

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



ΓΕΩΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ ΓΥΨΩΝ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ ΝΕΟΓΕΝΟΥΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΙΣΣΑΜΟΥ ΧΑΝΙΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΟΛΥΜΕΡΟΠΟΥΛΟΣ ΌΘΩΝ

ΧΑΝΙΑ 11/2017

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΒΑΦΕΙΔΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ, Καθηγητής (επιβλέπων)

ΜΑΝΟΥΤΣΟΓΛΟΥ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ, Καθηγητής

ΣΟΥΠΙΟΣ ΠΑΝΤΕΛΗΣ, Καθηγητής

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
1.1 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ.....	7
1.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	9
1.3 ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	10
1.3.1 ΝΕΟΓΕΝΕΙΣ ΛΕΚΑΝΕΣ Β.Δ. ΚΡΗΤΗΣ.....	11
1.3.1.1 Λεκάνη Καστελίου.....	11
1.3.1.2 Στοιχεία Τεκτονικής.....	15
1.4 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ RES2DINV.....	15
1.5 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ROCKWORKS.....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΓΕΩΦΥΣΙΚΗ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	17
2.1 ΣΥΛΛΟΓΗ ΓΕΩΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	17
2.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΕΩΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΤΟΜΩΝ.....	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΥΝΔΥΑΣΤΙΚΗ ΧΩΡΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ.....	26
3.1 ΤΟΜΕΣ ΔΙΠΟΛΟΥ-ΔΙΠΟΛΟΥ.....	26
3.2 ΤΟΜΕΣ GRADIENT.....	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	31
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	32

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες στους επιβλέποντες Καθηγητές μου κ. Αντώνιο Βαφείδη, Καθηγητή της Σχολής Μηχανικών Ορυκτών Πόρων του Πολυτεχνείου Κρήτης και στον κ. Εμμανουήλ Μανούτσογλου, Καθηγητή και Κοσμήτορα της Σχολής Μηχανικών Ορυκτών Πόρων του Πολυτεχνείου Κρήτης για την ανάθεση της συγκεκριμένης διπλωματικής και την συνεχή καθοδήγηση τους κατά τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Σουπιό Παντελή, Καθηγητή της Σχολής Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος του ΤΕΙ Κρήτης, για τη συμμετοχή του στην εξεταστική επιτροπή. Στη συνέχεια θέλω να ευχαριστήσω βαθύτατα τον ΕΤΕΠ του τμήματος Μηχανικών Ορυκτών Πόρων εργαστηρίου εφαρμοσμένης Γεωφυσικής Νικόλαο Ανδρονικίδη για την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφερε καθ' όλη τη διάρκεια της διπλωματικής εργασίας και την καθοδήγηση που μου παρείχε σε κάθε της βήμα. Τέλος, να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την οικονομική και ψυχολογική στήριξη που μου παρείχαν καθόλη τη διάρκεια των σπουδών μου μέχρι φτάσω σήμερα εδώ που βρίσκομαι.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ηλεκτρική τομογραφία είναι μια γεωφυσική μέθοδος έρευνας που είναι αρκετά διαδεδομένη γιατί ο εξοπλισμός που χρειάζεται για τη συλλογή των δεδομένων είναι σχετικά φθηνός και έχει αξιόπιστα αποτελέσματα. Στην συγκεκριμένη μέθοδο διαχέουμε ρεύμα στο έδαφος με σκοπό να μετρήσουμε την αντίστασή του σε αυτό. Μπορούμε να επηρεάσουμε είτε το βάθος της διασκόπησης ως προς το μέγεθος του είτε το πλευρικό άνοιγμα αντίστοιχα αλλάζοντας τις διατάξεις του ρεύματος ανάλογα με την περίπτωση. Η ηλεκτρική τομογραφία έχει πολλές και διαφορετικές εφαρμογές. Χρησιμοποιείται σε αρχαιολογικούς χώρους, σε ανεγέρσεις κτηριακών εγκαταστάσεων και οδοποιίας για τον έλεγχο γεωλογικών σχηματισμών σε περίπτωση εγχοίλων ή καρστικών πετρωμάτων για την ασφαλή διεκπεραίωση της ανέγερσης όπως επίσης για την χαρτογράφηση και ανίχνευση του φαινομένου της υπαλμύρησης παράκτιων υδροφορέων. Σε αυτή τη διπλωματική εργασία η ηλεκτρική τομογραφία χρησιμοποιήθηκε για τον εντοπισμό μιας εμφάνισης εβαποριτών στην περιοχή Καστέλι στη βορειοδυτική Κρήτη.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως αντικείμενο τη γεωφυσική διερεύνηση της εμφάνισης εβαποριτών ΝΔ της Κίσσαμου, Χανίωνστη ΒΔ Κρήτη με σκοπό τη δημιουργία γεωλογικού μοντέλου το οποίο θα οριοθετεί την συγκεκριμένη εμφάνιση. Η γεωφυσική μέθοδος που επιλέχτηκε είναι η ηλεκτρική τομογραφία.

Με την μέθοδο της ηλεκτρικής τομογραφίας διασκοπήθηκαν 3 γραμμές, οι 2 έχουν μήκος 108 μ και η 1 έχει μήκος 135 μ. Χρησιμοποιήθηκαν οι διατάξεις διπόλου-διπόλου και Gradient. Η επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με την χρήση των λογισμικών πακέτων Res2Dinv και RockWorks που διαθέτει το Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Γεωφυσικής του Πολυτεχνείου Κρήτης. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν 2 τεχνικές αντιστροφής, η τεχνική της «εύρωστης» (robust blocky) αντιστροφής λόγω της ιδιότητάς της να τονίζει τις απότομες μεταβολές της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης και η τεχνική αντιστροφής των ελαχίστων τετραγώνων (least squares inversion) λόγω της ιδιότητας της να ομαλοποιεί τις απότομες μεταβολές της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης.

Από την επεξεργασία των δεδομένων της γεωφυσικής διασκόπησης στην περιοχή μελέτης προέκυψαν γεωηλεκτρικές τομές οι οποίες απεικονίζουν τον σχηματισμό των γύψων εντός του νεογενούς. Με τη βοήθεια του RockWorks παραθέσαμε τις γεωηλεκτρικές τομές των 3 γραμμών διασκόπησης στο χώρο.

Με την ολοκλήρωση της γεωφυσικής διασκόπησης παρατηρήθηκε ότι ο σχηματισμός των εβαποριτών φαίνεται να βυθίζεται προς τα Β-ΒΔ, ενώ το πάχος του είναι πάνω από 20 μ. Επίσης παρατηρήθηκε ότι οι γεωηλεκτρικές τομές από τις 2 μεθόδους έδωσαν παρόμοιες εικόνες και για τις 3 γραμμές διασκόπησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ

Η ηλεκτρική τομογραφία ανήκει στις ηλεκτρικές μεθόδους γεωφυσικής διασκόπησης. Οι ηλεκτρικές μέθοδοι έχουν σαν στόχο τον προσδιορισμό των ηλεκτρικών ιδιοτήτων των επιφανειακών στρωμάτων του φλοιού της Γης. Το μέγεθος που μετριέται είναι η ηλεκτρική τάση, από την οποία επιδιώκεται ο προσδιορισμός της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης και της κατανομής των τιμών της στα επιφανειακά στρώματα του φλοιού της Γης. Στην ηλεκτρική τομογραφία ο καθορισμός της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης του υπεδάφους, ή καλύτερα την κατανομή της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης στο υπέδαφος καλείται γεωηλεκτρική τομή και βασίζεται στη μελέτη των μεταβολών της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης κατά την οριζόντια και την κατακόρυφη διεύθυνση, εντοπίζοντας με αυτόν τον τρόπο ασυνέχειες κατά την οριζόντια ανάπτυξη των σχηματισμών, όπως ρήγματα ή έγκοιλα.

Το ηλεκτρικό πεδίο επηρεάζεται από τη δομή του υπεδάφους και ακολούθως από τις μετρήσεις του δυναμικού είναι δυνατός ο καθορισμός της δομής. Επειδή το κόστος της μεθόδου είναι χαμηλό ενώ το εύρος εφαρμογών είναι μεγάλο την έχει καταστήσει ως την πιο διαδεδομένη γεωφυσική μέθοδο. Χρησιμοποιείται στην Τεχνική Γεωλογία για αναζήτηση μεταλλευμάτων και γεωθερμικών πεδίων, στην ανεύρεση του βάθους του μητρικού πετρώματος σε περιοχές κατασκευής τεχνικών έργων όπως επίσης και στην Υδρογεωλογία.

Η ηλεκτρολυτική αγωγιμότητα είναι ο κυρίαρχος μηχανισμός αγωγής του ηλεκτρικού ρεύματος στα πετρώματα, δηλαδή το ρεύμα διαρρέει τα πετρώματα μέσω των ιόντων που είναι διαλυμένα στο νερό που υπάρχει στους πόρους τους.

Η ειδική ηλεκτρική αντίσταση ρ των πετρωμάτων υπολογίζεται από τη σχέση: $\rho = R \times A / L$

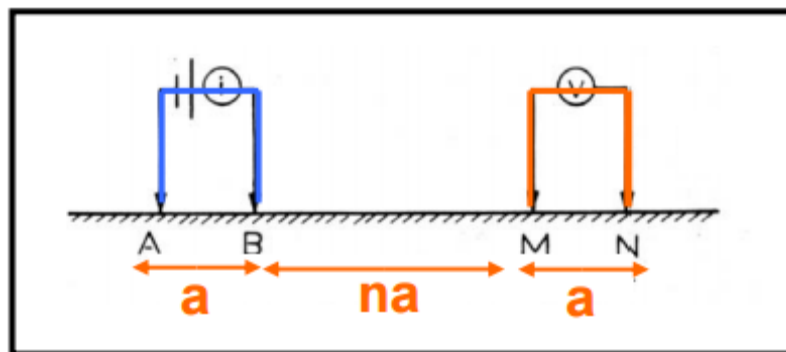
Όπου το $R = \Delta V / I$, ενώ A και L είναι αντίστοιχα η διατομή και το μήκος του δείγματος από τον οποίο διέρχεται το ρεύμα. Η μονάδα μέτρησης της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης στο διεθνές σύστημα μονάδων (SI) είναι το Ωm .

Η τιμή της φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης εξαρτάται από την κατανομή της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης στο υπέδαφος και από τη γεωμετρία των ηλεκτροδίων.

Ανάλογα με τις εκάστοτε συνθήκες που επικρατούν επιλέγουμε ποια ή ποιές διατάξεις ηλεκτροδίων θα χρησιμοποιήσουμε για να πάρουμε τις μετρήσεις. Οι παράγοντες που παίζουν τον κυριότερο ρόλο για την επιλογή είναι το μέγιστο βάθος διασκόπησης και η διακριτική ικανότητα της εκάστοτε διάταξης.

Σε αυτή τη γεωφυσική έρευνα επιλέχθηκαν 2 διατάξεις για την πραγματοποίηση των μετρήσεων, η Διπόλου – Διπόλου (DD) και η Gradient (GR). Η Διπόλου – Διπόλου επειδή έχει μεγαλύτερη διακριτική ικανότητα στην πλευρική μεταβολή των ειδικών ηλεκτρικών αντιστάσεων των σχηματισμών ενώ η Gradient επιλέχτηκε για τη μεγαλύτερη διακριτική ικανότητά της κατά την κατακόρυφο.

Στην Διπόλου – Διπόλου (σχήμα 1.1) οι μετρήσεις πραγματοποιούνται τοποθετώντας τα ηλεκτρόδια ρεύματος συμμετρικά ως προς το κέντρο της διάταξης. Στη συγκεκριμένη διάταξη η απόσταση ανάμεσα στα ηλεκτρόδια του ρεύματος είναι ίση με a . Επίσης a είναι και το διάστημα μεταξύ των ηλεκτροδίων δυναμικού. Η απόσταση μεταξύ των ζευγαριών ηλεκτροδίων είναι ίση με ακέραιο πολλαπλάσιο του a (na). Αυτή η διάταξη έχει μεγάλη διακριτική ικανότητα στις πλευρικές μεταβολές της φαινόμενης ηλεκτρικής αντίστασης αλλά παρουσιάζει μικρό λόγο σήματος προς θόρυβο.



Σχήμα 1.1: Διάταξη διπόλου διπόλου

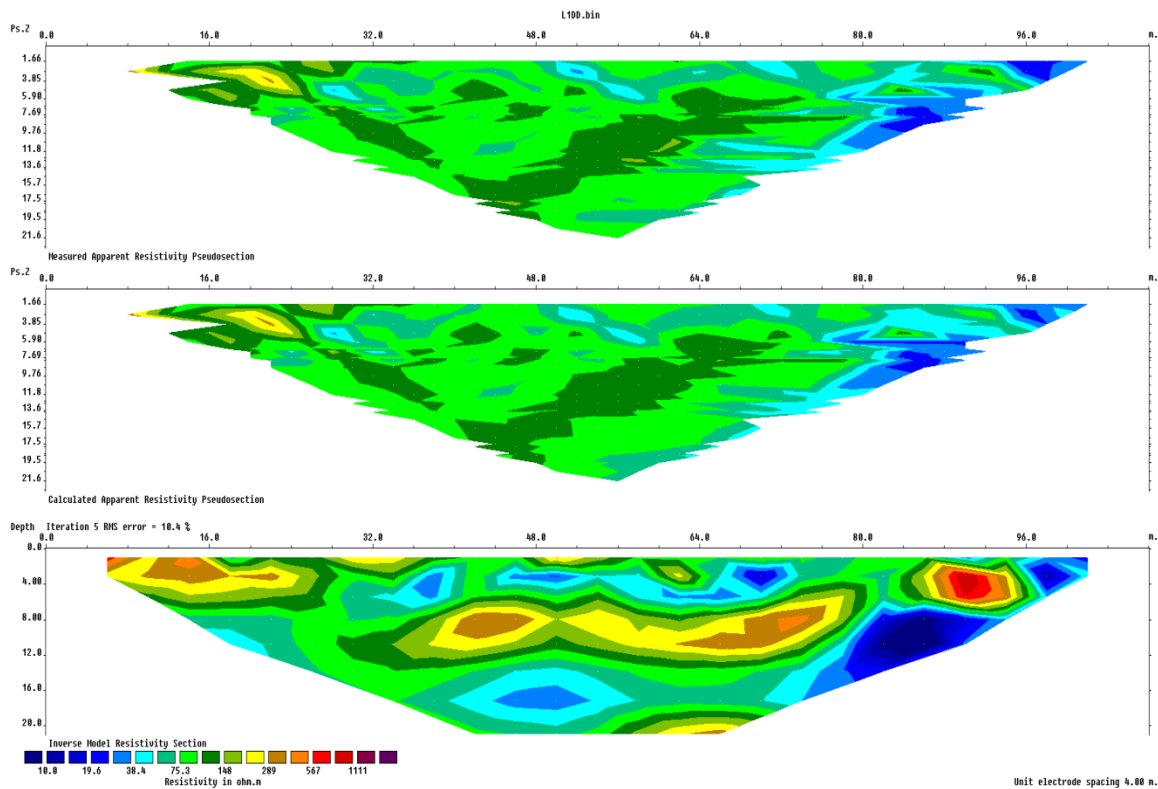
Στη Gradient (σχήμα 1.2) οι μετρήσεις πραγματοποιούνται κρατώντας σταθερά τα ηλεκτρόδια του ρεύματος (AB) και κινούμενα του δυναμικού (MN) σαρώνοντας όλο το μήκος AB. Σε περίπτωση που το AB έχει μικρή απόσταση λόγω π.χ. ελλειπή εξοπλισμού (λίγα ηλεκτρόδια, μικρό μήκος καλωδίων) τότε μετακινείται όλη η διάταξη. Για να μπορέσουμε να καταφέρουμε μεγαλύτερο βάθος διασκόπησης μεγαλώνουμε την απόσταση των ηλεκτροδίων ρεύματος AB. Η συγκεκριμένη μέθοδος έχει αρκετά πλεονεκτήματα όσον αφορά την δυνατότητα ανάλυσης και καλή αναλογία σήματος προς θόρυβο.



Σχήμα 1.2: Διάταξη Gradient

1.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑΣ

Μετά την συλλογή των μετρήσεων σειρά παίρνει η επεξεργασία των μετρήσεων αυτών. Κατά την οποία γίνεται η αντιστροφή των τιμών της φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης σε πραγματικές τιμές της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης για την ορθή ερμηνεία και τον ακριβή προσδιορισμό επιθυμητών βαθών. Τουπέδαφος υποδιαιρείται σε έναν αριθμό παραλληλογράμμων και θεωρείται σταθερή η πραγματική ειδική ηλεκτρική αντίσταση σε κάθε ορθογώνιο. Αρχικά υπολογίζονται οι τιμές της φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης που αντιστοιχούν στο μοντέλο αυτό και συγκρίνονται με τις μετρημένες τιμές της φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης. Μετά την αντιστροφή των δεδομένων εμφανίζονται στην οθόνη τρεις τομές. Η πρώτη παρουσιάζει τις τιμές της μετρούμενης φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης, η δεύτερη τις υπολογισμένες τιμές της φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης και η τελευταία παρουσιάζει την κατανομή της πραγματικής ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης, δηλαδή την γεωηλεκτρική δομή του υπεδάφους (σχήμα 1.3). Υπάρχει η ευχέρεια να απομακρύνουμε μετρήσεις οι οποίες έχουν μεγάλο σφάλμα, να περάσουμε τυχόν υψόμετρα κατά μήκος των γραμμών μελέτης. Επίσης μας δίνεται η δυνατότητα ρύθμισης του αριθμού των επαναλήψεων της διαδικασίας αντιστροφής.



Σχήμα 1.3: Παράδειγμα αντιστροφής δεδομένων γραμμής ηλεκτρικής τομογραφίας . Η 1ή εικόνα αποτελεί την ψευδοτομή των δεδομένων της φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης , η 2ή αποτελεί ψευδοτομή των υπολογισμένων τιμών της φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης και η 3ή είναι η γεωηλεκτρική τομή που προκύπτει από την αντιστροφή.

1.3 ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Στην ενότητα αυτή επιχειρείται να αποδοθεί το γεωλογικό περιβάλλον στο οποίο ανήκει η περιοχή μελέτης(εικόνα 1.4). Στοιχείο απαραίτητο για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων των μετρήσεων. Το γεωλογικό περιβάλλον της περιοχής μελέτης είναι τα νεογενή ιζήματα, καθώς η περιοχή μελέτης που βρίσκεται ΝΔ του χωριού Κίσσαμος της ΒΔ Κρήτης ανήκει σε νεογενή λεκάνη ιζηματογένεσης.



Εικόνα1.4: Περιοχή γεωφυσικής διασκόπησης

1.3.1 ΝΕΟΓΕΝΕΙΣ ΛΕΚΑΝΕΣ Β.Δ. ΚΡΗΤΗΣ

Η επιφάνεια της Κρήτης η οποία αποτελεί τμήμα της ηπειρωτικής λιθόσφαιρας του Αιγαίου, χαρακτηρίζεται από τη δημιουργία ιζηματογενών λεκανών, οι οποίες δημιουργήθηκαν από το Μέσο Μειόκαινο ή και νωρίτερα. Τμήμα μεγαλύτερο από το ένα τρίτο του νησιού καλύπτεται από Νεογενή και Τεταρτογενή ιζήματα. Το αλπικό υπόβαθρο καλύπτεται από Νεογενείς αποθέσεις. Οι πιο σημαντικές εμφανίσεις ιζημάτων του Νεογενούς τοποθετούνται κατά μήκος της βόρειας πλευράς του νησιού και στην ανατολική Κρήτη ανάμεσα στον Αγ. Νικόλαο και την Ιεράπετρα και στην περιοχή της Σητείας. Διασκορπισμένες εμφανίσεις βρίσκονται σε όλο το νησί. Στην Δυτική Κρήτη οι Νεογενείς λεκάνες ιζηματογένεσης είναι κυρίως τρεις. Τοποθετούνται στις περιοχές Πλάτανος, Καστέλι και Μάλεμε (Βουκολιές). Στην συγκεκριμένη εργασία το ενδιαφέρον πέφτει στο αποθετικό περιβάλλον της λεκάνης στο Καστέλι.

1.3.1.1 Λεκάνη Καστελίου

Η διάρκεια της διαδικασίας τεκτονισμού-ιζηματογένεσης στην ασύμμετρη λεκάνη του Κίσσαμου ήταν σε χρονική κλίμακα μικρότερης των 10 εκατομμύριων χρόνων. Η διαδικασία κράτησε από το από το ανώτερο Μειόκαινο μέχρι και σήμερα. Ομάδες κόκκινων κροκαλοπαγών φαίνεται να σηματοδοτούν ευκρινή

γεγονότα και να χωρίζουν την ανάπτυξη της λεκάνης σε τρία σαφώς διακριτά στρωματογραφικά διαστήματα, τα οποία θεωρούνται βασικά κλειδιά για την ερμηνεία της οργάνωσης της λεκάνης (Keupp&Bellas 2000).

Στην λεκάνη εντοπίζονται τρία επίπεδα μη θαλάσσιων αποθέσεων και απότομα διαβρωμένων επιφανειών σε συνδυασμό με μια επαναλαμβανόμενη εντατική τεκτονική δραστηριότητα κατά την οποία παράγονται μεγάλες ποσότητες κροκαλοπαγών αποθέσεων. Υπάρχουν 12 κύρια στάδια, που μπορούν να αναγνωριστούν, στην εξέλιξη της λεκάνης, τα οποία παρατίθενται παρακάτω:

1) Στο χρονικό διάστημα από το μέσο Τορτόνιο, κυριάρχησαν διαδικασίες ρηξιγενών κινήσεων οι οποίες έλεγξαν τόσο την παλαιοπεριφέρεια όσο και το παλαιοβάθος της μελετώμενης νέας λεκάνης (Keupp&Bellas 2000).

2) Κανονικά ρήγματα στα νότια και ανατολικά περιθώρια, και μια φάση χαμηλής στάθμης της επιφάνειας της θάλασσας, στη συνέχεια παράγουν το ονομαζόμενο μέλος των λατυποπαγών του σχηματισμού των Τοπολίων επαναδραστηριοποιώντας το τεκτονικά προσχηματισμένο λατυποπαγές. Είναι παχιές αλληλουχίες ισχυρώς συμπαγοποιημένων, συνήθως μονόμικτων λατυποπαγών φάσεων, των οποίων τα ανθρακικά τμήματα περιέχουν μεγάλα τρηματοφόρα του γένους Νουμουλιτών Λουτήσιας ηλικίας, όπως τα νεώτερά τους απολιθώματα (οι σήραγγες κοντά στα χωριά Τοπόλια και Κακόπετρος βρίσκονται στον σχηματισμό αυτόν στο νότιο όριο της λεκάνης) (Keupp&Bellas 2000).

3) Παράλληλα με την αρχική τεκτονική φάση ομάδες κόκκινων κροκαλοπαγών αποτέθηκαν διαμέσου διαβρωσιγενών διαδικασιών, εν μέρει λόγω της ρηξιγενούς και εν μέρει λόγω της παλαιοκλιματικής επίδρασης. Αυτά θεωρούνται τα πρώτα νεογενή κροκαλοπαγή και εδώ ονομάζονται κατώτερα κόκκινα κροκαλοπαγή (LRC, Lower Red Conglomerates). Θεωρείται ότι προέκυψαν από μικρά ποτάμια συστήματα όπου κυριάρχησαν παχιές δελταϊκές φάσεις. Οι διάφορες προνεογενείς ενότητες που κατά θέσεις υπήρχαν επικαλύφθηκαν ασύμφωνα από αυτά τα κροκαλοπαγή (Keupp&Bellas 2000).

4) Στο μεταξύ είχαμε τοπικά απόθεση του κυρίως θαλάσσιου σχηματισμού της Κουκουναράς. Ο σχηματισμός αυτός αποτελείται από κροκαλοπαγή και από ψαμμίτες, ενώ στα βαθύτερα τμήματα της λεκάνης είχαμε περαιτέρω ανάπτυξη τουρβιδιτών. Τοπικά είχαμε τεκτονική συν-ιζηματογενή, βυθίζοντας την λεκάνη και μεταβάλλοντας απότομα την κλίση της περιοχής ιζηματογένεσης. Σύμφωνα με τις νέες αντιλήψεις, οι σχηματισμοί Κουκουναράς και Κισσάμου εν μέρει θεωρούνται φάσεις βαθιάς θάλασσας. Στα δυτικά περιθώρια της λεκάνης του Καστελίου έχουμε εμφάνιση ανθρακικών αποθέσεων ρηχής θάλασσας με

κόκκινα φύκη, αχινοί, κοραλλιογενή σχηματισμούς και ψαμμίτες. Αυτά αντιπροσωπεύουν τον σχηματισμό Ρόκα και επικάθονται ασύμφωνα: α) στο μέλος των λατυποπαγών (π.χ. δίπλα στο χωριό Αστρίκας), ή β) στα κόκκινα εδάφη (παλαιοεδάφη REF) π.χ. στην χερσόνησο της Γραμβούσας, ή γ) στα πρώτα κόκκινα κροκαλοπαγή, ή δ) στις άλλες προνεογενείς μονάδες (π.χ. της ζώνης Πίνδου στην Πολυρρηγία και στην Γραμβούσα) (Keupp&Bellas 2000).

5) Τοπικές διακυμάνσεις της επιφάνειας της θάλασσας σε σχέση με τους διαφορετικούς ρυθμούς βύθισης οδήγησαν σε εκτεταμένη ανάπτυξη παλαιοκαρστ κυρίως κατά μήκος των δυτικών και λιγότερο των νότιων περιθωρίων (π.χ. χερσόνησος Ροδοπού), ενώ στα βαθύτερα τμήματα της λεκάνης αποτέθηκαν ψαμμίτες ρηχής θάλασσας με *Megabalanus* sp. (το βιογεγονός αυτό χρονολογείται γύρω στα όρια Τορτονίου/Μεσσηνίου χρησιμοποιώντας δεδομένα από ανθρακικά ναοαπολιθώματα) (Keupp&Bellas 2000).

6) Μία βάθυνση της θάλασσας συνέβη ξανά (νέα καθίζηση της ιζηματογενούς λεκάνης όπου ως επακόλουθο είχε την άνοδο του επιπέδου της θάλασσας). Ακολουθίες φάσεων βαθιάς θάλασσας αποτέθηκαν στην Ποταμίδα και άλλες θέσεις απόθεσης στην αρχή του Μεσσηνίου (Keupp&Bellas 2000).

7) Κατά τη διάρκεια του Μεσσηνίου η ευρέως γνωστή «φάση αλμυρότητας του Μεσσηνίου» ήταν το κύριο φαινόμενο στην Μεσόγειο. Μεγάλες ποσότητες εβαποριτών (τρία διαφορετικά είδη στο βόρειο τμήμα της λεκάνης) εναποτέθηκαν. Στα νότια τμήματα (π.χ. Πολυρρηγία) κυριάρχησαν κυρίως ψαμμίτες και σε μερικά σημεία παράκτιες κροκαλοπαγείς αναβαθμίδες (ηλικίας πριν από το μέσο Μεσσηνίο) (Keupp&Bellas 2000).

8) Συγχρόνως με τους εβαπορίτες, έλαβε χώρα ασβεστούχος καθίζηση σε υφάλους και βιοκλαστικών ασβεστολίθων στα ανατολικά και νοτιοανατολικά της λεκάνης (ανώτερη, παλαιότερη παράκτια φάση τύπου Α). Αυτοί σε γενικές γραμμές κατατάχθηκαν σε floatstones (προέλευση από επιπλέοντα συστατικά) και σε βιοκλαστικούς floatstones έως ψηφιδωτούς ασβεστολίθους (πχ, συμπλέγματα υφάλων Ζυμβραγού, Πανέθυμνος) (Keupp&Bellas 2000).

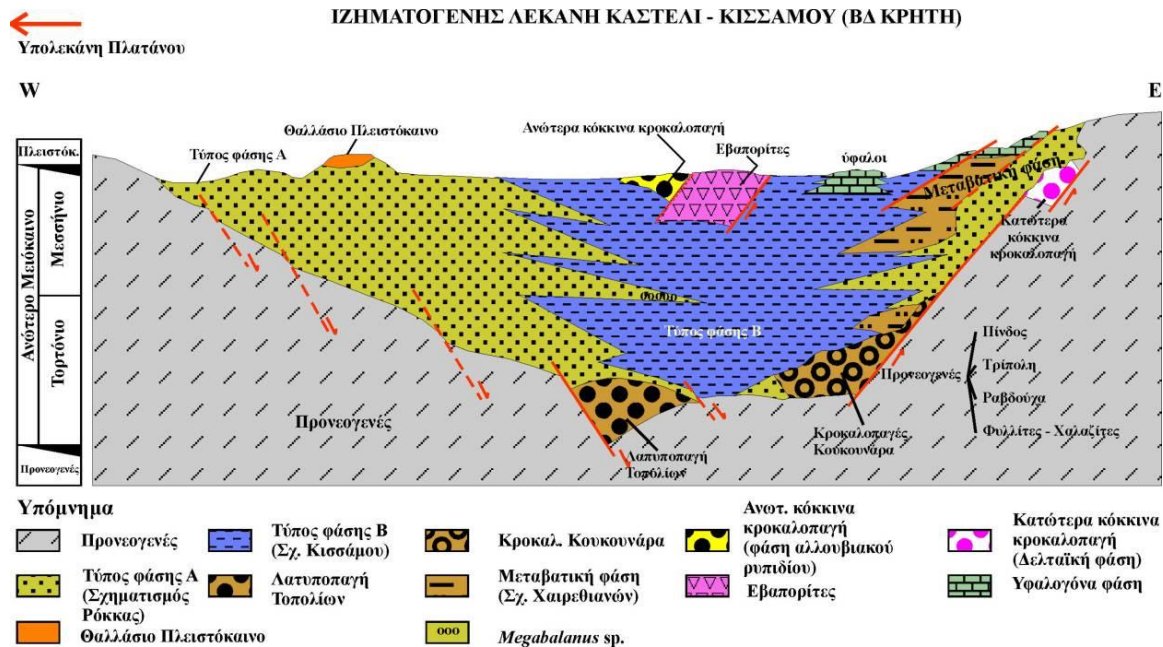
9) Ακολούθησε η ανύψωση της λεκάνης και στη συνέχεια σημαντική μείωση της περιοχής απόθεσης και της θαλάσσιας ιζηματογένεσης, η οποία σταμάτησε οριστικά κατά το τέλος της φάσης. Η μακρά παρατεταμένη απόθεση των Μέσων Κόκκινων Κροκαλοπαγών (MRC) που συσχετίζεται μερικώς με τον σχηματισμό Χάτζι επικρατεί. Αυτό το δεύτερο αποθετικό γεγονός των κροκαλοπαγών σηματοδοτεί το τέλος της πρώτης φάσης ιζηματογένεσης στη λεκάνη του Καστελίου και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν χαρακτηριστικός ορίζοντας. Ισχυρή

τεκτονική αστάθεια υπήρχε κατά τη διάρκεια της απόθεσης των MRC, η οποία ήταν μεταγενέστερη των εβαποριτών, μετά το μέσο Μεσσήνιο (Keurp&Bellas 2000).

10) Σε αντίθεση, για τις λεκάνες του Πλατάνου και των Βουκολιών, οι οποίες βρίσκονται δυτικά και ανατολικά αντίστοιχα, δεν υπάρχουν στοιχεία για τις θαλάσσιες αποθέσεις κατά την εποχή του Πλειόκαινου στην λεκάνη του Καστελίου. Επιπροσθέτως στο ανώτερο Πλειόκαινο η επανεργοποίηση του τεκτονικού πλαισίου επηρέασε ελαφρώς τη γεωμετρία της λεκάνης και προκάλεσε τοπικές βυθίσεις δημιουργώντας θαλάσσιες, αβαθείς αποθέσεις ψαμμιτών (εσωτερικά των μέσων ηπειρωτικών αποθέσεων), άμμων και βαθμίδων (δεύτερος κύκλος ιζηματογένεσης –C) (Keurp&Bellas 2000).

11) Η γενική ανύψωση της βορειοδυτικής Κρήτης κατά το Ολόκαινο προσδιορίζεται μέσω των διάφορων ακτογραμμών. Παραδείγματα αποτελούν η αρχαία ελληνική πόλη Φαλάσαρνα στην λεκάνη του Πλατάνου και οι αρχαιολογικές ανασκαφές τάφων στην πόλη του Καστελίου (στο μέσο ή στο κέντρο της ιζηματογενής λεκάνης) (Keurp&Bellas 2000).

12) Η προηγούμενη ανύψωση και οι συνεχείς διαβρωτικές διαδικασίες δημιούργησαν τρίτη ομάδα από ηπειρωτικές-ποτάμιες αποθέσεις, που ονομάζονται Άνω Κόκκινα Κροκαλοπαγή (URCS). Είναι επίσης γνωστά και ως αλουβιακά ριπίδια Πύργου-Καλυβιανής και εκτείνονται στη λεκάνη του Καστελίου και του Πλατάνου, ιδιαίτερα στα βόρεια τμήματα, δείχνοντας έτσι την κοινή τους ανάπτυξη κατά το Ολόκαινο. Οι νεότερες καταθέσεις μαζί με τις παραπάνω (URCS) θεωρούνται: α) παλιές αιολικές αποθέσεις, άγνωστης ηλικίας, αλλά με ελάχιστη ηλικία 2,8 χιλιάδες χρόνια. Οι αιολικές καταθέσεις θα έπρεπε σίγουρα να είναι παλαιότερες από τότε που κατασκευάστηκε το αρχαίο λιμάνι στα Φαλάσαρνα το 800 π.Χ., β) πρόσφατα και προϊστορικά παράλια πετρώματα, γ) πρόσφατες αμμώδεις θίνες, οι οποίες υπάρχουν και στη λεκάνη του Καστελίου (στην παραλία και από την Αφράτα προς την ανατολή, όπου επιτυγχάνεται το μέγιστο πάχος) και στην λεκάνη του Πλατάνου (Φαλάσαρνα) προς τη δύση (Keurp&Bellas 2000).



Σχήμα 1.5: Ιζηματογενής λεκάνη Κισσάμου (Τροποποιημένο από Keupp & Bellas 2000).

1.3.1.2 Στοιχεία Τεκτονικής

Οι λεκάνες του Πλατάνου και του Καστελίου οριοθετούνται από ρήγματα που κλίνουν ΔΒΔ και ΒΒΑ. Σε αυτές υπάρχουν δύο κύρια ρήγματα με κλίση ΔΒΔ. Τα ρήγματα ΒΒΑ κλίσης έπαιξαν σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη των λεκανών. Στην λεκάνη του Καστελίου η θέση των ενεργών ρηγμάτων μετακινήθηκε κατά το Μεσσηνίο προς το κέντρο της λεκάνης επιτρέποντας την εξέλιξή της και δημιουργώντας μια περιορισμένη λεκάνη ιζηματογένεσης όπου σχηματίστηκαν οι γύψοι.

1.4 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ RES2DINV

Για να γίνει ο υπολογισμός της πραγματικής ηλεκτρικής αντίστασης ρ με επιτυχία χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό πακέτο Res2dinv της εταιρίας GeotomoSoftware. Η αντιστροφή των δεδομένων που συλλέχθηκαν από την ηλεκτρική τομογραφία, πραγματοποιήθηκε μέσω δύο τεχνικών αντιστροφής που το πρόγραμμα Res2dinv μας δίνει την δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε. Την τεχνική αντιστροφής ελαχίστων τετραγώνων και την τεχνική της «εύρωστης» (robust blocky) αντιστροφής.

Τα δεδομένα εισάγονται στο πρόγραμμα για να αρχίσει η διαδικασία της αντιστροφής μέσω του αρχείου dat. Για τη μείωση της διαφοράς μεταξύ υπολογισμένων και μετρούμενων τιμών των φαινόμενων αντιστάσεων αφαιρούνται δεδομένα τα οποία έχουν τιμές της φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης με μεγάλο σφάλμα. Στην τεχνική των ελαχίστων τετραγώνων εμφανίζεται το μέσο τετραγωνικό σφάλμα RMS, ενώ στην τεχνική robust εμφανίζεται το απόλυτο σφάλμα Abs. Επίσης το πρόγραμμα δίνει τη δυνατότητα ρύθμισης του αριθμού των επαναλήψεων της διαδικασίας αντιστροφής.

Στη συνέχεια και αφού το σφάλμα κατέβει στα επιθυμητά επίπεδα. Το πρόγραμμα δίνει την επιλογή για αλλαγή της χρωματικής κλίμακας η οποία εκφράζει το λογάριθμο της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης ορίζοντας την κατώτερη τιμή της και το βήμα αυτής, για να αποτυπώνονται στις τομές όσο καλύτερα γίνεται οι μεταβολές της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης. Για την καλύτερη απεικόνιση της γεωηλεκτρικής τομής Res2Din παρέχει την δυνατότητα να εισάγουμε την τοπογραφία (υψόμετρα) της εκάστοτε γραμμής μελέτης.

Στη συνέχεια τα αποτελέσματα που πήραμε από το Res2Din θα τα απεικονίσουμε στο χώρο με τη βοήθεια του προγράμματος ROCKWORKS. Αυτή η απεικόνιση γίνεται εισάγοντας την εικόνα με την κατανομή της πραγματικής ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης για κάθε γραμμή μαζί με τις συντεταγμένες της, το βάθος καθώς και το υψόμετρο.

1.5 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ROCKWORKS

Το λογισμικό RockWorks αποτελεί ένα εργαλείο αποθήκευσης, διαχείρισης, ανάλυσης και απεικόνισης γεωλογικών δεδομένων. Συγκεκριμένα το λογισμικό αυτό ειδικεύεται στην απεικόνιση υποεπιφανειακών δεδομένων υπό μορφή τομών, γεωτρήσεων, επάλληλων τομών, στερεών μοντέλων και χαρτών τόσο σε δισδιάστατο όσο και σε τρισδιάστατο περιβάλλον.

Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας το RockWorks χρησιμοποιήθηκε για να ορισθεί ένας χώρος στον οποίο τοποθετήθηκαν οι εικόνες με την κατανομή της πραγματικής ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης για την κάθε γραμμή. Αυτό επετεύχθη με την εισαγωγή των συντεταγμένων, του μέγιστου βάθους καθώς και

του υψόμετρου εάν υπάρχει της κάθε γραμμής με αποτέλεσμα να έχουμε μια πιο πλήρη εικόνα και κατανόηση του σχηματισμού της εμφάνισης της γύψου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΓΕΩΦΥΣΙΚΗ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 ΣΥΛΛΟΓΗ ΓΕΩΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Στην παρούσα εργασία για κάθε γραμμή μελέτης κατά τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν 28 ηλεκτρόδια (Πίνακας 2.1). Για τις γραμμές 1 και 3 η ισαπόσταση των ηλεκτροδίων είναι 4 m, ενώ για τη γραμμή 2 είναι 5m. Το συνολικό μήκος των γραμμών μελέτης 1 και 3 ήταν 108 m ενώ της 2 ήταν 135m (σχήμα 2.2). Το μέγιστο βάθος διασκόπησης για τις γραμμές 1, 2 και 3 είναι 30 m, 40 m και 25 m αντίστοιχα.

Πίνακας 2.1: Παράμετροι των γεωηλεκτρικών γραμμών μελέτης.

Γραμμή	Αριθμός ηλεκτροδίων	Ισαπόσταση ηλεκτροδίων (m)	Μέγιστο βάθος (m)	Διάταξη ηλεκτροδίων	Συνολικό μήκος (m)
1	28	4	30	DD και GR	108
2	28	5	40	DD και GR	135
3	28	4	25	DD και GR	108



Σχήμα 2.2: Περιοχή γεωφυσικής διασκόπησης

2.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΕΩΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΤΟΜΩΝ

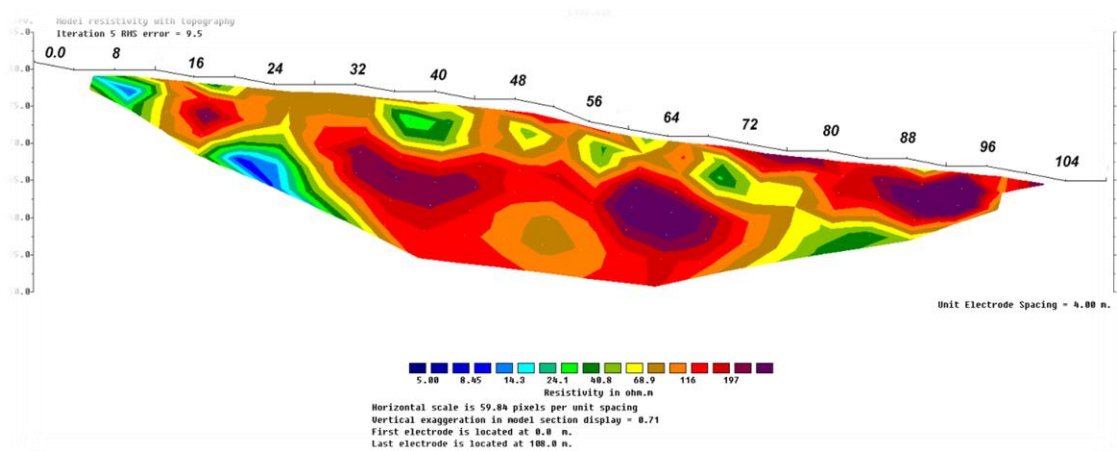
ΓΕΩΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΓΡΑΜΜΗ 1

Η διεύθυνση της γραμμής μελέτης 1 είναι N-NA προς B-BΔ. Οι διατάξεις που χρησιμοποιήθηκαν για τη συλλογή των δεδομένων ήταν η Διπόλου – Διπόλου και η Gradient. Επίσης για την αντιστροφή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν 2 τεχνικές αντιστροφής, η τεχνική των ελαχίστων τετραγώνων και η τεχνική της «εύρωστης» (robustή blocky) αντιστροφής. Οι γεωηλεκτρικές τομές της γραμμής 1 παραθέτονται πιο κάτω.

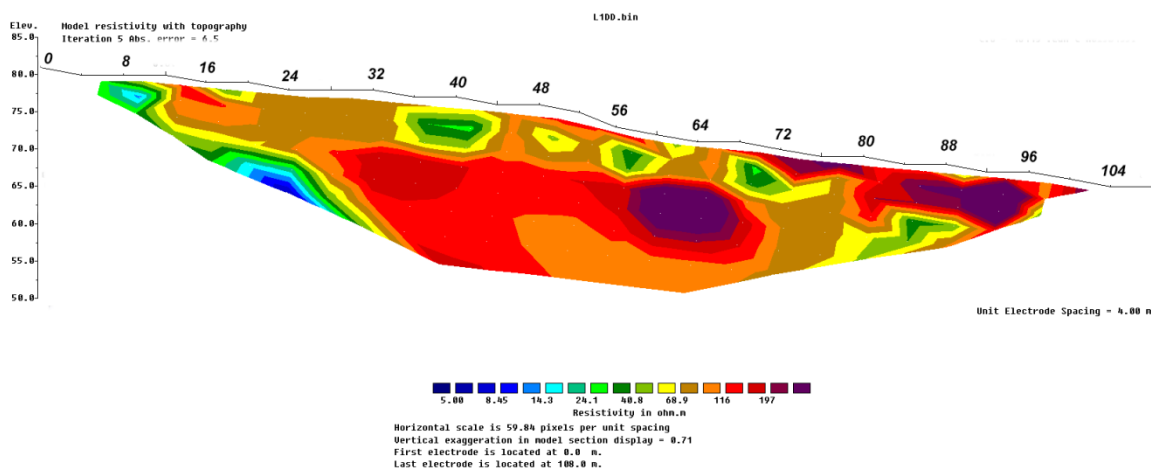
Στη γεωηλεκτρική τομή αυτή εμφανίζονται δομές που αποδίδονται σε ιζήματα του Νεογενούς. Οι χαμηλές τιμές της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης $< 70 \text{ ohm.m}$ που εμφανίζονται στην γεωηλεκτρική τομή της γραμμής μελέτης αποδίδονται σε μάργες. Ενώ οι υψηλότερες τιμές $> 70 \text{ ohm.m}$ αποδίδονται σε εβαπορίτες ενώ παρατηρείται διακύμανση της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης μέσα στους εβαπορίτες κυρίως στο ρηχότερο τμήμα του σχηματισμού.

Οι γεωηλεκτρικές τομές που προέκυψαν με τις διατάξεις Διπόλου – Διπόλου και Gradient γενικά συμφωνούν μεταξύ τους, κάποιες διαφορές που εμφανίζονται οφείλονται στην μεγαλύτερη ευαισθησία που επιδεικνύει η διάταξη Gradient σε σχέση με τη Διπόλου – Διπόλου στις κατακόρυφες μεταβολές της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης.

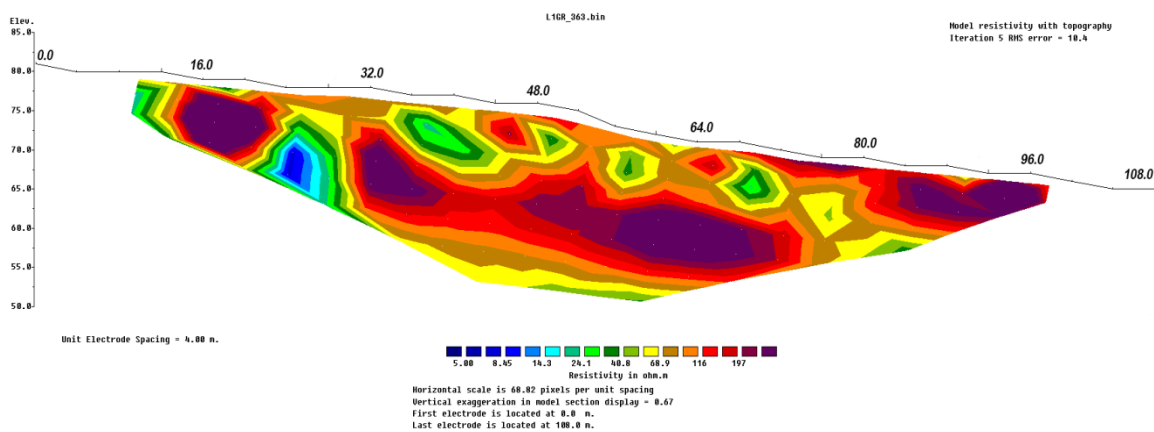
Επίσης συμφωνούν και οι γεωηλεκτρικές τομές που προέκυψαν από τις 2 τεχνικές αντιστροφής δεδομένων με τις διαφορές που παρατηρούνται να οφείλονται στην ιδιαιτερότητα που έχει η τεχνική της «εύρωστης» (robustή blocky) αντιστροφής δεδομένων να τονίζει τις απότομες μεταβολές της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης σε σχέση με την τεχνική των ελαχίστων τετραγώνων.



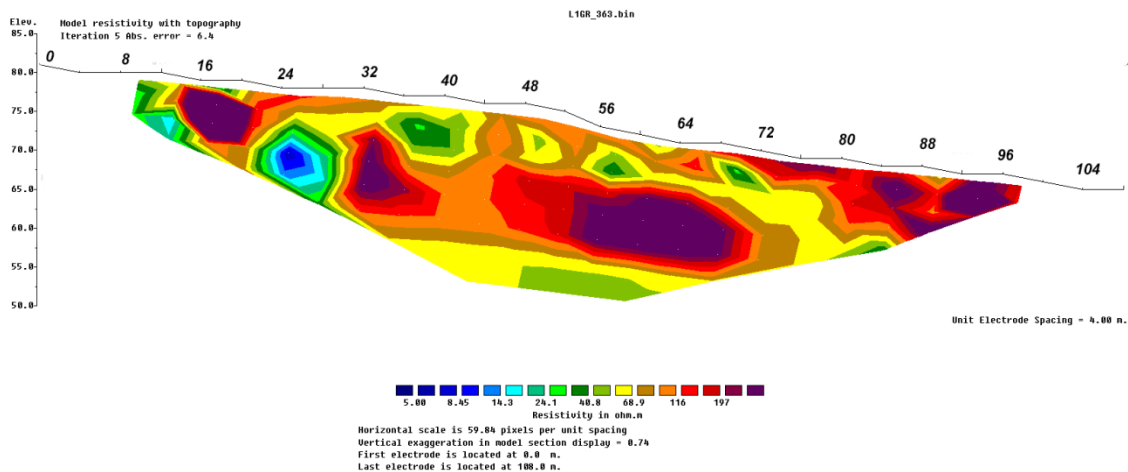
Σχήμα 2.3: Γεωηλεκτρική τομή L 1 DD με τη μέθοδο Διπόλου-Διπόλου και με την τεχνική αντιστροφής δεδομένων των ελαχίστων τετραγώνων και με προσανατολισμό N-NA προς B-BΔ.



Σχήμα 2.4: Γεωηλεκτρική τομή L1 DD με τη μέθοδο Διπόλου-Διπόλου και την τεχνική «εύρωστης» (robust blocky) αντιστροφής δεδομένων και με προσανατολισμό N-NA προς Β-ΒΔ.



Σχήμα 2.5: Γεωηλεκτρική τομή L1 GR με τη μέθοδο Gradient και με την τεχνική αντιστροφής δεδομένων των ελαχίστων τετραγώνων και με προσανατολισμό N-NA προς Β-ΒΔ.



Σχήμα 2.6: Γεωηλεκτρική τομή L1 GR με τη μέθοδο Gradient και την τεχνική «εύρωστης» (robustή blocky) αντιστροφής δεδομένων και με προσανατολισμό N-NA προς B-BΔ.

ΓΕΩΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΓΡΑΜΜΗ 2

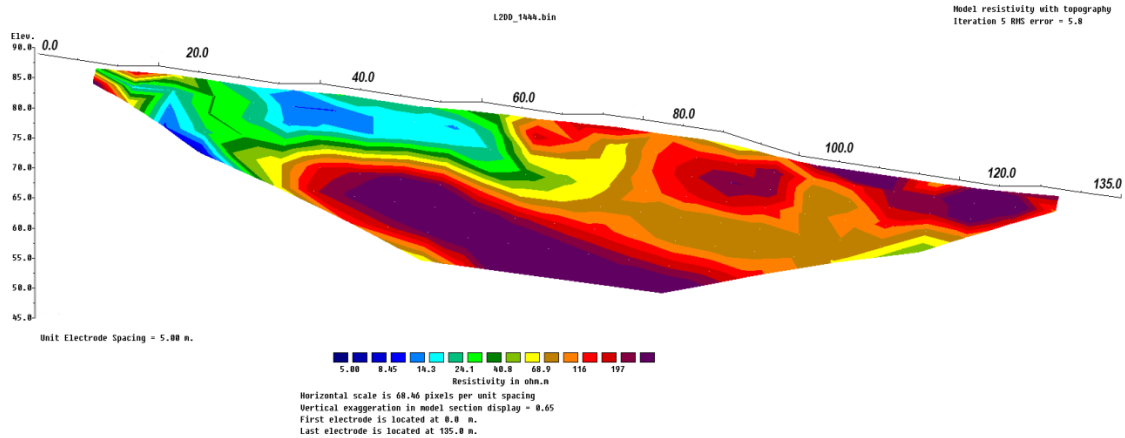
Η διεύθυνση της γραμμής μελέτης 2 είναι N-NA προς B-BΔ. Οι διατάξεις που χρησιμοποιήθηκαν για τη συλλογή των δεδομένων ήταν η Διπόλου – Διπόλου και η Gradient. Επίσης για την αντιστροφή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν 2 τεχνικές αντιστροφής, η τεχνική των ελαχίστων τετραγώνων και η τεχνική της «εύρωστης» (robustή blocky) αντιστροφής. Οι γεωηλεκτρικές τομές της γραμμής 2 παραθέτονται πιο κάτω.

Στη γεωηλεκτρική τομή αυτή εμφανίζονται δομές που αποδίδονται σε ιζήματα του Νεογενούς. Στη συγκεκριμένη τομή φαίνεται πιο ξεκάθαρα το σχήμα της δομής των εβαποριτών. Οι χαμηλές τιμές της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης < 70 ohm.m που εμφανίζονται στην γεωηλεκτρική τομή της γραμμής μελέτης αποδίδονται σε μάργες. Ενώ οι υψηλότερες τιμές > 70 ohm.m αποδίδονται σε εβαπορίτες.

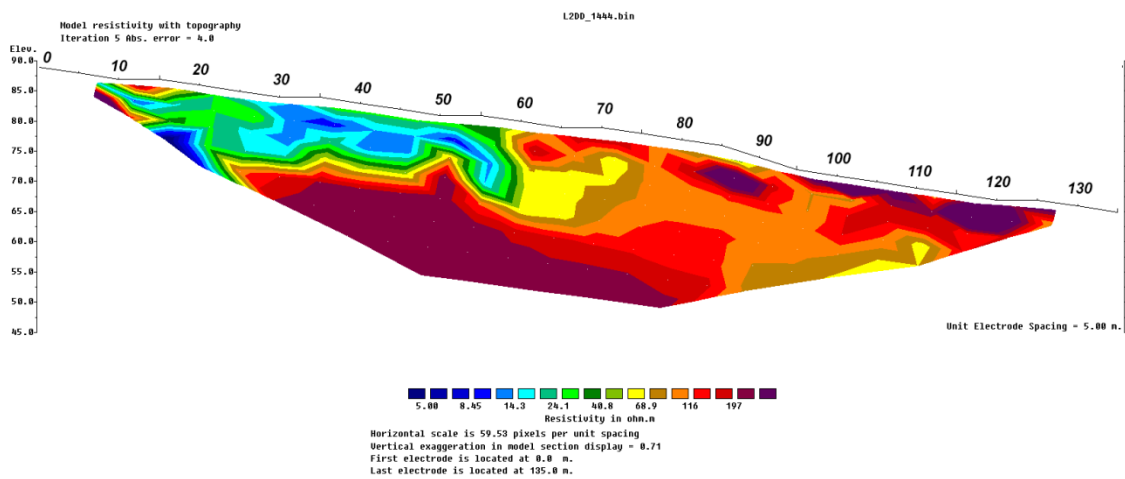
Οι γεωηλεκτρικές τομές που προέκυψαν με τις διατάξεις Διπόλου – Διπόλου και Gradient γενικά συμφωνούν μεταξύ τους, κάποιες διαφορές που εμφανίζονται οφείλονται στην μεγαλύτερη ευαισθησία που επιδεικνύει η διάταξη Gradient σε σχέση με τη Διπόλου – Διπόλου στις κατακόρυφες μεταβολές της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης.

Επίσης συμφωνούν και οι γεωηλεκτρικές τομές που προέκυψαν από τις 2 τεχνικές αντιστροφής δεδομένων με τις διαφορές που παρατηρούνται να

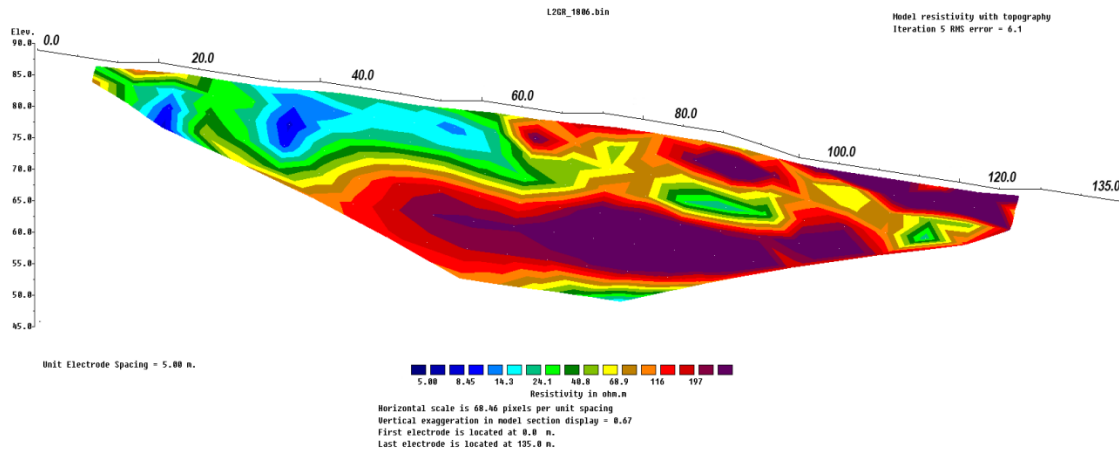
οφείλονται στην ιδιαιτερότητα που έχει η τεχνική της «εύρωστης» (robustή blocky) αντιστροφής δεδομένων να τονίζει τις απότομες μεταβολές της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης σε σχέση με την τεχνική των ελαχίστων τετραγώνων.



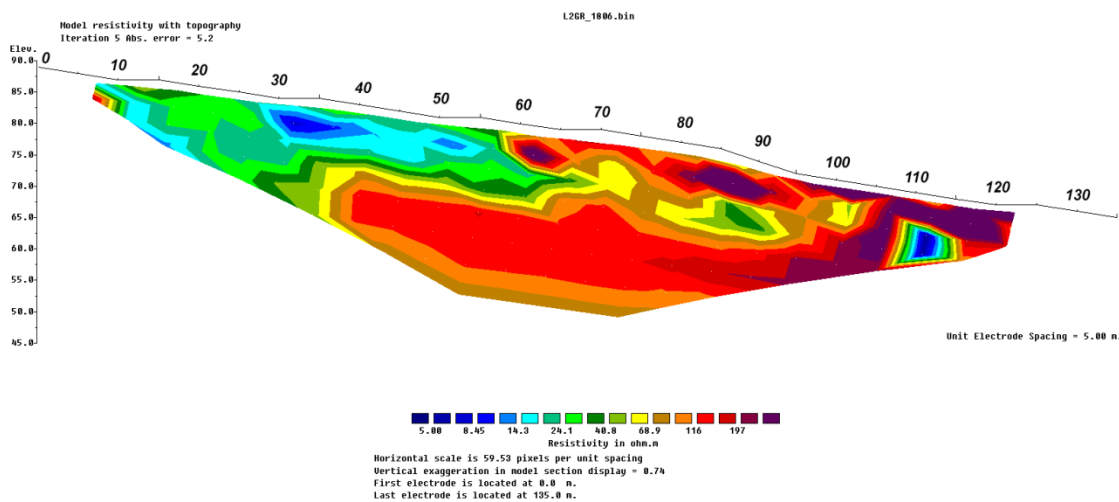
Σχήμα 2.7: Γεωηλεκτρική τομή L2DD με τη μέθοδο Διπόλου-Διπόλου και με την τεχνική αντιστροφής δεδομένων των ελαχίστων τετραγώνων και με προσανατολισμό N-NA προς B-BΔ.



Σχήμα 2.8: Γεωηλεκτρική τομή L2 DD με τη μέθοδο Διπόλου-Διπόλου και την τεχνική «εύρωστης» (robustή blocky) αντιστροφής δεδομένων και με προσανατολισμό N-NA προς B-BΔ.



Σχήμα 2.9: Γεωηλεκτρική τομή L2 GR με τη μέθοδο Gradient και με την τεχνική αντιστροφής δεδομένων των ελαχίστων τετραγώνων και με προσανατολισμό N-NA προς B-BΔ.



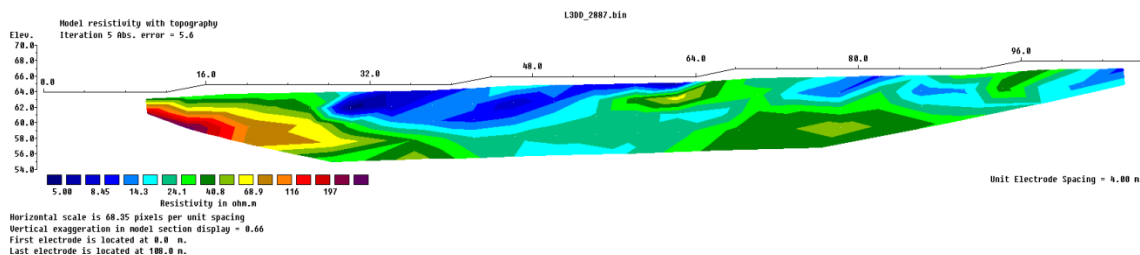
Σχήμα 2.10: Γεωηλεκτρική τομή L2 GR με τη μέθοδο Gradient και την τεχνική «εύρωστης» (robust blocky) αντιστροφής δεδομένων και με προσανατολισμό N-NA προς B-BΔ.

ΓΕΩΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΓΡΑΜΜΗ 3

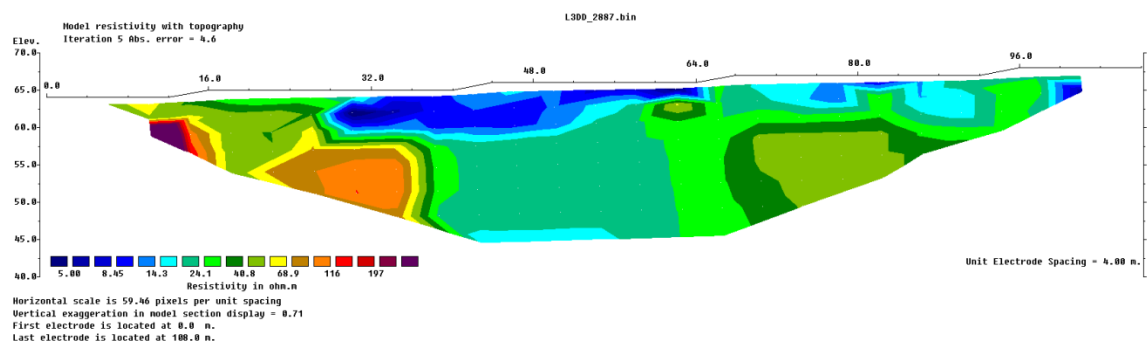
Η διεύθυνση της γραμμής μελέτης 3 είναι Δ-ΒΔ προς Α-ΝΑ. Οι διατάξεις που χρησιμοποιήθηκαν για τη συλλογή των δεδομένων ήταν η Διπόλου – Διπόλου και η Gradient. Επίσης για την αντιστροφή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν 2 τεχνικές αντιστροφής, η τεχνική των ελαχίστων τετραγώνων και η τεχνική της «εύρωστης» (robust blocky) αντιστροφής. Το συνολικό μήκος της γραμμής ήταν 108 m και το μέγιστο βάθος διασκόπησης ήταν 25m. Οι γεωηλεκτρικές τομές της γραμμής 3 παραθέτονται πιο κάτω.

Στη γεωηλεκτρική αυτή τομή παρατηρούμε ότι η δομή των εβαποριτών εμφανίζεται μόνο στην αρχή της τομής σε μικρό βάθος. Ειδικότερα η δομή των εβαποριτών εμφανίζεται σε απόσταση 10 m μέχρι τα 36m από την αρχή της τομής και σε βάθος 2.5 m μέχρι 17.5 m από την επιφάνεια της τομής. Δηλαδή πιάνουμε μόνο την άκρη του σχηματισμού των εβαποριτών με τη μέθοδο Διπόλου – Διπόλου. Ενώ στη συγκεκριμένη τομή η μέθοδος Gradient μας δίνει μια πιο λεπτομερή απεικόνιση της δομής εβαποριτών χωρίς όμως να αποκλίνει πολύ από τη γεωηλεκτρική τομή της μεθόδου Διπόλου – Διπόλου. Ειδικότερα εμφανίζεται σε απόσταση 10 m από την αρχή της τομής και σε βάθος 2.5 m μέχρι το μέγιστο βάθος διασκόπησης και φαίνεται να καταβυθίζεται κάτω από μια δομή μαργών. Η καταβύθιση αρχίζει στα 26 m και τελειώνει στα 48 όπου και χάνεται η δομή αφού το βάθος διασκόπησης δεν επαρκεί για να την καταγράψει όλη στην συγκεκριμένη τομή.

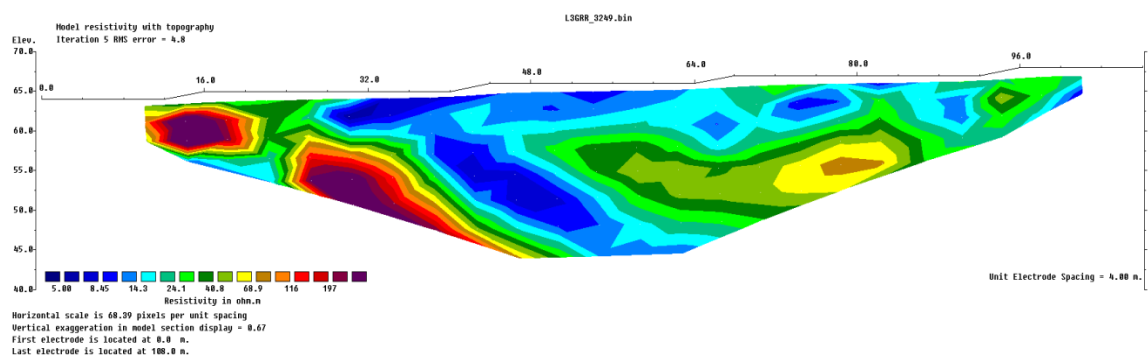
Οι χαμηλές τιμές της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης < 70 ohm.m που εμφανίζονται στην γεωηλεκτρική τομή της γραμμής μελέτης αποδίδονται σε μάργες. Ενώ οι υψηλότερες τιμές > 70 ohm.m αποδίδονται σε εβαπορίτες.



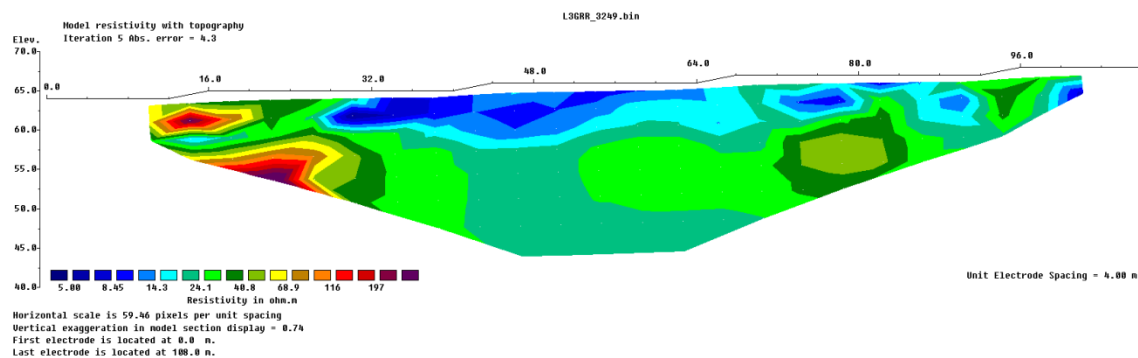
Σχήμα 2.11: Γεωηλεκτρική τομή L3DD με τη μέθοδο Διπόλου-Διπόλου, με την τεχνική αντιστροφής δεδομένων των ελαχίστων τετραγώνων και με προσανατολισμό Δ-ΒΔ προς Α-ΝΑ.



Σχήμα 2.12: Γεωηλεκτρική τομή L3DD με τη μέθοδο Διπόλου-Διπόλου, την τεχνική «εύρωστης» (robust/blocky) αντιστροφής δεδομένων και με προσανατολισμό Δ-ΒΔ προς Α-ΝΑ.



Σχήμα 2.13: Γεωηλεκτρική τομή L3GR με τη μέθοδο Gradient, με την τεχνική αντιστροφής δεδομένων των ελαχίστων τετραγώνων και με προσανατολισμό Δ-ΒΔ προς Α-ΝΑ.



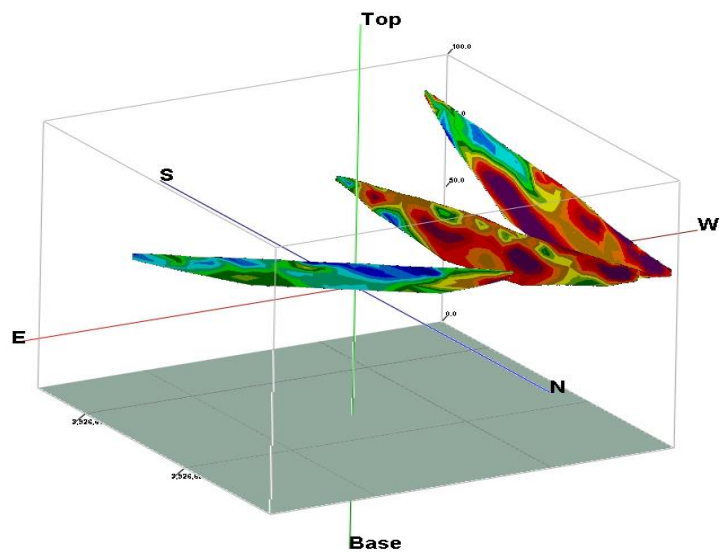
Σχήμα 2.14: Γεωηλεκτρική τομή L3GR με τη μέθοδο Gradient, την τεχνική «εύρωστης» (robustήblocky) αντιστροφής δεδομένων και με προσανατολισμό Δ-ΒΔ προς Α-ΝΑ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΥΝΔΥΑΣΤΙΚΗ ΧΩΡΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ

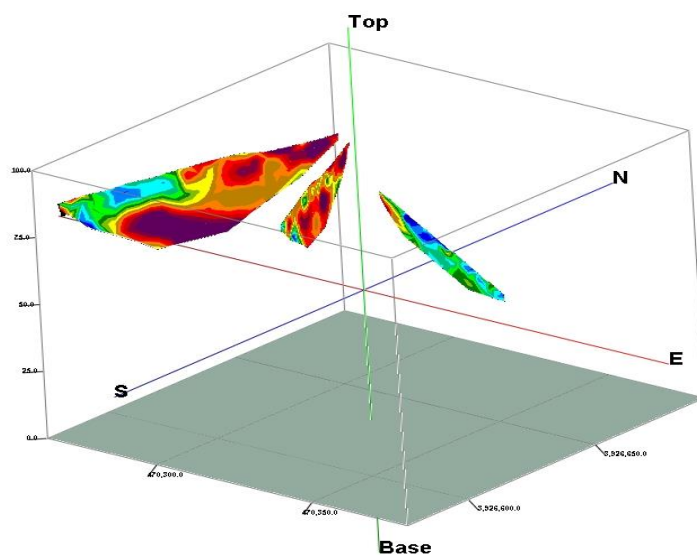
3.1 ΤΟΜΕΣ ΔΙΠΟΛΟΥ- ΔΙΠΟΛΟΥ

Οι τομές των γραμμών 1, 2 και 3 με τη μέθοδο Διπόλου – Διπόλου και με την τεχνική αντιστροφής ελαχίστων τετραγώνων

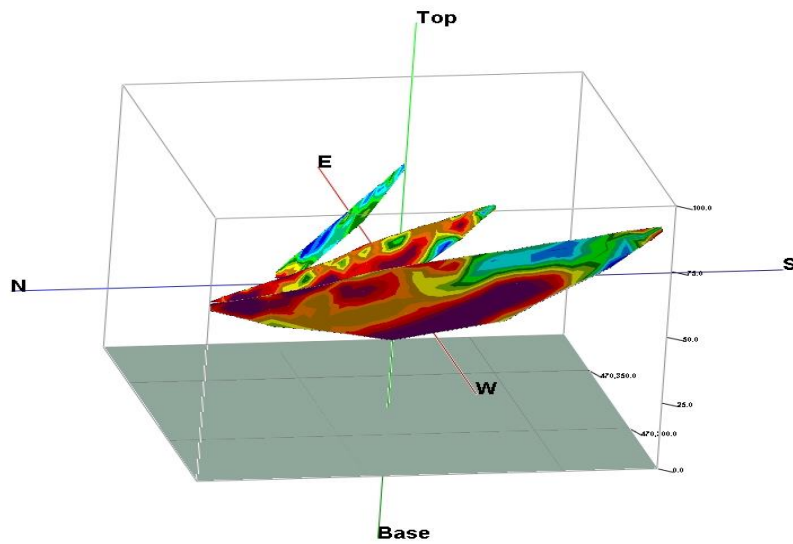
Στην εικόνα 3.1 που ακολουθεί παρατηρείται ότι τα στρώματα των εβαποριτών βυθίζονται προς Β-ΒΔ.



Εικόνα3.1: Χωρική απεικόνιση των γεωηλεκτρικών τομών με τη μέθοδο Διπόλου-Διπόλου σύμφωνα με τις συντεταγμένες των γραμμών μελέτης. Προοπτική από ΒΑ.



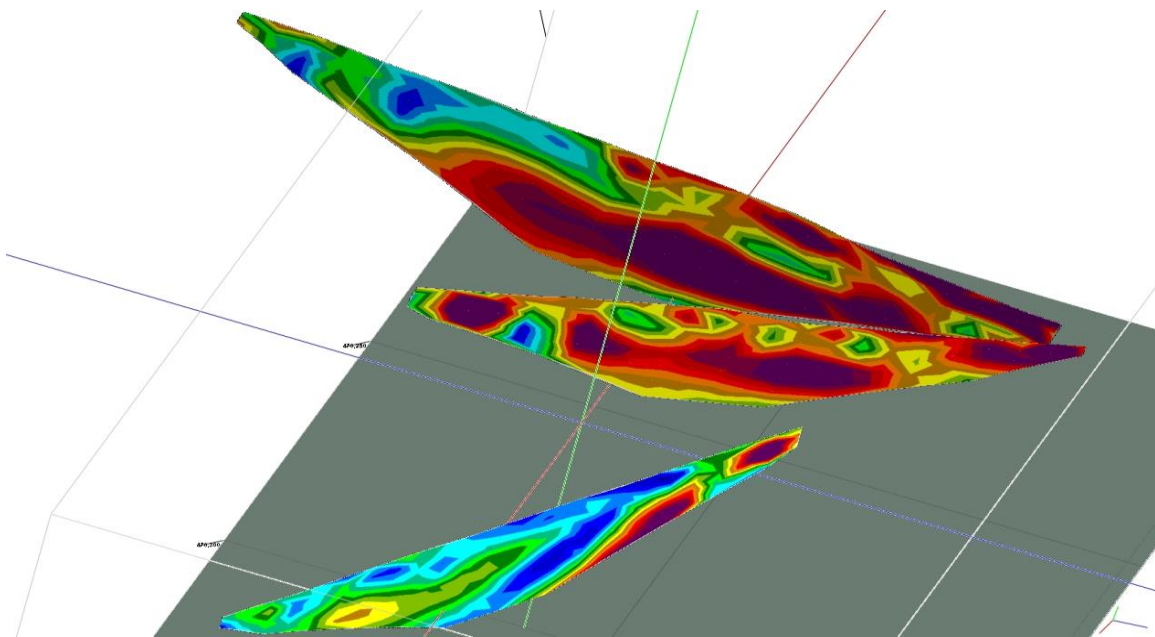
Εικόνα3.2: Χωρική απεικόνιση των γεωηλεκτρικών τομών με τη μέθοδο Διπόλου-Διπόλου σύμφωνα με τις συντεταγμένες των γραμμών μελέτης. Προοπτική από ΝΑ.



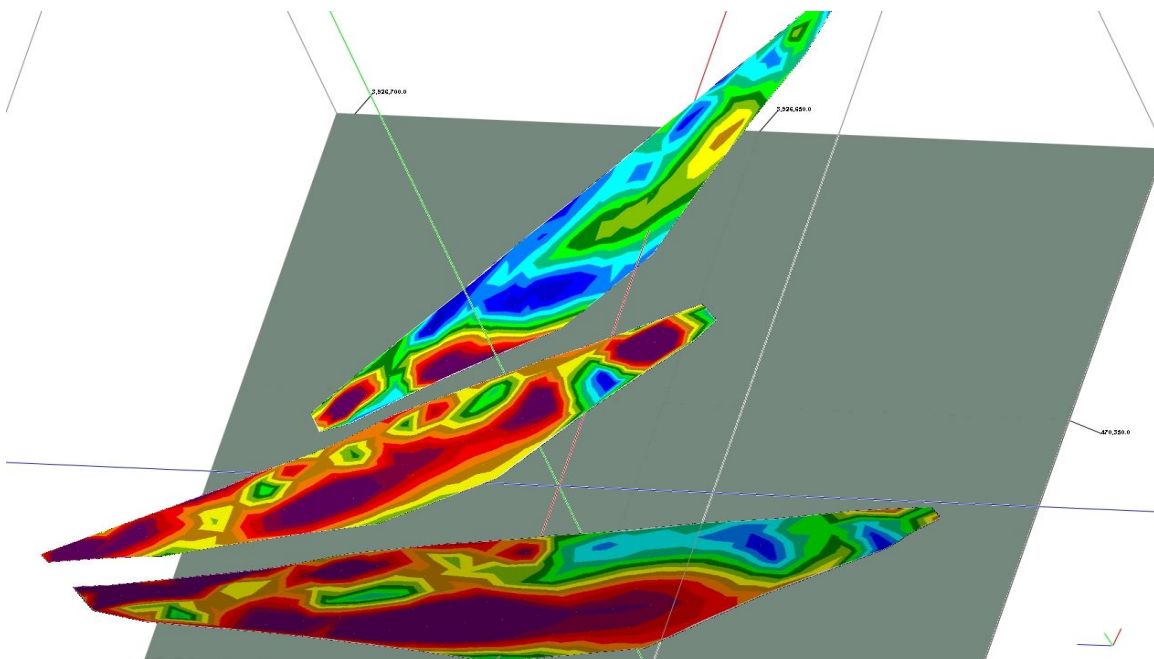
Εικόνα3.3: Χωρική απεικόνιση των γεωηλεκτρικών τομών με τη μέθοδο Διπόλου-Διπόλου σύμφωνα με τις συντεταγμένες των γραμμών μελέτης. Προοπτική από Δ-ΒΔ.

3.2 ΤΟΜΕΣ GRADIENT

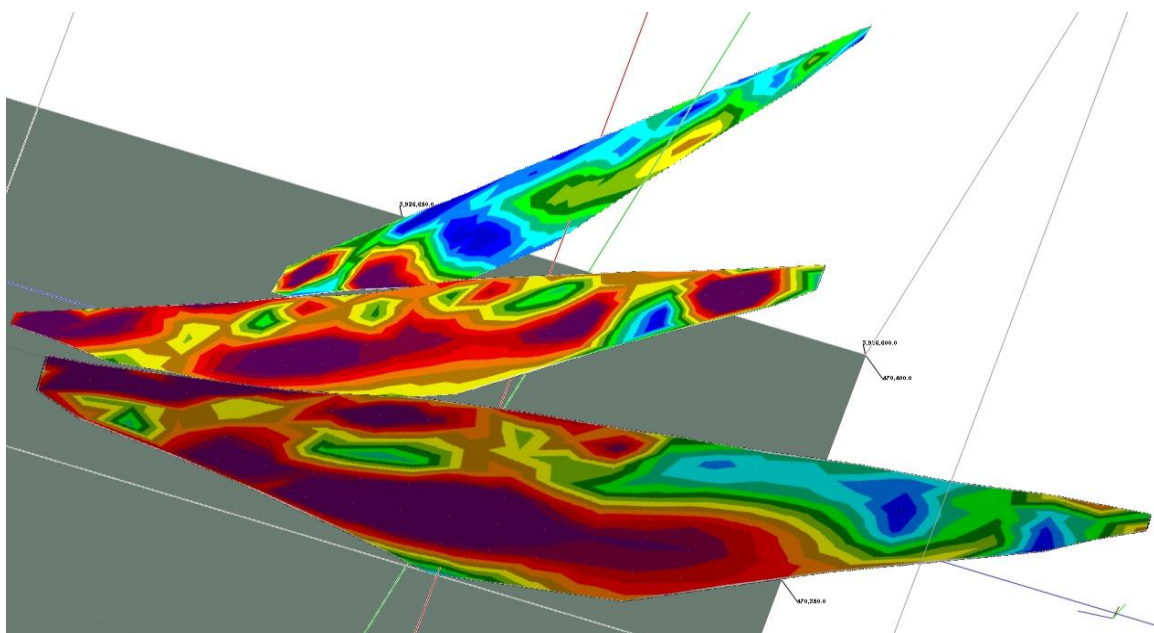
Οι τομές των γραμμών 1, 2 και 3 με τη μέθοδο Gradient και με την τεχνική αντιστροφής ελαχίστων τετραγώνων.



Εικόνα 3.4: Χωρική απεικόνιση των γεωηλεκτρικών τομών με τη μέθοδο Gradient σύμφωνα με τις συντεταγμένες των γραμμών μελέτης. Προοπτική από A-BA.



Εικόνα3.5: Χωρική απεικόνιση των γεωηλεκτρικών τομών με τη μέθοδο Gradient σύμφωνα με τις συντεταγμένες των γραμμών μελέτης. Προοπτική από Δ-ΝΔ.



Εικόνα3.6: Χωρική απεικόνιση των γεωηλεκτρικών τομών με τη μέθοδο Gradient σύμφωνα με τις συντεταγμένες των γραμμών μελέτης. Προοπτική από Δ-ΝΔ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την υλοποίηση της γεωφυσικής διασκόπησης για την χαρτογράφηση των ορίων (τόσο στην οριζόντια όσο και στην κατακόρυφη διεύθυνση) και την κλίση του υποκείμενου σχηματισμού εβαποριτών προέκυψαν τα εξής συμπεράσματα:

- Οι γεωηλεκτρικές τομές που προέκυψαν από τις 2 τεχνικές αντιστροφής των δεδομένων, την τεχνική των ελαχίστων τετραγώνων και την τεχνική «εύρωστης» (robust ή blocky) αντιστροφής, είναι παρόμοιες σε όλες τις γεωηλεκτρικές γραμμές. Επίσης παρόμοια αποτελέσματα προέκυψαν μεταξύ των 2 διατάξεων των ηλεκτροδίων που χρησιμοποιήθηκαν, της Διπόλου - Διπόλου και της Gradient.
- Παρατηρούμε ότι ο σχηματισμός των εβαποριτών εμφανίζεται στο ΒΔ τμήμα των γεωηλεκτρικών γραμμών. Στις γεωηλεκτρικές γραμμές L1 και L2 φαίνονται τα στρώματα των εβαποριτών να βυθίζονται προς τα Β-ΒΔ, ενώ το πάχος τους είναι μεγαλύτερο από 20 m. Επίσης κάνει την εμφάνισή της μια επιφανειακή ζώνη με ανομοιογένεια στην ειδική ηλεκτρική αντίσταση. Στην γεωηλεκτρική γραμμή L3 η εμφάνιση των εβαποριτών είναι μικρής κλίμακας και μόνο στην αρχή της γραμμής.

Προτείνεται η εκτέλεση διασκόπησης με πυκνότερο δίκτυο γραμμών και μεγαλύτερο βάθος διασκόπησης για πιο λεπτομερή απεικόνιση της οριζόντιας και κατακόρυφης εξάπλωσης των εβαποριτών που βρίσκεται στην περιοχή μελέτης. Επιπρόσθετα προτείνεται γεώτρηση προκειμένου να επιβεβαιωθεί η παραπάνω εξάπλωση των σχηματισμών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

1. Βαφειδής Α. (2001): Εφαρμοσμένη Γεωφυσική ΙΙ. Σημειώσεις για τους σπουδαστές του τμήματος Μηχ.Ο.Π. του Πολυτεχνείου Κρήτης, Χανιά.
2. Αναστασιάδης Α.(2014): «Γεωηλεκτρική διασκόπηση στο λιγνιτορυχείο Μαυροπηγής Ν. Κοζάνης. Προσομοίωση του πειράματος ηλεκτρικής τομογραφίας για τον σχεδιασμό της γεωφυσικής διασκόπησης και την ερμηνεία των γεωηλεκτρικών δεδομένων», Διπλωματική εργασία, Τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.
3. Τσουρβάκας Α.(2016): «Συμβολή της ηλεκτρικής τομογραφίας στην εκτίμηση του πάχους του εδαφικού καλύμματος στη Μαυροπηγή Κοζάνης», Διπλωματική εργασία, Τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά
4. Καραππάς Β.(2016): «Συμβολή της ηλεκτρικής τομογραφίας στην εκτίμηση του πάχους του εδαφικού καλύμματος στο λατομείο Λούτσα Ρέμερι, νομού Βοιωτίας», Διπλωματική εργασία, Τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.
5. Γανταδάκη Α.(2012): «Γεωφυσική διασκόπηση με τη μέθοδο της ηλεκτρικής τομογραφίας σε χώρο ανέγερσης των κτηριακών εγκαταστάσεων του τμήματος ΜΗ.ΠΕΡ. του Πολυτεχνείου Κρήτης», Διπλωματική εργασία, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.
6. Παναγόπουλος Γ. (2007): «Προτάσεις γεωτρητικού προγράμματος σε ενεργό λατομικό χώρο με χρήση χωρικών γεωλογικών στοιχείων», Μεταπτυχιακή Διατριβή, Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα «Γεωτεχνολογία και Περιβάλλον», Τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.
7. Φράγκος Α.(2009): «Γεωλογική μελέτη Νεογενούς σχηματισμού στη Δυτική Κρήτη με έμφαση στην ανίχνευση Χρυσού στο Ψαμμιτικό κλάσμα Ιλυολιθικής ακολουθίας», Διπλωματική εργασία, Τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.

Ξενόγλωσση

1. Keupp H. & Bellas S. (2000): *Neogene development of the sedimentary basins of NW Crete island, Chania Prefecture, South Aegean Arc System (Greece)* – Berlin *geowiss. Abh*, E 34, 3-117, Berlin.
2. Manoutsoglou E., Vachlas G., Panagopoulos G. and Hamdan H. (2010): *Delineation of gypsum/anhydrite transition zone using electrical tomography. A case study in an active open pit, Altsi, Crete, Greece*, JOURNAL OF THE BALKAN GEOPHYSICAL SOCIETY, Vol. 13, No. 2, p. 21-28