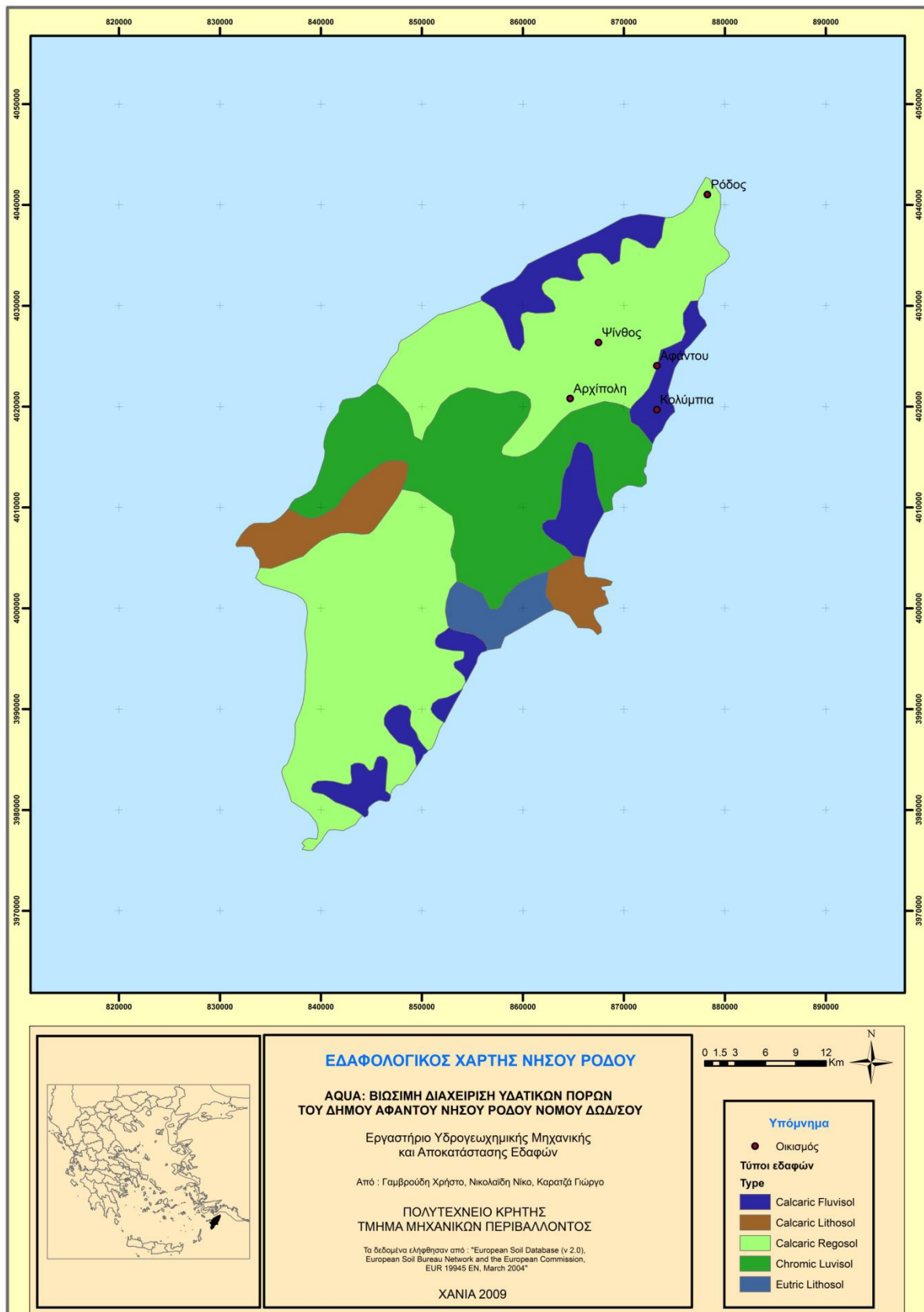
Οι εδαφικοί τύποι που αναγνωρίστηκαν στην νήσο Ρόδο είναι (European Soil Database, 2004) : Το Βόρειο και Νότιο τμήμα του νησιού καλύπτεται κατά το μεγαλύτερο μέρος του

από τύπο εδαφών της κατηγορίας Calcaric Regosol. Τα εδάφη αυτά καλύπτουν το 53,05 % της συνολικής έκτασης του νησιού, είναι ασβεστούχα, και απαντώνται σε κάποιο βάθος μεταξύ 20-50 cm από την επιφάνεια. Είναι καλά διαβαθμισμένα εδάφη, μη στερεοποιημένα και χωρίς να είναι εμφανής ο διαγνωστικός τους ορίζοντας, με ελάχιστη ανάπτυξη λόγω του νεαρού της ηλικίας τους. Είναι εδάφη με ορίζοντα πάχους όχι μεγαλύτερο από 25 cm χωρίς άλλους διαγνωστικούς ορίζοντες εκτός εάν είναι θαμμένοι σε βάθος μεγαλύτερο των 50 cm από την επιφάνεια. Σε θερμά κλίματα το χρώμα του ορίζοντα είναι ανοικτότερο από αυτό του υποκείμενου, παρουσιάζει συσσώρευση οργανικής ουσίας, συνδέεται αναπόσπαστα με το ανόργανο κλάσμα και η μορφολογία του εξαρτάται από την εδαφογένεση. Η οργανική ουσία προέρχεται από φυτικά και ζωικά υπολείμματα και εισχωρεί στο έδαφος περισσότερο λόγω βιολογικής δραστηριότητας. Τα εδάφη αυτά εμφανίζονται σε ξηρά και ημίξηρα κλίματα και σε περιοχές διάβρωσης και συγκεκριμένα σε ορεινές περιοχές. Σε περιοχές με εδάφη τύπου Regosol υπάρχει εκτενής βοσκή ή χρησιμοποιούνται για καλλιέργεια σιτηρών, σακχαρότευτλων καθώς και οπωροφόρων δέντρων.

Το κεντρικό τμήμα του νησιού καλύπτεται από εδάφη της κατηγορίας Chromic Luvisol που καλύπτουν το 24,65 % της έκτασης του νησιού. Είναι εδάφη με μη ανόργανο ορίζοντα χωρίς δομή πετρώματος που παρουσιάζει συγκέντρωση πυριτικής αργίλου, σιδήρου, αργιλίου ή οργανικής ουσίας ανεξάρτητα ή σε συνδυασμό. Παρουσιάζει έμμεση συγκέντρωση τριοξειδίων ή πυριτικών ορυκτών της αργίλου και εμφάνιση αλλοιώσεων του μητρικού υλικού. Τα Luvisols έχουν υψηλότερη περιεκτικότητα σε αργίλους υψηλής ενεργότητας, στους υποκείμενους ορίζοντες από ότι επιφανειακά ως αποτέλεσμα διαδικασιών σχηματισμού των εδαφών (μετανάστευση αργίλου) που οδηγούν σε έναν αργιλικό κατώτερο ορίζοντα. Τα περισσότερα Luvisols είναι εύφορα εδάφη και κατάλληλα για ένα ευρύ φάσμα γεωργικών χρήσεων. Σε απότομες κλίσεις απαιτούνται μέτρα ελέγχου για διάβρωση. Περιμετρικά του νησιού, αλλά κυρίως στο Ανατολικό τμήμα εμφανίζονται εδάφη της κατηγορίας Calcaric Fluvisol σε ποσοστό 12,58 % της συνολικής έκτασης. Τα εδάφη αυτά είναι ασβεστούχα σε κάποιο βάθος μεταξύ 20-50 cm από την επιφάνεια. Τα Fluvisol είναι πρόσφατα εδάφη, χωρίς διαγνωστικό ορίζοντα και με καλή φυσική γονιμότητα, σε αλλούβιες αποθέσεις. Η καλλιέργεια ρυζιού είναι διαδεδομένη σε τροπικά κλίματα με Fluvisol με επαρκή άρδευση και ξήρανση. Επίσης τα εδάφη τύπου Fluvisol είναι κατάλληλα για ξηρές καλλιέργειες, φυσικά με κάποια μορφή ελέγχου του νερού άρδευσης.

Στην ευρύτερη περιοχή της Λίνδου καθώς και στην ορεινή έκταση του Αταβύρου και του Ακραμύτη υπάρχουν εδάφη της κατηγορίας Calcaric Lithosol σε ποσοστό 6,63 % ενώ στην περιοχή της Λάρδου και στην ορεινή περιοχή Δυτικά αυτής, εδάφη της κατηγορίας Eutric

Lithosol σε ποσοστό 3,08 % της συνολικής έκτασης του νησιού. Η κατηγορία των Lithosol είναι ρηχά, χωρίς ορίζοντα εδάφη και συναντώνται συνήθως σε βραχώδης και ορεινές περιοχές. Τα Lithosol είναι εδάφη τα οποία μετά τα 20 cm βάθος και μέχρι βάθος 50 cm από την επιφάνεια έχουν περισσότερο από 30% άργιλο σε όλους τους ορίζοντες. Σε κάποιες περιόδους του έτους παρουσιάζουν ρωγμές τουλάχιστον 1 cm πλάτους και βάθους 50 cm εκτός αν αρδεύονται. Η διάβρωση είναι η μεγαλύτερη απειλή των εδαφών αυτών. Τα Lithosol στις πλαγιές των βουνών είναι γενικά πιο εύφορα από τα αντίστοιχά τους σε πεδινές περιοχές.



Εικόνα 3: Εδαφολογικός χάρτης νήσου Ρόδου (από Γραμβούδη 2009)

3. ΓΕΩΛΟΓΙΑ

3.1. Διαίρεση των Ελληνίδων Οροσειρών και κατάταξη τους σε γεωτεκτονικές Ζώνες

Οι Ελληνίδες Οροσειρές υποδιαιρέθηκαν με στοιχεία αρχικά στρωματογραφικά και φασικής ανάλυσης που αναφέρονται σε στοιχεία της προ-ορογενετικής τους παλαιογεωγραφίας σε χαρακτηριστικές **ισοπικές ζώνες**. Με βάση την θεωρία των τεκτονικών πλακών οι **ισοπικές ζώνες των Ελληνίδων** (που ορίστηκαν με τις αρχές της παλαιότερης θεωρίας, των συζυγών γεωσυγκλίσεων), αντιστοιχίστηκαν με μικρές προσαρμογές σε **γεωτεκτονικές ζώνες**, η κάθε μία από τις οποίες αποτελείται:

- από καθορισμένη στρωματογραφική διαδοχή των ιζημάτων της,
- από τους ιδιαίτερους λιθολογικούς χαρακτήρες της που καθορίστηκαν από το γενικότερο αποθετικό πεδίο,
- από μια εξελικτικά και χρονικά «κοινή» τεκτονική εξέλιξη,

στοιχεία γενικά που εξαρτώνται από την αρχική της παλαιογεωγραφική θέση στον χώρο της Τηθύος.

Οι γεωτεκτονικές αυτές ζώνες, οι οποίες είναι από τα Ανατολικά προς τα Δυτικά (από τα εσωτερικά προς τα εξωτερικά οι εξής (Εικόνα 4)

1) Η μάζα της Ροδόπης

2) Η Σερβομακεδονική μάζα

3) Η Περιόδοπική ζώνη

4) Η ζώνη Παιονίας

5) Η ζώνη Πάικου

6) Η ζώνη Αλμωπίας

} Οι τρεις αυτές ζώνες (4,5,6) είναι περισσότερο γνωστές με το κοινό όνομα «ζώνη Αξιού»

7) Η Πελαγονική ζώνη

8) Η Αττικοκυκλαδική ζώνη

9) Η Υποπελαγονική ζώνη ή ζώνη Ανατολικής Ελλάδας

10) Η ζώνη της Βοιωτίας

11) Η ζώνη Παρνασσού-Γκιώνας

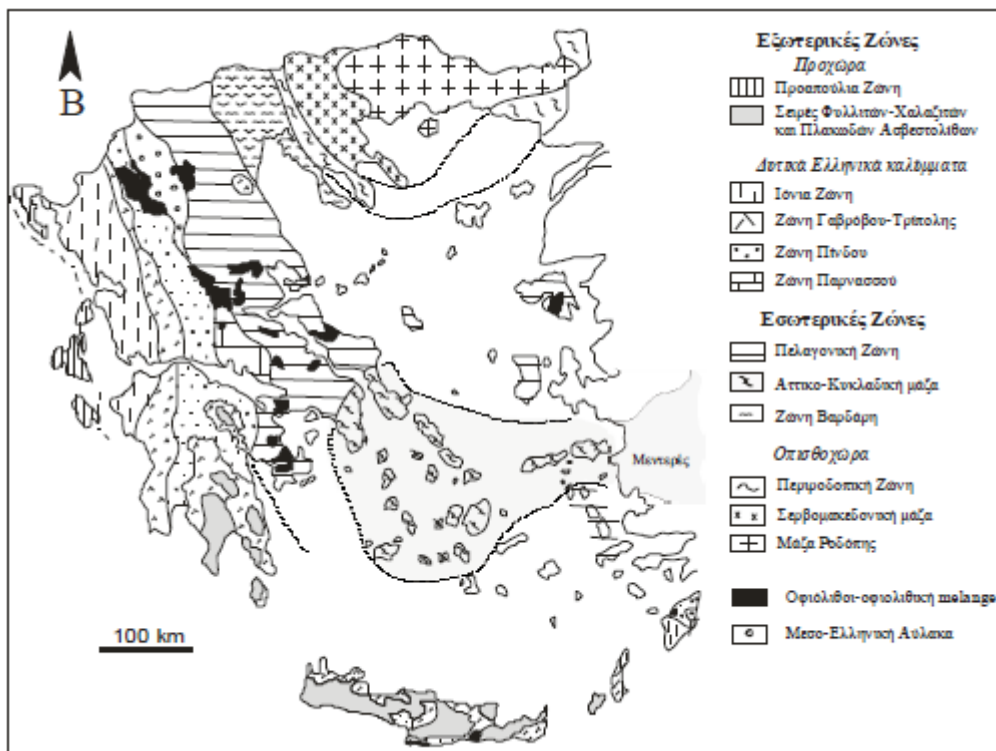
12) Η ζώνη Ωλονού-Πίνδου

13) Η ζώνη Γαβρόβου-Τρίπολης

14) Η Αδριατικοϊόνιος ζώνη

15) Η ζώνη Παξών ή Προαπουλία

Από τις γεωτεκτονικές ζώνες της Ελλάδας οι μάζες Ροδόπης και Σερβομακεδονικής θεωρούνται ότι αποτελούν την **"Ελληνική Ενδοχώρα"**, οι ζώνες Περιοδοπική, Παιονίας, Πάικου, Αλμωπίας, Πελαγονική, Αττικοκυκλαδική και Υποπελαγονική ονομάζονται **"Εσωτερικές Ελληνίδες"** και οι ζώνες Βοιωτίας, Παρνασσού-Γκιώνας, Ωλονού-Πίνδου, Γαβρόβου-Τρίπολης, Αδριατικοϊόνιος και Παξών ονομάζονται **"Εξωτερικές Ελληνίδες"** (Μανούτσογλου, 2008).



Εικόνα 4: Χάρτης Εσωτερικών-Εξωτερικών Ελληνίδων (Jacobshagen et.al. 1978b, τροποποιημένος από Ρόζο 2013)

Οι Εξωτερικές Ελληνικές ζώνες (ή «Εξωτερικές Ελληνίδες» όπως έχει καθιερωθεί να ονομάζονται στη γεωλογική βιβλιογραφία) κατέχουν τα εξωτερικά (Δυτικά) τόξα των Ελληνίδων οροσειρών. Αυτό σημαίνει ότι ο γεωγραφικός χώρος των εξωτερικών Ελληνίδων είναι η Δυτική Ελλάδα, δηλαδή τα Ιόνια νησιά, η Ήπειρος, η Δυτική Στερεά Ελλάδα, ολόκληρη σχεδόν η Πελοπόννησος, η Κρήτη, η Κάσος, η Κάρπαθος και η Ρόδος.

Κύριο στοιχείο διάκρισης των Εξωτερικών ζωνών από τις Εσωτερικές ζώνες θεωρείται το γεγονός ότι οι Εξωτερικές δεν υπέστησαν τη δράση των πρώιμων ορογενετικών αλπικών παροξυσμικών φάσεων (Α. Ιουρασικό – Κ. Κρητιδικό) αλλά ο χώρος τους είχε συνεχή, αδιάκοπη ιζηματογένεση σε όλη τη διάρκεια των Αλπικών χρόνων, από το Τριαδικό μέχρι το Τριτογενές. Στο Τριτογενές έλαβε χώρα η οριστική ανάδυση των Εξωτερικών ζωνών με τη

δράση της τελικής ορογενετικής αλπικής παροξυσμικής φάσης οπότε έγινε και η μοναδική πτύχωση των σχηματισμών των ζωνών αυτών.

Επιπρόσθετα στοιχεία διάκρισης μεταξύ των Εξωτερικών ζωνών από τις Εσωτερικές ζώνες θεωρούνται:

Στις Εσωτερικές ζώνες εμφανίζονται μεγαλύτερα σε όγκο και εξάπλωση πλουτώνια και ηφαιστειακά πετρώματα.

Εάν εξαιρέσει κανείς τα μεταμορφωμένα πετρώματα του Φυλλιτικού Καλύμματος και των μεταμορφωμένων σχηματισμών της Ενότητας του Τρυπαλίου και της Ομάδας των Πλακωδών Ασβεστολίθων που εμφανίζονται στην Πελοπόννησο, Κρήτη και Δωδεκάνησα, οι σχηματισμοί των υπολοίπων Εξωτερικών ζωνών είναι αμεταμόρφωτοι, σε σύγκριση με μεταμορφωμένους σχηματισμούς των Εσωτερικών Ελληνίδων που εμφανίζουν μεγαλύτερη εξάπλωση (Μανούτσογλου, 2008). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την παρούσα μελέτη έχει η Ζώνη της Πίνδου στην οποία θα αναφερθούμε διεξοδικότερα.

Η ενότητα της Πίνδου είναι το πλέον τυπικό και το πρώτο κάλυμμα που περιγράφηκε στον ελληνικό χώρο (CAYEUX, 1903, ΝΕΓΡΗΣ, 1906). Μέχρι τη δεκαετία του '70 ήταν γενικά παραδεκτό ότι η μετακίνηση του καλύμματος της Πίνδου ήταν της τάξης των μερικών δεκάδων χιλιομέτρων. Νεώτερες έρευνες έδειξαν ότι η μετακίνηση αυτή ήταν πολύ μεγαλύτερη από εκείνη που πιστευόταν, αφού ο τεκτονισμός της ενότητας αρχίσε στο Μεσο Ηώκαινο (περίπου 50 Ma) και τελείωσε στο Μέσο Μειόκαινο (περίπου 15 Ma)

(<http://labtect.geol.uoa.gr/pages/fountoulis/bgeology.htm>)

3.2. Ζώνη Ωλονού-Πίνδου

3.2.1. Γενικά

Η ζώνη αυτή ονομάστηκε Ωλονού - Πίνδου, από τους ορεινούς όγκους της Πίνδου και του Ωλονού. Η ζώνη της Πίνδου στην Ηπειρωτική Ελλάδα απαντάται στην οροσειρά της Πίνδου, στα Αθαμανικά όρη (Τζουμέρκα), στα Άγραφα, στο Παναιτωλικό και στα όρη της Ναυπακτίας και συνεχίζεται στην Πελοπόννησο, στις περιοχές: του Παναχαϊκού, του Ωλονού (Ευρύμανθου), της Αρκαδίας και της Μεσσηνίας. Επίσης, η ζώνη αυτή εμφανίζεται στην Κρήτη, Κάρπαθο, Ρόδο, Σύμη και ανατολικότερα στη Μικρά Ασία. Η ζώνη της Πίνδου συνεχίζεται και προς τα βόρεια, στην Αλβανία, όπου ονομάζεται Cucali-Krasta, καθώς επίσης στη Γιουγκοσλαβία με το όνομα Budva. Επίσης ως προέκταση προς τα βόρεια της ζώνης Πίνδου θεωρούνται η Βοσνιακή ζώνη και η ζώνη της Σλοβενίας, που απαντώνται στη Γιουγκοσλαβία.

Ο παλαιογεωγραφικός χώρος της ζώνης της Πίνδου, μέσα στον ευρύτερο χώρο της Τηθύος ήταν μια βαθιά αύλακα μεταξύ του υβώματος της ζώνης Γαβρόβου - Τρίπολης (δυτικά) και του υβώματος της Πελαγονικής ζώνης (ανατολικά).

Η υποθαλάσσια αύλακα της Πίνδου θεωρήθηκε, παλιότερα, ότι αποτελούσε ένα ευγεωσύγκλινο, δηλαδή ότι ήταν μια υποθαλάσσια αύλακα που δέχθηκε τα αντίστοιχα ιζήματα της θαλάσσιας αυτής περιοχής και ακόμα ότι στην αύλακα αυτή εκδηλώθηκε αρχικός μαγματισμός. Σήμερα, είναι παραδεκτό από τους περισσότερους μελετητές ότι η αύλακα της Πίνδου δεν εξελίχθηκε σε πραγματικό ωκεανό, δηλαδή σε βαθιά θάλασσα με ωκεάνιο φλοιό, του οποίου το «κλείσιμο» θα μπορούσε να δώσει οφιολιθικά πετρώματα. Γίνεται, όμως, δεκτό ότι ο ηπειρωτικός φλοιός της πινδικής περιοχής, κατά το Μεσοζωικό, λεπτύνθηκε σημαντικά, χωρίς, όμως, ποτέ η περιοχή αυτή να αποκτήσει ωκεάνιο πυθμένα.

Η ζώνη της Πίνδου είναι επωθημένη προς τα δυτικά πάνω στη ζώνη Γαβρόβου - Τρίπολης, με μορφή ενός τεράστιου τεκτονικού καλύμματος, το οποίο, σε μερικές περιπτώσεις, έχει προελάσει ακόμα δυτικότερα και έχει φτάσει και στην Ιόνια ζώνη, όπως είναι η περίπτωση της περιοχής των Τζουμέρκων, όπου σχηματισμοί της Πίνδου βρίσκονται επωθημένοι πάνω στα βουρδιγάλια ηλικίας ανώτερα μέλη του φλύσχη της Ιόνιας ζώνης.

Οι σχηματισμοί της Πίνδου, λόγω της πλαστικότητας που τους χαρακτηρίζει, είναι έντονα πτυχωμένοι και λεπιωμένοι, κυρίως στο δυτικό τμήμα της ζώνης αυτής και γενικά στο μέτωπο του πινδικού τεκτονικού καλύμματος. Η αποκόλληση - διάρρηξη των λεπίων γίνεται κατά κανόνα μεταξύ των ανωκρητιδικών ασβεστόλιθων της πινδικής σειράς και του υποκείμενου σ' αυτούς ορίζοντα των ραδιολαριτών ή και σε βαθύτερα στρωματογραφικά στρώματα του ραδιολαριτικού αυτού ορίζοντα.

Τα παλιότερα στρώματα της πινδικής σειράς σχηματισμών που έχουν βρεθεί είναι ηλικίας Μέσου Τριαδικού. Έτσι, είναι εντελώς άγνωστο το προαλπικό (παλαιοζωικό) υπόβαθρο των σχηματισμών της ζώνης της Πίνδου. Άγνωστη είναι, επίσης, και η αρχική θέση της πινδικής αύλακας που δέχθηκε τα ιζήματα της ζώνης αυτής.

Παλιότερα, από πολλούς ερευνητές, που εργάστηκαν στην Πελοπόννησο, θεωρήθηκε ότι οι ρίζες του πινδικού καλύμματος βρίσκονται στην περιοχή της Αργολικής πεδιάδας και ότι από την περιοχή αυτή άρχισε η προς τα δυτικά επώθηση του καλύμματος αυτού. Σήμερα, όμως, με την ανεύρεση των τεκτονικών παραθύρων του Ολύμπου-Όσσας, του Αλμυροπόταμου-Αττικής και των άλλων παραθύρων, στα οποία εμφανίζονται σχηματισμοί της ζώνης Γαβρόβου-Τρίπολης, οι ρίζες του πινδικού καλύμματος πρέπει να τοποθετηθούν ανατολικότερα από τις περιοχές των παραθύρων αυτών, δηλαδή στο χώρο του Αιγαίου, αφού

μέχρι τις περιοχές αυτές προεκτεινόταν, κατά το Μεσοζωικό αιώνα, το υποθαλάσσιο ύβωμα της ζώνης Γαβρόβου-Τρίπολης και αφού, παλαιογεωγραφικά, δεχόμαστε ότι ανατολικά του υβώματος αυτού βρισκόταν η αύλακα της Πίνδου.

Με τη διαπίστωση των παραπάνω τεκτονικών παραθύρων συνάγεται, επίσης, η τεράστια απόσταση κατά την οποία προωθήθηκε προς τα δυτικά το πινδικό κάλυμμα, που είναι η από τα ανατολικά των τεκτονικών αυτών παραθύρων περιοχή μέχρι και της Δυτικής Ηπειρωτικής Ελλάδας και της Δυτικής Πελοποννήσου απόσταση, η οποία, σε ευθεία γραμμή, είναι μεγαλύτερη από 250km.

Πάνω στο επωθημένο κάλυμμα της Πίνδου και, κυρίως, πάνω στην ανατολική παρυφή του βρίσκονται επωθημένοι σχηματισμοί των Εσωτερικών ζωνών, καθώς επίσης οφιολιθικά πετρώματα, για την αρχική προέλευση των οποίων υπάρχουν δύο απόψεις: μια κατά την οποία υποστηρίζεται ότι τα οφιολιθικά αυτά πετρώματα έχουν προέλθει από τον ωκεανό που βρισκόταν δυτικά του πελαγονικού υβώματος (το Μαλιακό ωκεανό) και μια άλλη που τα θεωρεί ότι έχουν προέλευση από τον ωκεανό της Αλμωπίας, που βρισκόταν ανατολικά του παραπάνω υβώματος:

Ο παλαιογεωγραφικός χώρος της Πίνδου ήταν μια υποθαλάσσια αύλακα και ότι οι σχηματισμοί που προήλθαν από το χώρο αυτό και επωθήθηκαν προς τα δυτικά αποτελούν, σήμερα, ένα μεγάλο τεκτονικό κάλυμμα. Το κάλυμμα αυτό στην Ηπειρωτική Ελλάδα είναι ενιαίο, ενώ στην Πελοπόννησο, λόγω κυρίως της διάβρωσής του, παρουσιάζεται ασυνεχές. Αποτέλεσμα του γεγονότος αυτού είναι να αποκαλύπτονται κάτω από το κάλυμμα αυτό σχηματισμοί της ζώνης Γαβρόβου-Τρίπολης (κυρίως) και σχηματισμοί άλλων γεωλογικών Ενοτήτων, με μορφή τεκτονικών παραθύρων ή ημιπαραθύρων. Ένα τέτοιο τεκτονικό παράθυρο είναι αυτό που εμφανίζεται στην περιοχή της Τρίπολης, στο οποίο αποκαλύπτονται σχηματισμοί της ζώνης Γαβρόβου-Τρίπολης. Η παρουσία των τεκτονικών αυτών παραθύρων στην Πελοπόννησο και κυρίως ο διαφορετικός τεκτονισμός των πινδικών σχηματισμών που παρατηρείται μεταξύ του δυτικού τμήματος της Πελοποννήσου και του κεντρικο-ανατολικού της, που είναι έντονη λεπίωση των πινδικών σχηματισμών στο δυτικό τμήμα και με μορφή τεκτονικού καλύμματος στο κεντρικό-ανατολικό, οδήγησαν ορισμένους ερευνητές να διατυπώσουν την άποψη ότι τα ιζήματα της ζώνης της Πίνδου αποτέθηκαν σε δύο γεωσύγκλινα, που ήταν:

ι) Ένα δυτικό, από το οποίο προήλθαν τα λεπιωμένα ιζήματα της Δυτικής Πελοποννήσου, τα οποία κατά την πτύχωσή τους παρέμειναν στη θέση τους ή υπέστησαν μικρή μετακίνηση, και

ii) Ένα ανατολικό γεωσύγκλινο, που βρισκόταν ανατολικά της λεγόμενης τότε «Μεταμορφωμένης Μάζας Κεντρικής Πελοποννήσου-Κρήτης», η πτύχωση των ιζημάτων του οποίου έδωσε το κάλυμμα στην περιοχή αυτή, το οποίο ονομάστηκε Αρκαδικό κάλυμμα. Σαν επακόλουθο της εσφαλμένης αυτής άποψης ήταν, επίσης, και μια άλλη λανθασμένη παραδοχή σχετικά με το ενιαίο υποθαλάσσιο ύβωμα της ζώνης Γαβρόβου-Τρίπολης, το οποίο θεώρησαν ότι αποτελείται από δύο χωριστά υβώματα, του Γαβρόβου και της Τρίπολης, μεταξύ των οποίων υπήρχε, κατ' αυτούς, το δυτικό γεωσύγκλινο της Πίνδου.

Η πινδική σειρά μεσοζωικών σχηματισμών χαρακτηρίζεται από ιζήματα βαθιάς θάλασσας, των οποίων το συνολικό πάχος φτάνει τα 1.000μ. περίπου, χωρίς να υπολογίζονται τα κλαστικά ιζήματα του φλύσχη, ο οποίος αρχίζει από το Παλαιόκαινο και φτάνει στο Ανώτερο Ηώκαινο και έχει πάχος από 1.000-1.500μ. στις περιοχές της Βόρειας και Ανατολικής Πίνδου και 4.000μ. περίπου στην περιοχή της Ανατολικής Αιτωλίας.

3.2.2. Στρωματογραφική διάρθρωση

Η στρωματογραφική διάρθρωση των σχηματισμών της ζώνης της Πίνδου, από τους παλιότερους προς τους νεότερους, έχει ως εξής:

1) Ορίζοντας τριαδικών σχηματισμών

Είναι κλαστικοί σχηματισμοί που εναλλάσσονται με ιζηματογενή πετρώματα βαθιάς θάλασσας. Κυρίως είναι ψαμμίτες, πηλίτες και κλαστικοί ασβεστόλιθοι, που εναλλάσσονται με βαθιάς θάλασσας: ασβεστόλιθους και κερατόλιθους. Μερικές φορές απαντώνται, επίσης, παρεμβολές κροκαλολατυποπαγών. Στα στρώματα βαθιάς θάλασσας του ορίζοντα αυτού βρέθηκαν Κωνόδοντα, Filaments από Halobiidae και Daonella gr. elongata, τα οποία δίνουν ηλικία Μέσου-Ανώτερου Τριαδικού (Λαδίνιο-Κάρνιο). **Σε πολλές περιπτώσεις, στον ορίζοντα αυτόν επικρατούν τα κλαστικά ιζήματα και δίνουν την εντύπωση ιζημάτων φλύσχη, ο οποίος, από μερικούς μελετητές, αναφέρεται ως τριαδικός φλύσχος.** Το μέγιστο ορατό πάχος των στρωμάτων του ορίζοντα αυτού είναι 200μ. Περίπου (περιοχή Ιθώμης, Μεσσηνίας) (Εικόνα 5).

Πάχος m.	ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΗΛΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ	ΑΠΟΛΙΘΩΜΑΤΑ	ΗΛΙΚΙΑ
			Ραδιολαρίτες	Ακτινόζωα	ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ
120	8	ΜΔ 221 ΜΔ 222 ΜΔ 223	Κλαστικοί ασβεστόλιθοι, πηλίτες, ιάσιδες	Filaments	
	7		Ψαμμίτες συμπαγείς		
100	6	ΜΔ 224			
	5	ΜΔ 225 ΜΔ 226	Ψαμμίτες μέσο έως παχυστρωματώδεις με παρεμβολές μικροκροκαλοατυποπαγών		
	4	ΜΔ 227	Πηλίτες, ψαμμίτες, ασβεστόλιθοι με πυριτόλιθους	Filaments Ακτινόζωα	
80	3	ΜΔ 228 ΜΔ 229 ΜΔ 230	Πηλίτες, ασβεστόλιθοι με πυριτόλιθους	Ακτινόζωα	
	2	ΜΔ 231 ΜΔ 232	Ψαμμίτες, κλαστικοί ασβεστόλιθοι, ραδιολαρίτες και ενστρώσεις ψηφιδωπαγών	Θραύσματα Εχινόδερμων Ακτινόζωα	
60	1	ΜΔ 233 ΜΔ 235	Εναλλαγές ψαμμιτών, πηλινών, κλαστικών ασβεστόλιθων, ραδιολαρίτων και κροκαλοατυποπαγών	<i>Erigondolella obnepts</i> (HUCKRIEDE) <i>Neogondolella</i> sp. <i>Erigondolella</i> sp. <i>Erigondolella primitia</i> MOSHER <i>Paragondolella</i> sp. (Θραύσματα) <i>Dictonella</i> gr. <i>elonegata</i> MOUS. Θραύσματα Εχινόδερμων	Κάρνιο - Νόριο ΜΕΣΟ - ΑΝΩΤΕΡΟ ΤΡΙΑΔΙΚΟ Κάρνιο - Νόριο Τριαδικό Ανίσιο - Λαδίνιο (όριο)
40			ΕΠΩΘΗΣΗ		
20		ΜΔ 237 ΜΔ 238 ΜΔ 239	Πηλινικός - ψαμμιτικός ορίζοντας με κροκαλοπαγή και ολισθόλιθους		
0					

Εικόνα 5: Σχηματική στρωματογραφική στήλη των μέσο – ανωτριάδικών σχηματισμών της ζώνης Πίνδου, της περιοχής Ιθώμης Μεσσηνίας (κατά Κατσικάτσο 1980)

II) Ασβεστόλιθοι Δρυμού

Είναι ένα σύνολο πελαγικών ασβεστόλιθων με ενστρώσεις κερατόλιθων και μερικές φορές πηλιτών, με κυμαινόμενο πάχος από 50 έως 200μ. περίπου, που διακρίνονται σε τρία μέρη.

- Ένα κατώτερο τμήμα, που αναφέρεται και ως τμήμα των Κατώτερων Ασβεστόλιθων Δρυμού, που αποτελείται από βαθιάς θάλασσας ασβεστόλιθους με ενστρώσεις κερατόλιθων και μερικές φορές πράσινων πηλιτών. Εγκλείουν *Halobia styriaca* και *H. cassiana*, πολλά Filaments και Κωνόδοντα. Το πάχος τους κυμαίνεται από μερικά έως και 150μ. Η ηλικία του ορίζοντα αυτού είναι Ανώτερο Τριαδικό (Κάρνιο-Νόριο).

- Ένας ενδιάμεσος ορίζοντας πυριτικών στρωμάτων, με ενστρώσεις ασβεστόλιθων οι οποίοι εγκλείουν Filaments από *Halobiidae* και Κωνόδοντα, με πάχος που κυμαίνεται από λίγα μέχρι και 80μ.

- Ένα ανώτερο τμήμα, που ονομάζεται και τμήμα των Ανώτερων Ασβεστόλιθων Δρυμού, με πάχος από μερικά έως 100μ. και μερικές φορές έως και 150μ., που αποτελείται από βαθιάς θάλασσας ασβεστόλιθους, με κονδύλους και διαστρώσεις πυριτόλιθων και πηλιτών. Συχνά, τα ανώτερα μέλη του ορίζοντα αυτού είναι ασβεστόλιθοι κλαστικοί και μερικές φορές ψευδοωολιθικοί. Είναι ασβεστόλιθοι χωρίς Filaments, με πολλά Ακτινόζωα και, γενικά, με σπάνια χαρακτηριστικά απολιθώματα. Η ηλικία τους είναι κάτω-μεσοϊουρασική. Υπάρχουν, όμως, και περιπτώσεις που οι ασβεστόλιθοι αυτοί περιορίζονται μόνο στο Κατώτερο

Ιουρασικό και, αντίθετα, άλλες περιπτώσεις που αυτοί συνεχίζονται και στο Ανώτερο Ιουρασικό.

III) Ραδιολαρίτες

Πρόκειται για ένα χαρακτηριστικό ορίζοντα της πινδικής σειράς, με πάχος που φτάνει πολλές φορές τα 350μ. Είναι ραδιολαρίτες, χρώματος ερυθρού ή πράσινου ή ιώδους, με μικρές εμφανίσεις μεταλλεύματος μαγγανίου κατά θέσεις. Συχνά στον ορίζοντα αυτόν παρεμβάλλονται ενστρώσεις πηλιτών και ασβεστόλιθων, που συχνά επικρατούν των ραδιολαριτών. Εκτός από τα Ακτινόζωα, έχουν βρεθεί *Trocholina alpine* και *Protopeneroplis striata*. Η ηλικία τους είναι ανωιουρασική-κατωκρητιδική. Υπάρχουν, όμως, περιπτώσεις που η έναρξη της απόθεσής τους γίνεται στο Μέσο Ιουρασικό.

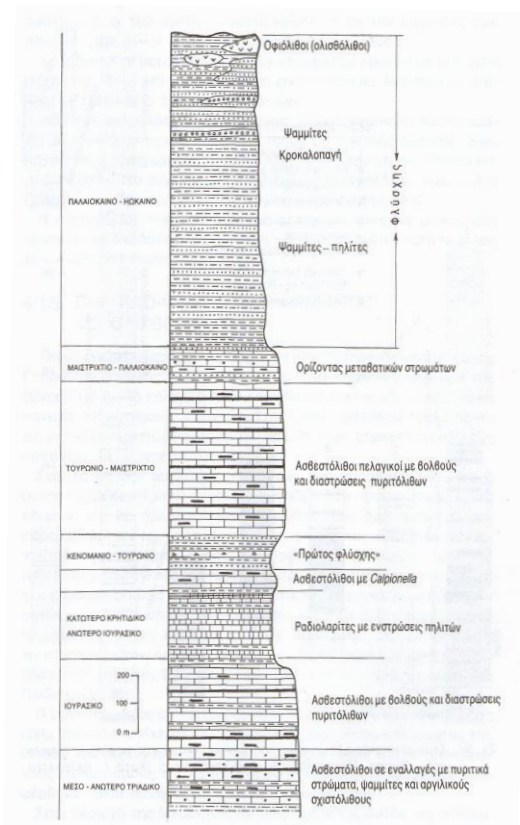
Οι ενστρώσεις των πηλιτών, συχνά, επικρατούν στα κατώτερα μέλη των ραδιολαριτών, όπου, μαζί με παρεμβολές ψευδοωολιθικών ασβεστόλιθων, διαμορφώνουν έναν πηλιτικό ορίζοντα, σημαντικού πάχους (μέχρι και 40μ.), που στην περιοχή του Καρπενησίου-Φραγκίστας έχει ονομαστεί Πηλίτες Καστελίου.

Επίσης, σε πολλές περιπτώσεις, στα ανώτερα μέλη των ραδιολαριτών επικρατούν ασβεστόλιθοι με *Calpionella*, του Τιθωνίου-Βερριασίου. Ο ορίζοντας αυτός, που σε μερικές περιπτώσεις φτάνει σε πάχος τα 50μ., συνοδεύεται, επίσης, από πηλίτες και λατυποπαγείς ασβεστόλιθους.

Στα ανώτερα μέλη των ραδιολαριτών, συμπεριλαμβανομένου και του ορίζοντα των ασβεστόλιθων με *Calpionella*, καθώς επίσης και του υπερκείμενου σ' αυτούς ορίζοντα του «πρώτου φλύσχη» έχουν παρατηρηθεί σε μερικές περιοχές, όπως στις περιοχές Μεγαλόπολης, Αχαΐας κ.ά., σώματα, μικρών γενικά διαστάσεων, σπιλιτών και διαβασών.

iv) Πρώτος φλύσχος

Αποτελείται από στρώματα ψαμμιτών, των οποίων τα κλαστικά υλικά έχουν προέλθει από το χώρο των Εσωτερικών ζωνών, που είχε χερσεύσει με τις πρώιμες ορογενετικές φάσεις του Ανώτερου Ιουρασικού -Κατώτερου Κρητιδικού. Τα ψαμμιτικά στρώματα έχουν πάχος 0 έως 200μ. Σ' αυτά παρεμβάλλονται ενστρώσεις ψαμμούχων μικροβιοκλαστικών ασβεστόλιθων και πηλιτών, των οποίων η συχνότητα εμφάνισης γίνεται μεγαλύτερη στα ανώτερα μέλη του φλύσχικού αυτού ορίζοντα (Εικόνα 6). Η έναρξη απόθεσης του πρώτου φλύσχη στην περιοχή της Δυτικής Πελοποννήσου (Μεσσηνία) γίνεται στο Κενομάνιο ή στο Τουρώνιο και συνεχίζεται στο Κονιάσιο και κατά θέσεις στο Σαντώνιο. Αντίθετα, στην περιοχή της Νότιας Πίνδου η έναρξη του πρώτου φλύσχη γίνεται νωρίτερα (στο Βαρρέμιο).



Εικόνα 6:Στρωματογραφική στήλη των της ζώνης Πίνδου (κατά Ματαράγκα κ.α. 1985)

ν) Ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι

Είναι ασβεστόλιθοι πελαγικής φάσης, βιομικριτικοί, μεσοστρωματώδεις, με διαστρώσεις και κονδύλους πυριτόλιθων, χρώματος τεφρού έως υπόλευκου και στα κατώτερα τους μέλη ερυθρίζοντες. Στα μεσαία και στα ανώτερα τμήματά τους απαντώνται πολλές παρεμβολές μικρολατυποπαγών ασβεστόλιθων. Το πάχος τους κυμαίνεται από 200 έως 400μ. και, γενικά, είναι ασβεστόλιθοι που εγκλείουν πλούσια μικροπανίδα, κυρίως πολλά είδη Globotruncana, με τα οποία οι ανωκρητιδικοί αυτοί ασβεστόλιθοι διακρίνονται σε πολλούς επί μέρους στρωματογραφικούς ορίζοντες.

Η έναρξη της απόθεσης των ασβεστόλιθων αυτών γίνεται στο Κονιάσιο ή στο Σαντώνιο και συνεχίζεται η απόθεσή τους στο Ανώτερο Μαιστρίτιο και μερικές φορές μέχρι και το τέλος του Μαιστριχτίου (Δυτική Πελοπόννησος).

νι) Μεταβατικό στρώματα προς το δεύτερο φλύσχη

Είναι εναλλασσόμενα στρώματα λεπτοστρωματώδων ασβεστόλιθων, μαργών, μαργαϊκών ασβεστόλιθων, κλαστικών ασβεστόλιθων, ασβεστολιθικών ψηφιδωπαγών και ψαμμούχων μαργών, με προοδευτική αύξηση των κλαστικών υλικών από τα κατώτερα προς τα ανώτερα μέλη τους. Το ανώτερο όριο του ορίζοντα αυτού συμπίπτει με την εμφάνιση των πρώτων

ψαμμιτικών στρωμάτων του δεύτερου φλύσχη. Το πάχος των μεταβατικών αυτών στρωμάτων κυμαίνεται από λίγα μέχρι και 200μ. και η ηλικία τους είναι Ανώτερο Μαιστρίχτιο (τέλος) - Παλαιόκαινο ή μόνο Παλαιόκαινο.

vii) Δεύτερος φλύσχος

Είναι κυρίως από ψαμμιτοπηλινικό στρώματα, με κροκαλοπαγή στο ανατολικό τμήμα της πινδικής αύλακας. Έχει πάχος, όπως αναφέρθηκε, 1.000-1.500μ. στην περιοχή της Πίνδου και μέχρι 4.000μ. στο συγκλινόριο της Αιτωλίας. Η έναρξή του γίνεται στο Παλαιόκαινο και συνεχίζεται μέχρι το Ανώτερο Ηώκαινο.

Η περιοχή της πινδικής αύλακας άρχισε να πτυχώνεται και, στη συνέχεια, να αναδύεται και να επωθείται προς τα δυτικά κατά το τέλος του Ανώτερου Ηωκαίνου.

3.2.3. Μεταβατικές σειρές σχηματισμών της Ζώνης της Πίνδου και ομόλογες ακολουθίες

Στον ελλαδικό χώρο η Ζώνη της Πίνδου παρουσιάζεται σχεδόν ομοιόμορφη σ' ολόκληρο τον παλαιογεωγραφικό της χώρο. Πρόκειται για ιζήματα βαθιάς θάλασσας με μικρές μεταξύ τους πλευρικές διαφορές, οι οποίες είναι απόλυτα δικαιολογημένες, αφού το παλαιογεωγραφικό περιβάλλον απόθεσης των ιζημάτων αυτών δεν ήταν δυνατόν να είναι όμοιο σ' ολόκληρο το εύρος της πινδικής αύλακας.

Αντίθετα, οι συνθήκες ιζηματογένεσης ήταν πολύ διαφορετικές στις περιοχές των παρυφών της πινδικής αύλακας, στις οποίες είχαμε μετάβαση της βαθιάς θάλασσας της Πίνδου προς τα υποθαλάσσια υβώματα μεταξύ των οποίων αυτή βρισκόταν, δηλαδή του υβώματος Γαβρόβου-Τρίπολης προς τα δυτικά και του Πελαγονικού υβώματος στα ανατολικά.

Στις περιοχές αυτές μετάβασης, ανάλογες ήταν και οι συνθήκες ιζηματογένεσης, με αποτέλεσμα οι σειρές σχηματισμών των περιοχών αυτών να είναι μεταβατικές, δηλαδή να παρουσιάζουν μεικτούς λιθολογικούς και παλαιοντολογικούς χαρακτήρες βαθιάς και ρηχής θάλασσας.

Μεταβατικές σειρές σχηματισμών με ανάμεικτα γνωρίσματα των ζωνών Πίνδου και Γαβρόβου-Τρίπολης έχουν διαπιστωθεί σε διάφορες περιοχές της δυτικής παρυφής της ζώνης Πίνδου, οι οποίες διαφέρουν μεταξύ τους λόγω των διαφορετικών παλαιογεωγραφικών θέσεων στις οποίες αυτές έχουν ιζηματογενηθεί, μέσα στον ευρύ χώρο της αμοιβαίας μετάβασης των δύο αυτών ζωνών. Τέτοιες μεταβατικές σειρές είναι οι επόμενες:

α. Σειρά Εθιάς

Η σειρά αυτή έχει πινδικούς χαρακτήρες. Ο φλύσχος της όμως αρχίζει στο Υπρέσιο-Κατώτερο Λουτήσιο, δηλαδή με καθυστέρηση σε σχέση με τον πινδικό φλύσχο, ο οποίος στη ζώνη της Πίνδου αρχίζει στο Παλαιόκαινο. Εμφανίζεται στην Κρήτη, όπου είναι επωθημένη πάνω στη ζώνη Γαβρόβου-Τρίπολης. Αρχικά είχε τοποθετηθεί, με κάποιες επιφυλάξεις στην Ιόνια ζώνη, σήμερα, όμως, έχει διαπιστωθεί, με βεβαιότητα, ότι ανήκει στο μεταβατικό χώρο των ζωνών Πίνδου και Γαβρόβου-Τρίπολης. Ονομάζεται και σειρά Πίνδου-Εθιάς και από τα κάτω προς τα πάνω, έχει ως εξής (Εικόνα 7):

- Κλαστικά εναλλασσόμενα στρώματα από ψαμμίτες και πηλίτες, που εξελίσσονται προς τα πάνω σε ασβεστόλιθους και μάργες, με παρεμβολές ανδесиτικών πετρωμάτων του Τριαδικού.

- Ασβεστόλιθοι ροδόχρωμοι με ενστρώσεις ερυθρών μαργών, του Ανώτερου Τριαδικού-Κατώτερου Ιουρασικού.

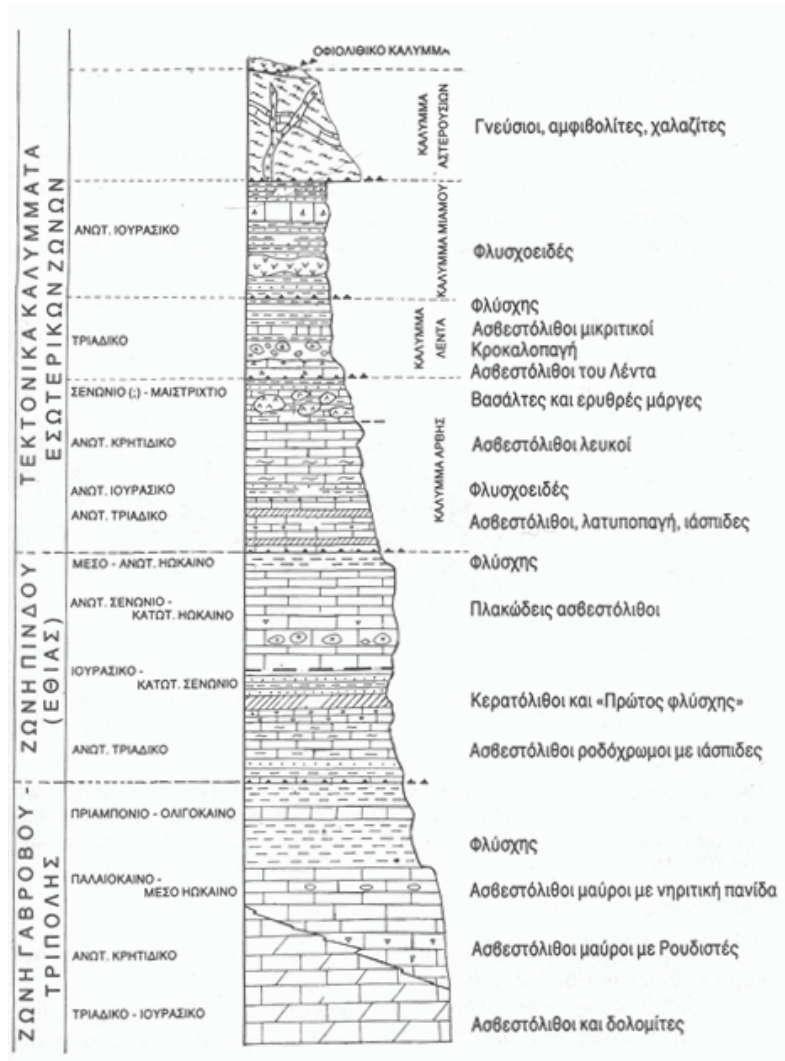
- Ασβεστόλιθοι ωολιθικοί και κατά θέσεις λατυποπαγείς, του Μέσου-Ανώτερου Ιουρασικού.

- Ραδιολαρίτες με παρεμβολές πηλιτών, του Κατώτερου Κρητιδικού.

- Εναλλαγές πηλιτών, ασβεστόλιθων και κατά θέσεις ψαμμιτών, που στο σύνολό τους συνιστούν σχηματισμούς του «πρώτου φλύσχη».

- Ασβεστόλιθοι με Globotruncana, λεπτοστρωματώδεις με διαστρώσεις και κονδύλους πυριτόλιθων και λατυποπαγείς ασβεστόλιθοι στα ανώτερα μέλη τους, του Ανώτερου Κρητιδικού-Παλαιοκαίνου και

- Ιζήματα φλύσχη, που, όπως αναφέρθηκε, η βάση του είναι Υπρέσιας-κατωλουτήσιας ηλικίας.



Εικόνα 7: Στρωματογραφική στήλη των τεκτονικών ενοτήτων της Κεντρικής Κρήτης (κατά Δάβη κ.α. 1985)

β. Σειρά Μαγκασά

Η μεταβατική αυτή σειρά απαντάται στην Κρήτη, Κάρπαθο και Τήλο και τα χαρακτηριστικά των σχηματισμών της είναι περισσότερο ανάμεικτα, συγκριτικά με την προηγούμενη σειρά της Εθιάς. Από τα κάτω προς τα πάνω, η σειρά αυτή περιλαμβάνει:

- Κλαστικά πετρώματα του Τριαδικού.
- Ασβεστόλιθους παχυστρωματώδεις με χαρακτηριστικά της ζώνης

Γαβρόβου-Τρίπολης, του Ιουρασικού-Κατώτερου Κρητιδικού.

- Ασβεστόλιθους πελαγικούς, που μοιάζουν με τους ασβεστόλιθους της σειράς Εθιάς, του Ανώτερου Κρητιδικού-Ηωκαίνου (Μανούτσογλου 2008).

Στην Ρόδο η δεύτερη αλλόχθονη ενότητα του Προφήτη Ηλία, θεωρείται ομόλογη σχηματισμών της Ζώνης της Πίνδου, αν και παρουσιάζει διαφοροποιήσεις από τις τυπικές εμφανίσεις σε άλλες περιοχές των Ελληνίδων οροσειρών.

3.3 Γεωλογική δομή της νήσου Ρόδου

Το νησί συνίσταται κυρίως από Μεσοζωικούς και Τριτογενείς σχηματισμούς, πτυχωμένους και ρηγματωμένους κατά τη διάρκεια της Αλπικής ορογένεσης (Aubouin & Dercourt 1970, Mutti et al. 1970, Meulenkamp et al. 1972, Angelier 1977, 1979, Harbury 1988). Οι Πλειοπλειστοκαινικοί σχηματισμοί επικάθονται ασύμφωνα στους προηγούμενους σχηματισμούς (Mutti et al. 1970, Meulenkamp et al. 1972, Meulenkamp 1985, Hanken, et al. 1996). Το σχήμα του νησιού και γενικότερα η μορφολογία του οφείλεται κατά κύριο λόγο στον νεοτεκτονισμό, ο οποίος έδρασε κατά το Αν. Νεογενές και κυρίως κατά το Τεταρτογενές και αντιπροσωπεύεται από την παρουσία ρηξιγενών ζωνών, επιμέρους ρηγμάτων, καθώς και από τις κατακόρυφες κινήσεις των διαφόρων ρηξιτεμαχών (blocks) (Angelier 1977, 1979, Dewey et al. 1986, Mercieret al. 1989, Pirazzoli et al. 1982, 1985, 1989). Σημαντικό επίσης ρόλο έχει διαδραματίσει η διάβρωση στους σχηματισμούς διαφορετικής λιθολογικής σύστασης (από Ρόζο 2013). Από τη βάση προς την οροφή της τεκτονισμένης στρωματογραφικής ακολουθίας διακρίνονται οι εξής ενότητες:

3.3.1 Η ενότητα της Λίνδου

Η ενότητα αυτή περιορίζεται στην περιοχή της Λίνδου και στην γειτονική περιοχή του όρους Χόρτη. Οι εμφανίσεις της περιοχής της Λίνδου θεωρούνται οι πιο χαρακτηριστικές λόγω του μεγάλου πάχους της ενότητας και της ύπαρξης απολιθωμάτων, που έκαναν εφικτή την χρονολόγηση των σχηματισμών της ενότητας. Η ενότητα περιλαμβάνει σκοτεινόχρωμους έως ανοικτούς γκρι κρυσταλλικούς μεταμορφωμένους ασβεστολίθους και μεσο- έως παχυστρωματώδη μάρμαρα. Ο σχηματισμός παρουσιάζει κατά θέσεις πυριτολιθικές παρεμβολές. Κοντά στην βάση της στρωματογραφικής στήλης αναγνωρίστηκε ένας ορίζοντας μη-μεταμορφωμένου μαργαϊκού ασβεστολίθου (απολιθωματοφόρος μικρίτης, μερικώς ανακρυσταλλωμένος) με ίχνη μικρών γαστερόποδων μέσα στον οποίο αναγνωρίστηκε πανίδα του Κενομάνιου που υποδεικνύει νηρητικό περιβάλλον ιζηματογένεσης (Bonneau 1984). Το πάχος των μαρμάρων φτάνει τα 450 μέτρα (Mutti et al. 1970, Davidson-Monett 1974, Baumann et al. 1977). **Η ενότητα της Λίνδου θεωρείται ότι αντιπροσωπεύει μια ασβεστολιθική πλατφόρμα πλησιέστερα στο νότιο ηπειρωτικό**

περιθώριο της Απούλιας, από ότι οι πιο βαθιάς θάλασσας ακολουθίες της Ιόνιας ζώνης (Bonneau 1984).

3.3.2. Η ενότητα του Αττάβυρου

Η λιθοστρωματογραφική αυτή ενότητα πήρε το όνομά της από το όρος Αττάβυρος, στο δυτικό τμήμα του νησιού. Περιλαμβάνει καλά στρωμένους γκρί, καφέ-γκρί ασβεστολίθους και μαργαϊκούς ασβεστολίθους, κόκκινου χρώματος πλησίον της οροφής με πλήθος από πυριτικούς κονδύλους.

Η ενότητα του Αττάβυρου κατά τους *Mutti et al. (1970)* αποτελεί το σχετικά αυτόχθονο ή / και παραυτόχθονο υπόβαθρο του νησιού κάτω από τον φλύσχη της Καττάβιας. Περιλαμβάνει τρεις σχηματισμούς, οι οποίοι από κάτω προς τα πάνω είναι:

α) Η «*σειρά των ασβεστολίθων με πυριτολίθους του Αγρεμάρη*», πάχους 170 μ. Είναι ασβεστόλιθοι λεπτοστρωματώδεις με διαστρώσεις και βολβούς πυριτολίθων, ηλικίας Κιμμεριδίου-Κενομανίου (Ανωτ. Ιουρασικό-Ανω Κρητιδικό)

β) Η «*σειρά των ασβεστολίθων Ακραμύτη*», πάχους 750 μ., που αποτελείται από εναλλασσόμενους ασβεστολουτίτες, ασβεστορουδίτες και ασβεσταρενίτες, ηλικίας Τουρωνίου (Ανωτ. Κρητιδικό)-Μέσου Ηωκαίνου και

γ) Η «*σειρά των μαργαϊκών ασβεστολίθων Κακόσκαλας*», που αποτελείται από μαργαϊκούς ασβεστόλιθους και σχιστόλιθους με παρεμβολές ερυθρών πυριτόλιθων και κατά θέσεις στρωμάτων ασβεστορουδιτών με Νουμμουλίτες. Η ηλικία της σειράς αυτής είναι του Μέσου-Ανώτερου Ηωκαίνου. Η ενότητα αυτή συγκρίνεται με την Ιόνια ζώνη.

3.3.3. Ο φλύσξης της Καττάβιας

Επί του σχηματισμού του Αττάβυρου επικάθεται, είτε σύμφωνα είτε με τεκτονική επιφάνεια, **ο φλύσξης της Καττάβιας**. Το σύστημα αυτό περικλείει μικροπανίδα του Κατώτερου Ολιγοκαίνου και άφθονα, κυρίως εκ μεταφοράς, μεγάλα τρηματοφόρα του Ηωκαίνου. Το πάχος του φλύσχη, αν και δύσκολο να υπολογιστεί λόγω της έντονης πτύχωσης, υπολογίζεται περίπου στα 1000 μέτρα. Εντός του φλύσχη οι *Mutti et al. (1970)* διέκριναν έξι μέλη. Τα μέλη **Σιάνα**, **Λαέρμα** και **Σταφύλια** συνιστούν συνεχή στρωματογραφική σειρά η οποία κάθεται σύμφωνα επί των ανώτερων μελών του σχηματισμού του Αττάβυρου, και αναπτύσσεται κυρίως στο κεντρικό τμήμα του νησιού, μεταξύ του όρους Αττάβυρος και της περιοχής της Λίνδου. Σε άλλες θέσεις ο φλύσξης παρουσιάζεται ελαφρώς μεταμορφωμένος

και ως εκ τούτου συμπεριλήφθη σε μια ενότητα με το όνομα **μέλος Κάλαθος**. Στο νότιο τμήμα του νησιού διακρίθηκαν άλλα δυο μέλη της σειράς του φλύσχη: στην βάση το μέλος **Καράκια** και στην οροφή το μέλος **Μεγάλο Κάλαβρο**.

3.3.4. Το τεκτονικό κάλυμμα του Αρχάγγελου

Η κατώτερη αλλόχθονη ενότητα του Αρχάγγελου αντιπροσωπεύει μια **ασβεστολιθική νηρητική πλατφόρμα** και συνίσταται από δυο σχηματισμούς: α) τον σχηματισμό Κούμουλι στην βάση και β) τους ασβεστόλιθους του Σάλακου στην κορυφή.

α) Σχηματισμός Κούμουλι

Στη βάση αποτελείται από λεπτοστρωματώδεις ασβεστολίθους, σκούρου καστανού χρώματος, εναλλασσόμενους με μαργαϊκούς ασβεστολίθους, ενώ προς τα πάνω ακολουθούν παχυστρωματώδεις ανοικτότεφροι δολομίτες. Εντός του κατώτερου ασβεστολίθου περιέχεται πανίδα του Καρνίου με εχινοειδή, ελασματοβράγχια, βραγχιόποδα και κεφαλόποδα.

β) Ασβεστόλιθοι του Σάλακου

Περιλαμβάνουν συμπαγείς τεφρούς έως ανοικτότεφρους ασβεστολίθους και δολομιτικούς ασβεστολίθους. Στην βάση του σχηματισμού ευρέθησαν φύκη, κοράλλια, Orbitolinidae και Nummulites. Με βάση αυτά έγινε δυνατή η ένταξη του σχηματισμού αυτού στο Ανωτ. Τριαδικό (Νόριο;) έως το Κατώτερο-Μέσο Ηώκαινο.

Πάνω από τον σχηματισμό αυτό εμφανίζεται ένας φλύσχης (**φλύσχης της Αρχίπολης**), μικρού πάχους, ο οποίος αποτελείται από καστανέρυθρες μάργες, ψαμμίτες, και πολύμικτα κροκαλοπαγή. Στους κατώτερους ορίζοντες αναγνωρίστηκαν στρώματα με Globorotalia που προσδίδουν μια Μέσο Ηώκαινική ηλικία για τον σχηματισμό. **Με βάση λιθολογικά και μικροπαλαιοντολογικά χαρακτηριστικά η ενότητα του Αρχάγγελου συσχετίστηκε με την ενότητα της Τρίπολης (Bonneau 1984).**

3.3.5. Το τεκτονικό κάλυμμα του Προφήτη Ηλία

Η δεύτερη αλλόχθονη ενότητα του Προφήτη Ηλία, αντιπροσωπεύει την ενότητα της Πίνδου, αν και παρουσιάζει διαφοροποιήσεις από τις τυπικές εμφανίσεις σε άλλες περιοχές των Ελληνίδων οροσειρών. Αποτελείται από δύο σχηματισμούς: α) τον ασβεστόλιθο του Ελαφόκαμπου και β) τον σχηματισμό της Μαλόνας

α) Ο ασβεστόλιθος του Ελαφόκαμπου

Αποτελείται από λεπτοστρωματώδεις ασβεστολίθους, τεφρού, ερυθρού έως και κιτρινωπού χρώματος, καθώς και δολομιτικούς ασβεστολίθους με άφθονες πυριτικές ενδιαστρώσεις. Στην βάση του σχηματισμού, εντός των πυριτικών ενδιαστρώσεων, αναγνωρίστηκαν Halobia του Καρνίου. Στην κορυφή του σχηματισμού υπάρχουν συγκεντρώσεις απολιθωμάτων, αποτελούμενες από φύκη και τρηματοφόρα, οι οποίες τοποθετούν την διάπλαση στο Λιάσιο.

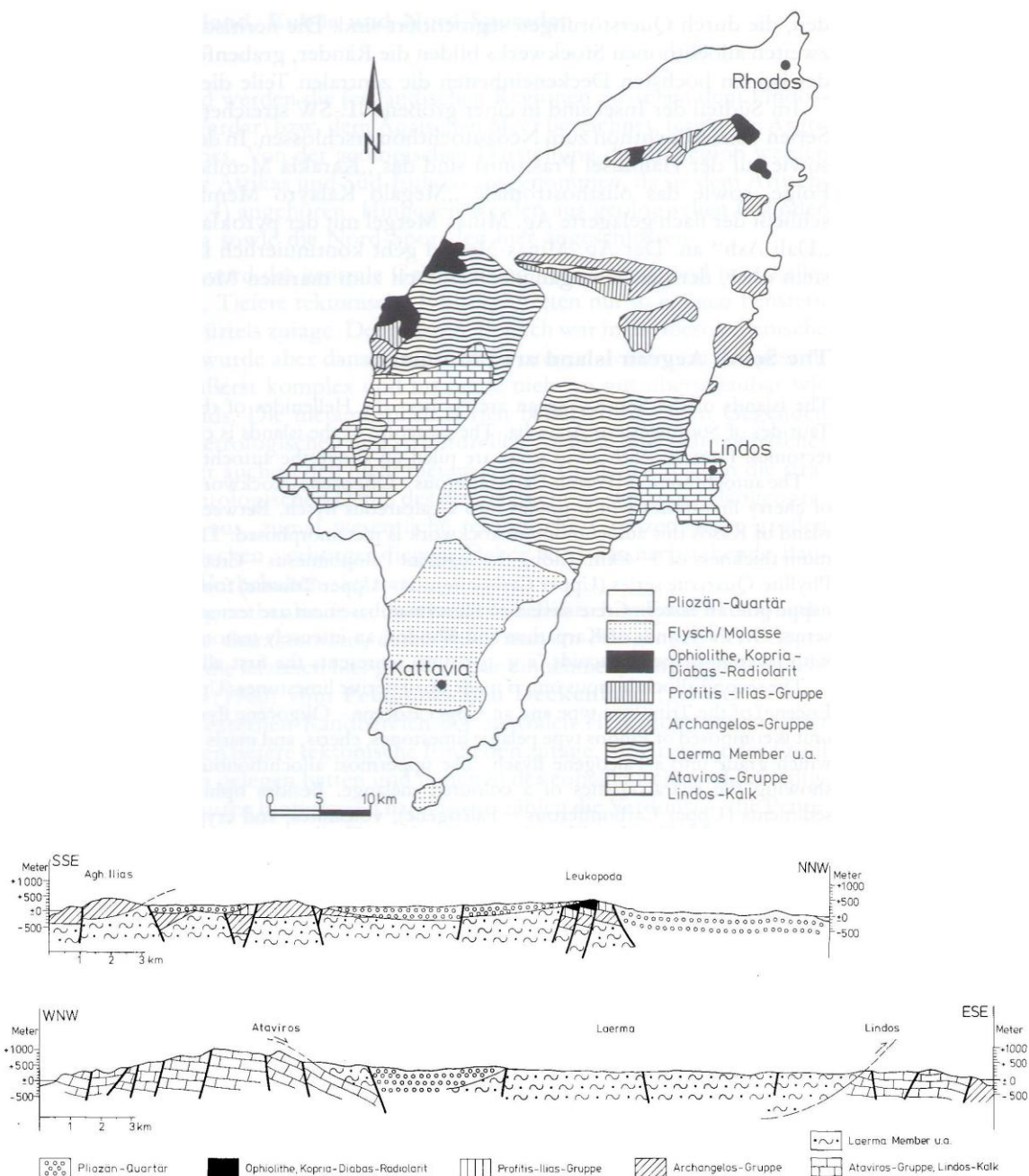
β) Ο σχηματισμός της Μαλόνας

Συνίσταται από λεπτοστρωματώδεις έως μεσοστρωματώδεις ασβεστολίθους με πυριτικούς κονδύλους και πυριτικούς ασβεστολίθους. Η ηλικία του σχηματισμού τοποθετείται στο Κάτω Λιάσιο έως Σενόνιο (*Mutti et al. 1970*).

3.3.6. Οφιολιθική melange-οφιόλιθοι

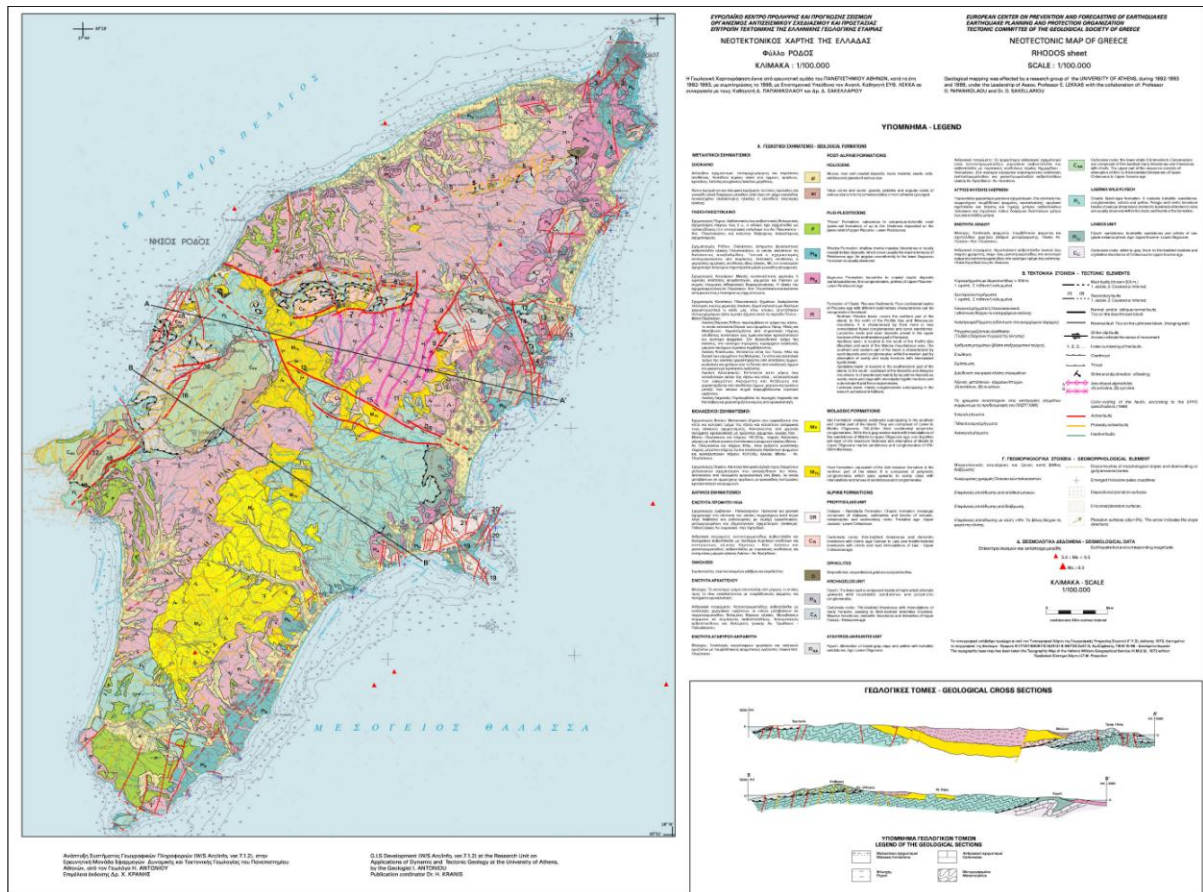
Η ανώτερη ενότητα στο σύστημα καλυμμάτων της Ρόδου περιλαμβάνει μια οφιολιθική melange στην βάση και ένα κάλυμμα οφιολίθων στην οροφή. Τα χαρακτηριστικά συστατικά της οφιολιθικής melange αποτελούν οφιόλιθοι, ιζήματα και μεταμορφωμένα πετρώματα, η ηλικία των οποίων κυμαίνεται από το Ανώτερο Λιθανθρακοφόρο έως το Κατώτερο Τριτογενές.

Έναν απλοποιημένο γεωλογικό χάρτη παρουσίασε ο Jacobshagen (1986) στον οποίον στην αυτόχθονη μη μεταμορφωμένη Ομάδα Αττάβουρου συμπεριλαμβάνει και τους μεταμορφωμένους σχηματισμούς της Λίνδου. Η συγκλινική δομή που δημιουργείται μεταξύ Λίνδου και Αττάβουρου δομείται από φλύσχη και φλυσχοειδή πετρώματα που εμπεριέχουν κατά θέσεις φακοειδείς σχηματισμούς κόκκινων ασβεστολίων (χωρίς να προσδιορίζει περαιτέρω). Ακολουθούν τα ανώτερα τεκτονικά καλύμματα της Ομάδας του Αρχαγγέλου, του Προφήτη Ηλία και οι νεώτεροι προνεογενείς σχηματισμοί πάνω από τους οφιολίθους είναι φλύσχης (εικόνα 8).



Εικόνα 8: Απλοποιημένος γεωλογικός χάρτης της Ρόδου με τις αντίστοιχες γεωλογικές τομές (Jacobshagen, 1986).

Στον Νεοτεκτονικό χάρτη της Ελλάδος (φύλλο Ρόδος, κλίμακας 1:100.000, εικόνα 9), η γεωλογική δομή της νήσου Ρόδου περιγράφεται ομαδοποιημένη.



Εικόνα 9: Νεοτεκτονικός χάρτης της Ελλάδος (φύλλο Ρόδος, κλίμακας 1:100.000).

Και κατ' αυτόν τον χάρτη ο λατομικός χώρος δημιουργήθηκε εντός των ανθρακικών πετρωμάτων της ενότητας του Προφίτη Ηλία που βρίσκεται εποθνημένη πάνω στον Άγριο φλύσχη Λαερμών.

3.3.7. Τεκτονική

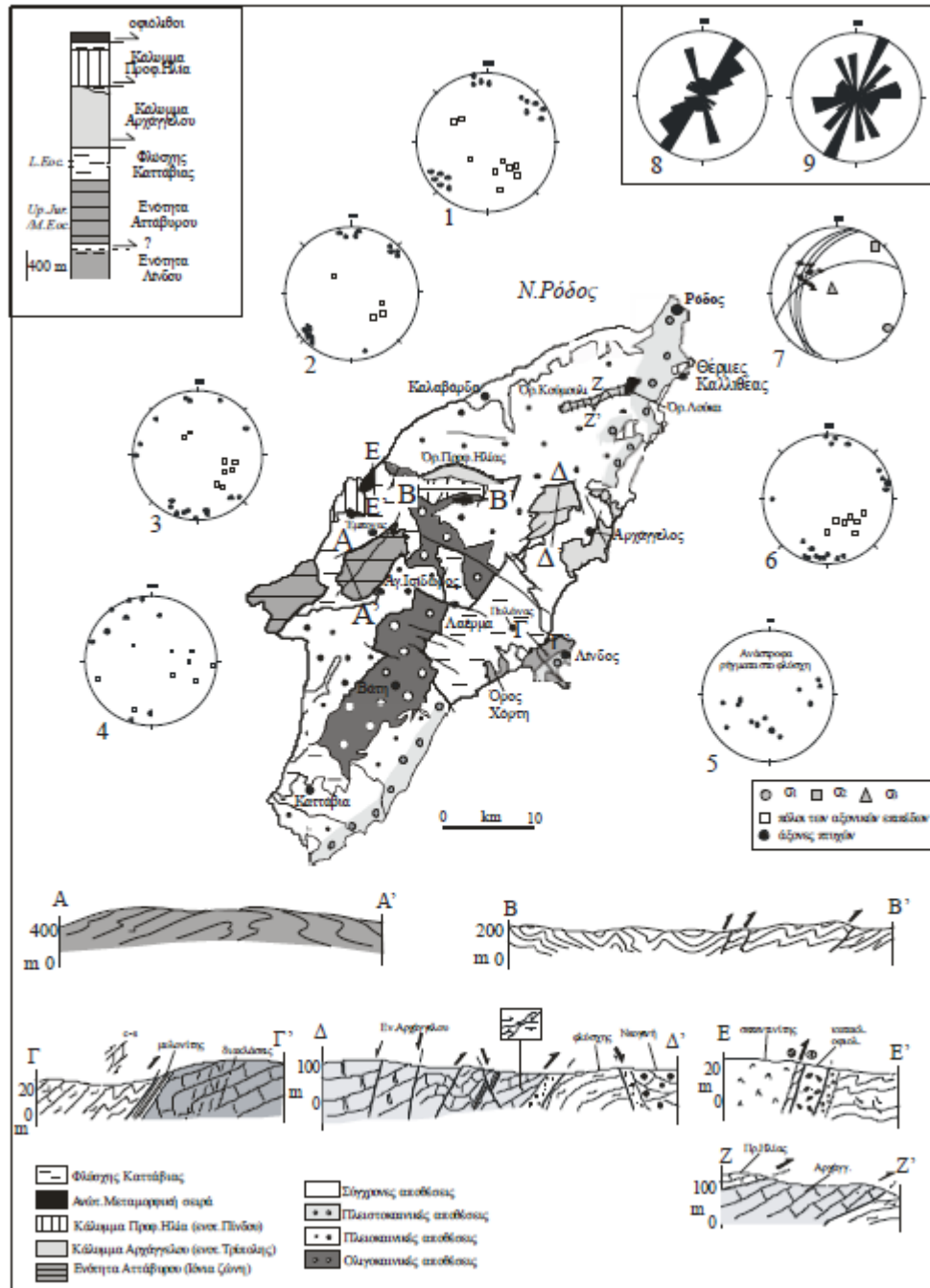
Οι Μεσοζωικές ασβεστολιθικές μάζες του υποβάθρου εμφανίζονται στο κεντρικό τμήμα του νησιού, όπου αναπτύσσονται σε μια ΑΒΑ-ΔΝΔ διεύθυνση. Πολλές από αυτές είναι αποκομμένες λόγω της νεώτερης τεκτονικής και καλύπτονται από τους Ολιγοκαινικούς και Νεογενείς σχηματισμούς που πληρώνουν τις λεκάνες. Η αυτόχθονη ενότητα του Αττάβυρου εμφανίζεται στο δυτικό-κεντρικό τμήμα του νησιού, στην περιοχή γύρω από τον Έμπωνα. Οι ασβεστολιθικοί σχηματισμοί διαμορφώνουν μιας μεγάλης κλίμακας αντικλινική δομή με άξονα που διευθύνεται ΒΑ-ΝΔ και αξονικό επίπεδο που κλίνει προς τα ΒΔ. Τα σκέλη του αντικλινίου παραμορφώνονται εσωτερικά από μεσοσκοπικές πτυχές με ΒΑ-ΝΔ άξονες και ενδιάμεσης κλίσης αξονικά επίπεδα που ως επί το πλείστον δείχνουν ροπή κίνησης προς τα ΝΑ. Ένα άλλο σύστημα που περιλαμβάνει κλειστές έως ισοκλινείς πτυχές, έχει άξονες ΒΒΔ-ΝΝΑ διεύθυνσης, σχεδόν οριζόντιους.

Η χαμηλού βαθμού μεταμόρφωση του φλύσχη και η πλαστικού τύπου παραμόρφωση υποδηλώνουν ότι η εφιππευτική κίνηση πραγματοποιήθηκε σε βαθύτερα δομικά επίπεδα, σε σχέση με την τοποθέτηση των αλλόχθονων ενοτήτων πάνω στον φλύσχη (Κοκκάλας, 2000 διδάκτ. διατριβή). Η παραμόρφωση του φλύσχη ποικίλει σημαντικά. Έτσι κατά θέσεις ο φλύσχος εμφανίζεται απαραμόρφωτος ενώ αλλού είναι έντονα πτυχωμένος με ασύμμετρες, ανεστραμμένες κλειστές πτυχές. Οι πτυχές παρουσιάζουν διασπορά στην κατανομή τους, διακρίνονται όμως δυο κύρια συστήματα. Το πρώτο σύστημα έχει άξονες BBA-NNΔ διεύθυνσης και αξονικά επίπεδα που κλίνουν με ενδιάμεσες έως ήπιες κλίσεις προς τα ΝΔ, ακολουθώντας σε γενικές γραμμές το στυλ παραμόρφωσης της υποκείμενης ενότητας του Αττάβουρου. Το δεύτερο σύστημα περιλαμβάνει πτυχές με άξονες μεταξύ μιας ΒΔ-ΝΑ και Α-Δ διεύθυνσης. Επιφάνειες κανονικού χαρακτήρα, ποικίλων διευθύνσεων, τέμνουν τους σχηματισμούς. Με μεγαλύτερη συχνότητα εμφανίζονται τα ΒΑ-ΝΔ και ΑΒΑ-ΔΝΔ διεύθυνσης κανονικά ρήγματα (Kokkalas & Doutsos, 2001).

Οι ασβεστόλιθοι της ενότητας του Αρχάγγελου εμφανίζονται στο κεντρικό και βόρειο τμήμα του νησιού κυρίως στις περιοχές του Αρχάγγελου, του Όρ. Προφήτη Ηλία, και του Όρ. Κούμουλι. Επίσης εμφανίζονται ως διάσπαρτα τεκτονικά ράκη στην οροφή του φλύσχη και τοπικά εντός αυτού. Η επαφή των δυο σχηματισμών είναι συνήθως είναι μια καμπυλωμένη εφιππευτική επιφάνεια με χαμηλές-ενδιάμεσες κλίσεις, που γενικά κλίνει προς τα ΔΒΔ. Ο υποκείμενος φλύσχος παρουσιάζει χαοτική δομή και κατά θέσεις περικλείει κομμάτια της εφιππευμένης μάζας. Οι ασβεστόλιθοι παρουσιάζουν έντονη κατακλαστική παραμόρφωση σε μια ζώνη εύρους 15 μέτρων πάνω από την εφίππευση.

Το κάλυμμα του Προφ. Ηλία χαρακτηρίζεται από έντονες λεπιώσεις καθώς επίσης και από την παρουσία οριζόντων αποκόλλησης σε στρώματα ηφαιστειακών πετρωμάτων. Περιλαμβάνει λεπτοστρωματώδεις ασβεστόλιθους και ραδιολαρίτες οι οποίοι παραμορφώνονται σε ένα σχετικά πλαστικό τύπο παραμόρφωσης. Οι πτυχές ελέγχονται περισσότερο από την λιθολογία και διακρίνονται σε δυο κύρια συστήματα διευθύνσεων: ένα με άξονες BBA-NNΔ διεύθυνσης που περιλαμβάνει ισοκλινείς και πολύ κλειστές πτυχές, και ένα με άξονες ΑΒΑ-ΔΝΔ διεύθυνσης που περιλαμβάνει ημιγαλονοειδείς πτυχές με αξονικά επίπεδα που κλίνουν προς τα ΒΔ. Τοπικά παρατηρείται επαναπτύχωση που προκαλείται κατά την υπέρθεση πτυχών με άξονες Α-Δ πάνω σε πτυχές με άξονες Β-Ν διεύθυνσης. Οι κινηματικοί δείκτες στο βασικό επίπεδο της εφίππευσης μεταξύ του Προφ. Ηλία και του υποκείμενου φλύσχη, καθώς και σε ανάστροφα συνοδά ρήγματα υποδηλώνουν κίνηση προς μια διεύθυνση 90-1000 ανατολικά.

Η σημαντική διακύμανση στην διεύθυνση των πτυχών και επαναπύχωση με σχεδόν ταυτόχρονη δημιουργία πιθανά υποδεικνύει επωθητικές κινήσεις που συνοδεύονται με στροφές. (κατά Κοκκάλα 2000, από Ρόζο 2013)



36

4. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η γεωλογική δομή της νήσου Ρόδου είναι σύνθετη και σε αυτήν παίρνουν μέρος αλπικοί, μολασσικοί και μεταλπικοί σχηματισμοί. Οι αλπικοί σχηματισμοί γεωτεκτονικά εντάσσονται στις ενότητες (ζώνες) της Πίνδου (υπόβαθρο του βορείου τμήματος του νησιού), του Γαβρόβου (υπόβαθρο του κεντρικού τμήματος του νησιού) και της Ιονίου ή Πλακωδών ασβεστόλιθων υπόβαθρο του νοτίου τμήματος του νησιού (Jacobshagen 1979, Fleury 1980 κ.ά.).

Η ενότητα των πλακωδών ασβεστόλιθων (Plattenkalk), διακρίνεται σε δύο γεωλογικούς σχηματισμούς της Λίνδου ανατολικά, από κρυσταλλικούς πλακώδεις ασβεστόλιθους έως μάρμαρα και του Αττάβυρου δυτικά, από πλακώδεις ασβεστόλιθους (Mutti et al. 1970). Οι ανθρακικοί αυτοί σχηματισμοί μεταβαίνουν σε ιζήματα φλύσχη. Ειδικότερα, στην περιοχή μελέτης απαντώνται αλπικοί κλαστικοί σχηματισμοί φλύσχη, μολασσικοί σχηματισμοί και νεογενείς και τεταρτογενείς σχηματισμοί και αποθέσεις. Οι σχηματισμοί αυτοί, από τους παλαιότερους προς τους νεότερους αναλύονται στη συνέχεια:

(α) Κλαστικοί σχηματισμοί φλύσχη

Οι σχηματισμοί αυτοί καταλαμβάνουν τη μεγαλύτερη έκταση της περιοχής μελέτης. Πρόκειται για μια φλυσχική ακολουθία από ψαμμίτες, κροκαλοπαγή, αργιλίτες και πηλίτες, μέσα στην οποία απαντώνται ολισθόλιθοι και ολισθοστρώματα ασβεστολιθικής κυρίως προέλευσης. Η γενική ιζηματογενής δομή του σχηματισμού αυτού είναι χαοτική, σε βαθμό που δεν μπορεί να καθοριστεί η γεωμετρική χωρική κατανομή των λιθοτύπων. Οι σχηματισμοί αυτοί είναι έντονα τεκτονισμένοι, ενώ κατά θέσεις έχουν θρυμματιστεί έντονα και χαρακτηρίζονται ως κατακλασίτες.

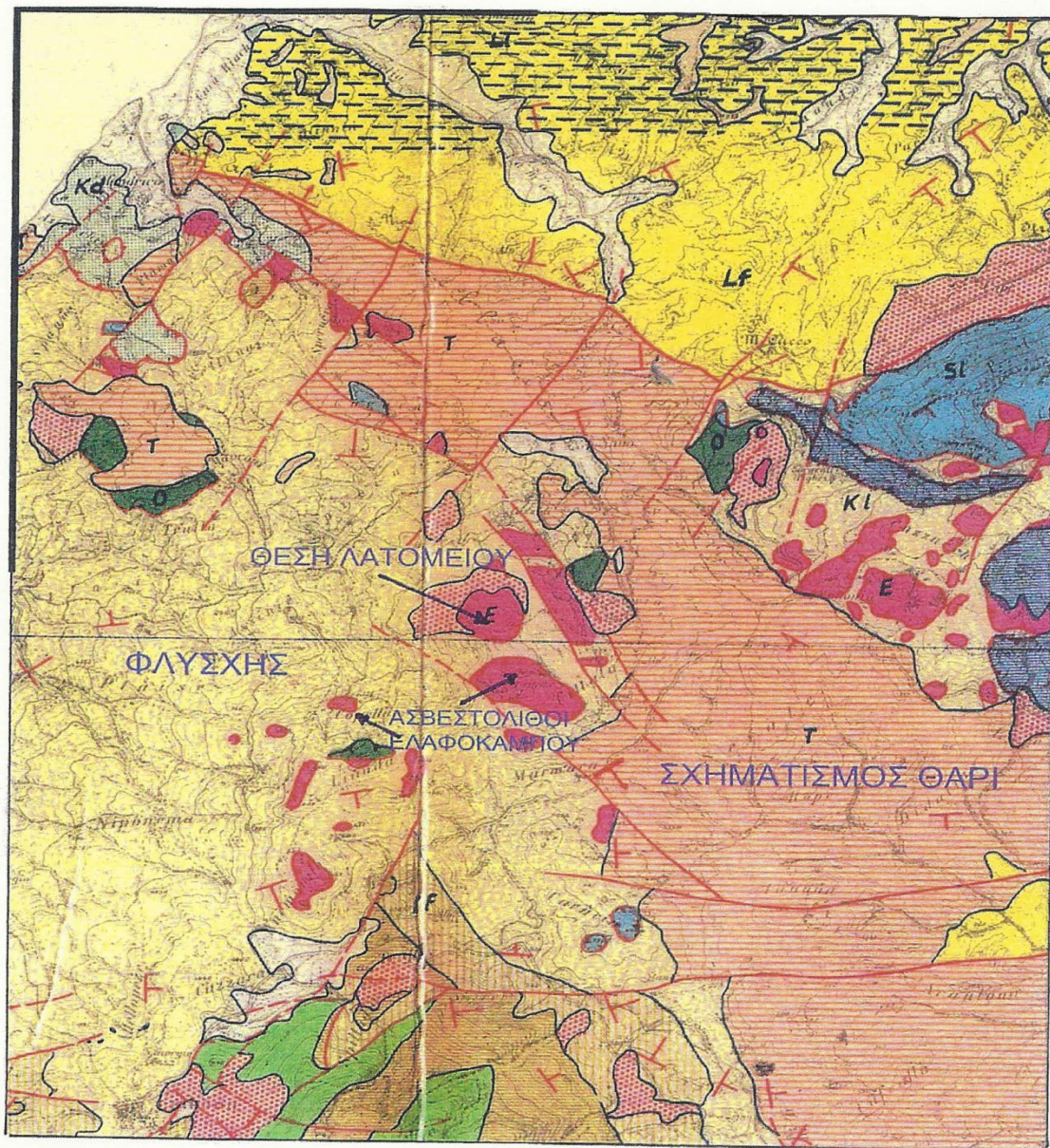
(β) Κλαστικοί σχηματισμοί μολάσσας (Μέσο – Ανώτερο Ολιγόκαινο)

Οι σχηματισμοί αυτοί καταλαμβάνουν ικανή έκταση και διακρίνονται σε δύο ακολουθίες, την κατώτερη και την ανώτερη. Η κατώτερη αποτελούνται από πολύμικτα κροκαλοπαγή, με ορίζοντες ψαμμιτών ποικίλου πάχους (160-200m), μάργες έως ψαμμούχες μάργες και ψαμμίτες. Το συνολικό της πάχος ανέρχεται σε 300m. Η ανώτερη ακολουθία, αποτελεί κανονική συνέχεια της προηγούμενης και αποτελείται από εναλλαγές ψαμμιτών και κροκαλοπαγών. Το πάχος της ακολουθίας αυτής φθάνει και τα 450m.

(γ) Κλαστικοί σχηματισμοί ηπειρωτικοί (Πλείο-Πλειστόκαινο)

Καταλαμβάνουν έκταση σε χαμηλότερες υψομετρικά περιοχές και διαμορφώνουν συχνά αναβαθμίδες. Πρόκειται για ποταμοχερσαία και τοπικά λιμναία ιζήματα τα οποία συνίστανται από κροκαλοπαγή, ψαμμίτες, μάργες και άμμους, με τοπική παρουσία λεπτών στρωμάτων λιγνιτών. Το πάχος τους κατά θέσεις ξεπερνάει τα 200m.

Η ευρύτερη περιοχή του λατομικού χώρου (εικόνα 11), δομείται από τους ασβεστόλιθους Ατταβύρου, το φλύσχη Κατταβιας – Ατταβύρου, τους ασβεστόλιθους Προφ. Ηλία (ασβεστόλιθοι Ελαφόκαμπου) και τις νεογενείς αποθέσεις (Σχηματισμός Θάρι). Πάνω από την περιοχή του φλύσχη, υπάρχουν επιφανειακές εμφανίσεις του ασβεστόλιθου Ελαφόκαμπου, οι οποίες είναι αποτέλεσμα επώθησης του ασβεστόλιθου πάνω στο φλύσχη, που έλαβε χώρα κατά τη λεγόμενη πρώτη τεκτονική φάση στο Μέσο – Ανώτερο Ολιγόκαινο



Εικόνα 11: Γεωλογικός χάρτης ευρύτερης περιοχής του λατομείου κλίμακας 1:50000

(Υπόμνημα: Σχηματισμός Θάρρι (T), Λεβαντίνια ιζήματα (If), Πυριτικός ασβεστόλιθος Ελαφόκαμπου (E), Ασβεστόλιθος Σάλακα (Τριαδικό-Ηώκαινο) (SL), Διαβάσες και ραδιολαρίτες Κοπριάς (Ιουρασικό-Κρητιδικό) (Kd), Οφιόλιθοι (O))

Ο λατομικός χώρος έχει αναπτυχθεί ενός περιοχής που δομείται από τον ασβεστόλιθο Ελαφόκαμπου, που αποτελεί και το εκμεταλλεύσιμο ασβεστολιθικό σχηματισμό. Πάνω από τον ασβεστόλιθο συναντώνται εκτεταμένα ασβεστολιθικά κορήματα προϊόν αποσάθρωσης του υγιούς ασβεστόλιθου.

Ο ασβεστόλιθος Ελαφόκαμπου, δομείται από λεπτοστρωματώδη ασβεστόλιθο (τεφρός, πορφυρός, ερυθρός και κίτρινος) και δολομιτικό ασβεστόλιθο με άφθονους κονδύλους πυριτιόλιθου κατά θέσεις. Η ηλικία του σχηματισμού χρονολογείται στο Λιάσιο. Από την μέχρι τώρα εξόρυξη προκύπτει ότι οι ασβεστόλιθοι του λατομικού χώρου είναι κατακερματισμένοι και για το λόγο αυτό η εξόρυξη γίνεται κατά κύριο λόγο με μηχανικά μέσα όπως εκσκαφής CAT 235 ισχύος 180 HP και μια σφύρα ORENSTAIN 6 με υδραυλική σφύρα του οίκου MODABERT. Η πετρογραφική του σύσταση ποικίλλει γεγονός που προκύπτει από τις μεγάλες ή μικρές φθορές στα μαχαίρια του ρότορα, πρωτογενούς θραύσης, και στα τριβεία ανάλογα με το μέρος εξόρυξης του τροφοδοτούμενου ασβεστολιθικού υλικού. Κατά την εξέλιξη της εκμετάλλευσης σε βάθος θα συναντηθούν τα υγιή ασβεστολιθικά αποθέματα όπως ήδη άρχισε να γίνεται. (Μαστρογιαννάκης,Καλαποδάκης-στοιχεία Νίκος ΒΑΤ Α.Ε).

5.ΛΑΤΟΜΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

5.1 Εισαγωγικά

Στην συνέχεια εξετάζονται τα στοιχεία που συνθέτουν το φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον της περιοχής καθώς και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που αναμένονται από τη λειτουργία του λατομείου αδρανών υλικών. Παράλληλα, προτείνονται τα απαραίτητα μέτρα κατά τη διάρκεια των εργασιών και μετά το πέρας τους, τα οποία έχουν στόχο την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τις λατομικές εργασίες και την οπτική αφομοίωση του νέου τοπίου στην περιβάλλουσα περιοχή μέσα από τις κατάλληλες αναδασωτικές εργασίες. Στη θέση «Καμίνια Μαρμαρά» του χωριού Έμπωνα του δήμου Αταβύρου έχει εγκατασταθεί και ασκεί τις λατομικές της δραστηριότητες η βιομηχανική, λατομική εταιρεία «Νίκος ΒΑΤ Α.Ε.» σε έκταση 114.962 στρεμμάτων. Η εκμετάλλευση του λατομείου προβλέπεται να διαρκέσει περίπου 22 χρόνια κατά τη διάρκεια των οποίων θα αποληφθούν αδρανή υλικά. Χάρη στη γενικότερη αντίληψη και τη μεθοδολογία της

εκμετάλλευσης το τελικό αποτέλεσμα είναι μια εκσκαφή με σχεδόν επίπεδο πυθμένα, του οποίου η υψομετρική στάθμη μεταβάλλεται ομαλά, ακολουθώντας τις γενικότερες επιφανειακές κλίσεις της περιοχής.

Το εξορυσόμενο υλικό αξιοποιείται σε ποσοστό 100% και συνεπώς δεν υπάρχουν νέες απορριπτόμενες μάζες στο χώρο του λατομείου ή οπουδήποτε αλλού. Έτσι γίνεται πιο απλό το ζήτημα της αντιμετώπισης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της εκμετάλλευσης και της αποκατάστασης του τοπίου της περιοχής. (Μαστρογιαννάκης, Καλαποδάκης-στοιχεία Νίκος ΒΛΤ Α.Ε Χατζηπέτρου Α. (2008)

5.2 Γεωγραφική θέση, έκταση, διοικητική υπαγωγή του λατομικού χώρου

Ο χώρος των λατομικών δραστηριοτήτων της «Νίκος ΒΛΤ Α.Ε.» βρίσκεται στην περιοχή Έμπωνα, στο νοτιοδυτικό τμήμα της νήσου Ρόδου, στη θέση «Καμίνια Μαρμαρά». Διοικητικά υπάγεται στο δήμο Αταβύρου. Η συνολική έκταση που καταλαμβάνει η παραχωρηθείσα έκταση ανέρχεται σε 114.962 στρ. Τα όρια του λατομικού χώρου καθορίζονται από 29 σημεία, οι συντεταγμένες των οποίων δίνονται στον ακόλουθο πίνακα 1. Το μεγαλύτερο υψόμετρο είναι 450m και το μικρότερο 375m. Στα δυτικά του χώρου επέμβασης και σε απόσταση 5km βρίσκεται το δημοτικό διαμέρισμα Έμπωνας. Στην ίδια κατεύθυνση και σε απόσταση μεγαλύτερη των 6km αρχίζει ο ορεινός όγκος του Αταβύρου. Γύρω από το χώρο επέμβασης και σε ακτίνα 2km εκτείνεται μια ζώνη με μικρές καλλιέργειες ελιών, οι οποίες δεν θίγονται από τη λειτουργία του λατομείου. (Μαστρογιαννάκης, Καλαποδάκης-στοιχεία Νίκος ΒΛΤ Α.Ε Χατζηπέτρου Α. (2008)

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ ΚΟΡΥΦΩΝ

ΚΟΡΥΦΗ	X	Ψ
1	-7771,00	996,00
2	-7907,00	975,00
3	-7905,00	1030,00
4	-7858,00	1057,00
5	-7750,00	1100,00
6	-7743,00	1167,00
7	-7615,00	1147,00
8	-7576,00	976,00
9	-7603,08	1249,17
10	-7449,31	1129,28
11	-7475,05	909,69
12	-7533,24	885,64
13	-7570,17	870,38
14	-7546,02	905,04
15	-7631,17	931,37
16	-7663,81	911,29
17	-7744,93	877,54
18	-7791,72	891,78
19	-7773,63	858,70
20	-7763,34	819,79
21	-7734,22	812,65
22	-7722,24	777,91
23	-7746,16	805,24
24	-7826,80	840,70
25	-7801,36	852,37
26	-7826,13	873,40
27	-7722,79	820,83
28	-7829,86	1193,62
29	-7728,52	1213,90

Πίνακας 1: Συντεταγμένες ορίων του λατομικού χώρου.

5.3. Ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης

Η συστηματική ανάλυση των διαφόρων παραγόντων και μεταβλητών, που συνθέτουν το περιβάλλον της περιοχής μελέτης, θα καταδείξει τις δυνατότητες αλλά και τα προβλήματα του περιβάλλοντος που θα πρέπει να αντιμετωπισθούν τόσο κατά τη διάρκεια της εκμετάλλευσης όσο και κατά την μετέπειτα περίοδο της αποκατάστασης του τοπίου. Όταν οι ασβεστόλιθοι περιέχουν 5-15% MgO καλούνται μαγνησιούχοι ασβεστόλιθοι, ενώ όταν η περιεκτικότητά τους σε MgO είναι πάνω από 15% καλούνται δολομιτικοί ασβεστόλιθοι. (Μαστρογιαννάκης, Καλαποδάκης-στοιχεία Νίκος ΒΛΤ Α.Ε Χατζηπέτρου Α. (2008)

5.4. Υφιστάμενη μορφή χρήσης, χαρακτηρισμός της έκτασης, ιδιοκτησιακό καθεστώς

Η έκταση του λατομικού χώρου είναι δημόσια δασική και εμπίπτει στην κατηγορία ε της παραγράφου 1 του άρθρου 4 του Ν 998/79. Από της απόψεως της θέσεως των δασών και δασικών εκτάσεων σε σχέση προς τους χώρους ανθρώπινης εγκαταστάσεως και δραστηριότητας, σύμφωνα με τη παράγραφο 2 του ίδιου άρθρου η έκταση ανήκει στην κατηγορία 2δ, αφού ολόκληρο το νησί της Ρόδου έχει χαρακτηριστεί τουριστική περιοχή. Το ιδιοκτησιακό καθεστώς είναι δημόσια δασική έκταση.

Με το υπ. αρ. 17388 της 9-12-1992 η ΝΙΚΟΣ ΒΛΤ Α.Ε έχει μισθώσει το τμήμα Δ του τ.δ που ακολουθεί, εμβαδού 38,659 m², τον οποίο εκμεταλλεύεται σαν λατομείο αδρανών υλικών, αφού η σύμβαση μίσθωσης επέχει θέση άδειας εκμετάλλευσης σύμφωνα με το άρθρο 9 παράγραφο 1 του Ν2195/93. (Μαστρογιαννάκης,Καλαποδάκης-στοιχεία Νίκος ΒΛΤ Α.Ε Χατζηπέτρου Α. (2008)

5.5 Χαρακτηριστικά του φυσικού περιβάλλοντος. ανάγλυφο, μορφολογία και σύσταση του εδάφους

Το έδαφος που εμφανίζεται πάνω στους ασβεστόλιθους του λατομικού χώρου είναι κατά κύριο λόγο πετρώδες και αβαθές. Χαρακτηρίζεται από ερυθρό χρώμα λόγω της παρουσίας του τρισθενούς σιδήρου και εντάσσεται στην κατηγορία των Terra – rossa. Είναι αργιλώδους έως αργιλοπηλώδους υφής. Δίνει ελαφρώς αλκαλική αντίδραση (pH= 7,5) και είναι επαρκώς εφοδιασμένο με βάσεις Ca, Mg, K με βαθμό κορεσμού δια βάσεων των κολλοειδών μικρότερο του 50% και οργανικών μεγαλύτερο του 50%. (εικόνα 12) .(Μαστρογιαννάκης,Καλαποδάκης-στοιχεία Νίκος ΒΛΤ Α.Ε Χατζηπέτρου Α. (2008)



Εικόνα 12: Άποψη του λατομικού χώρου «Νικόλας»

5.6 Τοπιολογικά στοιχεία, γειτνίαση

Η επιφάνεια επέμβασης βρίσκεται μεταξύ των χωροσταθμικών καμπυλών +450 και +350 με ήπιες κλίσεις εδάφους. Οι επιδράσεις από τη λειτουργία του λατομείου στην οπτική, τοπιολογική εικόνα της περιοχής για τις αντίστοιχες ζώνες ευαισθησίας του τοπίου είναι:

α) Κοντινή ζώνη (0 – 2 χλμ), στην οποία:

- *Δεν υπάρχει κατοικημένη περιοχή και κανένα κτίσμα δεν εμπίπτει μέρος της επαρχιακής οδού Καλαβάρδα-Έμπωνα.*
- *Εμπίπτει η περιοχή «Νάννοι», η οποία δεν επηρεάζεται από τη λειτουργία του λατομείου εξαιτίας του αναγλύφου της.*
- *Δεν υπάρχει κανένα τουριστικό, αρχαιολογικό, δασοπονικό ή άλλης ωφέλειας έργο.*

β) Μεσαία ζώνη (2 – 5 χλμ), στην οποία:

- *Συναντώνται τα δημοτικά διαμερίσματα Έμπωνας και Κρητηνίας, τα οποία δεν οχλούνται από την σκόνη και το θόρυβο.*
- *Δεν υπάρχουν αρχαιολογικοί χώροι και τουριστικές εγκαταστάσεις που να οχλούνται από τη λειτουργία του λατομείου.*

γ) Μακρινή ζώνη (> 5χλμ), στην οποία δεν υπάρχει καμία οπτική, ατμοσφαιρική, ηχητική όχληση.

(Μαστρογιαννάκης, Καλαποδάκης - στοιχεία Νίκος ΒΛΤ Α.Ε Χατζηπέτρου Α. (2008)

6.ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ

6.1 Κανονισμοί και υλικά εκμετάλλευσης

- Για τη μελέτη κοιτασμάτων αδρανών υλικών προηγούνται σύμφωνα με το Ν.Δ. 210/1973 συγκεκριμένες εργασίες, ώστε να κριθεί εάν το κοίτασμα είναι εκμεταλλεύσιμο ή όχι. Τέτοιες είναι η εξέταση του μορφολογικού ανάγλυφου της ευρύτερης περιοχής, η γεωλογική χαρτογράφηση, ο εντοπισμός της στρωματογραφικής θέσης του κοιτάσματος. Στη συνέχεια πραγματοποιείται η τεκτονική ανάλυση της περιοχής, οι δειγματοληπτικές γεωτρήσεις και ο προσδιορισμός των φυσικομηχανικών και χημικών ιδιοτήτων των πετρωμάτων (Αντωνόπουλος, 2011).

Α. ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΑΔΡΑΝΗ ΥΛΙΚΑ

- Αδρανή υλικά (άμμος, χαλίκι, γαρμπίλι, σκύρα) καλούνται τα υλικά που αποτελούνται από λίθινους κόκκους, είτε φυσικούς οπότε ονομάζονται «φυσικά ή συλλεκτά» αδρανή, είτε από κόκκους που προκύπτουν από τη θραύση όγκων πετρώματος ή τη θραύση φυσικών αδρανών οπότε ονομάζονται «Θραυστά» αδρανή. Όταν λέμε αδρανή υλικά εννοούμε εκείνα που προέρχονται από τη φύση, τα λατομεία ή τα ορυχεία. Η ονομασία "αδρανή" δόθηκε στα υλικά αυτά με την έννοια ότι κατά την ανάμιξή τους με συγκολλητικά υλικά (κονίες), όπως τσιμέντο, ασβέστης, άσφαλτος κλπ, ή το νερό, τα υλικά αυτά δεν συμμετέχουν ενεργά στις διαδικασίες πήξης και σκλήρυνσης. Βέβαια αυτό δεν ανταποκρίνεται εντελώς στην πραγματικότητα, διότι η χημική αδράνεια των υλικών αυτών εξαρτάται από την ορυκτολογική τους σύσταση και τα υλικά με τα οποία έρχονται σε επαφή.

Β. ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

Κύριες κατηγορίες πετρωμάτων που χρησιμοποιούνται για αδρανή :

- Μαγματικά πετρώματα : Γρανίτες, Διορίτες, Γάββροι, Ρυόλιθοι, Ανδεσίτες, Δακίτες, Βασάλτες

- *Ιζηματογενή πετρώματα : Αμμοχαλικώδεις αποθέσεις , Ασβεστόλιθοι*
- *Μεταμορφωμένα πετρώματα : Γνεύσιοι (ορθογνεύσιοι), χαλαζίτης.*

Τα συνηθέστερα πετρώματα που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή αδρανών υλικών στη χώρα μας είναι τα ασβεστολιθικά, για τους παρακάτω λόγους:

- *ικανοποιούν τις μηχανικές αντοχές των συνήθων κατασκευών.*
- *έχουν μικρό κόστος θραύσης.*
- *συναντώνται στα περισσότερα μέρη του Ελλαδικού χώρου.*

Γ. ΤΡΟΠΟΙ ΛΗΨΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

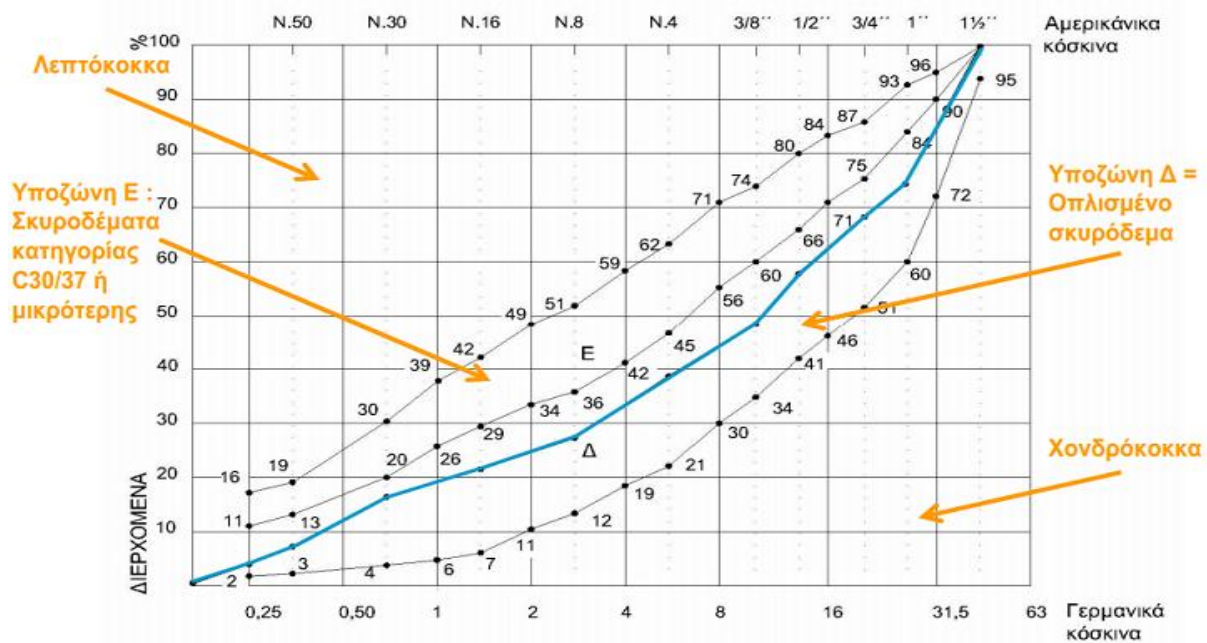
- *Τα αδρανή υλικά προέρχονται από τη φύση, ποτάμια, παραλίες,(φυσικά ή φερτά ή συλλεκτά), τα λατομεία και τα ορυχεία (θραυστά). Πολλές φορές δημιουργούνται από το σπάσιμο πετρωμάτων ή χονδρών φυσικών αδρανών (σπαστά). Από τα λατομεία λαμβάνονται με εξόρυξη ενώ από τα ορυχεία λαμβάνονται ως έχουν. Συνήθως είναι λίθινα, αλλά σε σπάνιες περιπτώσεις μπορεί να είναι μεταλλικά ή πλαστικά.*

Δ. ΤΡΟΠΟΙ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Τα αδρανή υλικά αναμιγνύονται με συγκολλητικές κονίες, όπως τσιμεντοκονία, ασβεστοκονία, άσφαλτο και βελτιωτικά πρόσμικτα προκειμένου να παραχθούν τα κονιάματα. Όταν η συνδετική ύλη είναι τσιμεντοκονία, σχηματίζουν σκυρόδεμα. Όταν η συνδετική ύλη είναι άσφαλτος, σχηματίζουν το ασφαλτοσκυρόδεμα. Σε πειραματικό στάδιο βρίσκεται η κατασκευή πλαστικών σκυροδεμάτων, όπου γίνεται ανάμειξη των αδρανών με εποξειδική ή πολυεστερική ρητίνη. Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις τα αδρανή αποτελούν το σκελετό του σύνθετου υλικού, η δε συνδετική ύλη γεμίζει, ολικά ή μερικά, τα κενά και συγκολλά τους κόκκους μεταξύ τους.

- *Για την κατασκευή σκυροδεμάτων, ασφαλτομιγμάτων, βάσεων κ.λ.π. ανακατεύονται δυο η περισσότερα κλάσματα αδρανών, δηλαδή άμμος και γαρμπίλι ή άμμος, γαρμπίλι και σκύρα ή ακόμη και υποδιαιρέσεις αυτών των κλασμάτων έτσι, ώστε το αμμοχάλικο που θα σχηματιστεί να έχει μια ορισμένη κοκκομετρική καμπύλη, αυτή που προδιαγράφεται για το σύνθετο υλικό. Για το σκυρόδεμα π.χ. όχι μόνο το αμμοχάλικο που θα προκύψει από την ανάμιξη, αλλά και η άμμος και τα σκύρα που θα χρησιμοποιηθούν σ' αυτή, πρέπει να έχουν κοκκομετρικές καμπύλες (εικόνα 13) που*

να βρίσκονται μέσα σε ορισμένες περιοχές ποσοστών – διαμέτρων.
vront.chi.sch.gr/domiko/kokkometrikianalisi. (Αντωνόπουλος, 2011).



Εικόνα 13: Διάγραμμα κοκκομετρικών καμπύλων

Ε. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ – ΧΡΗΣΕΙΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Πολλές φορές χρησιμοποιούνται αδρανή χωρίς συνδετική ύλη, όπως συμβαίνει στις βάσεις και τις υποβάσεις των οδοστρωμάτων, στις κατασκευές στραγγιστηρίων, στις θερμομονωτικές στρώσεις κ.α.

Εκτός από την χρήση τους στην παρασκευή σκυροδέματος τα αδρανή χρησιμοποιούνται στα επιχρίσματα, στην οδοποιία, στους σιδηροδρόμους και σε πολλές βιομηχανίες σαν πρώτη ύλη (τσιμέντο, ασβέστης) ή σαν προσθετικά (χαρτοποιία- ελαστικά).

Στον Ελλαδικό χώρο τα αποθέματα των πετρωμάτων που είναι κατάλληλα για την παραγωγή αδρανών υλικών είναι απεριόριστα και ο αριθμός των λειτουργούντων λατομείων υπερβαίνει τα 230. Στα σκυροδέματα όπου η συμμετοχή των αδρανών καταλαμβάνει το 75-80% της μάζας τους, ο ρόλος τους στην δημιουργία ενός ανθεκτικού και συνεκτικού ιστού που θα παραλάβει τα φορτία της κατασκευής αλλά και θα αντέξει στις φυσικοχημικές επιδράσεις του περιβάλλοντος είναι καθοριστικός.

Τα αδρανή υλικά χρησιμοποιούνται από τον κατασκευαστικό κλάδο, είτε αυτόνομα είτε ως βασικό συστατικό των περισσότερων δομικών υλικών όπως έτοιμο σκυρόδεμα, ασφαλτο-σκυροδέματα, κονιάματα κ.λ.π., για την κατασκευή σχολείων, νοσοκομείων,

σπιτιών και έργων υποδομής (αυτοκινητοδρόμων, αεροδρομίων, γεφυριών κ.λ.π.) συμβάλλοντας καθοριστικά στην ανάπτυξη.

Μετά τον αέρα και το νερό, τα αδρανή υλικά αποτελούν τις περισσότερες χρησιμοποιούμενες φυσικές πρώτες ύλες στον πλανήτη μας. Τα αδρανή υλικά περιέχονται επίσης, ως υλικά πλήρωσης, σε προϊόντα καθημερινής χρήσης, όπως το χαρτί, το γυαλί, τα πλαστικά, τα χρώματα και άλλα είδη οικιακής χρήσης. Χρησιμοποιούνται ακόμη στην γεωργία και στην προστασία του περιβάλλοντος ως φίλτρα περιορισμού των εκπομπών διοξειδίου του θείου από τα εργοστάσια παραγωγής ενέργειας.

Οι κυριότερες χρήσεις των αδρανών υλικών:

- σκυροδέματα
- έργα οδοποιίας (βάσεις και υποβάσεις οδοστρωμάτων, ασφατικά οδοστρωμάτων, αντιολισθηρές στρώσεις, επιχώματα)
- κονιάματα
- έρμα σιδηροδρομικής γραμμής
- στραγγιστήρια και φίλτρα
- βράχοι θωράκισης
- συρματοκιβώτια

Δυνατότητα χρήσης εναλλακτικών αδρανών. Εξαρτάται από:

- Διαθεσιμότητα
- Συνθήκες αγοράς
- Κυβερνητική πολιτική
- Εκπλήρωση απαιτήσεων κανονισμών
- Εκπλήρωση ειδικών απαιτήσεων κανονισμών (αντιολισθηρότητα, μεγάλο ειδικό βάρος κ.τ.λ.)

Παραδείγματα :

- Ανακυκλωμένο σκυρόδεμα
- Αδρανή σκωρίας

- Γυαλί

Ανακυκλωμένο σκυρόδεμα:

- Ομοιογένεια
- Απομάκρυνση οπλισμών
- Έλεγχος παιπάλης
- Χρήση σε συνδυασμό με συμβατικά αδρανή (φυσική άμμος)
- Φθινή πρώτη ύλη

Σκωρία υψικαμίνων:

- Διαφορετικό προϊόν ανάλογα με το εργοστάσιο και τις συνθήκες παραγωγής
- Μεγάλο ειδικό βάρος
- Μεγάλη υδαταπορροφητικότητα
- Μεγάλη σκληρότητα-ανθεκτικότητα
- Αντιολισθηρότητα
- Έλεγχος περιεκτικότητας σε ανεπιθύμητες ουσίες
- Έλεγχος αλκαλιοπυριτικής αντίδρασης

Το περιβαλλοντικό όφελος:

- Η χρήση των πρόσθετων υλικών μειώνει την κατανάλωση ενέργειας και την έκλυση CO₂ όταν αντικαθιστά τσιμέντο (Συνθήκη του Κυότο, Ευρωπαϊκές οδηγίες)
- Αξιοποιεί βιομηχανικά απορρίμματα που εναποτίθενται στο περιβάλλον
- Με κατάλληλη εφαρμογή μπορούν να βελτιώσουν την ανθεκτικότητα των κατασκευών στο χρόνο, άρα μειώνουν το κόστος μελλοντικών επισκευών ή ανακατασκευών. (Αντωνόπουλος, 2011).

6.2 Περιγραφή της λατομικής μονάδας

Το συγκρότημα παραγωγής αδρανών της εταιρίας ΝΙΚΟΣ ΒΛΤ Α.Ε στην περιοχή Έμπωνας του τέως Δημοτικού τμήματος Ατταβύρου Ρόδου που μελετήθηκαν περιλαμβάνουν τον παρακάτω εξοπλισμό:

- Μεταφορικές ταινίες
- Κόσκινα
- Βαρέλες
- Αντλίες σκυροδέματος
- Συγκρότημα παραγωγής έτοιμου σκυροδέματος
- Φορτωτές
- Φορτωτές – σκαπτήρες τύπου JCB
- Εκσκαφείς περιστρεφόμενοι
- Φορητά ανατρεπόμενα
- Γκρέϊντερ
- Οδοστρωτήρες
- Μπουλντόζες
- Διατρητικά φορεία
- Συγκροτήματα κατεργασίας αδρανών

Οι θραυστήρες ή σπαστήρες στο λατομείο της εταιρίας είναι τύπου ROTOP για να τροποποιούν το φυσικό υλικό σε μέγεθος και σε σχήμα. Το αρχικό υλικό, πριν οδηγηθεί στους σπαστήρες υφίσταται φυσικό διαχωρισμό (απομάκρυνση χωμάτων ή ανεπιθύμητων προσμίξεων). Η χρήση του θραυστήρα προϋποθέτει και τη χρήση τροφοδότη ο οποίος γίνεται με φορτωτές. Επίσης, είναι σημαντική και η χρήση του προδιαλογέα για την απομάκρυνση γαιωδών υλικών πριν την είσοδο στο θραυστήρα. Στη συνέχεια υπάρχει το δονούμενο κόσκινο που βοηθάει στο διαχωρισμό των κοκκομετρικών κλασμάτων μετά τη πρώτη θραύση του υλικού. Στους χώρους των λατομείων υπάρχουν επίσης οι μεταφορικές ταινίες

που μεταφέρουν το υλικό προς τα κόσκινα, αλλά και προς το χώρο αποθήκευσής του . Τέλος, στις εγκαταστάσεις αυτών των λατομείων παρατηρούμε και άλλα εξαρτήματα όπως ανιχνευτές μετάλλων, χοάνες διανομής κ.ά.(εικόνα 14)



Εικόνα 14: Υφιστάμενες εγκαταστάσεις λατομείου

6.3 Ασφάλεια εργαζομένων

Στο γύρω χώρο του λατομείου δεν υπάρχουν οικήματα κ.λ.π. τα οποία θα μπορούσαν να κινδυνεύσουν από τη λειτουργία των λατομείων. Το σύνολο των εργασιών γίνεται σύμφωνα με τις διατάξεις του Κ.Μ.Λ.Ε. 79 και συγκεκριμένα:

- Βαθμίδες μικρού ύψους και μεγάλου πλάτους για την ασφαλή κίνηση των μηχανημάτων.
- Περίφραξη απόκρημνων σημείων.
- Μεταφορά και χρήση εκρηκτικών υλών, σύμφωνα με τα άρθρα 52-58 του ΚΜΛΕ.
- Σιλό και εγκαταστάσεις είναι εφοδιασμένα με φωτεινά σήματα και προστατεύονται από αλεξικέραυνο.
- Σύμφωνα με το άρθρο 9 του ΚΜΛΕ δε προβλέπεται η απασχόληση ιατρού ή νοσοκόμου.

6.4 Στόχος εργασιών εκμετάλλευσης

Στόχος των εργασιών εκμετάλλευσης του ασβεστολιθικού πετρώματος (εξόρυξη, φόρτωση στα μέτωπα, μεταφορά στις εγκαταστάσεις κατεργασίας) είναι η ελεγχόμενη κατάτμηση της μάζας του πετρώματος και η δημιουργία τεμαχίων πετρώματος μεγέθους κατάλληλου για τη χρήση ή την επεξεργασία που υφίσταται το εξορυγμένο πέτρωμα στη συνέχεια. Ο βασικός στόχος που

επιδιώκεται κατά το σχεδιασμό των ανατινάξεων στα υπαίθρια μέτωπα μορφής βαθμίδων στο λατομείο, είναι η παραγωγή της μέγιστης δυνατής ποσότητας εξορυγμένου πετρώματος με μέγεθος τεμαχίων που κυμαίνεται εντός καθορισμένων ορίων, ενώ συγχρόνως να ελαχιστοποιούνται οι επιπτώσεις της ανατίναξης τόσο στο νέο πρανές που δημιουργείται κατά την ανατίναξη όσο και στις πάσης φύσης κατασκευές που βρίσκονται στη γειτονιά του χώρου ανατίναξης (γραφεία, χειριστήριο, σπαστηροτριβείο) και στο περιβάλλον.

Φυσικοχημικές ιδιότητες μητρικού πετρώματος

Επειδή η εκμετάλλευση θα επεκταθεί σε όμορη έκταση εκτιμάται ότι το ασβεστολιθικό υλικό θα έχει την ίδια συμπεριφορά με το έως τώρα εξορυσσόμενο υλικό κατά την εξόρυξη και την κατεργασία. Από τις δειγματοληψίες και τις εργαστηριακές εξετάσεις που έγιναν σε 6 δοκιμια, προέκυψαν οι παρακάτω φυσικοχημικές ιδιότητες του εξορυσσόμενου ασβεστολιθικού υλικού. (Μαστρογιαννάκης,Καλαποδάκης-στοιχεία Νίκος ΒΛΤ Α.Ε Χατζηπέτρου Α. (2008)

- Αντοχή μητρικού πετρώματος

Διατάξεις δοκιμίων (cm)	\overline{X}_6 (Kg / cm ²)
7 * 7 * 7	716

Πίνακας 2: Αντοχή μητρικού πετρώματος

- Χημική ανάλυση

	% κ.β. ξηρού δείγματος
CaO	54,5
MgO	0,38
SiO ₂	0,4
Al ₂ O ₃	0,08
Fe ₂ O ₃	0,02
K ₂ O	0,01
Na ₂ O	0,01
MnO	0,01
Απώλεια πύρωσης	42,8

Πίνακας 3: Χημική ανάλυση

6.4.1 Μέθοδος εκμετάλλευσης

Η μέθοδος εκμετάλλευσης είναι η κλασσική για την περίπτωση λατομείων αδρανών υλικών μέθοδος των διαδοχικών ορθών ανοικτών βαθμίδων μέχρι το επίπεδο +390m ενώ από το

επίπεδο αυτό μέχρι το +330m θα ακολουθηθεί η μέθοδος της κλειστής εκσκαφής. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται από την αρχή της εκμετάλλευσης μέχρι την διαμόρφωση του λατομικού χώρου. Η εκμετάλλευση θα συνεχίσει να γίνεται με την διάνοιξη βαθμίδων από τα υψηλότερα επίπεδα προς τα χαμηλότερα με βαθμίδες ύψους 8m, για να μπορεί να γίνεται η εξόρυξη και με μηχανικά μέσα (εκσκαφείς). Σε βάθος η εκμετάλλευση θα φτάσει μέχρι το επίπεδο των + 330m. Το πλάτος του δαπέδου κάθε βαθμίδας στην φάση της εκμετάλλευσης θα είναι τουλάχιστον 12m, ενώ στην φάση της εξόφλησης 6m και το τελικό ύψος των βαθμίδων 15m.

Η γωνία πρανούς κάθε βαθμίδας θα είναι 70^0 , η μέση κλίση πρανούς στην φάση της εκμετάλλευσης θα είναι 28^0 , ενώ στην τελική φάση της εξόφλησης 50^0 . Το εσωτερικό οδικό δίκτυο στην κλειστή εκσκαφή θα γίνει σύμφωνα με το άρθρο 39 του ΚΜΑΕ (ελάχιστη ακτίνα καμπυλότητας 12m, μέγιστη κλίση 12 %, όριο από το φρύδι του πρανούς 2m και πλάτος καταστρώματος 5m).

Η κύρια κλειστή εκσκαφή εκμετάλλευσης στο ανατολικό τμήμα του λατομικού χώρου στο οποίο συναντώνται οι ασβεστόλιθοι με τις κατάλληλες φυσικοχημικές ιδιότητες προς παραγωγή αδρανών για έτοιμο σκυρόδεμα, ασφαλικά και οδοποιία. Στην παρούσα φάση υπάρχουν τρεις βαθμίδες σε εξέλιξη. Μία με δάπεδο στο +390m, μία με δάπεδο στο +398 m και μία με δάπεδο στο +405m. Μετά την εξόφληση των βαθμίδων αυτών η εξόρυξη θα γίνει σε κλειστή εκσκαφή με 5 βαθμίδες και δάπεδα στα +390, +375, +360, +345, +330m. Κάθε βαθμίδα θα ξεκινά από τον εσωτερικό περιμετρικό δρόμο με ράμπες κατάλληλων κλίσεων και διευθύνσεων. Στο δυτικό τμήμα θα διαμορφωθεί μια ημίκλειστη εκσκαφή με 3 βαθμίδες και δάπεδα στα +435, +425, +415m. Το υλικό από το τμήμα αυτό θα πωλείται χωρίς επεξεργασία σε λιμενικά – υδραυλικά έργα και για πετρώκτιστες τοιχοποιίες. Η προχώρηση των βαθμίδων γίνεται επί μετώπων με διεύθυνση B.BA – N.NΔ με διεύθυνση προχώρησης N.NA – B.BΔ. (Μαστρογιαννάκης,Καλαποδάκης-στοιχεία Νίκος ΒΛΤ Α.Ε Χατζηπέτρου Α. (2008)

6.5 Κατεργασία, επεξεργασία εξορυγμένου πετρώματος

6.5.1 Στόχος κατεργασίας

Στόχος της λειτουργίας των κύριων εγκαταστάσεων κατεργασίας του εξορυγμένου υλικού (σπαστηροτριβείο), είναι η παραγωγή αδρανών υλικών διαφόρων κατηγοριών (άμμος, χαλίκι, γαρμπίλι, υλικό οδοστρωσίας, ακατέργαστη πέτρα), που να είναι σύμφωνα με τις Ελληνικές και Ευρωπαϊκές προδιαγραφές και πρότυπα για:

- Παραγωγή έτοιμου σκυροδέματος κάθε κατηγορίας (Κ.Τ.Σ – 97,EN12620).

- Παρασκευή ασφαλτομιγμάτων (EN 13040).
 - Κατασκευή βάσεων και υποβάσεων σε οδοστρώματα (ΠΤΠΟ – 155, ΠΤΠΟ – 150, EN 13242).
 - Παρασκευή κονιαμάτων (EN 13139).
- Χρήση σε υδραυλικά και λιμενικά έργα (EN 13383-1).
- .(Μαστρογιαννάκης,Καλαποδάκης-στοιχεία Νίκος ΒΛΤ Α.Ε Χατζηπέτρου Α. (2008)

6.5.2 Παραγόμενα προϊόντα

Η σύνθεση των προϊόντων, οι αντίστοιχες παραγόμενες ποσότητες σε τόνους και οι κύριες χρήσεις τους είναι πίνακας 4:

Ονομασία προϊόντος	Ποσότητα	Κύρια χρήση
Άμμος	120	Σκυρόδεμα, ασφαλτόμιγμα, σοβάδες.
Γαρμπίλι	35	Σκυρόδεμα, ασφαλτόμιγμα, οικοδομική.
Σκύρα	10	Υδραυλικά έργα.
Υλικό οδοστρώσας	45	Οδοποιίες
Χαλίκι	90	Σκυρόδεμα, ασφαλτόμιγμα, οικοδομική.

Πίνακας 4: Παραγόμενα προϊόντα

6.5.3 Φυσικοχημικές ιδιότητες των παραγόμενων προϊόντων

- Ιδιότητες παραγομένων προϊόντων (χαλίκι, γαρμπίλι, άμμος) Πίνακας 5

	Χαλίκι	Γαρμπίλι	Άμμος
Απορρόφηση ABS (%)	0,50	0,46	1,58
Φαινόμενο ειδικό βάρος	2,71	2,71	2,72
Μικτό φαινόμενο ειδικό βάρος	2,67	2,68	2,61
Ειδικό βάρος κορεσμένου	2,68	2,69	2,65
Συντελεστής Los Angeles	25	-	-
Ισοδύναμο άμμου	-	-	75

Πίνακας 5: Φυσικοχημικές ιδιότητες των παραγόμενων προϊόντων
(Μαστρογιαννάκης, Καλαποδάκης-στοιχεία Νίκος ΒΛΤ Α.Ε Χατζηπέτρου Α. (2008))

6.6 Εκτίμηση χρονικής διάρκειας της επέμβασης

Σύμφωνα με τον υπολογισμό των απολήψιμων αποθεμάτων ($3.263.796m^3$), των εμπορεύσιμων αποθεμάτων ($5.222.073m^3$) και την προβλεπόμενη παραγωγή ($240.000m^3$), η χρονική διάρκεια της επέμβασης εκτιμάται σε 22 χρόνια. Κατά τους πρώτους 6 μήνες της επέμβασης θα διαμορφωθεί η κεντρική οδός προσπέλασης της εκμετάλλευσης και στη συνέχεια θα διαμορφωθεί η πλατεία που θα εγκατασταθεί το σπαστηροτριβείο. Ακολούθως, θα γίνει η θεμελίωση των εγκαταστάσεων και θα διανοιχτεί ο εσωτερικός δρόμος προσπέλασης. Η χρονική διάρκεια των ανωτέρω έργων εκτιμάται σε 1 χρόνο για τις εγκαταστάσεις και σε 5 μήνες για την εσωτερική οδό προσπέλασης. Τα διάφορα προπαρασκευαστικά έργα και οι λοιπές εγκαταστάσεις θα ολοκληρωθούν σε 18 μήνες από την έναρξη της άδειας επέμβασης.

(Μαστρογιαννάκης, Καλαποδάκης - στοιχεία Νίκος ΒΛΤ Α.Ε).

7. ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ

7.1 Εξέλιξη γεωλογική προσομοίωσης

Η συστηματική αναζήτηση των κυβερνήσεων για ορυκτούς πόρους με στόχο την ενίσχυση της οικονομικής ανάπτυξης και την εκβιομηχάνιση αποτέλεσε το έναυσμα και οδήγησε στη θεμελίωση της γεωλογικής χαρτογράφησης ως βασικής δραστηριότητας ήδη από το 1800.

Η αρχή έγινε με το χάρτη του William Smith (1815), (γεωλογικός χάρτης της Αγγλίας, της Ουαλίας και μέρους της Σκωτίας, που περιελάμβανε και τομές), με τον οποίο επιδιώχθηκαν νέοι τρόποι χαρτογράφησης του υπεδάφους. Ωστόσο, ο χάρτης αυτός δεν μπορούσε να απεικονίζει με απόλυτη επιτυχία την τρισδιάστατη γεωλογική υπόσταση.

Η αποτύπωση της κατακόρυφης διαδοχής των γεωλογικών στρωμάτων βελτιώθηκε με τους χάρτες στοιβάδων (stack – unit maps). Ολλανδοί ερευνητές πρωτοστάτησαν στη συγκεκριμένη μέθοδο χαρτογράφησης ξεκινώντας από την δεκαετία του 1920. Οι τεχνικές τους ενισχύθηκαν σημαντικά από τη δεκαετία του 1970 μέχρι τα μέσα του 1990 (π.χ. Berg et al. 1984), με αποτέλεσμα την επέκταση των απεικονίσεων από τα 1 - 2 μέτρα σε βάθη 6, 15 και 30 μέτρων σε χάρτες μεγαλύτερης κλίμακας (1:24000 - 1:100000).

Στα τέλη της δεκαετίας του 1970, ενώ κανένα διαθέσιμο λογισμικό προϊόν δεν παρείχε τα κατάλληλα εργαλεία για την αποτελεσματική ανάλυση χωρικών δεδομένων (Rhind 1971), (δηλ. των δεδομένων που προσδιορίζουν τη θέση αντικειμένων ή φαινομένων στο χώρο), ξεκίνησε η ανάπτυξη της τεχνολογίας των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ), (Geographical Information Systems – GIS). ΣΓΠ είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα συλλογής, αποθήκευσης, διαχείρισης, ανάλυσης και απεικόνισης γεωγραφικής φύσης πληροφοριών (Goodchild 1987), ενώ έχουν δοθεί πολλοί ακόμα ορισμοί. Η ανάπτυξη της πληροφορικής, η βελτίωση των μαθηματικών μεθόδων ανάλυσης των συνθηκών του περιβάλλοντος, η αδυναμία επεξεργασίας του μεγάλου όγκου πληροφοριών με τις παραδοσιακές μεθόδους κ.α., συνετέλεσαν στη γρήγορη εξέλιξη των ΣΓΠ.

Από τα τέλη της δεκαετίας του 1980 η αξιοσημείωτη άνθηση στις εφαρμογές μοντελοποίησης με υπολογιστή οδήγησε στην ευρεία υιοθέτηση των ΣΓΠ (Burrough 1986, Maguire et al. 1991). Κατέστη δυνατή η χρήση ψηφιακών βάσεων δεδομένων, η οπτικοποίηση και ο χειρισμός γεωλογικών μοντέλων σε τρεις διαστάσεις με έναν κοινό υπολογιστή γραφείου (De Donatis et al. 2009). Αυτό έδωσε τη δυνατότητα στις εφαρμογές μοντελοποίησης να επεκταθούν από την μοναδική, έως τότε, χρήση τους στη βιομηχανία των υδρογονανθράκων και να γίνουν ένα πρότυπο γεωλογικό εργαλείο για όλους (Kessler et al. 2009, Rosenbaum & Turner 2003, Royse et al. 2009, Xue et al. 2004).

Στο πρώτο διεθνές συνέδριο για τη γεωλογική προσομοίωση (1989), καθορίστηκε ότι οι γεωολογικοί σχηματισμοί αποτελούν γεωαντικείμενα και πλαισιώθηκαν οι απαιτήσεις της μοντελοποίησης του υπεδάφους:

- ✓ ρεαλιστική αναπαράσταση της γεωμετρίας των στρωματογραφικών ενοτήτων
- ✓ προσομοίωση των χωρο - χρονικών σχέσεων μεταξύ των γεωαντικειμένων
- ✓ πρόβλεψη της φυσικής μεταβλητότητας των γεωολογικών σχηματισμών
- ✓ αποτύπωση των μετατοπίσεων των γεωαντικειμένων λόγω τεκτονικών δυνάμεων
- ✓ μοντελοποίηση της ροής των ρευστών μέσα στους γεωολογικούς σχηματισμούς (Kelk 1991).

Η περιγραφή της μοντελοποίησης του υπεδάφους, περιλαμβάνει επιγραμματικά τα ζητήματα που αντιμετωπίζονται κατά την προσομοίωση του υπεδάφους. Η περιγραφή όπως αυτή περιγράφεται από το πρώτο διεθνές συνέδριο γεωλογικής προσομοίωσης, εξακολουθεί να ισχύει και σήμερα.

Σημείο αναφοράς αποτελεί και το συνέδριο στην πόλη Σπά του Βελγίου το 2001 (*European Science Foundation*), όπου προσδιορίστηκαν τέσσερα (4) εμπόδια για την εξέλιξη της χρήσης των 3Δ γεωλογικών μοντέλων (Rosenbaum, Turner 2003):

- ✓ έλλειψη 3Δ / 4Δ μαθηματικών και στατιστικών εργαλείων χωρικής ανάλυσης
- ✓ ανεπάρκεια φθηνών εργαλείων μοντελοποίησης του υπεδάφους που να χρησιμοποιούνται και από μη εξειδικευμένο προσωπικό
- ✓ αδυναμία των μοντέλων να απεικονίσουν τη φυσική μεταβλητότητα των γεωλογικών σχηματισμών
- ✓ έλλειψη ιστορικού παραδειγμάτων μελετών προσομοίωσης

Σήμερα οι παραπάνω περιορισμοί έχουν σχεδόν ξεπεραστεί με τη χρήση νέων πακέτων λογισμικών και τεχνικών μοντελοποίησης (Kessler et al. 2008). (Από Μορέλα 2014)

7.2 Επισκόπηση μεθόδων και μοντέλων

Στη γεωλογική μοντελοποίηση χρησιμοποιούνται μέθοδοι αριθμητικής ανάλυσης για την αναπαράσταση των γεωλογικών σχηματισμών (γεωλογικές ενότητες ή στρώματα, συστήματα ρηγμάτων κ.α.), ενσωματώνοντας με ενιαίο τρόπο την τοπογραφία, τη γεωμετρία και τις φυσικές ιδιότητές τους, εξετάζοντας παράλληλα και επιμέρους δεδομένα που συνδέονται με τους σχηματισμούς (Mallet 2002).

Τα τρέχοντα λογισμικά πακέτα τρισδιάστατης γεωλογικής μοντελοποίησης λειτουργούν με έναν από τους παρακάτω δύο τρόπους:

1. Με τη χρήση αριθμητικών αλγορίθμων (numerical approach), για την παρεμβολή μεταξύ σημειακών δεδομένων, όπως π.χ. δεδομένα γεωτρήσεων (Mallet 1992, Wycisk et al. 2009) ή
2. Χρησιμοποιώντας μία πιο γνωστική και ερμηνευτική προσέγγιση (cognitive approach), η οποία δίνει τη δυνατότητα ενσωμάτωσης εξειδικευμένης γεωλογικής γνώσης από τον μελετητή κατά τη σύνδεση των δεδομένων (Hinze et al. 1999, Kessler et al 2009).

Πλεονεκτήματα έχουν και οι δύο μέθοδοι, όμως έχει διαπιστωθεί ότι σε πολλές περιπτώσεις ο καλύτερος τρόπος είναι ο συνδυασμός των δύο προσεγγίσεων. Ειδικότερα σε περιοχές μελέτης όπου τα δεδομένα είναι αραιά ή αμφίβολης ορθότητας, η ενσωμάτωση των

πληροφοριών που προέρχονται από τις παραδοσιακές παρατηρήσεις πεδίου αποτελεί βασική συνιστώσα για πιο ρεαλιστική προσομοίωση (Royce 2009).

Τα τρισδιάστατα γεωλογικά μοντέλα ή χάρτες διακρίνονται σε δύο κύριες κατηγορίες (Keefe et al. 2011):

1. Μοντέλα που απεικονίζουν μόνο την οριοθέτηση των κατανομών των γεωλογικών ενοτήτων της περιοχής μελέτης, ως προς τη λιθολογία ή τη στρωματογραφία που τις χαρακτηρίζει (γεωμετρικό μοντέλο). Δεν ορίζουν κάποια από τις ιδιότητες των γεωλογικών σχηματισμών που τα δομούν, εκτός από περιπτώσεις που οι οριοθετημένες αποθέσεις διακρίνονται σε ζώνες κάποιας συγκεκριμένης ιδιότητας (π.χ. ηλεκτρική αγωγιμότητα κ.α.)

2. Μοντέλα που απεικονίζουν τα όρια των αποθέσεων και ορίζουν σαφώς τις ιδιότητες (π.χ. πορώδες, διαπερατότητα, χημική σύσταση κ.α) των γεωλογικών σχηματισμών που περιλαμβάνουν (μοντέλο ιδιοτήτων). Η κατασκευή τους απαιτεί υψηλότερη εξειδίκευση και ενεργή συμμετοχή από τον μελετητή ιδίως κατά το στάδιο της παρεμβολής και εμπεριέχουν μεγαλύτερο ποσοστό αβεβαιότητας από τα μοντέλα της πρώτης κατηγορίας.

Για την κατασκευή γεωμετρικών μοντέλων διακρίνονται δύο στάδια:

1. Ανάπτυξη του γεωμετρικού μοντέλου πλαισίου

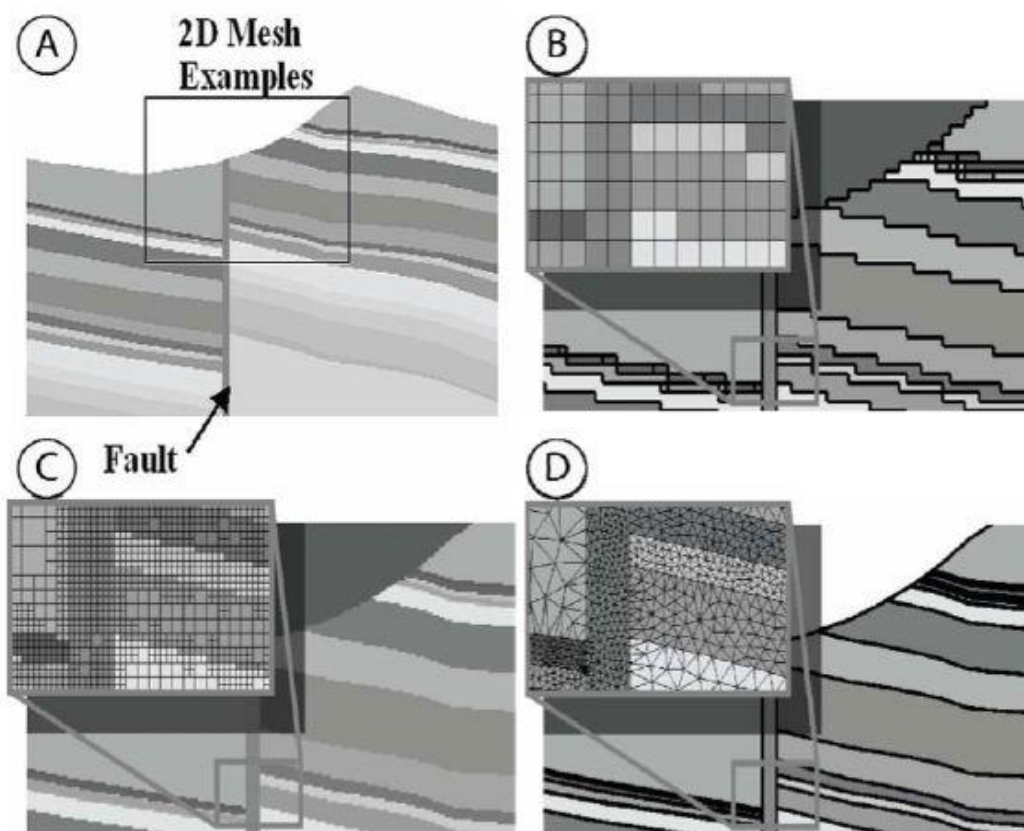
2. Υποδιαίρεση του βασικού γεωμετρικού πλαισίου ως προς τις γεωλογικές συνθήκες της περιοχής έρευνας (λιθολογία, στρωματογραφία, τεκτονική κ.α.), ώστε να υποστηριχθούν οι αναλυτικοί υπολογισμοί που αφορούν τα μοντέλα ιδιοτήτων και τελικά να αποδωθούν σωστά οι χωρικές μεταβολές, οι ερμηνείες και τα συμπεράσματα σχετικά με τις ιδιότητες των σχηματισμών.

Η υποδιαίρεση του γεωμετρικού μοντέλου περιλαμβάνει την κατασκευή επιφανειών που ορίζουν τη δομή και τις διεπαφές των γεωλογικών σχηματισμών. Στη συνέχεια οι επιφάνειες στοιβάζονται με λιθολογική ή στρωματογραφική διαδοχή και ορίζονται οι σχηματισμοί ή οι ενότητες σχηματισμών που περικλείουν.

Οι επιφάνειες κατασκευάζονται με αλγόριθμους παρεμβολής σύμφωνα με τις περιγραφές των γεωτρήσεων, συνήθως συσχετίζοντας τα αντίστοιχα δεδομένα κάθε γεώτρησης, ενώ υπάρχουν και άλλοι τρόποι ανάλογα με το λογισμικό που χρησιμοποιείται. Η διαδικασία απαιτεί προσεκτική εξέταση κάθε επιφάνειας, καθώς η παρατηρούμενη πολύπλοκη αλληλουχία των γεωλογικών σχηματισμών δεν εναρμονίζεται πάντα με τη

φιλοσοφία των διαθέσιμων αλγόριθμων παρεμβολής. Σε πολλές περιπτώσεις οι επιφάνειες τέμνονται μεταξύ τους, δημιουργώντας μη ρεαλιστικές απεικονίσεις.

Η κατανομή των δεδομένων ιδιοτήτων προκύπτει από την εφαρμογή μεθόδων καναβοποίησης και μοντελοποίησης (*Gridding - Modeling methods*), δηλ. τη διακριτοποίηση του στερεού μοντέλου (*solid model*) σε μικρότερα ογκομετρικά στοιχεία (*volume elements* ή *voxels*). Υπάρχει μεγάλο θεωρητικό υπόβαθρο που αναφέρεται στη σχεδίαση και στην κατασκευή πλεγμάτων και μοντέλων κατάλληλα για προσομοίωση διαφορετικών απαιτήσεων (Knupp & Steinberg 1994). Παρατηρούνται δύο γενικές κατηγορίες ογκομετρικών πλεγμάτων: τα **δομημένα** (*structured meshes*) και τα **αδόμητα** (*unstructured meshes*). Η διαφορά μεταξύ των δύο τύπων πλεγμάτων επεξηγείται με τις δισδιάστατες απεικονίσεις της εικόνας 15.



Εικόνα 15: Α. Τυπική γεωλογική τομή Β. Ορθογωνικό δομημένο πλέγμα (*orthogonal cellular mesh*) Γ. *Quadtree* (ή *Q – Tree*) (after Raphael Finkel & J. L. Bentley 1974) δομημένο πλέγμα (κάθε κύβος του πλέγματος διαχωρίζεται σε τέσσερις κύβους όταν επιτευχθεί η μέγιστη χωρητικότητα δεδομένων) Δ. Αδόμητο πλέγμα (Turner 2006, Turner & Gable 2007)

Ο πιο διαδεδομένος τύπος πλέγματος είναι το ορθογωνικό (εικόνα 15.B.), που διαιρεί το τρισδιάστατο ογκομετρικό μοντέλο σε μικρούς κύβους (**voxels**). Το μέγεθος των voxels καθορίζει τη γεωμετρία του μοντέλου, καθώς η γεωμετρική λεπτομέρεια είναι μικρότερη σε μεγαλύτερα ογκομετρικά στοιχεία, ενώ τα πολύ μικρά αυξάνουν το χρόνο επεξεργασίας. Τα τετραεδρικά δένδρα (quadtrees) προσφέρουν μεγαλύτερη ευελιξία για την απόδοση της ανάλυσης του πλέγματος όπου χρειάζεται (π.χ. κατά την μοντελοποίηση ιζηματογενών στρωμάτων, τα οποία κατανέμονται οριζοντίως παρά με κατακόρυφη διεύθυνση), ενώ δεν υπάρχει διαφοροποίηση στην τρισδιάστατη απεικόνιση (εικόνα 15.C.).

Τα αδόμητα πλέγματα (εικόνα 15.D.) δεν περιορίζονται από σταθερή δομή, βασίζονται σε τετράεδρα, εξάεδρα κτλ. ογκομετρικά στοιχεία και είναι πλέον κατάλληλα για την προσομοίωση ρηξιγενών δομών. Η κατασκευή τους προϋποθέτει αυξημένες απαιτήσεις αναλυτικών υπολογισμών, χρόνου επεξεργασίας και εξειδικευμένων λογισμικών (Gable et al. 1996). (Από Μορέλας, 2014)

7.3 Εφαρμογές προσομοίωσης

Οι κύριοι τομείς που επωφελούνται από την τρισδιάστατη γεωλογική μοντελοποίηση αφορούν τα παρακάτω πρακτικά και θεωρητικά ζητήματα:

➤ Διαχείριση υδάτινων πόρων:

- Οριοθέτηση της κατανομής και του πάχους των υδροφόρων οριζόντων με τα ερμηνευτικά μοντέλα υπόγειας ροής, για την υποστήριξη αποφάσεων που σχετίζονται με τη διαχείριση των υπογείων υδατικών αποθεμάτων, την προστασία (π.χ. από φαινόμενα υφαλμύρινσης) και την ανατροφοδότησή τους.
- Διεξαγωγή μελετών για την αντιπλημμυρική προστασία των ποταμών, τη μεταφορά ρύπων και την κατασκευή, προστασία και συντήρηση υγροτόπων.

➤ Διαχείριση αποβλήτων και μόλυνσης:

- Εκτίμηση των κινδύνων που συνδέονται με τη διάχυση και αποθήκευση επικίνδυνων αποβλήτων στα συστήματα υπόγειων υδάτων.
- Εκτίμηση της πιθανής μόλυνσης του περιβάλλοντος από τους χώρους απορριμμάτων των εργοταξίων, τις υπόγειες δεξαμενές αποθήκευσης βενζίνης και άλλων χημικών, την διαρροή χημικών ουσιών και αποβλήτων από τη χρήση λιπασμάτων και χημικών ουσιών στον γεωργικό τομέα.

➤ Υδρογονάνθρακες και ενέργεια:

- Ανίχνευση και μοντελοποίηση των ταμιευτήρων πετρελαίου και φυσικού αερίου.

- Αξιολόγηση του πάχους και της ποιότητας των πόρων άνθρακα με μοντέλα προσομοίωσης.
 - Αξιολόγηση γεωθερμικού δυναμικού.
 - Προσομοίωση της χωρητικότητας και της καταλληλότητας των χώρων δέσμευσης του διοξειδίου του άνθρακα.
- Σχεδιασμός εκμετάλλευσης γης:
- Χαρακτηρισμός των εδαφικών και υπεδαφικών συνθηκών για τον σχεδιασμό των χρήσεων της γης σε αστικές, ημιαστικές και αγροτικές περιοχές, συμβάλλοντας στην εξισορρόπηση της οικονομικής ανάπτυξης με την ορθολογική χρήση του νερού και των ορυκτών πόρων, διασφαλίζοντας την προστασία τους.
 - Προστασία των υπόγειων υδάτων και των ευάλωτων ρηχών υδροφόρων οριζόντων θέτοντας περιορισμούς στην αγροτική καλλιέργεια και τη βιομηχανική παραγωγή.
- Γεωτεχνικά έργα και υποδομές:
- Διεξαγωγή μελετών για την θεμελίωση γεωτεχνικών έργων (αυτοκινητόδρομοι, σήραγγες, αποχετεύσεις, φράγματα, εμπορικά κέντρα, χάραξη διαδρομών των επικοινωνιών και των μέσων μαζικής μεταφοράς κ.α.)
 - Παροχή γεωλογικών πληροφοριών με μοντέλα πρόβλεψης των φυσικών κινδύνων (π.χ. κατολισθήσεις πρανών) και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από κατασκευαστικά έργα.
- Αρχαιολογία:
- Επισκόπηση των γεωλογικών συνθηκών για την προστασία των αρχαιολογικών χώρων.
- Ορυκτοί πόροι:
- Ανίχνευση των ορυκτών πόρων και εκτίμηση των αποθεμάτων τους, όπως και των μακροπρόθεσμων επιπτώσεων στο περιβάλλον από την πιθανή εκμετάλλευσή τους.
 - Μελέτες εκτίμησης της επιρροής των χρήσεων γης στην εξόρυξη ορυκτών αποθεμάτων.
- Ερευνητικά προγράμματα:
- Διεξαγωγή γεωεπιστημονικών ερευνών (στρωματογραφία, τεκτονική κ.α.).
 - Προσομοίωση των επιφανειών, των βαθών και των παχών των γεωλογικών σχηματισμών και διεργασιών σε περιοχές που δεν έχουν ακόμα μελετηθεί ή σε περιοχές με ελλιπή γεωλογικά δεδομένα. Βαιος Μορέλας (2014)

7.4 Λογισμικά πακέτα προσομοίωσης

Για τις ανάγκες της τρισδιάστατης γεωλογικής προσομοίωσης έχουν δημιουργηθεί λογισμικά πακέτα με μεγάλες δυνατότητες. Τα εξειδικευμένα λογισμικά έχουν πυρήνα **CAD** εμπλουτισμένο με ειδικά εργαλεία και συναρτήσεις αριθμητικής, γεωμετρικής και χαρτογραφικής επεξεργασίας (τεκτονική ανάλυση, μοντελοποίηση ρηγμάτων και ροής υπόγειων υδάτων, χαρτογραφικά συστήματα συντεταγμένων κ.α.).

Τα πακέτα συμπληρώνονται από λειτουργίες γεω-στατιστικής επεξεργασίας για την εκτίμηση των ιδιοτήτων των γεωλογικών σχηματισμών (γεωχημική σύσταση, μηχανικές ιδιότητες, περατότητα κ.α.), από εξειδικευμένη βάση δεδομένων για γεωτρήσεις (τυποποιημένο format σε όλα τα συστήματα), από χαρτογραφικό τμήμα και από λογισμικό παρουσίασης δισδιάστατων και τρισδιάστατων γραφικών (2D / 3D visualization). Η παρεμβολή του χρήστη γίνεται ως επί το πλείστον με ποντίκι (mouse point) και πληκτρολόγιο (keyboard). Τα περισσότερα πακέτα λογισμικών που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή δισδιάστατων και τρισδιάστατων γεωλογικών μοντέλων και χαρτών είναι τα παρακάτω (Kessler et al. 2011):

- ❖ RockWorks, 1983-2012 by RockWare Incorporated
- ❖ Petrel by Schlumberger
- ❖ SKUA by Paradigm Geophysics
- ❖ GIM by Geocap AS
- ❖ Earth Modeling by Landmark Graphics Corporation
- ❖ IRAP RMS Suite by Roxar Software Solutions
- ❖ Earth Vision by Dynamic Graphics
- ❖ Jewel Suite by JOA Oil & Gas
- ❖ Geomodeller3D by Intrepid Geophysics
- ❖ GM-SYS, VOXI by Geosoft
- ❖ GeoScene3D
- ❖ Multilayer-GDM by BRGM
- ❖ GeoVisionary by Virtualis
- ❖ Isatis by Geovariance

- ❖ Move by Midland Valley Software
- ❖ Surfer by Golden Software
- ❖ Vulcan by Maptek
- ❖ Gocad (Geological Object Computer Aided Design) by Paradigm Geophysics
- ❖ GSI3D (Geological Surveying and Investigation 3D) by Hans-Georg Sobisch
- ❖ FastTracker (Reservoir Modelling) by Landmark Graphics
- ❖ ArcGIS by ESRI
- ❖ Leapfrog by Aranz Geo Ltd
- ❖ Surpac, Minex (stratified deposits) by Gemcom Software International

Στην παρούσα διπλωματική εργασία χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό πακέτο **ROCKWORKS15**, 1983-2009, by RockWare Incorporated. Το λογισμικό, η γενική μεθοδολογία και τα επιμέρους στάδια μοντελοποίησης περιγράφονται αναλυτικά στο Παράρτημα. (ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ROCKWORKS). (Από Μορέλα 2014)

8. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

8.1 Χωροθέτηση γεωτρητικών δεδομένων

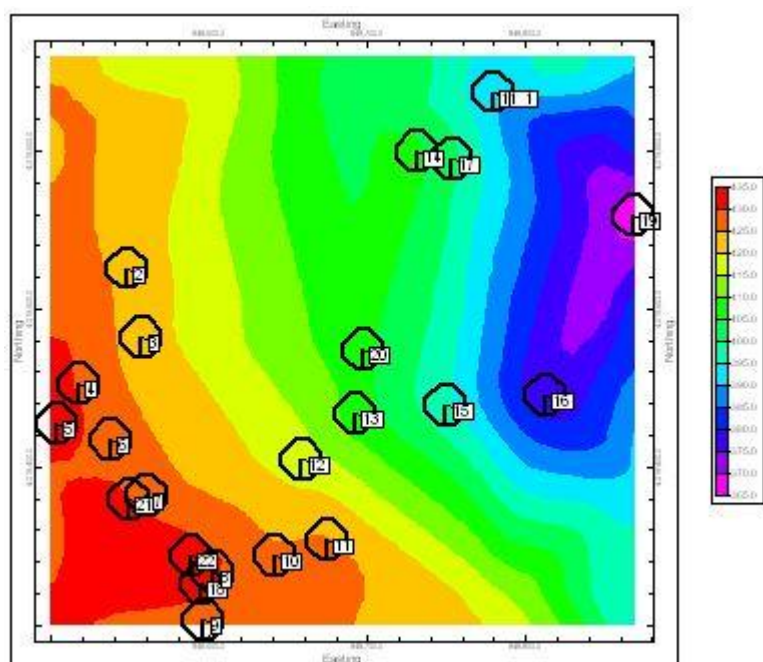
Μετά από την δημιουργία ψηφιακών μοντέλων εδάφους η επεξεργασία των γεωτρητικών δεδομένων έγινε με τη χρήση του λογισμικού RockWorks 15. Πρόκειται για ένα πρόγραμμα διαχείρισης γεωλογικών δεδομένων σε μια ενιαία βάση δεδομένων, το οποίο δίνει την δυνατότητα οπτικοποίησης των δεδομένων, κατασκευής λιθολογικών και στρωματογραφικών μοντέλων σε δύο ή τρεις διαστάσεις, ογκομετρήσεων σχηματισμών, γεωστατιστικών υπολογισμών και πολλών άλλων. Αποτελείται από δύο κύρια παράθυρα εργασίας, την υποσελίδα Rockware Utilities και την υποσελίδα Borehole Manager. Στην παρούσα διπλωματική εργασία εργαστήκαμε και στις δυο υποσελίδες και η διαδικασία εισαγωγής και επεξεργασίας των δεδομένων αναλύεται παρακάτω.

Το σύνολο των 23 γεωτρητικών στοιχείων (εικόνα 16) εισήχθησαν στη ψηφιακή βάση δεδομένων ως λιθολογικά και λιθοστρωματογραφικά δεδομένα, η επεξεργασία των οποίων οδήγησε στην κατασκευή του τρισδιάστατου λιθοστρωματογραφικού μοντέλου.

1	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	X	Y	Z	ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΚΑ ΚΟΡΗΜΑΤΑ		ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ ΕΛΑΦΟΚΑΜΙ		ΦΛΥΣΧΗΣ	
2					ΑΠΟ	ΕΩΣ	ΑΠΟ	ΕΩΣ	ΑΠΟ	ΕΩΣ
3	1	848778.9	4019637	389.449	0	9.5	9.5	26	26	35
4	2	848778.9	4019637	389.45	0	9.5	9.5	26	26	35
5	3	848547.6	4019526	423.628	0	8.5	8.5	26	26	35
6	4	848556.7	4019482	421.992	0	9.5	9.5	24	24	35
7	5	848517.2	4019453	429.916	0	11	11	27	27	35
8	6	848503.1	4019428	433.114	0	10.5	10.5	23.5	23.5	35
9	7	848537.2	4019417	427.924	0	10.5	10.5	23.5	23.5	35
10	8	848559.8	4019383	427.497	0	9	9	24	24	35
11	9	848602.4	4019333	432.046	0	8.5	8.5	26	26	35
12	10	848596.1	4019303	428.335	0	9.5	9.5	22	22	35
13	11	848640.8	4019345	425.515	0	9.5	9.5	23.5	23.5	35
14	12	848674.3	4019354	426.543	0	9.5	9.5	22.5	22.5	35
15	13	848658.1	4019405	417.293	0	10.5	10.5	24.5	24.5	35
16	14	848692.2	4019434	406.744	0	10	10	23.5	23.5	35
17	15	848731	4019599	407.762	0	9	9	24	24	35
18	16	848749.4	4019439	395.729	0	9.5	9.5	23.5	23.5	35
19	17	848812.5	4019446	374.235	0	9	9	24	24	35
20	18	848753.1	4019595	401.743	0	9	9	22.5	22.5	35
21	19	848594	4019326	430.752	0	9	9	23.5	23.5	35
22	20	848668.1	4019559	365.861	0	9	9	23	23	35
23	21	848697	4019474	406.237	0	8.5	8.5	22.5	22.5	35
24	22	848548.8	4019380	431.784	0	7.5	7.5	22	22	35
25	23	848588.2	4019344	432.468	0	9	9	23.5	23.5	35

Εικόνα 16: Αριθμός γεωτρήσεων και χαρακτηριστικά στοιχεία τους.

Στην παρακάτω εικόνα 17 βλέπουμε την κατανομή των γεωτρητικών στοιχείων με βάση το τοπογραφικό ανάγλυφο της περιοχής του λατομείου.

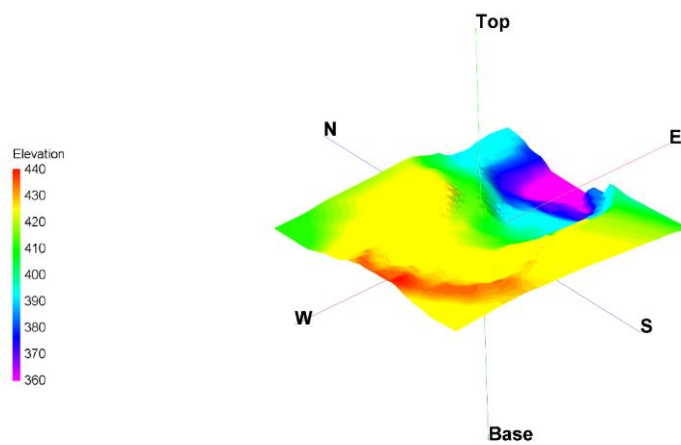


Εικόνα 17: Δισδιάστατη κατανομή των 23 γεωτρήσεων στο τοπογραφικό ανάγλυφο του λατομείου.

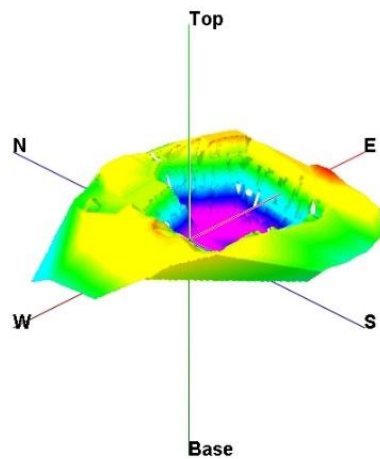
Αναλυτική περιγραφή των βημάτων της μεθοδολογίας παρατίθεται στο παράρτημα.

9. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο κεφάλαιο αυτό παρατίθενται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την επεξεργασία των δεδομένων με το λογισμικό RockWorks 15. Συνοδεύονται από την ερμηνεία και το σχολιασμό αυτών καθώς αναλύεται η πορεία για την επιλογή των αντιπροσωπευτικότερων λιθοστρωματογραφικών μοντέλων τα οποία και παρουσιάζονται. Μέσω μιας ακολουθίας εντολών στο λογισμικό RockWorks 15, έχουμε τη δυνατότητα να απεικονίσουμε το αρχικό τοπογραφικό ανάγλυφο (σχήμα 9.1) και το σημερινό ανάγλυφο (9.2).

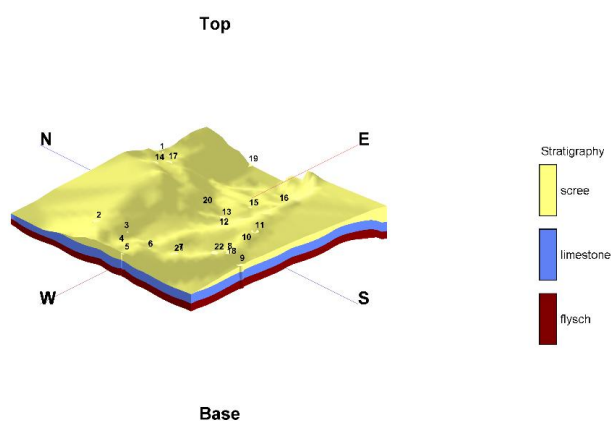


Σχήμα 9.1: Η τρισδιάστατη απεικόνιση του αρχικού αναγλύφου του λατομείου από το λογισμικό RockWorks 15.



Σχήμα 9.2: Η τρισδιάστατη απεικόνιση του αναγλύφου του λατομείου στην τωρινή του μορφή από το λογισμικό RockWorks 15.

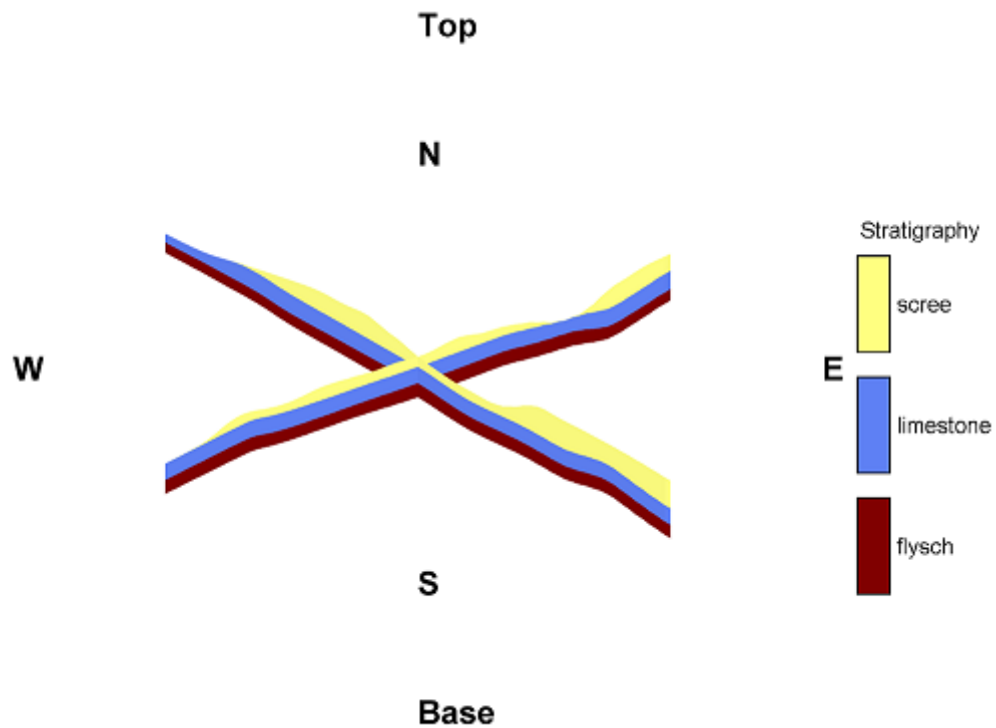
Για την καλύτερη απεικόνιση της περιοχής κρίθηκε σκόπιμη η δημιουργία λιθοστρωματογραφικου μοντέλου. Με σκοπό να περιοριστούν χωρικά τα λιθολογικά δεδομένα ανάλογα με τη στρωματογραφική ενότητα στην οποία ανήκουν, ομαδοποιήθηκαν στις τρεις στρωματογραφικές ενότητες, οι οποίες αναλύθηκαν στο Κεφάλαιο 2 (Γεωλογική επισκόπηση της περιοχής μελέτης) σχήμα 9.3



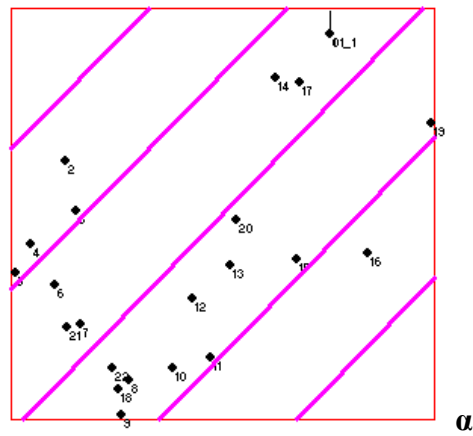
Σχήμα 9.3: Τρισδιάστατη λιθοστρωματογραφικό μοντέλο της περιοχής του λατομικού χώρου με τις θέσεις των γεωτρήσεων

Αφού καταλήξαμε στα λιθοστρωματογραφικά μοντέλα, μας δίνεται η δυνατότητα να εξερευνήσουμε και το εσωτερικό του αντλώντας σημαντικές πληροφορίες όπου παρουσιάζονται στις παρακάτω εικόνες.

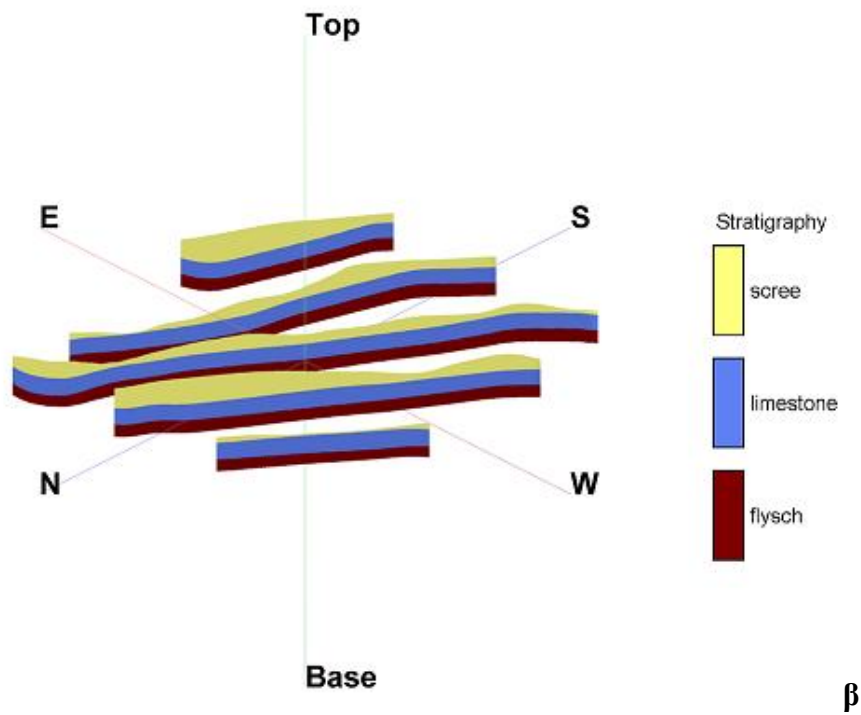
ΔΙΣΔΙΑΣΤΑΤΩΝ (Sections) ΚΑΙ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΩΝ ΤΟΜΩΝ (Fence diagrams)



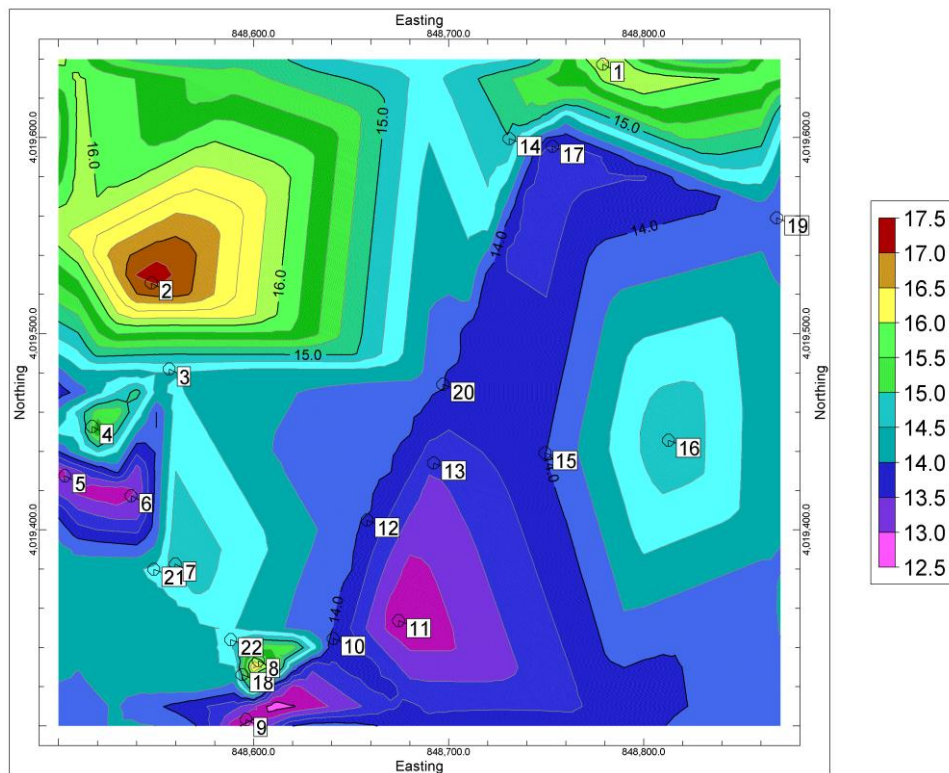
Σχήμα 9.4: Διασταυρούμενα Fence diagrams στο λιθοστρωματογραφικό μοντέλο του ατομείου



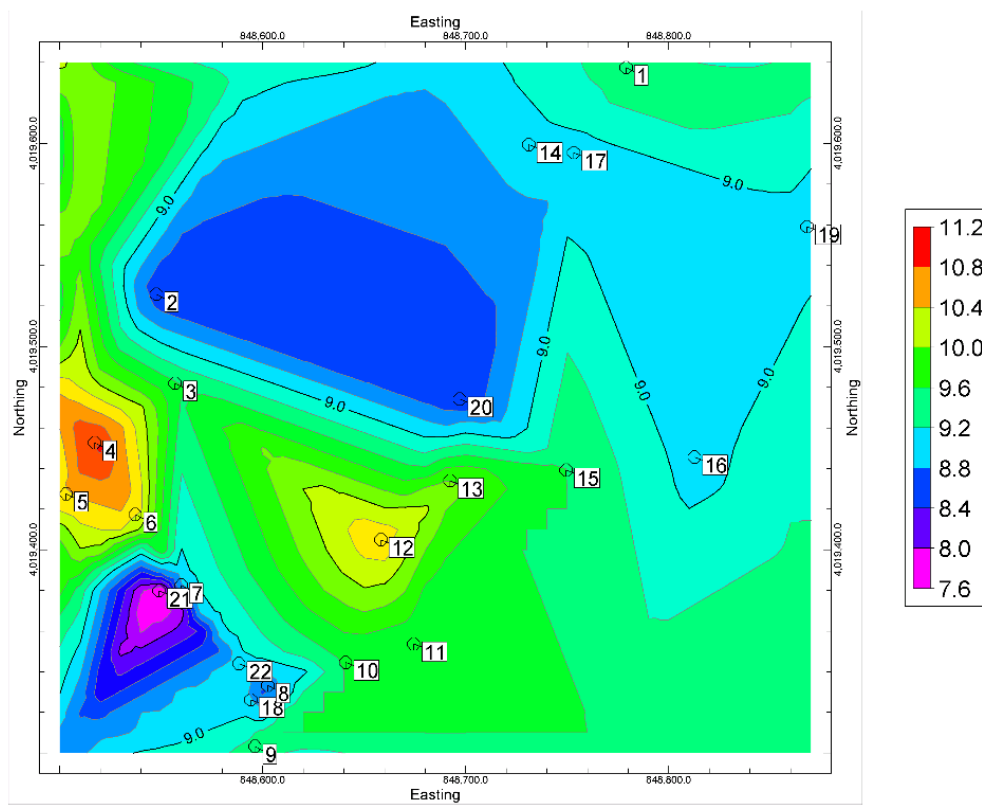
Σχήμα 9.5: Χάρτης θέσεων των γεωτρήσεων. Των διευθύνσεων (α, επάνω) και Fence diagrams σε αυτές τις διευθύνσεις (β, κάτω) στη περιοχή του λατομείου



Χάρτες ισοπαχών



Σχήμα 9.6.: Χάρτης ισοπαχών του ασβεστολίθου



Σχήμα 9.6.: Χάρτης ισοπαχών των ασβεστολιθικών κορημάτων

Υπολογισμός αποθεμάτων: Αφαιρώντας την τωρινή από την αρχική τοπογραφία μπορεί να υπολογιστεί ο όγκος των μεταλλευτικών αποθεμάτων

10.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η περιοχή ανήκει γεωτεκτονικά στην ζώνη Ωλονού-Πίνδου και δομείται από επιφανειακές εμφανίσεις του ασβεστόλιθου Ελαφόκαμπου, οι οποίες είναι αποτέλεσμα επώθησης του ασβεστόλιθου πάνω στο φλύσχη, που έλαβε χώρα κατά τη τεκτονική φάση στο Μέσο – Ανώτερο Ολιγόκαινο.

Μέσω της χωροθέτησης των γεωτρήσεων και με την χρήση του προγράμματος Rockworks 15 δημιουργήθηκε ένα (λιθο)στρωματογραφικό μοντέλο εποπτικό για την λιθοστρωματογραφική διάταξη των σχηματισμών ενδιαφέροντος στην περιοχή του λατομείου.

Με την χρήση του μοντελοποιητή έγινε εφικτή η χωρική και εποπτική απεικόνιση υπό μορφή γεωτρήσεων, τομών, επάλληλων τομών, στερεών μοντέλων και χαρτών, τόσο σε δισδιάστατο όσο και σε τρισδιάστατο χώρο των σχηματισμών ενδιαφέροντος, δυνατότητες που επέτρεψαν την απεικόνιση του λατομικού χώρου σε εξελικτικά στάδια εκμετάλλευσης καθώς επίσης και ένας υπολογισμός των γεωλογικών αποθεμάτων.

Η χρήση του ασβεστόλιθου στην νήσο Ρόδο απο το λατομείο είναι μεγάλη και όπως φαίνεται και από τα στοιχεία του παρατήματος συνέβαλε ουσιαστικά στην ανάπτυξη, για έργα υποδομής του νησιού αφού χρησιμοποιήθηκαν σαν δομικά υλικά και υλικά για ασφαλτοστρώσεις σχεδόν σε κάθε μεγάλο έργο δημόσιο ή ιδιωτικό μέσα σε μια 30ετία.

Λόγω των ιδιαίτερων συνθηκών του νησιού επειδή η μεγάλη βιομηχανία του είναι ο τουρισμός δεν θα μπορούσαν να γίνουν όλα τα έργα ανάπτυξης κυρίως λόγω κόστους μεταφοράς αλλά και χρόνου, αν οι απαραίτητες πρώτες ύλες για την αναγκαία τουριστική υποδομή δεν είχε την υποστήριξη της τοπικής εξορυκτικής δραστηριότητας.

11.ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Με την χρήση λογισμικών πακέτων και μοντελοποιητών μπορεί κανείς εκτός από το γεωμετρικό μοντέλο να δημιουργήσει μοντέλα ιδιοτήτων. Ένα από αυτά τα μοντέλα θα μπορούσαν να είναι η χωρική κατανομή του χημισμού των πετρωμάτων εντός του λατομείου. Αυτό το μοντέλο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη της χωρικής κατανομής των κερατολιθικών ενδιαστρώσεων εντός των ανθρακικών του Ελαφακάμπου. Με την σειρά της η γνώση αυτής της χωρικής κατανομής θα μπορούσε να εξυπηρετήσει αφ' ενός τον καλύτερο εξορυκτικό προγραμματισμό αλλά και αφ' εταίρου να βοηθήσει στην εξοικονόμηση σημαντικών ποσών από τις συντηρήσεις των μηχανημάτων μιας οι οι κερατόλιθοι είναι το υλικό που προκαλεί τις μεγαλύτερες φθορές στον εξοπλισμό.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

- **Αντωνόπουλος Α.** (2011): *Αδρανή Υλικά*, Διπλωματική Εργασία, Αθήνα, σελ.(3-6) και (20-21)
- **Βάχλας Γ.** (2007): *Τρισδιάστατο γεωλογικό μοντέλο του κοιτάσματος γύψου και ανυδρίτη στη θέση Αλτσι της επαρχίας Σητείας στην Ανατολική Κρήτη*, Διπλωματική Εργασία, Χανιά
- **Βερυκίου-Παπασπυριδάκου Ε., Μπαθρέλλος Γ. και Σκυλοδήμου Χ :**
Φυσικογεωγραφικές παρατηρήσεις της παράκτιας ζώνης της βορειοανατολικής Ρόδου, Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας, τομ. XXXVI, 958-967.
- **Γαλετάκης Μ.** (2009): *Σημειώσεις του μαθήματος Σχεδίαση εκμεταλλεύσεων ορυκτών πόρων με Η/Τ*. Χανιά: Τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, Πολυτεχνείο Κρήτης.
- **Γραμβούδη Χ,** (2009): *Υδρογεωλογική Ανάλυση και Περιβαλλοντική Διαχείριση της Λεκάνης Απορροής των ποταμών Λουτάνη και Πελέμονη, Νήσου Ρόδου*, ,Χανιά, σελ.(8)- (43)
- **Καραγιάννης Χ.** (2010): *Συμβολή της ηλεκτρικής και σεισμικής τομογραφίας στην δημιουργία προκαταρκτικού τρισδιάστατου γεωλογικού μοντέλου στην περιοχή Στύλου, Ν. Χανίων*. Διπλωματική Εργασία, Χανιά
- **Κλεάνη Κ.** (2011): *Τρισδιάστατη Γεωλογική Προσομοίωση Φωσφορούχων Σχηματισμών της Ιονίου Ζώνης στην Ήπειρο*, Διπλωματική Εργασία Χανιά
- **Μανούτσογλου Ε. :** *Εισαγωγή στην γεωλογία της Ελλάδος*, Πολυτεχνιακές Σημειώσεις μαθήματος, Πολυτεχνείο Κρήτης.
- **Μορέλας Β.** (2014) : *Τρισδιάστατη Γεωλογική προσομοίωση του ΠλειοΤεταρτογενούς της πεδιάδας της Μεσσαράς* , Διπλωματική Εργασία, Χανιά, σελ.(68-75)
- **Μπεχλιβάνη Σ.**(2010): *Μελέτη της ορυκτολογικής – γεωχημικής συστασης και των τεχνολογικών χαρακτηριστικών των ανθρακικών πετρωμάτων των περιοχών Κουτσοχέρου και Μυρών Λάρισας* Διατριβή Ειδίκευσης, Θεσσαλονίκη, σελ.8
- **Παναγόπουλος Γ.** (2007): *Προτάσεις γεωτρητικού προγράμματος σε ενεργό λατομικό χώρο με χρήση χωρικών γεωλογικών στοιχείων*.- Μεταπτυχιακή Διατριβή, Τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά

- **Ρόζος Θ.** (2013): *Τεκτονική Ανάλυση και Κινηματική στις περιοχές Λίνδου και Αρχαγγέλου, Ανατ. Ρόδος*, Πτυχιακή Εργασία, Ρόδος, σελ. 3-9
- **Κοκκάλας Σ.** (2000): *Γεωδυναμική Εξέλιξη του ΝΑ Τμήματος του Ελληνικού Τόξου*, Διδακτορική Διατριβή, Πάτρα
- **Τσιραμπίδης Α.** (2008): *Τα ελληνικά μάρμαρα και άλλα διακοσμητικά πετρώματα*, σελ. 207-210
- **Χατζηπέτρου Α.** (2008): *Ανάπλαση του λατομείου Νικόλας στην θέση Έμπωνα του δήμου Αταβύρου*, Πτυχιακή Εργασία, Ηράκλειο, σελ. (48-53)
- **Χρηστίδης, Γ.** (2009) : *Αξιολόγηση Βιομηχανικών Ορυκτών*. Πολυτεχνιακές Σημειώσεις, Πολυτεχνείο Κρήτης

ΛΙΕΘΝΗΣ

- **Allerton S.** (1998): *Geometry and kinematics of vertical-axis rotations in fold and thrust belts*. *Tectonophysics* **299**, 15-30.
- **Aubouin J. & Dercourt J.** (1970): *Sur la geologie de l' Egee: regard sur le Dodecanese meridional, Kasos, Karpathos, Rhodes*. *Bull. De la Soc. Geol. De France*, Ser. 7 , vol :455-472
- **Barrier E., Muller C , Angelier J.** (1979): *Sur l'importance du Quaternaire ancien marin dans l'ile de Karpathos (Arc Egeen, Grece) et ses implications tectoniques*. *C R Som Soc Geol France* 5, 198-201.
- **Davidson-Monett J.** (1974): *Contribution a l'etude géologique de l'arc egeen: Γ ile de Karpathos (Dodecanese meridional, Grece)*. *These 3e cycle. Trav. Dept Geol Paris*.
- **Gable, C. W., Trease, H., and Cherry, T.** (1996): *Geological Applications of Automatic Grid Generation Tools for Finite Elements Applied to Porous Flow Modeling*. In *Numerical Grid Generation in Computational Fluid Dynamics and Related Fields*, Soni, B. K., Thompson, J. F., Hausser, H., Eiseman, P. R. (Editors), Engineering Research Center, Mississippi State Univ. Press
- **Hinze, C., Sobisch, H. G., H-H, V.** (1999): *Spatial modeling in geology and its practical use*, *Mathematische Geologie*, 4, p 51-60.
- **Kessler, H., Turner, A. K., Culshaw, M. G., Royce, K. R.** (2008): *Unlocking the potential of 3D geological subsurface models for geotechnical engineers*, British Geological Survey (NERC), Proceedings, II European Conference of International Association for Engineering Geology, Madrid, p 8.
- **Kessler, H., Mathers, S., Sobisch, H. G.** (2009): *The Capture and dissemination of integrated 3D geospatial knowledge at the British Geological Survey using GSI3D software and methodology*. *Computers & Geosciences* 35, p 1311- 1321

- **Kessler, H., Mathers, S. J., Keefer, D. A., Berg, R. C.** (2011): *Chapter 4: Common 3-D Mapping and Modeling Software Packages, p 13-16. In: Synopsis of current three-dimensional geological mapping and modeling in Geological Survey Organizations, Berg, R. C., Mathers, S. J., Kessler, H., Keefer, D. A. (Editors), Circular 578, Illinois State Geological Survey.*
- **Keefer, D. A., Kessler, H., Cave, M., Mathers, S. J.** (2011): *Chapter 2: Major Mapping and Modeling Issues, p 6-11. In: Synopsis of current threedimensional geological mapping and modeling in Geological Survey Organizations, Berg, R. C., Mathers, S. J., Kessler, H., Keefer, D. A. (Editors), Circular 578, Illinois State Geological Survey.*
- **Mallet, J. L.** (2002): *Geomodeling.* Oxford University Press, New York. p 599.
- **Mallett, J. L.** (1992): *GOCAD: a computer aided design program for geological applications. In: Three-dimensional Modeling with Geoscientific Information Systems, Turner, A. K. (Editor), Kluwer, London. p 123-141.*
- **Mutti E., Orombelli G., Pozzi R.** (1970): *Geological studies of the Dodecanese Islands (Aegean Sea)-Geological map of the Island of Rhodes and explanatory notes. Ann Geol Pays Hell 22: 77-226*
- **Royse, K. R., Rutter, H. K., Entwisle, D. C.** (2009): *Property attribution of 3D geological models in the thames gateway: new ways of visualizing geoscientific information, Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 68, p 1-16.*

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- <http://www.rhodes.gr>
- <http://mankap.blogspot.gr/2008/01/blog-post.html> Ζώνη Ωλονού – Πίνδου
- <http://labtect.geol.uoa.gr/pages/fountoulis/bgeology.htm>
- www.geo.auth.gr/ege2004/articles/IM20_394pdf

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Π.1.ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΥ ΣΕ ΔΗΜΟΣΙΑ ΕΡΓΑ ΤΗΣ ΝΗΣΟΥ ΡΟΔΟΥ

Κωδ ικός Εργ ου	ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΟΥ	ΚΛΕΙΔΙ ΤΙΤΛΟΥ	ΠΡΟΥ ΠΟΛΟ Γ.	ΥΠΗΡΕΣΙ Α	ΕΠΙΒΛΕ ΨΗ	ΑΝΑ ΔΟΧ ΟΣ	ΔΗΜΟ ΠΡΑΣΙ Α	ΣΥΜΦ ΩΝΗΤ.	ΠΡΟΘ ΕΣΜΙΑ
17 4	ΑΣΦΑΛΤΟΣΤΡΩ ΣΕΙΣ ΣΤΟ Δ.Δ. ΕΜΠΩΝΑΣ	ΕΜΠΩΝ Α 125	152,000	ΔΗΜΟΣ ΑΤΑΒΥΡΟΥ	ΚΑΡΑΓΙΑ ΝΝΗ ΔΕΣΠΟΙΝ Α	ΝΙΚΟ Σ Β.Α.Τ. Α.Ε.	14 - 10 - 2010	16 - 12 - 2010	50
17 3	ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΕΠΑΡΧΙΑΚΗΣ ΟΔΟΥ ΜΑΛΩΝΑ - ΠΛΑΤΑΝΙΑ (Β' ΦΑΣΗ)	ΜΑΛΩΝ Α	3,350,00 0	ΝΟΜΑΡΧΙ Α	ΦΛΑΓΚΟ Σ ΙΩΑΝΝΗ Σ	ΣΤΗΡΙ ΞΗ ΤΕΧΝΙ ΚΗ Α.Ε.	20 - 04 - 2010	31 - 12 - 2010	400
17 2	ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΟΔΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΔΥΤΙΚΟΥ ΑΞΟΝΑ ΝΗΣΟΥ ΡΟΔΟΥ (2.010)	ΔΥΤΙΚΟ Σ 2010	1,010,00 0	ΝΟΜΑΡΧΙ Α	ΣΑΜΠΑ ΛΟΥ ΑΡΓΥΡΩ	ΝΙΚΟ Σ Β.Α.Τ. Α.Ε.			
17 1	Ασφαλτόστρωση - Συντήρηση Τμήματος Δημοτικού Οδικού Δικτύου Τοπικού Διαμερίσματος ΣΟΡΩΝΗΣ του Δήμου ΚΑΜΕΙΡΟΥ Ν.ΔΩΔΕΚΑΝΗΣ ΟΥ	ΣΟΡΩΝ Η 250	250,000	ΝΟΜΑΡΧΙ Α	ΠΑΠΑΪΩ ΑΝΝΟΥ ΓΙΑΝΝΗ Σ	ΝΙΚΟ Σ Β.Α.Τ. Α.Ε.	01 - 09 - 2009	20 - 11 - 2009	90
17 0 - 1Σ	1η Σ.Σ. Τον έργου : "ΒΕΛΤΙΩΣΗ	ΔΥΤΙΚΟ Σ ΑΞΟΝΑ		ΝΟΜΑΡΧΙ Α	ΣΑΜΠΑ ΛΟΥ	ΣΤΗΡΙ ΞΗ ΤΕΧΝΙ			

Σ	ΟΔΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΔΥΤΙΚΟΥ ΑΞΟΝΑ ΝΗΣΟΥ ΡΟΔΟΥ"	Σ - 1η ΣΣ			ΑΡΓΥΡΩ	ΚΗ Α.Ε.			
170	ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΟΔΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΔΥΤΙΚΟΥ ΑΞΟΝΑ ΝΗΣΟΥ ΡΟΔΟΥ	ΔΥΤΙΚΟ Σ ΑΞΟΝΑ Σ	950,000	ΝΟΜΑΡΧΙΑ	ΣΑΜΠΑΛΟΥ ΑΡΓΥΡΩ	ΣΤΗΡΙΞΗ ΤΕΧΝΙΚΗ Α.Ε.	11 - 08 - 2009	03 - 11 - 2009	365
169 - 1Σ	1η Σ.Σ. του έργου : " ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΕΠΑΡΧΙΑΚΟΥ ΟΔΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΡΟΔΟΥ 2.008 "	ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ 2008 - 1η ΣΣ	234,071	ΝΟΜΑΡΧΙΑ	ΚΟΥΡΚΟΥΛΗΣ ΠΕΤΡΟΣ	ΝΙΚΟΣ Β.Α.Τ. Α.Ε.			
169	ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΕΠΑΡΧΙΑΚΟΥ ΟΔΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΡΟΔΟΥ 2.008	ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ 2008		ΝΟΜΑΡΧΙΑ	ΚΟΥΡΚΟΥΛΗΣ ΠΕΤΡΟΣ	ΝΙΚΟΣ Β.Α.Τ. Α.Ε.			
168	ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΕΠΑΡΧΙΑΚΗΣ ΟΔΟΥ ΚΡΗΤΗΝΙΑ - ΣΙΑΝΝΑ (ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΟΥΓΚΑΣ) Β' ΦΑΣΗ	ΠΟΥΓΚΑΣ Β' ΦΑΣΗ		ΝΟΜΑΡΧΙΑ	ΠΑΠΑΪΩΑΝΝΟΥ ΓΙΑΝΝΗΣ	ΝΙΚΟΣ Β.Α.Τ. Α.Ε.			33
167	ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΔΡΟΜΩΝ ΣΤΑ ΤΟΠΙΚΑ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΑ Δ. ΚΑΜΕΙΡΟΥ	ΜΠΟΚΟΣ		ΔΗΜΟΣ ΚΑΜΕΙΡΟΥ	ΛΑΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ	ΜΠΟΚΟΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ			
166	Ασφαλτοστρώσεις στο Δ.Δ. ΕΜΠΩΝΑΣ	ΕΜΠΩΝΑΣ 110	110,401	ΔΗΜΟΣ ΑΤΑΒΥΡΟΥ	ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗ ΔΕΣΠΟΙΝΑ	ΠΑΠΑΝΔΡΕΟΥ-ΚΡΟΚΙΔΑΣ	08 - 01 - 2008	18 - 04 - 2008	150
165	Βελτίωση Αγροτικού Δρόμου Δ.Δ. ΣΙΑΝΝΩΝ προς ΦΡΑΓΜΑ	ΦΡΑΓΜΑ	1,075,082	ΔΗΜΟΣ ΑΤΑΒΥΡΟΥ	ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗ ΔΕΣΠΟΙΝΑ	ΝΙΚΟΣ Β.Α.Τ. Α.Ε.	13 - 11 - 2007	05 - 05 - 2008	245
164 - 1Σ	1η Σ.Σ. του έργου "Βελτίωση Δρόμου ΑΓΙΟΣ ΙΣΙΔΩΡΟΣ -	ΠΡΟΦΙΛΙΑ - 1η ΣΣ	441,816	ΔΗΜΟΣ ΑΤΑΒΥΡΟΥ	ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗ ΔΕΣΠΟΙΝΑ	ΝΙΚΟΣ Β.Α.Τ.	06 - 11 - 2007	09 - 12 - 2008	60

Σ	ΠΡΟΦΙΛΙΑ"				Α	Α.Ε.			
164	Βελτίωση Δρόμου ΑΓΙΟΣ ΙΣΙΔΩΡΟΣ - ΠΡΟΦΙΛΙΑ	ΠΡΟΦΙΛΙΑ	889,310	ΔΗΜΟΣ ΑΤΑΒΥΡΟΥ	ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗ ΔΕΣΠΟΙΝΑ	ΝΙΚΟΣ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	06 - 11 - 2007	05 - 05 - 2008	153
163	Ανάδειξη περιοχής ΝΥΜΦΗΣ Σαλάκου.	ΝΥΜΦΗ	365,343	ΔΗΜΟΣ ΚΑΜΕΙΡΟΥ	ΛΑΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ	ΝΙΚΟΣ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	31 - 07 - 2007	07 - 11 - 2007	305
162	Συντήρηση Δημοτικών Δρόμων Δήμου ΑΤΑΒΥΡΟΥ	ΑΤΑΒΥΡΟΣ 74	74,054	ΔΗΜΟΣ ΑΤΑΒΥΡΟΥ	ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗ ΔΕΣΠΟΙΝΑ	ΠΕΡΣΕΛΗΣ ΚΩΣΤΑΣ	28 - 08 - 2007	17 - 10 - 2007	270
161	Ασφαλτόστρωση Δρόμων στο Δ.Δ. ΜΟΝΟΛΙΘΟΥ	ΜΟΝΟΛΙΘΟΣ 45	45,539	ΔΗΜΟΣ ΑΤΑΒΥΡΟΥ	ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗ ΔΕΣΠΟΙΝΑ	ΜΑΣΤΡΟΓΙΑΝΝΑΚΗΣ ΓΙΑΝΝΗΣ	21 - 08 - 2007	26 - 10 - 2007	60
160	Συντήρηση Επαρχιακού Οδικού Δικτύου Νήσου Ρόδου	ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ Δ	900,000	ΝΟΜΑΡΧΙΑ	ΤΣΙΛΙΜΑΝΤΟΣ ΒΑΣΙΛΗΣ	ΝΙΚΟΣ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	10 - 07 - 2007	10 - 09 - 2007	240
159	Διαπλάτυνση Επαρχιακής Οδού ΚΡΗΤΗΝΙΑ-ΣΙΑΝΝΑ (Περιοχή ΠΟΥΓΚΑΣ)	ΠΟΥΓΚΑΣ	960,000	ΝΟΜΑΡΧΙΑ	ΠΑΠΑΪΩΑΝΝΟΥ ΓΙΑΝΝΗΣ	ΝΙΚΟΣ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	28 - 06 - 2007	06 - 09 - 2007	240
158 - 15Σ	1η Σ.Σ. του έργου : Επείγουσες παρεμβάσεις στο χερσαίο χώρο της ΑΚΑΝΤΙΑΣ	ΑΚΑΝΤΙΑ Α - 1η ΣΣ	21,500	ΛΙΜΕΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ Ν. ΡΟΔΟΥ	ΦΙΛΛΙΠΟΥ ΦΙΛΛΙΠΟΣ	ΝΙΚΟΣ Β.Λ.Τ. Α.Ε.			
158	Επείγουσες παρεμβάσεις στο χερσαίο χώρο της ΑΚΑΝΤΙΑΣ	ΑΚΑΝΤΙΑ Α	108,000	ΛΙΜΕΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ Ν. ΡΟΔΟΥ	ΔΕΛΗΓΙΑΝΝΗ ΜΑΡΙΚΑ	ΝΙΚΟΣ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	22 - 02 - 2007	27 - 04 - 2007	60
157	Βελτίωση - Ασφαλτόστρωση δρόμων πόλεως & περιοχής Ιαλυσού.	ΙΑΛΥΣΟΣ 580	580,000	ΔΗΜΟΣ ΙΑΛΥΣΟΥ	ΜΕΤΑΞΩΤΟΣ ΝΙΚΟΣ	ΝΙΚΟΣ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	06 - 02 - 2007	11 - 05 - 2007	120
156	Ασφαλτοστρώσεις Δημοτικών Δρόμων Δήμου ΚΑΜΕΙΡΟΥ	ΚΑΜΕΙΡΟΣ	504,539	ΔΗΜΟΣ ΚΑΜΕΙΡΟΥ	ΛΑΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ	ΝΙΚΟΣ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	14 - 11 - 2006	01 - 05 - 2007	90
155	ΑΣΦΑΛΤΟΣΤΡΩΣΗ ΑΥΛΕΙΟΥ ΧΩΡΟΥ	ΣΧΟΛΕΙΟ	11,112	ΔΗΜΟΣ ΚΑΜΕΙΡΟΥ	ΛΑΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ	ΜΑΣΤΡΟΓΙΑΝΝΑΚΗΣ	Ανάθεση	09 - 03 - 2007	60

	ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΔΙΜΥΛΙΑΣ			Υ	Σ	ΗΣ ΓΙΑΝΝ ΗΣ			
15 4	Κατασκευή Τοιχίου στο δρόμο ΠΛΑΤΑΝΙΑ- ΑΠΟΛΛΩΝΑ (Περιοχή ΑΓΙΟΣ ΠΕΤΡΟΣ)	ΤΟΙΧΙΟ	13,860	NOMAPX A	ΔΗΜΗΤΡ ΑΚΗΣ ΜΑΝΩΛ ΗΣ	ΜΑΣΤ ΡΟΓΙΑ ΝΝΑΚ ΗΣ ΓΙΑΝΝ ΗΣ	03 - 11 - 2006	28 - 12 - 2006	31
15 3	Επισκευή Δημοτικών Οδών - Παρόδων και Αγροτικών Οδών.	ΙΑΛΥΣΟ Σ 156	156,238	ΔΗΜΟΣ ΙΑΛΥΣΟΥ	ΜΑΓΡΙΠ ΛΗΣ ΜΑΝΩΛ ΗΣ	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	18 - 09 - 2006	26 - 10 - 2006	92
15 2	Ασφαλτόστρωση από Κεντρικό Δρόμο ΜΟΝΟΛΙΘΟΥ προς ΚΥΜΙΣΑΛΑ	ΚΥΜΙΣ ΑΛΑ	611,566	ΔΗΜΟΣ ΑΤΑΒΥΡΟ Υ	ΚΑΡΑΓΙΑ ΝΝΗ ΔΕΣΠΟΙΝ Α	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	22 - 06 - 2006	19 - 09 - 2006	150
15 1	Βελτίωση - συντήρηση επαρχιακού οδικού δικτύου Νήσου Ρόδου	ΣΥΝΤΗΡ ΗΣΗ_Γ	950,000	NOMAPX A	ΤΣΙΛΙΜΑ ΝΤΟΣ ΒΑΣΙΛΗΣ	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	10 - 04 - 2006	08 - 05 - 2006	184
15 0	Ασφαλτόστρωση Δημοτικών Διαμερισμάτων Ετους 2.005	ΝΟΤΙΑ ΡΟΔΟΣ 2005	90,000	ΔΗΜΟΣ ΝΟΤΙΑΣ ΡΟΔΟΥ	ΦΕΪΖΙΔΗ Σ ΠΑΝΤΕΛ ΗΣ	ΘΕΟΥ ΛΑΚΗ ΜΑΡΙ Α	12 - 01 - 2006	17 - 04 - 2006	90
14 9	Βελτίωση Επαρχιακής οδού ΑΓΡΟΣ - ΣΙΑΝΝΑ	ΑΓΡΟΣ	465,000	NOMAPX A	ΤΣΙΛΙΜΑ ΝΤΟΣ ΒΑΣΙΛΗΣ	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	30 - 01 - 2006	04 - 05 - 2006	184
14 8 - 1Σ Σ	1η Σ.Σ. του έργου "Βελτίωση επαρχιακής οδού από διασταύρωση επαρχιακής οδού Κρητηνία - Σιάννα προς Έμπωνα"	ΚΡΗΤΗ ΝΙΑ - 1η Σ.Σ.	258,013	NOMAPX A	ΚΟΥΡΚΟ ΥΛΗΣ ΠΕΤΡΟΣ	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	19 - 01 - 2006	14 - 07 - 2006	90
14 8	Βελτίωση επαρχιακής οδού από διασταύρωση επαρχιακής οδού Κρητηνία - Σιάννα προς Έμπωνα	ΚΡΗΤΗ ΝΙΑ	510,000	NOMAPX A	ΚΟΥΡΚΟ ΥΛΗΣ ΠΕΤΡΟΣ	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	19 - 01 - 2006	14 - 03 - 2006	180
14 7	Βελτίωση δρόμου Δαματριά προς Καλαμώνα	ΚΑΛΑΜ ΩΝΑ	66,000	NOMAPX A	ΔΗΜΟΥ ΑΓΓΕΛΙΚ Η	ΘΕΟΥ ΛΑΚΗ ΜΑΡΙ Α	05 - 09 - 2005	19 - 10 - 2005	45

14 6	Μετατόπιση - αντικατάσταση αγωγού μεταφοράς ύδατος από πηγή αρταμίτη στο αντλιοστάσιο σπηλιάδων Δ.Δ. Έμπωνας	ΑΡΤΑΜΙ ΤΗΣ	335,000	ΝΟΜΑΡΧΙ Α	ΠΑΠΑΓΕ ΩΡΓΙΟΥ ΝΙΚΟΣ	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	30 - 06 - 2005	14 - 10 - 2005	150
14 5 - 1Σ Σ	1η Σ.Σ. του έργου "Ασφαλτοστρωση δρομων Δ.Δ. Ιαλυσου"	ΙΑΛΥΣΟ Σ - ΑΣΦΑΛ ΤΙΚΑ - 1η Σ.Σ.	188,656	ΔΗΜΟΣ ΙΑΛΥΣΟΥ	ΜΕΤΑΞΩ ΤΟΣ ΝΙΚΟΣ	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	27 - 06 - 2005	04 - 08 - 2006	45
14 5	Ασφαλτοστρωση δρομων Δ.Δ. Ιαλυσου	ΙΑΛΥΣΟ Σ - ΑΣΦΑΛ ΤΙΚΑ	350,000	ΔΗΜΟΣ ΙΑΛΥΣΟΥ	ΜΕΤΑΞΩ ΤΟΣ ΝΙΚΟΣ	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	27 - 06 - 2005	19 - 07 - 2005	90
14 4	Συντήρηση Επαρχιακού Οδικού Δικτύου Νήσου Ρόδου.	ΣΥΝΤΗΡ ΗΣΗ_B	195,000	ΝΟΜΑΡΧΙ Α	ΑΚΡΙΔΗ ΓΕΩΡΓΙΑ	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	09 - 06 - 2005	15 - 07 - 2005	90
14 3	Ασφαλτόστρωση - συντήρηση οδού από διακλάδωση Σορωνής - Διμυλιά προς Σάλακο	ΔΙΜΥΛΙ Α_3	440,000	ΝΟΜΑΡΧΙ Α	ΠΑΠΑΓΕ ΩΡΓΙΟΥ ΝΙΚΟΣ	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	02 - 06 - 2005	18 - 07 - 2005	90
14 2	Ασφαλτόστρωση δρόμων Δ.Δ. ΑΓΙΟΥ ΙΣΙΔΩΡΟΥ	ΑΓ. ΙΣΙΔΩΡΟ Σ	48,160	ΔΗΜΟΣ ΑΤΑΒΥΡΟ Υ	ΚΑΡΑΓΙΑ ΝΝΗ ΔΕΣΠΟΙΝ Α	ΜΑΣΤ ΡΟΓΙΑ ΝΝΑΚ ΗΣ ΓΙΑΝΝ ΗΣ	XXX	XXX	XXX
14 1	Ασφαλτόστρωση δρόμων στο Δ.Δ. ΕΜΠΩΝΑΣ	ΕΜΠΩΝ Α	38,500	ΔΗΜΟΣ ΑΤΑΒΥΡΟ Υ	ΚΑΡΑΓΙΑ ΝΝΗ ΔΕΣΠΟΙΝ Α	ΜΑΣΤ ΡΟΓΙΑ ΝΝΑΚ ΗΣ ΓΙΑΝΝ ΗΣ	XXX	XXX	XXX
14 0	Ασφαλτόστρωση δρόμων οικισμού ΜΑΝΔΡΙΚΟΥ	ΜΑΝΔΡΙ ΚΟ	62,800	ΔΗΜΟΣ ΑΤΑΒΥΡΟ Υ	ΚΑΡΑΓΙΑ ΝΝΗ ΔΕΣΠΟΙΝ Α	ΘΕΟΥ ΛΑΚΗ ΜΑΡΙ Α	XXX	XXX	60
13 9	Ασφαλτόστρωση δρόμων στο Δ.Δ. ΜΟΝΟΛΙΘΟΥ	ΜΟΝΟΛ ΙΘΟΣ	30,000	ΔΗΜΟΣ ΑΤΑΒΥΡΟ Υ	ΚΑΡΑΓΙΑ ΝΝΗ ΔΕΣΠΟΙΝ Α	ΜΑΣΤ ΡΟΓΙΑ ΝΝΑΚ ΗΣ ΓΙΑΝΝ ΗΣ	XXX	XXX	XXX
13 8	Ασφαλτόστρωση δρόμου νέου	ΚΡΕΜΑ ΣΤΗ	11,720	ΔΗΜΟΣ ΠΕΤΑΛΟ	ΔΡΑΚΟΣ ΑΝΤΩΝΗ	ΜΑΣΤ ΡΟΓΙΑ	Ανάθεσ η	17 - 12 - 2004	60

	δημοτικού σχολείου Δ.Δ. ΚΡΕΜΑΣΤΗΣ			ΥΔΩΝ	Σ	ΝΝΑΚ ΗΣ ΓΙΑΝΝ ΗΣ			
13 7	Συντήρηση (Ασφαλτόστρωση) δρόμου προς Ιερά Μονή Παναγιάς Παντάνασσας Δ.Δ. ΣΟΡΩΝΗΣ	ΠΑΝΤΑ ΝΑΣΣΑ	80,000	NOMAPX A	ΣΑΜΠΑ ΛΟΥ ΑΡΓΥΡΩ	ΘΕΟΥ ΛΑΚΗ ΜΑΡΙ Α	04 - 08 - 2004	29 - 09 - 2004	45
13 6	Συντήρηση βασικού οδικού δικτύου Δήμου Ατταβύρου	ΑΜΑΡΤ ΟΣ	100,000	NOMAPX A	ΠΑΠΑΪΩ ΑΝΝΟΥ ΓΙΑΝΝΗ Σ	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	14 - 07 - 2004	21 - 09 - 2004	60
13 5	Ασφαλτόστρωση Τουριστικής Ζώνης	ΤΟΥΡΙΣ ΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	110,000	ΔΗΜΟΣ ΝΟΤΙΑΣ ΡΟΔΟΥ	ΦΕΪΖΙΔΗ Σ ΠΑΝΤΕΛ ΗΣ	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	07 - 03 - 2004	15 - 06 - 2003	180
13 4	Συντηρηση επαρχιακής οδού Ρόδου - Ιαλυσού - Κρεμαστής - Αεροδρομίου	ΑΣΦΑΛ ΤΙΚΑ	200,000	NOMAPX A	ΣΑΜΠΑ ΛΟΥ ΑΡΓΥΡΩ	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	25 - 02 - 2004	21 - 09 - 2004	30
13 3	Αποκατάσταση ζημιών στον επαρχιακό δρόμο ΣΙΑΝΝΑ - ΜΟΝΟΛΙΘΟΣ	ΣΙΑΝΝΑ	154,000	NOMAPX A	ΣΑΡΡΗΣ ΑΛΕΞΑΝ ΔΡΟΣ	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	23 - 05 - 2003	18 - 06 - 2003	30
13 2	Κατασκευή τοιχείων Αντιστήριξης Δ.Δ. ΣΑΛΑΚΟΥ	ΣΑΛΑΚ ΟΣ	10,640	ΔΗΜΟΣ ΚΑΜΕΙΡΟ Υ	ΠΕΡΝΑΡ ΗΣ ΓΙΩΡΓΟΣ	ΜΑΣΤ ΡΟΓΙΑ ΝΝΑΚ ΗΣ ΓΙΑΝΝ ΗΣ	Ανάθεσ η	22 - 03 - 2003	----
13 1 - 2Σ Σ	2η ΣΣ του έργου : Συντήρηση Επαρχιακής Οδού ΑΠΟΛΛΩΝΑ - ΛΑΕΡΜΑ	ΛΑΕΡΜ Α - 2η ΣΣ	249,052	NOMAPX A	ΚΟΥΡΚΟ ΥΛΗΣ ΠΕΤΡΟΣ	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	18 - 09 - 2002	29 - 10 - 2004	80
13 1 - 1Σ Σ	1η ΣΣ του έργου : Συντήρηση Επαρχιακής Οδού ΑΠΟΛΛΩΝΑ - ΛΑΕΡΜΑ	ΛΑΕΡΜ Α - 1η ΣΣ	120,000	NOMAPX A	ΚΟΥΡΚΟ ΥΛΗΣ ΠΕΤΡΟΣ	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	18 - 09 - 2002	03 - 02 - 2004	50
13 1	Συντήρηση Επαρχιακής Οδού ΑΠΟΛΛΩΝΑ - ΛΑΕΡΜΑ	ΛΑΕΡΜ Α	790,000	NOMAPX A	ΚΟΥΡΚΟ ΥΛΗΣ ΠΕΤΡΟΣ	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	18 - 09 - 2002	09 - 06 - 2003	240
13 0 - 1Σ	1η ΣΣ του έργου : Συντήρηση Επαρχιακού	ΣΥΝΤΗΡ ΗΣΗ_A -	114,869	NOMAPX A	ΠΑΠΑΪΩ ΑΝΝΟΥ ΓΙΑΝΝΗ	ΘΕΟΥ ΛΑΚΗ ΜΑΡΙ	30 - 04 - 2003	29 - 07 - 2005	90

Σ	Οδικού Δικτύου ΔΥΤΙΚΗΣ πλευράς Νήσου Ρόδου.	1η ΣΣ			Σ	Α			
130	Συντήρηση Επαρχιακού Οδικού Δικτύου ΔΥΤΙΚΗΣ πλευράς Νήσου Ρόδου.	ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ_Α	300,000	ΝΟΜΑΡΧΙΑ	ΠΑΠΑΪΩΑΝΝΟΥ ΓΙΑΝΝΗΣ	ΘΕΟΥΔΑΚΗ ΜΑΡΙΑ	30 - 04 - 2003	18 - 06 - 2003	730
128	Ασφαλτόστρωση δρόμων εντός οικισμού Δ.Δ. ΚΡΕΜΑΣΤΗΣ	ΚΡΕΜΑΣΤΗ	11,662	ΔΗΜΟΣ ΠΕΤΑΛΟΥΔΩΝ	ΔΡΑΚΟΣ ΑΝΤΩΝΗΣ	ΜΑΣΤΡΟΓΙΑΝΝΑΚΗΣ ΓΙΑΝΝΗΣ	Ανάθεση	02 - 09 - 2002	60
127	Ασφαλτόστρωση δρόμων εντός οικισμού Δ.Δ. ΘΕΟΛΟΓΟΥ	ΘΕΟΛΟΓΟΣ	11,530	ΔΗΜΟΣ ΠΕΤΑΛΟΥΔΩΝ	ΔΡΑΚΟΣ ΑΝΤΩΝΗΣ	ΜΑΣΤΡΟΓΙΑΝΝΑΚΗΣ ΓΙΑΝΝΗΣ	Ανάθεση	02 - 09 - 2002	60
125	Κατασκευή τοιχείων Δ.Δ. ΣΑΛΑΚΟΥ	ΣΑΛΑΚΟΣ	10,072	ΔΗΜΟΣ ΚΑΜΕΙΡΟΥ	ΠΕΡΝΑΡΗΣ ΓΙΩΡΓΟΣ	ΜΑΣΤΡΟΓΙΑΝΝΑΚΗΣ ΓΙΑΝΝΗΣ	Ανάθεση	19 - 11 - 2002	60
124	Ασφαλτόστρωση Δημοτικών Δρόμων Δ.Δ. ΣΟΡΩΝΗΣ	ΣΟΡΩΝΗ	10,270	ΔΗΜΟΣ ΚΑΜΕΙΡΟΥ	ΠΕΡΝΑΡΗΣ ΓΙΩΡΓΟΣ	ΜΑΣΤΡΟΓΙΑΝΝΑΚΗΣ ΓΙΑΝΝΗΣ	Ανάθεση	29 - 11 - 2002	60
123	Ασφαλτοστρωση δημοτικών δρόμων στο Δ.Δ. ΑΡΧΙΠΟΛΗΣ	ΑΡΧΙΠΟΛΗ	81,703	ΔΗΜΟΣ ΑΦΑΝΤΟΥ	ΜΟΣΧΟΥΣ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ	ΘΕΟΥΔΑΚΗ ΜΑΡΙΑ	23 - 03 - 2002	15 - 07 - 2002	120
122	Ασφαλτοστρωση δρόμων στο Δήμο ΠΕΤΑΛΟΥΔΩΝ	ΠΕΤΑΛΟΥΔΕΣ 10	97,610	ΔΗΜΟΣ ΠΕΤΑΛΟΥΔΩΝ	ΠΑΡΟΙΚΑΚΗ ΒΑΣΙΛΙΚΗ	ΜΑΣΤΡΟΓΙΑΝΝΑΚΗΣ ΓΙΑΝΝΗΣ	Αναθέσεις 10	14 - 08 - 2002	----
121	Συντήρηση δρόμου ΙΣΤΡΙΟΥ - διακλάδωση ΒΑΤΙΟΥ	ΙΣΤΡΙΟΣ - ΒΑΤΙ	83,638	ΔΗΜΟΣ ΝΟΤΙΑΣ ΡΟΔΟΥ	ΦΕΪΖΙΔΗΣ ΠΑΝΤΕΛΗΣ	ΝΙΚΟΣ Β.Α.Τ. Α.Ε.	12 - 06 - 2002	29 - 07 - 2002	90
120 - 12Σ	1η ΣΣ του έργου : Ασφαλτόστρωση Επαρχιακής Οδού	ΚΑΤΑΣΚΗΝΩΣΗ - 1ηΣΣ	42,617	ΝΟΜΑΡΧΙΑ	ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΑΚΗΣ ΠΑΝΑΓΙ	ΝΙΚΟΣ Β.Α.Τ. Α.Ε.	31 - 07 - 2002	01 - 12 - 2003	25

	από διακλάδωση επαρχιακής οδού ΣΑΛΑΚΟΥ - Προφήτη ΗΛΙΑ προς κατασκευές				ΩΤΗΣ				
120	Ασφαλτόστρωση Επαρχιακής Οδού από διακλάδωση επαρχιακής οδού ΣΑΛΑΚΟΥ - Προφήτη ΗΛΙΑ προς κατασκευές	ΚΑΤΑΣΚΗΝΩΣΗ	93,636	ΝΟΜΑΡΧΙΑ	ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΑΚΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ	ΝΙΚΟΣ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	31 - 07 - 2002	30 - 09 - 2002	60
119 - 1Σ	1η ΣΣ του έργου : Ασφαλτοστρώσεις Δ.Δ. (Νότιας Ρόδου)	ΝΟΤΙΑ ΡΟΔΟΣ - 1η ΣΣ	90,316	ΔΗΜΟΣ ΝΟΤΙΑΣ ΡΟΔΟΥ	ΦΕΪΖΙΔΗΣ ΠΑΝΤΕΛΗΣ	ΘΕΟΥΛΑΚΗ ΜΑΡΙΑ	21 - 08 - 2002	21 - 10 - 2004	40
119	Ασφαλτοστρώσεις Δ.Δ. (Νότιας Ρόδου)	ΝΟΤΙΑ ΡΟΔΟΣ	173,460	ΔΗΜΟΣ ΝΟΤΙΑΣ ΡΟΔΟΥ	ΦΕΪΖΙΔΗΣ ΠΑΝΤΕΛΗΣ	ΘΕΟΥΛΑΚΗ ΜΑΡΙΑ	21 - 08 - 2002	11 - 11 - 2002	180
118	Ασφαλτόστρωση δρόμων Δ.Δ. ΕΜΠΩΝΑ	ΕΜΠΩΝΑ	27,174	ΔΗΜΟΣ ΑΤΑΒΥΡΟΥ	ΖΑΓΟΡΙΑΝΟΣ ΚΩΣΤΑΣ	ΜΑΣΤΡΟΓΙΑΝΝΑΚΗΣ ΓΙΑΝΝΗΣ	24 - 07 - 2002	26 - 08 - 2002	30
117	Αποκατάσταση καθιζήσεων στον αύλειο χώρο του σχολείου Έμπωνας Ρόδου	ΣΧΟΛΕΙΟ ΕΜΠΩΝΑΣ	20,014	ΝΟΜΑΡΧΙΑ	ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ ΝΙΚΟΣ	ΜΑΣΤΡΟΓΙΑΝΝΑΚΗΣ ΓΙΑΝΝΗΣ	24 - 04 - 2002	26 - 07 - 2002	----
116	Ασφαλτόστρωση Δρομίσκων Κοιμητηρίου	ΚΟΙΜΗΤΗΡΙΟ ΙΑΛΥΣΟΥ	9,582	ΔΗΜΟΣ ΙΑΛΥΣΟΥ	ΜΑΓΡΙΠΛΗΣ ΜΑΝΩΛΗΣ	ΜΑΣΤΡΟΓΙΑΝΝΑΚΗΣ ΓΙΑΝΝΗΣ	Ανάθεση	08 - 05 - 2002	30
115	Ασφαλτοστρώσεις ΚΡΗΤΗΝΙΑΣ	ΚΡΗΤΗΝΙΑ	106,735	ΔΗΜΟΣ ΑΤΑΒΥΡΟΥ	ΖΑΓΟΡΙΑΝΟΣ ΚΩΣΤΑΣ	ΣΤΕΦΑΝΟΥ ΑΓΑΠΗΤΟΣ	14 - 02 - 2002	03 - 06 - 2002	120
114	Αντιπλημμυρική προστασία οικισμού ΜΑΝΔΡΙΚΟΥ	ΣΑΒΒΑΣ	23,828	ΝΟΜΑΡΧΙΑ	ΤΣΙΛΙΜΑΝΤΟΣ ΒΑΣΙΛΗΣ	ΓΕΡΑΒΕΛΗΣ ΣΑΒΒΑΣ	05 - 01 - 1996	07 - 05 - 1996	----
113	Ασφαλτοστρώσεις δρόμων εντός	ΦΑΝΕΣ	99,633	ΔΗΜΟΣ ΚΑΜΕΙΡΟ	ΘΕΟΥΛΑΚΗΣ	ΘΕΟΥΛΑΚΗΣ	12 - 01 - 2000	19 - 04 - 2000	180

	οικισμού Δ.Δ. ΦΑΝΩΝ			Υ	ΠΑΥΛΟΣ	ΜΑΡΙ Α			
11 2 - 1Σ Σ	1η ΣΣ του έργου : Συντήρηση οδού από διακλάδωση Βάτι - Απολακκιά προς Προφύλια - Ιστριο - διακλάδωση Αρνίθας	ΠΡΟΦΥ ΛΙΑ- ΙΣΤΡΙΟΣ 1ηΣΣ	33,365	NOMAPX I A	ΠΑΠΑΓΕ ΩΡΓΙΟΥ ΝΙΚΟΣ	ΘΕΟΥ ΛΑΚΗ ΜΑΡΙ Α	24 - 10 - 2001	----	----
11 2	Συντήρηση οδού από διακλάδωση Βάτι - Απολακκιά προς Προφύλια - Ιστριο - διακλάδωση Αρνίθας	ΠΡΟΦΥ ΛΙΑ- ΙΣΤΡΙΟΣ	85,399	NOMAPX I A	ΠΑΠΑΓΕ ΩΡΓΙΟΥ ΝΙΚΟΣ	ΘΕΟΥ ΛΑΚΗ ΜΑΡΙ Α	24 - 10 - 2001	28 - 02 - 2002	----
11 1 - 1Σ Σ	1η ΣΣ του έργου : Ολοκλήρωση επαρχιακής Οδού ΛΑΕΡΜΑ - ΘΑΡΡΙ 1ηΣΣ	ΛΑΕΡΜ Α- ΘΑΡΡΙ 1ηΣΣ	51,359	NOMAPX I A	ΔΗΜΗΤΡ ΑΚΗΣ ΜΑΝΩΛ ΗΣ	ΘΕΟΥ ΛΑΚΗ ΜΑΡΙ Α	17 - 04 - 2002	2711-2	----
11 1	Ολοκλήρωση επαρχιακής Οδού ΛΑΕΡΜΑ - ΘΑΡΡΙ	ΛΑΕΡΜ Α- ΘΑΡΡΙ	107,775	NOMAPX I A	ΔΗΜΗΤΡ ΑΚΗΣ ΜΑΝΩΛ ΗΣ	ΘΕΟΥ ΛΑΚΗ ΜΑΡΙ Α	17 - 04 - 2002	05 - 06 - 2002	----
11 0	Ασφαλτόστρωση Δημοτικών Δρόμων Δ.Δ. ΣΑΛΑΚΟΥ	ΣΑΛΑΚ ΟΣ	39,291	ΔΗΜΟΣ ΚΑΜΕΙΡΟ Υ	ΠΕΡΝΑΡ ΗΣ ΓΙΩΡΓΟΣ	ΘΕΟΥ ΛΑΚΗ ΜΑΡΙ Α	03 - 04 - 2002	27 - 05 - 2002	60
10 9	Ασφαλτοστρώσει ς Δρόμων στο Δ.Δ. ΚΑΛΑΒΑΡΔΩΝ	ΚΑΛΑΒ ΑΡΔΑ	23,653	ΔΗΜΟΣ ΚΑΜΕΙΡΟ Υ	ΠΕΡΝΑΡ ΗΣ ΓΙΩΡΓΟΣ	ΜΑΣΤ ΡΟΓΙΑ ΝΝΑΚ ΗΣ ΓΙΑΝΝ ΗΣ	10 - 04 - 2002	27 - 05 - 2002	60
10 8	Ασφαλτοστρώσει ς Δρόμων στο Δ.Δ. ΜΟΝΟΛΙΘΟΥ	ΜΟΝΟΛ ΙΘΟΣ	56,999	ΔΗΜΟΣ ΑΤΑΒΥΡΟ Υ	ΦΩΤΙΟΥ ΑΝΑΣΤΑ ΣΙΟΣ	ΘΕΟΥ ΛΑΚΗ ΜΑΡΙ Α	21 - 09 - 2001	23 - 01 - 2002	60
10 7	Ασφαλτόστρωση οδού 28ης Οκτωβρίου στο Δ.Δ. ΜΑΣΣΑΡΩΝ	ΜΑΣΣΑ ΡΙ	24,604	ΔΗΜΟΣ ΑΡΧΑΓΓΕ ΛΟΥ	ΜΠΕΚΙΑ ΡΗΣ ΑΛΕΚΟΣ	ΜΑΣΤ ΡΟΓΙΑ ΝΝΑΚ ΗΣ ΓΙΑΝΝ ΗΣ	21 - 12 - 2001	22 - 03 - 2002	45
10 6	Ασφαλτόστρωση Δημοτικών Δρόμων Δ.Δ. ΣΟΡΩΝΗΣ	ΣΟΡΩΝ Η	29,678	ΔΗΜΟΣ ΚΑΜΕΙΡΟ Υ	ΠΕΡΝΑΡ ΗΣ ΓΙΩΡΓΟΣ	ΘΕΟΥ ΛΑΚΗ ΜΑΡΙ Α	31 - 05 - 2001	11 - 10 - 2001	60
10	Ασφαλτοστρώσει ς Δρόμων εντός	ΚΑΛΑΒ	16,414	ΔΗΜΟΣ ΚΑΜΕΙΡΟ	ΘΕΟΥΛΑ ΚΗΣ	ΜΑΣΤ ΡΟΓΙΑ	16 - 08 -	20 - 11 -	90

5	Οικισμού στο Δ.Δ. ΚΑΛΑΒΑΡΔΩΝ	ΑΡΔΑ		Υ	ΠΑΥΛΟΣ	ΝΝΑΚ ΗΣ ΓΙΑΝΝ ΗΣ	2000	2000	
104	Κατασκευή Τεχνικών έργων στην Επαρχιακή Οδό ΣΑΛΑΚΟΣ - ΕΜΠΩΝΑ.	ΣΑΛΑΚ ΟΣ - ΕΜΠΩΝ Α	17,055	NOMAPXIA	ΔΗΜΗΤΡ ΑΚΗΣ ΜΑΝΩΛ ΗΣ	ΛΙΝΑΡ ΔΟΣ ΣΤΑΜ ΑΤΗΣ	18 - 12 - 2000	12 - 03 - 2001	30
103 - 1Σ	1η ΣΣ του έργου : Βελτίωση βατότητας οδού ΛΑΕΡΜΑ - ΘΑΡΡΙ	ΛΑΕΡΜ Α- ΘΑΡΡΙ 1η ΣΣ	19,884	NOMAPXIA	ΔΗΜΗΤΡ ΑΚΗΣ ΜΑΝΩΛ ΗΣ	ΘΕΟΥ ΛΑΚΗ ΜΑΡΙ Α	20 - 11 - 2000	10 - 09 - 2001	----
103	Βελτίωση βατότητας οδού ΛΑΕΡΜΑ - ΘΑΡΡΙ	ΛΑΕΡΜ Α- ΘΑΡΡΙ	39,768	NOMAPXIA	ΔΗΜΗΤΡ ΑΚΗΣ ΜΑΝΩΛ ΗΣ	ΘΕΟΥ ΛΑΚΗ ΜΑΡΙ Α	20 - 11 - 2000	25 - 04 - 2001	----
102	Ολοκλήρωση οδού ΑΠΟΛΛΩΝΑ - ΠΡΟΦΗΤΗ ΗΛΙΑ. (Β' Φάση)	ΑΠΟΛΛ ΩΝΑ - ΠΡΟΦ. ΗΛΙΑΣ	226,832	NOMAPXIA	ΖΟΥΜΠ ΑΣ ΑΝΤΩΝΗ Σ	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	28 - 05 - 2001	20 - 08 - 2001	150
101	Μεταφορά νερού από δεξαμενή ΣΠΕΡΒΕΡΑ προς δεξαμενή ΑΓΓΟΥΡΑ. ΕΜΠΩΝΑΣ	ΣΠΕΡΒΕ ΡΑ	301,112	ΔΗΜΟΣ ΑΤΑΒΥΡΟ Υ	ΖΑΓΟΡΙΑ ΝΟΣ ΚΩΣΤΑΣ	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	11 - 05 - 2001	03 - 07 - 2001	180
100	Ασφαλτόστρωση οδού στην περιοχή Αμπέλες Δ.Δ ΘΕΟΛΟΓΟΥ	ΑΜΠΕΛ ΕΣ	9,100	ΔΗΜΟΣ ΠΕΤΑΛΟ ΥΔΩΝ	ΘΕΟΥΛΑ ΚΗΣ ΠΑΥΛΟΣ	ΜΑΣΤ ΡΟΓΙΑ ΝΝΑΚ ΗΣ ΓΙΑΝΝ ΗΣ	Ανάθεσ η	20 - 09 - 1999	30
99	Επέκταση ασφαλτόστρωσης δρόμου Γλυφάδας προς Λιμάνι.	ΓΛΥΦΑ ΔΑ_2	11,600	ΔΗΜΟΣ ΑΤΑΒΥΡΟ Υ	ΘΕΟΥΛΑ ΚΗΣ ΠΑΥΛΟΣ	ΜΑΣΤ ΡΟΓΙΑ ΝΝΑΚ ΗΣ ΓΙΑΝΝ ΗΣ	Ανάθεσ η	23 - 11 - 2000	----
98	Ασφαλτοστρώσει ς και επέκταση δικτύου ύδρευσης στο Δ.Δ. Θεολόγου.	ΓΡΥΛΛ ΗΣ	30,000	ΔΗΜΟΣ ΠΕΤΑΛΟ ΥΔΩΝ	ΖΑΠΡΑΪΔ ΟΥ ΜΑΡΙΑ	ΓΡΥΛ ΛΗΣ ΙΑΚΩ ΒΟΣ	18 - 02 - 2000	07 - 04 - 2000	----
97	Ασφαλτοστρώσει ς στο Δ.Δ. ΜΑΡΙΤΣΩΝ	ΜΑΡΙΤΣ Α	47,789	ΔΗΜΟΣ ΠΕΤΑΛΟ ΥΔΩΝ	ΜΑΡΙΑΣ ΜΑΝΩΛ ΗΣ	ΘΕΟΥ ΛΑΚΗ ΜΑΡΙ Α	14 - 02 - 2000	20 - 04 - 2000	----
96	Ασφαλτόστρωση Αυλίου χώρου	ΤΣΑΤΤΑ	22,329	NOMAPXIA	ΤΣΙΛΙΜΑ ΝΤΟΣ	ΤΣΑΤ ΤΑΛΙ	18 - 09 -	08 - 09 -	----

	στο Δημοτικό Σχολείο ΣΑΛΑΚΟΥ	ΛΙΟΣ		A	ΒΑΣΙΛΗΣ	ΟΣ ΜΙΧΑΛΗΣ	1998	1999	
95	Ασφαλτοστρώσεις Δρόμων εντός Οικισμού στο Δ.Δ. ΔΙΜΥΛΙΑΣ	ΔΙΜΥΛΙΑ	17,326	ΔΗΜΟΣ ΚΑΜΕΙΡΟΥ	ΘΕΟΥΛΑΚΗΣ ΠΑΥΛΟΣ	ΜΑΣΤΡΟΓΙΑΝΝΑΚΗΣ ΓΙΑΝΝΗΣ	17 - 01 - 2000	17 - 03 - 2000	----
94	Αποπεράτωση ασφαλτόστρωσης Γλυφάδας Δήμου ΑΤΑΒΥΡΟΥ.	ΓΛΥΦΑΔΑ	117,228	ΔΗΜΟΣ ΑΤΑΒΥΡΟΥ	ΘΕΟΥΛΑΚΗΣ ΠΑΥΛΟΣ	ΘΕΟΥΛΑΚΗ ΜΑΡΙΑ	25 - 10 - 1999	24 - 11 - 1999	----
93	Ασφαλτοστρώσεις Δρόμων εντός Οικισμού στο Δ.Δ. ΣΟΡΩΝΗΣ	ΣΟΡΩΝΗ	27,957	ΔΗΜΟΣ ΚΑΜΕΙΡΟΥ	ΜΑΡΙΑΣ ΜΑΝΩΛΗΣ	ΘΕΟΥΛΑΚΗ ΜΑΡΙΑ	11 - 01 - 2000	03 - 04 - 2000	----
92 - 1ΣΣ	1η ΣΣ του έργου : Επισκευή τοίχου αντιστήριξης του δρόμου στην είσοδο του χωριού ΚΡΗΤΗΝΙΑΣ	ΤΟΙΧΟΣ ΚΡΗΤΗΝΙΑΣ - 1η ΣΣ	1,200	ΝΟΜΑΡΧΙΑ	ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ ΝΙΚΟΣ	ΜΑΣΤΡΟΓΙΑΝΝΑΚΗΣ ΓΙΑΝΝΗΣ	22 - 11 - 2000	17 - 04 - 2003	----
92	Επισκευή τοίχου αντιστήριξης του δρόμου στην είσοδο του χωριού ΚΡΗΤΗΝΙΑΣ	ΤΟΙΧΟΣ ΚΡΗΤΗΝΙΑΣ	11,870	ΝΟΜΑΡΧΙΑ	ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ ΝΙΚΟΣ	ΜΑΣΤΡΟΓΙΑΝΝΑΚΗΣ ΓΙΑΝΝΗΣ	22 - 11 - 2000	05 - 05 - 2001	----
91	Ασφαλτόστρωση Δρόμων Δ.Δ. Αρχιπόλεως.	ΑΡΧΙΠΟΛΗ	41,619	ΔΗΜΟΣ ΑΦΑΝΤΟΥ	ΜΟΣΧΟΥΣ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ	ΚΑΤΣΑΔΟΥΡΟΣ ΑΚΗΣ	16 - 08 - 2000	23 - 10 - 2000	----
90	Διαπλάτυνση παραποταμίων δρόμων "Πέρα ποταμού"	ΑΦΑΝΤΟΥ	66,373	ΔΗΜΟΣ ΑΦΑΝΤΟΥ	ΜΟΣΧΟΥΣ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ	ΚΑΤΣΑΔΟΥΡΟΣ ΑΚΗΣ	13 - 06 - 2000	23 - 10 - 2000	----
89	Ασφαλτόστρωση Κοινοτικών δρόμων Κοινότητας ΕΜΠΙΩΝΑΣ.	ΕΜΠΙΩΝΑ	111,950	Τ.Υ.Δ.Κ.	ΘΕΟΥΛΑΚΗΣ ΠΑΥΛΟΣ	ΣΤΕΦΑΝΟΥ ΑΓΑΠΗΤΟΣ	28 - 12 - 1998	24 - 06 - 1999	----
88	Ασφαλτόστρωση περιοχής ΚΟΥΚΟΣ Δ.Δ. ΠΛΑΤΑΝΙΩΝ	ΚΟΥΚΟΣ	11,690	Τ.Υ.Δ.Κ.	ΘΕΟΥΛΑΚΗΣ ΠΑΥΛΟΣ	ΜΑΣΤΡΟΓΙΑΝΝΑΚΗΣ ΓΙΑΝΝΗΣ	Ανάθεση	17 - 01 - 2000	----
87	Συντήρηση Επαρχιακής οδού	ΛΑΕΡΜΑ - ΑΓ.	13,280	ΝΟΜΑΡΧΙΑ	ΤΣΙΛΙΜΑΝΤΟΣ	ΜΑΣΤΡΟΓΙΑ	23 - 07 -	05 - 11 -	----

	ΛΑΕΡΜΑ - ΑΓ. ΙΣΙΔΩΡΟΣ νήσου ΡΟΔΟΥ	ΙΣΙΔΩΡΟ Σ		A	ΒΑΣΙΛΗΣ	ΝΝΑΚ ΗΣ ΓΙΑΝΝ ΗΣ	1999	1999	
86	Αποκατάσταση ζημιών τμήματος επαρχιακής οδού ΣΙΑΝΝΑ - ΑΓ. ΙΣΙΔΩΡΟΣ	ΣΙΑΝΝΑ - ΑΓ. ΙΣΙΔΩΡΟ Σ	20,280	NOMAPXI A	ΤΣΙΛΙΜΑ ΝΤΟΣ ΒΑΣΙΛΗΣ	ΜΑΣΤ ΡΟΓΙΑ ΝΝΑΚ ΗΣ ΓΙΑΝΝ ΗΣ	17 - 05 - 1999	23 - 06 - 1999	----
85	Αποκατάσταση ζημιών στο Γεφύρι του χειμάρρου "Κολοβρέχτης" στο δρόμο ΦΑΝΕΣ- ΚΑΛΑΒΑΡΔΑ.	ΚΟΛΟΒ ΡΕΧΤΗΣ	6,450	NOMAPXI A	ΤΣΙΛΙΜΑ ΝΤΟΣ ΒΑΣΙΛΗΣ	ΜΑΣΤ ΡΟΓΙΑ ΝΝΑΚ ΗΣ ΓΙΑΝΝ ΗΣ	Ανάθεσ η	04 - 05 - 1998	----
84	Αγωγός ακαθάρτων νέου Νοσοκομείου.	ΝΟΣΟΚ ΟΜΕΙΟ	309,835	NOMAPXI A	ΑΚΡΙΔΗ ΓΕΩΡΓΙΑ	ΟΔΟΜ ΗΧΑΝ ΙΚΗ	19 - 04 - 1999	30 - 08 - 1999	----
83	Διαπλάτυνση Επαρχιακής Οδού ΣΟΡΩΝΗΣ - ΔΙΜΥΛΙΑ ΠΡΟΣ ΣΑΛΑΚΟ (Β' Φάση)	ΔΙΜΥΛΙ Α_2	167,850	NOMAPXI A	ΔΙΑΚΟΜ ΙΧΑΛΗΣ ΜΑΝΩΛ ΗΣ	ΚΑΤΣ ΑΔΟΥ ΡΟΣ ΑΚΗΣ	18 - 05 - 1999	05 - 07 - 1999	----
82	Προστασία οδού Ελεούσα - Φουντουκλή από κατολισθήσεις.	ΦΟΥΝΤ ΟΥΚΛΙ	38,700	NOMAPXI A	ΤΣΙΛΙΜΑ ΝΤΟΣ ΒΑΣΙΛΗΣ	ΑΛΑΒ ΕΡΑΣ ΦΙΛΛΙ ΠΟΣ	20 - 07 - 1998	14 - 09 - 1998	----
81 - 1Σ Σ	1η ΣΣ του έργου : Συντήρηση Επαρχιακού Οδικού Δικτύου ΔΥΤΙΚΗΣ πλευράς Νήσου Ρόδου.	ΔΥΤΙΚΗ ΠΛΕΥΡ Α - 1η ΣΣ	24,800	NOMAPXI A	ΤΣΙΛΙΜΑ ΝΤΟΣ ΒΑΣΙΛΗΣ	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	25 - 02 - 1998	03 - 03 - 1999	----
81	Συντήρηση Επαρχιακού Οδικού Δικτύου ΔΥΤΙΚΗΣ πλευράς Νήσου Ρόδου.	ΔΥΤΙΚΗ ΠΛΕΥΡ Α	53,170	NOMAPXI A	ΤΣΙΛΙΜΑ ΝΤΟΣ ΒΑΣΙΛΗΣ	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	25 - 02 - 1998	04 - 05 - 1998	----
80	Βελτίωση - Ασφαλτόστρωση Επαρχιακής οδού ΚΑΤΑΒΙΑ - ΠΡΑΣΟΝΗΣΙ	ΠΡΑΣΟ ΝΗΣΙ	385,400	NOMAPXI A	ΣΩΤΗΡΟ ΠΟΥΛΟΣ ΝΙΚΟΣ	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	24 - 11 - 1997	16 - 02 - 1998	----
77	Μελέτη - Κατασκευή για την	ΠΛΑΤΑ ΝΙΑ_2	1,007,95 0	NOMAPXI A	ΑΚΡΙΔΗ ΓΕΩΡΓΙΑ	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ.	15 - 05 - 1997	06 - 08 - 1997	----

	Αποπεράτωση Επαρχιακής οδού ΠΛΑΤΑΝΙΑ ΑΠΟΛΛΩΝΑ					Α.Ε.			
76	Κοινοτική Οδοποιία ΚΟΙΝΟΤΗΤΑΣ ΠΑΡΑΔΕΙΣΙΟΥ	ΠΑΡΑΔ ΕΙΣΙ	294,350	Τ.Υ.Δ.Κ.	ΜΑΡΙΑΣ ΜΑΝΩΛ ΗΣ	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	11 - 04 - 1997	26 - 05 - 1997	----
75	Κατασκευή Τοιχείου για περίφραξη κοιμητηρίου ΚΟΙΝΟΤΗΤΑΣ ΦΑΝΩΝ	ΚΟΙΜΗ ΤΗΡΙΟ ΦΑΝΩΝ	56,650	Τ.Υ.Δ.Κ.	ΘΕΟΥΛΑ ΚΗΣ ΠΑΥΛΟΣ	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	29 - 11 - 1996	31 - 12 - 1996	----
74	Αποπεράτωση Επέκταση Αίθουσας Διακίνησης Επιβατών στον Κρατικό Αερολιμένα ΡΟΔΟΥ ΔΙΑΓΟΡΑΣ	ΑΕΡ. - 3	160,800	Υ.Π.Α.	ΒΑΓΙΕΝΑ Σ ΝΙΚΟΣ	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	Ανάθεσ η	04 - 12 - 1996	----
73	Ασφαλτόστρωση Κοινοτικών Δρόμων ΚΟΙΝΟΤΗΤΑΣ ΣΑΛΑΚΟΥ.	ΚΟΙΝΟΤ ΗΤΑ ΣΑΛΑΚ ΟΥ	76,500	Τ.Υ.Δ.Κ.	ΚΑΛΙΒΟ ΥΡΗΣ ΦΙΛΗΜΩ Ν	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	22 - 07 - 1996	10 - 09 - 1996	----
72	Εργα Υποδομής για την εγκατάσταση RADAR HEAD Κ.Α.Ρ.Δ.	RADAR HEAD	256,500	Υ.Π.Α.	ΜΑΡΓΙΕΣ ΙΑΚΩΒΟ Σ	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	17 - 09 - 1996	02 - 12 - 1996	----
71	Συντήρηση Διαπλάτυνση της Επαρχιακής Οδού από Διακλαδωση της Επαρχ. Οδού ΣΟΡΩΝΗΣ - ΔΙΜΥΛΙΑ ΠΡΟΣ ΣΑΛΑΚΟ	ΔΙΜΥΛΙ Α_1	86,570	ΝΟΜΑΡΧΙ Α	ΔΙΑΚΟΜ ΙΧΑΛΗΣ ΜΑΝΩΛ ΗΣ	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	11 - 09 - 1996	04 - 11 - 1996	----
70	Αποκατάσταση Ζημιών στο Οδικό Δίκτυο ΣΑΛΑΚΟΣ - ΕΜΠΩΝΑ στην Είσοδο του Χωριού ΕΜΠΩΝΑ	ΕΜΠΩΝ Α - ΖΗΜΙΕΣ	91,000	ΝΟΜΑΡΧΙ Α	ΔΗΜΗΤΡ ΑΚΗΣ ΜΑΝΩΛ ΗΣ	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	20 - 06 - 1996	13 - 08 - 1996	----
69	Ασφαλτόστρωση δρόμου από Κοινοτικό	ΚΑΛΑΒ ΑΡΔΑ	14,450	Τ.Υ.Δ.Κ.	ΘΕΟΥΛΑ ΚΗΣ	ΜΑΣΤ ΡΟΓΙΑ ΝΝΑΚ	Ανάθεσ η	09 - 05 - 1996	----

	Γήπεδο προς Επαρχ. Δρόμο. Κοινότητας ΚΑΛΑΒΑΡΔΩΝ				ΠΑΥΛΟΣ	ΗΣ ΓΙΑΝΝ ΗΣ			
68	Κατασκευή Αναβαθμών στην περιοχή ΕΠΤΑ ΠΗΓΕΣ	ΕΠΤΑ ΠΗΓΕΣ	13,790	NOMAPXΙ Α	ΤΣΙΛΙΜΑ ΝΤΟΣ ΒΑΣΙΛΗΣ	ΜΑΣΤ ΡΟΓΙΑ ΝΝΑΚ ΗΣ ΓΙΑΝΝ ΗΣ	Ανάθεσ η	06 - 02 - 1996	----
67 - 1Σ Σ	1η ΣΣ του έργου : Συντήρηση - Βελτίωση Επαρχιακής Οδού ΙΑΛΥΣΣΟΣ - ΦΙΛΕΡΗΜΟΣ	ΦΙΛΕΡΗ ΜΟΣ - 1η ΣΣ	35,000	NOMAPXΙ Α	ΚΥΠΡΑΙ ΟΣ ΙΩΑΝΝΗ Σ	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	28 - 02 - 1996	21 - 07 - 1998	
67	Συντήρηση - Βελτίωση Επαρχιακής Οδού ΙΑΛΥΣΣΟΣ - ΦΙΛΕΡΗΜΟΣ	ΦΙΛΕΡΗ ΜΟΣ	384,770	NOMAPXΙ Α	ΚΥΠΡΑΙ ΟΣ ΙΩΑΝΝΗ Σ	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	28 - 02 - 1996	27 - 05 - 1996	----
66	Βελτίωση Βατότητας Επαρχιακής Οδού ΜΟΝΟΛΙΘΟΥ - ΑΠΟΛΛΑΚΙΑΣ	ΜΟΝΟΛ ΙΘΟΣ- ΑΠΟΛΛ ΑΚΙΑ	599,400	NOMAPXΙ Α	ΑΚΡΙΔΗ ΓΕΩΡΓΙΑ	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	04 - 12 - 1995	11 - 03 - 1996	----
65	Απομάκρυνση Ασταθών Βραχιδών Ογκων από Περιοχή ΠΛΑΤΑΝΙΩΝ	ΠΛΑΤΑ ΝΙΑ	14,600	NOMAPXΙ Α	ΣΩΤΗΡΟ ΠΟΥΛΟΣ ΝΙΚΟΣ	ΜΑΣΤ ΡΟΓΙΑ ΝΝΑΚ ΗΣ ΓΙΑΝΝ ΗΣ	Ανάθεσ η	21 - 01 - 1996	----
64	Κατασκευή Αντιπλημμυρικών έργων στην Περιοχή ΚΛΕΙΣΟΥΡΑΣ	ΚΛΕΙΣΟ ΥΡΑ	16,800	Τ.Υ.Δ.Κ.	ΘΕΟΥΛΑ ΚΗΣ ΠΑΥΛΟΣ	ΜΑΣΤ ΡΟΓΙΑ ΝΝΑΚ ΗΣ ΓΙΑΝΝ ΗΣ	09 - 10 - 1995	17 - 10 - 1995	----
63	Επέκταση Αίθουσας Διακίνησης Επιβατών Κρατικού Αερολιμένα ΡΟΔΟΥ ΔΙΑΓΟΡΑΣ	ΑΕΡ. - 2	715,600	Υ.Π.Α.	ΒΑΓΙΕΝΑ Σ ΝΙΚΟΣ	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ. Α.Ε.	30 - 01 - 1996	20 - 02 - 1996	----
62	Προσθήκη κατ' επέκταση Αεροσταθμού Κ. Α. Ρ.Δ.	ΑΕΡ. - 1	357,500	Υ.Π.Α.	ΒΑΓΙΕΝΑ Σ ΝΙΚΟΣ	ΝΙΚΟ Σ Β.Λ.Τ.	26 - 09 - 1995	29 - 11 - 1995	----

	Κατασκευή Φέροντος Οργανισμού.					Α.Ε.			
61	Συντήρηση - Ασφαλτόστρωση Κοινοτικών Δρόμων ΕΛΕΟΥΣΑΣ	ΕΛΕΟΥ ΣΑ	62,000	Τ.Υ.Δ.Κ.	ΘΕΟΥΛΑ ΚΗΣ ΠΑΥΛΟΣ	ΒΑΣΙΛ ΟΠΟΥ ΛΟΥ ANNA	31 - 07 - 1995	10 - 08 - 1995	----
59	Βελτίωση - Διαπλάτυνση Επαρχιακής Οδού ΠΛΑΤΑΝΙΑ - ΑΠΟΛΛΩΝΑ	ΠΛΑΤΑ ΝΙΑ- ΑΠΟΛΛ ΩΝΑ	571,200	NOMAPXI A	ΣΩΤΗΡΟ ΠΟΥΛΟΣ ΝΙΚΟΣ	ΜΑΛΛ ΙΩΤΑ ΚΗΣ ΠΑΝΤ ΕΛΗΣ	12 - 12 - 1994	29 - 03 - 1995	----
58	Αποπεράτωση Επαρχιακής Οδού ΑΠΟΛΛΩΝΑ έως Διασταύρωση Οδού ΣΑΛΑΚΟΥ	ΑΠΟΛΛ ΩΝΑ- ΔΙΑΚΛΑ ΔΩΣΗ	181,430	NOMAPXI A	ΣΥΡΤΣΑ ΚΟΣ ΠΑΥΛΟΣ	ΜΑΛΛ ΙΩΤΑ ΚΗΣ ΠΑΝΤ ΕΛΗΣ	21 - 09 - 1994	19 - 10 - 1994	----
57	Ασφαλτόστρωση Δρόμου Τοποθεσίας ΑΪΛΟΥΔΙΑ - ΘΕΟΛΟΓΟΥ.	ΑΪΛΟΥΔ ΙΑ	63,200	Τ.Υ.Δ.Κ.	ΜΑΡΙΑΣ ΜΑΝΩΛ ΗΣ	ΜΑΛΛ ΙΩΤΑ ΚΗΣ ΠΑΝΤ ΕΛΗΣ	Ανάθεσ η	29 - 06 - 1994	----
56	Αποκατάσταση Ζημιών στην Επαρχιακή Οδό ΕΛΕΟΥΣΑ - ΠΛΑΤΑΝΙΑ.	ΠΛΑΤΑ ΝΙΑ- ΕΛΕΟΥ ΣΑ	35,200	NOMAPXI A	ΤΣΙΛΙΜΑ ΝΤΟΣ ΒΑΣΙΛΗΣ	ΠΑΠΑ ΧΕΙΜ ΩΝΑΣ ΒΑΣΙΛ ΗΣ	16 - 05 - 1994	01 - 07 - 1994	----
55	Βελτίωση Επαρχιακής Οδού ΣΙΑΝΝΑ- ΑΓΙΟΣ ΙΣΙΔΩΡΟΣ (Β' ΦΑΣΗ)	ΣΙΑΝΝΑ	302,300	NOMAPXI A	ΚΥΡΙΑΤΣ ΟΥΛΗΣ ΒΑΣΙΛΗΣ	ΜΑΛΛ ΙΩΤΑ ΚΗΣ ΠΑΝΤ ΕΛΗΣ	16 - 07 - 1993	20 - 09 - 1993	----
52	Αποκατάσταση Ζημιών στην Επαρχιακή Οδό ΚΡΗΤΗΝΙΑΣ - ΕΜΠΩΝΑΣ	ΚΡΗΤΗ ΝΙΑ- ΕΜΠΩΝ Α	14,700	NOMAPXI A	ΤΣΙΛΙΜΑ ΝΤΟΣ ΒΑΣΙΛΗΣ	ΜΑΛΛ ΙΩΤΑ ΚΗΣ ΠΑΝΤ ΕΛΗΣ	Ανάθεσ η	06 - 04 - 1993	----
51	Επέκταση Υδρομάστευσης ΛΑΧΑΝΙΑΣ	ΥΔΡΟΜ ΑΣΤΕΥΣ Η	2,930	Τ.Υ.Δ.Κ.	ΖΑΠΡΑΪΔ ΟΥ ΜΑΡΙΑ	ΜΑΛΛ ΙΩΤΑ ΚΗΣ ΠΑΝΤ ΕΛΗΣ	Ανάθεσ η	30 - 10 - 1991	----
50	Επείγοντα Αντιπλημμυρικά έργα στην Περιοχή	ΑΝΤΙΠΛ ΗΜΜΥΡ ΙΚΑ	58,700	NOMAPXI A	ΣΥΡΤΣΑ ΚΟΣ ΠΑΥΛΟΣ	ΜΑΛΛ ΙΩΤΑ ΚΗΣ ΠΑΝΤ	Ανάθεσ η	02 - 02 - 1993	----

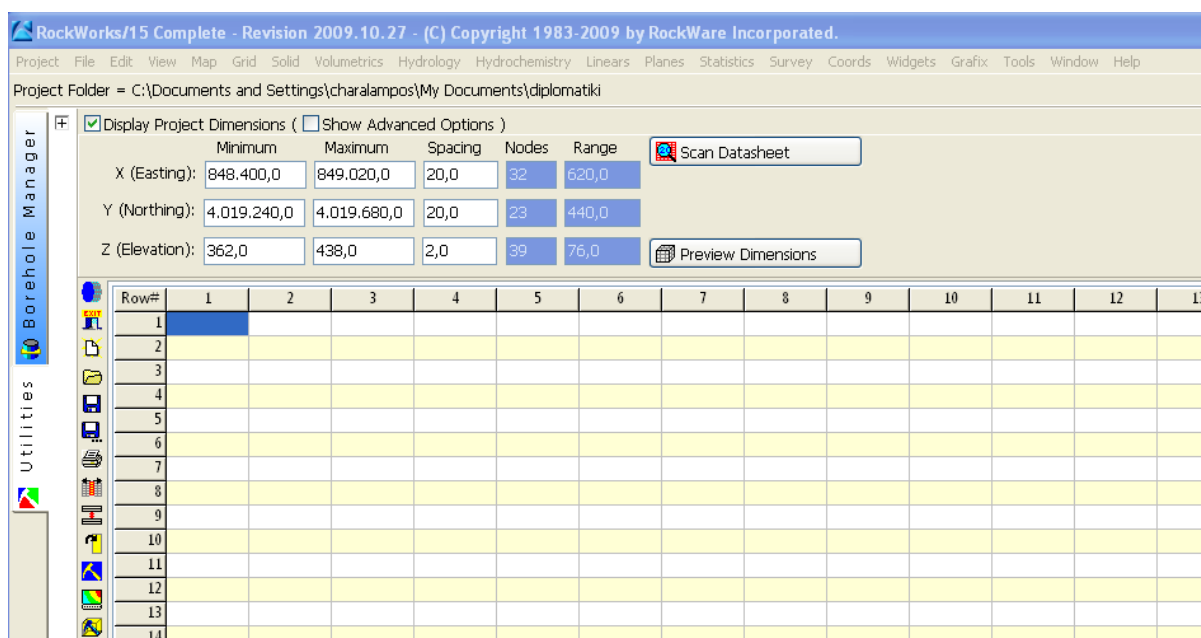
	ΝΟΤΙΑΣ ΡΟΔΟΥ					ΕΛΗΣ			
48	Αποπεράτωση Επαρχιακής Οδού ΣΑΛΑΚΟΣ Διακλάδ. ΠΡΟΦ. ΗΛΙΑ και Διακλάδ. ΕΜΠΩΝΑ - ΑΠΟΛΛΩΝΑ	ΣΑΛΑΚ ΟΣ 2	570,500	NOMAPX A	ΣΥΡΤΣΑ ΚΟΣ ΠΑΥΛΟΣ	ΓΕΝΙΚ Η ΤΕΧΝΙ ΚΗ	26 - 04 - 1993	26 - 05 - 1993	----
47	Συντήρηση Ραδιοφωνικού Σταθμού ΡΟΔΟΥ	ΕΡΤ	32,250	Ε.Ρ.Τ.	ΚΡΑΝΙΔ Η ΕΛΣΑ	ΜΑΛΛ ΙΩΤΑ ΚΗΣ ΠΑΝΤ ΕΛΗΣ	26 - 06 - 1990	07 - 05 - 1992	----
41	Κατασκευή δεξαμενής κοινότητας ΚΑΛΑΒΑΡΔΩΝ	ΔΕΞΑΜ ΕΝΗ	52,300	NOMAPX A	ΑΚΡΙΔΗ ΓΕΩΡΓΙΑ	ΜΑΛΛ ΙΩΤΑ ΚΗΣ ΠΑΝΤ ΕΛΗΣ	07 - 02 - 1992	02 - 03 - 1992	----
40	Αμεση Συντήρηση Οδών ΔΥΤΙΚΗΣ ΠΛΕΥΡΑΣ Ν. ΡΟΔΟΥ	ΣΥΝΤΗΡ ΗΣΗ	4,400	NOMAPX A	ΤΣΙΛΙΜΑ ΝΤΟΣ ΒΑΣΙΛΗΣ	ΜΑΣΤ ΡΟΓΙΑ ΝΝΑΚ ΗΣ ΓΙΑΝΝ ΗΣ	Ανάθεσ η	25 - 08 - 1992	----
39	Αμεση Συντήρηση Οδών ΝΟΤΙΑΣ ΡΟΔΟΥ	ΣΥΝΤΗΡ ΗΣΗ	21,300	NOMAPX A	ΤΣΙΛΙΜΑ ΝΤΟΣ ΒΑΣΙΛΗΣ	ΜΑΛΛ ΙΩΤΑ ΚΗΣ ΠΑΝΤ ΕΛΗΣ	Ανάθεσ η	04 - 06 - 1991	----
38	Βελτίωση Επαρχιακών οδών ΣΑΛΑΚΟΣ - Διαστ. πρὸς ΠΡΟΦΗΤΗ ΗΛΙΑ καί ΑΠΟΛΛΩΝΑ - Διαστ. πρὸς ΕΜΠΩΝΑ.	ΣΑΛΑΚ ΟΣ	432,000	NOMAPX A	ΣΥΡΤΣΑ ΚΟΣ ΠΑΥΛΟΣ	ΜΑΛΛ ΙΩΤΑ ΚΗΣ ΠΑΝΤ ΕΛΗΣ	08 - 01 - 1991	29 - 01 - 1991	----
33	Βελτίωση επαρχιακής οδού ΚΑΛΑΒΑΡΔΑ - ΣΑΛΑΚΟΣ (Γ Φάση)	ΚΑΛΑΒ ΑΡΔΑ - ΣΑΛΑΚ ΟΣ Γ'	161,400	NOMAPX A	ΣΥΡΤΣΑ ΚΟΣ ΠΑΥΛΟΣ	ΜΑΛΛ ΙΩΤΑ ΚΗΣ ΠΑΝΤ ΕΛΗΣ	17-389	10 - 05 - 1989	----
28	Δ.Ε.Η. Σύμβαση 13.83.104	ΔΕΗ - ΑΦΑΝΤ ΟΥ	146,700	Δ.Ε.Η.	ΣΟΦΑΤΖ ΗΣ ΝΙΚΟΣ	ΜΑΛΛ ΙΩΤΑ ΚΗΣ ΠΑΝΤ ΕΛΗΣ	----	----	----
25	Βελτίωση οδού	ΚΕΡΤ	29,500	NOMAPX	ΤΣΑΚΙΡΗ	ΜΑΛΛ	08 - 08 -	20 - 09 -	----

	πρός ΚΕΡΤ-ΡΟΔΟΥ			Α	Σ ΤΣΑΜΠΗ ΚΟΣ	ΙΩΤΑ ΚΗΣ ΠΑΝΤ ΕΛΗΣ	1988	1988	
23	Υ/Σ 66KV/MT ΑΦΑΝΤΟΥ Κατασκευή βάσεων	ΔΕΗ 3	9,250	Δ.Ε.Η.	ΣΟΦΑΤΖΗΣ ΝΙΚΟΣ	ΜΑΛΛΑ ΙΩΤΑ ΚΗΣ ΠΑΝΤ ΕΛΗΣ	----	----	----
20	Υ/Σ 66KV/MT ΑΦΑΝΤΟΥ Έργα Πολ. Μηχ. Διαμόρφωση Γηπέδου	ΔΕΗ 2	13,440	Δ.Ε.Η.	ΣΟΦΑΤΖΗΣ ΝΙΚΟΣ	ΜΑΛΛΑ ΙΩΤΑ ΚΗΣ ΠΑΝΤ ΕΛΗΣ	----	----	----
19	Υ/Σ 66KV ΣΟΡΩΝΗΣ (ΑΗΣ ΡΟΔΟΥ) 1η Επέκταση	ΔΕΗ 1	16,580	Δ.Ε.Η.	ΣΟΦΑΤΖΗΣ ΝΙΚΟΣ	ΜΑΛΛΑ ΙΩΤΑ ΚΗΣ ΠΑΝΤ ΕΛΗΣ	----	----	----
17	Βελτίωση επαρχιακής οδού ΚΑΛΑΒΑΡΔΑ - ΣΑΛΑΚΟΣ (Β Φάση)	ΚΑΛΑΒΑΡΔΑ - ΣΑΛΑΚΟΣ Β'	350,000	ΝΟΜΑΡΧΙΑ	ΤΣΑΚΙΡΗΣ ΤΣΑΜΠΗ ΚΟΣ	ΜΑΛΛΑ ΙΩΤΑ ΚΗΣ ΠΑΝΤ ΕΛΗΣ	08 - 05 - 1987	01 - 07 - 1987	----
14	Βελτίωση Βατότητας επαρχιακής οδού ΠΛΑΤΑΝΙΑ - ΑΠΟΛΛΩΝΑ	ΠΛΑΤΑΝΙΑ - ΑΠΟΛΛΩΝΑ	23,500	ΝΟΜΑΡΧΙΑ	ΣΤΕΡΓΙΑΔΗΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ	ΜΑΛΛΑ ΙΩΤΑ ΚΗΣ ΠΑΝΤ ΕΛΗΣ	26 - 06 - 1985	09 - 09 - 1985	----
13	Αποκατάσταση Ζημιών οδού ΚΡΗΤΗΝΙΑΣ προς ΕΜΠΩΝΑ	ΚΡΗΤΗΝΙΑ - ΕΜΠΩΝΑ	14,600	ΝΟΜΑΡΧΙΑ	ΣΥΡΤΣΑΚΟΣ ΠΑΥΛΟΣ	ΜΑΛΛΑ ΙΩΤΑ ΚΗΣ ΠΑΝΤ ΕΛΗΣ	17 - 06 - 1985	16 - 08 - 1985	----
12	Βελτίωση επαρχιακής οδού ΠΡΟΦΗΤΗΣ ΗΛΙΑΣ - ΔΙΑΚΛΑΔΩΣΗ ΠΡΟΣ ΕΜΠΩΝΑ	ΠΡΟΦ. ΗΛΙΑΣ - ΕΜΠΩΝΑ	58,700	ΝΟΜΑΡΧΙΑ	ΚΑΜΠΙΑΣ ΤΑΝΑΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ	ΜΑΛΛΑ ΙΩΤΑ ΚΗΣ ΠΑΝΤ ΕΛΗΣ	16 - 07 - 1984	22 - 08 - 1984	----
11	Βελτίωση επαρχιακής οδού ΚΑΛΑΒΑΡΔΑ - ΣΑΛΑΚΟΣ	ΚΑΛΑΒΑΡΔΑ - ΣΑΛΑΚΟΣ	128,000	ΝΟΜΑΡΧΙΑ	ΣΥΡΤΣΑΚΟΣ ΠΑΥΛΟΣ	ΜΑΛΛΑ ΙΩΤΑ ΚΗΣ ΠΑΝΤ ΕΛΗΣ	03 - 05 - 1984	20 - 05 - 1984	----
10	Βελτίωση επαρχιακής οδού ΣΑΛΑΚΟΣ - ΕΜΠΩΝΑ	ΣΑΛΑΚΟΣ - ΕΜΠΩΝΑ	164,000	ΝΟΜΑΡΧΙΑ	ΣΤΕΡΓΙΑΔΗΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ	ΜΑΛΛΑ ΙΩΤΑ ΚΗΣ ΠΑΝΤ ΕΛΗΣ	02 - 05 - 1984	24 - 05 - 1984	----
8	Αποκατάσταση και Επένδυση	ΠΛΑΤΑΝΙΑ -	4,400	ΝΟΜΑΡΧΙΑ	ΡΕΚΑΤΣΙΝΑ	ΜΑΛΛΑ ΙΩΤΑ	14 - 10 -	15 - 11 -	----

	τάφρων στό δρόμο ΠΛΑΤΑΝΙΑ - ΑΠΟΛΛΩΝΑ	ΑΠΟΛΛ ΩΝΑ		A	ΜΑΡΙΑ	ΚΗΣ ΠΑΝΤ ΕΛΗΣ	1983	1983	
7	Βελτίωση βατότητας Επαρχιακών οδών α) ΕΜΠΩΝΑ - ΑΓΙΟΣ ΙΣΙΔΩΡΟΣ β) ΑΓΡΟΣ - ΣΙΑΝΝΑ	ΕΜΠΩΝ Α-ΑΓ. ΙΣΙΔΩΡΟ Σ- ΣΙΑΝΝΑ	29,350	NOMAPX A	ΣΥΡΤΣΑ ΚΟΣ ΠΑΥΛΟΣ	ΜΑΛΛ ΙΩΤΑ ΚΗΣ ΠΑΝΤ ΕΛΗΣ	08 - 11 - 1983	29 - 11 - 1983	----
6	Βελτίωση βατότητας από Οδό Ρόδου - Λίνδου προς παραλία Κολυμπίων	ΚΟΛΥΜ ΠΙΑ	6,500	NOMAPX A	ΡΕΚΑΤΣΙ ΝΑ ΜΑΡΙΑ	ΜΑΛΛ ΙΩΤΑ ΚΗΣ ΠΑΝΤ ΕΛΗΣ	17 - 08 - 1983	28 - 09 - 1983	----
5	Βελτίωση βατότητας Επαρχιακής οδού ΑΓΡΟΣ - ΣΙΑΝΝΑ	ΑΓΡΟΣ- ΣΙΑΝΝΑ 2	7,400	NOMAPX A	ΣΥΡΤΣΑ ΚΟΣ ΠΑΥΛΟΣ	ΜΑΛΛ ΙΩΤΑ ΚΗΣ ΠΑΝΤ ΕΛΗΣ	29 - 10 - 1982	15 - 12 - 1982	----
4	Βελτίωση βατότητας Επαρχιακής οδού ΕΜΠΩΝΑ - ΑΓΙΟΣ ΙΣΙΔΩΡΟΣ	ΕΜΠΩΝ Α-ΑΓ. ΙΣΙΔΩΡΟ Σ	47,000	NOMAPX A	ΣΥΡΤΣΑ ΚΟΣ ΠΑΥΛΟΣ	ΜΑΛΛ ΙΩΤΑ ΚΗΣ ΠΑΝΤ ΕΛΗΣ	24 - 06 - 1982	12 - 08 - 1982	----
3	Βελτίωση βατότητας Επαρχιακής οδού από διακλάδωση ΚΑΛΑΒΑΡΔΑ προς ΕΜΠΩΝΑ	ΚΑΛΑΒ ΑΡΔΑ- ΕΜΠΩΝ Α	58,700	NOMAPX A	ΣΩΤΗΡΟ ΠΟΥΛΟΣ ΝΙΚΟΣ	ΜΑΛΛ ΙΩΤΑ ΚΗΣ ΠΑΝΤ ΕΛΗΣ	18 - 08 - 1981	25 - 05 - 1982	----
1	Βελτίωση βατότητας Επαρχιακής οδού ΑΓΡΟΣ - ΣΙΑΝΝΑ	ΑΓΡΟΣ- ΣΙΑΝΝΑ	17,600	NOMAPX A	ΣΥΡΤΣΑ ΚΟΣ ΠΑΥΛΟΣ	ΜΑΛΛ ΙΩΤΑ ΚΗΣ ΠΑΝΤ ΕΛΗΣ	10 - 06 - 1981	23 - 07 - 1981	----

Π.2 Η ΥΠΟΣΕΛΙΔΑ ROCKWARE UTILITIES

Η υποσελίδα Rockware Utilities είναι το πρώτο από τα κύρια εργαλεία εισαγωγής δεδομένων του λογισμικού RockWorks 15. Έχει παρόμοια μορφή και χρήση με ένα φύλλο εργασίας του Excel και χρησιμοποιείται για την εισαγωγή δεδομένων διαφόρων τύπων.



Σχήμα Π.2.1: Το κύριο παράθυρο εργασίας της υποσελίδας Rockware Utilities

Τα δεδομένα που εισάγονται στην υποσελίδα Rockware Utilities μπορεί να περιλαμβάνουν απλά συντεταγμένες σημείων XYZ για τη δημιουργία χαρτών με σημειακά δεδομένα ή ισοϋψείς, τρισδιάστατα ψηφιακά μοντέλα εδάφους (DTM), δεδομένα από μετρήσεις κλίσης και παράταξης επιφανειών για την δημιουργία στερεογραφικών διαγραμμάτων, δεδομένα από υδροχημικές αναλύσεις για τη δημιουργία διαγραμμάτων Piper καθώς και πολλά άλλα.

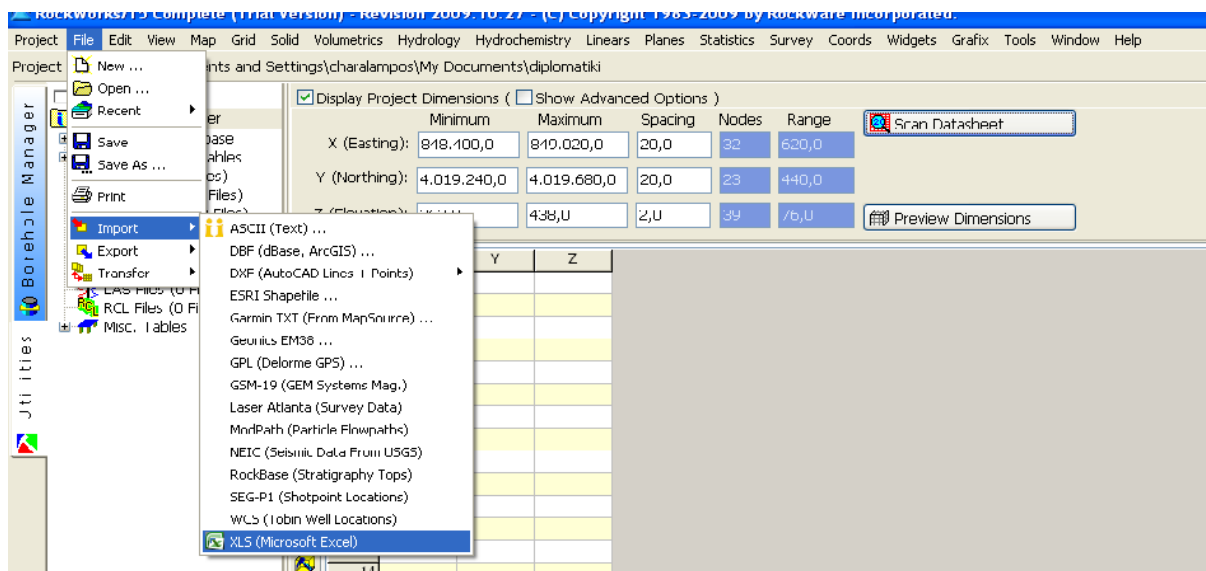
Δημιουργία χαρτών και τρισδιάστατων ψηφιακών μοντέλων Εδάφους

Μέσα από την υποσελίδα Rockware Utilities έχουμε την δυνατότητα να απεικονίσουμε τα δεδομένα που έχουμε εισάγει σε αυτήν με διάφορες μορφές, ανάλογα πάντα τον τύπο δεδομένων αυτών. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση της εντολής Map η οποία βρίσκεται στη κεντρική γραμμή εντολών.

Για την δημιουργία χαρτών πρέπει να εισάγουμε όπως προαναφέρθηκε τα δεδομένα στο φύλλο εργασίας της υποσελίδας Rockware Utilities. Το πρόγραμμα μας δίνει την δυνατότητα να εισάγουμε δεδομένα από μια πληθώρα πηγών όπως είναι αρχεία τύπου ASCII, DXF (AutoCAD), XLS και άλλα (σχήμα Π.2.2)

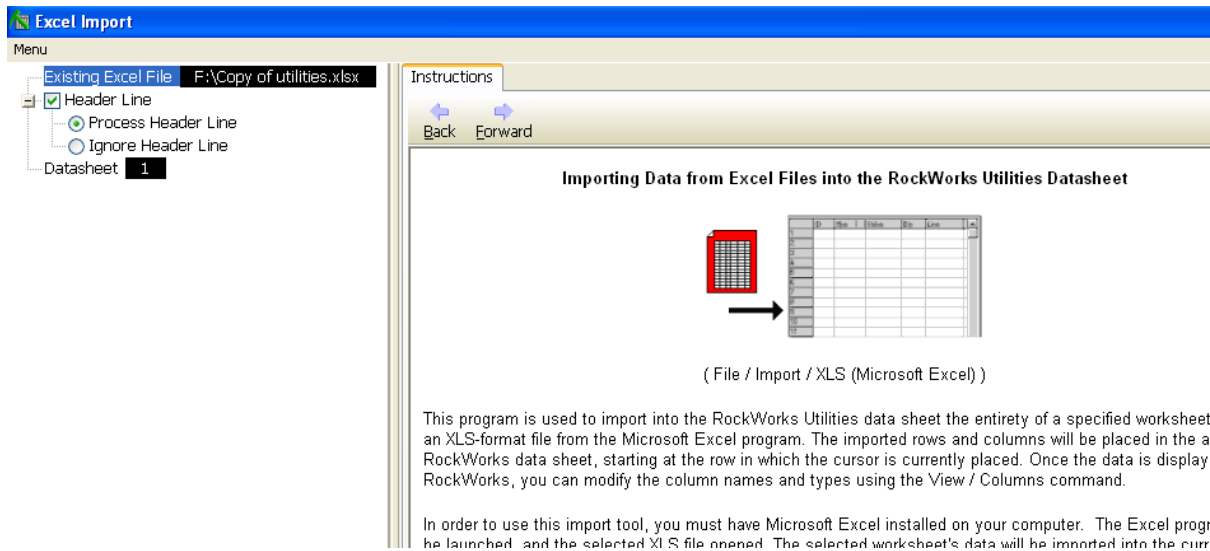
Στη συνέχεια περιγράφεται η διαδικασία εισαγωγής δεδομένων στο πρόγραμμα και οι ρυθμίσεις που χρειάζονται για την δημιουργία του χάρτη.

I. Έχοντας ανοιχτή την υποσελίδα του Rockware Utilities επιλέγουμε στο κεντρικό μενού την εντολή File. Στη συνέχεια επιλεγούμε διαδοχικά την εντολή Import /xls.



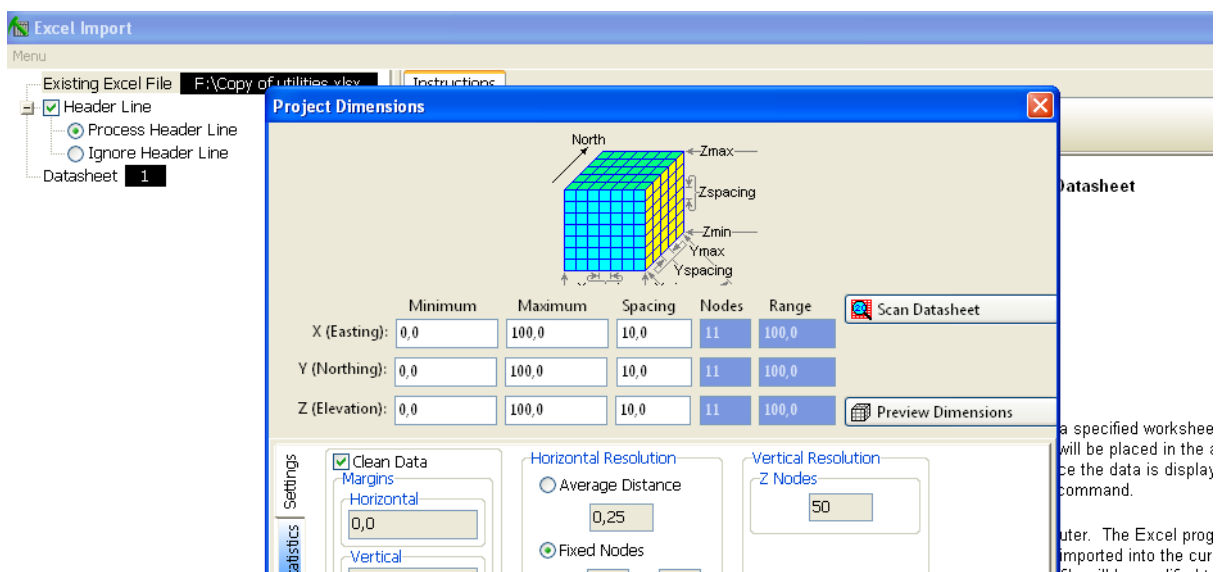
Σχήμα Π.2.2 : Παράθυρο εισαγωγής αρχείου

Στη συνέχεια ανοίγει ένα παράθυρο διαλόγου όπως αυτό του σχήματος Π.2.3 από το οποίο αναζητούμε το αρχείο excel με τα δεδομένα xyz που θέλουμε να εισάγουμε. Επίσης δίνεται η δυνατότητα να επιλέξουμε και από ποια σειρά του φύλλου εργασίας θα αρχίσουν να εισάγονται τα δεδομένα σε περίπτωση που στην πρώτη σειρά έχουμε υπόμνημα ή τίτλο για τα δεδομένα της κάθε στήλης.



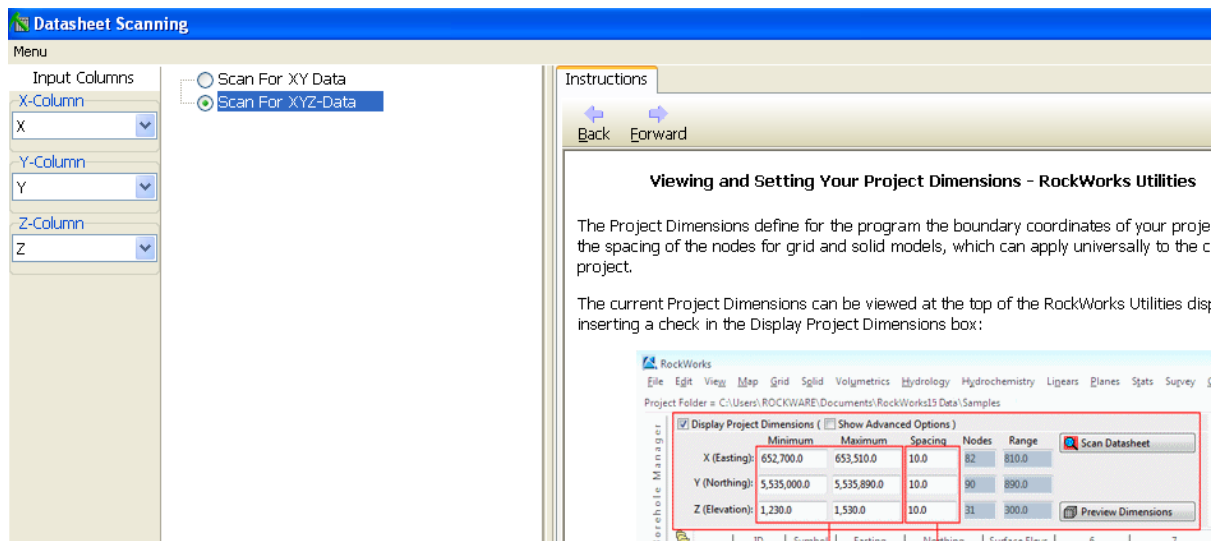
Σχήμα Π.2.3 : Παράθυρο εισαγωγής αρχείου xls

II. Μετά το πρόγραμμα μας ρωτάει αν θέλουμε να ενημερώσουμε τις διαστάσεις του χάρτη. Επιλέγουμε OK και ανοίγει το παράθυρο διαλόγου του σχήματος Π.2.4 στο οποίο φαίνονται οι τρέχουσες διαστάσεις του χάρτη.



Σχήμα Π.2.4: Παράθυρο εισαγωγής διαστάσεων χάρτη

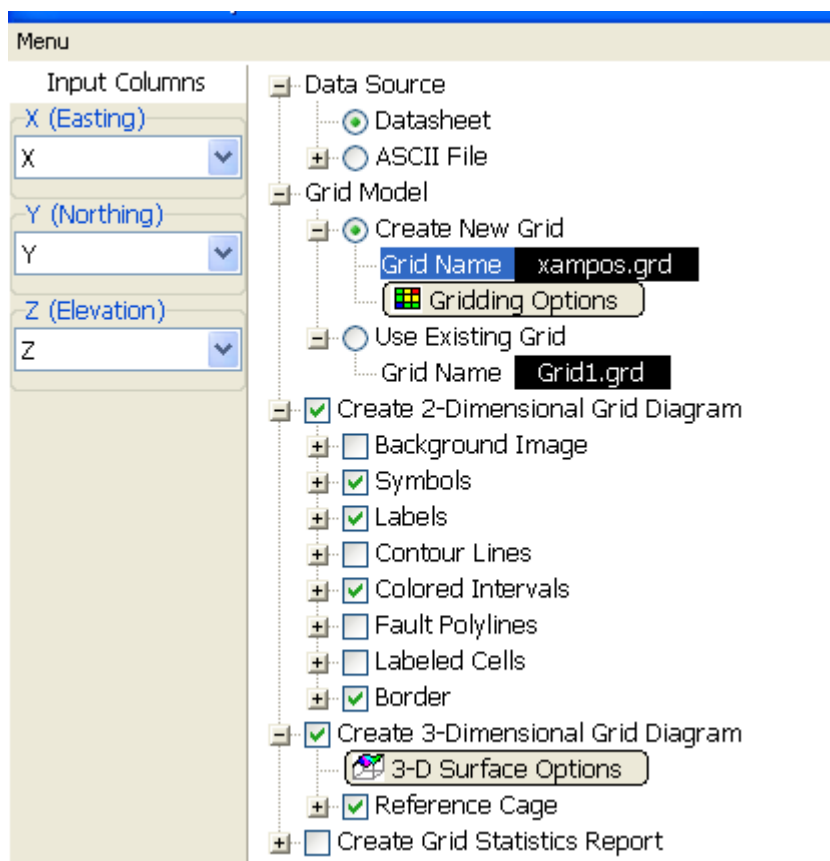
Επιλέγουμε το κουμπί Scan Datasheet και ανοίγει το ακόλουθο παράθυρο διαλόγου (Σχήμα Π.2.5) από το οποίο επιλέγουμε εάν θέλουμε να υπολογίσει τα όρια των διαστάσεων κατά του άξονες των X (Easting), Y (Northing) και Z (Elevation) και να καθορίσουμε τις αντίστοιχες στήλες τις οποίες θα ανιχνεύσει.



Σχήμα Π.2.5: Παράθυρο αυτόματου υπολογισμού διαστάσεων

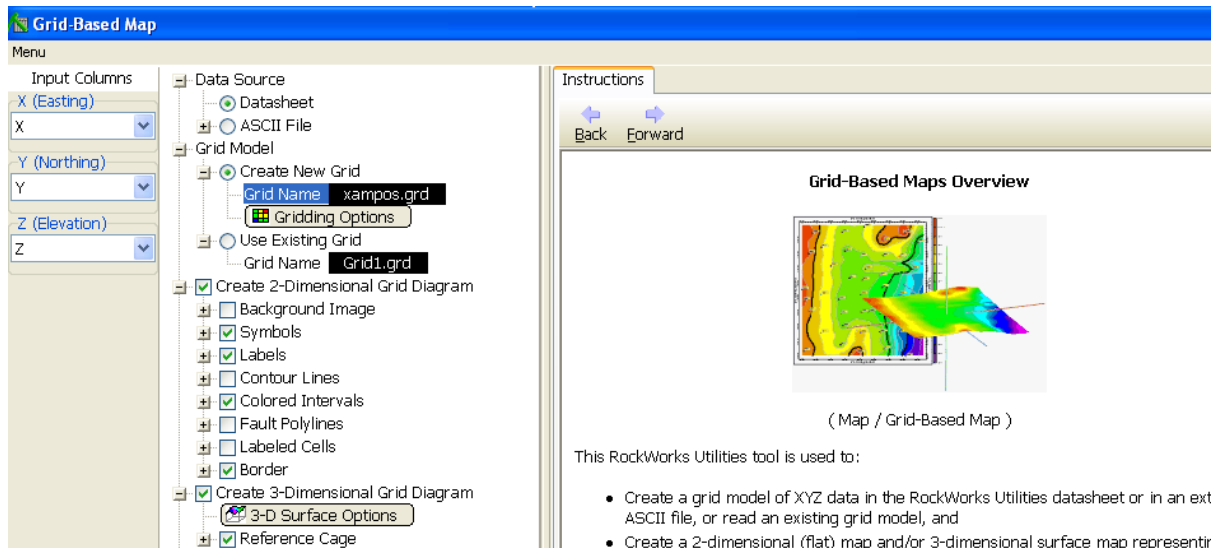
Πατάμε Process και το πρόγραμμα υπολογίζει τις διαστάσεις του χάρτη από τα δεδομένα που επιλέξαμε. Αν οι διαστάσεις είναι γνωστές τότε μπορούν να εισαχθούν και χειροκίνητα στα αντίστοιχα πεδία.

III. Αφού ορίσουμε τις διαστάσεις του χάρτη στη συνέχεια επιλέγουμε την εντολή Map από το κεντρικό μενού εντολών και στην συνέχεια επιλέγουμε την εντολή Grid - Based Map (χάρτης πλέγματος). Με την εντολή αυτή μπορούμε να δημιουργήσουμε διςδιάστατους χάρτες καθώς και τρισδιάστατα ψηφιακά μοντέλα εδάφους (Digital Terrain Models – DTM). Επιλέγοντας την εντολή Grid – Based Map ανοίγει το παράθυρο του σχήματος Π.2.6 από το οποίο καθορίζουμε τις παραμέτρους του χάρτη.



Σχήμα Π.2.6: Παράθυρο ρύθμισης παραμέτρων της εντολής Grid – Based Map

Στη συνέχεια θα περιγραφεί η διαδικασία επιλογής των παραμέτρων για τη δημιουργία χαρτών. Σε πρώτη φάση επιλέγουμε από που θα εισάγουμε δεδομένα (Data Source). Επιλέγουμε Datasheet αν έχουμε εισάγει τα δεδομένα από την υποσελίδα Rockware Utilities ή ASCII File εάν έχουμε κάποιο άλλο εξωτερικό αρχείο δεδομένων. Η συνήθης πρακτική είναι να εισάγουμε τα δεδομένα από το Rockware Utilities για να ορίζονται αυτόματα (με τον τρόπο που περιγράφηκε στο προηγούμενο βήμα) και τα όρια του χάρτη. Στη συνέχεια επιλέγουμε αν θέλουμε να δημιουργήσουμε νέο μοντέλο πλέγματος (Create New Grid). Στο σχήμα Π.2.7 φαίνεται αναπτυγμένη η επιλογή Create New Grid.



Σχήμα Π.2.7: Ρυθμίσεις Μοντέλου Πλέγματος

Πατώντας στην επιλογή Grid Name ανοίγει ένα παράθυρο διαλόγου για να δώσουμε όνομα στο μοντέλο πλέγματος που θα δημιουργήσουμε καθώς επίσης και σε ποιο φάκελο θα αποθηκευτεί αυτό. Τα αρχεία πλέγματος έχουν πάντα κατάληξη .grd.

Η επιλογή *Gridding Options* περιέχει τα menu :

- **Algorithms:**

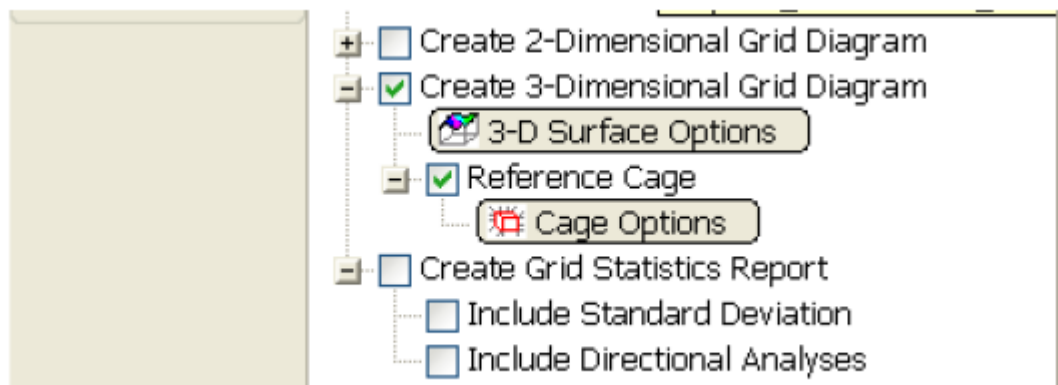
Επιλογή του κατάλληλου αλγόριθμου που θα χρησιμοποιηθεί για την παρεμβολή.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία επιλέχθηκε η μέθοδος του τριγωνισμού (Triangulation) για τη δημιουργία των ψηφιακών μοντέλων εδάφους. Ανοίγοντας τις επιπλέον ρυθμίσεις του συγκεκριμένου αλγορίθμου μας δίνεται η επιλογή αν θέλουμε το πρόγραμμα να υπολογίσει μόνο του τα οριακά σημεία του μοντέλου στα οποία δεν έχουμε μετρήσεις υψομέτρου (επιλογή Interpolate Edge Points).

- **Grid Dimensions:**

Προσδιορισμός του μεγέθους και της απόστασης των κόμβων του μοντέλου πλέγματος (grid) (ουσιαστικά προσδιορισμός των διαστάσεων, project dimensions). Στην επιλογή Grid Dimensions επιλέγουμε Based on Project Dimensions ούτως ώστε το μοντέλο που θα δημιουργηθεί να έχει τις διαστάσεις που ορίστηκαν από το πεδίο Project Dimensions.

Το επόμενο βήμα στη διαδικασία δημιουργίας χαρτών πλέγματος είναι να επιλέξουμε τον τύπο του χάρτη που θα δημιουργηθεί, αν θα είναι δισδιάστατος ή τρισδιάστατος (Σχήμα Π.2.8).

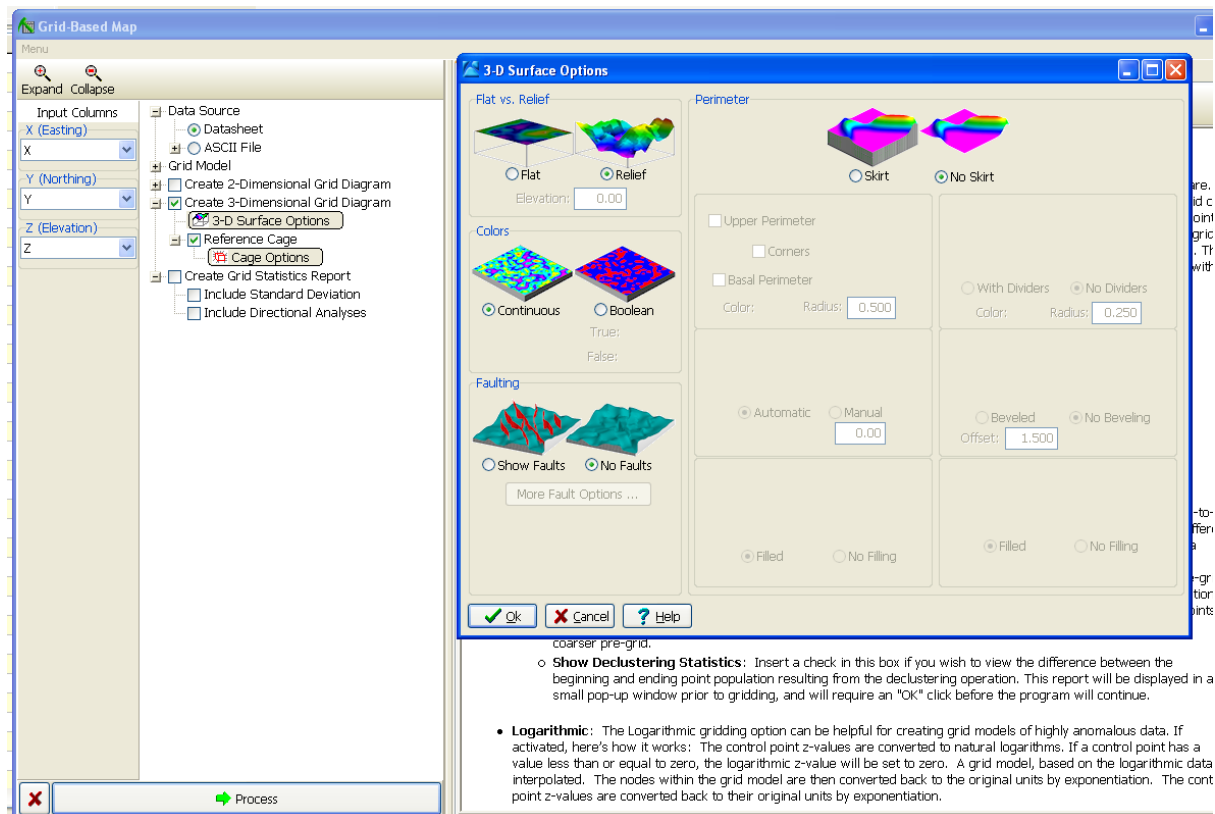


Σχήμα Π.2.8: Επιλογή Δισδιάστατου ή τρισδιάστατου χάρτη πλέγματος

Οι επιλογές αυτής της εντολής είναι οι εξής:

- **3D Surface Options**

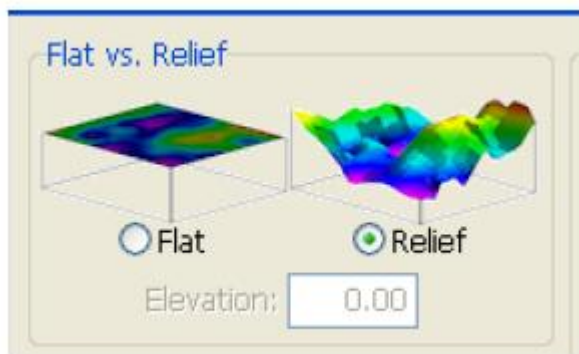
Οι ρυθμίσεις της τρισδιάστατης επιφάνειας εδάφους (Σχήμα Π.2.9).



Σχήμα Π.2.9: Μενού παραμέτρων τρισδιάστατου χάρτη

- **Flat vs Relief**

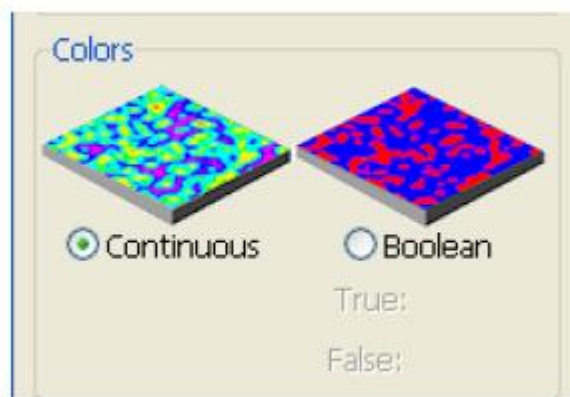
Επιλέγεται η εντολή Flat για επίπεδη απεικόνιση της επιφάνειας καισυμπληρώνεται το Elevation με το επιθυμητό υψόμετρο όπου θα απεικονίζεται η επιφάνεια (Σχήμα Π.2.10) ενώ με την εντολή Relief κατασκευάζεται τρισδιάστατα.



Σχήμα Π.2.10: Η επιλογή Flat vs Relief

- **Colors**

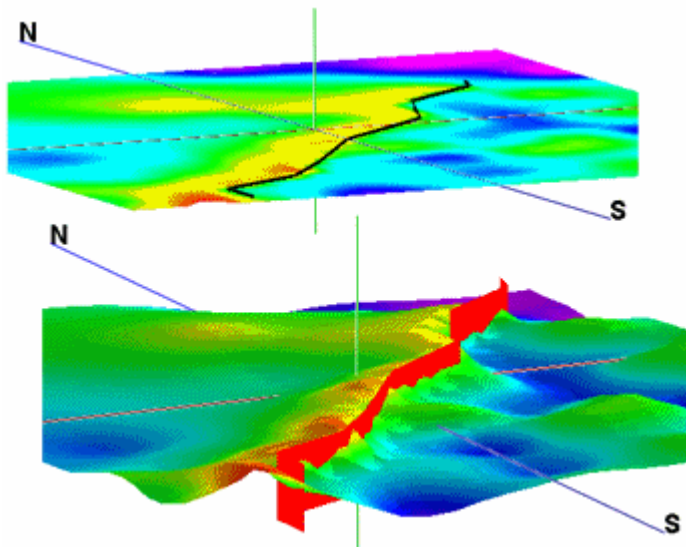
Επιλέγεται η εντολή Continuous εάν το πλέγμα (grid) περιέχει ένα εύρος τιμών Z και θέλουμε να αναπαρασταθεί από ένα εύρος χρωμάτων. Επιλέγεται η εντολή Boolean εάν το πλέγμα (grid) αναπαρίσταται από διάγραμμα Boolean "true/false" μοντέλο grid. Σε αυτά τα μοντέλα υπάρχουν δύο τιμές : 0 (for "false") and 1 (for "true") (Σχήμα Π.2.11).



Σχήμα Π.2.11: Η επιλογή Colors

- **Faulting**

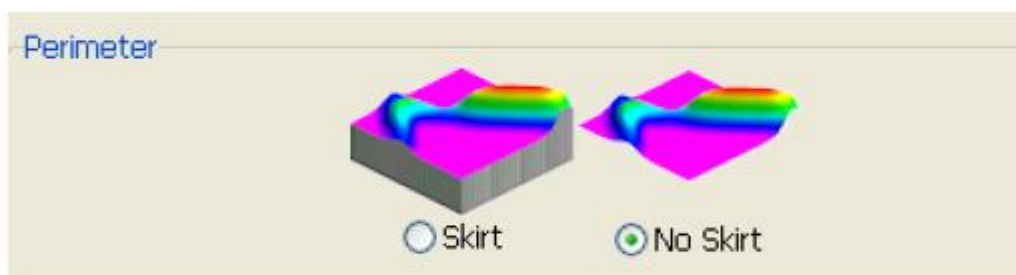
Επιλέγεται η εντολή No Faults όταν υπάρχουν ρήγματα στο πλέγμα (grid) και δεν επιθυμούμε να εμφανιστούν στην τρισδιάστατη απεικόνιση. Επιλέγεται η εντολή Show Faults εάν το πλέγμα (grid) είναι ρηγματώδες και επιθυμούμε να απεικονίζονται στην τρισδιάστατη αναπαράσταση (Σχήμα Π.2.12).



Σχήμα Π.2.12: Η εντολή Faulting

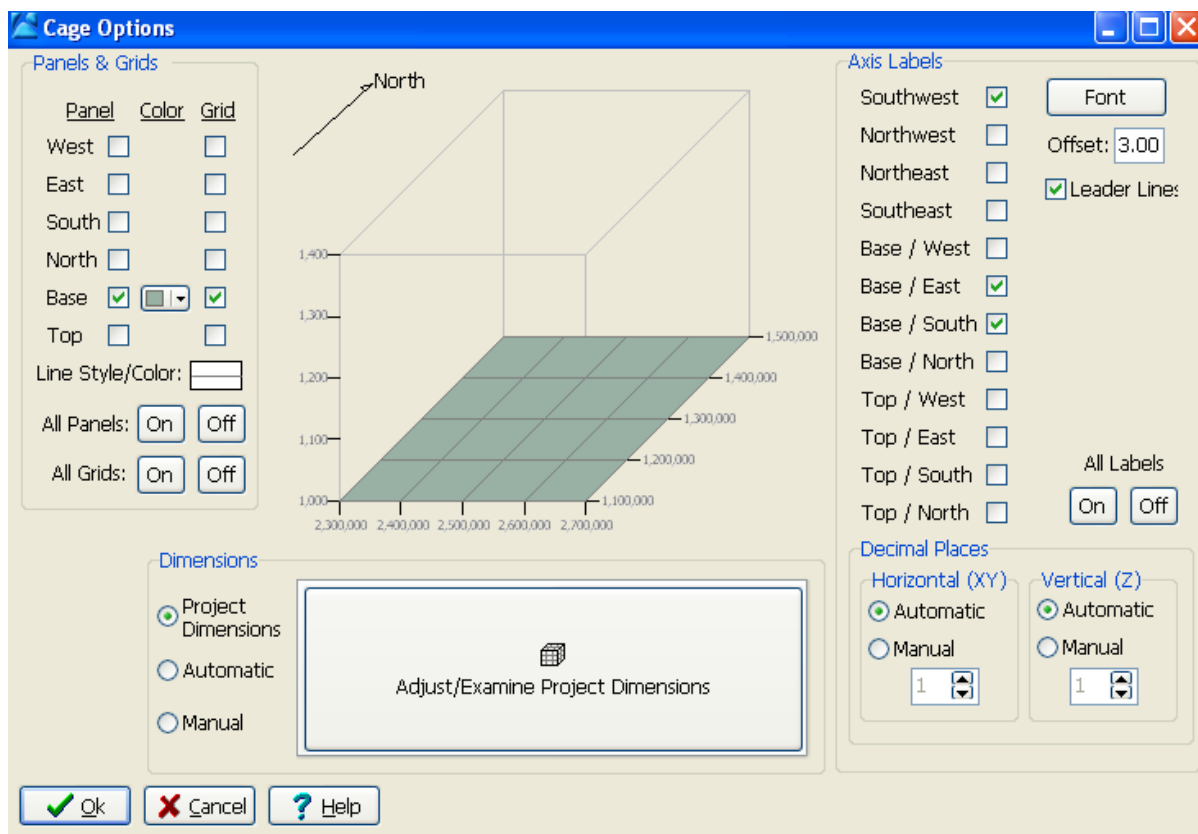
- **Perimeter**

Επιλέγεται η εντολή No Skirt για την απεικόνιση του τρισδιάστατου grid model χωρίς περίμετρο. Επιλέγεται η εντολή Skirt για την απεικόνιση του τρισδιάστατου grid model με περίμετρο (Σχήμα Π.2.13).



Σχήμα Π.2.13: Η εντολή Perimeter

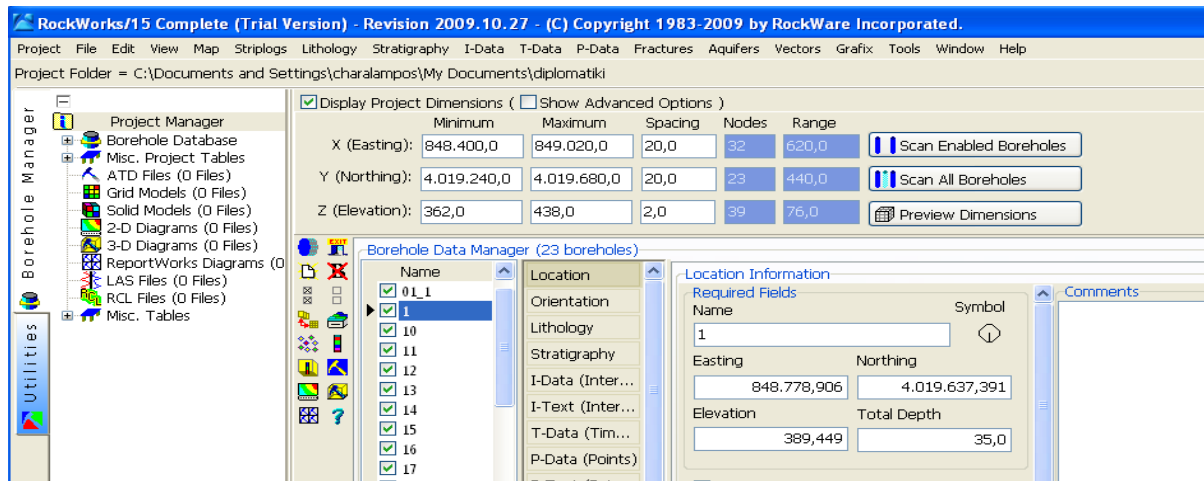
- Η επιλογή **Reference Cage** σχεδιάζει γύρω από το μοντέλο ένα κελί αναφοράς στο οποίο αναγράφονται οι διευθύνσεις Βορράς, Νότος, Ανατολή, Δύση καθώς και το Άνω και Κάτω όριο. Στην εντολή αυτή μπορούμε να ρυθμίσουμε τις διαστάσεις του κελιού αναφοράς από το πεδίο Dimensions. Μπορούμε να επιλέξουμε να χρησιμοποιηθούν οι διαστάσεις του χάρτη σαν όρια ή να ορίσουμε εμείς νέες διαστάσεις για το κελί (Σχήμα Π.2.14).



Σχήμα Π.2.14: Επιλογές ρυθμίσεων Reference Cage

Π.3 Η ΥΠΟΣΕΛΙΔΑ BOREHOLE MANAGER

Η υποσελίδα με το όνομα “Borehole Manager” αποτελεί μια από τις δύο υποσελίδες που υπάρχουν στην αριστερή πλευρά της οθόνης. Σε αυτήν εισάγονται τα δεδομένα των γεωτρήσεων ή σημειακών μετρήσεων. Κάθε γεώτρηση που εισάγεται εμφανίζεται στο αριστερό τμήμα αυτής της υποσελίδας, όπου υπάρχει μια λίστα με τις ονομασίες των γεωτρήσεων (Σχήμα Π.3.1). Με τη χρήση του κέρσορα δίνεται η δυνατότητα ενεργοποίησης ή απενεργοποίησης κάθε γεώτρησης (επιλεγμένο ή όχι, αντίστοιχα). Αφού εισαχθεί μια καινούρια γεώτρηση, ακολουθεί η εισαγωγή των επιμέρους στοιχείων της. Συγκεκριμένα, στην επιφάνεια εργασίας του Borehole Manager υπάρχουν διαφορετικές καρτέλες, κάθε μια από τις οποίες φιλοξενεί τα αντίστοιχα δεδομένα της εκάστοτε ενεργοποιημένης γεώτρησης.



Σχήμα Π.3.1: Υποσελίδα Borehole Manager

- **Πεδίο Location:**

Οι γεωγραφικές συντεταγμένες κάθε γεώτρησης, το υψόμετρο και το συνολικό βάθος.

- **Πεδίο Orientation:**

Ο προσανατολισμός - κλίση της γεώτρησης.

- **Πεδίο Lithology:**

Η λιθολογική περιγραφή κάθε γεώτρησης.

- **Πεδίο Stratigraphy:**

Η στρωματογραφική περιγραφή κάθε γεώτρησης.

- **Πεδίο Intervals (I-data):**

Δεδομένα (π.χ. γεωχημικές αναλύσεις) που αντιστοιχούν σε κάθε διάστημα (Interval) της γεώτρησης.

- **Πεδίο I-text(interval Text):** Πληροφορίες για το κάθε διάστημα (Interval) της γεώτρησης.
- **Πεδίο P-data:**

Δεδομένα (π.χ. γεωφυσικές καταγραφές γεωτρήσεων, well logging) που αντιστοιχούν σε σημεία (Point) της γεώτρησης.

- **Πεδίο T-data (Time Intervals):**

Καταχώρηση του χρόνου που σχετίζονται με τα I-data.

- **Πεδίο Fractures:**

Τα στοιχεία προσανατολισμού ρηγμάτων.

- **Πεδίο Aquifers:**

Στοιχεία για τους υδροφόρους της περιοχής μελέτης

- **Πεδία Symbols, Patterns, Colors, Bitmaps:**

Αναφέρονται στον τρόπο με τον οποίο παριστάνονται οι γεωτρήσεις.

- **Πεδίο Vector:**

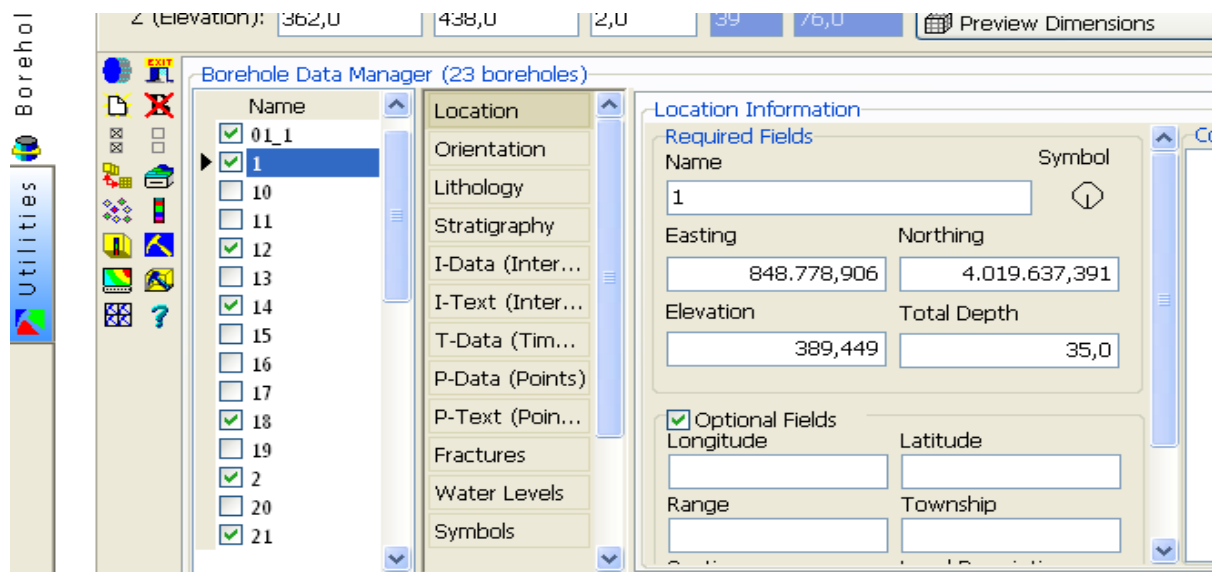
Καταχώρηση του βάθους των σημείων, της κατεύθυνσης του αζιμούθιου, την κλίση, το χρώμα και το μέγεθός του.

- **Πεδίο Well Construction:**

Καταχώρηση των εσωτερικών και εξωτερικών διαμέτρων, των αντισταθμίσεων, των υλικών κατασκευής καθώς επίσης και επεξηγηματικών κειμένων για τις εξερχόμενες εικόνες. Από τα παραπάνω πεδία αναγκαία είναι η συμπλήρωση του πρώτου (Location), ενώ τα υπόλοιπα συμπληρώνονται κατά περίπτωση ανάλογα της φύσης των δεδομένων. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την απεικόνιση των γεωτρητικών στηλών, την δημιουργία επάλληλων ή μη τομών, σε δύο και τρεις διαστάσεις, καθώς και για τη δημιουργία τρισδιάστατων στερεών μοντέλων (3D solid modeling).

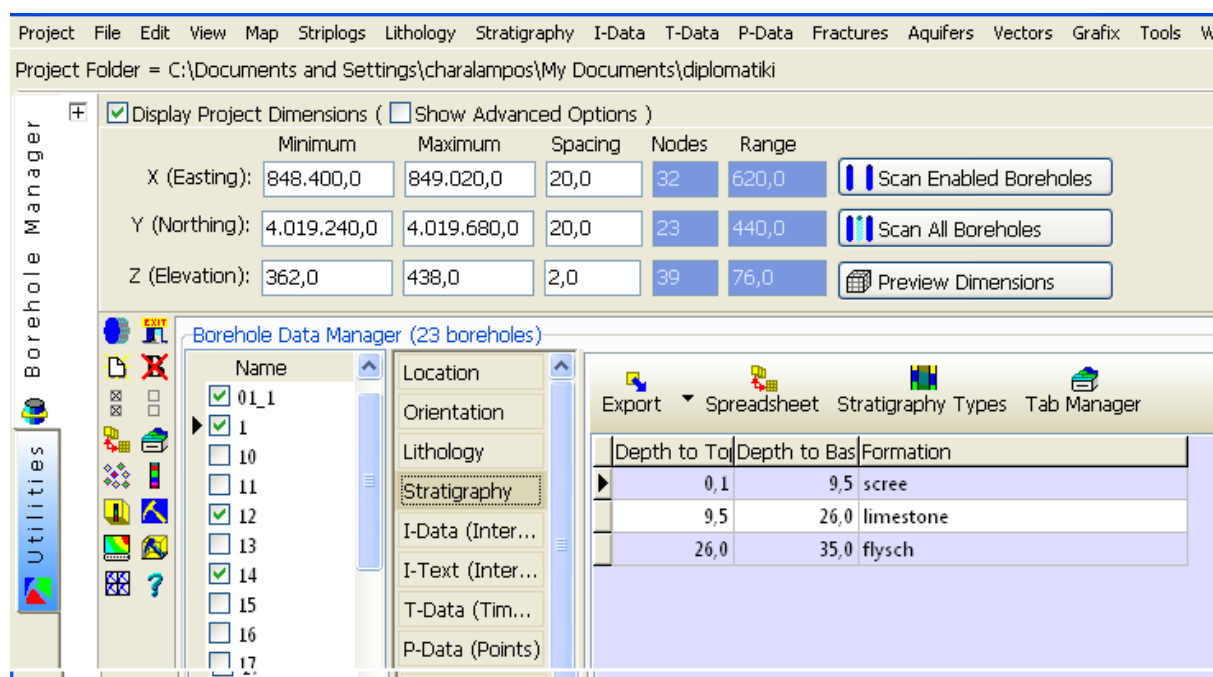
Αξίζει να σημειωθεί οι απενεργοποιημένες γεωτρήσεις δεν λαμβάνονται υπόψη κατά την διαδικασία επεξεργασίας. Η ενεργοποίηση και απενεργοποίηση μπορεί να γίνει και από τα δύο μικρά παράθυρα ακριβώς δίπλα από τις γεωτρήσεις. Στο ίδιο σημείο υπάρχουν και άλλα παράθυρα που επιτρέπουν τη δημιουργία νέας γεώτρησης, τη διαγραφή μιας ήδη υπάρχουσας καθώς επίσης και άλλες λειτουργίες.

Τα δεδομένα των γεωτρήσεων εισάγονται ως εξής. Στη καρτέλα Locations εισάγονται οι συντεταγμένες X και Y του κολάρου της γεώτρησης στα πεδία Easting και Northing αντίστοιχα. Στο πεδίο Elevation εισάγεται η τιμή του υψομέτρου που βρίσκεται το κολάρο της γεώτρησης ενώ στο πεδίο Total Depth εισάγεται το βάθος της γεώτρησης (σχήμα Π.3.2).



Σχήμα Π.3.2: Επιλογή των γεωτρήσεων που θα απεικονιστούν, και έλεγχος της πληρότητας των στοιχείων στην καρτέλα Location.

Στο πεδίο Depth to top εισάγεται το βάθος της αρχής του σχηματισμού ενώ στο πεδίο Depth to Base εισάγεται το βάθος που τελειώνει ο σχηματισμός. Ακριβώς από κάτω εισάγονται στο πεδίο Stratigraphy η περιγραφές των σχηματισμών (σχήμα Π.3.3) η δημιουργία των οποίων είναι απαραίτητη και προαπαιτούμενη. Επιλέγοντας στο menu stratigraphy την εντολή types, ορίζονται τα στρώματα που θα αποτελούν το μοντέλο. Επιπλέον επιλέγεται το ιδιαίτερο σχέδιο (pattern), που θα χαρακτηρίζει κάθε στρώμα καθώς και η πυκνότητα (density) που χρησιμεύει στον υπολογισμό της μάζας κάθε στρώματος.



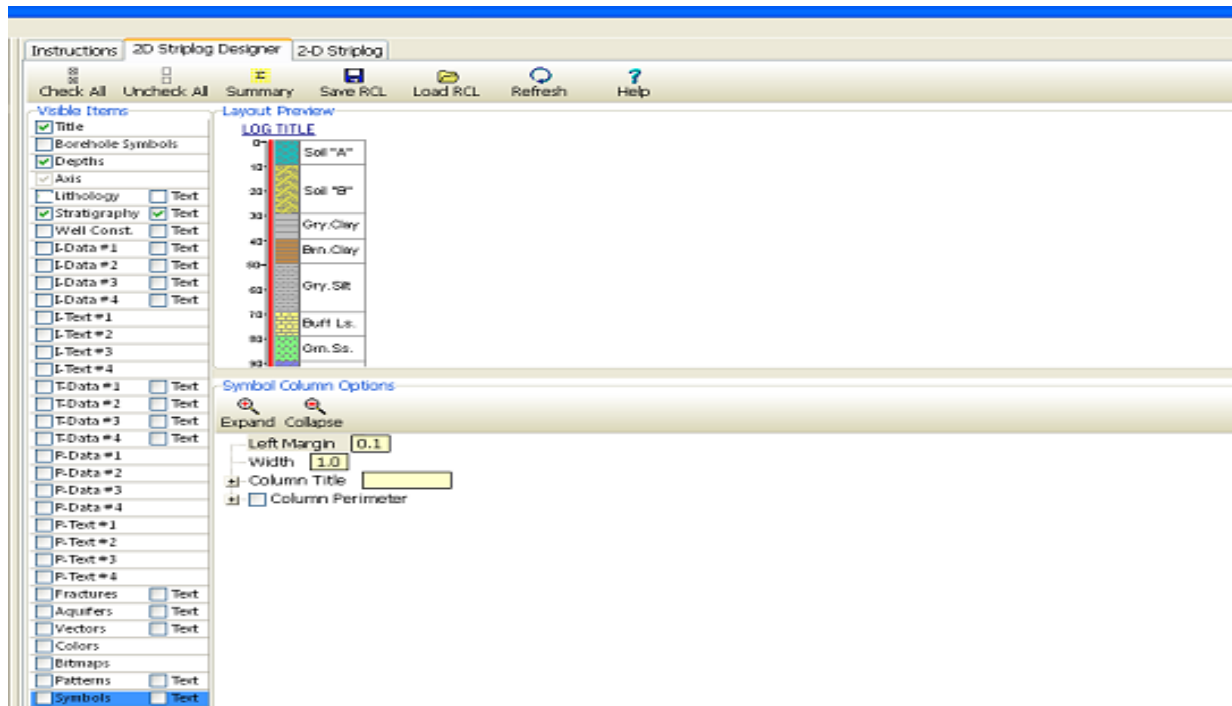
Σχήμα Π.3.3: Επιλογή των γεωτρήσεων που θα απεικονιστούν, και έλεγχος της πληρότητας των στοιχείων στην καρτέλα Stratigraphy.

Π.4 ΜΕΝΟΥ STRIPLOGS

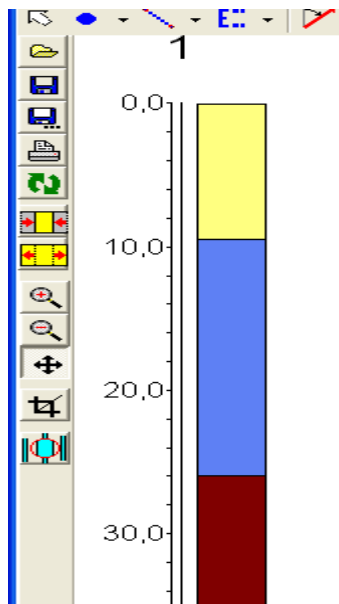
Δισδιάστατη απεικόνιση στρωματογραφίας γεωτρήσεων

Με τον παραπάνω τίτλο εννοείται η δισδιάστατη απεικόνιση της λιθολογίας και της στρωματογραφίας του πυρήνα της γεώτρησης. Γίνεται φανερό πως για τον σκοπό αυτόν πρέπει απαραίτητα να είναι συμπληρωμένες οι καρτέλες Locations, Stratigraphy της υποκαρτέλας Borehole Manager. Για να ελεγχτεί αυτό, επιλέγουμε την γεώτρηση που θα απεικονιστεί και διαπιστώνουμε αν τα στοιχεία στην καρτέλα Locations, Stratigraphy είναι πλήρη.

Απ' τη κεντρική μπάρα εργαλείων, επιλέγουμε στο μενού Striplogs - Single Log. Εμφανίζεται το υπομενού ρυθμίσεων και ενεργοποιούμε τις επιλογές Title, Depths Stratigraphy και Text δεξιά των επιλογών (σχήμα Π.4.1). Πατώντας Continue θα προκύψει η παρακάτω απεικόνιση του σχήματος Π.4.2.



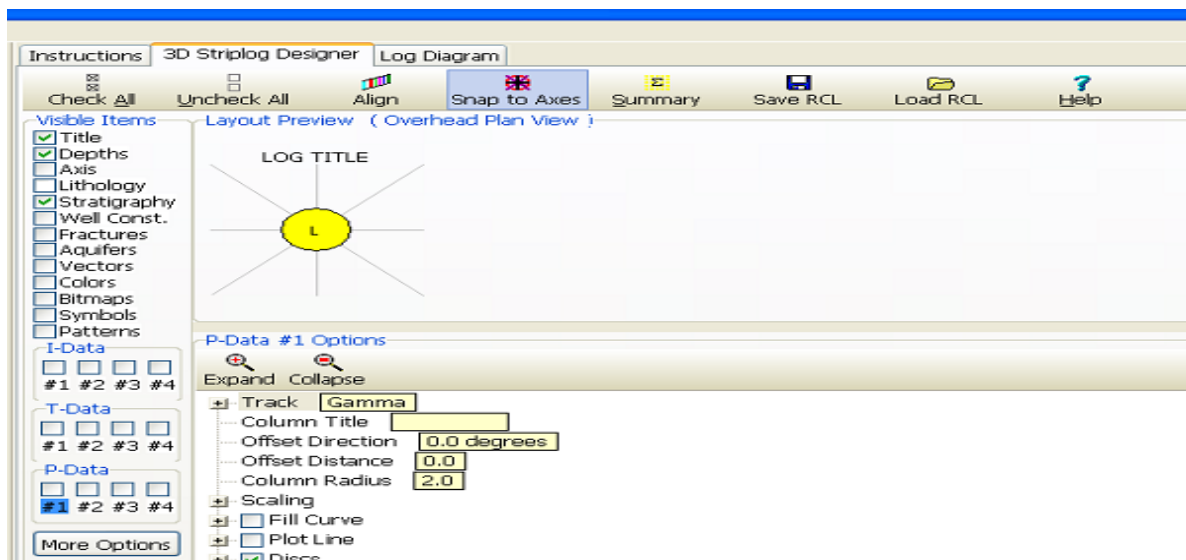
Σχήμα Π.4.1: Παράθυρο ρυθμίσεων της εντολής 2D – Striplog



Σχήμα Π.4.2: Η στρωματογραφική στήλη που προκύπτει για μία γεώτρηση

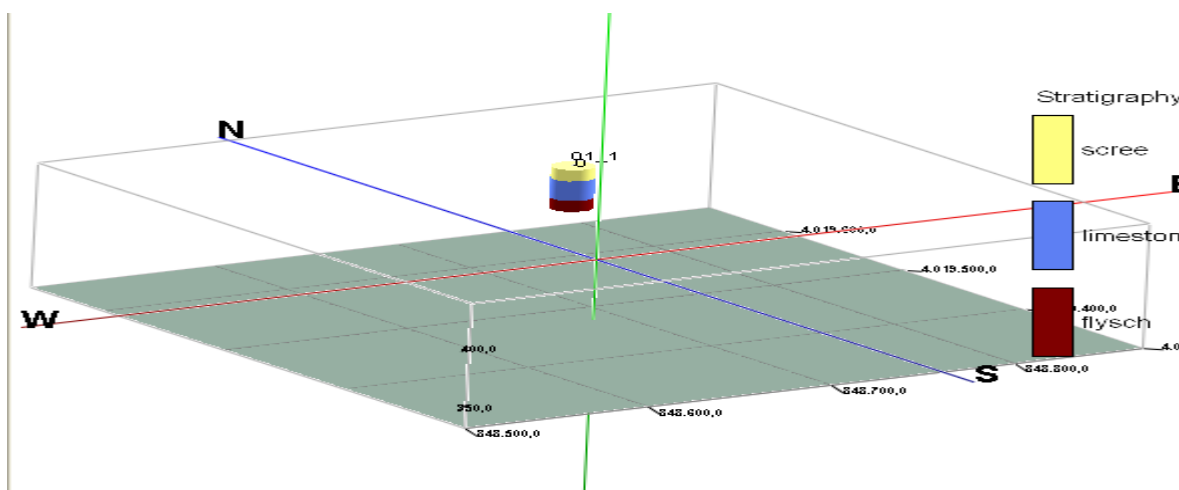
Τρισδιάστατη απεικόνιση στρωματογραφίας γεωτρήσεων

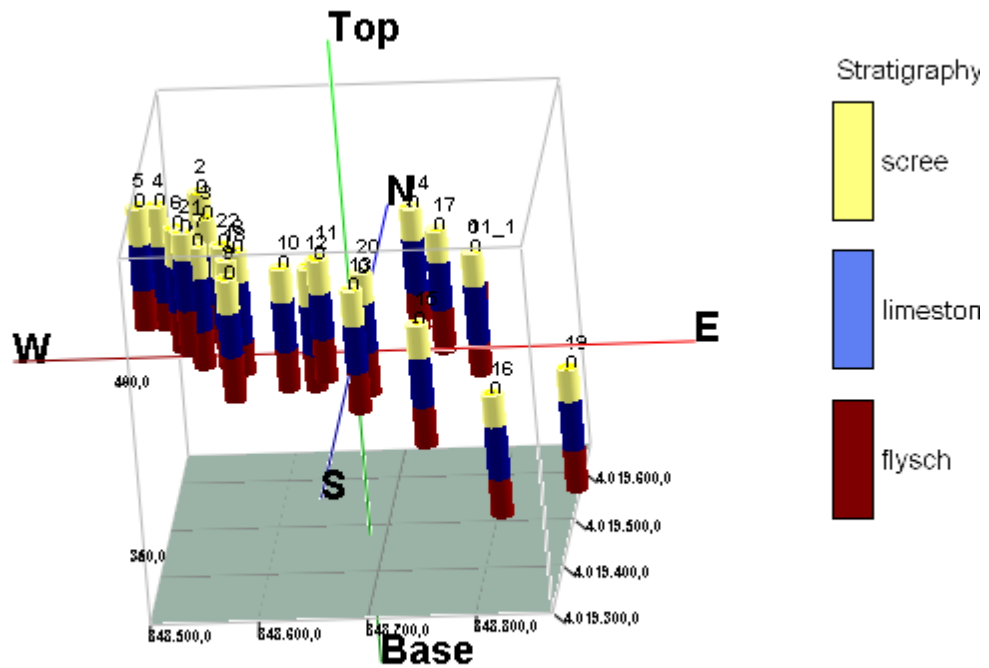
Για να απεικονίσουμε μια γεώτρηση στις τρεις διαστάσεις επιλέγουμε διαδοχικά από το μενού εντολών τις ακόλουθες εντολές Striplog - Single Log (3D). Ανοίγει το παράθυρο ρύθμισης παραμέτρων του σχήματος Π.4.3 στο οποίο ενεργοποιούμε την επιλογή Stratigraphy, Title και Depth.



Σχήμα Π.4.3: Το παράθυρο ρυθμίσεων της εντολής Single Log 3D

Πατώντας Continue σχεδιάζονται οι γεωτρήσεις με την στρωματογραφία και απεικονίζονται σε παράθυρα του υποπρογράμματος RockPlot3D15 (σχήμα Π.4.4 & Π.4.5).

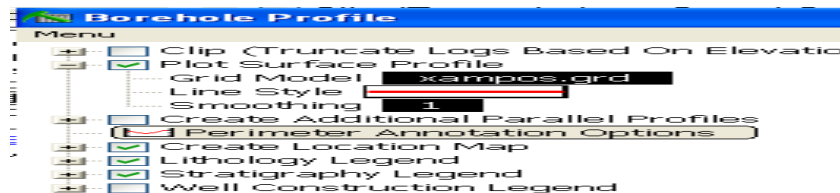




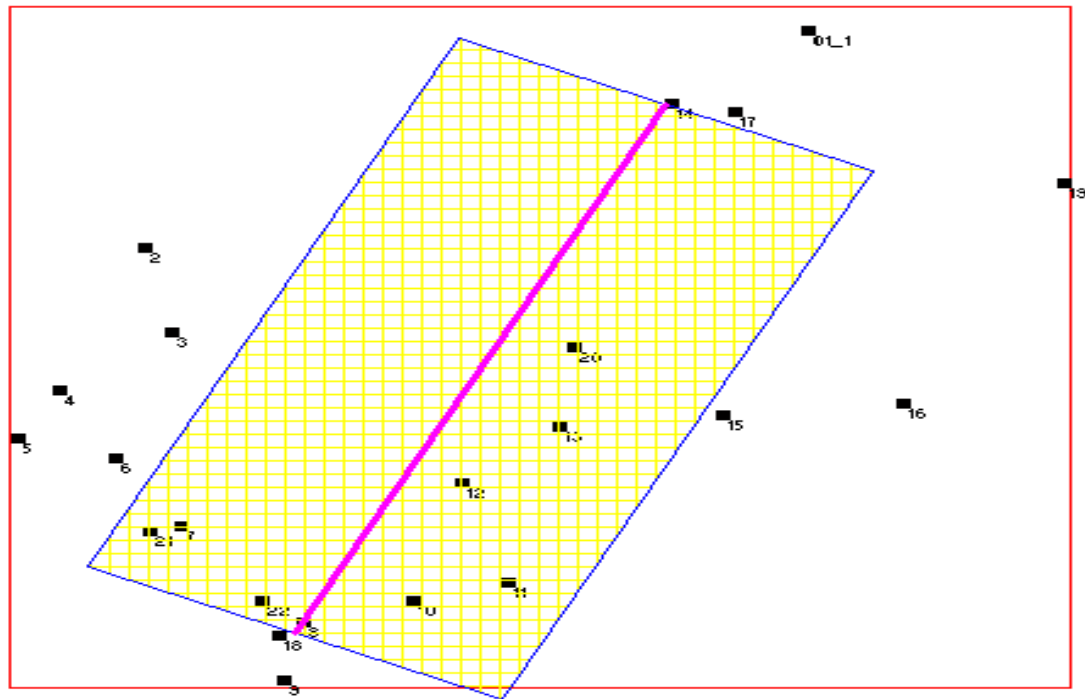
Σχημα Π.4.5: Τρισδιάστατη στρωματογραφική απεικόνιση των γεωτρήσεων

Δισδιάστατη απεικόνιση στρωματογραφίας πολλαπλών γεωτρήσεων

Από τη γραμμή εργαλείων επιλέγεται διαδοχικά **Striplogs - Multilog Profile** για να απεικονιστεί η λιθολογία και η στρωματογραφία πολλαπλών επιλεγμένων γεωτρήσεων κατά μήκος μίας ευθείας γραμμής μελέτης, που ορίζεται από τον χειριστή. Η τελική απεικόνιση θα συμπεριλάβει μόνο τις γεωτρήσεις από τις οποίες περνά η ορισθείσα ευθεία γραμμή μελέτης. Στην περίπτωση που θέλουμε να συμπεριληφθούν και γεωτρήσεις παρακείμενες της ευθείας γραμμής μελέτης, η συγκεκριμένη εντολή δίνει την δυνατότητα ρύθμισης του πλάτους της γραμμής. Ο αριθμός των γεωτρήσεων που θα συμπεριληφθούν εξαρτάται απ' το πλάτος της γραμμής μελέτης θα οριστεί. Επιλέγοντας την εντολή Multilog Profile ανοίγει το παράθυρο ρυθμίσεων του σχήματος Π.4.6.

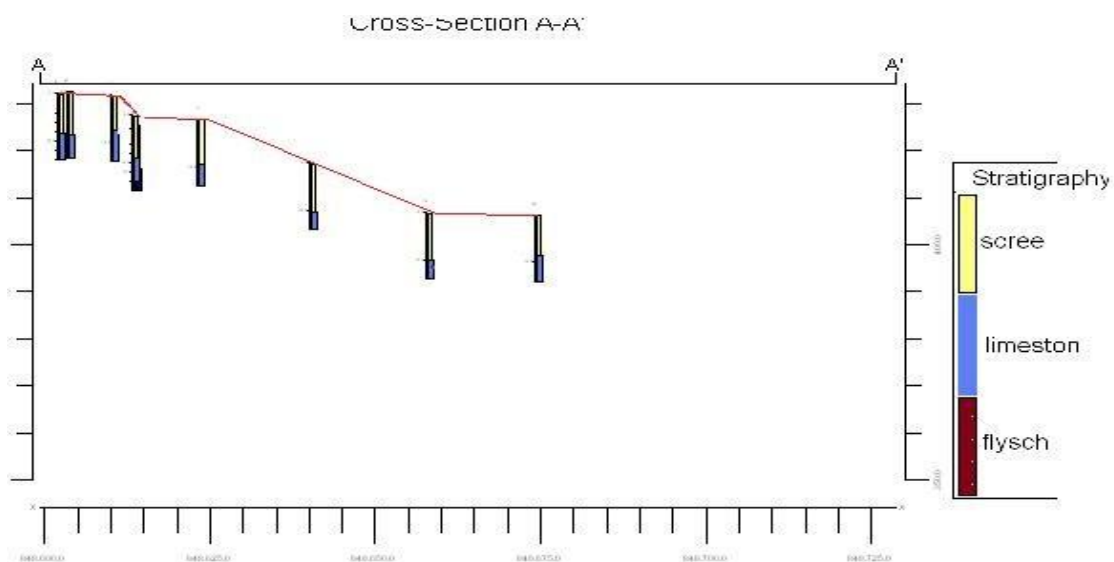


Σχήμα Π.4.6: Οι ρυθμίσεις απεικόνισης της εντολής Multilog Profile



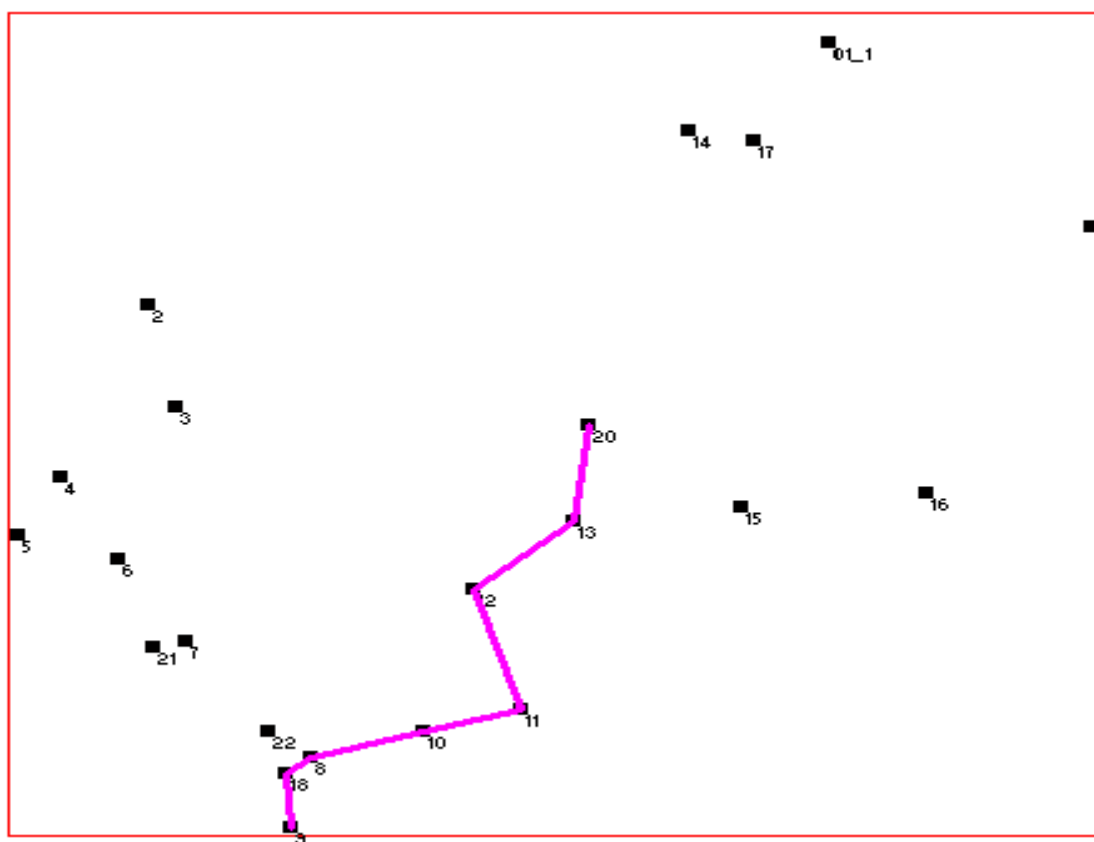
Σχήμα Π.4.7: Επιλογή γεωτρήσεων για τη δημιουργία στρωματογραφικού προφίλ

Επιλέγουμε μια γραμμή μελέτης όπως φαίνεται στην εικόνα η οποία περιλαμβάνει τις γεωτρήσεις που φαίνονται στο σχήμα. Πατώντας OK σχεδιάζεται το προφίλ μαζί με το χάρτη που παρουσιάζει την παραπάνω γραμμή που ορίσαμε (σχήμα Π.4.8).



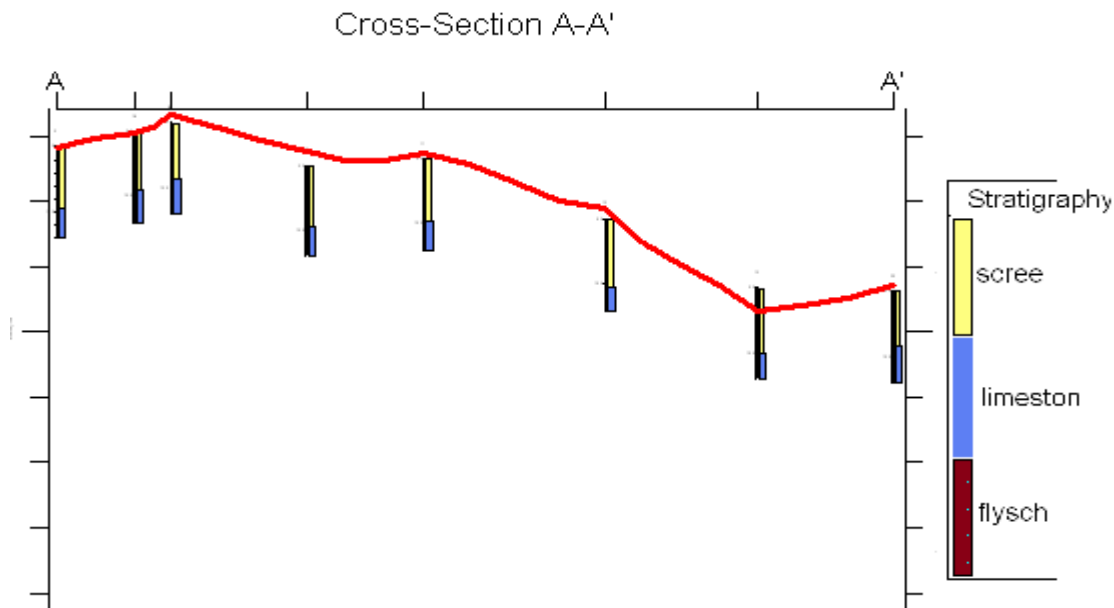
Σχήμα Π.4.8: Προφίλ στρωματογραφίας μέσω της εντολής Multilog Profile

Αν παρόλα αυτά, η δυνατότητα επιλογής μιας μόνο ευθείας γραμμής μελέτης δεν είναι ικανοποιητική, τότε το λογισμικό δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να επιλέξει γεωτρήσεις που δεν βρίσκονται στην ίδια ευθεία, με επιλογή τεθλασμένης γραμμής μελέτης για την δημιουργία στρωματογραφικού μοντέλου. Αυτό επιτυγχάνεται με την χρήση της εντολής Striplogs Multi - Log Section. Το παράθυρο ρυθμίσεων που ανοίγει είναι το ίδιο με αυτό της προηγούμενης εντολής και οι ρυθμίσεις οι ίδιες. Στο παράθυρο όπου φαίνονται οι θέσεις των γεωτρήσεων ο χρήστης επιλέγει τις γεωτρήσεις που επιθυμεί. Η διαδικασία φαίνεται στο σχήμα Π.4.9. Σημειώνεται ότι στην περίπτωση αυτή δεν υπάρχει δυνατότητα καθορισμού ζώνης γύρω από την τεθλασμένη γραμμή για την απεικόνιση γεωτρήσεων παρακείμενων της γραμμής μελέτης.



Σχήμα Π.4.9: Επιλογή γεωτρήσεων για τη δημιουργία στρωματογραφικού προφίλ με την εντολή Multilog Section

Το προφίλ που προκύπτει παρατίθεται στην επόμενη εικόνα (Π.4.10).

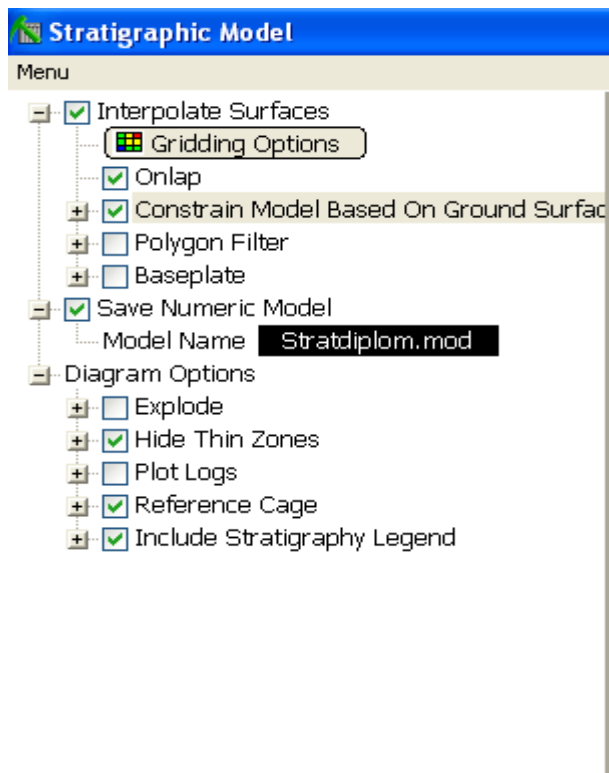


Σχημα Π.4.10: Προφίλ στρωματογραφίας μέσω της εντολής Multilog Profile

Π.5 ΜΕΝΟΥ STRATIGRAPHY

Δημιουργία τρισδιάστατου στρωματογραφικού μοντέλου

Το λογισμικό Rockworks 15 εκτός από τα λιθολογικά μοντέλα έχει τη δυνατότητα να δημιουργήσει και να προβάλει τρισδιάστατα στρωματογραφικά μοντέλα από τα δεδομένα των γεωτρήσεων, με την προϋπόθεση ότι αυτά προηγουμένως έχουν ορισθεί μέσω του μενού Stratigraphy της υποσελίδας Borehole Manager, με τη χρήση ενός συγκεκριμένου αλγορίθμου. Για την δημιουργία του τρισδιάστατου στρωματογραφικού μοντέλου επιλέγουμε από το μενού εντολών διαδοχικά **Stratigraphy - Model**. Ανοίγει το παράθυρο του σχήματος Π.5.1 το οποίο μας δίνει πρόσβαση στις παραμέτρους κατασκευής και απεικόνισης του τρισδιάστατου μοντέλου.



Σχήμα Π.5.1: Το παράθυρο ρυθμίσεων για τη δημιουργία τρισδιάστατων στρωματογραφικών Μοντέλων

Αναλυτικότερα, η ρύθμιση των παραμέτρων δημιουργίας στρωματογραφικών μοντέλων περιγράφεται στη συνέχεια:

I. Interpolate Surfaces: Επιλέγεται για τη δημιουργία νέου μοντέλου και δίνει πρόσβαση στις ακόλουθες μετρήσεις.

- **Gridding Options:** Μέσω αυτού του μενού επιλογών δημιουργείται το τρισδιάστατο στρωματογραφικό μοντέλο. Οι παράμετροι είναι οι ίδιες όπως αναλύθηκαν στο υποκεφάλαιο «Δημιουργία χαρτών και τρισδιάστατων ψηφιακών μοντέλων εδάφους».

Στην παρούσα διπλωματική εργασία για την κατασκευή του μοντέλου επιλέχθηκε ο αλγόριθμος Inverse Distance. Παρακάτω παρουσιάζονται ενδεικτικά οι παράμετροι του συγκεκριμένου αλγορίθμου:

Weighting Exponent: 3.0

Number of points: 8

Sector Angle: 90 Degrees (4 Sectors)

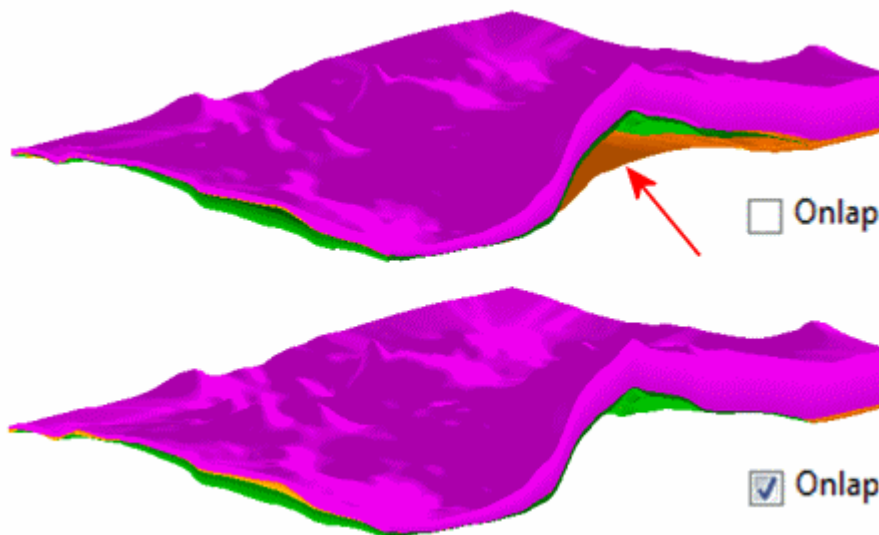
Map Units: 200

Points per Sector: 1

Faulted: No

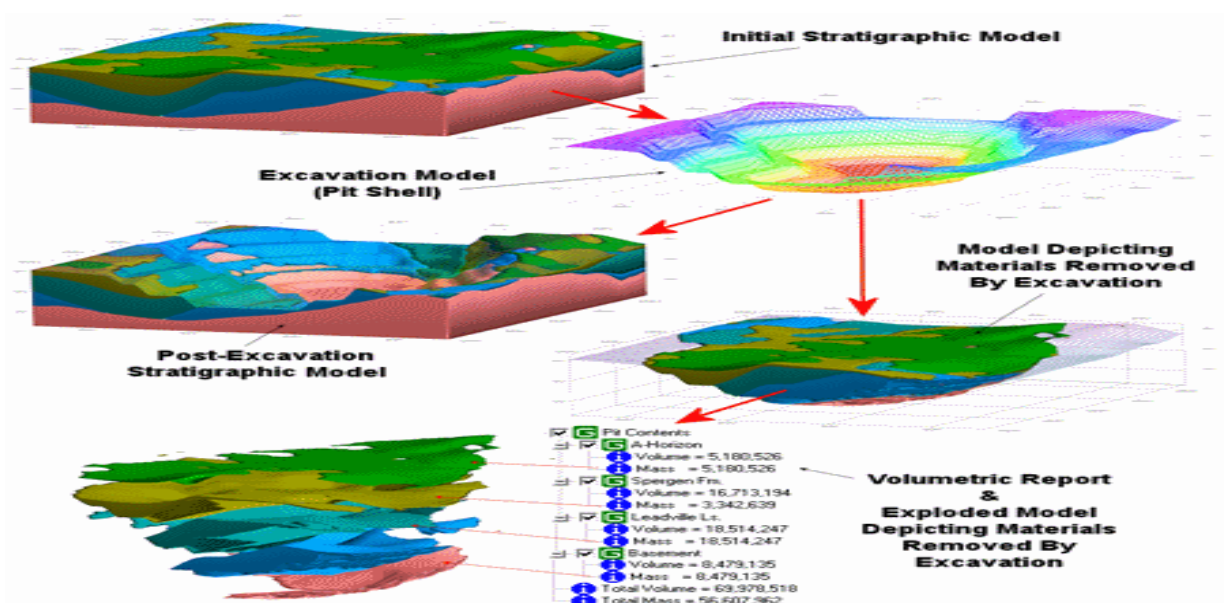
Εκτενέστερη αναφορά για τα χαρακτηριστικά του γίνεται στο επόμενο κεφάλαιο.

- **Onlap:** Η εντολή αυτή, όταν ενεργοποιείται, διορθώνει στρωματογραφικά μοντέλα στα οποία τμήματα μιας ανώτερης στρωματογραφικά ενότητας εκτείνονται κάτω από τη βάση μιας χαμηλότερης ενότητας. Το πρόγραμμα δίνει προτεραιότητα στις χαμηλότερες ενότητες δημιουργώντας το μοντέλο από κάτω προς τα πάνω (Σχήμα Π.5.2).



Σχήμα Π.5.2: Η εντολή Onlap

- **Constrain model based on ground surface:** η επιλογή αυτή ενεργοποιείται εάν το στρωματογραφικό μοντέλο επιθυμούμε να φιλτραριστεί από μία επιφάνεια όπου συνήθως πρόκειται για την επιφάνεια του εδάφους (Σχήμα Π.5.3).



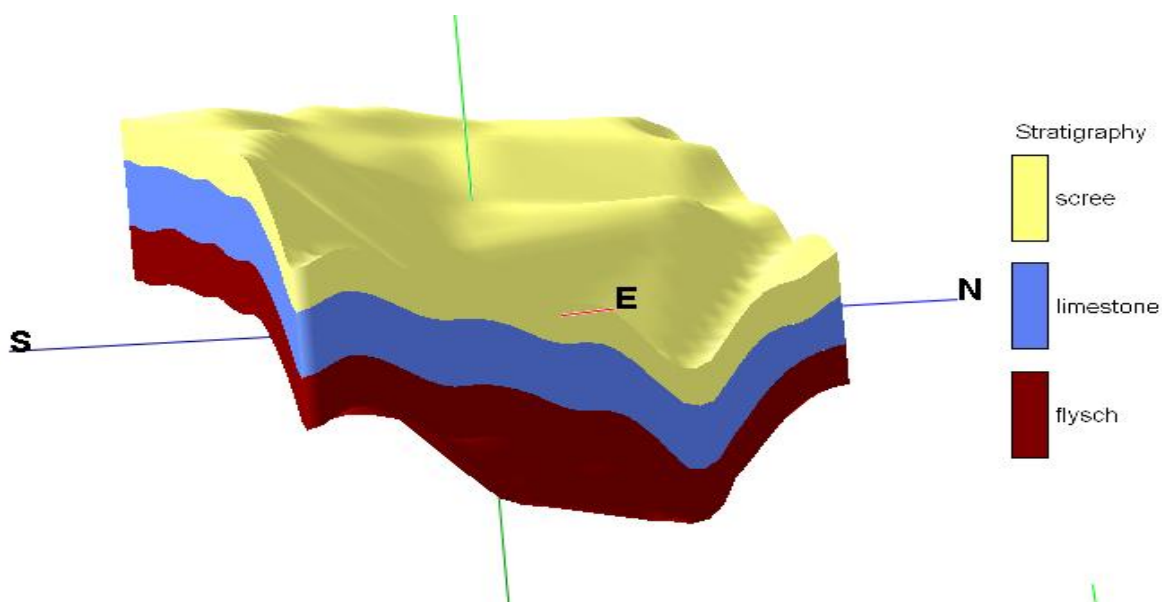
Σχήμα Π.5.3: Η εντολή Constrain model based on ground surface

II. Save Numeric Model: Στο πεδίο αυτό εισάγεται ένα όνομα για το στρωματογραφικό μοντέλο. Τα στρωματογραφικά μοντέλα, όπως και τα λιθολογικά έχουν πάντα κατάληξη .mod.

III. Diagram Options: Ενεργοποιώντας το πεδίο αυτό μπορούμε να εισάγουμε και να διαμορφώσουμε τις επιλογές του διαγράμματος του μοντέλου.

- **Hide thin Zones:** Η επιλογή αυτή απομακρύνει τμήματα των στρωματογραφικών ενοτήτων που έχουν πάχος μικρότερο από κάποιο όριο (cutoff) που ορίζεται από το χρήστη. Η τιμή αυτή πρέπει να επιλεγεί ύστερα από δοκιμές ώστε να αποφευχθούν καταστάσεις κατά τις οποίες όταν η τιμή είναι μεγάλη τότε δεν θα απεικονίζονται στρωματογραφικές ενότητες μικρού πάχους παρόλο που θα υφίστανται στην πραγματικότητα και αντιστρόφως.
- **Reference Cage:** Με την επιλογή αυτή εισάγονται οι τρεις άξονες, XYZ στο τρισδιάστατο διάγραμμα.
- **Include Stratigraphy Cage:** Ενεργοποιώντας το πεδίο αυτό εισάγεται στο προφίλ υπόμνημα που περιλαμβάνει τους στρωματογραφικούς τύπους με τα σχέδια και το χρωματισμό τους ακριβώς όπως είναι ορισμένοι στο πεδίο Tables.

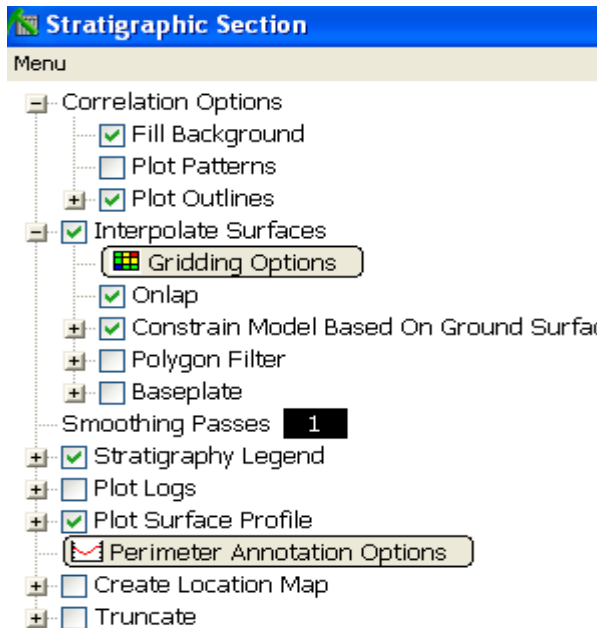
Ο συνδυασμός της υφιστάμενης τοπογραφίας, τα στοιχεία του γεωλογικού χάρτη συνδυάστηκαν με τα ανωτέρω δεδομένα που προέκυψαν από τις γεωτρήσεις και εισήχθησαν στο Rockworks 15 για την κατασκευή του τελικού στρωματογραφικού μοντέλου της περιοχής μελέτης (Σχήμα Π.5.4).



Σχήμα Π.5.4: Τρισδιάστατη απεικόνιση της στρωματογραφίας

Δημιουργία συνεχούς στρωματογραφικού προφίλ τύπου «Section»

Τα προφίλ τύπου «Section» μπορούν να σχεδιαστούν κατά μήκος οποιασδήποτε διαδρομής στην περιοχή μελέτης. Όπως ακριβώς δηλαδή και στο λιθολογικό προφίλ αυτού του τύπου. Από το μενού εντολών επιλέγεται διαδοχικά Stratigraphy – Section - Modeled (Interpolated Surface Models). Ανοίγει το παράθυρο του σχήματος Π.5.5 το οποίο μας δίνει πρόσβαση στις παραμέτρους κατασκευής και απεικόνισης του προφίλ.



Σχήμα Π.5.5: Ρυθμίσεις της εντολής Section

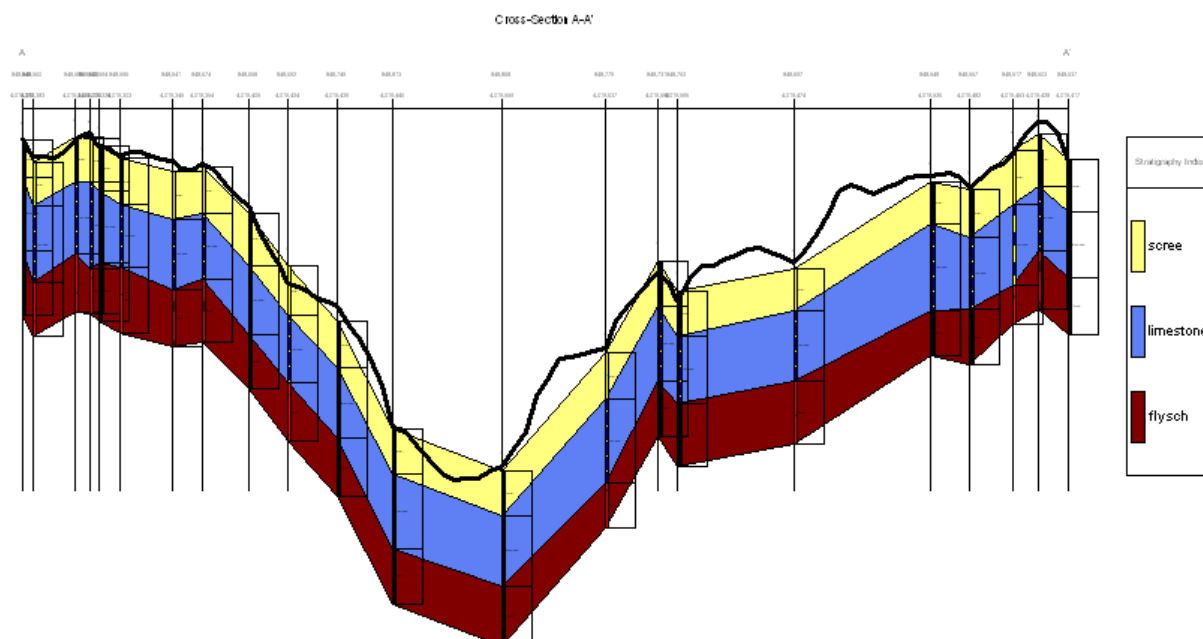
I. Correlation Options: Η εντολή αυτή αφορά τις ρυθμίσεις της απεικόνισης των χρωμάτων και των μοτίβων των στρωμάτων.

- **Fill Background:** Η επιλογή αυτή είναι ακριβώς ίδια με εκείνη που περιγράφηκε στην παράγραφο «Δημιουργία συνεχούς λιθολογικού προφίλ τύπου Section».

II. Interpolate Surfaces: Η επιλογή αυτή είναι ακριβώς ίδια με εκείνη που περιγράφηκε στην παράγραφο «Δημιουργία τρισδιάστατου στρωματογραφικού μοντέλου».

III. Include Stratigraphy Legend: Η επιλογή αυτή είναι ακριβώς ίδια με εκείνη που περιγράφηκε στην παράγραφο «Δημιουργία τρισδιάστατου στρωματογραφικού μοντέλου».

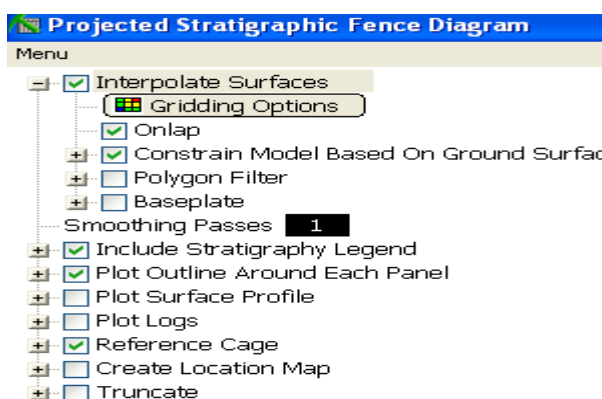
IV. Plot Surface Profile: Η επιλογή αυτή είναι ακριβώς ίδια με εκείνη που περιγράφηκε στην παράγραφο «Δημιουργία συνεχούς λιθολογικού προφίλ τύπου Section». (σχήμα Π.5.6)



Σχήμα Π.5.6: Στρωματογραφικό Προφίλ τύπου «Section»

Δημιουργία στρωματογραφικού προφίλ τύπου «Fence»

Τα διαγράμματα τύπου «**Fence**» διαφέρουν από τα προηγούμενα σε δύο σημεία. Με αυτήν την εντολή κατασκευάζονται πολλαπλά προφίλ που οι γραμμές μπορούν να τέμνονται μεταξύ τους και προβάλλεται σε τρεις διαστάσεις από το παράθυρο του υποπρογράμματος RockPlot 3D. Όπως ακριβώς δηλαδή και στο λιθολογικό προφίλ αυτού του τύπου. Από το μενού εντολών επιλέγεται διαδοχικά Stratigraphy - Fence - Modeled (Interpolated Surface Models). Ανοίγει το παράθυρο του σχήματος Π.5.7 το οποίο μας δίνει πρόσβαση στις παραμέτρους κατασκευής και απεικόνισης του προφίλ.



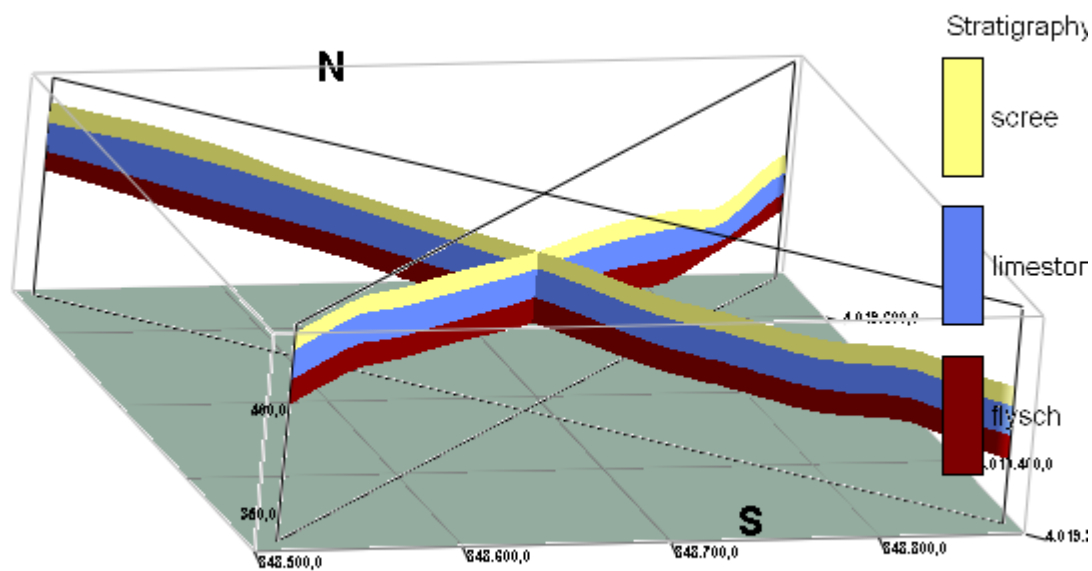
Σχήμα Π.5.7: Ρυθμίσεις της εντολής Fence

I. Interpolate Surfaces: Η επιλογή αυτή είναι ακριβώς ίδια με εκείνη που περιγράφηκε στην παράγραφο «Δημιουργία τρισδιάστατου στρωματογραφικού μοντέλου».

II. Include Stratigraphy Legend: Η επιλογή αυτή είναι ακριβώς ίδια με εκείνη που περιγράφηκε στην παράγραφο «Δημιουργία τρισδιάστατου στρωματογραφικού μοντέλου».

III. Plot Outline Around Each Panel: Η επιλογή αυτή είναι ακριβώς ίδια με εκείνη που περιγράφηκε στην παράγραφο «Δημιουργία λιθολογικού προφίλ τύπου Fence».

IV. Reference Cage: Η επιλογή αυτή είναι ακριβώς ίδια με εκείνη που περιγράφηκε στην παράγραφο «Δημιουργία τρισδιάστατου στρωματογραφικού μοντέλου». (σχήματος Π.5.8)



Σχήμα Π.5.8: Στρωματογραφικό Προφίλ τύπου «Fence»