



CRINNO – EMERIC

CRETE INNOVATIVE REGION

I.M.S. – ITE

ΔΡ. 2. Ενδεικτική Διερεύνηση Γεωλογικής Δομής με Μεθόδους Γεωφυσικής Διασκόπησης

Συμμετέχοντες: ΚΤΕ, ΦΠΠ

Παραδοτέα:

- Τρισδιάστατη Γεωηλεκτρική Δομή σε επιλεγμένες ρηξιγενείς ζώνες στην περιοχή μελέτης.
- Δομή Ταχυτήτων Επιφανειακών Στρωμάτων σε επιλεγμένες περιοχές μελέτης.

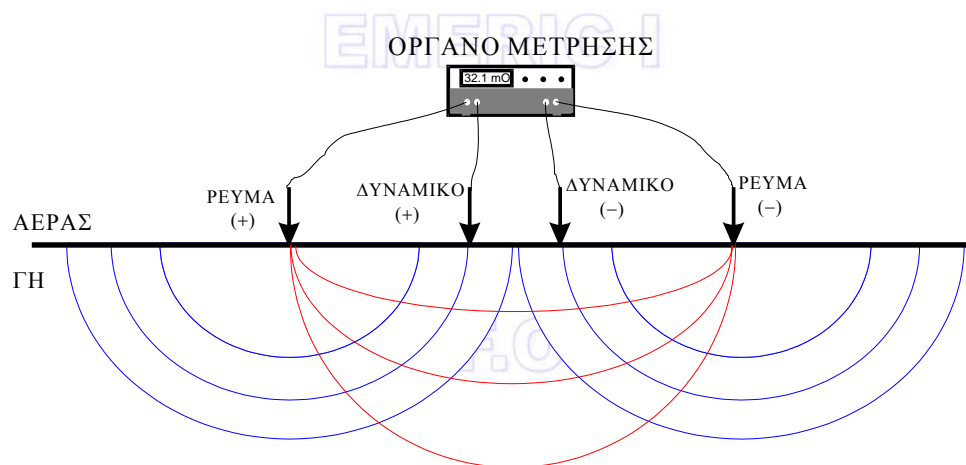


ΕΦΑΡΜΟΖΟΜΕΝΗ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

1.1 Ηλεκτρική μέθοδος

Με την εφαρμογή ηλεκτρικών μεθόδων επιδιώκεται ο καθορισμός της κατανομής ηλεκτρικών ιδιοτήτων του υπεδάφους.

Οι μέθοδοι που εφαρμόζονται ανήκουν στην κατηγορία του τεχνητά παραγόμενου ηλεκτρικού ρεύματος, το οποίο διαβιβάζεται στο έδαφος δια μέσου ενός ζεύγους ηλεκτροδίων (Σχήμα 1). Σε ένα δεύτερο ζεύγος ηλεκτροδίων μετράται η πτώση τάσης που προκαλείται. Η ωμική αντίσταση που υπολογίζεται σαν το πηλίκο των δύο αυτών μεγεθών χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης η οποία με τη σειρά της μας επιτρέπει τον υπολογισμό της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης.



Σχήμα 1. Η βασική διάταξη γεωηλεκτρικών μετρήσεων.

Υπεδάφεις δομές παλαιότερων ανθρώπινων κατασκευών, καθώς και έγκοιλα αναμένεται να παρουσιάζουν έντονη αντίθεση με το περιβάλλον υλικό σε ότι αφορά τις ηλεκτρικές τους ιδιότητες, δεδομένου ότι η τιμή της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης τέτοιων κατασκευών είναι πολύ υψηλή (κυρίως ασβεστολιθικές κατά την αρχαιότητα ή θεμελιώσεις από τσιμέντο κατά τα νεώτερα χρόνια), οπότε αναμένεται να διακριθούν σαν 'θετικές' ανωμαλίες.

CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)

Στην παρούσα έρευνα αξιοποιούνται οι διατάξεις τομογραφίας που μας επιτρέπουν την μελέτη της κατανομής της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης σε δύο διαστάσεις (οριζόντια και κατακόρυφη).

1.2 Ηλεκτρική Τομογραφία

Ο όρος ηλεκτρική τομογραφία (ΗΤ) περιγράφει γενικά έναν τύπο μετρήσεων της φαινόμενης ηλεκτρικής αντίστασης του υπεδάφους. Μπορεί να θεωρηθεί ως συνδυασμός δύο “παραδοσιακών” τεχνικών μέτρησης: της όδευσης και της βυθοσκοπησης. Ειδικότερα, η ηλεκτρική τομογραφία μπορεί να περιγραφεί ως μία σειρά από συνεχόμενες ηλεκτρικές βυθοσκοπήσεις κατά μήκος της γραμμής έρευνας ή ως μία σειρά από οδεύσεις πάνω από την ίδια περιοχή με διαδοχικά αυξανόμενες αποστάσεις ηλεκτροδίων. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η λήψη πληροφορίας τόσο για την κατακόρυφη όσο και για την οριζόντια μεταβολή της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης στην περιοχή μελέτης και έτσι λαμβάνεται μία πληρέστερη “εικόνα” του υπεδάφους.

Πρόδρομος της ΗΤ είναι η μέθοδος της “ψευδοτομής” που έχει χρησιμοποιηθεί εκτεταμένα στην χαρτογράφηση μεταλλευμάτων αλλά και σε διάφορες άλλες εφαρμογές (π.χ. υδρογεωλογικές). Στην διαδικασία της “ψευδοτομής” μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες διατάξεις ηλεκτροδίων (διπόλου-διπόλου, Wenner, πόλου-διπόλου). Η ΗΤ όμως είναι πιο γενικευμένος όρος που περιλαμβάνει και μετρήσεις με μη συμβατικές διατάξεις καθώς επίσης και μετρήσεις που λαμβάνονται με ηλεκτρόδια σε γεωτρήσεις.

Ενα από τα κύρια χαρακτηριστικά της ΗΤ είναι ότι σε σύγκριση με τις άλλες τεχνικές λαμβάνεται ένας αρκετά μεγάλος αριθμός μετρήσεων (άρα και χρήσιμης πληροφορίας). Με αυτόν τον τρόπο αυξάνεται η διακριτική ικανότητα και ανάλυση της γεωηλεκτρικής μεθόδου. Παράλληλα όμως, λόγω του μεγάλου αριθμού τους, οι μετρήσεις δεν μπορούν να ληφθούν με χειροκίνητη αλλαγή των ηλεκτροδίων αλλά μόνο με συστήματα αυτοματοποιημένων πολυπλεκτών. Τέτοια συστήματα έχουν αναπτυχθεί από το 1990 και μετά, γεγονός ενδεικτικό της ανάπτυξης της ΗΤ αλλά και του αναπόφευκτου κόστους εφαρμογής της μεθοδολογίας.



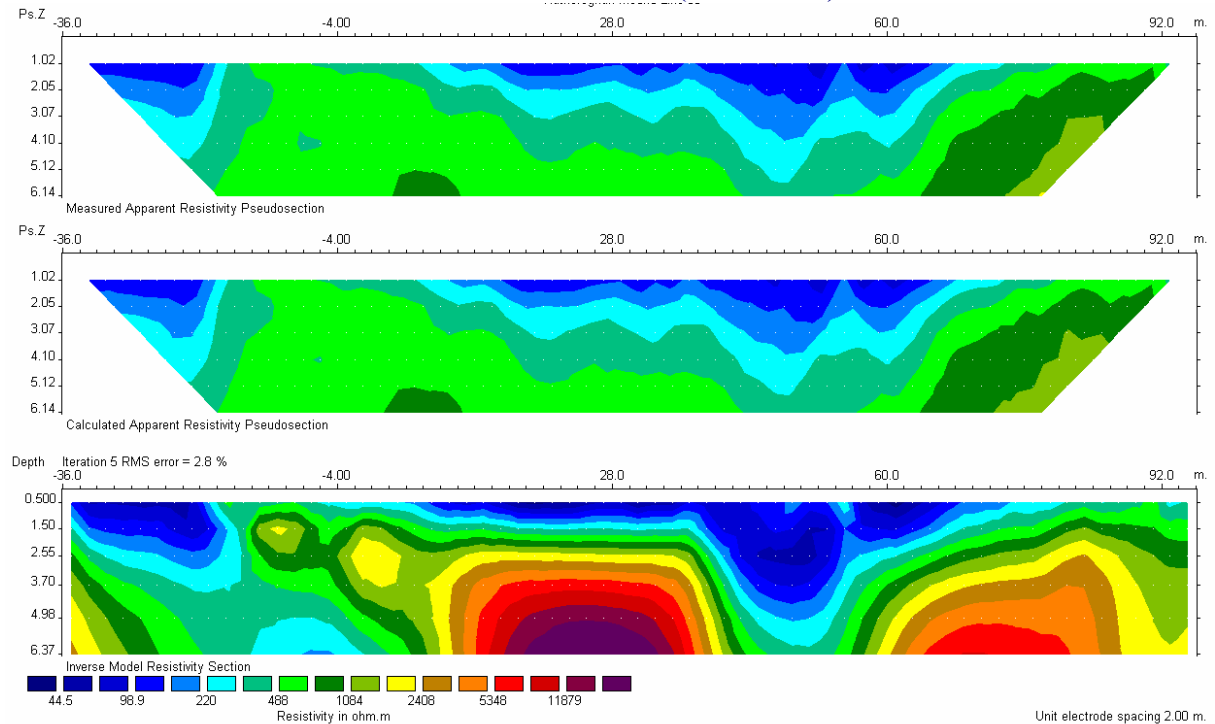
1.3 Ερμηνεία με Ψευδοτομή

Η ερμηνεία των μετρήσεων σε πρώτο στάδιο γίνεται με τη μέθοδο της ψευδοτομής. Αυτή βασίζεται στο γεγονός ότι όσο μεγαλώνει η απόσταση μεταξύ των διπόλων ρεύματος και δυναμικού, η τιμή της διαφοράς δυναμικού που μετράται επηρεάζεται από βαθύτερα στρώματα. Έτσι, στην περίπτωση της διάταξης διπόλου - διπόλου (η οποία και χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη) κάθε μέτρηση της φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης αποδίδεται, κατά προσέγγιση, στο σημείο τομής των δύο ευθειών που ξεκινάνε με γωνία 45° από το μέσο της απόστασης AB και το μέσο της απόστασης MN. Η ερμηνεία όμως με τη μέθοδο της ψευδοτομής είναι ιδιαίτερα δύσκολη και επισφαλής γιατί η εικόνα της κατανομής της φαινόμενης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης είναι μια παραμορφωμένη εικόνα της πραγματικής κατανομής της ηλεκτρικής αντίστασης στην περιοχή έρευνας. Ένα παράδειγμα της πολυπλοκότητας της εικόνας που προκύπτει με τη μέθοδο της ψευδοτομής παρουσιάζεται στο σχήμα 2.

I.M.S. - F.O.R.T.H.



CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)

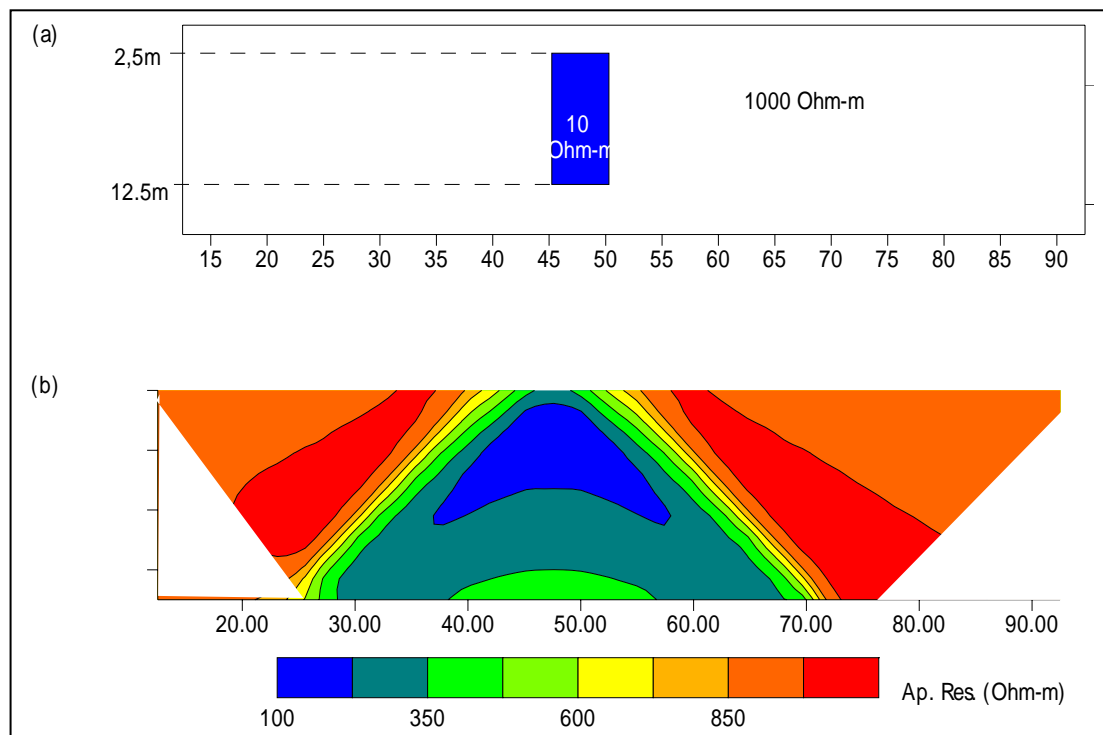


Σχήμα 2. Παράδειγμα ηλεκτρικής τομογραφίας όπου στο πάνω μέρος απεικονίζονται οι μετρήσεις, στο μέσο η ψευδοτομή (η οποία μοιάζει με τις μετρήσεις), και στο κάτω μέρος το αποτέλεσμα αντιστροφής, που είναι πολύ διαφορετικό από την ψευδοτομή.

I.M.S. - F.O.R.T.H.

1.4 Ερμηνεία με Αντιστροφή

Με στόχο την αξιόπιστη ερμηνεία και επεξεργασία των ηλεκτρικών μετρήσεων, νέες τεχνικές έχουν προταθεί. Οι τεχνικές αυτές επιδιώκουν την επίλυση του αντίστροφου γεωηλεκτρικού προβλήματος είτε με χρήση προσεγγιστικών μεθόδων, π.χ. μέθοδος Zhody-Barker, μέθοδος οπισθοπροβολής, είτε με τη χρήση υπαρχόντων μη γραμμικών τεχνικών αντιστροφής που προσαρμόζονται στο πρόβλημα της HT (Tsourlos et al. 1995).

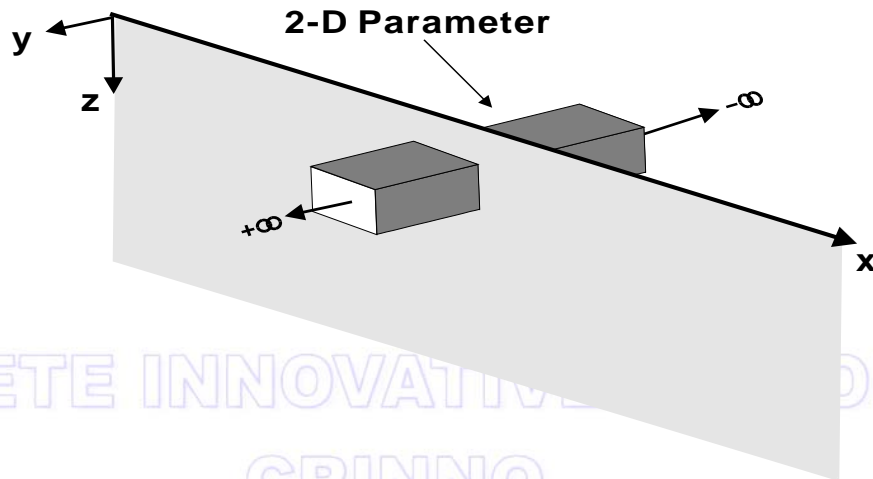


Σχήμα 3. (α) Αρχικό μοντέλο αντίστασης, (β) εικόνα ψευδοτομής δεδομένων δυσδιάστατης διασκόπησης που προέκυψαν από το μοντέλο του σχήματος (α).

Η πλέον δημοφιλής τεχνική για την αποκατάσταση της πραγματικής εικόνας της γεωηλεκτρικής αντίστασης του υπεδάφους είναι αυτή της αντιστροφής. Σκοπός της αντιστροφής είναι να βρεθεί ένα μοντέλο αντίστασης που να δίνει μετρήσεις που είναι όσο το δυνατό πιο κοντά στις πραγματικές. Προϋπόθεση η ύπαρξη μεθόδου επίλυσης του ευθέως προβλήματος, δηλαδή, να βρεθούν οι μετρήσεις δοθείσης της κατανομής της αντίστασης. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται για το σκοπό αυτό, στην παρούσα μελέτη, είναι ένας αλγόριθμος πεπερασμένων στοιχείων ο οποίος λύνει τις

CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)

διαφορικές εξισώσεις που περιγράφουν τη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος σε ανομοιογενή γη. Η αντιστροφή μπορεί να γίνει σε δυο (δυσδιάστατη) ή τρεις (τρισδιάστατη) διαστάσεις (Σχήμα 4).



Σχήμα 4. Γεωηλεκτρική παράμετρος δυο διαστάσεων.

Στην γεωηλεκτρική μέθοδο λόγω της μη-γραμμικής φύσης του αντιστρόφου προβλήματος, οι αλγόριθμοι αντιστροφής είναι μια αυτοματοποιημένη επαναληπτική διαδικασία. Αρχικά, η περιοχή ενδιαφέροντος διακριτοποιείται σε ένα δίκτυο από παραμέτρους στις οποίες και αποδίδεται μια αρχική τιμή ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης.

Βάσει αυτού του μοντέλου υπολογίζονται τα αντίστοιχα συνθετικά δεδομένα, τα οποία και συγκρίνονται με τα πραγματικά δεδομένα. Λαμβάνεται έτσι μια εκτίμηση του λάθους $dy = (\text{πραγματικά δεδομένα} - \text{συνθετικά δεδομένα})$. Στη συνέχεια με μια διαδικασία αντιστροφής πινάκων γίνεται διόρθωση του αρχικού μοντέλου αντίστασης και η όλη διαδικασία επαναλαμβάνεται έως ότου το λάθος dy μεταξύ των πραγματικών και συνθετικών δεδομένων ελαχιστοποιηθεί. Το τελικό μοντέλο αντίστασης θεωρείται ότι προσεγγίζει ικανοποιητικά την πραγματική κατανομή των γεωηλεκτρικών αντιστάσεων.

Η αντιστροφή είναι ένα δύσκολο μη γραμμικό πρόβλημα. Χρησιμοποιούνται ειδικές τεχνικές για την αποφυγή ασταθών λύσεων. Μια από τις πιο σύγχρονες τεχνικές είναι η εξομαλυσμένη αντιστροφή (Occam's).



2. Επεξεργασία δεδομένων γεωηλεκτρικής τομογραφίας

Τα δεδομένα επεξεργάστηκαν με ένα αλγόριθμο αντιστροφής (Loke, 2000, 2002). Ο αλγόριθμος αυτός είναι δυσδιάστατης μη γραμμικής αντιστροφής και εκτελεί επαναληπτική βελτιστοποίηση βασισμένος σε ένα πρόγραμμα μοντελοποίησης με πεπερασμένα στοιχεία. Ο αλγόριθμος είναι τελείως αυτοματοποιημένος και χρησιμοποιεί το σχήμα της αντιστροφής Occam (Constable et al. 1991). Η διαδικασία αντιστροφής μπορεί να επιταχυνθεί με τη χρήση τεχνικών Quasi-Newton για την ενημέρωση του Ιακωβιανού πίνακα.

2.1 Εξοπλισμός

Για την εκτέλεση των γεωφυσικών μετρήσεων υπαίθρου χρησιμοποιήθηκαν τα κάτωθι επιστημονικά όργανα:

SYSCAL Jr. Switch 48 (v. 11.4++). Ένα αυτόματο πολυκαναλικό σύστημα (48 καναλιών) μέτρησης αντιστάσεων με εσωτερικό επιλογέα καναλιών (πολυπλέκτης 48 θέσεων).

2 πολύκλιωνα καλώδια (26 κλώνων) μεταφοράς του σήματος με 24 εξόδους το καθένα ανά 5 μέτρα.

48 ατσάλινοι πάσσαλοι και 48 καλώδια σύνδεσης αυτών με τα καλώδια μεταφοράς του σήματος.

1 μπαταρία 12V και 143Ah για μεγάλη αυτονομία στο υπαίθρο.

Καλώδιο RS232 για μεταφορά των δεδομένων από το σύστημα καταγραφής στον υπολογιστή για περαιτέρω επεξεργασία.

Ψηφιακή φωτογραφική μηχανή HP450 για την αποτύπωση των θέσεων και τη συλλογή φωτογραφικού υλικού.

GPS Garmin 12XL για την αποτύπωση των γραμμών μέτρησης.



CRETE INNOVATIVE REGION
XANIA
CRINNO

EMERIC I

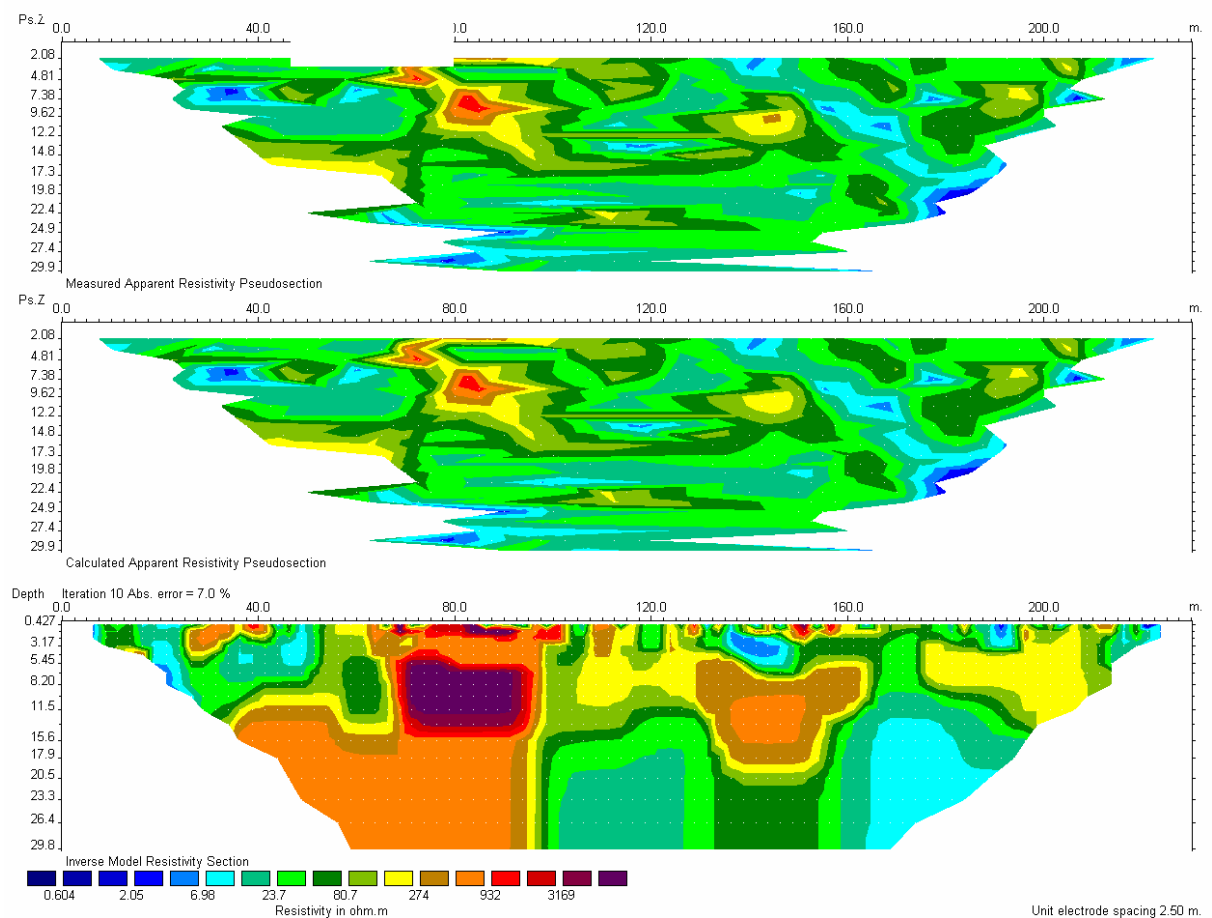
I.M.S. - F.O.R.T.H.



3. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑΣ ΣΤΟ

ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΤΩΝ ΧΑΝΙΩΝ

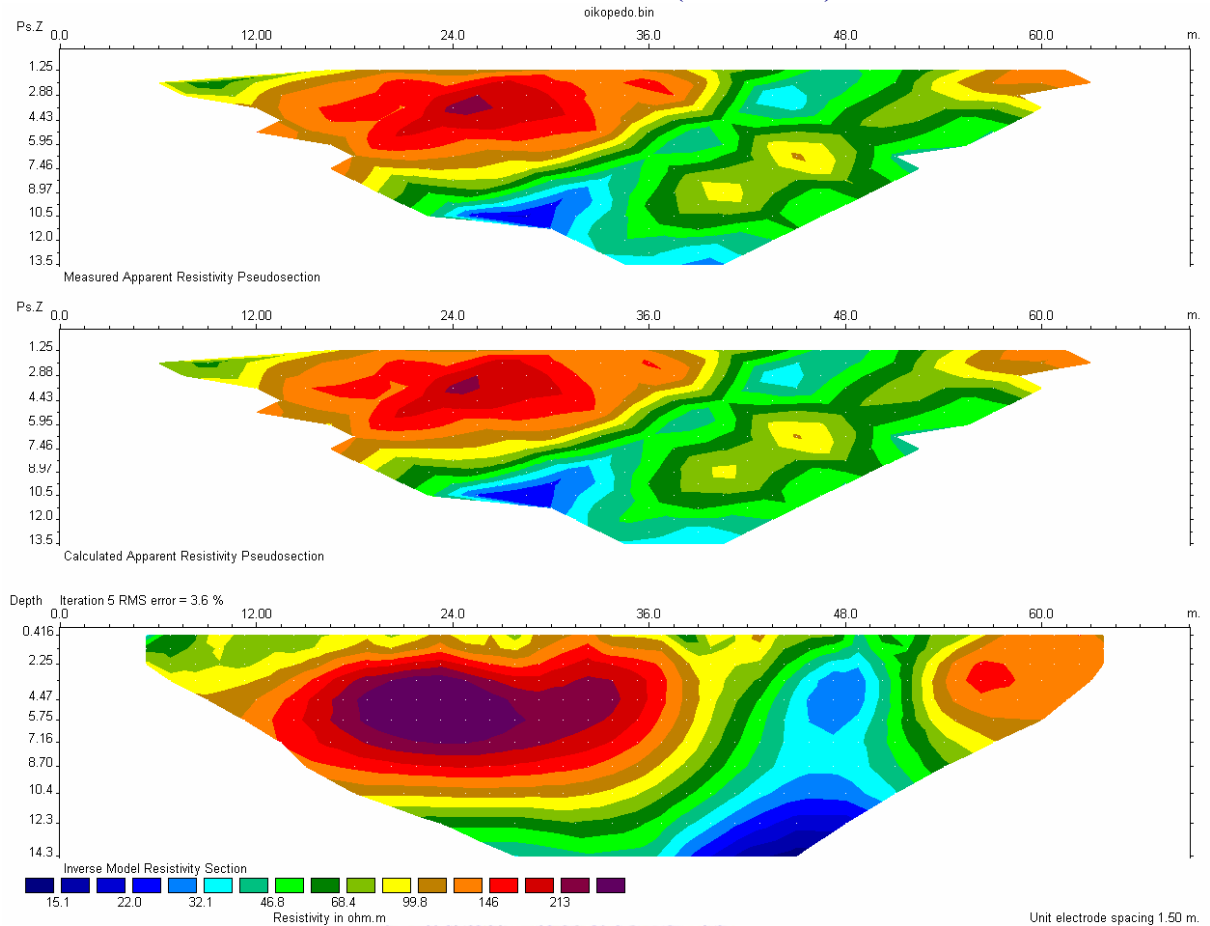
Στην πόλη των Χανίων έχουν πραγματοποιηθεί οχτώ ηλεκτρικές τομογραφίες με σκοπό τη χαρτογράφηση των υπεδάφειων δομών. Οι μετρήσεις έχουν πραγματοποιηθεί σε διάφορα σημεία του πολεοδομικού συγκροτήματος, με σκοπό την όσο το δυνατόν καλύτερη αποτύπωση των σχηματισμών του υπεδάφους, αλλά και με τον περιορισμό της γραμμικότητας της μεθόδου.



Σχήμα 5. Γεωηλεκτρική τομογραφία στην περιοχή Αμπεριά.

Στην περιοχή Αμπεριά πραγματοποιήθηκε τομογραφία με συνολικό μήκος 235 μέτρα, απόσταση μεταξύ ηλεκτροδίων 5 μέτρα και συνολικό βάθος διασκόπησης 30 περίπου μέτρα. Από τα αποτελέσματα της ερμηνείας φαίνεται η επαφή των ανθρωπογενών αποθέσεων με το μαργαϊκό ασβεστόλιθο που κυριαρχεί στην περιοχή, με αντιστάσεις που κυμαίνονται μεταξύ 250 και 1000 Ωμομέτρων περίπου.

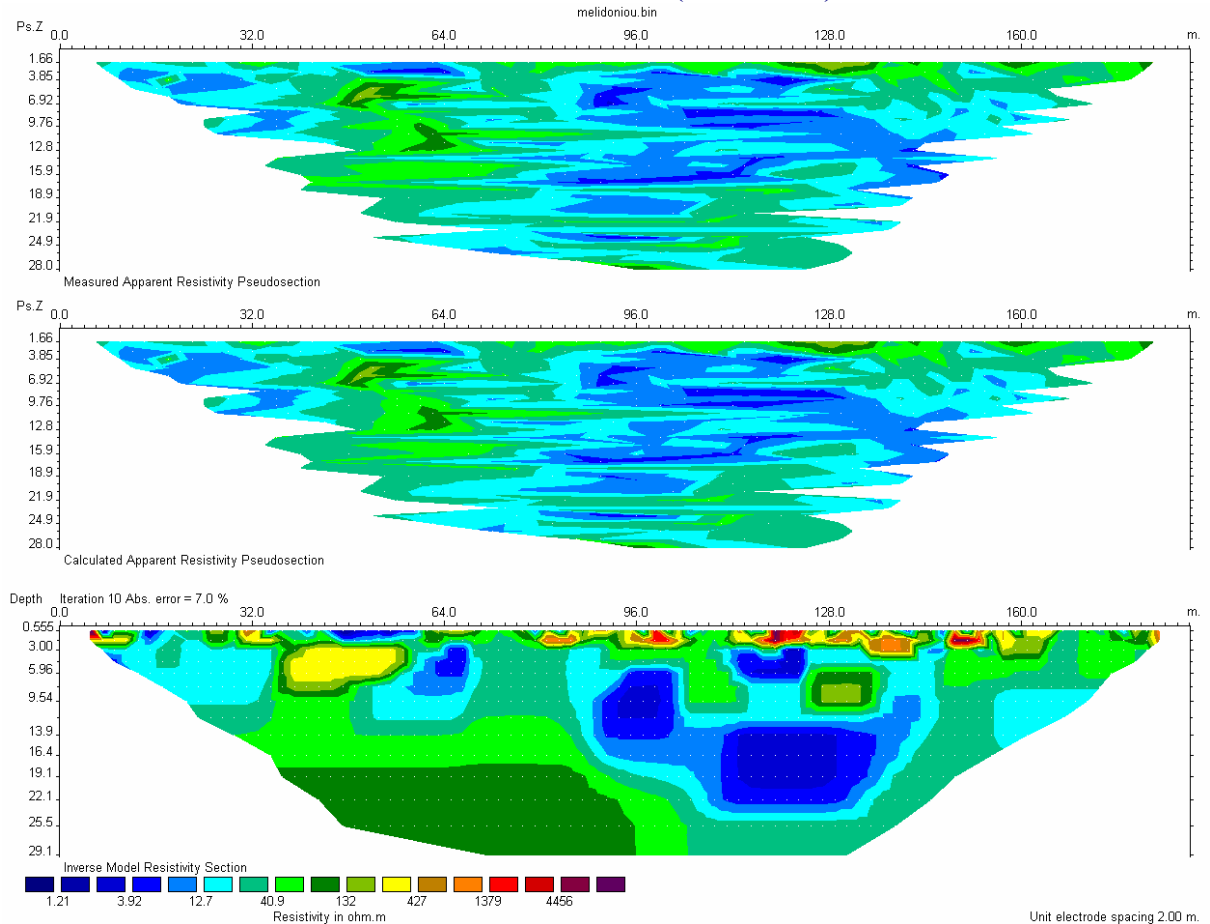
CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)



Σχήμα 6. Γεωηλεκτρική τομογραφία σε οικόπεδο επί της οδού Ηρώων Πολυτεχνείου.

Σε οικόπεδο επί της οδού Ηρώων Πολυτεχνείου πραγματοποιήθηκε τομογραφία με συνολικό μήκος 69 μέτρα, απόσταση μεταξύ ηλεκτροδίων 3 μέτρα και συνολικό βάθος διασκόπησης 15 περίπου μέτρα. Από τα αποτελέσματα της ερμηνείας φαίνεται η επαφή των ανθρωπογενών αποθέσεων με το μαργαϊκό ασβεστόλιθο που κυριαρχεί στην περιοχή, με αντιστάσεις που κυμαίνονται μεταξύ 90 και 150 Ωμομέτρων περίπου. Στην περιοχή που παρουσιάζεται όγκος μεγάλης ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης υπάρχει δεξάμενη η οποία ήταν άδεια την ημέρα των μετρήσεων.

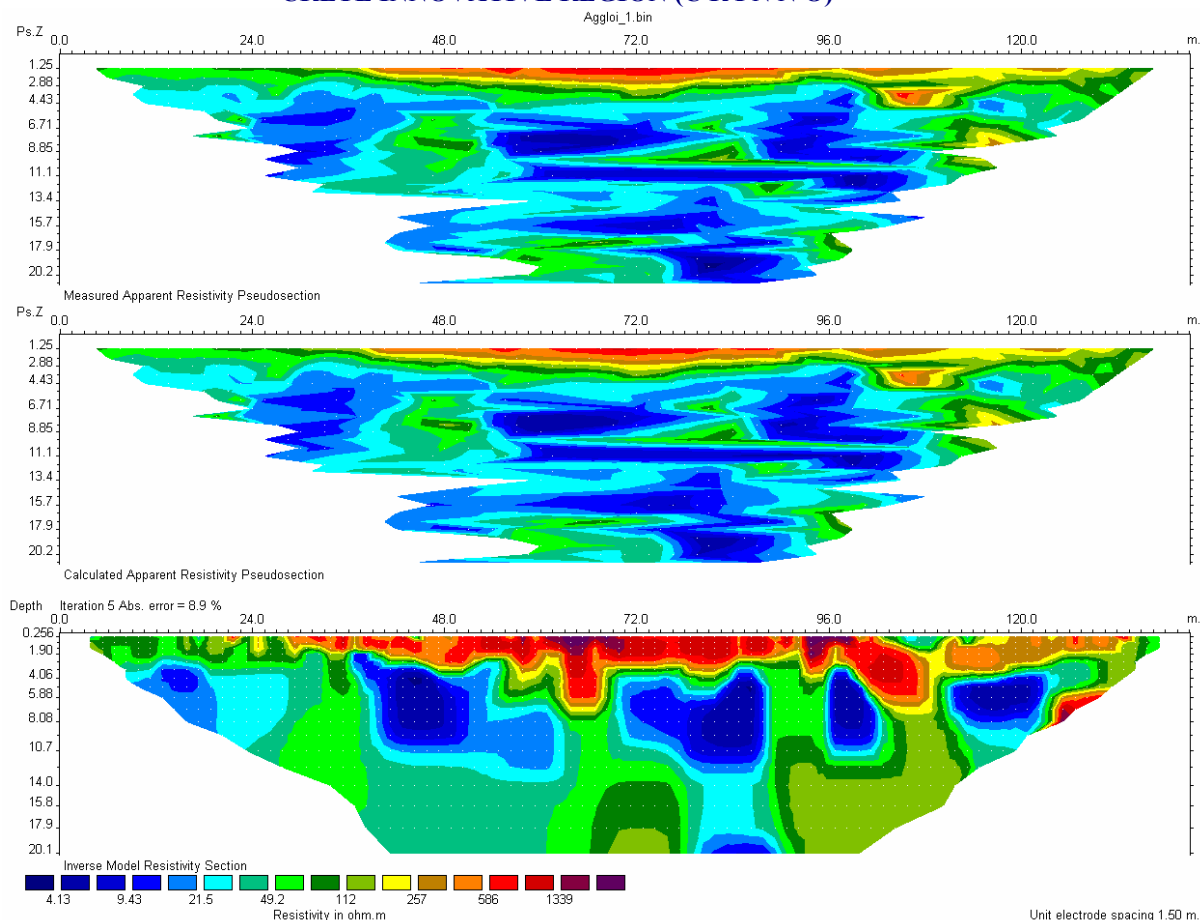
CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)



Σχήμα 7. Γεωηλεκτρική τομογραφία σε οικόπεδο επί της οδού Μελιδονίου.

Στην οδό Μελιδονίου πραγματοποιήθηκε τομογραφία με συνολικό μήκος 188 μέτρα, απόσταση μεταξύ ηλεκτροδίων 4 μέτρα και συνολικό βάθος διασκόπησης 30 περίπου μέτρα. Από τα αποτελέσματα της ερμηνείας φαίνεται το ανώτερο στρώμα των ανθρωπογενών αποθέσεων και η επαφή με το μαργαϊκό ασβεστόλιθο που είναι πολύ συμπαγής στην περιοχή (περιοχή Χαλέπα), με αντιστάσεις που κυμαίνονται μεταξύ 50 και 700 Ωμομέτρων περίπου.

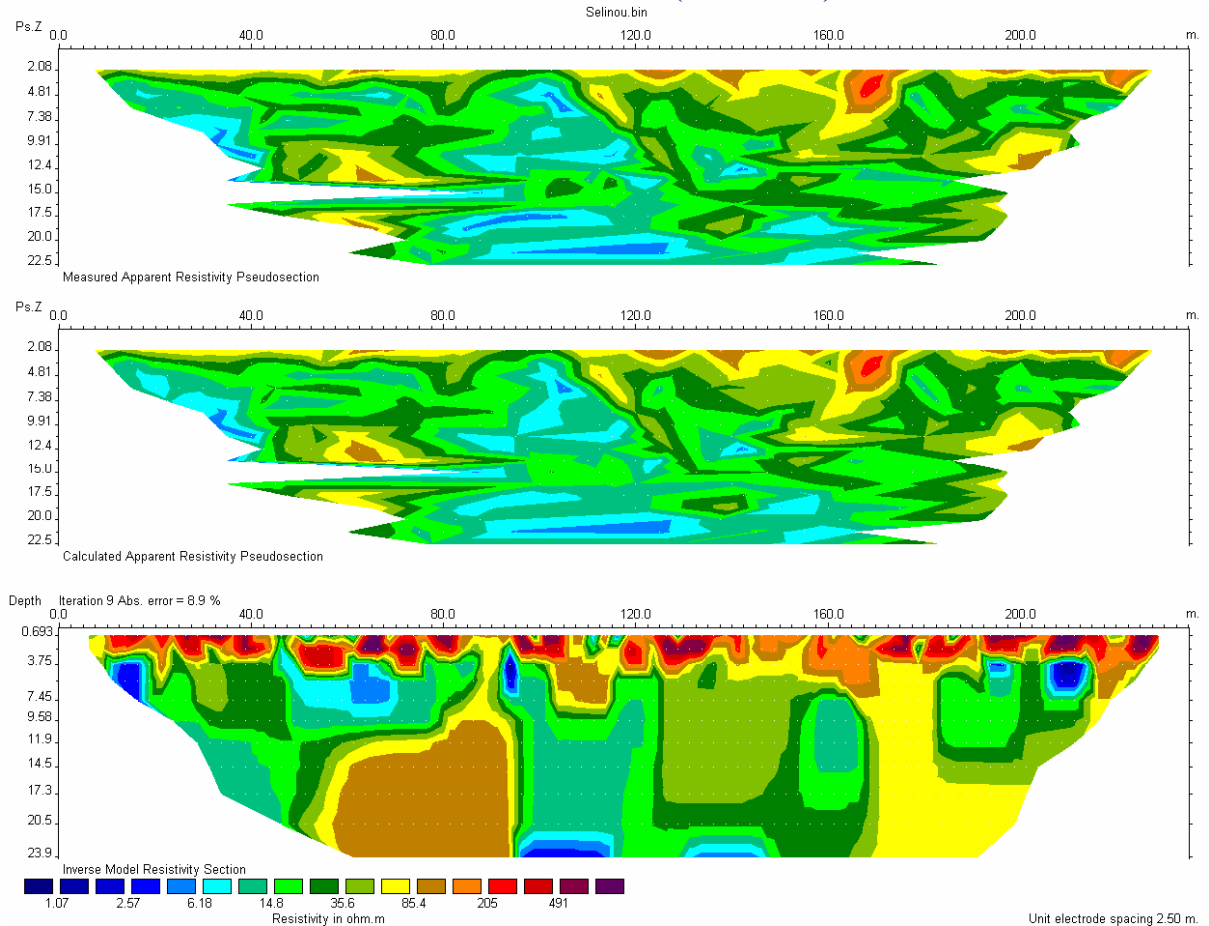
CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)



Σχήμα 8. Γεωηλεκτρική τομογραφία σε οικόπεδο επί της οδού Ρωμανού.

Στην περιοχή της Χαλέπας, μπροστά από το Τ.Ε.Ι. Κρήτης, Παράρτημα Χανίων, πραγματοποιήθηκε τομογραφία με συνολικό μήκος 188 μέτρα, απόσταση μεταξύ ηλεκτροδίων 4 μέτρα και συνολικό βάθος διασκόπησης 30 περίπου μέτρα. Από τα αποτελέσματα της ερμηνείας φαίνεται το ανώτερο στρώμα των ανθρωπογενών αποθέσεων και η επαφή με το μαργαϊκό ασβεστόλιθο που είναι πολύ συμπαγής στην περιοχή (περιοχή Χαλέπα), με αντιστάσεις που κυμαίνονται μεταξύ 50 και 600 Ωμομέτρων περίπου. Οι χαμηλές αντιστάσεις που βρίσκονται σε μεγάλους όγκους από τα 4 μέτρα μέχρι τα 10 περίπου, πιθανότατα υποδηλώνουν τον ίδιο σχηματισμό ο οποίος έχει πληρωθεί με νερό, καθώς η τομή είναι δίπλα σε μικρό ποταμό που εκχύνεται στην παραλία των Χανίων.

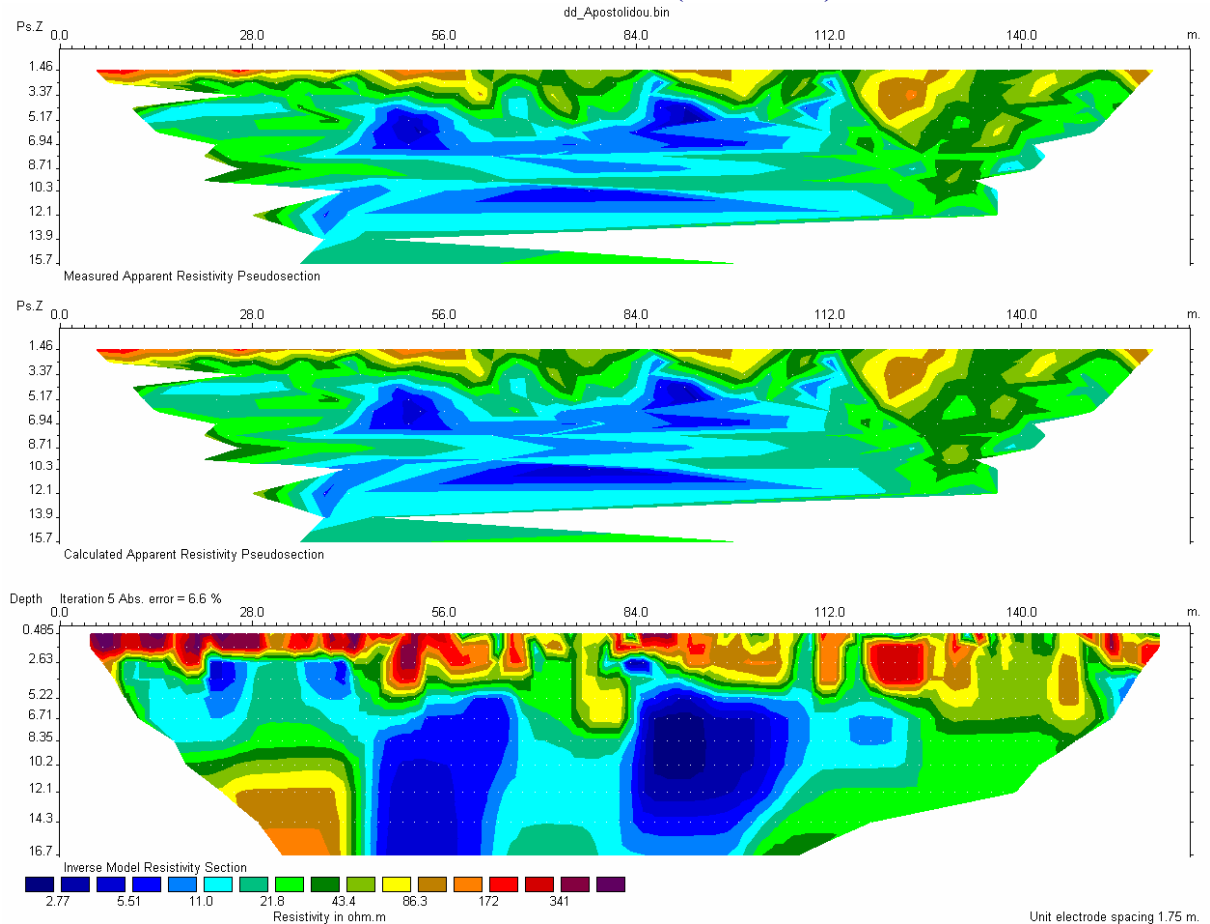
CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)



Σχήμα 9. Γεωηλεκτρική τομογραφία σε οικόπεδο επί της οδού Σελίνου.

Επί της οδού Σελίνου πραγματοποιήθηκε τομογραφία με συνολικό μήκος 235 μέτρα, απόσταση μεταξύ ηλεκτροδίων 5 μέτρα και συνολικό βάθος διασκόπησης 24 περίπου μέτρα. Από τα αποτελέσματα της ερμηνείας φαίνεται η πλήρωση των επιφανειακών σχηματισμών με υφάλμυρο νερό, καθώς η απόσταση της τομής από τη θάλασσα είναι κατά μέσο όρο 50 μέτρα. Κάτω από τα 10 μέτρα περίπου, υπάρχουν ιζήματα με μεγαλύτερη συνοχή, στα οποία δεν έχει διεισδύσει το θαλασσινό νερό, με μεγαλύτερες αντιστάσεις, περίπου 100 Ωμομέτρων περίπου.

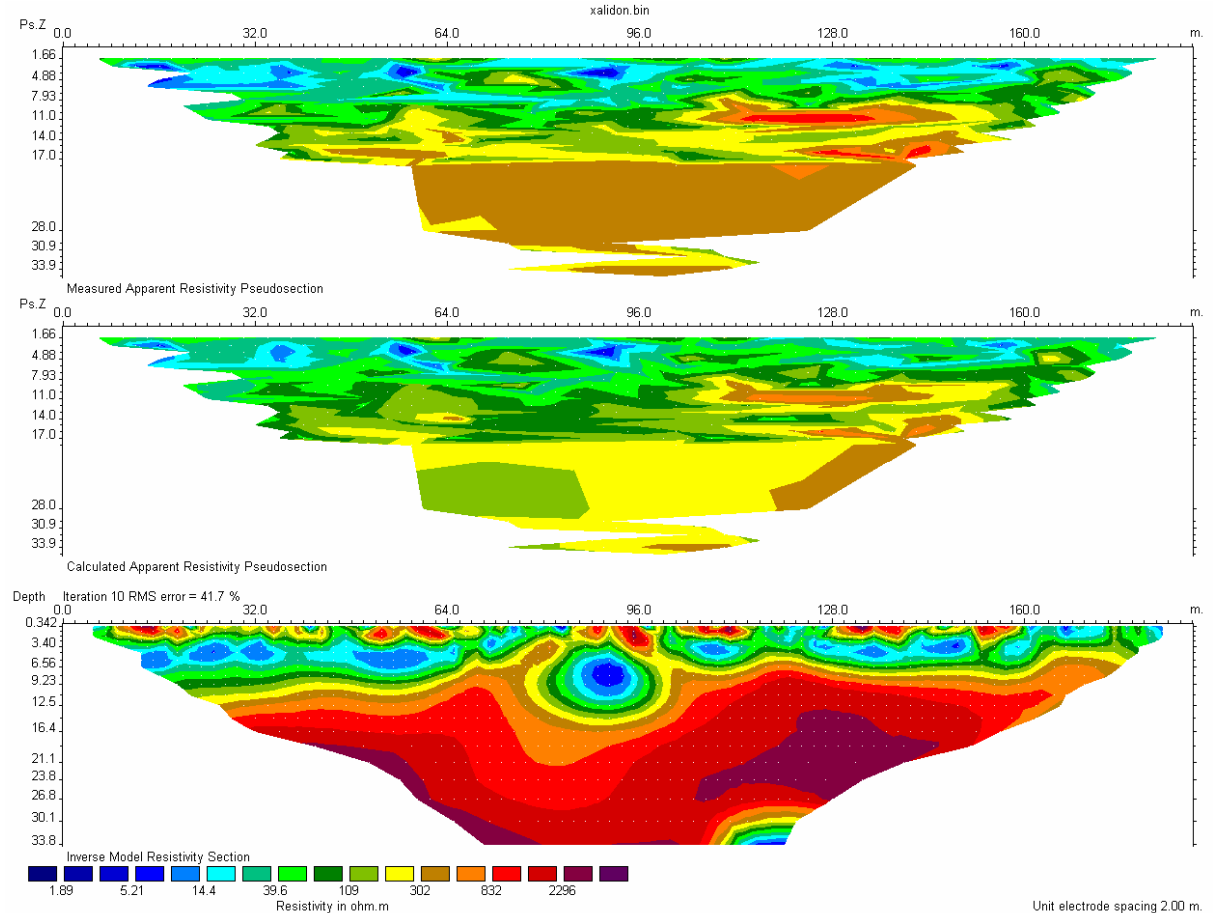
CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)



Σχήμα 10. Γεωηλεκτρική τομογραφία σε οικόπεδο επί της οδού Αποστολίδου.

Στην οδό Αποστολίδου πραγματοποιήθηκε τομογραφία με συνολικό μήκος 164,5 μέτρα, απόσταση μεταξύ ηλεκτροδίων 3,5 μέτρα και συνολικό βάθος διασκόπησης 17 περίπου μέτρα. Από τα αποτελέσματα της μέτρησης φαίνονται επιφανειακά οι προσχώσεις που έχουν γίνει (η οδός απέχει από τη θάλασσα περίπου 100 μέτρα, με μια μέση υψομετρική διαφορά περίπου 5 μέτρα). Οι προσχώσεις αυτές επικάθονται σε ιζήματα αρκετά συνεκτικά, τα οποία ίσως να πληρώνονται με νερό, με αντιστάσεις μεταξύ 15 και 100 Ωμομέτρων περίπου.

CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)



Σχήμα 11. Γεωηλεκτρική τομογραφία σε οικόπεδο επί της οδού Χάληδων.

Κατά μήκος της οδού Χάληδων πραγματοποιήθηκε τομογραφία με συνολικό μήκος 188 μέτρα, απόσταση μεταξύ ηλεκτροδίων 4 μέτρα και συνολικό βάθος διασκόπησης 35 περίπου μέτρα. Από τα αποτελέσματα της μέτρησης φαίνονται οι επιφανειακοί σχηματισμοί ανθρώπινης προέλευσης, πάνω από σχηματισμό πολύ συμπαγή. Στην περιοχή (παλαιά πόλη) πιστεύεται πως υπάρχει μια αναθόλωση του μαργαϊκού ασβεστόλιθου, η οποία φαίνεται στα αποτελέσματα, με αντιστάσεις της τάξης των 800 έως 2000 Ωμομέτρων περίπου. Στα 100 περίπου μέτρα της τομής, ίσως να υπάρχει ρήγμα το οποίο έχει κατακερματίσει τον μαργαϊκό ασβεστόλιθο, και το σημείο αυτό έχει πληρωθεί με νερό, κατά πάσα πιθανότητα θαλάσσιας προέλευσης.



ΗΡΑΚΛΕΙΟ

CRETE INNOVATIVE REGION

CRINNO

EMERIC I

I.M.S. - F.O.R.T.H.





CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)

**3. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑΣ ΣΤΟ
ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΤΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ**

CRINNO EMERIC I – HERAKLION – REFRACTION SEISMICS

ΘΕΣΗ	Ταχύτητα P κυμάτων 1 ^{ου} στρώματος (m/s)	Ταχύτητα P κυμάτων 2 ^{ου} στρώματος (m/s)	Περιγραφή
HER 01	704	1994	
HER 02	957	5395	
HER 03	905		
HER 04	590	1991	
HER 05			
HER 06	1023	2415	
HER 07	792		
HER 08	574	1976	
HER 09			
HER 10	687	2617	
HER 11	509	2202	
HER 12	628	1707	

I.M.S. - F.O.R.T.H.





CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)

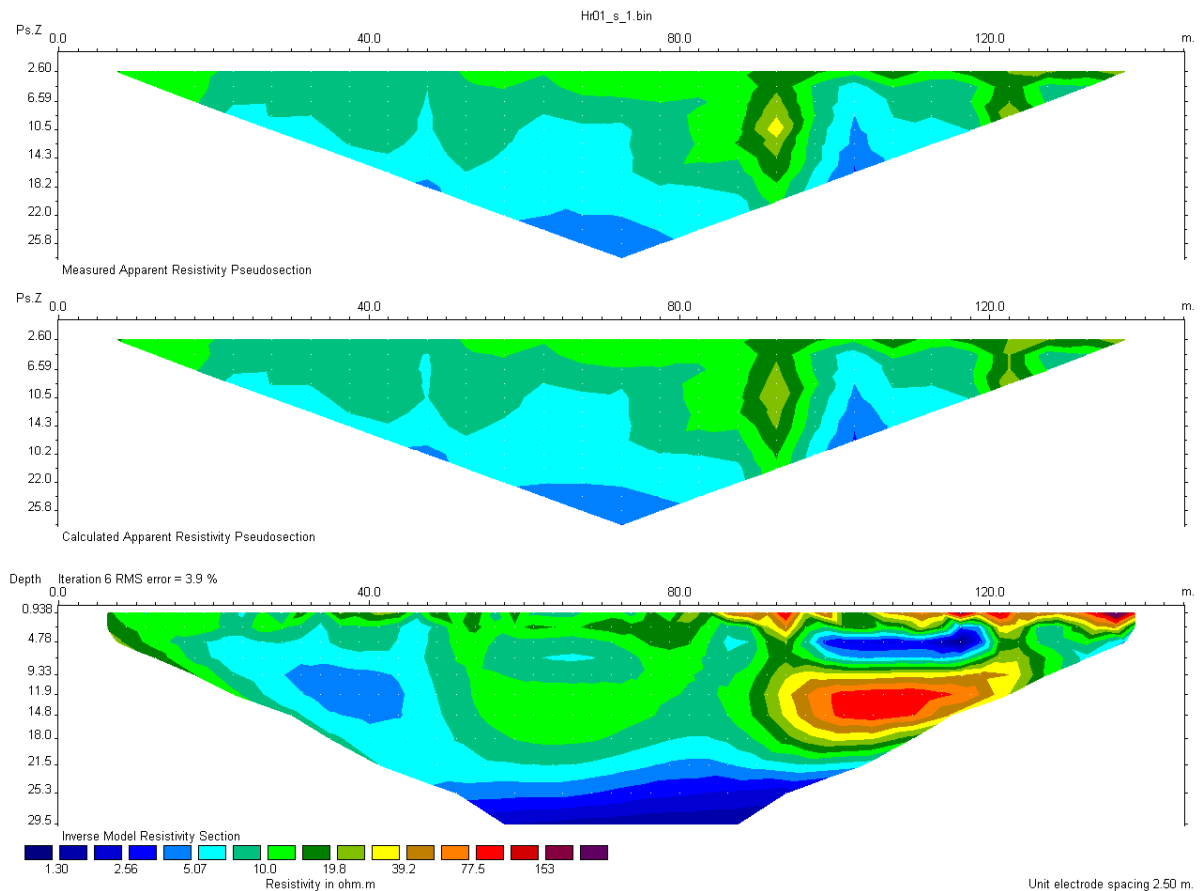
Ταχύτητες Επιμήκων Κυμάτων (m/s)	Περιγραφή	Θέση Μετρήσεων
500 – 700	Αλλούβια ιζήματα νεογενούς με μικρή συνοχή	
700 – 1100	Συνεκτικά ιζήματα τεταρτογενούς, ηπειρωτικής προέλευσης	
1700 – 2600	Στιφρή κίτρινη μάργα έως υπόλευκος μαργαϊκός ασβεστόλιθος μικρής διαπερατότητας.	
> 5000	Συμπαγής τεφρόλευκος ασβεστόλιθος ελαφρά καρστικοποιημένος νηριτικής προέλευσης.	

# Τομής	ΑΡΧΗ	ΤΕΛΟΣ
01	N 35.33634 E 25.11088	N 35.33504 E 25.11096
02	N 35.33946 E 25.12292	N 35.33792 E 25.12354
03	N 35.33124 E 25.12975	N 35.33314 E 25.12847
04	N 35.32669 E 25.11695	N 35.32604 E 25.11547
05	N 35.32355 E 25.11852	N 35.32455 E 25.11879
06	N 35.32028 E 25.13720	N 35.32028 E 25.13605
07	N 35.31126 E 25.14603	N 35.31283 E 25.14471
08	N 35.31913 E 25.12512	N 35.31862 E 25.12400
09	35.32660 E 25.14325	N 35.32769 E 25.14281
10	N 35.33191 E 25.14088	N 35.33086 E 25.14050
11	N 35.32701 E 25.14992	N 35.32794 E 25.14936
12	N 35.33271 E 25.15365	N 35.33396 E 25.15326
13	35.33237 E 25.16005	N 35.33252 E 25.16126

I.M.S. - F.O.R.T.H.

CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)

ΤΟΜΗ 1. Τομή δίπλα στο ποτάμι (π. Γιόφυρος) που περνά δίπλα από το Παγκρήτιο.

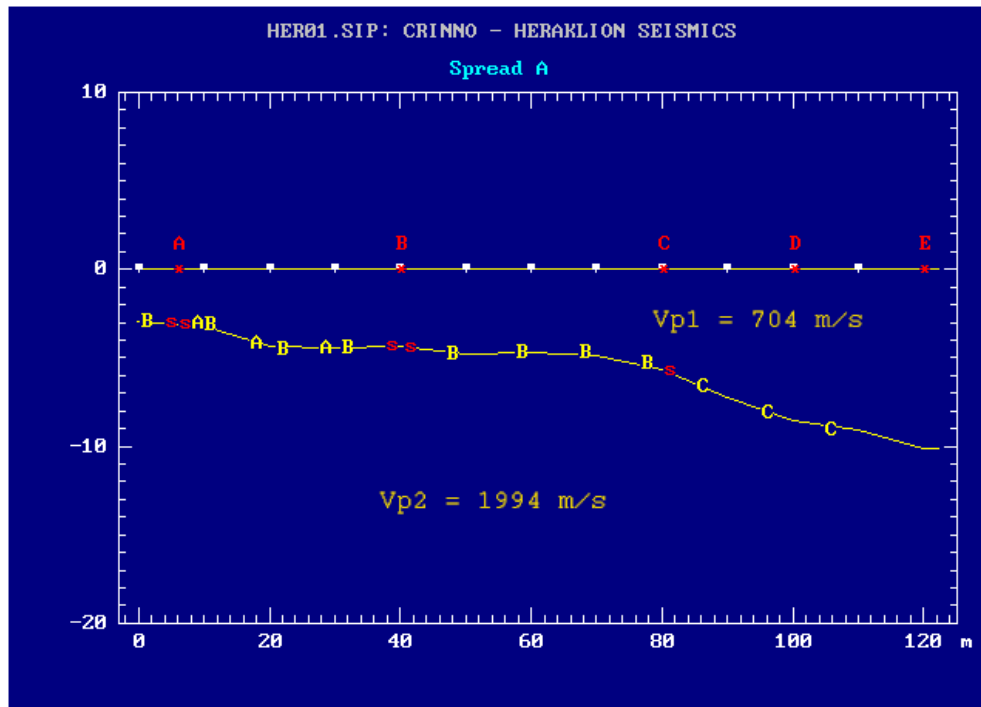


Στα πρώτα 25 μέτρα εντοπίζονται μάργες με αντιστάσεις που κυμαίνονται από 10 έως 150 Ωm ενώ βαθύτερα εντοπίστηκε πιθανός υφάλμυρος ορίζοντας με αντιστάσεις μικρότερες των 5 Ωm.

I.M.S. - F.O.R.T.H.



CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)

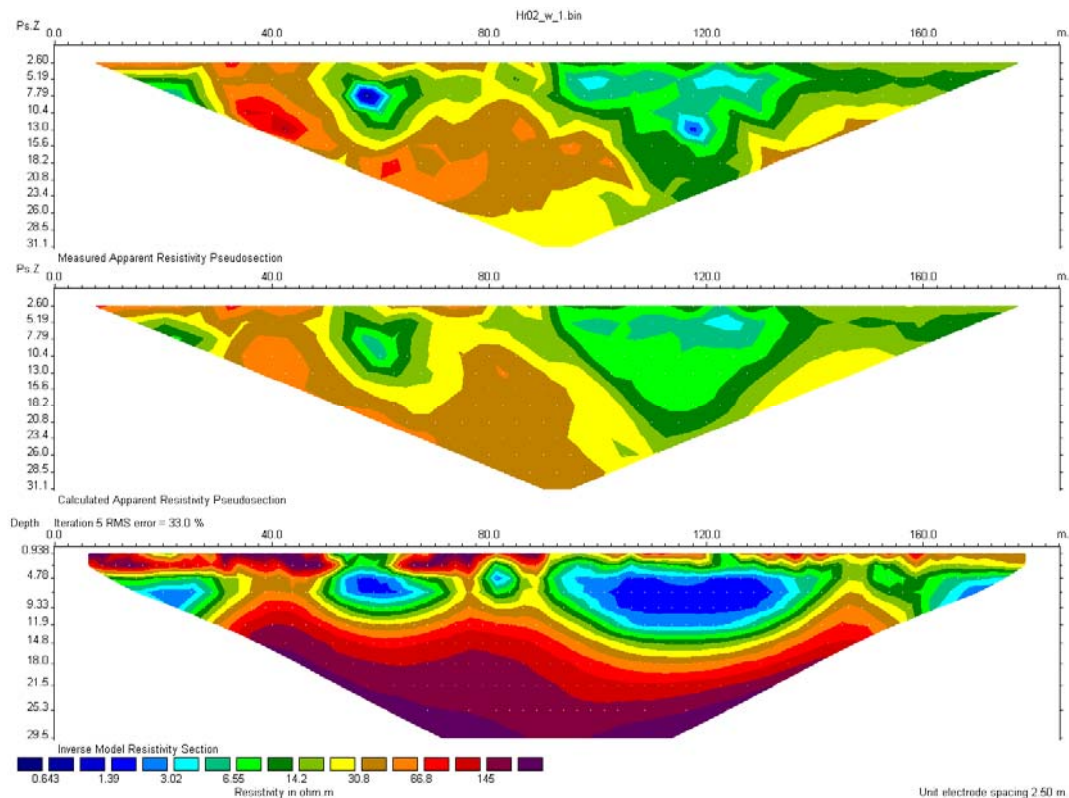


EMERIC I

I.M.S. - F.O.R.T.H.

CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)

TOMH 2. Κατά μήκος των δυτικών τειχών του Ηρακλείου δίπλα στη Χανιόπορτα.

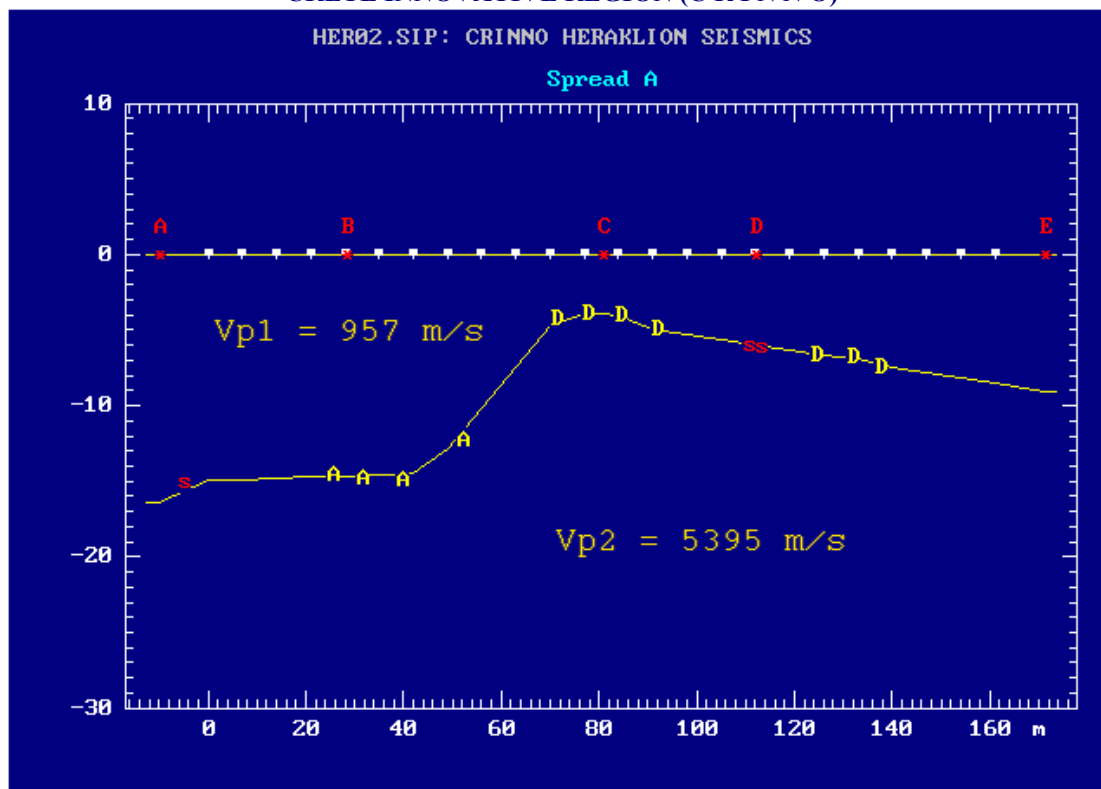


Στα πρώτα 10 μέτρα και σε συμφωνία με τα σεισμικά διάθλασης, εντοπίζεται ένας οριζόντιος χαμηλών αντιστάσεων που ερμηνεύεται ως τεταρτογενή ιζήματα κορεσμένα σε νερό ενώ βαθύτερα εντοπίστηκε ο ασβεστόλιθος πάνω στον οποίο θεμελιώθηκαν τα τείχη.

I.M.S. - F.O.R.T.H.



CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)



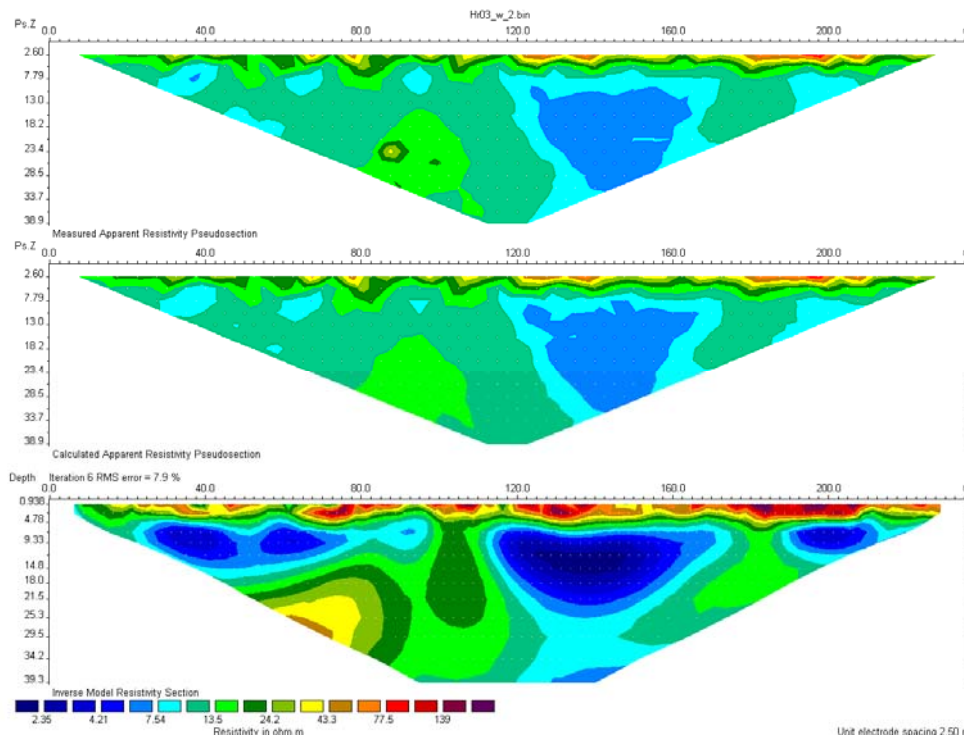
EMERIC I

I.M.S. - F.O.R.T.H.



CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)

TOMH 3. Κατά μήκος των Ανατολικών τειχών του Ηρακλείου, καινούργια πόρτα.

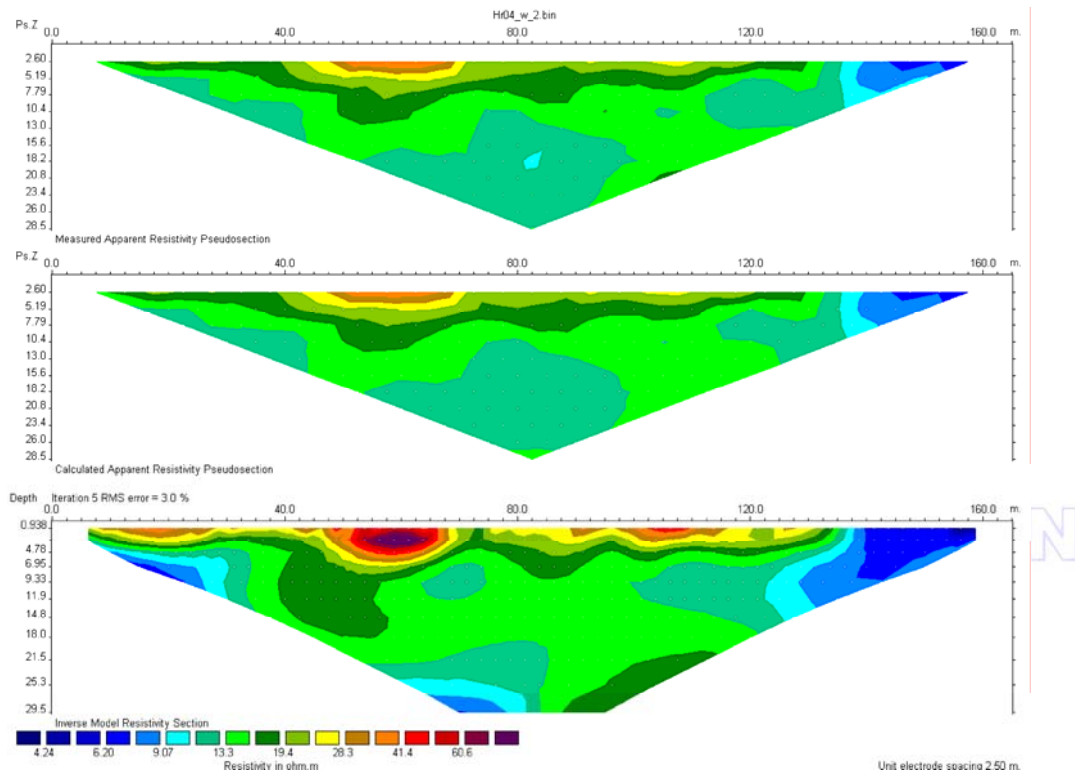


Στα πρώτα 5 μέτρα και σε συμφωνία με τα σεισμικά διάθλασης, εντοπίζεται ένας ορίζοντας υψηλών αντιστάσεων που ερμηνεύεται ως τεταρτογενή ιζήματα και μάργες ενώ βαθύτερα εντοπίστηκε μάργα με αντιστάσεις από 5 έως 100 Ωhm πάνω στον οποίο θεμελιώθηκαν τα τείχη.

I.M.S. - F.O.R.T.H.

CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)

TOMH 4. Τέρμα Θερίσσου.

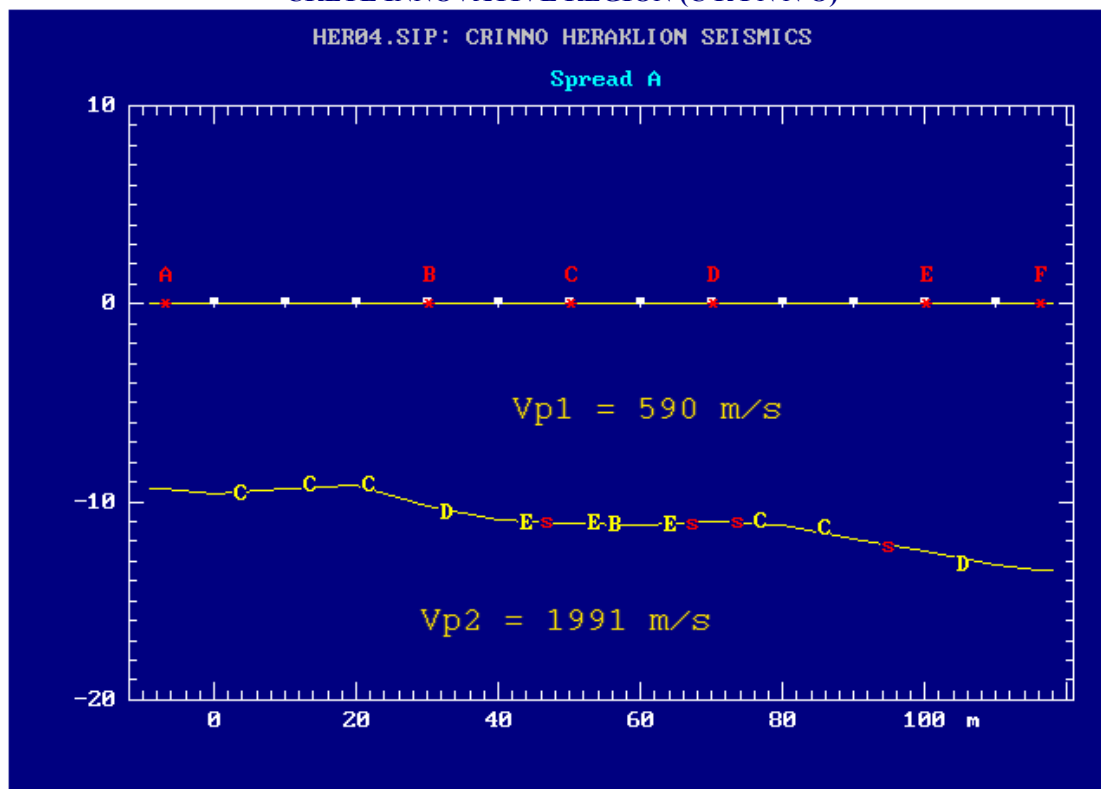


Στα πρώτα 8 μέτρα και σε σχετική συμφωνία με τα σεισμικά διάθλασης, εντοπίζεται ένας ορίζοντας με αντιστάσεις που κυμαίνονται από τα 40-80 Ωhm που ερμηνεύεται ως τεταρτογενή ιζήματα ενώ βαθύτερα εντοπίστηκε μάργα με αντιστάσεις από 10 έως 30 Ωhm.

I.M.S. - F.O.R.T.H.



CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)



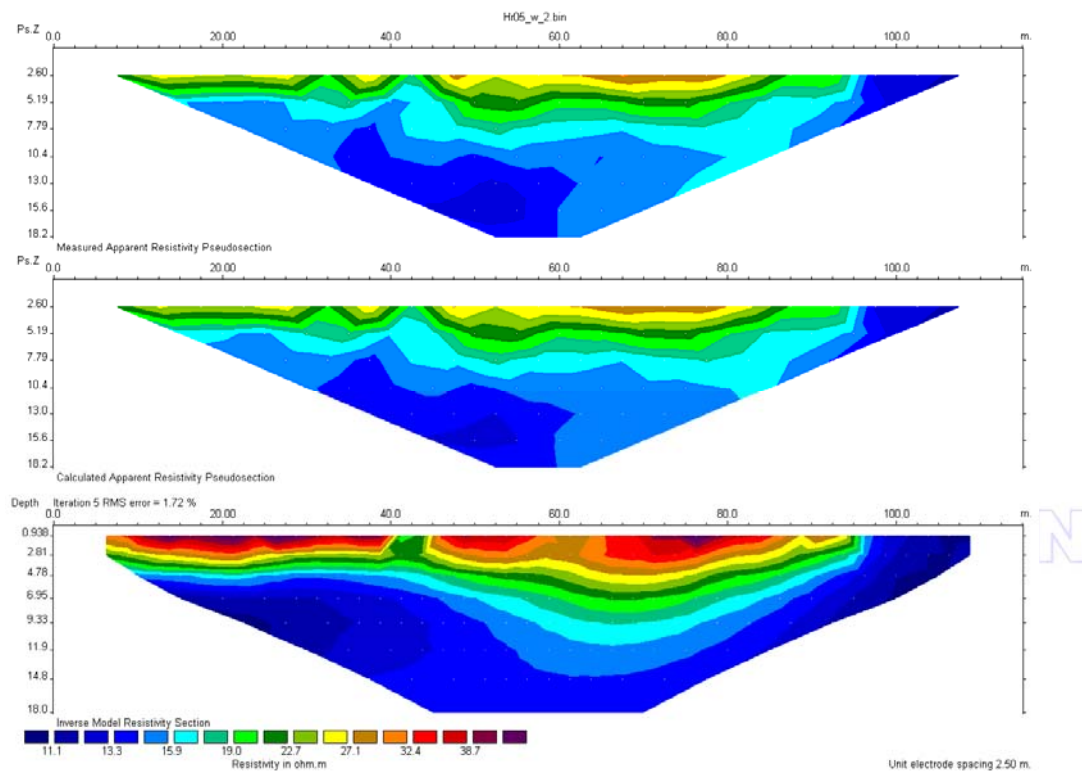
EMERIC I

I.M.S. - F.O.R.T.H.



CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)

TOMH 5. Πριν την Φοινικιά – δίπλα στην Εθνική

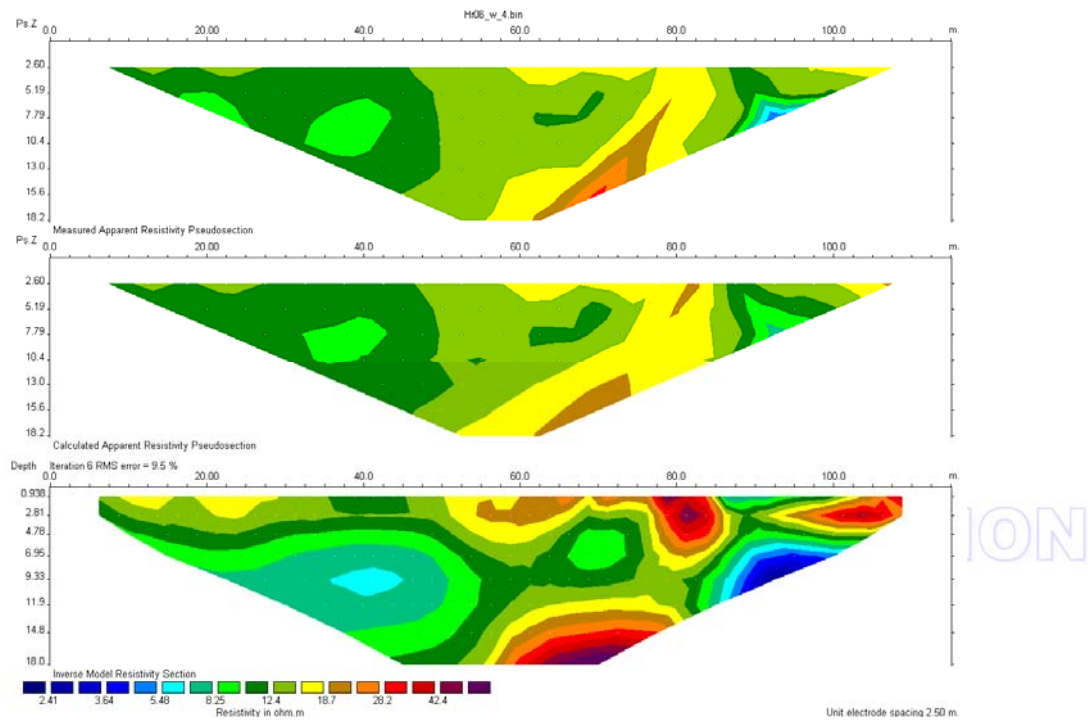


Στα πρώτα 6 μέτρα εντοπίζεται ένας ορίζοντας με αντιστάσεις που κυμαίνονται από τα 30-40 Ωm που ερμηνεύεται ως τεταρτογενή ιζήματα ενώ βαθύτερα εντοπίστηκε μάργα με αντιστάσεις από 10 έως 30 Ωm.

I.M.S. - F.O.R.T.H.

CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)

ΤΟΜΗ 6. Στο γήπεδο του Ατσαλένιου – Π.Ο.Α.

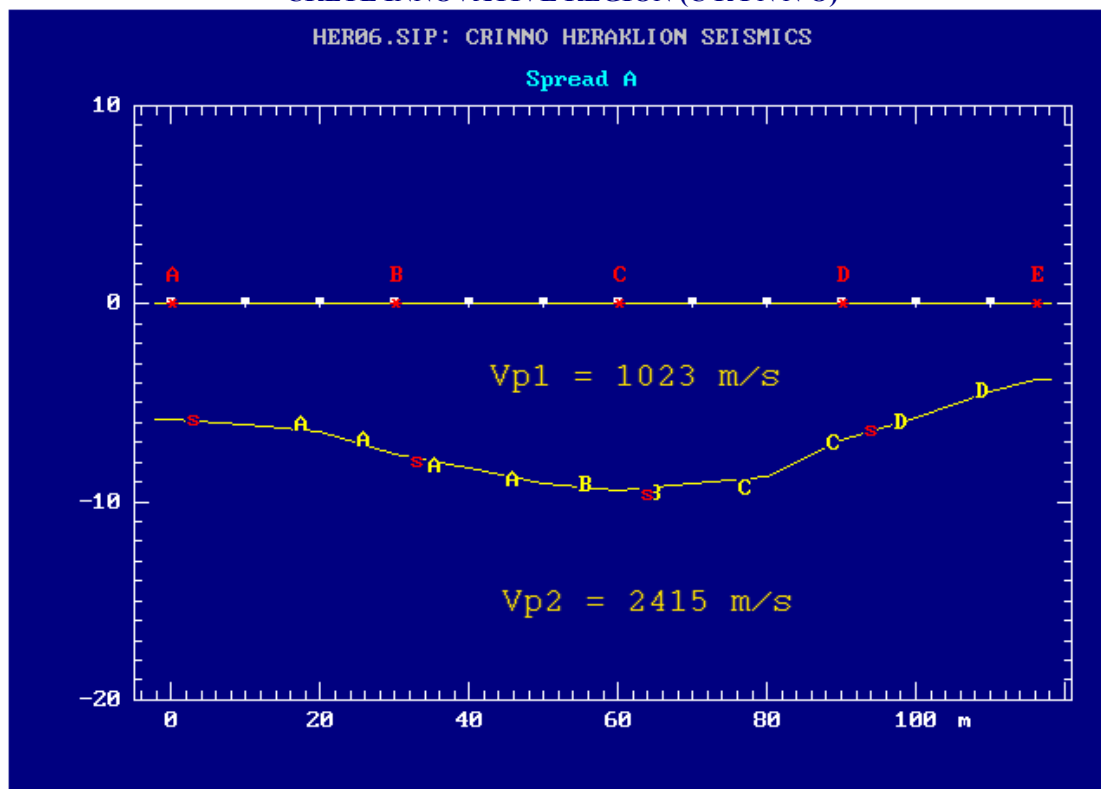


Στα πρώτα 2 μέτρα εντοπίζεται ένας ορίζοντας με αντιστάσεις που κυμαίνονται από τα 40-50 Ωm που ερμηνεύεται ως ανθρωπογενής αποθέσεις (μάρζα), κατόπιν εντοπίστηκε μάργα με αντιστάσεις από 5 έως 20 Ωm σε βάθος από τα 2 έως τα 10 μέτρα και βαθύτερα εντοπίστηκε μαργαϊκός ασβεστόλιθος με αντιστάσεις από 40 έως 50 Ωm.

I.M.S. - F.O.R.T.H.



CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)



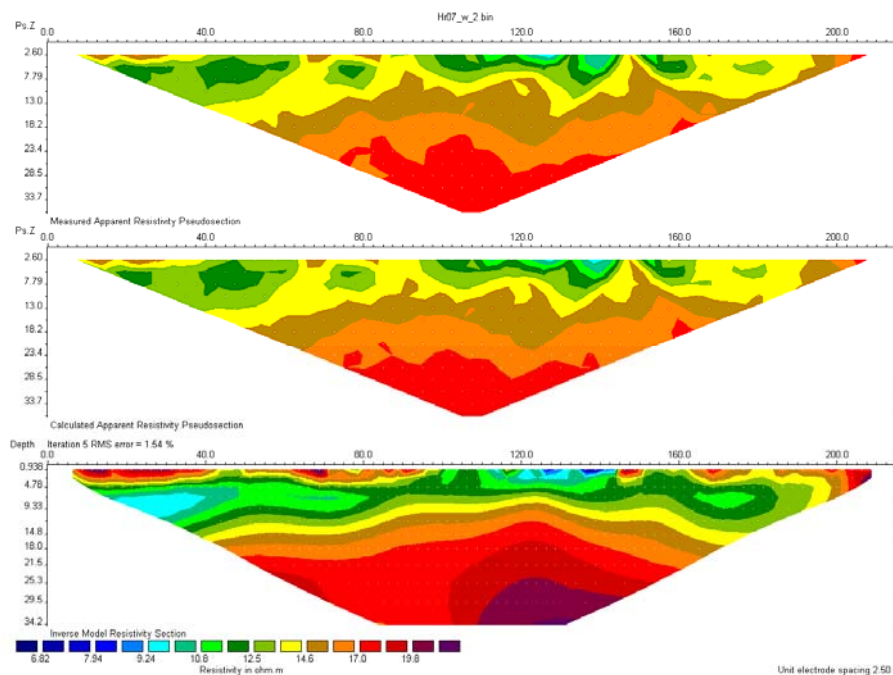
EMERIC I

I.M.S. - F.O.R.T.H.



CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)

TOMH 7. Τομή νοτιότερα της Κνωσσού, παράλληλη αυτής – Στο ύψος του DIVANNI e DIVANNI

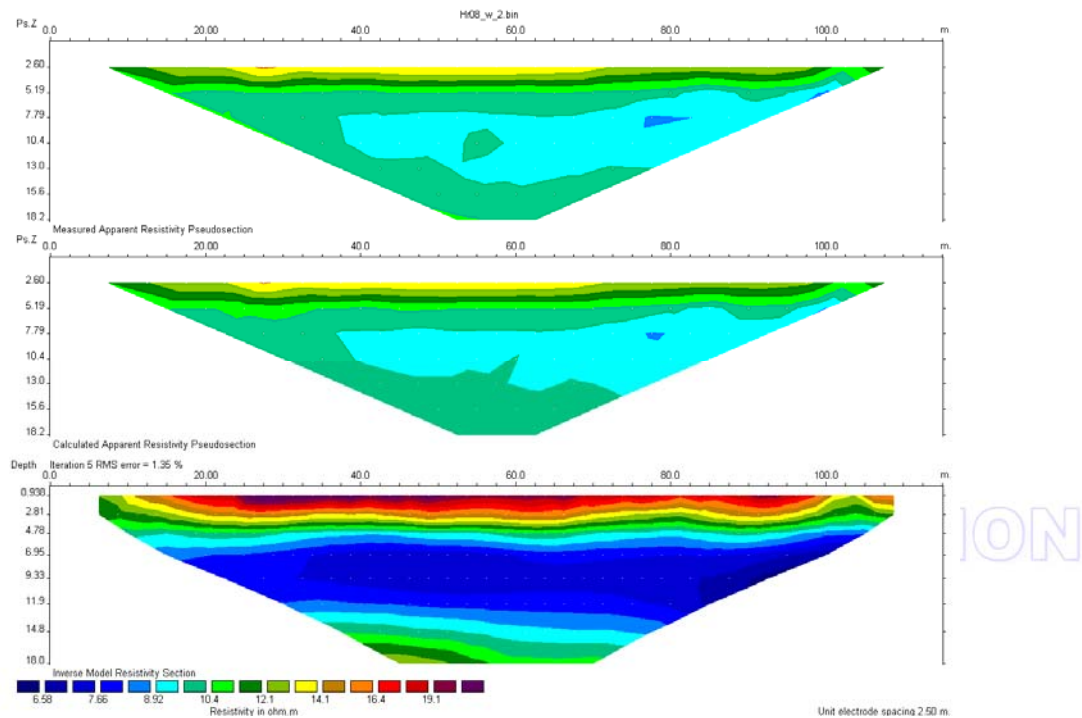


Στα πρώτα 10 μέτρα εντοπίζεται ένας ορίζοντας με αντιστάσεις που κυμαίνονται από τα 6-12 Ωm που ερμηνεύεται ως τεταρτογενείς αποθέσεις και βαθύτερα εντοπίστηκε μάργα με αντιστάσεις από 15 έως 30 Ωm.

I.M.S. - F.O.R.T.H.

CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)

TOMH 8. Τομή στη περιοχή ΚΟΡΩΝΗ βοριότερα της εθνικής.

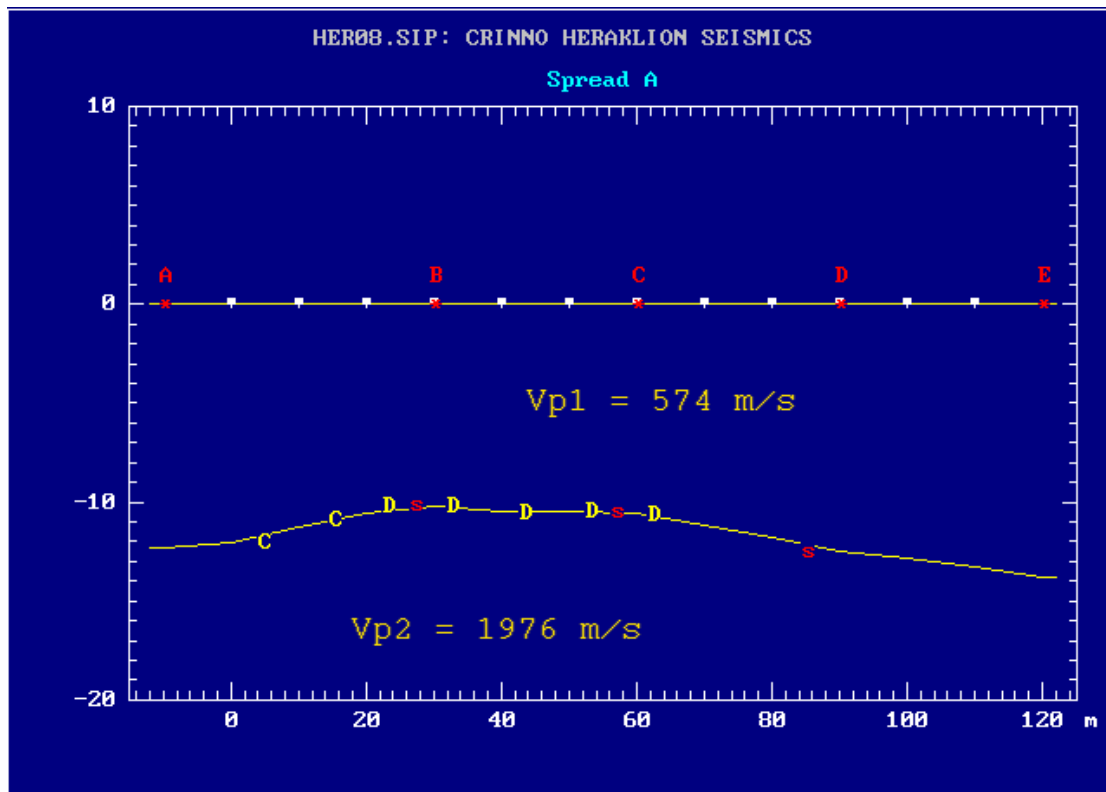


Στα πρώτα 8 μέτρα εντοπίζεται ένας ορίζοντας με αντιστάσεις που κυμαίνονται από 15-25 Ωm που ερμηνεύεται ως τεταρτογενείς αποθέσεις και βαθύτερα εντοπίστηκε μάργα με αντιστάσεις από 5 έως 15 Ωm .

I.M.S. - F.O.R.T.H.



CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)



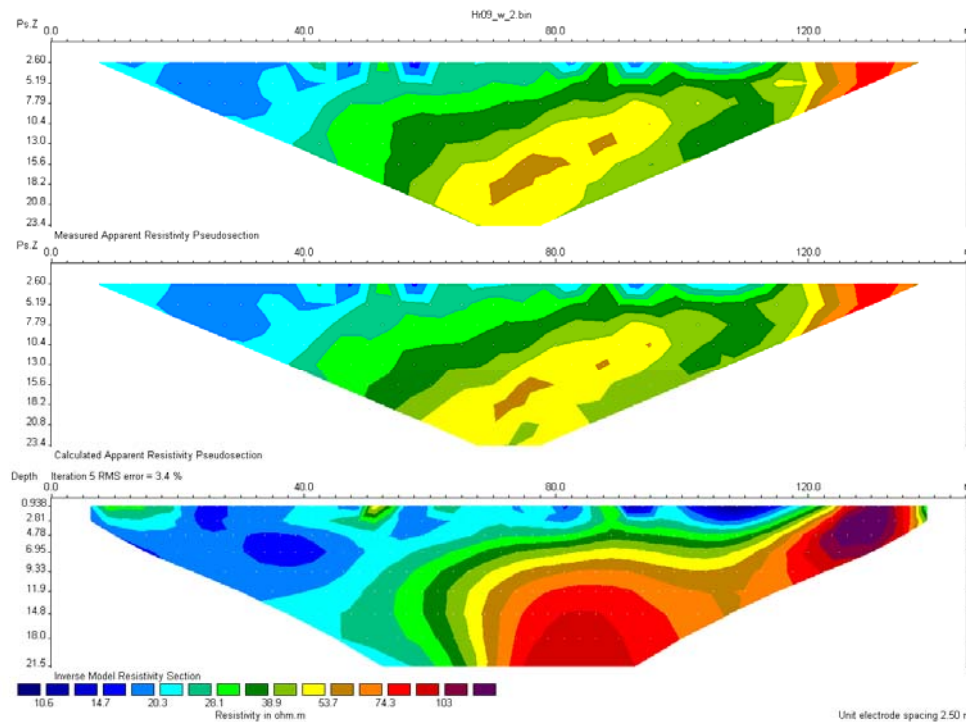
EMERIC I

I.M.S. - F.O.R.T.H.



CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)

TOMH 9. Τομή στη Κηπούπολη μπροστά στο 1^ο εργαστηριακό κέντρο Ηρακλείου

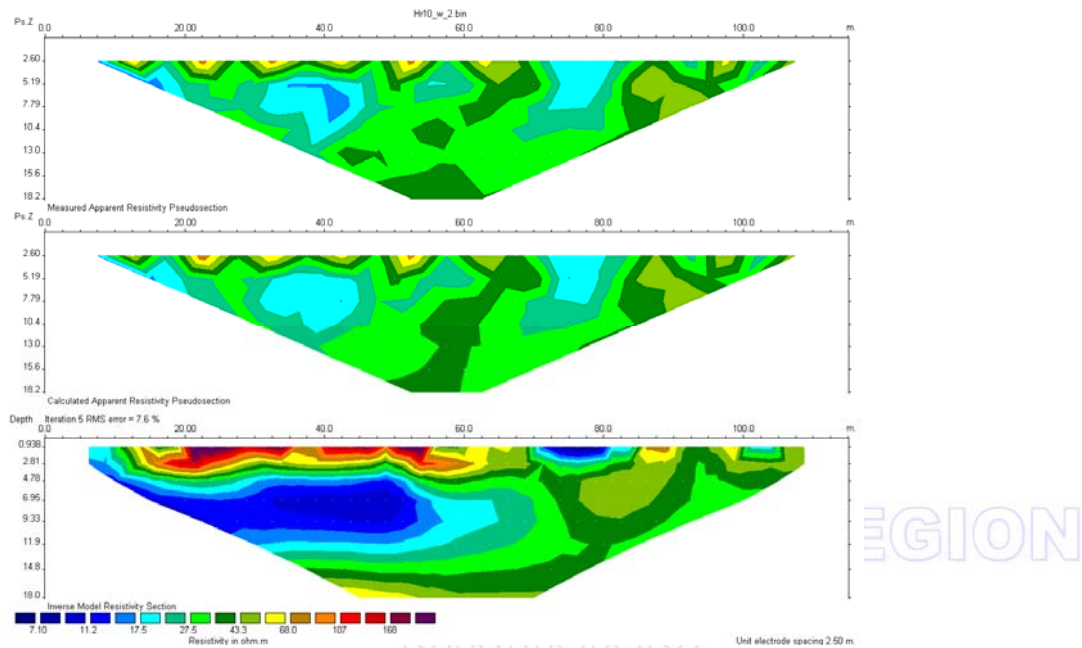


Στα πρώτα 6 μέτρα εντοπίζεται ένας οριζόντιος με αντιστάσεις που κυμαίνονται από τα 10-25 Ωm που ερμηνεύεται ως τεταρτογενείς αποθέσεις ενώ βαθύτερα και προς το τέλος της τομής (από τα 80 έως τα 145 μέτρα) εντοπίστηκε μαργαϊκός ασβεστόλιθος με αντιστάσεις από 25 έως 120 Ωm .

I.M.S. - F.O.R.T.H.

CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)

TOMH 10. Τομή δίπλα στη ΛΑΪΚΗ

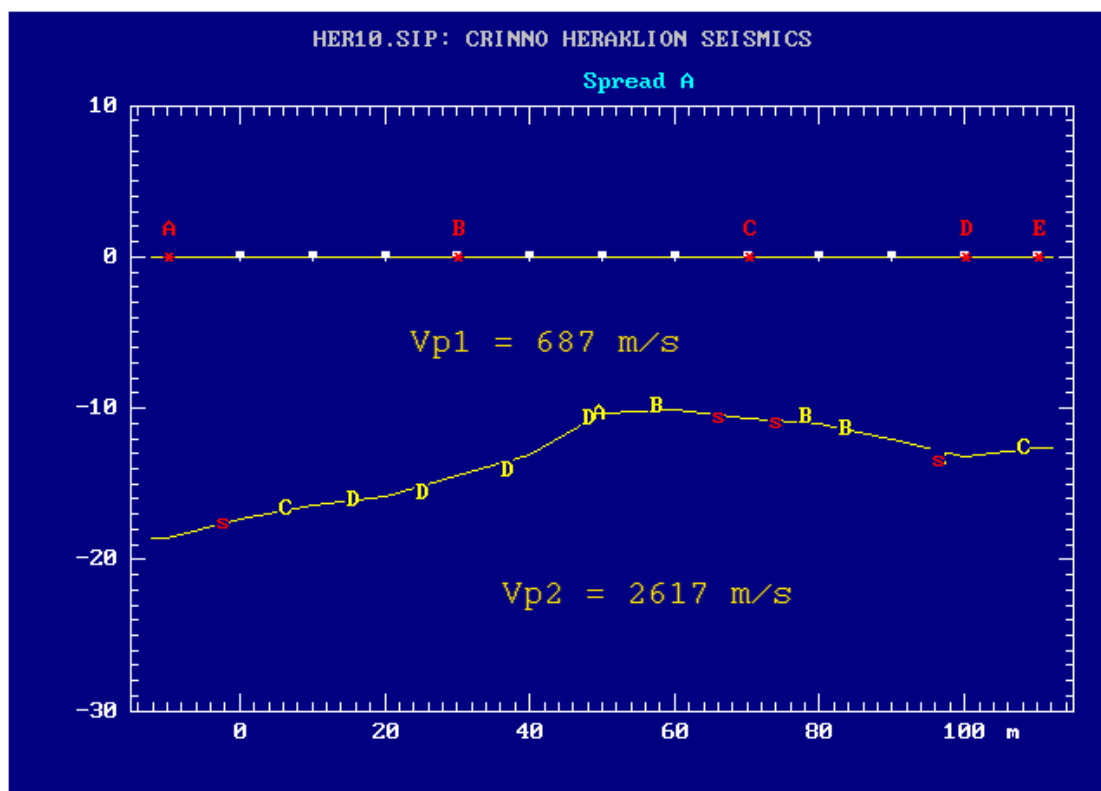


Στα πρώτα 6 μέτρα εντοπίζεται ένας ορίζοντας με αντιστάσεις που κυμαίνονται από τα 10-25 Ωhm που ερμηνεύεται ως τεταρτογενείς αποθέσεις ενώ βαθύτερα και προς το τέλος της τομής (από τα 80 έως τα 145 μέτρα) εντοπίστηκε μαργαϊκός ασβεστόλιθος με αντιστάσεις από 25 έως 120 Ωhm.

I.M.S. - F.O.R.T.H.



CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)



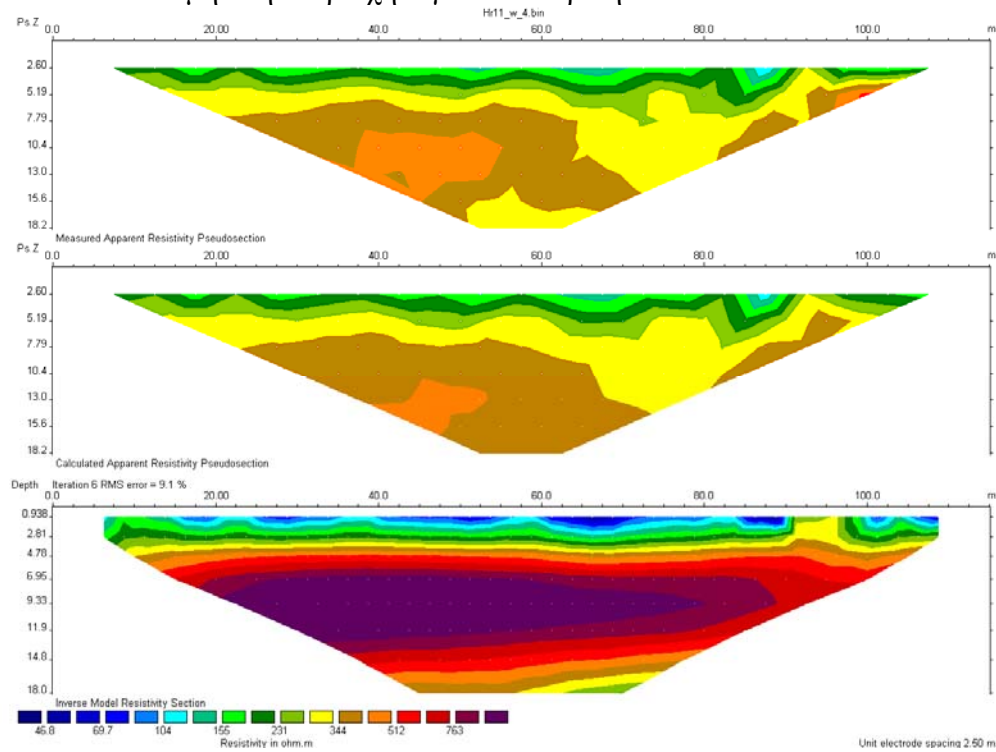
EMERIC I

I.M.S. - F.O.R.T.H.



CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)

ΤΟΜΗ 11. Τομή στην περιοχή Αγία Αικατερίνη

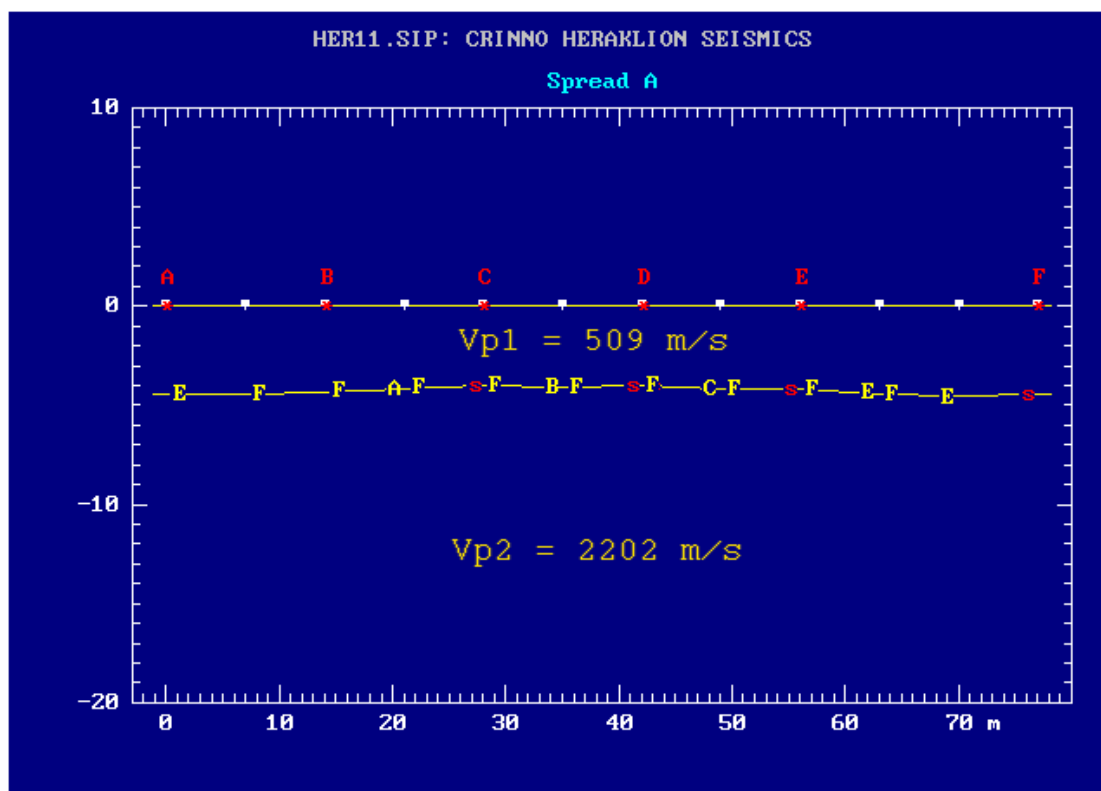


Στα πρώτα 5 μέτρα εντοπίζεται ένας ορίζοντας με αντιστάσεις που κυμαίνονται από τα 40-180 Ωhm που ερμηνεύεται ως αλλουβιακές αποθέσεις ενώ βαθύτερα εντοπίστηκε μαργαϊκός ασβεστόλιθος με αντιστάσεις από 200 έως 800 Ωhm.

I.M.S. - F.O.R.T.H.



CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)



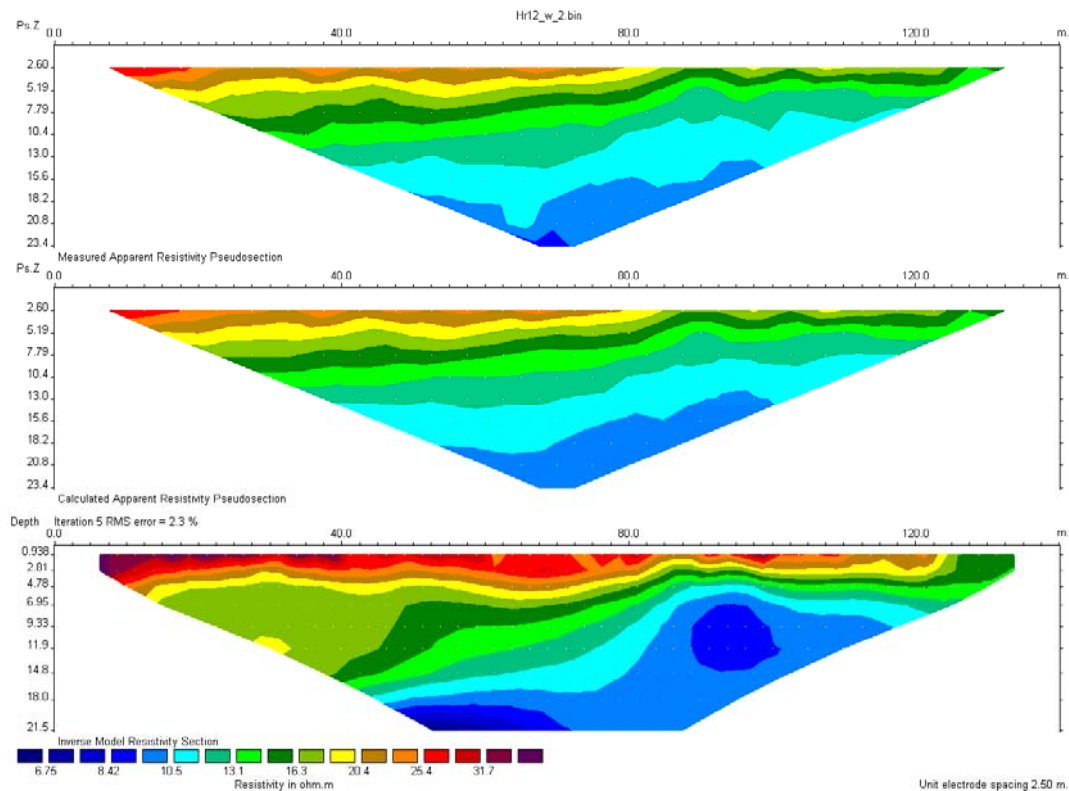
EMERIC I

I.M.S. - F.O.R.T.H.



CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)

TOMH 12. Τομή μέσα στο ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.

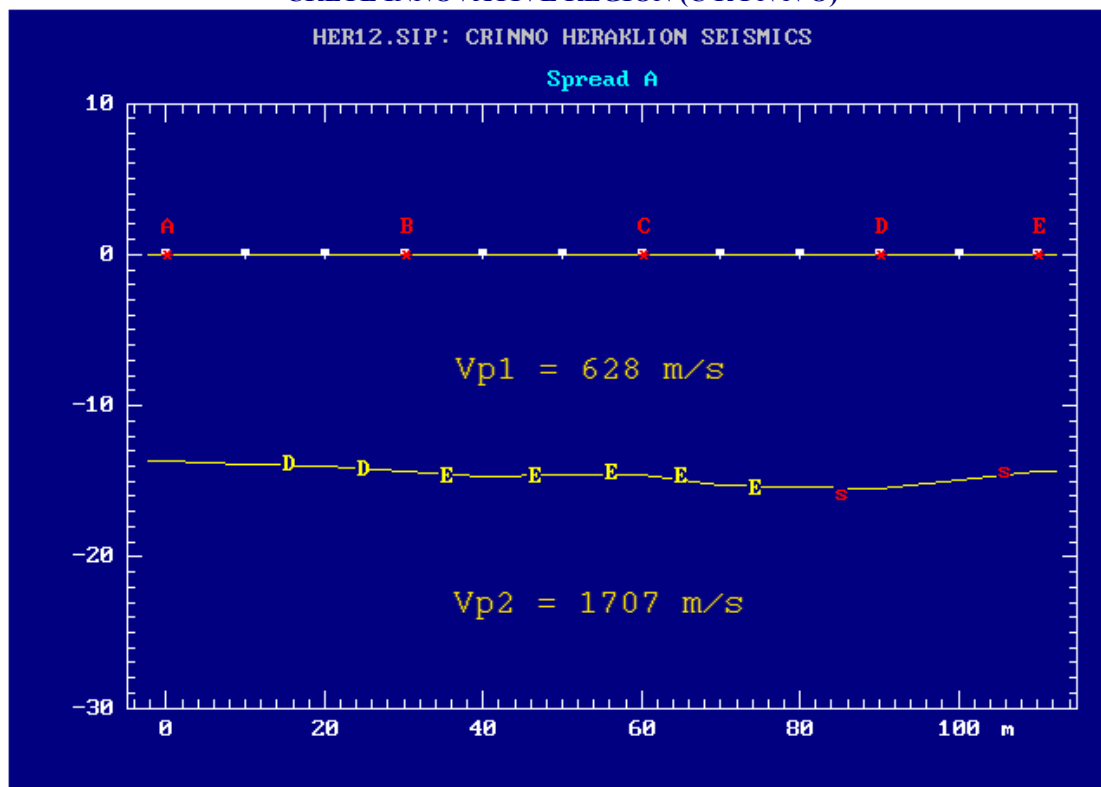


Στα πρώτα 5 μέτρα εντοπίζεται ένας ορίζοντας με αντιστάσεις που κυμαίνονται από τα 25-40 Ωm που ερμηνεύεται ως αλλουβιακές αποθέσεις ενώ βαθύτερα εντοπίστηκε μάργα με αντιστάσεις από 6 έως 20 Ωm.

I.M.S. - F.O.R.T.H.



CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)



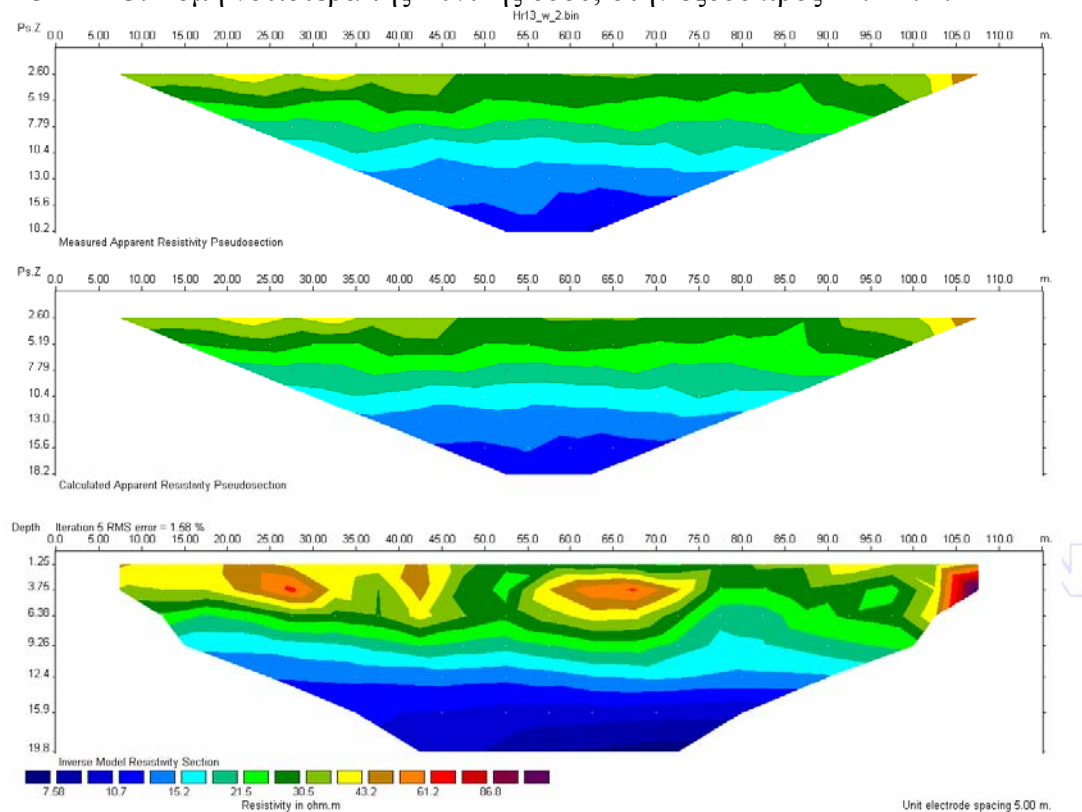
EMERIC I

I.M.S. - F.O.R.T.H.



CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)

ΤΟΜΗ 13. Τομή νοτιότερα της Εθνικής οδού, στην έξοδο προς ΒΙ.ΠΕ.Η.



Στα πρώτα 5 μέτρα εντοπίζεται ένας ορίζοντας με αντιστάσεις που κυμαίνονται από τα 20-80 Ωhm που ερμηνεύεται ως αλλουβιακές αποθέσεις ενώ βαθύτερα εντοπίστηκε μάργα με αντιστάσεις από 8 έως 15 Ωhm.

I.M.S. - F.O.R.T.H.



CRETE INNOVATIVE REGION

ΠΕΘΥΜΝΟ

CRINNO

EMERIC I

I.M.S. - F.O.R.T.H.





CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)

**3. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑΣ ΣΤΟ
ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΡΕΘΥΜΝΟΥ**

CRINNO EMERIC I – RETHYMNON – REFRACTION SEISMICS

ΘΕΣΗ	Ταχύτητα Ρ κυμάτων 1 ^{οο} στρώματος (m/s)	Ταχύτητα Ρ κυμάτων 2 ^{οο} στρώματος (m/s)	Περιγραφή
RETH 01	500		ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΤΟΥ ΡΕΘΥΜΝΟΥ – ΜΕΓΑΛΟ ΠΑΧΟΣ ΑΠΟΘΕΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΠΑΡΚΟΥ
RETH 02	2100		ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΒΡΑΧΟ ΜΕ ΤΙΜΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ ΜΑΡΓΑΪΚΟΥ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΥ
RETH 03			
RETH 04			
RETH 05	763	3939	
RETH 06	798	2822	
RETH 07			
RETH 08	1765		
RETH 09			
RETH 10	671	1924	
RETH 11			



CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)

Ταχύτητες Επιμήκων Κυμάτων (m/s)	Περιγραφή	Θέση Μετρήσεων
500 – 700	Αλλούβια ιζήματα νεογενούς με μικρή συνοχή	
700 – 1100	Συνεκτικά ιζήματα τεταρτογενούς, ηπειρωτικής προέλευσης	
1700 – 2600	Στιφρή κίτρινη μάργα έως υπόλευκος μαργαϊκός ασβεστόλιθος μικρής διαπερατότητας.	
2600 - 4000	Μαργαϊκός ασβεστόλιθος, στρωματομένος	
> 5000	Συμπαγής τεφρόλευκος ασβεστόλιθος ελαφρά καρστικοποιημένος νηριτικής προέλευσης.	

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

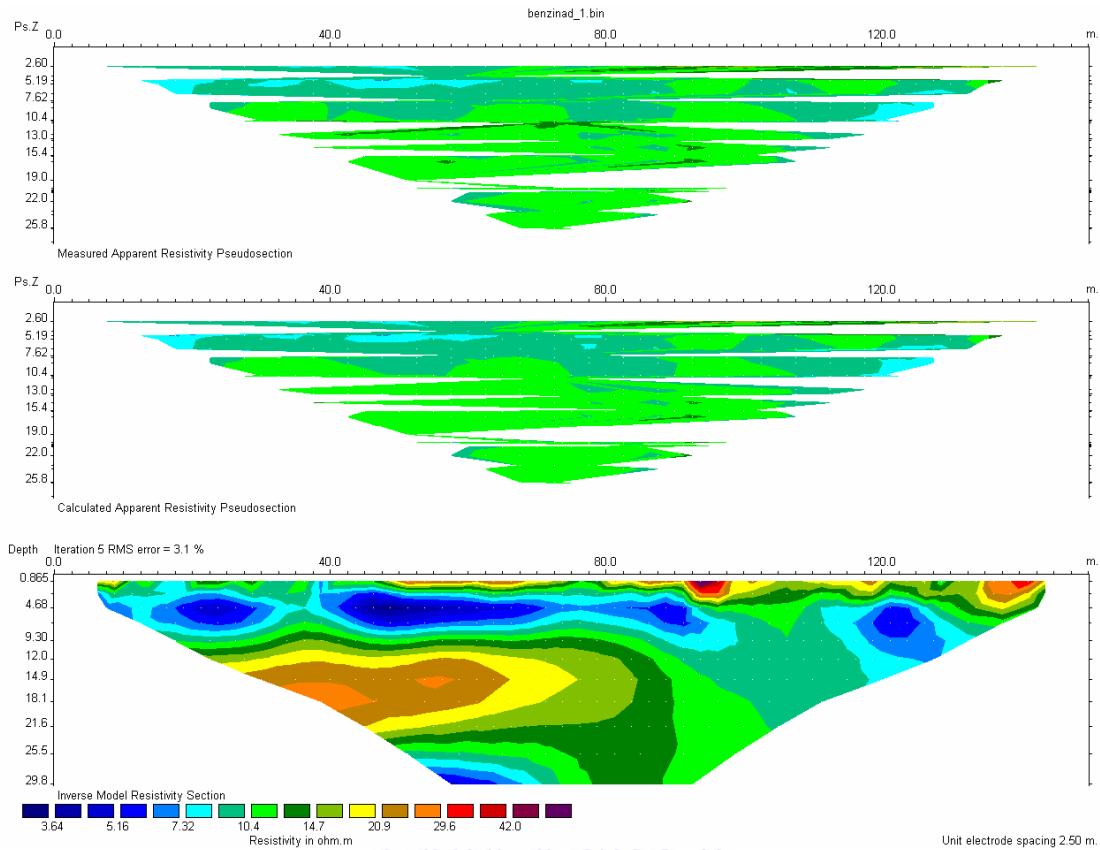
# ΤΟΜΗΣ	ΑΡΧΗ	ΤΕΛΟΣ
01	N 35.36688 E 24.46855	N 35.36585 E 24.47243
02	N 35.37104 E 24.47236	N 35.37078 E 24.47171
03	N 35.35962 E 24.47474	N 35.36033 E 24.47423
04	N 35.36434 E 24.48036	N 35.36428 E 24.47870
05	N 35.35869 E 24.47817	N 35.35946 E 24.47956
06	N 35.36497 E 24.48530	N 35.36447 E 24.48597
07	N 35.36508 E 24.48751	N 35.36467 E 24.48754
08	N 35.36433 E 24.46808	N 35.36449 E 24.46877
09	N 35.36060 E 24.48152	N 35.36060 E 24.47956
10	N 35.36279 E 24.49037	N 35.36313 E 24.49162
11	N 35.36421 E 24.49221	N 35.36531 E 24.49207

I.M.S. - F.O.R.T.H.



CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)

ΤΟΜΗ 1 – ΠΑΡΚΟ ΡΕΘΥΜΝΟΥ

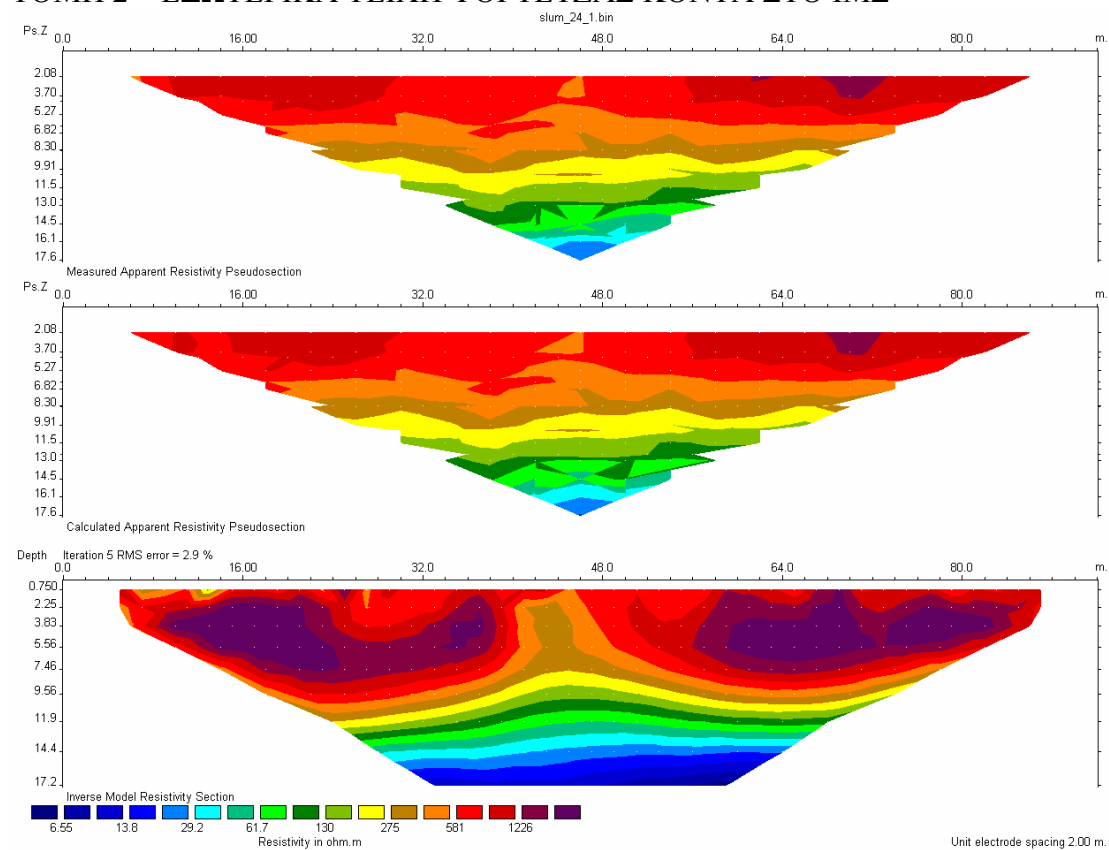


Μεγάλο πάχος αποθέσεων και ανθρωπογενών αποθέσεων για την κατασκευή του πάρκου. Ύπαρξη του μαργαϊκού ασβεστολίθου σε όλη την τομή.

I.M.S. - F.O.R.T.H.

CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)

ΤΟΜΗ 2 – ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΤΕΙΧΗ ΦΟΡΤΕΤΖΑΣ ΚΟΝΤΑ ΣΤΟ ΙΜΣ

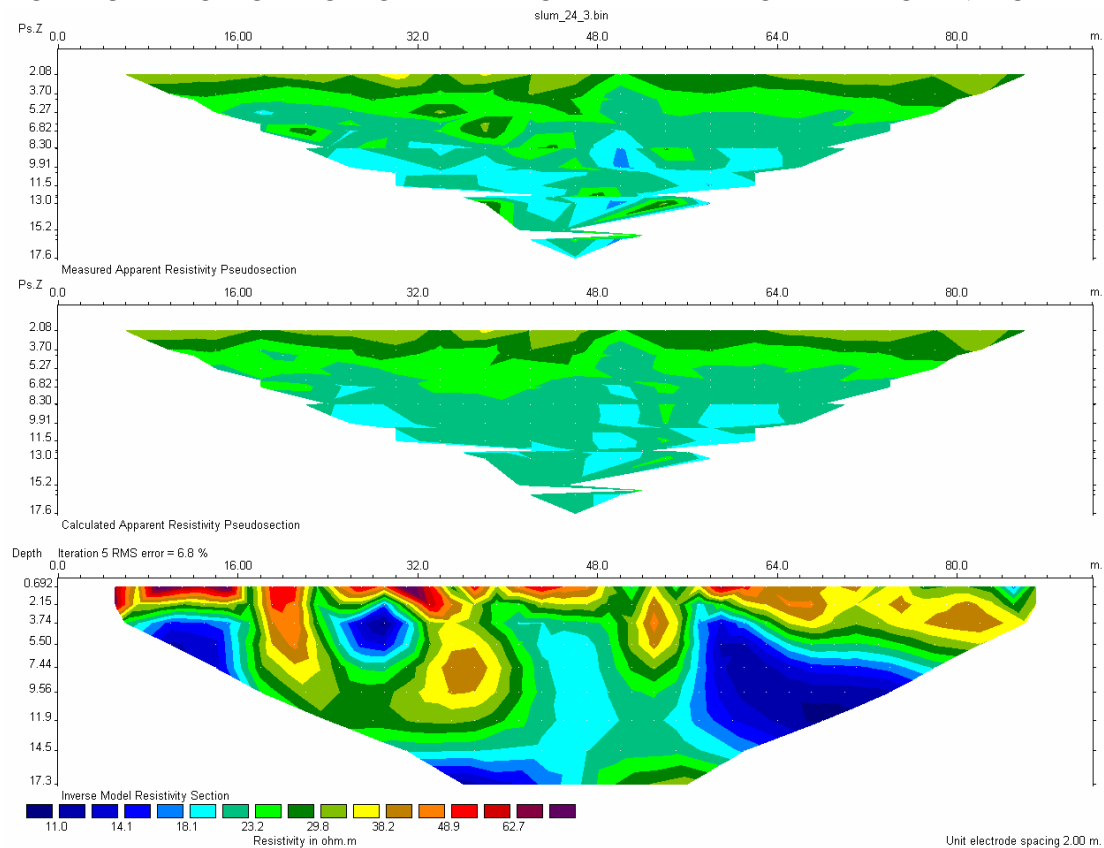


Παρουσία μαργαϊκού ασβεστολίθου, κατά θέσεις έντονα αποσαθρωμένους με ασβεστολιθικά συγκρίμματα. Σε βάθος μεγαλύτερο των 17 μέτρων αναμένεται πιθανή υδροφορία.

I.M.S. - F.O.R.T.H.

CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)

ΤΟΜΗ 3 – ΔΡΟΜΟΣ ΠΟΥ ΟΔΗΓΕΙ ΣΤΟ ΙΓΜΕ ΚΑΙ ΣΤΟ ΣΠΙΤΙ ΤΟΥ ΝΙΚΟΥ

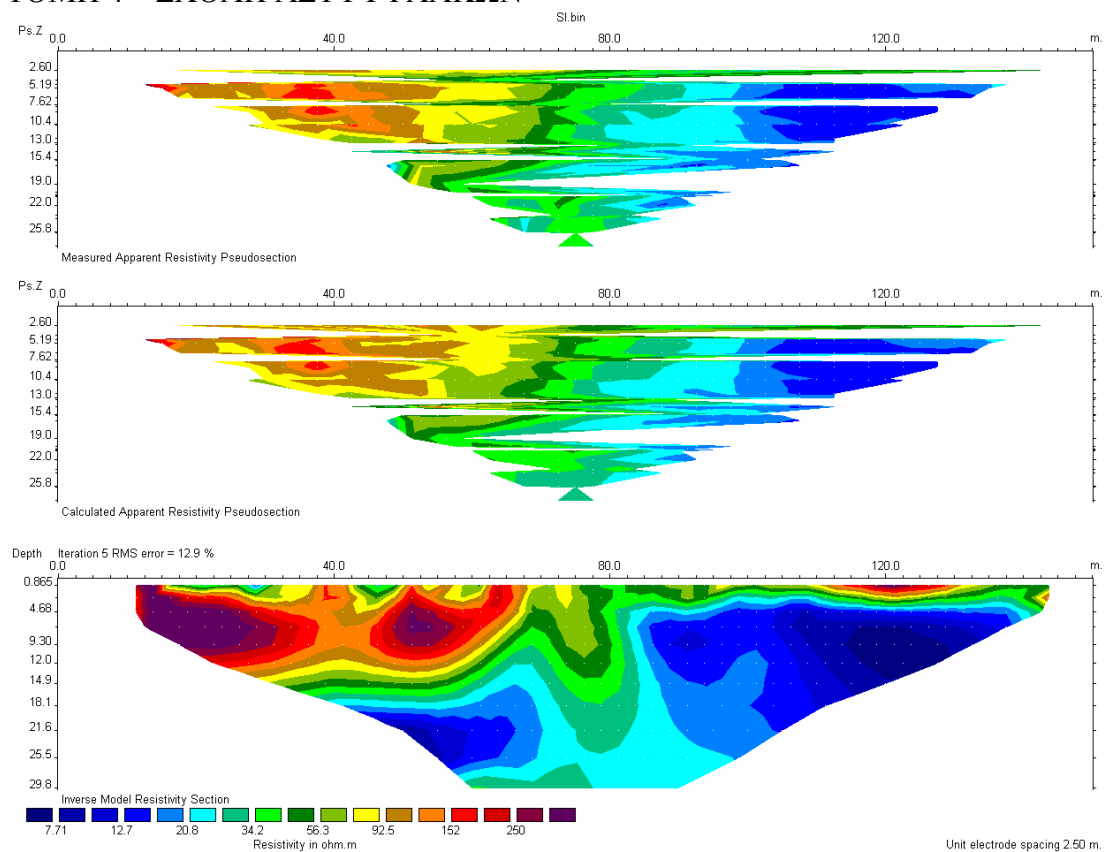


Μέτρηση εντός της κοίτης και παράλληλη με το δρόμο που κατεβαίνει από το ΙΓΜΕ. Από την ερμηνεία των μετρήσεων εντοπίζονται γεωηλεκτρικές ανωμαλίες μορφής μπλοκ που ερμηνεύονται ως ολισθόλιθοι κατά το ρου του ποταμού. Οι χαμηλές αντιστάσεις οφείλονται στον κορεσμένο μαργαϊκό ασβεστόλιθο.

I.M.S. - F.O.R.T.H.

CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)

ΤΟΜΗ 4 – ΣΧΟΛΗ ΑΣΤΥΦΥΛΑΚΩΝ

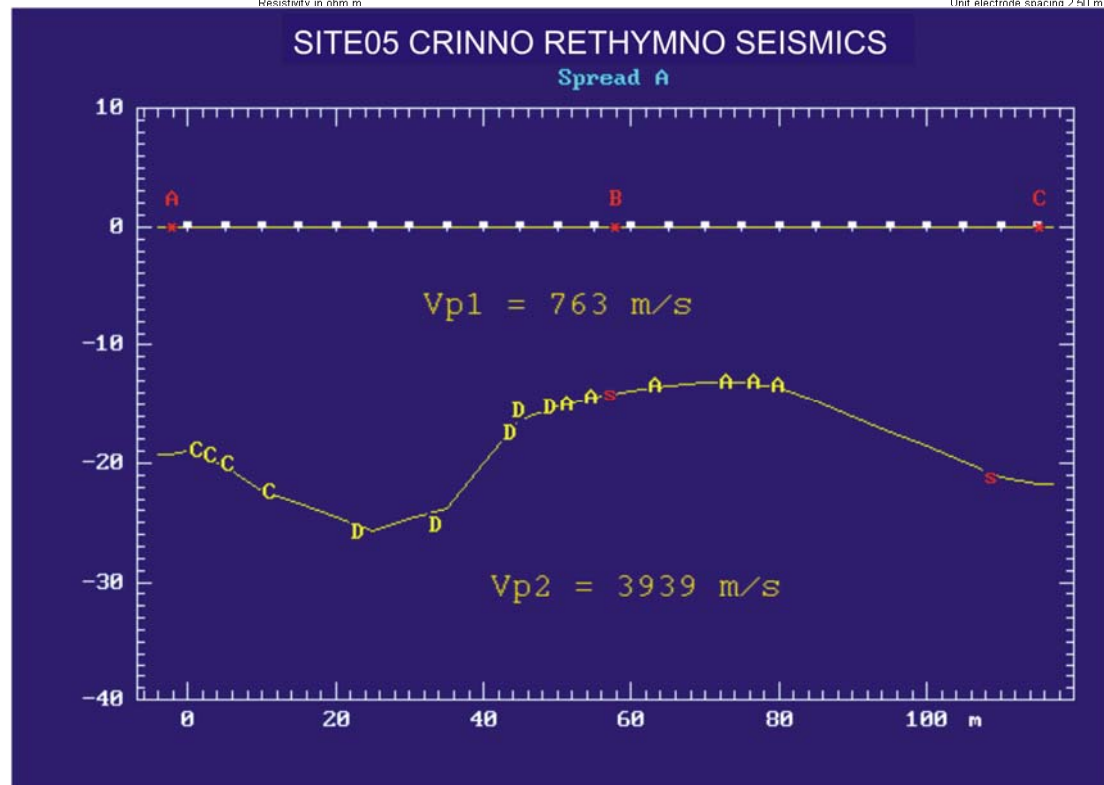
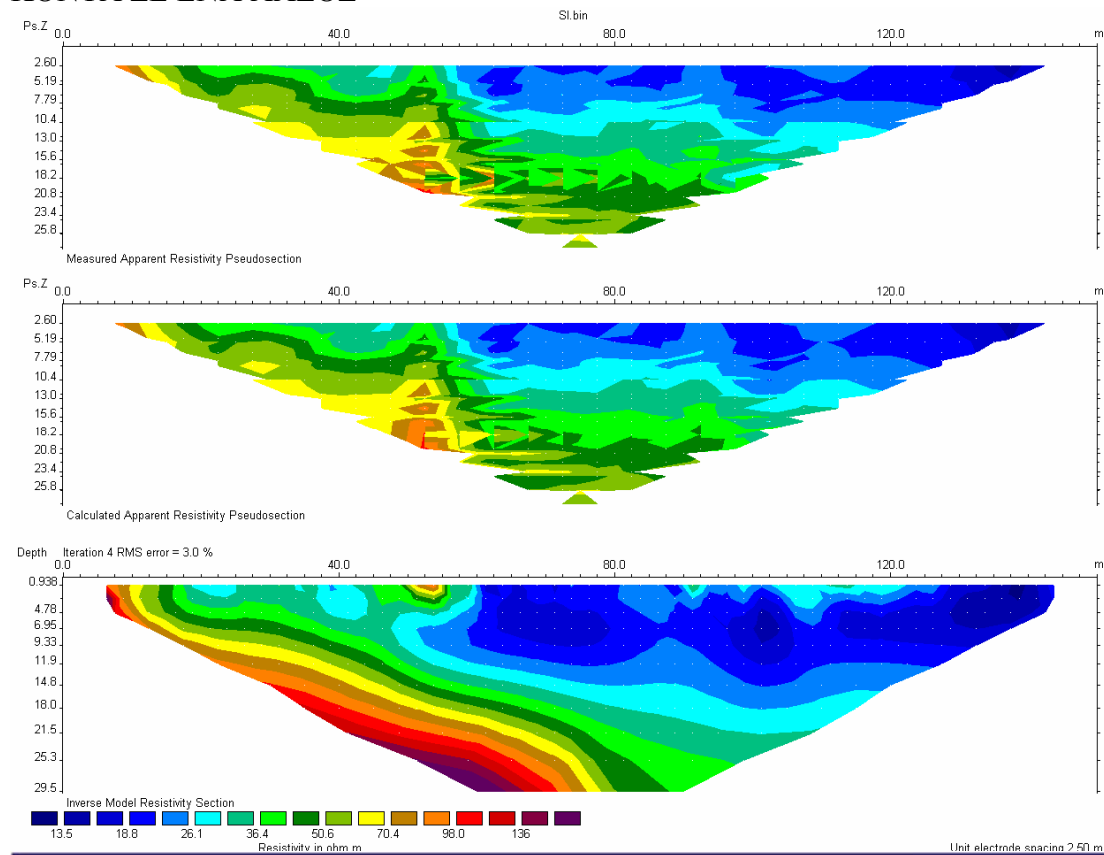


Η τομή πραγματοποιήθηκε εντός της σχολής των αστυφυλάκων. Στα επιφανειακά στρώματα εντοπίζονται φερτές ανθρωπογενείς αποθέσεις (μάζα) με μεγάλη αντίσταση ενώ το υπόβαθρο της περιοχής είναι ο μαργαϊκός ασβεστόλιθος με μικρές αντιστάσεις.

I.M.S. - F.O.R.T.H.

CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)

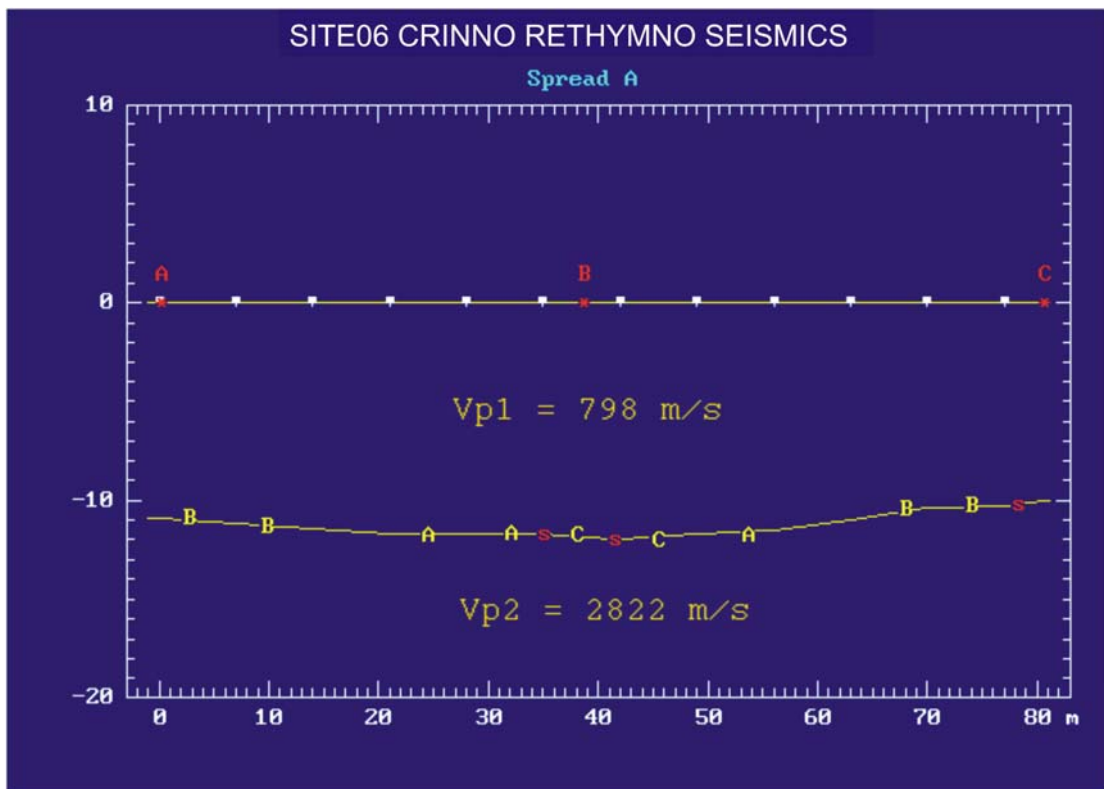
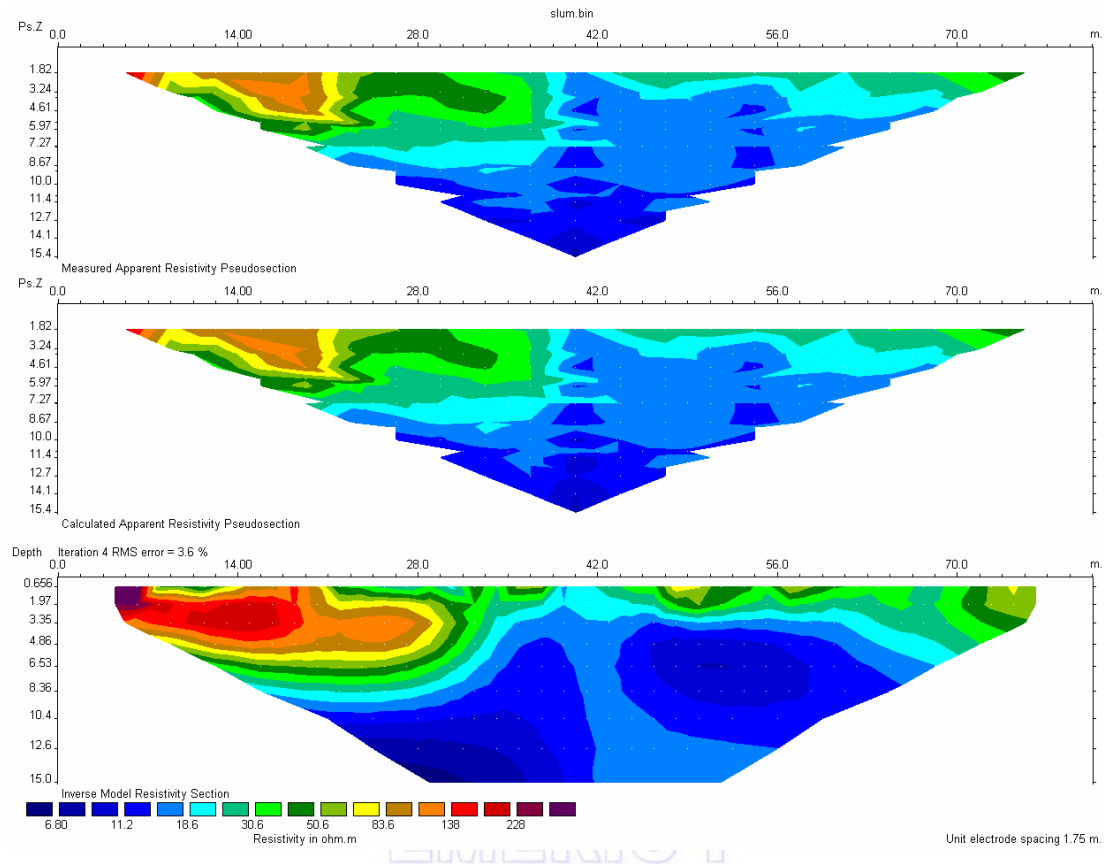
ΤΟΜΗ 5 – ΣΤΟ ΧΩΡΑΦΙ ΝΟΤΙΟΤΕΡΑ ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΑΣΤΥΦΥΛΑΚΩΝ – ΚΟΝΤΑ ΣΕ ΕΝΑ ΑΛΣΟΣ



Η μέτρηση εκτελέστηκε εντός ρέματος. Στα πρώτα 15 μέτρα εντοπίζονται αλλούβια ιζήματα ενώ το υπόβαθρο της περιοχής συνίσταται από υγιή μαργαϊκό ασβεστόλιθο.

CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)

ΤΟΜΗ 6 – ΠΑΡΚΙΝΓΚ ΙΝΚΑ – ΜΠΡΟΣΤΑ ΣΤΟ ΜΟCΑ

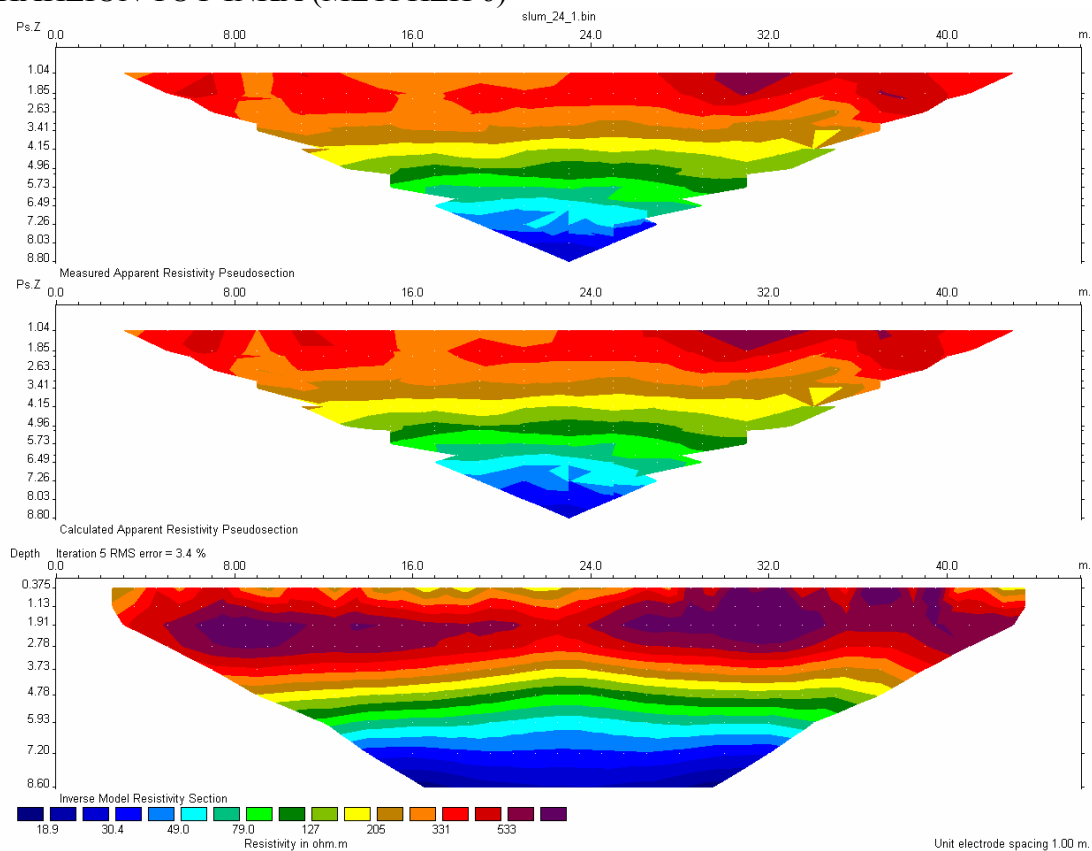


Στα επιφανειακά στρώματα εντοπίστηκαν φερτά υλικά μεγάλης συνοχής ενώ βαθύτερα συναντάται ο μαργαϊκός ασβεστόλιθος.



CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)

ΤΟΜΗ 7 – ΜΕΣΑ ΣΕ ΕΝΑ ΟΙΚΟΠΕΔΟ, ΜΠΡΟΣΤΑ ΑΠΟ ΜΙΑ ΕΚΚΛΗΣΙΑ ΚΑΙ ΠΛΗΣΙΟΝ ΤΟΥ ΙΝΚΑ (ΜΕΤΡΗΣΗ 6)

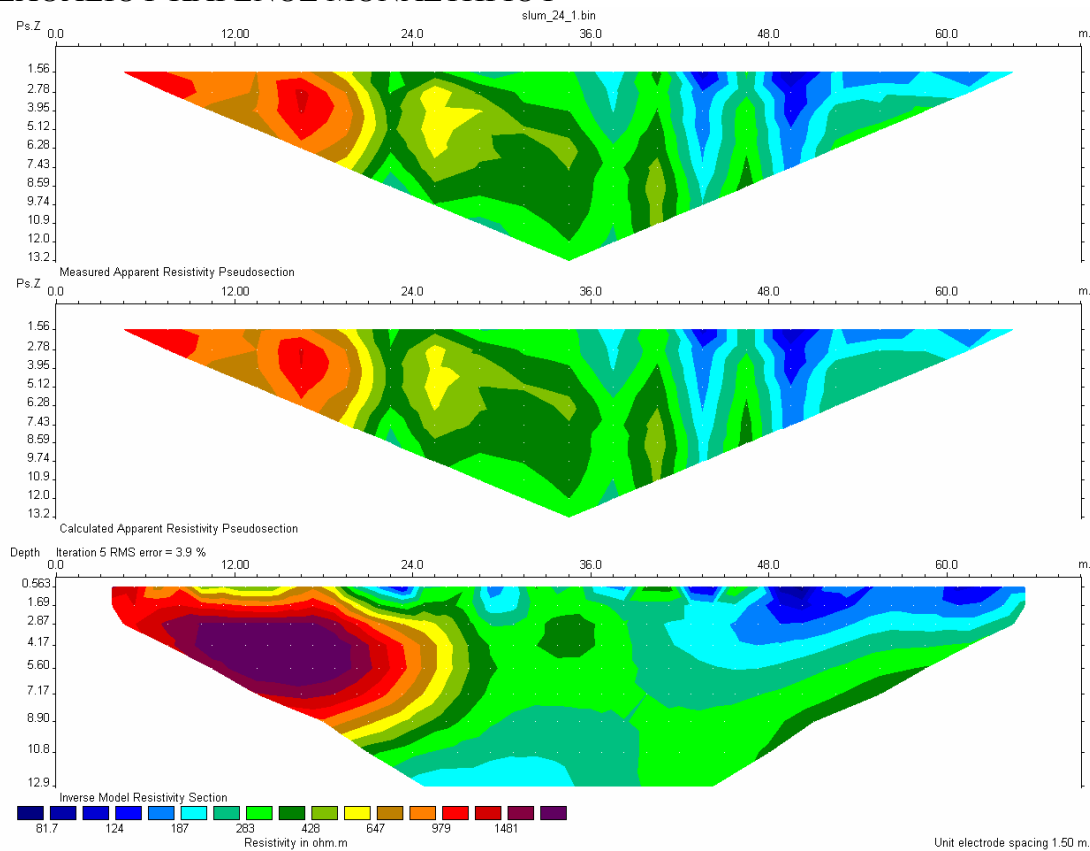


Στα επιφανειακά στρώματα εντοπίστηκαν φερτά υλικά μεγάλης συνοχής ενώ βαθύτερα συναντάται ο μαργαϊκός ασβεστόλιθος.

I.M.S. - F.O.R.T.H.

CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)

ΤΟΜΗ 8 – ΔΥΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΟΛΗΣ ΤΟΥ ΡΕΘΥΜΝΟΥ – ΜΕΤΑΞΥ ΕΝΟΣ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΚΑΙ ΕΝΟΣ ΜΟΝΑΣΤΗΡΙΟΥ

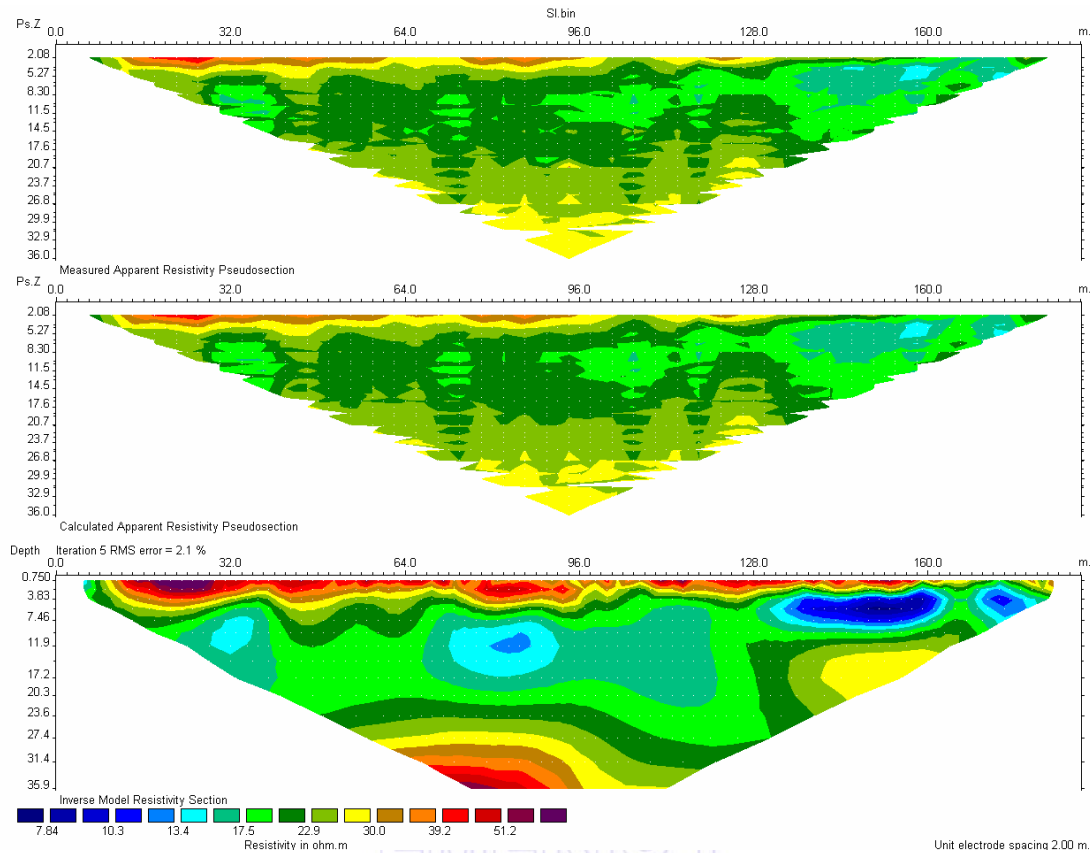


Στα πρώτα 8 μέτρα εντοπίζονται αλλούβια ιζήματα (ερυθρογή) ενώ το υπόβαθρο της περιοχής συνίσταται από υγιή μαργαϊκό ασβεστόλιθο. Η αρχή της τομής βρίσκεται σε υψηλότερο σημείο (τοπογραφικά).

I.M.S. - F.O.R.T.H.

CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)

ΤΟΜΗ 9 – ΑΛΛΟΣ ΝΟΤΙΑ ΤΟΥ ΣΠΙΤΙΟΥ ΤΟΥ ΣΑΡΡΗ – ΕΧΕΙ ΕΝΑ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ



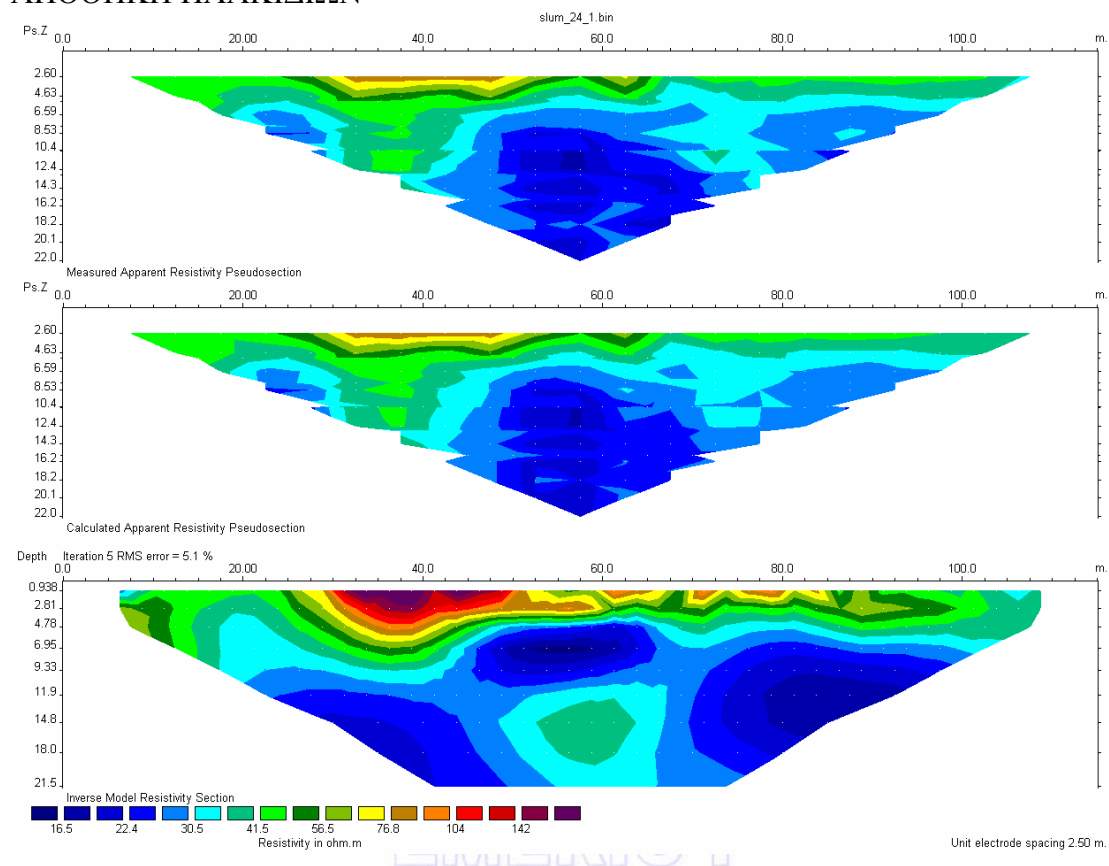
Στα πρώτα 4 μέτρα εντοπίζονται αλλούβια ιζήματα (ερυθρογή) ενώ το υπόβαθρο της περιοχής συνίσταται από μαργαϊκό ασβεστόλιθο.

I.M.S. - F.O.R.T.H.



CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)

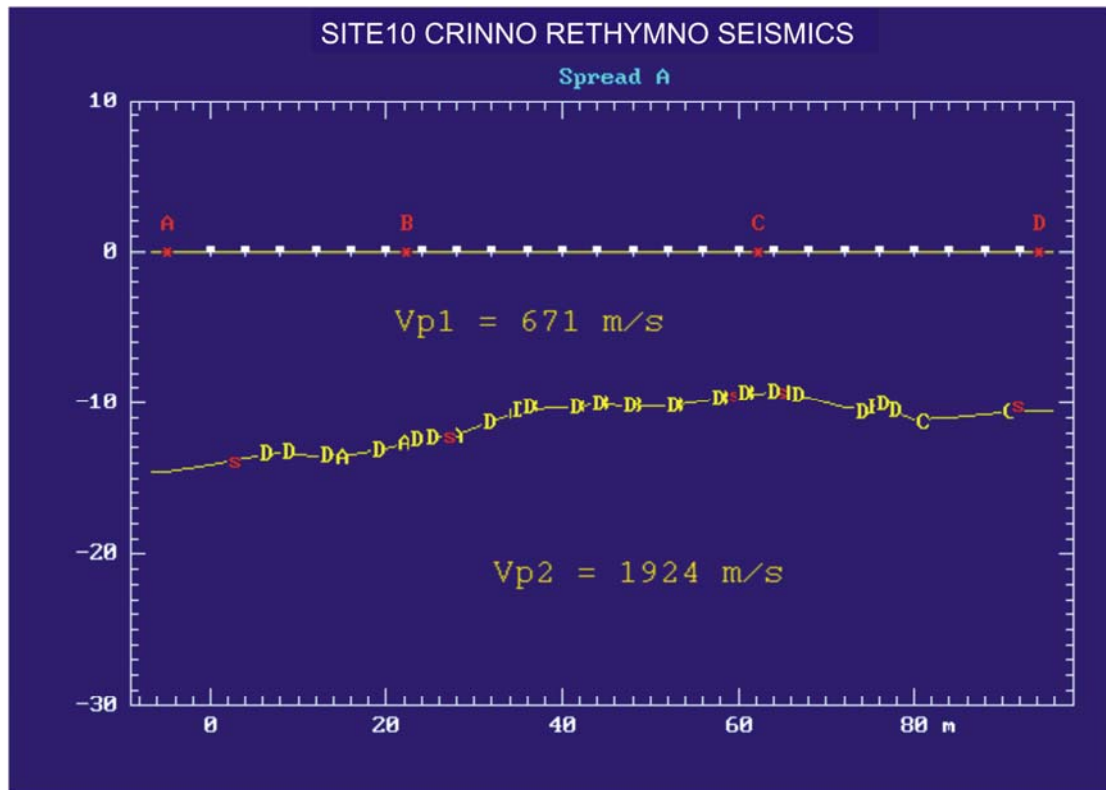
ΤΟΜΗ 10 – ΝΟΤΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΑ ΤΟΥ ΡΕΘΥΜΝΟΥ ΔΙΠΛΑ ΣΕ ΜΙΑ ΑΠΟΘΗΚΗ ΠΛΑΚΙΔΙΩΝ



I.M.S. - F.O.R.T.H.



CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)

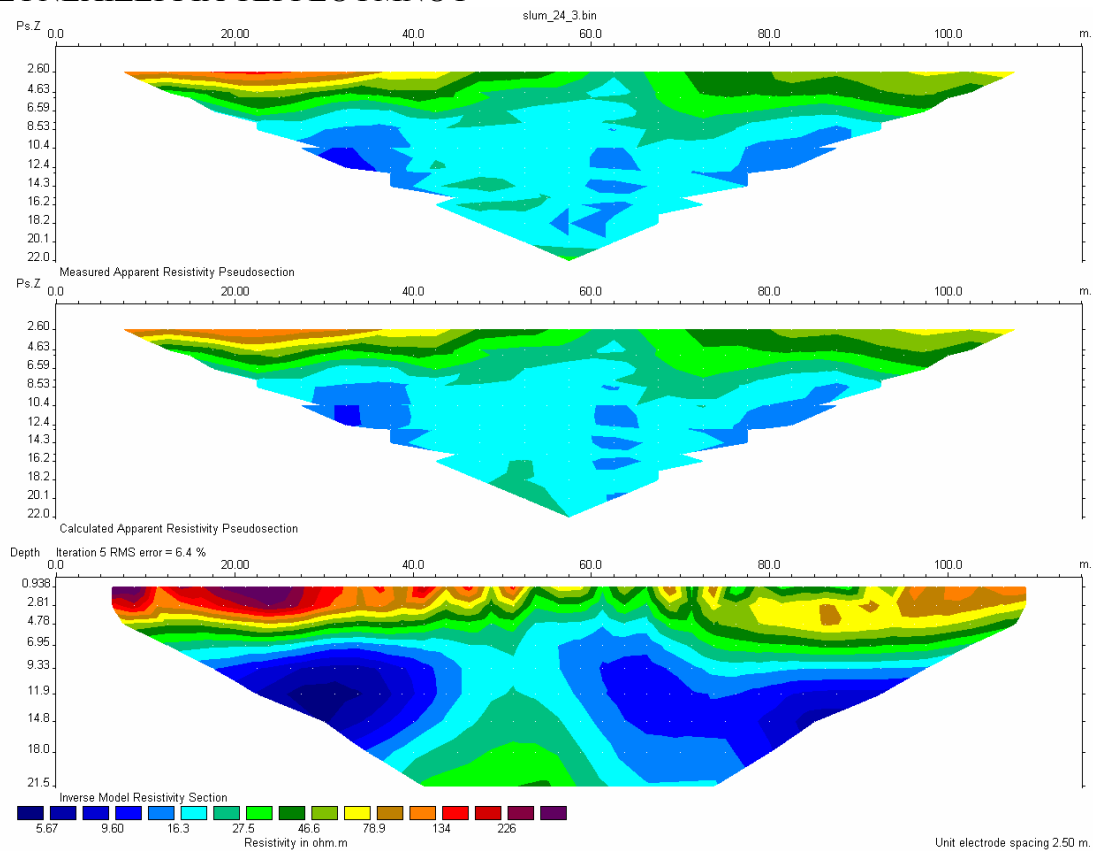


Στα πρώτα 4 μέτρα εντοπίζονται αλλούβια ιζήματα (ερυθρογή) ενώ το υπόβαθρο της περιοχής συνίσταται από μαργαϊκό ασβεστόλιθο.

I.M.S. - F.O.R.T.H.

CRETE INNOVATIVE REGION (C R I N N O)

ΤΟΜΗ 11 – ΤΟΜΗ ΜΕΣΑ ΣΤΟ ΡΕΜΑ ΕΠΙ ΤΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΟΔΟΥ ΠΟΥ ΣΥΝΕΧΙΖΕΙ ΓΙΑ ΤΗ ΡΕΘΥΜΝΟΥ



Η μέτρηση εκτελέστηκε εντός ρέματος. Στα πρώτα 4 μέτρα εντοπίζονται αλλούβια ιζήματα ενώ το υπόβαθρο της περιοχής συνίσταται από μαργαϊκό ασβεστόλιθο με χαμηλές τιμές αντιστάσεων. Πιθανότατα από τα 7 ως τα 18 μέτρα να υπάρχει υδροφορία.

I.M.S. - F.O.R.T.H.